Catalyst 4500 シリーズ スイッチ Cisco IOS ソフトウェア コンフィギュレーション ガイド

Release 12.2(40)SG

Text Part Number: OL-14303-01-J

【注意】この文書はお客様の便宜のために作成された参考和訳であり、お客様とシスコシステムズの間の契約を構成するものではありません。正式な契約条件は、弊社担当者、または弊社販売パートナーにご確認ください。

Catalyst 4500 シリーズ スイッチ Cisco IOS ソフトウェア コンフィギュレーション ガイド

CONTENTS

はじめに

ここでは、このマニュアルの対象読者、マニュアルの構成、および手順や情報を記述するための表記法について説明します。また、シスコ製品のマニュアルを入手する方法とテクニカル サポートについても説明します。

対象読者

このマニュアルは、Catalyst 4500 シリーズ スイッチの設定および保守を担当する、経験豊富なネットワーク管理者を対象としています。

マニュアルの構成

このマニュアルは、次の章から構成されています。

章	タイトル	説明
第 1 章	製品概要	Catalyst 4500 シリーズ スイッチ向け Cisco IOS ソフトウェアの概要を示します。
第 2 章	CLI	CLI（コマンドライン インターフェイス）の使い方を説明します。
第 3 章	スイッチの初期設定	スイッチの基本設定の手順について説明します。
第 4 章	スイッチの管理	スイッチを管理する方法について説明します。
第 5 章	Cisco IOS ISSU プロセスの設定	スイッチに ISSU を設定する方法について説明します。
第 6 章	インターフェイスの設定	ファスト イーサネット、ギガビット イーサネット、10 ギガビット イーサネット インターフェイス上で、特定のレイヤに限定されない機能を設定する方法について説明します。
第 7 章	ポートのステータスと接続の確認	モジュールとインターフェイスのステータスを確認する方法について説明します。
第 8 章	RPR および SSO を使用したスーパーバイザ エンジンの冗長設定	Catalyst 4507R および 4510R スイッチ上に、Router Processor Redundancy（RPR）と Stateful Switchover（SSO）を設定する方法について説明します。

章	タイトル	説明
第 9 章	Cisco NSF/SSO スーパーバイザ エンジンの冗長構成の設定	SSO を備えた Cisco Nonstop Forwarding（NSF）を使用して、スーパーバイザ エンジンの冗長性を設定する方法について説明します。
第 10 章	環境モニタリングおよび電源管理	電力管理機能および環境モニタリング機能の設定方法について説明します。
第 11 章	PoE の設定	Power over Ethernet（PoE）の設定方法について説明します。
第 12 章	Cisco Network Assistant による Catalyst 4500 シリーズ スイッチの設定	Network Assistant および組み込み CiscoView のインストール方法と設定方法について説明します。
第 13 章	VLAN、VTP、および VMPS の設定	VLAN（仮想 LAN）、VLAN Trunking Protocol（VTP; VLAN トランキング プロトコル）、および VLAN Management Policy Server（VMPS; VLAN マネジメント ポリシー サーバ）の設定方法について説明します。
第 14 章	IP アンナンバード インターフェイスの設定	IP Unnumbered サポートを設定する方法について説明します。
第 15 章	レイヤ 2 イーサネット インターフェイスの設定	VLAN トランクなど、レイヤ 2 機能をサポートするようにインターフェイスを設定する方法について説明します。
第 16 章	SmartPort マクロの設定	SmartPort マクロを設定する方法について説明します。
第 17 章	STP および MST の設定	Spanning-Tree Protocol（STP; スパニングツリー プロトコル）および Multiple Spanning-Tree（MST）プロトコルの設定方法、これらのスパニングツリーの動作方法について説明します。
第 18 章	任意の STP 機能の設定	スパニングツリー PortFast、UplinkFast、BackboneFast、およびその他の STP 機能の設定方法について説明します。
第 19 章	EtherChannel の設定	レイヤ 2 およびレイヤ 3 EtherChannel ポート バンドルの設定方法について説明します。
第 20 章	IGMP スヌーピングとフィルタリングの設定	Internet Group Management Protocol（IGMP; インターネット グループ管理プロトコル）スヌーピングの設定方法について説明します。
第 21 章	IPv6 MLD スヌーピングの設定	IPv6 MLD スヌーピングの設定方法について説明します。
第 22 章	802.1Q およびレイヤ 2 プロトコル トンネリングの設定	802.1Q およびレイヤ 2 プロトコル トンネリングの設定方法について説明します。
第 23 章	CDP の設定	Cisco Discovery Protocol（CDP; シスコ検出プロトコル）の設定方法について説明します。
第 24 章	UDLD の設定	UniDirectional Link Detection（UDLD; 単一方向リンク検出）プロトコルの設定方法について説明します。
第 25 章	単一方向イーサネットの設定	単一方向イーサネットを設定する方法について説明します。
第 26 章	レイヤ 3 インターフェイスの設定	レイヤ 3 機能をサポートするようにインターフェイスを設定する方法について説明します。

章	タイトル	説明
第 27 章	CEF の設定	IP ユニキャスト トラフィック用 Cisco Express Forwarding（CEF; シスコ エクスプレス フォワーディング）の設定方法について説明します。
第 28 章	ユニキャスト RPF の設定	ユニキャスト Reverse Path Forwarding（RPF）の設定方法について説明します。
第 29 章	IP マルチキャストの設定	IP Multicast Multilayer Switching（MMLS; マルチキャスト マルチレイヤ スイッチング）の設定方法について説明します。
第 30 章	PBR の設定	Policy-Based Routing（PBR; ポリシーベース ルーティング）の設定方法について説明します。
第 31 章	VRF-Lite の設定	Customer Edge（CE; カスタマー エッジ）デバイスに Multiple VPN Routing/Forwarding（Multi-VRF）インスタンスを設定する方法について説明します。
第 32 章	QoS の設定	QoS（Quality Of Service）の設定方法について説明します。
第 33 章	音声インターフェイスの設定	Cisco IP Phone で使用する複数の VLAN アクセス ポートの設定方法について説明します。
第 34 章	802.1X ポートベース認証の設定	802.1X ポートベースの認証の設定方法について説明します。
第 35 章	ポート セキュリティの設定	ポート セキュリティおよびトランク ポート セキュリティの設定方法について説明します。
第 36 章	コントロール プレーン ポリシングの設定	Control Plane Policing（CoPP; コントロール プレーン ポリシング）を使用して Catalyst 4500 シリーズ スイッチを保護する方法について説明します。
第 37 章	DHCP スヌーピング、IP ソース ガード、およびスタティック ホストの IPSG の設定	Dynamic Host Configuration Protocol（DHCP）スヌーピングおよび IP ソース ガードの設定方法について説明します。
第 38 章	DAI の設定	Dynamic ARP Inspection（DAI; ダイナミック ARP インスペクション）を設定する方法について説明します。
第 39 章	ACL によるネットワーク セキュリティの設定	Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）、VACL、および Mac Access Control List（MACL）の設定方法について説明します。
第 40 章	PVLAN の設定	プライベート VLAN を設定および修正する方法について説明します。
第 41 章	ポート ユニキャストおよびマルチキャスト フラッディング ブロック	ユニキャスト フラッディング ブロックの設定方法について説明します。
第 42 章	ストーム制御の設定	ストーム制御抑制の設定方法について説明します。
第 43 章	SPAN と RSPAN の設定	Switched Port Analyzer（SPAN; スイッチド ポート アナライザ）の設定方法について説明します。
第 44 章	システム メッセージ ロギングの設定	システム メッセージ ロギングの設定方法について説明します。
第 45 章	SNMP の設定	SNMP（簡易ネットワーク管理プロトコル）の設定方法について説明します。
第 46 章	NetFlow の設定	NetFlow 統計情報の収集を設定する方法について説明します。

章	タイトル	説明
第 47 章	RMON の設定	Remote Network Monitoring（RMON）を設定する方法について説明します。
第 48 章	診断の実行	Catalyst 4500 シリーズ スイッチのさまざまな診断タイプについて説明します。
第 49 章	WCCP バージョン 2 サービスの設定	Web Cache Communication Protocol（WCCP）を使用してキャッシュ エンジン（Web キャッシュ）にトラフィックをリダイレクトするよう、Catalyst 4500 シリーズ スイッチを設定する方法について説明します。また、キャッシュ エンジン クラスタ（キャッシュ ファーム）を管理する方法についても説明します。
第 50 章	MIB サポートの設定	SNMP および MIB（management information base; 管理情報ベース）サポートの設定方法について説明します。
第 51 章	ROM モニタ	ROM モニタについて説明します。
付録 A	略語	このマニュアルで使用される略語の定義を示します。

関連資料

Catalyst 4500 シリーズ スイッチの関連資料は次のとおりです。

Catalyst 4500 Series Switch Documentation Home

- http://www.cisco.com/en/US/products/hw/switches/ps4324/tsd_products_support_series_home.html

『*Catalyst 4500 Series Switches Installation Guide*』（Customer Order Number DOC-7814409=）

- http://www.cisco.com/en/US/products/hw/switches/ps4324/products_installation_guide_book09186a0080126d3d.html

『*Catalyst 4500 Series Module Installation Guide*』（Customer Order Number DOC-786444=）

- http://www.cisco.com/en/US/products/hw/switches/ps4324/products_module_installation_guide_book09186a008009c17d.html

『*Catalyst 4500 Series Regulatory Compliance and Safety Information*』（Customer Order Number DOC-7813233=）

- http://www.cisco.com/en/US/products/hw/switches/ps4324/products_regulatory_approvals_and_compliance09186a00800d7676.html

特定のスーパーバイザ エンジンまたはアクセサリ ハードウェアのインストレーション ノートは、次の URL から入手できます。

- http://www.cisco.com/en/US/products/hw/switches/ps4324/prod_installation_guides_list.html

Cisco IOS コンフィギュレーション ガイドおよびコマンド リファレンス ― 上記のマニュアルで扱っていない Cisco IOS ソフトウェア機能を設定する場合には、次のマニュアルを参照してください。

- 『*Configuration Fundamentals Configuration Guide*』
- 『*Configuration Fundamentals Command Reference*』
- 『*Interface Configuration Guide*』
- 『*Interface Command Reference*』
- 『*Network Protocols Configuration Guide*』Part 1、2、3
- 『*Network Protocols Command Reference*』Part 1、2、3
- 『*Security Configuration Guide*』
- 『*Security Command Reference*』
- 『*Switching Services Configuration Guide*』
- 『*Switching Services Command Reference*』
- 『*Voice, Video, and Fax Applications Configuration Guide*』
- 『*Voice, Video, and Fax Applications Command Reference*』
- 『*Cisco IOS IP Configuration Guide*』
- 『*Cisco IOS IP Command Reference*』

Cisco IOS コンフィギュレーション ガイドおよびコマンド リファレンスは、次の URL から入手できます。
http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122/122cgcr/index.htm

MIB については、次の URL を参照してください。
http://www.cisco.com/public/sw-center/netmgmt/cmtk/mibs.shtml

ソフトウェア マニュアル

サポートされるスイッチとモジュールの機能は、インストールしたソフトウェアによって大幅に異なります。一般的に、ソフトウェア リリースごとに次のガイドがあります。

- リリース ノート
  http://www.cisco.com/en/US/products/hw/switches/ps4324/prod_release_notes_list.html
- コンフィギュレーション ガイド
  http://www.cisco.com/en/US/products/hw/switches/ps4324/products_installation_and_configuration_guides_list.html
- コマンド リファレンス
  http://www.cisco.com/en/US/products/hw/switches/ps4324/prod_command_reference_list.html
- システム メッセージ ガイド
  http://www.cisco.com/en/US/products/hw/switches/ps4324/products_system_message_guides_list.html

ソフトウェア リリースに適したガイドをブックマークします。

- MIB の情報については、次の URL を参照してください。
  http://www.cisco.com/public/sw-center/netmgmt/cmtk/mibs.shtml

表記法

このマニュアルでは、次の表記法を使用しています。

表記	説明
太字	コマンド、コマンド オプション、およびキーワードは**太字**で示しています。
イタリック体	ユーザが値を指定するコマンド引数は、*イタリック体*で示しています。
[ ]	角カッコの中のコマンド要素は、省略可能です。
{ x | y | z }	コマンド ラインで必ずどれか 1 つを選択しなければならない必須キーワードは、波カッコで囲み、縦棒で区切って示しています。
[x | y | z]	どれか 1 つを選択できる省略可能なキーワードは、角カッコで囲み、縦棒で区切って示しています。
ストリング	引用符を付けない一組の文字。ストリングの前後には引用符を使用しません。ストリングにその引用符も含まれてしまうためです。
`screen` フォント	システムの表示は `screen` フォントで表されます。
太字の **`screen`** フォント	ユーザがそのまま入力しなければならない情報は、**太字**の **`screen`** フォントで示しています。
イタリック体 の *`screen`* フォント	ユーザが値を指定する引数は、*イタリック体* の *`screen`* フォントで示しています。
⟶	このポインタは、例の中の重要な行を強調しています。
^	Ctrl キーを表します。たとえば、画面に表示される ^D というキーの組み合わせは、Ctrl キーを押しながら D キーを押すことを意味します。
< >	パスワードのように出力されない文字は、かぎカッコ（<>）で囲んで示しています。

（注）は、次のように表しています。

（注） 「*注釈*」です。役立つ情報や、このマニュアル以外の参照資料などを紹介しています。

注意は、次のように表しています。

注意 「*要注意*」の意味です。機器の損傷またはデータ損失を予防するための注意事項が記述されています。

タスク テーブルのコマンド

タスク テーブルにリストされるコマンドは、タスクを実行するための関連情報のみを表し、コマンドで使用できるすべてのオプションについては示していません。コマンドの詳細な説明については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』のコマンドを参照してください。

マニュアルの入手方法、テクニカル サポート、およびセキュリティ ガイドライン

マニュアルの入手方法、テクニカル サポート、マニュアルに関するフィードバックの提供、セキュリティ ガイドライン、および推奨エイリアスと一般的なシスコ マニュアルについては、毎月更新される『*What's New in Cisco Product Documentation*』を参照してください。シスコの新規および改訂版の技術マニュアルの一覧も記載されています。次の URL から入手してください。

http://www.cisco.com/en/US/docs/general/whatsnew/whatsnew.html

Japan TAC Web サイト

Japan TAC Web サイトでは、利用頻度の高い TAC Web サイト（http://www.cisco.com/tac）のドキュメントを日本語で提供しています。Japan TAC Web サイトには、次の URL からアクセスしてください。

http://www.cisco.com/jp/go/tac

サポート契約を結んでいない方は、「ゲスト」としてご登録いただくだけで、Japan TAC Web サイトのドキュメントにアクセスできます。

Japan TAC Web サイトにアクセスするには、Cisco.com のログイン ID とパスワードが必要です。ログイン ID とパスワードを取得していない場合は、次の URL にアクセスして登録手続きを行ってください。

http://www.cisco.com/jp/register/

CHAPTER 1

製品概要

この章では、Catalyst 4500 シリーズ スイッチの概要について説明します。主な内容は、次のとおりです。

（注） Catalyst 4500 シリーズ スイッチがサポートするシャーシ、モジュール、およびソフトウェア機能については、次の URL の『*Release Notes for the Catalyst 4500 Series Switch*』を参照してください。

http://www.cisco.com/en/US/docs/switches/lan/catalyst4500/release/note/OL_5184.html

レイヤ 2 ソフトウェアの機能

ここでは、Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上の主要なレイヤ 2 スイッチング ソフトウェアの機能について説明します。

802.1Q およびレイヤ 2 プロトコル トンネリング

802.1Q トンネリングは、サービス プロバイダー インフラストラクチャに入るタグ付きパケットに再びタグを付けて、VLAN（仮想 LAN）スペースを拡張する Q-in-Q 技術です。サービス プロバイダーは 802.1Q トンネリングを使用することにより、トンネル内部の元のカスタマー VLAN ID を失うことなく、各カスタマーに VLAN を割り当てることができます。トンネルに入るすべてのデータ トラフィックはトンネル VLAN ID でカプセル化されます。レイヤ 2 プロトコル トンネリングは、すべてのレイヤ 2 制御トンネルに使用される類似の技術です。802.1Q トンネリングおよびレイヤ 2 プロトコル トンネリングがサポートされるのは、Supervisor Engine V のみです。

802.1Q トンネリングの設定手順については、第 22 章「802.1Q およびレイヤ 2 プロトコル トンネリングの設定」を参照してください。

CDP

Cisco Discovery Protocol（CDP; シスコ検出プロトコル）は、メディア独立型およびプロトコル独立型のデバイス調査プロトコルです。CDP はルータ、スイッチ、ブリッジ、アクセス サーバを含むすべてのシスコ製品で使用できます。各デバイスは CDP を使用して、その存在を他のデバイスにアドバタイズし、同じ LAN 上の他のデバイスに関する情報を受け取ります。CDP を使用することで、シスコ製スイッチとルータは MAC（メディア アクセス制御）アドレス、IP アドレス、発信インターフェイスなどの情報を交換できます。CDP はデータリンク レイヤ上でのみ実行され、異なるネットワークレイヤ プロトコルをサポートする2つのシステムがお互いに認識できるようにします。CDP を設定した各デバイスは、マルチキャスト アドレスに対して定期的にメッセージを送信します。各デバイスは、SNMP（簡易ネットワーク管理プロトコル）メッセージを受信できる 1 つまたは複数のアドレスをアドバタイズします。

CDP の設定手順については、第 23 章「CDP の設定」を参照してください。

EtherChannel バンドル

EtherChannel ポート バンドルは、複数のポートを 1 つの論理伝送パスにグループ化して、2 つのスイッチ間に高帯域接続を確立します。

EtherChannel の設定手順については、第 19 章「EtherChannel の設定」を参照してください。

ジャンボ フレーム

ジャンボ フレーム機能により、（IEEE［米国電気電子学会］イーサネット Maximum Transmission Unit［MTU; 最大伝送ユニット］を超える）最大で 9216 バイトのパケットをスイッチに転送でき、このようなフレームを [oversize] と宣言してドロップすることはありません。この機能は、通常大規模なデータ転送で使用されます。ジャンボ機能は、レイヤ 2 およびレイヤ 3 インターフェイスでポート単位に設定できます。ノンブロッキング GB フロントポートでのみサポートされます。

ジャンボ フレームについては、第 6 章「インターフェイスの設定」を参照してください。

MST

IEEE 802.1s Multiple Spanning-Tree（MST）は、単一の 802.1Q または ISL（スイッチ間リンク）VLAN トランク内で複数のスパニングツリー インスタンスを許可します。MST は、IEEE 802.1w Rapid Spanning-Tree（RST）アルゴリズムを複数のスパニングツリーに拡張します。この拡張によって、VLAN 環境で高速コンバージェンスとロードバランシングの両方を実現できます。

MST を使用すると、トランクを介して複数のスパニングツリーを構築できます。VLAN をグループとしてまとめ、スパニングツリー インスタンスに対応付けることができます。各インスタンスに、他のスパニングツリー インスタンスに依存しないトポロジを与えることができます。この新しいアーキテクチャによって、データ トラフィックに複数の転送パスが与えられ、ロードバランシングが可能になります。あるインスタンス（転送パス）で障害が発生しても、他のインスタンス（転送パス）に影響を与えないので、ネットワークの耐障害性が向上します。

MST の設定手順については、第 17 章「STP および MST の設定」を参照してください。

PVRST+

Per-VLAN Rapid Spanning Tree Plus（PVRST+）は、VLAN 単位における 802.1w の実装です。Spanning-Tree Protocol（STP; スパニングツリー プロトコル）モードに対しては、Per-VLAN Spanning-Tree Plus（PVST+）と同様で、802.1w に基づく Rapid Spanning-Tree Protocol（RSTP）プロトコルを実行します。

PVRST+ の設定手順については、第 17 章「STP および MST の設定」を参照してください。

QoS

QoS（Quality Of Service）機能は、ネットワーク トラフィックを選択し、相対的な重要性に従ってプライオリティを設定することで輻輳を防止します。QoS をネットワークに実装すると、ネットワーク パフォーマンスを予測しやすくなり、より効果的な帯域幅使用が可能となります。

Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、次の QoS 機能をサポートしています。

- 分類とマーキング
- ポート単位 /VLAN 単位のポリシングを含む入力および出力ポリシング
- シェアリングとシェーピング

Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、信頼境界をサポートしています。信頼境界は、CDP を使用してスイッチ ポート上の Cisco IP Phone（Cisco IP Phone 7910、7935、7940、および 7960）の存在を検出します。電話が検出されなければ、信頼境界機能はスイッチ ポート上の trusted（信頼）設定をディセーブルにし、ハイ プライオリティ キューの誤使用を防ぎます。

Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、QoS Automation（Auto-QoS）をサポートしています。Auto QoS は、自動設定を介して既存の QoS 機能の使用を簡略にします。

Cisco モジュラ QoS コマンドライン インターフェイス（Supervisor Engine 6-E）

Cisco Modular QoS CLI（MQC; モジュラ QoS コマンドライン インターフェイス）は Cisco IOS ソフトウェア QoS の実装に使用されるフレームワークです。MQC を使用すると、トラフィック クラスの定義、トラフィック ポリシー（トラフィック クラスに適用される QoS 機能を含む）の作成、およびインターフェイスへのトラフィック ポリシーの付加を行うことができます。MQC は Cisco 全体の基準であり、複数の製品ファミリにおいて一貫した構文の使用と QoS 機能の動作を可能にします。Cisco IOS Software Release 12.2(40)SG は、Supervisor Engine 6-E の QoS 機能の設定について MQC に準拠しています。MQC により、新機能および技術革新の迅速な配置が可能になります。そして帯域、遅延、ジッタ、およびパケット損失に関するネットワーク パフォーマンスの管理が容易になり、ミッションクリティカルなビジネス アプリケーションのパフォーマンスが強化されます。Supervisor Engine 6-E の一部としてサポートされている QoS 機能は豊富かつ高度であり、Cisco MQC を使用することで有効になります。

Two-Rate Three-Color ポリシング（Supervisor Engine 6-E）

Two-Rate Three-Color ポリシング機能（別名、*階層型 QoS*）は、ユーザが定義した基準に基づいて、トラフィック クラスの入出力伝送速度を制限します。そして、適用可能な Differentiated Services Code Point（DSCP; DiffServ コード ポイント）値を設定してパケットのマークまたは色を設定します。この機能は、ネットワークのエッジにあるインターフェイス上に設定され、トラフィックがネットワークから出入りするのを制限します。この機能を使用すると、ユーザが定義する基準に準拠するトラフィックがインターフェイスから送信されます。これらの基準を超過または違反するトラフィックはプライオリティ設定を下げて送信されるか、ドロップされることもあります。

QoS および Auto-QoS については、第 32 章「QoS の設定」を参照してください。

STP

STP は、ネットワークのすべてのノード間において、アクティブでループフリーなデータ パスを確保するフォールトトレラントなインターネットワークを作成します。STP はアルゴリズムを使用し、スイッチド ネットワーク内のループフリーで最適なパスを計算します。

STP の設定手順については、第 17 章「STP および MST の設定」を参照してください。

Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、次の STP 拡張をサポートしています。

- スパニングツリー PortFast ― PortFast は、ポートとポートに直接接続したホストを、リスニング ステートとラーニング ステートをバイパスして、直接フォワーディング ステートに移行します。
- スパニングツリー UplinkFast ― UplinkFast は、スパニングツリー トポロジの変更後に高速のコンバージェンスを行い、アップリンク グループを使用して冗長リンク間のロードバランシングを実現します。アップリンク グループは、転送中のリンクで障害が起きた場合に代替パスを提供します。UplinkFast は、直接のリンク障害が発生したスイッチに対して、スパニングツリーのコンバージェンス時間を短縮するように設計されています。
- スパニングツリー BackboneFast ― BackboneFast は、間接的なリンク障害によるトポロジ変更後に、スパニングツリーがコンバージェンスするのに必要な時間を短縮します。BackboneFast は、間接的なリンク障害が発生したスイッチに対して、スパニングツリーのコンバージェンス時間を短縮します。

- スパニングツリー ルート ガード ― ルート ガードは、ポートを強制的に指定ポートにして、リンクのもう一方でスイッチがルート スイッチにならないようにします。

STP 拡張については、第 18 章「任意の STP 機能の設定」を参照してください。

SSO

Stateful Switchover（SSO）は、アクティブ スーパーバイザ エンジンが冗長スーパーバイザ エンジンに切り替わった場合、レイヤ 2 トラフィックに割り込みが瞬時に発生し、設定およびステート情報をアクティブ スーパーバイザ エンジンから冗長スーパーバイザ エンジンに伝播します。

- ステートフル IGMP スヌーピング

  この機能はスイッチオーバーが発生した場合に、新しいアクティブ スーパーバイザ エンジンがマルチキャスト グループ メンバシップを認識するように、アクティブ スーパーバイザ エンジンから学習した Internet Group Management Protocol（IGMP; インターネット グループ管理プロトコル）データを冗長スーパーバイザ エンジンに伝播します。これにより、スイッチオーバー中のマルチキャスト トラフィックの中断を軽減します。
- ステートフル DHCP スヌーピング

  この機能はスイッチオーバーが発生した場合に、新しいアクティブ スーパーバイザ エンジンがスヌーピングされた Dynamic Host Configuration Protocol（DHCP）データを認識し、セキュリティの利点が中断しないように、アクティブ スーパーバイザ エンジンからの DHCP スヌーピング データを冗長スーパーバイザ エンジンに伝播します。

SVI 自動ステート

SVI ポートが VLAN 上に複数存在する場合は、VLAN のすべてのポートが停止するときに SVI も通常停止します。SVI が「アップまたはダウン」状態であることを判断するときにいくつかのポートを考慮しないようにネットワークを設計する場合があります。SVI 自動ステートは、SVI の「アップまたはダウン」判断時に考慮しないポートにマーキングするつまみとなり、ポートでイネーブルになっているすべての VLAN に適用されます。

UBRL

User Based Rate Limiting（UBRL）では、マイクロフロー ポリシングが採用され、トラフィック フローが動的に学習されて、それぞれの一意のフローが個別レートにレート制限されます。UBRL は、内蔵 NetFlow がサポートされている Supervisor Engine V-10GE のみで使用できます。

UDLD

UniDirectional Link Detection（UDLD; 単一方向リンク検出）は、光ファイバまたは銅イーサネット ケーブルで接続されたデバイスが、ケーブルの物理構成を監視し、単方向リンクを検出できるようにします。

UDLD については、第 24 章「UDLD の設定」を参照してください。

単一方向イーサネット

単一方向イーサネットは、全二重ギガポート イーサネット用に 2 つの光ファイバ ストランドを使用するのではなく、ギガポートのトラフィックの送信または受信にファイバ ストランドを 1 つだけ使用します。

単一方向イーサネットについては、第 25 章「単一方向イーサネットの設定」を参照してください。

VLAN

VLAN は物理トポロジではなく、論理トポロジに従ってスイッチとルータを設定します。ネットワーク管理者は VLAN を使用することで、インターネットワーク内の LAN セグメントの集合を、各セグメントがネットワーク内で単一の LAN として表示されるようにして、1 つの自律ユーザ グループにまとめることができます。VLAN は、パケットが VLAN 内のポート間でのみ交換されるように、論理的にネットワークを異なるブロードキャスト ドメインにセグメント化します。通常、VLAN は特定のサブネットに対応しますが、必ずしも対応するとは限りません。

VLAN、VLAN Trunking Protocol（VTP; VLAN トランキング プロトコル）、およびダイナミック VLAN メンバシップの詳細については、第 13 章「VLAN、VTP、および VMPS の設定」を参照してください。

次の VLAN 関連の機能もサポートされます。

- VTP ― VTP は VTP 管理ドメインのすべてのデバイス間で、VLAN 名の一貫性と接続を維持します。複数の VTP サーバを使用して、グローバル VLAN 情報を管理および修正できる冗長性をドメイン内にもたらすことができます。大規模なネットワークでも、わずかな VTP サーバしか要求されません。
- プライベート VLAN ― プライベート VLAN は、通常の VLAN の機能を持ち、スイッチ上の他のポートからレイヤ 2 をある程度分離させるポート セットです。

  プライベート VLAN については、第 40 章「PVLAN の設定」を参照してください。
- プライベート VLAN トランク ポート ― プライベート VLAN トランク ポートを使用すると、プライベート VLAN 上のセカンダリ ポートが複数のセカンダリ VLAN を実行します。
- プライベート VLAN 混合モード トランク ポート ― プライベート VLAN 混合モード トランクを使用すると、混合モード ポートを 802.1Q トランク ポートに拡大し、複数のプライマリ VLAN（したがって、複数のサブネット）を伝送します。プライベート VLAN 混合モード トランクは一般的に、別のプライマリ VLAN 上で異なるサービスまたはコンテンツを独立サブスクライバに提供するために使用します。セカンダリ VLAN は、プライベート VLAN 混合モード トランク上で伝送できません。
- ダイナミック VLAN メンバシップ ― ダイナミック VLAN メンバシップの、ポートに接続されたデバイスの送信元 MAC に基づいて、VLAN にスイッチ ポートを動的に割り当てることができます。ネットワーク内にあるスイッチの 1 つのポートからネットワーク内にある別のスイッチのポートにホストを移動する場合、そのスイッチはそのホストに適切な VLAN を新しいポートへ動的に割り当てます。VLAN Management Policy Server（VMPS; VLAN マネジメント ポリシー サーバ）クライアント機能を使用すると、ダイナミック アクセス ポートを VMPS クライアントに変換できます。VMPS クライアントは VQP クエリーを使用して VMPS サーバと通信し、ポートに接続するホストの MAC アドレスに基づいてポートに VLAN を割り当てられます。

レイヤ 3 ソフトウェアの機能

レイヤ 3 スイッチは、キャンパス LAN またはイントラネット用に最適化され、広域イーサネット ルーティングとスイッチング サービスを提供する高性能スイッチです。レイヤ 3 スイッチングは、ルート処理とインテリジェント ネットワーク サービスの 2 つのソフトウェア機能によりネットワーク パフォーマンスを高めます。

通常のソフトウェアベースのスイッチと比べると、レイヤ 3 スイッチはより多くのパケットをより高速に処理します。この場合、マイクロプロセッサをベースとするエンジンではなく、Application-Specific Integrated Circuit（ASIC; 特定用途向け集積回路）が使用されます。

ここでは、Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上の主要なレイヤ 3 スイッチング ソフトウェアの機能について説明します。

CEF

Cisco Express Forwarding（CEF; シスコ エクスプレス フォワーディング）は、拡張レイヤ 3 IP スイッチング テクノロジーです。CEF は大規模で動的なトラフィック パターンを持つインターネットなどのネットワークと、集約型の Web ベース アプリケーション、すなわち対話形式のセッションを用いるネットワークでネットワーク パフォーマンスとスケーラビリティを最適化します。CEF はネットワークのどの部分にも使用できますが、高い弾力性を持つ高性能レイヤ 3 IP バックボーン スイッチング用に設計されています。

CEF の設定手順については、第 27 章「CEF の設定」を参照してください。

HSRP

Hot Standby Router Protocol（HSRP; ホットスタンバイ ルータ プロトコル）は、個々のレイヤ 3 スイッチのアベイラビリティに依存することなく、イーサネット ネットワーク上のホストから IP トラフィックをルーティングすることでネットワークの高いアベイラビリティを提供します。この機能は、Router Discovery Protocol（RDP）をサポートせず、また選択されたルータのリロード時または電源がオフになったときに新しいルータに切り替わる機能を持たないホストに特に有効です。

HSRP の設定については、次の URL を参照してください。

http://www.cisco.com/en/US/products/ps6350/products_configuration_guide_chapter09186a008042fbb3.html

SSO 認識 HSRP

SSO 認識 HSRP は、スーパーバイザ エンジンのスイッチオーバー時に、スタンバイ HSRP ルータにパス変更することなく、連続してデータ パケットを転送します。スーパーバイザ エンジンのスイッチオーバー時に NSF/SSO は、HSRP 仮想 IP アドレスを使用し既知のルートに従って、連続してデータ パケットを転送します。両方のスーパーバイザ エンジンがアクティブ HSRP ルータで失敗した場合、スタンバイ HSRP ルータがアクティブな HSRP ルータとして機能します。Catalyst 4500 の NSF/SSO が提供する信頼性およびアベイラビリティを、冗長シャーシのあるレイヤ 3 集約にまで拡大します。SSO 認識 HSRP は、スーパーバイザ冗長性のある Catalyst 4507R および 4510R シャーシ上の Supervisor Engine IV、V、および V-10GE で利用可能です。

IP ルーティング プロトコル

Catalyst 4500 シリーズ スイッチでは、次のルーティング プロトコルがサポートされています。

- BGP（p.1-8）
- EIGRP（p.1-9）
- GLBP（p.1-9）
- IGRP（p.1-9）
- IS-IS（p.1-10）
- OSPF（p.1-10）
- RIP（p.1-10）
- VRRP（p.1-11）

BGP

Border Gateway Protocol（BGP; ボーダー ゲートウェイ プロトコル）は、AS 間でのルーティング情報のループフリーな交換が自動的に保証されるドメイン間ルーティング システムの設定を可能にする外部ゲートウェイ プロトコルです。BGP では、各ルートはネットワーク番号と（AS パスと呼ばれる）情報が通過する AS のリスト、その他のパス属性のリストから構成されます。

Catalyst 4500 シリーズ スイッチは BGP バージョン 4 をサポートし、これには Classless Interdomain Routing（CIDR; クラスレス ドメイン間ルーティング）も含まれます。CIDR は、集約ルートすなわちスーパーネットを作成して、ルーティング テーブルのサイズを縮小します。CIDR は BGP 内でネットワーク クラスの概念を除外し、IP プレフィクスのアドバタイズをサポートしています。CIDR ルートは、OSPF、EIGRP、RIP によって搬送されます。

BGP ルートマップの継続

BGP ルートマップの継続機能では、BGP ルートマップ コンフィギュレーションの continue 句を導入します。continue 句により、プログラム可能なポリシー設定およびルート フィルタリングが提供されます。match と set 句によるエントリの実行が成功したあと、BGP ルート マップ continue 句を使用して、ルート マップの追加エントリを実行できます。continue 句により、同じルート マップ内で繰り返されるポリシー設定数を減らすために、より多くのモジュラ ポリシー定義を設定および構成できます。

EIGRP

Enhanced Interior Gateway Routing Protocol（EIGRP）は IGRP の一種で、リンク ステート プロトコルの利点にディスタンス ベクタ プロトコルを結合したものです。EIGRP は Diffusing Update Algorithm（DUAL）を採用しています。EIGRP は高速コンバージェンス、可変長サブネット マスク、部分的境界更新、複数のネットワーク レイヤ サポートの各機能を備えています。ネットワーク トポロジが変更されると、EIGRP はトポロジ テーブルで宛先までの新しい適切なルートを確認します。テーブルにこのようなルートが見つかると、EIGRP はルーティング テーブルをただちに更新します。ユーザは EIGRP が IPX パケットのルーティング用に提供する高速コンバージェンスと部分的更新を使用できます。

EIGRP は、ルーティング情報が変更された場合にのみルーティング更新を送信することで、帯域幅を節約します。この更新には、ルーティング テーブル全体ではなく、変更されたリンクに関する情報のみが含まれます。EIGRP はまた、更新を伝送するときのレートを決定する場合に、使用可能な帯域幅を考慮に入れます。

（注） レイヤ 3 スイッチングは、Next Hop Resolution Protocol（NHRP）をサポートしていません。

（注） お客様は、EIGRP を設定して IPv6 プレフィクスをルーティングできます。IPv4 および IPv6 プレフィクス両方の EIGRP 設定およびプロトコル動作は似ているため、操作に一貫性があり、なじみやすくなっています。IPv6 向けの EIGRP により、お客様は既存の EIGRP 知識およびプロセスを使用して、IPv6 ネットワークを低コストで配置できます。

GLBP

Gateway Load Balancing Protocol（GLBP）機能は、LAN 上の 1 つのデフォルト ゲートウェイに設定された IP ホストの自動ルータ バックアップを提供します。LAN 上の複数のファースト ホップ ルータは、結合して IP パケット転送負荷の共有時に 1 つの仮想ファースト ホップ IP ルータとなります。各 GLBP デバイスがパケット転送を行うことで、リソースの使用を最適化し、コストを削減します。LAN 上のその他のルータは冗長 GLBP ルータとして動作して、既存の転送ルータのいずれかに障害が発生した場合にアクティブになります。これにより、ネットワークの弾性が向上し、管理負荷を削減します。GLBP は、Supervisor Engine 6-E およびクラシックのスーパーバイザ エンジンにに適用可能な機能です。

IGRP

Interior Gateway Routing Protocol（IGRP）は、シスコが AS 内でのルーティング用に開発した、安定したディスタンス ベクタ Interior Gateway Protocol（IGP; 内部ゲートウェイ プロトコル）です。ディスタンス ベクタ ルーティング プロトコルはスイッチに対し、ルーティング更新メッセージを使用して隣接する各ルータにルーティング テーブルのすべてのデータまたは一部のデータを定期的に送信するよう要求します。ルーティング情報がネットワークで伝播されると、ルータはインターネットワーク内のすべてのノードまでの距離を計算します。IGRP はメトリックを組み合わせて用います。インターネットワーク遅延、帯域幅、信頼性、および負荷はすべてルーティング決定の要素になります。

IS-IS

Intermediate System-to-Intermediate System（IS-IS）プロトコルは、リンクステート ルーティング アルゴリズムを使用します。これは、TCP/IP 環境で使用される OSPF ルーティング プロトコルに準拠しています。ISO IS-IS プロトコルを運用する場合には、各ルータがネットワークの完全なトポロジ マップ（つまり、どの中間システムおよびエンド システムが他のどの中間システムとエンド システムに接続しているか）を保持する必要があります。ルータは、周期的にマップ上でアルゴリズムを実行して、可能性のあるすべての宛先への最短パスを計算します。

IS-IS プロトコルは、2 つの階層を使用します。中間システム（ルータ）はレベル 1 およびレベル 2 に分類されます。レベル 1 中間システムは単一のルーティング エリアを扱います。トラフィックはそのエリア内のみでリレーされます。他のインターネットワーク トラフィックは最も近いレベル 2 中間システムに送られます。これは、レベル 1 中間システムとしても動作します。レベル 2 中間システムは、同一ドメイン内の異なるルーティング エリア間でトラフィックを移動します。

マルチエリアをサポートする IS-IS では単一の中間システム内に複数のレベル 1 エリアを持つことができるので、1 つの中間システムで複数のエリアを構成することもできます。単一レベル 2 エリアは、エリア間トラフィックのバックボーンとして使用されます。

IS-IS はイーサネット フレームのみをサポートしています。Internetwork Packet Exchange（IPX）についてはサポートしていません。

OSPF

Open Shortest Path First（OSPF）プロトコルは、RIP の制約を克服することを目的とした標準ベースの IP ルーティング プロトコルです。OSPF はリンク ステート ルーティング プロトコルであるため、同じ階層領域内のすべてのルータに Link-State Advertisement（LSA; リンク ステート アドバタイズメント）を送信します。OSPF LSA 内では、接続するインターフェイスとそれらのメトリックに関する情報が用いられます。ルータはリンク状態の情報を累積すると、Shortest Path First（SPF）アルゴリズムを使用して各ノードへの最短パスを計算します。この他の OSPF の機能には、等価コスト マルチパス ルーティングや上位レイヤの Type of Service（ToS; タイプ オブ サービス）要求に基づくルーティングなどがあります。

OSPF は、OSPF の連続したネットワークおよびホストのグループであるエリアの概念を採用しています。OSPF エリアは、内部トポロジがエリア外のルータから見えない OSPF Autonomous System（AS; 自律システム）を論理的に分割したものです。エリアによって IP ネットワーク クラスが提供するのとは異なる階層レベルが追加され、これらを使用して、ルーティング情報の集約やネットワークの詳細事項のマスクを行うことができます。このような機能により、OSPF は大規模ネットワークにおけるスケーラビリティをより強化します。

RIP

Routing Information Protocol（RIP）は、ディスタンスベクタのドメイン内ルーティング プロトコルです。RIP は小規模で均質なネットワークで効果的に機能します。大規模で複雑なインターネットワークでは、RIP は最大ホップ カウント 15、Variable-Length Subnet Mask（VLSM; 可変長サブネット マスク）の非サポート、非効率的な帯域幅使用、コンバージェンスの遅さなど数々の制約があります。RIP II は VLSM をサポートしています。

VRRP

Virtual Router Redundancy Protocol（VRRP; 仮想ルータ冗長プロトコル）は、標準ベースのファーストホップ冗長プロトコルです。VRRP を使用すると、ルータ グループは 1 つの仮想 IP アドレスと 1 つの仮想 MAC アドレスを共有することで、1 つの仮想ルータとして機能します。マスター ルータはパケット転送を実行し、バックアップ ルータはアイドル状態のままです。VRRP は一般的に、複数のベンダーのファーストホップ ゲートウェイ冗長展開で使用します。

マルチキャスト サービス

マルチキャスト サービスは、ネットワーク上のパケットを必要な場合にのみ強制的に複製し、ホスト上のグループの動的な加入および脱退を許可することで、帯域幅を節約します。次のマルチキャスト サービスがサポートされています。

- Cisco Group Management Protocol（CGMP）サーバ — CGMP サーバがマルチキャスト トラフィックを管理します。マルチキャスト トラフィックは、接続するホストがマルチキャスト トラフィックを要求するポートにのみ転送されます。
- IGMP スヌーピング — IGMP スヌーピングがマルチキャスト トラフィックを管理します。スイッチ ソフトウェアは、IP マルチキャスト パケットを検証して、その内容に基づいてパケットを転送します。マルチキャスト トラフィックは、接続するホストがマルチキャスト トラフィックを要求するポートにのみ転送されます。

  IGMPv3 のサポートは、IGMPv3 ホストまたはルータが存在する場合に、マルチキャスト トラフィック フラッディングの抑制を提供します。IGMPv3 スヌーピングは、IGMPv3 クエリーおよびメンバシップ レポート メッセージを待ち受け、ホスト / マルチキャスト グループの関連付けを維持します。また、スイッチがマルチキャスト データを必要とするポートだけに伝播することを可能にします。IGMPv3 スヌーピングは、IGMPv1 および IGMPv2 との完全な相互運用性があります。

  Explicit Host Tracking（EHT）は、IGMPv3 スヌーピングの拡張機能です。EHT は、ポート単位の即時脱退処理を可能にします。EHT は、ホストごとのメンバシップ情報の追跡、またはすべての IGMPv3 グループ メンバに関する統計情報の収集に使用できます。

  IGMP スヌーピングの設定手順については、第 20 章「IGMP スヌーピングとフィルタリングの設定」を参照してください。
- IPv6 Multicast Listener Discovery（MLD）および MLD スヌーピング — MLD は IPv6 マルチキャスト デバイスで使用されるプロトコルで、直接接続されたリンク上のマルチキャスト リスナー（IPv6 マルチキャスト パケットを受信するノード）の存在、および隣接ノードを対象とするマルチキャスト パケットを検出します。MDL スヌーピングは、MLD v1 および MLD v2 の 2 つの異なるバージョンでサポートされています。ネットワーク スイッチは、MLD スヌーピングを使用してマルチキャスト トラフィックのフラッディングを制限することで、IPv6 マルチキャスト データは VLAN 内のすべてのポートにフラッディングされるのではなく、データを受信するポートのリストに選択的に転送されます。こうすることで、ネットワーク内のデバイスに対する付加が軽減され、リンク上の不必要な帯域を最小化し、IPv6 マルチキャスト データの効率的な配布が可能になります。

  マルチキャスト サービスの設定方法については、第 21 章「IPv6 MLD スヌーピングの設定」を参照してください。
- Protocol Independent Multicast（PIM）— PIM はプロトコル独立型で、EIGRP、OSPF、BGP、スタティック ルートなど、ユニキャスト ルーティング テーブルの読み込みにどのユニキャスト ルーティング プロトコルが使用されても利用できます。PIM はまた、Reverse Path Forwarding（RPF）チェック機能を実行するのに、完全独立型のマルチキャスト ルーティング テーブルを構築する代わりにユニキャスト ルーティング テーブルを使用します。

  マルチキャスト サービスの設定方法については、第 29 章「IP マルチキャストの設定」を参照してください。

NSF/SSO

Non-Stop Forwarding with Stateful Switchover（NSF/SSO）は、スーパーバイザ エンジンのスイッチオーバー時にレイヤ 3 ルーティング環境で継続してデータ パケットを転送します。Catalyst 4500 の SSO および NSF 認識が提供する信頼性およびアベイラビリティを、レイヤ 3 ネットワークにまで拡大します。スーパーバイザ エンジンのスイッチオーバー時、NSF/SSO は、ルーティング プロトコル情報を回復および検証する一方で、既知のルートに従って継続してデータ パケットを転送し、不必要なルート フラップを引き起こさず、ネットワークが不安定になるのを回避します。NSF/SSO を使用すると、IP Phone コールはドロップされません。NSF/SSO は、OSPF、BGP、EIGRP、IS-IS、および CEF でサポートされます。NSF/SSO は一般的に、企業またはサービス プロバイダー ネットワークの最重要部分（レイヤ 3 集約 / コアまたはレジリエント レイヤ 3 ワイヤリング クローゼット設計など）で展開されます。これは、重要なアプリケーションの単一シャーシ展開の重要なコンポーネントです。NSF/SSO は、スーパーバイザ冗長のある Catalyst 4507R および 4510R シャーシの出荷されたスーパーバイザ エンジンすべてで利用できます。

NSF/SSO の詳細については、第 9 章「Cisco NSF/SSO スーパーバイザ エンジンの冗長構成の設定」を参照してください。

ISSU

SSO が機能するには、アクティブ スーパーバイザ エンジンとスタンバイ スーパーバイザ エンジンの両方の IOS バージョンが同じである必要があります。Cisco IOS ソフトウェアのアップグレードまたはダウングレード中にバージョンが一致しないと、Catalyst 4500 シリーズ スイッチは強制的に RPR モードの動作になります。このモードでは、スイッチオーバー後にリンクフラップとサービス中断が発生します。この問題は、ソフトウェアのアップグレードまたはダウングレード中に SSO/NSF モードで動作できる In Service Software Upgrade（ISSU; インサービス ソフトウェア アップグレード）機能によって解決されます。

ISSU では、アクティブおよびスタンバイ スーパーバイザ エンジンそれぞれで実行しているステートフル コンポーネント間で Version Transformation Framework を利用することにより、両方のスーパーバイザ エンジン上の異なるリリース レベルの Catalyst IOS イメージをアップグレードまたはダウングレードできます。

PBR

従来の IP の転送判断は、転送するパケットの宛先 IP アドレスのみに基づいていました。Policy Based Routing（PBR; ポリシーベース ルーティング）では、送信元インターフェイス、IP 送信元アドレス、レイヤ 4 ポート等のパケットに関連したアドレス以外の情報に基づいて転送できます。この機能により、ネットワーク管理者はより柔軟にネットワークを設定および設計できるようになります。

PBR の詳細については、第 30 章「PBR の設定」を参照してください。

UDLR

UniDirectional Link Routing（UDLR）は、単一方向の物理インターフェイス（高帯域の衛星リンクなど）上でマルチキャスト パケットをバック チャネルを持つスタブ ネットワークに転送する手段を提供します。

UDLR の設定手順については、『*Cisco IP and IP Routing Configuration Guide*』の「Configuring UniDirectional Link Routing」を参照してください。

VRF-Lite

VPN Routing and Forwarding Lite（VRF-Lite）は、IP ルーティングの拡張機能で、複数のルーティング インスタンスを提供します。BGP と同様に、VRF-Lite は各 VPN カスタマーに対して別々の IP ルーティングおよび転送テーブルを維持したまま、レイヤ 3 VPN サービスの作成を可能にします。VRF-Lite は、入力インターフェイスを使用して異なる VPN のルートを区別します。VRF-Lite は、1 つまたは複数のレイヤ 3 インターフェイスを各 VRF に対応付けて仮想パケット転送テーブルを形成し、単一のスイッチ上に複数のレイヤ 3 VPN を作成できるようにします。VRF の有効なインターフェイスは、イーサネット ポートなどの物理インターフェイス、または VLAN Switch Virtual Interface（SVI; スイッチ仮想インターフェイス）などの論理インターフェイスです。ただし、インターフェイスは常に複数の VRF に属することができません。

VRF-Lite については、第 31 章「VRF-Lite の設定」を参照してください。

管理機能

Catalyst 4500 シリーズ スイッチは CLI を通じて、または SNMP などの代替アクセス方式を通じてネットワークの管理と制御を行います。スイッチ ソフトウェアは、次のネットワーク管理機能をサポートしています。

Cisco Network Assistant および組み込み CiscoView

Catalyst 4500 シリーズ スイッチを設定するための Web ベースのツールです。Cisco Network Assistant は、スタンドアロン デバイス、デバイスのクラスタ、またはデバイスの集合をご使用のイントラネットのどこからでも管理します。GUI（グラフィカル ユーザ インターフェイス）を使用すると、CLI コマンドを覚える必要がなく、複数の設定作業を実行できます。組み込み CiscoView は、スイッチ フラッシュ上に組み込むことができるデバイス管理アプリケーションで、スイッチのダイナミック ステータス、モニタリング、および設定情報を提供します。

ビジュアル ポート ステータス情報 — スイッチ LED からポートレベルおよびスイッチレベルのステータスを目視で管理できます。

Cisco Network Assistant および組み込み CiscoView の詳細については、第 12 章「Cisco Network Assistant による Catalyst 4500 シリーズ スイッチの設定」を参照してください。

DHCP

Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、次の方法で DHCP を使用します。

- DHCP サーバ — Cisco IOS DHCP サーバ機能は、ルータ内で指定されたアドレス プールから DHCP クライアントに IP アドレスを割り当てて管理する完全な DHCP サーバ実装です。Cisco IOS DHCP サーバが自身のデータベースで DHCP 要求を実行できない場合、この要求をネットワーク管理者が定義した 1 つまたは複数のセカンダリ DHCP サーバに転送できます。
- DHCP の自動設定 — この機能により、ご使用のスイッチ（DHCP クライアント）は起動時に IP アドレス情報およびコンフィギュレーション ファイルを使用して、自動的に設定されます。

DHCP サーバの設定の詳細については、次の URL を参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios123/123newft/123t/123t1/easyip2.htm

FAT ファイル管理システム（Supervisor Engine 6-E のみ）

FAT システムは、デバイスのディスクおよびフラッシュ上のファイルを管理するために広く使用されています。FAT ファイル システムのサポートによって、フラッシュからのイメージの削除、追加、および転送を簡単に行うことができます。

強制 10/100 自動ネゴシエーション

この機能により、ポートが自動ネゴシエーションする速度を物理最大速度よりも低い速度に制限するよう、ポートを設定できます。この方法はスループットを減らすので、Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）を使用するよりも少ないオーバヘッドとなります。

インテリジェントな電源管理

この機能はシスコ製の受電装置と連動し、電力ネゴシエーションを使用して、802.3af クラスにより提供される粒度の電力消費量を超える 802.3af 準拠の受電装置の電力消費量を最適化します。また電力ネゴシエーションにより、802.3af および IEEE 標準で必要とされるような高電力レベルをサポートしない古いモジュールと新しい受電装置との下位互換性も可能になります。

インテリジェントな電源管理の詳細については第 11 章「PoE の設定」の「インテリジェントな電源管理」を参照してください。

MAC アドレス通知

MAC アドレス通知機能により、Catalyst 4500 シリーズ スイッチによって学習され、エージングアウトし、スイッチから削除された MAC アドレスが監視されます。通知は CISCO-MAC-NOTIFICATION MIB 経由で送信または取得されます。これは一般的に、ホストが移動するたびに MAC アドレス通知イベントを収集する中央ネットワーク管理アプリケーションによって使用されます。潜在的な DoS 攻撃（サービス拒絶攻撃）または man-in-the-middle 攻撃を通知するよう、ユーザ設定可能な MAC テーブル利用率しきい値を定義できます。

MAC アドレス通知の詳細については、第 4 章「スイッチの管理」を参照してください。

MAC 通知 MIB

MAC 通知 MIB 機能はネットワーク パフォーマンス、利用率、およびセキュリティ状態を監視します。これにより、ネットワーク管理者はイーサネット フレームを転送するスイッチ上で学習または削除された MAC アドレスを追跡できます。

NetFlow 統計情報

NetFlow 統計情報は、グローバル トラフィックのモニタリング機能で、スイッチを通過するすべての IPv4 ルーテッド トラフィックについてフローレベルの監視を可能にします。ルーテッド IP フローおよびスイッチド IP フローの両方をサポートします。

NetFlow 統計情報の詳細については、第 46 章「NetFlow の設定」を参照してください。

SSH

Secure Shell（SSH; セキュア シェル）は、ネットワークを介して別のコンピュータにログインして、リモートでコマンドを実行し、あるマシンから別のマシンにファイルを移動できるようにするプログラムです。スイッチからは SSH 接続を開始できません。SSH はスイッチへのリモート ログイン セッションの提供のみに限定され、サーバとしてのみ機能します。

SNMP

SNMP はネットワーク デバイス間での管理情報の交換を効率化します。Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、次の SNMP タイプと拡張をサポートしています。

- SNMP ― 完全なインターネット標準
- SNMP v2 ― コミュニティベースの SNMP バージョン 2 用管理フレームワーク
- SNMP v3 ― noAuthNoPriv、authNoPriv、および authPriv の 3 つのレベルを持つセキュリティ フレームワーク（cat4000-i5k91s-mz などのクリプト イメージでのみ使用可能）
- SNMP トラップ メッセージ拡張 ― スパニングツリー トポロジの変更通知や設定変更通知を含む、特定の SNMP トラップ メッセージの追加情報

SNMP の詳細については、第 45 章「SNMP の設定」を参照してください。

SPAN および RSPAN

Switched Port Analyzer（SPAN; スイッチド ポート アナライザ）は、ネットワーク アナライザまたは Remote Monitoring（RMON）プローブによってポート上の解析用トラフィックを監視します。また、次の事項が可能になります。

- SPAN セッション上の ACL を設定します。
- SPAN 宛先ポート上の着信トラフィックが通常どおりスイッチングされるようにします。
- 宛先ポートからスパンされたパケットのカプセル化タイプを明示的に設定します。
- パケットがユニキャスト、マルチキャスト、またはブロードキャストであるか、パケットが有効であるかどうかに応じて入力スニフィングを制限します。
- トラブルシューティング目的で SPAN 宛先ポートの CPU に送信されたパケット、または SPAN 宛先ポートの CPU からのパケットをミラーリングします。

SPAN については、第 43 章「SPAN と RSPAN の設定」を参照してください。

Remote SPAN（RSPAN）は、SPAN の拡張機能であり、送信元ポートと宛先ポートが複数のスイッチに分散され、ネットワーク上の複数のスイッチのリモート モニタリングができます。各 RSPAN セッションのトラフィックは、参加するすべてのスイッチ上のその RSPAN セッション専用のユーザ指定 RSPAN VLAN に伝送されます。

RSPAN については、第 43 章「SPAN と RSPAN の設定」を参照してください。

VRRP

VRRP は、共通の LAN に接続されたルータ間で動作し、これによりルータは LAN クライアントにファーストホップ復元機能を提供します。

VRRP の詳細については、次の URL を参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios124/124cg/hiap_c/ch20/haipvrrp.htm

WCCP

Web Content Communication Protocol（WCCP）バージョン 2 レイヤ 2（L2）リダイレクションにより、Catalyst 4500 シリーズ スイッチはレイヤ 2/MAC アドレス書き換えを使用して、コンテンツ要求を直接接続されたコンテント エンジンに透過的にリダイレクトします。WCCPv2 L2 リダイレクションはスイッチング ハードウェアで高速化されるので、Generic Routing Encapsulation（GRE; 総称ルーティング カプセル化）を使用したレイヤ 3（L3）リダイレクションよりも効率的です。キャッシュ クラスタのコンテント エンジンは、頻繁にアクセスされるコンテンツを透過的に保存し、同じコンテンツに関する連続した要求に応じます。この結果、オリジナルのコンテンツ サーバから同一コンテンツを繰り返し伝送する必要がなくなります。これはポートまたはダイナミック サービスのある HTTP および非 HTTP トラフィックの透過的なリダイレクションをサポートします（Web キャッシング、HTTPS キャッシング、FTP [ファイル転送プロトコル] キャッシング、プロキシ キャッシング、メディア キャッシング、およびストリーミング サービスなど）。WCCPv2 L2 リダイレクションは一般的に、地域サイトまたは支店などのネットワーク エッジで透過的なキャッシングを可能にします。WCCPv2 L2 リダイレクションは、PBR または VRF-Lite が設定された同じ入力インターフェイスでイネーブルにできません。L2 リダイレクションのための ACL ベースの分類はサポートされません。

WCCP については、第 49 章「WCCP バージョン 2 サービスの設定」を参照してください。

セキュリティ機能

Catalyst 4500 シリーズ スイッチは CLI を通じて、または SNMP などの代替アクセス方式を通じてネットワークの管理と制御を行います。スイッチ ソフトウェアは、次のセキュリティ機能をサポートしています。

802.1X ID ベースのネットワーク セキュリティ

このセキュリティ機能の内容は、次のとおりです。

- 802.1X プロトコル ― この機能は、スイッチ ポートに接続したホストにスイッチ サービスへのアクセス権を割り当てる前に、そのホストを認証するための手段を提供します。
- VLAN の割り当てを使用した 802.1X ― この機能により、802.1X 非対応ホストが 802.1X 認証を使用するネットワークにアクセスできます。
- 802.1X RADIUS アカウンティング ― この機能により、ネットワーク デバイスの使用状況を追跡できます。
- ゲスト VLAN に対する 802.1X 認証 ― この機能により、VLAN 割り当てを使用して特定のユーザのネットワーク アクセスを制限できます。
- MAC 認証バイパス機能のある 802.1X ― この機能により、802.1X サプリカント機能のないエージェントレス デバイス（プリンタなど）へのネットワーク アクセスを提供します。スイッチ ポートで新しい MAC アドレスを検出すると、Catalyst 4500 シリーズ スイッチはデバイスの MAC アドレスに基づき、802.1X 認証要求をプロキシします。
- アクセス不能認証バイパス機能のある 802.1X ― AAA サーバが到達不能である、または応答しない場合、この機能が適用されます。この場合、ポートがクローズされていると 802.1X ユーザ認証は一般的に失敗し、ユーザのアクセスが拒否されます。アクセス不能認証バイパス機能は、ローカルに指定された VLAN で重要なポート ネットワーク アクセスを許可するための、Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上で設定可能な代替手段を提供します。
- 単方向制御ポートを使用する 802.1X ― この機能により、Wake-on-LAN（WoL）マジック パケットは無許可の 802.1X スイッチ ポートに接続されたワークステーションに到達できます。単方向制御ポートは一般的に、中央サーバからワークステーションへオペレーティング システムまたはソフトウェアのアップデートを夜間に送出するために使用されます。
- 802.1X 認証失敗オープン割り当て ― この機能により、デバイスが 802.1X 経由の自身の認証に失敗した（たとえば、正しいパスワードが提供できない）場合に処理するようスイッチを設定できます。

- 音声 VLAN 搭載の 802.1X ― この機能により、Cisco IP Phone と 802.1X サプリカント サポート デバイスの両方を使用する際、ポート上の 802.1X セキュリティが使用できます。
- 802.1X コンバージェンス ― この機能により、802.1X 設定および実装のスイッチング ビジネス ユニット間の一貫性を保ちます。
- マルチドメイン認証 ― この機能には、MAC 認証バイパスにより認証される 802.1X サプリカントのない電話が必要です。

802.1X ID ベースのネットワーク セキュリティの詳細については、第 34 章「802.1X ポートベース認証の設定」を参照してください。

DAI

Dynamic ARP Inspection（DAI; ダイナミック ARP インスペクション）は、すべての Address Resolution Protocol（ARP; アドレス解決プロトコル）要求を代行受信し、信頼できないポートで応答し、各代行受信済みパケットを有効な IP/MAC バインディングと照合します。DAI は、同一の VLAN の他のポートに無効な ARP 応答をリレーしないことにより、ネットワーク攻撃を防止します。拒否された ARP パケットは、監査のためにスイッチによって記録されます。

DAI の詳細については、第 38 章「DAI の設定」を参照してください。

DHCP スヌーピング

DHCP スヌーピングは、DHCP サーバを構成するセキュリティ機能です。DHCP スヌーピングは、信頼できない DHCP メッセージを代行受信し、DHCP スヌーピング バインディング テーブルを構築および保守することで安全性をもたらします。信頼できないメッセージとは、ネットワークまたはファイアウォール外部からの受信メッセージのうち、ネットワーク内でトラフィック攻撃を引き起こす可能性のあるメッセージのことです。

DHCP スヌーピングは、信頼できないホストと DHCP サーバ間でファイアウォールのように機能します。また、DHCP スヌーピングはエンドユーザに接続する信頼できないインターフェイスと DHCP サーバまたは別のスイッチに接続する信頼できるインターフェイスとを見分ける方法を提供します。

DHCP サーバの設定については、次の URL の『*Cisco IOS IP and IP Routing Configuration Guide*』の「Configuring DHCP」を参照してください。

http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2/ip/configuration/guide/1cfdhcp.html

DHCP スヌーピングの設定手順については、第 37 章「DHCP スヌーピング、IP ソース ガード、およびスタティック ホストの IPSG の設定」を参照してください。

フラッディング ブロック

フラッディング ブロックにより、ユーザはポート単位でユニキャストおよびマルチキャスト パケットのフラッディングをディセーブルにできます。MAC アドレスが期限切れ、またはスイッチによって学習されなかったために、保護されていないポートからの不明のユニキャストまたはマルチキャスト トラフィックが保護されたポートにフラッディングすることがあります。

フラッディング ブロックの詳細については、第 41 章「ポート ユニキャストおよびマルチキャスト フラッディング ブロック」を参照してください。

ハードウェアベースのコントロール プレーン ポリシング

コントロール プレーン ポリシングは、ハードウェアの CPU 行きコントロール プレーン トラフィックのレートを制限する統合ソリューションを提供します。これにより、ユーザはシステム全体にコントロール プレーン ACL をインストールして、レート制限するまたは悪意のある DoS 攻撃を排除することで CPU を保護できます。コントロール プレーン ポリシングにより、ネットワークの安定、アベイラビリティ、およびパケット転送を確実にし、スイッチ上での攻撃や重い負荷にもかかわらず、プロトコル アップデートの損失などのネットワーク停止を回避します。ハードウェア ベースのコントロール プレーン ポリシングは、出荷された Catalyst 4500 スーパーバイザ エンジンすべてで利用できます。これは、さまざまなレイヤ 2 およびレイヤ 3 コントロール プロトコル（CDP、EAPOL、STP、DTP、VTP、ICMP、CGMP、IGMP、DHCP、RIPv2、OSPF、PIM、TELNET、SNMP、HTTP、および宛先が 224.0.0.* マルチキャスト リンク ローカル アドレスであるパケット）をサポートします。事前定義されたシステム ポリシーまたはユーザ設定可能なポリシーはこれらのプロトコルに適用できます。

コントロール プレーン ポリシングの詳細については、第 36 章「コントロール プレーン ポリシングの設定」を参照してください。

スタティック ホストのための IPSG

この機能により、ARP パケットによるスタティック ホストから学習した IP アドレスのセキュリティを保護してから、デバイスのトラッキング データベースを使用して指定された MAC アドレスにその IP アドレスをバインドできます。そのため、エントリがリンク ダウン イベント全体で存続可能です。

スタティック ホストのための IP Source Guard（IPSG; IP ソース ガード）により、DHCP ホストおよびスタティック ホスト両方（例えば、DHCP スヌーピング バインディング データベースおよびデバイスのトラッキング データベースの両方において）のポートおよび MAC アドレスごとに複数のバインドを実行できます。さらに、限度を超過した場合に処理を実行できます。

スタティック ホストのための IPSG の設定手順については、第 37 章「DHCP スヌーピング、IP ソース ガード、およびスタティック ホストの IPSG の設定」を参照してください。

IPSG

この機能は、DHCP スヌーピングと同様、DHCP スヌーピングに設定された信頼できないレイヤ 2 ポートでイネーブルにされます。最初に、DHCP スヌーピング処理によってキャプチャされた DHCP パケットを除くポート上のすべての IP トラフィックが、ブロックされます。クライアントが DHCP サーバから有効な IP アドレスを受信すると、Per-Port and VLAN Access Control List（PVACL）がポート上にインストールされ、割り当てられた IP アドレスを持つクライアントだけにクライアント IP トラフィックを制限します。これにより、DHCP サーバによって割り当てられていない送信元 IP アドレスを持つ IP トラフィックが排除されます。このフィルタリングは、悪意のあるホストが隣接ホストの IP アドレスをハイジャックすることによってネットワークを攻撃するのを防ぎます。

IP ソース ガードの設定手順については、第 37 章「DHCP スヌーピング、IP ソース ガード、およびスタティック ホストの IPSG の設定」を参照してください。

ローカル認証、RADIUS、および TACACS+ 認証

RADIUS および Terminal Access Controller Access Control System Plus（TACACS+）がスイッチへのアクセスを制御します。詳細については、次の URL の『*Cisco IOS Security Configuration Guide*』Release 12.1 の「Authentication, Authorization, and Accounting（AAA）」を参照してください。

http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2/security/configuration/guide/scfaaa.html

NAC

Network Admission Control（NAC）は次の 2 つの機能で構成されます。

- NAC レイヤ 2 IP 検証

  NAC L2 IP は、Cisco NAC の不可欠な機能です。この機能は、感染したホスト（LAN ポートに接続する PC および他のデバイス）が企業ネットワークに接続しようとした時点で最初に防御します。Cisco Catalyst 4500 シリーズ スイッチの NAC L2 IP は、ネットワークのレイヤ 2 エッジで、非 802.1X 対応ホスト デバイスに対するポスチャ検証を実行します。ホスト デバイスのポスチャ検証には、アンチウイルスの状態や OS パッチ レベルも含まれます。企業アクセス ポリシーとホスト デバイスのポスチャに応じて、ホストは無条件に許可されたり、制限付きアクセスが許可されたり、またはネットワークへのウイルス感染を防ぐために完全に隔離されたりすることがあります。

  レイヤ 2 IP 検証の詳細については、次の URL を参照してください。

  http://www.cisco.com/en/US/products/hw/switches/ps4324/prod_configuration_guide09186a00805764fd.html

- NAC レイヤ 2 802.1X 認証

  Cisco Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、802.1X 対応デバイスにまで NAC サポートを拡張します。NAC L2 IP と同様に、NAC L2 802.1X 機能でもエンドポイント情報に基づいて、ネットワーク アクセス レベルを決定します。

  802.1X ID ベースのネットワーク セキュリティの詳細については、第 34 章「802.1X ポートベース認証の設定」を参照してください。

ACL によるネットワーク セキュリティ

ACL は、ルータ インターフェイスでのルーテッド パケットの転送またはブロックを制御して、ネットワーク トラフィックをフィルタ処理します。Catalyst 4500 シリーズ スイッチは各パケットを調べ、アクセス リスト内で指定した基準に基づいて、パケットの転送またはドロップを決定します。

MAC Access Control List（MACL）と VACL がサポートされています。VACL は Cisco IOS では VLAN マップとして認識されます。

次のセキュリティ機能がサポートされています。

- VLAN インターフェイス上の MAC アドレスのユニキャスト トラフィックをブロックすることを可能にする MAC アドレス フィルタリング
- 着信トラフィックに対してスイッチ上のレイヤ 2 インターフェイスに ACL を適用することを可能にするポート ACL

ACL、MACL、VLAN マップ、MAC アドレス フィルタリング、およびポート ACL の詳細については、第 39 章「ACL によるネットワーク セキュリティの設定」を参照してください。

ポート セキュリティ

ポート セキュリティは、ポートにアクセスするワークステーションの MAC アドレスに基づいてポートのトラフィックを制限します。トランク ポート セキュリティは、この機能を VLAN 単位のトランク（Private VLAN [PVLAN] の独立型トランクを含む）にまで拡張します。

スティッキ ポート セキュリティは、ポートのリンク ダウンおよびスイッチのリセットに備えるため、動的に学習された MAC アドレスを実行コンフィギュレーションに保存することでポート セキュリティを拡張します。これにより、ネットワーク管理者は許可される MAC アドレスまたは各ポートの MAC アドレスの最大数を制限できます。

音声 VLAN スティッキ ポート セキュリティは、スティッキ ポート セキュリティを Voice-over-IP（VoIP）展開にまで拡張します。音声 VLAN スティッキ ポート セキュリティは、ポートをロックし、IP Phone および IP Phone の背後のワークステーションとは異なる MAC アドレスのあるステーションからのアクセスをブロックします。

ポート セキュリティの詳細については、第 35 章「ポート セキュリティの設定」を参照してください。

ストーム制御

ブロードキャスト抑制は、1 つまたは複数のスイッチ ポート上で、LAN がブロードキャスト ストームによって混乱しないようにする機能です。LAN のブロードキャスト ストームは、ブロードキャスト パケットが LAN にフラッディングすると発生し、過剰なトラフィックが生み出され、ネットワーク パフォーマンスを低下させます。プロトコルスタック実装またはネットワーク設定のエラーが、ブロードキャスト ストームの原因になります。マルチキャストおよびブロードキャスト抑制は、ポートを通過するブロードキャスト トラフィックの量を測定し、特定のタイム インターバルでブロードキャスト トラフィックを一部の設定可能なしきい値の値と比較します。ブロードキャスト トラフィックの量がこのインターバルの間にしきい値に達すると、ブロードキャスト フレームがドロップされ、任意でポートがシャットダウンします。

Cisco IOS Software Release 12.2(40)SG では、ブロードキャスト トラフィックおよびマルチキャスト トラフィックのポート単位での抑制が可能です（Supervisor Engine 6-E のみ）。

ブロードキャスト抑制の設定手順については、第 42 章「ストーム制御の設定」を参照してください。

ユニキャスト RPF ストリクト モード（Supervisor Engine 6-E のみ）

Unicast Reverse-path Forwarding（uRPF; ユニキャスト RPF）機能は、検証可能な送信元 IP アドレスが不足している IP パケットを廃棄することで、間違ったまたは偽造（スプーフィングされた）送信元 IP アドレスがネットワークに流れて発生する問題を軽減するのに役立ちます。ユニキャスト RPF が IP ルーティング テーブルと整合性の取れた有効な送信元アドレスを持つパケットだけを転送することによって、DoS 攻撃および DDoS 攻撃をそらします。これにより、お客様のネットワーク、ISP、および残りのインターネットが保護されます。ユニキャスト RPF をストリクト モードで使用する場合は、ルータが戻りパケットの転送に使用するインターフェイスでパケットを受信する必要があります。ユニキャスト RPF ストリクト モードは、IPv4 および IPv6 プレフィクスの両方でサポートされています。Hardware IPv6 の IPv6 Forwarding は次世代の IP プロトコルで、IP プロトコルに元々存在するさまざまな問題を解決することを目的としています。

ブロードキャスト抑制の設定手順については、第 28 章「ユニキャスト RPF の設定」を参照してください。

ユーティリティ

レイヤ 2 traceroute

レイヤ 2 traceroute により、スイッチはパケットが送信元デバイスから宛先デバイスへ送信される間に通過する物理パスを識別できます。レイヤ 2 traceroute は、ユニキャスト送信元および宛先 MAC アドレスにのみ対応します。

レイヤ 2 traceroute については、第 7 章「ポートのステータスと接続の確認」を参照してください。

TDR

Time Domain Reflectometry（TDR; タイム ドメイン反射率計）は、ケーブルの状態および信頼性の診断に使用されるテクノロジーです。TDR は、オープン、ショート、または終端のケーブル状態を検出します。また、障害ポイントまでの距離計算もサポートします。

TDR については、第 7 章「ポートのステータスと接続の確認」を参照してください。

デバッグ機能

Catalyst 4500 シリーズ スイッチ には、初期設定をデバッグするためのコマンドがいくつかあります。これらのコマンドは、次のグループに含まれます。

- **platform**
- **debug platform**

詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』を参照してください。

CHAPTER 2

CLI

この章では、Catalyst 4500 シリーズ スイッチの設定に使用する CLI（コマンドライン インターフェイス）について説明します。この章の主な内容は、次のとおりです。

(注) この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

次の CLI コマンドは、その他のスーパーバイザ エンジンと比べて Supervisor Engine 6-E では変わります。

- **verify** および **squeeze** コマンドは FAT ファイル システムではサポートされません。
- **rename** コマンドは FAT ファイル システムではサポートされます。

  Supervisor Engine 6-E では、**rename** コマンドはブートフラッシュおよび slot0 で追加されています。それ以外のスーパーバイザ エンジンでは、**rename** コマンドは NVRAM（不揮発性 RAM）デバイスでのみサポートされています。
- **fsck** コマンドは slot0 デバイスでサポートされていますが、6-E 以外のスーパーバイザ エンジンのファイル システムではサポートされていません。

スイッチ CLI へのアクセス

ここではスイッチ CLI へのアクセス方法について説明します。

EIA/TIA-232 コンソール インターフェイスを使用して CLI にアクセスする場合

（注） EIA/TIA-232 は、EIA（米国電子工業会）および TIA（米国電気通信工業会）によって標準として認定されるまでは、Recommended Standard 232（RS-232）と呼ばれていました。

スイッチの初期設定は、EIA/TIA-232 コンソール インターフェイスに接続して行います。コンソール インターフェイスのケーブル接続手順については、『*Catalyst 4500 Series Switch Module Installation Guide*』を参照してください。

コンソール インターフェイスを経由してスイッチにアクセスするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch> enable`	ユーザ EXEC プロンプト（>）から、**enable** を入力して、イネーブル モード（別名、特権 EXEC モード）に変更します。
ステップ 2	`Password: password` `Switch#`	パスワード プロンプトで、システムパスワードを入力します。プロンプト（#）が表示され、イネーブル モードで CLI にアクセスしたことを示します。
ステップ 3	`Switch# quit`	作業コマンドの実行が終了したあと、セッションを終了します。

EIA/TIA-232 インターフェイスを経由してスイッチにアクセスしたあと、次のように表示されます。

```
Press Return for Console prompt

Switch> enable
Password:< >
Switch#
```

Telnet を使用して CLI にアクセスする場合

（注）　スイッチに Telnet を接続する前に、スイッチの IP アドレスを設定する必要があります。「物理レイヤ 3 インターフェイスの設定」（p.26-13）を参照してください。

このスイッチは、最大 8 つの Telnet セッションを同時にサポートします。Telnet セッションは、アイドル状態のまま **exec-timeout** コマンドで指定した時間が経過すると、自動的に切断されます。

スイッチに Telnet を接続するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	**telnet** {*hostname* | *ip_addr*}	リモート ホストから **telnet** コマンドと、アクセスするスイッチの名前または IP アドレスを入力します。
ステップ 2	Password: *password* Switch#	プロンプトで、CLI のパスワードを入力します。パスワードを設定していない場合は、**Return** キーを押します。
ステップ 3		作業に必要なコマンドを入力します。
ステップ 4	Switch# **quit**	Telnet セッションを終了します。

次に、スイッチとの Telnet セッションを開始する例を示します。

```
unix_host% telnet Switch_1
Trying 172.20.52.40...
Connected to 172.20.52.40.
Escape character is '^]'.
User Access Verification
Password:< >
Switch_1> enable
Password:
Switch_1#
```

コマンドラインの処理

スイッチ コマンドでは、大文字と小文字が区別されません。また、コマンドおよびパラメータは、現在使用可能な他のコマンドまたはパラメータと区別可能な文字数まで省略できます。

最後に入力した 20 個のコマンドはヒストリ バッファに保存されるので、これらのコマンドをスクロールして、プロンプトに入力または編集できます。表 2-1 に、スイッチ コマンドの入力および編集に使用するキーボード ショートカットを示します。

表 2-1　キーボード ショートカット

キーストローク	結果
Ctrl-B または**左矢印**キー[1] を押す	カーソルを 1 文字分だけ後退させます。
Ctrl-F または**右矢印**キー [1] を押す	カーソルを 1 文字分だけ進めます。
Ctrl-A を押す	コマンドラインの先頭にカーソルを移動します。
Ctrl-E を押す	コマンドラインの末尾にカーソルを移動します。
Esc-B を押す	1 文字分だけカーソルを後退させます。
Esc-F を押す	1 文字分だけカーソルを進めます。

1. 矢印キーは、VT100 などの ANSI 互換端末でのみ有効です。

ヒストリ置換

ヒストリ バッファには、最後に入力した 20 個のコマンド ラインが保存されます。ヒストリ置換によって、再入力せずにコマンド ラインにアクセスできます。表 2-2 に、ヒストリ置換コマンドを示します。

表 2-2　ヒストリ置換コマンド

コマンド	目的
Ctrl-P または**上矢印**キー[1]	直前に入力したコマンドから順に、ヒストリ バッファに保存されているコマンドを呼び出します。キー シーケンスを繰り返すと、古いコマンドが順に呼び出されます。
Ctrl-N または**下矢印**キー [1]	**Ctrl-P** または**上矢印キー**でコマンドを呼び出したあとで、ヒストリ バッファ内のより新しいコマンドに戻ります。キー シーケンスを繰り返すと、新しいコマンドが呼び出されます。
`Switch# show history`	EXEC モードで、直前に入力したコマンドをいくつか表示します。

1. 矢印キーは、VT100 などの ANSI 互換端末でのみ有効です。

Cisco IOS コマンド モードの概要

(注)　Cisco IOS コマンド モードの詳細については、次の URL の『*Cisco IOS Configuration Fundamentals Configuration Guide*』および『*Cisco IOS Configuration Fundamentals Command Reference*』を参照してください。http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122/122cgcr/index.htm

Cisco IOS ユーザ インターフェイスには、ユーザ EXEC、特権 EXEC（enable）、グローバル コンフィギュレーション、インターフェイス、サブインターフェイス、およびプロトコル固有の各モードがあります。現在のモードによって使用できるコマンドが決まります。所定のモードで使用できるコマンドの一覧を表示するには、システム プロンプトに疑問符（?）を入力します。詳細については、「コマンド リストおよび構文の取得」（p.2-7）を参照してください。

スイッチ上でセッションを開始するときには、ユーザ モード（別名、ユーザ EXEC モード）から始めます。EXEC モードで使用できるのは、限定的なコマンド サブセットです。すべてのコマンドにアクセスするには、特権 EXEC モード（別名、イネーブル モード）を開始する必要があります。特権 EXEC モードにアクセスするには、パスワードを入力する必要があります。特権 EXEC モードでは、任意の EXEC コマンドを入力したり、グローバル コンフィギュレーションモードにアクセスできます。ほとんどの EXEC コマンドは、現在の設定ステータスを表示する **show** コマンドや、カウンタまたはインターフェイスをリセットする **clear** コマンドなどの 1 回限りのコマンドです。スイッチを再起動したときに、EXEC コマンドは保存されません。

コンフィギュレーションモードでは、実行コンフィギュレーションを変更できます。コンフィギュレーションを保存すると、スイッチを再起動したときにこれらのコマンドが保存されます。まず、グローバル コンフィギュレーションモードを開始する必要があります。グローバル コンフィギュレーションモードから、インターフェイス コンフィギュレーションモード、サブインターフェイス コンフィギュレーションモード、および各種プロトコル固有のモードを開始できます。

スイッチが正しく起動しない場合は、ROMMON と呼ばれる別のモードを使用します。たとえば、スイッチの起動時に有効なシステム イメージがなかった場合、またはコンフィギュレーション ファイルが壊れていた場合、ROMMON モードが開始されることがあります。詳細については、「ROMMON の CLI」（p.2-9）を参照してください。

表 2-3 に、よく使用される Cisco IOS モードを示します。

表 2-3　使用頻度の高い Cisco IOS コマンド モード

モード	用途	アクセス方法	プロンプト
ユーザ EXEC	リモート デバイスへの接続、端末の一時的な設定変更、基本的なテストの実行、システム情報を表示します。	ログインします。	`Switch>`
特権 EXEC（イネーブル）	動作パラメータの設定。イネーブル コマンド セットには、ユーザ EXEC モードで使用できるコマンドとともに、**configure** コマンドが含まれます。**configure** コマンドを使用して、別のコマンド モードにアクセスします。	ユーザ EXEC モードから、**enable** コマンドとイネーブル パスワード（パスワードが設定されている場合）を入力します。	`Switch#`
グローバル コンフィギュレーション	システム時間またはスイッチ名など、システム全体に影響する機能を設定します。	特権 EXEC モードから **configure terminal** コマンドを入力します。	`Switch(config)#`

表 2-3　使用頻度の高い Cisco IOS コマンド モード（続き）

モード	用途	アクセス方法	プロンプト
インターフェイス コンフィギュレーション	**interface** コマンドで 10 ギガビット イーサネット インターフェイス、ギガビット イーサネット インターフェイス、ファスト イーサネット インターフェイスのいずれかの操作を有効化または修正します。	グローバル コンフィギュレーションモードから **interface** *type location* コマンドを入力します。	`Switch(config-if)#`
コンソール コンフィギュレーション	直接接続したコンソールまたは仮想端末から、コンソール インターフェイスを設定します。Telnet で使用します。	グローバル コンフィギュレーションモードから **line console 0** コマンドを入力します。	`Switch(config-line)#`

Cisco IOS コマンド インタープリタ（別名、EXEC）が、ユーザが入力したコマンドを解釈して実行します。コマンドおよびキーワードは、他のコマンドと区別できる文字数まで省略して入力できます。たとえば、**show** コマンドは **sh**、**configure terminal** コマンドは **config t** に省略できます。

exit を入力すると、スイッチは 1 レベル前に戻ります。コンフィギュレーションモードを完全に終了して特権 EXEC モードに戻るには、**Ctrl-Z** を押します。

コマンド リストおよび構文の取得

任意のコマンド モードで、疑問符（?）を入力すると、使用できるコマンドのリストを入手できます。

```
Switch> ?
```

特定の文字の並びで始まるコマンド リストを取得するには、該当する文字の後ろに疑問符（?）を入力します。疑問符の前にスペースを入れないでください。この形式のヘルプは、ユーザに代わって 1 つの単語を完成させるので、ワード ヘルプと呼びます。

キーワードまたは引数の一覧を表示するには、キーワードまたは引数の代わりに疑問符を入力します。疑問符の前にスペースを 1 つ入れてください。この形式のヘルプは、すでに入力したコマンド、キーワード、および引数に基づいて、使用できるキーワードまたは引数を表示するので、コマンド構文ヘルプと呼びます。

```
Switch# configure ?
  memory              Configure from NV memory
  network             Configure from a TFTP network host
  overwrite-network   Overwrite NV memory from TFTP network host
  terminal            Configure from the terminal
  <cr>
```

前に入力したコマンドを再表示するには、**上矢印**キーまたは **Ctrl-P** を押します。**上矢印**キーを続けて押すと、最後に入力した 20 個のコマンドを表示できます。

ヒント　コマンドの入力で問題が生じた場合は、システム プロンプトを確認し、疑問符（?）を入力して使用できるコマンドのリストを表示してください。コマンド モードが異なる、または構文が間違っている可能性があります。

1 つ前のモードに戻るには、**exit** を入力します。どのモードの場合でも、**Ctrl-Z** を押すか、**end** コマンドを入力すると、ただちに特権 EXEC モードに戻ります。

スタンバイ スーパーバイザ エンジンの仮想コンソール

Catalyst 4500 シリーズ スイッチには、冗長性を持たせるため、2 つのスーパーバイザ エンジンを搭載できます。スイッチに電源が入ると、スーパーバイザ エンジンの 1 つがアクティブになり、スイッチオーバーが発生するまでアクティブのままになります。もう 1 つのスーパーバイザ エンジンはスタンバイ モードのままです。

スーパーバイザ エンジンのそれぞれには、自身のコンソール ポートがあります。スタンバイ スーパーバイザ エンジンのコンソール ポート経由でのみ、スタンバイ スーパーバイザ エンジンにアクセスできます。したがって、スタンバイ スーパーバイザに対するアクセス、監視、またはデバッグを行うには、スタンバイ コンソールに接続する必要があります。

スタンバイ スーパーバイザ エンジンの仮想コンソールを使用すると、スタンバイ コンソールへの物理的な接続がなくてもアクティブ スーパーバイザ エンジンからスタンバイ コンソールにアクセスできます。EOBC で IPC を使用してスタンバイ スーパーバイザ エンジンと通信し、アクティブ スーパーバイザ エンジン上でスタンバイ コンソールをエミュレートします。一度にアクティブにできるアクティブ スタンバイ コンソール セッションは 1 つのみです。

スタンバイ スーパーバイザ エンジンの仮想コンソールにより、アクティブ スーパーバイザ エンジンにログオンしているユーザは、スタンバイ スーパーバイザ エンジン上で show コマンドをリモートで実行し、アクティブ スーパーバイザ エンジンでその結果を表示できます。仮想コンソールは、アクティブ スーパーバイザ エンジンからのみ利用できます。

アクティブ スーパーバイザ エンジンからアクティブ スーパーバイザ エンジンの **attach module**、**session module**、または **remote login** コマンドを使用してスタンバイ仮想コンソールにアクセスできます。これらのコマンドを実行してスタンバイ コンソールにアクセスするには、特権 EXEC モード（レベル 15）を開始している必要があります。

スタンバイ仮想コンソールを開始すると、端末プロンプトは、[<hostname>-standby-console#] に自動的に変更されます（hostname はスイッチに設定された名前です）。仮想コンソールを終了すると、このプロンプトは元のプロンプトに戻ります。

exit または **quit** コマンドを入力すると、仮想コンソールは終了します。ログインしたアクティブ スーパーバイザ エンジンの端末の無活動時間が設定されたアイドル時間を超えると、アクティブ スーパーバイザ エンジンの端末から自動的にログアウトします。この場合、仮想コンソール セッションも終了します。また、スタンバイが再起動すると、仮想コンソール セッションも自動的に終了します。スタンバイが起動したあとは、別の仮想コンソール セッションを作成する必要があります。

仮想コンソールを使用してスタンバイ スーパーバイザ エンジンにログインするには、次の操作を実行します。

```
Switch# session module 2
Connecting to standby virtual console
Type "exit" or "quit" to end this session

Switch-standby-console# exit
Switch#
```

スタンバイ コンソールがイネーブルでない場合、次のメッセージが表示されます。

```
Switch-standby-console#
Standby console disabled.
Valid commands are: exit, logout
```

（注） スタンバイ仮想コンソールには、コマンド履歴、コマンド補完、コマンド ヘルプ、部分コマンド キーワードなど、スーパーバイザ コンソールから利用できる標準的な機能が備わっています。

次の制限事項がスタンバイ仮想コンソールに適用されます。

- 仮想コンソールで実行されたコマンドは、すべて最後まで実行されます。auto-more 機能はありません。したがって、**terminal length 0** コマンドの実行時と同じように機能します。また、対話形式ではありません。したがって、アクティブ スーパーバイザ エンジン上でキー シーケンスを入力しても、コマンドの実行を中断できません。コマンドによって大量の出力が発生した場合、仮想コンソールはスーパーバイザ画面に出力を表示します。
- 仮想コンソールは対話形式ではありません。仮想コンソールはコマンドのインタラクティブ性を検出しないので、ユーザとの対話を必要とするコマンドが入力されると、RPC タイマーがコマンドを中断するまで仮想コンソールは待機します。

  仮想コンソール タイマーは 60 秒に設定されています。60 秒後に仮想コンソールはプロンプトに戻ります。この間、キーボードからコマンドを中断できません。操作を続ける前に、タイマーが期限切れになるのを待つ必要があります。

- 仮想コンソールを使用して、スタンバイ スーパーバイザ エンジン上で表示されているデバッグおよび Syslog メッセージを表示することはできません。仮想コンソールは、仮想コンソールから実行されたコマンドの出力のみを表示します。実際のスタンバイ コンソールで表示される別の情報は、仮想コンソールでは表示できません。

ROMMON の CLI

ROMMON は起動時またはリセット時、あるいは重大な例外エラーが発生したときに関与する ROM ベースのプログラムです。スイッチで ROMMON モードが開始されるのは、スイッチが有効なソフトウェア イメージを見つけることができなかった場合、NVRAM 内の設定が壊れていた場合、またはコンフィギュレーション レジスタが ROMMON モードを開始するように設定されていた場合です。ROMMON モードでは、フラッシュ メモリ、ネットワーク サーバ ファイル、またはブートフラッシュからソフトウェア イメージを手動でロードできます。

また、スイッチを再起動して、起動時の最初の 5 秒間に **Ctrl-C** を押しても、ROMMON モードを開始できます。

（注） コンフィギュレーション レジスタの設定で、**Ctrl-C** がオフに設定されている場合でも、スイッチの再起動後 60 秒間は **Ctrl-C** を使用できます。

ROMMON モードを開始すると、プロンプトが **rommon 1>** に変わります。使用できる ROMMON コマンドを確認する場合は、**?** コマンドを使用します。

ROMMON コマンドの詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』を参照してください。

http://www.cisco.com/en/US/products/hw/routers/ps380/products_configuration_guide_chapter09186a00801 18d19.html

CHAPTER 3

スイッチの初期設定

この章では、Catalyst 4500 シリーズ スイッチ を初期設定する方法について説明します。ここに示す情報は、次のマニュアルの管理情報と管理手順を補足するものです。

- 次の URL の『*Cisco IOS Configuration Fundamentals Command Reference*』Release 12.2SR
  http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

この章の主な内容は、次のとおりです。

(注) この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

デフォルトのスイッチ設定

ここでは、Catalyst 4500 シリーズ スイッチのデフォルト設定について説明します。表 3-1 に各機能のデフォルト設定を示します。

表 3-1　デフォルト スイッチ設定

機能	デフォルト設定
管理用接続	通常モード
グローバル スイッチ情報	システム名、システムの連絡先、ロケーションにはデフォルト値が設定されていません。
システム クロック	システム クロック タイムには値が設定されていません。
パスワード	ユーザ モードまたはイネーブル モードのパスワードは設定されていません（**Return** キーを押してください）。
スイッチ プロンプト	`Switch>`
インターフェイス	イネーブル。速度とフロー制御は自動ネゴシエーションで、IP アドレスは指定されていません。

DHCP ベースの自動設定の設定

ここでは、Dynamic Host Configuration Protocol（DHCP）ベースの自動設定を設定する手順について説明します。

DHCP サーバがシスコ製デバイスの場合、またはスイッチを DHCP サーバとして設定している場合、DHCP の設定の詳細については、『*Cisco IOS IP and IP Routing Configuration Guide*』Cisco IOS Release 12.1 の「IP Addressing and Services」を参照してください。

DHCP ベースの自動設定の概要

（注） Release 12.2(20)EW 以降では、**write erase** コマンドを入力することにより、DHCP の自動設定をイネーブルにできます。このコマンドにより、NVRAM（不揮発性 RAM）のスタートアップ コンフィギュレーションがクリアされます。Release 12.2(20)EW より前のイメージでは、このコマンドは自動設定をイネーブルにしません。

DHCP は、インターネット ホストおよびインターネットワーキング デバイスに設定情報を提供します。このプロトコルには、2 つのコンポーネントが含まれます。1 つは DHCP サーバからデバイスにコンフィギュレーション パラメータを提供するコンポーネント、もう 1 つはデバイスにネットワーク アドレスを割り当てるコンポーネントです。DHCP はクライアント / サーバ モデルに基づいています。指定された DHCP サーバが、動的に設定されるデバイスに対して、ネットワーク アドレスを割り当て、コンフィギュレーション パラメータを提供します。スイッチは、DHCP クライアントとしても DHCP サーバとしても機能できます。

DHCP ベースの自動設定により、スイッチ（DHCP クライアント）が起動時に IP アドレス情報およびコンフィギュレーション ファイルを使用して自動的に設定されるため、スイッチ上での DHCP クライアント側の設定は必要ありません。ただし、IP アドレスに関連付けられた各種のリース オプションに対しては、DHCP サーバ、またはスイッチ上の DHCP サーバの機能を設定する必要があります。DHCP を使用して、ネットワーク上のコンフィギュレーション ファイルの位置をリレーする場合は、Trivial File Transfer Protocol（TFTP; 簡易ファイル転送プロトコル）サーバおよび Domain Name System（DNS; ドメイン ネーム システム）サーバの設定が必要な場合もあります。

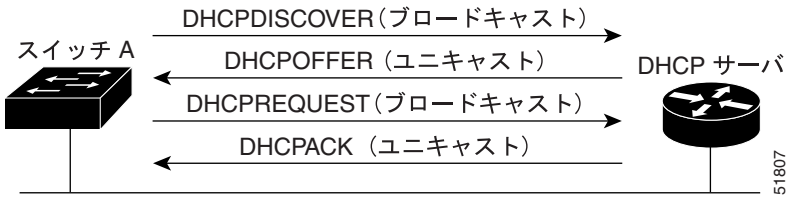
DHCP ベースの自動設定は、スイッチの BOOTP クライアント機能に代わるものです。

DHCP クライアントの要求プロセス

起動時にスイッチ上にコンフィギュレーション ファイルがない場合は、スイッチは DHCP サーバに対して自動的に設定情報を要求します。

図 3-1 に、DHCP クライアントと DHCP サーバ間で交換される一連のメッセージを示します。

図 3-1　DHCP クライアント / サーバ間のメッセージ交換



クライアントであるスイッチ A は、DHCP サーバの場所を特定するために、DHCPDISCOVER メッセージをブロードキャストします。DHCP サーバは、コンフィギュレーション パラメータ（IP アドレス、サブネット マスク、ゲートウェイ IP アドレス、DNS IP アドレス、IP アドレス用のリースなど）を、DHCPOFFER ユニキャスト メッセージでクライアントに提示します。

DHCPREQUEST ブロードキャスト メッセージでは、クライアントは、提示された設定情報に対して、DHCP サーバに正式な要求を戻します。正式な要求はブロードキャストされるため、クライアントから DHCPDISCOVER ブロードキャスト メッセージを受信した他の DHCP サーバはすべて、クライアントに提示した IP アドレスを再利用できます。

DHCP サーバは、DHCPACK ユニキャスト メッセージをクライアントに戻すことで、IP アドレスがクライアントに割り当てられたことを確認します。このメッセージによって、クライアントとサーバはバインドされ、クライアントはサーバから受信した設定情報を使用します。スイッチの受信する情報量は、DHCP サーバの設定方法によって異なります。詳細については、「DHCP サーバの設定」（p.3-4）を参照してください。

DHCPOFFER ユニキャスト メッセージでクライアントに送信されたコンフィギュレーション パラメータが無効である（コンフィギュレーション エラーがある）場合、クライアントは DHCP サーバに、DHCPDECLINE ブロードキャスト メッセージを戻します。

DHCP サーバはクライアントに、提示されたコンフィギュレーション パラメータが割り当てられていない、パラメータのネゴシエーション中にエラーが発生した、または DHCPOFFER メッセージに対するクライアントの応答が遅れている（DHCP サーバがパラメータを別のクライアントに割り当てた）という意味の DHCPNAK 拒否ブロードキャスト メッセージを送信します。

DHCP クライアントは、複数の DHCP サーバから提示を受け取り、いずれも受け入れることができますが、通常は最初に受け取った提示を受け入れます。DHCP サーバから提示された IP アドレスが必ずしもクライアントに割り当てられるわけではありません。ただし、サーバは通常、クライアントが正式にアドレスを要求するまではアドレスを保管しておきます。

DHCP サーバの設定

スイッチは、DHCP クライアントとしても DHCP サーバとしても機能できます。デフォルトでは、スイッチの Cisco IOS DHCP サーバおよびリレー エージェント機能はイネーブルになっています。

DHCP サーバ、またはスイッチ上で実行される DHCP サーバの機能に、スイッチ ハードウェア アドレスによって各スイッチにバインドされた専用のリースを設定する必要があります。

スイッチに IP アドレス情報を受信させる場合は、DHCP サーバに次のリース オプションを設定する必要があります。

- クライアントの IP アドレス（必須）
- クライアントのサブネット マスク（必須）
- DNS サーバの IP アドレス（任意）
- ルータの IP アドレス（必須）

（注） ルータの IP アドレスは、スイッチのデフォルト ゲートウェイ アドレスです。

スイッチに TFTP サーバからコンフィギュレーション ファイルを受信させる場合は、DHCP サーバに次のリース オプションを設定する必要があります。

- TFTP サーバの名前または IP アドレス（必須）
- ブート ファイル名（クライアントが必要なコンフィギュレーション ファイル名）（推奨）
- ホスト名（任意）

DHCP サーバ、またはスイッチ上で実行される DHCP サーバの機能の設定によっては、スイッチは IP アドレス情報またはコンフィギュレーション ファイル、あるいはその両方を受信できます。

DHCP サーバ、またはスイッチ上で実行される DHCP サーバの機能に、上記のリース オプションを設定しない場合は、スイッチはクライアントの要求に対して、設定されているパラメータだけで応答します。IP アドレスおよびサブネット マスクが応答に含まれていないと、スイッチは設定されません。ルータの IP アドレスまたは TFTP のサーバ名（または IP アドレス）が見つからなかった場合、スイッチは TFTP 要求をユニキャストしないでブロードキャストする場合があります。その他のリース オプションは、使用できなくても自動設定には影響しません。

DHCP サーバ、またはスイッチ上で実行される DHCP サーバの機能は、同じ LAN 上に配置することも、そのスイッチとは別の LAN 上に配置することもできます。DHCP サーバが別の LAN 上で稼働している場合は、2 つの直接接続された LAN 間のブロードキャスト トラフィックを転送する DHCP リレーを設定する必要があります。ルータはブロードキャスト パケットを転送しませんが、受信されるパケットの宛先 IP アドレスに基づいてパケットを転送します。リレー装置の詳細については、「リレー装置の設定」（p.3-6）を参照してください。

TFTP サーバの設定

DHCP サーバの設定に基づいて、スイッチは TFTP サーバから 1 つまたは複数のコンフィギュレーション ファイルのダウンロードを試行します。TFTP サーバへの IP 接続に必要なすべてのオプションについてスイッチに応答するよう DHCP を設定している場合、および TFTP サーバ名、アドレス、およびコンフィギュレーション ファイル名を使用して DHCP サーバを設定した場合、スイッチは指定された TFTP サーバから指定されたコンフィギュレーション ファイルをダウンロードしようとします。

コンフィギュレーション ファイル名、および TFTP サーバを指定しなかった場合、またはコンフィギュレーション ファイルをダウンロードできなかった場合は、スイッチはファイル名と TFTP サーバアドレスをさまざまに組み合わせてコンフィギュレーション ファイルをダウンロードしようとします。ファイルには、（ある場合）特定のコンフィギュレーション ファイル名と次のファイルが指定されています。network-config、cisconet.cfg、*hostname*.config、または *hostname*.cfg です。この場合、*hostname* はスイッチおよび router-confg と ciscortr.cfg の現在のホスト名です。使用される TFTP サーバ アドレスには、（ある場合）指定された TFTP サーバのアドレス、およびブロードキャスト アドレス（255.255.255.255）が含まれています。

スイッチが正常にコンフィギュレーション ファイルをダウンロードするには、TFTP サーバは、そのベース ディレクトリに 1 つまたは複数のコンフィギュレーション ファイルを含んでいる必要があります。設定できるファイルは、次のとおりです。

- DHCP 応答の名前付きコンフィギュレーション ファイル（実際のスイッチ コンフィギュレーション ファイル）
- network-confg または cisconet.cfg ファイル（デフォルトのコンフィギュレーション ファイル）
- router-confg または ciscortr.cfg ファイル（これらのファイルには、すべてのスイッチに共通のコマンドが含まれています。通常、DHCP および TFTP サーバが適切に設定されていれば、これらのファイルはアクセスされません。）

DHCP サーバリース データベースに TFTP サーバ名を指定する場合は、DNS サーバのデータベースに TFTP サーバ名と IP アドレスのマッピングを設定する必要もあります。

使用する TFTP サーバが、スイッチとは異なる LAN 上にある場合、またはスイッチがブロードキャスト アドレスを使用してアクセスした場合（前述のすべての必須情報が DHCP サーバの応答に含まれていない場合に発生）は、リレーを設定して TFTP サーバに TFTP パケットを転送する必要があります。詳細については、「リレー装置の設定」（p.3-6）を参照してください。DHCP サーバ、またはスイッチ上で実行される DHCP サーバの機能のいずれかに、すべての必須情報を使用して設定することを推奨します。

DNS サーバの設定

DHCP サーバ、またはスイッチ上で実行される DHCP サーバの機能は、DNS サーバを使用して TFTP サーバ名を IP アドレスに変換します。DNS サーバ上で、TFTP サーバ名から IP アドレスへのマッピングを設定する必要があります。TFTP サーバには、スイッチのコンフィギュレーション ファイルが含まれます。

DNS サーバの IP アドレスを、DHCP 応答が IP アドレスを取得する DHCP サーバのリース データベースに設定できます。リース データベースには、DNS サーバの IP アドレスを最大 2 つまで入力できます。

DNS サーバは、スイッチと同じ LAN 上に存在しても、またスイッチとは別の LAN 上に存在していてもかまいません。DNS サーバが別の LAN 上に存在する場合、スイッチはルータを介して DNS サーバにアクセス可能である必要があります。

リレー装置の設定

スイッチが、別の LAN 上のホストからの応答を必要とするブロードキャスト パケットを送信する場合は常に、受信されるブロードキャスト パケットを宛先ホストに転送するようリレー装置を設定する必要があります。このようなブロードキャスト パケットの例として DHCP パケット、DNS パケット、場合によっては TFTP パケットが挙げられます。

リレー装置がシスコ製ルータである場合、IP ルーティングをイネーブルにし（**ip routing** グローバル コンフィギュレーションコマンド）、ヘルパー アドレスを設定します（**ip helper-address** インターフェイス コンフィギュレーションコマンド）。図 3-2 では、ルータ インターフェイスを次のように設定しています。

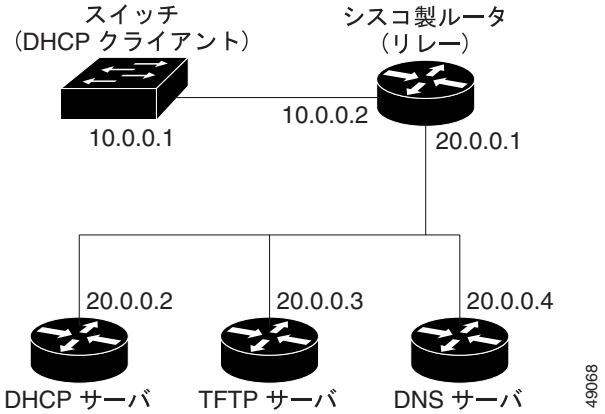
インターフェイス 10.0.0.2 では、

```
router(config-if)# ip helper-address 20.0.0.2
router(config-if)# ip helper-address 20.0.0.3
router(config-if)# ip helper-address 20.0.0.4
```

インターフェイス 20.0.0.1 では、

```
router(config-if)# ip helper-address 10.0.0.1
```

図 3-2　自動設定でのリレー装置の使用



コンフィギュレーション ファイルの入手方法

DHCP 予約リースの IP アドレスおよびコンフィギュレーション ファイル名のアベイラビリティに応じて、スイッチは次の方法で設定情報を入手します。

- IP アドレスおよびコンフィギュレーション ファイル名が、スイッチ用に予約され、DHCP 応答（1 ファイル読み込み方式）で提供されます。

  スイッチは、DHCP サーバまたはスイッチ上で実行される DHCP サーバ機能のいずれかから、IP アドレス、サブネット マスク、TFTP サーバ アドレス、およびコンフィギュレーション ファイル名を受信します。スイッチは、TFTP サーバにユニキャスト メッセージを送信して、名前付きコンフィギュレーション ファイルをサーバのベース ディレクトリから取得して、受信後、ブートアップ プロセスを完了します。

- DHCP 応答に TFTP サーバ アドレスが含まれていない場合（1 ファイル読み込み方式）、スイッチの IP アドレスおよびコンフィギュレーション ファイル名が予約されます。

  スイッチは、DHCP サーバから IP アドレス、サブネット マスク、およびコンフィギュレーション ファイル名を DHCP サーバまたはスイッチ上で実行される DHCP サーバ機能のいずれかから受信します。スイッチは、TFTP サーバにブロードキャスト メッセージを送信して、名前付きコンフィギュレーション ファイルをサーバのベース ディレクトリから取得して、受信後、ブートアップ プロセスを完了します。

- IP アドレスだけがスイッチ用に予約され、DHCP 応答で提供されます。コンフィギュレーション ファイル名は提供されません（2 ファイル読み込み方式）。

  スイッチは、DHCP サーバ、またはスイッチ上で実行される DHCP サーバ機能のいずれかから IP アドレス、サブネット マスク、および TFTP サーバ アドレスを受信します。スイッチは、TFTP サーバにユニキャスト メッセージを送り、network-confg または cisconet.cfg のデフォルトのコンフィギュレーション ファイルを取得します（network-confg ファイルが読み込めない場合、スイッチは cisconet.cfg ファイルを読み込みます）。

  デフォルトのコンフィギュレーション ファイルには、スイッチのホスト名から IP アドレスへのマッピングが含まれています。スイッチは、ファイルの情報をホスト テーブルに書き込み、ホスト名を入手します。ファイルでホスト名が見つからない場合、スイッチは DHCP 応答のホスト名を使用します。DHCP 応答でホスト名が指定されていない場合、スイッチはデフォルトの *Switch* をホスト名として使用します。

デフォルトのコンフィギュレーション ファイルまたは DHCP 応答からホスト名を入手したあと、スイッチはホスト名と同じ名前のコンフィギュレーション ファイル（network-confg または cisconet.cfg のどちらが先に読み込まれたかに応じて、*hostname*-confg または *hostname*.cfg）を TFTP サーバから読み込みます。cisconet.cfg ファイルが読み込まれている場合は、ホストのファイル名は 8 文字に切り捨てられます。

network-confg、cisconet.cfg、またはホスト名と同じ名前のファイルを読み込むことができない場合、スイッチは router-confg ファイルを読み込みます。スイッチが router-confg ファイルを読み込めない場合は、ciscortr.cfg ファイルを読み込みます。

（注） 次のいずれかの場合に、スイッチは TFTP サーバ要求をブロードキャストします。1）DHCP 応答から TFTP サーバを入手できなかった場合、2）ユニキャスト伝送によるコンフィギュレーション ファイルの読み込みに失敗した場合、3）TFTP サーバ名を IP アドレスに変換できない場合

構成例

図 3-3 に、DHCP ベースの自動設定を使用して IP 情報を取得するネットワークの例を示します。

図 3-3　DHCP ベースの自動設定を使用するネットワークの構成例

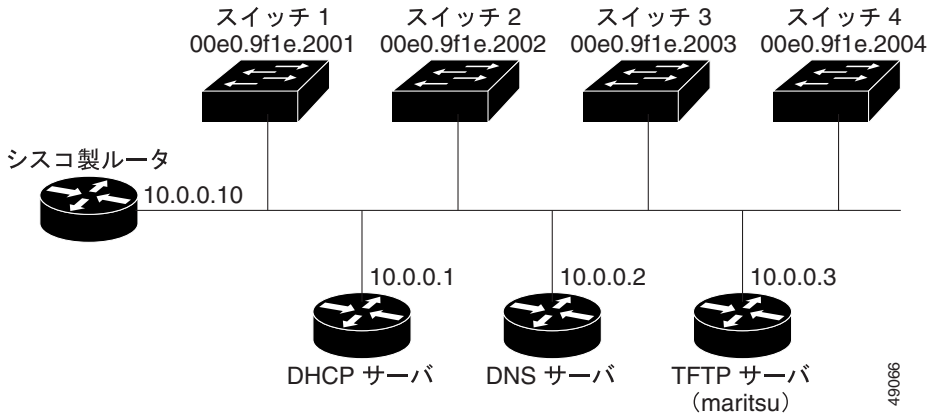


表 3-2 に、DHCP サーバ、またはスイッチ上で実行される DHCP サーバ機能の専用のリースのコンフィギュレーションを示します。

表 3-2　DHCP サーバのコンフィギュレーション

	スイッチ 1	スイッチ 2	スイッチ 3	スイッチ 4
バインディング キー（ハードウェア アドレス）	00e0.9f1e.2001	00e0.9f1e.2002	00e0.9f1e.2003	00e0.9f1e.2004
IP アドレス	10.0.0.21	10.0.0.22	10.0.0.23	10.0.0.24
サブネット マスク	255.255.255.0	255.255.255.0	255.255.255.0	255.255.255.0
ルータ アドレス	10.0.0.10	10.0.0.10	10.0.0.10	10.0.0.10
DNS サーバ アドレス	10.0.0.2	10.0.0.2	10.0.0.2	10.0.0.2
TFTP サーバ名	*maritsu* または *10.0.0.3*	*maritsu* または *10.0.0.3*	*maritsu* または *10.0.0.3*	*maritsu* または *10.0.0.3*
ブート ファイル名（コンフィギュレーション ファイル）（任意）	switch1-confg	switch2-confg	switch3-confg	switch4-confg
ホスト名（任意）	switch 1	switch 2	switch 3	switch 4

DNS サーバ コンフィギュレーション

DNS サーバは、TFTP サーバ名 *maritsu* を IP アドレス 10.0.0.3 にマッピングします。

TFTP サーバ コンフィギュレーション（UNIX）

TFTP サーバのベース ディレクトリは、/tftpserver/work/ に設定されています。このディレクトリには、2 ファイル読み込み方式で使用される network-confg ファイルがあります。このファイルには、IP アドレスに基づいてスイッチに割り当てられるホスト名が含まれています。ベース ディレクトリには、次に示すように、各スイッチのコンフィギュレーション ファイル（*switch1-confg*、*switch2-confg* など）も含まれています。

```
prompt> cd /tftpserver/work/
prompt> ls
network-confg
switch1-confg
switch2-confg
switch3-confg
switch4-confg
prompt> cat network-confg
ip host switch1 10.0.0.21
ip host switch2 10.0.0.22
ip host switch3 10.0.0.23
ip host switch4 10.0.0.24
```

DHCP クライアント コンフィギュレーション

スイッチ 1 ～ 4 には、コンフィギュレーション ファイルは存在しません。

コンフィギュレーションの説明

図 3-3 の場合、スイッチ 1 はコンフィギュレーション ファイルを次のようにして読み込みます。

- スイッチ 1 は、DHCP サーバから IP アドレス 10.0.0.21 を入手します。
- DHCP サーバの応答でコンフィギュレーション ファイル名が提供されない場合、スイッチ 1 は TFTP サーバのベース ディレクトリから network-confg ファイルを読み込みます。
- スイッチ 1 は、ホスト テーブルに network-confg ファイルの内容を追加します。
- スイッチ 1 は、IP アドレス 10.0.0.21 を基にホスト テーブルを検索し、ホスト名（switch1）を取得します。
- スイッチ 1 は、ホスト名に対応するコンフィギュレーション ファイルを読み込みます。たとえば、TFTP サーバから *switch1-confg* を読み込みます。

スイッチ 2 ～ 4 も、同様にコンフィギュレーション ファイルおよび IP アドレスを取得します。

スイッチの設定

ここではスイッチの設定方法について説明します。

コンフィギュレーションモードによるスイッチの設定

コンフィギュレーションモードからスイッチを設定する手順は、次のとおりです。

ステップ 1　スーパーバイザ エンジンのコンソール インターフェイスに、コンソール端末を接続します。

ステップ 2　数秒後に、ユーザ EXEC プロンプト（Switch>）が表示されます。このあと、特権 EXEC モード（別名、イネーブル モード）を開始できます。**enable** と入力して、イネーブル モードを開始します。

```
Switch> enable
```

（注）　コンフィギュレーションを変更する場合は、イネーブル モードを開始している必要があります。

プロンプトがイネーブル プロンプト（#）に変わります。

```
Switch#
```

ステップ 3　イネーブル プロンプト（#）に、**configure terminal** コマンドを入力して、コンフィギュレーション モードを開始します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#
```

ステップ 4　グローバル コンフィギュレーション モード プロンプトに、**interface** *type slot/interface* コマンドを入力して、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。

```
Switch(config)# interface fastethernet 5/1
Switch(config-if)#
```

ステップ 5　これらのモードのいずれかで、スイッチ設定の変更を行います。

ステップ 6　コンフィギュレーション モードを終了するには、**end** コマンドを入力します。

ステップ 7　設定値を保存します（「実行コンフィギュレーション設定値の起動ファイルへの保存」[p.3-11] を参照）。

これで最小限のスイッチ設定が完了し、入力した設定を使用してルータを起動できるようになりました。コンフィギュレーションコマンドのリストを確認するには、プロンプトで **?** を入力するか、またはコンフィギュレーションモードで **help** キーを押します。

実行コンフィギュレーション設定の確認

入力したコンフィギュレーションまたは変更を確認するには、次の例に示すように、イネーブルプロンプト（#）で **show running-config** コマンドを入力します。

```
Switch# show running-config
Building configuration...

Current configuration:
!
version 12.0
service timestamps debug uptime
service timestamps log uptime
no service password-encryption
!
hostname Switch

（テキスト出力は省略）

!
line con 0
 transport input none
line vty 0 4
 exec-timeout 0 0
 password lab
 login
 transport input lat pad dsipcon mop telnet rlogin udptn nasi
!
end
Switch#
```

実行コンフィギュレーション設定値の起動ファイルへの保存

注意　次のコマンドで、コンフィギュレーションモードで入力した設定値を保存します。この作業を行わないと、次回システムをリロードするときに設定が失われます。

コンフィギュレーション、コンフィギュレーションへの変更内容、またはスタートアップ コンフィギュレーションへの変更を NVRAM に保存するには、イネーブル プロンプト（#）で **copy running-config startup-config** コマンドを入力します。

```
Switch# copy running-config startup-config
```

NVRAM での設定の確認

NVRAM に保存されている情報を表示するには、**show startup-config** EXEC コマンドを入力します。

次に、一般的なシステム設定の例を示します。

```
Switch# show startup-config
Using 1579 out of 491500 bytes, uncompressed size = 7372 bytes
Uncompressed configuration from 1579 bytes to 7372 bytes
!
version 12.1
no service pad
service timestamps debug uptime
service timestamps log uptime
no service password-encryption
service compress-config
!
hostname Switch
!
!
ip subnet-zero
!
!
!
!
interface GigabitEthernet1/1
 no snmp trap link-status
!
interface GigabitEthernet1/2
 no snmp trap link-status
!--More--

（テキスト出力は省略）

!
line con 0
 exec-timeout 0 0
 transport input none
line vty 0 4
 exec-timeout 0 0
 password lab
 login
 transport input lat pad dsipcon mop telnet rlogin udptn nasi
!
end

Switch#
```

デフォルト ゲートウェイの設定

（注） スイッチがデフォルト ゲートウェイを使用するのは、ルーティング プロトコルが設定されていない場合に限られます。

スイッチにルーティング プロトコルが設定されていない場合、他のサブネットにデータを送信するデフォルト ゲートウェイを設定します。デフォルト ゲートウェイには、スイッチに直接接続するルータ上のインターフェイスの IP アドレスを指定する必要があります。

デフォルト ゲートウェイを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# ip default-gateway IP-address`	デフォルト ゲートウェイを設定します。
ステップ 2	`Switch# show ip route`	デフォルト ゲートウェイが IP ルーティング テーブルに正しく表示されることを確認します。

次に、デフォルト ゲートウェイを設定し、その設定を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# ip default-gateway 172.20.52.35
Switch(config)# end
3d17h: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Switch# show ip route
Default gateway is 172.20.52.35

Host               Gateway           Last Use    Total Uses  Interface
ICMP redirect cache is empty
Switch#
```

スタティック ルートの設定

Telnet ステーションまたは SNMP（簡易ネットワーク管理プロトコル）ネットワーク管理ワークステーションが、スイッチと異なるネットワークに存在し、ルーティング プロトコルが設定されていない場合、使用しているエンド ステーションが存在するネットワークに対応するスタティック ルーティング テーブル エントリを追加しなければならない場合があります。

スタティック ルートを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# ip route dest_IP_address mask {forwarding_IP | vlan vlan_ID}`	リモート ネットワークへのスタティック ルートを設定します。
ステップ 2	`Switch# show running-config`	スタティック ルートが正しく表示されることを確認します。

次に、スイッチ上で **ip route** コマンドを使用して、IP アドレス 171.10.5.10 のワークステーションへのスタティック ルートを設定する例を示します。この場合、サブネット マスクと転送ルータの IP アドレス 172.20.3.35 を用います。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# ip route 171.10.5.10 255.255.255.255 172.20.3.35
Switch(config)# end
Switch#
```

次に、**show running-config** コマンドを使用して、スタティック ルートの設定を確認する例を示します。

```
Switch# show running-config
Building configuration...
.
（テキスト出力は省略）
.
ip default-gateway 172.20.52.35
ip classless
ip route 171.10.5.10 255.255.255.255 172.20.3.35
no ip http server
!
line con 0
 transport input none
line vty 0 4
 exec-timeout 0 0
 password lab
 login
 transport input lat pad dsipcon mop telnet rlogin udptn nasi
!
end

Switch#
```

次に、スイッチ上で **ip route** コマンドを使用して、IP アドレス 171.20.5.3 のワークステーションへのスタティック ルートを設定する例を示します。この場合、サブネット マスクと接続されている VLAN（仮想 LAN）1 を用います。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ip route 171.20.5.3 255.255.255.255 vlan 1
Switch(config)# end
Switch#
```

次に、**show running-config** コマンドを使用して、スタティック ルートの設定を確認する例を示します。

```
Switch# show running-config
Building configuration...
.
（テキスト出力は省略）
.
ip default-gateway 172.20.52.35
ip classless
ip route 171.20.5.3 255.255.255.255 Vlan1
no ip http server
!
!
x25 host z
!
line con 0
 transport input none
line vty 0 4
 exec-timeout 0 0
 password lab
 login
 transport input lat pad dsipcon mop telnet rlogin udptn nasi
!
end

Switch#
```

特権 EXEC コマンドへのアクセス制御

次の手順に従って、システム コンフィギュレーション ファイルと特権 EXEC コマンドへのアクセスを制御します。

スタティック イネーブル パスワードの設定または変更

イネーブル モードへのアクセスを制御するスタティック パスワードを設定または変更するには、次の作業を行います。

表 3-3

コマンド	目的
`Switch(config)# enable password password`	特権 EXEC モードの新しいパスワードを設定するか、既存のパスワードを変更します。

次に、特権 EXEC モードでイネーブル パスワードを [lab] に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# enable password lab
Switch(config)#
```

パスワードまたはアクセス レベルの設定を表示する方法については、「パスワード、アクセス レベル、および特権レベルの設定の表示」（p.3-26）を参照してください。

enable password コマンドおよび enable secret コマンドの使用

ネットワークで送受信されるパスワードまたは TFTP サーバに保存されるパスワードについて、セキュリティをさらに強化するには、**enable password** コマンドまたは **enable secret** コマンドを使用します。どちらのコマンドも、イネーブル モード（デフォルト）または指定したその他の特権レベルにアクセスするために、ユーザが入力しなければならない暗号化パスワードを設定します。

enable secret コマンドの使用を推奨します。

enable secret コマンドを設定した場合、このコマンドは **enable password** コマンドよりも優先されます。同時に 2 つのコマンドを有効にはできません。

スイッチがイネーブル パスワードを要求するように設定するには、次のいずれかの作業を行います。

コマンド	目的
Switch(config)# **enable password** [**level** *level*] {*password* | *encryption-type encrypted-password*}	特権 EXEC モードを開始するためのパスワードを設定します。
Switch(config)# **enable secret** [**level** *level*] {*password* | *encryption-type encrypted-password*}	不可逆的な暗号化方式を使用して保存されるシークレット パスワードを設定します（**enable password** コマンドおよび **enable secret** コマンドの両方を設定した場合は、イネーブル シークレット パスワードを入力する必要があります）。

level オプションを使用してどちらかのパスワード コマンドを入力すると、特定の特権レベルにアクセスするためのパスワードを定義できます。レベルを指定してパスワードを設定したあと、その特権レベルにアクセスする必要のあるユーザだけに、パスワードを通知してください。各レベルでアクセスできるコマンドを指定するには、**privilege level** コンフィギュレーションコマンドを使用します。

service password-encryption コマンドをイネーブルにしている場合は、入力したパスワードが暗号化されます。**more system:running-config** コマンドを使用してパスワードを表示すると、パスワードは暗号化形式で表示されます。

暗号化タイプを指定する場合は、暗号化パスワード（別の Catalyst 4500 シリーズ スイッチの設定からコピーした暗号化パスワード）を入力する必要があります。

（注） 暗号化パスワードを忘れた場合、回復はできません。NVRAM を消去し、新しいパスワードを設定する必要があります。詳細については、「イネーブル パスワードを忘れた場合の回復方法」（p.3-27）を参照してください。

パスワードまたはアクセス レベルの設定を表示する方法については、「パスワード、アクセス レベル、および特権レベルの設定の表示」（p.3-26）を参照してください。

イネーブル パスワードの設定または変更

イネーブル パスワードを設定または変更するには、次の作業を行います。

表 3-4

コマンド	目的
Switch(config-line)# **password** *password*	特権レベルの新しいパスワードを設定するか、既存のパスワードを変更します。

パスワードまたはアクセス レベルの設定を表示する方法については、「パスワード、アクセス レベル、および特権レベルの設定の表示」（p.3-26）を参照してください。

TACACS+ によるスイッチ アクセスの制御

ここでは、TACACS+ をイネーブルにして設定する方法について説明します。TACACS+ は、詳細なアカウンティング情報を収集し、認証および許可プロセスに対して柔軟な管理を行います。TACACS+ は、Authentication、Authorization、Accounting（AAA; 認証、認可、アカウンティング）を通じて機能し、AAA コマンドによってのみイネーブルにできます。

（注）　この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Cisco IOS Security Command Reference*』Release 12.2 を参照してください。

ここで説明する設定内容は次のとおりです。

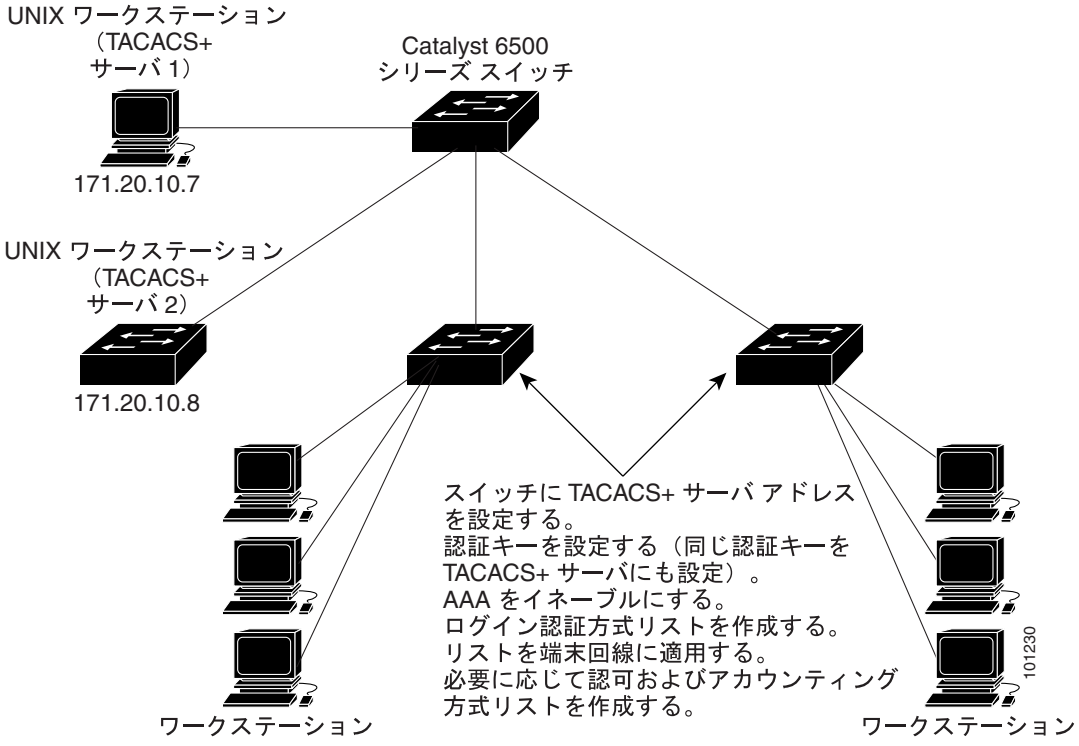
TACACS+ の概要

TACACS+ は、スイッチにアクセスしようとするユーザの評価を集中的に行うセキュリティ アプリケーションです。TACACS+ サービスは、通常 UNIX または Windows NT ワークステーション上で稼働する TACACS+ デーモンのデータベースで維持されます。スイッチに TACACS+ 機能を設定する前に、TACACS+ サーバにアクセスして設定する必要があります。

TACACS+ は、個別のモジュール式 AAA 機能を備えています。TACACS+ では、単一のアクセス制御サーバ（TACACS+ デーモン）が各サービス（認証、認可、アカウンティング）を個別に提供します。各サービスは固有のデータベースに組み込まれるため、デーモンの機能に応じてそのサーバまたはネットワークで使用できる他のサービスも利用できます。

TACACS+ の目的は、単一の管理サービスから複数のネットワーク アクセス ポイントを管理する方式を提供することです。スイッチは、他のシスコ ルータおよびアクセス サーバとともにネットワーク アクセス サーバにできます。ネットワーク アクセス サーバは、単一のユーザ、ネットワークまたはサブネットワーク、および相互接続されたネットワークとの接続を実現します（図 3-4 を参照）。

図 3-4　一般的な TACACS+ ネットワーク構成



TACACS+ は、AAA セキュリティ サービスによって管理され、次のようなサービスを提供します。

- 認証 — ログインおよびパスワード ダイアログ、チャレンジおよび応答、メッセージング サポートによって認証を完全制御します。

  認証機能は、ユーザとの対話を実行できます（たとえば、ユーザ名とパスワードが入力されたあと、自宅の住所、母親の旧姓、サービス タイプ、社会保険番号などのいくつかの質問をすることによりユーザを確認します）。TACACS+ 認証サービスにより、ユーザ画面にメッセージを表示することもできます。たとえば、会社のパスワード有効期間ポリシーにより、パスワードを変更する必要があることをユーザに通知します。

- 認可 — 自動コマンド、アクセス制御、セッション期間、またはプロトコル サポートの設定を含む（ただし、これらに限定されない）ユーザ機能をユーザ セッション期間内で厳しく制限します。また、TACACS+ 許可機能によってユーザが実行できるコマンドを制限することもできます。
- アカウンティング — 課金、監査、およびレポートに使用する情報を収集して TACACS+ デーモンに送信します。ネットワークの管理者はアカウンティング機能を使用して、セキュリティ監査のためにユーザのアクティビティを追跡したり、ユーザ課金用の情報を提供したりできます。アカウンティング レコードには、ユーザ ID、開始時刻および終了時刻、実行されたコマンド（PPP［ポイントツーポイント プロトコル］など）、パケット数、バイト数が含まれます。

TACACS+ プロトコルは、スイッチと TACACS+ デーモンの間の認証を行います。スイッチと TACACS+ デーモンの間のプロトコル交換はすべて暗号化されるため、機密は保持されます。

スイッチで TACACS+ を使用するには、TACACS+ デーモン ソフトウェアが稼働するシステムが必要です。

TACACS+ の動作

ユーザが TACACS+ を使用してスイッチを認証することで、簡易 ASCII ログインを試行すると、次のプロセスが発生します。

1. 接続が確立すると、スイッチは TACACS+ デーモンに接続してユーザ名プロンプトを取得し、ユーザに表示します。ユーザがユーザ名を入力すると、スイッチは TACACS+ デーモンに接続してパスワード プロンプトを取得します。スイッチがパスワード プロンプトを表示し、ユーザがパスワードを入力すると、そのパスワードが TACACS+ デーモンに送信されます。

   TACACS+ によって、デーモンはユーザを認証するのに十分な情報を取得するまで、デーモンとユーザの間で対話が可能になります。デーモンはユーザ名とパスワードの組み合わせを入力するよう求めますが、ユーザの母親の旧姓など、その他の項目を含めることもできます。

2. スイッチは、最終的に TACACS+ デーモンから次のいずれかの応答を受信します。

   - ACCEPT ― ユーザが認証され、サービスを開始できます。認可を必要とするようにスイッチが設定されている場合は、この時点で認可処理が開始されます。
   - REJECT ― ユーザは認証されません。TACACS+ デーモンに応じて、ユーザはアクセスを拒否されるか、ログイン シーケンスを再試行するよう求められます。
   - ERROR ― デーモンを使用した認証のある時点で、またはデーモンとスイッチの間のネットワーク接続においてエラーが発生しました。ERROR 応答を受信した場合、スイッチは通常、別の方法でユーザを認証しようとします。
   - CONTINUE ― ユーザは、さらに認証情報の入力を求められます。

   認証後、スイッチで許可機能がイネーブルになっている場合、ユーザは追加の認可フェーズに入ります。ユーザは TACACS+ 認可に進む前にまず、TACACS+ 認証を正常に終了する必要があります。

3. TACACS+ 認可が必要な場合、再び TACACS+ デーモンに接続し、デーモンが ACCEPT または REJECT の許可応答を返します。ACCEPT 応答が返された場合は、その応答にユーザおよびサービスの EXEC または NETWORK セッションを指示するデータが属性の形式で含まれており、ユーザがアクセスできるサービスが決まります。

   - Telnet、Secure Shell（SSH; セキュア シェル）、rlogin、または特権 EXEC サービス
   - 接続パラメータ（ホストまたはクライアントの IP アドレス、アクセス リスト、ユーザ タイムアウトを含む）

TACACS+ の設定

ここでは、TACACS+ をサポートするようスイッチを設定する方法を説明します。少なくとも、TACACS+ デーモンを維持するホストを特定し、TACACS+ 認証の方式リストを定義する必要があります。さらに、任意で TACACS+ 認可およびアカウンティングの方式リストを定義できます。方式リストでは、ユーザの認証、認可、およびアカウントの記録を行うための順序と方式を定義します。方式リストを使用すると、1 つまたは複数のセキュリティ プロトコルを指定し、最初の方式が失敗した場合のバックアップ システムを確保できます。ソフトウェアは、リストされた最初の方式を使用してユーザの認証、認可、およびアカウントの記録を行います。その方式が応答しない場合、ソフトウェアはそのリストから次の方式を選択します。このプロセスは、リスト内の方式による通信が成功するか、方式リストをすべて試行し終わるまで続きます。

ここで説明する設定内容は次のとおりです。

- TACACS+ のデフォルト設定（p.3-20）
- TACACS+ サーバ ホストの特定と認証キーの設定（p.3-20）
- TACACS+ ログイン認証の設定（p.3-21）
- 特権 EXEC アクセスおよびネットワーク サービス用の TACACS+ 認可の設定（p.3-23）
- TACACS+ アカウンティングの起動（p.3-24）

TACACS+ のデフォルト設定

TACACS+ と AAA は、デフォルトではディセーブルです。

セキュリティ上の理由により、ネットワーク管理アプリケーションを使用して TACACS+ を設定することはできません。イネーブルに設定されている場合、TACACS+ は CLI（コマンドライン インターフェイス）を介してスイッチにアクセスするユーザを認証できます。

（注） TACACS+ の設定は CLI を介して実行しますが、TACACS+ サーバは特権レベル 15 に設定された HTTP 接続を認証します。

TACACS+ サーバ ホストの特定と認証キーの設定

認証用に単一サーバを使用する、または既存のサーバ ホストをグループ化するために AAA サーバ グループを使用するようスイッチを設定できます。サーバをグループ化して設定済みサーバ ホストのサブセットを選択し、特定のサービスにそれらのサーバを使用できます。サーバ グループは、グローバル サーバホスト リストと一緒に使用され、選択したサーバ ホストの IP アドレスのリストを含んでいます。

TACACS+ サーバを維持する IP ホストを特定し、任意で暗号キーを設定するには、特権 EXEC モードを開始して次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	**tacacs-server host** *hostname* [**port** *integer*] [**timeout** *integer*] [**key** *string*]	TACACS+ サーバを維持する IP ホストを特定します。このコマンドを複数回入力すると、優先ホストのリストを作成できます。ソフトウェアは、指定された順序でホストを検索します。 • *hostname* には、ホスト名または IP アドレスを指定します。 • （任意）**port** *integer* には、サーバのポート番号を指定します。デフォルトはポート 49 です。指定できる範囲は 1 ～ 65535 です。 • （任意）**timeout** *integer* には、スイッチがデーモンからの応答を待つ時間を秒単位で指定します。この時間を過ぎるとスイッチはタイムアウトしてエラーを宣言します。デフォルトは 5 秒です。指定できる範囲は 1 ～ 1000 秒です。 • （任意）**key** *string* には、スイッチと TACACS+ デーモンの間のすべてのトラフィックを暗号化および復号化するための暗号キーを指定します。暗号化が正しく機能するには、TACACS+ デーモンに同じキーを設定する必要があります。
ステップ 3	**aaa new-model**	AAA をイネーブルにします。
ステップ 4	**aaa group server tacacs+** *group-name*	（任意）グループ名で AAA サーバグループを定義します。 このコマンドによって、スイッチはサーバ グループ サブコンフィギュレーションモードになります。
ステップ 5	**server** *ip-address*	（任意）特定の TACACS+ サーバを定義済みサーバ グループに関連付けます。AAA サーバ グループの各 TACACS+ サーバに対してこの手順を繰り返します。 グループの各サーバは、ステップ 2 で事前に定義する必要があります。

	コマンド	目的
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show tacacs**	入力を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

指定された TACACS+ サーバ名またはアドレスを削除するには、**no tacacs-server host** *hostname* グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。設定リストからサーバ グループを削除するには、**no aaa group server tacacs+** *group-name* グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。TACACS+ サーバの IP アドレスを削除するには、**no server ip-address** サーバ グループ サブコンフィギュレーションコマンドを使用します。

TACACS+ ログイン認証の設定

AAA 認証を設定するには、認証方式の名前付きリストを定義してから、さまざまなポートにそのリストを適用します。方式リストには実行する認証のタイプと実行順序を定義します。このリストを特定のポートに適用してから、定義した認証方式を実行する必要があります。唯一の例外はデフォルトの方式リスト（*default* と名前が付けられている）です。デフォルトの方式リストは、明示的に定義された名前付き方式リストを持つポート以外の、すべてのポートに自動的に適用されます。定義された方式リストは、デフォルトの方式リストを上書きします。

方式リストは、ユーザ認証のためクエリー送信を行う手順と認証方式を記述したものです。認証のために 1 つまたは複数のセキュリティ プロトコルを指定できるので、最初の方式が失敗した場合のバックアップ システムが確保されます。ソフトウェアは、最初の方式を使用してユーザを認証します。その方式で応答が得られなかった場合、ソフトウェアはそのリスト内の次の認証方式を選択します。このプロセスは、リスト内の認証方式による通信が成功するか、定義された方式を使い果たすまで続きます。このサイクルのある時点で認証が失敗した場合（つまり、セキュリティ サーバまたはローカルのユーザ名データベースがユーザ アクセスを拒否すると応答した場合）、認証プロセスは停止し、それ以上他の認証方式が試行されることはありません。

ログイン認証を設定するには、特権 EXEC モードを開始して次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	**aaa new-model**	AAA をイネーブルにします。

	コマンド	目的
ステップ 3	**aaa authentication login** {**default** | *list-name*} *method1* [*method2...*]	ログイン認証方式リストを作成します。 • **login authentication** コマンドに名前付きリストが指定されなかった場合に使用されるデフォルトのリストを作成するには、**default** キーワードの後ろにデフォルトの状況で使用する方式を指定します。デフォルトの方式リストは、自動的にすべてのポートに適用されます。 • *list-name* には、作成するリストの名前に使用する文字列を指定します。 • *method1...* には、認証アルゴリズムが試行する実際の方式を指定します。追加の認証方式は、その前の方式でエラーが戻された場合に限り使用されます。前の方式が失敗した場合は使用されません。 次のいずれかの方式を選択します。 • **enable** ― イネーブル パスワードを認証に使用します。この認証方式を使用する前に、**enable** *password* グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用してイネーブル パスワードを定義する必要があります。 • **group tacacs+** ― TACACS+ 認証を使用します。この認証方式を使用する前に、TACACS+ サーバを設定しておく必要があります。詳細については、「TACACS+ サーバ ホストの特定と認証キーの設定」（p.3-20）を参照してください。 • **line** ― 回線パスワードを認証に使用します。この認証方式を使用する前に、回線パスワードを設定しておく必要があります。それには、**password** *password* ライン コンフィギュレーションコマンドを使用します。 • **local** ― ローカル ユーザ名データベースを認証に使用します。データベースにユーザ名情報を入力する必要があります。それには、**username** *password* グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。 • **local-case** ― 大文字と小文字が区別されたローカル ユーザ名データベースを認証に使用します。それには、**username** *name* **password** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用して、ユーザ名情報をデータベースに入力する必要があります。 • **none** ― ログインに認証を使用しません。
ステップ 4	**line** [**console** | **tty** | **vty**] *line-number* [*ending-line-number*]	ライン コンフィギュレーションモードを開始し、認証リストを適用する回線を設定します。
ステップ 5	**login authentication** {**default** | *list-name*}	回線または回線セットに、認証リストを適用します。 • **default** を指定する場合、**aaa authentication login** コマンドで作成したデフォルトのリストを使用します。 • *list-name* には、**aaa authentication login** コマンドで作成したリストを指定します。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show running-config**	入力を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

AAA をディセーブルにするには、**no aaa new-model** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。AAA 認証をディセーブルにするには、**no aaa authentication login** {**default** | *list-name*} *method1* [*method2...*] グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。ログインの TACACS+ 認証をディセーブルにする、またはデフォルト値に戻すには、**no login authentication** {**default** | *list-name*} ライン コンフィギュレーションコマンドを使用します。

特権 EXEC アクセスおよびネットワーク サービス用の TACACS+ 認可の設定

AAA 認可によってユーザが利用できるサービスが制限されます。AAA 認可がイネーブルである場合、スイッチはユーザのプロファイルから取得した情報を使用します。このプロファイルは、ローカルのユーザ データベースまたはセキュリティ サーバ上にあり、ユーザのセッションを設定します。ユーザは、ユーザ プロファイル内の情報で認められている場合に限り、要求したサービスのアクセスが認可されます。

tacacs+ キーワードを指定して **aaa authorization** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用すると、特権 EXEC モードへのユーザのネットワーク アクセスを制限するパラメータを設定できます。

aaa authorization exec tacacs+ local コマンドは、次の認可パラメータを設定します。

- 認証に TACACS+ を使用した場合は、特権 EXEC アクセス許可に TACACS+ を使用します。
- 認証に TACACS+ を使用しなかった場合は、ローカル データベースを使用します。

（注） 認可が設定されていても、CLI を介してログインし、認証されたユーザに対しては、認可は省略されます。

特権 EXEC アクセスおよびネットワーク サービスに関する TACACS+ 認可を指定するには、特権 EXEC モードを開始して、次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	**aaa authorization network tacacs+**	ネットワーク関連のすべてのサービス要求に対してユーザ TACACS+ 認可を行うことを設定します。
ステップ 3	**aaa authorization exec tacacs+**	ユーザの特権 EXEC アクセスに対してユーザ TACACS+ 認可を行うことを設定します。 **exec** キーワードを指定すると、ユーザ プロファイル情報（**autocommand** 情報など）が返されることがあります。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	入力を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

認可をディセーブルにするには、**no aaa authorization** {**network** | **exec**} *method1* グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。

TACACS+ アカウンティングの起動

AAA アカウンティング機能は、ユーザがアクセスしたサービスと、消費したネットワーク リソース量を追跡します。AAA アカウンティングをイネーブルにすると、スイッチはユーザのアクティビティをアカウンティング レコード形式で TACACS+ セキュリティ サーバに報告します。各アカウンティング レコードは、アカウンティングの AV のペアを含み、セキュリティ サーバに保存されます。このデータは、ネットワーク管理、クライアントへの課金、または監査用に分析できます。

各 Cisco IOS 特権レベルおよびネットワーク サービスに関する TACACS+ アカウンティングをイネーブルにするには、特権 EXEC モードを開始して、次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	**aaa accounting network start-stop tacacs+**	ネットワーク関連のすべてのサービス要求について、TACACS+ アカウンティングをイネーブルにします。
ステップ 3	**aaa accounting exec start-stop tacacs+**	TACACS+ アカウンティングをイネーブルにして、特権 EXEC プロセスの最初に記録開始アカウンティング通知、最後に記録停止通知を送信します。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	入力を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

アカウンティングをディセーブルにするには、**no aaa accounting** {**network** | **exec**} {**start-stop**} *method1...* グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。

TACACS+ 設定の表示

TACACS+ サーバ統計情報を表示するには、**show tacacs** 特権 EXEC コマンドを使用します。

パスワードの暗号化

プロトコル アナライザでパケットを調べる（パスワードを読み取る）ことができるため、パスワードを暗号化するように Cisco IOS ソフトウェアを設定することによって、アクセス セキュリティを強化できます。暗号化を行うと、コンフィギュレーション ファイル内でのパスワード読み取りを不可能にできます。

パスワードを暗号化するように Cisco IOS ソフトウェアを設定するには、次の作業を行います。

表 3-5

コマンド	目的
`Switch(config)# service password-encryption`	パスワードを暗号化します。

暗号化は、現在の設定が保存されるとき、またはパスワードが設定されるときに行われます。パスワードの暗号化は、認証キー パスワード、イネーブル コマンド パスワード、コンソールおよび仮想端末回線アクセス パスワード、および Border Gateway Protocol（BGP; ボーダー ゲートウェイ プロトコル）ネイバー パスワードを含む、すべてのパスワードに適用されます。
service password-encryption コマンドを使用すると、認可されていないユーザがコンフィギュレーション ファイルのパスワードを表示できなくなります。

注意　**service password-encryption** コマンドでは、高度なネットワーク セキュリティは提供されません。このコマンドを使用する場合は、その他のネットワーク セキュリティ手段も講じる必要があります。

暗号化パスワードを忘れた場合、パスワードの回復はできません（元のパスワードを取り戻すことはできません）。ただし、暗号化パスワードを忘れても、スイッチの制御を取り戻すことはできます。詳細については、「イネーブル パスワードを忘れた場合の回復方法」（p.3-27）を参照してください。

パスワードまたはアクセス レベルの設定を表示する方法については、「パスワード、アクセス レベル、および特権レベルの設定の表示」（p.3-26）を参照してください。

複数の特権レベルの設定

Cisco IOS ソフトウェアには、パスワード セキュリティのモードがデフォルトで 2 つあります。ユーザ EXEC モードと特権 EXEC モードです。各モードに、最大 16 個の階層レベルから構成されるコマンドを設定できます。複数のパスワードを設定すると、ユーザ グループ別に特定のコマンドへのアクセスを許可できます。

たとえば、多くのユーザが **clear line** コマンドにアクセスできるようにするには、このコマンドにレベル 2 セキュリティを割り当て、レベル 2 パスワードを広範囲に配布します。一方、**configure** コマンドにアクセスできるユーザを限定する場合には、このコマンドにレベル 3 セキュリティを割り当て、そのパスワードを配布するユーザ数を減らします。

ここでは、追加レベルのセキュリティを設定する手順について説明します。

- コマンドの特権レベルの設定（p.3-25）
- 回線のデフォルト特権レベルの変更（p.3-26）
- 特権レベルへのログイン（p.3-26）
- 特権レベルの終了（p.3-26）
- パスワード、アクセス レベル、および特権レベルの設定の表示（p.3-26）

コマンドの特権レベルの設定

コマンドの特権レベルを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# privilege mode level level command`	コマンドの特権レベルを設定します。
ステップ 2	`Switch(config)# enable password level level [encryption-type] password`	特権レベルにアクセスするためのイネーブル パスワードを指定します。

パスワードまたはアクセス レベルの設定を表示する方法については、「パスワード、アクセス レベル、および特権レベルの設定の表示」（p.3-26）を参照してください。

回線のデフォルト特権レベルの変更

特定の回線または回線グループのデフォルト特権レベルを変更するには、次の作業を行います。

表 3-6

コマンド	目的
Switch(config-line)# **privilege level** *level*	回線のデフォルト特権レベルを変更します。

パスワードまたはアクセス レベルの設定を表示する方法については、「パスワード、アクセス レベル、および特権レベルの設定の表示」（p.3-26）を参照してください。

特権レベルへのログイン

特定の特権レベルにログインするには、次の作業を行います。

表 3-7

コマンド	目的
Switch# **enable** *level*	指定された特権レベルにログインします。

特権レベルの終了

特定の特権レベルを終了するには、次の作業を行います。

表 3-8

コマンド	目的
Switch# **disable** *level*	特定の特権レベルを終了します。

パスワード、アクセス レベル、および特権レベルの設定の表示

詳細なパスワード情報を表示するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	Switch# **show running-config**	パスワードおよびアクセス レベルの設定を表示します。
ステップ 2	Switch# **show privilege**	特権レベルの設定を表示します。

次に、パスワードおよびアクセス レベルの設定を表示する例を示します。

```
Switch# show running-config
Building configuration...

Current configuration:
!
version 12.0
service timestamps debug datetime localtime
service timestamps log datetime localtime
no service password-encryption
!
hostname Switch
!
boot system flash sup-bootflash
enable password lab
!
（テキスト出力は省略）
```

次に、特権レベルの設定を表示する例を示します。

```
Switch# show privilege
Current privilege level is 15
Switch#
```

イネーブル パスワードを忘れた場合の回復方法

（注） NVRAM にあらかじめ設定されているコンフィギュレーション レジスタについては、「ソフトウェア コンフィギュレーション レジスタの設定」（p.3-29）を参照してください。

イネーブル パスワードを忘れた場合の回復手順は、次のとおりです。

ステップ 1　コンソール インターフェイスに接続します。

ステップ 2　起動後 5 秒以内に **Ctrl-C** を押して、ブート シーケンスを停止し、ROM モニタを開始します。

ステップ 3　コンフィギュレーション メモリ（NVRAM）を読み込まずに起動するように、スイッチを設定します。

ステップ 4　システムを再起動します。

ステップ 5　イネーブル モードにアクセスします（パスワードが設定されていない場合は、パスワードを指定しません）。

ステップ 6　パスワードを表示または変更するか、設定を消去します。

ステップ 7　通常どおり NVRAM を読み込んで起動するように、スイッチを再設定します。

ステップ 8　システムを再起動します。

スーパーバイザ エンジンのスタートアップ コンフィギュレーションの変更

ここでは、スーパーバイザ エンジンのスタートアップ コンフィギュレーションの機能と、BOOT 変数およびコンフィギュレーション レジスタを変更する手順について説明します。

スーパーバイザ エンジンのブート コンフィギュレーションの概要

スーパーバイザ エンジンのブート プロセスには、2 つのソフトウェア イメージが関与します。ROM モニタとスーパーバイザ エンジン ソフトウェアです。スイッチを起動またはリセットすると、ROMMON コードが実行されます。NVRAM に保存されている設定に応じて、スーパーバイザ エンジンは ROMMON モードを継続するか、またはスーパーバイザ エンジン ソフトウェアをロードします。

ユーザ側で設定できる 2 つのパラメータによって、スイッチの起動方法が決まります。コンフィギュレーション レジスタと BOOT 環境変数です。コンフィギュレーション レジスタについては、「ブート フィールドの変更および boot コマンドの使用」（p.3-30）を参照してください。BOOT 環境変数については、「スタートアップ システム イメージの指定」（p.3-33）を参照してください。

ROM モニタの概要

ROM モニタ（ROMMON）はスイッチの起動時、リセット時、または致命的な例外が発生した場合に呼び出されます。スイッチで ROMMON モードが開始されるのは、スイッチが有効なソフトウェア イメージを見つけることができなかった場合、NVRAM 内の設定が壊れていた場合、またはコンフィギュレーション レジスタが ROMMON モードを開始するように設定されていた場合です。ROMMON モードでは、ブートフラッシュまたはフラッシュ ディスクからソフトウェア イメージを手動でロードできます。また、管理インターフェイスから起動することもできます。ROMMON モードはプライマリ イメージをロードします。このプライマリ イメージで、BOOTLDR 環境変数を使用してローカルに、またはネットワークを通じて、指定されたソースから起動するセカンダリ イメージを設定できます。この変数については、「Switch#」（p.3-34）を参照してください。

また、スイッチを再起動して、起動後の最初の 5 秒間に **Ctrl-C** を押しても、ROMMON モードを開始できます。端末サーバから接続している場合は、エスケープによって Telnet プロンプトを表示し、**send break** コマンドを入力すると、ROMMON モードが開始されます。

（注） コンフィギュレーションレジスタで **Ctrl-C** がディセーブルに設定されているかどうかにかかわらず、スイッチの再起動後 5 秒間は常に **Ctrl-C** がイネーブルになります。

ROM モニタの機能は、次のとおりです。

- 電源投入時の信頼性テスト
- ハードウェアの初期化
- 起動能力（手動による起動および自動起動が可能）
- ファイル システム（ROMMON の実行時は読み取り専用）

ソフトウェア コンフィギュレーション レジスタの設定

スイッチは 16 ビットのソフトウェア コンフィギュレーション レジスタを使用します。このコンフィギュレーション レジスタに特定のシステム パラメータを設定できます。ソフトウェア コンフィギュレーション レジスタの設定は、NVRAM にあらかじめ設定されています。

次の場合は、ソフトウェア コンフィギュレーション レジスタの設定値を変更する必要があります。

- 起動元およびデフォルトのブート ファイル名を選択する場合
- ブロードキャスト アドレスを制御する場合
- コンソール端末のボーレートを設定する場合
- フラッシュ メモリからオペレーティング ソフトウェアをロードする場合
- 忘れたパスワードを回復する場合
- ブートストラップ プログラム プロンプトで **boot** コマンドを使用し、手動でシステムを起動する場合
- システム ブートストラップ ソフトウェア（ブート イメージ）またはオンボード フラッシュ メモリ上のデフォルトのシステム イメージから自動的に起動し、NVRAM 上のコンフィギュレーション ファイル内の **boot system** コマンドを読み取るように強制的に設定する場合

注意　誤って Catalyst 4500 シリーズ スイッチのスイッチが停止するような事態を避けるために、コンフィギュレーション レジスタ設定を有効にするには、表 3-9 に記載されている個々の設定値を使用するのではなく、設定値を組み合わせる必要があります。たとえば、出荷時のデフォルトである 0x2101 という値は、3 つの設定値の組み合わせです。

表 3-9 に、各ソフトウェア コンフィギュレーション メモリ ビットの意味を示します。表 3-10 に、*ブート フィールド*の定義を示します。

表 3-9　ソフトウェア コンフィギュレーション レジスタ ビット

ビット番号[1]	16 進数	意味
00 ～ 03	0x0000 ～ 0x000F	ブート フィールド（表 3-10 を参照）
04	0x0010	未使用
05	0x0020	ビット 2 はコンソール回線速度
06	0x0040	システム ソフトウェアに NVRAM の内容を無視させます。
07	0x0080	OEM[2] ビットをイネーブルにします。
08	0x0100	未使用
09	0x0200	未使用
10	0x0400	すべて 0 の IP ブロードキャスト
11 ～ 12	0x0800 ～ 0x1000	コンソール回線速度のビット 1 と 0（デフォルトは 9600 ボー）
13	0x2000	ネットブートの失敗後に ROM モニタをロードします。
14	0x4000	IP ブロードキャストでネットワーク番号を使用しません。

1. コンフィギュレーション レジスタの出荷時のデフォルト値は 0x2101 です。この値は、次の設定値を組み合わせたものです。バイナリ ビット 13、ビット 8 = 0x0100、およびバイナリ ビット 00 ～ 03 = 0x0001（表 3-10 を参照）。
2. OEM = Original Equipment Manufacturer

表 3-10　ブート フィールド（コンフィギュレーション レジスタ ビット 00 ～ 03）の説明

ブート フィールド	意味
00	システム ブートストラップ プロンプトの状態（自動起動しません）
01	オンボード フラッシュ メモリ上で最初に検出されたシステム イメージを起動します。
02 ～ 0F	BOOT 環境変数で指定されたイメージを使用して自動起動します。複数のイメージが指定されている場合、スイッチは BOOT 変数で最初に指定されたイメージの起動を試みます。スイッチがこのイメージからの起動に成功すると、再起動時に同じイメージが使用されます。スイッチが BOOT 変数で最初に指定されたイメージからの起動に失敗すると、スイッチは BOOT 変数の次のイメージからの起動を試みます。BOOT 変数の最後のイメージからスイッチが起動できない場合、スイッチは BOOT 変数の最初に戻って起動を試みます。自動起動は、スイッチが BOOT 変数で指定されたいずれかのイメージからの起動に成功するまで続きます。

ブート フィールドの変更および boot コマンドの使用

コンフィギュレーション レジスタのブート フィールドにより、スイッチはオペレーティング システム イメージをロードするかどうかを決定し、ロードする場合はシステム イメージをどこから取得するかを決定します。ここでは、コンフィギュレーション レジスタのブート フィールドの使用方法および設定手順と、コンフィギュレーション レジスタのブート フィールドを変更する場合の手順について説明します。ROMMON では、コンフィギュレーション レジスタの変更とブート設定の変更に **confreg** コマンドを使用できます。

ソフトウェア コンフィギュレーション レジスタのビット 0 ～ 3 が、ブート フィールドを形成します。

（注） システムおよびスペア製品のコンフィギュレーション レジスタの出荷時のデフォルト値は、0x2101 です。ただし、推奨値は 0x0102 です。

ブート フィールドを 00 または 01（0-0-0-0 または 0-0-0-1）に設定すると、システムはシステム コンフィギュレーション ファイルの起動命令を無視して、次の動作を行います。

- ブート フィールドが 00 に設定されている場合は、システム ブートストラップまたは ROMMON プロンプトで **boot** コマンドを入力し、手動でオペレーティング システムを起動する必要があります。
- ブート フィールドが 01 に設定されている場合は、ブートフラッシュ SIMM で最初に検出されたイメージを起動します。
- ブート フィールド全体が 0-0-1-0 ～ 1-1-1-1 の範囲の値である場合、スイッチはスタートアップ コンフィギュレーション ファイルの **boot system** コマンドで指定されるシステム イメージをロードします。

注意 ブートフィールドを 0-0-1-0 ～ 1-1-1-1 の範囲の値に設定する場合は、**boot system** コマンドで値を指定する必要があります。そうしないと、スイッチは起動できず ROMMON のままです。

boot コマンドは単独でも入力できますが、フラッシュ メモリに保存されたファイル名、ネットワーク サーバからの起動を指定するファイル名など、追加の起動命令を含めることもできます。ファイル名または他の起動命令を指定せずに **boot** コマンドを使用すると、システムはデフォルトのフラッシュ イメージ（オンボード フラッシュ メモリ上の最初のイメージ）から起動します。また、特定のフラッシュ イメージから起動するように指定することもできます（**boot system flash** *filename* コマンドを使用）。

また、**boot** コマンドを使用して、スーパーバイザ エンジン上のスロット 0 にあるコンパクト フラッシュ カードに保存されたイメージを起動することもできます。

ブート フィールドの変更

ソフトウェア コンフィギュレーション レジスタのブート フィールドを変更します。ソフトウェア コンフィギュレーション レジスタのブート フィールドを変更するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# show version`	現在のコンフィギュレーション レジスタ設定値を確認します。
ステップ 2	`Switch# configure terminal`	コンフィギュレーションモードを開始し、**terminal** オプションを指定します。
ステップ 3	`Switch(config)# config-register value`	スイッチへの希望するシステム イメージのロード方法に応じて、既存のコンフィギュレーション レジスタ設定値を変更します。
ステップ 4	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 5	`Switch# reload`	スイッチを再起動して、変更を有効にします。

スイッチが Cisco IOS ソフトウェアを実行している場合にコンフィギュレーション レジスタを変更する手順は、次のとおりです。

ステップ 1　**enable** コマンドおよびパスワードを入力して、特権レベルを開始します。

```
Switch> enable
Password:
Switch#
```

ステップ 2　EXEC モード プロンプト（#）で、**configure terminal** コマンドを次のように入力します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#
```

ステップ 3　コンフィギュレーション レジスタを 0x102 に設定します。

```
Switch(config)# config-register 0x102
```

value コマンド変数を指定して、コンフィギュレーション レジスタの内容を設定します。*value* は、先頭が 0x の 16 進数です（表 3-9 を参照）。

ステップ 4　コンフィギュレーションモードを終了するには、**end** コマンドを入力します。新しい設定値がメモリに保存されます。ただし、システムを再起動するまで新しい設定値は有効になりません。

ステップ 5　**show version** EXEC コマンドを入力して、現在有効なコンフィギュレーション レジスタ値を表示します。これは次回のリロード時に使用されます。この値は次の出力例のように、画面の最後の行に表示されます。

```
Configuration register is 0x141 (will be 0x102 at next reload)
```

ステップ 6　設定値を保存します（「実行コンフィギュレーション設定値の起動ファイルへの保存」[p.3-11]）を参照。コンソールから **reload** コマンドを入力するなどの方法でシステムをリロードしないかぎり、コンフィギュレーション レジスタの変更は有効になりません）。

ステップ 7　システムを再起動します。システムを再起動した時点で、新しいコンフィギュレーション レジスタ値が有効になります。

コンフィギュレーション レジスタ設定値の確認

現在のコンフィギュレーション レジスタ設定値を確認するには、**show version** EXEC コマンドを使用します。コンフィギュレーション レジスタの設定を確認するには、ROMMON モードで **show version** コマンドを使用します。

スイッチのコンフィギュレーション レジスタ設定値を確認するには、次の作業を行います。

表 3-11

コマンド	目的
Switch# **show version**	コンフィギュレーション レジスタ設定値を表示します。

次に示す **show version** コマンドの出力例では、現在のコンフィギュレーション レジスタは、スイッチがオペレーティング システム イメージを自動的にロードしないように設定されています。レジスタは ROMMON モードを開始し、ユーザによる ROM モニタ コマンドの入力を待機します。

```
Switch#show version
Cisco Internetwork Operating System Software
IOS (tm) Catalyst 4000 L3 Switch Software (cat4000-IS-M), Experimental
Version 12.1(20010828:211314) [cisco 105]
Copyright (c) 1986-2001 by cisco Systems, Inc.
Compiled Thu 06-Sep-01 15:40 by
Image text-base:0x00000000, data-base:0x00ADF444

ROM:1.15
Switch uptime is 10 minutes
System returned to ROM by reload
Running default software

cisco Catalyst 4000 (MPC8240) processor (revision 3) with 262144K bytes
of memory.
Processor board ID Ask SN 12345
Last reset from Reload
Bridging software.
49 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s)
20 Gigabit Ethernet/IEEE 802.3 interface(s)
271K bytes of non-volatile configuration memory.

Configuration register is 0xEC60

Switch#
```

スタートアップ システム イメージの指定

スタートアップ コンフィギュレーション ファイルまたは BOOT 環境変数に複数のブート コマンドを入力して、システム イメージをロードするためのバックアップ手段を得ることができます。

BOOT 環境変数については、『*Cisco IOS Configuration Fundamentals Configuration Guide*』の「Loading and Maintaining System Images and Microcode」の章の「Specify the Startup System Image in the Configuration File」でも説明しています。

以下の項目に従って、フラッシュ メモリから起動するようにスイッチを設定してください。フラッシュ メモリは Single In-Line Memory Module（SIMM; シングル インライン メモリ モジュール）またはフラッシュ ディスクのいずれかになります。フラッシュ メモリのタイプについては、適切なハードウェアのインストールおよびメンテナンス マニュアルを確認してください。

フラッシュ メモリの使用

フラッシュ メモリを使用すると、次の作業が可能になります。

- TFTP によるシステム イメージのフラッシュ メモリへのコピー
- フラッシュ メモリからの自動または手動によるシステムの起動
- TFTP または Remote Copy Protocol（RCP; リモート コピー プロトコル）によるフラッシュ メモリ イメージのネットワーク サーバへのコピー

フラッシュ メモリの機能

フラッシュ メモリを使用すると、次の作業が可能になります。

- TFTP または RCP 転送による複数のシステム ソフトウェア イメージのリモートでのロード（ファイルのロードごとに 1 回の転送）
- フラッシュ メモリに保存されたシステム ソフトウェア イメージからの、手動または自動によるスイッチの起動（ROM からの直接起動も可能）

セキュリティ上の注意

フラッシュ メモリからロードする場合、次のセキュリティ上の注意を参照してください。

注意　フラッシュ メモリに保存されたシステム イメージを変更できるのは、コンソール端末の特権 EXEC レベルからに限られます。

フラッシュ メモリの設定

スイッチがフラッシュ メモリから起動するように設定する手順は、次のとおりです。ハードウェアのインストール方法については、適切なハードウェアのインストールおよびメンテナンス マニュアルを参照してください。

ステップ 1　TFTP またはその他のプロトコルでシステム イメージをフラッシュ メモリにコピーします。次の URL の『*Cisco IOS Configuration Fundamentals Configuration Guide*』Release 12.2 の「Cisco IOS File Management」および「Loading and Maintaining System Images」の章を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2/configfun/configuration/guide/fcf007_ps1835_TSD_Products_Configuration_Guide_Chapter.html

ステップ 2　フラッシュ　メモリ内の必要なファイルからシステムが自動的に起動するように設定します。コンフィギュレーション レジスタ値を変更しなければならない場合もあります。コンフィギュレーション レジスタを変更する方法については、「ブート フィールドの変更および boot コマンドの使用」（p.3-30）を参照してください。

ステップ 3　設定を保存します。

ステップ 4　システムの電源をオフにしてから再びオンにしてシステムを再起動し、すべて正常に動作しているかどうかを確認します。

環境変数の制御

環境変数の制御は ROM モニタが行いますが、特定のコマンドを使用して環境変数を作成、変更、または表示できます。BOOT 変数と BOOTLDR 変数を作成または変更するには、それぞれ **boot system** と **boot bootldr** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。BOOT 環境変数の詳しい設定手順については、『*Configuration Fundamentals Configuration Guide*』の「Loading and Maintaining System Images and Microcode」の章にある「Specify the Startup System Image in the Configuration File」を参照してください。

（注）　**boot system** と **boot bootldr** グローバル コンフィギュレーションコマンドが有効なのは、実行コンフィギュレーションだけです。あとで使用できるようにコンフィギュレーションを保存する場合は、ROM モニタ制御下に情報を置くスタートアップ コンフィギュレーションに環境変数の設定を保存する必要があります。環境変数を実行コンフィギュレーションからスタートアップ コンフィギュレーションに保存するには、**copy system:running-config nvram:startup-config** コマンドを使用します。

BOOT 変数および BOOTLDR 変数の内容を表示するには、**show bootvar** コマンドを使用します。このコマンドは、スタートアップ コンフィギュレーション内のこれらの変数の設定値を表示しますが、実行コンフィギュレーションの設定値がスタートアップ コンフィギュレーションの設定値と異なっている場合には、実行コンフィギュレーション内の設定値も表示します。次に、スイッチ上の BOOT 変数と BOOTLDR 変数を確認する例を示します。

```
Switch# show bootvar
BOOTLDR variable = bootflash:cat4000-is-mz,1;
Configuration register is 0x0
Switch#
```

スイッチの出荷時のデフォルト設定へのリセット

製造元およびリペア センターでは、**erase /all non-default** コマンドを使用して次の作業を実行できます。

- ローカルのスーパーバイザ エンジンの不揮発設定および状態（NVRAM およびフラッシュ）をクリアします。
- カスタマーへ出荷する前に、Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上で出荷時のデフォルト パラメータを設定します。

次に、このコマンドの出力例を示します。

```
Switch# erase /all non-default
Erase and format operation will destroy all data in non-volatile storage.  Continue?
[confirm]
Formatting bootflash: ...

Format of bootflash complete
Erasing nvram:
Erasing cat4000_flash:
Clearing crashinfo:data
Clearing the last power failure timestamp
Clearing all ROMMON variables
Setting default ROMMON variables:
     ConfigReg=0x2101
     PS1=rommon ! >
     EnableAutoConfig=1
Setting vtp mode to transparent
%WARNING! Please reboot the system for the changes to take effect
Switch#
00:01:48: %SYS-7-NV_BLOCK_INIT: Initialized the geometry of nvram
Switch#
```

Catalyst 4500 シリーズ スイッチが TFTP サーバにアクセス可能な場合は、tftp コマンドを使用してブートフラッシュ メモリにイメージをコピーできます。

```
Switch# copy tftp://192.20.3.123/tftpboot/abc/cat4500-entservices-mz.bin bootflash:
```

コピーが完了すると、**reload** コマンドによりブートフラッシュ メモリに格納されたイメージにコピーされたばかりの Catalyst 4500 シリーズ スイッチのイメージを再起動できます。

```
Switch# reload

 System configuration has been modified. Save? [yes/no]: no
 Proceed with reload? [confirm]

 00:06:17: %SYS-5-RELOAD: Reload requested by console. Reload Reason: Reload Command.
```

erase /all non-default コマンドにより設定されたデフォルト パラメータの詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Command Reference*』の **erase** コマンド ページの使用上の注意事項を参照してください。

CHAPTER 4

スイッチの管理

この章では、Catalyst 4500 シリーズ スイッチで 1 回だけ行う管理作業の実行方法について説明します。

またこの章では、Catalyst 4500 シリーズ スイッチのグラフィカル表示と、GUI（グラフィカル ユーザ インターフェイス）ベースの管理および設定インターフェイスを提供する組み込み CiscoView ネットワーク管理システムのインストールおよび設定方法についても説明します。

この章の主な内容は、次のとおりです。

システム日時の管理

Network Time Protocol（NTP; ネットワーク タイム プロトコル）を使用して手動または自動でスイッチのシステム日時を設定できます。

（注）　この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

ここでは、次の設定情報について説明します。

システム クロック

時刻サービスの中核となるのはシステム クロックで、これによって日時を監視します。このクロックはシステムが起動した瞬間から開始します。

システム クロックは、次のサービスに時刻を提供します。

- ユーザの **show** コマンド
- ログ メッセージおよびデバッグ メッセージ

システム クロックは、Universal Time Coordinated（UTC; 世界標準時）（別名 Greenwich Mean Time［GMT; グリニッジ標準時］）に基づいてシステム内部の時刻を常時監視します。現地の時間帯および夏時間に関する情報を設定することにより、時刻が現地の時間帯で正確に表示されるようにできます。

システム クロックは、時刻に*信頼性があるか*どうか（つまり、信頼できるとみなされる時刻源によって時刻が設定されているか）を常時監視します。信頼性のない場合は、時刻は表示目的でのみ利用され、再配信されません。詳しい設定手順については、「手動での日時の設定」（p.4-12）を参照してください。

NTP の概要

NTP は、ネットワーク上のデバイス間の時刻の同期化を目的に設計されています。NTP は User Datagram Protocol（UDP; ユーザ データグラム プロトコル）で稼働し、UDP は IP 上で稼働します。NTP は RFC 1305 に規定されています。

NTP ネットワークは通常、ラジオ クロックやタイム サーバに接続されたアトミック クロックなど、信頼できる時刻源からその時刻を取得します。そのあと、NTP はネットワーク中にこの時刻を配信します。NTP はきわめて効率的で、1 分間に 1 パケットを使用するだけで、2 台のデバイスを 1 ミリ秒以内に同期化できます。

NTP は、*ストラタム*という概念を使用して、信頼できる時刻源とデバイスの間の NTP ホップ数を表します。ストラタム 1 タイム サーバには、ラジオ クロックまたはアトミック クロックが直接接続されており、ストラタム 2 タイム サーバは、NTP を使用してストラタム 1 タイム サーバから時刻を取得します（以降のストラタムも同様です）。NTP が稼働するデバイスは、時刻源として、NTP を使用して通信するストラタム番号が最小のデバイスを自動的に選択します。この手法により、NTP スピーカーの自動編成型ツリーが効率的に構築されます。

NTP では、同期化されていないデバイスとの同期化を防ぎます。また、NTP では、複数のデバイスから報告される時刻を比較して、ストラタムの数字が小さくても、時刻が他のデバイスと大幅に異なるデバイスとは同期化しません。

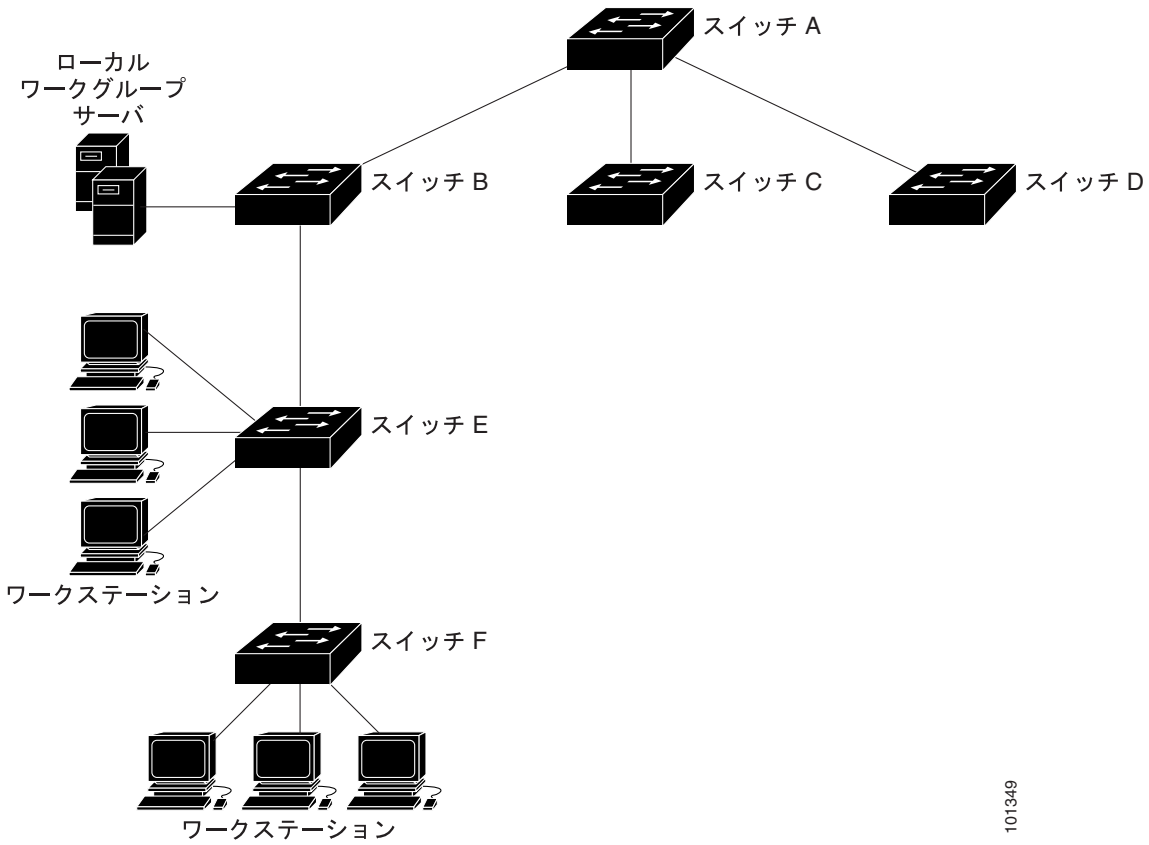
NTP が稼働するデバイス間の通信（*アソシエーション*）は、通常静的に設定されます。各デバイスには、アソシエーションを行う全デバイスの IP アドレスが与えられます。アソシエーションのペアとなるデバイス間で NTP メッセージを交換することによって、正確な時刻の維持が可能になります。ただし、LAN 環境では、代わりに IP ブロードキャスト メッセージを使用するように NTP を設定できます。各デバイスを、単にブロードキャスト メッセージを送受信するように設定すればよいので、この代替手段により設定の複雑さが緩和されます。この場合は、情報の流れは一方向に限られます。

デバイス上で維持される時刻は、重要なリソースです。NTP のセキュリティ機能を使用して、不正確な時刻が誤ってあるいは意図的に設定されることを防いでください。アクセス リストを使用して制限する方式と暗号化認証メカニズムの、2 つの方法を利用できます。

シスコの NTP 実装はストラタム 1 サービスをサポートしていないので、ラジオ クロックまたはアトミック クロックに接続できません。ネットワークの時刻サービスは IP インターネットで利用できるパブリック NTP サーバから取得することを推奨します。

図 4-1 に、NTP を使用した一般的なネットワーク例を示します。スイッチ A は NTP マスターです。スイッチ B、C、および D は NTP サーバ モードで設定され、スイッチ A とのサーバ アソシエーションが設定されます。スイッチ E は、アップストリームおよびダウンストリームのスイッチ（スイッチ B およびスイッチ F）への NTP ピアとして設定されます。

図 4-1　一般的な NTP ネットワークの構成



ネットワークがインターネットから切り離されている場合、シスコの NTP 実装によって、実際には、他の方法で時刻が決定されているにもかかわらず、デバイスが NTP を使用して同期化しているように動作を設定できます。他のデバイスは、NTP によりこのデバイスと同期化されます。

NTP の時刻は、他の方法による時刻に優先します。

自社のホスト システムに NTP ソフトウェアを組み入れているメーカーもあり、また、UNIX システム用のパブリック バージョンやその派生ソフトウェアも入手できます。このソフトウェアによって、ホスト システムも時刻が同期化されます。

NTP の設定

ここでは、次の設定情報について説明します。

- NTP のデフォルト設定（p.4-5）
- NTP 認証の設定（p.4-5）
- NTP アソシエーションの設定（p.4-6）
- NTP ブロードキャスト サービスの設定（p.4-8）
- NTP アクセス制限の設定（p.4-9）
- NTP パケット用の送信元 IP アドレスの設定（p.4-11）
- NTP 設定の表示（p.4-12）

NTP のデフォルト設定

表 4-1 に、NTP のデフォルト設定を示します。

表 4-1　NTP のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
NTP 認証	ディセーブル。認証キーは指定されていません。
NTP ピアまたはサーバ アソシエーション	設定なし
NTP ブロードキャスト サービス	ディセーブル。どのインターフェイスも NTP ブロードキャスト パケットを送受信しません。
NTP アクセス制限	アクセス制御は指定されていません。
NTP パケット送信元 IP アドレス	送信元アドレスは、発信インターフェイスによって設定されます。

NTP は、すべてのインターフェイスにおいてデフォルトでイネーブルに設定されています。すべてのインターフェイスは、NTP パケットを受信します。

NTP 認証の設定

この手順は、NTP サーバの管理者と協調する必要があります。この手順で設定する情報は、時刻を NTP サーバと同期化するためにスイッチが使用するサーバの情報と一致している必要があります。

セキュリティ目的で他のデバイスとのアソシエーション（正確な時刻の維持を行うための NTP を実行するデバイス間の通信）を認証するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	**ntp authenticate**	デフォルトではディセーブルに設定されている NTP 認証機能をイネーブルにします。
ステップ 3	**ntp authentication-key** *number* **md5** *value*	認証キーを定義します。デフォルト設定では何も定義されていません。 • *number* には、キーの番号を指定します。有効範囲は 1 ～ 4294967295 です。 • **md5** は、Message Digest Algorithm 5（MD5）を使用してメッセージ認証サポートが行われることを指定します。 • *value* には、キーに対する 8 文字までの任意のストリングを入力します。 スイッチとデバイスの双方がいずれかの認証キーを持ち、**ntp trusted-key** *key-number* コマンドによってキー番号が指定されていないかぎり、スイッチはデバイスと同期化しません。

	コマンド	目的
ステップ 4	**ntp trusted-key** *key-number*	1 つまたは複数のキー番号（ステップ 3 で定義したもの）を指定します。ピア NTP デバイスは、このスイッチと同期化するため、このスイッチへの NTP パケット内にこのキー番号を設定しなければなりません。 デフォルト設定では、信頼されるキーは定義されていません。 *key-number* には、ステップ 3 で定義されたキーを指定します。 このコマンドは、スイッチが、信頼されていないデバイスと誤って同期化することを防止します。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show running-config**	入力を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

NTP 認証をディセーブルにするには、**no ntp authenticate** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。認証キーを削除するには、**no ntp authentication-key** *number* グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。デバイスのアイデンティティの認証をディセーブルにするには、**no ntp trusted-key** *key-number* グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。

次に、NTP パケットに認証キー 42 を設定しているデバイスとだけ同期するようにスイッチを設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ntp authenticate
Switch(config)# ntp authentication-key 42 md5 aNiceKey
Switch(config)# ntp trusted-key 42
Switch(config)# end
Switch#
```

NTP アソシエーションの設定

NTP アソシエーションは、ピア アソシエーション（スイッチを他のデバイスに同期化させることも、スイッチに対して他のデバイスを同期化させることも可能）に設定することも、サーバ アソシエーション（スイッチを他のデバイスに同期化させるのみで、その逆は不可）に設定することもできます。

別のデバイスとの NTP アソシエーションを形成するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	**ntp peer** *ip-address* [**version** *number*] [**key** *keyid*] [**source** *interface*] [**prefer**]	スイッチのシステム クロックをピアに同期化するか、ピアによって同期化する（ピア アソシエーション）ように設定します。
	または	または
	ntp server *ip-address* [**version** *number*] [**key** *keyid*] [**source** *interface*] [**prefer**]	スイッチのシステム クロックをタイム サーバによって同期化する（サーバ アソシエーション）ように設定します。
		ピアまたはサーバ アソシエーションはデフォルトでは定義されていません。
		• *ip-address* には、ピア アソシエーションの場合にはクロックの同期化を行うまたは同期化の対象となるピアの IP アドレスを指定します。サーバ アソシエーションの場合には、クロックの同期化を行うタイム サーバの IP アドレスを指定します。 • （任意）*number* には、NTP のバージョン番号を指定します。指定できる範囲は 1 ～ 3 です。デフォルトはバージョン 3 が選択されています。 • （任意）*keyid* には、**ntp authentication-key** グローバル コンフィギュレーションコマンドで定義された認証キーを入力します。 • （任意）*interface* には、IP の送信元アドレスを取得するインターフェイスを指定します。デフォルトでは、送信元 IP アドレスは発信インターフェイスから取得します。 • （任意）**prefer** キーワードを入力すると、このピアまたはサーバが同期化を行う優先ピアまたはサーバになります。このキーワードは、ピアとサーバ間の切り替えを減らします。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	入力を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

設定する必要があるのは、アソシエーションの一端のみです。もう一方のデバイスには自動的にアソシエーションが設定されます。デフォルトの NTP バージョン（バージョン 3）を使用していて、NTP の同期化が発生しない場合は、NTP のバージョン 2 を使用してください。インターネット上の多くの NTP サーバは、バージョン 2 で稼働しています。

ピアまたはサーバ アソシエーションを削除するには、**no ntp peer** *ip-address* または **no ntp server** *ip-address* グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。

次に、NTP バージョン 2 を使用して IP アドレス 172.16.22.44 のピアのクロックに、システム クロックを同期化するようにスイッチを設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ntp server 172.16.22.44 version 2
Switch(config)# end
Switch#
```

NTP ブロードキャスト サービスの設定

NTP が稼働するデバイス間の通信（*アソシエーション*）は、通常静的に設定されます。各デバイスには、アソシエーションを行うべき全デバイスの IP アドレスが与えられます。アソシエーションのペアとなるデバイス間で NTP メッセージを交換することによって、正確な時刻の維持が可能になります。ただし、LAN 環境では、代わりに IP ブロードキャスト メッセージを使用するように NTP を設定できます。各デバイスを、単にブロードキャスト メッセージを送受信するように設定すればよいので、この代替手段により設定の複雑さが緩和されます。ただし、この場合は、情報の流れは一方向に限られます。

ルータのようにネットワーク上で時刻情報をブロードキャストする NTP ブロードキャスト サーバがある場合、スイッチはインターフェイスごとに NTP ブロードキャスト パケットを送受信できます。スイッチは NTP ブロードキャスト パケットをピアへ送信できるので、ピアはそのスイッチに同期化できます。スイッチは NTP ブロードキャスト パケットを受信して自身のクロックを同期化することもできます。ここでは、NTP ブロードキャスト パケットの送信と受信の両方の手順について説明します。

NTP ブロードキャスト パケットをピアに送信して、ピアが自身のクロックをスイッチに同期化するよう、スイッチを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	NTP ブロードキャスト パケットを送信するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 3	**ntp broadcast** [**version** *number*] [**key** *keyid*] [*destination-address*]	NTP ブロードキャスト パケットをピアに送信するインターフェイスをイネーブルにします。 デフォルトでは、この機能はすべてのインターフェイスでディセーブルです。 • （任意）*number* には、NTP のバージョン番号を指定します。指定できる範囲は 1 ～ 3 です。バージョンを指定しなかった場合は、バージョン 3 が使用されます。 • （任意）*keyid* には、ピアにパケットを送信するときに使用する認証キーを指定します。 • （任意）*destination-address* には、このスイッチにクロックを同期化するピアの IP アドレスを指定します。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	入力を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。
ステップ 7		次の手順で説明するように、接続されているピアが NTP ブロードキャスト パケットを受信するように設定します。

インターフェイスによる NTP ブロードキャスト パケットの送信をディセーブルにするには、**no ntp broadcast** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用します。

次に、ポートが NTP バージョン 2 パケットを送信するように設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# ntp broadcast version 2
Switch(config-if)# end
Switch#
```

接続したピアから NTP ブロードキャスト パケットを受信するようにスイッチを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	NTP ブロードキャスト パケットを受信するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 3	**ntp broadcast client**	インターフェイスが NTP ブロードキャスト パケットを受信できるようにします。 デフォルトでは、インターフェイスは NTP ブロードキャスト パケットを受信しません。
ステップ 4	**exit**	グローバル コンフィギュレーションモードに戻ります。
ステップ 5	**ntp broadcastdelay** *microseconds*	（任意）スイッチと NTP ブロードキャスト サーバ間の予測されるラウンドトリップ遅延を変更します。 デフォルトは 3000 マイクロ秒です。指定できる範囲は 1 ～ 999999 です。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show running-config**	入力を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

インターフェイスによる NTP ブロードキャスト パケットの受信をディセーブルにするには、**no ntp broadcast client** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用します。設定したラウンドトリップ遅延をデフォルト設定に変更するには、**no ntp broadcastdelay** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。

次に、ポートが NTP ブロードキャスト パケットを受信するように設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# ntp broadcast client
Switch(config-if)# end
Switch#
```

NTP アクセス制限の設定

ここでは、2 つのレベルで NTP アクセスを制御する方法を説明します。

- アクセス グループの作成と基本 IP アクセス リストの割り当て（p.4-9）
- 特定のインターフェイスでの NTP サービスのディセーブル化（p.4-11）

アクセス グループの作成と基本 IP アクセス リストの割り当て

アクセス リストを使用して NTP サービスへのアクセスを制御するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	**ntp access-group** {**query-only** | **serve-only** | **serve** | **peer**} *access-list-number*	アクセス グループを作成し、基本 IP アクセス リストを適用します。 キーワードの意味は次のとおりです。 • **query-only** ― NTP 制御クエリーに限り許可します。 • **serve-only** ― 時刻要求に限り許可します。 • **serve** ― 時刻要求および NTP 制御クエリーは許可しますが、スイッチがリモート デバイスに同期化することは許可しません。 • **peer** ― 時刻要求および NTP 制御クエリーを許可し、スイッチがリモート デバイスに同期化することを許可します。 *access-list-number* には、1 ～ 99 の範囲で標準の IP アクセス リスト番号を入力します。
ステップ 3	**access-list** *access-list-number* **permit** *source* [*source-wildcard*]	アクセス リストを作成します。 • *access-list-number* には、ステップ 2 で指定した番号を入力します。 • **permit** キーワードを入力すると、条件が一致した場合にアクセスを許可します。 • *source* には、スイッチへのアクセスが許可されるデバイスの IP アドレスを入力します。 • （任意）*source-wildcard* には、送信元に適用するワイルドカード ビットを入力します。 **（注）** アクセス リストを作成するとき、アクセス リストの末尾にはデフォルトで、リストの末尾に達しても一致が見つからなかった場合に使用される、暗黙の拒否（deny）文がある点に留意してください。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	入力を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

アクセス グループのキーワードは、次の順序（最小の制限から最大の制限に）でスキャンされます。

1. **peer** ― 時刻要求および NTP 制御クエリーを許可し、さらに、スイッチが、アクセス リストの条件を満たすアドレスを持つデバイスに同期化することを許可します。
2. **serve** ― 時刻要求と NTP 制御クエリーを許可しますが、スイッチが、アクセス リストの条件を満たすアドレスを持つデバイスに同期化することを許可しません。
3. **serve-only** ― アクセス リストの条件を満たすアドレスを持つデバイスからの時刻要求に限り許可します。
4. **query-only** ― アクセス リストの条件を満たすアドレスを持つデバイスからの NTP 制御クエリーに限り許可します。

複数のアクセス タイプについて送信元 IP アドレスがアクセス リストに一致する場合は、最初のタイプが認可されます。アクセス グループが指定されなかった場合は、すべてのアクセス タイプがすべてのデバイスに認可されます。いずれかのアクセス グループが指定されている場合は、指定されたアクセス タイプに限り認可されます。

スイッチ NTP サービスに対するアクセス制御を削除するには、**no ntp access-group** {**query-only** | **serve-only** | **serve** | **peer**} グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。

次に、スイッチがアクセス リスト 99 のピアに同期化できるように設定する例を示します。ただし、スイッチはアクセス リスト 42 に対してはアクセスを制限し、時刻要求に限り許可します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ntp access-group peer 99
Switch(config)# ntp access-group serve-only 42
Switch(config)# access-list 99 permit 172.20.130.5
Switch(config)# access list 42 permit 172.20.130.6
Switch(config)# end
Switch#
```

特定のインターフェイスでの NTP サービスのディセーブル化

NTP サービスは、すべてのインターフェイスにおいてデフォルトでイネーブルに設定されています。

インターフェイスで NTP パケットの受信をディセーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始し、ディセーブルにするインターフェイスを指定します。
ステップ 3	**ntp disable**	インターフェイスで NTP パケットの受信をディセーブルにします。 デフォルトでは、すべてのインターフェイスは NTP パケットを受信します。 インターフェイスで NTP パケットの受信を再びイネーブルにするには、**no ntp disable** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用します。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	入力を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

NTP パケット用の送信元 IP アドレスの設定

スイッチが NTP パケットを送信すると、送信元 IP アドレスは、通常 NTP パケットが送信されたインターフェイスのアドレスに設定されます。すべての NTP パケットに特定の送信元 IP アドレスを使用する場合は、**ntp source** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。アドレスは指定されたインターフェイスから取得されます。インターフェイスのアドレスを返信パケットの宛先として使用できない場合に、このコマンドは便利です。

送信元 IP アドレスを取得する特定のインターフェイスを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	**ntp source** *type number*	IP 送信元アドレスを取得するインターフェイスのタイプおよび番号を指定します。 デフォルトでは、送信元アドレスは、発信インターフェイスによって設定されます。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。

	コマンド	目的
ステップ 4	**show running-config**	入力を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

指定されたインターフェイスは、すべての宛先に送信されるすべてのパケットの送信元アドレスに使用されます。送信元アドレスを特定のアソシエーションに使用する場合は、「NTP アソシエーションの設定」（p.4-6）で説明したように、**ntp peer** または **ntp server** グローバル コンフィギュレーション コマンドの **source** キーワードを使用します。

NTP 設定の表示

次の 2 つの特権 EXEC コマンドを使用して NTP 情報を表示できます。

- **show ntp associations** [**detail**]
- **show ntp status**

この出力に表示されるフィールドの詳細については、『*Cisco IOS Configuration Fundamentals Command Reference*』Release 12.3 を参照してください。

手動での日時の設定

他の時刻源が利用できない場合は、システムの再起動後、手動で日時を設定できます。時刻は、次にシステムを再起動するまで正確に維持されます。手動設定は最後の手段としてのみ使用することを推奨します。スイッチを同期化できる外部ソースがある場合は、手動でシステム クロックを設定する必要はありません。

ここでは、次の設定情報について説明します。

システム クロックの設定

ネットワーク上に、NTP サーバなどの時刻サービスを提供する外部ソースがある場合は、手動でシステム クロックを設定する必要がありません。

システム クロックを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	**clock set** *hh*:*mm*:*ss day month year* または **clock set** *hh*:*mm*:*ss month day year*	次のいずれかの形式で、手動でシステム クロックを設定します。 • *hh*:*mm*:*ss* には、時刻を時間（24 時間形式）、分、秒で指定します。指定された時刻は、設定された時間帯に基づきます。 • *day* には、当月の日付で日を指定します。 • *month* には、月を名前で指定します。 • *year* には、年を指定します（省略形不可）。

次に、システム クロックを手動で 2001 年の 7 月 23 日午後 1 時 32 分に設定する例を示します。

```
Switch# clock set 13:32:00 23 July 2001
```

日時設定の表示

日時の設定を表示するには、**show clock** [**detail**] 特権 EXEC コマンドを使用します。

システム クロックは、信頼性がある（正確性がある）かどうかを示す *authoritative* フラグを維持します。システム クロックが NTP などのタイミング ソースによって設定されている場合は、このフラグが設定されます。時刻が信頼できないものである場合は、表示目的でのみ使用されます。クロックが信頼できるようになって、*authoritative* フラグが設定されるまで、このフラグによりピアの時刻が無効な場合に、ピアがクロックと同期しないようにします。

show clock の表示の前にある記号は、次の意味があります。

- * ― 時刻は信頼できません。
- （空白）― 時刻は信頼できます。
- . ― 時刻は信頼できますが、NTP は同期していません。

時間帯の設定

手動で時間帯を設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	**clock timezone** *zone hours-offset* [*minutes-offset*]	時間帯を設定します。 UTC に時刻を設定するには、**no clock timezone** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。 スイッチは内部時刻を UTC で管理するので、このコマンドは表示目的の場合および手動で時刻を設定した場合に限って使用します。 • *zone* には、標準時間が施行されているときに表示される時間帯の名前を入力します。デフォルトの設定は UTC です。 • *hours-offset* には、UTC からの時差を入力します。 • （任意）*minutes-offset* には、UTC からの分差を入力します。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	入力を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

clock timezone グローバル コンフィギュレーションコマンドの *minutes-offset* 変数は、現地の時間帯と UTC との時差が割合である場合に利用できます。たとえば、カナダ大西洋沿岸のある区域の時間帯 Atlantic Standard Time（AST ; 大西洋標準時）は UTC-3.5 です。この場合、3 は 3 時間、.5 は 50% を意味します。この場合、入力するコマンドは **clock timezone AST -3 30** です。

夏時間の設定

毎年特定の日に夏時間が開始および終了する地域に夏時間を設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	**clock summer-time** *zone* **recurring** [*week day month hh*:*mm week day month hh*:*mm* [*offset*]]	毎年指定された日に開始および終了する夏時間を設定します。 夏時間はデフォルトでディセーブルに設定されています。パラメータなしで **clock summer-time** *zone* **recurring** を指定すると、夏時間の規則はデフォルトで米国の規則が設定されます。 • *zone* には、夏時間が施行されているときに表示される時間帯の名前（たとえば PDT）を指定します。 • （任意）*week* には、月の何番めの週かを指定します（1 ～ 5、または **last**）。 • （任意）*day* には、曜日を指定します（Sunday、Monday など）。 • （任意）*month* には、月を指定します（January、February など）。 • （任意）*hh*:*mm* には、時刻を時間（24 時間形式）と分で指定します。 • （任意）*offset* には、夏時間の間、追加する分数を指定します。デフォルトは 60 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	入力を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

clock summer-time グローバル コンフィギュレーションコマンドの最初の部分では夏時間の開始時期を、2 番めの部分では終了時期を指定します。すべての時刻は、現地の時間帯を基準にしています。開始時間は標準時を基準にしています。終了時間は夏時間を基準にしています。開始月が終了月よりあとの場合は、システムでは南半球にいるとみなされます。

次に、夏時間が 4 月の第一日曜日の 2 時に始まり、10 月の最終日曜日の 2 時に終わるように指定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# clock summer-time PDT recurring 1 Sunday April 2:00 last Sunday
October 2:00
Switch(config)# end
Switch#
```

ユーザの居住地域の夏時間が定期的なパターンに従わない（次の夏時間の正確な日時を設定する）場合は、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	**clock summer-time** *zone* **date** [*month date year hh*:*mm month date year hh*:*mm* [*offset*]]	最初の日付で夏時間開始の日付を、2 番めの日付で終了の日付を設定します。
	または	夏時間をディセーブルにするには、**no clock summer-time** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。
	clock summer-time *zone* **date** [*date month year hh*:*mm date month year hh*:*mm* [*offset*]]	夏時間はデフォルトでディセーブルに設定されています。 • *zone* には、夏時間が施行されているときに表示される時間帯の名前（たとえば PDT）を指定します。 • （任意）*week* には、月の何番めの週かを指定します（1 ～ 5、または **last**）。 • （任意）*day* には、曜日を指定します（Sunday、Monday など）。 • （任意）*month* には、月を指定します（January、February など）。 • （任意）*hh*:*mm* には、時刻を時間（24 時間形式）と分で指定します。 • （任意）*offset* には、夏時間の間、追加する分数を指定します。デフォルトは 60 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	入力を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

clock summer-time グローバル コンフィギュレーションコマンドの最初の部分では夏時間の開始時期を、2 番めの部分では終了時期を指定します。すべての時刻は、現地の時間帯を基準にしています。開始時間は標準時を基準にしています。終了時間は夏時間を基準にしています。開始月が終了月よりあとの場合は、システムでは南半球にいるとみなされます。

夏時間をディセーブルにするには、**no clock summer-time** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。

次に、夏時間が 2000 年 10 月 12 日の 2 時に始まり、2001 年 4 月 26 日の 2 時に終わるよう設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# clock summer-time pdt date 12 October 2000 2:00 26 April 2001 2:00
Switch#
```

システム名とプロンプトの設定

スイッチにシステム名を設定すると、スイッチを識別できます。デフォルトでは、システム名とプロンプトは *Switch* です。

システム プロンプトを設定していない場合は、システム名の最初の 20 文字がシステム プロンプトとして使用されます。大なり記号 [>] が付加されます。システム名が変更された場合は、常にプロンプトも変更されます。

ここで使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Cisco IOS Configuration Fundamentals Command Reference*』Release 12.3 および『*Cisco IOS IP Command Reference, Volume 2 of 3: Routing Protocols*』Release 12.3 を参照してください。

ここでは、次の設定情報について説明します。

デフォルトのシステム名およびプロンプトの設定

デフォルトのスイッチのシステム名およびプロンプトは *Switch* です。

システム名の設定

手動でシステム名を設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	**hostname** *name*	手動でシステム名を設定します。 デフォルト設定は *switch* です。 名前は ARPANET ホスト名の規則に従う必要があります。この規則ではホスト名は文字で始まり、文字または数字で終わり、使用できるのは文字、数字、またはハイフンのみです。名前には 63 文字まで使用できます。 デフォルトのホスト名に戻すには、**no hostname** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	入力を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

システム名を設定すると、システム プロンプトとしても使用されます。

DNS の概要

Domain Name System（DNS; ドメイン ネーム システム）プロトコルは、分散型データベースである DNS を制御します。これを使用することにより、ホスト名を IP アドレスに対応付けできます。スイッチに DNS を設定すると、**ping**、**telnet**、**connect** などのすべての IP コマンドや、関連する Telnet サポート操作時に、IP アドレスの代わりにホスト名を使用できます。

IP によって定義される階層型の命名方式では、デバイスを場所またはドメインで識別できます。ドメイン名の区切りとしては、ピリオド（.）を使用します。たとえば、シスコシステムズは、IP で *com* というドメイン名で識別される商業組織なので、ドメイン名は *cisco.com* となります。このドメイン内の特定のデバイス、たとえば FTP ファイル転送プロトコル）システムは、*ftp.cisco.com* で表されます。

IP ではドメイン名を把握するために、ドメイン ネーム サーバという概念が定義されています。ドメイン ネーム サーバの役割は、名前と IP アドレスのマッピングをキャッシュ（またはデータベース）に保持することです。ドメイン名を IP アドレスにマッピングするには、まず、ホスト名を特定し、ネットワーク上に存在するネーム サーバを指定し、DNS をイネーブルにします。

ここでは、次の設定情報について説明します。

DNS のデフォルト設定

表 4-2 に、DNS のデフォルト設定を示します。

表 4-2　DNS のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
DNS イネーブル ステート	イネーブル
DNS デフォルト ドメイン名	設定なし
DNS サーバ	ネーム サーバのアドレスの設定なし

DNS の設定

DNS を使用するようにスイッチを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip domain-name** *name*	非完全修飾ホスト名（ドット付き 10 進表記ドメイン名のない名前）を完成させるためにソフトウェアが使用する、デフォルトのドメイン名を定義します。 ドメイン名を削除するには、**no ip domain-name** *name* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。 ドメイン名を非完全修飾名から区切るために使用される最初のピリオドは入れないでください。 起動時にはドメイン名は設定されていませんが、BOOTP または Dynamic Host Configuration Protocol（DHCP）サーバからスイッチ コンフィギュレーションを取得している場合は、BOOTP または DHCP サーバによってデフォルトのドメイン名が設定されることがあります（サーバにこの情報が設定されている場合）。

	コマンド	目的
ステップ 3	**ip name-server** *server-address1* [*server-address2 ... server-address6*]	名前およびアドレスの解決に使用する、1 つまたは複数のネーム サーバのアドレスを指定します。 ネーム サーバのアドレスを削除するには、**no ip name-server** *server-address* グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。 最大 6 つのネーム サーバを指定できます。各サーバ アドレスはスペースで区切ります。最初に指定されたサーバが、プライマリ サーバです。スイッチは、最初にプライマリ サーバに DNS クエリーを送信します。そのクエリーが失敗した場合は、バックアップ サーバにクエリーが送信されます。
ステップ 4	**ip domain-lookup**	（任意）スイッチで、DNS ベースのホスト名のアドレスへの変換をイネーブルにします。この機能は、デフォルトでイネーブルに設定されています。 スイッチの DNS をディセーブルにするには、**no ip domain-lookup** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。 使用するネットワーク デバイスが、ユーザが名前の割り当てを制御できないネットワーク内のデバイスと接続する必要がある場合、グローバルなインターネットのネーミング方式（DNS）を使用して、ユーザのデバイスを一意に特定するデバイス名を動的に割り当てることができます。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show running-config**	入力を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

スイッチの IP アドレスをそのホスト名として使用する場合は、IP アドレスが使用され、DNS クエリーは発生しません。ピリオド（.）なしでホスト名を設定すると、ピリオドと、それに続くデフォルトのドメイン名がホスト名に追加され、そのあとで DNS クエリーが行われ、名前を IP アドレスに対応付けます。デフォルトのドメイン名は、**ip domain-name** グローバル コンフィギュレーションコマンドによって設定される値です。ホスト名にピリオド（.）がある場合は、Cisco IOS ソフトウェアは、ホスト名にデフォルトのドメイン名を追加せずに IP アドレスを検索します。

DNS 設定の表示

DNS 設定情報を表示するには、**show running-config** 特権 EXEC コマンドを使用します。

バナーの作成

Message-of-The-Day（MoTD）バナーおよびログイン バナーを設定できます。MoTD バナーはログイン時に接続しているすべての端末で表示され、すべてのネットワーク ユーザを対象としたメッセージ（システム シャットダウン予告など）を送信するのに便利です。

ログイン バナーも、接続しているすべての端末で表示されます。表示されるのは、MoTD バナーのあとで、ログイン プロンプトが表示される前です。

（注） ここで使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Cisco IOS Configuration Fundamentals Command Reference*』Release 12.3 を参照してください。

ここでは、次の設定情報について説明します。

バナーのデフォルト設定

MoTD およびログイン バナーは設定されません。

MoTD ログイン バナーの設定

ユーザがスイッチにログインしたときに画面に表示される 1 行または複数行のメッセージ バナーを作成できます。

MoTD ログイン バナーを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	**banner motd** *c message c*	MoTD を指定します。 MoTD バナーを削除するには、**no banner motd** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。 *c* には、任意の区切り文字、たとえばポンド記号（#）を入力して、**Return** キーを押します。区切り文字はバナー テキストの始まりと終わりを表します。終わりの区切り文字のあとの文字はドロップされます。 *message* には、255 文字までのバナー メッセージを入力します。メッセージには区切り文字を使用できません。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	入力を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、ポンド記号（#）を開始および終了の区切り文字として使用し、スイッチの MoTD バナーを設定する例を示します。

```
Switch(config)# banner motd #
This is a secure site. Only authorized users are allowed.
For access, contact technical support.
#
Switch(config)#
```

次に、前の設定により表示されたバナーを示します。

```
Unix> telnet 172.2.5.4
Trying 172.2.5.4...
Connected to 172.2.5.4.
Escape character is '^]'.

This is a secure site. Only authorized users are allowed.
For access, contact technical support.

User Access Verification

Password:
```

ログイン バナーの設定

接続されたすべての端末でログイン バナーが表示されるように設定できます。バナーが表示されるのは、MoTD バナーのあとで、ログイン プロンプトが表示される前です。

ログイン バナーを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	**banner login** *c message c*	ログイン メッセージを指定します。 ログイン バナーを削除するには、**no banner login** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。 *c* には、任意の区切り文字、たとえばポンド記号（#）を入力して、**Return** キーを押します。区切り文字はバナー テキストの始まりと終わりを表します。終わりの区切り文字のあとの文字はドロップされます。 *message* には、255 文字までのログイン メッセージを入力します。メッセージには区切り文字を使用できません。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	入力を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、ドル記号（$）を開始および終了の区切り文字として使用し、スイッチのログイン バナーを設定する例を示します。

```
Switch# configuration terminal
Switch(config)# banner login $
Access for authorized users only. Please enter your username and password.
$
Switch(config)# end
Switch#
```

MAC アドレス テーブルの管理

MAC（メディア アクセス制御）アドレス テーブルには、スイッチがポート間のトラフィック転送に使用するアドレス情報が含まれています。このアドレス テーブルに登録されたすべての MAC アドレスは、1 つまたは複数のポートに対応付けられています。アドレス テーブルに含まれるアドレス タイプには、次のものがあります。

- ダイナミック アドレス：スイッチが学習し、使用されなくなった時点で期限切れとなる送信元 MAC アドレス
- スタティック アドレス：手動で入力され、期限切れにならず、スイッチのリセット時にも消去されないユニキャスト アドレス

アドレス テーブルは、宛先 MAC アドレス、対応する VLAN ID、およびアドレスとタイプ（スタティックまたはダイナミック）に対応付けられたポート番号を示します。

（注） ここで使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースに対応するコマンド リファレンスを参照してください。

ここでは、次の設定情報について説明します。

アドレス テーブルの作成

すべてのポートでサポートされる複数の MAC アドレスによって、スイッチの任意のポートを各ワークステーション、リピータ、スイッチ、ルータ、またはその他のネットワーク デバイスに接続できます。各ポートで受信するパケットの送信元アドレスを学習し、アドレス テーブルにアドレスとその対応するポート番号を追加することにより、スイッチは動的なアドレス指定を行います。ネットワークでステーションの増設または取り外しが行われると、スイッチはアドレス テーブルを更新し、新しいダイナミック アドレスを追加したり、使用されていないアドレスを期限切れにしたりします。

エージング インターバルは、グローバルに設定されています。ただし、スイッチは VLAN ごとにアドレス テーブルを維持し、STP によって VLAN 単位でエージング インターバルを短縮できます。

スイッチは、受信したパケットの宛先アドレスに基づいて、あらゆる組み合わせのポート間でパケットを送信します。MAC アドレス テーブルを使用することにより、スイッチは、宛先アドレスに対応付けられたポートにのみ、パケットを転送します。宛先アドレスがパケットを送信したポート上にある場合は、パケットはフィルタリング処理され、転送されません。スイッチは、常にストア アンド フォワード方式を使用します。つまり、完全なパケットをいったん保存してエラーがないか検査してから伝送します。

MAC アドレスと VLAN

アドレスはすべて、VLAN と対応付けられます。1 つのアドレスを複数の VLAN に対応付け、それぞれで異なる宛先を設定できます。たとえば、VLAN 1 のポート 1、および VLAN 5 のポート 9、10、1 を宛先とするユニキャスト アドレスを設定できます。

VLAN ごとに、独自の論理アドレス テーブルが維持されます。ある VLAN で既知のアドレスが別の VLAN で認識されるには、別の VLAN 内のポートによって学習されるか、または別の VLAN 内のポートに静的に対応付けられる必要があります。

プライベート VLAN が設定されている場合、アドレスの学習方法は、MAC アドレスのタイプによって異なります。

- プライベート VLAN 上にある 1 つの VLAN で学習されたダイナミック MAC アドレスは、関連 VLAN で複製されます。たとえば、プライベート VLAN のセカンダリ VLAN で学習された MAC アドレスは、プライマリ VLAN に複製されます。
- プライマリまたはセカンダリ VLAN に設定されたスタティック MAC アドレスは、関連 VLAN には複製されません。プライベート VLAN のプライマリまたはセカンダリ VLAN 内にスタティック MAC アドレスを設定した場合、同じスタティック MAC アドレスをすべての 関連 VLAN にも設定する必要があります。

プライベート VLAN の詳細については、第 40 章「PVLAN の設定」を参照してください。

MAC アドレス テーブルのデフォルト設定

表 4-3 に、MAC アドレス テーブルのデフォルト設定を示します。

表 4-3　MAC アドレス テーブルのデフォルト設定

機能	デフォルト設定
エージング タイム	300 秒
ダイナミック アドレス	自動学習
スタティック アドレス	設定なし

アドレス エージング タイムの変更

ダイナミック アドレスは、スイッチが学習し、使用されなくなると期限切れになる送信元 MAC アドレスです。すべての VLAN または指定した VLAN に対して、エージング タイムの設定を変更できます。

エージング タイムを短く設定しすぎると、アドレスが活用されないままテーブルから削除される可能性があります。その場合、スイッチは宛先が不明のパケットを受信すると、受信ポートと同じ VLAN 内のすべてのポートに、そのパケットをフラッディングします。この不必要なフラッディングによって、パフォーマンスに悪影響を及ぼす可能性があります。また、エージング タイムを長く設定しすぎると、アドレス テーブルが使用されないアドレスでいっぱいになり、これによって新しいアドレスを学習できなくなります。この結果フラッディングとなり、スイッチのパフォーマンスに悪影響を及ぼす可能性があります。

ダイナミック アドレス テーブルのエージング タイムを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	**mac address-table aging-time** [**0** | *10-1000000*] [**vlan** *vlan-id*]	ダイナミック エントリが使用または更新されたあと、MAC アドレス テーブル内に保持される時間を設定します。 デフォルト値に戻すには、**no mac address-table aging-time** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。 指定できる範囲は 10 ～ 1000000 秒です。デフォルトは 300 秒です。0 を入力して期限切れをディセーブルにすることもできます。スタティック アドレス エントリは、期限切れになることもテーブルから削除されることもありません。 *vlan-id* の有効範囲は、1 ～ 4094 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show mac address-table aging-time**	入力を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ダイナミック アドレス エントリの削除

ダイナミック エントリをすべて削除するには、EXEC モードで **clear mac address-table dynamic** コマンドを使用します。特定の MAC アドレス（**clear mac address-table dynamic address** *mac-address*）、指定された物理ポートまたはポート チャネル上のすべてのアドレス（**clear mac address-table dynamic interface** *interface-id*）、または指定された VLAN 上のすべてのアドレス（**clear mac address-table dynamic vlan** *vlan-id*）の削除もできます。

ダイナミック エントリが削除されたことを確認するには、**show mac address-table dynamic** 特権 EXEC コマンドを使用します。

MAC 変更通知トラップの設定

MAC 変更通知機能により、スイッチに MAC 変更アクティビティを保存することでネットワーク上のユーザを追跡できます。スイッチが MAC アドレスを学習または削除するたびに、SNMP 通知を生成してネットワーク管理システムに送信させることができます。ネットワークに多数のユーザの出入りがある場合は、トラップ インターバル タイムを設定して通知トラップをまとめ、ネットワーク トラフィックを削減できます。MAC 通知履歴テーブルは、トラップがイネーブルに設定されたハードウェアのポートごとの MAC アドレス アクティビティを保存します。MAC アドレス通知は、ダイナミックおよびスタティックの MAC アドレスについて生成されます。自己アドレスまたはマルチキャスト アドレスについては、イベントは生成されません。

NMS ホストに MAC 変更通知トラップを送信するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	**snmp-server host** *host-addr* [**traps** | **informs**] {**version** {**1** | **2c** | **3**}} [auth | noauth | priv] *community-string* ***[udp-port port]*** ***[notification-type]***	トラップ メッセージの受信側を指定します。 • *host-addr* には、NMS の名前またはアドレスを指定します。 • **traps**（デフォルト）を指定すると、SNMP トラップをホストに送信します。**informs** を指定すると、SNMP インフォームをホストに送信します。 • サポートする SNMP バージョンを指定します。informs を指定した場合、バージョン 1（デフォルト）は使用できません。 • *community-string* には、通知動作時に送信するストリングを指定します。**snmp-server host** コマンドを使用してこのストリングを設定できますが、このストリングを定義するには、最初に **snmp-server community** コマンドを使用し、次に **snmp-server host** コマンドを使用することを推奨します。 • *notification-type* には、**mac-notification** キーワードを使用します。
ステップ 3	**snmp-server enable traps mac-notification change**	スイッチによる MAC 変更トラップの NMS への送信をイネーブルにします。 スイッチによる MAC 変更通知トラップの送信をディセーブルにするには、**no snmp-server enable traps mac-notification change** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。
ステップ 4	**mac address-table notification change**	MAC アドレス変更通知機能をイネーブルにします。
ステップ 5	**mac address-table notification change** [**interval** *value*] | [**history-size** *value*]	トラップ インターバル タイムと履歴テーブルのサイズを入力します。 • （任意）**interval** *value* には、NMS に対して生成される各トラップ セット間の通知トラップ インターバルを秒単位で指定します。指定できる範囲は 0 ～ 2147483647 秒です。デフォルトは 1 秒です。 • （任意）**history-size** *value* には、MAC 通知履歴テーブルの最大エントリ数を指定します。指定できる範囲は 0 ～ 500 です。デフォルトは 1 です。 MAC 変更通知機能をディセーブルにするには、**no mac address-table notification change** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。
ステップ 6	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始し、SNMP MAC 変更通知トラップをイネーブルにするインターフェイスを指定します。

	コマンド	目的
ステップ 7	**snmp trap mac-notification change** {**added** | **removed**}	MAC 変更通知トラップをイネーブルにします。 • **added** を指定すると、このインターフェイスに MAC アドレスが追加されるたびに MAC 変更通知トラップが送信されます。 • **removed**　を指定すると、このインターフェイスから MAC アドレスが削除されるたびに MAC 変更通知トラップが送信されます。 特定のインターフェイス上で MAC 変更通知トラップをディセーブルにするには、**no snmp trap mac-notification change** {**added** | **removed**} インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用します。
ステップ 8	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 9	**show mac address-table notification change interface** **show running-config**	入力を確認します。
ステップ 10	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、ネットワーク管理システムとして 172.69.59.93 を指定し、スイッチによるネットワーク管理システムへの MAC 変更通知トラップの送信をイネーブルにし、MAC 変更通知機能をイネーブルにし、インターバル タイムを 60 秒、履歴サイズを 100 エントリに設定し、特定のポートで MAC アドレスが追加された場合のトラップをイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# snmp-server host 172.69.59.93 private mac-notification
Switch(config)# snmp-server enable traps mac-notification change
Switch(config)# mac address-table notification change
Switch(config)# mac address-table notification change interval 60
Switch(config)# mac address-table notification change history-size 100
Switch(config)# interface fastethernet0/2
Switch(config-if)# snmp trap mac-notification change added
Switch(config-if)# end
Switch# show mac address-table notification change interface
MAC Notification Feature is Enabled on the switch
Interval between Notification Traps : 60 secs
Number of MAC Addresses Added : 0
Number of MAC Addresses Removed : 0
Number of Notifications sent to NMS : 0
Maximum Number of entries configured in History Table : 100
Current History Table Length : 0
MAC Notification Traps are Enabled
History Table contents
----------------------


Switch#
```

MAC 移動通知トラップの設定

MAC 移動通知を設定すると、MAC アドレスが同一 VLAN 内の特定のポートから別のポートに移動するたびに、SNMP 通知が生成され、ネットワーク管理システムに送信されます。

MAC 移動通知を設定にするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	**snmp-server host** *host-addr* [**traps** | **informs**] {**version** {**1** | **2c** | **3**}} [auth | noauth | priv] *community-string* ***[udp-port port]*** ***[notification-type]***	トラップ メッセージの受信側を指定します。 • *host-addr* には、NMS の名前またはアドレスを指定します。 • **traps**（デフォルト）を指定すると、SNMP トラップをホストに送信します。**informs** を指定すると、SNMP インフォームをホストに送信します。 • サポートする SNMP バージョンを指定します。informs を指定した場合、バージョン 1（デフォルト）は使用できません。 • *community-string* には、通知動作時に送信するストリングを指定します。**snmp-server host** コマンドを使用してこのストリングを設定できますが、このストリングを定義するには、最初に **snmp-server community** コマンドを使用し、次に **snmp-server host** コマンドを使用することを推奨します。 • *notification-type* には、**mac-notification** キーワードを使用します。
ステップ 3	**snmp-server enable traps mac-notification move**	スイッチによる MAC 移動通知トラップの NMS への送信をイネーブルにします。 スイッチによる MAC 通知トラップの送信をディセーブルにするには、**no snmp-server enable traps mac-notification move** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。
ステップ 4	**mac address-table notification mac-move**	MAC 移動通知機能をイネーブルにします。 この機能をディセーブルにするには、**no mac-address-table notification mac-move** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show mac address-table notification mac-move** **show running-config**	MAC 移動通知ステータスを表示します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、ネットワーク管理システムとして 172.69.59.93 を指定し、スイッチによる MAC 移動通知トラップの NMS への送信をイネーブルにし、MAC 移動通知機能をイネーブルにし、MAC アドレスが特定のポートから別のポートに移動する場合のトラップをイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# snmp-server host 171.69.59.93 private mac-notification
Switch(config)# snmp-server enable traps mac-notification move
Switch(config)# mac address-table notification mac-move
Switch(config)# end
Switch# show mac address-table notification mac-move
MAC Move Notification: Enabled
```

MAC しきい値通知トラップの設定

MAC しきい値通知を設定すると、MAC Address Table（MAT）しきい値の制限値に達した時点または制限値を超えた時点で、SNMP 通知が生成され、ネットワーク管理システムに送信されます。

MAC アドレスしきい値通知を設定にするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	**snmp-server host** *host-addr* [**traps** | **informs**] {**version** {**1** | **2c** | **3**}} [auth | noauth | priv] *community-string* ***[udp-port port]*** ***[notification-type]***	トラップ メッセージの受信側を指定します。 • *host-addr* には、NMS の名前またはアドレスを指定します。 • **traps**（デフォルト）を指定すると、SNMP トラップをホストに送信します。**informs** を指定すると、SNMP インフォームをホストに送信します。 • サポートする SNMP バージョンを指定します。informs を指定した場合、バージョン 1（デフォルト）は使用できません。 • *community-string* には、通知動作時に送信するストリングを指定します。**snmp-server host** コマンドを使用してこのストリングを設定できますが、このストリングを定義するには、最初に **snmp-server community** コマンドを使用し、次に **snmp-server host** コマンドを使用することを推奨します。 • *notification-type* には、**mac-notification** キーワードを使用します。
ステップ 3	**snmp-server enable traps mac-notification threshold**	スイッチによる MAC しきい値通知トラップの NMS への送信をイネーブルにします。 スイッチによる MAC しきい値通知トラップの送信をディセーブルにするには、**no snmp-server enable traps mac-notification threshold** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。
ステップ 4	**mac address-table notification threshold**	MAC アドレスしきい値通知機能をイネーブルにします。 この機能をディセーブルにするには、**no address-table notification threshold** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。
ステップ 5	**mac address-table notification threshold** [**limit** *percentage*] | [**interval** *time*]	MAT 使用率を監視するためのしきい値を入力します。 • （任意）**limit** *percentage* には、MAT 利用率の割合を指定します。指定できる値は、1 ～ 100% です。デフォルトは 50% です。 • （任意）**interval** *time* には、通知の間隔を指定します。指定できる値は、120 秒以上です。デフォルトは 120 秒です。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show mac address-table notification threshold** **show running-config**	MAT 利用率しきい値通知ステータスを表示します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、ネットワーク管理システムとして 172.69.59.93 を指定し、MAC しきい値通知機能をイネーブルにし、スイッチによる MAC しきい値通知トラップの NMS への送信をイネーブルにし、間隔を 123 秒に設定し、制限値を 78% に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# snmp-server host 171.69.59.93 private mac-notification
Switch(config)# snmp-server enable traps mac-notification threshold
Switch(config)# mac address-table notification threshold
Switch(config)# mac address-table notification threshold interval 123
Switch(config)# mac address-table notification threshold limit 78
Switch(config)# end
Switch# show mac-address-table notification threshold
     Status       limit        Interval
-------------+-----------+-------------
   enabled        78           123
Switch#
```

スタティック アドレス エントリの追加および削除

スタティック アドレスには、次の特性があります。

- アドレス テーブルに対する追加および削除は、手動で行う必要があります。
- ユニキャスト アドレスまたはマルチキャスト アドレスとして設定できます。
- 期限切れになることはなく、スイッチが再起動しても維持されます。

スタティック アドレスを追加および削除でき、また、スタティック アドレスの転送動作を定義できます。転送動作とは、パケットを受信したポートが、別のポートにパケットを転送する際の動作です。ポートは必ず最低 1 つの VLAN に対応付けられているので、スイッチは指定されたポートから、アドレスに対応する VLAN ID を取得します。送信元ポートごとに、それぞれ異なる宛先ポートのリストを指定できます。

特定のアドレスがスタティックとして入力されていない VLAN に、そのスタティック アドレスを持つパケットが到着すると、そのパケットはすべてのポートにフラッディングされ、学習されません。

アドレス テーブルにスタティック アドレスを追加するには、宛先 MAC ユニキャスト アドレスと、その宛先の VLAN を指定します。この宛先アドレスを持つ受信パケットは、*interface-id* オプションで指定されたインターフェイスに転送されます。

プライベート VLAN のプライマリまたはセカンダリ VLAN 内にスタティック MAC アドレスを設定した場合、同じスタティック MAC アドレスをすべての関連 VLAN にも設定する必要があります。プライベート VLAN のプライマリまたはセカンダリ VLAN に設定されたスタティック MAC アドレスは、関連 VLAN には複製されません。プライベート VLAN の詳細については、第 40 章「PVLAN の設定」を参照してください。

スタティック アドレスを追加するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	**mac address-table static** *mac-addr* **vlan** *vlan-id* **interface** *interface-id*	MAC アドレス テーブルにスタティック アドレスを追加します。 • *mac-addr* には、アドレス テーブルに追加する宛先 MAC ユニキャスト アドレスを指定します。この宛先アドレスを持つパケットが指定した VLAN に着信すると、指定したインターフェイスに転送されます。 • *vlan-id* には、指定した MAC アドレスを持つパケットを受信する VLAN を指定します。有効な VLAN ID は 1 ～ 4094 です。 • *interface-id* には、受信したパケットの転送先インターフェイスを指定します。有効なインターフェイスは、物理ポートまたはポート チャネルです。スタティック マルチキャスト アドレスの場合、複数のインターフェイス ID を入力できます。スタティック ユニキャスト アドレスの場合、インターフェイスは同時に 1 つしか入力できません。ただし、同じ MAC アドレスおよび VLAN ID を指定したコマンドを複数回入力できます。 アドレス テーブルからスタティック エントリを削除するには、**no mac address-table static** *mac-addr* **vlan** *vlan-id* [**interface** *interface-id*] グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show mac address-table static**	入力を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、MAC アドレス テーブルにスタティック アドレス c2f3.220a.12f4 を追加する例を示します。VLAN 4 でこの MAC アドレスを宛先アドレスとして持つパケットを受信すると、パケットは指定されたポートに転送されます。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# mac address-table static c2f3.220a.12f4 vlan 4 interface
gigabitethernet0/1
Switch(config)# end
Switch#
```

ユニキャスト MAC アドレス フィルタリングの設定

（注） ユニキャスト MAC アドレス フィルタリングは、Supervisor Engine 6-E ではサポートされて*いません*。

ユニキャスト MAC アドレス フィルタリングがイネーブルの場合、スイッチは、特定の送信元 MAC アドレスまたは宛先 MAC アドレスを持つパケットをドロップします。この機能は、デフォルトではディセーブルで、ユニキャスト スタティック アドレスだけがサポートされています。

この機能を使用する場合は、次の注意事項に従ってください。

- マルチキャスト MAC アドレス、ブロードキャスト MAC アドレス、およびルータ MAC アドレスはサポートされていません。**mac address-table static** *mac-addr* **vlan** *vlan-id* **drop** グローバル コンフィギュレーションコマンドを入力するときに、これらのアドレスのいずれかを指定すると、次のいずれかのメッセージが表示されます。

```
% Only unicast addresses can be configured to be dropped

% CPU destined address cannot be configured as drop address
```

- CPU に転送されるパケットもサポートされていません。
- ユニキャスト MAC アドレスをスタティック アドレスとして追加し、ユニキャスト MAC アドレス フィルタリングを設定すると、最後に入力したコマンドに応じて、スイッチはその MAC アドレスをスタティック アドレスとして追加するか、その MAC アドレスを持つパケットをドロップします。2 番めに入力したコマンドは、1 番めのコマンドより優先されます。

  たとえば、**mac address-table static** *mac-addr* **vlan** *vlan-id* **interface** グローバル コンフィギュレーションコマンドに続けて、**mac address-table static** *mac-addr* **vlan** *vlan-id* **drop** コマンドを入力すると、スイッチは、送信元または宛先として指定された MAC アドレスを持つパケットをドロップします。

  mac address-table static *mac-addr* **vlan** *vlan-id* **drop** グローバル コンフィギュレーションコマンドに続けて、**mac address-table static** *mac-addr* **vlan** *vlan-id* **interface** コマンドを入力すると、スイッチは、スタティック アドレスとして MAC アドレスを追加します。

ユニキャスト MAC アドレス フィルタリングをイネーブルにして、スイッチが特定のアドレスを持つパケットをドロップするように設定するには、送信元または宛先ユニキャスト MAC アドレスおよび受信側の VLAN を指定します。

スイッチが送信元または宛先ユニキャスト スタティック アドレスをドロップするよう設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	**mac address-table static** *mac-addr* **vlan** *vlan-id* **drop**	ユニキャスト MAC アドレス フィルタリングをイネーブルにし、スイッチが指定した送信元または宛先ユニキャスト スタティック アドレスを持つパケットをドロップするように設定します。 • *mac-addr* には、送信元または宛先ユニキャスト MAC アドレスを指定します。この MAC アドレスを持つパケットはドロップされます。 • *vlan-id* には、指定した MAC アドレスを持つパケットを受信する VLAN を指定します。有効な VLAN ID は 1 ～ 4094 です。 ユニキャスト MAC アドレス フィルタリングをディセーブルにするには、**no mac address-table static** *mac-addr* **vlan** *vlan-id* グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show mac address-table static**	入力を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次にユニキャスト MAC アドレス フィルタリングをイネーブルにし、送信元または宛先アドレスが c2f3.220a.12f4 であるパケットをスイッチがドロップするように設定する例を示します。この MAC アドレスを送信元または宛先としたパケットを VLAN 4 で受信すると、パケットはドロップされます。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# mac address-table static c2f3.220a.12f4 vlan 4 drop
Switch(config)# end
Switch#
```

アドレス テーブル エントリの表示

表 4-4 に示す 1 つまたは複数の特権 EXEC コマンドを使用すると、MAC アドレス テーブルを表示できます。

表 4-4　MAC アドレス テーブル表示用のコマンド

コマンド	説明
show ip igmp snooping groups	すべての VLAN または指定された VLAN に対するレイヤ 2 マルチキャスト エントリを表示します。
show mac address-table address	指定された MAC アドレスに対する MAC アドレス テーブル情報を表示します。
show mac address-table aging-time	すべての VLAN または指定された VLAN のエージング タイムを表示します。
show mac address-table count	すべての VLAN または指定された VLAN に存在するアドレスの数を表示します。
show mac address-table dynamic	ダイナミック MAC アドレス テーブル エントリのみを表示します。
show mac address-table interface	指定されたインターフェイスに対する MAC アドレス テーブル情報を表示します。
show mac address-table notification	MAC 通知パラメータおよび履歴テーブルを表示します。
show mac address-table static	スタティック MAC アドレス テーブル エントリのみを表示します。
show mac address-table vlan	指定された VLAN に対する MAC アドレス テーブル情報を表示します。

ARP テーブルの管理

ソフトウェアがデバイスと通信するには（イーサネット上のデバイスなど）、最初にそのデバイスの 48 ビット MAC アドレスまたはローカル データ リンク アドレスを学習する必要があります。IP アドレスからローカル データ リンク アドレスを学習するプロセスを、*アドレス解決*といいます。

Address Resolution Protocol（ARP; アドレス解決プロトコル）は、ホスト IP アドレスを、該当するメディアまたは MAC アドレス、および VLAN ID に対応付けます。IP アドレスを使用して、ARP は対応する MAC アドレスを見つけます。MAC アドレスが見つかると、IP と MAC アドレスとの対応を ARP キャッシュに格納し、すばやく検索できるようにします。そのあと、IP データグラムがリンク レイヤ フレームにカプセル化され、ネットワークを通じて送信されます。イーサネット以外の IEEE 802 ネットワークにおける IP データグラムのカプセル化および ARP 要求/応答については、Subnetwork Access Protocol（SNAP; サブネットワーク アクセス プロトコル）で指定されています。IP インターフェイスでは、標準的なイーサネット形式の ARP カプセル化（**arpa** キーワードで表される）がデフォルトでイネーブルに設定されています。

手動でテーブルに追加された ARP エントリは期限切れにならないので、手動で削除する必要があります。

CLI の手順については、Cisco.com で入手可能な Cisco IOS Release 12.3 のマニュアルを参照してください。

組み込み CiscoView サポートの設定

Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、Catalyst Web Interface（CWI）ツールを使用した CiscoView Web ベースの管理機能をサポートしています。CiscoView は、スイッチ フラッシュ上に組み込むことができるデバイス管理アプリケーションで、スイッチのダイナミック ステータス、モニタリング、および設定情報を提供します。CiscoView では、モジュールとポートが色分けされたスイッチ シャーシの物理的ビューを表示します。モニタリング機能を使用すると、スイッチのステータス、パフォーマンス、およびその他の統計情報が表示されます。必要なセキュリティ権限が与えられていれば、設定機能によって、デバイスにさまざまな変更を加えることができます。Catalyst 4500 シリーズ スイッチの設定機能およびモニタリング機能は、CiscoWorks LAN Management Solution（LMS）および CiscoWorks Routed WAN Management Solution（RWAN）を含むすべてのサーバベースの CiscoWorks ソリューションの CiscoView で使用可能な機能と同一です。

ここでは、Cisco IOS Release 12.1(20)EW 以降のリリースで使用できる組み込み CiscoView サポートについて説明します。

組み込み CiscoView の概要

組み込み CiscoView ネットワーク管理システムは、HTTP および SNMP を使用してスイッチのグラフィカル表示を提供し、GUI ベースの管理および設定インターフェイスを提供する Web ベースのインターフェイスです。組み込み CiscoView 用の Java Archive（JAR）ファイルを次の URL からダウンロードできます。http://www.cisco.com/cgi-bin/tablebuild.pl/cview-cat4000

組み込み CiscoView のインストールおよび設定

組み込み CiscoView をインストールおよび設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Router# dir device_name`	デバイスの内容を表示します。 組み込み CiscoView を初めてインストールする場合、または CiscoView ディレクトリが空の場合には、ステップ 5 に進んでください。
ステップ 2	`Switch# delete device_name:cv/*`	CiscoView ディレクトリから既存のファイルを削除します。
ステップ 3	`Switch# squeeze device_name:`	ファイル システムのスペースを回復します。
ステップ 4	`Switch# copy tftp bootflash`	tar ファイルをブートフラッシュにコピーします。
ステップ 5	`Switch# archive tar /xtract tftp://ip address of tftp server/ciscoview.tar device_name:cv`	Trivial File Transfer Protocol（TFTP; 簡易ファイル転送プロトコル）サーバ上の tar ファイルから CiscoView ディレクトリに、CiscoView ファイルを抽出します。
ステップ 6	`Switch# dir device_name:`	デバイスの内容を表示します。 冗長構成の場合、冗長スーパーバイザ エンジン上のファイル システムについてステップ 1 ～ステップ 6 を繰り返します。
ステップ 7	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 8	`Switch(config)# ip http server`	HTTP Web サーバをイネーブルにします。

	コマンド	目的
ステップ 9	`Switch(config)# snmp-server community string ro`	読み取り操作用の SNMP パスワードを設定します。
ステップ 10	`Switch(config)# snmp-server community string rw`	読み取り / 書き込み操作用の SNMP パスワードを設定します。

(注)　スイッチ Web ページにアクセスするためのデフォルトのパスワードは、スイッチのイネーブル レベル パスワードです。

次に、スイッチに組み込み CiscoView をインストールおよび設定する例を示します。

```
Switch# dir
Directory of bootflash:/
Directory of bootflash:/
    1  -rw-     9572396  Dec 30 2002 01:05:01 +00:00  cat4000-i9k2s-mz.121-19.EW
    2  -rw-     9604192   Jan 3 2003 07:46:49 +00:00  cat4000-i5k2s-mz.121-19.EW
    3  -rw-     1985024  Jan 21 2003 03:31:20 +00:00  Cat4000IOS.v4-0.tar
    4  -rw-     1910127  Jan 23 2003 04:23:39 +00:00  cv/Cat4000IOS-4.0.sgz
    5  -rw-        7258  Jan 23 2003 04:23:46 +00:00  cv/Cat4000IOS-4.0_ace.html
    6  -rw-         405  Jan 23 2003 04:23:46 +00:00  cv/Cat4000IOS-4.0_error.html
    7  -rw-        2738  Jan 23 2003 04:23:46 +00:00  cv/Cat4000IOS-4.0_install.html
    8  -rw-       20450  Jan 23 2003 04:23:46 +00:00  cv/Cat4000IOS-4.0_jks.jar
    9  -rw-       20743  Jan 23 2003 04:23:46 +00:00  cv/Cat4000IOS-4.0_nos.jar
   10  -rw-       12383  Jan 23 2003 04:23:46 +00:00  cv/applet.html
   11  -rw-         529  Jan 23 2003 04:23:46 +00:00  cv/cisco.x509
   12  -rw-        2523  Jan 23 2003 04:23:46 +00:00  cv/identitydb.obj
   13  -rw-        1173  Mar 19 2003 05:50:26 +00:00
post-2003.03.19.05.50.07-passed.txt

32578556 bytes total (38199688 bytes free)
Switch#
Switch# del cv/*
Delete filename [cv/*]?
Delete bootflash:cv/Cat4000IOS-4.0.sgz? [confirm]y
Delete bootflash:cv/Cat4000IOS-4.0_ace.html? [confirm]y
Delete bootflash:cv/Cat4000IOS-4.0_error.html? [confirm]y
Delete bootflash:cv/Cat4000IOS-4.0_install.html? [confirm]y
Delete bootflash:cv/Cat4000IOS-4.0_jks.jar? [confirm]y
Delete bootflash:cv/Cat4000IOS-4.0_nos.jar? [confirm]y
Delete bootflash:cv/applet.html? [confirm]y
Delete bootflash:cv/cisco.x509? [confirm]y
Delete bootflash:cv/identitydb.obj? [confirm]y
Switch#

Switch# squeeze bootflash:
All deleted files will be removed. Continue? [confirm]y
Squeeze operation may take a while. Continue? [confirm]y
Squeeze of bootflash complete
Switch#
Switch# copy tftp bootflash
Address or name of remote host []? 10.5.5.5
Source filename []? Cat4000IOS.v5-1.tar
Destination filename [Cat4000IOS.v5-1.tar]?
Accessing tftp://10.5.5.5/Cat4000IOS.v5-1.tar...
Loading Cat4000IOS.v5-1.tar from 10.5.5.5 (via FastEthernet2/1):
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
[OK - 2031616 bytes]

2031616 bytes copied in 11.388 secs (178400 bytes/sec)
Switch#
Switch# dir
Directory of bootflash:/
```

```
Directory of bootflash:/
    1  -rw-     9572396  Dec 30 2002 01:05:01 +00:00  cat4000-i9k2s-mz.121-19.EW
    2  -rw-     9604192   Jan 3 2003 07:46:49 +00:00  cat4000-i5k2s-mz.121-19.EW
    3  -rw-     1985024  Jan 21 2003 03:31:20 +00:00  Cat4000IOS.v4-0.tar
    4  -rw-        1173  Mar 19 2003 05:50:26 +00:00
post-2003.03.19.05.50.07-passed.txt
    5  -rw-     2031616  Mar 26 2003 05:33:12 +00:00  Cat4000IOS.v5-1.tar

32578556 bytes total (38199688 bytes free)

Switch#
Switch# archive tar /xtract Cat4000IOS.v5-1.tar /cv
extracting Cat4000IOS-5.1.sgz (1956591 bytes)
extracting Cat4000IOS-5.1_ace.html (7263 bytes)
extracting Cat4000IOS-5.1_error.html (410 bytes)
extracting Cat4000IOS-5.1_install.html (2743 bytes)
extracting Cat4000IOS-5.1_jks.jar (20450 bytes)
extracting Cat4000IOS-5.1_nos.jar (20782 bytes)
extracting applet.html (12388 bytes)
extracting cisco.x509 (529 bytes)
extracting identitydb.obj (2523 bytes)
Switch#
Switch# dir

Directory of bootflash:/
    1  -rw-     9572396  Dec 30 2002 01:05:01 +00:00  cat4000-i9k2s-mz.121-19.EW
    2  -rw-     9604192   Jan 3 2003 07:46:49 +00:00  cat4000-i5k2s-mz.121-19.EW
    3  -rw-     1985024  Jan 21 2003 03:31:20 +00:00  Cat4000IOS.v4-0.tar
    4  -rw-        1173  Mar 19 2003 05:50:26 +00:00
post-2003.03.19.05.50.07-passed.txt
    5  -rw-     2031616  Mar 26 2003 05:33:12 +00:00  Cat4000IOS.v5-1.tar
    6  -rw-     1956591  Mar 26 2003 05:36:11 +00:00  cv/Cat4000IOS-5.1.sgz
    7  -rw-        7263  Mar 26 2003 05:36:19 +00:00  cv/Cat4000IOS-5.1_ace.html
    8  -rw-         410  Mar 26 2003 05:36:19 +00:00  cv/Cat4000IOS-5.1_error.html
    9  -rw-        2743  Mar 26 2003 05:36:19 +00:00  cv/Cat4000IOS-5.1_install.html
   10  -rw-       20450  Mar 26 2003 05:36:19 +00:00  cv/Cat4000IOS-5.1_jks.jar
   11  -rw-       20782  Mar 26 2003 05:36:19 +00:00  cv/Cat4000IOS-5.1_nos.jar
   12  -rw-       12388  Mar 26 2003 05:36:19 +00:00  cv/applet.html
   13  -rw-         529  Mar 26 2003 05:36:19 +00:00  cv/cisco.x509
   14  -rw-        2523  Mar 26 2003 05:36:19 +00:00  cv/identitydb.obj

32578556 bytes total (7358284 bytes free)

Switch#
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# ip http server
Switch(config)# snmp-server community public ro
Switch(config)# snmp-server community public rw
Switch(config)# exit
Switch# wr
Building configuration...
Compressed configuration from 2735 bytes to 1169 bytes[OK]
Switch# show ciscoview ?
  package  ADP Package Details
  version  ADP version
  |        Output modifiers
  <
```

スイッチへの Web アクセスについては、次の URL の『*Cisco IOS Configuration Fundamentals Configuration Guide*』の「Using the Cisco Web Browser」の章を参照してください。
http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122/122cgcr/fun_c/fcprt1/fcd105.htm

組み込み CiscoView 情報の表示

組み込み CiscoView 情報を表示するには、次のコマンドを入力します。

コマンド	目的
Switch# **show ciscoview package**	組み込み CiscoView ファイルに関する情報を表示します。
Switch# **show ciscoview version**	組み込み CiscoView のバージョンを表示します。

次に、組み込み CiscoView ファイルおよびバージョン情報を表示する例を示します。

```
Switch# show ciscoview package
File source:
CVFILE                           SIZE(in bytes)
-------------------------------------------------
Cat4000IOS-5.1.sgz                1956591
Cat4000IOS-5.1_ace.html           7263
Cat4000IOS-5.1_error.html         410
Cat4000IOS-5.1_install.html       2743
Cat4000IOS-5.1_jks.jar            20450
Cat4000IOS-5.1_nos.jar            20782
applet.html                       12388
cisco.x509                        529
identitydb.obj                    2523

Switch# show ciscoview version
Engine Version: 5.3.4 ADP Device: Cat4000IOS ADP Version: 5.1 ADK: 49
Switch#
```

CHAPTER 5

Cisco IOS ISSU プロセスの設定

(注) In Service Software Upgrade（ISSU）プロセスは Supervisor Engine 6-E ではサポートされて*いません*。

冗長システムで稼働している場合、ISSU プロセスにより、Cisco IOS ソフトウェアが更新または変更される間もパケットの転送が続行されます。ほとんどのネットワークでは、計画されたソフトウェア アップグレードが大幅なダウンタイムの原因になります。ISSU により、Cisco IOS ソフトウェアが変更される間、パケットの転送が続行されます。これにより、ネットワークのアベイラビリティが向上し、計画されたソフトウェア アップグレードによって発生するダウンタイムが抑えられます。ここでは、ISSU の概念について説明し、システムで ISSU を実行するための手順について説明します。

(注) この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

関連資料

関連トピック	資料のタイトル
ISSU の実行	『*Cisco IOS Software: Guide to Performing In Service Software Upgrades*』
Cisco Nonstop Forwarding（NSF）に関する情報	『*Cisco Nonstop Forwarding*』 *http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122s/122snwft/release/122s20/fsnsf20s.htm*
Stateful Switchover（SSO）に関する情報	『*Stateful Switchover*』 *http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122s/122snwft/release/122s20/fssso20s.htm*
ISSU クライアントおよび MPLS クライアント	『*ISSU MPLS Clients*』

内容

ISSU を実行するための前提条件

適用される前提条件は、次のとおりです。

- ISSU を適用できるのは冗長シャーシだけです。
- アクティブ スーパーバイザ エンジンとスタンバイ スーパーバイザ エンジンの両方がシステムで使用でき、両方のエンジンのタイプが同じであることを確認します（たとえば、WS-X4516-10GE）。
- ISSU プロセスを開始する前に、アクティブ スーパーバイザ エンジンとスタンバイ スーパーバイザ エンジンの両方のファイル システム（ブートフラッシュまたはコンパクト フラッシュ）に新規および古い Cisco IOS ソフトウェア イメージがロードされている必要があります。古いイメージは、ブートフラッシュまたはコンパクト フラッシュのどちらかに格納されている必要があります。ISSU プロセスが展開される前にブート変数を変更するべきではないので、これらのいずれかのロケーションからシステムが起動されている必要があります。
- SSO が設定されており、スタンバイ スーパーバイザ エンジンが STANDBY HOT ステートである必要があります。

  show module、**show running-config**、**show redundancy state** コマンドを使用すると、SSO がイネーブルにされているかどうかがわかります。

  次に、**show redundancy state** コマンドを使用して、冗長ファシリティ ステートに関する情報を表示する例を示します。

```
Switch# show redundancy states
       my state = 13 -ACTIVE
     peer state = 8  -STANDBY HOT
           Mode = Duplex
           Unit = Primary
        Unit ID = 1


Redundancy Mode (Operational) = Stateful Switchover
Redundancy Mode (Configured)  = Stateful Switchover
Redundancy State              = Stateful Switchover
Maintenance Mode = Disabled
    Manual Swact = enabled
  Communications = Up

   client count = 39
 client_notification_TMR = 240000 milliseconds
          keep_alive TMR = 9000 milliseconds
        keep_alive count = 0
    keep_alive threshold = 18
           RF debug mask = 0x0

Switch#
```

  SSO をイネーブルにしていない場合は、SSO をイネーブルにし、設定する方法の詳細について、『*Stateful Switchover*』を参照してください。
- NSF が設定されており、正常に稼働している必要があります。NSF をイネーブルにしていない場合は、NSF をイネーブルにし、設定する方法の詳細について、『*Cisco Nonstop Forwarding*』を参照してください。

ISSU の実行に関する制約事項

適用される制約事項は、次のとおりです。

- ISSU を実行する前に、システムが冗長モード SSO に設定されており、アクティブ スーパーバイザ エンジンとスタンバイ スーパーバイザ エンジンの両方のファイル システムに新しい ISSU 互換イメージが含まれていることを確認します。システムで実行されている現在の IOS バージョンも ISSU をサポートしている必要があります。

  Catalyst 4500 シリーズ スイッチで各種のコマンドを実行することにより、スーパーバイザ エンジンのバージョンと IOS の互換性を判別できます。Cisco Feature Navigator の ISSU アプリケーションを使用して判別することもできます。
- ISSU プロセスの実行中は、ハードウェアに変更を加えないでください。
- ISSU は、Cisco IOS 12.2(31)SGA およびそれ以降のリリースで使用できます。

（注） すべてのラインカードがサポートされています。

ISSU の実行に関する情報

ISSU を実行する前に、次の概念を理解しておく必要があります。

SSO の概要

SSO 機能の展開は、Cisco IOS スイッチで構築されたネットワークのアベイラビリティを向上させる全体的なプログラムの 1 ステップです。

デュアル スーパーバイザ エンジンをサポートする特定のシスコ ネットワーキング デバイス上で、SSO はスーパーバイザ エンジンの冗長構成を活用してネットワークのアベイラビリティを向上させます。SSO は、スーパーバイザ エンジンの 1 つをアクティブ プロセッサ、もう一方をスタンバイ プロセッサとして設定することにより、これを実現します。2 つのスーパーバイザ エンジン間の初期同期後に、SSO は両方のスーパーバイザ エンジンのステート情報を動的にリアルタイムで同期化します。

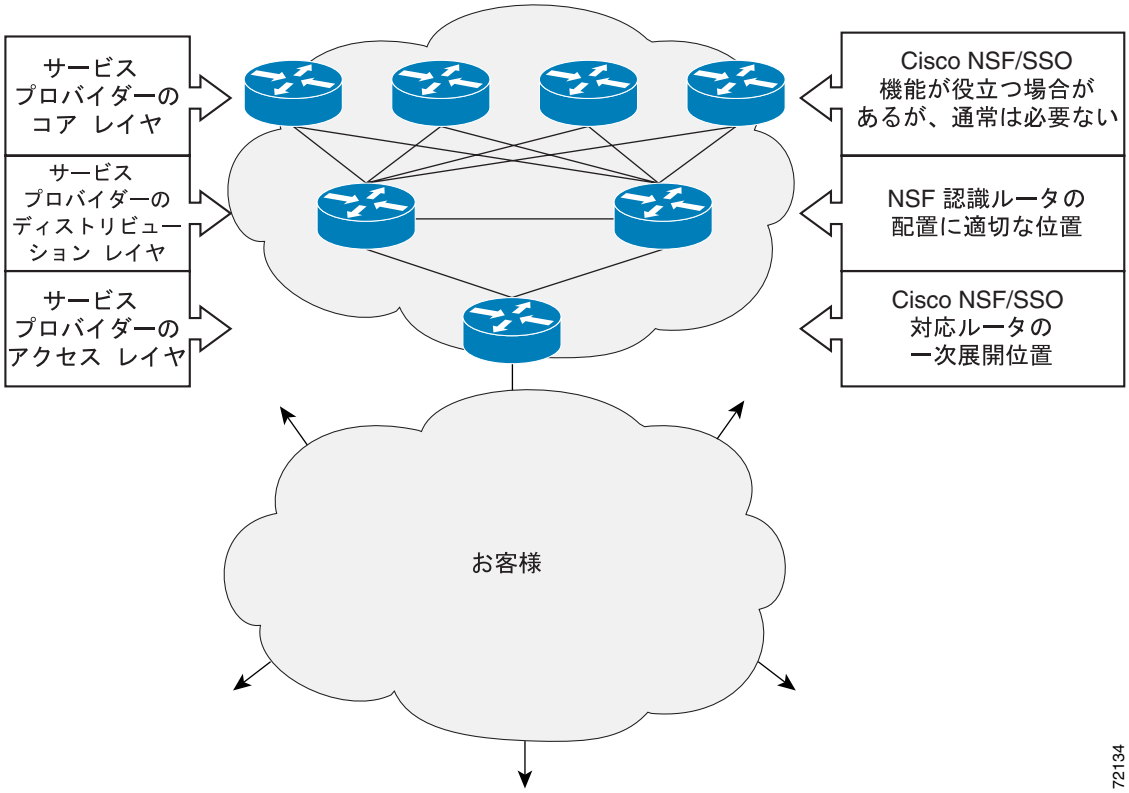
アクティブ スーパーバイザ エンジンが故障した場合、またはネットワーキング デバイスから取り外された場合に、アクティブ スーパーバイザ エンジンからスタンバイ スーパーバイザ エンジンへのスイッチオーバーが行われます。

Cisco NSF は、SSO と併用します。Cisco NSF によって、スイッチオーバー後にルーティング プロトコル情報が復元される間、データ パケットの転送が既知のルートで続行されます。Cisco NSF を使用すると、ピア ネットワーキング デバイスでルーティング フラップが発生することがなくなるため、カスタマーに対するサービス停止を回避できます。

図 5-1 は、サービス プロバイダー ネットワークに SSO が展開される一般的な方法を示します。この例では、Cisco NSF/SSO がサービス プロバイダー ネットワークのアクセス レイヤ（エッジ）でイネーブルにされています。このポイントで障害が発生すると、サービス プロバイダー ネットワークへのアクセスが必要なエンタープライズ カスタマーのサービスを損なう可能性があります。

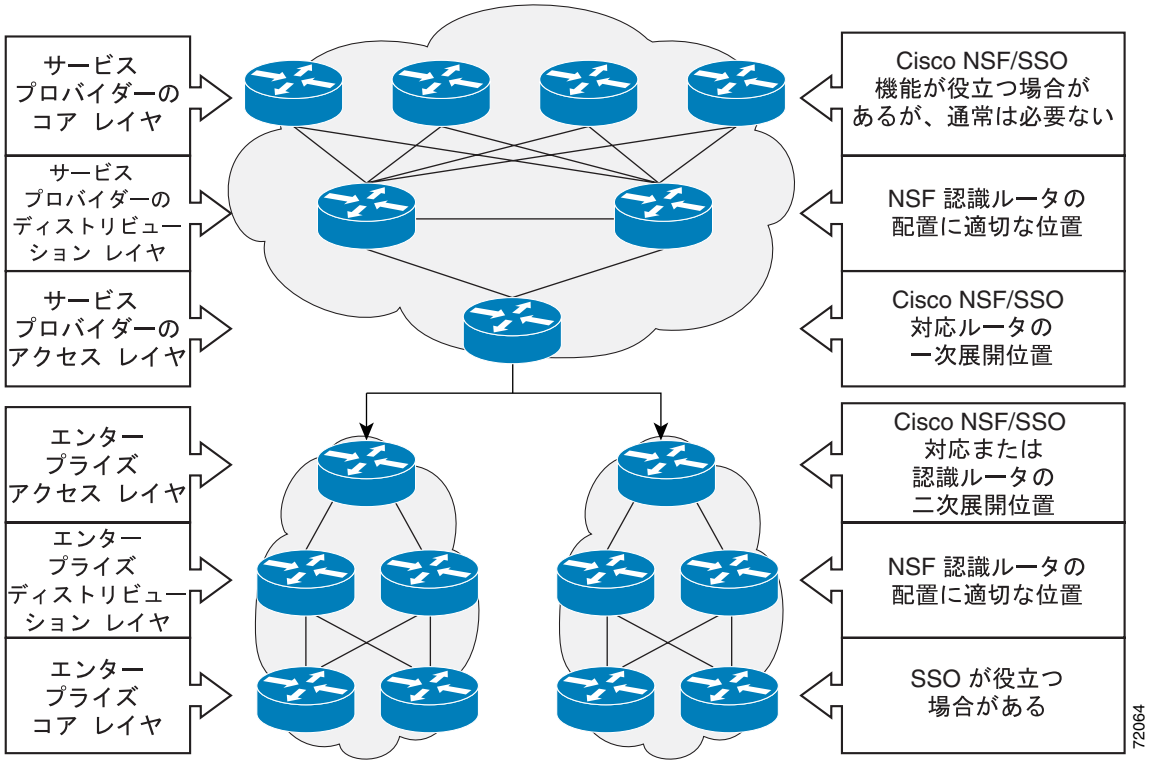
Cisco NSF プロトコルでは、隣接デバイスが Cisco NSF に関与している必要があるので、これらの隣接ディストリビューション レイヤ デバイスには、Cisco NSF 認識ソフトウェア イメージをインストールする必要があります。目的に応じて、ネットワークのコア レイヤで Cisco NSF および SSO 機能を展開することもできます。これを行うと、特定の障害が発生した場合のネットワーク機能およびサービスの復元にかかる時間を削減できるため、さらにアベイラビリティが向上します。

図 5-1　Cisco NSF/SSO ネットワーク展開：サービス プロバイダー ネットワーク



アベイラビリティの向上は、シングル ポイント障害が存在するネットワーク内の他のポイントに Cisco NSF/SSO を展開することによって得られます。図 5-2 は、エンタープライズ ネットワーク アクセス レイヤに Cisco NSF/SSO を適用するもう 1 つの展開方法を示します。この例では、エンタープライズ ネットワーク内の各アクセス ポイントが、ネットワーク設計内の他のシングル ポイント障害を表します。この例では、スイッチオーバーまたは計画されたソフトウェア アップグレードが行われても、エンタープライズ カスタマー セッションは中断することなくネットワーク内で稼働し続けます。

図 5-2　Cisco NSF/SSO ネットワーク展開：エンタープライズ ネットワーク



SSO の詳細については、『*Stateful Switchover*』を参照してください。

NSF の概要

Cisco NSF は、Cisco IOS ソフトウェアの SSO 機能と連動します。SSO は、Cisco NSF の前提条件です。NSF は、SSO と連動して、スイッチオーバー後にユーザがネットワークを使用できない時間を最小限に抑えます。Cisco NSF の主要目的は、スーパーバイザ エンジンのスイッチオーバー後にも IP パケットの転送を継続させることです。

通常、ネットワーク デバイスが再起動すると、そのデバイスのすべてのルーティング ピアは、デバイスがダウンし、そのあと再びアップになったことを検知します。このような移行によって、いわゆるルーティング フラップが発生します。ルーティング フラップは、複数のルーティング ドメインに広がる場合があります。ルーティングの再起動によって発生するルーティング フラップは、ルーティング動作を不安定にし、ネットワーク全体のパフォーマンスに悪影響を及ぼします。Cisco NSF は、SSO 対応のデバイスにおけるルーティング フラップを抑止することによって、ネットワークの安定性を保ちます。

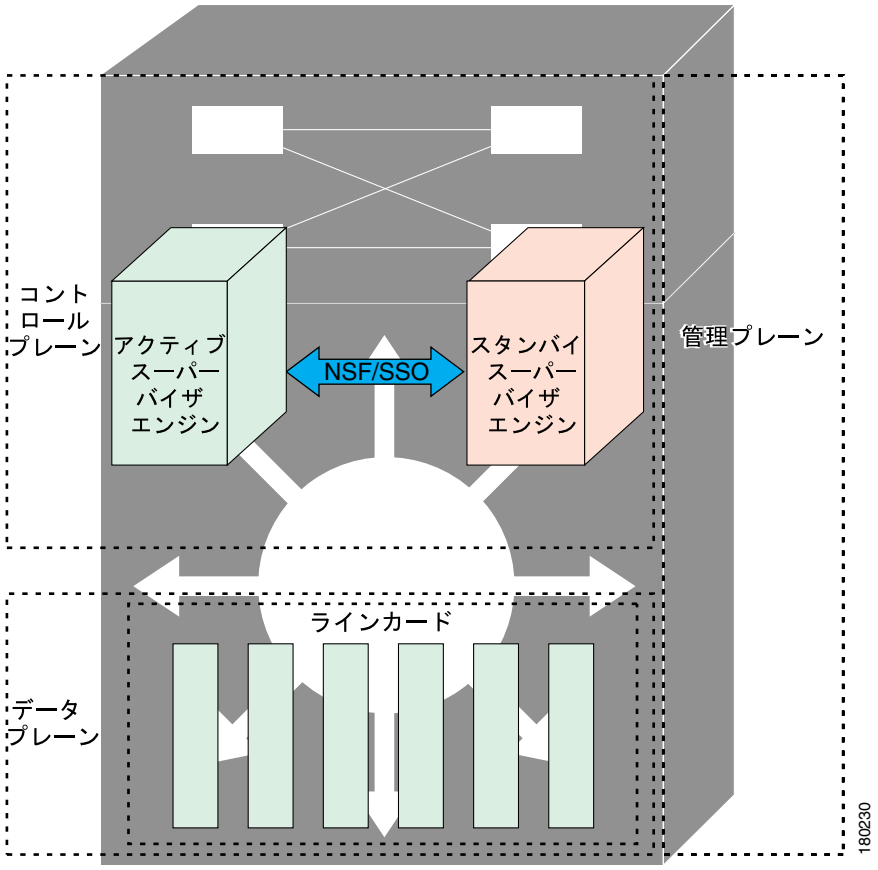
Cisco NSF によって、スイッチオーバー後にルーティング プロトコル情報が復元される間、データのパケットの転送が既知のルートで続行されます。Cisco NSF を使用すると、ピア ネットワーキング デバイスでルーティング フラップが発生することがありません。スイッチオーバー時に、故障したアクティブ スーパーバイザ エンジンからスタンバイ スーパーバイザ エンジンが制御を引き継ぐ間も、データ トラフィックが転送されます。Cisco NSF 動作で重要なのは、スイッチオーバー時に物理リンクがアップの状態を維持できる点と、アクティブ スーパーバイザ エンジン上の Forwarding Information Base（FIB; 転送情報ベース）との同期性が保たれる点です。

ISSU プロセスの概要

ISSU プロセスにより、Cisco IOS ソフトウェア アップグレードまたはダウングレードを実行している間、パケットの転送が継続されます。Cisco IOS ISSU は Cisco IOS ハイ アベイラビリティ インフラストラクチャ（Cisco NSF/SSO およびハードウェアの冗長構成）を利用し、システムの稼働中に変更を行えるようにすることによって、ソフトウェア アップグレードまたはバージョン変更に伴うダウンタイムをなくします（図 5-3 を参照）。

SSO/NSF モードは、アクティブ スーパーバイザ エンジンからスタンバイ スーパーバイザ エンジンへの設定とランタイム ステートの同期をサポートしています。これには、アクティブ スーパーバイザ エンジンとスタンバイ スーパーバイザ エンジンの両方のイメージが同じである必要があります。アクティブ スーパーバイザ エンジンとスタンバイ スーパーバイザ エンジンのイメージが異なる場合、IOS のこれらの 2 つバージョンが異なるフィーチャ セットとコマンドをサポートしていても、ISSU は 2 つのスーパーバイザ エンジンを同期させたまま維持します。

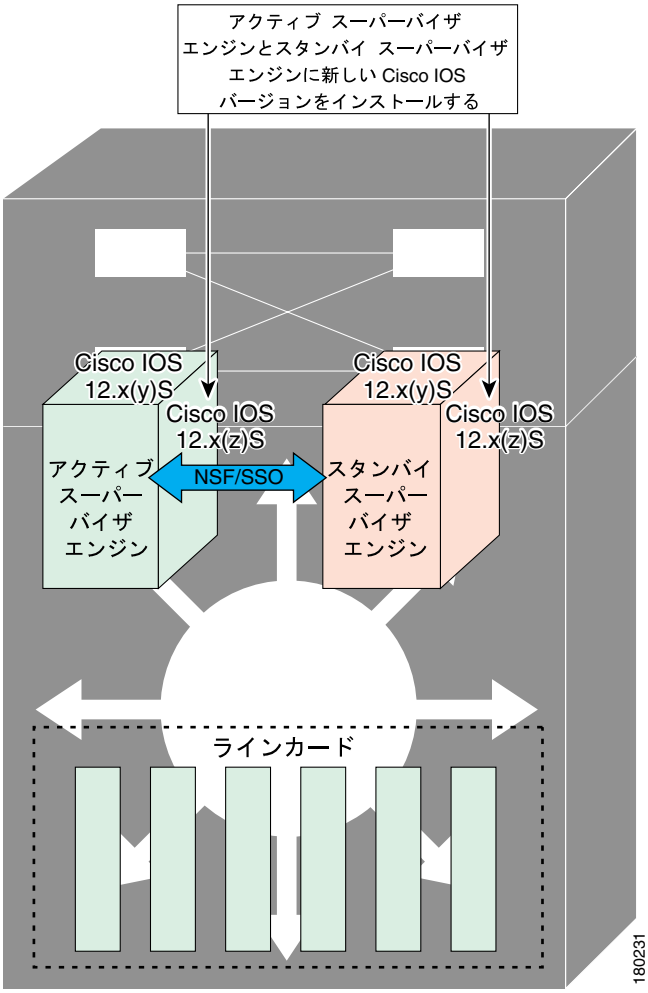
図 5-3　ISSU プロセスでのハイ アベイラビリティ機能およびハードウェアの冗長構成



ISSU 対応スイッチは、2 つのスーパーバイザ エンジン（アクティブとスタンバイ）および 1 つまたは複数のラインカードで構成されています。ISSU プロセスを開始する前に、両方のスーパーバイザ エンジンのファイル システムに Cisco IOS ソフトウェアをコピーします（図 5-4 を参照）。

（注） 次の図では、Cisco IOS 12.x(y)S は、IOS の*現在の*バージョンを表しています。

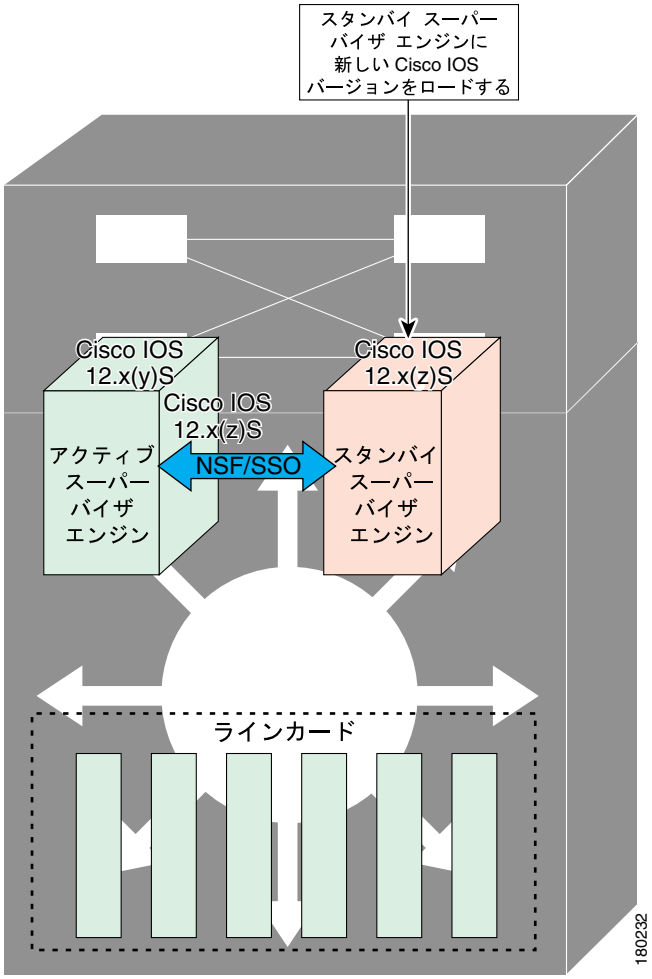
図 5-4　両方のスーパーバイザ エンジンへの新しい Cisco IOS ソフトウェア バージョンのインストールまたはコピー



両ファイル システムに Cisco IOS ソフトウェアをコピーしたあと、新しい Cisco IOS ソフトウェア バージョンをスタンバイ スーパーバイザ エンジンにロードします（図 5-5 を参照）。

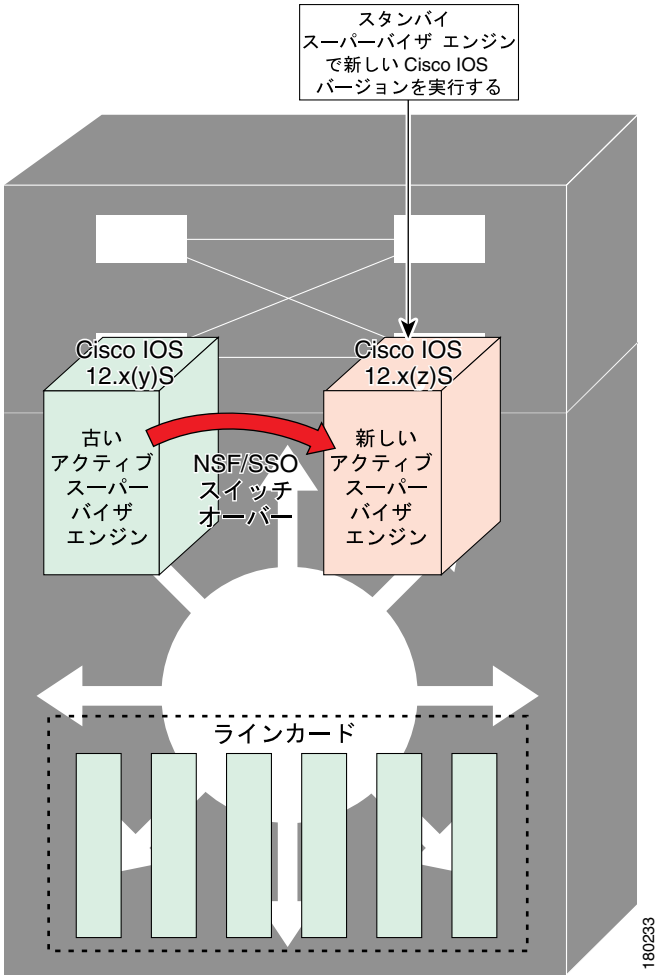
（注） ISSU 機能がないと、アクティブ スーパーバイザ エンジンとスタンバイ スーパーバイザ エンジンが 2 つの異なる IOS イメージ バージョンを実行している場合に、両者間で SSO/NSF 機能は動作しません。

図 5-5　スタンバイ スーパーバイザ エンジンへの新しい Cisco IOS ソフトウェア バージョンのロード



スイッチオーバー（RPR ではなく、NSF/SSO）のあと、スタンバイ スーパーバイザ エンジンが新しくアクティブになったスーパーバイザ エンジンとして機能を引き継ぎます（図 5-6 を参照）。

図 5-6　スタンバイ スーパーバイザ エンジンへのスイッチオーバー



以前にアクティブだったスーパーバイザ エンジンには古い IOS イメージがロードされているので、新しくアクティブになったスーパーバイザ エンジンに問題が発生した場合には、中断して、すでに古いイメージを実行しているアクティブだったスーパーバイザ エンジンにスイッチオーバーできます。その後、アクティブだったスーパーバイザ エンジンに新しい Cisco IOS ソフトウェア バージョンがロードされ、新しいスタンバイ スーパーバイザ エンジンになります（図 5-7 を参照）。

図 5-7　新しくスタンバイになったスーパーバイザ エンジンへの新しい Cisco IOS ソフトウェアのロード

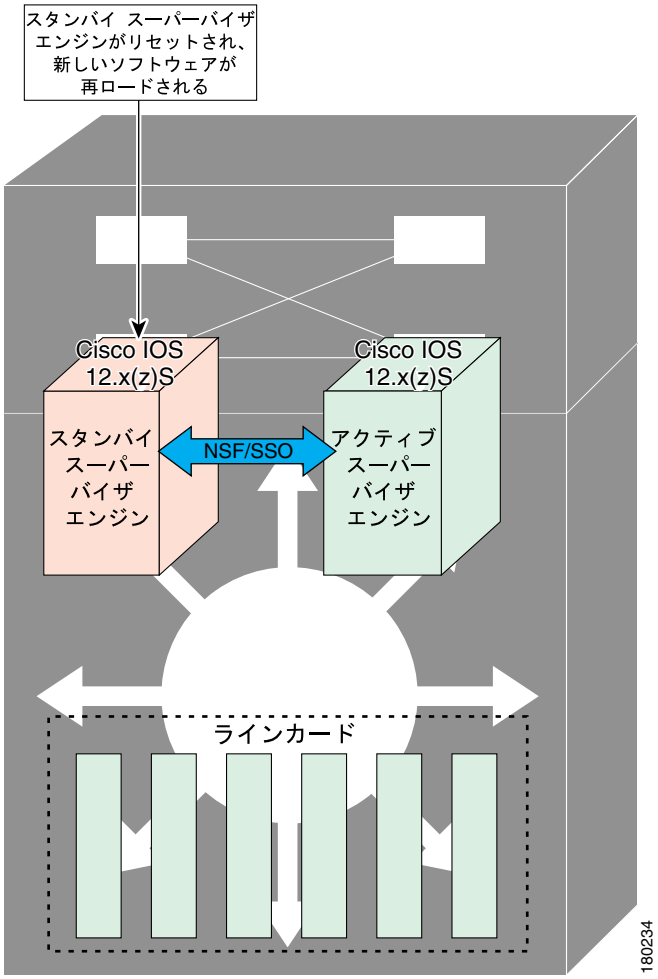
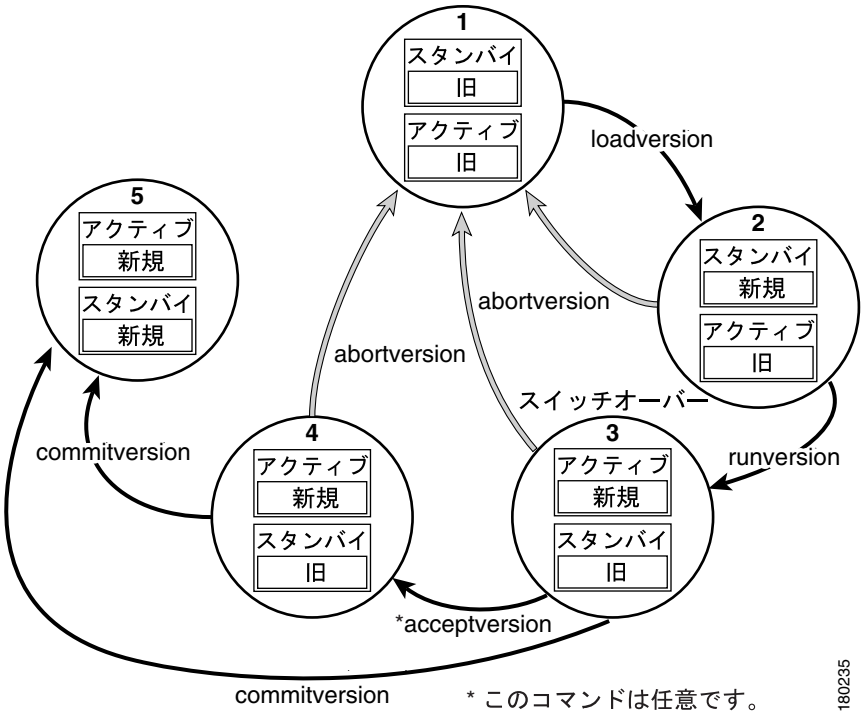


図 5-8 に、ISSU プロセス中の各ステップを示します。

図 5-8　ISSU プロセス中の各ステップ



ISSU をサポートする Cisco IOS ソフトウェアのバージョニング機能

ISSU が導入される以前は、SSO モードを実行するには、各スーパーバイザ エンジンで同じ Cisco IOS ソフトウェア バージョンを実行する必要がありました。

（注） 冗長 HA 構成のシステムの動作モードは、スタンバイ スーパーバイザ エンジンがアクティブ スーパーバイザ エンジンに登録するときにバージョン ストリングを交換することによって決まります。

システムが SSO モードを開始するのは、両方のスーパーバイザ エンジンで実行されているバージョンが同じである場合だけです。バージョンが同じでないと、冗長モードが RPR に変更されます。ISSU 機能を使用した場合、Cisco IOS イメージが同じでなくても、互換性のあるリリース レベルであれば両方のイメージを SSO モードで相互運用し、パケットの転送を継続したまま、ソフトウェアのアップグレードを行うことが可能になります。ISSU 機能が導入される前に行われていたバージョン チェックでは、システムが動作モードを決定できなくなりました。

ISSU では、ソフトウェア バージョン間の互換性を判別するための追加情報が必要になります。そのため、互換性マトリクスで、問題のバージョンにかかわる他のイメージに関する情報が定義されます。この互換性マトリクスは、2 つのソフトウェア バージョン（1 つは、アクティブ スーパーバイザ エンジンで実行されるソフトウェア バージョンで、もう一方はスタンバイ スーパーバイザ エンジンで実行されるソフトウェア バージョン）の互換性を表し、これによって、システムは実現可能な最も高度な動作モードを判別できます。バージョンに互換性がないと、SSO 動作モードに進むことができません。

Cisco IOS インフラストラクチャが内部的に変更されて、ISSU とともにサブシステム バージョニングが行われるように再設計されました。Cisco IOS サブシステムは、フィーチャ セットおよびソフトウェア コンポーネントのグループ化に対応しています。スーパーバイザ エンジン間でステート情報を維持する機能またはサブシステムは、HA 認識または、SSO クライアントです。ISSU フレームワークと呼ばれるメカニズムまたは ISSU プロトコルによって、Cisco IOS ソフトウェア内のサブシステムはアクティブ スーパーバイザ エンジンとスタンバイ スーパーバイザ エンジン間で通信を行って、スーパーバイザ エンジン間の通信のメッセージ バージョンをネゴシエーションすることができます。内部では、HA を認識するすべての NSF/SSO 対応アプリケーションまたはサブシステムが、このプロトコルに従って、異なるソフトウェア バージョンのピアとの通信を確立する必要があります（動作モードの詳細については、『*Stateful Switchover*』を参照してください）。

互換性マトリクス

アクティブ スーパーバイザ エンジンとスタンバイ スーパーバイザ エンジンの両方の Cisco IOS ソフトウェアが ISSU に対応しており、古いイメージと新しいイメージに互換性がある場合に、ISSU プロセスを実行できます。互換性マトリクス情報では、次のようにリリース間の互換性が示されます。

- Compatible（互換性がある）― ベースレベルのシステム インフラストラクチャとすべてのオプションの HA 認識サブシステムに互換性があります。これらのバージョン間のインサービス アップグレードまたはダウングレードが行われても、サービスに対する影響は最小限ですみます。マトリクス エントリでは、このようなイメージに対して Compatible（C）が指定されます。
- Base-level compatible（ベースレベルで互換性がある）― 1 つまたは複数のオプションの HA 認識サブシステムに互換性がありません。これらのバージョン間のインサービス アップグレードまたはダウングレードは正常に行われますが、IOS バージョンが旧式から新規に移行される際に、一部のサブシステムがステートを常に維持することができません。マトリクス エントリでは、このようなイメージに対して Base-level compatible（B）が指定されます。
- Incompatible（互換性がない）― SSO が正常に機能するためには、IOS 内に存在するシステム インフラストラクチャのコア セットがステートフル方式で相互動作できる必要があります。必要なこれらのいずれかの機能またはサブシステムが相互動作できないと、Cisco IOS ソフトウェア イメージの 2 つのバージョンに互換性がないと判定されます。これらのバージョン間でインサービス アップグレードまたはダウングレードを行うことはできません。マトリクス エントリでは、このようなイメージに対して Incompatible（I）が指定されます。システムは、アクティブ スーパーバイザ エンジンとスタンバイ スーパーバイザ エンジンの IOS バージョンに互換性がない間は RPR モードで稼働します。

  ISSU をサポートしないピアで ISSU を実行しようとすると、システムは代わりに RPR を自動的に使用します。

互換性マトリクスには、指定されたサポート ウィンドウ内の他のすべての Cisco IOS ソフトウェア バージョンに対してある Cisco IOS ソフトウェア イメージが持つ互換性の関係（たとえば、イメージが「認識」できるすべてのソフトウェア バージョン）が示され、各イメージにデータが格納された状態でリリースされます。マトリクスには、自身のリリースと以前のリリース間の互換性の情報が含まれています。常に最新のリリースに、その分野の既存のリリースとの互換性に関する最新情報が含まれます。互換性マトリクスは Cisco IOS ソフトウェア イメージ内および Cisco.com で入手できるため、ISSU プロセスを使用してアップグレードを行えるかどうかを前もって判別できます。

任意のシステムの 2 つのソフトウェア バージョン間の互換性マトリクス データを表示するには、**show issu comp-matrix stored** コマンドを入力します。

（注） このコマンドは、ISSU プロセスが開始した*あとでのみ*使用できるので、*確認する場合にのみ*有効です。ISSU を開始する前に互換性マトリクスをチェックする場合に便利です。Feature Navigator を使用すると、必要な情報を取得できます。

http://tools.cisco.com/ITDIT/CFN/jsp/index.jsp

ISSU に対する SNMP サポート

SSO に対する SNMP は、アクティブ スーパーバイザ エンジンとスタンバイ スーパーバイザ エンジンが同じ Cisco IOS ソフトウェア バージョンを実行していることを前提として、SNMP 設定と MIB（management information base; 管理情報ベース）を同期化するメカニズムを提供し、アクティブ スーパーバイザ エンジンからスタンバイ スーパーバイザ エンジンへの SSO をサポートしています。この前提は、ISSU には当てはまりません。

ISSU を使用した場合、SNMP クライアントは必要に応じて、2 つの異なる Cisco IOS バージョン間で MIB の変換を行うことができます。SNMP クライアントはすべての MIB の変換を行い、アクティブ スーパーバイザ エンジンとスタンバイ スーパーバイザ エンジン間送受信機能を行います。SNMP の実行時に、両方の Cisco IOS リリースの MIB バージョンが同じである場合にのみ、MIB がアクティブ スーパーバーザ エンジンからスタンバイ スーパーバイザ エンジンに完全に同期化されます。

Cisco Feature Navigator を使用した互換性の検証

Cisco Feature Navigator の ISSU アプリケーションでは、次の内容を実行することができます。

- ISSU 対応イメージを選択する
- そのイメージと互換性があるイメージを確認する
- 2 つのイメージを比較して、イメージの互換性レベル（Compatible、Base-level compatible、および Incompatible）を理解する
- 2 つのイメージを比較して、各 ISSU クライアントのクライアント互換性を参照する
- イメージのリリース ノートに対するリンクを提供する

ISSU プロセスの実行方法

デバイスの動作モードであり、ISSU を実行するための前提条件である SSO とは異なり、ISSU プロセスはスイッチの稼動中に実行される一連のステップです。このステップによって、Cisco IOS ソフトウェアが新しいソフトウェアにアップグレードまたは変更されますが、トラフィックへの影響は最小限に抑えられます。

ISSU プロセスの実行中は、次の制約事項に注意してください。

- ISSU を使用している場合でも、メンテナンス ウィンドウの間にアップグレードを実行することを推奨します。
- ISSU プロセス中は、設定の変更が必要になるような新しい機能をイネーブルにしないでください。
- ダウングレードを行う場合、Cisco IOS ソフトウェア イメージのダウングレード リビジョンにない機能があったときは、ISSU プロセスを開始する前にその機能をディセーブルにしてください。

ここでは、次の内容について説明します。

ISSU ソフトウェア インストレーションの確認

ISSU プロセスには、5 つのステート（Disabled、Init、Load Version、Run Version、および System Reset）があります。**show issu state** コマンドを使用すると、現在の ISSU ステートを取得できます。

- Disabled ステート ― スタンバイ スーパーバイザ エンジンがリセットされている間のこのエンジンの状態
- Init ステート ― ISSU プロセスが開始する前の、2 つのスーパーバイザ エンジン（1 つはアクティブで、もう一方はスタンバイ）の初期ステートです。ISSU プロセスが完了したあとの最終ステートでもあります。
- Load Version（LV）ステート ― スタンバイ スーパーバイザ エンジンに新しい Cisco IOS ソフトウェア バージョンがロードされています。
- Run Version（RV）ステート ― **issu runversion** コマンドによって、スーパーバイザ エンジンのスイッチオーバーが強制されます。新しくアクティブになったスーパーバイザ エンジンが現在新しい Cisco IOS ソフトウェア イメージを実行しています。
- System Reset（SR）ステート ― このステートは Init ステートに達する前に **issu abortversion** コマンドを実行した場合、または **issu acceptversion** コマンドを実行する前にロールバック タイマーの期限が切れた場合に、発生します。

show コマンドを入力して、ISSU プロセス中のステートに関する情報を取得して、ISSU ソフトウェア インストレーションを確認できます。

手順の要約

1. **enable**
2. **show issu state** [**detail**]
3. **show redundancy**

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	`Switch> enable`	特権 EXEC モードをイネーブルにします。 • プロンプトが表示されたら、パスワードを入力します。
ステップ 2	`Switch# show issu state [detail]`	ISSU プロセス中のステートを表示します。
ステップ 3	`Switch# show redundancy`	デバイスの現在または過去のステータス、モード、および関連する冗長情報を表示します。

次に、ISSU プロセス中のスーパーバイザ エンジンのステートと現在のステータスを表示する例を示します。

```
Switch> enable
Switch# show issu state
Switch# show redundancy
```

ISSU プロセスを開始する前の冗長モードの確認

ISSU プロセスを開始する前に、システムの冗長モードを確認して、NSF/SSO を必ず設定するようにしてください。

次に、システムが SSO モードを開始しており、スロット 1 がアクティブ スーパーバイザ エンジンで、スロット 2 がスタンバイ スーパーバイザ エンジンであることを確認する例を示します。両方のスーパーバイザ エンジンで同じ Cisco IOS ソフトウェア イメージを実行しています。

```
Switch# show redundancy states
       my state = 13 -ACTIVE
     peer state = 8  -STANDBY HOT
           Mode = Duplex
           Unit = Primary
        Unit ID = 1


Redundancy Mode (Operational) = Stateful Switchover
Redundancy Mode (Configured)  = Stateful Switchover
Redundancy State              = Stateful Switchover
Maintenance Mode = Disabled
    Manual Swact = enabled
  Communications = Up

   client count = 39
 client_notification_TMR = 240000 milliseconds
          keep_alive TMR = 9000 milliseconds
        keep_alive count = 0
    keep_alive threshold = 18
           RF debug mask = 0x0


Switch# show redundancy
Redundant System Information :
------------------------------
       Available system uptime = 1 minute
Switchovers system experienced = 0
              Standby failures = 0
        Last switchover reason = none

                 Hardware Mode = Duplex
    Configured Redundancy Mode = Stateful Switchover
     Operating Redundancy Mode = Stateful Switchover
               Maintenance Mode = Disabled
                 Communications = Up

Current Processor Information :
-------------------------------
               Active Location = slot 1
        Current Software state = ACTIVE
       Uptime in current state = 0 minutes
                 Image Version = Cisco IOS Software, Catalyst 4500 L3 Switch Software
(cat4500-ENTSERVICES-M), Version 12.2(31)SGA, RELEASE SOFTWARE (fc1)
Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
Copyright (c) 1986-2006 by Cisco Systems, Inc.
Compiled Tue 05-Sep-06 16:16 by sanjdas
                         BOOT = bootflash:old_image,1;
        Configuration register = 0x822

Peer Processor Information :
-----------------------------
              Standby Location = slot 2
        Current Software state = STANDBY HOT
       Uptime in current state = 1 minute
                 Image Version = Cisco IOS Software, Catalyst 4500 L3 Switch Software
(cat4500-ENTSERVICES-M), Version 12.2(31)SGA, RELEASE SOFTWARE (fc1)
Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
Copyright (c) 1986-2006 by Cisco Systems, Inc.
Compiled Tue 05-Sep-06 16:16 by sanjdas
                         BOOT = bootflash:old_image,1;
        Configuration register = 0x822
```

ISSU プロセスを開始する前の ISSU ステートの確認

アクティブ スーパーバイザ エンジンとスタンバイ スーパーバイザ エンジンがアップおよび ISSU Init ステートで、ブート変数が設定されており、有効なファイルが指定されていることを確認します。

次に、プロセスが開始する前に ISSU ステートを表示する例を示します。

```
Switch# show issu state detail
                        Slot = 1
                   RP State = Active
                  ISSU State = Init
                Boot Variable = bootflash:old_image,1;
              Operating Mode = Stateful Switchover
             Primary Version = N/A
           Secondary Version = N/A
             Current Version = bootflash:old_image

                        Slot = 2
                   RP State = Standby
                  ISSU State = Init
                Boot Variable = bootflash:old_image,1;
              Operating Mode = Stateful Switchover
             Primary Version = N/A
           Secondary Version = N/A
             Current Version = bootflash:old_image
```

新しい Cisco IOS ソフトウェア バージョンが両方のスーパーバイザ エンジンに存在する必要があります。次に、新しいバージョンが存在することを確認するために、それぞれのスーパーバイザ エンジンのディレクトリ情報を表示する例を示します。

```
Switch# dir bootflash:
Directory of bootflash:/

    5  -rwx    13636500   Sep 6 2006 09:32:33 +00:00  old_image
    6  -rwx    13636500   Sep 6 2006 09:34:07 +00:00  new_image

61341696 bytes total (1111388 bytes free)

Switch# dir slavebootflash:
Directory of slavebootflash:/

    4  -rwx    13636500   Sep 6 2006 09:40:10 +00:00  old_image
    5  -rwx    13636500   Sep 6 2006 09:42:13 +00:00  new_image

61341696 bytes total (1116224 bytes free)
```

スタンバイ スーパーバイザ エンジンへの新しい Cisco IOS ソフトウェアのロード

ここでは、ISSU を使用して、スタンバイ スーパーバイザ エンジンに新しい Cisco IOS ソフトウェア バージョンをロードする方法について説明します。

前提条件

- 新しい Cisco IOS ソフトウェア イメージのバージョンがアクティブ スーパーバイザ エンジンとスタンバイ スーパーバイザ エンジンの両方にすでに存在していることを確認します。また、適切なブート パラメータ（BOOT ストリングおよびコンフィギュレーション レジスタ）がスタンバイ スーパーバイザ エンジンに設定されていることを確認します。
- （任意）追加のテストおよびコマンドを実行して、あとで比較するために必要なピアおよびインターフェイスの現在のステートを判別します。

- システム（アクティブ スーパーバイザ エンジンとスタンバイ スーパーバイザ エンジンの両方）が SSO 冗長モードを開始していることを確認します。システムが SSO モードではなく、RPR モードである場合、ISSU CLI コマンドを使用してシステムをアップグレードすることはできますが、アップグレード中にシステムが大量のパケットを損失します。

  スーパーバイザ エンジンに SSO モードを設定する方法の詳細については、『*Stateful Switchover*』を参照してください。
- ISSU が機能するためには、アクティブ スーパーバイザ エンジンとスタンバイ スーパーバイザ エンジンのイメージ名が一致する必要があります。

アクティブ スーパーバイザ エンジンで次の手順を実行します。

手順の要約

1. **enable**
2. **issu loadversion** *active-slot active-image-new standby-slot standby-image-new* [***forced***]
3. **show issu state** [**detail**]
4. **show redundancy**[**states**]

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	`Switch> enable`	特権 EXEC モードをイネーブルにします。 • プロンプトが表示されたら、パスワードを入力します。
ステップ 2	`Switch# issu loadversion` *active-slot active-image-new standby-slot standby-image-new* [***forced***]	ISSU プロセスを開始します。また、新しい Cisco IOS ソフトウェア バージョンに互換性がないことが検知された場合には、自動ロールバックを無効にします（任意）。 **issu loadversion** コマンドを入力してからスタンバイ スーパーバイザ エンジンに Cisco IOS ソフトウェアがロードされて、スタンバイ スーパーバイザ エンジンが SSO モードに移行するまでには数秒かかります。これによって、スタンバイ スーパーバイザ エンジンに新しいイメージがリロードされます。 **forced** オプションを使用すると、スタンバイ スーパーバイザ エンジンが新しいイメージで起動します。スタンバイ スーパーバイザ エンジンにイメージがロードされたあと、イメージに互換性がないと、システムは強制的に RPR モードになります。それ以外の場合、システムは SSO モードを続行します。
ステップ 3	`Switch# show issu state [detail]`	ISSU プロセス中のスーパーバイザ エンジンのステートを表示します。ISSU プロセスのこの時点で、このコマンドを使用して、スタンバイ スーパーバイザ エンジンがロードされ、SSO モードを開始していることを確認します。 **issu loadversion** コマンドを入力してからスタンバイ スーパーバイザ エンジンに Cisco IOS ソフトウェアがロードされて、スタンバイ スーパーバイザ エンジンが SSO モードに移行するまでには数秒かかります。**show issu state** コマンドを入力するタイミングが早すぎると、必要な情報が表示されない場合があります。
ステップ 4	`Switch# show redundancy [states]`	冗長ファシリティ ステート情報を表示します。

次に、ISSU プロセスを開始し、スタンバイ スーパーバイザ エンジンを Standby Hot ステートで起動し、スタンバイ スーパーバイザ エンジン（スロット 2）に新しいイメージをロードする例を示します。

```
Switch> enable
Switch# issu loadversion 1 bootflash:new_image 2 slavebootflash:new_image
Switch# show issu state detail
                        Slot = 1
                   RP State = Active
                  ISSU State = Load Version
                Boot Variable = bootflash:old_image,12
              Operating Mode = Stateful Switchover
             Primary Version = bootflash:old_image
           Secondary Version = bootflash:new_image
             Current Version = bootflash:old_image

                        Slot = 2
                   RP State = Standby
                  ISSU State = Load Version
                Boot Variable = bootflash:new_image,12;bootflash:old_image,12
              Operating Mode = Stateful Switchover
             Primary Version = bootflash:old_image
           Secondary Version = bootflash:new_image
             Current Version = bootflash:new_image


Switch# show redundancy states
       my state = 13 -ACTIVE
     peer state = 8  -STANDBY HOT
           Mode = Duplex
           Unit = Primary
        Unit ID = 1


Redundancy Mode (Operational) = Stateful Switchover
Redundancy Mode (Configured)  = Stateful Switchover
Redundancy State              = Stateful Switchover
Maintenance Mode = Disabled
    Manual Swact = enabled
  Communications = Up

   client count = 39
 client_notification_TMR = 240000 milliseconds
          keep_alive TMR = 9000 milliseconds
        keep_alive count = 1
    keep_alive threshold = 18
           RF debug mask = 0x0
```

次に、forced オプションによってシステムが RPR モードに移行する例を示します。

```
Switch> enable
Switch# issu loadversion 1 bootflash:new_image 2 slavebootflash:new_image forced
Switch# show issu state detail
                         Slot = 1
                    RP State = Active
                   ISSU State = Load Version
                  Boot Variable = bootflash:old_image,12
                 Operating Mode = RPR
                Primary Version = bootflash:old_image
              Secondary Version = bootflash:new_image
                Current Version = bootflash:old_image

                         Slot = 2
                    RP State = Standby
                   ISSU State = Load Version
                  Boot Variable = bootflash:new_image,12;bootflash:old_image,12
                 Operating Mode = RPR
                Primary Version = bootflash:old_image
              Secondary Version = bootflash:new_image
                Current Version = bootflash:new_image
```

次に、冗長モードが RPR として表示される例を示します。

```
Switch# show redundancy states
       my state = 13 -ACTIVE
     peer state = 4  -STANDBY COLD
           Mode = Duplex
           Unit = Primary
        Unit ID = 1


Redundancy Mode (Operational) = RPR
Redundancy Mode (Configured)  = Stateful Switchover
Redundancy State              = RPR
Maintenance Mode = Disabled
    Manual Swact = enabled
  Communications = Up

   client count = 39
 client_notification_TMR = 240000 milliseconds
          keep_alive TMR = 9000 milliseconds
        keep_alive count = 1
    keep_alive threshold = 18
           RF debug mask = 0x0
```

スタンバイ スーパーバイザ エンジンへの切り替え

この作業では、新しい Cisco IOS ソフトウェア イメージを実行しているスタンバイ スーパーバイザ エンジンへのスイッチオーバー方法について説明します。

アクティブ スーパーバイザ エンジンで次の手順を実行します。

手順の要約

1. **enable**
2. **issu runversion** *standby-slot [standby-image-new]*
3. **show issu state** [**detail**]
4. **show redundancy**[**states**]

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	`Switch> enable`	特権 EXEC モードをイネーブルにします。 • プロンプトが表示されたら、パスワードを入力します。
ステップ 2	`Switch# issu runversion` *standby-slot [standby-image-new]*	アクティブ スーパーバイザ エンジンからスタンバイ スーパーバイザ エンジンへのスイッチオーバーを強制し、アクティブだった（現在はスタンバイ）スーパーバイザ エンジンに古いイメージをリロードします。 **issu runversion** コマンドを入力すると SSO のスイッチオーバーが実行され、設定されている場合は NSF プロシージャが起動します。
ステップ 3	`Switch# show issu state [detail]`	ISSU プロセス中のスーパーバイザ エンジンのステートを表示します。ISSU プロセスのこの時点で、このコマンドを使用して、スロット 2 でスイッチオーバーが行われていることを確認します。
ステップ 4	`Switch# show redundancy [states]`	冗長ファシリティ ステート情報を表示します。

次に、スタンバイだったスーパーバイザ エンジン（スロット 2）へのスイッチオーバーを発生させ、アクティブだったスーパーバイザ エンジンをリセットしたうえで古いイメージをリロードしてスタンバイ スーパーバイザ エンジンにする例を示します。

```
Switch> enable
Switch# issu runversion 2 slavebootflash:new_image
This command will reload the Active unit.  Proceed ? [confirm]

A switchover happens at this point. At the new active supervisor engine, do the
following after old active supervisor engine comes up as standby.

Switch# show issu state detail
                           Slot = 2
                      RP State = Active
                     ISSU State = Run Version
                   Boot Variable = bootflash:new_image,12;bootflash:old_image,12
                  Operating Mode = Stateful Switchover
                Primary Version = bootflash:new_image
              Secondary Version = bootflash:old_image
                Current Version = bootflash:new_image

                           Slot = 1
                      RP State = Standby
                     ISSU State = Run Version
                   Boot Variable = bootflash:old_image,12
                  Operating Mode = Stateful Switchover
                Primary Version = bootflash:new_image
              Secondary Version = bootflash:old_image
                Current Version = bootflash:old_image
```

（注） 新しくアクティブになったスーパーバイザ エンジンは現在新しいソフトウェア バージョンを実行し、スタンバイ スーパーバイザ エンジンは古いソフトウェア バージョンを実行し、STANDBY HOT ステートの状態です。

```
Switch# show redundancy states
       my state = 13 -ACTIVE
     peer state = 8  -STANDBY HOT
           Mode = Duplex
           Unit = Secondary
        Unit ID = 2


Redundancy Mode (Operational) = Stateful Switchover
Redundancy Mode (Configured)  = Stateful Switchover
Redundancy State              = Stateful Switchover
Maintenance Mode = Disabled
    Manual Swact = enabled
  Communications = Up

   client count = 39
 client_notification_TMR = 240000 milliseconds
          keep_alive TMR = 9000 milliseconds
        keep_alive count = 1
    keep_alive threshold = 18
           RF debug mask = 0x0
```

runversion が完了すると、新しくアクティブになったスーパーバイザ エンジンが新しいソフトウェア バージョンを実行し、アクティブだったスーパーバイザ エンジンがスタンバイ スーパーバイザ エンジンになります。スタンバイがリセットされたうえでリロードされますが、以前のソフトウェア バージョンのまま、STANDBY HOT ステータスでオンラインに戻ります。次に、これらの状態を確認する例を示します。

```
Switch# show redundancy
Redundant System Information :
------------------------------
       Available system uptime = 23 minutes
Switchovers system experienced = 1
              Standby failures = 0
        Last switchover reason = user forced

                 Hardware Mode = Duplex
    Configured Redundancy Mode = Stateful Switchover
     Operating Redundancy Mode = Stateful Switchover
              Maintenance Mode = Disabled
                Communications = Up

Current Processor Information :
------------------------------
               Active Location = slot 2
        Current Software state = ACTIVE
       Uptime in current state = 11 minutes
                 Image Version = Cisco IOS Software, Catalyst 4500 L3 Switch Software
(cat4500-ENTSERVICES-M), Version 12.2(31)SGA, RELEASE SOFTWARE (fc1)
Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
Copyright (c) 1986-2006 by Cisco Systems, Inc.
Compiled Tue 05-Sep-06 16:16 by sanjdas
                         BOOT = bootflash:new_image,12;bootflash:old_image,12
        Configuration register = 0x822

Peer Processor Information :
----------------------------
              Standby Location = slot 1
        Current Software state = STANDBY HOT
       Uptime in current state = 4 minutes
                 Image Version = Cisco IOS Software, Catalyst 4500 L3 Switch Software
(cat4500-ENTSERVICES-M), Version 12.2(31)SGA, RELEASE SOFTWARE (fc1)
Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
Copyright (c) 1986-2006 by Cisco Systems, Inc.
Compiled Tue 05-Sep-06 16:16 by sanjdas
                         BOOT = bootflash:old_image,12
        Configuration register = 0x822
```

ISSU ロールバック タイマーの停止（任意）

ここでは、ロールバック タイマーを停止する方法について説明します。これは、任意で行う操作です。

ロールバック タイマーが「タイムアウト」する前に次の手順を実行しなかった場合、システムが自動的に ISSU プロセスを中断し、元の Cisco IOS ソフトウェア バージョンに戻ります。デフォルトのロールバック タイマーは 45 分です。

行う必要がある操作は、次のように判断します。

- スイッチを長時間この状態で維持する場合は、ロールバック タイマーを停止する必要があります（その後、確認して、直接 **commitversion** コマンドを実行します）。
- 45 分間のロールバック タイマー ウィンドウ内に次のステップ（[acceptversion] を実行）に進む場合は、ロールバック タイマーを停止する必要はありません。

（注） **issu runversion** コマンドのあと、任意で **issu acceptversion** コマンドを実行することができます。

手順の要約

1. **enable**
2. **issu acceptversion** *active-slot-number [active-slot-number]*
3. **show issu state** [**detail**]

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	`Switch> enable`	特権 EXEC モードをイネーブルにします。 • プロンプトが表示されたら、パスワードを入力します。
ステップ 2	`Switch# issu acceptversion` *active-slot [active-image-new]*	ロールバック タイマーを中止し、新しい Cisco IOS ISSU プロセスが ISSU プロセス中に自動的に中断されていないようにします。 ロールバック タイマーによって指定された時間内に **issu acceptversion** コマンドを入力して、スーパーバイザ エンジンが外部への接続を確立したことを承認します。そうしないと、ISSU プロセスが終了し、システムはスタンバイ スーパーバイザ エンジンに切り替えて、以前の Cisco IOS ソフトウェア バージョンに戻ります。
ステップ 3	`Switch# show issu rollback-timer`	自動ロールバックが行われるまでの時間を表示します。

次に、停止する前のタイマーを表示する例を示します。次の例では、[Automatic Rollback Time] 情報に、自動ロールバックが行われるまでの時間が示されています。

```
Switch> enable
Switch# show issu rollback-timer
        Rollback Process State = In progress
      Configured Rollback Time = 45:00
       Automatic Rollback Time = 38:30

Switch# issu acceptversion 2 bootflash:new_image
% Rollback timer stopped. Please issue the commitversion command.
Switch# show issu rollback-timer
        Rollback Process State = Not in progress
      Configured Rollback Time = 45:00
```

新しくスタンバイになったスーパーバイザ エンジンへの新しい Cisco IOS ソフトウェアのロード

ここでは、新しくスタンバイになったスーパーバイザ エンジンに新しい Cisco IOS ソフトウェア バージョンをロードする方法について説明します。

アクティブ スーパーバイザ エンジンで次の手順を実行します。

手順の要約

1. **enable**
2. **issu commitversion** *standby-slot [standby-image-new]*

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	`Switch> enable`	特権 EXEC モードをイネーブルにします。 • プロンプトが表示されたら、パスワードを入力します。
ステップ 2	`Switch# issu commitversion` *standby-slot-number [standby-image-new]*	新しい Cisco IOS ソフトウェア イメージがスタンバイ スーパーバイザ エンジンにロードされるようにします。
ステップ 3	`Switch# show redundancy` [states]	冗長ファシリティ ステート情報を表示します。
ステップ 4	`Switch# show issu state` [**detail**]	ISSU プロセス中のスーパーバイザ エンジンのステートを表示します。ISSU プロセスのこの時点で、このコマンドを使用して、スロット 2 でスイッチオーバーが行われていることを確認します。

次に、現在のスタンバイ スーパーバイザ エンジン（スロット 1）をリセットして、新しい Cisco IOS ソフトウェア バージョンをリロードする例を示します。**commitversion** コマンドを発行したあと、スタンバイ スーパーバイザ エンジンが Standby Hot ステートで起動します。

```
Switch> enable
Switch# issu commitversion 1 slavebootflash:new_image

Wait till standby supervisor is reloaded with the new image. Then apply the following:

Switch# show redundancy states
00:17:12: %RF-5-RF_TERMINAL_STATE: Terminal state reached for (SSO)
       my state = 13 -ACTIVE
     peer state = 8  -STANDBY HOT
           Mode = Duplex
           Unit = Secondary
        Unit ID = 2


Redundancy Mode (Operational) = Stateful Switchover
Redundancy Mode (Configured)  = Stateful Switchover
Redundancy State              = Stateful Switchover
Maintenance Mode = Disabled
    Manual Swact = enabled
  Communications = Up

   client count = 39
 client_notification_TMR = 240000 milliseconds
          keep_alive TMR = 9000 milliseconds
        keep_alive count = 0
    keep_alive threshold = 18
           RF debug mask = 0x0
```

```
Switch# show redundancy
Redundant System Information :
------------------------------
       Available system uptime = 41 minutes
Switchovers system experienced = 1
              Standby failures = 1
        Last switchover reason = user forced

                 Hardware Mode = Duplex
    Configured Redundancy Mode = Stateful Switchover
     Operating Redundancy Mode = Stateful Switchover
              Maintenance Mode = Disabled
                Communications = Up

Current Processor Information :
-------------------------------
               Active Location = slot 2
        Current Software state = ACTIVE
       Uptime in current state = 29 minutes
                 Image Version = Cisco IOS Software, Catalyst 4500 L3 Switch Software
(cat4500-ENTSERVICES-M), Version 12.2(31)SGA, RELEASE SOFTWARE (fc1)
Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
Copyright (c) 1986-2006 by Cisco Systems, Inc.
Compiled Tue 05-Sep-06 16:16 by sanjdas
                         BOOT = bootflash:new_image,12;bootflash:old_image,1;
        Configuration register = 0x822

Peer Processor Information :
----------------------------
              Standby Location = slot 1
        Current Software state = STANDBY HOT
       Uptime in current state = 12 minutes
                 Image Version = Cisco IOS Software, Catalyst 4500 L3 Switch Software
(cat4500-ENTSERVICES-M), Version 12.2(31)SGA, RELEASE SOFTWARE (fc1)
Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
Copyright (c) 1986-2006 by Cisco Systems, Inc.
Compiled Tue 05-Sep-06 16:16 by sanjdas
                         BOOT = bootflash:new_image,12;bootflash:old_image,1;
        Configuration register = 0x822

Switch# show issu state detail
                           Slot = 2
                      RP State = Active
                     ISSU State = Init
                    Boot Variable = bootflash:new_image,12;bootflash:old_image,1;
                   Operating Mode = Stateful Switchover
                  Primary Version = N/A
                Secondary Version = N/A
                  Current Version = bootflash:new_image

                           Slot = 1
                      RP State = Standby
                     ISSU State = Init
                    Boot Variable = bootflash:new_image,12;bootflash:old_image,1;
                   Operating Mode = Stateful Switchover
                  Primary Version = N/A
                Secondary Version = N/A
                  Current Version = bootflash:new_image
```

ISSU プロセスが完了しました。これ以降、Cisco IOS ソフトウェア バージョンのアップグレードまたはダウングレードを行うには、新しい ISSU プロセスの起動が必要になります。

ISSU プロセス中のソフトウェア アップグレードの中断

issu abortversion コマンドを発行して、どの段階においても手動で ISSU プロセスを中断できます（**issu commitversion** コマンドを発行する前）。また、ソフトウェアによる障害の検知によっても、ISSU プロセスは自動的に中断します。

（注） スタンバイ スーパーバイザ エンジンが Standby Hot ステートに移行する前に、**issu abortversion** コマンドを発行すると、トラフィックが中断する可能性があります。

issu loadversion コマンドを発行したあとにプロセスを手動で中断した場合、スタンバイ スーパーバイザ エンジンがリセットされ、元のソフトウェアがリロードされます。

issu runversion または **issu acceptversion** コマンドのいずれかを入力したあとにプロセスが中断された場合は、元のソフトウェア バージョンを引き続き実行している新しいスタンバイ スーパーバイザ エンジンで 2 回めのスイッチオーバーが実行されます。新しいソフトウェアを実行していたスーパーバイザ エンジンがリセットされ、元のソフトウェア バージョンがリロードされます。

（注） アクティブなスーパーバイザのコマンドで **abortversion** コマンドを発行する *前*に、スタンバイ スーパーバイザ エンジンが完全に起動されていることを確認します。

ここでは、**issu commitversion** コマンドを使用して ISSU プロセスを完了する前に、ISSU プロセスを中断する方法について説明します。

アクティブ スーパーバイザ エンジンで次の作業を実行します。

手順の要約

1. **enable**
2. **issu abortversion** *active-slot [active-image-new]*

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	`Switch> enable`	特権 EXEC モードをイネーブルにします。 • プロンプトが表示されたら、パスワードを入力します。
ステップ 2	`Switch# issue abortversion active slot [active-image-new]`	進行中の ISSU アップグレードまたはダウングレード プロセスをキャンセルし、ルータのステートを、プロセスが開始する前のステートに戻します。

次に、スロット番号 2（現在アクティブなスーパーバイザ エンジンのスロット）の ISSU プロセスを中断する例を示します。

```
Switch> enable
Switch# issue abortversion 2
```

アップグレード問題を回避するためのロールバック タイマーの設定

Cisco IOS ソフトウェアは、新しくアクティブになったスーパーバイザ エンジンとスタンバイ スーパーバイザ エンジンとの通信がアップグレードによって、切断された状態になるのを回避するために、ISSU ロールバック タイマーを維持します。

新しいソフトウェアがコミットされていない場合、または Run Version モード中にスイッチへの接続が失われた場合にユーザが待つ必要がないように、ロールバック タイマーを 45 分（デフォルト）以内に設定することもできます。新しいイメージをコミットする前に新しい Cisco IOS ソフトウェアの動作を確認するための十分な時間が必要な場合は、ロールバック タイマーを 45 分以上に設定することもできます。

（注） 有効なタイマー値の範囲は、0 ～ 7200 秒（2 時間）です。0 秒の値を設定すると、ロールバック タイマーはディセーブルになります。

ISSU プロセスが正常に行われていることに満足し、現在の状態を保つ場合は、**issu acceptversion** コマンドを実行することにより、承諾したことを示す必要があります。これにより、ロールバック タイマーが停止します。そのため、**issu acceptversion** コマンドを入力することは、ISSU プロセスを進めるのに極めて重要です。

この段階で **issu commitversion** コマンドを実行することは、**issu acceptversion** コマンドと **issu commitversion** コマンドの両方を入力することと同じです。現在の状態で一定期間実行しない予定で、新しいソフトウェア バージョンに満足している場合は、**issu commitversion** コマンドを使用します。

（注） ロールバック タイマーは、ISSU の Init ステートでのみ設定できます。

ここでは、ロールバック タイマーを設定する方法について説明します。

手順の要約

1. **enable**
2. **configure terminal**
3. **issu set rollback-timer** *hh::mm::ss*
4. **show issu rollback-timer**

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	`Switch> enable`	特権 EXEC モードをイネーブルにします。 • プロンプトが表示されたら、パスワードを入力します。
ステップ 2	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 3	`Switch(config)# issu set rollback-timer` *hh::mm::ss*	ロールバック タイマー値を設定します。
ステップ 4	`Switch(config)# exit`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	`Switch# show issu rollback-timer`	ISSU ロールバック タイマーの現在の設定を表示します。

次に、ロールバック タイマーを 3600 秒に設定する例を示します。

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# issu set rollback-timer 3600
% Rollback timer value set to [ 3600 ] seconds

Switch(config)# exit

Switch# show issu rollback-timer
        Rollback Process State = Not in progress
      Configured Rollback Time = 60:00
```

次の例で示すように、ロールバック タイマーを LV ステートで設定することはできません。

```
Switch# show issu state detail
                         Slot = 1
                    RP State = Active
                   ISSU State = Load Version
                 Boot Variable = bootflash:old_image,12
                Operating Mode = RPR
              Primary Version = bootflash:old_image
            Secondary Version = bootflash:new_image
              Current Version = bootflash:old_image

                         Slot = 2
                    RP State = Standby
                   ISSU State = Load Version
                 Boot Variable = bootflash:new_image,12;bootflash:old_image,12
                Operating Mode = RPR
              Primary Version = bootflash:old_image
            Secondary Version = bootflash:new_image
              Current Version = bootflash:new_image

Switch# show issu rollback-timer
        Rollback Process State = Not in progress
      Configured Rollback Time = 60:00

Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# issu set rollback-timer 20
% ISSU state should be [ init ] to set the rollback timer
```

ISSU 互換性マトリクス情報の表示

ISSU 互換性マトリクスには、該当するバージョンにかかわる他のソフトウェア イメージに関する情報が含まれます。この互換性マトリクスには、2 つのソフトウェア バージョン（1 つは、アクティブ スーパーバイザ エンジンで実行されるソフトウェア バージョンで、もう一方はスタンバイ スーパーバイザ エンジンで実行されるソフトウェア バージョン）の互換性が示され、これによって、システムは実現可能な最も高度な動作モードを判別できます。この情報は、ユーザが ISSU を使用するかどうかを判断する場合にも役立ちます。

ここでは、ISSU 互換性マトリクスに関する情報を表示する方法を示します。

手順の要約

1. **enable**
2. **show issu comp-matrix** {***negotiated*** | ***stored*** | ***xml***}

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	`Switch> enable`	特権 EXEC モードをイネーブルにします。 • プロンプトが表示されたら、パスワードを入力します。
ステップ 2	`Switch# show issu comp-matrix {negotiated | stored | xml}`	ISSU 互換性マトリクスに関する情報を表示します。 • negotiated ― ネゴシエートされた互換性マトリクス情報を表示します。 • stored ― 保存された互換性マトリクス情報を表示します。 • xml ― ネゴシエートされた互換性マトリクス情報を XML 形式で表示します。

次に、ネゴシエートされた互換性マトリクスに関する情報を表示する例を示します。

```
Switch> enable
Switch# show issu comp-matrix negotiated

CardType: WS-C4507R(112), Uid: 2,  Image Ver: 12.2(31)SGA
Image Name: cat4500-ENTSERVICES-M

Cid     Eid     Sid     pSid    pUid      Compatibility
=====================================================
2       1       262151  3       1         COMPATIBLE
3       1       262160  5       1         COMPATIBLE
4       1       262163  9       1         COMPATIBLE
5       1       262186  25      1         COMPATIBLE
7       1       262156  10      1         COMPATIBLE
8       1       262148  7       1         COMPATIBLE
9       1       262155  1       1         COMPATIBLE
10      1       262158  2       1         COMPATIBLE
11      1       262172  6       1         COMPATIBLE
100     1       262166  13      1         COMPATIBLE
110     113     262159  14      1         COMPATIBLE
200     1       262167  24      1         COMPATIBLE
2002    1       -       -       -         UNAVAILABLE
2003    1       262185  23      1         COMPATIBLE
2004    1       262175  16      1         COMPATIBLE
2008    1       262147  26      1         COMPATIBLE
2008    1       262168  27      1         COMPATIBLE
2010    1       262171  32      1         COMPATIBLE
2012    1       262180  31      1         COMPATIBLE
2021    1       262170  41      1         COMPATIBLE
2022    1       262152  42      1         COMPATIBLE
2023    1       -       -       -         UNAVAILABLE
2024    1       -       -       -         UNAVAILABLE
2025    1       -       -       -         UNAVAILABLE
2026    1       -       -       -         UNAVAILABLE
2027    1       -       -       -         UNAVAILABLE
2028    1       -       -       -         UNAVAILABLE
2054    1       262169  8       1         COMPATIBLE
2058    1       262154  29      1         COMPATIBLE
2059    1       262179  30      1         COMPATIBLE
2067    1       262153  12      1         COMPATIBLE
2068    1       196638  40      1         COMPATIBLE
2070    1       262145  21      1         COMPATIBLE
2071    1       262178  11      1         COMPATIBLE
2072    1       262162  28      1         COMPATIBLE
2073    1       262177  33      1         COMPATIBLE
2077    1       262165  35      1         COMPATIBLE
2078    1       196637  34      1         COMPATIBLE
2079    1       262176  36      1         COMPATIBLE
2081    1       262150  37      1         COMPATIBLE
2082    1       262161  39      1         COMPATIBLE
2083    1       262184  20      1         COMPATIBLE
2084    1       262183  38      1         COMPATIBLE
4001    101     262181  17      1         COMPATIBLE
4002    201     262164  18      1         COMPATIBLE
4003    301     262182  19      1         COMPATIBLE
4004    401     262146  22      1         COMPATIBLE
4005    1       262149  4       1         COMPATIBLE

Message group summary:
Cid     Eid     GrpId     Sid     pSid    pUid    Nego Result
============================================================
2       1       1         262151  3       1       Y
3       1       1         262160  5       1       Y
4       1       1         262163  9       1       Y
5       1       1         262186  25      1       Y
7       1       1         262156  10      1       Y
8       1       1         262148  7       1       Y
9       1       1         262155  1       1       Y
```

```
10      1       1         262158  2       1       Y
11      1       1         262172  6       1       Y
100     1       1         262166  13      1       Y
110     113     115       262159  14      1       Y
200     1       1         262167  24      1       Y
2002    1       2         -       -       -       N - did not negotiate
2003    1       1         262185  23      1       Y
2004    1       1         262175  16      1       Y
2008    1       1         262147  26      1       Y
2008    1       2         262168  27      1       Y
2010    1       1         262171  32      1       Y
2012    1       1         262180  31      1       Y
2021    1       1         262170  41      1       Y
2022    1       1         262152  42      1       Y
2023    1       1         -       -       -       N - did not negotiate
2024    1       1         -       -       -       N - did not negotiate
2025    1       1         -       -       -       N - did not negotiate
2026    1       1         -       -       -       N - did not negotiate
2027    1       1         -       -       -       N - did not negotiate
2028    1       1         -       -       -       N - did not negotiate
2054    1       1         262169  8       1       Y
2058    1       1         262154  29      1       Y
2059    1       1         262179  30      1       Y
2067    1       1         262153  12      1       Y
2068    1       1         196638  40      1       Y
2070    1       1         262145  21      1       Y
2071    1       1         262178  11      1       Y
2072    1       1         262162  28      1       Y
2073    1       1         262177  33      1       Y
2077    1       1         262165  35      1       Y
2078    1       1         196637  34      1       Y
2079    1       1         262176  36      1       Y
2081    1       1         262150  37      1       Y
2082    1       1         262161  39      1       Y
2083    1       1         262184  20      1       Y
2084    1       1         262183  38      1       Y
4001    101     1         262181  17      1       Y
4002    201     1         262164  18      1       Y
4003    301     1         262182  19      1       Y
4004    401     1         262146  22      1       Y
4005    1       1         262149  4       1       Y

List of Clients:
Cid       Client Name               Base/Non-Base
==============================================
2         ISSU Proto client         Base
3         ISSU RF                   Base
4         ISSU CF client            Base
5         ISSU Network RF client    Base
7         ISSU CONFIG SYNC          Base
8         ISSU ifIndex sync         Base
9         ISSU IPC client           Base
10        ISSU IPC Server client    Base
11        ISSU Red Mode Client      Base
100       ISSU rfs client           Base
110       ISSU ifs client           Base
200       ISSU Event Manager clientBase
2002      CEF Push ISSU client      Base
2003      ISSU XDR client           Base
2004      ISSU SNMP client          Non-Base
2008      ISSU Tableid Client       Base
2010      ARP HA                    Base
2012      ISSU HSRP Client          Non-Base
2021      XDR Int Priority ISSU cliBase
2022      XDR Proc Priority ISSU clBase
2023      FIB HWIDB ISSU client     Base
2024      FIB IDB ISSU client       Base
2025      FIB HW subblock ISSU clieBase
2026      FIB SW subblock ISSU clieBase
```

```
2027      Adjacency ISSU client    Base
2028      FIB IPV4 ISSU client     Base
2054      ISSU process client      Base
2058      ISIS ISSU RTR client     Non-Base
2059      ISIS ISSU UPD client     Non-Base
2067      ISSU PM Client           Base
2068      ISSU PAGP_SWITCH Client  Non-Base
2070      ISSU Port Security clientNon-Base
2071      ISSU Switch VLAN client  Non-Base
2072      ISSU dot1x client        Non-Base
2073      ISSU STP                 Non-Base
2077      ISSU STP MSTP            Non-Base
2078      ISSU STP IEEE            Non-Base
2079      ISSU STP RSTP            Non-Base
2081      ISSU DHCP Snooping clientNon-Base
2082      ISSU IP Host client      Non-Base
2083      ISSU Inline Power client Non-Base
2084      ISSU IGMP Snooping clientNon-Base
4001      ISSU C4K Chassis client  Base
4002      ISSU C4K Port client     Base
4003      ISSU C4K Rkios client    Base
4004      ISSU C4K HostMan client  Base
4005      ISSU C4k GaliosRedundancyBase
```

次に、保存された互換性マトリクスに関する情報を表示する例を示します。

```
Switch# show issu comp-matrix stored

Number of Matrices in Table = 1

        (1) Matrix for cat4500-ENTSERVICES-M(112) - cat4500-ENTSERVICES-M(112)
        ========================================
        Start Flag (0xDEADBABE)

                My Image ver:  12.2(905.7)HAEFT
                Peer Version    Compatability
                ------------    -------------
                12.2(31)SGA             Base(2)
                12.2(31)SGA1            Base(2)
                12.2(905.7)HAEFT        Comp(3)
```

CHAPTER 6

インターフェイスの設定

この章では、Catalyst 4500 シリーズ スイッチにインターフェイスを設定する手順について説明します。設定上の注意事項、設定手順、および設定例についても示します。

この章の主な内容は、次のとおりです。

(注) この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

インターフェイス設定の概要

デフォルトでは、すべてのインターフェイスがイネーブルになっています。10/100 Mbps イーサネット インターフェイスは、接続速度とデュプレックスを自動ネゴシエーションします。10/100/1000 Mbps イーサネット インターフェイスは、速度、デュプレックス、フロー制御をネゴシエーションします。1000 Mbps イーサネット インターフェイスは、フロー制御のみをネゴシエーションします。自動ネゴシエーションでは、所定の 2 ポートで最速の速度が自動的に選択されます。インターフェイスに速度が明示的に指定されている場合、そのインターフェイスが明示的に全二重に設定されている場合を除き、デフォルトで半二重に設定されます。

多くの機能は、インターフェイス単位で有効になります。**interface** コマンドを入力するとき、次の事項を指定する必要があります。

- インターフェイス タイプ
  - ファスト イーサネット（**fastethernet** キーワードを使用）
  - ギガビット イーサネット（**gigabitethernet** キーワードを使用）
  - 10 ギガビット イーサネット（**tengigabitethernet** キーワードを使用）
- スロット番号 ― インターフェイス モジュールの搭載先スロットです。スロットには、上から下へ、1 から始まる通し番号が付けられています。
- インターフェイス番号 ― モジュールのインターフェイス番号です。インターフェイス番号は、常に 1 から始まります。スイッチの正面に向かって左から右に、インターフェイスに番号が付けられています。

スイッチ上のスロット / インターフェイスの物理的位置を確認して、インターフェイスを特定できます。また、Cisco IOS の **show** コマンドを使用して、特定のインターフェイスまたはすべてのインターフェイスに関する情報を表示することもできます。

interface コマンドの使用

次に示す一般的な手順は、すべてのインターフェイスの設定作業に適用されます。

ステップ 1　特権 EXEC プロンプトに、**configure terminal** コマンドを入力して、グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)#
```

ステップ 2　グローバル コンフィギュレーションモードで、**interface** コマンドを入力します。インターフェイス カード上のコネクタのインターフェイス タイプおよびインターフェイス番号を識別します。次に、ファスト イーサネット、スロット 5、インターフェイス 1 を選択する例を示します。

```
Switch(config)# interface fastethernet 5/1
Switch(config-if)#
```

ステップ 3　インターフェイスの番号は、インストレーション時に、またはシステムにモジュールが追加されたときに工場で割り当てられます。スイッチに搭載されているすべてのインターフェイスのリストを表示するには、**show interfaces** EXEC コマンドを使用します。次の出力例のように、スイッチがサポートするインターフェイスごとにレポートが作成されます。

```
Switch(config-if)#Ctrl-Z
Switch#show interfaces
Vlan1 is up, line protocol is down
  Hardware is Ethernet SVI, address is 0004.dd46.7aff (bia 0004.dd46.7aff)
  MTU 1500 bytes, BW 1000000 Kbit, DLY 10 usec,
     reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation ARPA, loopback not set
  ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
  Last input never, output never, output hang never
  Last clearing of "show interface" counters never
  Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
  Queueing strategy: fifo
  Output queue: 0/40 (size/max)
  5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
  5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
     0 packets input, 0 bytes, 0 no buffer
     Received 0 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
     0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
     0 packets output, 0 bytes, 0 underruns
     0 output errors, 0 interface resets
     0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
GigabitEthernet1/1 is up, line protocol is down
  Hardware is Gigabit Ethernet Port, address is 0004.dd46.7700 (bia 0004.dd46.7700)
  MTU 1500 bytes, BW 1000000 Kbit, DLY 10 usec,
     reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation ARPA, loopback not set
  Keepalive set (10 sec)
  Auto-duplex, Auto-speed
  ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
  Last input never, output never, output hang never
  Last clearing of "show interface" counters never
  Input queue: 0/2000/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
  Queueing strategy: fifo
  Output queue: 0/40 (size/max)
  5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
  5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
     0 packets input, 0 bytes, 0 no buffer
```

```
     Received 0 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
     0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
     0 input packets with dribble condition detected
     0 packets output, 0 bytes, 0 underruns
     0 output errors, 0 collisions, 0 interface resets
     0 babbles, 0 late collision, 0 deferred
     0 lost carrier, 0 no carrier
     0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
GigabitEthernet1/2 is up, line protocol is down
  Hardware is Gigabit Ethernet Port, address is 0004.dd46.7701 (bia 0004.dd46.7701)
  MTU 1500 bytes, BW 1000000 Kbit, DLY 10 usec,
     reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation ARPA, loopback not set
  Keepalive set (10 sec)
  Auto-duplex, Auto-speed
  ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
  Last input never, output never, output hang never
  Last clearing of "show interface" counters never
  Input queue: 0/2000/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
  Queueing strategy: fifo
  Output queue: 0/40 (size/max)
  5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
  5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
     0 packets input, 0 bytes, 0 no buffer
     Received 0 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
     0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
     0 input packets with dribble condition detected
     0 packets output, 0 bytes, 0 underruns
     0 output errors, 0 collisions, 0 interface resets
     0 babbles, 0 late collision, 0 deferred
     0 lost carrier, 0 no carrier
     0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
--More--
（テキスト出力は省略）
```

ステップ 4　次の例に示すように、インターフェイス FastEthernet 5/5 の設定を開始するには、グローバル コンフィギュレーションモードで **interface** キーワード、インターフェイス タイプ、スロット番号、インターフェイス番号を入力します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface fastethernet 5/5
Switch(config-if)#
```

（注）　インターフェイス　タイプとインターフェイス番号の間にスペースは不要です。たとえば、上記の例では、***fastethernet 5/5*** または *fastethernet5/5* のどちらを入力してもかまいません。

ステップ 5　**interface** コマンドに続いて、個々のインターフェイスに必要なインターフェイス コンフィギュレーションコマンドを入力します。入力するコマンドによって、そのインターフェイス上で実行されるプロトコルおよびアプリケーションが決まります。別の **interface** コマンドを入力するか、または **Ctrl-Z** を押してインターフェイス コンフィギュレーションモードを終了し、特権 EXEC モードに戻るまで、入力したコマンドが収集され、対応する **interface** コマンドに適用されます。

ステップ 6　インターフェイスを設定したあとで、「インターフェイスのモニタリングおよびメンテナンス」（p.6-27）に記載されている **show** EXEC コマンドを使用して、インターフェイスのステータスを確認します。

インターフェイスの範囲設定

インターフェイス範囲設定モードを使用して、同じコンフィギュレーション パラメータを持つ複数のインターフェイスを設定できます。インターフェイス範囲設定モードを開始すると、このモードを終了するまで、入力したすべてのコマンド パラメータが、その範囲内のすべてのインターフェイスに適用されます。

同じ設定を持つインターフェイスの範囲を設定するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
Switch(config)# **interface range** {**vlan** *vlan_ID - vlan_ID*} | {{**fastethernet** | **gigabitethernet** | **tengigabitethernet** | **macro** *macro_name*} *slot/interface* **-** *interface*} [**,** {**vlan** *vlan_ID - vlan_ID*} {{**fastethernet** | **gigabitethernet** | **tengigabitethernet** | **macro** *macro_name*} *slot/interface* **-** *interface*}]	設定するインターフェイスの範囲を選択します。次の点に注意してください。 • ダッシュの前にスペースを入れます。 • カンマで区切って、範囲を 5 つまで入力できます。 • カンマの前後にスペースは必要ありません。

（注） **interface range** コマンドを使用する場合、**vlan**、**fastethernet**、**gigabitethernet**、**tengigabitethernet**、**macro** キーワードとダッシュの間にスペースを入れます。たとえば、コマンド **interface range fastethernet 5/1 - 5** は有効な範囲を指定していますが、コマンド **interface range fastethernet 1-5** には有効な range コマンドが含まれていません。

（注） **interface range** コマンドは、**interface vlan** コマンドを使用して設定されている VLAN（仮想 LAN）インターフェイスについてのみ有効です（設定済みの VLAN インターフェイスを表示するには、**show running-configuration** コマンドを使用します）。**show running-configuration** コマンドで表示されない VLAN インターフェイスに、**interface range** コマンドを使用することはできません。

次に、インターフェイス FastEthernet 5/1 ～ 5/5 すべてを再びイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# interface range fastethernet 5/1 - 5
Switch(config-if-range)# no shutdown
Switch(config-if-range)#
*Oct  6 08:24:35: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet5/1, changed state to up
*Oct  6 08:24:35: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet5/2, changed state to up
*Oct  6 08:24:35: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet5/3, changed state to up
*Oct  6 08:24:35: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet5/4, changed state to up
*Oct  6 08:24:35: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet5/5, changed state to up
*Oct  6 08:24:36: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet5/
5, changed state to up
*Oct  6 08:24:36: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet5/
3, changed state to up
*Oct  6 08:24:36: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet5/
4, changed state to up
Switch(config-if)#
```

次に、カンマを使用して、タイプの異なるインターフェイス ストリングを追加して範囲を指定し、インターフェイス FastEthernet 5/1 ～ 5/5 と、GigabitEthernet 1/1 および 1/2 を再びイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config-if)# interface range fastethernet 5/1 - 5, gigabitethernet 1/1 - 2
Switch(config-if)# no shutdown
Switch(config-if)#
*Oct  6 08:29:28: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet5/1, changed state to up
*Oct  6 08:29:28: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet5/2, changed state to up
*Oct  6 08:29:28: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet5/3, changed state to up
*Oct  6 08:29:28: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet5/4, changed state to up
*Oct  6 08:29:28: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet5/5, changed state to up
*Oct  6 08:29:28: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet1/1, changed state to
 up
*Oct  6 08:29:28: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet1/2, changed state to
 up
*Oct  6 08:29:29: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet5/
5, changed state to up
*Oct  6 08:29:29: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet5/
3, changed state to up
*Oct  6 08:29:29: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet5/
4, changed state to up
Switch(config-if)#
```

インターフェイス範囲設定モードで複数のコンフィギュレーションコマンドを入力するとき、各コマンドは入力するたびに実行されます（インターフェイス範囲設定モードの終了後にまとめて実行されるわけではありません）。コマンドの実行中にインターフェイス範囲設定モードを終了すると、一部のコマンドが範囲内のすべてのインターフェイスで実行されない場合もあります。コマンド プロンプトが表示されたのを確認してから、インターフェイス範囲設定モードを終了してください。

インターフェイス範囲マクロの定義および使用

インターフェイス範囲マクロを定義して、設定するインターフェイスの範囲を自動的に選択できます。**interface range macro** コマンドで **macro** キーワードを使用するには、事前にマクロを定義しておく必要があります。

インターフェイス範囲マクロを定義するには、次の作業を行います。

表 6-1

コマンド	目的
Switch(config)# **define interface-range** *macro_name* {**vlan** *vlan_ID - vlan_ID*} | {{**fastethernet** | **gigabitethernet**} *slot/interface* **-** *interface*} [**,** {**vlan** *vlan_ID - vlan_ID*} {{**fastethernet** | **gigabitethernet**} *slot/interface* **-** *interface*}]	インターフェイス範囲マクロを定義して、実行中のコンフィギュレーション ファイルに保存します。

次に、インターフェイス FastEthernet 5/1 ～ 5/4 を選択するように、インターフェイス範囲マクロ **enet_list** を定義する例を示します。

```
Switch(config)# define interface-range enet_list fastethernet 5/1 - 4
```

定義済みのインターフェイス範囲マクロの設定を表示するには、次の作業を行います。

表 6-2

コマンド	目的
Switch# **show running-config**	定義済みのインターフェイス範囲マクロの設定を表示します。

次に、定義済みのインターフェイス範囲マクロ **enet_list** を表示する例を示します。

```
Switch# show running-config | include define
define interface-range enet_list FastEthernet5/1 - 4
Switch#
```

interface range コマンドでインターフェイス範囲マクロを使用するには、次の作業を行います。

表 6-3

コマンド	目的
Switch(config)# **interface range macro** *name*	指定したインターフェイス範囲マクロに保存された値を使用して、設定するインターフェイスの範囲を選択します。

次に、インターフェイス範囲マクロ **enet_list** を使用して、インターフェイス範囲設定モードに切り替える例を示します。

```
Switch(config)# interface range macro enet_list
Switch(config-if)#
```

10 ギガビット イーサネット ポートおよびギガビット イーサネット SFP ポートの配置

（注） Catalyst 4510R シリーズ スイッチ上で、10 ギガビット イーサネット ポートおよびギガビット イーサネット Small Form-Factor Pluggable（SFP）アップリンク ポートの両方をイネーブルにする場合、スイッチを再起動する必要があります。Catalyst 4503、4506、および 4507R シリーズ スイッチ上では、この機能は自動的にイネーブルになります。

Cisco IOS Release 12.2(25)SG より前のリリースでは、Cisco Catalyst 4500 Supervisor Engine V-10GE により、デュアル ワイヤスピード 10 ギガビット イーサネット ポートまたは代替可能に配線された 4 つのギガビット イーサネット SFP アップリンク ポートのいずれかをイネーブルにできます。Cisco IOS Release 12.2(25)SG では、デュアル 10 ギガビット イーサネット ポートおよび 4 つのギガビット イーサネット SFP ポートを Catalyst 4503、Catalyst 4506、および Catalyst 4507R シャーシに同時に配置できます。

Catalyst 4510R シャーシの配置では、次の構成のうちいずれかがサポートされます。

- デュアル 10 ギガビット イーサネット ポート（X2 光ポート）のみ。
- 4 つのギガビット イーサネット ポート（SFP 光ポート）のみ。
- デュアル 10 ギガビット イーサネット ポートおよび 4 つのギガビット イーサネット ポートの両方。このモード場合、10 番めのスロット（フレックススロット）がサポートするのは、2 ポートの Gigabit Interface Converter（GBIC; ギガビット インターフェイス コンバータ）ラインカード（WS-X4302-GB）のみです。

10 ギガビット イーサネット ポートまたはギガビット イーサネット SFP アップリンク ポートを選択するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# hw-module uplink select [all | gigabitethernet | tengigabitethernet]`	イネーブルにするポート タイプを選択します。

次に、Catalyst 4510R シリーズ スイッチ上で 10 ギガビット イーサネット ポートおよびギガビット イーサネット SFP アップリンク ポートの両方をイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# hw-module uplink select all
Warning: This configuration mode will place slot 10 in flex slot mode
```

10 ギガビット イーサネット ポートまたはギガビット イーサネット ポートの WS-X4606-10GE-E および Supervisor Engine 6-E への配置

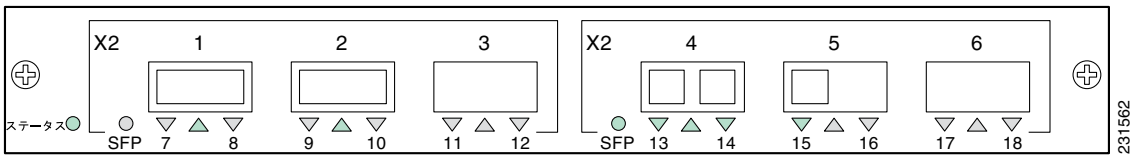
Supervisor Engine 6-E および WS-X4606-10GE-E 両方の X2 ポートの柔軟性を高めるために、Catalyst 4500 スイッチは TwinGig コンバータ モジュールをサポートします。TwinGig コンバータ モジュールが X2 ホールに接続していると、1 つの X2 ホール（1 つのプラグイン可能な X2 光ポートに対応）が 2 つの SFP ホール（2 つのプラグイン可能な SFP 光ポートに対応）に変換されます。これにより、10 ギガビット ポートおよび 1 ギガビット ポートを同じラインカードに設置できます。また、ギガビット ポートを使用して、必要に応じて 10 ギガビット ポートへの切り替えが可能です。

次の内容について説明します。

ポート番号設定を行う TwinGig コンバータ

TwinGig コンバータがイネーブルまたはディセーブルである場合、ラインカード上のポート番号およびポート タイプは動的に変わります。用語がこの動作を反映する必要があります。Cisco IOS では、10 ギガビット ポートの名前は *TenGigabit* であり、1 ギガビット ポートの名前は *Gigabit* です。Cisco IOS Release 12.2(40)SG 以降では、TenGigabit 1/1 および Gigabit 1/1 という名前の 2 つのポートが存在しないようにするため、10 ギガビットおよび 1 ギガビット ポート番号は独立しています。たとえば、6 個の X2 ホールを持つ WS-X4606-10GE-E モジュールでは、X2 ポートの名前は *TenGigabit スロット番号/<1 ～6>* であり、SFP ポートの名前は *Gigabit スロット番号/<7 ～18>* です。

図 6-1　WS-X4606-10GE の前面プレート



Cisco IOS ではポート 1 から 18 は常に存在します。つまり、これらのポートの設定を適用でき、CLI 出力に表示されます。ただし、X2 ポートまたは SFP ポートがある特定の時間アクティブになっている場合のみです。たとえば、X2 が 2 番めのホールに接続している場合、X2 ポート 2 はアクティブで SFP ポート 9 および 10 はアクティブではありません。TwinGig コンバータが 2 番めのホールに接続している場合、X2 ポート 2 はアクティブではなく SFP ポート 9 および 10 はアクティブです。アクティブではないポートは、スイッチング ASIC に接続してるアップリンクがない、Supervisor Engine IV および V-10GE 上のアクティブではないポートと同様に扱われます。

TwinGig コンバータの制限事項

Supervisor Engine 6-E システムでは、ポートはスタブ ASIC 経由でスイッチング エンジンに接続しています。このスタブ ASIC にはポートについて次の制限事項があります。1 つのスタブ ASIC 上ではギガビット ポートおよび 10 ギガビット ポートを併用できません。つまり、すべて 10 ギガビット（X2）か、すべてギガビット（TwinGig コンバータおよび SFP）である必要があります。X2 モジュールの前面プレートでは、実際の物理グループまたはグループの回りに描かれるボックスによって、このスタブ ポートのグループが示されています。

X2/TwinGig コンバータ モードの選択

デフォルトのコンフィギュレーションモードは X2 です。そのため、10 ギガビット インターフェイスの配置を計画する場合は、何も設定する必要はありません。ただし、ギガビット インターフェイスを配置する（つまり、TwinGig コンバータを使用する）場合は関連するポート グループを設定する必要があります。

- モジュール上の X2 ホールをグループ化する方法を決定するには、**show hw-module module** <*m*> **port-group** <*p*> コマンドを入力します。

  WS-X4606-10GE-E シャーシでは、次のような出力が行われます。

```
Switch# show hw-module module 1 port-group
Module Port-group Active                              Inactive
------------------------------------------------------------
   1        1     Te1/1-3                           Gi1/7-12
   1        2     Te1/4-6                           Gi1/13-18

Switch# show int status mod 1

Port      Name               Status       Vlan       Duplex  Speed Type
Te1/1                        notconnect   1            full    10G 10GBase-LR
Te1/2                        connected    1            full    10G 10GBase-LR
Te1/3                        notconnect   1            full    10G No X2
Te1/4                        notconnect   1            full    10G No X2
Te1/5                        notconnect   1            full    10G No X2
Te1/6                        notconnect   1            full    10G No X2
Gi1/7                        inactive     1            full   1000 No Gbic
Gi1/8                        inactive     1            full   1000 No Gbic
Gi1/9                        inactive     1            full   1000 No Gbic
Gi1/10                       inactive     1            full   1000 No Gbic
Gi1/11                       inactive     1            full   1000 No Gbic
Gi1/12                       inactive     1            full   1000 No Gbic
Gi1/13                       inactive     1            full   1000 No Gbic
Gi1/14                       inactive     1            full   1000 No Gbic
Gi1/15                       inactive     1            full   1000 No Gbic
Gi1/16                       inactive     1            full   1000 No Gbic
Gi1/17                       inactive     1            full   1000 No Gbic
Gi1/18                       inactive     1            full   1000 No Gbic
Switch#
```

- ギガビットを配置する各 X2 ポート グループに対する操作のモードを設定するには、**hw-module module** <*m*> **port-group** <*p*> **select gigabitethernet** コマンドを入力します。この設定は、電源の再投入およびリロード時に保持されます。

  TwinGig コンバータを使用してギガビット イーサネット インターフェイスを配置するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# hw-module module m port-group p select [gigabitethernet | tengigabitethernet]`	各 X2 ポート グループに対する操作のモードを選択します。 デフォルトは 10 ギガビット イーサネット（X2）です。
ステップ 3	`Switch(config)# exit`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 4	`Switch# show int status mod n`	設定を確認します。

次に、TwinGig コンバータを使用して WS-X4606-10GE-E 上のギガビット イーサネット インタフェースを選択する例を示します。

```
Switch# config terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# hw-module module 1 port-group 1 select gigabitethernet
Switch(config)# exit
Switch# show int status mod 1
Port      Name               Status       Vlan       Duplex  Speed Type
Te1/1                        inactive     1            full    10G No X2
Te1/2                        inactive     1            full    10G No X2
Te1/3                        inactive     1            full    10G No X2
Te1/4                        notconnect   1            full    10G No X2
Te1/5                        notconnect   1            full    10G No X2
Te1/6                        notconnect   1            full    10G No X2
Gi1/7                        notconnect   1            full   1000 No Gbic
Gi1/8                        notconnect   1            full   1000 No Gbic
Gi1/9                        notconnect   1            full   1000 No Gbic
Gi1/10                       notconnect   1            full   1000 No Gbic
Gi1/11                       notconnect   1            full   1000 No Gbic
Gi1/12                       notconnect   1            full   1000 No Gbic
Gi1/13                       inactive     1            full   1000 No Gbic
Gi1/14                       inactive     1            full   1000 No Gbic
Gi1/15                       inactive     1            full   1000 No Gbic
Gi1/16                       inactive     1            full   1000 No Gbic
Gi1/17                       inactive     1            full   1000 No Gbic
Gi1/18                       inactive     1            full   1000 No Gbic
```

光デジタル モニタ トランシーバのサポート

CLI（コマンドライン インターフェイス）コマンド（show inventory、show idprom interface）をトランシーバで使用すると、シリアル ナンバー、モデル名、インベントリ情報を取得できます。

次のコマンドは、DOM 機能をサポートするトランシーバ専用のコマンドです。

- 特定のインターフェイス　トランシーバのセンサーすべての現在値およびしきい値を表示します。

  ```
  show interfaces <int-name> transceiver [detail] [threshold]
  ```

- すべてのトランシーバのすべてのセンサーに対して、*entSensorThresholdNotification* をイネーブルまたはディセーブルにします。

  ```
  snmp-server enable trap transceiver
  ```

- トランシーバ モニタリングをイネーブルまたはディセーブルにします。

  ```
  transceiver type all
  ```

（注） この機能は、DOM 対応トランシーバが存在し、モニタリング用に設定されている場合にのみ、使用できます。センサー情報の更新頻度は、トランシーバ Serial Electrically Erasable Programmable Read Only Memory（SEEPROM）で設定されたデフォルト値によって異なります。

オプションのインターフェイス機能の設定

ここでは、オプション手順について説明します。

イーサネット インターフェイス速度およびデュプレックス モードの設定

速度およびデュプレックス モード設定時の注意事項

（注） クライアントのデバイスには、自動ネゴシエーションを設定しません。スイッチに自動ネゴシエーションする速度、または速度範囲を設定します。

通常の場合、インターフェイス速度およびデュプレックス モード パラメータは **auto** に設定し、Catalyst 4500 シリーズ スイッチがインターフェイス間でインターフェイス速度およびデュプレックス モードを自動的にネゴシエーションできるようにします。インターフェイスの **speed** コマンドおよび **duplex** コマンドを手動で設定する場合には、次の点を考慮してください。

- **no speed** コマンドを入力すると、スイッチは自動的にインターフェイスの **speed** および **duplex** の両方を **auto** に設定します。
- インターフェイス速度を **1000**（Mbps）、または **auto 1000** に設定すると、デュプレックス モードが全二重になります。デュプレックス モードは変更できません。
- インターフェイス速度が **10** または **100** に設定された場合、デュプレックス モードは明示的に設定する場合を除き、デフォルトで半二重に設定されます。

注意 インターフェイス速度およびデュプレックス　モードの設定を変更すると、インターフェイスがシャットダウンされてから再起動する場合があります。

インターフェイス速度の設定

10/100 Mbps イーサネット インターフェイスでインターフェイス速度を **auto** に設定すると、速度とデュプレックスは自動ネゴシエーションされます。強制 10/100 自動ネゴシエーション機能を使用すると、10/100/1000BASE-T ポート上のインターフェイス速度の自動ネゴシエーションを最大 100 Mbps に制限できます。

10/100 Mbps イーサネット インターフェイスのポート速度を設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# interface fastethernet slot/interface`	設定するインターフェイスを指定します。
ステップ 2	`Switch(config-if)# speed [10 | 100 | auto [10 | 100]]`	インターフェイスのインターフェイス速度を設定します。

次に、インターフェイス FastEthernet 5/4 のインターフェイス速度を 100 Mbps に設定する例を示します。

```
Switch(config)# interface fastethernet 5/4
Switch(config-if)# speed 100
```

次に、インターフェイス FastEthernet 5/4 が速度とデュプレックス モードを自動ネゴシエーションする例を示します。

```
Switch(config)# interface fastethernet 5/4
Switch(config-if)# speed auto
```

（注） これは、**speed auto 10 100** の指定に類似しています。

次に、自動ネゴシエーション モードのインターフェイス GigabitEthernet 1/1 のインターフェイス速度を 10 Mbps および 100 Mbps に制限する例を示します。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet 1/1
Switch(config-if)# speed auto 10 100
```

次に、インターフェイス GigabitEthernet 1/1 の速度ネゴシエーションを 100 Mbps に制限する例を示します。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet 1/1
Switch(config-if)# speed auto 100
```

（注） ギガビット イーサネット インターフェイスの自動ネゴシエーションをオフにすると、ポートが強制的に 1000 Mbps および全二重モードになります。

インターフェイス GigabitEthernet 1/1 のポート速度の自動ネゴシエーションをオフにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# interface gigabitethernet1/1`	設定するインターフェイスを指定します。
ステップ 2	`Switch(config-if)# speed nonegotiate`	インターフェイスの自動ネゴシエーションをディセーブルにします。

自動ネゴシエーションに戻すには、インターフェイス コンフィギュレーションモードで **no speed nonegotiate** コマンドを入力します。

（注） WS-X4416 モジュールのブロッキング ポートについては、速度を自動ネゴシエーションに設定しないでください。

インターフェイスのデュプレックス モードの設定

（注） インターフェイスが 1000 Mbps に設定されている場合、デュプレックス モードを全二重から半二重に変更できません。

ファスト イーサネット インターフェイスのデュプレックス モードを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# interface fastethernet` *slot/interface*	設定するインターフェイスを指定します。
ステップ 2	`Switch(config-if)# duplex` [**auto** | **full** | **half**]	インターフェイスのデュプレックス モードを設定します。

次に、インターフェイス FastEthernet 5/4 のインターフェイスのデュプレックス モードを full に設定する例を示します。

```
Switch(config)# interface fastethernet 5/4
Switch(config-if)# duplex full
```

インターフェイス速度およびデュプレックス モードの設定の表示

インターフェイスのインターフェイス速度とデュプレックス モード設定を表示するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch#` **show interfaces** [**fastethernet** | **gigabitethernet** | **tengigabitethernet**] *slot/interface*	インターフェイス速度およびデュプレックス モードの設定を表示します。

次に、インターフェイス FastEthernet 6/1 のインターフェイス速度およびデュプレックス モードを表示する例を示します。

```
Switch# show interface fastethernet 6/1
FastEthernet6/1 is up, line protocol is up
  Hardware is Fast Ethernet Port, address is 0050.547a.dee0 (bia 0050.547a.dee0)
  MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit, DLY 100 usec,
     reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation ARPA, loopback not set
  Keepalive set (10 sec)
  Full-duplex, 100Mb/s
  ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
  Last input 00:00:54, output never, output hang never
  Last clearing of "show interface" counters never
  Input queue: 50/2000/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
  Queueing strategy: fifo
  Output queue: 0/40 (size/max)
  5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
  5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
     50 packets input, 11300 bytes, 0 no buffer
     Received 50 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
     0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
     0 input packets with dribble condition detected
     1456 packets output, 111609 bytes, 0 underruns
     0 output errors, 0 collisions, 0 interface resets
     0 babbles, 0 late collision, 0 deferred
     1 lost carrier, 0 no carrier
     0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
Switch#
```

インターフェイスに関する記述の追加

インターフェイスの機能をわかりやすくするため、インターフェイスに関する記述を追加できます。記述は **show configuration**、**show running-config**、および **show interfaces** コマンドの出力に表示されます。

インターフェイスに記述を追加するには、次のコマンドを入力します。

コマンド	目的
`Switch(config-if)# description` *string*	インターフェイスの記述を追加します。

次に、インターフェイス FastEthernet 5/5 に関する記述を追加する例を示します。

```
Switch(config)# interface fastethernet 5/5
Switch(config-if)# description Channel-group to "Marketing"
```

フロー制御の設定

ギガビット イーサネット ポートは、着信パケットの送信を遅らせるためにフロー制御を使用します。ギガビット イーサネット ポートのバッファでスペースが不足すると、そのポートは特殊なパケットを送信し、パケットの送信を一定時間遅らせるように、リモート ポートに要求します。ポートは、同じ目的で、リンクパートナーからこの特殊なパケットを受信します。この特殊なパケットを*ポーズ フレーム*といいます。

ギガビット イーサネット インターフェイスのデフォルト設定は、次のとおりです。

- ポーズ フレームの送信がオフである ― オーバーサブスクライブされていないギガビット イーサネット インターフェイス
- ポーズ フレームの受信が望ましい ― オーバーサブスクライブされていないギガビット イーサネット インターフェイス
- ポーズ フレームの送信がオンである ― オーバーサブスクライブされたギガビット イーサネット インターフェイス
- ポーズ フレームの受信が望ましい ― オーバーサブスクライブされたギガビット イーサネット インターフェイス

10 ギガビット イーサネット インターフェイスのデフォルト設定は、次のとおりです。

- ポーズ フレームの送信がオフである
- ポーズ フレームの受信がオンである

（注） **望ましい**は 10 ギガビット イーサネット インターフェース上のフロー制御のオプションにはありません。

フロー制御を設定にするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface` *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始し、フロー制御をイネーブルにするインターフェイスを指定します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# flowcontrol {receive | send} {off | on | desired}`	ポーズ フレームを送信または受信するようギガビット イーサネット ポートを設定します。
ステップ 4	`Switch(config-if)# end`	コンフィギュレーションモードに戻ります。
ステップ 5	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。

次に、オーバーサブスクライブされたポート GigabitEthernet 7/5 にフロー制御を設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface g7/5
Switch(config-if)# flowcontrol send on
Switch(config-if)# end
Switch)# show interfaces gigabitEthernet 7/5 capabilities
GigabitEthernet7/5
  Model:                 WS-X4548-GB-RJ45-RJ-45
  Type:                  10/100/1000-TX
  Speed:                 10,100,1000,auto
  Duplex:                half,full,auto
  Trunk encap. type:     802.1Q,ISL
  Trunk mode:            on,off,desirable,nonegotiate
  Channel:               yes
  Broadcast suppression: percentage(0-100), hw
  Flowcontrol:           rx-(off,on,desired),tx-(off,on,desired)
  VLAN Membership:       static, dynamic
  Fast Start:            yes
  Queuing:               rx-(N/A), tx-(1p3q1t, Sharing/Shaping)
  CoS rewrite:           yes
  ToS rewrite:           yes
  Inline power:          no
  SPAN:                  source/destination
  UDLD:                  yes
  Link Debounce:         no
  Link Debounce Time:    no
  Port Security:         yes
  Dot1x:                 yes
  Maximum MTU:           1552 bytes (Baby Giants)
  Multiple Media Types:  no
  Diagnostic Monitoring: N/A

Switch)# show flowcontrol interface GigabitEthernet 7/5
Port       Send FlowControl  Receive FlowControl  RxPause TxPause
           admin    oper     admin    oper
---------  -------- -------- -------- --------    ------- -------
Gi7/5      on       off      desired  off         0       0
```

次に、オーバーサブスクライブされていないポート Gigabit Ethernet 5/5 で、**show interfaces** および **show flowcontrol** コマンドを実行した場合の出力例を示します。

```
Switch# show interfaces gigabitEthernet 5/5 capabilities
GigabitEthernet5/5
  Model:                 WS-X4306-GB-Gbic
  Type:                  No Gbic
  Speed:                 1000
  Duplex:                full
  Trunk encap. type:     802.1Q,ISL
  Trunk mode:            on,off,desirable,nonegotiate
  Channel:               yes
  Broadcast suppression: percentage(0-100), hw
  Flowcontrol:           rx-(off,on,desired),tx-(off,on,desired)
  VLAN Membership:       static, dynamic
  Fast Start:            yes
  Queuing:               rx-(N/A), tx-(1p3q1t, Sharing/Shaping)
  CoS rewrite:           yes
  ToS rewrite:           yes
  Inline power:          no
  SPAN:                  source/destination
  UDLD:                  yes
  Link Debounce:         no
  Link Debounce Time:    no
  Port Security:         yes
  Dot1x:                 yes
  Maximum MTU:           9198 bytes (Jumbo Frames)
  Multiple Media Types:  no
  Diagnostic Monitoring: N/A

Switch# show flowcontrol interface gigabitEthernet 5/5
Port       Send FlowControl  Receive FlowControl  RxPause TxPause
           admin    oper     admin    oper
---------  -------- -------- -------- --------    ------- -------
Gi5/5      off      off      desired  off         0       0
```

次に、サポートされていないポート FastEthernet 3/5 で、**show interfaces** および **show flowcontrol** コマンドを実行した場合の出力例を示します。

```
Switch# show interfaces fa3/5 capabilities
FastEthernet3/5
  Model:                 WS-X4148-RJ-45
  Type:                  10/100BaseTX
  Speed:                 10,100,auto
  Duplex:                half,full,auto
  Trunk encap. type:     802.1Q,ISL
  Trunk mode:            on,off,desirable,nonegotiate
  Channel:               yes
  Broadcast suppression: percentage(0-100), sw
  Flowcontrol:           rx-(none),tx-(none)
  VLAN Membership:       static, dynamic
  Fast Start:            yes
  Queuing:               rx-(N/A), tx-(1p3q1t, Shaping)
  CoS rewrite:           yes
  ToS rewrite:           yes
  Inline power:          no
  SPAN:                  source/destination
  UDLD:                  yes
  Link Debounce:         no
  Link Debounce Time:    no
  Port Security:         yes
  Dot1x:                 yes
  Maximum MTU:           1552 bytes (Baby Giants)
  Multiple Media Types:  no
  Diagnostic Monitoring: N/A

Switch# show flowcontrol interface fa3/5
Port       Send FlowControl  Receive FlowControl  RxPause TxPause
           admin    oper     admin    oper
---------  -------- -------- -------- --------    ------- -------
Fa3/5      Unsupp.  Unsupp.  Unsupp.  Unsupp.      0       0
```

ジャンボ フレーム サポートの設定

ここでは、ジャンボ フレーム サポートについて説明します。

- ジャンボ フレームをサポートするポートおよびモジュール（p.6-19）
- ジャンボ フレーム サポートの概要（p.6-20）
- MTU サイズの設定（p.6-22）

ジャンボ フレームをサポートするポートおよびモジュール

次のポートおよびモジュールはジャンボ フレームをサポートしています。

- スーパーバイザ アップリンク ポート
- WS-X4306-GB：すべてのポート
- WS-X4232-GB-RJ：ポート 1 ～ 2
- WS-X4418-GB：ポート 1 ～ 2
- WS-X4412-2GB-TX：ポート 13 ～ 14

  最後の 3 つのモジュールには、それぞれ 2 つのノンブロッキング ポートがあり、ジャンボ フレームをサポートしています。ほかのポートはオーバーサブスクライブ ポートでありジャンボ フレームをサポートしていません。

ジャンボ フレーム サポートの概要

ここでは、ジャンボ フレーム サポートについて説明します。

MTU の概要

Catalyst 4500 シリーズ スイッチでは、システム全体で最大 32 個の最大伝送ユニット（maximum transmission unit; MTU）を設定できます。そのため、すべてのレイヤ 2 およびレイヤ 3 を組み合わせたインターフェイス上で **system mtu**、**mtu**、**ip mtu**、および **ipv6 mtu** コマンドを使用して設定可能な異なる MTU サイズの最大数は 32 個です。

また、システムにはインターフェイスに個別に設定される ipv4 および ipv6 MTU サイズが格納されます。そのため、すべての **system mtu** コマンドまたはインターフェイスごとの **mtu** コマンドについて、1 つは ipv4 用でもう 1 つは ipv6 用として、2 つの異なる MTU 値が格納されます。これにより利用可能なスロット数が、32 個からさらに少なくなります。ただし、各 **ip mtu** および **ipv6 mtu** コマンドについて格納される MTU 値は 1 つだけです。

設定している新しい MTU 値がシステムに存在している（つまり別のインターフェイス上で設定されている）場合は、新しい MTU 値を再度格納するために新たにスロットが割り当てられません。

最大限度である 32 に達している場合に、新しい MTU サイズを新しいインターフェイスに設定しようとすると、新しい MTU サイズがいずれかのインターフェイスで事前に設定されている場合にのみ設定を続行できます。そうでない場合は、エラー メッセージが表示され、デフォルトの MTU サイズが設定されているインターフェイスに割り当てられます。

ジャンボ フレーム サポートの概要

ジャンボ フレームとは、デフォルトのイーサネット サイズより大きなフレームのことです。ポートやインターフェイスの MTU サイズをデフォルトより大きく設定すると、ジャンボ フレーム サポートがイネーブルになります。

デフォルト以外の MTU サイズに設定された Catalyst 4500 シリーズ スイッチのイーサネット LAN ポートは、1500 ～ 9198 バイトのサイズのパケットで構成されたフレームを受信できます。デフォルト以外の MTU サイズに設定した場合、入力フレームのパケット サイズがチェックされます。パケットが設定 MTU より大きい場合はドロップされます。

ルーティングする必要のあるトラフィックでは、出力ポートの MTU がチェックされます。MTU がパケット サイズより小さい場合、パケットは CPU に転送されます。[do not fragment] ビットが設定されていない場合、パケットは分割されます。設定されている場合、パケットはドロップされます。

（注） ジャンボ フレーム サポートでは、レイヤ 2 スイッチド パケットは分割されません。

Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、出力ポートでパケット サイズと MTU を比較しませんが、ジャンボ フレームはサポートされていないポートでドロップされます。MTU がジャンボ サイズに設定されていなくても、ジャンボ フレームをサポートしているポートへフレームを伝送できます。

（注）　ジャンボ フレーム サポートはインターフェイス単位でのみ設定されます。ジャンボ フレーム サポートをグローバルに設定することはできません。

イーサネット ポート

ここでは、イーサネット ポートでデフォルト以外の MTU サイズを設定する方法について説明します。

- イーサネット ポートの概要（p.6-21）
- レイヤ 3 およびレイヤ 2 EtherChannel（p.6-21）

イーサネット ポートの概要

Cisco IOS Release 12.2(25)EW では、特定のイーサネット ポートにデフォルト以外の MTU サイズを設定すると、入力パケットのサイズが制限されます。出力パケットに MTU は影響しません。

Cisco IOS Release 12.1(13)EW より前のリリースでは、ギガビット イーサネットでのみ MTU サイズを設定できます。

レイヤ 3 およびレイヤ 2 EtherChannel

Cisco IOS Release 12.2(25)EW 以降のリリースでは、EtherChannel のすべてのインターフェイスが同じ MTU になるように設定できます。EtherChannel の MTU を変更すると、すべてのメンバ ポートの MTU も変更されます。メンバ ポートの MTU を新しい値に変更できない場合、そのポートは中断されます（管理上シャット ダウンされます）。MTU が異なるポートは EtherChannel に加入できません。EtherChannel のメンバ ポートが MTU を変更すると、メンバ ポートは中断されます。

VLAN インターフェイス

スイッチ ポートが同じ VLAN に存在する場合、すべてのスイッチ ポートでジャンボ フレームが扱え、同じ MTU サイズをサポートするようにするか、またはいずれも設定しないようにします。ただし、このような同一 VLAN での MTU サイズの統一は必須のものではありません。

VLAN に異なる MTU サイズのスイッチ ポートがあると、MTU サイズが大きいポートから受信したパケットは、MTU サイズが小さいポートへ転送される場合にドロップされる可能性があります。

VLAN 内のスイッチ ポートでジャンボ フレームをイネーブルにしている場合、対応する Switch Virtual Interface（SVI; スイッチ仮想インターフェイス）でもジャンボ フレームがイネーブルです。SVI の MTU は、VLAN 内のすべてのスイッチ ポートで最小の MTU サイズのものよりも常に小さくなるはずですが、この条件は必須ではありません。

パケットの MTU は、SVI の入力側でチェックされませんが、SVI の出力側でチェックされます。パケットの MTU が出力 SVI の MTU より大きい場合、パケットは CPU に送られて分割処理されます。[do not fragment] ビットが設定されていない場合、パケットは分割されます。設定されている場合、パケットはドロップされます。

MTU サイズの設定

MTU サイズを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# interface {{vlan vlan_ID} | {{type[1] slot/port} | {port-channel port_channel_number} slot/port}}`	設定するインターフェイスを選択します。
ステップ 2	`Switch(config-if)# mtu mtu_size` `Switch(config-if)# no mtu`	MTU サイズを設定します。 デフォルトの MTU サイズ（1500 バイト）に戻します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# end`	インターフェイス コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 4	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 5	`Switch# show running-config interface [{fastethernet | gigabitethernet} slot/port]`	実行コンフィギュレーションを確認します。

1. *type* = **fastethernet**、**gigabitethernet**、または **tengigabitethernet**

（注） ラインカードを*削除*すると、このラインカードのポート上で設定されている MTU 値は未設定となります。そのため、ラインカードを再度挿入するときに、そのラインカードのポートに対する以前の MTU すべてを CLI から再設定する必要があります。

（注） VLAN インターフェイスと、レイヤ 2 およびレイヤ 3 イーサネット ポートの MTU サイズを設定する場合、サポートされる MTU 値は 1500 ～ 9198 バイトであることに注意してください。

次に、ポート GigabitEthernet 1/1 に MTU サイズを設定する例を示します。

```
switch# conf terminal
switch(config)# interface gi1/1
switch(config-if)# mtu 9198
switch(config-if)# end
switch(config)# end
switch# show interface gigabitethernet 1/2
GigabitEthernet1/2 is administratively down, line protocol is down
  Hardware is C6k 1000Mb 802.3, address is 0030.9629.9f88 (bia 0030.9629.9f88)
  MTU 9216 bytes, BW 1000000 Kbit, DLY 10 usec,
(テキスト出力は省略)
switch#
```

IP MTU サイズの設定については、「IP MTU サイズの設定」（p.26-9）を参照してください。

ベビー ジャイアント機能との対話

ベビー ジャイアント機能は、Cisco IOS Release 12.1(12c)EW で導入されたもので、グローバル コマンド **system mtu <size>** を使用してグローバル ベビー ジャイアント MTU を設定します。また、この機能により、特定のインターフェイスでイーサネット ペイロード サイズが最大 1552 バイトまでサポートできるようになります。

system mtu コマンドおよびインターフェイス単位の **mtu** コマンドは、ジャンボ フレームをサポートできるインターフェイスで動作しますが、インターフェイス単位の **mtu** コマンドが優先されます。

たとえば、インターフェイス gi1/1 にインターフェイス単位で MTU を設定する前に、**system mtu 1550** コマンドを発行して gi1/1 の MTU を 1550 バイトに変更したとします。次に、インターフェイス単位の **mtu** コマンドを発行して gi1/1 の MTU を 9198 バイトに変更します。ここで、コマンド **system mtu 1540** でベビー ジャイアントの MTU を 1540 バイトに変更しても、gi1/1 の MTU は 9198 バイトのままで変更されません。

ポートでの Auto-MDIX の設定

（注） Supervisor Engine 6-E は、Auto-MDIX をサポートしていません。

Automatic Medium-Dependent Interface crossover（Auto-MDIX; 自動メディア依存型インターフェイス クロスオーバー）機能をポートでイネーブルにすると、ポートは自動的に必要なケーブル接続タイプ（ストレートまたはクロス ケーブル）を検出し、適切に接続を設定します。Auto-MDIX 機能なしでスイッチを接続した場合、サーバ、ワークステーション、ルータなどのデバイスの接続にストレート ケーブルを使用し、他のスイッチまたはリピータの接続にはクロス ケーブルを使用する必要があります。Auto-MDIX をイネーブルにすると、いずれのケーブル タイプを使用しても他のデバイスへ接続でき、インターフェイスは誤ったケーブル接続を自動的に修正します。ケーブル要件の詳細については、ハードウェア インストレーション ガイドを参照してください。

Auto-MDIX はデフォルトではディセーブルです。また、Auto-MDIX をイネーブルにした場合、この機能を正常に動作させるため、ポート上の速度を **auto** に設定する必要があります。Auto-MDIX は、銅製メディア ポートでサポートされます。ファイバ メディア ポートではサポートされません。

（注） ポートの自動ネゴシエーションがイネーブルである場合、ラインカード　WS-X4424-GB-RJ45、WS-X4448-GB-RJ45、および WS-X4548-GB-RJ45 は、デフォルトで Auto-MDIX をサポートします。**mdix** コマンドを使用して Auto-MDIX をディセーブルにできません。

（注） ラインカード WS-X4548-GB-RJ45V、WS-X4524-GB-RJ45V、および WS-X4506-GB-T は、デフォルトでも、CLI を使用した場合も Auto-MDIX をサポートしません。

（注） ラインカード WS-X4124-RJ45、WS-X4148-RJ45（ハードウェア リビジョン 3.0 以上）、および WS-X4232-GB-RJ45（ハードウェア リビジョン 3.0 以上）は、CLI を使用して銅製メディア ポートの Auto-MDIX を サポートします。

表 6-4 に、Auto-MDIX 設定と、正常および誤ったケーブル配線の結果によるリンク状態を示します。

表 6-4　リンク状態および Auto-MDIX 設定

ローカル側の Auto-MDIX	リモート側の Auto-MDIX	正常なケーブル配線	誤ったケーブル配線
オン	オン	リンク アップ	リンク アップ
オン	オフ	リンク アップ	リンク アップ
オフ	オン	リンク アップ	リンク アップ
オフ	オフ	リンク アップ	リンク ダウン

ポート上で Auto-MDIX を設定にするには、次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface interface-id`	設定する物理インターフェイスに対して、インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# speed auto`	接続されたデバイスの速度を自動ネゴシエートするようポートを設定します。
ステップ 4	`Switch(config-if)# mdix auto`	ポートで Auto-MDIX をイネーブルにします。
ステップ 5	`Switch(config-if)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	`Switch# show interfaces interface-id`	インターフェイス上の Auto-MDIX 機能の設定を確認します。
ステップ 7	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

Auto-MDIX をディセーブルにするには、**no mdix auto** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ポート上で Auto-MDIX をイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface fastethernet 6/5
Switch(config-if)# speed auto
Switch(config-if)# mdix auto
Switch(config-if)# end
```

インターフェイスの Auto-MDIX 設定の表示

インターフェイスのインターフェイス速度とデュプレックス モード設定を表示するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch> enable`	特権 EXEC モードをイネーブルにします。 • プロンプトが表示されたら、パスワードを入力します。
ステップ 2	`Switch# show interfaces type slot/interface`	インターフェイスの Auto-MDIX 設定と動作ステートを表示します。

サポートされたラインカード インターフェイスでの **speed auto** および **mdix auto** コマンドの設定方法によって、**show interfaces** コマンドでは異なる Auto-MDIX ステータスが表示されます。

表 6-5 に、Auto-MDIX 設定と動作ステート、および Auto-MDIX ステータスを示します。

表 6-5　Auto-MDIX および動作ステート

インターフェイス上の Auto-MDIX 設定および動作ステート	説明
Auto-MDIX on（operational：on）	Auto-MDIX はイネーブルで、完全に機能しています。
Auto-MDIX on（operational：off）	このインターフェイスでは Auto-MDIX はイネーブルですが、機能していません。Auto-MDIX 機能を正常に動作させるには、インターフェイス速度を自動ネゴシエーションに設定する必要があります。
Auto-MDIX off	**no mdix auto** コマンドにより、Auto-MDIX はディセーブルにされています。

次に、インターフェイス FastEthernet 6/1 で Auto-MDIX 設定と動作ステートを表示する例を示します。

```
Switch# show interfaces fastethernet 6/1
FastEthernet6/1 is up, line protocol is up (connected)
  Hardware is Fast Ethernet Port, address is 0001.64fe.e5d0 (bia 0001.64fe.e5d0)
  MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit, DLY 100 usec,
     reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation ARPA, loopback not set
  Keepalive set (10 sec)
  Full-duplex, 100Mb/s, link type is auto, media type is 10/100BaseTX
  input flow-control is unsupported output flow-control is unsupported
  Auto-MDIX on (operational: on)
  ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
  Last input 00:00:16, output never, output hang never
  Last clearing of "show interface" counters never
  Input queue: 0/2000/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
  Queueing strategy: fifo
  Output queue: 0/40 (size/max)
  5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
  5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
     511 packets input, 74464 bytes, 0 no buffer
     Received 511 broadcasts (511 multicasts)
     0 runts, 0 giants, 0 throttles
     0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
     0 input packets with dribble condition detected
     3552 packets output, 269088 bytes, 0 underruns
     0 output errors, 0 collisions, 0 interface resets
     0 babbles, 0 late collision, 0 deferred
     1 lost carrier, 0 no carrier
     0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
Switch#
```

OIR の概要

Catalyst 4500 シリーズ スイッチでは 活性挿抜（online insertion and removal; OIR）機能がサポートされているため、システムをオンラインにしたままモジュールの取り外しおよび交換を行うことができます。モジュールをシャットダウンしてから取り外しおよび交換を行い、そのあとで再起動しても、他のソフトウェアまたはインターフェイスはシャットダウンされません。

モジュールの取り外しまたは取り付けを行うとき、事前にソフトウェアに通知するコマンドを入力する必要はありません。モジュールの取り外しまたは取り付けはシステムからスーパーバイザ エンジンに通知され、システムが設定変更をスキャンします。新しく取り付けられたモジュールは初期化され、システム設定について各インターフェイス タイプが確認されてから、新しいインターフェイスで診断が実行されます。モジュールの取り外しまたは取り付け中に、通常の動作が中断されることはありません。

モジュールを取り外してから交換する場合、または同じタイプの別のモジュールを同じスロットに装着する場合、システム設定への変更は必要ありません。それまで設定されていたタイプのインターフェイスは、すぐにオンラインで有効になります。モジュールを取り外し、別のタイプのモジュールを装着する場合、そのモジュールのインターフェイスはそのモジュールのデフォルト設定で管理上のアップになります。

インターフェイスのモニタリングおよびメンテナンス

ここではインターフェイスのモニタリングとメンテナンスの方法について説明します。

インターフェイスとコントローラのステータスのモニタリング

Catalyst 4500 シリーズ スイッチの Cisco IOS ソフトウェアには、インターフェイスに関する情報（ソフトウェアおよびハードウェアのバージョン、コントローラのステータス、インターフェイス統計情報など）を表示するためのコマンドが準備されています。これらのコマンドは、EXEC プロンプトで入力します。次の表に、インターフェイスを監視するためのコマンドをいくつか紹介します（**show** コマンドのすべてのリストを表示するには、EXEC プロンプトで **show ?** コマンドを入力します）。これらのコマンドについての詳細は、『*Interface Command Reference*』を参照してください。

インターフェイスに関する情報を表示するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# show interfaces [type slot/interface]`	すべてのインターフェイスまたは特定のインターフェイスについて、ステータスおよび設定を表示します。
ステップ 2	`Switch# show running-config`	RAM で現在実行中のコンフィギュレーションを表示します。
ステップ 3	`Switch# show protocols [type slot/interface]`	設定されている任意のプロトコルについて、グローバル（システム全体）およびインターフェイス固有のステータスを表示します。
ステップ 4	`Switch# show version`	ハードウェア構成、ソフトウェア バージョン、コンフィギュレーション ファイルの名前とソース、およびブート イメージを表示します。

次に、インターフェイス FastEthernet 5/5 のステータスを表示する例を示します。

```
Switch# show protocols fastethernet 5/5
FastEthernet5/5 is up, line protocol is up
Switch#
```

インターフェイスのクリアとリセット

show interfaces コマンドで表示されるインターフェイス カウンタをクリアするには、次のコマンドを入力します。

コマンド	目的
`Switch# clear counters {type slot/interface}`	インターフェイス カウンタをクリアします。

次に、インターフェイス FastEthernet 5/5 のカウンタをクリアしてリセットする例を示します。

```
Switch# clear counters fastethernet 5/5
Clear "show interface" counters on this interface [confirm] y
Switch#
*Sep 30 08:42:55: %CLEAR-5-COUNTERS: Clear counter on interface FastEthernet5/5
by vty1 (171.69.115.10)
Switch#
```

clear counters コマンド（引数なし）は、すべてのインターフェイスの現在のインターフェイス カウンタをすべてクリアします。

（注） **clear counters** コマンドは、SNMP（簡易ネットワーク管理プロトコル）で取得されたカウンタをクリアしません。**show interfaces** EXEC コマンドで表示されたカウンタのみをクリアします。

インターフェイスのシャットダウンおよび再起動

インターフェイスをディセーブルにすると、指定したインターフェイス上のすべての機能がディセーブルになり、そのインターフェイスはすべてのモニタ コマンド出力で使用不能として表示されます。この情報は、すべてのダイナミック ルーティング プロトコルを通じて他のネットワーク サーバに通知されます。このインターフェイスは、ルーティング アップデートに含まれなくなります。

インターフェイスをシャットダウンしたあとで再起動するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# interface {vlan vlan_ID} | {{fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet} slot/port} | {port-channel port_channel_number}`	設定するインターフェイスを指定します。
ステップ 2	`Switch(config-if)# shutdown`	インターフェイスをシャットダウンします。
ステップ 3	`Switch(config-if)# no shutdown`	インターフェイスをふたたびイネーブルにします。

次に、インターフェイス FastEthernet 5/5 をシャットダウンする例を示します。

```
Switch(config)# interface fastethernet 5/5
Switch(config-if)# shutdown
Switch(config-if)#
*Sep 30 08:33:47: %LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet5/5, changed state to a
administratively down
Switch(config-if)#
```

次に、インターフェイス FastEthernet 5/5 を再びイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config-if)# no shutdown
Switch(config-if)#
*Sep 30 08:36:00: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet5/5, changed state to up
Switch(config-if)#
```

インターフェイスがディセーブルになったかどうかを確認するには、**show interfaces** EXEC コマンドを入力します。シャット ダウンされたインターフェイスは、[administratively down] と表示されます。

インターフェイス リンク ステータス イベントおよびトランク ステータス イベントの設定

インターフェイス リンク ステータス イベントおよびトランク ステータス イベントを設定できます。Catalyst 4500 シリーズ スイッチでは、次のインターフェイス ロギング イベント通知がグローバルおよびインターフェイス単位の両方でサポートされます。

- データ リンク ステータスが変更された場合は、常にインターフェイス上の通知がイネーブルまたはディセーブルになります。
- トランキング ステータスが変更された場合は、常にトランク インターフェイス上の通知がイネーブルまたはディセーブルになります。

インターフェイス リンク ステータス イベントをイネーブルまたはディセーブルにするには、**[no] logging event link-status [use-global]** コマンドを使用します。インターフェイス トランク ステータス イベントをイネーブルまたはディセーブルにするには、**[no] logging event trunk-status [use-global]** コマンドを使用します。

各インターフェイス リンク ステータス ロギング イベントは、次のステートのいずれかで設定できます。

- **logging event link-status** ― リンク ステータス ロギング イベントは、スイッチのグローバル設定に関係なく、インターフェイス上で明示的にイネーブルになります。
- **no logging event link-status** ― リンク ステータス ロギング イベントは、スイッチのグローバル設定に関係なく、インターフェイス上で明示的にディセーブルになります。
- **logging event link-status use-global** ― これは、インターフェイス上のデフォルトのリンク ステータス ロギング イベント設定です。この設定は、スイッチのグローバルなリンク ステータス ロギング イベント設定に従う必要があります。

インターフェイス トランク ステータス ロギング イベントは、同じ設定ステートで設定できます。

インターフェイスのリンク ステータス イベント通知の設定

リンク ステータス ロギング イベントをイネーブルまたはディセーブルにするには、次のいずれかのコマンドを入力します。

コマンド	目的
`Switch(config-if)# logging event link-status`	インターフェイス リンク ステータス ロギングをイネーブルにします。
`Switch(config-if)# no logging event link-status`	インターフェイス リンク ステータス ロギングをディセーブルにします。
`Switch(config-if)# logging event link-status use-global`	インターフェイス リンク ステータス ロギングのグローバルなデフォルト設定を指定します。

グローバルな設定

対応するロギング イベントは、グローバルに設定することもできます。グローバルな設定により、すべてのインターフェイスにデフォルト ロギング設定が提供されます。**[no] logging event link-status global** コマンドにより、スイッチ全体のインターフェイス リンク ステータス ロギングをイネーブルまたはディセーブルにできます。**[no] logging event trunk-status global** コマンドにより、スイッチ全体のインターフェイス トランク ステータス ロギングをイネーブルまたはディセーブルにできます。

各インターフェイス リンク ステータス ロギング イベントがインターフェイス レベルで設定されていない場合、次のグローバルなロギング イベント設定を使用します。

- **logging event link-status global** ― リンク ステータス ロギング イベントがインターフェイス上で設定されていない場合、イネーブルになります。
- **no logging event link-status global** ― リンク ステータス ロギング イベントがインターフェイス上で設定されていない場合、ディセーブルになります。

インターフェイスのトランク ステータス ロギング イベントにも、同様のグローバル設定が提供されます。

スイッチのグローバル リンク ステータス ロギング イベントの設定

グローバル リンク ステータス ロギング イベントをイネーブルまたはディセーブルにするには、次のいずれかのコマンドを入力します。

コマンド	目的
`Switch(config-if)# logging event link-status global`	グローバル リンク ステータス ロギングをイネーブルにします。
`Switch(config-if)# no logging event link-status global`	グローバル リンク ステータス ロギングをディセーブルにします。

結果

次に、グローバル設定およびインターフェイス ロギング設定の組み合わせが異なる場合のインターフェイス ロギング イベントの動作ステートの要約例を表示します。

```
global setting       interface setting       actual logging state
--------------       -----------------       --------------------
     on                    on                       on
     off                   on                       on
     on                    off                      off
     off                   off                      off
     on                    default(use-global)      on
     off                   default(use-global)      off
```

次に、リンク ステータスおよびトランク ステータスのロギング イベントの設定およびロギング メッセージの出力例を表示します。

```
//
// The global link status and trunk status logging events are enabled.
//
Switch# show running | include logging
show running | include logging
logging event link-status global
logging event trunk-status global
Switch#

//
// The interface link status and trunk status logging settings
// are set to default values, which follow regardless of the global
// setting.
//
Switch# show running interface g1/4
Building configuration...

Current configuration: 97 bytes
!
interface GigabitEthernet1/4
 switchport trunk encapsulation dot1q
 switchport mode trunk
end
Switch#

//
// The trunk status logging messages for the interface are
// displayed whenever the interface trunking status is changed.
// Here we change the other end node's trunking encapsulation
// from dot1q to isl.
//
3d00h: %DTP-5-ILGLCFG: Illegal config(on,isl--on,dot1q) on Gi1/4
3d00h: %DTP-5-ILGLCFG: Illegal config(on,isl--on,dot1q) on Gi1/4
3d00h: %DTP-5-ILGLCFG: Illegal config(on,isl--on,dot1q) on Gi1/4

//
// The link and trunk status logging message for the interface
// are displayed whenever the interface link status is changed.
// Here we do a "shut" and "no shut" on the other end link node.
//
3d00h: %DTP-5-NONTRUNKPORTON: Port Gi1/4 has become non-trunk
3d00h: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface
GigabitEthernet1/4, changed state to down
3d00h: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet1/4, changed state to
down
3d00h: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet1/4, changed state to up
3d00h: %DTP-5-TRUNKPORTON: Port Gi1/4 has become dot1q trunk
3d00h: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface
GigabitEthernet1/4, changed state to up
```

デフォルト設定へのインターフェイスのリセット

インターフェイスに多くのコマンド ラインを設定し、そのインターフェイスのすべての設定をクリアする場合、**default interface** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。

```
Switch(config)# default interface fastEthernet 3/5
Interface FastEthernet3/5 set to default configuration
```

このコマンドを使用すると、すべての設定をクリアし、インターフェイスをシャットダウンすることができます。

```
Switch# show run interface fastethernet 3/5
Building configuration...

Current configuration : 58 bytes
!
interface FastEthernet3/5
 no ip address
 shutdown
end
```

CHAPTER 7

ポートのステータスと接続の確認

この章では、Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上でスイッチ ポートのステータスと接続を確認する方法について説明します。

この章の主な内容は、次のとおりです。

(注) この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

モジュール ステータスの確認

Catalyst 4500 シリーズ スイッチはマルチモジュール システムです。取り付けられているモジュール、および各モジュールの MAC（メディア アクセス制御）アドレス範囲とバージョン番号は、**show module** コマンドを使用して確認します。特定のモジュール番号を指定して、そのモジュールの詳細な情報を表示するには、[*mod_num*] 引数を使用します。

次に、スイッチ上のすべてのモジュール ステータスを確認する例を示します。

```
Switch# show module all

Mod  Ports Card Type                                  Model              Serial No.
---+-----+--------------------------------------+-----------------+-----------
 1     2   1000BaseX (GBIC) Supervisor Module     WS-X4014          JAB012345AB
 5    24   10/100/1000BaseTX (RJ45)               WS-X4424-GB-RJ45 JAB045304EY
 6    48   10/100BaseTX (RJ45)                    WS-X4148          JAB023402QK

 M MAC addresses                    Hw  Fw                Sw               Stat
--+--------------------------------+---+-----------------+---------------+-----
 1 0004.dd46.9f00 to 0004.dd46.a2ff 0.0 12.1(10r)EW(1.21) 12.1(10)EW(1)    Ok
 5 0050.3e7e.1d70 to 0050.3e7e.1d87 0.0                                    Ok
 6 0050.0f10.2370 to 0050.0f10.239f 1.0                                    Ok
Switch#
```

インターフェイスのステータスの確認

スイッチ ポートの要約または詳細情報を表示する場合は、**show interfaces status** コマンドを使用します。スイッチのすべてのポートの要約情報を参照するには、引数なしの **show interfaces status** コマンドを入力します。特定のモジュール番号を指定すると、そのモジュールのポート情報のみが表示されます。特定のポートの詳細情報を表示するには、モジュール番号とポート番号を入力します。

特定のポートにコンフィギュレーションコマンドを適用するには、適切な論理モジュールを指定する必要があります。詳細については、「モジュール ステータスの確認」（p.7-2）を参照してください。

次に、トランシーバを含む Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上のすべてのインターフェイスのステータスを表示する例を示します。このコマンドの出力では、他社製トランシーバの「未承認の GBIC」を表示します。

```
Switch#show interfaces status

Port     Name               Status       Vlan       Duplex  Speed Type
Gi1/1                       notconnect   1            auto   auto No Gbic
Gi1/2                       notconnect   1            auto   auto No Gbic
Gi5/1                       notconnect   1            auto   auto 10/100/1000-TX
Gi5/2                       notconnect   1            auto   auto 10/100/1000-TX
Gi5/3                       notconnect   1            auto   auto 10/100/1000-TX
Gi5/4                       notconnect   1            auto   auto 10/100/1000-TX
Fa6/1                       connected    1          a-full  a-100 10/100BaseTX
Fa6/2                       connected    2          a-full  a-100 10/100BaseTX
Fa6/3                       notconnect   1            auto   auto 10/100BaseTX
Fa6/4                       notconnect   1            auto   auto 10/100BaseTX

Switch#
```

次に、errdisable ステートのインターフェイスのステータスを表示する例を示します。

```
Switch# show interfaces status err-disabled
Port     Name               Status         Reason
Fa9/4                       err-disabled   link-flap
informational error message when the timer expires on a cause
---------------------------------------------------------------
5d04h:%PM-SP-4-ERR_RECOVER:Attempting to recover from link-flap err-disable state on
Fa9/4
Switch#
```

MAC アドレスの表示

show module コマンドを使用してモジュールの MAC アドレス範囲を表示する以外に、**show mac-address-table address** コマンドと **show mac-address-table interface** コマンドを使用して、特定の MAC アドレスまたはスイッチの特定のインターフェイスの MAC アドレス テーブル情報を表示できます。

次に、特定の MAC アドレスの MAC アドレス テーブル情報を表示する例を示します。

```
Switch# show mac-address-table address 0050.3e8d.6400
vlan   mac address     type    protocol  qos             ports
-----+---------------+--------+---------+---+--------------------------------
 200  0050.3e8d.6400  static   assigned  --  Switch
 100  0050.3e8d.6400  static   assigned  --  Switch
   5  0050.3e8d.6400  static   assigned  --  Switch
   4  0050.3e8d.6400  static        ipx  --  Switch
   1  0050.3e8d.6400  static        ipx  --  Switch
   1  0050.3e8d.6400  static   assigned  --  Switch
   4  0050.3e8d.6400  static   assigned  --  Switch
   5  0050.3e8d.6400  static        ipx  --  Switch
 100  0050.3e8d.6400  static        ipx  --  Switch
 200  0050.3e8d.6400  static        ipx  --  Switch
 100  0050.3e8d.6400  static      other  --  Switch
 200  0050.3e8d.6400  static      other  --  Switch
   5  0050.3e8d.6400  static      other  --  Switch
   4  0050.3e8d.6400  static         ip  --  Switch
   1  0050.3e8d.6400  static         ip  --  Route
   1  0050.3e8d.6400  static      other  --  Switch
   4  0050.3e8d.6400  static      other  --  Switch
   5  0050.3e8d.6400  static         ip  --  Switch
 200  0050.3e8d.6400  static         ip  --  Switch
 100  0050.3e8d.6400  static         ip  --  Switch
Switch#
```

次に、特定のインターフェイスの MAC アドレス テーブル情報を表示する例を示します。

```
Switch# show mac-address-table interface gigabit 1/1
Multicast Entries
 vlan    mac address     type    ports
-------+---------------+-------+-----------------------------------------
   1    ffff.ffff.ffff system Switch,Gi6/1,Gi6/2,Gi6/9,Gi1/1
Switch#
```

TDR を使用したケーブル ステータスの確認

（注） TDR（time domain reflectometer; タイム ドメイン リフレクトメータ）は Supervisor Engine 6-E ではサポートされて*いません*。

リンクを確立できない場合に、TDR 機能を使用してケーブル接続に障害があるかどうかを判別できます。

（注） このテストは、既存スイッチの交換、ギガビット イーサネットへのアップグレード、または新しいケーブル プラントの敷設の際に特に重要となります。

概要

Catalyst 4500 シリーズ スイッチの 48 ポート 10/100/1000BASE-T モジュール（WS-X4548-GB-RJ45、WS-X4548-GB-RJ45V、WS-X4524-GB-RJ45V、WS-X4013+TS、WS-C4948、および WS-C4948-10GE）では、TDR を使用して銅ケーブルのステータスを確認できます。TDR は、信号をケーブルに送信し、反射して戻ってきた信号を読み取ることによりケーブルの障害を検出します。信号のすべてまたは一部は、ケーブルの障害箇所またはケーブルの終端により反射して戻されます。

（注） 標準のカテゴリ 5 ケーブルには 4 つのペアがあります。各ペアは、次のステート（オープン［接続されていない］、損傷、ショート、または終端）のいずれかであると想定できます。TDR テストでは 4 つすべてのステートを検出し、最初の 3 つの状態を [Fault] と表示し、4 番めの状態を [Terminated] と表示します。CLI（コマンドライン インターフェイス）出力は表示されますが、ケーブル長はステートが [Faulty] の場合にのみ表示されます。

TDR テストの実行

TDR テストを開始するには、特権モードで次の作業を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# test cable-diagnostics tdr {interface {interface interface-number}}`	TDR テストを開始します。
ステップ 2	`Switch# show cable-diagnostics tdr {interface {interface interface-number}}`	TDR テストのカウンタ情報を表示します。

次に、モジュール 2 のポート 1 上で TDR テストを開始する例を示します。

```
Switch# test cable-diagnostics tdr int gi2/1
Switch#
```

次に、モジュールで TDR テストがサポートされていない場合に表示されるメッセージ例を示します。

```
Switch# test cable-diagnostics tdr int gi2/1
00:03:15:%C4K_IOSDIAGMAN-4-TESTNOTSUPPORTEDONMODULE: Online cable
diag tdr test is not supported on this module
Switch#
```

次に、ポートの TDR テストの結果を表示する例を示します。

```
Switch# show cable-diagnostics tdr interface gi4/13
Interface Speed  Local pair Cable length Remote channel Status
Gi4/13    0Mbps   1-2        102 +-2m     Unknown        Fault
                  3-6        100 +-2m     Unknown        Fault
                  4-5        102 +-2m     Unknown        Fault
                  7-8        102 +-2m     Unknown        Fault
```

（注） このコマンドは、Cisco IOS ソフトウェアの将来のリリースでは廃止される予定です。TDR テストを実行し、テスト結果を表示するには、diagnostic start および **show diagnostic result** コマンドを使用してください。

（注） TDR は、ポートのテストです。ポートは、テストの実行中（通常、1 分間）はトラフィックを処理できません。

注意事項

TDR を使用する場合は、次の注意事項が適用されます。

- TDR テストを実行中のポートと Auto-MDIX がイネーブルのポートを接続した場合、この TDR 結果は無効となる可能性があります。この場合、TDR テストを開始する前に WS-X4148-RJ45V 上のポートを管理上のダウンにする必要があります。
- TDR テストを実行中のポートと WS-X4148-RJ45V 上のポートなど 100BASE-T ポートを接続する場合、未使用のペア（4-5 および 7-8）はリモート エンドで終端処理されないため、障害としてレポートされます。
- TDR テストの実行中はポート設定を変更しないでください。
- ケーブルの特性から、正確な結果を入手するには TDR テストを複数回行う必要があります。
- （近端または遠端のケーブルを取り外すなど）ポート ステータスを変更しないでください。結果が不正確となる可能性があります。

Telnet の使用

スイッチの CLI には、Telnet を使用してアクセスできます。また、スイッチから Telnet を使用して、ネットワークの他のデバイスにアクセスすることも可能です。最大 8 つの Telnet セッションを同時に実行できます。

スイッチとの Telnet セッションを設定する前に、まずスイッチの IP アドレス（場合によりデフォルト ゲートウェイも）を設定する必要があります。IP アドレスとデフォルト ゲートウェイの設定方法については、第 3 章「スイッチの初期設定」を参照してください。

（注） ホスト名を使用してホストとの Telnet 接続を確立するには、Domain Name System（DNS; ドメイン ネーム システム）を設定してイネーブルにします。

スイッチからネットワーク上の別のデバイスへの Telnet 接続を確立するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch# telnet host [port]`	リモート ホストとの Telnet セッションを確立します。

次に、スイッチからリモート ホスト labsparc への Telnet 接続を確立する例を示します。

```
Switch# telnet labsparc
Trying 172.16.10.3...
Connected to labsparc.
Escape character is '^]'.

UNIX(r) System V Release 4.0 (labsparc)

login:
```

ログアウト タイマーの変更

ログアウト タイマーは、ユーザが指定された時間よりも長くアイドル状態にあるとき、自動的にスイッチから切断します。ログアウト タイマーを設定するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch# logoutwarning number`	ログアウト タイマーの値を変更します（タイムアウト値に 0 を指定すると、アイドル状態のセッションが自動的に切断されるのを防ぎます）。 デフォルト値に戻すには、**no** キーワードを使用します。

ユーザ セッションのモニタリング

スイッチ上で現在アクティブなユーザ セッションを表示するには、**show users** コマンドを使用します。このコマンドは、スイッチでアクティブなすべてのコンソール ポートと Telnet セッションのリストを出力します。

スイッチのアクティブなユーザ セッションを表示するには、特権 EXEC モードで次の作業を行います。

コマンド	目的
Switch# **show users [all]**	スイッチで現在アクティブなユーザ セッションを表示します。

次に、コンソールと Telnet セッションでローカル認証がイネーブルの場合の、**show users** コマンドの出力例を示します（アスタリスク [*] が現在のセッションを示します）。

```
Switch# show users
    Line       User       Host(s)              Idle       Location
*  0 con 0                 idle                 00:00:00

  Interface      User        Mode                    Idle     Peer Address

Switch# show users all
    Line       User       Host(s)              Idle       Location
*  0 con 0                 idle                 00:00:00
   1 vty 0                                     00:00:00
   2 vty 1                                     00:00:00
   3 vty 2                                     00:00:00
   4 vty 3                                     00:00:00
   5 vty 4                                     00:00:00

  Interface      User        Mode                    Idle     Peer Address
Switch#
```

アクティブなユーザ セッションを切断するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
Switch# **disconnect** {**console** | *ip_addr*}	スイッチのアクティブなユーザ セッションを切断します。

次に、アクティブなコンソール ポートのセッションとアクティブな Telnet セッションを切断する例を示します。

```
Switch> disconnect console
Console session disconnected.
Console> (enable) disconnect tim-nt.bigcorp.com
Telnet session from tim-nt.bigcorp.com disconnected. (1)
Switch# show users
  Session  User             Location
  -------- ---------------- -------------------------
  telnet   jake             jake-mac.bigcorp.com
* telnet   suzy             suzy-pc.bigcorp.com
Switch#
```

ping の使用

ここでは、IP ping を使用する手順について説明します。

ping の機能

ping コマンドを使用すると、リモート ホストとの接続を確認できます。異なる IP サブネットワークのホストに ping を実行する場合、ネットワークへのスタティック ルートを定義するか、サブネット間をルーティングするルータを設定する必要があります。

ping コマンドは、ユーザ モードおよび特権 EXEC モードから設定できます。ping は次のいずれかの応答を返します。

- 通常の応答 — ネットワーク トラフィックに応じて、1 ～ 10 秒間通常の応答（*hostname* が有効）が行われます。
- 宛先の応答なし — ホストが応答しない場合、No Answer メッセージが返されます。
- ホスト不明 — ホストが存在していない場合、Unknown Host メッセージが返されます。
- 宛先到達不能 — デフォルト ゲートウェイが指定されたネットワークに到達できない場合、Destination Unreachable メッセージが返されます。
- ネットワークまたはホスト到達不能 — ホストまたはネットワークにルート テーブルが存在しない場合、Network または Host Unreachable メッセージが返されます。

実行中の ping を停止するには、**Ctrl-C** を押します。

ping の実行

スイッチからネットワーク上の別のデバイスに ping を実行するには、ユーザ モードおよび特権 EXEC モードで次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch# ping host`	リモート ホストとの接続を確認します。

次に、ユーザ モードからリモート ホストに ping を実行する例を示します。

```
Switch# ping labsparc
labsparc is alive
Switch> ping 72.16.10.3
12.16.10.3 is alive
Switch#
```

次に、パケット数、パケット サイズ、タイムアウト時間を指定して、特権 EXEC モードで **ping** コマンドを入力する例を示します。

```
Switch# ping
Target IP Address []: 12.20.5.19
Number of Packets [5]: 10
Datagram Size [56]: 100
Timeout in seconds [2]: 10
Source IP Address [12.20.2.18]: 12.20.2.18
!!!!!!!!!!

----12.20.2.19 PING Statistics----
10 packets transmitted, 10 packets received, 0% packet loss
round-trip (ms)  min/avg/max = 1/1/1
Switch
```

IP traceroute の使用

ここでは、IP traceroute 機能を使用する手順について説明します。

IP traceroute の機能

ネットワークでパケットがホップ単位で通過するパスを識別する場合は、IP traceroute を使用します。このコマンドは、トラフィックが宛先に到達するまでに通過する、ルータなどのすべてのネットワーク レイヤ（レイヤ 3）デバイスを出力します。

レイヤ 2 スイッチは、**trace** コマンドの送信元または宛先として参加できますが、**trace** コマンド出力ではホップとして表示されません。

trace コマンドは IP ヘッダーの Time To Live（TTL; 存続可能時間）フィールドを使用して、ルータとサーバで特定のリターン メッセージが生成されるようにします。traceroute はまず TTL フィールドを 1 に設定して、宛先ホストに UDP データグラムを送信します。ルータが 1 または 0 の TTL 値を検出すると、ルータはデータグラムをドロップして Internet Control Message Protocol（ICMP; インターネット制御メッセージ プロトコル）Time-Exceeded メッセージを送信側に返します。traceroute は、ICMP Time-Exceeded メッセージの送信元アドレス フィールドを調べて、最初のホップのアドレスを判断します。

次のホップを確認するために、traceroute は TTL 値を 2 に設定して UDP パケットを送信します。最初のルータは TTL フィールドの値を 1 だけ減らし、次のルータにデータグラムを送信します。2 番めのルータは TTL の値 1 を確認し、データグラムをドロップして、送信元に Time-Exceeded メッセージを返します。このプロセスは、データグラムが宛先ホストに到達できるだけの値まで TTL が増加するか、最大 TTL に到達するまで続けられます。

データグラムが宛先に到達したことを判断するために、traceroute はデータグラムの UDP 宛先ポートを宛先ホストが使用すると予測される非常に大きな値に設定します。ホストが未確認のポート番号を指定したデータグラムを受け取ると、送信元に ICMP Port Unreachable エラー メッセージを送信します。Port Unreachable エラー メッセージは、宛先に到達していることを traceroute に通知します。

IP traceroute の実行

パケットがネットワークで通過するパスを追跡するには、EXEC モードまたは特権 EXEC モードで次の作業を行います。

コマンド	目的
Switch# **trace** [*protocol*] [*destination*]	IP traceroute を実行して、ネットワークでパケットが通過するパスを追跡します。

次に、**trace** コマンドを使用して、パケットがネットワークで宛先に到達するまでのルートを表示する例を示します。

```
Switch# trace ip ABA.NYC.mil

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to ABA.NYC.mil (26.0.0.73)
  1 DEBRIS.CISCO.COM (192.180.1.6) 1000 msec 8 msec 4 msec
  2 BARRNET-GW.CISCO.COM (192.180.16.2) 8 msec 8 msec 8 msec
  3 EXTERNAL-A-GATEWAY.STANFORD.EDU (192.42.110.225) 8 msec 4 msec 4 msec
  4 BB2.SU.BARRNET.NET (192.200.254.6) 8 msec 8 msec 8 msec
  5 SU.ARC.BARRNET.NET (192.200.3.8) 12 msec 12 msec 8 msec
  6 MOFFETT-FLD-MB.in.MIL (192.52.195.1) 216 msec 120 msec 132 msec
  7 ABA.NYC.mil (26.0.0.73) 412 msec 628 msec 664 msec
Switch#
```

レイヤ 2 traceroute の使用

レイヤ 2 traceroute 機能により、スイッチはパケットが送信元デバイスから宛先デバイスへ送信される間に通過する物理パスを識別できます。レイヤ 2 traceroute は、ユニキャスト送信元および宛先 MAC アドレスにのみ対応します。パス内のスイッチが保持する MAC アドレス テーブルを使用してパスを判別します。スイッチがレイヤ 2 traceroute をサポートしないデバイスをパス内で検出した場合、スイッチはレイヤ 2 に追跡クエリーを送信し続けてタイムアウトにします。

スイッチが送信元デバイスのホストから宛先デバイスのホストへのパスを追跡する場合、スイッチは送信元デバイスから宛先デバイスへのパスのみを識別します。パケットが送信元ホストから送信元デバイス、または宛先デバイスから宛先ホストへ送信される場合に通過するパスを識別することはできません。

ここでは、レイヤ 2 traceroute 機能を使用する手順について説明します。

- レイヤ 2 traceroute の使用上の注意事項（p.7-12）
- レイヤ 2 traceroute の実行（p.7-13）

レイヤ 2 traceroute の使用上の注意事項

レイヤ 2 traceroute の使用上の注意事項は次のとおりです。

- Cisco Discovery Protocol（CDP; シスコ検出プロトコル）は、ネットワーク上のすべてのデバイスでイネーブルになっている必要があります。レイヤ 2 traceroute を適切に機能させるために、CDP をディセーブルにしないでください。

  物理パス内のいずれかのデバイスが CDP に対してトランスペアレントである場合、スイッチはこのデバイスを通過するパスを識別できません。

  （注） CDP のイネーブル化の詳細については、第 23 章「CDP の設定」を参照してください。

- 物理パス内のすべてのスイッチは IP 接続が可能でなければなりません。スイッチが別のスイッチから到達可能である場合、特権 EXEC モードで **ping** コマンドを使用して接続をテストできます。
- パス内で識別可能な最大ホップ数は 10 です。
- 送信元デバイスから宛先デバイスへの物理パスにないスイッチにおいて、特権 EXEC モードで **traceroute mac** または **traceroute mac ip** コマンドを入力できます。物理パス内のすべてのスイッチはこのスイッチから到達可能でなければなりません。
- 指定した送信元および宛先 MAC アドレスが同一 VLAN（仮想 LAN）に属している場合のみ、**traceroute mac** コマンド出力はレイヤ 2 パスを表示します。異なる VLAN に属する送信元および宛先 MAC アドレスを指定した場合、レイヤ 2 パスは識別されず、エラー メッセージが表示されます。
- マルチキャスト送信元または宛先 MAC アドレスを指定した場合、レイヤ 2 パスは識別されず、エラー メッセージが表示されます。
- 送信元または宛先 MAC アドレスが複数の VLAN に属している場合、送信元および宛先 MAC アドレスの両方が属する VLAN を指定しなければなりません。このような VLAN を指定しないと、レイヤ 2 パスは識別されず、エラー メッセージが表示されます。
- 指定した送信元および宛先 IP アドレスが同一サブネットに属している場合、**traceroute mac ip** コマンド出力はレイヤ 2 パスを表示します。IP アドレスを指定する場合、スイッチは Address Resolution Protocol（ARP; アドレス解決プロトコル）を使用して IP アドレスと対応する MAC アドレスおよび VLAN ID を対応付けます。

　　－　指定した IP アドレスに対して ARP エントリが存在する場合、スイッチは関連 MAC アドレスを使用して物理パスを識別します。

　　－　ARP エントリがない場合、スイッチは ARP クエリーを送信して IP アドレスを解決しようとします。IP アドレスが解決されない場合、レイヤ 2 パスは識別されず、エラー メッセージが表示されます。

- 複数のデバイスがハブを通じて 1 つのポートに接続されている場合（たとえば、複数の CDP ネイバーがポートで検出される場合）、レイヤ 2 traceroute 機能はサポートされません。複数の CDP ネイバーが 1 つのポートで検出されると、レイヤ 2 パスは識別されず、エラー メッセージが表示されます。
- この機能は、トークンリング VLAN ではサポートされていません。

レイヤ 2 traceroute の実行

送信元デバイスから宛先デバイスへ送信されるパケットが通過する物理パスを表示するには、特権 EXEC モードで次の作業のいずれかを行います。

コマンド	目的
Switch# **traceroute mac** {*source-mac-address*} {*destination-mac-address*}	レイヤ 2 traceroute を実行して、ネットワークでパケットが通過するパスを追跡します。

または

コマンド	目的
Switch# **traceroute mac ip** {*source-mac-address*} {*destination-mac-address*}	IP traceroute を実行して、ネットワークでパケットが通過するパスを追跡します。

次に、**traceroute mac** および **traceroute mac ip** コマンドを使用して、パケットがネットワークを通じて宛先に到達するまでの物理パスを表示する例を示します。

```
Switch# traceroute mac 0000.0201.0601 0000.0201.0201

Source 0000.0201.0601 found on con6[WS-C2950G-24-EI] (2.2.6.6)
con6 (2.2.6.6) :Fa0/1 => Fa0/3
con5                 (2.2.5.5        )  :    Fa0/3 => Gi0/1
con1                 (2.2.1.1        )  :    Gi0/1 => Gi0/2
con2                 (2.2.2.2        )  :    Gi0/2 => Fa0/1
Destination 0000.0201.0201 found on con2[WS-C3550-24] (2.2.2.2)
Layer 2 trace completed
Switch#

Switch# traceroute mac ip 2.2.66.66 2.2.22.22 detail
Translating IP to mac .....
2.2.66.66 => 0000.0201.0601
2.2.22.22 => 0000.0201.0201

Source 0000.0201.0601 found on con6[WS-C2950G-24-EI] (2.2.6.6)
con6 / WS-C2950G-24-EI / 2.2.6.6 :
        Fa0/1 [auto, auto] => Fa0/3 [auto, auto]
con5 / WS-C2950G-24-EI / 2.2.5.5 :
        Fa0/3 [auto, auto] => Gi0/1 [auto, auto]
con1 / WS-C3550-12G / 2.2.1.1 :
        Gi0/1 [auto, auto] => Gi0/2 [auto, auto]
con2 / WS-C3550-24 / 2.2.2.2 :
        Gi0/2 [auto, auto] => Fa0/1 [auto, auto]
Destination 0000.0201.0201 found on con2[WS-C3550-24] (2.2.2.2)
Layer 2 trace completed.
Switch#
```

ICMP の設定

ICMP は、IP 接続を制御および管理するための多くのサービスを提供します。インターネット ヘッダーに問題が検出された場合に、ICMP メッセージがルータまたはアクセス サーバによってホストまたはその他のルータに送信されます。ICMP の詳細については、RFC 792 を参照してください。

ICMP Protocol Unreachable メッセージのイネーブル化

Cisco IOS ソフトウェアが不明なプロトコルを使用する非ブロードキャスト パケットを受け取ると、送信元に ICMP Protocol Unreachable メッセージを返します。

同様に、宛先アドレスまでのルートを認識していないため最終的な宛先に届かないパケットをソフトウェアが受け取ると、送信元に ICMP Host Unreachable メッセージを返します。この機能は、デフォルトでイネーブルに設定されています。

ICMP Protocol Unreachable と Host Unreachable メッセージの生成をイネーブルにするには、インターフェイス コンフィギュレーションモードで次のコマンドを入力します。

コマンド	目的
`Switch (config-if)# [no] ip unreachables`	ICMP 宛先到達不能メッセージをイネーブルにします。 ICMP 宛先到達不能メッセージをディセーブルにするには、**no** キーワードを使用します。

注意　**no ip unreachables** コマンドを実行すると、「パス MTU 検出」機能が停止します。ネットワークの中のルータは、パケットを強制的に分割します。

ICMP 宛先到達不能メッセージが生成されるレートを制限するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch (config)# [no] ip icmp rate-limit unreachable [df] milliseconds`	ICMP 宛先メッセージが生成されるレートを制限します。 レート制限を削除し、CPU 利用を低減させるには、**no** キーワードを使用します。

ICMP Redirect メッセージのイネーブル化

最適なデータ ルートが使用されない場合があります。たとえば、受信したその同じインターフェイスを使用したパケットの再送をルータに強制できます。この場合、Cisco IOS ソフトウェアはパケットの発信元に ICMP Redirect メッセージを送信して、ルータが受信デバイスに直接接続するサブネット上にあること、また、ルータは同じサブネット上の別のシステムにパケットを転送する必要があることを発信元に通知します。ソフトウェアはパケットの発信元に ICMP Redirect メッセージを送信します。これは発信側ホストがすでにネクスト ホップにそのパケットを送信し、それを発信元が全く認識していない可能性があるためです。Redirect メッセージは、ルートから受信デバイスを削除し、よりダイレクトなパスを示す指定されたデバイスに代えるよう送信側に指示します。この機能は、デフォルトでイネーブルに設定されています。

ただし、Hot Standby Router Protocol（HSRP; ホットスタンバイ ルータ プロトコル）がインターフェイスに設定されている場合、そのインターフェイスでは ICMP Redirect メッセージは（デフォルトで）ディセーブルになります。HSRP の詳細については、次の URL を参照してください。
http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios121/121cgcr/ip_c/ipcprt1/1cdip.htm

Cisco IOS ソフトウェアが受信したインターフェイスからパケットを再送するように指定されている場合、ICMP Redirect メッセージの送信をイネーブルにするには、インターフェイス コンフィギュレーションモードで次のコマンドを入力します。

コマンド	目的
`Switch (config-if)# [no] ip redirects`	ICMP Redirect メッセージをイネーブルにします。 ICMP Redirect メッセージをディセーブルにし、CPU 利用を低減させるには、**no** キーワードを使用します。

ICMP Mask Reply メッセージのイネーブル化

ネットワーク デバイスがインターネットワークの特定のサブネットワークに関して、サブネットマスクを認識していなければならない場合があります。この情報を取得するために、デバイスは ICMP Mask Request メッセージを送信します。これらのメッセージには、要求された情報を保有するデバイスの ICMP Mask Reply メッセージが応答します。Cisco IOS ソフトウェアは、ICMP Mask Reply 機能がイネーブルの場合に、ICMP Mask Request メッセージに応答できます。

Cisco IOS ソフトウェアが ICMP Mask Reply メッセージを送信して、ICMP マスク要求に応答するように指定するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch (config-if)# [no] ip mask-reply`	ICMP 宛先マスク要求への応答をイネーブルにします。 この機能をディセーブルにするには、**no** キーワードを使用します。

CHAPTER 8

RPR および SSO を使用したスーパーバイザ エンジンの冗長設定

Catalyst 4500 シリーズ スイッチでは、アクティブ スーパーバイザ エンジンが故障した場合に、冗長スーパーバイザ エンジンが処理を引き継ぎます。ソフトウェアでは、冗長スーパーバイザ エンジンを Route Processor Redundancy（RPR）または Stateful Switchover（SSO）動作モードで稼働することで、スーパーバイザ エンジン冗長構成をイネーブルにします。

（注） SSO は Supervisor Engine 6-E ではサポートされて*いません*。

（注） SSO を稼働する ROMMON 最小要件は、Cisco IOS Release 12.1(20r)EW1 または Cisco IOS Release 12.2(20r)EW1 です。

この章では、Catalyst 4507R および Catalyst 4510R スイッチ上でスーパーバイザ エンジンの冗長構成を設定する方法について説明します。

（注） Cisco Nonstop Forwarding（NSF）with SSO（NSF/SSO）の詳細については、第 9 章「Cisco NSF/SSO スーパーバイザ エンジンの冗長構成の設定」を参照してください。

この章の主な内容は、次のとおりです。

(注)　この章のスイッチ　コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

スーパーバイザ エンジンの冗長構成

ここでは、スーパーバイザ エンジンの冗長構成について説明します。

概要

スーパーバイザ エンジンが冗長構成の場合、アクティブ スーパーバイザ エンジンが故障する、または手動で切り替えると、冗長スーパーバイザ エンジンがアクティブ スーパーバイザ エンジンとなります。冗長スーパーバイザ エンジンはアクティブ スーパーバイザ エンジンのスタートアップ コンフィギュレーション時に自動的に初期化されていて、スイッチオーバー時間が短縮されます（コンフィギュレーションに応じて、RPR モードでは 30 秒以上、SSO モードでは 1 秒以下）。

スーパーバイザ エンジンの冗長性は、スイッチオーバー時間の削減以外にも次の内容をサポートしています。

- 冗長スーパーバイザ エンジンの活性挿抜（online insertion and removal; OIR）

  スーパーバイザ エンジンの冗長構成により、メンテナンス時に冗長スーパーバイザ エンジンの OIR が可能になります。冗長スーパーバイザ エンジンが搭載されている場合、アクティブ スーパーバイザ エンジンがその存在を検出し、冗長スーパーバイザ エンジンは RPR モードでは部分的初期化ステート、および SSO モードでは完全初期化ステートで起動します。
- ソフトウェアのアップグレード（「ソフトウェア アップグレードの実行」[p.8-16] を参照）。

  スーパーバイザ エンジンのソフトウェア変更中のダウン時間を最小限にするために、冗長スーパーバイザ エンジンに新しいイメージをロードしてスイッチオーバーを実施します。

スイッチ を最初に起動して、最初に起動するスーパーバイザ エンジンがアクティブ スーパーバイザ エンジンとなって、スイッチオーバーが発生するまでアクティブのままとなります。

次のイベントが 1 つまたは複数発生するとスイッチオーバーが発生します。

- アクティブ スーパーバイザ エンジンの障害（ハードウェアまたはソフトウェア機能による）、または取り外し
- ユーザによる強制的なスイッチオーバー
- ユーザによるアクティブ スーパーバイザ エンジンのリロード

表 8-1 では、冗長用のシャーシおよびスーパーバイザ エンジンについて説明します。

表 8-1　シャーシおよびスーパーバイザのサポート

シャーシ（製品番号）	サポート対象のスーパーバイザ エンジン
Catalyst 4507R（WS-C4507R）	冗長 Supervisor Engine II-Plus（WS-X4013+）、冗長 Supervisor Engine II-Plus（WS-X4013+GE）、Supervisor Engine IV（WS-X4515）、冗長 Supervisor Engine V（WS-X4516）、および冗長 Supervisor Engine V（WS-X4516-10GE）
Catalyst 4510R（WS-C4510R）	冗長 Supervisor Engine V（WS-X4516）および冗長 Supervisor Engine V（WS-X4516-10GE）

RPR 動作

RPR は、Cisco IOS Release 12.2(12c)EW 以降のリリースでサポートされます。冗長スーパーバイザ エンジンが RPR モードで稼働している場合、部分的に初期化されたステートで起動し、アクティブ スーパーバイザ エンジンの固定コンフィギュレーションで同期化されます。

（注） 固定コンフィギュレーションには、startup-config、ブート変数、config-register、VLAN（仮想 LAN）データベースが含まれます。

冗長スーパーバイザ エンジンは基本的なシステム初期化のあとで起動シーケンスを中止します。アクティブ スーパーバイザ エンジンに障害が発生した場合、冗長スーパーバイザ エンジンが新しいアクティブ スーパーバイザ エンジンになります。

スーパーバイザ エンジンのスイッチオーバーでは、モジュール タイプとステータスに関連するスーパーバイザ エンジンの間ではステートが維持されず、RPR モードの物理ポートすべてが再起動するので、トラフィックが中断します。冗長スーパーバイザ エンジンの初期化が完全に終了すると、モジュールからハードウェア情報を読み込みます。

SSO 動作

（注） SSO は Supervisor Engine 6-E ではサポートされて*いません*。

SSO は、Cisco IOS Release 12.2(20)EWA 以降のリリースでサポートされます。冗長スーパーバイザ エンジンが SSO モードで稼働した場合、完全に初期化されたステートで起動し、アクティブ スーパーバイザ エンジンの固定コンフィギュレーションと実行コンフィギュレーションを同期化します。冗長スーパーバイザ エンジンはそのあと、次のプロトコルのステートを維持し、ステートフル スイッチオーバーをサポートする機能に関するハードウェアおよびソフトウェア ステートの変更すべてを同期化して維持します。そのため、冗長スーパーバイザ エンジン構成内のレイヤ 2 セッションへの割り込みはありません。

冗長スーパーバイザ エンジンは、各リンクのハードウェア リンク ステータスを認識するので、スイッチオーバーになる前にアクティブだったポートはアップリンク ポートを含め、アクティブのままです。ただし、アップリンク ポートは物理的にスーパーバイザ エンジン上にあるので、スーパーバイザ エンジンが取り外されると切断されます。

アクティブ スーパーバイザ エンジンに障害が発生した場合、冗長スーパーバイザ エンジンがアクティブになります。この新しいアクティブ スーパーバイザ エンジンは既存のレイヤ 2 スイッチング情報を使用して、トラフィック転送を続けます。ルーティング テーブルが新しいアクティブ スーパーバイザ エンジンに追加されるまで、レイヤ 3 の転送は延期されます。

SSO は、次のレイヤ 2 機能のステートフル スイッチオーバーをサポートします。次の機能のステートは、アクティブおよび冗長スーパーバイザ エンジンの間で保存されます。

- 802.3
- 802.3u
- 802.3x（フロー制御）
- 802.3ab（GE）
- 802.3z（Coarse Wavelength Division Multiplexing［CWDM; 低密度波長分割多重］を含めたギガビット イーサネット）
- 802.3ad（Link Aggregation Control Protocol [LACP]）
- 802.1p（レイヤ 2 QoS [Quality Of Service]）
- 802.1Q
- 802.1X（認証）
- 802.1D（Spanning-Tree Protocol［STP; スパニングツリー プロトコル］）
- 802.3af（インライン パワー）
- PAgP
- VTP
- Dynamic ARP Inspection（DAI; ダイナミック ARP インスペクション）
- DHCP スヌーピング
- IP ソース ガード
- Internet Group Management Protocol（IGMP; インターネット グループ管理プロトコル）（バージョン 1 および 2）
- Dynamic Trunking Protocol（DTP; ダイナミック トランキング プロトコル）（802.1Q および ISL［スイッチ間リンク］）
- MST
- PVST+
- Rapid Per-VLAN Spanning-Tree plus（Rapid PVST+）
- PortFast/UplinkFast/BackboneFast
- Bridge Protocol Data Unit（BPDU; ブリッジ プロトコル データ ユニット）およびフィルタリング
- 音声 VLAN
- ポート セキュリティ
- ユニキャスト MAC（メディア アクセス制御）フィルタリング
- Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）（VACL、PACL、RACLS）
- QoS（DBL）
- マルチキャスト ストーム制御 / ブロードキャスト ストーム制御

SSO は、次の機能と互換性があります。ただし、次の機能のプロトコル データベースは冗長スーパーバイザ エンジンとアクティブ スーパーバイザ エンジンの間では同期化されていません。

- Layer 2 Protocol Tunneling（L2PT; レイヤ 2 プロトコル トンネリング）を備えた 802.1Q トンネリング
- ベビー ジャイアント
- ジャンボ フレーム サポート

- Cisco Discovery Protocol（CDP; シスコ検出プロトコル）
- フラッディング ブロック
- UDLD
- SPAN/RSPAN
- NetFlow

SSO 機能がイネーブルの場合、次の機能が冗長スーパーバイザ エンジンで学習されます。

- Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上のレイヤ 3 プロトコルすべて（Switch Virtual Interface［SVI; スイッチ仮想インターフェイス］）

スーパーバイザ エンジンの冗長構成の同期化

通常の動作中、固定コンフィギュレーション（RPR および SSO）と実行コンフィギュレーション（SSO のみ）は、2 台のスーパーバイザ エンジンの間のデフォルトで同期化されます。スイッチオーバー時には、新しいアクティブ スーパーバイザ エンジンが現在の設定を使用します。

（注） 冗長スーパーバイザ エンジン コンソールに CLI（コマンドライン インターフェイス）コマンドを入力することはできません。

ここでは、スーパーバイザ エンジンの冗長構成の同期化について説明します。

RPR スーパーバイザ エンジンの設定の同期化

冗長スーパーバイザ エンジンは RPR モードで部分的に初期化されているだけなので、起動時にコンフィギュレーション変更を受信し、コンフィギュレーション変更を保存する場合にのみ、アクティブ スーパーバイザ エンジンと交信します。

冗長スーパーバイザ エンジンが RPR モードで稼働している場合は、次のイベントによってコンフィギュレーション情報の同期化が発生します。

- 冗長スーパーバイザ エンジンが起動した場合に **auto-sync** コマンドを使用すると、固定コンフィギュレーションを同期化します。このコマンドは、デフォルトでイネーブルに設定されています。詳細については、「スーパーバイザ エンジンの設定の同期化」（p.8-13）を参照してください。
- アクティブ スーパーバイザ エンジンが冗長スーパーバイザ エンジンを検出すると、コンフィギュレーション情報がアクティブ スーパーバイザ エンジンから冗長スーパーバイザ エンジンに同期化されます。この同期によって、冗長スーパーバイザ エンジン上のすべてのスタートアップ コンフィギュレーション ファイルが上書きされます。
- コンフィギュレーションを変更する場合、**write** コマンドを使用して、冗長スーパーバイザ エンジンのスタートアップ コンフィギュレーションを保存および同期化する必要があります。

SSO スーパーバイザ エンジンの設定の同期化

（注） SSO は Supervisor Engine 6-E ではサポートされて*いません*。

冗長スーパーバイザ エンジンが SSO モードで稼働している場合は、次のイベントがトリガーとなってコンフィギュレーション情報の同期化が発生します。

- アクティブ スーパーバイザ エンジンが冗長スーパーバイザ エンジンを検出した場合、固定および実行コンフィギュレーションの同期化が発生し、冗長スーパーバイザ エンジンが完全初期化ステートに移行できます。
- リアルタイムで変更が発生すると、アクティブ スーパーバイザ エンジンは必要に応じて、実行コンフィギュレーションおよび（または）固定コンフィギュレーションと冗長スーパーバイザ エンジンを同期化します。
- コンフィギュレーションを変更する場合に **write** コマンドを使用して、アクティブ スーパーバイザ エンジンが冗長スーパーバイザ エンジンのスタートアップ コンフィギュレーションを保存および同期化できるようにする必要があります。

スーパーバイザ エンジンの冗長構成に関する注意事項および制約事項

スーパーバイザ エンジンの冗長構成に関する注意事項および制約事項は、次のとおりです。

- RPR では Cisco IOS Release 12.1(12c)EW、Release 12.1(19)E 以降のリリースが必要です。SSO では Cisco IOS Release 12.2(20)EWA 以降のリリースが必要です。
- Catalyst 4507R スイッチおよび 4510R スイッチは、スーパーバイザ エンジンの冗長構成に対応する唯一の Catalyst 4500 シリーズ スイッチです。
- Catalyst 4510R シリーズ スイッチは、WS-X4516 および WS-X4516-10GE スーパーバイザ エンジンのみをサポートします。Catalyst 4507R シリーズ スイッチは WS-X4013+、WS-X4013+10GE、WS-X4515、WS-X4516、および WS-X4516-10GE スーパーバイザ エンジンをサポートします。
- Catalyst 4507R シリーズ スイッチの Cisco IOS Release 12.2(25)SG 以降のリリースでは、10 ギガビット イーサネットおよびギガビット イーサネット アップリンクは、Supervisor Engine V-10GE（WS-X4516-10GE）と Supervisor Engine II+10GE（WS-4013+10GE）で同時に使用できます。Cisco IOS Release 12.2(25)SG より前のリリースでは、10 ギガビット イーサネット アップリンクまたはギガビット イーサネット アップリンクを選択するには **hw-module uplink select** コンフィギュレーションコマンドを使用する必要があります。
- Cisco IOS Release 12.2(25)SG 以降のリリースでは、Catalyst 4510R シリーズ スイッチで Supervisor Engine V-10GE（WS-X4516-10GE）を使用するとき、スロット 10 に WS-X4302-GB が搭載されている場合に限り、10 ギガビット イーサネットおよびギガビット イーサネット アップリンク両方を選択して同時に使用できます。10 ギガビット イーサネット アップリンクまたはギガビット イーサネット アップリンクのいずれかを選択する場合、任意のラインカードをスロット 10 に搭載できます。アップリンクを選択するには、**hw-module uplink select** コンフィギュレーションコマンドを使用します。Cisco IOS Releases 12.2(25)SG より前のリリースでは、10 ギガビット イーサネットおよびギガビット イーサネットのアップリンク両方を同時に使用できません。
- RPR または SSO モードで、WS-X4516-10GE および WS-X4013+10GE Supervisor Engines で 10 ギガビット イーサネット アップリンクを選択する場合、インターフェイス TenGigabitEthernet 1/1 および 2/1 のみを使用できます。同様に、ギガビット イーサネット アップリンクを選択する場合、インターフェイス GigabitEthernet 1/3、1/4、2/3、および 2/4 のみを使用できます。両方のアップリンクを同時に選択すると、インターフェイス TenGigabitEthernet 1/1 および 2/1 と、インターフェイス GigabitEthernet 1/3、1/4、2/3、および 2/4 を使用できます。
- 冗長構成では、同じスーパーバイザ エンジン モデルで同じ Cisco IOS ソフトウェア イメージを使用する、シャーシに搭載されているスーパーバイザ エンジンが必要です。
- WS-X4013+ および WS-X4515 スーパーバイザ エンジンで RPR または SSO モードを使用する場合に使用できるのは、Gig1/1 および Gig2/1 ギガビット イーサネット インターフェイスのみです。Gig1/2 および Gig2/2 アップリンク ポートは使用できません。
- WS-X4516 アクティブおよび冗長スーパーバイザ エンジンが同じシャーシに搭載されている場合、アップリンク ポート（Gig1/1、Gig2/1、Gig1/2、Gig2/2）を使用できます。
- シャーシのアクティブ スーパーバイザ エンジンおよび冗長スーパーバイザ エンジンは、スロット 1 およびスロット 2 に搭載する必要があります。
- シャーシの各スーパーバイザ エンジンには、スイッチを稼働させるための独自のフラッシュ デバイスとコンソール ポート接続を備えている必要があります。
- 各スーパーバイザ エンジンには、個別のコンソール ポート接続を行う必要があります。コンソール ポートに Y 字型ケーブルを接続しないでください。
- スーパーバイザ エンジンの冗長構成にはスーパーバイザ エンジンのロード バランシング機能がありません。
- スイッチオーバー時に Cisco Express Forwarding（CEF; シスコ エクスプレス フォワーディング）テーブルがクリアされます。したがって、ルート テーブルの再コンバージェンスまでの間、トラフィックのルーティングが中断されます。SSO 機能がスーパーバイザ エンジンの冗長スイッチオーバー時間を 30 秒以上から 1 秒以下に削減するので、この再コンバージェンス時間は最小となります。また、スイッチが SSO 用に設定された場合のレイヤ 3 のフェールオーバー時間も早くなります。

- スタティック IP ルートは、コンフィギュレーション ファイルのエントリに基づいて設定されるので、スイッチオーバー後も維持されます。
- アクティブ スーパーバイザ エンジン上で維持されているレイヤ 3 ダイナミック ステート情報は、冗長スーパーバイザ エンジンへの同期化が行われず、スイッチオーバー時に失われます。
- Cisco IOS Release 12.2 以降、サポートされていない状態が検出された場合（アクティブ スーパーバイザ エンジンが Cisco IOS Release 12.2(20)EW を、冗長スーパーバイザ エンジンが Cisco IOS Release 12.1(20)EW を稼働している場合など）、冗長スーパーバイザ エンジンが複数回リセットされ、ROMMON モードになります。したがって、「ソフトウェア アップグレードの実行」（p.8-16）に示す正しい手順に従ってください。
- Cisco IOS Release 12.2(20)EWA または Cisco IOS Release 12.2(25)EW を実行（またはアップグレード）して、冗長シャーシ（Catalyst 4507R または Catalyst 4510R シリーズ スイッチ）で単一のスーパーバイザ エンジンを使用し、ルーテッド ポートを使用する場合は、次のいずれかを実行します。
  - ルーテッド ポートの代わりに、SVI を使用します。
  - 冗長モードを SSO から RPR に変更します。
- SSO モードでの SNMP（簡易ネットワーク管理プロトコル）同期および SNMP 設定操作による冗長スーパーバイザ エンジンの設定変更は、冗長スーパーバイザ エンジンと同期化されません。SSO モードでの SNMP 設定操作は可能ですが、予期しない動作が発生することがあります。

  SSO モードで SNMP によってスイッチを設定したあとで、アクティブ スーパーバイザ エンジン上の running-config ファイルを startup-config ファイルにコピーすると、冗長スーパーバイザ エンジン上の startup-config ファイルの同期化が発生します。新しい設定が冗長スーパーバイザ エンジンに適用されるように冗長スーパーバイザ エンジンをリロードします。
- スタートアップ（一括）同期中は、設定を変更できません。このプロセス中に設定を変更しようとすると、次のメッセージが生成されます。

  ```
  Config mode locked out till standby initializes
  ```

- 設定変更がスーパーバイザ エンジンのスイッチオーバーと同時に発生した場合、それらの設定変更は失われます。

スーパーバイザ エンジンの冗長設定

ここでは、スーパーバイザ エンジンの冗長構成を設定する手順について説明します。

冗長構成の設定

冗長構成を設定にするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# redundancy`	冗長コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config-red)# mode {sso | rpr}`	SSO または RPR を設定します。このコマンドを入力すると、冗長スーパーバイザ エンジンはリロードされて SSO または RPR モードで動作開始します。
ステップ 3	`Switch# show running-config`	SSO または RPR がイネーブルであることを確認します。
ステップ 4	`Switch# show redundancy [clients | counters | history | states]`	アクティブおよび冗長スーパーバイザ エンジン用に冗長構成情報（カウンタ、ステートなど）を表示します。

冗長構成を設定する場合、次の点に注意してください。

- **sso** キーワードは、Cisco IOS Release 12.2(20)EWA 以降のリリースでサポートされます。
- **rpr** キーワードは、Cisco IOS Release 12.1(12c)EW 以降のリリースでサポートされます。

次に、SSO にシステムを設定し、冗長ファシリティ情報を表示する例を示します。

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# redundancy
Switch(config-red)# mode sso
Switch(config-red)# end
Switch# show redundancy
Redundant System Information :
------------------------------
       Available system uptime = 2 days, 2 hours, 39 minutes
Switchovers system experienced = 0
              Standby failures = 0
        Last switchover reason = none

                 Hardware Mode = Duplex
    Configured Redundancy Mode = Stateful Switchover
     Operating Redundancy Mode = Stateful Switchover
               Maintenance Mode = Disabled
                 Communications = Up

Current Processor Information :
-------------------------------
               Active Location = slot 1
        Current Software state = ACTIVE
       Uptime in current state = 2 days, 2 hours, 39 minutes
                 Image Version = Cisco Internetwork Operating System Software
IOS (tm) Catalyst 4000 L3 Switch Software (cat4000-I5S-M), Version 12.2(20)EWA(3
.92), CISCO INTERNAL USE ONLY ENHANCED PRODUCTION VERSION
Copyright (c) 1986-2004 by cisco Systems, Inc.
Compiled Wed 14-Jul-04 04:42 by esi
                         BOOT = bootflash:cat4000-i5s-mz.122_20_EWA_392,1
        Configuration register = 0x2002

Peer Processor Information :
----------------------------
              Standby Location = slot 2
        Current Software state = STANDBY HOT
       Uptime in current state = 2 days, 2 hours, 39 minutes
                 Image Version = Cisco Internetwork Operating System Software
IOS (tm) Catalyst 4000 L3 Switch Software (cat4000-I5S-M), Version 12.2(20)EWA(3
.92), CISCO INTERNAL USE ONLY ENHANCED PRODUCTION VERSION
Copyright (c) 1986-2004 by cisco Systems, Inc.
Compiled Wed 14-Jul-04 0
                         BOOT = bootflash:cat4000-i5s-mz.122_20_EWA_392,1
        Configuration register = 0x2002

Switch#
```

次に、冗長ファシリティ ステート情報を表示する例を示します。

```
Switch# show redundancy states
my state = 13 -ACTIVE
     peer state = 8  -STANDBY HOT
           Mode = Duplex
           Unit = Primary
        Unit ID = 2

Redundancy Mode (Operational) = Stateful Switchover
Redundancy Mode (Configured)  = Stateful Switchover
     Split Mode = Disabled
   Manual Swact = Enabled
 Communications = Up

   client count = 21
 client_notification_TMR = 240000 milliseconds
          keep_alive TMR = 9000 milliseconds
        keep_alive count = 0
    keep_alive threshold = 18
           RF debug mask = 0x0
Switch#
```

次に、システム設定を RPR モードから SSO モードに変更する例を示します。

```
Switch(config)# redundancy
Switch(config-red)# mode
Switch(config-red)# mode sso
Changing to sso mode will reset the standby. Do you want to continue?[confirm]
Switch(config-red)# end
Switch#
*Aug  1 13:11:16: %C4K_REDUNDANCY-3-COMMUNICATION: Communication with the peer
Supervisor has been lost
*Aug  1 13:11:16: %C4K_REDUNDANCY-3-SIMPLEX_MODE: The peer Supervisor has been lost
```

次に、システム設定を SSO モードから RPR モードに変更する例を示します。

```
Switch(config)# redundancy
Switch(config-red)# mode rpr
Changing to rpr mode will reset the standby. Do you want to continue?[confirm]
Switch(config-red)# end
*Aug  1 13:11:16: %C4K_REDUNDANCY-3-COMMUNICATION: Communication with the peer
Supervisor has been lost
*Aug  1 13:11:16: %C4K_REDUNDANCY-3-SIMPLEX_MODE: The peer Supervisor has been lost
```

スタンバイ スーパーバイザ エンジンの仮想コンソール

Catalyst 4500 シリーズ スイッチには、冗長性を持たせるため、2 つのスーパーバイザ エンジンを搭載できます。スイッチに電源が入ると、スーパーバイザ エンジンの 1 つがアクティブになり、スイッチオーバーが発生するまでアクティブのままになります。もう 1 つのスーパーバイザ エンジンはスタンバイ モードのままです。

スーパーバイザ エンジンのそれぞれには、自身のコンソール ポートがあります。スタンバイ スーパーバイザ エンジンのコンソール ポート経由でのみ、スタンバイ スーパーバイザ エンジンにアクセスできます。したがって、スタンバイ スーパーバイザに対するアクセス、監視、またはデバッグを行うには、スタンバイ コンソールに接続する必要があります。

スタンバイ スーパーバイザ エンジンの仮想コンソールを使用すると、スタンバイ コンソールへの物理的な接続がなくてもアクティブ スーパーバイザ エンジンからスタンバイ コンソールにアクセスできます。EOBC で IPC を使用してスタンバイ スーパーバイザ エンジンと通信し、アクティブ スーパーバイザ エンジン上でスタンバイ コンソールをエミュレートします。一度にアクティブにできるアクティブ スタンバイ コンソール セッションは 1 つのみです。

スタンバイ スーパーバイザ エンジンの仮想コンソールにより、アクティブ スーパーバイザ エンジンにログオンしているユーザは、スタンバイ スーパーバイザ エンジン上で show コマンドをリモートで実行し、アクティブ スーパーバイザ エンジンでその結果を表示できます。仮想コンソールは、アクティブ スーパーバイザ エンジンからのみ利用できます。

アクティブ スーパーバイザ エンジンからアクティブ スーパーバイザ エンジンの **attach module**、**session module**、または **remote login** コマンドを使用してスタンバイ仮想コンソールにアクセスできます。これらのコマンドを実行してスタンバイ コンソールにアクセスするには、特権 EXEC モード（レベル 15）を開始している必要があります。

スタンバイ仮想コンソールを開始すると、端末プロンプトは、[<hostname>-standby-console#] に自動的に変更されます（ここで、hostname はスイッチに設定された名前です）。仮想コンソールを終了すると、このプロンプトは元のプロンプトに戻ります。

exit または **quit** コマンドを入力すると、仮想コンソールは終了します。ログインしたアクティブ スーパーバイザ エンジンの端末の無活動時間が設定されたアイドル時間を超えると、アクティブ スーパーバイザ エンジンの端末から自動的にログアウトします。この場合、仮想コンソール セッションも終了します。また、スタンバイが再起動すると、仮想コンソール セッションも自動的に終了します。スタンバイが起動したあとは、別の仮想コンソール セッションを作成する必要があります。

仮想コンソールを使用してスタンバイ スーパーバイザ エンジンにログインするには、次の操作を実行します。

```
Switch# session module 2
Connecting to standby virtual console
Type "exit" or "quit" to end this session

Switch-standby-console# exit
Switch#
```

スタンバイ コンソールがイネーブルでない場合、次のメッセージが表示されます。

```
Switch-standby-console#
Standby console disabled.
Valid commands are: exit, logout
```

（注） スタンバイ仮想コンソールには、コマンド履歴、コマンド補完、コマンド ヘルプ、部分コマンド キーワードなど、スーパーバイザ コンソールから利用できる標準的な機能が備わっています。

次の制限事項がスタンバイ仮想コンソールに適用されます。

- 仮想コンソールで実行されたコマンドは、すべて最後まで実行されます。auto-more 機能はありません。したがって、**terminal length 0** コマンドの実行時と同じように機能します。また、対話形式ではありません。したがって、アクティブ スーパーバイザ エンジン上でキー シーケンスを入力しても、コマンドの実行を中断できません。コマンドによって大量の出力が発生した場合、仮想コンソールはスーパーバイザ画面に出力を表示します。
- 仮想コンソールは対話形式ではありません。仮想コンソールはコマンドのインタラクティブ性を検出しないので、ユーザとの対話を必要とするコマンドが入力されると、RPC タイマーがコマンドを中断するまで仮想コンソールは待機します。

  仮想コンソール タイマーは 60 秒に設定されています。60 秒後に仮想コンソールはプロンプトに戻ります。この間、キーボードからコマンドを中断できません。操作を続ける前に、タイマーが期限切れになるのを待つ必要があります。

- 仮想コンソールを使用して、スタンバイ スーパーバイザ エンジン上で表示されているデバッグおよび Syslog メッセージを表示することはできません。仮想コンソールは、仮想コンソールから実行されたコマンドの出力のみを表示します。実際のスタンバイ コンソールで表示される別の情報は、仮想コンソールでは表示できません。

スーパーバイザ エンジンの設定の同期化

2 台のスーパーバイザ エンジンが使用する設定を手動で同期化するには、アクティブ スーパーバイザ エンジン上で次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# redundancy`	冗長コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config-red)# main-cpu`	main-cpu コンフィギュレーション サブモードを開始します。
ステップ 3	`Switch(config-r-mc)# auto-sync {startup-config | config-register | bootvar | standard}`	設定要素を同期化します。
ステップ 4	`Switch(config-r-mc)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	`Switch# copy running-config startup-config`	Dynamic Random-Access Memory（DRAM; ダイナミック ランダムアクセス メモリ）の実行コンフィギュレーション ファイルを NVRAM（不揮発性 RAM）のスタートアップ コンフィギュレーション ファイルに同期化します。 **（注）** DRAM 上の実行コンフィギュレーション ファイルを同期化する場合、このステップは不要です。

（注） SNMP によるアクティブ スーパーバイザ エンジンの設定変更は、冗長スーパーバイザ エンジンに同期化されません。この場合の詳細な取り扱いについては、「スーパーバイザ エンジンの冗長構成に関する注意事項および制約事項」（p.8-7）を参照してください。

（注） **auto-sync** コマンドは、config-reg、bootvar、および startup/private コンフィギュレーション ファイルの同期化のみを制御します。カレンダーおよび VLAN データベース ファイルは、変更するたびに常に同期化されます。SSO モードでは、running-config は常に同期化されます。

次に、**auto-sync standard** コマンドを使用して、デフォルトの自動同期化機能を再びイネーブルにし、アクティブ スーパーバイザ エンジンの startup-config および config-register 設定を冗長スーパーバイザ エンジンと同期化させる例を示します。ブート変数のアップデートは自動的に行われるため、ディセーブルにできません。

```
Switch(config)# redundancy
Switch(config-red)# main-cpu
Switch(config-r-mc)# auto-sync standard
Switch(config-r-mc)# end
Switch# copy running-config startup-config
```

（注） 標準の自動同期対象の設定要素を個別に手動で同期化するには、デフォルトの自動同期化機能をディセーブルにします。

（注） auto-sync standard を設定すると、個別の同期化オプション（no auto-sync startup-config など）は無視されます。

次に、デフォルトの自動同期化をディセーブルにして、アクティブ スーパーバイザ エンジンの config-register のみを冗長スーパーバイザ エンジンに自動的に同期化し、スタートアップ コンフィギュレーションの同期化を許可しない例を示します。

```
Switch(config)# redundancy
Switch(config-red)# main-cpu
Switch(config-r-mc)# no auto-sync standard
Switch(config-r-mc)# auto-sync config-register
Switch(config-r-mc)# end
```

手動による切り替え

ここでは、テストのため手動による切り替え（アクティブ スーパーバイザ エンジンから冗長スーパーバイザ エンジンへ）を行う方法を説明します。ご使用の稼働環境に SSO を展開する前に、手動で切り替えることを推奨します。

（注） これは、SSO が冗長モードとして設定されていることを前提としています。

手動で切り替えるには、アクティブ スーパーバイザ エンジンで次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# show redundancy`	ピア ステートが STANDBY HOT ステートであることを確認します。 p.8-11 の **show redundancy states** コマンドの例を参照してください。
ステップ 2	`Switch# redundancy force-switchover`	アクティブ スーパーバイザ エンジンから冗長スーパーバイザ エンジンへのスイッチオーバーが開始されます。 冗長スーパーバイザ エンジンのステートが STANDBY HOT でない場合、このコマンドは実行されません。

次の使用上の注意事項に留意してください。

- 強制的にスイッチオーバーを実施するには、冗長スーパーバイザ エンジンを STANDBY HOT ステートにする必要があります。**show redundancy** コマンドを使用すると、ステートを確認できます。ステートが STANDBY HOT でない場合、**redundancy force-switchover** コマンドは実行されません。
- スイッチオーバーを開始するには、**reload** コマンドではなく、**redundancy force-switchover** コマンドを使用します。**redundancy force-switchover** コマンドが、冗長スーパーバイザ エンジンが正しいステートであるかどうかを最初に確認します。**reload** コマンドを使用してステータスが STANDBY HOT でない場合、**reload** コマンドは現在のスーパーバイザ エンジンのみをリセットします。

最初のスイッチオーバーのあと、シャーシのスロット 1 のスーパーバイザ エンジンをアクティブ スーパーバイザ エンジンにする必要が生じる場合があります。スーパーバイザ エンジン 1 上のイメージが、両方のスーパーバイザ エンジン上で実行したいイメージの場合、冗長構成にするためにスロット 1 のスーパーバイザ エンジン上のイメージを再起動する必要はありません。代わりに、別のスイッチオーバーを強制的に実行できます。ただし、両方のスーパーバイザ エンジン上で実行するイメージのバージョンを新しくする場合、次の「ソフトウェア アップグレードの実行」（p.8-16）の手順に従ってください。どのスロットにアクティブ スーパーバイザ エンジンが含まれているかを判断し、必要に応じて別のスイッチオーバーを強制的に実行するには、**show module** コマンドを使用します。

ソフトウェア アップグレードの実行

スーパーバイザ エンジンの冗長構成がサポートするソフトウェアのアップグレード手順によって、冗長スーパーバイザ エンジン上の Cisco IOS ソフトウェア イメージをリロードし、そのあとでもう一度、アクティブ スーパーバイザ エンジンにリロードできます。

アクティブ スーパーバイザ エンジンが Cisco IOS Release 12.2(x)S を実行している場合、スタンバイ スーパーバイザ エンジンは Cisco IOS Release 12.1(x)E を実行できません。スタンバイ スーパーバイザ エンジンのシステムの起動後すぐに、スイッチがリセットされることになります。この逆の設定（スタンバイ エンジンが Cisco IOS Release 12.2(x)S を実行して、アクティブ スーパーバイザ エンジンが Cisco IOS Release 12.1(x)E を実行する場合）は、完全にサポートされます。

ソフトウェアのアップグレードを実行するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# copy source_device:source_filename slot0:target_filename` または `Switch# copy source_device:source_filename bootflash:target_filename`	スーパーバイザ エンジンのブートフラッシュに、新しい Cisco IOS ソフトウェア イメージをコピーします。
ステップ 2	`Switch# copy source_device:source_filename slaveslot0:target_filename` または `Switch# copy source_device:source_filename slavebootflash:target_filename`	スレーブ デバイス（slavebootflash、slaveslot0 など）に、新しいイメージをコピーします。
ステップ 3	`Switch# config terminal` `Switch(config)# config-register 0x2` `Switch(config)# boot system flash device:file_name`	新しいイメージが起動されるように、スーパーバイザ エンジンを設定します。 システムが古いイメージを自動的に起動するよう設定されている場合、次のコマンド ストリングを発行して代わりに新しいイメージを起動します。 **no boot system flash** *device*:*old_file_name*
ステップ 4	`Switch(config)# redundancy`	冗長コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 5	`Switch(config-red)# main-cpu`	main-cpu コンフィギュレーション サブモードを開始します。
ステップ 6	`Switch(config-r-mc)# auto-syn standard`	設定要素を同期化します。
ステップ 7	`Switch(config-r-mc)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 8	`Switch# copy running-config start-config`	設定を保存します。
ステップ 9	`Switch# redundancy reload peer`	冗長スーパーバイザ エンジンをリロードし、オンラインに戻します（新しいリリースの Cisco IOS ソフトウェアを使用します）。 **（注）** ステップ 10 に進む前に、スイッチが RPR モードで稼働していることを確認します。

	コマンド	目的
ステップ 10	`Switch# redundancy force-switchover`	冗長スーパーバイザ エンジンに手動で切り替えます。冗長スーパーバイザ エンジンが、新しい Cisco IOS ソフトウェア イメージを使用するアクティブ スーパーバイザ エンジンになります。 以前のアクティブ スーパーバイザ エンジンが新しいイメージで再起動され、冗長スーパーバイザ エンジンになります。

次に、ソフトウェア アップグレードの実行例を示します。

```
Switch# config terminal
Switch(config)# config-register 0x2
Switch(config)# boot system flash slot0:cat4000-i5s-mz.122-20.EWA
Switch(config)# redundancy
Switch(config-red)# main-cpu
Switch(config-r-mc)# auto-syn standard
Switch(config-r-mc)# end
Switch# copy running-config start-config
Switch# redundancy reload peer
Switch# redundancy force-switchover
Switch#
```

次に、アクティブ スーパーバイザ エンジン上の実行コンフィギュレーションと冗長スーパーバイザ エンジンとの同期化が成功したことを確認する例を示します。

```
Switch# config terminal
Switch(config)# redundancy
Switch(config-red)# main-cpu
Switch(config-r-mc)# auto-sync standard
4d01h: %C4K_REDUNDANCY-5-CONFIGSYNC: The bootvar has been successfully synchronized to
the standby supervisor
4d01h: %C4K_REDUNDANCY-5-CONFIGSYNC: The config-reg has been successfully synchronized
to the standby supervisor
4d01h: %C4K_REDUNDANCY-5-CONFIGSYNC: The startup-config has been successfully
synchronized to the standby supervisor
4d01h: %C4K_REDUNDANCY-5-CONFIGSYNC: The private-config has been successfully
synchronized to the standby supervisor
```

上記の例では、アクティブ スーパーバイザ エンジンからのブート変数、config-register、スタートアップ コンフィギュレーションが冗長スーパーバイザ エンジンに同期化したことを示します。

冗長スーパーバイザ エンジンでの Bootflash 操作

（注） 冗長スーパーバイザ エンジン上のコンソール ポートは使用できません。

冗長スーパーバイザ エンジン bootflash を操作するには、次のうち 1 つまたは複数の作業を行います。

コマンド	目的
Switch# **dir slaveslot0:***target_filename* または Switch# **dir slavebootflash:***target_filename*	冗長スーパーバイザ エンジンの **slot0:** デバイスの内容を表示します。 冗長スーパーバイザ エンジンの **bootflash:** デバイスの内容を表示します。
Switch# **delete slaveslot0:***target_filename* または Switch# **delete slave bootflash:***target_filename*	冗長スーパーバイザ エンジンの **slot0:** デバイスから特定のファイルを削除します。 冗長スーパーバイザ エンジンの **bootflash:** デバイスから特定のファイルを削除します。
Switch# **squeeze slaveslot0:***target_filename* または Switch# **squeeze slavebootflash:***target_filename*	冗長スーパーバイザ エンジンの **slot0:** デバイスをスクイーズします。 冗長スーパーバイザ エンジンの **bootflash:** デバイスをスクイーズします。
Switch# **format slaveslot0:***target_filename* または Switch# **format slavebootflash:***target_filename*	冗長スーパーバイザ エンジンの **slot0:** デバイスをフォーマットします。 冗長スーパーバイザ エンジンの **bootflash:** デバイスをフォーマットします。
Switch# **copy** *source_device*:*source_filename* **slaveslot0:***target_filename* または Switch# **copy** *source_device*:*source_filename* **slavebootflash:***target_filename*	アクティブ スーパーバイザ エンジンから冗長スーパーバイザ エンジンの **slot0:** デバイスへファイルをコピーします。 冗長スーパーバイザ エンジンの **bootflash:** デバイスにファイルをコピーします。 **（注）** 送信元はアクティブ スーパーバイザ エンジン、または Trivial File Transfer Protocol（TFTP; 簡易ファイル転送プロトコル）サーバです。

CHAPTER 9

Cisco NSF/SSO スーパーバイザ エンジンの冗長構成の設定

この章では、Stateful Switchover（SSO）を備えた Cisco Nonstop Forwarding（NSF）を使用してスーパーバイザ エンジンの冗長構成を設定する方法について説明します。

(注) Nonstop Forwarding は Supervisor Engine 6-E ではサポートされて*いません*。

この章の内容は、次のとおりです。

(注) この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』Release12.2(37)SG および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

NSF/SSO スーパーバイザ エンジンの冗長構成の概要

ここでは、NSF/SSO を使用したスーパーバイザ エンジンの冗長構成について説明します。

Cisco IOS NSF 認識および NSF 対応サポートの概要

Cisco IOS NSF には 2 つの主なコンポーネントがあります。

NSF 認識 ― スーパーバイザ エンジン スイッチオーバーが発生していても NSF ルータがまだパケットを転送可能なことを隣接ルータ デバイスが検出する機能を NSF 認識といいます。レイヤ 3 ルーティング プロトコル（OSPF、Border Gateway Protocol［BGP; ボーダー ゲートウェイ プロトコル］、EIGRP、IS-IS）に対する Cisco IOS 拡張機能は、Cisco Express Forwarding（CEF; シスコ エクスプレス フォワーディング）ルーティング テーブルが時間切れにならないように、または NSF ルータがルートをドロップしないように、ルート フラッピングを防ぐよう設計されています。NSF 認識ルータは、ルーティング プロトコル情報を近接 NSF ルータに送信します。

NSF 機能 ― NSF は SSO と連動して IP パケットを転送し続けることにより、スーパーバイザ エンジン スイッチオーバーのあとのレイヤ 3 ネットワークを利用できない時間を最小限にします。レイヤ 3 ルーティング プロトコル（BGP、EIGRP、OSPFv2、IS-IS）の再コンバージェンスは、ユーザに対してトランスペアレントであり、バックグラウンドで自動的に発生します。ルーティング プロトコルは隣接デバイスから情報を回復し、CEF テーブルを再構築します。

（注） NSF は、VRF および IPv6 をサポートしていません。

（注） NSF 対応デバイスには、Catalyst 4500 シリーズ スイッチ、Catalyst 6500 シリーズ スイッチ、Cisco 7500 シリーズ ルータ、Cisco 10000 シリーズ ルータ、および Cisco 12000 シリーズ ルータがあります。

次に、NSF および NSF 認識ルータの一般的なトポロジを示します。

図 9-1　NSF および NSF 対応スイッチのトポロジ

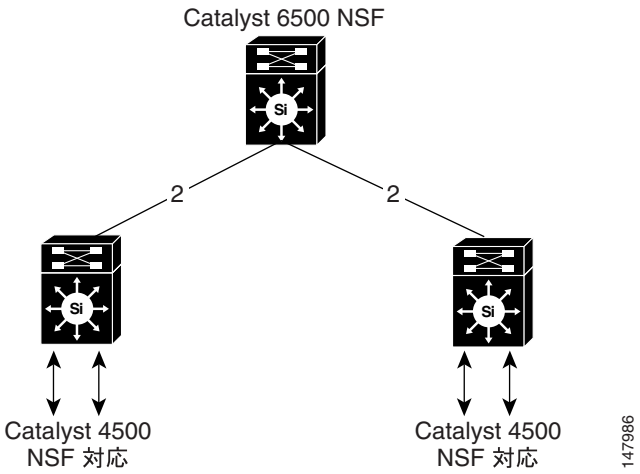


表 9-1 に、NSF 認識をサポートするスーパーバイザ エンジンおよび Catalyst 4500 シリーズ スイッチを示します。

表 9-1　NSF 認識スーパーバイザ エンジン

NSF 認識スーパーバイザ エンジン	サポート対象スイッチ
Supervisor Engine II-Plus（WS-X4013）	Catalyst 4507R シリーズ スイッチ、Catalyst 4506 シリーズ スイッチ、Catalyst 4503 シリーズ スイッチ
Supervisor Engine II-Plus+TS（WS-X4013+TS）	Catalyst 4507R シリーズ スイッチ、Catalyst 4506 シリーズ スイッチ、Catalyst 4503 シリーズ スイッチ
Supervisor Engine II-Plus+10GE（WS-X4013+10GE）	Catalyst 4507R シリーズ スイッチ、Catalyst 4506 シリーズ スイッチ、Catalyst 4503 シリーズ スイッチ
Supervisor Engine IV（WS-X4515）	Catalyst 4507R シリーズ スイッチ、Catalyst 4506 シリーズ スイッチ、Catalyst 4503 シリーズ スイッチ
Supervisor Engine V（WS-X4516）	Catalyst 4507R シリーズ スイッチおよび Catalyst 4510R シリーズ スイッチ
Supervisor Engine V-10GE（WS-X4516-10GE）	Catalyst 4506 シリーズ スイッチ、Catalyst 4507R シリーズ スイッチ、Catalyst 4510R シリーズ スイッチ
固定スイッチ（WS-C4948 および WS-C4948-10GE）	Catalyst 4948 スイッチおよび Catalyst 4948-10GE スイッチ

Cisco IOS Release 12.2(20)EWA 以降、Catalyst 4500 シリーズ スイッチでは、EIGRP、IS-IS、OSPF、および BGP プロトコルに対する NSF 認識がサポートされています。Cisco IOS Release 12.2(31)SG 以降、Catalyst 4500 シリーズ スイッチでは IP Base イメージの EIGRP スタブの NSF 認識がすべてのスーパーバイザ エンジンに対してサポートされています。NSF 認識は、EIGRP スタブ、EIGRP、IS-IS、および OSPF プロトコルに対してはデフォルトでオンになります。BGP の場合、手動でオンにする必要があります。

スーパーバイザ エンジンが BGP（**graceful-restart** コマンドを使用）、EIGRP、OSPF、または IS-IS ルーティング プロトコル用に設定された場合、ルーティング アップデートは、近接 NSF 対応スイッチ（一般的に Catalyst 6500 シリーズ スイッチ）のスーパーバイザ エンジンのスイッチオーバー中に自動的に送信されます。

Cisco IOS Release 12.2(31)SG から、Catalyst 4500 シリーズ スイッチでは NSF 機能がサポートされています。表 9-2 に、NSF 対応であるスーパーバイザ エンジンおよび Catalyst 4500 シリーズ スイッチを示します。

表 9-2　NSF 対応スーパーバイザ エンジン

NSF 対応スーパーバイザ エンジン	サポート対象スイッチ
Supervisor Engine IV（WS-X4515）	Catalyst 4507R シリーズ スイッチ
Supervisor Engine V（WS-X4516）	Catalyst 4507R シリーズ スイッチおよび Catalyst 4510R シリーズ スイッチ
Supervisor Engine V-10GE（WS-X4516-10GE）	Catalyst 4507R シリーズ スイッチおよび Catalyst 4510R シリーズ スイッチ

NSF/SSO スーパーバイザ エンジンの冗長構成の概要

Catalyst 4500 シリーズ スイッチでは、プライマリ スーパーバイザ エンジンが故障した場合に冗長スーパーバイザ エンジンに処理を引き継ぐことにより、耐障害性をサポートしています。NSF は、SSO と連動して、スイッチオーバー後にユーザがネットワークを使用できない時間を最小限に抑えます。

NSF には次の利点があります。

- ネットワークのアベイラビリティの向上

  NSF は、ユーザのセッション情報がスイッチオーバー後も維持されるように、ネットワーク トラフィックとアプリケーションのステート情報を転送し続けます。
- 全体的なネットワークの安定

  ネットワークの安定性は、ネットワーク内のルータで障害が発生してルーティング テーブルが消失したときに生成されるルート フラップ数を減らすことで改善できます。
- 隣接ルータがリンク フラップを検出しない

  スイッチオーバー中もインターフェイスはアップのままなので、隣接ルータはリンク フラップを検出しません（リンクがダウン後にアップに戻るということがありません）。
- ルーティング フラップの回避

  SSO がスイッチオーバー時にネットワーク トラフィックを転送し続けるので、ルーティング フラップが回避されます。
- スイッチオーバーの前に確立したユーザ セッションの維持

Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、Route Processor Redundancy（RPR）もサポートします。これらの冗長モードの詳細については、第 8 章「RPR および SSO を使用したスーパーバイザ エンジンの冗長設定」を参照してください。

SSO の動作

SSO は、スーパーバイザ エンジンの 1 つをアクティブに設定してもう 1 つのスーパーバイザ エンジンをスタンバイに指定し、その後これらの間で情報を同期させます。アクティブ スーパーバイザ エンジンで障害が発生したり、スイッチから取り外されたり、またはメンテナンスのため手動でシャットダウンされたりした場合に、アクティブ スーパーバイザ エンジンから冗長スーパーバイザ エンジンへのスイッチ オーバーが発生します。

SSO を実行しているネットワーキング デバイスでは、アクティブ スーパーバイザ エンジンが故障したあとに冗長スーパーバイザ エンジンがいつでも制御を行えるように、両方のスーパーバイザ エンジンが同じ Cisco IOS ソフトウェア バージョンと ROMMON バージョンで動作している必要があります。また SSO スイッチオーバーでは、Forwarding Information Base（FIB; 転送情報ベース）および隣接関係エントリが維持され、スイッチオーバー後もレイヤ 3 トラフィックを転送できます。設定情報とデータ構造は、起動時やアクティブ スーパーバイザ エンジンの設定変更が発生したときに、アクティブ スーパーバイザエンジンから冗長スーパーバイザ エンジンへ同期するようになっています。2 つのスーパーバイザ エンジン間の初期同期後に、SSO は転送情報などの両者間のステート情報を維持しています。

スイッチオーバー時に、システム制御とルーティング プロトコル実行はアクティブ スーパーバイザから冗長スーパーバイザ エンジンに転送されます。

（注） [**no**] **service slave-log** コンフィギュレーションコマンドを使用して、すべてのエラー メッセージをスタンバイ スーパーバイザ エンジンからアクティブ エンジンに転送できることに注意してください。デフォルトでは、この機能はイネーブルに設定されています。詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS System Error Message Guide*』Release 12.2(37)SG を参照してください。

NSF の動作

NSF は、常に SSO とともに実行され、レイヤ 3 トラフィックの冗長機能を提供します。NSF は、ルーティングについては BGP、OSPF、IS-IS、EIGRP ルーティング プロトコルで、転送については CEF でサポートされています。ルーティング プロトコルは NSF 機能と NSF 認識によって強化されています。つまり、これらのプロトコルを実行しているルータは、スイッチオーバーを検出し、ネットワーク トラフィックの転送を継続して、ピア デバイスからルート情報を回復するための必要な処理を行います。スイッチオーバー後のルート情報を回復するために、ピア デバイスから情報を受信するのではなく、アクティブ スーパーバイザ エンジンと冗長スーパーバイザ エンジンとの間で同期しているステート情報を使用するように、IS-IS プロトコルを設定できます。

ネットワーキング デバイスは、NSF 互換ソフトウェアを実行している場合に NSF を認識します。NSF をサポートするようにデバイスを設定した場合にデバイスは NSF 対応になります。NSF 認識ネイバーまたは NSF 対応ネイバーからルーティング情報を再構築します。

スイッチオーバー中にルーティング プロトコルが Routing Information Base（RIB）テーブルを再構築している間、各プロトコルは CEF に依存してパケット転送を継続します。ルーティング プロトコルが収束したあと、CEF が FIB テーブルを更新して失効したルート エントリを削除します。次に、CEF は新しい FIB 情報でラインカードを更新します。

CEF

NSF で重要となる要素は、パケット転送です。シスコのネットワーキング デバイスでは、パケット転送は CEF で提供されます。CEF は FIB を維持し、スイッチオーバーの時点の FIB 情報を使用してスイッチオーバー中のパケット転送を継続します。この機能は、スイッチオーバー中のトラフィックの中断を低減します。

通常の NSF 動作中に、アクティブ スーパーバイザ エンジンの CEF が現行の FIB および隣接関係データベースを冗長スーパーバイザ エンジンの FIB および隣接関係データベースと同期させます。アクティブ スーパーバイザ エンジンのスイッチオーバーでは、冗長スーパーバイザ エンジンに最初からアクティブ スーパーバイザ エンジンで使用中の FIB と隣接関係データベースのミラー イメージがあります。転送エンジンが存在するプラットフォームでは、アクティブ スーパーバイザ エンジンの CEF によって送信される変更を使用して、CEF が冗長スーパーバイザ エンジンの転送エンジンを最新の状態に保ちます。転送エンジンは、インターフェイスおよびデータ パスが使用可能になりしだい、スイッチオーバー後も転送を継続できます。

ルーティング プロトコルがプレフィクス単位で RIB を再び読み込み始めるため、CEF に対してプレフィクス単位のアップデートが行われます。CEF はこれを使用して FIB と隣接データベースを更新します。既存エントリと新規エントリには、最新であることを示す新しいバージョン（「エポック」）番号が付けられます。転送エンジンでは、コンバージェンス中に転送情報が更新されます。RIB が収束すると、スーパーバイザ エンジンが信号通知を行います。ソフトウェアが、現在のスイッチオーバー エポックよりも古いエポックを持つすべての FIB および隣接関係エントリを削除します。これで、FIB には最新のルーティング プロトコル転送情報が反映されます。

ルーティング プロトコル

（注） Catalyst 4500 シリーズ スイッチでは、ルーティング プロトコルを使用するのに、Enterprise Services（ES）Cisco IOS ソフトウェア イメージが必要です。

ルーティング プロトコルは、アクティブ スーパーバイザ エンジン上でのみ動作し、隣接ルータからルーティング アップデートを受信します。ルーティング プロトコルは、スタンバイ スーパーバイザ エンジンでは実行されません。スイッチオーバー後に、ルーティング プロトコルは、ルーティング テーブルの再構築に役立てるために、NSF を認識する隣接デバイスに、ステート情報を送信するように要求します。またこの代わりに、隣接デバイスが NSF を認識しないような環境にある NSF 対応デバイスのルーティング テーブルの再構築に役立つように、アクティブ スーパーバイザ エンジンからのステート情報を冗長スーパーバイザ エンジンと同期させるように、IS-IS プロトコルを設定できます。NSF は BGP、OSPF、IS-IS、および EIGRP プロトコルをサポートしています。

（注） NSF 動作の場合、ルーティング プロトコルがルーティング情報を再構築している間、ルーティング プロトコルは CEF に依存してパケット転送を継続します。

BGP の動作

NSF 対応ルータが BGP ピアと BGP セッションを開始するときに、OPEN メッセージをピアに送信します。メッセージには、NSF 対応デバイスに「グレースフル」リスタート機能があることを示す文が含まれています。グレースフル リスタートとは、スイッチオーバー後に BGP ルーティング ピアでルーティング フラップが発生しないようにするためのメカニズムです。BGP ピアがこのステートメントを受信すると、メッセージを送信しているデバイスが NSF 対応であることを認識します。NSF 対応ルータと BGP ピアの両方は、セッション確立時に OPEN メッセージでグレースフル リスタート機能を示すステートメントを交換する必要があります。両方のピアがグレースフル リスタート機能を示すステートメントを交換しない場合、このセッションでグレースフル リスタートは行われません。

スーパーバイザ エンジンのスイッチオーバー中に BGP セッションが切断された場合、NSF 認識 BGP ピアは、NSF 対応ルータに関連したすべてのルートを失効とマーキングします。ただし、所定の時間内は、引き続きこれらのルートを転送の決定に使用します。この機能により、新しくアクティブになったスーパーバイザ エンジンが BGP ピアとのルーティング情報のコンバージェンスを待機している間にパケットが消失することを防げます。

スーパーバイザ エンジンのスイッチオーバーが発生したあと、NSF 対応ルータは BGP ピアとのセッションを再確立します。新しいセッションの確立中に、NSF 対応ルータが再起動したことを示す新しいグレースフル リスタート メッセージを送信します。

この時点で、ルーティング情報は 2 つの BGP ピア間で交換されています。この交換が完了すると、NSF 対応デバイスはルーティング情報を使用して RIB と FIB を新しい転送情報で更新します。NSF 認識デバイスは、ネットワーク情報を使用して失効したルートを BGP テーブルから削除し、これで BGP プロトコルが完全に収束します。

BGP ピアがグレースフル リスタート機能をサポートしていない場合、OPEN メッセージ内のグレースフル リスタート機能は無視されますが、NSF 対応デバイスとの BGP セッションは確立します。この機能により、NSF 非認識（つまり NSF 機能のない）BGP ピアとの相互運用が可能になりますが、NSF 非認識 BGP ピアとの BGP セッションではグレースフル リスタートは使用できません。

（注） NSF での BGP サポートでは、隣接ネットワーキング デバイスが NSF を認識できなければなりません。つまり、デバイスはグレースフル リスタート機能に対応している必要があり、セッション確立中に OPEN メッセージでその機能をアドバタイズする必要があります。NSF 対応ルータが特定の BGP ネイバーにグレースフル リスタート機能がないことを検出すると、NSF 対応セッションをそのネイバーと確立しません。グレースフル リスタート機能のある他のすべてのネイバーは、この NSF 対応ネットワーキング デバイスと NSF 対応セッションを継続します。

OSPF の動作

OSPF NSF 対応ルータがスーパーバイザ エンジンのスイッチオーバーを実行する場合、リンク ステート データベースを OSPF ネイバーと再同期するために、次の処理を実行する必要があります。

- ネイバー関係をリセットせずに、ネットワーク上の使用可能な OSPF ネイバーを再学習します。
- ネットワークのリンク ステート データベースの内容を再取得します。

スーパーバイザ エンジンのスイッチオーバー後できるだけ早く、NSF 対応ルータは OSPF NSF 信号を隣接 NSF 認識デバイスに送信します。隣接ネットワーキング デバイスは、この信号をこのルータとのネイバー関係がリセットされるべきでないことを示すインジケータとして認識します。NSF 対応ルータがネットワーク上の他のルータから信号を受信すると、隣接リストを再構築できます。

ネイバー関係が再確立されたあと、NSF 対応ルータはすべての NSF 認識ネイバーとのデータベースの再同期を開始します。この時点で、ルーティング情報は OSPF ネイバー間で交換されています。この交換が完了すると、NSF 対応デバイスは、ルーティング情報を使用して失効したルートを削除し、RIB を更新し、FIB を新しい転送情報で更新します。ここで OSPF プロトコルが完全に収束されます。

（注） OSPF NSF では、すべての隣接ネットワーキング デバイスが NSF を認識できなければなりません。NSF 対応ルータが特定のネットワーク セグメントで NSF 非認識ネイバーを検出すると、そのセグメントで NSF 機能をディセーブルにします。NSF 対応または NSF 認識ルータで完全に構成された他のネットワーク セグメントに対しては、継続して NSF 機能を提供します。

IS-IS の動作

IS-IS NSF 対応ルータがスーパーバイザ エンジンのスイッチオーバーを実行する場合、リンク ステート データベースを IS-IS ネイバーと再同期するために、次の処理を実行する必要があります。

- ネイバー関係をリセットせずに、ネットワーク上の使用可能な IS-IS ネイバーを再学習します。
- ネットワークのリンク ステート データベースの内容を再取得します。

NSF を設定する場合、IS-IS NSF 機能には次の 2 つのオプションがあります。

- Internet Engineering Task Force（IETF; インターネット技術特別調査委員会）IS-IS
- Cisco IS-IS

あるネットワーク セグメントの隣接ルータがルータの再起動に関する IETF インターネット ドラフトをサポートするソフトウェア バージョンを実行している場合、再起動する IETF NSF ルータを支援します。IETF を使用すると、隣接ルータはスイッチオーバー後のルーティング情報の再構築に役立つ隣接関係およびリンク ステート情報を提供します。IETF IS-IS 設定の利点は、標準案に基づくピア デバイス間の動作にあります。

（注） ネットワーキング デバイスで IETF を設定したにもかかわらず、隣接ルータが IETF と互換性がない場合、スイッチオーバー後に NSF が打ち切られます。

あるネットワーク セグメントの隣接ルータが NSF を認識しない場合、シスコの設定オプションを使用する必要があります。Cisco IS-IS 設定は、プロトコル隣接関係情報とリンク ステート情報の両方をアクティブ スーパーバイザ エンジンから冗長スーパーバイザ エンジンに転送します。シスコの設定のメリットは、NSF 認識ネイバーに依存していないことです。

IETF IS-IS 設定

スーパーバイザ エンジンのスイッチオーバー後できるだけ早く、NSF 対応ルータは IETF IS-IS 設定を使用して、IS-IS NSF 再起動要求を隣接 NSF 認識デバイスに送信します。隣接ネットワーキング デバイスは、この再起動要求をこのルータとのネイバー関係がリセットされるべきでないが、再起動ルータとの間でデータベースの再同期を開始すべきであることを示すインジケータとして認識します。再起動ルータがネットワーク上のルータから再起動要求に対する応答を受信すると、ネイバー リストを再構築できます。

この交換が完了すると、NSF 対応デバイスはリンク ステート情報を使用して失効したルートを削除し、RIB を更新し、FIB を新しい転送情報で更新します。ここで IS-IS が完全に収束されます。

あるスーパーバイザ エンジンから別のスーパーバイザ エンジンへのスイッチオーバーは、数秒間以内に発生します。IS-IS は、その後の数秒間のうちにルーティング テーブルを再確立し、ネットワークと再同期します。この時点で、IS-IS は次の NSF 再起動を試行する前に特定の期間待機します。この期間に、新しい冗長スーパーバイザ エンジンが起動してアクティブ スーパーバイザ エンジンとの設定を同期します。IS-IS NSF 動作では、IS-IS NSF がもう一度再起動を試行する前に接続が確実に安定するように特定の期間待機します。この機能により、IS-IS が失効した情報で連続して NSF 再起動を試行しないようにします。

Cisco IS-IS 設定

シスコの設定オプションを使用することで、冗長スーパーバイザ エンジンに対して、すべての隣接関係および LSP 情報が保存（*検査*）されます。スイッチオーバーのあと、新しくアクティブになったスーパーバイザ エンジンは検査済みのデータを使用して隣接関係を維持し、ルーティング テーブルを迅速に再構築できます。

（注） スイッチオーバーのあと、Cisco IS-IS NSF には完全なネイバー隣接関係および LSP 情報が含まれます。ただし、スイッチオーバーの前に隣接であったすべてのインターフェイスがオンラインになるまで待機する必要があります。割り当てられたインターフェイス待機時間内にインターフェイスがオンラインにならない場合、これらの隣接デバイスから学習したルートは、ルーティング テーブルの再計算で考慮されません。IS-IS NSF には、何らかの理由で時間内にオンラインにならないインターフェイスに対して、待機時間を延長するコマンドがあります。

あるスーパーバイザ エンジンから別のスーパーバイザ エンジンへのスイッチオーバーは、数秒間以内に発生します。IS-IS は、その後の数秒間のうちにルーティング テーブルを再確立し、ネットワークと再同期します。この時点で、IS-IS は次の NSF 再起動を試行する前に特定の期間待機します。この期間に、新しい冗長スーパーバイザ エンジンが起動してアクティブ スーパーバイザ エンジンとの設定を同期します。この同期が完了したあと、IS-IS 隣接関係および LSP データは検査され、冗長スーパーバイザ エンジンに保存されます。ただし、新しい NSF 再起動は、待機期間が経過しないと IS-IS で試行されません。この機能により、IS-IS が連続して NSF 再起動を試行しないようにします。

EIGRP の動作

EIGRP NSF 対応ルータが NSF 再起動後に最初に再起動したときには、ネイバーはなくトポロジ テーブルは空です。ルータはインターフェイスを立ち上げてネイバーを再取得し、トポロジとルーティング テーブルを再構築する必要があるときに、冗長（現在アクティブな）スーパーバイザ エンジンから通知を受けます。ルータとピアの再起動の際は、再起動するルータへ向かうデータ トラフィックを中断せずに、これらの処理を実行する必要があります。EIGRP ピア ルータは、再起動するルータから学習したルートを維持し、NSF 再起動プロセス中もトラフィックを転送し続けます。

ネイバーによって隣接関係がリセットされないように、再起動するルータは再起動を示すために EIGRP パケット ヘッダーの新しい再起動（RS）ビットを使用します。RS ビットは、NSF 再起動中に hello パケットと初期 INIT アップデート パケットに設定されます。hello パケットの RS ビットにより、ネイバーに迅速に NSF 再起動を通知できます。RS ビットを調べない場合、ネイバーは INIT アップデートを受信するか hello ホールド タイマーの期間が満了することでしか、隣接関係のリセットを検出することができません。RS ビットがないと、ネイバーは NSF を使用して隣接関係のリセットが処理されたか、通常のスタートアップ方式で処理されたかを判断できません。

hello パケットまたは INIT パケットを受信することでネイバーが再起動の知らせを受信すると、ピア リスト内で再起動したピアを見つけ、再起動しているルータとの隣接関係を維持します。次にネイバーは、再起動しているルータに対して、最初のアップデート パケットに RS ビットを設定してトポロジ テーブルを送信します。この アップデート パケットでは、NSF を認識することが可能でルータの再起動を支援できることが示されています。ネイバーが NSF 再起動ネイバーでない場合は、hello パケットに RS ビットを設定しません。

（注） ルータが NSF を認識できていても、コールド スタートで起動されたために NSF 再起動ネイバーを支援しない場合もあります。

少なくとも 1 つのピア ルータが NSF を認識できる場合、再起動ルータはアップデートを受信しデータベースを再構築します。次に再起動ルータは、RIB を通知できるように収束されているかどうかを調べる必要があります。各 NSF 認識ルータは、テーブルの内容が終わりであることを示すために、最後のアップデート パケットで End of Table（EOT）マーカーを送信する必要があります。EOT マーカーを受信すると、再起動ルータは収束していることがわかります。ここで再起動ルータがアップデートを送信し始めることができます。

NSF 認識ピアは、再起動ルータから EOT 表示を受信したときにいつ再起動ルータが収束したかを認識します。次にピアは、再起動ネイバーを送信元としてルートを検索するために、トポロジ テーブルをスキャンします。ピアは、ルートのタイムスタンプと再起動イベントのタイムスタンプを比較して、ルートがまだ使用可能かどうかを判断します。次に、ピアはアクティブになり、再起動されたルータで使用できなくなったルートの代替パスを検索します。

再起動ルータがすべての EOT 表示をネイバーから受信した場合、または NSF 収束タイマーが満了した場合、EIGRP は RIB にコンバージェンスを通知します。EIGRP は RIB コンバージェンス信号を待機し、待機しているすべての NSF 認識ピアに対してトポロジ テーブルをフラッディングします。

NSF の注意事項と制約事項

NSF/SSO には次のような制約事項があります。

- NSF の動作では、デバイスに SSO を設定しておく必要があります。
- NSF/SSO は、IP バージョン 4 トラフィックおよびプロトコルのみをサポートします。IPv6 トラフィックはサポートしていません。
- Virtual Redundancy Router Protocol（VRRP; 仮想ルータ冗長プロトコル）は SSO を認識しないので、通常の動作中にアクティブ スーパーバイザ エンジンとスタンバイ スーパーバイザ エンジン間でステート情報が維持されません。VRRP と SSO は共存できますが、いずれも別々に機能します。VRRP に依存しているトラフィックは、スーパーバイザのスイッチオーバー時に VRRP スタンバイに切り替わる場合があります。
- BGP NSF に参加しているすべての隣接デバイスは、NSF 対応で、BGP のグレースフル リスタート用に設定されている必要があります。
- 仮想リンクの OSPF NSF はサポートされていません。
- 同じネットワーク セグメントにあるすべての OSPF ネットワーキング デバイスは、NSF を認識できる必要があります（NSF ソフトウェア イメージを実行している必要があります）。
- IETF IS-IS の場合、すべての隣接デバイスは NSF 認識ソフトウェア イメージを実行している必要があります。

NSF/SSO スーパーバイザ エンジンの冗長構成の設定

次のセクションでは、NSF 機能の設定作業について説明します。

SSO の設定

NSF をサポートしているプロトコルで NSF を使用するには SSO を設定する必要があります。SSO を設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# redundancy`	冗長コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config-red)# mode sso`	SSO を設定します。このコマンドを入力すると、冗長スーパーバイザ エンジンはリロードされ、SSO モードでの動作が開始されます。
ステップ 3	`Switch(config-red)# end`	EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	`Switch# show running-config`	SSO がイネーブルになっていることを確認します。
ステップ 5	`Switch# show redundancy states`	動作中の冗長モードを表示します。

（注）　**sso** キーワードは、Cisco IOS Release 12.2(20)EWA 以降のリリースでサポートされます。

次に、SSO にシステムを設定し、冗長ステートを表示する例を示します。

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# redundancy
Switch(config-red)# mode sso
Switch(config-red)# end
Switch# show redundancy states
my state = 13 -ACTIVE
     peer state = 8  -STANDBY HOT
           Mode = Duplex
           Unit = Primary
        Unit ID = 5

Redundancy Mode (Operational) = sso
Redundancy Mode (Configured)  = sso
     Split Mode = Disabled
   Manual Swact = Enabled
 Communications = Up

   client count = 29
 client_notification_TMR = 30000 milliseconds
          keep_alive TMR = 9000 milliseconds
        keep_alive count = 1
    keep_alive threshold = 18
           RF debug mask = 0x0
Switch#
```

CEF NSF の設定

ネットワーキング デバイスが SSO モードで動作している間、CEF NSF 機能はデフォルトで動作します。したがって設定作業は不要です。

CEF NSF の確認

CEF が NSF に対応していることを確認するには、**show cef state** コマンドを入力します。

```
Switch# show cef state

CEF Status [RP]
CEF enabled/running
dCEF enabled/running
CEF switching enabled/running
CEF default capabilities:
Always FIB switching:      yes
Default CEF switching:     yes
Default dCEF switching:    yes
Update HWIDB counters:     no
Drop multicast packets:    no
.
.
.
CEF NSF capable:           yes
IPC delayed func on SSO:   no
RRP state:
I am standby RRP:          no
My logical slot:           0
RF PeerComm:               no
```

BGP NSF の設定

（注） BGP NSF に参加しているすべてのピア デバイスに BGP のグレースフル リスタートを設定する必要があります。

BGP で NSF を設定するには、次の作業を行います（各 BGP NSF ピア デバイスでこの手順を繰り返します）。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# router bgp as-number`	BGP ルーティング プロセスをイネーブルして、スイッチをスイッチ コンフィギュレーションモードにします。
ステップ 3	`Switch(config-router)# bgp graceful-restart`	BGP のグレースフル リスタート機能をイネーブルにして、BGP の NSF を開始します。 BGP セッションが確立されたあとにこのコマンドを入力した場合、BGP ネイバーと機能を交換するためにセッションを再起動する必要があります。 再起動スイッチとすべてのピアでこのコマンドを入力します。

BGP NSF の確認

BGP の NSF を確認するには、BGP のグレースフル リスタートが SSO 対応ネットワーキング デバイスと隣接デバイスに設定されているかどうかを確認する必要があります。これを確認するには、次の作業を行います。

ステップ 1　**show running-config** コマンドを入力して、[bgp graceful-restart] が SSO 対応スイッチの BGP 設定に表示されていることを確認します。

```
Switch# show running-config

.
.
.
router bgp 120
.
.
.
bgp graceful-restart
 neighbor 10.2.2.2 remote-as 300
.
.
.
```

ステップ 2　各 BGP ネイバーでステップ 1 を繰り返します。

ステップ 3　SSO デバイスと隣接デバイスで、グレースフル リスタート機能に [advertised and received] と表示されているかどうかを確認し、グレースフル リスタート機能のあるアドレス ファミリーを確認します。アドレス ファミリーが表示されていない場合、BGP NSF も発生しません。

```
Switch# show ip bgp neighbors x.x.x.x

BGP neighbor is 192.168.2.2,  remote AS YY, external link
  BGP version 4, remote router ID 192.168.2.2
  BGP state = Established, up for 00:01:18
  Last read 00:00:17, hold time is 180, keepalive interval is 60 seconds
  Neighbor capabilities:
    Route refresh:advertised and received(new)
    Address family IPv4 Unicast:advertised and received
    Address famiiy IPv4 Multicast:advertised and received
    Graceful Restart Capabilty:advertised and received
      Remote Restart timer is 120 seconds
      Address families preserved by peer:
        IPv4 Unicast, IPv4 Multicast
  Received 1539 messages, 0 notifications, 0 in queue
  Sent 1544 messages, 0 notifications, 0 in queue
  Default minimum time between advertisement runs is 30 seconds
```

OSPF NSF の設定

（注）　OSPF NSF に参加しているすべてのピア デバイスは OSPF NSF を認識できるようにする必要があります。NSF ソフトウェア イメージをデバイスにインストールすれば自動的に認識するようになります。

OSPF NSF を設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# router ospf` *processID*	OSPF ルーティング プロセスをイネーブルして、スイッチをルータ コンフィギュレーションモードにします。
ステップ 3	`Switch(config-router)# nsf`	OSPF の NSF 動作をイネーブルにします。

OSPF NSF の確認

OSPF の NSF を確認するには、NSF 機能が SSO 対応ネットワーキング デバイスに設定されているかどうかを確認する必要があります。OSPF NSF を確認するには、次の作業を行います。

ステップ 1　**show running-config** コマンドを入力して、[nsf] が SSO 対応デバイスの OSPF 設定に表示されていることを確認します。

```
Switch# show running-config

route ospf 120
log-adjacency-changes
nsf
network 192.168.20.0 0.0.0.255 area 0
network 192.168.30.0 0.0.0.255 area 1
network 192.168.40.0 0.0.0.255 area 2
.
.
.
```

ステップ 2　**show ip ospf** コマンドを入力して NSF がデバイスでイネーブルであることを確認します。

```
Switch> show ip ospf

Routing Process "ospf 1" with ID 192.168.2.1 and Domain ID 0.0.0.1
Supports only single TOS(TOS0) routes
Supports opaque LSA
SPF schedule delay 5 secs, Hold time between two SPFs 10 secs
Minimum LSA interval 5 secs. Minimum LSA arrival 1 secs
Number of external LSA 0. Checksum Sum 0x0
Number of opaque AS LSA 0. Checksum Sum 0x0
Number of DCbitless external and opaque AS LSA 0
Number of DoNotAge external and opaque AS LSA 0
Number of areas in this router is 1. 1 normal 0 stub 0 nssa
External flood list length 0
Non-Stop Forwarding enabled, last NSF restart 00:02:06 ago (took 44 secs)
Area BACKBONE(0)
Number of interfaces in this area is 1 (0 loopback)
 Area has no authentication
 SPF algorithm executed 3 times
```

IS-IS NSF の設定

IS-IS NSF を設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# router isis` [*tag*]	IS-IS ルーティング プロセスをイネーブルして、スイッチをルータ コンフィギュレーションモードにします。

	コマンド	目的
ステップ 3	`Switch(config-router)# nsf [cisco | ietf]`	IS-IS の NSF 動作をイネーブルにします。 **ietf** キーワードを入力して、IETF ドラフト ベースの再起動をサポートしているネットワーキング デバイスとの隣接関係が保証されている同種ネットワークで IS-IS をイネーブルにします。 **cisco** キーワードを入力して、NSF 認識ネットワーキング デバイスとの隣接関係がないことがある異種ネットワークで IS-IS を実行します。
ステップ 4	`Switch(config-router)# nsf interval [minutes]`	（任意）NSF 再起動試行間隔の最小時間を指定します。*連続する* NSF 再起動のデフォルトの時間間隔は、5 分です。
ステップ 5	`Switch(config-router)# nsf t3 {manual [seconds] | adjacency}`	（任意）IS-IS 自身のリンク ステート情報の生成が過負荷になり、その情報がネイバーにフラッディングする前に、IS-IS が IS-IS データベースの同期を待機する時間を指定します。 IETF 動作を選択した場合のみ、**t3** キーワードを使用します。**adjacency** を指定した場合、再起動しているスイッチは隣接デバイスから待機時間を取得します。
ステップ 6	`Switch(config-router)# nsf interface wait seconds`	（任意）再起動が完了する前に、IS-IS 隣接関係があるインターフェイスがすべて立ち上がるまで、IS-IS NSF の再起動を待機する時間を指定します。デフォルトは 10 秒です。

IS-IS NSF の確認

IS-IS の NSF を確認するには、NSF 機能が SSO 対応ネットワーキング デバイスに設定されているかどうかを確認する必要があります。IS-IS NSF を確認するには、次の作業を行います。

ステップ 1　**show running-config** コマンドを入力して、[nsf] が SSO 対応デバイスの IS-IS 設定に表示されていることを確認します。Cisco IS-IS または IETF IS-IS 設定のいずれかが表示されます。次の表示は、デバイスで IS-IS NSF の Cisco 実装を使用していることを示しています。

```
Switch# show running-config
（テキスト出力は省略）
router isis
nsf cisco
（テキスト出力は省略）
```

ステップ 2　NSF 設定が **cisco** に設定されている場合、**show isis nsf** コマンドを入力して NSF がデバイスでイネーブルであることを確認します。シスコの設定を使用すると、表示出力はアクティブ RP と冗長 RP で異なります。次の表示は、アクティブ RP 上のシスコの設定の出力例です。この例で、[NSF restart enabled] が表示されていることを確認してください。

```
Switch# show isis nsf

NSF is ENABLED, mode 'cisco'

RP is ACTIVE, standby ready, bulk sync complete
NSF interval timer expired (NSF restart enabled)
Checkpointing enabled, no errors
Local state:ACTIVE,  Peer state:STANDBY HOT,  Mode:SSO
```

次の表示は、スタンバイ RP 上のシスコの設定の出力例です。この例で、[NSF restart enabled] が表示されていることを確認してください。

```
Switch# show isis nsf

NSF enabled, mode 'cisco'
RP is STANDBY, chkpt msg receive count:ADJ 2, LSP 7
NSF interval timer notification received (NSF restart enabled)
Checkpointing enabled, no errors
Local state:STANDBY HOT,  Peer state:ACTIVE,  Mode:SSO
```

ステップ 3　NSF 設定が **ietf** に設定されている場合、**show isis nsf** コマンドを入力して NSF がデバイスでイネーブルであることを確認します。次の表示は、ネットワーキング デバイス上の IETF IS-IS 設定の出力例です。

```
Switch# show isis nsf

NSF is ENABLED, mode IETF
NSF pdb state:Inactive
NSF L1 active interfaces:0
NSF L1 active LSPs:0
NSF interfaces awaiting L1 CSNP:0
Awaiting L1 LSPs:
NSF L2 active interfaces:0
NSF L2 active LSPs:0
NSF interfaces awaiting L2 CSNP:0
Awaiting L2 LSPs:
Interface:Serial3/0/2
    NSF L1 Restart state:Running
    NSF p2p Restart retransmissions:0
    Maximum L1 NSF Restart retransmissions:3
    L1 NSF ACK requested:FALSE
    L1 NSF CSNP requested:FALSE
    NSF L2 Restart state:Running
    NSF p2p Restart retransmissions:0
    Maximum L2 NSF Restart retransmissions:3
    L2 NSF ACK requested:FALSE
Interface:GigabitEthernet2/0/0
    NSF L1 Restart state:Running
    NSF L1 Restart retransmissions:0
    Maximum L1 NSF Restart retransmissions:3
    L1 NSF ACK requested:FALSE
    L1 NSF CSNP requested:FALSE
    NSF L2 Restart state:Running
    NSF L2 Restart retransmissions:0
    Maximum L2 NSF Restart retransmissions:3
    L2 NSF ACK requested:FALSE
    L2 NSF CSNP requested:FALSE
Interface:Loopback1
    NSF L1 Restart state:Running
    NSF L1 Restart retransmissions:0
    Maximum L1 NSF Restart retransmissions:3
    L1 NSF ACK requested:FALSE
    L1 NSF CSNP requested:FALSE
    NSF L2 Restart state:Running
    NSF L2 Restart retransmissions:0
    Maximum L2 NSF Restart retransmissions:3
    L2 NSF ACK requested:FALSE
    L2 NSF CSNP requested:FALSE
```

EIGRP NSF の設定

EIGRP NSF を設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# router eigrp` *as-number*	EIGRP ルーティング プロセスをイネーブルして、スイッチをルータ コンフィギュレーションモードにします。
ステップ 3	`Switch(config-router)# nsf`	EIGRP NSF をイネーブルにします。 「再起動」スイッチとすべてのピアでこのコマンドを入力します。

EIGRP NSF の確認

EIGRP の NSF を確認するには、NSF 機能が SSO 対応ネットワーキング デバイスに設定されていることを確認する必要があります。EIGRP NSF を確認するには、次の作業を行います。

ステップ 1　**show running-config** コマンドを入力して、[nsf] が SSO 対応デバイスの EIGRP 設定に表示されていることを確認します。

```
Switch# show running-config
.
.
.
router eigrp 100
 auto-summary
 nsf
.
.
.
```

ステップ 2　**show ip protocols** コマンドを入力して NSF がデバイスでイネーブルであることを確認します。

```
Switch# show ip protocols
*** IP Routing is NSF aware ***
Routing Protocol is "eigrp 100"
  Outgoing update filter list for all interfaces is not set
  Incoming update filter list for all interfaces is not set
  Default networks flagged in outgoing updates
  Default networks accepted from incoming updates
  EIGRP metric weight K1=1, K2=0, K3=1, K4=0, K5=0
  EIGRP maximum hopcount 100
  EIGRP maximum metric variance 1
  Redistributing: eigrp 100
  EIGRP NSF-aware route hold timer is 240s
  EIGRP NSF enabled
     NSF signal timer is 20s
     NSF converge timer is 120s
  Automatic network summarization is in effect
  Maximum path: 4
  Routing for Networks:
  Routing Information Sources:
    Gateway         Distance      Last Update
  Distance: internal 90 external 170
```

CHAPTER 10

環境モニタリングおよび電源管理

(注) この章を読み進める前に、『*Catalyst 4500 Series Installation Guide*』の「Preparing for Installation」に目を通してください。Power over Ethernet（PoE）の導入によって電気負荷と熱が加わっても、それに対応する十分な電力と冷却装置が設置場所にあることを確認してください。

この章では、Catalyst 4500 シリーズ スイッチの電源管理および環境モニタリング機能について説明します。設定上の注意事項、設定手順、および設定例も示します。

この章の主な内容は、次のとおりです。

(注) この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

環境モニタリングの概要

ここでは、次の内容について説明します。

シャーシ コンポーネントの環境モニタリングは、コンポーネント障害の兆候を早期に警告します。この警告により、安全で信頼性の高いシステム運用を実現し、ネットワーク障害を防止できます。

ここでは、重要なシステム コンポーネントを監視する方法について説明します。これにより、ハードウェア関連の問題点を特定し、速やかに対応できるようになります。

CLI コマンドによる環境のモニタ

show environment CLI（コマンドライン インターフェイス）コマンドを使用して、システムを監視します。ここでは、使用するコマンドおよびキーワードの基本概要について説明します。

システム ステータス情報を表示するには、**show environment** [**alarm** | **status** | **temperature**] コマンドを使用します。表 10-1 にキーワードを示します。

表 10-1　show environment コマンドのキーワード

キーワード	目的
alarm	システムの環境アラームを表示します。
status	Field-Replaceable Unit（FRU; 現場交換可能ユニット）の動作ステータスおよび電源と電源装置ファン センサーの情報を表示します。
temperature	シャーシの温度を表示します。

環境状態の表示

次の内容について説明します。

Supervisor Engine II-Plus から V-10GE の状態

次に、Supervisor Engine II-Plus から V-10GE の環境状態を表示する例を示します。この出力では、電源装置が異なっていることがわかります。スイッチは片方の電源装置だけを使用し、もう一方をディセーブルにします。

```
Switch# show environment
no alarm

Chassis Temperature                    = 35 degrees Celsius
Chassis Over Temperature Threshold     = 75 degrees Celsius
Chassis Critical Temperature Threshold = 95 degrees Celsius

Power                                                 Fan     Inline
Supply  Model No           Type       Status          Sensor  Status
------  -----------------  ---------  --------------  ------  ------
PS1     PWR-C45-2800AC     AC 2800W   good            good    good
PS2     PWR-C45-1000AC     AC 1000W   err-disable     good    n.a.

*** Power Supplies of different types have been detected***
Switch#
```

Supervisor Engine 6-E の状態

Supervisor Engine 6-E およびこれに関連するラインカードは、複数の温度センサーをカード単位でサポートしています。環境状態の出力には、各センサーから読み取った温度および各センサーの温度しきい値が表示されます。これらのラインカードは、3 つのしきい値（Warning、Critical、および Shutdown）をサポートします（Supervisor Engines II-Plus から V-10GE は 2 つのしきい値をサポートします）。

次に、Supervisor Engine 6-E の環境状態を表示する例を示します。しきい値はカッコ内に表示されています。

```
Switch# show environment
no temperature alarms


Module Sensor                      Temperature          Status
------+--------------------------+--------------------+------------
2      air inlet                   23C (51C,65C,68C)              ok
2      air outlet                  29C (69C,83C,86C)              ok
5      air inlet                   38C (51C,65C,68C)              ok
5      air outlet                  38C (69C,83C,86C)              ok
6      air inlet                   34C (51C,65C,68C)              ok
6      air outlet                  37C (69C,83C,86C)              ok

Power                                                 Fan      Inline
Supply  Model No           Type       Status          Sensor   Status
------  -----------------  ---------  ------------    -------  -------
PS1     PWR-C45-2800AC     AC 2800W   good            good     good
PS2     none               --         --              --       --

Power supplies needed by system    : 1
Power supplies currently available : 1

Chassis Type : WS-C4510R-E

Power consumed by backplane : 40 Watts

Switch Bandwidth Utilization : 0%

Supervisor Led Color : Green

Module  2 Status Led Color  : Green
Module  5 Status Led Color  : Green
Module  6 Status Led Color  : Orange
Module 10 Status Led Color  : Green

Fantray : Good

Power consumed by Fantray : 80 Watts
```

緊急処理

Supervisor Engine 6-E のあるシャーシは、1 枚のカードの電源を切断して、ラインカードの過熱状態に対してきめ細かな対応を行うことができます。ただし、スーパーバイザ自体の温度が重大しきい値を超過する場合は、Supervisor Engine 6-E は安全に動作*できません*。したがって、スーパーバイザはシャーシの電源装置をオフにして、スーパーバイザ自体が過熱しないようにします。このような場合、電源装置の電源オン / オフ スイッチまたは電源装置の AC または DC 入力電源をオフにしてから再びオンにして、スイッチを回復できます。

重大およびシャットダウン温度という緊急状態により同じ処理が行われます。したがって、次の表（表 10-2）に緊急状態の温度を示しますが、重大およびシャットダウンの緊急状態は区別しません。

表 10-2　Supervisor Engines 6-E の緊急状態および処理

ケース 1. ファンの完全な障害による緊急状態	シャーシの電源を切断します。
ケース 2. ラインカードの温度による緊急状態	ラインカードの電源を切断します。
ケース 3. スタンバイ スーパーバイザ エンジンの温度による緊急状態	スタンバイ スーパーバイザの電源を切断します。

表 10-2　Supervisor Engines 6-E の緊急状態および処理（続き）

ケース 1. ファンの完全な障害による緊急状態	シャーシの電源を切断します。
ケース 4. ホットスタンバイまたはコールドスタンバイ冗長ステートのスタンバイ スーパーバイザ エンジンがあるアクティブ スーパーバイザ エンジンの温度による緊急状態	アクティブ スーパーバイザ エンジンをリセットします。
ケース 5. スタンバイ スーパーバイザ エンジンを備えていないか、ホットスタンバイまたはコールドスタンバイ冗長ステートではないスタンバイ スーパーバイザ エンジンがあるアクティブ スーパーバイザ エンジンの温度による緊急状態	シャーシの電源を切断します。

ケース 4 では、アクティブ エンジンが自身のリセットを行うと、スタンバイ スーパーバイザ エンジンが機能を引き継ぎます。そして、温度による緊急状態のままである場合は、新たにアクティブになったスーパーバイザ エンジンが現在のスタンバイ スーパーバイザ エンジンをリセットします。

ケース 5 は、非冗長シャーシまたはシャットダウンされているか完全に起動されていないスタンバイ スーパーバイザ エンジンがあるシャーシに適用されます。

システム アラーム

システムは、メジャーおよびマイナーの 2 種類のアラームを使用します。メジャー アラームは、システムのシャットダウンにつながる可能性のある重大な問題を示します。マイナー アラームは情報で、対処しないと重大な問題となる可能性がある点について通知します。

表 10-3 に、発生する可能性のある環境アラームを示します。

表 10-3　発生する可能性のある環境アラーム

警告しきい値を超える温度センサー	マイナー
重大しきい値を超える温度センサー	メジャー
シャットダウンしきい値を超える温度センサー	メジャー
ファンの部分的な障害	マイナー
ファンの完全な障害	メジャー

ファン障害アラームは、ファン障害状態が検知されると発生し、ファン障害状態が解消すると取り消されます。温度アラームは、温度が温度のしきい値に達すると発生し、温度がしきい値を 5 °C 下回ると取り消されます。5 °C は、アラームの切り替えが行われないようにするためのヒステリシス値です。

スーパーバイザ エンジンの LED は、アラームが発生したかどうかを示します。

システムによってメジャー アラームが発生するとタイマーが始動しますが、その期間はアラームによって異なります。タイマーが切れるまでにアラームが取り消されない場合は、過熱による影響が生じないようにするためにシステムは緊急処理を行います。タイマー値および緊急処理は、スーパーバイザのタイプによって異なります。

（注） スーパーバイザ エンジンの SYSTEM LED の起動動作など、LED の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Module Installation Guide*』を参照してください。

表 10-4 で、Supervisor Engines II-Plus から V-10GE のアラームについて説明します。

表 10-4　Supervisor Engine II-Plus から V-10GE のアラーム

イベント	アラームの種類	スーパーバイザ LED の色	タイムアウト	説明およびアクション
シャーシの温度が重大しきい値を超過	メジャー	レッド	5 分	アラームが発生すると、Syslog メッセージが表示されます。 タイムアウトが経過すると、ラインカードはリセット状態にされます。
スーパーバイザが Power-on Self-Test（POST; 電源投入時自己診断テスト）に失敗	メジャー	レッド	—	Syslog メッセージが表示されます。 スーパーバイザの起動が失敗します。
シャーシ ファン トレイの障害	メジャー	レッド	4 分	アラームが発生すると、Syslog メッセージが表示されます。 タイムアウトが経過すると、ラインカードはリセット状態にされます。
シャーシの温度が警告しきい値を超過	マイナー	オレンジ	—	アラームが発生すると、Syslog メッセージが表示されます。
シャーシ ファン トレイの部分的な障害	マイナー	オレンジ	—	アラームが発生すると、Syslog メッセージが表示されます。

表 10-5 で、Supervisor Engine 6-E のアラームについて説明します。

表 10-5　Supervisor Engine 6-E のアラーム

イベント	アラームの種類	スーパーバイザ LED の色	タイムアウト	説明およびアクション
カードの温度が重大しきい値を超過	メジャー	レッド	15 分	アラームが発生すると、Syslog メッセージが表示されます。 タイムアウトの処理については、表 10-2 を参照してください。
カードの温度がシャットダウンしきい値を超過	メジャー	レッド	30 秒	アラームが発生すると、Syslog メッセージが表示されます。 タイムアウトの処理については、表 10-2 を参照してください。
スーパーバイザが Power-on Self-Test（POST）に失敗	メジャー	レッド	—	Syslog メッセージが表示されます。 スーパーバイザの起動が失敗します。
シャーシ ファン トレイの障害	メジャー	レッド	30 秒	アラームが発生すると、Syslog メッセージが表示されます。 タイムアウトの処理については、表 10-2 を参照してください。
シャーシの温度が警告しきい値を超過	マイナー	オレンジ	—	アラームが発生すると、Syslog メッセージが表示されます。
シャーシ ファン トレイの部分的な障害	マイナー	オレンジ	—	アラームが発生すると、Syslog メッセージが表示されます。

電源管理

ここでは、Catalyst 4500 シリーズ スイッチの電源管理機能について説明します。主な内容は次のとおりです。

（注）　Catalyst 4000/4500 ファミリ モジュールすべての電力消費量については、『Catalyst 4500 Series Module Installation Guide』の Appendix A「Specifications」を参照してください。現在の電力冗長構成およびシステム電力消費量を表示するには、**show power** コマンドを使用します。

Catalyst 4500 シリーズ スイッチの電源管理

ここでは、次の内容について説明します。

サポート対象の電源装置

数種類の電源装置を選択して、スイッチに搭載したモジュールに十分な電力を確保できます。

（注）　Cisco Power Calculator を使用して、モジュールと適切な PoE 電力量に基づいて電源装置を選択する必要があります。お客様がシャーシに使用するラインカード タイプに応じて、1000 ～ 1400 AC の間で選択します。

Catalyst 4500 シリーズ スイッチでは、次の電源装置を使用できます。

- 固定ワット数 — この電源装置は、常に一定量の PoE およびシステム電力を供給します。
  - 1000 W AC — 最大 1050 W のシステム電力をサポートします（Catalyst 4510R スイッチでは推奨しません。PoE をサポートしません）。
  - 1400 W AC — 最大 1400 W のシステム電力をサポートします（PoE をサポートしません）。
  - 2800 W AC — 最大 1400 W のシステム電力および PoE をサポートします。
- 可変ワット数 — この電源装置は、PoE およびシステム所要電力に対応するためにワット数を自動的に調整します。

- 1300 W AC ― 最大 1050 W のシステム電力および 800 W の PoE を合計 1300 W に制限してサポートします。
- 1400 W DC ― 最大 1400 W のシステム電力、電源装置への給電量に応じた可変ワット数の PoE をサポートします。詳細については、「1400 W DC 電源装置に関する特記事項」（p.10-18）を参照してください
- 1400 W DC Service Provider ― DC 入力の 3 本までの回線（12.5 A、15 A、15 A）を使用し、電力供給している回線により、400 ～ 1400 W の範囲でさまざまなシステム電源を供給します。詳細については、「1400 W DC SP トリプル入力電源装置に関する特記事項」（p.10-19）を参照してください（PoE をサポートしません）。
- 4200 W AC ― 電源供給している入力電力数および入力電圧数により、さまざまなシステム電力および PoE をサポートします。

（注） Catalyst 4500 シリーズ スイッチの AC 入力電源装置には、単一フェーズ送信元 AC が必要です。AC 電源装置の入力はすべて独立しているので、送信元 AC では、複数の電源装置、または同じ電源装置上にある複数の AC 電源プラグの間の位相が一致しません。各シャーシの電源装置には、地域および各国の規定に適合するサイズの専用の分岐回路が装備されている必要があります。

スイッチに電源装置を取り付ける場合は、同じワット数の電源装置を使用してください。1400 W DC トリプル入力などのマルチ入力電源装置および 4200 W AC には、このほかにも制限事項があります。これらの電源装置の特記事項を参照してください。ワット数の異なる電源装置を併用すると、スイッチはワット数の小さい方を使用し、もう一方を無視します。**show power** コマンドの出力では、電源装置の状況は err-disable として表示され、サマリーでは出力のワット数がすべて 0 として示されます。

次に、ワット数の異なる電源装置を併用した場合の **show power** コマンドの出力例を示します。

```
Switch# show power
Power                                              Fan     Inline
Supply  Model No          Type       Status        Sensor  Status
------  ----------------  ---------  ------------  ------  ------
PS1     PWR-C45-2800AC    AC 2800W   good          good    good
PS2     PWR-C45-1000AC    AC 1000W   err-disable   good    n.a.

*** Power Supplies of different type have been detected***

Power supplies needed by system    :1
Power supplies currently available :1

Power Summary                       Maximum
 (in Watts)              Used      Available
----------------------   ----      ---------
System Power (12V)        328          1360
Inline Power (-50V)         0          1400
Backplane Power (3.3V)     10            40
----------------------   ----
Total Used                338 (not to exceed Total Maximum Available = 750)
Switch#
```

Catalyst 4500 スイッチの電源管理モード

Catalyst 4500 シリーズ スイッチでは、次の 2 つの電源管理モードをサポートしています。

- 冗長（Redundant）モード — 冗長モードでは 1 つめの電源装置を主電源装置、2 つめの電源装置をバックアップ電源装置として使用します。主電源装置に障害が発生すると、2 つめの電源装置がネットワークを中断させることなく、ただちにスイッチをサポートします。両方の電源装置は同じワット数でなければなりません。また、電源装置は、単独でスイッチの構成をサポートできるだけの電力を備えている必要があります。
- 複合（Combined）モード — 複合モードでは、搭載されたすべての電源装置からの電力を使用して、スイッチ構成に必要な電源をサポートします。ただし、複合モードでは電源の冗長性は設定されません。電源装置に障害が発生すると、1 つまたは複数のモジュールがシャットダウンする可能性があります。

（注） Catalyst 4510R スイッチでは、すべての可能な構成用の冗長モードをサポートするのに 1000 W AC 電源装置は十分ではありません。必要電力が 1050 W より少ない、限られた構成で冗長モードをサポートできます。

（注） 1400 W DC 電源装置では、データ電力で複合モードがサポートされます。PoE 電力では、複合モードがサポートされません。

電源管理モードの選択

デフォルトでは、スイッチは冗長モードに設定されています。**show power** コマンドでは、**power supplies needed by system** が 1 の場合、スイッチは冗長モードです。**power supplies needed by system** が 2 の場合、スイッチは複合モードです。

使用する電源装置とその数は、使用するスイッチのハードウェア構成によって決まります。たとえばスイッチ構成が、1 つの電源装置で供給できる以上の電力を必要とする場合は、複合モードを使用します。ただし、複合モードではスイッチに電源の冗長性は設定されません。次の点に留意してください。

- 消費電力はそれぞれ、スーパーバイザ エンジンで 110 W、Catalyst 4503 スイッチのファン ボックスで各 30 W、Catalyst 4506 および Catalyst 4507 スイッチのファン ボックスで各 50 W、Catalyst 4503 および Catalyst 4506 スイッチのバックプレーンで 10 W、Catalyst 4507 スイッチのバックプレーンで 40 W です。
- 1000 W では、受電装置をサポートしないフル装備の Catalyst 4503 スイッチをサポートします。
- 1300 W では、シスコの受電装置をサポートするフル装備の Catalyst 4503 スイッチをサポートします。
- WS-X4148-RJ45V モジュール上の各 PoE ポートでの必要電力は、6.3 W です。スイッチのフル装備の 5 つの WS-X4148-RJ45V モジュールは、240 ポートを構成します。この構成には、PoE 用に 1512 W、モジュール用に 300 W が必要です。

Catalyst 4500 シリーズ スイッチでの電源管理の制限事項

制限事項 1

電源装置が供給する以上の電力を必要とするスイッチを構成する可能性があります。給電能力を超えるスイッチを構成する状況として、次の 2 つが挙げられます。

- 搭載したモジュールの所要電力が、電源装置によって供給される電力を超える場合

電源装置を 1 つ取り付け、スイッチを複合モードに設定すると、スイッチは次のエラー メッセージを表示します。

```
Insufficient power supplies present for specified configuration.
```

このエラー メッセージは、**show power** コマンドの出力にも表示されます。このエラー メッセージが表示されるのは、定義上複合モードで動作する電源装置が 2 つスイッチに搭載されている必要があるためです。

搭載されたモジュールの所要電力が電源装置によって供給される電力を超える場合、スイッチは次のエラー メッセージを表示します。

```
Insufficient power available for the current chassis configuration.
```

このエラー メッセージは、**show power** コマンドの出力にも表示されます。

スイッチにモジュールを増設しようとして電源装置によって供給される電力を超える場合、スイッチはただちに増設分のモジュールをリセット モードにし、次のエラー メッセージを表示します。

```
Module has been inserted
Insufficient power supplies operating.
```

また、機能しているスイッチの電源を切り、モジュールを増設するか、モジュール構成を変更して所要電力が使用できる電力を超えるようになった場合、再度スイッチの電源を入れると、1 つまたは複数のモジュールがリセット モードになります。

- PoE の所要電力が、電源装置によって供給される PoE を超える場合

  システムの電力を消費している IP Phone が多すぎる場合、IP Phone への電力が削減され、電源装置に適切な所要電力に削減されるように、一部の IP Phone の電源が切断されることもあります。

前者のシナリオでは（所要電力が供給電力を超える場合）、システムは搭載されているモジュールのタイプおよび個数を判断して、電力消費に関する問題を解決しようとします。判断サイクル中に、システムはシャーシの下から順に、サポート不可能な（または電力が供給されていない）モジュールをリセット モードにします。十分な電力が供給されているスーパーバイザ エンジンおよびモジュールは常にイネーブルであり、ネットワーク接続は中断されません。モジュールはリセット モードになっても多少の電力を消費します。さらに所要電力を低下させるには、シャーシからこれらのモジュールを取り外してください。シャーシの構成が適切であれば、システムが評価サイクルに入ることはありません。

リセット モードのモジュールは、シャーシに取り付けられているかぎり、電力を消費し続けます。モジュールをオンライン状態にするときに必要な電力は、**show power module** コマンドを使用するとわかります。

使用するシステムの所要電力を算出し、システムの電源が十分であるかどうかを確認するには、スーパーバイザ エンジン モジュール、ファン ボックス、および搭載したモジュール（PoE を含む）が消費する電力を合算します。PoE には、すべての電話の所要電力を合計します。使用するスイッチの各種コンポーネントの電力消費量については、「モジュールの電源切断」（p.10-21）を参照してください。

802.3af 準拠の PoE モジュールは、FPGA やモジュールのその他のハードウェア コンポーネントに電力を供給する場合、最大で 20 W の PoE を消費することがあります。スイッチに接続された受電装置に十分な電力が供給されるように、802.3af 準拠の PoE モジュールごとに、PoE 所要電力に少なくとも 20 W を追加してください。

WS-X4148-RJ45V PoE モジュールでは、PoE の消費電力を測定できません。したがって、PoE を計算する場合は常に、このモジュールの PoE 消費電力が管理上の PoE と等しいと推定します。

どのモジュールがアクティブで、どのモジュール（ある場合）がリセット状態かを確認するには、**show module** コマンドを使用します。

次に、すべての搭載済みモジュールをサポートする十分な電力がないシステムに対する **show module** コマンドの出力例を示します。このシステムでは Module 5 に対する電力が不十分です。[*Status*] カラムに [*PwrDeny*] として表示されています。

モジュールで消費される PoE が、**power inline consumption default** コマンドを使用して割り当てられた PoE を 50 W 以上超過している場合、[Status] カラムに [PwrOver] と表示されます。モジュールで消費される PoE が PoE モジュールの制限値を 50 W 以上超過している場合は、[Status] カラムに [PwrFault] と表示されます。

```
Switch# show module
Mod  Ports Card Type                              Model              Serial No.
---+-----+--------------------------------------+------------------+-----------
 1      2  1000BaseX (GBIC) Supervisor(active)    WS-X4014           JAB054109GH
 2      6  1000BaseX (GBIC)                       WS-X4306           00000110
 3     18  1000BaseX (GBIC)                       WS-X4418           JAB025104WK
 5      0  Not enough power for module            WS-X4148-FX-MT     00000000000
 6     48  10/100BaseTX (RJ45)                    WS-X4148           JAB023402RP

 M MAC addresses                   Hw  Fw           Sw                Status
--+--------------------------------+---+------------+-----------------+---------
 1 005c.9d1a.f9d0 to 005c.9d1a.f9df 0.5 12.1(11br)EW 12.1(20020313:00 Ok
 2 0010.7bab.9920 to 0010.7bab.9925 0.2                                Ok
 3 0050.7356.2b36 to 0050.7356.2b47 1.0                                Ok
 5 0001.64fe.a930 to 0001.64fe.a95f 0.0                                PwrDeny
 6 0050.0f10.28b0 to 0050.0f10.28df 1.0                                Ok
Switch#
```

制限事項 2

Cat4507R および Cat4510R シャーシの設定によっては、利用可能なデータ電力の最大量を超えます。これらの設定には、次の PID の組み合わせがあります。

- 7 スロット構成
- シャーシ：WS-C4507R-E、WS-C4510R-E
- デュアル スーパーバイザ：WS-X45-Sup6-E
- 1 つ以上：WS-X4448-GB-RJ45 または WS-X4148-FX-MT

冗長 Supervisor Engine 6-E を使用して 7 および 10 スロット シャーシの 10/100/1000 ポート密度を最大化するためには、WS-X4448-GB-RJ45 ラインカードではなく WS-X4548-GB-RJ45 ラインカードを取り付けます。WS-X4448-GB-RJ45 ラインカードが必要な場合は、次の 2 つのオプションが可能です。

- オプション 1

  Cat4507R の 4 ラインカード スロット、Cat4510R シャーシの 6 ラインカード スロットのみが使用されます。
- オプション 2

  すべてのスロットが必要な場合でも、使用できるのは 1 つの WS-X4448-GB-RJ45 ラインカードのみです。

Supervisor Engine 6-E を使用して 7 および 10 スロット シャーシの 100 BASE-FX ポート密度を最大化するためには、WS-X4148-FX-MT ラインカードではなく FX 光ポートを持つ WS-4248-FE-SFP ラインカードを取り付けます。WS-X4148-FX-MT ラインカードが必要な場合は、次の 2 つのオプションが可能です。

- オプション 1

  Cat4507R の 4 ラインカード スロット、Cat4510R シャーシの 6 ラインカード スロットのみが使用されます。
- オプション 2

すべてのスロットが必要な場合でも、使用できるのは 1 つの WS-X4448-GB-RJ45 ラインカードのみです。

Catalyst 4500 シリーズ スイッチでの冗長モードの設定

デフォルトでは、Catalyst 4500 シリーズ スイッチの電源装置は冗長モードで動作するように設定されています。冗長モードを効果的に使用するには、次の注意事項に従ってください。

- 同じタイプの電源装置を 2 つ使用します。
- 電源管理モードを冗長モードに設定していて、電源装置が 1 つしか搭載されていない場合、スイッチはその設定を受け入れますが、冗長性なしで動作します。

注意　スイッチに搭載されている電源装置のタイプやワット数が異なる場合、スイッチは電源装置の一方を認識せず、スイッチに電源の冗長性は設定されません。

- 固定電源装置には、単独でスイッチ構成をサポートできるだけの電力を備えた電源装置を選択してください。
- 可変電源装置には、十分な電力を供給できる電源装置を選択し、シャーシおよび PoE 所要電力が最大電力を超えないようにします。可変電源装置は、起動時にシャーシおよび PoE 所要電力に対応するように、自動的に電源リソースを調整します。最初にモジュールが、続いて IP Phone が起動します。
- シャーシおよび PoE に使用できる各電源装置の最大電力については、表 10-6 を参照してください。

Catalyst 4500 シリーズ スイッチに冗長モードを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# power redundancy-mode redundant`	電源管理モードを冗長モードに設定します。
ステップ 3	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 4	`Switch# show power supplies`	スイッチの電源冗長モードを確認します。

次に、電源管理モードを冗長モードに設定する例を示します。

```
Switch (config)# power redundancy-mode redundant
Switch (config)# end
Switch#
```

次に、現在の電源冗長モードを表示する例を示します。システムで必要な電源装置 1 は、スイッチが冗長モードであることを示しています。

```
Switch# show power supplies
Power supplies needed by system:1
Switch#
```

複合モードには、4200 W AC 電源でのみ任意で使用できる冗長方法があります。「複合モードの電力維持機能」（p.10-16）を参照してください。

Catalyst 4500 シリーズ スイッチでの複合モードの設定

電源装置が単独で供給できる以上の電力がスイッチ構成により必要とされる場合は、電源管理モードを複合モードに設定します。複合モードは両方の電源装置の電力を使用します。ただし、スイッチに電源の冗長性は設定されません。

複合モードを効果的に使用するには、次の注意事項に従ってください。

- 同じタイプとワット数（固定または可変、AC または DC）の電源装置を使用します。
- タイプの異なる、またはワット数の異なる電源装置を使用した場合、スイッチはいずれか一方の電源装置しか使用しません。
- 可変電源装置には、十分な電力を供給できる電源装置を選択し、シャーシおよび PoE 所要電力が最大電力を超えないようにします。可変電源装置は、起動時にシャーシおよび PoE 所要電力に対応するように、自動的に電源リソースを調整します。
- 電源管理モードを複合モードに設定していて、電源装置が 1 つしか搭載されていない場合、スイッチはその設定を受け入れますが、電力は 1 つの電源装置からしか利用できません。
- スイッチが複合モードに設定されている場合、供給される電力の合計は、個々の電源装置の正確な合計値とはなりません。電源装置にはあらかじめ電流の共有比率が決められています（詳細については、表 10-6 を参照）。
- シャーシおよび PoE に使用できる各電源装置の最大電力については、表 10-6 を参照してください。

Catalyst 4500 シリーズ スイッチに複合モードを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# power redundancy-mode combined`	電源管理モードを複合モードに設定します。
ステップ 3	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 4	`Switch# show power supplies`	スイッチの電源冗長モードを確認します。

次に、電源管理モードを複合モードに設定する例を示します。

```
Switch (config)# power redundancy-mode combined
Switch (config)# end
Switch#
```

次に、現在の電源冗長モードを表示する例を示します。システムで必要な電源装置 2 は、スイッチが複合モードであることを示しています。

```
Switch# show power supplies
Power supplies needed by system:2
Switch#
```

Catalyst 4500 シリーズ スイッチの電源装置で利用できる電力

表 10-6 に、さまざまな Catalyst 4500 シリーズ スイッチの電源装置で利用できる電力を示します。スイッチが複合モードに設定されている場合、供給される電力の合計は、個々の電源装置の正確な合計値とはなりません。電源装置は、ハードウェアによりあらかじめ共有比率が決められています。複合モードでは、使用できる総電力が P +(P ×共有比率)になり、P は電源装置の電力量を示します。

表 10-6　スイッチの電源装置で利用できる電力

電源装置	冗長モード（W）	複合モード（W）	共有比率
1000 W AC	シャーシ[1] = 1050 PoE = 0	シャーシ = 1667 PoE = 0	2/3
1300 W AC	シャーシ（最大）= 1050 PoE（最大）= 800 シャーシ + PoE + バックプレーン ≤ 1300	シャーシ（最小）= 767 PoE（最大）= 1333 シャーシ（最大）= 1667 PoE（最小）= 533 シャーシ + PoE + バックプレーン ≤ 2200	2/3
1400 W DC	シャーシ（最小）= 200 シャーシ（最大）= 1360 PoE(最大)[2] =(DC 入力[3] -[シャーシ（最小）+ バックプレーン] / 0.75）× 0.96	シャーシ = 2267[4] PoE[5]	シャーシ — 2/3 PoE — 0
1400 W AC	シャーシ = 1360 PoE = 0[6]	シャーシ = 2473 PoE = 0	9/11
2800 W AC	シャーシ = 1360 PoE = 1400	シャーシ = 2473 PoE = 2333	シャーシ[7] — 9/11 PoE[8] — 2/3

1. シャーシ電力は、スーパーバイザ エンジン、すべてのラインカード、およびファン トレイの電力で構成されます。
2. 1400 W DC 電源装置の効率は 0.75 で、0.96 は PoE に適用されます。
3. 1400 W DC 電源装置の DC 入力は変更可能で、設定可能です。詳細については、「1400 W DC 電源装置に関する特記事項」（p.10-18）を参照してください。
4. PoE では使用不可
5. PoE では使用不可
6. 音声電力なし
7. データ専用
8. インライン パワー

4200 W AC 電源装置に関する特記事項

4200 W AC 電源装置には 2 つの入力があり、それぞれ 110 V または 220 V で電力供給されます。

4200 W AC 電源装置の **show power** コマンド出力は、1400 W DC トリプル入力電源装置と同様です（つまり、サブモジュール［複数の入力］の状態が表示されます）。2 つの電源装置が搭載されている場合は、サブモジュールの「故障中」と「オフ」、およびサブモジュールの状態（正常、異常、オフ）を区別できます。

```
Switch# show power
Power                                              Fan      Inline
Supply  Model No           Type       Status       Sensor   Status
------  -----------------  ---------  -----------  -------  -------
PS1     PWR-C45-4200ACV    AC 4200W   good         good     good
PS1-1                          220V   good
PS1-2                                    off
PS2     PWR-C45-4200ACV    AC 4200W   bad/off      good     bad/off
PS2-1                          220V   good
PS2-2                          220V   bad

Power supplies needed by system    : 1
Power supplies currently available : 2

Power Summary                        Maximum
 (in Watts)               Used     Available
----------------------    ----     ---------
System Power (12V)         140        1360
Inline Power (-50V)          0        1850
Backplane Power (3.3V)       0          40
----------------------    ----     ---------
Total                      140 (not to exceed Total Maximum Available = 2100)
Switch#
```

他の電源装置と同様に、これら 2 つの電源装置は同じタイプである必要があります（4200 W AC または 1400 W DC）。そうでない場合、右側の電源装置は errdisable ステートになり、左側の電源装置が選択されます。さらに、シャーシへのすべての入力が同じ電圧である必要があります。冗長モードでは、左右の電源装置の入力が同じである必要があります。冗長モードで左右の電源装置に電力供給されている場合、その電力値は 2 つの電源装置の弱い方に基づきます。

（注） システムが 110 V または 220 V の複合モードで 4200 W の電源装置により電力供給されている場合、利用可能な電力はシステム構成（ラインカードのタイプ、ラインカード数、インライン パワーを消費するポート数など）により決定され、絶対最大電力は反映されません。

（注） 一致した冗長電源装置設定で電源装置のサブモジュールが故障した場合、もう一方の（正常な）電源装置がすべての機能に電力供給します。

表 10-7 に、冗長モードでの電源装置の評価方法を示します。

表 10-7　冗長モードでの出力

電源装置	12 V	3.3 V	–50 V	合計
110 V	660	40	700	1050
110 V + 110 V または 220 V	1360	40	1850	2100
220 V + 220 V	1360	40	3700	4200

複合モードでは、シャーシへのすべての入力が同じ電圧である必要があります。

表 10-8 に、複合モードでの電源装置の評価方法を示します。

表 10-8　複合モードでの出力

電源装置	12 V	3.3 V	–50 V	合計
両方（ベイ）で 110 V	1200	40	1200	1873
一方で 110 V + 110 V、 反対側で 110 V	1360	40	2000	2728
両方で 110 V + 110 V	1360	40	3100	3782
両方で 220 V	1360	40	3100	3782
一方で 220 V + 220 V、 反対側で 220 V	1360	40	4700	5493
両方で 220 V + 220 V	1360	40	6800	7600

複合モードの電力維持機能

（注） この機能は、両方の電源装置ベイに 4200 W AC 電源装置が搭載されている場合、複合モードでのみ使用できます。

複合モードの電力維持機能を使用して、電力の使用を最大 2 つまたは 3 つの入力（設定可能）に制限できます。

4200 W AC 電源装置が 2 台の場合、最大 4 つの入力を使用できます。この機能により、電力の使用を 2 つまたは 3 つの入力に制限できます。電源装置の 1 つに障害が発生しても、電力消費を小さい入力数に制限してあるので、電力の損失は発生しません。

複合モードの電力維持機能を設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# power redundancy combined max inputs {2 | 3}`	電力の使用を 2 つまたは 3 つの入力へ制限します。 **（注）** コマンドの最大入力部分は、4200 W AC 以外の電源装置すべてに対しては無視されます。
ステップ 3	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。

次に、4 つの「正常」な入力（220 V）で **max inputs 3** を設定し、電力を 7600 W ではなく 5500 W に制限する例を示します。1 つのサブユニットに障害が発生したり、電源がオフになったりした場合でも、ユーザには 5500 W を提供する 3 つの「正常」な入力が確保され、シャーシは障害が発生する前と同じレートで電力供給されます。

```
Switch# configuration terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# power redundancy combined max inputs 3
Switch(config)# end
Switch#
14:32:01: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
```

次に、この機能が起動される前の **show power** コマンドの出力を示します。

```
Switch# show power
sh power
Power                                              Fan      Inline
Supply  Model No           Type       Status       Sensor   Status
------  ----------------  ---------  -----------  -------  -------
PS1     PWR-C45-4200ACV   AC 4200W   good         good     good
PS1-1                         110V   good
PS1-2                         110V   good
PS2     PWR-C45-4200ACV   AC 4200W   good         good     good
PS2-1                         110V   good
PS2-2                         110V   good

Power supplies needed by system    : 1
Power supplies currently available : 2

Power Summary                        Maximum
 (in Watts)              Used     Available
----------------------   ----     ---------
System Power (12V)        140        1360
Inline Power (-50V)         0        1850
Backplane Power (3.3V)      0          40
----------------------   ----     ---------
Total                     140 (not to exceed Total Maximum Available = 2100)
```

次に、この機能が起動されたあとの出力を示します。複合モードは **show power** コマンドの出力では **Power supplies needed = 2** と表示されていましたが、複合モードは現在、**Power supplies needed by system　:2 Maximum Inputs = 3** と表示されます。

```
Switch# show power
sh power
Power                                              Fan      Inline
Supply  Model No           Type       Status       Sensor   Status
------  ----------------  ---------  -----------  -------  -------
PS1     PWR-C45-4200ACV   AC 4200W   good         good     good
PS1-1                         110V   good
PS1-2                         110V   good
PS2     PWR-C45-4200ACV   AC 4200W   good         good     good
PS2-1                         110V   good
PS2-2                         110V   good

Power supplies needed by system    : 2 Maximum Inputs = 3
Power supplies currently available : 2

Power Summary                        Maximum
 (in Watts)              Used     Available
----------------------   ----     ---------
System Power (12V)        140        2400
Inline Power (-50V)         0        2000
Backplane Power (3.3V)      0          40
----------------------   ----     ---------
Total                     140 (not to exceed Total Maximum Available = 2728)


Switch#
```

1400 W DC 電源装置に関する特記事項

注意　1400 W DC 電源装置は、他のいかなる電源装置とも併用できません。ホット スワップやその他の短期間の緊急の場合でも併用しないでください。併用するとスイッチが重大な損傷を受ける場合があります。

Catalyst 4500 シリーズ スイッチで 1400 W DC 電源装置を使用する場合は、次の注意事項を考慮してください。

- 1400 W DC 電源装置では、さまざまな DC 電源が使用できます。DC 入力は 300 W ～ 7500 W の範囲で変動することがあります。詳細については、電源装置のマニュアルを参照してください。
- スーパーバイザ エンジンは、1400 W DC 電源装置に接続された DC 電源を検出できません。1400 W DC 電源装置を使用する場合、**power dc input** コマンドを使用して DC 入力電源を設定してください。このコマンドの詳細については、「電源装置への DC 入力の設定」（p.10-18）を参照してください。
- ソフトウェアはシステム電力（モジュール、バックプレーン、およびファン）と PoE を自動的に調整します。PoE の効率は 96% ですが、システム電力は 75% の効率しかありません。たとえば、120 W のシステム電力には、DC 入力から 160 W が必要です。この要件は、**show power available** コマンド出力の [**Power Used**] のカラムに反映されています。
- 1400 W DC 電源装置は、PoE 用の電源オン / オフ スイッチを別個に備えています。電源装置ファンのステータスおよび主電源のステータスは、連動しています。どちらか一方が故障すると、電源装置とファンの両方が不良 / オフとしてレポートします。インライン スイッチの電源を投入する前に、主電源がオンになっていることを確認する必要があります。さらに、主電源を切断する前に、インライン スイッチの電源がオフになっていることを確認する必要があります。

電源装置への DC 入力の設定

1400 W DC 電源装置または電源シェルフに DC 入力パワーを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# power dc input watts`	DC 入力電源の容量を設定します。
ステップ 3	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。

同一の設定が、両方の電源スロットに適用されます。たとえば、**dc power input** を 1000 W に設定した場合、スイッチはスロット 1 とスロット 2（装着されている場合）の外部 DC 電源として、それぞれ 1000 W を想定します。

次に、外部 DC 電源装置を 1000 W に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch (config)# power dc input 1000
Switch (config)# end
Switch#
```

1400 W DC SP 電源装置を複合モードで使用する場合、入力が一致する必要はありません。

1400 W DC SP トリプル入力電源装置に関する特記事項

1400 W DC 電源装置とは異なり、1400 W DC SP 電源装置にはサブモジュール（複数の入力）が含まれており、電源のオン/オフを行うことができるようになっています。Cisco IOS Release 12.2(25)EW の場合、**show power** コマンドの出力は修正され、次のようにこのサブモジュールのステータスが表示されます。

```
Switch# show power
Power                                          Fan      Inline
Supply  Model No           Type       Status       Sensor   Status
------  -----------------  ---------  -----------  -------  ------
PS1     PWR-C45-1400DC     DCSP1400W  good         good     n.a.
PS1-1                      12.5A      good
PS1-2                      15.0A      bad
PS1-3                      15.0A      off

PS2     none               --         --           --       --
```

Catalyst 4500 シリーズ スイッチで 1400 W DC SP 電源装置を使用する場合は、次の注意事項を考慮してください。

- 2 本の 48 V 電力レールを使用して 2 つの電源装置を動かす場合は、クロスワイヤリングを採用して電源装置をレールに接続し、最初の電源投入中に引き込まれる「突入」電流を最小限に抑えることができます。この状況では、スイッチを複合モードに設定してからレールをメンテナンス用にダウンします。
- 通常の場合、冗長性を設定するときは、2 つの電源装置が「一致」する必要があります（入力が同一）。たとえば、PS1 および PS2 の両方で、入力 1 および 3 に電力を供給します。ブート時に電源装置が一致していない場合は、右側の（第 2）電源装置が errdisable 状態になります。

一致した冗長電源装置設定で電源装置のサブモジュールが故障した場合、もう一方の（正常な）電源装置がすべての機能に電力供給します。

Supervisor Engine II-TS でインライン パワーが不足した場合の処理

Supervisor Engine II-TS で 1400 W DC 電源装置（PWR-C45-1400DC）が使用されていて、電源装置の 12.5 A 入力の 1 つだけが使用される場合、使用されるラインカードのタイプおよびラインカードの搭載場所（スロット 2 またはスロット 3）のいずれに搭載されているかによってスーパーバイザ エンジンの電力消費量は異なります。電力消費量は 155 ～ 330 W の範囲で異なり、これはスーパーバイザ エンジンで利用可能な最大インライン パワー量（0 ～ 175 W）にも影響します。そのため、1 つまたは複数のラインカードがシャーシに挿入されている場合、スーパーバイザ エンジンは接続されたインライン パワー デバイスへのインライン パワーの供給を拒否できます。

次の **show power detail** および **show power module** コマンド出力では、スーパーバイザ エンジンに起因するさまざまな可変電力消費量およびスーパーバイザ エンジンのインライン パワーの概要が示されています。

```
Switch# show power detail
show power detail
Power                                              Fan      Inline
Supply  Model No           Type        Status      Sensor   Status
------  -----------------  ----------  ----------  -------  -------
PS1     PWR-C45-1400DC     DCSP1400W   good        good     n.a.
PS1-1                      12.5A        good
PS1-2                      15.0A        off
PS1-3                      15.0A        off
PS2     none               --          --          --       --

Power supplies needed by system    : 1
Power supplies currently available : 1

Power Summary                       Maximum
 (in Watts)               Used     Available
----------------------    ----     ---------
System Power (12V)         360         360
Inline Power (-50V)          0           0
Backplane Power (3.3V)       0          40
----------------------    ----     ---------
Total                      360         400

Module Inline Power Summary (Watts)
(12V -> -48V on board conversion)
---------------------------------
                     Maximum
Mod      Used      Available
---      ----      ---------
1           5             25
---      ----      ---------

                          Watts Used of System Power (12V)
Mod   Model               currently  out of reset  in reset
----  ------------------  ---------  ------------  --------
 1    WS-X4013+TS            180         180          180
 2    WS-X4506-GB-T           60          60           20
 3    WS-X4424-GB-RJ45        90          90           50
 --   Fan Tray                30          --           --
-----------------------   ---------  ------------   -------
       Total                360         330          250

                        Watts used of Chassis Inline Power (-50V)
                        Inline Power Admin  Inline Power Oper
Mod   Model                PS     Device       PS     Device     Efficiency
----  ------------------  ----------------    ----------------    ----------
 2    WS-X4506-GB-T          0        0          0        0          89
 3    WS-X4424-GB-RJ45       -        -          -        -           -
-----------------------  ----------------    ----------------    ----------
       Total                0        0          0        0

                        Watts used of Module Inline Power (12V -> -50V)
                        Inline Power Admin  Inline Power Oper
Mod   Model                PS     Device       PS     Device     Efficiency
----  ------------------  ----------------    ----------------    ----------
 1    WS-X4013+TS            6        5          3        3          90
-----------------------  ----------------    ----------------    ----------

Switch# show power module
sh power module
                          Watts Used of System Power (12V)
Mod   Model               currently  out of reset  in reset
----  ------------------  ---------  ------------  --------
 1    WS-X4013+TS            180         180          180
```

```
 2    WS-X4506-GB-T           60          60          20
 3    WS-X4424-GB-RJ45        90          90          50
 --   Fan Tray                30          --          --
----------------------   ---------  ------------   -------
       Total                360         330         250

                        Watts used of Chassis Inline Power (-50V)
                        Inline Power Admin  Inline Power Oper
Mod   Model                PS     Device       PS     Device     Efficiency
----  -----------------  ----------------    ----------------    ----------
 2    WS-X4506-GB-T          0        0          0        0          89
 3    WS-X4424-GB-RJ45       -        -          -        -           -
----------------------  ----------------    ----------------    ----------
       Total                0        0          0        0

                        Watts used of Module Inline Power (12V -> -50V)
                        Inline Power Admin  Inline Power Oper
Mod   Model                PS     Device       PS     Device     Efficiency
----  -----------------  ----------------    ----------------    ----------
 1    WS-X4013+TS            6        5          3        3          90
----------------------  ----------------    ----------------    ----------

Switch#
```

モジュールの電源切断

スイッチに搭載されたすべてのモジュールに供給する十分な電力がシステムにない場合は、モジュールの電源を切断して、低電力モードにできます。モジュールの電源を切断するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
Switch(config)# **no hw-module module** *num* **power**	指定されたモジュールを低電力モードにして、そのモジュールへの電源を切断します。

電源が切断されたモジュールに電源を投入するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
Switch(config)# **hw-module module** *num* **power**	指定されたモジュールに電源を投入します。

次に、モジュール 6 の電源を切断する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# no hw-module module 6 power
Switch(config)# end
Switch#
```

Catalyst 4948 スイッチの電源管理

スイッチに十分な電力を確実に供給できるようにするため、AC または DC 電源装置を選択できます。Catalyst 4948 スイッチでは、次の電源装置を使用できます。

- 300 W AC
- 300 W DC

この電源装置には、Catalyst 4500 シリーズ スイッチとの互換性がありません。PoE は Catalyst 4948 スイッチではサポートされていないため、制限されたワット数のみが必要です。PoE の詳細については、第 11 章「PoE の設定」を参照してください。スイッチに電源装置を取り付けると、電源が投入されていない場合でもシステム ソフトウェアによって電源装置の EEPROM が読み込まれます。AC 電源装置と DC 電源装置は併用できます。

Catalyst 4948 スイッチの電源管理モード

Catalyst 4948 スイッチでは、冗長電源管理モードをサポートします。このモードでは、2 台の電源装置が正常に動作している場合、各電源装置は常に必要な総システム電力の 20 と 80 ～ 45 と 55% を供給します。一方の電源装置が故障した場合、もう一方の装置は必要な総電力の 100% まで増加させます。

CHAPTER 11

PoE の設定

(注) この章を読み進める前に、『*Catalyst 4500 Series Installation Guide*』の「Preparing for Installation」に目を通してください。Power over Ethernet（PoE）の導入によって電気負荷と熱が加わっても、それに対応する十分な電力と冷却装置が設置場所にあることを確認してください。

この章では、Catalyst 4500 シリーズ スイッチで PoE を設定する方法について説明します。

この章の内容は、次のとおりです。

(注) この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

概要

Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、シスコ先行標準 PoE および IEEE 802.3af 準拠（2003 年に承認）の両方に関する PoE をサポートします。PoE は、すべての Catalyst 4500 シリーズ スイッチ シャーシでサポートされ、PoE モジュールおよび電源装置を必要とします。使用可能な PoE 電力量は、個々の電源装置の PoE 容量により異なります。PoE のサポートにより、システムがインライン装置（IP Phone、IP ビデオ フォン、および標準の銅ケーブル接続［カテゴリ 5、5e、6 のケーブル接続］上のワイヤレス アクセス ポイントなど）に電力供給できるようになります。

また、PoE により個々の PoE 対応装置に壁面コンセントを準備する必要がなくなります。これにより、接続先の装置に必要であった追加の電気配線にかかる費用が削減されます。さらに、PoE は単一の電源システム上のクリティカル デバイスを分離し、UPS バックアップがすべてのシステムをサポートできるようにします。

通常、Catalyst 4500 シリーズ スイッチは 2 つの配置シナリオのいずれかで配置されます。最初のシナリオはデータ専用で、スイッチおよび対応モジュールを稼働させる電力が必要となります。2 番めのシナリオは、接続された装置がイーサネット ポートから受電する配置で、データおよび PoE（別名「インライン パワー」）をサポートします。

Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、受電装置が PoE モジュールに接続されているかどうかを感知できます。回路に電力がない場合は、受電装置に PoE が供給されます。回路上に電力がある場合は供給されません。受電装置を AC 電源に接続して、音声回路に独自の電力を供給することもできます。

（注） この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios123/123cgcr/index.htm

ハードウェア要件

PoE を使用してデバイスに電力を供給するには、シャーシでは 表 11-1 に示す電源装置を少なくとも 1 つ使用し、表 11-1 に示すスイッチング モジュールの少なくとも 1 つにデバイスを接続します。

表 11-1　ハードウェア要件

スイッチング モジュール	電源装置
WS-X4148-RJ45V	PWR-C45-1300ACV=
WS-X4224-RJ45V	PWR-C45-1400DCV=
WS-X4248-RJ21V	PWR-C45-2800ACV=
WS-X4248-RJ45V	PWR-C45-4200ACV=
WS-X4505-GB-T	
WS-X4524-GB-RJ45V	
WS-X4548-GB-RJ45V	

電源管理モード

エンド ステーションに PoE を供給できるモジュールがスイッチに組み込まれている場合は、そのエンド ステーションが電力を必要とするときに PoE を自動的に検出して適用するように、モジュール上の各インターフェイスを設定できます。

Catalyst 4500 シリーズ スイッチには、3 つの PoE モードがあります。

- **auto** ― PoE インターフェイス。スーパーバイザ エンジンは、スイッチング モジュールが電話を検出し、スイッチに十分な電力がある場合にだけ、インターフェイスに電力を投入するようにスイッチング モジュールに指示します。インターフェイス上の最大ワット数を指定できます。ワット数を指定しない場合、スイッチはハードウェアでサポートされる最大値以上は供給しません。このモードでは、インターフェイスが PoE の供給に対応していなくとも影響はありません。
- **static** ― ハイ プライオリティの PoE インターフェイス。スーパーバイザ エンジンは、インターフェイスが接続されていない場合でも、インターフェイスに電力を事前に割り当て、インターフェイスに電力が供給されるようにします。インターフェイス上の最大ワット数を指定できます。ワット数を指定しない場合、スイッチはハードウェアでサポートされる最大値を事前に割り当てます。スイッチの割り当てに十分な電力がない場合、コマンドは失敗します。スーパーバイザ エンジンは、スイッチング モジュールが受電装置を検出した場合にだけ、インターフェイスに電力を投入するようにスイッチング モジュールに指示します。
- **never** ― データ インターフェイスのみ。スーパーバイザ エンジンは、電力が供給されていない電話が接続されている場合でも、インターフェイスに電力を投入しません。このモードは、電力が PoE 対応インターフェイスに適用されないようにする場合にのみ必要です。

スイッチは 802.3af 準拠 PoE モジュールの実際の PoE 消費電力を測定できます。この測定値は **show power module** コマンドの出力に表示されます。

WS-X4148-RJ45V PoE モジュールでは、PoE の消費電力を測定できません。したがって、PoE を計算する場合は常に、このモジュールの PoE 消費電力が管理上の PoE と等しいと推定します。

詳細については、「モジュールで消費される PoE の表示」（p.11-10）を参照してください。

ほとんどのユーザに対しては、デフォルトの [auto] 設定が十分に機能し、プラグアンドプレイ機能が提供されます。したがって、さらに設定を行う必要はありません。ただし、インターフェイスのプライオリティを高くする場合、データのみにする場合、最大ワット数を指定する場合は、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# interface {fastethernet | gigabitethernet} slot/port`	設定するインターフェイスを選択します。
ステップ 2	`Switch(config-if)# power inline {auto [max milli-watts] | never | static [max milli-watts]}`	**auto** キーワードは、インターフェイスが受電装置を自動検出し、電力を供給するように設定します。これがデフォルトの設定です。 **static** キーワードは、インターフェイスを auto より高いプライオリティに設定します。 必要であれば、**max** キーワードを使用して、インターフェイスの最大ワット数（4000 ～ 15400 ミリワット）を指定できます。 PoE 対応インターフェイスの検出と電力供給をディセーブルにするには、**never** キーワードを使用します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 4	`Switch# show power inline {fastethernet | gigabitethernet} slot/port`	スイッチの PoE ステートを表示します。

(注)　PoE 未対応インターフェイスについて自動検出と電源供給を設定すると、エラー メッセージが表示され、設定が無効であることが示されます。

次に、PoE を自動検出し、インターフェイスを通じて電力を供給し、インターフェイス FastEthernet 4/1 を設定し、PoE 設定を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface fastethernet 4/1
Switch(config-if)# power inline auto
Switch(config-if)# end
Switch# show power inline fastethernet 4/1
Available:677(w)  Used:11(w)  Remaining:666(w)

Interface Admin  Oper            Power(Watts)     Device              Class
                              From PS    To Device
--------- ------ ---------- ---------- ---------- ------------------- -----
Fa4/1     auto   on         11.2       10.0       Ieee PD             0

Interface  AdminPowerMax   AdminConsumption
             (Watts)           (Watts)
---------- --------------- --------------------
Fa4/1                 15.4                 10.0
Switch#
```

次に、インターフェイスを通じて電力を供給しないようにインターフェイスを設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface fastethernet 5/2
Switch(config-if)# power inline never
Switch(config-if)# end
Switch#
```

インテリジェントな電源管理

すべての Catalyst 4500 PoE 対応モジュールは、インテリジェントな電源管理を使用して各インターフェイスに電力供給します。受電装置が PoE 対応ポートに接続されると、ポートが受電装置を検出し、それに応じて電力供給します。シスコ製の受電装置が使用されている場合、スイッチおよび受電装置は Cisco Discovery Protocol（CDP; シスコ検出プロトコル）パケットを使用して電力をネゴシエートして、受電装置が必要とする電力量を正確に判断します。受電装置が 802.3af 準拠の場合、802.3af クラスにより命令された内容と受電装置が実際に必要とする内容の相違分は、その他の装置で使用されるようパワー バジェットに戻されます。このように、電力ネゴシエーションによりカスタマーはパワー バジェットを拡張し、より効果的に使用できるようになります。

また、電力ネゴシエーションにより、新しいシスコ製の受電装置とシスコの古いレガシー PoE 対応ポートとの相互連用が可能になります。新しいシスコ製受電装置は、スイッチ ポートが提供可能な電力しか消費しません。

インターフェイス上の受電装置に対する消費電力量の設定

ここでは、次の内容について説明します。

概要

デフォルトでは、スイッチがインターフェイス上で受電装置を検出する場合、受電装置はポートが供給できる最大電力を消費すると想定します（レガシー PoE モジュールでは 7 W、Cisco IOS Release 12.2(18)EW で導入された IEEE PoE モジュールでは 15.4 W）。次に、スイッチが受電装置から CDP パケットを受信すると、この装置で必要な電力までワット数を自動的に低下させます。通常、この自動調整は十分機能し、追加設定は不要であり、推奨されません。ただし、スイッチ全体（または特定のスイッチ）に対する受電装置の電力消費量を指定して、スイッチの特別な機能を提供できます。これは、CDP がディセーブル、または使用できない場合に便利です。

（注） 手動で受電装置の電力消費量を設定する場合、スイッチと受電装置の間のケーブルによる電力損失を計上する必要があります。

スイッチ全体の電力消費量を変更するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# [no] power inline consumption default milli-watts`	スイッチに接続されたすべての受電装置の PoE 電力消費量（ミリワット単位）を設定します。電力消費量の許容範囲は、4000 ～ 15,400 です。 電力消費量の自動調整を再びイネーブルにするには、**no** キーワードを使用するか、または 15,400 ミリワットを指定します。
ステップ 2	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 3	`Switch# show power inline consumption default`	スイッチに接続された受電装置の管理上の PoE 電力消費量を表示します。管理上の PoE は測定された PoE 値と異なります。

次に、スイッチに接続された受電装置のデフォルトの PoE 電力消費量を 5000 ミリワットに設定し、PoE 電力消費量を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# power inline consumption default 5000
Switch(config)# end
Switch# show power inline consumption default
Default PD consumption : 5000 mW
Switch#
```

単一の受電装置の電力消費量を変更するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# interface {fastethernet | gigabitethernet} slot/port`	設定するインターフェイスを選択します。
ステップ 2	`Switch(config-if)# [no] power inline consumption milli-watts`	特定のインターフェイスに接続された受電装置の PoE 電力消費量（ミリワット単位）を設定します。電力消費量の許容範囲は、4000 ～ 15,400 です。 電力消費量の自動調整を再びイネーブルにするには、**no** キーワードを使用するか、または 15,400 ミリワットを指定します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 4	`Switch# show power inline consumption {fastethernet | gigabitethernet} slot/port`	インターフェイスの PoE 電力消費量を表示します。

次に、検出された装置の 802.3af クラスまたは受電装置で受信した CDP パケットの命令にかかわらず、インターフェイス gi 7/1 の PoE 電力消費量を 5000 ミリワットに設定する例を示します。設定のあとでは、インターフェイス gi 7/1 の PoE 電力消費量を確認しています。

次の出力には、インターフェイスの初期電力消費量が表示されます。

```
Switch# show power inline gi 7/1
Available:627(w)  Used:267(w)  Remaining:360(w)

Interface Admin  Oper            Power(Watts)     Device              Class
                              From PS    To Device
--------- ------ ---------- ---------- ---------- ------------------- -----

Gi7/1     auto   on         7.9        7.0        IP Phone 7941       3

Interface  AdminPowerMax   AdminConsumption
             (Watts)           (Watts)
---------- --------------- --------------------

Gi7/1                 15.4                 15.4

Switch# conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# int gi 7/1
Switch(config-if)# power inline consumption 5000
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# exit
```

次の出力には、インターフェイスに対する **power inline consumption** コマンドの発行後の電力消費量が表示されます。

```
Switch# sh power inline gi 7/1
Available:627(w)  Used:265(w)  Remaining:362(w)

Interface Admin  Oper            Power(Watts)     Device              Class
                              From PS    To Device
--------- ------ ---------- ---------- ---------- ------------------- -----

Gi7/1     auto   on         5.6        5.0        Ieee PD             3

Interface  AdminPowerMax   AdminConsumption
             (Watts)           (Watts)
---------- --------------- --------------------

Gi7/1                 15.4                  5.0
```

PoE およびサポートされているケーブル接続トポロジ

PoE を使用する場合は、標準 Unshielded Twisted-Pair（UTP; シールドなしツイストペア）ケーブルの 4 つペアのうちペア 2 および 3（ピン 1、2、3、6）が、イーサネット データ信号および DC 電力に同時に使用されます。DC の場合、PoE は PoE ポートを使用してペア 3（ピン 3 および 6）からデバイスに伝送されて、ペア 2（ピン 1 および 2）に戻ります。その間、イーサネット ポートでは別の信号がペア 2 内（ピン 1 と 2 の間）で送信されます。この方式による DC 電力供給は、イーサネット信号送信に使用されるものと同じ 2 ペアで電源信号が伝送されるので、「ファントム電源」と呼ばれる場合もあります。インライン パワー信号はイーサネット信号とはトランスペアレントであり、相互の動作を妨げることはありません。インライン電源の動作およびパフォーマンスに影響する主な電気的パラメータは、ケーブルの DC 抵抗です。インライン パワー方式は、100 m 以下でカテゴリ 3 以上のケーブルで機能するように設計されています。

PoE は、トークン リング対ファスト イーサネット アダプタと使用する場合、IBM Token Ring Shielded Twisted-Pair（STP; シールド付きツイストペア）ケーブル（100 m）と動作することがテストによって確認されています。

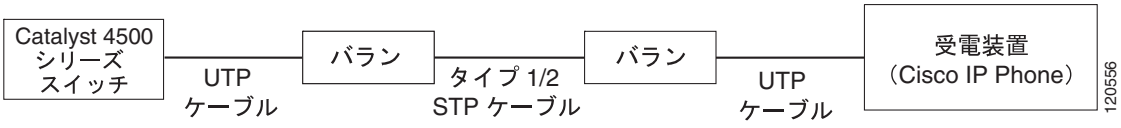
タイプ 1/2 STP ケーブル（90 m および 125 m）を使用した構成で PoE モジュールを使用する場合、モジュールは、10 Mbps および 100 Mbps で、IEEE 802.3af 標準のカテゴリ 5 ケーブルを使用した場合と同じように動作します。

シスコでは次のアダプタをテストしており、このアダプタのみをサポートしています。

- LanTel Silver Bullet（SB-LN/VIP-DATA アダプタ）
- BIP-1236/S（BATM）
- RIT P/N 13712017
- 長さが 6 フィートおよび 24 フィートの UTP ケーブルが統合された RIT バラン

図 11-1 では、Catalyst 4500 シリーズ スイッチが、短いカテゴリ 5 UTP ケーブルによってバランに接続されています。このバランは、タイプ 1 またはタイプ 2 の STP ケーブルにより、2 番めのバランに接続されています。短いカテゴリ 5 UTP ケーブルは、2 番めのバランを他の受電装置（Cisco IP Phone など）に接続します。

図 11-1　サポートされているアダプタ トポロジ



インターフェイスの動作ステータスの表示

各インターフェイスには、インターフェイスの PoE ステータスを反映する動作ステータスがあります。インターフェイスの動作ステータスは次のように定義されています。

- on ― ポートによって電力が供給されています。
- off ― ポートによって電力が供給されていません。受電装置が外部電源を使用してインターフェイスに接続されている場合、スイッチはこの受電装置を認識しません。**show power inline** コマンド出力の [Device] のカラムには、n/a（該当しない）として表示されます。
- Power-deny ― スーパーバイザ エンジンの電力が不足しているため、ポートに電力を割り当てることができないか、ポートに設定された電力が必要とする電力より少ないので、ポートが電力を供給していません。
- err-disable ― スタティック モードで設定された接続デバイスにポートが電力を供給できません。
- faulty ― ポートが診断テストに失敗しました。

show power inline コマンドを使用して、インターフェイスの動作ステータスを表示できます。

次に、モジュール 3 上のすべてのインターフェイスの動作ステータスを表示する例を示します。

```
Switch# show power inline module 3
Available:677(w)  Used:117(w)  Remaining:560(w)

Interface Admin  Oper            Power(Watts)     Device              Class
                                 From PS    To Device
--------- ------ ---------- ---------- ---------- ------------------- -----

Fa3/1     auto   on         17.3       15.4       Ieee PD             0
Fa3/2     auto   on         4.5        4.0        Ieee PD             1
Fa3/3     auto   on         7.1        6.3        Cisco IP Phone 7960 0
Fa3/4     auto   on         7.1        6.3        Cisco IP Phone 7960 n/a
Fa3/5     auto   on         17.3       15.4       Ieee PD             0
Fa3/6     auto   on         17.3       15.4       Ieee PD             0
Fa3/7     auto   on         4.5        4.0        Ieee PD             1
Fa3/8     auto   on         7.9        7.0        Ieee PD             2
Fa3/9     auto   on         17.3       15.4       Ieee PD             3
Fa3/10    auto   on         17.3       15.4       Ieee PD             4
Fa3/11    auto   off        0          0          n/a                 n/a
Fa3/12    auto   off        0          0          n/a                 n/a
Fa3/13    auto   off        0          0          n/a                 n/a
Fa3/14    auto   off        0          0          n/a                 n/a
Fa3/15    auto   off        0          0          n/a                 n/a
Fa3/16    auto   off        0          0          n/a                 n/a
Fa3/17    auto   off        0          0          n/a                 n/a
Fa3/18    auto   off        0          0          n/a                 n/a

--------- ------ ---------- ---------- ---------- ------------------- -----

Totals:          10   on    117.5      104.6
Switch#
```

次に、インターフェイス FastEthernet 4/1 の動作ステータスを表示する例を示します。

```
Switch# show power inline fa4/1
Available:677(w)  Used:11(w)  Remaining:666(w)

Interface Admin  Oper            Power(Watts)     Device              Class
                              From PS    To Device
--------- ------ ---------- ---------- ---------- ------------------ -----

Fa4/1     auto   on         11.2       10.0       Ieee PD            0

Interface  AdminPowerMax   AdminConsumption
             (Watts)           (Watts)
---------- --------------- --------------------

Fa4/1                 15.4                 10.0
Switch#
```

モジュールで消費される PoE の表示

スイッチは 802.3af 準拠 PoE モジュールの実際の PoE 消費電力を測定できます。測定値は **show power module** および **show power detail** コマンドの出力に表示されます。

PoE を計算する場合は常に、WS-X4148-RJ45V モジュールの PoE 消費電力が管理上の PoE と等しいと推定します。

802.3af 準拠の PoE モジュールは、FPGA やモジュールのその他のハードウェア コンポーネントに電力を供給する場合、最大で 20 W の PoE を消費することがあります。スイッチに接続された受電装置に十分な電力が供給されるように、802.3af 準拠の PoE モジュールごとに、PoE 所要電力に少なくとも 20 W を追加してください。

次に、**show power module** コマンドを使用して、802.3af 準拠モジュールの PoE 消費電力を表示する例を示します。

[Inline Power Oper] カラムには、モジュールに接続された受電装置で消費される PoE、および FPGA やモジュール上のその他のハードウェア コンポーネントで消費される PoE が表示されます。[Inline Power Admin] カラムには、モジュールに接続された受電装置によって割り当てられた PoE のみが表示されます。

(注) モジュールに受電装置が接続されていない場合でも、802.3af 準拠モジュールで稼働している PoE 消費電力が 0 にならないことがあります。これは、FPGA やモジュール上のその他のコンポーネントで PoE が消費されるためです。また、ハードウェア コンポーネントで消費される PoE は一定でないため、稼働中の PoE が変動することがあります。

```
Switch# show power module

Watts Used of System Power (12V)
Mod   Model               currently  out of reset  in reset
----  ----------------    ---------  ------------  --------
 1    WS-X4013+TS             330         330         330
 2    WS-X4548-GB-RJ45V       60          60          20
 3    WS-X4548-GB-RJ45V       60          60          20
 --   Fan Tray                30          --          --
-----------------------   ---------  ------------   -------
       Total                  480         450         370

                        Watts used of Chassis Inline Power (-50V)
                        Inline Power Admin  Inline Power Oper
Mod   Model                  PS     Device       PS     Device     Efficiency
----  -----------------  ----------------    ----------------    ----------
 2    WS-X4548-GB-RJ45V    138      123         73       65          89
 3    WS-X4548-GB-RJ45V      0        0         22       20          89
-----------------------  ----------------    ----------------    ----------
       Total                138      123         95       85

                        Watts used of Module Inline Power (12V -> -50V)
                        Inline Power Admin  Inline Power Oper
Mod   Model                  PS     Device       PS     Device     Efficiency
----  -----------------  ----------------    ----------------    ----------
 1    WS-X4013+TS          128      128         63       63          100
-----------------------  ----------------    ----------------    ----------

Switch#
```

次に、**show power detail** コマンドと **show power inline** コマンドを使用して、802.3af 準拠モジュールの PoE 消費電力を表示する例を示します。

[Inline Power Oper] カラムには、モジュールに接続された受電装置で消費される PoE、および FPGA やモジュール上のその他のハードウェア コンポーネントで消費される PoE が表示されます。[Inline Power Admin] カラムには、モジュールに接続された受電装置によって割り当てられた PoE のみが表示されます。

```
Switch# show power detail

Power                                              Fan      Inline
Supply  Model No          Type       Status        Sensor   Status
------  ----------------  ---------  ------------  -------  -------
PS1     PWR-C45-1300ACV   AC 1300W   good          good     good
PS2     none              --         --            --       --

Power supplies needed by system    : 1
Power supplies currently available : 1

Power Summary                       Maximum
 (in Watts)               Used     Available
----------------------    ----     ---------
System Power (12V)         480        1000
Inline Power (-50V)        138         800
Backplane Power (3.3V)       0           0
----------------------    ----     ---------
Total                      618 (not to exceed Total Maximum Available = 1300)

Module Inline Power Summary (Watts)
(12V -> -48V on board conversion)
---------------------------------
                    Maximum
Mod      Used      Available
---      ----      ---------
1         128            158
---      ----      ---------

                          Watts Used of System Power (12V)
Mod   Model               currently  out of reset  in reset
----  ------------------  ---------  ------------  --------
 1    WS-X4013+TS            330         330          330
 2    WS-X4548-GB-RJ45V       60          60           20
 3    WS-X4548-GB-RJ45V       60          60           20
 --   Fan Tray                30          --           --
----------------------    ---------  ------------   -------
       Total                480         450          370

                        Watts used of Chassis Inline Power (-50V)
                        Inline Power Admin  Inline Power Oper
Mod   Model                PS     Device       PS     Device     Efficiency
----  ------------------  ----------------    ----------------    ----------
 2    WS-X4548-GB-RJ45V    138      123         73       65          89
 3    WS-X4548-GB-RJ45V      0        0         22       20          89
----------------------  ----------------    ----------------    ----------
       Total                138      123         95       85

                        Watts used of Module Inline Power (12V -> -50V)
                        Inline Power Admin  Inline Power Oper
Mod   Model                PS     Device       PS     Device     Efficiency
----  ------------------  ----------------    ----------------    ----------
 1    WS-X4013+TS          128      128         64       64         100
----------------------  ----------------    ----------------    ----------

Switch# show power inline g1/1
Module 1 Inline Power Supply: Available:158(w)  Used:128(w)  Remaining:30(w)

Interface Admin  Oper            Power(Watts)     Device              Class
                              From PS    To Device
```

```
--------- ------ ---------- ---------- ---------- ------------------- -----

Gi1/1     auto   on         10.3       10.3       CNU Platform        3

Interface  AdminPowerMax   AdminConsumption
             (Watts)           (Watts)
---------- --------------- --------------------

Gi1/1                15.4                 15.4

switch# show power inline g2/1
Chassis Inline Power Supply: Available:800(w)  Used:138(w)  Remaining:662(w)

Interface Admin  Oper            Power(Watts)     Device              Class
                              From PS    To Device
--------- ------ ---------- ---------- ---------- ------------------- -----

Gi2/1     auto   on         11.5       10.2       CNU Platform        n/a

Interface  AdminPowerMax   AdminConsumption
             (Watts)           (Watts)
---------- --------------- --------------------

Gi2/1                15.4                 15.4

Switch# show power inline module 1
Module 1 Inline Power Supply: Available:158(w)  Used:128(w)  Remaining:30(w)

Interface Admin  Oper            Power(Watts)     Device              Class
                              From PS    To Device
--------- ------ ---------- ---------- ---------- ------------------- -----

Gi1/1     auto   on         10.3       10.3       CNU Platform        3
Gi1/2     auto   on         10.3       10.3       CNU Platform        3
Gi1/3     auto   on         10.3       10.3       CNU Platform        3
Gi1/4     auto   on         10.3       10.3       CNU Platform        3
Gi1/5     auto   on         10.3       10.3       CNU Platform        3
Gi1/6     auto   on         10.3       10.3       CNU Platform        3
Gi1/7     auto   on         10.3       10.3       CNU Platform        3
Gi1/8     auto   on         10.3       10.3       CNU Platform        3
Gi1/9     auto   on         10.3       10.3       CNU Platform        3
Gi1/10    auto   on         15.4       15.4       Cisco/Ieee PD       3
Gi1/11    auto   on         10.3       10.3       CNU Platform        3
Gi1/12    auto   on         10.3       10.3       CNU Platform        3
--------- ------ ---------- ---------- ---------- ------------------- -----

Totals:          12   on    128.2      128.2
switch#

switch# show power inline module 2
Chassis Inline Power Supply: Available:800(w)  Used:138(w)  Remaining:662(w)
Interface Admin  Oper            Power(Watts)     Device              Class
                              From PS    To Device
--------- ------ ---------- ---------- ---------- ------------------- -----

Gi2/1     auto   on         11.5       10.2       CNU Platform        n/a
Gi2/2     auto   on         11.5       10.2       CNU Platform        n/a
Gi2/3     auto   on         11.5       10.2       CNU Platform        n/a
Gi2/4     auto   on         11.5       10.2       CNU Platform        n/a
Gi2/5     auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
Gi2/6     auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
Gi2/7     auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
Gi2/8     auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
Gi2/9     auto   on         11.5       10.2       CNU Platform        3
Gi2/10    auto   on         11.5       10.2       CNU Platform        n/a
Gi2/11    auto   on         11.5       10.2       CNU Platform        n/a
Gi2/12    auto   on         11.5       10.2       CNU Platform        n/a
Gi2/13    auto   on         11.5       10.2       CNU Platform        3
Gi2/14    auto   on         11.5       10.2       CNU Platform        3
```

```
Gi2/15    auto   on         11.5       10.2       CNU Platform        3
Gi2/16    auto   on         11.5       10.2       CNU Platform        3
Gi2/17    auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
Gi2/18    auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
Interface Admin  Oper            Power(Watts)     Device              Class
                                 From PS    To Device
--------- ------ ---------- ---------- ---------- ------------------- -----

Gi2/19    auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
Gi2/20    auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
Gi2/21    auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
Gi2/22    auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
Gi2/23    auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
Gi2/24    auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
Gi2/25    auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
Gi2/26    auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
Gi2/27    auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
Gi2/28    auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
Gi2/29    auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
Gi2/30    auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
Gi2/31    auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
Gi2/32    auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
Gi2/33    auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
Gi2/34    auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
Gi2/35    auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
Gi2/36    auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
Gi2/37    auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
Gi2/38    auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
Gi2/39    auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
Gi2/40    auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
Interface Admin  Oper            Power(Watts)     Device              Class
                                 From PS    To Device
--------- ------ ---------- ---------- ---------- ------------------- -----

Gi2/41    auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
Gi2/42    auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
Gi2/43    auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
Gi2/44    auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
Gi2/45    auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
Gi2/46    auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
Gi2/47    auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
Gi2/48    auto   off        0.0        0.0        n/a                 n/a
--------- ------ ---------- ---------- ---------- ------------------- -----

Totals:          12   on    138.2      123.0
Switch#
```

CHAPTER 12

Cisco Network Assistant による Catalyst 4500 シリーズ スイッチの設定

この章では、ワークステーション上に Network Assistant をインストールして、Catalyst 4500（または Catalyst 4900）シリーズ スイッチが Network Assistant と通信するように設定する方法について説明します（これまでの *Catalyst 4500 シリーズ スイッチ*という用語は、両方のスイッチ タイプを意味するように使用されています）。また、コミュニティおよびクラスタの作成方法についても説明します。Network Assistant は 2 つのテクノロジーを使用して、Catalyst 4500 シリーズ スイッチなどのネットワーク デバイスのグループを管理します。

Network Assistant は、無料のネットワーク管理ツールで、GUI（グラフィカル ユーザ インターフェイス）による Catalyst 4500 シリーズ スイッチの設定および管理を可能にします。Network Assistant は、セキュア環境および非セキュア環境の両方で稼働します。Network Assistant は、ご使用のイントラネットのどこからでもスタンドアロン デバイス、デバイス グループ、またはスイッチ グループ（コミュニティまたはクラスタ内）を管理します。Network Assistant を使用すると、コマンドを覚える必要がなく、複数の設定作業を実行できます。

（注） この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/go/NetworkAssistant

Network Assistant の設定および使用法

この章の内容は、次のとおりです。

（注） Network Assistant は Cisco.com 上のオンライン ソフトウェア イメージとバンドルされていません。Network Assistant は次の URL からダウンロードできます。http://www.cisco.com/go/NetworkAssistant

（注） Network Assistant のソフトウェアおよびハードウェア要件、インストール方法、起動方法、およびデバイスへの接続方法の詳細については、次の URL の『*Getting Started with Cisco Network Assistant*』を参照してください。http://www.cisco.com/en/US/docs/net_mgmt/cisco_network_assistant/version2_0/quick/guide/gsg.html

Network Assistant の関連機能およびデフォルト設定

表 12-1 に、Catalyst 4500 シリーズ スイッチの Network Assistant 関連の設定パラメータを示します。

表 12-1　Catalyst 4500 シリーズ スイッチの Network Assistant 関連の設定

機能	デフォルト値	推奨値
認証	ディセーブル	任意
IP アドレス	コミュニティまたは検出オプションにより異なります。[1]	ユーザ選択可能 **（注）** コミュニティは Supervisor Engine 6-E ではサポートされていません。
IP HTTP ポート番号	80	任意[2]
IP HTTPS ポート番号	443	任意[3]
IP HTTP サーバ	ディセーブル	イネーブル[4]
Cluster run	ディセーブル	イネーブル[5]

1. コミュニティのデバイス検出およびクラスタ コマンダには、スイッチごとに IP アドレスを設定する必要があります。
2. Network Assistant のポート番号と Catalyst 4500 シリーズ スイッチは一致させる必要があります。
3. デバイスのクラスタのこの値のみ、変更できます。Network Assistant のポート番号と Catalyst 4500 シリーズ スイッチは一致させる必要があります。値は、1024 より上の任意の非デフォルト番号に変更できます。
4. Network Assistant がデバイスにアクセスするのに必要です。
5. デバイスのクラスタを管理する場合にのみ、イネーブルです。

CLI コマンドの概要

表 12-2 に、Network Assistant 関連の CLI（コマンドライン インターフェイス）コマンドの概要を示します。

表 12-2　CLI コマンド

コマンド	機能
[no] cluster enable	クラスタに名前を付けます。
[no] cluster run	クラスタリングをイネーブルにします。 **（注）** このコマンドは、クラスタリング専用です。
[no] ip http server	スイッチで HTTP を設定します。
[no] ip http port *port_number*	HTTP ポートを設定します。
[no] ip domain-name *domain_name*	スイッチ上でドメインを設定します。
[no] ip http secure-server	スイッチ上で HTTPS を設定して、イネーブルにします。
[no] ip http secure-port *port_number*	HTTPS ポートを設定します。
[no] ip http max-connections *connection_number*	HTTP サーバへの最大同時接続数を設定します。
[no] ip http timeout-policy idle *idle_time* **life** *life_time* **requests** *requests*	HTTPS ポートを設定します。 180 秒の **idle** 値を推奨します。 180 秒の **life** 値を推奨します。 許可できる **requests** の最大数は 25 を推奨します。
line vty	CNA が使用する追加の VTY を設定します。
show version	Cisco IOS リリースを表示します。
show running-config	スイッチ設定を表示します。
vtp domain	VLAN（仮想 LAN）を管理する VLAN Trunking Protocol（VTP; VLAN トランキング プロトコル）ドメインを作成します。
vtp mode	VLAN の VTP 管理に関する動作を設定します。

スイッチでの Network Assistant の設定

ここでは、次の内容について説明します。

- CNA から Catalyst 4500 へアクセスするのに必要な最小設定（p.12-3）
- コミュニティを使用する必要がある場合の追加設定（p.12-4）
- クラスタを使用する必要がある場合の追加設定（p.12-5）

CNA から Catalyst 4500 へアクセスするのに必要な最小設定

デフォルトの設定を使用する場合は、Catalyst 4500 シリーズ スイッチにアクセスして、**ip http server**（HTTP 用）または **ip http secure-server**（HTTPS 用）グローバル コンフィギュレーションコマンドを入力します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# ip http server` または `Switch(config)# ip domain-name domain_name`	（**HTTP** の場合のみ）スイッチ上で HTTP サーバをイネーブルにします。デフォルトでは、HTTP サーバはディセーブルに設定されています。 スイッチでドメイン名をイネーブルにして、HTTPS を設定します。
ステップ 3	`Switch(config)# ip http secure-server`	スイッチ上で HTTPS サーバをイネーブルにします。デフォルトでは、HTTPS サーバはディセーブルに設定されています。
ステップ 4	`Switch(config)# ip http max-connections connection_number`	HTTP サーバへの最大同時接続数を設定します。 16 の *connection_number* を推奨します。
ステップ 5	`Switch(config)# ip http timeout-policy idle idle_time life life_time requests requests`	HTTPS ポートを設定します。 **idle** キーワードでは、接続がアイドル状態でいる最大時間数を指定します。180 秒の **idle** 値を推奨します。 **life** キーワードでは、接続が確立してからオープンでいる最大時間数を指定します。180 秒の **life** 値を推奨します。 **requests** キーワードでは、接続での最大要求数を指定します。許可できる **requests** の最大数は 25 を推奨します。
ステップ 6	`Switch(config-if)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	`Switch# show running-config`	設定を確認します。

（注） クラスタリングがイネーブルの場合、コミュニティを設定する前にクラスタリングをディセーブルにします（表 12-2 を参照）。

コミュニティを使用する必要がある場合の追加設定

（注） コミュニティは Supervisor Engine 6-E ではサポートされて*いません*。

コミュニティを使用する場合は、スイッチごとに IP アドレスを定義します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configuration terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface {vlan vlan_ID | {fastethernet | gigabitethernet} slot/interface | Port-channel number}`	インターフェイスを選択します。

	コマンド	目的
ステップ 3	`Switch(config-if)# ip address ip_address address_mask`	（任意）Catalyst 4500 シリーズに IP アドレスを割り当てます。 **（注）** スイッチがコミュニティの一部またはクラスタ コマンド スイッチの場合、この手順は必須です。スイッチがクラスタ メンバ候補の場合、この手順は任意です。
ステップ 4	`Switch(config-if)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	`Switch# show running-config`	設定を確認します。

クラスタを使用する必要がある場合の追加設定

クラスタリングを使用する場合、デバイスごとに **cluster run** グローバル コンフィギュレーション コマンドを入力し、クラスタ コマンダで **ip address** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを入力します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configuration terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# cluster run`	クラスタリングをイネーブルにします。 **（注）** クラスタの一部となる可能性のあるスイッチすべてでクラスタリングをイネーブルにします。
ステップ 3	`Switch(config)# cluster enable`	クラスタに名前を付けます。
ステップ 4	`Switch(config)# interface {vlan vlan_ID | {fastethernet | gigabitethernet} slot/interface | Port-channel number}`	インターフェイスを選択します。
ステップ 5	`Switch(config-if)# ip address ip_address address_mask`	（任意）Catalyst 4500 シリーズ スイッチのクラスタ マスターに IP アドレスを割り当てます。 **（注）** スイッチがコミュニティの一部またはクラスタ コマンド スイッチの場合、この手順は必須です。スイッチがクラスタ メンバ候補の場合、この手順は任意です。
ステップ 6	`Switch(config-if)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	`Switch# show running-config`	設定を確認します。

コミュニティを使用したネットワーク管理

（注） コミュニティは Supervisor Engine 6-E ではサポートされて*いません*。

ここでは、Network Assistant アプリケーションによる*デバイス*（Catalyst 4500 シリーズ スイッチ、ルータ、アクセス ポイント、および PIX ファイアウォールを含む）管理におけるコミュニティの使用方法について説明します。

コミュニティを使用してネットワーク内のスイッチを分類する場合、唯一の要件は HTTP サーバおよびスイッチごとの IP アドレスの設定です。

コミュニティ内のデバイスの総数は、20 以下になるようにします（最大 4 つの Catalyst 4500 シリーズ スイッチ［モジュラ式］、16 の Catalyst 2900/3500 または Catalyst 4948/4948-10GE スイッチ［非モジュラ式］、2 つのルータ、および 2 つの PIX ファイアウォールも含む）。

（注） アクセス ポイントはデバイス制限から除外されました。現在、CNA が管理できるアクセス ポイント数に制限はありません。

（注） **Add to Community** ダイアログにより、多数のデバイスが表示されますが、20 のデバイスしか選択できません。21 番めのデバイスを追加しようとすると、ダイアログは 21 番めのデバイスを表示して、不要なデバイスの選択が要求されます。

（注） Network Assistant を使用してスイッチ コミュニティを設定する詳細な手順については、次の URL の『*Getting Started with Cisco Network Assistant*』を参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/rtrmgmt/cna/v2_0/gsg/index.htm

CLI クラスタ コマンドについては、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios123/123cgcr/index.htm

ここでは、コミュニティを作成する前に理解する必要がある注意事項、要件について説明します。ここでは、次の内容について説明します。

候補およびメンバの特性

候補は、IP アドレスを持ちますが、コミュニティには追加されていないネットワーク デバイスです。メンバは、現在コミュニティに含まれるネットワーク デバイスです。

コミュニティに加入するには、候補は次の要件を満たす必要があります。

- IP アドレスが指定されていること。
- デバイスを自動検出する場合、Cisco Discovery Protocol（CDP; シスコ検出プロトコル）バージョン 2 がイネーブルに設定されていること（デフォルト）。
- HTTP（または HTTPS）がイネーブルであること。

（注） クラスタ メンバはコミュニティに追加できますが、逆はできません。

（注） クラスタ コマンダがコミュニティに追加されても、クラスタのその他のメンバ デバイスは自動的に追加されません。クラスタ メンバを管理するには、個別にコミュニティに追加する必要があります。

候補およびメンバの自動検出

Network Assistant は、CDP を使用してネットワーク内の利用可能なデバイスのすべてを確認または検出し、コミュニティを形成します。起動デバイスの IP アドレスおよび HTTP（または HTTPS）プロトコルのポート番号から始めて、Network Assistant は CDP を使用して起動デバイスに隣接するコミュニティ候補のリストをコンパイルします。Network Assistant は、有効な IP アドレスを持つかぎり、複数のネットワークおよび VLAN 間で候補デバイスおよびメンバ デバイスを検出できます。

（注） デフォルトでは、コミュニティ モードの Network Assistant は最大 4 ホップ先まで検出します。

ネットワーク デバイスが検出されるための要件のリストについては、「候補およびメンバの特性」（p.12-7）を参照してください。

（注） Network Assistant により検出する場合は、候補、メンバ、またはネットワーク デバイスで CDP をディセーブルにしないでください。

（注） PIX ファイアウォールは CDP をサポートしないため、Topology ビューにネイバーとして自動表示されません。Create Community または Modify Community ウィンドウを使用してコミュニティに追加した場合にのみ表示されます。PIX ファイアウォールと他のコミュニティ メンバとのリンクを確認するには、Topology ポップアップ メニューで ADD Link を選択して手動でリンクを追加する必要があります。

検出されたデバイスのリストを編集し、必要に応じてコミュニティに追加できます。デバイスがコミュニティに追加されるたびに、そのネイバーが検出され、候補デバイスのリストに追加されます。Network Assistant がデバイスを検出できない場合は、IP 管理アドレスにより手動で追加できます。

コミュニティ名

メンバ デバイスのリストにコミュニティの設定情報を適用すると、Network Assistant によりコミュニティの名前（または IP アドレス）の入力が要求されます。コミュニティを管理するには、まず名前を割り当てる必要があります。Network Assistant は、この名前をご使用の PC に保存します。

コミュニティ名には、0 ～ 9、a ～ z、および A ～ Z の文字と、文字間のスペースを使用できます。

（注） クラスタには、IP アドレスによってのみ接続できます。名前を選択すると、常にそのコミュニティの名前となります。

ホスト名

起動デバイスまたはコミュニティ メンバには、ホスト名を割り当てる必要はありません。ただし、シスコではホスト名の割り当てを推奨しています。Network Assistant は、デフォルトでは割り当てません。検出されたデバイスにホスト名がある場合、Network Assistant はこのデバイスの情報を識別するために、IP アドレス、通信プロトコル、および指定されたプロトコル ポートとともにホスト名をご使用の PC に保存します。

パスワード

コミュニティ メンバとなるデバイスにはパスワードを割り当てる必要はありませんが、シスコではパスワードの割り当てを推奨しています。

コミュニティ メンバごとに別々のパスワードを割り当てることができます。

通信プロトコル

Network Assistant は、HTTP（または HTTPS）プロトコルを使用してネットワーク デバイスと通信します。候補デバイスの検出に CDP を使用すると、HTTP（または HTTPS）と通信しようとします。

Network Assistant のアクセス モード

Network Assistant がコミュニティまたはクラスタに接続されている場合、パスワードにより読み書きモードおよび読み出し専用モードの 2 つのモードが使用できます。

コミュニティ情報

Network Assistant は、すべてのコミュニティの設定情報および個別のデバイス情報（IP アドレス、ホスト名、通信プロトコルなど）をご使用のローカル PC に保存します。Network Assistant がコミュニティに接続するとき、ローカルに保存されたデータを使用してメンバ デバイスを再検出します。

別の PC を使用して既存のコミュニティを管理しようとすると、メンバ デバイスの情報は使用できません。再度コミュニティを作成し、これと同じメンバ デバイスを追加する必要があります。

デバイスの追加

コミュニティにメンバを追加するには、次の 3 つの方法があります。

1 つめの方法では、Network Assistant 上の Devices Found ウィンドウを使用して、検出したデバイスを新しいコミュニティに追加します。

a. Devices Found ウィンドウで、追加する候補デバイスを選択します。

   複数の候補デバイスを追加するには、**Ctrl** を押して選択をするか、**Shift** を押して範囲の最初と最後のデバイスを選択します。

b. **Add** をクリックします。

2 つめの方法では、Modify Community ウィンドウを使用して、既存のコミュニティにデバイスを追加します。

a. **Application > Communities** を選択し、Community ウィンドウを開きます。

b. Community ウィンドウで、デバイスを追加するコミュニティ名を選択し、**Modify** をクリックします。

c. 手動で単一のデバイスを追加するには、Modify Community ウィンドウで所定のデバイスの IP アドレスを入力し、**Add** をクリックします。

d. 候補デバイスを検出するには、起動デバイスの IP アドレスを入力し、**Discover** をクリックします。

e. リストから候補デバイスを選択し、**Add** をクリックしてから、**OK** をクリックします。

   複数の候補デバイスを追加するには、**Ctrl** を押して選択をするか、**Shift** を押して範囲の最初と最後のデバイスを選択します。

デバイスを追加する 3 つめの方法では、Topology ビューを使用します。

a. Topology ビューが表示されない場合は、機能バーから **View** window> **Topology** を選択します。

b. 候補アイコンを右クリックして、**Add to Community** を選択します。

   候補はシアン、メンバはグリーンになります。複数の候補を追加するには、**Ctrl** を押して、追加する候補を左クリックします。

   コミュニティに 20 のメンバが所属している場合、そのコミュニティでは **Add to Community** オプションは使用できません。この場合、新しいメンバを追加する前に 1 つのメンバを削除する必要があります。

（注） コミュニティにログインしていて、他の CNA インスタンスからそのコミュニティを削除する場合、このコミュニティ セッションを終了しないかぎり、セッションを介してすべての設定を実行できます。セッションの終了（つまり、コミュニティの削除）後は、このコミュニティに接続できなくなります。

クラスタのコミュニティへの変換

（注） コミュニティは Supervisor Engine 6-E ではサポートされて*いません*。

Cluster Conversion ウィザードにより、クラスタをコミュニティに変換できます。変換が完了するとただちに、デバイス グループをコミュニティとして管理できます。コミュニティ管理の利点は、コミュニティ内のデバイスとの通信がクラスタ内のデバイスとの通信よりもセキュアである（複数のパスワードおよび HTTPS を介するため）ことです。さらに、デバイスのアベイラビリティは高く、メンバにできるデバイスの範囲も広くなります。

（注） Cluster Conversion ウィザードでは、クラスタ定義は変更されません。そのため、デバイスをクラスタとしても管理できます。

Cluster Conversion ウィザードを開始するには、次の手順を実行します。

ステップ 1　Network Assistant を開始し、コマンダの IP アドレスを介して既存のクラスタに接続します。

ステップ 2　機能バーで、**Configure** > **Cluster** > **Cluster Conversion Wizard** をクリックします。

[Do you want to convert this cluster to a community?]（このクラスタをコミュニティに変換しますか？）という質問が表示されます。

ステップ 3　**Yes** を選択して次に進むか、Cluster Conversion ウィザードを手動で立ち上げる場合は **No** を選択します。

Yes を選択すると、初期画面が表示され、クラスタ、コミュニティ、およびその利点に関する情報が提供されます。

次に、クラスタ内のデバイスを示す表が IP アドレスおよびサブネット マスクを持たないデバイスから表示されます。コミュニティのメンバとなるには、クラスタ内のすべてのデバイスで IP アドレスおよびサブネット マスクを持つ必要があることに注意してください。

（注） デバイスに IP アドレスおよびサブネット マスクを持つインターフェイスが複数ある場合は、セルをクリックすると複数のインターフェイスが表示されます。最初に表示されたものとは異なるインターフェイスを選択できます。

ステップ 4　IP Address カラムでは、IP アドレスを持たない各デバイスの IP アドレスを入力します。

ステップ 5　Subnet Mask カラムでは、サブネット マスクを持たない各デバイスのセルをクリックし、サブネット マスクを選択します。

ステップ 6　コミュニティ名を入力します。

ステップ 7　変換を開始するには、**Finish** をクリックします。

変換が完了すると、Network Assistant が再開し、新しく作成されたコミュニティに自動的に接続します。

（注） クラスタリングがイネーブルの場合、コミュニティを設定する前にクラスタリングをディセーブルにする必要があります（表 12-2 を参照）。

クラスタを使用したネットワーク管理

ここでは、クラスタリングを使用して、スタンドアロンの Network Assistant アプリケーションまたは CLI を使用する Catalyst 4500 シリーズ スイッチの作成および管理方法について説明します。

ネットワーク内のスイッチを分類するには、クラスタリングを使用できます。管理されるスイッチごとにクラスタ実行コマンドを入力する必要があります。主な利点は、1 つの IP アドレスで 16 のデバイスを管理できることです。

（注） クラスタリングは、CNA 1.0 で使用される自動検出メカニズムです。

（注） Network Assistant を使用してスイッチ クラスタを設定する詳細な手順については、次の URL の『*Getting Started with Cisco Network Assistant*』を参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/rtrmgmt/cna/v2_0/gsg/index.htm

CLI クラスタ コマンドについては、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios123/123cgcr/index.htm

ここでは、次の内容について説明します。

スイッチ クラスタの概要

ここでは、次の内容について説明します。

クラスタリングの概要

*スイッチ クラスタ*は、最大 16 個の接続されたクラスタ対応 Catalyst スイッチで、単一エンティティとして管理されます。1 つの IP アドレスを介して異なる Catalyst 4500 シリーズ スイッチ プラットフォーム グループを設定およびトラブルシューティングできるように、クラスタのスイッチはスイッチ クラスタリング技術を使用します。

スイッチ クラスタを使用すると、スイッチの物理的なロケーションやプラットフォーム ファミリに関係なく、複数のスイッチの管理を簡略にします。

（注） デフォルトでは、クラスタリング モードの Network Assistant は最大 7 ホップ先まで検出します。

スイッチ クラスタでは、1 つのスイッチは*クラスタ コマンダ スイッチ*になる必要があります。最大 15 個の残りのスイッチは*クラスタ メンバ スイッチ*になります。クラスタのスイッチ総数は 16 個を超えることはできません。クラスタ コマンド スイッチは、クラスタ メンバ スイッチを設定、管理、監視する単独のアクセス ポイントです。クラスタ メンバは、同時に 1 つのクラスタにのみ属することができます。

（注） 必ずクラスタ コマンド スイッチとして Catalyst 4500 または 4948 シリーズ スイッチを選択してください。

クラスタ コマンド スイッチの特性

クラスタ コマンド スイッチは次の要件を満たす必要があります。

- Cisco IOS Release 12.2(20)EWA 以降を使用していること。
- IP アドレスが指定されていること。
- CDP バージョン 2 がイネーブル（デフォルト）に設定されていること。
- クラスタ対応ソフトウェアを使用し、クラスタリングがイネーブルであること。
- IP HTTP（または HTTPS）サーバがイネーブルであること。

（注） Catalyst 4500 シリーズ スイッチでは、HTTP および HTTPS はデフォルトでイネーブルに設定されていません。

- 16 本の VTY（仮想端末）回線があること。

（注） Catalyst 4500 シリーズ スイッチのデフォルトは 4 回線です。スイッチでの値が 16 になるよう設定します。

- 別のクラスタのコマンドまたはクラスタ メンバ スイッチではないこと。

（注） ご使用のスイッチ クラスタに Catalyst 4500 シリーズ スイッチが含まれている場合、クラスタ コマンド スイッチも Catalyst 4500 シリーズ スイッチにする必要があります。

Network Assistant と VTY

Network Assistant は VTY 回線を使用して、クラスタ コマンド デバイスと通信します。Catalyst 4500 シリーズ スイッチには、デフォルト設定で 5 本の VTY 回線が設定されています。Network Assistant では、その他に 8 本の回線を採用できます。このため、最大数の回線（または最低 8 + 5 = 13）を設定し、Network Assistant がスイッチとやり取りできるようにして、Telnet で必要となる可能性がある VTY 回線を使用しないでください。

line vty コンフィギュレーションコマンドを使用して、適切な VTY 回線数をサポートするよう Catalyst 4500 シリーズ スイッチを設定できます。たとえば、VTY 回線を 9 本含めるようスイッチを設定するには、**line vty 6 15** コマンドを使用します。

（注） 既存の VTY 回線がデフォルト以外の設定の場合、この設定を新しい VTY 回線に適用する必要があります。

候補スイッチとクラスタ メンバ スイッチの特性

候補スイッチとは、クラスタに含まれないクラスタ対応スイッチです。クラスタ メンバ スイッチとは、現在スイッチ クラスタに含まれているスイッチです。候補スイッチまたはクラスタ メンバ スイッチには独自の IP アドレスおよびパスワードがありますが、必須ではありません。

（注） 候補のホスト名では、[a-zA-Z0-9]-*n* 形式は禁止されています。*n* は 0 ～ 16 です。これらの名前は予約済みです。

クラスタに加入するには、候補スイッチは次の要件を満たす必要があります。

- クラスタ対応ソフトウェアを実行し、クラスタリングがイネーブルであること。
- CDP バージョンがイネーブルであること。
- HTTP サーバがイネーブルであること。

（注） コマンダ スイッチ上で HTTP がイネーブルの場合でも、コマンダ スイッチとメンバ スイッチ間の通信は HTTP を通じて行われます。そのため、セキュアではありません。

- 16 本の VTY 回線があること。
- 別のクラスタのコマンドまたはクラスタ メンバ スイッチではないこと。
- 最低 1 つの共通 VLAN を介してクラスタ コマンド スイッチに接続していること。

  Catalyst 4500 候補スイッチおよびクラスタ メンバ スイッチを設定する場合は、クラスタ コマンド スイッチとの VLAN 接続上の Switch Virtual Interface（SVI; スイッチ仮想インターフェイス）を使用することを推奨します。

CLI を使用したスイッチ クラスタ管理

クラスタ コマンド スイッチに最初にログインすると、CLI からクラスタ コマンド スイッチを設定できます。Telnet セッションを（コンソールまたは Telnet 接続によって）開始し、クラスタ メンバ スイッチ CLI にアクセスするには、**rcommand** ユーザ EXEC コマンドを使用し、クラスタ メンバ スイッチ番号を入力します。コマンド モードは変更され、Cisco IOS コマンドは通常どおり動作します。コマンドスイッチ CLI に戻すには、クラスタ メンバ スイッチの **exit** 特権 EXEC コマンドを使用します。

次に、コマンドスイッチ CLI からメンバ スイッチ 3 にログインする例を示します。

```
switch# rcommand 3
```

メンバ スイッチ番号がわからない場合、クラスタ コマンド スイッチの **show cluster members** 特権 EXEC コマンドを使用します。**rcommand** コマンドおよびその他すべてのクラスタ コマンドの詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』を参照してください。

Telnet セッションは、クラスタ コマンド スイッチと同じ特権レベルでメンバ スイッチ CLI にアクセスします。そのあと、Cisco IOS コマンドは通常どおり動作します。Telnet セッションのスイッチの設定方法については、「Telnet を使用して CLI にアクセスする場合」（p.2-3）を参照してください。

（注） CISCO-CLUSTER_MIB はサポートされません。

コミュニティ モードまたはクラスタ モードでの Network Assistant の設定

（注） コミュニティは Supervisor Engine 6-E ではサポートされて*いません*。

ここでは、コミュニティまたはクラスタで稼働する Network Assistant の設定で使用される CLI の詳細を説明します。Network Assistant は、HTTP（または HTTPS）接続で Cisco IOS コマンドを送信することで、Catalyst 4500 シリーズ スイッチと通信します。

ここでは、次の内容について説明します。

コミュニティ モードのネットワーク スイッチ上での Network Assistant の設定

コミュニティ モードのネットワーク スイッチ上で Network Assistant を設定するには、スイッチで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# enable password name`	コンフィギュレーションモードのパスワード保護をイネーブルにします。
ステップ 3	`Switch(config)# vtp domain name`	VLAN を管理するために、VTP ドメインを作成します。
ステップ 4	`Switch(config)# vlan vlan_id`	VLAN を作成します。
ステップ 5	`Switch(config-vlan)# interface {vlan vlan_ID | {fastethernet | gigabitethernet} slot/interface | Port-channel number}`	ご使用の CNA 対応 PC に接続するインターフェイスを選択します。
ステップ 6	`Switch(config-if)# switchport access vlan vlan_id`	指定の VLAN で選択されたインターフェイスをイネーブルにします。
ステップ 7	`Switch(config-if)# interface {vlan vlan_ID | slot/interface | Port-channel number}`	設定用の VLAN インスタンスを選択します。
ステップ 8	`Switch(config-if)# ip address ip_address`	SVI に IP アドレスを割り当てます。
ステップ 9	`Switch(config-if)# no shutdown`	インターフェイスをイネーブルにします。
ステップ 10	`Switch(config-if)# ip http server`	Network Assistan がスイッチと対話できるよう HTTP サーバを開始します。
ステップ 11	`Switch(config)# ip domain-name domain_name`	スイッチでドメイン名をイネーブルにして、HTTPS を設定します。
ステップ 12	`Switch(config)# ip http secure-server`	スイッチ上で HTTPS サーバをイネーブルにします。デフォルトでは、HTTPS サーバはディセーブルに設定されています。
ステップ 13	`Switch(config)# ip http max-connections connection_number`	HTTP サーバへの最大同時接続数を設定します。 16 の *connection_number* を推奨します。
ステップ 14	`Switch(config)# ip http timeout-policy idle idle_time life life_time requests requests`	HTTPS ポートを設定します。 **idle** キーワードでは、接続がアイドル状態でいる最大時間数を指定します。180 秒の **idle** 値を推奨します。 **life** キーワードでは、接続が確立してからオープンでいる最大時間数を指定します。180 秒の **life** 値を推奨します。 **requests** キーワードでは、接続の最大要求数を指定します。25 の **requests** 値を推奨します。
ステップ 15	`Switch(config-if)# ip http secure-server`	（任意）スイッチが Network Assistant からの HTTPS 接続を受け入れるようにします。
ステップ 16	`Switch(config)# ip route a.b.c`	デフォルト ルータとのルートを確立します。これは通常、ローカル インターネット プロバイダーにより供給されます。 **（注）** この回線のみが、スタンドアロン　スイッチとネットワーク スイッチの設定の相違点です。

	コマンド	目的
ステップ 17	`Switch(config)# line con 0`	コンソール ポートを選択して設定を実行します。
ステップ 18	`Switch(config-line)# exec-timeout x y`	端末にキーボード入力または出力が表示されない場合、自動セッション ログアウトを設定します。
ステップ 19	`Switch(config-line)# password password`	コンソール ポートのパスワードを指定します。
ステップ 20	`Switch(config-line)# login`	コンソール ポートへのログインを許可します。
ステップ 21	`Switch(config-line)# line vty x y`	CNA がスイッチにアクセスするための追加の VTY 回線を作成します。
ステップ 22	`Switch(config-line)# password password`	スイッチのパスワードを指定します。
ステップ 23	`Switch(config-line)# login`	スイッチへのログインを許可します。
ステップ 24	`Switch(config-line)# line vty x y`	CNA がスイッチにアクセスするための追加の VTY 回線を作成します。
ステップ 25	`Switch(config-line)# password password`	スイッチのパスワードを指定します。
ステップ 26	`Switch(config-line)# login`	スイッチへのログインを許可します。
ステップ 27	`Switch(config-line)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 28	`Switch# show running-config`	設定を確認します。

次に、コミュニティ モードのネットワーク スイッチで Network Assistant を設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# vtp domain cnadoc
Changing VTP domain name from cisco to cnadoc
Switch(config)# vlan 2
Switch(config-vlan)# exit
Switch(config)# interface GigabitEthernet 2/1
Switch(config-if)# switchport access vlan 2
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# interface vlan 2
Switch(config-if)# ip address 123.123.123.1 255.255.255.0
Switch(config-if)# no shutdown
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# ip http server
Switch(config)# ip domain-name cisco.com
Switch(config)# ip http secure-server
Switch(config)# ip http max-connections 16
Switch(config)# ip http timeout-policy idle 180 life 180 requests 25
Switch(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 123.123.123.2
Switch(config)# line con 0
Switch(config-line)# exec-timeout 0 0
Switch(config-line)# password keepout
Switch(config-line)# login
Switch(config-line)# line vty 5 15
Switch(config-line)# password keepout
Switch(config-line)# login
Switch(config-line)# line vty 5 15
Switch(config-line)# end
Switch# show running-config
Building configuration...

Current configuration : 1426 bytes
!
version 12.2
no service pad
service timestamps debug uptime
service timestamps log uptime
no service password-encryption
service compress-config
```

```
!
hostname Switch
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
enable password cna
!
no aaa new-model
ip subnet-zero
ip domain-name cisco.com
!
vtp domain cnadoc
vtp mode transparent
!
crypto pki trustpoint TP-self-signed-913087
 enrollment selfsigned
 subject-name cn=IOS-Self-Signed-Certificate-913087
 revocation-check none
 rsakeypair TP-self-signed-913087
!!
crypto pki certificate chain TP-self-signed-913087
 certificate self-signed 01
  3082028E 308201F7 A0030201 02020101 300D0609 2A864886 F70D0101 04050030
  52312B30 29060355 04031322 494F532D 53656C66 2D536967 6E65642D 43657274
  69666963 6174652D 39313330 38373123 30210609 2A864886 F70D0109 02161456
  61646572 2D343531 302E6369 73636F2E 636F6D30 1E170D30 36303432 30323332
  3435305A 170D3230 30313031 30303030 30305A30 52312B30 29060355 04031322
  494F532D 53656C66 2D536967 6E65642D 43657274 69666963 6174652D 39313330
  38373123 30210609 2A864886 F70D0109 02161456 61646572 2D343531 302E6369
  73636F2E 636F6D30 819F300D 06092A86 4886F70D 01010105 0003818D 00308189
  02818100 F2C86FEA 49C37856 D1FA7CB2 9AFF748C DD443295 F6EC900A E83CDA8E
  FF8F9367 0A1E7A20 C0D3919F 0BAC2113 5EE37525 94CF24CF 7B313C01 BF177A73
  494B1096 B4D24729 E087B39C E44ED9F3 FCCD04BB 4AD3C6BF 66E0902D E234D08F
  E6F6C001 BAC80854 D4668160 9299FC73 C14A33F3 51A17BF5 8C0BEA07 3AC03D84
  889F2661 02030100 01A37430 72300F06 03551D13 0101FF04 05300301 01FF301F
  0603551D 11041830 16821456 61646572 2D343531 302E6369 73636F2E 636F6D30
  1F060355 1D230418 30168014 BB013B0D 00391D79 B628F2B3 74FC62B4 077AD908
  301D0603 551D0E04 160414BB 013B0D00 391D79B6 28F2B374 FC62B407 7AD90830
  0D06092A 864886F7 0D010104 05000381 81002963 26762EFA C52BA4B3 6E641A9D
  742CE404 E45FECB1 B5BD2E74 6F682476 A7C3DAA5 94393AE3 AA103B6E 5974F81B
  09DF16AE 7F9AE67C 5CB3D5B1 B945A5F3 36A8CC8C 8F142364 F849344D 5AE36410
  51182EB9 24A9330B 3583E1A3 79151470 D304C157 3417E240 52BE2A91 FC7BBEDE
  562BEDAD E6C46D9A F7FF3148 4CE9CEE1 5B17
  quit
!
!
!
power redundancy-mode redundant
no file verify auto
spanning-tree mode pvst
spanning-tree extend system-id
!
vlan internal allocation policy ascending
!
vlan 2
!
interface GigabitEthernet1/1
 switchport access vlan 2
!
interface GigabitEthernet1/2
!
interface GigabitEthernet1/3
!
interface GigabitEthernet1/4
!
interface GigabitEthernet1/5
!
interface GigabitEthernet1/6
```

```
!
interface GigabitEthernet1/7
!
interface GigabitEthernet1/8
!
interface GigabitEthernet1/9
!
interface GigabitEthernet1/10
!
interface GigabitEthernet1/11
!
interface GigabitEthernet1/12
!
interface GigabitEthernet1/13
!
interface GigabitEthernet1/14
!
interface GigabitEthernet1/15
!
interface GigabitEthernet1/16
!
interface GigabitEthernet1/17
!
interface GigabitEthernet1/18
!
interface GigabitEthernet1/19
!
interface GigabitEthernet1/20
!
interface Vlan1
 no ip address
!
interface Vlan2
 ip address 123.123.123.1 255.255.255.0
!
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 123.123.123.2
ip http server
ip http secure-server
ip http max-connections 16
ip http timeout-policy idle 180 life 180 requests 25
!
line con 0
 password cna
 login
 stopbits 1
line vty 0 4
 password cna
 login
line vty 5 15
 password cna
 login
!
!
end

Switch#
```

クラスタ モードのネットワーク スイッチ上での Network Assistant の設定

クラスタ モードのネットワーク スイッチ上で Network Assistant を設定するには、スイッチで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# enable password name`	コンフィギュレーションモードのパスワード保護をイネーブルにします。
ステップ 3	`Switch(config)# vtp domain name`	VLAN および名前を管理するために、VTP ドメインを作成します。
ステップ 4	`Switch(config)# cluster run`	クラスタ コマンダ上でクラスタを開始します。
ステップ 5	`Switch(config)# cluster enable cluster_name`	スイッチをクラスタ コマンダに設定します。
ステップ 6	`Switch(config)# vlan vlan_id`	VLAN を作成します。
ステップ 7	`Switch(config-vlan)# interface {vlan vlan_ID | {fastethernet | gigabitethernet} slot/interface | Port-channel number}`	ご使用の CNA 対応 PC に接続するインターフェイスを選択します。
ステップ 8	`Switch(config-if)# switchport access vlan vlan_id`	指定の VLAN 内の物理ポートをイネーブルにします。
ステップ 9	`Switch(config-if)# interface {vlan vlan_ID | slot/interface | Port-channel number}`	設定用の VLAN インスタンスを選択します。
ステップ 10	`Switch(config-if)# ip address ip_address`	SVI に IP アドレスを割り当てます。
ステップ 11	`Switch(config-if)# no shut`	インターフェイスをイネーブルにします。
ステップ 12	`Switch(config-if)# ip http server`	Network Assistan がスイッチと対話できるよう HTTP サーバを開始します。
ステップ 13	`Switch(config)# ip http secure-server`	（任意）スイッチが Network Assistant からの HTTPS 接続を受け入れるようにします。
ステップ 14	`Switch(config)# ip route a.b.c`	デフォルト ルータとのルートを確立します。これは通常、ローカル インターネット プロバイダーにより供給されます。 **（注）** この回線のみが、スタンドアロン スイッチとネットワーク スイッチの設定の相違点です。
ステップ 15	`Switch(config)# line con 0`	コンソール ポートを選択して設定を実行します。
ステップ 16	`Switch(config-line)# exec-timeout x y`	端末にキーボード入力または出力が表示されない場合、自動セッション ログアウトを設定します。
ステップ 17	`Switch(config-line)# password password`	コンソール ポートのパスワードを指定します。
ステップ 18	`Switch(config-line)# login`	コンソール ポートへのログインを許可します。
ステップ 19	`Switch(config-line)# line vty x y`	CNA がスイッチにアクセスするための追加の VTY 回線を作成します。
ステップ 20	`Switch(config-line)# password password`	スイッチのパスワードを指定します。
ステップ 21	`Switch(config-line)# login`	スイッチへのログインを許可します。
ステップ 22	`Switch(config-line)# line vty x y`	CNA がスイッチにアクセスするための追加の VTY 回線を作成します。
ステップ 23	`Switch(config-line)# password password`	スイッチのパスワードを指定します。
ステップ 24	`Switch(config-line)# login`	スイッチへのログインを許可します。

	コマンド	目的
ステップ 25	`Switch(config-line)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 26	`Switch# show running-config| include http`	HTTP サーバがイネーブルであることを確認します。

次に、クラスタ モードのネットワーク スイッチで Network Assistant を設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# vtp domain cnadoc
Switch(config)# cluster run
Switch(config)# cluster enable cnadoc
Switch(config)# vlan 10
Switch(config-vlan)# interface GigabitEthernet 2/1
Switch(config-if)# switchport access vlan 10
Switch(config-if)# interface vlan10
Switch(config-if)# ip address aa.bb.cc.dd
Switch(config-if)# no shut
Switch(config-if)# ip http server
Switch(config-if)# ip http secure-server
Switch(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 123.123.123.2
Switch(config)# line con 0
Switch(config-line)# exec-timeout 0 0
Switch(config-line)# password keepout
Switch(config-line)# login
Switch(config-line)# line vty 5 15
Switch(config-line)# password keepout
Switch(config-line)# login
Switch(config-line)# line vty 5 15
Switch(config-line)# end
Switch# show running-config
Building configuration...

Current configuration : 1469 bytes
!
version 12.2
no service pad
service timestamps debug uptime
service timestamps log uptime
no service password-encryption
service compress-config
!
hostname Switch
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
enable password cna
!
no aaa new-model
ip subnet-zero
!
vtp domain cnadoc
vtp mode transparent
cluster run
cluster enable cnadoccluster 0
!
!
!
!
!
power redundancy-mode redundant
no file verify auto
spanning-tree mode pvst
spanning-tree extend system-id
!
vlan internal allocation policy ascending
```

```
!
vlan 2
!
interface GigabitEthernet1/1
 switchport access vlan 2
!
interface GigabitEthernet1/2
!
interface GigabitEthernet1/3
!
interface GigabitEthernet1/4
!
interface GigabitEthernet1/5
!
interface GigabitEthernet1/6
!
interface GigabitEthernet1/7
!
interface GigabitEthernet1/8
!
interface GigabitEthernet1/9
!
interface GigabitEthernet1/10
!
interface GigabitEthernet1/11
!
interface GigabitEthernet1/12
!
interface GigabitEthernet1/13
!
interface GigabitEthernet1/14
!
interface GigabitEthernet1/15
!
interface GigabitEthernet1/16
!
interface GigabitEthernet1/17
!
interface GigabitEthernet1/18
!
interface GigabitEthernet1/19
!
interface GigabitEthernet1/20
!
interface Vlan1
 no ip address
!
interface Vlan2
 ip address 123.123.123.1 255.255.255.0
!
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 123.123.123.2
ip http server
no ip http secure-server
!
!
!
line con 0

Switch#
```

CHAPTER 13

VLAN、VTP、および VMPS の設定

この章では、Catalyst 4500 シリーズ スイッチの VLAN（仮想 LAN）について説明します。また、VLAN Trunking Protocol（VTP; VLAN トランキング プロトコル）をイネーブルにして、Catalyst 4500 シリーズ スイッチを VLAN Membership Policy Server（VMPS; VLAN メンバシップ ポリシー サーバ）クライアントとして設定する方法についても説明します。

この章の主な内容は、次のとおりです。

（注） この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

VLAN

ここでは、主に次の内容について説明します。

VLAN の概要

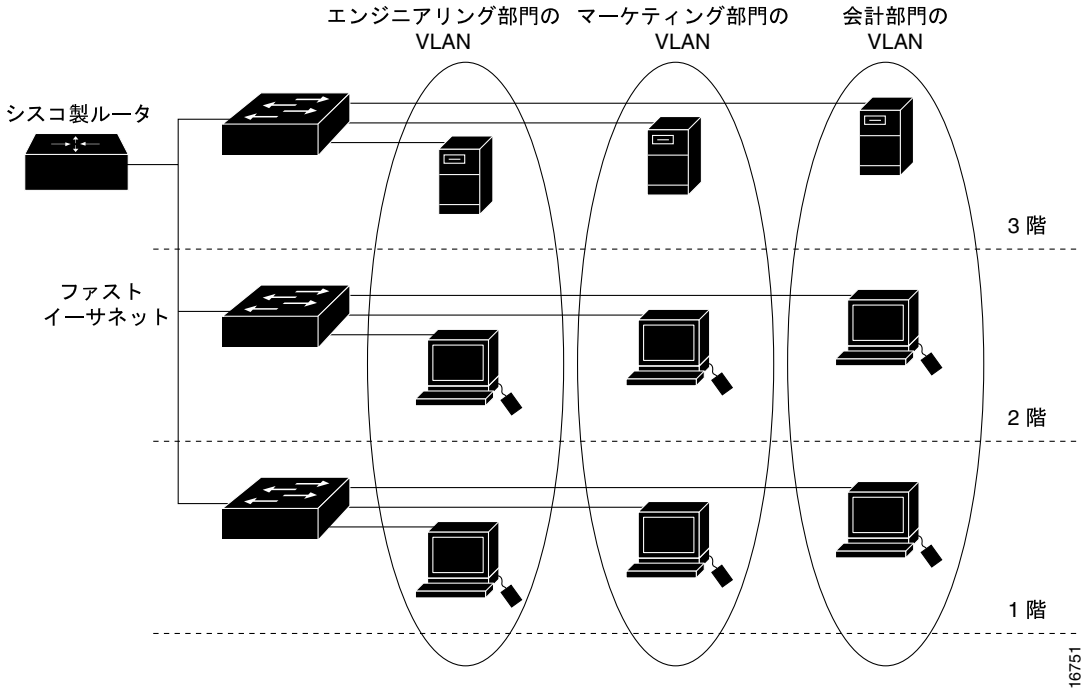
VLAN は、1 つまたは複数の LAN 上のデバイス グループで、実際には複数の異なる LAN セグメント上にある場合でも、同じワイヤに接続するように通信設定されています。VLAN は物理的な接続ではなく論理的な接続に基づくため、非常に柔軟性があります。

VLAN は、レイヤ 2 ネットワークのブロードキャスト ドメインを決定します。ブロードキャスト ドメインは、設定内のいずれかのデバイスから発信されたブロードキャスト フレームを受信するすべてのデバイス セットです。ブロードキャスト ドメインは通常、ルータによって分割されます。これはルータがブロードキャスト フレームを転送しないためです。レイヤ 2 スイッチは、スイッチの設定に基づいてブロードキャスト ドメインを作成します。スイッチは、複数のブロードキャスト ドメイン作成を可能にするマルチポート ブリッジです。ブロードキャスト ドメインは、スイッチ内の個々の仮想ブリッジのように機能します。

スイッチ内で 1 つまたは複数の仮想ブリッジを定義できます。スイッチ内で作成した仮想ブリッジは、新しいブロードキャスト ドメイン（VLAN）を定義します。スイッチ内、または 2 つのスイッチ間で、トラフィックが直接別の VLAN（ブロードキャスト ドメイン間）に接続されることはありません。2 つの異なる VLAN を相互接続するには、ルータまたはレイヤ 3 スイッチが必要です。Catalyst 4500 シリーズ スイッチの VLAN 間ルーティングについての詳細は、「レイヤ 3 インターフェイスの概要」（p.26-2）を参照してください。

図 13-1 に、論理的に定義されたネットワークを作成する 3 つの VLAN の例を示します。

図 13-1　VLAN の例



VLAN は多くの場合、IP サブネットワークと対応付けられています。たとえば、特定の IP サブネットに含まれるすべてのエンド ステーションを同じ VLAN に所属させる場合などです。VLAN 相互間のトラフィックは、ルーティングする必要があります。LAN インターフェイスの VLAN メンバシップは、インターフェイス別に割り当てる必要があります（これはインターフェイスベースまたはスタティックな VLAN メンバシップと呼ばれます）。

管理ドメイン内に VLAN を作成する場合、次のパラメータを設定できます。

- VLAN 番号
- VLAN 名
- VLAN タイプ
- VLAN ステート（アクティブまたは中断）
- VLAN の最大伝送ユニット（maximum transmission unit [MTU]）
- Security Association Identifier（SAID）
- VLAN タイプを別のタイプに変換する場合に使用する VLAN 番号

（注） ソフトウェアを使用して　VLAN　のタイプを変換する場合は、各メディア　タイプごとに異なる VLAN 番号が必要になります。

VLAN 設定時の注意事項および制約事項

ネットワーク上で VLAN を作成および変更するときは、次の注意事項および制約事項に従ってください。

- VLAN を作成する前に、Catalyst 4500 シリーズ スイッチを VTP サーバ モードまたは VTP トランスペアレント モードに変更してください。Catalyst 4500 シリーズ スイッチが VTP サーバであれば、VTP ドメインを定義する必要があります。VTP の設定手順については、「VTP」（p.13-9）を参照してください。
- VLAN データベース モードでは、Cisco IOS の **end** コマンドはサポートされていません。
- **Ctrl-Z** を押して、VLAN データベース モードを終了することはできません。

VLAN 範囲

（注）　4094 の VLAN を使用するには、拡張システム ID をイネーブルにする必要があります。「ブリッジ ID の概要」（p.17-2）を参照してください。

Cisco IOS Release 12.2(25)EWA 以降では、Catalyst 4500 シリーズ スイッチは IEEE 802.1Q 規格に準拠し、4096 の VLAN をサポートしています。これらの VLAN は、予約、標準、拡張の 3 つの範囲に分けられます。

4096 の VLAN の一部は、VTP を使用した場合、ネットワーク内の他のスイッチに伝播されます。拡張範囲 VLAN は伝播されないので、各ネットワーク デバイス上で拡張範囲 VLAN を手動で設定する必要があります。

表 13-1 で、VLAN 範囲の使い方について説明します。

表 13-1　VLAN 範囲

VLAN	範囲	用途	VTP による伝播
0、4095	予約	システム専用。ユーザがこれらの VLAN を表示または使用することはできません。	—
1	標準	シスコのデフォルト。ユーザはこの VLAN を使用できますが、削除はできません。	含まれる
2 ～ 1001	標準	イーサネット VLAN 用。ユーザはこれらの VLAN を作成、使用、削除できます。	含まれる
1002 ～ 1005	標準	Fiber Distributed Data Interface（FDDI; ファイバ分散データ インターフェイス）およびトークンリングの場合のシスコのデフォルト。ユーザは VLAN 1002 ～ 1005 を削除できません。	含まれる
1006 ～ 4094	拡張	イーサネット VLAN 専用。拡張範囲 VLAN を設定する場合、次の点に注意してください。 • レイヤ 3 ポートおよび一部のソフトウェア機能には、内部 VLAN が必要です。内部 VLAN は 1006 以上から割り当てます。このような用途にすでに割り当てられている VLAN を使用できません。内部利用の VLAN を表示するには、**show vlan internal usage** コマンドを入力します。 • Catalyst 製品ファミリ ソフトウェアが稼働しているスイッチでは、VLAN 1006 ～ 1024 を設定できません。VLAN 1006 ～ 1024 を設定する場合は、その VLAN が Catalyst 製品ファミリ ソフトウェアが稼働しているスイッチに拡張されないようにしてください。 • 拡張範囲 VLAN を使用するには、拡張システム ID をイネーブルにする必要があります。「拡張システム ID のイネーブル化」（p.17-9）を参照してください。	含まれない

標準範囲の VLAN で設定できるパラメータ

（注）　イーサネット VLAN 1 および 1006 ～ 4094 で使用するのは、デフォルト値だけです。

VLAN 2 ～ 1001 には次のパラメータを設定できます。

- VLAN 名
- VLAN タイプ
- VLAN ステート（アクティブまたは中断）
- SAID
- VLAN の Spanning-Tree Protocol（STP; スパニングツリー プロトコル）タイプ

VLAN のデフォルト設定

表 13-2 に、VLAN のデフォルト設定の値を示します。

表 13-2　イーサネット VLAN のデフォルトおよび範囲

パラメータ	デフォルト	有効な値
VLAN ID	1	1 ～ 4094
VLAN 名	VLAN*x*。*x* はソフトウェアで割り当てられた番号です。	範囲なし
802.10 SAID	100,001	1 ～ 4,294,967,294
MTU サイズ	1500	1500 ～ 18,190
トランスレーショナル ブリッジ 1	1002	0 ～ 1005
トランスレーショナル ブリッジ 2	1003	0 ～ 1005
VLAN ステート	active	アクティブ、サスペンド、シャットダウン

（注）　Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、トークンリングまたは FDDI メディアをサポートしません。スイッチは FDDI、FDDI-Net、Token Ring Concentrator Relay Function（TrCRF; トークンリング コンセントレータ リレー機能）、または Token Ring Bridge Relay Function（TrBRF; トークンリング ブリッジ リレー機能）トラフィックを転送しませんが、VTP を通して VLAN 設定を伝播します。ソフトウェアはこれらのメディア タイプのパラメータを保存しますが、実際にはサポートされていません。

VLAN の設定

（注）　VLAN を設定する前に、VTP を使用して、ネットワークのグローバル VLAN 設定情報を管理する必要があります。VTP については、「VTP」（p.13-9）を参照してください。

（注） VLAN は多くのパラメータをサポートしています。ここでは、すべてのパラメータについては詳しく説明しません。詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』を参照してください。

（注） VLAN の設定は **vlan.dat** ファイルに保存され、vlan.dat ファイルは不揮発性メモリに保存されます。**vlan.dat** ファイルを手動で削除すると、VLAN データベースに矛盾が生じる可能性があります。VLAN の設定または VTP を変更する場合は、ここに記載されているコマンドおよび『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』に記載されているコマンドを使用してください。

ここでは、VLAN の設定手順について説明します。

- グローバル コンフィギュレーションモードでの VLAN の設定（p.13-6）
- VLAN へのレイヤ 2 LAN インターフェイスの割り当て（p.13-8）

グローバル コンフィギュレーションモードでの VLAN の設定

スイッチが VTP サーバ モードまたはトランスペアレント モードの場合は（「VTP」[p.13-9] を参照）、グローバルおよび VLAN コンフィギュレーションモードで VLAN を設定できます。VLAN をグローバルおよび config-vlan コンフィギュレーションモードで設定した場合、VLAN の設定は **running-config** または **startup-config** ファイルではなく、**vlan.dat** ファイルに保存されます。VLAN の設定を表示するには、**show vlan** コマンドを入力します。

スイッチが VLAN トランスペアレント モードの場合に、**copy running-config startup-config** コマンドを実行すると、VLAN の設定が **startup-config** ファイルに保存されます。実行コンフィギュレーションをスタートアップ コンフィギュレーションとして保存したあとに、**show running-config** コマンドおよび **show startup-config** コマンドを実行すると、VLAN の設定が表示されます。

（注） スイッチの起動時に、**startup-config** ファイルおよび **vlan.dat** ファイル内の VTP ドメイン名と VTP モードが異なる場合、スイッチは **vlan.dat** ファイル内の設定を使用します。

ポート メンバシップ モードを定義したり、VLAN のポートを追加および削除するには、インターフェイス コンフィギュレーションコマンド モードを使用します。これらのコマンドの結果は、**running-config** ファイルに書き込まれます。このファイルを表示するには、**show running-config** コマンドを使用します。

ユーザが設定した VLAN には、1 ～ 4094 の一意の ID が割り当てられます。VLAN を作成する場合、未使用の ID で **vlan** コマンドを入力します。特定の ID が使用されているかどうかを確認するには、**show vlan id** *ID* コマンドを使用します。VLAN を修正する場合は、既存の VLAN に **vlan** コマンドを使用します。

VLAN の作成時に割り当てられるデフォルト パラメータの一覧は、「VLAN のデフォルト設定」（p.13-5）を参照してください。**media** キーワードを使用しないで VLAN タイプを指定する場合、VLAN はイーサネット VLAN になります。

VLAN を作成するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# vlan vlan_ID` `Switch(config-vlan)#`	イーサネット VLAN を追加します。 **(注)** 次のメディア タイプのデフォルト VLAN は削除できません。イーサネット VLAN 1、FDDI または Token Ring VLAN 1002 ～ 1005 です。VLAN を削除する場合は、この VLAN に割り当てられたアクセス ポートとして設定された LAN インターフェイスはいずれも、非アクティブになります。これらのインターフェイスは、新しい VLAN に割り当てられるまで、元の VLAN に（非アクティブのまま）対応付けられています。 VLAN を削除する場合は、**no** キーワードを使用します。 `Switch(config-vlan)#` と表示される場合、VLAN コンフィギュレーションモードで実行しています。新しく作成された VLAN のパラメータを変更する場合は、このモードを使用します。
ステップ 3	`Switch(config-vlan)# end`	VLAN コンフィギュレーションモードからイネーブル モードに戻ります。
ステップ 4	`Switch# show vlan [id | name] vlan_name`	VLAN の設定を確認します。

イーサネット VLAN を作成または変更する場合は、次の点に注意してください。

- レイヤ 3 ポートおよび一部のソフトウェア機能には、1006 以上から昇順に内部 VLAN を割り当てる必要があるため、拡張範囲 VLAN は 4094 から降順に設定してください。
- 拡張範囲 VLAN はグローバル コンフィギュレーションモードでのみ設定できます。VLAN データベース モードで拡張範囲 VLAN を設定することはできません。
- レイヤ 3 ポートおよび一部のソフトウェア機能は、拡張範囲 VLAN を使用します。作成または変更対象の VLAN がレイヤ 3 ポートまたはソフトウェア機能によって使用中の場合、スイッチからメッセージが表示され、VLAN 設定は変更されません。

次に、グローバル コンフィギュレーションモードでイーサネット VLAN を作成し、設定を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# vlan 3
Switch(config-vlan)# end
Switch# show vlan id 3
VLAN Name                             Status    Ports
---- -------------------------------- --------- -------------------------------
3    VLAN0003                         active
VLAN Type  SAID       MTU   Parent RingNo BridgeNo Stp  BrdgMode Trans1 Trans2
---- ----- ---------- ----- ------ ------ -------- ---- -------- ------ ------
3    enet  100003     1500  -      -      -        -    -        0      0
Primary Secondary Type              Interfaces
------- --------- ----------------- ------------------------------------------
Switch#
```

VLAN へのレイヤ 2 LAN インターフェイスの割り当て

管理対象ドメイン内で作成された VLAN は、VLAN に 1 つまたは複数の LAN を割り当てるまで未使用の状態のままとなります。

（注） 適切なタイプの VLAN に LAN インターフェイスを割り当ててください。イーサネットタイプの VLAN には、ファスト イーサネット インターフェイス、ギガビット イーサネット インターフェイス、10 ギガビット イーサネット インターフェイスを割り当てます。

VLAN に 1 つまたは複数の LAN インターフェイスを割り当てるには、「レイヤ 2 スイッチング用のイーサネット インターフェイスの設定」（p.15-7）に記載されている作業を行います。

VTP

ここでは、Catalyst 4500 シリーズ スイッチ の VTP について説明します。

ここでは、主に次の内容について説明します。

VTP の概要

VTP はレイヤ 2 のメッセージ プロトコルで、VTP ドメインにおける VLAN の追加、削除、名前変更などを管理することにより、VLAN 設定の一貫性を維持します。VTP ドメイン（別名 VLAN 管理ドメイン）は、同じ VTP ドメイン名を共有し、トランクで相互接続された 1 つまたは複数のネットワーク デバイスで構成されます。VTP を使用すると、VLAN 名の重複、無効な VLAN タイプの指定、セキュリティ違反などのさまざまな問題によって生じる不正な設定および設定の矛盾を最小限に抑えることができます。

VLAN を作成する前に、ネットワークで VTP を使用するかどうかを決定する必要があります。VTP を使用すると、1 台または複数のネットワーク デバイス上で中央集約的に設定変更を行い、それらの変更を自動的にネットワーク上の他のネットワーク デバイスに伝達できます。VLAN の設定の詳細については、「VLAN」（p.13-2）を参照してください。

ここでは、VTP の機能について説明します。

VTP ドメインの概要

VTP ドメインは、同じ VTP ドメイン名を共有し、相互接続された 1 つまたは複数のネットワーク デバイスで構成されます。1 台のネットワーク デバイスが所属できる VTP ドメインは 1 つだけです。ドメインのグローバル VLAN 設定を変更するには、CLI（コマンドライン インターフェイス）または SNMP（簡易ネットワーク管理プロトコル）を使用します。

デフォルトでは、Catalyst 4500 シリーズ スイッチは VTP トランスペアレント モードで、スイッチがトランク リンクを介してドメインに関するアドバタイズを受信するか、またはユーザが管理ドメインを設定しないかぎり、非管理ドメインのままです。管理ドメイン名を指定するか、ルータがドメイン名を学習するまで、VTP サーバ上での VLAN の作成または変更はできません。

スイッチ がトランク リンクを介して VTP アドバタイズを受信すると、ルータは管理ドメイン名および VTP 設定リビジョン番号を継承します。スイッチは、別の管理ドメイン名または古い設定リビジョン番号が指定されたアドバタイズについては、一切無視します。

スイッチを VTP トランスペアレントとして設定した場合、VLAN の作成および変更は可能ですが、その変更が作用するのは個々のスイッチに限られます。

VTP サーバ上の VLAN 設定を変更すると、その変更は VTP ドメイン内のすべてのネットワーク デバイスに伝播されます。VTP アドバタイズは、すべての ISL（スイッチ間リンク）と IEEE 802.1Q トランク接続に伝送されます。

VTP は、固有の名前と内部インデックスの対応によって、複数の LAN タイプに対して VLAN を動的にマッピングします。このマッピングにより、ネットワーク管理者の不要なデバイス管理が軽減されます。

VTP モードの概要

次のいずれかの VTP モードで動作するように Catalyst 4500 シリーズ スイッチを設定できます。

- サーバ ― VTP サーバ モードでは、VLAN の作成、変更、および削除を行うことができます。また、VTP ドメイン全体に対して他の設定パラメータ（VTP バージョン、VTP プルーニングなど）を指定できます。VTP サーバは、同一 VTP ドメイン内の他のネットワーク デバイスに VLAN 設定をアドバタイズし、トランク リンクを介して受信したアドバタイズに基づいて、VLAN 設定を他のネットワーク デバイスと同期させます。
- クライアント ― VTP クライアントは、VTP サーバと同様に動作しますが、VTP クライアント上で VLAN の作成、変更、または削除を行うことはできません。
- トランスペアレント ― VTP トランスペアレント ネットワーク デバイスは、VTP に参加しません。VTP トランスペアレント ネットワーク デバイスは、VLAN 設定をアドバタイズせず、受信したアドバタイズに基づいて同期させることもありません。ただし VTP バージョン 2 では、トランスペアレント ネットワーク デバイスは、トランキング LAN インターフェイスで受信した VTP アドバタイズを転送します。VTP トランスペアレントがデフォルトのモードです。

（注） Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、スイッチが NVRAM（不揮発性 RAM）への設定の書き込み中に障害を検出すると、自動的に VTP サーバ モードから VTP クライアント モードに切り替わります。この場合、NVRAM が正常に動作するまで、スイッチを VTP サーバ モードに戻すことはできません。

VTP アドバタイズの概要

VTP ドメインの各ネットワーク デバイスは、予約されたマルチキャスト アドレスに対して、各トランキング LAN インターフェイスからアドバタイズを定期的に送信します。VTP アドバタイズを受信した近接するネットワーク デバイスは、必要に応じて各自の VTP 設定および VLAN 設定を更新します。

VTP アドバタイズでは、次のグローバル設定情報が配布されます。

- VLAN ID（ISL および 802.1Q）
- エミュレートされた LAN 名（Asynchronous Transfer Mode［ATM; 非同期転送モード］LAN emulation［LANE; LAN エミュレーション］用）
- 802.10 SAID 値（FDDI）
- VTP ドメイン名
- VTP 設定リビジョン番号
- 各 VLAN の MTU サイズを含めた VLAN 設定
- フレーム フォーマット

VTP バージョン 2 の概要

ネットワークで VTP を使用する場合は、VTP バージョン 1 またはバージョン 2 のどちらを使用するかを決定する必要があります。

（注） Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、トークンリングまたは FDDI メディアをサポートしません。スイッチは、FDDI、FDDI-Net、TrCRF、または TrBRF トラフィックを転送しませんが、VTP を通じて VLAN 設定を伝播します。

VTP バージョン 1 ではサポートされず、バージョン 2 でサポートされる機能は、次のとおりです。

- トークンリング サポート ― VTP バージョン 2 はトークンリング LAN スイッチングと VLAN（TrBRF と TrCRF）をサポートします。
- 認識不能な Type-Length-Value（TLV）のサポート ― VTP サーバまたはクライアントは、TLV が解析不能であっても、設定の変更を他のトランクに伝播します。認識されなかった TLV は、NVRAM に保存されます。
- バージョン依存型トランスペアレント モード ― VTP バージョン 1 の場合、VTP トランスペアレント ネットワーク デバイスは、VTP メッセージの中のドメイン名およびバージョンを調べ、バージョンおよびドメイン名が一致する場合に限ってメッセージを転送します。スーパーバイザ エンジン ソフトウェアでサポートされるドメインは 1 つだけなので、VTP バージョン 2 は、バージョンをチェックせずに VTP メッセージをトランスペアレント モードで転送します。
- 整合性検査 ― VTP バージョン 2 では、CLI または SNMP によって新しい情報が入力された場合に限り、VLAN 整合性検査（VLAN 名、値など）を行います。VTP メッセージから新しい情報を取得した場合、または NVRAM から情報を読み込んだ場合には、整合性検査を行いません。受信した VTP メッセージのダイジェストが有効であれば、整合性検査を行わずに情報が受け入れられます。

VTP プルーニングの概要

VTP プルーニングは、ブロードキャスト パケット、マルチキャスト パケット、ユニキャスト パケットなど、不要なフラッディング トラフィックを削減することにより、ネットワークの帯域幅を拡張します。VTP プルーニングを使用すると、トラフィックが適切なネットワーク デバイスにアクセスするために使用しなければならないトランク リンクへのフラッディング トラフィックが制限されるので、使用可能な帯域幅が増大します。VTP プルーニングは、デフォルトではディセーブルに設定されています。

VTP プルーニングを有効にするには、管理ドメイン内のすべてのデバイスが VTP プルーニングをサポートする必要があります。VTP プルーニングをサポートしないデバイスについては、トランク上で VLAN を使用できるように手動で設定する必要があります。

図 13-2 に、VTP プルーニングを使用しない場合のスイッチド ネットワークを示します。スイッチ 1 のインターフェイス 1 およびスイッチ 4 のインターフェイス 2 は、Red という VLAN に割り当てられています。スイッチ 1 に接続されたホストから、ブロードキャストが送信されます。スイッチ 1 は、このブロードキャストをフラッディングします。Red VLAN にインターフェイスを持たないスイッチ 3、5、6 も含めて、ネットワーク内のすべてのネットワーク デバイスがこのブロードキャストを受信します。

プルーニングの設定は、Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上でグローバルに行います（「VTP プルーニングのイネーブル化」[p.13-14] を参照）。

図 13-2　VTP プルーニングを使用しない場合のフラッディング トラフィック

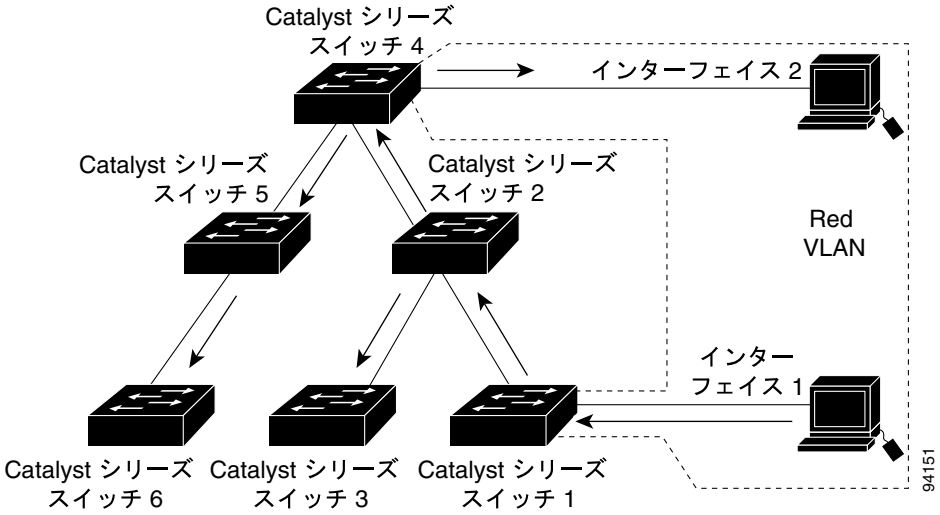
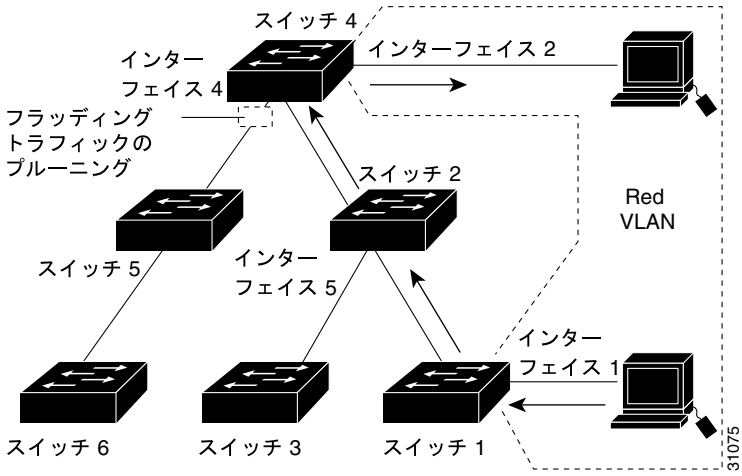


図 13-3 は、VTP プルーニングを使用する場合の同じスイッチド ネットワークを示しています。Red VLAN へのトラフィックは指定されたリンク（スイッチ 4 のインターフェイス 4）でプルーニングされるので、スイッチ 1 からのブロードキャスト トラフィックは、スイッチ 5、6 に転送されません。

図 13-3　VTP プルーニングを使用した場合のフラッディング トラフィック



VTP サーバで VTP プルーニングをイネーブルにすると、管理ドメイン全体でプルーニングが有効になります。VTP プルーニングは、イネーブルに設定してから数秒後に有効になります。デフォルトでは、VLAN 2 ～ 1000 がプルーニング適格です。VTP プルーニング不適格の VLAN からのトラフィックは、プルーニングの対象になりません。VLAN 1 は常にプルーニング不適格です。VLAN 1 からのトラフィックをプルーニングすることはできません。

トランキング LAN インターフェイスに VTP プルーニングを設定するには、**switchport trunk pruning vlan** コマンドを使用します。VTP プルーニングは、LAN インターフェイスがトランキングを実行している場合に作用します。VTP ドメインで VTP プルーニングがイネーブルまたはディセーブルのどちらに設定されているか、特定の VLAN が存在するかどうか、および LAN インターフェイスが現在トランキングを実行しているかどうかにかかわらず、VLAN プルーニングを設定できます。

VTP 設定時の注意事項および制約事項

ネットワークに VTP を実装する場合、次の注意事項および制約事項に従ってください。

- VTP ドメイン内のすべてのネットワーク デバイスで、同じ VTP バージョンを実行する必要があります。
- VTP がセキュア モードの場合、管理ドメイン内の各ネットワーク デバイスにパスワードを設定する必要があります。

注意　VTP をセキュア モードで設定した場合、ドメイン内の各ネットワーク デバイスに管理ドメイン パスワードを割り当てるまで、管理ドメインは正常に動作しません。

- VTP バージョン 2 対応のネットワーク デバイス上で VTP バージョン 2 をディセーブルに設定している場合、その VTP バージョン 2 対応ネットワーク デバイスは、同一 VTP ドメイン内で VTP バージョン 1 が稼働しているネットワーク デバイスとして動作します（VTP バージョン 2 は、デフォルトでディセーブルに設定されています）。
- 同一 VTP ドメイン内のすべてのネットワーク デバイスがバージョン 2 に対応する場合を除き、ネットワーク デバイス上で VTP バージョン 2 をイネーブルにしないでください。1 台のサーバ上で VTP バージョン 2 をイネーブルにすると、ドメイン内のすべてのバージョン 2 対応ネットワーク デバイスで VTP バージョン 2 がイネーブルになります。
- VTP サーバ上で VTP プルーニングをイネーブルまたはディセーブルにすると、管理ドメイン全体で VTP プルーニングがイネーブルまたはディセーブルになります。
- Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上で VLAN をプルーニング適格または不適格として設定する場合、設定が有効なのは、そのスイッチ上の VLAN のプルーニングだけです。VTP ドメイン内のすべてのネットワーク デバイスに対して有効となるわけではありません。

VTP のデフォルト設定

表 13-3 に、VTP のデフォルト設定を示します。

表 13-3　VTP のデフォルト設定

機能	デフォルト値
VTP ドメイン名	ヌル
VTP モード	トランスペアレント
VTP バージョン 2 のイネーブル ステート	バージョン 2 はディセーブル
VTP パスワード	なし
VTP プルーニング	ディセーブル

新たに出荷された Catalyst 4500 スーパーバイザ エンジン、Catalyst 4900 シリーズ スイッチ、および Cisco ME 4924-10GE スイッチのデフォルト VTP モードはトランスペアレントです。vlan.dat を削除するか **erase cat4000_flash:** コマンドを発行して、スイッチをリセットすると、VTP モードがサーバ モードに変わります。

VTP の設定

ここでは、VTP の設定手順について説明します。

- VTP グローバル パラメータの設定（p.13-14）
- VTP サーバとしてのスイッチの設定（p.13-15）

VTP グローバル パラメータの設定

ここでは、VTP グローバル パラメータの設定について説明します。

VTP パスワードの設定

VTP パスワードを設定するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch# [no] vtp password password_string`	VTP ドメインのパスワードを設定します。パスワードの長さは 8 ～ 64 文字です。 パスワードを削除するには、**no** キーワードを使用します。

次に、VTP パスワードを設定する例を示します。

```
Switch# vtp password WATER
Setting device VLAN database password to WATER.
Switch#show vtp password
VTP Password:WATER
Switch#
```

VTP プルーニングのイネーブル化

管理ドメイン内で VTP プルーニングをイネーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# [no] vtp pruning`	管理ドメイン内で VTP プルーニングをイネーブルにします。 管理ドメイン内で VTP プルーニングをディセーブルにするには、**no** キーワードを使用します。
ステップ 2	`Switch# show vtp status`	設定を確認します。

次に、管理ドメイン内で VTP プルーニングをイネーブルにする例を示します。

```
Switch# vtp pruning
Pruning switched ON
```

次に、設定を確認する例を示します。

```
Switch# show vtp status | include Pruning
VTP Pruning Mode                : Enabled
Switch#
```

VTP バージョン 2 のイネーブル化

VTP バージョン 2 対応のネットワーク デバイスでは、デフォルトで VTP バージョン 2 がディセーブルに設定されています。サーバ上で VTP バージョン 2 をイネーブルにすると、VTP ドメイン内のすべての VTP バージョン 2 対応ネットワーク デバイスで VTP バージョン 2 がイネーブルになります。

注意　同一 VTP ドメイン内のネットワーク デバイス上で、VTP バージョン 1 とバージョン 2 の間の相互運用性はありません。VTP ドメイン内のすべてのネットワーク デバイスで、同じ VTP バージョンを使用する必要があります。VTP ドメイン内のすべてのネットワーク デバイスが VTP バージョン 2 をサポートしている場合を除き、VTP バージョン 2 をイネーブルにしないでください。

VTP バージョン 2 をイネーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# [no] vtp version {1 | 2}`	VTP バージョン 2 をイネーブルにします。 デフォルト値に戻すには、**no** キーワードを使用します。
ステップ 2	`Switch# show vtp status`	設定を確認します。

次に、VTP バージョン 2 をイネーブルにする例を示します。

```
Switch# vtp version 2
V2 mode enabled.
Switch#
```

次に、設定を確認する例を示します。

```
Switch# show vtp status | include V2
VTP V2 Mode                     : Enabled
Switch#
```

VTP サーバとしてのスイッチの設定

Catalyst 4500 シリーズ スイッチを VTP サーバとして設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configuration terminal`	コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# vtp mode server`	VTP サーバとしてスイッチを設定します。
ステップ 3	`Switch(config)# vtp domain` *domain_name*	最大 32 文字までの VTP ドメイン名を定義します。
ステップ 4	`Switch(config)# end`	VLAN コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 5	`Switch# show vtp status`	設定を確認します。

次に、スイッチを VTP サーバとして設定する例を示します。

```
Switch# configuration terminal
Switch(config)# vtp mode server
Setting device to VTP SERVER mode.
Switch(config)# vtp domain Lab_Network
Setting VTP domain name to Lab_Network
Switch(config)# end
Switch#
```

次に、設定を確認する例を示します。

```
Switch# show vtp status
VTP Version                     : running VTP1 (VTP2 capable)
Configuration Revision          : 247
Maximum VLANs supported locally : 1005
Number of existing VLANs        : 33
VTP Operating Mode              : Server
VTP Domain Name                 : Lab_Network
VTP Pruning Mode                : Enabled
VTP V2 Mode                     : Disabled
VTP Traps Generation            : Disabled
MD5 digest                      : 0x45 0x52 0xB6 0xFD 0x63 0xC8 0x49 0x80
Configuration last modified by 0.0.0.0 at 8-12-99 15:04:49
Local updater ID is 172.20.52.34 on interface Gi1/1 (first interface found)
Switch#
```

VTP クライアントとしてのスイッチの設定

Catalyst 4500 シリーズ スイッチを VTP クライアントとして設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configuration terminal`	コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# [no] vtp mode client`	VTP クライアントとしてスイッチを設定します。 サーバ モードをイネーブルに戻すには、**no** キーワードを使用します。
ステップ 3	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 4	`Switch# show vtp status`	設定を確認します。

次に、スイッチを VTP クライアントとして設定する例を示します。

```
Switch# configuration terminal
Switch(config)# vtp mode client
Setting device to VTP CLIENT mode.
Switch(config)# exit
Switch#
```

次に、設定を確認する例を示します。

```
Switch# show vtp status
VTP Version                     : running VTP1 (VTP2 capable)
Configuration Revision          : 247
Maximum VLANs supported locally : 1005
Number of existing VLANs        : 33
VTP Operating Mode              : Client
VTP Domain Name                 : Lab_Network
VTP Pruning Mode                : Enabled
VTP V2 Mode                     : Disabled
VTP Traps Generation            : Disabled
MD5 digest                      : 0x45 0x52 0xB6 0xFD 0x63 0xC8 0x49 0x80
Configuration last modified by 0.0.0.0 at 8-12-99 15:04:49
Switch#
```

VTP のディセーブル化（VTP トランスペアレント モード）

Catalyst 4500 シリーズ スイッチの VTP をディセーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configuration terminal`	コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# [no] vtp mode transparent`	スイッチの VTP をディセーブルにします。 サーバ モードをイネーブルにするには、**no** キーワードを使用します。
ステップ 3	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 4	`Switch# show vtp status`	設定を確認します。

次に、スイッチの VTP をディセーブルにする例を示します。

```
Switch# configuration terminal
Switch(config)# vtp transparent
Setting device to VTP mode.
Switch(config)# end
Switch#
```

次に、設定を確認する例を示します。

```
Switch# show vtp status
VTP Version                     : 2
Configuration Revision          : 247
Maximum VLANs supported locally : 1005
Number of existing VLANs        : 33
VTP Operating Mode              : Transparent
VTP Domain Name                 : Lab_Network
VTP Pruning Mode                : Enabled
VTP V2 Mode                     : Disabled
VTP Traps Generation            : Disabled
MD5 digest                      : 0x45 0x52 0xB6 0xFD 0x63 0xC8 0x49 0x80
Configuration last modified by 0.0.0.0 at 8-12-99 15:04:49
Switch#
```

VTP 統計情報の表示

VTP に関する統計情報（送受信された VTP アドバタイズ、VTP エラーなど）を表示するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
Switch# **show vtp counters**	VTP の統計情報を表示します。

次に、VTP の統計情報を表示する例を示します。

```
Switch# show vtp counters
VTP statistics:
Summary advertisements received    : 7
Subset advertisements received     : 5
Request advertisements received    : 0
Summary advertisements transmitted : 997
Subset advertisements transmitted  : 13
Request advertisements transmitted : 3
Number of config revision errors   : 0
Number of config digest errors     : 0
Number of V1 summary errors        : 0

VTP pruning statistics:

Trunk            Join Transmitted Join Received    Summary advts received from
                                                   non-pruning-capable device
---------------- ---------------- ---------------- ---------------------------
Fa5/8               43071            42766            5
```

VMPS

ここでは、VMPS を使用してダイナミック ポート VLAN メンバシップを設定する方法について説明します。

ここでは、次の内容について説明します。

VMPS の概要

ここでは、VMPS サーバの機能と動作を説明します。

VMPS サーバの概要

VMPS は、ポートに接続されたデバイスの MAC（メディア アクセス制御）アドレスに基づいて、ポート用の VLAN を動的に選択する中央集中型サーバを提供します。ネットワーク内にあるスイッチの 1 つのポートからネットワーク内にある別のスイッチのポートにホストを移動する場合、そのスイッチはそのホストに適切な VLAN を新しいポートへ動的に割り当てます。

Cisco IOS ソフトウェアを実行する Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、VMPS 機能をサポートしません。このスイッチは VLAN Query Protocol（VQP）クライアントとしてのみ機能し、VQP を介して VMPS と通信します。VMPS 機能については、Catalyst オペレーティング システム ソフトウェアを実行する Catalyst 4500 シリーズ スイッチ（または Catalyst 6500 シリーズ スイッチ）を使用する必要があります。

VMPS は UDP ポートを使用して、クライアントから VQP 要求を待ち受けます。したがって、VMPS がネットワーク上のローカルまたはリモート デバイスに存在するかどうかを VMPS クライアントが知る必要はありません。VMPS サーバは VMPS クライアントから有効な要求を受信すると、MAC アドレス /VLAN マッピングのエントリ データベースを検索します。

要求に対する応答では、VMPS は次のいずれかのアクションを実行します。

- 割り当てられた VLAN がポート グループに限定されている場合、VMPS はこのグループに対する要求ポートを確認し、次のように応答します。
  - VLAN がポートで許可されている場合、VMPS は VLAN 名を応答としてクライアントに送信します。
  - VLAN がポートで許可されておらず、VMPS がセキュア モードでない場合、VMPS は [access-denied] 応答を送信します。
  - VLAN がポートで許可されておらず、VMPS がセキュア モードの場合、VMPS は [port-shutdown] 応答を送信します。
- データベース内の VLAN が現在のポートの VLAN と一致せず、またポート上にアクティブ ホストがある場合、VMPS は VMPS のセキュア モード設定に応じて、[access-denied]（open）、[fallback VLAN name]（代替 VLAN 設定で open）、[port-shutdown]（secure）、または [new VLAN name]（multiple）応答を送信します。

スイッチは [access-denied] 応答を VMPS から受信すると、MAC アドレスとポート間のトラフィックをブロックし続けます。スイッチはポート向けのパケットを監視し続け、新しいアドレスを識別すると VMPS にクエリーを送信します。スイッチが VMPS から [port-shutdown] 応答を受信すると、スイッチはポートをディセーブルにします。CLI、Cisco Visual Switch Manager（CVSM）、または SNMP を使用してポートを手動で再びイネーブルにする必要があります。

また、セキュリティ上の理由から、コンフィギュレーション テーブル内の明示的なエントリを使用して特定の MAC アドレスへのアクセスを拒否できます。VLAN 名に **none** キーワードを入力すると、VMPS は [access-denied] または [port-shutdown] 応答を送信します。

Catalyst オペレーティング システム ソフトウェアを実行する Catalyst 6500 シリーズ スイッチ VMPS の詳細については、次の URL の「Configuring Dynamic Port VLAN Membership with VMPS」を参照してください。http://www.cisco.com/en/US/docs/switches/lan/catalyst6500/catos/8.x/configuration/guide/vmps.html

VMPS サーバのセキュリティ モード

VMPS は次のモードで動作します。VMPS サーバが不正な要求に応答する方法は、VMPS が設定されているモードによって異なります。

- open モード（p.13-20）
- secure モード（p.13-20）
- multiple モード（p.13-21）

open モード

このポートに VLAN が割り当てられていない場合、VMPS がこのポートに対する MAC アドレスの要求を確認します。

- この MAC アドレスに関連付けられた VLAN がポートで許可されている場合、VLAN 名はクライアントに返されます。
- この MAC アドレスに関連付けられた VLAN がポートで許可されていない場合、ホストは [access denied] 応答を受信します。

このポートに VLAN が割り当てられている場合、VMPS がこのポートに対する MAC アドレスの要求を確認します。

- この MAC アドレスに関連付けられたデータベース内の VLAN が現在のポートの VLAN と一致せず、代替 VLAN 名が設定されている場合、VMPS は代替 VLAN 名をクライアントに送信します。
- この MAC アドレスに関連付けられたデータベース内の VLAN が現在のポートの VLAN と一致せず、代替 VLAN 名が設定されていない場合、ホストは [access denied] 応答を受信します。

secure モード

このポートに VLAN が割り当てられていない場合、VMPS がこのポートに対する MAC アドレスの要求を確認します。

- この MAC アドレスに関連付けられた VLAN がポートで許可されている場合、VLAN 名はクライアントに返されます。
- この MAC アドレスに関連付けられた VLAN がポートで許可されていない場合、ポートはシャット ダウンされます。

このポートに VLAN が割り当てられている場合、VMPS がこのポートに対する MAC アドレスの要求を確認します。

- この MAC アドレスに関連付けられたデータベース内の VLAN が現在のポートの VLAN と一致しない場合、代替 VLAN 名が設定されていてもポートはシャットダウンされます。

multiple モード

複数のホスト（MAC アドレス）がすべて同じ VLAN にある場合、これらをダイナミック ポートでアクティブにできます。ダイナミック ポートでリンクがダウンすると、ポートは割り当てられていない状態に戻ります。ポートを通じてオンラインになるホストは、ポートが VLAN に割り当てられる前に、VMPS ですべて再チェックされます。

ダイナミック ポートに接続された複数のホストが別の VLAN に属する場合、VMPS サーバに multiple モードが設定されていれば、最新の要求での MAC アドレスと一致する VLAN がクライアントに返されます。

（注）　Catalyst オペレーティング システム ソフトウェアを実行する Catalyst 4500 シリーズおよび Catalyst 6500 シリーズ スイッチは、この 3 つの操作モードで VMPS をサポートします。ただし、User Registration Tool（URT）は open モードのみをサポートします。

代替 VLAN

代替 VLAN 名を VMPS サーバで設定できます。

このポートに VLAN が割り当てられていない場合、VMPS がこのポートに対する MAC アドレスの要求を比較します。

- データベースにない MAC アドレスを持つデバイスを接続する場合、VMPS は代替 VLAN 名をクライアントに送信します。
- 代替 VLAN 名が設定されておらず、MAC アドレスがデータベースにない場合、VMPS は [access-denied] 応答を送信します。

このポートに VLAN が割り当てられている場合、VMPS がこのポートに対する MAC アドレスの要求を比較します。

- VMPS が secure モードの場合、代替 VLAN がサーバに設定されているかどうかに関係なく、VMPS は [port-shutdown] 応答を送信します。

不正な VMPS クライアント要求

次に、不正な VMPS クライアント要求の例を示します。

- MAC アドレス マッピングが VMPS データベースに存在せず、[no fall back] VLAN が VMPS に設定されている場合
- ポートがすでに VLAN に割り当てられ（VMPS モードは [multiple] でない）、2 番めの VMPS クライアント要求が異なる MAC アドレスの VMPS で受信された場合

VMPS クライアントの概要

ここでは、VMPS クライアントとしてスイッチを設定する方法、およびそのスイッチのポートをダイナミック VLAN メンバシップに設定する方法について説明します。

ここでは、次の内容について説明します。

ダイナミック VLAN メンバシップの概要

ポートが [dynamic] として設定されている場合、ポート上の MAC アドレスに基づき VLAN 情報を受信します。VLAN が静的にポートに割り当てられていない場合、ポート上の MAC アドレスに基づき VMPS から動的に取得されます。

ダイナミック ポートは、1 つの VLAN にのみ属することができます。リンクがアクティブになる際、ポートが VLAN に割り当てられるまでスイッチはこのポートへトラフィックを転送しません。ダイナミック ポート上にある新規ホストの最初のパケットにある送信元 MAC アドレスは、VQP 要求の一部として VMPS に送信され、VMPS データベース内で MAC アドレスと VLAN の照合が行われます。一致する場合、VMPS はそのポート用の VLAN 番号を送信します。一致しない場合、（VMPS セキュリティ モード設定に応じて）VMPS は要求を拒否するか、またはポートをシャット ダウンします。想定される VMPS 応答の詳細については「VMPS の概要」（p.13-19）を参照してください。

複数のホスト（MAC アドレス）がすべて同じ VLAN にある場合、これらをダイナミック ポートでアクティブにできます。ダイナミック ポートでリンクがダウンすると、ポートは割り当てられていないステートに戻り、VLAN に属さなくなります。ポートを通じてオンラインになるホストは、ポートが VLAN に割り当てられる前に、VMPS ですべて再チェックされます。

この動作を行うには、クライアント デバイスが VMPS に到達可能である必要があります。VMPS クライアントは UDP パケットとして VQP 要求を送信し、中止する前に複数回試行します。再試行の間隔については、「再試行間隔の設定」（p.13-25）を参照してください。

また、VMPS クライアントは定期的に VLAN メンバシップを再確認します。再確認の回数については、「VMPS の管理およびモニタリング」（p.13-26）を参照してください。

最大 50 台のホストは常に特定のポートでサポートされます。最大数を超えると、VMPS サーバの動作モードに関係なくポートをシャットダウンします。

（注） ポートで 50 を超えるホストがアクティブになると、VMPS はダイナミック ポートをシャットダウンします。

デフォルトの VMPS クライアント設定

表 13-4 に、クライアント スイッチのデフォルトの VMPS およびダイナミック ポート設定を示します。

表 13-4　デフォルトの VMPS クライアントおよびダイナミック ポート設定

機能	デフォルト設定
VMPS ドメイン サーバ	なし
VMPS 再確認間隔	60 分
VMPS サーバ再試行回数	3
ダイナミック ポート	設定なし

VMPS クライアントとしてのスイッチの設定

ここでは、次の内容について説明します。

VMPS サーバの IP アドレスの設定

Catalyst 4500 シリーズ スイッチを VMPS クライアントとして設定するには、VMPS として機能するスイッチの IP アドレスおよびホスト名を入力する必要があります。

Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上でプライマリおよびセカンダリ VMPS を定義するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# vmps server {ipaddress | hostname} primary`	プライマリ VMPS サーバとして機能するスイッチの IP アドレス、またはホスト名を指定します。
ステップ 3	`Switch(config)# vmps server {ipaddress | hostname}`	セカンダリ VMPS サーバとして機能するスイッチの IP アドレス、またはホスト名を指定します。
ステップ 4	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	`Switch# show vmps`	VMPS サーバ エントリを確認します。

次に、プライマリおよびセカンダリ VMPS デバイスを定義する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# vmps server 172.20.128.179 primary
Switch(config)# vmps server 172.20.128.178
Switch(config)# end
```

（注） VMPS クライアントでこの CLI を使用して、最大 4 つの VMPS サーバを設定できます。

```
Switch# show vmps
VQP Client Status:
--------------------
VMPS VQP Version:   1
Reconfirm Interval: 60 min
Server Retry Count: 3
VMPS domain server: 172.20.128.179 (primary, current)
                    172.20.128.178

Reconfirmation status
---------------------
VMPS Action:          No Dynamic Port
```

VMPS クライアントでのダイナミック アクセス ポートの設定

VMPS クライアント スイッチにダイナミック アクセス ポートを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface` *interface*	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始し、設定するポートを指定します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# switchport mode access`	ポートをアクセス モードに設定します。
ステップ 4	`Switch(config-if)# switchport access vlan dynamic`	ダイナミック VLAN アクセスの対象となるようにポートを設定します。
ステップ 5	`Switch(config-if)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	`Switch# show interface` *interface* `switchport`	入力を確認します。

次に、ダイナミック アクセス ポートを設定し、入力を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface fa1/1
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# switchport access vlan dynamic
Switch(config-if)# end

Switch# show interface fa1/1 switchport
Name: Fa0/1
Switchport: Enabled
Administrative mode: dynamic auto
Operational Mode: dynamic access
Administrative Trunking Encapsulation: isl
Operational Trunking Encapsulation: isl
Negotiation of Trunking: Disabled
Access Mode VLAN: 0 ((Inactive))
Trunking Native Mode VLAN: 1 (default)
Trunking VLANs Enabled: NONE
Pruning VLANs Enabled: NONE
```

音声ポート

ダイナミック アクセス ポートに VVID（音声 VLAN ID）が設定されている場合、ポートはアクセス VLAN および音声 VLAN 両方に属することができます。そのため、IP Phone に接続するよう設定されたアクセス ポートでは、次のために異なる VLAN を指定できます。

- IP Phone のアクセス ポート（アクセス VLAN）を介してスイッチに接続された PC へ、PC からのデータ トラフィック
- IP Phone へ、IP Phone からの音声トラフィック（音声 VLAN）

VLAN メンバシップの再確認

スイッチが VMPS から受信したダイナミック ポート VLAN メンバシップの割り当てを確認するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# vmps reconfirm`	ダイナミック ポート VLAN メンバシップを再確認します。
ステップ 2	`Switch# show vmps`	ダイナミック VLAN 再確認ステータスを確認します。

再確認間隔の設定

VMPS クライアントは、VMPS から受信した VLAN メンバシップ情報を定期的に再確認します。VLAN/MAC アドレス割り当てを再確認するまで VMPS クライアントが待機する時間（分）を設定できます。

再確認間隔を設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# vmps reconfirm` *minutes*	ダイナミック VLAN メンバシップの再確認間隔を分単位で指定します。
ステップ 3	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	`Switch# show vmps`	ダイナミック VLAN 再確認ステータスを確認します。

次に、再確認間隔を 60 分に変更し、その変更を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# vmps reconfirm 60
Switch(config)# end
Switch# show vmps
VQP Client Status:
--------------------
VMPS VQP Version:   1
Reconfirm Interval: 60 min
Server Retry Count: 10
VMPS domain server: 172.20.130.50 (primary, current)

Reconfirmation status
---------------------
VMPS Action:         No Host
```

再試行間隔の設定

次のサーバにクエリーを実行するまで VMPS クライアントが VMPS に連絡を試行する回数を設定できます。

再試行間隔を設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# vmps retry` *count*	VPQ クエリーの再試行回数を指定します。デフォルトは 3 です。1 ～ 10 の数値を指定できます。
ステップ 3	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	`Switch# show vmps`	再試行回数を確認します。

次に、再試行回数を 5 回に変更し、その変更を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# vmps retry 5
Switch(config)# end

Switch# show vmps
VQP Client Status:
-------------------
VMPS VQP Version:   1
Reconfirm Interval: 60 min
Server Retry Count: 5
VMPS domain server: 172.20.130.50 (primary, current)

Reconfirmation status
---------------------
VMPS Action:         No Host
```

VMPS の管理およびモニタリング

show vmps コマンドを使用することにより、次の VMPS 情報を表示できます。

VQP バージョン	VMPS との通信に使用する VQP のバージョン。スイッチは、VQP バージョン 1 を使用して VMPS にクエリーを実行します。
再確認間隔	VLAN/MAC アドレス割り当てを再確認するまでスイッチが待機する時間（分）
サーバ再試行回数	VQP が VMPS へクエリーを再送信する回数。この回数を超えても応答がない場合、スイッチはセカンダリ VMPS のクエリーを開始します。
VMPS ドメイン サーバ	設定された VMPS の IP アドレス。スイッチは、現在 [current] とマークされたものへクエリーを送信しています。[primary] とマークされたものは、プライマリ サーバです。
VMPS アクション	最新の再確認試行の結果。再確認間隔が経過した場合に自動的に再確認されるか、**vmps reconfirm** コマンドまたは CVSM や SNMP の同様のコマンドを入力することで自動的に再確認できます。

次に、VMPS 情報を表示する例を示します。

```
Switch# show vmps
VQP Client Status:
---------------------
VMPS VQP Version:   1
Reconfirm Interval: 60 min
Server Retry Count: 3
VMPS domain server:

Reconfirmation status
---------------------
VMPS Action:         other

The following example shows how to display VMPS statistics:
Switch# show vmps statistics
VMPS Client Statistics
----------------------
VQP  Queries:               0
VQP  Responses:             0
VMPS Changes:               0
VQP  Shutdowns:             0
VQP  Denied:                0
VQP  Wrong Domain:          0
VQP  Wrong Version:         0
VQP  Insufficient Resource: 0
```

(注)　VMPS 統計情報の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』を参照してください。

ダイナミック ポート VLAN メンバシップのトラブルシューティング

VMPS は次の条件でダイナミック ポートを errdisable にします。

- VMPS がセキュア モードで、ホストがポートへ接続できない場合。VMPS は、ホストがネットワークに接続しないようにポートを errdisable にします。
- 50 以上のアクティブ ホストがダイナミック ポートにある場合

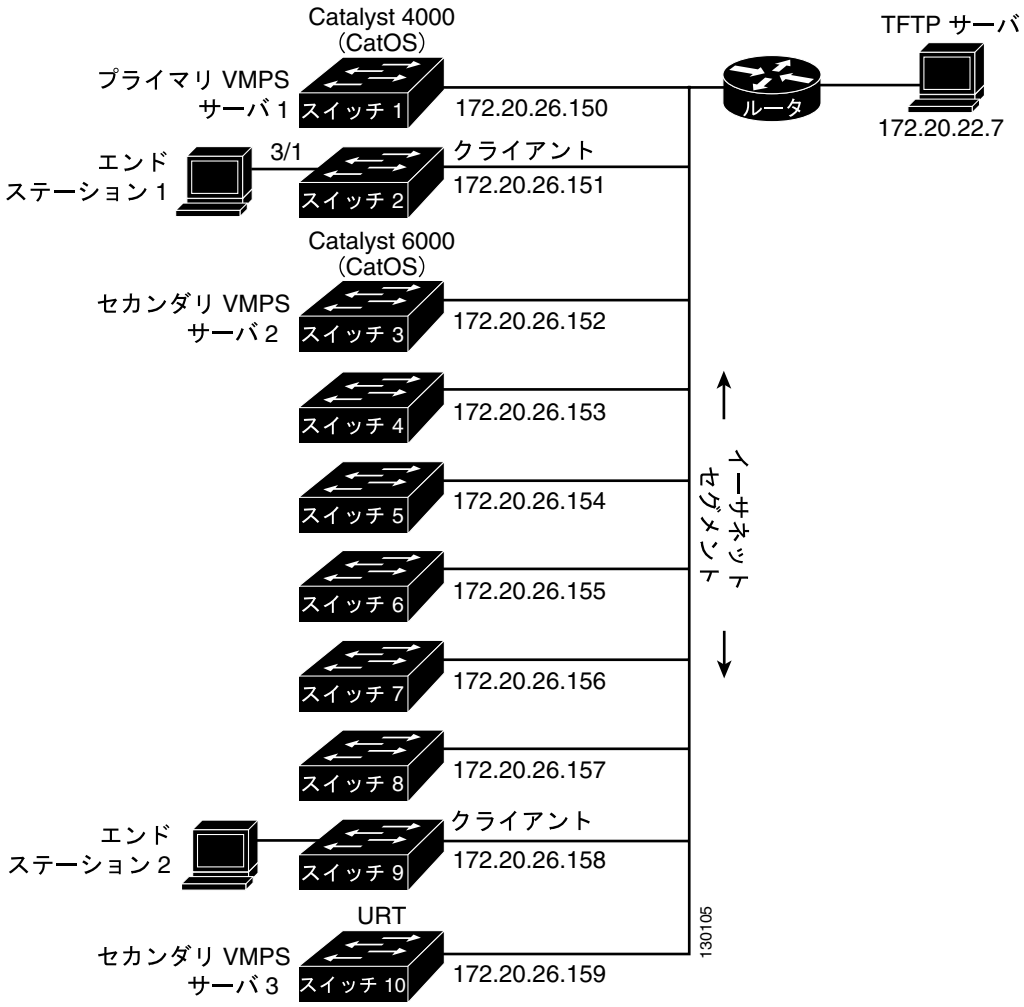
errdisable ステートのインターフェイスのステータスの表示方法については、第 7 章「ポートのステータスと接続の確認」を参照してください。errdisable ポートを回復するには、**errdisable recovery cause vmps** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。

ダイナミック ポート VLAN メンバシップの設定例

図 13-4 に、VMPS サーバとダイナミック ポートを持つ VMPS クライアント スイッチで構成されるネットワークを示します。この例の前提条件は、次のとおりです。

- VMPS サーバおよび VMPS クライアントは、それぞれ異なるスイッチです。
- Catalyst 4000 ファミリ スイッチ 1（CatOS を稼働）は、プライマリ VMPS サーバです。
- Catalyst 6000 ファミリ スイッチ 3(CatOS を稼働)および URT は、セカンダリ VMPS サーバです。
- エンド ステーションは、次のクライアントに接続されています。
  - Catalyst 4500 シリーズ XL スイッチ 2（Catalyst IOS を稼働）
  - Catalyst 4500 シリーズ XL スイッチ 9（Catalyst IOS を稼働）
- データベース コンフィギュレーション ファイルは Bldg-G.db という名前で、IP アドレスが 172.20.22.7 の TFTP サーバに保存されています。

図 13-4　ダイナミック ポート VLAN メンバシップの設定



可能なトポロジは、2 種類あります。図 13-5 に、1 つのエンド ステーションに VMPS クライアントとして稼働する Catalyst 4500 シリーズ スイッチが直接接続されたトポロジを示します。図 13-6 に、1 つのエンド ステーションに Catalyst 4500 シリーズ スイッチと接続する Cisco IP Phone が接続されたトポロジを示します。

図 13-5　ダイナミック ポート VLAN メンバシップの設定

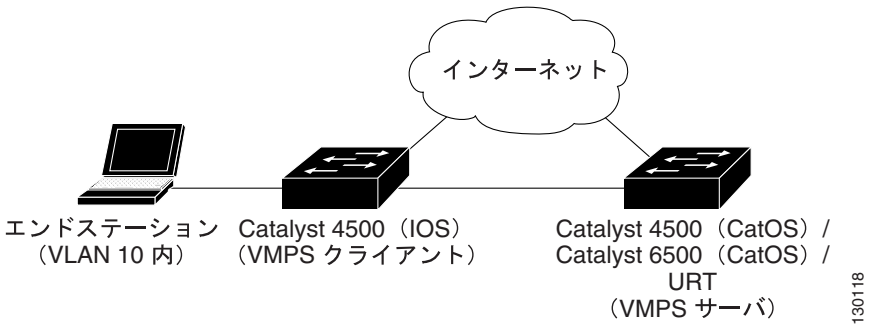
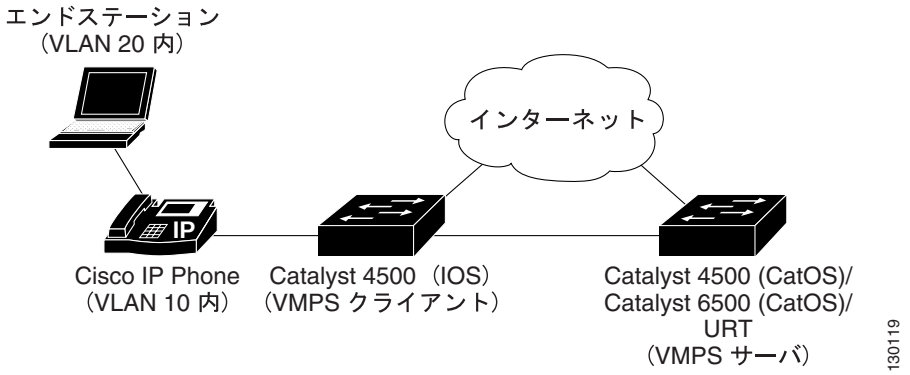


図 13-6　ダイナミック ポート VLAN メンバシップの設定



次の手順では、Catalyst 4000 および Catalyst 6000 シリーズ スイッチ（CatOS を稼働）が VMPS サーバとなります。ネットワーク内の Catalyst 4500 シリーズ スイッチのクライアントを設定するには、この手順を実行します。

ステップ 1　クライアント スイッチであるスイッチ 2 の VMPS サーバ アドレスを設定します。

a. 特権 EXEC モードから、グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。

```
switch# configuration terminal
```

b. プライマリ VMPS サーバの IP アドレスを入力します。

```
switch(config)# vmps server 172.20.26.150 primary
```

c. セカンダリ VMPS サーバの IP アドレスを入力します。

```
switch(config)# vmps server 172.20.26.152
```

d. VMPS IP アドレスの設定を確認するには、特権 EXEC モードに戻ります。

```
switch#(config) exit
```

e. スイッチに設定された VMPS 情報を表示します。

```
switch# show vmps
VQP Client Status:
--------------------
VMPS VQP Version:   1
Reconfirm Interval: 60 min
Server Retry Count: 3
VMPS domain server: 172.20.26.152
                    172.20.26.150 (primary, current
```

ステップ 2　スイッチ 2 のポート Fa0/1 をダイナミック ポートとして設定します。

a. グローバル コンフィギュレーションモードに戻ります。

```
switch# configure terminal
```

b. インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始します。

```
switch(config)# interface fa2/1
```

c. スタティック アクセス ポートの VLAN メンバシップ モードを設定します。

```
switch(config-if)# switchport mode access
```

d. ポートのダイナミック VLAN メンバシップを割り当てます。

```
switch(config-if)# switchport access vlan dynamic
```

e. 特権 EXEC モードに戻ります。

```
switch(config-if)# exit
switch#
```

ステップ 3　ポート Fa2/1 のエンド ステーション 2 を接続します。エンド ステーション 2 がパケットを送信すると、スイッチ 2 がプライマリ VMPS サーバであるスイッチ 1 にクエリーを送ります。スイッチ 1 は、ポート Fa2/1 の VLAN ID で応答します。スパニングツリー PortFast モードが Fa2/1 上でイネーブルの場合、ポート Fa2/1 はただちに接続されて転送を開始します。

ステップ 4　VMPS 再確認間隔を 60 分に設定します。再確認間隔とは、VLAN/MAC アドレス割り当てを再確認するまでスイッチが待機する時間（分）です。

```
switch# config terminal
switch(config)# vmps reconfirm 60
```

ステップ 5　特権 EXEC モードでエントリを確認します。

```
switch# show vmps
VQP Client Status:
--------------------
VMPS VQP Version:   1
Reconfirm Interval: 60 min
Server Retry Count: 3
VMPS domain server:

Reconfirmation status
---------------------
VMPS Action:         No Dynamic Port
```

ステップ 6　ステップ 1 およびステップ 2 を繰り返して、VMPS サーバ アドレスを設定し、各 VMPS クライアント スイッチのダイナミック ポートを割り当てます。

VMPS データベース コンフィギュレーション ファイルの例

次に、VMPS サーバに表示される VMPS データベース コンフィギュレーション ファイルの例を示します。VMPS データベース コンフィギュレーション ファイルは ASCII テキスト ファイルで、VMPS サーバとして機能するスイッチにアクセス可能な TFTP サーバに保存されます。

```
!vmps domain <domain-name>
! The VMPS domain must be defined.
!vmps mode { open | secure }
! The default mode is open.
!vmps fallback <vlan-name>
!vmps no-domain-req { allow | deny }
!
! The default value is allow.
vmps domain WBU
vmps mode open
vmps fallback default
vmps no-domain-req deny
!
!
!MAC Addresses
!
vmps-mac-addrs
!
! address <addr> vlan-name <vlan_name>
!
address 0012.2233.4455 vlan-name hardware
address 0000.6509.a080 vlan-name hardware
address aabb.ccdd.eeff vlan-name Green
address 1223.5678.9abc vlan-name ExecStaff
address fedc.ba98.7654 vlan-name --NONE--
address fedc.ba23.1245 vlan-name Purple
!
!Port Groups
!
!vmps-port-group <group-name>
! device <device-id> { port <port-name> | all-ports }
!
vmps-port-group WiringCloset1
 device 198.92.30.32 port Fa1/3
 device 172.20.26.141 port Fa1/4
vmps-port-group "Executive Row"
 device 198.4.254.222 port es5%Fa0/1
 device 198.4.254.222 port es5%Fa0/2
 device 198.4.254.223 all-ports
!
!VLAN groups
!
!vmps-vlan-group <group-name>
! vlan-name <vlan-name>
!
vmps-vlan-group Engineering
vlan-name hardware
vlan-name software
!
!VLAN port Policies
!
!vmps-port-policies {vlan-name <vlan_name> | vlan-group <group-name> }
! { port-group <group-name> | device <device-id> port <port-name> }
!
vmps-port-policies vlan-group Engineering
 port-group WiringCloset1
vmps-port-policies vlan-name Green
 device 198.92.30.32 port Fa0/9
vmps-port-policies vlan-name Purple
 device 198.4.254.22 port Fa0/10
 port-group "Executive Row"
```

CHAPTER 14

IP アンナンバード インターフェイスの設定

(注) IP UnControl Plane Policing（アンコントロール プレーン ポリシング）は Supervisor Engine 6-E ではサポートされて*いません*。

この章では、IP アンナンバード インターフェイス機能について説明します。この機能を使用すると、明示的に IP アドレスを割り当てないで、インターフェイス上で IP 処理を行うことが可能になります。

この章の内容は、次のとおりです。

(注) この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

関連資料

関連トピック	資料のタイトル
DHCP およびその他の IP アドレッシングの設定作業	『*Cisco IOS IP Addressing Services Configuration Guide*』Release 12.4 の「IP Addressing and Services」
DHCP およびその他の IP アドレッシングのコマンド	『*Cisco IOS IP Addressing Services Command Reference*』Release 12.4 T
VLAN の設定作業	『*Cisco IOS LAN Switching Configuration Guide*』Release 12.4 の「Virtual LANs」の章
VLAN コンフィギュレーションコマンド	『*Cisco IOS LAN Switching Command Reference*』Release 12.4 T

IP アンナンバード サポートの概要

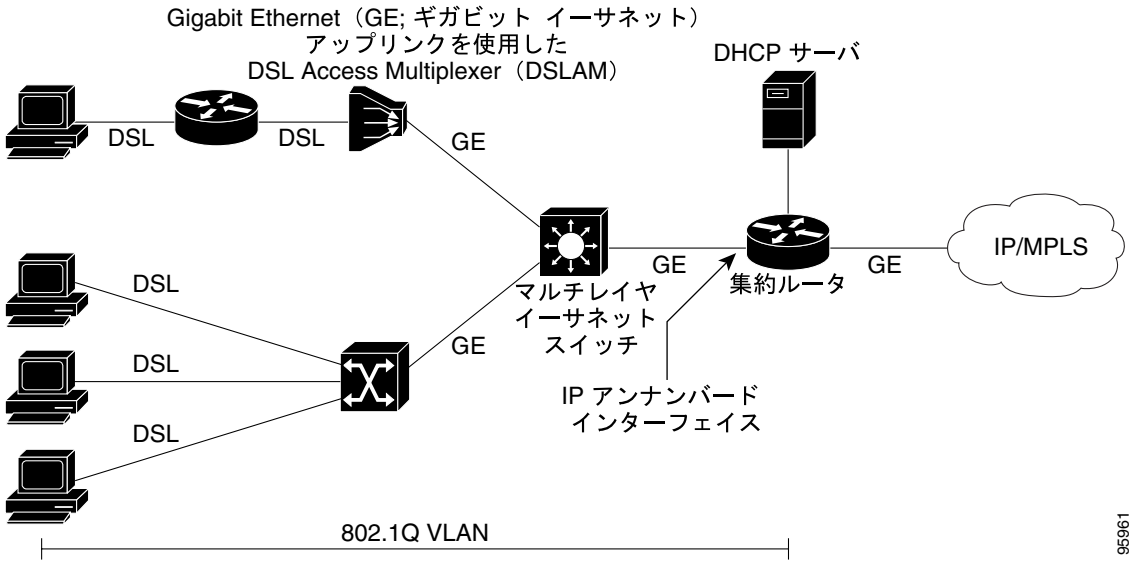
IP アンナンバード インターフェイスを使用した VLAN および LAN インターフェイスを設定する前に、次の概念を理解する必要があります。

DHCP サーバとリレー エージェントでの IP アンナンバード インターフェイス サポート

IP アンナンバード インターフェイスの構成では、明示的に IP アドレスを割り当てないで、インターフェイス上で IP 処理を行うことが可能になります。IP アンナンバード インターフェイスは、Catalyst 4500 シリーズ スイッチにすでに設定されている別のインターフェイスから IP アドレスを「借りる」ことができるので、ネットワークとアドレス スペースを節約できます。DHCP サーバ / リレー エージェントでこの機能を使用すると、DHCP サーバによって割り当てられたホスト アドレスを DHCP リレー エージェントで動的に学習できます。

図 14-1 に、IP アンナンバード インターフェイス機能を実装するネットワーク トポロジ例を示します。このトポロジでは、DHCP サーバが IP アドレスをホストに割り当てるときに、集約スイッチが IP ルートを動的に確立します。

図 14-1　VLAN 上で IP アンナンバード インターフェイス機能を使用するネットワーク トポロジ例



DHCP オプション 82

DHCP は、TCP/IP ネットワーク上のホストに設定情報を渡すフレームワークを提供します。設定パラメータと他の制御情報は、DHCP メッセージのオプション フィールドに保存されているタグ付きデータ項目で伝送されます。データ項目は、*オプション*とも呼ばれます。オプション 82 は、リレー エージェントが認識する情報を含んだ単一の DHCP オプションとして構成されています。

IP アンナンバード インターフェイス機能は、*エージェント リモート ID* と呼ばれる DHCP リレー エージェント情報オプションのサブオプションを使用して、DHCP サーバに情報を伝えます。エージェント リモート ID で送信された情報には、リレー エージェントを特定する IP アドレス、インターフェイスに関する情報、および DHCP 要求を入力した接続に関する情報が含まれます。DHCP サーバはこの情報を使用して、IP アドレスの割り当てとセキュリティ ポリシーの決定を行うことができます。

図 14-2 に、IP アンナンバード インターフェイス機能で使用されるエージェント リモート ID サブオプションの形式を示します。

図 14-2　エージェント リモート ID サブオプションの形式

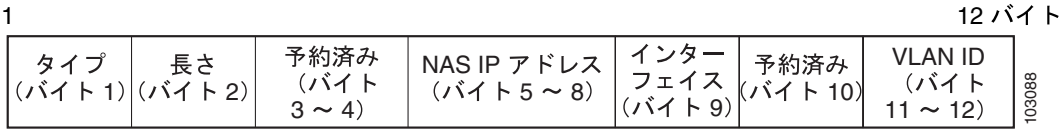


表 14-1 で、図 14-2 に示されたエージェント リモート ID サブオプション フィールドについて説明します。

表 14-1　エージェント リモート ID サブオプション フィールドの説明

フィールド	説明
タイプ	形式タイプ。値 2 はこの機能で使用する形式を指定します（1 バイト）。
長さ	エージェント リモート ID サブオプションの長さ。タイプ フィールドと長さフィールドは含まれません（1 バイト）。
予約済み	予約済み（2 バイト）
NAS IP アドレス	**ip unnumbered** コマンドで指定したインターフェイスの IP アドレス（4 バイト）
インターフェイス	物理インターフェイス。このフィールドの形式は、次のとおりです。 スロット（4 ビット）| モジュール（1 ビット）| ポート（3 ビット） たとえば、インターフェイス名がインターフェイス Ethernet 2/1/1 の場合、スロットは 2、モジュールは 1、およびポートは 1 です（1 バイト）。
予約済み	予約済み（1 バイト）
VLAN ID	イーサネット インターフェイスの VLAN ID（2 バイト）

接続ホストのポーリングを行う IP アンナンバード

（注） この機能オプションは、LAN および VLAN インターフェイスにのみ適用できます。

場合によっては、ホスト IP アドレスが静的に割り当てられていることがあります。IP アンナンバード インターフェイス機能は、動的にスタティック ホスト IP アドレスを学習できます。

DHCP サーバにおける IP アンナンバード インターフェイス サポートの設定

（注）　DHCP が設定されており、動作可能な状態である必要があります。

ここでは、次の手順について説明します。

LAN および VLAN インターフェイスに対する IP アンナンバード インターフェイス サポートの設定

単一 LAN または VLAN インターフェイスに IP アンナンバード インターフェイス サポートを設定するには、次の作業を行います。

手順の要約

1. **enable**
2. **configure** ***terminal***
3. **interface** [***fastethernet*** | ***gigabitethernet*** | ***tengigabitethernet*** | ***vlan*** *vlan*} ***port-channel*** | ***loopback***]
4. **ip unnumbered** *type number*

手順の詳細

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# enable`	特権 EXEC モードをイネーブルにします。 プロンプトが表示されたら、パスワードを入力します。
ステップ 2	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 3	`Switch(config)# interface [fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet | vlan vlan | port-channel | loopback]`	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始し、トンネル ポートとして設定するインターフェイスを入力します。
ステップ 4	`Switch(config-if)# ip unnumbered type number`	明示的な IP アドレスをインターフェイスに割り当てずにインターフェイス上の IP 処理をイネーブルにします。 *type* および *number* 引数は、IP アドレスが割り当てられているスイッチ上の別のインターフェイスを指定します。指定したインターフェイスを別のアンナンバード インターフェイスに設定することはできません。
ステップ 5	`Switch(config-if)# exit`	グローバル コンフィギュレーションモードに戻ります。
ステップ 6	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	`Switch# show running-config`	IP アンナンバード サポートが正しく設定されていることを確認します。

次に、イーサネット VLAN 10 が IP アンナンバード インターフェイスとして設定されている例を示します。

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface vlan 10
Switch(config-if)# ip unnumbered Lookback 0
```

イーサネット VLAN 範囲に対する IP アンナンバード インターフェイス サポートの設定

特定の範囲のイーサネット VLAN インターフェイスに IP アンナンバード インターフェイス サポートを設定するには、次の作業を行います。

手順の要約

1. **enable**
2. **configure** ***terminal***
3. **interface range** {{***fastethernet*** | ***gigabitethernet*** | ***vlan*** *vlan*} *slot*/*interface* {***fastethernet*** | ***gigabitethernet*** | ***vlan*** *vlan*} *slot*/*interface* ***macro*** *macro-name*}
4. **ip unnumbered** *type number*

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	`Switch# enable`	特権 EXEC モードをイネーブルにします。 プロンプトが表示されたら、パスワードを入力します。
ステップ 2	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 3	`Switch(config)# interface range {{fastethernet | gigabitethernet | vlan vlan} slot/interface {fastethernet | gigabitethernet | vlan vlan} slot/interface | macro macro-name}`	複数のインターフェイスで同時にコマンドを実行します。 範囲情報を分けるために、両側にスペースを付けた形でハイフンを入力する必要があります。
ステップ 4	`Switch(config-if)# ip unnumbered type number`	明示的な IP アドレスをインターフェイスに割り当てずにインターフェイス上の IP 処理をイネーブルにします。 *type* および *number* 引数は、IP アドレスが割り当てられているスイッチ上の別のインターフェイスを指定します。指定したインターフェイスを別のアンナンバード インターフェイスに設定することはできません。
ステップ 5	`Switch(config-if)# exit`	グローバル コンフィギュレーションモードに戻ります。
ステップ 6	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	`Switch# show running-config`	IP アンナンバード サポートが正しく設定されていることを確認します。

次に、1 ～ 10 の範囲の VLAN を IP アンナンバード インターフェイスとして設定する例を示します。FastEthernet 3/1 の IP アドレスを共有しています。

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface range vlan 1 - 10
Switch(config-if)# ip unnumbered fastethernet 3/1
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# end
```

接続ホストのポーリングを行う IP アンナンバード インターフェイス サポートの設定

接続ホストのポーリングを使用する IP アンナンバード インターフェイス サポートを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# enable`	特権 EXEC モードをイネーブルにします。 プロンプトが表示されたら、パスワードを入力します。
ステップ 2	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 3	`Switch(config)# interface vlan` *vlan-id*	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始し、トンネル ポートとして設定するインターフェイスを入力します。
ステップ 4	`Switch(config-if)# ip unnumbered` type number `poll`	明示的な IP アドレスをインターフェイスに割り当てずに、インターフェイス上の IP 処理および、接続ホストのポーリングをイネーブルにします。 *type* および *number* は、IP アドレスが割り当てられているスイッチ上の別のインターフェイスを指定します。指定したインターフェイスを別のアンナンバード インターフェイスに設定することはできません。 *type* 引数には、*loopback*、*fastethernet*、*gigabitethernet*、*svi*、および *portchannel* の値を設定できます。
ステップ 5	`Switch(config-if)# exit`	グローバル コンフィギュレーションモードに戻ります。
ステップ 6	`Switch(config)# ip arp poll queue` <10-10000>	ホスト アドレスのグローバル バックログ キューが検出されるように設定します。 キュー サイズのデフォルトは 1000 です。
ステップ 7	`Switch(config)# ip arp poll rate` <10-10000>	アンナンバード インターフェイスで送信される Address Resolution Protocol（ARP; アドレス解決プロトコル）要求の最大数を設定します。 ARP 要求のデフォルト数は、1000 pps です。
ステップ 8	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 9	`Switch# show running-config`	IP アンナンバード サポートが正しく設定されていることを確認します。

次に、インターフェイス FastEthernet 6/2 での IP 処理および接続ホストのポーリングをイネーブルにする例を示します。また、グローバル バックログ キューを 2000 に設定し、ARP 要求の最大数を 500 に設定する例も示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface fastEthernet 6/2
Switch(config-if)# no switchport
Switch(config-if)# ip unnumbered loopback 0 poll
Warning: dynamic routing protocols will not work on non-point-to-point interfaces with
IP unnumbered configured.
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# ip arp poll queue 2000
Switch(config)# ip arp poll rate 500
Switch(config)# end
```

IP アンナンバード インターフェイス設定の表示

show ip interface [type number] unnumbered [detail] コマンドを使用して、接続ホストのポーリングを行うアンナンバード インターフェイスのステータスを表示します。

アンナンバード インターフェイスのステータスを表示するには、次の作業を 1 つまたは複数行います。

コマンド	目的
Switch# **show ip interface** [**type number**] **unnumbered** [**detail**]	Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上の接続ホストのポーリングを行うアンナンバード インターフェイスのステータスを表示します。

次に、接続ホストのポーリングを行うアンナンバード インターフェイスのステータスを表示する例を示します。

```
Switch# show ip interface loopback 0 unnumbered detail
Number of unnumbered interfaces with polling: 1
Number of IP addresses processed for polling: 2
10.1.1.7
10.1.1.8
Number of IP addresses in queue for polling: 2(high water mark: 3)
10.1.1.17
10.1.1.18
```

スイッチ上の、接続ホストのポーリングを行うアンナンバード インターフェイス バックログの主要な統計情報を表示するには、**show ip arp poll** コマンドを使用します。

コマンド	目的
Switch# **show ip arp poll** [**detail**]	スイッチ上の、接続ホストのポーリングを行うアンナンバード インターフェイス バックログの主要な統計情報を表示します。

次に、接続ホストのポーリングを行うアンナンバード インターフェイスのバックログの主要な統計情報を表示する例を示します。

```
Switch# show ip arp poll
Number of IP addresses processed for polling: 439
Number of IP addresses in queue for polling: 3 (high water mark: 0, max: 1000)
Number of requests dropped:
  Queue was full: 0
  Request was throttled by incomplete ARP: 0
  Duplicate request was found in queue: 0
```

アンナンバード インターフェイス バックログの主要な統計情報をクリアするには、次のように **clear ip arp poll statistic** コマンドを使用します。

```
Switch# clear ip arp poll statistic
Switch# show ip arp poll
Number of IP addresses processed for polling: 0
Number of IP addresses in queue for polling: 0 (high water mark: 0, max: 1000)
Number of requests dropped:
  Queue was full: 0
  Request was throttled by incomplete ARP: 0
  Duplicate request was found in queue: 0
```

IP アンナンバードのトラブルシューティング

接続ホストのポーリングをデバッグする方法については、Cisco.com で **debug arp** コマンドの IOS マニュアルを参照してください。

プレフィクスが OSPF ネットワークにアドバタイズされているループバック インターフェイスの IP アドレスを IP アンナンバード インターフェイスが共有する場合、ループバック インターフェイスをポイントツーポイント インターフェイスに変更する必要があります。そうしないと、ループバック インターフェイスのホスト ルートだけが OSPF ネイバーにアドバタイズされます。

```
Switch(config)# int loopback 0
Switch(config-if)# ip address
Switch(config-if)# ip address 10.1.0.1 255.255.0.0
Switch(config-if)# ip ospf network point-to-point
Switch(config-if)# end
```

CHAPTER 15

レイヤ 2 イーサネット インターフェイスの設定

この章では、CLI（コマンドライン インターフェイス）を使用して、Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上でレイヤ 2 スイッチング用のファスト イーサネットとギガビット イーサネットを設定する手順について説明します。設定上の注意事項、設定手順、および設定例についても示します。この章の設定は、スーパーバイザ エンジンのアップリンク ポートを含むすべてのモジュールのファスト イーサネットおよびギガビット イーサネット インターフェイスに適用されます。

この章の主な内容は、次のとおりです。

（注） レイヤ 3 インターフェイスの設定手順については、第 26 章「レイヤ 3 インターフェイスの設定」を参照してください。

（注） この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

レイヤ 2 イーサネット スイッチングの概要

ここでは、Catalyst 4500 シリーズ スイッチでのレイヤ 2 イーサネット スイッチングの機能について説明します。

レイヤ 2 イーサネット スイッチングの概要

Catalyst 4500 シリーズ スイッチでは、レイヤ 2 イーサネット セグメント間のパラレル接続を複数同時に確立できます。イーサネット セグメント間のスイッチド接続は、パケットの有効期間のみ存続します。以降のパケットには、別のセグメント間に新しい接続が確立されます。

（注） Cisco IOS Release 12.1(13)EW の場合、Catalyst 4500 シリーズ スイッチは 1600 バイトのパケットを処理できます。「オーバーサイズ」として処理して廃棄することはありません。このサイズは、一般的な IEEE（米国電気電子学会）イーサネット最大伝送ユニット（maximum transmission unit; MTU）（1518 バイト）および 802.1Q MTU（1522 バイト）よりも大きな値です。大容量パケットを処理するには、ネットワーク上で 2 つのネスト化した 802.1Q ヘッダーと Multiprotocol Label Switching（MPLS; マルチプロトコル ラベル スイッチング）のサポートが必要です。

Catalyst 4500 シリーズは、高帯域のデバイスおよび多数のユーザに起因する輻輳問題を解決するために、デバイス（サーバなど）ごとに専用の 10 Mbps、100 Mbps、または 1000 Mbps セグメントを割り当てます。スイッチの各イーサネット インターフェイスは、それぞれ別のイーサネット セグメントに接続されているので、スイッチング環境が適切に設定されていれば、サーバは全帯域幅にアクセスできます。

衝突はイーサネット ネットワークにおける大きな障害になりますが、有効な解決策の 1 つは全二重通信です。イーサネットは通常、半二重モードで動作します。つまり、各ステーションは送信または受信のどちらか一方しか実行できません。全二重モードでは、2 つのステーション間で同時に送受信を行うことができます。パケットを同時に双方向に流すことができる場合、有効イーサネット帯域幅は 2 倍になり、10 Mbps インターフェイスで 20 Mbps、ファスト イーサネット インターフェイスで 200 Mbps になります。Catalyst 4500 シリーズ スイッチのギガビット イーサネット インターフェイスは全二重モード専用で、2 Gbps の有効帯域幅を提供します。

セグメント間のフレーム スイッチング

Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上の各イーサネット インターフェイスは、1 台のワークステーションまたはサーバに接続することも、ハブに接続し、ハブを経由して複数のワークステーションまたはサーバをネットワークに接続することもできます。

標準的なイーサネット ハブでは、すべてのポートがハブ内の共通のバックプレーンに接続され、ハブに接続されたすべてのデバイスが、ネットワークの帯域幅を共用します。2 つのデバイス間で、帯域幅を大量に使用するセッションを確立した場合には、そのハブに接続された他のすべてのステーションで、ネットワーク パフォーマンスが低下します。

パフォーマンスの低下を抑えるために、スイッチは各インターフェイスを個々のセグメントとして処理します。異なるインターフェイス上のステーションが相互に通信する必要がある場合、スイッチは一方のインターフェイスから他方のインターフェイスにワイヤ速度でフレームを転送して、各セッションが全帯域幅を利用できるようにします。

インターフェイス間でフレームのスイッチングを効率的に行うため、スイッチはアドレス テーブルを維持します。フレームがスイッチに着信すると、ルータは送信元ステーションの MAC（メディア アクセス制御）アドレスと、フレームを受信したインターフェイスを対応付けます。

MAC アドレス テーブルの作成

Catalyst 4500 シリーズは、受信したフレームの送信元アドレスを使用して、MAC アドレス テーブルを作成します。MAC アドレス テーブルに登録されていない宛先アドレスを持つフレームをスイッチが受信すると、そのフレームを受信したインターフェイスを除き、同一 VLAN（仮想 LAN）のすべてのインターフェイスにフレームをフラッディングします。宛先デバイスから応答があると、スイッチは該当する送信元アドレスおよびインターフェイス ID をアドレス テーブルに追加します。スイッチは以降のフレームについて、すべてのインターフェイスにフラッディングすることなく 1 つのインターフェイスに転送します。

アドレス テーブルには、エントリのフラッディングを伴わずに、32,000 以上のアドレス エントリを保存できます。スイッチは設定可能なエージング タイマーによって定められたエージング メカニズムを使用するので、アドレスが所定の秒数だけ非アクティブ状態になると、アドレス テーブルから削除されます。

VLAN トランクの概要

トランクは 1 つまたは複数のイーサネット スイッチ インターフェイスと、ルータまたはスイッチなど別のネットワーキング デバイス間のポイントツーポイント リンクです。トランクは 1 つのリンクを介して複数の VLAN トラフィックを伝送するので、VLAN をネットワーク全体に拡張できます。

次の 2 種類のトランク カプセル化方式が、すべてのイーサネット インターフェイスで使用可能です。

- ISL（スイッチ間リンク）プロトコル ― ISL は、シスコ独自のトランク カプセル化方式です。

（注） Supervisor Engine 6-E は、ISL トランキングをサポートして*いません*。そのため、**switchport trunk encapsulute** コマンドはサポートされていません。

（注） WS-X4418-GB および WS-X4412-2GB-T モジュール上のブロッキング ギガビット ポートは、ISL をサポートしていません。WS-X4418-GB モジュールでは、ポート 3 ～ 18 がブロッキング ギガビット ポートです。WS-X4412-2GB-T モジュールでは、ポート 1 ～ 12 がブロッキング ギガビット ポートです。

- 802.1Q ― 802.1Q は、業界標準のトランク カプセル化方式です。

トランクは、1 つのイーサネット インターフェイスまたは EtherChannel バンドルに対して設定できます。EtherChannel の詳細については、第 19 章「EtherChannel の設定」を参照してください。

イーサネット トランク インターフェイスは、複数のトランキング モードをサポートしています（表 15-2 を参照）。さらに、トランクでの ISL または 802.1Q カプセル化の使用、またはカプセル化タイプの自動ネゴシエーションを指定することもできます。

トランキングの自動ネゴシエーションを実行する場合は、インターフェイスが同一 VLAN Trunking Protocol（VTP; VLAN トランキング プロトコル）ドメインにあることを確認してください。異なるドメイン内のインターフェイスを強制的にトランキングするには、**trunk** キーワードまたは **nonegotiate** キーワードを使用します。VTP ドメインの詳細については、VTP を参照してください。

トランク ネゴシエーションは、Dynamic Trunking Protocol（DTP; ダイナミック トランキング プロトコル）によって管理されます。DTP は、ISL トランクおよび 802.1Q トランクの両方で自動ネゴシエーションをサポートします。

カプセル化タイプ

表 15-1 に、イーサネット トランクのカプセル化タイプを示します。

表 15-1　イーサネット トランクのカプセル化タイプ

カプセル化タイプ	カプセル化コマンド	目的
ISL	**switchport trunk encapsulation isl**	トランク リンクに ISL カプセル化を指定します。
802.1Q	**switchport trunk encapsulation dot1q**	トランク リンクに 802.1Q カプセル化を指定します。
ネゴシエーション	**switchport trunk encapsulation negotiate**	インターフェイスが近接インターフェイスとネゴシエーションを行い、近接インターフェイスの設定および機能に応じて、ISL トランク（優先）または 802.1Q トランクになるよう指定します。

リンクが ISL トランクまたは 802.1Q トランクのどちらになるかは、接続された 2 つのインターフェイスのトランキング モード、トランク カプセル化タイプ、およびハードウェア機能によって決まります。

レイヤ 2 インターフェイス モード

表 15-2 に、レイヤ 2 インターフェイス モードを示し、イーサネット インターフェイスにおける各モードの機能について説明します。

表 15-2　レイヤ 2 インターフェイス モード

モード	目的
switchport mode access	インターフェイスは永続的な非トランキング モードになり、リンクを非トランキング リンクに変換するためにネゴシエーションを行います。インターフェイスは、近接インターフェイスが変更されない場合でも、非トランク インターフェイスになります。
switchport mode dynamic desirable	リンクからトランキング リンクへの変換をインターフェイスにアクティブに試行させます。近接インターフェイスが **trunk**、**desirable**、または **auto** モードに設定されていれば、インターフェイスはトランク インターフェイスになります。
switchport mode dynamic auto	近接インターフェイスが **trunk** モードまたは **desirable** モードに設定されている場合、インターフェイスのリンクをトランキング リンクに変換します。このモードは、すべてのイーサネット インターフェイスのデフォルト モードです。

表 15-2　レイヤ 2 インターフェイス モード（続き）

モード	目的
switchport mode trunk	インターフェイスは永続的なトランキング モードになり、リンクをトランキング リンクに変換するためにネゴシエーションを行います。インターフェイスは、近接インターフェイスが変更されない場合でも、トランク インターフェイスになります。
switchport nonegotiate	インターフェイスを永続的なトランキング モードにしますが、インターフェイスが DTP フレームを生成しないようにします。トランキング リンクを確立するには、近接するインターフェイスを手動でトランク インターフェイスとして設定する必要があります。

（注） DTP は PPP（ポイントツーポイント プロトコル）です。ただし、インターネットワーキング デバイスによっては、DTP フレームが正しく転送されないことがあります。この問題を避けるために、これらのリンク上でトランキングを行わない場合は、DTP をサポートしないデバイスに接続されているインターフェイスが、**access** キーワードを使用して設定されていることを確認してください。DTP をサポートしないデバイスへのトランキングをイネーブルにするには、**nonegotiate** キーワードを使用して、インターフェイスをトランクにし、DTP フレームが生成されないようにします。

レイヤ 2 イーサネット インターフェイスのデフォルト設定

表 15-3 に、レイヤ 2 イーサネット インターフェイスのデフォルト設定を示します。

表 15-3　レイヤ 2 イーサネット インターフェイスのデフォルト設定

機能	デフォルト値
インターフェイス モード	switchport mode dynamic auto
トランク カプセル化	switchport trunk encapsulation negotiate
VLAN 許容範囲	VLAN 1 ～ 1005
プルーニングに適格な VLAN 範囲	VLAN 2 ～ 1001
デフォルト VLAN（アクセス ポート用）	VLAN 1
ネイティブ VLAN（802.1Q 専用トランク用）	VLAN 1
STP[1] STP	すべての VLAN でイネーブル
STP ポート プライオリティ	128
STP ポート コスト	• 10 Mbps イーサネット LAN ポートでは 100 • 10/100 Mbps ファスト イーサネット ポートでは 19 • 100 Mbps ファスト イーサネット ポートでは 19 • 1000 Mbps ギガビット イーサネット ポートでは 4 • 10,000 Mbps 10 ギガビット イーサネット LAN ポートでは 2

1. STP = Spanning-Tree Protocol（スパニングツリー プロトコル）

レイヤ 2 インターフェイス設定時の注意事項および制約事項

レイヤ 2 インターフェイスを設定する場合は、次の注意事項および制約事項に留意してください。

- 802.1Q トランクを使用して接続しているシスコ製スイッチのネットワークでは、トランク上で許容される VLAN ごとに 1 つのスパニングツリー インスタンスが維持されます。他社製の 802.1Q スイッチが維持するのは、トランク上で許容されるすべての VLAN に対してスパニングツリー インスタンス 1 つのみです。

  802.1Q トランクを使用してシスコ製スイッチを他社製のデバイスに接続する場合、シスコ製スイッチは、トランクのネイティブ VLAN のスパニングツリー インスタンスを、他社製の 802.1Q スイッチのスパニングツリー インスタンスと結合します。ただし、各 VLAN のスパニングツリー情報は、他社製の 802.1Q スイッチのクラウドと切り離され、シスコ製スイッチで維持されます。シスコ製スイッチを切り離している他社製の 802.1Q のクラウドは、スイッチ間の単一トランク リンクとして扱われます。

- 802.1Q トランクのネイティブ VLAN が、トランク リンクの両端で同一であることを確認してください。トランクの一端の VLAN と反対側の VLAN が異なると、スパニングツリー ループの原因になります。

- 802.1Q トランクのいずれかの VLAN でスパニングツリーをディセーブルにしても、スパニングツリー ループが発生する場合があります。

レイヤ 2 スイッチング用のイーサネット インターフェイスの設定

ここでは、Catalyst 4500 シリーズ スイッチにおけるレイヤ 2 スイッチングの設定手順について説明します。

レイヤ 2 トランクとしてのイーサネット インターフェイスの設定

（注） レイヤ 2 インターフェイスのデフォルトは、**switchport mode dynamic auto** です。近接インターフェイスがトランキングをサポートし、trunk モードまたは dynamic desirable モードに設定されている場合、リンクはレイヤ 2 トランクになります。デフォルトでは、トランクはカプセル化方式をネゴシエーションします。近接インターフェイスがそれぞれ ISL と 802.1Q のカプセル化方式をサポートし、いずれのインターフェイスもカプセル化タイプのネゴシエーションに設定されている場合、トランクは ISL カプセル化方式を使用します。

（注） Supervisor Engine 6-E は、ISL トランキングをサポートして*いません*。

インターフェイスをレイヤ 2 トランクとして設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# interface {fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet} slot/port`	設定するインターフェイスを指定します。
ステップ 2	`Switch(config-if)# shutdown`	（任意）設定が完了するまでトラフィックを流さないようにするため、インターフェイスをシャットダウンします。
ステップ 3	`Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation {isl | dot1q | negotiate}`	（任意）カプセル化方式を指定します。 **（注）** このコマンドと一緒に **isl** または **dot1q** キーワードを指定して、デフォルト モード（**negotiate**）ではサポートされない **switchport mode trunk** コマンドをサポートするようにします。 **（注）** Supervisor Engine 6-E は、ISL トランキングをサポートして*いません*。
ステップ 4	`Switch(config-if)# switchport mode {dynamic {auto | desirable} | trunk}`	インターフェイスをレイヤ 2 トランクとして設定します（インターフェイスがレイヤ 2 アクセス ポートの場合、またはトランキング モードを指定する場合のみ）。

	コマンド	目的
ステップ 5	`Switch(config-if)# switchport access vlan vlan_num`	（任意）インターフェイスがトランキングを停止した場合に使用するアクセス VLAN を指定します。アクセス VLAN がネイティブ VLAN として使用されることはありません。 **（注）** *vlan_num* パラメータは、1 ～ 1005 の単一の VLAN 番号または 2 つの VLAN 番号（小さい方が先、ダッシュで区切る）で指定する VLAN 範囲です。カンマで区切った *vlan* パラメータの間、またはダッシュで指定した範囲の間には、スペースを入れないでください。
ステップ 6	`Switch(config-if)# switchport trunk native vlan vlan_num`	802.1Q トランクの場合、ネイティブ VLAN を指定します。 **（注）** ネイティブ VLAN を設定しない場合、デフォルトが使用されます（VLAN 1）。
ステップ 7	`Switch(config-if)# switchport trunk allowed vlan {add | except | all | remove} vlan_num[,vlan_num[,vlan_num[,....]]]`	（任意）トランク上で許容される VLAN のリストを設定します。デフォルトでは、すべての VLAN が許容されます。トランクからデフォルト VLAN を削除することはできません。
ステップ 8	`Switch(config-if)# switchport trunk pruning vlan {add | except | none | remove} vlan_num[,vlan_num[,vlan_num[,....]]]`	（任意）トランクでプルーニングが許容されている VLAN のリストを設定します（「VTP」[p.13-9] を参照）。デフォルトでは、プルーニングが許容される VLAN のリストに、VLAN 1 を除くすべての VLAN が含まれます。
ステップ 9	`Switch(config-if)# no shutdown`	インターフェイスをアクティブにします（インターフェイスをシャットダウンした場合のみ）。
ステップ 10	`Switch(config-if)# end`	インターフェイス コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 11	`Switch# show running-config interface {fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet} slot/port`	インターフェイスの実行コンフィギュレーションを表示します。
ステップ 12	`Switch# show interfaces [fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet] slot/port switchport`	インターフェイスのスイッチ ポート設定を表示します。
ステップ 13	`Switch# show interfaces [{fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet} slot/port] trunk`	インターフェイスのトランク設定を表示します。

次に、インターフェイス FastEthernet 5/8 を 802.1Q トランクとして設定する例を示します。この例では、近接インターフェイスが 802.1Q トランキングをサポートするように設定され、ネイティブ VLAN のデフォルトが VLAN 1 に設定されているものとします。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface fastethernet 5/8
Switch(config-if)# shutdown
Switch(config-if)# switchport mode dynamic desirable
Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q
Switch(config-if)# no shutdown
Switch(config-if)# end
Switch# exit
```

次に、実行コンフィギュレーションを確認する例を示します。

```
Switch# show running-config interface fastethernet 5/8
Building configuration...
Current configuration:
!
interface FastEthernet5/8
 switchport mode dynamic desirable
 switchport trunk encapsulation dot1q
end
```

次に、スイッチ ポートの設定を確認する例を示します。

```
Switch# show interfaces fastethernet 5/8 switchport
Name: Fa5/8
Switchport: Enabled
Administrative Mode: dynamic desirable
Operational Mode: trunk
Administrative Trunking Encapsulation: negotiate
Operational Trunking Encapsulation: dot1q
Negotiation of Trunking: Enabled
Access Mode VLAN: 1 (default)
Trunking Native Mode VLAN: 1 (default)
Trunking VLANs Enabled: ALL
Pruning VLANs Enabled: 2-1001
```

次に、トランクの設定を確認する例を示します。

```
Switch# show interfaces fastethernet 5/8 trunk

Port      Mode         Encapsulation  Status        Native vlan
Fa5/8     desirable    n-802.1q       trunking      1

Port      Vlans allowed on trunk
Fa5/8 1-1005

Port      Vlans allowed and active in management domain
Fa5/8 1-6,10,20,50,100,152,200,300,303-305,349-351,400,500,521,524,570,801-8
02,850,917,999,1002-1005

Port      Vlans in spanning tree forwarding state and not pruned
Fa5/8 1-6,10,20,50,100,152,200,300,303-305,349-351,400,500,521,524,570,801-8
02,850,917,999,1002-1005

Switch#
```

レイヤ 2 アクセス ポートとしてのインターフェイスの設定

（注） 存在しない VLAN にインターフェイスを割り当てると、VLAN データベースにその VLAN を作成するまで、インターフェイスは機能しません（「グローバル コンフィギュレーション モードでの VLAN の設定」[p.13-6] を参照）。

インターフェイスをレイヤ 2 アクセス ポートとして設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	Switch(config)# **interface** {**fastethernet** | **gigabitethernet** | **tengigabitethernet**} *slot/port*	設定するインターフェイスを指定します。
ステップ 2	Switch(config-if)# **shutdown**	(任意)設定が完了するまでトラフィックを流さないようにするため、インターフェイスをシャットダウンします。
ステップ 3	Switch(config-if)# **switchport**	インターフェイスをレイヤ 2 スイッチング用に設定します。 • インターフェイスをレイヤ 2 ポートとして設定するには、キーワードを指定せずに **switchport** コマンドを 1 回入力する必要があります。そのあとで、キーワードとともに他の **switchport** コマンドを入力してください。 • それまでにインターフェイスに対して **no switchport** コマンドを入力している場合にのみ必要です。
ステップ 4	Switch(config-if)# **switchport mode access**	インターフェイスをレイヤ 2 アクセス ポートとして設定します。
ステップ 5	Switch(config-if)# **switchport access vlan** *vlan_num*	インターフェイスを VLAN 内に配置します。
ステップ 6	Switch(config-if)# **no shutdown**	インターフェイスをアクティブにします（インターフェイスをシャットダウンした場合のみ)。
ステップ 7	Switch(config-if)# **end**	インターフェイス コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 8	Switch# **show running-config interface** {**fastethernet** | **gigabitethernet**} *slot/port*	インターフェイスの実行コンフィギュレーションを表示します。
ステップ 9	Switch# **show interfaces** [{**fastethernet** | **gigabitethernet** | **tengigabitethernet**} *slot/port*] **switchport**	インターフェイスのスイッチ ポート設定を表示します。

次に、インターフェイス FastEthernet 5/6 を VLAN 200 のアクセス ポートとして設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface fastethernet 5/6
Switch(config-if)# shutdown
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# switchport access vlan 200
Switch(config-if)# no shutdown
Switch(config-if)# end
Switch# exit
```

次に、実行コンフィギュレーションを確認する例を示します。

```
Switch# show running-config interface fastethernet 5/6
Building configuration...
!
Current configuration :33 bytes
interface FastEthernet 5/6
 switchport access vlan 200
 switchport mode access
end
```

次に、スイッチ ポートの設定を確認する例を示します。

```
Switch# show running-config interface fastethernet 5/6 switchport
Name:Fa5/6
Switchport:Enabled
Administrative Mode:dynamic auto
Operational Mode:static access
Administrative Trunking Encapsulation:negotiate
Operational Trunking Encapsulation:native
Negotiation of Trunking:On
Access Mode VLAN:1 (default)
Trunking Native Mode VLAN:1 (default)
Administrative private-vlan host-association:none
Administrative private-vlan mapping:none
Operational private-vlan:none
Trunking VLANs Enabled:ALL
Pruning VLANs Enabled:2-1001
Switch#
```

レイヤ 2 設定のクリア

インターフェイス上のレイヤ 2 設定をクリアするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# default interface {fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet} slot/port`	クリアするインターフェイスを指定します。
ステップ 2	`Switch(config-if)# end`	インターフェイス コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 3	`Switch# show running-config interface {fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet} slot/port`	インターフェイスの実行コンフィギュレーションを表示します。
ステップ 4	`Switch# show interfaces [{fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet} slot/port] switchport`	インターフェイスのスイッチ ポート設定を表示します。

次に、インターフェイス FastEthernet 5/6 のレイヤ 2 設定をクリアする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# default interface fastethernet 5/6
Switch(config)# end
Switch# exit
```

次に、レイヤ 2 設定のクリアを確認する例を示します。

```
Switch# show running-config interface fastethernet 5/6
Building configuration...
Current configuration:
!
interface FastEthernet5/6
end
```

次に、スイッチ ポートの設定を確認する例を示します。

```
Switch# show interfaces fastethernet 5/6 switchport
Name: Fa5/6
Switchport: Enabled
Switch#
```

CHAPTER 16

SmartPort マクロの設定

この章では、スイッチに SmartPort マクロを設定して適用する方法について説明します。

この章の内容は、次のとおりです。

(注) この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

SmartPort マクロの概要

SmartPort マクロは、一般的な設定を保存したり、共有する作業を簡単に実行するための方法を提供します。SmartPort マクロを使用すると、ネットワーク内のスイッチの位置に基づいて機能および設定をイネーブルにしたり、ネットワーク中に多数の設定を導入したりできます。

各 SmartPort マクロは、ユーザが定義した CLI（コマンドライン インターフェイス）コマンドのセットです。SmartPort マクロ セットには新しい CLI コマンドは含まれません。各 SmartPort マクロは既存の CLI コマンドの集合です。

SmartPort マクロをインターフェイスに適用すると、マクロに含まれる CLI コマンドがインターフェイスに設定されますが、既存のインターフェイス設定は失われません。新しいコマンドはインターフェイスに追加されて、実行コンフィギュレーション ファイルに保存されます。

シスコのデフォルト SmartPort マクロはスイッチ ソフトウェアに組み込まれています（表 16-1 を参照）。**show parser macro** ユーザ EXEC コマンドを使用して、マクロとマクロに含まれるコマンドを表示できます。

表 16-1　シスコのデフォルト SmartPort マクロ

マクロ名[1]	説明
cisco-global	Rapid PVST+、ループガード、およびリンク ステート障害のダイナミック ポート エラー回復をイネーブルにするには、このグローバル コンフィギュレーション マクロを使用します。
cisco-desktop	PC などのデスクトップ デバイスをスイッチ ポートに接続する場合、ネットワーク セキュリティおよび信頼性を強化するには、このインターフェイス コンフィギュレーション マクロを使用します。
cisco-phone	Cisco IP Phone が接続されている PC などのデスクトップ デバイスをスイッチ ポートに接続する場合、このインターフェイス コンフィギュレーション マクロを使用します。このマクロは **cisco-desktop** マクロの拡張版で、同じセキュリティと信頼性を提供しますが、専用音声 VLAN（仮想 LAN）のサポートが追加されているため、遅延の影響を受けやすい音声トラフィックを適切に処理できます。
cisco-switch	GigaStack モジュールまたは GBIC（ギガビット インターフェイス コンバータ）を使用して、アクセス スイッチとディストリビューション スイッチ、またはアクセス スイッチ同士を接続する場合、このインターフェイス コンフィギュレーション マクロを使用します。
cisco-router	スイッチと WAN ルータを接続する場合、このインターフェイス コンフィギュレーション マクロを使用します。

1. シスコのデフォルト SmartPort マクロは、スイッチで稼働するソフトウェア バージョンによって異なります。

シスコでは、事前テスト済みの、シスコが推奨する Catalyst スイッチ用ベースライン コンフィギュレーション テンプレート集を提供しています。オンライン リファレンス ガイド テンプレートは、ポートの使用状況に基づいて SmartPort マクロを作成するのに使用できる CLI コマンドを提供します。シスコ推奨のネットワーク設計や設定を構築し、展開するために、コンフィギュレーション テンプレートを使用して SmartPort マクロを作成できます。シスコ推奨のコンフィギュレーション テンプレートの詳細については、次の SmartPort Web サイトにアクセスしてください。

http://www.cisco.com/go/smartports

SmartPort マクロの設定

新しい SmartPort マクロを作成するか、既存のマクロをテンプレートとして使用すると、ご使用のアプリケーション専用の新しいマクロを作成できます。作成したマクロは、特定のインターフェイスまたはインターフェイス範囲に適用できます。

ここでは、次の内容について説明します。

マクロに渡されるパラメータ

コマンドの一部にはすべてのインターフェイスに対する汎用性のないものがあります。たとえば、レイヤ 2 インターフェイスの VLAN ID およびレイヤ 3 インターフェイスの IP アドレスです。マクロにこのようなコマンドを定義すると、このマクロを別のインターフェイスに適用する前に、パラメータ（VLAN ID または IP アドレス）の値を変更する必要があります。あるいは、パラメータの各値を設定するために別々のマクロを作成する必要があります。

マクロのインフラストラクチャは、マクロを適用している間にパラメータを受け入れるよう拡張できます。パラメータは*キーワードと値*のペアとして、渡されます。

CLI で入力できるキーワード / 値ペア数は最大 3 つです。最初のパラメータはキーワードである必要があります。2 番めのパラメータは対応する値です。3 番めのパラメータは 2 番めのキーワード / 値ペアのキーワードです。次に、パラメータをコマンドマクロに渡す例を示します。

```
Switch(config)# macro name parameter-test
Enter macro commands one per line. End with the character '@'.
switchport mode access
switchport access vlan $VLANID
switchport port-security
switchport port-security maximum $MAXHOST
```

上記のマクロがパラメータなしでインターフェイスに適用された場合、無効なコマンドは失敗します。代わりに、適切なキーワード / 値ペアのパラメータを使用して、マクロを次のように適用する必要があります。

```
Switch(config-if)# macro apply parameter-test $VLANID 1 $MAXHOST 5
```

上記のコマンドを実行すると、$VLANID を 1 に、$MAXHOST を 5 に置き換えたあとでマクロが適用されます。マクロ内では任意のストリングをキーワードとして指定できることに注意してください。

マクロ パラメータのヘルプ

マクロをインターフェイスまたはスイッチに適用する場合、マクロのキーワードを覚えておくことは困難です。マクロには、必須キーワードの定義を含めることができます。これらのキーワード値を入力せずにマクロを適用した場合、コマンドは無効とみなされ失敗します。

マクロで定義されたキーワードに関するヘルプを提供するようマクロ インフラストラクチャを拡張できます。マクロを作成するとき、ヘルプ ストリングを（コメントとして）指定し、そのマクロの必須キーワードを一覧表示するように設定できます。

次に、キーワードに関するヘルプ ストリングを指定する例を示します。

```
Switch(config)# macro name test
switchport access vlan $VLANID
switchport port-security maximum $MAX
#macro keywords $VLANID $MAX
```

ヘルプ ストリングはマクロ内のどこにでも配置できます。次に、ヘルプ ストリングを指定する別の例を示します。

```
Switch(config)# macro name test
switchport access vlan $VLANID
#macro keywords $VLANID
switchport port-security maximum $MAX
#macro keywords $MAX
```

SmartPort マクロのデフォルト設定

ここでは、サポートされているマクロのデフォルト設定を示します。これらのマクロは表示および適用のみが可能です。ユーザはこれらを変更できません。

cisco-global

次に、cisco-global マクロの例を示します。

```
# Enable dynamic port error recovery for link state failures.
errdisable recovery cause link-flap
errdisable recovery interval 60

# VTP requires Transparent mode for future 802.1x Guest VLAN
# and current Best Practice
vtp domain [smartports]
vtp mode transparent

# Enable aggressive mode UDLD on all fiber uplinks
udld aggressive

# Enable Rapid PVST+ and Loopguard
spanning-tree mode rapid-pvst
spanning-tree loopguard default
spanning-tree extend system-id
```

cisco-desktop

次に、cisco-desktop マクロの例を示します。

```
# Basic interface - Enable data VLAN only
# Recommended value for access vlan (AVID) should not be 1
switchport access vlan $AVID
switchport mode access
# Enable port security limiting port to a single
# MAC address -- that of desktop
switchport port-security
# Ensure port-security age is greater than one minute
# and use inactivity timer
# "Port-security maximum 1" is the default and will not
# Show up in the config
switchport port-security violation restrict
switchport port-security aging time 2
switchport port-security aging type inactivity
# Configure port as an edge network port
spanning-tree portfast
spanning-tree bpduguard enable
```

cisco-phone

次に、cisco-phone マクロの例を示します。

```
# VoIP enabled interface - Enable data VLAN
# and voice VLAN (VVID)
# Recommended value for access vlan (AVID) should not be 1\
switchport access vlan $AVID
switchport mode access
# Update the Voice VLAN (VVID) value which should be
# different from data VLAN
# Recommended value for voice vlan (VVID) should not be 1
switchport voice vlan $VVID
# Enable port security limiting port to a 2 MAC
# addressess -- One for desktop and two for phone
switchport port-security
switchport port-security maximum 2
# Ensure port-security age is greater than one minute
# and use inactivity timer
switchport port-security violation restrict
switchport port-security aging time 2
switchport port-security aging type inactivity
# Enable auto-qos to extend trust to attached Cisco phone
auto qos voip cisco-phone
# Configure port as an edge network port
spanning-tree portfast
spanning-tree bpduguard enable@
```

cisco-router

次に、cisco-router マクロの例を示します。

```
# Access Uplink to Distribution
switchport trunk encapsulation dot1q
# Define unique Native VLAN on trunk ports
# Recommended value for native vlan (NVID) should not be 1
switchport trunk native vlan $NVID
# Update the allowed VLAN range (VRANGE) such that it
# includes data, voice and native VLANs
# switchport trunk allowed vlan $VRANGE
# Hardcode trunk and disable negotiation to
# speed up convergence
# Hardcode speed and duplex to router
switchport mode trunk
switchport nonegotiate
speed 100
duplex full
# Configure qos to trust this interface
auto qos voip trust
qos trust dscp
# Ensure fast access to the network when enabling the interface.
# Ensure that switch devices cannot become active on the interface.
spanning-tree portfast
spanning-tree bpduguard enable
```

cisco-switch

次に、cisco-switch マクロの例を示します。

```
# Access Uplink to Distribution
switchport trunk encapsulation dot1q
# Define unique Native VLAN on trunk ports
# Recommended value for native vlan (NVID) should not be 1
switchport trunk native vlan $NVID
# Update the allowed VLAN range (VRANGE) such that it
# includes data, voice and native VLANs
# switchport trunk allowed vlan $VRANGE
# Hardcode trunk and disable negotiation to
# speed up convergence
switchport mode trunk
switchport nonegotiate
# Configure qos to trust this interface
auto qos voip trust
# 802.1w defines the link as pt-pt for rapid convergence
spanning-tree link-type point-to-point
```

SmartPort マクロの設定時の注意事項

スイッチにマクロを設定する場合は、次の注意事項に従ってください。

- マクロを適用した際に、構文エラーまたは設定エラーが発生してコマンドが失敗した場合、マクロは残りのコマンドを引き続きインターフェイスに適用します。
- **cisco-global** はグローバル コンフィギュレーションモードで適用する必要があります。他のインターフェイス レベルのマクロよりも先にこのマクロを適用することを推奨します。
- インターフェイス上でシステム定義マクロ（**cisco-desktop**、**cisco-phone**、**cisco-switch**、および **cisco-router**）を適用する場合は、特定のキーワードが必要です。
- **cisco-phone** マクロを使用してポート セキュリティを適用する場合、最大のポート セキュリティは 2 となります（**switchport port-security maximum 2**）。
- キーワード / 値のペアは、システム定義マクロごとに最大 3 つまで指定できます。

- マクロを作成する場合、**exit** または **end** コマンドを使用しないでください。また、**interface** *interface-id* を使用してコマンド モードを変更しないでください。これらのコマンドを使用すると、**exit**、**end**、または **interface** *interface-id* のあとに続くコマンドが別のコマンド モードで実行されることがあります。
- マクロを作成する場合は、同じコンフィギュレーションモードの CLI コマンドを使用してください。
- 一意の値の割り当てが必要なマクロを作成する場合、**parameter** *value* キーワードを使用してインターフェイスに固有の値を指定します。キーワードの照合では、大文字と小文字が区別されます。キーワードが一致した場合はすべて、対応する値に置き換えられます。キーワードが完全一致する場合、これが長いストリングの一部であっても一致とみなされ、対応する値に置き換えられます。
- マクロ名は大文字と小文字が区別されます。たとえば、コマンド **macro name Sample-Macro** と **macro name sample-macro** は、別のマクロになります。
- マクロの中に、パラメータ値が必要なキーワードが含まれている場合があります。**macro global apply** *macro-name* **?** グローバル コンフィギュレーションコマンドまたは **macro apply** *macro-name* **?** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用すると、マクロで必要な値のリストを表示できます。キーワード値を入力せずにマクロを適用した場合、コマンドは無効になり適用されません。
- マクロがスイッチまたはスイッチ　インターフェイスにグローバルに適用されても、そのインターフェイスの既存の設定はすべて保持されます。これは、設定を差分的に適用する場合に便利です。
- コマンドを追加または削除してマクロ定義を変更しても、元のマクロが適用されたインターフェイスには変更が反映されません。新しいコマンドまたは変更されたコマンドを適用するには、更新されたマクロをインターフェイスに再適用する必要があります。
- **macro global trace** *macro-name* グローバル コンフィギュレーションコマンドまたは **macro trace** *macro-name* インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用して、構文または設定エラーを調べるためのマクロを適用してデバッグできます。構文エラーまたは設定エラーによりコマンドが失敗した場合、マクロは続けて残りのコマンドを適用します。
- 一部の CLI コマンドは、特定のインターフェイス タイプ専用です。マクロが設定を受け入れないインターフェイスに適用された場合、マクロは構文チェックや設定チェックを通らず、スイッチがエラー メッセージを返します。
- インターフェイスの範囲にマクロを適用する方法は、単一インターフェイスにマクロを適用する場合と同じです。インターフェイス範囲を使用した場合、マクロは範囲内のインターフェイスに順に適用されます。1 つのインターフェイス上でマクロ コマンドが失敗しても、他のインターフェイスにマクロが適用されます。
- マクロをスイッチまたはスイッチ インターフェイスに適用すると、マクロ名が自動的にスイッチまたはインターフェイスのマクロの説明に追加されます。**show parser macro description** ユーザ EXEC コマンドを使用して、適用されたコマンドとマクロ名を表示できます。
- ユーザ設定可能なマクロには、最大 3000 文字のコマンドとコメントを保持できるバッファがあります。新しく 1 行入力するたびに、2 文字使用されます。空の行はそのままカウントされます。

シスコのデフォルト SmartPort マクロはスイッチ ソフトウェアに組み込まれています（表 16-1 を参照）。**show parser macro** ユーザ EXEC コマンドを使用して、マクロとマクロに含まれるコマンドを表示できます。

シスコのデフォルト SmartPort マクロをインターフェイスに適用する場合には、次の注意事項に従ってください。

- スイッチ上のすべてのマクロを表示するには、**show parser macro** ユーザ EXEC コマンドを使用します。特定のマクロの内容を表示するには、**show parser macro** *macro-name* ユーザ EXEC コマンドを使用します。
- **$** で始まるキーワードには、一意のパラメータ値が必要です。**parameter** *value* キーワードを使用して、必要な値とともにシスコ デフォルト マクロに必要な値を追加します。

シスコ デフォルト マクロでは、必要なキーワードを識別するのに **$** 文字を使用します。**$** 文字の使用に制限はありません。

SmartPort マクロの作成

SmartPort マクロを作成するには、次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	**macro name** *macro-name*	マクロ定義を作成し、マクロ名を入力します。マクロ定義の文字数は最大で 3000 文字です。 マクロ コマンドを 1 行に 1 つずつ入力します。マクロを終了するには、**@** 文字を入力します。マクロ内にコメント テキストを入力するには、行の先頭に **#** 文字を使用します。 マクロ名は大文字と小文字が区別されます。たとえば、コマンド **macro name Sample-Macro** と **macro name sample-macro** は、別のマクロになります。 マクロ内で **exit** または **end** コマンドを使用したり、**interface** *interface-id* を使用してコマンド モードを変更したりしないことを推奨します。これらのコマンドを使用すると、**exit**、**end**、または **interface** *interface-id* のあとに続くコマンドが別のコマンド モードで実行されることがあります。最良の結果を得るには、マクロ内のすべてのコマンドが同じコンフィギュレーションモードである必要があります。 **（注）** **macro name** グローバル コンフィギュレーションコマンドの **no** 形式を使用しても、マクロ定義の削除が行われるだけです。このコマンドを実行しても、マクロがすでに適用されているインターフェイスの設定には影響しません。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show parser macro name** *macro-name*	マクロが作成されたことを確認します。

SmartPort マクロの適用

SmartPort マクロを適用するには、次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	**macro global** {**apply** | **trace**} *macro-name* [**parameter** {*value*}] [**parameter** {*value*}] [**parameter** {*value*}]	マクロで定義された各コマンドをスイッチに適用するには、**macro global apply** *macro-name* を入力します。構文または設定エラーを調べるためのマクロを適用し、デバッグするには、**macro global trace** *macro-name* を指定します。 （任意）スイッチに固有の一意なパラメータ値を指定します。最大 3 つのキーワード / 値ペアを入力できます。パラメータ キーワードの照合では、大文字と小文字が区別されます。キーワードが一致した場合はすべて、対応する値に置き換えられます。 マクロの中に、パラメータ値が必要なキーワードが含まれている場合があります。マクロで必要な値のリストを表示するには、**macro global apply** *macro-name* **?** コマンドを使用します。キーワード値を入力せずにマクロを適用した場合、コマンドは無効になり適用されません。
ステップ 3	**macro global description** *text*	（任意）スイッチに適用されるマクロの説明を入力します。
ステップ 4	**interface** *interface-id*	（任意）インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始して、マクロを適用するインターフェイスを指定します。
ステップ 5	**default interface** *interface-id*	（任意）指定したインターフェイスからすべての設定を消去します。
ステップ 6	**macro** {**apply** | **trace**} *macro-name* [**parameter** {*value*}] [**parameter** {*value*}] [**parameter** {*value*}]	マクロで定義された各コマンドをインターフェイスに適用するには、**macro apply** *macro-name* を入力します。構文または設定エラーを調べるためマクロを適用し、デバッグするには、**macro trace** *macro-name* を指定します。 （任意）インターフェイスに固有の一意なパラメータ値を指定します。最大 3 つのキーワード / 値ペアを入力できます。パラメータ キーワードの照合では、大文字と小文字が区別されます。キーワードが一致した場合はすべて、対応する値に置き換えられます。 マクロの中に、パラメータ値が必要なキーワードが含まれている場合があります。マクロで必要な値のリストを表示するには、**macro apply** *macro-name* **?** コマンドを使用します。キーワード値を入力せずにマクロを適用した場合、コマンドは無効になり適用されません。 次に、このコマンドを適用する例を示します。 `Switch(config-if)# macro apply cisco-phone ?` `  WORD  Keyword to replace with a value e.g. $AVID, $VVID` `  <cr>`
ステップ 7	**macro description** *text*	（任意）インターフェイスに適用されるマクロの説明を入力します。
ステップ 8	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 9	**show parser macro description** [**interface** *interface-id*]	マクロがインターフェイスに適用されたことを確認します。
ステップ 10	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

スイッチ上のグローバル マクロによって適用された設定を削除するには、マクロ内の各コマンドの **no** バージョンを入力するしかありません。マクロによって特定のインターフェイスに適用された設定を削除するには、**default interface** *interface-id* インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを入力します。

macro name グローバル コンフィギュレーションコマンドの **no** 形式を使用しても、マクロ定義の削除が行われるだけです。このコマンドを実行しても、マクロがすでに適用されているインターフェイスの設定には影響しません。マクロによって特定のインターフェイスに適用された設定を削除するには、**default interface** *interface-id* インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを入力します。また、元のマクロ内の対応するすべてのコマンドの **no** 形式を含む、既存のマクロに対する *アンチマクロ*を作成できます。そのあと、このアンチマクロをインターフェイスに適用します。

ここでは、サポートされている各マクロを適用して、内容を表示する例を示します。

- cisco-global（p.16-10）
- cisco-desktop（p.16-11）
- cisco-phone（p.16-12）
- cisco-switch（p.16-13）
- cisco-router（p.16-14）

cisco-global

次に、**cisco-global** というシステム定義マクロを使用する例を示します。

```
Switch(config)# macro global apply cisco-global
Changing VTP domain name from gsg-switch to [smartports]
Setting device to VTP TRANSPARENT mode.
Switch(config)# end
Switch# show parser macro name cisco-global
Macro name : cisco-global
Macro type : default global
# Enable dynamic port error recovery for link state failures.
errdisable recovery cause link-flap
errdisable recovery interval 60

# VTP requires Transparent mode for future 802.1x Guest VLAN
# and current Best Practice vtp domain [smartports] vtp mode transparent

# Enable aggressive mode UDLD on all fiber uplinks udld aggressive

# Enable Rapid PVST+ and Loopguard
spanning-tree mode rapid-pvst
spanning-tree loopguard default
spanning-tree extend system-id
```

cisco-desktop

次に、システム定義マクロ **cisco-desktop** を使用して、35 の値をインターフェイス FastEthernet 2/9 のアクセス VLAN に割り当てる例を示します。

（注） このマクロでは、ポートのアクセス VLAN を指定する **$AVID** キーワードが必要です。

```
Switch(config)# interface fastethernet2/9
Switch(config-if)# macro apply cisco-desktop $AVID 35
Switch(config-if)# end
Switch# show parser macro name cisco-desktop
Macro name : cisco-desktop
Macro type : customizable

# Basic interface - Enable data VLAN only
# Recommended value for access vlan (AVID) should not be 1
switchport access vlan $AVID [access_vlan_id]
switchport mode access
# Enable port security limiting port to a single
# MAC address -- that of desktop
switchport port-security
# Ensure port-security age is greater than one minute
# and use inactivity timer
# "Port-security maximum 1" is the default and will not
# Show up in the config
switchport port-security violation restrict
switchport port-security aging time 2
switchport port-security aging type inactivity
# Configure port as an edge network port
spanning-tree portfast
spanning-tree bpduguard enable
Switch# show parser macro description
Interface    Macro Description
---------------------------------------------------------------
Fa2/9        cisco-desktop
---------------------------------------------------------------
```

cisco-phone

次に、システム定義マクロ **cisco-phone** を使用して、インターフェイス FastEthernet 2/9 上のアクセス VLAN に 35 の値を、音声 VLAN に 56 の値を割り当てる例を示します。

（注） このマクロでは、ポートのアクセス VLAN を指定する **$AVID**、および音声 VLAN を指定する **$VVID** キーワードが必要です。

```
Switch(config)# interface fastethernet2/9
Switch(config-if)# macro apply cisco-phone
Switch(config-if)# macro description cisco-phone $AVID 35 $VVID 56
Switch(config-if)# end
Switch# show parser macro name cisco-phone
Macro name : cisco-phone
Macro type : customizable

# VoIP enabled interface - Enable data VLAN
# and voice VLAN (VVID)
# Recommended value for access vlan (AVID) should not be 1\
switchport access vlan $AVID [access_vlan_id]
switchport mode access
# Update the Voice VLAN (VVID) value which should be
# different from data VLAN
# Recommended value for voice vlan (VVID) should not be 1
switchport voice vlan $VVID [voice_vlan_id]
# Enable port security limiting port to a 2 MAC
# addressess -- One for desktop and one for phone
switchport port-security
switchport port-security maximum 2
# Ensure port-security age is greater than one minute
# and use inactivity timer
switchport port-security violation restrict
switchport port-security aging time 2
switchport port-security aging type inactivity
# Enable auto-qos to extend trust to attached Cisco phone
auto qos voip cisco-phone
# Configure port as an edge network port
spanning-tree portfast
spanning-tree bpduguard enable@

Switch# show parser macro description
Interface    Macro Description
---------------------------------------------------------------
Fa2/9        cisco-phone
---------------------------------------------------------------
```

cisco-switch

次に、システム定義マクロ **cisco-switch** を使用して、38 の値をインターフェイス FastEthernet 2/9 上のネイティブ VLAN に割り当てる例を示します。

（注） このマクロでは、ポートのネイティブ VLAN を指定する **$NVID** キーワードが必要です。

```
Switch(config)# interface fastethernet2/9
Switch(config-if)# macro apply cisco-switch
Switch(config-if)# macro description cisco-switch $NVID 38
Switch(config-if)# end
Switch# show parser macro name cisco-switch
Macro name : cisco-switch
Macro type : customizable

# Access Uplink to Distribution
switchport trunk encapsulation dot1q
# Define unique Native VLAN on trunk ports
# Recommended value for native vlan (NVID) should not be 1
switchport trunk native vlan $NVID [native_vlan_id]
# Update the allowed VLAN range (VRANGE) such that it
# includes data, voice and native VLANs
# switchport trunk allowed vlan $VRANGE [vlan_range]
# Hardcode trunk and disable negotiation to
# speed up convergence
switchport mode trunk
switchport nonegotiate
# Configure qos to trust this interface
auto qos voip trust
# 802.1w defines the link as pt-pt for rapid convergence
spanning-tree link-type point-to-point

Switch# show parser macro description
Interface    Macro Description
---------------------------------------------------------------
Fa2/9        cisco-switch
---------------------------------------------------------------
```

cisco-router

次に、システム定義マクロ **cisco-router** を使用して、451 の値をインターフェイス FastEthernet 2/9 上のネイティブ VLAN に割り当てる例を示します。

（注） このマクロでは、ポートのネイティブ VLAN を指定する **$NVID** キーワードが必要です。

```
Switch(config)# interface fastethernet2/9
Switch(config-if)# macro apply cisco-router
Switch(config-if)# macro description cisco-router $NVID 45I
Switch(config-if)# end
Switch# show parser macro name cisco-router
Macro name : cisco-router
Macro type : customizable

# Access Uplink to Distribution
switchport trunk encapsulation dot1q
# Define unique Native VLAN on trunk ports
# Recommended value for native vlan (NVID) should not be 1
switchport trunk native vlan $NVID [native_vlan_id]
# Update the allowed VLAN range (VRANGE) such that it
# includes data, voice and native VLANs
# switchport trunk allowed vlan $VRANGE [vlan_range]
# Hardcode trunk and disable negotiation to
# speed up convergence
# Hardcode speed and duplex to router
switchport mode trunk
switchport nonegotiate
speed 100
duplex full
# Configure qos to trust this interface
auto qos voip trust
qos trust dscp
# Ensure fast access to the network when enabling the interface.
# Ensure that switch devices cannot become active on the interface.
spanning-tree portfast
spanning-tree bpduguard enable

Switch# show parser macro description
Interface    Macro Description
---------------------------------------------------------------
Fa2/9        cisco-router
---------------------------------------------------------------
```

SmartPort マクロの表示

SmartPort マクロを表示するには、表 16-2 に示す特権 EXEC コマンドの 1 つまたは複数のコマンドを使用します。

表 16-2　SmartPort マクロを表示するためのコマンド

コマンド	目的
show parser macro	設定されたすべてのマクロを表示します。
show parser macro name *macro-name*	特定のマクロを表示します。
show parser macro brief	設定されたマクロの名前を表示します。
show parser macro description [**interface** *interface-id*]	すべてのインターフェイスまたは指定されたインターフェイスのマクロの説明を表示します。

CHAPTER 17

STP および MST の設定

この章では、Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上で Spanning-Tree Protocol（STP; スパニングツリー プロトコル）を設定する方法について説明します。この章では、Catalyst 4500 シリーズ スイッチ 上の IEEE 802.1s Multiple Spanning-Tree（MST）プロトコルの設定手順についても説明します。MST は、シスコ独自の Multi-Instance Spanning-Tree Protocol（MISTP）実装から派生した新しい IEEE（米国電気電子学会）標準です。MST により、単一のスパニングツリー インスタンスを複数の VLAN（仮想 LAN）にマッピングできます。

設定上の注意事項、設定手順、および設定例も示します。この章の主な内容は、次のとおりです。

（注） PortFast、UplinkFast、および BackboneFast とその他のスパニングツリー拡張機能の設定手順については、第 18 章「任意の STP 機能の設定」を参照してください。

（注） この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

STP の概要

STP は、ネットワーク上でパスの冗長性を確保し、不要なループの発生を防ぐレイヤ 2 リンク管理プロトコルです。レイヤ 2 イーサネット ネットワークの正常な動作を実現するには、どの 2 つのステーション間でもアクティブ パスを 1 つにする必要があります。ネットワーク トポロジのループフリーのサブセットは、スパニングツリーと呼ばれます。スパニングツリーの動作はエンド ステーションに対してトランスペアレントなので、エンド ステーションが特定の LAN セグメントに接続されているのか、それとも複数セグメントから構成されるスイッチド LAN に接続されているのかを検出できません。

Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、すべての VLAN（仮想 LAN）上で STP（IEEE 802.1D ブリッジ プロトコル）を使用します。デフォルトでは、（スパニングツリーを手動でディセーブルにしないかぎり）設定されている VLAN ごとに 1 つのスパニングツリーが動作します。スパニングツリーは、VLAN 単位でイネーブルまたはディセーブルにできます。

フォールトトレラントなインターネットワークを作成する場合、ネットワーク上のすべてのノード間にループフリー パスを形成する必要があります。スパニングツリー アルゴリズムは、スイッチド レイヤ 2 ネットワーク上で最良のループフリー パスを算出します。スイッチは定期的にスパニングツリー フレームを送受信します。スイッチは、これらのフレームを転送せずに、フレームを使用してループフリー パスを構築します。

エンド ステーション間に複数のアクティブ パスがあると、ネットワーク内でループが発生する原因になります。ネットワークにループが存在すると、エンド ステーションがメッセージを重複して受信する可能性があります。また、スイッチが複数のレイヤ 2 インターフェイス上のエンド ステーション MAC（メディア アクセス制御）アドレスを学習する可能性があります。このような状況により、ネットワークが不安定になります。

スパニングツリーは、ルート スイッチおよびそのルートからレイヤ 2 ネットワーク上のすべてのスイッチへのループフリー パスを備えたツリーを定義します。スパニングツリーは、冗長データ パスを強制的にスタンバイ（ブロック）ステートにします。スパニングツリーのネットワーク セグメントの 1 つで障害が発生し、かつ冗長パスが存在する場合、スパニングツリー アルゴリズムはスパニングツリー トポロジを再計算し、スタンバイ パスをアクティブにします。

スイッチ上の 2 つのポートがループの一部になっている場合、フォワーディング ステートになるポートと、ブロッキング ステートになるポートは、スパニングツリー ポート プライオリティおよびポート パス コストの設定によって決まります。スパニングツリー ポート プライオリティ値は、ネットワーク トポロジにおけるインターフェイスの位置を表すとともに、ポートがトラフィックを伝送する場合にどの程度適した位置にあるかを表します。スパニングツリー ポート パス コスト値は、メディア速度を表します。

ブリッジ ID の概要

各ネットワーク デバイス上の各 VLAN には、一意の 64 ビット ブリッジ ID が設定されています。ブリッジ ID はブリッジ プライオリティ値、拡張システム ID、および STP MAC アドレス割り当てで構成されています。

ブリッジ プライオリティ値

ブリッジ プライオリティ値は、特定の冗長リンクがプライオリティを指定され、スパニングツリーの特定のスパンに含まれるとみなされるかどうかを決定します。値が低いほど優先されるので、手動で優先度を設定する場合は、リンクに割り当てるブリッジ プライオリティの値を冗長リンクの場合よりも低くします。Cisco IOS Release 12.1(12c)EW より前のリリースでは、ブリッジ プライオリティは 16 ビット値です（表 17-1 を参照）。Cisco IOS Release 12.1(12c)EW 以降のリリースでは、ブリッジ プライオリティは拡張システム ID がイネーブルの場合は 4 ビット値です（表 17-2 を参照）。「VLAN のブリッジ プライオリティの設定」（p.17-18）を参照してください。

拡張システム ID

拡張システム ID は、1025 ～ 4096 の VLAN ID です。Cisco IOS Release 12.1(12c)EW 以降のリリースでは、ブリッジ ID の一部として 12 ビット拡張システム ID フィールドをサポートしています（表 17-2 を参照）。MAC アドレスを 64 個だけサポートするシャーシは、常に 12 ビットの拡張システム ID を使用します。1024 個の MAC アドレスをサポートするシャーシでは、拡張システム ID の使用をイネーブルにできます。STP は拡張システム ID として VLAN ID を使用します。「拡張システム ID のイネーブル化」（p.17-9）を参照してください。

表 17-1　拡張システム ID がディセーブルの場合のブリッジ プライオリティ値

ブリッジ プライオリティ値															
ビット 16	ビット 15	ビット 14	ビット 13	ビット 12	ビット 11	ビット 10	ビット 9	ビット 8	ビット 7	ビット 6	ビット 5	ビット 4	ビット 3	ビット 2	ビット 1
32768	16384	8192	4096	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1

表 17-2　拡張システム ID がイネーブルの場合のブリッジ プライオリティ値および拡張システム ID

ブリッジ プライオリティ値				拡張システム ID（VLAN ID と同じに設定）											
ビット 16	ビット 15	ビット 14	ビット 13	ビット 12	ビット 11	ビット 10	ビット 9	ビット 8	ビット 7	ビット 6	ビット 5	ビット 4	ビット 3	ビット 2	ビット 1
32768	16384	8192	4096	VLAN ID											

STP MAC アドレスの割り当て

Catalyst 4500 シリーズ スイッチのシャーシには、64 個または 1024 個の MAC アドレスがあり、STP のようなソフトウェア機能をサポートするために使用できます。シャーシの MAC アドレスの範囲を表示するには、**show module** コマンドを入力します。

Cisco IOS Release 12.1(12c)EW 以降のリリースでは、64 個または 1024 個の MAC アドレスを持つシャーシをサポートしています。64 個の MAC アドレスを持つシャーシの場合、STP は拡張システム ID と MAC アドレスを使用して、VLAN ごとに一意のブリッジ ID を作成します。

Release 12.1(12c)EW より前のリリースでは、1024 個の MAC アドレスを持つシャーシをサポートしています。これらのリリースでは、STP は VLAN ごとに 1 つの MAC アドレスを使用して、VLAN ごとに一意のブリッジ ID を作成します。

BPDU

スイッチド ネットワークで常にアクティブなスパニングツリー トポロジを決定するのは、次の要素です。

- 各スイッチの VLAN ごとに関連付けられた一意のブリッジ ID（ブリッジ プライオリティと MAC アドレス）
- ルート ブリッジまでのスパニングツリー パス コスト（またはブリッジ プライオリティ値）
- 各レイヤ 2 インターフェイスに関連付けられたポート ID（ポート プライオリティと MAC アドレス）

Bridge Protocol Data Unit（BPDU; ブリッジ プロトコル データ ユニット）には、送信側ブリッジとそのポートについて、ブリッジおよび MAC アドレス、ブリッジ プライオリティ、ポート プライオリティ、パス コストなどの情報が含まれます。システムは接続するスイッチ間で BPDU を伝送して、ルート スイッチから一方向のスパニングツリー トポロジを計算します。各設定 BPDU には、少なくとも次の項目が含まれます。

- 送信側のスイッチがルート スイッチとみなしているスイッチの一意のブリッジ ID
- ルートまでのスパニングツリー パス コスト
- 送信側ブリッジの ID
- メッセージの有効期間
- 送信側ポートの ID
- *hello* タイマー、*転送遅延*タイマー、および*最大エージング*プロトコル タイマーの値

スイッチが BPDU フレームを送信すると、そのフレームが伝送される LAN に接続されたすべてのスイッチが BPDU を受信します。スイッチが BPDU を受信すると、スイッチはそのフレームを転送するのではなく、フレームに含まれる情報を使用して BPDU を計算し、トポロジに変更があれば、BPDU の送信を開始します。

BPDU 交換によって次の動作が行われます。

- スイッチの 1 つがルート ブリッジとして選定されます。
- パス コストに基づいて、各スイッチのルート ブリッジまでの最短距離が計算されます。
- LAN セグメントごとに指定ブリッジが選択されます。これはルート ブリッジに最も近いスイッチで、このスイッチを経由してルートにフレームが転送されます。
- ルート ポートが選択されます。これはブリッジからルート ブリッジまでの最適パスを提供するポートです。
- スパニングツリーに含まれるポートが選択されます。

ルート ブリッジの選定

VLAN ごとに、最高のブリッジ プライオリティ（最小のプライオリティ値）を持つスイッチがルート ブリッジとして選定されます。すべてのスイッチがデフォルト プライオリティ値（32,768）に設定されている場合は、VLAN 内で最小の MAC アドレスを持つスイッチがルート ブリッジになります。

スパニングツリー ルート ブリッジは、スイッチド ネットワークで論理的にスパニングツリー トポロジの中心に位置します。スイッチド ネットワーク内のどの場所からのパスも、ルート ブリッジに到達するために必要とされない場合は、すべてスパニングツリー ブロッキング モードになります。

スパニングツリーは BPDU から提供される情報を使用して、スイッチド ネットワークのルート ブリッジとルート ポート、および各スイッチド セグメントのルート ポートと指定されたポートを選定します。

STP タイマー

表 17-3 で、スパニングツリー全体のパフォーマンスに影響する STP タイマーについて説明します。

表 17-3　STP タイマー

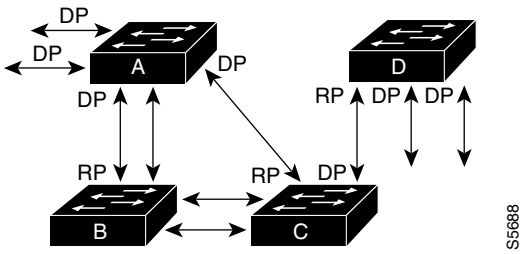
変数	説明
hello_time	スイッチがほかのスイッチに hello メッセージをブロードキャストする間隔を指定します。
forward_time	ポートが転送を開始するまでの、リスニング ステートおよびラーニング ステートが継続する時間を決定します。
max_age	ポートで受信したプロトコル情報がスイッチで保持される期間を決定します。

STP トポロジの作成

スパニングツリー アルゴリズムの目標は、最もダイレクトなリンクをルート ポートにすることです。スパニングツリー トポロジがデフォルトのパラメータに基づいて計算されている場合、リンク速度により、スイッチド ネットワーク上の送信元から宛先エンド ステーションまでのパスが最適にならない可能性があります。たとえば、現在のルート ポートよりも数値の大きいポートに高速リンクを接続すると、ルート ポートの変更が必要になる場合があります。

図 17-1 では、スイッチ A がルート ブリッジとして選定されています（これは、すべてのスイッチのブリッジ プライオリティがデフォルト値 [32,768] に設定され、スイッチ A が最も低い MAC アドレスを持つ場合に起こります）。ただし、トラフィック パターン、転送ポートの数、またはリンク タイプによっては、スイッチ A が最適なルート ブリッジであるとは限りません。最適なスイッチの STP ポート プライオリティを上げて（プライオリティの数値を小さくして）、そのスイッチをルート ブリッジに設定すると、最適なスイッチをルートとして持つ新しいスパニングツリー トポロジが強制的に再計算されます。

図 17-1　スパニングツリー トポロジ



RP = ルート ポート
DP = 指定ポート

たとえば、スイッチ B の 1 つのポートが光ファイバ リンクで、同じスイッチの別のポート（Unshielded Twisted-Pair［UTP; シールドなしツイストペア］リンク）がルート ポートになっていると仮定します。ネットワーク トラフィックは高速の光ファイバ リンクに流す方が効率的です。光ファイバ ポートのスパニングツリー ポート プライオリティをルート ポートよりも高く（数値を小さく）すると、光ファイバ ポートが新しいルート ポートになります。

STP ポート ステート

プロトコル情報がスイッチド LAN を通過するとき、伝送遅延が生じることがあります。その結果、スイッチド ネットワークのさまざまな時点および場所でトポロジが変化します。レイヤ 2 インターフェイスがスパニングツリー トポロジに含まれていない状態からフォワーディング ステートに直接移行すると、一時的にデータのループが形成される可能性があります。ポートは新しいトポロジ情報がスイッチド LAN 経由で伝達されるまで待機し、そのあとでフレーム転送を開始する必要があります。さらに、古いトポロジで転送されたフレームの存続時間を満了させることも必要です。

スパニングツリーを使用するスイッチ上の各レイヤ 2 インターフェイスは、次の 5 つのステートのいずれかの状態で存在します。

- ブロッキング — このステートでは、レイヤ 2 インターフェイスはフレーム フォワーディングに参加しません。
- リスニング — このステートは、スパニングツリーによりレイヤ 2 インターフェイスのフレーム フォワーディングへの参加が決定されると、ブロック ステートから最初に移行するステートです。
- ラーニング — このステートでは、レイヤ 2 インターフェイスはフレーム フォワーディングに参加する準備をします。
- フォワーディング — このステートでは、レイヤ 2 インターフェイスはフレームを転送します。
- ディセーブル — このステートでは、レイヤ 2 インターフェイスはスパニングツリーに参加せず、フレームを転送しません。

MAC アドレスの割り当て

スーパーバイザ エンジンは 1024 個の MAC アドレスを持ち、VLAN スパニングツリーのブリッジ ID として使用されます。スパニングツリーがアルゴリズムに使用する MAC アドレス範囲（スーパーバイザの割り当て範囲）を表示する場合は、**show module** コマンドを使用します。

Catalyst 4506 スイッチの MAC アドレスは連番で割り当てられます。すなわち、範囲の最初の MAC アドレスは VLAN 1 に割り当てられ、範囲の 2 番めの MAC アドレスは VLAN 2 に割り当てられます。たとえば、MAC アドレス範囲が 00-e0-1e-9b-2e-00 ～ 00-e0-1e-9b-31-ff の場合、VLAN 1 ブリッジ ID は 00-e0-1e-9b-2e-00、VLAN 2 ブリッジ ID は 00-e0-1e-9b-2e-01、VLAN 3 ブリッジ ID は 00-e0-1e-9b-2e-02 となります。ほかの Catalyst 4500 シリーズ プラットフォームでは、すべての VLAN は個々の MAC アドレスではなく、同一の MAC アドレスにマッピングします。

STP および IEEE 802.1Q トランク

802.1Q VLAN トランクによって、ネットワークのスパニングツリーの構築方法に、いくつかの制約が課せられます。802.1Q トランクを使用して接続しているシスコ製スイッチのネットワークでは、トランク上で許容される VLAN ごとに 1 つのスパニングツリー インスタンスが維持されます。他社製の 802.1Q スイッチでは、トランク上で許容されるすべての VLAN に対してスパニングツリー インスタンスが 1 つのみ維持されます。

802.1Q トランクを使用してシスコ製スイッチを（802.1Q をサポートする）他社製のデバイスに接続する場合、シスコ製スイッチは、トランクの 802.1Q ネイティブ VLAN のスパニングツリー インスタンスを、他社製の 802.1Q スイッチのスパニングツリー インスタンスと統合します。ただし、VLAN 単位のスパニングツリー情報は、他社製の 802.1Q スイッチのネットワークと切り離して、シスコ製スイッチで維持されます。シスコ製スイッチを切り離している他社製の 802.1Q ネットワークは、スイッチ間の単一トランク リンクとして扱われます。

（注）　802.1Q トランクの詳細については、第 15 章「レイヤ 2 イーサネット インターフェイスの設定」を参照してください。

PVRST+

Per-VLAN Rapid Spanning-Tree Plus（PVRST+）は PVST+ と同じですが、より高速なコンバージェンスを提供するために、802.1D ではなく IEEE 802.1w に基づいた Rapid STP（RSTP）を使用します。PVRST+ は、PVST+ とほぼ同一の設定を使用し、最小限の設定で済みます。PVRST+ では、トポロジの変更時にポート単位でダイナミック CAM（連想メモリ）エントリがただちに消去されます。機能が RSTP に組み込まれているため、このモードでは UplinkFast および BackboneFast はイネーブルに設定されていますが、アクティブになりません。PVRST+ は、ブリッジ、ブリッジ ポートまたは LAN 障害が発生したのち、迅速な接続の回復を提供します。

イネーブル化に関する情報については、「PVRST+ のイネーブル化」（p.17-21）を参照してください。

STP のデフォルト設定

表 17-4 に、デフォルトのスパニングツリー設定を示します。

表 17-4　スパニングツリーのデフォルト設定値

機能	デフォルト値
イネーブル ステート	すべての VLAN に対してスパニングツリーがイネーブル
ブリッジ プライオリティ値	32,768
スパニングツリー ポート プライオリティ値（インターフェイス単位で設定可能 ― レイヤ 2 アクセス ポートとして設定されたインターフェイスで使用）	128
スパニングツリー ポート コスト（インターフェイス単位で設定可能 ― レイヤ 2 アクセス ポートとして設定されたインターフェイスで使用）	• 10 ギガビット イーサネット：2 • ギガビット イーサネット：4 • ファスト イーサネット：19
スパニングツリー VLAN ポート プライオリティ値（VLAN 単位で設定可能 ― レイヤ 2 トランク ポートとして設定されたインターフェイスで使用）	128
スパニングツリー VLAN ポート コスト（VLAN 単位で設定可能 ― レイヤ 2 トランク ポートとして設定されたインターフェイスで使用）	• 10 ギガビット イーサネット：2 • ギガビット イーサネット：4 • ファスト イーサネット：19
hello タイム	2 秒
転送遅延時間	15 秒
最大エージング タイム	20 秒

STP の設定

ここでは、VLAN 上でスパニングツリーを設定する手順について説明します。

（注） この章で説明するスパニングツリー コマンドは、**no switchport** コマンドで設定されるインターフェイスを除き、すべてのインターフェイス上で設定できます。

STP のイネーブル化

（注） デフォルトでは、すべての VLAN でスパニングツリーはイネーブルになっています。

スパニングツリーは、VLAN 単位でイネーブルにできます。スイッチは（スパニングツリーをディセーブルにした VLAN を除き）各 VLAN についてスパニングツリーの個別のインスタンスを維持します。

VLAN 単位でスパニングツリーをイネーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# spanning-tree vlan vlan_ID`	VLAN *vlan_ID* のスパニングツリーをイネーブルにします。*vlan_ID* 値は、1 ～ 4094 の範囲で指定します。
ステップ 3	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーション モードを終了します。
ステップ 4	`Switch# show spanning-tree vlan vlan_ID`	スパニングツリーがイネーブルになっていることを確認します。

次に、VLAN 200 上でスパニングツリーをイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# spanning-tree vlan 200
Switch(config)# end
Switch#
```

(注)　スパニングツリーはデフォルトでイネーブルに設定されているので、**show running** コマンドを入力して作成されたコンフィギュレーションを表示しても、スパニングツリーをイネーブルにするために入力したコマンドは表示されません。

次に、VLAN 200 上でスパニングツリーがイネーブルになっていることを確認する例を示します。

```
Switch# show spanning-tree vlan 200

 VLAN200 is executing the ieee compatible Spanning Tree protocol
  Bridge Identifier has priority 32768, address 0050.3e8d.6401
  Configured hello time 2, max age 20, forward delay 15
  Current root has priority 16384, address 0060.704c.7000
  Root port is 264 (FastEthernet5/8), cost of root path is 38
  Topology change flag not set, detected flag not set
  Number of topology changes 0 last change occurred 01:53:48 ago
  Times:  hold 1, topology change 24, notification 2
          hello 2, max age 14, forward delay 10
  Timers: hello 0, topology change 0, notification 0

 Port 264 (FastEthernet5/8) of VLAN200 is forwarding
    Port path cost 19, Port priority 128, Port Identifier 129.9.
    Designated root has priority 16384, address 0060.704c.7000
    Designated bridge has priority 32768, address 00e0.4fac.b000
    Designated port id is 128.2, designated path cost 19
    Timers: message age 3, forward delay 0, hold 0
    Number of transitions to forwarding state: 1
    BPDU: sent 3, received 3417

Switch#
```

拡張システム ID のイネーブル化

(注)　64 個の MAC アドレスをサポートするシャーシの拡張システム ID は、常にイネーブルになっています。

1024 個の MAC アドレスをサポートするシャーシで拡張システム ID をイネーブルにするには、**spanning-tree extend system-id** コマンドを使用します。「ブリッジ ID の概要」（p.17-2）を参照してください。

拡張システム ID をイネーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# spanning-tree extend system-id`	拡張システム ID をイネーブルにします。 拡張システム ID をディセーブルにします。 (注)　64 個の MAC アドレスをサポートするシャーシでは、または拡張範囲 VLAN を設定している場合には、拡張システム ID をディセーブルにできません（表 17-4 を参照）。
ステップ 2	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 3	`Switch# show spanning-tree vlan vlan_ID`	設定を確認します。

（注） 拡張システム ID をイネーブルまたはディセーブルにすると、すべてのアクティブな STP インスタンスのブリッジ ID が更新されるため、これによってスパニングツリー トポロジが変更される場合があります。

次に、拡張システム ID をイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# spanning-tree extend system-id
Switch(config)# end
Switch#
```

次に、設定を確認する例を示します。

```
Switch# show spanning-tree summary | include extended
Extended system ID is enabled.
```

ルート ブリッジの設定

Catalyst 4000 ファミリ スイッチ は、スイッチ上に設定されたアクティブな VLAN ごとにスパニングツリーのインスタンスを維持します。各インスタンスには、ブリッジ プライオリティおよびブリッジ MAC アドレスで構成されるブリッジ ID が対応付けられます。VLAN ごとに、最小のブリッジ ID を持つスイッチが、その VLAN のルート ブリッジとして選定されます。ブリッジ プライオリティが変更されると、常にブリッジ ID も変化します。この結果、VLAN のルート ブリッジが再計算されます。

指定された VLAN のルート ブリッジになるようにスイッチを設定するには、**spanning-tree vlan** *vlan-ID* **root** コマンドを入力して、ブリッジ プライオリティをデフォルト値（32,768）から非常に小さな値へと変更します。指定された VLAN のブリッジ プライオリティに設定する 8192 は、この値によってスイッチが VLAN のルートになる場合に使用します。VLAN のブリッジのプライオリティが 8192 よりも低い場合、スイッチは最も低いブリッジ プライオリティより 1 小さい数値をプライオリティに設定します。

たとえば、ネットワークのすべてのスイッチが、VLAN 100 のブリッジ プライオリティにデフォルト値の 32,768 を設定していると仮定します。スイッチに **spanning-tree vlan 100 root primary** コマンドを指定すると、VLAN 100 のブリッジ プライオリティが 8192 に設定されるため、このスイッチは VLAN 100 のルート ブリッジになります。

（注） スパニングツリーの各インスタンスのルート ブリッジは、バックボーン スイッチまたはディストリビューション スイッチである必要があります。アクセス スイッチをスパニングツリーのプライマリ ルートとして設定しないでください。

レイヤ 2 ネットワークの直径（ネットワーク上の任意の 2 つのエンド ステーション間における最大ブリッジ ホップ数）を指定するには、**diameter** キーワードを指定します。ネットワークの直径を指定すると、スイッチは自動的に最適な hello タイム、転送遅延時間、その直径のネットワークの最大エージング タイムをピックアップします。これによって、スパニングツリーのコンバージェンス時間が大幅に短縮されます。

hello-time キーワードを使用して、自動的に計算される hello タイムを上書きできます。

（注） スイッチをルート ブリッジとして設定したあとで、hello タイム、転送遅延時間、および最大エージング タイムを手動で設定しないでください。

スイッチをルート スイッチとして設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# [no] spanning-tree vlan vlan_ID root primary [diameter hops [hello-time seconds]]`	スイッチをルート ブリッジとして設定します。 デフォルトの設定に戻すには、**no** キーワードを使用します。
ステップ 2	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。

次に、スイッチを VLAN 10 のルート ブリッジとして設定し、ネットワーク直径を 4 に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# spanning-tree vlan 10 root primary diameter 4
Switch(config)# end
Switch#
```

次に、スイッチがスパニングツリー ルートになったときに設定が変わる例を示します。次に示すのは、スイッチが VLAN 1 のルートになる前の設定です。

```
Switch#show spanning-tree vlan 1

VLAN1 is executing the ieee compatible Spanning Tree protocol
  Bridge Identifier has priority 32768, address 0030.94fc.0a00
  Configured hello time 2, max age 20, forward delay 15
  Current root has priority 32768, address 0001.6445.4400
  Root port is 323 (FastEthernet6/3), cost of root path is 19
  Topology change flag not set, detected flag not set
  Number of topology changes 2 last change occurred 00:02:19 ago
          from FastEthernet6/1
  Times: hold 1, topology change 35, notification 2
          hello 2, max age 20, forward delay 15
  Timers:hello 0, topology change 0, notification 0, aging 300

 Port 323 (FastEthernet6/3) of VLAN1 is forwarding
   Port path cost 19, Port priority 128, Port Identifier 129.67.
   Designated root has priority 32768, address 0001.6445.4400
   Designated bridge has priority 32768, address 0001.6445.4400
   Designated port id is 129.67, designated path cost 0
   Timers:message age 2, forward delay 0, hold 0
   Number of transitions to forwarding state:1
   BPDU:sent 3, received 91

 Port 324 (FastEthernet6/4) of VLAN1 is blocking
   Port path cost 19, Port priority 128, Port Identifier 129.68.
   Designated root has priority 32768, address 0001.6445.4400
   Designated bridge has priority 32768, address 0001.6445.4400
   Designated port id is 129.68, designated path cost 0
   Timers:message age 2, forward delay 0, hold 0
   Number of transitions to forwarding state:0
   BPDU:sent 1, received 89
```

スイッチをルートとして設定します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# spanning-tree vlan 1 root primary
Switch(config)# spanning-tree vlan 1 root primary
 VLAN 1 bridge priority set to 8192
 VLAN 1 bridge max aging time unchanged at 20
 VLAN 1 bridge hello time unchanged at 2
 VLAN 1 bridge forward delay unchanged at 15
Switch(config)# end
```

次に示すのは、スイッチがルートになったあとの設定です。

```
Switch# show spanning-tree vlan 1

VLAN1 is executing the ieee compatible Spanning Tree protocol
  Bridge Identifier has priority 8192, address 0030.94fc.0a00
  Configured hello time 2, max age 20, forward delay 15
  We are the root of the spanning tree
  Topology change flag set, detected flag set
  Number of topology changes 3 last change occurred 00:00:09 ago
  Times: hold 1, topology change 35, notification 2
          hello 2, max age 20, forward delay 15
  Timers:hello 0, topology change 25, notification 0, aging 15

Port 323 (FastEthernet6/3) of VLAN1 is forwarding
   Port path cost 19, Port priority 128, Port Identifier 129.67.
   Designated root has priority 8192, address 0030.94fc.0a00
   Designated bridge has priority 8192, address 0030.94fc.0a00
   Designated port id is 129.67, designated path cost 0
   Timers:message age 0, forward delay 0, hold 0
   Number of transitions to forwarding state:1
   BPDU:sent 9, received 105

 Port 324 (FastEthernet6/4) of VLAN1 is listening
   Port path cost 19, Port priority 128, Port Identifier 129.68.
   Designated root has priority 8192, address 0030.94fc.0a00
   Designated bridge has priority 8192, address 0030.94fc.0a00
   Designated port id is 129.68, designated path cost 0
   Timers:message age 0, forward delay 5, hold 0
   Number of transitions to forwarding state:0
   BPDU:sent 6, received 102

Switch#
```

（注） ブリッジ プライオリティが 8192 に設定されたため、このスイッチがスパニングツリーのルートになります。

セカンダリ ルート スイッチの設定

スイッチをセカンダリ ルートとして設定すると、スパニングツリー ブリッジ プライオリティはデフォルト値（32,768）から 16,384 に変更されます。その結果、プライマリ ルート ブリッジが故障した場合に（ネットワーク上のほかのスイッチがデフォルトのブリッジ プライオリティ 32,768 を使用していることが前提）、そのスイッチが指定された VLAN のルート ブリッジになる可能性が高くなります。

このコマンドを複数のスイッチに対して実行し、複数のバックアップ ルート スイッチを設定できます。プライマリ ルート スイッチを設定するときに使用したものと同じネットワーク直径および hello タイムを使用してください。

（注） スイッチをルート ブリッジとして設定したあとで、hello タイム、転送遅延時間、および最大エージング タイムを手動で設定しないでください。

スイッチをセカンダリ ルート スイッチとして設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# [no] spanning-tree vlan vlan_ID root secondary [diameter hops [hello-time seconds]]`	スイッチをセカンダリ ルート スイッチとして設定します。 デフォルトの設定に戻すには、**no** キーワードを使用します。
ステップ 2	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。

次に、スイッチを VLAN 10 のセカンダリ ルート スイッチとして設定し、ネットワーク直径を 4 に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# spanning-tree vlan 10 root secondary diameter 4
VLAN 10 bridge priority set to 16384
 VLAN 10 bridge max aging time set to 14
 VLAN 10 bridge hello time unchanged at 2
 VLAN 10 bridge forward delay set to 10
Switch(config)# end
Switch#
```

次に、VLAN 1 の設定を確認する例を示します。

```
Switch#sh spanning-tree vlan 1

VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32768
             Address     0003.6b10.e800
             This bridge is the root
             Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32768
             Address     0003.6b10.e800
             Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time 300

Interface        Role Sts Cost      Prio.Nbr Status
---------------- ---- --- --------- -------- --------------------------------
Fa3/1            Desg FWD 19        128.129  P2p
Fa3/2            Desg FWD 19        128.130  P2p
Fa3/48           Desg FWD 19        128.176  Edge P2p

Switch#
```

STP ポート プライオリティの設定

ループが発生した際、スパニングツリーはフォワーディング ステートに移行するインターフェイスを選択する場合にポート プライオリティを考慮します。スパニングツリーで最初に選択するインターフェイスに高いプライオリティ値を、最後に選択するインターフェイスに低いプライオリティ値を割り当てることができます。すべてのインターフェイスが同じプライオリティ値を使用している場合、スパニングツリーはインターフェイス番号が最も小さいインターフェイスをフォワーディング ステートにして、残りのインターフェイスをブロックします。指定できるプライオリティの範囲は 0 ～ 240 で、16 ずつ増分して設定できます（デフォルトは 128）。

（注） Cisco IOS ソフトウェアは、インターフェイスがアクセス ポートとして設定されている場合にはポート プライオリティ値を使用し、インターフェイスがトランク ポートとして設定されている場合には VLAN ポート プライオリティ値を使用します。

インターフェイスのスパニングツリー ポート プライオリティを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# interface {{fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet} slot/port} | {port-channel port_channel_number}`	設定するインターフェイスを選択します。
ステップ 2	`Switch(config-if)# [no] spanning-tree port-priority port_priority`	インターフェイスのポート プライオリティを設定します。指定できる *port_priority* 値の範囲は 0 ～ 240 で、16 ずつ増分できます。 デフォルトの設定に戻すには、**no** キーワードを使用します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# [no] spanning-tree vlan vlan_ID port-priority port_priority`	インターフェイスの VLAN ポート プライオリティを設定します。指定できる *port_priority* 値の範囲は 0 ～ 240 で、16 ずつ増分できます。 デフォルトの設定に戻すには、**no** キーワードを使用します。
ステップ 4	`Switch(config-if)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 5	`Switch# show spanning-tree interface {{fastethernet | gigabitethernet} slot/port} | {port-channel port_channel_number}` `show spanning-tree vlan vlan_ID`	設定を確認します。

次に、ファスト イーサネット インターフェイスのスパニングツリー ポート プライオリティを設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface fastethernet 5/8
Switch(config-if)# spanning-tree port-priority 100
Switch(config-if)# end
Switch#
```

次に、ファスト イーサネット インターフェイスをアクセス ポートとして設定した場合の、設定を確認する例を示します。

```
Switch# show spanning-tree interface fastethernet 3/1

Vlan             Role Sts Cost      Prio.Nbr Status
---------------- ---- --- --------- -------- --------------------------------
VLAN0001         Desg FWD 19        128.129  P2p
VLAN1002         Desg FWD 19        128.129  P2p
VLAN1003         Desg FWD 19        128.129  P2p
VLAN1004         Desg FWD 19        128.129  P2p
VLAN1005         Desg FWD 19        128.129  P2p
Switch#
```

次に、インターフェイスをアクセス ポートとして設定した場合の、インターフェイスの設定の詳細を表示する例を示します。

```
Switch# show spanning-tree interface fastethernet 3/1 detail
Port 129 (FastEthernet3/1) of VLAN0001 is forwarding
   Port path cost 19, Port priority 128, Port Identifier 128.129.
   Designated root has priority 32768, address 0003.6b10.e800
   Designated bridge has priority 32768, address 0003.6b10.e800
   Designated port id is 128.129, designated path cost 0
   Timers:message age 0, forward delay 0, hold 0
   Number of transitions to forwarding state:1
   Link type is point-to-point by default
   BPDU:sent 187, received 1

 Port 129 (FastEthernet3/1) of VLAN1002 is forwarding
   Port path cost 19, Port priority 128, Port Identifier 128.129.
   Designated root has priority 32768, address 0003.6b10.ebe9
   Designated bridge has priority 32768, address 0003.6b10.ebe9
   Designated port id is 128.129, designated path cost 0
   Timers:message age 0, forward delay 0, hold 0
   Number of transitions to forwarding state:1
   Link type is point-to-point by default
   BPDU:sent 94, received 2

 Port 129 (FastEthernet3/1) of VLAN1003 is forwarding
   Port path cost 19, Port priority 128, Port Identifier 128.129.
   Designated root has priority 32768, address 0003.6b10.ebea
   Designated bridge has priority 32768, address 0003.6b10.ebea
   Designated port id is 128.129, designated path cost 0
   Timers:message age 0, forward delay 0, hold 0
   Number of transitions to forwarding state:1
   Link type is point-to-point by default
   BPDU:sent 94, received 2

 Port 129 (FastEthernet3/1) of VLAN1004 is forwarding
   Port path cost 19, Port priority 128, Port Identifier 128.129.
   Designated root has priority 32768, address 0003.6b10.ebeb
   Designated bridge has priority 32768, address 0003.6b10.ebeb
   Designated port id is 128.129, designated path cost 0
   Timers:message age 0, forward delay 0, hold 0
   Number of transitions to forwarding state:1
   Link type is point-to-point by default
   BPDU:sent 95, received 2

 Port 129 (FastEthernet3/1) of VLAN1005 is forwarding
   Port path cost 19, Port priority 128, Port Identifier 128.129.
   Designated root has priority 32768, address 0003.6b10.ebec
   Designated bridge has priority 32768, address 0003.6b10.ebec
   Designated port id is 128.129, designated path cost 0
   Timers:message age 0, forward delay 0, hold 0
   Number of transitions to forwarding state:1
   Link type is point-to-point by default
   BPDU:sent 95, received 2
Switch#
```

（注） **show spanning-tree port-priority** コマンドは、リンクがアクティブになっているポートの情報のみを表示します。リンクがアクティブなポートがない場合は、**show running-config interface** コマンドを使用して設定を確認してください。

次に、ファスト イーサネット インターフェイスのスパニングツリー VLAN ポート プライオリティを設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface fastethernet 5/8
Switch(config-if)# spanning-tree vlan 200 port-priority 64
Switch(config-if)# end
Switch#
```

次に、インターフェイスの VLAN 200 をトランク ポートとして設定した場合の設定を確認する例を示します。

```
Switch# show spanning-tree vlan 200
(テキスト出力は省略)

Port 264 (FastEthernet5/8) of VLAN200 is forwarding
Port path cost 19, Port priority 64, Port Identifier 129.8.
   Designated root has priority 32768, address 0010.0d40.34c7
   Designated bridge has priority 32768, address 0010.0d40.34c7
   Designated port id is 128.1, designated path cost 0
   Timers: message age 2, forward delay 0, hold 0
   Number of transitions to forwarding state: 1
   BPDU: sent 0, received 13513

(テキスト出力は省略)
Switch#
```

STP ポート コストの設定

スパニングツリー ポート パス コストのデフォルト値には、インターフェイス メディア速度の値が使用されます。ループが発生した場合、スパニングツリーはフォワーディング ステートに移行するインターフェイスを選択する際にポート コストを考慮します。スパニングツリーで最初に選択するインターフェイスに低いコスト値を、最後に選択するインターフェイスに高いコスト値を割り当てることができます。すべてのインターフェイスが同じコスト値を使用している場合、スパニングツリーは、インターフェイス番号が最も小さいインターフェイスをフォワーディング ステートにして、残りのインターフェイスをブロックします。指定できるコストの範囲は、1 ～ 200,000,000 です（デフォルトは、メディアによって異なります）。

スパニングツリーはインターフェイスがアクセス ポートとして設定されている場合にはポート コスト値を使用し、インターフェイスがトランク ポートとして設定されている場合には VLAN ポート コスト値を使用します。

インターフェイスのスパニングツリー ポート コストを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# interface {{fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet} slot/port} | {port-channel port_channel_number}`	設定するインターフェイスを選択します。
ステップ 2	`Switch(config-if)# [no] spanning-tree cost port_cost`	インターフェイスのポート コストを設定します。*port_cost* 値は、1 ～ 200,000,000 の範囲で指定します。 デフォルトの設定に戻すには、**no** キーワードを使用します。

	コマンド	目的
ステップ 3	Switch(config-if)# [**no**] **spanning-tree vlan** *vlan_ID* **cost** *port_cost*	インターフェイスの VLAN ポート コストを設定します。*port_cost* 値は、1 ～ 200,000,000 の範囲で指定します。 デフォルトの設定に戻すには、**no** キーワードを使用します。
ステップ 4	Switch(config-if)# **end**	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 5	Switch# **show spanning-tree interface** {{**fastethernet** | **gigabitethernet**} *slot/port*} | {**port-channel** *port_channel_number*} **show spanning-tree vlan** *vlan_ID*	設定を確認します。

次に、ファスト イーサネット インターフェイスのスパニングツリー ポート コストを変更する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface fastethernet 5/8
Switch(config-if)# spanning-tree cost 18
Switch(config-if)# end
Switch#
```

次に、インターフェイスをアクセス ポートとして設定した場合の設定を確認する例を示します。

```
Switch# show spanning-tree interface fastethernet 5/8
 Port 264 (FastEthernet5/8) of VLAN200 is forwarding
   Port path cost 18, Port priority 100, Port Identifier 129.8.
   Designated root has priority 32768, address 0010.0d40.34c7
   Designated bridge has priority 32768, address 0010.0d40.34c7
   Designated port id is 128.1, designated path cost 0
   Timers: message age 2, forward delay 0, hold 0
   Number of transitions to forwarding state: 1
   BPDU: sent 0, received 13513
Switch#
```

次に、ファスト イーサネット インターフェイスのスパニングツリー VLAN ポート コストを設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface fastethernet 5/8
Switch(config-if)# spanning-tree vlan 200 cost 17
Switch(config-if)# end
Switch#
```

次に、インターフェイスの VLAN 200 をトランク ポートとして設定した場合の設定を確認する例を示します。

```
Switch# show spanning-tree vlan 200
（テキスト出力は省略）
Port 264 (FastEthernet5/8) of VLAN200 is forwarding
Port path cost 17, Port priority 64, Port Identifier 129.8.
   Designated root has priority 32768, address 0010.0d40.34c7
   Designated bridge has priority 32768, address 0010.0d40.34c7
   Designated port id is 128.1, designated path cost 0
   Timers: message age 2, forward delay 0, hold 0
   Number of transitions to forwarding state: 1
   BPDU: sent 0, received 13513

（テキスト出力は省略）
Switch#
```

（注）　**show spanning-tree** コマンドは、リンクがアクティブになっている（グリーンに点灯）ポートの情報のみを表示します。リンクがアクティブなポートがない場合は、**show running-config** コマンドを使用して設定を確認してください。

VLAN のブリッジ プライオリティの設定

（注）　VLAN のブリッジ プライオリティを設定する場合は、注意が必要です。ブリッジ プライオリティを変更するには、通常の場合、**spanning-tree vlan** *vlan_ID* **root primary** コマンドおよび **spanning-tree vlan** *vlan_ID* **root secondary** コマンドの使用を推奨します。

VLAN のスパニングツリー ブリッジ プライオリティを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# [no] spanning-tree vlan vlan_ID priority bridge_priority`	VLAN のブリッジ プライオリティを設定します。*bridge_priority* 値は、1 ～ 65,534 の範囲で指定します。 デフォルトの設定に戻すには、**no** キーワードを使用します。
ステップ 2	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 3	`Switch# show spanning-tree vlan vlan_ID bridge [brief]`	設定を確認します。

次に、VLAN 200 のブリッジ プライオリティを 33,792 に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# spanning-tree vlan 200 priority 33792
Switch(config)# end
Switch#
```

次に、設定を確認する例を示します。

```
Switch# show spanning-tree vlan 200 bridge brief
                                     Hello Max  Fwd
Vlan                  Bridge ID      Time  Age Delay  Protocol
---------------- --------------------  ----  ----  -----  --------
VLAN200          33792 0050.3e8d.64c8    2   20    15  ieee
Switch#
```

hello タイムの設定

（注）　hello タイムを設定する場合は、注意が必要です。hello タイムを変更するには、通常の場合 **spanning-tree vlan** *vlan_ID* **root primary** コマンドおよび **spanning-tree vlan** *vlan_ID* **root secondary** コマンドの使用を推奨します。

VLAN のスパニングツリー hello タイムを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# [no] spanning-tree vlan vlan_ID hello-time hello_time`	VLAN の hello タイムを設定します。*hello_time* 値は、1 ～ 10 秒の範囲で指定します。 デフォルトの設定に戻すには、**no** キーワードを使用します。
ステップ 2	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 3	`Switch# show spanning-tree vlan vlan_ID bridge [brief]`	設定を確認します。

次に、VLAN 200 の hello タイムを 7 秒に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# spanning-tree vlan 200 hello-time 7
Switch(config)# end
Switch#
```

次に、設定を確認する例を示します。

```
Switch# show spanning-tree vlan 200 bridge brief
                                      Hello Max  Fwd
Vlan                  Bridge ID       Time  Age Delay  Protocol
---------------- -------------------- ---- ---- -----  --------
VLAN200          49152 0050.3e8d.64c8    7   20    15  ieee
Switch#
```

VLAN の最大エージング タイムの設定

（注） エージング タイムを設定する場合は、注意が必要です。最大エージング タイムを変更するには、通常の場合、**spanning-tree vlan** *vlan_ID* **root primary** コマンドおよび **spanning-tree vlan** *vlan_ID* **root secondary** コマンドの使用を推奨します。

VLAN のスパニングツリー最大エージング タイムを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# [no] spanning-tree vlan vlan_ID max-age max_age`	VLAN の最大エージング タイムを設定します。*max_age* 値は、6 ～ 40 秒の範囲で指定します。 デフォルトの設定に戻すには、**no** キーワードを使用します。
ステップ 2	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 3	`Switch# show spanning-tree vlan vlan_ID bridge [brief]`	設定を確認します。

次に、VLAN 200 の最大エージング タイムを 36 秒に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# spanning-tree vlan 200 max-age 36
Switch(config)# end
Switch#
```

次に、設定を確認する例を示します。

```
Switch# show spanning-tree vlan 200 bridge brief
                                     Hello Max  Fwd
Vlan                  Bridge ID      Time  Age Delay  Protocol
---------------- -------------------- ---- ---- -----  --------
VLAN200          49152 0050.3e8d.64c8    2   36    15  ieee
Switch#
```

VLAN の転送遅延時間の設定

(注) 転送遅延時間を設定する場合は、注意が必要です。転送遅延時間を変更するには、通常の場合、**spanning-tree vlan** *vlan_ID* **root primary** コマンドおよび **spanning-tree vlan** *vlan_ID* **root secondary** コマンドの使用を推奨します。

VLAN のスパニングツリー転送遅延時間を設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# [no] spanning-tree vlan vlan_ID forward-time forward_time`	VLAN の転送時間を設定します。*forward_time* 値は、4 ～ 30 秒の範囲で指定します。 デフォルトの設定に戻すには、**no** キーワードを使用します。
ステップ 2	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 3	`Switch# show spanning-tree vlan vlan_ID bridge [brief]`	設定を確認します。

次に、VLAN 200 の転送遅延時間を 21 秒に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# spanning-tree vlan 200 forward-time 21
Switch(config)# end
Switch#
```

次に、設定を確認する例を示します。

```
Switch# show spanning-tree vlan 200 bridge brief
                                     Hello Max  Fwd
Vlan                  Bridge ID      Time  Age Delay  Protocol
---------------- -------------------- ---- ---- -----  --------
VLAN200          49152 0050.3e8d.64c8    2   20    21  ieee
Switch#
```

次に、ブリッジのスパニングツリー情報を表示する例を示します。

```
Switch# show spanning-tree bridge

                                        Hello  Max  Fwd
Vlan                     Bridge ID       Time  Age  Dly  Protocol
---------------- ---------------------------------- -----  ---  ---  --------
VLAN200               49152 0050.3e8d.64c8           2    20   15  ieee
VLAN202               49152 0050.3e8d.64c9           2    20   15  ieee
VLAN203               49152 0050.3e8d.64ca           2    20   15  ieee
VLAN204               49152 0050.3e8d.64cb           2    20   15  ieee
VLAN205               49152 0050.3e8d.64cc           2    20   15  ieee
VLAN206               49152 0050.3e8d.64cd           2    20   15  ieee
Switch#
```

STP のディセーブル化

VLAN 単位でスパニングツリーをディセーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# no spanning-tree vlan vlan_ID`	VLAN 単位でスパニングツリーをディセーブルにします。
ステップ 2	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 3	`Switch# show spanning-tree vlan vlan_ID`	スパニングツリーがディセーブルになっていることを確認します。

次に、VLAN 200 上でスパニングツリーをディセーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# no spanning-tree vlan 200
Switch(config)# end
Switch#
```

次に、設定を確認する例を示します。

```
Switch# show spanning-tree vlan 200
Spanning tree instance for VLAN 200 does not exist.
Switch#
```

PVRST+ のイネーブル化

PVRST+ は、既存の PVST+ フレームワークを設定および他の機能との相互作用に使用しています。また、PVST+ 拡張機能の一部をサポートします。

PVRST+ を設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# [no] spantree mode rapid-pvst`	Rapid-PVST+ をイネーブルにします。
ステップ 2	`Switch(config)# interface interface/port`	インターフェイス コンフィギュレーションモードに切り替えます。
ステップ 3	`Switch(config)# spanning-tree link-type point-to-point`	ポートのリンク タイプをポイントツーポイント モードに設定します。
ステップ 4	`Switch(config-if)# exit`	インターフェイス モードを終了します。
ステップ 5	`Switch(config)# exit`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 6	`Switch(config-if)# clear spantree detected-protocols mod/port`	ポート上のすべてのレガシー ブリッジを検出します。
ステップ 7	`Switch# show spanning-tree summary total`	Rapid-PVST+ 設定を確認します。

次に、Rapid-PVST+ を設定する例を示します。

```
Switch# config t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# spanning-tree mode rapid-pvst
Switch(config)# int fa 6/4
Switch(config-if)# spanning-tree link-type point-to-point
Switch(config-if)# end
Switch(config)# end
Switch#
23:55:32:%SYS-5-CONFIG_I:Configured from console by console
Switch# clear spanning-tree detected-protocols
```

次に、設定を確認する例を示します。

```
Switch# show spanning-tree summary totals
Switch is in rapid-pvst mode
Root bridge for:VLAN0001
Extended system ID           is disabled
Portfast Default             is disabled
PortFast BPDU Guard Default  is disabled
Portfast BPDU Filter Default is disabled
Loopguard Default            is disabled
EtherChannel misconfig guard is enabled
UplinkFast                   is disabled
BackboneFast                 is disabled
Pathcost method used         is short
Name                   Blocking Listening Learning Forwarding STP Active
---------------------- -------- --------- -------- ---------- ----------
1 vlan                        0         0        0          2          2
Switch#
```

リンク タイプの指定

高速接続が確立されるのは、ポイントツーポイント リンク上に限られます。スパニングツリーは、ポイントツーポイント リンクをスパニングツリー アルゴリズムを実行する 2 つのスイッチだけを接続するセグメントとみなします。スイッチは、すべての全二重リンクをポイントツーポイント リンクとしてみなし、半二重リンクを共有リンクとみなすため、明示的なリンク タイプの設定を回避できます。特定のリンク タイプを設定するには、**spanning-tree linktype** コマンドを使用します。

プロトコル移行の再開

Multiple Spanning-Tree Protocol（MSTP）および RSTP の両方が稼働するスイッチは、組み込み型のプロトコル移行プロセスをサポートし、レガシー 802.1D スイッチとの相互運用が可能となります。このスイッチがレガシー 802.1D 設定 BPDU（プロトコルのバージョンが 0 に設定されている BPDU）を受信した場合は、そのポート上で 802.1D BPDU だけを送信します。さらに、MSTP スイッチがレガシー BPDU を受信する場合、次の事項も検出します。

- ポートがリージョンの境界にある
- 異なるリージョンに関連付けられた MST BPDU（バージョン 3）
- RST BPDU（バージョン 2）

ただし、スイッチは、802.1D BPDU を受信しなくなった場合であっても、自動的に MSTP モードには戻りません。これは、レガシー スイッチが指定スイッチでなければ、リンクから削除されたかどうかを判別できないためです。また、あるスイッチの接続先のスイッチがリージョンに加入した場合でも、このスイッチはポートに境界の役割を割り当て続けることもあります。

スイッチ全体でプロトコル移行プロセスを再開する（強制的に近接スイッチと再度ネゴシエートさせる）には、特権 EXEC モードで **clear spanning-tree detected-protocols** コマンドを使用します。特定のインターフェイス上でプロトコル移行プロセスを再開するには、*interface-id* 特権 EXEC モードで **clear spanning-tree detected-protocols interface** コマンドを使用します。

MST の概要

ここでは、Catalyst 4000 ファミリ スイッチにおける MST の機能について説明します。

IEEE 802.1s MST

MST は、IEEE 802.1w Rapid Spanning-Tree（RST）アルゴリズムを複数のスパニングツリーに拡張します。この拡張によって、VLAN 環境で高速コンバージェンスとロードバランシングの両方を実現できます。MST は Per VLAN Spanning-Tree Plus（PVST+）よりもコンバージェンスが速く、802.1D Spanning-Tree Protocol（STP; スパニングツリー プロトコル）、802.1w（Rapid Spanning-Tree Protocol [RSTP]）、およびシスコ PVST+ アーキテクチャに対して下位互換性があります。

MST を使用すると、トランクを介して複数のスパニングツリーを構築できます。VLAN をグループとしてまとめ、スパニングツリー インスタンスに対応付けることができます。各インスタンスに、他のスパニングツリー インスタンスに依存しないトポロジを与えることができます。このアーキテクチャによって、データ トラフィックに複数の転送パスが与えられ、ロードバランシングが可能になります。あるインスタンス（転送パス）で障害が発生しても、他のインスタンスに影響を与えないので、ネットワークの耐障害性が向上します。

大規模なネットワークで、ネットワーク管理が容易になり、ネットワークのさまざまな部分にさまざまな VLAN を配置し、スパニングツリー インスタンスを割り当てることによって、冗長パスを使用できます。スパニングツリー インスタンスが存在できるのは、矛盾しない VLAN インスタンスが割り当てられているブリッジに限られます。1 組のブリッジを同じ MST 設定情報を使用して設定する必要があります。この結果、特定のスパニングツリー インスタンス セットに参加させることができます。同じ MST コンフィギュレーションが与えられて相互接続されたブリッジは、MST リージョンといいます。

MST は修正済みの RSTP、MSTP を使用します。MST には次のような特徴があります。

- MST は Internal Spanning-Tree（IST）という形式のスパニングツリーを実行します。IST は、MST リージョンに関する内部情報によって Common Spanning-Tree（CST）情報を補います。MST リージョンは、隣接する Single Spanning-Tree（SST）および MST リージョンで、単一ブリッジとして認識されます。

- MST が稼働しているブリッジは、次のように、SST ブリッジとのインターオペラビリティを確保します。
  - MST ブリッジは IST を実行し、MST リージョンに関する内部情報によって、CST 情報を補います。
  - IST はリージョン内のすべての MST ブリッジを結合するので、そのブリッジ ドメイン全体が含まれる CST では、1 つのサブツリーとして認識されます。MST リージョンは、隣接する SST ブリッジおよび MST リージョンにとって、仮想ブリッジとして認識されます。
  - Common and Internal Spanning-Tree（CIST）は、各 MST リージョンの IST、MST リージョンと相互接続する CST、および SST ブリッジの要素の集まりです。CIST は MST リージョン内部の IST、および MST リージョン外部の CST と同一です。STP、RSTP、および MSTP は合同で、1 つのブリッジを CIST のルートとして選定します。
- MST は各 MST リージョン内で、追加のスパニングツリーを確立して維持します。これらのスパニングツリーを MST Instance（MSTI）といいます。IST の番号は 0、MSTI の番号は 1、2、3（以下同様）になります。MSTI は MST リージョンに対してローカルで、MST リージョンが相互接続されている場合でも、他のリージョンの MSTI とは無関係です。

  MSTI は次のように、MST リージョン境界で IST と結合し、CST になります。
  - MSTI のスパニングツリー情報が MSTP レコード（M レコード）に格納されます。

    M レコードは常に、MST BPDU 内でカプセル化されます。MSTP で計算されたオリジナルのスパニングツリーは、MST リージョン内でのみアクティブとなり、M ツリーと呼ばれます。M ツリーは MST リージョン境界で IST と組み合わされ、CST を形成します。
- MST は、非 CST VLAN 用の PVST+ BPDU を生成し、PVST+ とのインターオペラビリティを維持します。
- MST は次のように、MSTP の PVST+ 拡張機能の一部をサポートします。
  - UplinkFast および BackboneFast は、MST モードで使用できません。これらは RSTP に組み込まれています。
  - PortFast はサポートされています。
  - BPDU フィルタおよび BPDU ガードは、MST モードでサポートされています。
  - ループ ガードおよびルート ガードは MST でサポートされています。MST は、BPDU が引き続き VLAN 1 で送信される点を除き、VLAN 1 でディセーブルの機能をそのままの状態で維持します。
  - MST スイッチは、MAC（メディア アクセス制御）縮小がイネーブルの場合と同様に動作します。
  - Private VLAN（PVLAN）の場合、セカンダリ VLAN をプライマリと同じインスタンスにマッピングする必要があります。

IEEE 802.1w RSTP

802.1w で規定されている RSTP は、802.1D で規定された STP に代わるものですが、STP との互換性は維持されています。RSTP は、MST 機能とともに設定します。詳細については、「MST の設定」（p.17-31）を参照してください。

MST は RSTP が提供する構造上で動作し、物理トポロジまたは設定パラメータが変更されたときにネットワークのアクティブなトポロジを再設定する時間を短縮します。RSTP は、スパニングツリーに接続されたアクティブ トポロジのルートとしてスイッチを 1 つ選択し、スイッチの個々のポートに、そのポートがアクティブ トポロジに含まれるかどうかに応じて、ポートの役割を割り当てます。

RSTP はスイッチ、スイッチ ポート、または LAN 障害の発生後に、短時間で接続できるようにします。新しいルート ポートとブリッジの反対側の指定ポートが、両者間の明示的ハンドシェイクによってフォワーディング ステートに移行します。RSTP を使用すると、スイッチの再初期化時にポートが直接フォワーディング ステートに移行できるように、スイッチ ポートを設定できます。

RSTP は、802.1D ブリッジに対して次のような下位互換性があります。

- RSTP はポート単位で、802.1D で設定された BPDU および Topology Change Notification（TCN; トポロジ変更通知）BPDU を選択して送信します。
- ポートの初期化時に、移行遅延タイマーが開始され、RSTP BPDU が送信されます。移行遅延タイマーがアクティブな間、ブリッジはそのポートで受信したすべての BPDU を処理します。
- ポートの移行遅延タイマーが満了したあとでブリッジが 802.1D BPDU を受信した場合、ブリッジは 802.1D ブリッジに接続されているとみなして、802.1D BPDU だけを使用するようになります。
- RSTP がポート上で 802.1D BPDU を使用していて、移行遅延タイマーの満了後に RSTP BPDU を受信した場合、RSTP によって移行遅延タイマーが再起動され、そのポート上で RSTP BPDU の使用が開始されます。

RSTP のポートの役割

RSTP では、ポートの役割は次のように定義されます。

- ルート ― スパニングツリー トポロジ用に選択された転送ポート
- 指定 ― すべてのスイッチド LAN セグメント用に選択された転送ポート
- 代替 ― 現在のルート ポートによって提供されるルート ブリッジへの代替パス
- バックアップ ― スパニングツリーのリーフ近くで、指定ポートによって提供されるパスのバックアップ。バックアップ ポートが存在できるのは、2 つのポートがループバック モードで、または共有 LAN セグメントに対して複数の接続を持つブリッジで結合されている場合だけです。
- ディセーブル ― スパニング ツリーの動作において役割を持たないポート

ポートの役割は次のように割り当てられます。

- ルート ポートまたは指定ポートの役割の場合、ポートはアクティブ トポロジに含まれます。
- 代替ポートまたはバックアップ ポートの役割の場合、ポートはアクティブ トポロジから除外されます。

RSTP ポート ステート

ポート ステートは、フォワーディングおよびラーニング プロセスを制御し、廃棄、ラーニング、およびフォワーディングの値を提供します。表 17-5 に、STP ポート ステートと RSTP ポート ステートを示します。

表 17-5　STP ポート ステートおよび RSTP ポート ステートの比較

動作ステータス	STP ポート ステート	RSTP ポート ステート	アクティブ トポロジにポートが含まれるかどうか
イネーブル	ブロッキング[1]	廃棄[2]	含まれない
イネーブル	リスニング	廃棄	含まれない
イネーブル	ラーニング	ラーニング	含まれる
イネーブル	フォワーディング	フォワーディング	含まれる
ディセーブル	ディセーブル	廃棄	含まれない

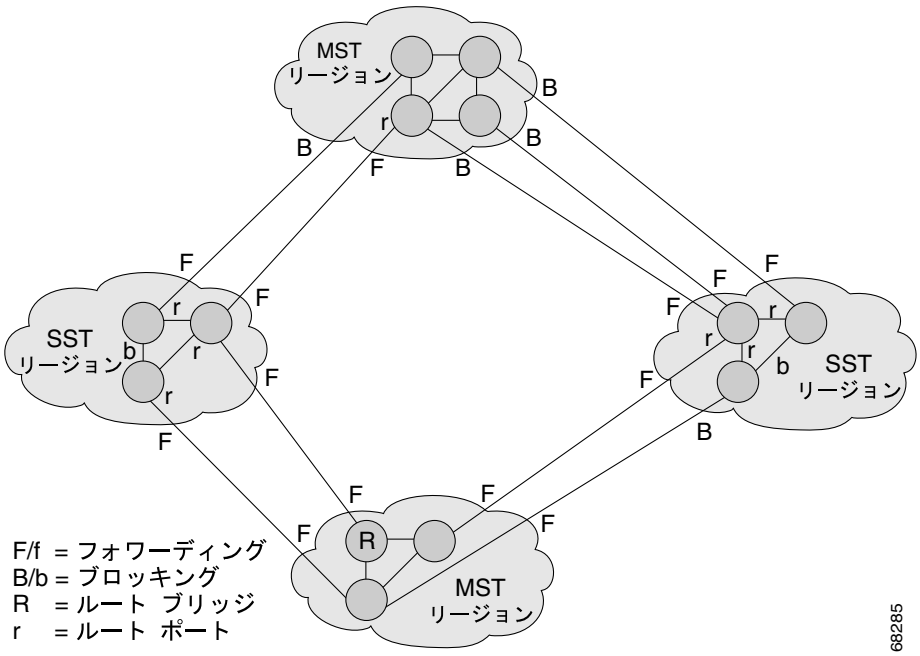
1. IEEE 802.1D のポート ステート指定
2. IEEE 802.1w のポート ステート指定。廃棄は、MST ではブロッキングと同じです。

RSTP は安定したトポロジで、すべてのルート ポートおよび指定ポートがフォワーディング ステートに移行し、すべての代替ポートおよびバックアップ ポートが必ず廃棄ステートになるようにします。

MST/SST 間のインターオペラビリティ

仮想ブリッジで結ばれた LAN には、SST ブリッジおよび MST ブリッジから構成される相互接続されたリージョンが含まれる場合があります。図 17-2 に、この関係を示します。

図 17-2　SST および MST リージョンが相互接続されているネットワーク



SST リージョンで稼働している STP において、MST リージョンは次のように動作する単一 SST または擬似ブリッジとして認識されます。

- すべての擬似ブリッジにおいて、BPDU のルート ID とルート パス コストの値は一致しますが、擬似ブリッジは単一の SST ブリッジと次の点が異なります。
  - 擬似ブリッジの BPDU には、異なるブリッジ ID が与えられます。ルート ID とルート コストが同じなので、この相違が近接する SST リージョンの STP 動作に影響を与えることはありません。
  - 擬似ブリッジ ポートから送信された BPDU では、メッセージ有効期間が多少異なることがあります。メッセージ エージはホップごとに 1 秒ずつ増えるので、メッセージ エージの相違は秒単位で測定されます。
- 擬似ブリッジのあるポート（リージョン エッジにあるポート）から別のポートへのデータ トラフィックは、擬似ブリッジまたは MST リージョンに完全に含まれるパスをたどります。異なる VLAN に属するデータ トラフィックは、MST によって確立された MST リージョン内で異なるパスをたどる場合があります。
- システムは次のいずれかの方法でループの発生を防ぎます。
  - 境界上のフォワーディング ポートを 1 つ許可し、他のすべてのポートをブロックして、該当する擬似ブリッジ ポートをブロックします。
  - CST パーティションを設定して、SST リージョンのポートをブロックします。

CST

CST（802.1Q）は、すべての VLAN に対応する単一のスパニングツリーです。PVST+ が稼働している Catalyst 4500 シリーズ スイッチでは、VLAN 1 スパニングツリーが CST に対応します。MST が稼働している Catalyst 4500 シリーズ スイッチでは、IST（インスタンス 0）が CST に対応します。

MSTI

このリリースは、最大 16 のインスタンスをサポートします。各スパニングツリー インスタンスは、0 ～ 15 の範囲のインスタンス ID によって識別されます。インスタンス 0 は必須で、必ず存在します。インスタンス 1 ～ 15 の使用は任意です。

MST のコンフィギュレーション パラメータ

MST のコンフィギュレーションは次の 3 つの部分から構成されます。

- 名前 ― MST リージョンを特定する 32 文字のストリング（ヌルの埋め込みあり）
- リビジョン番号 ― 現在の MST コンフィギュレーションのリビジョンを表す、符号なし 16 ビット数

（注） MST コンフィギュレーションの一部として必要な場合は、リビジョン番号を設定する必要があります。リビジョン番号は、MST コンフィギュレーションを実行するたびに、自動的に増えるわけではありません。

- MST コンフィギュレーション テーブル ― 4096 バイトの配列。各バイトは、符号なし整数として解釈され、VLAN に対応します。値は、VLAN を対応付けるインスタンス番号です。VLAN 0 に対応する先頭バイト、および VLAN 4095 に対応する 4096 番めのバイトは使用しません。常に 0 に設定します。

各バイトを手動で設定する必要があります。SNMP（簡易ネットワーク管理プロトコル）または CLI（コマンドライン インターフェイス）を使用して設定できます。

MST BPDU には、MST コンフィギュレーション ID およびチェックサムが入ります。MST ブリッジは、MST BPDU のコンフィギュレーション ID およびチェックサムが自身の MST リージョンのコンフィギュレーション ID およびチェックサムと一致した場合に限り、MST BPDU を受け入れます。いずれかの値が異なる場合、その MST BPDU は SST BPDU とみなされます。

MST リージョン

ここでは、MST リージョンについて説明します。

MST リージョンの概要

同じ MST コンフィギュレーションが与えられ、相互接続されたブリッジを MST リージョンといいます。ネットワークで使用できる MST リージョンの数に制限はありません。

MST リージョンを形成する場合、使用できるブリッジは次のどちらかです。

- MST リージョンの唯一のメンバである MST ブリッジ
- LAN によって相互接続された MST ブリッジ。LAN の指定ブリッジには、MST ブリッジと同じ MST コンフィギュレーションを与えます。LAN 上のすべてのブリッジが MST BPDU を処理します。

MST コンフィギュレーションが異なる 2 つの MST リージョンを接続した場合、MST リージョンは次のように動作します。

- ネットワークの冗長パス間でロードバランシングを図ります。2 つの MST リージョンが冗長接続されている場合、すべてのトラフィックは MST リージョンとの単一接続を使用して、ネットワーク上を流れます。
- RSTP ハンドシェイクによって、リージョン間の高速接続を可能にします。ただし、このハンドシェイクは 2 つのブリッジ間の場合ほど高速ではありません。ループを防止するためには、リージョン内のすべてのブリッジが他のリージョンとの接続時に合意している必要があります。この状況によって遅延が生じるため、ネットワークを多数のリージョンに分割することは推奨できません。

境界ポート

境界ポートは LAN に接続するポートで、その指定ブリッジは SST ブリッジまたは異なる MST コンフィギュレーションのブリッジのどちらかです。指定ポートは、STP ブリッジを検出した場合、またはコンフィギュレーションの異なる RST/MST ブリッジから同意メッセージを受信した場合、境界上にあることを認識します。

境界では、MST ポートの役割に関係なく、ポート ステートが強制的に IST ポート ステートと同じになります。ポートに境界フラグが設定されている場合、MST ポート ロール選択メカニズムによって、境界にポートの役割が割り当てられ、IST ポートと同じステートが設定されます。境界の IST ポートは、バックアップ ポートの役割以外のすべてのポートの役割を担うことができます。

IST マスター

MST リージョンの IST マスターは最小ブリッジ ID を持ち、CST ルートに対するパス コストが最小のブリッジです。MST ブリッジが CST のルート ブリッジになっている場合は、それがその MST リージョンの IST マスターです。CST ルートが MST リージョン外にある場合は、境界上の MST ブリッジの 1 つが IST マスターとして選択されます。同じリージョンに属する境界上の他のブリッジは、ルートに接続する境界ポートを最終的にブロックします。

リージョン境界の複数のブリッジで、ルートへのパスがまったく同じ場合、わずかに小さいブリッジ プライオリティを設定することで、特定のブリッジを IST マスターにすることができます。

リージョン内でのルート パス コストおよびメッセージ エージは一定のままですが、ホップごとに IST パス コストは増加し、IST 残りホップ数は減少します。**show spanning-tree mst** コマンドを入力すると、IST マスター、パス コスト、ブリッジの残りホップ数に関する情報が表示されます。

エッジ ポート

非ブリッジング デバイス（ホスト、スイッチなど）に接続するポートが、エッジ ポートです。ハブに接続するポートも、ハブまたはハブによって接続された LAN にブリッジがない場合、エッジ ポートです。エッジ ポートは、リンクがアップになると同時に転送を開始します。

MST では各ポートをホストに接続する設定が必要です。障害発生後に高速で接続を確立するには、中間ブリッジの非エッジ指定ポートをブロックする必要があります。ポートが同意メッセージを送り返すことができる別のブリッジに接続した場合、そのポートはただちに転送を開始します。それ以外の場合、ポートが再び転送を開始するまでに、転送遅延時間の 2 倍の時間がかかります。ホストおよびスイッチに接続されたポートを MST 使用時のエッジ ポートとして、明示的に設定する必要があります。

誤って設定されることがないように、ポートが BPDU を受信すると、PortFast 動作がオフになります。**show spanning-tree mst** *interface* コマンドを使用すると、PortFast の設定および動作ステータスを表示できます。

リンク タイプ

高速接続が確立されるのは、ポイントツーポイント リンク上に限られます。ホストまたはスイッチに対して、ポートを明示的に設定する必要があります。ただし、大部分のネットワークでは、ケーブル接続がこの条件を満たしているので、**spanning-tree linktype** コマンドを入力し、すべての全二重リンクをポイントツーポイント リンクとして扱うことで、明示的設定を回避できます。

メッセージ エージおよびホップ カウント

IST および MSTI は、BPDU のメッセージ有効期間および最大エージング タイマーの設定値を使用しません。IST および MST は、IP Time to Live（TTL; 存続可能時間）メカニズムにきわめて類似した別個のホップ カウント メカニズムを使用します。最大ホップ カウントを指定して、各 MST ブリッジを設定できます。インスタンスのルート ブリッジは、最大ホップ カウントと同じ残りホップ カウントを指定して、BPDU（または M レコード）を送信します。BPDU（または M レコード）を受信したブリッジは、受信した残りのホップ カウントを 1 だけ減らします。この結果、カウントが 0 になった場合、ブリッジはこの BPDU（または M レコード）を廃棄し、ポートのために保持していた情報を期限切れにします。非ルート ブリッジは、生成した BPDU（または M レコード）で、減らされたカウントを残りのホップ カウントとして伝播します。

BPDU の RST 部分に指定されているメッセージ エージおよび最大エージング タイマーの設定値は、リージョン内のどこでも同じです。境界上にあるリージョンの指定ポートによって、同じ値が伝達されます。

MST/PVST+ 間のインターオペラビリティ

（同一リージョン内の）MST スイッチが PVST+ スイッチと対話するように設定する場合、次の注意事項に留意してください。

- MST リージョン内のすべての VLAN に対するルートを設定します。次の例を参照してください。

```
Switch# show spanning-tree mst interface gigabitethernet 1/1

GigabitEthernet1/1 of MST00 is root forwarding
Edge port: no             (trunk)          port guard : none        (default)
Link type: point-to-point (auto)           bpdu filter: disable     (default)
Boundary : boundary       (PVST)           bpdu guard : disable     (default)
Bpdus sent 10, received 310

Instance Role Sts Cost      Prio.Nbr Vlans mapped
-------- ---- --- --------- -------- --------------------------------
0        Root FWD 20000     128.1    1-2,4-2999,4000-4094
3        Boun FWD 20000     128.1    3,3000-3999
```

  MST スイッチに属する境界ポートは、PVST+ をシミュレートし、すべての VLAN に PVST+ BPDU を送信します。

  PVST+ スイッチ上でループ ガードをイネーブルにすると、MST スイッチの設定が変更されたときに、ポートが loop-inconsistent ステートに変化する可能性があります。loop-inconsistent ステートを修正するには、その PVST+ スイッチでループ ガードをディセーブルにし、再びイネーブルにする必要があります。

- MST スイッチの PVST+ サイド内にある VLAN の一部またはすべてに対して、ルートを配置しないでください。境界の MST スイッチが指定ポート上の VLAN のすべてまたは一部に対する PVST+ BPDU を受信すると、ルート ガードによってそのポートがブロッキング ステートになります。

PVST+ スイッチを 2 つの異なる MST リージョンに接続すると、PVST+ スイッチからのトポロジ変更が最初の MST リージョンから先へ伝達されません。この場合、トポロジ変更は VLAN がマッピングされているインスタンスで伝播されるだけです。トポロジ変更は最初の MST リージョンに対してローカルのままで、その他のリージョンの Cisco Access Manager（CAM）エントリはフラッシュされません。他の MST リージョンにもトポロジ変更が認識されるようにするには、IST に VLAN をマッピングするか、またはアクセス リンクを介して 2 つのリージョンに PVST+ スイッチを接続します。

MST 設定時の注意事項および制約事項

設定時に問題が起こらないようにするため、次の制約事項と注意事項に従ってください。

- すべての PVST ブリッジのすべての VLAN でスパニングツリーをディセーブルにしないでください。
- CST のルートとして PVST ブリッジを使用しないでください。
- アクセス リンクは VLAN を分割することがあるので、アクセス リンクでスイッチを接続しないでください。
- すべての PVST ルート ブリッジに、CST ルート ブリッジより低い（数値の大きい）プライオリティを設定してください。
- トランクがインスタンスにマッピングされたすべての VLAN を伝送するようにしてください。そのインスタンスに対応する VLAN は絶対に伝送しないでください。
- 既存または新規の論理 VLAN ポートが多数関係する MST コンフィギュレーションは、メンテナンス ウィンドウで完了する必要があります。変更が追加（インスタンスへの新規 VLAN の追加、インスタンス間での VLAN の移動など）されるたびに、MST データベース全体が再初期化されるためです。

MST の設定

ここでは、MST の設定手順について説明します。

MST のイネーブル化

Catalyst 4500 スイッチ上で MST をイネーブルにして設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# spanning-tree mode mst`	MST モードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# spanning-tree mst configuration`	MST コンフィギュレーション サブモードを開始します。 MST コンフィギュレーションをクリアする場合は、**no** キーワードを使用します。
ステップ 3	`Switch(config-mst)# show current`	現在の MST コンフィギュレーションを表示します。
ステップ 4	`Switch(config-mst)# name` *name*	MST リージョン名を設定します。
ステップ 5	`Switch(config-mst)# revision` *revision_number*	MST コンフィギュレーション リビジョン番号を設定します。
ステップ 6	`Switch(config-mst)# instance` *instance_number* **vlan** *vlan_range*	VLAN を MSTI にマッピングします。 **vlan** キーワードを指定しない場合、MSTI にマッピングされたすべての VLAN のマップを無効にするには、**no** キーワードを使用します。 **vlan** キーワードを指定する場合、MSTI から指定された VLAN のマップを無効にするには、**no** キーワードを使用します。
ステップ 7	`Switch(config-mst)# show pending`	適用する新しい MST コンフィギュレーションを表示します。
ステップ 8	`Switch(config-mst)# end`	設定を適用し、MST コンフィギュレーション サブモードを終了します。
ステップ 9	`Switch# show spanning-tree mst configuration`	現在の MST コンフィギュレーションを表示します。

次に、MST をイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# spanning-tree mode mst

Switch(config)# spanning-tree mst configuration

Switch(config-mst)# show current
Current MST configuration
Name      []
Revision  0
Instance  Vlans mapped
--------  ---------------------------------------------------------------------
0         1-4094
-------------------------------------------------------------------------------
Switch(config-mst)# name cisco
Switch(config-mst)# revision 2
Switch(config-mst)# instance 1 vlan 1
Switch(config-mst)# instance 2 vlan 1-1000
Switch(config-mst)# show pending
Pending MST configuration
Name      [cisco]
Revision  2
Instance  Vlans mapped
--------  ---------------------------------------------------------------------
0         1001-4094
2         1-1000
-------------------------------------------------------------------------------
Switch(config-mst)# no instance 2
Switch(config-mst)# show pending
Pending MST configuration
Name      [cisco]
Revision  2
Instance  Vlans mapped
--------  ---------------------------------------------------------------------
0         1-4094
-------------------------------------------------------------------------------
Switch(config-mst)# instance 1 vlan 2000-3000
Switch(config-mst)# no instance 1 vlan 1500
Switch(config-mst)# show pending
Pending MST configuration
Name      [cisco]
Revision  2
Instance  Vlans mapped
--------  ---------------------------------------------------------------------
0         1-1999,2500,3001-4094
1         2000-2499,2501-3000
-------------------------------------------------------------------------------
Switch(config-mst)# end
Switch(config)# no spanning-tree mst configuration
Switch(config)# end
Switch# show spanning-tree mst configuration
Name      []
Revision  0
Instance  Vlans mapped
--------  ---------------------------------------------------------------------
0         1-4094
-------------------------------------------------------------------------------
```

MSTI パラメータの設定

MSTI パラメータを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# spanning-tree mst` *X* `priority` *Y*	MSTI のプライオリティを設定します。
ステップ 2	`Switch(config)# spanning-tree mst` *X* `root` [`primary` | `secondary`]	MSTI のルートとしてブリッジを設定します。

	コマンド	目的
ステップ 3	`Switch(config)# Ctrl-Z`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 4	`Switch# show spanning-tree mst`	設定を確認します。

次に、MSTI パラメータの設定例を示します。

```
Switch(config)# spanning-tree mst 1 priority ?
 <0-61440>  bridge priority in increments of 4096

Switch(config)# spanning-tree mst 1 priority 1
% Bridge Priority must be in increments of 4096.
% Allowed values are:
  0     4096  8192  12288 16384 20480 24576 28672
  32768 36864 40960 45056 49152 53248 57344 61440

Switch(config)# spanning-tree mst 1 priority 49152
Switch(config)#

Switch(config)# spanning-tree mst 0 root primary
 mst 0 bridge priority set to 24576
 mst bridge max aging time unchanged at 20
 mst bridge hello time unchanged at 2
 mst bridge forward delay unchanged at 15
Switch(config)# ^Z
Switch#

Switch# show spanning-tree mst

###### MST00        vlans mapped:  11-4094
Bridge      address 00d0.00b8.1400  priority  24576 (24576 sysid 0)
Root        this switch for CST and IST
Configured  hello time 2, forward delay 15, max age 20, max hops 20

Interface        Role Sts Cost      Prio.Nbr Status
---------------- ---- --- --------- -------- --------------------------------
Fa4/4            Back BLK 1000      240.196  P2p
Fa4/5            Desg FWD 200000    128.197  P2p
Fa4/48           Desg FWD 200000    128.240  P2p Bound(STP)

###### MST01        vlans mapped:  1-10
Bridge      address 00d0.00b8.1400  priority  49153 (49152 sysid 1)
Root        this switch for MST01

Interface        Role Sts Cost      Prio.Nbr Status
---------------- ---- --- --------- -------- --------------------------------
Fa4/4            Back BLK 1000      160.196  P2p
Fa4/5            Desg FWD 200000    128.197  P2p
Fa4/48           Boun FWD 200000    128.240  P2p Bound(STP)

Switch#
```

MSTI ポート パラメータの設定

MSTI ポート パラメータを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config-if)# spanning-tree mst` *x* `cost` *y*	MSTI ポート コストを設定します。
ステップ 2	`Switch(config-if)# spanning-tree mst` *x* `port-priority` *y*	MSTI ポート プライオリティを設定します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# Ctrl-Z`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 4	`Switch# show spanning-tree mst` *x* `interface` *y*	設定を確認します。

次に、MSTI ポート パラメータの設定例を示します。

```
Switch(config)# interface fastethernet 4/4
Switch(config-if)# spanning-tree mst 1 ?
  cost           Change the interface spanning tree path cost for an instance
  port-priority  Change the spanning tree port priority for an instance

Switch(config-if)# spanning-tree mst 1 cost 1234567

Switch(config-if)# spanning-tree mst 1 port-priority 240
Switch(config-if)# ^Z

Switch# show spanning-tree mst 1 interface fastethernet 4/4

FastEthernet4/4 of MST01 is backup blocking
Edge port:no             (default)        port guard :none        (default)
Link type:point-to-point (auto)           bpdu filter:disable     (default)
Boundary :internal                        bpdu guard :disable     (default)
Bpdus (MRecords) sent 125, received 1782

Instance Role Sts Cost      Prio.Nbr Vlans mapped
-------- ---- --- --------- -------- --------------------------------
1        Back BLK 1234567   240.196  1-10

Switch#
```

プロトコル移行の再開

RSTP と MST には、他のリージョンまたは別のバージョンの IEEE スパニングツリーと正しく対話するための互換メカニズムが組み込まれています。たとえば、レガシー ブリッジに接続された RSTP ブリッジは、ポートのいずれかで 802.1D BPDU を送信します。同様に、MST ブリッジがレガシー BPDU または別のリージョンの MST BPDU を受信する場合は、ポートがリージョンの境界にあるかどうかを検出します。

しかし、このようなメカニズムは効率的なモードへの復帰を妨げます。たとえば、レガシー 802.1D に指定された RSTP ブリッジは、レガシー ブリッジがリンクから取り外されたあとも 802.1D モードの状態にとどまります。同様に、MST ポートは接続しているブリッジが同じリージョンに加入したあとも、自身を境界ポートとみなします。Catalyst 4500 シリーズ スイッチに強制的に近接スイッチと再ネゴシエーションさせる場合（プロトコル移行を再開する場合）、次のように **clear spanning-tree detected-protocols** コマンドを使用します。

```
Switch# clear spanning-tree detected-protocols fastethernet 4/4
Switch#
```

MST コンフィギュレーションの表示

MST のコンフィギュレーションを表示するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	Switch# **show spanning-tree mst configuration**	アクティブなリージョンの設定情報を表示します。
ステップ 2	Switch# **show spanning-tree mst** [**detail**]	MST プロトコルの詳細情報を表示します。
ステップ 3	Switch# **show spanning-tree mst** *instance-id* [**detail**]	特定の MSTI に関する情報を表示します。
ステップ 4	Switch# **show spanning-tree mst interface** *interface* [**detail**]	特定のポートに関する情報を表示します。
ステップ 5	Switch# **show spanning-tree mst** *instance-id* **interface** *interface* [**detail**]	特定のポートおよび特定のインスタンスに関する MST 情報を表示します。
ステップ 6	Switch# **show spanning-tree vlan** *vlan_ID*	MST モードの VLAN 情報を表示します。

次に、MST モードのスパニングツリー VLAN コンフィギュレーションを表示する例を示します。

```
Switch(config)# spanning-tree mst configuration
Switch(config-mst)# instance 1 vlan 1-10
Switch(config-mst)# name cisco
Switch(config-mst)# revision 1
Switch(config-mst)# Ctrl-D

Switch# show spanning-tree mst configuration
Name      [cisco]
Revision  1
Instance  Vlans mapped
--------  ---------------------------------------------------------------------
0         11-4094
1         1-10
-------------------------------------------------------------------------------

Switch# show spanning-tree mst

###### MST00        vlans mapped:  11-4094
Bridge      address 00d0.00b8.1400  priority  32768 (32768 sysid 0)
Root        address 00d0.004a.3c1c  priority  32768 (32768 sysid 0)
            port    Fa4/48          path cost 203100
IST master  this switch
Operational hello time 2, forward delay 15, max age 20, max hops 20
Configured  hello time 2, forward delay 15, max age 20, max hops 20

Interface        Role Sts Cost      Prio.Nbr Status
---------------- ---- --- --------- -------- --------------------------------
Fa4/4            Back BLK 1000      240.196  P2p
Fa4/5            Desg FWD 200000    128.197  P2p
Fa4/48           Root FWD 200000    128.240  P2p Bound(STP)

###### MST01        vlans mapped:  1-10
Bridge      address 00d0.00b8.1400  priority  32769 (32768 sysid 1)
Root        this switch for MST01

Interface        Role Sts Cost      Prio.Nbr Status
---------------- ---- --- --------- -------- --------------------------------
Fa4/4            Back BLK 1000      240.196  P2p
Fa4/5            Desg FWD 200000    128.197  P2p
Fa4/48           Boun FWD 200000    128.240  P2p Bound(STP)


Switch# show spanning-tree mst 1

###### MST01        vlans mapped:  1-10
Bridge      address 00d0.00b8.1400  priority  32769 (32768 sysid 1)
Root        this switch for MST01

Interface        Role Sts Cost      Prio.Nbr Status
---------------- ---- --- --------- -------- --------------------------------
Fa4/4            Back BLK 1000      240.196  P2p
Fa4/5            Desg FWD 200000    128.197  P2p
Fa4/48           Boun FWD 200000    128.240  P2p Bound(STP)

Switch# show spanning-tree mst interface fastethernet 4/4

FastEthernet4/4 of MST00 is backup blocking
Edge port:no             (default)        port guard :none        (default)
Link type:point-to-point (auto)           bpdu filter:disable     (default)
Boundary :internal                        bpdu guard :disable     (default)
Bpdus sent 2, received 368

Instance Role Sts Cost      Prio.Nbr Vlans mapped
-------- ---- --- --------- -------- --------------------------------
0        Back BLK 1000      240.196  11-4094
1        Back BLK 1000      240.196  1-10
```

```
Switch# show spanning-tree mst 1 interface fastethernet 4/4

FastEthernet4/4 of MST01 is backup blocking
Edge port:no             (default)        port guard :none        (default)
Link type:point-to-point (auto)           bpdu filter:disable     (default)
Boundary :internal                        bpdu guard :disable     (default)
Bpdus (MRecords) sent 2, received 364

Instance Role Sts Cost      Prio.Nbr Vlans mapped
-------- ---- --- --------- -------- --------------------------------
1        Back BLK 1000      240.196  1-10

Switch# show spanning-tree mst 1 detail

###### MST01        vlans mapped:  1-10
Bridge      address 00d0.00b8.1400  priority  32769 (32768 sysid 1)
Root        this switch for MST01

FastEthernet4/4 of MST01 is backup blocking
Port info             port id        240.196  priority    240  cost        1000
Designated root       address 00d0.00b8.1400  priority  32769  cost           0
Designated bridge     address 00d0.00b8.1400  priority  32769  port id  128.197
Timers:message expires in 5 sec, forward delay 0, forward transitions 0
Bpdus (MRecords) sent 123, received 1188

FastEthernet4/5 of MST01 is designated forwarding
Port info             port id        128.197  priority    128  cost      200000
Designated root       address 00d0.00b8.1400  priority  32769  cost           0
Designated bridge     address 00d0.00b8.1400  priority  32769  port id  128.197
Timers:message expires in 0 sec, forward delay 0, forward transitions 1
Bpdus (MRecords) sent 1188, received 123

FastEthernet4/48 of MST01 is boundary forwarding
Port info             port id        128.240  priority    128  cost      200000
Designated root       address 00d0.00b8.1400  priority  32769  cost           0
Designated bridge     address 00d0.00b8.1400  priority  32769  port id  128.240
Timers:message expires in 0 sec, forward delay 0, forward transitions 1
Bpdus (MRecords) sent 78, received 0

Switch# show spanning-tree vlan 10

MST01
  Spanning tree enabled protocol mstp
  Root ID    Priority    32769
             Address     00d0.00b8.1400
             This bridge is the root
             Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769  (priority 32768 sys-id-ext 1)
             Address     00d0.00b8.1400
             Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

Interface        Role Sts Cost      Prio.Nbr Status
---------------- ---- --- --------- -------- --------------------------------
Fa4/4            Back BLK 1000      240.196  P2p
Fa4/5            Desg FWD 200000    128.197  P2p

Switch# show spanning-tree summary
Root bridge for:MST01
EtherChannel misconfiguration guard is enabled
Extended system ID   is enabled
Portfast             is disabled by default
PortFast BPDU Guard  is disabled by default
Portfast BPDU Filter is disabled by default
Loopguard            is disabled by default
UplinkFast           is disabled
BackboneFast         is disabled
Pathcost method used is long
```

```
Name                 Blocking Listening Learning Forwarding STP Active
-------------------- -------- --------- -------- ---------- ----------
MST00                   1        0         0        2          3
MST01                   1        0         0        2          3
-------------------- -------- --------- -------- ---------- ----------
2 msts                  2        0         0        4          6
Switch#
```

CHAPTER 18

任意の STP 機能の設定

この章では、Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上でサポートされる Spanning-Tree Protocol（STP; スパニングツリー プロトコル）の機能について説明します。設定上の注意事項、設定手順、および設定例についても示します。

この章の主な内容は、次のとおりです。

（注） STP の設定手順については、第 17 章「STP および MST の設定」を参照してください。

（注） この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

ルート ガードの概要

スパニングツリーのルート ガードを設定すると、インターフェイスは強制的に指定ポートになり、現在のルート ステータスを保護して、周辺のスイッチがルート スイッチになるのを防ぎます。

ルート ガードをポート単位でイネーブルにすると、ポートが所属するすべてのアクティブ VLAN（仮想 LAN）にルート ガードが自動的に適用されます。ルート ガードをディセーブルにすると、指定されたポートのルート ガードがディセーブルになり、そのポートは自動的にリスニング ステートになります。

ルート ガードがイネーブルになっているポートを持つスイッチが新しいルートを検出すると、ポートは root-inconsistent ステートになります。そのあとスイッチが新しいルートを検出しなければ、そのポートは自動的にリスニング ステートになります。

ルート ガードのイネーブル化

レイヤ 2 アクセス ポート上のルート ガードをイネーブルにする（このポートを強制的に指定ポートにする）には、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# interface {{fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet} slot/port}`	設定するインターフェイスを選択します。
ステップ 2	`Switch(config-if)# [no] spanning-tree guard root`	ルート ガードをイネーブルにします。 ルート ガードをディセーブルにする場合は、**no** キーワードを使用します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 4	`Switch# show spanning-tree`	設定を確認します。

次に、インターフェイス FastEthernet 5/8 上でルート ガードをイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# interface fastethernet 5/8
Switch(config-if)# spanning-tree guard root
Switch(config-if)# end
Switch#
```

次に、設定を確認する例を示します。

```
Switch# show running-config interface fastethernet 5/8
Building configuration...

Current configuration: 67 bytes
!
interface FastEthernet5/8
 switchport mode access
 spanning-tree guard root
end

Switch#
```

次に、root-inconsistent ステートのポートがあるかどうかを判別する例を示します。

```
Switch# show spanning-tree inconsistentports

Name                 Interface              Inconsistency
-------------------- ---------------------- ------------------
VLAN0001             FastEthernet3/1        Port Type Inconsistent
VLAN0001             FastEthernet3/2        Port Type Inconsistent
VLAN1002             FastEthernet3/1        Port Type Inconsistent
VLAN1002             FastEthernet3/2        Port Type Inconsistent
VLAN1003             FastEthernet3/1        Port Type Inconsistent
VLAN1003             FastEthernet3/2        Port Type Inconsistent
VLAN1004             FastEthernet3/1        Port Type Inconsistent
VLAN1004             FastEthernet3/2        Port Type Inconsistent
VLAN1005             FastEthernet3/1        Port Type Inconsistent
VLAN1005             FastEthernet3/2        Port Type Inconsistent

Number of inconsistent ports (segments) in the system :10
```

ループ ガードの概要

ループ ガードは、ポイントツーポイント リンク上の単方向リンク障害が原因で発生するブリッジング ループの防止に有効です。グローバルにイネーブル化した場合、ループ ガードはシステム上のすべてのポイントツーポイント ポートに適用されます。ループ ガードは、ルート ポートおよびブロック ポートを検出し、それらのポートがセグメントの指定ポートから送られた Bridge Protocol Data Unit（BPDU; ブリッジ プロトコル データ ユニット）を受信し続けるようにします。ループ ガード対応のルート ポートまたはブロック ポートが指定ポートから送られた BPDU の受信を停止した場合、そのポートは物理リンク エラーがポートで発生したと判断して、ブロッキング ステートに移行します。ポートは BPDU を受信すると、ただちにこのステートから回復します。

ループ ガードは、ポート単位でイネーブルにできます。ループ ガードをイネーブルにすると、ポートが所属するすべてのアクティブ インスタンスまたは VLAN にループ ガードが自動的に適用されます。ループ ガードをディセーブルにすると、指定されたポートのループ ガードがディセーブルになります。ループ ガードをディセーブルにすると、すべての loop-inconsistent ポートがリスニング ステートに移行します。

チャネル上でループ ガードをイネーブルに設定し、最初のリンクが単方向になった場合、ループ ガードは影響を受けたポートがチャネルから除外されるまで、チャネル全体をブロックします。図 18-1 に、3 台のスイッチ構成におけるループ ガードを示します。

図 18-1　ループ ガードが設定されたスイッチ 3 台の構成

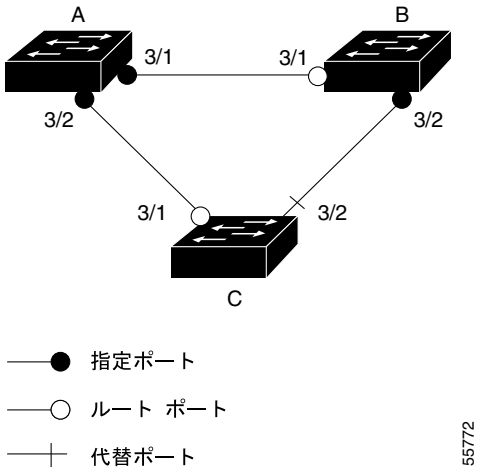


図 18-1 の構成は、次のとおりです。

- スイッチ A およびスイッチ B は、ディストリビューション スイッチです。
- スイッチ C は、アクセス スイッチです。
- ループ ガードはスイッチ A、B、および C のポート 3/1 および 3/2 でイネーブルです。

ルート スイッチでループ ガードをイネーブルにしても効果はありませんが、ルート スイッチが非ルート スイッチになった場合に保護されます。

ループ ガードを使用するときには、次の注意事項に従ってください。

- PortFast 対応ポートまたはダイナミック VLAN ポートでは、ループ ガードをイネーブルにしないでください。
- ルート ガードがイネーブルの場合は、ループ ガードをイネーブルにしないでください。

ループ ガードと他の機能の相互作用は、次のとおりです。

- ループ ガードは、UplinkFast または BackboneFast の機能に影響を与えません。
- ポイントツーポイント リンクに接続されていないポート上でループ ガードをイネーブルにしても、機能しません。
- ルート ガードは強制的に、常にポートがルート ポートになるようにします。ループ ガードが有効なのは、ポートがルート ポートまたは代替ポートの場合だけです。1 つのポートでループ ガードおよびルート ガードを同時にイネーブルにはできません。
- ループ ガードは、スパニングツリーが認識しているポートを使用します。ループ ガードは、Port Aggregation Protocol（PAgP; ポート集約プロトコル）が提供する論理ポートの利点を活用できます。ただし、チャネルを形成するには、チャネルとしてまとめたすべての物理ポートを相互に矛盾のない設定にしておく必要があります。PAgP は、チャネルを形成するすべての物理ポート上で、ルート ガードまたはループ ガードを強制的に統一して設定します。

  ループ ガードの注意事項は、次のとおりです。

  - スパニングツリーは常に、チャネル内で最初の動作可能ポートを選択して BPDU を送信します。そのリンクが単方向になると、チャネル内の他のリンクが正常に動作していても、ループ ガードはそのチャネルをブロックします。
  - ループ ガードによってすでにブロックされている一連のポートをグループ化してチャネルが形成された場合、スパニングツリーはそれらのポートのすべてのステート情報を失います。したがって、新しいチャネル ポートは、指定された役割とともに、フォワーディング ステートを取得する可能性があります。
  - ループ ガードによってチャネルがブロックされ、チャネルが分断された場合、スパニングツリーはすべてのステート情報を失います。チャネルを形成していた 1 つまたは複数のリンクが単方向でも、個々の物理ポートは、指定された役割とともにフォワーディング ステートを取得する場合があります。

  （注） UniDirectional Link Detection（UDLD; 単一方向リンク検出）をイネーブルにすると、リンク障害の分離に有効です。UDLD が障害を検出するまでは、ループが発生する可能性がありますが、ループ ガードでは検出できません。

- ループ ガードは、ディセーブルのスパニングツリー インスタンスまたは VLAN では無効です。

ループ ガードのイネーブル化

ループ ガードはグローバルに、またはポートごとにイネーブルにできます。

スイッチ上でループ ガードをグローバルにイネーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# spanning-tree loopguard default`	スイッチ上でループ ガードをグローバルにイネーブルにします。
ステップ 2	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 3	`Switch# show spanning tree interface 4/4 detail`	設定がポートに与える影響を確認します。

次に、ループ ガードをグローバルにイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# spanning-tree loopguard default
Switch(config)# Ctrl-Z
```

次に、ポート FastEthernet 4/4 のそれまでの設定を確認する例を示します。

```
Switch# show spanning-tree interface fastethernet 4/4 detail
 Port 196 (FastEthernet4/4) of VLAN0010 is forwarding
   Port path cost 1000, Port priority 160, Port Identifier 160.196.
   Designated root has priority 32768, address 00d0.00b8.140a
   Designated bridge has priority 32768, address 00d0.00b8.140a
   Designated port id is 160.196, designated path cost 0
   Timers:message age 0, forward delay 0, hold 0
   Number of transitions to forwarding state:1
   The port is in the portfast mode by portfast trunk configuration
   Link type is point-to-point by default
   Bpdu filter is enabled
   Loop guard is enabled by default on the port
   BPDU:sent 0, received 0
```

特定のインターフェイス上でループ ガードをイネーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# interface` {*type slot/port*} | {**port-channel** *port_channel_number*}	設定するインターフェイスを選択します。
ステップ 2	`Switch(config-if)# spanning-tree guard loop`	ループ ガードを設定します。
ステップ 3	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 4	`Switch# show spanning tree interface 4/4 detail`	設定がそのポートに与える影響を確認します。

次に、ポート FastEthernet 4/4 でループ ガードをイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# interface fastEthernet 4/4
Switch(config-if)# spanning-tree guard loop
Switch(config-if)# ^Z
```

次に、設定がポート FastEthernet 4/4 に与える影響を確認する例を示します。

```
Switch# show spanning-tree interface fastEthernet 4/4 detail
 Port 196 (FastEthernet4/4) of VLAN0010 is forwarding
   Port path cost 1000, Port priority 160, Port Identifier 160.196.
   Designated root has priority 32768, address 00d0.00b8.140a
   Designated bridge has priority 32768, address 00d0.00b8.140a
   Designated port id is 160.196, designated path cost 0
   Timers:message age 0, forward delay 0, hold 0
   Number of transitions to forwarding state:1
   The port is in the portfast mode by portfast trunk configuration
   Link type is point-to-point by default
   Bpdu filter is enabled
   Loop guard is enabled on the port
   BPDU:sent 0, received 0
Switch#
```

PortFast の概要

スパニングツリー PortFast を使用すると、レイヤ 2 アクセス ポートとして設定されたインターフェイスは、リスニング ステートおよびラーニング ステートを経ずに、ただちにフォワーディング ステートに移行します。1 台のワークステーションまたはサーバに接続されたレイヤ 2 アクセス ポート上で PortFast を使用すると、スパニングツリーのコンバージェンスを待たずに、装置がただちにネットワークに接続されます。インターフェイスが BPDU を受信した場合でも、スパニングツリーはそのポートをブロッキング ステートにせずに、ポートの動作ステートを *non-port fast* に設定します。これは設定されたステートが *port fast* のままであり、トポロジ変更に参加している場合でも同様です。

（注） PortFast の目的は、アクセス ポートがスパニングツリーのコンバージェンスを待機する時間を最小限に抑えることです。したがって、PortFast はアクセス ポートで使用すると最も効果的です。別のスイッチに接続しているポートで PortFast をイネーブルにすると、スパニングツリー ループが作成されるリスクがあります。

PortFast のイネーブル化

注意　PortFast は、単一のエンド ステーションをレイヤ 2 アクセス ポートに接続する場合に*限って*使用してください。そのほかの場合に使用すると、ネットワーク ループが発生する可能性があります。

レイヤ 2 アクセス ポート上で PortFast をイネーブルにして、ただちにフォワーディング ステートに移行させるには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# interface {{fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet} slot/port} | {port-channel port_channel_number}`	設定するインターフェイスを選択します。
ステップ 2	`Switch(config-if)# [no] spanning-tree portfast`	単一のワークステーションまたはサーバに接続されたレイヤ 2 アクセス ポート上で PortFast をイネーブルにします。 PortFast をディセーブルにする場合は、**no** キーワードを使用します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 4	`Switch# show running interface {{fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet} slot/port} | {port-channel port_channel_number}`	設定を確認します。

次に、インターフェイス FastEthernet 5/8 上で PortFast をイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# interface fastethernet 5/8
Switch(config-if)# spanning-tree portfast
Switch(config-if)# end
Switch#
```

次に、設定を確認する例を示します。

```
Switch# show running-config interface fastethernet 5/8
Building configuration...

Current configuration:
!
interface FastEthernet5/8
 no ip address
 switchport
 switchport access vlan 200
 switchport mode access
 spanning-tree portfast
end

Switch#
```

BPDU ガードの概要

スパニングツリー BPDU ガードは、BPDU を受信する、PortFast が設定されたインターフェイスをスパニングツリー ブロッキング ステートに移行させずに、シャットダウンします。有効な設定では、PortFast が設定されたインターフェイスは BPDU を受信しません。PortFast が設定されたインターフェイスが BPDU を受信した場合、認証されていないデバイスが接続された場合と同じように、無効な設定として通知されます。管理者は手動でインターフェイスを再び動作させなければならないので、BPDU ガード機能により、無効な設定に対する確実な対処が可能になります。

（注） BPDU ガード機能がイネーブルの場合、スパニングツリーは BPDU ガード機能を PortFast が設定されたすべてのインターフェイスに適用します。

BPDU ガードのイネーブル化

BPDU ガードをイネーブルにして、PortFast が設定された、BPDU を受信するインターフェイスをシャットダウンするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# [no] spanning-tree portfast bpduguard`	スイッチの PortFast が設定されたすべてのインターフェイス上で BPDU ガードをイネーブルにします。 BPDU ガードをディセーブルにする場合は、**no** キーワードを使用します。
ステップ 2	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 3	`Switch# show spanning-tree summary totals`	BPDU の設定を確認します。

次に、BPDU ガードをイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# spanning-tree portfast bpduguard
Switch(config)# end
Switch#
```

次に、BPDU 設定を確認する例を示します。

```
Switch# show spanning-tree summary totals

Root bridge for: none.
PortFast BPDU Guard is enabled
Etherchannel misconfiguration guard is enabled
UplinkFast is disabled
BackboneFast is disabled
Default pathcost method used is short

Name                 Blocking Listening Learning Forwarding STP Active
-------------------- -------- --------- -------- ---------- ----------
            34 VLANs 0        0         0        36         36
Switch#
```

PortFast BPDU フィルタリングの概要

Cisco IOS Release 12.2(25)EW 以降でサポートされる PortFast BPDU フィルタリングによって、管理者はシステムが特定のポートで BPDU を送受信しないようにできます。

グローバルに設定した場合、PortFast BPDU フィルタリングは動作可能なすべての PortFast ポートに適用されます。動作可能 PortFast ステートのポートは、ホストに接続されているとみなされ、通常は BPDU をドロップします。BPDU を受信した動作可能 PortFast は、ただちに動作可能 PortFast ステートではなくなります。その場合、そのポートでは PortFast BPDU フィルタリングがディセーブルになり、STP はそのポートでの BPDU の送信を再開します。

PortFast BPDU フィルタリングは、ポート単位での設定もできます。ポート上で PortFast BPDU フィルタリングを明示的に設定すると、そのポートは BPDU をまったく送信せず、受信したすべての BPDU をドロップします。

注意　ホストに接続されていないポート上で PortFast BPDU フィルタリングを明示的に設定した場合、ポートは受信したすべての BPDU を無視してフォワーディング ステートになるので、ブリッジング ループが発生する可能性があります。

PortFast BPDU フィルタリングをグローバルにイネーブル化し、PortFast BPDU フィルタリングのデフォルトでポートを設定した場合（「BackboneFast のイネーブル化」[p.18-19] を参照）、PortFast が PortFast BPDU フィルタリングをイネーブルまたはディセーブルにします。

ポートがデフォルトに設定されていない場合、PortFast の設定が PortFast BPDU フィルタリングに影響することはありません。表 18-1 に、可能性のあるすべての PortFast BPDU フィルタリングの組み合わせを示します。PortFast BPDU フィルタリングによって、アクセス ポートはエンド ホストが接続されるとただちに、フォワーディング ステートに直接移行します。

表 18-1　PortFast BPDU フィルタリング ポートの設定

ポート単位の設定	グローバルな設定	PortFast ステート	PortFast BPDU フィルタリング ステート
デフォルト	イネーブル	イネーブル	イネーブル[1]
デフォルト	イネーブル	ディセーブル	ディセーブル
デフォルト	ディセーブル	該当しない	ディセーブル
ディセーブル	該当しない	該当しない	ディセーブル
イネーブル	該当しない	該当しない	イネーブル

1. ポートは少なくとも 10 個の BPDU を送信します。そのポートが BPDU を 1 つでも受信すると、PortFast および PortFast BPDU フィルタリングがディセーブルになります。

PortFast BPDU フィルタリングのイネーブル化

PortFast BPDU フィルタリングをグローバルにイネーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# spanning-tree portfast bpdufilter default`	スイッチ上で BPDU フィルタリングをグローバルにイネーブルにします。
ステップ 2	`Switch# show spanning-tree summary totals`	BPDU の設定を確認します。

次に、ポート上で PortFast BPDU フィルタリングをイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# spanning-tree portfast bpdufilter default
Switch(config)# Ctrl-Z
```

次に、PVST+ モードで BPDU 設定を確認する例を示します。

```
Switch# show spanning-tree summary totals
Root bridge for:VLAN0010
EtherChannel misconfiguration guard is enabled
Extended system ID   is disabled
Portfast             is enabled by default
PortFast BPDU Guard  is disabled by default
Portfast BPDU Filter is enabled by default
Loopguard            is disabled by default
UplinkFast           is disabled
BackboneFast         is disabled
Pathcost method used is long

Name                   Blocking Listening Learning Forwarding STP Active
---------------------- -------- --------- -------- ---------- ----------
2 vlans                   0        0         0        3          3

Switch#
```

（注）　PVST+ については、第 17 章「STP および MST の設定」を参照してください。

PortFast BPDU フィルタリングをイネーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# interface fastEthernet 4/4`	設定するインターフェイスを選択します。
ステップ 2	`Switch(config-if)# spanning-tree bpdufilter enable`	BPDU フィルタリングをイネーブルにします。
ステップ 3	`Switch# show spanning-tree interface fastethernet 4/4`	設定を確認します。

次に、ポート FastEthernet 4/4 上で PortFast BPDU フィルタリングをイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# interface fastethernet 4/4
Switch(config-if)# spanning-tree bpdufilter enable
Switch(config-if)# ^Z
```

次に、PortFast BPDU フィルタリングがイネーブルになっていることを確認する例を示します。

```
Switch# show spanning-tree interface fastethernet 4/4

Vlan             Role Sts Cost      Prio.Nbr Status
---------------- ---- --- --------- -------- --------------------------------
VLAN0010         Desg FWD 1000      160.196  Edge P2p
```

次に、ポート上の詳細を表示する例を示します。

```
Switch# show spanning-tree interface fastEthernet 4/4 detail
 Port 196 (FastEthernet4/4) of VLAN0010 is forwarding
   Port path cost 1000, Port priority 160, Port Identifier 160.196.
   Designated root has priority 32768, address 00d0.00b8.140a
   Designated bridge has priority 32768, address 00d0.00b8.140a
   Designated port id is 160.196, designated path cost 0
   Timers:message age 0, forward delay 0, hold 0
   Number of transitions to forwarding state:1
   The port is in the portfast mode by portfast trunk configuration
   Link type is point-to-point by default
   Bpdu filter is enabled
   BPDU:sent 0, received 0
Switch#
```

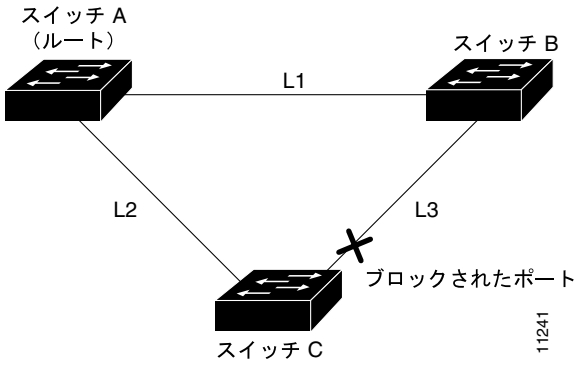
UplinkFast の概要

（注）　UplinkFast は、ワイヤリング クローゼット スイッチに使用すると最も効果的です。それ以外の用途に、この機能は有効ではありません。

スパニングツリー UplinkFast 機能は直接リンク障害後のコンバージェンスを高速化し、アップリンク グループを使用して冗長レイヤ 2 リンク間のロードバランシングを実行します。コンバージェンスは、特定のルーティング プロトコルを実行するインターネットワーキング デバイス グループがインターネットワークのトポロジ変更後にそのトポロジに合意する速度と能力です。アップリンク グループは、（VLAN ごとの）レイヤ 2 インターフェイスの集合で、どの時点でも、その中の 1 つのインターフェイスだけが転送を行います。つまり、アップリンク グループは、転送を行う 1 つのルート ポートと、（セルフ ループ ポートを除く）ブロックされたポートの集合で構成されます。アップリンク グループは、転送中のリンクで障害が起きた場合に代替パスを提供します。

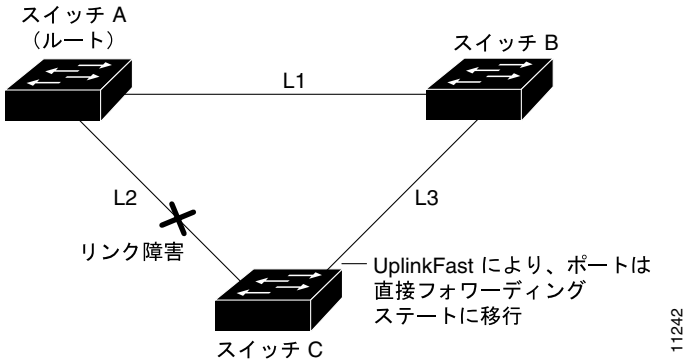
図 18-2 は、リンク障害が発生していないときのトポロジ例です。スイッチ A（ルート スイッチ）は、リンク L1 を通じてスイッチ B に、リンク L2 を通じてスイッチ C に直接接続されています。スイッチ B に直接接続されているスイッチ C のレイヤ 2 インターフェイスは、ブロッキング ステートです。

図 18-2　直接リンク障害が発生する前の UplinkFast



スイッチ C が、現在アクティブ リンクであるルート ポート上の L2 でリンク障害（直接リンク障害）を検出すると、UplinkFast はスイッチ C でブロックされていたポートのブロックを解除し、リスニング ステートおよびラーニング ステートを経由せずに、ただちにフォワーディング ステートに移行させます（図 18-3 を参照）。このスイッチオーバーに要する時間は 1 ～ 5 秒程度です。

図 18-3　直接リンク障害が発生したあとの UplinkFast



UplinkFast のイネーブル化

UplinkFast は、ブリッジ プライオリティを 49,152 に高め、スイッチ上のすべてのインターフェイスのスパニングツリー ポート コストに 3000 を追加して、スイッチがルート スイッチになるのを防ぎます。*max_update_rate* 値は、1 秒間に送信されるマルチキャスト パケット数を表します（デフォルトは 150 pps です）。

ブリッジ プライオリティを設定している VLAN 上で、UplinkFast をイネーブルにすることはできません。ブリッジ プライオリティを設定している VLAN 上で UplinkFast をイネーブルにするには、グローバル コンフィギュレーションモードで **no spanning-tree vlan** *vlan_ID* **priority** コマンドを入力し、VLAN のブリッジ プライオリティをデフォルトの値に戻します。

（注） UplinkFast をイネーブルにすると、スイッチ上のすべての VLAN に作用します。個々の VLAN について UplinkFast を設定することはできません。

UplinkFast をイネーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# [no] spanning-tree uplinkfast [max-update-rate max_update_rate]`	UplinkFast をイネーブルにします。 UplinkFast をディセーブルにして、デフォルト レートを復元し、コマンドを使用する場合は、**no** キーワードを使用します。
ステップ 2	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 3	`Switch# show spanning-tree vlan vlan_ID`	VLAN 上で UplinkFast がイネーブルになっていることを確認します。

次に、UplinkFast をイネーブルにして、最大アップデート速度を 400 pps に設定する例を示します。

```
Switch(config)# spanning-tree uplinkfast max-update-rate 400
Switch(config)# exit
Switch#
```

次に、UplinkFast がイネーブルになった VLAN を確認する例を示します。

```
Switch# show spanning-tree uplinkfast
UplinkFast is enabled

Station update rate set to 150 packets/sec.

UplinkFast statistics
-----------------------
Number of transitions via uplinkFast (all VLANs)            :14
Number of proxy multicast addresses transmitted (all VLANs) :5308

Name                 Interface List
-------------------- ------------------------------------
VLAN1                Fa6/9(fwd), Gi5/7
VLAN2                Gi5/7(fwd)
VLAN3                Gi5/7(fwd)
VLAN4
VLAN5
VLAN6
VLAN7
VLAN8
VLAN10
VLAN15
VLAN1002             Gi5/7(fwd)
VLAN1003             Gi5/7(fwd)
VLAN1004             Gi5/7(fwd)
VLAN1005             Gi5/7(fwd)
Switch#
```

BackboneFast の概要

BackboneFast は、UplinkFast を補足するテクノロジーです。UplinkFast は、リーフノード スイッチに直接接続するリンク上での障害に、迅速に対応するよう設計されていますが、バックボーン コアの間接的な障害には効果がありません。BackboneFast は最大エージング設定に基づいて最適化を行います。間接的な障害に対するデフォルトのコンバージェンス時間が、50 秒から 30 秒に短縮されます。ただし、BackboneFast によって転送遅延が解消されることはないため、直接の障害には効果がありません。

（注） BackboneFast は、ネットワークのすべてのスイッチ上でイネーブルにする必要があります。

スイッチが指定スイッチから、ルート ブリッジと指定ブリッジを同じスイッチとして識別する BPDU を受信する場合があります。これは本来ありえないことなので、この BPDU は不良とみなされます。

BPDU が不良とみなされるのは、指定スイッチからのリンクがルート ブリッジとのリンクを損失した場合です。指定スイッチは、BPDU を送信して現在のルート ブリッジおよび指定ブリッジとしての状態を伝えます。受信側スイッチは、最大エージング設定で定義された期間、不良 BPDU を無視します。

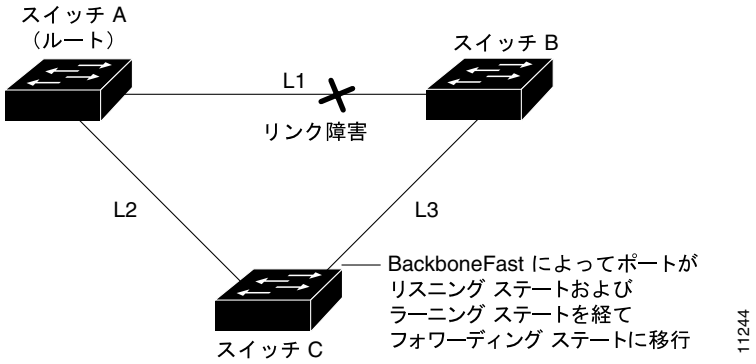
不良 BPDU を受信したあと、受信側スイッチはルート ブリッジへの代替パスがあるかどうかを確認しようとします。

- 不良 BPDU を受け取ったポートがすでにブロッキング モードであれば、スイッチ上のルート ポートとその他のブロックされたポートがルート ブリッジへの代替パスになります。
- 不良 BPDU がルート ポートに到達した場合には、そのときにブロックされたすべてのポートがルート ブリッジへの代替パスになります。また、不良 BPDU をルート ポートで受け取り、スイッチ上にブロックされたポートがほかにない場合、受信側スイッチはルート ブリッジへのリンクがダウンし、最大エージング設定で定義された時間が経過したと判断し、スイッチをルート スイッチに変更します。

スイッチがルート ブリッジへの代替パスを見つけると、この新しい代替パスを使用します。この新しいパスと、他のすべての代替パスは、Root Link Query（RLQ）BPDU の送信に使用されます。BackboneFast がイネーブルの場合、不良 BPDU を受け取るとただちに RLQ BPDU が送信されます。このプロセスにより、バックボーン リンク障害の場合にコンバージェンスが速くなる場合があります。

図 18-4 は、リンク障害が発生していないときのトポロジ例です。スイッチ A（ルート スイッチ）は、リンク L1 を通じてスイッチ B に、リンク L2 を通じてスイッチ C に直接接続されています。この例では、スイッチ B のプライオリティがスイッチ A よりも低く、スイッチ C よりも高いため、スイッチ B が L3 の指定ブリッジになります。最終的に、スイッチ B に直接接続されているスイッチ C のレイヤ 2 インターフェイスは、ブロッキング ステートになる必要があります。

図 18-4　間接リンク障害が発生する前の BackboneFast



次に、L1 に障害が発生したと仮定します。このセグメントに直接接続されているスイッチ A とスイッチ B は、すぐにリンクのダウンを認識します。スイッチ C のブロッキング インターフェイスは、ネットワークが自己回復できるようにフォワーディング ステートを開始する必要があります。ただし、スイッチ C は L1 に直接接続していないため、最大エージング設定で定義された時間が経過するまで、通常の STP のルールに従って L3 上での BPDU 送信を開始しません。

BackboneFast が設定されていない STP 環境では、L1 に障害が発生した場合、スイッチ C はリンク L1 に直接接続していないため、この障害を検出できません。ただし、スイッチ B は L1 を経由して直接ルート スイッチに接続しているため障害を検出し、スイッチ B 自身をルートに選定します。スイッチ B はスイッチ C への設定 BDPU の送信を開始し、スイッチ B 自身をルートとしてリストします。

BackboneFast を使用して最大エージング設定で定義された時間（20 秒）の遅延を解消する場合、次の処理も行われます。

1. スイッチ C がスイッチ B から不良設定 BPDU を受信すると、スイッチ C は間接障害が発生したことを推測します。
2. スイッチ C は RLQ を送信します。
3. スイッチ A は RLQ を受信します。スイッチ A はルート ブリッジであるため、RLQ 応答で自身をルート ブリッジにリストして応答します。
4. スイッチ C が既存のルート ポート上で RLQ 応答を受信すると、スイッチ C はルート ブリッジと安定した接続を維持していることを認識します。スイッチ C は RLQ 要求を発信しているため、RLQ 応答を他のスイッチに転送する必要はありません。
5. BackboneFast により、スイッチ C のブロックされたポートは、そのポートの最大エージング設定で定義されている時間の経過を待たずに、ただちにリスニング ステートに移行します。
6. BackboneFast はスイッチ C のレイヤ 2 インターフェイスをフォワーディング ステートに移行させ、スイッチ B からスイッチ A へのパスを提供します。

このスイッチオーバーに要する時間は約 30 秒で、デフォルトの転送遅延時間 15 秒が設定されている場合の転送遅延時間の 2 倍です。

図 18-5 に、BackboneFast でリンク L1 の障害に応じてどのようにトポロジを再設定するかを示します。

図 18-5　間接リンク障害が発生したあとの BackboneFast

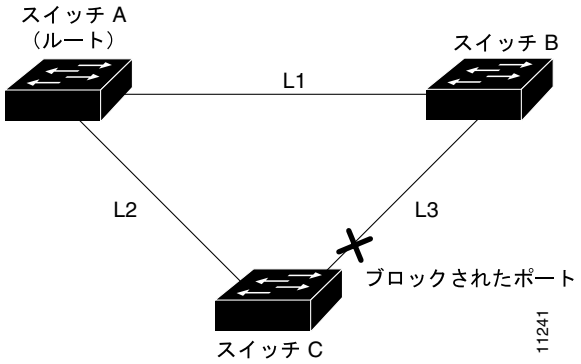
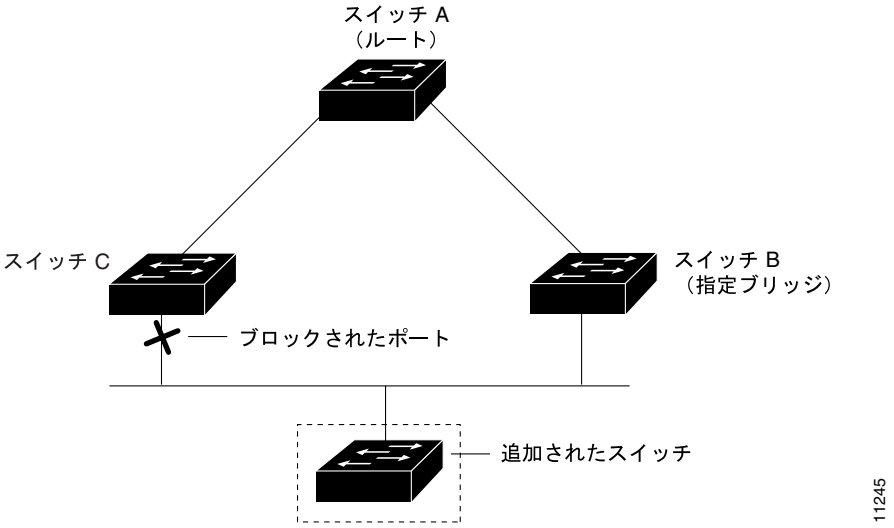


図 18-6 に示すメディア共有型トポロジに新しいスイッチが組み込まれた場合、BackboneFast は起動されません。これは、認識されている指定ブリッジ（スイッチ B）から不良 BPDU が着信しないためです。新しいスイッチは、ルート スイッチと称される不良 BPDU の送信を開始します。ただし、他のスイッチはこれらの不良 BPDU を無視します。その結果、新しいスイッチはスイッチ B がルート スイッチであるスイッチ A への指定ブリッジであることを学習します。

図 18-6　メディア共有型トポロジにおけるスイッチの追加



BackboneFast のイネーブル化

(注)　BackboneFast を有効にするには、ネットワークのすべてのスイッチ上で BackboneFast をイネーブルにする必要があります。BackboneFast はサードパーティ製スイッチに対応していますが、トークンリング VLAN 上ではサポートされていません。

BackboneFast をイネーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# [no] spanning-tree backbonefast`	BackboneFast をイネーブルにします。 BackboneFast をディセーブルにする場合は、**no** キーワードを使用します。
ステップ 2	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 3	`Switch# show spanning-tree backbonefast`	BackboneFast がイネーブルになっていることを確認します。

次に、BackboneFast をイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# spanning-tree backbonefast
Switch(config)# end
Switch#
```

次に、BackboneFast がイネーブルになっていることを確認する例を示します。

```
Switch# show spanning-tree backbonefast
BackboneFast is enabled

BackboneFast statistics
-----------------------
Number of transition via backboneFast (all VLANs) : 0
Number of inferior BPDUs received (all VLANs)     : 0
Number of RLQ request PDUs received (all VLANs)   : 0
Number of RLQ response PDUs received (all VLANs)  : 0
Number of RLQ request PDUs sent (all VLANs)       : 0
Number of RLQ response PDUs sent (all VLANs)      : 0
Switch#
```

次に、ポート ステートの要約を表示する例を示します。

```
Switch#show spanning-tree summary
Root bridge for:VLAN0001, VLAN1002-VLAN1005
Extended system ID   is disabled
Portfast             is enabled by default
PortFast BPDU Guard  is disabled by default
Portfast BPDU Filter is enabled by default
Loopguard            is disabled by default
EtherChannel misconfiguration guard is enabled
UplinkFast           is enabled
BackboneFast         is enabled
Pathcost method used is short

Name                   Blocking Listening Learning Forwarding STP Active
---------------------- -------- --------- -------- ---------- ----------
VLAN0001                  0        0         0        3          3
VLAN1002                  0        0         0        2          2
VLAN1003                  0        0         0        2          2
VLAN1004                  0        0         0        2          2
VLAN1005                  0        0         0        2          2
---------------------- -------- --------- -------- ---------- ----------
5 vlans                   0        0         0        11         11

BackboneFast statistics
-----------------------
Number of transition via backboneFast (all VLANs)           :0
Number of inferior BPDUs received (all VLANs)               :0
Number of RLQ request PDUs received (all VLANs)             :0
Number of RLQ response PDUs received (all VLANs)            :0
Number of RLQ request PDUs sent (all VLANs)                 :0
Number of RLQ response PDUs sent (all VLANs)                :0
Switch#
```

次に、スパニングツリー ステート セクションのすべての行を表示する例を示します。

```
Switch#show spanning-tree summary totals
Root bridge for:VLAN0001, VLAN1002-VLAN1005
Extended system ID   is disabled
Portfast             is enabled by default
PortFast BPDU Guard  is disabled by default
Portfast BPDU Filter is enabled by default
Loopguard            is disabled by default
EtherChannel misconfiguration guard is enabled
UplinkFast           is enabled
BackboneFast         is enabled
Pathcost method used is short

Name                   Blocking Listening Learning Forwarding STP Active
---------------------- -------- --------- -------- ---------- ----------
5 vlans                   0        0         0        11         11

BackboneFast statistics
-----------------------
Number of transition via backboneFast (all VLANs)           :0
Number of inferior BPDUs received (all VLANs)               :0
Number of RLQ request PDUs received (all VLANs)             :0
Number of RLQ response PDUs received (all VLANs)            :0
Number of RLQ request PDUs sent (all VLANs)                 :0
Number of RLQ response PDUs sent (all VLANs)                :0
Switch#
```

CHAPTER 19

EtherChannel の設定

この章では、CLI（コマンドライン インターフェイス）を使用して Catalyst 4500 シリーズ スイッチ レイヤ 2 またはレイヤ 3 インターフェイス上で EtherChannel を設定する方法について説明します。設定上の注意事項、設定手順、および設定例についても示します。

この章の主な内容は、次のとおりです。

（注） 以降のコマンドは、スーパーバイザ エンジンのアップリンク ポートを含む Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上のすべてのイーサネット インターフェイスで使用できます。

（注） この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

EtherChannel の概要

EtherChannel は、個々のイーサネット リンクを 1 つの論理リンクにバンドルし、Catalyst 4500 シリーズ スイッチと別のスイッチまたはホスト間で最大 1600 Mbps（Fast EtherChannel 全二重）、16 Gbps（Gigabit EtherChannel）、または 40 Gbps（10 Gigabit EtherChannel）の帯域幅を可能にします。

Catalyst 4500 シリーズ スイッチ スイッチは、最大 64 個の EtherChannel をサポートしています。Catalyst 4500 シリーズ スイッチ スイッチにある複数のモジュール上の（設定に互換性のある）イーサネット インターフェイスを 8 つまで使用して、1 つの EtherChannel を形成できます。各 EtherChannel のすべてのインターフェイスは同じ速度で、レイヤ 2 またはレイヤ 3 インターフェイスとして設定されている必要があります。

（注） Catalyst 4500 シリーズ スイッチ スイッチに接続するネットワーク デバイスによって、1 つの EtherChannel にバンドルできるインターフェイス数が制限される場合があります。

EtherChannel 内のセグメントで障害が発生すると、障害リンク上でそれまで伝送されていたトラフィックがその EtherChannel 内の残りのセグメントに切り替えられます。セグメントに障害が発生すると、スイッチ、EtherChannel、障害リンクを特定する SNMP（簡易ネットワーク管理プロトコル）トラップが送信されます。EtherChannel の 1 つのセグメントに着信したブロードキャスト パケットおよびマルチキャスト パケットが、EtherChannel の別のセグメントに戻されることはありません。

（注） Catalyst 4500 シリーズ スイッチのポート チャネル リンク障害のスイッチオーバーには、50 ミリ秒かかり、SONET のようなリンク障害のスイッチオーバーには十分です。

ここでは、EtherChannel の機能について説明します。

ポートチャネル インターフェイス

各 EtherChannel には、番号付きのポートチャネル インターフェイスが 1 つずつあります。ポートチャネル インターフェイスに適用される設定は、そのインターフェイスに割り当てられたすべての物理インターフェイスに影響します。

（注） QoS（Quality Of Service）はメンバに伝播しません。デフォルトは QoS cos = 0 および QoS dscp = 0 で、ポートチャネルに適用されます。個々のインターフェイスに適用される入力および出力ポリシーは無視されます。

EtherChannel を設定したあとで、ポートチャネル インターフェイスに適用する設定は、EtherChannel に対して有効になります。一方、物理インターフェイスに適用する設定は、適用先のインターフェイスだけに有効です。EtherChannel のすべてのポートのパラメータを変更するには、ポートチャネル インターフェイスに対してコンフィギュレーションコマンドを適用してください（このようなコマンドには、Spanning-Tree Protocol［STP; スパニングツリー プロトコル］コマンドや、レイヤ 2 EtherChannel をトランクとして設定するコマンドがあります）。

EtherChannel の設定方法

ここでは、EtherChannel の設定方法について説明します。

EtherChannel 設定の概要

EtherChannel を手動で設定することもできますが、Port Aggregation Control Protocol（PAgP）を使用することも、または Cisco IOS Release 12.2(25)EWA 以降のリリースでは Link Aggregation Control Protocol（LACP）を使用して EtherChannel を形成することもできます。EtherChannel プロトコルにより、同様の特性を持つポートが、接続されたネットワーク デバイスとのダイナミック ネゴシエーションを通じて EtherChannel を形成できます。PAgP はシスコ独自のプロトコルで、LACP は IEEE 802.3ad で定義されています。

PAgP と LACP は相互動作しません。PAgP を使用するように設定されたポートは、LACP を使用するように設定されたポートと EtherChannel を形成できず、その逆もまた不可能です。

表 19-1 に、ユーザが設定できる EtherChannel モードを示します。

表 19-1　EtherChannel のモード

モード	説明
on	LAN ポートを無条件にチャネル化するモード。**on** モードでは、**on** モードの LAN ポート グループが、**on** モードの別の LAN ポート グループに接続されている場合に限り、使用可能な EtherChannel が存在します。**on** モードで設定されたポートはネゴシエーションを行わないため、ポート間のネゴシエーション トラフィックはありません。
auto	PAgP モード。LAN ポートをパッシブ ネゴシエーション ステートにします。ポートは受信した PAgP パケットには応答しますが、PAgP ネゴシエーションは開始しません。
desirable	PAgP モード。LAN ポートをアクティブ ネゴシエーション ステートにします。ポートは PAgP パケットを送信して、他の LAN ポートとのネゴシエーションを開始します。
passive	LACP モード。ポートをパッシブ ネゴシエーション ステートにします。ポートは受信した LACP パケットには応答しますが、LCAP ネゴシエーションは開始しません。
active	LACP モード。ポートをアクティブ ネゴシエーション ステートにします。ポートは LACP パケットを送信して、他のポートとのネゴシエーションを開始します。

EtherChannel の手動設定

手動で設定された EtherChannel ポートは、EtherChannel プロトコル パケットを交換しません。EtherChannel 内のすべてのポートを互換性がある設定にした場合のみ、手動で設定された EtherChannel が形成されます。

PAgP EtherChannel の設定

PAgP は、LAN ポート間で PAgP パケットを交換することにより、EtherChannel を自動的に作成します。PAgP パケットが交換されるのは、**auto** モードおよび **desirable** モードのポート間に限られます。

このプロトコルは、LAN ポート グループの機能を動的に学習し、他の LAN ポートに通知します。PAgP は、正確に一致しているイーサネット リンクを識別すると、これらのリンクを 1 つの EtherChannel としてまとめます。形成された EtherChannel は、単一ブリッジ ポートとしてスパニング ツリーに追加されます。

auto モードおよび **desirable** モードでは、PAgP が LAN ポート間でネゴシエーションを行い、ポート速度やトランキング ステートなどの基準に従って EtherChannel を形成できるかどうかを判別します。レイヤ 2 EtherChannel は VLAN 数も基準として使用します。

PAgP モードが異なる場合でも、モードに互換性があるかぎり、LAN ポートで EtherChannel を形成できます。次に例を示します。

- **desirable** モードの LAN ポートは、**desirable** モードの他の LAN ポートと EtherChannel を形成できます。
- **desirable** モードの LAN ポートは、**auto** モードの他の LAN ポートと EtherChannel を形成できます。
- **auto** モードの LAN ポートは、双方のポートがネゴシエーションを開始しないので、**auto** モードの他の LAN ポートと EtherChannel を形成できません。

IEEE 802.3ad LACP EtherChannel 設定

Cisco IOS Release 12.2(25)EWA 以降のリリースは、IEEE 802.3ad LACP EtherChannel をサポートしています。LACP は、LAN ポート間で LACP パケットを交換することにより、EtherChannel を自動的に作成します。LACP パケットが交換されるのは、**passive** および **active** モードのポート間に限られます。

このプロトコルは、LAN ポート グループの機能を動的に学習し、他の LAN ポートに通知します。LACP は、正確に一致しているイーサネット リンクを識別すると、これらのリンクを 1 つの EtherChannel としてまとめます。形成された EtherChannel は、単一ブリッジ ポートとしてスパニング ツリーに追加されます。

passive および **active** モードでは、LACP が LAN ポート間でネゴシエーションを行い、ポート速度やトランキング ステートなどの基準に従って EtherChannel を形成できるかどうかを判別します。レイヤ 2 EtherChannel は VLAN 数も基準として使用します。

LACP モードが異なる場合でも、モードに互換性があるかぎり、LAN ポートで EtherChannel を形成できます。次に例を示します。

- **active** モードの LAN ポートは、**active** モードの他の LAN ポートと EtherChannel を形成できます。
- **active** モードの LAN ポートは、**passive** モードの他の LAN ポートと EtherChannel を形成できます。
- **passive** モードの LAN ポートは、双方のポートがネゴシエーションを開始しないので、**passive** モードの他の LAN ポートと EtherChannel を形成できません。

LACP の設定に使用するパラメータは、次のとおりです。

- LACP システム プライオリティ ― LACP が稼働する各 スイッチ 上で、LACP システム プライオリティを設定できます。システム プライオリティは、自動的に設定することも、CLI を使用して設定することもできます。「LACP システム プライオリティおよびシステム ID の設定」

（p.19-12）を参照してください。LACP は、システム プライオリティとスイッチの MAC（メディア アクセス制御）アドレスを組み合わせてシステム ID を形成します。また、これを他のシステムとのネゴシエーション時にも使用します。

（注）　LACP システム ID は、LACP システム プライオリティ値とスイッチの MAC アドレスを組み合わせたものです。

- LACP ポート プライオリティ ― LACP を使用するように設定されている各ポート上で、LACP ポート プライオリティを設定する必要があります。ポート プライオリティは、自動的に設定することも、CLI を使用して設定することもできます。「レイヤ 2 EtherChannel の設定」（p.19-10）を参照してください。LACP は、ポート プライオリティとポート番号を組み合わせて、ポート ID を形成します。
- LACP 管理キー ― LACP は、LACP を使用するように設定された各ポートのチャネル グループ ID 番号と等しい管理キー値を自動的に設定します。他のポートに合算されるポートの能力は、管理キーを使用して定義します。他のポートに合算されるポートの能力は、次の要因によって決定します。
  - ポートの物理特性（データ レート、デュプレックス能力、ポイントツーポイントまたは共有メディアなど）
  - ユーザが設定したコンフィギュレーション制約

LACP は、最大数の互換ポートを EtherChannel に設定しようとします（ハードウェア上の最大許容数は 8 ポートです）。ポートをチャネルにアクティブとして組み込めない場合は、チャネル ポートで障害が発生した場合にも自動的に組み込まれません。

（注）　スタンバイおよび「サブチャネル化」は LACP および PAgP でサポートされません。

ロードバランシング

EtherChannel は、チャネルのリンクに対するトラフィック負荷のバランスを取ります。つまり EtherChannel は、フレーム内のアドレスやポートで構成されるバイナリ パターンの一部を数値化し、チャネル内のリンクの 1 つを選択します。負荷のバランスを取るために、EtherChannel は、MAC アドレス、IP アドレス、またはレイヤ 4 ポート番号と、メッセージの送信元、メッセージの宛先、または両方を使用します。

最も多様な設定が可能なオプションを使用してください。たとえば、チャネルのトラフィックが単一の MAC アドレスのみに送信される場合、宛先 MAC アドレスを使用すると、常にチャネル内の同じリンクが選択されてしまいます。送信元アドレスまたは IP アドレスを使用する方が、ロードバランシングの効果が上がります。

（注）　ロードバランシングは、グローバルにのみ設定可能です。したがって、すべてのチャネル（手動設定、PAgP、または LACP）は同じロードバランシング方式を使用します。

ロードバランシングについての詳細は、「EtherChannel ロードバランシングの設定」（p.19-13）を参照してください。

EtherChannel 設定時の注意事項および制約事項

EtherChannel インターフェイスの設定に問題があると、ネットワーク ループなどの問題を回避するために、EtherChannel インターフェイスが自動的にディセーブルになります。次の注意事項と制約事項に従って、設定時に問題が起こらないようにしてください。

- すべてのモジュールのイーサネット インターフェイスはすべて、物理的に連続しているかまたは同一モジュール上といったインターフェイスに関する要件のない EtherChannel（最大 8 つのインターフェイス）をサポートしています。
- EtherChannel のすべてのインターフェイスを、同じ速度およびデュプレックス モードで動作するように設定します。
- EtherChannel のすべてのインターフェイスをイネーブルにします。EtherChannel 内のインターフェイスを 1 つダウンにするとリンク障害として処理され、そのインターフェイスのトラフィックが EtherChannel 内の残りのインターフェイスの 1 つに転送されます。
- インターフェイスの 1 つが Switched Port Analyzer（SPAN; スイッチド ポート アナライザ）宛先ポートの場合、EtherChannel は形成されません。
- レイヤ 3 EtherChannel の場合
  - レイヤ 3 アドレスを、チャネルの物理インターフェイスではなく、ポートチャネル論理インターフェイスに割り当てます。
- レイヤ 2 EtherChannel の場合
  - EtherChannel 内のすべてのインターフェイスを同じ VLAN に割り当てるか、またはトランクとして設定してください。
  - トランク インターフェイスから EtherChannel を設定する場合は、すべてのトランクでトランキング モードとネイティブ VLAN が同じであることを確認してください。EtherChannel のインターフェイスのトランク モードが異なる、またはネイティブ VLAN が異なる場合、予期しない結果を招くことがあります。
  - EtherChannel は、トランキング レイヤ 2 EtherChannel 内のすべてのインターフェイスで同じ許容範囲の VLAN をサポートしています。選択したインターフェイスの許容範囲が異なる場合、インターフェイスは EtherChannel を形成しません。
  - STP ポート パス コストが異なるインターフェイスは、互換性がある設定を行っているかぎり、EtherChannel を形成できます。異なる STP ポート パス コストを設定しても、EtherChannel のインターフェイスの互換性は損なわれません。
- EtherChannel を設定したあとで、ポートチャネル インターフェイスに適用する設定は、EtherChannel に対して有効になります。一方、物理インターフェイスに適用する設定は、設定するインターフェイスだけに有効です。

  ストーム制御はこの規則の例外です。たとえば、EtherChannel の一部のメンバにストーム制御を設定することはできません。ストーム制御はすべてのポートに対して設定するか、設定しないかのどちらかにする必要があります。一部のポートのみにストーム制御を設定する場合、そのポートは EtherChannel インターフェイスからドロップされます（中断ステート）。したがって、物理インターフェイス レベルではなく、ポートチャネル インターフェイス レベルでストーム制御を設定してください。
- ポート セキュリティがイネーブルである物理インターフェイスは、ポート セキュリティが EtherChannel 上でもイネーブルである場合にのみ、レイヤ 2 EtherChannel に加入できます。イネーブルでない場合、コマンドは CLI によって拒否されます。
- 802.1X ポートに EtherChannel は設定できません。

EtherChannel の設定

ここでは、EtherChannel を設定する手順について説明します。

（注） インターフェイスが正しく設定されていることを確認してください（「EtherChannel 設定時の注意事項および制約事項」[p.19-6] を参照）。

レイヤ 3 EtherChannel の設定

レイヤ 3 EtherChannel を設定するには、ポートチャネル論理インターフェイスを作成し、イーサネット インターフェイスをポートチャネルにします。

ここでは、レイヤ 3 EtherChannel の設定について説明します。

ポートチャネル論理インターフェイスの作成

（注） IP アドレスを物理インターフェイスから EtherChannel に移動させるには、ポートチャネル インターフェイスを設定する前に物理インターフェイスから IP アドレスを削除する必要があります。

レイヤ 3 EtherChannel 用のポートチャネル インターフェイスを作成するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# interface port-channel` *port_channel_number*	ポートチャネル インターフェイスを作成します。*port_channel_number* の値は 1 ～ 64 です。
ステップ 2	`Switch(config-if)# ip address` *ip_address mask*	EtherChannel に IP アドレスおよびサブネット マスクを割り当てます。
ステップ 3	`Switch(config-if)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 4	`Switch# show running-config interface port-channel` *port_channel_number*	設定を確認します。

次に、インターフェイス port-channel 1 を作成する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface port-channel 1
Switch(config-if)# ip address 172.32.52.10 255.255.255.0
Switch(config-if)# end
```

次に、インターフェイス port-channel 1 の設定を確認する例を示します。

```
Switch# show running-config interface port-channel 1
Building configuration...

Current configuration:
!
interface Port-channel1
 ip address 172.32.52.10 255.255.255.0
 no ip directed-broadcast
end

Switch#
```

物理インターフェイスのレイヤ 3 EtherChannel としての設定

物理インターフェイスをレイヤ 3 EtherChannel として設定するには、各インターフェイスで次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# interface {fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet} slot/port`	設定する物理インターフェイスを選択します。
ステップ 2	`Switch(config-if)# no switchport`	このインターフェイスをレイヤ 3 ルーテッドポートにします。
ステップ 3	`Switch(config-if)# no ip address`	この物理インターフェイスに IP アドレスが割り当てられていないことを確認します。
ステップ 4	`Switch(config-if)# channel-group port_channel_number mode {active | on | auto | passive | desirable}`	ポートチャネルでインターフェイスを設定し、PAgP または LACP モードを指定します。 PAgP を使用する場合、キーワード **auto** または **desirable** を入力します。 LACP を使用する場合は、キーワード **active** または **passive** を入力します。
ステップ 5	`Switch(config-if)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 6	`Switch# show running-config interface port-channel port_channel_number` `Switch# show running-config interface {fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet} slot/port` `Switch# show interfaces {fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet} slot/port etherchannel` `Switch# show etherchannel 1 port-channel`	設定を確認します。

次に、インターフェイス FastEthernet 5/4 および 5/5 を、port-channel 1、PAgP モード **desirable** に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface range fastethernet 5/4 - 5 (Note: Space is mandatory.)
Switch(config-if)# no switchport
Switch(config-if)# no ip address
Switch(config-if)# channel-group 1 mode desirable
Switch(config-if)# end
```

（注） **range** キーワードの詳細については、「インターフェイスの範囲設定」（p.6-5）を参照してください。

次に、インターフェイス FastEthernet 5/4 の設定を確認する例を 2 つ示します。

```
Switch# show running-config interface fastethernet 5/4
Building configuration...

Current configuration:
!
interface FastEthernet5/4
 no ip address
 no switchport
 no ip directed-broadcast
 channel-group 1 mode desirable
end

Switch# show interfaces fastethernet 5/4 etherchannel
Port state    = EC-Enbld Up In-Bndl Usr-Config
Channel group = 1           Mode = Desirable     Gcchange = 0
Port-channel  = Po1         GC   = 0x00010001    Pseudo-port-channel = Po1
Port indx     = 0           Load = 0x55

Flags:  S - Device is sending Slow hello.  C - Device is in Consistent state.
        A - Device is in Auto mode.        P - Device learns on physical port.
Timers: H - Hello timer is running.        Q - Quit timer is running.
        S - Switching timer is running.    I - Interface timer is running.

Local information:
                            Hello    Partner  PAgP     Learning  Group
Port      Flags State   Timers  Interval Count   Priority   Method  Ifindex
Fa5/4     SC    U6/S7           30s      1        128        Any      55

Partner's information:

          Partner              Partner          Partner          Partner Group
Port      Name                 Device ID        Port       Age  Flags   Cap.
Fa5/4     JAB031301            0050.0f10.230c   2/45         1s SAC     2D

Age of the port in the current state: 00h:54m:52s

Switch#
```

次に、インターフェイス port-channel 1 を設定したあとで、インターフェイスの設定を確認する例を示します。

```
Switch# show etherchannel 1 port-channel

                Channel-group listing:
                ----------------------
Group: 1
------------

                Port-channels in the group:
                ----------------------
Port-channel: Po1
------------

Age of the Port-channel   = 01h:56m:20s
Logical slot/port   = 10/1          Number of ports = 2
GC                  = 0x00010001      HotStandBy port = null
Port state          = Port-channel L3-Ag Ag-Inuse

Ports in the Port-channel:

Index   Load   Port
-------------------
  1     00      Fa5/6
  0     00      Fa5/7

Time since last port bundled:    00h:23m:33s    Fa5/6

Switch#
```

レイヤ 2 EtherChannel の設定

レイヤ 2 EtherChannel を設定するには、**channel-group** コマンドでイーサネット インターフェイスを設定します。これにより、ポートチャネル論理インターフェイスが作成されます。

（注） **channel-group** コマンドでレイヤ 2 イーサネット インターフェイスを設定すると、Cisco IOS ソフトウェアはレイヤ 2 EtherChannel のポートチャネル インターフェイスを作成します。

レイヤ 2 イーサネット インターフェイスをレイヤ 2 EtherChannel として設定するには、各インターフェイスで次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# interface {fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet} slot/port`	設定する物理インターフェイスを選択します。
ステップ 2	`Switch(config-if)# channel-group port_channel_number mode {active | on | auto | passive | desirable}`	ポートチャネルでインターフェイスを設定し、PAgP または LACP モードを指定します。 PAgP を使用する場合、キーワード **auto** または **desirable** を入力します。 LACP を使用する場合は、キーワード **active** または **passive** を入力します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 4	`Switch# show running-config interface {fastethernet | gigabitethernet} slot/port` `Switch# show interface {fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet} slot/port etherchannel`	設定を確認します。

次に、インターフェイス FastEthernet 5/6 および 5/7 を、port-channel 2、PAgP モード **desirable** に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface range fastethernet 5/6 - 7 (Note: Space is mandatory.)
Switch(config-if-range)# channel-group 2 mode desirable
Switch(config-if-range)# end
Switch# end
```

（注） **range** キーワードの詳細については、「インターフェイスの範囲設定」（p.6-5）を参照してください。

次に、インターフェイス port-channel 2 の設定を確認する例を示します。

```
Switch# show running-config interface port-channel 2
Building configuration...

Current configuration:
!
interface Port-channel2
 switchport access vlan 10
 switchport mode access
end

Switch#
```

次に、インターフェイス FastEthernet 5/6 の設定を確認する例を 2 つ示します。

```
Switch# show running-config interface fastethernet 5/6
Building configuration...

Current configuration:
!
interface FastEthernet5/6
 switchport access vlan 10
 switchport mode access
 channel-group 2 mode desirable
end

Switch# show interfaces fastethernet 5/6 etherchannel
Port state    = EC-Enbld Up In-Bndl Usr-Config
Channel group = 1           Mode = Desirable     Gcchange = 0
Port-channel  = Po1         GC   = 0x00010001
Port indx     = 0           Load = 0x55

Flags:  S - Device is sending Slow hello.  C - Device is in Consistent state.
        A - Device is in Auto mode.        P - Device learns on physical port.
        d - PAgP is down.
Timers: H - Hello timer is running.        Q - Quit timer is running.
        S - Switching timer is running.    I - Interface timer is running.
Local information:
                               Hello    Partner  PAgP     Learning  Group
Port      Flags State   Timers  Interval Count   Priority   Method  Ifindex
Fa5/6     SC    U6/S7           30s      1        128        Any      56

Partner's information:

          Partner              Partner          Partner         Partner Group
Port      Name                 Device ID        Port       Age  Flags   Cap.
Fa5/6     JAB031301            0050.0f10.230c   2/47        18s SAC     2F

Age of the port in the current state: 00h:10m:57s
```

次に、インターフェイス port-channel 2 を設定したあとで、インターフェイスの設定を確認する例を示します。

```
Switch# show etherchannel 2 port-channel
                Port-channels in the group:
                ----------------------

Port-channel: Po2
------------

Age of the Port-channel   = 00h:23m:33s
Logical slot/port   = 10/2           Number of ports in agport = 2
GC                  = 0x00020001      HotStandBy port = null
Port state          = Port-channel Ag-Inuse

Ports in the Port-channel:

Index   Load   Port
--------------------
  1     00      Fa5/6
  0     00      Fa5/7

Time since last port bundled:    00h:23m:33s    Fa5/6

Switch#
```

LACP システム プライオリティおよびシステム ID の設定

LACP システム ID は、LACP システム プライオリティ値とスイッチの MAC アドレスを組み合わせたものです。

LACP システム プライオリティおよびシステム ID を設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# lacp system-priority` *priority_value*	（LACP で任意）有効な値は 1 ～ 65535 です。数値が大きいほど、プライオリティは低くなります。デフォルトは 32768 です。
	`Switch(config)# no system port-priority`	デフォルト値に戻します。
ステップ 2	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 3	`Switch# show lacp sys-id`	設定を確認します。

次に、LACP システム プライオリティを設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# lacp system-priority 23456
Switch(config)# end
Switch# show module

Mod  Ports Card Type                              Model             Serial No.
---+-----+--------------------------------------+-----------------+-----------
 1      2  1000BaseX (GBIC) Supervisor(active)    WS-X4014          JAB063808YZ
 2     48  10/100BaseTX (RJ45)                    WS-X4148-RJ       JAB0447072W
 3     48  10/100BaseTX (RJ45)V                   WS-X4148-RJ45V    JAE061704J6
 4     48  10/100BaseTX (RJ45)V                   WS-X4148-RJ45V    JAE061704ML

 M MAC addresses                   Hw  Fw           Sw               Status
--+--------------------------------+---+------------+----------------+---------
 1 0005.9a39.7a80 to 0005.9a39.7a81 2.1 12.1(12r)EW  12.1(13)EW(0.26) Ok
 2 0002.fd80.f530 to 0002.fd80.f55f 0.1                               Ok
 3 0009.7c45.67c0 to 0009.7c45.67ef 1.6                               Ok
 4 0009.7c45.4a80 to 0009.7c45.4aaf 1.6                               Ok
```

次に、設定を確認する例を示します。

```
Switch# show lacp sys-id
23456,0050.3e8d.6400
Switch#
```

最初にシステム プライオリティが表示され、次にスイッチの MAC アドレスが表示されます。

EtherChannel ロードバランシングの設定

（注） ロードバランシングは、グローバルにのみ設定可能です。したがって、すべてのチャネル（手動設定、PAgP、または LACP）は同じロードバランシング方式を使用します。

EtherChannel ロードバランシングを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# [no] port-channel load-balance {src-mac | dst-mac | src-dst-mac | src-ip | dst-ip | src-dst-ip | src-port | dst-port | src-dst-port}`	EtherChannel ロードバランシングを設定します。 EtherChannel ロードバランシングをデフォルト設定に戻すには、**no** キーワードを使用します。
ステップ 2	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 3	`Switch# show etherchannel load-balance`	設定を確認します。

ロードバランシングのキーワードは次のとおりです。

- **src-mac** ― 送信元 MAC アドレス
- **dst-mac** ― 宛先 MAC アドレス
- **src-dst-mac** ― 送信元および宛先 MAC アドレス
- **src-ip** ― 送信元 IP アドレス
- **dst-ip** ― 宛先 IP アドレス
- **src-dst-ip** ― 送信元および宛先 IP アドレス（デフォルト）
- **src-port** ― 送信元レイヤ 4 ポート
- **dst-port** ― 宛先レイヤ 4 ポート
- **src-dst-port** ― 送信元および宛先レイヤ 4 ポート

次に、送信元および宛先 IP アドレスを使用するように EtherChannel を設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# port-channel load-balance src-dst-ip
Switch(config)# end
Switch#
```

次に、設定を確認する例を示します。

```
Switch# show etherchannel load-balance
EtherChannel Load-Balancing Configuration:
        src-dst-ip

EtherChannel Load-Balancing Addresses Used Per-Protocol:
Non-IP: Source XOR Destination MAC address
  IPv4: Source XOR Destination IP address
  IPv6: Source XOR Destination IP address
Switch#
```

EtherChannel からのインターフェイスの削除

EtherChannel からイーサネット インターフェイスを削除するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# interface {fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet} slot/port`	設定する物理インターフェイスを選択します。
ステップ 2	`Switch(config-if)# no channel-group`	ポートチャネル インターフェイスからインターフェイスを削除します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 4	`Switch# show running-config interface {fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet} slot/port` `Switch# show interface {fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet} slot/port etherchannel`	設定を確認します。

次に、インターフェイス FastEthernet 5/4 および 5/5 を、port-channel 1 から削除する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface range fastethernet 5/4 - 5 (Note: Space is mandatory.)
Switch(config-if)# no channel-group 1
Switch(config-if)# end
```

EtherChannel の削除

EtherChannel を削除すると、メンバ ポートがシャットダウンされ、チャネル グループから削除されます。

（注） EtherChannel をレイヤ 2 からレイヤ 3 に、またはレイヤ 3 からレイヤ 2 に変更する場合、EtherChannel を削除し、適切な設定で再び作成する必要があります。

EtherChannel を削除するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# no interface port-channel port_channel_number`	ポートチャネル インターフェイスを削除します。
ステップ 2	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 3	`Switch# show etherchannel summary`	設定を確認します。

次に、port-channel 1 を削除する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# no interface port-channel 1
Switch(config)# end
```

CHAPTER 20

IGMP スヌーピングとフィルタリングの設定

この章では、Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上で Internet Group Management Protocol（IGMP; インターネット グループ管理プロトコル）スヌーピングを設定する方法について説明します。設定上の注意事項、設定手順、および設定例も示します。

この章の主な内容は、次のとおりです。

（注） Cisco Group Management Protocol（CGMP）クライアント デバイスをサポートするには、スイッチを CGMP サーバとして設定します。詳細については、次の URL の『*Cisco IOS IP and IP Routing Configuration Guide*』Cisco IOS Release 12.2 の「IP Multicast」および「Configuring IP Multicast Routing」の章を参照してください。

http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2/ip/configuration/guide/1cfmulti.html

（注） この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

IGMP スヌーピングの概要

ここでは、次の内容について説明します。

（注）　QoS（Quality Of Service）は、IGMP パケットに適用しません。

IGMP スヌーピングにより、スイッチはホストとルータ間で送信される IGMP パケットの情報をスヌーピングまたはキャプチャします。この情報に基づいて、スイッチはアドレス テーブルに対してマルチキャスト アドレスの追加または削除を行い、マルチキャスト トラフィックの個々のホスト ポートへのフローをイネーブル（またはディセーブル）に設定します。IGMP スヌーピングは、IGMPv1、IGMPv2、および IGMPv3 のすべてのバージョンの IGMP をサポートします。

IGMPv1 および IGMPv2 とは対照的に、IGMPv3 スヌーピングはデフォルトで即時脱退処理を提供します。IGMPv3 スヌーピングは、Explicit Host Tracking（EHT）を提供し、ネットワーク管理者は実際に IGMPv3 をサポートするレイヤ 2 デバイス上に Source-Specific Multicast（SSM）機能を配置できます（「EHT」[p.20-4] を参照）。

IGMP が設定されているサブネットにおいて、IGMP スヌーピングはレイヤ 2 でマルチキャスト トラフィックを管理します。**switchport** キーワードを使用して、受信に関心のあるインターフェイスにのみマルチキャスト トラフィックを動的に転送するようにインターフェイスを設定できます。

IGMP スヌーピングは、MAC（メディア アクセス制御）マルチキャスト グループ 0010.5e00.0001 ～ 01-00-5e-ff-ff-ff のトラフィックを制限します。IGMP スヌーピングは、ルーティング プロトコルによって生成されたレイヤ 2 マルチキャスト パケットを制限しません。

（注）　IP マルチキャストおよび IGMP の詳細については、RFC 1112、RFC 2236、RFC 3376（IGMPv3）を参照してください。

（ルータ上で設定された）IGMP は定期的に IGMP 一般クエリーを送信します。ホストは、関心のあるグループの IGMP メンバシップ レポートでこれらのクエリーに応答します。IGMP スヌーピングがイネーブルの場合、スイッチは IGMP Join 要求を受信する各レイヤ 2 マルチキャスト グループに、VLAN（仮想 LAN）ごとに 1 つのエントリを作成します。このマルチキャスト トラフィックに関心を示しているすべてのホストは IGMP メンバシップ レポートを送信し、転送テーブル エントリに追加されます。

レイヤ 2 マルチキャスト グループは IGMP スヌーピングを通じて動的に学習されます。ただし、**ip igmp snooping static** コマンドを使用して、レイヤ 2 マルチキャスト グループを静的に設定することもできます。静的にグループ メンバシップを指定する場合、その設定は IGMP スヌーピングによる自動的な処理より優先されます。マルチキャスト グループ メンバシップのリストは、ユーザが定義した設定値と、IGMP スヌーピング設定値の両方で構成できます。

0100.5e00.0001 ～ 0100.5e00.00FF 範囲のマルチキャスト MAC アドレスにマッピングする 224.0.0.0 ～ 224.0.0.255 の範囲の IP アドレスを持つグループは、ルーティング コントロール パケット専用です。これらのグループは、IGMPv3 メンバシップ レポートに使用される 224.0.0.22 を除いて、VLAN のすべての転送ポートにフラッディングされます。

(注)　VLAN でスパニングツリー トポロジが変更された場合、PortFast がイネーブルになっていないすべての VLAN ポート、および Topology Change Notification（TCN; トポロジ変更通知）クエリー カウント期間に **no igmp snooping tcn flood** コマンドが設定されたポートに、IP マルチキャスト トラフィックがフラッディングします。

レイヤ 2 IGMPv2 ホスト インターフェイスは IP マルチキャスト グループに加入するため、IP マルチキャスト グループの IGMP メンバシップ レポートを送信します。ホストをマルチキャスト グループから脱退させるには、そのホストで定期的な IGMP 一般クエリーを無視するか、または IGMP Leave メッセージを送信します。スイッチはホストから IGMP Leave メッセージを受け取ると、IGMP グループ固有のクエリーを送信して、そのインターフェイスに接続されたデバイスが特定のマルチキャスト グループのトラフィックに関心を示しているかどうかを判別します。スイッチはそのレイヤ 2 マルチキャスト グループのテーブル エントリを更新して、グループのマルチキャスト トラフィックの受信に関心を示しているホストのみがリストされるようにします。

対照的に、IGMPv3 ホストは、特定のマルチキャスト グループに加入するために（**allow** グループ レコード モードで）IGMPv3 メンバシップ レポートを送信します。IGMPv3 ホストが、以前の送信元リストにあるすべての送信元からのトラフィックを拒否するために（**block** グループ レコードで）メンバシップ レポートを送信する場合、EHT がイネーブルにされていると、ポートの最後のホストは即時脱退によって削除されます。

即時脱退処理

IGMP スヌーピングの即時脱退処理を使用すると、スイッチはインターフェイスに IGMP グループ固有のクエリーを事前に送信せず、そのインターフェイスを転送テーブル エントリから削除します。VLAN インターフェイスは、オリジナルの IGMP Leave メッセージで指定されたマルチキャスト グループのマルチキャスト ツリーからプルーニングされます。複数のマルチキャスト グループが同時に使用される場合でも、即時脱退処理により、スイッチド ネットワーク上のすべてのホストに対して最適な帯域幅管理が可能になります。

IGMP スヌーピングをイネーブルにしたスイッチが IGMPv2 または IGMPv3 Leave メッセージを受け取ると、Leave メッセージを受け取ったインターフェイスから IGMP グループ固有のクエリーを送信し、MAC マルチキャスト グループへの加入に関心を示した他のホストがそのインターフェイスに接続するタイミングを判断します。スイッチがクエリー応答間隔で IGMP Join メッセージを受信しない場合、レイヤ 2 転送テーブルのポート リスト（MAC-group、VLAN）エントリからインターフェイスが削除されます。

(注)　デフォルトでは、すべての IGMP Join はすべてのマルチキャスト ルータ ポートに転送されます。

VLAN 上で即時脱退処理をイネーブルに設定すると、マルチキャスト ルータがポート上で学習されている場合を除き、IGMP Leave メッセージを受信した時点で、レイヤ 2 エントリのポート リストからインターフェイスをただちに削除できます。

（注） IGMPv2 スヌーピングを使用する場合、即時脱退処理は各インターフェイスに 1 つのホストしか接続されていない VLAN でのみ使用してください。インターフェイスに複数のホストが接続されている VLAN 上で即時脱退処理をイネーブルにすると、一部のホストが偶発的にドロップされる可能性があります。IGMPv3 を使用する場合、即時脱退処理がデフォルトでイネーブルにされており、EHT（下記参照）により、スイッチはポートに IGMPv3 ホストのスイッチによって維持されるホストが単一または複数であるときを検出できます。その結果、スイッチは特定のポートの背後で単一のホストを検出すると即時脱退処理を実行できます。

（注） IGMPv3 は、古いバージョンの IGMP との相互運用が可能です。

特定の VLAN の IGMP バージョンを表示するには、**show ip igmp snooping querier vlan** コマンドを使用します。

スイッチが IGMPv3 スヌーピングをサポートするかどうかを表示するには、**show ip igmp snooping vlan** コマンドを使用します。

IGMPv2 の即時脱退をイネーブルにするには、**ip igmp snooping immediate-leave** コマンドを使用します。

（注） IGMPv3 では、デフォルトで即時脱退処理がイネーブルに設定されています。

IGMP 設定可能な Leave タイマー

複数のホストが単一インターフェイスに接続されている VLAN では、即時脱退処理は使用できません。このような状況での脱退の遅れを減少させるため、IGMPv3 では設定可能な Leave タイマーを提供します。

Cisco IOS Release 12.2(25)SG 以前のリリースでは、IGMP スヌーピング脱退時間はクエリーの応答時間に基づいていました。クエリーのクエリー応答時間が満了する前にスイッチがメンバシップ レポートを受信しなかった場合、ポートはマルチキャスト グループ メンバシップから削除されました。

Cisco IOS Release 12.2(31)SG 以降のリリースでは、ホストの特定マルチキャスト グループへの関心が続いているかどうかを判断するために、グループ固有のクエリーを送信したあとにスイッチが待機する時間を設定できます。IGMP 脱退応答時間は、100 ～ 5000 ミリ秒で設定できます。このタイマーは、グローバルでも、VLAN 単位でも設定できます。脱退時間の VLAN 設定は、グローバル設定を上書きします。

詳しい設定手順については、「IGMP Leave タイマーの設定」（p.20-9）を参照してください。

EHT

EHT は、IGMPv3 メンバシップ レポートを送信するホストを追跡することによって、グループ メンバシップを監視します。この追跡によって、スイッチは各ポートのグループに対応付けられたホスト情報を検出できます。さらに、ユーザは EHT によってメンバシップおよび各種の統計情報を追跡できます。

EHT では、スイッチはポート単位でメンバシップを追跡できます。そのため、スイッチは各ポートに存在するホストを認識し、ポートの背後にホストが 1 つだけ存在する場合に即時脱退処理を実行できます。

EHT が VLAN 上でイネーブルにされているかどうかを判別するには、**show ip igmp snoop vlan** コマンドを使用します。

IGMP スヌーピングの設定

（注） IGMP を設定する場合は、VLAN データベース モードで VLAN を設定してください（第 13 章「VLAN、VTP、および VMPS の設定」を参照）。

IGMP スヌーピングにより、スイッチで IGMP パケットを調べ、パケットの内容に基づいて転送先を決定できます。

ここでは、IGMP スヌーピングを設定する手順について説明します。

IGMP スヌーピングのデフォルト設定

表 20-1 に、IGMP スヌーピングのデフォルト設定値を示します。

表 20-1　IGMP スヌーピングのデフォルト設定値

機能	デフォルト値
IGMP スヌーピング	イネーブル
マルチキャスト ルータ	設定なし
EHT	IGMPv3 ではイネーブル。IGMPv2 では使用不可
即時脱退処理	IGMPv3 ではイネーブル。IGMPv2 ではディセーブル
レポート抑制	イネーブル
IGMP スヌーピングの学習方式	PIM/DVMRP[1]

1. PIM/DVMRP = Protocol Independent Multicast/Distance Vector Multicast Routing Protocol

IGMP スヌーピングのグローバルなイネーブル化

IGMP スヌーピングをグローバルにイネーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# [no] ip igmp snooping`	IGMP スヌーピングをイネーブルにします。 IGMP スヌーピングをディセーブルにするには、**no** キーワードを使用します。
ステップ 3	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 4	`Switch# show ip igmp snooping | include`	設定を確認します。

次に、IGMP スヌーピングをグローバルにイネーブルにし、設定を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ip igmp snooping
Switch(config)# end
Switch# show ip igmp snooping
Global IGMP Snooping configuration:
-----------------------------------
IGMP snooping             : Enabled
IGMPv3 snooping           : Enabled
Report suppression        : Enabled
TCN solicit query         : Disabled
TCN flood query count     : 2

Vlan 1:
--------
IGMP snooping                   : Enabled
IGMPv2 immediate leave          : Disabled
Explicit host tracking          : Enabled
Multicast router learning mode : pim-dvmrp
CGMP interoperability mode     : IGMP_ONLY

Vlan 2:
--------
IGMP snooping                   : Enabled
IGMPv2 immediate leave          : Disabled
Explicit host tracking          : Enabled
Multicast router learning mode : pim-dvmrp
CGMP interoperability mode     : IGMP_ONLY
```

VLAN 上での IGMP スヌーピングのイネーブル化

VLAN 上で IGMP スヌーピングをイネーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# [no] ip igmp snooping vlan` *vlan_ID*	IGMP スヌーピングをイネーブルにします。 IGMP スヌーピングをディセーブルにするには、**no** キーワードを使用します。
ステップ 2	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 3	`Switch# show ip igmp snooping vlan` *vlan_ID*	設定を確認します。

次に、VLAN 2 上で IGMP スヌーピングをイネーブルにし、設定を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ip igmp snooping vlan 2
Switch(config)# end
Switch# show ip igmp snooping vlan 2
Global IGMP Snooping configuration:
-----------------------------------
IGMP snooping             : Enabled
IGMPv3 snooping           : Enabled
Report suppression        : Enabled
TCN solicit query         : Disabled
TCN flood query count     : 2

Vlan 2:
--------
IGMP snooping                   : Enabled
IGMPv2 immediate leave          : Disabled
Explicit host tracking          : Enabled
Multicast router learning mode : pim-dvmrp
CGMP interoperability mode      : IGMP_ONLY
```

学習方式の設定

ここでは IGMP スヌーピングの学習方式について説明します。

- PIM/DVMRP 学習方式の設定（p.20-7）
- CGMP 学習方式の設定（p.20-7）

PIM/DVMRP 学習方式の設定

IGMP スヌーピングを PIM/DVMRP パケットから学習するように設定するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch(config)# ip igmp snooping vlan vlan_ID mrouter learn [cgmp | pim-dvmrp]`	VLAN の学習方式を指定します。

次に、IP IGMP スヌーピングが PIM/DVMRP パケットから学習するように設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ip igmp snooping vlan 1 mrouter learn pim-dvmrp
Switch(config)# end
Switch#
```

CGMP 学習方式の設定

IGMP スヌーピングを CGMP self-join パケットから学習するように設定するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch(config)# ip igmp snooping vlan vlan_ID mrouter learn [cgmp | pim-dvmrp]`	VLAN の学習方式を指定します。

次に、IP IGMP スヌーピングが CGMP self-join パケットから学習するように設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ip igmp snooping vlan 1 mrouter learn cgmp
Switch(config)# end
Switch#
```

マルチキャスト ルータへの静的な接続の設定

マルチキャスト ルータに静的な接続を設定するには、スイッチに **ip igmp snooping vlan mrouter interface** コマンドを入力します。

マルチキャスト ルータへの静的な接続を設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`witch(config)# ip igmp snooping vlan` *vlan_ID* **mrouter interface** *interface_num*	VLAN のマルチキャスト ルータとの静的な接続を指定します。 **（注）** ルータとのインターフェイスは、コマンドを入力する VLAN 内になければなりません。ルータとラインプロトコルはアップ状態である必要があります。
ステップ 3	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 4	`Switch# show ip igmp snooping mrouter vlan` *vlan_ID*	設定を確認します。

次に、マルチキャスト ルータへの静的な接続を設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ip igmp snooping vlan 200 mrouter interface fastethernet 2/10
Switch# show ip igmp snooping mrouter vlan 200
vlan   ports
-----+---------------------------------------
 200   Fa2/10
Switch#
```

IGMP 即時脱退処理のイネーブル化

VLAN 上で IGMP 即時脱退処理をイネーブルにした場合、インターフェイス上で IGMPv2 Leave メッセージを検出すると、スイッチはマルチキャスト グループからインターフェイスを削除します。

（注） IGMPv3 では、EHT とのデフォルトで即時脱退処理がイネーブルに設定されています。

IGMPv2 インターフェイスで即時脱退処理をイネーブルにするには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch(config)# ip igmp snooping vlan` *vlan_ID* **immediate-leave**	VLAN で即時脱退処理をイネーブルにします。 **（注）** このコマンドは、IGMPv2 ホストだけに適用します。

次に、VLAN 200 インターフェイス上で IGMP 即時脱退処理をイネーブルにし、設定を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ip igmp snooping vlan 200 immediate-leave
Configuring immediate leave on vlan 200
Switch(config)# end
Switch# show ip igmp interface vlan 200 | include immediate leave
Immediate leave                 : Disabled
Switch(config)#
```

IGMP Leave タイマーの設定

IGMP Leave タイマーを設定する場合、次の注意事項に従ってください。

- 脱退時間は、グローバルでも、VLAN 単位でも設定できます。
- VLAN で脱退時間を設定すると、グローバル設定は上書きされます。
- デフォルトの脱退時間は、1000 ミリ秒です。
- IGMP の設定可能な脱退時間は、IGMP バージョン 2 を稼働するホストでのみサポートされます。
- ネットワークの実際の脱退の遅れは通常、設定した脱退時間になります。ただし、リアルタイムの CPU 負荷条件、ネットワーク遅延、インターフェイスによって送信されたトラフィック量により、脱退時間は設定した時間付近で*ばらつくことがあります*。

IGMP の設定可能な Leave タイマーをイネーブルにするには、次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# ip igmp snooping last-member-query-interval` *time*	IGMP Leave タイマーをグローバルに設定します。指定できる範囲は 100 ～ 5000 ミリ秒です。デフォルトは 1000 秒です。 IGMP Leave タイマーをグローバルにリセットしてデフォルト設定に戻すには、**no ip igmp snooping last-member-query-interval** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。
ステップ 3	`Switch(config)# ip igmp snooping vlan` *vlan_ID* `last-member-query-interval` *time*	（任意）IGMP 脱退時間を VLAN インターフェイス上で設定します。指定できる範囲は 100 ～ 5000 ミリ秒です。 特定の VLAN から設定した IGMP 脱退時間設定を削除するには、**no ip igmp snooping vlan** *vlan-id* **last-member-query-interval** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。 **（注）** VLAN で脱退時間を設定すると、グローバルに設定したタイマーは上書きされます。
ステップ 4	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	`Switch# show ip igmp snooping`	（任意）設定した IGMP 脱退時間を表示します。
ステップ 6	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、IGMP 設定可能な Leave タイマーをイネーブルにし、設定を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ip igmp snooping last-member-query-interval 200
Switch(config)# ip igmp snooping vlan 10 last-member-query-interval 500
Switch(config)# end
Switch# show ip igmp snooping show ip igmp snooping
Global IGMP Snooping configuration:

--------------------------------

IGMP snooping              : Enabled
IGMPv3 snooping            : Enabled
Report suppression         : Enabled
TCN solicit query          : Disabled
TCN flood query count      : 2
Last Member Query Interval : 200

Vlan 1:
--------
IGMP snooping                         : Enabled
IGMPv2 immediate leave                : Disabled
Explicit host tracking                : Enabled
Multicast router learning mode        : pim-dvmrp
Last Member Query Interval            : 200
CGMP interoperability mode            : IGMP_ONLY

Vlan 10:
--------
IGMP snooping                         : Enabled
IGMPv2 immediate leave                : Disabled
Explicit host tracking                : Enabled
Multicast router learning mode        : pim-dvmrp
Last Member Query Interval            : 500
CGMP interoperability mode            : IGMP_ONLY

Switch#
```

EHT の設定

IGMPv3 では、EHT はデフォルトでイネーブルに設定されており、VLAN 単位でディセーブルにできます。

VLAN 上で EHT 処理をディセーブルにするには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch(config)#[no] ip igmp snooping vlan` *vlan_ID* **explicit-tracking**	VLAN 上で EHT をイネーブルにします。 EHT をディセーブルにするには、**no** キーワードを使用します。

次に、VLAN 200 上で IGMP EHT をディセーブルにし、設定を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# no ip igmp snooping vlan 200 explicit-tracking
Switch(config)# end
Switch# show ip igmp snooping vlan 200 | include Explicit host tracking
Explicit host tracking         : Disabled
```

ホストの静的な設定

ホストは通常、マルチキャスト グループに動的に加入しますが、インターフェイス上でホストを静的に設定することもできます。

インターフェイス上でホストを静的に設定するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch(config-if)# ip igmp snooping vlan vlan_ID static mac_address interface interface_num`	VLAN でホストを静的に設定します。 **(注)** このコマンドは、特定の送信元 IP アドレスのトラフィックを受信するようには設定できません。

次に、VLAN 200 でインターフェイス FastEthernet 2/11 にホストを静的に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ip igmp snooping vlan 200 static 0100.5e02.0203 interface fastethernet
2/11
Configuring port FastEthernet2/11 on group 0100.5e02.0203 vlan 200
Switch(config)# end
```

マルチキャスト フラッディングの抑制

IGMP スヌーピングがイネーブルに設定されたスイッチは、スパニングツリー TCN を受信すると、VLAN のすべてのポートにマルチキャスト トラフィックをフラッディングします。マルチキャスト フラッディングの抑制により、スイッチはこのようなトラフィックの送信を停止します。フラッディングの抑制をサポートするため、Cisco IOS Release 12.1(11b)EW では次のインターフェイス コマンドおよびグローバル コマンドが導入されました。

インターフェイス コマンドは次のとおりです。

[**no | default**] **ip igmp snooping tcn flood**

グローバル コマンドは次のとおりです。

[**no | default**] **ip igmp snooping tcn flood query count** [**1 - 10**]

[**no | default**] **ip igmp snooping tcn query solicit**

Cisco IOS Release 12.1(11b)EW より前のリリースでは、スイッチがスパニングツリー TCN を受信すると、3 回の IGMP クエリー インターバルの間、VLAN のすべてのポートにマルチキャスト トラフィックがフラッディングされていました。これは冗長構成に必要でしたが、Cisco IOS Release 12.1(11b)EW では、スイッチがマルチキャスト フラッディングを停止するまでのデフォルト時間は、2 回の IGMP クエリー インターバルに変更されました。

このフラッディング動作は、フラッディングを行うスイッチが別のグループに属する多くのポートを保有している場合には望ましくありません。トラフィックがスイッチとエンド ホスト間でリンク容量を超え、パケットが失われることもあります。

no ip igmp snooping tcn flood コマンドを使用すると、トポロジ変更後にスイッチ インターフェイス上のマルチキャスト フラッディングをディセーブルにできます。トポロジが変更されている間でも、ポートが加入しているマルチキャスト グループのみがそのポートに送信されます。

IGMP クエリーしきい値を設定して、トポロジ変更後すぐにスイッチ インターフェイス上のマルチキャスト フラッディングをイネーブルにするには、**ip igmp snooping tcn flood query count** コマンドを使用します。

トポロジが変更された場合、通常スパニングツリー ルート スイッチはグループ マルチキャスト アドレス 0.0.0.0 を使用してグローバル IGMP Leave メッセージ（「クエリー要求」と呼ばれる）を発行します。スイッチはこの要求を受け取ると、スパニングツリーが変更された VLAN のすべてのポートで要求をフラッディングします。アップストリーム ルータがこの要求を受け取ると、ただちに IGMP 一般クエリーを発行します。

ip igmp snooping tcn query solicit コマンドを使用すると、スパニングツリー以外のルート スイッチに同じクエリー要求を発行するように指示できます。

次のセクションで新しいコマンドの詳細と、その使用方法について説明します。

IGMP スヌーピング インターフェイスの設定

VLAN でトポロジが変更されると、それまでに学習された IGMP スヌーピング情報が無効になる場合があります。トポロジ変更前に 1 つのポートに存在していたホストは、トポロジ変更後に別のポートに移動することがあります。トポロジが変更される場合、Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、マルチキャスト トラフィックが VLAN 内のすべてのマルチキャスト レシーバーに送信されるように特別なアクションを実行します。

Spanning-Tree Protocol（STP; スパニングツリー プロトコル）が VLAN で実行されている場合、VLAN のルート スイッチによってスパニングツリー TCN が発行されます。Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、IGMP スヌーピングがイネーブルに設定されている VLAN で TCN を受信すると、ただちに「マルチキャスト フラッディング モード」を開始します。トポロジが再度安定し、すべてのマルチキャスト レシーバーの新しい位置が学習されるまでの間、このモードが継続されます。

「マルチキャスト フラッディング モード」の IP マルチキャスト トラフィックは、マルチキャスト グループ メンバが検出されたポートだけでなく、VLAN のすべてのポートに送られます。

Cisco IOS Release 12.1(11b)EW 以降、スイッチポート上で **no ip igmp snooping tcn flood** コマンドを使用すると、IP マルチキャスト トラフィックがそのポートにフラッディングされるのを手動で防ぐことができます。

トランク ポートの場合、この設定はすべての VLAN に適用されます。

デフォルトでは、マルチキャスト フラッディングはイネーブルです。フラッディングをディセーブルにするには **no** キーワードを、デフォルトの動作（フラッディングがイネーブル）に戻すには **default** を使用します。

インターフェイス上のマルチキャスト フラッディングをイネーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# interface {fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet} slot/port`	設定するインターフェイスを選択します。
ステップ 2	`Switch(config-if)# no ip igmp snooping tcn flood`	スイッチが TCN を受信した場合、インターフェイス上のマルチキャスト フラッディングをディセーブルにします。 インターフェイス上のマルチキャスト フラッディングをイネーブルにするには、次のコマンドを入力します。**default ip igmp snooping tcn flood**
ステップ 3	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 4	`Switch# show running interface {fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet} slot/port`	設定を確認します。

次に、インターフェイス FastEthernet 2/11 上でマルチキャスト フラッディングをディセーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# interface fastethernet 2/11
Switch(config-if)# no ip igmp snooping tcn flood
Switch(config-if)# end
Switch#
```

IGMP スヌーピング スイッチの設定

デフォルトでは、スイッチが 2 つの IGMP 一般クエリーを受信するまで「フラッディング モード」が継続されます。この期間を変更するには、**ip igmp snooping tcn flood query count** *n* コマンドを使用します。*n* は 1 ～ 10 の数値です。

このコマンドはグローバル コンフィギュレーション レベルで作用します。

クエリーのデフォルトは 2 です。**no** および **default** キーワードでデフォルトに戻ります。

IGMP クエリーのしきい値を設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# ip igmp snooping tcn flood query count <n>`	スイッチがマルチキャスト トラフィックのフラッディングを停止するまでの、IGMP クエリーの数を変更します。 スイッチを IGMP クエリーのデフォルトの数に戻すには、次のコマンドを入力します。 **default ip igmp snooping tcn flood query count**
ステップ 2	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。

次に、4 回のクエリー実行後にマルチキャスト トラフィックのフラッディングを停止するように、スイッチを修正する例を示します。

```
Switch(config)# ip igmp snooping tcn flood query count 4
Switch(config)# end
Switch#
```

IGMP スヌーピングがイネーブルの VLAN でのトポロジ変更をスパニングツリー ルート スイッチが確認すると、IOS ルータが 1 つまたは複数の一般クエリーを送信するというクエリー要求をスイッチが発行します。この新しいコマンド **ip igmp snooping tcn query solicit** によって、スイッチはスパニングツリー ルートでない場合も、トポロジ変更を確認すると、常にクエリー要求を送信します。

このコマンドはグローバル コンフィギュレーション レベルで作用します。

デフォルトでは、スイッチがスパニングツリー ルートの場合を除き、クエリー要求はディセーブルに設定されています。**default** キーワードでデフォルトの動作に戻ります。

スイッチにクエリー要求を送信するように指示するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# ip igmp snooping tcn query solicit`	TCN が検出された場合に、クエリー要求を送信するようにスイッチを設定します。 スイッチによるクエリー要求の送信を停止するには（スイッチがスパニングツリー ルート スイッチでない場合）、次のコマンドを入力します。 **no ip igmp snooping tcn query solicit**
ステップ 2	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。

次に、TCN を検出したあと、クエリー要求を送信するようにスイッチを設定する例を示します。

```
Switch(config)# ip igmp snooping tcn query solicit
Switch(config)# end
Switch#
```

IGMP スヌーピング情報の表示

ここでは IGMP スヌーピング情報を表示する方法について説明します。

クエリア情報の表示

クエリア情報を表示するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch# show ip igmp snooping querier [vlan vlan_ID]`	マルチキャスト ルータ インターフェイスを表示します。

次に、スイッチ上のすべての VLAN の IGMP スヌーピング クエリア情報を表示する例を示します。

```
Switch# show ip igmp snooping querier
Vlan      IP Address      IGMP Version         Port
-----------------------------------------------------
2         10.10.10.1      v2                   Router
3         172.20.50.22    v3                   Fa3/15
```

次に、VLAN 3 の IGMP スヌーピング クエリア情報を表示する例を示します。

```
Switch# show ip igmp snooping querier vlan 3
Vlan      IP Address      IGMP Version         Port
-----------------------------------------------------
3         172.20.50.22    v3                   Fa3/15
```

IGMP ホスト メンバシップ情報の表示

（注） デフォルトでは、EHT は EHT データベースに最大 1000 エントリを維持します。上限に達すると、エントリはそれ以上作成されません。さらにエントリを作成するには、**clear ip igmp snooping membership vlan** コマンドを使用してデータベースをクリアします。

ホスト メンバシップ情報を表示するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch# show ip igmp snooping membership [interface interface_num][vlan vlan_ID] [reporter a.b.c.d] [source a.b.c.d group a.b.c.d]`	EHT 情報を表示します。 **（注）** このコマンドは、スイッチ上で EHT がイネーブルにされている場合にのみ有効です。

次に、VLAN 20 のホスト メンバシップ情報を表示し、EHT データベースを削除する例を示します。

```
Switch# show ip igmp snooping membership vlan 20
#channels: 5
#hosts : 1
Source/Group Interface Reporter Uptime Last-Join Last-Leave

40.40.40.2/224.10.10.10 Gi4/1 20.20.20.20 00:23:37 00:06:50 00:20:30
40.40.40.3/224.10.10.10 Gi4/2 20.20.2020 00:23:37 00:06:50 00:20:30
40.40.40.4/224.10.10.10Gi4/1 20.20.20.20 00:39:42 00:09:17 -

40.40.40.5/224.10.10.10Fa2/1 20.20.20.20 00:39:42 00:09:17 -
40.40.40.6/224.10.10.10 Fa2/1 20.20.20.20 00:09:47 00:09:17 -

Switch# clear ip igmp snooping membership vlan 20
```

次に、インターフェイス gi4/1 のホスト メンバシップを表示する例を示します。

```
Switch# show ip igmp snooping membership interface gi4/1
#channels: 5
#hosts : 1
Source/Group Interface Reporter Uptime Last-Join Last-Leave

40.40.40.2/224.10.10.10 Gi4/1 20.20.20.20 00:23:37 00:06:50 00:20:30
40.40.40.4/224.10.10.10Gi4/1 20.20.20.20 00:39:42 00:09:17 -
```

次に、VLAN 20 およびグループ 224.10.10.10 のホスト メンバシップを表示する例を示します。

```
Switch# show ip igmp snooping membership vlan 20 source 40.40.40.2 group 224.10.10.10
#channels: 5
#hosts : 1
Source/Group Interface Reporter Uptime Last-Join Last-Leave

40.40.40.2/224.10.10.10 Gi4/1 20.20.20.20 00:23:37 00:06:50 00:20:30
```

グループ情報の表示

グループに対応付けられた詳細な IGMPv3 情報を表示するには、次のいずれかの作業を行います。

コマンド	目的
Switch# **show ip igmp snooping groups** [**vlan** *vlan_ID*]	グループ、グループ（ホスト タイプ）に対して受信されたレポート タイプ、およびレポートが受信されたポートのリストを表示します。 レポート リストには、マルチキャスト ルータ ポートまたはグループの詳細な転送ポート設定は含まれません。その代わりに、レポートが受信されたポートのリストを表示します。 グループの詳細な転送ポート設定を表示するには、**show mac-address-table multicast** コマンドを使用して、このグループに対応する MAC アドレスの CLI（コマンドライン インターフェイス）出力を表示します。
Switch# **show ip igmp snooping groups** [**vlan** *vlan_ID a.b.c.d*] [**summary**|**sources**|**hosts**]	グループ アドレス固有の情報を表示します。送信元およびホストに対してグループの現在のステートの詳細を提供します。 **（注）** このコマンドは、完全な IGMPv3 スヌーピング サポートにのみ適用され、IGMPv1、IGMPv2、または IGMPv3 グループに使用できます。
Switch# **show ip igmp snooping groups** [**vlan** *vlan_ID*] [**count**]	グローバルまたは VLAN 単位でシステムによって学習されたグループ アドレスの総数を表示します。

次に、VLAN 1 のホスト タイプおよびグループのポートを表示する例を示します。

```
Switch# show ip igmp snooping groups vlan 10 226.6.6.7
Vlan      Group           Version     Ports
----------------------------------------------------------
10        226.6.6.7       v3          Fa7/13, Fa7/14
Switch>
```

次に、送信元 IP アドレスに対する現在のグループのステートを表示する例を示します。

```
Switch# show ip igmp snooping groups vlan 10 226.6.6.7 sources
Source information for group 226.6.6.7:
Timers: Expired sources are deleted on next IGMP General Query

SourceIP        Expires   Uptime    Inc Hosts Exc Hosts
----------------------------------------------------------
2.0.0.1         00:03:04  00:03:48  2         0
2.0.0.2         00:03:04  00:02:07  2         0
Switch>
```

次に、ホスト MAC アドレスに対する現在のグループのステートを表示する例を示します。

```
Switch# show ip igmp snooping groups vlan 10 226.6.6.7 hosts
IGMPv3 host information for group 226.6.6.7
Timers: Expired hosts are deleted on next IGMP General Query

Host (MAC/IP)  Filter mode    Expires   Uptime    # Sources
-------------------------------------------------------------
175.1.0.29     INCLUDE        stopped   00:00:51       2
175.2.0.30     INCLUDE        stopped   00:04:14       2
```

次に、IGMPv3 グループのサマリー情報を表示する例を示します。

```
Switch# show ip igmp snooping groups vlan 10 226.6.6.7 summary
Group Address (Vlan 10)        : 226.6.6.7
Host type                      : v3
Member Ports                   : Fa7/13, Fa7/14
Filter mode                    : INCLUDE
Expires                        : stopped
Sources                        : 2
Reporters (Include/Exclude)    : 2/0
```

次に、システムによってグローバルに学習されたグループ アドレスの総数を表示する例を示します。

```
Switch# show ip igmp snooping groups count
    Total number of groups:   54
```

次に、VLAN 5 で学習されたグループ アドレスの総数を表示する例を示します。

```
Switch# show ip igmp snooping groups vlan 5 count
    Total number of groups:   30
```

マルチキャスト ルータ インターフェイスの表示

IGMP スヌーピングをイネーブルにすると、スイッチはマルチキャスト ルータの接続先インターフェイスを自動的に学習します。

マルチキャスト ルータ インターフェイスを表示するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch# show ip igmp snooping mrouter vlan` *vlan_ID*	マルチキャスト ルータ インターフェイスを表示します。

次に、VLAN 1 のマルチキャスト ルータ インターフェイスを表示する例を示します。

```
Switch# show ip igmp snooping mrouter vlan 1
vlan            ports
-----+---------------------------------------
  1          Gi1/1,Gi2/1,Fa3/48,Router
Switch#
```

MAC アドレス マルチキャスト エントリの表示

VLAN の MAC アドレス マルチキャスト エントリを表示するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
Switch# **show mac-address-table multicast vlan** *vlan_ID* [**count**]	VLAN の MAC アドレス マルチキャスト エントリを表示します。

次に、VLAN 1 の MAC アドレス マルチキャスト エントリを表示する例を示します。

```
Switch# show mac-address-table multicast vlan 1
Multicast Entries
 vlan    mac address     type    ports
-------+---------------+-------+-----------------------------------------------
   1    0100.5e01.0101     igmp Switch,Gi6/1
   1    0100.5e01.0102     igmp Switch,Gi6/1
   1    0100.5e01.0103     igmp Switch,Gi6/1
   1    0100.5e01.0104     igmp Switch,Gi6/1
   1    0100.5e01.0105     igmp Switch,Gi6/1
   1    0100.5e01.0106     igmp Switch,Gi6/1
Switch#
```

次に、VLAN 1 の MAC アドレス エントリの総数を表示する例を示します。

```
Switch# show mac-address-table multicast vlan 1 count
Multicast MAC Entries for vlan 1:    4
Switch#
```

VLAN インターフェイス上の IGMP スヌーピング情報の表示

特定の VLAN 上の IGMP スヌーピング情報を表示するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
Switch# **show ip igmp snooping vlan** *vlan_ID*	特定の VLAN インターフェイス上の IGMP スヌーピング情報を表示します。

次に、VLAN 5 上の IGMP スヌーピング情報を表示する例を示します。

```
Switch# show ip igmp snooping vlan 5
Global IGMP Snooping configuration:
-----------------------------------
IGMP snooping             :Enabled
IGMPv3 snooping support   :Full
Report suppression        :Enabled
TCN solicit query         :Disabled
TCN flood query count     :2

Vlan 5:
--------
IGMP snooping                  :Enabled
Immediate leave                :Disabled
Explicit Host Tracking         :Disabled
Multicast router learning mode :pim-dvmrp
CGMP interoperability mode     :IGMP_ONLY
```

IGMP フィルタリングの設定

ここでは、次の内容について説明します。

（注） IGMP フィルタリング機能は、IGMPv1 および IGMPv2 だけで動作します。

メトロポリタンまたは Multiple-Dwelling Unit（MDU）インストールなど一部の環境では、管理者はスイッチ ポート上のユーザが所属するマルチキャスト グループを制御できます。管理者は加入計画またはサービス計画の種類に基づいて、IP/TV などのマルチキャスト サービスの配布を制御できます。

管理者はこのような制御を実行する場合に、IGMP フィルタリング機能を使用します。この機能を使用すると、IP マルチキャスト プロファイルを設定して、これらを個々のスイッチ ポートに関連付けることで、ポート単位でマルチキャスト加入をフィルタリングできます。IGMP プロファイルには 1 つまたは複数のマルチキャスト グループを収めることができ、グループへのアクセス許可または拒否はこのプロファイルで指定されます。マルチキャスト グループへのアクセスを拒否する IGMP プロファイルがスイッチ ポートに適用された場合、IP マルチキャスト トラフィックのストリームを要求する IGMP 加入レポートがドロップされ、ポートはそのグループから IP マルチキャスト トラフィックを受信できなくなります。フィルタリング アクションがマルチキャスト グループへのアクセスを許可する場合、ポートからの IGMP レポートが通常の処理として転送されます。

IGMP フィルタリングは、IGMP メンバシップの Join 要求のみを制御し、IP マルチキャスト トラフィックの転送指示機能には関与しません。

ip igmp max-groups <*n*> コマンドを使用すると、レイヤ 2 インターフェイスが加入できる IGMP グループの最大数も設定できます。

IGMP フィルタリングのデフォルト設定

表 20-2 に、IGMP フィルタリングのデフォルト設定を示します。

表 20-2　IGMP フィルタリングのデフォルト設定

機能	デフォルト設定
IGMP フィルタリング	フィルタリングなし
IGMP グループの IGMP 最大数	制限なし
IGMP プロファイル	定義なし

IGMP プロファイルの設定

IGMP プロファイルを設定し、IGMP プロファイル コンフィギュレーションモードを開始するには、**ip igmp profile** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。IGMP プロファイル コンフィギュレーションモードで、ポートからの IGMP Join 要求のフィルタリングに使用される IGMP プロファイルのパラメータを指定できます。IGMP プロファイル コンフィギュレーション モードでは、次のコマンドを使用してプロファイルを作成できます。

- **deny**：一致するアドレスが拒否されるように指定します。これはデフォルト状態です。
- **exit**：IGMP プロファイル コンフィギュレーションモードを終了します。
- **no**：コマンドが破棄されるか、デフォルトが設定されます。
- **permit**：一致するアドレスを許可するように指定します。
- **range**：プロファイルの一連の IP アドレスを指定します。単一の IP アドレスまたは開始アドレスと終了アドレスを指定した IP アドレス範囲を入力します。

デフォルトでは、IGMP プロファイルは設定されていません。**permit** または **deny** キーワード以外でプロファイルが設定されている場合、デフォルトは IP アドレス範囲へのアクセス拒否になります。

ポートの IGMP プロファイルを作成するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# ip igmp profile` *profile number*	IGMP プロファイル コンフィギュレーションモードを開始し、設定するプロファイルに数値を割り当てます。1 ～ 4,294,967,295 の数値を指定できます。
ステップ 3	`Switch(config-igmp-profile)# permit | deny`	（任意）IP マルチキャスト アドレスへのアクセスを許可または拒否するアクションを設定します。アクションを設定しない場合、プロファイルのデフォルトはアクセスの拒否になります。
ステップ 4	`Switch(config-igmp-profile)# range` *ip multicast address*	アクセスを制御する IP マルチキャスト アドレスまたは IP マルチキャスト アドレスの範囲を入力します。範囲を入力する場合、小さい方の IP マルチキャスト アドレスを入力してからスペースを入れ、大きい方の IP マルチキャスト アドレスを入力します。 複数のアドレスまたはアドレス範囲を入力する場合は、**range** コマンドを繰り返します。
ステップ 5	`Switch(config-igmp-profile)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	`Switch# show ip igmp profile` *profile number*	プロファイルの設定を確認します。
ステップ 7	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

プロファイルを削除するには、**no ip igmp profile** *profile number* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

IP マルチキャスト アドレスまたは IP マルチキャスト アドレス範囲を削除するには、**no range** *ip multicast address* IGMP プロファイル コンフィギュレーションコマンドを使用します。

次に、IGMP プロファイル 4 を作成し（単一の IP マルチキャスト アドレスへのアクセスを許可）、設定を確認する例を示します。アクションが拒否（デフォルト）であれば、**show ip igmp profile** コマンド出力には表示されません。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ip igmp profile 4
Switch(config-igmp-profile)# permit
Switch(config-igmp-profile)# range 229.9.9.0
Switch(config-igmp-profile)# end
Switch# show ip igmp profile 4
IGMP Profile 4
    permit
    range 229.9.9.0 229.9.9.0
```

IGMP プロファイルの適用

IGMP プロファイルで定義されたアクセスを制御するには、**ip igmp filter** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用して、適切なインターフェイスにプロファイルを適用します。1 つのプロファイルを複数のインターフェイスに適用できますが、各インターフェイスに適用できるプロファイルは 1 つだけです。

（注） IGMP プロファイルはレイヤ 2 ポートにのみ適用できます。ルーテッド ポート（または Switch Virtual Interface［SVI; スイッチ仮想インターフェイス］）あるいは EtherChannel ポート グループに属するポートに IGMP プロファイルは適用できません。

スイッチ ポートに IGMP プロファイルを適用するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface` *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始し、設定する物理インターフェイス（**fastethernet2/3** など）を入力します。インターフェイスは、EtherChannel ポート グループに属さないレイヤ 2 ポートでなければなりません。
ステップ 3	`Switch(config-if)# ip igmp filter` *profile number*	インターフェイスに指定された IGMP プロファイルを適用します。プロファイル番号には、1 ～ 4,294,967,295 を指定できます。
ステップ 4	`Switch(config-if)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	`Switch# show running configuration interface` *interface-id*	設定を確認します。
ステップ 6	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

インターフェイスからプロファイルを削除するには、**no ip igmp filter** コマンドを使用します。

次に、IGMP プロファイル 4 をインターフェイスに適用し、設定を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface fastethernet2/12
Switch(config-if)# ip igmp filter 4
Switch(config-if)# end
Switch# show running-config interface fastethernet2/12
Building configuration...

Current configuration : 123 bytes
!
interface FastEthernet2/12
 no ip address
 shutdown
 snmp trap link-status
 ip igmp max-groups 25
 ip igmp filter 4
end
```

IGMP グループの最大数の設定

ip igmp max-groups インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用すると、レイヤ 2 インターフェイスが加入できる IGMP グループの最大数を設定できます。制限のないデフォルトに最大数を戻す場合は、**no** 形式を使用します。

（注） この制限はレイヤ 2 ポートにのみ適用できます。ルーテッド ポート（または SVI）あるいは EtherChannel ポート グループに属するポートには、IGMP グループの最大数を設定できません。

スイッチ ポートに IGMP プロファイルを適用するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface` *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始し、設定する物理インターフェイス（**gigabitethernet1/1** など）を入力します。インターフェイスは、EtherChannel グループに属さないレイヤ 2 ポートでなければなりません。
ステップ 3	`Switch(config-if)# ip igmp max-groups` *number*	インターフェイスが加入できる IGMP グループの最大数を設定します。0 ～ 4,294,967,294 の数値を指定できます。デフォルトでは最大数が設定されていません。 最大グループ制限を削除し、最大数なしのデフォルトに戻すには、**no ip igmp max-groups** コマンドを使用します。
ステップ 4	`Switch(config-if)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	`Switch# show running-configuration interface` *interface-id*	設定を確認します。
ステップ 6	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、インターフェイスが加入できる IGMP グループの数を 25 に制限する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface fastethernet2/12
Switch(config-if)# ip igmp max-groups 25
Switch(config-if)# end
Switch# show running-config interface fastethernet2/12
Building configuration...

Current configuration : 123 bytes
!
interface FastEthernet2/12
 no ip address
 shutdown
 snmp trap link-status
 ip igmp max-groups 25
 ip igmp filter 4
end
```

IGMP フィルタリングの設定の表示

スイッチ上のすべてのインターフェイス、または指定されたインターフェイスの IGMP プロファイルと最大グループ設定を表示できます。

IGMP プロファイルを表示するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
Switch# **show ip igmp profile** [*profile number*]	指定された IGMP プロファイル、またはスイッチ上で定義されたすべての IGMP プロファイルを表示します。

インターフェイス コンフィギュレーションを表示するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
Switch# **show running-configuration** [**interface** *interface-id*]	指定されたインターフェイスまたはスイッチ上のすべてのインターフェイスに関する、（設定されている場合は）インターフェイスが所属できる IGMP グループの最大数と、インターフェイスに適用された IGMP プロファイルを含む設定を表示します。

次に、プロファイル番号が入力されていない場合の **show ip igmp profile** 特権 EXEC コマンドの例を示します。スイッチ上で定義されたすべてのプロファイルが表示されます。

```
Switch# show ip igmp profile
IGMP Profile 3
    range 230.9.9.0 230.9.9.0
IGMP Profile 4
    permit
    range 229.9.9.0 229.255.255.255
```

次に、インターフェイスに IGMP の最大設定グループ数が指定され、IGMP プロファイル 4 がインターフェイスに適用されている場合の **show running-config** 特権 EXEC コマンドの例を示します。

```
Switch# show running-config interface fastethernet2/12
Building configuration...
Current configuration : 123 bytes
!
interface FastEthernet2/12
 no ip address
 shutdown
 snmp trap link-status
 ip igmp max-groups 25
 ip igmp filter 4
end
```

CHAPTER 21

IPv6 MLD スヌーピングの設定

(注) IPv6 MLD スヌーピングは、Supervisor Engine 6-E でのみサポートされます。

Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上で、Multicast Listener Discovery（MLD）スヌーピングを使用して、スイッチド ネットワーク内のクライアントおよびルータへの IP Version 6（IPv6）マルチキャスト データをクライアントに効率的に配信できます。

(注) この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

この章の内容は、次のとおりです。

MLD スヌーピングの概要

IP Version 4（IPv4）では、レイヤ 2 スイッチは Internet Group Management Protocol（IGMP; インターネットグループ管理プロトコル）スヌーピングを使用して、動的にレイヤ 2 インターフェイスを設定することにより、マルチキャスト トラフィックのフラッディングを抑制します。そのため、マルチキャスト トラフィックは IP マルチキャスト デバイスに対応付けられたインターフェイスにだけ転送されます。IPv6 では、MLD スヌーピングが同様の機能を実行します。MLD スヌーピングを使用すると、IPv6 マルチキャスト データは VLAN のすべてのポートにフラッディングすることなく、データを受信するポートのリストに対して選択的に転送されます。このリストは、IPv6 マルチキャスト制御パケットをスヌーピングすることにより構築されます。

MLD は IPv6 マルチキャスト ルータで使用されるプロトコルで、ルータに直接接続されたリンク上のマルチキャスト リスナー（IPv6 マルチキャスト パケットを受信するノード）の存在、および隣接ノードを対象とするマルチキャスト パケットを検出します。MLD は IGMP から派生しています。つまり、MLD バージョン 1（MLDv1）は IGMPv2 と、MLD バージョン 2（MLDv2）は IGMPv3 とそれぞれ同等です。MLD は Internet Control Message Protocol バージョン 6（ICMPv6）のサブプロトコルです。MLD メッセージは ICMPv6 メッセージのサブセットで、IPv6 パケット内で先頭の Next Header 値 58 により識別されます。

スイッチは、次の 2 つのバージョンの MLD スヌーピングをサポートします。

- MLDv1 スヌーピングは MLDv1 制御パケットを検出し、IPv6 宛先マルチキャスト アドレスに基づいてトラフィックのブリッジングを設定します。
- MLDv2 Basic Snooping（MBSS）は MLDv2 制御パケットを使用して、IPv6 宛先マルチキャスト アドレスに基づいてトラフィックの転送を設定します。

スイッチは MLDv1 プロトコル パケットと MLDv2 プロトコル パケットの両方でスヌーピングでき、IPv6 宛先マルチキャスト アドレスに基づいて IPv6 マルチキャスト データをブリッジングします。

（注） スイッチは、IPv6 送信元および宛先マルチキャスト アドレスベースの転送を設定する MLDv2 Enhanced Snooping（MESS）をサポートしません。

MLD スヌーピングは、グローバルまたは VLAN 単位でイネーブルまたはディセーブルに設定できます。MLD スヌーピングがイネーブルの場合、VLAN 単位の IPv6 マルチキャスト MAC アドレス テーブルはソフトウェアで構築され、VLAN 単位の IPv6 マルチキャスト アドレス テーブルはソフトウェアおよびハードウェアで構築されます。そのあと、スイッチはハードウェアで IPv6 マルチキャスト アドレスに基づくブリッジングを実行します。

次に、IPv6 MLD スヌーピングの一部のパラメータについて説明します。

- MLD メッセージ（p.21-3）
- MLD クエリー（p.21-3）
- マルチキャスト クライアント エージングの堅牢性（p.21-3）
- マルチキャスト ルータ検出（p.21-4）
- MLD レポート（p.21-4）
- MLD Done メッセージおよび即時脱退（p.21-5）
- TCN 処理（p.21-5）

MLD メッセージ

MLDv1 は、次の 3 種類のメッセージをサポートします。

- Listener Query は、IGMPv2 クエリーと同等で、General Query または Mulicast-Address-Specific Query（MASQ）のいずれかになります。
- Multicast Listener Report は、IGMPv2 レポートと同等です。
- Multicast Listener Done メッセージは、IGMPv2 Leave メッセージと同等です。

MLDv2 では、MLDv1 レポートおよび Done メッセージに加えて、MLDv2 クエリーおよび MLDv2 レポートもサポートします。

メッセージの送受信の結果生じるメッセージ タイマーおよびステート移行は、IGMPv2 メッセージの場合と同じです。IPv6 の有効な link-local 送信元アドレスを持たない MLD メッセージは、MLD ルータおよび MLD スイッチで無視されます。

MLD クエリー

スイッチは MLD クエリーを送信し、IPv6 マルチキャスト アドレス データベースを構築し、MLD Group Specific（GS; グループ固有）クエリー、MLD Group-and-Source-Specific（GSS; グループおよび送信元固有）クエリーを生成して、MLD Done メッセージに応答します。また、スイッチはレポート抑制、レポート プロキシング、即時脱退機能、およびスタティックな IPv6 マルチキャスト MAC アドレス設定もサポートします。

MLD スヌーピングがディセーブルの場合、すべての MLD クエリーが入力 VLAN でフラッディングされます。

MLD スヌーピングがイネーブルの場合、受信された MLD クエリーが入力 VLAN でフラッディングされ、クエリーのコピーは CPU に送信され、処理されます。MLD スヌーピングでは、受信されたクエリーから IPv6 マルチキャスト アドレス データベースを構築します。MLD スヌーピングは、マルチキャスト ルータ ポートを検出して、タイマーを維持し、レポート応答時間を設定します。また、VLAN のクエリア IP 送信元アドレス、VLAN 内のクエリア ポートを学習して、マルチキャスト アドレス エージングを維持します。

グループが MLD スヌーピング データベースに存在する場合、スイッチは MLDv1 レポートを送信して、GS クエリーに応答します。このグループが不明の場合、GS クエリーは入力 VLAN にフラッディングされます。

ホストがマルチキャスト グループから脱退する場合、MLD Done メッセージ（IGMP Leave メッセージと同等）を送信できます。スイッチが MLDv1 Done メッセージを受信した際に、即時脱退がイネーブルでなければ、スイッチはメッセージを受信したポートに MASQ を送信して、ポートに接続する他のデバイスがマルチキャスト グループに残る必要があるかどうか判別します。

マルチキャスト クライアント エージングの堅牢性

クエリー数に基づいて、アドレスからのポート メンバシップの削除を設定できます。1 つのアドレスへのメンバシップからポートが削除されるのは、設定された数のクエリーに関してポート上のアドレスへのレポートがない場合のみです。デフォルト値は 2 です。

マルチキャスト ルータ検出

IGMP スヌーピングと同様に、MLD スヌーピングでは次の特性を持つマルチキャスト ルータ検出を行います。

- ユーザにより設定されたポートは、エージング アウトしません。
- 動的なポート学習は、MLDv1 スヌーピング クエリーおよび IPv6 PIMv2 パケットにより行われます。
- 複数のルータが同じレイヤ 2 インターフェイス上にある場合、MLD スヌーピングではポート上の単一のマルチキャスト ルータ（直前にルータ制御パケットを送信したルータ）を追跡します。
- マルチキャスト ルータ ポートの動的なエージングは、5 分間のデフォルトタイマーに基づきます。ポート上で制御パケットが 5 分間受信されない場合、マルチキャスト ルータはルータのポート リストから削除されます。
- IPv6 マルチキャスト ルータ検出が実行されるのは、MLD スヌーピングがスイッチでイネーブルの場合のみです。
- 受信された IPv6 マルチキャスト ルータ制御パケットは、スイッチで MLD スヌーピングがイネーブルかどうかにかかわらず、常に入力 VLAN にフラッディングされます。
- 最初の IPv6 マルチキャスト ルータ ポートが検出されたあとは、不明の IPv6 マルチキャスト データは、検出されたルータ ポートに対してのみ転送されます（それまでは、すべての IPv6 マルチキャスト データは入力 VLAN にフラッディングされます）。

MLD レポート

MLDv1 join メッセージは、本質的には IGMPv2 と同じように処理されます。IPv6 マルチキャスト ルータが VLAN で検出されない場合は、レポートが処理されないか、またはスイッチから転送されません。IPv6 マルチキャスト ルータが検出され、MLDv1 レポートが受信されると、IPv6 マルチキャスト グループ アドレスおよび IPv6 マルチキャスト MAC アドレスが VLAN の MLD データベースに入力されます。そのあと、VLAN 内のグループに対するすべての IPv6 マルチキャスト トラフィックが、このアドレスを使用して転送されます。MLD スヌーピングがディセーブルの場合、レポートは入力 VLAN でフラッディングされます。

MLD スヌーピングがイネーブルの場合は、MLD レポート抑制（リスナー メッセージ抑制）は自動的にイネーブルになります。レポート抑制により、スイッチはグループで受信した最初の MLDv1 レポートを IPv6 マルチキャスト ルータに転送します。グループのそれ以降のレポートはルータに送信されません。MLD スヌーピングがディセーブルの場合は、レポート抑制がディセーブルになり、すべての MLDv1 レポートは入力 VLAN にフラッディングされます。

スイッチは、MLDv1 プロキシ レポーティングもサポートします。MLDv1 MASQ が受信されると、スイッチに他のポートのグループが存在する場合、およびクエリーを受信したポートとアドレスの最後のメンバー ポートが異なる場合は、スイッチはクエリーを受信したアドレスに関する MLDv1 レポートで応答します。

MLD Done メッセージおよび即時脱退

即時脱退機能がイネーブルの場合にホストが MLDv1 Done メッセージ（IGMP Leave メッセージと同等）を送信すると、Done メッセージを受信したポートはグループからただちに削除されます。VLAN で即時脱退をイネーブルにする場合は（IGMP スヌーピングと同様に）、ポートに単一のホストが接続されている VLAN でのみこの機能を使用します。ポートがグループの最後のメンバーである場合、グループも削除され、検出された IPv6 マルチキャスト ルータに脱退情報が転送されます。

VLAN で即時脱退がイネーブルでない場合に（1 つのポート上にグループのクライアントが複数ある場合）、Done メッセージがポートで受信されると、このポートで MASQ が生成されます。ユーザは、既存アドレスのポート メンバシップが削除される時期を MASQ 数の観点から制御できます。1 つのアドレスへのメンバシップからポートが削除されるのは、設定された数のクエリーに関してポート上のアドレスへの MDLv1 レポートがない場合のみです。

生成される MASQ 数は、**ipv6 mld snooping last-listener-query count** グローバル コンフィギュレーションコマンドにより設定されます。デフォルト値は 2 です。

MASQ は、Done メッセージが送信された IPv6 マルチキャスト アドレスに送信されます。スイッチの最大応答時間内に MASQ で指定された IPv6 マルチキャスト アドレスにレポートが送信されなければ、MASQ が送信されたポートは IPv6 マルチキャスト アドレス データベースから削除されます。最大応答時間は、**ipv6 mld snooping last-listener-query-interval** グローバル コンフィギュレーションコマンドにより設定されます。削除されたポートがマルチキャスト アドレスの最後のメンバーである場合は、マルチキャスト アドレスも削除され、スイッチは検出されたマルチキャスト ルータすべてにアドレス脱退情報を送信します。

TCN 処理

ipv6 mld snooping tcn query solicit グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用して、Topology Change Notification（TCN; トポロジ変更通知）送信要求をイネーブルにすると、MLDv1 スヌーピングは、設定された数の MLDv1 クエリーによりすべての IPv6 マルチキャスト トラフィックをフラッディングするように VLAN に設定してから、選択されたポートにのみマルチキャスト データの送信を開始します。この値は、**ipv6 mld snooping tcn flood query count** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用して設定します。デフォルトでは、2 つのクエリーが送信されます。スイッチが VLAN 内の Spanning-Tree Protocol（STP; スパニング ツリー プロトコル）ルートになる場合、またはスイッチがユーザにより設定された場合は、IPv6 の有効な link-local 送信元アドレスを持つ MLDv1 グローバル Done メッセージも生成されます。これは IGMP スヌーピングの場合と同じです。

IPv6 MLD スヌーピングの設定

ここでは、IPv6 MLD スヌーピングを設定する手順について説明します。

MLD スヌーピングのデフォルト設定

表 21-1 に、MLD スヌーピングのデフォルト設定を示します。

表 21-1　MLD スヌーピングのデフォルト設定

機能	デフォルト設定
MLD スヌーピング（グローバル）	ディセーブル
MLD スヌーピング（VLAN 単位）	イネーブル VLAN MLD スヌーピングが実行されるためには、MLD スヌーピングがグローバルにイネーブルである必要があります。
IPv6 マルチキャスト アドレス	設定なし
IPv6 マルチキャスト ルータ ポート	設定なし
MLD スヌーピング即時脱退	ディセーブル
MLD スヌーピングのロバストネス変数	グローバル：2、VLAN 単位：0 **（注）** VLAN 値はグローバル設定を上書きします。VLAN 値が 0 の場合、VLAN はグローバル数を使用します。
最後のリスナー クエリー カウント	グローバル：2、VLAN 単位：0 **（注）** VLAN 値はグローバル設定を上書きします。VLAN 値が 0 の場合、VLAN はグローバル数を使用します。
最後のリスナー クエリー インターバル	グローバル：1000（1 秒）、VLAN：0 **（注）** VLAN 値はグローバル設定を上書きします。VLAN 値が 0 の場合、VLAN はグローバル インターバルを使用します。
TCN クエリー送信要求	ディセーブル
TCN クエリー カウント	2
MLD リスナー抑制	ディセーブル

MLD スヌーピング設定時の注意事項

MLD スヌーピングの設定時は、次の注意事項に従ってください。

- MLD スヌーピングの特性はいつでも設定できますが、設定を有効にする場合は、**ipv6 mld snooping** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用して MLD スヌーピングをグローバルにイネーブルにする必要があります。
- MLD スヌーピングと IGMP スヌーピングは相互に独立して動作します。スイッチで両方の機能を同時にイネーブルにできます。Catalyst 4500 シリーズ スイッチで共存可能な IPv4 および IPv6 マルチキャスト グループの合計エントリ数は、16384 個に制限されています。
- 512 MB のメモリを持つ Supervisor Engine 6-E は、11000 個の MLD スヌーピング マルチキャスト グループをサポートしますが、1 GB のメモリを持つ Supervisor Engine 6-E は、16384 個の MLD スヌーピング マルチキャスト グループをサポートします。

MLD スヌーピングのイネーブル化またはディセーブル化

デフォルトでは、IPv6 MLD スヌーピングはスイッチではグローバルにディセーブルで、すべての VLAN ではイネーブルです。MLD スヌーピングがグローバルにディセーブルの場合は、すべての VLAN でもディセーブルです。MLD スヌーピングをグローバルにイネーブルにすると、VLAN 設定はグローバル設定を上書きします。つまり、MLD スヌーピングはデフォルト ステート（イネーブル）の VLAN インターフェイスでのみイネーブルになります。

VLAN 単位または VLAN 範囲で MLD スヌーピングをイネーブルおよびディセーブルにできますが、MLD スヌーピングをグローバルにディセーブルにした場合は、すべての VLAN でディセーブルになります。グローバル スヌーピングがイネーブルの場合、VLAN スヌーピングをイネーブルまたはディセーブルに設定できます。

スイッチで MLD スヌーピングをグローバルにイネーブルにするには、次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# ipv6 mld snooping`	スイッチで MLD スヌーピングをグローバルにイネーブルにします。
ステップ 3	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

スイッチで MLD スヌーピングをグローバルにディセーブルにするには、**no ipv6 mld snooping** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。

VLAN で MLD スヌーピングをイネーブルにするには、次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# ipv6 mld snooping`	スイッチで MLD スヌーピングをグローバルにイネーブルにします。

	コマンド	目的
ステップ 3	`Switch(config)# ipv6 mld snooping vlan vlan-id`	VLAN で MLD スヌーピングをイネーブルにします。VLAN ID の範囲は 1 ～ 1001 および 1006 ～ 4094 です。 (注)　VLAN スヌーピングをイネーブルにするには、MLD スヌーピングがグローバルにイネーブルである必要があります。
ステップ 4	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	`Switch# copy running-config startup-config`	(任意)コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

VLAN インターフェイスで MLD スヌーピングをディセーブルにするには、指定された VLAN 番号に対して **no ipv6 mld snooping vlan** *vlan-id* グローバルコンフィギュレーションコマンドを使用します。

スタティックなマルチキャスト グループの設定

ホストまたはレイヤ 2 ポートは、通常マルチキャスト グループに動的に加入しますが、VLAN に IPv6 マルチキャスト アドレスおよびメンバー ポートを静的に設定することもできます。

マルチキャスト グループのメンバーとしてレイヤ 2 ポートを追加するには、次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# ipv6 mld snooping vlan vlan-id static ipv6_multicast_address interface interface-id`	マルチキャスト グループのメンバーとしてレイヤ 2 ポートにマルチキャスト グループを静的に設定します。 • *vlan-id* は、マルチキャスト グループの VLAN ID です。VLAN ID の範囲は 1 ～ 1001 および 1006 ～ 4094 です。 • *ipv6_multicast_address* は、128 ビットのグループ IPv6 アドレスです。このアドレスは RFC 2373 で指定された形式でなければなりません。 • *interface-id* はメンバー ポートです。物理インターフェイスまたはポート チャネル (1 ～ 64) に設定できます。
ステップ 3	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	`Switch# show mac-address-table multicast mld-snooping`	スタティックなメンバー ポートおよび IPv6 アドレスを確認します。
ステップ 5	`Switch# copy running-config startup-config`	(任意) コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

マルチキャスト グループからレイヤ 2 ポートを削除するには、**no ipv6 mld snooping vlan** *vlan-id* **static** *mac-address* **interface** *interface-id* グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。グループからすべてのメンバー ポートが削除された場合、このグループは削除されます。

次に、IPv6 マルチキャスト グループを静的に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ipv6 mld snooping vlan 2 static 3333.0000.0003 interface
gigabitethernet1/1
Switch(config)# end
```

マルチキャスト ルータ ポートの設定

MLD スヌーピングは、MLD クエリーおよび PIMv6 クエリーを介してルータ ポートについて学習しますが、CLI（コマンドライン インターフェイス）を使用しても VLAN にマルチキャスト ルータ ポートを追加できます。マルチキャスト ルータ ポートを追加する（マルチキャスト ルータにスタティック接続を追加する）には、スイッチで **ipv6 mld snooping vlan mrouter** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。

（注） マルチキャスト ルータへのスタティック接続は、スイッチ ポートに限りサポートされます。

VLAN にマルチキャスト ルータ ポートを追加するには、次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# ipv6 mld snooping vlan` *vlan-id* **mrouter interface** *interface-id*	マルチキャスト ルータの VLAN ID を指定して、マルチキャスト ルータにインターフェイスを指定します。 • VLAN ID の範囲は 1 ～ 1001 および 1006 ～ 4094 です。 • インターフェイスは物理インターフェイスにすることもポート チャネルにすることもできます。指定できるポートチャネルの範囲は 1 ～ 64 です。
ステップ 3	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	`Switch# show ipv6 mld snooping mrouter` [**vlan** *vlan-id*]	VLAN インターフェイスで IPv6 MLD スヌーピングがイネーブルになっていることを確認します。
ステップ 5	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

VLAN からマルチキャスト ルータ ポートを削除するには、**no ipv6 mld snooping vlan** *vlan-id* **mrouter interface** *interface-id* グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。

次に、VLAN 200 にマルチキャスト ルータ ポートを追加する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ipv6 mld snooping vlan 200 mrouter interface gigabitethernet1/0/2
Switch(config)# exit
```

MLD 即時脱退のイネーブル化

MLDv1 即時脱退をイネーブルにした場合、スイッチはポートで MLD Done メッセージを検出するとただちに、マルチキャスト グループからポートを削除します。即時脱退機能を使用するのは、VLAN の各ポート上にレシーバーが 1 つだけ存在する場合に限定してください。同一ポートにマルチキャスト グループのクライアントが複数ある場合は、VLAN で即時脱退をイネーブルにしないでください。

MLDv1 即時脱退をイネーブルにするには、次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# ipv6 mld snooping vlan vlan-id immediate-leave`	VLAN インターフェイスで MLD 即時脱退をイネーブルにします。
ステップ 3	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	`Switch# show ipv6 mld snooping vlan vlan-id`	VLAN インターフェイス上で即時脱退がイネーブルになっていることを確認します。
ステップ 5	`Switch# copy running-config startup-config`	(任意)コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

VLAN で MLD 即時脱退をディセーブルにするには、**no ipv6 mld snooping vlan** *vlan-id* **immediate-leave** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。

次に、VLAN 130 で MLD 即時脱退をイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ipv6 mld snooping vlan 130 immediate-leave
Switch(config)# exit
```

IGMP スヌーピング クエリーの設定

即時脱退がイネーブルでない場合に、ポートが MLD Done メッセージを受信すると、スイッチはポートで MASQ を生成して、Done メッセージが送信された IPv6 マルチキャスト アドレスに送信します。ポートがマルチキャスト グループから削除される前に、送信される MASQ 数およびスイッチが応答を待機する時間を任意で設定できます。

スイッチまたは VLAN に MLD スヌーピング クエリーの特性を設定するには、次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# ipv6 mld snooping robustness-variable value`	(任意) スイッチが一般クエリーに応答しないリスナー（ポート）を削除する前に、送信されるクエリー数を設定します。指定できる範囲は 1 ～ 3 です。デフォルトは 2 です。
ステップ 3	`Switch(config)# ipv6 mld snooping vlan vlan-id robustness-variable value`	(任意) VLAN 単位でロバストネス変数を設定します。これにより、MLD レポート応答がない場合にマルチキャスト アドレスがエージング アウトされるまでに、MLD スヌーピングが送信する一般クエリー数が決定されます。指定できる範囲は 1 ～ 3 です。デフォルトは 0 です。0 に設定すると、使用される数はグローバルなロバストネス変数の値になります。
ステップ 4	`Switch(config)# ipv6 mld snooping last-listener-query-count count`	(任意) MLD クライアントがエージング アウトされる前にスイッチが送信する MASQ 数を設定します。指定できる範囲は 1 ～ 7 で、デフォルト値は 2 です。クエリーは 1 秒後に送信されます。
ステップ 5	`Switch(config)# ipv6 mld snooping vlan vlan-id last-listener-query-count count`	(任意) VLAN 単位で last-listener クエリー カウントを設定します。この値はグローバルに設定された値を上書きします。指定できる範囲は 1 ～ 7 です。デフォルトは 0 です。0 に設定すると、グローバルなカウント値が使用されます。クエリーは 1 秒後に送信されます。

	コマンド	目的
ステップ 6	`Switch(config)# ipv6 mld snooping last-listener-query-interval interval`	（任意）スイッチが MASQ を送信したあと、マルチキャスト グループからポートを削除するまで待機する最大応答時間を設定します。指定できる範囲は、100 ～ 32,768 ミリ秒です。デフォルト値は 1000（1 秒）です。
ステップ 7	`Switch(config)# ipv6 mld snooping vlan vlan-id last-listener-query-interval interval`	（任意）VLAN 単位で last-listener クエリー インターバルを設定します。この値はグローバルに設定された値を上書きします。指定できる範囲は、0 ～ 32,768 ミリ秒です。デフォルト値は 0 です。0 に設定すると、グローバルな last-listener クエリー インターバルが使用されます。
ステップ 8	`Switch(config)# ipv6 mld snooping tcn query solicit`	（任意）TCN 送信要求をイネーブルにします。これにより、VLAN は設定された数のクエリーに関する IPv6 マルチキャスト トラフィックすべてをフラッディングしてから、マルチキャスト データをマルチキャスト データの受信を要求するポートに対してのみ送信します。デフォルトでは、TCN はディセーブルに設定されています。
ステップ 9	`Switch(config)# ipv6 mld snooping tcn flood query count count`	（任意）TCN がイネーブルの場合、送信される TCN クエリー数を指定します。指定できる範囲は 1 ～ 10 で、デフォルトは 2 です。
ステップ 10	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 11	`Switch# show ipv6 mld snooping querier [vlan vlan-id]`	（任意）スイッチまたは VLAN の MLD スヌーピング クエリア情報を確認します。
ステップ 12	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、MLD スヌーピングのグローバルなロバストネス変数を 3 に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ipv6 mld snooping robustness-variable 3
Switch(config)# exit
```

次に、VLAN の MLD スヌーピングの last-listener クエリー カウントを 3 に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ipv6 mld snooping vlan 200 last-listener-query-count 3
Switch(config)# exit
```

次に、MLD スヌーピングの last-listener クエリー インターバル（最大応答時間）を 2000（2 秒）に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ipv6 mld snooping last-listener-query-interval 2000
Switch(config)# exit
```

MLD リスナー メッセージ抑制のディセーブル化

デフォルトでは、MLD スヌーピング リスナー メッセージ抑制はイネーブルに設定されています。この機能がイネーブルの場合、スイッチはマルチキャスト ルータ クエリーごとに 1 つの MLD レポートのみを転送します。メッセージ抑制がディセーブルの場合は、複数のマルチキャスト ルータに MLD レポートが転送されます。

MLD リスナーメッセージ抑制をディセーブルにするには、次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# no ipv6 mld snooping listener-message-suppression`	MLD メッセージ抑制をディセーブルにします。
ステップ 3	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	`Switch# show ipv6 mld snooping`	IPv6 MLD スヌーピング レポート抑制がディセーブルであることを確認します。
ステップ 5	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

MLD メッセージ抑制を再びイネーブルにするには、**ipv6 mld snooping listener-message-suppression** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。

MLD スヌーピング情報の表示

動的に学習された、あるいは静的に設定されたルータ ポートおよび VLAN インターフェイスの MLD スヌーピング情報を表示できます。MLD スヌーピング用に設定した VLAN の MAC アドレス マルチキャスト エントリも表示できます。

MLD スヌーピング情報を表示するには、表 21-2 に示す 1 つまたは複数の特権 EXEC コマンドを使用します。

表 21-2　MLD スヌーピング情報を表示するためのコマンド

コマンド	目的
show ipv6 mld snooping [**vlan** *vlan-id*]	スイッチのすべての VLAN または指定された VLAN の MLD スヌーピング設定情報を表示します。 （任意）個々の VLAN に関する情報を表示するには、**vlan** *vlan-id* を入力します。VLAN ID の範囲は 1 ～ 1001 および 1006 ～ 4094 です。
show ipv6 mld snooping mrouter [**vlan** *vlan-id*]	動的に学習された、あるいは手動で設定されたマルチキャスト ルータ インターフェイスの情報を表示します。MLD スヌーピングをイネーブルにすると、スイッチはマルチキャスト ルータの接続先であるインターフェイスを自動的に学習します。これらのインターフェイスは動的に学習されます。 （任意）個々の VLAN に関する情報を表示するには、**vlan** *vlan-id* を入力します。VLAN ID の範囲は 1 ～ 1001 および 1006 ～ 4094 です。
show ipv6 mld snooping querier [**vlan** *vlan-id*]	VLAN 内で直前に受信した MLD クエリー メッセージの IPv6 アドレスおよび着信ポートに関する情報を表示します。 （任意）**vlan** *vlan-id* を入力して、単一の VLAN 情報を表示します。VLAN ID の範囲は 1 ～ 1001 および 1006 ～ 4094 です。

CHAPTER 22

802.1Q およびレイヤ 2 プロトコル トンネリングの設定

Virtual Private Network（VPN; 仮想私設網）は、共有インフラストラクチャ（通常はイーサネットベース）上で、私設網と同じセキュリティ、プライオリティ、信頼性、および管理性を持つ企業規模の接続を提供します。トンネリングは、ネットワークで複数のカスタマーのトラフィックを伝送するサービス プロバイダーを対象に設計された機能です。このようなサービス プロバイダーは、各カスタマーの VLAN（仮想 LAN）およびレイヤ 2 プロトコル設定を他のカスタマーのトラフィックに影響を与えずに維持する必要があります。Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、IEEE 802.1Q トンネリングおよびレイヤ 2 プロトコル トンネリングをサポートしています。

(注) Supervisor Engine 6-E は、レイヤ 2 プロトコル トンネリングをサポートして*いません*。

(注) 802.1Q には Cisco Catalyst 4948、Cisco Catalyst 4948-10GE、または Catalyst 4500 シリーズ スイッチ スーパーバイザ エンジン II-Plus-10GE V または V-10GE が必要であることに注意してください。レイヤ 2 プロトコル トンネリングは、すべてのスーパーバイザ エンジン上でサポートされます。

この章の内容は、次のとおりです。

(注) この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

802.1Q トンネリングの概要

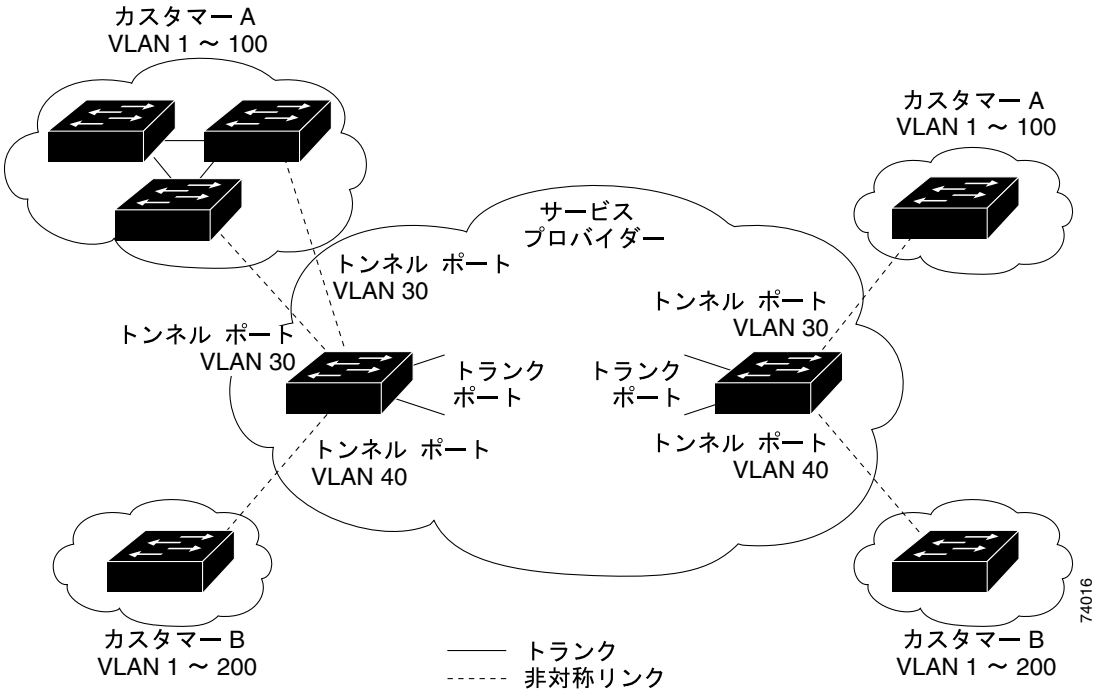
同じサービス プロバイダー ネットワーク内の各カスタマーが要求する VLAN 範囲は重複する場合があり、インフラストラクチャを経由するカスタマー トラフィックが混合する場合もあります。カスタマーごとに一意の VLAN ID 範囲を割り当てると、カスタマーの設定が制限され、802.1Q 仕様の VLAN に関する上限（4096 個）を容易に超えてしまいます。

802.1Q トンネリングを使用すると、サービス プロバイダーは単一の VLAN を使用して、複数の VLAN を持つカスタマーをサポートできます。このときに、カスタマーの VLAN ID は保護され、各カスタマー VLAN のトラフィックは分離されます。

802.1Q トンネリングをサポートするように設定されたポートを、トンネル ポートといいます。トンネリングを設定する場合は、トンネリング専用の VLAN ID にトンネル ポートを割り当てます。カスタマーごとに個別のサービス プロバイダー VLAN ID が必要ですが、その VLAN ID はすべてのカスタマーの VLAN をサポートします。

対応する VLAN ID を使用して通常の方法でタグ付けされたカスタマーのトラフィックは、カスタマー デバイスの 802.1Q トランク ポートから送信されて、サービス プロバイダー エッジ スイッチのトンネル ポートに着信します。カスタマー デバイスとエッジ スイッチ間のリンクは、非対称リンクです。これは、リンクの一端が 802.1Q トランク ポートとして設定されているのに対し、もう一端はトンネル ポートとして設定されているためです。トンネル ポート インターフェイスに、カスタマーごとに一意のアクセス VLAN ID を割り当てます。図 22-1 を参照してください。

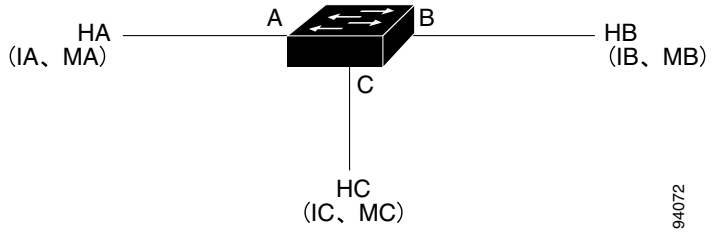
図 22-1　サービス プロバイダー ネットワークの 802.1Q トンネル ポート



カスタマー トランク ポートからサービス プロバイダー エッジ スイッチのトンネル ポートに着信するパケットは、該当する VLAN ID を使用して通常の方法で 802.1Q がタグ付けされます。トランク ポートからサービス プロバイダー ネットワークに送信されたタグ付きパケットは、カスタマーごとに一意の VLAND ID を含む別のレイヤの 802.1Q タグ（*メトロ タグ*）でカプセル化されています。元のカスタマー 802.1Q タグは、カプセル化されたパケット内に保存されます。したがって、サービス プロバイダー ネットワークに入るパケットは二重にタグ付けされます。メトロ タグにはカスタマーのアクセス VLAN ID が格納され、内側のタグには着信トラフィックの VLAN となる VLAN ID が格納されます。

二重タグ付きパケットがサービス プロバイダー コア スイッチの別のトランク ポートに着信すると、スイッチがパケットを処理するときに、メトロ タグが除去されます。同じコア スイッチ上の別のトランク ポートからパケットが送信されるときに、パケットには同じメトロ タグが再び追加されます。図 22-2 に、元の（通常の）フレームで開始するイーサネット パケット タグ構造を示します。

図 22-2　元の（通常の）802.1Q、および二重タグ付きイーサネット パケット形式



パケットがサービス プロバイダー出力スイッチのトランク ポートに着信すると、スイッチがパケットを処理するときに、メトロ タグが再び除去されます。ただし、パケットがエッジ スイッチのトンネル ポートから送信されて、カスタマーのネットワークに入るときは、メトロ タグが追加されません。パケットは通常の 802.1Q タグ付きフレームとして送信され、カスタマーのネットワーク内にある元の VLAN 番号は保存されます。

エッジ スイッチのトンネル ポートを通じてサービス プロバイダー ネットワークに入るパケットは、タグなしの場合も、802.1Q ヘッダーがタグ付けされている場合も、すべてタグなしパケットとして取り扱われます。これらのパケットは、802.1Q トランク ポートのサービス プロバイダー ネットワークを通じて送信されるときに、メトロ タグ VLAN ID（トンネル ポートのアクセス VLAN に設定）でカプセル化されます。メトロ タグのプライオリティ フィールドは、トンネル ポートのインターフェイス Class of Service（CoS; サービス クラス）プライオリティに設定されています（未設定の場合のデフォルトは 0 です）。

図 22-1 では、カスタマー A には VLAN 30 が、カスタマー B には VLAN 40 が割り当てられています。サービス プロバイダー ネットワークに入って、エッジ スイッチのトンネル ポートに着信する 802.1Q タグ付きパケットは、二重タグ付きになります。この場合、メトロ タグには VLAN ID 30 または 40 が格納され、内側のタグには元のカスタマー VLAN 番号（VLAN 100 など）が格納されています。カスタマー A とカスタマー B の両方にネットワーク内で VLAN 100 が設定されている場合でも、メトロ タグが異なるため、トラフィックはサービス プロバイダー ネットワーク内で分離されたままです。各カスタマーは独自の VLAN 番号スペースを制御します。これは、他のカスタマーが使用する VLAN 番号スペースや、サービス プロバイダー ネットワークが使用する VLAN 番号スペースとは無関係です。

802.1Q トンネリングの設定

ここでは、802.1Q トンネリングの設定について説明します。

（注） デフォルトのスイッチポート モードが dynamic auto であるため、802.1Q トンネリングはデフォルトでディセーブルです。802.1Q ネイティブ VLAN パケットのタギングも、すべての 802.1Q トランク ポートでディセーブルです。

802.1Q トンネリングの設定時の注意事項

802.1Q トンネリングを設定する場合は、トンネルを通過するトラフィックに対して常に非対称リンクを使用し、トンネルごとに 1 つの VLAN を専用にする必要があります。また、ネイティブ VLAN の設定要件と Maximum Transmission Unit（MTU; 最大伝送ユニット）にも注意する必要があります。MTU の詳細については、「システム MTU」（p.22-5）を参照してください。

ネイティブ VLAN

エッジ スイッチ上に 802.1Q トンネリングを設定する場合は、サービス プロバイダー ネットワークへのパケット送信に 802.1Q トランク ポートを使用する必要があります。ただし、サービス プロバイダー ネットワークのコアを通過するパケットは、802.1Q トランク、ISL（スイッチ間リンク）トランク、または非トランク リンクを通じて伝送されることがあります。802.1Q トランクをこれらのコア スイッチで使用する場合には、802.1Q トランクのネイティブ VLAN を、同じスイッチ上の非トランク（トンネリング）ポートのどのネイティブ VLAN にも一致させないでください。ネイティブ VLAN 上のトラフィックが 802.1Q 送信トランク ポートでタグ付けされなくなるためです。

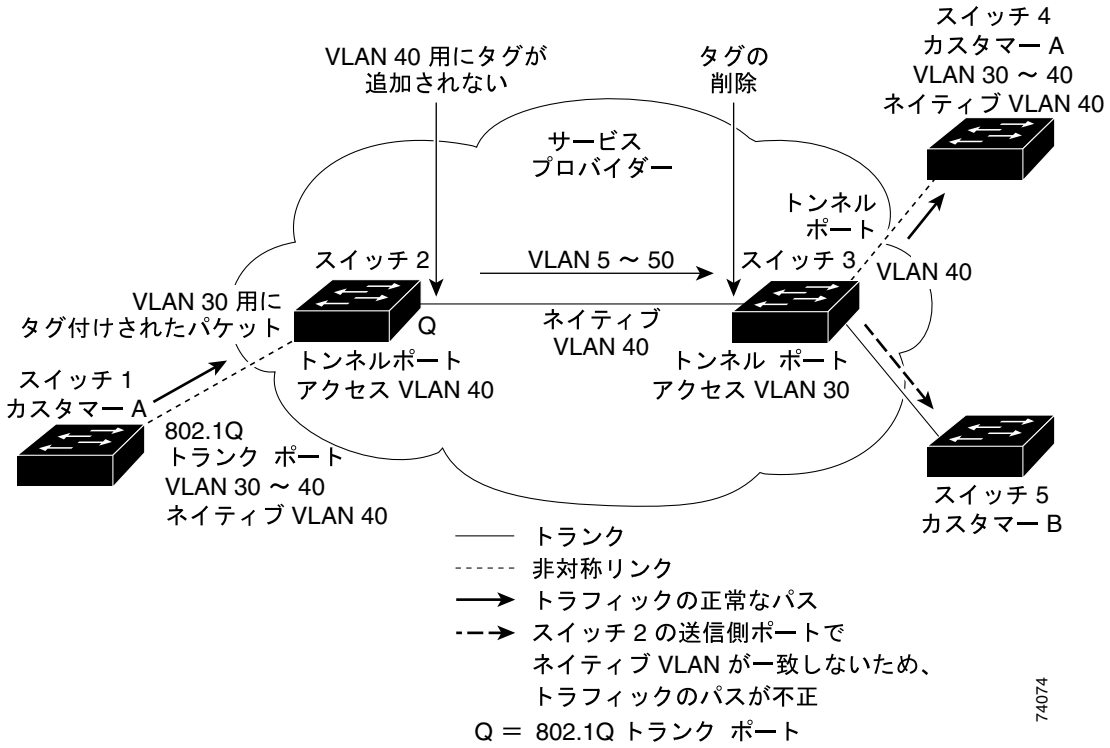
図 22-3 を参照してください。VLAN 40 は、サービス プロバイダー ネットワーク（スイッチ 2）の入力エッジ スイッチで、カスタマー A の 802.1Q トランク ポートのネイティブ VLAN として設定されています。カスタマー A のスイッチ 1 は、タグ付きパケットを VLAN 30 から、アクセス VLAN 40 に属するサービス プロバイダー ネットワーク内のスイッチ 2 の入力トンネル ポートに送信します。トンネル ポートのアクセス VLAN（VLAN 40）は、エッジ スイッチ トランク ポートのネイティブ VLAN（VLAN 40）と同じなので、メトロ タグはトンネル ポートから受信したタグ付きパケットに追加されません。パケットは、サービス プロバイダー ネットワークを通じて VLAN 30 タグだけを出力エッジ スイッチ（スイッチ 3）のトランク ポートに伝送し、出力スイッチ トンネル ポートを通じてカスタマー B に誤って転送してしまいます。

この問題の解決には、次のような方法があります。

- サービス プロバイダー ネットワークのコア スイッチ間で ISL トランクを使用します。エッジ スイッチに接続したカスタマー インターフェイスは 802.1Q トランクに設定する必要がありますが、コア レイヤ内のスイッチの接続には ISL トランクを使用することを推奨します。
- ネイティブ VLAN を含めて、802.1Q トランクから送信されるすべてのパケットがタグ付けされるようにエッジ スイッチを設定するには、**switchport trunk native vlan tag** ポート単位コマンドおよび **vlan dot1q tag native** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。すべての 802.1Q トランクでネイティブ VLAN パケットにタグ付けするようにスイッチを設定すると、スイッチは、トランクから送信されるパケットすべてにタグ付けされているか確認し、トランク ポート上でタグのないパケットを受信しません。

- エッジ スイッチ トランク ポートのネイティブ VLAN ID がカスタマー VLAN の範囲内にないことを確認します。たとえば、トランク ポートが VLAN 100 ～ 200 のトラフィックを伝送する場合は、ネイティブ VLAN にはその範囲外の番号を割り当てます。

図 22-3　802.1Q トンネリングとネイティブ VLAN で予想される問題



システム MTU

Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上のトラフィックに対するデフォルトのシステム MTU は、1500 バイトです。**system mtu** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用すると、より大きなフレームをサポートするようにスイッチを設定できます。メトロ タグが追加されたときに、802.1Q トンネリング機能によってフレーム サイズが 4 バイト増えるので、スイッチのシステム MTU サイズを 1504 バイト以上に増やして、サービス プロバイダー ネットワーク内のすべてのスイッチがより大きなフレームを処理できるように設定する必要があります。Catalyst 4500 ギガビット イーサネット スイッチの最大許容システム MTU は、9198 バイトです。ファスト イーサネット スイッチの最大システム MTU は、1552 バイトです。

802.1Q トンネリングおよび他の機能

802.1Q トンネリングは、レイヤ 2 パケット スイッチングに対して適切に機能しますが、レイヤ 2 機能とレイヤ 3 スイッチングとは一部互換性がありません。

- トンネル ポートはルーテッド ポートにできません。
- IP ルーティングは、802.1Q ポートを含む VLAN ではサポートされません。トンネル ポートから受信されたパケットは、レイヤ 2 情報にのみ基づいて転送されます。トンネル ポートを含む Switch Virtual Interface（SVI; スイッチ仮想インターフェイス）上でルーティングがイネーブルの場合は、トンネル ポートから受信したタグなし IP パケットがスイッチによって認識され、ルーティングされます。カスタマーはネイティブ VLAN を介してインターネットにアクセスできます。このアクセスが必要ない場合は、トンネル ポートを含む VLAN に SVI を設定しないでください。

- トンネル ポートは、IP Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）をサポートしません。
- レイヤ 3 QoS（Quality of Service）ACL とレイヤ 3 情報に関連するその他の QoS 機能はトンネル ポートではサポートされていません。トンネル ポートでは、MAC（メディア アクセス制御）ベースの QoS はサポートされません。
- EtherChannel ポート グループは、802.1Q 設定が EtherChannel ポート グループ内で一貫しているかぎりは、トンネル ポートと互換性があります。
- 802.1Q トンネル ポートでは、Port Aggregation Protocol（PAgP）、Link Aggregation Control Protocol（LACP）、および UniDirectional Link Detection（UDLD; 単一方向リンク検出）がサポートされます。
- Dynamic Trunking Protocol（DTP; ダイナミック トランキング プロトコル）は、802.1Q トンネリングと互換性がありません。これは、トンネル ポートおよびトランク ポートとの非対称リンクを手動で設定しなければならないためです。
- ループバック検出は、802.1Q トンネル ポートでサポートされています。
- 802.1Q トンネル ポートとしてポートが設定されている場合、スパニングツリー Bridge Protocol Data Unit（BPDU; ブリッジ プロトコル データ ユニット）フィルタリングは、インターフェイスで自動的にイネーブルに設定されます。Cisco Discovery Protocol（CDP; シスコ検出プロトコル）は、インターフェイスで自動的にディセーブルに設定されます。

802.1Q トンネル ポートの設定

ポートを 802.1Q トンネル ポートとして設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface` *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始し、トンネル ポートとして設定するインターフェイスを入力します。このインターフェイスは、カスタマー スイッチに接続するサービス プロバイダー ネットワークのエッジ ポートである必要があります。有効なインターフェイスには、物理インターフェイスとポートチャネル論理インターフェイス（ポートチャネル 1 ～ 64）があります。
ステップ 3	`Switch(config-if)# switchport access vlan` *vlan-id*	インターフェイスがトランキングを停止した場合に使用されるデフォルト VLAN を指定します。この VLAN ID は、特定のカスタマーに対して固有です。
ステップ 4	`Switch(config-if)# switchport mode dot1q-tunnel`	インターフェイスを 802.1Q トンネル ポートとして設定します。
ステップ 5	`Switch(config-if)# exit`	グローバル コンフィギュレーションモードに戻ります。
ステップ 6	`Switch(config)# vlan dot1q tag native`	（任意）すべての 802.1Q トランク ポートでネイティブ VLAN パケットのタギングがイネーブルとなるようにスイッチを設定します。このように設定されていない場合、カスタマー VLAN ID がネイティブ VLAN と同じときは、トランク ポートはメトロ タグを適用せず、パケットが誤った宛先に送信されることがあります。
ステップ 7	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 8	`Switch# show dot1q-tunnel`	スイッチ上のトンネル ポートを表示します。
ステップ 9	`Switch# show vlan dot1q tag native`	802.1Q ネイティブ VLAN タギング ステータスを表示します。
ステップ 10	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ポートを dynamic auto のデフォルト ステートに戻すには、**no vlan dot1q tag native** グローバル コマンドおよび **no switchport mode dot1q-tunnel** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用します。ネイティブ VLAN パケットのタギングをディセーブルにするには、**no vlan dot1q tag native** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。

次に、インターフェイスをトンネル ポートとして設定し、ネイティブ VLAN パケットのタギングをイネーブルにして、設定を確認する方法を示します。この設定では、インターフェイス Gigabit Ethernet 2/7 に接続しているカスタマーの VLAN ID は VLAN 22 です。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet2/7
Switch(config-if)# switchport access vlan 22
% Access VLAN does not exist. Creating vlan 22
Switch(config-if)# switchport mode dot1q-tunnel
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# vlan dot1q tag native
Switch(config)# end
Switch# show dot1q-tunnel interface gigabitethernet2/7
Port
-----
LAN Port(s)
-----
Gi2/7
Switch# show vlan dot1q tag native
dot1q native vlan tagging is enabled globally
```

レイヤ 2 プロトコル トンネリングの概要

（注）　Supervisor Engine 6-E は、レイヤ 2 プロトコル トンネリングをサポートしていません。

サービス プロバイダー ネットワークを通して接続された各サイトのカスタマーは、各種のレイヤ 2 プロトコルを使用してトポロジを拡張し、すべてのリモート サイトおよびローカル サイトを組み込む必要があります。Spanning-Tree Protocol（STP; スパニングツリー プロトコル）が正常に実行され、すべての VLAN で、サービス プロバイダー ネットワークを通してローカル サイトおよびすべてのリモート サイトを組み込んだ適切なスパニングツリーを構築する必要があります。CDP は、ローカルおよびリモート サイトから近接するシスコ製デバイスを検出する必要があります。VLAN Trunking Protocol（VTP; VLAN トランキング プロトコル）は、カスタマー ネットワークのすべてのサイトに一貫した VLAN 設定を提供する必要があります。

プロトコル トンネリングがイネーブルになると、サービス プロバイダー ネットワークの着信側のエッジ スイッチは、特殊 MAC アドレスでレイヤ 2 プロトコル パケットをカプセル化し、サービス プロバイダー ネットワークに送信します。ネットワークのコア スイッチはこれらパケットを処理しないで、通常パケットとして転送します。CDP、STP、または VTP 用のレイヤ 2 Protocol Data Unit（PDU; プロトコル データ ユニット）は、サービス プロバイダー ネットワークを通過し、サービス プロバイダー ネットワークの発信側にあるカスタマー スイッチに配信されます。同じ VLAN 上のすべてのカスタマー ポートで同じパケットが受信され、次のような結果となります。

- 各カスタマー サイトのユーザは、正常に STP を実行できます。また、すべての VLAN は、ローカル サイトからだけでなくすべてのサイトのパラメータに基づいて、正しいスパニングツリーを構築できます。
- CDP は、サービス プロバイダー ネットワークを介して接続した他のシスコ製デバイスに関する情報を検出して、表示します。
- VTP は、サービス プロバイダーを通じてすべてのスイッチに VLAN 設定を伝播し、カスタマー ネットワーク全体で統一します。

レイヤ 2 プロトコル トンネリングは、トランク、アクセス、およびトンネル ポートでイネーブルにすることができます。プロトコル トンネリングがイネーブルでない場合、サービス プロバイダー ネットワークの受信側にあるリモート スイッチは PDU を受信せず、STP、CDP、および VTP を正常に実行できません。プロトコル トンネリングがイネーブルの場合、各カスタマー ネットワークのレイヤ 2 プロトコルは、サービス プロバイダー ネットワーク内で稼働しているプロトコルとは全面的に切り離されます。

たとえば、図 22-4 では、カスタマー A は、サービス プロバイダー ネットワークを介して接続された同じ VLAN に 4 つのスイッチを持っています。ネットワークが PDU をトンネリングしない場合、ネットワークの遠端のスイッチは STP、CDP、および VTP を正常に実行できません。たとえば、カスタマー A のサイト 1 にあるスイッチ上の VLAN に対する STP は、サイト 2 にあるカスタマー A のスイッチに基づくコンバージェンス パラメータを考慮しないで、そのサイトにあるスイッチ上にスパニングツリーを構築します。図 22-5 に、スパニングツリー トポロジの一例を示します。

図 22-4　レイヤ 2 プロトコル トンネリング

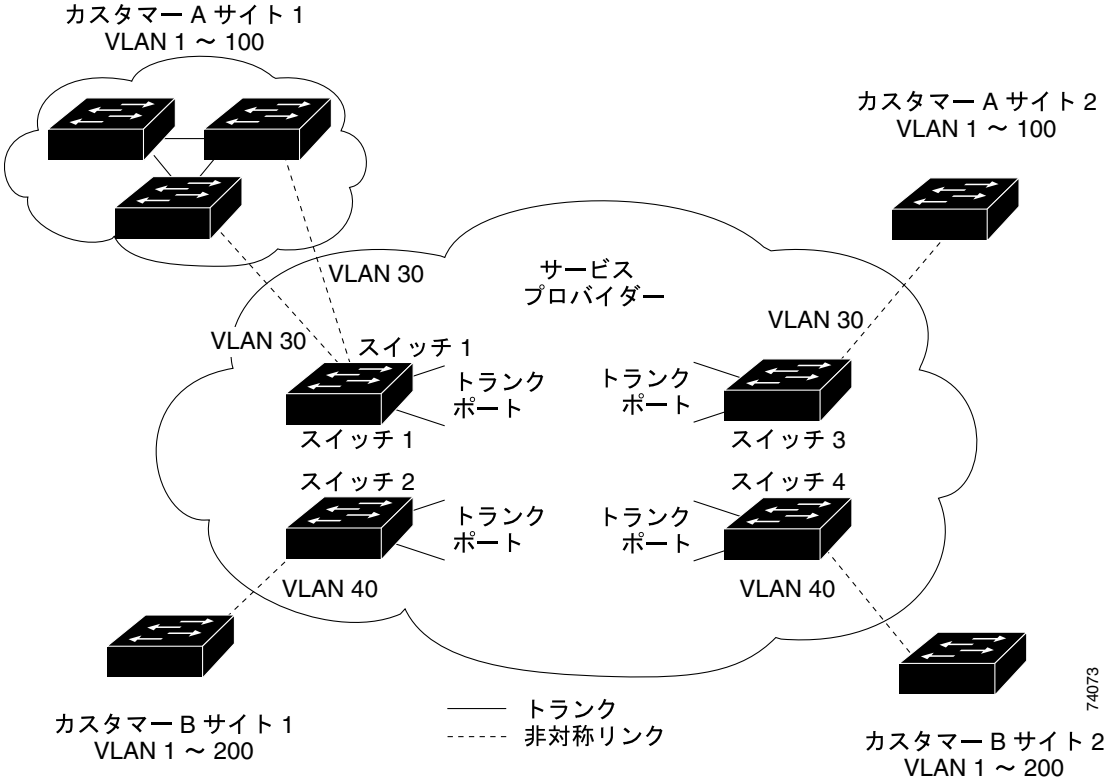
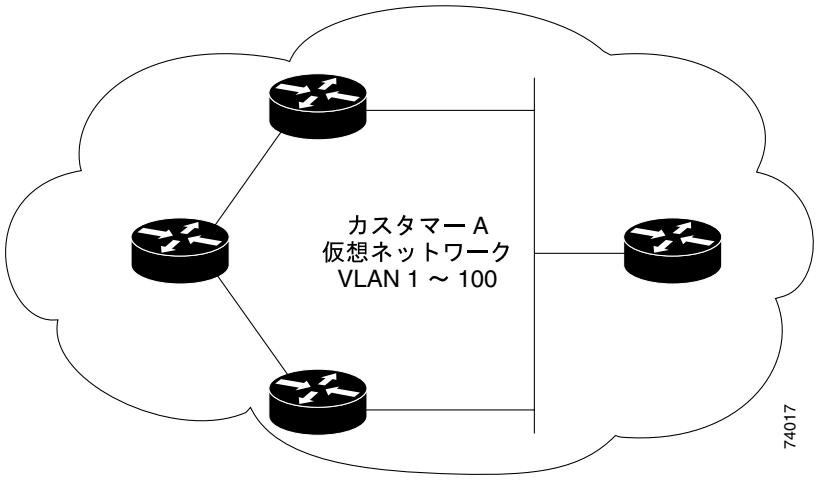


図 22-5　コンバージェンスが不適切なレイヤ 2 ネットワーク トポロジ



レイヤ 2 プロトコル トンネリングの設定

サービス プロバイダー ネットワークのエッジ スイッチのカスタマーに接続されたアクセス ポート、トンネル ポート、またはトランク ポートで、レイヤ 2 プロトコル トンネリング（プロトコルを使用）をイネーブルにできます。カスタマー スイッチに接続されたサービス プロバイダーのエッジ スイッチは、トンネリング プロセスを実行します。エッジ スイッチのトンネル ポートまたは通常のトンネル ポートは、カスタマーの 802.1Q トランク ポートに接続できます。エッジ スイッチのアクセス ポートは、カスタマーのアクセス ポートに接続されます。

サービス プロバイダーの着信エッジ スイッチ ポートに入ったレイヤ 2 PDU が、トランク ポートを介してサービス プロバイダー ネットワークに入ると、スイッチは、カスタマー PDU 宛先 MAC アドレスをシスコ独自の well-known マルチキャスト アドレス（01-00-0c-cd-cd-d0）で上書きします。802.1Q トンネリングが入力ポートでイネーブルの場合、パケットも二重タグ付きです。外側のタグはカスタマーのメトロ タグで、内側のタグはカスタマーの VLAN タグです。

トンネル ポートまたはアクセス ポートを介してサービス プロバイダーの着信エッジ スイッチに入ったレイヤ 2 PDU が、トランク ポートを介してサービス プロバイダー ネットワークに入ると、スイッチは、カスタマー PDU 宛先 MAC アドレスをシスコ独自の well-known マルチキャスト アドレス（01-00-0c-cd-cd-d0）で上書きします。ここで、802.1Q トンネリングがイネーブルの場合、パケットは二重タグ付きです。外側のタグはカスタマーのメトロ タグで、内側のタグはカスタマーの VLAN タグです。コア スイッチは内側のタグを無視して、同じメトロ VLAN のすべてのトランク ポートにパケットを転送します。発信側のエッジ スイッチは、正しいレイヤ 2 プロトコルと MAC アドレス情報を復元して、同じメトロ VLAN のすべてのトンネル ポートまたはアクセス ポートにパケットを転送します。したがって、レイヤ 2 PDU は完全な状態のままで保持され、サービス プロバイダー ネットワークを介してカスタマー ネットワークの反対側に配信されます。

図 22-4 を参照してください。カスタマー A とカスタマー B は、それぞれアクセス VLAN 30 と 40 内にあります。非対称リンクは、サイト 1 のカスタマーをサービス プロバイダー ネットワークのエッジ スイッチに接続します。サイト 1 のカスタマー B からスイッチ 2 に着信するレイヤ 2 PDU（BPDU など）は、宛先 MAC アドレスとして well-known MAC アドレスを持つ二重タグ付きパケットとしてインフラストラクチャに転送されます。この二重タグ付きパケットは、内側の VLAN タグ（VLAN 100 など）だけでなく、メトロ VLAN タグ（40）も備えています。二重タグ付きパケットがスイッチ 4 に着信すると、メトロ VLAN タグ 40 は削除されます。well-known MAC アドレスは各レイヤ 2 プロトコル MAC アドレスに置き換わり、パケットは VLAN 100 の一重タグ付きフレームとしてサイト 2 のカスタマー B に送信されます。

カスタマー スイッチのアクセス ポートに接続されたエッジ スイッチのアクセス ポートで、レイヤ 2 プロトコル トンネリングをイネーブルにすることもできます。この場合、カプセル化とカプセル化解除のプロセスは、上記の説明と同じです。ただし、パケットはサービス プロバイダー ネットワークで二重タグ付けされません。一重タグは、カスタマー固有のアクセス VLAN タグです。

ここでは、次の内容について説明します。

レイヤ 2 プロトコル トンネリングのデフォルト設定

表 22-1 に、レイヤ 2 プロトコル トンネリングのデフォルト設定を示します。

表 22-1　レイヤ 2 イーサネット インターフェイス VLAN のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
レイヤ 2 プロトコル トンネリング	ディセーブル
シャットダウンしきい値	未設定
ドロップしきい値	未設定
CoS 値	データ パケット用のインターフェイスに CoS 値が設定されている場合は、その値がレイヤ 2 PDU に使用されるデフォルトです。未設定の場合、デフォルトは 5 です。

レイヤ 2 プロトコル トンネリングの設定時の注意事項

ここでは、レイヤ 2 プロトコル トンネリングの設定時の注意事項および動作特性について説明します。

- スイッチは、CDP、Multiple STP（MSTP）を含めた STP、および VTP のトンネリングをサポートします。プロトコル トンネリングはデフォルトでディセーブルに設定されていますが、802.1Q トンネル ポート、アクセス ポート、またはトランク ポート上でプロトコルごとにイネーブルにできます。
- DTP はレイヤ 2 プロトコル トンネリングと互換性がありません。これは、トンネル ポートおよびトランク ポートとの非対称リンクを手動で設定しなければならないためです。
- 802.1Q 設定が EtherChannel ポート グループ内で一貫している場合、EtherChannel ポート グループはトンネル ポートと互換性があります。
- レイヤ 2 トンネリングがイネーブルに設定されたポートでカプセル化 PDU（独自の宛先 MAC アドレス付き）を受信した場合は、ループを防止するためポートはシャットダウンされます。
- プロトコルに設定されたシャットダウンしきい値に達した場合も、ポートはシャットダウンされます。ポートは手動で再びイネーブルにできます（shutdown および no shutdown コマンドを続けて入力します）。エラーディセーブル回復がイネーブルの場合は、指定インターバル後に処理が再試行されます。
- カプセル化が解除された PDU のみが、カスタマー ネットワークに転送されます。サービス プロバイダー ネットワーク上で稼働するスパニングツリー インスタンスは、レイヤ 2 プロトコル トンネリング ポートに BPDU を転送しません。CDP パケットはレイヤ 2 プロトコル トンネリング ポートから転送されません。
- インターフェイスでプロトコル トンネリングがイネーブルの場合は、カスタマー ネットワークによって生成された PDU に対して、プロトコル単位、ポート単位でシャットダウンしきい値を設定できます。上限を超過すると、ポートはシャットダウンします。レイヤ 2 プロトコル トンネリング ポートに QoS ACL およびポリシー マップを使用して、BPDU レートを制限することもできます。
- インターフェイスでプロトコル トンネリングがイネーブルの場合は、カスタマー ネットワークによって生成された PDU に対して、プロトコル単位、ポート単位でドロップしきい値を設定できます。限度を超過した場合は、受信レートがドロップしきい値を下回るまで、PDU はドロップされます。
- カスタマーの仮想ネットワークが正常に動作するように、トンネリングされた PDU（特に STP BPDU）をすべてのリモート サイトに配信する必要があるので、サービス プロバイダー ネットワーク内の PDU には、同じトンネル ポートで受信したデータ パケットより高いプライオリティを設定してください。デフォルトでは、PDU はデータ パケットと同じ CoS 値を使用します。

レイヤ 2 トンネリングの設定

特定のポートにレイヤ 2 プロトコル トンネリングを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	Switch# **configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	Switch(config)# **interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始し、トンネル ポートとして設定するインターフェイスを入力します。このインターフェイスは、カスタマー スイッチに接続するサービス プロバイダー ネットワークのエッジ ポートである必要があります。有効なインターフェイスには、物理インターフェイスとポートチャネル論理インターフェイス（ポートチャネル 1 ～ 64）があります。
ステップ 3	Switch(config-if)# **switchport mode access** または Switch(config-if)# **switchport mode dot1q-tunnel** または Switch(config-if)# **switchport mode trunk**	インターフェイスをアクセス ポート、802.1Q トンネル ポート、またはトランク ポートとして設定します。
ステップ 4	Switch(config-if)# **l2protocol-tunnel** [**cdp** | **stp** | **vtp**]	目的のプロトコルに対してプロトコル トンネリングをイネーブルにします。キーワードを入力しない場合、トンネリングはすべてのレイヤ 2 プロトコルに対してイネーブルです。
ステップ 5	Switch(config-if)# **l2protocol-tunnel shutdown-threshold** [**cdp** | **stp** | **vtp**] *value*	（任意）1 秒間にカプセル化可能なパケット数を表すしきい値を設定します。設定されたしきい値を超過すると、インターフェイスはディセーブルになります。プロトコル オプションを指定しない場合、しきい値はトンネリングされた各レイヤ 2 プロトコル タイプに適用されます。指定できる範囲は 1 ～ 4096 です。デフォルトでは、しきい値は設定されていません。 **（注）** 現在のインターフェイスにドロップしきい値も設定する場合は、シャットダウンしきい値にドロップしきい値以上の値を指定する必要があります。
ステップ 6	Switch(config-if)# **l2protocol-tunnel drop-threshold** [**cdp** | **stp** | **vtp**] *value*	（任意）1 秒間にカプセル化可能なパケット数を表すしきい値を設定します。設定されたしきい値を超過すると、インターフェイスはパケットをドロップします。プロトコル オプションを指定しない場合、しきい値はトンネリングされた各レイヤ 2 プロトコル タイプに適用されます。指定できる範囲は 1 ～ 4096 です。デフォルトでは、しきい値は設定されていません。 **（注）** 現在のインターフェイスにシャットダウンしきい値も設定する場合は、ドロップしきい値にシャットダウンしきい値以下の値を指定する必要があります。
ステップ 7	Switch(config-if)# **exit**	グローバル コンフィギュレーションモードに戻ります。
ステップ 8	Switch(config)# **errdisable recovery cause l2ptguard**	（任意）レイヤ 2 最大レート エラーからの復旧メカニズムを設定して、インターフェイスがふたたびイネーブルになり、再試行できるようにします。エラーディセーブル回復はデフォルトでディセーブルに設定されています。イネーブルにした場合、デフォルトのタイム インターバルは 300 秒です。

	コマンド	目的
ステップ 9	`Switch(config)# l2protocol-tunnel cos value`	（任意）トンネリングされたすべてのレイヤ 2 PDU に対して CoS 値を設定します。指定できる範囲は 0 ～ 7 です。デフォルトは、インターフェイスのデフォルトの CoS 値です。未設定の場合、デフォルトは 5 です。
ステップ 10	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 11	`Switch# show l2protocol`	設定済みのプロトコル、しきい値、カウンタも含めてスイッチのレイヤ 2 トンネル ポートを表示します。
ステップ 12	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

3 つのレイヤ 2 プロトコルのいずれか、またはすべてに対してプロトコル トンネリングをディセーブルにするには、**no l2protocol-tunnel** [**cdp** | **stp** | **vtp**] インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用します。シャットダウンしきい値およびドロップしきい値をデフォルト設定に戻すには、**no l2protocol-tunnel shutdown-threshold** [**cdp** | **stp** | **vtp**] および **no l2protocol-tunnel drop-threshold** [**cdp** | **stp** | **vtp**] コマンドを使用します。

次に、802.1Q トンネル ポートに CDP、STP、および VTP のレイヤ 2 プロトコル トンネリングを設定し、その設定を確認する例を示します。

```
Switch(config)# interface FastEthernet2/1
Switch(config-if)# switchport mode dot1q-tunnel
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel cdp
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel stp
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel vtp
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel shutdown-threshold 1500
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel drop-threshold 1000
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# l2protocol-tunnel cos 7
Switch(config)# end
Switch# show l2protocol
COS for Encapsulated Packets: 7
Port    Protocol Shutdown  Drop      Encapsulation Decapsulation Drop
                 Threshold Threshold Counter       Counter       Counter
------- -------- --------- --------- ------------- ------------- -------------
Fa2/11  cdp           1500      1000 2288          2282          0
        stp           1500      1000 116           13            0
        vtp           1500      1000 3             67            0
```

トンネリング ステータスのモニタおよびメンテナンス

表 22-2 に、802.1Q およびレイヤ 2 プロトコル トンネリングをモニタおよびメンテナンスするためのコマンドを示します。

表 22-2　トンネリングをモニタおよびメンテナンスするためのコマンド

コマンド	目的
Switch# **clear l2protocol-tunnel counters**	レイヤ 2 プロトコル トンネリング ポートのプロトコル カウンタをクリアします。
Switch# **show dot1q-tunnel**	スイッチの 802.1Q トンネル ポートを表示します。
Switch# **show dot1q-tunnel interface** *interface-id*	特定のインターフェイスがトンネル ポートであるかどうかを確認します。
Switch# **show l2protocol-tunnel**	レイヤ 2 プロトコル トンネリング ポートに関する情報を表示します。
Switch# **show errdisable recovery**	レイヤ 2 プロトコル トンネル エラーディセーブル ステートの回復タイマーがイネーブルかどうかを確認します。
Switch# **show l2protocol-tunnel interface** *interface-id*	特定のレイヤ 2 プロトコル トンネリング ポートに関する情報を表示します。
Switch# **show l2protocol-tunnel summary**	レイヤ 2 プロトコルのサマリー情報のみを表示します。
Switch# **show vlan dot1q native**	スイッチのネイティブ VLAN タギングのステータスを表示します。

（注） Cisco IOS Release 12.2(20)EW では、dot1q およびレイヤ 2 プロトコル トンネリング用の BPDU フィルタリング設定は、実行コンフィギュレーションで [spanning-tree bpdufilter enable] として表示されません。代わりに、**show spanning tree int detail** コマンドの出力に表示されます（下記を参照）。

```
Switch# show spann int f6/1 detail
 Port 321 (FastEthernet6/1) of VLAN0001 is listening
   Port path cost 19, Port priority 128, Port Identifier 128.321.
   Designated root has priority 32768, address 0008.e341.4600
   Designated bridge has priority 32768, address 0008.e341.4600
   Designated port id is 128.321, designated path cost 0
   Timers: message age 0, forward delay 2, hold 0
   Number of transitions to forwarding state: 0
   Link type is point-to-point by default
   ** Bpdu filter is enabled internally **
   BPDU: sent 0, received 0
```

CHAPTER 23

CDP の設定

この章では、Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上で Cisco Discovery Protocol（CDP; シスコ検出プロトコル）を設定する方法について説明します。設定上の注意事項、設定手順、および設定例についても示します。

この章の主な内容は、次のとおりです。

(注) この章のコマンドの構文および使用方法の詳細については、次の URL のマニュアルを参照してください。『*Cisco IOS Configuration Fundamentals Configuration Guide*』Release 12.4

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios124/124cr/hcf_r/index.htm

『*Cisco IOS Configuration Fundamentals Command Reference*』Release 12.4

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios124/124tcr/tcf_r/index.htm

(注) この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

CDP の概要

CDP は、すべてのシスコ ルータ、ブリッジ、アクセス サーバ、およびスイッチ上のレイヤ 2（データ リンク レイヤ）で動作するプロトコルです。CDP を使用すると、ネットワーク管理アプリケーションで、既知のデバイスに近接しているシスコ製デバイス、特に下位レイヤのトランスペアレント プロトコルを実行している近接デバイスを検索できます。また、近接デバイスのデバイス タイプと SNMP（簡易ネットワーク管理プロトコル）エージェント アドレスも学習できます。さらに、CDP によって、アプリケーションから近接デバイスに SNMP クエリーを送信することもできます。

CDP は、Subnetwork Access Protocol（SNAP）をサポートしているすべての LAN および WAN メディア上で稼働します。

CDP を設定した各デバイスは、マルチキャスト アドレスに対して定期的にメッセージを送信します。各デバイスは、SNMP メッセージを受信できるアドレスを少なくとも 1 つアドバタイズします。このアドバタイズには、受信側デバイスで CDP 情報を廃棄せずに保持しておく時間を表す Time To Live（TTL; 存続可能時間）またはホールドタイム情報も含まれます。

CDP の設定

ここでは、CDP の設定手順について説明します。

CDP のグローバルなイネーブル化

CDP をグローバルにイネーブルにするには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch(config)# [no] cdp run`	CDP をグローバルにイネーブルにします。 CDP をグローバルにディセーブルにするには、**no** キーワードを使用します。

次に、CDP をグローバルにイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# cdp run
```

CDP のグローバル設定の表示

CDP の設定を表示するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch# show cdp`	グローバルな CDP 情報を表示します。

次に、CDP の設定を表示する例を示します。

```
Switch# show cdp
Global CDP information:
        Sending CDP packets every 120 seconds
        Sending a holdtime value of 180 seconds
        Sending CDPv2 advertisements is enabled
Switch#
```

その他の CDP **show** コマンドについては、「CDP のモニタおよびメンテナンス」（p.23-5）を参照してください。

インターフェイス上での CDP のイネーブル化

特定のインターフェイス上で CDP をイネーブルにするには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch(config-if)# [no] cdp enable`	特定のインターフェイス上で CDP をイネーブルにします。 特定のインターフェイス上で CDP をディセーブルにするには、**no** キーワードを使用します。

次に、インターフェイス FastEthernet 5/1 上で CDP をイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# interface fastethernet 5/1
Switch(config-if)# cdp enable
```

次に、インターフェイス FastEthernet 5/1 上で CDP をディセーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# interface fastethernet 5/1
Switch(config-if)# no cdp enable
```

CDP インターフェイスの設定の表示

インターフェイスの CDP 設定を表示するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch# show cdp interface [type/number]`	CDP がイネーブルに設定されているインターフェイスの情報を表示します。

次に、インターフェイス FastEthernet 5/1 の CDP の設定を表示する例を示します。

```
Switch# show cdp interface fastethernet 5/1
FastEthernet5/1 is up, line protocol is up
  Encapsulation ARPA
  Sending CDP packets every 120 seconds
  Holdtime is 180 seconds
Switch#
```

CDP のモニタおよびメンテナンス

装置上の CDP をモニタおよびメンテナンスするには、次の作業を 1 つまたは複数行います。

コマンド	目的
Switch# **clear cdp counters**	トラフィック カウンタを 0 にリセットします。
Switch# **clear cdp table**	近接デバイスに関する情報を収めた CDP テーブルを削除します。
Switch# **show cdp**	送信の頻度、送信されたパケットを保持する時間など、グローバルな情報を表示します。
Switch# **show cdp entry** *entry_name* [**protocol** | **version**]	特定の近接デバイスに関する情報を表示します。プロトコル情報またはバージョン情報に表示を限定できます。
Switch# **show cdp interface** [*type*/*number*]	CDP がイネーブルに設定されているインターフェイスの情報を表示します。
Switch# **show cdp neighbors** [*type*/*number*] [**detail**]	近接装置に関する情報を表示します。特定のインターフェイス上の近接デバイスに関する情報に表示を限定することも、より詳細な情報を要求することもできます。
Switch# **show cdp traffic**	CDP カウンタ（送受信されたパケット数およびチェックサム エラーを含む）を表示します。
Switch# **show debugging**	スイッチでイネーブルに設定されているデバッグのタイプに関する情報を表示します。

次に、スイッチの CDP カウンタ設定をクリアする例を示します。

```
Switch# clear cdp counters
```

次に、近接装置に関する情報を表示する例を示します。

```
Switch# show cdp neighbors
Capability Codes: R - Router, T - Trans Bridge, B - Source Route Bridge
                  S - Switch, H - Host, I - IGMP, r - Repeater

Device ID        Local Intrfce     Holdtme    Capability  Platform  Port ID
JAB023807H1      Fas 5/3            127         T S       WS-C2948  2/46
JAB023807H1      Fas 5/2            127         T S       WS-C2948  2/45
JAB023807H1      Fas 5/1            127         T S       WS-C2948  2/44
JAB023807H1      Gig 1/2            122         T S       WS-C2948  2/50
JAB023807H1      Gig 1/1            122         T S       WS-C2948  2/49
JAB03130104      Fas 5/8            167         T S       WS-C4003  2/47
JAB03130104      Fas 5/9            152         T S       WS-C4003  2/48
```

CHAPTER 24

UDLD の設定

この章では、Catalyst 4000 ファミリ スイッチ上で UniDirectional Link Detection（UDLD; 単一方向リンク検出）および単一方向イーサネットを設定する方法について説明します。設定上の注意事項、設定手順、および設定例についても示します。

この章の主な内容は、次のとおりです。

(注) この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

UDLD の概要

UDLD により、光ファイバまたは銅製イーサネット ケーブル（カテゴリ 5 ケーブルなど）を使用して接続されたデバイスで、ケーブルの物理構成をモニタし、単方向リンクの存在を検出できます。リンク上でローカル デバイスが送信したトラフィックを近接デバイスが受信し、近接デバイスから送信されたトラフィックをローカル デバイスが受信しない場合には、単方向リンクが発生します。単方向リンクが検出されると、UDLD が関係のあるインターフェイスをシャットダウンし、ユーザに通知します。単方向リンクは、スパニングツリー トポロジ ループをはじめ、さまざまな問題を引き起こす可能性があります。

UDLD は、レイヤ 1 メカニズムと連動し、リンクの物理的ステータスを判別するレイヤ 2 プロトコルです。レイヤ 1 では、物理的シグナリングおよび障害検出は、自動ネゴシエーションによって処理されます。UDLD は、近接デバイスの ID の検知、誤って接続されたインターフェイスのシャットダウンなど、自動ネゴシエーションでは実行不可能な処理を実行します。自動ネゴシエーションと UDLD の両方をイネーブルにすると、レイヤ 1 とレイヤ 2 の検知機能が連動し、物理的および論理的な単方向接続、および他のプロトコルの誤動作を防止します。

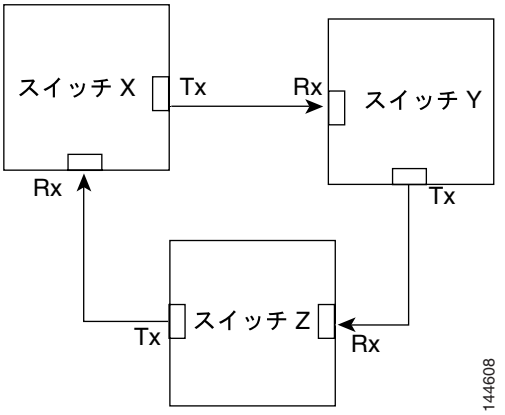
対になっているファイバ ストランドのどちらかの接続が切断された場合、自動ネゴシエーションがアクティブであるかぎり、そのリンクは存続できません。この場合、論理リンクは不確定で、UDLD は何の処理も行いません。レイヤ 1 から見て両方のファイバが正常に稼働していれば、レイヤ 2 の UDLD はそれらのファイバが正しく接続されているかどうか、トラフィックが正しい近接デバイス間で双方向に流れているかどうかを判別します。自動ネゴシエーションはレイヤ 1 の機能なので、このチェックは自動ネゴシエーションでは不可能です。

スイッチは、近接デバイスの UDLD がイネーブルのインターフェイスに、UDLD パケットを定期的に送信します。このパケットが一定時間内にエコー バックされるのに、特定の確認応答（エコー）が欠落している場合には、そのリンクは単方向リンクとしてフラグ付けされ、インターフェイスがシャットダウンされます。プロトコルが単方向リンクを正しく識別し、その使用を禁止するには、リンクの両側のデバイスで UDLD をサポートする必要があります。

（注） デフォルトでは、UDLD は銅製インターフェイス上ではローカルでディセーブルに設定されています。この種類のメディアは、アクセス インターフェイスに使用されることが多いので、メディアに不要な制御トラフィックを送信しないようにするためです。

図 24-1 に、単方向リンクの例を示します。各スイッチは近接スイッチにパケットを送信できますが、パケットの送信先と同じスイッチからのパケットは受信できません。UDLD は単方向接続を検出し、ディセーブルにします。

図 24-1　単方向リンク



UDLD のデフォルト設定

表 24-1 に、UDLD のデフォルト設定を示します。

表 24-1　UDLD のデフォルト設定

機能	デフォルト ステータス
UDLD グローバル イネーブル ステート	グローバルにディセーブル
インターフェイス別の UDLD イネーブル ステート（光ファイバ メディア用）	すべてのイーサネット光ファイバ インターフェイスでイネーブル
インターフェイス別の UDLD イネーブル ステート（ツイストペア［銅製］メディア用）	インターフェイス Ethernet 10/100 と 1000BASE-TX でディセーブル

スイッチ上での UDLD の設定

ここでは、UDLD の設定手順について説明します。

UDLD のグローバルなイネーブル化

スイッチ上のすべての光ファイバ インターフェイス上で UDLD をグローバルにイネーブルにするには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch(config)# [no] udld enable`	スイッチの光ファイバ インターフェイス上で UDLD をグローバルにイネーブルにします。 光ファイバ インターフェイス上で UDLD をグローバルにディセーブルにするには、**no** キーワードを使用します。 **（注）** このコマンドは、光ファイバ インターフェイスだけを設定します。このコマンドによる設定は、個々のインターフェイスの設定によって上書きされます。

インターフェイス上で UDLD をイネーブルにする方法

各インターフェイス上で UDLD をイネーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config-if)# udld enable`	特定のインターフェイス上で UDLD をイネーブルにします。光ファイバ インターフェイスの場合、このコマンドは **udld enable** グローバル コンフィギュレーションコマンドによる設定を上書きします。
ステップ 2	`Switch# show udld` *interface*	設定を確認します。

光ファイバ以外のインターフェイス上での UDLD のディセーブル化

個々の光ファイバ以外のインターフェイス上で UDLD をディセーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config-if)# no udld enable`	光ファイバ以外のインターフェイス上で UDLD をディセーブルにします。 **（注）** 光ファイバ インターフェイスの場合、**no udld enable** コマンドを使用すると、インターフェイスの設定は **udld enable** グローバル コンフィギュレーションコマンドによる設定に戻ります。
ステップ 2	`Switch# show udld` *interface*	設定を確認します。

光ファイバ インターフェイス上での UDLD のディセーブル化

特定の光ファイバ インターフェイス上で UDLD をディセーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config-if)# udld disable`	光ファイバ インターフェイス上で UDLD をディセーブルにします。 **（注）** このコマンドは、光ファイバ以外のインターフェイス上ではサポートされていません。 **udld enable** グローバル コンフィギュレーションコマンドの設定に戻すには、**no** キーワードを使用します。
ステップ 2	`Switch# show udld` *interface*	設定を確認します。

ディセーブルになったインターフェイスのリセット

UDLD によってシャットダウンされたすべてのインターフェイスをリセットするには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch# udld reset`	UDLD によってシャットダウンされたすべてのインターフェイスをリセットします。

CHAPTER 25

単一方向イーサネットの設定

(注) Supervisor Engine 6-E は、この機能をサポートしていません。

この章では、Catalyst 4000 ファミリ スイッチ上で単一方向イーサネットを設定する手順について説明します。この章の内容は、次のとおりです。

(注) この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

単一方向イーサネットの概要

スタブレス ギガビット イーサネット ポートは、単方向のトラフィックを送信または受信するように設定できます。単一方向イーサネットでは、全二重ギガポート イーサネット用に 2 つの光ファイバ ストランドを使用するのではなく、ギガポートの単方向トラフィックの送信または受信にファイバ ストランドを 1 つだけ使用します。ギガポートをそれぞれ送信または受信トラフィックに設定すると、ほとんどのトラフィックが無応答の単方向ビデオ ブロードキャスト ストリームであるような動画ストリーミングなどのアプリケーションで、トラフィック容量が 2 倍になります。

単一方向イーサネットの設定

（注） ポートの UniDirectional Link Detection（UDLD; 単一方向リンク検出）を自動的にディセーブルにするには、単一方向イーサネットをノンブロッキング ギガポートで設定する必要があります。

単一方向イーサネットをイネーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# interface {vlan vlan_ID | {fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet} slot/interface | Port-channel number}`	設定するインターフェイスを選択します。
ステップ 2	`Switch(config-if)# [no] unidirectional {send-only | receive-only}`	単一方向イーサネットをイネーブルにします。 単一方向イーサネットをディセーブルにするには、**no** キーワードを使用します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 4	`Switch# show interface {vlan vlan_ID | {fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet} slot/interface} unidirectional`	設定を確認します。

次に、インターフェイス GigabitEthernet 1/1 でトラフィックを単方向で送信するように設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface gigabitethernet 1/1
Switch(config-if)# unidirectional send-only
Switch(config-if)# end

Warning!

Enable l2 port unidirectional mode will automatically disable port udld.
You must manually ensure that the unidirectional link does not create
a spanning tree loop in the network.

Enable l3 port unidirectional mode will automatically disable ip routing
on the port. You must manually configure static ip route and arp entry
in order to route ip traffic.
```

次に、インターフェイス GigabitEthernet 1/1 でトラフィックを単方向で受信するように設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface gigabitethernet 1/1
Switch(config-if)# unidirectional receive-only
Switch(config-if)# end

Warning!

Enable l2 port unidirectional mode will automatically disable port udld.
You must manually ensure that the unidirectional link does not create
a spanning tree loop in the network.

Enable l3 port unidirectional mode will automatically disable ip routing
on the port. You must manually configure static ip route and arp entry
in order to route ip traffic.
```

次に、設定を確認する例を示します。

```
Switch>show interface gigabitethernet 1/1 unidirectional
  show interface gigabitethernet 1/1 unidirectional
  Unidirectional configuration mode: send only
  CDP neighbour unidirectional configuration mode: receive only
```

次に、インターフェイス GigabitEthernet 1/1 上で単一方向イーサネットをディセーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface gigabitethernet 1/1
Switch(config-if)# no unidirectional
Switch(config-if)# end
```

次に、単一方向イーサネットをサポートしないポートに **show interface** コマンドを発行した場合の結果を示します。

```
Switch#show interface f6/1 unidirectional
Unidirectional Ethernet is not supported on FastEthernet6/1
```

CHAPTER 26

レイヤ 3 インターフェイスの設定

この章では、Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上のレイヤ 3 インターフェイスについて説明します。設定上の注意事項、設定手順、および設定例についても示します。

この章の主な内容は、次のとおりです。

(注) この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

レイヤ 3 インターフェイスの概要

ここでは、次の内容について説明します。

Catalyst 4500 ファミリ スイッチは、Cisco IOS IP および IP ルーティング プロトコルでレイヤ 3 インターフェイスをサポートしています。*ネットワーク*レイヤであるレイヤ 3 は、主にパケット内データの論理インターネットワーク パスへのルーティングを行います。

*データ リンク*レイヤであるレイヤ 2 は、*物理*レイヤ（レイヤ 1）を制御するプロトコルと、メディアに伝送される前のデータのフレーミング方法が含まれています。LAN 上の 2 つのセグメント間でフレーム内のデータをフィルタリングおよび転送するレイヤ 2 の機能を、*ブリッジング*といいます。

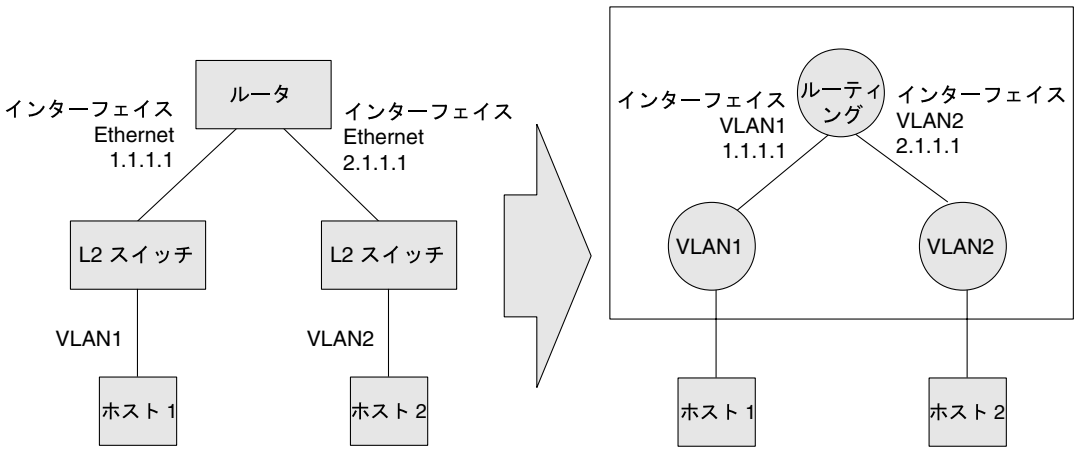
Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、2 種類のレイヤ 3 インターフェイスをサポートしています。論理レイヤ 3 VLAN（仮想 LAN）インターフェイスは、ルーティングとブリッジングの機能を統合します。Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、物理レイヤ 3 インターフェイスを使用して従来のルータのように設定できます。

論理レイヤ 3 VLAN インターフェイス

論理レイヤ 3 VLAN インターフェイスは、レイヤ 2 スイッチ上の VLAN への論理ルーティング インターフェイスとして機能します。従来のネットワークでは、ルータとスイッチ間の物理インターフェイスが VLAN 間ルーティングを実行する必要がありました。Catalyst 4500 シリーズ スイッチは単一の Catalyst 4500 シリーズ スイッチでのルーティングとブリッジング機能を統合することで、VLAN 間ルーティングをサポートします。

図 26-1 では、従来のネットワークで 3 台の物理デバイスによって実行されていたルーティングとブリッジング機能が、どのようにして 1 台の Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上で論理的に実行されているかを示します。

図 26-1　Catalyst 4500 シリーズ スイッチの論理レイヤ 3 VLAN インターフェイス



VLAN 間ルーティングでの従来のネットワーク トポロジ

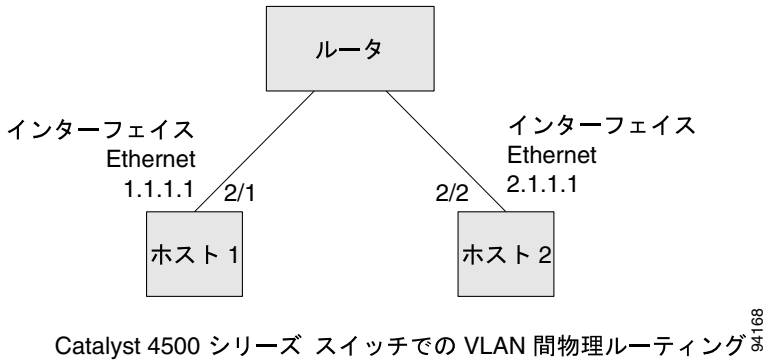
1 台の Catalyst 4500 シリーズ スイッチでの VLAN 間論理ルーティング

物理レイヤ 3 インターフェイス

物理レイヤ 3 インターフェイスは、従来のルータに等しい機能をサポートします。これらのレイヤ 3 インターフェイスは、Catalyst 4500 シリーズ スイッチへの物理ルーティング インターフェイスをホストに提供します。

図 26-2 に、Catalyst 4500 シリーズ スイッチが従来のルータとして機能する例を示します。

図 26-2　Catalyst 4500 シリーズ スイッチの物理レイヤ 3 インターフェイス



Catalyst 4500 シリーズ スイッチでの VLAN 間物理ルーティング

SVI 自動ステート除外の概要

（注） Supervisor Engine 6-E は、SVI 自動ステート除外をサポートして*いません*。

ルータ VLAN インターフェイスは「アップ / アップ」状態となるために、次の一般的な条件を満たす必要があります。

- VLAN がスイッチの VLAN データベースに存在し、「アクティブ」であること。
- VLAN インターフェイスがルータに存在し、管理上のダウン状態であること。
- 少なくとも 1 つのレイヤ 2（アクセス ポートまたはトランク）ポートが存在し、この VLAN 上でリンクが「アップ」状態であり、VLAN でスパニングツリー フォワーディング ステートであること。

（注） 対応する VLAN リンクに属する最初のスイッチポートがアップになり、スパニングツリー フォワーディング ステートとなると、VLAN インターフェイスのプロトコル ライン ステートがアップになります。

通常、VLAN 内に VLAN インターフェイスのポートが複数ある場合は、VLAN 内のすべてのポートが「ダウン」するときに SVI が「ダウン」します。SVI 自動ステート除外機能は、SVI の「アップおよびダウン」カウント時にカウントしないポートをマーキングするノブになり、ポートでイネーブルであるすべての VLAN に適用されます。

VLAN インターフェイスは、レイヤ 2 ポートがコンバージェンス（つまり、リスニングおよびラーニングからフォワーディングに移行）する時間を経過した後、起ち上がります。これにより、ルーティング プロトコルおよびその他の機能が VLAN インターフェイスをフル稼働させるまで使用しないようにします。また、ブラック ホール ルーティングなどの別の問題が発生しないようにします。

レイヤ 3 インターフェイス カウンタの概要

（注） Supervisor Engine 6-E は、レイヤ 2 インターフェイス カウンタをサポートして*いません*。Supervisor Engine 6-E は、レイヤ 3（SVI）インターフェイス カウンタをサポートしています。

Supervisor Engine 6-E では、IPv4 パケットおよび IPv6 パケットはハードウェア転送エンジンによりルーティングされます。このエンジンは、最大 4095 個のインターフェイスについてルーティングされたパケットのカウントの統計情報をサポートします。この統計は、次のカウンタが含まれます。

- 入力ユニキャスト
- 入力マルチキャスト
- 出力ユニキャスト
- 出力マルチキャスト

各種のカウンタについて、パケット数および送受信される合計バイト数の両方がカウントされます。

サポートされるカウンタの合計数が、サポートされるレイヤ 3 インターフェイスの合計数より少ないため、レイヤ 3 インターフェイスのカウンタがなくなる場合もあります。そのため、ユーザがレイヤ 3 インターフェイスにカウンタを割り当てると、あるレイヤ 3 インターフェイスのデフォルト設定にはカウンタがなくなります。

（注） レイヤ 3 インターフェイス カウンタをイネーブルにするには、インターフェイス モードで **counter** コマンドを発行する必要があります。レイヤ 3 インターフェイス カウンタを設定する手順については、「レイヤ 3 インターフェイス カウンタの設定」（p.26-11）を参照してください。

これらのハードウェア カウンタは、**show interface** コマンドの出力に表示されます。次に例を示します。

```
Switch# show interface vlan 1
Vlan1 is up, line protocol is up
  Hardware is Ethernet SVI, address is 0005.9a38.6cff (bia 0005.9a38.6cff)
  Internet address is 10.0.0.1/8
  MTU 1500 bytes, BW 1000000 Kbit, DLY 10 usec,
     reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation ARPA, loopback not set
  Keepalive not supported
  ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
  Last input never, output never, output hang never
  Last clearing of "show interface" counters never
  Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
  Queueing strategy: fifo
  Output queue: 0/40 (size/max)
  5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
  5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
  L3 in Switched: ucast: 0 pkt, 0 bytes - mcast: 0 pkt, 0 bytes     <====
  L3 out Switched: ucast: 0 pkt, 0 bytes - mcast: 0 pkt, 0 bytes    <====
     0 packets input, 0 bytes, 0 no buffer
     Received 0 broadcasts (0 IP multicasts)
     0 runts, 0 giants, 0 throttles
     0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
     1 packets output, 46 bytes, 0 underruns
     0 output errors, 0 interface resets
     0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
```

設定時の注意事項

Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、AppleTalk ルーティングおよび IPX ルーティングをサポートします。AppleTalk ルーティングおよび IPX ルーティングについては、次の URL の『*Cisco IOS AppleTalk and Novell IPX Configuration Guide*』の「Configuring AppleTalk」および「Configuring Novell IPX」を参照してください。

http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2/atipx/configuration/guide/2cfapple.html

（注） Supervisor Engine 6-E は、AppleTalk および IPX ルーティングをサポートしていません。

Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、レイヤ 3 ファスト イーサネット、ギガビット イーサネット、10 ギガビット イーサネット インターフェイスでサブインターフェイスまたは **encapsulation** キーワードをサポートしていません。

（注） Cisco IOS ソフトウェアが稼働するすべてのレイヤ 3 インターフェイスと同様に、Switch Virtual Interface（SVI; スイッチ仮想インターフェイス）に割り当てられる IP アドレスおよびネットワークは、スイッチ上の他のレイヤ 3 インターフェイスに割り当てられるものと重複できません。

論理レイヤ 3 VLAN インターフェイスの設定

（注） 論理レイヤ 3 VLAN インターフェイスを設定する前に、スイッチ上に VLAN を作成および設定し、レイヤ 2 インターフェイスに VLAN メンバシップを割り当てる必要があります。また、IP ルーティングがディセーブルの場合は IP ルーティングをイネーブルにし、IP ルーティング プロトコルを指定する必要があります。

論理レイヤ 3 VLAN インターフェイスを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# vlan vlan_ID`	VLAN を作成します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface vlan vlan_ID`	設定するインターフェイスを選択します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# ip address` ip_address *subnet_mask*	IP アドレスおよび IP サブネットを設定します。
ステップ 4	`Switch(config-if)# no shutdown`	インターフェイスをイネーブルにします。
ステップ 5	`Switch(config-if)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 6	`Switch# copy running-config startup-config`	設定変更内容を NVRAM に保存します。
ステップ 7	`Switch# show interfaces` [*type slot/interface*] `Switch# show ip interfaces` [*type slot/interface*] `Switch# show running-config interfaces` [*type slot/interface*] `Switch# show running-config interfaces vlan` vlan_ID	設定を確認します。

次に、論理レイヤ 3 VLAN インターフェイス vlan 2 を設定し、IP アドレスを割り当てる例を示します。

```
Switch> enable
Switch# config term
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# vlan 2
Switch(config)# interface vlan 2
Switch(config-if)# ip address 10.1.1.1 255.255.255.248
Switch(config-if)# no shutdown
Switch(config-if)# end
```

次に、**show interfaces** コマンドを使用して、レイヤ 3 VLAN インターフェイス vlan 2 のインターフェイス IP アドレスの設定およびステータスを表示する例を示します。

```
Switch# show interfaces vlan 2
Vlan2 is up, line protocol is down
  Hardware is Ethernet SVI, address is 00D.588F.B604 (bia 00D.588F.B604)
  Internet address is 172.20.52.106/29
  MTU 1500 bytes, BW 1000000 Kbit, DLY 10 usec,
     reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation ARPA, loopback not set
  ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
  Last input never, output never, output hang never
  Last clearing of "show interface" counters never
  Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
  Queueing strategy: fifo
  Output queue: 0/40 (size/max)
  5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
  5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
     0 packets input, 0 bytes, 0 no buffer
     Received 0 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
     0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
     0 packets output, 0 bytes, 0 underruns
     0 output errors, 0 interface resets
     0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
Switch#
```

次に、**show running-config** コマンドを使用して、レイヤ 3 VLAN インターフェイス vlan 2 のインターフェイス IP アドレスの設定を表示する例を示します。

```
Switch# show running-config
Building configuration...

Current configuration : !
interface Vlan2
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.248
!
ip classless
no ip http server
!
!
line con 0
line aux 0
line vty 0 4
!
end
```

レイヤ 3 インターフェイスとしての VLAN の設定

ここでは、次の内容について説明します。

SVI 自動ステート除外の設定

（注） Supervisor Engine 6-E は、SVI 自動ステート除外機能をサポートして*いません*。

（注） SVI 自動ステート除外機能は、デフォルトでイネーブルであり、STP ステートと同期しています。

SVI 自動ステート除外機能は、次のポート設定変更が発生した場合に、スイッチのレイヤ 3 インターフェイスのシャットダウン（または起動）を行います。

- VLAN 上の最後のポートがダウンし、その VLAN 上のレイヤ 3 インターフェイスがシャットダウンする場合（SVI 自動ステート）。
- VLAN 上の最初のポートが立ち上がった状態に戻り、それまでシャットダウンしていた VLAN 上のレイヤ 3 インターフェイスが起ち上がる場合。

SVI 自動ステート除外は、SVI のステータス定義（アップまたはダウン）に含まれるアクセス ポートまたはトランクを、それが同じ VLAN に属する場合でも除外します。さらに、除外されたアクセス ポートまたはトランクがアップ状態であり、VLAN 内の別のポートがダウン状態である場合でも、SVI ステートはダウンに変更されます。

SVI ステートを「アップ」にするには、少なくとも VLAN 内の 1 つのポートがアップ状態であり、除外されていない必要があります。これは、SVI ステータスの決定時にモニタリング ポートのステータスを除外するために役立ちます。

SVI 自動ステート除外を適用するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface` *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# switchport autostate exclude`	SVI のステータス定義（アップまたはダウン）に含まれるアクセス ポートまたはトランクを除外します。
ステップ 4	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーション モードを終了します。
ステップ 5	`Switch# show run int g3/4`	実行コンフィギュレーションを表示します。
ステップ 6	`Switch# show int g3/4 switchport`	設定を確認します。

次に、SVI 自動ステート除外をインターフェイス g3/1 に適用する例を示します。

```
Switch# conf terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface g3/1
Switch(config-if)# switchport autostate exclude
Switch(config-if)# end
Switch# show run int g3/4
Building configuration...

Current configuration : 162 bytes
!
interface GigabitEthernet3/4
 switchport trunk encapsulation dot1q
 switchport trunk allowed vlan 2,3
 switchport autostate exclude                                    <=====
 switchport mode trunk
end

Switch# show int g3/4 switchport
Name: Gi3/4
Switchport: Enabled
Administrative Mode: trunk
Operational Mode: trunk
Administrative Trunking Encapsulation: dot1q Operational Trunking Encapsulation: dot1q
Negotiation of Trunking: On Access Mode VLAN: 1 (default) Trunking Native Mode VLAN: 1
(default) Administrative Native VLAN tagging: enabled Voice VLAN: none Administrative
private-vlan host-association: none Administrative private-vlan mapping: none
Administrative private-vlan trunk native VLAN: none Administrative private-vlan trunk
Native VLAN tagging: enabled Administrative private-vlan trunk encapsulation: dot1q
Administrative private-vlan trunk normal VLANs: none Administrative private-vlan trunk
associations: none Administrative private-vlan trunk mappings: none Operational
private-vlan: none Trunking VLANs Enabled: 2,3 Pruning VLANs Enabled: 2-1001 Capture
Mode Disabled Capture VLANs Allowed: ALL
Autostate mode exclude                                        <=======

Unknown unicast blocked: disabled
Unknown multicast blocked: disabled
Appliance trust: none
Switch#
```

IP MTU サイズの設定

インターフェイスから送信された IPv4 パケットまたは IPv6 パケットの Maximum Transmission Unit（MTU; 最大伝送ユニット）サイズをプロトコルごとに設定できます。

MTU の制限事項については、「MTU の概要」（p.6-20）を参照してください。

（注）　インターフェイスにプロトコルに限定されない MTU 値を設定するには、**mtu** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用します。MTU 値の（**mtu** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用した）変更は、IP MTU 値に影響を与えます。現在の IP MTU 値が MTU 値と一致する場合に MTU 値を変更すると、IP MTU 値は新しい MTU と一致するよう自動的に変更されます。ただし、逆の場合は同様ではありません。IP MTU 値を変更しても **mtu** コマンドの値には影響がありません。

MTU サイズの設定については、「MTU サイズの設定」（p.6-22）を参照してください。

インターフェイスから送信された IPv4 パケットまたは IPv6 パケットの Maximum Transmission Unit（MTU; 最大伝送ユニット）サイズをプロトコルごとに設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface` *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# [no] ip mtu` <*mtu_size*> **or** `Switch(config-if)# [no] ipv6 mtu` <*mtu_size*>	MPv4 MTU サイズを設定します。 MPv6 MTU サイズを設定します。 このコマンドの no 形式を使用すると、デフォルトの MTU サイズ（1500 バイト）に戻ります。
ステップ 4	`Switch(config-if)# exit`	インターフェイス コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 5	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 6	`Switch# show run interface` *interface-id*	実行コンフィギュレーションを表示します。

次に、インターフェイスで IPv4 MTU を設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface vlan 1
Switch(config-if)# ip mtu 68
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# end
Switch# show ip interface vlan 1
Vlan1 is up, line protocol is up
  Internet address is 10.10.10.1/24
  Broadcast address is 255.255.255.255
  Address determined by setup command
  MTU is 68 bytes
  Helper address is not set
.....................(continued)

The following example shows how to configure ipv6 mtu on an interface
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface vlan 1
Switch(config-if)# ipv6 mtu 1280
Switch(config)# end
Switch# show ipv6 nterface vlan 1

This example shows how to verify the configuration
Vlan1 is up, line protocol is up
  IPv6 is enabled, link-local address is FE80::214:6AFF:FEBC:DEEA
  Global unicast address(es):
    1001::1, subnet is 1001::/64
  Joined group address(es):
    FF02::1
    FF02::1:FF00:1
    FF02::1:FFBC:DEEA
  MTU is 1280 bytes
.................(continued)
```

（注） CLI を使用して IPv6 をインターフェイスでイネーブルにする場合、次のメッセージが表示される場合があります。`% Hardware MTU table exhausted` このようなシナリオでは、ハードウェアでプログラムされている IPv6 MTU 値が IPv6 インターフェイス MTU 値と異なっています。この状況は、ハードウェア MTU テーブルにさらに値を保存する容量がない場合に発生します。使用していない MTU 値の設定を解除することでテーブル内のスペースを空けてから、インターフェイスで IPv6 をディセーブルにして再度イネーブルにするか、MTU 設定を再度適用します。

レイヤ 3 インターフェイス カウンタの設定

（注） Supervisor Engine 6-E は、インターフェイス カウンタをサポートしていません。

（注） ラインカードを*削除*すると、このラインカードのポート上でイネーブルにされているレイヤ 3 カウンタは未設定となります。そのため、ラインカードを再度挿入するときにレイヤ 3 カウンタを再度イネーブルにするには、そのラインカードのレイヤ 3 ポートに対してカウンタ CLI を再設定する必要があります。

レイヤ 3 インターフェイス カウンタを設定する（カウンタをレイヤ 3 インターフェイスに割り当てる）には、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface` *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# counter`	カウンタををイネーブルにします。
ステップ 4	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーション モードを終了します。
ステップ 5	`Switch# show run interface` *interface-id*	実行コンフィギュレーションを表示します。

次に、インターフェイス VLAN 1 上でカウンタをイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface vlan 1
Switch(config-if)# counter
Switch(config-if)# end
Switch#
00:17:15: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Switch# show run interface vlan 1
Building configuration...

Current configuration : 63 bytes
!
interface Vlan1
 ip address 10.0.0.1 255.0.0.0
 counter
end
```

（注） カウンタを削除するには、**counter** コマンドの no 形式を使用します。

最大数のカウンタがすでに割り当てられている場合は、**counter** コマンドは失敗し、エラー メッセージが表示されます。

```
Switch# config terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface fa3/2
Switch(config-if)# no switchport
Switch(config-if)# counter
 Counter resource exhausted
Switch(config-if)# end
Switch#
00:24:18: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
```

この場合、別のインターフェイスのカウンタを解放して新しいインターフェイスが使用できるようにする必要があります。

物理レイヤ 3 インターフェイスの設定

（注） 物理レイヤ 3 インターフェイスを設定する前に、IP ルーティングがディセーブルの場合は IP ルーティングをイネーブルにし、IP ルーティング プロトコルを指定する必要があります。

物理レイヤ 3 インターフェイスを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)#ip routing`	IP ルーティングをイネーブルにします（IP ルーティングがディセーブルになっている場合のみ）。
ステップ 2	`Switch(config)# interface {fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet} slot/port} | {port-channel port_channel_number}`	設定するインターフェイスを選択します。
ステップ 3	`Switch(config-if)#no switchport`	このポートを物理レイヤ 2 ポートから物理レイヤ 3 ポートに変換します。
ステップ 4	`Switch(config-if)# ip address ip_address subnet_mask`	IP アドレスおよび IP サブネットを設定します。
ステップ 5	`Switch(config-if)# no shutdown`	インターフェイスをイネーブルにします。
ステップ 6	`Switch(config-if)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 7	`Switch# copy running-config startup-config`	設定変更内容を NVRAM に保存します。
ステップ 8	`Switch# show interfaces [type slot/interface]` `Switch# show ip interfaces [type slot/interface]` `Switch# show running-config interfaces [type slot/interface]`	設定を確認します。

次に、インターフェイス FastEthernet 2/1 に IP アドレスを設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# ip routing
Switch(config)# interface fastethernet 2/1
Switch(config-if)# no switchport
Switch(config-if)# ip address 10.1.1.1 255.255.255.248
Switch(config-if)# no shutdown
Switch(config-if)# end
Switch#
```

次に、**show running-config** コマンドを使用して、インターフェイス FastEthernet 2/1 のインターフェイス IP アドレスの設定を表示する例を示します。

```
Switch# show running-config
Building configuration...
!
interface FastEthernet2/1
 no switchport
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.248
!
…
ip classless
no ip http server
!
!
line con 0
line aux 0
line vty 0 4
!
end
```

EIGRP スタブ ルーティングの設定

ここでは、次の内容について説明します。

概要

EIGRP スタブ ルーティング機能は、すべてのイメージで使用することができ、エンド ユーザの近くにルーテッド トラフィックを移動することでリソースの利用率を低減させます。

IP ベース イメージには EIGRP スタブ ルーティングのみが含まれています。IP サービス イメージには、完全な EIGRP ルーティングが含まれています。

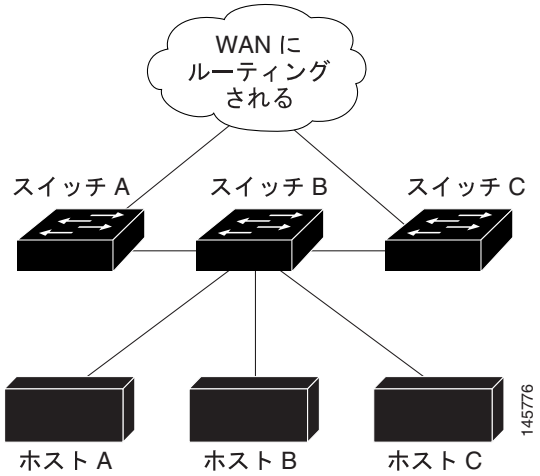
EIGRP スタブ ルーティングを使用するネットワークでは、IP トラフィックがユーザに到達するには、ルート EIGRP スタブ ルーティングを設定しているスイッチを通過する必要があります。スイッチは、ユーザ インターフェイスとして設定されているインターフェイスまたは他のデバイスに接続されているインターフェイスにルーテッド トラフィックを送信します。

EIGRP スタブ ルーティングを使用する場合、EIGRP を使用するように、ディストリビューション ルータおよびリモート ルータを設定し、さらにスイッチのみをスタブとして設定する必要があります。指定したルートのみがスイッチから伝播されます。スイッチは、サマリー、接続ルート、およびルーティング アップデートに対するすべてのクエリーに応答します。

スタブであることを通知するパケットを受信するネイバーは、スタブ ルータに対してルートのクエリーを実行せず、スタブ ピアを有するルータはそのピアに対するクエリーを実行しません。スタブ ルータは、ディストリビューション ルータに依存してすべてのピアに適切なアップデートを送信します。

図 26-3 では、スイッチ B が EIGRP スタブ ルータとして設定されています。スイッチ A および C は残りの WAN に接続されています。スイッチ B は、接続ルート、スタティック ルート、再配布ルート、集約ルートをスイッチ A および C からホスト A、B、および C にアドバタイズします。スイッチ B はスイッチ A から学習したルートをアドバタイズしません（逆の場合も同様です）。

図 26-3　EIGRP スタブ ルータの構成



EIGRP スタブ ルーティングの詳細については、『*Cisco IOS IP Configuration Guide, Volume 2 of 3: Routing Protocols*』Release 12.2 の「Configuring EIGRP Stub Routing」を参照してください。

EIGRP スタブ ルーティングの設定方法

EIGRP スタブ ルーティング機能は、ネットワークの安定性を高め、リソース利用率を抑え、スタブ ルータ構成を簡素化します。

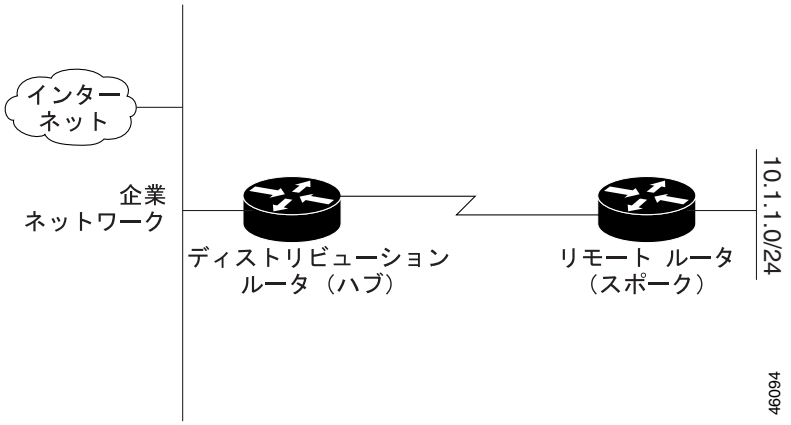
スタブ ルーティングは、一般的に、ハブ アンド スポーク型のネットワーク トポロジで使用されます。ハブ アンド スポーク型ネットワークでは、1 つまたは複数のエンド ネットワーク（スタブ）が、1 つまたは複数のディストリビューション ルータ（ハブ）に接続したリモート ルータ（スポーク）に接続しています。リモート ルータは 1 つまたは複数のディストリビューション ルータにのみ隣接します。IP トラフィックがリモート ルータに到達する唯一のルートは、ディストリビューション ルータを経由するものです。このタイプの構成は、一般的に、ディストリビューション ルータが直接 WAN に接続している WAN トポロジで使用されています。ディストリビューション ルータは多くのリモート ルータに接続できます。多くの場合、ディストリビューション ルータは 100 以上のリモート ルータに接続されます。ハブ アンド スポーク型のトポロジでは、リモート ルータはすべての非ローカル トラフィックをディストリビューション ルータに転送する必要があるため、リモート ルータが完全なルーティング テーブルを保持する必要はなくなります。一般に、ディストリビューション ルータはデフォルト ルート以外の情報をリモート ルータに送信する必要はありません。

EIGRP スタブ ルーティング機能を使用する場合、EIGRP を使用するように、ディストリビューション ルータおよびリモート ルータを設定し、さらにリモート ルータのみをスタブとして設定する必要があります。指定したルートのみがリモート（スタブ）ルータから伝播されます。スタブ ルータはサマリー、接続ルート、再配布スタティック ルート、外部ルート、および内部ルートのすべてのクエリーを「アクセス不可」のメッセージで応答します。スタブとして設定されたルータは、すべての隣接ルータに特別なピア情報パケットを送信し、自身がスタブ ルータであることを報告します。

スタブであることを通知するパケットを受信するネイバーは、スタブ ルータに対してルートのクエリーを実行せず、スタブ ピアを有するルータはそのピアに対するクエリーを実行しません。スタブ ルータは、ディストリビューション ルータに依存してすべてのピアに適切なアップデートを送信します。

図 26-4 に、単純なハブ アンド スポーク構成を示します。

図 26-4　単純なハブ アンド スポーク型ネットワーク



スタブ ルーティング機能自体は、ルートがリモート ルータにアドバタイズされるのを防ぐことはありません。図 26-4 の例では、リモート ルータはディストリビューション ルータのみを通じて企業ネットワークおよびインターネットにアクセスできます。この例では、リモート ルータが完全なルート テーブルを保有しても機能面での意味はありません。企業ネットワークとインターネットへのパスは常にディストリビューション ルータを経由するためです。ルート テーブルが大きくなると、リモート ルータに必要なメモリ量が減るだけです。帯域幅とメモリは、ディストリビューション ルータのルートを集約およびフィルタリングすることによって節約できます。リモート ルータは、宛先に関わりなく、ディストリビューション ルータにすべての非ローカル トラフィックを送信する必要があるため、他のネットワークから学習されたルートを受け取る必要がありません。真のスタブ ネットワークが望ましい場合、ディストリビューション ルータはリモート ルータにデフォルト ルートのみを送信するように設定する必要があります。EIGRP スタブ ルーティング機能では、自動的にディストリビューション ルータでの要約をイネーブルにしません。ほとんどの場合、ネットワーク管理者がディストリビューション ルータでの集約を設定する必要があります。

（注） ディストリビューション ルータがリモート ルータにデフォルト ルートのみを送信するように設定する場合、リモート ルータで **ip classless** コマンドを使用する必要があります。デフォルトでは、EIGRP スタブ ルーティング機能をサポートするすべての Cisco IOS イメージで **ip classless** コマンドがイネーブルになっています。

スタブ機能を使用しない場合、ディストリビューション ルータからリモート ルータに送信されるルートがフィルタリングまたは集約されたあとでも、問題が生じることがあります。ルートが企業ネットワーク内のどこかで失われた場合、EIGRP はディストリビューション ルータにクエリーを送信できます。そのあと、ディストリビューション ルータはルートが集約されている場合でもリモート ルータにクエリーを送信します。WAN リンクを使用したディストリビューション ルータとリモート ルータ間の通信に問題がある場合、EIGRP Stuck In Active（SIA）状態が発生し、ネットワークのどこかで不安定になる可能性があります。EIGRP スタブ ルーティング機能を使用することにより、ネットワーク管理者はリモート ルータへクエリーが送信されないようにできます。

デュアルホーム リモート トポロジ

リモート ルータを単一のディストリビューション ルータに接続する簡単なハブ アンド スポーク型ネットワーク以外に、リモート ルータを複数のディストリビューション ルータにデュアルホーム接続できます。この構成では冗長性が増し、一意性の問題が生じますが、スタブ機能がこれらの問題の対処に役立ちます。

デュアルホーム リモート ルータは、複数のディストリビューション ルータ（ハブ）を使用します。ただし、スタブ ルーティングの原理はハブ アンド スポーク型トポロジの場合と同じです。図 26-5 にリモート ルータを 1 つ使用した一般的なデュアルホーム リモート トポロジを示していますが、ディストリビューション ルータ 1 とディストリビューション ルータ 2 の同じインターフェイスに 100 以上のルータを接続できます。リモート ルータは最適なルートを使用して宛先に到達します。ディストリビューション ルータ 1 に障害が発生した場合、リモート ルータはディストリビューション ルータ 2 を使用して企業ネットワークに到達できます。

図 26-5　単純なデュアルホーム リモート トポロジ

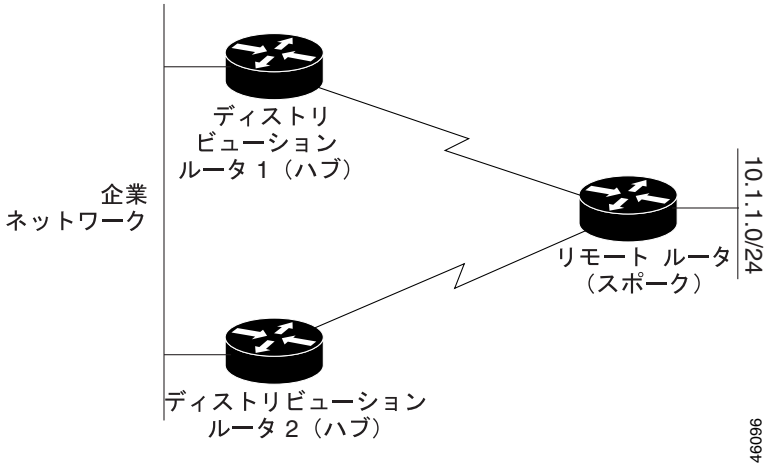


図 26-5 に、リモート ルータ 1 つとディストリビューション ルータ 2 つから構成される簡単なデュアルホーム リモートを示します。いずれのディストリビューション ルータも企業ネットワークとスタブ ネットワーク 10.1.1.0/24 へのルートを維持します。

デュアルホーム ルーティングによって、EIGRP ネットワークが不安定になる場合があります。図 26-6 では、ディストリビューション ルータ 1 はネットワーク 10.3.1.0/24 に直接接続しています。ディストリビューション ルータ 1 に集約またはフィルタリングが適用された場合、このルータは直接接続したすべての EIGRP ネイバー（ディストリビューション ルータ 2 およびリモート ルータ）にネットワーク 10.3.1.0/24 をアドバタイズします。

図 26-6　ディストリビューション ルータ 1 を 2 つのネットワークに接続したデュアルホーム リモート トポロジ

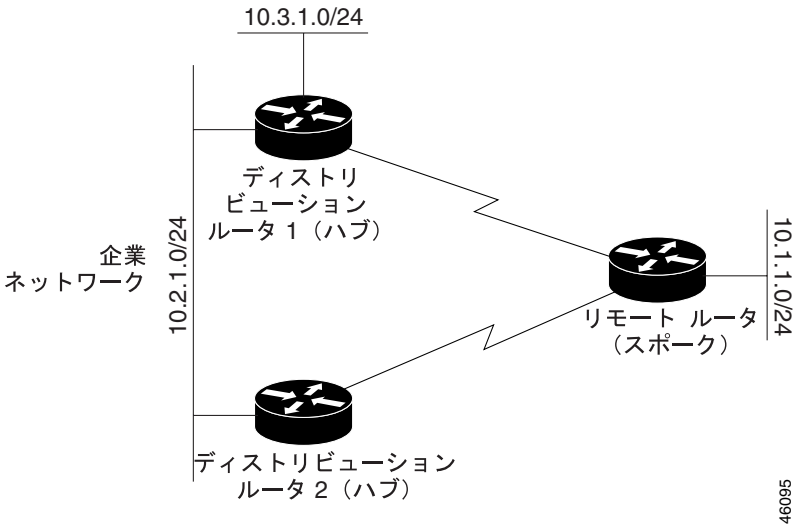
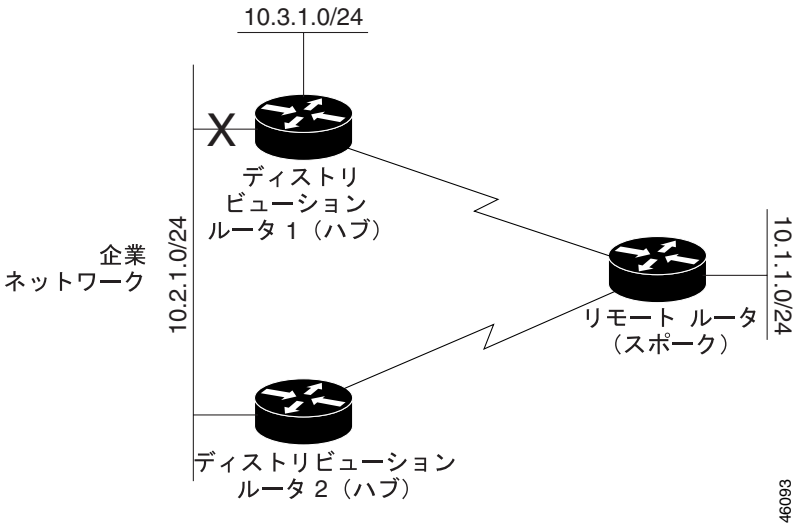


図 26-6 に、ディストリビューション ルータ 1 をネットワーク 10.3.1.0/24 とネットワーク 10.2.1.0/24 の両方に接続した単純なデュアルホーム リモート ルータを示します。

ディストリビューション ルータ 1 とディストリビューション ルータ 2 間の 10.2.1.0/24 リンクに障害が発生した場合、ディストリビューション ルータ 2 からネットワーク 10.3.1.0/24 までの最低コスト パスはリモート ルータを経由します（図 26-7 を参照）。それまで企業ネットワーク 10.2.1.0/24 を通過していたトラフィックが今度は帯域幅の相当低い接続を介して送信されるため、このルートは望ましくありません。低帯域幅 WAN 接続の利用率が高くなりすぎると、企業ネットワーク全体に影響するような多くの問題の原因になります。リモート ルータを通過する低帯域幅ルートの利用によって、WAN EIGRP ディストリビューション ルータがドロップする場合があります。ディストリビューションおよびリモート ルータのシリアル回線もドロップし、ディストリビューションおよびコア ルータで EIGRP SIA エラーが発生する可能性があります。

図 26-7　ディストリビューション ルータへのルートに障害が発生したデュアルホーム リモート トポロジ



ディストリビューション ルータ 2 からのトラフィックがネットワーク 10.3.1.0/24 に到達するために、リモート ルータを通過するのは望ましくありません。リンクが負荷を処理できるサイズであれば、バックアップ ルートの 1 つを使用することもできます。ただし、このタイプのほとんどのネットワークは、リモート ルータをリンク速度が比較的遅いリモート オフィスに配置しています。この問題は、ディストリビューション ルータとリモート ルータで適切な集約が設定されていれば防ぐことができます。

通常、ディストリビューション ルータからのトラフィックが中継パスとしてリモート ルータを使用するのは不適切です。ディストリビューション ルータからリモート ルータへの一般的な接続は、ネットワーク コアにおける接続よりも帯域幅が相当低くなります。中継パスとして接続帯域幅に限りがあるリモート ルータを使用した場合、一般にリモート ルータに過度の輻輳が生じます。EIGRP スタブ ルーティング機能は、リモート ルータがディストリビューション ルータにコア ルートをアドバタイズしないようにしてこの問題を防ぎます。ディストリビューション ルータ 1 を通じてリモート ルータが学習したルートは、ディストリビューション ルータ 2 にアドバタイズされません。リモート ルータはディストリビューション ルータ 2 にコア ルートをアドバタイズしないため、ディストリビューション ルータはネットワーク コアに向けられたトラフィックにはリモート ルータを中継点として使用しません。

EIGRP スタブ ルーティング機能は、ネットワークの安定性を高めるのに役立ちます。ネットワークが不安定になった場合、この機能は EIGRP クエリーが帯域幅に限りのあるリンクを使用して非中継ルータに送信されるのを防ぎます。その代わりに、スタブ ルータが接続されたディストリビューション ルータが、スタブ ルータに代わってクエリーに応答します。この機能は輻輳のある、または問題のある WAN リンクによってネットワークが不安定になる可能性を大幅に減らします。また EIGRP スタブ ルーティング機能は、ハブ アンド スポーク型ネットワークの設定とメンテナンスを簡易化します。デュアルホーム リモート構成でスタブ ルーティングがイネーブルになっている場合、リモート ルータにフィルタリングを設定して、リモート ルータがハブ ルータへの中継パスのように見えないようにする必要はありません。

注意　EIGRP スタブ ルーティングはスタブ ルータでのみ使用します。スタブ ルータは、コア中継トラフィックが通過すべきでないネットワーク コアまたはディストリビューション レイヤに接続されたルータとして定義されます。スタブ ルータは、ディストリビューション ルータ以外の EIGRP ネイバーを持つことはできません。この制約事項を無視すると、好ましくない動作が生じます。

（注）　ATM、イーサネット、フレーム リレー、ISDN PRI、X.25 などのマルチアクセス インターフェイスは、そのインターフェイス上のすべてのルータ（ハブ以外）がスタブ ルータとして設定されている場合にのみ、EIGRP スタブ ルーティング機能がサポートされます。

EIGRP スタブ ルーティングの設定作業リスト

ここでは、EIGRP スタブ ルーティングを設定するために実行する作業について説明します。最初に説明する作業は必須で、最後の作業はオプションです。

- EIGRP スタブ ルーティングの設定（必須）
- EIGRP スタブ ルーティングの確認（任意）

EIGRP スタブ ルーティングの設定

EIGRP スタブ ルーティングをリモート ルータまたはスポーク ルータに設定するには、ルータ コンフィギュレーションモードで次のコマンドを使用します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`router(config)# router eigrp 1`	EIGRP プロセスを実行するリモート ルータまたはディストリビューション ルータを設定します。
ステップ 2	`router(config-router)# network network-number`	EIGRP ディストリビューション ルータのネットワーク アドレスを指定します。
ステップ 3	`router(config-router)# eigrp stub [receive-only | connected | static | summary]`	リモート ルータを EIGRP スタブ ルータとして設定します。

EIGRP スタブ ルーティングの確認

リモート ルータが EIGRP でスタブ ルータとして設定されていることを確認するには、特権 EXEC モードでディストリビューション ルータから **show ip eigrp neighbor detail** コマンドを使用します。出力の最後の行は、リモート ルータまたはスポーク ルータのスタブ ステータスを示します。次の例は、**show ip eigrp neighbor detail** コマンドの出力を示します。

```
router# show ip eigrp neighbor detail
IP-EIGRP neighbors for process 1
H   Address                 Interface   Hold Uptime   SRTT   RTO  Q  Seq Type
                                        (sec)         (ms)       Cnt Num
0   10.1.1.2                Se3/1         11 00:00:59    1  4500  0  7
   Version 12.1/1.2, Retrans:2, Retries: 0
   Stub Peer Advertising ( CONNECTED SUMMARY ) Routes
```

EIGRP のモニタおよびメンテナンス

ネイバー テーブルからネイバーを削除するには、EXEC モードで次のコマンドを使用します。

コマンド	目的
Router# **clear ip eigrp neighbors** [*ip-address* | *interface*]	ネイバー テーブルからネイバーを削除します。

各種のルーティング統計を表示するには、EXEC モードで次のコマンドを使用します。

コマンド	目的
Router# **show ip eigrp interfaces** [*interface*] [*as-number*]	EIGRP に設定されているインターフェイスに関する情報を表示します。
Router# **show ip eigrp neighbors** [*type*|*number*|**static**]	EIGRP によって検出されたネイバーを表示します。
Router# **show ip eigrp topology** [*autonomous-system-number* | [[*ip-address*] *mask*]]	指定されたプロセスの EIGRP トポロジ テーブルを表示します。
Router# **show ip eigrp traffic** [*autonomous-system-number*]	すべてまたは指定された EIGRP プロセスの送受信パケット数を表示します。

EIGRP の設定例

ここでは、次の例について説明します。

- 経路集約の例
- ルート認証の例
- スタブ ルーティングの例

経路集約の例

次の例では、インターフェイス上に経路集約を設定し、また、自動サマリー機能を設定します。この設定によって、EIGRP は、イーサネット インターフェイス 0 からのネットワーク 10.0.0.0 だけを集約するようになります。さらに、この例では自動集約をディセーブルにします。

```
interface Ethernet 0
 ip summary-address eigrp 1 10.0.0.0 255.0.0.0
!
router eigrp 1
 network 172.16.0.0
 no auto-summary
```

（注）インターフェイスからのデフォルト ルート（0.0.0.0）を生成するのに、**ip summary-address eigrp** サマライズ コマンドは使用しないでください。このコマンドを使用すると、管理ディスタンスが 5 で、ヌル 0 インターフェイスへの EIGRP 集約デフォルト ルートが作成されます。このデフォルト ルートの管理ディスタンスの値が小さいと、ルーティング テーブル内の他のネイバーから学習されたデフォルト ルートにこのルートが置き換えられてしまうことがあります。ネイバーによって学習されたデフォルト ルートが集約デフォルト ルートによって置き換えられた場合、または集約ルートが存在する唯一のデフォルト ルートである場合、そのデフォルト ルート宛てのすべてのトラフィックはルータを離れず、その代わりに、このトラフィックがヌル 0 インターフェイスに送信され、そこでドロップされます。

所定のインターフェイスからのデフォルト ルートだけを送信するようにするには、**distribute-list** コマンドを使用することを推奨します。このコマンドを設定して、インターフェイスから送信されるデフォルト（0.0.0.0）以外のすべての発信ルート アドバタイズメントをフィルタリングできます。

ルート認証の例

次の例では、自律システム 1 で EIGRP パケットの MD5 認証をイネーブルにします。

ルータ A

```
interface ethernet 1
 ip authentication mode eigrp 1 md5
 ip authentication key-chain eigrp 1 holly
key chain holly
 key 1
  key-string 0987654321
  accept-lifetime 04:00:00 Dec 4 1996 infinite
  send-lifetime 04:00:00 Dec 4 1996 04:48:00 Dec 4 1996
 exit
 key 2
  key-string 1234567890
  accept-lifetime 04:00:00 Dec 4 1996 infinite
  send-lifetime 04:45:00 Dec 4 1996 infinite
```

ルータ B

```
interface ethernet 1
 ip authentication mode eigrp 1 md5
 ip authentication key-chain eigrp 1 mikel
key chain mikel
 key 1
  key-string 0987654321
  accept-lifetime 04:00:00 Dec 4 1996 infinite
  send-lifetime 04:00:00 Dec 4 1996 infinite
 exit
 key 2
  key-string 1234567890
  accept-lifetime 04:00:00 Dec 4 1996 infinite
  send-lifetime 04:45:00 Dec 4 1996 infinite
```

ルータ A は 1 のキーを使用した EIGRP パケットの MD5 ダイジェストを受け入れ、確認を試みます。また、2 のキーを使用したパケットも受け入れ、他のすべての MD5 パケットがドロップされます。ルータ A は、キー 2 を使用したすべての EIGRP パケットを送信します。

ルータ B はキー 1 またはキー 2 を受け入れ、キー 1 を送信します。このシナリオでは、MD5 が認証します。

スタブ ルーティングの例

eigrp stub コマンドでスタブとして設定されたルータは、デフォルトで接続および集約ルーティング情報をすべての隣接ルータと共有します。この動作を変更する場合、**eigrp stub** コマンドで 4 つのオプション キーワードを使用できます。

- **receive-only**
- **connected**
- **static**
- **summary**

ここでは、**eigrp stub** コマンドのすべての形式の設定例を示します。**eigrp stub** コマンドはいくつかのオプションを指定して変更できます。これらのオプションは、**receive-only** キーワードを除いて、どのような組み合わせも可能です。**receive-only** キーワードは、ルータがその EIGRP 自律システム内の他のルータとルートを共有することを制限します。また **receive-only** キーワードを使用すると、すべてのタイプのルートの送信が停止するため、他のオプションと併用できません。他の 3 つのオプション キーワード（**connected**、**static**、および **summary**）は、どのように組み合わせても使用できますが、**receive-only** キーワードと一緒には使用できません。これらの 3 つのキーワードのいずれかを **eigrp stub** コマンドで個別に使用した場合、接続および集約ルートは自動的に送信されません。

connected キーワードを指定すると、EIGRP スタブ ルーティング機能によって接続ルートが送信されます。接続ルートがネットワーク文で扱われない場合、EIGRP プロセスで **redistribute connected** コマンドを使用して接続ルートを再配布する必要が生じる場合があります。このオプションは、デフォルトでイネーブルに設定されています。

static キーワードを指定すると、EIGRP スタブ ルーティング機能によってスタティック ルートが送信されます。このオプションを指定しない場合、EIGRP は通常は自動的に再配布される内部スタティック ルートを含むすべてのスタティック ルートを送信しません。ただし、**redistribute static** コマンドを使用してスタティック ルートを再配布する必要があります。

summary キーワードを使用すると、EIGRP スタブ ルーティング機能によって集約ルートが送信されます。集約ルートは、**summary address** コマンドを使用して手動で作成することもでき、**auto-summary** コマンドをイネーブルにしてメジャー ネットワークの境界ルータで自動的に作成することもできます。このオプションは、デフォルトでイネーブルに設定されています。

次に、接続および集約ルートをアドバタイズするスタブとしてルータを設定するために **eigrp stub** コマンドが使用する例を示します。

```
router eigrp 1
network 10.0.0.0
eigrp stub
```

次に、接続およびスタティック ルート（集約ルートの送信は禁止）をアドバタイズするスタブとしてルータを設定するために **eigrp stub connected static** コマンドを使用する例を示します。

```
router eigrp 1
network 10.0.0.0
eigrp stub connected static
```

次に、ルータをスタブとして設定するのに **eigrp stub receive-only** コマンドを使用する例を示します。この設定では、接続、集約、またはスタティック ルートは送信されません。

```
router eigrp 1
network 10.0.0.0 eigrp
stub receive-only
```

CHAPTER 27

CEF の設定

この章では、Catalyst 4000 ファミリ スイッチ上の Cisco Express Forwarding（CEF; シスコ エクスプレス フォワーディング）について説明します。この機能の注意事項、設定手順、および設定例についても紹介します。

この章の主な内容は、次のとおりです。

(注) この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

CEF の概要

ここでは、CEF の動作を構成する 2 つの主なコンポーネントについて説明します。

CEF の利点

CEF は、先進的なレイヤ 3 IP スイッチング テクノロジーです。ダイナミック トラフィック パターンを特長とする大規模ネットワーク、または Web ベースのアプリケーションおよび対話型セッションを多用するネットワークで、パフォーマンスおよびスケーラビリティを最適化します。

CEF には次の利点があります。

- ルーティング テーブル情報が変更されると、キャッシュ全体がフラッシュされる場合がありますが、CEF はマルチレイヤ スイッチのキャッシュ方式のパフォーマンスを向上させます。
- レイヤ 3 ルーティング情報に基づいて、複数のリンクにパケットを分散させる形式でロードバランシングを行います。ネットワーク装置が宛先に対して複数のパスを検出した場合、その宛先に対応する複数のエントリでルーティング テーブルが更新されます。その宛先へのトラフィックは、それらのパスの間で分散されます。

CEF は、マルチレイヤ スイッチのルート キャッシュではなく、複数のデータ構造で情報を保存します。このデータ構造によって検索が最適化され、効率的なパケット転送が実現されます。

FIB

Forwarding Information Base（FIB; 転送情報ベース）は、IP ルーティング テーブルの転送情報のミラー イメージを格納したテーブルです。ネットワークでルーティングまたはトポロジが変更されると、ルート プロセッサが IP ルーティング テーブルを更新し、CEF が FIB を更新します。FIB エントリとルーティング テーブル エントリは 1 対 1 の関係なので、FIB には既知のすべてのルートが含まれます。したがって、高速スイッチング、最適スイッチングなど、スイッチング パスに関連するルート キャッシュのメンテナンスが不要になります。CEF は FIB を使用し、IP 宛先プレフィクスに基づいてスイッチングを決定し、IP ルーティング テーブルの情報に基づいてネクストホップ アドレス情報を維持します。

Catalyst 4500 シリーズ スイッチでは、CEF は Integrated Switching Engine ハードウェアに FIB をロードして、転送のパフォーマンスを向上させます。Integrated Switching Engine には、ルーティング情報を保存できる、決まった数のフォワーディング スロットがあります。この限度を超えると、CEF は自動的にディセーブルになり、すべてのパケットがソフトウェアで転送されます。この場合、スイッチ上のルート数を減らしてから、**ip cef** コマンドでハードウェア スイッチングを再度イネーブルにする必要があります。

隣接関係テーブル

CEF は、FIB のほかに、隣接関係テーブルを使用してレイヤ 2 アドレス情報を前に付け加えます。ネットワーク内のノードは、相互間の距離が 1 ホップ以内の場合に、「*隣接*」しているといいます。隣接関係テーブルで、すべての FIB エントリのレイヤ 2 ネクストホップ アドレスが維持されます。

隣接関係の検出

隣接関係テーブルは、新しい隣接ノードが検出されたときに更新されます。（Address Resolution Protocol［ARP; アドレス解決プロトコル］などを使用して）隣接関係エントリが作成されるたびに、その隣接ノードのリンクレイヤ ヘッダーが隣接関係テーブルに保存されます。ルートが確定すると、リンクレイヤ ヘッダーはネクストホップおよび対応する隣接関係エントリを指し示します。リンクレイヤ ヘッダーはそのあと、CEF パケット スイッチング時のカプセル化に使用されます。

隣接関係の解決

ロードバランシングと冗長性に同時に対応するようにルータが設定されている場合など、宛先プレフィクスへのルートに複数のパスが含まれることがあります。解決されたパスごとに、そのパスのネクストホップ インターフェイスに対応する隣接関係にポインタが追加されます。このメカニズムは、複数パス間でのロードバランシングに使用されます。

特殊な処理が必要な隣接関係タイプ

特定の例外条件が存在する場合、スイッチングを迅速に処理する目的で、ネクストホップ インターフェイスの隣接関係（ホスト ルートの隣接関係）に加え、他のタイプの隣接関係が使用されます。プレフィクスが定義されると、例外処理が必要なプレフィクスは、表 27-1 に示した特殊な隣接関係の 1 つを指定して、キャッシュに格納されます。

表 27-1　例外処理を伴う隣接タイプ

隣接タイプ	処理
Null	インターフェイス Null0 を宛先とするパケットはドロップされます。インターフェイス Null0 は、効果的なアクセス フィルタリング形式として使用できます。
Glean	ルータが複数のホストに直接接続されている場合、ルータ上の FIB テーブルは、個々のホストではなく、サブネットに対応するプレフィクスを維持します。サブネット プレフィクスは、Glean 隣接関係を指し示します。特定のホストにパケットを転送する必要がある場合、隣接データベースから特定のプレフィクスが集められます。
Punt	特殊な処理を必要とする機能や CEF スイッチングでまだサポートされていない機能は、次に上位のスイッチング レベルに送られます（パントされます）。
Discard	パケットがドロップされます。
Drop	パケットがドロップされます。

未解決の隣接関係

パケットの前にリンクレイヤ ヘッダーが追加された場合、FIB はネクストホップに対応する隣接関係を指し示すプリペンドを要求します。隣接関係が FIB によって作成され、ARP などのメカニズムでは検出されなかった場合、レイヤ 2 アドレッシング情報が不明であるため、その隣接関係は不完全とみなされます。レイヤ 2 情報が認識されると、パケットはルート プロセッサに転送され、ARP によって隣接関係が判別されます。

Catalyst 4500 シリーズ スイッチでの CEF の実装

ここでは、次の内容について説明します。

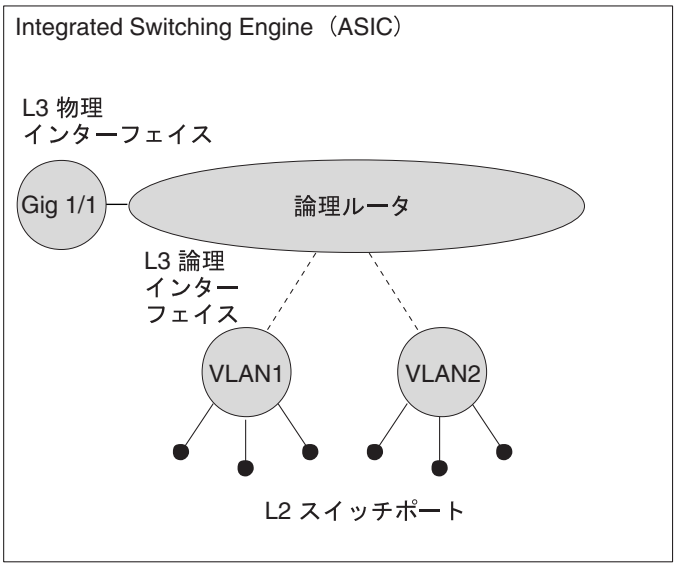
Catalyst 4000 ファミリ スイッチは、Application Specific Intergrated Circuit（ASIC; 特定用途向け集積回路）ベースの Integrated Switching Engine をサポートすることにより、次の処理を行います。

- レイヤ 2 でのイーサネット ブリッジング
- レイヤ 3 での IP ルーティング

ASIC はパケット転送専用に設計されているので、Integrated Switching Engine ハードウェアは、CPU サブシステム ソフトウェアより、はるかに高速でこの処理を実行できます。

図 27-1 に、Integrated Switching Engine 上の ASIC ベース レイヤ 2 およびレイヤ 3 スイッチング プロセスの概念を示します。

図 27-1　論理 L2/L3 スイッチング コンポーネント



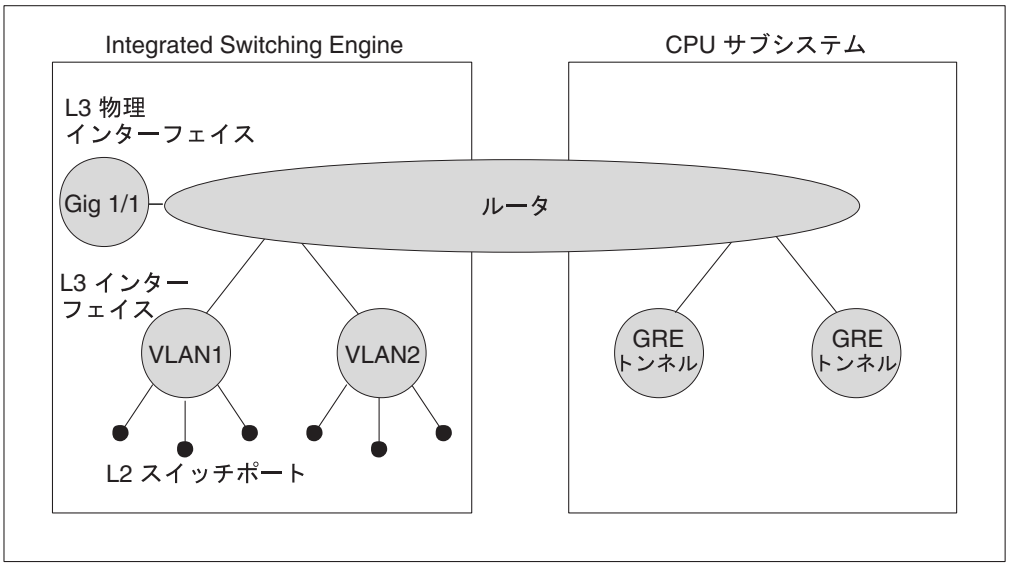
Integrated Switching Engine は、ASIC ハードウェアを使用して、論理レイヤ 3 インターフェイス上で VLAN（仮想 LAN）間ルーティングを実行します。ASIC ハードウェアは、ホスト、スイッチ、またはルータに接続するように設定できる物理レイヤ 3 インターフェイスもサポートしています。

ハードウェアおよびソフトウェアのスイッチング

通常のパケットについては、Integrated Switching Engine はハードウェアでパケット転送機能を実行します。これらのパケットは非常に高速でハードウェアスイッチングされます。例外のパケットは、CPU サブシステム ソフトウェアによって転送されます。Integrated Switching Engine が大部分のパケットをハードウェアで転送していることは、統計レポートからわかります。ソフトウェア転送の速度はハードウェア転送に比べて大幅に下がりますが、CPU サブシステムによってパケットが転送されても、ハードウェア転送の速度が下がることはありません。

図 27-2 は、Integrated Switching Engine および CPU サブシステムのスイッチング コンポーネントの概念図です。

図 27-2　ハードウェアおよびソフトウェア スイッチングのコンポーネント



Integrated Switching Engine は、ハードウェアで VLAN 間ルーティングを実行します。CPU サブシステム ソフトウェアは、Subnetwork Access Protocol（SNAP）カプセル化を使用する、VLAN へのレイヤ 3 インターフェイスをサポートします。CPU サブシステム ソフトウェアはさらに、Generic Routing Encapsulation（GRE; 総称ルーティング カプセル化）トンネルもサポートしています。

ハードウェア スイッチング

ハードウェア スイッチングは、Supervisor Engine III および Supervisor Engine IV の標準動作です。

ソフトウェア スイッチング

ソフトウェア スイッチングは、ハードウェアでトラフィックを処理できない場合に行われます。次のタイプの例外パケットがソフトウェアで処理されますが、速度は大幅に低下します。

- IP ヘッダー オプションを使用しているパケット

（注） TCP ヘッダー オプションを使用しているパケットは、転送の決定に影響しないので、ハードウェアでスイッチングされます。

- IP Time To Live（TTL; 存続可能時間）カウンタが満了しているパケット
- トンネル インターフェイスに転送されるパケット
- サポート対象外のカプセル化タイプを指定して送られてきたパケット
- サポート対象外のカプセル化タイプが設定されたインターフェイスにルーティングされるパケット
- 出力インターフェイスの Maximum Transmission Unit（MTU; 最大伝送ユニット）を超えているため分割が必要なパケット

- Internet Group Management Protocol（IGMP; インターネット グループ管理プロトコル）リダイレクトのルーティングが必要なパケット
- 802.3 イーサネット パケット

ロードバランシング

Catalyst 4000 ファミリ スイッチは、Integrated Switching Engine ハードウェアで、パケット ルーティングのロードバランシングをサポートします。ロードバランシング機能は常にイネーブルです。この機能は、同一ネットワークに複数の異なるネクストホップ アドレスで複数のルートが設定されている場合に動作します。このようなルートは、スタティックに設定することも、Open Shortest Path First（OSPF）、Enhanced Interior Gateway Routing Protocol（EIGRP）などのルーティング プロトコルによって設定することもできます。

ハードウェアは、ハードウェア ハッシュ機能を使用し、送信元および宛先 IP アドレス、送信元および宛先 TCP ポート番号（該当する場合）に基づいて値を計算することによって、転送を決定します。さらに、この負荷分散型ハッシュ値を使用して、パケット転送に使用するルートが選択されます。特定のフロー（TCP 接続など）内のすべてのハードウェア スイッチングが同じネクストホップにルーティングされるので、パケットの順序変更が発生する可能性が小さくなります。1 つのネットワークに対して最大 8 種類のルートがサポートされます。

ソフトウェア インターフェイス

Catalyst 4000 ファミリ スイッチ対応の Cisco IOS は、ハードウェア転送エンジンには組み込まれていない GRE および IP トンネル インターフェイスをサポートしています。これらのインターフェイスとの間を流れるパケットはすべて、ソフトウェアで処理する必要があります。転送速度はハードウェア スイッチング インターフェイスに比べて大幅に低下します。また、これらのインターフェイスでは、レイヤ 2 機能はサポートされません。

CEF 設定の制限事項

Integrated Switching Engine がハードウェアでのレイヤ 3 スイッチングでサポートするカプセル化タイプは、Advanced Research Projects Agency（ARPA）および ISL（スイッチ間リンク）/802.1Q だけです。CPU サブシステムは、レイヤ 2 対応の SNAP など、ソフトウェアでのレイヤ 3 スイッチングに使用できるさまざまなカプセル化をサポートします。

CEF の設定

ここでは、CEF を設定する手順について説明します。

CEF のイネーブル化

Catalyst 4000 ファミリ スイッチでは、CEF はデフォルトの設定でグローバルにイネーブルになっています。したがって設定作業は不要です。

CEF を再度イネーブルにするには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch(config)# ip cef distributed`	標準の CEF 動作をイネーブルにします。

CEF のロードバランシングの設定

CEF のロードバランシングは、送信元および宛先パケット情報の組み合わせに基づいて行われます。宛先へデータを転送するときに、複数のパスにトラフィックを分散させることによって、リソースの利用を最適化できます。ロードバランシング機能は、宛先単位で設定できます。ロードバランシングの決定は、発信インターフェイスで行われます。ロードバランシングを設定するときには、宛先単位で発信インターフェイスに設定してください。

ここでは、次の内容について説明します。

宛先別ロードバランシングの設定

CEF がイネーブルの場合、宛先別ロードバランシングはデフォルトでイネーブルです。宛先別ロードバランシングを使用する場合は、CEF をイネーブルにすれば、追加の作業は必要ありません。

宛先別ロードバランシングにより、ルータは複数のパスを使用して負荷を分散させます。特定の送信元または宛先ホストのペアに対応するパケットは、複数のパスが使用できる場合でも、必ず同じパスを通ることになります。異なるペア宛てのトラフィックは、それぞれ異なるパスを通る傾向があります。CEF をイネーブルにすると、宛先別ロードバランシングはデフォルトでイネーブルになります。このロードバランシング方式はさまざまな環境に適しています。

宛先別ロードバランシングは、統計上のトラフィック分散に依存するので、送信元ペアまたは宛先ペアの数が増えるほど、負荷分散の効果が大きくなります。

宛先別ロードバランシングを使用すると、特定のホスト ペア宛てのパケットが順番に届くようになります。特定のホスト ペア宛てのパケットはすべて、同じリンク（1 つまたは複数のリンク）を使用してルーティングされます。

負荷分散型ハッシュ機能の設定

宛先 IP プレフィクスに対して複数のユニキャスト ルートが存在する場合、ハードウェアは、プレフィクスに一致するパケットを使用可能なすべてのルートで送信するので、すべてのネクストホップ ルータで負荷が分散されます。デフォルトでは、送信元および宛先 IP アドレスのハッシュを計算し、ルート選択用に導き出された値を使用して使用されるルートが選択されます。この結果、1 つの送信元フローまたは宛先フロー内のすべてのパケットが必ず同じルート上で送信されるため、複数のパケットについてパケット順序が保持されますが、ルートに対してフローをほぼランダムに分散します。

負荷分散型ハッシュ機能は変更できるので、送信元および宛先 IP アドレス以外に、送信元 TCP/UDP ポート、宛先 TCP/UDP ポート、またはその両方をハッシュに組み込むことができます。

送信元または宛先ポート、あるいはその両方を使用するように負荷分散型ハッシュ機能を設定するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch (config)# [no] ip cef load-sharing algorithm include-ports source destination]`	送信元および宛先ポートを使用する負荷分散型ハッシュ機能をイネーブルにします。 デフォルトの Cisco IOS 負荷分散アルゴリズムを使用するようにスイッチを設定するには、**no** キーワードを指定します。

負荷分散の詳細については、次の URL で Cisco IOS マニュアルの『*Configuring Cisco Express Forwarding*』モジュールを参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2/switch/configuration/guide/xcfcefc.html

（注） **include-ports** オプションは、Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上のソフトウェアでスイッチングされるトラフィックには適用されません。

CEF 情報の表示

収集された CEF 情報を表示できます。CEF を表示するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch# show ip cef`	収集された CEF 情報を表示します。

CEF のモニタおよびメンテナンス

IP トラフィックに関する情報を表示するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
Switch# **show interface** *type slot/interface* | **begin L3**	IP ユニキャスト トラフィックのサマリーを表示します。

次に、インターフェイス FastEthernet 3/3 上の IP ユニキャスト トラフィック情報を表示する例を示します。

```
Switch# show interface fastethernet 3/3 | begin L3
  L3 in Switched: ucast: 0 pkt, 0 bytes - mcast: 12 pkt, 778 bytes mcast
  L3 out Switched: ucast: 0 pkt, 0 bytes - mcast: 0 pkt, 0 bytes
     4046399 packets input, 349370039 bytes, 0 no buffer
     Received 3795255 broadcasts, 2 runts, 0 giants, 0 throttles
（テキスト出力は省略）
Switch#
```

（注） IP ユニキャスト パケット カウントは、約 5 秒間隔で更新されます。

IP 統計情報の表示

IP ユニキャスト統計情報は、インターフェイス単位で収集されます。IP 統計情報を表示するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
Switch# **show interface** *type number* **counters detail**	IP 統計情報を表示します。

次に、インターフェイス FastEthernet 3/1 の IP ユニキャスト統計情報を表示する例を示します。

```
Switch# show interface fastethernet 3/1 counters detail

Port               InBytes       InUcastPkts      InMcastPkts       InBcastPkts
Fa3/1           7263539133           5998222          6412307               156

Port              OutBytes      OutUcastPkts     OutMcastPkts      OutBcastPkts
Fa3/1           7560137031           5079852         12140475                38

Port             InPkts 64        OutPkts 64    InPkts 65-127    OutPkts 65-127
Fa3/1                11274            168536          7650482          12395769

Port         InPkts 128-255   OutPkts 128-255   InPkts 256-511   OutPkts 256-511
Fa3/1                31191             55269            26923             65017

Port        InPkts 512-1023  OutPkts 512-1023
Fa3/1               133807            151582

Port       InPkts 1024-1518 OutPkts 1024-1518 InPkts 1519-1548 OutPkts 1519-1548
Fa3/1                   N/A               N/A              N/A               N/A

Port       InPkts 1024-1522 OutPkts 1024-1522 InPkts 1523-1548 OutPkts 1523-1548
Fa3/1              4557008           4384192                0                 0

Port       Tx-Bytes-Queue-1  Tx-Bytes-Queue-2 Tx-Bytes-Queue-3  Tx-Bytes-Queue-4
Fa3/1                    64                 0            91007        7666686162

Port       Tx-Drops-Queue-1  Tx-Drops-Queue-2 Tx-Drops-Queue-3  Tx-Drops-Queue-4
Fa3/1                     0                 0                0                 0

Port         Rx-No-Pkt-Buff     RxPauseFrames    TxPauseFrames   PauseFramesDrop
Fa3/1                     0                 0                0               N/A

Port       UnsupOpcodePause
Fa3/1                     0
Switch#
```

CEF（ソフトウェア スイッチング）およびハードウェア IP ユニキャスト隣接テーブル情報を表示するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
Switch# **show adjacency** [*interface*] [**detail** | **internal** | **summary**]	オプションの **detail** キーワードを指定すると、レイヤ 2 情報を含めた詳細な隣接情報が表示されます。

次に、隣接統計情報を表示する例を示します。

```
Switch# show adjacency gigabitethernet 3/5 detail
Protocol Interface                 Address
IP       GigabitEthernet9/5        172.20.53.206(11)
                                   504 packets, 6110 bytes
                                   00605C865B82
                                   000164F83FA50800
                                   ARP        03:49:31
```

（注） 隣接統計情報は、約 10 秒間隔で更新されます。

CHAPTER 28

ユニキャスト RPF の設定

この章では、ユニキャスト Reverse Path Forwarding（ユニキャスト RPF）機能について説明します。ユニキャスト RPF 機能は、間違ったまたは偽造送信元 IP アドレスがルータを流れて発生する問題を軽減するのに役立ちます。

この章のユニキャスト RPF コマンドの詳細については、『*Cisco IOS Security Command Reference*』の「Unicast Reverse Path Forwarding Commands」の章を参照してください。この章に記載されたその他のコマンドに関するマニュアルを特定するには、コマンド リファレンスのマスター インデックスを使用するか、オンラインで検索してください。

機能に関するハードウェア プラットフォームまたはソフトウェア イメージの情報を確認するには、Cisco.com の Feature Navigator を使用してその機能に関する情報を検索するか、特定のリリースに対応するソフトウェア リリース ノートを参照してください。詳細については、「Using Cisco IOS Software」の章の「Identifying Supported Platforms」を参照してください。

章の内容

この章の内容は、次のとおりです。

ユニキャスト RPF について

ユニキャスト RPF 機能は、検証可能な送信元 IP アドレスが不足している IP パケットを廃棄することで、間違ったまたは偽造（スプーフィングされた）送信元 IP アドレスがネットワークに流れて発生する問題を軽減するのに役立ちます。たとえば、Smurf や Tribal Flood Network（TFN）など、多くの一般的なタイプの DoS 攻撃は、偽造された、または次々に変わる送信元 IP アドレスを使用して、攻撃を突き止めたりフィルタしたりすることを攻撃者が阻止できるようにします。パブリック アクセスを提供する Internet service provider（ISP; インターネットサービスプロバイダー）の場合、ユニキャスト RPF が IP ルーティング テーブルと整合性の取れた有効な送信元アドレスを持つパケットだけを転送することによって、これらの攻撃をそらします。この処理により、ISP のネットワークとお客様、および残りのインターネットの他の部分が保護されます。

ここでは、次の情報について説明します。

ユニキャスト RPF の概要

ユニキャスト RPF がインターフェイスでイネーブルのときは、ルータはそのインターフェイスに対する入力として受信したすべてのパケットを検証して、送信元アドレスおよび送信元インターフェイスがルーティング テーブルに存在し、パケットを受信したインターフェイスと一致することを確認します。「後方検索」機能は、Cisco express forwarding（CEF; シスコ エクスプレス フォワーディング）がルータでイネーブルの場合にのみ利用可能です。これは、検索が Forwarding Information Base（FIB; 転送情報ベース）に基づいて行われるためです。FIB は CEF の動作の一部として生成されます。

（注） ユニキャスト RPF は入力機能であり、接続のアップストリーム終端にあるルータの入力インターフェイスにのみ適用されます。

ユニキャスト RPF は、ルータ インターフェイスで受信したパケットが、パケットの送信元への最適な戻りパス（戻りルート）で到着しているかどうかを確認します。ユニキャスト RPF は、CEF テーブルの逆引きを行うことでこれを確認します。最適なリバース パス ルートのいずれかでパケットの受信が行われた場合は、パケットは通常通り転送されます。パケットを受信したインターフェイスと同じインターフェイスにリバース パス ルートがない場合は、送信元アドレスが変更されている可能性があります。ユニキャスト RPF がそのパケットのリバース パスを見つけられない場合は、パケットはドロップされます。

（注） ユニキャスト RPF では、「最適な」等コスト戻りパスのすべてが有効とされます。そのため、ユニキャスト RPF は、複数の戻りパスが存在する場合に、各パスがルーティング コスト（ホップ数、重みなど）に関してその他のパスと等しく、ルートが FIB に存在するという条件で動作します。ユニキャスト RPF はまた、EIGRP バリアントが使用されていて、送信元 IP アドレスに戻る不等候補パスが存在する場合にも機能します。

ユニキャスト RPF および ACL が設定されているインターフェイスでパケットを受信する場合は、次の動作が発生します。

ステップ 1　受信インターフェイスで設定されている入力 ACL を確認します。

ステップ 2　ユニキャスト RPF は、FIB テーブルの逆引きを行うことで、パケットが送信元への最適な戻りパスで到着しているかどうかを確認します。

ステップ 3　パケット転送のため CEF テーブル（FIB）のルックアップを実行します。

ステップ 4　送信インターフェイス上の出力 ALC の確認が行われます。

ステップ 5　パケットが転送されます。

ここでは、ユニキャスト RPF 拡張の内容について説明します。

- アクセス コントロール リストおよびロギング
- インターフェイス単位の統計情報

図 28-1 は、ユニキャスト RPF および CEF が連動して、パケットの戻りパスを確認することで IP 送信元アドレスを確認する方法を示します。この例では、お客様は送信元アドレスが 192.168.1.1 であるパケットをインターフェイス GigabitEthernet 1/1 から送信しています。ユニキャスト RPF は、192.168.1.1 に GigabitEthernet 1/1 へのパスがあるかどうか FIB を確認します。一致するパスがある場合にパケットが送信されます。一致するものがない場合、パケットはドロップされます。

図 28-1　ユニキャスト RPF による IP 送信元アドレスの確認

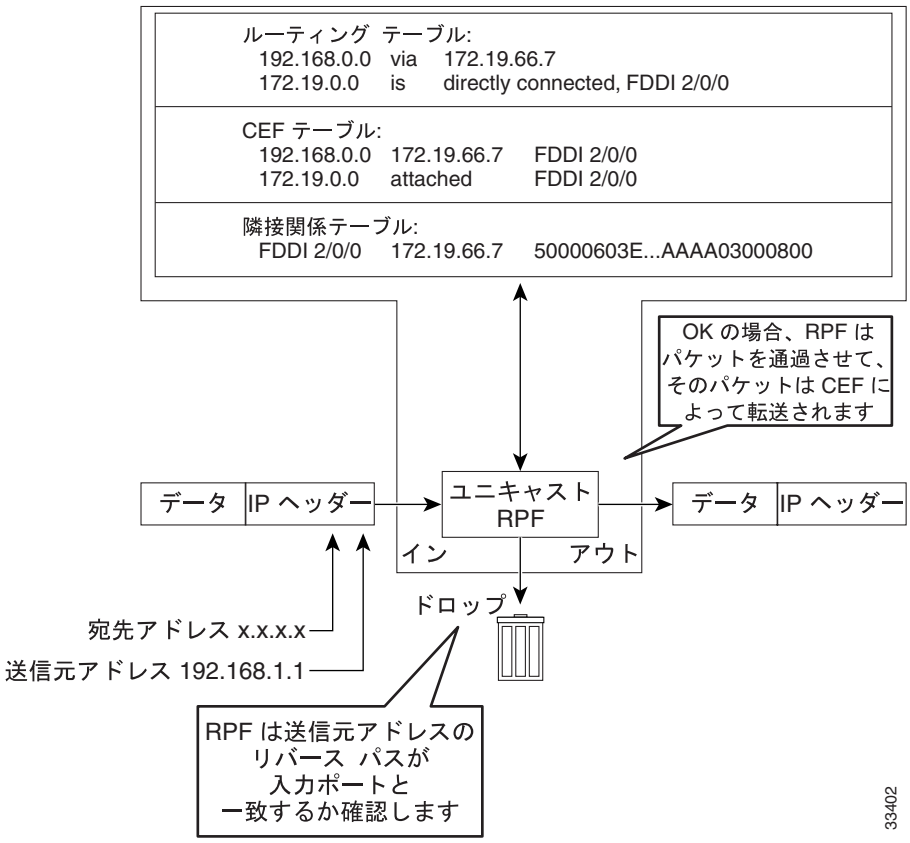
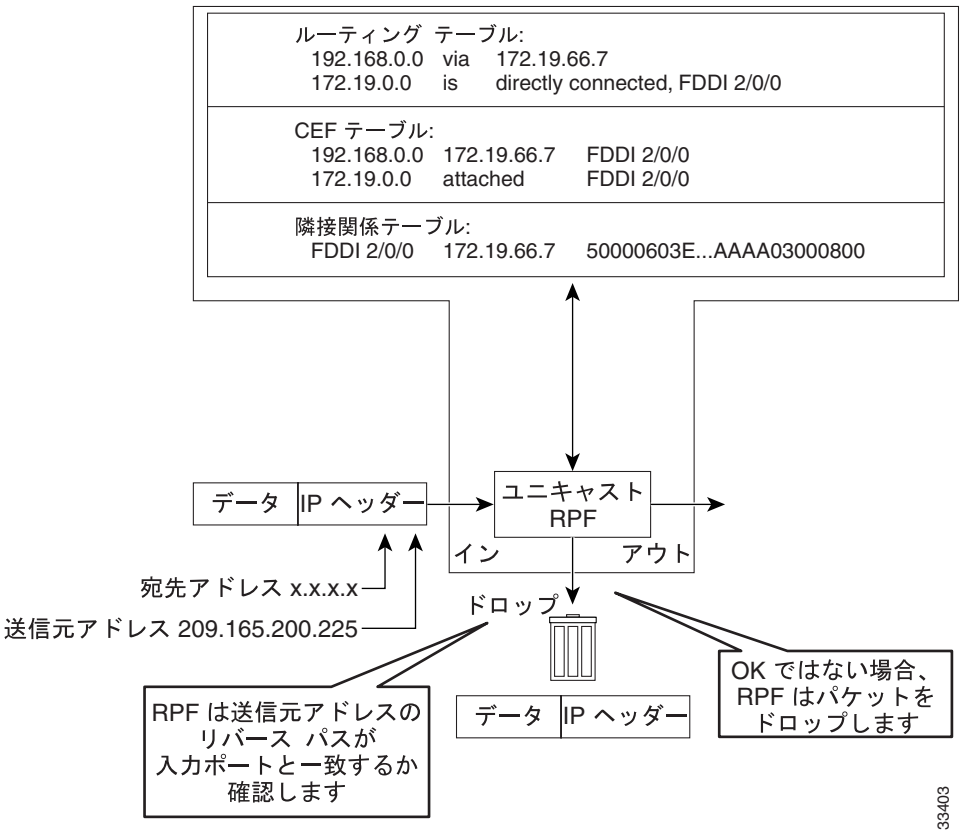


図 28-2 は、ユニキャスト RPF が確認に失敗したパケットをドロップする方法を示します。この例では、お客様は送信元アドレスが 209.165.200.225 であるパケットを送信していて、そのパケットをインターフェイス GigabitEthernet 1/1 で受信します。ユニキャスト RPF は、209.165.200.225 に GigabitEthernet 1/1 への戻りパスがあるかどうか FIB を確認します。一致するパスがある場合にパケットが送信されます。この場合、お客様のパケットを GigabitEthernet 1/1 上の送信元アドレス 209.165.200.225 に戻るルートのエントリがルーティング テーブルにないため、パケットはドロップされます。

図 28-2　ユニキャスト RPF による確認に失敗したパケットのドロップ



ユニキャスト RPF の実装

ユニキャスト RPF には、次の主要な実装原理があります。

- パケットの受信は、パケットの送信元への最適な戻りパス（ルート）があるインターフェイスで行われる必要があります（*対称ルーティング*と呼ばれるプロセス）。FIB に、受信するインターフェイスへのルートと一致するルートが存在する必要があります。FIB へのルートの追加は、スタティック ルート、ネットワーク ステートメント、またはダイナミック ルーティングによって行われます（ACL は、パッケージが特定の、最適ではない非対称入力パスで到着すると分かっている場合には、ユニキャスト RPF の使用を許可します）。
- 受信するインターフェイスにある IP 送信元アドレスが、インターフェイスのルーティング エントリと一致する必要があります。
- ユニキャスト RPF は入力機能であり、接続のアップストリーム終端にあるルータの入力インターフェイスにのみ適用されます。

これらの実装原理においては、ユニキャスト RPF は、ネットワーク管理者がお客様のためだけでなく、ダウンストリーム ネットワークまたは ISP にインターネットに対する別の接続がある場合でも、ダウンストリーム ネットワークまたは ISP のために使用可能なツールとなります。

注意　重みおよびローカル プリファレンスなどのオプションの BGP 属性を使用して、送信元アドレスに戻る最善のパスを変更できます。変更は、ユニキャスト RPF の動作に影響を与える場合があります。

ここでは、ユニキャスト RPF の実装について説明します。

セキュリティ ポリシーとユニキャスト RPF

ユニキャスト RPF を展開するポリシーの決定時には、次の点を考慮してください。

- ユニキャスト RPF は、大規模なネットワークのダウンストリーム インターフェイス（ネットワークのエッジに存在することが望ましい）に適用する必要があります。
- ユニキャスト RPF をさらに下位のダウンストリームに適用すればするほど、アドレス スプーフィングの軽減時およびスプーフィングされたアドレスの送信元の特定時にさらにきめ細やかに対応できます。たとえば、ユニキャスト RPF を集約ルータに適用すると、多くのダウンストリーム ネットワークまたはクライアントからの攻撃の軽減に役立ち、管理が簡単になりますが、攻撃の送信元の特定には有益ではありません。ユニキャスト RPF をネットワーク アクセス サーバに適用すると、攻撃の範囲の制限や、攻撃の送信元の追跡に役立ちますが、多くのサイト間でユニキャスト RPF を展開することで、ネットワーク オペレーションの管理コストが増大します。
- インターネット、イントラネット、およびエクストラネット リソース全体でユニキャスト RPF を展開するエンティティがさらに増加すれば、インターネット コミュニティ全体の大規模なネットワーク中断がさらに軽減し、攻撃の送信元を追跡する機会がさらに増えます。
- ユニキャスト RPF は、GRE、LT2P、または PPTP などのトンネルにカプセル化した IP パケット を検査しません。ユニキャスト RPF が、トンネリングが行われて暗号化レイヤがパケットから取り除かれたあとにだけネットワーク トラフィックを処理するには、ユニキャスト RPF をホーム ゲートウェイで設定する必要があります。

ユニキャスト RPF を使用する場所

ユニキャスト RPF は、原則的にネットワーク内のアクセス ポイントが 1 つだけ（つまり、アップストリーム接続が 1 つだけ）である「シングルホーム」環境であれば使用できます。アクセス ポイントが 1 つあるネットワークは、対称ルーティングの良い例となります。これは、パケットがネットワークに入るときのインターフェイスが、IP パケットの送信元への最適な戻りパスでもあるということを表します。ユニキャスト RPF は、インターネット、イントラネット、またはエクストラネット環境のネットワーク境界または顧客ネットワーク終端の ISP 環境において最適に使用されます。

次のセクションで、2 つのネットワーク環境におけるユニキャスト RPF 実装の概要について説明します。

ISP への接続を 1 つ備えるエンタープライズ ネットワーク

エンタープライズ ネットワークでは、ユニキャスト RPF を使用して入力インターフェイスでのトラフィックをフィルタリングする（*入力フィルタリング*と呼ばれるプロセス）目的の 1 つは、インターネットから誤ったパケットが届かないようにすることです。従来、インターネットへの接続が 1 つあるローカル ネットワークは、受信するインターフェイスで ACL を使用して、スプーフィングされたパケットがインターネットからローカル ネットワークに入ってこないようにしていました。

ACL は、シングルホームを使用する多くのお客様については効果的に機能しますが、ACL を入力フィルタとして使用する場合には、次の 2 つの一般的に言及される制限を含めたトレードオフが存在します。

- 非常に高速なパケット レートでのパケット / 秒（PPS）パフォーマンス

（注） この制限は、ソフトウェア パケットの転送にのみ適用されます。ハードウェア パケットの転送は、ACL およびユニキャスト RPF の両方で同じです。

- ACL のメンテナンス（ネットワークに新しいアドレスが追加された場合）

ユニキャスト RPF は両方の制限に対応するツールです。ユニキャスト RPF を使用すると、入力フィルタリングは CEF PPS レートで行われます。この処理スピードは、リンク速度が 1 Mbps を超えたときに効果があります。さらに、ユニキャスト RPF は FIB を使用するため、ACL メンテナンスが不要になり、したがって従来の ACL の管理オーバーヘッドが減少します。次に、ユニキャスト RPF を入力フィルタリング向けに設定する方法を示す図および例を示します。

図 28-3 に、アップストリーム ISP へのリンクが 1 つあるエンタープライズ ネットワークを示します。この例では、間違ったパケットがインターネットから届かないようにするために、ユニキャスト RPF はエンタープライズ ルータのインターフェイス GigabitEthernet 1/1 で適用されます。また、間違ったパケットがエンタープライズ ネットワークから届かないようにするために、ユニキャスト RPF は ISP ルータのインターフェイス GigabitEthernet 2/1 で適用されます。

図 28-3　入力フィルタリングのためにユニキャスト RPF を使用するエンタープライズ ネットワーク

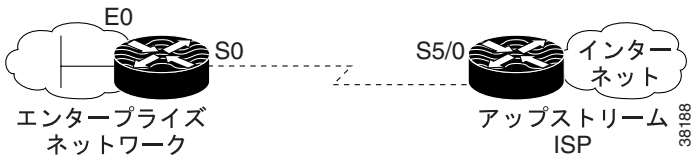


図 28-3 の関係図を使用すると、ISP ルータの典型的な構成は（CEF が有効になっていると想定して）次のとおりです。

```
interface Gigabit Ethernet 2/1
  description Link to Enterprise Network
  ip address 192.168.3.1 255.255.255.255
  no switchport
  ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
  ip route 192.168.10.0 255.255.255.0 10.1.1.1
  ip verify unicast source reachable-via rx allow-default
```

エンタープライズ ネットワークのゲートウェイ ルータ設定は（CEF が有効になっていると想定して）次のとおりです。

```
interface Gigabit Ethernet 1/2
 description ExampleCorp LAN
 ip address 192.168.10.1 255.255.252.0
 no ip redirects
 no ip directed-broadcast
 no ip proxy-arp

interface Gigabit Ethernet 1/1
 description Link to Internet
 no switchport
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.1.1.2
 ip verify unicast source reachable-via allow-default
 no ip proxy-arp
 no ip redirects
 no ip directed-broadcast
```

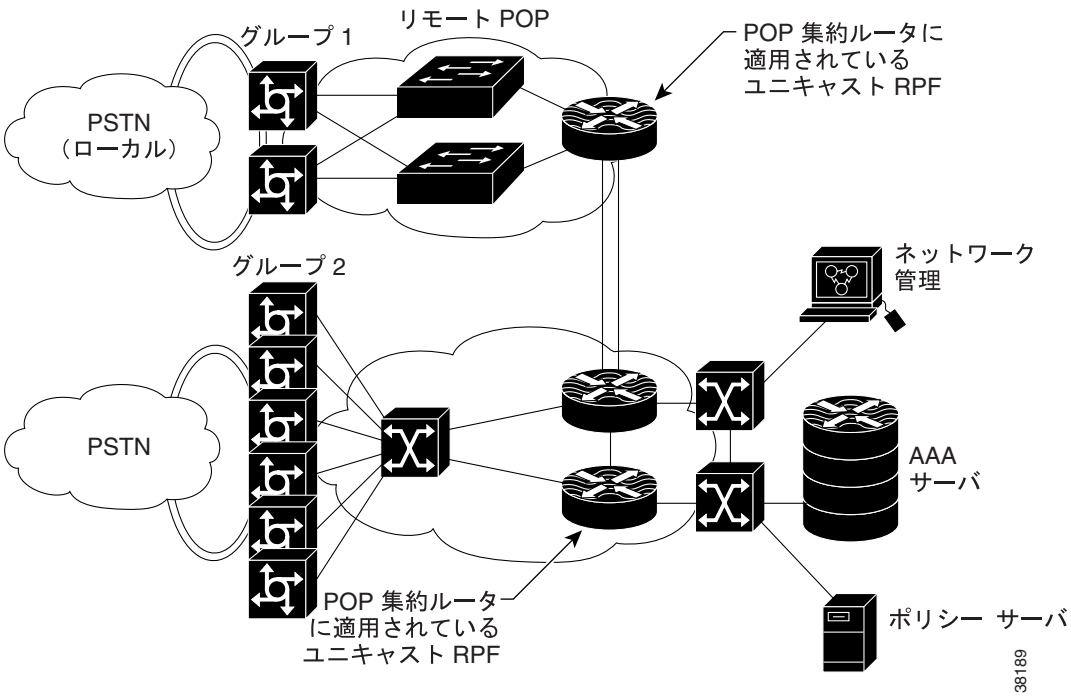
ユニキャスト RPF は、1 つのデフォルト ルートで動作することに注意してください。追加のルートまたはルーティング プロトコルはありません。ネットワーク 192.168.10.0/22 は接続されたネットワークです。したがって、送信元アドレスが 192.168.10.0/22 の範囲内の、インターネットから届くパケットは、ユニキャスト RPF によってドロップされます。

ネットワーク アクセス サーバ アプリケーション（ユニキャスト RPF を PSTN/ISDN PoP 集約ルータに適用）

集約ルータは、シングルホームを使用するお客様にとってはユニキャストを使用する最適な場所です。ユニキャスト RPF は、インターネットへの接続に専用線または PSTN/ISDN/xDSL を使用するお客様にとって等しく効果的に動作します。実際、ダイヤルアップ接続は偽造 IP アドレスを使用した DoS 攻撃の送信元とみなされることが非常に多くあります。ネットワーク アクセス サーバが CEF をサポートしているかぎり、ユニキャスト RPF は動作します。この関係図では、お客様の集約ルータに完全なインターネット ルーティング テーブルを用意する必要はありません。集約ルータは、プレフィクス情報（IP アドレス ブロック）をルーティングする必要があります。したがって、Interior Gateway Protocol（IGP; 内部ゲートウェイ プロトコル）または Internal Border Gateway Protocol（IBGP; 内部ボーダー ゲートウェイ プロトコル）で設定または再配布された情報であれば、ユニキャストはその機能を十分に発揮できます。

図 28-4 は、お客様にダイヤルアップ接続を提供する ISP ルータとの ISP アクセス ポイント向けの集約ルータおよびアクセス ルータへのユニキャスト RPF の適用を示します。この例では、ユニキャスト RPF は ISP 集約ルータの受信する（入力）インターフェイスの、お客様のダイヤルアップ接続ルータからのアップストリームに適用されます。

図 28-4　お客様の PSTN/ISDN 接続に適用されるユニキャスト RPF



ルーティング テーブルの要件

ユニキャスト RPF が正しく動作するには、CEF テーブルに適切な情報が存在する必要があります。この要件は、ルータに完全なインターネット ルーティング テーブルが存在する必要があるという意味ではありません。CEF テーブルに必要なルーティング情報の量は、ユニキャスト RPF の設定場所およびルータがネットワークで実行している機能によって異なります。例えば、ISP 環境では、お客様向けの専用線集約ルータであるルータが必要とするのは IGP または IBGP（ネットワークでどちらの技術を使用しているかにより異なります）で再配布されたスタティック ルートに関する情報のみです。ユニキャスト RPF がお客様のインターフェイス上で設定されるため、必要になるのは最低限のルーティング情報のみです。また別のシナリオで、シングルホームの ISP が、ユニキャスト RPF をインターネットにリンクするゲートウェイ上に配置する場合は、完全なインターネット ルーティング テーブルが必要になります。完全なルーティング テーブルを要求することで、インターネット ルーティング テーブルにないアドレスを使用する外部 DoS 攻撃から ISP を保護するのに役立ちます。

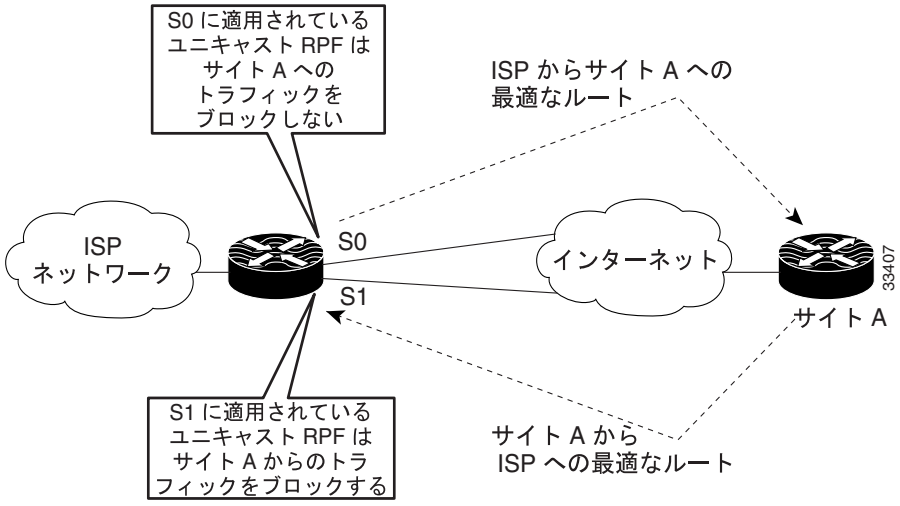
ユニキャスト RPF を使用できない場所

ユニキャスト RPF は、ネットワークの内側にあるインターフェイスで使用しないでください。内側にあるインターフェイスでは、ルーティングの非対称性（図 28-5 を参照）が発生しやすく、パケットの送信元への複数のルートが存在することになるためです。ユニキャスト RPF は、対称性が自然に発生するか、対称性が設定されている環境にのみ適用する必要があります。管理者がユニキャスト RPF を有効化するインターフェイスを注意深く計画するかぎり、ルーティングの非対称性は深刻な問題ではありません。

たとえば、ISP ネットワークのコアにあるルータよりも、ISP のネットワークのエッジにあるルータには、対称リバース パスが多くあります。ISP ネットワークのコアにあるルータには、ルータからの最適な転送パスが、パケットがルータに戻るときに選択されるパスであるという保証がありません。したがって、ACL を使用して、ルータが着信パケットを受け入れる場合を除いて、ユニキャスト RPF を非対称ルーティングが発生する可能性がある場所に適用することを推奨しません。ACL は、パケットが特定の、最適ではない非対称入力パスで到着すると分かっている場合には、ユニキャスト RPF の使用を許可します。ただし、ISP にとっては、ユニキャスト RPF をネットワークのエッジまたはお客様のネットワークのエッジにのみ配置するのが最も簡単です。

図 28-5 は、ユニキャスト RPF が非対称ルーティング環境で正規のトラフィックをブロックする方法を示します。

図 28-5　非対称ルーティング環境においてトラフィックをブロックするユニキャスト RPF



BOOTP および DHCP を使用したユニキャスト RPF

Bootstrap Protocol（BOOTP; ブートストラップ プロトコル）および Dynamic Host Configuration Protocol（DHCP）機能が正しく動作するようにするために、ユニキャスト RPF は、送信元として 0.0.0.0、宛先として 255.255.255.255 を持つパケットの通過を許可します。

制約事項

マルチホームを使用するクライアントへのユニキャスト RPF の適用には、いくつかの基本的な制約事項があります。

- マルチホーミングはクライアントが冗長サービスを構築する目的と合わないため、クライアントは同じルータに対してマルチホームをしないでください。
- お客様は、（インターネットから）リンクに流れるパケットが、リンクからアドバタイズされたルートと一致することを確認する必要があります。一致しない場合、ユニキャスト RPF はそれらのパケットを間違ったパケットとしてフィルタリングします。

関連機能および技術

ユニキャスト RPF に関連する機能および技術に関する詳細については、次の項目を参照してください。

- ユニキャスト RPF がルータ上で適切に機能するには CEF が必要です。CEF の詳細については、『*Cisco IOS Switching Services Configuration Guide*』を参照してください。
- Cisco IOS Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）を使用して*入力*および*出力*フィルタリングのポリシーを組み合わせると、スプーフィング攻撃の軽減に対するユニキャスト RPF の効果が大きくなります。
  - 入力フィルタリングでは、内部または外部ネットワークのネットワーク インターフェイスで受信したトラフィックにフィルタを適用します。入力フィルタリングを使用すると、別のネットワークまたはインターネットから到着したパケットのうち、その送信元アドレスがローカル ネットワーク、プライベート、またはブロードキャスト アドレスと一致するパケットがドロップされます。たとえば ISP 環境では、入力フィルタリングはクライアント（お客様）またはインターネットのいずれかのルータで受信したトラフィックに適用できます。
  - 出力フィルタリングでは、ネットワーク インターフェイス（送信するインターフェイス）から送信されるトラフィックにフィルタを適用します。ネットワークをインターネットまたは他のネットワークに接続するルータ上のパケットをフィルタリングすることで、ネットワークから送信するために有効な送信元 IP アドレスを持つパケットのみを許可できます。

  ネットワーク フィルタリングの詳細については、『RFC 2267』および『*Cisco IOS IP Configuration Guide*』を参照してください。
- Cisco IOS ソフトウェアは、DoS 攻撃を軽減するために役立つ機能をさらに提供しています。
  - Committed Access Rate（CAR; 専用アクセス レート）。CAR を使用すると、アクセス リストと一致するネットワーク トラフィックに対して、帯域ポリシーを強制できます。たとえば CAR は、ICMP トラフィックなどの量が少ないと思われるトラフィックにレート制限を課すことができます。CAR の詳細については、『*Cisco IOS Quality of Service Solutions Configuration Guide*』を参照してください。
  - Context-based Access Control（CBAC; コンテキストベース アクセス コントロール）。CBAC は、保護されたネットワークから発信されていないネットワーク トラフィックを選択的にブロックします。CBAC は、タイムアウトおよびしきい値を使用してセッション ステート情報を管理します。これは、完全に確立された状態ではなくなっているセッションをいつドロップするか決定するのに役立ちます。ネットワーク セッションのタイムアウト値を設定することは、システム リソースを解放し、特定の時間が経過したあとでセッションをドロップするので、DoS 攻撃の軽減に役立ちます。CBAC の詳細については、『*Cisco IOS Security Configuration Guide*』を参照してください。
  - TCP 代行受信。TCP 代行受信機能はソフトウェアに実装され、DoS 攻撃の一種である TCP SYN フラッディング攻撃から TCP サーバを保護します。SYN フラッディング攻撃は、ハッカーが接続要求を集中させてサーバにフラッディングさせるときに発生します。CBAC と同様に、TCP 代行受信機能もまた、タイムアウトおよびしきい値を使用してセッション ステート情報を管理します。これは、完全に確立された状態ではなくなっているセッションをいつドロップするか決定するのに役立ちます。TCP 代行受信の詳細については、『*Cisco IOS Security Configuration Guide*』を参照してください。

ユニキャスト RPF 設定の前提条件

ユニキャスト RPF を設定する前に、ACL を次のように設定します。

- 標準または拡張 ACL を設定して、無効な IP アドレスの送信を削減します（出力フィルタリングを実行します）。有効な送信元アドレスのみネットワークに出入りすることを許可して、それ以外の送信元すべてがインターネットに向けてネットワークを出ないようにします。
- 標準または拡張 ACL エントリを設定して、無効な送信元 IP アドレスを持つパケットをドロップ（拒否）します（入力フィルタリングを実行します）。無効な送信元 IP アドレスには、次の種類があります。
  - 予約されたアドレス
  - ループバック アドレス
  - プライベート アドレス（RFC 1918、「*Address Allocation for Private Internets*」）
  - ブロードキャスト アドレス（マルチキャスト アドレスを含む）
  - 保護されたネットワークに関連する有効なアドレスの範囲外の送信元アドレス

ユニキャスト RPF の設定作業リスト

次のセクションでは、ユニキャスト RPF の設定作業について説明します。リスト内の各作業は、任意または必須です。

- ユニキャスト RPF の設定（必須）
- ユニキャスト RPF の確認（任意）

この章の最後にある「ユニキャスト RPF の設定例」を参照してください。

ユニキャスト RPF の設定

ユニキャスト RPF は、いかなる種類のカプセル化でもサポートし、ルータによって受信された IP パケットの操作を行うインターフェイスまたはサブインターフェイス上でイネーブルとなる入力側の機能です。

ユニキャスト RPF を設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Router(config-if)# interface type`	ユニキャスト RPF を適用する入力インターフェイスを選択します。これは受信するインターフェイスで、これによってユニキャスト RPF はパケットを次の宛先に転送する前に最適な戻りパスを確認できます。 インターフェイスのタイプは使用しているルータおよびルータに取り付けられているインターフェイス カードのタイプ専用です。利用可能なインターフェイスのタイプの一覧を表示するには、**interface ?** コマンドを入力します。
ステップ 2	`Router(config-if)# ip verify unicast source reachable-via rx allow-default`	インターフェイスのユニキャスト RPF をイネーブルにします。
ステップ 3	`Router(config-if)# exit`	インターフェイス コンフィギュレーションモードを終了します。ユニキャスト RPF を適用するインターフェイスごとに、ステップ 2 および 3 を繰り返します。

ユニキャスト RPF の確認

ユニキャスト RPF が動作可能かどうかを確認するには、**show cef interface** コマンドを使用します。次に、ユニキャスト RPF がインターフェイス GigabitEthernet 3/1 でイネーブルになっている例を示します。

```
Switch# show cef interface gigabitEthernet 3/1
GigabitEthernet3/1 is up (if_number 79)
  Corresponding hwidb fast_if_number 79
  Corresponding hwidb firstsw->if_number 79
  Internet address is 10.1.1.1/24
  ICMP redirects are always sent
  IP unicast RPF check is enabled <======
  Input features: uRPF <=====
  Inbound access list is not set
  Outbound access list is not set
  IP policy routing is disabled
  BGP based policy accounting on input is disabled
  BGP based policy accounting on output is disabled
  Hardware idb is GigabitEthernet3/1
  Fast switching type 1, interface type 155
  IP CEF switching enabled
  IP CEF switching turbo vector
  IP Null turbo vector
  IP prefix lookup IPv4 mtrie 8-8-8-8 optimized
  Input fast flags 0x4000, Output fast flags 0x0
  ifindex 78(78)
  Slot 3 Slot unit 1 VC -1
  Transmit limit accumulator 0x0 (0x0)
  IP MTU 1500
```

ユニキャスト RPF のモニタおよびメンテナンス

ここでは、ユニキャスト RPF のモニタおよびメンテナンスに使用されるコマンドについて説明します。

コマンド	目的
Router# **show ip traffic**	ユニキャスト RPF によるドロップまたはドロップ抑制に関するグローバル ルータの統計情報を表示します。
Router(config-if)# **no ip verify unicast**	インターフェイスのユニキャスト RPF をディセーブルにします。

ユニキャスト RPF は、間違ったまたは偽造送信元アドレスのためドロップまたは抑制されたパケット数をカウントします。ユニキャスト RPF は、次のインターフェイス単位のグローバル情報を含めてドロップまたは転送されたパケット数をカウントします。

- グローバル ユニキャスト RPF ドロップ
- インターフェイス単位のユニキャスト RPF ドロップ
- インターフェイス単位のユニキャスト RPF ドロップ抑制

show ip traffic コマンドは、ルータのすべてのインターフェイスについてドロップまたは抑制されたパケットの合計数（グローバル カウント）を示します。ユニキャスト RPF ドロップ カウントは、IP 統計情報セクションに表示されます。

```
Router# show ip traffic

IP statistics:
  Rcvd:  1471590 total, 887368 local destination
         0 format errors, 0 checksum errors, 301274 bad hop count
         0 unknown protocol, 0 not a gateway
         0 security failures, 0 bad options, 0 with options
  Opts:  0 end, 0 nop, 0 basic security, 0 loose source route
         0 timestamp, 0 extended security, 0 record route
         0 stream ID, 0 strict source route, 0 alert, 0 other
  Frags: 0 reassembled, 0 timeouts, 0 couldn't reassemble
         0 fragmented, 0 couldn't fragment
  Bcast: 205233 received, 0 sent
  Mcast: 463292 received, 462118 sent
  Sent:  990158 generated, 282938 forwarded
  ! The second line below ("0 unicast RPF") displays Unicast RPF packet dropping
  information.
  Drop:  3 encapsulation failed, 0 unresolved, 0 no adjacency
         0 no route, 0 unicast RPF, 0 forced drop
```

ドロップまたは抑制されたパケットのカウントがノンゼロ値である場合は、次の 2 つのいずれかを意味します。

- ユニキャスト RPF は、不良送信元アドレスを持つパケットをドロップまたは抑制しています（通常の動作）。
- ユニキャスト RPF は、非対称ルーティングが存在する（つまり、送信元アドレスに対する最適な戻りパスとして複数のパスが存在する）環境においてユニキャスト RPF を使用するためにルートが誤って設定されているため、正規のパケットをドロップまたは抑制しています。

show ip interface コマンドは、特定のインターフェイスにおいてドロップまたは抑制されたパケットの合計を示します。ユニキャスト RPF が特定の ACL を使用するよう設定されている場合は、このドロップ統計情報とともに ACL 情報が表示されます。

```
Router> show ip interface ethernet0/1/1

   Unicast RPF ACL 197
   1 unicast RPF drop
   1 unicast RPF suppressed drop
```

show access-lists コマンドは、特定のエントリについて特定のアクセス リスト内で一致する項目が見つかった数を表示します。

```
Router> show access-lists

Extended IP access list 197
     deny ip 192.168.201.0 0.0.0.63 any log-input (1 match)
     permit ip 192.168.201.64 0.0.0.63 any log-input (1 match)
     deny ip 192.168.201.128 0.0.0.63 any log-input
     permit ip 192.168.201.192 0.0.0.63 any log-input
```

ユニキャスト RPF の設定例

ここでは、次の設定例を示します。

- 専用線集約ルータでのユニキャスト RPF の例
- Cisco AS5800 でのダイヤルアップ ポートを使用したユニキャスト RPF の例
- 着信および発信フィルタを使用したユニキャスト RPF の例
- ACL およびロギングを使用したユニキャスト RPF の例

専用線集約ルータでのユニキャスト RPF の例

次のコマンドは、ユニキャスト RPF をシリアル インターフェイス上でイネーブルにします。

```
ip cef
! or "ip cef distributed" for RSP+VIP based routers
!
interface serial 5/0/0
 ip verify unicast reverse-path
```

Cisco AS5800 でのダイヤルアップ ポートを使用したユニキャスト RPF の例

次の例では、Cisco AS5800 でユニキャスト RPF をイネーブルにします。**interface Group-Async** コマンドを使用すると、すべてのダイヤルアップ ポートにユニキャスト RPF を適用することが容易になります。

```
ip cef
!
interface Group-Async1
 ip verify unicast reverse-path
```

着信および発信フィルタを使用したユニキャスト RPF の例

次に、非常に簡単なシングルホームを使用する ISP を使用して、ユニキャスト RPF とともに使用する入力および出力フィルタの概念の例を示します。この例は、アップストリーム インターフェイスで着信および発信フィルタの両方を使用する、ISP が割り当てた Classless Interdomain Routing（CIDR）ブロック 209.165.202.128/28 を示します。ISP は一般的にシングルホームを使用しないことに注意してください。したがって、非対称フローについての規定（発信トラフィックが 1 つのリンクから発信され、別のリンクから戻る場合）を設計して ISP の境界ルータ上のフィルタに組み込む必要があります。

```
ip cef distributed
!
interface Serial 5/0/0
 description Connection to Upstream ISP
 ip address 209.165.200.225 255.255.255.252
 no ip redirects
 no ip directed-broadcast
 no ip proxy-arp
 ip verify unicast reverse-path
 ip access-group 111 in
 ip access-group 110 out
!
access-list 110 permit ip 209.165.202.128 0.0.0.31 any
access-list 110 deny ip any any log
access-list 111 deny ip host 0.0.0.0 any log
access-list 111 deny ip 127.0.0.0 0.255.255.255 any log
access-list 111 deny ip 10.0.0.0 0.255.255.255 any log
access-list 111 deny ip 172.16.0.0 0.15.255.255 any log
access-list 111 deny ip 192.168.0.0 0.0.255.255 any log
access-list 111 deny ip 209.165.202.128 0.0.0.31 any log
access-list 111 permit ip any any
```

ACL およびロギングを使用したユニキャスト RPF の例

次に、ユニキャスト RPF を使用して ACL およびロギングを使用する例を示します。この例では、拡張 ACL 197 が特定のアドレス範囲についてネットワーク トラフィックを拒否または許可するエントリを示します。ユニキャスト RPF は、インターフェイス Ethernet0 で設定され、そのインターフェイスに到着したパケットを確認します。

たとえば、インターフェイス Ethernet0 に到着する送信元アドレスが 192.168.201.10 であるパケットは、ACL 197 にある拒否（deny）ステートメントのため、ドロップされます。この場合、ACL 情報はログに記録され（ロギング オプションが ACL エントリについてオンになっている）、ドロップされたパケットはインターフェイス単位でグローバルにカウントされます。インターフェイス Ethernet0 に到着する送信元アドレスが 192.168.201.100 であるパケットは、ACL 197 にある許可（permit）ステートメントのため、転送されます。ドロップまたは抑制されたパケットに関する ACL 情報はログ サーバに記録されます（ロギング オプションが ACL エントリについてオンになっている）。

```
ip cef distributed
!
int eth0/1/1
 ip address 192.168.200.1 255.255.255.0
 ip verify unicast reverse-path 197
!
int eth0/1/2
 ip address 192.168.201.1 255.255.255.0
!
access-list 197 deny   ip 192.168.201.0 0.0.0.63 any log-input
access-list 197 permit ip 192.168.201.64 0.0.0.63 any log-input
access-list 197 deny   ip 192.168.201.128 0.0.0.63 any log-input
access-list 197 permit ip 192.168.201.192 0.0.0.63 any log-input
access-list 197 deny ip host 0.0.0.0 any log
```

CHAPTER 29

IP マルチキャストの設定

この章では、Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上での IP マルチキャスト ルーティングについて説明します。IP マルチキャスト ルーティングの設定手順および設定例も示します。

(注) この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

(注) IP マルチキャストの詳細については、次の URL のディスカッションを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios123/123cgcr/fipr_c/ipcpt3/

この章の主な内容は、次のとおりです。

IP マルチキャストの概要

ここでは、次の内容について説明します。

IP 通信の一端である IP ユニキャストでは、送信元 IP ホストが特定の宛先 IP ホストにパケットを送信します。この場合、IP パケットに指定される宛先アドレスは、IP ネットワーク上で一意に識別される単一ホストのアドレスです。これらの IP パケットは、ネットワーク上の送信元ホストから、一連のルータによって宛先ホストに転送されます。送信元と宛先間のパス上の各ポイントでは、ルータがユニキャスト ルーティング テーブルを使用して、パケットの IP 宛先アドレスに基づきユニキャスト転送先を決定します。

IP 通信で IP ユニキャストの対極にある IP ブロードキャストでは、送信元ホストはネットワーク セグメント上のすべてのホストにパケットを送信します。IP ブロードキャスト パケットの宛先アドレスでは、宛先 IP アドレスのホスト部分がすべて 1 に設定され、ネットワーク部分がサブネットのアドレスに設定されています。一連の IP ホスト（ルータを含む）は、宛先アドレスとして IP ブロードキャスト アドレスを指定されたパケットが、サブネット上のすべての IP ホスト向けであることを認識しています。特に設定しないかぎり、ルータは IP ブロードキャスト パケットを転送しないので、一般的に IP ブロードキャスト通信はローカル サブネットに限定されます。

IP マルチキャストは、IP ユニキャスト通信と IP ブロードキャスト通信の中間に位置します。IP マルチキャスト通信によって、ホストは IP ネットワーク上の任意の場所にあるホストの*グループ*に IP パケットを送信します。IP マルチキャスト通信では、特定のグループに情報を送信するために、IP *マルチキャスト グループ アドレス*という特殊な形式の IP 宛先アドレスを使用します。IP マルチキャスト グループ アドレスは、パケットの IP 宛先アドレス フィールドに指定されます。

IP 情報をマルチキャストするには、レイヤ 3 スイッチおよびルータが、IP マルチキャスト グループの*メンバ*に接続するすべての出力インターフェイスに、着信 IP パケットを転送する必要があります。Catalyst 4000 ファミリ スイッチ上のマルチキャスト プロセスでは、Integrated Switching Engine でパケットが複製されて適切な出力インターフェイスに転送され、マルチキャスト グループの各メンバに送信されます。

IP マルチキャストはビデオ会議とほとんど同じものと見られがちです。ネットワークに初めて導入する IP マルチキャスト アプリケーションは、多くの場合ビデオ会議ですが、ビデオは企業のビジネス モデルに付加価値をもたらす、さまざまな IP マルチキャスト アプリケーションの 1 つに過ぎません。生産性の向上につながるこのほかの IP マルチキャスト アプリケーションとしては、マルチメディア会議、データ複製、リアルタイム データ マルチキャスト、シミュレーション アプリケーションなどがあります。

ここでは、次の内容について説明します。

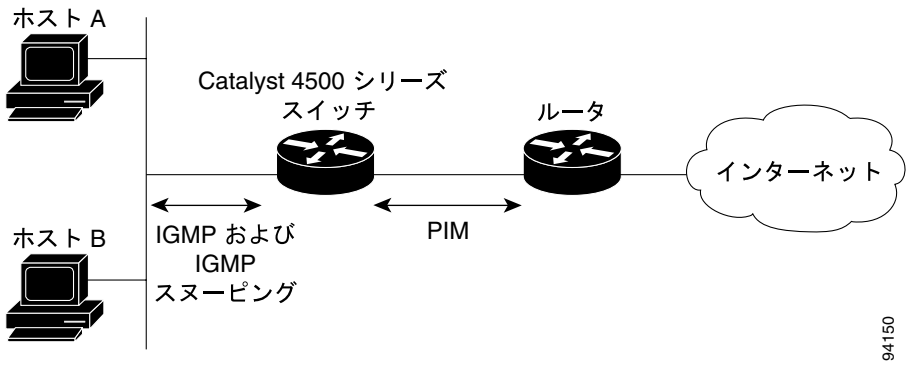
IP マルチキャスト プロトコル

Catalyst 4000 ファミリ スイッチでは、主に次のプロトコルを使用して IP マルチキャスト ルーティングを実行します。

- Internet Group Management Protocol（IGMP; インターネット グループ管理プロトコル）
- Protocol Independent Multicast（PIM）
- IGMP スヌーピングおよび Cisco Group Management Protocol（CGMP）

図 29-1 に、IP マルチキャスト環境でこれらのプロトコルが動作する箇所を示します。

図 29-1　IP マルチキャスト ルーティング プロトコル



IGMP

IP マルチキャスト ホストは IGMP メッセージを使用して、ローカルの レイヤ 3 スイッチまたはルータに要求を送信し、特定のマルチキャスト グループに加入して、マルチキャスト トラフィックの受信を開始します。IGMPv2 の一部の拡張機能を使用すると、IP ホストはレイヤ 3 スイッチまたはルータに対し、IP マルチキャスト グループを脱退してマルチキャスト グループ トラフィックを受信しないように求める要求も送信します。

レイヤ 3 スイッチまたはルータは、IGMP によって得た情報を使用して、マルチキャスト グループ メンバシップのリストをインターフェイス単位で維持します。インターフェイス上で少なくとも 1 つのホストが、マルチキャスト グループ トラフィックを受信するための IGMP 要求を送信しているかぎり、そのインターフェイスのマルチキャスト グループ メンバシップはアクティブです。

PIM

PIM が*プロトコルに依存しない*理由は、使用されている任意のユニキャスト ルーティング プロトコルを利用してルーティング テーブルへの書き込みを行い（Enhanced Interior Gateway Routing Protocol [EIGRP]、Open Shortest Path First [OSPF]、Border Gateway Protocol [BGP]、およびスタティック ルートを含む）、IP マルチキャストをサポートするからです。PIM はさらに、完全に独立したマルチキャスト ルーティング テーブルを作成する代わりに、ユニキャスト ルーティング テーブルを使用して Reverse Path Forwarding（RPF）チェック機能を実行します。PIM は、他のルーティング プロトコルが行うような、ルータ間でのマルチキャスト ルーティング アップデートの送受信は行いません。

PIM 稠密モード

PIM 稠密モード（PIM-DM）は、*プッシュ* モデルを使用してネットワークのすべての部分にマルチキャスト トラフィックをフラッディングさせます。PIM-DM は、LAN TV や企業情報または財務情報ブロードキャストなど、大部分の LAN でマルチキャストの受信が必要とされるネットワークでの使用を目的としています。ネットワーク上のすべてのサブネットにアクティブな受信者が存在する場合、効率的な配信メカニズムになります。

PIM 希薄モード

PIM 希薄モード（PIM-SM）は、*プル* モデルを使用してマルチキャスト トラフィックを配信します。明示的にデータを要求していて、かつアクティブな受信者のいるネットワークだけに、トラフィックが転送されます。PIM-SM は、デスクトップ ビデオ会議や企業コンピューティングなど、少数の受信者がそれぞれ異なるマルチキャストを一般に同時使用するネットワークでの使用を目的としています。

PIM 稠密モードおよび PIM 希薄モードの詳細については、次の URL を参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122/122cgcr/fipr_c/ipcpt3

IGMP スヌーピングおよび CGMP

IGMP スヌーピングは、レイヤ 2 スイッチング環境でのマルチキャストに使用します。IGMP スヌーピングを使用する場合、レイヤ 3 スイッチまたはルータは、ホストとルータ間で転送される IGMP パケットのレイヤ 3 情報を検証します。スイッチが特定のマルチキャスト グループのホストから IGMP Host Report を受信すると、スイッチはそのホストのポート番号を対応するマルチキャスト テーブル エントリに追加します。スイッチがホストから IGMP Leave Group メッセージを受信すると、スイッチはテーブル エントリからそのホストのポートを削除します。

IGMP 制御メッセージはマルチキャスト パケットとして送信されるので、レイヤ 2 ヘッダーのみが検証される場合は、マルチキャスト データと区別できません。IGMP スヌーピングが稼働しているスイッチは、すべてのマルチキャスト データ パケットについて、関連する IGMP 制御情報が含まれていないかどうかを調べます。低速の CPU を搭載したローエンドのスイッチに IGMP スヌーピングを実装すると、データを高速で送信する場合、パフォーマンスに重大な影響が出る可能性があります。Catalyst 4500 シリーズ スイッチでは、IGMP スヌーピングがフォワーディング Application Specific Integrated Circuit（ASIC; 特定用途向け集積回路）で実装されているので、転送速度に影響が出ることはありません。

（注） Catalyst 4000 ファミリ スイッチは、IGMP スヌーピングをサポートしていないスイッチ（Supervisor Engine I および Supervisor Engine II を搭載した Catalyst 4500 ファミリ スイッチなど）の CGMP サーバとして動作します。スイッチを CGMP クライアントとして設定することはできません。Catalyst 4000 ファミリ スイッチをクライアントとして設定するには、IGMP スヌーピングを使用します。

CGMP は、Catalyst スイッチがシスコ ルータの IGMP 情報を活用してレイヤ 2 で転送先の決定を行うための、シスコの独自仕様プロトコルです。CGMP は、マルチキャスト ルータおよびレイヤ 2 スイッチ上で設定します。その結果、トラフィックを要求したホストのある Catalyst スイッチポートだけに、IP マルチキャスト トラフィックが配信されます。トラフィックを明示的に要求していないスイッチポートは、トラフィックを受信しません。

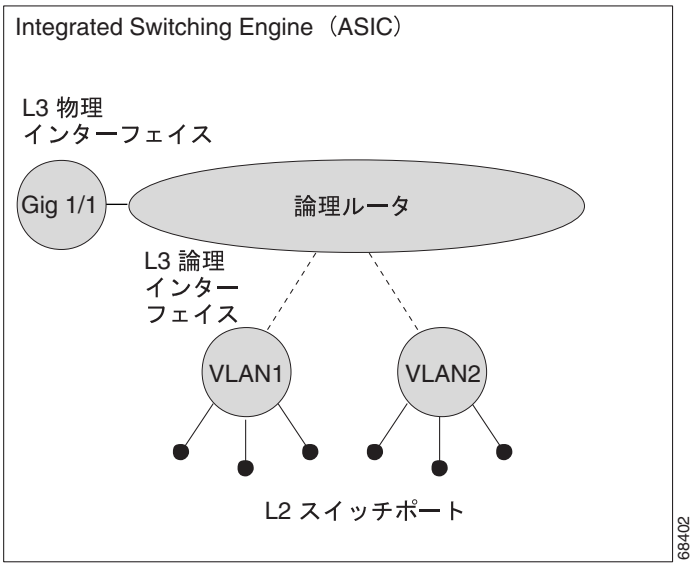
Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上での IP マルチキャスト

Catalyst 4000 ファミリ スイッチは、レイヤ 2 でイーサネット ブリッジング、レイヤ 3 で IP ルーティングを行う ASIC ベースの Integrated Switching Engine をサポートしています。この ASIC はパケット転送専用に設計されているので、Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）および QoS（Quality Of Service）をイネーブルにした状態で、Integrated Switching Engine ハードウェアにより非常に高いパフォーマンスを実現します。ハードウェアによるワイヤスピードでの転送は、例外パケットを処理するように設計された CPU サブシステム ソフトウェアよりもきわめて高速となります。

Integrated Switching Engine ハードウェアは、VLAN（仮想 LAN）間ルーティング用のインターフェイスおよびレイヤ 2 ブリッジング用のスイッチポートをサポートしています。また、ホスト、スイッチ、またはルータとの接続を設定できる物理レイヤ 3 インターフェイスともなります。

図 29-2 に、Integrated Switching Engine ハードウェアでのレイヤ 2 およびレイヤ 3 フォワーディングの概念図を示します。

図 29-2　ハードウェアでのレイヤ 2 およびレイヤ 3 フォワーディングの概念図



ここでは、次の内容について説明します。

- CEF、MFIB、およびレイヤ 2 フォワーディング（p.29-6）
- IP マルチキャスト テーブル（p.29-8）
- ハードウェアおよびソフトウェアによる転送（p.29-9）
- 非 RPF トラフィック（p.29-10）
- マルチキャスト高速ドロップ（p.29-11）
- MFIB（p.29-12）
- S/M,224/4（p.29-13）

CEF、MFIB、およびレイヤ 2 フォワーディング

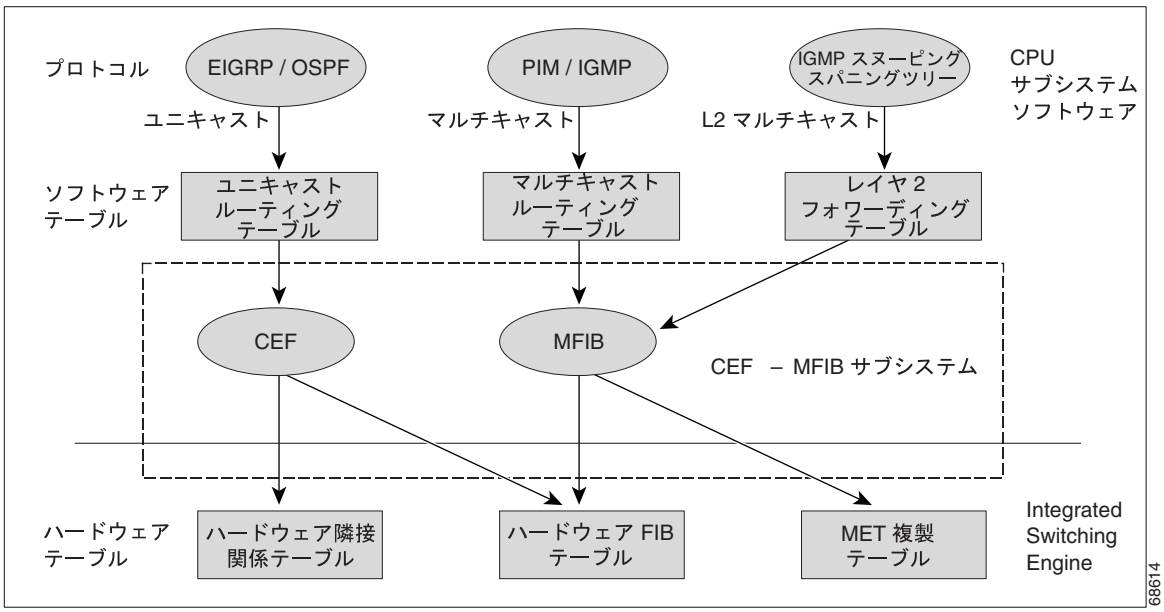
Catalyst 4000 ファミリ スイッチに実装された IP マルチキャストは、中央集中型 Cisco Express Forwarding（CEF; シスコ エクスプレス フォワーディング）の拡張機能です。CEF は、上位レイヤのユニキャスト ルーティング テーブル（BGP、OSPF、EIGRP などのユニキャスト ルーティング プロトコルによって作成される）から情報を抽出し、この情報をハードウェア Forwarding Information Base（FIB; 転送情報ベース）にロードします。FIB のユニキャスト ルートを使用すると、上位レイヤのルーティング テーブルでルートが変更された場合でも、ハードウェア ルーティング ステートの 1 つのルートを変更するだけです。ハードウェアでユニキャスト パケットを転送するために、Integrated Switching Engine は Ternary CAM（TCAM）から送信元および宛先ルートを検索し、ハードウェア FIB から隣接インデックスを取り出して、ハードウェア ネイバー テーブル関係からレイヤ 2 リライト情報およびネクストホップ アドレスを取得します。

Multicast Forwarding Information Base（MFIB）サブシステムは、ユニキャスト CEF のマルチキャスト版です。この MFIB サブシステムは、PIM および IGMP によって作成されるマルチキャスト ルートを抽出し、ハードウェア転送のためのプロトコル独立フォーマットにします。MFIB サブシステムは、プロトコル固有の情報を削除し、必要なフォワーディング情報だけを残します。MFIB テーブルの各エントリは、(S,G) または (*,G) ルート、入力 RPF VLAN、およびレイヤ 3 出力インターフェイスのリストで構成されます。MFIB サブシステムは、プラットフォーム依存の管理ソフトウェアと連携して、このマルチキャスト ルーティング情報をハードウェア FIB およびハードウェア Multicast Expansion Table（MET）にロードします。

Catalyst 4000 ファミリ スイッチは、レイヤ 3 ルーティングとレイヤ 2 ブリッジングを同時に実行します。1 つの VLAN インターフェイスに複数のレイヤ 2 スイッチポートを設定できます。マルチキャスト パケットを転送すべき出力スイッチポートの集合を判別するため、Supervisor Engine III はレイヤ 3 の MFIB 情報をレイヤ 2 のフォワーディング情報と組み合わせ、ハードウェア MET に保存してパケット複製を行います。

図 29-3 に、Catalyst 4000 ファミリ スイッチがどのようにユニキャスト ルーティング、マルチキャスト ルーティング、およびレイヤ 2 ブリッジング情報を組み合わせ、ハードウェアで転送を実行するかを示します。

図 29-3　ハードウェアでの CEF、MFIB、およびレイヤ 2 フォワーディング情報の組み合わせ



MFIB ルートは、CEF ユニキャスト ルートと同様にレイヤ 3 であるため、該当するレイヤ 2 情報と結合する必要があります。MFIB ルートの例を示します。

```
(*,224.1.2.3)
RPF interface is Vlan3
Output Interfaces are:
Vlan 1
Vlan 2
```

ルート（*,224.1.2.3）がハードウェア FIB テーブルにロードされ、出力インターフェイスのリストが MET にロードされます。出力インターフェイスのリストへのポインタ、MET インデックス、および RPF インターフェイスも、（*,224.1.2.3）ルートとともにハードウェア FIB にロードされます。ハードウェアにこの情報をロードすることで、レイヤ 2 情報との結合を開始できるようになります。VLAN 1 上の出力インターフェイスについて、Integrated Switching Engine は VLAN 1 上でスパニングツリー フォワーディング ステートにあるすべてのスイッチポートにパケットを送信する必要があります。VLAN 2 についても同じプロセスが適用されます。VLAN 2 のスイッチポートの集合を判別するには、レイヤ 2 フォワーディング テーブルが使用されます。

ハードウェアがパケットをルーティングする場合、すべての出力インターフェイスのすべてのスイッチポートにパケットを送信するだけでなく、ハードウェアは入力 VLAN の（パケットが到着したスイッチポートを除く）すべてのスイッチポートにも、パケットを送信します。たとえば、VLAN 3 に 2 つのスイッチポート Gig 3/1 および Gig 3/2 があると仮定します。Gig 3/1 上のホストがマルチキャスト パケットを送信すると、Gig 3/2 上のホストもそのパケットを受信しなければならない場合があります。Gig 3/2 上のホストにマルチキャスト パケットを送信するには、MET にロードされるポートセットに入力 VLAN のすべてのスイッチポートを追加する必要があります。

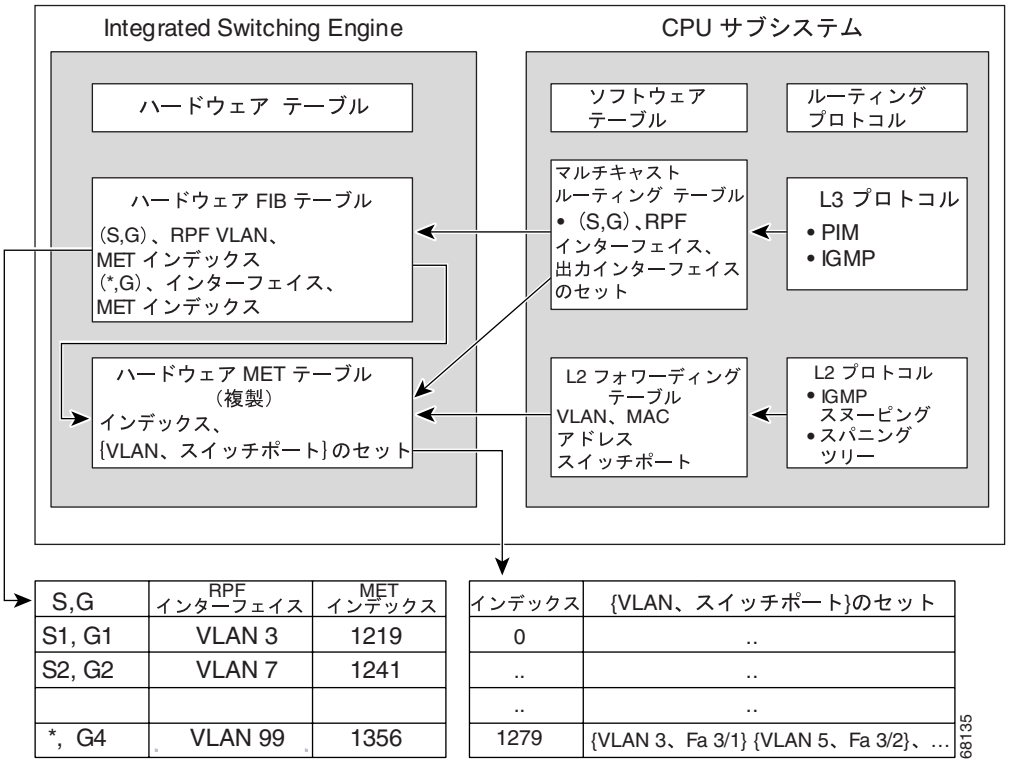
VLAN 1 に 1/1 および 1/2、VLAN 2 に 2/1 および 2/2、VLAN 3 に 3/1 および 3/2 が含まれていれば、このルート用の MET チェーンには、スイッチポート 1/1、1/2、2/1、2/2、3/1、および 3/2 が含まれることになります。

IGMP スヌーピングがオンの場合、パケットは VLAN 2 のすべての出力スイッチポートに転送されるとは限りません。IGMP スヌーピングによって、グループ メンバまたはルータが存在すると判断されたスイッチポートだけに、パケットが転送されます。たとえば、VLAN 1 で IGMP スヌーピングがイネーブルで、IGMP スヌーピングによってポート 1/2 のみにグループ メンバが存在すると判断された場合、MET チェーンには、スイッチポート 1/1、1/2、2/1、2/2、3/1、および 3/2 が含まれることになります。

IP マルチキャスト テーブル

図 29-4 に、Catalyst 4000 ファミリ スイッチがハードウェアで IP マルチキャスト パケットを転送する目的で使用する主なデータ構造を示します。

図 29-4　IP マルチキャスト テーブルおよびプロトコル



Integrated Switching Engine は、個々の IP マルチキャスト ルートを識別する目的で、ハードウェア FIB テーブルを維持します。各エントリは、宛先グループの IP アドレスおよびオプションの送信元 IP アドレスで構成されます。マルチキャスト トラフィックは、主に（S,G）および（*,G）の 2 種類のルート上を流れます。（S,G）ルートは、マルチキャスト送信元の IP アドレスと、マルチキャスト グループ宛先の IP アドレスに基づいて、送信元からグループへ流れます。（*,G）ルートのトラフィックは、PIM RP からグループ G のすべての受信者へ流れます。（*,G）ルートを使用するのは、希薄モード グループだけです。Integrated Switching Engine ハードウェアには、合計 128,000 のルート用のスペースが準備されています。これらがユニキャスト ルート、マルチキャスト ルート、およびマルチキャスト高速ドロップ エントリによって共有されます。

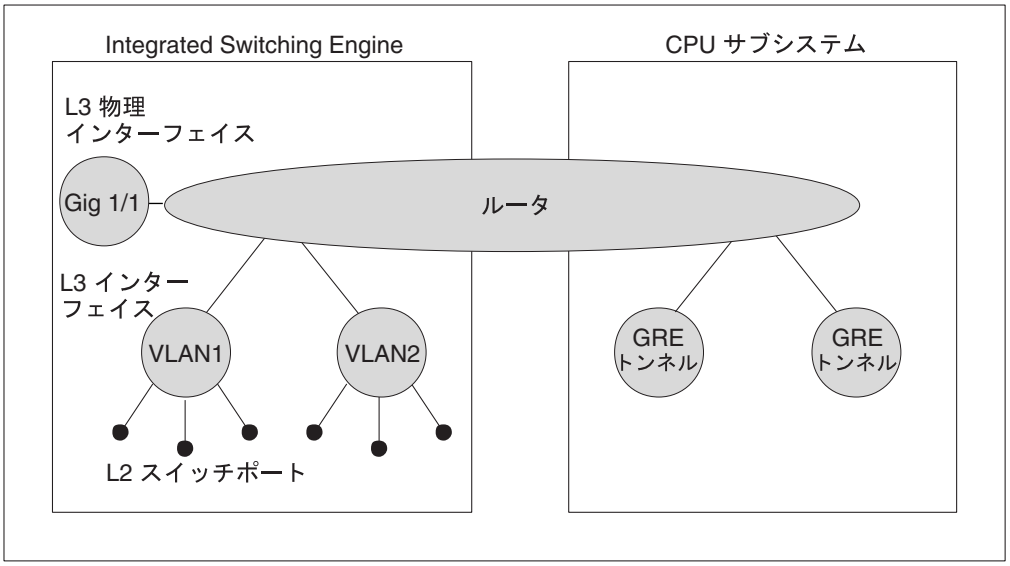
出力インターフェイスのリストは、MET に保存されます。MET には、最大 32,000 の出力インターフェイス リスト用のスペースがあります。MET リソースは、レイヤ 3 マルチキャスト ルートおよびレイヤ 2 マルチキャスト エントリによって共有されます。ハードウェアで使用できる出力インターフェイス リストの実際の数は、設定によって異なります。マルチキャスト ルートの総数が 32,000 を超えると、Integrated Switching Engine によってマルチキャスト パケットをスイッチングできなくなる場合があります。そのパケットは、CPU サブシステムによってきわめて低い速度で転送されることになります。

ハードウェアおよびソフトウェアによる転送

Integrated Switching Engine は通常、パケットをハードウェアで非常に高速で転送します。CPU サブシステムは、例外パケットをソフトウェアで転送します。Integrated Switching Engine が大部分のパケットをハードウェアで転送していることは、統計レポートからわかります。

図 29-5 に、ハードウェアとソフトウェアの転送コンポーネントの概念を示します。

図 29-5　ハードウェアおよびソフトウェアの転送コンポーネント



Integrated Switching Engine は、通常の動作モードでは、ハードウェアで VLAN 間ルーティングを実行します。CPU サブシステムは、ソフトウェアによる転送のために、Generic Routing Encapsulation（GRE; 総称ルーティング カプセル化）トンネルをサポートしています。

複製は、パケットの 1 コピーを送信する代わりに、パケットを複製して複数のコピーを送信する転送の一種です。レイヤ 3 で複製が行われるのは、マルチキャスト パケットに限られます。ユニキャスト パケットが複数のレイヤ 3 インターフェイス用に複製されることはありません。IP マルチキャスト動作では、着信した IP マルチキャスト パケットごとに、そのパケットの多くの複製が送信されます。

IP マルチキャスト パケットを伝送するルートのタイプは、次のとおりです。

- ハードウェア ルート
- ソフトウェア ルート
- 部分的なルート

ハードウェア ルートは、Integrated Switching Engine ハードウェアがパケットのすべての複製を転送する場合に発生します。ソフトウェア ルートは、CPU サブシステム ソフトウェアがパケットのすべての複製を転送する場合に発生します。部分的なルートは、Integrated Switching Engine が一部の複製をハードウェアで転送し、CPU サブシステムが一部の複製をソフトウェアで転送する場合に発生します。

部分的なルート

(注)　以下に記載する条件が成立する場合、CPU サブシステム ソフトウェアによって複製が転送されますが、ハードウェアによる複製の転送パフォーマンスに影響はありません。

あるルートに対するパケットの複製の一部が CPU サブシステムによって転送される条件は、次のとおりです。

- **ip igmp join-group** コマンドを使用して、マルチキャスト送信元の RPF インターフェイス上の IP マルチキャスト グループのメンバとしてスイッチを設定している場合
- スイッチが PIM 希薄モードの送信元へのファースト ホップである場合。この場合、スイッチは RP に PIM Register メッセージを送信する必要があります。

ソフトウェア ルート

(注)　RPF インターフェイスまたは出力インターフェイスの設定について次の条件が 1 つでも成立すると、出力のすべての複製はソフトウェアで実行されます。

あるルートに対するパケットの複製の一部が CPU サブシステム ソフトウェアによって転送される条件は、次のとおりです。

- インターフェイスがマルチキャスト ヘルパーを使用して設定されている場合
- インターフェイスが GRE トンネルまたは Distance Vector Multicast Routing Protocol（DVMRP）トンネルである場合
- インターフェイスが Advanced Research Products Agency（ARPA）以外のカプセル化を使用している場合

次のパケットは、常にソフトウェアによって転送されます。

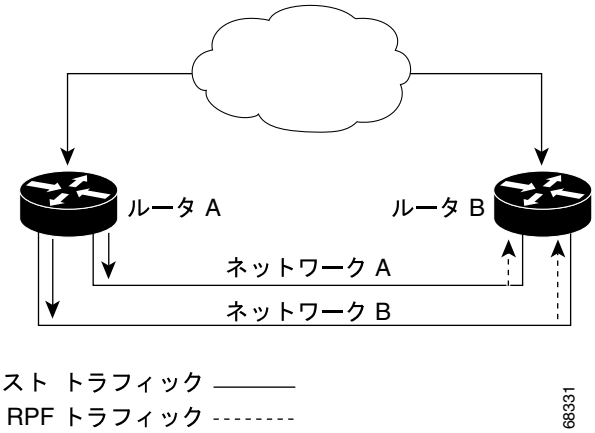
- 224.0.0.*（* は 0 ～ 255）の範囲のマルチキャスト グループに送信されるパケット。この範囲は、ルーティング プロトコルが使用します。レイヤ 3 スイッチングでは、この範囲以外のすべてのマルチキャスト グループ アドレスがサポートされています。
- IP オプション付きのパケット

非 RPF トラフィック

RPF チェックに失敗したトラフィックを、非 RPF トラフィックといいます。Integrated Switching Engine は、非 RPF トラフィックをフィルタリング（持続的にドロップ）するか、またはレート制限して転送します。

複数のレイヤ 3 スイッチまたはルータが同一の LAN セグメントに接続されている冗長な構成で、送信元から発信インターフェイス上の受信側へマルチキャスト トラフィックを転送するのは、1 台の装置だけです。図 29-6 に、一般的なネットワーク構成で非 RPF トラフィックが発生した状況を示します。

図 29-6　スタブ ネットワークにおける冗長マルチキャスト ルータ構成



この種のトポロジでは、PIM DR 指定ルータ（PIM DR）であるルータ A だけが共通の VLAN にデータを転送します。ルータ B は転送されたマルチキャスト トラフィックを受信しますが、このトラフィックをドロップします。不正なインターフェイスでこのトラフィックが着信したので、RPF チェックに失敗するためです。このように RPF チェックに失敗するトラフィックを、非 RPF トラフィックといいます。

マルチキャスト高速ドロップ

PIM-SM、PIM-DM などの IP マルチキャスト プロトコルでは、（S,G）または（*,G）ルートごとに、対応する着信インターフェイスがあります。このインターフェイスを、RPF インターフェイスといいます。予測される RPF インターフェイスとは異なるインターフェイスにパケットが到着することもあります。その場合、PIM によってパケットに特殊なプロトコル処理を行うために、そのパケットを CPU サブシステム ソフトウェアに転送する必要があります。PIM が実行する特殊なプロトコル処理の例としては、PIM アサートプロトコルがあります。

デフォルトでは、Integrated Switching Engine ハードウェアは、非 RPF インターフェイスに着信したすべてのパケットを CPU サブシステム ソフトウェアに送信します。ただし、これらの非 RPF パケットはほとんどの場合、マルチキャスト ルーティング プロトコルに必要ではないので、多くの場合、ソフトウェアによる処理は不要です。何の処置も行わなければ、ソフトウェアに送信される非 RPF パケットのため、CPU に負荷がかかる恐れがあります。

MFIB 高速ドロップをイネーブルまたはディセーブルにするには、**ip mfib fastdrop** コマンドを使用します。

この問題を回避するため、CPU サブシステム ソフトウェアは、RPF に失敗したパケットのうち、スイッチ上で稼働している PIM プロトコルが必要としないパケットを受信した時点で、高速ドロップ エントリをハードウェアにロードします。高速ドロップ エントリは、（S,G, 着信インターフェイス）によって表されます。高速ドロップ エントリに一致するパケットは、入力 VLAN でブリッジングされますが、ソフトウェアには送信されません。したがって、CPU サブシステム ソフトウェアがこれらの RPF エラーを処理し、必ずしも過負荷になるものではありません。

リンクのダウン、ユニキャスト ルーティング テーブルの変更などのプロトコル イベントによって、安全に高速ドロップが可能なパケットの集合に影響が出ることがあります。以前は高速ドロップを行っても問題のなかったパケットを、トポロジの変更後、PIM ソフトウェアに処理させるため、CPU サブシステム ソフトウェアに転送する必要があります。CPU サブシステム ソフトウェアは、プロトコル イベントに応答して高速ドロップ エントリのフラッシュを行い、IOS の PIM コードが必要な RPF エラーをすべて処理できるようにします。

一部のトポロジでは、RPF エラーが繰り返し発生する可能性があるので、ハードウェアにおける高速ドロップ エントリの使用が特に重要になります。高速ドロップ エントリがなければ、処理する必要のない RPF エラー パケットによって CPU が過負荷になる可能性があります。

MFIB

MFIB サブシステムは、Catalyst 4000 ファミリ スイッチ上の Integrated Switching Engine ハードウェアの IP マルチキャスト ルーティングをサポートします。MFIB は、論理的には CPU サブシステム ソフトウェアの IP マルチキャスト ルーティング プロトコル（PIM、IGMP、MSDP、MBGP、および DVMRP）と、ハードウェアで IP マルチキャスト ルーティングを管理するためのプラットフォーム固有のコードとの中間に存在します。MFIB は、マルチキャスト ルーティング プロトコルによって作成されたルーティング テーブル情報を、Integrated Switching Engine ハードウェアが効率的に処理して転送に使用可能な、簡易なフォーマットに変換します。

マルチキャスト ルーティング テーブルの情報を表示するには、**show ip mroute** コマンドを使用します。MFIB テーブルの情報を表示するには、**show ip mfib** コマンドを使用します。

（注） Supervisor Engine 6-E システムでは、**show ip mfib** コマンドはハードウェア カウンタを出力しません。

MFIB テーブルには、IP マルチキャスト ルートの集合が含まれます。IP マルチキャスト ルートには、（S,G）ルート、（*,G）ルートなど、いくつかのタイプがあります。MFIB テーブルの各ルートに、オプションの 1 つまたは複数のフラグを対応付けることができます。ルート フラグは、ルートに一致するパケットの転送方法を指示します。たとえば、MFIB ルートに付けられた Internal Copy（IC）フラグは、スイッチ上のプロセスがパケットのコピーを受信する必要があることを意味します。MFIB ルートに対応付けできるフラグは、次のとおりです。

- Internal Copy（IC）フラグ ― ルータ上のプロセスが、特定のルートに一致するすべてのパケットのコピーを受信する必要がある場合に設定します。
- Signalling（S）フラグ ― このルートに一致するパケットを受信したときに、プロセスに通知する必要がある場合に設定します。シグナリング インターフェイス上でのパケット受信に応答して、プロトコル コードが MFIB ステートを更新するなどの動作を行うことが考えられます。
- Connected（C）フラグ ― このフラグを MFIB ルートに設定した場合、直接接続されたホストによってルートに送信されたパケットだけをプロトコル プロセスに通知する必要があるという点を除き、Signalling（S）フラグと同じ意味を持ちます。

ルートには、1 つまたは複数のインターフェイスに対応するオプションのフラグを設定することもできます。たとえば、VLAN 1 に関するフラグを設定した（S,G）ルートは、VLAN 1 に着信するパケットの取り扱いを指示するとともに、このルートに一致するパケットを VLAN 1 に転送すべきかどうかも示します。MFIB でサポートされるインターフェイス単位のフラグは、次のとおりです。

- Accepting（A）― マルチキャスト ルーティングで RPF インターフェイスであることが明らかなインターフェイスに設定します。Accepting（A）をマークされたインターフェイスに着信したパケットは、すべての Forwarding（F）インターフェイスに転送されます。
- Forwarding（F）― 上記のように、Accepting（A）フラグと組み合わせて使用します。Forwarding インターフェイスの集合は、マルチキャスト olist（output interface list）と呼ばれるものを形成します。
- Signalling（S）― このインターフェイスにパケットが着信したとき、IOS の何らかのマルチキャスト ルーティング プロトコル プロセスに通知する必要がある場合に設定します。

- Not Platform fast-switched（NP）— Forwarding（F）フラグと組み合わせて使用します。出力インターフェイスをプラットフォームによって高速スイッチングできない場合に、Forwarding インターフェイスには Not Platform fast-switched というマークも付けられます。NP フラグは通常、ハードウェアで Forwarding インターフェイスをルーティングできず、ソフトウェア転送が必要な場合に使用されます。たとえば、Catalyst 4000 ファミリ スイッチ トンネル インターフェイスはハードウェア スイッチングされないので、これらのインターフェイスには NP フラグが付けられます。ルートに対応付けられた NP インターフェイスがある場合、Accepting インターフェイスに着信するパケットごとに、パケットのコピーが 1 つずつソフトウェア転送パスに送信され、ハードウェア スイッチングされなかったインターフェイス用にパケットがソフトウェアで複製されます。

（注） PIM-SM ルーティングを使用している場合、MFIB ルートには、PimTunnel [1.2.3.4] などのインターフェイスが含まれる場合があります。このインターフェイスは、パケットが特定の宛先アドレスに対してトンネリングされていることを表すために、MFIB サブシステムが作成する仮想インターフェイスです。PimTunnel インターフェイスは、通常の **show interface** コマンドでは表示できません。

S/M,224/4

MFIB では、マルチキャスト対応のインターフェイスごとに（S/M,224/4）エントリが作成されます。このエントリによって、直接接続されたネイバーから送信されたすべてのパケットが、PIM-SM RP に Register カプセル化されるようになります。一般に、PIM-SM によって（S,G）ルートが確立されるまでの間、ごく少数のパケットだけが（S/M,224/4）ルートを使用して転送されます。

たとえば、IP アドレス 10.0.0.1 およびネットマスク 255.0.0.0 のインターフェイスで、送信元アドレスがクラス A ネットワーク 10 に所属する IP マルチキャスト パケットにすべて一致するルートが作成されると仮定します。このルートは、慣例的なサブネット / マスク長の表記では（10/8,224/4）と記述されます。インターフェイスに複数の IP アドレスが割り当てられている場合には、これらの IP アドレスごとに 1 つずつルートが作成されます。

サポートされない機能

このリリースでは、次の IP マルチキャスト機能はサポートされません。

- マルチキャスト グループへの伝送速度の制御
- 等コスト パス間での IP マルチキャスト トラフィックの負荷分割

IP マルチキャスト ルーティングの設定

ここでは、IP マルチキャスト ルーティングの設定作業について説明します。

Auto-RP、PIM バージョン 2、および IP マルチキャスト スタティック ルートなどの IP マルチキャスト ルーティングの詳細については、『*Cisco IOS IP and IP Routing Configuration Guide*』Release 12.3 を参照してください。

IP マルチキャスト ルーティングのデフォルト設定

表 29-1 に、IP マルチキャストのデフォルト設定を示します。

表 29-1　IP マルチキャストのデフォルト設定

機能	デフォルト値
RPF のレート制限	グローバルでイネーブル
IP マルチキャスト ルーティング	グローバルでディセーブル **（注）** IP マルチキャスト ルーティングがディセーブルになっている場合、IP マルチキャスト トラフィック データは Catalyst 4000 ファミリ スイッチによって転送されません。ただし、IP マルチキャスト制御トラフィックは引き続き処理および転送されます。したがって、IP マルチキャスト ルーティングをディセーブルにしても、IP マルチキャスト ルートはルーティング テーブルに残ります。
PIM	すべてのインターフェイス上でディセーブル
IGMP スヌーピング	すべての VLAN インターフェイス上でイネーブル **（注）** 特定のインターフェイス上で IGMP スヌーピングをディセーブルにすると、すべての出力ポートが Integrated Switching Engine によって転送されます。入力 VLAN インターフェイス上で IGMP スヌーピングをディセーブルにすると、そのインターフェイスに関連するマルチキャスト パケットは、VLAN 上のすべてのフォワーディング スイッチポートに送信されます。

（注） Source Specific Multicast および IGMPv3 がサポートされています。

IGMPv3 および IGMP を備えた Source Specific Multicast の詳細については、次の URL を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2/ip/configuration/guide/1cfssm.html

IP マルチキャスト ルーティングのイネーブル化

IP マルチキャスト ルーティングをイネーブルにすると、Catalyst 4000 ファミリ スイッチでマルチキャスト パケットを転送できるようになります。ルータ上で IP マルチキャスト ルーティングをイネーブルにするには、グローバル コンフィギュレーションモードで次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch(config)# ip multicast-routing`	IP マルチキャスト ルーティングをイネーブルにします。

インターフェイス上での PIM のイネーブル化

インターフェイス上で PIM をイネーブルにすると、そのインターフェイス上で IGMP 動作もイネーブルになります。インターフェイスは、稠密モード、希薄モード、または 希薄 / 稠密モードのいずれかに設定できます。これらのモードは、レイヤ 3 スイッチまたはルータによるマルチキャスト ルーティング テーブルの書き込み方法と、レイヤ 3 スイッチまたはルータが直接接続された LAN から受信したマルチキャスト パケットの転送方法を決定します。インターフェイスで IP マルチキャスト ルーティングを実行するには、PIM を上記のモードのいずれかでイネーブルにする必要があります。

マルチキャスト ルーティング テーブルの書き込みでは、稠密モード インターフェイスは常にテーブルに追加されます。希薄モード インターフェイスは、ダウンストリーム ルータから定期的な Join メッセージを受信した場合、またはインターフェイス上に直接接続されたメンバが存在する場合にかぎり、テーブルに追加されます。LAN から転送する場合、グループが認識している RP があれば、希薄モード動作が行われます。その場合、パケットはカプセル化され、その RP に送信されます。認識している RP がなければ、パケットは稠密モードの方式でフラッディングされます。特定の送信元からのマルチキャスト トラフィックが十分であれば、受信側のファーストホップ ルータがその送信元に Join メッセージを送信し、送信元を基点とするディストリビューション ツリーが構築されます。

デフォルトで設定されるモードはありません。デフォルトでは、インターフェイス上でマルチキャスト ルーティングはディセーブルに設定されています。

稠密モードのイネーブル化

インターフェイス上の PIM を稠密モードに設定するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch(config-if)# ip pim dense-mode`	インターフェイス上で稠密モード PIM をイネーブルにします。

PIM インターフェイスを稠密モードに設定する例については、この章の最後にある「PIM 稠密モードの例」を参照してください。

希薄モードのイネーブル化

インターフェイス上の PIM を希薄モードに設定するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch(config-if)# ip pim sparse-mode`	インターフェイス上で希薄モード PIM をイネーブルにします。

PIM インターフェイスを希薄モードに設定する例については、この章の最後にある「PIM 希薄モードの例」を参照してください。

希薄 / 稠密モードのイネーブル化

ip pim sparse-mode または **ip pim dense-mode** コマンドを使用すると、インターフェイス全体に希薄モードまたは稠密モードが適用されます。ただし、環境によっては、単一リージョン内の一部のグループについては PIM を希薄モードで実行し、残りのグループについては稠密モードで実行しなければならない場合があります。

稠密モードだけ、または希薄モードだけをイネーブルにするのではなく、希薄 / 稠密モードをイネーブルにできます。この場合、グループが稠密モードであればインターフェイスは稠密モードとして扱われ、グループが希薄モードであればインターフェイスは希薄モードとして扱われます。グループを希薄グループとして扱い、インターフェイスが希薄 / 稠密モードである場合には、RP が必要です。

希薄 / 稠密モードを設定する場合、希薄または稠密の概念はスイッチ上のグループに適用され、ネットワーク管理者は同じ概念をネットワーク全体に適用する必要があります。

希薄 / 稠密モードのもう 1 つの利点は、Auto-RP 情報を稠密モードの方式で配布しながら、ユーザ グループのマルチキャスト グループを希薄モードの方式で使用できるという点です。したがって、リーフ ルータ上にデフォルト RP を設定する必要はありません。

インターフェイスが 稠密モードで取り扱われる場合、次のいずれかの条件が満たされると、そのインターフェイスはマルチキャスト ルーティング テーブルの発信インターフェイス リストに追加されます。

- インターフェイス上にメンバまたは DVMRP ネイバーが存在する場合
- PIM ネイバーが存在し、グループがプルーニングされていない場合

インターフェイスが希薄モードで取り扱われる場合、次のいずれかの条件が満たされると、そのインターフェイスはマルチキャスト ルーティング テーブルの発信インターフェイス リストに追加されます。

- インターフェイス上にメンバまたは DVMRP ネイバーが存在する場合
- インターフェイス上の PIM ネイバーが明示的な Join メッセージを受信している場合

PIM がグループと同じモードで動作できるようにするには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch(config-if)# ip pim sparse-dense-mode`	PIM がグループに応じて、希薄モードまたは稠密モードのいずれかで動作できるようにします。

IP マルチキャスト ルーティングのモニタおよびメンテナンス

特定のキャッシュ、テーブル、またはデータベースの内容をすべて削除できます。さらに、特定の統計情報を表示することもできます。ここでは、IP マルチキャストのモニタおよびメンテナンス方法について説明します。

システムおよびネットワーク統計情報の表示

IP ルーティング テーブルやデータベースの内容など、特定の統計情報を表示できます。表示された情報に基づいて、リソースの利用状況を調べたり、ネットワーク上で発生した問題を解決できます。また、ノードの到達可能性に関する情報を表示し、使用する装置のパケットがネットワーク上でたどるルーティング パスを明らかにすることもできます。

各種のルーティング統計情報を表示するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch# ping [group-name | group-address]`	マルチキャスト グループ アドレスに Internet Control Message Protocol（ICMP）エコー要求を送信します。
`Switch# show ip mroute [hostname | group_number]`	IP マルチキャスト ルーティング テーブルの内容を表示します。
`Switch# show ip pim interface [type number] [count]`	PIM に設定されているインターフェイスに関する情報を表示します。
`Switch# show ip interface`	すべてのインターフェイスについて PIM 情報を表示します。

マルチキャスト ルーティング テーブルの表示

稠密モードで動作しているルータに関する **show ip mroute** コマンドの出力例を示します。このコマンドでは、マルチキャスト グループ cbone-audio に関する IP マルチキャスト FIB テーブルの内容が表示されます。

```
Switch# show ip mroute cbone-audio

IP Multicast Routing Table
Flags: D - Dense, S - Sparse, C - Connected, L - Local, P - Pruned
R - RP-bit set, F - Register flag, T - SPT-bit set
Timers: Uptime/Expires
Interface state: Interface, Next-Hop, State/Mode

(*, 224.0.255.1), uptime 0:57:31, expires 0:02:59, RP is 0.0.0.0, flags: DC
    Incoming interface: Null, RPF neighbor 0.0.0.0, Dvmrp
    Outgoing interface list:
     Ethernet0, Forward/Dense, 0:57:31/0:02:52
     Tunnel0, Forward/Dense, 0:56:55/0:01:28

(198.92.37.100/32, 224.0.255.1), uptime 20:20:00, expires 0:02:55, flags: C
    Incoming interface: Tunnel0, RPF neighbor 10.20.37.33, Dvmrp
    Outgoing interface list:
     Ethernet0, Forward/Dense, 20:20:00/0:02:52
```

次に、希薄モードで動作しているルータに関する **show ip mroute** コマンドの出力例を示します。

```
Switch# show ip mroute

IP Multicast Routing Table
Flags: D - Dense, S - Sparse, C - Connected, L - Local, P - Pruned
R - RP-bit set, F - Register flag, T - SPT-bit set
Timers: Uptime/Expires
Interface state: Interface, Next-Hop, State/Mode

(*, 224.0.255.3), uptime 5:29:15, RP is 198.92.37.2, flags: SC
  Incoming interface: Tunnel0, RPF neighbor 10.3.35.1, Dvmrp
  Outgoing interface list:
    Ethernet0, Forward/Sparse, 5:29:15/0:02:57

(198.92.46.0/24, 224.0.255.3), uptime 5:29:15, expires 0:02:59, flags: C
  Incoming interface: Tunnel0, RPF neighbor 10.3.35.1
  Outgoing interface list:
    Ethernet0, Forward/Sparse, 5:29:15/0:02:57
```

(注) ハードウェアで転送されるパケットについては、インターフェイス タイマーは更新されません。エントリ タイマーは、約 5 秒ごとに更新されます。

次に、**show ip mroute** コマンドに **summary** キーワードを指定した場合の出力例を示します。

```
Switch# show ip mroute summary

IP Multicast Routing Table
Flags: D - Dense, S - Sparse, C - Connected, L - Local, P - Pruned
       R - RP-bit set, F - Register flag, T - SPT-bit set, J - Join SPT
Timers: Uptime/Expires
Interface state: Interface, Next-Hop, State/Mode

(*, 224.255.255.255), 2d16h/00:02:30, RP 171.69.10.13, flags: SJPC

(*, 224.2.127.253), 00:58:18/00:02:00, RP 171.69.10.13, flags: SJC

(*, 224.1.127.255), 00:58:21/00:02:03, RP 171.69.10.13, flags: SJC

(*, 224.2.127.254), 2d16h/00:00:00, RP 171.69.10.13, flags: SJCL
  (128.9.160.67/32, 224.2.127.254), 00:02:46/00:00:12, flags: CLJT
  (129.48.244.217/32, 224.2.127.254), 00:02:15/00:00:40, flags: CLJT
  (130.207.8.33/32, 224.2.127.254), 00:00:25/00:02:32, flags: CLJT
  (131.243.2.62/32, 224.2.127.254), 00:00:51/00:02:03, flags: CLJT
  (140.173.8.3/32, 224.2.127.254), 00:00:26/00:02:33, flags: CLJT
  (171.69.60.189/32, 224.2.127.254), 00:03:47/00:00:46, flags: CLJT
```

次に、**show ip mroute** コマンドに **active** キーワードを指定した場合の出力例を示します。

```
Switch# show ip mroute active

Active IP Multicast Sources - sending >= 4 kbps

Group: 224.2.127.254, (sdr.cisco.com)
   Source: 146.137.28.69 (mbone.ipd.anl.gov)
     Rate: 1 pps/4 kbps(1sec), 4 kbps(last 1 secs), 4 kbps(life avg)

Group: 224.2.201.241, ACM 97
   Source: 130.129.52.160 (webcast3-e1.acm97.interop.net)
     Rate: 9 pps/93 kbps(1sec), 145 kbps(last 20 secs), 85 kbps(life avg)

Group: 224.2.207.215, ACM 97
   Source: 130.129.52.160 (webcast3-e1.acm97.interop.net)
     Rate: 3 pps/31 kbps(1sec), 63 kbps(last 19 secs), 65 kbps(life avg)
```

次に、**show ip mroute** コマンドに **count** キーワードを指定した場合の出力例を示します。

```
Switch# show ip mroute count

IP Multicast Statistics - Group count: 8, Average sources per group: 9.87
Counts: Pkt Count/Pkts per second/Avg Pkt Size/Kilobits per second

Group: 224.255.255.255, Source count: 0, Group pkt count: 0
  RP-tree: 0/0/0/0

Group: 224.2.127.253, Source count: 0, Group pkt count: 0
  RP-tree: 0/0/0/0

Group: 224.1.127.255, Source count: 0, Group pkt count: 0
  RP-tree: 0/0/0/0

Group: 224.2.127.254, Source count: 9, Group pkt count: 14
  RP-tree: 0/0/0/0
  Source: 128.2.6.9/32, 2/0/796/0
  Source: 128.32.131.87/32, 1/0/616/0
  Source: 128.125.51.58/32, 1/0/412/0
  Source: 130.207.8.33/32, 1/0/936/0
  Source: 131.243.2.62/32, 1/0/750/0
  Source: 140.173.8.3/32, 1/0/660/0
  Source: 146.137.28.69/32, 1/0/584/0
  Source: 171.69.60.189/32, 4/0/447/0
  Source: 204.162.119.8/32, 2/0/834/0

Group: 224.0.1.40, Source count: 1, Group pkt count: 3606
  RP-tree: 0/0/0/0
  Source: 171.69.214.50/32, 3606/0/48/0, RPF Failed: 1203

Group: 224.2.201.241, Source count: 36, Group pkt count: 54152
  RP-tree: 7/0/108/0
  Source: 13.242.36.83/32, 99/0/123/0
  Source: 36.29.1.3/32, 71/0/110/0
  Source: 128.9.160.96/32, 505/1/106/0
  Source: 128.32.163.170/32, 661/1/88/0
  Source: 128.115.31.26/32, 192/0/118/0
  Source: 128.146.111.45/32, 500/0/87/0
  Source: 128.183.33.134/32, 248/0/119/0
  Source: 128.195.7.62/32, 527/0/118/0
  Source: 128.223.32.25/32, 554/0/105/0
  Source: 128.223.32.151/32, 551/1/125/0
  Source: 128.223.156.117/32, 535/1/114/0
  Source: 128.223.225.21/32, 582/0/114/0
  Source: 129.89.142.50/32, 78/0/127/0
  Source: 129.99.50.14/32, 526/0/118/0
  Source: 130.129.0.13/32, 522/0/95/0
  Source: 130.129.52.160/32, 40839/16/920/161
  Source: 130.129.52.161/32, 476/0/97/0
  Source: 130.221.224.10/32, 456/0/113/0
  Source: 132.146.32.108/32, 9/1/112/0
```

（注） マルチキャスト ルートのバイトおよびパケット統計情報がサポートされるのは、最初の 1024 個のマルチキャスト ルートに限られます。出力インターフェイスの統計情報は維持されません。

IP MFIB の表示

MFIB のすべてのルート（上位レイヤのルーティング プロトコル データベースには存在しないが、高速スイッチングをさらに高速化するために使用されるルートも含む）を表示できます。これらのルートは、稠密モード転送が使用されている場合でも、MFIB に表示されます。

MFIB の各種のルーティング ルートを表示するには、次の作業のいずれかを行います。

コマンド	目的
Switch# **show ip mfib**	パケット転送に使用されている（S,G）ルートおよび（*,G）ルートを表示します。すべてのマルチキャスト ルートについて、高速スイッチング、低速スイッチング、およびパーシャル スイッチングされたパケットの数が表示されます。
Switch# **show ip mfib all**	MFIB のすべてのルート（上位レイヤのルーティング プロトコル データベースには存在しないが、高速スイッチングをさらに高速化するために使用されるルートも含む）を表示します。これらのルートには、（S/M,224/4）ルートが含まれます。
Switch# **show ip mfib log** [n]	最近発生した n 個の MFIB 関連イベント ログを、新しい順に表示します。
Switch# **show ip mfib counters**	MFIB 関連イベントのカウンタを表示します。0 以外のカウンタだけが表示されます。

次に、**show ip mfib** コマンドの出力例を示します。

```
IP Multicast Forwarding Information Base
Entry Flags: C - Directly Connected, S - Signal,
             IC - Internal Copy
Interface Flags: A - Accept, F - Forward, S - Signal,
             NP - Not platform switched
Packets: Fast/Partial/Slow Bytes: Fast/Partial/Slow:
(171.69.10.13, 224.0.1.40), flags (IC)
   Packets: 2292/2292/0, Bytes: 518803/0/518803
   Vlan7 (A)
   Vlan100 (F NS)
   Vlan105 (F NS)
(*, 224.0.1.60), flags ()
   Packets: 2292/0/0, Bytes: 518803/0/0
   Vlan7 (A NS)
(*, 224.0.1.75), flags ()
   Vlan7 (A NS)
(10.34.2.92, 239.192.128.80), flags ()
   Packets: 24579/100/0, 2113788/15000/0 bytes
   Vlan7 (F NS)
   Vlan100 (A)
(*, 239.193.100.70), flags ()
   Packets: 1/0/0, 1500/0/0 bytes
   Vlan7 (A)
..
```

高速スイッチング パケットの数は、該当するルート上でハードウェアによってスイッチングされたパケット数を表します。

部分的スイッチング パケットの数は、高速スイッチング パケットが、ソフトウェア処理のため、あるいは 1 つまたは複数の非プラットフォーム スイッチド インターフェイス（PimTunnel インターフェイスなど）に転送されるため、CPU にコピーされた回数を表します。

低速スイッチング パケットの数は、該当するルート上で完全にソフトウェアによってスイッチングされたパケット数を表します。

IP MFIB 高速ドロップの表示

（注）　Supervisor Engine 6-E は、**show ip mfib fastdrop** コマンドをサポートしていません。

高速ドロップ エントリを表示するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
Switch# **show ip mfib fastdrop**	現在アクティブになっているすべての高速ドロップ エントリを表示し、**fastdrop** がイネーブルに設定されているかどうかを示します。

次に、**show ip mfib fastdrop** コマンドの出力例を示します。

```
Switch> show ip mfib fastdrop
MFIB fastdrop is enabled.
MFIB fast-dropped flows:
(10.0.0.1, 224.1.2.3, Vlan9 ) 00:01:32
(10.1.0.2, 224.1.2.3, Vlan9 ) 00:02:30
(1.2.3.4, 225.6.7.8, Vlan3) 00:01:50
```

着信パケットがドロップされた、（S,G）フル フローおよび入力インターフェイスが表示されます。タイムスタンプは、エントリの有効時間を表します。

PIM 統計情報の表示

次に、**show ip pim interface** コマンドの出力例を示します。

```
Switch# show ip pim interface

Address          Interface          Mode    Neighbor  Query     DR
                                            Count     Interval
198.92.37.6      Ethernet0          Dense   2         30        198.92.37.33
198.92.36.129    Ethernet1          Dense   2         30        198.92.36.131
10.1.37.2        Tunnel0            Dense   1         30        0.0.0.0
```

次に、**show ip pim interface** コマンドに **count** を指定した場合の出力例を示します。

```
Switch# show ip pim interface count

Address          Interface          FS  Mpackets In/Out
171.69.121.35    Ethernet0          *   548305239/13744856
171.69.121.35    Serial0.33         *   8256/67052912
198.92.12.73     Serial0.1719       *   219444/862191
```

次に、IP マルチキャストがイネーブルに設定されている状態で **show ip pim interface** コマンドに **count** を指定した場合の出力例を示します。この例では、高速スイッチングおよびプロセス スイッチングされる PIM インターフェイスのリストと、これらのパケット数が表示されます。IP マルチキャストがイネーブルに設定されているインターフェイスには、H が表示されます。

```
Switch# show ip pim interface count

States: FS - Fast Switched, H - Hardware Switched
Address          Interface          FS  Mpackets In/Out
192.1.10.2       Vlan10             * H 40886/0
192.1.11.2       Vlan11             * H 0/40554
192.1.12.2       Vlan12             * H 0/40554
192.1.23.2       Vlan23             *   0/0
192.1.24.2       Vlan24             *   0/0
```

テーブルおよびデータベースの削除

特定のキャッシュ、テーブル、またはデータベースの内容をすべて削除できます。特定のキャッシュ、テーブル、またはデータベースの内容が無効である場合、または無効であると考えられる場合に、これらの削除が必要になります。

IP マルチキャスト キャッシュ、テーブル、およびデータベースを削除するには、次の作業のいずれかを行います。

コマンド	目的
`Switch# clear ip mroute`	IP ルーティング テーブルのエントリを削除します。
`Switch# clear ip mfib counters`	ルート単位およびグローバルの MFIB カウンタをすべて削除します。
`Switch# clear ip mfib fastdrop`	高速ドロップ エントリをすべて削除します。

（注） IP マルチキャスト ルートは、データ パケットが着信した時点で、プロトコル イベントへの応答として再生成されます。

設定例

ここでは、IP マルチキャスト ルーティングの設定例を示します。

PIM 稠密モードの例

次に、イーサネット インターフェイス上の稠密モード PIM の設定例を示します。

```
ip multicast-routing
interface ethernet 0
 ip pim dense-mode
```

PIM 希薄モードの例

次に、希薄モード PIM の設定例を示します。RP ルータは、アドレス 10.8.0.20 のルータです。

```
ip multicast-routing
 ip pim rp-address 10.8.0.20 1
interface ethernet 1
 ip pim sparse-mode
```

BSR の設定例

次に、候補 BSR（候補 RP も兼ねる）の設定例を示します。

```
version 11.3
!
ip multicast-routing
!
interface Ethernet0
 ip address 171.69.62.35 255.255.255.240
!
interface Ethernet1
 ip address 172.21.24.18 255.255.255.248
 ip pim sparse-dense-mode
!
interface Ethernet2
 ip address 172.21.24.12 255.255.255.248
 ip pim sparse-dense-mode
!
router ospf 1
 network 172.21.24.8 0.0.0.7 area 1
 network 172.21.24.16 0.0.0.7 area 1
!
ip pim bsr-candidate Ethernet2 30 10
ip pim rp-candidate Ethernet2 group-list 5
access-list 5 permit 239.255.2.0 0.0.0.255
```

CHAPTER 30

PBR の設定

(注) PBR は Supervisor Engine 6-E ではサポートされて*いません*。

この章では、ルータ上での Policy-Based Routing（PBR; ポリシーベース ルーティング）の設定作業について説明します。主な内容は次のとおりです。

(注) この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

(注) 機能に関するハードウェア　プラットフォームまたはソフトウェア　イメージの情報を確認するには、Cisco.com の Feature Navigator を使用してその機能に関する情報を検索するか、特定のリリースに対応するソフトウェア リリース ノートを参照してください。

PBR の概要

ここでは、次の内容について説明します。

PBR は、トラフィック フローに定義ポリシーを設定し、ルートにおけるルーティング プロトコルへの依存度を軽くして、パケットのルーティングを柔軟に行えるようにします。このため PBR は、ルーティング プロトコルが提供する既存のメカニズムを拡張、補完することでルーティングの制御を強化します。PBR により、高コスト リンクにおけるプライオリティ トラフィックなど、特定のトラフィックのパスを指定できます。

設定したポリシーに基づいてパケットをルーティングする方法として、PBR を設定できます。たとえば、特定のエンド システムの ID、アプリケーション プロトコル、またはパケット サイズに基づいてパスの permit や deny を行うルーティング ポリシーを実装できます。

PBR を使用すると、次の作業が可能になります。

- 拡張アクセス リスト基準に基づいたトラフィックの分類。リストにアクセスし、一致基準を設定します。
- 特定のトラフィック処理が行われたパスへのパケットのルーティング

ポリシーは、IP アドレス、ポート番号、またはプロトコルをベースとします。ポリシーを単純にするには、これらの記述子のいずれか 1 つを使用します。複雑なポリシーにするには、これらをすべて使用します。

PBR の概要

PBR がイネーブルのインターフェイスで受信されたすべてのパケットは、ルート マップという拡張パケット フィルタを通過します。PBR で使用するルート マップはポリシーを要求し、パケットの転送先を判断します。

ルート マップは文で構成されています。ルート マップ文は permit または deny とマークでき、次の方法で解釈されます。

- 文が deny とマークされている場合、一致基準に合致したパケットは通常転送チャネルを通じて送り返され、宛先ベースのルーティングを実行します。
- 文が permit とマークされていてパケットがアクセス リストと一致している場合、最初の有効な set 句がそのパケットに適用されます。

PBR を着信インターフェイス（パケットを受信するインターフェイス）に指定できますが、発信インターフェイスには指定できません。

PBR フロー スイッチングの概要

Catalyst 4500 スイッチング エンジンは、[set next-hop] ルートマップ アクションと許可 Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）のパケットとの照合をサポートします。その他すべてのルートマップ アクション（拒否 ACL の照合を含む）は、フロー スイッチング モデルによってサポートされています。このモデルでは、ルートマップに一致するフローの最初のパケットは、転送目的でソフトウェアに配信されます。ソフトウェアは、パケットの正しい宛先を判別し、Ternary CAM（TCAM）にエントリをインストールするので、そのあとのフローのパケットがハードウェアでスイッチングされるようになります。Catalyst 4500 スイッチング エンジンは、最大 4096 のフローをサポートします。

PBR の使用

PBR をイネーブルにして、特定のパケットのルーティング パスを最短と思われるパスから変更できます。たとえば、PBR は次のような機能を提供します。

- 同等アクセス
- プロトコル依存ルーティング
- 送信元依存ルーティング
- 双方向対バッチ トラフィックに基づくルーティング
- 専用リンクに基づくルーティング

アプリケーションまたはトラフィックによっては、送信元依存ルーティングが有効です。たとえば、在庫記録を本社に送信する場合は高帯域幅で高コストのリンクを短時間使用し、電子メールなどの日常的に使うアプリケーション データは低帯域幅で低コストのリンクで送信します。

PBR の設定作業リスト

ここでは、PBR を設定するために実行する作業について説明します。最初に説明する作業は必須で、そのあとの作業は任意です。この章の最後にある「PBR の設定例」を参照してください。

- PBR のイネーブル化（必須）
- ローカル PBR のイネーブル化（任意）

PBR のイネーブル化

PBR をイネーブルにするには、一致基準とすべての match コマンドが一致した場合の動作を指定するルート マップを作成する必要があります。次に、特定のインターフェイスでそのルート マップ用の PBR をイネーブルにします。指定したインターフェイスに着信したパケットのうち、match コマンドと一致したものはすべて PBR の対象になります。

特定のインターフェイス上で PBR をイネーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# route-map map-tag [permit | deny] [sequence-number]`	パケットが出力される場所を制御するルート マップを定義します。このコマンドを入力すると、ルータはルートマップ コンフィギュレーションモードになります。
ステップ 2	`Switch(config-route-map)# match ip address {access-list-number | name} [...access-list-number | name]`	一致基準を指定します。1 つまたは複数の標準または拡張アクセス リストで許可された送信元および宛先 IP アドレスを照合します。

	コマンド	目的
ステップ 3		基準と一致するパケットの動作を指定します。次のいずれかまたはすべてを指定できます。
	Switch(config-route-map)# **set ip next-hop** *ip-address* [... *ip-address*]	• パケットをルーティングするネクスト　ホップを指定します（ネクスト ホップは隣接している必要があります）。この動作は、通常のルーティング テーブルで指定されているネクスト ホップと同じです。
	Switch(config-route-map)# **set interface** *interface-type interface-number* [... *type number*]	• パケットの出力インターフェイスを設定します。この動作は、パケットがローカル インターフェイスの外に転送されるように指定します。インターフェイスは（スイッチ ポートではない）レイヤ 3 インターフェイスでなければならず、パケットの宛先アドレスはそのインターフェイスに割り当てられた IP ネットワーク内に存在している必要があります。パケットの宛先アドレスがネットワークにない場合、パケットはドロップされます。
	Switch(config-route-map)# **set ip default next-hop** *ip-address* [... *ip-address*]	• その宛先に明示パスがない場合にパケットをルーティングするネクスト ホップを設定します。ネクスト ホップにパケットを転送する前に、スイッチはパケットの宛先アドレスをユニキャスト ルーティング テーブル内で検索します。一致するものが見つかった場合、パケットはルーティング テーブルを経由して転送されます。一致するものが見つからなかった場合、パケットは指定されたネクスト ホップに転送されます。
	Switch(config-route-map)# **set default interface** *interface-type interface-number* [...*type ...number*]	• その宛先に明示パスがない場合のパケットの出力インターフェイスを設定します。ネクスト ホップにパケットを転送する前に、スイッチはパケットの宛先アドレスをユニキャスト ルーティング テーブル内で検索します。一致するものが見つかった場合、パケットはルーティング テーブルを経由して転送されます。一致するものが見つからなかった場合、パケットは指定された出力インターフェイスに転送されます。パケットの宛先アドレスがネットワークにない場合、パケットはドロップされます。
ステップ 4	Switch(config-route-map)# **interface** *interface-type interface-number*	インターフェイスを設定します。このコマンドを入力すると、ルータはインターフェイス コンフィギュレーション モードになります。
ステップ 5	Switch(config-if)# **ip policy route-map** *map-tag*	PBR で使用するルート マップを識別します。1 つのインターフェイスに対して使用できるルート マップ タグは 1 つだけですが、異なるシーケンス番号を持つルート マップ エントリを複数設定できます。これらのエントリは、一致するものが見つかるまでシーケンス番号順に評価されます。一致するものがない場合、パケットは通常どおりルーティングされます。

set コマンドは、他のコマンドとともに使用できます。これらのコマンドは、上記のステップ 3 に示す順序に従って評価されます。使用可能なネクスト ホップはインターフェイスで暗黙指定されます。ローカル ルータがネクスト ホップを見つけ、それが使用可能なインターフェイスである場合、ローカル ルータはパケットをルーティングします。

ローカル PBR のイネーブル化

ルータで生成されたパケットは、通常どおりにポリシー ルーティングされません。これらのパケットのためのローカル PBR をイネーブルにするには、ルータが使用すべきルート マップを示すために、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch(config)# ip local policy route-map map-tag`	ローカル PBR で使用するルート マップを識別します。

これで、ルータから発信されたパケットはすべて、ローカル PBR の対象となります。

ローカル PBR で使用するルート マップ（ある場合）を表示するには、**show ip local policy** コマンドを使用します。

サポートされない機能

ルートマップ コンフィギュレーションモードの次の PBR コマンドは CLI（コマンドライン インターフェイス）のものですが、Catalyst 4500 シリーズ スイッチの Cisco IOS ではサポートされていません。これらのコマンドを使用しようとすると、エラー メッセージが表示されます。

- **match-length**
- **set ip qos**
- **set ip tos**
- **set ip precedence**

PBR の設定例

ここでは、PBR の設定例を示します。

PBR の設定方法については、この章の「PBR の設定作業リスト」を参照してください。

同等アクセス例

次に、2 つの送信元が、異なるサービス プロバイダーに対して同等アクセスを持つ例を示します。ルータにパケットの宛先について明示パスがない場合、送信元 1.1.1.1 からインターフェイス FastEthernet 3/1 に着信したパケットは、6.6.6.6 にあるルータへ送信されます。ルータにパケットの宛先について明示パスがない場合、送信元 2.2.2.2 から着信したパケットは、7.7.7.7 にあるルータへ送信されます。ルータに宛先の明示パスがない他のすべてのパケットは廃棄されます。

```
Switch (config)# access-list 1 permit ip 1.1.1.1
access-list 1 permit ip 1.1.1.1
!
interface fastethernet 3/1
 ip policy route-map equal-access
!

route-map equal-access permit 10
 match ip address 1
 set ip default next-hop 6.6.6.6
route-map equal-access permit 20
 match ip address 2
 set ip default next-hop 7.7.7.7
route-map equal-access permit 30
 set default interface null0
```

（注） ドロップするパケットが最初の 2 つの route-map 句と一致しない場合、**set default interface null0** を **set interface null0** に変更します。

ネクスト ホップを変更する例

次に、異なる送信元から異なる場所（ネクスト ホップ）へルーティングする例を示します。送信元 1.1.1.1 から着信したパケットは 3.3.3.3 にあるネクスト ホップに送信され、送信元 2.2.2.2 から着信したパケットは 3.3.3.5 にあるネクスト ホップへ送信されます。

```
access-list 1 permit ip 1.1.1.1
access-list 2 permit ip 2.2.2.2
!
interface fastethernet 3/1
 ip policy route-map Texas
!
route-map Texas permit 10
 match ip address 1
 set ip next-hop 3.3.3.3
!
route-map Texas permit 20
 match ip address 2
 set ip next-hop 3.3.3.5
```

ACE の拒否例

次に、指定されたルート マップ シーケンスの処理を停止し、次のシーケンスに飛ぶ例を示します。送信元 1.1.1.1 から着信したパケットは、シーケンス 10 をスキップしてシーケンス 20 に飛びます。サブネット 1.1.1.0 から着信する他のすべてのパケットは、シーケンス 10 の set 文に従います。

```
access-list 1 deny ip 1.1.1.1
access-list 1 permit ip 1.1.1.0 0.0.0.255
access-list 2 permit ip 1.1.1.1
access-list 2 permit ip 2.2.2.2
!
interface fastethernet 3/1
ip policy route-map Texas
!
route-map Texas permit 10
match ip address 1
set ip next-hop 3.3.3.3
!
route-map Texas permit 20
match ip address 2
set ip next-hop 3.3.3.5
```

CHAPTER 31

VRF-Lite の設定

Virtual Private Network（VPN; 仮想私設網）は、ISP バックボーン ネットワーク上で帯域幅を共有する安全な手段をカスタマーに提供します。VPN は、共通のルーティング テーブルを共有するサイトの集まりです。カスタマーのサイトは、1 つまたは複数のインターフェイスでサービス プロバイダーのネットワークに接続され、サービス プロバイダーが各インターフェイスを VPN ルーティング テーブルに対応付けます。VPN ルーティング テーブルは、VPN Routing/Forwarding（VRF; VPN ルーティング / 転送）テーブルと呼ばれます。

Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、VRF-Lite 機能を使用して Customer Edge（CE; カスタマー エッジ）デバイスで複数の VRF インスタンスをサポートします（VRF-Lite は、Multi-VRF CE、または Multi-VRF CE デバイスともいいます）。VRF-Lite によって、サービス プロバイダーは 1 つのインターフェイスを使用して、重複する IP アドレスを持つ複数の VPN をサポートできます。

(注) スイッチは、VPN をサポートするのに Multiprotocol Label Switching（MPLS; マルチプロトコル ラベル スイッチング）を使用しません。MPLS VRF については、次の URL で『*Cisco IOS Switching Services Configuration Guide*』Release 12.3 を参照してください。

http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_3/featlist/swit_vcg.html

この章の内容は、次のとおりです。

(注) この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios124/124cr/index.htm

VRF-Lite の概要

VRF-Lite の機能によって、サービス プロバイダーは、VPN 間で重複した IP アドレスを使用できる複数の VPN をサポートできます。VRF-Lite は入力インターフェイスを使用して異なる VPN のルートを区別し、各 VRF に 1 つまたは複数のレイヤ 3 インターフェイスを対応付けて仮想パケット転送テーブルを形成します。VRF のインターフェイスには、イーサネット ポートなどの物理インターフェイス、または VLAN（仮想 LAN）Switch Virtual Interface（SVI; スイッチ仮想インターフェイス）などの論理インターフェイスが有効ですが、レイヤ 3 インターフェイスは、複数の VRF に属することは常にできません。

(注)　VRF-Lite インターフェイスは、レイヤ 3 インターフェイスである必要があります。

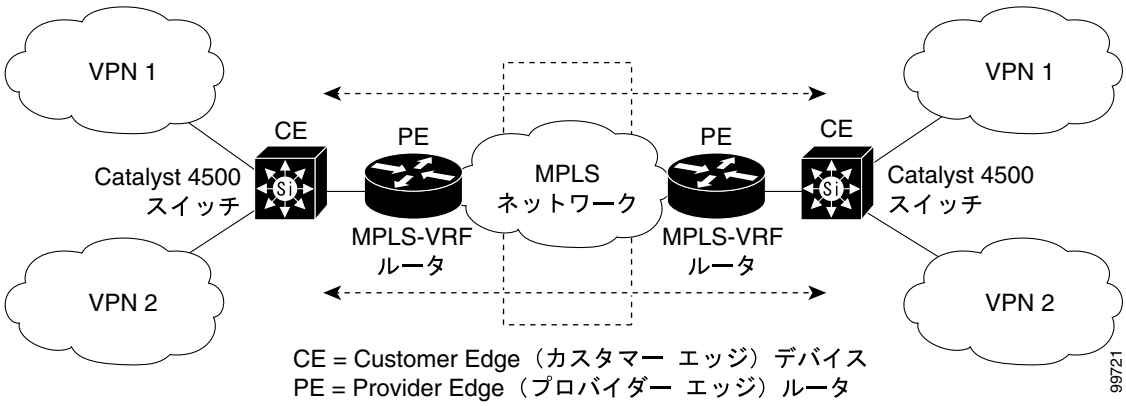
VRF-Lite には次のデバイスが含まれます。

- CE デバイスにおいて、カスタマーは、1 つまたは複数の Provider Edge（PE; プロバイダー エッジ）ルータへのデータ リンクを介してサービス プロバイダー ネットワークにアクセスできます。CE デバイスは、サイトのローカル ルートを PE ルータへアドバタイズし、PE ルータからリモート VPN ルートを学習します。Catalyst 4500 シリーズ スイッチは CE にすることができます。
- PE ルータは、スタティック ルーティング、または Border Gateway Protocol（BGP）、Routing Information Protocol バージョン 1（RIPv1）、Routing Information Protocol バージョン 2（RIPv2）などのルーティング プロトコルを使用して CE デバイスとルーティング情報を交換します。
- PE では、直接接続された VPN の VPN ルートを維持することだけが必要とされます。サービス プロバイダーのすべての VPN ルートを PE が維持する必要はありません。各 PE ルータは、直接接続されたサイトごとの VRF を維持します。このようなサイトのすべてが同一の VPN に参加する場合は、PE ルータ上の複数のインターフェイスを単一の VRF に対応付けることができます。各 VPN は、指定された VRF にマッピングされます。CE からローカルの VPN ルートが学習されると、PE ルータは Internal BGP（IBGP）を使用してその他の PE ルータと VPN ルーティング情報を交換します。
- プロバイダー ルータ（またはコア ルータ）は、CE デバイスに接続されていないサービス プロバイダー ネットワーク内のルータです。

VRF-Lite により、複数のカスタマーが 1 つの CE を共有でき、CE と PE の間には物理リンクが 1 つだけ使用されます。共有された CE は、カスタマーの別個の VRF テーブル、独自のルーティング テーブルに基づいて各カスタマーのパケットをスイッチングまたはルーティングします。VRF-Lite は、制限された PE 機能を CE デバイスに拡張して、VPN のプライバシーおよびセキュリティを支店に拡張するために、別個の VRF テーブルを維持する機能を提供しています。

図 31-1 は、各 Catalyst 4500 シリーズ スイッチが複数の仮想 CE として動作する構成を示します。VRF-Lite はレイヤ 3 機能であるため、VRF の各インターフェイスはレイヤ 3 インターフェイスである必要があります。

図 31-1　複数の仮想 CE として動作する Catalyst 4500 シリーズ スイッチ



次に、図 31-1 に表示される VRF-Lite CE 対応ネットワークのパケット転送プロセスを示します。

- CE が VPN からパケットを受信すると、CE は入力インターフェイスに基づいたルーティング テーブルを検索します。ルートが見つかると、CE はパケットを PE に転送します。
- 入力 PE が CE からのパケットを受信すると、VRF 検索を実行します。ルートが見つかると、ルータは対応する MPLS ラベルをパケットに追加して、それを MPLS ネットワークに送信します。
- 出力 PE がネットワークからパケットを受信すると、ラベルを除去し、そのラベルを使用して正しい VPN ルーティング テーブルを識別します。次に、出力 PE が通常のルート検索を行います。ルートが見つかると、PE はパケットを正しい隣接デバイスに転送します。
- CE が出力 PE からパケットを受信すると、CE は入力インターフェイスを使用して正しい VPN ルーティング テーブルを検索します。ルートが見つかると、CE はパケットを VPN 内に転送します。

VRF を設定するには、VRF テーブルを作成し、VRF に対応付けられたレイヤ 3 インターフェイスを指定します。次に、VPN、および CE と PE の間にルーティング プロトコルを設定します。BGP は、VPN ルーティング情報をプロバイダーのバックボーン上に配布するのに最適なルーティング プロトコルです。VRF-Lite ネットワークには、次の 3 つの主要なコンポーネントがあります。

- VPN ルート ターゲット コミュニティ ― VPN コミュニティの他のすべてのリストです。各 VPN コミュニティ メンバに VPN ルート ターゲットを設定する必要があります。
- VPN コミュニティ PE ルータのマルチプロトコル BGP ピアリング ― VPN コミュニティのすべてのメンバに VRF の到着可能性情報を伝播します。VPN コミュニティ内のすべての PE ルータに BGP ピアリングを設定する必要があります。
- VPN 転送 ― VPN サービスプロバイダー ネットワークのすべての VPN コミュニティ メンバ間のすべてのトラフィックを転送します。

VRF-Lite のデフォルト設定

表 31-1 に、VRF のデフォルト設定を示します。

表 31-1　VRF のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
VRF	ディセーブル。VRF は定義されていません。
マップ	インポート マップ、エクスポート マップ、またはルート マップは定義されていません。
VRF の最大ルート	なし
転送テーブル	インターフェイスのデフォルトは、グローバル ルーティング テーブルです。

VRF-Lite 設定時の注意事項

ネットワークに VRF を設定する場合に、次の点に留意してください。

- VRF-Lite が設定されたスイッチは複数のカスタマーで共有され、すべてのカスタマーが独自のルーティング テーブルを持ちます。
- カスタマーは異なる VRF テーブルを使用するので、同一の IP アドレスを再使用できます。重複した IP アドレスは、異なる VPN で使用できます。
- VRF-Lite では、複数のカスタマーが PE と CE の間で同一の物理リンクを共有できます。複数の VLAN があるトランク ポートは、パケットをカスタマーごとに分類します。すべてのカスタマーが独自の VLAN を持ちます。
- VRF-Lite は、すべての MPLS-VRF 機能（ラベル交換、Label Distribution Protocol [LDP] の隣接関係、またはラベル付きパケット）をサポートしていません。
- PE ルータでは、VRF-Lite の使用と複数の CE の使用には違いがありません。図 31-1 では、複数の仮想レイヤ 3 インターフェイスが VRF-Lite デバイスに接続されています。
- Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、物理ポート、VLAN SVI、またはその 2 つの組み合わせを使用した VRF の設定をサポートしています。SVI は、アクセス ポートまたはトランク ポートを介して接続できます。
- カスタマーは、他のカスタマーと重複しないかぎり複数の VLAN を使用できます。カスタマーの VLAN は、スイッチに格納された適切なルーティング テーブルを識別するのに使用する、特定のルーティング テーブル ID にマッピングされます。
- レイヤ 3 Ternary CAM（TCAM）リソースは、すべての VRF 間で共有されます。各 VRF が十分な CAM（連想メモリ）領域を持つようにするには、**maximum routes** コマンドを使用します。
- VRF を使用した Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、1 つのグローバル ネットワークと最大 64 の VRF をサポートできます。サポートされるルートの総数は、TCAM のサイズに制限されます。
- ほとんどのルーティング プロトコル（BGP、Open Shortest Path First [OSPF]、Enhanced Interior Gateway Routing Protocol [EIGRP]、Routing Information Protocol [RIP] 、およびスタティック ルーティング）を CE と PE 間で使用できます。ただし、次のような理由から External BGP（EBGP）の使用を推奨しています。
  - BGP は、複数の CE と通信するのに複数のアルゴリズムを必要としません。
  - BGP は、異なる管理下で実行されるシステム間でルーティング情報を渡すために設計されています。
  - BGP を使用すると、CE にルートのアトリビュートを譲渡することが容易になります。
- VRF-Lite は、Interior Gateway Routing Protocol（IGRP）および ISIS をサポートしません。
- VRF-Lite は、パケット スイッチング レートに影響しません。
- マルチキャストを同時に同一のレイヤ 3 インターフェイス上に設定することはできません。
- **router ospf** の **capability vrf-lite** サブコマンドは、PE と CE 間のルーティング プロトコルとして OSPF が設定されている場合に使用する必要があります。

VRF の設定

1 つまたは複数の VRF を設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# ip routing`	IP ルーティングをイネーブルにします。
ステップ 3	`Switch(config)# ip vrf` *vrf-name*	VRF 名を指定し、VRF コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 4	`Switch(config-vrf)# rd` *route-distinguisher*	ルート識別子を指定して VRF テーブルを作成します。Autonomous System（AS; 自律システム）番号および任意の数（xxx:y）または IP アドレスおよび任意の数（A.B.C.D:y）のどちらかを入力します。
ステップ 5	`Switch(config-vrf)# route-target {export | import | both}` *route-target-ext-community*	指定された VRF のインポート、エクスポート、またはインポートおよびエクスポート ルート ターゲット コミュニティのリストを作成します。AS 番号および任意の数（xxx:y）、IP アドレスおよび任意の数（A.B.C.D:y）のどちらかを入力します。 **（注）** このコマンドは、BGP が稼働している場合にのみ有効です。
ステップ 6	`Switch(config-vrf)# import map` *route-map*	（任意）VRF にルート マップを対応付けます。
ステップ 7	`Switch(config-vrf)# interface` *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始して、VRF に対応付けるレイヤ 3 インターフェイスを指定します。有効なインターフェイスは、ルーテッド ポートまたは SVI です。
ステップ 8	`Switch(config-if)# ip vrf forwarding` *vrf-name*	VRF をレイヤ 3 インターフェイスに対応付けます。
ステップ 9	`Switch(config-if)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 10	`Switch# show ip vrf [brief | detail | interfaces] [`*vrf-name*`]`	設定を確認します。設定した VRF に関する情報を表示します。
ステップ 11	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

（注） コマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースに対するスイッチ　コマンド　リファレンスおよび『*Cisco IOS Switching Services Command Reference*』Release 12.2 を参照してください。

VRF を削除、および VRF からすべてのインターフェイスを削除するには、**no ip vrf** *vrf-name* グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。VRF から 1 つのインターフェイスを削除するには、**no ip vrf forwarding** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用します。

VPN ルーティング セッションの設定

VPN 内のルーティングは、サポートされるルーティング プロトコル（RIP、OSPF、または BGP）、またはスタティック ルーティングで設定できます。ここで表示する設定は OSPF 用ですが、その他のプロトコルでもプロセスは同じです。

VPN に OSPF を設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# router ospf process-id vrf vrf-name`	OSPF ルーティングをイネーブルにし、VPN 転送テーブルを指定して、ルータ コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 3	`Switch(config-router)# log-adjacency-changes`	（任意）隣接ステートの変更を記録します。これは、デフォルトのステートです。
ステップ 4	`Switch(config-router)# redistribute bgp autonomous-system-number subnets`	BGP ネットワークから OSPF ネットワークに情報を再配布するようにスイッチを設定します。
ステップ 5	`Switch(config-router)# network network-number area area-id`	OSPF が稼働するネットワーク アドレスとマスク、およびそのネットワーク アドレスのエリア ID を定義します。
ステップ 6	`Switch(config-router)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	`Switch# show ip ospf process-id`	OSPF ネットワークの設定を確認します。
ステップ 8	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

OSPF ルーティング プロセスから VPN 転送テーブルの対応付けを解除するには、**no router ospf** *process-id* **vrf** *vrf-name* グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。

CE ルーティング セッションへの BGP PE の設定

CE ルーティング セッションに BGP PE を設定するには、次の作業を行います。

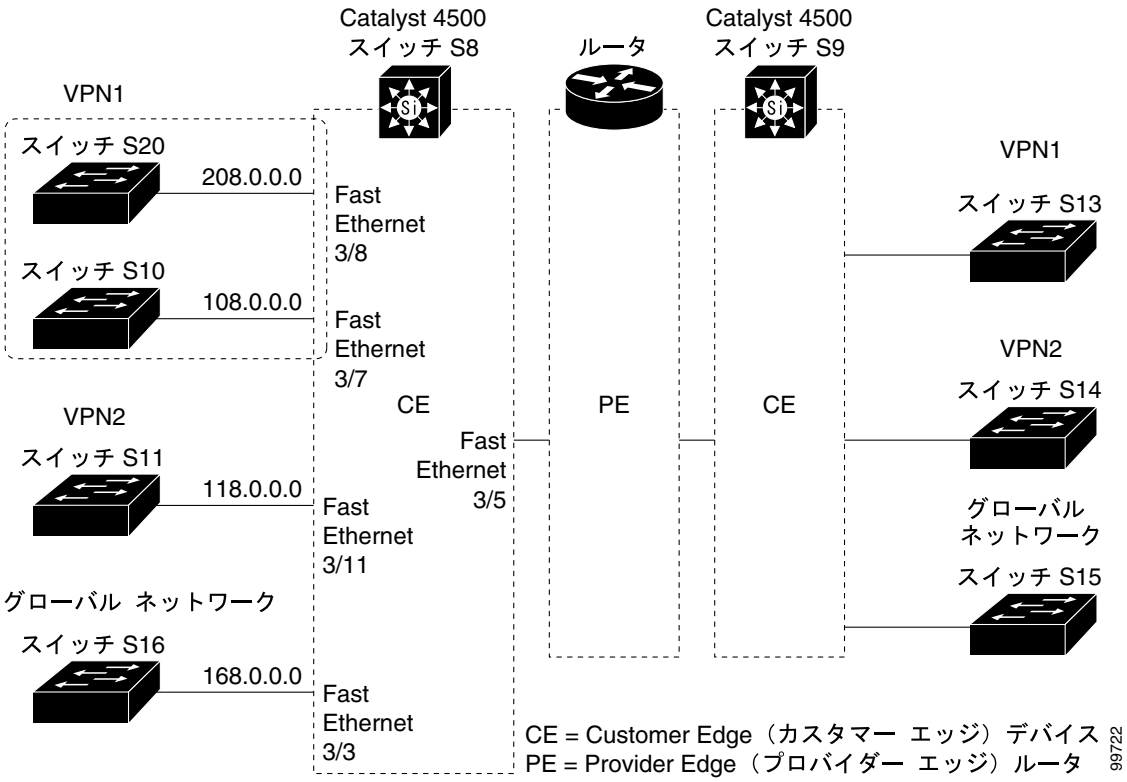
	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# router bgp autonomous-system-number`	その他の BGP ルータに渡された AS 番号で BGP ルーティング プロセスを設定し、ルータ コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 3	`Switch(config-router)# network network-number mask network-mask`	BGP を使用してアナウンスするネットワークおよびマスクを指定します。
ステップ 4	`Switch(config-router)# redistribute ospf process-id match internal`	OSPF 内部ルートを再配布するようにスイッチを設定します。
ステップ 5	`Switch(config-router)# network network-number area area-id`	OSPF が稼働するネットワーク アドレスとマスク、およびそのネットワーク アドレスのエリア ID を定義します。
ステップ 6	`Switch(config-router-af)# address-family ipv4 vrf vrf-name`	PE から CE のルーティング セッションの BGP パラメータを定義し、VRF アドレス ファミリ モードを開始します。
ステップ 7	`Switch(config-router-af)# neighbor address remote-as as-number`	PE と CE ルータの間の BGP セッションを定義します。
ステップ 8	`Switch(config-router-af)# neighbor address activate`	IPv4 アドレス ファミリのアドバタイズをアクティブ化します。
ステップ 9	`Switch(config-router-af)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 10	`Switch# show ip bgp [ipv4] [neighbors]`	BGP 設定を確認します。
ステップ 11	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

BGP ルーティング プロセスを削除するには、**no router bgp** *autonomous-system-number* グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。ルーティングの特性を削除するには、キーワードとともにコマンドを使用します。

VRF-Lite の設定例

図 31-2 は、図 31-1 と類似したネットワークの物理接続を簡略化した例です。OSPF は、VPN1、VPN2、およびグローバル ネットワークで使用されるプロトコルです。BGP は、CE と PE の接続に使用されます。次の例のコマンドは、CE スイッチ S8 を設定する方法を示し、スイッチ S20 および S11 の VRF 設定、およびスイッチ S8 のトラフィックに関連する PE ルータ コマンドが含まれます。その他のスイッチの設定のコマンドは含まれていませんが、類似したものになります。

図 31-2　VRF-Lite の設定例



スイッチ S8 の設定

スイッチ S8 上のルーティングをイネーブルにし、VRF を設定します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# ip routing
Switch(config)# ip vrf v11
Switch(config-vrf)# rd 800:1
Switch(config-vrf)# route-target export 800:1
Switch(config-vrf)# route-target import 800:1
Switch(config-vrf)# exit
Switch(config)# ip vrf v12
Switch(config-vrf)# rd 800:2
Switch(config-vrf)# route-target export 800:2
Switch(config-vrf)# route-target import 800:2
Switch(config-vrf)# exit
```

スイッチ S8 上でループバックおよび物理インターフェイスを設定します。インターフェイス FastEthernet 3/5 は、PE へのトランク接続です。インターフェイス 3/7 および 3/11 は、VPN に接続します。

```
Switch(config)# interface loopback1
Switch(config-if)# ip vrf forwarding v11
Switch(config-if)# ip address 8.8.1.8 255.255.255.0
Switch(config-if)# exit

Switch(config)# interface loopback2
Switch(config-if)# ip vrf forwarding v12
Switch(config-if)# ip address 8.8.2.8 255.255.255.0
Switch(config-if)# exit

Switch(config)# interface FastEthernet3/5
Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q
Switch(config-if)# switchport mode trunk
Switch(config-if)# no ip address
Switch(config-if)# exit

Switch(config)# interface FastEthernet3/8
Switch(config-if)# switchport access vlan 208
Switch(config-if)# no ip address
Switch(config-if)# exit

Switch(config)# interface FastEthernet3/11
Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q
Switch(config-if)# switchport mode trunk
Switch(config-if)# no ip address
Switch(config-if)# exit
```

スイッチ S8 上で使用される VLAN を設定します。VLAN 10 は、CE と PE の間で VRF 11 によって使用されます。VLAN 20 は、CE と PE の間で VRF 12 によって使用されます。VLAN 118 および 208 は、それぞれスイッチ S11 およびスイッチ S20 を含む VPN の VRF に使用されます。

```
Switch(config)# interface Vlan10
Switch(config-if)# ip vrf forwarding v11
Switch(config-if)# ip address 38.0.0.8 255.255.255.0
Switch(config-if)# exit

Switch(config)# interface Vlan20
Switch(config-if)# ip vrf forwarding v12
Switch(config-if)# ip address 83.0.0.8 255.255.255.0
Switch(config-if)# exit

Switch(config)# interface Vlan118
Switch(config-if)# ip vrf forwarding v12
Switch(config-if)# ip address 118.0.0.8 255.255.255.0
Switch(config-if)# exit

Switch(config)# interface Vlan208
Switch(config-if)# ip vrf forwarding v11
Switch(config-if)# ip address 208.0.0.8 255.255.255.0
Switch(config-if)# exit
```

VPN1 および VPN2 に OSPF ルーティングを設定します。

```
Switch(config)# router ospf 1 vrf vl1
Switch(config-router)# redistribute bgp 800 subnets
Switch(config-router)# network 208.0.0.0 0.0.0.255 area 0
Switch(config-router)# exit
Switch(config)# router ospf 2 vrf vl2
Switch(config-router)# redistribute bgp 800 subnets
Switch(config-router)# network 118.0.0.0 0.0.0.255 area 0
Switch(config-router)# exit
```

CE から PE のルーティングに BGP を設定します。

```
Switch(config)# router bgp 800
Switch(config-router)# address-family ipv4 vrf vl2
Switch(config-router-af)# redistribute ospf 2 match internal
Switch(config-router-af)# neighbor 83.0.0.3 remote-as 100
Switch(config-router-af)# neighbor 83.0.0.3 activate
Switch(config-router-af)# network 8.8.2.0 mask 255.255.255.0
Switch(config-router-af)# exit

Switch(config-router)# address-family ipv4 vrf vl1
Switch(config-router-af)# redistribute ospf 1 match internal
Switch(config-router-af)# neighbor 38.0.0.3 remote-as 100
Switch(config-router-af)# neighbor 38.0.0.3 activate
Switch(config-router-af)# network 8.8.1.0 mask 255.255.255.0
Switch(config-router-af)# end
```

スイッチ S20 の設定

CE に接続するように S20 を設定します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# ip routing
Switch(config)# interface Fast Ethernet 0/7
Switch(config-if)# no switchport
Switch(config-if)# ip address 208.0.0.20 255.255.255.0
Switch(config-if)# exit

Switch(config)# router ospf 101
Switch(config-router)# network 208.0.0.0 0.0.0.255 area 0
Switch(config-router)# end
```

スイッチ S11 の設定

CE に接続するように S11 を設定します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# ip routing
Switch(config)# interface Gigabit Ethernet 0/3
Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q
Switch(config-if)# switchport mode trunk
Switch(config-if)# no ip address
Switch(config-if)# exit

Switch(config)# interface Vlan118
Switch(config-if)# ip address 118.0.0.11 255.255.255.0
Switch(config-if)# exit

Switch(config)# router ospf 101
Switch(config-router)# network 118.0.0.0 0.0.0.255 area 0
Switch(config-router)# end
```

PE スイッチ S3 の設定

スイッチ S3（ルータ）上では、次のコマンドはスイッチ S8 への接続だけを設定します。

```
Router# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Router(config)# ip vrf v1
Router(config-vrf)# rd 100:1
Router(config-vrf)# route-target export 100:1
Router(config-vrf)# route-target import 100:1
Router(config-vrf)# exit

Router(config)# ip vrf v2
Router(config-vrf)# rd 100:2
Router(config-vrf)# route-target export 100:2
Router(config-vrf)# route-target import 100:2
Router(config-vrf)# exit

Router(config)# ip cef
Router(config)# interface Loopback1
Router(config-if)# ip vrf forwarding v1
Router(config-if)# ip address 3.3.1.3 255.255.255.0
Router(config-if)# exit

Router(config)# interface Loopback2
Router(config-if)# ip vrf forwarding v2
Router(config-if)# ip address 3.3.2.3 255.255.255.0
Router(config-if)# exit

Router(config)# interface Fast Ethernet3/0.10
Router(config-if)# encapsulation dot1q 10
Router(config-if)# ip vrf forwarding v1
Router(config-if)# ip address 38.0.0.3 255.255.255.0
Router(config-if)# exit

Router(config)# interface Fast Ethernet3/0.20
Router(config-if)# encapsulation dot1q 20
Router(config-if)# ip vrf forwarding v2
Router(config-if)# ip address 83.0.0.3 255.255.255.0
Router(config-if)# exit

Router(config)# router bgp 100
Router(config-router)# address-family ipv4 vrf v2
Router(config-router-af)# neighbor 83.0.0.8 remote-as 800
Router(config-router-af)# neighbor 83.0.0.8 activate
Router(config-router-af)# network 3.3.2.0 mask 255.255.255.0
Router(config-router-af)# exit
Router(config-router)# address-family ipv4 vrf vl
Router(config-router-af)# neighbor 83.0.0.8 remote-as 800
Router(config-router-af)# neighbor 83.0.0.8 activate
Router(config-router-af)# network 3.3.1.0 mask 255.255.255.0
Router(config-router-af)# end
```

VRF-Lite ステータスの表示

VRF-Lite の設定およびステータスに関する情報を表示するには、次の作業のいずれかを行います。

コマンド	目的
`Switch# show ip protocols vrf vrf-name`	VRF に対応付けられたルーティング プロトコル情報を表示します。
`Switch# show ip route vrf vrf-name [connected] [protocol [as-number]] [list] [mobile] [odr] [profile] [static] [summary] [supernets-only]`	VRF に対応付けられた IP ルーティング テーブル情報を表示します。
`Switch# show ip vrf [brief | detail | interfaces] [vrf-name]`	定義された VRF インスタンスに関する情報を表示します。

(注)　この出力の情報の詳細については、次の URL の『*Cisco IOS Switching Services Command Reference*』Release 12.2 を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_3/featlist/swit_vcg.html

CHAPTER 32

QoS の設定

この章では、Automatic QoS（auto-QoS）コマンドまたは標準の QoS（Quality Of Service）コマンドを使用して Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上で QoS を設定する方法について説明します。ここでは、VLAN だけでなくさまざまな種類のインターフェイス（アクセス、レイヤ 2 トランク、レイヤ 3 ルーティング、EtherChannel）での QoS 設定を指定する方法を説明します。また、所定のインターフェイスの異なる VLAN 上で異なる QoS（per-Port per-VLAN QoS [PVQoS]）を設定する方法についても説明します。この章では、Supervisor Engine II-Plus から V-10GE まで、および Supervisor Engine 6-E での QoS サポートについて説明します。

この章の内容は、次のとおりです。

（注） この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

Catalyst 4500 シリーズ スイッチでの QoS の概要

ネットワークは通常、*ベスト エフォート型*の配信方式で動作します。したがって、すべてのトラフィックに等しいプライオリティが与えられるため、正しいタイミングで配信される可能性はどのトラフィックでも同等です。輻輳が発生した場合にドロップされる可能性についても、すべてのトラフィックで同等です。

QoS は、ネットワーク トラフィック（ユニキャストおよびマルチキャスト）を選択して、トラフィックの相対的な重要度に従ってプライオリティを与え、プライオリティ ベースの処理を実行して、輻輳を回避します。QoS はさらに、ネットワーク トラフィックが使用する帯域幅を制限します。QoS を実装すると、ネットワーク パフォーマンスが予測可能になり、帯域幅をより効率的に利用できます。

ここでは、次の内容について説明します。

プライオリティ

QoS の実装は、DiffServ アーキテクチャに基づきます。このアーキテクチャでは、ネットワークの入口で各パケットを分類すると規定されています。この分類は、IP パケット ヘッダーで伝送され、現在ほとんど使用されていない IP Type of Service（ToS; サービス タイプ）フィールドの 6 ビットを使用して分類（*クラス*）情報が伝送されます。分類は、レイヤ 2 フレームで伝送される場合もあります。レイヤ 2 フレームまたはレイヤ 3 パケットのこのような特殊ビットについては、図 32-1 を参照してください。

- レイヤ 2 フレーム内のプライオリティ値：

  レイヤ 2 の ISL（スイッチ間リンク）フレーム ヘッダーには、1 バイトのユーザ フィールドがあり、Least Significant Bit（LSB; 最下位ビット）3 ビットで IEEE（米国電気電子学会）802.1p Class of Service（CoS; サービス クラス）値が伝送されます。レイヤ 2 ISL トランクとして設定されたインターフェイス上では、すべてのトラフィックが ISL フレームを使用します。

  レイヤ 2 802.1Q フレーム ヘッダーには、2 バイトのタグ制御情報フィールドがあり、Most Significant Bit（MSB; 最上位ビット）3 ビット（ユーザ プライオリティ ビットと呼ばれる）で CoS 値が伝送されます。レイヤ 2 802.1Q トランクとして設定されたインターフェイスでは、ネイティブ VLAN のトラフィックを除き、すべてのトラフィックが 802.1Q フレームに収められます。

  その他のフレーム タイプでは、レイヤ 2 CoS 値は伝送されません。

  レイヤ 2 CoS 値の範囲は、0（ロー プライオリティ）～ 7（ハイ プライオリティ）です。

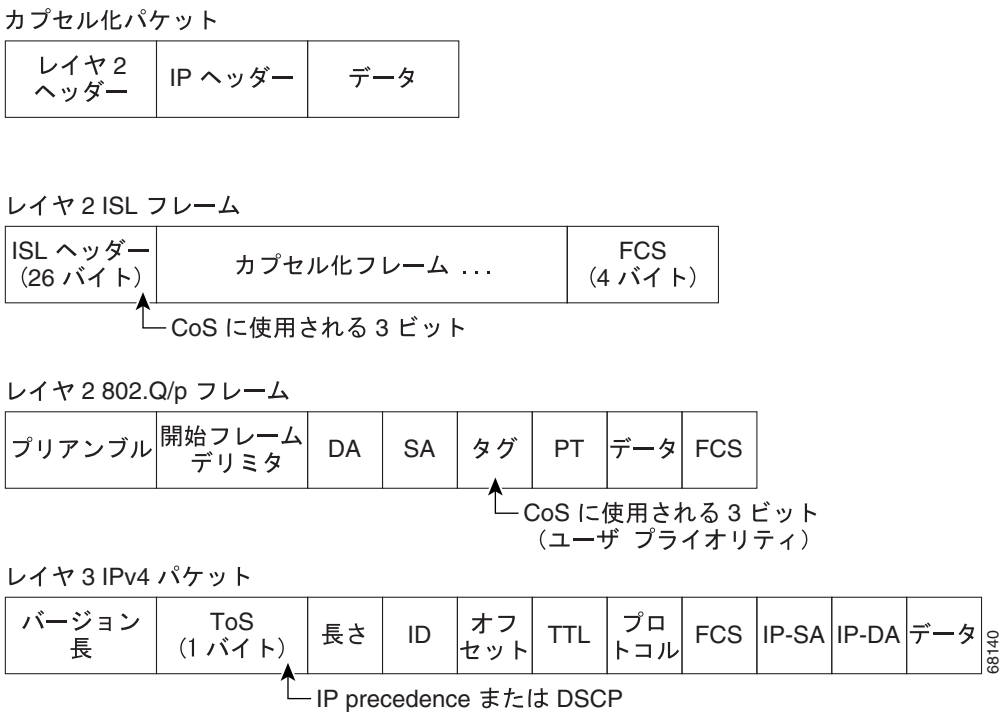
- レイヤ 3 パケット内の優先順位ビット：

  レイヤ 3 IP パケットは、IP precedence 値または Differentiated Services Code Point（DSCP; DiffServ コード ポイント）値のいずれかを伝送します。DSCP 値は IP precedence 値と下位互換性があるので、QoS ではどちらの値でも使用できます。

  IP precedence 値の範囲は、0 ～ 7 です。

  DSCP 値の範囲は 0 ～ 63 です。

図 32-1　フレームおよびパケット内の QoS 分類レイヤ



インターネット上のすべてのスイッチおよびルータはクラス情報に基づき、同じクラス情報を持ったパケットに対しては転送上、同じ取り扱いを行い、クラス情報が異なるパケットに対しては異なった取り扱いを行います。設定されたポリシー、パケットの詳しい検証、またはその両方に基づき、エンド ホストあるいは途中にあるスイッチまたはルータによって、パケット内のクラス情報が割り当てられる場合があります。パケットの詳しい検証は、コア スイッチおよびルータが過負荷にならないように、ネットワーク エッジに近い位置で行われることが前提になります。

パス上にあるスイッチおよびルータは、クラス情報を使用して、トラフィック クラスごとに割り当てられるリソースの量を制限できます。DiffServ アーキテクチャで個々の装置がトラフィックを処理するときの動作を、Per-Hop Behavior（PHB）といいます。パス上のすべての装置が一貫性のある PHB を提供する場合、エンドツーエンドの QoS ソリューションを構築できます。

ネットワークに QoS を実装する作業は、インターネットワーキング装置が提供する QoS 機能、ネットワーク上のトラフィック タイプおよびトラフィック パターン、着信トラフィックおよび発信トラフィックに対して適用すべき制御の粒度に応じて、簡単なものにも複雑なものにもなります。

QoS の用語

QoS 機能についての説明では、次の用語が使用されます。

- *パケット* ― レイヤ 3 でトラフィックを伝送します。
- *フレーム* ― レイヤ 2 でトラフィックを伝送します。レイヤ 2 フレームは、レイヤ 3 パケットを伝送します。
- *ラベル* ― レイヤ 3 パケットおよびレイヤ 2 フレームで伝送されるプライオリティ値です。
  - ― レイヤ 2 CoS 値。範囲は 0（ロー プライオリティ）～ 7（ハイ プライオリティ）です。

    レイヤ 2 ISL フレーム ヘッダーには、1 バイトのユーザ フィールド（LSB 3 ビットで IEEE 802.1p CoS 値を伝送）があります。

    レイヤ 2 802.1Q フレーム ヘッダーには、2 バイトのタグ制御情報フィールドがあり、MSB 3 ビット（ユーザ プライオリティ ビット）で CoS 値が伝送されます。

    その他のフレーム タイプでは、レイヤ 2 CoS 値は伝送されません。

（注） レイヤ 2 ISL トランクとして設定されたインターフェイスでは、すべてのトラフィックが ISL フレームに収められます。レイヤ 2 802.1Q トランクとして設定されたインターフェイスでは、ネイティブ VLAN のトラフィックを除き、すべてのトラフィックが 802.1 Q フレームに収められます。

  - ― レイヤ 3 IP precedence 値 ― IPv4 の仕様では、1 バイトの ToS フィールドの MSB 3 ビットを IP precedence と定義しています。IP precedence 値の範囲は、0（ロー プライオリティ）～ 7（ハイ プライオリティ）です。
  - ― レイヤ 3 DSCP 値 ― Internet Engineering Task Force（IETF; インターネット技術特別調査委員会）は、1 バイトの IP ToS フィールドのうち MSB 6 ビットを DSCP と定義しています。個々の DSCP 値が表す PHB は、設定変更可能です。DSCP 値の範囲は 0 ～ 63 です。「DSCP マップの設定」（p.32-60）を参照してください。

（注） レイヤ 3 の IP パケットは、IP precedence 値または DSCP 値のいずれかを伝送します。DSCP 値は IP precedence 値と下位互換性があるので、QoS ではどちらの値でも使用できます。表 32-1 を参照してください。

表 32-1　IP precedence 値および DSCP 値

3 ビットの IP precedence	ToS の 6 MSB[1]						6 ビットの DSCP		3 ビットの IP precedence	ToS の 6 MSB[1]						6 ビットの DSCP
	8	7	6	5	4	3				8	7	6	5	4	3	
0	0	0	0	0	0	0	0		4	1	0	0	0	0	0	32
	0	0	0	0	0	1	1			1	0	0	0	0	1	33
	0	0	0	0	1	0	2			1	0	0	0	1	0	34
	0	0	0	0	1	1	3			1	0	0	0	1	1	35
	0	0	0	1	0	0	4			1	0	0	1	0	0	36
	0	0	0	1	0	1	5			1	0	0	1	0	1	37
	0	0	0	1	1	0	6			1	0	0	1	1	0	38
	0	0	0	1	1	1	7			1	0	0	1	1	1	39
1	0	0	1	0	0	0	8		5	1	0	1	0	0	0	40
	0	0	1	0	0	1	9			1	0	1	0	0	1	41
	0	0	1	0	1	0	10			1	0	1	0	1	0	42
	0	0	1	0	1	1	11			1	0	1	0	1	1	43
	0	0	1	1	0	0	12			1	0	1	1	0	0	44
	0	0	1	1	0	1	13			1	0	1	1	0	1	45
	0	0	1	1	1	0	14			1	0	1	1	1	0	46
	0	0	1	1	1	1	15			1	0	1	1	1	1	47
2	0	1	0	0	0	0	16		6	1	1	0	0	0	0	48
	0	1	0	0	0	1	17			1	1	0	0	0	1	49
	0	1	0	0	1	0	18			1	1	0	0	1	0	50
	0	1	0	0	1	1	19			1	1	0	0	1	1	51
	0	1	0	1	0	0	20			1	1	0	1	0	0	52
	0	1	0	1	0	1	21			1	1	0	1	0	1	53
	0	1	0	1	1	0	22			1	1	0	1	1	0	54
	0	1	0	1	1	1	23			1	1	0	1	1	1	55
3	0	1	1	0	0	0	24		7	1	1	1	0	0	0	56
	0	1	1	0	0	1	25			1	1	1	0	0	1	57
	0	1	1	0	1	0	26			1	1	1	0	1	0	58
	0	1	1	0	1	1	27			1	1	1	0	1	1	59
	0	1	1	1	0	0	28			1	1	1	1	0	0	60
	0	1	1	1	0	1	29			1	1	1	1	0	1	61
	0	1	1	1	1	0	30			1	1	1	1	1	0	62
	0	1	1	1	1	1	31			1	1	1	1	1	1	63

1. MSB = Most Significant Bit（最上位ビット）

- *分類* ― マーク付けするトラフィックを選択することです。
- *マーキング* ― RFC 2475 に従い、レイヤ 3 の DSCP 値をパケットに設定する処理です。このマニュアルでは、マーキングの定義を拡大して、レイヤ 2 CoS 値の設定までを含めています。
- *スケジューリング* ― レイヤ 2 フレームをキューに割り当てることです。QoS は、内部 DSCP 値（内部 DSCP 値 [p.32-14] を参照）に基づいて、キューにフレームを割り当てます。
- *ポリシング* ― トラフィック フローが使用する帯域幅を制限する処理です。ポリシングによって、トラフィックのマーキングまたはドロップが可能になります。

QoS の基本モデル

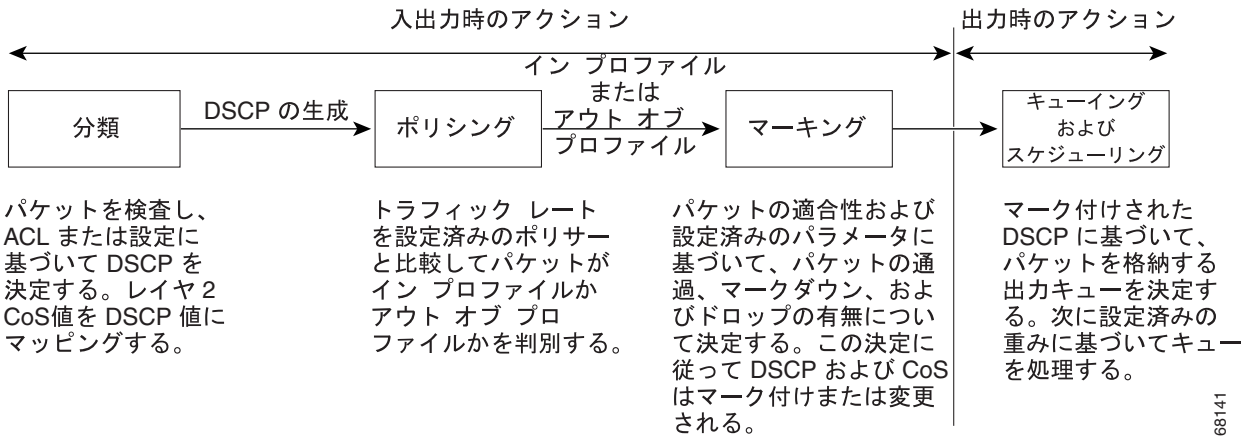
図 32-2 に、QoS の基本モデル（スイッチ QoS モデルとも呼びますが、MQC 準拠ではありません）を示します。入力インターフェイスおよび出力インターフェイスで行われるアクションには、トラフィックの分類、ポリシング、およびマーキングがあります。

- 分類は、トラフィックの種類を区別します。このプロセスによって、パケットの内部 DSCP が生成されます。内部 DSCP は、今後このパケットに対して実行されるすべての QoS アクションを表します。詳細については、「分類」（p.32-6）を参照してください。
- ポリシングは、トラフィック レートを設定済みのポリサーと比較することによって、パケットがイン プロファイルであるか、それともアウト オブ プロファイルであるかを判別します。ポリサーは、トラフィック フローが消費する帯域幅を制限します。この判別の結果が、マーカーに引き渡されます。詳細については、「ポリシングおよびマーキング」（p.32-10）を参照してください。
- マーキングは、パケットがアウト オブ プロファイルのときに行われるアクションに関してポリサーの設定情報を評価し、パケットの処置（変更なしにパケットを通過させるか、パケット内の DSCP 値をマーク ダウンするか、パケットをドロップするか）を決定します。詳細については、「ポリシングおよびマーキング」（p.32-10）を参照してください。

出力インターフェイスで行われるアクションには、キューイングおよびスケジューリングがあります。

- キューイングは、内部 DSCP を評価し、4 つの出力キューのどれにパケットを入れるかを決定します。
- スケジューリングは、出力（送信）ポートの共有およびシェーピング設定に基づいて、4 つの出力（送信）キューを処理します。共有およびシェーピング設定については、「キューイングおよびスケジューリング」（p.32-15）を参照してください。

図 32-2　QoS の基本モデル



分類

分類は、パケットの各フィールドを検証することで、トラフィックの種類を区別するプロセスです。スイッチ上で QoS がグローバルにイネーブルに設定されている場合に限り、分類がイネーブルになります。デフォルトでは、QoS はグローバルでディセーブルに設定されているため、分類は行われません。

フレームまたはパケットの、どのフィールドを使用して着信トラフィックを分類するかを、ユーザが指定します。

図 32-3 に、さまざまな分類オプションを示します。

IP 以外のトラフィックについては、次の分類オプションがあります。

- ポート デフォルトを使用します。パケットが IP 以外のパケットである場合、デフォルトのポート DSCP 値を着信パケットに割り当てます。
- 着信フレームの CoS 値を信頼します（ポートを Trust CoS に設定する）。この場合、設定変更可能な CoS/DSCP マップを使用して、内部 DSCP 値を生成します。レイヤ 2 ISL フレーム ヘッダーでは、1 バイトのユーザ フィールドの LSB 3 ビットを使用して CoS 値を伝送します。レイヤ 2 802.1Q フレーム ヘッダーでは、タグ制御情報フィールドの MSB 3 ビットを使用して CoS 値を伝送します。CoS 値の範囲は、0（ロー プライオリティ）～ 7（ハイ プライオリティ）です。フレームに CoS 値が含まれていない場合は、着信フレームにデフォルトのポート CoS を割り当てます。

  Trust DSCP の設定は、IP 以外のトラフィックに対しては無意味です。ポートを Trust DSCP に設定し、IP 以外のトラフィックを受信した場合、スイッチはデフォルトのポート DSCP を割り当てます。

IP トラフィックについては、次の分類オプションがあります。

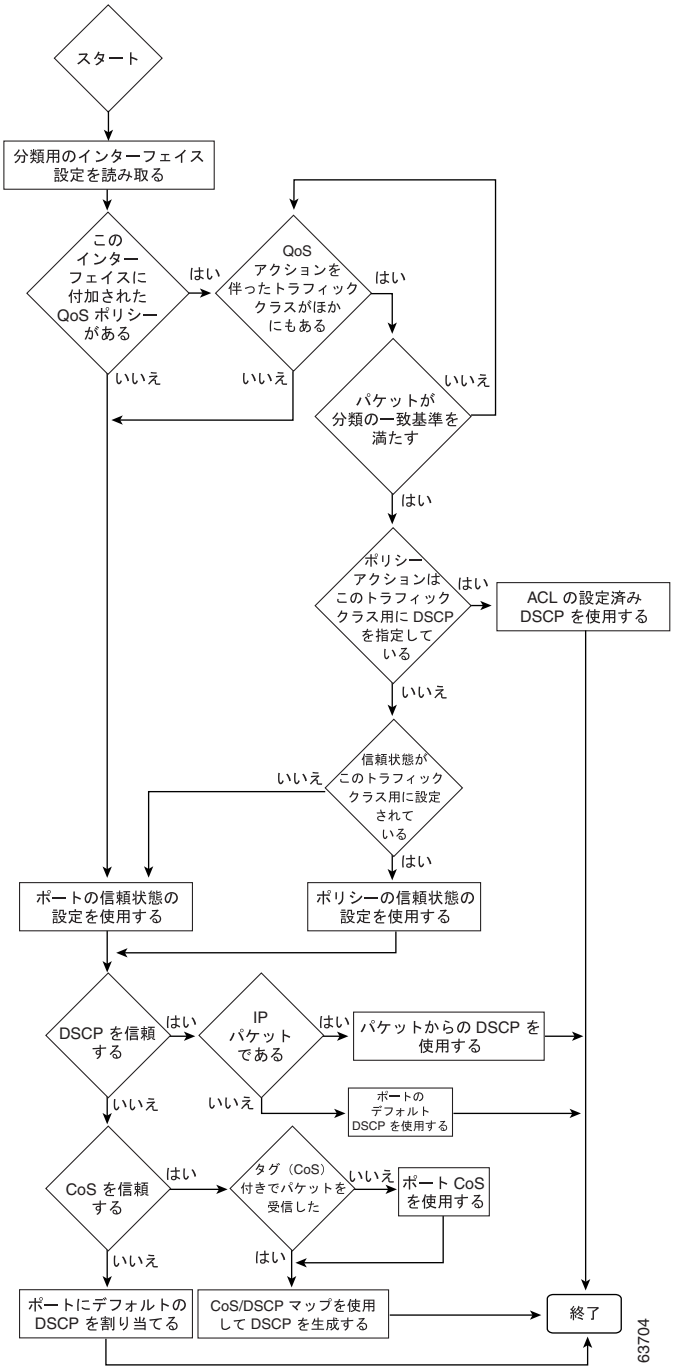
- 着信パケットの IP DSCP を信頼し（ポートを Trust DSCP に設定し）、パケットに同じ DSCP を割り当てて内部的に使用します。IETF は、1 バイトの ToS フィールドの MBB 6 ビットを DSCP として定義しています。個々の DSCP 値が表すプライオリティは、設定変更可能です。DSCP 値の範囲は 0 ～ 63 です。
- 着信パケットの CoS 値（存在する場合）を信頼し、CoS/DSCP マップを使用して DSCP を生成します。
- 設定された IP 標準 Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）または拡張 ACL（IP ヘッダーの各種のフィールドを検証する）に基づいて、分類を実行します。ACL を設定していない場合は、入力ポートの信頼状態に基づいてデフォルトの DSCP がパケットに割り当てられます。ACL を設定している場合は、ポリシー マップによって着信フレームに割り当てる DSCP が指定されます。

（注） 入力 QoS ポリシーが実行するマーキングに基づいてトラフィックを分類することはできません。Catalyst 4500 プラットフォームでは、入力および出力 QoS の検索が平行して実行されるため、出力 QoS ポリシーでトラフィックを分類するのに入力時にマーク付けされた DSCP 値を使用できません。

（注） *内部 DSCP* に基づいてトラフィックを分類することはできません。*内部 DSCP* は、すべてのパケットで送信キューおよび送信 CoS 値を決定するのにのみ使用される純粋な内部分類メカニズムです。

ここで説明するマップについての詳細は、「マッピング テーブル」（p.32-14）を参照してください。ポートの信頼状態の設定手順については、「インターフェイスの信頼状態の設定」（p.32-55）を参照してください。

図 32-3　分類のフローチャート



QoS ACL に基づく分類

QoS のパケット分類は、複数の一致基準を使用して行うことができ、指定された一致基準をパケットがすべて満たしている必要があるか、または少なくとも 1 つの一致基準を満たしていればよいかを指定できます。QoS 分類基準を定義するには、クラス マップで一致（*match*）文を使用して一致基準を指定します。一致文では、マッチングの対象になるパケットのフィールドを指定することも、IP 標準 ACL または IP 拡張 ACL を使用することもできます。詳細については、「クラス マップおよびポリシー マップに基づく分類」（p.32-10）を参照してください。

すべての一致基準に一致するようにクラス マップを設定した場合、パケットがクラス マップ内のすべての一致文を満たしていないと、QoS アクションは実行されません。パケットがクラス マップの一致基準を 1 つでも満たさない場合、そのパケットについて QoS アクションは実行されません。

最低 1 つの一致基準に一致するようにクラス マップを設定した場合、パケットがクラス マップ内の少なくとも 1 つの一致文を満たしていれば、QoS アクションが実行されます。パケットがクラス マップの一致基準をどれも満たしていない場合、そのパケットについて QoS アクションは実行されません。

（注） IP 標準 ACL および IP 拡張 ACL を使用する場合、QoS コンテキストでは、ACL の中の許可（permit）Access Control Entry（ACE; アクセス コントロール エントリ）と拒否（deny）ACE の意味は多少異なります。

- [permit] を指定している ACE を検出し、なおかつパケットがそれを満たしている場合、そのパケットは QoS 分類の一致基準に「一致した」ことになります。
- [deny] を指定している ACE を検出し、なおかつパケットがそれを満たしている場合、そのパケットは QoS 分類の一致基準に「一致しない」ことになります。
- 一致する許可（permit）アクションが検出されないまま、すべての ACE の検証が終わった場合、そのパケットは QoS 分類の基準に「一致しない」ことになります。

（注） アクセス リストを作成するとき、アクセス リストの末尾にはデフォルトで、リストの末尾に達しても一致が見つからなかった場合に使用される、暗黙の拒否（deny）文がある点に留意してください。

クラス マップを使用してトラフィック クラスを定義したあとで、トラフィック クラスに対する QoS アクションを定義するポリシーを作成できます。ポリシーでは、複数のクラスのそれぞれについて、アクションを指定できます。ポリシーには、クラスを集約的に分類する（たとえば、DSCP を割り当てる）コマンド、またはクラスをレート制限するコマンドを組み込めます。このポリシーを特定のポートに付加し、そのポート上でポリシーを有効にします。

IP トラフィックを分類するための IP ACL を実装するには、**access-list** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。詳しい設定手順については、「QoS ポリシーの設定」（p.32-34）を参照してください。

クラス マップおよびポリシー マップに基づく分類

クラス マップは、特定のトラフィック フロー（クラス）を、他のすべてのトラフィックから切り離して名前を付けるためのメカニズムです。クラス マップは、特定のトラフィック フローを分類する目的で使用する一致基準を定義します。基準としては、ACL で定義されるアクセス グループとのマッチング、または特定の DSCP 値、IP precedence 値、または L2 CoS 値のリストとのマッチングを指定できます。複数のタイプのトラフィックを分類する必要がある場合は、別のクラス マップを別の名前で作成します。クラス マップの基準に関するパケットのマッチングが終わったあとで、ポリシー マップを使用して QoS アクションを指定できます。

ポリシー マップは、各トラフィック クラスに対する QoS アクションを指定します。アクションとしては、トラフィック クラスの CoS 値または DSCP 値を信頼すること、トラフィック クラスの特定の DSCP 値または IP precedence 値の設定、またはトラフィックの帯域幅制限の指定およびトラフィックがアウト オブ プロファイルであるときのアクションを含めることができます。ポリシー マップを有効にするには、インターフェイスにポリシー マップを付加する必要があります。

クラス マップを作成するには、**class-map** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。**class-map** コマンドを入力すると、スイッチはクラス マップ コンフィギュレーションモードになります。このモードでは、**match** クラス マップ コンフィギュレーションコマンドを使用して、トラフィックの一致基準を定義します。

ポリシー マップを作成して名前を付けるには、**policy-map** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。このコマンドを入力すると、スイッチはポリシー マップ コンフィギュレーションモードになります。このモードで、**trust** または **set** ポリシー マップ コンフィギュレーションコマンドおよびポリシー マップ クラス コンフィギュレーションコマンドを使用して、特定のトラフィック クラスに対して実行すべきアクションを指定します。ポリシー マップを有効にするには、**service-policy** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用して、ポリシー マップをインターフェイスに付加します。

ポリシー マップには、ポリサーを定義するコマンド（トラフィックの帯域幅制限）および制限を超過した場合に実行するアクションを含めることもできます。詳細については、「ポリシングおよびマーキング」（p.32-10）を参照してください。

ポリシー マップには、次のような特性もあります。

- 1 つのポリシー マップに、最大 255 のクラス文を指定できます。
- 1 つのポリシー マップで異なるクラスを指定できます。
- ポリシー マップの信頼状態は、インターフェイスの信頼状態を上書きします。

詳しい設定手順については、「QoS ポリシーの設定」（p.32-34）を参照してください。

ポリシングおよびマーキング

パケットが分類され、パケットに内部 DSCP 値が割り当てられると、ポリシングおよびマーキングのプロセスが開始可能になります（図 32-4 を参照）。

ポリシングを行うには、トラフィックの帯域幅制限を指定するポリサーを作成します。この制限を超過するパケットは、*アウト オブ プロファイル*つまり*不適合*パケットです。各ポリサーは、インプロファイルまたはアウト オブ プロファイル パケットに対して実行すべきアクションを指定します。これらのアクション（マーカーによって実行される）では、パケットを変更せずにそのまま通過させること、パケットをドロップすること、または、設定変更可能なポリシング済み DSCP マップから得られる新しい DSCP 値にパケットをマークダウンすることが可能です。ポリシング済み DSCP マップの詳細については、「マッピング テーブル」（p.32-14）を参照してください。

次の種類のポリサーを作成できます。

- 個別

  ポリシー マップが付加されている各ポート /VLAN に対して、QoS がポリサーで指定される帯域幅制限を一致する各トラフィック クラスに個別に適用します。ポリシー マップでこのタイプのポリサーを設定するには、ポリシー マップ クラス コンフィギュレーションモードで **police** コマンドを使用します。

- 集約

  一致するすべてのトラフィック フローに、集約ポリサーで指定される帯域幅制限を QoS が累積的に適用します。ポリシー マップで、集約ポリサー名を指定してこのタイプのポリサーを設定するには、**police aggregate** ポリシー マップ コンフィギュレーションコマンドを使用します。ポリサーの帯域幅制限を指定するには、**qos aggregate-policer** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。集約ポリサーは、1 つのポリシー マップ内で複数のトラフィック クラスによって共有されます。

- フローまたはマイクロフロー

  フローベースのポリシングでは、識別されたすべてのフローが、指定したレートに個別にポリシングされます。フローはダイナミックなので、キー識別フィールドをクラス マップで設定する必要があります。2 つのフロー一致オプション、*送信元 IP* ベース（送信元 IP アドレスが一意であるそれぞれのフローを新しいフローとして扱う）および *宛先 IP* ベース（宛先 IP アドレスが一意であるそれぞれのフローを新しいフローとして扱う）を指定できます。フローベースのポリサーの設定については、「UBRL の設定」（p.32-45）を参照してください。

ポリシングおよびポリサーを設定する場合、次の点に注意してください。

- IP パケットでは、IP ペイロードの長さ（IP ヘッダーの全長フィールド）だけがポリシング演算でポリサーに使用されます。レイヤ 2 ヘッダーとトレーラーの長さは計上されていません。たとえば、64 バイトの Ethernet II IP パケットでは、46 バイトだけがポリシングに計上されます（64 バイト –14 バイトのイーサネット ヘッダー –4 バイトのイーサネット CRC）。

  IP 以外のパケットでは、レイヤ 2 ヘッダーに指定されたレイヤ 2 の長さは、ポリシング演算でポリサーに使用されます。IP パケットをポリシングする場合、さらにレイヤ 2 カプセル化の長さを指定するには、**qos account layer2 encapsulation** コマンドを使用します。

- デフォルトで設定されるポリサーはありません。
- 設定できるのは、平均レートおよび認定バースト パラメータだけです。
- 個別ポリサーおよび集約ポリサーのポリシングは、入力インターフェイスと出力インターフェイスのどちらでも行えます。
  - Supervisor Engine V-10GE（WS-X4516-10GE）の場合は、8192 個のポリサーが入力および出力でサポートされます。
  - その他のスーパーバイザ エンジンでは、1024 個のポリサーが入力および出力でサポートされます。

（注） 入力および出力の方向で 4 個のポリサーが予約されています。

- ポリサーは、個別タイプか集約タイプにすることができます。Supervisor Engine V-10GE では、フローベース ポリサーがサポートされます。
- フロー ポリサーのポリシングは、入力レイヤ 3 インターフェイスのみで行えます。
  - Supervisor Engine V-10GE では、512 個の一意のフロー ポリサーを設定できます。

（注） 1 つのフロー ポリサーがソフトウェアによって予約されているので、511 個の一意のフロー ポリサーを定義できます。

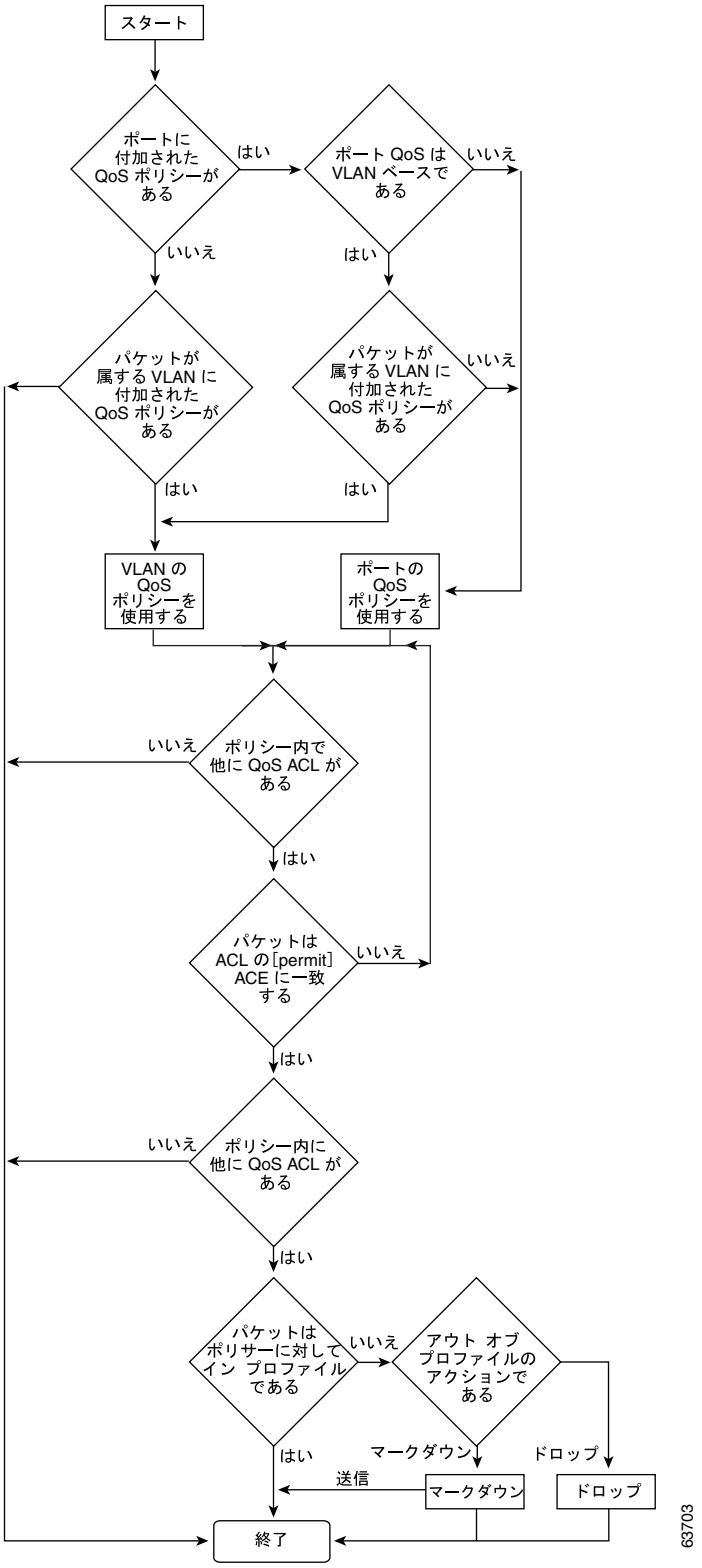
— 100,000 より多いフローをマイクロフロー ポリシングできます。

（注） マイクロフローでは、現在のところ 2 つのフロー一致オプション（送信元 IP アドレス ベースおよび宛先 IP アドレス ベース）がサポートされます。マイクロフロー ポリシングを Netflow 統計情報収集と併用するとき、送信元 IP アドレスか宛先 IP アドレスが一致するフローの完全なフロー統計は使用できません。Netflow 統計の設定については、「NetFlow 統計情報収集機能のイネーブル化」（p.46-8）を参照してください。

- QoS を設定したインターフェイス上では、そのインターフェイス経由で送受信されるすべてのトラフィックが、インターフェイスに付加されたポリシー マップに従って、分類、ポリシング、およびマーク付けされます。ただし、インターフェイスが **qos vlan-based** コマンドによって VLAN ベース QoS を使用するように設定されている場合は、そのインターフェイス経由で送受信されるトラフィックは、パケットの所属先 VLAN に付加されたポリシー マップ（VLAN インターフェイス上に設定されている）に従って、分類、ポリシング、およびマーク付けされます。パケットの所属先 VLAN にポリシー マップが付加されていない場合には、インターフェイスに付加されたポリシー マップが使用されます。

ポリシー マップおよびポリシング アクションを設定したあと、**service-policy** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用して、入力インターフェイスまたは出力インターフェイスにポリシーを付加します。詳しい設定手順については、「QoS ポリシーの設定」（p.32-34）および「名前付き集約ポリサーの作成」（p.32-32）を参照してください。

図 32-4　ポリシングおよびマーキングのフローチャート



内部 DSCP 値

ここでは、内部 DSCP 値について説明します。

内部 DSCP の作成元

QoS は処理中、すべてのトラフィック（IP 以外のトラフィックを含む）のプライオリティを、内部 DSCP 値で表します。QoS は、以下に基づいて内部 DSCP 値を導き出します。

- Trust CoS トラフィックの場合、受信したレイヤ 2 CoS 値または入力インターフェイスのレイヤ 2 CoS 値
- Trust DSCP トラフィックの場合、受信した DSCP 値または入力インターフェイスの DSCP 値
- 信頼されない（untrusted）トラフィックの場合、入力インターフェイスの DSCP 値

トラフィックの信頼状態は、入力インターフェイスの信頼状態です。ただし、ポリシー アクションによりトラフィック クラスに対して別の設定が行われる場合を除きます。

QoS は、設定変更可能な各種のマッピング テーブルを使用して、3 ビットの CoS から 6 ビットの内部 DSCP 値を導き出します（「DSCP マップの設定」[p.32-60] を参照）。

出力 ToS および CoS の作成元

出力 IP トラフィックについては、QoS は内部 DSCP 値から ToS バイトを作成して、出力インターフェイスに送信し、それが IP パケットに書き込まれます。**trust dscp** および **untrusted** IP トラフィックの場合、ToS バイトには、受信した ToS バイトの元の LSB 2 ビットが含まれます。

（注） 内部 ToS 値は IP precedence 値を使用します（表 32-1 を参照）。

すべての出力トラフィックについて、QoS は設定変更可能なマッピング テーブルを使用して、トラフィックと対応付けられた内部 ToS 値から CoS 値を導き出します（「DSCP/CoS マップの設定」[p.32-62] を参照）。QoS は CoS 値を送信して、ISL フレームおよび 802.1Q フレームに書き込ませます。

qos trust cos コマンドを使用して *trust cos* に設定された入力インターフェイスに着信したトラフィックの場合、送信される CoS は、常に着信パケットの CoS（または、パケットをタグなしで受信した場合には、入力インターフェイスのデフォルト CoS）です。

qos trust dscp コマンドを使用してインターフェイスの信頼状態を *trust dscp* に設定していない場合、セキュリティおよび QoS ACL 分類では、常にインターフェイス DSCP が使用され、着信パケットの DSCP は使用されません。

マッピング テーブル

QoS の処理中、スイッチはすべてのトラフィック（IP 以外のトラフィックを含む）のプライオリティを、内部 DSCP 値で表します。

- 分類の際、QoS は設定変更可能なマッピング テーブルを使用して、受信した CoS から内部 DSCP（6 ビット値）を導き出します。これらのマップには、CoS/DSCP マップが含まれます。
- ポリシングの際、QoS は IP パケットまたは IP 以外のパケットに別の DSCP 値を割り当てることがあります（パケットがアウト オブ プロファイルであり、なおかつポリサーでマークダウン後の DSCP 値が指定されている場合）。この設定変更可能なマップを、ポリシング済み DSCP マップといいます。

- トラフィックがスケジューリング段階に達する前に、QoS は内部 DSCP を使用して、4 つの出力キューのうち 1 つを出力処理用に選択します。DSCP から出力キューへのマッピングは、**qos map dscp to tx-queue** コマンドを使用して設定します。

CoS/DSCP および DSCP/CoS マップのデフォルト値は、ネットワークに適している場合も、適していない場合もあります。

詳しい設定手順については、「DSCP マップの設定」（p.32-60）を参照してください。

キューイングおよびスケジューリング

各物理ポートには、4 つの送信キュー（出力キュー）があります。送信する必要がある各パケットは、いずれかの送信キューに格納されます。各送信キューは、送信キュー スケジューリング アルゴリズムに基づいて処理されます。

（DSCP のマークダウンも含めて）最終的な送信 DSCP が算出されると、送信 DSCP と送信キューのマッピング設定によって、送信キューが決定されます。パケットは、送信 DSCP から決定された送信ポートの送信キューに格納されます。送信 DSCP と送信キューのマッピングを設定するには、**qos map dscp to tx-queue** コマンドを使用します。パケットが入力ポートおよび出力ポートの QoS ポリシーおよび信頼状態の設定によって判別された IP 以外のパケットである場合、送信 DSCP は内部 DSCP 値です。

詳しい設定手順については、「送信キューの設定」（p.32-57）を参照してください。

AQM

Active Queue Management（AQM）は、バッファ オーバーフローが発生する前に輻輳に関して通知する先行型の手法です。AQM は、Dynamic Buffer Limiting（DBL）を使用して実行されます。DBL はスイッチ内の各トラフィックのキュー長を追跡します。フローのキュー長が制限を超えると、DBL はパケットをドロップするか、パケット ヘッダーの Explicit Congestion Notification（ECN; 明示的輻輳通知）ビットを設定します。

DBL は、フローをアダプティブとアグレッシブの 2 つのカテゴリに分類します。アダプティブ フローは、輻輳通知を受信するとパケット伝送レートを減らします。アグレッシブ フローは、輻輳通知に対してどのような修正措置も行いません。すべてのアクティブ フローに対して、スイッチは [buffersUsed] および [credits] という 2 つのパラメータを保持します。すべてのフローは、グローバル パラメータの [max-credits] から開始されます。credits が [aggressive-credits]（別のグローバル パラメータ）より少ないフローの場合、アグレッシブ フローとみなされ、[aggressiveBufferLimit] と呼ばれる小さなバッファ制限が指定されます。

キュー長は、パケット数によって測定されます。キュー内のパケット数により、フローに与えられるバッファ スペースのサイズが決定します。フローのキュー長が長い場合、算出値は低下します。これにより、新規着信フロー用のバッファ スペースがキュー内に確保されます。この結果、すべてのフローが、キュー内につり合いがとれた割合のパケットを置くことができます。

インターフェイスごとに 4 つの送信キューがあり、DBL はキュー単位のメカニズムであるため、DSCP 値により DBL の適用がさらに複雑になる可能性があります。

次の表に、デフォルトの DSCP と送信キューのマッピングを示します。

DSCP	txQueue
0 ～ 15	1
16 ～ 31	2
32 ～ 48	3
49 ～ 63	4

たとえば、2 つのストリームを送信するとき、1 つのストリームは 16 の DSCP で、もう 1 つのストリームは値が 0 の場合、これらのストリームは別々のキューから送信されます。txQueue 2 のアグレッシブ フロー（16 の DSCP を持つパケット）がリンクを飽和させる可能性があっても、0 の DSCP のパケットは txQueue 1 から送信されるため、アグレッシブ フローでブロックされません。したがって、DBL がなくても、DSCP 値によって txQueue 1、3、または 4 に配置されるパケットは、アグレッシブ フローのためにドロップされることはありません。

送信キュー間のリンク帯域幅の共有

送信ポートの 4 つの送信キューは、その送信ポートで使用できるリンク帯域幅を共有します。送信キュー間でリンク帯域幅を共有する方法を変更するには、インターフェイス送信キュー コンフィギュレーションモードで **bandwidth** コマンドを使用します。このコマンドを使用して、各送信キューに最低限保証される帯域幅を指定します。

デフォルトでは、すべてのキューがラウンド ロビン方式でスケジューリングされています。

Supervisor Engine II-Plus、Supervisor Engine II-Plus TS、Supervisor Engine III、Supervisor Engine IV を使用するシステムの場合、帯域幅を設定できるのは次のポートに限られます。

- スーパーバイザ エンジン上のアップリンク ポート
- WS-X4306-GB GBIC モジュール上のポート
- WS-X4506-GB-T CSFP モジュール上のポート
- WS-X4232-GB-RJ モジュール上の 2 つの 1000BASE-X ポート
- WS-X4418-GB モジュール上の最初の 2 つのポート
- WS-X4412-2GB-TX モジュール上の 2 つの 1000BASE-X ポート

Supervisor Engine V を使用するシステムの場合、帯域幅はすべてのポート（10/100 ファスト イーサネット、10/100/1000BASE-T、1000BASE-X）で設定できます。

ストリクト プライオリティ / 低遅延キューイング

インターフェイス コンフィギュレーションモードで **priority high** 送信キュー コンフィギュレーションコマンドを使用し、各ポートの送信キュー 3 に高いプライオリティを設定できます。送信キュー 3 に高いプライオリティを設定した場合、送信キュー 3 のパケットは、他のキューのパケットよりも優先的にスケジューリングされます。

送信キュー 3 に高いプライオリティを設定した場合、パケットが他の送信キューよりも優先的にスケジューリングされるのは、割り当てられた帯域幅共有の設定を超えていない場合に限られます。設定されたシェープ レートを超過するトラフィックは、キューに格納されたあと、設定された速度で送信されます。バースト トラフィックによってキューの容量を超過した場合には、設定されたシェープ レートを維持するために、パケットがドロップされます。

トラフィック シェーピング

トラフィック シェーピングは、トラフィックが設定上の最大送信速度に従うように、発信トラフィックの速度を制御する能力を提供します。ある制限に適合するトラフィックをダウンストリーム トラフィックの速度要件を満たすようにシェーピングし、データ速度の不一致を解消できます。

各送信キューに最大速度を設定するには、**shape** コマンドを使用します。この設定により、トラフィックの最大速度を指定できます。設定されたシェープ レートを超過するトラフィックは、キューに格納されたあと、設定された速度で送信されます。バースト トラフィックによってキューの容量を超過した場合には、設定されたシェープ レートを維持するために、パケットがドロップされます。

パケットの変更

パケットの分類、ポリシング、およびキューイングによって、QoS が提供されます。次のプロセスで、パケットの変更が行われることがあります。

- IP パケットの場合、分類によって、パケットに DSCP が割り当てられます。ただし、この段階でパケットは変更されません。割り当てられた DSCP が伝送されるだけです。その理由は、QoS の分類と ACL の検索が並行して実行され、ACL によってパケットの拒否とロギングが指示される場合があるためです。この状況では、パケットは元の DSCP 付きで CPU に転送され、CPU で再び ACL ソフトウェアによって処理されます。
- IP 以外のパケットの場合、分類によってパケットに内部 DSCP が割り当てられますが、非 IP パケットに DSCP はないので、上書きは行われません。代わりに、内部 DSCP がキューイングおよびスケジューリング決定の両方で使用され、さらにパケットが ISL または 802.1Q トランク ポートのいずれかで送信される場合、タグへの CoS プライオリティ値の書き込みに使用されます。
- ポリシングでは、IP パケットおよび IP 以外のパケットに別の DSCP が割り当てられます（パケットがアウト オブ プロファイルであり、なおかつポリサーでマークダウン DSCP が指定されている場合）。この場合にも、パケットの DSCP は変更されませんが、マークダウン後の値が伝えられます。IP パケットの場合、あとの段階でパケットの変更が行われます。

PVQoS

PVQoS により、トランク ポート上の個別の VLAN に差別化された QoS が提供されます。この機能により、サービス プロバイダーはビジネスまたは住宅への各トランク ポートの個々の VLAN ベース サービスをレート制限できるようになります。企業の Voice over IP（VoIP）環境で、攻撃者が IP Phone になりすましている場合でも、この機能を使用して音声 VLAN をレート制限できます。ポート単位 /VLAN 単位サービス ポリシーは、入力トラフィックまたは出力トラフィックのいずれかに別々に適用できます。

QoS およびソフトウェア処理されるパケット

Catalyst 4500 プラットフォームは、Cisco IOS ソフトウェアによって転送または生成されるパケットに、QoS マーキングまたはポリシング コンフィギュレーションを適用しません。これは、Cisco IOS がパケットを転送または生成している場合、ポートあるいは VLAN で設定された入力または出力 QoS ポリシーはパケットに適用されないためです。

ただし、Cisco IOS は生成された制御パケットすべてを正しくマーク付けし、内部 IP DSCP を使用して出力送信インターフェイスで送信キューを判断します。IP パケットの場合、内部 IP DSCP は IP パケットの IP DSCP フィールドにあります。IP 以外のパケットの場合、Cisco IOS は内部でパケット プライオリティを割り当て、内部 IP DSCP 値にマッピングします。

Cisco IOS は IP precedence 値 6 をコントロール プレーン上のルーティング プロトコル パケットに割り当てます。RFC 791 での記載のとおり、「インターネットワークの制御指定は、ゲートウェイ制御発信元が使用するためだけのものです」。つまり、Cisco IOS は IP ベースの制御パケット（Open Shortest Path First [OSPF]、Routing Information Protocol [RIP]、Enhanced Interior Gateway Routing Protocol [EIGRP] hello、キープアライブ）をマーク付けします。ルータへの、およびルータからの Telnet パケットにも IP precedence 値 6 が与えられます。出力インターフェイスがパケットをネットワークに送信した場合、割り当てられた値はパケットとともに残ります。

レイヤ 2 制御プロトコルの場合、ソフトウェアは内部 IP DSCP を割り当てます。通常、レイヤ 2 制御プロトコル パケットは、内部 DSCP 値 48（IP precedence 値 6 に対応）が割り当てられます。

内部 IP DSCP は、送信インターフェイス上で待機状態のパケットの送信キューを決定するために使用します。キューを送信するよう DSCP を設定する方法については、「送信キューの設定」（p.32-57）を参照してください。

内部 IP DSCP は、トランク インターフェイス上でパケットが IEEE 802.1Q または ISL タグ付きで送信される場合、送信 CoS マーキングを決定するのにも使用します。DSCP/CoS マッピングを設定する方法については、「DSCP/CoS マップの設定」（p.32-62）を参照してください。

Supervisor Engine II-Plus、II+10GE、VI、V、V-10GE、4924、4948、および 4948-10GE での Auto-QoS の設定

Auto-QoS 機能を使用すると、既存の QoS 機能の使用を簡略化できます。Auto-QoS はネットワーク設計に関する予測で行うもので、それによってスイッチは、デフォルトの QoS 動作を使用せずにトラフィック フローごとに優先順位を付け、適切に出力キューを使用できます（デフォルトでは、QoS はディセーブルです。スイッチではパケットの内容やサイズに関係なく、各パケットにベストエフォート型サービスが提供され、単一キューでパケットを送信します）。

Auto-QoS をイネーブルにすると、入力パケット ラベルに基づいてトラフィックを自動的に分類します。スイッチはこの分類結果を使用して適切な出力キューを選択します。

Auto-QoS コマンドを使用し、Cisco IP Phone と接続しているポートを識別し、アップリンクを通じて信頼できる VoIP トラフィックを受信するポートを識別します。そのあと、Auto-QoS は次の機能を実行します。

- IP Phone の有無を検出します。
- QoS 分類を設定します。
- 出力キューを設定します。

ここでは、スイッチ上で Auto-QoS を設定する手順について説明します。

生成される Auto-QoS 設定

デフォルトでは、Auto-QoS はすべてのインターフェイス上でディセーブルに設定されています。

最初のインターフェイス上で Auto-QoS 機能をイネーブルにすると、次の動作が自動的に発生します。

- QoS がグローバルにイネーブルになります（**qos** グローバル コンフィギュレーションコマンド）。
- DBL がグローバルにイネーブルになります（**qos dbl** グローバル コンフィギュレーションコマンド）。
- **auto qos voip trust** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを入力すると、指定されたインターフェイスがレイヤ 2 として設定されている場合、インターフェイス上の入力分類は、パケット内で受信される CoS ラベルを信頼するように設定されます。インターフェイスがレイヤ 3 として設定されている場合は、DSCP を信頼するように設定されます（表 32-2 を参照）。

- **auto qos voip cisco-phone** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを入力すると、信頼境界機能がイネーブルになります。この機能は、Cisco Discovery Protocol（CDP; シスコ検出プロトコル）を使用して Cisco IP Phone の有無を検出します。Cisco IP Phone が検出されたとき、インターフェイスをレイヤ 2 として設定している場合、インターフェイスの入力分類は、パケットで受信した CoS ラベルを信頼するように設定されます。インターフェイスをレイヤ 3 として設定している場合、分類は DSCP を信頼するように設定されます。Cisco IP Phone が存在しない場合、パケットの CoS ラベルを信頼しないようにインターフェイスの入力分類が設定されます。

  信頼境界機能の詳細については、「信頼境界の設定によるポート セキュリティの確保」（p.32-27）を参照してください。

auto qos voip cisco-phone または **auto qos voip trust** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用して Auto-QoS をイネーブルにすると、スイッチはトラフィック タイプと入力パケット ラベルに基づいて自動的に QoS 設定を生成し、表 32-2 に示されるコマンドをインターフェイスに適用します。

表 32-2　生成される Auto-QoS 設定

説明	自動的に生成されるコマンド
スイッチが標準 QoS を自動的にイネーブルにし、DBL が CoS/DSCP マップ（着信パケット内の CoS 値を DSCP 値にマッピングします）を設定します。	`Switch(config)# qos` `Switch(config)# qos map cos 3 to 26` `Switch(config)# qos dbl` `Switch(config)# qos map cos 5 to 46`
スイッチが自動的に DSCP/Tx キュー マッピングを設定します。	`Switch(config)# qos map dscp 24 25 26 27 b28 29 30 31 to tx-queue 4` `Switch(config)# qos map dscp 32 33 34 35 36 37 38 39 to tx-queue 4`
スイッチが、パケットで受信される CoS/DSCP 値を信頼するように、インターフェイス上の入力分類を自動的に設定します。	`Switch(config-if)# qos trust cos` `or` `Switch(config-if)# qos trust dscp`
スイッチは、自動的に QoS サービス ポリシーを作成し、ポリシー上で DBL をイネーブルにし、インターフェイスに付加します。	`Switch(config)# policy-map autoqos-voip-policy` `Switch(config-pmap)# class class-default` `Switch(config-pmap-c)# dbl`
auto qos voip cisco-phone コマンドを入力すると、スイッチは自動的に信頼境界機能をイネーブルにします。この機能は、CDP を使用して Cisco IP Phone の有無を検出するものです。	`Switch(config-if)# qos trust device cisco-phone`
スイッチがより高いプライオリティをキュー 3 に割り当てます。キュー 3 のシェーピング制限が選択されるので、リンク速度は 33% です。共有がサポートされているポートにシェーピングを 33% として設定します。 これにより、より高いプライオリティのキューが他のキューを停止させないようになります。	`Switch(config-if)# tx-queue 3` `Switch(config-if-tx-queue)# priority high` `Switch(config-if-tx-queue)# shape percent 33` `Switch(config-if-tx-queue)# bandwidth percent 33`

Auto-QoS の設定上の影響

Auto-QoS がイネーブルの場合、**auto qos voip** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドおよび生成された設定が、実行コンフィギュレーションに追加されます。

設定時の注意事項

Auto-QoS を設定する前に、次の点を理解する必要があります。

- このリリースでは、Cisco IP Phone の VoIP に対してのみ Auto-QoS がスイッチを設定します。
- Auto-QoS のデフォルト設定を使用する場合、Auto-QoS コマンドを入力する前にいかなる標準 QoS コマンドも設定しないでください。必要であれば、QoS 設定をきめ細かく調整できますが、Auto-QoS 設定が完了したあとに行うことを推奨します。
- スタティックアクセス、ダイナミックアクセス、音声 VLAN アクセス、およびトランク ポート上で Auto-QoS をイネーブルにできます。
- デフォルトでは、CDP はすべてのインターフェイス上でイネーブルになっています。Auto-QoS を適切に機能させるには、CDP をディセーブルにしないでください。
- レイヤ 3 インターフェイス上で **auto qos voip trust** をイネーブルにするには、ポートをレイヤ 3 に変更してから、Auto-QoS を適用し、DSCP を信頼するようにします。

VoIP 用の Auto-QoS のイネーブル化

VoIP 用の Auto-QoS を QoS ドメイン内でイネーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# debug auto qos`	（任意）Auto-QoS のデバッグをイネーブルにします。デバッグがイネーブルに設定された場合、スイッチは Auto-QoS がイネーブルまたはディセーブルに設定されると自動的に生成および適用される QoS コマンドを表示します。
ステップ 2	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 3	`Switch(config)# interface` *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始し、Cisco IP Phone に接続されているインターフェイス、またはネットワーク内部にある他のスイッチやルータに接続されているアップリンク インターフェイスを指定します。
ステップ 4	`Switch(config-if)# auto qos voip {cisco-phone | trust}`	Auto-QoS をイネーブルにします。 キーワードの意味は次のとおりです。 • **cisco-phone** ― インターフェイスが Cisco IP Phone に接続されている場合、着信パケットの CoS ラベルは電話機が検出された場合のみ信頼されます。 • **trust** ― アップリンク インターフェイスが信頼できるスイッチまたはルータに接続されていて、入力パケット内の VoIP トラフィック分類が信頼されます。
ステップ 5	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	`Switch# show auto qos interface` *interface-id*	入力を確認します。 このコマンドは、最初に適用された Auto-QoS 設定を表示するもので、ユーザにより有効になった変更は反映されません。

インターフェイス上で Auto-QoS をディセーブルにするには、**no auto qos voip** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用します。このコマンドを入力すると、スイッチは Auto-QoS 設定を、そのインターフェイスの標準 QoS デフォルト設定に変更します。このコマンドは、Auto-QoS によって実行されるグローバル コンフィギュレーションを変更しません。グローバル コンフィギュレーションは、同じ状態のままです。

次に、インターフェイス FastEthernet 1/1 に接続されているデバイスが Cisco IP Phone として検出された場合に、Auto-QoS をイネーブルにして、着信パケット内の CoS ラベルを信頼する例を示します。

```
Switch(config)# interface fastethernet1/1
Switch(config-if)# auto qos voip cisco-phone
```

次に、インターフェイス GigabitEthernet 1/1 に接続されたスイッチまたはルータが信頼できるデバイスの場合に、Auto-QoS をイネーブルにして、着信パケット内の CoS/DSCP ラベルを信頼する例を示します。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet1/1
Switch(config-if)# auto qos voip trust
```

次に、Auto-QoS がイネーブルにされた場合に、自動的に生成される QoS コマンドを表示する例を示します。

```
Switch# debug auto qos
AutoQoS debugging is on
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface gigabitethernet1/1
Switch(config-if)# auto qos voip cisco-phone
```

Auto-QoS 情報の表示

初期 Auto-QoS 設定を表示するには、**show auto qos** [**interface** [*interface-id*]] 特権 EXEC コマンドを使用します。ユーザが変更した設定を表示するには、**show running-config** 特権 EXEC コマンドを使用します。**show auto qos** コマンドと **show running-config** コマンドの出力を比較することで、ユーザが定義した QoS 設定を識別できます。

Auto-QoS の影響を受ける QoS 設定に関する情報を表示するには、次のいずれかのコマンドを使用します。

- **show qos**
- **show qos map**
- **show qos interface** [*interface-id*]

これらのコマンドの詳細については、このリリースに対応するコマンド リファレンスを参照してください。

Auto-QoS 設定例

ここでは、ネットワーク内で Auto-QoS を実装する方法について説明します（図 32-5 を参照）。

図 32-5　Auto-QoS を設定したネットワークの例

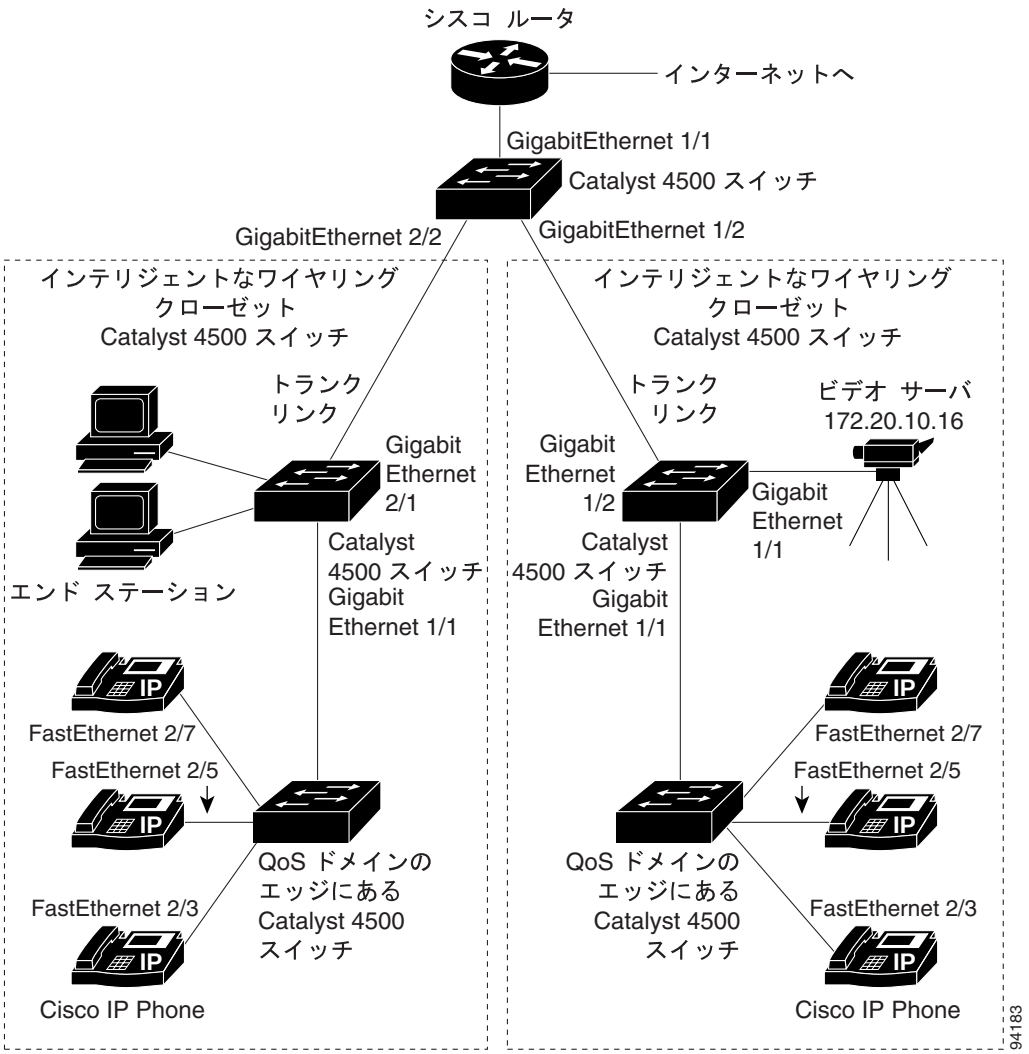


図 32-5 のインテリジェントなワイヤリング クローゼットは、Catalyst 4500 スイッチで構成されています。この例では、VoIP トラフィックを他のすべてのトラフィックよりも優先させることを目的としています。これを実行するには、ワイヤリング クローゼット内の QoS ドメインのエッジにあるスイッチ上で Auto-QoS をイネーブルにします。

（注） Auto-QoS コマンドを入力する前にいかなる標準 QoS コマンドも設定しないでください。QoS 設定をきめ細かく調整できますが、Auto-QoS 設定が完了したあとに行うことを推奨します。

VoIP トラフィックを他のすべてのトラフィックよりも優先させるために、QoS ドメインのエッジにあるスイッチを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# debug auto qos`	Auto-QoS のデバッグをイネーブルにします。デバッグがイネーブルに設定されると、スイッチは Auto-QoS がイネーブルになる場合に自動的に生成される QoS 設定を表示します。
ステップ 2	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 3	`Switch(config)# cdp enable`	CDP をグローバルにイネーブルにします。デフォルトでは、CDP はイネーブルに設定されています。
ステップ 4	`Switch(config)# interface fastethernet2/3`	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 5	`Switch(config-if)# auto qos voip cisco-phone`	インターフェイス上で Auto-QoS をイネーブルにし、インターフェイスが Cisco IP Phone に接続されていることを指定します。 着信パケット内の CoS ラベルは、IP Phone が検出された場合のみ信頼されます。
ステップ 6	`Switch(config)# interface fastethernet2/5`	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 7	`Switch(config)# auto qos voip cisco-phone`	インターフェイス上で Auto-QoS をイネーブルにし、インターフェイスが Cisco IP Phone に接続されていることを指定します。
ステップ 8	`Switch(config)# interface fastethernet2/7`	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 9	`Switch(config)# auto qos voip cisco-phone`	インターフェイス上で Auto-QoS をイネーブルにし、インターフェイスが Cisco IP Phone に接続されていることを指定します。
ステップ 10	`Switch(config)# interface gigabit1/1`	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 11	`Switch(config)# auto qos voip trust`	インターフェイス上で Auto-QoS をイネーブルにし、インターフェイスが信頼できるルータまたはスイッチに接続されていることを指定します。
ステップ 12	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 13	`Switch# show auto qos`	入力を確認します。 このコマンドは、最初に適用された Auto-QoS 設定を表示するもので、ユーザにより有効になった変更は反映されません。 Auto-QoS の影響を受ける QoS 設定に関する情報については、「Auto-QoS 情報の表示」（p.32-21）を参照してください。
ステップ 14	`Switch# show auto qos interface` *interface-id*	入力を確認します。 このコマンドは、最初に適用された Auto-QoS 設定を表示するもので、ユーザにより有効になった変更は反映されません。
ステップ 15	`Switch# copy running-config startup-config`	**auto qos voip** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドと生成された Auto-QoS 設定をコンフィギュレーション ファイルに保存します。

Supervisor Engine II-Plus、II+10GE、VI、V、V-10GE、4924、4948、および 4948-10GE での QoS の設定

QoS を設定する前に、次の事項を完全に理解する必要があります。

- 使用するアプリケーションのタイプ、およびネットワーク上のトラフィック パターン
- トラフィックの特性およびネットワークの要件。バースト性のトラフィックかどうか。音声およびビデオ ストリーム用に帯域幅を予約する必要があるかどうか
- 帯域幅の要件およびネットワークの速度
- ネットワーク上の輻輳発生箇所

ここでは、Catalyst 4000 ファミリ スイッチ上で QoS を設定する手順について説明します。

QoS のデフォルト設定

表 32-3 に、QoS のデフォルト設定を示します。

表 32-3　QoS のデフォルト設定

機能	デフォルト値
QoS のグローバルな設定	ディセーブル
インターフェイス QoS の設定（ポート単位）	QoS がグローバルにイネーブルの場合、イネーブル
インターフェイス CoS 値	0
インターフェイス DSCP 値	0

表 32-3　QoS のデフォルト設定（続き）

機能	デフォルト値
CoS/DSCP マップ （CoS 値から設定された DSCP）	CoS 0 = DSCP　0 CoS 1 = DSCP　8 CoS 2 = DSCP 16 CoS 3 = DSCP 24 CoS 4 = DSCP 32 CoS 5 = DSCP 40 CoS 6 = DSCP 48 CoS 7 = DSCP 56
DSCP/CoS マップ （DSCP 値から設定された CoS）	DSCP　0 ～ 7　= CoS 0 DSCP　8 ～ 15 = CoS 1 DSCP 16 ～ 23 = CoS 2 DSCP 24 ～ 31 = CoS 3 DSCP 32 ～ 39 = CoS 4 DSCP 40 ～ 47 = CoS 5 DSCP 48 ～ 55 = CoS 6 DSCP 56 ～ 63 = CoS 7
DSCP からマークダウンされた DSCP へのマッピング（ポリシング後の DSCP）	マークダウンされた DSCP 値は元の DSCP 値（マークダウンなし）と等しい
ポリサー	なし
ポリシー マップ	なし
送信キューの共有	リンク帯域幅の 1/4
送信キュー容量	ポートの送信キュー エントリの 1/4。ポートの送信キュー容量はポートのタイプによって異なり、送信キュー 1 つ当たり 240 ～ 1920 パケット
送信キューのシェーピング	なし
DCSP/ 送信キュー マップ	DSCP 0 ～ 15 キュー 1 DSCP 16 ～ 31 キュー 2 DSCP 32 ～ 47 キュー 3 DSCP 48 ～ 63 キュー 4
ハイ プライオリティ送信キュー	ディセーブル
QoS がディセーブルの場合	
インターフェイスの信頼状態	trust dscp
QoS がイネーブルの場合	QoS がイネーブルに設定され、その他の QoS パラメータがすべてデフォルト値である場合、送信されるすべてのトラフィックで IP DSCP が 0、レイヤ 2 CoS が 0 に設定される
インターフェイスの信頼状態	untrusted（信頼性がない）

設定時の注意事項

QoS の設定を始める前に、次の点を理解する必要があります。

- スイッチ上に EtherChannel ポートを設定している場合、EtherChannel に QoS の分類およびポリシングを設定する必要があります。EtherChannel を形成する個々の物理ポートに、送信キューの設定が必要です。
- IP フラグメントが、QoS 用にトラフィックを分類するために使用される ACL で設定された送信元および宛先に一致するが、ACL のレイヤ 4 ポート番号には一致しない場合、ACL とは引き続き一致するとされ、優先されます。意図する動作が IP フラグメントにベスト エフォートのサービスを提供する場合、次の 2 つの ACE が、トラフィックの分類に使用される ACL に追加される必要があります。

```
access-list xxx deny udp any any fragments
access-list xxx deny tcp any any fragments
```

- 設定されている IP 拡張 ACL と IP オプションのマッチングによって、QoS を強制することはできません。これらのパケットは CPU に送信され、ソフトウェアによって処理されます。IP オプションは、IP ヘッダー内のフィールドで示されます。
- スイッチが受信した制御トラフィック（スパニングツリー Bridge Protocol Data Unit［BPDU; ブリッジ プロトコル データ ユニット］、ルーティング アップデート パケットなど）は、すべての入力 QoS 処理の対象になります。
- IP ルーティングがディセーブルの場合、**set** コマンドをポリシー マップで使用することはできません（デフォルトではイネーブル）。
- dot1q トンネル ポートでは、レイヤ 2 一致基準だけがタグ付きパケットに適用できます。ただし、タグなしパケットにはすべての一致基準を適用できます。
- トランク ポートでは、レイヤ 2 一致基準のみを複数の 802.1q タグを持つパケットに適用できます。

（注） QoS は、ユニキャスト トラフィックとマルチキャスト トラフィックの両方を処理します。

QoS のグローバルなイネーブル化

QoS をグローバルにイネーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# conf terminal`	コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# qos`	スイッチ上で QoS をイネーブルにします。 QoS をグローバルにディセーブルにするには、**no qos** コマンドを使用します。
ステップ 3	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 4	`Switch# show qos`	設定を確認します。

次に、QoS をグローバルにイネーブルにし、設定を確認する例を示します。

```
Switch# config terminal
Switch(config)# qos
Switch(config)# end
Switch#
Switch# show qos
  QoS is enabled globally

Switch#
```

信頼境界の設定によるポート セキュリティの確保

通常のネットワークでは、Cisco IP Phone をスイッチ ポートに接続します（第 33 章「音声インターフェイスの設定」を参照）。通常の場合、電話機からスイッチに送信されたトラフィックは、802.1Q ヘッダーを使用するタグによってマーク付けされます。このヘッダーには VLAN 情報、およびパケットのプライオリティを決定する CoS の 3 ビット フィールドが格納されます。ほとんどの Cisco IP Phone 設定では、電話機からスイッチに送信されたトラフィックは信頼され、音声トラフィックがネットワーク内の他のタイプのトラフィックよりも適切に優先されます。**qos trust cos** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用することにより、ポートで受信されたすべてのトラフィックの CoS ラベルを信頼するように、電話機の接続先であるスイッチ ポートを設定できます。

（注） Cisco IOS Release 12.2(31)SG 以降では、Supervisor Engine V-10GE を使用すれば、ポートの信頼状態に関わらずパケットの IP DSCP 値に基づいてトラフィックを分類できます。このため、Cisco IP Phone が検出されない場合でも、データ トラフィックは IP DSCP 値に基づいて分類されます。これにより出力キュー選択が影響されることはありません。出力キュー選択はこれまでと同じく着信ポート信頼設定に基づきます。送信キューの設定については、「送信キューの設定」（p.32-57）を参照してください。

場合により、IP Phone に PC またはワークステーションを接続することもできます。この場合は、**switchport priority extend cos** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用して、PC から受信したトラフィックよりも優先するように、スイッチ CLI（コマンドライン インターフェイス）を通して電話機を設定できます。このコマンドを使用すると、PC がハイプライオリティのデータ キューを利用しないように設定できます。

ただし、ユーザが電話機を省略して PC を直接スイッチに接続した場合、スイッチは PC によって生成された CoS ラベルを信頼し（信頼された CoS 設定のため）、ハイプライオリティ キューが誤って使用される可能性があります。信頼境界機能は、CDP を使用してスイッチ ポート上で Cisco IP Phone（Cisco IP Phone 7910、7935、7940、7960）の存在を検出することにより、この問題を解決します。

（注） スイッチまたは該当するポートで CDP がグローバルに稼働していない場合、信頼境界は機能しません。

ポート上に信頼境界を設定する場合、信頼がディセーブルにされます。電話機が接続されて検出されると、信頼がイネーブルになります（電話機を検出するには数分かかります）。そして、電話機が取り外され（検出されなければ）、信頼境界機能はスイッチ ポートの trusted 設定をディセーブルにし、ハイ プライオリティのキューの誤使用を防ぎます。

ポート上の信頼境界をイネーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface interface-id`	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始し、IP Phone に接続されているインターフェイスを指定します。 有効なインターフェイスは物理インターフェイスなどです。
ステップ 3	`Switch(config)# qos trust [cos | dscp]`	受信したトラフィックの CoS 値を信頼するように、インターフェイスを設定します。デフォルトで、ポートは trusted になっていません。
ステップ 4	`Switch(config)# qos trust device cisco-phone`	Cisco IP Phone が信頼できるデバイスであることを指定します。 信頼境界と Auto-QoS（**auto qos voip** インターフェイス コンフィギュレーションコマンド）は相互に排他的なので、同時にイネーブルにできません。
ステップ 5	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	`Switch# show qos interface interface-id`	入力を確認します。
ステップ 7	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

信頼境界機能をディセーブルにするには、**no qos trust device cisco-phone** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用します。

DBL のイネーブル化

（注） Supervisor Engine 6-E は、この機能をサポート*しません*。

DBL は、Catalyst 4500 プラットフォームでのアクティブ キュー管理を提供します（詳細については、「AQM」[p.32-15] を参照してください）。

「選択的」DBL を介して、DBL アルゴリズムの対象となる（または対象とならない）フローを選択できます。特定の IP DSCP 値で、または特定の CoS 値で、DBL をグローバルにイネーブルにできます。

ここでは、次の作業について説明します。

DBL のグローバルなイネーブル化

DBL をグローバルにイネーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# qos dbl`	スイッチ上で DBL をイネーブルにします。 AQM をディセーブルにするには、**no qos dbl** コマンドを使用します。
ステップ 2	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 3	`Switch# show qos dbl`	設定を確認します。

次に、DBL をグローバルにイネーブルにし、設定を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# qos dbl
Global DBL enabled
Switch(config)# end
Switch# show qos dbl
    QOS is enabled globally
    DBL is enabled globally on DSCP values:
          0-63
    DBL flow includes vlan
    DBL flow includes layer4-ports
    DBL does not use ecn to indicate congestion DBL exceed-action probability: 15% DBL
    max credits: 15 DBL aggressive credit limit: 10 DBL aggressive buffer limit: 2
    packets
Switch#
```

サービスポリシーを適用して、出力インターフェイス方向で DBL をイネーブルにできます。

```
Switch# conf terminal
Switch(config)# policy-map dbl
Switch(config-pmap)# class class-default
Switch(config-pmap-c)# dbl
Switch(config-pmap-c)# end
Switch#
00:08:12: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Switch# conf terminal
Switch(config)# int gig 1/2
Switch(config-if)# service-policy output dbl
Switch(config-if)# end
Switch#
```

DBL の選択的イネーブル化

DSCP 値により、IP パケット（単一またはタグなし）に対してのみ選択的に DBL を適用できます（「特定 IP DSCP 値での DBL のイネーブル化」[p.32-30] を参照）。非 IP パケットまたは二重タグ付きパケット（Q-in-Q など）に DBL を選択的に適用するには、次に説明するように CoS 値を使用する必要があります（「特定 CoS 値での DBL のイネーブル化」[p.32-31] を参照）。

次の事項が可能です。

- 特定 IP DSCP 値での DBL のイネーブル化（p.32-30）
- 特定 CoS 値での DBL のイネーブル化（p.32-31）

特定 IP DSCP 値での DBL のイネーブル化

DBL アクションは、送信キュー（インターフェイスごとに 4 つ）で実行されます。キューを送信するために IP DSCP からのマッピングを操作するには、**qos map dscp dscp-values to tx-queue queue-id** コマンドを使用します（方法については、「送信キューの設定」[p.32-57] を参照）。

特定の IP DSCP 値で DBL をイネーブルにするには、次の作業を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# [no] qos dbl dscp-based <value, value_range>`	特定の IP DSCP 値で DBL をイネーブルにします。
ステップ 2	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 3	`Switch# show qos dbl`	設定を確認します。

次に、DSCP 値 1 ～ 10 で DBL を選択的にイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# qos dbl dscp-based 1-10
Switch(config)# end
Switch# show qos dbl
    QOS is enabled globally
    DBL is enabled globally on DSCP values:
          1-10
    DBL flow includes vlan
    DBL flow includes layer4-ports
    DBL does not use ecn to indicate congestion DBL exceed-action probability: 15%
    DBL max credits: 15
    DBL aggressive credit limit: 10
    DBL aggressive buffer limit: 2 packets
Switch#
```

次に、DSCP 値 1 ～ 10 で DBL を選択的にディセーブルにし、設定を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# no qos dbl dscp-based 1-5, 7
Switch(config)# end
Switch# show qos dbl
    QOS is enabled globally
    DBL is enabled globally on DSCP values:
          6,8-10
    DBL flow includes vlan
    DBL flow includes layer4-ports
    DBL does not use ecn to indicate congestion DBL exceed-action probability: 15% DBL
    max credits: 15 DBL aggressive credit limit: 10 DBL aggressive buffer limit: 2
    packets
Switch#
```

DSCP 以外のクラス属性に基づいて DBL を適用しても、引き続きポリシーマップを出力インターフェイスに付加する必要があります（「ポリシー マップ クラス アクションの設定」[p.32-38]）。

ネットワーク ポリシーに従って値が設定されている場合、DBL が抑圧するアグレッシブ フローの出力インターフェイスで「Trust DSCP」を設定する必要があります。

```
Interface <ingress>
  qos trust dscp
```

特定 CoS 値での DBL のイネーブル化

非 IP パケットまたは二重タグ付きパケット（たとえば、Q-in-Q）を使用するつもりであれば、CoS 値を使用して、選択的に DBL を適用する必要があります。

一重タグ付き IP パケットの場合は、次のアプローチを使用します。「特定 IP DSCP 値での DBL のイネーブル化」（p.32-30）に示すように、グローバル **qos dbl** dscp-based コマンドを指定します。

```
Interface <ingress>
  switchport mode trunk
  qos trust cos
```

非 IP パケットまたは二重タグ付きパケットの場合、次の方法を使用します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# qos dbl`	DBL をグローバルにイネーブルにします。
ステップ 2	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 3	`Switch(config)# class-map cos`	トラフィック クラスを定義します。
ステップ 4	`Switch(config-cmap)# match cos x y`	一致基準として使用する CoS 値を指定します。
ステップ 5	`Switch(config-cmap)# exit`	グローバル コンフィギュレーションモードに戻ります。
ステップ 6	`Switch(config)# policy-map cos`	ユーザが指定する名前でポリシー マップを作成します。
ステップ 7	`Switch(config-pmap)# class cos`	ポリシー マップが使用するクラス マップを指定します。
ステップ 8	`Switch(config-pmap-c)# dbl`	ポリシー上で DBL をイネーブルにします。
ステップ 9	`Switch(config-pmap-c)# end`	EXEC モードに戻ります。
ステップ 10	`Switch# show policy-map cos`	設定を確認します。
ステップ 11	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 12	`Switch(config)# interface gigabitEthernet 1/20`	設定をインターフェイスに適用します。
ステップ 13	`Switch(config-if)# service-policy output cos`	ポリシー マップをインターフェイスに付加します。
ステップ 14	`Switch# show policy-map interface`	設定を確認します。

（注） CoS 変換の使用の詳細については、「CoS 変換の設定」（p.32-43）を参照してください。

CoS 値 2 および 3 で DBL を選択的にイネーブルにするには、次の手順を実行します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# qos dbl
Switch(config)# end
Switch# configure terminal
Switch(config)# class-map cos
Switch(config-cmap)# match cos 2 3
Switch(config-cmap)# exit
Switch(config)# policy-map cos
Switch(config-pmap)# class cos
Switch(config-pmap-c)# dbl
Switch(config-pmap-c)# end
Switch# show policy-map cos
    Policy Map cos
      Class cos
        dbl
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface gigabitEthernet 1/20
Switch(config-if)# service-policy output cos
Switch# show policy-map interface
 GigabitEthernet1/20

  Service-policy output: cos

    Class-map: cos (match-all)
      0 packets
      Match: cos  2  3
      dbl

    Class-map: class-default (match-any)
      0 packets
      Match: any
        0 packets
```

名前付き集約ポリサーの作成

名前付き集約ポリサーを作成するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
Switch(config)# **qos aggregate-policer** *policer_name rate burst* [[**conform-action** {**transmit** | **drop**}] [**exceed-action** {**transmit** | **drop** | **policed-dscp-transmit**}]]	名前付き集約ポリサーを作成します。

集約ポリサーは、1 つまたは複数のインターフェイスに適用できます。ただし、あるインターフェイスの入力方向と、別のインターフェイスの出力方向に同じポリサーを適用すると、スイッチング エンジン上で 2 つの異なる同等の集約ポリサーを作成したことになります。各ポリサーは同じポリシング パラメータを使用し、1 つのポリサーは 1 つのインターフェイスの入力トラフィックのポリシング、もう 1 つのポリサーは別のインターフェイスの出力トラフィックのポリシングを行います。集約ポリサーを複数のインターフェイスに同じ方向で適用した場合、スイッチング エンジン上に作成されるそのポリサーのインスタンスは 1 つだけです。

同様に、集約ポリサーをポートまたは VLAN に適用できます。同じ集約ポリサーをポートおよび VLAN に適用した場合、スイッチング エンジン上で 2 つの異なる同等の集約ポリサーを作成したことになります。各ポリサーは同じポリシング パラメータを使用し、1 つのポリサーは設定されたポート上のトラフィックのポリシング、もう 1 つのポリサーは設定された VLAN 上のトラフィックのポリシングを行います。集約ポリサーを複数のポートのみ、または複数の VLAN のみに適用した場合、スイッチング エンジン上に作成されるそのポリサーのインスタンスは 1 つだけです。

1 つの集約ポリサーを複数のポートおよび VLAN に異なる方向で適用した場合、実質的には、同等の 4 つの集約ポリサー（入力方向でポリサーを共有するすべてのポート用、出力方向でポリサーを共有するすべてのポート用、入力方向でポリサーを共有するすべての VLAN 用、および出力方向でポリサーを共有するすべての VLAN 用の集約ポリサー）を作成したことになります。

名前付き集約ポリサーを作成する場合、次の点に注意してください。

- *rate* パラメータ値の有効範囲は、次のとおりです。
  - 最小 ― 32 Kbps（キロビット / 秒）
  - 最大 ― 32 Gbps（ギガビット / 秒）

  「設定時の注意事項」（p.32-26）を参照してください。
- 速度（rate）はビット / 秒で入力できますが、次の簡略表記を使用することもできます。
  - k は、1,000 bps を表します。
  - m は、1,000,000 bps を表します。
  - g は、1,000,000,000 bps を表します。

（注） 小数点を使用することもできます。たとえば、1,100,000 bps という速度は、1.1m と入力できます。

- *burst* パラメータ値の有効範囲は、次のとおりです。
  - 最小 ― 1 KB
  - 最大 ― 512 MB
- バースト サイズ（burst）はバイトで入力できますが、次の簡略表記を使用することもできます。
  - k は、1,000 バイトを表します。
  - m は、1,000,000 バイトを表します。
  - g は、1,000,000,000 バイトを表します。

（注） 小数点を使用することもできます。たとえば、1,100,000 バイトのバーストは、1.1m と入力できます。

- 一致するイン プロファイルトラフィックに対する conform アクションを、任意で次のように指定できます。
  - デフォルトの conform アクションは、**transmit** です。
  - 一致するトラフィックをすべてドロップするには、**drop** キーワードを入力します。

（注） **drop** を conform アクションとして設定すると、QoS は **drop** を exceed アクションとして設定します。

- Committed Information Rate（CIR; 認定情報レート）を超過するトラフィックについて、exceed アクションを任意で次のように指定できます。
  - デフォルトの exceed アクションは、**drop** です。
  - 一致するアウト オブ プロファイルトラフィックを、マークダウン マップの指定に従ってマークダウンするには、**policed-dscp-transmit** キーワードを入力します。

— ポリシングをまったく行わないようにするには、**transmit** キーワードを入力して、一致したアウト オブ プロファイルトラフィックをすべて送信します。

- 名前付き集約ポリサーを削除するには、**no qos aggregate-policer** *policer_name* コマンドを使用します。

次に、10 Mbps のレート制限および 1 MB のバースト サイズを指定し、適合するトラフィックを送信して、不適合トラフィックをマークダウンする、名前付き集約ポリサーの作成例を示します。

```
Switch# config terminal
Switch(config)# qos aggregate-policer aggr-1 10000000 1000000 conform-action transmit
exceed-action policed-dscp-transmit
Switch(config)# end
Switch#
```

次に、設定を確認する例を示します。

```
Switch# show qos aggregate-policer aggr-1
Policer aggr-1
  Rate(bps):10000000 Normal-Burst(bytes):1000000
  conform-action:transmit exceed-action:policed-dscp-transmit
  Policymaps using this policer:
Switch#
```

QoS ポリシーの設定

ここでは、QoS ポリシーの設定について説明します。

- QoS ポリシー設定の概要（p.32-34）
- クラス マップの設定（任意）（p.32-35）
- ポリシー マップの設定（p.32-37）
- インターフェイスへのポリシー マップの付加（p.32-42）

（注） QoS ポリシーは、ユニキャスト トラフィックおよびマルチキャスト トラフィックの両方を処理します。

QoS ポリシー設定の概要

QoS ポリシーを設定するには、トラフィック クラスを設定して、それらのトラフィック クラスに適用するポリシーを設定し、さらに、次のコマンドを使用してポリシーをインターフェイスに付加する必要があります。

- **access-list**（IP トラフィックに対して任意 — **class-map** コマンドを使用して IP トラフィックをフィルタリングできます。）

  — QoS では、次のアクセス リスト タイプがサポートされています。

プロトコル	番号付きアクセス リストのサポート	拡張アクセス リストのサポート	名前付きアクセス リストのサポート
IP	あり： 1 ～ 99 1300 ～ 1999	あり： 100 ～ 199 2000 ～ 2699	あり

  — Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上の ACL については、第 39 章「ACL によるネットワーク セキュリティの設定」を参照してください。

- **class-map**（任意）― **class-map** コマンドを使用してトラフィックの分類基準を指定し、1 つまたは複数のトラフィック クラスを定義します（「クラス マップの設定（任意）」[p.32-35] を参照）。
- **policy-map** ― 各トラフィック クラスに以下を定義するには、**policy-map** コマンドを使用します。
  - 内部 DSCP の作成元
  - 集約または個別のポリシングおよびマーキング
- **service-policy** ― **service-policy** コマンドを使用して、ポリシー マップをインターフェイスに付加します。

クラス マップの設定（任意）

ここでは、クラス マップの設定手順について説明します。

トラフィック クラスを定義し、そのクラスに属するトラフィックを識別するための一致基準を指定するには、**class-map** コンフィギュレーションコマンドを使用します。一致文には、ACL、IP precedence 値、DSCP 値などの基準を指定できます。一致基準は、クラス マップ コンフィギュレーションモードで 1 つの一致文を入力して定義します。

クラス マップの作成

クラス マップを作成するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch(config)# [no] class-map [match-all | match-any] class_name`	名前付きクラス マップを作成します。 クラス マップを削除するには、**no** キーワードを使用します。

クラス マップでのフィルタリングの設定

クラス マップにフィルタリングを設定するには、次のいずれかの作業を行います。

コマンド	目的
`Switch(config-cmap)# [no] match access-group {acl_index | name acl_name}`	（任意）トラフィックのフィルタリングに使用する ACL の名前を指定します。 クラス マップから文を削除するには、**no** キーワードを使用します。 **（注）** アクセス リストについては、このマニュアルでは説明しません。「QoS ポリシーの設定」（p.32-34）に記載されている **access-list** の説明を参照してください。
`Switch (config-cmap)# [no] match ip precedence ipp_value1 [ipp_value2 [ipp_valueN]]`	（任意 ― IP トラフィックのみ）一致基準として使用する IP precedence 値（最大 8 つ）を指定します。クラス マップから文を削除するには、**no** キーワードを使用します。

コマンド	目的
`Switch (config-cmap)# [no] match ip dscp dscp_value1 [dscp_value2 [dscp_valueN]]`	(任意 ― IP トラフィックのみ)一致基準として使用する DSCP 値（最大 8 つ）を指定します。クラス マップから文を削除するには、**no** キーワードを使用します。
`Switch (config-cmap)# [no] match cos value1 [value2] [value3} [value4}`	(任意 ― 非 IPv4 トラフィックのみ)一致基準として使用する CoS 値（最大 8 つ）を指定します。クラス マップから文を削除するには、**no** キーワードを使用します。 非 IPv4 トラフィックについては、「設定時の注意事項」（p.32-20）を参照してください。
`Switch (config-cmap)# [no] match any`	(任意）すべての IP トラフィックまたは IP 以外のトラフィックを一致させます。
`Switch (config-cmap)# match flow ip {source-address | destination-address`	(任意）IP 送信元アドレスまたは宛先アドレスが一意であるそれぞれのフローを新しいフローとして扱います。

（注） **match ip precedence** または **match ip dscp** クラス マップ コマンドを指定したクラス マップを使用する入力ポリシーまたは出力ポリシーでは、パケットを受信するポートが **trust dscp** に設定されている必要があります。設定されていない場合、IP パケット DSCP/IP precedence はトラフィックのマッチングには使用されず、受信ポートのデフォルト DSCP が使用されます。Cisco IOS Release 12.2(31)SG 以降では、Supervisor Engine V-10GE を使用すれば、ポートの信頼状態に関わらずパケットの IP DSCP 値に基づいてトラフィックを分類できます。

（注） Cisco IOS Release 12.2(31) では、Catalyst 4500 シリーズ スイッチは match cos をサポートします。

（注） Catalyst 4000 ファミリ スイッチ上のインターフェイスは、**match classmap**、**match destination-address**、**match input-interface**、**match mpls**、**match not**、**match protocol**、**match qos-group**、および **match source-address** キーワードをサポートしていません。

クラス マップの設定の確認

クラス マップの設定を確認するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch (config-cmap)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 2	`Switch# show class-map class_name`	設定を確認します。

次に、*ipp5* という名前のクラス マップを作成し、IP precedence 5 のトラフィックと一致するようにフィルタリングを設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# class-map ipp5
Switch(config-cmap)# match ip precedence 5
Switch(config-cmap)# end
Switch#
```

次に、設定を確認する例を示します。

```
Switch# show class-map ipp5
 Class Map match-all ipp5 (id 1)
   Match ip precedence 5

Switch#
```

次に、非 IPv4 トラフィックの CoS マッチングを設定する例を示します。ここでは、CoS 値が 5 のトラフィックをフィルタリングします。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# class-map maptwo
Switch(config-cmap)# match cos 5
Switch(config-cmap)# end
Switch#
```

次に、設定を確認する例を示します。

```
Switch# show class-map maptwo
 Class Map match-all maptwo (id 1)
   Match cos 5

Switch#
```

ポリシー マップの設定

1 つのインターフェイスに付加できるポリシー マップは、1 つに限られます。ポリシー マップには、一致基準およびポリサーがそれぞれ異なる 1 つまたは複数のポリシー マップ クラスを含めることができます。

インターフェイスで受信するトラフィック タイプごとに、個別のポリシー マップ クラスをポリシー マップ内に設定します。各トラフィック タイプ用のすべてのコマンドを、同一のポリシー マップ クラスに入れます。QoS が、一致したトラフィックに複数のポリシー マップ クラスのコマンドを適用することはありません。

ここでは、ポリシー マップの設定手順について説明します。

- ポリシー マップの作成（p.32-37）
- ポリシー マップ クラス アクションの設定（p.32-38）

ポリシー マップの作成

ポリシー マップを作成するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch(config)# [no] policy-map policy_name`	ユーザが指定する名前でポリシー マップを作成します。 ポリシー マップを削除するには、**no** キーワードを使用します。

ポリシー マップ クラス アクションの設定

ここでは、ポリシー マップ クラスのアクションを設定する手順について説明します。

ポリシー マップ マーキング状態の設定

ポリシー マップを設定してパケットに IP precedence または DSCP をマーク付けするには、次の作業を実行します。

コマンド	目的
`Switch(config-pmap-c)# [no] set ip [precedence prec_value | dscp dscp_value]`	ポリシー マップ マーキング状態を設定します。この設定によって、後続処理のためにパケットの内部 DSCP が決定します。 設定した値をクリアし、デフォルトに戻すには、**no** キーワードを使用します。

ポリシー マップ クラスの信頼状態の設定

ポリシー マップ クラスの信頼状態を設定するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch(config-pmap-c)# [no] trust {cos | dscp]`	ポリシー マップ クラスの信頼状態を設定します。この設定によって、QoS が内部 DSCP 値の作成元として使用する値が選択されます（「内部 DSCP 値」[p.32-14] を参照）。 設定した値をクリアし、デフォルトに戻すには、**no** キーワードを使用します。

ポリシー マップ クラスの信頼状態を設定する際、次の点に注意してください。

- **no trust** コマンドを入力すると、入力インターフェイス上に設定されている信頼状態を使用できます（これがデフォルトです）。
- **cos** キーワードを使用すると、QoS は受信した CoS またはインターフェイス CoS に基づいて、内部 DSCP 値を設定します。
- **dscp** キーワードを使用すると、QoS は受信した DSCP を使用します。

ポリシー マップ クラスの DBL 状態の設定

ポリシー マップ クラスの DBL 状態を設定するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch(config-pmap-c)# [no] dbl`	ポリシー マップ クラスの DBL 状態を設定します。この設定によって、トラフィック フローのキュー長を追跡します（「AQM」[p.32-15] を参照）。 DBL 値をクリアし、デフォルトに戻すには、**no** キーワードを使用します。

ポリシー マップ クラスの DBL 状態を設定する場合、次の点に注意してください。

- 名前付き集約ポリサーを使用しているクラスは、機能するために同じ DBL 設定でなければなりません。

ポリシー マップ クラスのポリシングの設定

ここでは、ポリシー マップ クラスによるポリシングを設定する手順について説明します。

- 名前付き集約ポリサーの使用（p.32-39）
- インターフェイス別ポリサーの設定（p.32-39）

名前付き集約ポリサーの使用

名前付き集約ポリサーを使用するには（「名前付き集約ポリサーの作成」[p.32-32] を参照）、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch(config-pmap-c)# [no] police aggregate` *aggregate_name*	あらかじめ定義されている集約ポリサーを使用します。 ポリシー マップ クラスからポリサーを削除するには、**no** キーワードを使用します。

インターフェイス別ポリサーの設定

インターフェイスにインターフェイス単位のポリサーを設定するには（「ポリシングおよびマーキング」[p.32-10] を参照）、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch(config-pmap-c)# [no] police` *rate burst* `[[conform-action {transmit | drop}] [exceed-action {transmit | drop | policed-dscp-transmit}]]`	インターフェイス別のポリサーを設定します。 ポリシー マップ クラスからポリサーを削除するには、**no** キーワードを使用します。

インターフェイス別ポリサーを設定する際、次の点に注意してください。

- *rate* パラメータ値の有効範囲は、次のとおりです。
  - 最小 — 32 Kbps（32000 と入力）
  - 最大 — 32 Gbps（32000000000 と入力）

（注） 「設定時の注意事項」（p.32-26）を参照してください。

- 速度（rate）はビット / 秒で入力できますが、次の簡略表記を使用することもできます。
  - k は、1,000 bps を表します。
  - m は、1,000,000 bps を表します。
  - g は、1,000,000,000 bps を表します。

（注） 小数点を使用することもできます。たとえば、1,100,000 bps という速度は、1.1m と入力できます。

- *burst* パラメータ値の有効範囲は、次のとおりです。
  - 最小 ― 1 KB
  - 最大 ― 512 MB
- バースト サイズ（burst）はバイトで入力できますが、次の簡略表記を使用することもできます。
  - k は、1,000 バイトを表します。
  - m は、1,000,000 バイトを表します。
  - g は、1,000,000,000 バイトを表します。

（注） 小数点を使用することもできます。たとえば、1,100,000 バイトのバーストは、1.1m と入力できます。

- 一致するイン プロファイルトラフィックに対する conform アクションを、任意で次のように指定できます。
  - デフォルトの conform アクションは、**transmit** です。
  - 一致するトラフィックをすべてドロップするには、**drop** キーワードを入力します。
- 任意で、CIR を超過するトラフィックについて、一致するアウト オブ プロファイルトラフィックをすべてマークダウン マップの指定に従ってマークダウンするには、**policed-dscp-transmit** キーワードを入力します。「ポリシング済み DSCP マップの設定」（p.32-61）を参照してください。
  - ポリシングをまったく行わないようにするには、**transmit** キーワードを入力して、一致するアウト オブ プロファイルトラフィックをすべて送信します。

次の例は、*ipp5* という名前のクラス マップを使用する、*ipp5-policy* という名前のポリシー マップを作成する方法を示しています。クラス マップ *ipp5* は、パケット優先順位を 6 に書き換えて、IP precedence 値の 5 と一致するトラフィックを集約ポリシングするように設定されています。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# policy-map ipp5-policy
Switch(config-pmap)# class ipp5
Switch(config-pmap-c)# set ip precedence 6
Switch(config-pmap-c)# dbl
Switch(config-pmap-c)# police 2000000000 2000000 conform-action transmit exceed-action
policed-dscp-transmit
Switch(config-pmap-c)# end
```

次の例は、cs2 という名前のクラス マップを使用する、cs2-policy という名前のポリシー マップを作成する方法を示しています。クラス マップ cos5 は CoS 5 で一致するように設定されており、トラフィックを集約ポリシングするように設定されています。

```
Switch(config)# class-map cs2
Switch(config-cmap)# match cos 5
Switch(config-cmap)# exit

Switch(config)# policy-map cs2-policy
Switch(config-pmap)# class cs2
police 2000000000 2000000 conform-action transmit exceed-action policed-dscp-transmit

Switch(config)# int g5/1
Switch(config-if)# service-policy input cs2-policy
Switch(config-if)# end

Switch# sh class-map cs2
 Class Map match-all cs2 (id 2)
   Match cos  5

Switch# sh policy-map cs2-policy
  Policy Map cs2-policy
    Class cs2
      police 2000000000 bps 2000000 byte conform-action transmit exceed-action
policed-dscp-transmit Switch#
```

ポリシー マップの設定の確認

ポリシー マップの設定を確認するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config-pmap-c)# end`	ポリシー マップ クラス コンフィギュレーション モードを終了します。 **（注）** ポリシー　マップに別のクラスを作成するには **class** コマンドを入力します。
ステップ 2	`Switch# show policy-map` *policy_name*	設定を確認します。

次に、設定を確認する例を示します。

```
Switch# show policy-map ipp5-policy
show policy ipp5-policy
 Policy Map ipp5-policy
  class  ipp5
   set ip precedence 6
   dbl
police 2000000000 2000000 conform-action transmit exceed-action
policed-dscp-transmit
Switch#
```

インターフェイスへのポリシー マップの付加

ポリシー マップをインターフェイスに付加するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	Switch(config)# **interface** {**vlan** *vlan_ID* | {**fastethernet** | **gigabitethernet**} *slot/interface*|**Port-channel** *number*}	設定するインターフェイスを選択します。
ステップ 2	Switch(config-if)# [**no**] **service-policy input** *policy_map_name*	ポリシー マップをインターフェイスの入力方向に付加します。インターフェイスからポリシー マップの付加を解除するには、**no** キーワードを使用します。
ステップ 3	Switch(config-if)# **end**	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 4	Switch# **show policy-map interface** {**vlan** *vlan_ID* | {**fastethernet** | **gigabitethernet**} *slot/interface*}	設定を確認します。

(注) IP ルーティングをグローバルにイネーブルにするまでは、インターフェイスのマーキング コマンドをイネーブルにできません。IP ルーティングがグローバルにディセーブルのときインターフェイスにサービス ポリシーを設定すると、設定は受け付けられても有効にはなりません。このような場合には、［Set command will not take effect since CEF is disabled. Please enable IP routing and CEF globally.（CEF がディセーブルなので設定されたコマンドは有効になりません。IP ルーティングおよび CEF をグローバルにイネーブルにしてください。）］というエラー メッセージが表示されます。IP ルーティングをグローバルにイネーブルにするには、**ip routing** および **ip cef global** コンフィギュレーションコマンドを実行します。その後、マーキング コマンドが有効になります。

次に、ポリシー マップ *pmap1* をインターフェイス FastEthernet 5/36 に付加し、設定を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface fastethernet 5/36
Switch(config-if)# service-policy input pmap1
Switch(config-if)# end
Switch# show policy-map interface fastethernet 5/36
FastEthernet6/1

   service-policy input:p1

     class-map:c1 (match-any)
       238474 packets
       match:access-group 100
        38437 packets
       police:aggr-1
        Conform:383934 bytes Exceed:949888 bytes

    class-map:class-default (match-any)
      0 packets
      match:any
        0 packets
Switch#
```

CoS 変換の設定

（注）　Supervisor Engine 6-E は、この機能をサポート*しません*。

レイヤ 2 VPN を提供するサービス プロバイダーは、サービス プロバイダーの VLAN を示す外部タグと顧客の VLAN を示す内部タグを持つ二重タグ トラフィックまたは Q-in-Q トラフィックを伝送します。外部タグの CoS に基づいて、SP ネットワーク内に Differentiated Service（diffserv; ディファレンシエーテッド サービス）を提供できます。

dot1q トンネル ポートで CoS 変換を使用すると、プロバイダーのコア ネットワークに入る dot1q トンネル パケットの外部タグの CoS 値を顧客の VLAN タグの CoS から導き出すことができます。その結果、プロバイダーは顧客の QoS セマンティックスをネットワーク内で保つことができます。

CoS 変換は、特定の着信 CoS 値に一致させ、一致したパケットに関連付けられている内部 DSCP を指定するようにユーザーが明示的に設定することによって実現されます。この内部 DSCP は、スイッチからの送信時に DSCP/CoS マッピングを通じて CoS に変換されます。外部 VLAN タグにはこの CoS 値がマーク付けされます。

このプロセス中に内部タグの CoS が保存され、サービス プロバイダーのネットワーク内で伝送されます。

次に、ポリシー マップが顧客の VLAN ID と CoS 値をネットワーク内で保つ例を示します。

```
Class Map match-any c0
   Match cos  0

 Class Map match-any c1
   Match cos  1

 Class Map match-any c2
   Match cos  2

 Class Map match-any c3
   Match cos  3

 Class Map match-any c4
   Match cos  4

 Class Map match-any c5
   Match cos  5

 Class Map match-any c6
   Match cos  6

 Class Map match-any c7
   Match cos  7

Policy Map cos_mutation
    Class c0
      set dscp default

    Class c1
      set dscp cs1

    Class c2
      set dscp cs2

    Class c3
      set dscp cs3

    Class c4
      set dscp cs4

    Class c5
      set dscp cs5

    Class c6
      set dscp cs6

    Class c7
      set dscp cs7


interface GigabitEthernet5/1
 switchport access vlan 100

 switchport mode dot1q-tunnel
 service-policy input cos_mutation
```

UBRL の設定

User Based Rate Limiting（UBRL）ではマイクロフロー ポリシング機能が採用され、トラフィック フローがダイナミックに学習されて、それぞれの一意のフローが個別レートにレート制限されます。UBRL は、内蔵 NetFlow がサポートされている Supervisor Engine V-10GE で使用できます。UBRL は、送信元または宛先フローマスクを持つルーテッド インターフェイス上の入力トラフィックに適用できます。最大 85,000 の個別フローおよび 511 の異なるレートをサポートできます。UBRL は、通常ユーザ単位のきめ細かいレート制限メカニズムが必要な環境（ユーザ単位の発信トラフィック レートがユーザ単位の着信トラフィック レートと異なる場合など）で使用されます。

（注） デフォルトでは、UBRL はルーティングされた IP トラフィックのみをポリシングします。スイッチングされる IP トラフィックをポリシングするには、**ip flow ingress layer2-switched** グローバル コマンドを使用します。ただし、レイヤ 3 インターフェイス上に UBRL 設定を残す必要があります。UBRL 設定と **ip flow ingress layer2-switched** グローバル コマンドを使用すれば、VLAN 間フローをポリシングできます（「スイッチド / ブリッジド IP フローの設定」[p.46-8] を参照）。**ip flow ingress** コマンドを入力する必要はありません。

フローは 5 タプルとして定義されます（IP 送信元アドレス、IP 宛先アドレス、IP ヘッド プロトコル フィールド、レイヤ 4 送信元ポート、宛先ポート）。フローベース ポリサーでは、フローごとにトラフィックをポリシングできます。フローはダイナミックなので、クラス マップで識別値が必要です。

source-address キーワードを使用して **match flow** コマンドを指定すると、送信元アドレスが一意であるそれぞれのフローは、新しいフローとして扱われます。**destination-address** キーワードを使用して **match flow** コマンドを指定すると、宛先アドレスが一意であるそれぞれのフローは、新しいフローとして扱われます。ポリシー マップによって使用されるクラス マップは、フロー オプションが設定されている場合、フローベース ポリシー マップとして扱われます。**ip destination-address ip protocol L4 source-address L4 destination-address** キーワードを使用して **match flow** コマンドを指定すると、一意の IP 送信元、IP 宛先、IP プロトコル、およびレイヤ 4 送信元、宛先アドレスを含む各フローは、新しいフローとして扱われます。

（注） マイクロフローは、Supervisor Engine V-10GE でのみサポートされます。

フローベース クラス マップとポリシー マップを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# class-map match-all class_name`	名前付きクラス マップを作成します。
ステップ 2	`Switch(config-cmap)# match flow ip {source-address | ip destination-address ip protocol L4 source-address L4 destination-address | destination-address}`	フローのキーフィールドを指定します。
ステップ 3	`Switch(config-cmap)# end`	クラスマップ コンフィギュレーション モードを終了します。
ステップ 4	`Switch# show class-map class-name`	設定を確認します。

例

例 1

次に、送信元アドレスと関連付けられたフローベース クラス マップを作成する例を示します。

```
Switch(config)# class-map match-all c1
Switch(config-cmap)# match flow ip {source-address [ip destination_address ip protocol
L4 source-address L4 destination address]}
Switch(config-cmap)# end
Switch#
Switch# show class-map c1
Class Map match-all c1 (id 2)
  Match flow  ip source-address
```

例 2

次に、宛先アドレスと関連付けられたフローベース クラス マップを作成する例を示します。

```
Switch(config)# class-map match-all c1
Switch(config-cmap)# match flow ip destination-address
Switch(config-cmap)# end
Switch#

Switch# show class-map c1
 Class Map match-all c1 (id 2)
   Match flow  ip destination-address
```

例 3

インターフェイス FastEthernet 6/1 に 2 つのアクティブなフローがあり、送信元アドレスが 192.168.10.20 と 192.168.10.21 であるとします。次の例は、許可されるバースト値を 9000 バイトにして 1 Mbps でそれぞれのフローを維持する方法を示しています。

```
Switch# conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# class-map c1
Switch(config-cmap)# match flow ip source-address
Switch(config-cmap)# exit
Switch(config)# policy-map p1
Switch(config-pmap)# class c1
Switch(config-pmap-c)# police 1000000 9000
Switch(config-pmap-c)# exit
Switch(config-pmap)# exit
Switch(config)# interface fa6/1
Switch(config-if)# service-policy input p1
Switch(config-if)# end
Switch# write memory

Switch# show policy-map interface
FastEthernet6/1

 Service-policy input: p1

   Class-map: c1 (match-all)
     15432182 packets
     Match: flow  ip source-address
     police: Per-interface
       Conform: 64995654 bytes Exceed: 2376965424 bytes

   Class-map: class-default (match-any)
     0 packets
     Match: any
       0 packets
```

例 4

インターフェイス FastEthernet 6/1 に 2 つのアクティブなフローがあり、宛先アドレスが 192.168.20.20 と 192.168.20.21 であるとします。次の例は、許可されるバースト値を 9000 バイトにして 1 Mbps でそれぞれのフローを維持する方法を示しています。

```
Switch# conf terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# class-map c1
Switch(config-cmap)# match flow ip destination-address
Switch(config-cmap)# exit
Switch(config)# policy-map p1
Switch(config-pmap)# class c1
Switch(config-pmap-c)# police 1000000 9000
Switch(config-pmap-c)# exit
Switch(config-pmap)# exit
Switch(config)# interface fa6/1
Switch(config-if)# service-policy input p1
Switch(config-if)# end
Switch# write memory

Switch# show policy-map interface
 FastEthernet6/1

  Service-policy input: p1

    Class-map: c1 (match-all)
      2965072 packets
      Match: flow  ip destination-address
      police: Per-interface
        Conform: 6105636 bytes Exceed: 476652528 bytes

    Class-map: class-default (match-any)
      0 packets
      Match: any
        0 packets
```

例 5

インターフェイス FastEthernet 6/1 上に 2 つのアクティブ フローが存在すると想定します。

```
SrcIp          DstIp          IpProt SrcL4Port DstL4Port
-------------------------------------------------------
192.168.10.10  192.168.20.20  20     6789       81
192.168.10.10  192.168.20.20  20     6789       21
```

次の設定の場合、各フローは許可されるバースト値を 9000 にして 1000000 bps にポリシングされます。

(注) **match flow ip source-address|destination-address** コマンドを使用する場合、これら 2 つのフローは同じ送信元および宛先アドレスを持つため、1 つのフローに統合されます。

```
Switch# conf terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# class-map c1
Switch(config-cmap)# match flow ip source-address ip destination-address ip protocol
l4 source-port l4 destination-port
Switch(config-cmap)# exit
Switch(config)# policy-map p1
Switch(config-pmap)# class c1
Switch(config-pmap-c)# police 1000000 9000
Switch(config-pmap-c)# exit
Switch(config-pmap)# exit
Switch(config)# interface fastEthernet 6/1
Switch(config-if)# service-policy input p1
Switch(config-if)# end
Switch# write memory
Switch# show policy-map interface
FastEthernet6/1

class-map c1
   match flow  ip source-address ip destination-address ip protocol l4 source-port l4
destination-port
!
 policy-map p1
    class c1
       police 1000000 bps 9000 byte conform-action transmit exceed-action drop
!
interface FastEthernet 6/1
  service-policy input p1

Switch# show class-map c1
 Class Map match-all c1 (id 2)
   Match flow  ip source-address ip destination-address ip protocol l4 source-port l4
destination-port

Switch# show policy-map p1
  Policy Map p1
    Class c1
      police 1000000 bps 9000 byte conform-action transmit exceed-action drop

Switch# show policy-map interface
 FastEthernet6/1

  Service-policy input: p1

    Class-map: c1 (match-all)
      15432182 packets
      Match: flow  ip source-address ip destination-address ip protocol l4 source-port
l4 destination-port
      police: Per-interface
        Conform: 64995654 bytes Exceed: 2376965424 bytes


    Class-map: class-default (match-any)
      0 packets
      Match: any
        0 packets
```

階層型ポリサーの設定

（注） 階層型ポリサーは、Supervisor Engine V-10GE 上でのみサポートされます。

フロー ポリサーを既存ポリサーと結合し、2 つのポリシング レートをインターフェイスで作成できます。たとえばデュアル ポリシングを使用すると、特定インターフェイスのすべての着信トラフィック レートを 50 Mbps に制限し、このトラフィックの一部であるそれぞれのフローのレートを 2 Mbps に制限できます。

階層型ポリサーは、**service-policy** ポリシーマップ設定コマンドで設定できます。ポリシー マップで使用されるクラス マップが、フローベース一致基準（**match flow ip source-address** など）と一致する場合、ポリシー マップは*フローベース*と呼ばれます。それぞれの子ポリシー マップは、親のすべての match access-group コマンドを継承します。

（注） *フローベース* ポリシー マップのみを子ポリシー マップとして設定できます。親ポリシー マップをフローベース ポリシー マップにすることはできません。子ポリシー マップと親ポリシー マップの両方で、クラスマップ設定に **match-all** が含まれている必要があります。

個別ポリサーか集約ポリサーの子としてフローベース ポリシー マップを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# policy-map policy_name`	個別ポリシーマップ名か集約ポリシーマップ名を指定します。
ステップ 2	`Switch(config-pmap)# class class_name`	このポリシー マップのクラスマップ名を指定します。
ステップ 3	`Switch(config-flow-cache)# service-policy service_policy_name`	フローベース ポリシー マップの名前を指定します。

（注） 親が集約ポリサー、子がマイクロフロー　ポリサーである階層型ポリサー設定では、子のマイクロフロー ポリサーに一致するパケットはイン プロファイルであるパケットだけを報告します（つまり、ポリシング レートを一致させます）。ポリシング レートを超過するパケットは、クラスマップ パケット一致統計情報では報告されません。

次の例は、階層型ポリシー マップの作成方法を示しています。名前が *aggregate-policy* であるポリシー マップには、名前が *aggregate-class* であるクラス マップが含まれます。名前が *flow-policy* であるフローベース ポリシー マップは、子ポリシー マップとしてこのポリシー マップに付加されます。

```
Switch# config terminal
Switch(config)# policy-map aggregate-policy
Switch(config-pmap)# class aggregate-class
Switch(config-pmap-c)# service-policy flow-policy
Switch(config-pmap-c)# end
Switch#
```

次の例では、IP アドレス範囲が 101.237.0.0 ～ 101.237.255.255 であるトラフィックが 50 Mbps にポリシングされます。101.237.10.0 ～ 101.237.10.255 の範囲のフローは、2 Mbps のレートに個別にポリシングされます。このトラフィックは、集約ポリサーとその他のフローベース ポリサーという 2 つのポリサーを通過します。

次の例は、このシナリオの設定を示しています。

```
class-map match-all flow-class
 match flow ip source-address
 match access-group 20
!
class-map match-all aggregate-class
 match access-group 10
!
policy-map flow-policy
 class flow-class
   police 2000000 bps 10000 byte conform-action transmit exceed-action drop
!
policy-map aggregate-policy
 class aggregate-class
   police 50000000 bps 40000 byte conform-action transmit exceed-action drop
  service-policy flow-policy
!
access-list 10 permit 101.237.0.0 0.0.255.255
access-list 20 permit 0.0.10.0 255.255.0.255
```

次に、設定を確認する例を示します。

```
Switch# show policy-map flow-policy
 Policy Map flow-policy
   Class flow-class
     police 2000000 bps 10000 byte conform-action transmit exceed-action drop
Switch# show policy-map aggregate-policy
 Policy Map aggregate-policy
   Class aggregate-class
     police 50000000 bps 40000 byte conform-action transmit exceed-action drop
     service-policy flow-policy

Switch# show policy-map interface
FastEthernet6/1
 Service-policy input: aggregate-policy

   Class-map: aggregate-class (match-all)
     132537 packets
     Match: access-group 10
     police: Per-interface
       Conform: 3627000 bytes Exceed: 0 bytes

     Service-policy : flow-policy

       Class-map: flow-class (match-all)
         8867 packets
         Match: access-group 20
         Match: flow  ip source-address
         police: Per-interface
       Conform: 1649262 bytes Exceed: 59601096 bytes

       Class-map: class-default (match-any)
         0 packets
         Match: any            0 packets

   Class-map: class-default (match-any)
     5 packets
     Match: any        5 packets
```

PVQoS のイネーブル化

PVQoS 機能により、所定のインターフェイスの異なる VLAN 上で異なる QoS 設定を指定できます。通常、この機能はトランク ポートまたは音声 VLAN（Cisco IP Phone）ポートなど、複数の VLAN に所属するポート上で使用します。

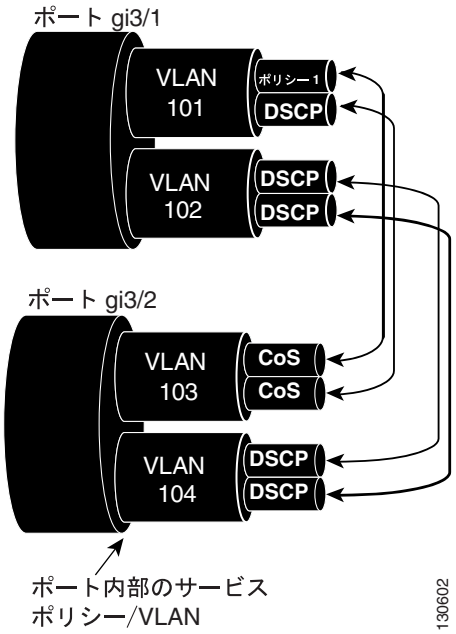
PVQoS を設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# interface {fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet} slot/interface | Port-channel number`	設定するインターフェイスを選択します。
ステップ 2	`Switch(config-if)# vlan-range vlan_range`	関連する VLAN を指定します。
ステップ 3	`Switch(config-if-vlan-range)# service-policy {input | output} policy-map`	ポリシーマップおよび方向を指定します。
ステップ 4	`Switch(config-if-vlan-range)# exit`	クラスマップ コンフィギュレーション モードを終了します。
ステップ 5	`Switch(config-if)# end`	インターフェイス コンフィギュレーション モードを終了します。
ステップ 6	`Switch# show policy-map interface interface_name`	設定を確認します。

例 1

図 32-6 に、PVQoS 構成のトポロジ例を示します。トランク ポート gi3/1 は、複数の VLAN（101 および 102）で構成されています。ポート内部には、独自のサービス ポリシーを VLAN 単位で作成できます。このポリシーはハードウェアで実行され、入力および出力ポリシング、DSCP の信頼、またはデータよりも音声パケットへの優先制御で構成されます。

図 32-6　PVQoS 構成のトポロジ



次のコンフィギュレーション ファイルでは、ポート GigabitEthernet 3/1 に適用されるポリシーマップ P31_QOS を使用して、VLAN 単位で入力および出力ポリシングを実行する方法について示しています。

```
ip access-list 101 permit ip host 1.2.2.2 any
ip access-list 103 permit ip any any
Class-map match-all RT

match ip access-group 101
Class-map Match all PD

match ip access-group 103
Policy-map P31_QoS

Class RT


Police 200m 16k conform transmit exceed drop

Class PD


Police 100m 16k conform transmit exceed drop

Interface Gigabit 3/1
Switchport
Switchport trunk encapsulation dot1q
Switchport trunk allowed vlan 101-102
    Vlan range 101
        Service-policy input P31_QoS
        Service-policy output P31_QoS
    Vlan range 102
        Service-policy input P32_QoS
        Service-policy output P32_QoS
```

例 2

たとえば、インターフェイス GigabitEthernet 6/1 はトランク ポートで、VLAN 20、300 ～ 301、および 400 に属していると仮定します。次に、VLAN 20 と VLAN 400 のトラフィックにポリシーマップ p1、VLAN 300 ～ 301 のトラフィックにポリシーマップ p2 を適用する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface gigabitethernet 6/1
Switch(config-if)# vlan-range 20,400
Switch(config-if-vlan-range)# service-policy input p1
Switch(config-if-vlan-range)# exit
Switch(config-if)# vlan-range 300-301
Switch(config-if-vlan-range)# service-policy output p2
Switch(config-if-vlan-range)# end
Switch#
```

例 3

次に、インターフェイス GigabitEthernet 6/1 上で設定された VLAN 20 のポリシーマップの統計情報を表示する例を示します。

```
Switch# show policy-map interface gigabitethernet 6/1 vlan 20
 GigabitEthernet6/1 vlan 20

  Service-policy input: p1

    Class-map: class-default (match-any)
      0 packets
      Match: any
        0 packets
      police: Per-interface
        Conform: 0 bytes Exceed: 0 bytes
```

例 4

次に、インターフェイス GigabitEthernet 6/1 上で設定されたすべての VLAN のポリシーマップの統計情報を表示する例を示します。

```
Switch# show policy-map interface gigabitethernet 6/1
 GigabitEthernet6/1 vlan 20

  Service-policy input: p1

    Class-map: class-default (match-any)
      0 packets
      Match: any
        0 packets
      police: Per-interface
        Conform: 0 bytes Exceed: 0 bytes

 GigabitEthernet6/1 vlan 300

  Service-policy output: p2

    Class-map: class-default (match-any)
      0 packets
      Match: any
        0 packets
      police: Per-interface
        Conform: 0 bytes Exceed: 0 bytes

 GigabitEthernet6/1 vlan 301

  Service-policy output: p2

    Class-map: class-default (match-any)
      0 packets
      Match: any
        0 packets
      police: Per-interface
        Conform: 0 bytes Exceed: 0 bytes

 GigabitEthernet6/1 vlan 400

  Service-policy input: p1

    Class-map: class-default (match-any)
      0 packets
      Match: any
        0 packets
      police: Per-interface
        Conform: 0 bytes Exceed: 0 bytes
```

インターフェイス上での QoS のイネーブル化またはディセーブル化

qos インターフェイス コマンドを使用すると、設定されている QoS 機能が再びイネーブルになります。**qos** インターフェイス コマンドは、インターフェイスのキュー設定に影響しません。

インターフェイスからのトラフィックに対して QoS 機能をイネーブルまたはディセーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# interface {vlan vlan_ID | {fastethernet | gigabitethernet} slot/interface | Port-channel number}`	設定するインターフェイスを選択します。
ステップ 2	`Switch(config-if)# [no] qos`	インターフェイス上で QoS をイネーブルにします。 インターフェイス上で QoS をディセーブルにするには、**no** キーワードを使用します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 4	`Switch# show qos interface`	設定を確認します。

次に、インターフェイス VLAN 5 上で QoS をディセーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface vlan 5
Switch(config-if)# no qos
Switch(config-if)# end
Switch#
```

次に、設定を確認する例を示します。

```
Switch# show qos | begin QoS is disabled
  QoS is disabled on the following interfaces:
    Vl5
(テキスト出力は省略)
Switch#
```

レイヤ 2 インターフェイス上での VLAN ベース QoS の設定

デフォルトでは、QoS は物理インターフェイスに付加されたポリシー マップを使用します。レイヤ 2 インターフェイスについては、VLAN に付加されたポリシー マップを使用するように QoS を設定できます。（「インターフェイスへのポリシー マップの付加」[p.32-42] を参照）。

レイヤ 2 インターフェイス上で VLAN ベースの QoS を設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# interface {fastethernet | gigabitethernet} slot/interface | Port-channel number`	設定するインターフェイスを選択します。
ステップ 2	`Switch(config-if)# [no] qos vlan-based`	レイヤ 2 インターフェイス上で VLAN ベースの QoS を設定します。 インターフェイス上で VLAN ベース QoS をディセーブルにするには、**no** キーワードを使用します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 4	`Switch# show qos`	設定を確認します。

（注） レイヤ 2 インターフェイスに入力 QoS ポリシーが付加されていない場合、ポートが VLAN ベースで設定されていなくても、（パケットが着信する）VLAN に付加された入力 QoS ポリシーがあればそれが使用されます。このデフォルトが望ましくない場合には、レイヤ 2 インターフェイスにプレースホルダの入力 QoS ポリシーを付加します。同様に、レイヤ 2 インターフェイスに出力 QoS ポリシーが付加されていない場合、ポートが VLAN ベースで設定されていなくても、（パケットを送信する）VLAN に付加された出力 QoS ポリシーがあればそれが使用されます。このデフォルトが望ましくない場合には、レイヤ 2 インターフェイスにプレースホルダの出力 QoS ポリシーを付加します。

次に、インターフェイス FastEthernet 5/42 で VLAN ベースの QoS を設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface fastethernet 5/42
Switch(config-if)# qos vlan-based
Switch(config-if)# end
```

次に、設定を確認する例を示します。

```
Switch# show qos | begin QoS is vlan-based
QoS is vlan-based on the following interfaces:
    Fa5/42
Switch#
```

（注） レイヤ 2 インターフェイスに VLAN ベース QoS が設定されている場合に、QoS ポリシーがない VLAN のポートにパケットが着信すると、ポートに付加された QoS ポリシーがある場合はそれが使用されます。これは、入力および出力 QoS ポリシーの両方に適用されます。

インターフェイスの信頼状態の設定

このコマンドは、インターフェイスの信頼状態を設定します。デフォルトでは、すべてのインターフェイスが untrusted です。

インターフェイスの信頼状態を設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# interface {vlan vlan_ID | {fastethernet | gigabitethernet} slot/interface | Port-channel number}`	設定するインターフェイスを選択します。
ステップ 2	`Switch(config-if)# [no] qos trust [dscp | cos]`	インターフェイスの信頼状態を設定します。 設定した値をクリアし、デフォルトに戻すには、**no** キーワードを使用します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 4	`Switch# show qos`	設定を確認します。

インターフェイスの信頼状態を設定する際、次の点に注意してください。

- インターフェイスの状態を untrusted に戻すには、**no qos trust** コマンドを使用します。

- **qos trust cos** コマンドを使用して *trust cos* に設定された入力インターフェイスに着信したトラフィックの場合、送信される CoS は、常に着信パケットの CoS（または、パケットをタグなしで受信した場合には、入力インターフェイスのデフォルト CoS）です。
- **qos trust dscp** コマンドを使用してインターフェイスの信頼状態を *trust dscp* に設定していない場合、セキュリティおよび QoS ACL 分類では、常にインターフェイス DSCP が使用され、着信パケットの DSCP は使用されません。
- Cisco IOS Release 12.2(31)SG 以降では、Supervisor Engine V-10GE を使用すれば、ポートの信頼状態に関わらずパケットの IP DSCP 値に基づいてパケットを分類できます。パケット送信キューイングは影響を受けません。送信キューについては、「送信キューの設定」（p.32-57）を参照してください。

次に、**trust cos** キーワードを使用してインターフェイス GigabitEthernet 1/1 を設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface gigabitethernet 1/1
Switch(config-if)# qos trust cos
Switch(config-if)# end
Switch#
```

次に、設定を確認する例を示します。

```
Switch# show qos interface gigabitethernet 1/1 | include trust
  Trust state: trust COS
Switch#
```

インターフェイスの CoS 値の設定

QoS は、trusted として設定された入力インターフェイスからのタグなしフレーム、および untrusted として設定された入力インターフェイスからのすべてのフレームに、このコマンドで指定された CoS 値を割り当てます。

入力インターフェイスの CoS 値を設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# interface {fastethernet | gigabitethernet} slot/interface | Port-channel number}`	設定するインターフェイスを選択します。
ステップ 2	`Switch(config-if)# [no] qos cos default_cos`	入力インターフェイスの CoS 値を設定します。 設定した値をクリアし、デフォルトに戻すには、**no** キーワードを使用します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 4	`Switch# show qos interface {fastethernet | gigabitethernet} slot/interface`	設定を確認します。

次に、インターフェイス FastEthernet 5/24 にデフォルトとして CoS 5 を設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface fastethernet 5/24
Switch(config-if)# qos cos 5
Switch(config-if)# end
Switch#
```

次に、設定を確認する例を示します。

```
Switch# show qos interface fastethernet 5/24 | include Default COS
  Default COS is 5
Switch#
```

インターフェイスの DSCP 値の設定

QoS は、trust dscp に設定されたインターフェイスで受信した非 IPv4 フレーム、および untrusted として設定されたインターフェイスで受信したすべてのフレームに、このコマンドで指定された DSCP 値を割り当てます。

入力インターフェイスの DSCP 値を設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# interface {fastethernet | gigabitethernet} slot/interface | Port-channel number`	設定するインターフェイスを選択します。
ステップ 2	`Switch(config-if)# [no] qos dscp default_dscp`	入力インターフェイスの DSCP 値を設定します。 設定した値をクリアし、デフォルトに戻すには、**no** キーワードを使用します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 4	`Switch# show qos interface {fastethernet | gigabitethernet} slot/interface`	設定を確認します。

次に、インターフェイス FastEthernet 5/24 のデフォルトとして DSCP 5 を設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface fastethernet 5/24
Switch(config-if)# qos dscp 5
Switch(config-if)# end
Switch#
```

次に、設定を確認する例を示します。

```
Switch# show qos interface fastethernet 6/1
QoS is enabled globally
Port QoS is enabled
  Port Trust State:CoS
  Default DSCP:0 Default CoS:0

  Tx-Queue    Bandwidth     ShapeRate     Priority    QueueSize
                (bps)         (bps)                   (packets)
     1        31250000      disabled      N/A         240
     2        31250000      disabled      N/A         240
     3        31250000      disabled      normal      240
     4        31250000      disabled      N/A         240
Switch#
```

送信キューの設定

ここでは、送信キューを設定する手順について説明します。

- DSCP 値から特定の送信キューへのマッピング（p.32-58）
- 送信キュー間での帯域幅の割り当て（p.32-58）
- 送信キューのトラフィック シェーピングの設定（p.32-59）
- ハイ プライオリティ送信キューの設定（p.32-60）

ネットワークと QoS ソリューションの複雑さによっては、次に挙げる手順のすべてを実行する必要があります。たし、最初に次の質問に答えてください。

- 各キューへの（DSCP 値による）パケットの割り当て
- 特定のポートでの送信キューと他のキューとの相対的なサイズ
- 各キューへの使用可能な帯域幅の割り当て
- 各送信キューの最大速度、および各送信キューから送信できる最大バースト トラフィック

DSCP 値から特定の送信キューへのマッピング

DSCP 値を送信キューにマッピングするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# [no] qos map dscp dscp-values to tx-queue queue-id`	DSCP 値を送信キューにマッピングします。*dscp-values* には、最大 8 つの DSCP 値を指定できます。*queue-id* の範囲は、1 ～ 4 です。 送信キューから DSCP 値を削除するには、**no qos map dscp to tx-queue** コマンドを使用します。
ステップ 2	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 3	`Switch# show qos maps dscp tx-queues`	設定を確認します。

次に、送信キュー 2 に DSCP 値をマッピングする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# qos map dscp 50 to tx-queue 2
Switch(config)# end
Switch#
```

次に、設定を確認する例を示します。

```
Switch# show qos maps dscp tx-queue
DSCP-TxQueue Mapping Table (dscp = d1d2)
d1 :d2  0  1  2  3  4  5  6  7  8  9
---------------------------------------
0 :   02 02 02 01 01 01 01 01 01 01
1 :   01 01 01 01 01 01 02 02 02 02
2 :   02 02 02 02 02 02 02 02 02 02
3 :   02 02 03 03 03 03 03 03 03 03
4 :   03 03 03 03 03 03 03 03 04 04
5 :   04 04 04 04 04 04 04 04 04 04
6 :   04 04 04 04
Switch#
```

送信キュー間での帯域幅の割り当て

送信キューの帯域幅を設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# interface gigabitethernet slot/interface`	設定するインターフェイスを選択します。
ステップ 2	`Switch(config-if)# tx-queue queue_id`	設定する送信キューを選択します。

	コマンド	目的
ステップ 3	`Switch(config-if-tx-queue)# [no] [bandwidth rate | percent percent]`	送信キューの帯域幅レートを設定します。 送信キューの帯域幅の比率をデフォルト値に戻すには、**no** キーワードを使用します。
ステップ 4	`Switch(config-if-tx-queue)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 5	`Switch# show qos interface`	設定を確認します。

帯域幅レートは、インターフェイスによって異なります。

帯域幅を設定できるのは、次のインターフェイスに限られます。

- Supervisor Engine III（WS-X4014）上のアップリンク ポート
- WS-X4306-GB モジュール上のポート
- WS-X4232-GB-RJ モジュール上の 2 つの 1000BASE-X ポート
- WS-X4418-GB モジュール上の最初の 2 つのポート
- WS-X4412-2GB-TX モジュール上の 2 つの 1000BASE-X ポート

次に、送信キュー 2 に 1 Mbps の帯域幅を設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface gigabitethernet 1/1
Switch(config-if)# tx-queue 2
Switch(config-if-tx-queue)#bandwidth 1000000
Switch(config-if-tx-queue)# end
Switch#
```

送信キューのトラフィック シェーピングの設定

送信キューから送信されるパケットが指定の最大速度を超えないように設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# interface {fastethernet | gigabitethernet} slot/interface`	設定するインターフェイスを選択します。
ステップ 2	`Switch(config-if)# tx-queue queue_id`	設定する送信キューを選択します。
ステップ 3	`Switch(config-if-tx-queue)# [no] [shape rate | percent percent]`	送信キューの送信レートを設定します。 送信キューの最大速度を削除するには、**no** キーワードを使用します。
ステップ 4	`Switch(config-if-tx-queue)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 5	`Switch# show qos interface`	設定を確認します。

次に、送信キュー 2 のシェープ レートを 1 Mbps に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface gigabitethernet 1/1
Switch(config-if-tx-queue)# tx-queue 2
Switch(config-if-tx-queue)# shape 1000000
Switch(config-if-tx-queue)# end
Switch#
```

ハイ プライオリティ送信キューの設定

送信キュー 3 をハイ プライオリティに設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# interface {fastethernet | gigabitethernet} slot/interface`	設定するインターフェイスを選択します。
ステップ 2	`Switch(config-if)# tx-queue 3`	設定する送信キュー 3 を選択します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# [no] priority high`	この送信キューをハイ プライオリティに設定します。 送信キューのプライオリティをクリアするには、**no** キーワードを使用します。
ステップ 4	`Switch(config-if)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 5	`Switch# show qos interface`	設定を確認します。

次に、送信キュー 3 をハイ プライオリティに設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface gigabitethernet 1/1
Switch(config-if-tx-queue)# tx-queue 3
Switch(config-if-tx-queue)# priority high
Switch(config-if)# end
Switch#
```

DSCP マップの設定

ここでは、DSCP マップを設定する方法について説明します。内容は次のとおりです。

- CoS/DSCP マップの設定（p.32-60）
- ポリシング済み DSCP マップの設定（p.32-61）
- DSCP/CoS マップの設定（p.32-62）

マップはいずれもグローバルに定義され、すべてのポートに適用されます。

CoS/DSCP マップの設定

CoS/DSCP マップは、着信パケットの CoS 値を、DSCP 値（トラフィックのプライオリティを表すために QoS が内部的に使用する）にマッピングする目的で使用します。

表 32-4 に、デフォルトの CoS/DSCP マップを示します。

表 32-4　デフォルトの CoS/DSCP マップ

CoS 値	0	1	2	3	4	5	6	7
DSCP 値	0	8	16	24	32	40	48	56

これらの値がネットワークに適さない場合は、値を変更する必要があります。

CoS/DSCP マップを変更するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# qos map cos` *cos1 ... cos8* `to dscp` *dscp*	CoS/DSCP マップを変更します。 *cos1...cos8* には、最大 8 つの CoS を入力できます。指定できる値の範囲は 0 ～ 7 です。各 CoS 値をスペースで区切ります。 *dscp* の範囲は 0 ～ 63 です。
ステップ 3	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	`Switch# show qos maps cos-dscp`	入力を確認します。
ステップ 5	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、入力 CoS/DSCP マッピングで CoS を 0 に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# qos map cos 0 to dscp 20
Switch(config)# end
Switch# show qos maps cos dscp

CoS-DSCP Mapping Table:
CoS:  0   1  2  3  4  5  6  7
--------------------------------
DSCP: 20  8 16 24 32 40 48 56
Switch(config)#
```

（注） デフォルトのマップに戻すには、**no qos cos to dscp** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。

次に、CoS/DSCP マッピング テーブル全体をクリアする例を示します。

```
Switch(config)# no qos map cos to dscp
Switch(config)#
```

ポリシング済み DSCP マップの設定

ポリシング済み DSCP マップは、ポリシングおよびマーキング アクションの結果、DSCP 値を新しい値にマークダウンする目的で使用します。

デフォルトのポリシング済み DSCP マップはヌルで、着信 DSCP 値が同じ DSCP 値にマッピングされます。

CoS/DSCP マップを変更するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# qos map dscp policed` *dscp-list* `to dscp` *mark-down-dscp*	ポリシング済み DSCP マップを変更します。 • *dscp-list* には、最大 8 つの DSCP 値をスペースで区切って入力します。その後ろに、**to** キーワードを入力します。 • *mark-down-dscp* には、対応するポリシング済み（マークダウンされた）DSCP 値を入力します。
ステップ 3	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	`Switch# show qos maps dscp policed`	入力を確認します。
ステップ 5	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトのマップに戻すには、**no qos dscp policed** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。

次に、DSCP 50 ～ 57 を、マークダウンされた DSCP 値 0 にマッピングする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# qos map dscp policed 50 51 52 53 54 55 56 57 to dscp 0
Switch(config)# end
Switch# show qos maps dscp policed
Policed-dscp map:
     d1 :  d2 0  1  2  3  4  5  6  7  8  9
     ----------------------------------------
      0 :    00 01 02 03 04 05 06 07 08 09
      1 :    10 11 12 13 14 15 16 17 18 19
      2 :    20 21 22 23 24 25 26 27 28 29
      3 :    30 31 32 33 34 35 36 37 38 39
      4 :    40 41 42 43 44 45 46 47 48 49
      5 :    00 00 00 00 00 00 00 00 58 59
      6 :    60 61 62 63
```

（注） 前述のポリシング済み DSCP マップでは、マークダウンされた DSCP 値がマトリクスの本体に示されています。カラム d1 は、元の DSCP の上位桁を表し、行 d2 は、元の DSCP の下位桁を表します。d1 と d2 が交わった部分にある値が、マークダウン後の値です。たとえば、元の DSCP 値が 53 である場合、対応するマークダウン後の DSCP 値は 0 です。

DSCP/CoS マップの設定

DSCP/CoS マップは、CoS 値を生成する目的で使用します。

表 32-5 に、デフォルトの DSCP/CoS マップを示します。

表 32-5　デフォルトの DSCP/CoS マップ

DSCP 値	0 ～ 7	8 ～ 15	16 ～ 23	24 ～ 31	32 ～ 39	40 ～ 47	48 ～ 55	56 ～ 63
CoS 値	0	1	2	3	4	5	6	7

これらの値がネットワークに適さない場合は、値を変更する必要があります。

DSCP/CoS マップを変更するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# [no] qos map dscp dscp-list to cos cos`	DSCP/CoS マップを変更します。 • *dscp-list* には、最大 8 つの DSCP 値をスペースで区切って入力します。その後ろに、**to** キーワードを入力します。 • *cos* には、一連の DSCP 値を対応させる CoS 値を 1 つだけ入力します。 DSCP の範囲は 0 ～ 63、CoS の範囲は 0 ～ 7 です。 デフォルトのマップに戻すには、**no qos dscp to cos** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。
ステップ 3	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	`Switch# show qos maps dscp to cos`	入力を確認します。
ステップ 5	`Switch# copy running-config startup-config`	(任意)コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、DSCP 値 0、8、16、24、32、40、48、および 50 を CoS 値 0 にマッピングし、マップを表示する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# qos map dscp 0 8 16 24 32 40 48 50 to cos 0
Switch(config)# end
Switch# show qos maps dscp cos
Dscp-cos map:
     d1 :  d2 0  1  2  3  4  5  6  7  8  9
     ---------------------------------------
      0 :    00 00 00 00 00 00 00 00 00 01
      1 :    01 01 01 01 01 01 00 02 02 02
      2 :    02 02 02 02 00 03 03 03 03 03
      3 :    03 03 00 04 04 04 04 04 04 04
      4 :    00 05 05 05 05 05 05 05 00 06
      5 :    00 06 06 06 06 06 07 07 07 07
      6 :    07 07 07 07
```

(注) 前述の DSCP/CoS マップでは、CoS 値がマトリクスの本体に示されています。カラム d1 は、DSCP の上位桁を表し、行 d2 は、DSCP の下位桁を表します。d1 と d2 が交わった部分にある値が、CoS 値です。たとえば、この DSCP/CoS マップでは、DSCP 値 08 は CoS 値 0 に対応しています。

レイヤ 2 制御パケット QoS のイネーブル化

(注) レイヤ 2 制御パケット QoS は、Supervisor Engine 6-E ではサポートされて*いません*。

この機能では、大量の制御パケットの入力による高 CPU 利用率の問題を解決します。問題の解決は、制御したいプロトコル（QoS CAM にインストール済み）に対応する QoS スタティック エントリを無効にすることで行われます。

解決法では、ハードウェアは、レイヤ 2 制御トラフィックに一致するユーザ定義サービス ポリシーに対応するアクションを適用します。この制御モードは、デフォルト モードが既存のモードであるため、CLI を介して展開できます。

必須レイヤ 2 パケットに一致するようにポリシーを設定し、希望するレベルにポリシングする必要があります。レイヤ 2 制御パケットは、基本的に宛先 MAC アドレスで識別されます。この機能が、そのパケット タイプでイネーブルになっていると、目的の制御パケットに一致する MACL およびそれらの MACL に一致する対応クラスマップがまだ存在しない場合、自動生成されます。

制御パケットのポリシングを行うには、ポリシーマップでこれらのクラスマップを使用する必要があるだけです。その後他のポリシーマップと同様に、ポート単位、VLAN 単位、またはポート単位 / VLAN 単位でポリシーマップを適用できます。

レイヤ 2 制御パケット QoS をイネーブルにするには、次の作業を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# interface t`	コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# qos control-packets [bpdu-range | cdp-vtp | sstp]`	レイヤ 2 制御ポリシングをイネーブルにします。 この機能をイネーブルにするパケット タイプを指定できます。 デフォルトでは、すべてのパケット タイプが選択されます。
ステップ 3	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 4	`Switch# show run | inc qos control-packets`	設定を確認します。

次の表では、この機能で影響を受けるパケット タイプを一覧にします。

表 32-6　パケット タイプとアクション可能なアドレス範囲

機能がイネーブルになるパケット タイプ	動作するアドレス範囲
BPDU 範囲	0180.C200.0000 BPDU 0180.C200.0002 OAM、LACP 0180.C200.0003 Eapol
CDP-VTP	0100.0CCC.CCCC
SSTP	0100.0CCC.CCCD

次に、レイヤ 2 制御パケット QoS を CDP-VTP パケットに設定する例を示します。

```
Switch# config terminal
Switch(config)# qos control-packets cdp-vtp
Switch(config)# end
Switch# show run | inc qos control-packets
qos control-packets cdp-vtp
```

すべてのパケット タイプでこの機能がイネーブルになっているとき、**show running** コマンドの出力には、**qos control-packets** 文字列が表示されます。

```
Switch# show running | inc qos control-packets
qos control-packets
```

ここで、SSTP パケットに対してこの機能をディセーブルにしている場合、次の出力が表示されます。

```
Switch# show running | inc qos control-packets
qos control-packets bpdu-range
qos control-packets cdp-vtp
```

show running コマンドおよび一般的な関連コマンドで、目的の制御パケットをキャプチャ、ドロップ、およびポリシングする、MACL およびユーザ設定ポリシーのステータスを確認できます。

この機能をディセーブルにするには、**no qos control-packets [bpdu-range | cdp-vtp | sstp]** コマンドを実行します。たとえば、CDP-VTP パケットでこの機能をディセーブルにするには、**no qos control-packets cdp-vtp** コマンドを実行します。

（注） 指定したプロトコルタイプに対してこの機能の設定を解除すると、そのプロトコルタイプを処理するユーザ設定ポリシーは、直ちに無効な状態になります。TCAM リソースを保存するには、MACL およびクラスマップ（自動生成またはユーザ定義）とともにポリシーも削除します。

次の表に、対応パケット タイプで機能がイネーブルになっているときに作成される自動生成 MACL およびクラスマップを示します。

表 32-7　パケット タイプおよび自動生成 MACL/ クラスマップ

パケット タイプ	自動生成 MACL/ クラスマップ
BPDU 範囲	mac access-list extended system-control-packet-bpdu-range permit any 0180.c200.0000 0000.0000.000c class-map match-any system-control-packet-bpdu-range match access-group name system-control-packet-bpdu-range
SSTP	mac access-list extended system-control-packet-sstp permit any host 0100.0ccc.cccd class-map match-any system-control-packet-sstp match access-group name system-control-packet-sstp
CDP-VTP	mac access-list extended system-control-packet-cdp-vtp permit any host 0100.0ccc.cccc class-map match-any system-control-packet-cdp-vtp match access-group name system-control-packet-cdp-vtp

次に、BPDU 範囲パケットに MACL およびポリサー設定を適用する例を示します。

- BPDU 範囲でこの機能をイネーブルにします。

```
qos control-packets bpdu-range
```

- 対応 MACL/ クラスマップを作成します（自動的に実行）。

```
mac access-list extended system-control-packet-bpdu-range
    permit any 0180.C200.0000 0000.0000.000C

class-map match-any system-control-packet-bpdu-range
    match access-group name system-control-packet-bpdu-range
```

- ポリシーマップを作成し、目的のインターフェイス /VLAN に付加します。

```
policy-map police-bpdu
  class system-control-packet-bpdu-range
    police 32000 bps 1000 byte conform-action transmit exceed-action drop

interface GigabitEthernet 1/1
   switchport trunk encapsulation dot1q
    switchport mode trunk
    vlan-range 100
          service-policy input police_bpdu
```

システムが生成したクラスマップおよび MACL を変更しないでください。変更すると、スイッチがリロードを行うとき、または実行コンフィギュレーションをファイルから更新するとき、予期せぬ動作になることがあります。

これらのシステム生成クラスマップまたは MACL を調整または変更する必要がある場合、ユーザ定義クラスマップおよび MACL を作成する必要があります。次に、作成した新しいユーザ定義 MACL/ クラスマップを使用して、目的のポリシングを実行します。

（注） ユーザ定義クラスマップ名をプレフィクス **system-control-packet-** で始める必要がある点だけが唯一の制限事項です。クラスマップが **system-control-packet-** で始まらない場合、特定のスーパーバイザ エンジンでは、設定された QoS アクションが実行されないことがあります。

（注） ユーザ定義 MACL に使用する名前には、制限事項はありません。

たとえば、次に挙げる名前は、制御パケットをポリシングする、有効なユーザ定義クラスマップ名です。

```
system-control-packet-bpdu1
system-control-packet-control-packet
system-control-packet-bla
```

たとえば、EAPOL、OAM、または BPDU パケットに異なるクラスマップを定義する予定である場合、自動生成クラスマップの system-control-packet-bpdu-range はすべてのパケットに一致するため、ユーザ定義 MACL/ クラスマップ（前述の例）の作成が役立ちます。

```
mac access-list extended system-control-packet-bpdu
   permit any 0180.c200.0000
class-map match-any system-control-packet-bpdu
   match access-group name system-control-packet-bpdu

mac access-list extended system-control-packet-eapol
   permit any 0180.c200.0003
class-map match-any system-control-packet-eapol
   match access-group name system-control-packet-eapol

mac access-list extended system-control-packet-oam
   permit any 0180.c200.0002
class-map match-any system-control-packet-oam
   match access-group name system-control-packet-oam
```

次にこれらのクラスマップを使用して、共通ポリサーを system-control-packet-bpdu-range に適用する代わりに、各パケットに異なるポリサーを定義できます。

使用上の注意事項

この機能がイネーブルになっているとき、ポートおよび VLAN に適用された既存のポリシーは、制御したいレイヤ 2 制御パケットが偶発的に希望しない QoS アクションの対象になることがなく、この機能がスイッチ上で設定された他のポリシーから影響を受けることがないというポリシーであることを確認する必要があります。

前述の制御パケットで QoS をイネーブルにする前に、新規および既存のポリシーを調べて編集し、選択した制御パケットに一致するポリシーマップの分類子が正しい順番で定義および設定されていることを確認する必要があります。同じポリシーマップ内の後半に出現する別の分類子のアクションで意図しない結果になることを避けるため、制御パケットに一致する分類子をポリシーマップの冒頭に配置する必要があります。

class-default クラスに関連付けられたアクションの場合、その動作はスーパーバイザ エンジンの種類によって変わります。

- 内蔵 NetFlow がサポートされている Supervisor Engine V-10GE

  class-default に関連付けられたアクションは、一致しない制御パケットには適用されず、control-packet クラスマップがそれより前に制御パケットを取得していない場合、デフォルトの許可アクションは適用されません。system-control-packet- で始まるクラスマップを使用するポリサーに関連付けられたアクションだけが、制御パケットに適用されます。
- 他のすべてのスーパーバイザ エンジン

  class-default に関連付けられたアクションは、一致しない制御パケットに適用されます。

（注） 内蔵 NetFlow がサポートされている Supervisor Engine V-10GE では、これらのタイプのパケットでマイクロフロー統計は使用できません。

（注） BPDU 範囲でこの機能がイネーブルになっている場合、最初の 802.1X 認証フェーズが完了した後でのみ EAPOL パケットをポリシングできます。

（注） フォワーディング スパニングツリー ステートになっているポートでポート セキュリティがイネーブルになっているとき、レイヤ 2 制御パケットはそのポート上でポリシングできません。

機能の相互作用

各単一フローにユーザ設定ポリシーを適用したあと、レイヤ 2 制御パケット QoS *の最初にある* CoPP ポリシーを設定し、CPU へ送信される集約フローをレート制限します。その場合、基本的に CoPP は、ユーザ定義ポリシーによりポート単位 /VLAN 単位ベースですでに入力側でフィルタされたパケットの出力側でさらにレート制限を行って、CPU のための別レベルの保護を提供します。CoPP は、ポート上にユーザ定義ポリシーが適用されている間は、第 2 レベルの防御となり、VLAN は第 1 レベルの防御になります。

たとえば、ポリシーマップ マッチングおよびインターフェイス GigabitEthernet 1/1 から送信される BPDU 範囲トラフィックのポリシングを設定する場合、VLAN 1 は次のようになります。

```
policy-map police_bpdu_1
      class system-control-packet-bpdu-range
  police 32000 bps 1000 byte conform-action transmit exceed-action drop

   interface GigabitEthernet1/1
      switchport trunk encapsulation dot1q
      switchport mode trunk
      vlan-range 1
      service-policy input police_bpdu_1
```

さらに、インターフェイス GigabitEthernet 1/2 VLAN 2 で 2 番めを設定すると、BPUD 範囲パケットのマッチングおよびポリシングは次のようになります。

```
policy-map police_bpdu_2
      class system-control-packet-bpdu-range
  police 34000 bps 1000 byte conform-action transmit exceed-action drop

   interface GigabitEthernet1/2
      switchport trunk encapsulation dot1q
      switchport mode trunk
      vlan-range 2
      service-policy input police_bpdu_2
```

CoPP は次のように設定します。

```
policy-map system-cpp-policy
      class system-cpp-bpdu-range
  police 50000 bps 1000 byte conform-action transmit exceed-action drop
```

次の点に注意してください。

- インターフェイス 1/1、VLAN 1 では、BPDU 範囲パケットは、police_bpdu_1 に従って毎秒 32000 ビットのレートで ポリシングされます。
- インターフェイス 1/2、VLAN 2 では、BPDU 範囲パケットは、police_bpdu_2 に従って毎秒 34000 ビットのレートで ポリシングされます。
- 集約フローは、毎秒 50000 ビットのレートで CPU ポートの CoPP からポリシングされます。

また、ポートまたは VLAN のグループに適用された名前付き集約ポリサーを使用して、ポリサーリソースの消費を減らすこともできます。

（注） フォワーディング スパニングツリー ステートになっているポートでポート セキュリティがイネーブルになっているとき、レイヤ 2 制御パケットはそのポート上でポリシングできません。

Supervisor Engine 6-E での Auto-QoS の設定

Supervisor Engine II-Plus から V-10GE までの Auto-QoS とは異なり、Supervisor Engine 6-E の Auto-QoS は MQC モデルを採用しています。これはつまり、特定のグローバル コンフィギュレーション（qos および qos dbl など）を使用する代わりに、Supervisor Engine 6-E のスイッチ上のインターフェイスに適用された Auto-QoS は、いくつかのグローバル クラスマップおよびポリシーマップを設定するということです。

クラスマップは次のとおりです。

```
class-map match-all AutoQos-VoIP-Control-Dscp26
  match  dscp af31
class-map match-all AutoQos-VoIP-Control-Dscp24
  match  dscp cs3
class-map match-all AutoQos-VoIP-Bearer-Cos
  match cos  5
class-map match-all AutoQos-VoIP-Control-QosGroup24
  match qos-group 24
class-map match-all AutoQos-VoIP-Control-QosGroup26
  match qos-group 26
class-map match-all AutoQos-VoIP-Bearer-QosGroup
  match qos-group 46
class-map match-all AutoQos-VoIP-Bearer-Dscp
  match  dscp ef
class-map match-all AutoQos-VoIP-Control-Cos
  match cos  3
```

これらのクラスマップは、レイヤ 2 またはレイヤ 3 いずれかのインターフェイスの制御およびデータ（ベアラ）音声トラフィックを識別することが意図されています。

ポリシー マップは次のとおりです。

```
policy-map AutoQos-VoIP-Input-Dscp-Policy
  class AutoQos-VoIP-Bearer-Dscp
   set qos-group 46
  class AutoQos-VoIP-Control-Dscp26
   set qos-group 26
  class AutoQos-VoIP-Control-Dscp24
   set qos-group 24
policy-map AutoQos-VoIP-Input-Cos-Policy
  class AutoQos-VoIP-Bearer-Cos
   set qos-group 46
  class AutoQos-VoIP-Control-Cos
   set qos-group 24
policy-map AutoQos-VoIP-Output-Policy
  class AutoQos-VoIP-Bearer-QosGroup
   set dscp ef
   set cos 5
    priority
   police cir percent 33
  class AutoQos-VoIP-Control-QosGroup26
   set dscp af31
   set cos 3
    bandwidth remaining percent 5
  class AutoQos-VoIP-Control-QosGroup24
   set dscp cs3
   set cos 3
    bandwidth remaining percent 5
  class class-default
    dbl
```

3 つのポリシー マップは次のように定義されます。

- ポリシーマップ AutoQos-VoIP-Input-Dscp-Policy

  このポリシー マップは、Auto-QoS がポート上で設定されるとき、レイヤ 3 インターフェイス（ネイバー スイッチへのアップリンク接続など）に入力サービス ポリシーとして適用されます。

- ポリシーマップ AutoQos-VoIP-Input-Cos-Policy

  このポリシー マップは、アップリンク接続または Cisco IP Phone にフックされたポートのいずれかの、レイヤ 2 インターフェイスに入力サービス ポリシーとして適用されます。

- ポリシーマップ AutoQos-VoIP-Output-Policy

  このポリシー マップは、Auto-QoS が設定されている任意のポートの出力ポリシーとして適用され、トラフィックが音声データか制御トラフィックかに従ってポート上で出力トラフィックを管理するポリシーを確立します。

入力ポリシー マップの目的は、音声データまたは制御トラフィックを識別し、マーク付けしながらスイッチを通過させることです。出力ポリシー マップは、入力時に発生するマーク付けでパケットに一致させ、帯域幅、ポリシングまたはプライオリティ キューイングなどの出力パラメータを適用します。

Supervisor Engine 6-E に採用されているスイッチでの Auto-QoS の呼び出しでは、Supervisor Engine II-Plus から V-10GE までで使用されるのと同じコンフィギュレーション コマンドを使用します。

スイッチ対スイッチの接続の場合、インターフェイス上での入力および出力サービス ポリシーの適用には、**[no] auto qos voice trust** コマンドが使用されます。

```
service-policy input AutoQos-VoIP-Input-Cos-Policy
```

または

```
service-policy input AutoQos-VoIP-Input-Dscp-Policy
```

および

```
service-policy output AutoQos-VoIP-Output-Policy
```

入力ポリシーの選択は、ポートがレイヤ 2 かレイヤ 3 かによって異なります。レイヤ 2 の場合、ポリシーは受信パケットにある CoS 設定を信頼します。レイヤ 3 ポートの場合、パケットに含まれる DSCP 値に依存します。

電話接続ポートの場合、ポートへの次のサービス ポリシーの適用には、**[no] auto qos voice cisco-phone** コマンドが使用されます。

```
qos trust device cisco-phone

service-policy input AutoQos-VoIP-Input-Cos-Policy
```

および

```
service-policy output AutoQos-VoIP-Output-Policy
```

ここでは、Cisco IP Phone を認識する信頼境界が確立され、電話からのパケットの CoS 設定を信頼します。Cisco IP Phone が検出されない場合、CoS フィールドは無視され、パケットは音声トラフィックとして分類されません。Cisco Phone が検出されると、パケット内の CoS 値に基づいて入力パケットにマークが付けられます。このマークキングは、出力で適切なトラフィック分類と処理のために使用されます。

Supervisor Engine 6-E での QoS の設定

次の内容について説明します。

MQC ベースの QoS の設定

Cisco IOS Release 12.2(40)SG 以降では、Supervisor Engine 6-E を使用している Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、QoS の MQC モデルを採用しています。QoS を適用するには、次の作業を完了できる CLI 構造であるモジュラ QoS コマンドライン インターフェイス（MQC）を使用します。

- トラフィック クラスの定義に使用する一致基準を指定します。
- トラフィック ポリシー（ポリシー マップ）を作成します。トラフィック ポリシーは、各トラフィック クラスに実行する QoS ポリシー アクションを定義します。
- ポリシー マップで指定されたポリシー アクションをインターフェイス、VLAN、またはポートおよび VLAN に適用します。

MQC についての詳細は、『*Cisco IOS Quality of Service Solutions Configuration Guide*』Release 12.3 の「Modular Quality of Service Command-Line Interface」を参照してください。

概要

Supervisor Engine 6-E は、ベスト エフォートと QoS の DiffServ タイプの展開（RFC 2597、2598、2474、2475 は DiffServ 基準を定義）をサポートします。高レベル Supervisor Engine 6-E の QoS モデルは次のとおりです。

ステップ 1　着信パケットは、トラフィック クラスに属するように（異なるパケットフィールド、受信ポートおよび / または VLAN に基づいて）分類されます。

ステップ 2　トラフィック クラスによっては、パケットはレート制限またはポリシングされ、低プライオリティ パケットがドロップされるか、パケット フィールド（DSCP および CoS）に低プライオリティのマークが付くように、任意で（通常はネットワークのエッジで）*マーク付けされ*ます。

ステップ 3　パケットがマーク付けされると、転送用に*検索*されます。このアクションでは、送信ポートとパケットを送信する VLAN が取得されます。

ステップ 4　パケットは、送信ポートおよび VLAN に基づいて出力方向で分類されます。分類では、入力 QoS によるパケットのマーキングが考慮されます。

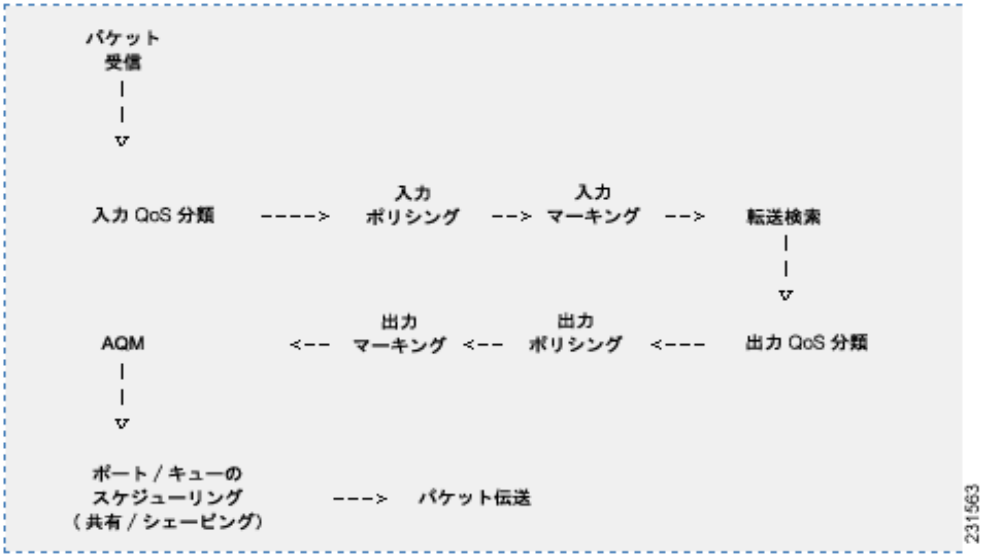
ステップ 5　出力分類によって、パケットはポリシングされ、そのプライオリティは任意で*（再び）マーク付け*されて、パケットの送信キューがトラフィック クラスに従って決定されます。

ステップ 6　送信キューのステートは、AQM アルゴリズムおよびドロップしきい値設定を介してダイナミックに監視され、そのパケットをドロップするか、送信用にキューに入れるかが判別されます。

ステップ 7　伝送に適格である場合、パケットは送信キューに入れられます。送信キューは、出力 QoS 分類基準に基づいて選択されます。選択されたキューは、遅延および帯域幅に関して目的の動作を行います。

図 32-7 に、Supervisor Engine 6-E の高レベル モデルを示します。

図 32-7　QoS パケットの処理



プラットフォームでサポートされる分類基準および QoS 機能

次の表に、Supervisor Engine 6-E でサポートされるさまざまな分類基準およびアクションのまとめを示します。詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Command Reference*』を参照してください。

サポートされる分類アクション	説明
match access-group	指定した ACL をベースにクラス マップに対して一致基準を設定します。
match any	すべてのパケットに一致する一致基準を、クラス マップに対して設定します。
match cos	レイヤ 2 の CoS マーキングに基づいてパケットを照合します。
match destination-address mac	宛先 MAC アドレスを一致基準として使用します。
match source-address mac	送信元 MAC アドレスを一致基準として使用します。
match [ip] dscp	特定の DSCP 値を一致基準として指定します。1 つの一致文に 8 つまでの DSCP 値を含めることができます。
match [ip] precedence	IP Precedence 値を一致基準として指定します。
match protocol	指定したプロトコルに基づいてクラス マップに対して一致基準を設定します。

サポートされる分類アクション	説明
match qos-group	特定の QoS グループ値を一致基準として指定します。出力方向でのみ適用されます。
サポートされる QoS 機能	**説明**
police	トラフィック ポリシングを設定します。
police (percent)	インターフェイスで使用可能な帯域幅のパーセンテージに基づいてトラフィック ポリシングを設定します。
police (two rates)	CIR と PIR（Peak Information Rate; 最大情報レート）ピーク情報レート（PIR）の 2 つのレートを使用して、トラフィック ポリシングを設定します。
service-policy	（互いの内部でトラフィック ポリシーをネスト化 [階層型トラフィック ポリシー] するための）一致基準として使用されるトラフィック ポリシーの名前を指定します。最大 2 レベルがサポートされます。
set cos	発信パケットのレイヤ 2 CoS 値を設定します。
set dscp	IPv4 の ToS バイトまたは IPv6 パケットのトラフィック クラス バイトで DSCP 値を設定して、パケットにマークを付けます。
set precedence	パケット ヘッダーに Precedence 値を設定します。
set qos-group	あとでパケットの分類に使用できる QoS グループの ID を設定します。
table map support	別のパケット フィールドに基づいてパケット フィールドに無条件にマーク付けします。
priority	ポリシー マップに属しているトラフィックのクラスにプライオリティを設定します。
shape	指定したアルゴリズムに基づいて、指示されたビット レートにトラフィックをシェーピングします。
bandwidth	4 つのキューそれぞれに、保障されている最小帯域幅を提供します。
dbl	Dynamic Buffer Limiting です。

プラットフォーム ハードウェアの機能

QoS アクション	サポートされるエントリ数
分類	64k 入力および 64k 出力分類エントリがサポートされます。 1 つのポリシーでは、最大 24k ACL を使用できます。
ポリシング	16K ポリサーがサポートされています。ポリサーは、2k のブロックの指定方向に割り当てられます。たとえば、2k ポリサーを入力に、14k ポリサーを出力に、それぞれ使用できます。単一レート ポリサーは、1 つのポリサー エントリを使用します。Single Rate Three Color Marker（srTCM）（RFC 2697）および Two Rate Three Color Marker（trTCM）（RFC 2698）は、2 つのポリサー エントリを使用します。
マーキング	CoS および DSCP/Precedence は、それぞれが 512 エントリをサポートできる 2 つの マーキング テーブルを介してサポートされます。各方向にそれぞれ別個のテーブルがあります。
キューイング	ポート数に従って、キューのサイズは固定されています。最大制限は存在しません。
DBL	設定されたすべてのクラスマップで DBL アクションをイネーブルにできます。

QoS サービス ポリシーを適用するための前提条件

スイッチ QoS モデルとは異なり、さまざまなターゲットで QoS をイネーブルにするための前提条件はありません。サービス ポリシーを適用すれば QoS がイネーブルになり、そのポリシーの適用を解除すると、ターゲット上で QoS がディセーブルになります。

QoS サービス ポリシーの適用に関する制約事項

インターフェイス、VLAN、またはポートおよび VLAN 上で、トラフィック マーキングを設定できます。インターフェイスは、レイヤ 2 アクセス ポート、レイヤ 2 スイッチ トランク、レイヤ 3 ルーテッド ポート、または EtherChannnel が考えられます。ポリシーは、*vlan configuration* モードを使用して VLAN に付加されます。

（注） ポリシーの SVI への付加はサポートされていません。

分類

Supervisor Engine 6-E は、レイヤ 2、IP および IPv6 パケットの分類をサポートします。入力で実行されるパケット マーキングは、出力方向で照合できます。前述の表では、すべての機能が一覧になっています。デフォルトでは、Supervisor Engine 6-E は、分類リソース共有もサポートします。

デフォルトでは、ポート、VLAN、またはポート単位 /VLAN 単位ターゲットに同じポリシーが付加されている場合、ACL エントリが Supervisor Engine 6-E で共有されます。CAM エントリが共有されても、QoS アクションは各ターゲットで一意です。

次に例を示します。

```
    class-map c1

      match ip any

Policy Map p1
    class ipp5

      police rate 1 m burst 200000
```

ポリシーマップ p1 がインターフェイス Gig 1/1 および Gig 1/2 に適用されている場合、1 つの CAM エントリ（IP パケットに一致する 1 つの ACE）が使用されますが、2 つのポリサー（ターゲットごとに 1 つずつ）が割り当てられます。したがって、すべての IP パケットがインターフェイス Gig 1/1 で 1 mbps にポリシングされ、インターフェイス Gig 1/2 上のパケットも 1 mbps にポリシングされます。

ポリシング

Supervisor Engine 6-E は、次の操作モードでポリサーをサポートします。

- Single Rate Policer Two Color Marker

  この種類のポリサーは、CIR と通常バーストでのみ設定され、conform アクションと exceed アクションのみがあります。

  これは、Supervisor Engine II-Plus から V-10GE ベース システムでサポートされる唯一の形式です。
- srTCM（RFC 2697）
- trTCM（RFC 2698）
- Color Blind Mode

  設定済みポリサー レートの 0.75% のポリシング精度

  Supervisor Engine 6-E は、16384（16 × 1024、16K）単一レート、単一バースト ポリサーをサポートします。16K ポリサーは、2K ポリサーのバンク 8 個で編成されています。ポリサー バンクは、QoS 設定に従い、ソフトウェアによってダイナミックに割り当てられます（入力または出力ポリサー バンク）。したがって、16K ポリサーは、次のようにダイナミックにソフトウェアで分割されます。

- 0 入力ポリサーと 16K 出力ポリサー
- 2K 入力ポリサーと 14K 出力ポリサー
- 4K 入力ポリサーと 12K 出力ポリサー
- 6K 入力ポリサーと 10K 出力ポリサー
- 8K 入力ポリサーと 8K 出力ポリサー
- 10K 入力ポリサーと 6K 出力ポリサー
- 12K 入力ポリサーと 4K 出力ポリサー
- 14K 入力ポリサーと 2K 出力ポリサー
- 16K 入力ポリサーと 0 出力ポリサー

これらの数値は、単一レートおよびバースト パラメータをサポートするハードウェア内の個々のポリサー エントリを表します。この数値に基づき、Supervisor Engine 6-E は、次の数のポリサーをサポートします。

- 単一バースト付き 16K 単一レート ポリサー（Two Color Marker）
- 8K srTCM
- 8K trTCM

これらのポリサーは、2K ポリサー バンクの塊で、入力と出力の間で分割されます。さまざまなタイプのポリサーは、すべてシステム内に共存できます。ただし、ポリサーの特定タイプ（srTCM、trTCM など）は、128 個のポリサーのブロックとして設定可能です。

ポリシングの実装方法

Catalyst 4500 シリーズ スイッチにポリシング機能を実装する方法の詳細については、次のリンク先にある Cisco IOS マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/en/US/products/ps6350/products_configuration_guide_book09186a0080435d50.html

プラットフォームの制約事項

プラットフォームの制約事項は、次のとおりです。

- マルチポリサー アクションを指定できます（CoS および IP DSCP の設定がサポートされています）。
- 無条件マーキングとポリサー ベース マーキングは同時にはサポートされません。
- ポリサー ベースのサービスポリシーがポートと VLAN の両方に付加されている場合、ポートベースのポリシングがデフォルトで優先されます。特定の VLAN ポリシーを指定ポートで優先させるには、ポート単位 /VLAN 単位ポリシーを設定する必要があります。
- PVQoS ポリシーのあるポートチャネルを削除すると、スイッチはクラッシュします。

  回避策：ポートチャネルを削除する前に、次の作業を実行します。

  1. 存在する場合は PVQoS ポリシーを削除します。
  2. **no vlan-range** コマンドを使用して、ポートチャネル上の VLAN 設定を削除します。

ネットワーク トラフィックのマーク付け

ネットワーク トラフィックのマーク付けにより、特定のクラスまたはカテゴリに属するトラフィック（つまりパケット）の属性を設定または変更できます。ネットワーク トラフィックの分類とともに使用すると、ネットワーク トラフィックのマーク付けは、ネットワーク上で多くの QoS 機能をイネーブルにする基礎となります。ここでは、ネットワーク トラフィックのマーク付けのための概念的情報と設定作業を説明します。

内容

ネットワーク トラフィックのマーク付けに関する情報

ネットワーク トラフィックをマーク付けするには、次の概念を理解しておく必要があります。

ネットワーク トラフィックのマーク付けの目的

トラフィック マーキングは、特定のトラフィック タイプを識別して個別に処理し、ネットワーク トラフィックを異なるカテゴリに分割するために使用されます。

トラフィック分類でネットワーク トラフィックをクラスに編成したあとには、トラフィック マーキングにより特定クラスに属するトラフィックに対して値（属性）をマーク付け（設定または変更）できます。たとえば、あるクラスで CoS 値を 2 から 1 に変更したり、別のクラスで DSCP 値を 3 から 2 に変更したりします。ここでは、これらの値は属性またはマーキング フィールドと呼ばれています。

設定および変更可能な属性は、次のとおりです。

- タグ付きイーサネット フレームの CoS 値
- IPv4 の ToS バイトでの DSCP/Precedence 値
- QoS グループ ID
- IPv6 のトラフィック クラス バイトでの DSCP/Precedence 値

ネットワーク トラフィックのマーク付けの利点

トラフィック マーキングにより、ネットワーク上のトラフィックの属性を細かく調整できます。より細かく調整できるようになったことで、特別な処理が必要なトラフィックを分離し、それによって最適なアプリケーション パフォーマンスの実現に役立ちます。

トラフィック マーキングにより、ネットワーク トラフィックの属性がどのように設定されているのかに基づき、トラフィックを処理する方法を決定できます。これにより、ネットワーク トラフィックは、次のように属性に基づいて複数のプライオリティ レベルまたは CoS にセグメント化できます。

- トラフィック マーキングは、ネットワークに入っていくトラフィックの IP Precedence 値または IP DSCP 値の設定によく使用されます。ネットワーク内のネットワーク デバイスは、新たにマーク付けされた IP Precedence 値を使用して、トラフィックの処理方法を決定します。たとえば、音声トラフィックには特定の IP Precedence または DSCP でマーク付けし、そのマーキングのすべてのパケットをキューに入れるように完全優先を設定できます。この場合、マーキングは完全優先キューのトラフィックを識別するために使用されます。

- トラフィック マーキングは、クラスベースの QoS 機能（一部、制約事項があるものの、ポリシー マップ クラス設定モードで使用可能な機能）のトラフィックを識別するために使用できます。
- トラフィック マーキングは、スイッチ内の QoS グループにトラフィックを割り当てるために使用できます。スイッチは QoS グループを使用し、送信用にトラフィックのプライオリティを設定する方法を決定します。通常 QoS グループ値は、次の 2 つの理由のうちいずれかのために使用されます。
  - 広範囲のトラフィック クラスを利用するため。QoS グループ値には、DSCP に類似する、64 の異なる個別マーキングがあります。
  - Precedence または DSCP 値の変更が望ましくない場合

トラフィック属性をマーク付けする 2 つの方法

（注） ここでは、*ポリサーベース*のマーキングとは異なる*無条件*マーキングを説明します。無条件マーキングは、分類にのみ基づきます。

方法 1：無条件明示的マーキング（set コマンドを使用）

ポリシー マップで設定された set コマンドを使用して、変更するトラフィック属性を指定します。次の表に、使用可能な set コマンドと対応する属性を示します。set コマンドの詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Command Reference*』を参照してください。

表 32-8　set コマンドおよび適用可能なパケット タイプ

set コマンド	トラフィック属性	パケット タイプ
set cos	発信トラフィックのレイヤ 2 CoS 値	イーサネット IPv4、IPv6
set dscp	ToS バイトの DSCP 値	IPv4、IPv6
set precendence	パケット ヘッダーの Precedence 値	IPv4、IPv6
set qos-group	QoS グループ ID	イーサネット、IPv4、IPv6

個別の **set** コマンドを使用している場合、それらの set コマンドはポリシー マップで指定されます。次に、表 32-8 に一覧になっている set コマンドの 1 つで設定されたポリシー マップの例を示します。

この設定例では、**set cos** コマンドがポリシー マップ（policy1）で設定され、CoS 属性をマーク付けしています。

```
enable
configure terminal
policy map p1
    class class1
      set cos 3
end
```

ポリシー マップの設定の詳細については、「ポリシー マップの作成」（p.32-37）を参照してください。

最後の作業として、インターフェイスにポリシー マップを付加します。インターフェイスへのポリシー マップの付加の詳細については、「インターフェイスへのポリシー マップの付加」（p.32-42）を参照してください。

方法 2：無条件テーブルマップベース マーキング

トラフィック属性のマーク付けに使用できるテーブル マップを作成できます。テーブル マップとは、1 つのトラフィック属性を別のトラフィック属性にリストしてマップする、一種の 2 方向変換チャートです。テーブル マップは、多数対 1 タイプの変換とマッピング スキームをサポートします。テーブル マップは、トラフィック属性の to-from 関係を確立し、属性に行われる変更を定義します。つまり属性は、別の値から取得された 1 つの値に設定されます。値は、変更される特定の属性に基づきます。たとえば、Precedence 属性は 0 ～ 7 の数値に、一方 DSCP 属性は 0 ～ 63 の数値にそれぞれ設定できます。

次に、テーブル マップ設定の例を示します。

```
table-map table-map1
map from 0 to 1
map from 2 to 3
exit
```

次の表に、テーブル マップを使用して to-from 関係を確立できるトラフィック属性の一覧を示します。

表 32-9　to-from 関係を確立できるトラフィック属性

「to」属性	「from」属性
Precedence	CoS、QoS グループ、DSCP、Precedence
DSCP	CoS、QoS グループ、DSCP、Precedence
CoS	DSCP、QoS グループ、CoS、Precedence

次に、前に作成したテーブル マップ（table-map1）を使用するように設定されたポリシー マップ（policy2）の例を示します。

```
Policy map policy
    class class-default

      set cos dscp table table-map

exit
```

この例では、テーブル マップで定義されたように、CoS 属性と DSCP 属性の間にマッピング関係が確立されています。

テーブル マップを使用するためのポリシー マップの設定の詳細については、「ポリシー マップの設定」（p.32-37）を参照してください。

最後の作業として、インターフェイスにポリシー マップを付加します。インターフェイスへのポリシー マップの付加の詳細については、「インターフェイスへのポリシー マップの付加」（p.32-42）を参照してください。

アクション ドライバのマーク付け

マーキング アクションは、2 つの QoS 処理手順のうちの 1 つに基づいてトリガーされます。

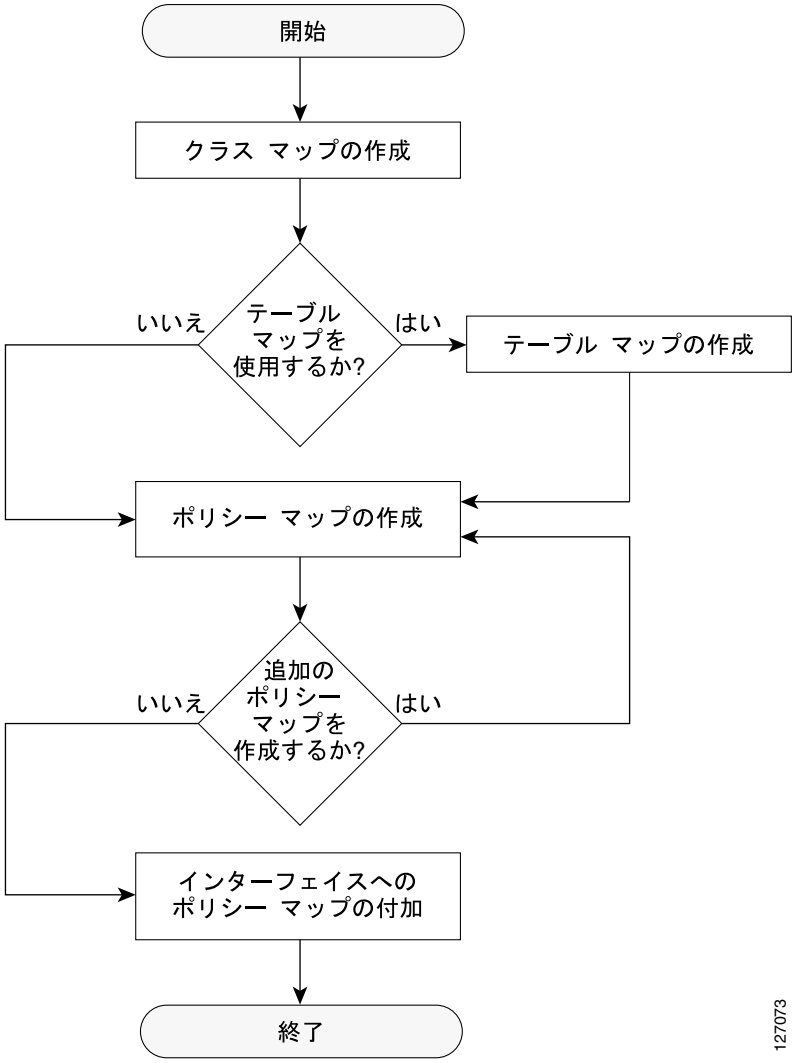
分類ベース：この場合、クラスに一致するすべてのトラフィックは、明示的方法またはテーブルマップ ベースの方法のいずれかを使用してマーク付けされます。この方法は、*無条件*マーキングと呼ばれます。

ポリサー結果ベース：この場合、トラフィックのクラスは、パケットで使用可能なポリサー結果（conform/exceed/violate）に基づいて、別にマーキングされます。この方法は、*条件付き*マーキングと呼ばれます。

トラフィック マーキング手順のフローチャート

図 32-8 に、トラフィック マーキングの設定手順の順番を示します。

図 32-8　トラフィック マーキング手順のフローチャート



ネットワーク トラフィックのマーク付けに関する制約事項

パケット マーキング アクションには、次の制約事項が適用されます。

- QoS グループは、入力方向でのみマーク付けでき、無条件明示的マーキングのみをサポートします。
- 明示的マーキングは、ポリサーベース マーキングに対してのみサポートされます。

マルチ属性マーキングのサポート

Supervisor Engine 6-E は、トラフィックのクラスに一致するパケットの複数の QoS 属性をマーク付けできます。たとえば、DSCP、CoS、および QoS グループは、明示的マーキングまたはテーブルマップベース マーキングのいずれかを使用して、すべて一緒に設定できます。

（注） 複数フィールドまたはポリサーベース　マルチフィールドの無条件明示的マーキングを使用するとき、ToS または CoS マーキング テーブルで設定可能なテーブルマップ数をマーク付けするマルチリージョン（conform/exceed/violate）は、サポートされる最大数より少なくなります。

マーキング用のハードウェア機能

Supervisor Engine 6-E は、パケットを送信 / マークダウン / ドロップするポリサー アクションだけでなく、CoS および DSCP/Precedence フィールドでのマーキング アクションの種類を各エントリが指定する、128 エントリのマーキング アクション テーブルを提供します。このテーブルは、入力および出力の各方向でサポートされます。このテーブルは、無条件マーキングとポリサーベース マーキングの両方に使用されます。128 の一意のマーキング アクションまたは 32 の一意のポリサーベース アクション、またはこの 2 つの組み合わせをサポートするために使用可能です。

各マーキング フィールド（CoS および DSCP）のために、Supervisor Engine 6-E は、各方向に 512 エントリのマーキング テーブルを提供します。これらのテーブルは、スイッチ QoS モデルをサポートするスーパーバイザ エンジンで使用可能なマッピング テーブルに類似しています。ただし、ユーザが設定する複数の固有マッピング テーブルを保持する機能を待ちます。

たとえば、ToS マーキング テーブルは、DSCP/Precedence フィールド マーキングを提供し、次のいずれかとして使用できます。

- それぞれが 64 の DSCP または QoS グループ値を他の DSCP にマッピングする 8 つの異なるテーブルマップ
- それぞれが 8 つの CoS（16 の CoS および CFi）値を入力（出力）方向の DSCP にマッピングする 64（32）の異なるテーブルマップ
- 上記 2 種類のテーブルマップの組み合わせ

512 エントリの CoS マーキング テーブルでは、同様のマッピングが使用可能です。

ポリシー マップ マーキング アクションの設定

ここでは、ネットワーク トラフィックに無条件マーキング アクションを確立する方法を説明します。

前提条件

次の手順を実行します。

- クラス マップ（*ipp5*）およびポリシー マップを作成します（「QoS ポリシーの設定」[p.32-34]を参照）。
- マーキング アクションを設定します（「ポリシー マップ クラス アクションの設定」（p.32-38）を参照）。

（注） Supervisor Engine 6-E では、マーキング アクション コマンド オプションが拡張されています（表 32-8 および表 32-9 を参照）。

テーブルマップベース無条件マーキングの設定

テーブルマップ ベースの無条件マーキングを設定するには、次の作業を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	Switch# **configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	Switch(config)# **table-map** ***name***	テーブルマップを設定します。
ステップ 3	Switch(config-tablemap)# **map from** *from_value* ***to*** *to_value*	*from_value* から *to_value* へマップを作成します。
ステップ 4	Switch(config-tablemap)# **exit**	テーブルマップ コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 5	Switch(config)# **policy-map** *name*	ポリシーマップ コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 6	Switch(config-p)# **class** name	QoS アクションのクラスを選択します。
ステップ 7	Switch(config-p-c)# **set cos** | **dscp** | **prec cos** | **dscp** | **prec** | **qos-group** [**table** *name*]	暗黙の、または明示的テーブルマップに基づいて、マーキング アクションを選択します。
ステップ 8	Switch(config-p-c)# **end**	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 9	Switch# **show policy-map** *name*	ポリシーマップの設定を確認します。
ステップ 10	Switch# **show table-map name**	テーブルマップの設定を確認します。

次に、テーブルマップを使用してマーキング アクションをイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# table-map dscp2Cos
Switch(config-tablemap)# map from 8 to 1
Switch(config-tablemap)# exit
Switch(config)# policy-map p1
Switch(config-pmap)# class ipp5
Switch(config-pmap-c)# set cos dscp table dscp2Cos
Switch(config-pmap-c)# end
Switch# show policy-map p1

Policy Map p1
    Class ipp5
      set cos dscp table dscp2Qos

Switch# show table-map dscp2Cos

 Table Map dscp2Cos
    from 8 to 1
    default copy
```

ポリサー結果ベースの条件付きマーキングの設定

ポリサー結果ベースの条件付きマーキングを設定するには、単一レートまたはデュアル レート ポリサーを設定します。「ポリシングの実装方法」（p.32-75）を参照してください。

次に、各ポリサー リージョンの明示的アクションで Two Rate Three Color ポリサーを設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config-pmap-c)# policer cir percent 20 pir percent 30
Switch(config-pmap-c-policer)# conform-action set-cos-transmit 3 set-dscp-transmit 10
Switch(config-pmap-c-policer)# exceed-action set-cos-transmit 4 set-dscp-transmit 20
Switch(config-pmap-c-policer)# violate action drop
Switch# show policy-map p1

  Policy Map police
    Class ipp5
     police cir percent 20 pir percent 30
       conform-action set-cos-transmit 3
       conform-action set-dscp-transmit af11
       exceed-action set-cos-transmit 4
       exceed-action set-dscp-transmit af22
       violate-action drop
```

マーキング統計

マーキング統計では、*マーク付けされた*パケット数を示します。

無条件マーキングの場合、*分類エントリ*は、マーク付けされたパケットにあるフィールドを代わりに示すマーキング アクション テーブルのエントリを示します。したがって、分類統計はそれ自身で無条件マーキング統計を示します。

ポリサーを使用する条件付きマーキングでは、ポリサーがパケット レート ポリサーである場合、ポリサーは異なるポリシング結果のバイト統計のみを提供するため、マーク付けされたパケット数は判別できません。

シェーピング、共有（帯域幅）、プライオリティ キューイング、および DBL

Supervisor Engine 6-E は、送信キューの選択にあたり、分類ベース（クラスベース）モードをサポートします。このモードでは、送信キューは、出力 QoS 分類検索に基づいて選択されます。

（注） 出力キューのみがサポートされます。

Supervisor Engine 6-E ハードウェアは、ポートごとに 4 つの送信キューをサポートします。パケットをポートから転送することが決定されると、出力 QoS 分類により、パケットが入れられる必要がある送信キューが決定されます。

デフォルトでは、ポートにサービス ポリシーが関連付けられていない Supervisor Engine 6-E には、帯域幅または一種のプライオリティに関して保証のない 2 つのキュー（制御パケット キューおよびデフォルト キュー）があります。唯一の例外は、制御トラフィックに多少の最小リンク帯域幅が与えられるように、システム生成制御パケットが制御パケット キューに入れられることです。

出力ポリシーが、1 つまたは複数のトラフィックのクラスに対する 1 つまたは複数のキューイング関連アクションでポートに付加されるとき、キューが割り当てられます。ポートごとに 4 つのキューしかないので、キューイング アクションを持つトラフィック クラスは最大でも 4 つ（予約クラス、class-default を含む）となります。キューイング アクションを持たないトラフィックのクラスは、*キューイングなし*のクラスと呼ばれます。キューイングなしのクラス トラフィックは、最終的にクラス class-default に対応するキューを使用します。

キューイング ポリシー（キューイング アクションを持つポリシー）が付加されると、制御パケット キューが削除され、制御パケットは、分類ごとに関連キューに入れられます。

キューのダイナミックなサイズ変更（キュー制限クラスマップ アクション）はサポートされていません。シャーシとライン カードの種類に基づいて、ポート上の 4 つのキューすべては、同じキュー サイズで設定されます。

シェーピング

シェーピングにより、キューにあるアウト オブ プロファイル パケットを遅延させて指定のプロファイルに適合させることができます。シェーピングは、ポリシングとは異なります。ポリシングは、設定したしきい値を超えたパケットをドロップしますが、シェーピングは、*パケットをバッファし、トラフィックを指定のしきい値内に保ちます*。シェーピングでは、トラフィックの処理がポリシングよりも*滑らかに*行われます。**policy-map** クラス コンフィギュレーションコマンドを使用して、トラフィック クラスの平均レート トラフィック シェーピングをイネーブルにします。

Supervisor Engine 6-E は、約 1.5% の精度で 32 kbps ～ 10 gbps の範囲のシェーピングをサポートします。

キューイング クラスが明示的シェーピング設定を使用せずに設定されているとき、キュー シェーピングはリンク レートに設定されます。

サービス ポリシーにクラスレベル シェーピングを設定するには、次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# policy-map` *policy-map-name*	ポリシーマップ名を入力してポリシー マップを作成し、ポリシーマップ コンフィギュレーションモードを開始します。 デフォルト設定では、ポリシー マップは定義されていません。
ステップ 3	`Switch(config-pmap)# class` *class-name*	トラフィック ポリシーを作成または変更するクラスの名前を指定し、ポリシーマップ クラス コンフィギュレーションモードを開始します。 デフォルト設定では、トラフィック クラスは定義されていません。

	コマンド	目的
ステップ 4	`Switch(config-pmap-class)# shape average {cir-bps kbps | percent percent}`	平均レート トラフィック シェーピングをイネーブルにします。 帯域幅は、kbps またはパーセンテージで指定できます。 • *cir-bps* の場合、トラフィックがシェーピングされるビット レートである、CIR を bps で指定します。有効範囲は 32000 ～ 10000000000 bps です。 • *percent* の場合、トラフィックのクラスをシェーピングするリンク レートのパーセンテージを指定します。有効範囲は 1 ～ 100 です。 デフォルト設定では、平均レート トラフィック シェーピングはディセーブルになっています。
ステップ 5	`Switch(config-pmap-class)# exit`	ポリシーマップ コンフィギュレーションモードに戻ります。
ステップ 6	`Switch(config-pmap)# exit`	グローバル コンフィギュレーションモードに戻ります。
ステップ 7	`Switch(config)# interface interface-id`	物理ポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 8	`Switch(config-interface)# service-policy output policy-map-name`	ポリシーマップ名を指定し、物理インターフェイスに適用します。
ステップ 9	`Switch(config-interface)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 10	`Switch# show policy-map [policy-map-name [class class-map-name]]` または `Switch# show policy-map interface interface-id`	入力を確認します。
ステップ 11	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

既存のポリシー マップを削除するには、**no policy-map policy-map-name** グローバル コンフィギュレーションモードを使用します。既存のクラスを削除するには、**no class class-name policy-map** コンフィギュレーションコマンドを使用します。平均レート トラフィック シェーピングをディセーブルにするには、**no shape average policy-map** クラス コンフィギュレーションコマンドを使用します。

次に、クラスレベル、平均レート シェーピングを設定する例を示します。ここでは、トラフィック クラス class1 をデータ伝送レート 256 kbps に制限します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# policy-map policy1
Switch(config-pmap)# class class1
Switch(config-pmap-c)# shape average 256000
Switch(config-pmap-c)# exit
Switch(config-pmap)# exit
Switch(config)# interface gigabitethernet1/1
Switch(config-if)# service-policy output policy1
Switch(config-if)# end
Switch#

Switch# show policy-map policy1
  Policy Map policy1
    Class class1
       shape average 256000
```

次に、queuing-class トラフィックについて、クラスレベル、平均シェーピング パーセンテージを、リンク帯域幅の 32% に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# policy-map queuing-policy
Switch(config-pmap)# class queuing-class
Switch(config-pmap-c)# shape average percent 32
Switch(config-pmap-c)# exit
Switch(config-pmap)# exit
Switch(config)# interface gigabitethernet1/1
Switch(config-if)# service-policy output policy1
Switch(config-if)# end
Switch #

Switch# show policy-map queuing-policy
  Policy Map queuing-policy
    Class queuing-class
       Average Rate Traffic Shaping
       cir 32%
```

共有（帯域幅）

トラフィックのクラスに割り当てられた帯域幅は、輻輳中にクラスに対して保証される最小帯域幅です。送信キュー シェーピングは、出力リンク帯域幅が指定ポートの複数キューで共有されるプロセスです。

Supervisor Engine 6-E は、約 1.5% の精度で 32 kbps ～ 10 gbps の範囲の共有をサポートします。すべてのキューイング クラスにわたる設定帯域幅の合計は、リンク帯域幅を超えないようにしてください。

サービス ポリシーにクラスレベル帯域幅アクションを設定するには、次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# policy-map` *policy-map-name*	ポリシーマップ名を入力してポリシー マップを作成し、ポリシーマップ コンフィギュレーション モードを開始します。 デフォルト設定では、ポリシー マップは定義されていません。
ステップ 3	`Switch(config-pmap)# class` *class-name*	トラフィック ポリシーを作成または変更するクラスの名前を指定し、ポリシーマップ クラス コンフィギュレーション モードを開始します。 デフォルト設定では、トラフィック クラスは定義されていません。

	コマンド	目的
ステップ 4	`Switch(config-pmap-class)# bandwidth {bandwidth-kbps | percent percent}`	スイッチにトラフィックの輻輳があるとき、このポリシー マップに属するクラスに提供される最小帯域幅を指定します。スイッチが輻輳していない場合、クラスは **bandwidth** コマンドで指定した以上の帯域幅が与えられます。 デフォルト設定では、帯域幅は指定されていません。 帯域幅は、kbps またはパーセンテージで指定できます。 ・*bandwidth-kbps* では、クラスに割り当てられる帯域幅を kbps で指定します。有効範囲は 32 ～ 10000000 です。 ・*percent* では、クラスに割り当てられる使用可能帯域幅のパーセンテージを指定します。有効範囲は 1 ～ 100 です。 すべてのクラス帯域幅を kbps またはパーセンテージ（混在は不可）で指定します。
ステップ 5	`Switch(config-pmap-class)# exit`	ポリシーマップ コンフィギュレーションモードに戻ります。
ステップ 6	`Switch(config-pmap)# exit`	グローバル コンフィギュレーションモードに戻ります。
ステップ 7	`Switch(config)# interface interface-id`	物理ポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 8	`Switch(config-interface)# service-policy output policy-map-name`	ポリシーマップ名を指定し、物理インターフェイスに適用します。
ステップ 9	`Switch(config-interface)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 10	`Switch# show policy-map [policy-map-name [class class-map-name]]` または `Switch# show policy-map interface interface-id`	入力を確認します。
ステップ 11	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

既存のポリシー マップを削除するには、**no policy-map policy-map-name** グローバル コンフィギュレーションモードを使用します。既存のクラスを削除するには、**no class class-name policy-map** コンフィギュレーションコマンドを使用します。デフォルトの帯域幅に戻すには、**no bandwidth policy-map** クラス コンフィギュレーションコマンドを使用します。

次に、prec1、prec2、および prec3 という 3 つのクラスに対して、policy11 という名前のクラスレベル ポリシー マップを作成する例を示します。これらのクラスのポリシーでは、最初のクラスのキューに 30%、2 番めのクラスのキューに 20%、3 番めのクラスのキューに 10% の使用可能帯域幅が、それぞれ割り当てられます。

```
Switch # configure terminal
Switch(config)# policy-map policy11
Switch(config-pmap)# class prec1
Switch(config-pmap-c)# bandwidth percent 30
Switch(config-pmap-c)# exit
Switch(config-pmap)# class prec2
Switch(config-pmap-c)# bandwidth percent 20
Switch(config-pmap-c)# exit
Switch(config-pmap)# class prec3
Switch(config-pmap-c)# bandwidth percent 10
Switch(config-pmap-c)# exit
Switch(config-pmap)# exit
Switch(config)# interface gigabitethernet1/1
Switch(config-if)# service-policy output policy11
Switch(config-if)# end
Switch #

Switch# show policy-map policy11
  Policy Map policy11
    Class prec1
      bandwidth percent 30
    Class prec2
      bandwidth percent 20
    Class prec3
      bandwidth percent 10
```

次に、prec1、prec2、および prec3 という 3 つのクラスに対して、policy11 という名前のクラスレベル ポリシー マップを作成する例を示します。これらのクラスのポリシーでは、最初のクラスのキューに 300 mbps、2 番めのクラスのキューに 200 mbps、3 番めのクラスのキューに 100 mbps の使用可能帯域幅が、それぞれ割り当てられます。

```
Switch # configure terminal
Switch(config)# policy-map policy11
Switch(config-pmap)# class prec1
Switch(config-pmap-c)# bandwidth 300000
Switch(config-pmap-c)# exit
Switch(config-pmap)# class prec2
Switch(config-pmap-c)# bandwidth 200000
Switch(config-pmap-c)# exit
Switch(config-pmap)# class prec3
Switch(config-pmap-c)# bandwidth 100000
Switch(config-pmap-c)# exit
Switch(config-pmap)# exit
Switch(config)# interface gigabitethernet1/1
Switch(config-if)# service-policy output policy11
Switch(config-if)# end
Switch #

Switch# show policy-map policy11
  Policy Map policy11
    Class prec1
      bandwidth 300000 (kbps)
    Class prec2
      bandwidth 200000 (kbps)
    Class prec3
      bandwidth 100000 (kbps)
```

キューイング クラスが明示的共有 / 帯域幅設定を使用せずに設定されているとき、キューは最小帯域幅が保証されないため、ハードウェア キューは、次の例に示すように、ポート上の未割り当ての帯域幅の一部を取得するようにプログラムされます。

新しいキューに対して帯域幅が残っていない場合、または明示的共有 / 帯域幅設定を持たないすべてのキューの最小設定可能レート（32 kbps）を満たすのに未割り当て帯域幅が十分でない場合、ポリシーの関連付けは拒否されます。

たとえば、次のような 2 つのキューがあるとします。

```
policy-map queue-policy
   class q1
     bandwidth percent 10

   class q2
     bandwidth percent 20
```

そのキューの帯域幅割り当ては次のようになります。

```
q1 = 10%
           q2 = 20%
class-default = 70%
```

同様に、もう 1 つのキューイング クラス（q3 とします）が明示的帯域幅なしで（たとえば、shape コマンドだけで）追加されると、帯域幅割り当ては次のようになります。

```
q1 = 10%
           q2 = 20%
           q3 = min(35%, q3-shape-rate)
class-default = max(35%, (100 - (q1 + q2 + q3 )))
```

プライオリティ キューイング

Supervisor Engine 6-E では、ポート上の伝送キューを 1 つだけ、*完全優先*（低遅延キューまたは LLQ）として設定できます。

LLQ では、トラフィック クラスに対して完全優先キューイングが提供されます。これにより、他のキューのパケットの*前に*、音声など遅延の影響を受けやすいデータを送信できます。プライオリティ キューは、空になるまでまたはシェーピング レートを下回るまで、最初に処理されます。クラスレベル ポリシーごとのプライオリティ キューの宛先にできるのは、1 つのトラフィック ストリームだけです。トラフィック クラスのプライオリティ キューをイネーブルにするには、クラスモードで **priority policy-map class** コンフィギュレーションコマンドを使用します。

LLQ は、レート制限されていないかぎり、他のキューを停止させることがあります。Supervisor Engine 6-E は、キューが*輻輳*すると（キュー長に基づく）、2 パラメータ ポリサー（レート、バースト）が有効になる*条件付きポリシング*をサポートしません。ただし、完全優先キューに入れられたパケットのレート制限のための無条件ポリサーの適用はサポートします。

サービス ポリシーにクラスレベル プライオリティ キューイングを設定するには、次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# policy-map` *policy-map-name*	ポリシーマップ名を入力してポリシー マップを作成し、ポリシーマップ コンフィギュレーションモードを開始します。 デフォルト設定では、ポリシー マップは定義されていません。

	コマンド	目的
ステップ 3	`Switch(config-pmap)# class class-name`	トラフィック ポリシーを作成または変更するクラスの名前を指定し、ポリシーマップ クラス コンフィギュレーションモードを開始します。 デフォルト設定では、トラフィック クラスは定義されていません。
ステップ 4	`Switch(config-pmap-class)# priority`	完全優先キューをイネーブルにし、トラフィックのクラスのプライオリティを設定します。 デフォルト設定では、完全優先キューイングはディセーブルになっています。
ステップ 5	`Switch(config-pmap-class)# exit`	ポリシーマップ コンフィギュレーションモードに戻ります。
ステップ 6	`Switch(config-pmap)# exit`	グローバル コンフィギュレーションモードに戻ります。
ステップ 7	`Switch(config)# interface interface-id`	物理ポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 8	`Switch(config-interface)# service-policy output policy-map-name`	ポリシーマップ名を指定し、物理インターフェイスに適用します。
ステップ 9	`Switch(config-interface)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 10	`Switch# show policy-map [policy-map-name [class class-map-name]]` または `Switch# show policy-map interface interface-id`	入力を確認します。
ステップ 11	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

既存のポリシー マップを削除するには、**no policy-map policy-map-name** グローバル コンフィギュレーションモードを使用します。既存のクラスを削除するには、**no class class-name policy-map** コンフィギュレーションコマンドを使用します。プライオリティ キューをディセーブルにするには、**no priority policy-map class** コンフィギュレーションコマンドを使用します。

次に、policy1 というクラスレベル ポリシーを設定する例を示します。class1 は、プライオリティ キューとして設定され、空になるまで最初に処理されます。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# policy-map policy1
Switch(config-pmap)# class class1
Switch(config-pmap-c)# priority
Switch(config-pmap-c)# exit
Switch(config-pmap)# exit
Switch(config)# interface gigabitethernet1/1
Switch(config-if)# service-policy output policy1
Switch(config-if)# end
Switch #

Switch# show policy-map policy1
  Policy Map policy1
    Class class1
      priority
```

DBL を経由した AQM

AQM は、パケットをポートの伝送キューに入れる前の、トラフィック フローのバッファ制御を提供します。この機能は、共有メモリ スイッチで非常に役立ち、特定のフローによるスイッチ パケット メモリの占有が行われないようにします。

（注） Supervisor Engine 6-E は、DBL 経由のアクティブ スイッチ バッファ管理をサポートします。

トラフィックのデフォルト クラス（クラス class-default）を除き、他のキューイング アクションが少なくとも 1 つ設定されている場合にのみ DBL アクションを設定できます。

サービス ポリシーのシェーピングとともにクラスレベル DBL アクションを設定するには、次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# policy-map` *policy-map-name*	ポリシーマップ名を入力してポリシー マップを作成し、ポリシーマップ コンフィギュレーションモードを開始します。 デフォルト設定では、ポリシー マップは定義されていません。
ステップ 3	`Switch(config-pmap)# class` *class-name*	トラフィック ポリシーを作成または変更するクラスの名前を指定し、ポリシーマップ クラス コンフィギュレーションモードを開始します。 デフォルト設定では、トラフィック クラスは定義されていません。
ステップ 4	`Switch(config-pmap-class)# shape average` *cir-bps*	平均レート トラフィック シェーピングをイネーブルにします。 トラフィックがシェーピングされるビット レートである、CIR を bps で指定します。有効範囲は 32000 ～ 10000000000 bps です。 デフォルト設定では、平均レート トラフィック シェーピングはディセーブルになっています。
ステップ 5	`Switch(config-pmap-class)# dbl`	トラフィックのこのクラスに関連付けられたキューで DBL をイネーブルにします。
ステップ 6	`Switch(config-pmap-class)# exit`	ポリシーマップ コンフィギュレーションモードに戻ります。
ステップ 7	`Switch(config-pmap)# exit`	グローバル コンフィギュレーションモードに戻ります。
ステップ 8	`Switch(config)# interface` *interface-id*	物理ポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 9	`Switch(config-interface)# service-policy output` *policy-map-name*	ポリシーマップ名を指定し、物理インターフェイスに適用します。
ステップ 10	`Switch(config-interface)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。

	コマンド	目的
ステップ 11	Switch# **show policy-map** [*policy-map-name* [**class** *class-map-name*]] または Switch# **show policy-map interface** *interface-id*	入力を確認します。
ステップ 12	Switch# **copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

既存のポリシー マップを削除するには、**no policy-map policy-map-name** グローバル コンフィギュレーションモードを使用します。既存のクラスを削除するには、**no class class-name policy-map** コンフィギュレーションコマンドを使用します。関連付けられたキューで DBL をディセーブルにするには、**no dbl policy-map class** コンフィギュレーションコマンドを使用します。

次に、クラスレベルの DBL アクションを平均レート シェーピングとともに設定する例を示します。トラフィッククラス *class1* に関連付けられたキューで DBL をイネーブルにします。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# policy-map policy1
Switch(config-pmap)# class class1
Switch(config-pmap-c)# shape average 256000
Switch(config-pmap-c)# dbl
Switch(config-pmap-c)# exit
Switch(config-pmap)# exit
Switch(config)# interface gigabitethernet1/1
Switch(config-if)# service-policy output policy1
Switch(config-if)# end
Switch#

Switch# show policy-map policy1
  Policy Map policy1
    Class class1
       shape average 256000
     dbl
```

伝送キューの統計

伝送キューの統計は、**show policy-map interface** コマンドを経由して表示できます。

階層型ポリシー

論理 QoS セマンティクスをサポートするには、階層型ポリシーのサポートが必要です。次に、階層型ポリシーを設定して異なる動作を実現するためのさまざまな方法の例を示します。

例 1

次の例では、特定のキューに送信されたトラフィックのポリシング / マーキングされたサブネットと、デフォルト キューにポリシング / マーキングされた残りのトラフィックがあるとします。

```
Policy-map queue-policy
   class queue-class
     shape <...>
     bandwidth <...>
service-policy police-and-mark-traffic-class-1

   class queue2-class
     set <...>
     police <...>
service-policy police-and-mark-traffic-class-2

   class class-default
     set <...>
     police <...>

…

policy-map police-and-mark-traffic-class-1
   class traffic-class-1
     set <...>
     police <...>
```

例 2

次の例では、すべてのトラフィックが集約でポリシング / マーキングされ、同じキュー分類ポリシーを使用するとします。MQC セマンティックスのように、クラスがキューイング アクションを使用しない場合、「class-default」は、そのトラフィックのクラスのキューとして動作します。

```
Policy-map queue-policy
   class queue1-class
     shape <...>
     bandwidth <...>

   class queue8-class
     shape <...>
     bandwidth <...>

class queue8-class
     shape <...>
     bandwidth <...>
policy-map port-level-policy
class traffic-class-1
     set <...>
     police <...>

…

class traffic-class-n
     set <...>
     police <...>

class class-default
service-policy police-and-mark-traffic-class-2
```

例 1 とは対照的に、例 2 はキュー設定の標準的な方法です。

例 3

次に、指定ポートをサブレートにシェーピングして、キューイング / ポリシング ポリシーを適用する例を示します。

（注） ポート シェーピングは、Supervisor Engine 6-E ではサポートされて*いません*。

この設定モデルには、次の手順が含まれます。

ステップ 1　ポリシング / マーキング ポリシー アクションの設定（最下位の子ポリシー）

ステップ 2　ステップ 1 で設定した各キューでのキューイング アクションおよびポリシング / マーキング パケットの設定（中位子ポリシー）

ステップ 3　ポート レベル シェーピングの設定（親ポリシー）

ポリシー設定は、次のようになります。

```
Policy-map port-level-policy
   class class-default
     shape percent 100
service-policy queuing-policy

Policy-map queuing-policy
   class queue1-class
     shape <...>
     bandwidth <...>
service-policy police-and-mark-traffic-class-1

...
class class-default
     shape <...>
     bandwidth <...>
service-policy police-and-mark-traffic-class-default

Policy-map police-and-mark-traffic-class-1
   class traffic-class-1
     shape <...>
     police <...>
...
```

ポリシーの関連付け

Supervisor Engine 6-E は、ポート単位 /VLAN 単位ポリシーをサポートします。関連付けられたポリシーは、インターフェイス、VLAN、および指定ポートの特定 VLAN にそれぞれ付加されます。

詳細については、次の URL を参照してください。

http://www.cisco.com/en/US/products/ps6350/products_configuration_guide_book09186a0080435d50.html

QoS アクションの制約事項

- 異なるターゲット上で指定した方向に同じアクションを複数回実行することはできません。つまり、入力方向でポートと VLAN の両方でパケットをポリシングできません。ただし、入力ポートと出力 VLAN 上ではポリシングできます。
- キューイング アクションは、物理ポートの出力方向でのみ許可されます。

QoS ポリシーのプライオリティ

- ポートおよび VLAN 上のポリシーが、競合アクション（ポートと VLAN の両方でのポリシングまたはマーキング アクションなど）で設定されている場合、ポート ポリシーが取得されます。
- 指定ポートの VLAN 上でのポリシーが上書きされる必要がある場合、ユーザは PV ポリシーを設定できます。

QoS ポリシーの統合

適用可能ポリシーは、指定方向の指定パケットに適用されます。たとえば、出力 VLAN ベース ポリシングおよびマーキングを設定し、さらにそのポートでの選択的キューイングを設定すると、このパケットに対し、両方のポリシーからのアクションが適用されます。

ソフトウェア QoS

最高レベルには、ローカルで送信された、スイッチからの 2 種類のトラフィック（制御プロトコル パケット、ping、および Telnet）があります。この 2 種類とは、高プライオリティ トラフィック（通常は、OSPF Hello や STP などの制御プロトコル パケット）と低プライオリティ パケット（他のすべてのパケット タイプ）です。

ローカルで送信されたパケットの QoS 処理には、次の 2 つの方法があります。

Supervisor Engine 6-E には、ソフトウェア パスで処理されたパケットに QoS を適用する方法が用意されています。ソフトウェアでのこの QoS 処理を受けるパケットは、ソフトウェア スイッチド パケットとソフトウェア生成パケットの 2 つの種類に分類できます。

受信時には、ソフトウェア スイッチド パケットは、パケットを代わりに別のインターフェイスから送信する CPU に送信されます。そういったパケットの場合、入力ソフトウェア QoS は入力マーキングを提供し、出力ソフトウェア QoS は出力マーキングとキュー選択を提供します。

ソフトウェア生成パケットは、スイッチによりローカルで送信されたパケットです。これらのパケットに適用された出力ソフトウェア QoS 処理のタイプは、ソフトウェア スイッチド パケットに適用されたタイプと同じです。これら 2 つの処理タイプの唯一の違いは、ソフトウェア スイッチド パケットが、出力分類を目的として、パケットの入力マーキングを考慮する点です。

高プライオリティ パケット

高プライオリティ パケットは、次のいずれかとしてマーク付けされます。

- PAK_PRIORITY を使用して内部的に
- IP Precedence 6 を使用して（IP パケット用）
- CoS 6 を使用して（VLAN タグ付きパケット用）

これらのパケットは、次のように動作します。

- これらのパケットは、出力サービス ポリシーのように設定されたポリシング、AQM、ドロップしきい値（またはパケットをドロップすることができる機能）が原因でドロップされることはありません。ただし、ハードウェア リソースの制約（パケット バッファ、キューが満杯など）が原因でドロップされることはあります。

- これらのパケットは、ポートまたは VLAN である出力サービス ポリシーのマーキング設定に従って、分類およびマーク付けされます（「ポリシーの関連付け」（p.32-93）を参照）。
- これらの高プライオリティ　パケットは、次の基準に従って出力ポートのキューに入れられます。
  - ポートに出力キューイング ポリシーがない場合、パケットは、デフォルト キューとは別に設定され、5% のリンク帯域幅が予約されている制御パケット キューに入れられます。
  - ポートに出力キューイング ポリシーがある場合、そのパケットに適用可能な分類基準に基づいてキューが選択されます。

低プライオリティ パケット

高プライオリティ（前述）と見なされないパケットは、*重要ではない*と見なされます。これらのパケットには、ローカルで送信された ping、Telnet、およびその他のプロトコル パケットが含まれます。これらのパケットは、指定の伝送ポートを通過する他のパケットと同様に（出力分類、マーキングおよびキューイングを含む）、処理されます。

CHAPTER 33

音声インターフェイスの設定

この章では、Catalyst 4500 シリーズ スイッチの音声インターフェイスを設定する方法について説明します。

この章の主な内容は、次のとおりです。

（注） この章のスイッチ　コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

音声インターフェイスの概要

Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、Cisco 7960 IP phone に接続して、IP 音声トラフィックを伝送します。必要に応じて、Cisco 7960 IP phone に接続する回路に電力を供給します。

データ伝送が均質性に欠ける場合、IP Phone の音質が低下することがあります。そのため、このスイッチでは、IEEE（米国電気電子学会）802.1p Class of Service（CoS; サービス クラス）に基づく QoS（Quality Of Service）をサポートしています。QoS は、分類およびスケジューリングを使用して、スイッチからのネットワーク トラフィックを予測可能な方法で伝送します。QoS の詳細については、第 32 章「QoS の設定」を参照してください。

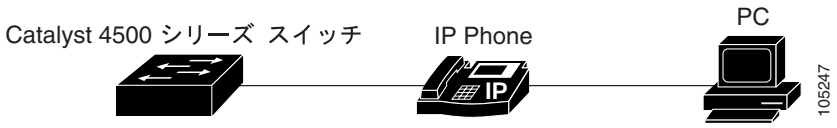
Cisco 7960 IP phone は、802.1p プライオリティに基づいてトラフィックを伝送するように設定できます。CLI（コマンドライン インターフェイス）を使用して、Cisco 7960 IP phone によって割り当てられたトラフィック プライオリティを信頼または無視するように Catalyst 4000 ファミリを設定できます。

Cisco 7960 IP phone には、統合 3 ポート 10/100 スイッチが装備されています。これらのポートは、次の装置への接続専用です。

- ポート 1 は、Catalyst 4500 シリーズ スイッチまたは他の Voice over IP（VoIP）装置に接続します。
- ポート 2 は内部 10/100 インターフェイスで、IP Phone のトラフィックを伝送します。
- ポート 3 は、PC または他の装置に接続します。

図 33-1 に、Cisco 7960 IP phone の接続方法を示します。

図 33-1　Catalyst 4500 シリーズ スイッチに接続された Cisco 7960 IP Phone



Cisco IP Phone の音声トラフィック

接続された Cisco IP Phone でアクセス ポートを設定し、一方の VLAN を音声トラフィック用に、もう一方の VLAN を電話に接続された装置からのデータ トラフィック用にすることができます。スイッチのアクセス ポートを、Cisco Discovery Protocol（CDP; シスコ検出プロトコル）パケットを送信するように設定できます。接続された電話はこの CDP パケットによる指示に従って、次のいずれかの方法で音声トラフィックをスイッチに送信します。

- レイヤ 2 CoS プライオリティ値のタグ付き音声 VLAN
- レイヤ 2 CoS プライオリティ値のタグ付きアクセス VLAN
- タグなしアクセス VLAN（レイヤ 2 CoS プライオリティ値なし）

（注） どの設定でも、音声トラフィックはレイヤ 3 IP precedence 値を伝送します（音声トラフィックのデフォルトは 5、音声制御トラフィックのデフォルトは 3）。

Cisco IP Phone のデータ トラフィック

スイッチでは、Cisco IP Phone のアクセス ポートに接続された装置からのタグ付きデータ トラフィック（IEEE 802.1Q または IEEE 802.1p フレーム タイプのトラフィック）も処理できます（図 33-1 を参照）。スイッチのレイヤ 2 アクセス ポートで CDP パケットを送信するように設定します。接続された電話はこの CDP パケットによる指示に従って、電話でのアクセス ポートを次のいずれかのモードに設定します。

- trusted モードの場合、Cisco IP Phone のアクセス ポートで受信したすべてのトラフィックはそのまま電話を通過し、変更されません。
- untrusted モードの場合、Cisco IP Phone のアクセス ポートで受信した IEEE 802.1Q または IEEE 802.1p フレームのすべてのトラフィックは、設定されたレイヤ 2 CoS 値を受信します。デフォルトのレイヤ 2 CoS 値は 0 です。デフォルトは untrusted モードです。

（注） Cisco IP Phone に接続された装置からのタグなしトラフィックは、電話のアクセス ポートの信頼状態に関わらず、そのまま電話を通過し、変更されません。

Cisco 7960 IP Phone への接続用のポートの設定

Cisco 7960 IP phone は、PC または他の装置との接続にも対応しているので、Catalyst 4500 シリーズ スイッチを Cisco 7960 IP phone に接続するインターフェイスは、音声およびデータ トラフィックを一緒に伝送します。

Cisco 7960 IP phone に接続されるポートを設定する方法には、次の 3 通りがあります。

- ポートのデフォルトの CoS プライオリティに基づいてすべてのトラフィックを送信します。これがデフォルト設定です。
- 音声トラフィックには電話によって高いプライオリティが与えられ（CoS プライオリティは常に 5）、すべてのトラフィックが同じ VLAN（仮想 LAN）内にあります。
- 音声およびデータ トラフィックは個別の VLAN で伝送されます。

音声トラフィックに高いプライオリティを与え、すべてのトラフィックを 802.1Q ネイティブ VLAN を介して伝送するように電話に指示するポートを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface {fastethernet | gigabitethernet} slot/port`	設定するインターフェイスを指定します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# switchport voice vlan dot1p`	音声トラフィックに 802.1p プライオリティ タギングを使用し、VLAN 1（デフォルトのネイティブ VLAN）を使用してすべてのトラフィックを伝送するようにスイッチを設定します。
ステップ 4	`Switch(config-if)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	`Switch# show interface {fastethernet | gigabitethernet} slot/port switchport`	ポートの設定を確認します。

音声およびデータ トラフィック用の音声ポートの設定

音声およびデータ トラフィックは同じ音声ポートを通じて移動するので、トラフィック タイプごとに個別に VLAN を指定する必要があります。異なる VLAN で音声およびデータ トラフィックを伝送するようにスイッチ ポートを設定できます。

（注） 音声 VLAN にスティッキ ポート セキュリティを設定する場合は、音声ポート上のポート セキュリティの設定（p.35-24）を参照してください。

（注） 音声 VLAN で 802.1X を使用する場合は、「音声 VLAN ポートを使用した 802.1X 認証の利用」（p.34-20）を参照してください。

Cisco IP Phone からの音声トラフィックおよびデータ トラフィックを異なる VLAN で受信するようにポートを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface {fastethernet | gigabitethernet} slot/port`	設定するインターフェイスを指定します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# switchport mode access`	インターフェイスをアクセス ポートとして設定します。 音声 VLAN は、アクセス ポート上でのみアクティブになります。
ステップ 4	`Switch(config-if)# switchport voice vlan vlan_num`	すべての音声トラフィックを指定された VLAN を通じて伝送するように Cisco IP Phone を設定します。Cisco IP Phone は、802.1p プライオリティ 5 でトラフィックを伝送します。
ステップ 5	`Switch(config-if)# switchport access vlan data_vlan_num`	ポート上でアクセス VLAN（データ VLAN）を設定します。
ステップ 6	`Switch(config-if)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	`Switch# show interface {fastethernet | gigabitethernet} slot/port switchport`	設定を確認します。

次に、VLAN 1 がデータトラフィックを伝送し、VLAN 2 が音声トラフィックを伝送する例を示します。この設定では、すべての Cisco IP Phone および他の音声関連装置を VLAN 2 に属するスイッチ ポートに接続する必要があります。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface fastEthernet 3/1
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# switchport voice vlan 2
Switch(config-if)# switchport access vlan 3
Switch(config-if)# end
Switch# show interfaces fastEthernet 3/1 switchport
Name: Fa3/1
Switchport: Enabled
Administrative Mode: static access
Operational Mode: static access
Administrative Trunking Encapsulation: negotiate
Operational Trunking Encapsulation: native
Negotiation of Trunking: Off
Access Mode VLAN: 3 (VLAN0003)
Trunking Native Mode VLAN: 1 (default)
Administrative Native VLAN tagging: enabled
Voice VLAN: 2 (VLAN0002)
Administrative private-vlan host-association: none
Administrative private-vlan mapping: none
Administrative private-vlan trunk native VLAN: none
Administrative private-vlan trunk Native VLAN tagging: enabled
Administrative private-vlan trunk encapsulation: dot1q
Administrative private-vlan trunk normal VLANs: none
Administrative private-vlan trunk private VLANs: none
Operational private-vlan: none
Trunking VLANs Enabled: ALL
Pruning VLANs Enabled: 2-1001
Capture Mode Disabled
Capture VLANs Allowed: ALL
Unknown unicast blocked: disabled
Unknown multicast blocked: disabled
Appliance trust: none
Switch#
```

着信フレームの CoS プライオリティの変更

PC またはその他のデータ装置を Cisco 7960 IP phone ポートに接続できます。PC は、CoS 値が割り当てられたパケットを生成します。また、必要に応じて、スイッチの CLI を使用し、接続先装置から IP Phone ポートに着信したフレームのプライオリティを上書きできます。ポートに着信したフレームのプライオリティを受け入れる（信頼する）ように IP Phone ポートを設定することもできます。

Cisco 7960 IP phone の非音声ポートから受信した CoS プライオリティ設定を上書きするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface {fastethernet | gigabitethernet} slot/port`	設定するインターフェイスを指定します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# [no] qos trust extend cos 3`	PC または接続先装置から受信したプライオリティを上書きして、受信データをプライオリティ 3 で転送するように IP Phone ポートを設定します。 ポートをデフォルト設定に戻すには、**no** キーワードを使用します。
ステップ 4	`Switch(config-if)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	`Switch# show interface {fastethernet | gigabitethernet} slot/port switchport`	変更を確認します。

電力の設定

Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、Cisco 7960 IP phone に接続しているかどうかを検知できます。回路に電力がない場合は、Catalyst 4500 シリーズ スイッチが Cisco 7960 IP phone に Power over Ethernet（PoE）を供給します。Cisco 7960 IP phone が AC 電源に接続して、音声回路に独自の電力を供給することもできます。回路上に電力がある場合は、スイッチは電力を供給しません。

Cisco 7960 IP phone に電力を供給しないようにスイッチを設定し、検知メカニズムをディセーブルにできます。Cisco 7960 IP phone への PoE の供給に使用する CLI コマンドについては、第 11 章「PoE の設定」を参照してください。

CHAPTER 34

802.1X ポートベース認証の設定

この章では、IEEE（米国電気電子学会）802.1X ポートベース認証を設定して、不正なデバイス（クライアント）によるネットワークへのアクセスを防止する方法について説明します。

この章の主な内容は、次のとおりです。

（注） この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

802.1X ポートベース認証の概要

802.1X では、クライアント / サーバ ベースのアクセス コントロールと認証プロトコルとして 802.1X ポートベース認証を定義し、不正なクライアントが一般的にアクセス可能なポートを通じて LAN に接続するのを制限します。認証サーバは、オーセンティケータ（ネットワーク アクセス スイッチ）ポートに接続された各サプリカント（クライアント）を確認してから、スイッチまたは LAN が提供するサービスを利用できるようにします。

（注） 802.1X をサポートするには、Remote Authentication Dial-In User Service（RADIUS）用に設定された認証サーバが必要です。ネットワーク アクセス スイッチが設定済みの RADIUS サーバにパケットをルーティングできないと、802.1X 認証は機能しません。スイッチがパケットをルーティングできることを確認するには、スイッチからサーバに ping を送信します。

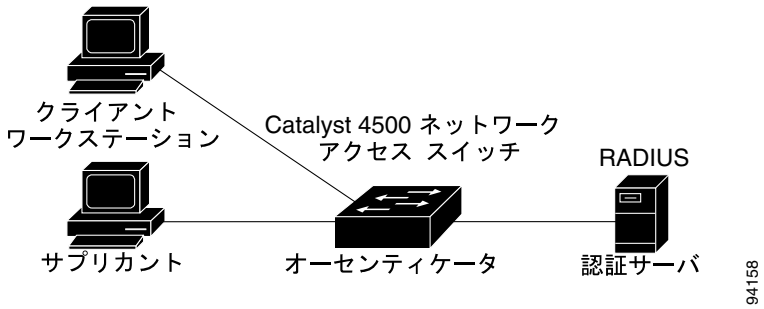
クライアントが認証されるまでは、クライアントが接続されたポートを経由する Extensible Authentication Protocol over LAN（EAPOL）トラフィックだけが許容されます。認証が成功すると、通常のトラフィックがポートを通過できるようになります。

802.1X ポートベースの認証を設定するには、以下に説明する概念を理解する必要があります。

装置の役割

802.1X ポートベース認証では、ネットワーク装置は特定の役割を果たします。図 34-1 に、下記の各装置の役割を示します。

図 34-1　802.1X 装置の役割



- クライアント — LAN へのアクセスを要求し、スイッチからの要求に応答するワークステーション。ワークステーションは、802.1X 準拠のクライアント ソフトウェアが稼働するものでなければなりません。

（注） 802.1X 準拠のクライアント アプリケーション ソフトウェア（Microsoft の Windows 2000 Professional や Windows XP など）の詳細については、次の URL にある Microsoft Knowledge Base Article の資料を参照してください。http://support.microsoft.com

- オーセンティケータ — クライアントの認証ステータスに基づいて、ネットワークへの物理アクセスを制御します。Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、クライアントと認証サーバ間の仲介装置として機能し、クライアントに識別情報を要求してその情報を認証サーバで確認し、クライアントに応答をリレーします。スイッチは Extensible Authentication Protocol（EAP）フレームのカプセル化およびカプセル化解除を行い、RADIUS 認証サーバと対話します。

  スイッチが EAPOL フレームを受信して認証サーバにリレーすると、イーサネット ヘッダーが取り除かれ、残りの EAP フレームが RADIUS 形式で再度カプセル化されます。カプセル化の間は EAP フレームの変更や検査が行われないので、認証サーバはネイティブのフレーム形式内で EAP をサポートする必要があります。スイッチが認証サーバからフレームを受信すると、サーバからフレーム ヘッダーが削除され、EAP フレームが残ります。これがイーサネット用にカプセル化されてクライアントに送信されます。

（注） Catalyst 4500 シリーズ スイッチでは、RADIUS クライアントおよび 802.1X をサポートするソフトウェアを実行している必要があります。

- 認証サーバ — クライアントの実際の認証を行います。認証サーバは、クライアントの識別情報を確認し、LAN およびスイッチ サービスへのクライアントのアクセスを許可することをスイッチに通知します（サポートされる認証サーバは、EAP 拡張機能を備えた RADIUS 認証サーバのみです。これは、Cisco Secure Access Control Server バージョン 3.2 以上で使用できます）。

802.1X とネットワーク アクセス コントロール

ネットワーク アクセス コントロールは、ポート アクセス ポリシーが認証装置のアンチウイルス ポスチャによって影響を受ける機能です。

アンチウイルス ポスチャの要素には、装置で実行するオペレーティング システム、オペレーティング システムのバージョン、アンチウイルス ソフトウェアのインストールの有無、使用可能なアンチウイルス シグニチャのバージョンなどがあります。認証装置に NAC 認識 802.1X サプリカントがあり、認証サーバが 802.1X 経由で NAC をサポートする設定の場合、アンチウイルス ポスチャ情報は自動的に 802.1X 認証交換の一部になります。

NAC の設定については、次の URL を参照してください。

http://www.cisco.com/en/US/products/hw/switches/ps4324/prod_configuration_guide09186a00805764fd.html

認証の開始とメッセージ交換

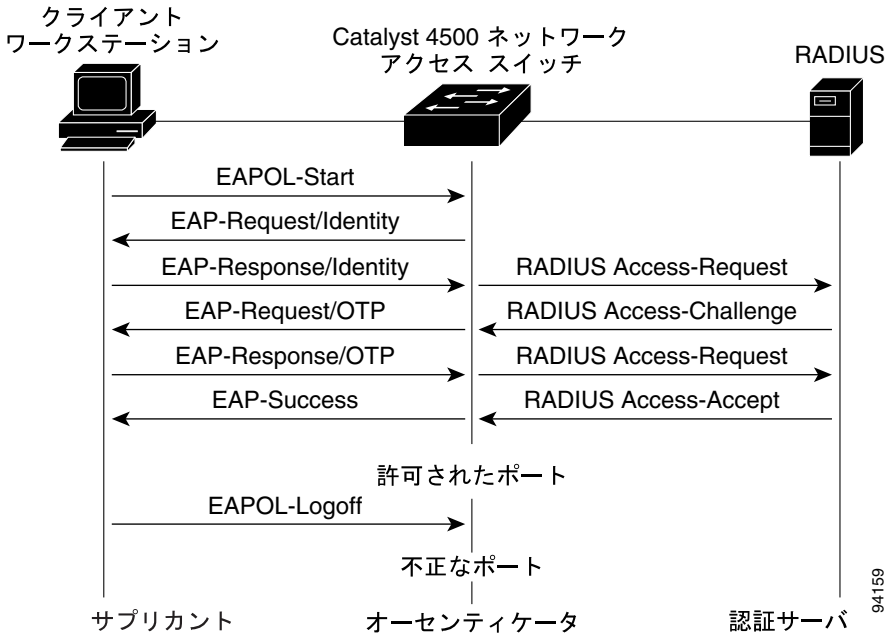
スイッチまたはクライアントのどちらからでも、認証を開始できます。**dot1x port-control auto** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用してポート上で認証をイネーブルにする場合、スイッチは、ポートのリンク ステートが移行したことを確認したときに、認証を開始する必要があります。次に、スイッチは EAP-Request/Identity フレームをクライアントに送信して識別情報を要求します（一般に、スイッチは最初の Request/Identity フレームを送信して、そのあとで 1 つまたは複数の認証情報要求を送信します）。フレームの受信後、クライアントは EAP-Responce/Identity フレームで応答します。

ただし、起動中にクライアントがスイッチから EAP-Request/Identity フレームを受信しなかった場合、クライアントは、EAPOL-Start フレームを送信することによって認証を開始できます。これにより、スイッチはクライアントの識別情報を要求します。

ネットワーク アクセス スイッチで 802.1X がイネーブルになっていない場合、またはサポートされていない場合は、クライアントからの EAPOL フレームはドロップされます。認証の開始を 3 回試行してもクライアントが EAP-Request/Identity フレームを受信できなかった場合、クライアントは、ポートが許可ステートにある場合と同じようにフレームを送信します。ポートが認証ステートであるということは、クライアントが正しく認証されていることを意味します。クライアントが識別情報を送るとスイッチは仲介装置としての役割を開始し、認証が成功または失敗するまでクライアントと認証サーバ間で EAP フレームを送受信します。認証が成功すると、スイッチ ポートは許可された状態になります。

特定の EAP フレーム交換は、使用される認証方式によって異なります。図 34-2 に、認証サーバで One-Time-Password（OTP）認証方式を使用するクライアントによって開始されるメッセージ交換を示します。

図 34-2　メッセージ交換



許可ステートおよび無許可ステートのポート

スイッチ ポートのステートによって、クライアントがネットワーク アクセスを許可されているかどうかがわかります。ポートは、無許可ステートで開始します。ポートはこのステートにある間、802.1X プロトコル パケットを除いてすべての入力トラフィックおよび出力トラフィックを許容しません。クライアントが正常に認証されると、ポートは許可ステートに移行し、そのクライアントへのすべてのトラフィックが許容されます。

802.1X 非対応クライアントが無許可の 802.1X ポートに接続する場合、スイッチはクライアントに識別情報を要求します。この場合、クライアントは要求に応答しないので、ポートは無許可ステートにとどまり、クライアントにはネットワーク アクセスが許可されません。802.1X 非対応クライアントに接続されたポート上にゲスト VLAN が設定されている場合、このポートは設定されたゲスト VLAN に追加され、許可ステートになります。詳細については、「ゲスト VLAN を使用した 802.1X 認証の使用」（p.34-9）を参照してください。

それに対して、802.1X 対応クライアントが 802.1X プロトコルを実行していないポートに接続する場合、クライアントは EAPOL-Start フレームを送信して認証プロセスを開始します。応答を受信しなかった場合、クライアントは要求を固定回数だけ送信します。応答が得られないので、クライアントはポートが許可ステートにある場合と同じようにフレームの送信を開始します。

ポートの許可ステートを制御するには、**dot1x port-control** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドと以下のキーワードを使用します。

- **force-authorized** — 802.1X 認証をディセーブルにして、認証交換を要求せずにポートを許可ステートに移行させます。ポートは、クライアントの 802.1X ベース認証なしで通常のトラフィックを送受信します。これはデフォルト設定です。
- **force-unauthorized** — ポートを無許可ステートのままにして、クライアントが認証を試みてもすべて無視します。スイッチは、インターフェイスを介してクライアントに認証サービスを提供できません。

- **auto** ― 802.1X 認証をイネーブルにして、ポートに無許可ステートを開始させ、EAPOL フレームだけがポートを通じて送受信できるようにします。ポートのリンク ステートがダウンからアップに移行するか、EAPOL-Start フレームを受信すると、認証プロセスが開始されます。スイッチは、クライアントの識別情報を要求し、クライアントと認証サーバ間で認証メッセージのリレーを開始します。スイッチはクライアントの MAC（メディア アクセス制御）アドレスを使用して、ネットワーク アクセスを試みる各クライアントを一意に識別します。

クライアントが正常に認証されると（認証サーバから Accept フレームを受信すると）、ポート ステートが許可に切り替わり、認証されたクライアントのフレームはすべてそのポートを通じて許容されます。認証が失敗した場合、ポートは無許可ステートのままですが、認証を再試行できます。認証サーバにアクセスできない場合、スイッチは要求を再送信できます。指定された回数試行してもサーバから応答が得られない場合は、認証が失敗し、ネットワーク アクセスは許可されません。

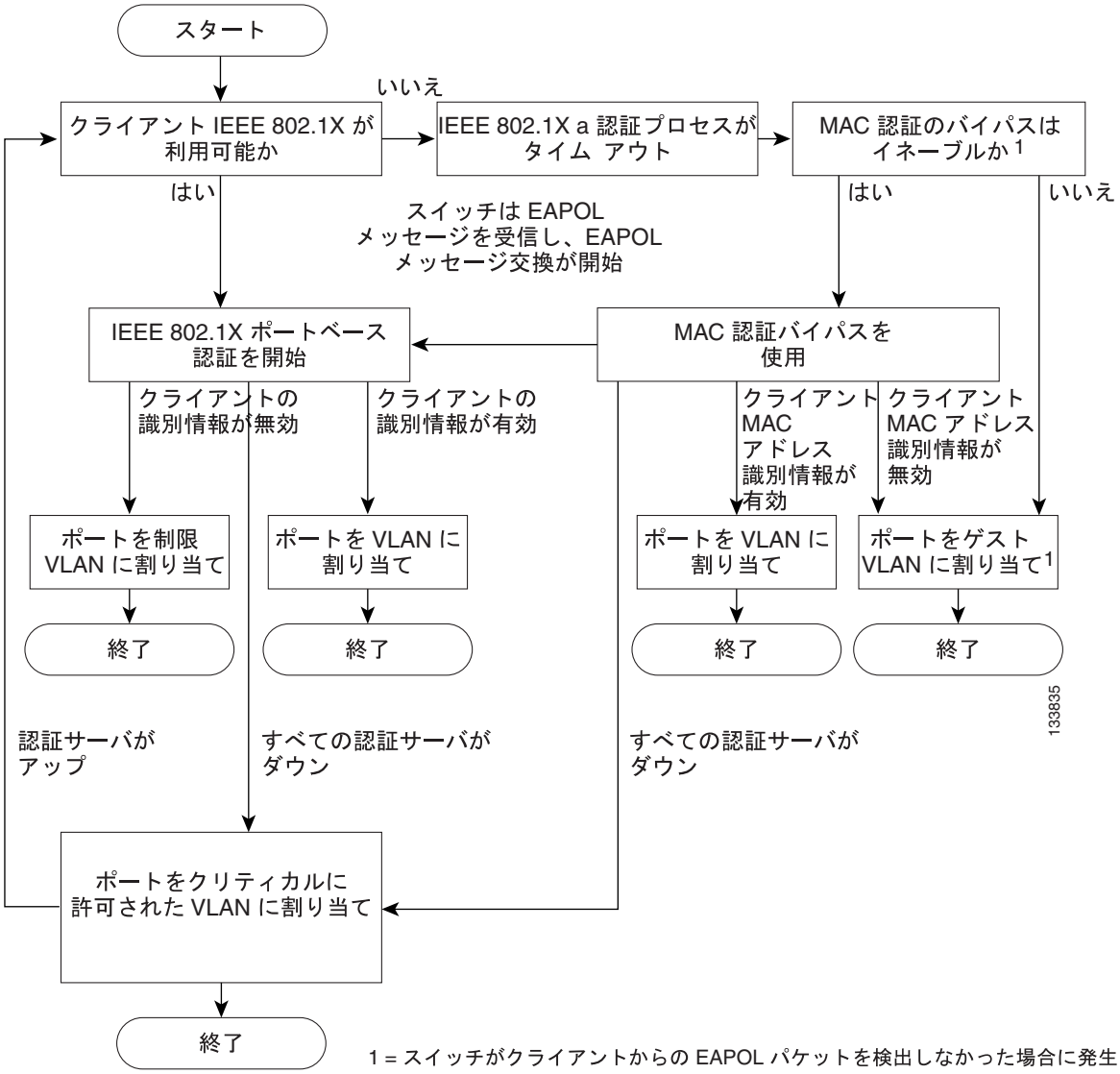
ポートのリンク ステートがアップからダウンに移行した場合、または EAPOL-Logoff フレームを受信した場合、ポートは無許可ステートに戻ります。

図 34-3 に認証プロセスを示します。

MDA がポートでイネーブルになっている場合、音声認証に適用可能な一部の例外付きでこのフローを使用できます。MDA の詳細については、「複数ドメイン認証の使用」（p.34-21）を参照してください。

（注） スーパーバイザ エンジン 6-E は、MDA をサポート*しません*。

図 34-3　認証フローチャート



1 = スイッチがクライアントからの EAPOL パケットを検出しなかった場合に発生

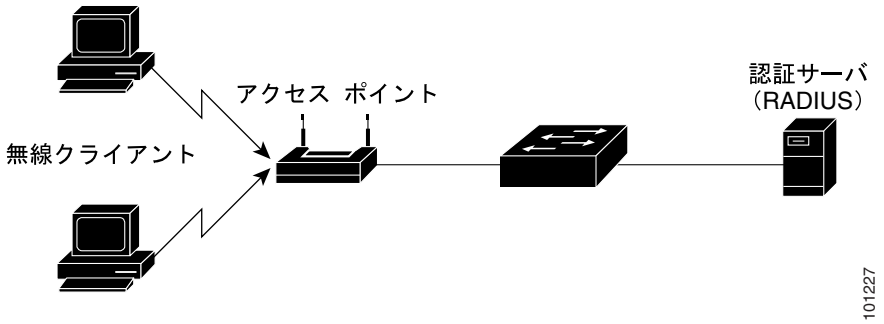
802.1X ホスト モード

単一ホストまたは複数ホスト モードの 802.1X ポートを設定できます。単一ホスト モード（図 34-1 を参照）では、802.1X 対応スイッチ ポートに接続できるのは 1 つのクライアントだけです。スイッチは、ポートのリンク ステートがアップ ステートに変化すると、EAPOL フレームを送信してクライアントを検出します。クライアントが脱退するか、別のクライアントに交換されると、スイッチはポートのリンク ステートをダウンに変更し、ポートは無許可ステートに戻ります。

複数ホスト モードでは、複数ホストを単一 802.1X 対応ポートに接続できます。図 34-4 に、無線 LAN での 802.1X ポートベースの認証を示します。このモードでは、接続されたクライアントのうち 1 つだけを、ネットワーク アクセスが付与されるすべてのクライアントに対して許可する必要があります。ポートが無許可になると（再認証が失敗するか、EAPOL-Logoff メッセージを受信すると）、スイッチは、接続されたすべてのクライアントに対してネットワーク アクセスを拒否します。このトポロジでは、無線アクセス ポイントは、接続しているクライアントを認証する役割があり、スイッチに対してクライアントとして機能します。

複数ホスト モードがイネーブルになっている場合、802.1X 認証を使用してポートおよびポート セキュリティを認証し、クライアントも含めて、すべての MAC アドレスへのネットワーク アクセスを管理できます。

図 34-4　複数ホスト モードの例



Cisco IOS Release 12.2(37)SG およびそれ以降のリリースは、データ デバイスと IP Phone（Cisco または Cisco 以外）などの音声デバイスの両方が同じスイッチ ポートに接続することを許可する MDA をサポートします。MDA の設定方法については、「複数ドメイン認証の使用」（p.34-21）を参照してください。

VLAN 割り当てを使用した 802.1X 認証の利用

VLAN 割り当てを使用すると、ネットワーク アクセスを特定のユーザに限定できます。VLAN 割り当てでは、802.1X で認証されたポートはポートに接続したクライアントのユーザ名に基づいて VLAN に割り当てられます。RADIUS サーバ データベースは、ユーザ名 /VLAN マッピングを保持します。ポートの 802.1X 認証が成功すると、RADIUS サーバは VLAN 割り当てをスイッチに送信します。この場合の VLAN は、「標準」VLAN または PVLAN です。

PVLAN をサポートするプラットフォームでは、ポートを PVLAN に割り当てることによってホストを分離できます。

スイッチおよび RADIUS サーバ上で設定する場合、VLAN 割り当てを使用した 802.1X 認証には次の特性があります。

- RADIUS サーバから VLAN が提供されない場合は、認証が成功したときにポートは自身のアクセス VLAN または独立 PVLAN に設定されます。
- 認証サーバが無効な VLAN 情報を提供した場合、ポートは無許可ステートのままになります。これは、設定エラーによって不適切な VLAN 上にポートが突然現れることを防ぐためです。
- 認証サーバが有効な VLAN 情報を提供した場合、認証に成功すると、ポートは許可ステートになり、指定された VLAN に追加されます。
- 複数ホスト　　モードがイネーブルの場合、すべてのホストは最初に認証されたユーザと同じ VLAN 内にあります。
- ポート上で 802.1X がディセーブルになると、そのポートは設定されたアクセス VLAN に戻ります。
- ポートは、アクセス ポート（「通常の」VLAN にのみ割り当て可能）か、または PVLAN ホスト ポート（PVLAN にのみ割り当て可能）として設定される必要があります。ポートを PVLAN ホスト ポートとして設定すると、ポート上のすべてのホストはそのポスチャが適合か不適合かにかかわらず、PVLAN に割り当てられることになります。Access-Accept に示された VLAN タイプが、ポートに割り当てられると予測される VLAN タイプ（アクセス ポートには通常の VLAN、PVLAN ホスト ポートにはセカンダリ PVLAN）と一致しない場合、VLAN 割り当ては失敗します。

- ゲスト VLAN が応答しないホストを処理するよう設定されている場合、ゲスト VLAN として設定されている VLAN タイプがポート タイプと一致する必要があります（つまり、アクセス ポート上で設定されたゲスト VLAN の場合は標準 VLAN、PVLAN ホスト ポート上で設定されたゲスト VLAN の場合は PVLAN）。ゲスト VLAN のタイプが、ポート タイプと一致しない場合、応答しないホストはゲスト VLAN が設定されていない場合と同じように処理されます（つまり、ネットワーク アクセスを拒否されます）。
- ポートを PVLAN に割り当てるには、示された VLAN がセカンダリ PVLAN である必要があります。スイッチは、ローカルに設定されたセカンダリ / プライマリの関連付けから暗黙のプライマリ VLAN を判別します。

（注） RADIUS が割り当てた VLAN で認証されているポートのアクセス VLAN または PVLAN ホスト VLAN マッピングを変更すると、ポートは RADIUS が割り当てた VLAN に残ったままになります。

VLAN 割り当てを設定するには、次の作業を実行する必要があります。

- **network** キーワードを使用して Authentication, Authorization, Accounting（AAA; 認証、認可、アカウンティング）許可をイネーブルにし、RADIUS サーバからのインターフェイス設定を可能にします。**aaa authorization network group radius** コマンドを適用する方法については、「802.1X 認証のイネーブル化」（p.34-25）を参照してください。
- 802.1X をイネーブルにします（VLAN 割り当て機能は、アクセス ポートに 802.1X が設定されると自動的にイネーブルになります）。
- RADIUS サーバにベンダー固有のトンネル アトリビュートを割り当てます。VLAN を適切に割り当てるには、RADIUS サーバが次のアトリビュートをスイッチに返す必要があります。
  - トンネル タイプ = VLAN
  - トンネル メディア タイプ = 802
  - トンネル プライベート グループ ID = VLAN NAME

ゲスト VLAN を使用した 802.1X 認証の使用

（注） スーパーバイザ エンジン 6-E は、この機能をサポート*しません*。

ゲスト VLAN を使用すると、802.1X 非対応ホストが 802.1X 認証を使用するネットワークにアクセスできるようになります。たとえば、802.1X 認証をサポートするようにシステムをアップグレードしている間も、ゲスト VLAN を使用できます。

ゲスト VLAN はポート単位でサポートされ、その VLAN タイプがポート タイプと一致するかぎり、すべての VLAN をゲスト VLAN として使用できます。ポートがすでにゲスト VLAN 上で転送を行っている場合に、そのホストのネットワーク インターフェイス上で 802.1X サポートをイネーブルにすると、ポートはただちにゲスト VLAN から除外され、オーセンティケータは認証の開始を待機します。

ポート上での 802.1X 認証をイネーブルにすると、802.1X プロトコルが開始されます。ホストが一定期間内にオーセンティケータからのパケットに応答できなかった場合、オーセンティケータはそのポートを設定済みのゲスト VLAN に追加します。

ポートが PVLAN ホスト ポートとして設定されている場合、ゲスト VLAN はセカンダリ PVLAN である必要があります。ポートがアクセス ポートとして設定されている場合、ゲスト VLAN は通常の VLAN である必要があります。ポート上で設定されたゲスト VLAN が、ポート タイプに適さない場合、スイッチはゲスト VLAN が設定されていないように動作します（すなわち、応答しないホストはネットワーク アクセスを拒否されます）。

ゲスト VLAN の設定方法については、「ゲスト VLAN を使用した 802.1X 認証の設定」（p.34-34）を参照してください。

ゲスト VLAN を使用した 802.1X 認証の使用上の注意事項

ゲスト VLAN を使用した 802.1X 認証の使用上の注意事項は次のとおりです。

- ゲスト VLAN を別の VLAN に再設定すると、認証失敗ポートもすべて移動され、ポートは現在の許可ステートのままです。
- ゲスト VLAN をシャット ダウンするか、または VLAN データベースから削除すると、すべての認証失敗ポートはただちに無許可ステートに移行し、認証プロセスがふたたび開始されます。

（注） ゲスト VLAN では定期的な再認証を行うことはできません。

Windows XP ホスト上でのゲスト VLAN 使用 802.1X 認証の使用上の注意事項

Windows XP ホスト上でのゲスト VLAN に対する 802.1X 認証の使用上の注意事項は次のとおりです。

- ホストがオーセンティケータに応答しない場合、ポートは接続を 3 回試行します（試行間隔は 30 秒です）。このあとは、ログイン / パスワード ウィンドウはホストに表示されなくなります。ネットワーク インターフェイス ケーブルを取り外し、再接続する必要があります。
- 不正なログイン / パスワードで応答するホストは、認証に失敗します。認証に失敗したホストは、ゲスト VLAN に追加されません。ホストが初めて認証に失敗すると、待機時間タイマーが始動し、タイマーが満了するまでアクティビティが一切発生しません。待機時間タイマーが満了すると、ホストにログイン / パスワード ウィンドウが表示されます。ホストが 2 度めも認証に失敗すると、待機時間タイマーが再度始動し、タイマーが満了するまでアクティビティは一切発生しません。ホストにはこのあとさらに、3 度めのログイン / パスワード ウィンドウが表示されます。ホストが 3 度めの認証に失敗すると、ポートは無許可ステートになり、ネットワーク インターフェイス ケーブルを取り外して再接続することが必要になります。

MAC 認証バイパスを使用した 802.1X 認証の利用

（注） スーパーバイザ エンジン 6-E は、この機能をサポート *しません*。

802.1X プロトコルには、クライアント（サプリカント）、オーセンティケータ、認証サーバの 3 つのエンティティがあります。通常、ホスト PC はサプリカント ソフトウェアを実行し、自分自身を認証するためにクレデンシャルをオーセンティケータに送信します。オーセンティケータはその情報を認証サーバに送信して認証を求めます。

しかし、すべてのホストにサプリカント機能があるわけではありません。802.1X を使用して自分自身を認証できないがネットワークにアクセスする必要がある装置は、MAC Authentication Bypass（MAB; MAC 認証バイパス）が使用できます。MAB は、接続先装置の MAC アドレスを使用してネットワーク アクセスを認可または拒否します。

通常、この機能はプリンタなどの装置が接続されているポートで使用します。これらの装置には 802.1X サプリカント機能がありません。

通常の構成では、RADIUS サーバはアクセスが必要な MAC アドレスのデータベースを保持します。この機能によって新しい MAC アドレスがポートで検出されると、装置の MAC アドレスとしてユーザ名とパスワードが使用された RADIUS 要求が生成されます。認証に成功したら、802.1X サプリカントを処理するときに 802.1X 認証で行われるのと同じコード パスを通じて、ポートからその装置にアクセスできるようになります。認証に失敗すると、ポートはゲスト VLAN に移動するか（ゲスト VLAN が設定されている場合）、未認証のままになります。

Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、ポート レベルごとの MAC の再認証もサポートします。再認証機能は 802.1X から提供され、MAB 固有ではありません。再認証モードでは、ポートは RADIUS から送信された VLAN にとどまり、自分自身を再認証しようとします。再認証に成功すると、ポートは RADIUS から送信された VLAN にとどまります。失敗した場合は、ポートは未認証になり、ゲスト VLAN が設定されている場合はゲスト VLAN に移動します。

MAB の設定方法については、「MAC 認証バイパスを使用した 802.1X 認証の設定」（p.34-36）を参照してください。

機能の相互作用

ここでは、MAB がイネーブルの場合の機能の相互作用と制約事項を示します。MAB とシームレスに相互作用する機能については説明していません（単方向制御ポートなど）。

- MAB は、ポートに 802.1X が設定されている場合にだけイネーブルにできます。MAB は MAC を認証するフォール バック メカニズムとしてのみ機能します。ポートに MAB と 802.1X を同時に設定すると、ポートは 802.1X を使用して認証しようとします。ホストが EAPOL 要求への応答に失敗した場合に MAB が設定されていると、802.1X ポートが開かれパケットを受信して MAC アドレスを取得します。無限に認証が続くことはありません。

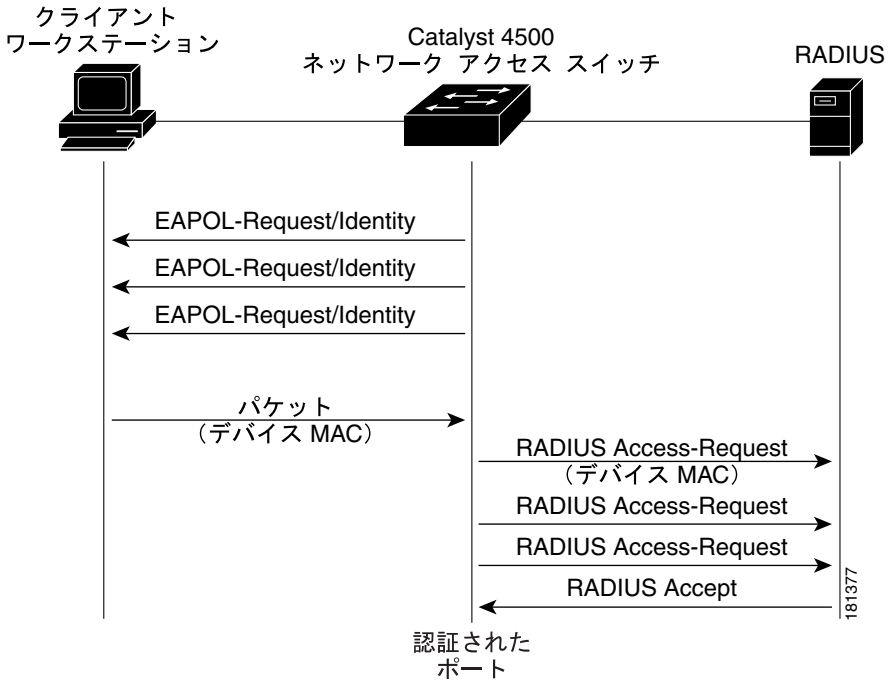
  デフォルトの 802.1X タイマー値に基づき、メカニズム間の移行にはおよそ 90 秒かかります。転送時間の値を小さくすれば時間を短くできますが、EAPOL 転送頻度に影響を与えます。値が小さくなると EAPOL の送信間隔が短くなります。MAB がイネーブルな状態で 802.1X が EAPOL のフルセットを 1 回実行すると、学習された MAC アドレスが認証サーバに送信されて処理されます。

  MAB モジュールは、ライン上で検出された最初の MAC アドレスの許可を実行します。RADIUS が承認する有効な MAC アドレスが受信されると、ポートは許可されたと見なされます。

  MAB の結果として最初に許可されたポートで EAPOL パケットが受信されると、802.1X 認証は再起動できます。

  図 34-5 に、MAB 時のメッセージ交換を示します。

図 34-5　MAC 認証バイパス時のメッセージ交換



- 認証に失敗した VLAN は、802.1X 認証に失敗したユーザだけが使用します。MAB は 802.1X 認証に失敗したユーザに対しては試みられません。802.1X 認証に失敗すると、MAB の設定の有無にかかわらずポートは認証失敗 VLAN（設定されている場合）に移動します。
- MAB とゲスト VLAN の両方が設定されており EAPOL パケットがポートで受信されなかった場合、802.1X ステート マシンは MAB ステートに移行し、ここでポートが開いてトラフィックを受信し MAC アドレスを取得します。ポートは、MAC を認識するまではこのステートのままです。アドレスが認証に失敗すると、ポートはゲスト VLAN（設定されている場合）に移動します。

  ゲスト VLAN 内のポートは、指定されたゲスト VLAN のすべてのトラフィックに対してオープンです。このため、通常は認証されるが、認証に失敗した装置が早い段階で検出されたためにゲスト VLAN になった非 802.1X サプリカントは、いつまでもゲスト VLAN に残ります。ただし、リンクが消失したりライン上で EAPOL が検出されるとゲスト VLAN 外に移動し、デフォルトの 802.1X モードに戻ります。
- MAB によって新しい MAC が認証されると、802.1X オーセンティケータ（またはポート セキュリティ）によってアクセスが制限されるようになり、ポートのセキュリティが保護されます。802.1X デフォルト ホスト パラメータは、シングル ホストだけに定義されます。ポートがマルチユーザ ポストに変更されると、ポート セキュリティが採用され、このポートで許容される MAC アドレスの数が適用されます。
- Catalyst 4500 シリーズ スイッチは VVID を持つ MAB をサポートしますが、MAC アドレスはポート データ VLAN だけに表示されます。CDP を通じて学習したすべての IP 電話の MAC は、音声 VLAN で許容されます。
- MAB と VMPS の機能は重複しており、相互に排他的です。

アクセス不能認証バイパスを使用した 802.1X 認証の利用

(注)　スーパーバイザ エンジン 6-E は、この機能をサポート*しません*。

スイッチが設定された RADIUS サーバに到達できないためにクライアント（サプリカント）が認証されない場合、アクセス不能認証バイパスがイネーブルの*クリティカル*ポートに接続するホストにネットワーク アクセスできるようにスイッチを設定できます。

この機能がイネーブルの場合、スイッチは設定された RADIUS サーバのステータスをモニタします。使用できる RADIUS サーバがない場合、アクセス不能認証バイパスがイネーブルのポートは許可されます。アクセス不能認証バイパス VLAN はポート ベースごとに設定できます。

RADIUS が使用できなくなった時点で許可されているポートは、アクセス不能認証バイパスの影響を受けません。ただし、再認証時に次のポーリング サイクルで RADIUS が復旧しない場合、すでに許可されているポートはクリティカル認証 VLAN に戻ります。

RADIUS が使用できるようになると、クリティカル許可されたポートは、自動的に自分自身を再認証するように設定されます。

アクセス不能認証バイパスの設定方法については、「アクセス不能認証バイパスを使用した 802.1X 認証の設定」（p.34-38）を参照してください。

単方向制御ポートを使用した 802.1X 認証の利用

(注)　スーパーバイザ エンジン 6-E は、この機能をサポート*しません*。

単方向制御ポートはハードウェアおよびソフトウェア機能が組み合わせられており、マジック パケットと呼ばれる特別なイーサネット フレームを受信すると、休止 PC の電源を投入します。通常、単方向制御ポートは、システムの電源が切断されていると考えられるような時間帯に管理者がリモート システムを管理する環境で使用されます。

802.1X ポート経由で接続されているホストで単方向制御ポートを使用した場合、ホストの電源が切断されると 802.1X ポートが未認証になるという独特の問題が発生します。この場合、ポートでは EAPOL パケットだけしか送受信できません。このため単方向制御ポートのマジック パケットはホストに到達できず、電源を投入しないかぎり PC で認証することもポートを開くこともできません。

単方向制御ポートは、未許可 802.1X ポートでパケットの送信を許容することにより、この問題を解決します。

(注)　単方向制御ポートは、ポートのスパニング ツリー PortFast がイネーブルである場合のみ機能。

802.1X 単方向制御ポートの設定方法については、「単方向制御ポートを使用した 802.1X 認証の設定」（p.34-41）を参照してください。

単方向ステート

dot1x control-direction in インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用してポートを単一方向に設定すると、そのポートはスパニングツリー フォワーディング ステートに移行します。

単方向制御ポートをイネーブルにすると、接続ホストはスリープ モードまたは電源切断状態になります。ホストはそのネットワークの他の装置とトラフィックを交換しません。ホストがネットワークにトラフィックを送信できない単方向ポートに接続されている場合、ホストはネットワークの他の装置からのトラフィックだけを受信します。

双方向ステート

dot1x control-direction both インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用してポートを双方向に設定すると、ポートは両方向のアクセスを制御します。この場合、スイッチ ポートは EAPOL パケット以外のパケットを送受信をしません。

認証失敗 VLAN 割り当てを使用した 802.1X 認証の利用

（注） スーパーバイザ エンジン 6-E は、この機能をサポート*しません*。

ポート単位で認証失敗 VLAN 割り当てを使用すると、認証失敗ユーザがアクセスできるようにします。認証失敗ユーザは、802.1X には対応できるが認証サーバ内に有効なクレデンシャルを持たないエンド ホストか、またはユーザ側の認証ポップアップ ウィンドウでユーザ名とパスワードの組み合わせが入力されていないエンド ホストです。

ユーザが認証プロセスに失敗した場合、このポートは認証失敗 VLAN に置かれます。このポートは再認証タイマーが切れるまで、認証失敗 VLAN に残ります。再認証タイマーが切れると、スイッチはポート再認証要求の送信を開始します。ポートが再認証に失敗した場合は、認証失敗 VLAN に残ります。ポートが再認証に成功した場合は、RADIUS サーバにより送信された VLAN、または新たに認証されたポートに設定された VLAN に移動されます。移動先は、RADIUS サーバが VLAN 情報を送信するように設定されているかどうかによって異なります。

（注） 定期的な再認証をイネーブルにする場合（「定期的再認証のイネーブル化」[p.34-44] を参照）、ローカル再認証タイマー値だけが使用できます。RADIUS サーバを利用して再認証タイマー値を割り当てることはできません。

ポートが認証失敗 VLAN に移動される前に、オーセンティケータが送信する最大認証試行回数を設定できます。オーセンティケータは、各ポートの失敗した認証試行回数をカウントします。失敗した認証試行とは、空の応答または EAP 失敗のいずれかを指します。オーセンティケータは、認証試行回数に対して失敗した認証のすべての試行をまとめてカウントします。最大試行回数を超えると、ポートは再認証タイマーが次に切れるまで認証失敗 VLAN に置かれます。

（注） EAP をサポートしない RADIUS は、EAP パケットを含まない応答を送信する場合があります。また、サードパーティ製の RADIUS サーバも空の応答を送信する場合があります。このような場合、認証試行カウンタは増加します。

認証失敗 VLAN 割り当てを設定する方法については、「認証失敗 VLAN 割り当てを使用した 802.1X 認証の設定」（p.34-42）を参照してください。

認証失敗 VLAN 割り当ての使用上の注意事項

- 再認証をイネーブルにする必要があります。再認証がディセーブルの場合、認証失敗 VLAN 内のポートは再認証試行を受け入れません。再認証プロセスを開始するには、認証失敗 VLAN がポートからのリンク ダウン イベントまたは EAP ログオフ イベントを受信する必要があります。ホストがハブの背後にある場合は、次の再認証が試行されるまでリンク ダウン イベントを受信しなかったり、新しいホストを検出しなかったりする可能性があります。したがって、このような場合は再認証をイネーブルにすることを推奨します。
- EAP 失敗メッセージは、ユーザに送信されません。ユーザが認証に失敗した場合、ポートは認証失敗 VLAN に移され、EAP 成功メッセージがユーザに送信されます。ユーザには認証失敗が通知されないため、ネットワークへのアクセスが制限される理由がわからない場合があります。EAP 成功メッセージが送信される理由は、次のとおりです。
  - EAP 成功メッセージが送信されなければ、ユーザは EAP 開始メッセージを送信して 60 秒ごとに（デフォルト）認証を試行します。
  - 場合によっては、ユーザが EAP 成功に DHCP を設定していて、成功を確認しないかぎりポート上で DHCP が稼働しないこともあります。
- ユーザはオーセンティケータから EAP 成功メッセージを受信したあと、不正なユーザ名とパスワードの組み合わせをキャッシュして、再認証ごとにこの情報を再利用する場合があります。ユーザが正確なユーザ名とパスワードの組み合わせを渡すまで、ポートは認証失敗 VLAN に残されます。
- 認証失敗ポートが無許可ステートに移行すると、認証プロセスが再開されます。再度認証プロセスに失敗する場合には、オーセンティケータは保留ステートで待機します。正しく再認証されると、すべての 802.1X ポートは再度初期化され、通常の 802.1X ポートとして扱われます。
- 認証失敗 VLAN を別の VLAN に再設定すると、認証失敗ポートもすべて移動され、ポートは現在の許可ステートのままになります。
- 認証失敗 VLAN をシャット ダウンするか、または VLAN データベースから削除すると、すべての認証失敗ポートはただちに無許可ステートに移行され、認証プロセスが再開されます。認証失敗 VLAN 設定がまだ存在するため、オーセンティケータは保留ステートで待機しません。認証失敗 VLAN が非アクティブである間は、すべての認証試行がカウントされ、VLAN がアクティブになるとすぐにポートは認証失敗 VLAN に置かれます。
- VLAN で許容される最大認証失敗数を再設定した場合、この変更は再認証タイマーが切れたあとで有効になります。
- レイヤ 3 ポートで使用されるすべての内部 VLAN は、認証失敗 VLAN として設定できません。
- 1 つの VLAN を認証失敗 VLAN と音声 VLAN の両方に設定することはできません。同時に設定すると、ポートが認証失敗 VLAN でアップになろうとするたびに Syslog メッセージが生成されます。
- 認証失敗 VLAN は、シングルホスト モード（デフォルトのポート モード）でのみサポートされます。
- ポートが認証失敗 VLAN に置かれると、ユーザの MAC アドレスが MAC アドレス テーブルに追加されます。ポートで新しい MAC アドレスが検出されると、セキュリティ違反として扱われます。
- 認証失敗ポートが認証失敗 VLAN に移動されると、Catalyst 4500 シリーズ スイッチは通常の 802.1X 認証の場合とは異なり、RADIUS-Account Start メッセージを送信しません。

ポート セキュリティを使用した 802.1X 認証の利用

シングル ホスト モードまたは複数ホスト モードのどちらかの 802.1X ポートでポート セキュリティをイネーブルにできます（そのためには、**switchport port-security** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用して、ポート セキュリティを設定する必要があります。第 nb 章を参照）。ポート上のポート セキュリティと 802.1X をイネーブルにすると、802.1X がポートを認証し、ポート セキュリティがポート上で許容される MAC アドレス数（クライアントの MAC アドレスを含む）を管理します。したがって、ポート セキュリティがイネーブルの状態で 802.1X ポートを使用すると、ネットワークにアクセスできるクライアントの数とグループを制限できます。

マルチ ホスト モードの指定については、「802.1X 設定をデフォルト値にリセットする方法」（p.34-51）を参照してください。

次に、スイッチ上の 802.1X とポート セキュリティ間の対話の例を示します。

- クライアントが認証されていて、ポート セキュリティ テーブルがフルでなければ、そのクライアントの MAC アドレスが、セキュア ホストのポート セキュリティ リストに追加されます。そのあと、ポートが正常に起動します。

  クライアントが認証されていて、手動でポート セキュリティが設定されている場合、ポート セキュリティはセキュア ホスト テーブルへのエントリが保証されます（ポート セキュリティのスタティック エージングがイネーブルになっている場合は除く）。

  ポート上で別のホストが学習されると、セキュリティ違反が発生します。その場合に取られる処置は、セキュリティ違反を検出した機能（802.1X またはポート セキュリティ）によって異なります。

  — 802.1X が違反を検出した場合は、ポートが errdisable になります。

  — ポート セキュリティが違反を検出した場合は、ポートがシャットダウンするか、または制限されます（対処法は設定可能です）。

  ポート セキュリティおよび 802.1X セキュリティ違反が発生した場合の説明を、次に示します。

  — シングル ホスト モードの場合にポートが許可されると、クライアント MAC アドレス以外の受信されたすべての MAC アドレスによって、802.1X セキュリティ違反が引き起こされます。

  — シングル ホスト モードの場合に、（設定済みのセキュア MAC アドレスによって）ポート セキュリティが限度に達していることが原因で、802.1X クライアントの MAC アドレスの導入に失敗すると、ポート セキュリティ違反が引き起こされます。

  — マルチ ホスト モードの場合にポートが許可されると、ポート セキュリティが限度に達していることが原因で導入できない追加 MAC アドレスにより、ポート セキュリティ違反が引き起こされます。
- 802.1X クライアントがログオフすると、ポートが無許可ステートに移行し、クライアントのエントリを含むセキュア ホスト テーブル内のすべてのダイナミック エントリが削除されます。そのあと、通常の認証が行われます。
- ポートが管理上のシャットダウン状態になると、ポートは無許可ステートになり、すべてのダイナミック エントリがセキュア ホスト テーブルから削除されます。
- ポート セキュリティ テーブルからクライアントの MAC アドレスを削除できるのは、802.1X のみです。マルチ ホスト モードでは、クライアントの MAC アドレスを除き、ポート セキュリティによって学習されたすべての MAC アドレスを、ポート セキュリティ CLI（コマンドライン インターフェイス）を使用して削除できます。
- ポート セキュリティによって 802.1X クライアントの MAC アドレスが期限切れになると、802.1X はクライアントの再認証を試行します。ポート セキュリティ テーブル内でクライアントの MAC アドレスを維持できるのは、再認証に成功した場合のみです。
- CLI を使用してポート セキュリティ テーブルを表示すると、802.1X クライアントのすべての MAC アドレスに [dot1x] というタグが付加されます。

RADIUS によるセッション タイムアウトを使用した 802.1X 認証の利用

スイッチで使用する再認証タイムアウトを、ローカルに設定されたものと RASIUD によるもののどちらにするかを指定できます。スイッチがローカル設定のタイムアウトを使用するように設定されている場合、タイマーが切れるとホストを再認証します。

スイッチが RADIUS によるセッション タイムアウトを使用するように設定されている場合、スイッチは RADIUS Access-Accept メッセージの Session-Timeout および任意の Termination-Action 属性を確認します。スイッチは、セッションの期間を判断するためには Session-Timeout 属性の値を使用し、セッションのタイマーが切れた際のスイッチのアクションを判断するためには Termination-Action 属性の値を使用します。

Termination-Action 属性が存在し、その値が [RADIUS-Request] である場合、スイッチはホストを再認証します。Termination-Action 属性が存在しないか、またはその値が [Default] である場合、スイッチはセッションを終了します。

（注） ポート上のサプリカントは、そのセッションが終了され、新しいセッションを開始しようとすることを認識します。認証サーバがこの新しいセッションを別に処理しないかぎり、スイッチが新しいセッションを確立しても、クライアントはネットワーク接続に少しの割り込みしか確認しない可能性があります。

スイッチが RADIUS によるタイムアウトを使用するように設定されているが、Access-Accept メッセージに Session-Timeout 属性が含まれない場合、スイッチはサプリカントを再認証しません。これは、シスコのワイヤレス アクセス ポイントに一貫した動作です。

RADIUS によるセッション タイムアウトを設定する方法については、「RADIUS によるセッション タイムアウトの設定」（p.34-32）を参照してください。

RADIUS アカウンティングを使用した 802.1X 認証の利用

（注） スーパーバイザ エンジン 6-E は、この機能をサポート*しません*。

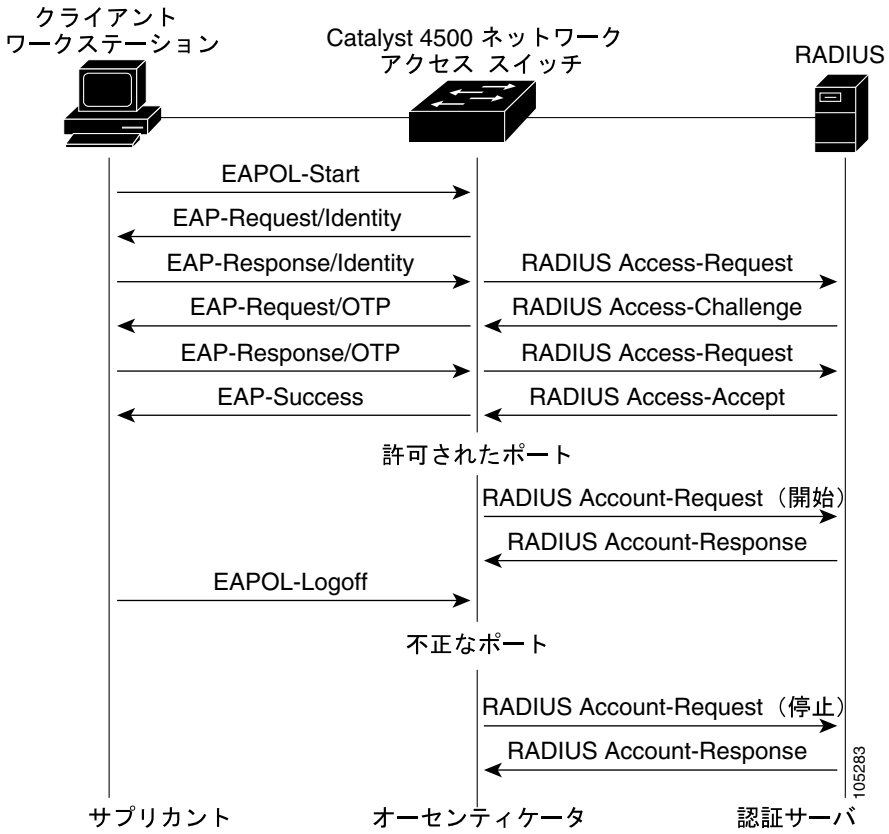
（注） システム全体にアカウンティングを実装する場合は、802.1X アカウンティングも設定する必要があります。さらに、システムのリロード時にシステム リロード イベントをアカウンティング サーバに通知する必要もあります。これにより、アカウンティング サーバは、このシステム上のすべての未処理 802.1X セッションが終了していることを確認できます。

（注） 802.1X アカウンティングをイネーブルにするには、最初に 802.1X 認証を設定し、スイッチから RADIUS サーバへの通信を設定する必要があります。

802.1X RADIUS アカウンティングは重要なイベント（クライアントの接続セッションなど）を RADIUS サーバにリレーします。このセッションは、クライアントがポートの使用を許可された時点から、クライアントがポートの使用を停止した時点までの間隔として定義されます。

図 34-6 に RADIUS アカウンティング プロセスを示します。

図 34-6　RADIUS アカウンティング



（注） ユーザがログオフしたときに、EAP-Logoff（Stop）メッセージをスイッチに送信するように 802.1X クライアントを設定する必要があります。このように 802.1X クライアントを設定しないと、EAP-Logoff メッセージはスイッチに送信されず、付随する Stop メッセージが認証サーバに送信されません。次の URL で「Microsoft Knowledge Base Article」の資料を参照してください。
http://support.microsoft.com また、次の URL の Microsoft の資料も参照してください。

http://www.microsoft.com/technet/treeview/default.asp?url=/technet/columns/cableguy/cg0703.asp

そして SupplicantMode レジストリを 3 に、AuthMode レジストリを 1 に設定してください。

クライアントが認証されると、スイッチはアカウンティング要求パケットを RADIUS サーバに送信します。RADIUS サーバはアカウンティング応答パケットで応答して、要求受領に確認応答を行います。

RADIUS アカウンティング要求パケットには、各種イベントおよび関連情報を RADIUS サーバにレポートするための Attribute/Value ペアが 1 つ以上格納されます。追跡されるイベントは、次のとおりです。

- ユーザの正常な認証
- ユーザのログオフ

- 802.1X ポートで発生したリンクダウン
- 再認証の成功
- 再認証の失敗

ポートが許可ステートから無許可ステートに移行すると、RADIUS メッセージが RADIUS サーバに送信されます。

スイッチはアカウンティング情報を記録しないで、RADIUS サーバに送信します。RADIUS サーバは、アカウンティング メッセージを記録するように設定する必要があります。

802.1X の認証、許可、およびアカウンティング プロセスは、次のとおりです。

ステップ 1　ユーザがスイッチのポートに接続します。

ステップ 2　ユーザ名 / パスワード方式などを使用して、認証が実行されます。

ステップ 3　必要に応じて、RADIUS サーバ設定ごとに、VLAN 割り当てがイネーブルになります。

ステップ 4　スイッチがアカウンティング サーバに Start メッセージを送信します。

ステップ 5　必要に応じて、再認証が実行されます。

ステップ 6　スイッチが、再認証の結果に基づく内部アカウンティング アップデートをアカウンティング サーバに送信します。

ステップ 7　ユーザがポートから切断します。

ステップ 8　スイッチがアカウンティング サーバに Stop メッセージを送信します。

802.1X アカウンティングを設定するには、次の作業を実行する必要があります。

- RADIUS サーバの Network Configuration タブで、[Update/Watchdog packets from this AAA client] のロギングをイネーブルにします。
- RADIUS サーバの System Configuration タブで、[Logging>CVS RADIUS Accounting] をイネーブルにします。
- スイッチ上で 802.1X アカウンティングをイネーブルにします。
- **aaa system accounting** コマンドを使用して、AAA アカウンティングをイネーブルにします。「802.1X RADIUS アカウンティングのイネーブル化」（p.34-33）を参照してください。

802.1X アカウンティングとともに AAA システム アカウンティングをイネーブルにすると、システム リロード イベントをアカウンティング RADIUS サーバに送信して、記録できます。これにより、アカウンティング RADIUS サーバは、すべてのアクティブな 802.1X セッションが適切に終了すると推測します。

RADIUS は信頼性のないトランスポート プロトコルである UDP を使用するため、ネットワーク状態が悪い場合は、アカウンティング メッセージが失われることがあります。設定可能な回数だけアカウンティング要求を再送信しても、スイッチが RADIUS サーバからアカウンティング応答メッセージを受信しない場合は、次のシステム メッセージが表示されます。

```
Accounting message %s for session %s failed to receive Accounting Response.
```

Stop メッセージが正常に送信されない場合は、次のメッセージが表示されます。

```
00:09:55: %RADIUS-3-NOACCOUNTINGRESPONSE: Accounting message Start for session
172.20.50.145 sam 11/06/03 07:01:16 11000002 failed to receive Accounting Response.
```

アカウンティング応答メッセージを受信しない RADIUS メッセージ数を表示するには、**show radius statistics** コマンドを使用します。

音声 VLAN ポートを使用した 802.1X 認証の利用

(注)　スーパーバイザ エンジン 6-E は、この機能をサポート*しません*。

音声 VLAN ポートは、次の 2 つの VLAN 識別子で関連付けられる特殊なアクセス ポートです。

- IP Phone へ、または IP Phone から音声トラフィックを伝送するための Voice VLAN ID（VVID）。VVID は、ポートに接続された IP Phone を設定するのに使用します。
- IP Phone 経由でスイッチに接続されたワークステーションへ、またはワークステーションからデータ トラフィックを伝送する Port VLAN ID（PVID）。PVID はポートのネイティブ VLAN です。

音声 VLAN に設定する各ポートは、VVID および PVID に関連付けられています。この設定により、音声トラフィックとデータ トラフィックを異なる VLAN に分離できます。

ポートが AUTHORIZED か UNAUTHORIZED かにかかわらずリンクがある場合、音声 VLAN ポートはアクティブになります。音声 VLAN を介するすべてのトラフィックは正常に認識され、MAC アドレス テーブルに表示されます。Cisco IP Phone は他のデバイスから Cisco Discovery Protocol（CDP; シスコ検出プロトコル）メッセージをリレーしません。その結果、いくつかの Cisco IP Phone がシリーズで接続されている場合、スイッチは直接接続している IP Phone のみを認識します。802.1X が音声 VLAN ポートでイネーブルの場合、スイッチは複数のホップの認識されていない Cisco IP Phone からのパケットをドロップします。

802.1X がポートでイネーブルの場合、VVID と同じ PVID を設定できません。音声 VLAN については、第 33 章「音声インターフェイスの設定」を参照してください。

次の機能の相互作用に注意してください。

- 802.1X VLAN 割り当ては、音声 VLAN と同じ VLAN のポートに割り当てることができません。割り当てると 802.1X 認証が失敗します。
- 802.1X ゲスト VLAN は、802.1X 音声 VLAN ポート機能と連動します。ただし、同一 VLAN をゲスト VLAN と音声 VLAN には設定できません。
- 802.1X ポート セキュリティは 802.1X 音声 VLAN ポート機能と連動し、ポート単位で設定されます。2 つの MAC アドレスを設定する必要があります。1 つは VVID の Cisco IP Phone MAC アドレス、もう 1 つは PVID の PC MAC アドレスです。

  ただし、802.1 X ポート セキュリティのスティッキ MAC アドレス設定および 802.1X ポート セキュリティのスタティックに設定された MAC アドレス設定と一緒に、802.1X 音声 VLAN ポート機能を使用することはできません。
- 802.1X アカウンティングは、802.1X 音声 VLAN ポート機能による影響を受けません。
- 802.1X がポート上で設定されている場合、ハブを介して複数の IP Phone を Catalyst 4500 シリーズ スイッチに接続することはできません。
- 音声 VLAN は PVLAN のホスト ポートとして設定できず、PVLAN のホスト ポートに割り当てられるのは PVLAN だけであるため、VLAN 割り当てでは音声 VLAN が設定されたポートに PVLAN を割り当てることができません。

音声 VLAN に 802.1X を設定する方法については、「音声 VLAN に対する 802.1X 認証の設定」（p.34-43）を参照してください。

複数ドメイン認証の使用

（注）　スーパーバイザ エンジン 6-E は、この機能をサポート*しません*。

MDA は、データ デバイスと IP Phone（Cisco または Cisco 以外）などの音声デバイスの両方が、データ ドメインと音声ドメインに分割される同一スイッチ ポートで認証できるようにします。

MDA は、デバイス認証の順番を強制しません。ただし、最適な結果を得るには、MDA 対応ポートで、データ デバイスを認証する前に音声デバイスを認証する必要があります。

MDA の設定には、次の注意事項を参考にしてください。

- MDA に対してスイッチ ポートを設定するには、「複数ドメイン認証の設定」（p.34-29）を参照してください。
- ホスト モードがマルチドメインに設定されているときは、IP Phone の音声 VLAN を設定する必要があります。詳細については、第 33 章「音声インターフェイスの設定」を参照してください。

（注）　ダイナミック VLAN を使用して MDA 対応スイッチ ポートに音声 VLAN を割り当てると、音声デバイスは認証に失敗します。

- 音声デバイスを許可するには、AAA サーバが Cisco Attribute-Value（AV）ペア属性を `device-traffic-class=voice` にして送信するように設定する必要があります。この値がないと、スイッチは音声デバイスをデータ デバイスとして扱います。
- ゲスト VLAN および制限された VLAN 機能は、MDA 対応ポートのデータ デバイスにのみ適用されます。スイッチは、認証に失敗した音声デバイスをデータ デバイスとして扱います。
- 複数のデバイスが、ポートの音声ドメインまたはデータ ドメインのいずれかで認証を試行する場合、errdisable です。
- デバイスが認証されるまで、ポートはそのトラフィックをドロップします。Cisco 以外の IP 電話または音声デバイスは、データ VLAN と音声 VLAN の両方で許可されます。データ VLAN により、音声デバイスは DHCP サーバに接続し、IP アドレスを取得して音声 VLAN 情報を入手できます。音声デバイスが音声 VLAN での送信を開始したあと、データ VLAN へのアクセスはブロックされます。
- RADIUS サーバからのダイナミック VLAN 割り当ては、データ デバイスに対してのみ使用できます。

（注）　スーパーバイザ エンジン 6-E は、ダイナミック VLAN をサポート*しません*。

- MDA はフォールバック メカニズムとして MAC 認証バイパスを使用して、スイッチ ポートが 802.1X 認証をサポートしないデバイスに接続できるようにします。これは特に 802.1X サプリカントのないサードパーティ電話で役立ちます。詳細については、「MAC 認証バイパスを使用した 802.1X 認証の利用」（p.34-10）を参照してください。

- *データ*または*音声*デバイスがポート上で検出されると、その MAC アドレスは認証が正常に完了するまでブロックされます。認証が失敗した場合、MAC アドレスは 5 分間ブロックされたままになります。
- *データ* VLAN で 5 つ以上のデバイスが検出された場合、またはポートが許可されていないときに*音声* VLAN で複数の音声デバイスが検出された場合、そのポートは errdisable になります。
- ポートのホスト モードが単一モードからマルチドメイン モードに変更されると、許可されたデータ デバイスはポート上で許可されたままとなります。ただし、音声 VLAN のポートで許可されている Cisco IP Phone は自動的に削除されるので、そのポート上で再認証される必要があります。
- ゲスト VLAN および制限 VLAN などのアクティブ フォールバック メカニズムは、ポートが単一またはマルチホスト モードからマルチドメイン モードに変更されたあとも設定済みのままになります。
- ポートのホスト モードをマルチドメイン モードから単一またはマルチホスト モードに切り替えると、許可されたすべてのデバイスがポートから削除されます。
- データ ドメインが最初に許可され、ゲスト VLAN に設定された場合、非 802.1X 対応音声デバイスは音声 VLAN のパケットにタグを付け、認証をトリガーする必要があります。
- MDA 対応ポートを使用したユーザ単位の ACL は推奨しません。ユーザ単位 ACL ポリシーを持つ許可されたデバイスは、ポートの音声 VLAN およびデータ VLAN の両方のトラフィックに影響を与えることがあります。使用する場合、ポート上の 1 つのデバイスだけが、ユーザ単位 ACL を強制する必要があります。

サポート対象トポロジ

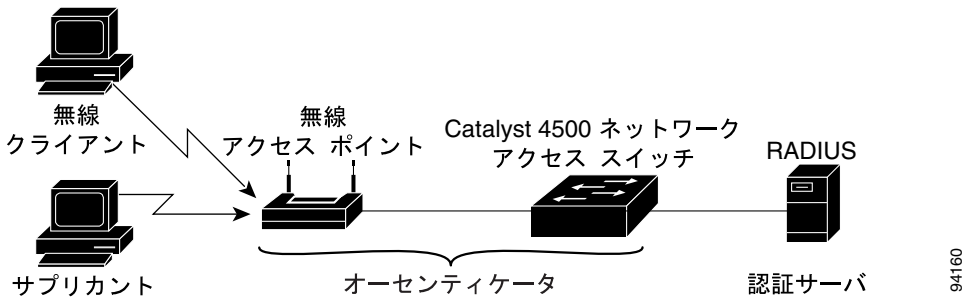
802.1X ポートベースの認証は、次の 2 つのトポロジをサポートします。

- ポイントツーポイント
- 無線 LAN

ポイントツーポイント構成（図 34-1 を参照）では、マルチホスト モードがイネーブルでない場合（デフォルト）、802.1X 対応スイッチ ポートに接続できるクライアントは 1 台だけです。スイッチは、ポートのリンク ステートがアップ ステートに変化すると、クライアントを検出します。クライアントが脱退するか、別のクライアントに交換されると、スイッチはポートのリンク ステートをダウンに変更し、ポートは無許可ステートに戻ります。

ワイヤレス LAN の 802.1X ポートベース認証（図 34-7）では、クライアントが認証されるとすぐにワイヤレス アクセス ポイントとして認証される 802.1X ポートを複数ホスト ポートとして設定します（「802.1X 設定をデフォルト値にリセットする方法」[p.34-51] を参照）。ポートが許可されると、ポートに間接的に接続されたホストを除くすべてのホストに対して、ネットワーク アクセスが許可されます。ポートが無許可になると（再認証が失敗するか、EAPOL-Logoff メッセージを受信すると）、スイッチは、無線アクセス ポイントに接続されたすべてのクライアントに対してネットワーク アクセスを拒否します。このトポロジでは、無線アクセス ポイントは、接続しているクライアントを認証する役割があり、スイッチに対してクライアントとして機能します。

図 34-7　無線 LAN の例



802.1X の設定

802.1X を設定する手順は次のとおりです。

ステップ 1　802.1X 認証をイネーブルにします「802.1X 認証のイネーブル化」（p.34-25）を参照してください。

ステップ 2　スイッチ /RADIUS サーバ通信を設定します。「スイッチ /RADIUS サーバ通信の設定」（p.34-27）を参照してください。

ステップ 3　802.1X タイマー値を調整します。「待機時間の変更」（p.34-46）を参照してください。

ステップ 4　任意の機能を設定します。「RADIUS によるセッション タイムアウトの設定」（p.34-32）を参照してください。

ここでは、802.1X を設定する方法について説明します。

- 802.1X のデフォルト設定（p.34-24）
- 802.1X 設定時の注意事項（p.34-24）
- 802.1X 認証のイネーブル化（p.34-25）（必須）
- スイッチ /RADIUS サーバ通信の設定（p.34-27）（必須）
- 複数ドメイン認証の設定（p.34-29）
- RADIUS によるセッション タイムアウトの設定（p.34-32）（任意）
- 802.1X RADIUS アカウンティングのイネーブル化（p.34-33）（任意）
- ゲスト VLAN を使用した 802.1X 認証の設定（p.34-34）（任意）
- MAC 認証バイパスを使用した 802.1X 認証の設定（p.34-36）（任意）
- アクセス不能認証バイパスを使用した 802.1X 認証の設定（p.34-38）（任意）
- 単方向制御ポートを使用した 802.1X 認証の設定（p.34-41）（任意）
- 認証失敗 VLAN 割り当てを使用した 802.1X 認証の設定（p.34-42）（任意）
- 音声 VLAN に対する 802.1X 認証の設定（p.34-43）（任意）
- 定期的再認証のイネーブル化（p.34-44）（任意）
- 複数ホストのイネーブル化（p.34-45）（任意）
- 待機時間の変更（p.34-46）（任意）
- スイッチ / クライアント間の再送信時間の変更（p.34-47）（任意）
- スイッチ / クライアント間のフレーム再送信回数の設定（p.34-48）（任意）
- 手動によるポート接続クライアントの再認証（p.34-50）（任意）
- 802.1X 認証ステートの初期化（p.34-50）
- 802.1X クライアント情報の削除（p.34-50）
- 802.1X 設定をデフォルト値にリセットする方法（p.34-51）（任意）

802.1X のデフォルト設定

表 34-1 に、802.1X のデフォルト設定を示します。

表 34-1　802.1X のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
AAA	ディセーブル
RADIUS サーバ • IP アドレス • UDP 認証ポート • キー	 • 指定なし • 1812 • 指定なし
インターフェイス単位の 802.1X プロトコル イネーブル ステート	強制認証 ポートは、クライアントの 802.1X ベース認証なしで通常のトラフィックを送受信します。
定期的再認証	ディセーブル
再認証の試行間隔	3600 秒
待機時間	60 秒 クライアントとの認証交換が失敗したあと、スイッチが待機ステートにある秒数です。
再送信時間	30 秒 要求を再送信するまでに、スイッチがクライアントからの EAP-Request/Identity フレームに対する応答を待機する秒数です。
最大再送信回数	2 認証プロセスを再開するまでにスイッチが EAP-Request/Identity フレームを送信する回数です。
複数ホストのサポート	ディセーブル
クライアントのタイムアウト時間	30 秒 認証サーバからの要求をクライアントにリレーするとき、クライアントに要求を再送信するまでにスイッチが応答を待機する時間です。
認証サーバのタイムアウト時間	30 秒 クライアントの応答を認証サーバにリレーするとき、サーバに応答を再送信するまでにスイッチが応答を待機する時間です。この値は設定不可能です。

802.1X 設定時の注意事項

802.1X 認証を設定する場合の注意事項は次のとおりです。

- 802.1X プロトコルは、レイヤ 2 スタティック アクセス、プライベート LAN ホスト ポート、およびレイヤ 3 ルーテッド ポートでのみサポートされます。その他のポート モードには 802.1X を設定できません。
- 802.1X アカウンティングまたは VLAN 割り当てのどちらかを使用する場合は、両方の機能で一般的な AAA コマンドが利用されることに留意してください。AAA の設定については、「802.1X 認証のイネーブル化」（p.34-25）を参照してください。または、Cisco IOS セキュリティに関する次のマニュアルを参照してください。
  - http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios123/123cgcr/fsecur_c/index.htm
  - http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios123/123cgcr/fsecur_r/index.htm

802.1X 認証のイネーブル化

802.1X ポート ベース認証をイネーブルにするには、まずスイッチ上で 802.1X をグローバルにイネーブルにしてから、AAA をイネーブルにし、認証方式リストを指定する必要があります。方式リストは、ユーザ認証のためクエリー送信を行う手順と認証方式を記述したものです。

ソフトウェアは、方式リスト内の最初の方式を使用してユーザを認証します。その方式で応答が得られなかった場合、ソフトウェアはそのリスト内の次の認証方式を選択します。このプロセスは、リスト内の認証方式による通信が成功するか、定義された方式を使い果たすまで続きます。このサイクルのどこかのポイントで認証が失敗すると、認証プロセスは停止し、他の認証方式は試行されません。

（注） VLAN 割り当てを可能にするには、AAA 許可をイネーブルにして、ネットワーク関連のすべてのサービス要求に対応するようにスイッチを設定する必要があります。

802.1X ポートベース認証を設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# dot1x system-auth-control`	スイッチ上で 802.1X をイネーブルにします。 スイッチ上で 802.1X をグローバルにディセーブルにするには、**no dot1x system-auth-control** コマンドを使用します。
ステップ 3	`Switch(config)# aaa new-model`	AAA をイネーブルにします。 AAA をディセーブルにするには、**no aaa new-model** コマンドを使用します。
ステップ 4	`Switch(config)# aaa authentication dot1x {default} method1 [method2...]`	802.1X AAA 認証方式リストを作成します。 **authentication** コマンドに名前付きリストが指定されない場合に使用されるデフォルトのリストを作成するには、**default** キーワードの後ろにデフォルトの状況で使用する方式を指定します。デフォルトの方式リストは、自動的にすべてのインターフェイスに適用されます。 次のキーワードを少なくとも 1 つ入力します。 • **group radius** ― すべての RADIUS サーバのリストを認証に使用します。 • **none** ― 認証を使用しません。クライアントは、クライアントが提供する情報を使用しないで、スイッチによって自動的に認証されます。 802.1X AAA 認証をディセーブルにするには、**no aaa authentication dot1x** {**default** | *list-name*} *method1* [*method2...*] グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。
ステップ 5	`Switch(config)# aaa authorization network {default} group radius`	（任意）ネットワーク関連のすべてのサービス要求（VLAN 割り当てなど）に対するユーザ RADIUS 許可を、スイッチに設定します。

	コマンド	目的
ステップ 6	`Switch(config)# interface interface-id`	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始し、802.1X 認証をイネーブルにするインターフェイスを指定します。
ステップ 7	`Switch(config-if)# switchport mode access`	非トランキング、タグなし単一 VLAN レイヤ 2 インターフェイスを指定します。
ステップ 8	`Switch(config-if)# dot1x pae authenticator`	ポート上でデフォルト設定の 802.1X 認証をイネーブルにします。 「802.1X のデフォルト設定」（p.34-24）を参照してください。
ステップ 9	`Switch(config-if)# dot1x port-control auto`	インターフェイス上で、802.1X 認証をイネーブルにします。
ステップ 10	`Switch(config-if)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 11	`Switch # show dot1x interface interface-id details`	入力を確認します。 この出力の 802.1X ポート サマリー セクションの PortControl 行を調べます。PortControl 値は **auto** に設定されています。
ステップ 12	`Switch# show running-config`	入力を確認します。
ステップ 13	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

（注） スパニング ツリー PortFast をイネーブルにすると、許可直後にポートが必ずアップになります。

（注） ポートに任意の 802.1X パラメータを設定すると、ポート上に 802.1X 認証が自動的に作成されます。結果的に、設定に **dot1x pae authenticator** が表示されます。手動での操作を行わずに、802.1X 認証をレガシー コンフィギュレーション上でそのまま実行することができます。これは、今後のリリースで変更される可能性があります。

次に、ポート FastEthernet 2/1 で 802.1X と AAA をイネーブルにし、設定を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# dot1x system-auth-control
Switch(config)# aaa new-model
Switch(config)# aaa authentication dot1x default group radius
Switch(config)# interface fastethernet2/1
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# dot1x pae authenticator
Switch(config-if)# dot1x port-control auto
Switch(config-if)# end
Switch# show dot1x interface f7/1 details

Dot1x Info for FastEthernet7/1
-----------------------------------
PAE                         = AUTHENTICATOR
PortControl                 = AUTO
ControlDirection            = Both
HostMode                    = SINGLE_HOST
ReAuthentication            = Disabled
QuietPeriod                 = 60
ServerTimeout               = 30
SuppTimeout                 = 30
ReAuthPeriod                = 3600 (Locally configured)
ReAuthMax                   = 2
MaxReq                      = 2
TxPeriod                    = 30
RateLimitPeriod             = 0

Dot1x Authenticator Client List
-------------------------------
Supplicant                  = 1000.0000.2e00
        Auth SM State       = AUTHENTICATED
        Auth BEND SM Stat   = IDLE
Port Status                 = AUTHORIZED

Authentication Method       = Dot1x
Authorized By               = Authentication Server
Vlan Policy                 = N/A
```

スイッチ /RADIUS サーバ通信の設定

RADIUS セキュリティ サーバは、ホスト名または IP アドレス、ホスト名と各 UDP ポート番号、あるいは IP アドレスと各 UDP ポート番号で識別します。IP アドレスと UDP ポート番号の組み合わせにより、一意の識別子が作成され、これにより、RADIUS 要求を同一 IP アドレスのサーバ上にある複数の UDP ポートに送信できます。同じ RADIUS サーバ上の 2 つの異なるホスト エントリが同じサービス（認証など）に対して設定されている場合、2 番めに設定されたホスト エントリは、最初のエントリのフェールオーバー時のバックアップとして機能します。RADIUS のホストエントリは、設定された順序で試行されます。

スイッチ上で RADIUS サーバ パラメータを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# radius-server host {hostname | ip-address} auth-port port-number [acct-port port-number] [test username name] [ignore-auth-port] [ignore-acct-port] [idle-time min] key string`	スイッチ上に RADIUS サーバ パラメータを設定します。 *hostname* | *ip-address* には、リモート RADIUS サーバのホスト名または IP アドレスを指定します。 指定された RADIUS サーバを削除するには、**no radius-server host** {*hostname* | *ip-address*} グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。 **auth-port** *port-number* には、認証要求のための UDP 宛先ポートを指定します。デフォルトは 1812 です。 **acct-port** *port-number* には、アカウンティング要求の UDP 宛先ポートを指定します。デフォルトは 1813 です。 RADIUS サーバの自動テストをイネーブルにし、RADIUS サーバのアップとダウンを検出するには、**test username** *name* を使用します。**name** パラメータはテスト アクセス要求で使用するユーザ名で、RADIUS サーバに送信されます。サーバに設定されている有効なユーザである必要はありません。 **ignore-auth-port** オプションと **ignore-acct-port** オプションを使用すると、認証ポートとアカウンティング ポートのテストをそれぞれディセーブルにします。 **idle-time** *min* パラメータには、アイドル状態の RADIUS サーバがまだアップであることを確認するまでの時間を分単位で指定します。デフォルトは 60 分です。 **key** *string* には、スイッチと RADIUS サーバ上で稼働する RADIUS デーモンとの間で使用する認証および暗号化キーを指定します。キーは、RADIUS サーバ上で使用する暗号化キーと一致する必要のある文字列です。 **(注)** キーの先行スペースは無視されますが、キーの内部および終わりのスペースは有効であるため、キーは必ず **radius-server host** コマンド構文の最後の項目として設定してください。キーにスペースを使用する場合は、キーの一部として引用符を使用する場合を除いて、キーを引用符で囲まないでください。このキーは、RADIUS デーモン上で使用する暗号と一致する必要があります。 RADIUS サーバを複数使用する場合は、このコマンドを繰り返し使用してください。
ステップ 3	`Switch(config-if)# radius deadtime min`	（任意）ダウンしていた RADIUS サーバがアップしたかどうかをテストするまでの時間を分単位で指定します。デフォルトは 1 分です。

	コマンド	目的
ステップ 4	`Switch(config-if)# radius dead-criteria time seconds tries num`	（任意）RADIUS サーバがダウンしているかどうかを判断する基準を設定します。**time** パラメータには、サーバへの要求に応答がなくなってからサーバがダウンと判断されるまでの時間を秒単位で指定します。**tries** パラメータには、サーバがダウンと判断されるまでにサーバへの要求に応答がない回数を指定します。 これらのパラメータの推奨値は、**radius-server retransmit** に等しい **tries** および **radius-server retransmit** x **radius-server timeout** に等しい **time** です。
ステップ 5	`Switch(config-if)# ip radius source-interface m/p`	すべての発信 RADIUS パケットの送信元アドレスとして使用する IP アドレスを確立します。
ステップ 6	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	`Switch# show running-config`	入力を確認します。
ステップ 8	`Switch# copy running-config startup-config`	(任意)コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、IP アドレスが 172.120.39.46 であるサーバを RADIUS サーバとして指定する例を示します。最初のコマンドはポート 1612 を認証ポートとして指定し、暗号化キーを rad123 に設定します。

2 番めのコマンドは、RADIUS サーバ上でキーを照合するように指定します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# radius-server host 172.120.39.46 auth-port 1612 key rad123
Switch(config)# ip radius source-interface m/p
Switch(config)# end
Switch#
```

radius-server host グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用すると、すべての RADIUS サーバに対してタイムアウト、再送信、および暗号化キーの値をグローバルに設定できます。サーバ単位でこれらのオプションを設定する場合は、**radius-server timeout**、**radius-server retransmit**、および **radius-server key** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。

さらに、RADIUS サーバでいくつかの設定を行う必要があります。この設定には、スイッチの IP アドレス、およびサーバとスイッチで共用するキー文字列などがあります。

複数ドメイン認証の設定

MDA を設定するには、次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# radius-server vsa send authentication`	ネットワーク アクセス サーバが、ベンダー固有の属性（VSA）を認識して使用するように設定します。
ステップ 3	`Switch(config)# interface interface-id`	複数ホストが間接的に接続されているポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始します。

	コマンド	目的
ステップ 4	`Switch(config-if)# [no] dot1x host-mode {single-host | multi-host | multi-domain}`	キーワードの意味は次のとおりです。 • **single-host** ― IEEE 802.1X 許可ポートの単一ホスト（クライアント）を許可します。 • **multi-host** ― 単一ホストの認証後に 802.1X 許可ポートの複数ホストを許可します。 • **multi-domain** ― ホストおよび IP Phone（Cisco または Cisco 以外）などの音声デバイスの両方が、IEEE 802.1X 許可ポートで認証されるようにします。 **（注）** ホスト　モードが**マルチドメイン**に設定されているときは、IP Phone の音声 VLAN を設定する必要があります。詳細については、第 33 章「音声インターフェイスの設定」を参照してください。 指定されたインターフェイスについて、**dot1x port-control** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドが **auto** に設定されていることを確認します。 ポート上の複数のホストをディセーブルにするには、**no dot1x multiple-hosts** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用します。
ステップ 5	`Switch(config-if)# switchport voice vlan` *vlan-id*	（任意）音声 VLAN を設定します。
ステップ 6	`Switch(config-if)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	`Switch# show dot1x interface` *interface-id* `[detail]`	入力を確認します。
ステップ 8	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、802.1X 認証をイネーブルにし、複数ホストを許可する例を示します。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet2/1
Switch(config-if)# dot1x port-control auto
Switch(config-if)# dot1x host-mode multi-host
Switch(config-if)# end
```

次に、MDA をイネーブルにし、ポート上でホストと 802.1X 音声デバイス（802.1X サプリカントを持つ Cisco またはサードパーティ電話など）の両方を許可する例を示します。

```
Switch# conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface FastEthernet3/1
Switch(config-if)# shut
Switch(config-if)# switchport access vlan 12
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# switchport voice vlan 10
Switch(config-if)# dot1x pae authenticator
Switch(config-if)# dot1x port-control auto
Switch(config-if)# dot1x host-mode multi-domain
Switch(config-if)# no shut
Switch(config-if)# end
```

次に、MDA をイネーブルにし、ポート上でホストと 802.1X 以外の音声デバイスを許可する例を示します。

```
Switch# conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface FastEthernet3/1
Switch(config-if)# shut
Switch(config-if)# switchport access vlan 12
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# switchport voice vlan 10
Switch(config-if)# dot1x pae authenticator
Switch(config-if)# dot1x port-control auto
Switch(config-if)# dot1x host-mode multi-domain
Switch(config-if)# dot1x mac-auth-bypass
Switch(config-if)# no shut
Switch(config-if)# end
```

次に、インターフェイス FastEthernet6/1 での dot1x MDA 設定を確認する例を示します。

```
Switch# show dot1x interface FastEthernet3/1 detail

Dot1x Info for FastEthernet3/1
-----------------------------------
PAE                       = AUTHENTICATOR
PortControl               = AUTO
ControlDirection          = Both
HostMode                  = MULTI_DOMAIN
ReAuthentication          = Disabled
QuietPeriod               = 60
ServerTimeout             = 30
SuppTimeout               = 30
ReAuthPeriod              = 3600 (Locally configured)
ReAuthMax                 = 2
MaxReq                    = 2
TxPeriod                  = 30
RateLimitPeriod           = 0

Dot1x Authenticator Client List
-------------------------------
Domain                    = DATA
Supplicant                = 0000.0000.ab01
        Auth SM State     = AUTHENTICATED
        Auth BEND SM Stat = IDLE
Port Status               = AUTHORIZED
Authentication Method     = Dot1x
Authorized By             = Authentication Server
Vlan Policy               = 12

Domain                    = VOICE
Supplicant                = 0060.b057.4687
        Auth SM State     = AUTHENTICATED
        Auth BEND SM Stat = IDLE
Port Status               = AUTHORIZED
Authentication Method     = Dot1x
Authorized By             = Authentication Server

Switch#
```

RADIUS によるセッション タイムアウトの設定

Catalyst 4500 シリーズ スイッチでは、RADIUS による再認証タイムアウトを使用するように設定できます。

RADIUS によるタイムアウトを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface` *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# switchport mode access`	非トランキング、タグなし単一 VLAN レイヤ 2 インターフェイスを指定します。
ステップ 4	`Switch(config-if)# dot1x pae authenticator`	ポート上でデフォルト設定の 802.1X 認証をイネーブルにします。 「802.1X のデフォルト設定」（p.34-24）を参照してください。
ステップ 5	`Switch(config-if)# dot1x timeout reauth-period` {*interface* | `server`}	再認証時間（秒）を設定します。
ステップ 6	`Switch(config-if)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	`Switch# show dot1x interface` *interface-id* `details`	入力を確認します。
ステップ 8	`Switch # copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、スイッチがサーバから再認証時間を取得するように設定し、設定を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface f7/1
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# dot1x pae authenticator
Switch(config-if)# dot1x timeout reauth-period server
Switch(config-if)# end
Switch# show dot1x interface f7/1 det

Dot1x Info for FastEthernet7/11
-----------------------------------
PAE                       = AUTHENTICATOR
PortControl               = FORCE_AUTHORIZED
ControlDirection          = Both
HostMode                  = SINGLE_HOST
ReAuthentication          = Disabled
QuietPeriod               = 60
ServerTimeout             = 30
SuppTimeout               = 30
ReAuthPeriod              = (From Authentication Server)
ReAuthMax                 = 2
MaxReq                    = 2
TxPeriod                  = 30
RateLimitPeriod           = 0

Dot1x Authenticator Client List Empty

Port Status               = AUTHORIZED

Switch#
```

802.1X RADIUS アカウンティングのイネーブル化

（注） スーパーバイザ エンジン 6-E は、この機能をサポート*しません*。

802.1X アカウンティングを設定するには、次の作業を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# aaa accounting dot1x default start-stop group radius`	全 RADIUS サーバのリストを使用して、802.1X アカウンティングをイネーブルにします。
ステップ 3	`Switch(config)# clock timezone PST -8`	アカウンティングのイベントタイム スタンプ フィールドで使用するタイム ゾーンを設定します。
ステップ 4	`Switch(config)# clock calendar-valid`	アカウンティングのイベントタイム スタンプ フィールドの日付をイネーブルにします。
ステップ 5	`Switch(config)# aaa accounting system default start-stop group radius`	（任意）システム アカウンティングをイネーブルにして（全 RADIUS サーバのリストを使用）、スイッチのリロード時にシステム アカウンティング リロード イベント メッセージを生成します。
ステップ 6	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	`Switch# show running-config`	入力を確認します。
ステップ 8	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、IP アドレスが 172.120.39.46 であるサーバを RADIUS サーバとして指定する例を示します。最初のコマンドは RADIUS サーバを設定し、ポート 1612 を認証ポートに、1813 をアカウンティング用の UDP ポートに、rad123 を暗号キーに指定します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# radius-server host 172.120.39.46 auth-port 1812 acct-port 1813 key
rad123
Switch(config)# aaa accounting dot1x default start-stop group radius
Switch(config)# aaa accounting system default start-stop group radius
Switch(config)# end
Switch#
```

（注） ロギングの開始、停止、および暫定更新メッセージとタイムスタンプなどのアカウンティング動作を実行するように、RADIUS サーバを設定する必要があります。これらの機能を有効にするには、RADIUS サーバの Network Configuration タブで、[Update/Watchdog packets from this AAA client] のロギングをイネーブルにします。次に、RADIUS サーバの System Configuration タブで、[CVS RADIUS Accounting] をイネーブルにします。

ゲスト VLAN を使用した 802.1X 認証の設定

（注） スーパーバイザ エンジン 6-E は、この機能をサポート*しません*。

Catalyst 4500 シリーズ スイッチの各 802.1X ポートにゲスト VLAN を設定して、クライアントに限定されたサービス（802.1X クライアントのダウンロードなど）を提供できます。これらのクライアントは 802.1X 認証用にシステムをアップグレードできる場合もありますが、一部のホストには（Windows 98 システムなど）802.1X 対応でないものもあります。

802.1X ポート上でゲスト VLAN をイネーブルにすると、（1）認証サーバが EAPOL request/identity フレームに対する応答を受信しない場合、または（2）EAPOL パケットがクライアントにより送信されない場合、Catalyst 4500 シリーズ スイッチはクライアントをゲスト VLAN に割り当てます。

Cisco IOS Release 12.2(25)EWA 以降では、Catalyst 4500 シリーズ スイッチでは EAPOL パケット履歴が保持されます。リンクの存続期間中に他の EAPOL パケットがインターフェイス上で検出された場合、ネットワーク アクセスは拒否されます。EAPOL 履歴は、リンクの消失時にリセットされます。

スイッチ ポートがゲスト VLAN に移されると、許可される 802.1X 非対応クライアントの許容数に制限がなくなります。802.1X 対応クライアントが、ゲスト VLAN が設定されたのと同じポートに参加する場合、ポートはユーザ設定のアクセス VLAN 内で無許可ステートになり、認証が再開されます。

ゲスト VLAN は、シングルホスト モードまたはマルチホスト モードの 802.1X ポートでサポートされます。

（注） ポートがゲスト VLAN に追加されると、自動的にマルチホスト モードになり、このポートを介してポートを無制限に接続できるようになります。マルチホスト設定を変更しても、ゲスト VLAN 内のポートには影響しません。

（注） RSPAN VLAN または音声 VLAN 以外の任意のアクティブな VLAN を、802.1X ゲスト VLAN として設定できます。

ポート上のゲスト VLAN に 802.1X を設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface` *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、802.1X 認証をイネーブルにするインターフェイスを指定します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# switchport mode access` または `Switch(config-if)# switchport mode private-vlan host`	非トランキング、タグなし単一 VLAN レイヤ 2 インターフェイスを指定します。 有効な PVLAN トランクの関連付けを持つポートが、アクティブ ホストの PVLAN トランク ポートになることを指定します。

	コマンド	目的
ステップ 4	`Switch(config-if)# dot1x pae authenticator`	ポート上でデフォルト設定の 802.1X 認証をイネーブルにします。 「802.1X のデフォルト設定」（p.34-24）を参照してください。
ステップ 5	`Switch(config-if)# dot1x guest-vlan vlan-id`	特定のインターフェイス上でゲスト VLAN をイネーブルにします。 特定のポートでゲスト VLAN 機能をディセーブルにするには、**no dot1x guest-vlan** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。
ステップ 6	`Switch(config-if)# dot1x port-control auto`	インターフェイス上で、802.1X 認証をイネーブルにします。
ステップ 7	`Switch(config-if)# end`	コンフィギュレーションモードに戻ります。
ステップ 8	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。

次に、FastEthernet 4/3 上の通常の VLAN 50 をスタティックなアクセス ポート上のゲスト VLAN としてイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface fa4/3
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# dot1x pae authenticator
Switch(config-if)# dot1x guest-vlan 50
Switch(config-if)# dot1x port-control auto
Switch(config-if)# end
Switch#
```

次に、セカンダリ PVLAN 100 を PVLAN ホスト ポート上のゲスト VLAN としてイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface fa4/3
Switch(config-if)# switchport mode private-vlan host
Switch(config-if)# dot1x port-control auto
Switch(config-if)# dot1x guest-vlan 100
Switch(config-if)# end
Switch#
```

サプリカントがスイッチ上のゲスト VLAN で許容されるようにするには、次の作業を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch# dot1x guest-vlan supplicant`	（任意）サプリカントがスイッチ上のゲスト VLAN にグローバルに許容されるようにします。 **（注）** Cisco IOS Release 12.3(31)SG の CLI では表示されませんが、**dot1x guest-vlan supplicant** コマンドを含むレガシー コンフィギュレーションは現在も動作します。ただし、認証失敗 VLAN オプションによってこのコマンドの必要性がなくなったため、推奨しません。 スイッチ上でサプリカント ゲスト VLAN 機能をディセーブルにするには、**no dot1x guest-vlan supplicant** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。

	コマンド	目的
ステップ 3	`Switch(config)# interface interface-id`	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始し、802.1X 認証をイネーブルにするインターフェイスを指定します。
ステップ 4	`Switch(config-if)# switchport mode access` または `Switch(config-if)# switchport mode private-vlan host`	非トランキング、タグなし単一 VLAN レイヤ 2 インターフェイスを指定します。 有効な PVLAN トランクの関連付けを持つポートが、アクティブ ホストの PVLAN トランク ポートになることを指定します。
ステップ 5	`Switch(config-if)# dot1x pae authenticator`	ポート上でデフォルト設定の 802.1X 認証をイネーブルにします。 「802.1X のデフォルト設定」（p.34-24）を参照してください。
ステップ 6	`Switch(config-if)# dot1x guest-vlan vlan-id`	アクティブ VLAN を 802.1X ゲスト VLAN として指定します。有効範囲は 1 ～ 4094 です。
ステップ 7	`Switch(config-if)# dot1x port-control auto`	インターフェイス上で、802.1X 認証をイネーブルにします。
ステップ 8	`Switch(config-if)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 9	`Switch# show dot1x interface interface-id`	入力を確認します。
ステップ 10	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、ゲスト VLAN 機能をイネーブルにし、ゲスト VLAN として VLAN 5 を指定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# dot1x guest-vlan supplicant
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# dot1x pae authenticator
Switch(config-if)# dot1x guest-vlan 5
Switch(config-if)# dot1x port-control auto
Switch(config-if)# end
Switch#
```

MAC 認証バイパスを使用した 802.1X 認証の設定

（注） スーパーバイザ エンジン 6-E は、この機能をサポート*しません*。

MAB をイネーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface interface-id`	設定するポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# switchport mode access` または `Switch(config-if)# switchport mode private-vlan host`	非トランキング、タグなし単一 VLAN レイヤ 2 インターフェイスを指定します。 有効な PVLAN トランクの関連付けを持つポートが、アクティブ ホストの PVLAN トランク ポートになることを指定します。

	コマンド	目的
ステップ 4	`Switch(config-if)# dot1x pae authenticator`	ポート上でデフォルト設定の 802.1X 認証をイネーブルにします。 「802.1X のデフォルト設定」（p.34-24）を参照してください。
ステップ 5	`Switch(config-if)# dot1x port-control auto`	インターフェイス上で、802.1X 認証をイネーブルにします。
ステップ 6	`Switch(config-if)# dot1x mac-auth-bypass [eap]`	スイッチの MAB をイネーブルにします。
ステップ 7	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 8	`Switch# show dot1x interface` *`interface-id`* `details`	（任意）入力を確認します。
ステップ 9	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

（注） ポートの 802.1X MAB 設定を削除しても、ポートの許可ステートおよび認証ステートには影響がありません。ポートが無許可ステートであれば、そのステートのまま残ります。MAB のためにポートが認証ステートであれば、スイッチは 802.1X オーセンティケータに戻ります。MAC アドレスによりポートがすでに許可されている場合に、MAB 設定が削除されると、再認証されるまでポートは許可ステートのままになります。そのとき 802.1X サプリカントがライン上で検出されれば、MAC アドレスは削除されます。

次に、インターフェイス GigabitEthernet 3/3 で MAB をイネーブルにし、設定を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface gigabitethernet3/3
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# dot1x pae authenticator
Switch(config-if)# dot1x port-control auto
Switch(config-if)# dot1x mac-auth-bypass
Switch(config-if)# end
Switch# show dot1x int g3/3 details
Dot1x Info for GigabitEthernet3/3
----------------------------------
PAE                         = AUTHENTICATOR
PortControl                 = AUTO
ControlDirection            = Both
HostMode                    = SINGLE_HOST
ReAuthentication            = Disabled
QuietPeriod                 = 60
ServerTimeout               = 30
SuppTimeout                 = 30
ReAuthPeriod                = 3600 (Locally configured)
ReAuthMax                   = 2
MaxReq                      = 2
TxPeriod                    = 1
RateLimitPeriod             = 0
Mac-Auth-Bypass             = Enabled

Dot1x Authenticator Client List
-------------------------------
Supplicant                  = 0000.0000.0001
 Auth SM State     = AUTHENTICATED
 Auth BEND SM Stat = IDLE
Port Status                 = AUTHORIZED
Authentication Method       = MAB
Authorized By               = Authentication Server
Vlan Policy                 = N/A

Switch#
```

アクセス不能認証バイパスを使用した 802.1X 認証の設定

（注） スーパーバイザ エンジン 6-E は、この機能をサポート*しません*。

注意 アクセス不能認証バイパスを正しく機能させるには、スイッチ /RADIUS サーバ通信の設定（p.34-27）で説明されているようにスイッチを設定して RADIUS サーバのステートをモニタする必要があります。特に、RADIUS テスト ユーザ名、アイドル時間、ダウン時間、およびダウン基準を設定する必要があります。設定しない場合、スイッチは RADIUS サーバがダウンしても検出できなかったり、動作しない RADIUS サーバを動作していると早まってマーキングしてしまったりします。

ポートをクリティカル ポートとして設定し、アクセス不能認証バイパス機能をイネーブルにするには、次の作業を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# dot1x critical eapol`	（任意）EAP 交換を通じてポートが部分的にクリティカル許可されているとき EAPOL-Success パケットを送信するかどうかを設定します。 **（注）** 一部のサプリカントでは必須です。 デフォルトでは、ポートがクリティカル許可されている場合は EAPOL-Success パケットは送信しません。
ステップ 3	`Switch(config)# dot1x critical recovery delay` *msec*	（任意）RADIUS サーバが使用可能になったとき、クリティカル許可されたポートの再初期化スロットル レートを指定します。デフォルトのスロットル レートは 100 ミリ秒です。これは、1 秒 に 10 ポートが再初期化されることを表します。
ステップ 4	`Switch(config)# interface` *interface-id*	設定するポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 5	`Switch(config-if)# switchport mode access` または `Switch(config-if)# switchport mode private-vlan host`	非トランキング、タグなし単一 VLAN レイヤ 2 インターフェイスを指定します。 有効な PVLAN トランクの関連付けを持つポートが、アクティブ ホストの PVLAN トランク ポートになることを指定します。
ステップ 6	`Switch(config-if)# dot1x pae authenticator`	ポート上でデフォルト設定の 802.1X 認証をイネーブルにします。 「802.1X のデフォルト設定」（p.34-24）を参照してください。
ステップ 7	`Switch(config-if)# dot1x port-control auto`	インターフェイス上で、802.1X 認証をイネーブルにします。
ステップ 8	`Switch(config-if)# dot1x critical`	ポートのアクセス不能認証バイパス機能をイネーブルにします。 この機能をディセーブルにするには、**no dot1x critical** コンフィギュレーションコマンドを使用します。
ステップ 9	`Switch(config-if)# dot1x critical vlan` *vlan*	（任意）ポートがクリティカル許可されている場合に割り当てられる VLAN を指定します。 **（注）** スーパーバイザ エンジン 6-E は、この機能をサポートしません。 デフォルトでは、ポートで設定された VLAN を使用します。
ステップ 10	`Switch(config-if)# dot1x critical recovery action reinitialize`	（任意）ポートがクリティカル許可されており RADIUS が使用可能であれば、ポートを再初期化することを指定します。 デフォルトでは、ポートを再初期化しません。
ステップ 11	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 12	`Switch# show dot1x interface` *interface-id* `details`	（任意）入力を確認します。
ステップ 13	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、アクセス不能認証バイパスを使用した 802.1X 認証の完全な設定例を示します。これには、「802.1X 認証のイネーブル化」（p.34-25）および「スイッチ /RADIUS サーバ通信の設定」（p.34-27）で指定した必須 の AAA および RADIUS 設定が含まれます。

設定された RADIUS サーバの IP アドレスは 10.1.2.3 で、認証にはポート 1812 を、アカウンティングには 1813 を使用します。RADIUS 秘密キーは *mykey* です。テスト サーバ プローブに使用するユーザ名は *randomuser* です。アップとダウンの両方のサーバに対するテスト プローブは 1 分間に 1 回生成されます。インターフェイス FastEthernet 3/1 は、AAA の応答がなくなると VLAN でクリティカル認証され、AAA が再び使用可能になると自動的に再初期化するように設定されます。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# aaa new-model
Switch(config)# aaa authentication dot1x default group radius
Switch(config)# dot1x system-auth-control
Switch(config)# radius-server host 10.1.2.3 auth-port 1812 acct-port 1813 test
username randomuser idle-time 1 key mykey
Switch(config)# radius deadtime 1
Switch(config)# radius dead-criteria time 15 tries 3
Switch(config)# interface f3/1
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# dot1x pae authenticator
Switch(config-if)# dot1x port-control auto
Switch(config-if)# dot1x critical
Switch(config-if)# dot1x critical vlan 17
Switch(config-if)# dot1x critical recovery action reinitialize
Switch(config-if)# end
Switch# show dot1x int fastethernet 3/1 det

Dot1x Info for FastEthernet3/1
-----------------------------------
PAE                         = AUTHENTICATOR
PortControl                 = AUTO
ControlDirection            = Both
HostMode                    = SINGLE_HOST
ReAuthentication            = Disabled
QuietPeriod                 = 60
ServerTimeout               = 30
SuppTimeout                 = 30
ReAuthPeriod                = 3600 (Locally configured)
ReAuthMax                   = 2
MaxReq                      = 2
TxPeriod                    = 30
RateLimitPeriod             = 0
Critical-Auth               = Enabled
Critical Recovery Action    = Reinitialize
Critical-Auth VLAN          = 17

Dot1x Authenticator Client List
-------------------------------
Supplicant                  = 0000.0000.0001

Auth SM State      = AUTHENTICATING
Auth BEND SM Stat = RESPONSE
Port Status                 = AUTHORIZED
Authentication Method       = Dot1x
Authorized By               = Critical-Auth
Operational HostMode        = SINGLE_HOST
Vlan Policy                 = 17

Switch#
```

単方向制御ポートを使用した 802.1X 認証の設定

（注） スーパーバイザ エンジン 6-E は、この機能をサポート*しません*。

単方向制御ポートを設定するには、次の作業を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface` *interface-id*	設定するポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# switchport mode access` または `Switch(config-if)# switchport mode private-vlan host`	非トランキング、タグなし単一 VLAN レイヤ 2 インターフェイスを指定します。 有効な PVLAN トランクの関連付けを持つポートが、アクティブ ホストの PVLAN トランク ポートになることを指定します。
ステップ 4	`Switch(config-if)# dot1x pae authenticator`	ポート上でデフォルト設定の 802.1X 認証をイネーブルにします。 「802.1X のデフォルト設定」（p.34-24）を参照してください。
ステップ 5	`Switch(config-if)# dot1x control-direction {in | both}`	ポート ベースごとに単方向ポート制御をイネーブルにします。
ステップ 6	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	`Switch# show dot1x interface` *interface-id* `details`	（任意）入力を確認します。
ステップ 8	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、単方向ポート制御をイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface gigabitethernet3/3
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# dot1x pae authenticator
Switch(config-if)# dot1x control-direction in
Switch(config-if)# end
Switch# show dot1x int g3/3
Dot1x Info for GigabitEthernet3/3
-----------------------------------
PAE                         = AUTHENTICATOR
PortControl                 = AUTO
ControlDirection            = In (Inactive)
HostMode                    = SINGLE_HOST
ReAuthentication            = Disabled
QuietPeriod                 = 60
ServerTimeout               = 30
SuppTimeout                 = 30
ReAuthPeriod                = 3600 (Locally configured)
ReAuthMax                   = 2
MaxReq                      = 2
TxPeriod                    = 30
RateLimitPeriod             = 0

Switch#
```

認証失敗 VLAN 割り当てを使用した 802.1X 認証の設定

（注） スーパーバイザ エンジン 6-E は、この機能をサポート*しません*。

Catalyst 4500 シリーズ スイッチのレイヤ 2 ポートに認証失敗 VLAN アライメントを設定すると、認証プロセスに失敗するクライアントに限定的なネットワーク サービスを提供できます。

（注） 認証失敗 VLAN 割り当ては、他のセキュリティ機能（Dynamic ARP Inspection［DAI; ダイナミック ARP インスペクション］、DHCP スヌーピング、および IP ソース ガードなど）と併用できます。認証失敗 VLAN 上では、これらの機能を個別にイネーブルおよびディセーブルにできます。

（注） 同一ポート上に、認証失敗 VLAN と音声 VLAN の両方は設定できません。これら 2 つの機能を同じポート上で設定しようとすると、Syslog メッセージが生成されます。

認証失敗 VLAN 割り当てを使用した 802.1X を設定するには、次の作業を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface` *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始し、802.1X 認証をイネーブルにするインターフェイスを指定します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# switchport mode access`	非トランキング、タグなし単一 VLAN レイヤ 2 インターフェイスを指定します。
ステップ 4	`Switch(config-if)# dot1x port-control auto`	インターフェイス上で、802.1X 認証をイネーブルにします。
ステップ 5	`Switch(config-if)# dot1x auth-fail vlan` *vlan-id*	特定のインターフェイス上で認証失敗 VLAN をイネーブルにします。 特定のポートで認証失敗 VLAN 機能をディセーブルにするには、**no dot1x auth-fail vlan** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用します。
ステップ 6	`Switch(config-if)# dot1x auth-fail max-attempts` *max-attemtps*	ポートが認証失敗 VLAN に移される前の、最大試行回数を設定します。 デフォルトの試行回数は 3 です。
ステップ 7	`Switch(config-if)# end`	コンフィギュレーションモードに戻ります。
ステップ 8	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 9	`Switch# show dot1x interface` *interface-id* `details`	（任意）入力を確認します。
ステップ 10	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、スタティック アクセス ポート上の認証失敗 VLAN としてインターフェイス FastEthernet 4/3 上の通常の VLAN 40 をイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface gigabitethernet3/1
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# dot1x port-control auto
Switch(config-if)# dot1x auth-fail vlan 40
Switch(config-if)# dot1x auth-fail max-attempts 5
Switch(config-if)# end
Switch(config)# end
Switch# show dot1x all
Dot1x Info for interface GigabitEthernet3/1
----------------------------------------------------
PortStatus         = AUTHORIZED(AUTH-FAIL-VLAN)
MaxReq             = 2
MaxAuthReq         = 2
HostMode           = Single(AUTH-FAIL-VLAN)
PortControl        = Auto
QuietPeriod        = 60 Seconds
Re-authentication = Disabled
ReAuthPeriod       = 3600 Seconds
ServerTimeout      = 30 Seconds
SuppTimeout        = 30 Seconds
TxPeriod           = 30 Seconds
Guest-Vlan         = 6
Switch
```

音声 VLAN に対する 802.1X 認証の設定

（注） スーパーバイザ エンジン 6-E は、この機能をサポート*しません*。

（注） 802.1X と音声 VLAN を同時に設定する必要があります。

（注） 同一ポート上に、認証失敗 VLAN と音声 VLAN の両方は設定できません。これら 2 つの機能を同じポート上で設定しようとすると、Syslog メッセージが生成されます。

音声 VLAN で 802.1X をイネーブルにするには、次の作業を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface` *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# switchport access vlan` *vlan-id*	VLAN をアクセス モードのスイッチド インターフェイスに設定します。
ステップ 4	`Switch(config-if)# switchport mode access`	非トランキング、タグなし単一 VLAN レイヤ 2 インターフェイスを指定します。

	コマンド	目的
ステップ 5	`Switch(config-if)# switchport voice vlan vlan-id`	音声 VLAN をインターフェイスに設定します。
ステップ 6	`Switch(config-if)# dot1x pae authenticator`	ポート上でデフォルト設定の 802.1X 認証をイネーブルにします。 「802.1X のデフォルト設定」（p.34-24）を参照してください。
ステップ 7	`Switch(config-if)# dot1x port-control auto`	インターフェイス上で、802.1X 認証をイネーブルにします。
ステップ 8	`Switch(config-if)# end`	コンフィギュレーションモードに戻ります。
ステップ 9	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 10	`Switch# show dot1x interface interface-id details`	（任意）入力を確認します。
ステップ 11	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、インターフェイス FastEthernet 5/9 上の音声 VLAN 機能で 802.1X をイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface fastethernet5/9
Switch(config-if)# switchport access vlan 2
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# switchport voice vlan 10
Switch(config-if)# dot1x pae authenticator
Switch(config-if)# dot1x port-control auto
Switch(config-if)# end
Switch(config# end
Switch#
```

定期的再認証のイネーブル化

定期的な 802.1X クライアント再認証をイネーブルにして、その発生間隔を指定できます。再認証をイネーブルにする前に時間の間隔を指定しなかった場合、再認証を試行する間隔は 3600 秒になります。

自動 802.1X クライアント再認証はインターフェイス単位の設定で、個々のポートに接続しているクライアントに対して設定できます。特定のポートに接続しているクライアントを手動で再認証する方法については、「待機時間の変更」（p.34-46）を参照してください。

クライアントの定期的再認証をイネーブルにして、再認証を試行する間隔を秒数で設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface interface-id`	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始し、定期的再認証をイネーブルにするインターフェイスを指定します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# switchport mode access`	非トランキング、タグなし単一 VLAN レイヤ 2 インターフェイスを指定します。

	コマンド	目的
ステップ 4	`Switch(config-if)# dot1x pae authenticator`	ポート上でデフォルト設定の 802.1X 認証をイネーブルにします。 「802.1X のデフォルト設定」（p.34-24）を参照してください。
ステップ 5	`Switch(config-if)# dot1x re-authentication`	クライアントの定期的再認証をイネーブルにします（デフォルトではディセーブル）。 定期的再認証をディセーブルにするには、**no dot1x re-authentication** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用します。
ステップ 6	`Switch(config-if)# dot1x timeout reauth-period {seconds | server}`	再認証を試行する間隔（秒）を指定するか、またはスイッチが RADIUS によるセッション タイムアウトを使用するようにします。 指定できる範囲は 1 ～ 65,535 秒です。デフォルトは 3600 秒です。 再認証を試行する間隔をデフォルトの秒数に戻すには、**no dot1x timeout reauth-period** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。 このコマンドがスイッチの動作に影響を与えるのは、定期的再認証がイネーブルに設定されている場合だけです。
ステップ 7	`Switch(config-if)# dot1x port-control auto`	インターフェイス上で、802.1X 認証をイネーブルにします。
ステップ 8	`Switch(config-if)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。

次に、定期的な再認証をイネーブルにし、再認証を試行する間隔を 4000 秒に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface fastethernet5/9
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# dot1x pae authenticator
Switch(config-if)# dot1x re-authentication
Switch(config-if)# dot1x timeout reauth-period 4000
Switch(config-if)# dot1x port-control auto
Switch(config-if)# end
Switch#
```

複数ホストのイネーブル化

図 34-7（p.34-22）のように、複数のホスト（クライアント）を 1 つの 802.1X 対応ポートに接続できます。このモードでは、ポートが許可されると、ポートに間接的に接続された他のすべてのホストに対して、ネットワーク アクセスが許可されます。ポートが無許可になると（再認証が失敗するか、EAPOL-Logoff メッセージを受信すると）、スイッチは、無線アクセス ポイントに接続されたすべてのクライアントに対してネットワーク アクセスを拒否します。

dot1x port-control インターフェイス コンフィギュレーションコマンドが **auto** に設定されている 802.1X 許可ポート上で、複数のホスト（クライアント）を許容するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface interface-id`	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始し、複数のホストを間接的に接続するインターフェイスを指定します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# switchport mode access`	非トランキング、タグなし単一 VLAN レイヤ 2 インターフェイスを指定します。
ステップ 4	`Switch(config-if)# dot1x pae authenticator`	ポート上でデフォルト設定の 802.1X 認証をイネーブルにします。 「802.1X のデフォルト設定」（p.34-24）を参照してください。
ステップ 5	`Switch(config-if)# dot1x host-mode multiple-hosts`	802.1X 許可ポート上で、複数のホスト（クライアント）を許容します。 **（注）** 指定されたインターフェイスについて、**dot1x port-control** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドが **auto** に設定されていることを確認します。 ポート上の複数のホストをディセーブルにするには、**no dot1x multiple-hosts** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用します。
ステップ 6	`Switch(config-if)# dot1x port-control auto`	インターフェイス上で、802.1X 認証をイネーブルにします。
ステップ 7	`Switch(config-if)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 8	`Switch# show dot1x all interface interface-id`	入力を確認します。
ステップ 9	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、インターフェイス FastEthernet 0/1 上で 802.1X をイネーブルにし、複数のホストを許容する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface fastethernet0/1
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# dot1x pae authenticator
Switch(config-if)# dot1x host-mode multiple-hosts
Switch(config-if)# dot1x port-control auto
Switch(config-if)# end
Switch#
```

待機時間の変更

スイッチがクライアントを再認証できないとき、スイッチは一定時間アイドルのままになり、そのあと再試行します。アイドル時間は、**quiet-period** の値によって決まります。クライアントが無効なパスワードを提供したことにより、クライアントの認証失敗が起こる可能性があります。デフォルトより小さい数値を入力すると、ユーザに応答するまでの時間を短縮できます。

待機時間を変更するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface interface-id`	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始して、タイムアウトの待機時間（**quiet-period**）をイネーブルにするインターフェイスを指定します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# switchport mode access`	非トランキング、タグなし単一 VLAN レイヤ 2 インターフェイスを指定します。
ステップ 4	`Switch(config-if)# dot1x pae authenticator`	ポート上でデフォルト設定の 802.1X 認証をイネーブルにします。 「802.1X のデフォルト設定」（p.34-24）を参照してください。
ステップ 5	`Switch(config-if)# dot1x timeout quiet-period seconds`	クライアントとの認証交換が失敗したあと、スイッチが待機する秒数（**quiet-period**）を設定します。 デフォルトの待機時間に戻すには、**no dot1x timeout quiet-period** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。 指定できる範囲は 0 ～ 65,535 秒です。デフォルトは 60 秒です。
ステップ 6	`Switch(config-if)# dot1x port-control auto`	インターフェイス上で、802.1X 認証をイネーブルにします。
ステップ 7	`Switch(config-if)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 8	`Switch# show dot1x all`	入力を確認します。
ステップ 9	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、スイッチ上の待機時間（**quiet-period**）を 30 秒に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface fastethernet0/1
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# dot1x pae authenticator
Switch(config-if)# dot1x timeout quiet-period 30
Switch(config-if)# dot1x port-control auto
Switch(config-if)# end
Switch#
```

スイッチ / クライアント間の再送信時間の変更

クライアントは、スイッチからの EAP-Request/Identity フレームに、EAP-Response/Identity フレームで応答します。この応答を受信しなかった場合、スイッチは一定時間（再送信時間といいます）待機してから、フレームを再送信します。

（注） このコマンドのデフォルト値の変更は、信頼性のないリンクや特定のクライアントおよび認証サーバの特殊な動作問題など、異常な状況を調整する場合だけ行うようにしてください。

スイッチがクライアントの通知を待機する時間を変更するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface` *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始して、タイムアウトの再送信時間をイネーブルにするインターフェイスを指定します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# switchport mode access`	非トランキング、タグなし単一 VLAN レイヤ 2 インターフェイスを指定します。
ステップ 4	`Switch(config-if)# dot1x pae authenticator`	ポート上でデフォルト設定の 802.1X 認証をイネーブルにします。 「802.1X のデフォルト設定」（p.34-24）を参照してください。
ステップ 5	`Switch(config-if)# dot1x timeout tx-period` *seconds*	要求を再送信するまでに、スイッチがクライアントからの EAP-Request/Identity フレームに対する応答を待機する秒数を設定します。 指定できる範囲は 1 ～ 65,535 秒です。デフォルトは 30 秒です。 デフォルトの再送信時間に戻すには、**no dot1x timeout tx-period** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用します。
ステップ 6	`Switch(config-if)# dot1x port-control auto`	インターフェイス上で、802.1X 認証をイネーブルにします。
ステップ 7	`Switch(config-if)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 8	`Switch# show dot1x all`	入力を確認します。
ステップ 9	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、再送信時間を 60 秒に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface fastethernet0/1
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# dot1x pae authenticator
Switch(config-if)# dot1x timeout tx-period 60
Switch(config-if)# dot1x port-control auto
Switch(config-if)# end
Switch#
```

スイッチ / クライアント間のフレーム再送信回数の設定

スイッチ / クライアント間の再送信回数の変更以外に、認証プロセスを再開するまでに、スイッチがクライアントに EAP-Request/Identity フレームおよびその他の EAP-Request フレームを送信する回数を変更できます。EAP-Request/Identity 再送信の回数は、**dot1x max-reauth-req** コマンドによって制御され、その他の EAP-Request フレームの再送信回数は **dot1x max-req** コマンドによって制御されます。

（注） このコマンドのデフォルト値の変更は、信頼性のないリンクや特定のクライアントおよび認証サーバの特殊な動作問題など、異常な状況を調整する場合だけ行うようにしてください。

スイッチ / クライアント間のフレーム再送信回数を設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface` *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始し、**max-reauth-req** および **max-req** またはどちらか一方に対してイネーブルにするインターフェイスを指定します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# switchport mode access`	非トランキング、タグなし単一 VLAN レイヤ 2 インターフェイスを指定します。
ステップ 4	`Switch(config-if)# dot1x pae authenticator`	ポート上でデフォルト設定の 802.1X 認証をイネーブルにします。 「802.1X のデフォルト設定」（p.34-24）を参照してください。
ステップ 5	`Switch(config-if)# dot1x max-req` *count* または `Switch(config-if)#` `dot1x max-reauth-req` *count*	認証プロセスを再開するまでにスイッチがクライアントに EAP-Request/Identity 以外のタイプの EAP-Request フレームを再送信する回数を指定します。 認証プロセスを再開するまでにスイッチがクライアントに EAP-Request/Identity フレームを再送信する回数を指定します。 *count* の範囲は 1 ～ 10 回です。デフォルトは 2 回です。 再送信回数をデフォルトに戻すには、**no dot1x max-req** および **no dot1x max-reauth-req** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。
ステップ 6	`Switch(config-if)# dot1x port-control auto`	インターフェイス上で、802.1X 認証をイネーブルにします。
ステップ 7	`Switch(config-if)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 8	`Switch# show dot1x all`	入力を確認します。
ステップ 9	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、認証プロセスを再開するまでに、スイッチが EAP-Request/Identity フレームを再送信する回数を 5 に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface fastethernet0/1
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# dot1x pae authenticator
Switch(config-if)# dot1x max-reauth-req 5
Switch(config-if)# dot1x port-control auto
Switch(config-if)# end
Switch#
```

手動によるポート接続クライアントの再認証

dot1x re-authenticate interface 特権 EXEC コマンドを使用すると、特定のポートに接続しているクライアントを手動でいつでも再認証できます。定期的再認証をイネーブルまたはディセーブルにする場合は、「定期的再認証のイネーブル化」（p.34-44）を参照してください。

次に、FastEthernet 1/1 ポートに接続したクライアントを手動で再認証する例を示します。

```
Switch# dot1x re-authenticate interface fastethernet1/1
Starting reauthentication on FastEthernet1/1
```

802.1X 認証ステートの初期化

dot1x initialize コマンドを実行すると、現在のステートにかかわらず認証プロセスが再開されます。

次に、ポート FastEthernet 1/1 で認証プロセスを再開する例を示します。

```
Switch# dot1x initialize interface fastethernet1/1
```

次に、スイッチの全ポートで認証プロセスを再開する例を示します。

```
Switch# dot1x initialize
```

802.1X クライアント情報の削除

clear dot1x コマンドを実行すると、既存の全サプリカントを 1 つのインターフェイスまたはスイッチの全インターフェイスから完全に削除します。

次に、ポート FastEthernet 1/1 の 802.1X クライアント情報を削除する例を示します。

```
Switch# clear dot1x interface fastethernet1/1
```

次に、スイッチの全ポートの 802.1X クライアント情報を削除する例を示します。

```
Switch# clear dot1x all
```

802.1X 設定をデフォルト値にリセットする方法

802.1X 設定をデフォルト値にリセットするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# dot1x default`	設定可能な 802.1X パラメータをデフォルト値にリセットします。
ステップ 3	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	`Switch# show dot1x all`	入力を確認します。
ステップ 5	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

802.1X 統計情報およびステータスの表示

すべてのインターフェイスの 802.1X 統計情報を表示するには、**show dot1x all statistics** 特権 EXEC コマンドを使用します。

スイッチの 802.1X 管理および動作ステータスを表示するには、**show dot1x all details** 特権 EXEC コマンドを使用します。特定のインターフェイスの 802.1X 管理および動作ステータスを表示するには、**show dot1x interface details** 特権 EXEC コマンドを使用します。

CHAPTER 35

ポート セキュリティの設定

この章では、Catalyst 4500 シリーズ スッチ上で、ポート セキュリティを設定する方法について説明します。Catalyst 4500 シリーズ スイッチのポート セキュリティの概要と、アクセス、音声、トランク、プライベート VLAN（PVLAN）など各種ポートの設定について説明します。

この章の内容は、次のとおりです。

(注) この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

コマンド リスト

この表には、主にポート セキュリティで共通に使用されるコマンドを示します。

コマンド	目的	参照先
errdisable recovery cause psecure-violation	セキュア ポートの errdisable ステートを解除します。	違反処理（p.35-7）
errdisable recovery interval	指定したエラー ディセーブル理由から回復する時間をカスタマイズします。	違反処理（p.35-7）
port-security mac-address	それぞれの VLAN にセキュアなすべての MAC アドレスを設定します。	セキュア MAC アドレス（p.35-4）
port-security maximum	インターフェイスに MAC アドレスの最大数を設定します。	アクセス ポート上のポート セキュリティの設定（p.35-8）
private-vlan association add	セカンダリ　VLAN　とプライマリ VLAN のアソシエーションを作成します。	独立 PVLAN ホスト ポートでのポート セキュリティの例（p.35-16）
private-vlan isolated	VLAN を PVLAN として指定します。	独立 プライベート VLAN ホスト ポートでのポート セキュリティの設定（p.35-15）
private-vlan primary	VLAN をプライマリ プライベート VLAN として指定します。	独立 プライベート VLAN ホスト ポートでのポート セキュリティの設定（p.35-15）
switchport mode private-vlan host	有効な PVLAN トランクのアソシエーションを持つポートが、アクティブ ホストの PVLAN トランク ポートになるように指定します。	独立 プライベート VLAN ホスト ポートでのポート セキュリティの設定（p.35-15）
switchport private-vlan host-association	独立ホスト ポート上でホスト アソシエーションを定義します。	独立 プライベート VLAN ホスト ポートでのポート セキュリティの設定（p.35-15）
switchport private-vlan mapping	混合モード ポートに対して PVLAN を定義します。	独立 プライベート VLAN ホスト ポートでのポート セキュリティの設定（p.35-15）
switchport port-security	ポート セキュリティをイネーブルにします。	アクセス ポート上のポート セキュリティの設定（p.35-8）
switchport port-security aging static	MAC アドレスのスタティック エージングを設定します。	セキュア MAC アドレスのエージング（p.35-5）
switchport port-security aging time	ポートに対してエージング タイムを指定します。	例 3：エージング タイマーの設定（p.35-12）
switchport port-security limit rate invalid-source-mac	不良パケットに対してレート制限を設定します。	例 7：不良パケットに対するレート制限の設定（p.35-14）
switchport port-security mac-address	インターフェイスに対してセキュア MAC アドレスを設定します。	例 5：セキュア MAC アドレスの設定（p.35-13）
switchport port-security mac-address *<mac_address>* **sticky**	インターフェイスに対してスティッキ MAC アドレスを指定します。	アクセス ポート上のポート セキュリティの設定（p.35-8）
switchport port-security mac-address sticky	スティッキ ポート セキュリティをイネーブルにします。	ポートのスティッキ アドレス（p.35-6）

コマンド	目的	参照先
no switchport port-security mac-address sticky	スティッキ セキュア MAC アドレスをダイナミック MAC セキュア アドレスに変換します。	アクセス ポート上のポート セキュリティの設定（p.35-8）
switchport port-security maximum	インターフェイスに対して最大セキュア MAC アドレス数を設定します。	例 1：最大セキュア アドレス数の設定（p.35-11）
switchport port-security violation	違反モードを設定します。	例 2：違反モードの設定（p.35-11）
no switchport port-security violation	違反モードを設定します。	アクセス ポート上のポート セキュリティの設定（p.35-8）
switchport trunk encapsulation dot1q	カプセル化モードを dot1q に設定します。	例 1：すべての VLAN での最大セキュア MAC アドレス制限の設定（p.35-21）

ポート セキュリティの概要

ポート セキュリティを使用すると、ポート上で MAC アドレス（セキュア MAC アドレス）の数を制限し、未認証 MAC アドレスによるアクセスを防ぐことができます。また、指定したポートにセキュア MAC アドレスの最大数を設定することもできます（トランク ポートの VLAN に対しても任意で設定できます）。セキュア ポートが最大数を超えるとセキュリティ違反がトリガーされ、そのポートに設定された違反処理モードに基づいて違反アクションが実行されます。

そのポートの最大セキュア MAC アドレス数を 1 に設定すると、そのセキュア ポートに接続された装置だけがそのポートにアクセスできるようになります。

ポート上でセキュア MAC アドレスがセキュアな場合、その MAC アドレスはその VLAN 以外のポートでは受信されません。他の VLAN のポートに送信すると、パケットは通知されないままハードウェアでドロップされます。インターフェイスまたはポート カウンタを使用する場合は別として、ドロップされたことを知らせるログ メッセージが表示されることはありません。これにより違反がトリガーされることに注意する必要があります。このようなパケットはハードウェアでドロップする方が効率的であり、CPU に余分な負荷がかかることはありません。

ポート セキュリティには次のような特性があります。

- セキュア MAC アドレスをエージング アウトできます。サポートされているエージングは、非アクティブと絶対の 2 種類です。
- スティッキ機能をサポートします。この機能により、ポート上のセキュア MAC アドレスがスイッチのリブートとリンク フラップを通じて保持されます。
- アクセス、音声、トランク、EtherChannel、PVLAN など、さまざまな種類のポート上で設定できます。

ここでは、次の内容について説明します。

セキュア MAC アドレス

ポート セキュリティは、次のタイプのセキュア MAC アドレスをサポートします。

- ダイナミックまたは学習済み — セキュア ポートのホストからパケットを受信すると、ダイナミック セキュア MAC アドレスが学習されます。このタイプは、ユーザの MAC アドレスが固定されていない場合（たとえばノート型パソコンの場合）に使用します。
- スタティックまたは設定済み — ユーザは、CLI または SNMP を通じてスタティック セキュア MAC アドレスを設定します。このタイプは、MAC アドレスが固定されている場合（たとえば PC の場合）に使用します。
- スティッキ — スティッキ アドレスはダイナミック セキュア MAC アドレスと同じように学習されますが、スタティック セキュア MAC アドレスと同じようにスイッチの再起動やリンク フラップを通じて継続されます。このタイプは、固定 MAC アドレスが多数あって手動で MAC アドレスを設定しない場合（たとえば 100 台の PC がそれぞれのポートでセキュアになっている場合）に使用します。

ポートのセキュア MAC アドレスが最大数を超過しているときにスタティック セキュア MAC アドレスを設定しようとすると、設定が拒否されエラー メッセージが表示されます。ポートのセキュア MAC アドレスが最大数を超過しているときにダイナミック セキュア MAC アドレスが新しく追加されると、違反処理がトリガーされます。

ダイナミック セキュア MAC アドレスをクリアするには、**clear port-security** コマンドを使用します。スティッキ セキュア MAC アドレスとスタティック セキュア MAC アドレスを同時にクリアするには、**switchport port-security mac-address** コマンドの **no** 形式を使用します。

セキュア MAC アドレスの最大数

セキュア ポートの MAC アドレスは、デフォルトで 1 つです。このデフォルト値は、1 ～ 3,000 の任意の値に変更できます。上限の 3,000 を指定すると、各ポートに MAC アドレスが 1 つ設定され、さらにシステムのポート全体で 3,000 の MAC アドレスが設定されます。

ポートに最大セキュア MAC アドレス数を設定すると、セキュア アドレスを次のいずれかの方法でアドレス テーブルに含めることができます。

- セキュア MAC アドレスを設定するには、**switchport port-security mac-address** *mac_address* インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用します。
- トランクポートの VLAN 範囲にすべてのセキュア MAC アドレスを設定するには、**port-security mac-address** VLAN 範囲コンフィギュレーションコマンドを使用します。
- ポートは、接続デバイスの MAC アドレスを使用してセキュア MAC アドレスをダイナミックに設定します。
- いくつかのアドレスを手動で設定し、残りはダイナミックに設定されるようにすることも可能です。

（注） ポートのリンクがダウンした場合、そのポート上のダイナミック　セキュア　アドレスはすべてセキュアではなくなります。

- MAC アドレスをスティッキに設定できます。MAC アドレスはダイナミックに学習されるか、または手動で設定され、アドレス テーブル内に格納され、実行コンフィギュレーションに追加されます。これらのアドレスをコンフィギュレーション ファイルに保存した後は、スイッチを再起動しても、インターフェイスはダイナミックにこれらのアドレスを再学習する必要がありません。スティッキ セキュア アドレスを手動で設定することは可能ですが、推奨しません。

（注） トランク ポートでは、セキュア MAC アドレスの最大数をポートとポート VLAN の両方に設定できます。ポートでの最大数をポート VLAN での最大数と同じかそれ以上にすることはできますが、ポート VLAN での最大数よりも少なくすることはできません。ポートの最大数がいずれかのポート VLAN の最大数よりも小さい場合（VLAN 10 の最大数を 3 に設定し、「スイッチ ポートの最大数」を設定しない場合 [デフォルトは 1])、VLAN 10 のダイナミック アドレスが 2 つになるとポートはシャットダウンします（「ポート セキュリティの注意事項および制約事項」（p.35-35）を参照）。ポート VLAN の最大数により、指定した VLAN の指定したポートに最大数が設定されます。指定した VLAN で最大数を超過しポートの最大数は超過していない場合でも、ポートはシャットダウンします。ポートのどれか 1 つの VLAN が違反した場合でも、ポート全体がシャットダウンします。

セキュア MAC アドレスのエージング

スイッチが 3,000 件より多くの入力アドレスを受信する場合、セキュア MAC アドレスをエージングさせることができます。

（注） スティッキ アドレスのエージングはサポートされません。

デフォルトでは、ポートセキュリティはセキュア MAC アドレスをエージング アウトしません。学習された MAC アドレスは、スイッチがリブートするかリンクがダウンするまでポートに残ります（スティッキ機能がイネーブルでないかぎり）。ただしポート セキュリティでは、絶対モードまたは非アクティビティ モードおよびエージング間隔（1 ～ n、分単位）に基づいてエージングを設定できます。

- 絶対モード ― n と n+1 の間のエージング
- 非アクティビティ モード ― n+1 と n+2 の間のエージング

この機能を使用すると、既存のセキュア MAC アドレスを手動で削除しなくても、ポートのセキュア アドレス数を制限しながら、セキュア ポート上の PC の取り外しを削除および追加ができます。

switchport port-security aging static コマンドを使用してスタティック エージングを明示的に設定しないかぎり、ポートでエージングが設定されていてもスタティック アドレスがエージングすることはありません。

（注） エージングは 1 分ごとに増加します。

ポートのスティッキ アドレス

スティッキ ポート セキュリティをイネーブルにすると、ダイナミック MAC アドレスをスティッキ セキュア MAC アドレスに変換し、それらを実行コンフィギュレーションに追加するように、インターフェイスを設定できます。この作業は、ユーザが他のポートに移動しないことがわかっている場合や各ポートに MAC アドレスをスタティックに設定しない場合に行います。

（注） 別のシャーシを使用する場合は、別の MAC アドレスが必要です。

スティッキ ポート セキュリティをイネーブルにするには、**switchport port-security mac-address sticky** コマンドを入力します。このコマンドを入力すると、インターフェイスはすべてのダイナミック セキュア MAC アドレス（スティッキ ラーニングがイネーブルになる前にダイナミックに学習されたアドレスを含む）を、スティッキ セキュア MAC アドレスに変換します。

スティッキ セキュア MAC アドレスは、コンフィギュレーション ファイル（スイッチを再起動するたびに使用されるスタートアップ コンフィギュレーション）には、自動的には反映されません。コンフィギュレーション ファイルに実行コンフィギュレーション ファイルをユーザが保存した場合は、スイッチを再起動するときに、インターフェイスはこれらのアドレスを再学習する必要がありません。この設定は保存しないと失われます。

スティッキ ポート セキュリティをディセーブルにした場合、スティッキ セキュア MAC アドレスはダイナミック セキュア アドレスに変換され、実行コンフィギュレーションから削除されます。

最大数のセキュア MAC アドレスが設定されると、それらはアドレス テーブルに保存されます。接続デバイスがポートに唯一アクセスできるようにする場合は、接続デバイスの MAC アドレスを設定し、最大アドレス数を 1 に設定します（デフォルト設定）。

ポートに対する最大数のセキュア MAC アドレスがアドレス テーブルに追加されている場合に、アドレス テーブルにない MAC アドレスを持つワークステーションがインターフェイスにアクセスしようとすると、セキュリティ違反が発生します。

違反処理

ポートのセキュア MAC アドレス数がそのポートで許容されている最大セキュア MAC アドレス数を超過した場合、セキュリティ違反がトリガーされます。

（注） あるポートでセキュアなホストが別のポートで認識された場合は、セキュア違反はトリガーされません。Catalyst 4500 シリーズ スイッチはハードウェア上で、そのようなパケットを新しいポートで自動的にドロップし、CPU に余分な負荷をかけません。

次のいずれかの違反モードをインターフェイスに設定できます。違反に対する応答に基づいています。

- restrict（制限）― ポート セキュリティ違反によりデータが制限され（つまり、ソフトウェアでパケットがドロップされ）、セキュリティ違反カウンタが増加し、SNMP（簡易ネットワーク管理プロトコル）通知が生成されます。このモードは、セキュア ポートのサービスやアクセスを中断しないために設定します。

  SNMP トラップが生成される頻度は、**snmp-server enable traps port-security trap-rate** コマンドで制御できます。デフォルト値（0）の場合、SNMP トラップはセキュリティ違反が発生するたびに生成されます。

- shutdown（シャットダウン）― ポート セキュリティ違反が発生すると、インターフェイスがただちにシャットダウンします。このモードは非常にセキュアな環境で使用します。セキュアではない MAC アドレスがソフトウェアで拒否されることを回避し、サービスが中断しても問題ではない場合です。

  errdisable recovery cause psecure-violation グローバル コンフィギュレーションコマンドを設定すると、セキュア ポートが errdisable ステートの場合に実行してこのステートを自動的に解除できます。また、**shutdown** および **no shutdown** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを入力すると、手動で再びイネーブルにできます。これがデフォルト設定です。

  また、**errdisable recovery interval** *interval* コマンドを入力して、指定したエラー ディセーブル理由から回復する時間（デフォルトは 300 秒）をカスタマイズすることも可能です。

無効なパケット操作

デバイスが無効なパケットを送信すると思われる場合（トラフィック ジェネレータ、スニッファ、不良な NIC など）、セキュア ポート上で無効な送信元 MAC アドレス パケットのレート制限をすることができます。ポート セキュリティにより、すべてゼロの MAC アドレスを持つパケットと、マルチキャストまたはブロードキャスト送信元 MAC アドレスを持つパケットは、無効なパケットと見なされます。これらのパケットのレート制限を選択し、レートを超過した場合はポートに対する違反処理をトリガーすることができます。

アクセス ポート上のポート セキュリティ

ここでは、ポート セキュリティを設定する方法について説明します。

（注） アクセス モードに設定されたレイヤ 2 ポート チャネル インターフェイスのポート セキュリティはイネーブルにすることができます。EtherChannel のポート セキュリティ設定は、物理メンバ ポートの設定とは別に保持されます。

アクセス ポート上のポート セキュリティの設定

ポートで許容されたステーションの MAC アドレスを制限および識別することにより、ポートのトラフィックを制限するには、次の作業を行います。

	コマンド	説明
ステップ 1	`Switch(config)# interface interface_id interface port-channel port_channel_number`	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、設定するインターフェイスを指定します。 **（注）** レイヤ 2 ポート チャネル論理インターフェイスを指定することができます。
ステップ 2	`Switch(config-if)# switchport mode access`	インターフェイス モードを設定します。 **（注）** デフォルト モード（dynamic desirable）のインターフェイスは、セキュア ポートとして設定できません。
ステップ 3	`Switch(config-if)# [no] switchport port-security`	インターフェイス上でポート セキュリティをイネーブルにします。 インターフェイスをセキュア ポートでないデフォルトの状態に戻すには、**no switchport port-security** コマンドを使用します。
ステップ 4	`Switch(config-if)# [no] switchport port-security maximum value`	（任意）インターフェイスの最大セキュア MAC アドレス数を設定します。指定できる範囲は 1 ～ 3072 です。デフォルトは 1 です。 インターフェイスをデフォルトのセキュア MAC アドレス数に戻すには、**no switchport port-security maximum** *value* を使用します。

	コマンド	説明（続き）
ステップ 5	`Switch(config-if)# switchport port-security [aging {static | time aging_time | type {absolute | inactivity}]`	ポート上のすべてのセキュア アドレスに対して、エージング タイムとエージング タイプを設定します。 この機能を使用すると、既存のセキュア MAC アドレスを手動で削除しなくても、ポートのセキュア アドレス数を制限しながら、セキュア ポート上の PC の取り外しおよび追加ができます。 **static** キーワードは、このポートにスタティックに設定されたセキュア アドレスのエージングをイネーブルにします。 **time** *aging_tim*e キーワードは、このポートのエージング タイムを指定します。*aging_time* の有効範囲は 0 ～ 1440 分です。時間が 0 の場合、このポートのエージングはディセーブルになります。 **type** キーワードは、エージング タイプを **absolute** または **inactive** に設定します。 • **absolute** ― このポートのすべてのセキュア アドレスは指定した時間（分）が経過したあとに期限切れとなり、セキュア アドレス リストから削除されます。 • **inactive** ― 指定された時間内にセキュア送信元アドレスからのデータ トラフィックがない場合のみ、このポートのセキュア アドレスが期限切れとなります。 ポート上のすべてのセキュア アドレスに対してポート セキュリティ エージングをディセーブルにするには、**no switchport port-security aging time** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用します。
ステップ 6	`Switch(config-if)# [no] switchport port-security violation {restrict | shutdown}`	（任意）違反モードを設定します。セキュリティ違反が発生した場合に、次のいずれかのアクションを実行します。 • **restrict** ― ポート セキュリティ違反によりデータが制限され、セキュリティ違反カウンタが増加して、SNMP トラップ通知が送信されます。 • **shutdown** ― セキュリティ違反が発生すると、インターフェイスが errdisable になります。 **（注）** セキュア ポートが errdisable ステートの場合、**errdisable recovery cause psecure-violation** グローバル コンフィギュレーションコマンドを入力してこのステートを解除したり、**shutdown** および **no shutdown** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを入力して手動で再びイネーブルにしたりできます。 違反モードをデフォルトの状態（シャットダウン モード）に戻すには、**no switchport port-security violation shutdown** コマンドを使用します。
ステップ 7	`Switch(config-if)# switchport port-security limit rate invalid-source-mac packets_per_sec`	不良パケットに対してレート制限を設定します。 デフォルトは 10 pps です。

	コマンド	説明（続き）
ステップ 8	`Switch(config-if)# [no] switchport port-security mac-address mac_address`	（任意）インターフェイスのセキュア MAC アドレスを入力します。このコマンドを使用するとセキュア MAC アドレスが設定できます。設定したセキュア MAC アドレスが最大数より少ない場合、残りの MAC アドレスは動的に学習されます。 MAC アドレスをアドレス テーブルから削除するには、**no switchport port-security mac-address** *mac_address* コマンドを使用します。 **（注）** このコマンドは、アクセス、PVLAN　ホスト、および PVLAN　無差別モードに対してのみ適用できます。PVLAN、トランク、または通常のトランク モードの詳細については、「トランク ポートのポート セキュリティ」（p.35-18）を参照してください。
ステップ 9	`Switch(config-if)# [no] switchport port-security mac-address sticky`	（任意）インターフェイス上でスティッキ ラーニングをイネーブルにします。 インターフェイス上でスティッキ ラーニングをディセーブルにするには、**no switchport port-security mac-address sticky** コマンドを使用します。インターフェイスはスティッキ セキュア MAC アドレスをダイナミック セキュア アドレスに変換します。
ステップ 10	`Switch(config-if)# [no] switchport port-security mac-address mac_address sticky [vlan [voice | access]]`	インターフェイスにスティッキ MAC アドレスを指定します。 **vlan** キーワードを指定すると、指定した VLAN の MAC アドレスがスティッキになります。 アドレス テーブルからスティッキ セキュア MAC アドレスを削除するには、**no switchport port-security mac-address** *mac_address* **sticky** コマンドを使用します。スティッキ アドレスをダイナミック アドレスに変換するには、**no switchport port-security mac-address sticky** コマンドを使用します。 **（注）** このコマンドは、アクセス、PVLAN　ホスト、および PVLAN　無差別モードに対してのみ適用できます。PVLAN、トランク、または通常のトランク モードの詳細については、「トランク ポートのポート セキュリティ」（p.35-18）を参照してください。
ステップ 11	`Switch(config-if)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 12	`Switch# show port-security address interface interface_id` `Switch# show port-security address`	入力を確認します。

（注） ダイナミックに学習されたポート セキュリティ MAC アドレスを CAM テーブルから削除するには、**clear port-security dynamic** コマンドを使用します。**address** キーワードを指定すると、セキュア MAC アドレスを削除できます。**interface** キーワードを指定すると、各種のインターフェイス上の（ポート チャネル インターフェイスを含む）すべてのセキュア アドレスを削除できるようになります。**VLAN** キーワードにより、VLAN/Port 単位でポート セキュリティ MAC アドレスをクリアできます。

例

ここでは、次の例を示します。

例 1：最大セキュア アドレス数の設定

次に、インターフェイス FastEthernet 3/12 でポート セキュリティをイネーブルにし、セキュア アドレスの最大数を 5 に設定する例を示します。違反モードはデフォルトで、セキュア MAC アドレスは設定されていません。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface fastethernet 3/12
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# switchport port-security
Switch(config-if)# switchport port-security maximum 5
Switch(config-if)# switchport port-security mac-address sticky
Switch(config-if)# end
Switch# show port-security interface fastethernet 3/12
Port Security              : Enabled
Port Status                : Secure-up
Violation Mode             : Shutdown
Aging Time                 : 0 mins
Aging Type                 : Absolute
SecureStatic Address Aging : Enabled
Maximum MAC Addresses      : 5
Total MAC Addresses        : 0
Configured MAC Addresses   : 0
Sticky MAC Addresses       : 0
Last Source Address:Vlan   : 0000.0000.0000:0
Security Violation Count   : 0
```

例 2：違反モードの設定

この例では、インターフェイス FastEthernet 3/12 の違反モードを restrict に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface fastethernet 3/12
Switch(config-if)# switchport port-security violation restrict
Switch(config-if)# end
Switch#
```

レート制限を使用することによって SNMP トラップをイネーブルにし、制限モードによるポートセキュリティ違反を検出します。次に、1 秒間に 5 回のポート セキュリティのトラップをイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# snmp-server enable traps port-security trap-rate 5
Switch(config)# end
Switch#
```

例 3：エージング タイマーの設定

次に、インターフェイス FastEthernet 5/1 のセキュア アドレスのエージング タイムを 2 時間（120 分）に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface fastethernet 5/1
Switch(config-if)# switchport port-security aging time 120
Switch(config-if)# end
Switch#
```

次に、エージング タイムを 2 分に設定する例を示します。

```
Switch(config-if)# switchport port-security aging time 2
```

上記のコマンドを確認するには、**show port-security interface** コマンドを使用します。

例 4：エージング タイマーのタイプの設定

次に、インターフェイス ファスト イーサネット 3/5 のセキュア アドレスでエージング タイム タイプを inactivity に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface fastethernet 3/5
Switch(config-if)# switch port-security aging type inactivity
Switch(config-if)# end
Switch# show port-security interface fastethernet 3/5
Port Security              : Enabled
Port Status                : Secure-up
Violation Mode             : Shutdown
Aging Time                 : 0 mins
Aging Type                 : Inactivity
SecureStatic Address Aging : Disabled
Maximum MAC Addresses      : 1
Total MAC Addresses        : 0
Configured MAC Addresses   : 0
Sticky MAC Addresses       : 0
Last Source Address:Vlan   : 0000.0000.0000:0
Security Violation Count   : 0
```

例 5：セキュア MAC アドレスの設定

次に、インターフェイス FastEthernet 5/1 にセキュア MAC アドレスを設定し、設定を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface fastethernet 5/1
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# switchport port-security
Switch(config-if)# switchport port-security maximum 10
Switch(config-if)# switchport port-security mac-address 0000.0000.0003 (Static secure
MAC)
Switch(config-if)# end
Switch#show port address
Secure Mac Address Table
-----------------------------------------------------------------------
Vlan    Mac Address       Type                      Ports   Remaining Age
                                                              (mins)
----    -----------       ----                      -----   -------------
   1    0000.0000.0003    SecureConfigured          Fa5/1         -

-----------------------------------------------------------------------
Total Addresses in System (excluding one mac per port)     : 2
Max Addresses limit in System (excluding one mac per port) : 3072
```

例 6：スティッキ ポート セキュリティの設定

次に、インターフェイス FastEthernet 5/1 にスティッキ MAC アドレスを設定し、設定を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface fa5/1
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# switchport port-security
Switch(config-if)# switchport port-security mac-address sticky
Switch(config-if)# switchport port-security maximum 5
Switch(config-if)# end
```

(注) ポートにトラフィックを送信すると、ポートにスティッキ セキュア アドレスが設定されます。

```
Switch# show port-security address
          Secure Mac Address Table
-----------------------------------------------------------------------
Vlan    Mac Address       Type                      Ports   Remaining Age
                                                              (mins)
----    -----------       ----                      -----   -------------
   1    0000.0000.0001    SecureSticky              Fa5/1         -
   1    0000.0000.0002    SecureSticky              Fa5/1         -
   1    0000.0000.0003    SecureSticky              Fa5/1         -
-----------------------------------------------------------------------
Total Addresses in System (excluding one mac per port)     : 2
Max Addresses limit in System (excluding one mac per port) : 3072
Switch# show running-config interface fastEthernet 5/1
Building configuration...

Current configuration : 344 bytes
!
```

```
interface FastEthernet5/1
 switchport mode access
 switchport port-security
 switchport port-security maximum 5
 switchport port-security mac-address sticky
 switchport port-security mac-address sticky 0000.0000.0001
 switchport port-security mac-address sticky 0000.0000.0002
 switchport port-security mac-address sticky 0000.0000.0003
end

Switch#
```

例 7：不良パケットに対するレート制限の設定

次に、インターフェイス FastEthernet 5/1 の無効な送信元パケットにレート制限を設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface fastethernet 5/1
Switch(config-if)# switchport port-security limit rate invalid-source-mac 100
Switch(config-if)# end
Switch#
```

次に、インターフェイス FastEthernet 5/1 の無効な送信元パケットにレート制限を設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface fastethernet 5/1
Switch(config-if)# switchport port-security limit rate invalid-source-mac none
Switch(config-if)# end
Switch#
```

例 8：ダイナミック セキュア MAC アドレスの削除

次に、ダイナミック セキュア MAC アドレスを削除する例を示します。

```
Switch# clear port-security dynamic address 0000.0001.0001
```

次に、インターフェイス fa 2/1 のすべてのダイナミック セキュア MAC アドレスを削除する例を示します。

```
Switch# clear port-security dynamic interface fa2/1
```

次に、システムのすべてのダイナミック セキュア MAC アドレスを削除する例を示します。

```
Switch# clear port-security dynamic
```

PVLAN ポートのポート セキュリティ

PVLAN ポート上でポート セキュリティを設定すると、PVLAN 機能を利用しながら MAC アドレスの数を制限することができます。

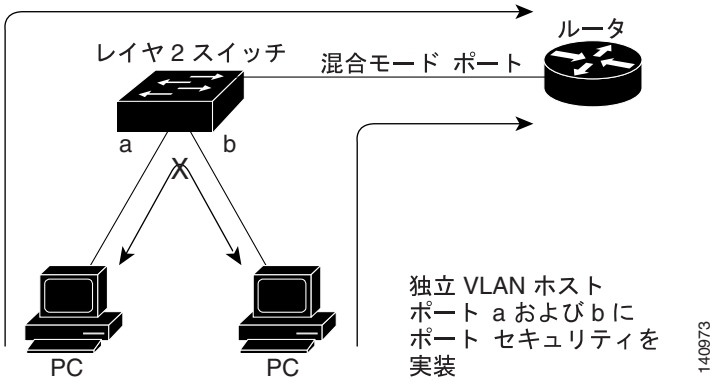
(注)　ここでは、アクセス ポートで説明したものと同じ設定モデルを使用します。

ここでは、ホストと混合モード ポート上でトランク ポート セキュリティを設定する方法を説明します。

独立 プライベート VLAN ホスト ポートでのポート セキュリティの設定

図 35-1 に、PVLAN ホスト ポートに実装されている代表的なポート セキュリティのトポロジを示します。このトポロジでは、スイッチのポート a で接続する PC は、混合モード ポートで接続するルータだけと通信できます。ポート a で接続する PC はポート b で接続する PC とは通信できません。

図 35-1　独立 PVLAN ホスト ポートのポート セキュリティ



(注)　PVLAN 上の独立 PVLAN ホスト ポートでセキュアなダイナミック アドレスはセカンダリ VLAN 上でセキュアであり、プライマリ VLAN 上ではセキュアではありません。

独立 PVLAN ホスト ポート上でポート セキュリティを設定するには、次の作業を実行します。

	コマンド	説明
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# vlan sec_vlan_id`	セカンダリ VLAN を指定します。
ステップ 3	`Switch(config-vlan)# private-vlan isolated`	PVLAN モードを isolated に設定します。
ステップ 4	`Switch(config-vlan)# exit`	グローバル コンフィギュレーションモードに戻ります。
ステップ 5	`Switch(config)# vlan pri_vlan_id`	プライマリ VLAN を指定します。
ステップ 6	`Switch(config-vlan)# private-vlan primary`	VLAN をプライマリ PVLAN として指定します。
ステップ 7	`Switch(config-vlan)# private-vlan association add sec_vlan_id`	セカンダリ VLAN とプライマリ VLAN のアソシエーションを作成します。
ステップ 8	`Switch(config-vlan)# exit`	グローバル コンフィギュレーションモードに戻ります。
ステップ 9	`Switch(config)# interface interface_id`	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始し、設定する物理インターフェイスを指定します。
ステップ 10	`Switch(config-if)# switchport mode private-vlan host`	有効な PVLAN トランクのアソシエーションを持つポートが、アクティブ ホストの PVLAN トランク ポートになるように指定します。
ステップ 11	`Switch(config-if)# switchport private-vlan host-association primary_vlan secondary_vlan`	独立ホスト ポート上でホスト アソシエーションを設定します。
ステップ 12	`Switch(config-if)# [no] switchport port-security`	インターフェイス上でポート セキュリティをイネーブルにします。
ステップ 13	`Switch(config-if)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 14	`Switch# show port-security address interface interface_id` `Switch# show port-security address`	入力を確認します。

独立 PVLAN ホスト ポートでのポート セキュリティの例

次に、独立 PVLAN ホスト ポートであるインターフェイス FastEthernet 3/12 上でポート セキュリティを設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# vlan 6
Switch(config-vlan)# private-vlan isolated
Switch(config-vlan)# exit
Switch(config)# vlan 3
Switch(config-vlan)# private-vlan primary
Switch(config-vlan)# private-vlan association add 6
Switch(config-vlan)# exit
Switch(config)# interface fastethernet 3/12
Switch(config-if)# switchport mode private-vlan host
Switch(config-if)# switchport private-vlan association host 3 6
Switch(config-if)# switchport port-security
Switch(config-if)# end
```

PVLAN 混合モード ポートでのポート セキュリティの設定

独立 PVLAN 混合モード ポート上でポート セキュリティを設定するには、次の作業を実行します。

	コマンド	説明
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# vlan sec_vlan_id`	VLAN を設定します。
ステップ 3	`Switch(config-vlan)# private-vlan isolated`	PVLAN モードを isolated に設定します。
ステップ 4	`Switch(config-vlan)# exit`	グローバル コンフィギュレーションモードに戻ります。
ステップ 5	`Switch(config)# vlan pri_vlan_id`	VLAN を設定します。
ステップ 6	`Switch(config-vlan)# private-vlan primary`	VLAN をプライマリ PVLAN として指定します。
ステップ 7	`Switch(config-vlan)# private-vlan association add sec_vlan_id`	セカンダリ VLAN とプライマリ VLAN のアソシエーションを作成します。
ステップ 8	`Switch(config-vlan)# exit`	グローバル コンフィギュレーションモードに戻ります。
ステップ 9	`Switch(config)# interface interface_id`	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始し、設定する物理インターフェイスを指定します。
ステップ 10	`Switch(config-if)# switchport mode private-vlan promiscuous`	有効な PVLAN マッピングのあるポートがアクティブ混合モード ポートになるように指定します。
ステップ 11	`Switch(config-if)# switchport private-vlan mapping primary_vlan secondary_vlan`	混合モード ポートに対して PVLAN を設定します。
ステップ 12	`Switch(config-if)# switchport port-security`	インターフェイス上でポート セキュリティをイネーブルにします。
ステップ 13	`Switch(config-if)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 14	`Switch# show port-security address interface interface_id` `Switch# show port-security address`	入力を確認します。

PVLAN 混合モード ポートでのポート セキュリティの例

次に、PVLAN 混合モード ポートであるインターフェイス FastEthernet 3/12 上でポート セキュリティを設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# vlan 6
Switch(config-vlan)# private-vlan isolated
Switch(config-vlan)# exit
Switch(config)# vlan 3
Switch(config-vlan)# private-vlan primary
Switch(config-vlan)# private-vlan association add 6
Switch(config-vlan)# exit
Switch(config)# interface fastethernet 3/12
Switch(config-if)# switchport mode private-vlan promiscuous
Switch(config-if)# switchport mode private-vlan mapping 3 6
Switch(config-if)# switchport port-security
Switch(config-if)# end
```

トランク ポートのポート セキュリティ

メトロ集約のトランク ポート上にポート セキュリティを設定すると、VLAN ごとに MAC アドレスの数を制限することができます。トランク ポート セキュリティにより、ポート セキュリティがトランク ポートにまで拡張されます。許容される MAC アドレスまたは MAC アドレスの最大数は、トランク ポート上の個々の VLAN ごとに制限されます。トランク ポート セキュリティにより、サービス プロバイダーはそのトランク ポートの VLAN に指定されたものとは異なる MAC アドレスを持つステーションからのアクセスをブロックできるようになります。また、トランク ポート セキュリティは PVLAN のトランク ポートでもサポートされます。

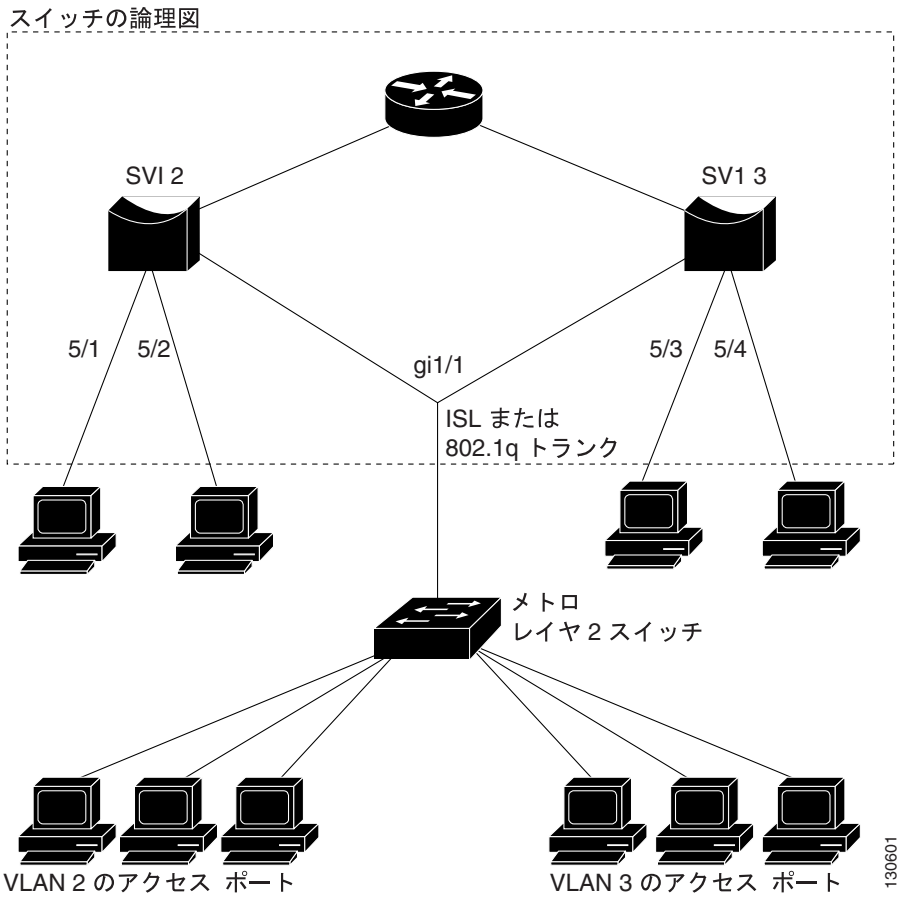
（注） アクセス モードに設定されたレイヤ 2 ポート チャネル インターフェイスのポート セキュリティはイネーブルにすることができます。EtherChannel のポート セキュリティ設定は、物理メンバ ポートの設定とは別に保持されます。

ここでは、トランク ポート セキュリティを設定する方法について説明します。

トランク ポート セキュリティの設定

Catalyst 4500 シリーズ スイッチの 802.1q または ISL トランクが近接するレイヤ 2 スイッチに接続されている場合は、ポート セキュリティが使用されます。たとえば、メトロ集約ネットワーク（図 35-2）で使用されます。

図 35-2　トランク ポート セキュリティ



さまざまなポート セキュリティ関連パラメータをポート単位 /VLAN 単位で設定できます。

（注） ポート セキュリティ パラメータを設定する手順はアクセス ポートの場合と似ています。トランク ポートの場合は、これらの手順に加えて次のポート単位 /VLAN 単位設定を行います。

ポート セキュリティ関連パラメータをポート単位 /VLAN 単位で設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	説明
ステップ 1	`Switch(config)# interface interface_id` `interface port-channel port_channel_number`	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、設定するインターフェイスを指定します。 **（注）** レイヤ 2 ポート チャネル論理インターフェイスを指定することができます。
ステップ 2	`Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q`	トランク カプセル化形式を 802.1Q に設定します。

	コマンド	説明（続き）
ステップ 3	`Switch(config-if)# switchport mode trunk`	インターフェイス モードを設定します。 （注）　デフォルト モード（dynamic desirable）のインターフェイスは、セキュア ポートとして設定できません。
ステップ 4	`Switch(config-if)# switchport port-security maximum value vlan`	最大 MAC アドレス制限が明示的に設定されていない VLAN ごとに、最大セキュア MAC アドレス数を設定します（「セキュア MAC アドレスの最大数」[p.35-5] を参照）。
ステップ 5	`Switch(config-if)# vlan-range range`	VLAN 範囲サブモードを開始します。 （注）　単一または複数の VLAN を指定できます。
ステップ 6	`Switch(config-if-vlan-range)# port-security maximum value`	最大セキュア MAC アドレス数を VLAN ごとに設定します。
ステップ 7	`Switch(config-if-vlan-range)# no port-security maximum`	すべての VLAN の最大セキュア MAC アドレス数の設定を削除します。そのあと、ポートに設定された最大値がすべての VLAN で使用されます。
ステップ 8	`Switch(config-if-vlan-range)# [no] port-security mac-address mac_address`	VLAN 範囲にセキュア MAC アドレスを設定します。
ステップ 9	`Switch(config-if-vlan-range)# [no] port-security mac-address sticky mac_address`	VLAN 範囲にスティッキ MAC アドレスを設定します。
ステップ 10	`Switch(config-if-vlan-range)# end`	インターフェイス コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 11	`Switch(config-if)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。

トランク ポート セキュリティの例

ここでは、次の例を示します。

- 例 1：すべての VLAN での最大セキュア MAC アドレス制限の設定（p.35-21）
- 例 2：特定の VLAN での最大セキュア MAC アドレス制限の設定（p.35-21）
- 例 3：VLAN 範囲でのセキュア MAC アドレスの設定（p.35-22）

例 1：すべての VLAN での最大セキュア MAC アドレス制限の設定

次に、すべての VLAN のインターフェイス g1/1 上でセキュア MAC アドレスおよび最大セキュア MAC アドレス制限を設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface g1/1
Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q
Switch(config-if)# sw mode trunk
Switch(config-if)# switchport port-security
Switch(config-if)# switchport port-security maximum 3

Switch# show port-security in gi1/1 vlan
Default maximum: 3
VLAN  Maximum    Current
    1          3          0
    2          3          0
    3          3          0
    4          3          0
    5          3          0
    6          3          0
Switch#

Switch# show running interface gi1/1
Building configuration...

Current configuration : 161 bytes
!
interface GigabitEthernet1/1
 switchport trunk encapsulation dot1q
 switchport mode trunk
 switchport port-security
 switchport port-security maximum 3 vlan
end
```

例 2：特定の VLAN での最大セキュア MAC アドレス制限の設定

次に、特定の VLAN または VLAN 範囲のインターフェイス g1/1 にセキュア MAC アドレスを設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface g1/1
Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q
Switch(config-if)# sw mode trunk
Switch(config-if)# switchport port-security
Switch(config-if)# vlan-range 2-6
Switch(config-if-vlan-range)# port-security maximum 3
Switch(config-if)# exit

Switch# show port-security interface g1/1 vlan
Default maximum: not set, using 3072
VLAN  Maximum    Current
   2          3          0
   3          3          0
   4          3          0
   5          3          0
   6          3          0
Switch#
```

例 3：VLAN 範囲でのセキュア MAC アドレスの設定

次に、インターフェイス g1/1 上の VLAN でセキュア MAC アドレスを設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface g1/1
Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q
Switch(config-if)# sw mode trunk
Switch(config-if)# switchport port-security
Switch(config-if)# switchport port-security mac-address sticky
Switch(config-if)# vlan-range 2-6
Switch(config-if-vlan-range)# port-security mac-address 1.1.1
Switch(config-if-vlan-range)# port-security mac-address sticky 1.1.2
Switch(config-if-vlan-range)# port-security mac-address sticky 1.1.3
Switch(config-if-vlan-range)# exit
Switch# show port-security interface g1/1 address vlan 2-4
          Secure Mac Address Table
------------------------------------------------------------------------
Vlan    Mac Address       Type                      Ports   Remaining Age
                                                              (mins)
----    -----------       ----                      -----   -------------
  2    0001.0001.0001    SecureConfigured          Gi1/1        -
  2    0001.0001.0002    SecureSticky              Gi1/1        -
  2    0001.0001.0003    SecureSticky              Gi1/1        -
  3    0001.0001.0001    SecureConfigured          Gi1/1        -
  3    0001.0001.0002    SecureSticky              Gi1/1        -
  3    0001.0001.0003    SecureSticky              Gi1/1        -
  4    0001.0001.0001    SecureConfigured          Gi1/1        -
  4    0001.0001.0002    SecureSticky              Gi1/1        -
  4    0001.0001.0003    SecureSticky              Gi1/1        -
------------------------------------------------------------------------
Total Addresses: 9

Switch#
```

トランク ポート セキュリティの注意事項および制約事項

ポート単位 /VLAN 単位でポート セキュリティ関連パラメータを設定する場合は、次の注意事項に従ってください。

- セキュア MAC アドレスは、通常のトランク ポートで許容されていない VLAN では設定できません。
- PVLAN トランク上のプライマリ VLAN の設定はできません。CLI は拒否され、エラー メッセージが表示されます。
- ポート上の特定の VLAN で最大値が設定されていない場合（直接的または間接的）、この VLAN にはポートに設定された最大値が使用されます。この場合、この VLAN 上のセキュア アドレスの最大数はポートに設定された最大値に制限されます。

  各 VLAN は、ポートで設定された値よりも大きい最大数を設定できます。また、すべての VLAN に設定される最大値の合計は、ポートに設定される最大値を上回ることができます。いずれの場合でも、各 VLAN のセキュア MAC アドレス数は、VLAN の設定最大値とポートの設定最大値の小さい方の数に制限されます。また、すべての VLAN のポートでのセキュア アドレス数は、ポートに設定された最大数を超えることはできません。
- PVLAN のトランク ポートでは、設定が実行される VLAN は、PVLAN トランクの許容 VLAN リストか、またはアソシエーション ペアのセカンダリ VLAN リスト内にある必要があります（この条件が満たされていない場合、CLI は拒否されます）。PVLAN トランク上の許容 VLAN リストでは、PVLAN トランクで許可されたすべての通常の VLAN の VLAN ID が保持されます。

- PVLAN トランクからアソシエーション ペアを削除すると、ペアのセカンダリ VLAN に関連付けられたすべてのスタティックおよびスティッキ アドレスが実行コンフィギュレーションから削除されます。セカンダリ VLAN に関連付けられているダイナミック アドレスはシステムから削除されます。

  同様に、許容された PVLAN トランクのリストから VLAN を削除すると、その VLAN に関連付けられているアドレスが削除されます。

（注） 通常の VLAN または PVLAN のトランク ポートでは、VLAN が許容 VLAN リストから削除されると、その VLAN に関連付けられたすべてのアドレスが削除されます。

ポート モードの変更

一般的にポート モードが変更されると、そのポートに関連付けられたすべてのダイナミック アドレスは削除されます。すべてのスタティックまたはスティッキ アドレス、およびネイティブ VLAN で設定されたその他のポート セキュリティ パラメータは、新しいモードのポートのネイティブ VLAN に移されます。非ネイティブ VLAN のすべてのアドレスは削除されます。

ネイティブ VLAN とは、次のポート タイプの VLAN です。

ポート タイプ	ネイティブ VLAN
アクセス	アクセス VLAN
トランク	ネイティブ VLAN
独立	セカンダリ VLAN（ホスト アソシエーションから）
混合モード	プライマリ VLAN（マッピングから）
PVLAN トランク	PVLAN トランク ネイティブ VLAN
802.1Q トンネル	アクセス VLAN

たとえば、モードがアクセスから PVLAN トランクに変わると、アクセス ポートのアクセス VLAN に設定されているすべてのスタティックおよびスティッキ アドレスは、PVLAN トランク ポートの PVLAN ネイティブ VLAN に移動します。その他のアドレスはすべて削除されます。

同様に、PVLAN トランク モードからアクセス モードに変わると、PVLAN ネイティブ VLAN に設定されているすべてのスタティックおよびスティッキ アドレスは、アクセス ポートのアクセス VLAN に移動します。その他のアドレスはすべて削除されます。

ポートがトランクから PVLAN トランクに変わる場合は、許容されている PVLAN トランクのリストにその VLAN がある場合、または PVLAN トランクで関連付けられているセカンダリ VLAN にある場合は、トランクの VLAN に関連付けられているアドレスはそのまま残ります。VLAN がいずれにもない場合は、実行コンフィギュレーションからアドレスが削除されます。

ポートが PVLAN トランクからトランクに変わる場合は、アドレスに関連付けられている VLAN がトランクの許容 VLAN リストにあれば、スタティックまたはスティッキ アドレスはそのまま残ります。VLAN が許容されているリストにない場合、実行コンフィギュレーションからアドレスが削除されます。

音声ポート上のポート セキュリティ

ポートにデータ VLAN（PC 用）と音声 VLAN（Cisco IP Phone 用）が設定されている場合、IP テレフォニー環境にポート セキュリティを設定できます。

ここでは、音声ポート上にポート セキュリティを設定する方法について説明します。

音声ポート上のポート セキュリティの設定

音声ポート上でポート セキュリティを設定するには、次の作業を実行します。

	コマンド	説明
ステップ 1	`Switch(config)# interface interface_id`	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始し、設定する物理インターフェイスを指定します。
ステップ 2	`Switch(config-if)# switchport mode access`	インターフェイス モードを設定します。 **（注）** デフォルト モード（dynamic desirable）のインターフェイスは、セキュア ポートとして設定できません。
ステップ 3	`Switch(config-if)# [no] switchport port-security`	インターフェイス上でポート セキュリティをイネーブルにします。 インターフェイスをセキュア ポートでないデフォルトの状態に戻すには、**no switchport port-security** コマンドを使用します。
ステップ 4	`Switch(config-if)# [no] switchport port-security violation {restrict | shutdown}`	（任意）違反モードを設定します。セキュリティ違反が発生した場合に、次のいずれかのアクションを実行します。 • **restrict** ― ポート セキュリティ違反によりデータが制限され、セキュリティ違反カウンタが増加して、SNMP トラップ通知が送信されます。 • **shutdown** ― セキュリティ違反が発生すると、インターフェイスが errdisable になります。 **（注）** セキュア ポートが errdisable ステートの場合、**errdisable recovery cause psecure-violation** グローバル コンフィギュレーションコマンドを入力してこのステートを解除したり、**shutdown** および **no shutdown** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力して手動で再びイネーブルにしたりできます。 違反モードをデフォルトの状態（シャットダウン モード）に戻すには、**no switchport port-security violation shutdown** コマンドを使用します。
ステップ 5	`Switch(config-if)# switchport port-security limit rate invalid-source-mac packets_per_sec`	不良パケットに対してレート制限を設定します。 デフォルトは 10 pps です。

	コマンド	説明（続き）
ステップ 6	`Switch(config-if)# [no] switchport port-security mac-address mac_address [vlan {voice | access}]`	（任意）インターフェイスのセキュア MAC アドレスを指定します。 **vlan** キーワードを指定すると、指定した VLAN にアドレスが設定されます。 • **voice** ― 音声 VLAN に MAC アドレスが設定されます。 • **access** ― アクセス VLAN に MAC アドレスが設定されます。 このコマンドを使用するとセキュア MAC アドレスが設定できます。設定したセキュア MAC アドレスが最大数より少ない場合、残りの MAC アドレスは動的に学習されます。 MAC アドレスをアドレス テーブルから削除するには、**no switchport port-security mac-address** *mac_address* コマンドを使用します。 **（注）** このコマンドは、アクセス、PVLAN ホスト、および PVLAN 無差別モードに対してのみ適用できます。PVLAN、トランク、または通常のトランク モードの詳細については、「トランク ポートのポート セキュリティ」（p.35-18）を参照してください。
ステップ 7	`Switch(config-if)# [no] switchport port-security mac-address sticky`	（任意）インターフェイス上でスティッキ ラーニングをイネーブルにします。 インターフェイス上でスティッキ ラーニングをディセーブルにするには、**no switchport port-security mac-address sticky** コマンドを使用します。インターフェイスはスティッキ セキュア MAC アドレスをダイナミック セキュア アドレスに変換します。

	コマンド	説明（続き）
ステップ 8	`Switch(config-if)# [no] switchport port-security mac-address mac_address sticky [vlan {voice | access}]`	インターフェイスにスティッキ MAC アドレスを指定します。 **vlan** キーワードを指定すると、指定した VLAN の MAC アドレスがスティッキになります。 • **voice** ― 音声 VLAN の MAC アドレスがスティッキになります。 • **access** ― アクセス VLAN の MAC アドレスがスティッキになります。 アドレス テーブルからスティッキ セキュア MAC アドレスを削除するには、**no switchport port-security mac-address** *mac_address* **sticky** コマンドを使用します。スティッキ アドレスをダイナミック アドレスに変換するには、**no switchport port-security mac-address sticky** コマンドを使用します。 **（注）** このコマンドは、アクセス、PVLAN ホスト、および PVLAN 無差別モードに対してのみ適用できます。PVLAN、トランク、または通常のトランク モードの詳細については、「トランク ポートのポート セキュリティ」（p.35-18）を参照してください。
ステップ 9	`Switch(config-if)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 10	`Switch# show port-security address interface interface_id` `Switch# show port-security address`	入力を確認します。

（注） ダイナミックに学習されたポート セキュリティ MAC アドレスを CAM テーブルから削除するには、**clear port-security dynamic** コマンドを使用します。**address** キーワードを指定すると、セキュア MAC アドレスを削除できます。**interface** キーワードを指定すると、インターフェイス上の（ポート チャネル インターフェイスを含む）すべてのセキュア アドレスを削除できます。**VLAN** キーワードにより、per-VLAN per-Port 単位でポート セキュリティ MAC アドレスをクリアできます。

音声ポート セキュリティの例

ここでは、次の例を示します。

- 例 1：音声 VLAN およびデータ VLAN への最大 MAC アドレスの設定（p.35-27）
- 例 2：音声 VLAN およびデータ VLAN へのスティッキ MAC アドレスの設定（p.35-27）

例 1：音声 VLAN およびデータ VLAN への最大 MAC アドレスの設定

次に、インターフェイス fa5/1 上で Cisco IP Phone などの音声 VLAN と PC などのデータ VLAN に MAC アドレスをそれぞれ最大 1 つ設定して、設定を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface fa5/1
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# switchport port-security
Switch(config-if)# switchport port-security mac-address sticky
Switch(config-if)# switchport port-security maximum 1 vlan voice
Switch(config-if)# switchport port-security maximum 1 vlan access
Switch(config-if)# end
```

（注） ポートにトラフィックを送信すると、ポートにスティッキ セキュア アドレスが設定されます。

```
Switch# show port-security address
          Secure Mac Address Table
------------------------------------------------------------------------
Vlan    Mac Address       Type                      Ports   Remaining Age
                                                              (mins)
----    -----------       ----                      -----   -------------
   1    0000.0000.0001    SecureSticky              Fa5/1         -
   3    0000.0000.0004    SecureSticky              Fa5/1         -
------------------------------------------------------------------------
Total Addresses in System (excluding one mac per port)     : 1
Max Addresses limit in System (excluding one mac per port) : 3072

Switch# show running-config interface fastEthernet 5/1
Building configuration...

Current configuration : 344 bytes
!
interface FastEthernet5/1
 switchport mode access
 switchport voice vlan 3
 switchport port-security
 switchport port-security maximum 1 vlan voice
 switchport port-security maximum 1 vlan access
 switchport port-security mac-address sticky
 switchport port-security mac-address sticky 0000.0000.0001
 switchport port-security mac-address sticky 0000.0000.0004 vlan voice
end

Switch#
```

例 2：音声 VLAN およびデータ VLAN へのスティッキ MAC アドレスの設定

次に、インターフェイス fa5/1 上で音声 VLAN およびデータ VLAN に対してスティッキ MAC アドレスを設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface fa5/1
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# switchport port-security
Switch(config-if)# switchport port-security mac-address sticky 0000.0000.obob vlan
voice
Switch(config-if)# switchport port-security mac-address sticky 0000.0000.0005 vlan
access
Switch(config-if)# end
```

（注） ポートにトラフィックを送信すると、ポートにスティッキ セキュア アドレスが設定されます。

```
Switch# show port-security address
          Secure Mac Address Table
------------------------------------------------------------------------
Vlan    Mac Address       Type                      Ports   Remaining Age
                                                              (mins)
----    -----------       ----                      -----   -------------
   1    0000.0000.0001    SecureSticky              Fa5/1         -
   1    0000.0000.0002    SecureSticky              Fa5/1         -
   1    0000.0000.0003    SecureSticky              Fa5/1         -
   3    0000.0000.0004    SecureSticky              Fa5/1         -
   1    0000.0000.0005    SecureSticky              Fa5/1         -
   3    0000.0000.0b0b    SecureSticky              Fa5/1         -
------------------------------------------------------------------------
Total Addresses in System (excluding one mac per port)     : 5
Max Addresses limit in System (excluding one mac per port) : 3072

Switch# show running-config interface fastEthernet 5/1
Building configuration...

Current configuration : 344 bytes
!
interface FastEthernet5/1
 switchport mode access
 switchport voice vlan 3
 switchport port-security
 switchport port-security maximum 5 vlan voice
 switchport port-security mac-address sticky
 switchport port-security mac-address sticky 0000.0000.0001
 switchport port-security mac-address sticky 0000.0000.0002
 switchport port-security mac-address sticky 0000.0000.0003
 switchport port-security mac-address sticky 0000.0000.0004 vlan voice
 switchport port-security mac-address sticky 0000.0000.0005
 switchport port-security mac-address sticky 0000.0000.0b0b vlan voice
end

Switch#
```

音声ポート セキュリティの注意事項および制約事項

音声ポートに実装されたポート セキュリティの動作は、アクセス ポート上のポート セキュリティと同じです。

- 音声ポートにスティッキ ポート セキュリティを設定できます。音声ポートのスティッキ ポート セキュリティがイネーブルの場合、データ VLAN および音声 VLAN 上でセキュアなアドレスはスティッキ アドレスとしてセキュアです。
- 最大セキュア アドレスは VLAN 単位で設定できます。最大数は、データ VLAN または音声 VLAN のいずれかに設定できます。また、アクセス ポートの場合と同様、ポート単位でも設定できます。
- ポート セキュリティ MAC アドレスは、データ VLAN または音声 VLAN 上で VLAN 単位で設定できます。
- Cisco IOS Release 12.2(31)SG より前のリリースでは、IP Phone と PC をサポートするために 3 つの MAC アドレスが最大パラメータとして必要でした。Cisco IOS Release 12.2(31)SG 以降のリリースでは、最大数パラメータは 2（IP Phone と PC に 1 つずつ）に設定する必要があります。

ポート セキュリティ設定の表示

show port-security コマンドを使用すると、インターフェイスまたはスイッチのポート セキュリティ設定が表示されます。

トラフィック制御情報を表示するには、次の作業を 1 つまたは複数行います。

コマンド	目的
`Switch# show interface status err-disable`	errdisable となったインターフェイスを、ディセーブルの理由とともに表示します。
`Switch# show port-security [interface interface_id | interface port_channel port_channel_number]`	スイッチまたは指定したインターフェイスのポート セキュリティ設定を表示します。表示される内容は、各インターフェイスで許容される最大セキュア MAC アドレス数、インターフェイスのセキュア MAC アドレス数、発生したセキュリティ違反数、および違反モードです。 ポート チャネル論理インターフェイスを指定することができます。
`Switch# show port-security [interface interface_id | interface port_channel port_channel_number] address`	すべてのスイッチ インターフェイスまたは指定したインターフェイスに設定されたすべてのセキュア MAC アドレス、および各アドレスのエージング情報を表示します。
`Switch# show port-security [interface interface_id | interface port_channel port_channel_number] vlan vlan_list`	特定の VLAN リストおよび特定のインターフェイス上で、許容される最大セキュア MAC アドレス数および現在のセキュア MAC アドレス数を表示します。
`Switch# show port-security [interface interface_id | interface port_channel port_channel_number] [address [vlan vlan_list]]`	特定の VLAN リストおよび特定のインターフェイスで設定されたすべてのセキュア MAC アドレスを表示します。

例

ここでは、次の例を示します。

例 1：スイッチ全体のセキュリティ設定の表示

次に、スイッチ全体のポート セキュリティの設定を表示する例を示します。

```
Switch# show port-security
Secure Port  MaxSecureAddr  CurrentAddr  SecurityViolation  Security Action
               (Count)       (Count)          (Count)
---------------------------------------------------------------------------
      Fa3/1              2            2                  0         Restrict
      Fa3/2              2            2                  0         Restrict
      Fa3/3              2            2                  0         Shutdown
      Fa3/4              2            2                  0         Shutdown
      Fa3/5              2            2                  0         Shutdown
      Fa3/6              2            2                  0         Shutdown
      Fa3/7              2            2                  0         Shutdown
      Fa3/8              2            2                  0         Shutdown
     Fa3/10              1            0                  0         Shutdown
     Fa3/11              1            0                  0         Shutdown
     Fa3/12              1            0                  0         Restrict
     Fa3/13              1            0                  0         Shutdown
     Fa3/14              1            0                  0         Shutdown
     Fa3/15              1            0                  0         Shutdown
     Fa3/16              1            0                  0         Shutdown
        Po2              3            0                  0         Shutdown
---------------------------------------------------------------------------
Total Addresses in System (excluding one mac per port)     :8
Max Addresses limit in System (excluding one mac per port) :3072
Global SNMP trap control for port-security                 :20 (traps per second)
```

例 2：インターフェイスのセキュリティ設定の表示

次に、インターフェイス FastEthernet 5/1 のポート セキュリティの設定を表示する例を示します。

```
Switch# show port-security interface fastethernet 5/1
Port Security              : Enabled
Port Status                : Secure-up
Violation Mode             : Shutdown
Aging Time                 : 0 mins
Aging Type                 : Absolute
SecureStatic Address Aging : Disabled
Maximum MAC Addresses      : 1
Total MAC Addresses        : 1
Configured MAC Addresses   : 0
Sticky MAC Addresses       : 1
Last Source Address:Vlan   : 0000.0001.001a:1
Security Violation Count   : 0
```

例 3：スイッチ全体のすべてのセキュア アドレスの表示

次に、スイッチのすべてのインターフェイスで設定されたすべてのセキュア MAC アドレスを表示する例を示します。

```
Switch# show port-security address
          Secure Mac Address Table
------------------------------------------------------------------------
Vlan    Mac Address       Type                Ports   Remaining Age
                                                         (mins)
----    -----------       ----                -----   -------------
   1    0000.0001.0000    SecureConfigured    Fa3/1       15 (I)
   1    0000.0001.0001    SecureConfigured    Fa3/1       14 (I)
   1    0000.0001.0100    SecureConfigured    Fa3/2        -
   1    0000.0001.0101    SecureConfigured    Fa3/2        -
   1    0000.0001.0200    SecureConfigured    Fa3/3        -
   1    0000.0001.0201    SecureConfigured    Fa3/3        -
   1    0000.0001.0300    SecureConfigured    Fa3/4        -
   1    0000.0001.0301    SecureConfigured    Fa3/4        -
   1    0000.0001.1000    SecureDynamic    Fa3/5        -
   1    0000.0001.1001    SecureDynamic    Fa3/5        -
   1    0000.0001.1100    SecureDynamic    Fa3/6        -
   1    0000.0001.1101    SecureDynamic    Fa3/6        -
   1    0000.0001.1200    SecureSticky    Fa3/7        -
   1    0000.0001.1201    SecureSticky    Fa3/7        -
   1    0000.0001.1300    SecureSticky    Fa3/8        -
   1    0000.0001.1301    SecureSticky    Fa3/8        -
   1    0000.0001.2000    SecureSticky    Po2        -
------------------------------------------------------------------------
Total Addresses in System (excluding one mac per port)     :8
Max Addresses limit in System (excluding one mac per port) :3072
```

例 4：インターフェイス上の最大 MAC アドレス数の表示

次に、インターフェイス g1/1 上で許容される最大セキュア MAC アドレス数および現在のセキュア MAC アドレス数を表示する例を示します。

```
Switch# show port-security interface g1/1 vlan
Default maximum: 22
VLAN  Maximum    Current
2         22          3
3         22          3
4         22          3
5         22          1
6         22          2
```

例 5：VLAN 範囲に対するインターフェイス上のセキュリティ設定の表示

次に、VLAN 2 および VLAN 3 のインターフェイス g1/1 上のポート セキュリティの設定を表示する例を示します。

```
Switch# show port-security interface g1/1 vlan 2-3
Default maximum: 22
VLAN  Maximum    Current
    2         22          3
    3         22          3
```

例 6：インターフェイスのセキュア MAC アドレスおよびエージング情報の表示

次に、インターフェイス g1/1 上で設定されたすべてのセキュア MAC アドレスおよび各アドレスのエージング情報を表示する例を示します。

```
Switch# show port-security interface g1/1 address

          Secure Mac Address Table
------------------------------------------------------------------------
Vlan    Mac Address       Type                      Ports   Remaining Age(mins)
----    -----------               ----                      -----   -------------
   2    0001.0001.0001    SecureConfigured          Gi1/1        -
   2    0001.0001.0002    SecureSticky                  Gi1/1        -
   2    0001.0001.0003    SecureSticky                  Gi1/1        -
   3    0001.0001.0001    SecureConfigured          Gi1/1        -
   3    0001.0001.0002    SecureSticky                  Gi1/1        -
   3    0001.0001.0003    SecureSticky                  Gi1/1        -
   4    0001.0001.0001    SecureConfigured          Gi1/1        -
   4    0001.0001.0002    SecureSticky              Gi1/1        -
   4    0001.0001.0003    SecureSticky              Gi1/1        -
   5    0001.0001.0001    SecureConfigured          Gi1/1        -
   6    0001.0001.0001    SecureConfigured          Gi1/1        -
   6    0001.0001.0002    SecureConfigured          Gi1/1        -
------------------------------------------------------------------------
Total Addresses: 12
```

例 7：インターフェイスの VLAN 範囲でのセキュア MAC アドレスの表示

次に、インターフェイス g1/1 の VLAN 2 および VLAN 3 上で設定されたすべてのセキュア MAC アドレスおよび各アドレスのエージング情報を表示する例を示します。

```
Switch# show port-security interface g1/1 address vlan 2-3

          Secure Mac Address Table
------------------------------------------------------------------------
Vlan    Mac Address       Type                      Ports   Remaining Age(mins)
----    -----------       ----                      -----   -------------
   2    0001.0001.0001    SecureConfigured          Gi1/1        -
   2    0001.0001.0002    SecureSticky              Gi1/1        -
   2    0001.0001.0003    SecureSticky              Gi1/1        -
   3    0001.0001.0001    SecureConfigured          Gi1/1        -
   3    0001.0001.0002    SecureSticky              Gi1/1        -
   3    0001.0001.0003    SecureSticky              Gi1/1        -
------------------------------------------------------------------------
Total Addresses: 12
Switch#
```

他の機能 / 環境でのポート セキュリティの設定

ここでは、次の内容について説明します。

DHCP および IP ソース ガード

DHCP および IP ソース ガードを使用してポート セキュリティを設定し、セキュアではない MAC アドレスによる IP スプーフィングを防ぐことができます。IP ソース ガードは次の 2 つのレベルの IP トラフィック フィルタリングをサポートします。

- 送信元 IP アドレス フィルタリング
- 送信元 IP および MAC アドレス フィルタリング

IP ソース ガードをソース IP および MAC アドレス フィルタリングで使用する場合、送信元 IP アドレスに基づいてトラフィックをフィルタリングする場合はプライベート ACL（アクセス コントロール リスト）が、送信元 MAC アドレスに基づいてトラフィックをフィルタリングする場合はポート セキュリティが使用されます。このため、このモードではアクセス ポートのポート セキュリティをイネーブルにする必要があります。

両方の機能がイネーブルの場合の制約事項は次のとおりです。

- DHCP パケットは、ポート セキュリティのダイナミック学習の対象になりません。
- 複数の IP クライアントが 1 つのアクセス ポートに接続されている場合、ポート セキュリティでは各クライアントの送信元 IP アドレスと MAC アドレスを正確にバインディングすることはできません。

  たとえば、クライアントのアクセス ポートが次の IP/MAC アドレスであるとします。

  — クライアント 1：MAC1 <---> IP1

  — クライアント 2：MAC2 <---> IP2

  この場合、トラフィックの送信元 MAC アドレスと IP アドレス トラフィックの組み合わせが次のいずれでも許容されます。

  — MAC1 <---> IP1、有効

  — MAC2 <---> IP2、有効

  — MAC1 <---> IP2、無効

  — MAC2 <---> IP1、無効

  送信元 IP/MAC アドレス バインディングが正しい IP トラフィックだけが許可され、ポート セキュリティはこのトラフィックの MAC アドレスをダイナミックに学習します。バインディングされていない送信元アドレスの IP トラフィックは、ポート セキュリティによって無効なパケットとして処理され、ドロップされます。DoS 攻撃（サービス拒絶攻撃）を防ぐには、無効な送信元 MAC アドレスに対してポート セキュリティ レート制限を設定する必要があります。

802.1X 認証

MAC スプーフィングを防ぐために、802.1X 認証を使用したポート セキュリティを設定できます。802.1X は、通常の VLAN トランクおよび PVLAN トランクではサポートされません。アクセス ポート、および PVLAN ホストまたは混合モード ポートでは、ポート セキュリティと 802.1X を同時に設定できます。両方とも設定する場合、ホストが 802.1X 認証されたあとでポート セキュリティによってホストの MAC アドレスをセキュアにする必要があります。802.1X とポート セキュリティの両方がホストを承認する必要があります。一方がホストを認証しない場合、セキュリティ違反がトリガーされます。セキュリティ違反の種類は、ポートを拒否する機能がどちらであるかによって異なります。ホストが 802.1X では許可されても（たとえばポートがマルチホスト モードであるため）ポート セキュリティでは許可されない場合、ポートセキュリティ違反アクションがトリガーされます。ホストがポート セキュリティでは許可されても 802.1X では拒否される場合（たとえば、ホストがシングルホスト モード ポートでは未許可であるため）、802.1X セキュリティ違反アクションがトリガーされます。

（注） 802.1X、ポートセキュリティ、および VVID は、すべて同じポートに設定できます。

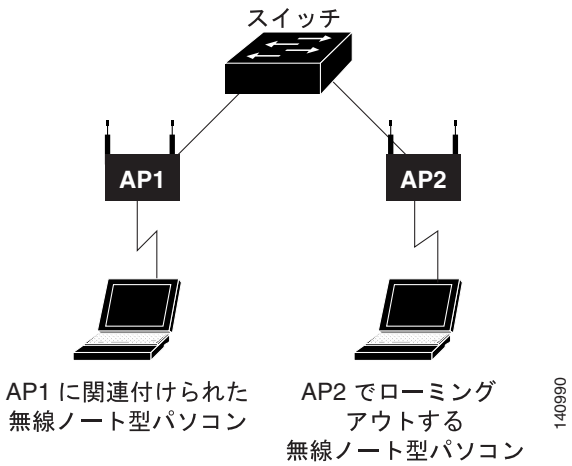
802.1X とポート セキュリティの相互作用の詳細については、「ポート セキュリティを使用した 802.1X 認証の利用」[p.34-16] を参照してください。

ワイヤレス環境でのポート セキュリティの設定

アクセス ポイントをセキュア ポートに接続する場合、ユーザのスタティック MAC アドレスを設定しないでください。MAC アドレスは 1 つのアクセス ポイントから別のアクセス ポイントに移動することがあり、両方のアクセス ポイントが同じスイッチに接続されるとセキュリティ違反になります。

図 35-3 に、ワイヤレス環境でのポート セキュリティの代表的なトポロジを示します。

図 35-3　ワイヤレス環境でのポート セキュリティ



レイヤ 2 EtherChannel でのポート セキュリティの設定

（注）　Supervisor Engine 6-E は、この機能をサポートしません。

ポート セキュリティは、トランク モードまたはアクセス モードのいずれかの EtherChannel でイネーブルにできます（設定手順については、「アクセス ポート上のポート セキュリティ」[p.35-8] および 「トランク ポートのポート セキュリティ」[p.35-18] を参照してください）。トランキング モードで設定するときは、MAC アドレスの制限が、VLAN 単位でポートチャネル全体に適用されます。

一般的に、次の点に注意してください。

- レイヤ 2 EtherChannel でのポート セキュリティはアクセス モードまたはトランク モード上でのみ有効で、物理メンバ ポートでの設定からは独立しています。
- 少なくともメンバ ポートが 1 つセキュアであれば、チャネル インターフェイスのポート セキュリティはディセーブルにできず、CLI によって拒否されます。
- セキュア ポートは非セキュア EtherChannel に加入できません。CLI によって拒否されます。
- EtherChannel でのポート セキュリティは、PAgP モードと LACP モードの両方でサポートされています。レイヤ 3 EtherChannel には適用されません。

ポート セキュリティの注意事項および制約事項

ポート セキュリティの設定時には、次の注意事項に従ってください。

- セキュア ポートを Switched Port Analyzer（SPAN; スイッチド ポート アナライザ）の宛先ポートにすることはできません。
- インターフェイスのセキュア ポートおよびスタティック MAC アドレス設定は、相互に排他的です。
- インターフェイスの最大セキュア　アドレス値を入力する際に新しい値が以前の値より大きい場合、新しい値は以前に設定された値を上書きします。新しい値が以前の値よりも小さく、インターフェイスで設定されたセキュア アドレス数が新しい値を上回る場合、コマンドは拒否されます。
- トランク ポートでトランク ポート セキュリティを設定しているときは、プロトコル パケット（CDP や BPDU）を考慮する必要はありません。これらは学習されることも、セキュアにされることもありません。
- スティッキ セキュア MAC アドレスのポート セキュリティ エージングをイネーブルにすることはできません。
- ポート セキュリティを使用して MAC スプーフィングを制限するには、802.1X 認証をイネーブルにする必要があります。
- ダイナミック　ポートにはポート　セキュリティを設定できません。ポート　セキュリティをイネーブルにする前にモードをアクセスに変更する必要があります。
- EtherChannel のポート セキュリティがイネーブルの場合、802.1X はイネーブルにすることはできません。
- セキュア EtherChannel は PVLAN モードでは動作しません。

CHAPTER 36

コントロール プレーン ポリシングの設定

(注) コントロール プレーン ポリシングは、スーパーバイザ エンジン 6-E ではサポートされて*いません*。

この章では、Control Plane Policing（CoPP; コントロール プレーン ポリシング）を使用して Catalyst 4000 ファミリ スイッチを保護する方法を説明します。この章の内容は Catalyst 4500 シリーズ スイッチに固有であり、第 39 章「ACL によるネットワーク セキュリティの設定」で説明するネットワーク セキュリティ情報や手順を補足するものです。また、次のマニュアルのネットワーク セキュリティ情報や手順の補足にもなります。

- 次の URL の『*Cisco IOS Security Configuration Guide*』*Cisco IOS Release 12.4*
  http://www.cisco.com/en/US/products/ps6350/products_configuration_guide_book09186a008043360a.html
- 次の URL の『*Cisco IOS Security Command Reference*』*Cisco IOS Release 12.4*
  http://www.cisco.com/en/US/products/ps6350/products_command_reference_book09186a008042df75.html

(注) この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

この章の主な内容は、次のとおりです。

CoPP 機能の概要

CoPP 機能は、不要なトラフィックまたは DoS トラフィックから CPU を保護し、重要なコントロール プレーンおよび管理トラフィックを優先させることにより Catalyst 4000 ファミリ スイッチのセキュリティを向上させます。分類 TCAM および QoS（Quality Of Service）ポリサーは、CoPP へのハードウェア サポートを提供します。CoPP は、Cisco IOS Release 12.2(31)SG がサポートするすべてのスーパーバイザ エンジンで動作します。

CPU が管理するトラフィックは、次の 3 つの機能コンポーネント（*プレーン*）に分割されます。

- データ プレーン
- 管理プレーン
- コントロール プレーン

CoPP を使用することで、大半の CPU 行きトラフィックを保護し、ルーティングの安定性と信頼性を確保し、パケットを確実に配信することができます。特に重要なのは、CoPP を使用して CPU を DoS 攻撃（サービス拒絶攻撃）から保護する場合が多いことです。レイヤ 2 およびレイヤ 3 コントロール プレーン パケットの選択済みセットに一致する、定義済み ACL のリストがあります。必要なポリシング パラメータをこれらのコントロール パケットに定義することはできますが、定義済み ACL の一致基準を変更することはできません。次に、定義済み ACL のリストを示します。

定義済み名前付き ACL	説明
system-cpp-dot1x	MacDA = 0180.C200.0003
system-cpp-bpdu-range	MacDA = 0180.C200.0000 - 0180.C200.000F
system-cpp-cdp	MacDA = 0100.0CCC.CCCC（UDLD/DTP/VTP/PAgP）
system-cpp-sstp	MacDA = 0100.0CCC.CCCD
system-cpp-cgmp	Mac DA = 01-00-0C-DD-DD-DD
system-cpp-ospf	IP プロトコル = OSPF、IPDA は 224.0.0.0/24 に一致
system-cpp-igmp	IP プロトコル = IGMP、IPDA は 224.0.0.0/3 に一致
system-cpp-pim	IP プロトコル = PIM、IPDA は 224.0.0.0/24 に一致
system-cpp-all-systems-on-subnet	IPDA = 224.0.0.1
system-cpp-all-routers-on-subnet	IPDA = 224.0.0.2
system-cpp-ripv2	IPDA = 224.0.0.9
system-cpp-ip-mcast-linklocal	IP DA = 224.0.0.0/24
system-cpp-dhcp-cs	IP Protocol = UDP、L4SrcPort = 68、L4DstPort = 67
system-cpp-dhcp-sc	IP Protocol = UDP、L4SrcPort = 67、L4DstPort = 68
system-cpp-dhcp-ss	IP Protocol = UDP、L4SrcPort = 67、L4DstPort = 67

データ プレーンおよび管理プレーン トラフィックの場合、ポリシングするトラフィック クラスと一致するようにユーザの ACL を定義できます。

CoPP では MQC（モジュラ QoS コマンドライン インターフェイス）を使用してトラフィック分類基準を定義し、分類されたトラフィックに対して実行する設定可能なポリシー アクションを指定します。MQC ではクラス マップを使用して特定のトラフィック クラスに対するパケットを定義します。トラフィックを分類したら、指定したトラフィックに対してポリシーを実行するためのポリシー マップを作成できます。コントロール プレーン グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用すると、CoPP サービス ポリシーをコントロール プレーンに直接付加できます。

コントロール プレーンに付加できるポリシー マップは *system-cpp-policy* だけです。ポリシー マップの冒頭には事前に定義されたクラスマップが事前に定義された順番で含まれていることが必要です。system-cpp-policy ポリシー マップを作成するのに最善の方法は、グローバル マクロ *system-cpp* を使用する方法です。

system-cpp-policy には、コントロール プレーン トラフィックに対する定義済みクラス マップが含まれています。システムで定義されたすべての CoPP クラス マップの名前と、それらの一致 ACL には [system-cpp-] というプレフィクスが付いています。デフォルトでは、トラフィック クラスに対するアクションは指定されていません。CPU 行きデータ プレーンおよび管理プレーン トラフィックに一致するクラス マップを独自に定義できます。定義したクラス マップは system-cpp-policy ポリシー マップに追加できます。

コントロール プレーン ポリシングの注意事項

- ポート セキュリティは、非 IP コントロール パケットに対する効果をキャンセルすることがあります。

  Catalyst 4500 シリーズ スイッチでの送信元 MAC ラーニングはソフトウェアで実行されますが、コントロール パケット（例、IEEE BPDU/CDP/SSTP BPDU/GARP/ など）からの送信元 MAC アドレスのラーニングは許可されません。このような（範囲から外れた可能性のある）高いレートのコントロール パケットを受信するとみなされるポートでポート セキュリティを設定すると、システムはパケットを転送するのではなく、（送信元アドレスが学習されるまで、ポート セキュリティがどのように実装されるか）パケットのコピーを CPU に生成します。

  Catalyst 4500 スイッチング エンジンの現在のアーキテクチャでは、CPU に送信されたパケットのコピーにポリシングを適用できません。ポリシングを適用できるのは、CPU に転送されたパケットに対してだけです。したがって、パケットのコピーは、パケットが到着するレートで CPU に送信され、コントロール パケットからのラーニングが許可されないため、ポート セキュリティはトリガーされません。さらに、元のパケットではなくパケットのコピーが CPU に送信されるため、ポリシングも適用されません。

- Cisco IOS Release 12.2（31）SGA1 と同様に、GARP クラスは、CoPP の一部ではなくなりました（CSCsg08775 に伴う修正のため、system-cpp-garp-range エントリが CPP 設定に引き続き表示されていても、単にアイドリングになっているだけで、その後のリリースでは削除される予定です）。これ以降、ユーザ ACL および QoS で GARP トラフィックを操作できます。GARP パケットに対して CPU を保護したい場合、GARP パケットのユーザ クラスを定義したあとで、CoPP を使用して GARP パケットを下方ポリシングすることも可能です（GARP がスタティック CAM 領域の一部ではなくなったため、下方ポリシングが可能になりました）。

  IOS とプラットフォーム コードの間での CPP 実装の統合が強固になったため、起動時には常にエラー メッセージが表示され、この注意事項が以前のリリースに統合されている（この修正が存在しない）バージョンから IOS ソフトウェアをダウングレードするときには、CPP が適用されません。

  ```
  %Invalid control plane policy-map; Please unconfigure policy-map attached to
  control-plane, and associated class-maps, and execute config command "macro global
  apply system-cpp" error: failed to install policy map system-cpp-policy
  ```

  次善策として、次の手順を実行します。

  1. ソフトウェアのダウングレードを実行するときは、コンフィギュレーションをバックアップします。

  2. コンフィギュレーションからすべての CPP を手動で削除し、**macro global apply system-cpp** コマンドを再度適用します。

  リリース間でアップグレードするときは、この注意事項に関連する問題は発生しないはずです。

CoPP のデフォルト設定

CoPP はデフォルトでディセーブルです。

CoPP の設定

ここでは、次の作業について説明します。

コントロール プレーン トラフィックの CoPP を設定

コントロール プレーン トラフィックの CoPP を設定するには、次の作業を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# config terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# qos`	（任意）QoS をグローバルにイネーブルにします。
ステップ 3	`Switch(config)# macro global apply system-cpp`	（任意）system-cpp-policy ポリシー マップを作成してコントロール プレーンに付加します。
ステップ 4	`Switch(config)# policy-map system-cpp-policy` `Switch(config-pmap)# class {system-cpp-dot1x | system-cpp-bpdu-range | system-cpp-cdp | service | system-cpp-sstp | system-cpp-cgmp | system-cpp-ospf | system-cpp-igmp | system-cpp-pim | system-cpp-all-systems-on-subnet | system-cpp-all-routers-on-subnet | system-cpp-ripv2 | system-cpp-ip-mcast-linklocal | system-cpp-dhcp-cs | system-cpp-dhcp-sc | system-cpp-dhcp-ss}` `Switch(config-pmap-c)# police [aggregate name] rate burst [conform-action {drop | transmit}] [{exceed-action {drop | transmit}}]}`	サービス ポリシー マップで 1 つまたは複数のシステム定義のコントロール プレーン トラフィックにアクションを関連付けます。必要に応じてこのステップを繰り返します。
ステップ 5	`Switch# show policy-map system-cpp-policy`	（任意）コンフィギュレーションを確認します。

次に、CDP パケットをポリシングする例を示します。

```
Switch# config terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# qos
Switch(config)# macro global apply system-cpp
Switch(config)# policy-map system-cpp-policy
Switch(config-pmap)# class system-cpp-cdp
Switch(config-pmap-c)# police 32000 1000 conform-action transmit exceed-action drop
Switch(config-pmap-c)# end
Switch# show policy-map system-cpp-policy
  Policy Map system-cpp-policy
    Class system-cpp-dot1x
    Class system-cpp-bpdu-range
*    Class system-cpp-cdp
      police 32000 bps 1000 byte conform-action transmit exceed-action drop *
    Class system-cpp-sstp
    Class system-cpp-cgmp
    Class system-cpp-ospf
    Class system-cpp-igmp
    Class system-cpp-pim
    Class system-cpp-all-systems-on-subnet
    Class system-cpp-all-routers-on-subnet
    Class system-cpp-ripv2
    Class system-cpp-ip-mcast-linklocal
    Class system-cpp-dhcp-cs
    Class system-cpp-dhcp-sc
    Class system-cpp-dhcp-ss
Switch#
```

データ プレーンおよび管理プレーン トラフィックの CoPP の設定

データ プレーンおよび管理プレーン トラフィックの CoPP を設定するには、次の作業を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# qos`	（任意）QoS をグローバルにイネーブルにします。
ステップ 2	`Switch(config)# macro global apply system-cpp`	（任意）system-cpp-policy ポリシー マップをコントロール プレーンに付加します。
ステップ 3	`Switch(config)# {ip | mac} access-list extended {access-list-name}` `For an ip access list, issue` `Switch(config-ext-nacl)#{permit|deny} {protocol} source {source-wildcard} destination {destination-wildcard}` `For a mac access list, issue` `Switch(config-ext-macl)#{permit|deny} source {source-wildcard} destination {destination-wildcard} [protocol-family]` または `Switch(config)# access-list {access-list-name} {permit | deny} {type-code wild-mask | address mask}`	トラフィックに一致する ACL を定義します。 • **permit** ― パケットが名前付き ACL をパスする条件を指定します。 • **deny** ― パケットが名前付き ACL をパスしない条件を指定します。 **（注）** トラフィックの重要性を判断するために、ACL をほとんどの場合について設定する必要があります。 • **type-code** ― 0x で始まる 16 進のビット数（0x6000 など）。802 カプセル化パケットの場合は Link Service Access Point（LSAP; リンク サービス アクセス ポイント）タイプ コードを、SNAP カプセル化パケットの場合は SNAP タイプ コードを指定します（LSAP は SAP [サービス アクセスポイント] とも呼ばれ、802 ヘッダーの DSAP [宛先サービス アクセス ポイント] フィールドおよび SSAP [送信元サービス アクセス ポイント] フィールドのタイプ コードのことです）。 • **wild-mask** ― 1 のビットが type-code 引数のビットに対応する 16 進数。wild-mask は、比較時に無視する type-code 引数のビットです（DSAP/SSAP のペアのマスクでは、2 つのビットが SAP コードの識別以外の目的で使用されるため、常に 0x0101 です）。 • **address** ― 48 ビットのトークン リング アドレス。16 進の数字を 4 桁ずつドットで 3 つに区切って表します。このフィールドはベンダー コードでのフィルタリングに使用されます。 • **mask** ― 48 ビットのトークン リング アドレス。16 進の数字を 4 桁ずつドットで 3 つに区切って表します。マスクの 1 ビットはアドレスでは無視されます。このフィールドはベンダー コードでのフィルタリングに使用されます。
ステップ 4	`Switch(config)# class-map {traffic-class-name}` `Switch(config-cmap)# match access-group {access-list-number | name {access-list-name}}`	パケット分類基準を定義します。クラスに関連付けられたトラフィックを識別するには、**match** 文を使用します。
ステップ 5	`Switch(config-cmap)# exit`	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。

	コマンド	目的
ステップ 6	Switch(config)# **policy-map system-cpp-policy** Switch(config-pmap)# **class** *<class-map-name>* Switch(config-pmap-c)# **police** [**aggregate** *name*] *rate burst* [**conform-action** {**drop** | **transmit**}] [{**exceed-action** {**drop** | **transmit**}}]	CoPP ポリシー マップにトラフィック クラスを追加します。トラフィック クラスにアクションを関連付けるには、**police** 文を使用します。
ステップ 7	Switch(config)# **end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 8	Switch# **show policy-map system-cpp-policy**	入力を確認します。

次に、信頼されるホストの送信元アドレスに 10.1.1.1 および 10.1.1.2 を設定して Telnet パケットを制約なしにコントロール プレーンに転送し、残りの Telnet パケットはすべて一定のレートでポリシングする例を示します（この例ではグローバル QoS がイネーブルであり、system-cpp-policy ポリシー マップが作成されていると仮定します）。

```
Switch# config terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# qos
Switch(config)# macro global apply system-cpp

! Allow 10.1.1.1 trusted host traffic.
Switch(config)# access-list 140 deny tcp host 10.1.1.1 any eq telnet

! Allow 10.1.1.2 trusted host traffic.
Switch(config)# access-list 140 deny tcp host 10.1.1.2 any eq telnet

! Rate limit all other Telnet traffic.
Switch(config)# access-list 140 permit tcp any any eq telnet

! Define class-map "telnet-class."
Switch(config)# class-map telnet-class
Switch(config-cmap)# match access-group 140
Switch(config-cmap)# exit

! Add the class-map "telnet-class" to "system-cpp-policy" and define ! the proper
action Switch(config)# policy-map system-cpp-policy
Switch(config-pmap)# class telnet-class
Switch(config-pmap-c)# police 80000 1000 conform transmit exceed drop
Switch(config-pmap-c)# exit
Switch(config-pmap)# exit

! Verify the above configuration steps
Switch# show policy-map system-cpp-policy
  Policy Map system-cpp-policy
    Class system-cpp-dot1x
    Class system-cpp-bpdu-range
    Class system-cpp-cdp
      police 32000 bps 1000 byte conform-action transmit exceed-action drop
    Class system-cpp-sstp
    Class system-cpp-cgmp
    Class system-cpp-ospf
    Class system-cpp-igmp
    Class system-cpp-pim
    Class system-cpp-all-systems-on-subnet
    Class system-cpp-all-routers-on-subnet
    Class system-cpp-ripv2
    Class system-cpp-ip-mcast-linklocal
    Class system-cpp-dhcp-cs
    Class system-cpp-dhcp-sc
    Class system-cpp-dhcp-ss
*    Class telnet-class
      police 8000 bps 1000 byte conform-action drop exceed-action drop
```

CoPP 設定時の注意事項および制約事項

CoPP を設定する際は、次の注意事項と制約事項に従います。

- 入力 CoPP だけがサポートされます。つまり、コントロール パネルに関連する CLI では **input** キーワードだけがサポートされます。
- コントロール プレーン トラフィックをポリシングする場合はシステム定義クラス マップを使用します。
- コントロール プレーン トラフィックは、CoPP を使用する場合にだけポリシングできます。ポリシー マップをインターフェイスまたは VLAN に付加するとき、コントロール プレーン トラフィックを含むポリシー マップが受け付けられても、入力インターフェイスまたは VLAN のトラフィックはポリシングできません。
- システム定義クラス マップは、通常の QoS のポリシー マップでは使用できません。
- CPU が処理するデータ プレーンおよび管理プレーン トラフィックを識別するには、ACL とクラスマップを使用します。ユーザー定義クラス マップは、CoPP の **system-cpp-policy** ポリシー マップに追加する必要があります。
- **system-cpp-policy** という名前のポリシー マップは CoPP 専用です。いったん **control-plane** に付加すると削除できません。
- デフォルトの **system-cpp-policy** マップはシステム定義クラス マップのアクションを定義しません。つまり **no policing** です。
- **system-cpp-policy** ポリシー マップがサポートするアクションは **police** だけです。
- CoPP ポリシー ACL では **log** キーワードは使用できません。
- データ プレーンおよび管理プレーン トラフィック クラスは、MAC ACL と IP ACL のどちらでも定義できます。パケットがコントロール プレーン トラフィックの事前に定義された ACL にも一致する場合は、コントロール プレーン クラスがサービス ポリシーのユーザ定義クラスの上にあるため、コントロール プレーン クラスの **police** アクション（または no police アクション）が実行されます。これは同じ MQC セマンティックです。
- 超過アクション **policed-dscp-transmit** は CoPP ではサポートされません。
- グローバル QoS がイネーブルで、**police** アクションが指定されないかぎり、CoPP はイネーブルになりません。

CoPP のモニタリング

show policy-map control-plane コマンドを実行すると、サイト固有のポリシーの開発、コントロール プレーン ポリシーの統計情報のモニタリング、および CoPP のトラブルシューティングができます。このコマンドは、実際に適用されるポリシーのダイナミック情報を表示します。このダイナミック情報には、レート情報と、ハードウェアおよびソフトウェアに設定したポリシーに準拠または超過するバイト数（およびパケット数）が含まれます。

次に、**show policy-map control-plane** コマンドの出力例を示します。

```
Switch# show policy-map control-plane

Control Plane

Service-policy input: system-cpp-policy

    Class-map: system-cpp-dot1x (match-all)
      0 packets
      Match: access-group name system-cpp-dot1x

    Class-map: system-cpp-bpdu-range (match-all)
      0 packets
      Match: access-group name system-cpp-bpdu-range

*    Class-map: system-cpp-cdp (match-all)
      160 packets
      Match: access-group name system-cpp-cdp
**      police: Per-interface
        Conform: 22960 bytes Exceed: 0 bytes
*
    Class-map: system-cpp-sstp (match-all)
      0 packets
      Match: access-group name system-cpp-sstp

    Class-map: system-cpp-cgmp (match-all)
      0 packets
      Match: access-group name system-cpp-cgmp

    Class-map: system-cpp-ospf (match-all)
      0 packets
      Match: access-group name system-cpp-ospf

    Class-map: system-cpp-igmp (match-all)
      0 packets
      Match: access-group name system-cpp-igmp

    Class-map: system-cpp-pim (match-all)
      0 packets
      Match: access-group name system-cpp-pim

    Class-map: system-cpp-all-systems-on-subnet (match-all)
      0 packets
      Match: access-group name system-cpp-all-systems-on-subnet

    Class-map: system-cpp-all-routers-on-subnet (match-all)
      0 packets
      Match: access-group name system-cpp-all-routers-on-subnet

    Class-map: system-cpp-ripv2 (match-all)
      0 packets
      Match: access-group name system-cpp-ripv2

    Class-map: system-cpp-ip-mcast-linklocal (match-all)
      0 packets
      Match: access-group name system-cpp-ip-mcast-linklocal
```

```
    Class-map: system-cpp-dhcp-cs (match-all)
      83 packets
      Match: access-group name system-cpp-dhcp-cs

    Class-map: system-cpp-dhcp-sc (match-all)
      0 packets
      Match: access-group name system-cpp-dhcp-sc

    Class-map: system-cpp-dhcp-ss (match-all)
      0 packets
      Match: access-group name system-cpp-dhcp-ss

*    Class-map: telnet-class (match-all)
      0 packets
      Match: access-group 140
**      police: Per-interface
        Conform: 0 bytes Exceed: 0 bytes*

    Class-map: class-default (match-any)
      0 packets
      Match: any
        0 packets
Switch#
```

コントロール プレーンのカウンタをクリアするには、**clear control-plane *** コマンドを実行します。

```
Switch# clear control-plane *
Switch#
```

すべての CoPP アクセス リスト情報を表示するには、**show access-lists** コマンドを実行します。

```
Switch# show access-lists
Extended IP access list system-cpp-all-routers-on-subnet
10 permit ip any host 224.0.0.2
Extended IP access list system-cpp-all-systems-on-subnet
10 permit ip any host 224.0.0.1
Extended IP access list system-cpp-dhcp-cs
10 permit udp any eq bootpc any eq bootps Extended IP access list
system-cpp-dhcp-sc
10 permit udp any eq bootps any eq bootpc Extended IP access list
system-cpp-dhcp-ss
10 permit udp any eq bootps any eq bootps Extended IP access list
system-cpp-igmp
10 permit igmp any 224.0.0.0 31.255.255.255 Extended IP access list
system-cpp-ip-mcast-linklocal
10 permit ip any 224.0.0.0 0.0.0.255 Extended IP access list
system-cpp-ospf
10 permit ospf any 224.0.0.0 0.0.0.255 Extended IP access list
system-cpp-pim
10 permit pim any 224.0.0.0 0.0.0.255 Extended IP access list
system-cpp-ripv2
10 permit ip any host 224.0.0.9
Extended MAC access list system-cpp-bpdu-range
permit any 0180.c200.0000 0000.0000.000f Extended MAC access list
system-cpp-cdp
permit any host 0100.0ccc.cccc
Extended MAC access list system-cpp-cgmp
permit any host 0100.0cdd.dddd
Extended MAC access list system-cpp-dot1x
permit any host 0180.c200.0003
system-cpp-sstp
permit any host 0100.0ccc.cccd
```

CoPP アクセス リストを 1 つだけ表示するには、**show access-lists system-cpp-cdp** コマンドを実行します。

```
Switch# show access-list system-cpp-cdp
Extended MAC access list system-cpp-cdp
permit any host 0100.0ccc.cccc
Switch#
```

CHAPTER 37

DHCP スヌーピング、IP ソース ガード、およびスタティック ホストの IPSG の設定

この章では、Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上で Dynamic Host Configuration Protocol（DHCP）スヌーピングと IP ソース ガード、およびスタティック ホストの IPSG を設定する手順について説明します。設定上の注意事項、設定手順、および設定例も示します。

この章の主な内容は、次のとおりです。

（注） この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

DHCP スヌーピングの概要

DHCP スヌーピングは、信頼できない DHCP メッセージをフィルタリングし、DHCP スヌーピング バインディング テーブルを構築およびメンテナンスすることで安全性を持たせる DHCP セキュリティ機能です。信頼できないメッセージとは、ネットワークまたはファイアウォール外部からの受信メッセージのうち、ネットワーク内でトラフィック攻撃を引き起こす可能性のあるメッセージです。

DHCP スヌーピング バインディング テーブルには、MAC（メディア アクセス制御）アドレス、IP アドレス、リース期間、バインディング タイプ、VLAN（仮想 LAN）番号、およびスイッチの信頼できないローカル インターフェイスに対応するインターフェイス情報が格納されます。信頼できるインターフェイスに相互接続するホストに関する情報は収められていません。信頼できないインターフェイスとは、ネットワークまたはファイアウォール外部からのメッセージを受信するように設定されたインターフェイスです。信頼できるインターフェイスとは、ネットワーク内からのメッセージのみを受信するように設定されたインターフェイスです。

DHCP スヌーピングは、信頼できないホストと DHCP サーバ間でファイアウォールのように機能します。また、DHCP スヌーピングはエンドユーザに接続する信頼できないインターフェイスと、DHCP サーバまたは別のスイッチに接続する信頼できるインターフェイスとを差異化する方法を提供します。

（注） VLAN 上で DHCP スヌーピングをイネーブルにするには、スイッチ上で DHCP スヌーピングをイネーブルにする必要があります。

DHCP スヌーピングはスイッチと VLAN に対して設定できます。スイッチ上で DHCP スヌーピングをイネーブルにする場合、インターフェイスはレイヤ 2 ブリッジとして動作し、レイヤ 2 VLAN に送信される DHCP メッセージを代行受信および保護します。VLAN 上で DHCP スヌーピングをイネーブルにする場合、スイッチは VLAN ドメイン内のレイヤ 2 ブリッジとして動作します。

次の内容について説明します。

信頼送信元と信頼できない送信元

DHCP スヌーピング機能は、トラフィックの送信元が信頼できるかまたは信頼できないかを判別します。信頼できない送信元は、トラフィック攻撃または他の敵対的アクションを起こすことがあります。これらの攻撃を回避するために、DHCP スヌーピング機能は、信頼できない送信元からのメッセージおよびレート制限トラフィックをフィルタします。

エンタープライズ ネットワークでは、管理制御下のデバイスは信頼できる送信元です。これらのデバイスには、使用ネットワークのスイッチ、ルータ、およびサーバが含まれます。ファイアウォール外またはネットワーク外のデバイスは、信頼できない送信元です。一般的に、ホスト ポートは信頼できない送信元として扱われます。

サービス プロバイダ環境では、サービス プロバイダ ネットワーク内にないデバイス（顧客のスイッチなど）は、信頼できない送信元です。ホスト ポートは、信頼できない送信元です。

Catalyst 4500 シリーズ スイッチでは、接続しているインターフェイスの信頼状態を設定して、送信元が信頼できることを示します。

すべてのインターフェイスのデフォルトは、信頼できない状態です。DHCP サーバ インターフェイスは、信頼できる送信元として設定する必要があります。また、ネットワーク内のデバイス（スイッチまたはルータなど）に接続している場合、他のインターフェイスも信頼できる送信元として設定できます。通常は、ホスト ポート インターフェイスは信頼できる送信元としては設定しません。

（注） DHCP スヌーピングが正常に機能するには、すべての DHCP サーバを信頼できるインターフェイスを介してスイッチに接続し、信頼できない DHCP メッセージが信頼できるインターフェイスにのみ転送されるようにする必要があります。

DHCP スヌーピング データベース エージェントの概要

スイッチのリロード時にバインディングが失われないようにするには、DHCP スヌーピング データベース エージェントを使用する必要があります。このエージェントがないと、DHCP スヌーピングによって確立されたバインディングがスイッチのリロード時に失われます。接続も同様に失われます。

データベース エージェントのメカニズムでは、設定されたロケーションのファイルにバインディングを格納します。リロード時に、スイッチはファイルを読み取り、バインディングのデータベースを作成します。スイッチは、データベースが変更されるとファイルを書き込み、ファイルを最新の状態に保ちます。

バインディングを含むファイルの形式は、次のようになります。

```
<initial-checksum>
TYPE DHCP-SNOOPING
VERSION 1
BEGIN
<entry-1> <checksum-1>
<entry-2> <checksum-1-2>
...
...
<entry-n> <checksum-1-2-..-n>
END
```

ファイルの各エントリは、ファイルが読み取られるたびにエントリの確認に使用されるチェックサムでタグ付けされています。最初の行の <initial-checksum> エントリは、以前の書き込みに関連付けられたエントリと最新の書き込みに関連付けられたエントリを区別するのに役立ちます。

次に、バインディング ファイルの例を示します。

```
3ebe1518
TYPE DHCP-SNOOPING
VERSION 1
BEGIN
1.1.1.1 512 0001.0001.0005 3EBE2881 Gi1/1                                   e5e1e733
1.1.1.1 512 0001.0001.0002 3EBE2881 Gi1/1                                   4b3486ec
1.1.1.1 1536 0001.0001.0004 3EBE2881 Gi1/1                                  f0e02872
1.1.1.1 1024 0001.0001.0003 3EBE2881 Gi1/1                                  ac41adf9
1.1.1.1 1 0001.0001.0001 3EBE2881 Gi1/1                                     34b3273e
END
```

各エントリには、IP アドレス、VLAN、MAC アドレス、リース期間（16 進法）、およびバインディングに関連付けられたインターフェイスが含まれます。各エントリの最後には、ファイルの開始からエントリに関連付けられたすべてのバイトの合計を計上するチェックサムがあります。各エントリは、72 バイトのデータで構成され、スペースおよびチェックサムがあとに続きます。

起動時に、算出されたチェックサムが格納されたチェックサムに合致すると、スイッチはファイルからエントリを読み取り、バインディングを DHCP スヌーピング データベースに追加します。算出されたチェックサムが格納されたチェックサムに合致しない場合、ファイルから読み取られたエントリが無視され、失敗したエントリに続くすべてのエントリも無視されます。また、スイッチは、リース時間が期限切れになったファイルのすべてのエントリを無視します（この状況が可能なのは、リース時間が期限切れになった時間を示す場合があるからです）。また、エントリ内で指定されたインターフェイスがシステムにすでに存在しない場合、またはインターフェイスがルータ ポート、または DHCP スヌーピングで信頼されたインターフェイスである場合、ファイルのエントリが無視されます。

スイッチが新しいバインディングを学習した場合、または一部のバインディングを失った場合、スイッチはスヌーピング データベースから修正した一連のエントリをファイルに書き込みます。書き込みでは、実際の書き込みが行われるまで、バッチに対して設定可能な遅延時間内で、可能な限り多くの変更を行うことができます。各転送に関連付けられるのは、完了しない場合に、その後転送が中断されるタイムアウトです。これらのタイマーは、書き込み遅延および中断タイムアウトと呼ばれます。

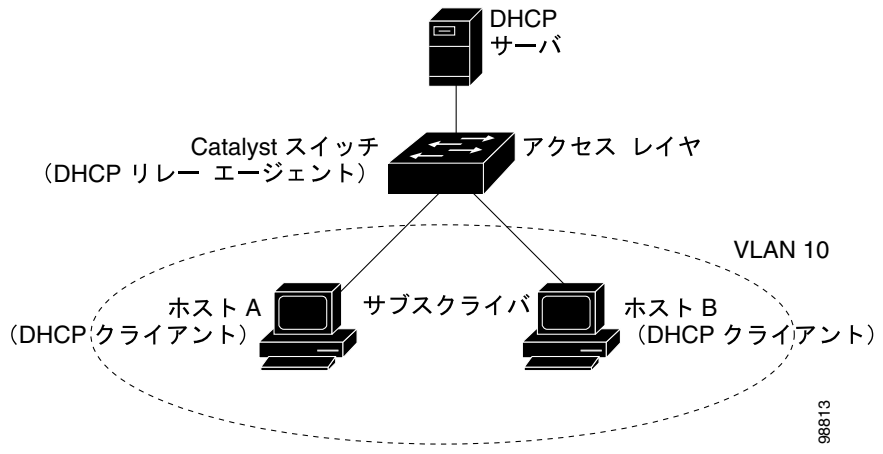
オプション 82 データ挿入

居住、メトロポリタン イーサネット アクセス環境では、DHCP が多数のサブスクライバの IP アドレス割り当てを集中的に管理できます。DHCP オプション 82 機能がスイッチでイネーブルのとき、サブスクライバ デバイスは、（MAC アドレスのほかに）ネットワークへの接続に使用しているスイッチ ポートによって識別されます。サブスクライバ LAN の複数ホストは、アクセス スイッチにある同じポートに接続でき、一意に識別されます。

（注） DHCP オプション 82 機能は、DHCP スヌーピングがグローバルにイネーブルで、この機能を使用しているサブスクライバ デバイスが割り当てられている VLAN 上にある場合にのみサポートされます。

図 37-1 に、アクセス レイヤでスイッチに接続しているサブスクライバに IP アドレスを集中 DHCP サーバが割り当てる、メトロポリタン イーサネット ネットワークの例を示します。DHCP クライアントとその関連 DHCP サーバが同じ IP ネットワークまたはサブネット上にないため、DHCP リレー エージェント（Catalyst スイッチ）は、ブロードキャスト転送をイネーブルにし、クライアントとサーバ間で DHCP メッセージを転送するようにヘルパー アドレスで設定されています。

図 37-1　メトロポリタン イーサネット ネットワークの DHCP リレー エージェント



スイッチでの DHCP スヌーピング情報オプション 82 をイネーブルにすると、次のイベントが順に発生します。

- ホスト（DHCP クライアント）は DHCP 要求を生成し、ネットワーク上でブロードキャストします。
- スイッチが DHCP 要求を受信すると、オプション 82 情報をパケットに追加します。デフォルトでは、リモート ID サブオプションはスイッチの MAC アドレスで、回線 ID サブオプションは、パケットが受信されるポートの識別子 **vlan-mod-port** です。Cisco IOS Release 12.2(40)SG 以降では、リモート ID および回線 ID を設定できます。これらのサブオプションの設定についての詳細は、「DHCP スヌーピングとオプション 82 のイネーブル化」（p.37-11）を参照してください。
- リレー エージェントの IP アドレスが設定されている場合、スイッチはこの IP アドレスを DHCP パケットに追加します。
- スイッチは、オプション 82 フィールドを含む DHCP 要求を DHCP サーバに転送します。
- DHCP サーバがパケットを受信します。サーバがオプション 82 対応である場合、リモート ID、回線 ID、またはその両方を使用して IP アドレスを割り当て、単一リモート ID または回線 ID に割り当て可能な多数の IP アドレスを制限するようなポリシーを実装できます。次に、DHCP サーバは、DHCP 応答のオプション 82 フィールドをエコーします。
- 要求がスイッチによってサーバにリレーされた場合、DHCP サーバは応答をスイッチにユニキャストします。スイッチは、リモート ID および場合によっては回線 ID フィールドを検査して、元からオプション 82 データが挿入されたのかどうかを確認します。スイッチはオプション 82 フィールドを削除し、DHCP 要求を送信した DHCP クライアントに接続しているスイッチ ポートにパケットを転送します。

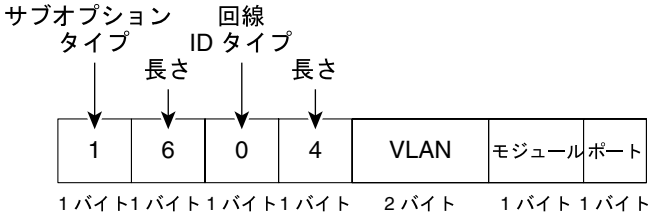
デフォルトのサブオプション設定では、説明したイベントが順に発生すると、図 37-2 にあるフィールドの値は変更されません。

- 回線 ID サブオプション フィールド
  - サブオプション タイプ
  - サブオプション タイプの長さ
  - 回線 ID タイプ
  - 回線 ID タイプの長さ
- リモート ID サブオプション フィールド
  - サブオプション タイプ
  - サブオプション タイプの長さ
  - リモート ID タイプ
  - リモート ID タイプの長さ

図 37-2 に、デフォルトのサブオプション設定が使用されたときの、リモート ID サブオプションおよび回線 ID サブオプションのパケット形式を示します。回線 ID サブオプションの場合、モジュール番号はスイッチ モジュール番号に対応します。DHCP スヌーピングをグローバルにイネーブルにして、**ip dhcp snooping information option** グローバル コンフィギュレーションコマンドを開始すると、スイッチはパケット形式を使用します。

図 37-2　サブオプション パケット形式

回線 ID サブオプション フレームの形式



リモート ID サブオプション フレームの形式

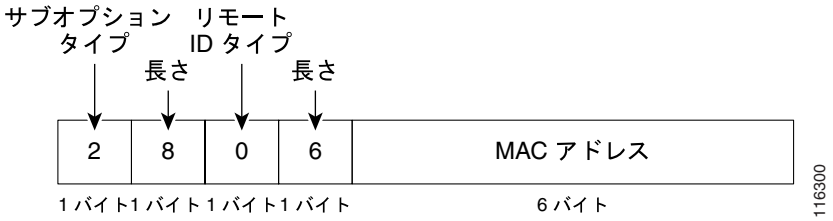


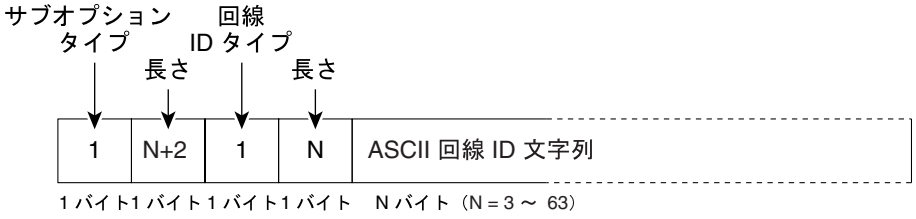
図 37-3 に、ユーザ設定のリモート ID および回線 ID サブオプションのパケット形式を示します。DHCP スヌーピングがグローバルにイネーブルで、**ip dhcp snooping information option format remote-id** グローバル コンフィギュレーションコマンドおよび **ip dhcp snooping vlan information option format-type circuit-id string** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドが開始されると、スイッチはこれらのパケット形式を使用します。

パケット内のこれらのフィールドの値は、リモート ID および回線 ID サブオプションを設定すると、デフォルト値から変更されます。

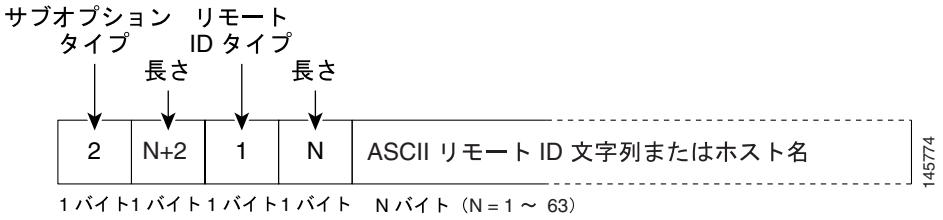
- 回線 ID サブオプション フィールド
  - 回線 ID タイプは 1 です。
  - 長さの値は変数で、設定した文字列の長さによって変わります。
- リモート ID サブオプション フィールド
  - リモート ID タイプは 1 です。
  - 長さの値は変数で、設定した文字列の長さによって変わります。

図 37-3　ユーザ設定サブオプションのパケット形式

回線 ID サブオプション フレームの形式（ユーザ設定文字列用）



リモート ID サブオプション フレームの形式（ユーザ設定文字列用）



スイッチ上での DHCP スヌーピングの設定

スイッチ上で DHCP スヌーピングを設定する場合、信頼できるインターフェイスと信頼できないインターフェイスを区別できるようにスイッチを設定します。VLAN で DHCP スヌーピングを使用する前に、DHCP スヌーピングをグローバルにイネーブルにする必要があります。他の DHCP 機能から切り離して DHCP スヌーピングをイネーブルにできます。

DHCP スヌーピングをイネーブルにしたあと、すべての DHCP リレー情報オプション コンフィギュレーションコマンドはディセーブルになります。次のコマンドがあります。

- **ip dhcp relay information check**
- **ip dhcp relay information policy**
- **ip dhcp relay information trusted**
- **ip dhcp relay information trust-all**

ここでは、DHCP スヌーピングを設定する手順について説明します。

（注） DHCP サーバの設定については、次の URL の『*Cisco IOS IP and IP Routing Configuration Guide*』の「Configuring DHCP」を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2/ip/configuration/guide/1cfdhcp.html

DHCP スヌーピングのデフォルト設定

DHCP スヌーピングは、デフォルトでディセーブルに設定されています。表 37-1 に DHCP スヌーピングの各オプションのデフォルト設定値を示します。

表 37-1　DHCP スヌーピングのデフォルト設定値

オプション	デフォルト値 / ステート
DHCP スヌーピング	ディセーブル
dhcp snooping information option	イネーブル
dhcp snooping information option allow-untrusted	ディセーブル
dhcp snooping limit rate	infinite（レート制限のディセーブルと同じように機能）
dhcp snooping trust	untrusted（信頼性がない）
dhcp snooping vlan	ディセーブル

デフォルト設定値を変更する場合は、「DHCP スヌーピングのイネーブル化」を参照してください。

DHCP スヌーピングのイネーブル化

（注） DHCP　スヌーピングがグローバルにイネーブルに設定されている場合、ポートが設定されるまで DHCP 要求がドロップされます。そのため、作成時ではなく、メンテナンス ウィンドウの間に、この機能を設定する必要がある場合があります。

DHCP スヌーピングをイネーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# ip dhcp snooping`	DHCP スヌーピングをグローバルにイネーブルにします。 DHCP スヌーピングをディセーブルにする場合は、**no** キーワードを使用します。
ステップ 2	`Switch(config)# ip dhcp snooping vlan number [number] | vlan {vlan range}]`	VLAN または VLAN 範囲上の DHCP スヌーピングをイネーブルにします。
ステップ 3	`Switch(config-if)# ip dhcp snooping trust`	インターフェイスの信頼性を trusted または untrusted に設定します。 信頼できないクライアントからのメッセージを受信するようにインターフェイスを設定する場合は、**no** キーワードを使用します。
ステップ 4	`Switch(config-if)# ip dhcp snooping limit rate rate`	インターフェイスが受信できる 1 秒あたりの DHCP パケット数（pps）を設定します。[1]
ステップ 5	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 6	`Switch# show ip dhcp snooping`	設定を確認します。

1. 信頼できないインターフェイスのレート制限を 101 pps 以上に設定しないことを推奨します。信頼できない各クライアントの推奨レート制限は、15 pps です。通常、このレート制限が信頼できないインターフェイスに適用されます。信頼できるインターフェイスのレート制限を設定する場合、信頼できるインターフェイスはスイッチのすべての DHCP トラフィックを収束するため、レート制限を高い値に調整する必要があることに注意してください。ネットワーク構成に応じてこのしきい値を調整する必要があります。CPU が、DHCP パケットを平均速度 1001 pps 以上で受信しないようにしてください。

DHCP スヌーピングは、単一の VLAN または複数の VLAN に設定できます。単一の VLAN を設定するには、VLAN 番号を 1 つ入力します。VLAN の範囲を設定するには、最初と最後の VLAN 番号、またはダッシュと VLAN 範囲を入力します。

次に、VLAN 500 ～ 555 の DHCP スヌーピングをイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# ip dhcp snooping
Switch(config)# ip dhcp snooping vlan 500 555
Switch(config)# ip dhcp snooping information option format remote-id string switch123
Switch(config)# interface GigabitEthernet 5/1
Switch(config-if)# ip dhcp snooping trust
Switch(config-if)# ip dhcp snooping limit rate 100
Switch(config-if)# ip dhcp snooping vlan 555 information option format-type circuit-id
string customer-555
Switch(config-if)# interface FastEthernet 2/1
Switch(config-if)# ip dhcp snooping vlan 555 information option format-type circuit-id
string customer-500
Switch(config)# end
Switch# show ip dhcp snooping
Switch DHCP snooping is enabled
DHCP snooping is configured on following VLANs:
500,555
DHCP snooping is operational on following VLANs:
500,555
DHCP snooping is configured on the following L3 Interfaces:

Insertion of option 82 is enabled
    circuit-id default format: vlan-mod-port
    remote-id: switch123 (string)
Option 82 on untrusted port is not allowed Verification of hwaddr field is enabled
DHCP snooping trust/rate is configured on the following Interfaces:

Interface                    Trusted     Rate limit (pps)
 ------------------------     -------     -----------------
FastEthernet5/1              yes         100
  Custom circuit-ids:
    VLAN 555: customer-555
FastEthernet2/1              no          unlimited
  Custom circuit-ids:
    VLAN 500: customer-500

Switch#
```

次の設定では、ルーティングが別の Catalyst スイッチ（たとえば、Catalyst 6500 シリーズ スイッチ）で定義された場合の DHCP スヌーピング設定手順について説明しています。

```
// Trust the uplink gigabit Ethernet trunk port

interface range GigabitEthernet 1/1 ñ 2
switchport mode trunk
switchport trunk encapsulation dot1q
ip dhcp snooping trust

!

interface VLAN 14
ip address 10.33.234.1 255.255.254.0
ip helper-address 10.5.1.2
```

（注） アップリンク ギガビット インターフェイスでトランキングがイネーブルであり、Catalyst 6500 シリーズ スイッチに上記ルーティング設定が定義されている場合は、Option 82 を追加する（Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上の）ダウンストリーム DHCP スヌーピングとの「信頼」関係を設定する必要があります。Catalyst 6500 シリーズ スイッチでこの作業を実行するには、**ip dhcp relay information trusted** VLAN コンフィギュレーションコマンドを使用します。

集約スイッチ上での DHCP スヌーピングの設定

集約スイッチ上で DHCP スヌーピングをイネーブルにするには、信頼できないスヌーピング ポートとしてダウンストリーム スイッチに接続するインターフェイスを設定します。ダウンストリーム スイッチ（または集約スイッチと DHCP クライアント間のパスにある DSLAM などのデバイス）が、DHCP パケットに DHCP Option 82 情報を追加すると、信頼できないスヌーピング ポート上に着信した DHCP パケットはドロップされます。**ip dhcp snooping information option allow-untrusted** グローバル コンフィギュレーションコマンドが設定された集約スイッチは、任意の信頼できないスヌーピング ポートからの Option 82 情報を持つ DHCP 要求を受け入れることができます。

DHCP スヌーピングとオプション 82 のイネーブル化

スイッチで DHCP スヌーピングとオプション 82 をイネーブルにするには、次の手順を実行します。

	Command	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# ip dhcp snooping`	DHCP スヌーピングをグローバルにイネーブルにします。
ステップ 3	`Switch(config)# ip dhcp snooping vlan` *vlan-range*	VLAN または VLAN 範囲で DHCP スヌーピングをイネーブルにします。有効範囲は 1 ～ 4094 です。 入力できるのは、VLAN ID 番号で識別される VLAN ID、カンマで区切られた一連の VLAN ID、ハイフンで区切られた VLAN ID の範囲、またはスペースで区切られた開始 VLAN ID と終了 VLAN ID を入力して区切られた VLAN ID の範囲です。
ステップ 4	`Switch(config)# ip dhcp snooping information option`	スイッチが、転送された DHCP 要求メッセージにある DHCP リレー情報（オプション 82 フィールド）を DHCP サーバに挿入したり削除したりできるようにイネーブルにします。これはデフォルト設定です。
ステップ 5	`Switch(config)# ip dhcp snooping information option format remote-id [string` *ASCII-string* `| hostname]`	（任意）リモート ID サブオプションを設定します。 次になるようにリモート ID を設定できます。 • 63 文字までの ASCII 文字（スペースなし）の文字列 • スイッチの設定済みホスト名 **（注）** ホスト名が 63 文字以上の場合、リモート ID 設定では 63 文字に切り捨てられます。 デフォルトのリモート ID は、スイッチの MAC アドレスです。
ステップ 6	`Switch(config)# ip dhcp snooping information option allow-untrusted`	（任意）スイッチが、エッジ スイッチに接続された集約スイッチである場合、エッジ スイッチからのオプション 82 情報付き着信 DHCP スヌーピング パケットを受け入れるようにスイッチをイネーブルにします。 デフォルト設定はディセーブルです。 **（注）** このコマンドは、信頼できるデバイスに接続されている集約スイッチにのみ入力します。
ステップ 7	`Switch(config)# interface` *interface-id*	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始します。

	Command	目的
ステップ 8	`Switch(config-if)# ip dhcp snooping vlan vlan information option format-type circuit-id string ASCII-string`	(任意) 指定したインターフェイスの回線 ID サブオプションを設定します。 1 ～ 4094 の範囲内の VLAN ID を使用して、VLAN およびポート識別子を指定します。デフォルトの回線 ID は、ポート識別子で、形式は **vlan-mod-port** です。 回線 ID が 3 ～ 63 文字の ASCII 文字（スペースなし）の文字列になるように設定できます。
ステップ 9	`Switch(config-if)# ip dhcp snooping trust`	(任意) インターフェイスの信頼性を trusted または untrusted に設定します。信頼できないクライアントからのメッセージを受信するようにインターフェイスを設定する場合は、**no** キーワードを使用します。デフォルト設定は信頼できない状態です。
ステップ 10	`Switch(config-if)# ip dhcp snooping limit rate rate`	(任意) インターフェイスが受信できる 1 秒あたりの DHCP パケット数を設定します。有効範囲は 1 ～ 2048 です。デフォルトでは、レート制限が設定されています。 **(注)** 信頼できないレート制限は、最高で毎秒 100 パケットを推奨します。信頼できるインターフェイスのレート制限を設定する場合、ポートが、DHCP スヌーピングがイネーブルになっている複数の VLAN に割り当てられたトランク ポートであると、レート制限を増やす必要があります。
ステップ 11	`Switch(config-if)# exit`	グローバル コンフィギュレーションモードに戻ります。
ステップ 12	`Switch(config)# ip dhcp snooping verify mac-address`	(任意) 信頼できないポートで受信される DHCP パケットにある送信元 MAC アドレスが、パケット内のクライアント ハードウェア アドレスに一致するかどうかを、スイッチが確認するように設定します。デフォルトでは、送信元 MAC アドレスがパケット内のクライアント ハードウェア アドレスに一致することを確認します。
ステップ 13	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 14	`Switch# show running-config`	入力を確認します。
ステップ 15	`Switch# copy running-config startup-config`	(任意)コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

DHCP スヌーピングをディセーブルにするには、**no ip dhcp snooping** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。VLAN または VLAN 範囲で DHCP スヌーピングをディセーブルにするには、**no ip dhcp snooping vlan** *vlan-range* グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。オプション 82 フィールドの挿入および削除をディセーブルにするには、**no ip dhcp snooping information option** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。集約スイッチがエッジ スイッチからのオプション 82 情報付き着信 DHCP スヌーピング パケットをドロップするように設定するには、**no ip dhcp snooping information option allow-untrusted** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。

次に、DHCP スヌーピングをグローバルにおよび VLAN 10 でイネーブルにし、ポートで毎秒 100 パケットのレート制限を設定する例を示します。

```
Switch(config)# ip dhcp snooping
Switch(config)# ip dhcp snooping vlan 10
Switch(config)# ip dhcp snooping information option
Switch(config)# interface gigabitethernet2/0/1
Switch(config-if)# ip dhcp snooping limit rate 100
```

PVLAN 上での DHCP スヌーピングのイネーブル化

DHCP スヌーピングを Private VLAN（PVLAN）でイネーブルにして、同一 VLAN 内のレイヤ 2 ポートを分離できます。DHCP スヌーピングがイネーブル（ディセーブル）の場合、設定はプライマリ VLAN および関連付けられたセカンダリ VLAN の両方に伝播します。この設定変更をセカンダリ VLAN に反映させずに、プライマリ VLAN の DHCP スヌーピングをイネーブル（ディセーブル）にすることはできません。

セカンダリ VLAN で DHCP スヌーピングを設定することは可能ですが、関連付けられたプライマリ VLAN で DHCP スヌーピングを設定しないと有効になりません。関連付けられたプライマリ VLAN が設定されている場合、対応するプライマリ VLAN によってセカンダリ VLAN の DHCP スヌーピング モードが有効になります。セカンダリ VLAN で DHCP スヌーピングを手動で設定すると、スイッチで次の警告メッセージが発行されます。

```
DHCP Snooping configuration may not take effect on secondary vlan XXX
```

show ip dhcp snooping コマンドは、DHCP スヌーピングがイネーブルのすべての VLAN（プライマリおよびセカンダリの両方）を表示します。

DHCP スヌーピング データベース エージェントのイネーブル化

データベース エージェントを設定するには、次の作業を 1 つまたは複数行います。

コマンド	目的
Switch(config)# **ip dhcp snooping database** { *url* | **write-delay** *seconds* | **timeout** *seconds* } Switch(config)# **no ip dhcp snooping database** [**write-delay** | **timeout**]	（必須）データベース エージェント（またはファイル）の URL および関連付けられたタイムアウト値を設定します。
Switch# **show ip dhcp snooping database [detail]**	（任意）データベース エージェントの現在の動作ステートおよび転送に関連付けられた統計情報を表示します。
Switch# **clear ip dhcp snooping database statistics**	（任意）データベース エージェントに関連付けられた統計情報をクリアします。
Switch# **renew ip dhcp snooping database** [**validation none**] [*url*]	（任意）所定の URL のファイルからの読み取りエントリを要求します。
Switch# **ip dhcp snooping binding** *mac-addr* **vlan** *vlan ipaddr* **interface** *ifname* **expiry** *lease-in-seconds* Switch# **no ip dhcp snooping binding** *mac-addr* **vlan** *vlan ipaddr* **interface** *ifname*	（任意）スヌーピング データベースのバインディングを追加または削除します。

（注） NVRAM（不揮発性 RAM）およびブートフラッシュの保存容量は限られているので、TFTP またはネットワークベースのファイルを使用してください。フラッシュにデータベース ファイルを保存する場合は、エージェントによって新しく更新されると新しいファイルが作成されます（フラッシュがすぐにいっぱいになります）。さらに、フラッシュで使用するファイルシステムの性質上、ファイル数が多いとアクセスが遅くなります。TFTP からアクセス可能なリモート ロケーションにファイルが格納されている場合、RPR/SSO スタンバイ スーパーバイザ エンジンはスイッチオーバーが発生したときにバインディング リストを引き継ぐことができます。

（注） ネットワークベースの URL（TFTP および FTP［ファイル転送プロトコル］など）では、スイッチが最初に一連のバインディングを書き込む前に、設定された URL に空のファイルを作成することが必要です。

データベース エージェントの設定例

次に、前述のコマンドを使用する例を示します。

例 1 ：データベース エージェントのイネーブル化

次に、DHCP スヌーピング データベース エージェントを設定して、所定のロケーションにバインディングを格納し、設定および動作ステートを表示する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ip dhcp snooping database tftp://10.1.1.1/directory/file
Switch(config)# end
Switch# show ip dhcp snooping database detail
Agent URL : tftp://10.1.1.1/directory/file
Write delay Timer : 300 seconds
Abort Timer : 300 seconds

Agent Running : No
Delay Timer Expiry : 7 (00:00:07)
Abort Timer Expiry : Not Running

Last Succeded Time : None
Last Failed Time : 17:14:25 UTC Sat Jul 7 2001
Last Failed Reason : Unable to access URL.

Total Attempts       :       21   Startup Failures :        0
Successful Transfers :        0   Failed Transfers :       21
Successful Reads     :        0   Failed Reads     :        0
Successful Writes    :        0   Failed Writes    :       21
Media Failures       :        0

First successful access: Read

Last ignored bindings counters :
Binding Collisions    :        0   Expired leases    :        0
Invalid interfaces    :        0   Unsupported vlans :        0
Parse failures        :        0
Last Ignored Time : None

Total ignored bindings counters:
Binding Collisions    :        0   Expired leases    :        0
Invalid interfaces    :        0   Unsupported vlans :        0
Parse failures        :        0

Switch#
```

出力の最初の 3 行は、設定された URL および関連付けられたタイマー設定値を表示します。次の 3 行は、動作ステートおよび書き込み遅延時間および中断タイマーの残りの時間を表示します。

出力に表示される統計情報のうち、Startup Failures は起動時のファイル読み込みまたは作成に失敗した試行回数を示します。

（注） ロケーションはネットワークに基づいているので、TFTP サーバに一時ファイルを作成する必要があります。TFTP サーバ デーモンが参照できるようにディレクトリ [directory] に 0 バイトのファイル [file] を作成して、標準的な UNIX ワークステーション上に一時ファイルを作成できます。UNIX ワークステーションのサーバ実装の一部では、ファイルへの書き込みに対して完全な（777）許可がファイルに必要です。

DHCP スヌーピング バインディングは、MAC アドレスおよび VLAN の組み合わせに適合しています。したがって、スイッチがすでにバインディングを所有する、所定の MAC アドレスと VLAN の組み合わせのエントリがリモート ファイルにある場合、ファイルが読み取られるときにリモート ファイルからのエントリは無視されます。この状態をバインディング コリジョンといいます。

エントリに指定されたリースが読み取られた時間によって期限切れになった可能性があるので、ファイルのエントリが無効になる可能性があります。Expired leases カウンタは、この状態によって無視されたバインディング数を示します。Invalid interfaces カウンタは読み取りの際に、エントリで指定されたインターフェイスがシステムに存在しない場合、またはインターフェイスが存在する場合は、それがルータ、または DHCP スヌーピングで信頼されたインターフェイスのどちらかであるために無視されたバインディング数を示します。Unsupported vlans は、指定された VLAN がシステムによってサポートされないために無視されたエントリ数を示します。Parse failures カウンタは、スイッチがファイルのエントリの意味を解釈できなかった場合に無視されたエントリ数を示します。

スイッチは、このような無視されたバインディングに対して 2 組のカウンタを維持します。1 つは、このような状態の少なくとも 1 つによって無視されたバインディングを、少なくとも 1 つ持つ読み取りのカウンタを提供します。このようなカウンタは [Last ignored bindings counters] として表示されます。[Total ignored bindings counters] は、スイッチの起動後、すべての読み取りによって無視されたバインディングの総数を提供します。この 2 組のカウンタは、**clear** コマンドによってクリアされます。したがって、総数カウンタは、最後にクリアが行われてから無視されたバインディング数を示す場合があります。

例 2 ：TFTP ファイルからのバインディング エントリの読み取り

手動で TFTP ファイルのエントリを読み取るには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# show ip dhcp snooping database`	DHCP スヌーピング データベース エージェントの統計情報を表示します。
ステップ 2	`Switch# renew ip dhcp snoop data` *url*	所定の URL からファイルを読み取るようにスイッチに指示します。
ステップ 3	`Switch# show ip dhcp snoop data`	読み取りステータスを表示します。
ステップ 4	`Switch# show ip dhcp snoop bind`	バインディングが正常に読み取られたことを確認します。

次に、手動で tftp://10.1.1.1/directory/file からエントリを読み取る例を示します。

```
Switch# showb ip dhcp snooping database
Agent URL :
Write delay Timer : 300 seconds
Abort Timer : 300 seconds

Agent Running : No
Delay Timer Expiry : Not Running
Abort Timer Expiry : Not Running

Last Succeded Time : None
Last Failed Time : None
Last Failed Reason : No failure recorded.

Total Attempts       :        0   Startup Failures :        0
Successful Transfers :        0   Failed Transfers :        0
Successful Reads     :        0   Failed Reads     :        0
Successful Writes    :        0   Failed Writes    :        0
Media Failures       :        0
Switch#
Switch# renew ip dhcp snoop data tftp://10.1.1.1/directory/file
Loading directory/file from 10.1.1.1 (via GigabitEthernet1/1): !
[OK - 457 bytes]
Database downloaded successfully.

Switch#
00:01:29: %DHCP_SNOOPING-6-AGENT_OPERATION_SUCCEEDED: DHCP snooping database Read
succeeded.
Switch#
Switch# show ip dhcp snoop data
Agent URL :
Write delay Timer : 300 seconds
Abort Timer : 300 seconds

Agent Running : No
Delay Timer Expiry : Not Running
Abort Timer Expiry : Not Running

Last Succeded Time : 15:24:34 UTC Sun Jul 8 2001
Last Failed Time : None
Last Failed Reason : No failure recorded.

Total Attempts       :        1   Startup Failures :        0
Successful Transfers :        1   Failed Transfers :        0
Successful Reads     :        1   Failed Reads     :        0
Successful Writes    :        0   Failed Writes    :        0
Media Failures       :        0
Switch#
Switch# show ip dhcp snoop bind
MacAddress          IpAddress        Lease(sec)  Type           VLAN  Interface
------------------  ---------------  ----------  -------------  ----  --------------------
00:01:00:01:00:05   1.1.1.1          49810       dhcp-snooping  512   GigabitEthernet1/1
00:01:00:01:00:02   1.1.1.1          49810       dhcp-snooping  512   GigabitEthernet1/1
00:01:00:01:00:04   1.1.1.1          49810       dhcp-snooping  1536  GigabitEthernet1/1
00:01:00:01:00:03   1.1.1.1          49810       dhcp-snooping  1024  GigabitEthernet1/1
00:01:00:01:00:01   1.1.1.1          49810       dhcp-snooping  1     GigabitEthernet1/1
Switch#
Switch# clear ip dhcp snoop bind
Switch# show ip dhcp snoop bind
MacAddress          IpAddress        Lease(sec)  Type           VLAN  Interface
------------------  ---------------  ----------  -------------  ----  --------------------
Switch#
```

例 3 ：DHCP スヌーピング データベースへの情報の追加

手動で DHCP スヌーピング データベースにバインディングを追加するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# show ip dhcp snooping binding`	DHCP スヌーピング データベースを表示します。
ステップ 2	`Switch# ip dhcp snooping binding` *binding-id* **vlan** *vlan-id* **interface** *interface* **expiry** *lease-time*	ip dhcp snooping EXEC コマンドを使用してバインディングを追加します。
ステップ 3	`Switch# show ip dhcp snooping binding`	DHCP スヌーピング データベースを確認します。

次に、手動で DHCP スヌーピング データベースにバインディングを追加する例を示します。

```
Switch# show ip dhcp snooping binding
MacAddress          IpAddress        Lease(sec)  Type           VLAN  Interface
------------------  ---------------  ----------  -------------  ----
--------------------
Switch#
Switch# ip dhcp snooping binding 1.1.1 vlan 1 1.1.1.1 interface gi1/1 expiry 1000

Switch# show ip dhcp snooping binding
MacAddress          IpAddress        Lease(sec)  Type           VLAN  Interface
------------------  ---------------  ----------  -------------  ----
--------------------
00:01:00:01:00:01   1.1.1.1          992         dhcp-snooping  1
GigabitEthernet1/1
Switch#
```

DHCP スヌーピング情報の表示

スイッチ上のすべてのインターフェイスについて、DHCP スヌーピング バインディング テーブルおよび設定情報を表示できます。

バインディング テーブルの表示

各スイッチの DHCP スヌーピング バインディング テーブルには、信頼できないポートに関連したバインティング エントリが格納されています。テーブルには、trusted ポートに相互接続するホストに関する情報は収められていません。相互接続した各スイッチは、独自の DHCP スヌーピング バインディング テーブルを持つためです。

次に、スイッチの DHCP スヌーピング バインディング情報を表示する例を示します。

```
Switch# show ip dhcp snooping binding
MacAddress          IpAddress        Lease(sec)  Type           VLAN  Interface
------------------  ---------------  ----------  -------------  ----  --------------------
00:02:B3:3F:3B:99   55.5.5.2         6943        dhcp-snooping  10    FastEthernet6/10
Switch#
```

表 37-2 で **show ip dhcp snooping binding** コマンド出力のフィールドを説明します。

表 37-2　show ip dhcp snooping binding コマンド出力

フィールド	説明
MAC Address	クライアント ハードウェア MAC アドレス
IP Address	DHCP サーバから割り当てられたクライアント IP アドレス
Lease(sec)	IP アドレス リース時間（秒）
タイプ	バインディング タイプ（DHCP スヌーピングによって学習されたダイナミック バインディングまたはスタティックに設定されたバインディング）
VLAN	クライアント インターフェイスの VLAN 番号
インターフェイス	DHCP クライアント ホストに接続したインターフェイス

DHCP スヌーピング設定の表示

次に、スイッチの DHCP スヌーピング設定を表示する例を示します。

```
Switch# show ip dhcp snooping
Switch DHCP snooping is enabled.
DHCP Snooping is configured on the following VLANs:
    10 30-40 100 200-220
Insertion of option 82 is enabled
Option82 on untrusted port is not allowed
Verification of hwaddr field is enabled
Interface           Trusted        Rate limit (pps)
---------           -------        ----------------
FastEthernet2/1     yes            10
FastEthernet3/1     yes            none
GigabitEthernet1/1  no             20
Switch#
```

IP ソース ガードの概要

この機能は、DHCP スヌーピングと同様、DHCP スヌーピングの信頼できないレイヤ 2 ポート上でイネーブルに設定されています。最初に、ポートのすべての IP トラフィックが、DHCP スヌーピング処理によってキャプチャされた DHCP パケットを除いてブロックされます。クライアントが DHCP サーバから有効な IP アドレスを受信する場合、またはユーザがスタティック IP 送信元バインディングを設定した場合に、Per-Port and VLAN Access Control List（PVACL）がポート上にインストールされます。この処理は、クライアント IP トラフィックをバインディングに設定された送信元 IP アドレスに制限するので、IP 送信元バインディングにない送信元 IP アドレスを持つ IP トラフィックが排除されます。このフィルタリングは、ホストがネイバー ホストの IP アドレスを名乗ってネットワークを攻撃することを制限します。

（注） DHCP スヌーピングがイネーブルにされた大量の VLAN のトランク ポート上で IP ソース ガードがイネーブルにされている場合、ACL ハードウェア リソースが不足し、代わりにパケットの一部がソフトウェアでスイッチングされる可能性があります。

（注） IP ソース ガードがイネーブルの場合、ACL ハードウェア プログラミングの代替方式を指定する場合があります。詳細については、第 33 章「ACL によるネットワーク セキュリティの設定」の「TCAM プログラミングおよび ACL」を参照してください。

IP ソース ガードは、アクセスおよびトランクの両方を含むレイヤ 2 ポートだけをサポートしています。それぞれの信頼できないレイヤ 2 ポートには、2 つのレベルの IP トラフィック セキュリティ フィルタリングがあります。

- 送信元 IP アドレス フィルタ

  IP トラフィックは、送信元 IP アドレスに基づいてフィルタリングされます。IP 送信元バインディング エントリに一致する送信元 IP アドレスを持つ IP トラフィックだけが許可されます。

  新しい IP 送信元エントリ バインディングがポートで作成または削除されると、IP 送信元アドレス フィルタが変更されます。IP 送信元バインディングの変更を反映するために、ポート PVACL がハードウェアで再計算および再適用されます。デフォルトでは、ポートに IP 送信元バインディングがない状態で IP フィルタがイネーブルにされている場合、すべての IP トラフィックを拒否するデフォルトの PVACL がポートにインストールされます。同様に、IP フィルタがディセーブルにされている場合、すべての IP 送信元フィルタ PVACL がインターフェイスから削除されます。

- 送信元 IP および MAC アドレス フィルタ

  IP トラフィックは送信元 IP アドレスと MAC アドレスに基づいてフィルタリングされます。IP 送信元バインディング エントリに一致する送信元 IP アドレスと MAC アドレスを持つ IP トラフィックだけが許可されます。

（注） IP ソース ガードが IP と MAC フィルタリング モードでイネーブルに設定されている場合、DHCP プロトコルが正常に稼働するように、DHCP スヌーピング Option 82 がイネーブルに設定されている必要があります。Option 82 データがないと、スイッチは DHCP サーバ応答を転送するようにクライアント ホスト ポートを設置できません。そして、DHCP サーバ応答がドロップされ、クライアントは IP アドレスを取得できなくなります。

スイッチ上での IP ソース ガードの設定

IP ソース ガードをイネーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# ip dhcp snooping`	DHCP スヌーピングをグローバルにイネーブルにします。 DHCP スヌーピングをディセーブルにする場合は、**no** キーワードを使用します。
ステップ 2	`Switch(config)# ip dhcp snooping vlan number [number]`	VLAN 上で DHCP スヌーピングをイネーブルにします。
ステップ 3	`Switch(config-if)# no ip dhcp snooping trust`	インターフェイスの信頼性を trusted または untrusted に設定します。 ネットワーク内からのメッセージのみを受信するようにインターフェイスを設定する場合は、**no** キーワードを使用します。
ステップ 4	`Switch(config-if)# ip verify source vlan dhcp-snooping port-security`	ポート上の IP ソース ガード、送信元 IP、および送信元 MAC アドレス フィルタリングをイネーブルにします。
ステップ 5	`Switch(config-if)# switchport port-security limit rate invalid-source-mac N`	ポート上の学習済み送信元 MAC アドレスに対してセキュリティ レート制限をイネーブルにします。 **(注)** この制限は、IP および MAC アドレスの両方をフィルタリングするように IP ソース ガードがイネーブルにされたポートにのみ適用されます。
ステップ 6	`Switch(config)# ip source binding mac-address Vlan vlan-id ip-address interface interface-name`	ポート上にスタティック IP バインディングを設定します。
ステップ 7	`Switch(config)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 8	`Switch# show ip verify source interface interface-name`	設定を確認します。

インターフェイス上のスタティック ホストを使用して IP ソース ガードを停止したい場合、インターフェイス コンフィギュレーション サブモードで次のコマンドを使用します。

```
Switch(config-if)# no ip verify source
Switch(config-if)# no ip device tracking max"
```

インターフェイス コンフィギュレーション サブモードで「no ip device tracking」が使用されている場合、このコマンドは変換され、実際にグローバル コンフィギュレーションモードで実行されて、IP デバイス トラッキングがグローバルにディセーブルになります。「ip verify source tracking [port-security]」というコマンドを使用するすべてのインターフェイスでは、IP デバイス トラッキングがグローバルにディセーブルになると、スタティックホストを使用する IP ソース ガードが、これらのインターフェイスからのすべての IP トラフィックを拒否するようになります。

(注) スタティック IP 送信元バインディングが設定できるのは、スイッチ ポート上だけです。レイヤ 3 ポートで **ip source binding vlan interface** コマンドを実行すると、次のエラーメッセージが表示されます。`Static IP source binding can only be configured on switch port.`

次に、VLAN 10 ～ 20 上でレイヤ 2 ポートごとの IP ソース ガードをイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# ip dhcp snooping
Switch(config)# ip dhcp snooping vlan 10 20
Switch(config)# interface fa6/1
Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q
Switch(config-if)# switchport mode trunk
Switch(config-if)# switchport trunk native vlan 10
Switch(config-if)# switchport trunk allowed vlan 11-20
Switch(config-if)# no ip dhcp snooping trust
Switch(config-if)# ip verify source vlan dhcp-snooping
Switch(config)# end
Switch# show ip verify source interface f6/1
Interface  Filter-type  Filter-mode  IP-address       Mac-address        Vlan
---------  -----------  -----------  ---------------  -----------------  ----------
Fa6/1      ip-mac       active       10.0.0.1                            10
Fa6/1      ip-mac       active       deny-all                            11-20
Switch#
```

この出力は、VLAN 10 に有効な DHCP バインディングが 1 つあることを示します。

PVLAN 上での IP ソース ガードの設定

PVLAN ポートでは、IP ソース ガードを有効にするためにプライマリ VLAN 上で DHCP スヌーピングをイネーブルにする必要があります。プライマリ VLAN 上の IP ソース ガードは、自動的にセカンダリ VLAN に伝播されます。セカンダリ VLAN 上にスタティック IP 送信元バインディングを設定することはできますが、有効ではありません。手動でセカンダリ VLAN 上にスタティック IP 送信元バインディングを設定すると、次の意味の警告が表示されます。

警告　**IP 送信元フィルタは、IP 送信元バインディングが設定されたセカンダリ VLAN では有効にならない可能性があります。PVLAN 機能がイネーブルにされている場合、プライマリ VLAN 上の IP 送信元フィルタがすべてのセカンダリ VLAN に自動的に伝播されます。**

IP ソース ガード情報の表示

スイッチ上のすべてのインターフェイスの IP ソース ガード PVACL 情報を表示するには、**show ip verify source** コマンドを使用します。

- 次に、VLAN 10 ～ 20 で DHCP スヌーピングがイネーブルにされていて、IP フィルタリングに対してインターフェイス fa6/1 が設定されていて、VLAN 10 に既存の IP アドレス バインディング 10.0.01 が存在する場合に表示される PVACL の例を示します。

```
Interface  Filter-type  Filter-mode  IP-address       Mac-address     Vlan
---------  -----------  -----------  ---------------  --------------  ---------
fa6/1      ip           active       10.0.0.1                         10
fa6/1      ip           active       deny-all                         11-20
```

（注） 2 番めのエントリは、デフォルト PVACL（すべての IP トラフィックを拒否）が、有効な IP 送信元バインディングを持たず、スヌーピングがイネーブルにされた VLAN のポート上にインストールされていることを示します。

- 次に、trusted ポートに対して表示される PVACL の例を示します。

```
Interface  Filter-type  Filter-mode  IP-address       Mac-address     Vlan
---------  -----------  -----------  ---------------  --------------  ---------
fa6/2      ip           inactive-trust-port
```

- 次に、DHCP スヌーピングが設定されていない VLAN のポートに対して表示される PVACL の例を示します。

```
Interface  Filter-type  Filter-mode  IP-address       Mac-address     Vlan
---------  -----------  -----------  ---------------  --------------  ---------
fa6/3      ip           inactive-no-snooping-vlan
```

- 次に、複数のバインディングが IP/MAC フィルタリングに設定されているポートに対して表示される PVACL の例を示します。

```
Interface  Filter-type  Filter-mode  IP-address       Mac-address     Vlan
---------  -----------  -----------  ---------------  --------------  ---------
fa6/4      ip-mac       active       10.0.0.2         aaaa.bbbb.cccc  10
fa6/4      ip-mac       active       11.0.0.1         aaaa.bbbb.cccd  11
fa6/4      ip-mac       active       deny-all         deny-all        12-20
```

- 次に、ポート セキュリティが設定されておらず、IP/MAC フィルタリングが設定されているポートに対して表示される PVACL の例を示します。

```
Interface  Filter-type  Filter-mode  IP-address       Mac-address     Vlan
---------  -----------  -----------  ---------------  --------------  ---------
fa6/5      ip-mac       active       10.0.0.3         permit-all      10
fa6/5      ip-mac       active       deny-all         permit-all      11-20
```

（注） MAC フィルタで permit-all が表示されるのは、ポート セキュリティがイネーブルにされていないためです。MAC フィルタはポート /VLAN に適用できず、事実上ディセーブルの状態です。常にポート セキュリティを最初にイネーブルにしてください。

- 次に、IP 送信元フィルタ モードが設定されていないポートに **show ip verify source** コマンドを入力した場合に表示されるエラー メッセージの例を示します。

```
IP Source Guard is not configured on the interface fa6/6.
```

また、**show ip verify source** コマンドを使用して、IP ソース ガードがイネーブルにされたスイッチ上のすべてのインターフェイスを表示できます。

```
Interface  Filter-type  Filter-mode  IP-address       Mac-address     Vlan
---------  -----------  -----------  ---------------  --------------  ---------
fa6/1      ip           active       10.0.0.1                         10
fa6/1      ip           active       deny-all                         11-20
fa6/2      ip           inactive-trust-port
fa6/3      ip           inactive-no-snooping-vlan
fa6/4      ip-mac       active       10.0.0.2         aaaa.bbbb.cccc  10
fa6/4      ip-mac       active       11.0.0.1         aaaa.bbbb.cccd  11
fa6/4      ip-mac       active       deny-all         deny-all        12-20
fa6/5      ip-mac       active       10.0.0.3         permit-all      10
fa6/5      ip-mac       active       deny-all         permit-all      11-20
```

IP 送信元バインディング情報の表示

スイッチ上のすべてのインターフェイス上に設定された IP 送信元バインディングを表示するには、**show ip source binding** コマンドを使用します。

```
Switch# show ip source binding
MacAddress          IpAddress        Lease(sec)  Type           VLAN  Interface
------------------  ---------------  ----------  -------------  ----
--------------------
00:02:B3:3F:3B:99   55.5.5.2         6522        dhcp-snooping  10    FastEthernet6/10
00:00:00:0A:00:0B   11.0.0.1         infinite    static         10    FastEthernet6/10
Switch#
```

表 37-3 で **show ip source binding** コマンド出力のフィールドについて説明します。

表 37-3　show ip source binding コマンド出力

フィールド	説明
MAC Address	クライアント ハードウェア MAC アドレス
IP Address	DHCP サーバから割り当てられたクライアント IP アドレス
Lease(sec)	IP アドレス リース時間（秒）
タイプ	バインディング タイプ（CLI［コマンドライン インターフェイス］から設定されたスタティック バインディング、および DHCP スヌーピングによって学習されたダイナミック バインディング）
VLAN	クライアント インターフェイスの VLAN 番号
インターフェイス	DHCP クライアント ホストに接続したインターフェイス

スタティック ホストの IP ソース ガードの設定

（注） スーパーバイザ エンジン 6-E は、この機能をサポート*しません*。

（注） スタティック ホストの IPSG は、アップリンク ポートでは使用しないでください。

スタティック ホストの IP ソース ガード（IPSG）は、IPSG 機能を非 DHCP およびスタティック環境に拡張します。既存の IPSG 機能は、DHCP スヌーピング機能により作成されたエントリを使用して、スイッチに接続されたホストを検証します。有効な DHCP バインディング エントリを持たないホストから受信されたトラフィックは、ドロップされます。基本的に、DHCP 環境は IPSG が機能するための前提条件になります。スタティック ホストの IPSG 機能は、DHCP に対する IPSG の依存性を削除します。スイッチは、ARP 要求または他の IP パケットに基づいてスタティック エントリを作成し、このエントリを使用して指定ポートの有効なホストのリストを保持します。さらに、ユーザは、指定ポートにトラフィックを送信できるホスト数を指定できます。これは、レイヤ 3 でのポート セキュリティに相当します。

（注） 複数ネットワーク インターフェイスを持つ一部の IP ホストは、一部の無効パケットをネットワーク インターフェイスに投入することがあります。これらの無効パケットには、送信元アドレスとしてのホストの別のネットワーク インターフェイスの IP/MAC アドレスを含みます。これにより、ホストに接続しているスイッチにあるスタティック ホストの IIPSG が、無効な IP/MAC アドレス バインディングを学習し、有効なバインディングを拒否します。無効パケットの投入を回避するには、対応する OS またはそのホストのネットワーク デバイスのベンダーに相談する必要があります。

スタティック ホストの IPSG は、最初に ACL ベースのスヌーピング メカニズムを介して動的に IP•MAC バインディングを学習します。IP/MAC バインディングは、ARP および IP パケットを経由してスタティック ホストから学習され、デバイス トラッキング データベースを使用して保存されます。指定ポートでダイナミックに学習された、またはスタティックに設定された IP アドレスの数が最大限度に達すると、新しい IP アドレスを持つパケットはハードウェアでドロップされます。何らかの理由で移動されたまたは消去されたホストを扱うために、スタティック ホストの IPSG 機能は IP デバイス トラッキング機能を強化し、ダイナミックに学習した IP アドレス バインディングをエージング アウトします。この機能は、DHCP スヌーピングと同時に使用できます。複数バインディングが、DHCP とスタティック ホストの両方に接続されているポート上で確立されます（つまり、バインディングは、デバイス トラッキング データベースだけでなく、DHCP スヌーピング バインディング データベースにも保存されます）。

次の内容について説明します。

- レイヤ 2 アクセス ポート上のスタティック ホストの IPSG（p.37-25）
- PVLAN ホスト ポート上のスタティック ホストの IPSG（p.37-28）

レイヤ 2 アクセス ポート上のスタティック ホストの IPSG

レイヤ 2 アクセス ポート上でスタティック ホストの IPSG を設定できます。

レイヤ 2 アクセス ポート上で IP フィルタを使用してスタティック ホストの IPSG をイネーブルにするには、次の作業を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# ip device tracking`	IP ホスト テーブルをオンにします。
ステップ 2	`Switch(config)# interface fastEthernet <a/b>`	IP コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# switchport mode access`	アクセスとしてポートを設定します。
ステップ 4	`Switch(config-if)# switchport access vlan <n>`	このポートに VLAN を設定します。
ステップ 5	`Switch(config-if)# ip device tracking maximum <n>`	このポート上でバインディングの最大限度を確立します。 最大限度は 10 です。
ステップ 6	`Switch(config-if)# switchport port-security`	(任意) このポートのポート セキュリティをアクティブにします。
ステップ 7	`Switch(config-if)# switchport port-security maximum <n>`	(任意) このポートの MAC アドレスの最大数を確立します。
ステップ 8	`Switch(config-if)# ip verify source tracking [port-security]`	このポート上でスタティック ホストの IPSG をアクティブにします。
ステップ 9	`Switch(config-if)# end`	インターフェイス コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 10	`Switch# show ip verify source interface-name`	設定を確認します。
ステップ 11	`Switch# show ip device track all [active | inactive] count`	スイッチ インターフェイス上の指定ホストの IP/MAC バインディングを表示して、設定を確認します。 • **all active** ― アクティブな IP/MAC バインディング エントリだけを表示します。 • **all inactive** ― 非アクティブな IP/MAC バインディング エントリだけを表示します。 • **all** ― アクティブおよび非アクティブの IP/MAC バインディング エントリを表示します。

インターフェイス上でスタティック ホストの IPSG を停止するには、インターフェイス コンフィギュレーション サブモードで次のコマンドを使用します。

```
Switch(config-if)# no ip verify source
Switch(config-if)# no ip device tracking max"
```

ポート上でスタティック ホストの IPSG をイネーブルにするには、次のコマンドを実行します。

```
Switch(config)# ip device tracking ****enable IP device tracking globally
Switch(config)# ip device tracking max <n> ****set an IP device tracking maximum on int
Switch(config-if)# ip verify source tracking [port-security] ****activate IPSG on the
port
```

注意　IP デバイス トラッキングをグローバルにイネーブルにせずに、またはそのインターフェイス上の IP デバイス トラッキングの最大値を設定せずに、ポートで **ip verify source tracking [port-security]** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドだけを設定した場合、スタティック ホストの IPSG は、そのインターフェイスからのすべての IP トラフィックを拒否します。

（注）　上記の問題は、PVLAN ホスト ポート上のスタティック ホストの IPSG にも適用されます。

次に、レイヤ 2 アクセス ポートでの IP フィルタを使用したスタティック ホストの IPSG をイネーブルにし、インターフェイス Fa4/3 上で 3 つの有効 IP バインディングを確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# ip device tracking
Switch(config)# interface fastEthernet 4/3
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# switchport access vlan 10
Switch(config-if)# ip device tracking maximum 5
Switch(config-if)# ip verify source tracking
Switch(config-if)# end

Switch# show ip verify source
Interface  Filter-type  Filter-mode  IP-address       Mac-address        Vlan
---------  -----------  -----------  ---------------  -----------------  ----
Fa4/3      ip trk       active       40.1.1.24                           10
Fa4/3      ip trk       active       40.1.1.20                           10
Fa4/3      ip trk       active       40.1.1.21                           10
```

次に、レイヤ 2 アクセス ポートで IP/MAC フィルタを使用してスタティック ホストの IPSG をイネーブルにし、インターフェイス Fa4/3 上の 5 つの有効 IP/MAC バインディングを確認して、このインターフェイス上のバインディング数が最大限度に達したかどうかを確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# ip device tracking
Switch(config)# interface fastEthernet 4/3
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# switchport access vlan 1
Switch(config-if)# ip device tracking maximum 5
Switch(config-if)# switchport port-security
Switch(config-if)# switchport port-security maximum 5
Switch(config-if)# ip verify source tracking port-security
Switch(config-if)# end

Switch# show ip verify source
Interface  Filter-type  Filter-mode  IP-address       Mac-address        Vlan
---------  -----------  -----------  ---------------  -----------------  ----
Fa4/3      ip-mac trk   active       40.1.1.24        00:00:00:00:03:04  1
Fa4/3      ip-mac trk   active       40.1.1.20        00:00:00:00:03:05  1
Fa4/3      ip-mac trk   active       40.1.1.21        00:00:00:00:03:06  1
Fa4/3      ip-mac trk   active       40.1.1.22        00:00:00:00:03:07  1
Fa4/3      ip-mac trk   active       40.1.1.23        00:00:00:00:03:08  1
```

次に、すべてのインターフェイスのすべての IP/MAC バインディングを表示する例を示します。CLI で非アクティブ エントリと一緒にすべてのアクティブ エントリが表示されていることを確認します。インターフェイス上でホストが学習されるとき、新しいエントリにアクティブのマークが付けられます。同じホストが現在のインターフェイスから切断され、別のインターフェイスの接続され

ると、ホストが検出され次第、新しい IP/MAC バインディング エントリがアクティブとして表示されます。ここで、前のインターフェイス上のこのホストの古いエントリは、非アクティブとしてマークが付けられます。

```
Switch# show ip device tracking all
IP Device Tracking = Enabled
IP Device Tracking Probe Count = 3
IP Device Tracking Probe Interval = 30
-----------------------------------------------------------------------
  IP Address     MAC Address   Vlan  Interface              STATE
-----------------------------------------------------------------------
200.1.1.8       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet3/1     INACTIVE
200.1.1.9       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet3/1     INACTIVE
200.1.1.10      0001.0600.0000  8    GigabitEthernet3/1     INACTIVE
200.1.1.1       0001.0600.0000  9    GigabitEthernet4/1     ACTIVE
200.1.1.1       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet3/1     INACTIVE
200.1.1.2       0001.0600.0000  9    GigabitEthernet4/1     ACTIVE
200.1.1.2       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet3/1     INACTIVE
200.1.1.3       0001.0600.0000  9    GigabitEthernet4/1     ACTIVE
200.1.1.3       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet3/1     INACTIVE
200.1.1.4       0001.0600.0000  9    GigabitEthernet4/1     ACTIVE
200.1.1.4       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet3/1     INACTIVE
200.1.1.5       0001.0600.0000  9    GigabitEthernet4/1     ACTIVE
200.1.1.5       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet3/1     INACTIVE
200.1.1.6       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet3/1     INACTIVE
200.1.1.7       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet3/1     INACTIVE
```

次に、すべてのインターフェイスのすべてのアクティブ IP/MAC バインディングを表示する例を示します。

```
Switch# show ip device tracking all active
IP Device Tracking = Enabled
IP Device Tracking Probe Count = 3
IP Device Tracking Probe Interval = 30
-----------------------------------------------------------------------
  IP Address     MAC Address   Vlan  Interface              STATE
-----------------------------------------------------------------------
200.1.1.1       0001.0600.0000  9    GigabitEthernet4/1     ACTIVE
200.1.1.2       0001.0600.0000  9    GigabitEthernet4/1     ACTIVE
200.1.1.3       0001.0600.0000  9    GigabitEthernet4/1     ACTIVE
200.1.1.4       0001.0600.0000  9    GigabitEthernet4/1     ACTIVE
200.1.1.5       0001.0600.0000  9    GigabitEthernet4/1     ACTIVE
```

次に、すべてのインターフェイスのすべての非アクティブ IP/MAC バインディングを表示する例を示します。ホストは、最初に GigabitEthernet 3/1 で学習されてから、GigabitEthernet 4/1 に移動されました。したがって、GigabitEthernet 3/1 で学習された IP/MAC バインディング エントリは、非アクティブとしてマークが付けられます。

```
Switch# show ip device tracking all inactive
IP Device Tracking = Enabled
IP Device Tracking Probe Count = 3
IP Device Tracking Probe Interval = 30
-----------------------------------------------------------------------
  IP Address     MAC Address   Vlan  Interface              STATE
-----------------------------------------------------------------------
200.1.1.8       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet3/1     INACTIVE
200.1.1.9       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet3/1     INACTIVE
200.1.1.10      0001.0600.0000  8    GigabitEthernet3/1     INACTIVE
200.1.1.1       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet3/1     INACTIVE
200.1.1.2       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet3/1     INACTIVE
200.1.1.3       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet3/1     INACTIVE
200.1.1.4       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet3/1     INACTIVE
200.1.1.5       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet3/1     INACTIVE
200.1.1.6       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet3/1     INACTIVE
200.1.1.7       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet3/1     INACTIVE
```

次に、すべてのインターフェイスのすべての IP デバイス トラッキング ホスト エントリのカウントを表示する例を示します。

```
Switch# show ip device tracking all count
Total IP Device Tracking Host entries: 5
------------------------------------------------------------------------
  Interface           Maximum Limit           Number of Entries
------------------------------------------------------------------------
Fa4/3                  5
```

PVLAN ホスト ポート上のスタティック ホストの IPSG

PVLAN ホスト ポート上でスタティック ホストの IPSG を設定できます。

PVLAN ホスト ポート上で IP フィルタを使用してスタティック ホストの IPSG をイネーブルにするには、次の作業を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	Switch(config)# **vlan** <*n1*>	コンフィギュレーション VLAN モードを開始します。
ステップ 2	Switch(config-vlan)# **private-vlan primary**	PVLAN ポートにプライマリ VLAN を確立します。
ステップ 3	Switch(config-vlan)# **exit**	VLAN コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 4	Switch(config)# **vlan** <*n2*>	コンフィギュレーション VLAN モードを開始します。
ステップ 5	Switch(config-vlan)# **private-vlan isolated**	PVLAN ポートに独立 VLAN を確立します。
ステップ 6	Switch(config-vlan)# **exit**	VLAN コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 7	Switch(config)# **vlan** <*n1*>	コンフィギュレーション VLAN モードを開始します。
ステップ 8	Switch(config-vlan)# **private-vlan association 201**	独立 PVLAN ポートに VLAN を関連付けます。
ステップ 9	Switch(config-vlan)# **exit**	VLAN コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 10	Switch(config)# **interface fastEthernet** <*a/b*>	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 11	SSwitch(config-if)# **switchport mode private-vlan host**	（任意）ポートを PVLAN ホストとして確立します。
ステップ 12	SSwitch(config-if)# **switchport private-vlan host-association** <a> <b>	（任意）このポートを対応する PVLAN に関連付けます。
ステップ 13	Switch(config-if)# **ip device tracking maximum** <*n*>	このポート上でバインディングの最大限度を確立します。
ステップ 14	Switch(config-if)# **ip verify source tracking** [**port-security**]	このポート上でスタティック ホストの IPSG をアクティブにします。
ステップ 15	Switch(config-if)# **end**	インターフェイス コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 16	Switch# **show ip device tracking all**	設定を確認します。
ステップ 17	Switch# **show ip verify source** *interface-name*	設定を確認します。

次に、PVLAN ホスト ポート上で IP フィルタを使用し、スタティック ホストの IPSG をイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# vlan 200
Switch(config-vlan)# private-vlan primary
Switch(config-vlan)# exit
Switch(config)# vlan 201
Switch(config-vlan)# private-vlan isolated
Switch(config-vlan)# exit
Switch(config)# vlan 200
Switch(config-vlan)# private-vlan association 201
Switch(config-vlan)# exit
Switch(config)# int fastEthernet 4/3
Switch(config-if)# switchport mode private-vlan host
Switch(config-if)# switchport private-vlan host-association 200 201
Switch(config-if)# ip device tracking maximum 8
Switch(config-if)# ip verify source tracking

Switch# show ip device tracking all
IP Device Tracking = Enabled
IP Device Tracking Probe Count = 3
IP Device Tracking Probe Interval = 30
-----------------------------------------------------------------------
  IP Address     MAC Address   Vlan  Interface              STATE
-----------------------------------------------------------------------
40.1.1.24       0000.0000.0304  200  FastEthernet4/3        ACTIVE
40.1.1.20       0000.0000.0305  200  FastEthernet4/3        ACTIVE
40.1.1.21       0000.0000.0306  200  FastEthernet4/3        ACTIVE
40.1.1.22       0000.0000.0307  200  FastEthernet4/3        ACTIVE
40.1.1.23       0000.0000.0308  200  FastEthernet4/3        ACTIVE
```

出力では、インターフェイス Fa4/3 で学習された 5 つの有効 IP/MAC バインディングを示しています。PVLAN の場合、バインディングはプライマリ VLAN ID に関連付けられます。したがってこの例では、プライマリ VLAN ID の 200 がテーブルに表示されています。

```
Switch# show ip verify source
Interface  Filter-type  Filter-mode  IP-address       Mac-address        Vlan
---------  -----------  -----------  ---------------  -----------------  ----
Fa4/3      ip trk       active       40.1.1.23                           200
Fa4/3      ip trk       active       40.1.1.24                           200
Fa4/3      ip trk       active       40.1.1.20                           200
Fa4/3      ip trk       active       40.1.1.21                           200
Fa4/3      ip trk       active       40.1.1.22                           200
Fa4/3      ip trk       active       40.1.1.23                           201
Fa4/3      ip trk       active       40.1.1.24                           201
Fa4/3      ip trk       active       40.1.1.20                           201
Fa4/3      ip trk       active       40.1.1.21                           201
Fa4/3      ip trk       active       40.1.1.22                           201
```

出力では、5 つの有効 IP/MAC バインディングが、プライマリとセカンダリ両方の VLAN 上にあることを示しています。

CHAPTER 38

DAI の設定

この章では、Catalyst 4000 ファミリ スイッチ上で Dynamic ARP Inspection（DAI; ダイナミック ARP インスペクション）を設定する方法について説明します。

この章の主な内容は、次のとおりです。

(注) この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

DAI の概要

DAI は、ネットワークの Address Resolution Protocol（ARP; アドレス解決プロトコル）パケットを確認するセキュリティ機能です。DAI によって、ネットワーク管理者は、無効な MAC（メディア アクセス制御）/IP アドレスのペアを持つ ARP パケットを代行受信、記録、およびドロップすることができます。この機能は、特定の [man-in-the-middle] 攻撃からネットワークを保護します。

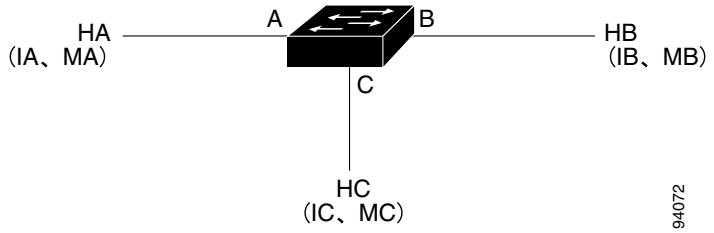
ここでは、次の内容について説明します。

ARP キャッシュのポイズニング

ARP キャッシュを「ポイズニング（汚染）」することによって、レイヤ 2 ネットワークに接続されたホスト、スイッチおよびルータを攻撃できます。たとえば、悪意のあるユーザが、サブネットに接続されたシステムの ARP キャッシュをポイズニングすることによって、サブネットの他のホストに向けられたトラフィックを代行受信する可能性があります。

次の構成を考えてみます。

図 38-1　ARP キャッシュのポイズニング



ホスト HA、HB、HC は、スイッチのインターフェイス A、B、C に接続されており、すべてが同一のサブネット上にあります。それぞれの IP アドレスと MAC アドレスは、カッコ内に表示されています。たとえば、ホスト HA は、IP アドレス IA と MAC アドレス MA を使用します。HA が IP レイヤの HB と通信する必要がある場合、HA は IB に対応付けられた MAC アドレスの ARP 要求をブロードキャストします。HB が ARP 要求を受信するとすぐに、HB の ARP キャッシュに、IP アドレス IA および MAC アドレス MA を持つホストの ARP バインディングが入力されます。HB が HA に応答すると、HA の ARP キャッシュに IP アドレス IB と MAC アドレス MB を持つホストのバインディングが入力されます。

ホスト HC は、IP アドレス IA（または IB）と MAC アドレス（MC）のホストのバインディングを持つ偽造された ARP 応答をブロードキャストすることによって、HA と HB の ARP キャッシュを「ポイズニング」できます。ポイズニングされた ARP キャッシュを持つホストは、IA または IB に向けられたトラフィックの宛先 MAC アドレスとして MAC アドレス MC を使用します。つまり、

HC はこのトラフィックを代行受信します。HC は IA と IB に対応付けられた正しい MAC アドレスを知っているため、正しい MAC アドレスを宛先として使用するこれらのホストに代行受信されたトラフィックを転送できます。HC は、HA から HB へのトラフィック ストリームに自分自身を割り込ませたことになります。これは典型的な [man in the middle] 攻撃です。

DAI の目的

ARP のポイズニング攻撃を防止するには、スイッチは有効な ARP 要求および応答のみがリレーされることを確認する必要があります。DAI は、すべての ARP 要求と応答を代行受信することによってこれらの攻撃を防ぎます。代行受信された各パケットは、ローカル ARP キャッシュが更新される前、またはパケットが適切な宛先に転送される前に、有効な MAC/IP アドレスのバインディングと照合されます。無効な ARP パケットはドロップされます。

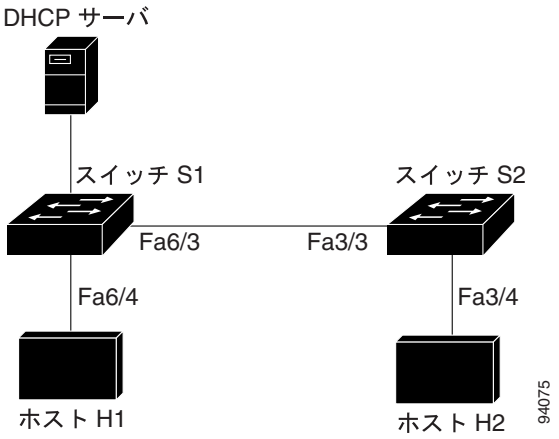
DAI は、ARP パケットの有効性を、信頼性のあるデータベースに格納された有効な MAC/IP アドレスのバインディングに基づいて判別します。このデータベースは、Dynamic Host Configuration Protocol（DHCP）スヌーピングが VLAN（仮想 LAN）および該当するスイッチでイネーブルにされている場合に、DHCP スヌーピングの実行時に作成されます。さらに、DAI は、スタティックに設定された IP アドレスを使用するホストを処理するために、ユーザが設定した ARP Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）と ARP パケットを照合できます。

パケットの IP アドレスが無効である場合、または ARP パケットの本体にある MAC アドレスがイーサネット ヘッダーに指定されたアドレスと一致しない場合に、ARP パケットをドロップするように DAI を設定することもできます。

インターフェイスの信頼状態、セキュリティ適用範囲、およびネットワークの構成

DAI は、システム上の各インターフェイスに信頼状態を対応付けます。信頼できるインターフェイスに着信するパケットは、すべての DAI 確認検査を迂回します。信頼できないインターフェイスに着信するパケットは、DAI 確認処理を受けます。DAI の一般的なネットワーク構成では、ホスト ポートに接続されたすべてのポートは、untrusted（信頼できない）に設定されます。スイッチに接続されたすべてのポートは、trusted（信頼できる）に設定されています。この設定では、所定のスイッチからネットワークに入ったすべての ARP パケットはセキュリティ チェックを通過します。

図 38-2　DAI 対応 VLAN における ARP パケットの確認



信頼状態の設定には、注意が必要です。trusted にする必要がある場合に、untrusted にインターフェイスを設定すると、接続が失われる可能性があります。S1 と S2（図 38-2 を参照）の両方が、H1 と H2 を保持する VLAN ポート上で DAI を実行していると仮定し、H1 と H2 が S1 に接続された DHCP サーバからの IP アドレスを取得する場合には、S1 だけが IP を H1 の MAC アドレスにバインドします。したがって、S1 と S2 の間のインターフェイスが untrusted の場合、H1 からの ARP パケットが S2 でドロップされます。この状態では、H1 と H2 の間の接続が失われます。

実際には untrusted の場合に、インターフェイスを trusted に設定すると、ネットワークにセキュリティ ホールが残ります。S1 が DAI を実行していない場合は、H1 は簡単に S2 の ARP（および ISL [スイッチ間リンク] が trusted に設定されている場合の H2）をポイズニングできます。この状態は、S2 が DAI を実行していても発生します。

DAI は、DAI を実行するスイッチに接続された（信頼できないインターフェイス上の）ホストが、ネットワークのその他のホストの ARP キャッシュをポイズニングしないようにします。ただし、ネットワークのその他の部分からのホストが、接続されているホストのキャッシュをポイズニングしないとは限りません。

VLAN の一部のスイッチが DAI を実行して、残りのスイッチが DAI を実行しないケースに対処するには、このようなスイッチを接続するインターフェイスを untrusted に設定する必要があります。ただし、DAI 非対応スイッチからのパケットのバインディングを確認するには、DAI を実行するスイッチに ARP ACL が設定されている必要があります。このようなバインディングを判別できない場合は、DAI を実行するスイッチを DAI 非対応スイッチからレイヤ 3 で分離する必要があります。

（注） DHCP サーバおよびネットワークの設定によって、VLAN 内のすべてのスイッチ上で所定の ARP パケットの確認が実行できない場合があります。

スタティック バインディング DHCP スヌーピングのエントリの相対的なプライオリティ

前述したように、DAI は DHCP スヌーピングを通じて、有効な MAC/IP アドレスのバインディングのデータベースを入力します。また、ARP パケットをスタティックに設定された ARP ACL と照合します。ここで注意する必要があるのは、ARP ACL が DHCP スヌーピング データベースのエントリより優先されるということです。ARP パケットは最初に、ユーザが設定した ARP ACL と比較されます。ARP ACL が ARP パケットを拒否した場合、DHCP スヌーピングによって入力されたデータベースに有効なバインディングが存在する場合でも、パケットが拒否されます。

ドロップされたパケットのロギング

スイッチがパケットをドロップすると、ログ バッファにエントリが入力され、次にレート制御単位でシステム メッセージが生成されます。メッセージの生成後、スイッチはログ バッファからエントリをクリアします。各ログ エントリには、フロー情報（受信 VLAN、ポート番号、送信元と宛先 IP アドレス、および送信元と宛先 MAC アドレスなど）が含まれます。

バッファ内のエントリ数およびシステム メッセージを生成するのに指定間隔で必要となるエントリ数を設定するには、**ip arp inspection log-buffer** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。記録されるパケット タイプを指定するには、**ip arp inspection vlan logging** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。詳しい設定手順については、「ログ バッファの設定」（p.38-15）を参照してください。

ARP パケットのレート制限

DAI は CPU で確認検査を行うので、DoS 攻撃（サービス拒絶攻撃）を防ぐために着信 ARP パケット数がレート制限されています。デフォルトでは、信頼できないインターフェイスのレートは 15 pps に設定されており、信頼できるインターフェイスにはレート制限がありません。着信 ARP パケットのレートが設定された制限を超える場合は、ポートが errdisable ステートに置かれます。管理者が介入するまで、ポートはそのままの状態です。**errdisable recovery** グローバル コンフィギュレーションコマンドにより、errdisable 回復をイネーブルにして、ポートが指定のタイムアウト時間の経過後自動的にこのステートから回復できるようにします。

インターフェイスに着信する ARP 要求および ARP 応答のレートを制限するには、**ip arp inspection limit** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。レート制限がインターフェイス上に明示的に設定されていないかぎり、インターフェイスの信頼状態を変更すると、その信頼状態のデフォルト値のレート制限に変更されます。つまり、信頼できないインターフェイスは 15 pps で、信頼できるインターフェイスは無制限になります。レート制限が明示的に設定されると、信頼状態が変更されてもインターフェイスはそのレート制限を保持します。**rate limit** コマンドの *no* 形式が適用されると、インターフェイスはいつでもデフォルトのレート制限値に戻ります。詳しい設定手順については、「着信 ARP パケットのレート制限」（p.38-17）を参照してください。

ポート チャネルとその動作

所定の物理ポートは、物理ポートとチャネルの信頼状態が一致した場合にだけチャネルに加入できます。一致しなければ、物理ポートがチャネルで中断されたままの状態になります。チャネルは、チャネルに加入した最初の物理ポートの信頼状態を継承します。そのため、最初の物理ポートの信頼状態は、チャネルの信頼状態に一致する必要がありません。

反対に、信頼状態がチャネル上で変更された場合は、新しい信頼状態がチャネルを構成するすべての物理ポート上に設定されます。

ポート チャネル上のレート制限確認は、ほかとは異なります。物理ポート上の着信パケットのレートは、物理ポートの設定ではなく、ポート チャネルの設定と比較確認されます。

ポート チャネル上のレート制限設定は、物理ポートの設定に依存しません。

レート制限は、すべての物理ポートで累積されます。つまり、ポート チャネル上の着信パケットのレートは、すべての物理ポートにおけるレートの合計と等しくなります。

トランク上の ARP パケットにレート制限を設定する場合、1 つの VLAN 上の高いレート制限によって、ポートがソフトウェアによって errdisable にされたときに、その他の VLAN に DoS 攻撃が行われる原因になる可能性があるので、VLAN 集約を計上する必要があります。同様に、ポート チャネルが errdisable の場合、1 つの物理ポート上の高いレート制限は、チャネル内の他のポートを停止させる原因になります。

DAI の設定

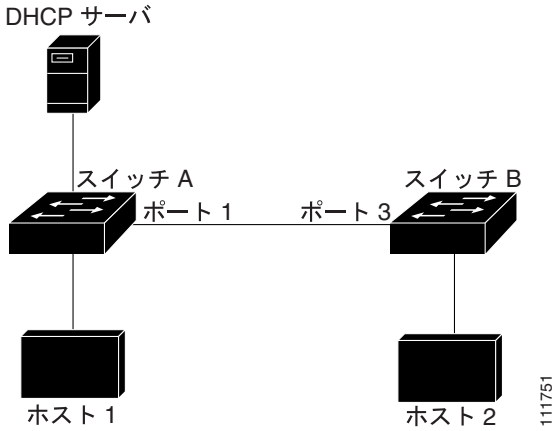
ここでは、スイッチ上で DAI を設定する手順について説明します。

- DHCP 環境での DAI の設定（p.38-6）（必須）
- 非 DHCP 環境に対する ARP ACL の設定（p.38-11）（任意）
- ログ バッファの設定（p.38-15）（任意）
- 着信 ARP パケットのレート制限（p.38-17）（任意）
- 確認検査の実行（p.38-20）（任意）

DHCP 環境での DAI の設定

次の手順は、2 つのスイッチがこの機能をサポートする場合の DAI の設定方法を示しています。ホスト 1 はスイッチ A に、ホスト 2 はスイッチ B に接続されます（図 38-3 を参照）。両方のスイッチは、ホストが存在する VLAN 100 上で DAI を実行しています。DHCP サーバはスイッチ A に接続されます。両方のホストは同じ DHCP サーバから IP アドレスを取得します。つまり、スイッチ A にはホスト 1 のバインディングがあり、スイッチ B にはホスト 2 のバインディングがあります。

図 38-3　DAI がイネーブルな VLAN 上での ARP パケットの確認



（注） 着信 ARP 要求および ARP 応答の IP/MAC アドレス バインディングを確認する場合、DAI は DHCP スヌーピング バインディング データベースのエントリに基づきます。IP アドレスにダイナミックに割り当てられた ARP パケットを許可するために、DHCP スヌーピングがイネーブルであることを確認してください。設定情報については、第 37 章「DHCP スヌーピング、IP ソース ガード、およびスタティック ホストの IPSG の設定」を参照してください。

1 つのスイッチだけが DAI 機能をサポートする場合の DAI の設定方法については、「非 DHCP 環境に対する ARP ACL の設定」（p.38-11）を参照してください。

DAI を設定するには、両方のスイッチ上で次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# show cdp neighbors`	スイッチ間の接続を確認します。
ステップ 2	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	`Switch(config)# [no] ip arp inspection vlan vlan-range`	VLAN 単位で DAI をイネーブルにします。デフォルトでは、DAI はすべての VLAN でディセーブルです。 DAI をディセーブルにするには、**no ip arp inspection vlan** *vlan-range* グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。 *vlan-range* には、VLAN ID 番号で識別される単一の VLAN、ハイフンで区切られた VLAN 範囲、またはカンマで区切られた一連の VLAN を指定します。有効範囲は 1 ～ 4094 です。 両方のスイッチに同じ VLAN ID を指定します。
ステップ 4	`Switch(config)# interface interface-id`	他のスイッチに接続されるインターフェイスを指定して、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 5	`Switch(config-if)# ip arp inspection trust`	スイッチ間の接続を trusted に設定します。 インターフェイスを untrusted ステートに戻すには、**no ip arp inspection trust** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用します。 デフォルトでは、すべてのインターフェイスが untrusted です。 スイッチは、信頼できるインターフェイス上の他のスイッチから受信した ARP パケットの確認を行いません。単にパケットを転送します。 信頼できないインターフェイスの場合、スイッチはすべての ARP 要求および ARP 応答を代行受信します。代行受信されたパケットに有効な IP/MAC アドレス バインディングが含まれることを確認してから、ローカル キャッシュを更新し、適切な宛先にパケットを転送します。スイッチは、**ip arp inspection vlan logging** グローバル コンフィギュレーションコマンドで指定されたロギング設定に従って、無効なパケットをドロップし、ログ バッファに記録します。詳細については、「ログ バッファの設定」（p.38-15）を参照してください。
ステップ 6	`Switch(config-if)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	`Switch# show ip arp inspection interfaces` `Switch# show ip arp inspection vlan vlan-range`	DAI の設定を確認します。
ステップ 8	`Switch# show ip dhcp snooping binding`	DHCP バインディングを確認します。
ステップ 9	`Switch# show ip arp inspection statistics vlan vlan-range`	DAI の統計情報を確認します。
ステップ 10	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、VLAN 100 のスイッチ A 上で DAI を設定する例を示します。スイッチ B でも同様の手順を実行します。

スイッチ A

```
SwitchA# show cdp neighbors
Capability Codes: R - Router, T - Trans Bridge, B - Source Route Bridge
                  S - Switch, H - Host, I - IGMP, r - Repeater, P - Phone

Device ID            Local Intrfce         Holdtme   Capability    Platform   Port ID
SwitchB             Gig 3/48              179           R S I     WS-C4506  Gig 3/46
SwitchA# configure terminal
SwitchA(config)# ip arp inspection vlan 100
SwitchA(config)# interface g3/48
SwitchA(config-if)# ip arp inspection trust
SwitchA(config-if)# end
SwitchA# show ip arp inspection interfaces

 Interface        Trust State     Rate (pps)    Burst Interval
 ---------------  -----------     ----------    --------------
 Gi1/1            Untrusted               15                 1
 Gi1/2            Untrusted               15                 1
 Gi3/1            Untrusted               15                 1
 Gi3/2            Untrusted               15                 1
 Gi3/3            Untrusted               15                 1
 Gi3/4            Untrusted               15                 1
 Gi3/5            Untrusted               15                 1
 Gi3/6            Untrusted               15                 1
 Gi3/7            Untrusted               15                 1
 Gi3/8            Untrusted               15                 1
 Gi3/9            Untrusted               15                 1
 Gi3/10           Untrusted               15                 1
 Gi3/11           Untrusted               15                 1
 Gi3/12           Untrusted               15                 1
 Gi3/13           Untrusted               15                 1
 Gi3/14           Untrusted               15                 1
 Gi3/15           Untrusted               15                 1
 Gi3/16           Untrusted               15                 1
 Gi3/17           Untrusted               15                 1
 Gi3/18           Untrusted               15                 1
 Gi3/19           Untrusted               15                 1
 Gi3/20           Untrusted               15                 1
 Gi3/21           Untrusted               15                 1
 Gi3/22           Untrusted               15                 1
 Gi3/23           Untrusted               15                 1
 Gi3/24           Untrusted               15                 1
 Gi3/25           Untrusted               15                 1
 Gi3/26           Untrusted               15                 1
 Gi3/27           Untrusted               15                 1
 Gi3/28           Untrusted               15                 1
 Gi3/29           Untrusted               15                 1
 Gi3/30           Untrusted               15                 1
 Gi3/31           Untrusted               15                 1
 Gi3/32           Untrusted               15                 1
 Gi3/33           Untrusted               15                 1
 Gi3/34           Untrusted               15                 1
 Gi3/35           Untrusted               15                 1
 Gi3/36           Untrusted               15                 1
 Gi3/37           Untrusted               15                 1
 Gi3/38           Untrusted               15                 1
 Gi3/39           Untrusted               15                 1
 Gi3/40           Untrusted               15                 1
 Gi3/41           Untrusted               15                 1
 Gi3/42           Untrusted               15                 1
 Gi3/43           Untrusted               15                 1
 Gi3/44           Untrusted               15                 1
 Gi3/45           Untrusted               15                 1
```

```
 Gi3/46           Untrusted               15                1
 Gi3/47           Untrusted               15                1
 Gi3/48           Trusted               None              N/A

SwitchA# show ip arp inspection vlan 100
Source Mac Validation      : Disabled
Destination Mac Validation : Disabled
IP Address Validation      : Disabled

 Vlan     Configuration    Operation   ACL Match          Static ACL
 ----     -------------    ---------   ---------          ----------
  100     Enabled          Active

 Vlan     ACL Logging      DHCP Logging
 ----     -----------      ------------
  100     Deny             Deny

SwitchA# show ip dhcp snooping binding
MacAddress          IpAddress        Lease(sec)  Type           VLAN  Interface
------------------  ---------------  ----------  -------------  ----
--------------------
00:01:00:01:00:01   170.1.1.1        3597        dhcp-snooping  100
GigabitEthernet3/27
Total number of bindings: 1

SwitchA# show ip arp inspection statistics vlan 100

 Vlan      Forwarded        Dropped     DHCP Drops      ACL Drops
 ----      ---------        -------     ----------      ---------
  100             15              0              0              0

 Vlan   DHCP Permits    ACL Permits   Source MAC Failures
 ----   ------------    -----------   -------------------
  100              0              0                     0

 Vlan   Dest MAC Failures   IP Validation Failures   Invalid Protocol Data
 ----   -----------------   ----------------------   ---------------------
  100                   0                        0                      0
SwitchA#
```

スイッチ B

```
SwitchB# show cdp neighbors
Capability Codes: R - Router, T - Trans Bridge, B - Source Route Bridge
                  S - Switch, H - Host, I - IGMP, r - Repeater, P - Phone

Device ID            Local Intrfce         Holdtme   Capability    Platform   Port ID
SwitchA             Gig 3/46              163           R S I     WS-C4507R Gig 3/48
SwitchB#
SwitchB# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
SwitchB(config)# ip arp inspection vlan 100
SwitchB(config)# interface g3/46
SwitchB(config-if)# ip arp inspection trust
SwitchB(config-if)# end
SwitchB#
SwitchB# show ip arp inspection interfaces

 Interface        Trust State     Rate (pps)    Burst Interval
 ---------------  -----------     ----------    --------------
 Gi1/1            Untrusted               15                 1
 Gi1/2            Untrusted               15                 1
 Gi3/1            Untrusted               15                 1
 Gi3/2            Untrusted               15                 1
 Gi3/3            Untrusted               15                 1
 Gi3/4            Untrusted               15                 1
 Gi3/5            Untrusted               15                 1
 Gi3/6            Untrusted               15                 1
 Gi3/7            Untrusted               15                 1
 Gi3/8            Untrusted               15                 1
 Gi3/9            Untrusted               15                 1
 Gi3/10           Untrusted               15                 1
 Gi3/11           Untrusted               15                 1
 Gi3/12           Untrusted               15                 1
 Gi3/13           Untrusted               15                 1
 Gi3/14           Untrusted               15                 1
 Gi3/15           Untrusted               15                 1
 Gi3/16           Untrusted               15                 1
 Gi3/17           Untrusted               15                 1
 Gi3/18           Untrusted               15                 1
 Gi3/19           Untrusted               15                 1
 Gi3/20           Untrusted               15                 1
 Gi3/21           Untrusted               15                 1
 Gi3/22           Untrusted               15                 1
 Gi3/23           Untrusted               15                 1
 Gi3/24           Untrusted               15                 1
 Gi3/25           Untrusted               15                 1
 Gi3/26           Untrusted               15                 1
 Gi3/27           Untrusted               15                 1
 Gi3/28           Untrusted               15                 1
 Gi3/29           Untrusted               15                 1
 Gi3/30           Untrusted               15                 1
 Gi3/31           Untrusted               15                 1
 Gi3/32           Untrusted               15                 1
 Gi3/33           Untrusted               15                 1
 Gi3/34           Untrusted               15                 1
 Gi3/35           Untrusted               15                 1
 Gi3/36           Untrusted               15                 1
 Gi3/37           Untrusted               15                 1
 Gi3/38           Untrusted               15                 1
 Gi3/39           Untrusted               15                 1
 Gi3/40           Untrusted               15                 1
 Gi3/41           Untrusted               15                 1
 Gi3/42           Untrusted               15                 1
 Gi3/43           Untrusted               15                 1
 Gi3/44           Untrusted               15                 1
 Gi3/45           Untrusted               15                 1
 Gi3/46           Trusted               None               N/A
 Gi3/47           Untrusted               15                 1
```

```
 Gi3/48          Untrusted               15                1

SwitchB# show ip arp inspection vlan 100
Source Mac Validation      : Disabled
Destination Mac Validation : Disabled
IP Address Validation      : Disabled

 Vlan     Configuration    Operation   ACL Match          Static ACL
 ----     -------------    ---------   ---------          ----------
  100     Enabled          Active

 Vlan     ACL Logging      DHCP Logging
 ----     -----------      ------------
  100     Deny             Deny#

SwitchB# show ip dhcp snooping binding
MacAddress          IpAddress        Lease(sec)  Type           VLAN  Interface
------------------  ---------------  ----------  -------------  ----
--------------------
00:02:00:02:00:02   170.1.1.2        3492        dhcp-snooping  100
GigabitEthernet3/31
Total number of bindings: 1

SwitchB# show ip arp insp statistics vlan 100

 Vlan      Forwarded        Dropped     DHCP Drops      ACL Drops
 ----      ---------        -------     ----------      ---------
  100           2398              0              0              0

 Vlan   DHCP Permits    ACL Permits   Source MAC Failures
 ----   ------------    -----------   -------------------
  100           2398              0                      0

 Vlan   Dest MAC Failures   IP Validation Failures   Invalid Protocol Data
 ----   -----------------   ----------------------   ---------------------
  100                   0                        0                      0
SwitchB#
```

非 DHCP 環境に対する ARP ACL の設定

次の手順は、スイッチ B（図 38-3 を参照）が DAI または DHCP スヌーピングをサポートしない場合の DAI の設定方法を示しています。

スイッチ A のポート 1 を trusted に設定した場合、スイッチ A およびホスト 1 はスイッチ B またはホスト 2 により攻撃される可能性があるため、セキュリティ ホールが発生します。この可能性を防止するには、スイッチ A のポート 1 を untrusted に設定する必要があります。ホスト 2 からの ARP パケットを許可するには、ARP ACL を設定し、VLAN 100 に適用する必要があります。ホスト 2 の IP アドレスがスタティックでなく、スイッチ A の ACL 設定を適用できない場合は、レイヤ 3 でスイッチ A とスイッチ B を分離し、これらのスイッチ間のパケット ルーティングにはルータを使用する必要があります。

（非 DHCP 環境のスイッチ A 上で）ARP ACL を設定するには、次の作業を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# arp access-list acl-name`	ARP ACL を定義して、ARP アクセスリスト コンフィギュレーションモードを開始します。デフォルトでは、ARP アクセス リストは定義されていません。 (注)　ARP アクセス リストの末尾には、暗黙の **deny ip any mac any** コマンドがあります。
ステップ 3	`Switch(config-arp-nac)# permit ip host sender-ip mac host sender-mac [log]`	指定されたホスト（ホスト 2）からの ARP パケットを許可します。 • *sender-ip* には、ホスト 2 の IP アドレスを入力します。 • *sender-mac* には、ホスト 2 の MAC アドレスを入力します。 • （任意）**log** を指定して、Access Control Entry（ACE; アクセス コントロール エントリ）に一致するパケットをログ バッファに記録します。**ip arp inspection vlan logging** グローバル コンフィギュレーションコマンドで **matchlog** キーワードを設定した場合も、一致するパケットが記録されます。詳細については、「ログ バッファの設定」（p.38-15）を参照してください。
ステップ 4	`Switch(config-arp-nac)# exit`	グローバル コンフィギュレーションモードに戻ります。
ステップ 5	`Switch(config)# ip arp inspection filter arp-acl-name vlan vlan-range [static]`	VLAN に ARP ACL を適用します。デフォルトでは、いずれの VLAN にも ARP ACL は定義されていません。 • *arp-acl-name* には、ステップ 2 で作成された ACL 名を指定します。 • *vlan-range* には、スイッチおよびホストが存在する VLAN を指定します。VLAN ID 番号で識別される単一の VLAN、ハイフンで区切られた VLAN 範囲、またはカンマで区切られた一連の VLAN を指定できます。有効範囲は 1 ～ 4094 です。 • （任意）**static** を指定して、ARP ACL の暗黙の deny（拒否）を明示的な deny として処理し、ACL 内のそれより前の句に一致しないパケットをドロップします。DHCP バインディングは使用されません。 このキーワードを指定しない場合は、ACL 内にパケットを拒否する明示的な deny が存在しないことを意味し、パケットが ACL 内の句と一致しない場合は、DHCP バインディングがパケットを許可するか拒否するかを決定します。 IP/MAC アドレス バインディングのみを含む ARP パケットは、ACL と比較されます。アクセス リストが許可したパケットのみが許可されます。
ステップ 6	`Switch(config)# interface interface-id`	スイッチ B に接続されたスイッチ A のインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始します。

	コマンド	目的
ステップ 7	`Switch(config-if)# no ip arp inspection trust`	スイッチ B に接続されたスイッチ A のインターフェイスを untrusted として設定します。 デフォルトでは、すべてのインターフェイスが untrusted です。 信頼できないインターフェイスの場合、スイッチはすべての ARP 要求および ARP 応答を代行受信します。代行受信されたパケットに有効な IP/MAC アドレス バインディングが含まれることを確認してから、ローカル キャッシュを更新し、適切な宛先にパケットを転送します。スイッチは、**ip arp inspection vlan logging** グローバル コンフィギュレーションコマンドで指定されたロギング設定に従って、無効なパケットをドロップし、ログ バッファに記録します。詳細については、「ログ バッファの設定」（p.38-15）を参照してください。
ステップ 8	`Switch(config-if)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 9	`Switch# show arp access-list [acl-name]` `Switch# show ip arp inspection vlan vlan-range` `Switch# show ip arp inspection interfaces`	DAI の設定を確認します。
ステップ 10	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ARP ACL を削除するには、**no arp access-list** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。VLAN に対応付けられた ARP ACL を削除するには、**no ip arp inspection filter** *arp-acl-name* **vlan** *vlan-range* グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。

次に、スイッチ A 上の *hostB* という名前の ARP ACL を設定し、ホスト B からの ARP パケット（IP アドレス 170.1.1.2、MAC アドレス 2.2.2）を許可し、VLAN 100 に ACL を適用し、スイッチ A 上のポート 1 を untrusted に設定する例を示します。

```
SwitchA# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
SwitchA(config)# arp access-list hostB
SwitchA(config-arp-nacl)# permit ip host 170.1.1.2 mac host 2.2.2 log
SwitchA(config-arp-nacl)# exit
SwitchA(config)# ip arp inspection filter hostB vlan 100 static
SwitchA(config)# interface g3/48
SwitchA(config-if)# no ip arp inspection trust
SwitchA(config-if)# end
SwitchA# show arp access-list hostB
ARP access list hostB
    permit ip host 170.1.1.2 mac host 0002.0002.0002 log

SwitchA# show ip arp inspection interfaces

 Interface        Trust State     Rate (pps)    Burst Interval
 ---------------  -----------     ----------    --------------
 Gi1/1            Untrusted               15                 1
 Gi1/2            Untrusted               15                 1
 Gi3/1            Untrusted               15                 1
 Gi3/2            Untrusted               15                 1
 Gi3/3            Untrusted               15                 1
 Gi3/4            Untrusted               15                 1
 Gi3/5            Untrusted               15                 1
 Gi3/6            Untrusted               15                 1
 Gi3/7            Untrusted               15                 1
 Gi3/8            Untrusted               15                 1
```

```
 Gi3/9            Untrusted               15                1
 Gi3/10           Untrusted               15                1
 Gi3/11           Untrusted               15                1
 Gi3/12           Untrusted               15                1
 Gi3/13           Untrusted               15                1
 Gi3/14           Untrusted               15                1
 Gi3/15           Untrusted               15                1
 Gi3/16           Untrusted               15                1
 Gi3/17           Untrusted               15                1
 Gi3/18           Untrusted               15                1
 Gi3/19           Untrusted               15                1
 Gi3/20           Untrusted               15                1
 Gi3/21           Untrusted               15                1
 Gi3/22           Untrusted               15                1
 Gi3/23           Untrusted               15                1
 Gi3/24           Untrusted               15                1
 Gi3/25           Untrusted               15                1
 Gi3/26           Untrusted               15                1
 Gi3/27           Untrusted               15                1
 Gi3/28           Untrusted               15                1
 Gi3/29           Untrusted               15                1
 Gi3/30           Untrusted               15                1
 Gi3/31           Untrusted               15                1
 Gi3/32           Untrusted               15                1
 Gi3/33           Untrusted               15                1
 Gi3/34           Untrusted               15                1
 Gi3/35           Untrusted               15                1
 Gi3/36           Untrusted               15                1
 Gi3/37           Untrusted               15                1
 Gi3/38           Untrusted               15                1
 Gi3/39           Untrusted               15                1
 Gi3/40           Untrusted               15                1
 Gi3/41           Untrusted               15                1
 Gi3/42           Untrusted               15                1
 Gi3/43           Untrusted               15                1
 Gi3/44           Untrusted               15                1
 Gi3/45           Untrusted               15                1
 Gi3/46           Untrusted               15                1
 Gi3/47           Untrusted               15                1
 Gi3/48           Untrusted               15                1

SwitchA# show ip arp inspection statistics vlan 100

 Vlan      Forwarded        Dropped     DHCP Drops      ACL Drops
 ----      ---------        -------     ----------      ---------
  100             15            169            160              9

 Vlan   DHCP Permits    ACL Permits   Source MAC Failures
 ----   ------------    -----------   -------------------
  100              0              0                     0

 Vlan   Dest MAC Failures   IP Validation Failures   Invalid Protocol Data
 ----   -----------------   ----------------------   ---------------------
  100                   0                      0                       0
SwitchA#
```

ログ バッファの設定

スイッチがパケットをドロップすると、ログ バッファにエントリが入力され、次にレート制御単位でシステム メッセージが生成されます。メッセージの生成後、スイッチはログ バッファからエントリをクリアします。各ログ エントリには、フロー情報（受信 VLAN、ポート番号、送信元と宛先 IP アドレス、および送信元と宛先 MAC アドレスなど）が含まれます。

ログバッファ エントリは、複数のパケットを表すことができます。たとえば、インターフェイスが同一 VLAN 上で同じ ARP パラメータを持つ多数のパケットを受信した場合、スイッチはログ バッファでこれらのパケットを 1 つのエントリとして結合し、エントリに単一のシステム メッセージを生成します。

ログ バッファがオーバーフローになる（つまり、ログ イベントがログ バッファに収まらない）場合は、**show ip arp inspection log** 特権 EXEC コマンドの表示に影響します。エントリには、その他の統計情報は提供されません。

ログ バッファを設定するには、特権 EXEC モードを開始して次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# ip arp inspection log-buffer {entries number | logs number interval seconds}`	DAI のロギング バッファを設定します。 デフォルトでは、DAI がイネーブルの場合、拒否またはドロップされた ARP パケットが記録されます。ログ エントリ数は 32 です。システム メッセージ数は、1 秒あたり 5 に制限されます。ロギングレート間隔は 1 秒です。 キーワードの意味は次のとおりです。 • **entries** *number* には、バッファに記録されるエントリ数を指定します。有効範囲は 0 ～ 1024 です。 • **logs** *number* **interval** *seconds* には、指定の間隔でシステム メッセージを生成するエントリ数を指定します。 **logs** *number* では、範囲は 0 ～ 1024 です。値が 0 の場合はログ バッファにエントリは存在しますが、システム メッセージは生成されないことを意味します。 **interval** *seconds* では、範囲は 0 ～ 86400 秒（1 日）です。値が 0 の場合はシステム メッセージがすぐに生成されることを意味します（また、ログ バッファは常に空です）。 0 の間隔設定は、0 のログ設定を上書きします。 **logs** および **interval** 設定は相互に作用します。**logs** *number* X が **interval** *seconds* Y よりも大きい場合、X を Y で除算した（X/Y）数のシステム メッセージが毎秒送信されます。そうでない場合は、Y を X で除算した（Y/X）秒ごとに 1 つのシステム メッセージが送信されます。

	コマンド	目的
ステップ 3	`Switch(config)# [no] ip arp inspection vlan vlan-range logging {acl-match {matchlog | none} | dhcp-bindings {all | none | permit}}`	記録されるパケット タイプを VLAN 単位で制御します。デフォルトでは、拒否またはドロップされたパケットがすべて記録されます。*logged* という用語は、エントリがログ バッファ内に存在し、システム メッセージが生成されることを意味します。 キーワードの意味は次のとおりです。 • *vlan-range* には、VLAN ID 番号で識別される単一の VLAN、ハイフンで区切られた VLAN 範囲、またはカンマで区切られた一連の VLAN を指定します。有効範囲は 1 ～ 4094 です。 • **acl-match matchlog** では、ACE ロギング設定に基づいてパケットを記録します。このコマンドで **matchlog** キーワードを指定し、**permit** または **deny** ARP アクセスリスト コンフィギュレーションコマンドで **log** キーワードを指定した場合、ログ キーワードを持つ ACE で許可または拒否された ARP パケットが記録されます。 • **acl-match none** では、ACL に一致するパケットを記録しません。 • **dhcp-bindings all** では、DHCP バインディングに一致するすべてのパケットを記録します。 • **dhcp-bindings none** では、DHCP バインディングに一致するパケットを記録しません。 • **dhcp-bindings permit** では、DHCP バインディングが許可したパケットを記録します。
ステップ 4	`Switch(config)# exit`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	`Switch# show ip arp inspection log`	設定を確認します。
ステップ 6	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトのログ バッファ設定に戻すには、**no ip arp inspection log-buffer** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。デフォルトの VLAN ログ設定に戻すには、**no ip arp inspection vlan** *vlan-range* **logging** {**acl-match** | **dhcp-bindings**} グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。ログ バッファをクリアするには、**clear ip arp inspection log** 特権 EXEC コマンドを使用します。

次に、ログ バッファのエントリ数を 1024 に設定する例を示します。また、ログが 100/10 秒のレートで生成されるよう Catalyst 4500 シリーズ スイッチを設定する例も示します。

```
SwitchB# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
SwitchB(config)# ip arp inspection log-buffer entries 1024
SwitchB(config)# ip arp inspection log-buffer logs 100 interval 10
SwitchB(config)# end
SwitchB# show ip arp inspection log
Total Log Buffer Size : 1024
Syslog rate : 100 entries per 10 seconds.

Interface   Vlan  Sender MAC      Sender IP        Num Pkts   Reason       Time
----------  ----  --------------  ---------------  ---------  -----------  ----
Gi3/31      100   0002.0002.0003  170.1.1.2                5  DHCP Deny    02:05:45
UTC Fri Feb 4 2005
SwitchB#
```

着信 ARP パケットのレート制限

スイッチの CPU が DAI の確認検査を行うので、DoS 攻撃を防ぐために着信 ARP パケット数がレート制限されています。

着信 ARP パケットのレートが設定された制限を超える場合は、ポートが errdisable ステートに置かれます。ユーザが介入するか、または errdisable 回復をイネーブルにして、指定されたタイムアウト時間の経過後自動的にこのステートから回復するまで、ポートはこの状態のままです。

（注） レート制限がインターフェイス上で明示的に設定されていないかぎり、インターフェイスの信頼状態を変更すると、レート制限はその信頼状態のデフォルト値に変更されます。レート制限の設定後は、インターフェイスの信頼状態が変更されてもそのレート制限を保持します。**no ip arp inspection limit** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを入力した場合、インターフェイスはデフォルトのレート制限に戻ります。

着信 ARP パケットのレートを制限するには、特権 EXEC モードを開始して次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface` *interface-id*	レート制限されるインターフェイスを指定して、インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# [no] ip arp inspection limit {rate` *pps* `[burst interval` *seconds*`] | none}`	インターフェイス上の着信 ARP 要求および ARP 応答のレートを制限します。 デフォルトのレートは、信頼できないインターフェイスでは 15 pps、信頼できるインターフェイスでは無制限です。バースト間隔は 1 秒です。 キーワードの意味は次のとおりです。 • **rate** *pps* には、1 秒間に処理される着信パケット数の上限を指定します。有効範囲は 0 ～ 2048 pps です。 • （任意）**burst interval** *seconds* には、高いレートの ARP パケットに関してインターフェイスをモニタする連続した間隔を秒数で指定します。 • **rate none** では、処理できる着信 ARP パケットのレートに上限を指定しません。
ステップ 4	`Switch(config-if)# exit`	グローバル コンフィギュレーションモードに戻ります。
ステップ 5	`Switch(config)# errdisable recovery {cause arp-inspection | interval` *interval*`}`	（任意）DAI の errdisable ステートからのエラー回復をイネーブルにします。 デフォルトでは、回復はディセーブルで、回復間隔は 300 秒です。 **interval** *interval* には、errdisable ステートから回復する時間を秒単位で指定します。有効範囲は 30 ～ 86400 です。
ステップ 6	`Switch(config)# exit`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	`Switch# show ip arp inspection interfaces`	設定を確認します。

	コマンド	目的
ステップ 8	`Switch# show errdisable recovery`	設定を確認します。
ステップ 9	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトのレート制限設定に戻すには、**no ip arp inspection limit** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用します。DAI のエラー回復をディセーブルにするには、**no errdisable recovery cause arp-inspection** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。

次に、着信パケット数の上限（100 pps）を設定し、バースト間隔（1 秒）を指定する例を示します。

```
SwitchB# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
SwitchB(config)# interface g3/31
SwitchB(config-if)# ip arp inspection limit rate 100 burst interval 1
SwitchB(config-if)# exit
SwitchB(config)# errdisable recovery cause arp-inspection
SwitchB(config)# exit
SwitchB# show ip arp inspection interfaces

 Interface        Trust State     Rate (pps)    Burst Interval
 ---------------  -----------     ----------    --------------
 Gi1/1            Untrusted               15                 1
 Gi1/2            Untrusted               15                 1
 Gi3/1            Untrusted               15                 1
 Gi3/2            Untrusted               15                 1
 Gi3/3            Untrusted               15                 1
 Gi3/4            Untrusted               15                 1
 Gi3/5            Untrusted               15                 1
 Gi3/6            Untrusted               15                 1
 Gi3/7            Untrusted               15                 1
 Gi3/8            Untrusted               15                 1
 Gi3/9            Untrusted               15                 1
 Gi3/10           Untrusted               15                 1
 Gi3/11           Untrusted               15                 1
 Gi3/12           Untrusted               15                 1
 Gi3/13           Untrusted               15                 1
 Gi3/14           Untrusted               15                 1
 Gi3/15           Untrusted               15                 1
 Gi3/16           Untrusted               15                 1
 Gi3/17           Untrusted               15                 1
 Gi3/18           Untrusted               15                 1
 Gi3/19           Untrusted               15                 1
 Gi3/20           Untrusted               15                 1
 Gi3/21           Untrusted               15                 1
 Gi3/22           Untrusted               15                 1
 Gi3/23           Untrusted               15                 1
 Gi3/24           Untrusted               15                 1
 Gi3/25           Untrusted               15                 1
 Gi3/26           Untrusted               15                 1
 Gi3/27           Untrusted               15                 1
 Gi3/28           Untrusted               15                 1
 Gi3/29           Untrusted               15                 1
 Gi3/30           Untrusted               15                 1
 Gi3/31           Untrusted              100                 1
 Gi3/32           Untrusted               15                 1
 Gi3/33           Untrusted               15                 1
 Gi3/34           Untrusted               15                 1
 Gi3/35           Untrusted               15                 1
 Gi3/36           Untrusted               15                 1
 Gi3/37           Untrusted               15                 1
 Gi3/38           Untrusted               15                 1
 Gi3/39           Untrusted               15                 1
 Gi3/40           Untrusted               15                 1
 Gi3/41           Untrusted               15                 1
```

```
 Gi3/42           Untrusted               15                1
 Gi3/43           Untrusted               15                1
 Gi3/44           Untrusted               15                1
 Gi3/45           Untrusted               15                1
 Gi3/46           Trusted                 None              N/A
 Gi3/47           Untrusted               15                1
 Gi3/48           Untrusted               15                1

SwitchB# show errdisable recovery
ErrDisable Reason    Timer Status
-----------------    --------------
udld                 Disabled
bpduguard            Disabled
security-violatio    Disabled
channel-misconfig    Disabled
vmps                 Disabled
pagp-flap            Disabled
dtp-flap             Disabled
link-flap            Disabled
l2ptguard            Disabled
psecure-violation    Disabled
gbic-invalid         Disabled
dhcp-rate-limit      Disabled
unicast-flood        Disabled
storm-control        Disabled
arp-inspection       Enabled

Timer interval: 300 seconds

Interfaces that will be enabled at the next timeout:

SwitchB#
1w2d: %SW_DAI-4-PACKET_RATE_EXCEEDED: 101 packets received in 739 milliseconds on
Gi3/31.
1w2d: %PM-4-ERR_DISABLE: arp-inspection error detected on Gi3/31, putting Gi3/31 in
err-disable state
SwitchB# show clock
*02:21:43.556 UTC Fri Feb 4 2005
SwitchB#
SwitchB# show interface g3/31 status

Port      Name               Status       Vlan       Duplex  Speed Type
Gi3/31                       err-disabled 100          auto   auto 10/100/1000-TX
SwitchB#
SwitchB#
1w2d: %PM-4-ERR_RECOVER: Attempting to recover from arp-inspection err-disable state
on Gi3/31
SwitchB# show interface g3/31 status

Port      Name               Status       Vlan       Duplex  Speed Type
Gi3/31                       connected    100        a-full  a-100 10/100/1000-TX
SwitchB# show clock
*02:27:40.336 UTC Fri Feb 4 2005
SwitchB#
```

確認検査の実行

DAI では、無効な IP/MAC アドレスバインディングを持つ ARP パケットを代行受信し、記録して、ドロップします。スイッチが宛先 MAC アドレス、送信側とターゲット IP アドレス、および送信元 MAC アドレスで追加の検査を実行するよう設定できます。

着信 ARP パケットで特定の検査を実行するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# ip arp inspection validate {[src-mac] [dst-mac] [ip]}`	着信 ARP パケットで特定の検査を実行します。デフォルトでは、追加の検査は実行されません。 キーワードの意味は次のとおりです。 • **src-mac** では、ARP の本体内の送信側 MAC アドレスに対してイーサネット ヘッダー内の送信元 MAC アドレスを検査します。この検査は、ARP 要求および ARP 応答の両方で実行されます。イネーブルの場合、異なる MAC アドレスを持つパケットは無効として分類されてドロップされます。 • **dst-mac** では、ARP の本体内のターゲット MAC アドレスに対してイーサネット ヘッダー内の宛先 MAC アドレスを検査します。この検査は、ARP 応答に対して実行されます。イネーブルの場合、異なる MAC アドレスを持つパケットは無効として分類されてドロップされます。 • **ip** では、無効で予期しない IP アドレスに関して ARP の本体を検査します。アドレスには、0.0.0.0、255.255.255.255、およびすべての IP マルチキャスト アドレスが含まれます。送信側 IP アドレスはすべての ARP 要求および ARP 応答で検査され、ターゲット IP アドレスは、ARP 応答でのみ検査されます。 キーワードは、少なくとも 1 つ指定する必要があります。各コマンドは、以前のコマンドの設定を上書きします。つまり、コマンドが **src** および **dst mac** 確認をイネーブルにし、2 番めのコマンドが IP 確認のみをイネーブルにした場合、**src** および **dst mac** 確認は 2 番めのコマンドによりディセーブルになります。
ステップ 3	`Switch(config)# exit`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	`Switch# show ip arp inspection vlan` *vlan-range*	設定を確認します。
ステップ 5	`Switch# copy running-config startup-config`	(任意)コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

検査をディセーブルにするには、**no ip arp inspection validate** [**src-mac**] [**dst-mac**] [**ip**] グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。転送、ドロップ、MAC 確認の失敗、および IP 確認の失敗パケットの統計情報を表示するには、**show ip arp inspection statistics** 特権 EXEC コマンドを使用します。

次に、送信元 MAC 確認を設定する例を示します。イーサネット ヘッダー内の送信元アドレスが ARP ボディ内の送信側ハードウェア アドレスに一致しない場合、パケットはドロップされ、エラー メッセージが生成される可能性があります。

```
SwitchB# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
SwitchB(config)# ip arp inspection validate src-mac
SwitchB(config)# exit
SwitchB# show ip arp inspection vlan 100

Source Mac Validation      : Enabled
Destination Mac Validation : Disabled
IP Address Validation      : Disabled

 Vlan     Configuration    Operation   ACL Match          Static ACL
 ----     -------------    ---------   ---------          ----------
  100     Enabled          Active

 Vlan     ACL Logging      DHCP Logging
 ----     -----------      ------------
  100     Deny             Deny
SwitchB#
1w2d: %SW_DAI-4-INVALID_ARP: 9 Invalid ARPs (Req) on Gi3/31, vlan
100.([0002.0002.0002/170.1.1.2/0001.0001.0001/170.1.1.1/02:30:24 UTC Fri Feb 4 2005])
```

CHAPTER 39

ACL によるネットワーク セキュリティの設定

この章では、Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）を使用して Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上でネットワーク セキュリティを設定する方法について説明します。

(注) この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

この章の主な内容は、次のとおりです。

(注) 次の説明は、特に記述がないかぎり、Supervisor Engine 6-E の設定と Supervisor Engine 6-E 以外の設定の両方に該当します。

ACL の概要

ここでは、次の内容について説明します。

ACL の概要

ACL は、パケットに適用される許可条件および拒否条件を集めて順番に並べたものです。パケットがインターフェイスに着信すると、スイッチはパケットのフィールドと適用される ACL を比較し、アクセス リストに指定されている条件に基づいて、転送に必要な許可がパケットに与えられているかどうかを調べます。スイッチはパケットをアクセス リストの条件と 1 つ 1 つ突き合わせます。最初に一致した条件によって、スイッチがパケットを許可するかまたは拒否するかが決まります。スイッチは最初に一致した時点で条件のテストを中止するため、リストに条件を指定する順序が重要です。いずれの条件とも一致しなかった場合、スイッチはパケットを拒否します。制限がない場合、スイッチはパケットを転送し、制限がある場合はパケットをドロップします。

従来、スイッチはレイヤ 2 で稼働し、VLAN（仮想 LAN）内でトラフィックをスイッチングしていました。一方、ルータはレイヤ 3 の VLAN 間でトラフィックをルーティングしていました。Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、レイヤ 3 スイッチングを使用して、VLAN 間のパケット ルーティングの速度を向上させます。レイヤ 3 スイッチでブリッジングされたパケットは、外部ルータに送信されずに内部でルーティングされます。そのあと、再度ブリッジングされて宛先に送信されます。スイッチはこのプロセス中に、VLAN 内でブリッジングされるパケットを含めて、すべてのパケットを制御します。

トラフィックをフィルタリングし、ネットワークに基本的なセキュリティを導入するには、ルータまたはスイッチにアクセス リストを設定します。ACL を設定しないと、スイッチを通過するすべてのパケットが、ネットワーク内のすべての場所に転送されることがあります。ACL を使用すると、ネットワークの場所ごとにアクセス可能なホストを制御したり、ルータ インターフェイスで転送またはブロックされるトラフィックの種類を決定できます。たとえば、電子メール トラフィックの転送を許可して、Telnet トラフィックの転送を禁止できます。ACL は着信トラフィック、発信トラフィック、またはその両方をブロックするように設定できます。ただし、レイヤ 2 インターフェイスでは、ACL を適用できるのは着信方向だけです。

ACL には、Access Control Entry（ACE; アクセス コントロール エントリ）が順番に記述されています。各 ACE では、許可（permit）または拒否（deny）、および ACE と一致するためのパケットの必須条件のセットを指定します。許可または拒否の意味は、ACL の使用状況に応じて変わります。

Catalyst 4500 シリーズ スイッチでは、次の 3 つの ACL タイプがサポートされています。

- TCP、UDP、Internet Group Management Protocol（IGMP）、Internet Control Message Protocol（ICMP）などの IP トラフィックをフィルタリングする IP ACL
- IPv6 ACL（Supervisor Engine 6-E にのみ該当）

ACL を使用するサポート対象機能

スイッチは、トラフィックをフィルタリングするため、次に示す 3 種類の ACL をサポートしています。

- ルータ ACL は、レイヤ 3 インターフェイスに適用されます。この ACL は、VLAN 間でルーティングされたトラフィックのアクセスを制御します。すべての Catalyst 4500 シリーズ スイッチでルータ ACL を作成できますが、レイヤ 3 インターフェイスに ACL を適用して、VLAN 間でルーティングされたパケットをフィルタリングするには、スイッチに Cisco IOS ソフトウェア イメージをインストールする必要があります。
- Port ACL（PACL; ポート ACL）は、レイヤ 2 インターフェイスに入るトラフィックのアクセスを制御します。ハードウェアの CAM（連想メモリ）エントリが十分でない場合、出力 PACL がポートに適用されず、警告メッセージがユーザに送られます（この制限は、出力 PACL のすべてのアクセス グループ モードに適用します）。CAM エントリが十分な場合、出力ポート ACL は再適用されます。

  レイヤ 2 ポートに出力 PACL が設定されている場合、レイヤ 2 ポートが属する VLAN に VACL またはルータ ACL を設定できません。その逆の場合も同じです。つまり、PACL および VLAN ベースの ACL（VACL およびルータ ACL）は、レイヤ 2 ポート上では相互に排他的です。この制限はすべてのアクセス グループ モードに適用されます。入力方向では、ポート ACL、VLAN ベース ACL、およびルータ ACL が共存できます。

  1 つのレイヤ 2 インターフェイスに適用できるのは、IP アクセス リスト 1 つと MAC（メディア アクセス制御）アクセス リスト 1 つです。
- VLAN ACL または VLAN マップは、すべてのパケット（ブリッジド パケットおよびルーテッド パケット）のアクセスを制御します。VLAN マップを使用すると、同じ VLAN 内のデバイス間で転送されるトラフィックをフィルタリングできます。VLAN マップを作成または適用するために、拡張イメージをインストールする必要はありません。VLAN マップは、IP のレイヤ 3 アドレスに基づいてアクセス コントロールするように設定されています。イーサネット ACE を使用する MAC アドレスにより、サポートされていないプロトコルがアクセス コントロールされます。VLAN マップを VLAN に適用すると、VLAN に入るすべてのパケット（ルーテッド パケットまたはブリッジド パケット）が VLAN マップと照合されます。パケットはスイッチ ポートを介して VLAN に入ることができます。ルーティングされたパケットの場合は、ルーテッド ポートを介して VLAN に入ることができます。

同じスイッチ上でルータ ACL と VLAN マップを両方使用できます。

ルータ ACL

サポートされる各タイプのアクセス リスト 1 つをインターフェイスに適用できます。

（注） Cisco IOS Release 12.2(40)SG を実行している Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、IPv6 Port ACL（PACL）をサポート*しません*。

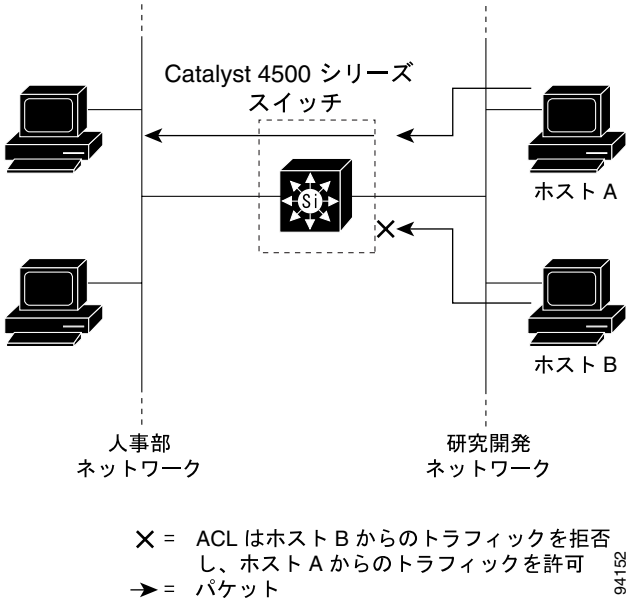
1 つの ACL を特定のインターフェイスの複数の機能に使用できます。また、1 つの機能に複数の ACL を使用することもできます。1 つのルータ ACL を複数の機能で使用する場合、そのルータ ACL は複数回テストされます。アクセス リストのタイプによって、一致処理に対する入力が決まります。

- 標準 IP アクセス リストは、送信元アドレスを使用して一致処理を行います。
- 拡張 IP アクセス リストは、送信元アドレス、宛先アドレス、およびオプションのプロトコル タイプ情報を使用して一致処理を行います。

スイッチは、特定のインターフェイスおよび方向に対する設定機能に関連付けられている ACL をテストします。パケットがスイッチのインターフェイスに着信すると、そのインターフェイスに設定されているすべての着信機能に対応する ACL がテストされます。パケットがルーティングされてからネクスト ホップに転送されるまでの間に、出力インターフェイスに設定された発信機能に対応するすべての ACL がテストされます。

ACL は、ACL 内のエントリとの一致結果に基づいて、転送を許可または拒否します。たとえば、アクセス リストを使用すると、ネットワークの特定の場所へのアクセスを特定のホストに許可し、別のホストに対しては禁止できます。図 39-1 の例では、ルータへの入力に適用されている ACL に基づき、ホスト A は人事部ネットワークへのアクセスを許可されますが、ホスト B は拒否されます。

図 39-1　ACL によるネットワーク トラフィックの制御



PACL

スイッチ上のレイヤ 2 インターフェイスにも ACL を適用できます。PACL は、物理インターフェイスおよび EtherChannel インターフェイス上でサポートされています。

レイヤ 2 インターフェイス上では、次のアクセス リストがサポートされています。

- 送信元アドレスを使用する標準 IP アクセス リスト
- 送信元アドレス、宛先アドレス、およびオプションのプロトコル タイプ情報を使用する拡張 IP アクセス リスト
- 送信元 MAC アドレス、宛先 MAC アドレス、およびオプションのプロトコル タイプ情報を使用する MAC 拡張アクセス リスト

ルータ ACL と同様、スイッチは所定のインターフェイスに設定されている機能に関連付けられている ACL をテストし、パケットが ACL 内のエントリと一致するかどうかによって、パケットの転送を許可または拒否します。図 39-1 の例では、すべてのワークステーションが同じ VLAN 内にある場合、レイヤ 2 の入力に適用されている ACL によって、ホスト A は人事部ネットワークへのアクセスが許可されますが、ホスト B は同じネットワークへのアクセスを拒否されます。

PACL をトランク ポートに適用すると、そのトランク ポートにあるすべての VLAN 上で ACL によるトラフィックのフィルタリングが行われます。音声 VLAN があるポートに PACL を適用すると、データ VLAN と音声 VLAN の両方でその ACL によるトラフィックのフィルタリングが行われます。

PACL を使用すると、IP アクセス リストを使用して IP トラフィックをフィルタリングし、MAC アドレスを使用して IP 以外のトラフィックをフィルタリングできます。インターフェイスに IP アクセス リストと MAC アクセス リストの両方を適用することにより、同一のレイヤ 2 インターフェイス上で IP トラフィックと IP 以外のトラフィックをフィルタリングできます。

（注） 1 つのレイヤ 2 インターフェイスに、IP アクセス リストと MAC アクセス リストのそれぞれを 2 つ以上適用できません。すでに IP アクセス リストまたは MAC アクセス リストが 1 つずつ設定されているレイヤ 2 インターフェイスに、新しい IP アクセス リストまたは MAC アクセス リストを適用すると、前に設定した ACL が新しい ACL に置き換わります。

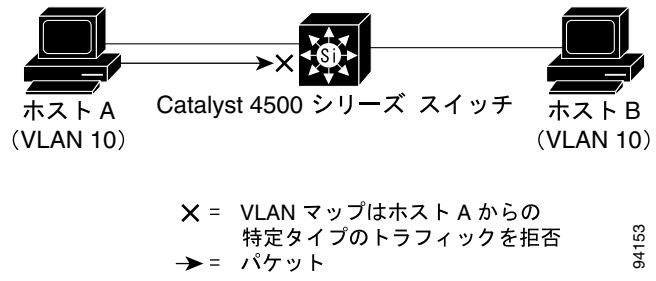
VLAN マップ

VLAN マップを使用すると、VLAN のすべてのトラフィックのアクセスを制御できます。VLAN の内外でルーティングされる、または VLAN 内でブリッジングされるすべてのパケットに対して、スイッチの VLAN マップを適用できます。ルータ ACL と異なり、VLAN マップでは方向（着信または発信）は定義されません。

VLAN マップを設定すると、IP トラフィックのレイヤ 3 アドレスを照合できます。すべての IP 以外のプロトコルは、VLAN マップの MAC ACL を使用して、MAC アドレスおよび EtherType によってアクセス コントロールされます（IP トラフィックには、VLAN マップの MAC ACL によるアクセス コントロールが行われません）。VLAN マップはスイッチを通過するパケットにのみ適用できます。ハブのホスト間、またはこのスイッチに接続された別のスイッチのホスト間を通過するトラフィックには、VLAN マップを適用できません。

VLAN マップを使用すると、パケットの転送は、マップに指定されたアクションに基づいて許可または拒否されます。図 39-2 に、VLAN マップを適用して、特定タイプのトラフィックを VLAN 10 のホスト A から転送できないように設定する例を示します。

図 39-2　VLAN マップによるトラフィックの制御



ハードウェアおよびソフトウェア ACL のサポート

ここでは、ACL をハードウェア、ソフトウェアのどちらで処理するかを決定する方法について説明します。

- 標準および拡張 ACL の拒否（deny）文と一致するフローは、ICMP 到達不能メッセージがディセーブルの場合、ハードウェアでドロップされます。
- 標準 ACL の許可（permit）文に一致するフローは、ハードウェアで処理されます。
- ソフトウェアでは、次の ACL タイプはサポートされていません。
  - 標準 Xerox Network Systems（XNS）プロトコル アクセス リスト
  - 拡張 XNS アクセス リスト
  - DECnet アクセス リスト
  - プロトコル タイプコード アクセス リスト
  - 標準 Internet Packet Exchange（IPX）アクセス リスト
  - 拡張 IPX アクセス リスト

（注） ロギングが必要なパケットは、ソフトウェアで処理されます。ロギング用にパケットのコピーが CPU に送信され、実際のパケットはハードウェアで転送されるので、ロギング対象外のパケットの処理は影響を受けません。

デフォルトでは、アクセス リストによりパケットが拒否されると、ICMP 到達不能メッセージが Catalyst 4500 シリーズ スイッチ スイッチによって送信されます。

入力インターフェイス上でハードウェア内のアクセス リスト拒否パケットをドロップするには、**no ip unreachables** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用して ICMP 到達不能メッセージをディセーブルにする必要があります。**ip unreachables** コマンドはデフォルトでイネーブルに設定されています。

（注） Cisco IOS Release 12.2(40)SG は、IPv6 トラフィックをルーティングするインターフェイス上での ip unreachables のディセーブル化をサポートしません。

（注） すべてのレイヤ 3 インターフェイスで **no ip unreachable** コマンドを設定する場合、出力 ACL 拒否パケットは、CPU に届きません。

TCAM プログラミングと Supervisor Engine II-Plus、Supervisor Engine IV、Supervisor Engine V、および Supervisor Engine V-10GE の ACL

Catalyst 4500 シリーズ スイッチでの TCAM エントリおよびマスク利用率は、次の要素に基づきます。

- ACL 設定
- スーパーバイザ モデル
- IOS ソフトウェアのバージョン

Supervisor Engine II-Plus-10GE、Supervisor Engine V-10GE、および Catalyst 4948-10GE スイッチの場合、エントリおよびマスク利用率は、IOS ソフトウェア バージョンに関係なく、TCAM リージョンのエントリ数で割った ACL 設定の ACE 数と等しくなります。最適化された TCAM 利用率は、必要ありません。

Supervisor Engine II-Plus-TS、Supervisor Engines IV、Supervisor Engines V、および Catalyst 4948 スイッチの場合、IOS ソフトウェアのリリースに関係なく、8 つまでのエントリが TCAM の 1 つのマスクを共有します。したがって、TCAM 利用率は、ACL の設定によって変わります。また、各 ACL の設定順によっても変わります。ある ACL が別の ACL の前に設定された場合と、その逆の順で設定された場合では、TCAM 利用率は異なります。同じ ACL 設定を実行コンフィギュレーションにコピーしても、TCAM 利用率が変わります。

Supervisor II-Plus-TS、IV、V、および Catalyst 4948 スイッチでの TCAM 利用率は、ACL 設定および IOS ソフトウェア バージョンに従って最適化されます。たとえば、Cisco IOS Release 12.2(31)SGA 以降のリリースでは、マスクを保持するために、順番に依存しない ACL エントリの順序を自動的に付け直します。単一パケットが ACL の 1 つのみに一致する場合、2 つの ACE は順番に依存しません。たとえば、次の 2 つの ACE は順番に依存しません。

```
permit ip host 10.1.1.10 any
permit ip host 10.1.1.20 any
```

最初の ACE に一致するパケットは、2 番めの ACE には一致せず、その逆も同様です。これに対して、次の 2 つの ACE は順番に依存します。

```
permit ip host 10.1.1.10 any
permit ip any host 10.1.1.20
```

送信元 IP アドレスが 10.1.1.10、宛先 IP アドレスが 10.1.1.20 のパケットは、両方の ACE に一致することができるため、その順番が問題になります。

展開する前に Supervisor Engine II-Plus-TS、IV、V、および Catalyst 4948 スイッチの TCAM 利用率を見積もるときは、デフォルトの設定から開始します。マスクを共有する ACE をプログラミングするときのダイナミックな性質により、ACL がすでにプログラミングされているときの TCAM 利用率の見積もりは、予想できません。

Cisco IOS Release 12.2(31)SGA 以降では、TCAM が空である場合、IP ACL の TCAM 利用率を見積もることができます。各 IP ACL では、4 つの ACE が自動的に ACL に追加されます。4 つの ACE とは、2 つのスタティック ACE、追加された IP 全拒否 ACE、および追加された全許可 ACE です。したがって、1 つの IP ACL のマスクの最少数は 5 です。残りの ACE で利用されるマスクの数を調べるには、8 つを超える ACE を持つ別々のマスクに対して 1 つを追加して、異なるマスクの数をカウントします。

12.2(31)SGA より前のリリースの IOS ソフトウェアを実行している Supervisor Engine II-Plus-TS、IV、V、および Catalyst 4948 スイッチの場合、ACL は TCAM のプログラミング前には自動的に最適化されません。ACL の設定前に同様のマスクを持つ ACE をグループ化すると、マスクの利用率が向上する場合があります。

（注） Supervisor Engine II-Plus-TS、IV、V、および Catalyst 4948 スイッチで Cisco IOS Release 12.2(31)SGA 以上にアップグレードしたあと、TCAM ACL 利用率は、独立した ACE の再順番付けのために低下することがあります。逆に、Cisco IOS Release 12.2(31)SG 以下にダウングレードすると、TCAM 利用率は上がることがあります。

TCAM プログラミング アルゴリズム

（注） Supervisor Engine 6-E では、TCAM プログラミング アルゴリズムは使用*できません*。

Cisco IOS Release 12.2(25)EWA 以降では、packed と scattered の 2 つの TCAM プログラミング アルゴリズムが Catalyst 4500 および 4900 シリーズ スイッチでサポートされます。*packed* モード アルゴリズムは、エントリのマスクが一致する場合、同じ 8 エントリ TCAM ブロックのエントリをプログラムします。現在のエントリのマスクが前のエントリのマスクと異なる場合、スイッチ ソフトウェアは、新しい 8 エントリ ブロックにエントリをプログラムします。マスクが変わらない場合、または設定の開始から終了まで ACL で 8 エントリごとにマスクが変わる場合、Supervisor Engine II-Plus-TS、IV、V、および Catalyst 4948 シリーズ スイッチでは、TCAM が packed モードで完全に利用されます。

scattered モードでは、単一 ACL のエントリは、ACL が完全にプログラムされるまで、異なる 8 エントリ ブロックに分散されます。連続する ACL に最初の ACL と同じマスク パターンがある場合、Supervisor Engine II-Plus-TS、IV、V、および Catalyst 4948 シリーズ スイッチの TCAM は、完全に利用されます。

Supervisor Engine II-Plus-TS、IV、V、および Catalyst 4948 スイッチでの IP ソース ガードの設定には、scattered モードを推奨します。これは、VLAN 単位の ACL のマスク パターンが、IP ソース ガードに対して設定されたすべてのポートで同じためです。つまり、ARP パケットを許可し、ポート セキュリティが設定されていない場合はレイヤ 2 トラフィックを許可し、32 ビット マスクを持つ特定の送信元 IP アドレスからの IP トラフィックを許可し、不明を拒否し、さらにすべてを許可します。

（注） TCAM プログラミング アルゴリズムは、Cisco IOS Release 12.2(25)EWA または後続のメンテナンス リリースを実行している Supervisor Engine V-10GE および Catalyst 4948-10GE スイッチで設定できます。ただし、Supervisor Engine V-10GE および Catalyst 4948-10GE スイッチでは、ACL マスクが ACE 間で共有されていないため、プログラミング アルゴリズムが設定されているかどうかに関係なく、TCAM 利用率は同じになります。

（注） TCAM プログラミング アルゴリズムは、Supervisor Engine II-Plus-10GE または Cisco IOS Release 12.2(25)SG 以降を実行している Catalyst 4948-10GE スイッチでは設定できません。

(注) TCAM 利用率は、同じ TCAM プログラミング アルゴリズムを正常に設定したあとには変更しないでください。たとえば、2 回パックされたアクセスリスト ハードウェア エントリの設定は、TCAM 利用率に影響を与えません。ただし、同じ TCAM プログラミング アルゴリズムの連続する設定間に 1 つまたは複数のコマンドが実行された場合、TCAM 利用率は変化することがあります。

TCAM 利用率を変化させるのは、次のような場合です。

- 実行コンフィギュレーションでの ACL または ACE の追加または削除
- ブートフラッシュ、TFTP サーバ、またはコンパクト フラッシュ メモリから実行コンフィギュレーションへの ACL 設定のコピーまたは再コピー
- TCAM プログラミング アルゴリズムの変更
- 実行コンフィギュレーションの NVRAM への保存とスイッチのリロード
- Cisco IOS Release 12.2(31)SGA 以上での **access-list hardware region** <**feature** | **qos**> <**input** | **output**> **balance** <*percent*> コマンドを使用した、TCAM の機能 ACL または QoS リージョンのサイズ変更
- Cisco IOS Release 12.2(25)EWA に基づくイメージから Cisco IOS Release 12.2(31)SGA に基づくイメージへのアップグレード

これまでに述べたように、ACL をプログラムする際は、エントリおよびマスクの 2 種類のハードウェア リソースが消費されます。これらのリソースのいずれかが使い果たされると、ACL をそれ以上ハードウェアにプログラムすることはできません。

リソースを使い果たした場合は、次を参照します。

- プログラミング アルゴリズムの変更（p.39-9）
- TCAM リージョンのサイズ変更（p.39-11）
- 制御パケットのキャプチャのモード選択（p.39-13）

プログラミング アルゴリズムの変更

システム上のマスクが使い果たされても、エントリは使用できる場合、プログラミング方式を packed から scattered に変更すると、マスクが使用可能になり、ACL をハードウェアにさらにプログラムできるようになります。

(注) ACL プログラミング アルゴリズムを変更したり TCAM リージョンのサイズを変更したりすると、すべての ACL が一時的にハードウェアからアンロードされ、新しい TCAM パラメータに従って再びロードされます。再ロード プロセスが終了するまでは ACL は動作できません。

目的は、ACL エントリごとのマスク数を最小化することにより、TCAM リソースをさらに有効に使用することです。

目的	コマンド
scattered または packed アルゴリズム採用時の TCAM 利用状況を比較	`Switch# show platform hardware acl statistics utilization brief`

目的	コマンド
アルゴリズムを packed から scattered に変更	`Switch(config)# access-list hardware entries scattered`
アルゴリズムを scattered から packed に変更	`Switch(config)# access-list hardware entries packed`

（注） scattered アルゴリズムが設定されているかどうかを判別するには、**show running-config** コマンドを使用します。scattered が設定されている場合は、**access-list hardware entries scattered** が表示されます。

（注） TCAM プログラミング アルゴリズムのデフォルト設定は、packed です。

次の出力は、packed モードで稼働するスイッチで収集したものです。ACL エントリの 49 %だけをプログラムするために、89 %のマスクが必要であることがわかります。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# access-list hardware entries packed
Switch(config)# end
Switch#
01:15:34: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Switch#
Switch# show platform hardware acl statistics utilization brief
                                      Entries/Total(%)  Masks/Total(%)
                                     ------------------  --------------
           Input  Acl(PortAndVlan)  2016 / 4096 ( 49)   460 /  512 ( 89)
           Input  Acl(PortOrVlan)      6 / 4096 (  0)     4 /  512 (  0)
           Input  Qos(PortAndVlan)     0 / 4096 (  0)     0 /  512 (  0)
           Input  Qos(PortOrVlan)      0 / 4096 (  0)     0 /  512 (  0)
           Output Acl(PortAndVlan)     0 / 4096 (  0)     0 /  512 (  0)
           Output Acl(PortOrVlan)      0 / 4096 (  0)     0 /  512 (  0)
           Output Qos(PortAndVlan)     0 / 4096 (  0)     0 /  512 (  0)
           Output Qos(PortOrVlan)      0 / 4096 (  0)     0 /  512 (  0)

           L4Ops: used 2 out of 64
```

次の出力は、アルゴリズムを scattered に変更したあとに収集したものです。エントリの 49% をプログラムするのに必要なマスク数が 49% に減少したことがわかります。

（注） シャーシ上のすべてのポートで DHCP スヌーピングおよび IP ソース ガードがイネーブルの場合は、scattered キーワードを使用する必要があります。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# access-list hardware entries scattered
Switch(config)# end
Switch#
01:39:37: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Switch#
Switch# show platform hardware acl statistics utilization brief
Entries/Total(%)  Masks/Total(%)
                                      -----------------  ---------------
            Input  Acl(PortAndVlan)  2016 / 4096 ( 49)   252 /  512 ( 49)
            Input  Acl(PortOrVlan)      6 / 4096 (  0)     5 /  512 (  0)
            Input  Qos(PortAndVlan)     0 / 4096 (  0)     0 /  512 (  0)
            Input  Qos(PortOrVlan)      0 / 4096 (  0)     0 /  512 (  0)
            Output Acl(PortAndVlan)     0 / 4096 (  0)     0 /  512 (  0)
            Output Acl(PortOrVlan)      0 / 4096 (  0)     0 /  512 (  0)
            Output Qos(PortAndVlan)     0 / 4096 (  0)     0 /  512 (  0)
            Output Qos(PortOrVlan)      0 / 4096 (  0)     0 /  512 (  0)

            L4Ops: used 2 out of 64
Switch#
```

TCAM リージョンのサイズ変更

TCAM は、異なる種類のエントリを保持するリージョンに分割されます。TCAM には、入力 ACL、出力 ACL、入力 QoS（Quality Of Service）、出力 QoS の 4 種類があります。それぞれが PortAndVlan リージョンと PortOrVlan リージョンに分割されます。デフォルトでは、PortAndVlan リージョンと PortOrVlan リージョンのサイズは同じです。

次の表に、エントリおよびマスク数をサポート対象のスーパーバイザ エンジンごとに示します。スーパーバイザ エンジンのエントリおよびマスク数が、それぞれの TCAM の種類について示されています。たとえば、入力機能 TCAM には 16,000 エントリが、出力機能 TCAM には 16,000 エントリがあります。

スーパーバイザ エンジン	エントリ	マスク
Supervisor Engine III	16,000	2,000
Supervisor Engine IV	16,000	2,000
Supervisor Engine V	16,000	2,000
Supervisor Engine II-Plus	8,000	1,000
Supervisor Engine II-Plus-TS	8,000	1,000
Supervisor Engine V-10GE	16,000	16,000
Supervisor Engine II-Plus-10GE	TBP	TBP

（注） Supervisor Engine II-Plus-TS、IV、V、および Catalyst 4948 スイッチのマスクに対するエントリの比率が 8:1 であるため、マスク用の TCAM スペースは、エントリ用のスペースが消費される前に消費されることがあります。

（注） TCAM タイプのあるリージョンは満杯でも他のリージョンは空いていることがあります。このような場合、リージョンの空きエントリをエントリが必要な他のリージョンに移動することによって、リージョンのサイズを変更できます。リージョンのサイズを変更するには **access-list hardware region { feature | qos } { input | output } balance** コマンドを使用します。それぞれの TCAM には固有のリージョン バランスがあります。

（注） バランス値を高くすると、PortAndVlan リージョンのエントリが増え、PortOrVlan リージョンのエントリは減ります。バランス値を低くすると、PortAndVlan リージョンのエントリが減り、PortOrVlan リージョンのエントリは増えます。バランス値を 50 にすると、PortAndVlan リージョンと PortOrVlan リージョンの割り当ては同じになります。

（注） 特定の TCAM タイプでは PortAndVlan リージョンと PortOrVlan リージョンのエントリをシフトさせることができます（たとえば、入力 ACL TCAM PortOrVlan リージョンから入力 ACL TCAM PortAndVlan リージョンへ交換できます）。TCAM タイプでは、エントリをシフトすることはできません。

リージョンのサイズ変更による効果があるかどうかを調べるには、**show platform hardware acl statistics utilization brief** コマンドを使用します。

```
Switch# show platform hardware acl statistics utilization brief

Input  Acl(PortAndVlan)     2346 / 8112 ( 29)     1014 / 1014 (100)
Input  Acl(PortOrVlan)         0 / 8112 (  0)        0 / 1014 (  0)
Input  Qos(PortOrVlan)         0 / 8128 (  0)        0 / 1016 (  0)
Input  Qos(PortOrVlan)         0 / 8128 (  0)        0 / 1016 (  0)
Output Acl(PortOrVlan)         0 / 8112 (  0)        0 / 1014 (  0)
Output Acl(PortOrVlan)         0 / 8112 (  0)        0 / 1014 (  0)
Output Qos(PortOrVlan)         0 / 8128 (  0)        0 / 1016 (  0)
Output Qos(PortOrVlan)         0 / 8128 (  0)        0 / 1016 (  0)

L4Ops: used 2 out of 64
```

上の出力は、入力 ACL PortAndVlan リージョンのマスクがなくなったものの入力 ACL PortOrVlan リージョンに空き容量があり、別の用途で利用できることを示しています。次に、PortAndVlan リージョンにエントリの 75% を割り当て、PortOrVlan リージョンに 25% を割り当てるように入力 ACL TCAM のリージョン バランスを変更する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# access-list hardware region feature input balance 75
```

リージョン バランスの調整後は、PortAndVlan リージョンに割り当てられたリソースは増え、PortOrVlan リージョンのリソースは少なくなります。

```
Switch# show platform hardware acl statistics utilization brief

Input  Acl(PortAndVlan)     2346 / 12160 ( 19)     1014 / 1520 ( 67)
Input  Acl(PortOrVlan)         0 / 4064 (  0)        0 /  508 (  0)
Input  Qos(PortOrVlan)         0 / 8128 (  0)        0 / 1016 (  0)
Input  Qos(PortOrVlan)         0 / 8128 (  0)        0 / 1016 (  0)
Output Acl(PortOrVlan)         0 / 8112 (  0)        0 / 1014 (  0)
Output Acl(PortOrVlan)         0 / 8112 (  0)        0 / 1014 (  0)
Output Qos(PortOrVlan)         0 / 8128 (  0)        0 / 1016 (  0)
Output Qos(PortOrVlan)         0 / 8128 (  0)        0 / 1016 (  0)

L4Ops: used 2 out of 64
Switch#
```

（注） デフォルト値に戻すには、**access-list hardware region** {**feature** | **qos**} {**input** | **output**} **balance** コマンドの **no** 形式を使用するか、バランスを 50 にします。同様の設定は QoS についても実行できます。

ACL による高 CPU のトラブルシューティング

完全にプログラムされた ACL のエントリに一致するパケットは、ハードウェアで処理されます。ただし、大型 ACL および IPSG の設定は、ACL が完全にプログラムされる前に、Supervisor Engine II-Plus-TS、IV、V、および Catalyst 4948 スイッチの TCAM マスクを消費することがあります。

部分的にプログラムされた ACL のエントリに一致するパケットは、CPU を使用してソフトウェアで処理されます。これにより、CPU 利用率が高くなったりパケットがドロップされることがあります。パケットが高 CPU 利用率のためにドロップされているかどうかを判別するには、次の URL を参照してください。

http://www.cisco.com/en/US/products/hw/switches/ps663/products_tech_note09186a00804cef15.shtml

ACL または IPSG 設定がハードウェアで部分的にプログラムされている場合、Cisco IOS Release 12.2(31)SGA 以上にアップグレードし、TCAM リージョンのサイズを変更すると、ACL の完全プログラムが可能になることがあります。

（注） 使用されていない TCAM エントリの削除を完了するには、何回かの CPU プロセス レビュー サイクルがかかります。これにより、TCAM エントリまたはマスク利用率が 100% に近い場合、一部のパケットがソフトウェアで切り替えられます。

制御パケットのキャプチャのモード選択

（注） Supervisor Engine 6-E は、この機能をサポート*しません*。

展開によっては、（CPU を犠牲にして）制御パケットをグローバルにキャプチャしてソフトウェアで転送するのではなく、ハードウェアでブリッジします。VLAN 単位のキャプチャ モード機能により、Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、選択した VLAN でのみ制御パケットをキャプチャし、他のすべての VLAN についてはハードウェアでトラフィックをブリッジできます。

スイッチで VLAN 単位キャプチャ モードを採用すると、内部でグローバル TCAM キャプチャ エントリを部分的にディセーブルにし、スヌーピング機能またはルーティング機能のためにイネーブルになっている VLAN 上の機能固有キャプチャ ACL を付加します（すべての IP キャプチャ エントリ、CGMP、および他の IP 以外のエントリは、引き続きグローバル TCAM を介してキャプチャされます）。この機能は、特定の制御パケットを制御するので、内部 ACL がインストールされた VLAN でのみキャプチャされます。他のすべての VLAN では、制御トラフィックは CPU に転送されるのではなく、ハードウェアでブリッジされます。

VLAN 単位のキャプチャ モードにより、制御パケットにユーザ定義 ACL および QoS ポリサー（ハードウェア内）を適用できます。さらに、CPU に入力する集約制御トラフィックをコントロール プレーン ポリシングの対象にできます。

VLAN 単位キャプチャ モードを使用するとき、次の 4 つのプロトコル グループを VLAN 単位で選択できます。各グループで代行受信されたプロトコルの詳細を参考にしてください。

- IGMP スヌーピング ― CGMP、OSPE、IGMP、PIM、224.0.0.1、224.0.0.2、224.0.0.*
- DHCP スヌーピング ― クライアントからサーバへ、サーバからクライアントへ、サーバからサーバへ
- ユニキャスト ルーティング ― OSPF、RIP v2、224.0.0.1、224.0.0.2、224.0.0.*
- マルチキャスト ルーティング ― OSPF、RIP v2、IGMP、PIM、224.0.0.1、224.0.0.2、224.0.0.*

グループの一部には複数の重複 ACE があるため（たとえば、224.0.0.* は、DHCP スヌーピング以外のすべてのグループに存在します）、特定のグループをオンにすると、他のグループからの一部のプロトコルの代行受信もトリガーされます。

VLAN 単位の 4 つのプロトコル グループのプログラミング トリガーは、次のとおりです。

- IGMP スヌーピングは、指定 VLAN でグローバルにイネーブルにする必要があります。
- DHCP スヌーピングは、指定 VLAN でグローバルにイネーブルにする必要があります。
- ユニキャスト ルーティングはイネーブルに、SVI（またはレイヤ 3 物理）インターフェイスはアップになり、IP プロトコル アドレスで設定されている必要があります。これは、SVI インターフェイスがアップになり、プロトコル ファミリ アドレスが設定されると、インターフェイスはすぐにルーティング プロセスの一部になるためです。
- マルチキャスト ルーティングはイネーブルにされ、マルチキャスト ルーティング プロトコルの 1 つがインターフェイスで設定されている必要があります（IGMP、PIMv1、PIMv2、MBGP、MOSPF、DVMRP、および IGMP スヌーピング）。

注意事項および制限事項

（注） VLAN 単位キャプチャ モードを設定する前に設定を調べ、目的の VLAN で必要な機能だけがイネーブルになっていることを確認する必要があります。

VLAN 単位キャプチャ モードには、次の注意事項および制限事項が適用されます。

- VLAN 単位キャプチャ モードをイネーブルにすると、ACL/ 機能 TCAM のエントリがさらに消費されます。

  使用可能な TCAM エントリ数は、スーパーバイザ エンジンの種類によって変わります。エントリ / マスク数により、ACL/ 機能 TCAM の利用率はさらに制限されます。
- ある種の設定では、グローバル キャプチャ モードよりも早く VLAN 単位キャプチャ モードで TCAM リソースを消費することがあります（IP ソース ガードがいくつかのインターフェイス上、またはユーザ設定 PACL 上でイネーブルにされるなど）。

TCAM リージョンのサイズを変更し、設定に基づいて PortAndVlan または PortOrVlan リージョンに対してより多くのエントリを使用可能にできます。これにより、制限に達する前により多くのエントリをハードウェア内でプログラムできるようになります。TCAM リソースが消費されてしまうと、パケットはソフトウェア内で転送されます。

- VLAN 単位キャプチャ モードでは、ACL が VLAN またはポート上で制御トラフィックを許可または拒否するように設定できます。

  セキュリティ ACL は*暗黙の拒否*で終了されるため、機能（プロトコル）が動作するために必要な制御パケットを許可するように ACL が設定されていることを確認する必要があります。ただし、この規則はデフォルトの動作と同じです。

設定

制御パケットのキャプチャ モードを選択するには、次の作業を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# conf terminal`	コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# [no] access-list hardware capture mode [vlan | global]`	制御パケットのキャプチャ モードを選択します。 **access-list hardware capture mode** コマンドの **no** 形式は、キャプチャ モードをデフォルトのグローバルに戻します。
ステップ 3	`Switch(config)# end`	イネーブル モードに戻ります。

次に、Catalyst 4500 シリーズ スイッチが、機能がイネーブルになっている VLAN でのみ制御パケットをキャプチャするように設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# access-list hardware capture mode vlan
Switch(config)# end
Switch#
```

次に、Catalyst 4500 シリーズ スイッチが、すべての VLAN で（デフォルト モードの*スタティック ACL* を使用して）制御パケットをグローバルにキャプチャするように設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# access-list hardware capture mode global
Switch(config)# end
Switch#
```

キャプチャ モードがグローバルからパス管理に変更されると、スタティック CAM エントリは無効になります。これにより、制御パケットが代行受信されずに Catalyst 4500 シリーズ スイッチを通過して CPU に達するウィンドウ（時間）が設けられます。この一時的な状況は、新しい VLAN 単位のキャプチャ エントリがハードウェアでプログラムされ次第復元されます。

VLAN キャプチャ モードを設定したら、個々の機能の show コマンドを調べ、適切な動作になっていることを確認する必要があります。VLAN 単位キャプチャ モードでは、無効になった CAM エントリは、**show platform hardware acl entries static all** コマンドの出力で非アクティブ（inactive）として表示されます。たとえば、非アクティブ エントリのヒット数は、無効になって機能がイネーブルになっている VLAN ごとに適用されているので、凍結されたままになります。

CamIndex エントリの種類	アクティブ	ヒット数	CamRegion
50 PermitSharedStp	Y	3344	ControlPktsTwo
51 PermitLoopbackTest	Y	0	ControlPktsTwo
52 PermitProtTunnel	Y	0	ControlPktsTwo
53 CaptureCgmp	N	440	ControlPktsTwo
54 CaptureOspf	N	4321	ControlPktsTwo
55 CaptureIgmp	N	0	ControlPktsTwo

Supervisor Engine 6-E の TCAM プログラミングと ACL

Supervisor Engine 6-E の ACL および ACL ベースの機能をプログラムするときは、Mapping Table Entry（MTE）、プロファイル、TCAM 値 / マスク エントリの 3 種類のハードウェア リソースを適用します。これらのリソースのいずれかが消費されてしまうと、ソフトウェア ベースの処理のために、パケットが CPU に送信されます。

（注） Supervisor Engine II-Plus から V-10GE までとは異なり、Supervisor Engine 6-E は、使用可能リソースを自動的に管理します。Supervisor Engine 6-E ではマスクが共有されないため、プログラミング アルゴリズムは 1 つだけです。リージョンが存在しないので、リージョンのサイズ変更は必要ありません。VLAN 単位パケット キャプチャ モードは違うように実装されるので、ディセーブルにはできません。

Supervisor Engine 6-E でリソースが消費されてしまった場合、設定の複雑さを軽減する必要があります。

ACL のレイヤ 4 演算

ここでは、レイヤ 4 ポート演算を含む ACL を設定する場合の注意事項および制約事項について説明します。

レイヤ 4 演算の制約事項

次のタイプの演算子を指定できます。いずれも、ハードウェアのレイヤ 4 演算が 1 つ使用されます。

- gt（geater than：より大きい）
- lt（less than：より小さい）
- neq（not equal：等しくない）
- range（inclusive range：包含範囲）

Supervisor Engine 2-Plus から V-10GE までの場合、同じ ACL で異なる演算を 7 つ以上指定しないでください。この数を超えると、超過した各演算の影響を受ける ACE が、ハードウェアで複数の ACE に変換されることがあります。また、影響を受ける ACE がソフトウェアで処理される可能性があります。

Supervisor Engine 6-E では、レイヤ 4 演算数の制限は、それぞれの ACL の種類によって異なり、他の要素によっても変わることがあります。変更する要素としては、ACL が着信または発信トラフィックに適用されているかどうか、ACL がセキュリティ ACL かまたは QoS ポリシーの一致条件として使用されているかどうか、IPv6 ACL が圧縮フローラベル形式を使用してプログラムされているかどうか、などがあります。

（注） IPv6 圧縮フローラベル形式では、レイヤ 2 アドレス テーブルを使用して、ACL にある各 ACE の IPv6 送信元アドレスの一部を圧縮します。フローラベルで解放された余分なスペースは、さらに多くのレイヤ 4 演算をサポートするために使用可能です。この圧縮を使用するには、IPv6 ACL に、送信元 IPv6 アドレスの下位の 48 ビットの部分でのみマスクする ACE を含めることはできません。

一般的に、同じ ACL に含めることができるレイヤ 4 演算の最大数は次のようになります。

```
Direction  Protocol           Type      Operations
-----------------------------------------------
Input      IPv4               Security  16
Input      IPv6 Compressed    Security  16
Input      IPv6 Uncompressed  Security   7
Input      IPv4               QoS        5
Input      IPv6 Compressed    QoS       12
Input      IPv6 Uncompressed  QoS        8
Output     IPv4               Security  17
Output     IPv6 Compressed    Security  17
Output     IPv6 Uncompressed  Security   8
Output     IPv4               QoS        5
Output     IPv6 Compressed    QoS       12
Output     IPv6 Uncompressed  QoS        8
```

（注） 16 の演算がサポートされる場合、17 番めの演算によって、拡張がトリガーされます。

使用可能なレイヤ 4 演算数を超えた場合、超過した各演算により、影響を受ける ACE がハードウェアで複数 ACE に変換されることがあります。このような変換ミスにより、パケットはソフトウェアの処理のために、CPU に送信されます。

レイヤ 4 演算設定時の注意事項

レイヤ 4 演算子を使用するときは、次の注意事項に従ってください。

- レイヤ 4 演算は、演算子またはオペランドが異なっていると、異なる演算であるとみなされます。たとえば、次の ACL には 3 つの異なるレイヤ 4 演算が定義されています。gt 10 と gt 11 は 2 つの異なるレイヤ 4 演算とみなされるためです。

```
... gt 10 permit
... lt 9 deny
... gt 11 deny
```

（注） eq 演算子は、ハードウェアのレイヤ 4 演算を使用しないので、何回でも無制限に使用できます。

- 次の例のように、レイヤ 4 演算は、同じ演算子またはオペランドの組み合わせでも、送信元ポートに適用するか宛先ポートに適用するかによって異なる演算になります。

```
... Src gt 10....
... Dst gt 10
```

以下は、より詳細な例です。

```
access-list 101
... (dst port) gt 10 permit
... (dst port) lt 9 deny
... (dst port) gt 11 deny
... (dst port) neq 6 permit
... (src port) neq 6 deny
... (dst port) gt 10 deny

access-list 102
... (dst port) gt 20 deny
... (src port) lt 9 deny
... (src port) range 11 13 deny
... (dst port) neq 6 permit
```

アクセス リスト 101 および 102 で使用しているレイヤ 4 演算は、次のとおりです。

- アクセス リスト 101 のレイヤ 4 演算：5
  - gt 10 permit および gt 10 deny は、どちらも同じ演算です。まったく同じで、どちらも宛先ポートに適用されます。
- アクセス リスト 102 のレイヤ 4 演算：4
- レイヤ演算の合計：8（2 つのアクセス リスト間で共用されるため）
  - neq6 permit は 2 つの ACL 間で共用されます。まったく同じで、どちらも同じ宛先ポートに適用されます。
- 使用しているレイヤ 4 演算について説明します。
  - レイヤ 4 演算 1 は、ACL101 から gt 10 permit および gt 10 deny を格納します。
  - レイヤ 4 演算 2 は、ACL101 から lt 9 deny を格納します。
  - レイヤ 4 演算 3 は、ACL101 から gt 11 deny を格納します。
  - レイヤ 4 演算 4 は、ACL101 および 102 から neq 6 permit を格納します。

- レイヤ 4 演算 5 は、ACL101 から neq 6 deny を格納します。
- レイヤ 4 演算 6 は、ACL1021 から gt 20 deny を格納します。
- レイヤ 4 演算 7 は、ACL102 から lt 9 deny を格納します。
- レイヤ 4 演算 8 は、ACL102 から range 11 13 deny を格納します。

ACL 処理が CPU に与える影響

ACL 処理は、次の 2 つの形で CPU に影響を与える可能性があります。

- 一部のパケットで、ハードウェア リソースを使い果たした場合、ACL との照合をソフトウェアで実行する必要があります。
  - rst ack と syn fin rst、urq、および psh 以外の TCP フラグの組み合わせは、ハードウェアで処理されます。*rst ack* は、キーワード **established** に相当します。他の TCP フラグの組み合わせは、ソフトウェアでサポートされます。
  - *Supervisor Engine 2-Plus から V-10GE* の場合、すべての演算をハードウェアで処理するには、ACL に指定するレイヤ 4 演算（lt、gt、neq、および range）を 6 つまでにする必要があります。7 以上のレイヤ 4 演算では、超過分の演算についてハードウェアで複数の ACE に変換しようとします。ハードウェアで変換できなかった場合、パケットはソフトウェアで処理されます。変換プロセスは、大量のレイヤ 4 演算のある大規模 ACL や、大量の ACL が設定されたスイッチで成功の可能性が低くなります。正確な限度は、その他に設定されている ACL の数や変換対象の ACL が使用する特定のレイヤ 4 演算によって異なります。eq 演算子は、レイヤ 4 演算を必要としないので、何回でも使用できます。
  - *Supervisor Engine 6-E* については、「レイヤ 4 演算の制約事項」（p.39-17）を参照してください。
  - ACL 内のレイヤ 4 演算の合計数が 6 に満たない場合、任意の形で処理を分散させることができます。

  次に例を示します。

  次のアクセス リストは、すべてハードウェアで処理されます。

```
access-list 104 permit tcp any any established
access-list 105 permit tcp any any rst ack
access-list 107 permit tcp any synfin rst
```

  アクセス リスト 104 および 105 は同じです。established は rst および ack の省略形です。

  次のアクセス リスト 101 は、すべてソフトウェアで処理されます。

```
access-list 101 permit tcp any any syn
```

  次のアクセス リスト 106 は、送信元演算が 4、宛先演算が 2 なので、ハードウェアで処理されます。

```
access-list 106 permit tcp any range 100 120 any range 120 140
access-list 106 permit tcp any range 140 160 any range 180 200
access-list 106 permit tcp any range 200 220
access-list 106 deny tcp any range 220 240
```

  次のコードの場合、送信元演算と宛先演算が 3 つずつあるので、3 番めの ACE に対するレイヤ 4 演算は dst lt 1023 をハードウェアで複数の ACE に変換しようとします。変換できなかった場合、3 番めの ACE はソフトウェアで処理されます。

```
access-list 102 permit tcp any lt 80 any gt 100
access-list 102 permit tcp any range 100 120 any range 120 1024
access-list 102 permit tcp any gt 1024 any lt 1023
```

次のアクセス リスト 103 の場合も同様に、3 番めの ACE は dst gt 1023 をハードウェアで複数の ACE に変換しようとします。変換できなかった場合、3 番めの ACE はソフトウェアで処理されます。送信元ポートおよび宛先ポートの演算は同じように見えますが、異なるレイヤ 4 演算とみなされます。

```
access-list 103 permit tcp any lt 80 any lt 80
access-list 103 permit tcp any range 100 120 any range 100 120
access-list 103 permit tcp any gt 1024 any gt 1023
```

（注） source port lt 80 と destination port lt 80 は、異なる演算とみなされるので注意してください。

- 一部のパケットはアカウンティング目的で CPU に送信する必要がありますが、アクションはそのままハードウェアで実行されます。たとえば、パケットのログが必要な場合、ログ収集のためにコピーが CPU に送信されますが、転送（またはドロップ）はハードウェアで実行されます。ロギングによって CPU の処理速度が低下しますが、転送速度は影響を受けません。この状況が発生するのは、次のような場合です。
  - log キーワードが使用されている場合
  - 出力 ACL でパケットが拒否された場合
  - 入力 ACL でパケットが拒否され、ACL が適用されたインターフェイス上で **ip unreachable** がイネーブルの場合（**ip unreachable** は、すべてのインターフェイスにおいてデフォルトでイネーブル）

ユニキャスト MAC アドレス フィルタリングの設定

特定の VLAN にある MAC アドレスのユニキャスト トラフィックをすべてブロックするには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch(config)# mac-address-table static` *mac_address* **vlan** *vlan_ID* **drop**	特定の VLAN にある MAC アドレスのユニキャスト トラフィックをすべてブロックします。 MAC アドレスベースのブロッキングをクリアするには、このコマンドの **no** 形式を **drop** キーワードなしで使用します。

次に、VLAN 12 にある MAC アドレス 0050.3e8d.6400 のユニキャスト トラフィックをすべてブロックする例を示します。

```
Router# configure terminal
Router(config)# mac-address-table static 0050.3e8d.6400 vlan 12 drop
```

名前付き MAC 拡張 ACL の設定

（注） ここでの説明は、Supervisor Engine II-Plus から 6-E までに該当します。

VLAN および物理レイヤ 2 インターフェイスで IP 以外のトラフィックをフィルタリングするには、MAC アドレスおよび名前付き MAC 拡張 ACL を使用します。手順については、他の名前付き拡張 ACL の場合と同様です。アクセス リストの名前として番号を使用することもできますが、700 ～ 799 の MAC アクセス リスト番号はサポートされません。

（注） 名前付き MAC 拡張 ACL は、レイヤ 3 インターフェイスに適用できません。

mac access-list extended コマンドでサポートされている IP 以外のプロトコルの詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』を参照してください。

名前付きの MAC 拡張 ACL を作成するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# mac access-list extended name`	名前を使用して MAC 拡張アクセス リストを定義します。
ステップ 3	`Switch(config-ext-macl)# {deny | permit} {any | host source MAC address | source MAC address mask} {any | host destination MAC address | destination MAC address mask} [protocol-family {appletalk | arp-non-ipv4 | decnet | ipx | ipv6 | rarp-ipv4 | rarp-non-ipv4 | vines | xns}]`	拡張 MAC アクセス リスト コンフィギュレーション モードでは、あらゆる（**any**）送信元 MAC アドレス、マスク付きの送信元 MAC アドレス、または特定の（**host**）送信元 MAC アドレス、およびあらゆる（**any**）宛先 MAC アドレス、マスク付き宛先 MAC アドレス、または特定の宛先 MAC アドレスに、**permit** または **deny** を指定します。 （任意） • [**protocol-family** {**appletalk** | **arp-non-ipv4** | **decnet** | **ipx** | **ipv6** | **rarp-ipv4** | **rarp-non-ipv4** | **vines** | **xns** }] **（注）** Supervisor Engine 6-E では、IPv6 パケットはレイヤ 2 ACL 検索キーを生成しないため、Supervisor Engine II-Plus から V-10GE の MAC ACL に対して IPv4 パケットが一致しないのと同様に、MAC ACL で一致しません。したがって、**ipv6** キーワードは Supervisor Engine II-Plus から V-10GE の MAC ACL では使用可能ですが、Supervisor Engine 6-E では使用できません。
ステップ 4	`Switch(config-ext-macl)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	`Switch# show access-lists [number | name]`	アクセス リストの設定を表示します。
ステップ 6	`Switch(config)# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ACL 全体を削除するには、**no mac access-list extended** *name* グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。名前付き MAC 拡張 ACL から ACE を個別に削除することもできます。

次に、DECnet Phase IV という EtherType のトラフィックのみを拒否し、その他のすべてのタイプのトラフィックを許可する、mac1 という名前のアクセス リストを作成、表示する例を示します。

```
Switch(config)# mac access-list extended mac1
Switch(config-ext-macl)# deny any any decnet-iv (old) protocol-family decnet (new)
Switch(config-ext-macl)# permit any any
Switch(config-ext-macl)# end
Switch # show access-lists
Extended MAC access list mac1
    deny   any any decnet-iv (old) protocol-family decnet (new)
    permit any any
```

ハードウェア統計をイネーブルまたはディセーブルにするには、アクセス リストの ACE を設定する際に次のコマンドを入力します。

```
Switch# config t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# mac access-list extended mac1
Switch(config-ext-nacl)# hardware statistics
Switch(config-ext-nacl)# end
```

名前付き IPv6 ACL の設定

（注） ここでの説明は、Supervisor Engine 6-E に該当します。

Supervisor Engine 6-E は、ハードウェア ベースの IPv6 ACL をサポートし、レイヤ 3 インターフェイス上のユニキャスト、マルチキャスト、およびブロードキャスト IPv6 トラフィックをフィルタリングします。こういったアクセス リストは、IPv6 アドレスが設定されたレイヤ 3 インターフェイスでのみ設定できます。

名前付き IPv6 ACL を作成するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# ipv6 access-list name`	名前を使用して IPv6 アクセス リストを定義します。
ステップ 3	`Switch(config-ipv6-acl)# {deny | permit} {any | proto} {host ipv6-addr | ipv6-prefix} host ipv6-addr | ipv6-prefix}`	各 IPv6 ACE を指定します。 **（注）** このステップは、ACL の複数 ACE を定義するときに繰り返すことがあります。
ステップ 4	`Switch(config-ipv6-acl)# hardware statistics`	（任意）IPv6 ACL のハードウェア統計をイネーブルにします。
ステップ 5	`Switch(config-ipv6-acl)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	`Switch# show ipv6 access-list`	IPv6 アクセス リストの設定を表示します。

IPv6 ACL を削除するには、**no ipv6 access-list name** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。また、IPv6 アクセス リストから個々の ACE を削除することもできます。

次に、1 つの特定送信元 / 宛先アドレスを持つ 1 つの IPv6 トラフィックのみを拒否するが、他のすべての種類の IPv6 トラフィックは許可する *v6test* という名前の IPv6 アクセス リストを作成および表示する例を示します。

```
Switch(config)# ipv6 access-list v6test
Switch(config-ipv6-acl)# deny ipv6 host 2020::10 host 2040::10
Switch(config-ipv6-acl)# permit any any
Switch(config-ipv6-acl)# end
Switch# show ipv6 access-list
IPv6 access list v6test
    deny ipv6 host 2020::10 host 2040::10 sequence 10
    permit ipv6 any any sequence 20
```

ハードウェア統計をイネーブルにするには、アクセス リスト ACE を設定するときに、次のコマンドを入力します。

```
Switch(config)# ipv6 access-list v6test
Switch(config-ipv6-acl)# hardware statistics
Switch(config-ipv6-acl)# end
```

（注） *ハードウェア統計*は、デフォルトではディセーブルです。

レイヤ 3 インターフェイスへの IPv6 ACL の適用

IPv6 ACL をレイヤ 3 インターフェイスに適用するには、次の作業を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface interface-type slot/interface`	設定するインターフェイスを指定します。 **（注）** *interface-type* は、レイヤ 3 インターフェイスである必要があります。
ステップ 3	`Switch(config-if)# ipv6 traffic-filter ipv6-acl {in|out}`	IPv6 ACL をレイヤ 3 インターフェイスに適用します。

（注） IPv6 ACL は、Supervisor VI-E のハードウェアでのみサポートされます。

（注） IPv6 ACL は、レイヤ 3 インターフェイスでのみサポートされます。

次の例は、拡張名前付き IPv6 ACL *simple-ipv6-acl* を SVI 300 ルーテッド入力トラフィックに適用します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface vlan 300
Switch(config-if)# ipv6 traffic-filter simple-ipv6-acl in
```

VLAN マップの設定

ここでは、次の内容について説明します。

ここでは、VLAN マップを設定する方法について説明します。この方法は、VLAN 内でフィルタリングを制御する唯一の方法です。VLAN マップには方向がありません。VLAN マップを使用して、特定の方向のトラフィックをフィルタリングするには、特定の送信元または宛先アドレスが指定された ACL を追加する必要があります。VLAN マップ内に該当タイプのパケット（IP または MAC）に対する match コマンドがある場合、デフォルトでは、マップ内のどのエントリにも一致しないパケットはドロップされます。該当タイプのパケットに対する match コマンドがない場合、デフォルトでは、パケットが転送されます。

VLAN マップを作成して、1 つまたは複数の VLAN に適用するには、次の作業を行います。

ステップ 1　VLAN に適用する標準 IP ACL または拡張 IP ACL、または名前付き MAC 拡張 ACL を作成します。

ステップ 2　VLAN ACL マップ エントリを作成するには、**vlan access-map** グローバル コンフィギュレーション コマンドを入力します。

ステップ 3　アクセス マップ コンフィギュレーションモードでは、**action** として、**forward**（デフォルト）または **drop** を任意で入力できます。また、**match** コマンドを入力して、既知の MAC アドレスのみが格納された IP パケットまたは IP 以外のパケットを指定したり、1 つまたは複数の ACL（標準または拡張）とパケットを照合することもできます。match コマンドが指定されていない場合は、すべてのパケットにアクションが適用されます。match コマンドを使用すると、パケットを複数の ACL と照合できます。指定された ACL のいずれかにパケットが一致すると、アクションが適用されます。

（注）　該当タイプのパケット（IP または MAC）に対する match コマンドが VLAN マップにある場合でも、パケットがそのタイプに一致しない場合、デフォルトでは、パケットがドロップされます。該当タイプのパケットに対する match コマンドが VLAN マップ内になく、それに対するアクションが指定されていない場合、パケットは転送されます。

ステップ 4　VLAN マップを 1 つまたは複数の VLAN に適用するには、**vlan filter** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。

（注）　レイヤ 2 インターフェイスに ACL（PACL）が適用されているスイッチ上の VLAN には、VLAN マップを適用できません。

VLAN マップ設定時の注意事項

VLAN マップを設定する際は、次の注意事項に従ってください。

- VLAN マップは IPv4 Address Resolution Protocol（ARP; アドレス解決プロトコル）パケットをフィルタリングしません。
- ルーテッド VLAN インターフェイス（入力または出力）でトラフィックを拒否するように設定されたルータ ACL が存在せず、VLAN マップが設定されていない場合は、すべてのトラフィックが許可されます。
- 各 VLAN マップは一連のエントリで構成されます。VLAN マップのエントリの順序は重要です。スイッチに着信したパケットは、VLAN マップの最初のエントリに対してテストされます。一致した場合は、VLAN マップで指定されたアクションが実行されます。一致しなかった場合、パケットはマップ内の次のエントリに対してテストされます。
- 該当タイプのパケット（IP または MAC）に対する match コマンドが VLAN マップに 1 つまたは複数ある場合でも、パケットがそれらの match コマンドに一致しないと、デフォルトでは、パケットがドロップされます。該当タイプのパケットに対する match コマンドが VLAN マップ内にない場合、デフォルトでは、パケットが転送されます。
- 多数の ACL が設定されている場合は、システムの起動に時間がかかることがあります。

VLAN マップの作成および削除

各 VLAN マップは順番に並べられた一連のエントリで構成されます。VLAN マップ エントリを作成、追加、または削除するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# vlan access-map` *name* [*number*]	VLAN マップを作成し、名前と、任意で番号を付けます。番号は、マップ内のエントリの順序を表す数字です。 同じ名前の VLAN マップを作成すると、10 ずつ増分する番号が順に割り当てられます。マップを変更または削除するときは、目的のマップ エントリの番号を入力します。 このコマンドを入力すると、アクセスマップ コンフィギュレーションモードに変わります。
ステップ 3	`Switch(config-access-map)# action {drop | forward}`	（任意）マップ エントリに対するアクションを設定します。デフォルトは転送です。
ステップ 4	`Switch(config-access-map)# match {ip | mac} address {`*name* `|` *number*`} [`*name* `|` *number*`]`	1 つまたは複数の標準または拡張アクセス リストに対してパケットを比較します（IP または MAC アドレスを使用）。パケットの比較は、対応するプロトコル タイプのアクセス リストに対してのみ行われます。IP パケットは、標準または拡張 IP アクセス リストに対して比較されます。IP 以外のパケットは、名前付き MAC 拡張アクセス リストに対してのみ比較されます。match コマンドが指定されていない場合は、すべてのパケットにアクションが実行されます。
ステップ 5	`Switch(config-access-map)# end`	グローバル コンフィギュレーションモードに戻ります。
ステップ 6	`Switch(config)# show running-config`	アクセス リストの設定を表示します。
ステップ 7	`Switch(config)# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

マップを削除するには、**no vlan access-map** *name* グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。マップ内の単一のシーケンス エントリを削除するには、**no vlan access-map** *name number* グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。デフォルトのアクションである転送を行うには、**no action** アクセスマップ コンフィギュレーションコマンドを使用します。

VLAN マップでは、特定の **permit** または **deny** キーワードは使用されません。VLAN マップを使用してパケットを拒否するには、パケットと比較する ACL を作成して、アクションをドロップに設定します。ACL に permit を指定すると、一致とみなされます。ACL に deny を指定すると、一致しないという意味になります。

ACL および VLAN マップの例

特定の目的のための ACL および VLAN マップを作成する例を示します。

例 1

ここでは、パケットを拒否する ACL および VLAN マップを作成する例を示します。最初のマップでは、ip1 ACL（TCP パケット）に一致するすべてのパケットがドロップされます。最初に、すべての TCP パケットを許可し、それ以外のパケットをすべて拒否する ip1 ACL を作成します。VLAN マップには IP パケットに対する match コマンドが存在するので、デフォルトでは、どの match コマンドとも一致しないすべての IP パケットがドロップされます。

```
Switch(config)# ip access-list extended ip1
Switch(config-ext-nacl)# permit tcp any any
Switch(config-ext-nacl)# exit

Switch(config)# vlan access-map map_1 10
Switch(config-access-map)# match ip address ip1
Switch(config-access-map)# action drop
```

次に、パケットを許可する VLAN マップを作成する例を示します。ACL ip2 は UDP パケットを許可します。ip2 ACL と一致するすべてのパケットが転送されます。

```
Switch(config)# ip access-list extended ip2
Switch(config-ext-nacl)# permit udp any any
Switch(config-ext-nacl)# exit
Switch(config)# vlan access-map map_1 20
Switch(config-access-map)# match ip address ip2
Switch(config-access-map)# action forward
```

このマップでは、これ以前のどの ACL とも一致しないすべての IP パケット（TCP でも UDP でもないパケット）がドロップされます。

例 2

次の例の VLAN マップでは、デフォルトで IP パケットがドロップされ、MAC パケットが転送されるように設定されています。標準の ACL 101、名前付き拡張アクセス リスト **igmp-match** および **tcp-match** を適用して、次のように VLAN マップを設定します。

- すべての UDP パケットが転送されます。
- すべての IGMP パケットがドロップされます。
- すべての TCP パケットが転送されます。
- その他のすべての IP パケットがドロップされます。
- すべての非 IP パケットが転送されます。

```
Switch(config)# access-list 101 permit udp any any
Switch(config)# ip access-list extended igmp-match
Switch(config-ext-nacl)# permit igmp any any
Switch(config)# ip access-list extended tcp-match
Switch(config-ext-nacl)# permit tcp any any
Switch(config-ext-nacl)# exit
Switch(config)# vlan access-map drop-ip-default 10
Switch(config-access-map)# match ip address 101
Switch(config-access-map)# action forward
Switch(config-access-map)# exit
Switch(config)# vlan access-map drop-ip-default 20
Switch(config-access-map)# match ip address igmp-match
Switch(config-access-map)# action drop
Switch(config-access-map)# exit
Switch(config)# vlan access-map drop-ip-default 30
Switch(config-access-map)# match ip address tcp-match
Switch(config-access-map)# action forward
```

例 3

次の例の VLAN マップでは、デフォルトで MAC パケットがドロップされ、IP パケットが転送されるように設定されています。MAC 拡張アクセス リスト **good-hosts** および **good-protocols** を適用して、次のように VLAN マップを設定します。

- ホスト 0000.0c00.0111 および 0000.0c00.0211 からの MAC パケットが転送されます。
- DECnet または Virtual Integrated Network Service（VINES）プロトコルファミリの MAC パケットが転送されます。
- その他のすべての IP 以外のパケットがドロップされます。
- すべての IP パケットが転送されます。

```
Switch(config)# mac access-list extended good-hosts
Switch(config-ext-macl)# permit host 000.0c00.0111 any
Switch(config-ext-macl)# permit host 000.0c00.0211 any
Switch(config-ext-nacl)# exit
Switch(config)# mac access-list extended good-protocols
Switch(config-ext-macl)# permit any any protocol-family decnet
Switch(config-ext-macl)# permit any any protocol-family vines
Switch(config-ext-nacl)# exit
Switch(config)# vlan access-map drop-mac-default 10
Switch(config-access-map)# match mac address good-hosts
Switch(config-access-map)# action forward
Switch(config-access-map)# exit
Switch(config)# vlan access-map drop-mac-default 20
Switch(config-access-map)# match mac address good-protocols
Switch(config-access-map)# action forward
```

例 4

次の例の VLAN マップでは、すべてのパケット（IP および IP 以外）がドロップされるように設定されています。アクセス リスト **tcp-match** および **good-hosts** を適用して、次のように VLAN マップを設定します。

- すべての TCP パケットが転送されます。
- ホスト 0000.0c00.0111 および 0000.0c00.0211 からの MAC パケットが転送されます。
- その他のすべての IP パケットがドロップされます。
- その他のすべての MAC パケットがドロップされます。

```
Switch(config)# vlan access-map drop-all-default 10
Switch(config-access-map)# match ip address tcp-match
Switch(config-access-map)# action forward
Switch(config-access-map)# exit
Switch(config)# vlan access-map drop-all-default 20
Switch(config-access-map)# match mac address good-hosts
Switch(config-access-map)# action forward
```

VLAN への VLAN マップの適用

1 つの VLAN マップを 1 つまたは複数の VLAN に適用するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# vlan filter` *mapname* `vlan-list` *list*	VLAN マップを 1 つまたは複数の VLAN に適用します。 list には単一の VLAN ID（22）、連続した範囲（10 ～ 22）、または VLAN ID から構成されるストリング（12、22、30）を指定できます。カンマやハイフンの前後にスペースを挿入することもできます。
ステップ 3	`Switch(config)# show running-config`	アクセス リストの設定を表示します。
ステップ 4	`cSwitch(config)# copy running-config startup-config`	(任意)コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

（注） レイヤ 2 インターフェイスに ACL（PACL）が適用されているスイッチ上の VLAN には、VLAN マップを適用できません。

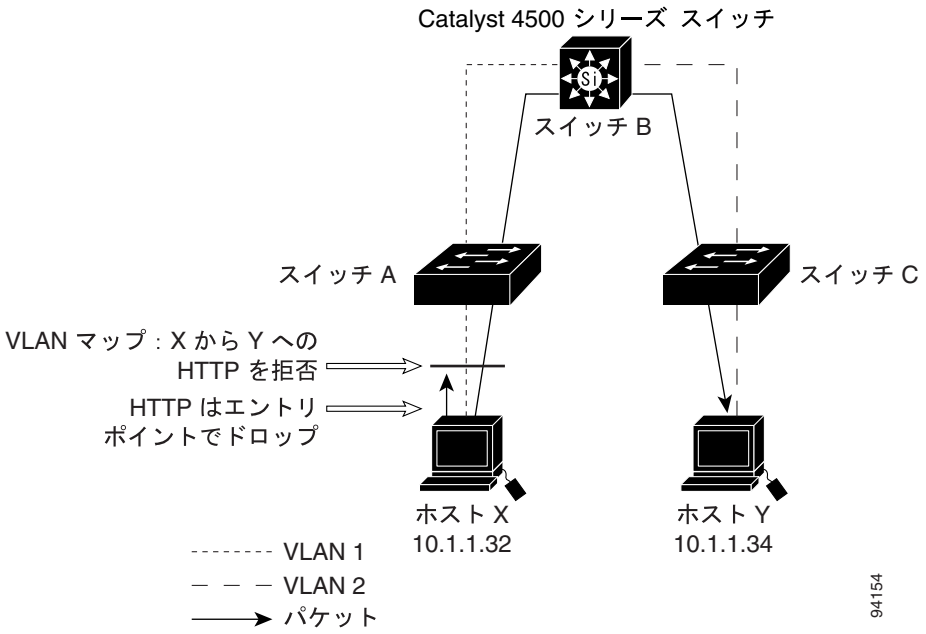
次に、VLAN マップ 1 を VLAN 20 ～ 22 に適用する例を示します。

```
Switch(config)# vlan filter map 1 vlan-list 20-22
```

ネットワークでの VLAN マップの使用方法

図 39-3 に、一般的なワイヤリングクローゼットの構成を示します。ホスト X およびホスト Y は異なる VLAN 内にあり、ワイヤリング クローゼット スイッチ A およびスイッチ C に接続されています。ホスト X からホスト Y へのトラフィックは、スイッチ B によってルーティングされます。ホスト X からホスト Y へのトラフィックは、トラフィックのエントリ ポイントであるスイッチ A でアクセス コントロールできます。次の構成では、スイッチは VLAN マップと QoS 分類 ACL をサポートします。

図 39-3　ワイヤリング クローゼットの構成



たとえば、HTTP トラフィックをホスト X からホスト Y へスイッチングしない場合は、スイッチ A に VLAN マップを適用し、ホスト X（IP アドレス 10.1.1.32）からホスト Y（IP アドレス 10.1.1.34）への HTTP トラフィックがスイッチ B にブリッジングされずに、すべてスイッチ A でドロップされるようにすることもできます。

最初に、HTTP ポートですべての TCP トラフィックを許可（一致）する IP アクセス リスト http を定義します。

```
Switch(config)# ip access-list extended http
Switch(config-ext-nacl)# permit tcp host 10.1.1.32 host 10.1.1.34 eq www
Switch(config-ext-nacl)# exit
```

次に、VLAN アクセス マップ map2 を作成し、http アクセス リストと一致するトラフィックがドロップされ、その他すべての IP トラフィックが転送されるようにします。

```
Switch(config)# vlan access-map map2 10
Switch(config-access-map)# match ip address http
Switch(config-access-map)# action drop
Switch(config-access-map)# exit

Switch(config)# ip access-list extended match_all
Switch(config-ext-nacl)# permit ip any any
Switch(config-ext-nacl)# exit
Switch(config)# vlan access-map map2 20
Switch(config-access-map)# match ip address match_all
Switch(config-access-map)# action forward
```

次に、VLAN アクセス マップ map2 を VLAN 1 に適用します。

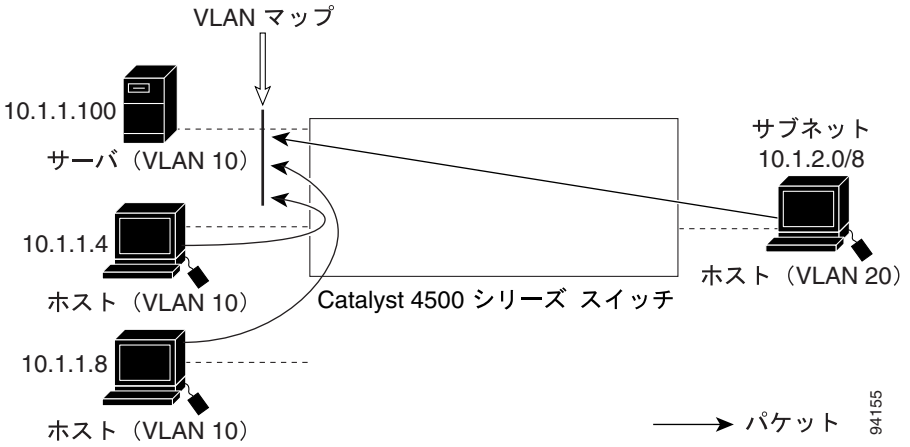
```
Switch(config)# vlan filter map2 vlan 1
```

別の VLAN にあるサーバへのアクセスの拒否

図 39-4 に、別の VLAN にあるサーバへのアクセスを制限する方法を示します。この例では、VLAN 10 内のサーバ 10.1.1.100 に対しては、次のようにアクセスが制限されています。

- VLAN 20 内のサブネット 10.1.2.0/8 にあるホストのアクセスが禁止されています。
- VLAN 10 内のホスト 10.1.1.4 および 10.1.1.8 のアクセスが禁止されています。

図 39-4　別の VLAN にあるサーバへのアクセスの拒否



この手順では、別の VLAN にあるサーバへのアクセスを拒否するように VLAN マップを使用して ACL を設定します。VLAN マップ SERVER 1_ACL は、サブネット 10.1.2.0/8 内のホスト、ホスト 10.1.1.4、およびホスト 10.1.1.8 のアクセスを拒否します。一方、その他すべての IP トラフィックを許可します。ステップ 3 では、VLAN 10 に VLAN マップ SERVER1 を適用します。

このように設定するには次の手順を実行します。

ステップ 1　対応するパケットと照合し、許可する IP ACL を定義します。

```
Switch(config)# ip access-list extended SERVER1_ACL
Switch(config-ext-nacl))# permit ip 10.1.2.0 0.0.0.255 host 10.1.1.100
Switch(config-ext-nacl))# permit ip host 10.1.1.4 host 10.1.1.100
Switch(config-ext-nacl))# permit ip host 10.1.1.8 host 10.1.1.100
Switch(config-ext-nacl))# exit
```

ステップ 2　SERVER1_ACL と一致する IP パケットをドロップして、一致しない IP パケットを転送するこの ACL を使用して、VLAN マップを定義します。

```
Switch(config)# vlan access-map SERVER1_MAP
Switch(config-access-map)# match ip address SERVER1_ACL
Switch(config-access-map)# action drop
Switch(config)# vlan access-map SERVER1_MAP 20
Switch(config-access-map)# action forward
Switch(config-access-map)# exit
```

ステップ 3　VLAN 10 に VLAN マップを適用します。

```
Switch(config)# vlan filter SERVER1_MAP vlan-list 10.
```

VLAN アクセス マップ情報の表示

VLAN アクセス マップまたは VLAN フィルタに関する情報を表示するには、次のいずれかの作業を行います。

コマンド	目的
`Switch# show vlan access-map [mapname]`	すべての VLAN アクセス マップまたは指定されたアクセス マップに関する情報を表示します。
`Switch# show vlan filter [access-map name | vlan vlan-id]`	すべての VLAN フィルタ、または指定された VLAN や VLAN アクセス マップに関する情報を表示します。

次に、**show vlan access-map** コマンドの出力例を示します。

```
Switch# show vlan access-map
Vlan access-map "map_1" 10
  Match clauses:
     ip address: ip1
  Action:
     drop
Vlan access-map "map_1" 20
  Match clauses:
     mac address: mac1
  Action:
     forward
Vlan access-map "map_1" 30
  Match clauses:
  Action:
     drop
```

（注）　シーケンス 30 には match コマンドがありません。すべてのパケット（IP および IP 以外）はこれと照合されてドロップされます。

次に、**show vlan filter** コマンドの出力例を示します。

```
Switch# show vlan filter
VLAN Map map_1 is filtering VLANs:
  20-22
```

ルータ ACL を VLAN マップと併用する方法

該当タイプのパケット（IP または MAC）に対する match コマンドが VLAN マップにある場合でも、パケットがそのタイプに一致しない場合、デフォルトでは、パケットがドロップされます。VLAN マップ内に match コマンドがなく、アクションが指定されていない場合、どの VLAN マップ エントリとも一致しないパケットは転送されます。

（注）　1 つのスイッチ上で、VLAN マップまたは入力ルータ ACL を組み合わせて使用することはできません。

ルータ ACL を VLAN マップと併用する場合の注意事項

ルータ ACL と VLAN マップを同じ VLAN 上に設定する必要がある場合は、次の注意事項に従ってください。

スイッチ ハードウェアは、方向（入力および出力）ごとに、1 回の検索を実行するので、ルータ ACL および VLAN マップを同じ VLAN に設定する場合は、これらを統合する必要があります。ルータ ACL を VLAN マップと統合すると、ACE の数が急激に増加することがあります。

できるだけ末尾のデフォルト アクションを除くすべてのエントリのアクションが同一となるように、ACL を記述します。次のいずれかの形式を使用して ACL を記述します。

```
permit...
permit...
permit...
deny ip any any
```

または

```
deny...
deny...
deny...
permit ip any any
```

ACL 内で複数の許可または拒否アクションを定義する場合は、それぞれのアクション タイプをまとめて、エントリ数を削減します。

レイヤ 4 情報を含む IP ACE と TCP/UDP/ICMP ACE がともに ACL 内に存在する場合に、フルフローモードを指定する必要があるときは、レイヤ 4 ACE をリストの末尾に配置します。この結果、IP アドレスに基づくトラフィックのフィルタリングが優先されます。

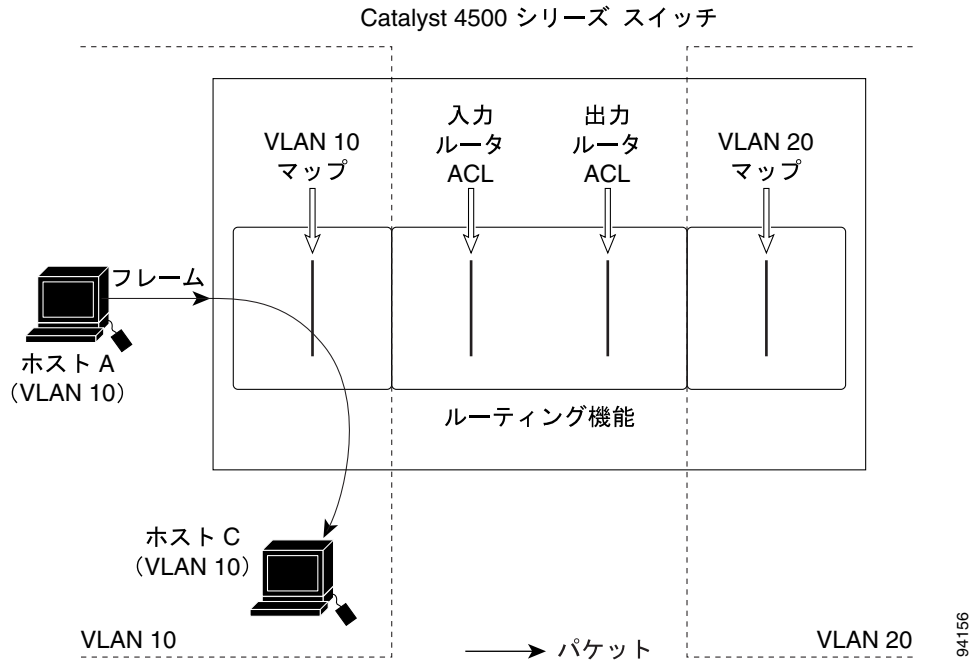
VLAN に適用されるルータ ACL と VLAN マップの例

以下の例では、ルータ ACL および VLAN マップを VLAN に適用して、スイッチド パケット、ブリッジド パケット、ルーテッド パケット、およびマルチキャスト パケットへのアクセスを制御します。次の図では、それぞれの宛先に転送されるパケットを示します。ただし、パケットのパスが VLAN マップや ACL を示す回線と交差するポイントごとで、パケットを転送しないでドロップすることもできます。

ACL およびスイッチド パケット

図 39-5 に、VLAN 内でスイッチングされるパケットを ACL が処理する方法を示します。VLAN 内でスイッチングされるパケットは、ルータ ACL では処理されません。

図 39-5　スイッチド パケットへの ACL の適用

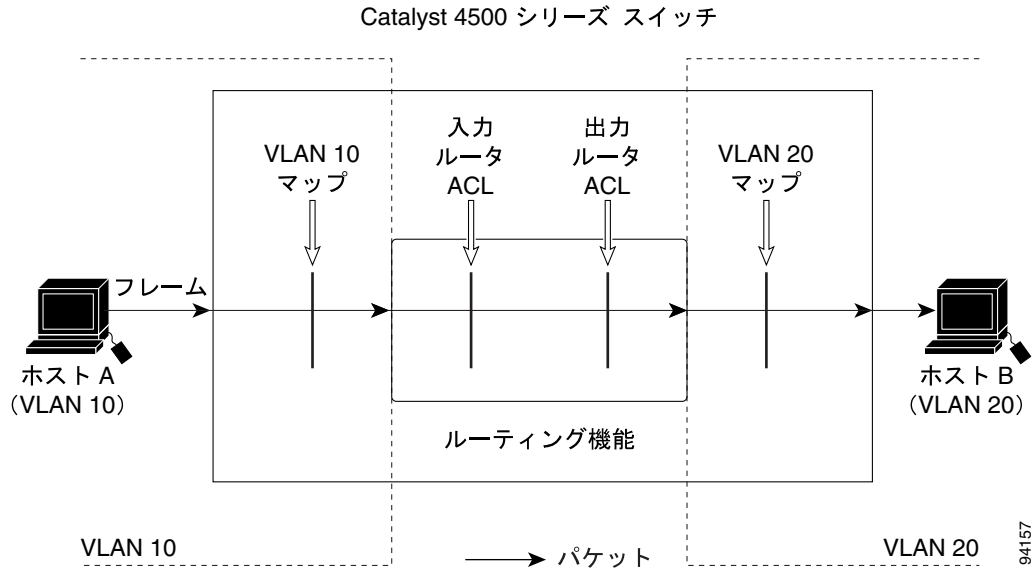


ACL およびルーテッド パケット

図 39-6 に、ルーテッド パケットに ACL を適用する方法を示します。ルーテッド パケットの場合、ACL は次の順に適用されます。

1. 入力 VLAN の VLAN マップ
2. 入力ルータ ACL
3. 出力ルータ ACL
4. 出力 VLAN の VLAN マップ

図 39-6　ルーテッド パケットへの ACL の適用



PACL の設定

ここでは、PACL を設定する方法について説明します。PACL は、レイヤ 2 インターフェイス上のフィルタリングを制御するのに使用されます。PACL は、レイヤ 3 情報、レイヤ 4 ヘッダー情報または IP 以外のレイヤ 2 情報に基づいて、レイヤ 2 インターフェイスのトラフィックをフィルタリングできます。

ここでは、次の内容について説明します。

PACL の作成

PACL を作成して、1 つまたは複数のインターフェイスに適用するには、次の作業を行います。

ステップ 1　インターフェイスに適用する標準 IP ACL または拡張 IP ACL、または名前付き MAC 拡張 ACL を作成します。

ステップ 2　**ip access-group** または **mac access-group interface** コマンドを使用して、IP ACL または MAC ACL を 1 つまたは複数のレイヤ 2 インターフェイスに適用します。

PACL 設定時の注意事項

PACL を設定する場合は、次の注意事項に留意してください。

- 各方向に対して同一のレイヤ 2 インターフェイスに適用できるのは、多くても 1 つの IP アクセス リストと 1 つの MAC アクセス リストだけです。
- IP アクセス リストは、IP パケットだけをフィルタリングします。MAC アクセス リストは、IP 以外のパケットだけをフィルタリングします。
- PACL の一部として設定できる ACL と ACE の数は、スイッチのハードウェア リソースにより制限されます。これらのハードウェア リソースは、システムに設定された各 ACL 機能（RACL、VACL など）で共有されます。ハードウェアに PACL をプログラミングするのに十分なハードウェア リソースがない場合、入力 PACL と出力 PACL のアクションが異なります。
  - 入力 PACL では、一部のパケットがソフトウェア転送のために CPU に転送されます。
  - 出力 PACL では、PACL がポート上でディセーブルに設定されます。
- 次の制限は、出力 PACL だけに関連します。
  - ハードウェアに PACL をプログラミングするのに十分なハードウェア リソースがない場合、出力 PACL はポートに適用されず、警告メッセージが表示されます。
  - 出力 PACL がレイヤ 2 ポート上に設定されている場合、レイヤ 2 ポートが属する VLAN に VACL またはルータ ACL は設定できません。

    レイヤ 2 ポートが属する VLAN 上に VACL またはルータ ACL が設定されている場合、出力 PACL はレイヤ 2 ポート上に設定できません。つまり、PACL と VLAN ベースの ACL（VACL およびルータ ACL）は、レイヤ 2 ポート上では相互に排他的です。

- 出力 IP ACL と MAC ACL ではロギングがサポートされていませんが、入力 IP ACL のロギング オプションはサポートされています。
- アクセス グループ モードを使用して、その他の ACL との PACL の対話形式を変更できます。シスコのプラットフォームにおいて動作の一貫性を保つためには、デフォルトのアクセス グループ モードを使用します。

レイヤ 2 インターフェイス上での IP ACL と MAC ACL の設定

レイヤ 2 物理インターフェイスに適用できるのは、IP ACL または MAC ACL だけです。（番号付き、名前付き）標準 IP ACL、（番号付き、名前付き）拡張 IP ACL、および名前付き拡張 MAC ACL がサポートされています。

レイヤ 2 インターフェイス上に IP ACL または MAC ACL を適用するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure t`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface` *interface*	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# [no] {ip | mac } access-group {name | number| in| out}`	レイヤ 2 インターフェイス上にアクセス グループ モードを設定します。no プレフィクスは、レイヤ 2 インターフェイスから IP ACL または MAC ACL を削除します。
ステップ 4	`Switch(config)# show running-config`	アクセス リストの設定を表示します。

次に、すべての TCP トラフィックを許可し、暗黙的にその他すべての IP トラフィックを拒否する名前付き拡張 IP ACL simple-ip-acl を設定する例を示します。

```
Switch(config)# ip access-list extended simple-ip-acl
Switch(config-ext-nacl)# permit tcp any any
Switch(config-ext-nacl)# end
```

次に、送信元ホスト 000.000.011 をすべての宛先ホストで許可する、名前付き拡張 MACL simple-mac-acl を設定する例を示します。

```
Switch(config)# mac access-list extended simple-mac-acl
Switch(config-ext-macl)# permit host 000.000.011 any
Switch(config-ext-macl)# end
```

アクセス グループ モードを PACL と併用する方法

アクセス グループ モードを使用して、その他の ACL との PACL の対話形式を変更できます。たとえば、レイヤ 2 インターフェイスが VLAN 100 に属する場合、VACL（VLAN フィルタ）V1 は VLAN 100 上に適用され、PACL P1 がレイヤ 2 インターフェイス上に適用されます。この状況では、VLAN 100 上のレイヤ 2 インターフェイスのトラフィックに P1 と V1 がどのように影響するかを指定する必要があります。インターフェイス単位の方式では、**access-group mode** コマンドを使用して、下記に定義される動作のいずれかを指定できます。

次のモードが定義されています。

- prefer port モード ― PACL がレイヤ 2 インターフェイス上に設定されている場合、PACL が有効になり、その他の ACL（ルータ ACL と VACL）を無効にします。レイヤ 2 インターフェイス上に PACL 機能が設定されていない場合、その他の適用可能な機能がこのインターフェイスに統合され、インターフェイス上に適用されます。これがデフォルトのアクセス グループ モードです。

- prefer vlan モード — ポートに VLAN ベースの ACL 機能が適用され、PACL が無効の場合は、VLAN ベースの ACL 機能が有効になります。レイヤ 2 インターフェイスに VLAN ベースの ACL 機能が適用できない場合、インターフェイス上の既存の PACL 機能が適用されます。
- merge モード — ハードウェアにプログラミングされる前に、適用可能な ACL 機能を統合します。

（注） 出力 PACL と、VACL およびルータ ACL は相互に排他的なので、アクセス グループ モードは出力トラフィック フィルタリングの動作を変更しません。

レイヤ 2 インターフェイス上でのアクセス グループ モードの設定

レイヤ 2 インターフェイス上にアクセス モードを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure t`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface interface`	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# [no] access-group mode {prefer {port | vlan} | merge}`	レイヤ 2 インターフェイス上にアクセス グループ モードを設定します。no プレフィクスは、レイヤ 2 インターフェイスからアクセス グループ モードを解除します。
ステップ 4	`Switch(config)# show running-config`	アクセス リストの設定を表示します。

次に、PACL 以外の機能を統合して、インターフェイス上に適用する例を示します。

```
Switch# configure t
Switch(config)# interface interface
Switch(config-if)# access-group mode prefer port
```

次に、ハードウェアにプログラミングされる前に、適用可能な ACL 機能を統合する例を示します。

```
Switch# configure t
Switch(config)# interface interface
Switch(config-if)# access-group mode merge
```

レイヤ 2 インターフェイスへの ACL の適用

レイヤ 2 インターフェイスに IP ACL および MAC ACL を適用するには、次のいずれかの作業を行います。

コマンド	目的
`Switch(config-if)# ip access-group ip-acl {in | out}`	レイヤ 2 インターフェイスに IP ACL を適用します。
`Switch(config-if)# mac access-group mac-acl {in | out}`	レイヤ 2 インターフェイスに MAC ACL を適用します。

（注） Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上で稼働する Supervisor Engine III および Supervisor Engine IV は、インターフェイス上の入力 PACL および出力 PACL の両方をサポートしています。

次に、名前付き拡張 IP ACL simple-ip-acl をインターフェイス FastEthernet 6/1 の入力トラフィックに適用する例を示します。

```
Switch# configure t
Switch(config)# interface fastEthernet 6/1
Switch(config-if)# ip access-group simple-ip-acl in
```

次に、名前付き拡張 MAC ACL simple-mac-acl をインターフェイス FastEthernet 6/1 の出力トラフィックに適用する例を示します。

```
Switch# configure t
Switch(config)# interface fastEthernet 6/1
Switch(config-if)# mac access-group simple-mac-acl out
```

レイヤ 2 インターフェイス上の ACL 設定の表示

レイヤ 2 インターフェイス上の ACL 設定に関する情報を表示するには、次のいずれかの作業を行います。

コマンド	目的
Switch# **show ip interface** [*interface-name*]	インターフェイス上の IP アクセス グループ設定を表示します。
Switch# **show mac access-group interface** [*interface-name*]	インターフェイス上の MAC アクセス グループ設定を表示します。
Switch# **show access-group mode interface** [*interface-name*]	インターフェイス上のアクセス グループ モード設定を表示します。

次に、IP アクセス グループ simple-ip-acl がインターフェイス fa6/1 の着信方向に設定されている例を示します。

```
Switch# show ip interface fast 6/1
FastEthernet6/1 is up, line protocol is up
  Inbound  access list is simple-ip-acl
  Outgoing access list is not set
```

次に、MAC アクセス グループ simple-mac-acl がインターフェイス fa6/1 の着信方向に設定されている例を示します。

```
Switch# show mac access-group interface fast 6/1
Interface FastEthernet6/1:
   Inbound access-list is simple-mac-acl
   Outbound access-list is not set
```

次に、アクセス グループ統合がインターフェイス fa6/1 に設定されている例を示します。

```
Switch# show access-group mode interface fast 6/1
Interface FastEthernet6/1:
   Access group mode is: merge
```

VLAN マップおよびルータを PACL と併用する方法

出力 PACL は、VACL または出力ルータ ACL との相互作用がありません（「PACL 設定時の注意事項」[p.39-35] で説明した制限を参照）。ただし、入力 PACL のルータ ACL および VACL との相互作用は、表 39-1 に示されるアクセス グループ モードによって決まります。

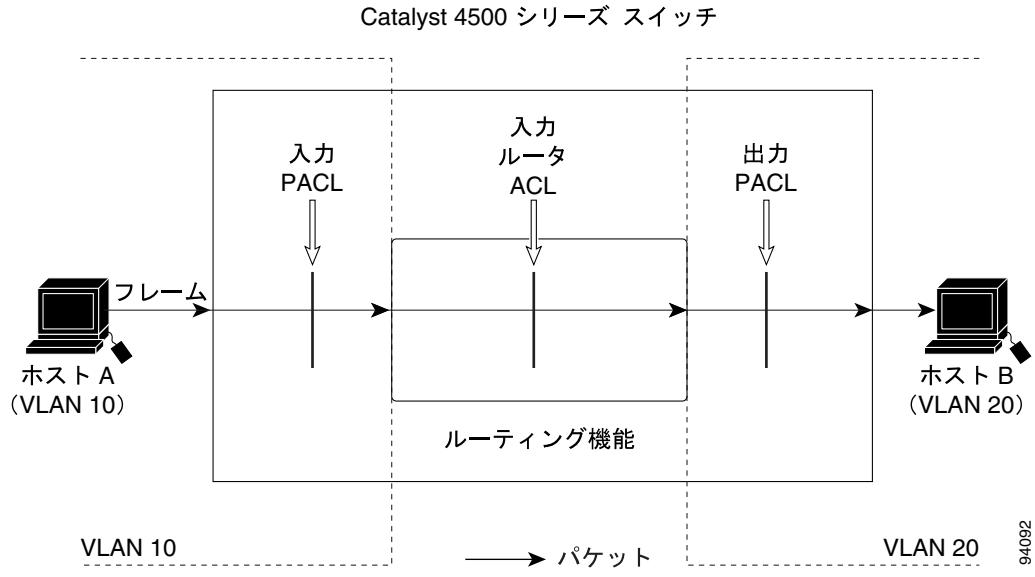
表 39-1　PACL、VACL、およびルータ ACL の相互作用

ACL タイプ	入力 PACL		
	prefer port モード	prefer vlan モード	merge モード
1. 入力ルータ ACL	PACL が適用される	入力ルータ ACL が適用される	PACL、入力ルータ ACL（統合）の順で適用される（入力側）
2. VACL	PACL が適用される	VACL が適用される	PACL、VACL（統合）の順で適用される（入力側）
3. VACL と入力ルータ ACL	PACL が適用される	VACL+ 入力ルータ ACL が適用される	PACL、VACL、入力ルータ ACL（統合）の順で適用される（入力側）

表 39-1 に示される各 ACL タイプは、次に説明する別のシナリオで同様に使用されます。

シナリオ 1：ホスト A は、SVI が設定された VLAN 20 のインターフェイスに接続されています。図 39-7 で示すように、インターフェイスには入力 PACL が設定され、SVI には入力ルータ ACL が設定されています。

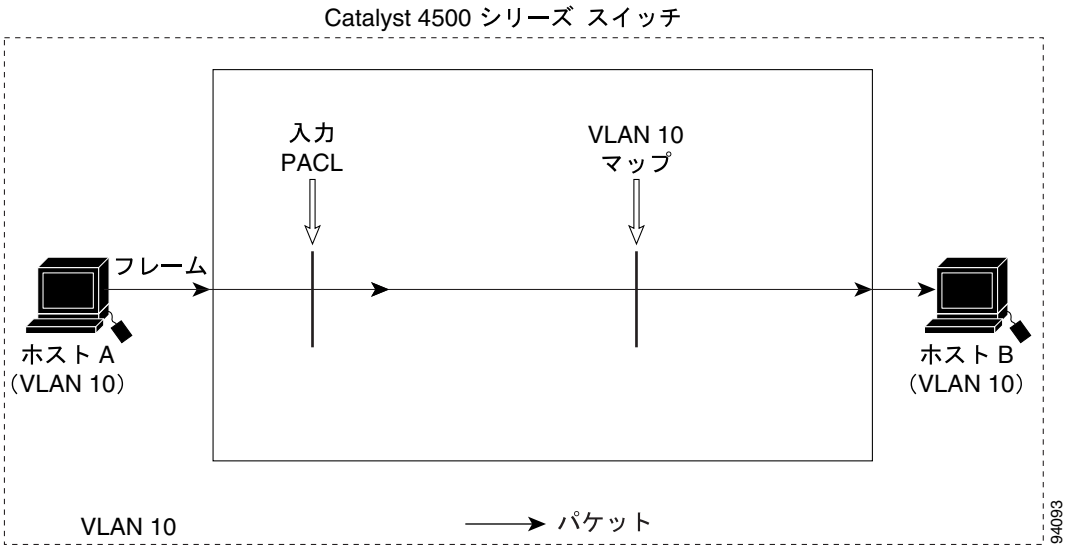
図 39-7　シナリオ 1：入力ルータ ACL との PACL の相互作用



インターフェイス アクセス グループ モードが prefer port の場合、ホスト A からの入力トラフィックに適用されるのは入力 PACL のみです。モードが prefer vlan の場合、ルーティングを必要とするホスト A からの入力トラフィックに適用されるのは入力ルータ ACL のみです。モードが merge である場合、入力 PACL が最初にホスト A からの入力トラフィックに適用され、次に入力ルータ ACL がルーティングを必要とするトラフィックに適用されます。

シナリオ 2 ：ホスト A は、VLAN 10 のインターフェイスに接続されています。図 39-8 で示すように、VLAN 10 には、VACL（VLAN マップ）と入力 PACL が設定されています。

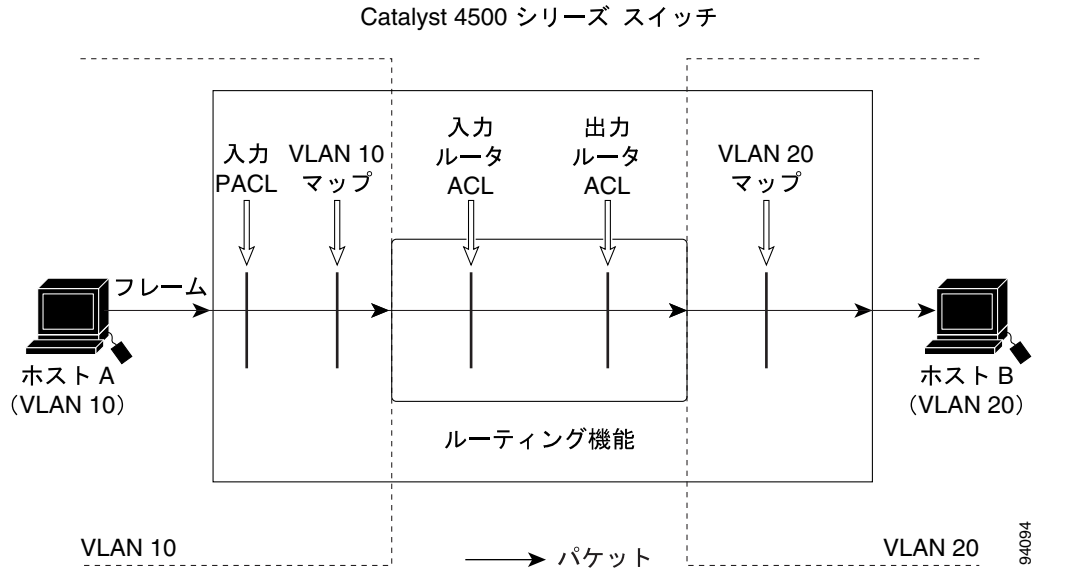
図 39-8　シナリオ 2：VACL との PACL の相互作用



インターフェイス アクセス グループ モードが prefer port の場合、ホスト A からの入力トラフィックに適用されるのは入力 PACL のみです。モードが prefer vlan の場合、ホスト A からの入力トラフィックに適用されるのは VACL のみです。モードが merge の場合、入力 PACL が最初にホスト A からの入力トラフィックに適用され、次に VACL がトラフィックに適用されます。

シナリオ 3 ：ホスト A は、VACL と SVI が設定された VLAN 20 のインターフェイスに接続されています。図 39-9 で示すように、SVI には入力ルータ ACL が設定されていて、インターフェイスには入力 PACL が設定されています。

図 39-9　シナリオ 3：VACL と入力ルータ ACL



インターフェイス アクセス グループ モードが prefer port の場合、ホスト A からの入力トラフィックに適用されるのは入力 PACL のみです。モードが prefer vlan の場合、VACL と入力ルータ ACL の統合結果がホスト A からの入力トラフィックに適用されます。モードが merge の場合、入力 PACL が最初にホスト A からの入力トラフィックに適用され、次に VACL がトラフィックに適用され、最後に入力ルータ ACL がルーティングを必要とするトラフィックに適用されます（つまり、入力 PACL、VACL、および入力ルータ ACL の統合結果がトラフィックに適用されます）。

CHAPTER 40

PVLAN の設定

(注) Supervisor Engine 6-E は、コミュニティ PVLAN、独立 PVLAN トランク、および混合モード トランク ポートをサポートしません。

この章では、Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上の Private VLAN（PVLAN）について説明します。また、注意事項、手順、設定例についても示します。

この章の主な内容は、次のとおりです。

(注) この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

コマンド リスト

この表には、主に PVLAN で共通に使用されるコマンドを示します。

コマンド	目的	参照先
private-vlan {**community** | **isolated** | **primary**}	VLAN を PVLAN として設定します。	PVLAN としての VLAN の設定（p.40-13）
private-vlan association {*secondary_vlan_list* | **add** *secondary_vlan_list* | **remove** *secondary_vlan_list*}	セカンダリ VLAN をプライマリ VLAN に関連付けます。リストに含めることができる VLAN は 1 つだけです。	セカンダリ VLAN のプライマリ VLAN との関連付け（p.40-14）
show vlan private-vlan [**type**]	設定を確認します。	PVLAN としての VLAN の設定（p.40-13） セカンダリ VLAN のプライマリ VLAN との関連付け（p.40-14）
show interface private-vlan mapping	設定を確認します。	セカンダリ VLAN 入力トラフィックのルーティングの許可（p.40-22）
switchport mode private-vlan {**host** | **promiscuous** | **trunk promiscuous** | **trunk** [**secondary**]}	レイヤ 2 インターフェイスを PVLAN ポートとして設定します。	PVLAN の設定（p.40-10）
switchport private-vlan mapping [**trunk**] *primary_vlan_ID* {*secondary_vlan_list* | **add** *secondary_vlan_list* | **remove** *secondary_vlan_list*}	PVLAN 混合モード ポートをプライマリ VLAN および選択したセカンダリ VLAN にマッピングします。	レイヤ 2 インターフェイスの PVLAN 混合モード ポートとしての設定（p.40-15） レイヤ 2 インターフェイスの混合モード トランク ポートとしての設定（p.40-19）
Switch(config-if)# **switchport private-vlan host-association** *primary_vlan_ID secondary_vlan_ID*	レイヤ 2 インターフェイスを PVLAN に関連付けます。	レイヤ 2 インターフェイスの PVLAN ホスト ポートとしての設定（p.40-16）
switchport private-vlan association trunk *primary_vlan_ID secondary_vlan_ID*	プライマリ VLAN とセカンダリ VLAN のアソシエーションを設定し、PVLAN トランク ポートを PVLAN に関連付けます。	レイヤ 2 インターフェイスの PVLAN トランク ポートとしての設定（p.40-17）
switchport private-vlan trunk allowed vlan *vlan_list* **all** | **none** | [**add** | **remove** | **except**] *vlan_atom*[,*vlan_atom*...]	PVLAN トランク ポートで許容される通常の VLAN のリストを設定します。	レイヤ 2 インターフェイスの PVLAN トランク ポートとしての設定（p.40-17）
switchport private-vlan trunk native vlan *vlan_id*	PVLAN トランク ポートに（IEEE 802.1Q タグとしての）タグなしパケットが割り当てられる VLAN を設定します。	レイヤ 2 インターフェイスの PVLAN トランク ポートとしての設定（p.40-17）

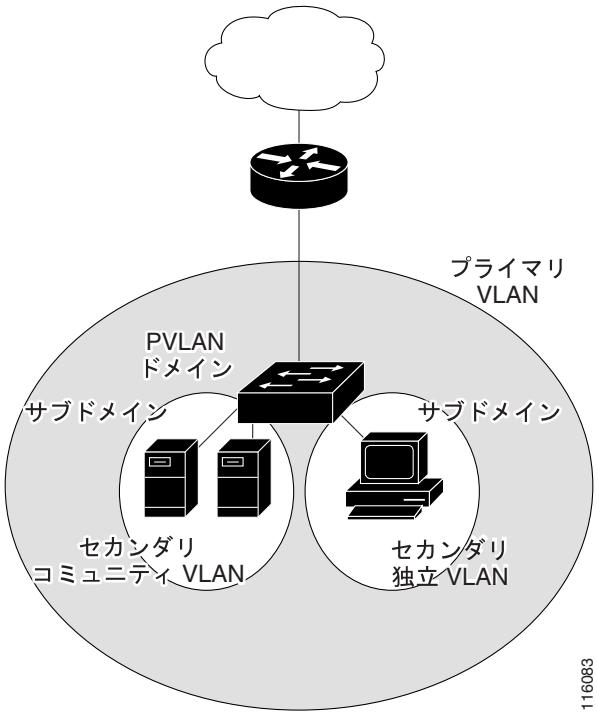
PVLAN の概要

PVLAN 機能を使用すると、サービス プロバイダーが VLAN を使用したときに直面する 2 つの問題に対処できます。

- スイッチがサポートするアクティブ VLAN は最大で 1005。サービス プロバイダーが顧客ごとに VLAN を 1 つ割り当てる場合、サポートできる顧客数に限界が生じます。
- IP ルーティングをイネーブルにするために、各 VLAN にサブネット アドレス スペースを割り当てるかアドレス ブロックを割り当てます。このために未使用の IP アドレスが増え、IP アドレスの管理に問題が発生します。

PVLAN の使用により、サービス プロバイダーにはスケーラビリティと IP アドレス管理上の利点がもたらされ、顧客にはレイヤ 2 セキュリティが提供されます。PVLAN では、通常の VLAN ドメインをサブドメインに分割します。サブドメインは、*プライマリ* VLAN と *セカンダリ* VLAN という VLAN のペアで表されます。PVLAN には複数の VLAN のペアがあり、各サブドメインに 1 組のペアが対応します。PVLAN のすべての VLAN ペアは、同じプライマリ VLAN を共有します。セカンダリ VLAN ID によって各サブドメインは識別されます。図 40-1 を参照してください。

図 40-1　PVLAN のドメイン



セカンダリ VLAN には次の 2 種類があります。

- 独立 VLAN ― 独立 VLAN のポートは、レイヤ 2 レベルでは相互に通信できません。
- コミュニティ VLAN ― コミュニティ VLAN のポートは相互に通信できますが、レイヤ 2 レベルでは他のコミュニティのポートとは通信できません。

混合モード ポートは、1 つの PVLAN、1 つの独立 VLAN、および複数のコミュニティ VLAN だけで使用できます。レイヤ 3 ゲートウェイは、通常、混合モード ポート経由でスイッチに接続されます。

スイッチング環境では、個々のエンド ステーションまたは一連のエンド ステーションに、個別の PVLAN や関連する IP サブネットを割り当てることができます。エンド ステーションが PVLAN の外とやり取りする際に通信する必要があるのは、デフォルト ゲートウェイのみです。

PVLAN を使用して端末へのアクセスをコントロールするには、次の方法があります。

- 端末に接続する選択したインターフェイスを独立ポートとして設定し、レイヤ 2 での通信ができないようにします。たとえば、端末がサーバであれば、サーバ間のレイヤ 2 通信ができなくなります。
- デフォルト ゲートウェイおよび選択した端末（バックアップ サーバなど）に接続するインターフェイスを混合モード ポートとして設定して、すべての端末をデフォルト ゲートウェイにアクセスさせることができます。
- VLAN および IP サブネット内のトラフィック量を減らせば、端末が同じ VLAN および IP サブネット内にある場合でも端末間のトラフィックを防止できます。

  混合モード ポートを使用すると、さまざまなデバイスを PVLAN への「アクセス ポイント」として接続できます。たとえば、混合モード ポートを LocalDirector のサーバ ポートに接続して、サーバに独立 VLAN または多数のコミュニティ VLAN を接続できます。LocalDirector は、独立またはコミュニティ VLAN 内にあるサーバのロードバランシングを行います。混合モード ポートを使用して、管理ワークステーションからすべての PVLAN サーバのモニタまたはバックアップを行うことも可能です。

ここでは、次の内容について説明します。

定義一覧

用語	定義
プライベート VLAN	プライマリ ID を共有し、ポート間をレイヤ 2 で分離しながら 1 つのレイヤ 3 ルータ ポートおよび IP サブネットを共有するメカニズムを提供する VLAN ペアのセット
セカンダリ VLAN	PVLAN を実装するために使用する VLAN の種類。プライマリ VLAN に関連付けられており、ホストから他の許容ホストおよびルータにトラフィックを送信します。
コミュニティ ポート	コミュニティ セカンダリ VLAN に属するホスト ポート。同一コミュニティ VLAN 内の他のポートや混合モード ポートと通信します。これらのインターフェイスは、他のコミュニティのすべてのインターフェイスから、および自身の PVLAN 内の独立ポートから、レイヤ 2 で隔離されています。
コミュニティ VLAN	アップストリーム トラフィックをコミュニティ ポートから混合モード ポート ゲートウェイおよび同一コミュニティ内の他のホスト ポートに送信するセカンダリ VLAN。PVLAN には複数のコミュニティ VLAN を設定できます。 **（注）** Supervisor Engine 6-E は、コミュニティ PVLAN をサポートしません。
独立ポート	独立セカンダリ VLAN に属するホスト ポート。同一の PVLAN 内の他のポートからは、混合モード ポートを除き、レイヤ 2 で完全に分離されています。PVLAN は、混合モード ポートからのトラフィックを除く、独立ポートへのすべてのトラフィックをブロックします。独立ポートから受信したトラフィックは、混合モード ポートにのみ転送されます。

用語	定義
独立 VLAN	PVLAN には独立 VLAN が 1 つだけあります。独立 VLAN とは、ホストから混合モード ポートおよびゲートウェイに単方向トラフィック アップストリームを送信するセカンダリ VLAN です。
プライマリ VLAN	PVLAN にはプライマリ VLAN が 1 つだけあります。PVLAN のどのポートもプライマリ VLAN のメンバです。プライマリ VLAN は、混合モード ポートから（独立およびコミュニティ）ホスト ポートおよび他の混合モード ポートに単方向トラフィック ダウンストリームを送信します。
PVLAN トランク ポート	PVLAN トランク ポートは、複数のセカンダリ（独立のみ）PVLAN および非 PVLAN を伝送します。パケットは、PVLAN トランク ポートでセカンダリ VLAN タグまたは通常の VLAN タグとともに送受信されます。 **（注）** IEEE 802.1Q カプセル化方式のみサポートされています。
混合モード ポート	混合モード ポートはプライマリ VLAN に属し、すべてのインターフェイスと通信できます。これらのインターフェイスには、コミュニティおよび独立ホスト ポートと、プライマリ VLAN に関連付けられたセカンダリ VLAN に属する PVLAN トランク ポートが含まれます。
混合モード トランク ポート	混合モード トランク ポートは、複数のプライマリ VLAN および通常の VLAN を伝送します。プライマリ VLAN タグまたは通常の VLAN タグを持つパケットが送受信されます。これ以外は、ポートは混合モード アクセス ポートと同じように動作します。 **（注）** IEEE 802.1Q カプセル化方式のみサポートされています。 **（注）** Supervisor Engine 6-E は、混合モード トランク ポートをサポートしません。

複数のスイッチの PVLAN

ここでは、次の内容について説明します。

標準トランク ポート

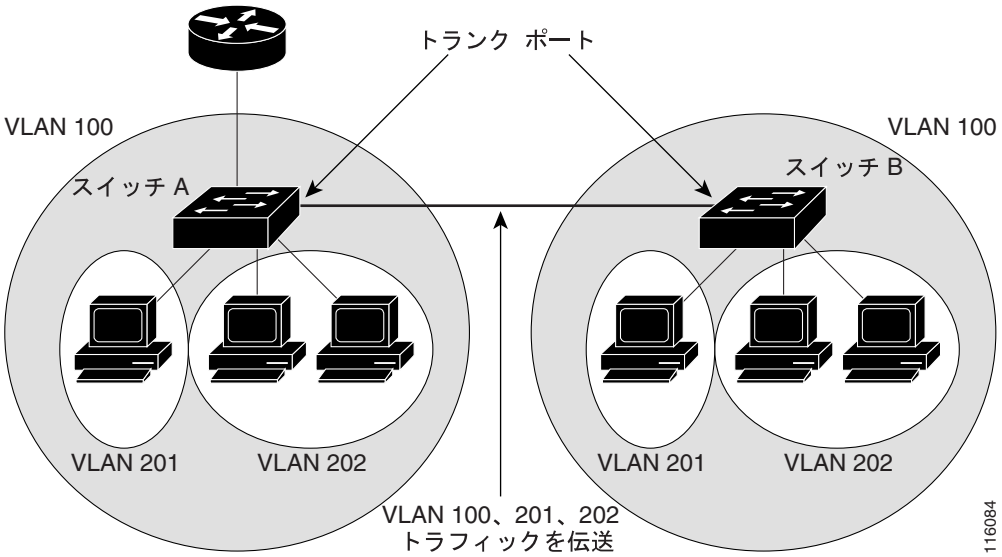
通常の VLAN と同じく、PVLAN も複数のスイッチにまたがって使用できます。1 つのトランク ポートが、プライマリ VLAN およびセカンダリ VLAN を近接スイッチに伝送します。トランク ポートは、PVLAN をその他の VLAN として扱います。複数のスイッチにまたがる PVLAN では、スイッチ A の独立ポートからのトラフィックはスイッチ B の独立ポートに到達しません。図 40-2 を参照してください。

PVLAN 構成のセキュリティを保持し、PVLAN として設定された VLAN が他の目的で利用されないようにするために、PVLAN ポートを持たないデバイスを含むすべての中継デバイスに PVLAN を設定します。

（注） トランク ポートは通常の VLAN のトラフィックを伝送します。また、プライマリ、独立、およびコミュニティ VLAN のトラフィックも伝送します。

（注）　トランキングを実行するスイッチが両方とも PVLAN をサポートする場合は、標準トランク ポートを使用します。

図 40-2　スイッチのプライベート VLAN



VLAN 100 = プライマリ VLAN
VLAN 201 = セカンダリ独立 VLAN
VLAN 202 = セカンダリ コミュニティ VLAN

VTP（可変端末プロトコル）は PVLAN をサポートしないので、レイヤ 2 ネットワークのすべてのスイッチで PVLAN を手動で設定する必要があります。ネットワークの一部のスイッチにプライマリ / セカンダリ VLAN アソシエーションを設定しなかった場合、これらのスイッチのレイヤ 2 データベースは統合されません。その結果、これらのスイッチで PVLAN トラフィックのフラッディングが発生します。

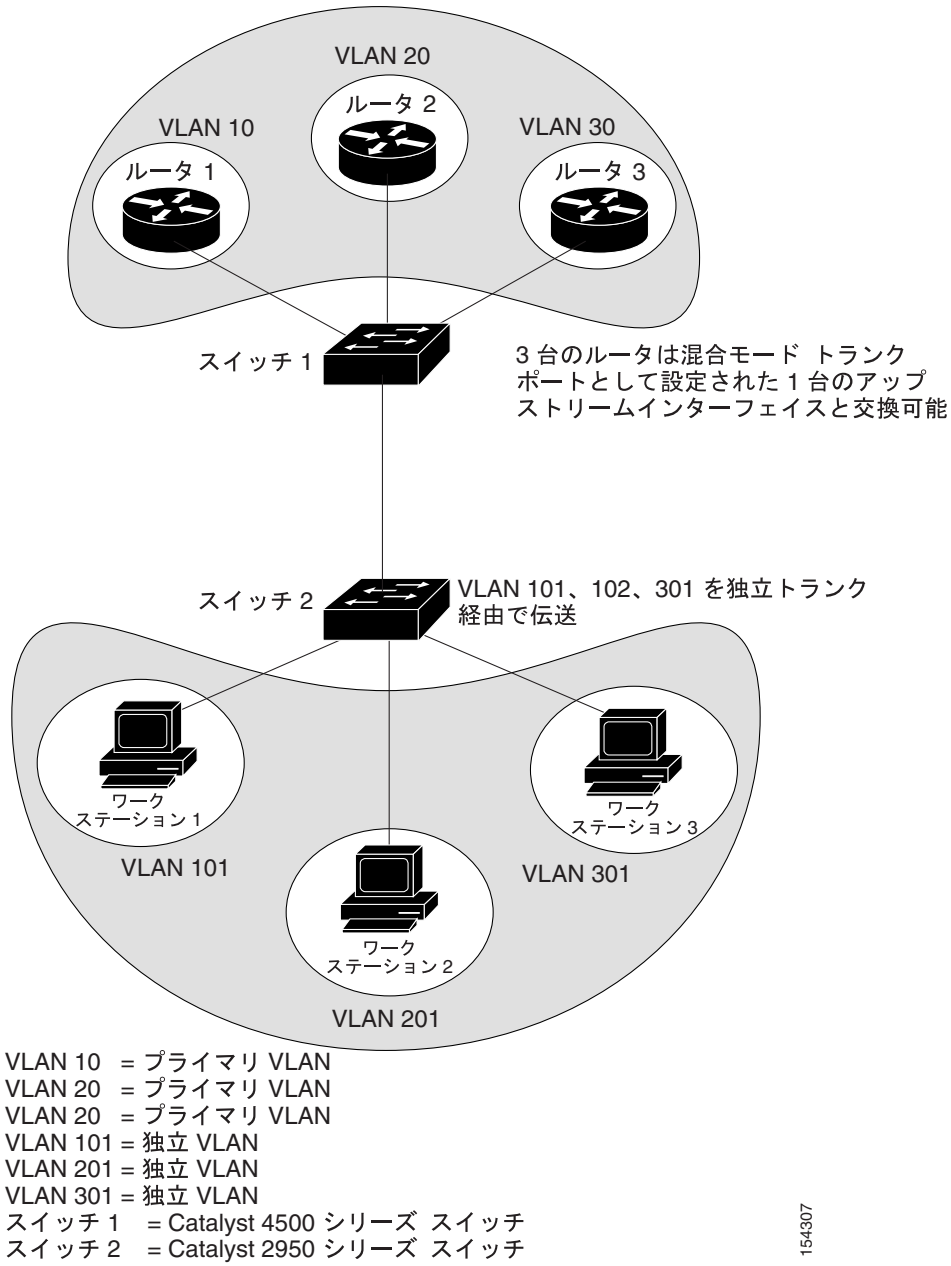
PVLAN トランク

プライベート VLAN ポートで複数のセカンダリ VLAN を伝送する場合、PVLAN 独立トランクが使用されます。

（注）　Supervisor Engine 6-E は、独立トランク ポートをサポート*しません*。

図 40-3 に一般的なトポロジを示します。

図 40-3　PVLAN トランク トポロジ



このトポロジでは、スイッチ 1 はすべての独立 VLAN のトラフィックを PVLAN トランクを通じてスイッチ 2 にトランキングしますが、スイッチ 2 は PVLAN を認識しません。スイッチ 1 は異なる混合モード ポートに接続する異なるルータとも通信します。スイッチ 2 は異なるセカンダリ VLAN に属する複数のホストに接続します。

独立トランク ポートを使用すると、すべてのセカンダリ ポートのトラフィックが 1 つのトランクを通じて結合できます。

混合モード トランク ポートを使用すると、このトポロジで必要な複数の混合モード ポートを 1 つのトランク ポートにまとめることができ、複数のプライマリ VLAN を伝送します。

PVLAN と他の機能との相互作用

PVLAN には他の機能との相互作用があります。詳しくは次のセクションで説明します。

- PVLAN と VLAN ACL/QoS（p.40-8）
- PVLAN とユニキャスト、ブロードキャスト、およびマルチキャスト トラフィック（p.40-8）
- PVLAN と SVI（p.40-9）

「PVLAN 設定時の注意事項および制約事項」（p.40-11）も参照してください。

PVLAN と VLAN ACL/QoS

PVLAN ポートは、次のようにプライマリおよびセカンダリ VLAN を使用します。

- PVLAN ホスト ポートで受信されたパケットは、セカンダリ VLAN に属します。
- セカンダリ VLAN によりパケットにタグが設定されている場合、またはパケットのタグが解除され、ポートのネイティブ VLAN がセカンダリ VLAN の場合、PVLAN トランク ポートで受信されたパケットはセカンダリ VLAN に属します。

PVLAN ホストまたはトランク ポートで受信され、セカンダリ VLAN に割り当てられているパケットは、セカンダリ VLAN 上でブリッジングされます。このブリッジングにより、セカンダリ VLAN ACL（アクセス コントロール リスト）と（入力方向の）セカンダリ VLAN QoS（Quality Of Service）が適用されます。

パケットが PVLAN ホストまたはトランク ポートから送信される場合、パケットは論理的にはプライマリ VLAN に属します。この関係は、セカンダリ VLAN によるタグ付けが PVLAN 用であった場合にも適用されます。この状況では、出力時のプライマリ VLAN ACL およびプライマリ VLAN QoS がパケットに適用されます。

- 同様に、PVLAN 混合モード アクセス ポートで受信されるパケットもプライマリ VLAN に属します。
- 着信 VLAN によっては、PVLAN 混合モード トランク ポートで受信されるパケットがプライマリ VLAN または通常の VLAN に属することもあります。

混合モード トランク ポートに着信する、通常の VLAN へのトラフィックの場合、通常の VLAN ACL および QoS ポリシーが適用されます。PVLAN ドメインへのトラフィックの場合、混合モード ポートで受信するパケットはプライマリ VLAN にブリッジングされます。このため、入力ではプライマリ VLAN ACL および QoS ポリシーが適用されます。

パケットが混合モード トランク ポートから送信される場合、セカンダリ ポートから受信されたパケットであればセカンダリ VLAN に論理的に属し、別の混合モード ポートからブリッジングされたパケットであればプライマリ VLAN に属します。パケットは区別できないので、混合モード トランク ポートから出力するパケットについては、VLAN QoS ポリシーはすべて無視されます。

PVLAN とユニキャスト、ブロードキャスト、およびマルチキャスト トラフィック

通常の VLAN では、同じ VLAN のデバイスはレイヤ 2 レベルで相互に通信できますが、別の VLAN のインターフェイスに接続されているデバイスはレイヤ 3 レベルで通信します。PVLAN の場合、混合モード ポートはプライマリ VLAN のメンバですが、ホスト ポートはセカンダリ VLAN に属します。セカンダリ VLAN はプライマリ VLAN に関連付けられているので、これらの VLAN のメンバはレイヤ 2 レベルで相互に通信できます。

通常の VLAN では、ブロードキャストはその VLAN のすべてのポートに転送されます。PVLAN ブロードキャストの場合の転送先は、ブロードキャストを送信するポートによって異なります。

- 独立ポートは、混合モード ポートまたはトランク ポートにのみブロードキャストを送信します。
- コミュニティ ポートは、すべての混合モード ポート、トランク ポート、および同じコミュニティ VLAN のポートにブロードキャストを送信します。
- 混合モード ポートは、PVLAN のすべてのポートにブロードキャストを送信します（他の混合モード ポート、トランク ポート、独立ポート、およびコミュニティ ポート）。

マルチキャスト トラフィックは、PVLAN の境界を超えて、1 つのコミュニティ VLAN 内で、ルーティングまたはブリッジングされます。マルチキャスト トラフィックは、同じ独立 VLAN のポート間または異なるセカンダリ VLAN のポート間では転送されません。

PVLAN と SVI

レイヤ 3 スイッチでは、Switch Virtual Interface（SVI; スイッチ仮想インターフェイス）が VLAN のレイヤ 3 インターフェイスとなります。レイヤ 3 デバイスと PVLAN の通信は、セカンダリ VLAN ではなく、プライマリ VLAN を介してのみ行われます。レイヤ 3 VLAN インターフェイス（SVI）はプライマリ VLAN だけに設定してください。セカンダリ VLAN には、レイヤ 3 VLAN インターフェイスを設定できません。VLAN がセカンダリ VLAN として設定されていれば、セカンダリ VLAN の SVI はインタラクティブになります。

- アクティブ SVI をセカンダリ VLAN として VLAN に設定しようとしても、SVI をディセーブルにしなければ設定できません。
- VLAN がセカンダリ VLAN として設定されており、そのセカンダリ VLAN がレイヤ 3 でマップされている場合は、この VLAN に SVI を作成しようとしても SVI は作成されず、エラー メッセージが表示されます。SVI がレイヤ 3 でマップされていなければ SVI は作成されますが、自動的にシャット ダウンされます。

プライマリ VLAN がセカンダリ VLAN に関連付けられ、マップされている場合、プライマリ VLAN の設定はセカンダリ VLAN SVI に伝播されます。たとえば、IP サブネットをプライマリ VLAN SVI に割り当てると、このサブネットは PVLAN 全体の IP サブネット アドレスになります。

PVLAN の設定

ここでは、PVLAN の設定手順について説明します。

PVLAN の設定手順

PVLAN を設定する手順は、次のとおりです。

ステップ 1　VTP を透過モードに設定します。「VTP のディセーブル化（VTP トランスペアレント モード）」（p.13-17）を参照してください。

ステップ 2　セカンダリ VLAN を作成します。「PVLAN としての VLAN の設定」（p.40-13）を参照してください。

ステップ 3　プライマリ VLAN を作成します。「PVLAN としての VLAN の設定」（p.40-13）を参照してください。

ステップ 4　セカンダリ VLAN をプライマリ VLAN に関連付けます。「セカンダリ VLAN のプライマリ VLAN との関連付け」（p.40-14）を参照してください。

（注）　プライマリ VLAN にマッピングできる独立 VLAN は 1 つだけですが、コミュニティ VLAN は複数をマッピングできます。

ステップ 5　インターフェイスを、独立ホスト、コミュニティ ホスト、またはトランク ポートとして設定します。「レイヤ 2 インターフェイスの PVLAN ホスト ポートとしての設定」（p.40-16）および「レイヤ 2 インターフェイスの PVLAN トランク ポートとしての設定」（p.40-17）を参照してください。

ステップ 6　独立ポートまたはコミュニティ ポートをプライマリ / セカンダリ VLAN ペアに関連付けます。「セカンダリ VLAN のプライマリ VLAN との関連付け」（p.40-14）を参照してください。

ステップ 7　インターフェイスを混合モード ポートとして設定します。「レイヤ 2 インターフェイスの PVLAN 混合モード ポートとしての設定」（p.40-15）を参照してください。

ステップ 8　混合モード ポートをプライマリ / セカンダリ VLAN ペアにマッピングします。「レイヤ 2 インターフェイスの PVLAN 混合モード ポートとしての設定」（p.40-15）を参照してください。

ステップ 9　VLAN 間ルーティングを使用する場合は、プライマリ SVI を設定し、セカンダリ VLAN をマッピングします。「セカンダリ VLAN 入力トラフィックのルーティングの許可」（p.40-22）を参照してください。

ステップ 10　PVLAN の設定を確認します。「Switch#」（p.40-22）を参照してください。

PVLAN のデフォルト設定

PVLAN は設定されていません。

PVLAN 設定時の注意事項および制約事項

PVLAN の設定時には、次の注意事項に従ってください。

- PVLAN を正しく設定するには、VTP のトランスペアレント モードでイネーブルにします。

  VTP モードを PVLAN のクライアントまたはサーバに変更することはできません。
- PVLAN に VLAN 1 または VLAN 1002 ～ 1005 を設定しないでください。
- ポートをプライマリ VLAN、独立 VLAN、またはコミュニティ VLAN に割り当てる場合は、PVLAN コマンドのみを使用します。

  プライマリ VLAN、独立 VLAN、またはコミュニティ VLAN 上のレイヤ 2 インターフェイスは、PVLAN では非アクティブになります。レイヤ 2 トランク インターフェイスは、STP（スパニングツリー プロトコル）フォワーディング ステートのままです。
- セカンダリ VLAN には、レイヤ 3 VLAN インターフェイスを設定できません。

  独立 VLAN およびコミュニティ（セカンダリ）VLAN のレイヤ 3 VLAN インターフェイスは、VLAN が独立 VLAN またはコミュニティ VLAN として設定されている場合、非アクティブです。
- VLAN ポートを、EtherChannel として設定しないでください。ポートが PVLAN の設定に含まれる場合、これに対応する EtherChannel の設定は非アクティブです。
- プライマリ VLAN には、ダイナミック Access Control Entry（ACE; アクセス コントロール エントリ）を適用できません。

  プライマリ VLAN に適用されている Cisco IOS ダイナミック ACL 設定は、VLAN が PVLAN の設定に含まれている場合、非アクティブです。
- 不正な設定によるスパニングツリー ループを防止するために、**spanning-tree portfast trunk** コマンドを使用して PVLAN トランク上で PortFast をイネーブルにします。
- セカンダリ VLAN に設定された VLAN ACL は、すべて入力方向で有効です。また、セカンダリ VLAN に関連付けられたプライマリ VLAN に設定された VLAN ACL はすべて出力方向で有効です。
- 独立 VLAN またはコミュニティ VLAN のレイヤ 3 スイッチングを停止する場合は、その VLAN のプライマリ VLAN へのマッピングを削除します。
- デバイスがトランク接続され、プライマリ VLAN およびセカンダリ VLAN がトランクに関連付けられているかぎり、異なるネットワーク デバイス上に PVLAN ポートを設定できます。
- 2 つの異なるデバイス上の独立ポートは相互通信できませんが、コミュニティ VLAN ポートの場合は可能です。
- PVLAN は、次の SPAN 機能をサポートしています。
  - PVLAN ポートを SPAN 送信元ポートとして設定できます。
  - プライマリ VLAN、独立 VLAN、およびコミュニティ VLAN 上で VLAN-based SPAN（VSPAN）を使用して、または単一の VLAN 上で SPAN を使用して、入力および出力トラフィックを個別にモニタすることができます。

SPAN の詳細については、第 43 章「SPAN と RSPAN の設定」を参照してください。

- プライマリ VLAN には複数のコミュニティ VLAN を関連付けできますが、独立 VLAN は 1 つだけです。
- 独立 VLAN またはコミュニティ VLAN には、1 つのプライマリ VLAN のみを関連付けることができます。
- PVLAN の設定で使用された VLAN を削除すると、この VLAN に関連付けられた PVLAN ポートは非アクティブになります。
- VTP は、PVLAN をサポートしていません。PVLAN ポートを使用する場合は、デバイスごとに PVLAN を設定する必要があります。
- 使用する PVLAN の設定のセキュリティを確保して、PVLAN として設定された VLAN が他の目的に使用されないようにするには、PVLAN ポートがないデバイスを含めて、すべての中間デバイスで PVLAN を設定します。
- PVLAN でトラフィックを伝送しないデバイスのトランクから、PVLAN をプルーニングします。
- ポート ACLS 機能が使用できる場合、セカンダリ VLAN ポートに Cisco IOS ACLS を、および PVLAN（VACL）に Cisco IOS ACLS を適用できます。VACL の詳細については、第 39 章「ACL によるネットワーク セキュリティの設定」を参照してください。
- プライマリ VLAN、独立 VLAN、およびコミュニティ VLAN には、さまざまな QoS 設定を適用できます（第 32 章「QoS の設定」を参照）。プライマリ VLAN のレイヤ 3 VLAN インターフェイスに適用された Cisco IOS ACL は、関連する独立 VLAN およびコミュニティ VLAN にも自動的に適用されます。
- PVLAN トランク ポートでは、入力トラフィックにセカンダリ VLAN ACL、出力トラフィックにプライマリ VLAN ACL が適用されます。
- 混合モード ポートでは、入力トラフィックにプライマリ VLAN ACL が適用されます。
- PVLAN セカンダリ トランク ポートと混合モード トランク ポートはどちらも IEEE 802.1q カプセル化だけをサポートします。
- PVLAN トランク上では、コミュニティ VLAN を伝播または伝送できません。
- レイヤ 3 PVLAN インターフェイス上で学習された ARP エントリは、[sticky] ARP エントリといいます（PVLAN インターフェイス ARP エントリを表示して確認することを推奨します）。
- セキュリティ上の理由から、PVLAN ポート sticky ARP エントリは期限切れになりません。異なる MAC アドレスでも同じ IP アドレスを持つデバイスを接続すると、エラー メッセージが生成されて ARP エントリは作成されません。
- PVLAN ポート sticky ARP エントリは期限切れしないので、MAC アドレスを変更する場合は手動でエントリを削除する必要があります。sticky ARP エントリを上書きするには、まず **no arp** コマンドでエントリを削除してから、**arp** コマンドでエントリを上書きします。
- DHCP 環境では、PC をシャットダウンしても自分の IP アドレスを他人に譲ることはできません。この問題を解決するために、Catalyst 4500 シリーズ スイッチでは **no ip sticky-arp** コマンドをサポートしています。このコマンドを使用すると、DHCP 環境での IP アドレスの上書きおよび再使用ができます。
- 通常の VLAN は混合モード トランク ポートで伝送されます。
- 混合モード トランク ポートのデフォルト ネイティブ VLAN は VLAN 1 で、管理 VLAN です。タグのないパケットはすべてネイティブ VLAN で転送されます。プライマリ VLAN または通常の VLAN をネイティブ VLAN として設定できます。
- 混合モード トランクは、セカンダリ VLAN を伝送するようには設定できません。許容 VLAN リストでセカンダリ VLAN を指定した場合、設定は受け入れられますが、セカンダリ VLAN のポートは動作せず、転送しません。これは、セカンダリ VLAN ではあってもプライマリ VLAN に関連付けられていない VLAN のポートの場合にも当てはまります。
- 混合モード トランク ポートでは、プライマリ VLAN に着信する入力トラフィックにプライマリ VLAN ACL および QoS が適用されます。

- VLAN ACL または QoS は、混合モード トランク ポートの出力トラフィックには適用されません。PVLAN のトラフィックのアップストリームは、論理的にセカンダリ VLAN に向かうからです。ハードウェアの VLAN 変換により、受信したセカンダリ VLAN の情報は失われます。このため、ポリシーは適用されません。この制約は、同じプライマリ VLAN の他のポートからブリッジングされるトラフィックにも当てはまります。
- PVLAN 混合モード トランク ポートでポート セキュリティを設定しないでください。逆の場合も行わないでください。

  混合モード トランク ポートのポートセキュリティをイネーブルにした場合、この機能はサポートされていないので、ポートは予測できない動作をする可能性があります。
- PVLAN 混合モード トランク ポートに IEEE 802.1X を設定しないでください。

PVLAN としての VLAN の設定

（注） Supervisor Engine 6-E は、コミュニティ PVLAN をサポートしません。

VLAN を PVLAN として設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# vlan vlan_ID`	VLAN コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 3	`Switch(config-vlan)# private-vlan {community | isolated | primary}`	VLAN を PVLAN として設定します。 • このコマンドは、VLAN コンフィギュレーション サブモードを終了するまで有効になりません。 PVLAN のステータスをクリアするには、**no** キーワードを使用します。 **（注）** Supervisor Engine 6-E は、コミュニティおよび独立 PVLAN トランク ポートをサポート*しません*。
ステップ 4	`Switch(config-vlan)# end`	VLAN コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 5	`Switch# show vlan private-vlan [type]`	設定を確認します。

次に、VLAN 202 をプライマリ VLAN として設定し、その設定を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# vlan 202
Switch(config-vlan)# private-vlan primary
Switch(config-vlan)# end
Switch# show vlan private-vlan
Primary Secondary Type              Interfaces
------- --------- ----------------- ------------------------------------------
202               primary
```

次に、VLAN 303 をコミュニティ VLAN として設定し、その設定を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# vlan 303
Switch(config-vlan)# private-vlan community
Switch(config-vlan)# end
Switch# show vlan private-vlan

Primary Secondary Type              Interfaces
------- --------- ----------------- ------------------------------------------
202               primary
        303       community
```

次に、VLAN 440 を独立 VLAN として設定し、その設定を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# vlan 440
Switch(config-vlan)# private-vlan isolated
Switch(config-vlan)# end
Switch# show vlan private-vlan

Primary Secondary Type              Interfaces
------- --------- ----------------- ------------------------------------------
202               primary
        303       community
        440       isolated
```

セカンダリ VLAN のプライマリ VLAN との関連付け

セカンダリ VLAN をプライマリ VLAN に関連付けるには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# vlan primary_vlan_ID`	プライマリ VLAN の VLAN コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 3	`Switch(config-vlan)# private-vlan association {secondary_vlan_list | add secondary_vlan_list | remove secondary_vlan_list}`	セカンダリ VLAN をプライマリ VLAN に関連付けます。リストに含めることができる VLAN は 1 つだけです。 すべてのセカンダリ アソシエーションをクリアするには、**no** キーワードを使用します。
ステップ 4	`Switch(config-vlan)# end`	VLAN コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 5	`Switch# show vlan private-vlan [type]`	設定を確認します。

セカンダリ VLAN をプライマリ VLAN と関連付ける場合、次の点に注意してください。

- *secondary_vlan_list* パラメータにはスペースを含めないでください。カンマで区切ると、複数の項目を含めることができます。各項目として入力できるのは、単一の PVLAN ID またはハイフンで連結した PVLAN ID の範囲です。
- *secondary_vlan_list* パラメータには、複数のコミュニティ VLAN ID を含めることができます。
- *secondary_vlan_list* パラメータには、独立 VLAN ID を 1 つだけ含めることができます。
- セカンダリ VLAN を PVLAN に関連付けるには、*secondary_vlan_list* を入力するか、または *secondary_vlan_list* と **add** キーワードを使用します。
- セカンダリ VLAN と PVLAN 間のアソシエーションをクリアするには、*secondary_vlan_list* と **remove** キーワードを使用します。
- これらのコマンドは、VLAN コンフィギュレーション サブモードを終了するまで有効になりません。

次に、プライマリ VLAN 202 にコミュニティ VLAN 303 ～ 307 および 309、独立 VLAN 440 を関連付け、その設定を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# vlan 202
Switch(config-vlan)# private-vlan association 303-307,309,440
Switch(config-vlan)# end
Switch# show vlan private-vlan

Primary Secondary Type              Interfaces
------- --------- ----------------- ------------------------------------------
202     303       community
202     304       community
202     305       community
202     306       community
202     307       community
202     309       community
202     440       isolated
        308       community
```

（注） セカンダリ VLAN 308 は、プライマリ VLAN と関連付けされません。

レイヤ 2 インターフェイスの PVLAN 混合モード ポートとしての設定

レイヤ 2 インターフェイスを PVLAN 混合モード ポートとして設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface {fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet} slot/port`	設定する LAN インターフェイスを指定します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# switchport mode private-vlan {host | promiscuous | trunk promiscuous | trunk [secondary]}`	レイヤ 2 インターフェイスを PVLAN 混合モード ポートとして設定します。
ステップ 4	`Switch(config-if)# [no] switchport private-vlan mapping [trunk] primary_vlan_ID {secondary_vlan_list | add secondary_vlan_list | remove secondary_vlan_list}`	PVLAN 混合モード ポートをプライマリ VLAN および選択したセカンダリ VLAN にマッピングします。
ステップ 5	`Switch(config-if)# end`	コンフィギュレーション モードを終了します。
ステップ 6	`Switch# show interfaces {fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet} slot/port switchport`	設定を確認します。

（注） 上記の **switchport private-vlan mapping trunk** コマンドでサポートされる一意のプライベート VLAN ペアの最大数は 500 です。たとえば、1000 のセカンダリ VLAN を 1 つのプライマリ VLAN にマッピングしたり、1000 のセカンダリ VLAN を 1000 のプライマリ VLAN と 1 対 1 でマッピングしたりすることができます。

レイヤ 2 インターフェイスを PVLAN 混合モード ポートとして設定する場合、次の点に注意してください。

- *secondary_vlan_list* パラメータにはスペースを含めないでください。カンマで区切ると、複数の項目を含めることができます。各項目として入力できるのは、単一の PVLAN ID またはハイフンで連結した PVLAN ID の範囲です。
- セカンダリ VLAN を PVLAN 混合モード ポートにマッピングするには、*secondary_vlan_list* を入力するか、または *secondary_vlan_list* と **add** キーワードを使用します。
- セカンダリ VLAN と PVLAN 混合モード ポート間のマッピングをクリアするには、*secondary_vlan_list* と **remove** キーワードを使用します。

次に、インターフェイス FastEthernet 5/2 を PVLAN 混合モード ポートとして設定し、PVLAN にマッピングして、その設定を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface fastethernet 5/2
Switch(config-if)# switchport mode private-vlan promiscuous
Switch(config-if)# switchport private-vlan mapping 200 2
Switch(config-if)# end
Switch# show interfaces fastethernet 5/2 switchport
Name:Fa5/2
Switchport:Enabled
Administrative Mode:private-vlan promiscuous
Operational Mode:private-vlan promiscuous
Administrative Trunking Encapsulation:negotiate
Operational Trunking Encapsulation:native
Negotiation of Trunking:Off
Access Mode VLAN:1 (default)
Trunking Native Mode VLAN:1 (default)
Voice VLAN:none
Administrative Private VLAN Host Association:none
Administrative Private VLAN Promiscuous Mapping:200 (VLAN0200) 2 (VLAN0002)
Private VLAN Trunk Native VLAN:none
Administrative Private VLAN Trunk Encapsulation:dot1q
Administrative Private VLAN Trunk Normal VLANs:none
Administrative Private VLAN Trunk Private VLANs:none
Operational Private VLANs:
  200 (VLAN0200) 2 (VLAN0002)
Trunking VLANs Enabled:ALL
Pruning VLANs Enabled:2-1001
Capture Mode Disabled
Capture VLANs Allowed:ALL
```

レイヤ 2 インターフェイスの PVLAN ホスト ポートとしての設定

レイヤ 2 インターフェイスを PVLAN ホスト ポートとして設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface {fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet} slot/port`	設定する LAN ポートを指定します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# switchport mode private-vlan {host | promiscuous | trunk promiscuous | trunk [secondary]}`	レイヤ 2 インターフェイスを PVLAN ホスト ポートとして設定します。
ステップ 4	`Switch(config-if)# [no] switchport private-vlan host-association primary_vlan_ID secondary_vlan_ID`	レイヤ 2 インターフェイスを PVLAN に関連付けます。 プライマリ VLAN からすべてのアソシエーションを削除するには、**no** キーワードを使用します。
ステップ 5	`Switch(config-if)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 6	`Switch# show interfaces {fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet} slot/port switchport`	設定を確認します。

次に、インターフェイス FastEthernet 5/1 を PVLAN ホスト ポートとして設定し、その設定を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface fastethernet 5/1
Switch(config-if)# switchport mode private-vlan host
Switch(config-if)# switchport private-vlan host-association 202 440

Switch(config-if)# end

Switch# show interfaces fastethernet 5/1 switchport
Name: Fa5/1
Switchport: Enabled
Administrative Mode: private-vlan host
Operational Mode: private-vlan host
Administrative Trunking Encapsulation: negotiate
Operational Trunking Encapsulation: native
Negotiation of Trunking: Off
Access Mode VLAN: 1 (default)
Trunking Native Mode VLAN: 1 (default)
Voice VLAN: none
Appliance trust: none
Administrative Private Vlan
  Host Association: 202 (VLAN0202) 440 (VLAN0440)
  Promiscuous Mapping: none
  Trunk encapsulation : dot1q
  Trunk vlans:
Operational private-vlan(s):
  202 (VLAN0202) 440 (VLAN0440)
Trunking VLANs Enabled: ALL
Pruning VLANs Enabled: 2-1001
Capture Mode Disabled
Capture VLANs Allowed: ALL
```

レイヤ 2 インターフェイスの PVLAN トランク ポートとしての設定

レイヤ 2 インターフェイスを PVLAN トランク ポートとして設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface {fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet} slot/port`	設定する LAN ポートを指定します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# switchport mode private-vlan {host | promiscuous | trunk promiscuous | trunk [secondary]}`	レイヤ 2 インターフェイスを PVLAN トランク ポートとして設定します。

	コマンド	目的
ステップ 4	`Switch(config-if)# [no] switchport private-vlan association trunk primary_vlan_ID secondary_vlan_ID`	プライマリ VLAN とセカンダリ VLAN のアソシエーションを設定し、PVLAN トランク ポートを PVLAN に関連付けます。 **（注）** PVLAN トランク ポートが複数のセカンダリ VLAN を伝送できるように、このコマンドを使用して複数の PVLAN ペアを指定できます。既存のプライマリ VLAN にアソシエーションを指定した場合、既存のアソシエーションと置き換えられます。トランクにアソシエーションが指定されていない場合、セカンダリ VLAN で受信されたパケットはすべてドロップされます。 プライマリ VLAN からすべてのアソシエーションを削除するには、**no** キーワードを使用します。
ステップ 5	`Switch(config-if)# [no] switchport private-vlan trunk allowed vlan vlan_list all | none | [add | remove | except] vlan_atom[,vlan_atom...]`	PVLAN トランク ポートで許容される通常の VLAN のリストを設定します。 PVLAN トランク ポートで許容される通常の VLAN をすべて削除するには、**no** キーワードを使用します。
ステップ 6	`Switch(config-if)# switchport private-vlan trunk native vlan vlan_id`	PVLAN トランク ポートに（IEEE 802.1Q タグとしての）タグなしパケットが割り当てられる VLAN を設定します。 ネイティブ VLAN が設定されていない場合、タグなしのパケットはすべてドロップされます。 ネイティブ VLAN がセカンダリ VLAN で、ポートにセカンダリ VLAN の関連付けが指定されていない場合、タグなしパケットはドロップされます。 PVLAN トランク ポート上のすべてのネイティブ VLAN を削除するには、**no** キーワードを使用します。
ステップ 7	`Switch(config-if)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 8	`Switch# show interfaces {fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet} slot/port switchport`	設定を確認します。

次に、インターフェイス FastEthernet 5/2 をセカンダリ トランク ポートとして設定し、その設定を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface fastethernet 5/2
Switch(config-if)# switchport mode private-vlan trunk secondary
Switch(config-if)# switchport private-vlan trunk native vlan 10
Switch(config-if)# switchport private-vlan trunk allowed vlan 10. 3-4
Switch(config-if)# switchport private-vlan association trunk 3 301
Switch(config-if)# end
Switch# show interfaces fastethernet 5/2 switchport
Name: Fa5/2
    Switchport: Enabled
    Administrative Mode: private-vlan trunk secondary
    Operational Mode: private-vlan trunk secondary
    Administrative Trunking Encapsulation: negotiate
    Operational Trunking Encapsulation: dot1q
    Negotiation of Trunking: On
    Access Mode VLAN: 1 (default)
    Trunking Native Mode VLAN: 1 (default)
    Administrative Native VLAN tagging: enabled
    Voice VLAN: none
    Administrative private-vlan host-association: none A
    dministrative private-vlan mapping: none
    Administrative private-vlan trunk native VLAN: 10
    Administrative private-vlan trunk Native VLAN tagging: enabled
    Administrative private-vlan trunk encapsulation: dot1q
    Administrative private-vlan trunk normal VLANs: none
    Administrative private-vlan trunk associations:
        3 (VLAN0003) 301 (VLAN0301)
    Administrative private-vlan trunk mappings: none
    Operational private-vlan: none
    Operational Normal VLANs: none
    Trunking VLANs Enabled: ALL
    Pruning VLANs Enabled: 2-1001
    Capture Mode Disabled Capture VLANs Allowed: ALL

    Unknown unicast blocked: disabled
    Unknown multicast blocked: disabled
    Appliance trust: none
```

レイヤ 2 インターフェイスの混合モード トランク ポートとしての設定

（注） Supervisor Engine 6-E は、混合モード トランク ポートをサポート*しません*。

レイヤ 2 インターフェイスを PVLAN 混合モード トランク ポートとして設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface {fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet} slot/port`	設定する LAN インターフェイスを指定します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# switchport mode private-vlan {host | promiscuous | trunk promiscuous | trunk [secondary]}`	レイヤ 2 インターフェイスを PVLAN 混合モード トランク ポートとして設定します。

	コマンド	目的
ステップ 4	`Switch(config-if)# [no] switchport private-vlan mapping [trunk] primary_vlan_ID {secondary_vlan_list | add secondary_vlan_list | remove secondary_vlan_list}`	PVLAN 混合モード ポートをプライマリ VLAN および選択したセカンダリ VLAN にマッピングします。 このコマンドの削除には 3 つのレベルがあります。この表に続く例を参照してください。
ステップ 5	`Switch(config-if)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 6	`Switch# show interfaces {fastethernet | gigabitethernet | tengigabitethernet} slot/port switchport`	設定を確認します。

（注） 上記の **switchport private-vlan mapping trunk** コマンドでサポートされる一意のプライベート VLAN ペアの最大数は 500 です。たとえば、1000 のセカンダリ VLAN を 1 つのプライマリ VLAN にマッピングしたり、1000 のセカンダリ VLAN を 1000 のプライマリ VLAN と 1 対 1 でマッピングしたりすることができます。

（注） デフォルトでは、PVLAN トランク混合モードに設定すると、ネイティブ VLAN は 1 に設定されます。

[**no**] **switchport private-vlan mapping** コマンドには、次の 3 つの削除レベルがあります。

- リストから 1 つまたは複数のセカンダリ VLAN を削除するレベル。次に例を示します。
  ```
  Switch(config-if)# switchport private-vlan mapping trunk 2 remove 222
  ```
- PVLAN 混合モード トランク ポートから指定したプライマリ VLAN（およびそれ自身の選択したセカンダリ VLAN）へのマッピングをすべて削除するレベル。次に例を示します。
  ```
  Switch(config-if)# no switchport private-vlan mapping trunk 2
  ```
- PVLAN 混合モード トランク ポートから事前に設定されていたすべてのプライマリ VLAN（およびそれら自身の選択したセカンダリ VLAN）へのマッピングを削除するレベル。次に例を示します。
  ```
  Switch(config-if)# no switchport private-vlan mapping trunk
  ```

レイヤ 2 インターフェイスを PVLAN 混合モード ポートとして設定する場合、次の点に注意してください。

- 混合モード トランク ポートで複数のプライマリ VLAN を伝送できるようにするには、**switchport private-vlan mapping trunk** コマンドを使用して複数の PVLAN ペアを指定します。
- *secondary_vlan_list* パラメータにはスペースを含めないでください。カンマで区切ると、複数の項目を含めることができます。各項目として入力できるのは、単一の PVLAN ID またはハイフンで連結した PVLAN ID の範囲です。
- セカンダリ VLAN を PVLAN 混合モード ポートにマッピングするには、*secondary_vlan_list* を入力するか、または *secondary_vlan_list* と **add** キーワードを使用します。
- セカンダリ VLAN と PVLAN 混合モード ポート間のマッピングをクリアするには、*secondary_vlan_list* と **remove** キーワードを使用します。

次に、インターフェイス FastEthernet 5/2 を混合モード トランク ポートとして設定し、その設定を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface fastethernet 5/2
Switch(config-if)# switchport mode private-vlan trunk promiscuous
Switch(config-if)# switchport private-vlan trunk native vlan 10
Switch(config-if)# switchport private-vlan trunk allowed vlan 10, 3-4
Switch(config-if)# switchport private-vlan mapping trunk 3 301, 302
Switch(config-if)# end
Switch# show interfaces fastethernet 5/2 switchport
Name: Fa5/2
Switchport: Enabled
Administrative Mode: private-vlan trunk promiscuous
Operational Mode: private-vlan trunk promiscuous
Administrative Trunking Encapsulation: negotiate
Operational Trunking Encapsulation: dot1q
Negotiation of Trunking: On
Access Mode VLAN: 1 (default)
Trunking Native Mode VLAN: 1 (default)
Administrative Native VLAN tagging: enabled
Voice VLAN: none
Administrative private-vlan host-association: none
Administrative private-vlan mapping: none
Administrative private-vlan trunk native VLAN: 10
Administrative private-vlan trunk Native VLAN tagging: enabled
Administrative private-vlan trunk encapsulation: dot1q
Administrative private-vlan trunk normal VLANs: 3-4,10
Administrative private-vlan trunk associations: none
Administrative private-vlan trunk mappings:
    3 (VLAN0003) 301 (VLAN0301)  302 (VLAN0302)
Operational private-vlan:
  3 (VLAN0003) 301 (VLAN0301) 302 (VLAN0302)
Trunking VLANs Enabled: ALL
Pruning VLANs Enabled: 2-1001
Capture Mode Disabled
Capture VLANs Allowed: ALL

Unknown unicast blocked: disabled
Unknown multicast blocked: disabled
Appliance trust: none
```

セカンダリ VLAN 入力トラフィックのルーティングの許可

（注） 独立 VLAN とコミュニティ VLAN は、いずれもセカンダリ VLAN と呼ばれます。

セカンダリ VLAN 入力トラフィックのルーティングを許可するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface vlan` *primary_vlan_ID*	プライマリ VLAN のインターフェイス コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# [no] private-vlan mapping` *primary_vlan_ID* {*secondary_vlan_list* | **add** *secondary_vlan_list* | **remove** *secondary_vlan_list*}	セカンダリ VLAN 入力トラフィックのルーティングを許可するために、セカンダリ VLAN をプライマリ VLAN にマッピングします。 プライマリ VLAN からすべてのアソシエーションを削除するには、**no** キーワードを使用します。
ステップ 4	`Switch(config-if)# end`	コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 5	`Switch# show interface private-vlan mapping`	設定を確認します。

セカンダリ VLAN 入力トラフィックのルーティングを許可する場合、次の点に注意してください。

- **private-vlan mapping** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドは、レイヤ 3 スイッチングされた PVLAN 入力トラフィックのみに影響します。
- *secondary_vlan_list* パラメータにはスペースを含めないでください。カンマで区切ると、複数の項目を含めることができます。各項目として入力できるのは、単一の PVLAN ID またはハイフンで連結した PVLAN ID の範囲です。
- セカンダリ VLAN をプライマリ VLAN にマッピングするには、*secondary_vlan_list* を入力するか、または *secondary_vlan_list* と **add** キーワードを使用します。
- セカンダリ VLAN とプライマリ VLAN 間のマッピングを消去するには、*secondary_vlan_list* パラメータと **remove** キーワードを使用します。

次に、PVLAN 303 ～ 307、309、および 440 からのセカンダリ VLAN 入力トラフィックのルーティングを許可し、設定を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface vlan 202
Switch(config-if)# private-vlan mapping add 303-307,309,440
Switch(config-if)# end
Switch# show interfaces private-vlan mapping
Interface Secondary VLAN Type
--------- -------------- -----------------
vlan202   303            community
vlan202   304            community
vlan202   305            community
vlan202   306            community
vlan202   307            community
vlan202   309            community
vlan202   440            isolated

Switch#
```

CHAPTER 41

ポート ユニキャストおよびマルチキャスト フラッディング ブロック

この章では、Catalyst 4000 ファミリ スイッチ上でマルチキャストおよびユニキャスト フラッディング ブロックを設定する方法について説明します。この章の内容は、次のとおりです。

(注) この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

フラッディング ブロックの概要

MAC（メディア アクセス制御）アドレスが期限切れになるか、スイッチによって学習されなかったために、不明のユニキャストまたはマルチキャスト トラフィックがスイッチ ポートにフラッディングすることがあります（この状態は、特に Private VLAN [PVLAN] 独立ポートでは望ましくありません）。ポートにユニキャストおよびマルチキャスト トラフィックがフラッディングしないようにするには、**switchport block unicast** および **switchport block multicast** コマンドを使用して、スイッチでのフラッディング ブロックをイネーブルにします。

(注) フラッディング ブロック機能は、すべてのスイッチド ポート（PVLAN ポートを含む）でサポートされ、ポートが転送するすべての VLAN（仮想 LAN）に適用されます。

ポート ブロックの設定

デフォルトでは、スイッチは不明の宛先 MAC アドレスを持つパケットをすべてのポートにフラッディングします。不明のユニキャストおよびマルチキャスト トラフィックがスイッチ ポートに転送される場合、セキュリティ問題が生じる可能性があります。このようなトラフィックの転送を防ぐために、不明のユニキャストまたはマルチキャスト パケットをブロックするようにポートを設定できます。

（注） ユニキャストまたはマルチキャスト トラフィックのブロックは、スイッチ ポート上で自動的にはイネーブルになりません。明示的に設定する必要があります。

インターフェイス上でのフラッディングするトラフィックのブロック

（注） 有効なインターフェイスは、物理インターフェイス（たとえば、GigabitEthernet 1/1）または EtherChannel グループ（port-channel 5 など）です。ポート チャネルのマルチキャストまたはユニキャスト トラフィックをブロックする場合、ポート チャネル グループのすべてのポートでブロックされます。

インターフェイスへのマルチキャストおよびユニキャスト パケットのフラッディングをディセーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface` *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、スイッチポート インターフェイスのタイプおよび番号を入力します（たとえば、GigabitEthernet 1/1）。
ステップ 3	`Switch(config-if)# switchport block multicast`	ポートへの不明マルチキャストの転送をブロックします。
ステップ 4	`Switch(config-if)# switchport block unicast`	ポートへの不明ユニキャストの転送をブロックします。
ステップ 5	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	`Switch# show interface` *interface-id* `switchport`	入力を確認します。
ステップ 7	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、インターフェイス GigabitEthernet 1/1 上でユニキャストおよびマルチキャスト フラッディングをブロックし、設定を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface gigabitethernet1/1
Switch(config-if)# switchport block multicast
Switch(config-if)# switchport block unicast
Switch(config-if)# end
Switch# show interface gigabitethernet1/1 switchport
Name: Gi1/3
Switchport: Enabled

（テキスト出力は省略）

Port Protected: On
Unknown Unicast Traffic: Not Allowed
Unknown Multicast Traffic: Not Allowed

Broadcast Suppression Level: 100
Multicast Suppression Level: 100
Unicast Suppression Level: 100
```

ポート上での通常の転送の再開

ポート上で通常の転送を再開するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface` *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始し、スイッチポート インターフェイスのタイプおよび番号を入力します（たとえば、GigabitEthernet 1/1）。
ステップ 3	`Switch(config-if)# no switchport block multicast`	ポートへの不明マルチキャストのフラッディングをイネーブルにします。
ステップ 4	`Switch(config-if)# no switchport block unicast`	ポートへの不明ユニキャストのフラッディングをイネーブルにします。
ステップ 5	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	`Switch# show interface` *interface-id* `switchport`	入力を確認します。
ステップ 7	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

CHAPTER 42

ストーム制御の設定

この章では、Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上でポートベースのトラフィック制御を設定する方法について説明します。

(注) この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

この章の内容は、次のとおりです。

ストーム制御の概要

ここでは、次の内容について説明します。

ストーム制御は、LAN インターフェイスがブロードキャスト ストームによって混乱しないようにします。ブロードキャスト ストームは、ブロードキャスト パケットがサブネットにフラッディングすると発生し、過剰なトラフィックが生み出され、ネットワーク パフォーマンスを低下させます。プロトコルスタック実装またはネットワーク設定のエラーが、ブロードキャスト ストームの原因になります。

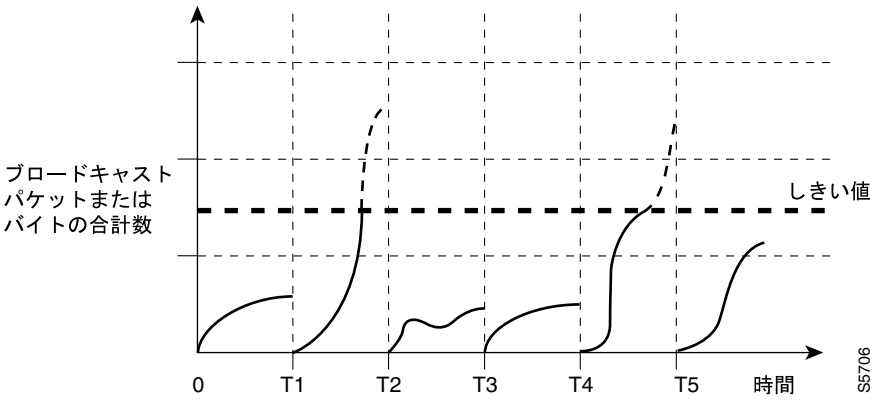
（注） ストーム制御は、WS-X4516 スーパーバイザ エンジンおよびスーパーバイザ エンジン 6-E 上のすべてのポートのハードウェアでサポートされています。これに対して、スーパーバイザ エンジン WS-X4515、WS-X4014、および WS-X4013+ は、非ブロッキング ギガビット ポート上のハードウェアおよび他のすべてのポート上のソフトウェアでサポートされ、これらのインターフェイスのカウンタが概算で算出されます。マルチキャスト ストーム制御がサポートされるのは、WS-X4516 スーパーバイザ エンジンおよびスーパーバイザ エンジン 6-E のみです。

ハードウェアベースのストーム制御実装

ブロードキャスト抑制は、サブネット上でのブロードキャスト アクティビティを 1 秒のインターバルで測定し、その測定結果をあらかじめ定義されたしきい値と比較するフィルタリングを使用します。しきい値に達した場合、以降のブロードキャスト アクティビティが一定時間だけ抑制されます。ブロードキャスト抑制は、デフォルトではディセーブル設定にされています。

図 42-1 は、一定時間における LAN インターフェイスのブロードキャスト トラフィック パターンを示しています。この例では、T1 と T2、および T4 と T5 の間にブロードキャスト抑制が行われています。これらのインターバル中に、ブロードキャスト トラフィックの量が設定済みのしきい値を超過したためです。

図 42-1　ストーム制御の例 — ハードウェアベースの実装



ブロードキャスト抑制しきい値とタイム インターバルの組み合わせによって、ブロードキャスト抑制アルゴリズムをさまざまなレベルで機能させることができます。しきい値が高いほど、通過できるブロードキャスト パケット数が多くなります。

Catalyst 4500 シリーズ スイッチ （スーパーバイザ エンジン 6-E を含む）でのブロードキャスト抑制は、ハードウェアに実装されます。LAN インターフェイスからスイッチング バスへ流れるパケットは抑制回路でモニタされます。パケットの宛先アドレスがブロードキャストの場合、ブロードキャスト抑制回路は、1 秒のインターバル内の現在のブロードキャスト数を追跡します。この値がしきい値に達すると、以降のブロードキャスト パケットは排除されます。

ハードウェアによるブロードキャスト抑制では、ブロードキャスト アクティビティの測定に帯域幅ベースの方式が使用されるので、ブロードキャスト トラフィックが使用できる総帯域幅に対する割合の設定が、実装上の最も重要な要素になります。パケットは均等な間隔で着信するわけではないので、ブロードキャスト アクティビティが測定される 1 秒のインターバルによって、ブロードキャスト抑制の動作が影響を受ける場合があります。

ソフトウェアベースのストーム制御実装

ストーム制御がインターフェイス上でイネーブルに設定されている場合、スイッチはインターフェイス上で受信されるパケットをモニタし、パケットがブロードキャストかどうかを判別します。スイッチは、1 秒のインターバルで受信されるブロードキャスト パケット数をモニタします。インターフェイスしきい値に達した場合、インターフェイス上のすべての着信データ トラフィックがドロップされます。このしきい値は、ブロードキャスト トラフィックが使用できる総帯域に対する割合として指定されます。下限しきい値が指定されている場合、着信トラフィックがそのしきい値を下回るとすぐにすべてのデータ トラフィックが転送されます。

ブロードキャスト ストーム制御のイネーブル化

ストーム制御をイネーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface interface-id`	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始し、設定するポートを入力します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# storm-control broadcast level [high level] [lower level]`	ブロードキャスト ストーム制御を設定します。 ブロードキャスト トラフィックの上限しきい値レベルを指定します。ストーム制御のアクションは、トラフィック使用率がこのレベルに達すると実行されます。 （任意）下限しきい値レベルを指定します。ソフトウェアベースの抑制をサポートするインターフェイスのトラフィックがこのレベルを下回ると、（アクションがフィルタリングの場合）通常の伝送が再開されます。 **（注）** **低レベル**のキーワードは、スーパーバイザ　エンジン 6-E の実装には適用されません。 **（注）** ハードウェアベースの抑制を実行するポートでは、下限しきい値が無視されます。
ステップ 4	`Switch(config-if)# storm-control action {shutdown | trap}`	ストーム検出時に実行するアクションを指定します。 デフォルトでは、ブロードキャスト トラフィックが排除され、トラップは送信されません。 **shutdown** キーワードは、ストーム時にポートを errdisable ステートにします。回復インターバルが設定されていない場合、ポートはシャットダウン ステートのままです。 **（注）** **trap** キーワードは、ストーム検出時に SNMP（簡易ネットワーク管理プロトコル）トラップを生成します。このキーワードは使用可能ですが、Cisco IOS Release 12.1(19)EW ではサポートされていません。
ステップ 5	`Switch(config-if)# exit`	コンフィギュレーションモードに戻ります。
ステップ 6	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	`Switch# show storm-control [interface] broadcast`	抑制されたパケット数を表示します。
ステップ 8	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、インターフェイス上でストーム制御をイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface fa3/1
Switch(config-if)# storm-control broadcast level 50
Switch(config-if)# end

Switch# show storm-control //Supervisor Engine 6-E
Interface  Filter State   Broadcast Multicast Level
---------  -------------  --------- --------- -----
Fi3/1      Forwarding     Enabled   Disabled  50.00%

Switch# show int fa2/1 capabilities //Supervisor Engine 6-E
FastEthernet2/1
  Model:                 WS-X4148-RJ45V-RJ-45
  Type:                  10/100BaseTX
  Speed:                 10,100,auto
  Duplex:                half,full,auto
  Auto-MDIX:             no
  Trunk encap. type:     802.1Q
  Trunk mode:            on,off,desirable,nonegotiate
  Channel:               yes
  Broadcast suppression: percentage(0-100), hw
  Multicast suppression: percentage(0-100), hw <===== unique to Sup Engine 6-E systems
  Flowcontrol:           rx-(none),tx-(none)
  VLAN Membership:       static, dynamic
  Fast Start:            yes
  CoS rewrite:           yes
  ToS rewrite:           yes
  Inline power:          yes (Cisco Voice Protocol)
  SPAN:                  source/destination
  UDLD:                  yes
  Link Debounce:         no
  Link Debounce Time:    no
  Port Security:         yes
  Dot1x:                 yes
  Maximum MTU:           1552 bytes (Baby Giants)
  Multiple Media Types:  no
  Diagnostic Monitoring: N/A
```

マルチキャスト ストーム制御のイネーブル化

次の内容について説明します。

（注） Cisco IOS Release 12.2(18)EW 以降、**show interface counters storm-control** コマンドで出力されるカウンタには、ドロップされたマルチキャスト パケットも含まれます。

スーパーバイザ エンジン 6-E でのマルチキャスト抑制

スーパーバイザ エンジン 6-E は、インターフェイス単位のマルチキャスト抑制をサポートします。これにより、ユーザは着信マルチキャストおよびインターフェイス上のブロードキャスト トラフィックを抑制できます。

（注） マルチキャスト抑制およびブロードキャスト抑制は、インターフェイスごとに共通のしきい値を共有します。
マルチキャスト抑制は、ブロードキャスト抑制がイネーブルになっている場合のみ有効になります。
インターフェイス上のブロードキャスト抑制をディセーブルにすると、マルチキャスト抑制もディセーブルになります。

スーパーバイザ エンジン 6-E のマルチキャスト抑制をイネーブルにするには、次の作業を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface interface-id`	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、設定するポートを入力します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# storm-control broadcast include multicast`	マルチキャスト抑制をイネーブルにします。
ステップ 4	`Switch(config-if)# exit`	コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 5	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	`Switch# show storm-control`	設定を確認します。

次に、ブロードキャスト抑制がイネーブルであるポート上で、マルチキャスト抑制をイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# int fa3/1
Switch(config-if)# storm-control broadcast include multicast
Switch(config-if)# end
Switch#
Switch# show storm-control
Interface  Filter State   Broadcast Multicast Level
---------  -------------  --------- --------- -----
Fi3/1      Forwarding     Enabled   Enabled   50.00%
```

WS-X4516 スーパーバイザ エンジンでのマルチキャスト抑制

WS-X4516 スーパーバイザ エンジンでは、ストーム制御がイネーブルであるすべてのポートに対して、マルチキャスト抑制をイネーブルにできます。マルチキャスト抑制は、ブロードキャスト抑制が設定されたすべてのポートに適用されます。また、将来ブロードキャスト ストーム制御用に設定するポートにも適用されます。マルチキャスト トラフィックのみを抑制することはできません。

ブロードキャストまたはマルチキャスト トラフィックのしきい値を個別に指定することはできません。ブロードキャスト抑制用に設定したしきい値は、着信マルチキャスト トラフィックと着信ブロードキャスト トラフィックの両方に適用されます。

WS-X4516 スーパーバイザ エンジンのマルチキャスト抑制をイネーブルにするには、次の作業を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface` *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始し、設定するポートを入力します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# storm-control broadcast include multicast`	マルチキャスト抑制をイネーブルにします。
ステップ 4	`Switch(config-if)# exit`	コンフィギュレーションモードに戻ります。
ステップ 5	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。

次に、ブロードキャスト抑制がイネーブルであるポート上で、マルチキャスト抑制をイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# storm-control broadcast include multicast
Switch(config)# end
Switch#
```

WS-X4515、WS-X4014、および WS-X4013+ スーパーバイザ エンジンでのマルチキャスト抑制

WS-X4515、WS-X4014、および WS-X4013+ スーパーバイザ エンジンでは、マルチキャスト抑制がハードウェアでサポートされません。これらのモジュールでソフトウェアベースのブロードキャスト抑制が使用されると、着信したすべてのデータ パケットはドロップされます。ブロードキャスト抑制のみを設定したかどうかに関係なく、マルチキャスト パケットはスタブおよびブロッキング ギガビット ポートの場合と同様に排除されます。ブロードキャスト抑制をハードウェアで実行するノンブロッキング ギガビット ポートでも、マルチキャスト パケットは排除されません。

ブロードキャスト ストーム制御のディセーブル化

ストーム制御をディセーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface` *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始し、設定するポートを入力します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# no storm-control broadcast level`	ポートのストーム制御をディセーブルにします。
ステップ 4	`Switch(config-if)# no storm-control action {shutdown | trap}`	指定されたストーム制御のアクションをディセーブルにし、デフォルトのフィルタ アクションに戻します。
ステップ 5	`Switch(config-if)# exit`	コンフィギュレーションモードに戻ります。
ステップ 6	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	`Switch# show storm-control broadcast`	入力を確認します。
ステップ 8	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、インターフェイス上でストーム制御をディセーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# int fa3/1
Switch(config-if)# no storm-control broadcast level
Switch(config-if)# end
Switch# show storm-control //Supervisor Engine 2+ to V-10GE
Interface  Filter State   Upper    Lower    Current
---------  -------------  -------  -------  -------
Switch#

Switch# show storm-control //Supervisor Engine 6-E
Interface Filter State Broadcast Multicast Level
--------- ------------- --------- --------- -----
Switch#
```

マルチキャスト ストーム制御のディセーブル化

WS-X4516、WS-X4515、WS-X4014、および WS-X4013+ スーパーバイザ エンジンのマルチキャスト抑制をディセーブルにするには、次の作業を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# interface interface-id`	インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始し、設定するポートを入力します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# [no] storm-control broadcast include multicast`	マルチキャスト抑制をイネーブルにします。
ステップ 4	`Switch(config-if)# end`	コンフィギュレーションモードに戻ります。
ステップ 5	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。

スーパーバイザ エンジン 6-E のマルチキャスト抑制をディセーブルにするには、次の作業を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# [no] storm-control broadcast include multicast`	マルチキャスト抑制をイネーブルまたはディセーブルにします。
ステップ 3	`Switch(config-if)# no storm-control broadcast level`	ポート ストーム制御（ブロードキャストおよびマルチキャスト）をディセーブルにします。
ステップ 4	`Switch(config-if)# end`	コンフィギュレーションモードに戻ります。
ステップ 5	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。

ストーム制御の表示

(注)　インターフェイス上でサポートされているストーム制御のモードを確認するには、**show interface capabilities** コマンドを使用します。

次に、ソフトウェア（sw）でブロードキャスト抑制をサポートするインターフェイスの例を示します。

```
Switch# show int fa2/1 capabilities
FastEthernet2/1
  Model:                 WS-X4148-RJ45V-RJ-45
  Type:                  10/100BaseTX
  Speed:                 10,100,auto
  Duplex:                half,full,auto
  Auto-MDIX:             no
  Trunk encap. type:     802.1Q
  Trunk mode:            on,off,desirable,nonegotiate
  Channel:               yes
  Broadcast suppression: percentage(0-100), hw
  Multicast suppression: percentage(0-100), hw <=====unique to Sup Engine 6-E
  Flowcontrol:           rx-(none),tx-(none)
  VLAN Membership:       static, dynamic
  Fast Start:            yes
  CoS rewrite:           yes
  ToS rewrite:           yes
  Inline power:          yes (Cisco Voice Protocol)
  SPAN:                  source/destination
  UDLD:                  yes
  Link Debounce:         no
  Link Debounce Time:    no
  Port Security:         yes
  Dot1x:                 yes
  Maximum MTU:           1552 bytes (Baby Giants)
  Multiple Media Types:  no
  Diagnostic Monitoring: N/A
```

(注)　廃棄パケット数を表示するには、**show interfaces counters storm-control** コマンドを使用します。

```
Switch# show interfaces counters storm-control
Port         Broadcast   Multicast           Level    TotalSuppressedPackets
Fa2/1          Enabled    Disabled          10.00%              46516510
Gi3/1          Enabled     Enabled          50.00%                     0
```

次に、**show storm-control** コマンドの出力の例を示します。

```
Switch# show storm-control //Supervisor Engine 2+ to V-10GE
Interface  Filter State   Upper    Lower    Current
---------  -------------  -------  -------  -------
Gi4/4      Forwarding       2.00%    2.00%    N/A
Switch
```

(注)　前述の例では、[current] が所定の瞬間に抑制されたトラフィックの割合を表し、ハードウェアで抑制を実行するポートでは値が N/A（該当しない）になります。

```
Switch# show storm-control //Supervisor Engine 6-E
Interface  Filter State   Broadcast Multicast Level
---------  -------------  --------- --------- -----
Fa2/1      Blocking       Enabled   Disabled   10.00%
Gi3/1      Link Down      Enabled   Enabled    50.00%
```

CHAPTER 43

SPAN と RSPAN の設定

この章では、Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上で Switched Port Analyzer（SPAN; スイッチド ポート アナライザ）と Remote SPAN（RSPAN）を設定する方法について説明します。SPAN は、SwitchProbe デバイスまたはその他の Remote Monitoring（RMON）プローブなどのネットワーク アナライザによる解析用に、ネットワーク トラフィックを選択します。

この章の内容は、次のとおりです。

(注) この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios124/124cr/index.htm

SPAN と RSPAN の概要

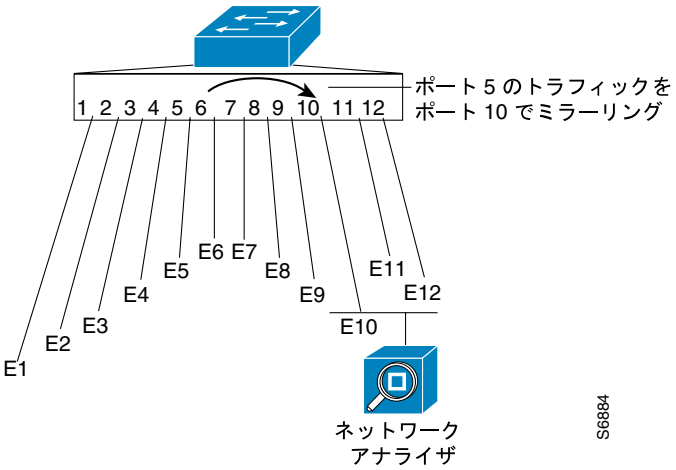
ここでは、次の内容について説明します。

SPAN は、任意の VLAN（仮想 LAN）上の 1 つまたは複数の送信元インターフェイスからのトラフィック、または 1 つまたは複数の VLAN から宛先インターフェイスへのトラフィックを解析するためにミラーリングします。図 43-1 では、イーサネット インターフェイス 5（送信元インターフェイス）上のすべてのトラフィックが、イーサネット インターフェイス 10 にミラーリングされます。イーサネット インターフェイス 10 のネットワーク アナライザは、イーサネット インターフェイス 5 に物理的に接続していなくても、このインターフェイスからのすべてのネットワーク トラフィックを受信できます。

SPAN を設定する場合、送信元インターフェイスと宛先インターフェイスは同一スイッチ上に存在している必要があります。

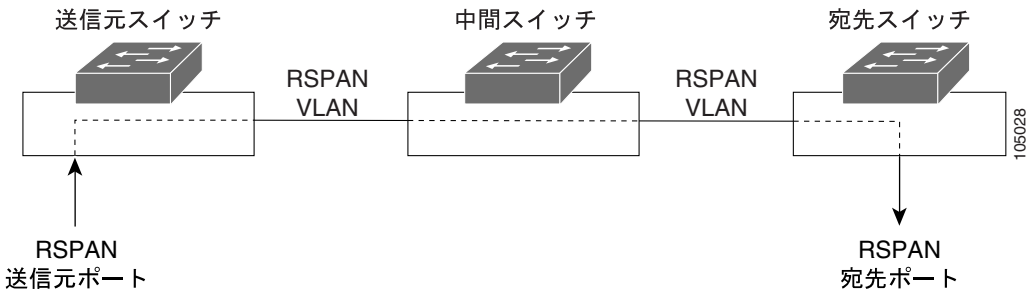
SPAN は、送信元インターフェイス上のネットワーク トラフィックのスイッチングに影響を与えません。送信元インターフェイスが送受信したパケットのコピーは宛先インターフェイスに送信されます。

図 43-1　SPAN の設定例



RSPAN は、ネットワーク内の複数のスイッチの RMON 機能をイネーブルにすることによって、SPAN を拡張します。各 RSPAN セッションのトラフィックは、関与するすべてのスイッチ上のその RSPAN セッション専用のユーザ指定 RSPAN VLAN を介して伝送されます。送信元からの SPAN トラフィックは、RSPAN VLAN にコピーされてから、トランク ポートを介して転送されます。トランク ポートは、RSPAN VLAN をモニタする RSPAN 宛先セッションに RSPAN VLAN を伝送します（図 43-2 を参照）。

図 43-2　RSPAN の設定例



SPAN と RSPAN は、送信元ポートまたは送信元 VLAN 上でのネットワーク トラフィックのスイッチングに影響しません。送信元によって送受信されたパケットのコピーは、宛先に送信されます。デフォルトでは、SPAN または RSPAN セッションによって必要とされるトラフィックを除いて、宛先ポートはトラフィックの送受信を行いません。

SPAN または RSPAN 宛先ポートを使用して、ネットワーク セキュリティ デバイスから送信されたトラフィックを転送できます。たとえば、Cisco Intrusion Detection System（IDS; 侵入検知システム）センサー装置を宛先ポートに接続した場合、IDS デバイスは TCP リセット パケットを送信して、疑わしい攻撃者の TCP セッションを停止させることができます。

SPAN と RSPAN の概念と用語

ここでは、SPAN と RSPAN の設定に関連する概念と用語について説明します。ここでは、次の内容について説明します。

SPAN セッション

ローカル SPAN セッションは、宛先ポートを送信元ポートに対応付けます。一連のまたは一定範囲のポートおよび送信元 VLAN の着信または発信トラフィックをモニタできます。RSPAN セッションは、送信元ポートと送信元 VLAN をネットワーク上の RSPAN VLAN に対応付けます。宛先の送信元は RSPAN VLAN です。

モニタ対象のネットワーク トラフィックの送信元を指定するパラメータを使用して、SPAN セッションを設定します。

個別のまたは重複する一連の SPAN 送信元を使用して、複数の SPAN または RSPAN セッションを設定できます。スイッチド ポートおよびルーテッド ポートはいずれも、SPAN 送信元または宛先ポートとして設定できます。

RSPAN 送信元セッションは、SPAN 送信元ポートまたは VLAN を宛先 RSPAN VLAN に対応付けます。RSPAN 宛先セッションは、RSPAN VLAN を宛先ポートに対応付けます。

SPAN セッションは、スイッチの正常な動作を妨げません。ただし、SPAN の宛先がオーバーサブスクライブ型ポート（たとえば 100 Mbps ポートをモニタする 10 Mbps ポート）では、パケットがドロップされるか、失われる可能性があります。

ディセーブルに設定されたポート上でも SPAN セッションを設定できます。ただし、そのセッションに対して宛先ポートと、少なくとも 1 つの送信元ポートまたは VLAN をイネーブルにしないかぎり、SPAN セッションはアクティブになりません。

SPAN セッションは、システムの起動後に、宛先ポートが動作可能になるまでアクティブになりません。

トラフィック タイプ

SPAN セッションには、次のトラフィック タイプがあります。

- 受信（Rx）SPAN ― 受信（または入力）SPAN の目的は、スイッチが変更または処理を行う前に、送信元インターフェイスまたは VLAN が受信したすべてのパケットをできるかぎり多くモニタすることです。送信元が受信した各パケットのコピーは、その SPAN セッションの宛先ポートに送信されます。1 つの SPAN セッションで、一連のまたは一定範囲の入力ポートまたは VLAN をモニタできます。

  タグ付きパケット（ISL［スイッチ間リンク］または IEEE 802.1Q）では、タギングは入力ポートで削除されます。宛先ポートでは、タギングがイネーブルの場合、パケットは ISL または 802.1Q ヘッダー付きで表示されます。タギングが指定されていない場合、パケットはネイティブ形式で表示されます。

  ルーティングが原因で変更されたパケットは、Rx SPAN 用に変更されることなくコピーされます。つまり、元のパケットがコピーされます。QoS（Quality Of Service）が原因で変更されたパケット（たとえば、変更済み Differentiated Services Code Point［DSCP; DiffServ コード ポイント］）は、Rx SPAN 用に変更されてコピーされます。

  受信処理中にパケットをドロップする可能性のある機能は、SPAN では無効です。実際の着信パケットがドロップされた場合でも、宛先ポートはパケットのコピーを受信します。これらの機能には、標準および拡張 IP 入力 Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）、ユニキャストおよび入力側 QoS ポリシング用の標準および拡張 IP 出力 ACL、VLAN マップ、入力側 QoS ポリシング、Policy-Based Routing（PBR; ポリシーベース ルーティング）などがあります。パケットのドロップを引き起こすスイッチ輻輳も、SPAN には影響しません。

- 送信（Tx）SPAN ― 送信（または出力）SPAN の目的は、スイッチによる変更または処理がすべて実行されたあとに、送信元インターフェイスから送信されたすべてのパケットをできるかぎり多くモニタすることです。パケットが変更されたあと、送信元から各パケットのコピーがその SPAN セッションに対応する宛先ポートに送信されます。1 つの SPAN セッションで一定範囲の出力ポートをモニタできます。

  ルーティングにより変更されたパケット（Time to Live［TTL; 存続可能時間］または MAC［メディア アクセス制御］による変更など）は、宛先ポートでも変更されます。QoS が原因で変更されたパケットは、SPAN 送信元とは異なる DSCP（IP パケット）または Class of Service（CoS; サービス クラス）（IP 以外のパケット）を設定されることがあります。

  送信処理中にパケットをドロップする可能性のある機能は、SPAN 用のコピーにも影響を与えることがあります。このような機能には、VLAN マップ、マルチキャスト パケットに対応する標準および拡張 IP 出力 ACL、出力側 QoS ポリシングがあります。出力 ACL の場合は、SPAN 送信元がパケットをドロップすると、SPAN の宛先もパケットをドロップします。出力側 QoS ポリシングの場合は、SPAN 送信元がパケットをドロップしても、SPAN 宛先はパケットをドロップするとは限りません。送信元ポートがオーバーサブスクライブ型である場合、宛先ポートは別の廃棄動作を行います。

- 双方向 ― 1 つの SPAN セッションで、一連の単一ポートまたは一定範囲のポートの受信パケットと送信パケットを両方モニタできます。

送信元ポート

送信元ポート（別名モニタ対象ポート）は、ネットワーク トラフィック解析のためにモニタするスイッチド ポートまたはルーテッド ポートです。単一のローカル SPAN セッションまたは RSPAN 送信元セッションで、受信（Rx）、送信（Tx）、または双方向（both）の送信元ポート トラフィックをモニタできます。スイッチは、任意の数の送信元ポート（スイッチで使用可能なポートの最大数まで）および任意の数の送信元 VLAN をサポートしています。

送信元ポートには、次の特性があります。

- すべてのポート タイプ（EtherChannel、ファスト イーサネット、ギガビット イーサネットなど）が可能です。
- 複数の SPAN セッションでモニタできます。
- 宛先ポートに指定することはできません。
- 各送信元ポートに、モニタする方向（入力、出力、または両方）を設定できます。EtherChannel の送信元に設定する場合、モニタする方向はグループ内のすべての物理ポートに適用されます。
- 送信元ポートは同じ VLAN 内にあっても異なる VLAN にあってもかまいません。
- VLAN SPAN 送信元の場合、送信元 VLAN 内のすべてのアクティブ ポートは、送信元ポートとして組み入れられます。

トランク ポートを、送信元ポートとして設定できます。デフォルトでは、トランク上でアクティブなすべての VLAN がモニタされます。VLAN フィルタリングを使用することにより、トランク送信元ポート上の SPAN トラフィックのモニタを特定の VLAN に制限できます。選択された VLAN のスイッチド トラフィックのみが宛先ポートに送信されます。この機能は、宛先 SPAN ポートに転送されたトラフィックのみに影響し、通常のトラフィックのスイッチングには影響を与えません。この機能は、VLAN 送信元によるセッションでは許可されません。

宛先ポート

各ローカル SPAN セッションまたは RSPAN 宛先セッションには、送信元ポートおよび VLAN からのトラフィックのコピーを受信する宛先ポート（別名モニタリング ポート）を設定する必要があります。

宛先ポートには、次の特性があります。

- 送信元ポートと同じスイッチ上になければなりません（ローカル SPAN セッションの場合）。
- 任意のイーサネット物理ポートに指定できます。
- 同時に 1 つの SPAN セッションにしか参加できません（ある SPAN セッションの宛先ポートは、別の SPAN セッションの宛先ポートになることはできません）。
- 送信元ポートに指定することはできません。
- EtherChannel グループに指定することはできません。
- EtherChannel グループが SPAN 送信元として指定されている場合でも、EtherChannel グループに割り当てられた物理ポートに指定できます。ポートは、SPAN 宛先ポートとして設定されている間は、グループから削除されます。
- ラーニングがイネーブルに設定されていないかぎり、ポートは SPAN セッションが必要とするものを除いて、トラフィックの転送を行いません。ラーニングがイネーブルに設定されている場合、ポートは、宛先ポート上で学習されたホストに向けられたトラフィックも伝送します。
- 入力トラフィックの転送がネットワーク セキュリティ デバイスでイネーブルの場合、宛先ポートはレイヤ 2 でトラフィックを転送します。
- SPAN セッションがアクティブな間は、スパニングツリーに参加しません。

- 宛先ポートである場合は、どのレイヤ 2 プロトコル（Spanning-Tree Protocol［STP; スパニング ツリー プロトコル］、VLAN Trunking Protocol［VTP; VLAN トランキング プロトコル］、Cisco Discovery Protocol［CDP; シスコ検出プロトコル］、Dynamic Trunking Protocol [DTP]、Port Aggregation Protocol [PAgP]）にも参加しません。
- SPAN セッションの送信元 VLAN に所属する宛先ポートは、送信元リストから除外され、モニタされません。
- すべてのモニタされた送信元ポートの送受信されたトラフィックのコピーを受信します。宛先ポートがオーバーサブスクライブ型である場合、輻輳を起こす可能性があります。この輻輳は、1 つまたは複数の送信元ポートにおいてトラフィック転送に影響を与えます。

VSPAN

VLAN-based SPAN（VSPAN）は、1 つまたは複数の VLAN でのネットワーク トラフィックをモニタします。

VSPAN セッションでは、次の注意事項に従ってください。

- RSPAN VLAN 上のトラフィックは、VSPAN セッションではモニタされません。
- モニタ対象の VLAN 上のトラフィックのみが宛先ポートに送信されます。
- 宛先ポートが送信元 VLAN に所属する場合は、送信元リストから除外され、モニタされません。
- ポートが送信元 VLAN に追加または送信元 VLAN から削除されると、これらのポートで受信された送信元 VLAN 上のトラフィックは、モニタ中の送信元に追加または送信元から削除されます。
- VLAN プルーニングと VLAN 許可リストは、SPAN モニタでは無効です。
- VSPAN がモニタするのはスイッチに入るトラフィックに限られ、VLAN 間でルーティングされるトラフィックはモニタしません。たとえば、VLAN が受信でモニタされ、マルチレイヤ スイッチが別の VLAN からのトラフィックをモニタ対象の VLAN にルーティングする場合、そのトラフィックはモニタ対象とはならず、SPAN 宛先ポート上で受信されません。
- 同じセッション内のフィルタ VLAN を VLAN 送信元と併用することはできません。
- モニタできるのは、イーサネット VLAN だけです。

SPAN トラフィック

ローカル SPAN を使用すれば、マルチキャスト パケットおよび Bridge Protocol Data Unit（BPDU; ブリッジ プロトコル データ ユニット）パケットをはじめ、CDP、VTP、DTP、STP、PAgP の各パケットを含む、すべてのネットワーク トラフィックをモニタできます。RSPAN を使用して、レイヤ 2 プロトコルをモニタすることはできません（詳細については、「RSPAN 設定時の注意事項」[p.43-19]を参照）。

SPAN の設定によっては、同じ送信元パケットの複数のコピーが SPAN 宛先ポートに送信される場合があります。たとえば、送信元 a1 受信モニタおよび a2 受信 / 送信モニタから宛先ポート d1 まで、双方向（受信と送信の両方）SPAN セッションが設定されているとします。パケットが a1 からスイッチに入り、a2 へスイッチングされると、着信パケットおよび発信パケットの両方が宛先ポート d1 に送信されます。このため、両方のパケットは同じものになります（レイヤ 3 書き換えが行われた場合には、付加されたレイヤ 3 情報のため異なるパケットになります）。

SPAN と RSPAN のセッション限度

入力側送信元を含む同時 SPAN セッションを最大 2 つ設定できます。また、出力側送信元を含む同時セッションを最大 4 つ設定できます。双方向送信元は、入力と出力の両方として数えます。RSPAN 宛先セッションは、入力側送信元を含むセッションとして数えます。

SPAN と RSPAN のデフォルト設定

表 43-1 に、SPAN と RSPAN のデフォルト設定を示します。

表 43-1　SPAN と RSPAN のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
SPAN ステート	ディセーブル
モニタする送信元ポートのトラフィック	受信トラフィックと送信トラフィックの両方（**both**）
フィルタ	すべての VLAN、すべてのパケット タイプ、すべてのアドレス タイプ
カプセル化タイプ（宛先ポート）	ネイティブ形式（カプセル化タイプ ヘッダーなし）
入力転送（宛先ポート）	ディセーブル
ホスト学習（宛先ポート）	ディセーブル

SPAN の設定

ここでは、SPAN を設定する方法について説明します。

（注） SPAN コンフィギュレーションコマンドを入力しても、すでに設定された SPAN パラメータはクリアされません。設定済みの SPAN パラメータをクリアするには、**no monitor session** コマンドを使用する必要があります。

SPAN 設定時の注意事項および制約事項

SPAN を設定する際、次の注意事項および制約事項に従ってください。

- ネットワーク アナライザを使用して、インターフェイスをモニタする必要があります。
- SPAN セッションでは、送信元 VLAN とフィルタ VLAN を混在させることはできません。送信元 VLAN またはフィルタ VLAN を使用することはできますが、両方を同時には使用できません。
- EtherChannel インターフェイスを、SPAN 送信元インターフェイスにできますが、SPAN 宛先インターフェイスにできません。
- 送信元インターフェイスを指定し、トラフィック タイプ（tx、rx、または both）を指定しなかった場合、デフォルトで [both] が使用されます。
- 複数の SPAN 送信元インターフェイスを指定する場合、各インターフェイスはそれぞれ異なる VLAN に属していてもかまいません。
- **no monitor session** *number* コマンドを他のパラメータを指定せずに入力して、SPAN のセッション*番号*をクリアする必要があります。
- **no monitor** コマンドを実行すると、すべての SPAN セッションがクリアされます。
- SPAN 宛先は、スパニングツリー インスタンスに参加しません。SPAN はモニタ対象トラフィックに BPDU を含みます。したがって、SPAN 宛先上で検出される BPDU は、SPAN 送信元からのものです。
- SPAN 宛先ポートは 1 セッションにつき 1 つに制限されています。

SPAN 送信元の設定

SPAN セッションの送信元を設定するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch(config)# [no] monitor session {session_number} {source {interface <interface_list> | {vlan vlan_IDs | cpu [queue queue_ids] } [rx | tx | both]`	SPAN セッション番号（1 ～ 6）、送信元インターフェイス（FastEthernet または GigabitEthernet）、VLAN（1 ～ 4094）、CPU から送受信されたトラフィックがセッションの宛先にコピーされるか否か、およびモニタするトラフィックの方向を指定します。 *session_number* には、この RSPAN セッションで識別されるセッション番号を指定します（1 ～ 6）。 *interface-list* には、モニタする送信元ポートを指定します。有効なインターフェイスには、物理インターフェイスとポート チャネル論理インターフェイス（**port-channel** *port-channel-number*）があります。 *vlan_IDs* には、送信元 VLAN を指定します。 *queue_ids* には、関連するキューを指定します。 （任意）[**,** | -] には、一連のまたは一定範囲のインターフェイスを指定します。カンマのあとにはスペースを入れます。ハイフンの前後にはスペースを 1 つ入れます。 （任意）モニタするトラフィックの方向を指定します。トラフィックの方向を指定しない場合、送信元インターフェイスは、送信（tx）と受信（rx）の両方のトラフィックを送信します。追加の送信元ポートは、受信トラフィックだけをモニタします。 • **rx** ― 受信トラフィックをモニタします。 • **tx** ― 送信トラフィックをモニタします。 • **both** ― 送受信両方のトラフィック（双方向）をモニタします。 キューは、番号または名前のどちらかによって識別されます。キュー名には、便宜上、複数の番号付けキューを組み入れることができます。 デフォルトの設定に戻すには、**no** キーワードを使用します。

次に、SPAN セッション 1 で、送信元インターフェイス FastEthernet 5/1 からの双方向トラフィックをモニタするように設定する例を示します。

```
Switch(config)# monitor session 1 source interface fastethernet 5/1
```

次に、SPAN セッション内で送信元を異なる方向に設定する例を示します。

```
Switch(config)# monitor session 1 source interface fa2/3 rx
Switch(config)# monitor session 1 source interface fa2/2 tx
Switch(config)#
```

SPAN 宛先の設定

SPAN セッションの宛先を設定するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
Switch(config)# [**no**] **monitor session** <*session_number*> **destination interface** <interface> [**encapsulation {isl** | **dot1q**}] [**ingress** [**vlan** *vlan_IDs*] [**learning**}]	SPAN セッション番号(1 ～ 6)および宛先インターフェイスまたは VLAN を指定します。 *session_number* には、この RSPAN セッションで識別されるセッション番号を指定します（1 ～ 6）。 *interface* には、宛先インターフェイスを指定します。 *vlan_IDs* には、宛先 VLAN を指定します。 デフォルトの設定に戻すには、**no** キーワードを使用します。

（注） SPAN 宛先ポートは 1 セッションにつき 1 つに制限されています。

次に、SPAN セッション 1 の宛先として、インターフェイス FastEthernet 5/48 を設定する例を示します。

```
Switch(config)# monitor session 1 destination interface fastethernet 5/48
```

トランク インターフェイス上の送信元 VLAN のモニタ

SPAN 送信元がトランク インターフェイスである場合、特定の VLAN をモニタするには、次の作業を行います。

コマンド	目的
Switch(config)# [**no**] **monitor session** {*session_number*} **filter {vlan** *vlan_IDs* [**,** | **-**]**}** | {**packet-type {good** | **bad**}} | {**address-type** {**unicast** | **multicast** | **broadcast**} [**rx** | **tx** | **both**]}	SPAN 送信元がトランク インターフェイスである場合に、特定の VLAN をモニタします。filter キーワードで、指定された VLAN 上のトラフィックにモニタを限定します。これは通常、トランク インターフェイスをモニタする場合に使用します。 *session_number* には、この RSPAN セッションで識別されるセッション番号を指定します（1 ～ 6）。 *vlan_IDs* には、VLAN を指定します。 指定された VLAN のすべてのポートを介したモニタが設定されます。 デフォルトの設定に戻すには、**no** キーワードを使用します。

次に、SPAN 送信元がトランク インターフェイスである場合に、VLAN 1 ～ 5 および 9 をモニタする例を示します。

```
Switch(config)# monitor session 2 filter vlan 1 - 5 , 9
```

設定例

この章で説明したコマンドを使用して SPAN セッションを完全に設定する例、および設定を解除する例を示します。送信元インターフェイス FastEthernet 4/10 からの双方向トラフィックをモニタすると想定します。このインターフェイスは、VLAN 1 ～ 4094 を伝送するトランク インターフェイスとして設定されています。さらに、そのトランク上の VLAN 57 のトラフィックだけをモニタするものとします。宛先インターフェイスとして FastEthernet 4/15 を使用し、次のコマンドを入力します。

```
Switch(config)# monitor session 1 source interface fastethernet 4/10
Switch(config)# monitor session 1 filter vlan 57
Switch(config)# monitor session 1 destination interface fastethernet 4/15
```

これで、VLAN 57 上のインターフェイス FastEthernet 4/10 からのトラフィックが、インターフェイス FastEthernet 4/15 でモニタされます。SPAN セッションをディセーブルにする場合は、次のコマンドを入力します。

```
Switch(config)# no monitor session 1
```

SPAN の設定の確認

次に、SPAN セッション 2 の設定を確認する例を示します。

```
Switch# show monitor session 2
Session 2
---------
Source Ports:
    RX Only:       Fa5/12
    TX Only:       None
    Both:          None
Source VLANs:
    RX Only:       None
    TX Only:       None
    Both:          None
Destination Ports: Fa5/45
Filter VLANs:      1-5,9
Switch#
```

CPU ポートのスニッフィング

SPAN セッションを設定する場合は、CPU（または CPU キューのサブセット）を SPAN 送信元として指定できます。キューは、番号または名前のどちらかで指定されます。このような送信元が指定されると、指定された 1 つのキューを介して CPU に送信されるトラフィックはミラーリングされ、セッションの SPAN 宛先ポートから送信されます。このトラフィックには、（ソフトウェア転送による）CPU で送受信される制御パケットと通常のデータ パケットの両方が含まれます。

CPU 送信元を通常のポート送信元または VLAN 送信元と組み合わせることができます。

CPU 送信元のスニッフィングを設定するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
Switch(config)# [**no**] **monitor session** {*session_number*} {**source** {**interface** *interface_list* | {**vlan** *vlan_IDs* | **cpu** [**queue** *queue_ids*] } [**rx** | **tx** | **both**]	CPU に送受信されたトラフィックを CPU がセッションの宛先にコピーするように指定します。**queue** 識別子は、指定された CPU キューで受信されたスニッフィングだけのトラフィックを任意で許可します。 *session_number* には、この SPAN セッションで識別されるセッション番号を指定します（1 ～ 6）。 *interface-list* には、モニタする送信元ポートを指定します。有効なインターフェイスには、物理インターフェイスとポート チャネル論理インターフェイス（**port-channel** *port-channel-number*）があります。 *vlan_IDs* には、送信元 VLAN を指定します。 *queue_ids* には、関連するキューを指定します。 （任意）**[,** | **-]** には、一連のまたは一定範囲のインターフェイスを指定します。カンマのあとにはスペースを入れます。ハイフンの前後にはスペースを 1 つ入れます。 （任意）モニタするトラフィックの方向を指定します。トラフィックの方向を指定しない場合、送信元インターフェイスは、送信（tx）と受信（rx）の両方のトラフィックを送信します。追加の送信元ポートは、受信トラフィックだけをモニタします。 • **rx** ― 受信トラフィックをモニタします。 • **tx** ― 送信トラフィックをモニタします。 • **both** ― 送受信両方のトラフィック（双方向）をモニタします。 キューは、番号または名前のどちらかによって識別されます。キュー名には、便宜上、複数の番号付けキューを組み入れることができます。 デフォルトの設定に戻すには、**no** キーワードを使用します。

次に、CPU によって受信されたすべてのパケットをスニッフィングする CPU 送信元を設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# monitor session 1 source cpu rx
```

次に、Supervisor Engine 2+ から V 10-GE で、SPAN 送信元として CPU のキュー名およびキュー番号の範囲を使用する例を示します。

```
Switch(config)# monitor session 2 source cpu queue control-packet rx
Switch(config)# monitor session 3 source cpu queue 21 -23 rx
```

次に、Supervisor Engine 6-E で SPAN 送信元として CPU のキュー名およびキュー番号の範囲を使用する例を示します。

```
Switch(config)# monitor session 2 source cpu queue control-packet rx
Switch(config)# monitor session 3 source cpu queue 10 rx
```

（注） Supervisor Engine 6-E の場合、*control-packet* はキュー 10 にマップされます。

カプセル化の設定

SPAN 宛先ポートを設定する場合、ポートで使用するカプセル化タイプを明示的に指定できます。ポートに送信されるパケットは、指定されたモードに基づいてタグ付けされます（また、入力パケット オプションがイネーブルにされている場合、カプセル化モードは、タグ付けされたパケットが処理される方法を制御します）。Catalyst 4500 シリーズ スイッチのスーパーバイザ エンジンは、ISL カプセル化、802.1Q カプセル化、およびタグなしパケットをサポートしています。

（注） Superviso Engine 6-E は、802.1q カプセル化*のみ*をサポートします。

「複製」カプセル化タイプはサポートされていません（このタイプでは、元のパケットに適用されたカプセル化を使用してパケットが宛先ポートから送信されます）。カプセル化モードが指定されていない場合、ポートのデフォルトはタグなしです。カプセル化設定の動作については、下記のコマンドの表を参照してください。

入力パケット

入力がイネーブルにされている場合、SPAN 宛先ポートは（指定されたカプセル化モードによってタグ付けされている可能性のある）着信パケットを受け入れ、通常どおりスイッチングします。SPAN 宛先ポートを設定する場合、入力機能がイネーブルにされているか否か、およびタグなし入力パケットをスイッチングするのに使用する VLAN について指定できます（すべての ISL カプセル化パケットに VLAN タグが付加されている場合は、入力 VLAN を指定する必要がありません）。ポートは STP フォワーディング ステートですが、STP には参加しないため、スパニングツリー ループがネットワークに生じないように、この機能を設定する場合は注意してください。入力およびトランク カプセル化の両方が SPAN 宛先ポート上で指定されている場合、すべてのアクティブ VLAN でポートが転送を行います。存在しない VLAN を入力 VLAN として設定することはできません。

デフォルトでは、ホスト学習は入力がイネーブルに設定された SPAN 宛先ポート上でディセーブルに設定されています。また、このポートは VLAN のフラッディング セットから削除されるので、通常のトラフィックは宛先ポートからスイッチングされません。ただし、学習がイネーブルに設定されている場合は、宛先ポート上で学習されたホストのトラフィックが宛先ポートからスイッチングされます。SPAN 宛先ポートに接続されているホストは、ブロードキャスト ARP 要求を受信しないため、応答しません。また、SPAN 宛先ポート上にスタティック ホスト エントリ（スタティック ARP エントリおよび MAC アドレス テーブルのスタティック エントリを含む）を設定することもできます。

（注） 設定は、SPAN セッションに送信元が設定されていない場合は機能しません。このセッションは、SPAN 宛先ポートだけでは、半分しか設定されていないことになります。

入力パケットとカプセル化を設定するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch(config)# [no] monitor session <session_number> destination interface <interface> [encapsulation {isl | dot1q}] [ingress [vlan vlan_IDs] [learning]]`	入力パケットの設定と宛先ポートのカプセル化タイプを指定します。 **（注）** **isl** キーワードは、Supervisor Engine 6-E ではサポート*されません*。 *session_number* には、この SPAN セッションで識別されるセッション番号を指定します（1 ～ 6）。 *interface* には、宛先インターフェイスを指定します。 *vlan_IDs* には、宛先 VLAN を指定します。 デフォルトの設定に戻すには、**no** キーワードを使用します。

次に、ネイティブ VLAN 7 を使用して、宛先ポートに 802.1Q カプセル化と入力パケットを設定する例を示します。

```
Switch(config)# monitor session 1 destination interface fastethernet 5/48
encapsulation dot1q ingress vlan 7
```

この設定では、セッション 1 に対応付けられた SPAN 送信元からのトラフィックは、802.1Q カプセル化を使用して、インターフェイス FastEthernet 5/48 からコピーされます。着信トラフィックは、タグなしパケットが VLAN 7 に分類されてから、受け入れられてスイッチングされます。

アクセス リスト フィルタリング

SPAN セッションを設定する場合、アクセス リスト フィルタリングを適用できます。アクセス リスト フィルタリングは、出力方向または入力方向でスニッフィングされた SPAN 宛先ポートを通過するすべてのパケットに適用されます。アクセス リスト フィルタは、ローカル SPAN セッションでのみ許可されます。SPAN の宛先が RSPAN VLAN である場合、アクセス リスト フィルタは拒否されます。

（注） アクセス リスト フィルタリングは、Cisco IOS Release 12.2(20)EW 以降で使用できます。

ACL 設定時の注意事項

SPAN セッション上で ACL を設定できます。ACL/SPAN セッションでは、次の注意事項に従ってください。

- ACL が SPAN セッションに関連付けられている場合、ACL に関連付けられるルールは、SPAN 宛先インターフェイスに存在するすべてのパケットに対して適用されます。それまで SPAN 宛先インターフェイスに関連付けられていた他の VACL または RACL に関連するルールは、適用されません。
- SPAN セッションに関連付けできる ACL は 1 つだけです。
- SPAN 宛先インターフェイスに存在するパケットに ACL が適用されていない場合、それまで宛先インターフェイスまたは SPAN 宛先インターフェイスが所属する VLAN に適用されていた PACL、VACL、または RACL に関係なく、すべてのトラフィックが許可されます。
- ACL が SPAN セッションから削除されると、すべてのトラフィックが再び許可されます。
- SPAN セッションから SPAN 設定が削除されると、SPAN 宛先インターフェイスに関連付けられたすべてのルールが、再び適用されます。
- SPAN 宛先ポートが、トランクポートとして設定され、所属する VLAN に関連付けられた ACL が設定されている場合、トラフィックは VACL の対象となりません。
- ACL 設定は通常、RSPAN VLAN、および RSPAN VLAN を伝送するトランク ポートに適用されます。この設定により、ユーザは RSPAN VLAN 上の VACL を適用できるようになります。ユーザが、宛先ポートを RSPAN VLAN として、SPAN セッション上で ACL の設定を試みる場合、この設定は拒否されます。
- CAM（連想メモリ）が過負荷状態で、パケットが検索のために CPU に引き渡される場合、SPAN セッションに関連付けられた出力ポートの ACL はいずれも、適用されません。
- ACL が作成される前に、名前つき IP ACL が SPAN セッション上で設定される場合、この設定は受け入れられ、ソフトウェアは Access Control Entry（ACE; アクセス コントロール エントリ）なしで空の ACL を作成します（空の ACL は、すべてのパケットを許可します）。その後、ACL にルールを追加できます。
- SPAN セッションに関連付けられた ACL は、出力宛先インターフェイス上で適用されます。
- SPAN ポートに存在するトラフィックでは、ポリシングが許可されません。
- SPAN セッションでは、IP ACL のみがサポートされます。

アクセス リスト フィルタリングの設定

アクセス リスト フィルタリングを設定するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
Switch(config)# [**no**] **monitor session** {*session_number*} **filter** {**ip access-group** [*name* | *id*] }{**vlan** *vlan_IDs* [**,** | **-**] } | {**packet-type** {**good** | **bad**}} | {**address-type {unicast** | **multicast** | **broadcast**} **[rx** | **tx** | **both**]}	アクセス リストに基づいて、フィルタ スニッフィングを指定します。 *session_number* には、この SPAN セッションで識別されるセッション番号を指定します（1 ～ 6）。 アクセス リストには、名前または数値の ID のいずれかを指定できます。 *name* には、IP アクセス リスト名を指定します。 *id* には、標準の <1 ～ 199> または拡張の <1300 ～ 2699> の IP アクセス リストを指定します。

（注） IP アクセス リストは、コンフィギュレーションモードで作成される必要があります（第 33 章「ACL によるネットワーク セキュリティの設定」を参照）。

次に、SPAN セッション上で IP アクセス グループ 10 を設定し、アクセス リストが設定されたことを確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# monitor session 1 source interface fa6/1 both
Switch(config)# monitor session 1 destination interface fa6/2
Switch(config)# monitor session 1 filter vlan 1
Switch(config)# monitor session 1 filter ip access-group 10
Switch(config)# exit
Switch# show monitor

Session 1
---------
Type              : Local Session
Source Ports      :
    Both          : Fa6/1
Destination Ports : Fa6/2
    Encapsulation : Native
          Ingress : Disabled
        Learning  : Disabled
Filter VLANs      : 1
IP Access-group   : 10
```

パケット タイプ フィルタリング

SPAN セッションを設定する場合、VLAN フィルタに類似したパケット フィルタ パラメータを指定できます。パケット フィルタを指定した場合、パケット フィルタはスニッフィングされるパケットのタイプを表示します。パケット フィルタが指定されていない場合、すべてのタイプのパケットがスニッフィングされます。別のタイプのパケット フィルタが入力および出力トラフィックに指定される場合もあります。

パケット フィルタリングは、パケットベース（good、error）またはアドレスベース（unicast/multicast/broadcast）の 2 つのカテゴリに分類されます。パケットベースのフィルタは、入力方向だけに適用できます。パケットは、宛先アドレスに基づいたハードウェアによって、ブロードキャスト、マルチキャスト、またはユニキャストに分類されます。

（注） 両方のタイプのフィルタが設定されると、両方のフィルタを通過するパケットだけがスパニングされます。たとえば、[error] および [multicast] の両方を設定すると、エラーのあるマルチキャスト パケットだけがスパニングされます。

パケット タイプ フィルタリングを設定するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch(config)# [no] monitor session {session_number} filter {vlan vlan_IDs [, | - ] } | {packet-type {good | bad}} | {address-type {unicast | multicast | broadcast} [rx | tx | both]}`	指定された方向による指定されたパケット タイプのフィルタ スニッフィングを指定します。 *session_number* には、この SPAN セッションで識別されるセッション番号を指定します（1 ～ 6）。 *vlan_IDs* には、VLAN を指定します。 rx と tx タイプの両方のフィルタ設定をすると同時に、複数のタイプのフィルタを設定できます（たとえば、**good** と **unicast** を設定して、エラーがないユニキャスト フレームだけをスニッフィングします）。VLAN フィルタでは、タイプまたはフィルタが指定されていない場合、すべてのパケット タイプがスニッフィングされます。 デフォルトの設定に戻すには、**no** キーワードを使用します。

次に、入力方向のユニキャスト パケットだけを受け入れるようにセッションを設定する例を示します。

```
Switch(config)# monitor session 1 filter address-type unicast rx
```

設定例

次に、SPAN 拡張機能の一部を使用した SPAN の設定例を示します。

次の例では、インターフェイス Gi1/1 上に着信するユニキャスト トラフィックをスニッフィングするようにセッションを設定します。トラフィックは、ISL カプセル化を使用して、インターフェイス Gi1/2 からミラーリングされます。入力トラフィックが許可されます。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# monitor session 1 source interface gi1/1 rx
Switch(config)# monitor session 1 destination interface gi1/2 encapsulation isl
ingress
Switch(config)# monitor session 1 filter address-type unicast rx
Switch(config)# exit
Switch# show monitor

Session 1
---------
Type              : Local Session
Source Ports      :
    RX Only       : Gi1/1
Destination Ports : Gi1/2
    Encapsulation : ISL
          Ingress : Enabled
         Learning : Disabled
Filter Addr Type  :
    RX Only       : Unicast
```

RSPAN の設定

(注)　この機能は、Supervisor Engine 6-E ではサポートされていません。

ここでは、スイッチ上で RSPAN を設定する手順について説明します。具体的な設定情報は次のとおりです。

RSPAN 設定時の注意事項

RSPAN の設定時には、次の注意事項に従ってください。

(注)　RSPAN VLAN には特殊なプロパティがあるので、RSPAN VLAN として使用する VLAN をネットワーク上に一部確保します。これらの VLAN にはアクセス ポートを割り当てないでください。

(注)　RSPAN トラフィックに出力 ACL を適用して、特定のパケットを選択的にフィルタリングまたはモニタできます。これらの ACL は、RSPAN 送信元スイッチ内の RSPAN VLAN 上で指定します。

- RSPAN セッションは、「SPAN と RSPAN のセッション限度」（p.43-6）に記載された限度内であれば、SPAN セッションと共存できます。
- RSPAN　の設定では、送信元ポートと宛先ポートをネットワーク内の複数のスイッチに分散させることができます。
- RSPAN は、BPDU パケット モニタリングまたはその他のレイヤ 2 スイッチ プロトコルをサポートしていません。
- RSPAN VLAN はトランク ポート上にのみ設定されており、アクセス ポート上には設定されていません。不要なトラフィックが RSPAN VLAN に発生するのを防ぐため、参加しているすべてのスイッチで RSPAN VLAN 機能がサポートされていることを確認してください。RSPAN VLAN 上のアクセス ポートは自動的にディセーブルになります。
- RSPAN VLAN を作成してから、RSPAN 送信元または宛先セッションを設定します。
- VTP および VTP プルーニングがイネーブルの場合、RSPAN トラフィックはトランクでプルーニングされ、ネットワーク上で 1005 未満の VLAN ID が RSPAN トラフィックの不要なフラッディングを防止できます。
- RSPAN トラフィックは RSPAN VLAN のネットワーク上で伝送されるため、ミラーリングされたパケットの元の VLAN アソシエーションは失われます。したがって、RSPAN では、IDS デバイスからユーザが指定した単一 VLAN へのトラフィック転送のみをサポートしています。

RSPAN セッションの作成

最初に、RSPAN に参加させる予定のスイッチのいずれにおいても、RSPAN セッション用として存在していない RSPAN VLAN を作成します。ネットワークで VTP がイネーブルになっている場合、1 つのスイッチで RSPAN VLAN を作成して、VTP がその RSPAN VLAN を、VLAN ID が 1005 未満の、VTP ドメイン内の他のスイッチに伝播させることができます。

VTP プルーニングを使用して、RSPAN トラフィックのフローを効率化するか、または RSPAN トラフィックを伝送する必要のないすべてのトランクから、RSPAN VLAN を手動で削除します。

RSPAN 送信元セッションを開始し、送信元（モニタ対象）ポートおよび宛先 RSPAN VLAN を指定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# no monitor session {session_number | all | local | remote}`	セッションの既存の RSPAN 設定をクリアします。 *session_number* には、この RSPAN セッションで識別されるセッション番号を指定します（1 ～ 6）。 すべての RSPAN セッションを削除するには **all** を、すべてのローカル セッションを削除するには **local** を、すべてのリモート SPAN セッションを削除するには **remote** を指定します。
ステップ 3	`Switch(config)# vlan {remote_vlan_ID}`	リモート VLAN ID を指定します。 この VLAN ID がユーザ トラフィックで使用されていないことを確認してください。
ステップ 4	`Switch(config-vlan)# remote-span`	VLAN ID をリモート VLAN ID に変換します。
ステップ 5	`Switch(config-vlan)# exit`	グローバル コンフィギュレーションモードに戻ります。

	コマンド	目的
ステップ 6	`Switch(config)# [no] monitor session {session_number} {source {interface <interface_list> | {vlan vlan_IDs | cpu [queue queue_ids]} [rx | tx | both]`	RSPAN セッションおよび送信元ポート（モニタ対象ポート）を指定します。 *session_number* には、この RSPAN セッションで識別されるセッション番号を指定します（1 ～ 6）。 *interface-list* には、モニタする送信元ポートを指定します。有効なインターフェイスには、物理インターフェイスとポート チャネル論理インターフェイス（**port-channel** *port-channel-number*）があります。 *vlan-IDs* には、1 つまたは複数のモニタ対象送信元 VLAN を指定します。有効な VLAN の範囲は、1 ～ 4094 です。 *queue_ids* には、一連の CPU キュー識別番号（1 ～ 32）または名前指定のキューのどちらかを指定します。 （任意）**[,** | **-]** には、一連のまたは一定範囲のインターフェイスを指定します。カンマのあとにはスペースを入れます。ハイフンの前後にはスペースを 1 つ入れます。 （任意）モニタするトラフィックの方向を指定します。トラフィックの方向を指定しない場合、送信元インターフェイスは、送信（tx）と受信（rx）の両方のトラフィックを送信します。追加の送信元ポートは、受信トラフィックだけをモニタします。 • **rx** ― 受信トラフィックをモニタします。 • **tx** ― 送信トラフィックをモニタします。 • **both** ― 送受信両方のトラフィック（双方向）をモニタします。
ステップ 7	`Switch(config)# monitor session session_number destination remote vlan vlan-ID`	RSPAN セッションと宛先リモート VLAN を指定します。 *session_number* には、この RSPAN セッションで識別されるセッション番号を指定します（1 ～ 6）。 *vlan-ID* には、モニタ対象トラフィックを宛先ポートに伝送する RSPAN VLAN を指定します。
ステップ 8	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 9	`Switch# show monitor [session session_number]`	入力を確認します。
ステップ 10	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、セッション 1 の既存の RSPAN 設定をクリアし、複数の送信元インターフェイスをモニタする RSPAN セッション 1 を設定し、宛先 RSPAN VLAN を設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# no monitor session 1
Switch(config)# monitor session 1 source interface fastEthernet3/10 tx
Switch(config)# monitor session 1 source interface fastEthernet3/2 rx
Switch(config)# monitor session 1 source interface fastEthernet3/3 rx
Switch(config)# monitor session 1 source interface port-channel 102 rx
Switch(config)# monitor session 1 destination remote vlan 901
Switch(config)# end
```

RSPAN 宛先セッションの作成

RSPAN 宛先セッションを作成し、送信元 RSPAN VLAN および宛先ポートを指定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# monitor session session_number source remote vlan vlan-ID`	RSPAN セッションと送信元 RSPAN VLAN を指定します。 *session_number* には、この RSPAN セッションで識別されるセッション番号を指定します（1 ～ 6）。 *vlan-IDs* には、モニタする送信元 RSPAN VLAN を指定します。
ステップ 3	`Switch(config)# [no] monitor session <session_number> destination interface <interface> [encapsulation {isl | dot1q}] [ingress [vlan vlan_IDs] [learning]]`	RSPAN セッションと宛先インターフェイスを指定します。 *session_number* には、この RSPAN セッションで識別されるセッション番号を指定します（1 ～ 6）。 *interface* には、宛先インターフェイスを指定します。 *vlan_IDs* には、必要に応じて、入力 VLAN を指定します。 （任意）**[,** | **-]** には、一連のまたは一定範囲のインターフェイスを指定します。カンマのあとにはスペースを入れます。ハイフンの前後にはスペースを 1 つ入れます。 （任意）モニタするトラフィックの方向を指定します。トラフィックの方向を指定しない場合、送信元インターフェイスは、送受信両方のトラフィックを送信します。追加の送信元ポートは、受信（**rx**）トラフィックだけをモニタします。 • **isl** ― ISL カプセル化を使用します。 • **dot1q** ― 802.1Q カプセル化を使用します。
ステップ 4	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	`Switch# show monitor [session session_number]`	入力を確認します。
ステップ 6	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、VLAN 901 を送信元リモート VLAN に、ポート 5 を宛先インターフェイスに設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# monitor session 1 source remote vlan 901
Switch(config)# monitor session 1 destination interface gigabitEthernet1/2
Switch(config)# end
```

RSPAN 宛先セッションの作成および入力トラフィックのイネーブル化

RSPAN 宛先セッションを作成して、送信元 RSPAN VLAN を指定し、ネットワーク セキュリティ デバイス（Cisco IDS センサー装置など）用に宛先ポート上の入力トラフィックをイネーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# monitor session {session_number} source vlan vlan_IDs`	RSPAN セッションと送信元 RSPAN VLAN を指定します。 *session_number* には、この RSPAN セッションで識別されるセッション番号を指定します（1 ～ 6）。 *vlan_IDs* には、1 つまたは複数のモニタ対象送信元 VLAN を指定します。有効な VLAN の範囲は、1 ～ 4094 です。
ステップ 3	`Switch(config)# [monitor session session_number destination interface interface-id [encapsulation {dot1q [ingress vlan vlan id] | ISL [ingress]} | ingress vlan vlan id] [learning]]`	RSPAN セッション、宛先ポート、パケット カプセル化、および入力側 VLAN を指定します。 *session_number* には、この RSPAN セッションで識別されるセッション番号を指定します（1 ～ 6）。 *interface-id* には、宛先ポートを指定します。有効なインターフェイスは物理インターフェイスなどです。 （任意）RSPAN 宛先ポート上で送信されるパケットのカプセル化を指定します。カプセル化タイプが指定されていない場合、すべての送信パケットはネイティブ形式（タグなし）で送信されます。 • タグなしのネイティブ VLAN パケットと、他のすべての **dot1q** タグ付き VLAN **tx** パケットを送信する場合は、**encapsulation dot1q** と入力します。 • ISL を使用してカプセル化されたすべての **tx** パケットを送信する場合は、**encapsulation isl** を入力します。 （任意）RSPAN 宛先ポート上で入力トラフィックの転送をイネーブルにするか否かを指定します。 • ネイティブ（タグなし）および **dot1q** カプセル化の場合、**ingress vlan** *vlan id* を指定し、*vlan id* をネイティブ VLAN として入力転送をイネーブルにします。また、*vlan id* は、送信パケット用のネイティブ VLAN としても使用されます。 • ISL カプセル化を使用する場合、**ingress** を指定して入力転送をイネーブルにします。 • 入力がイネーブルの場合、**learning** を指定して学習をイネーブルにします。
ステップ 4	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	`Switch# show monitor [session session_number]`	入力を確認します。
ステップ 6	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、送信元リモート VLAN として VLAN 901 を設定し、802.1Q カプセル化をサポートするセキュリティ デバイスを使用して VLAN 5 上の入力トラフィック用の宛先ポートを設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# monitor session 1 source remote vlan 901
Switch(config)# monitor session 1 destination interface gigabitEthernet1/2 ingress
vlan 5
Switch(config)# end
```

RSPAN セッションからのポートの削除

セッションの RSPAN 送信元としてのポートを削除するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# [no] monitor session {session_number} {source {interface interface_list | {vlan vlan_IDs | cpu [queue queue_ids]} [rx | tx | both]`	削除する RSPAN 送信元ポート（モニタ対象ポート）の特性を指定します。 *session_number* には、この RSPAN セッションで識別されるセッション番号を指定します（1 ～ 6）。 *interface-list* には、モニタを中止する送信元ポートを指定します。有効なインターフェイスには、物理インターフェイスとポートチャネル論理インターフェイス（**port-channel** *port-channel-number*）があります。 *vlan_IDs* には、1 つまたは複数のモニタ対象送信元 VLAN を指定します。有効な VLAN の範囲は、1 ～ 4094 です。 *queue_ids* には、一連の CPU キュー識別番号（1 ～ 32）または名前指定のキューのどちらかを指定します。 （任意）[**,** | -] には、一連のまたは一定範囲のインターフェイスを指定します。カンマのあとにはスペースを入れます。ハイフンの前後にはスペースを 1 つ入れます。 （任意）モニタするトラフィックの方向を指定します。トラフィックの方向を指定しない場合、送信元インターフェイスは、送信（tx）と受信（rx）の両方のトラフィックを送信します。追加の送信元ポートは、受信トラフィックだけをモニタします。 • **rx** ― 受信トラフィックをモニタします。 • **tx** ― 送信トラフィックをモニタします。 • **both** ― 送受信両方のトラフィック（双方向）をモニタします。
ステップ 3	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	`Switch# show monitor [session session_number]`	入力を確認します。
ステップ 5	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、RSPAN セッション 1 の RSPAN 送信元としてのポート 1 を削除する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# no monitor session 1 source interface gigabitEthernet1/1
Switch(config)# end
```

次に、双方向モニタ用に設定されたポート 1 上での受信トラフィック モニタをディセーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# no monitor session 1 source interface gigabitEthernet1/1 rx
```

ポート 1 上での受信トラフィックのモニタはディセーブルになりますが、このポートから送信されたトラフィックは引き続きモニタされます。

モニタする VLAN の指定

VLAN のモニタは、ポートのモニタと類似しています。モニタする VLAN を指定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# no monitor session {`*session_number*` | all | local | remote}`	セッションの既存の SPAN 設定をすべてクリアします。 *session_number* には、この RSPAN セッションで識別されるセッション番号を指定します（1 ～ 6）。 すべての SPAN セッションを削除するには **all** を、すべてのローカル セッションを削除するには **local** を、すべての RSPAN セッションを削除するには **remote** を指定します。

	コマンド	目的
ステップ 3	`Switch(config)# [no] monitor session {session_number} {source {interface interface_list | {vlan vlan_IDs | cpu [queue queue_ids]} [rx | tx | both]`	RSPAN セッションおよび送信元 VLAN（モニタ対象ポート）を指定します。モニタできるのは、VLAN 上の受信（**rx**）トラフィックだけです *session_number* には、この RSPAN セッションで識別されるセッション番号を指定します（1 ～ 6）。 *interface-list* には、モニタを中止する送信元ポートを指定します。有効なインターフェイスには、物理インターフェイスとポートチャネル論理インターフェイス（**port-channel** *port-channel-number*）があります。 *vlan-IDs* の範囲は 1 ～ 4094 です。先行 0 は入力しないでください。 *queue_ids* には、送信元キューを指定します。 （任意）**[,** | **-]** には、一連のまたは一定範囲のインターフェイスを指定します。カンマのあとにはスペースを入れます。ハイフンの前後にはスペースを 1 つ入れます。 （任意）モニタするトラフィックの方向を指定します。トラフィックの方向を指定しない場合、送信元インターフェイスは、送信（tx）と受信（rx）の両方のトラフィックを送信します。追加の送信元ポートは、受信トラフィックだけをモニタします。 • **rx** ― 受信トラフィックをモニタします。 • **tx** ― 送信トラフィックをモニタします。 • **both** ― 送受信両方のトラフィック（双方向）をモニタします。
ステップ 4	`Switch(config)# monitor session session_number destination remote vlan vlan-id`	RSPAN セッションと宛先リモート VLAN を指定します。 *session_number* には、この RSPAN セッションで識別されるセッション番号を指定します（1 ～ 6）。 *vlan-id* には、モニタ対象トラフィックを宛先ポートに伝送する RSPAN VLAN を指定します。
ステップ 5	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	`Switch# show monitor [session session_number]`	入力を確認します。
ステップ 7	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

RSPAN セッションから 1 つまたは複数の送信元 VLAN を削除するには、**no monitor session** *session_number* **source vlan** *vlan-id* **rx** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。

次に、RSPAN セッション 2 の既存の設定をすべてクリアし、VLAN 1 ～ 3 に所属するすべてのポート上で受信トラフィックをモニタする RSPAN セッション 2 を設定し、宛先リモート VLAN 902 に送信する例を示します。この設定は次に、VLAN 10 に所属するすべてのポートで受信トラフィックをモニタするように変更されています。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# no monitor session 2
Switch(config)# monitor session 2 source vlan 1 - 3 rx
Switch(config)# monitor session 2 destination remote vlan 902
Switch(config)# monitor session 2 source vlan 10 rx
Switch(config)# end
```

フィルタリングする VLAN の指定

RSPAN 送信元トラフィックを特定の VLAN に制限するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# no monitor session {session_number | all | local | remote}`	セッションの既存の SPAN 設定をすべてクリアします。 *session_number* には、この RSPAN セッションで識別されるセッション番号を指定します（1 ～ 6）。 すべての SPAN セッションを削除するには **all** を、すべてのローカル セッションを削除するには **local** を、すべての RSPAN セッションを削除するには **remote** を指定します。
ステップ 3	`Switch(config)# [no] monitor session {session_number} {source {interface interface_list | {vlan vlan_IDs | cpu [queue queue_ids]} [rx | tx | both]`	送信元ポート（モニタ対象ポート）と RSPAN セッションの特性を指定します。 *session_number* には、この RSPAN セッションで識別されるセッション番号を指定します（1 ～ 6）。 *interface-list* には、モニタする送信元ポートを指定します。指定されたインターフェイスは、常にトランク ポートとして設定されている必要があります。 *vlan-IDs* の範囲は 1 ～ 4094 です。先行 0 は入力しないでください。 *queue_ids* には、送信元キューを指定します。 （任意）**[,** | **-]** には、一連のまたは一定範囲のインターフェイスを指定します。カンマのあとにはスペースを入れます。ハイフンの前後にはスペースを 1 つ入れます。 （任意）モニタするトラフィックの方向を指定します。トラフィックの方向を指定しない場合、送信元インターフェイスは、送信（tx）と受信（rx）の両方のトラフィックを送信します。追加の送信元ポートは、受信トラフィックだけをモニタします。 • **rx** ― 受信トラフィックをモニタします。 • **tx** ― 送信トラフィックをモニタします。 • **both** ― 送受信両方のトラフィック（双方向）をモニタします。

	コマンド	目的
ステップ 4	`Switch(config)# monitor session session_number filter vlan vlan-id [, | -]`	RSPAN 送信元トラフィックを特定の VLAN に制限します。 *session_number* には、この RSPAN セッションで識別されるセッション番号を指定します（1 ～ 6）。 *vlan-id* の範囲は 1 ～ 4094 です。先行 0 は入力しないでください。 （任意）カンマ（,）を使用して一連の VLAN を指定するか、ハイフン（-）を使用して一定範囲の VLAN を指定します。カンマのあとにはスペースを入れます。ハイフンの前後にはスペースを 1 つ入れます。
ステップ 5	`Switch(config)# monitor session session_number destination remote vlan vlan-id`	RSPAN セッションと宛先リモート VLAN を指定します。 *session_number* には、この RSPAN セッションで識別されるセッション番号を指定します（1 ～ 6）。 *vlan-id* には、モニタ対象トラフィックを宛先ポートに伝送する RSPAN VLAN を指定します。
ステップ 6	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	`Switch# show monitor [session session_number]`	入力を確認します。
ステップ 8	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

トランク ポート上のすべての VLAN をモニタするには、**no monitor session** *session_number* **filter vlan** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。

次に、RSPAN セッション 2 の既存の設定をすべてクリアし、トランク ポート 4 上での受信したトラフィックをモニタする RSPAN セッション 2 を設定し、VLAN 1 ～ 5 および 9 のトラフィックのみを、宛先リモート VLAN 902 に送信する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# no monitor session 2
Switch(config)# monitor session 2 source interface gigabitethernet1/1 rx
Switch(config)# monitor session 2 filter vlan 1 - 5 , 9
Switch(config)# monitor session 2 destination remote vlan 902
Switch(config)# end
```

SPAN および RSPAN ステータスの表示

現在の SPAN または RSPAN 設定のステータスを表示するには、**show monitor** 特権 EXEC コマンドを使用します。

次に、SPAN 送信元セッション 1 の **show monitor** コマンドの出力例を示します。

```
Switch# show monitor session 1
Session 1
---------
Type: Local Source Session
Source Ports:
    RX Only:  Fa3/13
    TX Only:       None
    Both:          None

Source VLANs:
    RX Only:       None
    TX Only:       None
    Both:          None
Source RSPAN VLAN: None
Destination Ports: None
    Encapsulation: DOT1Q
    Ingress:Enabled, default VLAN=5
Filter VLANs:      None
Dest RSPAN VLAN: None
Ingress : Enabled, default VLAN=2
Learning : Disabled
```

CHAPTER 44

システム メッセージ ロギングの設定

この章では、Catalyst 4500 シリーズ スイッチにシステム メッセージ ロギングを設定する方法を説明します。

(注) ここで使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、次の URL にある『*Cisco IOS Configuration Fundamentals Command Reference*』Release 12.4 を参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios124/124tcr/tcf_r/index.htm

この章の内容は、次のとおりです。

システム メッセージ ロギングの概要

デフォルトでは、システムはシステム メッセージと **debug** 特権 EXEC コマンドの出力をロギング プロセスに送ります。ロギング プロセスは、ロギング バッファ、端末回線、UNIX Syslog サーバなど、構成に応じたさまざまな宛先へのロギング メッセージの配信を制御します。プロセスはコンソールにもメッセージを送信します。

（注）　Syslog は 4.3 BSD UNIX 互換形式です。

ロギング プロセスがディセーブルの場合、メッセージはコンソールだけに送信されます。メッセージは生成と同時に送信されるので、メッセージとデバッグ出力は、プロンプトや他のコマンドの出力に紛れ込んでいます。メッセージは、そのメッセージの生成プロセスが終了するとコンソールに表示されます。

メッセージの重大度を設定すると、コンソールとそれぞれの宛先に表示されるメッセージの種類を制御できます。ログ メッセージにタイムスタンプを設定したり、リアルタイム デバッギングおよび管理を強化するために Syslog 送信元アドレスを設定したりできます。表示される可能性があるメッセージについては、このリリースのシステム メッセージ ガイドを参照してください。

記録されたシステム メッセージにアクセスするには、スイッチの CLI（コマンドライン インターフェイス）を使用するか、正しく設定された Syslog サーバに保存します。スイッチ ソフトウェアは、syslog メッセージをスイッチの内部バッファに保存します。スイッチに障害が発生した場合、フラッシュ メモリに保存していないかぎり、ログは失われます。

Syslog サーバのログを確認するか、Telnet またはコンソール ポート経由でスイッチにアクセスすれば、システム メッセージをリモートでモニタできます。

システム メッセージ ロギングの設定

ここでは、システム メッセージ ロギングの設定方法を説明します。

システム ログ メッセージの形式

システム ログ メッセージには最大 80 文字とパーセント記号（%）を 1 つ含めることができ、任意でシーケンス番号またはタイムスタンプ情報（設定されている場合）を続けることもできます。メッセージの表示形式は次のとおりです。

seq no:timestamp: %facility-severity-MNEMONIC:description

パーセント記号よりも前の部分のメッセージは、**service sequence-numbers**、**service timestamps log datetime**、**service timestamps log datetime** [**localtime**] [**msec**] [**show-timezone**]、または **service timestamps log uptime** グローバル コンフィギュレーションコマンドの設定によって異なります。

表 44-1 で Syslog メッセージの要素を説明します。

表 44-1　システム ログ メッセージの要素

要素	説明
seq no:	**service sequence-numbers** グローバル コンフィギュレーションコマンドが設定されている場合、ログ メッセージにシーケンス番号を追加します。 詳細については、「ログ メッセージのシーケンス番号のイネーブル化およびディセーブル化」（p.44-8）を参照してください。
timestamp の形式： *mm/dd hh:mm:ss* または *hh:mm:ss*（短い動作期間） または *d h*（長い動作期間）	メッセージまたはイベントの日時。**service timestamps log** [**datetime** | **log**] グローバル コンフィギュレーションコマンドが設定されている場合にだけ表示されます。 詳細については、「ログ メッセージのタイムスタンプのイネーブル化およびディセーブル化」（p.44-7）を参照してください。
facility	メッセージが関係するファシリティ（SNMP、SYS など）。サポートされるファシリティのリストは、表 44-4 を参照してください。
severity	メッセージの重大度を表す 0 ～ 7 の 1 桁のコード。重大度については表 44-3 を参照してください。
MNEMONIC	メッセージを一意に表す文字列
description	レポートされるイベントの内容を説明する文字列

次に、スイッチ システム メッセージの例の一部を示します。

```
00:00:46: %LINK-3-UPDOWN: Interface Port-channel1, changed state to up
00:00:47: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet1/0/1, changed state to up
00:00:47: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet1/0/2, changed state to up
00:00:48: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan1, changed state to down
00:00:48: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet1/0/1,
changed state to down 2
*Mar  1 18:46:11: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by vty2 (10.34.195.36)
18:47:02: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by vty2 (10.34.195.36)
*Mar  1 18:48:50.483 UTC: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by vty2
(10.34.195.36)
```

システム メッセージ ロギングのデフォルト設定

表 44-2 に、システム メッセージ ロギングのデフォルト設定を示します。

表 44-2　システム メッセージ ロギングのデフォルト設定

機能	デフォルト設定
コンソールへのシステム メッセージ ロギング	イネーブル
コンソールの重大度	デバッグ（および数値がさらに小さいレベル。表 44-3 を参照）
ロギング ファイル設定	ファイル名は指定されていない
ロギング バッファ サイズ	4096 バイト
ロギング履歴サイズ	メッセージ 1 件
タイムスタンプ	ディセーブル
同期ロギング	ディセーブル
ログ収集サーバ	ディセーブル
Syslog サーバ IP アドレス	設定なし
サーバ ファシリティ	Local7（表 44-4 を参照）
サーバの重大度	情報（および数値がさらに小さいレベル。表 44-3 を参照）

メッセージ ロギングのディセーブル化

メッセージ ロギングはデフォルトでイネーブルです。コンソール以外の宛先にメッセージを送信する場合はイネーブルにしておく必要があります。イネーブルの場合はログ メッセージがロギング プロセスに送られます。ロギング プロセスでメッセージは、生成したプロセスとは非同期で、指定した場所に保存されます。

メッセージ ロギングをディセーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# no logging on`	メッセージ ロギングをディセーブルにします。
ステップ 3	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	`Switch# show running-config` または `show logging`	入力を確認します。
ステップ 5	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ロギング プロセスをディセーブルにするとスイッチのパフォーマンスが低下します。メッセージがコンソールに書き込まれるのを待ってからプロセスを継続する必要があるからです。ロギング プロセスがディセーブルになると、メッセージは作成されるとすぐにコンソールに表示され、コマンド出力の途中で表示されることが多くなります。

logging synchronous グローバル コンフィギュレーションコマンドも、コンソールでのメッセージの表示に影響を与えます。このコマンドをイネーブルにすると、改行キーを押した場合にのみメッセージが表示されます。詳細については、「ログ メッセージの同期化」（p.44-6）を参照してください。

ディセーブルにしたメッセージ ロギングを再びイネーブルにするには、**logging on** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。

メッセージ表示先装置の設定

メッセージ ロギングがイネーブルの場合、コンソール以外にも指定した場所にメッセージを送信できます。

メッセージの受信先を指定するには、次の作業を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# logging buffered [size]`	スイッチの内部バッファにメッセージを保存します。デフォルト バッファ サイズは 4096 で、範囲は 4096 ～ 2147483647 バイトです。 スイッチで障害が発生すると、あらかじめフラッシュ メモリに保存していないかぎりログ ファイルは失われます。ステップ 4 を参照してください。 **（注）** バッファサイズは大きくしすぎないようにします。スイッチが他の作業の分のメモリを使い果たしてしまう可能性があるからです。スイッチのプロセッサ メモリの空き容量を表示するには、**show memory** 特権 EXEC コマンドを使用します。ただしこれは最大空き容量なので、バッファ サイズを*この値に設定しない*でください。
ステップ 3	`Switch(config)# logging host`	UNIX Syslog サーバ ホストにメッセージを保存します。 *host* には、Syslog サーバとして使用するホストの名前または IP アドレスを指定します。 ロギング メッセージを受信する Syslog サーバのリストを作成するには、このコマンドを複数回入力します。 詳細な Syslog サーバの設定手順については、「UNIX Syslog サーバの設定」（p.44-11）を参照してください。

	コマンド	目的
ステップ 4	`Switch(config)# logging file flash:`*filename* `[`*max-file-size*`] [`*min-file-size*`]] [`*severity-level-number* `|` *type*`]`	スイッチのフラッシュ メモリのファイルにログ メッセージを保存します。 • *filename* には、ログ メッセージ ファイル名を指定します。 • （任意）*max-file-size* には、ロギング ファイルの最大サイズを指定します。指定できる範囲は 4096 ～ 2147483647 です。デフォルトは 4096 バイトです。 • （任意）*min-file-size* には、ロギング ファイルの最小サイズを指定します。指定できる範囲は 1024 ～ 2147483647 です。デフォルトは 2048 バイトです。 • （任意）*severity-level-number*	*type* には、ロギングの重大度またはロギング タイプを指定します。重大度の範囲は 0 ～ 7 です。ロギング タイプのキーワードについては、表 44-3 を参照してください。デフォルトでは、ログ ファイルはデバッギング メッセージとこれよりも数値が小さいレベルを受け付けます。
ステップ 5	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	`Switch# terminal monitor`	現在のセッション間、非コンソール端末にメッセージを保存します。 端末パラメータ設定コマンドはローカルに設定され、セッションが終了後は無効になります。デバッギング メッセージを表示するには、この手順を各セッションで実行する必要があります。
ステップ 7	`Switch# show running-config`	入力を確認します。
ステップ 8	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

logging buffered グローバル コンフィギュレーションコマンドは、ロギング メッセージを内部バッファにコピーします。バッファはサーキュラ方式なので、バッファが満杯になると新しいメッセージが古いメッセージを上書きします。バッファに保存されたメッセージを表示するには、**show logging** 特権 EXEC コマンドを使用します。最初に表示されるメッセージは、バッファで一番古いメッセージです。バッファの内容をクリアするには、**clear logging** 特権 EXEC コマンドを使用します。

コンソールへのロギングをディセーブルにするには、**no logging console** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。ファイルへのロギングをディセーブルにするには、**no logging file** [*severity-level-number* | *type*] グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。

ログ メッセージの同期化

割り込みメッセージと **debug** 特権 EXEC コマンド出力を、特定のコンソール ポート回線または仮想端末回線の送信請求装置出力およびプロンプトと同期させることができます。非同期で出力するメッセージの種類を重大度に基づいて特定することができます。端末に非同期メッセージ保存するバッファの最大数を設定することもできます。最大数を超えたあとのメッセージはドロップされます。

割り込みメッセージと **debug** コマンド出力の同期ロギングがイネーブルの場合、送信請求装置出力が表示またはプリンタ出力されたあとに割り込み装置出力がコンソールに表示またはプリンタ出力されます。割り込みメッセージと **debug** コマンド出力は、ユーザ入力のプロンプトが戻ったあとにコンソールに表示されます。このため、割り込みメッセージと **debug** コマンド出力が送信請求装置出力およびプロンプトに紛れ込むことはありません。割り込みメッセージが表示されると、コンソールは再びユーザ プロンプトを表示します。

同期ロギングを設定にするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	**line** [**console** | **vty**] *line-number* [*ending-line-number*]	メッセージの同期ロギングを設定する回線を指定します。 • スイッチ コンソール ポートで発生する設定の場合、**console** キーワードを使用します。 • 同期ロギングをイネーブルにする VTY 回線を指定するには、**line vty** *line-number* コマンドを使用します。Telnet セッションで発生する設定には VTY 接続を使用します。回線番号の範囲は 0 ～ 15 です。 16 の VTY 回線全部の設定を変更するには、次のように入力します。 **line vty 0 15** または、現在の接続で使用している 1 つの VTY 回線の設定だけを変更することができます。たとえば、VTY 回線 2 を変更する場合は次のように入力します。 **line vty 2** このコマンドを入力するとライン コンフィギュレーション モードになります。
ステップ 3	**logging synchronous** [**level** [*severity-level* | **all**] | **limit** *number-of-buffers*]	メッセージの同期ロギングをイネーブルにします。 • （任意）**level** *severity-level* には、メッセージの重大度を指定します。この値以上の重大度のメッセージは同期的にプリンタに出力されます。値が小さいほど重大度が大きく、値が大きいほど重大度は小さくなります。デフォルトは 2 です。 • （任意）**level all** を指定すると、重大度にかかわらずすべてのメッセージがプリンタ出力されます。 • （任意）**limit** *number-of-buffers* には、端末にキューイングされるバッファ数を指定します。これ以降の新しいメッセージはドロップされます。指定できる範囲は 0 ～ 2147483647 です。デフォルトは 20 です。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	入力を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

割り込みメッセージとデバッグ出力の同期をディセーブルにするには、**no logging synchronous** [**level** *severity-level* | **all**] [**limit** *number-of-buffers*] ライン コンフィギュレーションコマンドを使用します。

ログ メッセージのタイムスタンプのイネーブル化およびディセーブル化

（注） デフォルトでは、ログ メッセージにはタイムスタンプは含まれません。

ログ メッセージのタイムスタンプをイネーブルにするには、次の作業を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	**service timestamps log uptime** または **service timestamps log datetime** [**msec**] [**localtime**] [**show-timezone**]	ログのタイムスタンプをイネーブルにします。 最初のコマンドはログ メッセージのタイムスタンプをイネーブルにし、システムがリブートされてからの時間が示されます。 2 番めのコマンドはログ メッセージのタイムスタンプをイネーブルにします。指定したオプションによっては、タイムスタンプに日付、現地時間による時刻（ミリ秒）、および時間帯の名前が含まれます。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	入力を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	(任意)コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デバッグおよびログ　メッセージのタイムスタンプをディセーブルにするには、**no service timestamps** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。

次に、**service timestamps log datetime** グローバル コンフィギュレーションコマンドをイネーブルにした場合のロギング表示（一部）の例を示します。

```
*Mar  1 18:46:11: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by vty2 (10.34.195.36)
```

次に、**service timestamps log uptime** グローバル コンフィギュレーションコマンドをイネーブルにした場合のロギング表示（一部）の例を示します。

```
00:00:46: %LINK-3-UPDOWN: Interface Port-channel1, changed state to up
```

ログ メッセージのシーケンス番号のイネーブル化およびディセーブル化

複数のメッセージに同じタイムスタンプが表示される可能性があるので、シーケンス番号を使用してメッセージを表示することにより参照するメッセージを明確にすることができます。デフォルトでは、ログ メッセージのシーケンス番号は表示されません。

ログ メッセージのシーケンス番号をイネーブルにするには、次の作業を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	**service sequence-numbers**	シーケンス番号をイネーブルにします。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	入力を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	(任意)コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

シーケンス番号をディセーブルにするには、**no service sequence-numbers** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。

次に、シーケンス番号をイネーブルにしてログ画面の一部を表示する例を示します。

```
000019: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by vty2 (10.34.195.36)
```

メッセージの重大度の定義

メッセージの重大度を定義することによって、選択した装置に表示するメッセージを制限することができます（メッセージの重大度については表 44-3 を参照）。

メッセージの重大度を定義するには、次の作業を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	**logging console** *level*	コンソールに保存するメッセージを制限します。 デフォルトでは、コンソールはデバッギング メッセージと、これよりも数値が小さいレベルのメッセージを受信します（表44-3を参照）。
ステップ 3	**logging monitor** *level*	端末回線に出力するメッセージを制限します。 デフォルトでは、端末はデバッギング メッセージと、これよりも数値が小さいレベルのメッセージを受信します（表 44-3 を参照）。
ステップ 4	**logging trap** *level*	Syslog サーバに保存するメッセージを制限します。 デフォルトでは、Syslog サーバは情報メッセージと、これよりも数値が小さいレベルのメッセージを受信します（表 44-3 を参照）。 詳細な Syslog サーバの設定手順については、「UNIX Syslog サーバの設定」（p.44-11）を参照してください。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show running-config** または **show logging**	入力を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

（注） *level* を指定すると、この数値以下のレベルのメッセージが出力先に表示されます。

コンソールへのロギングをディセーブルにするには、**no logging console** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。コンソール以外の端末へのロギングをディセーブルにするには、**no logging monitor** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。Syslog サーバへのロギングをディセーブルにするには、**no logging trap** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。

表 44-3 では、*level* キーワードについて説明します。また、対応する UNIX Syslog 定義についても、重大度の順（最も大きい重大度から最も小さい重大度へ）に示します。

表 44-3　メッセージ ログレベル キーワード

レベル キーワード	レベル	説明	Syslog 定義
emergencies	0	システムが不安定	LOG_EMERG
alerts	1	すぐに対応する必要あり	LOG_ALERT
critical	2	クリティカルな状態	LOG_CRIT
errors	3	エラー状態	LOG_ERR
warnings	4	警告状態	LOG_WARNING

表 44-3　メッセージ ログレベル キーワード（続き）

レベル キーワード	レベル	説明	Syslog 定義
notifications	5	正常だが重大な状態	LOG_NOTICE
informational	6	情報メッセージのみ	LOG_INFO
debugging	7	デバッグ メッセージ	LOG_DEBUG

このほかにも、ソフトウェアには次の 4 つのメッセージ カテゴリがあります。

- ソフトウェアまたはハードウェアの誤動作に関するエラー メッセージ。**warnings** から **emergencies** のレベルで表示されます。スイッチの機能が影響を受けることを意味します。この状態から回復する方法については、このリリースのシステム メッセージ ガイドを参照してください。
- **debug** コマンドの出力。**debugging** レベルで表示されます。通常、デバッグ コマンドは Technical Assistance Center（TAC）だけが使用します。
- インターフェイスのアップまたはダウン移行メッセージおよびシステム再起動メッセージ。**notifications** レベルで表示されます。これは情報メッセージで、スイッチ機能に影響はありません。
- リロード要求および低プロセス スタック メッセージ。**informational** レベルで表示されます。これは情報メッセージで、スイッチ機能に影響はありません。

履歴テーブルおよび SNMP への Syslog メッセージの送信制限

snmp-server enable trap グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用して、Syslog メッセージ トラップの SNMP ネットワーク管理ステーションへの送信をイネーブルにした場合、送信するメッセージやスイッチ履歴テーブルに保存するメッセージのレベルを変更できます。また、履歴テーブルに保存するメッセージの数も変更できます。

SNMP トラップが宛先に届く保証はないので、メッセージは履歴テーブルに保存されます。デフォルトでは、**warning** レベルおよびこれよりも数値が小さいレベルの 1 つのメッセージ（表 44-3 を参照）が、Syslog トラップがイネーブルではない場合でも履歴テーブルに保存されます。

レベルおよび履歴テーブルのサイズのデフォルトを変更するには、次の作業を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	**logging history** *level*[1]	履歴ファイルに保存し SNMP サーバに送信する Syslog メッセージのデフォルト レベルを変更します。 *level* キーワードのリストについては、表 44-3 を参照してください。 デフォルトで送信されるメッセージのレベルは、**warnings**、**errors**、**critical**、**alerts**、および **emergencies** です。
ステップ 3	**logging history size** *number*	履歴テーブルに保存できる Syslog メッセージの数を指定します。 デフォルトでは 1 件のメッセージが保存されます。有効範囲は 0 ～ 500 件です。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	入力を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

1. 表 44-3 に、レベル キーワードと重大度を示します。SNMP を使用する場合は、重大度の値は 1 つずつ大きくなります。たとえば、emergencies は 1 に、critical は 3 になります。

履歴テーブルが満杯の場合（**logging history size** グローバル コンフィギュレーションコマンドで指定した最大件数が保存されている場合）、最も古いメッセージ エントリがテーブルから削除され、新しいメッセージ エントリが保存されます。

Syslog メッセージのロギングをデフォルト レベルに戻すには、**no logging history** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。履歴テーブルのメッセージ件数をデフォルト値に戻すには、**no logging history size** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。

UNIX Syslog サーバの設定

次のセクションでは、UNIX サーバ Syslog デーモンを設定する方法と UNIX システム ロギング ファシリティを定義する方法を説明します。

UNIX Syslog デーモンへのメッセージ ロギング

UNIX Syslog サーバにシステム ログ メッセージを送信するには、UNIX サーバに Syslog デーモンを設定する必要があります。この手順は任意です。

ルートとしてログ インし、次の手順を実行します。

（注） UNIX Syslog デーモンの一部の最新バージョンのデフォルトでは、ネットワークからの Syslog パケットを受け付けません。該当するシステムを使用する場合、リモート Syslog メッセージのロギングをイネーブルにするために Syslog コマンドラインに追加または削除するオプションを判断するには、UNIX **man syslogd** コマンドを使用します。

ステップ 1　ファイル /etc/syslog.conf に、次のような行を追加します。

```
local7.debug /usr/adm/logs/cisco.log
```

local7 キーワードは使用するロギング ファシリティを指定します。ファシリティについては、表 44-4 を参照してください。**debug** キーワードは Syslog レベルを指定します。重大度については、表 44-3 を参照してください。Syslog デーモンは、次のフィールドで指定するファイルに、このレベル以上の重大度のメッセージを送信します。ファイルが存在しており Syslog デーモンに書き込み権限があることが必要です。

ステップ 2　UNIX シェル プロンプトで次のコマンドを入力し、ログ ファイルを作成します。

```
$ touch /var/log/cisco.log
$ chmod 666 /var/log/cisco.log
```

ステップ 3　Syslog デーモンが新しい変更内容を読み取るようにします。

```
$ kill -HUP `cat /etc/syslog.pid`
```

詳細については、UNIX システムの **man syslog.conf** および **man syslogd** コマンドを参照してください。

UNIX システム ロギング ファシリティの設定

外部装置にシステム ログ メッセージを送信する場合、任意の UNIX Syslog ファシリティで作成されたメッセージをスイッチで識別させることができます。

特権 EXEC モードで次の手順を実行し、UNIX システム ファシリティ メッセージ ロギングを設定します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	**logging** *host*	IP アドレスを入力することにより、メッセージを UNIX Syslog サーバ ホストに保存するようにします。 ロギング メッセージを受信する Syslog サーバのリストを作成するには、このコマンドを複数回入力します。
ステップ 3	**logging trap** *level*	Syslog サーバに保存するメッセージを制限します。 デフォルトでは、Syslog サーバは情報メッセージとそれ以下のレベルのメッセージを受信します。*level* キーワードについては、表 44-3 を参照してください。
ステップ 4	**logging facility** *facility-type*	Syslog ファシリティを設定します。*facility-type* キーワードについては、表 44-4 を参照してください。 デフォルトは **local7** です。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show running-config**	入力を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

Syslog サーバを削除するには、**no logging** *host* グローバル コンフィギュレーションコマンドを実行し、Syslog サーバ IP アドレスを指定します。Syslog サーバへのロギングをディセーブルにするには、**no logging trap** グローバル コンフィギュレーションコマンドを実行します。

表 44-4 に、ソフトウェアでサポートされる UNIX システム ファシリティを示します。ファシリティの詳細については、使用する UNIX オペレーティング システムのオペレータ マニュアルを参照してください。

表 44-4　ロギング ファシリティ タイプ キーワード

ファシリティ タイプ キーワード	説明
auth	認可システム
cron	cron ファシリティ
daemon	システム デーモン
kern	カーネル
local0-7	ローカル定義メッセージ
lpr	ライン プリンタ システム
mail	メール システム
news	USENET ニュース
sys9-14	システム使用
syslog	システム ログ
user	ユーザ プロセス
uucp	UNIX 同士のコピー システム

ロギング設定の表示

ロギング設定およびログ バッファの内容を表示するには、**show logging** 特権 EXEC コマンドを使用します。この出力のフィールドについては、『*Cisco IOS Configuration Fundamentals Command Reference*』Release 12.3 を参照してください。

CHAPTER 45

SNMP の設定

この章では、Catalyst 4500 シリーズ スイッチに SNMP（簡易ネットワーク管理プロトコル）を設定する方法を説明します。

(注) ここで使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、次の URL にある『*Cisco IOS Configuration Fundamentals Command Reference*』Release 12.4 を参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios124/124tcr/tcf_r/index.htm

この章の内容は、次のとおりです。

SNMP の概要

SNMP は、マネージャとエージェント間の通信にメッセージ形式を提供するアプリケーションレイヤ プロトコルです。SNMP は、SNMP マネージャ、SNMP エージェント、および MIB（管理情報ベース）で構成されています。SNMP マネージャは、Cisco Works などの NMS（network management system; ネットワーク管理システム）の一部になることができます。エージェントと MIB はスイッチに常駐します。スイッチに SNMP を設定するには、マネージャとエージェントの関係を定義する必要があります。

SNMP エージェントには、SNMP マネージャが値を要求または変更できる MIB 変数が含まれています。マネージャはエージェントから値を取得することも、エージェントに値を保存することもできます。エージェントは、デバイス パラメータおよびネットワーク データに関する情報のリポジトリである MIB からデータを収集します。エージェントは、マネージャの要求に応じてデータを取得または設定できます。

エージェントはマネージャに非送信請求トラップを送信できます。トラップとは、そのネットワークの状態を SNMP マネージャに通知するメッセージです。トラップには、間違ったユーザ認証、再起動、リンク状態（アップまたはダウン）、MAC アドレスの追跡、Transmission Control Protocol（TCP）接続の終了、ネイバーへの接続の消失、その他の重要なイベントがあります。

ここでは、次の内容について説明します。

SNMP のバージョン

Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、次の SNMP バージョンをサポートします。

- SNMPv1 ― 完全インターネット標準の SNMP で、RFC 1157 で定義されています。
- SNMPv2C ― SNMPv2Classic のパーティベース管理およびセキュリティ フレームワークが SNMPv2C のコミュニティストリングベース管理フレームワークに置き換えられていますが、SNMPv2Classic のバルク検索は引き継がれ、エラー処理は改良されています。SNMPv2C には次の機能があります。
  - SNMPv2 ― SNMP のバージョン 2 で、RFC 1902 ～ 1907 で定義されているドラフト インターネット標準です。
  - SNMPv2C ― SNMPv2 のコミュニティストリングベース管理フレームワークで、RFC 1901 で定義されている実験的インターネット プロトコルです。
- SNMPv3 ― SNMP のバージョン 3 で、RFC 2273 ～ 2275 で定義されている相互運用可能な標準ベースのプロトコルです。SNMPv3 はネットワークのパケットを認証して暗号化することによってデバイスへのセキュアなアクセスを提供し、次のセキュリティ機能があります。
  - メッセージ完全性 ― 送信中にパケットが改ざんされないようにします。
  - 認証 ― 有効な送信元からのメッセージであることを判断します。
  - 暗号化 ― パッケージの内容を混ぜ合わせ、不正なソースによって読み取られることを防ぎます。

（注）　暗号化を選択するには、**priv** キーワードを入力します。このキーワードは、暗号（暗号化）ソフトウェア イメージがインストールされている場合にのみ指定できます。

SNMPv1 と SNMPv2C はどちらもコミュニティスベースのセキュリティ形式を使用します。エージェントの MIB にアクセスできるマネージャのコミュニティは、IP アドレス Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）とパスワードによって定義されます。

SNMPv2C には、バルク検索メカニズムと、詳細なエラー メッセージを管理ステーションに報告する機能が備わっています。バルク検索メカニズムはテーブルおよび大量の情報を検索し、必要な往復回数を最小限に抑えます。SNMPv2C の改良されたエラー処理には多様なエラー状態を区別する拡張型エラー コードがあります。これらの状態は、SNMPv1 では 1 つのエラー コードで報告されます。SNMPv2C ではエラー戻りコードがエラーの種類を報告します。

SNMPv3 は、セキュリティ モデルとセキュリティ レベルの両方を提供します。セキュリティ モデルは、ユーザおよびユーザが存在するグループに設定された認証方法です。セキュリティ レベルは、セキュリティ モデルで許可されたセキュリティのレベルです。セキュリティ レベルとセキュリティ モデルの組み合わせにより、SNMP パケットを処理する場合に使用するセキュリティ メカニズムが決まります。利用可能なセキュリティ モデルは、SNMPv1、SNMPv2C、および SNMPv3 です。

表 45-1 に、セキュリティ モデルとセキュリティ レベルの組み合わせの特性を示します。

表 45-1　SNMP のセキュリティ モデルとセキュリティ レベル

モデル	レベル	認証	暗号化	結果
SNMPv1	noAuthNoPriv	コミュニティ ストリング	含まれない	コミュニティ ストリングの照合を認証に使用
SNMPv2C	noAuthNoPriv	コミュニティ ストリング	含まれない	コミュニティ ストリングの照合を認証に使用
SNMPv3	noAuthNoPriv	ユーザ名	含まれない	ユーザ名の照合を認証に使用
SNMPv3	authNoPriv	MD5 または SHA	含まれない	HMAC-MD5 または HMAC-SHA アルゴリズムに基づく認証を行う
SNMPv3	authPriv（暗号化ソフトウェア イメージが必要）	MD5 または SHA	DES	HMAC-MD5 または HMAC-SHA アルゴリズムに基づく認証を行う CBC-DES（DES-56）標準に基づく認証のほか、DES 56 ビット暗号化を行う

管理ステーションがサポートする SNMP バージョンを使用するには SNMP エージェントを設定する必要があります。エージェントは複数のマネージャと通信できるため、ソフトウェアを設定して SNMPv1、SNMPv2C、および SNMPv3 プロトコルを使用する通信をサポートすることができます。

SNMP マネージャの機能

SNMP マネージャは MIB の情報を使用して、表 45-2 に示す動作を行います。

表 45-2　SNMP の動作

動作	説明
get-request	指定した変数の値を取得します。
get-next-request	テーブル内の変数の値を取得します。[1]
get-bulk-request[2]	テーブル内の複数行のような大きなデータ ブロックを取得します。多数の小さなデータ ブロックの送信が必要になります。
get-response	NMS が送信した get-request、get-next-request、および set-request に応答します。
set-request	指定した変数に値を保存します。
trap	イベント発生時に SNMP エージェントから SNMP マネージャに送信される割り込みメッセージ

1. この動作では、SNMP マネージャが正しい変数名を知る必要はありません。必要な変数が見つかるまでテーブル内でのシーケンシャルな検索が実行されます。
2. **get-bulk** コマンドは SNMPv2 以降でのみ動作します。

SNMP エージェントの機能

SNMP エージェントは、次のような SNMP マネージャ要求に応答します。

- MIB 変数の取得 — SNMP エージェントは、NMS の要求に応じてこの機能を開始します。エージェントは要求された MIB 変数の値を取得して NMS にその値を返します。
- MIB 変数の設定 — SNMP エージェントは、NMS のメッセージに応じてこの機能を開始します。SNMP エージェントは MIB 変数の値を NMS が要求する値に変更します。

SNMP エージェントは、重要なイベントがエージェントで発生したことを NMS に知らせる割り込みトラップ メッセージも送信します。トラップ条件の例には、ポートまたはモジュールがアップまたはダウンになった場合、スパニングツリー トポロジが変更された場合、認証に失敗した場合などがありますが、これだけに限定されることはありません。

SNMP コミュニティ ストリング

SNMP コミュニティ ストリングは MIB オブジェクトへのアクセスを認証し、埋め込みパスワードとして機能します。NMS がスイッチにアクセスできるためには、NMS のコミュニティ ストリング定義がスイッチに定義された 3 つのコミュニティ ストリングの少なくとも 1 つと一致する必要があります。

コミュニティ ストリングには次のいずれかの属性があります。

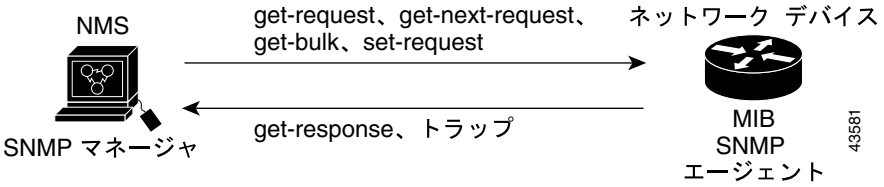
- Read-only（RO）— 認可された管理ステーションに、コミュニティ ストリングを除く MIB の全オブジェクトに対する読み取りアクセス権を与えますが、書き込みアクセス権は与えません。
- Read-write（RW）— 認可された管理ステーションに、MIB の全オブジェクトに対する読み取りおよび書き込みアクセス権を与えますが、コミュニティ ストリングへのアクセス権は与えません。
- Read-write-all — 認可された管理ステーションに、コミュニティ ストリングを含む MIB の全オブジェクトに対する読み取りおよび書き込みアクセス権を与えます。

SNMP を使用した MIB 変数へのアクセス

NMS の 1 つに CiscoWorks ネットワーク管理ソフトウェアがあります。CiscoWorks 2000 はスイッチ MIB 変数を使用してデバイス変数を設定し、ネットワーク上のデバイスの特定の情報をポーリングします。ポーリングした結果をグラフなどで表示して分析し、インターネットワーキングのトラブルシューティング、ネットワーク パフォーマンスの向上、デバイスの設定確認、トラフィック負荷のモニタリングなどを行うことができます。

図 45-1 で示すように、SNMP エージェントは MIB のデータを収集します。エージェントは SNMP マネージャにトラップや特定イベントの通知を送信し、SNMP マネージャはトラップを受信して処理します。トラップは SNMP マネージャにネットワークの状態を通知します。不適切なユーザ認証、再起動、リンクの状態（アップまたはダウン）、MAC アドレスの追跡などが通知されます。SNMP エージェントは、SNMP マネージャから *get-request*、*get-next-request*、および *set-request* 形式で送信される MIB 関連のクエリーにも応答します。

図 45-1　SNMP ネットワーク



SNMP 通知

SNMP では、特定のイベントが発生した場合にスイッチから SNMP マネージャに通知を送信できます。SNMP 通知はトラップまたはインフォーム要求として送信されます。コマンド構文では、コマンドでトラップとインフォームのどちらかを任意で選択できないかぎり、*traps* キーワードは、トラップとインフォームのどちらか一方または両方を意味します。SNMP 通知をトラップまたはインフォームとして送信するには、**snmp-server host** コマンドを使用します。

（注） SNMPv1 はインフォームをサポートしません。

受信側はトラップを受信しても acknowledgment（ACK; 確認応答）を送信しないのでトラップが受信されたかどうかを送信側で判断することができないため、トラップには信頼性があるとは言えません。SNMP マネージャがインフォーム要求を受信すると、SNMP 応答 Protocol Data Unit（PDU; プロトコル データ ユニット）を使用してメッセージに確認応答します。送信側が応答を受信しなかった場合、インフォーム要求が再送信されます。このため、インフォームは、指定した宛先に到着する可能性がトラップよりも高くなります。

インフォームにはトラップよりも信頼性が高いという特性がありますが、より多くのスイッチおよびネットワークのリソースを消費します。送信後すぐに廃棄されるトラップとは異なり、インフォーム要求は、応答を受信するか要求期限が過ぎるまでメモリに保存されます。トラップは 1 回しか送信されませんが、インフォームは何度か再送信されます。再送信によってトラフィックが増し、ネットワークのオーバーヘッドにつながります。このため、トラップとインフォームには信頼性とリソースの間で妥協が必要になります。SNMP マネージャがすべての通知を受け取ることが重要であれば、インフォーム要求を使用します。ネットワークのトラフィックやスイッチのメモリが問題であり通知が不要であれば、トラップを使用します。

SNMP の設定

ここでは、スイッチに SNMP を設定する方法を説明します。内容は次のとおりです。

SNMP のデフォルト設定

表 45-3 に、SNMP のデフォルト設定を示します。

表 45-3　SNMP のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
SNMP エージェント	イネーブル
SNMP トラップ レシーバ	設定なし
SNMP トラップ	TCP 接続へのトラップ（**tty**）以外はイネーブルになっていません。
SNMP のバージョン	**version** キーワードがない場合、デフォルトはバージョン 1
SNMPv3 認証	キーワードを指定しない場合、デフォルトは **noauth**（noAuthNoPriv）セキュリティ レベル
SNMP 通知の種類	種類が指定されていない場合、すべての通知が送信されます。

SNMP 設定時の注意事項

SNMP *group* は、SNMP ユーザを SNMP ビューにマッピングするテーブルです。SNMP *user* は、SNMP グループのメンバです。SNMP *host* は、SNMP トラップ動作のレシーバです。SNMP *engine ID* は、ローカルまたはリモート SNMP エンジンの名前です。

SNMP を設定する場合は、以下の注意事項に従ってください。

- SNMP グループを設定する場合、通知ビューを設定しないようにします。**snmp-server host** グローバル コンフィギュレーションコマンドはユーザの通知ビューを自動的に生成し、そのユーザに関連付けられているグループに追加します。グループの通知ビューを変更すると、そのグループに関連付けられているすべてのユーザが影響を受けます。通知ビューを設定するタイミングについては、『*Cisco IOS Configuration Fundamentals Command Reference*』Release 12.2 を参照してください。
- リモート ユーザを設定するには、ユーザが存在するデバイスのリモート SNMP エージェントの IP アドレスまたはポート番号を指定します。
- 特定のエージェントにリモート ユーザを設定する前に、**snmp-server engineID** グローバル コンフィギュレーションコマンドに **remote** オプションを使用して SNMP エンジン ID を設定します。リモート エージェントの SNMP エンジン ID とユーザ パスワードは、認証およびプライバシー ダイジェストを計算するために使用されます。最初にリモート エンジン ID を設定しなかった場合、コンフィギュレーションコマンドは失敗します。

- SNMP インフォームを設定する場合、まず SNMP データベースにリモート エージェントの SNMP エンジン ID を設定し、それからプロキシ要求やインフォームを送信します。
- ローカル ユーザがリモート ホストに関連付けられていない場合、スイッチは **auth**（authNoPriv）および **priv**（authPriv）認証レベルのインフォームを送信しません。
- SNMP エンジン ID の値を変更すると大きな影響が発生します。ユーザのパスワード（コマンドラインで入力）は、パスワードとローカル エンジン ID に基づいて MD5 または SHA セキュリティ ダイジェストに変換されます。その後、RFC 2274 に従ってコマンドライン パスワードは破棄されます。このため、エンジン ID の値を変更すると SNMPv3 ユーザのセキュリティ ダイジェストが無効になり、**snmp-server user** *username* グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用して SNMP ユーザを再設定する必要があります。エンジン ID を変更した場合にも、同様の制約によってコミュニティ ストリングの再設定が必要になります。

SNMP エージェントのディセーブル化

SNMP エージェントをディセーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# no snmp-server`	SNMP エージェント動作をディセーブルにします。
ステップ 3	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	`Switch# show running-config`	入力を確認します。
ステップ 5	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

no snmp-server グローバル コンフィギュレーションコマンドは、デバイスで実行するすべてのバージョン（バージョン 1、バージョン 2C、およびバージョン 3）をディセーブルにします。SNMP をイネーブルにするための特別な IOS コマンドはありません。最初に **snmp-server** グローバル コンフィギュレーションコマンドを入力すると、SNMP の全バージョンがイネーブルになります。

コミュニティ ストリングの設定

SNMP マネージャとエージェントの関係を定義するには、SNMP コミュニティ ストリングを使用します。コミュニティ ストリングは、スイッチのエージェントへのアクセスを許可するパスワードのように機能します。オプションとして、コミュニティ ストリングに関連付けられた次の特性のうち 1 つまたは複数を指定できます。

- エージェントへのアクセスを取得するためにコミュニティ　ストリングを使用することを許可された SNMP マネージャの IP アドレスのアクセス リスト
- MIB ビュー。指定したコミュニティがアクセス可能なすべての MIB オブジェクトのサブセットを定義します。
- コミュニティがアクセス可能な MIB オブジェクトの読み取りおよび書き込み、または読み取りアクセス権

スイッチにコミュニティ ストリング設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# [no] snmp-server community string [view view-name] [ro | rw] [access-list-number]`	コミュニティ ストリングを設定します。 • *string* には、パスワードのように機能する、SNMP プロトコルへのアクセスを許可する文字列を設定します。最大 117 文字までの 1 つまたは複数のコミュニティ ストリングを設定できます。 • （任意）**view** には、コミュニティがアクセスできるビューレコードを指定します。 • （任意）許可された管理ステーションに MIB オブジェクトを取得させる場合は読み取り（**ro**）を、許可された管理ステーションに MIB オブジェクトの取得を変更させる場合は読み取りおよび書き込み（**rw**）を指定します。デフォルトでは、コミュニティ ストリングは全オブジェクトに対する読み取りアクセスを許可します。 • （任意）*access-list-number* には、番号が 1 ～ 99 および 1300 ～ 1999 の IP 標準アクセス リストを入力します。 特定のコミュニティ ストリングを削除するには、**no snmp-server community** *string* グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。
ステップ 3	`Switch(config)# access-list access-list-number {deny | permit} source [source-wildcard]`	（任意）ステップ 2 の IP 標準アクセスリストの番号を指定した場合、必要な回数だけコマンドを実行してリストを作成します。 • *access-list-number* には、ステップ 2 で指定したアクセス リストの番号を入力します。 • **deny** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを拒否します。**permit** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを許可します。 • *source* には、エージェントへのアクセスを取得するためにコミュニティ ストリングを使用することを許可されている SNMP マネージャの IP アドレスを指定します。 • （任意）*source-wildcard* には、送信元に適用するワイルドカード ビットをドット付き 10 進表記で指定します。無視するビットの位置に 1 を入力します。 アクセス リストは、すべてに対する黙示的な拒否（deny）文によって常に終了します。
ステップ 4	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	`Switch# show running-config`	入力を確認します。
ステップ 6	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

（注） SNMP コミュニティへのアクセスをディセーブルにするには、そのコミュニティのコミュニティ ストリングをヌル ストリングに設定します（コミュニティ ストリングに値を入力しません）。

（注）

snmp-server enable informs コマンドはサポートされません。SNMP 応答要求型通知の送信をイネーブルにするには、**snmp-server enable traps** コマンドを **snmp-server host** *host-addr* **informs** コマンドとともに使用します。

次に、SNMP に文字列 *comaccess* を割り当てて読み取りアクセス権を設定し、IP アクセス リスト 4 でコミュニティ ストリングを使用してスイッチ SNMP エージェントへのアクセスを取得する例を示します。

```
Switch(config)# snmp-server community comaccess ro 4
```

SNMP グループおよびユーザの設定

スイッチのローカルまたはリモート SNMP サーバ エンジンに ID 名（エンジン ID）を指定できます。SNMP ユーザを SNMP ビューにマッピングする SNMP サーバ グループを設定し、SNMP グループに新しいユーザを追加することができます。

スイッチに SNMP を設定するには、次の作業を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# snmp-server engineID {local engineid-string | remote ip-address [udp-port port-number] engineid-string}`	SNMP のローカル コピーまたはリモート コピーに名前を設定します。 • *engineid-string* は SNMP のコピー名を持つ 24 文字の ID 文字列です。末尾にゼロが続いている場合は、エンジン ID を 24 文字全部指定する必要はありません。エンジン ID の値がゼロばかりになるところまでを指定すれば十分です。たとえば、エンジン ID 123400000000000000000000 を設定するには、次のように入力します。 **snmp-server engineID local 1234** • **remote** を選択する場合、SNMP のリモート コピーを含むデバイスの *ip-address* と、任意でリモート デバイスの UDP ポートを指定します。デフォルトは 162 です。

	コマンド	目的
ステップ 3	`Switch(config)# snmp-server group groupname {v1 | v2c | v3 [auth | noauth | priv]} [read readview] [write writeview] [notify notifyview] [access access-list]`	リモート デバイス上で新しい SNMP グループを設定します。 • *groupname* には、グループ名を指定します。 • 次のセキュリティ モデルを指定します。 — **v1** は、セキュリティが最も低いセキュリティ モデルです。 — **v2c** は、2 番めに低いセキュリティ モデルです。通常の 2 倍の幅でインフォームと整数を送信します。 — **v3** は、最もセキュアなセキュリティ モデルです。次の認証レベルを選択する必要があります。 **auth** — MD5 および Secure Hash Algorithm（SHA）パケット認証をイネーブルにします。 **noauth** — noAuthNoPriv セキュリティ レベル。キーワードが指定されていない場合は、これがデフォルトです。 **priv** — Data Encryption Standard（DES; データ暗号規格）パケット暗号化（*プライバシー*ともいう）をイネーブルにします。 **（注）** **priv** キーワードは、暗号ソフトウェア イメージがインストールされている場合にのみ指定できます。 • （任意）**read** *readview* は、エージェントの内容が表示されるだけのビューの名前（64 文字以内の文字列）とともに指定します。 • （任意）**write** *writeview* は、データを入力しエージェントの内容を設定できるビューの名前（64 文字以内の文字列）とともに指定します。 • （任意）**notify** *notifyview* は、通知、インフォーム、トラップを指定できるビューの名前（64 文字以内の文字列）とともに指定します。 • （任意）**access** *access-list* は、アクセス リストの名前（64 文字以内の文字列）とともに指定します。

	コマンド	目的
ステップ 4	`Switch(config)# snmp-server user username groupname [remote host [udp-port port]] {v1 | v2c | v3 [auth {md5 | sha} auth-password]} [encrypted] [access access-list]`	SNMP グループに新しいユーザを設定します。 • *username* は、エージェントに接続するホストのユーザ名です。 • *groupname* は、ユーザが関連付けられるグループの名前です。 • （任意）**remote**　を入力して、ユーザが所属するリモート SNMP エンティティと、そのエンティティのホスト名または IP アドレスを UDP ポート番号（任意）とともに指定します。デフォルトは 162 です。 • SNMP バージョン番号を指定します（**v1**、**v2c**、または **v3**）。**v3** を指定した場合は、次のオプションも設定できます。 — **auth**。認証レベル設定セッションです。HMAC-MD5-96 と HMAC-SHA-96 のどちらかを指定でき、64 文字以内のパスワード文字列が必要です。 — **encrypted**。パスワードが暗号形式で表示されます。 • （任意）**access** *access-list* は、アクセス リストの名前（64 文字以内の文字列）とともに指定します。
ステップ 5	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	`Switch# show running-config`	入力を確認します。
ステップ 7	`Switch# copy running-config startup-config`	(任意)コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

SNMP 通知の設定

トラップ マネージャは、トラップを受信して処理する管理ステーションです。トラップはシステムの警報で、特定のイベントが発生した場合にスイッチが生成します。デフォルトでは、トラップ マネージャは定義されておらず、トラップは送信されません。IOS Cisco IOS Release 12.2(31)SG を実行するスイッチで使用できるトラップ マネージャの数には制限がありません。

（注） コマンド構文で *traps* という単語を使用するコマンドは多数あります。トラップとインフォームのどちらかを選択するオプションがコマンドにないかぎり、*traps* キーワードは、トラップとインフォームのどちらか一方または両方を意味します。SNMP 通知をトラップまたはインフォームとして送信するには、**snmp-server host** コマンドを使用します。

表 45-4 に、サポートされるスイッチ トラップを示します（通知の種類）。これらのトラップの一部または全部をイネーブルにし、受信するためのトラップ マネージャを設定できます。

表 45-4　スイッチの通知の種類

通知の種類のキーワード	説明
bgp	BGP ステート変更トラップを生成します。 **（注）** 拡張マルチレイヤ　イメージがインストールされている場合にだけ指定できます。
bridge	STP ブリッジ MIB トラップを生成します。
config	SNMP 設定変更に対するトラップを生成します。
config-copy	SNMP コピー設定変更に対するトラップを生成します。
cpu	CPU 関連トラップを許可します。
eigrp	BGP トラップをイネーブルにします。 **（注）** 拡張マルチレイヤ　イメージがインストールされている場合にだけ指定できます。
entity	SNMP エンティティ変更に対するトラップを生成します。
envmon	環境モニタリング トラップを生成します。環境とラップの fan、shutdown、supply、temperature の一部またはすべてをイネーブルにできます。
flash	SNMP FLASH 通知を生成します。
fru-ctrl	SNMP エンティティ FRU 制御トラップをイネーブルにします。
hsrp	Hot Standby Router Protocol（HSRP; ホットスタンバイ ルータ プロトコル）変更に対するトラップを生成します。
ipmulticast	IP マルチキャスト ルーティング変更に対するトラップを生成します。
isis	IS-IS トラップをネーブルにします。 **（注）** 拡張マルチレイヤ　イメージがインストールされている場合にだけ指定できます。
mac-notification	MAC アドレス通知に対するトラップを生成します。
msdp	Multicast Source Discovery Protocol（MSDP）変更に対するトラップを生成します。 **（注）** 拡張マルチレイヤ　イメージがインストールされている場合にだけ指定できます。
ospf	OSPF 変更に対するトラップを生成します。Cisco 固有、エラー、リンクステート アドバタイズ、レート制限、再送信、およびステート変化トラップのいずれかまたはすべてを指定できます。 **（注）** 拡張マルチレイヤ　イメージがインストールされている場合にだけ指定できます。
pim	PIM 変更に対するトラップを生成します。無効 PIM メッセージ、ネイバー変更、およびランデブー ポイント（RP）マッピング変更トラップのいずれかまたはすべてを指定できます。

表 45-4　スイッチの通知の種類（続き）

通知の種類のキーワード	説明
port-security	SNMP ポート セキュリティ トラップを生成します。最大トラップ レートを秒単位で設定することもできます。範囲は 0 ～ 1000 で、デフォルトは 0（レート制限なし）です。
rf	Cisco-RF-MIB で定義したすべての SNMP トラップをイネーブルにします。
snmp	認証、コールド スタート、ウォーム スタート、リンク アップまたはリンクダウンの SNMP タイプの通知に対するトラップを生成します。
storm-control	SNMP ストーム制御に対するトラップを生成します。最大トラップ レートを秒単位で設定することもできます。範囲は 0 ～ 1000 で、デフォルトは 0（制限なし、発生するたびにトラップが送信される）です。
stpx	SNMP STP 拡張 MIB トラップを生成します。
syslog	SNMP Syslog トラップを生成します。
tty	TCP 接続に対するトラップを生成します。このトラップは、デフォルトでイネーブルに設定されています。
vlan-membership	SNMP VLAN メンバシップ変更に対するトラップを生成します。
vlancreate	SNMP VLAN 作成トラップを生成します。
vlandelete	SNMP VLAN 削除トラップを生成します。
vtp	VLAN Trunking Protocol（VTP; VLAN トランキング プロトコル）変更に対するトラップを生成します。

特定のホストに **snmp-server host** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用して、表 45-4 に示した通知の種類を受信することができます。

ホストにトラップまたはインフォームを送信するようにスイッチを設定するには、次の作業を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# snmp-server engineID remote ip-address engineid-string`	リモート ホストのエンジン ID を指定します。
ステップ 3	`Switch(config)# snmp-server user username groupname remote host [udp-port port] {v1 | v2c | v3 [auth {md5 | sha} auth-password]} [encrypted] [access access-list]`	SNMP ユーザを設定し、ステップ 2 で作成したリモート ホストに関連付けます。 **（注）** リモート ユーザのアドレスを設定するには、最初にリモート ホストにエンジン ID を設定する必要があります。リモート エンジン ID を設定する前にユーザを設定しようとするとエラー メッセージが表示され、コマンドは実行されません。

	コマンド	目的
ステップ 4	`Switch(config)# snmp-server host host-addr [traps | informs] [version {1 | 2c | 3 [auth | noauth | priv]}] community-string [udp-port port] [notification-type]`	SNMP トラップ動作の受信先を指定します。 • *host-addr* には、ホスト（受信対象）の名前またはインターネット アドレスを指定します。 • （任意）**traps** を入力すると、ホストに SNMP トラップが送信されます（デフォルト）。 • （任意）**informs** を入力すると、ホストに SNMP インフォームが送信されます。 • （任意）SNMP **バージョン**（**1**、**2c**、または **3**）を指定します。SNMPv1 はインフォームをサポートしません。 • （任意）バージョン 3 の場合、認証レベル **auth**、**noauth**、または **priv** を選択します。 **（注）** **priv** キーワードは、暗号イメージがインストールされている場合にのみ指定できます。 • *community-string* には、通知動作とともに送信される、パスワードに似たコミュニティ ストリングを指定します。 • （任意）**udp-port** *port* には、リモート デバイス UDP ポートを指定します。 • （任意）*notification-type* には、表 45-4 に示すキーワードを指定します。種類が指定されていない場合、すべての通知が送信されます。
ステップ 5	`Switch(config)# snmp-server enable traps notification-types`	スイッチでのトラップまたはインフォームの送信をイネーブルにし、送信する通知の種類を指定します。通知の種類については表 45-4 を参照するか、次のように入力します。**snmp-server enable traps ?** 複数の種類のトラップをイネーブルにするには、トラップの種類ごとに **snmp-server enable traps** コマンドを個別に入力する必要があります。
ステップ 6	`Switch(config)# snmp-server trap-source interface-id`	（任意）発信元インターフェイスを指定します。このインターフェイスによってトラップ メッセージの IP アドレスが提供されます。このコマンドはインフォームの発信元 IP アドレスも設定します。
ステップ 7	`Switch(config)# snmp-server queue-length length`	（任意）各トラップ ホストのメッセージ キューの長さを指定します。指定できる範囲は 1 ～ 1000 です。デフォルトは 10 です。
ステップ 8	`Switch(config)# snmp-server trap-timeout seconds`	（任意）トラップ メッセージを再送信する頻度を指定します。指定できる範囲は 1 ～ 1000 です。デフォルトは 30 秒です。
ステップ 9	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 10	`Switch# show running-config`	入力を確認します。
ステップ 11	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

snmp-server host コマンドは、通知を受信するホストを指定します。**snmp-server enable trap** コマンドは、指定した通知（トラップおよびインフォーム）のメカニズムをグローバルにイネーブルにします。ホストにインフォームを受信させるには、ホストに **snmp-server host informs** コマンドを設定し、**snmp-server enable traps** コマンドを使用してインフォームをグローバルにイネーブルにする必要があります。

受信トラップから指定したホストを削除するには、**no snmp-server host** *host* グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。**no snmp-server host** コマンドにキーワードを使用しなかった場合、トラップはディセーブルになりますがインフォームはディセーブルになりません。インフォームをディセーブルにするには、**no snmp-server host informs** グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。特定の種類のトラップをディセーブルにするには、**no snmp-server enable traps** *notification-types* グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。

エージェントの連絡先および設置場所の設定

システムの連絡先および SNMP エージェントの設置場所を設定してコンフィギュレーション ファイルを通じてアクセスできるようにするには、次の作業を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# snmp-server contact` *text*	システムの連絡先の文字列を設定します。 次に例を示します。 **snmp-server contact Dial System Operator at beeper 21555.**
ステップ 3	`Switch(config)# snmp-server location` *text*	システムの設置場所の文字列を設定します。 次に例を示します。 **snmp-server location Building 3/Room 222**
ステップ 4	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	`Switch# show running-config`	入力を確認します。
ステップ 6	`Switch# copy running-config startup-config`	(任意)コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

SNMP で使用する TFTP サーバの限定

SNMP を介したコンフィギュレーション ファイルの保存とロードに使用する TFTP サーバを、アクセス リストで指定したサーバに限定するには、次の作業を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# snmp-server tftp-server-list` *access-list-number*	SNMP を介したコンフィギュレーション ファイルのコピーに使用する TFTP サーバを、アクセス リストのサーバに限定します。 *access-list-number* には、1 ～ 99 および 1300 ～ 1999 の番号の IP 標準アクセス リストを入力します。

	コマンド	目的
ステップ 3	`Switch(config)# access-list access-list-number {deny | permit} source [source-wildcard]`	標準アクセス リストを作成し、コマンドを必要な回数だけ実行します。 • *access-list-number* には、ステップ 2 で指定したアクセス リストの番号を入力します。 • **deny** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを拒否します。**permit** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを許可します。 • *source* には、スイッチにアクセスできる TFTP サーバの IP アドレスを指定します。 • （任意）*source-wildcard* には、送信元に適用するワイルド カード ビットをドット付き 10 進表記で指定します。無視するビットの位置に 1 を入力します。 アクセス リストは、すべてに対する黙示的な拒否（deny）文によって常に終了します。
ステップ 4	`Switch(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	`Switch# show running-config`	入力を確認します。
ステップ 6	`Switch# copy running-config startup-config`	(任意)コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

SNMP の例

次に、SNMP の全バージョンをイネーブルにする例を示します。コミュニティ ストリング *public* を使用して、SNMP マネージャからすべてのオブジェクトへの読み取りアクセスを許可します。この設定によりスイッチがトラップを送信することはありません。

```
Switch(config)# snmp-server community public
```

次に、コミュニティ ストリング *public* を使用して、SNMP マネージャからすべてのオブジェクトへの読み取りアクセスを許可する例を示します。スイッチはまた、SNMPv1 を使用した場合はホスト 192.180.1.111 および 192.180.1.33 に、SNMPv2C を使用した場合はホスト 192.180.1.27 に、VTP トラップを送信します。コミュニティ ストリング *public* はトラップとともに送信されます。

```
Switch(config)# snmp-server community public
Switch(config)# snmp-server enable traps vtp
Switch(config)# snmp-server host 192.180.1.27 version 2c public
Switch(config)# snmp-server host 192.180.1.111 version 1 public
Switch(config)# snmp-server host 192.180.1.33 public
```

次に、*comaccess* コミュニティ ストリングを使用するアクセス リスト 4 のメンバに対してすべてのオブジェクトへの読み取りアクセスを許可する例を示します。他の SNMP マネージャはどのオブジェクトにもアクセスできません。SNMP Authentication Failure トラップは、コミュニティ ストリング *public* を使用して SNMPv2C によってホスト *cisco.com* に送信されます。

```
Switch(config)# snmp-server community comaccess ro 4
Switch(config)# snmp-server enable traps snmp authentication
Switch(config)# snmp-server host cisco.com version 2c public
```

次に、Entity MIB トラップをホスト *cisco.com* に送信する例を示します。コミュニティ ストリングは restricted です。最初の行では、それまでにイネーブルになったトラップのほかに Entity MIB トラップをスイッチで送信できるようにします。2 番めの行ではこれらのトラップの宛先が指定され、ホスト *cisco.com* についての以前の **snmp-server host** コマンドを上書きします。

```
Switch(config)# snmp-server enable traps entity
Switch(config)# snmp-server host cisco.com restricted entity
```

次に、コミュニティ ストリング *public* を使用して、スイッチですべてのトラップをホスト *myhost.cisco.com* に送信できるようにする例を示します。

```
Switch(config)# snmp-server enable traps
Switch(config)# snmp-server host myhost.cisco.com public
```

次に、ユーザをリモート ホストに関連付け、ユーザがグローバル コンフィギュレーションモードを開始したとき **auth**（authNoPriv）認証レベルのインフォームを送信する例を示します。

```
Switch(config)# snmp-server engineID remote 192.180.1.27 00000063000100a1c0b4011b
Switch(config)# snmp-server group authgroup v3 auth
Switch(config)# snmp-server user authuser authgroup remote 192.180.1.27 v3 auth md5
mypassword
Switch(config)# snmp-server user authuser authgroup v3 auth md5 mypassword
Switch(config)# snmp-server host 192.180.1.27 informs version 3 auth authuser config
Switch(config)# snmp-server enable traps
Switch(config)# snmp-server inform retries 0
```

SNMP ステータスの表示

SNMP の出入力統計情報を、不正なコミュニティ ストリング エントリの数、エラー、および要求された変数を含めて表示するには、**show snmp** 特権 EXEC コマンドを使用します。表 45-5 の他の特権 EXEC コマンドを使用して SNMP 情報を表示することもできます。出力のフィールドについては、『*Cisco IOS Configuration Fundamentals Command Reference*』Release 12.4 を参照してください。

表 45-5　SNMP 情報の表示コマンド

機能	デフォルト設定
show snmp	SNMP 統計情報を表示します。
show snmp engineID	デバイスに設定されたローカル SNMP エンジンおよびすべてのリモート エンジンの情報を表示します。
show snmp group	ネットワークの各 SNMP グループの情報を表示します。
show snmp pending	保留中の SNMP 要求に関する情報を表示します。
show snmp sessions	現在の SNMP セッションに関する情報を表示します。
show snmp user	SNMP ユーザ テーブル内の SNMP ユーザ名別の情報を表示します。

（注）　**snmp-server enable informs** コマンドはサポートされません。SNMP 応答要求型通知の送信をイネーブルにするには、**snmp-server enable traps** コマンドを **snmp-server host** *host-addr* **informs** コマンドとともに使用します。

CHAPTER 46

NetFlow の設定

(注) Netflow は、Supervisor Engine 6-E ではサポートされて*いません*。

この章では、Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上で、NetFlow 統計情報を設定する方法について説明します。設定上の注意事項、設定手順、および設定例についても示します。

(注) NetFlow 機能を使用するには、Supervisor Engine V-10GE（機能はスーパーバイザ エンジンに組み込まれている）、または NetFlow Services Card（WS-F4531）および Supervisor Engine IV か Supervisor Engine V が必要です。

(注) この章で使用されるスイッチ　コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

(注) NetFlow の使用および管理の詳細については、『*NetFlow Solutions Guide*』を参照してください。

ここでは、次の内容について説明します。

NetFlow 統計情報収集機能の概要

ネットワーク フローは、特定の送信元と宛先（両方ともネットワークレイヤ IP アドレスおよびトランスポートレイヤ ポート番号で定義）の間における、パケットの単方向ストリームとして定義されます。具体的にフローは、送信元 IP アドレス、宛先 IP アドレス、送信元ポート番号、宛先ポート番号、プロトコル タイプ、サービス タイプ、入力インターフェイスというフィールドの組み合わせとして識別されます。

NetFlow 統計情報は、グローバル トラフィックのモニタ機能であり、これにより、NetFlow Data Export（NDE; NetFlow データ エクスポート）を使用して、スイッチを通過するすべての IPv4 ルーテッド トラフィックをフローレベルでモニタできるようになります。収集された統計情報は、外部デバイス（NetFlow Collector/Analyzer）にエクスポートしてさらに処理できます。ネットワーク プランナーは、NetFlow 統計情報（および NDE）をデバイス単位で選択的にイネーブルにして、特定のネットワーク領域のトラフィック パフォーマンス、制御、または課金情報を得ることができます。

NetFlow は、2 つのフォーマットのうちどちらかにより、UDP データグラムでフロー情報をエクスポートします。バージョン 1 フォーマットは最初にリリースされたバージョンであり、バージョン 5 は、Border Gateway Protocol（BGP）Autonomous System（AS; 自律システム）情報およびフローシーケンス番号を追加した強化機能です。バージョン 1 フォーマットおよびバージョン 5 フォーマットでは、ヘッダーおよび 1 つ以上のフロー レコードからデータグラムが構成されます。ヘッダーの先頭フィールドには、エクスポート データグラムのバージョン番号が含まれます。

ここでは、次の内容について説明します。

NDE バージョン

Catalyst 4500 シリーズ スイッチでは、収集された統計情報用に NDE バージョン 1 および 5 がサポートされます。NetFlow 集計では NDE バージョン 8 が必要です。

現在のフロー マスクによっては、フロー レコードの一部のフィールドには値が含まれないことがあります。サポートされていないフィールドにはゼロ（0）が含まれます。

次の表では、NDE バージョン 5 でサポートされているフィールドについて説明します。

- 表 46-1 ― バージョン 5 のヘッダー フォーマット
- 表 46-2 ― バージョン 5 のフロー レコード フォーマット

表 46-1　NDE バージョン 5 のヘッダー フォーマット

バイト	内容	説明
0 ～ 1	version	NetFlow エクスポート フォーマットのバージョン番号
2 ～ 3	count	このパケットでエクスポートされるフローの数（1 ～ 30）
4 ～ 7	SysUptime	ルータをブートしてから経過したミリ秒単位の時間
8 ～ 11	unix_secs	0000 UTC（世界標準時）1970 から経過した秒数
12 ～ 15	unix_nsecs	0000 UTC 1970 から経過したナノ秒
16 ～ 19	flow_sequence	確認された合計フローのシーケンス カウンタ
20 ～ 21	engine_type	フロー スイッチング エンジンのタイプ
21 ～ 23	engine_id	フロー スイッチング エンジンのスロット番号

表 46-2　NDE バージョン 5 のフロー レコード フォーマット

			フロー マスク • X = 入力あり • A = 追加フィールド					
バイト	内容	説明	送信元	宛先	宛先送信元	宛先送信元インターフェイス	完全	完全インターフェイス
0 ～ 3	srcaddr	送信元 IP アドレス	X		X	X	X	X
4 ～ 7	dstaddr	宛先 IP アドレス		X	X	X	X	X
8 ～ 11	nexthop	ネクスト ホップ ルータの IP アドレス		A[1]	A	A	A	A
12 ～ 13	input	入力インターフェイス SNMP ifIndex				X		X
14 ～ 15	output	出力インターフェイス SNMP ifIndex		A[1]	A	A	A	A
16 ～ 19	dPkts	フローのパケット	X	X	X	X	X	X
20 ～ 23	dOctets	フローのオクテット（バイト）	X	X	X	X	X	X
24 ～ 27	first	フロー開始時の SysUptime	X	X	X	X	X	X
28 ～ 31	last	フローの最終パケットを受信したときの SysUptime	X	X	X	X	X	X
32 ～ 33	srcport	レイヤ 4 送信元ポート番号またはそれと同等のもの					X[2]	X[2]
34 ～ 35	dstport	レイヤ 4 宛先ポート番号またはそれと同等のもの					X	X
36	pad1	未使用（ゼロ）バイト						
37	tcp_flags	TCP フラグの累積 OR						
38	prot	レイヤ 4 プロトコル（6=TCP、17=UDP など）					X	X
39	tos	IP サービス タイプ バイト						
40 ～ 41	src_as	送信元の AS 番号（始点またはピア）	X		X	X	X	X
42 ～ 43	dst_as	宛先の AS 番号（始点またはピア）		X	X	X	X	X
44 ～ 45	src_mask	送信元アドレス プレフィクス マスク ビット	X		X	X	X	X
46 ～ 47	dst_mask	宛先アドレス プレフィクス マスク ビット		X	X	X	X	X
48	pad2	未使用（ゼロ）バイト						

1. 宛先フロー マスクの場合、「ネクスト ホップ ルータの IP アドレス」フィールドおよび「出力インターフェイスの SNMP ifIndex」フィールドには、すべてのフローで正確な情報が含まれないことがあります。
2. PFC3BXL モードまたは PFC3B モードでは、Internet Control Message Protocol（ICMP）トラフィックに ICMP コードとタイプの値が含まれます。

ハードウェアから取得する情報

ハードウェアからの一般的な NetFlow レコードで入手できる情報には、次の内容が含まれます。

- パケットおよびバイト数
- 開始タイムスタンプおよび終了タイムスタンプ
- 送信元 IP アドレスおよび宛先 IP アドレス
- IP プロトコル
- 送信元ポート番号および宛先ポート番号

ソフトウェアから取得する情報

ソフトウェアからの一般的な NetFlow レコードで入手できる情報には、次の内容が含まれます。

- 入力識別子および出力識別子
- ネクストホップ アドレス、始点およびピア AS、送信元および宛先プレフィクス マスクを含むルーティング情報

入力および出力インターフェイス番号と AS 番号の割り当て

ここでは、次の内容について説明します。

- 予測フィールドの割り当て（p.46-4）
- 出力インターフェイスおよび出力関連予測フィールドの割り当て（p.46-4）
- 入力インターフェイスおよび入力関連予測フィールドの割り当て（p.46-5）

予測フィールドの割り当て

Catalyst 4500 シリーズ スイッチでは、ハードウェアで NetFlow フローが収集されます。ハードウェアでは、すべての NetFlow フロー フィールドのサブセットが収集されます。残りのフィールドは、ソフトウェアによってルーティング状態が調査されたとき、ソフトウェアによって入力されます。

Netflow Services Card には、NetFlow Flows に関連する入力インターフェイス、出力インターフェイス、その他のルーティング情報を正確にかつ一貫して判別する情報が十分にありません。Catalyst 4500 シリーズ スイッチには、これを補うソフトウェア メカニズムがあります。このメカニズムについて、次の段落で説明します。

出力インターフェイスおよび出力関連予測フィールドの割り当て

ソフトウェアは、（宛先 IP アドレスに基づいた）デフォルトの Forwarding Information Base（FIB; 転送情報ベース）テーブルの FIB エントリを検索して出力インターフェイス情報を判別します。この FIB エントリから、ソフトウェアはこの宛先 IP アドレスの宛先 AS 番号およびインターフェイス情報を格納する適切な隣接装置へのアクセスができるようになります。したがって、出力インターフェイスは単に宛先 IP アドレスに基づいています。スイッチ上でロード バランシングがイネーブルにされている場合、FIB エントリで隣接装置を検索する代わりに、ロード バランシング ハッシュが適切な FIB パスにアクセスするように適用され、適切な隣接装置にアクセスします。このプロセスは、通常、正しい結果を生成しますが、デフォルトの FIB テーブルで IP アドレスを共有する Policy-Based Routing（PBR; ポリシー ベース ルーティング）が使用されている場合、正しい結果が得られない場合があります。このような環境では、同一の宛先 IP アドレスに FIB テーブル エントリおよび関連付けられた隣接装置が複数存在するようになります。

入力インターフェイスおよび入力関連予測フィールドの割り当て

同様に、入力インターフェイスと送信元 IP アドレスの送信元 AS 番号は、送信元 IP アドレスに基づいたデフォルトの FIB テーブルの FIB エントリを検索することによって判別されます。したがって、入力インターフェイスは単に送信元 IP アドレスに基づいており、逆ルックアップが行われて、この IP 宛先アドレスを持つパケットがルーティングされる必要があるインターフェイスが判別されます。このプロセスは、転送パスが対称であると仮定します。ただし、このプロセスが複数の入力インターフェイスを生成する場合、最小の IP アドレスを持つインターフェイスを 1 つ選択するように決定論的なアルゴリズムが適用されます。このプロセスは通常正しい値を生成しますが、値が正確でない場合もあります。

- ロード バランシングがアップストリーム隣接スイッチによって適用されている場合、使用可能な複数の入力インターフェイスから任意の 1 つの入力インターフェイスが選択される必要があります。このアクションが必要とされるのは、使用される入力インターフェイスが、隣接アップストリーム スイッチによって適用されるロードバランシング アルゴリズムのタイプに左右されるためです。そのアルゴリズムを常に知ることができるとは限りません。したがって、すべてのフロー統計情報は、1 つの入力インターフェイスによるものとなります。ソフトウェアは、最小の IP サブネット番号を持つインターフェイスを選択します。
- 非対称ルーティング方式では、IP サブネットのトラフィックが、この IP サブネットにパケットを送信するインターフェイスとは別のインターフェイスで受信されることがありますが、逆ルックアップに基づいて入力インターフェイスを選択した予測が、不正確で確認できない可能性があります。
- スイッチ上で PBR または VPN Routing/Forwarding（VRF; VPN ルーティング / 転送）がイネーブルに設定されており、フローが PBR 範囲または VRF 範囲にあるアドレスに送られる場合、または PBR 範囲または VRF 範囲にあるアドレスから送信される場合、この情報は正しくありません。この場合、入力および出力インターフェイスは、デフォルトのルート（設定されている場合）を指定する可能性が高く、そうでない場合は値が得られずヌルの状態となります。
- 一部のインターフェイスのスイッチで VRF がイネーブルになっており、フローが VRF インターフェイスから送信される場合、情報は正しくありません。この場合、入力および出力インターフェイスは、デフォルトのルート（設定されている場合）を指定する可能性が高く、そうでない場合は値が得られずヌルの状態となります。

（注） Supervisor Engine V-10GE はハードウェアからの入力インターフェイス情報を提供して、NetFlow 情報の精度を向上させます。

UBRL およびマイクロフロー ポリシングと Netflow 統計情報の機能の相互作用

Supervisor Engine V-10GE を含むシステムでは、Netfow 統計情報および User Based Rate Limiting（UBRL）の間に機能の相互作用があります。特定インターフェイスで正しく設定している UBRL の一部として、クラスマップではフローマスクを指定する必要があります。このフローマスクは、フローのハードウェアベース NetFlow 統計情報の作成に使用されます。デフォルトの場合、従来の full flow NetFlow 統計情報には、full flow マスクが使用されます。しかし UBRL では、マスクが異なることがあります。特定インターフェイスで UBRL を設定している場合、統計情報は、UBRL 用に設定したマスクに基づいて収集されます。その結果、UBRL で設定されたインターフェイスを通過するトラフィックの full flow 統計情報がシステムで収集されません。詳細については、「UBRL の設定」（p.32-45）を参照してください。

VLAN の統計情報

NetFlow がサポートされている場合は、レイヤ 2 出力 VLAN 統計、および VLAN を出入りするルーティング済みトラフィックの VLAN 統計をレポートできます。

次の例は、特定 VLAN の CLI（コマンドライン インターフェイス）出力を示しています。

```
Switch# show vlan counters or show vlan id 22 count
* Multicast counters include broadcast packets
Vlan Id                                          :22
L2 Unicast Packets                               :38
L2 Unicast Octets                                :2432
L3 Input Unicast Packets                         :14344621
L3 Input Unicast Octets                          :659852566
L3 Output Unicast Packets                        :8983050
L3 Output Unicast Octets                         :413220300
L3 Output Multicast Packets                      :0
L3 Output Multicast Octets                       :0
L3 Input Multicast Packets                       :0
L3 Input Multicast Octets                        :0
L2 Multicast Packets                             :340
L2 Multicast Octets                              :21760
```

（注） NetFlow のサポートには、プラットフォームのサポートをすべての NetFlow フィールドのサブセットに限定するハードウェア制限があります。具体的には、TCP フラグおよび Type of Service（ToS; タイプ オブ サービス）バイト（DSCP）がサポートされません。

NetFlow 統計情報収集機能の設定

NetFlow スイッチングを設定するには、次の作業を行います。

必要なハードウェアの確認

必要なハードウェアがイネーブルであることを確認するためには、次のように **show module** コマンドを入力します。

```
Switch# show module all
Chassis Type : WS-C4507R

Power consumed by backplane : 40 Watts

Mod Ports Card Type                              Model
Serial No.
---+-----+--------------------------------------+------------------+-----------
1     2  1000BaseX (GBIC) Supervisor(active)    WS-X4515
JAB062604KB
2     2  1000BaseX (GBIC) Supervisor(standby)   WS-X4515
JAB062408CB
6    48  10/100BaseTX (RJ45)                    WS-X4148
JAB032305UH

M MAC addresses                    Hw  Fw           Sw               Status
--+--------------------------------+---+------------+----------------+---------
1 0001.6442.2c00 to 0001.6442.2c01 0.4 12.1(14r)EW( 12.1(20030513:00 Ok
2 0001.6442.2c02 to 0001.6442.2c03 0.4 12.1(14r)EW( 12.1(20030513:00 Ok
6 0050.3ed8.6780 to 0050.3ed8.67af 1.6 12.1(14r)EW( 12.1(20030513:00 Ok

Mod  Submodule              Model             Serial No.   Hw   Status
----+----------------------+-----------------+------------+----+---------
1   Netflow Services Card   WS-F4531          JAB062209CG  0.2  Ok
2   Netflow Services Card   WS-F4531          JAB062209AG  0.2  Ok

Switch#
```

（注） この機能をイネーブルにしても、スイッチのハードウェア転送パフォーマンスには影響しません。

ハードウェアのフロー キャッシュ テーブルの有効サイズは 65,000 フローです。Supervisor Engine V-10GE のハードウェア フロー キャッシュは、85,000 フローです。85,000 フローより多いフローが同時にアクティブになると、一部のフローの統計情報が失われます。

ソフトウェアのフロー テーブルの有効サイズは 256,000 フローです。NetFlow ソフトウェアは、ハードウェア テーブルとソフトウェア テーブル間の一貫性を管理します。ソフトウェア テーブルへの非アクティブのハードウェア フローを削除することで、ハードウェア テーブルをオープンのままにします。

ユーザが設定するタイムアウト設定は、フローが削除され、ソフトウェア キャッシュから NDE を通じてエクスポートされる時間を指定します。ハードウェア フロー管理は、ハードウェア フロー削除とユーザが設定するタイムアウト設定との一貫性を保ちます。

また、ソフトウェア転送フローもモニタされます。さらに、いずれかのフローが 2 Gbps を超える平均速度でトラフィックを受信すると統計情報がオーバーフローになります。ただし、一般的にポートは 2 Gbps 以上の速度で伝送できないため、このような状態は発生しません。

（注） 設計上、タイムアウト設定が高い場合でも、統計情報の制限に近づくとフローは自動的に「期限切れ」となります。

NetFlow 統計情報収集機能のイネーブル化

（注） デフォルトでは、NetFlow 統計情報はディセーブルです。

NetFlow スイッチングをイネーブルにするには、最初に『*Cisco IOS IP and IP Routing Configuration Guide*』の「IP configuration」にある IP ルーティング用のスイッチ設定を実行してください。IP ルーティングを設定したあと、次のいずれかの作業を行ってください。

コマンド	目的
`Switch(config)# ip flow ingress`	IP ルーティング用の NetFlow をイネーブルにします。
`Switch(config)# ip flow ingress infer-fields`	情報として予測入力 / 出力インターフェイスおよび送信元/宛先 BGP を持つ NetFlow をイネーブルにします。 AS 情報が判別されるようにするには、**inter-fields** オプションを設定する必要があります。

スイッチド / ブリッジド IP フローの設定

Netflow は、すべてのルーテッド IP トラフィック用に作成および追跡されるルーテッド IP フローの収集として定義されます。スイッチング環境では、多量の IP トラフィックが VLAN 内でスイッチングされるため、ルーティングはされません。このトラフィックは、*スイッチド / ブリッジド IP トラフィック*といいます。これに関連するフローを*スイッチド / ブリッジド IP フロー*といいます。NetFlow ハードウェアには、このタイプのフローを作成および追跡する機能があります。NetFlow スイッチド IP フロー機能により、スイッチド IP フローを作成、追跡、およびエクスポートできます（つまり、スイッチングされ、ルーティングされない IP トラフィックのフローを作成および追跡します）。

次の点に注意してください。

- Catalyst 4500 シリーズ スイッチでは、スイッチド IP フロー収集を単独でイネーブルにできません。スイッチド IP フローの収集を開始するには、ルーテッド フロー収集およびスイッチド フロー収集の両方をイネーブルにする必要があります。
- 一般的に、入力および出力インターフェイスの情報はヌルになります。トラフィックが Switch Virtual Interface（SVI; スイッチ仮想インターフェイス）に関連付けられた VLAN 上でスイッチングされる場合、入力および出力インターフェイス情報は同じレイヤ 3 インターフェイスをポイントします。

- スイッチド　フローは通常のエクスポート設定に従ってエクスポートされます。個別のエクスポート CLI は存在しません。
- メイン キャッシュでは、ハードウェア制限によりスイッチド IP フローおよびルーテッド IP フローの区別ができません。

（注） すべてのインターフェイス上でスイッチド IP フロー収集をイネーブルにするには、**ip flow ingress** および **ip flow ingress layer2-switched** コマンドの両方を入力する必要があります。

（注） スイッチド IP フロー トラフィック上で UBRL ポリシーをイネーブルにするには、**ip flow ingress** コマンドではなく **ip flow ingress layer2-switched** コマンドを入力する必要があります（「UBRL の設定」[p.32-45] を参照）。

NetFlow キャッシュを設定し、スイッチド IP フロー収集をイネーブルにするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# conf terminal`	コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# ip flow ingress`	ルーテッド フロー収集をイネーブルにします。
ステップ 3	`Switch(config)# ip flow ingress layer2-switched`	スイッチド フロー収集をイネーブルにします。

次に、スイッチ IP フローを含む IP フロー キャッシュの内容を表示する例を示します。

```
Switch# show ip cache flow
IP Flow Switching Cache, 17826816 bytes
 2 active, 262142 inactive, 2 added
 6 ager polls, 0 flow alloc failures
 Active flows timeout in 30 minutes
 Inactive flows timeout in 15 seconds
IP Sub Flow Cache, 1081480 bytes
 2 active, 65534 inactive, 2 added, 2 added to flow
 0 alloc failures, 0 force free
 1 chunk, 1 chunk added
 last clearing of statistics never
Protocol         Total    Flows   Packets Bytes  Packets Active(Sec) Idle(Sec)
--------         Flows     /Sec     /Flow  /Pkt     /Sec     /Flow     /Flow

SrcIf         SrcIPaddress    DstIf         DstIPaddress    Pr SrcP DstP  Pkts
Fa1           150.1.1.1       Fa1           13.1.1.1        11 003F 003F   425K
Fa1           13.1.1.1        Fa1           150.1.1.1       11 003F 003F   425K
Switch#
```

NetFlow 統計情報のエクスポート

フローの有効期限が切れたときに NetFlow 統計情報をワークステーションにエクスポートするようにスイッチを設定するには、次のいずれかの作業を行います。

コマンド	目的
`Switch(config)# ip flow-export destination {hostname | ip-address} udp-port`	（必須）NetFlow キャッシュ エントリを特定の宛先（ワークステーションなど）にエクスポートするようにスイッチを設定します。 **（注）** 複数の宛先を指定できます。
`Switch(config)# ip flow-export version {1 | {5 [origin-as | peer-as]}}`	（任意）バージョン 1 または 5 が必要な受信ソフトウェアを使用している場合に、ワークステーションに NetFlow キャッシュ エントリをエクスポートするようにスイッチを設定します。バージョン 1 がデフォルトです。 **origin-as** によって、NetFlow は、フローの送信元と宛先ホスト両方の始点 BGP AS を判別します。 **peer-as** によって、NetFlow は、フローの入力および出力インターフェイス両方のピア BGP AS を判別します。
`Switch(config)# ip flow-export source <interface>`	（任意）IP アドレスが NDE パケットの IP ヘッダー内で送信元 IP アドレスとして使用されるインターフェイスを指定します。デフォルトは、NDE 出力インターフェイスです。

NetFlow 統計情報収集機能の管理

IP フロー スイッチング キャッシュ情報やフロー情報（プロトコル、フロー合計、秒あたりのフローなど）などの NetFlow 統計情報を表示し、クリアできます。また、結果情報を使用してスイッチ トラフィックの情報を得ることもできます。

NetFlow スイッチング統計情報を管理するには、次のいずれかの作業、または両方の作業を行います。

コマンド	目的
`Switch# show ip cache flow`	NetFlow スイッチング統計情報を表示します。
`Switch# clear ip flow stats`	NetFlow スイッチング統計情報をクリアします。

集約キャッシュの設定

NetFlow 統計情報の集約は、通常、管理ワークステーション上の NetFlow 収集ツールによって実行されます。このサポートを Catalyst 4500 シリーズ スイッチに拡張することによって、次のことが可能になります。

- エクスポートされる NDE パケットが少なくなるため、スイッチとワークステーション間で必要な帯域幅が削減されます。
- 必要な収集ワークステーション数が削減されます。
- CLI で集約されたフローの統計情報を表示できます。

集約キャッシュを設定するには、集約キャッシュ コンフィギュレーションモードを開始し、設定する集約方式のタイプ（as、destination prefix、protocol prefix、または source prefix aggregation cache）を決定する必要があります。集約方式を定義したら、その方式の動作パラメータを定義します。同時に複数の集約キャッシュを設定できます。

集約キャッシュを設定にするには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Router(config)# ip flow-aggregation cache as`	集約キャッシュ コンフィギュレーションモードを開始し、集約キャッシュ方式（as、destination-prefix、prefix、protocol-port、または source-prefix）をイネーブルにします。
ステップ 2	`Router(config-flow-cache)# cache timeout inactive 199`	非アクティブのエントリが削除されるまで集約キャッシュに保持される秒数（ここでは、199）を指定します。
ステップ 3	`Router(config-flow-cache)# cache timeout active 45`	アクティブ エントリがアクティブの状態である分数（ここでは、45）を指定します。
ステップ 4	`Router(config-flow-cache)# export destination 10.42.41.1 9991`	データ エクスポートをイネーブルにします。
ステップ 5	`Router(config-flow-cache)# enabled`	集約キャッシュの作成をイネーブルにします。

集約キャッシュ設定およびデータ エクスポートの確認

集約キャッシュ情報を確認するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Router# show ip cache flow aggregation destination-prefix`	指定された集約キャッシュ情報を表示します。

データ エクスポートを確認するには、次の作業を行います。

コマンド	目的
`Router# show ip flow export`	メイン キャッシュおよびその他のすべてのイネーブルに設定されたキャッシュを含むデータ エクスポートの統計情報を表示します。

ルータベース集約の NetFlow 最小プレフィクス マスクの設定

最小プレフィクス マスクは、1 つの IP アドレス ベースの集約キャッシュ（source-prefix、destination-prefix、prefix など）内の集約フローに使用される最短のサブネット マスクを指定します。このようなキャッシュでは、フローは IP アドレス（送信元、宛先、またはその両方のそれぞれ）に基づいて集約され、最小プレフィクス マスク、およびスイッチのルーティング テーブルで見つかったフローの送信元 / 宛先ホストへのルートのサブネット マスクのうち長い方によってマスクされます。

（注） 最小マスクのデフォルト値は 0 です。最小マスクの設定可能範囲は、1 ～ 32 です。トラフィックに応じて適切な値を選択する必要があります。最小マスクの値が高いと、より詳細なネットワーク アドレスが提供できますが、集約キャッシュのフローの数が増加する可能性もあります。

ルータベース集約機能の最小プレフィクス マスクを設定するには、次のセクションで説明する作業を行います。これらの作業は任意です。

- prefix 集約方式の最小マスクの設定
- destination-prefix 集約方式の最小マスクの設定
- source-prefix 集約方式の最小マスクの設定
- 集約方式の最小マスクのモニタおよび保守

prefix 集約方式の最小マスクの設定

prefix 集約方式の最小マスクを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Router(config)# ip flow-aggregation cache prefix`	prefix 集約キャッシュを設定します。
ステップ 2	`Router(config-flow-cache)# mask source minimum value`	送信元マスクの最小値を指定します。
ステップ 3	`Router(config-flow-cache)# mask destination minimum value`	宛先マスクの最小値を指定します。

destination-prefix 集約方式の最小マスクの設定

destination-prefix 集約方式の最小マスクを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Router(config)# ip flow-aggregation cache destination-prefix`	宛先集約キャッシュを設定します。
ステップ 2	`Router(config-flow-cache)# mask destination minimum value`	宛先マスクの最小値を指定します。

source-prefix 集約方式の最小マスクの設定

source-prefix 集約方式の最小マスクを設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Router(config)# ip flow-aggregation cache source-prefix`	source-prefix 集約キャッシュを設定します。
ステップ 2	`Router(config-flow-cache)# mask source minimum value`	送信元マスクの最小値を指定します。

集約方式の最小マスクのモニタおよび保守

設定された最小マスクの値を表示するには、必要に応じて各集約方式に対して次のコマンドを使用します。

コマンド	目的
`Router# show ip cache flow aggregation prefix`	prefix 集約方式の設定された最小マスクの値を表示します。
`Router# show ip cache flow aggregation destination-prefix`	destination-prefix 集約方式の設定された最小マスクの値を表示します。
`Router# show ip cache flow aggregation source-prefix`	source-prefix 集約方式の設定された最小マスクの値を表示します。

NetFlow エージング パラメータの設定

フローをソフトウェア フロー キャッシュから削除する（また、設定されている場合、NDE を通じてレポートする）時期を、**ip flow-cache timeout** コマンドの設定エージング パラメータ **Active** および **Inactive** を使用して制御できます。

アクティブ エージングは、フローが作成されたあとにフローがソフトウェア フロー キャッシュから削除される時間を指定します。一般的に、このパラメータは外部収集デバイスへアクティブ フローについて定期的に通知するために使用します。このパラメータは、フローの既存のトラフィックから独立して動作します。アクティブ タイムアウト設定は通常、分単位で設定されます（デフォルト設定は 30 分）。

非アクティブ エージングは、最後のパケットが確認されてからフローを削除するまでの時間を指定します。非アクティブ パラメータは、「失効した」フローのフロー キャッシュをクリアして、（リソース不足により）新しいフローが長時間停止しないようにします。非アクティブ タイムアウト設定は通常、秒単位で設定されます（デフォルト設定は 15 秒）。

NetFlow 統計情報収集機能の設定例

次に、設定を変更して NetFlow スイッチングをイネーブルにする例を示します。また、フロー統計情報をエクスポートして、IP アドレスが 40.0.0.2 のワークステーションの UDP ポート 9991 で処理する例を示します。この例では、既存の NetFlow 統計情報がクリアされるため、**show ip cache flow** コマンドで NetFlow スイッチング統計情報の正確なサマリーが確実に表示されます。

```
Switch# config t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# ip route-cache flow
Switch(config)# ip flow-export destination 40.0.0.2 9991
Switch(config)# ip flow-export version 5
Switch(config)# end
Switch# show ip flow export
Flow export is enabled
  Exporting flows to 40.0.0.2 (9991)
  Exporting using source IP address 40.0.0.1
  Version 5 flow records
  2 flows exported in 1 udp datagrams
  0 flows failed due to lack of export packet
  0 export packets were sent up to process level
  0 export packets were dropped due to no fib
  0 export packets were dropped due to adjacency issues
  0 export packets were dropped due to fragmentation failures
  0 export packets were dropped due to encapsulation fixup failures
Switch#

Switch# show ip cache flow

IP Flow Switching Cache, 17826816 bytes
  69 active, 262075 inactive, 15087 added
  4293455 ager polls, 0 flow alloc failures
  Active flows timeout in 30 minutes
  Inactive flows timeout in 15 seconds
IP Sub Flow Cache, 1081480 bytes
  0 active, 65536 inactive, 0 added, 0 added to flow
  0 alloc failures, 0 force free
  1 chunk, 1 chunk added
  last clearing of statistics never
Protocol         Total    Flows   Packets Bytes  Packets Active(Sec) Idle(Sec)
--------         Flows     /Sec     /Flow  /Pkt     /Sec     /Flow     /Flow
TCP-Telnet          28      0.0       167    40      0.0      20.9      11.9
TCP-other          185      0.0         2    48      0.0       6.2      15.4
UDP-DNS              4      0.0         1    61      0.0       0.0      15.5
UDP-other        13466      0.0   3396586    46  91831.3     139.3      15.9
ICMP                97      0.0         2    95      0.0       2.3      15.4
IGMP                 1      0.0         2    40      0.0       0.9      15.1
IP-other          1120      0.0  38890838    46  87453.0    1354.5      24.0
Total:           14901      0.0   5992629    46 179284.3     227.8      16.5

SrcIf         SrcIPaddress    DstIf         DstIPaddress    Pr SrcP DstP  Pkts

SrcIf         SrcIPaddress    DstIf         DstIPaddress    Pr SrcP DstP  Pkts
Gi6/2         30.20.1.18      Gi6/1         30.10.1.18      11 4001 4001   537K
Gi6/2         30.20.1.19      Gi6/1         30.10.1.19      11 4001 4001   537K
Gi6/2         30.20.1.16      Gi6/1         30.10.1.16      11 4001 4001   537K
Gi6/2         30.20.1.17      Gi6/1         30.10.1.17      11 4001 4001   537K
Gi6/2         30.20.1.20      Gi6/1         30.10.1.20      11 4001 4001   537K
Gi6/2         30.20.1.10      Gi6/1         30.10.1.10      11 4001 4001   539K
Gi6/2         30.20.1.11      Gi6/1         30.10.1.11      11 4001 4001   539K
Gi6/2         30.20.1.14      Gi6/1         30.10.1.14      11 4001 4001   539K
Gi6/2         30.20.1.15      Gi6/1         30.10.1.15      11 4001 4001   539K
Gi6/2         30.20.1.12      Gi6/1         30.10.1.12      11 4001 4001   539K
Gi6/2         30.20.1.13      Gi6/1         30.10.1.13      11 4001 4001   539K
Gi5/48        171.69.23.149   Local         172.20.64.200   06 8214 0017   759
Gi6/1         30.10.1.12      Gi6/2         30.20.1.12      11 4001 4001   539K
Gi6/1         30.10.1.13      Gi6/2         30.20.1.13      11 4001 4001   539K
Gi6/1         30.10.1.14      Gi6/2         30.20.1.14      11 4001 4001   539K
```

```
Gi6/1         30.10.1.15      Gi6/2         30.20.1.15      11 4001 4001   539K
Gi6/1         30.10.1.10      Gi6/2         30.20.1.10      11 4001 4001   539K
Gi6/1         30.10.1.11      Gi6/2         30.20.1.11      11 4001 4001   539K
Gi6/1         30.10.1.20      Gi6/2         30.20.1.20      11 4001 4001   537K
Gi6/1         30.10.1.16      Gi6/2         30.20.1.16      11 4001 4001   537K
Gi6/1         30.10.1.17      Gi6/2         30.20.1.17      11 4001 4001   537K
Gi6/1         30.10.1.18      Gi6/2         30.20.1.18      11 4001 4001   537K
Gi6/1         30.10.1.19      Gi6/2         30.20.1.19      11 4001 4001   537K
Switch#
```

NetFlow の設定例

ここでは、次の基本的な設定例を提供します。

- NetFlow イネーブル化方式のサンプル（p.46-15）
- NetFlow 集約設定のサンプル（p.46-15）
- ルータベース集約方式の NetFlow 最小プレフィクス マスクのサンプル（p.46-17）

NetFlow イネーブル化方式のサンプル

（注）　Catalyst 4500 スイッチ上では、インターフェイス単位の NetFlow のイネーブル化がサポートされていません。

次に、NetFlow をグローバルにイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ip flow ingress
```

次に、予測フィールドをサポートする NetFlow をイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ip flow ingress infer-fields
```

NetFlow 集約設定のサンプル

ここでは、次の集約キャッシュ設定例を示します。

- AS の設定（p.46-16）
- 宛先プレフィクスの設定（p.46-16）
- プレフィクスの設定（p.46-16）
- プロトコル ポートの設定（p.46-16）
- 送信元プレフィクスの設定（p.46-16）

AS の設定

次に、AS の集約キャッシュに、200 秒の非アクティブ タイムアウト、45 分のキャッシュ アクティブ タイムアウト、エクスポート宛先 IP アドレス 10.42.42.1、および宛先ポート 9992 を設定する例を示します。

```
Switch(config)# ip flow-aggregation cache as
Switch(config-flow-cache)# cache timeout inactive 200
Switch(config-flow-cache)# cache timeout active 45
Switch(config-flow-cache)# export destination 10.42.42.1 9992
Switch(config-flow-cache)# enabled
```

宛先プレフィクスの設定

次に、宛先プレフィクスの集約キャッシュに、200 秒の非アクティブ タイムアウト、45 分のキャッシュ アクティブ タイムアウト、エクスポート宛先 IP アドレス 10.42.42.1、および宛先ポート 9992 を設定する例を示します。

```
Switch(config)# ip flow-aggregation cache destination-prefix
Switch(config-flow-cache)# cache timeout inactive 200
Switch(config-flow-cache)# cache timeout active 45
Switch(config-flow-cache)# export destination 10.42.42.1 9992
Switch(config-flow-cache)# enabled
```

プレフィクスの設定

次に、プレフィクスの集約キャッシュに、200 秒の非アクティブ タイムアウト、45 分のキャッシュ アクティブ タイムアウト、エクスポート宛先 IP アドレス 10.42.42.1、および宛先ポート 9992 を設定する例を示します。

```
Switch(config)# ip flow-aggregation cache prefix
Switch(config-flow-cache)# cache timeout inactive 200
Switch(config-flow-cache)# cache timeout active 45
Switch(config-flow-cache)# export destination 10.42.42.1 9992
Switch(config-flow-cache)# enabled
```

プロトコル ポートの設定

次に、プロトコル ポートの集約キャッシュに、200 秒の非アクティブ タイムアウト、45 分のキャッシュ アクティブ タイムアウト、エクスポート宛先 IP アドレス 10.42.42.1、および宛先ポート 9992 を設定する例を示します。

```
Switch(config)# ip flow-aggregation cache protocol-port
Switch(config-flow-cache)# cache timeout inactive 200
Switch(config-flow-cache)# cache timeout active 45
Switch(config-flow-cache)# export destination 10.42.42.1 9992
Switch(config-flow-cache)# enabled
```

送信元プレフィクスの設定

次に、送信元プレフィクスの集約キャッシュに、200 秒の非アクティブ タイムアウト、45 分のキャッシュ アクティブ タイムアウト、エクスポート宛先 IP アドレス 10.42.42.1、および宛先ポート 9992 を設定する例を示します。

```
Switch(config)# ip flow-aggregation cache source-prefix
Switch(config-flow-cache)# cache timeout inactive 200
Switch(config-flow-cache)# cache timeout active 45
Switch(config-flow-cache)# export destination 10.42.42.1 9992
Switch(config-flow-cache)# enabled
```

ルータベース集約方式の NetFlow 最小プレフィクス マスクのサンプル

ここでは、NetFlow 最小プレフィクス マスク集約キャッシュの設定例を示します。

prefix 集約方式

次に、prefix 集約キャッシュの設定例を示します。

```
!
ip flow-aggregation cache prefix
mask source minimum 24
mask destination minimum 28
```

この例では、次の設定が前提になっています。

```
ip route 118.42.20.160 255.255.255.224 110.42.13.2
ip route 122.16.93.160 255.255.255.224 111.22.21.2
```

両方のルートがスイッチ上のルーティング テーブルに 27 ビットのサブネット マスクを持ちます。

118.42.20.160 サブネットから、送信元 IP アドレスが 27 ビットのマスクに一致し、宛先 IP アドレスが 28 ビットのマスクに一致する 122.16.93.160 サブネットに移動するフローは、キャッシュ統計情報で一緒に集約されます。

destination-prefix 集約方式

次に、destination-prefix 集約キャッシュの設定例を示します。

```
!
ip flow-aggregation cache destination-prefix
mask destination minimum 32
!
```

source-prefix 集約方式

次に、source-prefix 集約キャッシュの設定例を示します。

```
ip flow-aggregation cache source-prefix
mask source minimum 30
```

CHAPTER 47

RMON の設定

この章では、Catalyst 4500 シリーズ スイッチにリモート ネットワーク モニタリング（RMON）を設定する方法を説明します。RMON は、RMON 適合コンソール システムとネットワーク プローブ間で交換可能な統計情報と機能のセットを定義する標準モニタリング仕様です。RMON は、総合的なネットワーク障害診断、計画、およびパフォーマンス調整情報を提供します。

（注） ここで使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、次の URL にある『*Cisco IOS Configuration Fundamentals Command Reference*』Release 12.4 を参照してください。

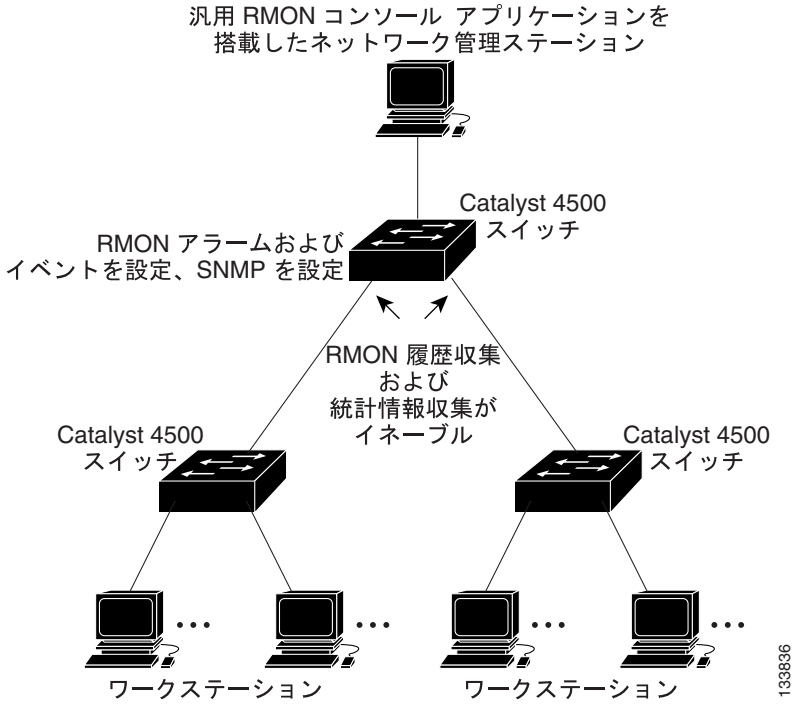
http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios124/124tcr/tcf_r/index.htm

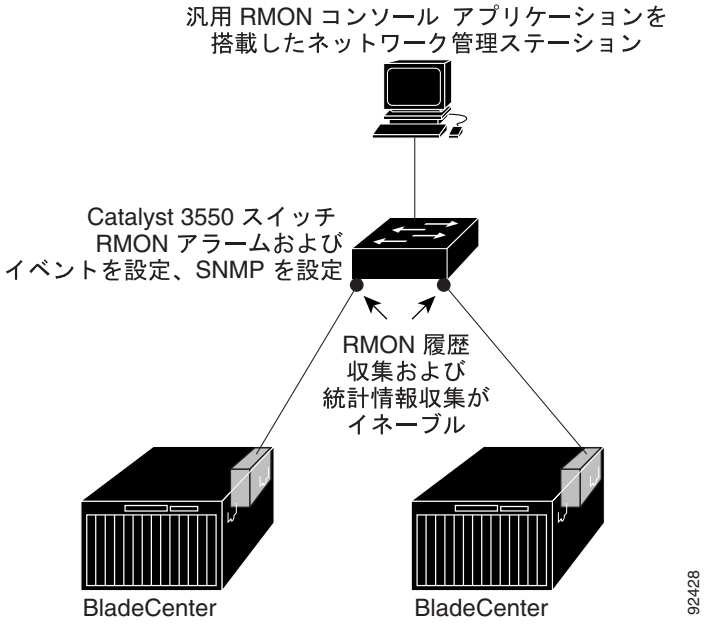
この章の内容は、次のとおりです。

RMON の概要

RMON は、さまざまなネットワーク エージェントとコンソール システムでネットワーク モニタリング情報を交換できる Internet Engineering Task Force（IETF; インターネット技術特別調査委員会）の標準モニタリング仕様です。スイッチで RMON 機能を Simple Network Management Protocol（SNMP; 簡易ネットワーク管理プロトコル）エージェントとともに使用して、接続しているすべての LAN セグメントでスイッチ間のすべてのトラフィック フローをモニタできます。

図 47-1　リモート モニタリングの例





スイッチは次の RMON グループ（RFC 1757 で定義）をサポートします。

- 統計情報（RMON グループ 1）― インターフェイス上のイーサネット、ファスト イーサネット、およびギガビット イーサネットの統計情報を収集
- 履歴（RMON グループ 2）― イーサネット、ファスト イーサネット、およびギガビット イーサネット インターフェイスについて、指定したポーリング間隔で、統計情報の履歴グループを収集
- アラーム（RMON グループ 3）― 特定の MIB（管理情報ベース）オブジェクトを指定した間隔でモニタし、指定した値（上昇しきい値）でアラームをトリガーし、別の値（下限しきい値）でアラームをリセットします。アラームはイベントとともに使用できます。アラームがトリガーしたイベントによってログ エントリや SNMP トラップを生成できます。
- イベント（RMON グループ 9）― アラームによってイベントがトリガーされたときのアクションを指定します。ログ エントリや SNMP トラップの生成があります。

Cisco IOS Release 12.2(31)SG でサポートされるスイッチはハードウェア カウンタを使用して RMON データを処理します。このため、効率的なモニタリングが可能で、処理パワーは少なくて済みます。

RMON の設定

ここでは、スイッチに RMON を設定する方法を説明します。内容は次のとおりです。

デフォルトの RMON 設定

デフォルトでは RMON はディセーブルです。アラームやイベントは設定されていません。

RMON だけがスイッチでサポートされています。

RMON アラームとイベントの設定

CLI（コマンドライン インターフェイス）または SNMP 適合の NMS（ネットワーク管理ステーション）を使用すると、スイッチに RMON を設定できます。NMS で汎用 RMON コンソール アプリケーションを使用して RMON のネットワーク管理機能を利用することを推奨します。スイッチで SNMP を設定して、RMON MIB オブジェクトにアクセスできるようにする必要もあります。詳細については、第 45 章「SNMP の設定」を参照してください。

RMON アラームおよびイベントをイネーブルにするには、次の作業を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	**rmon alarm** *number variable interval* {**absolute** | **delta**} **rising-threshold** *value* [*event-number*] **falling-threshold** *value* [*event-number*] [**owner** *string*]	MIB オブジェクトにアラームを設定します。 • *number* には、アラーム番号を指定します。有効範囲は 1 ～ 65535 です。 • *variable* には、モニタする MIB オブジェクトを指定します。 • *interval* には、アラームが MIB 変数をモニタする時間を秒単位で指定します。有効範囲は 1 ～ 4294967295 秒です。 • それぞれの MIB 変数を直接テストするには **absolute** キーワードを指定します。MIB 変数のサンプルの変化をテストするには **delta** キーワードを指定します。 • *value* には、アラームがトリガーする値とリセットする値を指定します。*value* の上昇しきい値と下限しきい値の有効範囲は、–2147483648 ～ 2147483647 です。 • （任意）*event-number* には、上昇しきい値または下限しきい値を超過する際にトリガーするイベント番号を指定します。 • （任意）**owner** *string* には、アラームのオーナーを指定します。

	コマンド	目的
ステップ 3	**rmon event** *number* [**description** *string*] [**log**] [**owner** *string*] [**trap** *community*]	RMON イベント テーブルで RMON イベント番号に関連付けられたイベントを追加します。 • *number* には、イベント番号を指定します。有効範囲は 1 ～ 65535 です。 • （任意）**description** *string* には、イベントの説明を指定します。 • （任意）イベントがトリガーされた際に RMON ログ エントリを生成するには、**log** キーワードを使用します。 • （任意）**owner** *string* には、このイベントのオーナーを指定します。 • （任意）*community* には、このとラップに使用する SNMP コミュニティ ストリングを指定します。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	入力を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

アラームをディセーブルにするには、設定したアラームごとに **no rmon alarm** *number* グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。設定したすべてのアラームを一度にディセーブルにすることはできません。イベントをディセーブルにするには、**no rmon event** *number* グローバル コンフィギュレーションコマンドを使用します。アラームおよびイベントの詳細と相互作用については、RFC 1757 を参照してください。

任意の MIB オブジェクトにアラームを設定できます。次に、**rmon alarm** コマンドを使用して RMON アラーム番号 10 を設定する例を示します。このアラームはディセーブルになるまで MIB 変数 *ifEntry.20.1* を 20 秒ごとにモニタし、変数の上昇または下降の変化をチェックします。*ifEntry.20.1* の値が MIB カウンタにおいて 15 以上増加すると（たとえば 100000 から 100015 になると）、アラームがトリガーされます。次にアラームはイベント番号 1 をトリガーします。このイベント番号は **rmon event** コマンドで設定します。ログ エントリや SNMP トラップなどをイベントに含めることができます。*ifEntry.20.1* の値が変化しない場合は、アラームがリセットされてふたたびトリガーできるようになります。

```
Switch(config)# rmon alarm 10 ifEntry.20.1 20 delta rising-threshold 15 1
falling-threshold 0 owner jjohnson
```

次に、**rmon event** コマンドを使用して RMON イベント番号 1 を作成する例を示します。イベントは *High ifOutErrors* として定義され、イベントがアラームによってトリガーされるとログ エントリが生成されます。ユーザ *jjones* は、このコマンドでイベント テーブルに作成された列のオーナーです。次も、イベントがトリガーされると SNMP トラップを生成する例です。

```
Switch(config)# rmon event 1 log trap eventtrap description "High ifOutErrors" owner
jjones
```

インターフェイス設定する RMON 収集

収集情報を表示するには、まず RMON アラームおよびイベントを設定する必要があります。

インターフェイスのグループ履歴統計情報を収集するには、次の作業を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	履歴を収集するインターフェイスを指定して、インターフェイス コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 3	**rmon collection history** *index* [**buckets** *bucket-number*] [**interval** *seconds*] [**owner** *ownername*]	指定したバケット数と期間での履歴収集をイネーブルにします。 • *index* には、統計情報の RMON グループを指定します。有効範囲は 1 ～ 65535 です。 • （任意）**buckets** *bucket-number* には、RMON 統計情報収集履歴グループに必要なバケットの最大数を指定します。指定できる範囲は 1 ～ 65535 です。デフォルトは 50 バケットです。 • （任意）**interval** *seconds* には、ポーリング サイクルの時間を秒単位で指定します。 • （任意）**owner** *ownername* には、RMON 統計情報グループのオーナー名を指定します。 履歴収集をディセーブルにするには、**no rmon collection history** *index* インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用します。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	入力を確認します。
ステップ 6	**show rmon history**	スイッチの履歴テーブルの内容を表示します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

インターフェイスのグループ イーサネット統計情報を収集するには、次の作業を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	統計情報を収集するインターフェイスを指定して、インターフェイスコンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 3	**rmon collection stats** ***index*** [**owner** *ownername*]	インターフェイスの RMON 統計情報収集をイネーブルにします。 • *index* には、RMON 統計情報グループを指定します。有効範囲は 1 ～ 65535 です。 • （任意）**owner** *ownername* には、RMON 統計情報グループのオーナー名を指定します。 グループ イーサネット統計情報の収集をディセーブルにするには、**no rmon collection stats** *index* インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを使用します。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	入力を確認します。
ステップ 6	**show rmon statistics**	スイッチの統計情報テーブルの内容を表示します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

RMON ステータスの表示

RMON ステータスを表示するには、表 47-1 に示す特権 EXEC コマンドのいずれかを使用します。

表 47-1　RMON ステータスの表示コマンド

コマンド	目的
show rmon	一般的な RMON 統計情報を表示します。
show rmon alarms	RMON アラーム テーブルを表示します。
show rmon events	RMON イベント テーブルを表示します。
show rmon history	RMON 履歴テーブルを表示します。
show rmon statistics	RMON 統計情報テーブルを表示します。

CHAPTER 48

診断の実行

Catalyst 4500 シリーズ スイッチの診断では、ライブ ネットワークに接続しながら、ご使用のシステムのハードウェア コンポーネント（シャーシ、スーパーバイザ エンジン、モジュール、および Application Specific Integrated Circuit［ASIC; 特定用途向け集積回路］）の機能をテストし、検証します。診断では、ハードウェア コンポーネントをテストして、データ パスおよび制御信号を検証するパケット スイッチング テストが行われます。診断テストは、中断を伴わないテストで（Power-on Self-Test［POST; 電源投入時自己診断テスト］を除く）、さまざまな時点で行われます。テストには、システムのステータスをモニタするのにバックグラウンドで継続して実行されるもの（スイッチング モジュールのテストなど）もありますが、一度だけ実行されるものもあります。

この章では、Catalyst 4500 シリーズ スイッチ上の次のタイプの診断について説明します。

（注） この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122sr/cr/index.htm

オンライン診断

オンライン診断テストでは、ラインカード上のすべてのポートが正常に稼働していることを確認します。このテストにより、ラインカードの前面パネル ポートへのパスに障害があるかどうかは検出できますが、パス上のどこで問題が発生したのかは解明できません。

このテストは、システムの稼働中に実行されるため*オンライン*と呼ばれます。

（注） このテストは、スタブ チップを持つラインカードに対してのみ実行されます。

オンライン診断は、ラインカードの起動時に一度だけ実行されます。

ラインカードの挿入時、またはシャーシの電源投入時に実行できます。

オンライン診断は、CPU からラインカードのすべてのポートにパケットを送信することによって実行されます。このパケットは *loopback* とマークされているため、CPU はパケットがポートから戻されることを予測します。パケットは、まずスーパーバイザ エンジン上の ASIC に送信され、次にシャーシのバックプレーンおよびラインカード上のスタブ チップを経由して、Physical Sublayer（PHY; 物理サブレイヤ）に送信されます。PHY は、同じパスでパケットを返送します。

（注） 前面パネル ポートでは、パケットの着信および送信は行われません。

オンライン診断によるトラブルシューティング

ラインカードに障害が発生する条件は、次のとおりです。

- すべてのポートに障害がある。
- スタブ チップ上のすべてのポートに障害がある。
- 1 つのポートだけに障害がある。

上記のすべての状況で、ラインカードのステータスは **show module** コマンド出力に障害として表示されます。

```
Switch# show mod
Chassis Type : WS-C4507R
Power consumed by backplane : 40 Watts

Mod Ports Card Type                                Model              Serial No.
---+-----+--------------------------------------+------------------+-----------
 1     6  Sup II+10GE 10GE (X2), 1000BaseX (SFP) WS-X4013+10GE      JAB091502G0
 2     6  Sup II+10GE 10GE (X2), 1000BaseX (SFP) WS-X4013+10GE      JAB091502FC
 3    48  100BaseX (SFP)                         WS-X4248-FE-SFP    JAB093305RP
 4    48  10/100BaseTX (RJ45)V                   WS-X4148-RJ45V     JAE070717E5
 5    48  10/100BaseTX (RJ45)V                   WS-X4148-RJ45V     JAE061303U3
 6    48  10/100BaseTX (RJ45)V                   WS-X4148-RJ45V     JAE061303WJ
 7    24  10/100/1000BaseT (RJ45)V, Cisco/IEEE   WS-X4524-GB-RJ45V  JAB0815059Q

 M MAC addresses                    Hw  Fw           Sw               Status
--+-------------------------------+---+------------+----------------+---------
 1 000b.5f27.8b80 to 000b.5f27.8b85 0.2 12.2(27r)SG( 12.2(37)SG Ok
 2 000b.5f27.8b86 to 000b.5f27.8b8b 0.2 12.2(27r)SG( 12.2(37)SG Ok
 3 0005.9a80.6810 to 0005.9a80.683f 0.4                            Ok
 4 000c.3016.aae0 to 000c.3016.ab0f 2.6                            Ok
 5 0008.a3a3.4e70 to 0008.a3a3.4e9f 1.6                            Ok
 6 0008.a3a3.3fa0 to 0008.a3a3.3fcf 1.6                              Faulty
 7 0030.850e.3e78 to 0030.850e.3e8f 1.0                            Ok

Mod  Redundancy role     Operating mode      Redundancy status
----+------------------+------------------+-----------------------------------
 1   Active Supervisor   SSO                 Active
 2   Standby Supervisor  SSO                 Standby hot
```

障害のあるラインカードをトラブルシューティングするには、次の作業を実行します。

ステップ 1　**show diagnostic result module 3** コマンドを入力します。

障害のあるラインカードがシャーシに挿入された場合、診断は失敗し、次のような出力が表示されます。

```
Diagnostic[module 3]: Diagnostic handle is not found for the card.

module 3:

  Overall diagnostic result: PASS

  Test results: (. = Pass, F = Fail, U = Untested)

    1) linecard-online-diag --------------------> F
```

ラインカードの Return Materials Authorization（RMA）を入手し、TAC に連絡します。ステップ 2 および 3 は省略します。

ただし、出力が次のような場合は、

```
module 3:

     Overall diagnostic result: PASS

    Test results: (. = Pass, F = Fail, U = Untested)

    1) linecard-online-diag --------------------> .
```

1）ラインカードが最後にシャーシに挿入されたとき、または 2）スイッチの電源が投入されたときのいずれかで、ラインカードがオンライン診断に合格しました（[.] としてレポートされる）。詳細な検査が必要となります。

ステップ 2　別のスーパーバイザ エンジン カードを挿入し、ラインカードを再度挿入します。

ラインカードがテストに合格する場合、スーパーバイザ エンジン カードに不具合があります。

スーパーバイザ エンジンの RMA を入手し、TAC に連絡します。ステップ 3 は省略します。

スーパーバイザ エンジン カードではオンライン診断が実行されないため、スーパーバイザ エンジン カードに障害があるかどうかをテストするのに **#show diagnostic module 1** コマンドを使用できません。

ステップ 3　ラインカードを別のシャーシに再度挿入します。

ラインカードがテストに合格する場合、問題はシャーシに関連しています。

シャーシの RMA を入手して、TAC に連絡します。

POST 診断

ここでは、次の内容について説明します。

概要

すべての Catalyst 4500 シリーズ スイッチでは、スーパーバイザ エンジンが起動すると必ず POST が実行されます。POST は、スーパーバイザ スイッチング エンジン、それに対応するパケット メモリ、およびその他のオンボードのハードウェア コンポーネントの基本的なハードウェア機能についてテストします。スイッチの動作にとってスーパーバイザ エンジンのヘルスは特に重要であるため、POST の結果はスイッチの起動方法に影響を与えます。スイッチは、marginal ステートまたは faulty ステートで起動する可能性があります。

現在 POST をサポートしているのは、次のスーパーバイザ エンジンです。

- WS-X4014
- WS-X4515
- WS-X4516
- WS-X4516-10GE
- WS-X4013+
- WS-X4013+TS
- WS-X4013+10GE
- WS-C4948G
- WS-C4948G-10GE
- ME-4924-10GE
- WS-X45-SUP6-E

POST 結果は、成功の場合は [.] または [Pass]、失敗の場合は [F]、テストされていない場合は [U] と表示されます。

POST 結果のサンプル

すべてのスーパーバイザ エンジンに対して、POST は CPU、トラフィック、システム、システム メモリ、および機能についてのテストを実行します。

CPU テストでは、POST は使用中のスーパーバイザ SEEPROM、温度センサー、および Ethernet-end-of-band channel（eobc）の適切なアクティビティを検証します。

次に、WS-X4013+TS 以外のすべてのスーパーバイザ エンジン上での CPU サブシステム テストの出力例を示します。

```
[..]
Cpu Subsystem Tests ...
seeprom: . temperature_sensor: . eobc: .
[..]
```

次に、WS-X4013+TS スーパーバイザ エンジン上での CPU サブシステム テストの出力例を示します。

```
[..]
Cpu Subsystem Tests ...
seeprom: . temperature_sensor: .
[..]
```

トラフィック テストでは、POST は CPU からスイッチにパケットを送信します。これらのパケットはスイッチ コア内を数回ループして、スイッチング、およびレイヤ 2 とレイヤ 3 の機能を検証します。ハードウェア障害を的確に切り離すため、ループ バックはスイッチ ポートの内部と外部の両方で行われます。

次に、スーパーバイザ エンジン WS-X4516、WS-X4516-10GE、WS-X4013+10GE、WS-C4948G-10GE 上でのスイッチ ポートのレイヤ 2 トラフィック テストの出力例を示します。

```
Port Traffic: L2 Serdes Loopback ...
 0: .  1: .  2: .  3: .  4: .  5: .  6: .  7: .  8: .  9: . 10: . 11: .
12: . 13: . 14: . 15: . 16: . 17: . 18: . 19: . 20: . 21: . 22: . 23: .
24: . 25: . 26: . 27: . 28: . 29: . 30: . 31: . 32: . 33: . 34: . 35: .
36: . 37: . 38: . 39: . 40: . 41: . 42: . 43: . 44: . 45: . 46: . 47: .
```

次に、スーパーバイザ エンジン WS-X4013+TS、WS-X4515、WS-X4013+、WS-X4014、WS-C4948G 上でのスイッチ ポートのレイヤ 2 トラフィック テストの出力例を示します。

```
Port Traffic: L2 Serdes Loopback ...
 0: .  1: .  2: .  3: .  4: .  5: .  6: .  7: .  8: .  9: . 10: . 11: .
12: . 13: . 14: . 15: . 16: . 17: . 18: . 19: . 20: . 21: . 22: . 23: .
24: . 25: . 26: . 27: . 28: . 29: . 30: . 31:
```

POST は、スイッチのパケット メモリおよびシステム メモリ上でもテストを行います。これらのテストは、1 から昇順で動的に番号が付けられ、それぞれ別のメモリを表します。

次に、システム メモリ テストの出力例を示します。

```
Switch Subsystem Memory ...
 1: .  2: .  3: .  4: .  5: .  6: .  7: .  8: .  9: . 10: . 11: . 12: .
13: . 14: . 15: . 16: . 17: . 18: . 19: . 20: . 21: . 22: . 23: . 24: .
25: . 26: . 27: . 28: . 29: . 30: . 31: . 32: . 33: . 34: . 35: . 36: .
37: . 38: . 39: . 40: . 41: . 42: . 43: . 44: . 45: . 46: . 47: . 48: .
49: . 50: . 51: . 52: . 53: . 54: . 55: .
```

また、POST は Netflow サービス カード（Supervisor Engine IV と Supervisor Engine V）および Netflow サービス機能（Supervisor Engine V-10GE）についてもテストします。これらのテストによる障害は、スイッチの機能には影響しないため（Netflow 機能が使用できなくなること以外）、重要度の低いものとして扱われます。

```
Netflow Services Feature ...
se: . cf: . 52: . 53: . 54: . 55: . 56: . 57: . 58: . 59: . 60: . 61: .
62: . 63: . 64: . 65: .
```

（注） Supervisor Engine VI-E は、CPU サブシステム テスト、レイヤ 3 およびレイヤ 2 トラフィック テスト、メモリ テストなど、以前のスーパーバイザの POST 機能のほとんどを保持します。冗長システムの冗長ポートはテストされません。すべての POST 診断は、テストを実行しているスーパーバイザに対してローカルです。

次に、WS-X4516 スーパーバイザ エンジンに関する出力例を示します。

```
Switch# show diagnostic result module 2 detail

module 2:

  Overall diagnostic result: PASS

  Test results: (. = Pass, F = Fail, U = Untested)

  _____________________________________________________________________________

    1) supervisor-bootup ----------------------> .

          Error code --------------------------> 0 (DIAG_SUCCESS)
          Total run count ---------------------> 1
          Last test execution time ------------> Jul 20 2005 14:15:52
          First test failure time -------------> n/a
          Last test failure time --------------> n/a
          Last test pass time -----------------> Jul 20 2005 14:15:52
          Total failure count -----------------> 0
          Consecutive failure count -----------> 0

Power-On-Self-Test Results for ACTIVE Supervisor


Power-on-self-test for Module 2:  WS-X4516
 Port/Test Status: (. = Pass, F = Fail, U = Untested)
 Reset Reason: PowerUp RemoteDebug



Cpu Subsystem Tests ...
seeprom: . temperature_sensor: . eobc: .

Port Traffic: L2 Serdes Loopback ...
 0: .  1: .  2: .  3: .  4: .  5: .  6: .  7: .  8: .  9: . 10: . 11: .
12: . 13: . 14: . 15: . 16: . 17: . 18: . 19: . 20: . 21: . 22: . 23: .
24: . 25: . 26: . 27: . 28: . 29: . 30: . 31: . 32: . 33: . 34: . 35: .
36: . 37: . 38: . 39: . 40: . 41: . 42: . 43: . 44: . 45: . 46: . 47: .


Port Traffic: L2 Asic Loopback ...
 0: .  1: .  2: .  3: .  4: .  5: .  6: .  7: .  8: .  9: . 10: . 11: .
12: . 13: . 14: . 15: . 16: . 17: . 18: . 19: . 20: . 21: . 22: . 23: .
24: . 25: . 26: . 27: . 28: . 29: . 30: . 31: . 32: . 33: . 34: . 35: .
36: . 37: . 38: . 39: . 40: . 41: . 42: . 43: . 44: . 45: . 46: . 47: .


Port Traffic: L3 Asic Loopback ...
 0: .  1: .  2: .  3: .  4: .  5: .  6: .  7: .  8: .  9: . 10: . 11: .
12: . 13: . 14: . 15: . 16: . 17: . 18: . 19: . 20: . 21: . 22: . 23: .
24: . 25: . 26: . 27: . 28: . 29: . 30: . 31: . 32: . 33: . 34: . 35: .
36: . 37: . 38: . 39: . 40: . 41: . 42: . 43: . 44: . 45: . 46: . 47: .


Switch Subsystem Memory ...
 1: .  2: .  3: .  4: .  5: .  6: .  7: .  8: .  9: . 10: . 11: . 12: .
13: . 14: . 15: . 16: . 17: . 18: . 19: . 20: . 21: . 22: . 23: . 24: .
25: . 26: . 27: . 28: . 29: . 30: . 31: . 32: . 33: . 34: . 35: . 36: .
37: . 38: . 39: . 40: . 41: . 42: . 43: . 44: . 45: . 46: . 47: . 48: .
49: . 50: . 51: . 52: . 53: . 54: . 55: .


Module 2 Passed


  _____________________________________________________________________________

    2) packet-memory-bootup --------------------> U
```

```
          Error code --------------------------> 0 (DIAG_SUCCESS)
          Total run count ---------------------> 0
          Last test execution time ------------> n/a
          First test failure time -------------> n/a
          Last test failure time --------------> n/a
          Last test pass time -----------------> n/a
          Total failure count -----------------> 0
          Consecutive failure count -----------> 0
packet buffers on free list: 64557 bad: 0 used for ongoing tests: 979


Exhaustive packet memory tests did not run at bootup.
Bootup test results:5
No  errors.
```

```
   3) packet-memory-ongoing --------------------> U

          Error code --------------------------> 0 (DIAG_SUCCESS)
          Total run count ---------------------> 0
          Last test execution time ------------> n/a
          First test failure time -------------> n/a
          Last test failure time --------------> n/a
          Last test pass time -----------------> n/a
          Total failure count -----------------> 0
          Consecutive failure count -----------> 0
packet buffers on free list: 64557 bad: 0 used for ongoing tests: 979


Packet memory errors: 0 0
Current alert level: green
Per 5 seconds in the last minute:
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0
Per minute in the last hour:
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Per hour in the last day:
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0
Per day in the last 30 days:
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Direct memory test failures per minute in the last hour:
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Potential false positives: 0 0
  Ignored because of rx errors: 0 0
  Ignored because of cdm fifo overrun: 0 0
  Ignored because of oir: 0 0
  Ignored because isl frames received: 0 0
  Ignored during boot: 0 0
  Ignored after writing hw stats: 0 0
  Ignored on high gigaport: 0
Ongoing diag action mode: Normal
Last 1000 Memory Test Failures:
Last 1000 Packet Memory errors:
First 1000 Packet Memory errors:
```

```
Switch#
```

次に、WS-X45-SUP6-E スーパーバイザ エンジンに関する出力例を示します。

```
Switch# show diagnostic result module 3 detail

module 3:   SerialNo : XXXXXXXXXXX

  Overall diagnostic result: PASS

  Test results: (. = Pass, F = Fail, U = Untested)
_____________________________________________________________________________

    1) supervisor-bootup --------------->
          Error code ------------------> 0 (DIAG_SUCCESS)
          Total run count -------------> 1
          Last test execution time ----> Oct 01 2007 17:37:04
          First test failure time -----> n/a
          Last test failure time ------> n/a
          Last test pass time ---------> Oct 01 2007 17:37:04
          Total failure count ---------> 0
          Consecutive failure count ---> 0
Power-On-Self-Test Results for ACTIVE Supervisor
prod: WS-X45-SUP6-E part: XXXXXXXXX serial: XXXXXXXXXX
Power-on-self-test for Module 3: WS-X45-SUP6-E
 Test Status: (. = Pass, F = Fail, U = Untested)

CPU Subsystem Tests ...
 seeprom: Pass

Traffic: L3 Loopback ...
 Test Results: Pass

Traffic: L2 Loopback ...
 Test Results: Pass

Switching Subsystem Memory ...
 Packet Memory Test Results: Pass

Module 3 Passed
_____________________________________________________________________________

    2) linecard-online-diag ------------>
          Error code ------------------> 0 (DIAG_SUCCESS)
          Total run count -------------> 1
          Last test execution time ----> Oct 01 2007 17:37:04
          First test failure time -----> n/a
          Last test failure time ------> n/a
          Last test pass time ---------> Oct 01 2007 17:37:04
          Total failure count ---------> 0
          Consecutive failure count ---> 0

Slot Ports Card Type                                Diag Status      Diag Details
---- ----- ------------------------------------- ---------------- ------------
 3     6   Sup 6-E 10GE (X2), 1000BaseX (SFP)     Skipped          Packet memory
Detailed Status
---------------
. = Pass              U = Unknown
L = Loopback failure  S = Stub failure
P = Port failure
E = SEEPROM failure   G = GBIC integrity check failure

Ports 1   2   3   4   5   6
      .   .   .   .   .   .
  _____________________________________________________________________________
Switch#
```

Supervisor Engine V-10GE の POST 結果

Supervisor Engine V-10GE（WS-X4516-10GE）では、POST は 10 ギガビット ポートの特別な冗長機能についてテストします。

ここでは、次の内容について説明します。

アクティブ スーパーバイザ エンジン上での POST

アクティブ スーパーバイザ エンジンは、起動時にスタンバイ スーパーバイザ エンジン（存在する場合）上のリモートの冗長 10 ギガビット ポートについてテストします。ポートのステータスは、[Remote TenGigabit Port Status] と表示されます。スタンバイ スーパーバイザ エンジンが存在しない場合は、リモートのポート ステータスは常に [Untested] と表示されます。これは新しいスタンバイ スーパーバイザ エンジンが挿入されたあとも継続します。残りのテストは、ギガビット ポートの設定のみを使用して実施されます。

アクティブ スーパーバイザ エンジンで起動時の診断が完了したあとで、スタンバイ スーパーバイザ エンジンが取り外された場合、総合診断結果内のリモートのポート ステータスは [Untested] に変更されます。

アクティブ スーパーバイザ エンジンの POST 結果のサンプル

```
Switch# show diagnostic result module 1 detail

module 1:

  Overall diagnostic result: PASS

  Test results: (. = Pass, F = Fail, U = Untested)

  _____________________________________________________________________________

    1) supervisor-bootup ----------------------> .

          Error code --------------------------> 0 (DIAG_SUCCESS)
          Total run count ---------------------> 1
          Last test execution time ------------> Jul 19 2005 13:28:16
          First test failure time -------------> n/a
          Last test failure time --------------> n/a
          Last test pass time -----------------> Jul 19 2005 13:28:16
          Total failure count -----------------> 0
          Consecutive failure count -----------> 0

Power-On-Self-Test Results for ACTIVE Supervisor


Power-on-self-test for Module 1:  WS-X4516-10GE
 Port/Test Status: (. = Pass, F = Fail, U = Untested)
 Reset Reason: Software/User



Cpu Subsystem Tests ...
seeprom: . temperature_sensor: . eobc: .
```

```
Port Traffic: L3 Serdes Loopback ...
 0: .  1: .  2: .  3: .  4: .  5: .  6: .  7: .  8: .  9: . 10: . 11: .
12: . 13: . 14: . 15: . 16: . 17: . 18: . 19: . 20: . 21: . 22: . 23: .
24: . 25: . 26: . 27: . 28: . 29: . 30: . 31: . 32: . 33: . 34: . 35: .
36: . 37: . 38: . 39: . 40: . 41: . 42: . 43: . 44: . 45: . 46: . 47: .

Local 10GE Port 62: .

Local 10GE Port 63: .

Port Traffic: L2 Serdes Loopback ...
 0: .  1: .  2: .  3: .  4: .  5: .  6: .  7: .  8: .  9: . 10: . 11: .
12: . 13: . 14: . 15: . 16: . 17: . 18: . 19: . 20: . 21: . 22: . 23: .
24: . 25: . 26: . 27: . 28: . 29: . 30: . 31: . 32: . 33: . 34: . 35: .
36: . 37: . 38: . 39: . 40: . 41: . 42: . 43: . 44: . 45: . 46: . 47: .
48: . 49: . 50: . 51: .


Port Traffic: L2 Asic Loopback ...
 0: .  1: .  2: .  3: .  4: .  5: .  6: .  7: .  8: .  9: . 10: . 11: .
12: . 13: . 14: . 15: . 16: . 17: . 18: . 19: . 20: . 21: . 22: . 23: .
24: . 25: . 26: . 27: . 28: . 29: . 30: . 31: . 32: . 33: . 34: . 35: .
36: . 37: . 38: . 39: . 40: . 41: . 42: . 43: . 44: . 45: . 46: . 47: .
48: . 49: . 50: . 51: .


Switch Subsystem Memory ...
 1: .  2: .  3: .  4: .  5: .  6: .  7: .  8: .  9: . 10: . 11: . 12: .
13: . 14: . 15: . 16: . 17: . 18: . 19: . 20: . 21: . 22: . 23: . 24: .
25: . 26: . 27: . 28: . 29: . 30: . 31: . 32: . 33: . 34: . 35: . 36: .
37: . 38: . 39: . 40: . 41: . 42: . 43: . 44: . 45: . 46: . 47: . 48: .
49: . 50: . 51: .


Netflow Services Feature ...
se: . cf: . 52: . 53: . 54: . 55: . 56: . 57: . 58: . 59: . 60: . 61: .
62: . 63: . 64: . 65: .


Module 1 Passed

Remote TenGigabitPort status: Passed
```

```
   2) packet-memory-bootup ----------------------> U

         Error code --------------------------> 0 (DIAG_SUCCESS)
         Total run count ---------------------> 0
         Last test execution time ------------> n/a
         First test failure time -------------> n/a
         Last test failure time --------------> n/a
         Last test pass time -----------------> n/a
         Total failure count -----------------> 0
         Consecutive failure count -----------> 0
packet buffers on free list: 64557 bad: 0 used for ongoing tests: 979


Exhaustive packet memory tests did not run at bootup.
Bootup test results:5
No  errors.
```

```
   3) packet-memory-ongoing --------------------> U

         Error code --------------------------> 0 (DIAG_SUCCESS)
         Total run count ---------------------> 0
         Last test execution time ------------> n/a
```

```
          First test failure time -------------> n/a
          Last test failure time --------------> n/a
          Last test pass time -----------------> n/a
          Total failure count -----------------> 0
          Consecutive failure count ------------> 0
packet buffers on free list: 64557 bad: 0 used for ongoing tests: 979


Packet memory errors: 0 0
Current alert level: green
Per 5 seconds in the last minute:
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0
Per minute in the last hour:
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Per hour in the last day:
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0
Per day in the last 30 days:
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Direct memory test failures per minute in the last hour:
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Potential false positives: 0 0
  Ignored because of rx errors: 0 0
  Ignored because of cdm fifo overrun: 0 0
  Ignored because of oir: 0 0
  Ignored because isl frames received: 0 0
  Ignored during boot: 0 0
  Ignored after writing hw stats: 0 0
  Ignored on high gigaport: 0
Ongoing diag action mode: Normal
Last 1000 Memory Test Failures:
Last 1000 Packet Memory errors:
First 1000 Packet Memory errors:
```

```
Switch#
```

スタンバイ スーパーバイザ エンジン上での POST

スーパーバイザ エンジンのポート 62 および 63 は、常に [Untested] または [U] のままです。スタンバイ スーパーバイザ エンジンでは、アクティブ スーパーバイザ エンジン上のリモートの 10 ギガビット ポートについてテストしないため、スタンバイ スーパーバイザ エンジン上のリモートの 10 ギガビット ポート ステータスは常に [Untested] です。スーパーバイザ エンジンは、ギガビット ポートの設定を使用して残りのテストを実行します。

（注） 冗長シャーシでは、すでに挿入されているスーパーバイザ エンジンでの並列 POST がサポートされます。ただし、最初のスーパーバイザ エンジンをロード中に 2 番めのスーパーバイザ エンジンを挿入すると、最初のスーパーバイザ エンジンは faulty IOS ステートでブートします（POST が打ち切られ、一部の POST テストがバイパスされます）。これは、複数のスーパーバイザ エンジンを同時起動した場合だけに発生します。先に装着したスーパーバイザ エンジンが POST を実行している間は、空のスーパーバイザ エンジン スロットに追加のスーパーバイザ エンジンを装着しないでください。POST シーケンスが終了すると、[Exiting to ios...] メッセージが表示されます。

スタンバイ スーパーバイザ エンジンの POST 表示のサンプル

```
Switch# show diagnostic result module 2 detail

module 2:

  Overall diagnostic result: PASS

  Test results: (. = Pass, F = Fail, U = Untested)

  _____________________________________________________________________________

    1) supervisor-bootup ----------------------> .

          Error code --------------------------> 0 (DIAG_SUCCESS)
          Total run count ---------------------> 1
          Last test execution time ------------> Jul 19 2005 13:29:44
          First test failure time -------------> n/a
          Last test failure time --------------> n/a
          Last test pass time -----------------> Jul 19 2005 13:29:44
          Total failure count -----------------> 0
          Consecutive failure count -----------> 0

Power-On-Self-Test Results for ACTIVE Supervisor


Power-on-self-test for Module 2:  WS-X4516-10GE
 Port/Test Status: (. = Pass, F = Fail, U = Untested)
 Reset Reason: OtherSupervisor Software/User



Cpu Subsystem Tests ...
seeprom: . temperature_sensor: . eobc: .

Port Traffic: L3 Serdes Loopback ...
 0: .  1: .  2: .  3: .  4: .  5: .  6: .  7: .  8: .  9: . 10: . 11: .
12: . 13: . 14: . 15: . 16: . 17: . 18: . 19: . 20: . 21: . 22: . 23: .
24: . 25: . 26: . 27: . 28: . 29: . 30: . 31: . 32: . 33: . 34: . 35: .
36: . 37: . 38: . 39: . 40: . 41: . 42: . 43: . 44: . 45: . 46: . 47: .

Local 10GE Port 62: U

Local 10GE Port 63: U
```

```
Port Traffic: L2 Serdes Loopback ...
 0: .  1: .  2: .  3: .  4: .  5: .  6: .  7: .  8: .  9: . 10: . 11: .
12: . 13: . 14: . 15: . 16: . 17: . 18: . 19: . 20: . 21: . 22: . 23: .
24: . 25: . 26: . 27: . 28: . 29: . 30: . 31: . 32: . 33: . 34: . 35: .
36: . 37: . 38: . 39: . 40: . 41: . 42: . 43: . 44: . 45: . 46: . 47: .
48: . 49: . 50: . 51: .


Port Traffic: L2 Asic Loopback ...
 0: .  1: .  2: .  3: .  4: .  5: .  6: .  7: .  8: .  9: . 10: . 11: .
12: . 13: . 14: . 15: . 16: . 17: . 18: . 19: . 20: . 21: . 22: . 23: .
24: . 25: . 26: . 27: . 28: . 29: . 30: . 31: . 32: . 33: . 34: . 35: .
36: . 37: . 38: . 39: . 40: . 41: . 42: . 43: . 44: . 45: . 46: . 47: .
48: . 49: . 50: . 51: .


Switch Subsystem Memory ...
 1: .  2: .  3: .  4: .  5: .  6: .  7: .  8: .  9: . 10: . 11: . 12: .
13: . 14: . 15: . 16: . 17: . 18: . 19: . 20: . 21: . 22: . 23: . 24: .
25: . 26: . 27: . 28: . 29: . 30: . 31: . 32: . 33: . 34: . 35: . 36: .
37: . 38: . 39: . 40: . 41: . 42: . 43: . 44: . 45: . 46: . 47: . 48: .
49: . 50: . 51: .


Netflow Services Feature ...
se: . cf: . 52: . 53: . 54: . 55: . 56: . 57: . 58: . 59: . 60: . 61: .
62: . 63: . 64: . 65: .


Module 2 Passed

Remote TenGigabitPort status: Untested
```

```
    2) packet-memory-bootup --------------------> U

          Error code ---------------------------> 0 (DIAG_SUCCESS)
          Total run count ----------------------> 0
          Last test execution time -------------> n/a
          First test failure time --------------> n/a
          Last test failure time ---------------> n/a
          Last test pass time ------------------> n/a
          Total failure count ------------------> 0
          Consecutive failure count ------------> 0
packet buffers on free list: 64557 bad: 0 used for ongoing tests: 979


Exhaustive packet memory tests did not run at bootup.
Bootup test results:5
No  errors.
```

```
    3) packet-memory-ongoing --------------------> U

          Error code ---------------------------> 0 (DIAG_SUCCESS)
          Total run count ----------------------> 0
          Last test execution time -------------> n/a
          First test failure time --------------> n/a
          Last test failure time ---------------> n/a
          Last test pass time ------------------> n/a
          Total failure count ------------------> 0
          Consecutive failure count ------------> 0
packet buffers on free list: 64557 bad: 0 used for ongoing tests: 979


Packet memory errors: 0 0
Current alert level: green
```

```
Per 5 seconds in the last minute:
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0
Per minute in the last hour:
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Per hour in the last day:
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0
Per day in the last 30 days:
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Direct memory test failures per minute in the last hour:
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Potential false positives: 0 0
  Ignored because of rx errors: 0 0
  Ignored because of cdm fifo overrun: 0 0
  Ignored because of oir: 0 0
  Ignored because isl frames received: 0 0
  Ignored during boot: 0 0
  Ignored after writing hw stats: 0 0
  Ignored on high gigaport: 0
Ongoing diag action mode: Normal
Last 1000 Memory Test Failures:
Last 1000 Packet Memory errors:
First 1000 Packet Memory errors:

  ------------------------------------------------------------------------------

Switch#
```

(注) ポートの最大数がテストされたことを確認するには、電源投入時に両方のスーパーバイザ エンジンが存在することを確認します。

障害の原因およびトラブルシューティング

すべての POST テストの障害は、スーパーバイザ エンジン上のハードウェアに関する問題を示します。IOS が限定された機能を使用してスーパーバイザ エンジンを起動することで、ユーザは診断テストの結果を評価および表示できます。

ハードウェア障害が継続しているかどうか見極めるには、スーパーバイザ エンジンの電源をオフ / オンし、POST テストに戻ります。

また、シャーシでスーパーバイザ エンジンを取り外し、再度挿入しても、装着が正しいことを確認できます。詳細は、シスコのカスタマー サポート チームにご連絡ください。

（注） 冗長シャーシでは、すでに挿入されているスーパーバイザ エンジンでの並列 POST がサポートされます。ただし、最初のスーパーバイザ エンジンをロード中に 2 番めのスーパーバイザ エンジンを挿入すると、最初のスーパーバイザ エンジンは faulty IOS ステートでブートします（POST が打ち切られ、一部の POST テストがバイパスされます）。これは、複数のスーパーバイザ エンジンを同時起動した場合だけに発生します。先に装着したスーパーバイザ エンジンが POST を実行している間は、空のスーパーバイザ エンジン スロットに追加のスーパーバイザ エンジンを装着しないでください。POST シーケンスが終了すると、[Exiting to ios...] メッセージが表示されます。

CHAPTER 49

WCCP バージョン 2 サービスの設定

(注) WCCP v2 は、Supervisor Engine 6-E ではサポートされて*いません*。

この章では、Catalyst 4500 シリーズ スイッチを設定し、Web Cache Communication Protocol（WCCP）バージョン 2 を使用してコンテント エンジン（Web キャッシュ）にトラフィックをリダイレクトする方法を説明します。

(注) この章の WCCP は WCCP バージョン 2 を表します。WCCP バージョン 1 はサポートされません。

この章の内容は、次のとおりです。

(注) この章の作業は、コンテント エンジンがネットワークに設定されていることを前提にしています。Cisco Content Engine および WCCP に関連するハードウェアおよびネットワーク計画の詳細については、次の URL の Cisco.com Web Scaling サイトから Product Literature Documentation リンクにアクセスしてください。

http://www.cisco.com/warp/public/cc/pd/cxsr/ces/index.shtml

WCCP の概要

ここでは、WCCP の次の内容について説明します。

WCCP の概要

WCCP はシスコが開発したコンテンツ ルーティング技術で、ネットワーク インフラストラクチャにコンテント エンジンを統合することができます。

Cisco IOS WCCP 機能を使用すると、Cisco Content Engine（または WCCP を実行する他のコンテント エンジン）を使用してネットワークの Web トラフィック パターンをローカライズし、コンテンツ要求をローカルで処理できます。トラフィックをローカライズすると、送信コストとダウンロード時間が減少します。

WCCP により、Cisco IOS ルーティング プラットフォームはコンテンツ要求を透過的にリダイレクトできるようになります。HTTP 要求の透過的なリダイレクトの主な利点は、ユーザが自分のブラウザを Web プロキシを使用するように設定しないですむことです。ユーザは代わりにターゲット URL を使用してコンテンツを要求し、コンテント エンジンへ自動的にリダイレクトされるようにすることができます。この場合の「透過的」とは、要求したファイル（Web ページなど）がコンテント エンジンから送信されたものであり、指定したサーバから送信されたものではないことがユーザにはわからないという意味です。

要求を受信したコンテント エンジンは、自分のローカル コンテンツを使用して要求に応じようとします。要求された情報が存在しない場合、コンテント エンジンは要求された情報を得るため最初に、ターゲットとされたサーバに自身の要求を送信します。コンテント エンジンは要求された情報を受け取ると、その情報を要求元のクライアントに転送し、さらに、今後の要求に備えてキャッシュに保存します。その結果、ダウンロード パフォーマンスが最大になり、送信コストが大幅に減少します。

WCCP により、一連のコンテント エンジン（*コンテント エンジン クラスタ*と呼ぶ）が 1 つまたは複数のルータにコンテンツを提供できます。ネットワーク管理者は、このようなクラスタ処理機能を通じて使用するコンテント エンジンを簡単に拡張して、トラフィック負荷が重い場合でも処理することができます。シスコのクラスタ処理技術により、それぞれのコンテンツ メンバの同時動作が可能になり、直線的なスケーラビリティが実現します。コンテント エンジンをクラスタ処理すると、キャッシング ソリューションのスケーラビリティ、冗長性、およびアベイラビリティが大きく向上します。最大 32 のコンテント エンジンをクラスタ処理して、必要な容量まで拡張することができます。

ハードウェア アクセラレーション

Catalyst 4500 シリーズ スイッチに Cisco Content Engine が直接接続されているとハードウェアが加速されます。これは、ソフトウェアのレイヤ 3 リダイレクションよりも効率的です。

直接接続されたコンテント エンジンを設定して、WCCP レイヤ 2 リダイレクション機能をマスク割り当てテーブルに基づいたロード バランシングとともに使用するようにネゴシエーションできるようにする必要があります。**show ip wccp web-cache detail** コマンドを実行すると、それぞれのキャッシュで使用されるリダイレクション方法が表示されます。

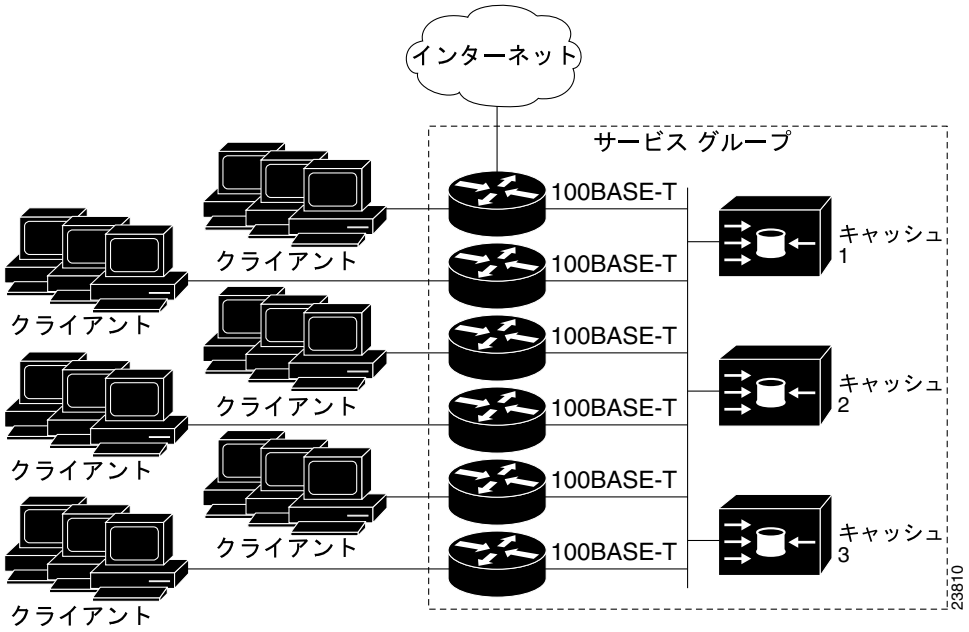
（注）　WCCP レイヤ 2 リダイレクション機能をマスク割り当てテーブルとともに使用するように設定できるのは、Cisco Content Engine ソフトウェア リリース 2.2 以上のリリースです。

WCCP 構成の概要

（注）　WCCPv1 はサポートされません。

1 つのキャッシュ クラスタにサービスを提供するために複数のルータで WCCP を使用できます。図 49-1 に、複数のルータを使用する場合の構成例を示します。

図 49-1　WCCP を使用した Cisco Content Engine ネットワーク構成



クラスタ内のコンテント エンジンと、同じサービスを実行しているクラスタに接続するルータのサブセットを、サービス グループと呼びます。利用可能なサービスには TCP および User Datagram Protocol（UDP; ユーザ データグラム プロトコル）リダイレクションがあります。

WCCP では、それぞれのコンテント エンジンは、サービス グループ内のすべてのルータを認識する必要があります。サービス グループのすべてのルータのアドレスを指定するには、次のいずれかの方法を選択します。

- ユニキャスト ― 各コンテント エンジンに、グループの各ルータのアドレスをリストで設定します。この場合、グループの各ルータのアドレスをコンテント エンジンごとに設定時に明示的に指定する必要があります。

- マルチキャスト — コンテント エンジンごとに単一のマルチキャスト アドレスを設定します。マルチキャスト アドレスを設定すると、コンテント エンジンはサービス グループの全ルータを対象とした単一アドレス通知を送信します。たとえば、マルチキャスト アドレス 224.0.0.100 にパケットを送信するようにコンテント エンジンで示すことができます。この場合、WCCP を使用してグループ リスニングが設定されているサービス グループのすべてのルータにマルチキャスト パケットが送信されます（詳細については **ip wccp group-listen** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを参照）。

各コンテント エンジンに単一のアドレスを指定すればいいだけなので、マルチキャスト方式の方が簡単に設定できます。またこの方法では、コンテント エンジンに毎回異なるアドレスのリストを再設定せずに、サービス グループにダイナミックにルータを追加したり削除したりすることができます。

次のような流れで、WCCP 設定は機能します。

1. 各コンテント エンジンにルータのリストが設定されます。
2. 各コンテント エンジンが自身の存在と、自身が接続を確立した全ルータのリストをアナウンスします。ルータは、グループのコンテント エンジンの自身のビュー（リスト）で応答します。
3. クラスタのすべてのコンテント エンジンのビューが同じであれば、1 つのコンテント エンジンが先頭として指定され、パケットのリダイレクション時にルータで適用する必要があるポリシーを設定します。

次のセクションでは、ルータに WCCP を設定してサービス グループに参加させる方法を説明します。

WCCP の機能

ここでは、WCCP の次の機能について説明します。

- HTTP および非 HTTP サービスのサポート
- 複数ルータのサポート
- MD5 セキュリティ
- ウェブ コンテンツ パケットの返送

HTTP および非 HTTP サービスのサポート

WCCP は HTTP トラフィック（TCP ポート 80 のトラフィック）および非 HTTP トラフィック（TCP および UDP）のリダイレクションを可能にします。WCCP は他のポート向けパケットのリダイレクションもサポートします。これには、プロキシ Web キャッシュ処理、FTP（ファイル転送プロトコル）キャッシング、FTP プロキシ処理、ポートの Web キャッシング（ポート 80 を除く）、および Real Audio、Video、テレフォニー アプリケーション用のパケットが含まれます。

さまざまなタイプのサービスが利用できるようにするために、WCCP には複数の *サービス グループ* という考え方が導入されています。サービス情報は、ダイナミック サービス ID 番号（[98] など）または事前に定義されたサービス キーワード（[web-cache] など）を使用して、WCCP コンフィギュレーションコマンドで指定されます。この情報は、サービス グループのメンバがすべて同じサービスを使用または提供していることを確認するために使用されます。

（注） Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、最大 8 つのサービス グループをサポートします。

ACNS バージョン 5.2 ソフトウェアでサポートされている WCCP バージョン 2 サービスについては、『*Release Notes for Cisco ACNS Software*』Release 5.2.3 を参照してください。

サービス グループのコンテント エンジンは、プロトコル（TCP または UDP）およびポート（送信元または宛先）によってリダイレクトされるトラフィックを指定します。それぞれのサービス グループにはプライオリティ レベルが割り当てられています。パケットは、サービス グループに対してプライオリティ順に照合され、トラフィック特性に一致する最高のプライオリティのサービス グループによってリダイレクトされます。

複数ルータのサポート

WCCP では、複数のルータをキャッシュ エンジンのクラスタに追加できます。サービス グループで複数のルータを使用すると、冗長化、インターフェイス集約、およびリダイレクション負荷の分散が可能になります。

MD5 セキュリティ

WCCP には任意の認証機能があり、パスワードおよび HMAC MD5 標準を使用して、どのルータおよびコンテント エンジンがサービス グループの一部になるかを制御できます。共有秘密 MD5 ワンタイム認証（**ip wccp** [**password** [**0-7**] *password*] グローバル コンフィギュレーションコマンドで設定）により、メッセージを代行受信、検閲、および再生から保護することができます。

ウェブ コンテンツ パケットの返送

エラーや過負荷のために、コンテント エンジンがキャッシュした要求オブジェクトを提供できない場合、コンテント エンジンは本来の宛先であるサーバに転送するように要求をルータに返します。WCCP は、どの要求がサービスを実行されずにコンテント エンジンから返されたかを確認します。ルータは、この情報を使用して、要求を本来の宛先サーバに転送します（コンテンツ クラスタに要求を再送信しません）。これにより、エラー処理がクライアントに透過的に行われることになります。

コンテント エンジンがパケットを拒否してパケットを返送する主な理由は次のとおりです。

- コンテント エンジンが過負荷でパケットを処理する余裕がない。
- コンテント エンジンに一定のフィルタリングがあり、パケットのキャッシングは逆効果である（IP 認証がオンの場合など）。

WCCP の制約事項

WCCP には次のような制約事項があります。

- WCCP は IP ネットワークだけで動作します。
- マルチキャスト クラスタにサービスを提供するルータの場合、Time To Live（TTL; 存続可能時間）値は 15 秒以下にする必要があります。
- ほとんどの場合、メッセージは IP マルチキャストのため、メンバは関係のないメッセージや重複メッセージを受信することがあります。適切なフィルタリングを実行する必要があります。
- 1 つのサービス グループは最大 32 のコンテント エンジンと 32 のルータで構成できます。
- クラスタのすべてのコンテント エンジンは、クラスタ サービスを行うすべてのルータと通信できるように設定する必要があります。
- 最大 8 つのサービス グループがクライアントの同一インターフェイス上で同時にサポートされます。
- L2 再書き込み転送方式はサポートされていますが、GRE カプセル化はサポートされていません。
- コンテント エンジンには L3 で直接接続する必要があります。1 つまたは複数のホップを経た L3 接続はサポートされません。
- レイヤ 2 リダイレクションでは、コンテント エンジンおよびクライアント インターフェイスはルータに直接接続し、異なる IP サブネットワークに存在することが必要です。
- TCAM と親和性の高いマスクベース割り当てはサポートされていますが、ハッシュ バケットベース方式はサポートされません。
- クライアント インターフェイスでの WCCP のリダイレクト ACL（アクセス コントロール リスト）はサポートされません。
- インターフェイスでの着信トラフィックのリダイレクションはサポートされますが、発信トラフィックのリダイレクションはサポートされません。
- TCAM スペースを使い果たした場合はトラフィックはリダイレクトされず、通常どおりに転送されます。
- WCCP バージョン 2 標準では最大 256 の個別マスクをサポートします。ただし、Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、単一マスクを持つマスク割り当てテーブルだけをサポートします。

WCCP の設定

次の設定作業は、ネットワークに含めるコンテント エンジンの設置および設定が完了していることを前提にしています。クラスタにコンテント エンジンを設定してから、ルータで WCCP 機能を設定する必要があります。コンテント エンジンの構成およびセットアップについては、『*Cisco Content Engine User Guide*』を参照してください。

キャッシュ エンジンに接続されているルータ インターフェイスに IP を設定する必要があります。ルータの設定作業の例は次のセクションで示します。コマンド構文の詳細については、『*Cisco IOS Configuration Fundamentals Command Reference*』Cisco IOS Release 12.3 を参照してください。

ここでは、WCCP の設定手順について説明します。

- WCCP を使用したサービス グループの設定（p.49-7）（必須）
- WCCP サービス グループに対するアクセス リストの使用（p.49-8）（任意）
- ルータおよびキャッシュ エンジンへのパスワードの設定（p.49-9）（任意）

WCCP を使用したサービス グループの設定

WCCP は、トラフィックの代行受信およびリダイレクトを行うために導入された論理リダイレクション サービスに基づいてサービス グループを使用します。標準サービスはコンテント エンジンで、TCP ポート 80（HTTP）トラフィックを代行受信してコンテント エンジンにリダイレクトします。このサービスは *well-known* サービスとも呼ばれます。ルータとコンテント エンジンの両方が Web キャッシュ サービスの特性をよく知っているからです。よく知られたサービスの説明は、サービス ID 以外には要求されることはありません（この例では、CLI［コマンドライン インターフェイス］によりコマンド構文で **web-cache** キーワードが提供されます）。

ACNS バージョン 5.2 ソフトウェアでサポートされる WCCP サービスについては、『*Release Notes for Cisco ACNS Software*』Release 5.2.3 を参照してください。

Web キャッシュ サービス以外にも、最大 7 つのダイナミック サービスをスイッチで同時に実行できます。

（注） スイッチでは同時に複数のサービスが実行できます。また、ルータおよびコンテント エンジンは、同時に複数のサービス グループの一部になることができます。

ダイナミック サービスはコンテント エンジンによって定義されます。コンテント エンジンがルータにどのプロトコルやポートを代行受信してどのようにトラフィックを配信するかを指示します。ルータ自身はダイナミック サービス グループのトラフィック特性に関する情報を持っていません。この情報はグループに最初に加入したコンテント エンジンが提供します。ダイナミック サービスでは、1 つのプロトコル（TCP または UDP）に最大 8 つのポートを指定できます。

たとえば Cisco Content Engine は ダイナミック サービス 99 を使用してリバース プロキシ サービスを指定します。ただし、このサービス番号は、他のコンテント エンジンでは他のサービスに使用されることがあります。次に、シスコルータで一般サービスをイネーブルにする手順を説明します。コンテント エンジンにサービスを設定する場合の詳細については、コンテント エンジンのマニュアルを参照してください。

Catalyst 4500 シリーズ スイッチでサービスをイネーブルにするには、次の作業を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# ip wccp {web-cache | service-number} [group-address groupaddress] [group-list access-list] [password password]`	スイッチでイネーブルにするダイナミック サービス、サービス グループで使用する IP マルチキャスト アドレス（任意）、コンテント エンジン メンバシップに使用するグループ リスト（任意）、MD5 認証の使用の有無（任意）を指定し、WCCP サービスをイネーブルにします。
ステップ 2	`Switch(config)# interface type number`	設定するクライアント インターフェイスを指定し、インターフェイスコンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# ip wccp {web-cache | service-number} redirect in`	指定したクライアント インターフェイスで、入トラフィックの WCCP リダイレクションをイネーブルにします。
ステップ 4	`Switch(config)# interface type number`	（マルチキャスト機能を実行する場合にのみ必要）マルチキャストを受信するように設定するコンテント エンジン インターフェイスを指定します。
ステップ 5	`Switch(config-if)# ip wccp {web-cache | service-number} group-listen`	（マルチキャスト機能を実行する場合にのみ必要）ステップ 4 で指定したインターフェイスで IP マルチキャスト パケット（コンテント エンジンから送信される WCCP プロトコル パケット）の受信をイネーブルにします。

Web キャッシュ サービスの指定

Web キャッシュ サービスを設定するには、次の作業を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# ip wccp web-cache`	スイッチで Web キャッシュ サービスをイネーブルにします。
ステップ 2	`Switch(config)# interface type number`	Web キャッシュ サービスを実行するクライアント インターフェイス番号を指定し、インターフェイス設定モードを開始します。
ステップ 3	`Switch(config-if)# ip wccp web-cache redirect in`	ステップ 2 で指定したクライアント インターフェイスを使用して、コンテント エンジンにリダイレクトできるパケットかどうかのチェックをイネーブルにします。

WCCP サービス グループに対するアクセス リストの使用

Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、アクセス リストを使用して、サービス グループに加入するコンテント エンジンを制限できます。

コンテント エンジンを制限するには、次の作業を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch(config)# access-list access-list permit ip host host-address [destination-address | destination-host | any]`	コンテント エンジンのユニキャスト アドレスに基づいたアクセス リストを作成します。
ステップ 2	`Switch(config)# ip wccp web-cache group-list access-list`	スイッチに、どのコンテント エンジンのサービス グループへの加入が許可または不許可であるかを示します。

ルータおよびキャッシュ エンジンへのパスワードの設定

MD5 パスワード セキュリティでは、サービス グループに加入するコンテント エンジンおよび Catalyst 4500 シリーズ スイッチごとにサービス グループ パスワードを設定する必要があります。パスワードは 7 文字以内で指定します。サービス グループのコンテント エンジンまたは Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、WCCP メッセージ ヘッダーを確認した直後に、受信した WCCP パケットのセキュリティ コンポーネントを認証します。認証に失敗したパケットは廃棄されます。

WCCP 通信で Catalyst 4500 シリーズ スイッチが使用する MD5 パスワードを設定するには、次の作業を実行します。

コマンド	目的
`Switch(config)# ip wccp web-cache password password`	Catalyst 4500 シリーズ スイッチに MD5 パスワードを設定します。

WCCP 設定値の確認およびモニタ

WCCP の設定値を確認およびモニタするには、次のコマンドを EXEC モードで使用します。

コマンド	目的
Switch# **show ip wccp** [**web-cache** | *service-number*]	WCCP に関連するグローバル情報を表示します。この情報には、実行中のプロトコルのバージョン、ルータ サービス グループのコンテント エンジンの数、ルータに接続可能なコンテント エンジン グループ、使用中のアクセス リストが含まれます。
Switch# **show ip wccp** {**web-cache** | *service-number*} **detail**	ルータが検出した、サービス グループのコンテント エンジンの情報を問い合わせます。Web キャッシュ サービスまたは指定したダイナミック サービスのいずれかの情報を表示できます。
Switch# **show ip interface**	**ip wccp** リダイレクション コマンドがクライアント インターフェイスで設定されているかどうかを表示します。たとえば、[Web Cache Redirect is enabled / disabled] と表示されます。
Switch# **show ip wccp** {**web-cache** | *service-number*} **view**	特定のサービス グループで検出された装置、トラブルが発生しているコンテント エンジン、現在のスイッチに接続されているその他のすべてのスイッチで認識可能なコンテント エンジンを表示します。 **view** キーワードは、サービス グループのアドレスのリストを表します。Web キャッシュ サービスまたは指定したダイナミック サービスのいずれかの情報を表示できます。 詳細なトラブルシューティング情報を表示するには、**show ip wccp** {**web-cache** | *service number*} **service** コマンドを使用します。

WCCP の設定例

ここでは、次の設定例を示します。

一般的な WCCP 設定の実行例

次に、一般的な WCCP 設定セッションの例を示します。VLAN 20 はクライアント インターフェイスです。VLAN 50 はコンテント エンジン インターフェイスです。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ip wccp web-cache group-address 224.1.1.100 password alaska1
Switch(config)# interface vlan 20
Switch(config-if)# ip wccp web-cache redirect in
Switch(config)# interface vlan 50
Switch(config-if)# ip wccp web cache group-listen
```

Web キャッシュ サービスの実行例

次に、Web キャッシュ サービスの設定セッション例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ip wccp web-cache
Switch(config)# interface vlan 20
Switch(config-if)# ip wccp web-cache redirect in
Switch(config-if)# ^Z
Switch# copy running-config startup-config
Switch# show ip interface vlan 20 | include WCCP Redirect
WCCP Redirect inbound is enabled
WCCP Redirect exclude is disabled
```

リバース プロキシ サービスの実行例

次に、リバース プロキシ サービスの実行にダイナミック サービス 99 を使用する Cisco Content Engine を使用してサービス グループを設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
router(config)# ip wccp 99
router(config)# interface vlan 40
router(config-if)# ip wccp 99 redirect in
```

アクセス リストの使用例

セキュリティを向上させるには、現在のスイッチで登録するコンテント エンジンのものとして有効な IP アドレスを、標準のアクセス リストを使用して Catalyst 4500 シリーズ スイッチに通知します。次に、標準のアクセス リスト設定セッションの例を示します。サンプル ホストのアクセス リスト番号は 10 です。

```
router(config)# access-list 10 permit host 11.1.1.1
router(config)# access-list 10 permit host 11.1.1.2
router(config)# access-list 10 permit host 11.1.1.3
router(config)# ip wccp web-cache group-list 10
```

スイッチおよびコンテント エンジンへのパスワードの設定例

次に、WCCP パスワード設定セッションの例を示します。パスワードは *alaska1* です。

```
Switch# configure terminal
router(config)# ip wccp web-cache password alaska1
```

WCCP 設定の確認例

設定の変更を確認するには、**more system:running-config** EXEC コマンドを使用します。次に、Catalyst 4500 シリーズ スイッチの Web キャッシュ サービスとダイナミック サービス 99 がどちらもイネーブルである場合の例を示します。

```
Switch# more system:running-config

    Building configuration...
    Current configuration:
    !
    version 12.2
    service timestamps debug uptime
    service timestamps log uptime
    no service password-encryption
    service udp-small-servers
    service tcp-small-servers
    !
    hostname router4
    !
    enable secret 5 $1$nSVy$faliJsVQXVPW.KuCxZNTh1
    enable password alabama1
    !
    ip subnet-zero
    ip wccp web-cache
    ip wccp 99
    ip domain-name cisco.com
    ip name-server 10.1.1.1
    ip name-server 10.1.1.2
    ip name-server 10.1.1.3
    !
    !
    !
    interface Vlan200
    ip address 10.3.1.2 255.255.255.0
    no ip directed-broadcast
    ip wccp web-cache redirect in
    ip wccp 99 redirect in
    no ip route-cache
    no ip mroute-cache
    !
    interface Vlan300
    ip address 10.4.1.1 255.255.255.0
    !
    interface Serial0
    no ip address
    no ip directed-broadcast
    no ip route-cache
    no ip mroute-cache
    shutdown
    !
    interface Serial1
    no ip address
    no ip directed-broadcast
    no ip route-cache
    no ip mroute-cache
    shutdown
    !
```

```
ip default-gateway 10.3.1.1
ip classless
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.3.1.1
no ip http server
!
!
!
line con 0
transport input none
line aux 0
transport input all
line vty 0 4
password alaska1
login
!
end
```

CHAPTER 50

MIB サポートの設定

この章では、Cisco 4500 シリーズ スイッチに SNMP（簡易ネットワーク管理プロトコル）および MIB（管理情報ベース）サポートを設定する方法を説明します。ここでは、次の内容について説明します。

Cisco IOS リリースの MIB サポートの判断

Cisco 4500 シリーズ スイッチで動作する Cisco IOS リリースに含まれている MIB を調べるには、次の手順を実行します。

ステップ 1 次の URL の Cisco MIB サポート ページにアクセスします。

http://www.cisco.com/public/sw-center/netmgmt/cmtk/mibs.shtml

ステップ 2 Cisco Access Products で **Cisco 4500 switch** を選択すると、Cisco 4500 スイッチでサポートされる MIB のリストが表示されます。

ステップ 3 リスト内をスクロールして目的のリリースを探します。

Cisco IOS MIB ツールの使用

ここでは、Cisco MIB ツール ページにアクセスする方法を説明します。MIB Locator を使用すると、Cisco IOS ソフトウェア リリースの MIB がわかります。MIB の一般情報、SNMP Object Navigator を使用して SNMP Object Identifier（OID; オブジェクト ID）を SNMP 名に変換する方法、および Cisco MIB をロードする方法もわかります。

Cisco IOS MIB ツールのサイトには次の手順でアクセスできます。

ステップ 1　次の URL の Cisco Products and Services ページにアクセスします。

http://tools.cisco.com/ITDIT/MIBS/servlet/index

ステップ 2　**MIB Locator** をクリックしてアプリケーションを起動します。MIB Locator を使用して MIB を探すには、3 つの方法があります。

MIB Locator ページを利用する方法

a. ドロップダウン メニューをクリックし、目的の Cisco IOS ソフトウェア リリースを選択します。

b. Platform Family メニューに表示されたフィーチャ セット（**CAT4500-SUP2-PLUS**、**CAT4500-SUP2-PLUS-TS**、**CAT4500-SUP3**、**CAT4500-SUP4**、**CAT4500-SUP5**、**CAT4500-SUP5-10gGE2**、**CAT4948**）から、適切なフィーチャ セットを選択します。最初にプラットフォームを選択すると、Cisco 4500 シリーズ スイッチに適用されるリリースおよびフィーチャ セットだけが表示されます。

c. Feature Set メニューで、**Service Provider W/VIP** を選択します。

ステップ 3　MIB Locator ページではイメージ名で検索できます。たとえば、次のように入力して **Submit** ボタンをクリックします。

```
c7200-js56i-mz.12.0-1
```

ステップ 4　MIB Locator ページでは、メニューに表示された MIB のリストから MIB を検索することもできます。MIB を選択することも、**CTRL** キーを押したままクリックすることによって複数の MIB を選択することもできます。そのあと、**Submit** ボタンをクリックします。

（注）　MIB を選択したら、リンクおよび指示に従います。

MIB のダウンロードおよびコンパイル

次のセクションで、Cisco 4500 シリーズ スイッチの MIB をダウンロードしてコンパイルする方法を説明します。

MIB を扱う際の考慮事項

MIB を扱う際は以下の点を考慮してください。

データタイプ定義のミスマッチ

- データタイプ定義のミスマッチにより、コンパイラ エラーが発生したり警告メッセージが表示されることがあります。Cisco MIB データタイプ定義にはミスマッチはありませんが、一部の標準 RFC MIB にはミスマッチがあります。次に例を示します。

```
MIB A defines: SomeDatatype ::= INTEGER(0..100)
MIB B defines: SomeDatatype ::= INTEGER(1..50)
```

  この例は小さなエラーとみなされ、MIB は警告メッセージが表示されますが正しくロードされます。

  次の例は小さなエラーとはみなされず（どちらの定義も本質的に同じですが）、MIB は正しく解析されません。

```
MIB A defines: SomeDatatype ::= DisplayString
MIB B defines: SomeDatatype ::= OCTET STRING (SIZE(0..255))
```

  MIB コンパイラがこれらをエラーとして扱う場合、または警告メッセージを消したい場合は、定義が一致するようにこれと同じデータタイプを定義するいずれかの MIB を編集します。

- MIB の多くは他の MIB から定義をインポートします。使用する管理アプリケーションに MIB をロードする必要があり、未定義オブジェクトに関する問題が発生する場合は、次の MIB を記載順にロードします。

  SNMPv2-SMI.my
  SNMPv2-TC.my
  SNMPv2-MIB.my
  RFC1213-MIB.my
  IF-MIB.my
  CISCO-SMI.my
  CISCO-PRODUCTS-MIB.my
  CISCO-TC.my

- その他の情報や SNMP テクニカル ティップスを入手するには、Locator ページで **SNMP MIB Technical Tips** をクリックしてリンクをクリックするか、次の URL にアクセスします。

  http://www.cisco.com/pcgi-bin/Support/browse/psp_view.plp=Internetworking:SNMP&s=Implementation_and_Configuration#Samples_and_Tips

- MIB オブジェクトに割り当てられている SNMP OID のリストを入手するには、次の URL で **SNMP Object Navigator** をクリックし、リンクを参照します。

  http://tools.cisco.com/ITDIT/MIBS/servlet/index

（注） MIB Locator にアクセスするには、Cisco COO 名とパスワードが必要です。

- Cisco MIB をダウンロードしてコンパイルする方法については、次の URL を参照してください。
  http://www.cisco.com/warp/public/477/SNMP/mibcompilers.html

MIB のダウンロード

システムに MIB がない場合は、次の手順でダウンロードします。

ステップ 1　前のセクションの考慮事項を参照してください（「MIB を扱う際の考慮事項」）。

ステップ 2　次の URL のどちらかにアクセスします。ダウンロードする MIB がない場合は、もう一方の URL にアクセスします。どちらにもない場合は、ステップ 5 の URL のどちらかにアクセスします。

ftp://ftp.cisco.com/pub/mibs/v2

ftp://ftp.cisco.com/pub/mibs/v1

ステップ 3　システムにダウンロードする MIB のリンクをクリックします。

ステップ 4　**File > Save** または **File > Save As** の順に選択し、システムに MIB を保存します。

ステップ 5　次の URL では、業界標準の MIB をダウンロードできます。

- http://www.ietf.org
- http://www.atmforum.com

MIB のコンパイル

Cisco 4500 シリーズ スイッチを SNMP ベースの管理アプリケーションと統合する場合は、そのプラットフォーム用に MIB をコンパイルする必要があります。たとえば、HP Open View を UNIX オペレーティング システム上で実行する場合は、Cisco 4500 シリーズ スイッチ MIB を HP Open View NMS（network management system; ネットワーク管理システム）でコンパイルする必要があります。手順については、NMS のマニュアルを参照してください。

SNMP サポートのイネーブル化

次に、Cisco 4500 シリーズ スイッチに SNMP サポートを設定する手順の概要を説明します。

SNMP コマンドの詳細については、次のシスコ マニュアルを参照してください。

- 次の URL でアクセスできる『*Cisco IOS Release 12.3 Configuration Fundamentals Configuration Guide*』の「Monitoring the Router and Network」の章
  http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios123/123cgcr/ffun_c/index.htm
- 次の URL でアクセスできる『*Cisco IOS Release 12.3 Configuration Fundamentals Command Reference*』Part 3「System Management Commands」の「Router and Network Configuration Commands」
  http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios123/123cgcr/ffun_r/index.htm

Cisco 4500 シリーズ スイッチに SNMP サポートを設定するには、次のステップを実行します。

ステップ 1　ルータの CLI（コマンドライン インターフェイス）を使用し、SNMP の基本設定を行います。これらの基本設定コマンドは SNMPv2c に対して実行されます。SNMPv3 では SNMP ユーザおよびグループも設定する必要があります（コマンドおよび設定情報については前述のマニュアルを参照）。

a. SNMP リード（read）コミュニティおよびリード / ライト（read/write）コミュニティを定義します。

```
Router (config)# snmp-server community Read_Only_Community_Name ro
Router (config)# snmp-server community Read_Write_Community_Name rw
```

b. SNMP ビューを設定します（他の SNMP ユーザ グループにアクセス可能にするオブジェクトの範囲を制限するため）。

```
Router (config)# snmp-server view view_name oid-tree {included | excluded}
```

ステップ 2　ルータから SNMP 通知を受信するホストを（IP アドレスで）指定します。

```
Router (config)# snmp-server host host
```

ステップ 3　ルータで通知を生成できるように設定します。キーワードを使用すると、生成するメッセージの数および種類を制限できます。

```
Router (config)# snmp-server enable traps [notification-type] [notification-option]
```

ステップ 4　（任意）Field Replaceable Unit（FRU; 現場交換可能ユニット）に関する SNMP 通知をルータで生成するように設定します。

```
Router (config)# snmp-server enable traps fru-ctrl
```

ステップ 5　（任意）環境モニタリングに関する SNMP 通知をルータで生成するように設定します。

```
Router (config)# snmp-server enable traps envmon
```

CHAPTER 51

ROM モニタ

この章では、Cisco 806 ルータの ROM モニタ（ブートストラップ プログラムとも呼ぶ）について説明します。ROM モニタ ファームウェアは、ルータの電源投入時またはリセット時に起動します。ファームウェアは、プロセッサ ハードウェアの初期化とオペレーティング システムの起動を助けます。ROM モニタを使用して、忘れてしまったパスワードの回復やコンソール ポートでのソフトウェアのダウンロードなど、特定の設定作業を実行できます。ルータに Cisco IOS ソフトウェア イメージがロードされていない場合、ROM モニタがルータを実行します。

この章の内容は、次のとおりです。

ROM モニタの設置

ROM モニタを使用するには、端末または PC をコンソール ポート経由でルータに接続している必要があります。ルータに付属の『*Cisco 806 Router Hardware Installation Guide*』のインストレーションの章を参照して、ルータと PC または端末を接続します。

次に再起動する場合は ROM モニタ モードで起動するようにルータを設定するには、次のステップを実行します。

	コマンド	作業
ステップ 1	**enable**	イネーブル パスワードが設定されている場合、イネーブル コマンドとイネーブル パスワードを入力して特権 EXEC モードを開始します。
ステップ 2	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 3	**config-reg 0x0**	コンフィギュレーション レジスタをリセットします。
ステップ 4	**exit**	グローバル コンフィギュレーションモードを終了します。
ステップ 5	**reload**	新しいコンフィギュレーション レジスタ値をルータを使用して起動します。ルータは ROM モニタ モードのままで、Cisco IOS ソフトウェアを起動しません。 設定値が 0x0 であるかぎり、コンソールから手動でオペレーティング システムを起動する必要があります。この章の「コマンドの説明」の **boot** コマンドを参照してください。 再起動したルータは ROM モニタ モードになります。新しく行が増えるごとにプロンプトの数字が増加します。

ROM モニタ コマンド

利用できるコマンドおよびオプションのリストを表示するには、ROM プロンプトで **?** または **help** を入力します。次に例を示します。

```
rommon 1 > ?
alias               set and display aliases command
boot                boot up an external process
confreg             configuration register utility
dev                 list the device table
dir                 list files in file system
help                monitor builtin command help
history             monitor command history
meminfo             main memory information
repeat              repeat a monitor command
reset               system reset
set                 display the monitor variables
sysret              print out info from last system return
unalias             unset an alias
unset               unset a monitor variable
```

コマンドの大文字と小文字を区別は区別されます。端末上で Break キーを押すとコマンドを停止できます。PC を使用している場合、Ctrl キーと Break キーを同時に押すと、ほとんどのターミナル エミュレーション プログラムはコマンドを停止します。別のタイプのターミナル エミュレータやターミナル エミュレーション ソフトウェアを使用している場合に Break コマンドを送信する方法については、その製品のマニュアルを参照してください。

コマンドの説明

表 51-1 に、一般的に使用される ROM モニタ コマンドを示します。

表 51-1　一般的に使用される ROM モニタ コマンド

コマンド	説明
reset または **i**	ルータをリセットまたは初期化します。電源投入に似ています。
dev	ルータの起動装置の ID を表示します。次に例を示します。 `rommon 10> dev` `Devices in device table:` `id  name` `flash:  flash`
dir *device*:	指定した装置のファイルを表示します。次に例を示します。 `rommon 4 > dir flash:` `File size  Checksum  File name` `2835276 bytes (0x2b434c)  0x2073  c806-oy6-mz`
ブート コマンド	ROM モニタのブート コマンドの詳細については、『*Cisco IOS Configuration Guide*』および『*Cisco IOS Command Reference*』を参照してください。
b	フラッシュ メモリの最初のイメージを起動します。
b flash:[*filename*]	フラッシュ メモリの最初のパーティションからイメージを直接起動しようとします。ファイル名を入力しなかった場合、フラッシュの最初のイメージが起動されます。

コンフィギュレーション レジスタ

仮想コンフィギュレーション レジスタは Nonvolatile RAM（NVRAM; 不揮発性 RAM）にあり、他の Cisco ルータと同じ機能を持っています。仮想コンフィギュレーション レジスタは、ROM モニタまたはオペレーティング システムで表示または変更できます。ROM モニタで 16 進形式のレジスタ値を入力するか、ROM モニタのプロンプトに従って各ビットを指定すると、コンフィギュレーション レジスタを変更できます。

コンフィギュレーション レジスタの手動での変更

仮想コンフィギュレーション レジスタを ROM モニタから手動で変更するには、**confreg** コマンドに続けて新しいレジスタ値を 16 進数で入力します。次に例を示します。

```
rommon 1 > confreg 0x2101


You must reset or power cycle for new config to take effect
rommon 2 >
```

値は常に 16 進数とみなされます。新しい仮想コンフィギュレーション レジスタ値は NVRAM に書き込まれますが、ルータをリセットまたは再起動するまでは有効になりません。

コンフィギュレーション レジスタのプロンプトでの変更

confreg コマンドを引数なしで入力すると、仮想コンフィギュレーション レジスタの内容とプロンプトが表示されます。プロンプトに各ビットの意味を指定すると、内容が変更できます。

いずれの場合も、新しい仮想コンフィギュレーション レジスタ値は NVRAM に書き込まれますが、ルータをリセットまたは再起動するまでは有効になりません。

次に、**confreg** コマンドの入力例を示します。

```
rommon 7> confreg

     Configuration Summary
enabled are:
console baud: 9600
boot: the ROM Monitor

do you wish to change the configuration? y/n  [n]:  y
enable  "diagnostic mode"? y/n  [n]:  y
enable  "use net in IP bcast address"? y/n  [n]:
enable  "load rom after netboot fails"? y/n  [n]:
enable  "use all zero broadcast"? y/n  [n]:
enable  "break/abort has effect"? y/n  [n]:
enable  "ignore system config info"? y/n  [n]:
change console baud rate? y/n  [n]:  y
enter rate: 0 = 9600, 1 = 4800, 2 = 1200, 3 = 2400  [0]:  0
change the boot characteristics? y/n  [n]:  y
enter to boot:
 0 = ROM Monitor
 1 = the boot helper image
 2-15 = boot system
    [0]:  0

Configuration Summary
enabled are:
diagnostic mode
console baud: 9600
boot: the ROM Monitor

do you wish to change the configuration? y/n  [n]:


You must reset or power cycle for new config to take effect
```

コンソール ダウンロード

ROM モニタのコンソール ダウンロード機能を使用し、ルータのコンソール ポートを通じてソフトウェア イメージまたはコンフィギュレーション ファイルをダウンロードできます。ダウンロードしたファイルはミニフラッシュ メモリ モジュールまたはメイン メモリに保存され、実行されます（イメージ ファイルのみ）。

Trivial File Transfer Protocol（TFTP）サーバにアクセスできない場合は、コンソール ダウンロードを使用します。

（注） コンソール ポートを通じてルータにソフトウェア イメージまたはコンフィギュレーション ファイルをダウンロードする場合は、**ROM monitor** コマンドを使用します。

（注） PC を使用し Cisco IOS イメージをルータ コンソール ポート経由で 115,200 bps でダウンロードする場合は、PC シリアル ポートで 16550 Universal Asynchronous Receiver/Transmitter（UART; 汎用非同期送受信器）が使用されていることを確認します。PC シリアル ポートで 16550 UART が使用されていない場合、コンソール ポート経由で Cisco IOS イメージをダウンロードするには 38,400 bps 以下の速度を使用することを推奨します。

エラー レポート

ROM モニタ コンソール ダウンロードではデータの転送にコンソールが使用されるため、エラー メッセージはデータ転送が終了した場合にのみコンソールに表示されます。

データ転送中にエラーが発生すると転送が中止され、エラー メッセージが表示されます。デフォルトのボー レートを変更した場合は、端末のボー レートをコンフィギュレーション レジスタに指定されたボー レートに戻すことを指示するメッセージがエラー メッセージに続いて表示されます。

デバッグ コマンド

ROM モニタのほとんどのデバッグ コマンドは、Cisco IOS ソフトウェアがクラッシュまたは停止した場合にのみ機能します。

次に、ROM モニタのデバッグ コマンドを示します。

- **frame** ― 個別のスタック フレームを表示します。
- **sysret** ― 最後に起動したシステム イメージから返された情報を表示します。この情報には、イメージを中止した理由、最大 8 フレームのスタック ダンプ、および例外が発生したアドレス（例外がある場合）などが含まれます。

```
rommon 8> sysret
System Return Info:
count: 19,  reason: user break
pc:0x801111b0,  error address: 0x801111b0
Stack Trace:
FP: 0x80005ea8, PC: 0x801111b0
FP: 0x80005eb4, PC: 0x80113694
FP: 0x80005f74, PC: 0x8010eb44
FP: 0x80005f9c, PC: 0x80008118
FP: 0x80005fac, PC: 0x80008064
FP: 0x80005fc4, PC: 0xfff03d70
FP: 0x80005ffc, PC: 0x00000000
FP: 0x00000000, PC: 0x00000000
```

- **meminfo** ― サイズ（バイト）、開始アドレス、使用可能なメイン メモリの範囲、パケット メモリの開始点およびサイズ、NVRAM のサイズなどを表示します。

```
rommon 9> meminfo

Main memory size: 40 MB.
Available main memory starts at 0x10000, size 40896KB
IO (packet) memory size: 5 percent of main memory.
NVRAM size: 32KB
```

ROM モニタの終了

起動時またはリロード時にフラッシュ メモリから Cisco IOS イメージを起動するには、ルータのコンフィギュレーション レジスタに 0x2 ～ 0xF の値を設定する必要があります。

次に、コンフィギュレーション レジスタをリセットし、フラッシュ メモリに保存した Cisco IOS イメージをルータが起動する例を示します。

```
rommon 1 > confreg 0x2101


You must reset or power cycle for new config to take effect
rommon 2 >boot
```

ルータは、フラッシュ メモリの Cisco IOS イメージを起動します。ルータの次のリセット時または電源の再投入時に、コンフィギュレーション レジスタの値は 0x2101 になります。

APPENDIX A

略語

表 A-1 に、このマニュアルで使用されている略語の定義を示します。

表 A-1　略語

略語	説明
ACE	Access Control Entry：アクセス コントロール エントリ
ACL	Access Control List：アクセス コントロール リスト
AFI	Authority and Format Identifier
Agport	集約ポート
ALPS	Airline Protocol Support
AMP	Active Monitor Present
APaRT	Automated Packet Recognition and Translation：自動パケット認識および変換
ARP	Address Resolution Protocol：アドレス解決プロトコル
AV	Attribute Value
AVVID	Architecture for Voice, Video and Integrated Data
BDD	Binary Decision Diagrams
BECN	Backward Explicit Congestion Notification：逆方向明示的輻輳通知
BGP	Border Gateway Protocol：ボーダー ゲートウェイ プロトコル
BPDU	Bridge Protocol Data Unit：ブリッジ プロトコル データ ユニット
BRF	Bridge Relay Function：ブリッジ リレー機能
BSC	Bisync：バイナリ同期
BSTUN	Block Serial Tunnel：ブロック シリアル トンネル
BUS	Broadcast and Unknown Server
BVI	Bridge-group Virtual Interface：ブリッジ グループ仮想インターフェイス
CAM	Content-Addressable Memory：連想メモリ
CAR	Committed Access Rate：専用アクセス レート
CCA	Circuit Card Assembly
CDP	Cisco Discovery Protocol：シスコ検出プロトコル
CEF	Cisco Express Forwarding：シスコ エクスプレス フォワーディング
CGMP	Cisco Group Management Protocol
CHAP	Challenge Handshake Authentication Protocol：チャレンジ ハンドシェイク認証プロトコル
CIR	Committed Information Rate：認定情報レート
CIST	Common and Internal Spanning-Tree

表 A-1　略語（続き）

略語	説明
CLI	Command-Line Interface：コマンドライン インターフェイス
CLNS	Connection-Less Network Service：コネクションレス型ネットワーク サービス
CMNS	Connection-Mode Network Service：コネクション モード ネットワーク サービス
COPS	Common Open Policy Server
COPS-DS	Common Open Policy Server Differentiated Services
CoS	Class of Service：サービス クラス
CPLD	Complex Programmable Logic Device
CRC	Cyclic Redundancy Check：巡回冗長検査
CRF	Concentrator Relay Function：コンセントレータ リレー機能
CST	Common Spanning-Tree
CUDD	University of Colorado Decision Diagram
DBL	Dynamic Buffer Limiting
DCC	Data Country Code：データ カントリ コード
dCEF	distributed Cisco Express Forwarding
DDR	Dial-on-Demand Routing：ダイヤル オンデマンド ルーティング
DE	Discard Eligibility：廃棄適性
DEC	Digital Equipment Corporation
DFI	Domain-Specific Part Format Identifier
DFP	Dynamic Feedback Protocol
DISL	Dynamic Inter-Switch Link
DLC	Data Link Control：データ リンク制御
DLSw	Data Link Switching：データ リンク スイッチング
DMP	Data Movement Processor
DNS	Domain Name System：ドメイン ネーム システム
DoD	Department of Defense：米国国防総省
DoS	Denial of Service：サービス拒絶
DRAM	Dynamic RAM
DSAP	Destination Service Access Point：宛先サービス アクセス ポイント
DSCP	Differentiated Services Code Point：DiffServ コード ポイント
DSPU	Downstream SNA Physical Units
DTP	Dynamic Trunking Protocol：ダイナミック トランキング プロトコル
DTR	Data Terminal Ready：データ ターミナル レディ
DXI	Data Exchange Interface：データ交換インターフェイス
EAP	Extensible Authentication Protocol
EARL	Enhanced Address Recognition Logic
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory：電気的に消去可能でプログラミング可能な ROM
EHSA	Enhanced High System Availability：拡張高システム可用性
EHT	EHT
EIA	Electronic Industries Association：米国電子工業会
ELAN	Emulated Local Area Network：エミュレート LAN

表 A-1　略語（続き）

略語	説明
EOBC	Ethernet Out-of-Band Channel
ESI	End-System Identifier：エンド システム識別子
FECN	Forward Explicit Congestion Notification：順方向明示的輻輳通知
FM	Feature Manager
FRU	Field-Replaceable Unit：現場交換可能ユニット
FSM	Feasible Successor Metrics
GARP	General Attribute Registration Protocol
GMRP	GARP Multicast Registration Protocol
GVRP	GARP VLAN Registration Protocol
HSRP	Hot Standby Router Protocol
ICC	Inter-card Communication
ICD	International Code Designator
ICMP	Internet Control Message Protocol：インターネット制御メッセージ プロトコル
IDB	Interface Descriptor Block：インターフェイス デスクリプション ブロック
IDP	Initial Domain Part または Internet Datagram Protocol
IFS	IOS File System
IGMP	Internet Group Management Protocol：インターネット グループ管理プロトコル
IGRP	Interior Gateway Routing Protocol
ILMI	Integrated Local Management Interface：統合ローカル管理インターフェイス
IP	Internet Protocol：インターネット プロトコル
IPC	Interprocessor Communication：プロセッサ間通信
IPX	Internetwork Packet Exchange
IS-IS	Intermediate System-to-Intermediate System
ISL	Inter-Switch Link：スイッチ間リンク
ISO	International Organization for Standardization：国際標準化機構
LAN	Local Area Network：ローカルエリア ネットワーク
LANE	LAN Emulation：LAN エミュレーション
LAPB	Link Access Procedure, Balanced：平衡型リンク アクセス手順
LDA	Local Director Acceleration
LCP	Link Control Protocol：リンク コントロール プロトコル
LEC	LAN Emulation Client：LAN エミュレーション クライアント
LECS	LAN Emulation Configuration Server：LAN エミュレーション コンフィギュレーション サーバ
LEM	Link Error Monitor：リンク エラー モニタ
LER	Link Error Rate：リンク エラー レート
LES	LAN Emulation Server：LAN エミュレーション サーバ
LLC	Logical Link Control：論理リンク制御
LTL	Local Target Logic
MAC	Media Access Control：メディア アクセス制御
MACL	MAC Access Control
MD5	Message Digest 5

表 A-1　略語（続き）

略語	説明
MFD	Multicast Fast Drop
MIB	Management Information Base：管理情報ベース
MII	Media-Independent Interface：メディア独立型インターフェイス
MLS	Multilayer Switching：マルチレイヤ スイッチング
MLSE	Maintenance Loop Signaling Entity
MOP	Maintenance Operation Protocol：メンテナンス オペレーション プロトコル
MOTD	Message-of-The-Day ：ログイン バナー
MLSE	Maintenance Loop Signaling Entity
MRM	Multicast Routing Monitor
MSDP	Multicast Source Discovery Protocol
MST	Multiple Spanning-Tree
MSTI	MST Instance：MST インスタンス
MTU	Maximum Transmission Unit：最大伝送ユニット
MVAP	Multiple VLAN Access Port
NBP	Name Binding Protocol：ネーム バインディング プロトコル
NCIA	Native Client Interface Architecture：ネイティブ クライアント インターフェイス アーキテクチャ
NDE	NetFlow Data Export：NetFlow データ エクスポート
NET	Network Entity Title
NetBIOS	Network Basic Input/Output System
NFFC	NetFlow Feature Card：NetFlow フィーチャ カード
NMP	Network Management Processor：ネットワーク管理プロセッサ
NSAP	Network Service Access Point：ネットワーク サービス アクセス ポイント
NTP	Network Time Protocol：ネットワーク タイム プロトコル
NVRAM	Nonvolatile RAM：不揮発性 RAM
OAM	Operation, Administration, and Maintenance：運用管理および保守
ODM	Order Dependent Merge
OSI	Open Systems Interconnection：オープン システム インターコネクション
OSPF	Open Shortest Path First
PACL	Port Access Control List
PAE	Port Access Entity
PAgP	Port Aggregation Protocol
PBD	Packet Buffer Daughterboard
PBR	Policy Based Routing：ポリシー ベース ルーティング
PC	Personal Computer：パーソナル コンピュータ
PCM	Pulse Code Modulation：パルス符号変調
PCR	Peak Cell Rate：ピーク セル レート
PDP	Policy Decision Point：ポリシー デシジョン ポイント
PDU	Protocol Data Unit：プロトコル データ ユニット
PEP	Policy Enforcement Point
PGM	Pragmatic General Multicast

表 A-1　略語（続き）

略語	説明
PHY	Physical Sublayer：物理サブレイヤ
PIB	Policy Information Base
PIM	Protocol Independent Multicast
PoE	Power over Ethernet
PPP	Point-to-Point Protocol：ポイントツーポイント プロトコル
PRID	Policy Rule Identifiers
PVST+	Per VLAN Spanning Tree Plus
QM	QoS Manager
QoS	Quality of Service
RADIUS	Remote Authentication Dial-In User Service
RAM	Random-Access Memory ：ランダム アクセス メモリ
RCP	Remote Copy Protocol：リモート コピー プロトコル
RGMP	Router-Ports Group Management Protocol
RIB	Routing Information Base
RIF	Routing Information Field：ルーティング情報フィールド
RMON	Remote Monitoring：リモート モニタリング
ROM	Read-Only Memory
ROMMON	ROM Monitor：ROM モニタ
RP	Route Processor：ルート プロセッサ、または Rendezvous Point：ランデブー ポイント
RPC	Remote Procedure Call：リモート プロシージャ コール
RPF	Reverse Path Forwarding
RPR	Route Processor Redundancy
RSPAN	Remote SPAN
RST	リセット
RSVP	ReSerVation Protocol
SAID	Security Association Identifier
SAP	Service Access Point：サービス アクセス ポイント
SCM	Service Connection Manager
SCP	Switch-Module Configuration Protocol
SDLC	Synchronous Data Link Control
SGBP	Stack Group Bidding Protocol
SIMM	Single In-Line Memory Module：シングル インライン メモリ モジュール
SLB	Server Load Balancing
SLCP	Supervisor Line-Card Processor
SLIP	Serial Line Internet Protocol ：シリアル ライン インターネット プロトコル
SMDS	Software Management and Delivery Systems
SMF	Software MAC Filter：ソフトウェア MAC フィルタ
SMP	Standby Monitor Present
SMRP	Simple Multicast Routing Protocol：シンプル マルチキャスト ルーティング プロトコル

表 A-1　略語（続き）

略語	説明
SMT	Station Management：ステーション管理
SNAP	Subnetwork Access Protocol：サブネットワーク アクセス プロトコル
SNMP	Simple Network Management Protocol：簡易ネットワーク管理プロトコル
SPAN	Switched Port Analyzer：スイッチド ポート アナライザ
SSTP	Cisco Shared Spanning-Tree
STP	Spanning-Tree Protocol：スパニングツリー プロトコル
SVC	Switched Virtual Circuit：相手先選択接続
SVI	Switched Virtual Interface：スイッチ仮想インターフェイス
TACACS+	Terminal Access Controller Access Control System Plus
TARP	Target Identifier Address Resolution Protocol
TCAM	Ternary Content Addressable Memory
TCL	Table Contention Level
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
TFTP	Trivial File Transfer Protocol
TIA	Telecommunications Industry Association：電気通信工業会
TopN	ユーザがレポートを使用してポート トラフィックを分析するためのユーティリティ
ToS	Type of Service：タイプ オブ サービス
TLV	Type-Length-Value
TTL	Time To Live：存続可能時間
TVX	有効な伝送
UDLD	UniDirectional Link Detection Protocol：単一方向リンク検出プロトコル
UDP	User Datagram Protocol：ユーザ データグラム プロトコル
UNI	User-Network Interface
UTC	Coordinated Universal Time：世界標準時
VACL	VLAN Access Control List：VLAN アクセス コントロール リスト
VCC	Virtual Channel Circuit：仮想チャネル回線
VCI	Virtual Circuit Identifier：仮想回線識別子
VCR	Virtual Configuration Register：仮想コンフィギュレーション レジスタ
VINES	Virtual Network System
VLAN	Virtual LAN
VMPS	VLAN Membership Policy Server：VLAN メンバシップ ポリシー サーバ
VPN	Virtual Private Network：バーチャル プライベート ネットワーク
VRF	VPN Routing/Forwarding：VPN ルーティングおよび転送
VTP	VLAN Trunking Protocol
VVID	Voice VLAN ID
WFQ	Weighted Fair Queuing：重み付け均等化キューイング
WRED	Weighted Random Early Detection：重み付けランダム早期検出
WRR	Weighted Round-Robin：重み付けラウンドロビン
XNS	Xerox Network System

INDEX

Numerics

A

D

E

F

G

H

I

L

M

N

Q

R

S

T

U

V

W

X

あ

い

う

え

お

か

き

く

け

こ

さ

し

す

せ

そ

た

ち

て

と

な

に

ね

は

ひ

ふ

へ

ほ

ま

め

も

ゆ

れ

ろ