



Ethernet over MPLS

Ethernet-over-MPLS (EoMPLS) は、MPLS 対応、レイヤ 3 コアを通じてイーサネットトラフィックのトンネリングメカニズムを提供し、（ラベルスタックを使用して）イーサネットプロトコルデータユニット（PDU）を MPLS パケット内部にカプセル化して、それらを MPLS ネットワーク経由で転送します。

次の項では、EoMPLS を実装するさまざまなモードについて説明します。

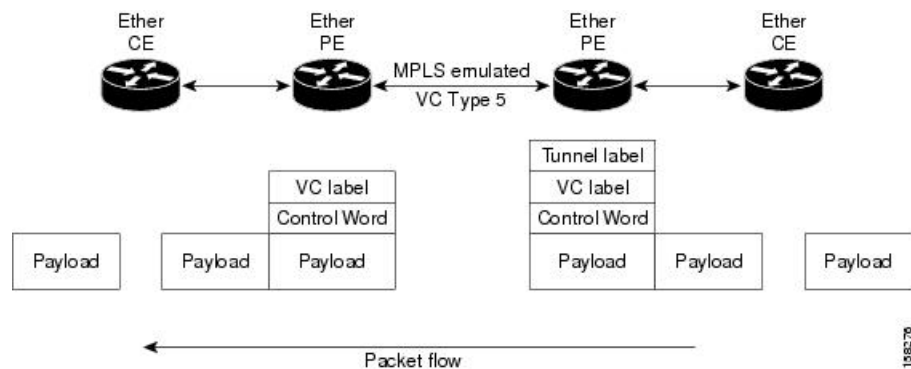
- [イーサネットポートモード \(1 ページ\)](#)
- [VLAN モード \(2 ページ\)](#)
- [QinQ モード \(3 ページ\)](#)
- [接続回線間のローカルスイッチングの設定 \(4 ページ\)](#)
- [クロスコネクト回線を使用したスタティックポイントツーポイント接続の設定 \(8 ページ\)](#)
- [フレキシブルクロスコネクトサービス \(10 ページ\)](#)
- [フレキシブルクロスコネクトサービスサポート対象モード \(12 ページ\)](#)
- [優先トンネルパスの設定 \(26 ページ\)](#)
- [マルチセグメント疑似回線 \(27 ページ\)](#)
- [マルチセグメント疑似回線の設定 \(31 ページ\)](#)
- [スプリットホライズングループ \(34 ページ\)](#)
- [G.8032 イーサネットリング保護 \(38 ページ\)](#)
- [G.8032 イーサネットリング保護の設定：例 \(46 ページ\)](#)
- [疑似回線冗長性 \(49 ページ\)](#)
- [疑似回線冗長性の設定 \(52 ページ\)](#)
- [L2VPN での仮想回線接続検証 \(53 ページ\)](#)

イーサネットポートモード

イーサネットポートモードでは、疑似回線の両端がイーサネットポートに接続されます。このモードでは、ポートが疑似回線を介してトンネル化されるか、またはローカルスイッチング（接続回線から接続回線へのクロスコネクトと呼ばれる）を使用して、1つの接続回線（AC）から同じ PE ノードに接続されている別の AC にパケットまたはフレームを切り替えます。

次の図に、イーサネットポートモードのパケットフローの例を示します。

図 1:イーサネットポートモードのパケットフロー

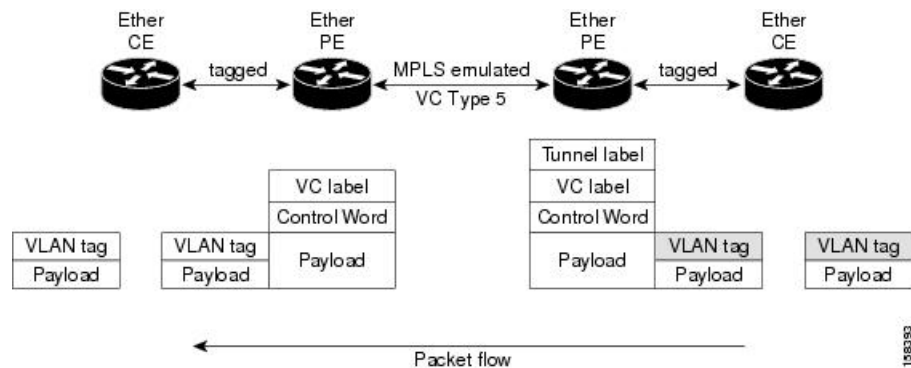


VLAN モード

VLANモードでは、カスタマー側とプロバイダー側のリンクで、各VLANは、仮想接続（VC）タイプ4またはVCタイプ5を使用して個別L2VPN接続として設定できます。VCタイプ5がデフォルトモードです。

次の図に示されているように、イーサネットPEは、入力ポートから疑似回線にトラフィックを内部的に切り替えるために、イーサネットポートに内部VLANタグを関連付けます。ただし、疑似回線にトラフィックを移動する前に、内部VLANタグを削除します。

図 2: VLANモードのパケットフロー



出力VLAN PEでは、PEは、疑似回線から到着するフレームにVLANタグを関連付け、トラフィックを内部的に切り替えた後、イーサネットトランクポートにトラフィックを送信します。



(注) ポートがトランクモードであるため、VLAN PEはVLANタグを削除せず、追加されたタグを持つポート経由でフレームを転送します。

QinQ モード

QinQ は、複数の 802.1Q タグ（IEEE 802.1QinQ VLAN タグ スタッキング）を指定するための 802.1Q の拡張です。レイヤ 3 VPN サービス終了および L2VPN サービス転送は、QinQ サブインターフェイスではイネーブルです。

Cisco NCS 500x シリーズルータは、プロバイダー エッジルータでのサブインターフェイスの設定に応じて、レイヤ 2 トンネリングまたはレイヤ 3 転送を実装します。この機能は、ルータ上の最大 2 つの QinQ タグのみをサポートします。

- L2VPN 接続回線のレイヤ 2 QinQ VLAN : QinQ L2VPN 接続回線は、仮想回線タイプ 4 とタイプ 5 の両方の疑似回線を使用して、ポイントツーポイント EoMPLS ベースのクロスコネクト用と、802.1q VLAN およびポートモードでの QinQ の完全なインターワーキングのサポートなど、ポイントツーポイント ローカルスイッチングベースのクロスコネクト用のレイヤ 2 転送サブインターフェイスで設定されます。
- レイヤ 3 QinQ VLAN : レイヤ 3 の終端ポイントとして使用されます。VLAN はいずれも入力プロバイダーエッジで削除され、フレームが転送されるときリモートプロバイダーエッジで追加され戻されます。

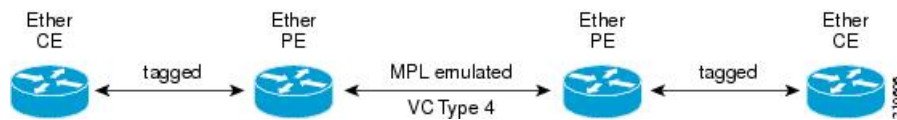
QinQ 上のレイヤ 3 サービスは次のとおりです。

- IPv4 ユニキャストおよびマルチキャスト
- IPv6 ユニキャストおよびマルチキャスト
- MPLS
- Intermediate System-to-Intermediate System (IS-IS) で使用されるコネクションレス型ネットワーク サービス (CLNS)

QinQ モードでは、各 CE VLAN は SP VLAN 内に伝送されます。QinQ モードでは VC タイプ 5 を使用する必要がありますが、VC タイプ 4 もサポートされます。各イーサネット PE では、内部 (CE VLAN) と外部 (SP VLAN) の両方を設定する必要があります。

次の図に、VC タイプ 4 を使用した QinQ を示します。

図 3: QinQ を介した EoMPLS モード



(注) EoMPLS は、疑似回線のスティッチングおよびマルチセグメントをサポートしていません。

接続回線間のローカルスイッチングの設定

ローカルスイッチングでは、1つの接続回線（AC）から別のACへと、同じルータ上の同じタイプの2つのインターフェイス間でL2データの交換が行われます。ローカルスイッチング接続で設定されている2つのポートで接続回線（AC）を形成します。ローカルスイッチング接続の動作は、2つのブリッジポートしかないブリッジドメインの動作と似ており、トラフィックはローカル接続の一方のポートに入り、もう一方のポートを通じて出て行きます。

レイヤ2ローカルスイッチングには次のような特性があります。

- レイヤ2ローカルスイッチングでは、レイヤ3IPアドレスの代わりにレイヤ2MACアドレスを使用します。
- ローカル接続に関するブリッジングがないため、MAC学習やフラッディングはありません。
- ブリッジドメインとは異なり、インターフェイスの状態がDOWNの場合、ローカル接続のACはUP状態ではありません
- ローカルスイッチングACは、レイヤ2トランク（メイン）インターフェイス、バンドルインターフェイス、EFPなど、多種多様なレイヤ2インターフェイスを使用します。
- 同一ポートのローカルスイッチング機能を使用すると、同じインターフェイス上の2つの回線の間でレイヤ2データをスイッチングできます。

制約事項

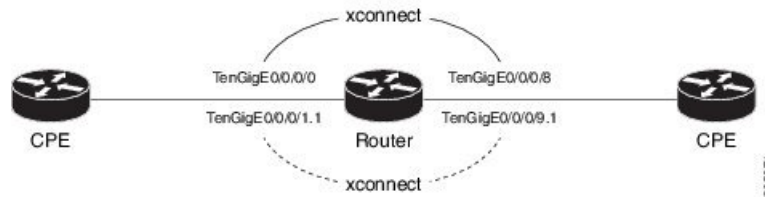
- 所定の物理ポートにあるすべてのサブインターフェイスは、次のような2つのタグプロトコル識別子（TPID）のみをサポートしています。
 - 0x88a8、0x8100
 - 0x9100、0x8100
 - 0x9200、0x8100
- VLAN および TPID ベースの入力パケット フィルタリングはサポートされていません。
- 出力 TPID の書き換えはサポートされていません。

トポロジ

接続回線（AC）は、カスタマーエッジ（CE）ルータをプロバイダーエッジ（PE）ルータにバインドします。PEルータはMPLSネットワークを介して疑似回線を使用し、リモートPEルータとルートを交換します。レイヤ2VPNでポイントツーポイント接続をカスタマーエッジ（CE）ルータから別のルータ（リモートルータ）に確立するには、接続回線を疑似回線にバインドするメカニズムが必要です。接続回線を疑似回線にバインドしてレイヤ2VPNでのポイントツーポイント接続をエミュレートするには、クロスコネクタ回線（CCC）を使用します。

設定には次のトポロジを使用します。

図 4: 接続回線間のローカルスイッチング



設定

AC-AC ローカルスイッチングを設定するには、次の設定を実行します。

- メイン インターフェイス上でレイヤ 2 転送を有効にします。
- L2 転送を有効にしたサブインターフェイスを作成し、それぞれに対して個別のカプセル化を指定します。
- メイン インターフェイス間およびサブインターフェイス間のローカルスイッチングを有効にします。
 - クロスコネク ト グループを設定します。
 - ポイントツープォイント クロス コネク ト 回線 (CCC) を作成します。
 - インターフェイスをポイントツープォイントクロスコネク トグループに割り当てます。

```

/* Enter the interface configuration mode and configure
   L2 transport on the TenGigE interfaces */
Router# configure
Router(config)# interface TenGigE 0/0/0/1 l2transport
Router(config-if-l2)# no shutdown
Router(config-if)# exit
Router(config)# interface TenGigE 0/0/0/9 l2transport
Router(config-if-l2)# no shutdown
Router(config-if-l2)# commit

/* Configure L2 transport and encapsulation on the VLAN sub-interfaces */
Router# configure
Router(config)# interface TenGigE 0/0/0/0.1 l2transport
Router(config-subif)# encapsulation dot1q 5
Router(config-subif)# exit
Router(config)# interface TenGigE 0/0/0/8.1 l2transport
Router(config-subif)# encapsulation dot1q 5
Router(config-subif)# commit

/* Configure ethernet link bundles */
Router# configure
Router(config)# interface Bundle-Ether 3
Router(config-if)# ipv4 address 10.1.3.3 255.0.0.0
Router(config-if)# bundle maximum-active links 32 hot-standby
Router(config-if)# bundle minimum-active links 1
Router(config-if)# bundle minimum-active bandwidth 30000000
Router(config-if)# exit

```

```

Router(config)# interface Bundle-Ether 2
Router(config-if)# ipv4 address 10.1.2.2 255.0.0.0
Router(config-if)# bundle maximum-active links 32 hot-standby
Router(config-if)# bundle minimum-active links 1
Router(config-if)# bundle minimum-active bandwidth 30000000
Router(config-if)# exit

/* Add physical interfaces to the ethernet link bundles */
Router(config)# interface TenGigE 0/0/0/1
Router(config-if)# bundle id 3 mode on
Router(config-if)# no shutdown
Router(config)# exit
Router(config)# interface TenGigE 0/0/0/2
Router(config-if)# bundle id 3 mode on
Router(config-if)# no shutdown
Router(config)# exit
Router(config)# interface TenGigE 0/0/0/9
Router(config-if)# bundle id 2 mode on
Router(config-if)# no shutdown
Router(config-if)# exit
Router(config)# interface TenGigE 0/0/0/8
Router(config-if)# bundle id 2 mode on
Router(config-if)# no shutdown
Router(config-if)# exit

/* Configure Layer 2 transport on the ethernet link bundles */
Router(config)# interface Bundle-Ether 3 l2transport
Router(config-if-l2)# no shutdown
Router(config-if)# exit
Router(config)# interface Bundle-Ether 2 l2transport
Router(config-if-l2)# no shutdown
Router(config-if-l2)# commit

/* Configure local switching on the TenGigE Interfaces */
Router(config)# l2vpn
Router(config-l2vpn)# xconnect group XCON1
Router(config-l2vpn-xc)# p2p XCON1_P2P3
Router(config-l2vpn-xc-p2p)# interface TenGigE0/0/0/1
Router(config-l2vpn-xc-p2p)# interface TenGigE0/0/0/9
Router(config-l2vpn-xc-p2p)# commit
Router(config-l2vpn-xc-p2p)# exit

/* Configure local switching on the VLAN sub-interfaces */
Router(config-l2vpn-xc)# p2p XCON1_P2P1
Router(config-l2vpn-xc-p2p)# interface TenGigE0/0/0/0.1
Router(config-l2vpn-xc-p2p)# interface TenGigE0/0/0/8.1
Router(config-l2vpn-xc-p2p)# commit
Router(config-l2vpn-xc-p2p)# exit

/* Configure local switching on ethernet link bundles */
Router(config-l2vpn-xc)# p2p XCON1_P2P4
Router(config-l2vpn-xc-p2p)# interface Bundle-Ether 3
Router(config-l2vpn-xc-p2p)# interface Bundle-Ether 2
Router(config-l2vpn-xc-p2p)# commit

```

実行コンフィギュレーション

```
configure
```

```

interface tenGigE 0/0/0/1 l2transport
!
interface tenGigE 0/0/0/9 l2transport
!
!

interface tenGigE 0/0/0/0.1 l2transport
encapsulation dot1q 5
rewrite ingress tag push dot1q 20 symmetric
!
interface tenGigE 0/0/0/8.1 l2transport
encapsulation dot1q 5
!
interface Bundle-Ether 3 l2transport
!
interface Bundle-Ether 2 l2transport
!

l2vpn
xconnect group XCON1
  p2p XCON1_P2P3
    interface TenGigE0/0/0/1
    interface TenGigE0/0/0/9
    !
    !
!
!
l2vpn
xconnect group XCON1
  p2p XCON1_P2P1
    interface TenGigE0/0/0/0.1
    interface TenGigE0/0/0/8.1
    !
    !
!
!
l2vpn
xconnect group XCON1
  p2p XCON1_P2P4
    interface Bundle-Ether 3
    interface Bundle-Ether 2
    !
    !
!
!

```

確認

- 設定されたクロスコネクタが動作しているかどうかを確認します

```
router# show l2vpn xconnect brief
```

```
Locally Switching
```

Like-to-Like	UP	DOWN	UNR
EFP	1	0	0
Total	1	0	0
Total	1	0	0

```
Total: 1 UP, 0 DOWN, 0 UNRESOLVED
```

```
router# show l2vpn xconnect
```

```
Legend: ST = State, UP = Up, DN = Down, AD = Admin Down, UR = Unresolved,
        SB = Standby, SR = Standby Ready, (PP) = Partially Programmed
```

XConnect Group	Name	ST	Segment 1 Description	ST	Segment 2 Description	ST
XCON1	XCON_P2P1	UP	Te0/0/0/1	UP	Te0/0/0/9	UP
XCON1	XCON_P2P3	UP	Te0/0/0/0.1	UP	Te0/0/0/8.1	UP

関連コマンド

- [interface \(p2p\)](#)
- [l2vpn](#)
- [p2p](#)
- [xconnect group](#)

クロスコネクト回線を使用したスタティック ポイントツーポイント接続の設定

この項では、レイヤ2 VPN にスタティック ポイントツーポイントクロス コネクトを設定する方法について説明します。

要件および制約事項

レイヤ2 VPN にクロスコネクト回線を設定する前に、次の要件が満たされていることを確認します。

- CE ルータと PE ルータは MPLS ネットワークで動作するように設定されています。
- クロスコネクト回線の名前が PE のペアを識別するように設定されており、クロスコネクトグループ内で一意である必要があります。
- セグメント（接続回線または疑似回線）は一意であり、単一のクロスコネクト回線にのみ属することができます。
- スタティック仮想回線のローカルラベルはグローバルに一意であり、1つの疑似回線にのみ使用できます。
- PE ルータごとに最大 4000 のクロスコネクトを設定できます。

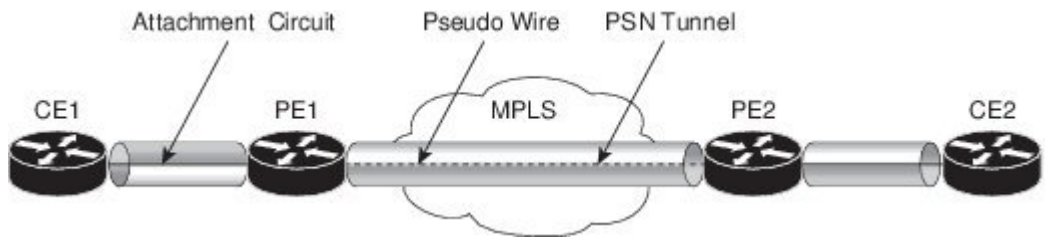


(注) スタティック疑似回線接続はシグナリングに LDP を使用しません。

トポロジ

レイヤ 2 VPN にスタティック クロスコネクト回線を設定するには、次のトポロジを使用します。

図 5: レイヤ 2 VPN のスタティック クロスコネクト回線



設定

```
/* Configure PE1 */
Router# configure
Router(config)# l2vpn
Router(config-l2vpn)# xconnect group XCON1
Router(config-l2vpn-xc)# p2p xc1
Router(config-l2vpn-xc-p2p)# interface gigabitethernet0/1/0/0.1
Router(config-l2vpn-xc-p2p)# neighbor 10.165.100.151 pw-id 100
Router(config-l2vpn-xc-p2p-pw)# mpls static label local 50 remote 40
Router(config-l2vpn-xc-p2p-pw)# commit

/*Configure PE2 */
Router# configure
Router(config)# l2vpn
Router(config-l2vpn)# xconnect group XCON1
Router(config-l2vpn-xc)# p2p xc1
Router(config-l2vpn-xc-p2p)# interface gigabitethernet0/2/0/0.4
Router(config-l2vpn-xc-p2p)# neighbor 10.165.200.254 pw-id 100
Router(config-l2vpn-xc-p2p-pw)# mpls static label local 40 remote 50
Router(config-l2vpn-xc-p2p-pw)# commit
```

実行コンフィギュレーション

```
/* On PE1 */
!
l2vpn
xconnect group XCON1
p2p xc1
interface GigabitEthernet0/1/0/0.1
neighbor ipv4 10.165.100.151 pw-id 100
mpls static label local 50 remote 40
!

/* On PE2 */
!
l2vpn
xconnect group XCON2
```

```
p2p xc1
interface GigabitEthernet0/2/0/0.4
neighbor ipv4 10.165.200.254 pw-id 100
mpls static label local 40 remote 50
!
```

確認

```
/* Verify the static cross connect on PE1 */
```

```
Router# show l2vpn xconnect
```

```
Tue Apr 12 20:18:02.971 IST
```

```
Legend: ST = State, UP = Up, DN = Down, AD = Admin Down, UR = Unresolved,
        SB = Standby, SR = Standby Ready, (PP) = Partially Programmed
```

XConnect Group	Name	ST	Segment 1 Description	ST	Segment 2 Description	ST
XCON1	xc1	UP	Gi0/1/0/0.1	UP	10.165.100.151 100	UP

```
/* Verify the static cross connect on PE2 */
```

```
Router# show l2vpn xconnect
```

```
Tue Apr 12 20:18:02.971 IST
```

```
Legend: ST = State, UP = Up, DN = Down, AD = Admin Down, UR = Unresolved,
        SB = Standby, SR = Standby Ready, (PP) = Partially Programmed
```

XConnect Group	Name	ST	Segment 1 Description	ST	Segment 2 Description	ST
XCON2	xc1	UP	Gi0/2/0/0.4	UP	10.165.200.254 100	UP

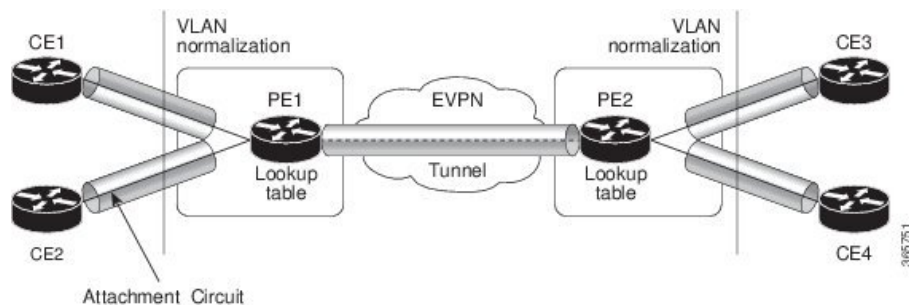
フレキシブルクロスコネクト サービス

フレキシブルクロスコネクトサービス機能では、同じプロバイダーエッジ (PE) 上の単一のイーサネット VPN 仮想プライベート ワイヤ サービス (EVPN-VPWS) サービス内の複数のエンドポイントにわたって接続回線 (AC) を集約することができます。AC は、一重 VLAN タグか、または二重 VLAN タグのいずれかで表されます。リモート PE 上の同じ VLAN タグで関連付けられた AC がクロスコネクトです。VLAN タグは、インターフェイス上のフレームを適切なサービス インスタンスにマッピングするために使用する一致基準を定義します。その結果、ルックアップテーブルを作成するには、VLAN 書き換え値がフレキシブルクロスコネクト (FXC) インスタンス内で一意である必要があります。VLAN タグは書き換え設定を使用して一意に作成できます。ルックアップテーブルは、対応する宛先 AC にトラフィックを転送するために取るパスの決定に役立ちます。この機能は、多くのインターフェイスにわたって VLAN を多重化することで、トンネル数を削減します。また、ルータが使用する MPLS ラベル数も削減します。この機能は、シングルホーミングとマルチホーミングの両方をサポートします。

フレキシブルクロスコネク ト サービス : シングルホーム

AC を通じた CE1 と CE2 から PE1 へのトラフィック フローの次のトポロジを考えてみます。AC は同じ PE1 上の複数のエンドポイント全体にわたって集約されています。VLAN (書き換え) は、PE1 上の AC インターフェイスに設定されている書き換えに基づいてルックアップ テーブルを作成します。PE1 は BGP を使用して PE2 とルートを交換し、EVPN MPLS ネットワーク上にトンネルを作成します。PE2 の VLAN (書き換え) は、PE1 に設定されている書き換えと一致している必要があります。書き換えタグに基づいて、PE2 はトラフィックを対応する AC に転送します。たとえば、CE1 と CE2 の AC が同じ書き換えタグで設定されている場合、エンドツーエンドトラフィックは CE1 から CE3 に送信されます。

図 6: フレキシブルクロスコネク ト サービス

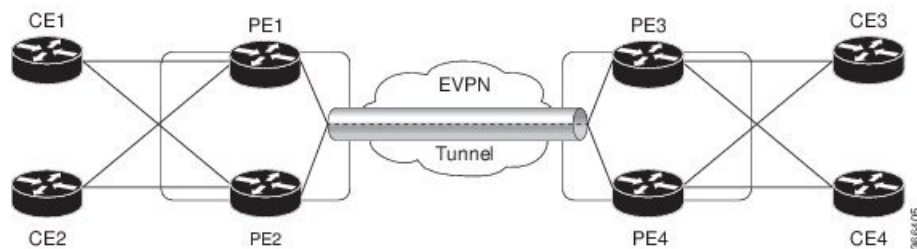


フレキシブルクロスコネク ト サービス : マルチホーム

フレキシブルクロスコネク ト サービスのマルチホーミング機能では、カスタマーエッジ (CE) デバイスを 2 台以上のプロバイダーエッジ (PE) デバイスに接続し、ロードバランシングと冗長接続を提供します。PE と CE 間のトラフィックの送信にフローベースのロードバランシングが使用されます。送信元とリモートの PE の接続にもフローベースのロードバランシングが使用されます。カスタマーエッジデバイスは、イーサネットバンドルインターフェイスを通じて PE に接続されます。

CE デバイスが 2 つ以上の PE のマルチホームで、すべての PE が VLAN のマルチホーム デバイスとの間で発着信するトラフィックを転送できる場合のマルチホーミングをオールアクティブマルチホーミングと呼びます。

図 7: フレキシブルクロスコネク ト サービス マルチホーム



CE1 と CE2 が PE1 と PE2 のマルチホームで、CE3 と CE4 が PE3 と PE4 のマルチホームであるトポロジを考えてみます。PE1 と PE2 はイーサネット A-D のイーサネット接続 (ES-EAD)

ルートをリモート PE、つまり PE3 と PE4 にアドバタイズします。同様に、PE3 と PE4 は ES-EAD ルートをリモート PE、つまり PE1 と PE2 にアドバタイズします。ES-EAD ルートはメイン インターフェイスごとにアドバタイズされます。

CE1 から CE3 へのトラフィック フローを考えてみます。PE1 または PE2 のいずれかにトラフィックが送信されます。パスの選択は、LAG を介して転送する CE の実装によって異なります。トラフィックは各 PE でカプセル化され、MPLS トンネルを通じてリモート PE (PE3 と PE4) に転送されます。宛先 PE の選択は、フローベースのロード バランシングによって確立されます。PE3 と PE4 は CE3 にトラフィックを送信します。PE3 または PE4 から CE3 へのパスの選択は、フローベースのロードバランシングによって確立されます。

フレキシブルクロスコネク ト サービス サポート対象モード

フレキシブル クロスコネク ト サービス機能は、次のモードをサポートしています

- VLAN 非対応
- VLAN 対応
- ローカル スイッチング

VLAN 非対応

この動作モードでは、単一のエンドポイントまたはインターフェイス宛の単一の ES 上で正規化されている AC のグループは、単一の VPWS サービス ID で表される単一の EVPN VPWS トンネルに多重化されます。VLAN 非対応 FXC は、BGP の状態の数を低減します。VLAN 障害は、BGP を介して通知されません。AC ごとではなく、VLAN 非対応 FXC ごとに1つの EVI/EAD ルートがアドバタイズされます。マルチホーミング シナリオでは、ES-EAD ルートもあります。EVI は他の VLAN 非対応 FXC または EVPN VPWS と共有できます。AC が PE1 上でダウンした場合、リモート PE には障害が通知されず、PE3 または PE4 はトラフィックを PE1 と PE2 に送信し続けた結果、パケットがドロップされます。

マルチホーミングは、すべての AC が同じメインインターフェイスに属している場合にのみ、VLAN 非対応 FXC でサポートされます。

ESI が複数ある場合は、ゼロ ESI か非ゼロ ESI に関係なく、ESI0 のみがシグナリングされます。このシナリオでは、シングルホーム モードのみがサポートされています。

VLAN 非対応を使用したシングルホーム フレキシブルクロスコネク ト サービスの設定

この項では、VLAN 非対応を使用してシングルホーム フレキシブルクロスコネク ト サービスを設定する方法について説明します。

```
/* Configure PE1 */
Router# configure
Router(config)# interface GigabitEthernet 0/2/0/3.1 l2transport
```

```

Router(config-l2vpn-subif)# encapsulation dot1q 1
Router(config-l2vpn-subif)# rewrite ingress tag translate 1-to-2 dot1q 500 second-dot1q
100 symmetric
Router(config-l2vpn-subif)# commit
Router(config-l2vpn-subif)# exit
Router(config)# interface GigabitEthernet 0/2/0/0.1 l2transport
Router(config-l2vpn-subif)# encapsulation dot1q 1
Router(config-l2vpn-subif)# rewrite ingress tag translate 1-to-2 dot1q 600 second-dot1q
200 symmetric
Router(config-l2vpn-subif)# commit
Router(config-l2vpn-subif)# exit
Router(config)# l2vpn
Router(config-l2vpn)# flexible-xconnect-service vlan-unaware fxs1
Router(config-l2vpn-fxs-vu)# interface GigabitEthernet 0/2/0/3.1
Router(config-l2vpn-fxs-vu)# interface GigabitEthernet 0/2/0/0.1
Router(config-l2vpn-fxs-vu)# neighbor evpn evi 1 target 1
Router(config-l2vpn-fxs-vu)# commit

/* Configure PE2 */
Router# configure
Router(config)# interface GigabitEthernet 0/0/0/3.1 l2transport
Router(config-l2vpn-subif)# encapsulation dot1q 1
Router(config-l2vpn-subif)# rewrite ingress tag translate 1-to-2 dot1q 500 second-dot1q
100 symmetric
Router(config-l2vpn-subif)# commit
Router(config-l2vpn-subif)# exit
Router(config)# interface GigabitEthernet 0/0/0/0.1 l2transport
Router(config-l2vpn-subif)# encapsulation dot1q 1
Router(config-l2vpn-subif)# rewrite ingress tag translate 1-to-2 dot1q 600 second-dot1q
200 symmetric
Router(config-l2vpn-subif)# commit
Router(config-l2vpn-subif)# exit
Router(config)# l2vpn
Router(config-l2vpn)# flexible-xconnect-service vlan-unaware fxs1
Router(config-l2vpn-fxs-vu)# interface GigabitEthernet 0/0/0/3.1
Router(config-l2vpn-fxs-vu)# interface GigabitEthernet 0/0/0/0.1
Router(config-l2vpn-fxs-vu)# neighbor evpn evi 1 target 1
Router(config-l2vpn-fxs-vu)# commit

```

実行コンフィギュレーション

```

/* On PE1 */
!
Configure
interface GigabitEthernet 0/2/0/3.1 l2transport
  encapsulation dot1q 1
  rewrite ingress tag translate 1-to-2 dot1q 500 second-dot1q 100 symmetric
!

Configure
interface GigabitEthernet 0/2/0/0.1 l2transport
  encapsulation dot1q 1
  rewrite ingress tag translate 1-to-2 dot1q 600 second-dot1q 200 symmetric
!

l2vpn
flexible-xconnect-service vlan-unaware fxs1
  interface GigabitEthernet 0/2/0/3.1
  interface GigabitEthernet0/2/0/0.1
  neighbor evpn evi 1 target 1

!

```

```

/* On PE2 */
!
Configure
interface GigabitEthernet 0/0/0/3.1 l2transport
  encapsulation dot1q 1
  rewrite ingress tag translate 1-to-2 dot1q 500 second-dot1q 100 symmetric
!

Configure
interface GigabitEthernet 0/0/0/0.1 l2transport
  encapsulation dot1q 1
  rewrite ingress tag translate 1-to-2 dot1q 600 second-dot1q 200 symmetric
!

l2vpn
  flexible-xconnect-service vlan-unaware fxs1
  interface GigabitEthernet 0/0/0/3.1
  interface GigabitEthernet0/0/0/0.1
  neighbor evpn evi 1 target 1
!

```

VLAN 非対応を使用したマルチホーム フレキシブル クロスコネク ト サービスの設定

この項では、VLAN 非対応を使用してマルチホーム フレキシブル クロスコネク ト サービスを設定する方法について説明します。

```

/* Configure PE1 */
Router# configure
Router(config)# l2vpn
Router(config-l2vpn)# flexible-xconnect-service vlan-unaware fxc1_16
Router(config-l2vpn-fxs)# interface Bundle-Ether10.11
Router(config-l2vpn-fxs)# interface Bundle-Ether10.12
Router(config-l2vpn-fxs)# neighbor evpn evi 1 target 16
Router(config-l2vpn-fxs)# commit
Router(config-l2vpn-fxs)# exit
Router(config-l2vpn)# exit
Router(config)# interface Bundle-Ether10.11 l2transport
Router(config-l2vpn-subif)# encapsulation dot1q 1
Router(config-l2vpn-subif)# rewrite ingress tag translate 1-to-1 dot1q 11 symmetric
Router(config-l2vpn-subif)# commit
Router(config-l2vpn-subif)# exit
Router(config)# interface Bundle-Ether10.12 l2transport
Router(config-l2vpn-subif)# encapsulation dot1q 2
Router(config-l2vpn-subif)# rewrite ingress tag translate 1-to-1 dot1q 12 symmetric
Router(config-subif)# commit
Router(config-subif)# exit
Router(config)# evpn
Router (config-evpn)# interface Bundle-Ether10
Router (config-evpn-ac)# ethernet-segment
Router (config-evpn-ac-es)# identifier type 0 00.01.00.ac.ce.55.00.0a.00
Router (config-evpn-ac-es)# commit

/* Configure PE2 */
Router# configure
Router(config)# l2vpn
Router(config-l2vpn)# flexible-xconnect-service vlan-unaware fxc1_16
Router(config-l2vpn-fxs)# interface Bundle-Ether10.11
Router(config-l2vpn-fxs)# interface Bundle-Ether10.12
Router(config-l2vpn-fxs)# neighbor evpn evi 1 target 16
Router(config-l2vpn-fxs)# commit

```

```

Router(config-l2vpn-fxs)# exit
Router(config-l2vpn)# exit
Router(config)# interface Bundle-Ether10.11 l2transport
Router(config-l2vpn-subif)# encapsulation dot1q 1
Router(config-l2vpn-subif)# rewrite ingress tag translate 1-to-1 dot1q 11 symmetric
Router(config-l2vpn-subif)# commit
Router(config-l2vpn-subif)# exit
Router(config)# interface Bundle-Ether10.12 l2transport
Router(config-l2vpn-subif)# encapsulation dot1q 2
Router(config-l2vpn-subif)# rewrite ingress tag translate 1-to-1 dot1q 12 symmetric
Router(config-subif)# commit
Router(config-subif)# exit
Router(config)# evpn
Router (config-evpn)# interface Bundle-Ether10
Router (config-evpn-ac)# ethernet-segment
Router (config-evpn-ac-es)# identifier type 0 00.01.00.ac.ce.55.00.0a.00
Router (config-evpn-ac-es)# commit

/* Configure PE3 */
Router# configure
Router(config)# l2vpn
Router(config-l2vpn)# flexible-xconnect-service vlan-unaware fxc1_16
Router(config-l2vpn-fxs)# interface Bundle-Ether20.11
Router(config-l2vpn-fxs)# interface Bundle-Ether20.12
Router(config-l2vpn-fxs)# neighbor evpn evi 1 target 16
Router(config-l2vpn-fxs)# commit
Router(config-l2vpn-fxs)# exit
Router(config-l2vpn)# exit
Router(config)# interface Bundle-Ether20.11 l2transport
Router(config-l2vpn-subif)# encapsulation dot1q 1
Router(config-l2vpn-subif)# rewrite ingress tag translate 1-to-1 dot1q 11 symmetric
Router(config-l2vpn-subif)# commit
Router(config-subif)# exit
Router(config)# interface Bundle-Ether20.12 l2transport
Router(config-l2vpn-subif)# encapsulation dot1q 2
Router(config-l2vpn-subif)# rewrite ingress tag translate 1-to-1 dot1q 12 symmetric
Router(config-l2vpn-subif)# commit
Router(config-subif)# exit
Router(config)# evpn
Router (config-evpn)# interface Bundle-Ether20
Router (config-evpn-ac)# ethernet-segment
Router (config-evpn-ac-es)# identifier type 0 00.01.00.ac.ce.55.00.14.00
Router (config-evpn-ac-es)# commit

/* Configure PE4 */
Router# configure
Router(config)# l2vpn
Router(config-l2vpn)# flexible-xconnect-service vlan-unaware fxc1_16
Router(config-l2vpn-fxs)# interface Bundle-Ether20.11
Router(config-l2vpn-fxs)# interface Bundle-Ether20.12
Router(config-l2vpn-fxs)# neighbor evpn evi 1 target 16
Router(config-l2vpn-fxs)# commit
Router(config-l2vpn-fxs)# exit
Router(config-l2vpn)# exit
Router(config)# interface Bundle-Ether20.11 l2transport
Router(config-l2vpn-subif)# encapsulation dot1q 1
Router(config-l2vpn-subif)# rewrite ingress tag translate 1-to-1 dot1q 11 symmetric
Router(config-l2vpn-subif)# commit
Router(config-subif)# exit
Router(config)# interface Bundle-Ether20.12 l2transport
Router(config-l2vpn-subif)# encapsulation dot1q 2
Router(config-l2vpn-subif)# rewrite ingress tag translate 1-to-1 dot1q 12 symmetric
Router(config-l2vpn-subif)# commit

```

```

Router(config-subif)# exit
Router(config)# evpn
Router (config-evpn)# interface Bundle-Ether20
Router (config-evpn-ac)# ethernet-segment
Router (config-evpn-ac-es)# identifier type 0 00.01.00.ac.ce.55.00.14.00
Router (config-evpn-ac-es)# commit

```

実行コンフィギュレーション

```

/* On PE1 */

configure
l2vpn
flexible-xconnect-service vlan-unaware fxc1_16
interface Bundle-Ether10.11
interface Bundle-Ether10.12
neighbor evpn evi 1 target 16

!

configure
interface Bundle-Ether10.11 l2transport
encapsulation dot1q 1
rewrite ingress tag translate 1-to-1 dot1q 11 symmetric

!

configure
interface Bundle-Ether10.12 l2transport
encapsulation dot1q 2
rewrite ingress tag translate 1-to-1 dot1q 12 symmetric

!

evpn
interface Bundle-Ether10
ethernet-segment identifier type 0 00.01.00.ac.ce.55.00.0a.00

!

/* On PE2 */

configure
l2vpn
flexible-xconnect-service vlan-unaware fxc1_16
interface Bundle-Ether10.11
interface Bundle-Ether10.12
neighbor evpn evi 1 target 16

!

configure
interface Bundle-Ether10.11 l2transport
encapsulation dot1q 1
rewrite ingress tag translate 1-to-1 dot1q 11 symmetric

!

configure
interface Bundle-Ether10.12 l2transport
encapsulation dot1q 2

```



```
rewrite ingress tag translate 1-to-1 dot1q 12 symmetric
!
evpn
 interface Bundle-Ether10
   ethernet-segment identifier type 0 00.01.00.ac.ce.55.00.0a.00
!
/* On PE3 */

configure
l2vpn
flexible-xconnect-service vlan-unaware fxc1_16
 interface Bundle-Ether20.11
 interface Bundle-Ether20.12
 neighbor evpn evi 1 target 16
!

configure
interface Bundle-Ether20.11 l2transport
 encapsulation dot1q 1
 rewrite ingress tag translate 1-to-1 dot1q 11 symmetric
!

configure
interface Bundle-Ether20.12 l2transport
 encapsulation dot1q 2
 rewrite ingress tag translate 1-to-1 dot1q 12 symmetric
!

evpn
 interface Bundle-Ether20
   ethernet-segment identifier type 0 00.01.00.ac.ce.55.00.14.00
!

/* On PE4 */

configure
l2vpn
flexible-xconnect-service vlan-unaware fxc1_16
 interface Bundle-Ether20.11
 interface Bundle-Ether20.12
 neighbor evpn evi 1 target 16
!

configure
interface Bundle-Ether20.11 l2transport
 encapsulation dot1q 1
 rewrite ingress tag translate 1-to-1 dot1q 11 symmetric
!

configure
interface Bundle-Ether20.12 l2transport
 encapsulation dot1q 2
 rewrite ingress tag translate 1-to-1 dot1q 12 symmetric
```

```

!
evpn
  interface Bundle-Ether20
    ethernet-segment identifier type 0 00.01.00.ac.ce.55.00.14.00
!

```

VLAN 対応

この動作モードでは、さまざまなイーサネットセグメントやインターフェイス全体にわたって正規化された AC を単一の EVPN VPWS サービス トンネルに多重化します。この単一のトンネルは、多くの VPWS サービス ID（正規化された VLAN ID (VID) ごとに1つ）によって表され、これらの正規化された VID は EVPN BGP を使用して通知されます。VLAN 対応の FXC は PW の数を削減しますが、BGP の状態は低減しません。VLAN 障害は、BGP を介して通知されます。VLAN 対応の FXC は FXC ごとではなく、AC ごとに1つの EAD ルートをアドバタイズします。VLAN 対応の FXC の場合、EVI は FXC 自体に一意である必要があります。FXC、EVPN、EVPN-VPWS、PBB-EVPN などの他のサービスと共有できません。PE 上で単一の AC がダウンした場合、その AC に関連付けられている EAD ルートのみを撤回します。メインインターフェイスの障害時には ES-EAD ルートも撤回されます。PE3 または PE4 上の等コストマルチパス (ECMP) は、この AC から PE1 へのトラフィックの送信を中止し、PE2 にのみトラフィックを送信します。

同じ VLAN 対応 FXC では、すべて非ゼロ ESI かすべてゼロ ESI のどちらかを設定できます。同じ VLAN 対応 FXC に対して、ゼロ ESI と非ゼロ ESI の両方を設定することはできません。このことはシングルホーム モードにのみ適用されます。

VLAN 対応を使用したシングルホーム フレキシブル クロスコネクタの設定

この項では、VLAN 対応を使用してシングルホーム フレキシブル クロスコネクタ サービスを設定する方法について説明します。

```

/* Configure PE1 */
Router# configure
Router(config)# interface GigabitEthernet 0/2/0/7.1 l2transport
Router(config-l2vpn-subif)# encapsulation dot1q 1
Router(config-l2vpn-subif)# rewrite ingress tag translate 1-to-2 dot1q 500 second-dot1q
100 symmetric
Router(config-l2vpn-subif)# commit
Router(config-l2vpn-subif)# exit
Router(config)# interface GigabitEthernet 0/2/0/7.2 l2transport
Router(config-l2vpn-subif)# encapsulation dot1q 2
Router(config-l2vpn-subif)# rewrite ingress tag translate 1-to-2 dot1q 600 second-dot1q
200 symmetric
Router(config-l2vpn-subif)# commit
Router(config-l2vpn-subif)# exit
Router(config)# l2vpn
Router(config-l2vpn)# flexible-xconnect-service vlan-aware evi 4
Router(config-l2vpn-fxs)# interface GigabitEthernet 0/2/0/7.1
Router(config-l2vpn-fxs)# interface GigabitEthernet 0/2/0/7.2
Router(config-l2vpn-fxs)# commit

/* Configure PE2 */
Router# configure
Router(config)# interface GigabitEthernet 0/0/0/7.1 l2transport

```

```

Router(config-l2vpn-subif)# encapsulation dot1q 1
Router(config-l2vpn-subif)# rewrite ingress tag translate 1-to-2 dot1q 500 second-dot1q
100 symmetric
Router(config-l2vpn-subif)# commit
Router(config-l2vpn-subif)# exit
Router(config)# interface GigabitEthernet 0/0/0/7.2 l2transport
Router(config-l2vpn-subif)# encapsulation dot1q 2
Router(config-l2vpn-subif)# rewrite ingress tag translate 1-to-2 dot1q 600 second-dot1q
200 symmetric
Router(config-l2vpn-subif)# commit
Router(config-l2vpn-subif)# exit
Router(config)# l2vpn
Router(config-l2vpn)# flexible-xconnect-service vlan-aware evi 4
Router(config-l2vpn-fxs)# interface GigabitEthernet 0/0/0/7.1
Router(config-l2vpn-fxs)# interface GigabitEthernet 0/0/0/7.2
Router(config-l2vpn-fxs)# commit

```

実行コンフィギュレーション

```

/* On PE1 */
!
Configure
interface GigabitEthernet 0/2/0/7.1 l2transport
  encapsulation dot1q 1
  rewrite ingress tag translate 1-to-2 dot1q 500 second-dot1q 100 symmetric
!

Configure
interface GigabitEthernet 0/2/0/7.2 l2transport
  encapsulation dot1q 2
  rewrite ingress tag translate 1-to-2 dot1q 600 second-dot1q 200 symmetric
!

l2vpn
  flexible-xconnect-service vlan-aware evi 4
  interface GigabitEthernet 0/2/0/7.1
  interface GigabitEthernet 0/2/0/7.2

!

/* On PE2 */
!
Configure
interface GigabitEthernet 0/0/0/7.1 l2transport
  encapsulation dot1q 1
  rewrite ingress tag translate 1-to-2 dot1q 500 second-dot1q 100 symmetric
!

Configure
interface GigabitEthernet 0/0/0/7.2 l2transport
  encapsulation dot1q 2
  rewrite ingress tag translate 1-to-2 dot1q 600 second-dot1q 200 symmetric
!

l2vpn
  flexible-xconnect-service vlan-aware evi 4
  interface GigabitEthernet 0/0/0/7.1
  interface GigabitEthernet 0/0/0/7.2

!

```

VLAN 対応を使用したマルチホーム フレキシブル クロスコネク ト サービスの設定

この項では、VLAN 対応を使用してマルチホーム フレキシブル クロスコネク ト サービスを設定する方法について説明します。

```

/* Configure PE1 */
Router# configure
Router(config)# l2vpn
Router(config-l2vpn)# flexible-xconnect-service vlan-aware evi 6
Router(config-l2vpn-fxs)# interface Bundle-Ether2.1
Router(config-l2vpn-fxs)# interface Bundle-Ether3.1
Router(config-l2vpn-fxs)# commit
Router(config-l2vpn-fxs)# exit
Router(config-l2vpn)# exit
Router(config)# interface Bundle-Ether2.1 l2transport
Router(config-l2vpn-subif)# encapsulation dot1q 1
Router(config-l2vpn-subif)# rewrite ingress tag translate 1-to-1 dot1q 11 symmetric
Router(config-l2vpn-subif)# commit
Router(config-l2vpn-subif)# exit
Router(config)# interface Bundle-Ether3.1 l2transport
Router(config-l2vpn-subif)# encapsulation dot1q 2
Router(config-l2vpn-subif)# rewrite ingress tag translate 1-to-1 dot1q 12 symmetric
Router(config-l2vpn-subif)# commit
Router(config-l2vpn-subif)# exit
Router(config)# evpn
Router(config-evpn)# interface Bundle-Ether2
Router(config-evpn-ac)# ethernet-segment
Router(config-evpn-ac-es)# identifier type 0 22.33.44.55.66.77.88.99.aa
Router(config-evpn-ac-es)# commit
Router(config-evpn-ac-es)# exit
Router(config-evpn-ac)# exit
Router(config-evpn)# interface Bundle-Ether3
Router(config-evpn-ac)# ethernet-segment
Router(config-evpn-ac-es)# identifier type 0 33.44.55.66.77.88.99.aa.bb
Router(config-evpn-ac-es)# commit

/* Configure PE2 */
Router# configure
Router(config)# l2vpn
Router(config-l2vpn)# flexible-xconnect-service vlan-aware evi 6
Router(config-l2vpn-fxs)# interface Bundle-Ether2.1
Router(config-l2vpn-fxs)# interface Bundle-Ether3.1
Router(config-l2vpn-fxs)# commit
Router(config-l2vpn-fxs)# exit
Router(config-l2vpn)# exit
Router(config)# interface Bundle-Ether2.1 l2transport
Router(config-l2vpn-subif)# encapsulation dot1q 1
Router(config-l2vpn-subif)# rewrite ingress tag translate 1-to-1 dot1q 11 symmetric
Router(config-l2vpn-subif)# commit
Router(config-l2vpn-subif)# exit
Router(config)# interface Bundle-Ether3.1 l2transport
Router(config-l2vpn-subif)# encapsulation dot1q 2
Router(config-l2vpn-subif)# rewrite ingress tag translate 1-to-1 dot1q 12 symmetric
Router(config-l2vpn-subif)# commit
Router(config-l2vpn-subif)# exit
Router(config)# evpn
Router(config-evpn)# interface Bundle-Ether2
Router(config-evpn-ac)# ethernet-segment
Router(config-evpn-ac-es)# identifier type 0 22.33.44.55.66.77.88.99.aa
Router(config-evpn-ac-es)# commit
Router(config-evpn-ac-es)# exit
Router(config-evpn-ac)# exit

```

```

Router(config-evpn)# interface Bundle-Ether3
Router(config-evpn-ac)# ethernet-segment
Router(config-evpn-ac-es)# identifier type 0 33.44.55.66.77.88.99.aa.bb
Router(config-evpn-ac-es)# commit

/* Configure PE3 */
Router# configure
Router(config)# l2vpn
Router(config-l2vpn)# flexible-xconnect-service vlan-aware evi 6
Router(config-l2vpn-fxs)# interface Bundle-Ether4.1
Router(config-l2vpn-fxs)# interface Bundle-Ether5.1
Router(config-l2vpn-fxs)# commit
Router(config-l2vpn-fxs)# exit
Router(config-l2vpn)# exit
Router(config)# interface Bundle-Ether4.1 l2transport
Router(config-l2vpn-subif)# encapsulation dot1q 1
Router(config-l2vpn-subif)# rewrite ingress tag translate 1-to-1 dot1q 11 symmetric
Router(config-l2vpn-subif)# commit
Router(config-l2vpn-subif)# exit
Router(config)# interface Bundle-Ether5.1 l2transport
Router(config-l2vpn-subif)# encapsulation dot1q 2
Router(config-l2vpn-subif)# rewrite ingress tag translate 1-to-1 dot1q 12 symmetric
Router(config-l2vpn-subif)# commit
Router(config-l2vpn-subif)# exit
Router(config)# evpn
Router(config-evpn)# interface Bundle-Ether4
Router(config-evpn-ac)# ethernet-segment
Router(config-evpn-ac-es)# identifier type 0 00.01.00.ac.ce.55.00.14.00
Router(config-evpn-ac-es)# commit
Router(config-evpn-ac-es)# exit
Router(config-evpn-ac)# exit
Router(config-evpn)# interface Bundle-Ether5
Router(config-evpn-ac)# ethernet-segment
Router(config-evpn-ac-es)# identifier type identifier type 0 00.01.00.ac.ce.55.00.15.00
Router(config-evpn-ac-es)# commit

/* Configure PE4 */
Router# configure
Router(config)# l2vpn
Router(config-l2vpn)# flexible-xconnect-service vlan-aware evi 6
Router(config-l2vpn-fxs)# interface Bundle-Ether4.1
Router(config-l2vpn-fxs)# interface Bundle-Ether5.1
Router(config-l2vpn-fxs)# commit
Router(config-l2vpn-fxs)# exit
Router(config-l2vpn)# exit
Router(config)# interface Bundle-Ether4.1 l2transport
Router(config-l2vpn-subif)# encapsulation dot1q 1
Router(config-l2vpn-subif)# rewrite ingress tag translate 1-to-1 dot1q 11 symmetric
Router(config-l2vpn-subif)# commit
Router(config-l2vpn-subif)# exit
Router(config)# interface Bundle-Ether5.1 l2transport
Router(config-l2vpn-subif)# encapsulation dot1q 2
Router(config-l2vpn-subif)# rewrite ingress tag translate 1-to-1 dot1q 12 symmetric
Router(config-l2vpn-subif)# commit
Router(config-l2vpn-subif)# exit
Router(config)# evpn
Router(config-evpn)# interface Bundle-Ether4
Router(config-evpn-ac)# ethernet-segment
Router(config-evpn-ac-es)# identifier type 0 00.01.00.ac.ce.55.00.14.00
Router(config-evpn-ac-es)# commit
Router(config-evpn-ac-es)# exit
Router(config-evpn-ac)# exit
Router(config-evpn)# interface Bundle-Ether5

```

```

Router(config-evpn-ac)# ethernet-segment
Router(config-evpn-ac-es)# identifier type identifier type 0 00.01.00.ac.ce.55.00.15.00
Router(config-evpn-ac-es)# commit

```

実行コンフィギュレーション

```

/* On PE1 */
!
configure
l2vpn
flexible-xconnect-service vlan-aware evi 6
interface Bundle-Ether2.1
interface Bundle-Ether3.1

!

configure
interface Bundle-Ether2.1 l2transport
encapsulation dot1q 1
rewrite ingress tag translate 1-to-1 dot1q 11 symmetric

!

configure
interface Bundle-Ether3.1 l2transport
encapsulation dot1q 2
rewrite ingress tag translate 1-to-1 dot1q 12 symmetric

!

evpn
interface Bundle-Ether2
ethernet-segment identifier type 0 22.33.44.55.66.77.88.99.aa
interface Bundle-Ether3
ethernet-segment identifier type 0 33.44.55.66.77.88.99.aa.bb

!

/* On PE2 */
!
configure
l2vpn
flexible-xconnect-service vlan-aware evi 6
interface Bundle-Ether2.1
interface Bundle-Ether3.1

!

configure
interface Bundle-Ether2.1 l2transport
encapsulation dot1q 1
rewrite ingress tag translate 1-to-1 dot1q 11 symmetric

!

configure
interface Bundle-Ether3.1 l2transport
encapsulation dot1q 2
rewrite ingress tag translate 1-to-1 dot1q 12 symmetric

!

evpn
interface Bundle-Ether2
ethernet-segment identifier type 0 22.33.44.55.66.77.88.99.aa
interface Bundle-Ether3

```

```
    ethernet-segment identifier type 0 33.44.55.66.77.88.99.aa.bb
!
/* On PE3 */
!
configure
l2vpn
flexible-xconnect-service vlan-aware evi 6
interface Bundle-Ether4.1
interface Bundle-Ether5.1
!
configure
interface Bundle-Ether4.1 l2transport
encapsulation dot1q 1
rewrite ingress tag translate 1-to-1 dot1q 11 symmetric
!
configure
interface Bundle-Ether5.1 l2transport
encapsulation dot1q 2
rewrite ingress tag translate 1-to-1 dot1q 12 symmetric
!
evpn
interface Bundle-Ether4
ethernet-segment identifier type 0 00.01.00.ac.ce.55.00.14.00
interface Bundle-Ether5
ethernet-segment identifier type 0 00.01.00.ac.ce.55.00.15.00
!
/* On PE4 */
!
configure
l2vpn
flexible-xconnect-service vlan-aware evi 6
interface Bundle-Ether4.1
interface Bundle-Ether5.1
!
configure
interface Bundle-Ether4.1 l2transport
encapsulation dot1q 1
rewrite ingress tag translate 1-to-1 dot1q 11 symmetric
!
configure
interface Bundle-Ether5.1 l2transport
encapsulation dot1q 2
rewrite ingress tag translate 1-to-1 dot1q 12 symmetric
!
evpn
interface Bundle-Ether4
ethernet-segment identifier type 0 00.01.00.ac.ce.55.00.14.00
interface Bundle-Ether5
ethernet-segment identifier type 0 00.01.00.ac.ce.55.00.15.00
```

!

ローカルスイッチング

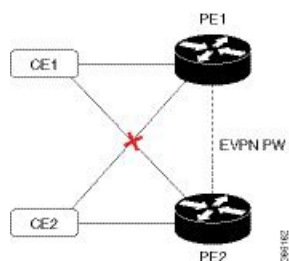
異なるイーサネットセグメントに属している2つのACに同じ正規化VLANがある場合、2つのAC間のトラフィックはPE内でローカルに切り替えられます。ローカルスイッチングはFXC VLAN対応でのみサポートされています。

CE1とCE2に異なるイーサネットセグメントがあるトポロジを考えてみます。ただし、それらは両方とも、正規化された同じVLANです。したがって、トラフィックがCE1からCE2に送信されると、PE1はローカルスイッチングを使用してトラフィックをCE2にルーティングします。

障害があり、CE1からPE1へのリンクがダウンする場合、PE1はEVPN疑似回線を通じてトラフィックをPE2に送信します。次に、PE2がそのトラフィックをCE2に送信します。

CE1とCE2は異なる非ゼロESIに存在する必要があります。

図 8: ローカルスイッチング



ローカルスイッチングを使用したマルチホームフレキシブルクロスコネクタサービスの設定

この項では、ローカルスイッチングを使用してマルチホームフレキシブルクロスコネクタサービスを設定する方法について説明します。

```

/* Configure PE1 */
Router# configure
Router(config)# l2vpn
Router(config-l2vpn)# flexible-xconnect-service vlan-aware evi 6
Router(config-l2vpn-fxs)# interface Bundle-Ether2.1
Router(config-l2vpn-fxs)# interface Bundle-Ether3.1
Router(config-l2vpn-fxs)# commit
Router(config-l2vpn-fxs)# exit
Router(config-l2vpn)# exit
Router(config)# interface Bundle-Ether2.1 l2transport
Router(config-l2vpn-subif)# encapsulation dot1q 1
Router(config-l2vpn-subif)# rewrite ingress tag translate 1-to-2 dot1q 3 second-dot1q 3
symmetric
Router(config-l2vpn-subif)# commit
Router(config-l2vpn-subif)# exit
Router(config)# interface Bundle-Ether3.1 l2transport
Router(config-l2vpn-subif)# encapsulation dot1q 1
Router(config-l2vpn-subif)# rewrite ingress tag translate 1-to-2 dot1q 3 second-dot1q 3
symmetric

```



```

Router(config-l2vpn-subif)# commit
Router(config-l2vpn-subif)# exit
Router(config)# evpn
Router(config-evpn)# interface Bundle-Ether2
Router(config-evpn-ac)# ethernet-segment
Router(config-evpn-ac-es)# identifier type 0 22.33.44.55.66.77.88.99.aa
Router(config-evpn-ac-es)# commit
Router(config-evpn-ac-es)# exit
Router(config-evpn-ac)# exit
Router(config-evpn)# interface Bundle-Ether3
Router(config-evpn-ac)# ethernet-segment
Router(config-evpn-ac-es)# identifier type 0 33.44.55.66.77.88.99.aa.bb
Router(config-evpn-ac-es)# commit

/* Configure PE2 */
Router# configure
Router(config)# l2vpn
Router(config-l2vpn)# flexible-xconnect-service vlan-aware evi 6
Router(config-l2vpn-fxs)# interface Bundle-Ether2.1
Router(config-l2vpn-fxs)# interface Bundle-Ether3.1
Router(config-l2vpn-fxs)# commit
Router(config-l2vpn-fxs)# exit
Router(config-l2vpn)# exit
Router(config)# interface Bundle-Ether2.1 l2transport
Router(config-l2vpn-subif)# encapsulation dot1q 1
Router(config-l2vpn-subif)# rewrite ingress tag translate 1-to-2 dot1q 3 second-dot1q 3
symmetric
Router(config-l2vpn-subif)# commit
Router(config-l2vpn-subif)# exit
Router(config)# interface Bundle-Ether3.1 l2transport
Router(config-l2vpn-subif)# encapsulation dot1q 1
Router(config-l2vpn-subif)# rewrite ingress tag translate 1-to-2 dot1q 3 second-dot1q 3
symmetric
Router(config-l2vpn-subif)# commit
Router(config-l2vpn-subif)# exit
Router(config)# evpn
Router(config-evpn)# interface Bundle-Ether2
Router(config-evpn-ac)# ethernet-segment
Router(config-evpn-ac-es)# identifier type 0 22.33.44.55.66.77.88.99.aa
Router(config-evpn-ac-es)# commit
Router(config-evpn-ac-es)# exit
Router(config-evpn-ac)# exit
Router(config-evpn)# interface Bundle-Ether3
Router(config-evpn-ac)# ethernet-segment
Router(config-evpn-ac-es)# identifier type 0 33.44.55.66.77.88.99.aa.bb
Router(config-evpn-ac-es)# commit

```

実行コンフィギュレーション

```

/* On PE1 */

configure
l2vpn
flexible-xconnect-service vlan-aware evi 6
interface Bundle-Ether2.1
interface Bundle-Ether3.1

!

configure
interface Bundle-Ether2.1 l2transport
encapsulation dot1q 1
rewrite ingress tag translate 1-to-2 dot1q 3 second-dot1q 3 symmetric

```

```

!

configure
interface Bundle-Ether3.1 l2transport
  encapsulation dot1q 1
  rewrite ingress tag translate 1-to-2 dot1q 3 second-dot1q 3 symmetric
!

evpn
  interface Bundle-Ether2
    ethernet-segment identifier type 0 22.33.44.55.66.77.88.99.aa
  interface Bundle-Ether3
    ethernet-segment identifier type 0 33.44.55.66.77.88.99.aa.bb

!

/* On PE2 */

configure
l2vpn
  flexible-xconnect-service vlan-aware evi 6
  interface Bundle-Ether2.1
  interface Bundle-Ether3.1

!

configure
interface Bundle-Ether2.1 l2transport
  encapsulation dot1q 1
  rewrite ingress tag translate 1-to-2 dot1q 3 second-dot1q 3 symmetric

!

configure
interface Bundle-Ether3.1 l2transport
  encapsulation dot1q 1
  rewrite ingress tag translate 1-to-2 dot1q 3 second-dot1q 3 symmetric
!

evpn
  interface Bundle-Ether2
    ethernet-segment identifier type 0 22.33.44.55.66.77.88.99.aa
  interface Bundle-Ether3
    ethernet-segment identifier type 0 33.44.55.66.77.88.99.aa.bb

!

```

優先トンネルパスの設定

優先トンネルパスの機能により、特定のトラフィック エンジニアリング トンネルに疑似回線をマッピングできます。接続回線は、リモート PE ルータの IP アドレス（IGP または LDP を使用して到達可能）ではなく、特定の MPLS トラフィック エンジニアリング トンネル インターフェイスに相互接続されます。

優先トンネルパスを使用する場合、レイヤ 2 トラフィックを転送するトラフィック エンジニアリング トンネルが 2 つの PE ルータ間で動作することが想定されます（つまり、始端はインポジション PE ルータで、終端はディスポジション PE ルータです）。

設定

```
/* Enter global configuration mode */
Router# configure
Router(config)# l2vpn

/* Configure pseudowire class name */
Router(config-l2vpn)# pw-class path1

/* Configure MPLS encapsulation for the pseudowire */
Router(config-l2vpn-pwc)# encapsulation mpls

/* Configure preferred path tunnel settings.
If fallback disable configuration is used, and when
the TE/ tunnel is configured,
if the preferred path goes down,
the corresponding pseudowire can also go down. */

Router(config-l2vpn-pwc-encap-mpls)# preferred-path
interface tunnel-te 11 fallback disable

/* Commit your configuration */
Router(config-l2vpn-pwc)# exit
Router(config-l2vpn)# commit
```

実行コンフィギュレーション

```
Router# show running-configuration
!
l2vpn
  pw-class path1
    encapsulation mpls
    preferred-path interface tunnel-te 11 fallback disable
  !
!
```

マルチセグメント疑似回線

マルチセグメント疑似回線機能により、AS 間境界を越えて、または2つの別個の MPLS ネットワークにまたがって、L2VPN 疑似回線を拡張することができます。マルチセグメント疑似回線は、2つ以上の連続した疑似回線セグメントを接続して、エンドツーエンドのマルチホップ疑似回線を単一のポイントツーポイント疑似回線として形成します。これらのセグメントは単一の疑似回線として機能し、以下を実行できます。

- 管理ドメインまたはプロビジョニングドメインを隔離することで、エンドツーエンドサービスを管理する。
- 相互自律システム (Inter-AS) の境界を越えて、プロバイダー エッジ (PE) ノードの IP アドレスをプライベートにする。自律システム境界ルータ (ASBR) の IP アドレスを使用し、それらのルータを疑似回線の集約ルータとして扱う。ASBR は、2つのドメインの疑似回線を結合します。

マルチセグメント疑似回線は、Inter-AS 境界または2つのマルチプロトコルラベルスイッチング (MPLS) ネットワークにまたがることができます。

疑似回線は、2台の PE ノード間のトンネルです。2種類の PE ノードがあります。

- スイッチング PE (S-PE) ノード
 - マルチセグメント疑似回線の先行する疑似回線セグメントと後続の疑似回線セグメントの PSN トンネルを終端させます。
 - マルチセグメント疑似回線の先行する疑似回線セグメントと後続の疑似回線セグメントのコントロールプレーンとデータプレーンを切り替えます。
- 終端 PE (T-PE) ノード
 - マルチセグメント疑似回線の最初と最後の両方のセグメントに配置されます。
 - このノードで、カスタマー方向の接続回線 (AC) が疑似回線フォワーダにバインドされます。

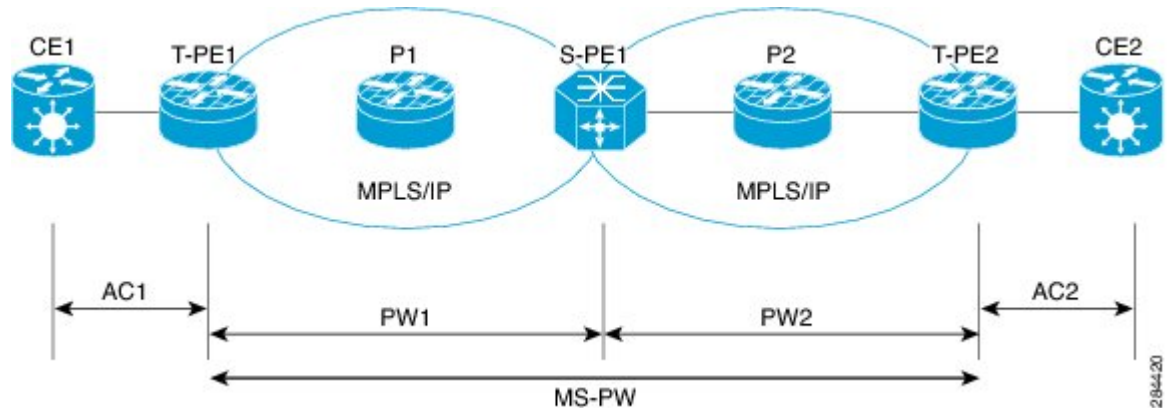


(注) すべてのマルチセグメント疑似回線は、T-PE で終端する必要があります。

マルチセグメント疑似回線は、次の場合に2つの一般的なケースで使用されます。

- 送信元と宛先の PE ノード間で PW 制御チャネルを確立することができない場合。
PW コントロールチャネルを確立するには、リモート PE ノードがアクセス可能である必要があります。場合によっては、トポロジ、動作、またはセキュリティ上の制約により、ローカル PE ノードがリモートノードにアクセスできない場合があります。
マルチセグメントの疑似回線は、2つの独立した疑似回線セグメントを動的に構築し、疑似回線スイッチングを実行して、送信元と宛先の PE ノード間の PW 制御チャネルを確立します。
- エッジ間の疑似回線エミュレーション (PWE3) のシグナリングとカプセル化プロトコルが異なる場合。
PE ノードの接続先のネットワークでは、異なる PW シグナリングおよびカプセル化プロトコルが使用されています。場合によっては、1つのセグメント PW を使用できません。
マルチセグメント疑似回線は PW スイッチングポイントで適切なインターワーキングが実行されており、ネットワーク内の PE ノード間で PW 接続を有効にします。

図 9: マルチセグメント疑似回線



このトポロジでは、PW1 と PW2 間の MS-PW スティックングが示されています。1つのポイントツーポイント PW として動作および機能する2つ以上の連続する PW セグメントのセットを設定できます。静的または動的マルチセグメント PW (MS PW) を設定できます。連続する PW セグメントの最大数は 254 です。MS-PW の各端は、T-PE で終端します。スイッチング PE (S-PE) は、MS-PW 内の先行および後続の PW セグメントの PSN トンネルを終端します。S-PE スイッチは、MS-PW の先行および後続の PW セグメントのコントロールプレーンとデータプレーンを切り替えることができます。すべての SS-PW が起動すると、MS-PW が起動します。

制約事項

マルチセグメント疑似回線機能を設定する際には、次の制限事項を考慮する必要があります。

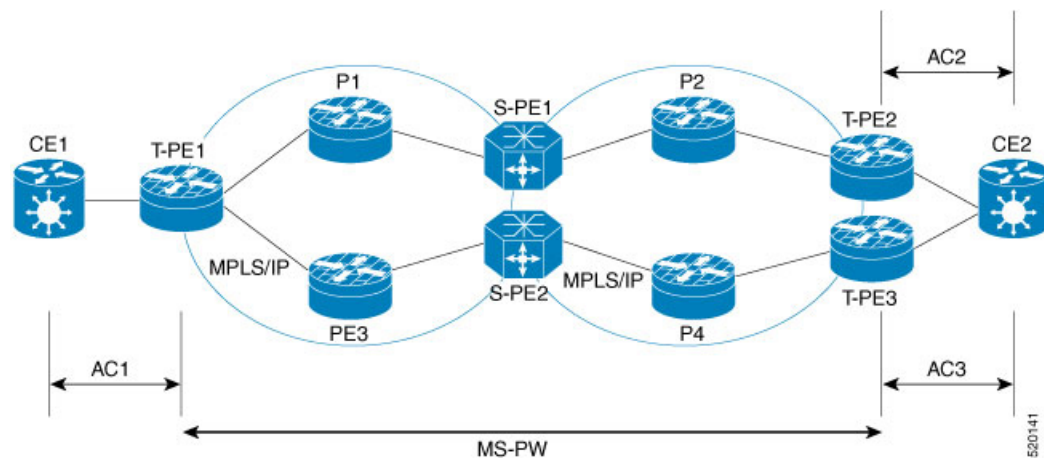
- MS-PW の両方のセグメントを異なるピアに接続します。
- LDP のみをサポートし、L2TPv3 をサポートしていません。MS-PW xconnect の各 PW セグメントは、静的または動的です。
- MS-PW の各 PW セグメントのネイバー pw-id ペアは、ノード上で一意です。
- エンドツーエンドの pw-type は同じである必要があります。したがって、MS-PW の両方のセグメントでは、トランスポートモードを同じにする必要があります。
- S-PE の MS-PW xconnect では、PW の冗長化を設定できません。PW の冗長化は、T-PE で設定できます。
- MS-PW xconnect の両方のセグメントで、同じ優先パスを持つことはできません。
- LDP、MPLS-TE、SR、SR-TE を介した MS-PW をトランスポートプロトコルとしてサポートしています。
- BGP-LU および LDPoTE を介した MS-PW をサポートしていません。
- S-PE で MSPW を有効にする場合は、MSPW ping とトレースレートが機能するように、*ip-ttl-propagation disable* コマンドを設定します。または、*segment-count 255 option* を使用し

て MSPW ping が T-PE1 から実行されるようにします。MSPW は、部分的な ping をサポートしていません。

マルチセグメント疑似回線の冗長化

疑似回線冗長化機能を使用すると、T-PE 間でバックアップ MS-PW を作成できます。また、疑似回線冗長化機能を使用して、ネットワーク内の障害を検出するようにネットワークを設定できます。さらに、サービスを継続して提供できる別のエンドポイントにレイヤ2サービスを再ルーティングします。

図 10: マルチセグメント疑似回線の冗長化



2つの MS-PW を作成して、CE2 T-PE2 と T-PE3 にマルチホームするトポロジについて考えてみます。P1、S-PE1、および P2 を介して接続された T-PE1 と T-PE2 の間にプライマリ MS-PW を作成します。P3、S-PE2、および P4 を介して接続された T-PE1 と T-PE3 の間にスタンバイ MS-PW を作成します。

プライマリ PW のセグメントに障害が発生すると、S-PE1 はラベル撤回メッセージを受信するか、LDP トランスポートがダウンします。S-PE1 は、他の PW セグメントを使用してラベル撤回メッセージを送信します。これにより、T-PE でバックアップへのスイッチオーバーがトリガーされます。次に例を示します。

- T-PE1 が LDP トランスポートの障害を検出すると、ラベル撤回メッセージを S-PE1 に送信し、バックアップ MS-PW に切り替えます。
- S-PE1 はラベル撤回メッセージを受信すると、T-PE2 にラベル撤回メッセージを送信します。
- T-PE2 は、ラベル撤回メッセージを受信した後、AC2 の「Tx 無効化」を実行します。
- CE2 は、AC3 でトラフィックの送受信を開始します。

マルチセグメント疑似回線の設定

マルチセグメント疑似回線を設定するには、次のタスクを実行します。

```
/* Configure on T-PE1 */
Router#configure
Router(config)#l2vpn
Router(config-l2vpn)#pw-class dynamic_mpls
Router(config-l2vpn-pwc)#encapsulation mpls
Router(config-l2vpn-pwc-encap-mpls)#protocol ldp
Router(config-l2vpn-pwc-encap-mpls)#control-word disable
Router(config-l2vpn-pwc-encap-mpls)#exit
Router(config-l2vpn-pwc)#exit
Router(config-l2vpn)#xconnect group XCON1
Router(config-l2vpn-xc)#p2p xc1
Router(config-l2vpn-xc-p2p)#description T-PE1 MS-PW to 172.16.0.1 through 192.168.0.1
Router(config-l2vpn-xc-p2p)#interface gig0/1/0/0.1
Router(config-l2vpn-xc-p2p)#neighbor 192.168.0.1 pw-id 100
Router(config-l2vpn-xc-p2p-pw)#pw-class dynamic_mpls
Router(config-l2vpn-xc-p2p-pw)#commit

/* Configure on S-PE1 */
Router#configure
Router(config)#l2vpn
Router(config-l2vpn)#xconnect group MS-PW1
Router(config-l2vpn-xc)#p2p ms-pw1
Router(config-l2vpn-xc-p2p)#description S-PE1 MS-PW between 10.0.0.1 and 172.16.0.1
Router(config-l2vpn-xc-p2p)#neighbor 10.0.0.1 pw-id 100
Router(config-l2vpn-xc-p2p-pw)#pw-class dynamic_mpls
Router(config-l2vpn-xc-p2p-pw)#exit
Router(config-l2vpn-xc-p2p)#neighbor 172.16.0.1 pw-id 300
Router(config-l2vpn-xc-p2p-pw)#pw-class dynamic_mpls
Router(config-l2vpn-xc-p2p-pw)#exit
Router#configure
Router(config)#l2vpn
Router(config-l2vpn)#pw-class dynamic_mpls
Router(config-l2vpn-pwc)#encapsulation mpls
Router(config-l2vpn-pwc-encap-mpls)#protocol ldp
Router(config-l2vpn-pwc-encap-mpls)#control-word disable
Router(config-l2vpn-pwc-encap-mpls)#commit

/* Configure on T-PE2 */
Router#configure
Router(config)#l2vpn
Router(config-l2vpn)#pw-class dynamic_mpls
Router(config-l2vpn-pwc)#encapsulation mpls
Router(config-l2vpn-pwc-encap-mpls)#protocol ldp
Router(config-l2vpn-pwc-encap-mpls)#control-word disable
Router(config-l2vpn-pwc-encap-mpls)#exit
Router(config-l2vpn-pwc)#exit
Router(config-l2vpn)#xconnect group XCON1
Router(config-l2vpn-xc)#p2p xc1
Router(config-l2vpn-xc-p2p)#description T-PE2 MS-PW to 10.0.0.1 through 192.168.0.1
Router(config-l2vpn-xc-p2p)#interface gig0/2/0/0.4
Router(config-l2vpn-xc-p2p)#neighbor 192.168.0.1 pw-id 300
Router(config-l2vpn-xc-p2p-pw)#pw-class dynamic_mpls
Router(config-l2vpn-xc-p2p-pw)#commit
```

実行コンフィギュレーション

この項では、マルチセグメント疑似回線の実行コンフィギュレーションを示します。

```

/* T-PE1 Configuration */
Configure
l2vpn
pw-class dynamic_mpls
  encapsulation mpls
  protocol ldp
  control-word disable
!
xconnect group XCON1
p2p xc1
  description T-PE1 MS-PW to 172.16.0.1 through 192.168.0.1
  interface gig0/1/0/0.1
  neighbor 192.168.0.1 pw-id 100
  pw-class dynamic_mpls
!
!

/* S-PE1 Configuration */
l2vpn
xconnect group MS-PW1
p2p ms-pw1
  description S-PE1 MS-PW between 10.0.0.1 and 172.16.0.1
  neighbor 10.0.0.1 pw-id 100
  pw-class dynamic_mpls
!
  neighbor 172.16.0.1 pw-id 300
  pw-class dynamic_mpls
!
!
l2vpn
pw-class dynamic_mpls
  encapsulation mpls
  protocol ldp
  control-word disable
!
!

/* T-PE2 Configuration */
Configure
l2vpn
pw-class dynamic_mpls
  encapsulation mpls
  protocol ldp
  control-word disable
!
xconnect group XCON1
p2p xc1
  description T-PE1 MS-PW to 10.0.0.1 through 192.168.0.1
  interface gig0/2/0/0.4
  neighbor 192.168.0.1 pw-id 300
  pw-class dynamic_mpls
!
!

```

確認

マルチセグメント疑似回線機能が正しく設定されていることを確認します。

Router:S-PE1#show l2vpn xconnect

Legend: ST = State, UP = Up, DN = Down, AD = Admin Down, UR = Unresolved,
LU = Local Up, RU = Remote Up, CO = Connected

XConnect Group	Name	ST	Segment 1 Description	ST	Segment 2 Description	ST
MS-PW1	ms-pw1	UP	10.0.0.1	UP	172.16.0.1	UP

Router:S-PE1#show l2vpn xconnect detail

Group MS-PW1, XC ms-pw1, state is up; Interworking none

PW: neighbor 70.70.70.70, PW ID 100, state is up (established)

PW class not set

Encapsulation MPLS, protocol LDP

PW type Ethernet VLAN, control word enabled, interworking none

PW backup disable delay 0 sec

Sequencing not set

	MPLS	Local	Remote
Label		16004	16006
Group ID		0x2000400	0x2000700
Interface		GigabitEthernet0/1/0/2.2	GigabitEthernet0/1/0/0.3
MTU		1500	1500
Control word		enabled	enabled
PW type		Ethernet VLAN	Ethernet VLAN
VCCV CV type		0x2 (LSP ping verification)	0x2 (LSP ping verification)
VCCV CC type		0x5 (control word)	0x7 (control word)
		(TTL expiry)	(router alert label)
			(TTL expiry)

Incoming PW Switching TLV:

IP Address: 70.70.70.70, PW ID: 100

Description: T-PE1 MS-PW to 172.16.0.1via 192.168.0.1

Outgoing PW Switching TLV:

IP Address: 90.90.90.70, PW ID: 300

Description: T-PE2 MS-PW to 10.0.0.1via 192.168.0.1

IP Address: 192.168.0.1, PW ID: 100

Description: S-PE1 MS-PW between 10.0.0.1and 90.90.90.90

Create time: 04/04/2008 23:18:24 (00:01:24 ago)

Last time status changed: 04/04/2008 23:19:30 (00:00:18 ago)

Statistics:

packet totals: receive 0

byte totals: receive 0

PW: neighbor 90.90.90.90, PW ID 300, state is up (established)

PW class not set

Encapsulation MPLS, protocol LDP

PW type Ethernet VLAN, control word enabled, interworking none

PW backup disable delay 0 sec

Sequencing not set

	MPLS	Local	Remote
Label		16004	16006
Group ID		0x2000800	0x2000200
Interface		GigabitEthernet0/1/0/0.3	GigabitEthernet0/1/0/2.2
MTU		1500	1500
Control word		enabled	enabled
PW type		Ethernet VLAN	Ethernet VLAN
VCCV CV type		0x2 (LSP ping verification)	0x2 (LSP ping verification)

```

VCCV CC type 0x5                                0x7
              (control word)                    (control word)
              (TTL expiry)                      (router alert label)
              (TTL expiry)                      (TTL expiry)
-----
Incoming PW Switching TLV:
  IP Address: 90.90.90.90, PW ID: 300
  Description: T-PE2 MS-PW to 10.0.0.1via 192.168.0.1
Outgoing PW Switching TLV:
  IP Address: 70.70.70.70, PW ID: 100
  Description: T-PE1 MS-PW to 172.16.0.1via 192.168.0.1
  IP Address: 192.168.0.1, PW ID: 300
  Description: S-PE1 MS-PW between 10.0.0.1and 90.90.90.90
Create time: 04/04/2008 23:18:24 (00:01:24 ago)
Last time status changed: 04/04/2008 23:19:30 (00:00:18 ago)
Statistics:
  packet totals: receive 0
  byte totals: receive 0

```

関連項目

- [マルチセグメント疑似回線 \(27 ページ\)](#)
- [マルチセグメント疑似回線の冗長化 \(30 ページ\)](#)

関連コマンド

- show l2vpn xconnect
- show l2vpn xconnect detail
- show l2vpn xconnect summary

スプリット ホライズン グループ

Cisco IOS XR ブリッジドメインは、スプリット ホライズン グループと呼ばれる3つのグループの1つに接続回線 (AC) を集約します。ブリッジドメインに適用した場合、スプリット ホライズンは、スプリット ホライズン グループのメンバー間のフラッドイングと転送動作を示します。次の表では、スプリット ホライズン グループの1つのメンバーで受信したフレームがどのように処理されるかを示し、トラフィックが同じスプリット ホライズン グループの他のメンバーに転送される場合について説明します。

ブリッジドメイントラフィックは、ユニキャストまたはマルチキャストのいずれかです。

フラッドイングトラフィックは、次の不明のユニキャスト宛先 MAC アドレス フレームで構成されます。

- フレームはイーサネット マルチキャスト アドレス (スパニング ツリー BPDU) に送信されます。
- イーサネット ブロードキャスト フレーム (MAC アドレス FF-FF-FF-FF-FF-FF)。

既知のユニキャスト トラフィックは、MAC 学習を使用するポートから学習されたブリッジポートに送信されるフレームで構成されます。

トラフィックフラッドは、ブロードキャスト、マルチキャスト、不明なユニキャスト宛先アドレスに対して実行されます。

表 1: Cisco IOS-XR でサポートされているスプリット ホライズン グループ

スプリット ホライズン グループ	このグループに属しているメンバー	グループ内のマルチキャスト	グループ内のユニキャスト
0	デフォルト：グループ1または2でカバーされないメンバー。	対応	対応
1	VFI で設定されるすべてのPW。	非対応	非対応
2	split-horizon キーワードで設定された任意の AC。	非対応	非対応

スプリット ホライズン グループに関する重要事項：

- ブリッジドメインのメンバーであるすべてのブリッジポートまたはPWが、3つのグループのうちの1つに属している必要があります。
- デフォルトでは、すべてのブリッジポートまたはPWがグループ0のメンバーです。
- ブリッジドメイン設定のVFIコンフィギュレーションサブモードは、このドメインのメンバーがグループ1に含まれていることを示しています。
- **split-horizon group** コマンドは、グループ2のメンバーとしてブリッジポートまたはPWを指定する場合に使用します。
- 既知のユニキャストは、ブロードキャスト、未知のユニキャスト、およびマルチキャスト (BUM) トラフィックとともに、グループのメンバー内でもフィルタリングされます。

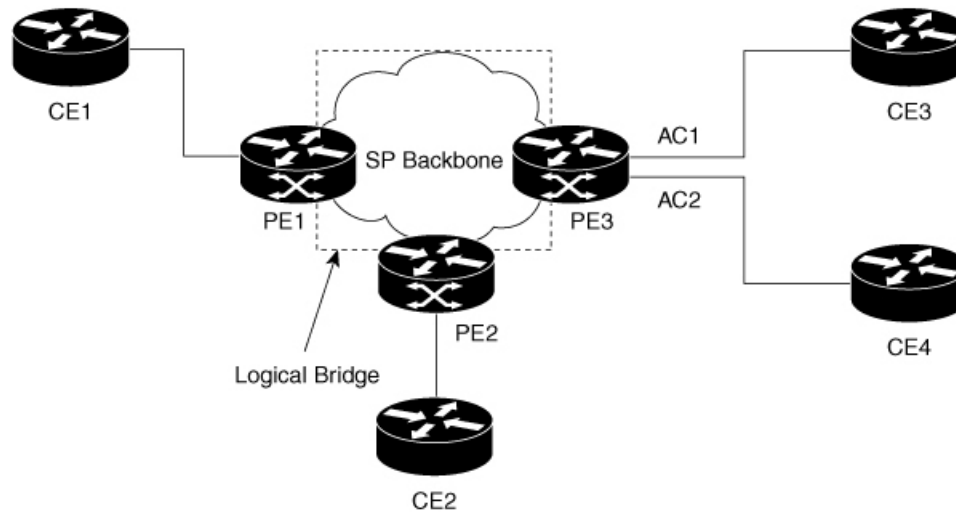
スプリット ホライズン グループ 2

スプリット ホライズン グループ 2 機能を使用すると、ブリッジドメイン内において、ある AC から別の AC への BUM および既知のユニキャスト トラフィックのフラッドを防止できます。この機能により、効率的な帯域幅の割り当てとリソースの最適化が可能になります。

AC1 と AC2 が同じ VPLS ブリッジドメインの一部となっている次のトポロジを考えてみます。スプリット ホライズン グループ 2 を AC1 に設定すると、PE3 上の AC2、BUM、および AC1 からの既知のユニキャスト トラフィックは AC2 にフラッドされません。逆も同様です。

しかし、PE3 上の疑似回線から、グループ 2 の一部である AC1 および AC2 への、着信 BUM トラフィックはフラッドされます。既知のユニキャスト トラフィックは、対応する AC に送信されます。

図 11: スプリット ホライズン グループ 2



AC1 がグループ 0 の一部であり、AC2 がグループ 2 の一部である場合、BUM と既知のユニキャストトラフィックは AC1 と AC2 の間でフラッディングされます。同様に、AC2 がグループ 0 の一部であり、AC1 がグループ 2 の一部である場合、BUM と既知のユニキャストトラフィックは AC1 と AC2 の間でフラッディングされます。

スプリット ホライズン グループ 2 の設定

スプリット ホライズン グループ 2 機能を設定するには、次の作業を実行します。

設定例

次の例は、レイヤ 2 トランスポート用のインターフェイスを設定し、それらをブリッジドメインに追加して、スプリット ホライズン グループ 2 に割り当てる方法を示しています。

```

/* Configure on PE3 */
Router#configure
Router(config)#l2vpn
Router(config-l2vpn)#router-id 3.3.3
Router(config-l2vpn)#pw-class class1
Router(config-l2vpn-pwc)#encapsulation mpls
Router(config-l2vpn-pwc-encapmpls)#protocol ldp
Router(config-l2vpn-pwc-encapmpls)#ipv4 source 3.3.3.3
Router(config-l2vpn-pwc-encapmpls)#exit
Router(config-l2vpn-pwc)#exit
Router(config-l2vpn)#bridge goup bg1
Router(config-l2vpn-bg)#bridge-domain bd
Router(config-l2vpn-bg-bd)#exit
Router(config-l2vpn-bg)#bridge-domain bd1
Router(config-l2vpn-bg-bd)#interface TenGigE
Router(config-l2vpn-bg-bd-ac)#split-horizon group
Router(config-l2vpn-bg-bd-ac)#exit
Router(config-l2vpn-bg-bd)#interface TenGigE

Router(config-l2vpn-bg-bd-ac)#split-horizon group
Router(config-l2vpn-bg-bd-ac)#exit

```

```

Router(config-l2vpn-bg-bd)#vfi vfil
Router(config-l2vpn-bg-bd-vfi)#neighbor 1.1.1.1 pw-id 1
Router(config-l2vpn-bg-bd-vfi-pw)#pw-class class1
Router(config-l2vpn-bg-bd-vfi-pw-pwc)#commit

```

実行コンフィギュレーション

```

configure
l2vpn
router-id 3.3.3.3
pw-class class1
  encapsulation mpls
  protocol ldp
  ipv4 source 3.3.3.3
  !
  !
bridge group bg1
  bridge-domain bd
  !
  bridge-domain bd1
  interface TenGigE
    split-horizon group
  !
  interface TenGigE
    split-horizon group
  !
  vfi vfil
    neighbor 1.1.1.1 pw-id 1
    pw-class class1
  !
  !
  !

```

確認

トラフィックがそれぞれのグループ 2 AC から出力されているかどうかを確認します。

```

Router#show l2vpn bridge-domain bd-name bd1
Thu Jun 14 08:04:47.431 IST

Legend: pp = Partially Programmed.
Bridge group: bg1, bridge-domain: bd1, id: 1, state: up, ShgId: 0, MSTi: 0
Aging: 300s, MAC limit: 64000, Action: none, Notification: syslong
Filter MAC addresses: 0
ACs: 2 (2 up), VFIs: 1, PWs: 1 (up), PBBs: 0 (0 up), VNIs: 0 (0 up)
List of ACs:
  Te
, stage: up, Static MAC addresses: 0
  Te, stage: up, Static MAC addresses: 0
List of Access PWs:
List of VFIs:
  VFI vfil (up)
    Neighbor 1.1.1.1 pw-id 1, stage: up, Static MAC Addresses: 0

```

G.8032 イーサネットリング保護

G.8032 イーサネットリング保護機能は、リングトポロジ内のイーサネットトラフィックの保護を提供します。この機能により、事前設定されたリンクも障害リンクもブロックされ、イーサネットレイヤにおけるリング内のループが防止されます。この機能は、物理インターフェイスとバンドルインターフェイスで設定できます。

概要

各イーサネットリングノードは、2個の独立したリンクを使用してイーサネットリングに参加する隣接イーサネットリングノードに接続されます。リングリンクは、ネットワークに影響を及ぼすループの編成を許可しません。イーサネットリングは、イーサネットリングを保護するために特定のリンクを使用します。この特定のリンクは、リング予備リンク (RPL) と呼ばれます。リングリンクは、リングリンク (別名リングポート) の2個の隣接するイーサネットリングノードとポートで区切られます。



(注) イーサネットリングでのイーサネットリングノードの最小数は2です。

リング保護スイッチングの基礎は次のとおりです。

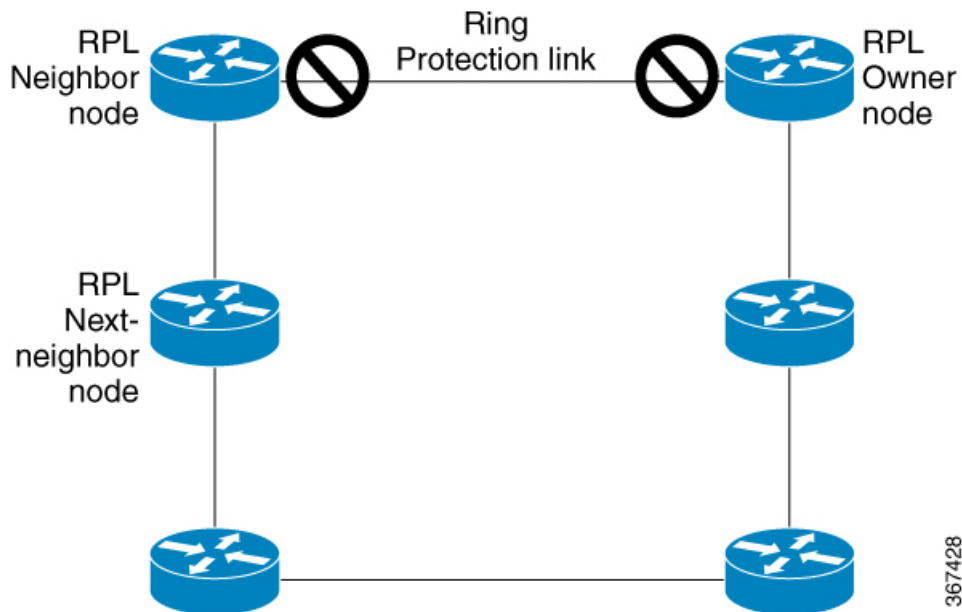
- ループ回避の原則。
- 学習、転送、およびフィルタリングデータベース (FDB) メカニズムの使用。

イーサネットリングでのループ回避は、RPLである1つのリングリンクを除くすべてで常にトラフィックフローを確保することで行います。複数のノードが、リングの形成に使用されません。

- RPL オーナー：ループがイーサネットトラフィックで形成されないように、RPL を介してトラフィックをブロックします。リングには RPL オーナーは1つだけ存在します。
- RPL ネイバーノード：RPL ネイバーノードは、RPL に隣接するイーサネットリングノードです。通常の状態では RPL の終了をブロックします。このノードタイプはオプションであり、保護されている場合 RPL の使用を防止します。
- RPL の次のネイバーノード：RPL の次のネイバーノードは、RPL オーナーノードまたは RPL ネイバーノードに隣接するイーサネットリングノードです。これは、主にリングでの FDB フラッシュ最適化に使用されます。このノードはオプションです。

次の図は G.8032 イーサネットリングの例です。

図 12: G.8032 イーサネットリング



リングのノードは、RAPS と呼ばれる制御メッセージを使用して、RPL リンクのオンとオフを切り替えるアクティビティを調整します。リンクの障害によって、障害が発生したリンクに面するポートをノードがブロックした後で、障害が発生したリンクに隣接するノードから両方の方向に RAPS 信号障害 (RAPS SF) メッセージがトリガーされます。このメッセージの取得時に、RPL オーナーは、RPL ポートのブロックを解除します。

(注) リングの単一のリンク障害によって、ループフリー トポロジが確保されます。

リングリンクおよびノードの障害を検出するために、回線ステータスおよび接続障害管理プロトコルが使用されます。回復フェーズ中に、障害が発生したリンクが復元されると、復元されたリンクに隣接するノードは、RAPS no request (RAPS NR) メッセージを送信します。このメッセージの取得時に、RPL オーナーは RPL ポートをブロックし、RAPS no request, root blocked (RAPS NR, RB) メッセージを送信します。これにより、リング内の RPL オーナー以外のその他すべてのノードが、すべてのブロックされたポートのブロックを解除します。ERP プロトコルは、リング トポロジの単方向障害と複数のリンク障害シナリオの両方で機能するために十分に強力です。

G.8032 リングは、次の基本的なオペレータ管理コマンドをサポートします。

- Force switch (FS) : オペレータは、特定のリング ポートを強制的にブロックできます。
 - 既存の SF 状態がある場合でも有効です。
 - サポートされるリング用の複数の FS コマンド。
 - 即時のメンテナンス操作を可能にするために使用できます。

- **Manual switch (MS)** : オペレータは、特定のリングポートを手動でブロックできます。
 - 既存の FS または SF 状態では無効です。
 - 新しい FS または SF 状態によって上書きされます。
 - 過去のすべての MS コマンドをクリアします。
- **Clear** : リングポートで既存の FS または MS コマンドを取り消します。
 - 非リバーティブモードをクリアするために (RPL オーナーで) 使用されます。



(注) MAC フラッシュ イベント中に生じる ERPS リングリンク障害/Force switch/Manual switch イベントは、結果として予測不可能なコンバージェンスになります。

G.8032 リングは2つのインスタンスをサポートできます。インスタンスは、物理的なリングに実行される論理リングです。そのようなインスタンスは、リング上のロードバランシング VLAN などのさまざまな理由で使用されます。たとえば、奇数の VLAN はリングの1方向に送信され、偶数の VLAN は他の方向に送信されることがあります。特定の VLAN は1つのインスタンスだけで設定できます。これらは複数のインスタンスと重複できません。重複すると、データトラフィックまたは RAPS パケットは論理リングを通過する可能性があるため、望ましくありません。

タイマー

G.8032 は、競合状態および不要なスイッチング操作を回避するために異なる ERP タイマーを使用することを指定します。

- **遅延タイマー** : RPL をブロックする前にネットワークが安定していることを確認するために RPL オーナーによって使用されます。
- **SF 状態の後で、SF が断続的に中断していないことを確認するために、Wait-to-Restore (WTR) タイマー** が使用されます。WTR タイマーはオペレータが設定できます。デフォルトの時間間隔は 5 分です。時間間隔の範囲は 1 ~ 12 分です。
- **FS/MS コマンドの後で、バックグラウンド状態でないことを確認するために、Wait-to-Block タイマー** が使用されます。



(注) Wait-to-Block タイマーは、Wait-to-Restore タイマーよりも短くなることがあります。

- **ガードタイマー** : 状態の変更時にすべてのノードで使用されます。これは、潜在的な古いメッセージが不要な状態変更を引き起こさないようにします。ガードタイマーは設定可能であり、デフォルトの時間間隔は 500 ミリ秒です。時間間隔の範囲 10 ~ 2000 ミリ秒です。

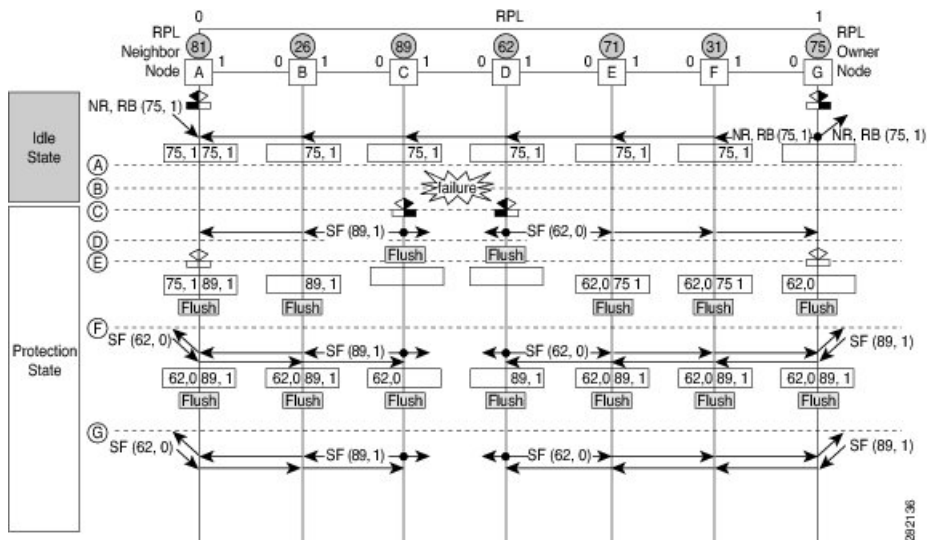
- hold-off タイマー：断続的なリンク障害をフィルタリングするために、基盤となるイーサネットレイヤによって使用されます。hold-off タイマーは設定可能であり、デフォルトの時間間隔は 0 秒です。時間間隔の範囲は 0 ~ 10 秒です。

- 障害は、このタイマーの有効期限が切れた場合だけリング保護メカニズムに報告されます。

単一のリンク障害

次の図は、単一のリンク障害が発生した場合の保護スイッチングを表しています。

図 13: G.8032 の単一のリンク障害



前述の図は、7つのイーサネットリングノードで構成されたイーサネットリングを表しています。RPLは、イーサネットリングノードAとGの間のリングリンクです。このようなシナリオでは、RPLの両端がブロックされます。イーサネットリングノードGはRPLオーナーノードで、イーサネットリングノードAはRPLネイバーノードです。

次の記号が使用されます。

- Message source
- ▶ R-APS channel blocking
- Client channel blocking
- Ⓜ Node ID

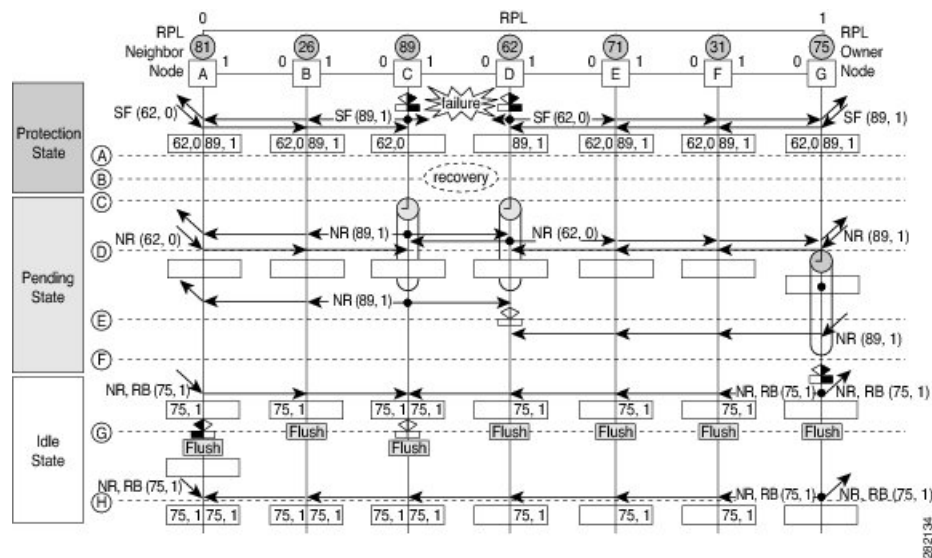
次の流れでは、単一のリンク障害でのステップについて説明します。

1. リンクは正常な状態で動作しています。
2. 障害が発生します。
3. イーサネットリングノードCとDは、ローカルの信号障害を検出し、ホールドオフ時間間隔後に障害が発生したリングポートをブロックし、FDBフラッシュを実行します。

4. イーサネットリングノード C と D は、SF 状態が続いている間、両方のリングポートの（ノード ID、BPR）ペアとともに RAPS（SF）メッセージの定期的な送信を開始します。
5. RAPS（SF）メッセージを受信するすべてのイーサネットリングノードが FDB フラッシュを実行します。RPL オーナーノード G と RPL ネイバーノード A が RAPS（SF）メッセージを受信すると、イーサネットリングノードは自身の RPL の終端をブロック解除し、FDB フラッシュを実行します。
6. 2 番目の RAPS（SF）メッセージを受信するすべてのイーサネットリングノードは、FDB フラッシュを再度実行します。これは、ノード ID と BPR ベースメカニズムが原因です。
7. 安定した SF 状態：イーサネットリングの RAPS メッセージ（SF）。これ以上の RAPS（SF）メッセージは、さらなるアクションをトリガーしません。

次の図は、単一のリンク障害が発生した場合の復帰を表しています。

図 14: 単一のリンク障害回復（リバーティブ操作）



次の流れでは、単一のリンク障害での復帰のステップについて説明します。

1. リンクが安定した SF 状態で動作しています。
2. リンク障害回復が行われます。
3. イーサネットリングノード C と D は、信号障害（SF）状態のクリアを検出し、ガードタイマーを開始し、両方のリングポートの RAPS（NR）メッセージの定期的な送信を開始します。（ガードタイマーは、RAPS メッセージの受信を防止します）。
4. イーサネットリングノードが RAPS（NR）メッセージを受信すると、受信側リングポートのノード ID および BPR のペアが削除され、RPL オーナーノードは WTR タイマーを開始します。
5. イーサネットリングノード C と D でガードタイマーの有効期限が切れると、受信する新しい RAPS メッセージを受け入れることがあります。イーサネットリングノード D は、

イーサネットリングノードCから上位のノードIDを持つRAPS (NR) メッセージを受信し、障害が発生していないリングポートのブロックを解除します。

6. WTRタイマーの有効期限が切れると、RPLオーナーノードは、RPLの終端をブロックし、(ノードID、BPR) ペアを持つRAPS (NR、RB) メッセージを送信し、FDBフラッシュを実行します。
7. イーサネットリングノードCがRAPS (NR、RB) メッセージを受信すると、ブロックされたリングポートのブロックを解除し、RAPS (NR) メッセージの送信を停止します。一方、RPLネイバーノードAがRAPS (NR、RB) メッセージを受信すると、RPLの終了をブロックします。さらに、イーサネットリングノードA～Fは、ノードIDとBPRベースメカニズムが存在することが原因で、RAPS (NR、RB) メッセージを受信するとFDBフラッシュを実行します。

G.8032 イーサネットリング保護の設定

ERP機能は、リバーティブと非リバーティブ動作モードの両方をサポートしています。デフォルトでは、ERPプロファイル設定で明示的に非リバーティブモードとして設定されていない限り、ERPリングはリバーティブモードで動作します。

イーサネットリング保護機能を設定するには、次の作業を実行します。

- ERPプロファイルの設定
- ERPインスタンスの設定



(注) タグの再書き込み (リング自動保護スイッチング (RAPS) チャンネルとして使用されているサブインターフェイスのプッシュまたはポップ) はサポートされていません。

ERPプロファイルの設定

イーサネットリング保護 (ERP) プロファイルを設定するには、次の作業を実行します。

設定例

```
Router#configure
Router(config)ethernet ring g8032 profile p1
Router(config-g8032-ring-profile)#timer wtr 5
Router(config-g8032-ring-profile)#non-revertive
Router(config-g8032-ring-profile)#commit
```

リバーティブモード：このモードでは、障害が発生したERPリンクがアップ状態になり、WTRタイマーが期限切れになった後、RPLがブロックされます。このモードを有効にするための特定のコマンドや設定はありません。デフォルトでは、ERPプロファイル設定で明示的に非リバーティブモードとして設定されていない限り、ERPリングはリバーティブモードで動作します。

非リバーティブモード：このモードでは、RPLがブロック状態のままになります。回復したリンクもRPLオーナーノードで **erp clear** コマンドを実行するか、リングに新しいSFが生じるまで、ブロック状態のままになります。

実行コンフィギュレーション

```
configure
Ethernet ring g8032 profile p1
  timer wtr 5
  non-revertive
  !
!
```

ERP インスタンスの設定

ERP インスタンスを設定するには、次の作業を実行します。

設定例

```
Router#configure
Router(config)#l2vpn
Router(config-l2vpn)#ethernet ring g8032 ring1
Router(config-l2vpn-erp)#port0 interface TenGigE0/0/0/0
/* To configure an ERP on bundle interface, use the following command */
Router(config-l2vpn-erp)#port0 interface bundle-ether1
Router(config-l2vpn-erp-port0)#exit
Router(config-l2vpn-erp)#port1 interface TenGigE0/0/0/8
/* To configure an ERP on bundle interface, use the following command */
Router(config-l2vpn-erp)#port1 interface bundle-ether2
Router(config-l2vpn-erp-port1)#exit
Router(config-l2vpn-erp)#instance 1
Router(config-l2vpn-erp-instance)#profile p1
Router(config-l2vpn-erp-instance)#rpl port0 owner
Router(config-l2vpn-erp-instance)#inclusion-list vlan-ids 1,7-150
Router(config-l2vpn-erp-instance)#aps-channel
Router(config-l2vpn-erp-instance-aps)#port0 interface TenGigE
Router(config-l2vpn-erp-instance-aps)#port1 interface TenGigE
/* To configure an ERP instance on bundle sub-interfaces, use the following command */
Router(config-l2vpn-erp-instance-aps)#port0 interface bundle-ether1.1
Router(config-l2vpn-erp-instance-aps)#port1 interface bundle-ether2.1
Router(config-l2vpn-erp-instance-aps)#commit
```

包含リスト **vlan id**：これらの **vlan** のポートは保護され、トラフィックはこれらのポートに対してのみスイッチングされます。

除外リスト **vlan id**：これらの **vlan id** は G.8032 によって保護されません。これらの **vlan** のトラフィックは通常どおり転送され、これらの **vlan** のポートは G.8032 によってブロックされません。

どちらのリストにも含まれていない **vlan** は、デフォルト インスタンスの一部となり、これらの **vlan** のトラフィックはドロップされます。

実行コンフィギュレーション

```
configure
```

```

l2vpn
  ethernet ring g8032 ring1
    port0 interface TenGigE0/0/0/0
    !
    port1 interface TenGigE0/0/0/8
    !
  instance 1
    profile fretta
    rpl port0 owner
    inclusion-list vlan-ids 1,7-150
    aps-channel
      port0 interface TenGigE
      port1 interface TenGigE
    !
  !
!
!

```

確認

イーサネット リングのステータスを確認します。

```

Router#show ethernet ring g8032 ring1
Thu Jun 14 08:04:47.431 IST

```

```

R: Interface is the RPL-link
F: Interface is faulty
B: Interface is blocked
N: Interface is not present
FS: Local forced switch
MS: Local manual switch

```

RingName	Inst	NodeType	NodeState	Port0	Port1
ring1	1	Owner	Idle	R,B	

```

Router#show ethernet ring g8032 status
Thu Jun 14 08:05:35.263 IST

```

```

Ethernet ring ring1 instance 1 is RPL Owner node in Idle state
  Port0: TenGigE0/0/0/0 (Monitor: TenGigE0/0/0/0)
    APS-Channel: TenGigE0/0/0/0.1
    Status: RPL, blocked
    Remote R-APS NodeId: 0000.0000.0000, BPR: 0
  Port1: TenGigE0/0/0/8 (Monitor: TenGigE0/0/0/8)
    APS-Channel: TenGigE0/0/0/8.1
    Status: NonRPL
    Remote R-APS NodeId: 0000.0000.0000, BPR: 0
  APS Level: 7
  Open APS ring topology
  Profile: p1
    WTR interval: 1 minutes
    Guard interval: 500 milliseconds
    Hold-off interval: 0 seconds
    Revertive mode

```

G.8032 イーサネットリング保護の設定：例

この設定例では、完全な G.8032 設定に含まれている要素について説明します。

```
# Configure the ERP profile characteristics if ERP instance behaviors are non-default.
ethernet ring g8032 profile ERP-profile
    timer wtr 10
    timer guard 100
    timer hold-off 1
    non-revertive

# Configure CFM MEPs and configure to monitor the ring links.
ethernet cfm
    domain domain1
        service link1 down-meps
        continuity-check interval 100ms
        efd
    mep crosscheck
    mep-id 2
    domain domain2
        service link2 down-meps
        continuity-check interval 100ms
        efd protection-switching
    mep crosscheck
    mep id 2

Interface Gig 0/0/0/0
    ethernet cfm mep domain domain1 service link1 mep-id 1
Interface Gig
    ethernet cfm mep domain domain2 service link2 mep-id 1

# Configure the ERP instance under L2VPN
l2vpn
    ethernet ring g8032 RingA
        port0 interface g0/0/0/0
        port1 interface g
        instance 1
            description BD2-ring
            profile ERP-profile
            rpl port0 owner
            inclusion-list vlan-ids 10-100
            aps channel
                level 3
                port0 interface g0/0/0/0.1
                port1 interface g

# Set up the bridge domains
bridge group ABC
    bridge-domain BD2
        interface Gig

        interface Gig
        interface Gig

    bridge-domain BD2-APS
        interface Gig
        interface Gig

# EFPs configuration
interface Gig l2transport
    encapsulation dot1q 5
```

```

interface Gig 12transport
  encapsulation dot1q 5

interface g 12transport
  encapsulation dot1q 10-100

interface g 12transport
  encapsulation dot1q 10-100

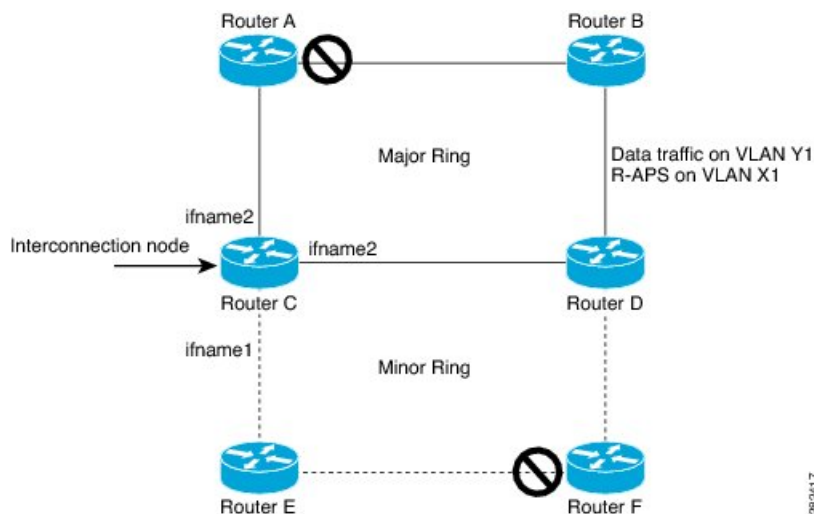
interface g 12transport
  encapsulation dot1q 10-100

```

相互接続ノードの設定 : 例

次に、相互接続ノードを設定する例を示します。次の図では、開いたリングのシナリオについて説明します。

図 15: リング シナリオ : 相互接続ノード



ルータ C (開いたリング : ルータ C) で G.8032 を設定するために必要な最小設定 :

```

interface Gig 0/0/0/1.1 l2transport
  encapsulation dot1q 5
interface Gig 0/0/0/1.10 l2transport
  encapsulation dot1q 6
interface Gig 0/0/0/2.10 l2transport
  encapsulation dot1q 6
interface Gig 0/0/0/3.10 l2transport
  encapsulation dot1q 6
l2vpn
ethernet ring g8032 ring8
  port0 interface Gig 0/0/0/1
  port1 none /* This router is connected to an interconnection node. */
  open-ring
!
instance 1
  inclusion-list vlan-ids 1,7-150
  aps-channel
  port0 interface Gig 0/0/0/1.1
  port1 none /* This router is connected to an interconnection node */

```

```

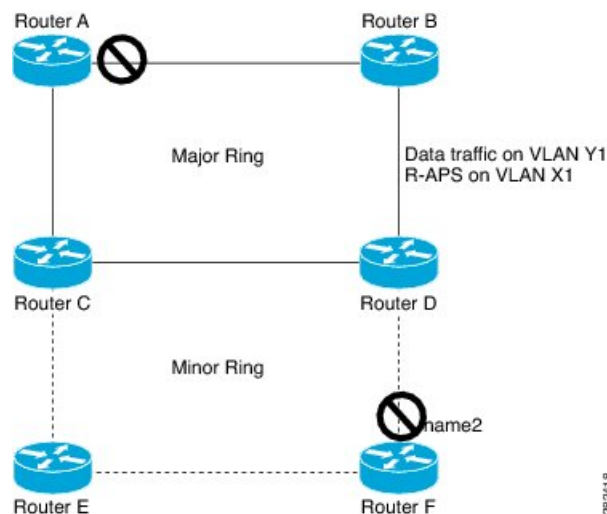
!
bridge group bg1
  bridge-domain BD2 /* Data traffic has its own bridge domain */
  interface Gig 0/0/0/1.10
  interface Gig 0/0/0/2.10
  interface Gig 0/0/0/3.10
!
bridge-domain BD2-APS /* APS-channel has its own bridge domain */
  interface Gig 0/0/0/1.1 /* There is only one APS-channel at the interconnection node */
*/

```

開いたリングのノードの設定 : 例

次に、開いたリングのノード部分を設定する例を示します。次の図では、開いたリングのシナリオについて説明します。

図 16: 開いたリング シナリオ



開いたリングのノード（ルータ F で開いたリングのノード部分）で G.8032 を設定するために必要な最小設定 :

```

interface Gig 0/0/0/1.1 l2transport
  encapsulation dot1q 5
interface Gig 0/0/0/2.1 l2transport
  encapsulation dot1q 5
interface Gig 0/0/0/1.10 l2transport
  encapsulation dot1q 6
interface Gig 0/0/0/2.10 l2transport
  encapsulation dot1q 6
l2vpn
  ethernet ring g8032 ringB
    port0 interface Gig 0/0/0/1
    port1 interface Gig 0/0/0/2
  open-ring
!
instance 1
  inclusion-list vlan-ids 1,7-150
  rpl port0 owner /* This node is RPL owner and interface Gig 0/0/0/2 is blocked
  aps-channel

```



```

port0 interface Gig 0/0/0/1.1
port1 interface Gig 0/0/0/2.1

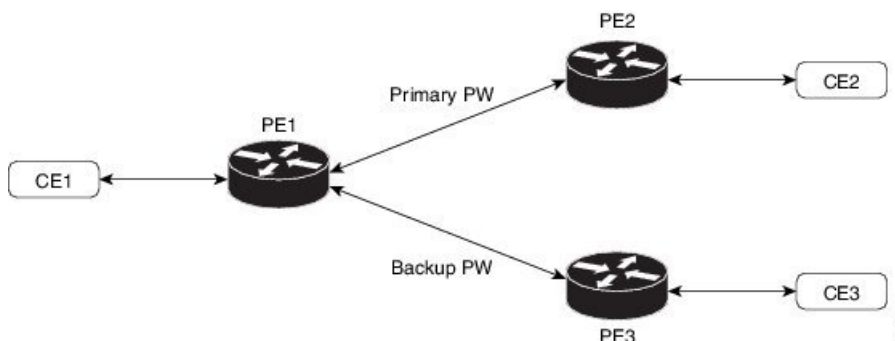
/* Set up the bridge domain
bridge group bg1
  bridge-domain BD2
    bridge-domain BD2-APS /* APS-channel has its own bridge domain */
      interface Gig 0/0/0/1.1
      interface Gig 0/0/0/2.1
    !
/* Data traffic has its own bridge domain */
  bridge-domain BD2
    interface Gig 0/0/0/1.10
    interface Gig 0/0/0/2.10

```

疑似回線冗長性

疑似回線冗長性機能により、プライマリ疑似回線のバックアップとなる冗長疑似回線を設定できます。プライマリ疑似回線で障害が発生すると、PE ルータが冗長疑似回線に切り替わります。復旧後にプライマリ疑似回線の運用が再開するように選択できます。プライマリ疑似回線での障害発生は、PE ルータに障害が発生した場合、またはネットワークの停止が発生した場合に起こります。

図 17: 疑似回線冗長性



バックアップ疑似回線への強制的な手動切り替え

ルータを強制的にバックアップに切り替える、またはプライマリ疑似回線に戻すには、EXEC モードで **l2vpn switchover** コマンドを使用します。

手動切り替えは、コマンドが入力されたとき、コマンドで指定されたピアが実際に使用可能であり、相互接続が完全なアクティブ状態に移行する場合に限り実行されます。

疑似回線冗長性の設定

ここでは、疑似回線冗長性を設定する方法について説明します。

疑似回線冗長性機能を設定する際には、次の制限事項を考慮する必要があります。

- 2000 のアクティブ PW と 2000 のバックアップ PW がサポートされています。

- MPLS LDP のみがサポートされています。

```

/* Configure PW on PE1 */
Router# configure
Router(config)# l2vpn
Router(config-l2vpn)# xconnect group XCON1
Router(config-l2vpn-xc)# p2p xc1
Router(config-l2vpn-xc-p2p)# interface GigabitEthernet
Router(config-l2vpn-xc-p2p)# neighbor ipv4 2.2.2.2 pw-id 1
Router(config-l2vpn-xc-p2p-pw)# backup neighbor 3.3.3.3 pw-id 1
Router(config-subif)# commit

/* Configure PW on PE2 */
Router# configure
Router(config)# l2vpn
Router(config-l2vpn)# xconnect group XCON1
Router(config-l2vpn-xc)# p2p xc1
Router(config-l2vpn-xc-p2p)# interface GigabitEthernet
Router(config-l2vpn-xc-p2p)# neighbor ipv4 1.1.1.1 pw-id 1
Router(config-subif)# commit

/* Configure PW on PE3 */
Router# configure
Router(config)# l2vpn
Router(config-l2vpn)# xconnect group XCON1
Router(config-l2vpn-xc)# p2p xc1
Router(config-l2vpn-xc-p2p)# interface GigabitEthernet
Router(config-l2vpn-xc-p2p)# neighbor ipv4 1.1.1.1 pw-id 1
Router(config-subif)# commit

```

実行コンフィギュレーション

```

/* On PE1 */
!
l2vpn
xconnect group XCON1
p2p XCON1_P2P2
interface GigabitEthernet
neighbor ipv4 2.2.2.2 pw-id 1
backup neighbor 3.3.3.3 pw-id 1
!

/* On PE2 */
!
l2vpn
xconnect group XCON1
p2p XCON1_P2P2
interface GigabitEthernet
neighbor ipv4 1.1.1.1 pw-id 1
!

/* On PE3 */
!
l2vpn
xconnect group XCON1
p2p XCON1_P2P2
interface GigabitEthernet
neighbor ipv4 1.1.1.1 pw-id 1
!

```

確認

設定した擬似回線冗長性がアップ状態であることを確認します。

```

/* On PE1 */

Router#show l2vpn xconnect group XCON_1
Legend: ST = State, UP = Up, DN = Down, AD = Admin Down, UR = Unresolved,
        SB = Standby, SR = Standby Ready, (PP) = Partially Programmed

XConnect          Segment 1          Segment 2
Group      Name      ST      Description      ST      Description      ST
-----
XCON_1      XCON1_P2P2 UP      Gi0/1/0/0.1      UP      2.2.2.2      1000 UP
                                           Backup
                                           3.3.3.3      1000 SB
-----

/* On PE2 */

Router#show l2vpn xconnect group XCON_1
Tue Jan 17 15:36:12.327 UTC
Legend: ST = State, UP = Up, DN = Down, AD = Admin Down, UR = Unresolved,
        SB = Standby, SR = Standby Ready, (PP) = Partially Programmed

XConnect          Segment 1          Segment 2
Group      Name      ST      Description      ST      Description      ST
-----
XCON_1      XCON1_P2P2 UP      BE100.1          UP      1.1.1.1      1000 UP
-----

/* On PE3 */

Router#show l2vpn xconnect group XCON_1
Tue Jan 17 15:38:04.785 UTC
Legend: ST = State, UP = Up, DN = Down, AD = Admin Down, UR = Unresolved,
        SB = Standby, SR = Standby Ready, (PP) = Partially Programmed

XConnect          Segment 1          Segment 2
Group      Name      ST      Description      ST      Description      ST
-----
XCON_1      XCON1_P2P2 DN      BE100.1          UP      1.1.1.1      1000 SB
-----

Router#show l2vpn xconnect summary
Number of groups: 3950
Number of xconnects: 3950
  Up: 3950  Down: 0  Unresolved: 0  Partially-programmed: 0
  AC-PW: 3950  AC-AC: 0  PW-PW: 0  Monitor-Session-PW: 0
Number of Admin Down segments: 0
Number of MP2MP xconnects: 0
  Up 0 Down 0
  Advertised: 0 Non-Advertised: 0
Number of CE Connections: 0
  Advertised: 0 Non-Advertised: 0
Backup PW:
  Configured   : 3950
  UP           : 0
  Down        : 0

```

```

Admin Down      : 0
Unresolved     : 0
Standby        : 3950
Standby Ready  : 0
Backup Interface:
Configured     : 0
UP             : 0
Down          : 0
Admin Down    : 0
Unresolved    : 0
Standby       : 0

```

疑似回線冗長性の設定

疑似回線冗長性を使用すると、ネットワーク内の障害を検出して、サービスの提供を続行可能な別のエンドポイントにレイヤ2サービスを再ルーティングするようにネットワークを設定できます。この機能により、リモート PE ルータで発生した障害、または PE ルータと CE ルータ間のリンクで発生した障害から回復できます。

L2VPN は、ルーティング プロトコルを通じて疑似回線冗長化機能を提供します。エンドツーエンド PE ルータ間の接続が障害になった場合、指示された LDP セッションとユーザデータの代替パスに引き継ぐことができます。ただし、ネットワークの一部は、この再ルーティングメカニズムでサービスの中断から保護されません。

疑似回線冗長性を使用すると、バックアップ疑似回線を設定できます。ネットワークに冗長疑似回線と冗長ネットワーク エlement を設定することもできます。

プライマリ疑似回線の障害前に、バックアップ疑似回線にトラフィックをスイッチングする機能が使用され、ルータのメンテナンスなどの計画された疑似回線の停止が処理されます。

設定

ここでは、疑似回線冗長性の設定について説明します。

```

/* Configure a cross-connect group with a static point-to-point
cross connect */
Router# configure
Router(config)# l2vpn
Router(config-l2vpn)# xconnect group A
Router(config-l2vpn-xc)# p2p xc1
Router(config-l2vpn-xc-p2p)# interface tengige 0/0/0.2
Router(config-l2vpn-xc-p2p)# neighbor 10.1.1.2 pw-id 2

/*Configure the pseudowire segment for the cross-connect group */
Router(config-l2vpn-xc-p2p-pw)#pw-class path1

/*Configure the backup pseudowire segment for the cross-connect group */
Router(config-l2vpn-xc-p2p-pw)# backup neighbor 10.2.2.2 pw-id 5
Router(config-l2vpn-xc-p2p-pw-backup)#end

/*Commit your configuration */
Router(config-l2vpn-xc-p2p-pw-backup)#commit
Uncommitted changes found, commit them before exiting(yes/no/cancel)?
[cancel]: yes

```

実行コンフィギュレーション

```
Router# show-running configuration
...
l2vpn
encapsulation mpls
!
xconnect group A
p2p xcl
  interface tengige 0/0/0/0.2
  neighbor ipv4 10.1.1.2 pw-id 2
  pw-class path1
  backup neighbor 10.2.2.2 pw-id 5
  !
!
...
```

L2VPN での仮想回線接続検証

仮想回線接続性検証 (VCCV) は、L2VPN の運用、管理、およびメンテナンス (OAM) 機能であり、ネットワーク オペレータが、指定した疑似回線上で IP ベースのプロバイダー エッジ間 (PE-to-PE) キープアライブ プロトコルを実行できるようにし、疑似回線データパス転送で障害が発生しないようにします。ディスポジション PE は、指定した疑似回線に関連付けられる制御チャンネルで VCCV パケットを受信します。疑似回線が各方向の PE 間で確立されると、VCCV に使用される制御チャンネルタイプと接続検証タイプがネゴシエートされます。

2 つのタイプのパケットが判定結果出力に着信します。

- タイプ 1 : 通常の Ethernet-over-MPLS (EoMPLS) データ パケットを指定します。これには、a) シグナリング時にネゴシエートした場合はインバウンドコントロールワード、および b) MPLS TTL 有効期限が含まれています。
- タイプ 2 : ルータ アラート レベル (ラベル 0) を指定します。

ルータは、タイプ 1 のラベルスイッチドパス (LSP) VCCV パケットをサポートしています。VCCV エコー応答は IPv4 パケットとして送信されます。つまり、応答モードは IPv4 です。

ルータは、VCCV パケットのアカウントリングをサポートしていません。

