



L2 VPN の設定

Service Provider (SP; サービス プロバイダー) は収益性を高めるため、運用コストを抑える新しいサービスを導入しています。管理するネットワーク数を削減するためには、ネットワークの収束、ネットワークのマルチフェーズ遷移を使用します。これはコアおよびエッジ / 集約側の両方に影響を与えます。テクノロジーは、Multiprotocol Label Switching (MPLS; マルチプロトコル ラベル スイッチング) に基づくコア ネットワークが主流となっています。ただし、IP コアは大規模な SP の多くが選択するサービスです。IP コアおよび MPLS コアは、いずれもマルチサービス トラフィックを伝送します。ネットワークのエッジは、レイヤ 2 サービスとレイヤ 3 サービス間を収束するための単一のネットワーク要素を提供する複数のネットワーク要素により構築されています。

次の Layer 2 Virtual Private Network (L2VPN; L2 バーチャルプライベート ネットワーク) ソリューションを使用することで、既存または新生のレイヤ 2 トランスポート テクノロジーが統合型の MPLS ネットワークまたは IP コア ネットワークを介してインターワーキングできるようになります。

- Virtual Private Wire Services (VPWS) — 従来のインターフェイスに相互接続された個々のポイントツーポイント接続からなるポイントツーポイント サービス
- Virtual Private LAN Service (VPLS) — ポイントツーマルチポイント接続のセットからなるサービス

L2VPN 機能は、VPWS タイプで、キャリアに利益をもたらすように設計されています。L2VPN 機能により、ネットワーク リソースを透過的に使用したり、管理の必要があるネットワーク数を減らすことが可能になります。

Cisco Nonstop Forwarding (NSF) with Stateful Switchover (SSO) は、ネットワーク サービスの可用性を向上させるのに効果があります。Cisco NSF with SSO により、ネットワーク プロセッサにハードウェアまたはソフトウェア障害がある場合でも、パケットを転送し続けることができます。冗長システムでは、プライマリ プロセッサに重大な障害がある場合に、セカンダリ プロセッサがコントロール プレーンのサービスを回復します。SSO は、プライマリ プロセッサとセカンダリ プロセッサ間でネットワーク ステート情報を同期させます。

Any Transport over MPLS (AToM) は、NSF、SSO、およびグレースフル リスタートを使用して、Route Processor (RP; ルート プロセッサ) が MPLS フォワーディング ステートを維持したまま、コントロール プレーンの中断から回復するのを可能にします。Cisco IOS Release 12.2(33)SB で、L2VPN 機能が NSF/SSO をサポートします。「[NSF/SSO — L2VPN](#)」(p.17-8) を参照してください。

Cisco 10000 シリーズ ルータでは、次の L2VPN テクノロジー ソリューションもサポートしています。

- Local Switching (LS; ローカル スイッチング) — 順序付けられた二重 <AC, AC> これは、Cisco 10000 シリーズ ルータ シャーシ内の 2 つの Attachment Circuits (AC) のポイントツーポイント 相互接続です。さらに、2 つの AC には、次のタイプがあります。
 - 同じタイプ — like-to-like LS 接続を作成
 - 異なるタイプ — any-to-any LS 接続を作成

- AToM — 順序付けられた三重 <AC, PW, AC> これは、擬似配線 (MPLS) を介する、異なる Cisco 10000 シリーズ ルータ シャーシの 2 つの AC によるポイントツーポイント相互接続です。また、like-to-like AToM 接続が存在する場合、2 つの AC は 同じタイプとすることもできます。または、any-to-any AToM 接続が存在する場合、2 つの AC は 異なるタイプとすることができます。

AToM 回線セッションは、ラベル配布プロトコル (Label Distribution Protocol; LDP) を使用して、2 つの PE ルータ間の一意の Virtual Circuit (VC; バーチャル サーキット) によって特定されます。レイヤ 2 フレームがインポジション PE ルータで受信されると、VC ラベル、IGP ラベル、あるいはその他のラベルを付けた MPLS パケットにカプセル化されます。MPLS パケットがディスポジション PE ルータに到達すると、レイヤ 2 のカプセル化に再変換されます。

AToM は、レイヤ 2 フレームを入力 (またはインポジション) Provider Edge (PE; プロバイダー エッジ) ルータでカプセル化し、接続の反対側にある、対応する PE ルータに送信します。対応するルータは出力 (またはディスポジション) PE ルータで、カプセル化を削除し、レイヤ 2 フレームを送信します。

PE ルータ間でレイヤ 2 フレームを正しく伝送するには、PE ルータの設定が必要です。ルータ間に、*擬似配線*と呼ばれる接続を設定します。AToM 回線は、擬似配線接続の 1 つのタイプです。

MPLS ネットワークでレイヤ 2 パケットを送信することの利点

MPLS ネットワークでレイヤ 2 パケットを送信する際の利点の一部として、次のようなものがあります。

- AToM 製品セットは、さまざまなタイプのレイヤ 2 パケット (イーサネット、フレームリレーなど) に対応しており、複数のシスコのルータ プラットフォームで利用できます。このため、サービス プロバイダーは、バックボーン上ですべてのタイプのトラフィックを送信し、すべてのタイプのお客様に対応できます。
- AToM は、MPLS 上でレイヤ 2 パケットを送信するために開発された規格に準拠しています (AToM が準拠する規格については、「規格および RFC」 [p.17-6] を参照してください)。これは、業界標準の方法論でネットワークを構築しようとするサービス プロバイダーにとって最適です。これ以外のレイヤ 2 ソリューションは独自に開発されたもので、サービス プロバイダーのネットワーク拡張が制限されたり、特定ベンダーの装置しか使用できないことがあります。
- AToM へのアップグレードは、お客様に対して透過的に行われます。サービス プロバイダーのネットワークはカスタマー ネットワークとは独立しているため、サービス プロバイダーは、お客様へのサービスを中断することなく AToM へのアップグレードを行うことができます。お客様からは、従来のレイヤ 2 バックボーンを使用しているように見えます。

インポジションルータでコントロールワード (別名、「シム」ヘッダー) を追加することができます。追加された場合、このコントロールワードがディスポジションルータで削除されます。

Cisco 10000 シリーズルータは、最大 8000 の AC をサポートします。AToM 回線では 1 つの AC を使用し、LS 回線では 2 つの AC を使用します。すなわち、Cisco 10000 シリーズルータは、8000 の AToM 接続、4000 の LS 接続、または合計で最大 8000 の AC となる AToM 接続と LS 接続両方の任意の組み合わせをサポートします。また、トンネル選択により、AToM トラフィックが使用するパスを指定することもできます。「AToM — トンネル選択」 (p.17-49) を参照してください。

この章の内容は次のとおりです。

- [L2VPN 機能の履歴 \(p.17-3\)](#)
- [サポートされている L2VPN トランスポートタイプ \(p.17-4\)](#)
- [L2VPN : AToM の要件 \(p.17-5\)](#)
- [L2VPN の制約事項 \(p.17-6\)](#)
- [規格および RFC \(p.17-6\)](#)
- [MIB \(p.17-7\)](#)

- [NSF/SSO — L2VPN \(p.17-8\)](#)
- [L2VPN ローカルスイッチング — HDLC/PPP \(p.17-11\)](#)
- [L2VPN の設定作業 \(p.17-13\)](#)
- [L2VPN のモニタリングおよびメンテナンス \(p.17-44\)](#)
- [設定例 — FRoMPLS \(p.17-45\)](#)
- [AToM — トンネル選択 \(p.17-49\)](#)

L2VPN 機能の履歴

Cisco IOS リリース	説明	必要な PRE
12.2(28)SB	この機能が Cisco 10000 シリーズ ルータに導入されました。	PRE2
12.2(31)SB2	PRE3 へのサポートが追加されました。	PRE3
12.2(31)SB2	Ethernet to VLAN over AToM (ブリッジド) 機能が追加されました。	PRE2/PRE3
12.2(33)SB	Cisco 10000 シリーズ ルータで次の L2VPN 機能が追加されました。 <ul style="list-style-type: none"> • AToM 用 IEEE 802.1Q Tunneling (QinQ) • NSF/SSO — AToM • AToM : リモートイーサネットポートシャットダウン • AToM : トンネル選択 • L2VPN ローカルスイッチング — HDLC/PPP • イーサネット /VLAN から ATM AAL5 へのインターワーキング • イーサネット VLAN からフレームリレーへのインターワーキング 	PRE2/PRE3/PRE4

サポートされている L2VPN トランスポート タイプ

Cisco IOS Release 12.2(28)SB では、Cisco 10000 シリーズ ルータが次の AToM トランスポート タイプをサポートしています。

- ATM AAL5 SDU support over MPLS
- Ethernet over MPLS (EoMPLS)
 - VLAN モード
 - ポート モード
- FRoMPLS
 - DLCI 間接続
 - ポート間接続
- HDLCoMPLS
- PPPoMPLS



(注) 機能的には、HDLCoMPLS とフレーム リレーのポート間接続は同じです。

L2VPN : AToM の要件

L2VPN の設定を開始する前に、ネットワークを次のように設定しておいてください。

- PE ルータが IP を使用して相互に通信できるように、コアの IP ルーティングを設定します。
- ラベル配布プロトコルをラベル配布プロトコルとして設定します。
- PE ルータ間に Label-Switched Path (LSP; ラベルスイッチドパス) を設定します。インポジションとディスポジション PE ルータ間のすべてのパスでダイナミック MPLS ラベリングをイネーブルにするには、**mpls ip** コマンドを使用します。
- レイヤ 2 トラフィックの開始地点と終了地点にループバック インターフェイスを設定します。PE ルータが別のルータのループバック インターフェイスにアクセスできるようにしてください。ループバック インターフェイスが不要な場合もあります。たとえば、AToM が TE トンネルに直接マッピングされる場合は、トンネル選択にループバック インターフェイスは必要ありません。



(注) L2VPN : LS の場合、次の設定を行う必要はありません。

— ラベル配布プロトコルとして設定するラベル配布プロトコル

— **mpls ip** コマンドを使用する PE ルータ間の LSP

サポート対象のラインカード

表 17-1 に、Cisco 10000 シリーズ ルータでサポートされているラインカードを示します。

表 17-1 L2VPN をサポートする Cisco 10000 シリーズ ラインカード

トランスポート タイプ	サポート対象のラインカード
ATM AAL5 SDU support over MPLS	4 ポート OC-3/STM-1 ATM 8 ポート E3/DS3 ATM 1 ポート OC-12 ATM
EoMPLS : VLAN モード ポート モード	8 ポート ファスト イーサネット ハーフハイト 1 ポート ギガビット イーサネット ハーフハイト 1 ポート ギガビット イーサネット SIP-600 SPA-1X10GE-L-V2 (10GE) SPA-2X1GE-V2 (2 ポート GE) SPA-5X1GE-V2 (5 ポート GE)
FRoMPLS : DLCI 間接続 ポート間接続	24 ポート チャネライズド E1/T1 1 ポート チャネライズド OC-12/STM-4 4 ポート チャネライズド OC-3/STM-1 4 ポート チャネライズド T3 6 ポート チャネライズド T3
HDLCoMPLS	
PPPoMPLS	8 ポート 非チャネライズド E3/T3 6 ポート OC-3/STM1 Packet over SONET (PoS) 1 ポート OC-12 PoS 1 ポート OC-48/STM-16 PoS

L2VPN の制約事項

L2VPN 機能には次の制約事項があります。

- アドレス形式：すべての PE ルータの LDP ルータ ID を、/32 のマスクを持つループバックアドレスとして設定します。この設定をしない場合、設定の一部が正しく機能しないことがあります。
- 最大伝送ユニット（Maximum Transmission Unit; MTU）は、回線の両側で同じである必要があります。途中でパケットがフラグメンテーションしないように、回線の両端の MTU サイズをコア内の MTU サイズより小さくする必要があります。
- 次の L2VPN 機能はサポートされていません。
 - － すべての ATM セルスイッチング
 - － ATM AAL5 PDU モード
 - － フラグメンテーションおよび再構成：内容は 2004 年 2 月の draft-ietf-pwe3-fragmentation-05.txt の『PWE3 Fragmentation and Reassembly』に定義されています。
 - － 制御ワードでのシーケンス番号のサポート
 - － トンネルスイッチング
 - － 擬似配線の終端

規格および RFC

L2VPN は、表 17-2 の業界標準と RFC に準拠しています。

表 17-2 L2VPN でサポートされている規格と RFC

規格または RFC	タイトル
draft-martini-l2circuit-trans-mpls-08.txt	『Transport of Layer 2 Frames over MPLS』
draft-martini-l2circuit-encap-mpls-04.txt	『Encapsulation Methods for Transport of Layer 2 Frames over MPLS』
RFC 3032	『MPLS Label Stack Encoding』
RFC 3036	『LDP Specification』

MIB

表 17-3 に、L2VPN でサポートされている MIB を示します。

表 17-3 L2VPN でサポートされている MIB

トランスポート タイプ	MIB
ATM AAL5 SDU support over MPLS	MPLS LDP MIB (MPLS-LDP-MIB.my) ATM MIB (ATM-MIB.my) CISCO AAL5 MIB (CISCO-AAL5-MIB.my) Cisco Enterprise ATM Extension MIB (CISCO-ATM-EXT-MIB.my) Supplemental ATM Management Objects (CISCO-IETF-ATM2-PVCTRAP-MIB.my) Interfaces MIB (IF-MIB.my)
EoMPLS : VLAN モード ポート モード	CISCO-ETHERLIKE-CAPABILITIES.my Ethernet MIB (ETHERLIKE-MIB.my) Interfaces MIB (IF-MIB.my) MPLS LDP MIB (MPLS-LDP-MIB.my)
FRoMPLS : DLCI 間接続 ポート間接続	Cisco Frame Relay MIB (CISCO-FRAME-RELAY-MIB.my) Interfaces MIB (IF-MIB.my) MPLS LDP MIB (MPLS-LDP-MIB.my)
HDLCoMPLS	MPLS LDP MIB (MPLS-LDP-MIB.my)
PPPoMPLS	Interfaces MIB (IF-MIB.my)

選択したプラットフォーム、Cisco IOS リリース、およびフィーチャセットの MIB を探して、ダウンロードするには、次の URL にある Cisco MIB Locator を使用してください。

<http://tools.cisco.com/go/mibs>

NSF/SSO — L2VPN

L2VPN NSF により、AToM を使用してカスタマーにレイヤ 2 VPN サービスを提供するサービス プロバイダー ネットワークの可用性が改善されます。ハイ アベイラビリティ (HA) を実現することにより、提供されるサービスの中断を最小限に抑えながら、障害の検出および管理が可能になります。L2VPN NSF は、SSO メカニズムと NSF メカニズムにより達成されます。スタンバイ RP は、コントロールプレーンの冗長性を提供します。AToM L2VPN に NSF を提供するため、AC および AToM 擬似配線 (PW) のコントロールプレーン ステートおよびデータプレーンのプロビジョニング情報は、スタンバイ RP にチェックポイントされます。

AToM 情報のチェックポイントニング

チェックポイントニング機能により、アクティブ RP からバックアップ RP にステート情報がコピーされて、バックアップ RP で常に最新の情報を維持できるようになります。アクティブ RP に障害発生すると、バックアップ RP が引き継ぎます。

L2VPN NSF 機能の場合、チェックポイントニング機能によりアクティブ RP の情報がコピーされ、バックアップ RP にバインドされます。アクティブ RP では、情報が変更されるとアップデートをバックアップ RP に送信します。

チェックポイントニング データを表示するには、アクティブ RP およびバックアップ RP 上で **show acircuit checkpoint** コマンドを発行します。アクティブ RP およびバックアップ RP では、同じ情報のコピーが維持されます。

チェックポイントニングのトラブルシューティングに関するヒント

チェックポイントニング エラーのトラブルシューティングに役立てるには、次のコマンドを入力します。

- **debug acircuit checkpoint** コマンド — AC のチェックポイントニング デバッグ メッセージをイネーブルにする
- **debug mpls l2transport checkpoint** コマンド — AToM のチェックポイントニング デバッグ メッセージをイネーブルにする
- **show acircuit checkpoint** コマンド — AC のチェックポイント情報を表示する
- **show mpls l2transport checkpoint** コマンド — チェックポイントニングが許可されているかどうか、バルク同期された AToM VC 数 (アクティブ RP 上)、およびチェックポイント データを維持する AToM VC 数 (スタンバイ RP 上) を表示する
- **show mpls l2transport vc detail** コマンド — チェックポイントされた VC の詳細情報を表示する

NSF/SSO — L2VPN 機能については、次の項目で説明します。

- [NSF/SSO — L2VPN の要件 \(p.17-8\)](#)
- [NSF/SSO — L2VPN の制約事項 \(p.17-9\)](#)
- [NSF/SSO — L2VPN の設定 \(p.17-9\)](#)
- [NSF/SSO — L2VPN の設定例 \(p.17-9\)](#)

NSF/SSO — L2VPN の要件

ここでは、この機能に関する次の要件について示します。

- [MPLS HA 環境内のネイバー ルータ](#)
- [SSO](#)
- [ルーティング プロトコルの NSF](#)

MPLS HA 環境内のネイバー ルータ

Cisco 10000 ルータは、ネイバー デバイスとして使用する必要があります。

SSO

この機能については、次の URL にある『*NSF/SSO:Any Transport over MPLS and Graceful Restart*』マニュアルの「Stateful Switchover」を参照してください。

http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2s/feature/guide/fsatomha.html#wp1098167

ルーティング プロトコルの NSF

この機能については、次の URL にある『*NSF/SSO:Any Transport over MPLS and Graceful Restart*』マニュアルの「Nonstop Forwarding for Routing Protocols」を参照してください。

http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2s/feature/guide/fsatomha.html#wp1098561

NSF/SSO — L2VPN の制約事項

この機能については、次の URL にある『*NSF/SSO:Any Transport over MPLS and Graceful Restart*』マニュアルの「Restrictions for AToM NSF」を参照してください。

http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2s/feature/guide/fsatomha.html#wp1068923

NSF/SSO — L2VPN の設定

この機能については、次の URL にある『*NSF/SSO:Any Transport over MPLS and Graceful Restart*』マニュアルの「How to Configure AToM NSF」を参照してください。

http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2s/feature/guide/fsatomha.html#wp1112888

NSF/SSO — L2VPN の設定例

例 17-1 では、2 つの PE ルータ上で AToM NSF を設定します。

例 17-1 AToM NSF によるイーサネットと VLAN のインターワーキング

PE1	PE2
<pre> ip cef ! redundancy mode sso ! mpls ldp graceful-restart mpls ip mpls label protocol ldp mpls ldp router-id Loopback0 force mpls ldp advertise-tags ! pseudowire-class atom-eth encapsulation mpls interworking ethernet ! interface Loopback0 ip address 10.8.8.8 255.255.255.255 ! interface FastEthernet1/1/0 xconnect 10.9.9.9 123 encap mpls pw-class atom_eth interface POS6/1/0 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0 mpls ip mpls label protocol ldp clock source internal crc 32 ! interface Loopback0 ip address 10.8.8.8 255.255.255.255 no shutdown ! router ospf 10 nsf ietf network 10.8.8.8 0.0.0.0 area 0 network 19.1.1.1 0.0.0.0 area 0 </pre>	<pre> ip cef ! redundancy mode sso ! mpls ldp graceful-restart mpls ip mpls label protocol ldp mpls ldp router-id Loopback0 force mpls ldp advertise-tags ! pseudowire-class atom-eth encapsulation mpls interworking eth ! interface Loopback0 ip address 10.9.9.9 255.255.255.255 ! interface FastEthernet3/0/0 ip route-cache cef ! interface FastEthernet3/0/0.3 encapsulation dot1Q 10 xconnect 10.8.8.8 123 encap mpls pw-class atom_eth interface POS1/0/0 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0 mpls ip mpls label protocol ldp clock source internal crc 32 ! interface Loopback0 ip address 10.9.9.9 255.255.255.255 ! router ospf 10 nsf ietf network 10.9.9.9 0.0.0.0 area 0 network 10.1.1.2 0.0.0.0 area 0 </pre>



(注)

ルーティング プロトコルでは、NSF がイネーブルである必要があります。オプションは、**cisco** または **ietf** のいずれかを使用できます。**ietf** オプションが標準オプションであるのに対して、**cisco** 専用オプションであるため、例 17-1 では **ietf** オプションを使用しています。

L2VPN ローカル スイッチング — HDLC/PPP

L2VPN ローカル スイッチング — HDLC/PPP 機能により、サービス プロバイダーはバックツープック回線として機能する HDLC ローカル スイッチド回線上での異なるカプセル化をサポートすることができます。プロビジョニングされた HDLC ローカル スイッチド回線も、PWRED を使用することにより戻すことができます。

L2VPN ローカル スイッチング — HDLC/PPP の要件

Cisco IOS Release 12.2(33)SB の、L2VPN ローカル スイッチング — HDLC/PPP では、PE ルータ上でインターフェイスが、常に HDLC カプセル化されている必要があります。CE ルータはフレーム リレーおよび PPP など、任意の HDLC ベースのカプセル化を選択できます。

L2VPN ローカル スイッチング — HDLC/PPP の制約事項

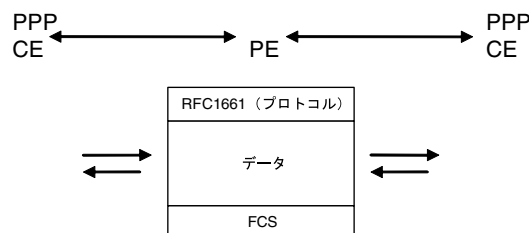
Cisco IOS Release 12.2(33)SB の L2VPN ローカル スイッチング — HDLC/PPP 機能には、次の制約事項があります。

- PE HDLC インターフェイス上では、IP アドレスは **connect** コマンドと競合するため、設定することができません。
- HDLC/PPP インターフェイス上では、インターワーキングはサポートされません。
- 低速のインターフェイスをオーバーランする高速のインターフェイスのためにいずれかのパケットがドロップされないようにするため、同じ速度のインターフェイスだけを接続する必要があります。
- 時間遅延に影響されやすい一部の HDLC/PPP アプリケーションでは、PE がいくらかのネットワーク遅延を取り込む可能性があります。これにより、HDLC/PPP リンクがプロトコルタイムアウトが原因でアップできなくなります (ISDN Q921 リンク)。

PPP Like-to-Like ローカル スイッチング

2 つの CE 間での圧縮された音声の伝送など、一部のアプリケーションでは、同じ PE ルータに接続された 2 つの CE ルータ間でエンドツーエンドの PPP セッションをセットアップする必要があります。このような場合、HDLC パススルー メカニズムが提起され、インターワーキング シナリオは like-to-like サービス用に PPP トランスポートへと簡素化されます。PE ルータ上の PPP ローカル スイッチング機能では、異なる CE ルータ上で検出された 2 つのエンドユーザ間に単純な HDLC 接続を提供します (図 17-1 を参照)。

図 17-1 PPP ローカル スイッチング



インターフェイスは、PE ルータ上では HDLC カプセル化されます。CE ルータは、PPP ベースのカプセル化を使用する場合があります。

PE ルータにより操作されたフレームは、PPP ヘッダーを保持します (RFC-1661 で規定)。

HDLC Like-to-Like ローカル スイッチング

HDLC セッションは、PPP の場合と同様、同じ PE ルータに接続された 2 つの CE ルータ間で転送できます。マイクロコードには、HDLC トラフィックの HDLC パススルー メカニズムが実装されません。提供されるサービスは 2 つの CE ルータ間のバックツーバック シリアル接続と同等となるため、最大伝送ユニット設定が一致する同じ速度のインターフェイス間での接続となる必要があります。特定のインターフェイスが他のインターフェイスをオーバーランできないため、PE ルータ上には QoS 要件がありません。

インターフェイスは、PE ルータ上では HDLC カプセル化されます。CE ルータは、フレーム リレーなど、任意の HDLC ベースのカプセル化を使用します。

設定作業および設定例

PE ルータで L2VPN ローカル スイッチング — HDLC/PPP 機能を設定する手順は、次のとおりです。

1. `config t`
2. `interface serial slot/subslot/port:channel-id`
3. `encapsulation hdlc`
4. `interface serial slot/subslot/port:channel-id`
5. `encapsulation hdlc`
6. `connect connection-name interface interface`

次に、PE ルータ上で L2VPN ローカル スイッチング — HDLC/PPP 機能を設定する例を示します。

```
config t
interface serial 3/0/20:0
  encapsulation hdlc
interface serial 4/0/11:9
  encapsulation hdlc
connect hdlcls serial3/0/20:0 serial4/0/11:9
```



(注) シリアル インターフェイスのデフォルトのカプセル化は HDLC であるため、`encapsulation` コマンドはオプションです。ただし CE ルータを設定する場合は、設定が異なるため、`encapsulation` コマンドを指定する必要があります。

CE ルータ上で PPP を設定する手順は、次のとおりです。

1. `config t`
2. `interface serial slot/subslot/port:channel-id`
3. `encapsulation ppp`

CE ルータ上で HDLC を設定する手順は、次のとおりです。

1. `config t`
2. `interface serial slot/subslot/port:channel-id`
3. `encapsulation hdlc`

L2VPN の設定作業

L2VPN を設定するには、次の L2VPN 機能を設定する必要があります。

- 擬似配線 — AToM 回線の設定 (p.17-13)
- ATM AAL5 SDU support over MPLS の設定 (p.17-14)
- ATM 相互間 PVC ローカル スイッチングの設定 (p.17-15)
- ATM AAL5 SDU support over MPLS の OAM セル エミュレーションの設定 (p.17-16)
- EoMPLS の設定 (p.17-20)
- AToM 用 IEEE 802.1Q Tunneling — QinQ (p.17-23)
- リモートイーサネットポート シャットダウン (p.17-26)
- FRoMPLS の設定 (p.17-29)
- フレームリレー相互間ローカル スイッチングの設定 (p.17-33)
- HDLCoMPLS と PPPoMPLS の設定 (p.17-37)
- コア ネットワークを通るパケットサイズの見積もり (p.17-38)
- AToM での EXP ビットの設定 (p.17-40)
- QoS 機能の設定 (p.17-41)


擬似配線 — AToM 回線の設定

PE ルータ間でレイヤ 2 フレームを正しく伝送するには、ルータ間に擬似配線と呼ばれる接続を設定する必要があります。各 PE ルータに次の情報を指定します。

- イーサネット、フレームリレー、または ATM など、擬似配線で送信されるレイヤ 2 データのタイプ
- PE ルータ間の通信を可能にするピア PE ルータのループバック インターフェイスの IP アドレス
- 擬似配線を特定するピア PE IP アドレスと VC ID の一意の組み合わせ

2 つの PE ルータ間で擬似配線接続または AToM 回線を設定するには、グローバル コンフィギュレーション モードを開始して次のコマンドを入力します。

	コマンド	目的
ステップ 1	Router(config)# pseudowire-class name	(任意) 指定する名前 で擬似配線クラスを設定し、トンネリング カプセル化を指定します。 xconnect コマンドの一部としてトンネリング方法を指定する場合は、擬似配線クラスを指定する必要がありません。 擬似配線クラス コンフィギュレーション グループは、次の内容を含むトンネリング メカニズムの特性を指定します。 <ul style="list-style-type: none"> • カプセル化タイプ • 制御プロトコル • ペイロード固有のオプション
ステップ 2	Router(config)# interface interface-type interface-number	PE ルータ上のインターフェイスまたはサブインターフェイスを定義します。
ステップ 3	Router(config-if)# encapsulation encapsulation-type	dot1q など、インターフェイスのカプセル化タイプを指定します。

	コマンド	目的
ステップ 4	Router(config-if)# xconnect peer-router-id vcid encapsulation mpls	<p>ピア PE ルータの LDP ルータ ID を指定して、ピア PE ルータへの接続を行います。</p> <p>2 つの PE ルータで共有されている一意の ID を特定します。vcid は、32 ビットの ID です。</p> <p> (注) ピア ルータ ID と VC ID の組み合わせは、ルータ上で一意の組み合わせである必要があります。複数の回線で、同じピアルータ ID と VC ID の組み合わせを使用することはできません。</p> <p>擬似配線でデータをカプセル化するためのトンネリング方式を指定します。AToM では、データのカプセル化のトンネリング方式は mpls になります。</p>

例 17-2 に、ATM AAL5 SDU over MPLS トランスポートの設定例を示します。0/100 上の Permanent Virtual Circuit (PVC; 相手先固定接続) が、AAL5 トランスポート用に設定されています。

例 17-2 ATM AAL5 SDU support over MPLS

```
interface ATM4/0
  pvc 0/100 l2transport
    encapsulation aal5
    xconnect 13.13.13.13 100 encapsulation mpls
```

ATM AAL5 SDU support over MPLS の設定

ATM AAL5 SDU support over MPLS は、MPLS パケット内の ATM AAL5 SDU をカプセル化し、MPLS ネットワークを通して転送します。各 ATM AAL5 SDU は、単一パケットとして送信されます。

ATM AAL5 SDU support over MPLS を設定するには、グローバル コンフィギュレーション モードを開始して次のコマンドを入力します。

	コマンド	目的
ステップ 1	Router(config)# interface type slot/port	インターフェイスのタイプ、スロット、およびポート番号を指定し、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 2	Router(config-if)# pvc [name] vpi/vci l2transport	ATM PVC に名前を作成するか、割り当てます。 l2transport キーワードは、PVC が終端 PVC ではなく、スイッチド PVC であることを指定します。L2transport VC 設定モードを開始します。
ステップ 3	Router(config-if-atm-l2trans-pvc)# encapsulation aal5	PVC の ATM AAL5 カプセル化を指定します。 PE ルータと CE ルータに同じカプセル化タイプを指定してください。
ステップ 4	Router(config-if-atm-l2trans-pvc)# xconnect peer-router-id vcid encapsulation mpls	接続回路を擬似配線 VC にバインドします。

例 17-3 では、ATM PVC 上の ATM AAL5 SDU support over MPLS をイネーブルする方法を示します。

例 17-3 ATM PVC 上の ATM AAL5 SDU support over MPLS

```
interface atm1/0
pvc 1/200 l2transport
encapsulation aal5
xconnect 13.13.13.13 100 encapsulation mpls
```

ATM AAL5 SDU support over MPLS の確認

PVC に ATM AAL5 SDU support over MPLS が設定されていることを確認するには、**show mpls l2transport vc** コマンドを入力します。例 17-4 に、このコマンドの出力例を示します。

例 17-4 show mpls l2transport vc コマンドの出力

```
Router# show mpls l2transport vc
```

Local intf	Local circuit	Dest address	VC ID	Status
-----	-----	-----	-----	-----
ATM1/0	ATM AAL5 1/100	4.4.4.4	100	UP

ATM 相互間 PVC ローカルスイッチングの設定

Cisco 10000 シリーズ ルータでは、次の ATM ラインカードがサポートされています。

- 4 ポート OC-3/STM-1
- 8 ポート ES3/D3
- 1 ポート OC-12

ATM 相互間 PVC ローカルスイッチングを設定するには、グローバル コンフィギュレーション モードを開始して次のコマンドを入力します。

	コマンド	目的
ステップ 1	Router(config)# interface atm slot/port	ATM 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 2	Router(config-if)# pvc vpi/vci l2transport	Virtual Path Identifier (VPI; 仮想パス識別子) と Virtual Channel Identifier (VCI; 仮想チャネル識別子) を割り当てます。 l2transport キーワードは、PVC が終端 PVC ではなく、スイッチド PVC であることを指定します。
ステップ 3	Router(cfg-if-atm-l2trans-pvc)# encapsulation layer-type	PVC のカプセル化タイプを指定します。サポートされているレイヤタイプは AAL5 だけです。 同じルータ上の別の ATM PVC に対して、ステップ 1 ~ 3 を繰り返します。
ステップ 4	Router(config)# connect connection-name interface pvc interface pvc	指定した 2 つの PVC 間のローカル接続を作成します。

例 17-5 に、ATM AAL5 SDU モードのレイヤ 2 ローカル スイッチングをイネーブルにする方法を示します。

例 17-5 ATM AAL5 SDU モードのレイヤ 2 ローカル スイッチングのイネーブル化

```
interface atm 1/0/0
  pvc 0/100 l2transport
  encapsulation aal5

interface atm 2/0/0
  pvc 0/50 l2transport
  encapsulation aal5

connect conn1 atm 1/0/0 0/100 atm 2/0/0 0/50
```

ATM AAL5 SDU support over MPLS の OAM セル エミュレーションの設定

PE ルータが LSP で OAM セル (Operation, Administration, and Maintenance cell) の送信をサポートしていない場合、OAM セル エミュレーションを使用して、OAM セルをローカルで終端したり、ループバックしたりできます。両方の PE ルータに OAM セル エミュレーションを設定します。OAM セル エミュレーションは、2 つの単方向 LSP を形成して VC をエミュレートします。両方の PE ルータで **oam-ac emulation-enable** コマンドと **oam-pvc manage** コマンドを使用して、OAM セル エミュレーションをイネーブルにします。

ルータ上の OAM セル エミュレーションをイネーブルにしたら、終端 VC と同じ方法で ATM VC を設定および管理できます。OAM セル エミュレーションが設定された VC は、設定された間隔でローカル CE ルータにループバック セルを送信できます。

次のいずれかにエンドポイントを設定できます。

- エンドツーエンドループバック (OAM セルをローカル CE ルータに送信します)
- セグメントループバック (PE ルータと CE ルータ間のパス上の装置に OAM セルを送信します)

OAM セルには、次の内容が含まれます。

- Alarm Indication Signal (AIS; アラーム表示信号)
- Remote Defect Indication (RDI; リモート障害表示)

これらのセルは、VC の障害を特定および報告します。物理リンクまたはインターフェイスの障害が発生すると、中継ノードは、障害の影響を受けたすべてのダウンストリーム装置に OAM AIS セルを挿入します。AIS セルを受信すると、ルータは ATM VC をマークダウンしてから、RDI セルを送信して、リモート エンドに障害を通知します。



(注)

AAL5 SDU support over MPLS の場合、**oam-ac emulation-enable** コマンドを入力したあとに、**oam-pvc manage** コマンドを設定できます。

次の方法で、ATM AAL5 SDU support over MPLS に OAM セル エミュレーションを設定できます。

- PVC 上の ATM AAL5 SDU support over MPLS に対する OAM セル エミュレーションの設定 (p.17-17)
- VC クラス設定モードによる ATM AAL5 SDU support over MPLS への OAM セル エミュレーションの設定 (p.17-18)

PVC 上の ATM AAL5 SDU support over MPLS に対する OAM セル エミュレーションの設定

PVC 上の ATM AAL5 SDU support over MPLS に OAM セル エミュレーションを設定するには、グローバル コンフィギュレーション モードを開始して次のコマンドを入力します。

	コマンド	目的
ステップ 1	Router(config)# interface type slot/port	インターフェイスのタイプ、スロット、およびポート番号を指定し、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 2	Router(config-if)# pvc [name] vpi/vci l2transport	ATM PVC に名前を作成するか、割り当てます。 l2transport キーワードは、PVC が終端 PVC ではなく、スイッチド PVC であることを指定します。L2 トランスポート VC 設定モードを開始します。
ステップ 3	Router(config-if-atm-l2trans-pvc)# encapsulation aal5	PVC の ATM AAL5 カプセル化を指定します。 PE ルータと CE ルータに同じカプセル化タイプを指定してください。
ステップ 4	Router(config-if-atm-l2trans-pvc)# xconnect peer-router-id vcid encapsulation mpls	接続回路を擬似配線 VC にバインドします。
ステップ 5	Router(config-if-atm-l2trans-pvc)# oam-ac emulation-enable [ais-rate]	AAL5oMPLS の OAM セル エミュレーションをイネーブルにします。 <i>ais-rate</i> 変数を使用すると、AIS セルの送信レートを指定できます。 有効範囲は 0 ~ 60 秒です。デフォルトは 1 秒です（毎秒 1 つの AIS セルが送信されます）。
ステップ 6	Router(config-if-atm-l2trans-pvc)# oam-pvc manage [frequency]	PVC をイネーブルにして、VC の接続を確認するエンドツーエンド OAM セルループバックセルを生成します。 オプションの <i>frequency</i> 変数は、ループバックセルが伝送される間隔です。有効範囲は 0 ~ 600 秒です。デフォルト値は 10 秒です。

例 17-6 に、ATM PVC 上の OAM セル エミュレーションをイネーブルにする方法を示します。

例 17-6 ATM PVC 上の OAM セル エミュレーション

```
interface ATM 1/0/0
pvc 1/200 l2transport
encapsulation aal5
xconnect 13.13.13.13 100 encapsulation mpls
oam-ac emulation-enable
oam-pvc manage
```

例 17-7 に、AIS セルの送信レートを毎 30 秒に設定する方法を示します。

例 17-7 ATM PVC に対する OAM セル エミュレーションの AIS 送信レートの設定

```
interface ATM 1/0/0
pvc 1/200 l2transport
encapsulation aal5
xconnect 13.13.13.13 100 encapsulation mpls
oam-ac emulation-enable 30
oam-pvc manage
```

ATM PVC 上の OAM セル エミュレーションの確認

例 17-8 の `show atm pvc` コマンドは、ATM PVC 上で OAM セル エミュレーションがイネーブルにされていることを示します。

例 17-8 show atm pvc コマンドの出力

```
Router# show atm pvc 5/500

ATM4/1/0.200: VCD: 6, VPI: 5, VCI: 500
UBR, PeakRate: 1
AAL5-LLC/SNAP, etype:0x0, Flags: 0x34000C20, VCmode: 0x0
OAM Cell Emulation: enabled, F5 End2end AIS Xmit frequency: 1 second(s)
OAM frequency: 0 second(s), OAM retry frequency: 1 second(s)
OAM up retry count: 3, OAM down retry count: 5
OAM Loopback status: OAM Disabled
OAM VC state: Not ManagedVerified
ILMI VC state: Not Managed
InPkts: 564, OutPkts: 560, InBytes: 19792, OutBytes: 19680
InPRoc: 0, OutPRoc: 0
InFast: 4, OutFast: 0, InAS: 560, OutAS: 560
InPktDrops: 0, OutPktDrops: 0
CrcErrors: 0, SarTimeOuts: 0, OverSizedSDUs: 0
Out CLP=1 Pkts: 0
OAM cells received: 26
F5 InEndloop: 0, F5 InSegloop: 0, F5 InAIS: 0, F5 InRDI: 26
OAM cells sent: 77
F5 OutEndloop: 0, F5 OutSegloop: 0, F5 OutAIS: 77, F5 OutRDI: 0
OAM cell drops: 0
Status: UP
```


VC クラス設定モードによる ATM AAL5 SDU support over MPLS への OAM セル エミュレーションの設定

次の手順では、VC クラスで OAM セル エミュレーションを設定する方法について説明します。設定のあと、インターフェイス、サブインターフェイス、または VC に VC クラスを適用できます。VC クラス設定モードで OAM セル エミュレーションを設定してから、VC クラスをインターフェイスに適用する場合、インターフェイス上のすべての VC に VC クラスの設定が適用されます（ただし、サブインターフェイスまたは VC レベルなど、低いレベルで異なる OAM セル エミュレーション値を指定している場合を除く）。

たとえば、OAM セル エミュレーションを指定する VC クラスを作成し、AIS セルのレートを毎 30 秒に設定できます。VC クラスをインターフェイスに適用できます。そして、1 つの PVC の OAM セル エミュレーションをイネーブルにし、AIS セル レートを毎 15 秒に設定します。15 秒に設定された 1 つの PVC を除いて、インターフェイス上のすべての PVC が 30 秒のセル レートを使用します。

VC クラスで OAM セル エミュレーションをイネーブルにしてから、それをインターフェイスに適用するには、グローバル コンフィギュレーション モードを開始して次のコマンドを入力します。

	コマンド	目的
ステップ 1	Router(config)# vc-class atm name	VC クラスを作成し、VC クラス設定モードを開始します。
ステップ 2	Router(config-vc-class)# encapsulation layer-type	ATM Adaptation Layer (AAL; ATM アダプテーション層) とカプセル化タイプを設定します。

	コマンド	目的
ステップ 3	Router(config-vc-class)# oam-ac emulation-enable [ais-rate]	AAL5oMPLS の OAM セル エミュレーションをイネーブルにします。 <i>ais-rate</i> 変数を使用すると、AIS セルの送信レートを指定できます。 有効範囲は 0 ～ 60 秒です。デフォルトは 1 秒です (毎秒 1 つの AIS セルが送信されます)。
ステップ 4	Router(config-vc-class)# oam-pvc manage [frequency]	PVC をイネーブルにして、VC の接続を確認するエンドツーエンド OAM セルループバックセルを生成します。 オプションの <i>frequency</i> 変数は、ループバックセルが伝送される間隔です。有効範囲は 0 ～ 600 秒です。デフォルト値は 10 秒です。
ステップ 5	Router(config-vc-class)# 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	Router(config)# interface type slot/port	インターフェイスのタイプ、スロット、およびポート番号を指定し、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 7	Router(config-if)# class-int vc-class-name	ATM メインインターフェイスまたはサブインターフェイスに VC クラスを適用します。  (注) PVC に VC クラスを適用することもできます。
ステップ 8	Router(config-if)# pvc [name] vpi/vci l2transport	ATM PVC に名前を作成するか、割り当てます。 l2transport キーワードは、PVC が終端 PVC ではなく、スイッチド PVC であることを指定します。L2 トランスポート VC 設定モードを開始します。
ステップ 9	Router(config-if-atm-l2trans-pvc)# xconnect peer-router-id vcid encapsulation mpls	接続回路を擬似配線 VC にバインドします。

例 17-9 では、VC クラス設定モードで、ATM AAL5 SDU support over MPLS に OAM セル エミュレーションを設定します。設定のあと、インターフェイスに VC クラスが適用されます。

例 17-9 VC クラス設定モードによる ATM AAL5 SDU support over MPLS の OAM セル エミュレーション — インターフェイスに VC クラスを適用する場合

```
vc-class atm oamclass
encapsulation aal5
oam-ac emulation-enable 30
oam-pvc manage
interface atm1/0
class-int oamclass
pvc 1/200 l2transport
xconnect 13.13.13.13 100 encapsulation mpls
```

例 17-10 では、VC クラス設定モードで、ATM AAL5 over MPLS に OAM セル エミュレーションを設定します。設定のあと、PVC に VC クラスが適用されます。

例 17-10 VC クラス設定モードによる ATM AAL5 SDU support over MPLS の OAM セル エミュレーション — PVC に VC クラスを適用する場合

```
vc-class atm oamclass
encapsulation aal5
oam-ac emulation-enable 30
oam-pvc manage
interface atm1/0
pvc 1/200 l2transport
class-vc oamclass
xconnect 13.13.13.13 100 encapsulation mpls
```

例 17-11 では、VC クラス設定モードで、ATM AAL5 over MPLS に OAM セル エミュレーションを設定します。設定のあと、インターフェイスに VC クラスが適用されます。1 つの PVC に 10 秒の AIS レートの OAM セル エミュレーションが設定されます。この PVC は、30 秒ではなく、10 秒の AIS レートを使用します。

例 17-11 VC クラス設定モードによる ATM AAL5 SDU support over MPLS の OAM セル エミュレーション — インターフェイスに VC クラスを適用する場合

```
vc-class atm oamclass
encapsulation aal5
oam-ac emulation-enable 30
oam-pvc manage
interface atm1/0
class-int oamclass
pvc 1/200 l2transport
oam-ac emulation-enable 10
xconnect 13.13.13.13 100 encapsulation mpls
```

EoMPLS の設定

EoMPLS は、MPLS パケット内の Protocol Data Unit (PDU; プロトコル データ ユニット) をカプセル化し、MPLS ネットワークを通して転送することで機能します。各 PDU は単一パケットとして送信されます。EoMPLS の設定方法はいくつかあります。

- VLAN モード — 送信元の 802.1Q VLAN から宛先の 802.1Q VLAN まで、コア MPLS ネットワーク上でイーサネットトラフィックを送信します。
- ポート モード — インターフェイスに入ってくるフレームを MPLS パケットにパッキングし、出力インターフェイスまで MPLS バックボーン上で送信できます。すべてのイーサネットフレームがプリアンブルまたは Frame Check Sequence (FCS; フレーム チェック シーケンス) を添付せずに単一パケットとして送信されます。
- VLAN ID の書き換え — この機能を使用すると、異なる VLAN ID を持つ VLAN インターフェイスをトンネルの両端で使用できます。

次の方法で、EoMPLS を設定できます。

- [VLAN モードでの EoMPLS の設定 \(p.17-21\)](#)
- [ポート モードでの EoMPLS の設定 \(p.17-22\)](#)
- [VLAN ID の書き換えによる EoMPLS の設定 \(p.17-29\)](#)

EoMPLS の制約事項

EoMPLS トランスポートに適用される制約事項は、次のとおりです。

- パケット形式：EoMPLS は、IEEE 802.1Q 標準に準拠した VLAN パケットをサポートしていません。802.1Q 仕様では、VLAN メンバシップ情報をイーサネット フレームに挿入するための標準方式が規定されています。PE および CE ルータ間では、Inter-Switch Link (ISL; スイッチ間リンク) プロトコルがサポートされていません。
- 最初の EoMPLS が VLAN モード回線に設定されると、コントローラ (ポート全体) が自動的に混合モードになります。そのコントローラに関連付けられた VLAN モード回線の最後の EoMPLS が削除された場合にだけ、混合モードが解除されます。
- AToM 制御ワードがサポートされています。ただし、ピア PE ルータで制御ワードがサポートされていない場合、制御ワードがディセーブルになります。このネゴシエーションは、LDP ラベルバインディングによって行われます。
- ハードウェアレベルの Cyclic Redundancy Check (CRC; 巡回冗長検査) エラー、フレーム同期エラー、およびラント パケット付きのイーサネット パケットは、入力時に廃棄されます。

VLAN モードでの EoMPLS の設定

VLAN は、ユーザの物理的な位置に関係なく、機能、プロジェクト チーム、またはアプリケーションによって論理的に分割されたスイッチドネットワークです。EoMPLS を使用すると、ユーザは異なる場所にある 2 つの VLAN ネットワークを接続できます。PE ルータを MPLS バックボーンの各端に設定し、ポイントツーポイント VC を追加します。MPLS バックボーンの入力ポイントと出力ポイントにある 2 つの PE ルータだけが、レイヤ 2 VLAN トラフィック送信専用の VC を認識しています。他のすべてのルータには、この VC に対するテーブルエントリがありません。

VLAN モードに設定された EoMPLS では、VPN 回線が擬似配線と連動します。ポートは混合モードなので、フレームは VLAN ID でフィルタリングされます。



(注) VLAN モードでの EoMPLS の設定を、サブインターフェイスで行う必要があります。ただし、Q-in-Q サブインターフェイスには EoMPLS (VLAN モード) を設定できません。

VLAN モードで EoMPLS を設定するには、グローバル コンフィギュレーション モードを開始して次のコマンドを入力します。

	コマンド	目的
ステップ 1	Router(config)# interface gigabitethernet slot/interface.subinterface	ギガビット イーサネット サブインターフェイスを指定して、サブインターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。 隣接する CE ルータのサブインターフェイスが、この PE ルータと同じ VLAN に存在していることを確認してください。
ステップ 2	Router(config-subif)# encapsulation dot1q vlan-id	サブインターフェイスで 802.1Q VLAN パケットを受けられるようにします。 EoMPLS が動作する CE ルータと PE ルータ間のサブインターフェイスは、同じサブネット内に存在しなければなりません。これ以外のサブインターフェイスとバックボーン ルータについては、その必要はありません。

	コマンド	目的
ステップ 3	Router(config-subif)# xconnect peer-router-id vcid encapsulation mpls	接続回路を擬似配線 VC にバインドします。このコマンドの構文は、他のすべてのレイヤ 2 トランスポートで同じです。

ポートモードでの EoMPLS の設定

ポートモードを使用すると、インターフェイスに入ってくるフレームを MPLS パケットにパッキングし、出力インターフェイスまで MPLS バックボーン上で送信できます。プリアンブルまたは FCS が添付されていないすべてのイーサネットフレームが単一パケットとして送信されます。ポートモードを設定するには、メインインターフェイスモードで **xconnect** コマンドを使用して、宛先アドレスおよび VC ID を指定します。**xconnect** コマンドの構文およびセマンティックは、他のすべてのトランスポートタイプと同じです。各インターフェイスは、一意の擬似配線 VC ラベルに対応付けられています。

ポートモードで EoMPLS を設定する場合、次の注意事項に従ってください。

- イーサネットに擬似配線 VC タイプを設定します。
- ポートモードとイーサネット VLAN モードを両方一緒に使用することはできません。また、ポート間のトランスポート用のメインインターフェイスをイネーブルにした場合、サブインターフェイスでコマンドを入力することはできません。

ポートモードで EoMPLS を設定するには、グローバルコンフィギュレーションモードを開始して次のコマンドを入力します。

	コマンド	目的
ステップ 1	Router(config)# interface gigabitethernet slot/interface	ギガビットイーサネット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。 隣接する CE ルータのインターフェイスが、この PE ルータと同じ VLAN に存在していることを確認してください。
ステップ 2	Router(config-if)# xconnect peer-router-id vcid encapsulation mpls	接続回路を擬似配線 VC にバインドします。 このコマンドの構文は、他のすべてのレイヤ 2 トランスポートで同じです。

例 17-12 では、VC 123 をイーサネットポートモードに設定します。

例 17-12 ポートモードの EoMPLS

```
pseudowire-class ethernet-port
  encapsulation mpls

interface gigabitethernet1/0
  xconnect 10.0.0.1 123 pw-class ethernet-port
```



(注) インターフェイスタイプに応じて、**interface fastethernet** コマンドを使用することもできます。

VLAN モードおよびポート モードの EoMPLS の確認

VC が VLAN モードまたはポート モードに設定されていることを確認するには、**show mpls l2transport vc** コマンドを使用します。

例 17-13 は、EoMPLS が設定されている 2 つの VC を表示します。

- VC 2 には、イーサネット VLAN モードが設定されています。
- VC 8 には、イーサネット ポート モードが設定されています。

例 17-13 show mpls l2transport vc コマンドの出力

```
Router# show mpls l2transport vc

Local intf      Local circuit    Dest address     VC ID    Status
-----
Gi4/0.1         Eth VLAN 2      11.1.1.1        2        UP
Gi8/0/1         Ethernet        11.1.1.1        8        UP
```

show mpls l2transport vc detail コマンドを入力する場合も出力は同様になります(例 17-14 を参照)。

例 17-14 show mpls l2transport vc detail コマンドの出力

```
Router# show mpls l2transport vc detail

Local interface: Gi4/0.1 up, line protocol up, Eth VLAN 2 up
Destination address: 11.1.1.1, VC ID: 2, VC status: up

...

Local interface: Gi8/0/1 up, line protocol up, Ethernet up
Destination address: 11.1.1.1, VC ID: 8, VC status: up
```

AToM 用 IEEE 802.1Q Tunneling — QinQ

AToM 用の IEEE 802.1Q トンネリング機能については、次の項目で説明します。

- [AToM 用 IEEE 802.1Q Tunneling \(QinQ\) の要件 \(p.17-23\)](#)
- [AToM 用 IEEE 802.1Q Tunneling \(QinQ\) の制約事項 \(p.17-24\)](#)
- [イーサネット VLAN QinQ AToM \(p.17-24\)](#)
- [設定例 \(p.17-26\)](#)
- [QinQ AToM の確認 \(p.17-26\)](#)

AToM 用 IEEE 802.1Q Tunneling (QinQ) の要件

Cisco IOS ソフトウェア リリース 12.2(33)SB では、次の Cisco 10000 シリーズ エンジンおよびラインカードが QinQ (802.1Q-in-802.1Q の省略) のトンネリングおよびタグの書き換え機能をサポートしています。

- PRE-2、PRE-3、および PRE 4 エンジン
- 8 ポート ファスト イーサネット ラインカード (ESR-HH-8FE-TX)
- 2 ポート ハーフハイト ギガビット イーサネット ラインカード (ESR-HH-1GE)
- 1 ポート フルハイト ギガビット イーサネット ラインカード (ESR-1GE)
- SPA ラインカード

AToM 用 IEEE 802.1Q Tunneling (QinQ) の制約事項

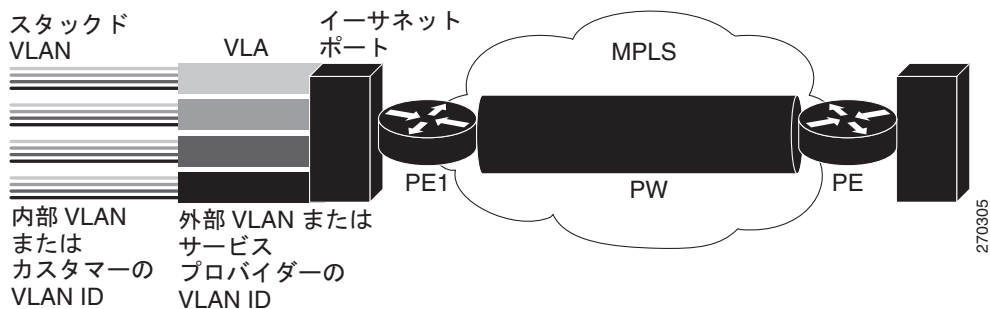
Cisco IOS Release 12.2(33)SB の QinQ トンネリングおよびタグ書き換え機能には、次の制約事項があります。

- Ethernet QinQ over AToM 機能では、最大 447 の外部 VLAN ID と最大 4095 の内部 VLAN ID がサポートされます。
- このリリースでは、Unambiguous VLAN のタグ イーサネット QinQ インターフェイスだけがサポートされます。すなわち、両方の VLAN タグのイーサネット VLAN QinQ 書き換え機能は、QinQ カプセル化および定義済みの明示的な VLAN ID のペアを含むイーサネットサブインターフェイス上でのみサポートされます。

イーサネット VLAN QinQ AToM

メトロ イーサネット配置では、CE ルータおよび PE ルータがイーサネット スイッチド アクセス ネットワークを介して接続され、PE ルータに着信するパケットには最大 2 つの IEEE 802.1Q VLAN タグ（カスタマーを識別する特定の内部 VLAN タグとカスタマーのサービス プロバイダーを表す別の外部 VLAN タグ）を含めることができます。特定のイーサネットパケットに複数の VLAN タグを付けし、VLAN ID のスタックを作成する技術は、QinQ（802.1Q-in-802.1Q の省略）と呼ばれます。図 17-2 に、異なるエッジデバイスが異なる VLAN スタック レベルで L2 スイッチングを行える例を示します。

図 17-2 イーサネット VLAN QinQ



外部 VLAN タグがサービス区切りの VLAN タグである場合、QinQ パケットは 1 つの VLAN タグを持つパケットと同様に処理されます（12.2(31) SB リリースではサポート済みで、以前はイーサネット VLAN Q-in-Q という名前であったが、変更された）。ただし、カスタマーが外部 VLAN タグと内部 VLAN タグの組み合わせを使用して、カスタマーのサービスを区切る必要がある場合、パケットの内部 VLAN ID と外部 VLAN ID の組み合わせに基づいて、エッジ デバイスが一意の擬似配線を選択できるようにする必要があります（図 17-3 を参照）。カスタマーが、トラフィック出力側の内部 VLAN ID と外部 VLAN ID の両方を書き換える可能性もあります。

図 17-3 イーサネット VLAN QinQ ヘッダー

		802.1Q		802.1Q			
宛先 MAC (6 バイト)	送信元 MAC (6 バイト)	タイプ/長= 802.1Q タグ タイプ (2 バイト)	タグ コント ロール 情報 (2 バイト)	タイプ/長= 802.1Q タグ タイプ (2 バイト)	タグ コント ロール 情報 (2 バイト)	タイプ/長 (2 バイト)	データ

270307

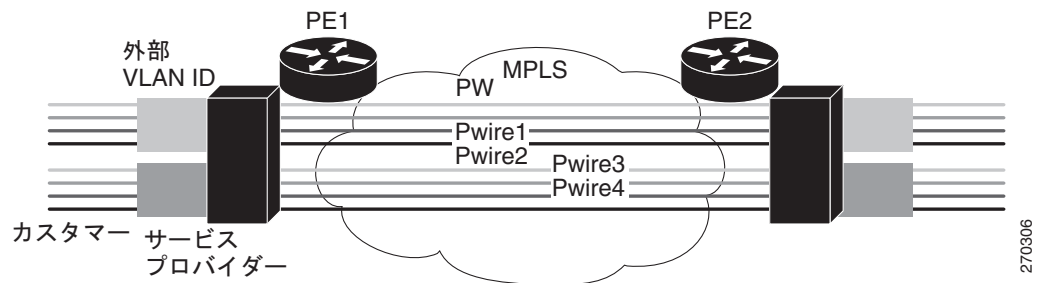
AToM 用 IEEE 802.1Q Tunneling (QinQ) についての詳細な説明は、次のとおりです。

- 内部 VLAN タグおよび外部 VLAN タグに基づく QinQ トンネリング (p.17-25)
- QinQ フレームの内部 VLAN タグと外部 VLAN タグの書き換え (p.17-25)

内部 VLAN タグおよび外部 VLAN タグに基づく QinQ トンネリング

着信 QinQ イーサネット トラフィックを処理する場合、Cisco 10000 シリーズ エッジ ルータでは、カスタマーが内部 VLAN ID と外部 VLAN ID の組み合わせに基づいて、一意の擬似配線エンドポイントを選択し、トラフィックをスイッチングすることができます。たとえば、図 17-4 に内部 (カスタマー エッジ) VLAN ID および外部 (サービス プロバイダー) の VLAN ID の組み合わせに応じて一意の擬似配線が選択される例を示します。このように、異なるカスタマーのトラフィックを分離しておくことができます。

図 17-4 QinQ 接続



QinQ フレームの内部 VLAN タグと外部 VLAN タグの書き換え

着信 AToM イーサネット QinQ トラフィックを管理する場合、Cisco 10000 エッジ ルータでは、次のことを実行します。

1. MPLS ラベルを取り除きます。
2. パケットを出力 QinQ インターフェイスに送信する前に、カスタマーが内部 VLAN ID と外部 VLAN ID の両方を書き換えできるようにします。この機能は、AToM の like-to-like イーサネット QinQ トラフィックに対してのみ提供されます。

この機能のサポートが、Cisco IOS Release 12.2(33) に追加されました。QinQ AToM 機能は、AToM 上での like-to-like インターワーキング ケースです。この機能は、マイクロコードに変更する必要があります。これにより、AToM 擬似配線で送信されるイーサネット QinQ トラフィックの VLAN タグの 2 つのレイヤを上書きできるようになります。

- 入力側 — パケットは 2 つの VLAN タグを持つ L2 ヘッダーを保持しながら、VC タイプ 4 の擬似配線で送信されます。
- 出力側 — MPLS ラベルが取り除かれ、設定ごとに最大 2 つのレベルの VLAN タグが書き換えられます。

このリリースでは、Unambiguous VLAN のタグ イーサネット QinQ インターフェイスだけがサポートされます。すなわち、両方の VLAN タグのイーサネット VLAN Q-in-Q 書き換え機能は、QinQ カプセル化および定義済みの明示的な VLAN ID のペアを含むイーサネット サブインターフェイス上でのみサポートされます。

設定例

例 17-15 に、GigE サブインターフェイス上に設定された unambiguous QinQ を示します。

例 17-15 Unambiguous QinQ

```
interface GigabitEthernet1/0/0.100
encapsulation dot1q 100 second-dot1q 200
xconnect 23.0.0.16 410 encapsulation mpls
```

例 17-16 に、GigE サブインターフェイス上に設定された ambiguous QinQ を示します。

例 17-16 Ambiguous QinQ

```
interface GigabitEthernet1/0/0.200
encapsulation dot1q 200 second-dot1q 1000-2000,3000,3500-4000
xconnect 23.0.0.16 420 encapsulation mpls
interface GigabitEthernet1/0/0.201
encapsulation dot1q 201 second-dot1q any
xconnect 23.0.0.16 430 encapsulation mpls
```



(注)

このリリースでは、Ambiguous 内部 VLAN ID はサポートされません。

QinQ AToM の確認

例 17-17 に、EoMPLS QinQ モードの VC 設定を確認するのに使用される `show mpls l2transport vc` コマンドのコマンド出力を示します。

例 17-17 show mpls l2transport vc コマンドの出力

Local intf	Local circuit	Dest address	VC ID	Status
Gil/0/0.1	Eth VLAN:100/200	100.1.1.2	1	UP

リモート イーサネット ポート シャットダウン

この Cisco IOS 機能により、EoMPLS 擬似配線のローカル エンドのサービス プロバイダー エッジ (PE) ルータがリモート リンク障害を検出し、ローカル カスタマー エッジ (CE) ルータのイーサネット ポートをシャットダウンできるようになります。ローカル CE ルータのイーサネット ポートがシャットダウンされるため、ルータは障害のあるリモート リンクにトラフィックを送信し続けることによりデータを損失することはありません。これは、リンクがスタティック IP ルートとして設定されている場合に有益です。

図 17-5 は、CE1 ルータと PE1 ルータ間にダウンしたレイヤ 2 トンネル リンク がある EoMPLS Wide Area Network (WAN; ワイド エリア ネットワーク) の状態を表しています。レイヤ 2 トンネルの遠端の CE2 ルータは引き続き、L2 トンネルを介して CE1 にトラフィックを転送しています。

図 17-5 EoMPLS WAN のリモート リンクの停止



Cisco IOS Release 12.2(33)SB より前のリリースでは、PE2 ルータは障害のあるリモート リンクを検出できませんでした。ルーティング プロトコルまたはスパンニング ツリー プロトコルによりダウンしたリモート リンクが検出されるまでは、CE2 から CE1 に転送されるトラフィックは消失します。リンクにスタティック ルーティングが設定されていると、L3 ルーティング プロトコルがリモート リンクの停止を検出しにくい場合があります。

AToM のリモート イーサネット ポート シャットダウン機能の場合、PE2 ルータがリモート リンク障害を検出し、ローカル CE2 イーサネット ポートをシャットダウンさせます。リモート L2 トンネル リンクが元に戻ると、ローカル インターフェイスも自動的に元に戻ります。このため、データ損失の可能性は低減します。

図 17-5 を参照にする場合、リモート イーサネット シャットダウンのシーケンスは次のようになります。

1. CE1 および PE1 間のリモート リンクに障害がある。
2. リモート イーサネット ポート シャットダウンがイネーブルな PE2 がリモート リンク障害を検出し、CE2 に接続されたラインカード インターフェイス上の伝送レーザーをディセーブルにする。
3. CE2 が インターフェイスをダウンさせる原因となる RX_LOS エラー アラームを受信する。
4. PE2 は、CE2 を含む自身のインターフェイスをアップ ステートで維持する。
5. リモート リンクおよび EoMPLS 接続が元に戻ると、PE2 ルータは伝送レーザーをイネーブルにする。
6. CE2 ルータはダウンしているインターフェイスをアップにする。

リモート イーサネット ポート シャットダウンの設定に関する制約事項

リモート イーサネット ポート シャットダウン機能に適用される制約事項は、次のとおりです。

- Cisco IOS Release 12.2(33)SB の場合、この機能は、ポート モードの EoMPLS に対して Cisco 10000 シリーズ イーサネット ラインカード間でのみ実装されます。
- リモート PE ルータが以前のバージョンのイメージを実行している場合、または EoMPLS リモート イーサネット ポート シャットダウン機能をサポートしていない別のプラットフォーム上にある場合、およびローカル PE がこの機能をサポートするイメージを実行している場合、この機能は対称的ではなくなります。

リモート イーサネット ポート シャットダウンの設定

デフォルトでは、Cisco 10000 シリーズ ルータ上にサポートされているイメージがロードされている場合、AToM のリモート イーサネット ポート シャットダウン機能は自動的にイネーブルになります。ただし、リモート イーサネット ポート シャットダウン機能をイネーブルにするには、**remote**

link failure notification コマンドを入力します (例 17-18 を参照)。

この機能をディセーブルにするには、**no remote link failure notification** コマンドを入力します (例 17-19 を参照)。

例 17-18 Xconnect 設定におけるリモート イーサネット ポート シャットダウンのイネーブル化

```
pseudowire-class eompls
  encapsulation mpls
!
interface GigabitEthernet1/0/0
  xconnect 1.1.1.1 1 pw-class eompls
  remote link failure notification
!
```

例 17-19 Xconnect 設定におけるリモート イーサネット ポート シャットダウンのディセーブル化

```
pseudowire-class eompls
  encapsulation mpls
!
interface GigabitEthernet1/0/0
  xconnect 1.1.1.1 1 pw-class eompls
  no remote link failure notification
!
```

インターフェイスにより、すべてのリモート L2 トンネルの動作ステータスを確認するには、**show interface** コマンドおよび **show ip interface brief** コマンドを入力します (例 17-20 を参照)。

例 17-20 インターフェイスによるすべてのリモート L2 トンネルの動作ステータス

```
router# show interface GigabitEthernet1/0/0
GigabitEthernet1/0/0 is L2 Tunnel remote down, line protocol is up
  Hardware is Half-height Gigabit Ethernet MAC Controller, address is 0009.b68f.9b18
  (bia 0009.b68f.9b18)
  MTU 1500 bytes, BW 1000000 Kbit, DLY 10 usec,
  .....
  .....

router# sh ip interface brief
Interface          IP-Address      OK? Method Status          Protocol
FastEthernet0/0/0  24.3.8.1        YES NVRAM   up              up
GigabitEthernet1/0/0  unassigned     YES NVRAM   L2 Tunnel remote down up
GigabitEthernet2/0/0  30.1.1.1        YES manual up              up
```

ポートのトランシーバ ステータスを確認するには、**show controller** コマンドおよび **show controller interface** コマンドを入力します (例 17-21 を参照)。

例 17-21 ポートのトランシーバ ステータス

```
router# show controller GigabitEthernet1/0/0
Interface GigabitEthernet1/0/0(idb 0x4FB5CA7C)
Hardware is Half-height Gigabit Ethernet MAC Controller, network connection mode is
auto
  network link is L2 Tunnel remote down
  loopback type is none
  .....
```

VLAN ID の書き換えによる EoMPLS の設定

VLAN ID の書き換え機能を使用すると、異なる VLAN ID を持つ VLAN インターフェイスをトンネルの両端で使用できます。Cisco 10000 シリーズ ルータは、ディスポジション PE ルータ上で自動的に VLAN ID の書き換えを実行します。設定を行う必要はありません。

FRoMPLS の設定

FRoMPLS は、MPLS パケット内でフレームリレー PDU をカプセル化し、MPLS ネットワークを通して転送します。フレームリレーでは、DLCI 間接続またはポート間接続を設定できます。

- DLCI 間接続を使用する場合、PE ルータはヘッダーを削除し、ラベルを追加し、ヘッダーから PDU に制御ワード要素をコピーして、パケットを処理します。
- ポート間接続を使用する場合、HDLC モードを使用して、フレームリレー カプセル化パケットを送信します。HDLC モードでは、HDLC パケット全体が送信されます。HDLC フラグおよび FCS ビットのみが削除されます。FECN、BECN、および DE ビットを含むパケットのコンテンツは使用されることも、変更されることもありません。



(注) フレームリレー トラフィック シェーピングは、AToM スイッチド VC ではサポートされていません。

次の方法で、FRoMPLS を設定できます。

- [DLCI 間接続による FRoMPLS の設定 \(p.17-29\)](#)
- [ポート間接続による FRoMPLS の設定 \(p.17-30\)](#)
- [フレームリレー パケットを送信するための他の PE 装置のイネーブル化 \(p.17-31\)](#)

DLCI 間接続による FRoMPLS の設定

DLCI 間接続で FRoMPLS を設定するには、グローバル コンフィギュレーション モードを開始して、次のコマンドを入力します。

	コマンド	目的
ステップ 1	Router(config)# frame-relay switching	フレームリレー装置で PVC スイッチングをイネーブルにします。
ステップ 2	Router(config)# interface serial slot/port	シリアル 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	Router(config-if)# encapsulation frame-relay [cisco ietf]	インターフェイスに対してフレームリレー カプセル化を指定します。 さまざまなカプセル化タイプを指定できます。あるインターフェイスをシスコのカプセル化方式に設定し、もう一方のインターフェイスを IETF のカプセル化方式に設定することもできます。
ステップ 4	Router(config-if)# frame-relay intf-type dce	インターフェイスが DCE スイッチであることを指定します。Network-to-Network Interface (NNI; ネットワーク間インターフェイス) および Data Terminal Equipment (DTE; データ端末装置) 接続をサポートするようにインターフェイスを指定することもできます。

	コマンド	目的
ステップ 5	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。
ステップ 6	Router(config)# connect connection-name interface dlci l2transport	フレームリレー PVC 間の接続を定義し、 connect サブモードを開始します。 l2transport キーワードを使用して、PVC がローカルでスイッチングされる PVC ではなく、バックボーン ネットワーク上でトンネリングされることを指定します。 <i>connection-name</i> 引数は、ユーザ側で指定する文字列です。 <i>interface</i> 引数は、PVC 接続を定義するインターフェイスです。 <i>dlci</i> 引数は、接続する PVC の DLCI 番号です。
ステップ 7	Router(config-fr-pw-switching)# xconnect peer-router-id vcid encapsulation mpls	レイヤ 2 パケットを送信する VC を作成します。 接続タイプが DLCI 間の場合、FRoMPLS では connect サブモードで xconnect コマンドを使用します。

例 17-22 では、DLCI 間接続による FRoMPLS をイネーブルにする方法を示します。

例 17-22 DLCI 間接続による FRoMPLS

```

frame-relay switching
interface Serial3/1
encapsulation frame-relay ietf
frame-relay intf-type dce
exit
connect fr1 Serial 5/0 1000 l2transport
xconnect 10.0.0.1 123 encapsulation mpls

```

ポート間接続による FRoMPLS の設定

PE ルータ間にポート間接続を設定する場合、HDLC モードを使用して、フレームリレー カプセル化パケットを送信します。このタスクを実行してフレームリレーのポート間接続を設定します。

ポート間接続で FRoMPLS を設定するには、グローバル コンフィギュレーション モードを開始して次のコマンドを入力します。

	コマンド	目的
ステップ 1	Router(config)# interface serial slot/port	シリアル 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 2	Router(config-if)# encapsulation hdlc	フレームリレー PDU を HDLC パケットにカプセル化することを指定します。
ステップ 3	Router(config-if)# xconnect peer-router-id vcid encapsulation mpls	レイヤ 2 パケットを送信する VC を作成します。

例 17-23 では、ポート間接続による FRoMPLS をイネーブルにする方法を示します。

例 17-23 ポート間接続による FRoMPLS

```
interface serial5/0
encapsulation hdlc
xconnect 10.0.0.1 123 encapsulation mpls
```

フレームリレー パケットを送信するための他の PE 装置のイネーブル化

インターフェイスは DTE 装置または Data Circuit-Terminating Equipment (DCE; データ回線終端装置) スイッチとして設定することも、NNI でスイッチに接続されるスイッチとして設定することもできます。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使用します。

frame-relay intf-type [dce | dte | nni]

次の表で、キーワードについて説明します。

キーワード	説明
dce	ルータまたはアクセス サーバがルータに接続されたスイッチとして動作できるようにします。
dte	ルータまたはアクセス サーバが DTE 装置として動作できるようにします。DTE がデフォルトです。
nni	ルータまたはアクセス サーバがスイッチに接続されたスイッチとして動作できるようにします。

LMI および FRoMPLS

Local Management Interface (LMI; ローカル管理インターフェイス) は、PVC のステータス情報を伝えるプロトコルです。PVC が追加、削除、または変更されると、LMI がエンドポイントにステータスの変化を通知します。LMI はさらに、リンクがアップの状態かどうかを確認するポーリングのメカニズムも提供します。

LMI プロセス

PVC のステータスを判別するために、LMI は報告する側の装置からフレームリレー エンドユーザ装置への PVC が使用できるかどうかを調べます。PVC が使用できる場合、LMI はステータスが [Active] であることを報告します。これは、報告側の装置とフレームリレー エンドユーザ装置間ですべてのインターフェイス、回線プロトコル、およびコア セグメントが動作可能だということを意味します。これらのコンポーネントのいずれかが使用できない場合は、[Inactive] というステータスが報告されます。



(注) LMI ステータスを報告できるインターフェイス タイプは、DCE および NNI だけです。

図 17-6 のトポロジ例に LMI の機能を示します。

図 17-6 LMI のトポロジ例

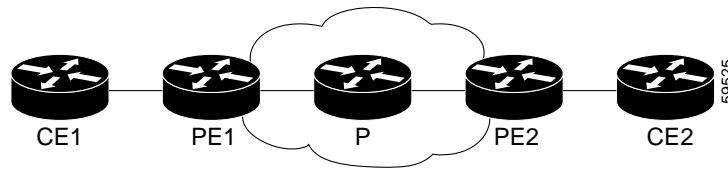


図 17-6 では、次の点に注目してください。

- CE1 および PE1、PE2 および CE2 は、フレームリレー LMI ピアです。
- CE1 および CE2 は、フレームリレー スイッチにすることも、エンドユーザ装置にすることもできます。
- 各フレームリレー PVC は複数のセグメントからなります。
- DLCI 値は各セグメントに対してローカルであり、セグメントからセグメントにトラフィックがスイッチングされたときに変更されます。図 17-6 には、2 つのフレームリレー PVC セグメントがあります。PE1 と CE1 間に 1 つ、PE2 と CE2 間に 1 つです。

LMI プロトコル動作は、DLCI 間接続かポート間接続かにより異なります。

DLCI 間接続

DLCI 間接続が設定されている場合、LMI は PE 装置と CE 装置間のフレームリレー ポート上でローカルに動作します。

- CE1 の PVC が使用できる場合は、CE1 から PE1 にアクティブのステータスが送信されます。CE1 がスイッチの場合、LMI は CE1 から CE1 に接続されたユーザ装置への PVC が使用できるかどうかを調べます。
- PE1 が CE1 にアクティブ ステータスを送信するのは、次の条件が満たされている場合です。
 - PE1 の PVC が使用可能である。
 - PE1 がリモート PE ルータから MPLS ラベルを受信した。
 - PE1 とリモート PE 間に MPLS トンネル ラベルがある。

DTE/DCE の設定では、LMI の動作は次のようになります。

ネットワーク (DTE) にアクセスするフレームリレー装置は、PVC ステータスを報告しません。ネットワーク装置 (DCE) または NNI だけがステータスを報告できます。したがって、DTE 側に問題があっても、DCE はその問題を認識しません。

ポート間接続

ポート間接続が設定されている場合、PE ルータは LMI ステータス チェック プロシージャに加わりません。LMI は CE ルータ間でのみ動作します。CE ルータが DCE-DTE または NNI-NNI として設定されている必要があります。

設定手順を含め、LMI の詳細については、『*Configuring Frame Relay*』の「Configuring the LMI」を参照してください。

フレームリレー相互間ローカル スイッチングの設定

フレームリレー スイッチングとは、Data Link Connection Identifier (DLCI) に基づいてパケットをスイッチングする方法です。これは、MAC アドレスに相当するフレームリレーと考えることができます。スイッチングを実行するには、ルータまたはアクセス サーバをフレームリレー ネットワークとして設定します。フレームリレー ネットワークは、フレームリレー DTE (ルータまたはアクセス サーバ) およびフレームリレー Data Communications Equipment (DCE; データ通信装置) スイッチの 2 つの部分で構成されます。

ローカル スイッチングを使用すると、たとえば ATM 相互間またはフレームリレー相互間など、タイプが同じ 2 つのインターフェイス間でレイヤ 2 データをスイッチングできます。

フレームリレー相互間ローカル スイッチングに関する参考資料については、『*Distributed Frame Relay Switching*』 フィーチャ ガイドを参照してください。

同一ポート上の仮想回線間をスイッチングできます ([「フレームリレーの同一ポート スイッチングの設定」](#) [p.17-34] を参照)。

Cisco 10000 シリーズ ルータでは、次のチャネライズド ラインカードがサポートされています。

- 1 ポート チャネライズド OC-12/STM-4
- 4 ポート チャネライズド OC-3/STM-1
- 6 ポート チャネライズド T3
- 24 ポート チャネライズド E1/T1

Cisco 10000 シリーズ ルータでは、次の Packet over SONET (PoS) ラインカードがサポートされています。

- 1 ポート OC-12 POS
- 1 ポート OC-48/STM-16 POS
- 6 ポート OC-3/STM-1 POS

次のトピックで、フレームリレー相互間ローカル スイッチング機能について説明します。

- [ローカル スイッチングのフレームリレーの設定 \(p.17-33\)](#)
- [フレームリレーの同一ポート スイッチングの設定 \(p.17-34\)](#)
- [フレームリレーのレイヤ 2 ローカル スイッチングの確認 \(p.17-35\)](#)
- [QoS 機能の設定 \(p.17-36\)](#)

ローカル スイッチングのフレームリレーの設定

ローカル スイッチングのフレームリレーを設定するには、グローバル コンフィギュレーション モードを開始して次のコマンドを入力します。

	コマンド	目的
ステップ 1	Router(config)# frame-relay switching	フレームリレー DCE 装置または NNI の PVC スイッチングをイネーブルにします。
ステップ 2	Router(config)# interface type number	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 3	Router(config-if)# encapsulation frame-relay [<i>cisco</i> <i>ietf</i>]	フレームリレー カプセル化をイネーブルにします。 <ul style="list-style-type: none"> • cisco — シスコ独自のカプセル化 (デフォルト) • ietf — IETF 規格 (RFC 1490)。フレームリレー ネットワークで別のベンダーの機器に接続する場合に、このキーワードを使用します。
ステップ 4	Router(config-if)# frame-relay interface-dlci <i>dlci</i> <i>switched</i>	(任意) スイッチド PVC を作成し、フレームリレー DLCI 設定モードを開始します。 各 スイッチド PVC に対して、ステップ 1 ~ 4 を繰り返します。 このステップでフレームリレー PVC を作成しない場合、ステップ 6 の connect コマンドで自動的に作成されます。
ステップ 5	Router(config-fr-dlci)# exit	フレームリレー DLCI コンフィギュレーション モードを終了し、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	Router(config)# connect <i>connection-name</i> <i>interface dlci interface dlci</i>	フレームリレー PVC 間の接続を定義します。

例 17-24 では、ローカル スイッチングのフレームリレー相互間の設定を行います。

例 17-24 ローカル スイッチングのフレームリレー相互間の設定

```
frame-relay switching
interface serial 1/0/0.1/1:0
encapsulation frame-relay
frame-relay interface-dlci 100 switched
exit
connect connection1 serial1/0/0.1/1:0 100 serial2/0/0.1/2:0 101
```

フレームリレーの同一ポート スイッチングの設定

単一インターフェイスにローカル フレームリレーの同一ポート スイッチングを設定するには、グローバル コンフィギュレーション モードを開始して次の手順を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	Router(config)# frame-relay switching	フレームリレー DCE 装置または NNI 上の PVC スイッチングをイネーブルにします。
ステップ 2	Router(config)# interface <i>type number</i>	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	Router(config-if)# encapsulation frame-relay [<i>cisco</i> <i>ietf</i>]	フレームリレー カプセル化をイネーブルにします。 <ul style="list-style-type: none"> • cisco — シスコ独自のカプセル化 (デフォルト) • ietf — IETF 規格 (RFC 1490)。フレームリレー ネットワークで別のベンダーの機器に接続する場合に、このキーワードを使用します。

	コマンド	目的
ステップ 4	Router(config-if)# frame-relay intf-type {dce dte nni}	(任意) 接続の特定タイプのサポートをイネーブルにします。 <ul style="list-style-type: none"> • dce — DCE • dte — DTE • nni — NNI
ステップ 5	Router(config-if)# frame-relay interface-dlci dlci switched	(任意) スイッチド PVC を作成し、フレームリレー DLCI 設定モードを開始します。 各 スイッチド PVC に対して、ステップ 1～5 を繰り返します。 このステップでフレームリレー PVC を作成しない場合、ステップ 8 の connect コマンドで自動的に作成されます。
ステップ 6	Router(config-fr-dlci)# exit	フレームリレー DLCI 設定モードを終了し、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 7	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、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	Router(config)# connect connection-name interface dlci interface dlci	2 つのデータ リンク間の接続を定義します。

例 17-25 では、フレームリレーの同一ポート スイッチングを設定します。

例 17-25 フレームリレーの同一ポート スイッチングの設定

```
frame-relay switching
interface serial 1/0/0.1/1:0
encapsulation frame-relay
frame-relay intf-type nni
frame-relay interface-dlci 100 switched
exit
exit
connect connection1 serial1/0 100 serial1/0 200
```

フレームリレーのレイヤ 2 ローカル スイッチングの確認

レイヤ 2 ローカル スイッチング機能の設定を確認するには、特権 EXEC モードで **show connection frame-relay-to-frame-relay** コマンドと **show frame-relay pvc** コマンドを使用します。

例 17-26 に、**show connection frame-relay-to-frame-relay** コマンドの出力を示します。この出力は、フレームリレー インターフェイスとフレームリレー ローカル スイッチング インターフェイス間のローカル接続を表示します。

例 17-26 show connection frame-relay-to-frame-relay コマンド出力

```
Router# show connection frame-relay-to-frame-relay
ID Name                Segment 1                Segment 2                State
=====
1   fr2fr                Se3/0/0.1/1:0 100          Se3/0/0.1/2:0 200    UP
```

例 17-27 に、`show frame-relay pvc` コマンドの出力を示します。この出力は、スイッチドフレームリレー PVC を表示します。

例 17-27 show frame-relay pvc コマンド出力

```
Router# show frame-relay pvc 16
PVC Statistics for interface POS5/0 (Frame Relay NNI)
DLCI = 16, DLCI USAGE = SWITCHED, PVC STATUS = UP, INTERFACE = POS5/0
LOCAL PVC STATUS = UP, NNI PVC STATUS = ACTIVE
input pkts 0 output pkts 0 in bytes 0
out bytes 0 dropped pkts 100 in FECN pkts 0
in BECN pkts 0 out FECN pkts 0 out BECN pkts 0
in DE pkts 0 out DE pkts 0
out bcast pkts 0 out bcast bytes 0
switched pkts 0
Detailed packet drop counters:
no out intf 0 out intf down 100 no out PVC 0
in PVC down 0 out PVC down 0 pkt too big 0
pvc create time 00:25:32, last time pvc status changed 00:06:31
```

QoS 機能の設定

Cisco 10000 シリーズ ルータに QoS 機能を設定する方法の詳細については、『*Cisco 10000 Series Router Quality of Service Configuration Guide*』を参照してください。

表 17-4 および表 17-5 は、フレームリレー DLCI インターフェイスに関連する Modular QoS CLI (MQC; モジュラ QoS CLI) コマンドのサポート レベルをまとめたものです。

表に表示されている値は、次のとおりです。

- 無効 — このポリシー マップ アクションを実行できません。
- 有効 — このポリシー マップ アクションを実行できます。
- N/A (適用外) — このポリシー マップ アクションを適用できますが、パケットには影響しません。

表 17-4 フレームリレー DLCI 入力ポリシー マップ アクション

ポリシー マップ アクション	フレームリレー DLCI インターフェイス
帯域幅	なし
queue-limit	なし
priority	なし
shape	なし
random-detect	なし
set ip prec/dscp	N/A
set qos-group	あり
set discard class	あり
set atm-clp	N/A
set fr-de	なし
set cos	なし
police	あり
set mpls-exp topmost	N/A
set mpls-exp imposition	N/A

表 17-5 フレームリレー出力（ディスポジション ルータ）ポリシー マップ アクション

ポリシー マップ アクション	フレームリレー DLCI インターフェイス
帯域幅	あり
queue-limit	あり
priority	あり
shape	あり
random-detect	有効（廃棄クラスのみ）
set ip prec/dscp	N/A
set qos-group	N/A
set discard class	あり
set atm-clp	なし
set fr-de	サポートされていません
set cos	なし
police	あり
set mpls-exp topmost	N/A

HDLCοMPLS と PPPοMPLS の設定

HDLCοMPLS では、HDLC パケット全体が送信されます。入力 PE ルータでは、HDLC フラグと FCS ビットだけが削除されます。パケットのコンテンツは、使用されることも、変更されることもありません。

PPPοMPLS の場合、入力 PE ルータでは、フラグ、アドレス、制御フィールド、および FCS が削除されます。

HDLCοMPLS については、次の項目で説明します。

- [HDLCοMPLS の制約事項 \(p.17-37\)](#)
- [PPPοMPLS の制約事項 \(p.17-37\)](#)
- [HDLCοMPLS または PPPοMPLS の設定 \(p.17-38\)](#)

HDLCοMPLS の制約事項

HDLCοMPLS 機能に適用される制約事項は、次のとおりです。

- 非同期インターフェイス：非同期インターフェイスはサポートされていません。
- インターフェイス設定：HDLCοMPLS を、ルータ インターフェイスにのみ設定する必要があります。HDLCοMPLS をサブインターフェイスには設定できません。

PPPοMPLS の制約事項

PPPοMPLS 機能に適用される制約事項は、次のとおりです。

- 非同期インターフェイス：サポートされていません。バックボーンの両端の CE ルータと PE ルータ間の接続では、リンク レイヤの特性が同様である必要があります。CE ルータと PE ルータ間の接続は、両方で同期化される必要があります。
- Multilink PPP (MLP; マルチリンク PPP) はサポートされていません。
- インターフェイス設定：PPP を、ルータ インターフェイスにのみ設定する必要があります。PPP を、サブインターフェイスには設定できません。

HDLCoMPLS または PPPoMPLS の設定

HDLCoMPLS または PPPoMPLS を設定するには、グローバル コンフィギュレーション モードを開始して次のコマンドを入力します。

	コマンド	目的
ステップ 1	Router(config)# interface serial slot/port	シリアル 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。 HDLCoMPLS および PPPoMPLS を、ルータ インターフェイスにのみ設定する必要があります。HDLCoMPLS をサブインターフェイスには設定できません。
ステップ 2	Router(config-if)# encapsulation encapsulation-type	HDLC または PPP カプセル化を指定し、connect サブモードを開始します。 <i>encapsulation-type</i> には、HDLC または PPP を指定できます。
ステップ 3	Router(config-fr-pw-switching)# xconnect peer-router-id vcid encapsulation mpls	レイヤ 2 パケットを送信する VC を作成します。

コア ネットワークを通るパケット サイズの見積もり

次の計算式は、コア ネットワークを通るパケット サイズを判別するのに役立ちます。P ルータおよび PE ルータのコアに面したインターフェイス上の最大伝送ユニットがこのサイズパケットに対応するように設定します。

次の方程式では、MTU の値が全項目の合計バイト数以上である必要があります。

$$\text{Core MTU} \geq (\text{Edge MTU} + \text{Transport header} + \text{AToM header} + (\text{MPLS label stack size} * \text{MPLS label size}))$$

次のセクションでは、方程式で使用される変数について説明します。

エッジ MTU

エッジ MTU は、お客様に面したインターフェイスの MTU です。

トランスポート ヘッダー

トランスポート ヘッダーは、トランスポート タイプに応じて異なります。表 17-6 に、ヘッダーの具体的なサイズを示します。

表 17-6 パケットのヘッダー サイズ

トランスポート タイプ	ヘッダー サイズ (バイト)
ATM AAL5 SDU support over MPLS	12
VLAN モードの EoMPLS	18
ポート モードの EoMPLS	14
DLCI 間接続による FRoMPLS	4
HDLCoMPLS	4
PPPoMPLS	4

AToM ヘッダー

AToM ヘッダーは、4 バイト (制御ワード) です。Cisco 10000 シリーズ ルータは、デフォルトによって、サポートされているすべてのトランスポート タイプに対して制御ワードを追加します。

MPLS ラベル スタック

MPLS ラベル スタック サイズは、コア MPLS ネットワークの設定に応じて異なります。

- AToM は、1 つの MPLS ラベルを使用して AToM VC (VC ラベル) を特定します。そのため、直接接続されている AToM PE ルータ (間に P ルータが設置されていない PE ルータ) の場合、最小 MPLS ラベル スタックは 1 になります。
- LDP が MPLS ネットワークで使用されている場合、ラベル スタック サイズは 2 になります (LDP ラベルと VC ラベル)。
- LDP ではなく、TE トンネルが MPLS ネットワークの PE ルータ間で使用されている場合、ラベル スタック サイズは 2 になります (TE ラベルと VC ラベル)。
- TE トンネルと LDP が MPLS ネットワークで使用されている場合 (たとえば、P ルータ間、または P ルータと PE ルータ間の、LDP を使用した TE トンネル)、ラベル スタックは 3 になります (TE ラベル、LDP ラベル、VC ラベル)。
- MPLS ネットワークで MPLS Fast Reroute (FRR) を使用する場合、スタックにラベルを追加します。この場合の最大 MPLS ラベル スタックは 4 になります (FRR ラベル、TE ラベル、LDP ラベル、VC ラベル)。
- AToM が MPLS-VPN Carrier Supporting Carrier 環境のカスタマー キャリアで使用されている場合、スタックにラベルを追加します。プロバイダー キャリア ネットワークの最大 MPLS ラベル スタックは 5 になります (FRR ラベル、TE ラベル、LDP ラベル、VPN ラベル、VC ラベル)。
- AToM トンネルが IPv4 BGP (RFC 3107) を使用して MPLS ラベルを交換する別のサービス プロバイダーをまたぐ場合、スタックにラベルを追加します。最大 MPLS ラベル スタックは 5 になります (FRR ラベル、TE ラベル、BGP ラベル、LDP ラベル、VC ラベル)。

その他の環境でも、MPLS ラベル スタック サイズが増加する可能性があります。そのため、AToM のトンネル エンドポイント間の完全なデータ パスを分析し、使用しているネットワークの最大 MPLS ラベル スタック サイズを判別します。その後、ラベル スタック サイズに MPLS ラベルのサイズをかけます。

パケット サイズの見積もり — 例

例 17-28 に、パケット サイズを見積もる例を示します。この例は、次の条件を前提とします。

- エッジ MTU が 1500 バイトである。
- トランスポート タイプはイーサネット VLAN で、トランスポート ヘッダーに対して 18 バイトを指定する。
- 制御ワードが常に使用されるため、AToM ヘッダーは 4 バイトである。
- LDP が使用されているため、MPLS ラベル スタック サイズは 2 である。MPLS ラベル サイズは 4 バイトである。

例 17-28 パケットの MTU の見積もり

```
Core MTU >= (Edge MTU + Transport header + AToM header + (MPLS label stack size* MPLS
label size))
1500      + 18                + 0      + (2          * 4          ) = 1526
```

コア内の P ルータと PE ルータが 1526 バイトのパケットを受け入れるように設定する必要があります。P ルータと PE ルータの MTU サイズの設定については、次のセクションを参照してください。

P ルータと PE ルータの MTU サイズの変更

P ルータと PE ルータの MTU サイズを判別したら、ルータ上で `mtu` コマンドを入力して、MTU サイズを設定できます。次の例は、1526 バイトの MTU サイズを指定します。

```
Router(config-if)# mtu 1526
```

AToM での EXP ビットの設定

MPLS AToM では、ラベルの 3 つの Experimental (EXP) ビットを使用して、パケットのキューを判別します。デフォルトでは、EXP ビットは 0 (ゼロ) に設定されています。表 17-7 は、デフォルト値を無効にする場合に使用できるコマンドをまとめています。

表 17-7 EXP ビットの変更が可能なコマンド

トランスポート タイプ	サポート対象のコマンド
ATM AAL5 SDU support over MPLS	set mpls experimental
EoMPLS : ポートモード	match any
FRoMPLS : DLCI 間接続 ポート間接続	
HDLC CoMPLS	
PPPoMPLS	
EoMPLS : VLAN モード	set mpls experimental match cos

VC ラベルと LSP トンネル ラベルの両方に EXP ビットを設定します。最後から 2 つめのルータで LSP トンネル ラベルが削除される可能性があるため、VC ラベルに EXP ビットを設定します。

EXP ビットを設定するには、グローバル コンフィギュレーション モードを開始して次のコマンドを入力します。

	コマンド	目的
ステップ 1	Router(config)# class-map class-name	ユーザ定義のトラフィック クラス名を指定して、クラス マップ設定モードを開始します。
ステップ 2	VLAN モードの EoMPLS を除く、すべてのトランスポート タイプの場合 Router(config-cmap)# match any VLAN モードの EoMPLS のみの場合 Router(config-cmap)# match cos cos-value	すべてのパケットが一致していることを指定します。 cos-value は、0 ~ 7 です。最大 4 つの CoS 値を 1 つの match cos ステートメントに指定できます。
ステップ 3	Router(config-cmap)# policy-map policy-name	設定するトラフィック ポリシー名を指定して、ポリシー マップ設定モードを開始します。
ステップ 4	Router(config-pmap)# class class-name	class-map コマンドで設定した、トラフィックをトラフィック ポリシーに分類するための、定義済みトラフィック クラス名を指定します。ポリシー マップ設定モードを開始します。
ステップ 5	Router(config-pmap-c)# set mpls experimental value	指定されたポリシー マップとパケットが一致する場合に、MPLS ビットに設定する値を指定します。
ステップ 6	Router(config-pmap-c)# exit	ポリシー マップ設定モードを終了します。
ステップ 7	Router(config-pmap)# exit	ポリシー マップモードを終了します。

	コマンド	目的
ステップ 8	Router(config)# interface slot/port	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 9	Router(config-if)# service-policy input policy-name	インターフェイスにトラフィック ポリシーを結合します。

インターフェイスに割り当てられたトラフィック ポリシーの表示

インターフェイスに結合されたトラフィック ポリシーを表示するには、**show policy-map interface** コマンドを使用します。

例 17-29 は、デフォルトのクラスを使用する **match any** コマンドとともに **set mpls experimental** コマンドを使用します。これは、特定の AToM VC にトンネリングされるすべてのパケットが同じ MPLS EXP ビット値を伝送することを意味します。

例 17-29 match any コマンドによる EXP ビットの設定

```
class-map match-any default-class
  match any
policy-map atm-default-policy
  class default-class
    set mpls experimental 3
!
!
interface atm4/0
service-policy input atm-default-policy
```

例 17-30 は、**match cos** コマンドとともに **set mpls experimental** コマンドを使用します。これにより、特定の AToM VC にトンネリングされるパケットが、異なる MPLS EXP ビット値を伝送できるようになります。**match cos** コマンドは、イーサネット VLAN サブインターフェイスにのみ設定できます。

例 17-30 match cos コマンドによる EXP ビットの設定

```
class-map match-any match_cos_low
  match cos 0 1 2 3
class-map match-any match_cos_high
  match cos 4 5 6 7
policy-map ether-clp-policy
  class match_cos_low
    set mpls experimental 1
  class match_cos_high
    set mpls experimental 5
!
!
interface Gi0/0.1
service-policy input ether-clp-policy
```

QoS 機能の設定

Cisco 10000 シリーズ ルータに QoS 機能を設定する方法の詳細については、『*Cisco 10000 Series Router Quality of Service Configuration Guide*』を参照してください。

表 17-8 および表 17-9 では、各種インターフェイス上でサポートされるポリシー マップ アクションについて説明します。表に表示されている値は、次のとおりです。

- 無効 — このポリシー マップ アクションまたは一致基準を実行できません。
- 有効 — このポリシー マップ アクションまたは一致基準を実行できます。

- N/A (適用外) — このポリシー マップ アクションまたは一致基準を適用できますが、パケットには影響しません。

表 17-8 入力 (インポジション ルータ) ポリシー マップ アクション

ポリシー マップ アクション	Interface			
	ATM	イーサネット	フレームリレー	HDLC と PPP
帯域幅	なし	なし	なし	なし
queue-limit	なし	なし	なし	なし
priority	なし	なし	なし	なし
shape	なし	なし	なし	なし
random-detect	なし	なし	なし	なし
set ip prec/dscp	N/A	N/A	N/A	N/A
set qos-group	あり	あり	あり	あり
set discard class	あり	あり	あり	あり
set atm-clp	N/A	N/A	N/A	N/A
set fr-de	N/A	N/A	N/A	N/A
set cos	N/A	N/A	N/A	N/A
police	あり	あり	あり	あり
set mpls-exp topmost	N/A	N/A	N/A	N/A
set mpls-exp imposition	あり	あり	あり	あり

表 17-9 出力 (ディスポジション ルータ) ポリシー マップ アクション

ポリシー マップ アクション	Interface			
	ATM	イーサネット	フレームリレー	HDLC と PPP
帯域幅	あり	あり	あり	あり
queue-limit	あり	あり	あり	あり
priority	あり	あり	あり	あり
shape	あり	あり	あり	あり
random-detect	有効 (廃棄クラスののみ)	有効 (廃棄クラスののみ)	有効 (廃棄クラスののみ)	有効 (廃棄クラスののみ)
set ip prec/dscp	なし	なし	なし	なし
set qos-group	N/A	N/A	N/A	N/A
set discard class	なし	なし	なし	なし
set atm-clp	あり	なし	なし	なし
set fr-de	なし	なし	なし	なし
set cos	なし	あり	なし	なし
police	あり	あり	あり	あり
set mpls-exp topmost	なし	なし	なし	なし
set mpls-exp imposition	N/A	N/A	N/A	N/A

表 17-10 および表 17-11 で、各種インターフェイス上でのクラス マップ一致基準のサポートについて説明します。表 17-10 では、入力トラフィックの、表 17-11 では出力トラフィックの一致基準のサポートについて説明します。

表 17-10 入力（インポジションルータ）クラス マップ一致基準

一致基準	Interface			
	ATM	イーサネット	フレームリレー	HDLC と PPP
DSCP	なし	なし	なし	なし
IP precedence	なし	なし	なし	なし
MPLS EXP	なし	なし	なし	なし
IEEE 802.1P ビット	なし	あり	なし	なし
アクセスリスト	なし	なし	なし	なし
QoS グループ	N/A	N/A	N/A	N/A
廃棄クラス	N/A	N/A	N/A	N/A
入力インターフェイス	あり	あり	あり	あり
プロトコル	なし	なし	なし	なし
RTP	なし	なし	なし	なし
atm-clp	なし	なし	なし	なし
MAC アドレス	なし	なし	なし	なし
フレームリレー DLCI	なし	なし	なし	なし
VLAN ID	なし	なし	なし	なし
パケットの長さ	なし	なし	なし	なし
DE ビット（フレームリレー）	なし	なし	なし	なし

表 17-11 出力（ディスポジションルータ）クラス マップ一致基準

一致基準	Interface			
	ATM	イーサネット	フレームリレー	HDLC と PPP
DSCP	なし	なし	なし	なし
IP precedence	なし	なし	なし	なし
MPLS EXP	N/A	N/A	N/A	N/A
IEEE 802.1P ビット	N/A	N/A	N/A	N/A
アクセスリスト	なし	なし	なし	なし
QoS グループ	あり	あり	あり	あり
廃棄クラス	あり	あり	あり	あり
入力インターフェイス	あり	あり	あり	あり
プロトコル	なし	なし	なし	なし
RTP	なし	なし	なし	なし
atm-clp	N/A	N/A	N/A	N/A
MAC アドレス	なし	なし	なし	なし
フレームリレー DLCI	なし	なし	なし	なし
VLAN ID	なし	なし	なし	なし
パケットの長さ	なし	なし	なし	なし
DE ビット（フレームリレー）	N/A	N/A	N/A	N/A

L2VPN のモニタリングおよびメンテナンス

L2VPN 機能の設定を監視およびメンテナンスするには、特権 EXEC モードで次のコマンドを使用します。次のコマンド (**show mpls l2transport** コマンドを除く) は、シスコシステムズのテクニカルサポートスタッフが使用するための出力を作成することを念頭に置いておいてください。

コマンド	表示
show mpls l2transport	ルータでレイヤ 2 パケットをルーティングするためにイネーブル化された AToM VC に関する情報 (プラットフォームに依存しない AToM ステータスと特定のインターフェイスの AToM 機能の内容を含む)
show pxf cpu atom	インターフェイスまたは VCCI (カラム 1 転送情報) の PXF 固有の転送 AToM および LS 情報
show mpls l2transport vc	ルータでレイヤ 2 パケットをルーティングするためにイネーブル化された AToM VC に関する情報
show pxf cpu mpls label	ラベルの PXF 固有の転送情報を表示します。出力は、AToM ディスポジション ラベル (具体的には、ラベルに関連するトランスポート タイプのほか、制御ワードやシーケンスなど、ラベルに関連する出力機能セット) を示すために拡張されました。
show pxf cpu subblocks	インターフェイスのステータスと PXF 関連パラメータで、AToM ステータスのカラム 0 を表示するために拡張されました。
show ssm	アクティブ セグメントに関するプラットフォーム固有の情報
debug pxf atom ac	接続回路イベントに関連する AToM 情報
debug pxf atom mpls	MPLS Forwarding Information (MFI) により発生したイベントに関連する AToM 情報



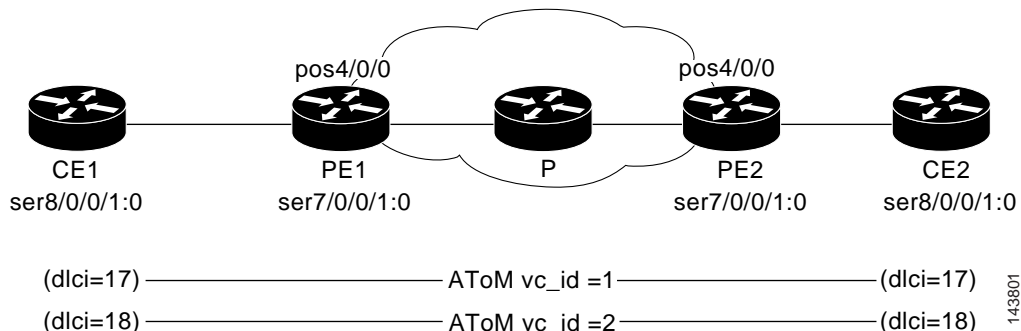
注意

デバッグ出力は CPU プロセスで高優先順位に割り当てられているので、システムを使用不能な状態にする可能性があります。そのため、特定の問題をトラブルシューティングする場合、またはシスコシステムズのテクニカルサポート担当者とのトラブルシューティングセッション時以外は **debug** コマンドを使用しないようにしてください。また、ネットワークトラフィックが低く、ユーザが少ないときに **debug** コマンドを使用するのが最適です。このようにデバッグを行えば、**debug** コマンドの増加したオーバーヘッド処理によってシステム利用に影響が及ぶ可能性が軽減されます。

設定例 — FRoMPLS

例 17-31 に、2つの PE (PE1 と PE2) ルータと 2つの CE (CE1 と CE2) ルータ上の FRoMPLS の設定を示します。図 17-7 に、トポロジ例を示します。

図 17-7 FRoMPLS トポロジ例



AToM VC をアップの状態にするためには、MPLS/LDP とルーティング プロトコルがコア ネットワーク (PE1---P---PE2) で稼働している必要があります。PE1 と PE2 は、OSPF ルーティング プロトコルと MPLS/LDP がイネーブルにされていることを示します。

例 17-31 FRoMPLS 設定

フレームリレーの CE1 設定

```

=====
interface Serial8/0/0.1/1:0
no ip address
encapsulation frame-relay
no fair-queue
frame-relay lmi-type q933a
frame-relay intf-type dce
interface Serial8/0/0.1/1:0.1 point-to-point
ip address 192.1.1.1 255.255.255.0
frame-relay interface-dlci 17
!
interface Serial8/0/0.1/1:0.2 point-to-point
ip address 192.1.2.1 255.255.255.0
frame-relay interface-dlci 18
    
```

LDP と AToM VC の PE1 設定

```

=====
!Enabling LDP
mpls ldp graceful-restart timers neighbor-liveness 300
mpls ldp graceful-restart timers max-recovery 600
mpls ldp graceful-restart
mpls ldp router-id Loopback0 force
mpls label protocol ldp
!Define Loopback address for LDP protocol
interface Loopback0
ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
!Enable MPLS/LDP on the core interface
interface POS4/0/0
ip address 50.0.0.1 255.0.0.0
mpls label protocol ldp
mpls ip
crc 32
clock source internal
!
!Enabling OSPF protocol
router ospf 100
log-adjacency-changes
network 1.0.0.0 0.255.255.255 area 100
network 50.0.0.0 0.255.255.255 area 100
!Define pseudowire-class
pseudowire-class pw_atom1
encapsulation mpls
!FR configuration with two subinterfaces
interface Serial8/0/0.1/1:0
no ip address
encapsulation frame-relay
no fair-queue
frame-relay lmi-type q933a
!
interface Serial8/0/0.1/1:0.1 point-to-point
!
interface Serial8/0/0.1/1:0.2 point-to-point
!
!Two AToM VC configuration with vc ids 1 & 2, 2.2.2.2 is LB addr of PE2
connect atom1 Serial8/0/0.1/1:0 17 l2transport
xconnect 2.2.2.2 1 pw-class pw_atom1
!
!
connect atom2 Serial8/0/0.1/1:0 18 l2transport
xconnect 2.2.2.2 2 pw-class pw_atom1

```

PE2 設定

```

=====
!Enabling LDP
mpls ldp graceful-restart timers neighbor-liveness 300
mpls ldp graceful-restart timers max-recovery 600
mpls ldp graceful-restart
mpls ldp router-id Loopback0 force
mpls label protocol ldp
!Define Loopback address for LDP protocol
interface Loopback0
ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
!Enable MPLS/LDP on the core interface
interface POS4/0/0
ip address 60.0.0.2 255.0.0.0
mpls label protocol ldp
mpls ip
crc 32
clock source internal
!
!Enabling OSPF protocol
router ospf 100
log-adjacency-changes
network 2.0.0.0 0.255.255.255 area 100
network 60.0.0.0 0.255.255.255 area 100
!Define pseudowire-class
pseudowire-class pw_atom1
encapsulation mpls
!FR configuration with two subinterfaces
interface Serial8/0/0.1/1:0
no ip address
encapsulation frame-relay
no fair-queue
frame-relay lmi-type q933a
interface Serial8/0/0.1/1:0.1 point-to-point
interface Serial8/0/0.1/1:0.2 point-to-point
!Two AToM VC configuration with vc ids 1 & 2
connect atom1 Serial8/0/0.1/1:0 17 l2transport
xconnect 1.1.1.1 1 pw-class pw_atom1
!
!
connect atom2 Serial8/0/0.1/1:0 18 l2transport
xconnect 1.1.1.1 2 pw-class pw_atom1

```

CE2 設定

```

=====
interface Serial8/0/0.1/1:0
no ip address
encapsulation frame-relay
no fair-queue
frame-relay lmi-type q933a
frame-relay intf-type dce
!
interface Serial8/0/0.1/1:0.1 point-to-point
ip address 192.1.1.2 255.255.255.0
frame-relay interface-dlci 17
!
interface Serial8/0/0.1/1:0.2 point-to-point
ip address 192.1.2.2 255.255.255.0
frame-relay interface-dlci 18

```

PE1 設定の確認

PE1 ルータは、2 つの AToM VC がアップの状態であることを示します。

```

=====
router# show mpls l2tran vc
Local intf Local circuit Dest address VC ID Status
-----
Se8/0/0.1/1:0 FR DLCI 17 2.2.2.2 1 UP
Se8/0/0.1/1:0 FR DLCI 18 2.2.2.2 2 UP

router# show mpls l2tran vc 1 det
Local interface: Se8/0/0.1/1:0 up, line protocol up, FR DLCI 17 up
Destination address: 2.2.2.2, VC ID: 1, VC status: up
Output interface: PO4/0/0, imposed label stack {93 19}
Preferred path: not configured
Default path: active
Next hop: point2point
Create time: 00:00:49, last status change time: 00:00:06
Signaling protocol: LDP, peer 2.2.2.2:0 up
MPLS VC labels: local 19, remote 93
Group ID: local 0, remote 0
MTU: local 1500, remote 1500
Remote interface description:
Sequencing: receive disabled, send disabled
VC statistics:
packet totals: receive 0, send 0
byte totals: receive 0, send 0
packet drops: receive 0, seq error 0, send 0

router# sh mpls l2tran vc 2 det
Local interface: Se8/0/0.1/1:0 up, line protocol up, FR DLCI 18 up
Destination address: 2.2.2.2, VC ID: 2, VC status: up
Output interface: PO4/0/0, imposed label stack {98 19}
Preferred path: not configured
Default path: active
Next hop: point2point
Create time: 00:00:53, last status change time: 00:00:10
Signaling protocol: LDP, peer 2.2.2.2:0 up
MPLS VC labels: local 22, remote 98
Group ID: local 0, remote 0
MTU: local 1500, remote 1500
Remote interface description:
Sequencing: receive disabled, send disabled
VC statistics:
packet totals: receive 0, send 0
byte totals: receive 0, send 0
packet drops: receive 0, seq error 0, send 0

```


AToM — トンネル選択

トンネル選択により、AToM トラフィックが使用するパスを指定できます。MPLS トラフィック エンジンアリング トンネルまたは宛先 IP アドレスのいずれかを指定できます。指定されたパスが到達不能の場合は、VC がデフォルトパス（MPLS ラベル配布プロトコルがシングリングに使用するパス）を使用するように指定できます。



(注)

デフォルトでは、**preferred-path** サブコマンドにフォールバック擬似配線が含まれます。優先擬似配線がダウンすると、MPLS/LDP モジュールは一時的に回線を別の擬似配線に切り替えます。優先擬似配線が再びアップすると、回線は優先擬似配線に戻されます。**preferred-path** サブコマンドには **disable-fallback** オプションもあり、優先擬似配線がダウンした場合にランダムな擬似配線が選択されないようにできます。優先パスの擬似配線が再びアップするまで、回線はダウンしたままです。ただし 12.2(33) SB リリースでは、デフォルトで **preferred-path** サブコマンドに **disable-fallback** オプションが指定されています。このリリースでは、オプションが明示的に記述されていない場合でも、フォールバック擬似配線はありません。

次の情報については、『*AToM : Tunnel Selection*』マニュアルを参照してください。

- AToM : トンネル選択の要件
- AToM : トンネル選択の制約事項
- AToM : トンネル選択の設定
- AToM : トンネル選択を確認するための **debug mpls l2transport vc** コマンド
- 設定の確認 — 例
- AToM : トンネル選択のトラブルシューティング — 例

設定例 — AToM : トンネル選択

次に、PE1 に 2 つの優先パスを設定する例を示します。一方の優先パスは、MPLS トラフィック エンジンアリング トンネルを指定します。もう一方の優先パスは、PE2 のループバック アドレスの IP アドレスを指定します。PE2 の IP アドレスに到達するため、TE トンネルを使用する PE1 上に設定済みのスタティック ルートがあります。

ルータ PE1

```
mpls label protocol ldp
mpls traffic-eng tunnels
mpls ldp router-id Loopback0
pseudowire-class pw1
encapsulation mpls
preferred-path interface Tunnel1 disable-fallback
!
pseudowire-class pw2
encapsulation mpls
preferred-path peer 10.18.18.18
!
interface Loopback0
ip address 10.2.2.2 255.255.255.255
no ip directed-broadcast
no ip mroute-cache
!
interface Tunnel1
ip unnumbered Loopback0
no ip directed-broadcast
tunnel destination 10.16.16.16
```

```
tunnel mode mpls traffic-eng
tunnel mpls traffic-eng priority 7 7
tunnel mpls traffic-eng bandwidth 1500
tunnel mpls traffic-eng path-option 1 explicit name path-tu1
!
interface Tunnel2
ip unnumbered Loopback0
no ip directed-broadcast
tunnel destination 10.16.16.16
tunnel mode mpls traffic-eng
tunnel mpls traffic-eng priority 7 7
tunnel mpls traffic-eng bandwidth 1500
tunnel mpls traffic-eng path-option 1 dynamic
!
interface gigabitEthernet0/0/0
no ip address
no ip directed-broadcast
no negotiation auto
!
interface gigabitEthernet0/0/0.1
encapsulation dot1Q 222
no ip directed-broadcast
xconnect 10.16.16.16 101 pw-class pw1
!
interface ATM1/0/0
no ip address
no ip directed-broadcast
no atm enable-ilmi-trap
no atm ilmi-keepalive
pvc 0/50 l2transport
encapsulation aal5
xconnect 10.16.16.16 150 pw-class pw2
!
interface gigabitEthernet2/0/1
ip address 10.0.0.1 255.255.255.0
no ip directed-broadcast
tag-switching ip
mpls traffic-eng tunnels
ip rsvp bandwidth 15000 15000
!
router ospf 1
log-adjacency-changes
network 10.0.0.0 0.0.0.255 area 0
network 10.2.2.2 0.0.0.0 area 0
mpls traffic-eng router-id Loopback0
mpls traffic-eng area 0
!
ip route 10.18.18.18 255.255.255.255 Tunnel2
!
ip explicit-path name path-tu1 enable
next-address 10.0.0.1
index 3 next-address 10.0.0.1
```

ルータ PE2

```
mpls label protocol ldp
mpls traffic-eng tunnels
mpls ldp router-id Loopback0
interface Loopback0
ip address 10.16.16.16 255.255.255.255
no ip directed-broadcast
no ip mroute-cache
!
interface Loopback2
ip address 10.18.18.18 255.255.255.255
no ip directed-broadcast
!
interface gigabitEthernet3/1
ip address 10.0.0.2 255.255.255.0
no ip directed-broadcast
mpls traffic-eng tunnels
mpls ip
no cdp enable
ip rsvp bandwidth 15000 15000
!
interface gigabitEthernet3/3
no ip address
no ip directed-broadcast
no cdp enable
!
interface gigabitEthernet3/3.1
encapsulation dot1Q 222
no ip directed-broadcast
no cdp enable
mpls l2transport route 10.2.2.2 101
!
interface ATM5/0
no ip address
no ip directed-broadcast
no atm enable-ilmi-trap
no atm ilmi-keepalive
pvc 0/50 l2transport
encapsulation aal5
xconnect 10.2.2.2 150 encapsulation mpls
!
router ospf 1
log-adjacency-changes
network 10.0.0.0 0.0.0.255 area 0
network 10.16.16.16 0.0.0.0 area 0
mpls traffic-eng router-id Loopback0
mpls traffic-eng area 0
```

