

MPLS L2VPN擬似回線について

内容

[はじめに](#)

[背景説明](#)

[L2VPN の概要](#)

[L2VPNが必要な理由](#)

[MPLSL2VPNモデル](#)

[技術オプション](#)

[1. VPWSサービス](#)

[2. VPLSサービス](#)

[3. EVPN](#)

[\(四\) PBB-EVPN](#)

[VPWS – 擬似配線参照モデル](#)

[レイヤ2 VPNイネーブラ：擬似回線](#)

[AToM アーキテクチャ](#)

[MPLS上のL2トランスポート](#)

[VPWS トラフィックのカプセル化](#)

[擬似回線のシグナリング](#)

[コントロールワード](#)

[転送プレーン処理](#)

[稼働](#)

[PW のステータスのシグナリング](#)

[基本的な AToM 構成](#)

[擬似回線パケット分析](#)

[トポロジ](#)

[L2VPN インターワーキング](#)

[インターワーキングの可能性](#)

[関連情報](#)

はじめに

このドキュメントでは、マルチプロトコル ラベル スイッチング (MPLS) ベースの L2 仮想プライベートネットワーク (L2VPN) 擬似回線について説明します。

背景説明

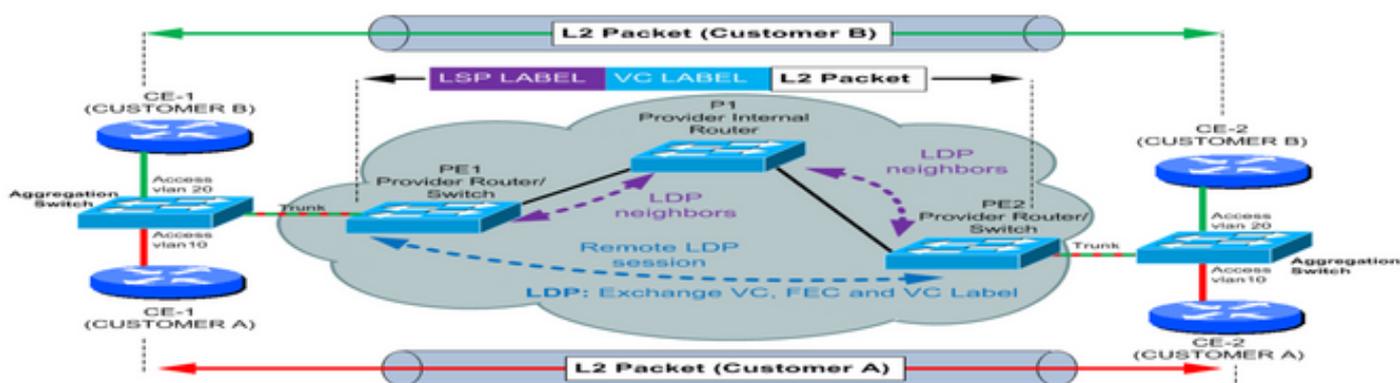
動作を説明するためのCisco IOS®、Cisco IOS® XEでの擬似回線のシグナリングとパケット分析について説明します。

L2VPN の概要

MPLSおよびIP上のレイヤ2(L2)トランスポートは、イーサネット間、PPP間、High-Level Data Link Control(HDLC)など、類似の接続回線に対してすでに存在しています

L2VPNは、VPN内のエンドユーザのサイトを接続するポイントツーポイント接続のトポロジを構築するために、MPLS上でL2サービスを使用します。これらの L2VPN は、専用回線や、ATM またはフレームリレーを使用する L2 仮想回線によってプロビジョニングされたプライベートネットワークの代替手段となります。L2VPN でプロビジョニングされるサービスは、Virtual Private Wire Service (VPWS) と呼ばれます。

- L2VPNは擬似回線(PW)テクノロジーで構築されます。
- PWは、パケットスイッチドネットワーク(PSN) (IPv4、IPv6、MPLS、イーサネットなど、パケットを転送するネットワーク) 上で複数のタイプのネットワークサービスを転送するための共通の中間形式を提供します。
- PWテクノロジーは、Like-to-Likeトランスポートとインターワーキング(IW)を提供します。
- AC 上の PE ルータで受信されたフレームはカプセル化され、PSW 経由でリモート PE ルータに送信されます。
- 出力 PE ルータは PSW からパケットを受信し、カプセル化を解除します。
- 出力 PE はフレームを抽出して AC に転送します。

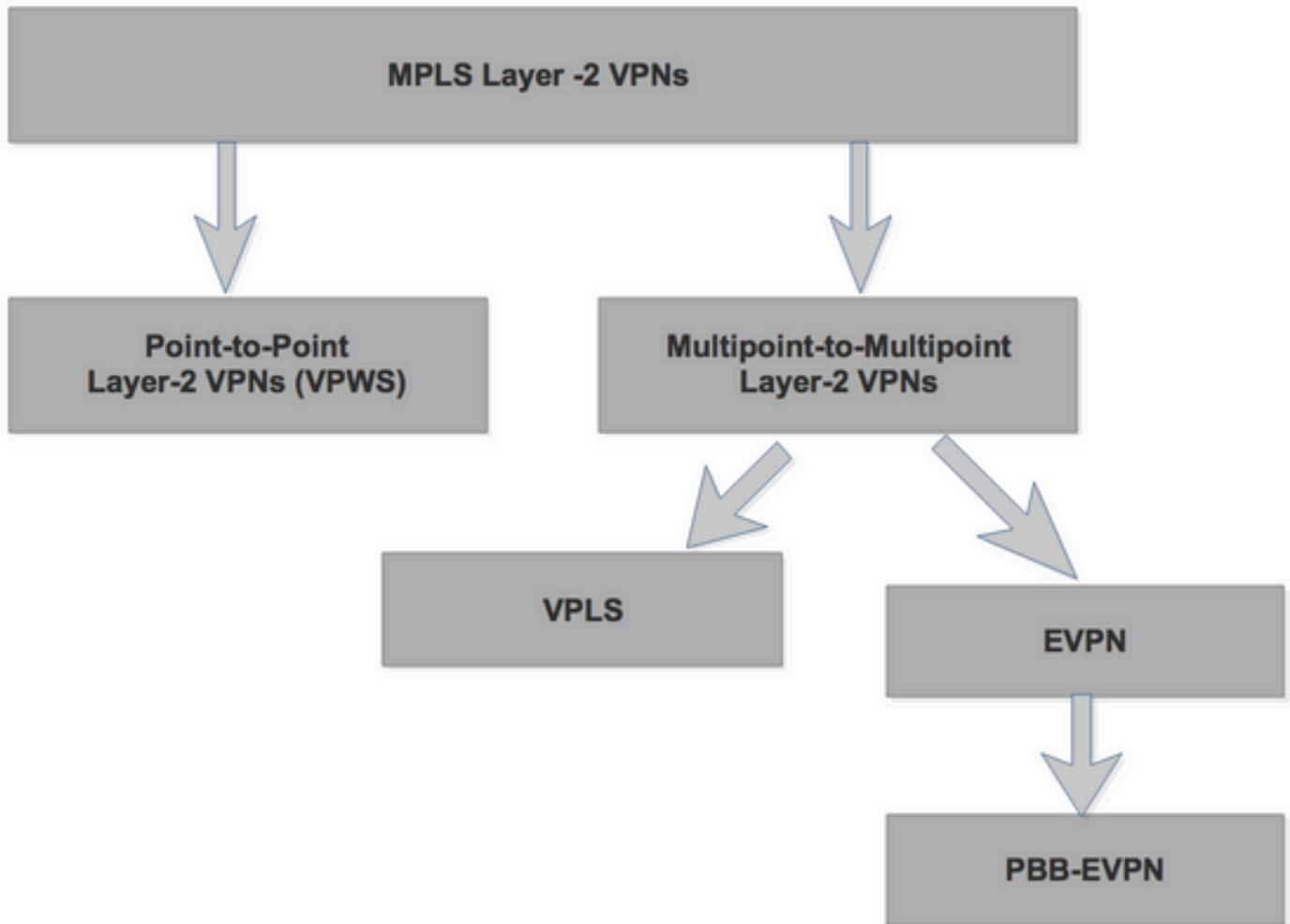


L2VPNが必要な理由

- SP が IP サービスとレガシーサービスの両方に対して使用できる単一のインフラストラクチャを持つことが可能.
- 既存のサービスを中断することなく、レガシー ATM サービスとフレームリレーサービスを MPLS/IP コアに移行.
- 新しいL2VPNサービスのプロビジョニングは、既存のMPLS/IPコアで段階的に行われます (最初から行う必要はありません) 。
- 統合 IP/MPLS ネットワークの資本コストと運用コストを削減.
- SPは、新しいポイントツーポイントまたはポイントツーマルチポイントサービスを提供します。独自のルーティング、QoSポリシー、セキュリティメカニズムなどを使用できます。

MPLS L2 VPN モデル

技術オプション



1. VPWSサービス

- ・ポイントツーポイント・ 擬似回線(PW)と呼ばれる

2. VPLSサービス

- ・マルチポイント

3. EVPN

- xEVPN ファミリにイーサネットサービス向けの次世代ソリューションを導入

a.イーサネットセグメントおよびMACの配布とMPLSコアを介した学習のためのBGPコントロールプレーン

b. IP VPNと同じ原理と操作経験

- 擬似回線の使用なし

a.ユニキャストにMP2Pトンネルを使用します。

b.入カレプリケーション (MP2Pトンネルを介して) またはLSMを介した複数宛先フレーム配信

•IETF 標準化に基づくマルチベンダー ソリューション

(四) PBB-EVPN

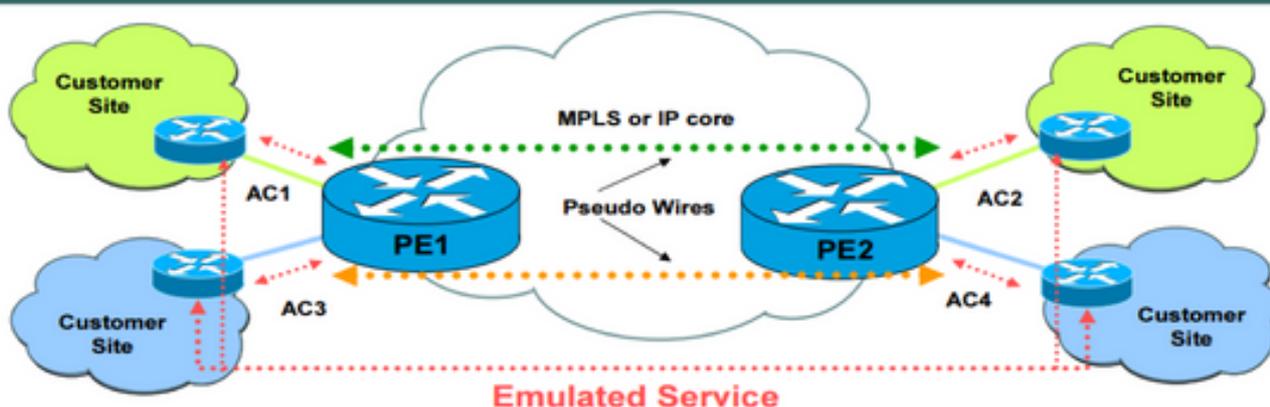
•PBB (別名 MAC-in-MAC) のスケールツールと EVPN からの BGP ベースの MAC ラーニングを組み合わせる

EVPN およびプロバイダー バックボーン ブリッジング EVPN (PBB-EVPN) は、コアを介した MAC 配信/ラーニングのための BGP コントロールプレーンに基づく 次世代 L2VPN ソリューションであり、次の要件に対応するように設計されています。

- フロー単位の冗長性とロードバランシング
- シンプルなプロビジョニングと運用
- 最適な転送
- 短時間でのコンバージェンス
- MAC アドレスの拡張性

VPWS – 擬似配線参照モデル

1. PWは、L2フレームを伝送する2つのACを接続する2つのPEデバイス間の接続です。
2. Any Transport over MPLS (AToM) は、IP/MPLS ネットワーク用の VPWS のシスコによる実装です。
3. 接続回線 (AC) は、PE に CE を接続する物理回線または仮想回線で、ATM、フレームリレー、HDLC、PPP などが含まれます。
4. エッジ(CE)機器は、PWを非共有リンクまたは回線として認識します。



レイヤ2 VPNイネーブラ：擬似回線

L2VPNは擬似回線(PW)テクノロジーで構築されます。

- PWは、パケットスイッチドネットワーク(PSN) (IPv4、IPv6、MPLS、イーサネットなど、パケットを転送するネットワーク) 上で複数のタイプのネットワークサービスを転送するための共通の中間形式を提供します。
- PWテクノロジーは、Like-to-Likeトランスポートとインターワーキング(IW)を提供します。
- AC 上の PE ルータで受信されたフレームはカプセル化され、PSW 経由でリモート PE ルー

々に送信されます。

- 出力 PE ルータは、疑似回線からパケットを受信し、カプセル化を解除します。
- 出力 PE はフレームを抽出して AC に転送します。

AToM アーキテクチャ

- AToM ネットワークでは、SP 内のすべてのルータが MPLS を実行し、PE ルータは CE ルータ用の AC を備えています。
- AToM の場合、PSN トンネルとは、2 台の PE ルータ間のラベルスイッチドパス LSP に他なりません。
- そのため、その LSP に関連付けられているラベルは、AToM のコンテキストではトンネルラベルと呼ばれます。
- 最初に、LDP が PE 間でホップバイホップでシグナリングします。
- 次に、LSP を、RSVP が TE に必要な拡張を使用してシグナリングする MPLS TE トンネルにすることができます。
- このトンネルラベルを使用して、伝送されたフレームがどの PSN トンネルに属するかを識別できます。
- このトンネルラベルは、ローカルまたは入力 PE から MPLS バックボーンを介してリモート PE または出力 PE にフレームを取得します。
- 複数の疑似回線を 1 つの PSN トンネルで多重化するため、PE ルータは別のラベルを使用して疑似回線を識別します。
- このラベルは、フレームが多重化される VC や PW を識別するための VC ラベルまたは PW ラベルと呼ばれます。

L2 Transport over MPLS

Control Connection

- Targeted LDP session / BGP session / Static
 - Used for VC-label negotiation, withdrawal, error notification

Tunnelling Component

The “emulated circuit” has **three (3) layers of encapsulation**

- Tunnel header (Tunnel Label)
 - To get PDU from ingress to egress PE
 - MPLS LSP derived through static configuration (MPLS-TP) or dynamic (LDP or RSVP-TE)

Demultiplexing Component

- Demultiplexer field (VC Label)
 - To identify individual circuits within a tunnel
 - Could be an MPLS label, L2TPv3 header, GRE key, etc.

Layer 2 Encapsulation

- Emulated VC encapsulation (Control Word)
 - Information on enclosed Layer 2 PDU
 - Implemented as a 32-bit control word

VPWS トラフィックのカプセル化



1. 3レベルのカプセル化が使用されます。
2. トンネルラベルを使用して PE 間で交換されるパケット。
3. PW を識別する VC ラベル。
4. PE 間でシグナリングされる VC ラベル。
5. オプションのコントロールワード(CW)はレイヤ2制御ビットを搬送し、シーケンシングをイネーブルにします。

Control Word	
Encap.	Required
ATM N:1 Cell Relay	No
ATM AAL5	Yes
Ethernet	No
Frame Relay	Yes
HDLC	No
PPP	No
SAToP	Yes
CESoPS N	Yes

シグナリングは 擬似回線

- PE ルータ間の TLDP セッションは、擬似回線をシグナリングします。
- PE ルータ間の TLDP セッションは、PSW に関連付けられた VC ラベルをアドバタイズします。
- このラベルは、ダウンストリームの任意のラベルアドバタイズメントモードを使用するラベルマッピングメッセージでアドバタイズされます。

- TLDP セッションで AC の入力 PE に出カ PE によってアドバタイズされる VC ラベル。
TLDP による #VC ラベル
- 出カPEルータにアドバタイズされる、LDPによる入力PEへのトンネルラベル。#LDPによるトンネルラベル

出カ PE がラベル 3 をアドバタイズしますが、これは PHP が使用されていることを示唆する点に注意してください。

TLDP セッションでアドバタイズされるラベルマッピングメッセージには、いくつかの TLV が含まれています。

LDP Label Mapping message:

IP Header

TCP Header (Port 646)

LDP PDU

LDP Header

LDP Message: Label Mapping

FEC TLV

PW ID FEC Element 128: Interface Parameters

Generic Label TLV

Sending 5, 100-byte MPLS Echos to 10.6.6.6,

timeout is 2 seconds, send interval is 0 msec:

Type escape sequence to abort.

!!!!

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 48/61/80 ms

観測結果 :

1.エコー要求 :

2つのラベルを伝送 : VPNとトランスポート

PW LABELを伝送するラベル付きパケットとして送信されます。これはラベルスイッチング (トランスポートラベル付き) が可能です。

ラベル : 2

送信元IP : ループバックIP (ターゲットのLDPネイバーシップで使用)

宛先IP:127.0.0.1

L4タイプ : UDP

送信元ポート : 3503

宛先ポート : 3505

TOSバイト : オフ

MPLS EXP : オフ

DFビット : オン

IPv4 OPTIONSフィールドが使用されている : ROUTER ALERT OPTIONSフィールド (CPUへのパント)

UDPペイロードはMPLSラベルスイッチングエコー要求である可能性があります

概要 :

4 0.203148

10.1.1.1

10.0.0.1

MPLS E... 130 MPLS Echo Request

```

Frame 2: 130 bytes on wire (1040 bits), 130 bytes captured (1040 bits) on interface 0
Ethernet II, Src: ca:01:1b:c0:00:06 (ca:01:1b:c0:00:06), Dst: ca:04:13:5c:00:06 (ca:04:13:5c:00:06)
MultiProtocol Label Switching Header, Label: 24, Exp: 0, S: 0, TTL: 255   Transport label
MultiProtocol Label Switching Header, Label: 28, Exp: 0, S: 1, TTL: 1   VPN label
PW Associated Channel Header
Internet Protocol Version 4, Src: 10.1.1.1 Dst: 10.0.0.1
User Datagram Protocol, Src Port: 3503 (3503), Dst Port: 3503 (3503)
Multiprotocol Label Switching Echo

```

レイヤ 2/ラベル :

```

> Frame 4: 130 bytes on wire (1040 bits), 130 bytes captured (1040 bits) on interface 0
v Ethernet II, Src: ca:01:1b:c0:00:06 (ca:01:1b:c0:00:06), Dst: ca:04:13:5c:00:06 (ca:04:13:5c:00:06)
  > Destination: ca:04:13:5c:00:06 (ca:04:13:5c:00:06)
  > Source: ca:01:1b:c0:00:06 (ca:01:1b:c0:00:06)
  Type: MPLS label switched packet (0x8847)
v MultiProtocol Label Switching Header, Label: 24, Exp: 0, S: 0, TTL: 255
  0000 0000 0000 0001 1000 .... = MPLS Label: 24
  .... 000. .... = MPLS Experimental Bits: 0
  .... 0 .... = MPLS Bottom Of Label Stack: 0
  .... 1111 1111 = MPLS TTL: 255
v MultiProtocol Label Switching Header, Label: 28, Exp: 0, S: 1, TTL: 1
  0000 0000 0000 0001 1100 .... = MPLS Label: 28
  .... 000. .... = MPLS Experimental Bits: 0
  .... 1 .... = MPLS Bottom Of Label Stack: 1
  .... 0000 0001 = MPLS TTL: 1
v PW Associated Channel Header
  .... 0000 = Channel Version: 0
  Reserved: 0x00
  Channel Type: IPv4 packet (0x0001)
> Internet Protocol Version 4, Src: 10.1.1.1 Dst: 10.0.0.1
> User Datagram Protocol, Src Port: 3503 (3503), Dst Port: 3503 (3503)
> Multiprotocol Label Switching Echo

```

L3/L4 :

```

v PW Associated Channel Header
  .... 0000 = Channel Version: 0
  Reserved: 0x00
  Channel Type: IPv4 packet (0x0021)
v Internet Protocol Version 4, Src: 10.1.1.1, Dst: 10.0.0.1
  0100 .... = Version: 4
  .... 0110 = Header Length: 24 bytes
  > Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
  Total Length: 104
  Identification: 0xfd8f (64911)
  v Flags: 0x02 (Don't Fragment)
    0... .... = Reserved bit: Not set
    .1.. .... = Don't fragment: Set
    ..0. .... = More fragments: Not set
  Fragment offset: 0
  > Time to live: 1
  Protocol: UDP (17)
  > Header checksum: 0x65ee [validation disabled]
  Source: 10.1.1.1
  Destination: 10.0.0.1
  [Source GeoIP: unknown]
  [Destination GeoIP: Unknown]
  v Options: (4 bytes), Router Alert
    v Router Alert (4 bytes): Router shall examine packet (0)
      > Type: 148
      Length: 4
      Router Alert: Router shall examine packet (0)
v User Datagram Protocol, Src Port: 3503 (3503), Dst Port: 3503 (3503)
  Source Port: 3503
  Destination Port: 3503
  Length: 80
  > Checksum: 0x029f [validation disabled]
  [Stream index: 0]
> Multiprotocol Label Switching Echo

```

実際の MPLS ペイロード :

```

  Multiprotocol Label Switching Echo
    Version: 1
  > Global Flags: 0x0000
    Message Type: MPLS Echo Request (1)
    Reply Mode: Reply via an IPv4/IPv6 UDP packet (2)
    Return Code: No return code (0)
    Return Subcode: 0
    Sender's Handle: 0xc7735d85
    Sequence Number: 284
    Timestamp Sent: Feb 3, 2017 10:41:23.998999000 UTC
    Timestamp Received: Jan 1, 1970 00:00:00.000000000 UTC
  Vendor Private
    Type: Vendor Private (64512)
    Length: 12
    Vendor Id: ciscoSystems (9)
    Value: 0001000400000004
  Target FEC Stack
    Type: Target FEC Stack (1)
    Length: 20
  FEC Element 1: FEC 128 Pseudowire (new)
    Type: FEC 128 Pseudowire (new) (10)
    Length: 14
    Sender's PE Address: 10.1.1.1
    Remote PE Address: 10.6.6.6
    VC ID: 100
    Encapsulation: Ethernet (5)
    MBZ: 0x0000
    Padding: 0000

```

2. エコー応答 :

1ラベル - トランスポートを運ぶことができます。

ユニキャストパケットとして送信されます。コアにLDPが含まれているため、このラベルは (トランスポートラベルを使用して) ラベルスイッチングできます。

ラベル : 1

送信元IP : 出カインターフェイスのIPアドレス (この例では10.1.6.2)

DST IP : エコー要求に送信元IPが表示される - 送信元ルータのループバック

L4タイプ : UDP

送信元ポート : 3503

宛先ポート : 3505

TOSバイト : オフ

MPLS EXP : オフ

DFビット : オン

UDPペイロードはMPLSラベルスイッチング(LSL)エコー応答である可能性があります

MPLS EXP はオンで6に設定されています。

DFビットはオンになっています。

参照用の VC の詳細 :

<#root>

R1#sh mpls l2transport vc detail

Local interface: Fa2/0 up, line protocol up, Ethernet up

Destination address: 10.6.6.6

,

VC ID: 100, VC status: up

Output interface: Fa0/1, imposed label stack {24 28}

Preferred path: not configured

Default path: active

Next hop: 10.1.1.2

Create time: 2d17h, last status change time: 2d17h

Last label FSM state change time: 2d17h

Signaling protocol: LDP, peer 10.6.6.6:0 up

Targeted Hello: 10.1.1.1(LDP Id) -> 10.6.6.6, LDP is UP

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 28, remote 28

Group ID: local 0, remote 0

MTU: local 1500, remote 1500

Remote interface description:

Sequencing: receive enabled, send enabled

Sequencing resync disabled

Control Word: On (configured: autosense)

Dataplane:

SSM segment/switch IDs: 4097/4096 (used), PWID: 1

VC statistics:

transit packet totals: receive 1027360, send 1027358

transit byte totals: receive 121032028, send 147740215

transit packet drops: receive 0, seq error 0, send 0

L2VPN インターワーキング

L2VPN インターワーキングは、種類の異なる接続回線を相互に接続可能にする機能に基づいて構築されています。インターワーキング機能を使用して、レイヤ 2 におけるさまざまなカプセル化タイプ同士を容易に変換できます。以前のリリースでは、Cisco シリーズルータはブリッジ型インターワーキングのみをサポートしていました。この機能はイーサネットインターワーキングとも呼ばれます。

本資料のここまでの記述では、どちらの側の AC も同じカプセル化タイプ (like-to-like 機能とも呼ばれる) でした。

L2VPN インターワーキングは、AToM ネットワークの両側で異なるカプセル化タイプを使用できるようにする AToM 機能です。

- 種類の異なる 2 つの接続回線 (AC) を相互接続することが必要です。
- Cisco IOS ソフトウェアでサポートされる 2 つの主要な L2VPN インターワーキング (IW) 機能は次のとおりです。

1. IP/ルーテッド : MPLSクラウドの一方の端でMACヘッダーが削除され (MPLSラベルに置き換えられる)、もう一方のPEで新しいMACヘッダーが構築されます。IPヘッダーはそのまま保持されます。

2.イーサネット/ブリッジ : MACヘッダーは削除されません。MPLSラベルがMACヘッダーの先頭に付加され、MACヘッダーはMPLSクラウドの他方の端にそのまま配信されます。

インターワーキングの可能性

- a. FRからイーサネット
- b. FRからPPP

c. FRからATM

d. イーサネットから VLAN へ

e. イーサネットからPPP

関連情報

- [RFCエディタ4664](#)
- [RFCエディタ4667](#)
- [テクニカル サポートとドキュメント - Cisco Systems](#)

翻訳について

シスコは世界中のユーザにそれぞれの言語でサポート コンテンツを提供するために、機械と人による翻訳を組み合わせて、本ドキュメントを翻訳しています。ただし、最高度の機械翻訳であっても、専門家による翻訳のような正確性は確保されません。シスコは、これら翻訳の正確性について法的責任を負いません。原典である英語版（リンクからアクセス可能）もあわせて参照することを推奨します。