



IPv6 over MPLS の実装

Multiprotocol Label Switching (MPLS; マルチプロトコル ラベル スイッチング) は、多くのサービスプロバイダーによって、その IPv4 ネットワークに展開されています。サービスプロバイダーは、IPv6 サービスをカスタマーに提供しようと考えていますが、既存の IPv4 インフラストラクチャを変更するのは非常にコストがかかり、IPv6 トラフィックが少量であることを考えると、費用対効果は妥当なものとはなりません。既存の IPv4 MPLS インフラストラクチャを活用し、ネットワークバックボーンに変更を加えることなく IPv6 サービスを追加するために、複数の統合シナリオが開発されています。このマニュアルでは、IPv6 over MPLS を実装する方法について説明します。

機能情報の確認

ご使用のソフトウェアリリースによっては、この章に記載されている機能の中に、一部サポートされていないものがあります。最新の機能情報と注意事項については、ご使用のプラットフォームとソフトウェアリリースに対応したリリースノートを参照してください。この章に記載されている機能の詳細、および各機能がサポートされているリリースのリストについては、「[IPv6 over MPLS の実装の機能情報](#)」(P.18) を参照してください。

プラットフォームサポートと Cisco IOS および Catalyst OS ソフトウェアイメージサポートに関する情報を入手するには、Cisco Feature Navigator を使用します。Cisco Feature Navigator には、<http://www.cisco.com/go/cfn> からアクセスしてください。Cisco.com のアカウントは必要ありません。

目次

- 「[IPv6 over MPLS の実装の前提条件](#)」 (P.2)
- 「[IPv6 over MPLS の実装に関する情報](#)」 (P.2)
- 「[IPv6 over MPLS の実装方法](#)」 (P.6)
- 「[IPv6 over MPLS の設定例](#)」 (P.14)
- 「[関連情報](#)」 (P.17)
- 「[その他の関連資料](#)」 (P.17)
- 「[IPv6 over MPLS の実装の機能情報](#)」 (P.18)

IPv6 over MPLS の実装の前提条件

- この章では、IPv4 に精通していることを前提としています。IPv4 の設定およびコマンドリファレンス情報については、「[関連資料](#)」の関連資料を参照してください。
- MPLS を介した IPv6 プロバイダー エッジ ルータ (6PE) 機能を実装する前に、MPLS がコア IPv4 ネットワーク上で実行されている必要があります。Cisco ルータが使用されている場合は、シスコ エクスプレス フォワーディングまたは分散型シスコ エクスプレス フォワーディングが、IPv4 プロトコルと IPv6 プロトコルの両方でイネーブルになっている必要があります。この章では、MPLS に精通していることを前提としています。

IPv6 over MPLS の実装に関する情報

IPv6 over MPLS を設定するには、次の概念を理解する必要があります。

- 「[IPv6 over MPLS バックボーンの展開の利点](#)」(P.2)
- 「[回線トランスポートを介した IPv6 over MPLS](#)」(P.2)
- 「[カスタマー エッジ ルータでトンネルを使用する IPv6](#)」(P.3)
- 「[IPv6 プロバイダー エッジ ルータ \(6PE\)](#)」(P.4)

IPv6 over MPLS バックボーンの展開の利点

IPv6 over MPLS バックボーンを使用すると、孤立した複数の IPv6 ドメインが、MPLS IPv4 コア ネットワークを介して互いに通信できます。この実装では、転送が IP ヘッダーではなくラベルに基づいて行われるため、バックボーン インフラストラクチャのアップグレードは少量で済み、コア ルータの再設定は必要ないため、非常にコスト効率の高い IPv6 の展開計画が提供されます。

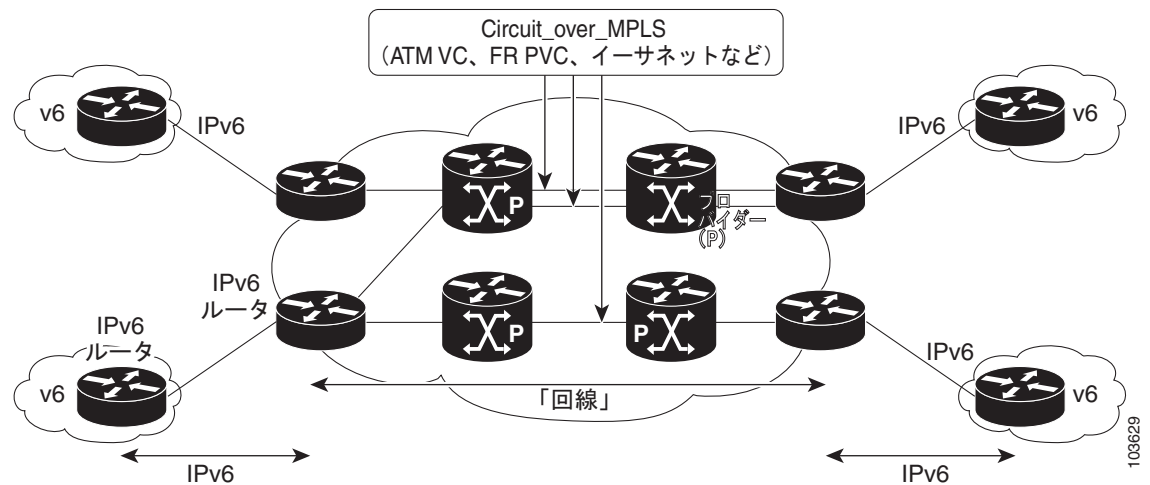
また、MPLS 環境で本来提供されている Virtual Private Network (VPN; バーチャルプライベート ネットワーク) サービスおよび MPLS Traffic Engineering (MPLS TE; MPLS トラフィック エンジニアリング) サービスを使用して、IPv4 VPN および MPLS-TE をサポートするインフラストラクチャを介して IPv6 ネットワークを IPv4 VPN やエクストラネットに組み込むことができます。

回線トランスポートを介した IPv6 over MPLS

いずれの回線トランスポートを IPv6 over MPLS ネットワークの展開に使用しても、MPLS の動作またはインフラストラクチャに影響はなく、コア ルータまたはプロバイダー エッジ ルータの設定を変更する必要もありません。リモート IPv6 ドメイン間の通信では、専用リンクを介してネイティブ IPv6 プロトコルを実行します。この場合、基礎となるメカニズムは IPv6 に対して完全に透過的です。IPv6 トラフィックは、ATM OC-3 またはイーサネット インターフェイスを介してそれぞれ接続されているルータで Any Transport over MPLS (MPLS/AToM) または Ethernet over MPLS (EoMPLS) 機能を使用してトンネル化されます。

図 1 に、任意の回線トランスポートを介した IPv6 over MPLS の設定を示します。

図 1 回線トランスポートを介した IPv6 over MPLS

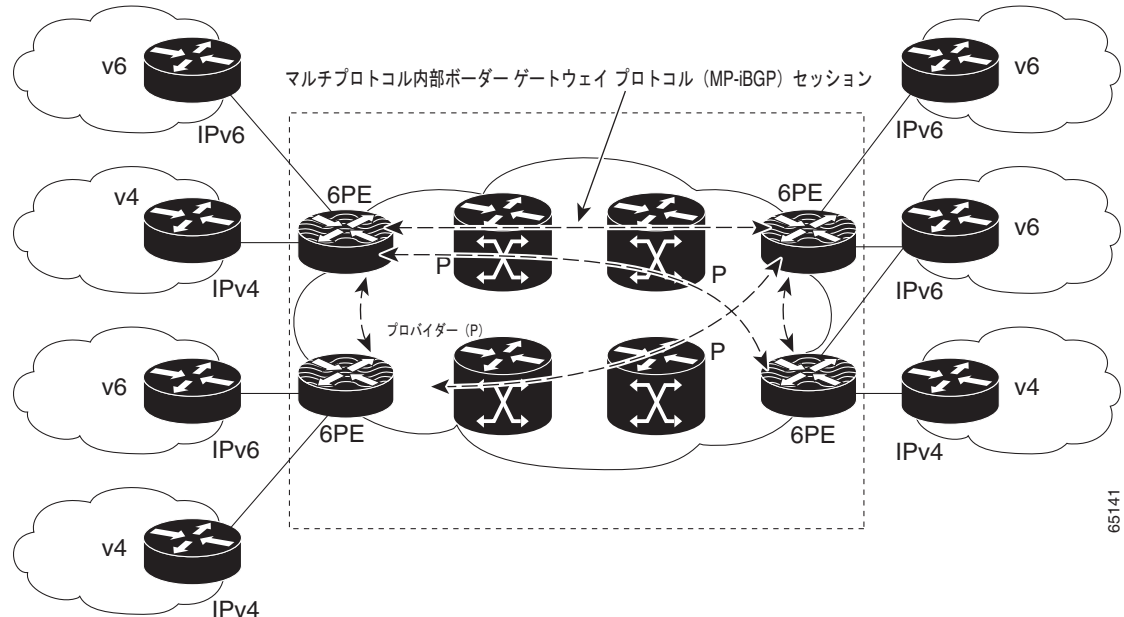


カスタマー エッジ ルーターでトンネルを使用する IPv6

Customer Edge (CE; カスタマー エッジ) ルーターでのトンネルの使用が、IPv6 over MPLS ネットワークを最も簡単に展開できる方法です。この方法では、MPLS の動作およびインフラストラクチャには影響を与えず、コア ルーターやプロバイダー エッジ ルーターの設定を変更する必要もありません。リモート IPv6 ドメイン間の通信では、標準のトンネリング メカニズムが使用され、デュアル IPv4 および IPv6 プロトコル スタックを実行するように CE ルーターを設定する必要があります。図 2 に、CE ルーターでトンネルを使用する設定を示します。

図 3 では、6PE ルータが IPv4 と IPv6 の両方のトラフィックをルーティングできるデュアル スタック ルータとして設定されています。各 6PE ルータは、LDP、TDP、または RSVP（トラフィック エンジン アリシングが設定されている場合）を実行して IPv4 ラベルをバインドするように設定されています。6PE ルータでは、マルチプロトコル BGP を使用して、MPLS ドメイン内の他の 6PE デバイスとの間で 到着可能性情報を交換し、IPv6 集約ラベルを配布します。MPLS ドメイン内のすべての 6PE ルータと コア ルータ（図 3 の P ルータ）は、Open Shortest Path First (OSPF) や統合 Intermediate System-to-Intermediate System (IS-IS) などの一般的な IPv4 Interior Gateway Protocol (IGP; 内部 ゲートウェイ プロトコル) を共有します。

図 3 6PE ルータ トポロジ



CE ルータに接続している 6PE ルータ上のインターフェイスは、カスタマーの要件に基づいて IPv6 トラフィック、IPv4 トラフィック、または両方のタイプのトラフィックを転送するように設定できます。6PE ルータは、MPLS クラウドを介して 6PE ピアから学習した IPv6 到達可能性情報をアドバタイズします。サービス プロバイダーは、6PE インフラストラクチャを介して、登録済み IPv6 プレフィクスから IPv6 プレフィクスを委任できます。それ以外の場合は、CE ルータに対する影響はありません。

ネットワークのコア内にある P ルータは、P ルータ自身が IPv6 パケットをスイッチングしていることを認識しません。コア ルータは、MPLS クラウド内の内部到達可能性情報を確立するために MPLS および PE ルータと同じ IPv4 IGP をサポートするように設定されています。コア ルータでは、IPv4 ラベルをバインドするために、LDP、TDP、または RSVP も使用されています。Cisco 6PE 機能の実装による MPLS コア デバイスへの影響はありません。

MPLS ネットワークでは、IPv6 トラフィックがラベル スイッチングを使用して転送され、IPv6 トラフィックを MPLS ネットワークのコアに対して透過的にします。IPv6 over IPv4 トンネルまたはレイヤ 2 カプセル化の手法は必要ありません。

6PE マルチパス

IPv6 の内部および外部 Border Gateway Protocol (BGP; ボーダー ゲートウェイ プロトコル) マルチパスによって、IPv6 ルータは、複数のパス（同じネイバー Autonomous System (AS; 自律システム) やサブ AS、または同じメトリックなど）間のロード バランシングを行って、宛先に到達できます。6PE

マルチパス機能では、Multiprotocol internal BGP (MP-iBGP; マルチプロトコル内部 BGP) を使用して、MPLS IPv4 コア ネットワークを介して IPv6 ルートを配布し、MPLS ラベルを各ルートに付加します。

MP-iBGP マルチパスが 6PE ルータでイネーブルになっていると、MPLS 情報が使用できる場合は、MPLS 情報 (ラベル スタック) を使用して、ラベルの付いたすべてのパスが、転送テーブルにインストールされます。この機能によって、6PE はロード バランシングを実行できます。

IPv6 over MPLS の実装方法

ここでは、IPv6 over MPLS を設定する方法について説明します。

- 「[回線トランスポートを介した IPv6 over MPLS の展開](#)」 (P.6)
- 「[IPv6 プロバイダー エッジ ルータ \(6PE\) の展開](#)」 (P.6)
- 「[iBGP マルチパス ロード シェアリングの設定](#)」 (P.10)
- 「[6PE の設定および動作の確認](#)」 (P.11)

回線トランスポートを介した IPv6 over MPLS の展開

回線トランスポートを介した IPv6 over MPLS を展開するには、IPv6 ルータが IPv6 接続用に設定されている必要があります。基本的な IPv6 設定の詳細については、「[Implementing IPv6 Addressing and Basic Connectivity](#)」を参照してください。MPLS ルータの設定では、AToM 設定または EoMPLS 設定が必要です。

IPv6 プロバイダー エッジ ルータ (6PE) の展開

プロバイダー エッジ ルータ上に IPv6 を実装するには、2 つの作業を実行する必要があります。最初の作業では、ローカルに生成されたパケットが送信元 IPv6 アドレスを取得する元となるインターフェイスを指定します。2 番目の作業では、集約ラベルをバインドおよびアドバタイズします。

各 6PE ルータ (図 4 の 6PE1 と 6PE2) は、IPv4 ルーティングおよびシスコ エクスプレス フォワーディングを実行していると想定しています。

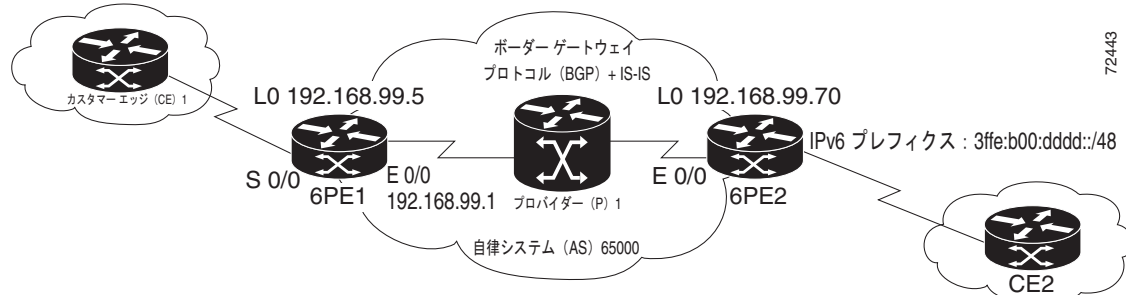
6PE ネットワーク設定

図 4 に示すネットワークを使用する 2 つの設定作業は、6PE 機能をイネーブルにするために、6PE1 ルータでは必須です。

カスタマー エッジ ルータ (図 4 の CE1) は、その IPv6 トラフィックを 6PE1 ルータに転送するように設定されています。ネットワークのコア内の P1 ルータは、MPLS、ラベル配布プロトコル、IPv4 IGP、およびシスコ エクスプレス フォワーディングか分散型シスコ エクスプレス フォワーディングを実行していると想定されるため、6PE 機能をイネーブルにするための新しい設定は必要ありません。CE1 ルータおよび P1 ルータでは新たな設定作業は必要ありませんが、参照用として設定例を「[IPv6 over MPLS の設定例](#)」 (P.14) に示します。

図 4 6PE の設定例

IPv6 プレフィクス : 3ffe:b00:ffff::/48



72443

前提条件

- 6PE ルータ (図 4 の 6PE1 ルータと 6PE2 ルータ) は、コア IPv4 ネットワークのメンバである必要があります。コア ネットワークに接続されている 6PE ルータ インターフェイスは、MPLS、およびコア ネットワークと同じラベル配布プロトコルおよび IPv4 IGP を実行している必要があります。
- 6PE ルータは、IPv4 と IPv6 の両方を実行するデュアル スタックとして設定されている必要もあります。

制約事項



(注)

Cisco IOS Release 12.2(22)S 時点では、次の制約事項は Cisco IOS 12.2 S リリースには適用されません。

次の制約事項は、IPv6 プロバイダー エッジ ルータ over MPLS (6PE) 機能を実装している場合に適用されます。

- コア MPLS ルータは、MPLS と IPv4 だけをサポートしているため、IPv6 Internet Control Message Protocol (ICMP; インターネット制御メッセージプロトコル) メッセージの転送または作成を行うことはできません。
- Cisco 6PE では、MPLS パスと IPv6 パス間のロード バランシング機能が提供されません。両方が使用可能な場合は、MPLS パスが常に優先されます。2 つの MPLS パス間のロード バランシングは実行できます。
- BGP マルチパスは、Cisco 6PE ルータではサポートされていません。2 つの BGP ピアが等価コストで同じプレフィクスをアドバタイズする場合、Cisco 6PE では、最後のルートを使用して MPLS コアを通過します。
- 6PE 機能は、RSVP-TE トンネル以外のトンネルではサポートされていません。

6PE ルータでの送信元アドレス インターフェイスの指定

ここでは、ローカルで生成されたパケットがその送信元 IPv6 アドレスを取得する元となるインターフェイスを指定する方法について説明します。これは、6PE を展開するために実行する必要がある 2 つの作業のうちの最初の作業です。6PE を実装するために必要な 2 番目の作業の詳細については、「[プレフィクスをアドバタイズするための 6PE ラベルのバインドおよびアドバタイズ](#)」を参照してください。

手順の概要

1. **enable**
2. **configure terminal**
3. **ipv6 unicast-routing**
4. **ipv6 cef**
5. **interface type number**
6. **ipv6 address {ipv6-address/prefix-length | prefix-name sub-bits/prefix-length}**

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	enable 例： Router> enable	特権 EXEC モードをイネーブルにします。 <ul style="list-style-type: none">• 必要に応じてパスワードを入力します。
ステップ 2	configure terminal 例： Router# 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	ipv6 unicast-routing 例： Router(config)# ipv6 unicast-routing	IPv6 ユニキャスト データグラムの転送をイネーブルにします。
ステップ 4	ipv6 cef 例： Router(config)# ipv6 cef	IPv6 シスコ エクスプレス フォワーディングをイネーブルにします。
ステップ 5	interface type number 例： Router(config)# interface Serial 0/0	インターフェイスのタイプと番号を指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。 <ul style="list-style-type: none">• この機能のコンテキストでは、設定されるインターフェイスは、CE ルータと通信するインターフェイスとなります。
ステップ 6	ipv6 address {ipv6-address/prefix-length prefix-name sub-bits/prefix-length} 例： Router(config-if)# ipv6 address 2001:0DB8:FFFF::2/64	IPv6 の一般的なプレフィクスに基づいて IPv6 アドレスを設定し、インターフェイスにおける IPv6 処理をイネーブルにします。

プレフィクスをアドバタイズするための 6PE ラベルのバインドおよびアドバタイズ

ここでは、指定した BGP ネイバーに IPv6 プレフィクスをアドバタイズするときに、集約ラベルのバインドとアドバタイズをイネーブルにする方法について説明します。

手順の概要

1. **enable**
2. **configure terminal**
3. **router bgp** *as-number*
4. **no bgp default ipv4-unicast**
5. **neighbor** {*ip-address* | *ipv6-address* | *peer-group-name*} **remote-as** *as-number*
6. **neighbor** {*ip-address* | *ipv6-address* | *peer-group-name*} **update-source** *interface-type* *interface-number*
7. **address-family ipv6** [**unicast**]
8. **neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name* | *ipv6-address*} **activate**
9. **neighbor** {*ip-address* | *ipv6-address*} **send-label**

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	enable 例： Router> enable	特権 EXEC モードをイネーブルにします。 • 必要に応じてパスワードを入力します。
ステップ 2	configure terminal 例： Router# 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	router bgp <i>as-number</i> 例： Router(config)# router bgp 65000	指定したルーティング プロセスのルータ コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	no bgp default ipv4-unicast 例： Router(config-router)# no bgp default ipv4-unicast	前の手順で指定した BGP ルーティング プロセスの IPv4 ユニキャスト アドレス ファミリをディセーブルにします。 (注) IPv4 ユニキャスト アドレス ファミリのルーティング情報が、 neighbor remote-as コマンドを使用して設定した各 BGP ルーティング セッションにデフォルトでアドバタイズされます。ただし、 neighbor remote-as コマンドを設定する前に no bgp default ipv4-unicast コマンドを設定している場合は除きます。
ステップ 5	neighbor { <i>ip-address</i> <i>ipv6-address</i> <i>peer-group-name</i> } remote-as <i>as-number</i> 例： Router(config-router)# neighbor 192.168.99.70 remote-as 65000	指定した自律システムのネイバーの IP アドレスをローカル ルータの BGP ネイバーテーブルに追加します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ6	<pre>neighbor {ip-address ipv6-address peer-group-name} update-source interface-type interface-number</pre> <p>例:</p> <pre>Router(config-router)# neighbor 192.168.99.70 update-source Loopback 0</pre>	<p>IPv4 アドレスがピアリングの送信元アドレスとして使用されるインターフェイスを指定します。</p> <ul style="list-style-type: none"> この作業のコンテキストでは、このインターフェイスは、32 ビットのマスクが設定された IPv4 アドレスを持っている必要があります。ループバック インターフェイスを使用することを推奨します。このアドレスを使用して、IPv6 ネクストホップがピア 6PE によって決定されます。
ステップ7	<pre>address-family ipv6 [unicast]</pre> <p>例:</p> <pre>Router(config-router)# address-family ipv6</pre>	<p>IPv6 アドレス ファミリを指定し、アドレス ファミリ コンフィギュレーション モードを開始します。</p> <ul style="list-style-type: none"> unicast キーワードでは、IPv6 ユニキャスト アドレス ファミリを指定します。デフォルトでは、address-family ipv6 コマンドで unicast キーワードが指定されていない場合、ルータは IPv6 ユニキャスト アドレス ファミリのコンフィギュレーション モードになります。
ステップ8	<pre>neighbor {ip-address peer-group-name ipv6-address} activate</pre> <p>例:</p> <pre>Router(config-router-af)# neighbor 192.168.99.70 activate</pre>	<p>ローカル ルータとの間で IPv6 アドレス ファミリを交換できるようにネイバーを設定します。</p>
ステップ9	<pre>neighbor {ip-address ipv6-address} send-label</pre> <p>例:</p> <pre>Router(config-router-af)# neighbor 192.168.99.70 send-label</pre>	<p>BGP ルートとともに MPLS ラベルを送信するルータの機能をアドバタイズします。</p> <ul style="list-style-type: none"> IPv6 アドレス ファミリ コンフィギュレーション モードでは、このコマンドによって、BGP での IPv6 プレフィックスのアドバタイズ時に集約ラベルをバインドおよびアドバタイズできるようになります。

iBGP マルチパス ロード シェアリングの設定

ここでは、iBGP マルチパス ロード シェアリングを設定し、ルーティング テーブルにインストールできる並列 iBGP ルートの最大数を制御する方法について説明します。

手順の概要

1. **enable**
2. **configure terminal**
3. **router bgp as-number**
4. **maximum-paths ibgp number-of-paths**

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	<code>enable</code> 例： Router> enable	特権 EXEC モードをイネーブルにします。 • 必要に応じてパスワードを入力します。
ステップ 2	<code>configure terminal</code> 例： Router# 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	<code>router bgp as-number</code> 例： Router(config)# router bgp 65000	指定したルーティング プロセスのルータ コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	<code>maximum-paths ibgp number-of-paths</code> 例： Router(config-router)# maximum-paths ibgp 3	ルーティング テーブルにインストールできる並列 iBGP ルートの最大数を制御します。

6PE の設定および動作の確認

6PE が実行されている場合は、次のコンポーネントを監視できます。

- マルチプロトコル BGP
- MPLS
- Cisco Express Forwarding for IPv6
- IPv6 ルーティング テーブル

この任意の作業では、6PE の設定および動作を確認するためにさまざまなコンポーネントに関する情報を表示する方法について説明します。

手順の概要

1. `show bgp ipv6 {unicast | multicast} [ipv6-prefix/prefix-length] [longer-prefixes] [labels]`
2. `show bgp ipv6 {unicast | multicast} neighbors [ipv6-address] [received-routes | routes | flap-statistics | advertised-routes | paths regular-expression | dampened-routes]`
3. `show mpls forwarding-table [network {mask | length} | labels label [-label] | interface interface | next-hop address | lsp-tunnel [tunnel-id]] [vrf vrf-name] [detail]`
4. `show ipv6 cef [ipv6-prefix/prefix-length] [interface-type interface-number] [longer-prefixes | similar-prefixes | detail | internal | platform | epoch | source]`
5. `show ipv6 route [ipv6-address | ipv6-prefix/prefix-length | protocol | interface-type interface-number]`

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ1	<pre>show bgp ipv6 {unicast multicast} [ipv6-prefix/prefix-length] [longer-prefixes] [labels]</pre> <p>例:</p> <pre>Router> show bgp ipv6 unicast 2001:0DB8:DDDD::/48</pre>	<p>(任意) IPv6 BGP ルーティング テーブルのエントリを表示します。</p> <ul style="list-style-type: none"> この例では、プレフィクス 2001:0DB8:DDDD::/48 の IPv6 ルートに関する情報が表示されます。
ステップ2	<pre>show bgp ipv6 {unicast multicast} neighbors [ipv6-address] [received-routes routes flap-statistics advertised-routes paths regular-expression dampened-routes]</pre> <p>例:</p> <pre>Router> show bgp ipv6 neighbors unicast 192.168.99.70</pre>	<p>(任意) ネイバーへの IPv6 BGP 接続に関する情報が表示されます。</p> <ul style="list-style-type: none"> この例では、IPv6 ラベル機能などの情報が、192.168.99.70 の BGP ピアに表示されます。
ステップ3	<pre>show mpls forwarding-table [network {mask length} labels label [-label] interface interface nexthop address lsp-tunnel [tunnel-id]] [vrf vrf-name] [detail]</pre> <p>例:</p> <pre>Router> show mpls forwarding-table</pre>	<p>(任意) MPLS Forwarding Information Base (FIB; 転送情報ベース) の内容を表示します。</p> <ul style="list-style-type: none"> この例では、MPLS ラベルを IPv6 プレフィクスにリンクする情報が表示され、そこではラベルは集約で示され、プレフィクスは IPv6 で示されます。
ステップ4	<pre>show ipv6 cef [ipv6-prefix/prefix-length] [interface-type interface-number] [longer-prefixes similar-prefixes detail internal platform epoch source]]</pre> <p>例:</p> <pre>Router> show ipv6 cef 2001:0DB8:DDDD::/64</pre>	<p>(任意) IPv6 アドレス情報に基づく FIB エントリを表示します。</p> <ul style="list-style-type: none"> この例では、シスコ エクスプレス フォワーディング テーブルからのプレフィクス 2001:0DB8:DDDD::/64 のラベル情報が表示されます。
ステップ5	<pre>show ipv6 route [ipv6-address ipv6-prefix/prefix-length protocol interface-type interface-number]</pre> <p>例:</p> <pre>Router> show ipv6 route</pre>	<p>(任意) IPv6 ルーティング テーブルの現在の内容を表示します。</p>

出力例

ここでは、次の出力例について説明します。

- 「[show bgp ipv6 コマンドの出力例](#)」(P.13)
- 「[show bgp ipv6 neighbors コマンドの出力例](#)」(P.13)
- 「[show mpls forwarding-table コマンドの出力例](#)」(P.13)
- 「[show bgp ipv6 コマンドの出力例](#)」(P.14)
- 「[show ipv6 cef コマンドの出力例](#)」(P.14)
- 「[show ipv6 route コマンドの出力例](#)」(P.14)

show bgp ipv6 コマンドの出力例

次の例では、IPv6 プレフィクスを指定した **show bgp ipv6** コマンドを使用して、IPv6 ルートに関する出力情報が表示されています。

```
Router# show bgp ipv6 2001:0DB8:DDDD::/48

BGP routing table entry for 2001:0DB8:DDDD::/48, version 15
Paths: (1 available, best #1, table Global-IPv6-Table)
  Not advertised to any peer
  Local
    ::FFFF:192.168.99.70 (metric 20) from 192.168.99.70 (192.168.99.70)
      Origin IGP, localpref 100, valid, internal, best
```

show bgp ipv6 neighbors コマンドの出力例

次の例では、IP アドレスを指定した **show bgp ipv6 neighbors** コマンドを使用して、「IPv6 ラベル」機能を含む、BGP ピアに関する出力情報が表示されています。

```
Router# show bgp ipv6 neighbors 192.168.99.70

BGP neighbor is 192.168.99.70, remote AS 65000, internal link
  BGP version 4, remote router ID 192.168.99.70
  BGP state = Established, up for 00:05:17
  Last read 00:00:09, hold time is 0, keepalive interval is 60 seconds
  Neighbor capabilities:
    Route refresh: advertised and received
    Address family IPv6 Unicast: advertised and received
    ipv6 MPLS Label capability: advertised and received
  Received 54 messages, 0 notifications, 0 in queue
  Sent 55 messages, 1 notifications, 0 in queue
  Default minimum time between advertisement runs is 5 seconds

For address family: IPv6 Unicast
  BGP table version 21880, neighbor version 21880
  Index 1, Offset 0, Mask 0x2
  Route refresh request: received 0, sent 0
  77 accepted prefixes consume 4928 bytes
  Prefix advertised 4303, suppressed 0, withdrawn 1328
  Number of NLRI in the update sent: max 1, min 0
```

show mpls forwarding-table コマンドの出力例

次の例では、**show mpls forwarding-table** コマンドを使用して、MPLS ラベルをプレフィクスにリンクする出力情報が表示されています。6PE 機能が設定されている場合、ラベルは集約されます。これは、1 つのローカル ラベルに対して複数のプレフィクスが存在し、プレフィクスのカラムにはターゲットのプレフィクスではなく「IPv6」が含まれているためです。

```
Router# show mpls forwarding-table

Local Outgoing      Prefix      Bytes tag Outgoing      Next Hop
tag  tag or VC         or Tunnel Id  switched interface
16  Aggregate        IPv6         0
17  Aggregate        IPv6         0
18  Aggregate        IPv6         0
19  Pop tag          192.168.99.64/30  0          Se0/0        point2point
20  Pop tag          192.168.99.70/32  0          Se0/0        point2point
21  Pop tag          192.168.99.200/32 0          Se0/0        point2point
22  Aggregate        IPv6         5424
23  Aggregate        IPv6         3576
24  Aggregate        IPv6         2600
```

show bgp ipv6 コマンドの出力例

次の例では、**labels** キーワードを指定した **show bgp ipv6** コマンドを使用して、ラベル スイッチング 情報とともに最上位のスタック ラベルに関する出力情報が表示されています。

```
Router# show bgp ipv6 labels

Network                Next Hop                In tag/Out tag
2001:0DB8:DDDD::/64    ::FFFF:192.168.99.70    notag/20
```

show ipv6 cef コマンドの出力例

次の例では、IPv6 プレフィクスを指定した **show ipv6 cef** コマンドを使用して、シスコ エクスプレス フォワーディング テーブルのラベルに関する出力情報が表示されています。

```
Router# show ipv6 cef 2001:0DB8:DDDD::/64

2001:0DB8:DDDD::/64
  nexthop ::FFFF:192.168.99.70
  fast tag rewrite with Se0/0, point2point, tags imposed {19 20}
```

show ipv6 route コマンドの出力例

次の例では、**show ipv6 route** コマンドを使用して、IPv6 ルーティング テーブルの出力情報が表示されています。この出力では、IPv6 MPLS 仮想インターフェイスが、MPLS クラウドを介して転送される IPv6 ルートの出力インターフェイスとして示されています。図 4 のルータを使用するこの例では、出力は 6PE1 ルータから得られます。

6PE2 ルータは、CE2 ルータに設定された IPv6 プレフィクス 2001:0DB8:dddd::/48 をアダバタイズし、ネクストホップ アドレスは IPv4 互換 IPv6 アドレス ::ffff:192.168.99.70 です。ここで、192.168.99.70 は、6PE2 ルータの IPv4 アドレスです。

```
Router# show ipv6 route

IPv6 Routing Table - 10 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP
I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea
B 2001:0DB8:DDDD::/64 [200/0]
  via ::FFFF:192.168.99.70, IPv6-mpls
B 2001:0DB8:DDDD::/64 [200/0]
  via ::FFFF:192.168.99.70, IPv6-mpls
L 2001:0DB8:FFFF::1/128 [0/0]
  via ::, Ethernet0/0
C 2001:0DB8:FFFF::/64 [0/0]
  via ::, Ethernet0/0
S 2001:0DB8:FFFF::/48 [1/0]
  via 2001:0DB8:B00:FFFF::2, Ethernet0/0
```

IPv6 over MPLS の設定例

次の例では、図 4 で示し、「6PE ルータでの送信元アドレス インターフェイスの指定」および「プレフィクスをアダバタイズするための 6PE ラベルのバインドおよびアダバタイズ」の項で使用している 3 台のルータの 6PE 設定例を示します。

- 「カスタマー エッジルータ：例」(P.15)
- 「プロバイダー エッジルータ：例」(P.15)
- 「コア ルータ：例」(P.16)

カスタマー エッジ ルータ : 例

次の例では、カスタマー エッジ ルータ (図 4 の CE1) のシリアル インターフェイス 0/0 が、サービス プロバイダーに接続され、IPv6 アドレスを割り当てられています。IPv6 がイネーブルになっており、デフォルトのスタティック ルートが、6PE1 ルータのシリアル インターフェイス 0/0 の IPv6 アドレスを使用してインストールされています。

```
ip cef
!
ipv6 unicast-routing
!
interface Serial 0/0
  description to_6PE1_router
  no ip address
  ipv6 address 2001:0DB8:FFFF::2/64
!
ipv6 route ::/0 Serial 0/0 FE80::210:XXXX:FEE1:1001
```

プロバイダー エッジ ルータ : 例

6PE ルータ (図 4 の 6PE1) は、IPv4 と IPv6 の両方のトラフィック用に設定されています。イーサネット インターフェイス 0/0 は、IPv4 アドレスを使用して設定され、ネットワークのコア内のルータ (図 4 のルータ P1) に接続されています。このルータ上の統合 IS-IS および TDP の設定は、P1 ルータと似ています。

ルータ 6PE1 は、IPv4 接続を介して確立された internal BGP (iBGP; 内部 BGP) を使用して、別の 6PE (図 4 のルータ 6PE2) と IPv6 ルーティング情報を交換することから、すべての **neighbor** コマンドで 6PE2 ルータの IPv4 アドレスが使用されます。すべての BGP ピアは自律システム 65000 内に存在するため、IGP との同期は、IPv4 の場合はオフになっています。IPv6 アドレス ファミリ コンフィギュレーション モードでは、同期はデフォルトでディセーブルになっています。

IPv6 および Cisco Express Forwarding for IPv6 はイネーブルであり、6PE2 ネイバーはアクティブ化されており、IPv6 プレフィックスの集約ラベルのバインディングとアドバタイズメントは **neighbor send-label** コマンドを使用してイネーブルになっています。接続されているスタティックな IPv6 ルートは、BGP を使用して再配布されます。IPv6 パケットがローカルルータで生成される場合、MPLS 処理用の IPv6 アドレスは、ループバック インターフェイス 0 のアドレスになります。

次の例では、シリアル インターフェイス 0/0 がカスタマーに接続され、カスタマーに委任された IPv6 プレフィックスは、サービス プロバイダーの IPv6 プレフィックスから決定された 2001:0DB8:ffff::/48 となっています。スタティック ルートは、IPv6 パケットを 6PE ルートと CE ルータ間でルーティングするように設定されています。

```
ip cef
ipv6 cef
ipv6 unicast-routing
!
mpls ipv6 source-interface Loopback0
tag-switching tdp router-id Loopback0
!
interface Loopback0
  ip address 192.168.99.5 255.255.255.255
  ipv6 address 2001:0DB8:1000:1::1/64
!
interface Ethernet0/0
  description to_P_router
  ip address 192.168.99.1 255.255.255.252
  ip router isis
  tag-switching ip
!
```

```

interface Serial0/0
  description to_CE_router
  no ip address
  ipv6 address 2001:0DB8:FFFF::1/64
!
router isis
  passive-interface Loopback0
  net 49.0001.1921.6809.9005.00
!
router bgp 65000
  no bgp default ipv4-unicast
  bgp log-neighbor-changes
  neighbor 192.168.99.70 remote-as 65000
  neighbor 192.168.99.70 description to_6PE2
  neighbor 192.168.99.70 update-source Loopback0
!
  address-family ipv6
    neighbor 192.168.99.70 activate
    neighbor 192.168.99.70 send-label
    network 2001:0DB8:FFFF::/48
  exit-address-family
!
  ipv6 route 2001:0DB8:FFFF::/48 Ethernet0/0 2001:0DB8:FFFF::2

```

コア ルータ : 例

次の例では、ネットワークのコア内のルータ（図 4 のルータ P）は、MPLS、IS-IS、および IPv4 だけを実行しています。イーサネット インターフェイスは、IPv4 アドレスを使用して設定されており、6PE ルータに接続されています。IS-IS は、ネットワークの IGP であり、P1 ルータと 6PE ルータは、同じ IS-IS エリア 49.0001 に存在します。TDP およびタグ スイッチングが、両方のイーサネット インターフェイスでイネーブルになっています。シスコ エクスプレス フォワーディングが、グローバル コンフィギュレーション モードでイネーブルになっています。

```

ip cef
!
tag-switching tdp router-id Loopback0
!
interface Loopback0
  ip address 192.168.99.200 255.255.255.255
!
interface Ethernet0/0
  description to_6PE1
  ip address 192.168.99.2 255.255.255.252
  ip router isis
  tag-switching ip
!
interface Ethernet0/1
  description to_6PE2
  ip address 192.168.99.66 255.255.255.252
  ip router isis
  tag-switching ip

router isis
  passive-interface Loopback0
  net 49.0001.1921.6809.9200.00

```


関連情報

MPLS ネットワークをさらにカスタマイズする場合は、『[Cisco IOS IP Switching Configuration Guide](#)』を参照してください。

その他の関連資料

ここでは、IPv6 over MPLS の実装機能に関する関連資料について説明します。

関連資料

関連項目	参照先
CE ルータでトンネルを使用する IPv6	『 Cisco IOS IPv6 Configuration Guide 』の「 Implementing Tunneling for IPv6 」
IPv6 のサポート機能リスト	『 Cisco IOS IPv6 Configuration Guide 』の「 Start Here: Cisco IOS Software Release Specifics for IPv6 Features 」
IPv6 コマンド：コマンド構文、コマンドモード、デフォルト、使用上のガイドライン、および例	『 Cisco IOS IPv6 Command Reference 』
MPLS の設定作業	『 Cisco IOS Multiprotocol Label Switching Configuration Guide 』の「 Multiprotocol Label Switching Overview 」
MPLS コマンド：コマンド構文、コマンドモード、デフォルト、使用上のガイドライン、および例	『 Cisco IOS Multiprotocol Label Switching Command Reference 』

規格

規格	タイトル
Draft-ietf-ngtrans-bgp-tunnel-04.txt	『 Connecting IPv6 Islands Across IPv4 Clouds with BGP 』

MIB

MIB	MIB リンク
新しい MIB または変更された MIB はサポートされていません。また、既存の MIB に対するサポートに変更はありません。	選択したプラットフォーム、Cisco IOS リリース、および機能セットの MIB を検索してダウンロードする場合は、次の URL にある Cisco MIB Locator を使用します。 http://www.cisco.com/go/mibs

RFC

RFC	タイトル
この機能によってサポートされる新しい RFC または変更された RFC はありません。またこの機能による既存 RFC のサポートに変更はありません。	—

シスコのテクニカル サポート

説明	リンク
<p>右の URL にアクセスして、シスコのテクニカル サポートを最大限に活用してください。</p> <p>以下を含むさまざまな作業にこの Web サイトが役立ちます。</p> <ul style="list-style-type: none"> • テクニカル サポートを受ける • ソフトウェアをダウンロードする • セキュリティの脆弱性を報告する、またはシスコ製品のセキュリティ問題に対する支援を受ける • ツールおよびリソースへアクセスする • Product Alert の受信登録 • Field Notice の受信登録 • Bug Toolkit を使用した既知の問題の検索 • Networking Professionals (NetPro) コミュニティで、技術関連のディスカッションに参加する • トレーニング リソースへアクセスする • TAC Case Collection ツールを使用して、ハードウェアや設定、パフォーマンスに関する一般的な問題をインタラクティブに特定および解決する <p>この Web サイト上のツールにアクセスする際は、Cisco.com のログイン ID およびパスワードが必要です。</p>	<p>http://www.cisco.com/en/US/support/index.html</p>

IPv6 over MPLS の実装の機能情報

表 1 に、この章に記載されている機能および具体的な設定情報へのリンクを示します。この表には、Cisco IOS Release 12.3(14)T 以降のリリースで導入または変更された機能だけを示します。

ここに記載されていないこのテクノロジーの機能情報については、「[Start Here: Cisco IOS Software Release Specifities for IPv6 Features](#)」を参照してください。

ご使用の Cisco IOS ソフトウェア リリースによっては、コマンドの中に一部使用できないものがあります。特定のコマンドに関するリリース情報については、コマンド リファレンス マニュアルを参照してください。

プラットフォームのサポートおよびソフトウェア イメージのサポートに関する情報を検索するには、Cisco Feature Navigator を使用します。Cisco Feature Navigator を使用すると、Cisco IOS ソフトウェア イメージおよび Catalyst OS ソフトウェア イメージがサポートする特定のソフトウェア リリース、機能セット、またはプラットフォームを確認できます。Cisco Feature Navigator には、<http://www.cisco.com/go/cfn> からアクセスします。Cisco.com のアカウントは必要ありません。



(注)

表 1 には、一連の Cisco IOS ソフトウェア リリースのうち、特定の機能が初めて導入された Cisco IOS ソフトウェア リリースだけが記載されています。特に明記していないかぎり、その機能は、一連の Cisco IOS ソフトウェア リリースの以降のリリースでもサポートされます。

表 1 IPv6 over MPLS の実装の機能情報

機能名	リリース	機能情報
回線トランスポートを介した IPv6 over MPLS	12.0(22)S 12.2(14)S 12.2(28)SB 12.2(15)T 12.3 12.3(2)T 12.4 12.4(2)T	この機能では、リモート IPv6 ドメイン間の通信は、専用リンクを介してネイティブ IPv6 プロトコルを実行します。この場合、基礎となるメカニズムは IPv6 に対して完全に透過的です。 この機能に関する詳細については、次の各項を参照してください。 <ul style="list-style-type: none"> 「回線トランスポートを介した IPv6 over MPLS」(P.2) 「回線トランスポートを介した IPv6 over MPLS の展開」(P.6)
カスタマー エッジルータでトンネルを使用する IPv6	12.0(22)S 12.2(14)S 12.2(28)SB 12.2(15)T 12.3 12.3(2)T 12.4 12.4(2)T	CE ルータでトンネルを使用することが、MPLS の動作またはインフラストラクチャに影響を与えることなく、IPv6 over MPLS ネットワークを最も簡単に展開できる方法です。 この機能に関する詳細については、次の各項を参照してください。 <ul style="list-style-type: none"> 「カスタマー エッジルータでトンネルを使用する IPv6」(P.3)
IPv6 スイッチング : MPLS を介するプロバイダー エッジルータ (6PE)	12.0(22)S 12.2(14)S 12.2(28)SB 12.2(33)SRA 12.2(15)T 12.3 12.3(2)T 12.4 12.4(2)T	MPLS を介した IPv6 プロバイダー エッジルータのシスコ実装によって、IPv6 サイトは、MPLS LSP を使用して、MPLS IPv4 コア ネットワークを介して互いに通信できます。 この機能に関する詳細については、次の各項を参照してください。 <ul style="list-style-type: none"> 「IPv6 プロバイダー エッジルータ (6PE)」(P.4) 「IPv6 プロバイダー エッジルータ (6PE) の展開」(P.6) 「6PE ルータでの送信元アドレス インターフェイスの指定」(P.7) 「プレフィクスをアダプタイズするための 6PE ラベルのバインドおよびアダプタイズ」(P.8) 「IPv6 over MPLS の設定例」(P.14)
6PE マルチパス	12.2(25)S 12.2(28)SB 12.2(33)SRA 12.4(6)T	6PE マルチパス機能では、Multiprotocol internal BGP (MP-iBGP; マルチプロトコル内部 BGP) を使用して、MPLS IPv4 コア ネットワークを介して IPv6 ルートを配布し、MPLS ラベルを各ルートに付加します。 この機能に関する詳細については、次の各項を参照してください。 <ul style="list-style-type: none"> 「6PE マルチパス」(P.5) 「iBGP マルチパス ロード シェアリングの設定」(P.10)

Instant Broadband, and Welcome to the Human Network are trademarks; Changing the Way We Work, Live, Play, and Learn, Cisco Capital, Cisco Capital (Design), Cisco:Financed (Stylized), Cisco Store, Flip Gift Card, and One Million Acts of Green are service marks; and Access Registrar, Aironet, AllTouch, AsyncOS, Bringing the Meeting To You, Catalyst, CCDA, CCDP, CCIE, CCIP, CCNA, CCNP, CCSP, CCVP, Cisco, the Cisco Certified Internetwork Expert logo, Cisco IOS, Cisco Lumin, Cisco Nexus, Cisco Press, Cisco Systems, Cisco Systems Capital, the Cisco Systems logo, Cisco Unity, Collaboration Without Limitation, Continuum, EtherFast, EtherSwitch, Event Center, Explorer, Follow Me Browsing, GainMaker, iLYNX, IOS, iPhone, IronPort, the IronPort logo, Laser Link, LightStream, Linksys, MeetingPlace, MeetingPlace Chime Sound, MGX, Networkers, Networking Academy, PCNow, PIX, PowerKEY, PowerPanels, PowerTV, PowerTV (Design), PowerVu, Prisma, ProConnect, ROSA, SenderBase, SMARTnet, Spectrum Expert, StackWise, WebEx, and the WebEx logo are registered trademarks of Cisco and/or its affiliates in the United States and certain other countries.

All other trademarks mentioned in this document or website are the property of their respective owners. The use of the word partner does not imply a partnership relationship between Cisco and any other company. (1002R)

このマニュアルで使用している IP アドレスは、実際のアドレスを示すものではありません。マニュアル内の例、コマンド出力、および図は、説明のみを目的として使用されています。説明の中に実際のアドレスが使用されていたとしても、それは意図的なものではなく、偶然の一致によるものです。

© 2003–2010 Cisco Systems, Inc.
All rights reserved.

Copyright © 2003–2010, シスコシステムズ合同会社 .
All rights reserved.