



Ethernet-over-MPLS (EoMPLS) および疑似回線冗長性の設定

- [Ethernet-over-MPLS の設定 \(1 ページ\)](#)
- [疑似回線冗長性の設定 \(17 ページ\)](#)
- [Ethernet-over-MPLS および疑似回線冗長性の機能履歴 \(33 ページ\)](#)

Ethernet-over-MPLS の設定

ここでは、Ethernet over Multiprotocol Label Switching (EoMPLS) の設定方法について説明します。

Ethernet-over-MPLS の前提条件

EoMPLS を設定する前に、ネットワークが次のように設定されていることを確認してください。

- プロバイダーエッジ (PE) デバイスが IP によって相互に到達できるように、コアに IP ルーティングを設定します。
- PE デバイス間にラベルスイッチパス (LSP) が存在するように、コアに MPLS を設定します。
- 接続回線で Xconnect を設定する前に、**no switchport**、**no keepalive**、および **no ip address** コマンドを設定します。
- ロードバランシングの場合、**port-channel load-balance** コマンドの設定は必須です。
- EoMPLS VLAN モードを有効にするには、サブインターフェイスがサポートされている必要があります。
- デバイスをイネーブルにし、サービスの中断時に LDP バインディングおよび MPLS フォワーディングステートを保護するため、**mpls ldp graceful-restart** コマンドを設定する必要があります。スケール設定を使用した高可用性セットアップでの SSO 中のデバイス障害

を回避するために、（フォワーディングステートを保持しない場合でも）このコマンドを設定することを推奨します。

Ethernet-over-MPLS の制約事項

次の項では、EoMPLS ポートモードおよび EoMPLS VLAN モードの制約事項を示します。

Ethernet-over-MPLS ポートモードの制約事項

- イーサネット フロー ポイントはサポートされていません。
- Quality of Service (QoS) : お客様の Differentiated Services Code Point (DSCP; DiffServ コードポイント) の再マーキングは、Virtual Private Wire Service (VPWS) および EoMPLS ではサポートされません。
- 明示的 null の仮想回線接続検証 (VCCV) ping はサポートされていません。
- レイヤ 2 プロトコルトンネリング CLI はサポートされていません。
- Flow Aware Transport (FAT) 疑似回線冗長性は、プロトコル CLI モードでのみサポートされています。サポートされているロードバランシングパラメータは、送信元 IP、送信元 MAC アドレス、宛先 IP、および宛先 MAC アドレスです。
- MPLS QoS は、パイプモードと均一モードでのみサポートされています。デフォルトモードはパイプモードです。
- レガシー Xconnect モードとプロトコル CLI (インターフェイス疑似回線設定) モードはどちらもサポートされています。
- Xconnect と MACSec を同じインターフェイスに設定することはできません。
- MACSec は CE デバイスで設定し、Xconnect は PE デバイスで設定する必要があります。
- CE デバイス間で MACSec セッションを使用できる必要があります。
- デフォルトでは、EoMPLS PW は Cisco Discovery Protocol やスパンニングツリープロトコル (STP) などのすべてのプロトコルをトンネリングします。EoMPLS PW は L2 プロトコル トンネリング CLI の一環として選択的なプロトコル トンネリングを実行できません。
- Link Aggregation Control Protocol (LACP) および Port Aggregation Protocol (PAgP) パケットは、ローカル PE によって処理されるため、Ethernet-over-MPLS 疑似回線を介して転送されません。

EoMPLS VLAN モードの制約事項

- 各 PE デバイスで同じインターワーキングタイプが設定されていない場合、仮想回線は機能しません。
- タグなしトラフィックは、着信トラフィックとしてはサポートされません。

- マルチプレクサ ユーザーネットワーク インターフェイス (MUX UNI) がサポートされていないため、レイヤ 2 サブインターフェイスでは Xconnect モードを有効にできません。
- Xconnect モードは、ポート間トランスポートのメインインターフェイスで有効になっている場合、サブインターフェイスには設定できません。
- FAT は、プロトコル CLI モードでのみ設定できます。
- VLAN モード EoMPLS では、CE デバイスによってクリアされた dot1q で暗号化されたパケットのみが PE デバイスによって処理されます。
- QoS : カスタマー DSCP 再マーキングは VPWS と EoMPLS ではサポートされていません。
- MPLS QoS は、パイプモードと均一モードでサポートされています。デフォルトモードはパイプモードです。
- VLAN モードの EoMPLS では、CE からの Cisco Discovery Protocol パケットは PE で処理されますが、EoMPLS 仮想回線では伝送されません。一方、ポートモードでは、CE からの Cisco Discovery Protocol パケットは仮想回線で伝送されます。
- イーサネットおよび VLAN インターワーキングタイプのみがサポートされています。
- L2 プロトコル トンネリング CLI はサポートされていません。
- Link Aggregation Control Protocol (LACP) および Port Aggregation Protocol (PAgP) パケットは、ローカル PE によって処理されるため、Ethernet-over-MPLS 疑似回線を介して転送されません。

Ethernet-over-MPLS に関する情報

EoMPLS は、Any Transport over MPLS (AToM) トランスポートタイプの 1 つです。EoMPLS は、イーサネットプロトコルデータユニット (PDU) を MPLS パケットにカプセル化し、MPLS ネットワーク上で転送することにより機能します。各 PDU は単一パケットとして転送されます。

次のモードがサポートされています。

- ポートモード : ポートのすべてのトラフィックが MPLS ネットワーク上の単一の仮想回線を共有できるようにします。ポートモードは仮想回線タイプ 5 を使用します。
- VLAN モード : MPLS ネットワーク上の単一の仮想回線を介して、送信元 802.1Q VLAN から宛先 802.1Q VLAN にイーサネットトラフィックを転送します。VLAN モードは仮想回線タイプ 5 をデフォルトとして使用します (dot1q タグは転送されません)。ただし、リモート PE がサブインターフェイスベース (VLAN ベース) の EoMPLS の仮想回線タイプ 5 をサポートしていない場合は、仮想回線タイプ 4 (dot1 タグを転送) を使用します。

EoMPLS ポートモードと EoMPLS VLAN モード間のインターワーキング : EoMPLS ポートモードがローカル PE で設定され、EoMPLS VLAN モードがリモート PE で設定されている場合、カスタマーエッジ (CE) レイヤ 2 スイッチポート インターフェイスは、ポートモード側で

access として設定する必要があります。また、スパニングツリープロトコルは、CE デバイスの VLAN モード側で無効にする必要があります。

PE 間のすべての中間リンクの最大伝送ユニット (MTU) が、入力 PE で受信される最大のレイヤ 2 パケットを伝達できる必要があります。

Ethernet-over-MPLS の設定方法

EoMPLS は、ポートモードまたは VLAN モードで設定できます。

Ethernet-over-MPLS ポートモードの設定

EoMPLS ポートモードは、Xconnect モードまたはプロトコル CLI 方式のいずれかを使用して設定できます。

Xconnect モード

Xconnect モードで EoMPLS ポートモードを設定するには、次の手順を実行します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	enable 例： Device> enable	特権 EXEC モードを有効にします。パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	configure terminal 例： Device# configure terminal	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	interface interface-id 例： Device(config)# interface TenGigabitEthernet1/0/36	トランクとして設定するインターフェイスを定義し、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 4	no switchport 例： Device(config-if)# no switchport	物理ポートに限り、レイヤ 3 モードを開始します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 5	no ip address 例： Device(config-if) # no ip address	物理ポートに割り当てられている IP アドレスがないことを確認します。
ステップ 6	no keepalive 例： Device(config-if) # no keepalive	デバイスがキープアライブ メッセージを送信しないことを確認します。
ステップ 7	xconnect peer-device-id vc-id encapsulation mpls 例： Device(config-if) # xconnect 10.1.1.1 962 encapsulation mpls	接続回線を疑似回線仮想回線 (VC) にバインドします。このコマンドの構文は、その他のレイヤ 2 トランスポートの場合と同じです。
ステップ 8	end 例： Device(config-if) # end	インターフェイスコンフィギュレーション モードを終了し、特権 EXEC モードに戻ります。

プロトコル CLI 方式

プロトコル CLI モードで EoMPLS ポートモードを設定するには、次の手順を実行します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	enable 例： Device> enable	特権 EXEC モードを有効にします。パスワードを入力します (要求された場合)。
ステップ 2	configure terminal 例： Device# configure terminal	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 3	port-channel load-balance dst-ip 例： Device(config)# port-channel load-balance dst-ip	負荷分散方式を宛先 IP アドレスに設定します。
ステップ 4	interface interface-id 例： Device(config)# interface TenGigabitEthernet1/0/21	トランクとして設定するインターフェイスを定義し、インターフェイスコンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 5	no switchport 例： Device(config-if)# no switchport	物理ポートに限り、レイヤ 3 モードを開始します。
ステップ 6	no ip address 例： Device(config-if)# no ip address	物理ポートに割り当てられている IP アドレスがないことを確認します。
ステップ 7	no keepalive 例： Device(config-if)# no keepalive	デバイスがキープアライブメッセージを送信しないことを確認します。
ステップ 8	exit 例： Device(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 9	interface pseudowire number 例： Device(config)# interface pseudowire 17	指定した値で疑似回線インターフェイスを確立して、疑似回線コンフィギュレーションモードを開始します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 10	encapsulation mpls 例 : Device(config-if) # encapsulation mpls	トンネリング カプセル化を指定します。
ステップ 11	neighbor peer-ip-addr vc-id 例 : Device(config-if) # neighbor 10.10.0.10 17	レイヤ 2 VPN (L2VPN) 疑似回線のピア IP アドレスと仮想回線 (VC) ID を指定します。
ステップ 12	l2vpn xconnect context context-name 例 : Device(config-if) # l2vpn xconnect context vpws17	L2VPN クロスコネク トコンテキストを作成して、Xconnect コンテキスト コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 13	member interface-id 例 : Device(config-if-xconn) # member TenGigabitEthernet1/0/21	L2VPN クロスコネク トを形成するインターフェイスを指定します。
ステップ 14	member pseudowire number 例 : Device(config-if-xconn) # member pseudowire 17	L2VPN クロスコネク トを形成する疑似回線インターフェイスを指定します。
ステップ 15	end 例 : Device(config-if-xconn) # end	Xconnect インターフェイス コンフィギュレーションモードを終了し、特権 EXEC モードに戻ります。

Ethernet-over-MPLS VLAN モードの設定

EoMPLS VLAN モードは、Xconnect モードまたはプロトコル CLI 方式のいずれかを使用して設定できます。

Xconnect モード

Xconnect モードで EoMPLS VLAN モードを設定するには、次の手順を実行します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	enable 例： Device> enable	特権 EXEC モードを有効にします。パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	configure terminal 例： Device# configure terminal	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	interface interface-id 例： Device(config)# interface TenGigabitEthernet1/0/36	トランクとして設定するインターフェイスを定義し、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 4	no switchport 例： Device(config-if)# no switchport	物理ポートに限り、レイヤ 3 モードを開始します。
ステップ 5	no ip address 例： Device(config-if)# no ip address	物理ポートに割り当てられている IP アドレスがないことを確認します。
ステップ 6	no keepalive 例： Device(config-if)# no keepalive	デバイスがキープアライブメッセージを送信しないことを確認します。
ステップ 7	exit 例：	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

	コマンドまたはアクション	目的
	Device(config-if) # exit	ンフィギュレーションモードに戻ります。
ステップ 8	interface interface-id.subinterface 例 : Device(config) # interface TenGigabitEthernet1/0/36.1105	設定するサブインターフェイスを定義して、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。
ステップ 9	encapsulation dot1Q vlan-id 例 : Device(config-subif) # encapsulation dot1Q 1105	サブインターフェイス上で、トラフィックの IEEE 802.1Q カプセル化をイネーブルにします。
ステップ 10	xconnect peer-ip-addr vc-id encapsulation mpls 例 : Device(config-subif) # xconnect 10.0.0.1 1105 encapsulation mpls	接続回線を疑似接続 VC にバインドします。このコマンドの構文は、その他のレイヤ 2 トランスポートの場合と同じです。
ステップ 11	end 例 : Device(config-subif-xconn) # end	特権 EXEC モードに戻ります。

プロトコル CLI 方式

プロトコル CLI モードで EoMPLS VLAN モードを設定するには、次の手順を実行します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	enable 例 : Device> enable	特権 EXEC モードを有効にします。パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	configure terminal 例 :	グローバル コンフィギュレーションモードを開始します。

	コマンドまたはアクション	目的
	Device# configure terminal	
ステップ 3	port-channel load-balance dst-ip 例： Device(config)# port-channel load-balance dst-ip	負荷分散方式を宛先 IP アドレスに設定します。
ステップ 4	interface interface-id 例： Device(config)# interface TenGigabitEthernet1/0/36	トランクとして設定するインターフェイスを定義し、インターフェイスコンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 5	no switchport 例： Device(config-if)# no switchport	物理ポートに限り、レイヤ 3 モードを開始します。
ステップ 6	no ip address 例： Device(config-if)# no ip address	物理ポートに割り当てられている IP アドレスがないことを確認します。
ステップ 7	no keepalive 例： Device(config-if)# no keepalive	デバイスがキープアライブメッセージを送信しないことを確認します。
ステップ 8	exit 例： Device(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 9	interface interface-id.subinterface 例： Device(config)# interface	設定するサブインターフェイスを定義して、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。

	コマンドまたはアクション	目的
	<code>TenGigabitEthernet1/0/36.1105</code>	
ステップ 10	encapsulation dot1Q <i>vlan-id</i> 例 : Device (config-subif) # encapsulation dot1Q 1105	サブインターフェイス上で、トラフィックの IEEE 802.1Q カプセル化をイネーブルにします。
ステップ 11	exit 例 : Device (config-subif) # exit	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 12	interface pseudowire <i>number</i> 例 : Device (config) # interface pseudowire 17	指定した値で疑似回線インターフェイスを確立して、疑似回線コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 13	encapsulation mpls 例 : Device (config-if) # encapsulation mpls	トンネリング カプセル化を指定します。
ステップ 14	neighbor peer-ip-addr vc-id 例 : Device (config-if) # neighbor 10.10.0.10 17	L2VPN 疑似回線のピア IP アドレスと VC ID 値を指定します。
ステップ 15	l2vpn xconnect context <i>context-name</i> 例 : Device (config-if) # l2vpn xconnect context vpws17	L2VPN クロスコネク トコンテキストを作成して、Xconnect コンテキストコンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 16	member interface-id.subinterface 例 :	L2VPN クロスコネク トを形成するサブインターフェイスを指定します。

	コマンドまたはアクション	目的
	Device(config-if-xconn)# member TenGigabitEthernet1/0/36.1105	
ステップ 17	member pseudowire number 例： Device(config-if-xconn)# member pseudowire 17	L2VPNクロスコネクトを形成する疑似回線インターフェイスを指定します。
ステップ 18	end 例： Device(config-if-xconn)# end	Xconnect コンフィギュレーションモードを終了して、特権 EXEC モードに戻ります。

Ethernet-over-MPLS の設定例

図 1: EoMPLS トポロジ

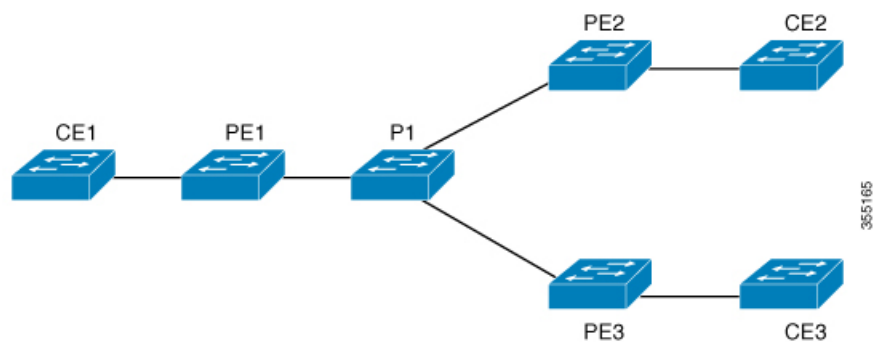


表 1: EoMPLS ポートモードの設定

PE の設定	CE の設定
<pre> mpls ip mpls label protocol ldp mpls ldp graceful-restart mpls ldp router-id loopback 1 force interface Loopback1 ip address 10.1.1.1 255.255.255.255 ip ospf 100 area 0 router ospf 100 router-id 10.1.1.1 nsf system mtu 9198 port-channel load-balance dst-ip ! interface gigabitethernet 2/0/39 no switchport no ip address no keepalive ! interface pseudowire101 encapsulation mpls neighbor 10.10.10.10 101 load-balance flow ip dst-ip load-balance flow-label both l2vpn xconnect context pw101 member pseudowire101 member gigabitethernet 2/0/39 ! interface tengigabitethernet 3/0/10 switchport trunk allowed vlan 142 switchport mode trunk channel-group 42 mode active ! interface Port-channel42 switchport trunk allowed vlan 142 switchport mode trunk ! interface Vlan142 ip address 10.11.11.11 255.255.255.0 ip ospf 100 area 0 mpls ip mpls label protocol ldp ! </pre>	<pre> interface gigabitethernet 1/0/33 switchport trunk allowed vlan 912 switchport mode trunk spanning-tree portfast trunk ! interface Vlan912 ip address 10.91.2.3 255.255.255.0 ! </pre>

表 2: EoMPLS VLAN モードの設定

PE の設定	CE の設定
<pre> interface tengigabitethernet 1/0/36 no switchport no ip address no keepalive exit ! interface tengigabitethernet 1/0/36.1105 encapsulation dot1Q 1105 exit ! interface pseudowire1105 encapsulation mpls neighbor 10.10.0.10 1105 exit ! l2vpn xconnect context vme1105 member tengigabitethernet 1/0/36.1105 member pseudowire1105 end ! </pre>	<pre> interface fortygigabitethernet 1/9 switchport switchport mode trunk switchport trunk allowed vlan 1105 mtu 9216 end ! </pre>

表 3: EoMPLS ポートモードと EoMPLS VLAN モードの設定間のインターワーキング

PE の設定 : ポートモード	CE の設定 : ポートモード
<pre> interface tengigabitethernet 1/0/37 no switchport no ip address no keepalive exit ! interface pseudowire1105 encapsulation mpls neighbor 10.11.11.11 1105 exit ! l2vpn xconnect context vme1105 member tengigabitethernet 1/0/37 member pseudowire1105 end ! </pre>	<pre> interface fortygigabitethernet1/10 switchport switchport mode access switchport access vlan 1105 end no spanning-tree vlan 1105 ! </pre>

PE の設定 : VLAN モード	CE の設定 : VLAN モード
<pre>interface tengigabitethernet 1/0/36 no switchport no ip address no keepalive exit ! interface tengigabitethernet 1/0/36.1105 encapsulation dot1Q 1105 exit ! interface pseudowire1105 encapsulation mpls neighbor 10.10.0.10 1105 exit ! l2vpn xconnect context vme1105 member tengigabitethernet 1/0/36.1105 member pseudowire1105 end !</pre>	<pre>interface fortygigabitethernet 1/9 switchport switchport mode trunk switchport trunk allowed vlan 1105 mtu 9216 end no spanning-tree vlan 1105 !</pre>

EoMPLS ポートモードと EoMPLS VLAN モード間のインターワーキングのもう 1 つのシナリオは、両方の CE デバイスで次のコマンドを設定することです。

- **switchport mode trunk**
- **switchport trunk allowed vlan *vlan-id***
- **spanning-tree vlan *vlan-id***

送信されたトラフィックが二重 VLAN タグ付きでない場合、データトラフィックは両方の CE デバイスで STP を無効化することで流れます。

次に、**show mpls l2 vc vcid *vc-id* detail** コマンドの出力例を示します。

```
Device# show mpls l2 vc vcid 1105 detail
Local interface: TenGigabitEthernet1/0/36.1105 up, line protocol up, Eth VLAN 1105 up
Interworking type is Ethernet
Destination address: 10.0.0.1, VC ID: 1105, VC status: up
Output interface: Po10, imposed label stack {33 10041}
Preferred path: not configured
Default path: active
Next hop: 10.10.0.1
Create time: 00:04:09, last status change time: 00:02:13
Last label FSM state change time: 00:02:12
Signaling protocol: LDP, peer 10.0.0.1:0 up
Targeted Hello: 10.0.0.10(LDP Id) -> 10.0.0.1, LDP is UP
Graceful restart: configured and enabled
Non stop routing: not configured and not enabled
Status TLV support (local/remote) : enabled/supported
LDP route watch : enabled
Label/status state machine : established, LruRru
Last local dataplane status rcvd: No fault
Last BFD dataplane status rcvd: Not sent
Last BFD peer monitor status rcvd: No fault
Last local AC circuit status rcvd: No fault
Last local AC circuit status sent: No fault
```

```

Last local PW i/f circ status rcvd: No fault
Last local LDP TLV      status sent: No fault
Last remote LDP TLV    status rcvd: No fault
Last remote LDP ADJ    status rcvd: No fault
MPLS VC labels: local 124, remote 10041
Group ID: local 336, remote 352
MTU: local 9198, remote 9198
Remote interface description:
MAC Withdraw: sent:1, received:0
Sequencing: receive disabled, send disabled
Control Word: On (configured: autosense)
SSO Descriptor: 10.0.0.1/1105, local label: 124
Dataplane:
  SSM segment/switch IDs: 9465983/446574 (used), PWID: 109
VC statistics:
  transit packet totals: receive 0, send 0
  transit byte totals:   receive 0, send 0
  transit packet drops:  receive 0, seq error 0, send 0

```

次に、**show l2vpn atom vc vcid vc-id detail** コマンドの出力例を示します。

```

Device# show l2vpn atom vc vcid 1105 detail
pseudowire100109 is up, VC status is up PW type: Ethernet
Create time: 00:04:17, last status change time: 00:02:22
Last label FSM state change time: 00:02:20
Destination address: 10.0.0.1 VC ID: 1105
Output interface: Po10, imposed label stack {33 10041}
Preferred path: not configured
Default path: active
Next hop: 10.10.0.1
Member of xconnect service TenGigabitEthernet1/0/36.1105-1105, group right
Associated member TenGigabitEthernet1/0/36.1105 is up, status is up
Interworking type is Ethernet
Service id: 0x1f000037
Signaling protocol: LDP, peer 10.0.0.1:0 up
Targeted Hello: 10.0.0.10(LDP Id) -> 10.0.0.1, LDP is UP
Graceful restart: configured and enabled
Non stop routing: not configured and not enabled
PWid FEC (128), VC ID: 1105
Status TLV support (local/remote)      : enabled/supported
  LDP route watch                       : enabled
  Label/status state machine            : established, LruRru
  Local dataplane status received       : No fault
  BFD dataplane status received         : Not sent
  BFD peer monitor status received      : No fault
  Status received from access circuit   : No fault
  Status sent to access circuit         : No fault
  Status received from pseudowire i/f   : No fault
  Status sent to network peer           : No fault
  Status received from network peer     : No fault
  Adjacency status of remote peer       : No fault
Sequencing: receive disabled, send disabled
Bindings
Parameter      Local                               Remote
-----
Label          124                                           10041
Group ID       336                                           352
Interface
MTU            9198                                           9198
Control word on (configured: autosense) on
PW type       Ethernet                                       Ethernet
VCCV CV type  0x02                                           0x02
              LSPV [2]                               LSPV [2]
VCCV CC type  0x06                                           0x06

```



```

RA [2], TTL [3]
Status TLV enabled RA [2], TTL [3] supported
SSO Descriptor: 10.0.0.1/1105, local label: 124
Dataplane:
SSM segment/switch IDs: 9465983/446574 (used), PWID: 109
Rx Counters
0 input transit packets, 0 bytes
0 drops, 0 seq err
0 MAC withdraw
Tx Counters
0 output transit packets, 0 bytes
0 drops
1 MAC withdraw

```

次に、**show mpls forwarding-table** コマンドの出力例を示します。

```

Device# show mpls forwarding-table 10.0.0.1

```

Local Label	Outgoing Label	Prefix or Tunnel Id	Bytes Switched	Outgoing interface	Next Hop
2049	33	10.0.0.1/32	38540	Hu2/0/30/2.1	10.0.0.2
	33	10.0.0.1/32	112236	Hu2/0/30/2.2	10.0.0.6
	33	10.0.0.1/32	46188	Hu2/0/30/2.3	10.0.0.8

疑似回線冗長性の設定

ここでは、疑似回線の冗長性を設定する方法について説明します。

疑似回線冗長性の前提条件

- 接続回線で Xconnect モードを設定する前に、**no switchport**、**no keepalive**、および **no ip address** コマンドを設定します。
- ロードバランシングの場合、**port-channel load-balance** コマンドを設定します。
- 疑似回線冗長性 VLAN モードを有効にするには、サブインターフェイスがサポートされている必要があります。

疑似回線冗長性の制約事項

ここでは、疑似回線冗長性ポートモードおよび疑似回線冗長性 VLAN モードの制約事項について説明します。

疑似回線冗長性ポートモードの制約事項

- Ethernet Flow Point (EFP) および Internet Group Management Protocol (IGMP) スヌーピングはサポートされません。
- コアネットワークでの ECMP ロードバランシングのフローラベルは、カスタマーの送信元 IP、宛先 IP、送信元 MAC、および宛先 MAC に基づきます。

- MPLS QoS は、パイプおよび均一モードでサポートされています。デフォルトモードはパイプモードです。
- QoS : カスタマー DSCP 再マーキングは VPWS と EoMPLS ではサポートされていません。
- 明示的 null の VCCV ping はサポートされていません。
- **ip unnumbered** コマンドは MPLS 設定ではサポートされていません。
- 複数のバックアップ疑似回線はサポートされていません。
- PW 冗長グループのスイッチオーバーはサポートされていません。

疑似回線冗長性 VLAN モードの制約事項

- 各 PE デバイスで同じインターワーキングタイプが設定されていない場合、仮想回線は機能しません。
- タグなしトラフィックは、着信トラフィックとしてはサポートされません。
- マルチプレクサ ユーザーネットワーク インターフェイス (MUX UNI) がサポートされていないため、レイヤ 2 サブインターフェイスでは Xconnect モードを有効にできません。
- Xconnect モードは、ポート間トランスポートのメインインターフェイスで有効になっている場合、サブインターフェイスには設定できません。
- Flow Aware Transport (FAT) は、プロトコル CLI モードでのみ設定できます。
- MACsec は、疑似回線冗長性 VLAN モードではサポートされません。
- QoS : カスタマー DSCP 再マーキングは VPWS と疑似回線冗長性ではサポートされていません。
- MPLS QoS は、パイプモードと均一モードでのみサポートされています。デフォルトモードはパイプモードです。
- VLAN モードの類似回線冗長性では、CE からの Cisco Discovery Protocol パケットは PE で処理されますが、類似回線冗長性の仮想回線では伝送されません。一方、ポートモードでは、CE からの Cisco Discovery Protocol パケットは仮想回線で伝送されます。
- イーサネットおよび VLAN インターワーキングタイプのみがサポートされています。
- L2 プロトコル トンネリング CLI はサポートされていません。

疑似回線冗長性について

L2VPN 疑似回線冗長性機能を使用すると、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 デバイスで発生した障害、または PE デバイスと CE デバイス間のリンクで発生した障害から回復できます。

PE 間のすべての中間リンクの最大伝送ユニット (MTU) が、入力 PE で受信される最大のレイヤ 2 パケットを伝達できる必要があります。

疑似回線冗長性は、Xconnect とプロトコル CLI 方式の両方を使用して設定できます。

疑似回線冗長性の設定方法

疑似回線冗長性は、ポートモードまたは VLAN モードで設定できます。

疑似回線冗長性ポートモードの設定

疑似回線冗長性ポートモードは、Xconnect モードまたはプロトコル CLI 方式のいずれかを使用して設定できます。

Xconnect モード

Xconnect モードで疑似回線冗長性ポートモードを設定するには、次の手順を実行します。



(注) ロードバランスを有効にするには、「Ethernet-over-MPLSの設定方法」セクションの Xconnect モードの手順から該当する **load-balance** コマンドを使用します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	enable 例： Device> enable	特権 EXEC モードを有効にします。パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	configure terminal 例： Device# configure terminal	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	interface interface-id 例： Device(config)# interface GigabitEthernet1/0/44	トランクとして設定するインターフェイスを定義し、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 4	no switchport 例：	物理ポートに限り、レイヤ 3 モードを開始します。

	コマンドまたはアクション	目的
	Device(config-if)# no switchport	
ステップ 5	no ip address 例： Device(config-if)# no ip address	物理ポートに割り当てられている IP アドレスがないことを確認します。
ステップ 6	no keepalive 例： Device(config-if)# no keepalive	デバイスがキープアライブメッセージを送信しないことを確認します。
ステップ 7	xconnect peer-device-id vc-id encapsulation mpls 例： Device(config-if)# xconnect 10.1.1.1 117 encapsulation mpls	接続回線を疑似接続 VC にバインドします。このコマンドの構文は、その他のレイヤ 2 トランスポートの場合と同じです。
ステップ 8	backup peer peer-router-ip-addr vcid vc-id [priority value] 例： Device(config-if)# backup peer 10.11.11.11 118 priority 9	疑似回線 VC の冗長ピアを指定します。
ステップ 9	end 例： Device(config)# end	インターフェイスコンフィギュレーションモードを終了し、特権 EXEC モードに戻ります。

プロトコル CLI 方式

プロトコル CLI モードで疑似回線冗長性ポートモードを設定するには、次の手順を実行します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	enable 例： Device> enable	特権 EXEC モードを有効にします。パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	configure terminal 例： Device# configure terminal	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	port-channel load-balance dst-ip 例： Device(config)# port-channel load-balance dst-ip	負荷分散方式を宛先 IP アドレスに設定します。
ステップ 4	interface interface-id 例： Device(config)# interface TenGigabitEthernet1/0/36	トランクとして設定するインターフェイスを定義し、インターフェイスコンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 5	no switchport 例： Device(config-if)# no switchport	物理ポートに限り、レイヤ 3 モードを開始します。
ステップ 6	no ip address 例： Device(config-if)# no ip address	物理ポートに割り当てられている IP アドレスがないことを確認します。
ステップ 7	no keepalive 例： Device(config-if)# no keepalive	デバイスがキープアライブメッセージを送信しないことを確認します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 8	exit 例： Device(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 9	interface pseudowire number-active 例： Device(config) # interface pseudowire 17	指定した値でアクティブ状態の疑似回線インターフェイスを確立して、疑似回線コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 10	encapsulation mpls 例： Device(config-if) # encapsulation mpls	トンネリング カプセル化を指定します。
ステップ 11	neighbor active-peer-ip-addr vc-id 例： Device(config-if) # neighbor 10.10.0.10 17	L2VPN 疑似回線のアクティブ状態のピア IP アドレスと VC ID 値を指定します。
ステップ 12	exit 例： Device(config-if) # exit	インターフェイス設定モードを終了し、グローバル設定モードに戻ります。
ステップ 13	interface pseudowire number-standby 例： Device(config) # interface pseudowire 18	指定した値でスタンバイ状態の疑似回線インターフェイスを確立して、疑似回線コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 14	encapsulation mpls 例： Device(config-if) # encapsulation mpls	トンネリング カプセル化を指定します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 15	neighbor standby-peer-ip-addr vc-id 例 : Device(config-if)# neighbor 10.10.0.11 18	L2VPN 疑似回線のスタンバイ状態のピア IP アドレスと VC ID 値を指定します。
ステップ 16	l2vpn xconnect context context-name 例 : Device(config-if)# l2vpn xconnect context vpws17	L2VPN クロスコネクトコンテキストを作成し、VLAN モードの EoMPLS 接続回線をアクティブ状態およびスタンバイ状態の疑似回線インターフェイスに接続します。
ステップ 17	member interface-id 例 : Device(config-if-xconn)# member TenGigabitEthernet1/0/36	L2VPN クロスコネクトを形成するインターフェイスを指定します。
ステップ 18	member pseudowire number-active group group-name [priority value] 例 : Device(config-if-xconn)# member pseudowire 17 group pwr10	L2VPN クロスコネクトを形成するアクティブ状態の疑似回線インターフェイスを指定します。
ステップ 19	member pseudowire number-standby group group-name [priority value] 例 : Device(config-if-xconn)# member pseudowire 18 group pwr10 priority 6	L2VPN クロスコネクトを形成するスタンバイ状態の疑似回線インターフェイスを指定します。
ステップ 20	end 例 : Device(config-if-xconn)# end	Xconnect コンフィギュレーションモードを終了して、特権 EXEC モードに戻ります。

疑似回線冗長性 VLAN モードの設定

疑似回線冗長性 VLAN モードは、Xconnect モードまたはプロトコル CLI 方式のいずれかを使用して設定できます。

Xconnect モード

Xconnect モードで疑似回線冗長性 VLAN モードを設定するには、次の手順を実行します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	enable 例： Device> enable	特権 EXEC モードを有効にします。パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	configure terminal 例： Device# configure terminal	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	interface interface-id 例： Device(config)# interface TenGigabitEthernet1/0/36	トランクとして設定するインターフェイスを定義し、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 4	no switchport 例： Device(config-if)# no switchport	物理ポートに限り、レイヤ 3 モードを開始します。
ステップ 5	no ip address 例： Device(config-if)# no ip address	物理ポートに割り当てられている IP アドレスがないことを確認します。
ステップ 6	no keepalive 例： Device(config-if)# no keepalive	デバイスがキープアライブメッセージを送信しないことを確認します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 7	exit 例 : Device (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	interface interface-id.subinterface 例 : Device (config) # interface TenGigabitEthernet1/0/36.1105	設定するサブインターフェイスを定義して、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。
ステップ 9	encapsulation dot1Q vlan-id 例 : Device (config-subif) # encapsulation dot1Q 1105	サブインターフェイス上で、トラフィックの IEEE 802.1Q カプセル化をイネーブルにします。
ステップ 10	xconnect peer-ip-addr vc-id encapsulation mpls 例 : Device (config-subif) # xconnect 10.0.0.1 1105 encapsulation mpls	接続回線を疑似接続 VC にバインドします。このコマンドの構文は、その他のレイヤ 2 トランスポートの場合と同じです。
ステップ 11	backup peer peer-ip-addr vc-id [priority value] 例 : Device (config-subif-xconn) # backup peer 10.10.10.10 1105 priority 8	疑似回線 VC の冗長ピアを指定します。
ステップ 12	end 例 : Device (config-subif-xconn) # end	Xconnect コンフィギュレーションモードを終了して、特権 EXEC モードに戻ります。

プロトコル CLI 方式

プロトコル CLI モードで疑似回線冗長性 VLAN モードを設定するには、次の手順を実行します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	enable 例： Device> enable	特権 EXEC モードを有効にします。パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	configure terminal 例： Device# configure terminal	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	port-channel load-balance dst-ip 例： Device(config)# port-channel load-balance dst-ip	負荷分散方式を宛先 IP アドレスに設定します。
ステップ 4	interface interface-id 例： Device(config)# interface TenGigabitEthernet1/0/36	トランクとして設定するインターフェイスを定義し、インターフェイスコンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 5	no switchport 例： Device(config-if)# no switchport	物理ポートに限り、レイヤ 3 モードを開始します。
ステップ 6	no ip address 例： Device(config-if)# no ip address	物理ポートに割り当てられている IP アドレスがないことを確認します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 7	no keepalive 例 : Device (config-if) # no keepalive	デバイスがキープアライブメッセージを送信しないことを確認します。
ステップ 8	exit 例 : Device (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 9	interface interface-id.subinterface 例 : Device (config) # interface TenGigabitEthernet1/0/36.1105	設定するサブインターフェイスを定義して、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。
ステップ 10	encapsulation dot1Q vlan-id 例 : Device (config-subif) # encapsulation dot1Q 1105	サブインターフェイス上で、トラフィックの IEEE 802.1Q カプセル化をイネーブルにします。
ステップ 11	exit 例 : Device (config-subif) # exit	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終了します。
ステップ 12	interface pseudowire number-active 例 : Device (config) # interface pseudowire 17	指定した値でアクティブ状態の疑似回線インターフェイスを確立して、疑似回線コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 13	encapsulation mpls 例 : Device (config-if) # encapsulation mpls	トンネリング カプセル化を指定します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 14	neighbor active-peer-ip-addr vc-id 例 : Device(config-if) # neighbor 10.10.0.10 17	レイヤ 2 VPN (L2VPN) 疑似回線のアクティブなピア IP アドレスと仮想回線 (VC) ID を指定します。
ステップ 15	exit 例 : Device(config-if) # exit	インターフェイス設定モードを終了します。
ステップ 16	interface pseudowire number-standby 例 : Device(config) # interface pseudowire 18	指定した値でスタンバイ状態の疑似回線インターフェイスを確立して、疑似回線コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 17	encapsulation mpls 例 : Device(config-if) # encapsulation mpls	トンネリング カプセル化を指定します。
ステップ 18	neighbor standby-peer-ip-addr vc-id 例 : Device(config-if) # neighbor 10.10.0.11 18	L2VPN 疑似回線のスタンバイ状態のピア IP アドレスと VC ID 値を指定します。
ステップ 19	l2vpn xconnect context context-name 例 : Device(config-if) # l2vpn xconnect context vpsw17	L2VPN クロスコネクトコンテキストを作成し、VLAN モードの EoMPLS 接続回線をアクティブ状態およびスタンバイ状態の疑似回線インターフェイスに接続します。
ステップ 20	member interface-id.subinterface 例 :	L2VPN クロスコネクトを形成するインターフェイスを指定します。

	コマンドまたはアクション	目的
	Device(config-if-xconn)# member TenGigabitEthernet1/0/36.1105	
ステップ 21	member pseudowire number-active group group-name [priority value] 例 : Device(config-if-xconn)# member pseudowire 17 group pwr10	L2VPN クロスコネクトを形成するアクティブ状態の疑似回線インターフェイスを指定します。
ステップ 22	member pseudowire number-standby group group-name [priority value] 例 : Device(config-if-xconn)# member pseudowire 18 group pwr10 priority 6	L2VPN クロスコネクトを形成するスタンバイ状態の疑似回線インターフェイスを指定します。
ステップ 23	end 例 : Device(config-if-xconn)# end	Xconnect コンフィギュレーションモードを終了して、特権 EXEC モードに戻ります。

疑似回線冗長性の設定例

表 4: 疑似回線冗長性ポートモードの設定

PE の設定	CE の設定
<pre> mpls ip mpls label protocol ldp mpls ldp graceful-restart mpls ldp router-id loopback 1 force ! interface Loopback1 ip address 10.1.1.1 255.255.255.255 ip ospf 100 area 0 router ospf 100 router-id 10.1.1.1 nsf ! interface gigabitethernet 2/0/39 no switchport no ip address no keepalive ! interface pseudowire101 encapsulation mpls neighbor 10.10.10.10 101 ! interface pseudowire102 encapsulation mpls neighbor 10.10.10.11 101 l2vpn xconnect context pw101 member pseudowire101 group pwgrp1 priority 1 member pseudowire102 group pwgrp1 priority 15 member GigabitEthernet2/0/39 ! interface tengigabitethernet 3/0/10 switchport trunk allowed vlan 142 switchport mode trunk channel-group 42 mode active ! interface Port-channel42 switchport trunk allowed vlan 142 switchport mode trunk ! interface Vlan142 ip address 10.11.11.11 255.255.255.0 ip ospf 100 area 0 mpls ip mpls label protocol ldp ! </pre>	<pre> interface gigabitethernet 1/0/33 switchport trunk allowed vlan 912 switchport mode trunk spanning-tree portfast trunk ! interface Vlan912 ip address 10.91.2.3 255.255.255.0 ! </pre>

表 5: 疑似回線冗長 VLAN モードの設定

PE の設定	CE の設定
<pre> interface tengigabitethernet 1/0/36 no switchport no ip address no keepalive exit ! interface tengigabitethernet 1/0/36.1105 encapsulation dot1Q 1105 exit ! interface pseudowire1105 encapsulation mpls neighbor 10.10.0.10 1105 exit ! interface pseudowire1106 encapsulation mpls neighbor 10.10.0.11 1106 ! l2vpn xconnect context vme1105 member tengigabitethernet 1/0/36.1105 member pseudowire1105 group pwr10 member pseudowire1106 group pwr10 priority 6 end ! </pre>	<pre> interface fortygigabitethernet 1/9 switchport switchport mode trunk switchport trunk allowed vlan 1105 mtu 9216 end ! </pre>

次に、**show mpls l2 vc vcid vc-id detail** コマンドの出力例を示します。

```

Device# show mpls l2 vc vcid 1105 detail
Local interface: TenGigabitEthernet1/0/36.1105 up, line protocol up, Eth VLAN 1105 up
  Interworking type is Ethernet
  Destination address: 10.11.11.11, VC ID: 1105, VC status: standby
    Output interface: Po10, imposed label stack {1616}
    Preferred path: not configured
    Default path: active
    Next hop: 10.10.0.1
  Create time: 00:04:09, last status change time: 00:02:13
  Last label FSM state change time: 00:02:15
  Signaling protocol: LDP, peer 10.11.11.11:0 up
  Targeted Hello: 10.10.0.10(LDP Id) -> 10.11.11.11, LDP is UP
  Graceful restart: configured and enabled
  Non stop routing: not configured and not enabled
  Status TLV support (local/remote)   : enabled/supported
    LDP route watch                    : enabled
    Label/status state machine         : established, LrdRru
    Last local dataplane status rcvd: No fault
    Last BFD dataplane status rcvd: Not sent
    Last BFD peer monitor status rcvd: No fault
    Last local AC circuit status rcvd: DOWN(standby)
    Last local AC circuit status sent: No fault
    Last local PW i/f circ status rcvd: No fault
    Last local LDP TLV status sent: DOWN(standby)
    Last remote LDP TLV status rcvd: No fault
    Last remote LDP ADJ status rcvd: No fault
  MPLS VC labels: local 125, remote 1616
  Group ID: local 336, remote 0

```

```

MTU: local 9198, remote 9198
Remote interface description:
MAC Withdraw: sent:1, received:0
Sequencing: receive disabled, send disabled
Control Word: On (configured: autosense)
SSO Descriptor: 10.11.11.11/1105, local label: 125
Dataplane:
SSM segment/switch IDs: 96143/450671 (used), PWID: 110
VC statistics:
transit packet totals: receive 0, send 0
transit byte totals: receive 0, send 0
transit packet drops: receive 0, seq error 0, send 0

```

次に、**show l2vpn atom vc vcid vc-id detail** コマンドの出力例を示します。

```

Device# show l2vpn atom vc vcid 1105 detail
pseudowire100110 is up, VC status is standby PW type: Ethernet
Create time: 00:04:17, last status change time: 00:02:22
Last label FSM state change time: 00:02:24
Destination address: 10.11.11.11 VC ID: 1105
Output interface: Po10, imposed label stack {1616}
Preferred path: not configured
Default path: active
Next hop: 10.0.0.1
Member of xconnect service TenGigabitEthernet1/0/36.1105-1105, group right
Associated member TenGigabitEthernet1/0/36.1105 is up, status is up
Interworking type is Ethernet
Service id: 0x1f000037
Signaling protocol: LDP, peer 10.11.11.11:0 up
Targeted Hello: 10.0.0.10(LDP Id) -> 10.11.11.11, LDP is UP
Graceful restart: configured and enabled
Non stop routing: not configured and not enabled
PWid FEC (128), VC ID: 1105
Status TLV support (local/remote) : enabled/supported
LDP route watch : enabled
Label/status state machine : established, LrdRru
Local dataplane status received : No fault
BFD dataplane status received : Not sent
BFD peer monitor status received : No fault
Status received from access circuit : DOWN(standby)
Status sent to access circuit : No fault
Status received from pseudowire i/f : No fault
Status sent to network peer : DOWN(standby)
Status received from network peer : No fault
Adjacency status of remote peer : No fault
Sequencing: receive disabled, send disabled
Bindings
Parameter Local Remote
-----
Label 125 1616
Group ID 336 0
Interface
MTU 9198 9198
Control word on (configured: autosense) on
PW type Ethernet Ethernet
VCCV CV type 0x02 0x02
LSPV [2] LSPV [2]
VCCV CC type 0x06 0x02
RA [2], TTL [3] RA [2]
Status TLV enabled supported
SSO Descriptor: 10.11.11.11/1105, local label: 125
Dataplane:
SSM segment/switch IDs: 96143/450671 (used), PWID: 110
Rx Counters

```



```

0 input transit packets, 0 bytes
0 drops, 0 seq err
0 MAC withdraw
Tx Counters
0 output transit packets, 0 bytes
0 drops
1 MAC withdraw

```

次に、`show mpls l2transport vc vc-id` コマンドの出力例を示します。

```
Device# show mpls l2transport vc 101
```

Local intf	Local circuit	Dest address	VC ID	Status
TenGigabitEthernet1/0/36.1105	Eth VLAN 1105	10.0.0.1	1105	UP
TenGigabitEthernet1/0/36.1105	Eth VLAN 1105	10.11.11.11	1105	STANDBY

Ethernet-over-MPLS および疑似回線冗長性の機能履歴

次の表に、このモジュールで説明する機能のリリースおよび関連情報を示します。

これらの機能は、特に明記されていない限り、導入されたリリース以降のすべてのリリースで使用できます。

リリース	機能	機能情報
Cisco IOS XE Everest 16.6.1	Ethernet-over-MPLS および疑似回線冗長性	<p>Ethernet-over-MPLS は、Any Transport over MPLS (AToM) トランスポートタイプの 1 つです。EoMPLS は、イーサネットプロトコルデータユニット (PDU) を MPLS パケットにカプセル化し、MPLS ネットワーク上で転送することにより機能します。各 PDU は単一パケットとして転送されます。</p> <p>L2VPN 疑似回線冗長性機能を使用すると、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。</p> <p>ポートモードのサポートが導入されています。</p>

リリース	機能	機能情報
Cisco IOS XE Gibraltar 16.12.1	Ethernet-over-MPLS の VLAN サポート	EoMPLS VLAN モードは、Xconnect モードまたはプロトコル CLI 方式のいずれかを使用して設定できます。
Cisco IOS XE Amsterdam 17.1.1	Macsec over EoMPLS	VLAN モード EoMPLS の場合、CE デバイスで macsec dot1q-in-clear 1 コマンドによって設定されたパケットのみが PE デバイスで処理されます。

Cisco Feature Navigator を使用すると、プラットフォームおよびソフトウェアイメージのサポート情報を検索できます。Cisco Feature Navigator にアクセスするには、<https://cfng.cisco.com/> にアクセスします。

<http://www.cisco.com/go/cfn>。

翻訳について

このドキュメントは、米国シスコ発行ドキュメントの参考和訳です。リンク情報につきましては、日本語版掲載時点で、英語版にアップデートがあり、リンク先のページが移動/変更されている場合がありますことをご了承ください。あくまでも参考和訳となりますので、正式な内容については米国サイトのドキュメントを参照ください。