MPLS トラフィック エンジニアリング DiffServ コンフィギュレーション ガイド

シスコシステムズ合同会社
〒107-6227 東京都港区赤坂9-7-1 ミッドタウン・タワー
http://www.cisco.com/jp
お問い合わせ先：シスコ コンタクトセンター
0120-092-255 （フリーコール、携帯・PHS含む）
電話受付時間：平日 10:00～12:00、13:00～17:00
http://www.cisco.com/jp/go/contactcenter/

【注意】シスコ製品をご使用になる前に、安全上の注意（**www.cisco.com/jp/go/safety_warning/**）をご確認ください。本書は、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。また、契約等の記述については、弊社販売パートナー、または、弊社担当者にご確認ください。

このマニュアルに記載されている仕様および製品に関する情報は、予告なしに変更されることがあります。このマニュアルに記載されている表現、情報、および推奨事項は、すべて正確であると考えていますが、明示的であれ黙示的であれ、一切の保証の責任を負わないものとします。このマニュアルに記載されている製品の使用は、すべてユーザ側の責任になります。

対象製品のソフトウェア ライセンスおよび限定保証は、製品に添付された『Information Packet』に記載されています。添付されていない場合には、代理店にご連絡ください。

シスコが導入する TCP ヘッダー圧縮は、カリフォルニア大学バークレー校（UCB）により、UNIX オペレーティング システムの UCB パブリック ドメイン バージョンの一部として開発されたプログラムを適応したものです。All rights reserved.Copyright © 1981, Regents of the University of California.

ここに記載されている他のいかなる保証にもよらず、各社のすべてのマニュアルおよびソフトウェアは、障害も含めて「現状のまま」として提供されます。シスコおよびこれら各社は、商品性の保証、特定目的への準拠の保証、および権利を侵害しないことに関する保証、あるいは取引過程、使用、取引慣行によって発生する保証をはじめとする、明示されたまたは黙示された一切の保証の責任を負わないものとします。

いかなる場合においても、シスコおよびその供給者は、このマニュアルの使用または使用できないことによって発生する利益の損失やデータの損傷をはじめとする、間接的、派生的、偶発的、あるいは特殊な損害について、あらゆる可能性がシスコまたはその供給者に知らされていても、それらに対する責任を一切負わないものとします。

このマニュアルで使用している IP アドレスおよび電話番号は、実際のアドレスおよび電話番号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、ネットワーク トポロジ図、およびその他の図は、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および電話番号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。

Cisco および Cisco ロゴは、シスコまたはその関連会社の米国およびその他の国における商標または登録商標です。シスコの商標の一覧は、http://www.cisco.com/go/trademarksでご確認いただけます。掲載されている第三者の商標はそれぞれの権利者の財産です。「パートナー」または「partner」という用語の使用はシスコと他社との間のパートナーシップ関係を意味するものではありません。(1110R)

© 2017 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

目 次

最初にお読みください。 1

MPLS トラフィック エンジニアリング - DiffServ 対応（DS-TE） 3

MPLS トラフィック エンジニアリング - DiffServ 対応（DS-TE）に関する情報 4

MPLS TE および制約ベースのルーティング（CBR） 4

従来のコマンドから IETF 標準コマンドへ 6

IETF 標準へのネットワークの移行 8

保証帯域幅サービスの設定 8

DS-TE サブプール トンネルを使用した厳格な QoS 保証の実現 9

DS-TE グローバル プール トンネルを使用したディファレンシエーテッド サービスの実現 9

同一ネットワークでの厳格保証およびディファレンシエーテッド サービスの実現 10

MPLS トラフィック エンジニアリング - DiffServ 対応（DS-TE）の前提条件 10

MPLS トラフィック エンジニアリング - DiffServ 対応（DS-TE）の設定方法 11

DS-TE トンネルの設定 11

レベル 1 デバイスの設定 11

レベル 2 物理インターフェイスの設定 13

レベル 3 トンネル インターフェイスの設定 16

設定の確認 17

MPLS トラフィック エンジニアリング - DiffServ 対応（DS-TE）：例 19

トンネル ヘッド：例 19

ミッドポイント デバイス：例 21

テールエンド デバイス：例 22

保証帯域幅サービス：例 23

単一の宛先プレフィクス：例 23

トンネル ヘッド-1 の設定例 24

トンネル ヘッド-2 の設定例 28

トンネル ミッドポイントの設定：ミッドポイント-1 の例 31
プールおよびトンネルの設定 31
トンネル ミッドポイントの設定：ミッドポイント-2 の例 32
トンネル テールの設定例 34
多数の宛先プレフィックス：例 35
トンネル ヘッド-1 の設定例 37
トンネル ヘッド-2 の設定例 40
トンネル ミッドポイントの設定：ミッドポイント-1 の例 43
トンネル ミッドポイントの設定：ミッドポイント-2 の例 45
トンネル テールの設定例 46
その他の参考資料 48
用語集 50
MPLS トラフィック エンジニアリング - DiffServ 対応（DS-TE）の機能情報 52
『MPLS DiffServ Tunneling Modes』 57
機能情報の確認 58
MPLS DiffServ トンネリング モードの前提条件 59
MPLS DiffServ トンネリング モードの制約事項 59
MPLS DiffServ トンネリング モードに関する情報 59
QoS および MPLS トンネリングでの QoS の使用 59
QoS とは 60
MPLS QoS によってサポートされるサービス 60
IP パケットへの QoS の提供 61
MPLS パケットへの QoS の提供 62
QoS の標準化としての DiffServ 62
MPLS DiffServ のトンネリング モード 62
MPLS PHB レイヤ管理 64
トンネリング モードの動作 64
明示的 NULL LSP を使用するパイプ モード 65
ショート パイプ モード 68
均一モード 71
MPLS DiffServ トンネリング モードの設定方法 73
適切なトンネリング モードの決定 73

MPLS EXP フィールドの設定 73
明示的 NULL LSP を使用するパイプ モードの設定 74
入力 CE ルータ：顧客方向インターフェイス 74
入力 CE ルータ：PE 方向インターフェイス 76
入力 PE ルータ：P 方向インターフェイス 77
P ルータ：P 方向インターフェイス 79
出力 PE ルータ：P 方向インターフェイス 81
出力 PE ルータ：顧客方向インターフェイス 83
ショート パイプ モードの設定 84
入力 PE ルータ：顧客方向インターフェイス 85
入力 PE ルータ：P 方向インターフェイス 86
P ルータ：P 方向インターフェイス 88
出力 PE ルータ：顧客方向インターフェイス 89
均一モードの設定 91
入力 PE ルータ：顧客方向インターフェイス 91
入力 PE ルータ：P 方向インターフェイス 93
P ルータ：アップストリーム P 方向インターフェイス 95
P ルータ：ダウンストリーム P 方向インターフェイス 96
出力 PE ルータ：P 方向インターフェイス 98
出力 PE ルータ：顧客方向インターフェイス 99
MPLS DiffServ トンネリング モードのサポートの確認 101
トラブルシューティングのヒント 101
MPLS DiffServ トンネリング モードの設定例 101
明示的 NULL LSP を使用するパイプ モードの設定例 102
ショート パイプ モードの設定例 103
均一モードの設定例 105
その他の参考資料 106
MPLS DiffServ トンネリング モードの機能情報 108
用語集 109

第 1 章

最初にお読みください。

Cisco IOS XE 16 に関する重要な情報

現行の Cisco IOS XE リリース 3.7.0E（Catalyst スイッチ用）および Cisco IOS XE リリース 3.17S（アクセスおよびエッジルーティング用）の 2 つのリリースは、1 つのバージョンの統合されたリリース（Cisco IOS XE 16）へと発展しています。これにより、スイッチングおよびルーティング ポートフォリオの幅広い範囲のアクセスおよびエッジ製品に 1 つのリリースで対応できます。

（注） 技術設定ガイドの機能情報の表には、機能が導入された時期が示されています。その他のプラットフォームでその機能がサポートされた時期については示されていない場合があります。特定の機能がご使用のプラットフォームでサポートされているかどうかを特定するには、製品のランディング ページに示されている技術設定ガイドを参照してください。技術設定ガイドが製品のランディング ページに表示されている場合は、その機能がプラットフォームでサポートされていることを示します。

第 2 章

MPLS トラフィック エンジニアリング - DiffServ 対応（DS-TE）

マルチプロトコル ラベル スイッチング トラフィック エンジニアリング（MPLS TE） - DiffServ 対応トラフィック エンジニアリング（DS-TE）機能を使用すると、サービス プロバイダーは、トラフィックの個別のサブセット（たとえば、音声トラフィックとデータ トラフィック）に対して、アドミッション制御とルート計算を個別に実行できます。

DS-TE を、QoS などのその他のシスコ ソフトウェアの機能と組み合わせると、サービス プロバイダーは、次のことを実行できます。

- プロビジョニングされた QoS ではなく、シグナリングされた QoS に基づいて、エンド カスタマー用の QoS サービスを開発する。
- オーバープロビジョニングを行うことなく、高収益をもたらす「厳格なコミットメントの」QoS サービスを構築する。
- 仮想 IP 専用線、レイヤ 2 サービス エミュレーション、およびポイントツーポイントの保証帯域幅サービス（音声トランキングを含む）を提供する。
- MPLS によって提供されるスケーラビリティ プロパティを利用する。

- MPLS トラフィック エンジニアリング - DiffServ 対応（DS-TE）に関する情報，4 ページ
- MPLS トラフィック エンジニアリング - DiffServ 対応（DS-TE）の前提条件，10 ページ
- MPLS トラフィック エンジニアリング - DiffServ 対応（DS-TE）の設定方法，11 ページ
- MPLS トラフィック エンジニアリング - DiffServ 対応（DS-TE）：例，19 ページ
- その他の参考資料，48 ページ
- 用語集，50 ページ
- MPLS トラフィック エンジニアリング - DiffServ 対応（DS-TE）の機能情報，52 ページ

MPLS トラフィック エンジニアリング - DiffServ 対応（DS-TE）に関する情報

MPLS TE および制約ベースのルーティング（CBR）

MPLS TE を使用すると、IP トラフィックの制約ベースのルーティング（CBR）が可能になります。CBR によって満たされる制約の 1 つに、選択されたパスにおける必要な帯域幅のアベイラビリティがあります。DiffServ 対応 TE により MPLS トラフィック エンジニアリングが拡張され、「保証」トラフィックのコンストレイントベース ルーティングを実行できるようになります。この処理では、通常のトラフィックでCBRによって満たされる制約よりも限定的な帯域幅制約が満たされます。より限定的な帯域幅はサブプールと呼ばれ、通常の TE トンネル帯域幅はグローバル プールと呼ばれます（サブプールはグローバル プールの一部です。新しい IETF 標準では、グローバル プールは BC0 と呼ばれ、サブプールは BC1 と呼ばれます。これらは、最終的に利用可能な 8 つのクラス タイプの 2 つです）。より限定的な帯域幅制約を満たすことができるため、結果として、保証トラフィック サービスの遅延、ジッタ、または損失に関して、より高いQuality of Service（QoS）パフォーマンスをネットワーク全体にわたってエンドツーエンドで実現できます。

Cisco DS-TE の初回作成後に開発された IETF 標準に準拠するように DS-TE が拡張されています。現在は、従来および DS-TE の IETF バージョンをネットワーク上で稼働させることができます。新しいリリースは後方互換性を備えています。

たとえば、DS-TEを使用すると、ネットワークにおいて、すべてのリンクで保証トラフィック（音声など）のリンク容量の40%（または割り当てられた任意のパーセンテージ）を超えないように、トラフィックがルーティングされるようにできます。通常のトラフィックでは、最大でリンク容量の 100% に達することがあります。また、すべてのリンクで、QoS メカニズムを使用して、保証トラフィックが通常のトラフィックとは別にキューイングされるようにしてある場合は、保証トラフィックと通常のトラフィックに個別の「オーバーブッキング」率を強制できます。実際には、保証トラフィックに対してオーバーブッキングを一切強制しないようにすることも、アンダーブッキングを強制することすら可能になります。これにより、通常のトラフィックに対しては大幅なオーバーブッキングを強制し続けたまま、保証トラフィックに対してはエンドツーエンドで非常に高い QoS を実現できるようになります。

また、任意のリンクに対して保証トラフィックの最大パーセンテージを強制できるため、ネットワーク管理者は、オーバーエンジニアリングや予測最短パス ルーティング動作に頼ることなく、エンドツーエンドのQoSパフォーマンスパラメータを直接制御できます。このことは、リアルタイム音声、仮想 IP 専用線、帯域幅トレーディングなど、非常に高い QoS 要件を持つアプリケーションの転送に不可欠です。これは、ネットワークのすべての場所において、オーバーエンジニアリングを想定できるわけではないためです。

DS-TE の新しい IETF 標準機能により、制約付きの帯域幅を 2 つの異なるモデル（「マトリョーシカ モデル」と「最大割り当てモデル」）に割り当てる手段が拡張されます。次に、これらのモデルの相違点を示します。

表 *1*： 帯域幅制約モデルの機能

MODEL	帯域幅効率を向上	クラスタイプ間での分離を実現	QoS の低下を防止		
		プリエンプションが使用されていない場合	プリエンプションが使用されている場合	premium クラス タイプの場合	他のすべてのクラス タイプの場合
最大割り当て	Yes	Yes	Yes	Yes	**No**
マトリョーシカ	Yes	**No**	Yes	Yes	Yes

したがって、実際には、ネットワーク管理者は次のように使い分けることがあります。

- 最大割り当てモデル：プリエンプションを使用しないですべてのクラスタイプ間での分離を実現する必要があり、かつ、premium クラス以外のクラス タイプの QoS がある程度低下しても許容される場合に使用します。
- マトリョーシカ モデル：すべてのクラス タイプの QoS の低下を防止する必要があり、プリエンプションを適用できる場合に使用します。

DS-TE には OSPF（Open Shortest Path First）ルーティング プロトコルの拡張を伴います。これにより、各プリエンプション レベルで使用可能なグローバル プール帯域幅以外に、各プリエンプション レベルで使用可能なサブプール（クラスタイプ）帯域幅がアドバタイズされるようになります。また、DS-TE では、このより複雑なアドバタイズ情報をパス計算中に考慮するように、コンストレイントベース ルーティングを変更します。

IETF 標準機能（Cisco IOS Release 12.2(33)SRB 以降）が追加されたことによって、ネットワークでは 3 つの異なる組み合わせ、つまり「モード」で DS-TE を実行できます。これにより、ネットワークを IETF 標準フォーマットに移行するとき、進行中のトラフィック サービスが低下しないようにできます。次に、これら 3 つの状況、つまりモードの概要を示します。

1. 最初、つまり「従来」（IETF 標準以前）のモード。これは、シスコが数年前に導入した DS-TE の形式をすでに稼働させているネットワークを表します。このようなネットワークでは、新しい Release 12.2(33)SRB およびそれ以降のリリースを使用する場合でも、この従来のモードを引き続き稼働させることができます。
2. 「移行」、つまり組み合わせモード。従来の DS-TE をすでに実行しており、IETF 標準にアップグレードするネットワークでは、最初にルータを移行モードに設定する必要があります。これにより、トンネルを切断しないで、DS-TE の稼働を継続できます。移行モードのルータは、従来の形式の場合と同様に、引き続き IGP およびトンネル シグナリングを生成しますが、TE クラス マッピングを追加し、従来のフォーマットと新しい IETF 標準フォーマットの両方のアドバタイズメントを受け入れるようになります。
3. 「リベラル IETF」モード。すでに移行モードで稼働しているネットワークは、ルータをこの柔軟（したがって「リベラル」）な組み合わせに再設定することによって、IETF フォーマットに移行できます。それ以降、ルータは新しい IETF 標準に従って IGP アドバタイズメントお

よびトンネル シグナリングを生成しますが、引き続き従来のフォーマットおよび新しい IETF フォーマットのアドバタイズメントを受け入れることができます。

次の表に、3 つのモードの相違点をまとめます。

表 *2*：*DS-TE* モードの動作の概要

	TE-class マッピングの使用	生成	プロセス		
モード		IGP アドバタイズメント	RSVP-TE シグナリング	IGP アドバタイズメント	RSVP-TE シグナリング
従来	不可	従来	従来	traditional1	従来
Migration	Yes	従来	従来	従来および IETF	従来および IETF
リベラル IETF	Yes	IETF	従来および IETF	従来および IETF	従来および IETF

1 従来のモードは IGP の観点から受け入れる内容に関してリベラルになることはできません。これは、従来のモードでは TE クラス マッピングを使用しないため、サブプールのサブ TLV が存在しない場合に、IETF 準拠の方法で「未予約帯域幅」を解釈できないためです。

従来のコマンドから IETF 標準コマンドへ

最初の DS-TE コマンドは、MPLS トラフィック エンジニアリングを設定するために当時使用されていた既存のコマンドセットを基準にして開発されました。そのとき DS-TE を作成するために導入された唯一の違いは、次の 2 つのコマンドの拡張です。

- **ip rsvp bandwidth** は、すべてのリンクでサブプールのサイズを設定できるように拡張されました。
- **tunnel mpls traffic-eng bandwidth** は、TE トンネルでサブプールに対して帯域幅を予約できるように拡張されました。

ip rsvp bandwidth コマンド

初期の MPLS コマンドは次のようなものでした。

```
ip rsvp bandwidth x y
```

ここで、x は使用可能な唯一のプールのサイズ、y は（トラフィック エンジニアリングでは無視される）単一トラフィック フローのサイズです。

そのあと、DS-TE の最初の実装を作成するために、コマンドは次のように変更されました。

```
ip rsvp bandwidth x y sub-pool z
```

ここで、x はグローバル プールのサイズ、z はサブプールのサイズです。

IETF 標準バージョンの DS-TE を追加することによって、コマンドはさらに拡張され、次のようになりました。

```
ip rsvp bandwidth x y [ [rdm x {subpool z | bc1 z}] | [mam bc0 x bc1 z]]
```

ここで、x はグローバル プール（現在は **bc0** と呼ばれる）のサイズ、z はサブプール（現在は **bc1** とも呼ばれる）のサイズです。

「マトリョーシカ」（キーワード **rdm** で指定）および「最大割り当て」（**mam**）の 2 つの帯域幅制約モデルも使用可能になりました。前者のモデルではすべてのクラス タイプ（帯域幅プール）間で帯域幅を高度に共有でき、後者のモデルでは特に premium クラス タイプを保護します（IETF 標準により、LSP ごとに 1 つのサブプールを実装する代わりに、1 つの LSP 内に 7 つのサブプールをさらに実装することが可能になります）。

tunnel mpls traffic-eng bandwidth コマンド

DS-TE 以前のトラフィック エンジニアリング コマンドは次のようなものでした。

```
tunnel mpls traffic-eng bandwidth b
```

ここで、b は対象のトンネルで必要になる帯域幅の量です。

したがって、最初の DS-TE では、トンネルの帯域幅をどのプール（グローバルまたはサブ）から得るかを指定していました。次のように入力すると、

```
tunnel mpls traffic-eng bandwidth sub-pool b
```

トンネルではサブプールから帯域幅が使用されるようになります。または、次のように入力すると、

```
tunnel mpls traffic-eng bandwidth b
```

トンネルではグローバル プールから帯域幅が使用されるようになります（デフォルト）。

IETF 標準バージョンの DS-TE を追加することによって、コマンドは拡張され、次のようになりました。

```
tunnel mpls traffic-eng bandwidth [sub-pool|class-type 1] b
```

ここで、**sub-pool** と **class-type 1** ではどちらも、同じ小さな帯域幅プール（現在はクラス タイプ 1 と呼ばれる）を指定します。2 つのキーワードは互いに切り替えて使用できます。

mpls traffic-eng ds-te コマンド

IETF 標準により、2 つの新しいコマンドが導入されています。1 つは、次のように帯域幅制約モデルを指定するものです。

```
mpls traffic-eng ds-te bc-model [rdm | mam]
```

もう 1 つは、次のように DS-TE モードを選択するものです。

```
mpls traffic-eng ds-te mode [migration|ietf]
```

（帯域幅制約モデルと DS-TE モードの概念については、前述のセクションで説明されています）

1つめのコマンドでは、帯域幅制約のマトリョーシカ モデル（**rdm**）と最大割り当てモデル（**mam**）のいずれかを選択できます。

2つめのコマンドでは、トンネルの動作を妨げることなく、従来のDS-TEトンネルからIETF標準にネットワークを移行できます。このことを行うには、最初に（**migration** キーワードを使用して）ルータを移行モードにし、次に（**ietf** キーワードを使用して）リベラル IETF モードにします。

IETF 標準へのネットワークの移行

IETF 標準以前の従来のソフトウェアを使用して DS-TE トンネルをすでに稼働させているネットワークは、DS-TEサービスを中断しないで、IETF標準に切り替えることができます。このことを行うには、次の手順を実行します。

1. ネットワーク内の各ルータに Cisco IOS Release 12.2(33)SRB（またはそれ以降のリリース）をインストールします。このとき、進行中のネットワーク トラフィックの中断を防止するシスコのインサービス ソフトウェア アップグレード（ISSU）手順を使用して、一度に 1 ルータずつ段階的に処理します（インストール後、ネットワーク内の DS-TE トンネルは、IETF 標準以前のフォーマットを使用して引き続き動作します）。
2. ネットワーク内の各ルータ（一度に 1 ルータずつ）にグローバル コンフィギュレーション コマンド **mpls traffic-eng ds-te mode migration** を入力します。これにより、ルータが IETF フォーマットの IGP アドバタイズメントおよびRSVP-TE シグナリングを受信できるようになります。ただし、ルータはこれら2つの機能の標準以前のフォーマットを引き続き生成および受信します。
3. ネットワーク内のすべてのルータが移行モードでの動作を開始したら、各ルータ（一度に 1 ルータずつ）にグローバル コンフィギュレーション コマンド **mpls traffic-eng ds-te mode ietf** を入力します。これにより、ルータは、トンネルの動作を妨げることなく、IETF 準拠のパスシグナリングを使用してTEトンネルを更新するようになります。また、このモードでは、ルータは IETF 標準フォーマットの IGP アドバタイズメントを生成します。

保証帯域幅サービスの設定

2 つの帯域幅プールを設定すると、トラフィックを次のように管理できます。

- 厳格な帯域幅保証または遅延保証を必要とするトラフィックを伝送するトンネル用に、一方のプールであるサブプールを使用する。
- ディファレンシエーテッド サービスだけを必要とするトラフィックを伝送するトンネル用に、もう一方のプールであるグローバル プールを使用する。

厳格な保証を必要とするトラフィック用に個別のプールを使用すると、このようなトラフィックを特定のリンクで許可する量を制限できます。多くの場合、厳格な QoS 保証を実現できるのは、保証トラフィックの量が合計リンク帯域幅の一部に制限されている場合だけです。

他のトラフィック（ベストエフォート型のトラフィックまたは DiffServ トラフィック）用に個別のプールを使用すると、このようなトラフィックを特定のリンクで許可する量を個別に制限できます。このようにすると、ベストエフォート型のトラフィックまたは DiffServ トラフィックでリ

ンクをいっぱいにすることができ、その結果としてこれらのリンクの使用率が高まるため便利です。

DS-TE サブプール トンネルを使用した厳格な QoS 保証の実現

次のすべての作業を実行すると、サブプール帯域幅を使用するトンネルで、より厳格な要件を満たすことができるようになります。

- 厳格な保証トラフィックで排他的に使用されるキューを選択します（DiffServ 用語では、Per-Hop Behavior（PHB）を選択します）。このキューを「GB キュー」と呼びます。
  遅延/ジッタ保証が要求される場合は、DiffServ Expedited Forwarding キュー（EF PHB）が使用されます。（Cisco 7500（VIP）では、「priority」キューです。）キューの帯域幅は、サブプールの帯域幅と少なくとも同じである必要があります。

  帯域幅保証だけが要求される場合は、DiffServ Assured Forwarding PHB（AF PHB）が使用されます。（Cisco 7500(VIP) では、既存のクラスベース WFQ（CBWFQ）キューのいずれかを使用します。）

- サブプール トンネルを介して送信される保証トラフィックがすべてのトンネル ホップの発信インターフェイスで GB キューに入れられ、他のトラフィックはこのキューに入れられないようにします。このことを行うには、トンネルに入るトラフィックを *MPLS EXP* ビットフィールドの固有の値でマーク付けし、このようにマーク付けしたトラフィックだけを GB キューにステアリングします。

- この GB キューがオーバーサブスクライブされないようにします。つまり、GB キューで処理できる量のトラフィックだけがサブプール トンネルに送信されるようにします。
  このことを行うには、保証トラフィックがサブプール トンネルに入る前に、そのトラフィックをレート制限します。サブプール トンネルに入るすべてのトラフィックの集約レートは、サブプール トンネルの帯域幅容量以下にする必要があります。超過トラフィックはドロップするか（遅延/ジッタ保証の場合）、優先廃棄用に別のマークを付けることができます（帯域幅保証の場合）。

- GB キューに入れられるトラフィックの量が、対応する発信リンクの合計帯域幅に対する適切なパーセンテージに制限されるようにします。使用する正確なパーセンテージは、ネットワークの累積遅延に関係するいくつかの要因によって決まります。この要因には、QoS パフォーマンス目標、トンネル ホップの合計数、トンネル パスに含まれるリンク数、入力トラフィックのバースト性などがあります。
  このことを行うには、各発信リンクのサブプール帯域幅を合計リンク帯域幅に対する適切なパーセンテージに設定します（つまり、**ip rsvp bandwidth** コマンドの z パラメータを調整します）。

DS-TE グローバル プール トンネルを使用したディファレンシエーテッド サービスの実現

グローバル プール帯域幅を使用するトンネルは、ベストエフォート型のトラフィックに加え、他のいくつかのクラスのトラフィックを伝送するように設定できます。次のすべての作業を実行す

ると、各クラスのトラフィックでディファレンシエーテッド サービスを受信できるようになります。

1. トラフィック クラスごとに個別のキュー（個別の DiffServ PHB）を選択します。たとえば、3 つのクラス（gold、silver、および bronze）が存在する場合、3 つのキュー（DiffServ AF2、AF3、および AF4）が必要です。
2. MPLS EXP ビット フィールドの固有の値を使用してトラフィックの各クラスをマーク付けします（たとえば、gold = 4、silver = 5、bronze = 6）。
3. Gold とマーク付けされたパケットは gold キューに入れられ、Silver とマーク付けされたパケットは silver キューに入れられるようにします。その他も同様です。トンネル帯域幅は、すべてのサービス クラスにおける集約トラフィックの予測値に基づいて設定されます。

特定のリンクでサポートする DiffServ トンネル トラフィックの量を制御するには、該当するリンクのグローバル プールのサイズを調整します。

同一ネットワークでの厳格保証およびディファレンシエーテッド サービスの実現

DS-TE を使用すると、サブプール トンネルおよびグローバル プール トンネルのコンストレイントベース ルーティングを同時に実行できるため、特定のネットワーク内で厳格保証と DiffServ を同時にサポートできます。

MPLS トラフィック エンジニアリング - DiffServ 対応（DS-TE）の前提条件

DiffServ 対応トラフィック エンジニアリングに基づく保証帯域幅サービスをサポートするには、ネットワークで次のシスコのソフトウェア機能がサポートされている必要があります。

- MPLS
- IP シスコ エクスプレス フォワーディング（CEF）
- OSPF または ISIS
- RSVP-TE
- QoS

MPLS トラフィック エンジニアリング - DiffServ 対応（DS-TE）の設定方法

DS-TE トンネルの設定

サブプール（BC1）トラフィック エンジニアリング トンネルを確立するには、次の 3 つのレベルで設定を入力する必要があります。

- デバイス レベル（ルータまたはスイッチ ルータ）
- 物理インターフェイス
- トンネル インターフェイス

最初の 2 つのレベルでは、トラフィック エンジニアリングをアクティブにします。3 つめのレベル（トンネル インターフェイス）では、サブプール トンネルを確立します。したがって、3 つすべてのレベルを設定する必要があるのは、トンネルヘッドエンドデバイスだけです。トンネルのミッドポイントおよびテールでは、最初の 2 つのレベルを設定するだけで十分です。

後述の各表で、各コマンドについて簡潔に説明しています。コマンドの詳細を確認するには、コマンド検索ツール（http://www.cisco.com/cgi-bin/Support/Cmdlookup/home.pl）に目的のコマンドを入力してください。（ログインが要求されたら、Cisco.com アカウントのユーザ名とパスワードを使用してください）。

レベル 1 デバイスの設定

このレベルでは、デバイス（ルータまたはスイッチルータ）に対して、加速パケット転送（Cisco Express Forwarding または CEF と呼ばれる）、マルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）、トラフィック エンジニアリング トンネリング、帯域幅制約モデル、および OSPF または IS-IS ルーティング アルゴリズム（Open Shortest Path First または Intermediate System to Intermediate System）のいずれかを使用するように指示します。このレベルはグローバル コンフィギュレーション モードと呼ばれます。これは、特定のインターフェイスまたはルーティング インスタンスではなく、デバイス全体にグローバルに設定が適用されるためです。

次のコマンドを入力します。

手順の概要

1. Router(config)# **ip cef distributed**
2. Router(config)# **mpls traffic-eng tunnels**
3. Router(config)# **mpls traffic-eng ds-te bc-model** [**rdm** | **mam**]
4. 次のいずれかを選択します。
   - Router(config)# **router ospf**
   - Router(config)# **router isis**
5. Router (config-router)# **net***network-entity-title*
6. Router (config-router)# **metric-style wide**
7. Router (config-router)# **is-type level***n*
8. Router (config-router)# **mpls traffic-eng levell***n*
9. Router (config-router)# **passive-interface loopback0**
10. Router(config-router)# **mpls traffic-eng router-id loopback0**
11. Router(config-router)# **mpls traffic-eng area***num*

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	Router(config)# **ip cef distributed**	CEF をイネーブルにします。これにより、デバイスを通過するパケットのフローが加速されます。
ステップ 2	Router(config)# **mpls traffic-eng tunnels**	MPLS、具体的にはそのトラフィック エンジニアリング トンネル機能をイネーブルにします。
ステップ 3	Router(config)# **mpls traffic-eng ds-te bc-model** [**rdm** | **mam**]	帯域幅制約モデルを指定します（「機能の概要」のセクションを参照してください）。
ステップ 4	次のいずれかを選択します。 • Router(config)# **router ospf** • Router(config)# **router isis**	IP 用の OSPF ルーティング プロセスを呼び出し、デバイスをルータ コンフィギュレーション モードにします。ステップ 10 および 11 に進みます。 または、このコマンドで IS-IS ルーティング プロセスを呼び出し、ステップ 5 に進むこともできます。
ステップ 5	Router (config-router)# **net***network-entity-title*	ルーティング プロセスの IS-IS Network Entity Title（NET）を指定します。
ステップ 6	Router (config-router)# **metric-style wide**	ルータで IS-IS の新スタイルのタイプ、長さ、値（TLV）オブジェクトを生成して受け入れるようにします。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 7	Router (config-router)# **is-type level***n*	独自のエリア、つまり「IS-IS レベル」内の宛先について学習するようにルータを設定します。
ステップ 8	Router (config-router)# **mpls traffic-eng levell***n*	ルータが MPLS トラフィック エンジニアリングのリンク情報をフラッディングする IS-IS レベルを指定します（前の手順と同じレベルにする必要があります）。
ステップ 9	Router (config-router)# **passive-interface loopback0**	ループバック インターフェイスで IS-IS を実際に実行することなく、そのインターフェイスの IP アドレスをアドバタイズするように IS-IS に指示します。ステップ 10 に進みます。ただし、ステップ 11 は OSPF に関するものであるため、実行しないでください。
ステップ 10	Router(config-router)# **mpls traffic-eng router-id loopback0**	トラフィック エンジニアリング ルータ識別子が、*loopback0* インターフェイスに関連付けられている IP アドレスになるように指定します。
ステップ 11	Router(config-router)# **mpls traffic-eng area***num*	特定の OSPF エリアに対して MPLS トラフィック エンジニアリングをオンにします。

レベル 2 物理インターフェイスの設定

デバイスの設定後、トンネルが通過するそのデバイスにインターフェイスを設定する必要があります。このことを行うには、最初にルータをインターフェイスコンフィギュレーションモードにします。

次に、リソース予約プロトコル（RSVP）をイネーブルにします。このプロトコルは、トラフィック エンジニアリング トンネルに対してシグナリング（設定）を行い、トンネル パスに沿ったデバイスに対して、そのトンネルを通過するトラフィック用に一定量の帯域幅を予約するように指示するために使用されます。このコマンドでは、サブプール（BC1）の最大サイズも設定します。

最後に、この物理インターフェイスで MPLS トラフィック エンジニアリング トンネル機能をイネーブルにします。また、IS-IS ルーティング プロトコルを利用する場合は、同様にイネーブルにします。

これらの作業を実行するには、次のコマンドを入力します。

手順の概要

1. Router(config)# **interface***interface-id*
2. Router(config-if)# **ip rsvp bandwidth** [*interface-kbps*] [*single-flow-kbps*][[**rdm***kbps*{[**subpool***kbps*]|[**bc1***subpool*]}]|[**mammax-reservable-bw***kbps***bc0***kbps***bc1***kbps*]]
3. Router(config-if)# **mpls traffic-eng tunnels**
4. Router(config-if)# **ip router isis**

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	Router(config)# **interface***interface-id*	設定をインターフェイス レベルに移動し、後続のコンフィギュレーションコマンドを、*interface-id* で識別された特定のインターフェイスに指定します。
ステップ 2	Router(config-if)# **ip rsvp bandwidth** [*interface-kbps*] [*single-flow-kbps*][[**rdm***kbps*{[**subpool***kbps*]|[**bc1***subpool*]}]|[**mammax-reservable-bw***kbps***bc0***kbps***bc1***kbps*]] 例：	このインターフェイスで RSVP をイネーブルにし、使用する帯域幅制約モデル（「機能の概要」セクションを参照）を指定し、RSVP がこのインターフェイスで予約できる帯域幅の量を制限

	コマンドまたはアクション	目的
		します。このインターフェイス上のすべてのトンネルで使用される帯域幅の合計は、*interface-kbps* を超えることはできません。
ステップ 3	Router(config-if)# **mpls traffic-eng tunnels**	このインターフェイスで MPLS トラフィック エンジニアリング トンネル機能をイネーブルにします。
ステップ 4	Router(config-if)# **ip router isis**	このインターフェイスで IS-IS ルーティング プロトコルをイネーブルにします。OSPF に対する設定では、このコマンドを入力しないでください。

レベル 3 トンネル インターフェイスの設定

ここでは、トンネル自体の一連の属性を作成します。これらの属性は「トンネル インターフェイス」に設定されます（上記で設定したばかりの物理インターフェイスと混同しないでください）。

次のコマンドを入力します。

手順の概要

1. Router(config)# **interface tunnel1**
2. Router(config-if)# **tunnel destination***A.B.C.D*
3. Router(config-if)# **tunnel mode mpls traffic-eng**
4. Router(config-if)# **tunnel mpls traffic-eng bandwidth** {**sub-pool** | **class-type1**} *bandwidth*
5. Router(config-if)# **tunnel mpls traffic-eng priority**
6. Router(config-if)# **tunnel mpls traffic-eng path-option**

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	Router(config)# **interface tunnel1**	トンネル インターフェイス（この例では **tunnel1**）を作成し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	Router(config-if)# **tunnel destination***A.B.C.D*	トンネル テール デバイスの IP アドレスを指定します。
ステップ 3	Router(config-if)# **tunnel mode mpls traffic-eng**	トンネル カプセル化モードを MPLS トラフィック エンジニアリングに設定します。
ステップ 4	Router(config-if)# **tunnel mpls traffic-eng bandwidth** {**sub-pool** | **class-type1**} *bandwidth*	トンネルの帯域幅を設定し、それをサブプール（そのキーワードまたはIETF 標準キーワード **class-type1** を使用した場合）またはグローバル プール（両方のキーワードを省略した場合）のいずれかに割り当てます。
ステップ 5	Router(config-if)# **tunnel mpls traffic-eng priority**	どの既存のトンネルを優先的に取得するかをシステムが決定する場合に使用されるプライオリティを設定します。
ステップ 6	Router(config-if)# **tunnel mpls traffic-eng path-option**	トンネルで使用するパス（ホップ）を設定します。ユーザは、明示パスを入力するか（ホップの IP アドレスを指定できます）、ダイナミック パスを指定できます（ルータが最良のホップのセットを割り出します）。

設定の確認

入力した設定全体を表示するには、EXEC コマンド **show running-config** を使用します。出力が表示されたら、その内容が正しいかどうかを確認します。

1 つのトンネルの設定を確認するには、**show interfaces tunnel** に続けてトンネル インターフェイス番号を入力します。また、そのトンネルの RSVP 帯域幅とフローを確認するには、**show ip rsvp interface** に続けて物理インターフェイスの名前または番号を入力します。

次に、上記 2 つのコマンドによって表示される情報の例を示します（次の表示で使用される各フィールドの説明を確認するには、http://www.cisco.com/cgi-bin/Support/Cmdlookup/home.pl のコマンド検索ツールに **show interfaces tunnel** または **show ip rsvp interface** を入力します。ログインが要求されたら、Cisco.com アカウントのユーザ名とパスワードを使用してください）。

```
Router# show interfaces tunnel 4
Tunnel4 is up, line protocol is down
  Hardware is Routing Tunnel
  MTU 1500 bytes, BW 9 Kbit, DLY 500000 usec, rely 255/255, load 1/255
  Encapsulation TUNNEL, loopback not set, keepalive set (10 sec)
  Tunnel source 0.0.0.0, destination 0.0.0.0
  Tunnel protocol/transport GRE/IP, key disabled, sequencing disabled
  Last input never, output never, output hang never
  Last clearing of "show interface" counters never
  Output queue 0/0, 0 drops; input queue 0/75, 0 drops
  Five minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
  Five minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
0 packets input, 0 bytes, 0 no buffer
Received 0 broadcasts, 0 runts, 0 giants
0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored, 0 abort
0 packets output, 0 bytes, 0 underruns
0 output errors, 0 collisions, 0 interface resets, 0 restarts
Router# show ip rsvp interface pos4/0
interface    allocated  i/f max  flow max sub max
PO4/0        300K       466500K  466500K  0M
```

設定したルータ上のすべてのトンネルをまとめて表示するには、**show mpls traffic-eng tunnels brief** を入力します。トンネルが適切に機能している場合は、次のような情報が表示されます。

```
Router# show mpls traffic-eng tunnels brief
Signalling Summary:
LSP Tunnels Process:           running
RSVP Process:                  running
Forwarding:                    enabled
Periodic reoptimization:       every 3600 seconds, next in 3029 seconds
TUNNEL NAME  DESTINATION      UP IF     DOWN IF   STATE/PROT
GSR1_t0  192.168.1.13     -         SR3/0     up/up
GSR1_t1  192.168.1.13     -         SR3/0     up/up
GSR1_t2  192.168.1.13     -         PO4/0     up/up
Displayed 3 (of 3) heads, 0 (of 0) midpoints, 0 (of 0) tails
```

1 つまたは複数のトンネルが適切に機能していない場合は、代わりに次のような情報が表示されます（次の例では、右端のカラムに示されているように、トンネル t0 および t1 がダウンしています）。

```
Router# show mpls traffic-eng tunnels brief
Signalling Summary:
    LSP Tunnels Process:           running
    RSVP Process:                  running
    Forwarding:                    enabled
    Periodic reoptimization:       every 3600 seconds, next in 2279 seconds
TUNNEL NAME  DESTINATION      UP IF     DOWN IF   STATE/PROT
GSR1_t0  192.168.1.13     -         SR3/0     up/down
GSR1_t1  192.168.1.13     -         SR3/0     up/down
```

```
GSR1_t2  192.168.1.13     -         PO4/0     up/up
Displayed 3 (of 3) heads, 0 (of 0) midpoints, 0 (of 0) tails
```

トンネルがダウンしている理由を調べるには、同じコマンドにキーワード **name** を追加し、キーワード **brief** を省略してから、トンネルの名前を挿入します。次に例を示します。

```
Router# show mpls traffic-eng tunnels name GSR1_t0

Name:GSR1_t0                            (Tunnel0) Destination:192.168.1.13
  Status:
    Admin:up         Oper:down  Path: not valid       Signalling:connected
```

この例のように、パスが not valid と表示されている場合は、**show mpls traffic-eng topology** コマンドを使用して、ルータが必要なアップデートを受信しているかどうかを確認します。

さらに、関係する特定のネットワーク、ルータ、またはインターフェイスの側面を検査するため、次の **show** コマンドのいずれかを使用できます。

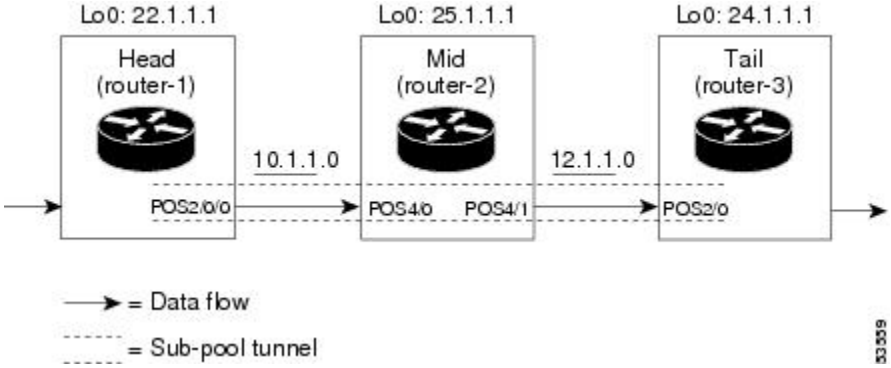
表示する情報	このコマンドを使用します。	
レベル	項目	
ネットワーク	アドバタイズされた帯域幅割り当て情報	**show mpls traffic-eng link-management advertisements**
	トンネル パスに沿ったプリエンプション	**debug mpls traffic-eng link-management preemption**
	すべてのヘッド ルータ上の使用可能 TE リンク帯域幅	**show mpls traffic-eng topology**
ルータ	対象のルータによって現在シグナリングされているすべてのトンネルのステータス	**show mpls traffic-eng link-management admission-control**
	ミッドポイント ルータ上に設定されているトンネル	**show mpls traffic-eng link-management summary**
物理インターフェイス	現在の帯域幅プールに関する詳細情報	**show mpls traffic-eng link-management bandwidth-allocation** [*interface-name*]
	TE RSVP ブックキーピング	**show mpls traffic-eng link-management interfaces**
	1 つのインターフェイスの設定全体	**show run interface**

MPLS トラフィック エンジニアリング - DiffServ 対応（DS-TE）：例

（注） 次の例では、IETF 標準以前の従来のモードにおける DS-TE の例を示します。これらの例は簡単にアップデートできます。その場合、新しいデバイス レベル コマンド **mpls traffic-eng ds-te bc-model** を挿入し（適切な使用方法については、MPLS トラフィック エンジニアリング - DiffServ 対応（DS-TE）：例, （19 ページ）のステップ 3 を参照してください）、変更した 2 つのコマンド内でアップデート後の構文を適用します（物理インターフェイス レベルでの適用方法についてはMPLS トラフィック エンジニアリング - DiffServ 対応（DS-TE）：例, （19 ページ）のステップ 2（**ip rsvp bandwidth**）、トンネル インターフェイス レベルでの適用方法についてはMPLS トラフィック エンジニアリング - DiffServ 対応（DS-TE）：例, （19 ページ）のステップ 4（**tunnel mpls traffic-eng bandwidth**）をそれぞれ参照してください）。

ここでは、最初に、サブプール トンネルを作成するために必要なDS-TE設定を示します。次に、エンドツーエンドの保証帯域幅サービスを構築するためのより包括的な設計（Quality of Service の設定も含む）を示します。

次の図に示すように、トンネルの設定は少なくとも、トンネル ヘッド、ミッドポイント、テールという 3 つのデバイスに関連します。これらの各デバイスでは、トラフィックの入力および出力用に 1 つまたは 2 つのネットワーク インターフェイスを設定する必要があります。



トンネル ヘッド：例

デバイス レベルで、次のように入力します。

```
router-1# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
router-1(config)# ip cef distributed
router-1(config)# mpls traffic-eng tunnels
```

（ここで、左側の IS-IS コマンドまたは右側の OSPF コマンドのいずれかを使用します）

router-1(config)# **router isis**	**router ospf 100**
router-1(config-router)# **net 49.0000.1000.0000.0010.00**	**redistribute connected**
router-1(config-router)# **metric-style wide**	**network 10.1.1.0 0.0.0.255 area 0**
router-1(config-router)# **is-type level-1**	**network 22.1.1.1 0.0.0.0 area 0**
router-1(config-router)# **mpls traffic-eng level-1**	**mpls traffic-eng area 0**
router-1(config-router)# **passive-interface Loopback0**	

（ここで、共通のコマンド セットを再開します）

```
router-1(config-router)# mpls traffic-eng router-id Loopback0
router-1(config-router)# exit
router-1(config)# interface Loopback0
```

仮想インターフェイス レベルで、次のように入力します。

```
router-1(config-if)# ip address 22.1.1.1 255.255.255.255
router-1(config-if)# no ip directed-broadcast
router-1(config-if)# exit
```

デバイス レベルで、次のように入力します。

```
router-1(config)# interface POS2/0/0
```

物理インターフェイス レベル（出力）で、次のように入力します。

```
router-1(config-if)# ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
router-1(config-if)# mpls traffic-eng tunnels
router-1(config-if)# ip rsvp bandwidth 130000 130000 sub-pool 80000
[and if using IS-IS instead of OSPF]:
router-1(config-if)# ip router isis
[and in all cases]:
router-1(config-if)# exit
```

デバイス レベルで、次のように入力します。

```
router-1(config)# interface Tunnel1
```

トンネル インターフェイス レベルで、次のように入力します。

```
router-1(config-if)# bandwidth 110000
router-1(config-if)# ip unnumbered Loopback0
router-1(config-if)# tunnel destination 24.1.1.1
router-1(config-if)# tunnel mode mpls traffic-eng
```

```
router-1(config-if)# tunnel mpls traffic-eng priority 0 0
router-1(config-if)# tunnel mpls traffic-eng bandwidth sub-pool 30000
router-1(config-if)# tunnel mpls traffic-eng path-option 1 dynamic
router-1(config-if)# exit
router-1(config)#
```

ミッドポイント デバイス：例

デバイス レベルで、次のように入力します。

```
router-2# configure terminal
router-2(config)# ip cef distributed
router-2(config)# mpls traffic-eng tunnels
```

（ここで、左側の IS-IS コマンドまたは右側の OSPF コマンドのいずれかを使用します）

router-2(config)# **router isis**	**router ospf 100**
router-2(config-router)# **net 49.0000.1000.0000.0012.00**	**redistribute connected**
router-2(config-router)# **metric-style wide**	**network 11.1.1.0 0.0.0.255 area 0**
router-2(config-router)# **is-type level-1**	**network 12.1.1.0 0.0.0.255 area 0**
router-2(config-router)# **mpls traffic-eng level-1**	**network 25.1.1.1 0.0.0.0 area 0**
router-2(config-router)# **passive-interface Loopback0**	**mpls traffic-eng area 0**

（ここで、共通のコマンド セットを再開します）

```
router-2(config-router)# mpls traffic-eng router-id Loopback0
router-2(config-router)# exit
router-2(config)# interface Loopback0
```

仮想インターフェイス レベルで、次のように入力します。

```
router-2(config-if)# ip address 25.1.1.1 255.255.255.255
router-2(config-if)# no ip directed-broadcast
router-2(config-if)# exit

At the device level:
router-1(config)# interface POS4/0
router-1(config-if)# ip address 11.1.1.2 255.255.255.0
router-1(config-if)# mpls traffic-eng tunnels
router-1(config-if)# ip rsvp bandwidth 130000 130000 sub-pool 80000
```

（OSPF の代わりに IS-IS を使用する場合）

```
router-1(config-if)# ip router isis
```

```
[and in all cases]:
router-1(config-if)# exit
At the device level:
router-1(config)# interface POS4/1
router-1(config-if)# ip address 12.1.1.2 255.255.255.0
router-1(config-if)# mpls traffic-eng tunnels
router-1(config-if)# ip rsvp bandwidth 130000 130000 sub-pool 80000
```

（OSPF の代わりに IS-IS を使用する場合）

```
router-1(config-if)# ip router isis
[and in all cases]:
router-1(config-if)# exit
```

ミッドポイント デバイスでのトンネル インターフェイスの設定、ネットワーク インターフェイスだけの設定、およびデバイスのグローバルな設定はないことに注意してください。

テールエンド デバイス：例

デバイス レベルで、次のように入力します。

```
router-3# configure terminal
router-3(config)# ip cef distributed
router-3(config)# mpls traffic-eng tunnels
```

（ここで、左側の IS-IS コマンドまたは右側の OSPF コマンドのいずれかを使用します）

router-3(config)# **router isis**	**router ospf 100**
router-3(config-router)# **net 49.0000.1000.0000.0013.00**	**redistribute connected**
router-3(config-router)# **metric-style wide**	**network 12.1.1.0 0.0.0.255 area 0**
router-3(config-router)# **is-type level-1**	**network 24.1.1.1 0.0.0.0 area 0**
router-3(config-router)# **mpls traffic-eng level-1**	**mpls traffic-eng area 0**
router-3(config-router)# **passive-interface Loopback0**	

（ここで、共通のコマンド セットを再開します）

```
router-3(config-router)# mpls traffic-eng router-id Loopback0
router-3(config-router)# exit
router-3(config)# interface Loopback0
```

仮想インターフェイス レベルで、次のように入力します。

```
router-3(config-if)# ip address 24.1.1.1 255.255.255.255
router-3(config-if)# no ip directed-broadcast
```

```
[and if using IS-IS instead of OSPF]:
router-3(config-if)# ip router isis
[and in all cases]:
router-3(config-if)# exit
```

デバイス レベルで、次のように入力します。

```
router-1(config)# interface POS4/0
router-1(config-if)# ip address 12.1.1.3 255.255.255.0
router-1(config-if)# mpls traffic-eng tunnels
router-1(config-if)# ip rsvp bandwidth 130000 130000 sub-pool 80000
```

（OSPF の代わりに IS-IS を使用する場合）

```
router-1(config-if)# ip router isis
[and in all cases]:
router-1(config-if)# exit
```

保証帯域幅サービス：例

多くのトポロジで保証帯域幅サービスを適用できますが、ここでは 2 つの例だけを示します。これらの例は、可能性の範囲の点で正反対です。

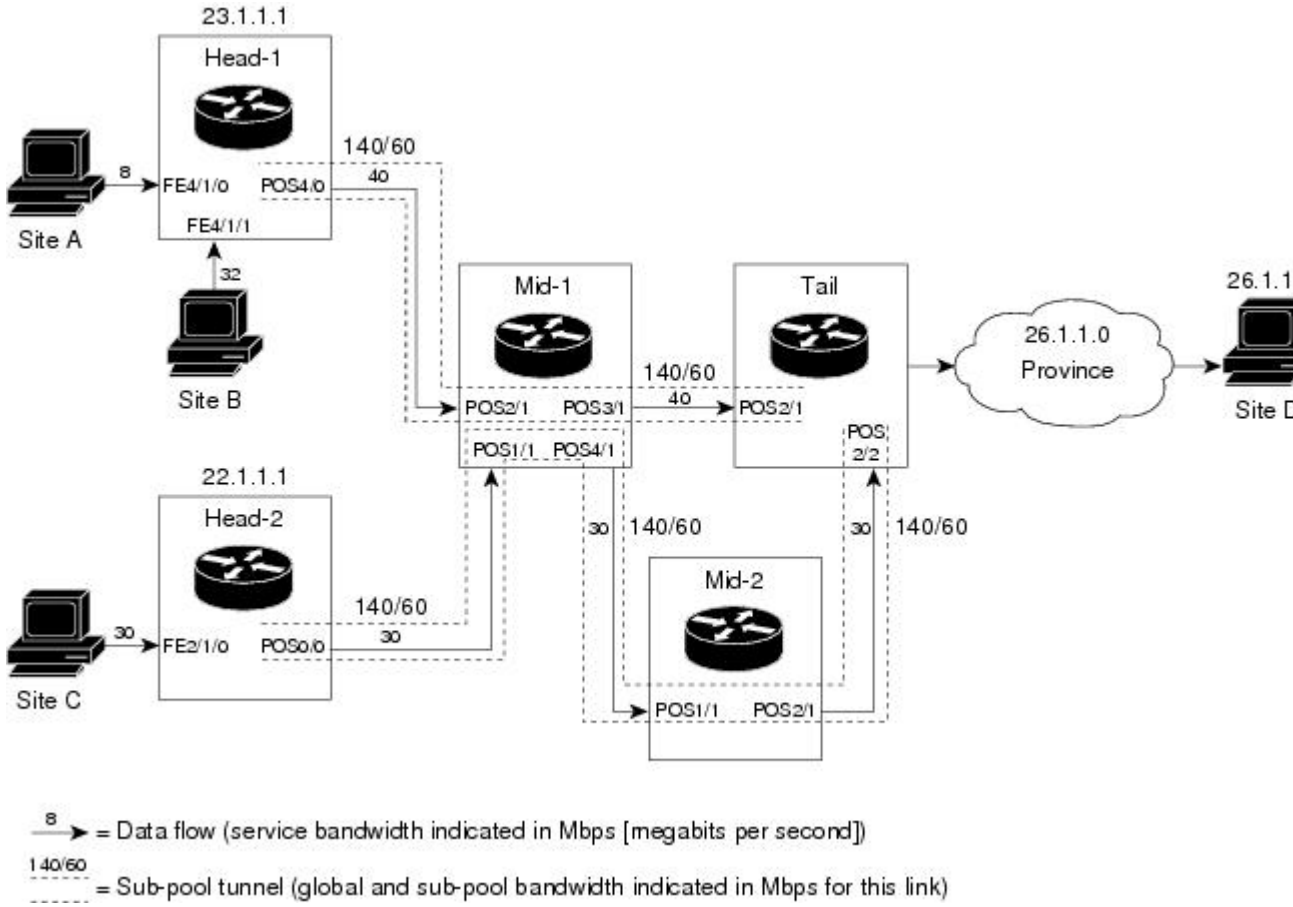
最初の例では、保証帯域幅トンネルはその宛先によって簡単に指定できます。したがって、転送基準は 1 つの送信先プレフィックスになります。

2 つめの例では、保証帯域幅トラフィックの最終宛先は多数存在することがあり、送信先プレフィックス数もダイナミックに変更されます。したがって、転送基準はボーダーゲートウェイプロトコル（BGP）ポリシーによって指定されます。

単一の宛先プレフィクス：例

次の図に、保証帯域幅サービスの宛先が 1 つのプレフィックスによって指定される場合のトポロジを示します。プレフィックスは、サイト D（音声ゲートウェイなど、ここではプレフィックス 26.1.1.1）またはサブネット（Web ファームの場所など、ここではプレフィックス 26.1.1.0 の「Province」）のいずれかです。次の 3 つのサービスが提供されます。

- サイト A からのトラフィック（インターフェイス FE4/1/0 に着信するすべてのトラフィックとして定義）：ホスト 26.1.1.1 を宛先とし、低損失、低遅延、および低ジッタの 8 Mbps の保証帯域幅を持つ。
- サイト B からのトラフィック（インターフェイス FE4/1/1 に着信するすべてのトラフィックとして定義）：サブネット 26.1.1.0 を宛先とし、低損失の 32 Mbps の保証帯域幅を持つ。
- サイト C からのトラフィック（インターフェイス FE2/1/0 に着信するすべてのトラフィックとして定義）：低損失の 30 Mbps の保証帯域幅を持つ。



これら 3 つのサービスは、次の 2 つのサブプール トンネルを通過します。

- ヘッド-1 ルータ（23.1.1.1）からルータ-4 テールまで
- ヘッド-2 ルータ（22.1.1.1）からルータ-4 テールまで

ヘッドは異なりますが、両方のトンネルで同じテール ルータが使用されています（上図では、1 つのミッドポイント ルータが両方のトンネルで共有されています。実際には、より多くのミッドポイントが存在する場合があります）。

この例の POS インターフェイスはすべて OC3 で、容量は 155 Mbps です。

トンネル ヘッド-1 の設定例

最初に、2 つの帯域幅プールとサブプール トンネルを確立するコマンドを再び使用します（この「設定例」の項の前半部分を参照）。次に、サブプール トンネルでエンドツーエンドのサービスを保証する QoS コマンドを示します（7500 ルータでは、Modular QoS CLI が使用されます）。

デバイス レベルで、次のように入力します。

```
router-1(config)# ip cef distributed
router-1(config)# mpls traffic-eng tunnels
```

（ここで、左側の IS-IS コマンドまたは右側の OSPF コマンドのいずれかを使用します）

router-1(config)# **router isis**	**router ospf 100**
router-1(config-router)# **net 49.0000.1000.0000.0010.00**	**redistribute connected**
router-1(config-router)# **metric-style wide**	**network 10.1.1.0 0.0.0.255 area 0**
router-1(config-router)# **is-type level-1**	**network 23.1.1.1 0.0.0.0 area 0**
router-1(config-router)# **mpls traffic-eng level-1**	**mpls traffic-eng area 0**
router-1(config-router)# **passive-interface Loopback0**	

（ここで、共通のコマンド セットを再開します）

```
router-1(config-router)# mpls traffic-eng router-id Loopback0
router-1(config-router)# exit
```

仮想インターフェイスを作成します。

```
router-1(config)# interface Loopback0
router-1(config-if)# ip address 23.1.1.1 255.255.255.255
router-1(config-if)# no ip directed-broadcast
router-1(config-if)# exit
```

発信物理インターフェイスで、次のように入力します。

```
router-1(config)# interface pos4/0
router-1(config-if)# ip address 10.1.1.1 255.0.0.0
router-1(config-if)# mpls traffic-eng tunnels
router-1(config-if)# ip rsvp bandwidth 140000 140000 sub-pool 60000
[and if using IS-IS instead of OSPF]:
router-1(config-if)# ip router isis
[and in all cases}:
router-1(config-if)# exit
```

トンネル インターフェイスで、次のように入力します。

```
router-1(config)# interface Tunnel1
router-1(config-if)# bandwidth 110000
router-1(config-if)# ip unnumbered Loopback0
router-1(config-if)# tunnel destination 27.1.1.1
router-1(config-if)# tunnel mode mpls traffic-eng
router-1(config-if)# tunnel mpls traffic-eng priority 0 0
router-1(config-if)# tunnel mpls traffic-eng bandwidth sub-pool 40000
router-1(config-if)# tunnel mpls traffic-eng path-option 1 dynamic
```

ホスト 26.1.1.1 およびサブネット 26.1.1.0 を宛先としたパケットがサブプール トンネルに送信されるようにするために、スタティック ルートを作成します。デバイス レベルで、次のように入力します。

```
router-1(config)# ip route 26.1.1.0 255.255.255.0 Tunnel1
router-1(config)# exit
```

また、Interior Gateway Protocol（IGP）からこのトンネルに他のトラフィックが送信されないようにするために、自動ルート通知をディセーブルにします。

```
router-1(config)# no tunnel mpls traffic-eng autoroute announce
```

着信物理インターフェイス（FE4/1/0）で、次のように入力します。

1. グローバル コンフィギュレーション モードで、ACL 100 と一致するトラフィックのクラス「sla-1-class」を作成します。

```
class-map match-all sla-1-class
match access-group 100
```

1. 26.1.1.1 を宛先としたすべてのパケットを参照する ACL 100 を作成します。

```
access-list 100 permit ip any host 26.1.1.1
```

1. 「sla-1-input-policy」という名前のポリシーを作成します。このポリシーの内容は次のとおりです。
   1. クラス「sla-1-class」のパケットは、次のようにレート制限されます。

– ビット レート 800 万ビット/秒

– 標準バースト 100 万バイト

– 最大バースト 200 万バイト

1. このレートに準拠するパケットは、MPLS EXP ビット 5 でマーク付けされてから転送されます。
2. このレートを超過するパケットはドロップされます。
3. 他のすべてのパケットは、EXP ビット 0 でマーク付けされてから転送されます。

```
policy-map sla-1-input-policy
class sla-1-class
police 8000000 1000000 2000000 conform-action set-mpls-exp-transmit 5 \ exceed-action drop
class class-default
set-mpls-exp-transmit 0
```

1. ポリシーは、インターフェイス FE4/1/0 に入るパケットに適用されます。

```
interface FastEthernet4/1/0
service-policy input sla-1-input-policy
```

着信物理インターフェイス（FE4/1/1）で、次のように入力します。

1 グローバル コンフィギュレーション モードで、ACL 120 と一致するトラフィックのクラス「sla-2-class」を作成します。

```
class-map match-all sla-2-class
match access-group 120
```

1 サブネット 26.1.1.0 を宛先としたすべてのパケットを参照する ACL 120 を作成します。

```
access-list 120 permit ip any 26.1.1.0 0.0.0.255
```

1 「sla-2-input-policy」という名前のポリシーを作成します。このポリシーの内容は次のとおりです。

  1 クラス「sla-2-class」のパケットは、次のようにレート制限されます。

– ビット レート 3,200 万ビット/秒

– 標準バースト 100 万バイト

– 最大バースト 200 万バイト

1 このレートに準拠するパケットは、MPLS EXP ビット 5 でマーク付けされてから転送されます。

2 このレートを超過するパケットはドロップされます。

3 他のすべてのパケットは、EXP ビット 0 でマーク付けされてから転送されます。

```
policy-map sla-2-input-policy
class sla-2-class
police 32000000 1000000 2000000 conform-action set-mpls-exp-transmit 5 \ exceed-action drop
class class-default
set-mpls-exp-transmit 0
```

1 ポリシーは、インターフェイス FE4/1/1 に入るパケットに適用されます。

```
interface FastEthernet4/1/1
service-policy input sla-2-input-policy
```

発信インターフェイス（POS4/0）を次のように設定します。

1 グローバル コンフィギュレーション モードで、EXP ビット 5 と一致するトラフィックのクラス「exp-5-traffic」を作成します。

```
class-map match-all exp-5-traffic
match mpls experimental 5
```

1 「output-interface-policy」という名前のポリシーを作成します。このポリシーに従って、クラス「exp-5-traffic」のパケットはプライオリティ キューに入れられます（62 キロビット/秒にレート制限されます）。

```
policy-map output-interface-policy
class exp-5-traffic
priority 32
```

1 ポリシーは、インターフェイス POS4/0 から出るパケットに適用されます。

```
   interface POS4/0
service-policy output output-interface-policy
```

上記の設定行の結果として、インターフェイス FE4/1/0 を介してヘッド-1 ルータに入り、ホスト 26.1.1.1 を宛先としたパケット、およびインターフェイス FE4/1/1 を介してルータに入り、サブネット 26.1.1.0 を宛先としたパケットの MPLS EXP ビットは 5 に設定されます。（すべてのインターフェイスで）ルータに入る他のパケットではこの値は使用されていないものと仮定します（これが想定できない場合は、追加の設定を追加して、該当するすべてのパケットを別の EXP 値で追加でマーキングします。）インターフェイス POS4/0 を経由してルーターから送信される場合、EXP ビット 5 を使用してマーキングされるパケットは、プライオリティ キューに入れられます。

（注） FE4/1/0 または FE4/1/1 を介してルータに入り、POS4/0 から出るパケットは、IP パケットとして入り、MPLS パケットとして出ます。

トンネル ヘッド-2 の設定例

最初に、2 つの帯域幅プールとサブプール トンネルを確立するコマンドを再び使用します（この「設定例」の項の前半部分を参照）。次に、サブプール トンネルでエンドツーエンドのサービスを保証する QoS コマンドを示します。

デバイス レベルで、次のように入力します。

```
router-2(config)# ip cef distributed
router-2(config)# mpls traffic-eng tunnels
```

（ここで、左側の IS-IS コマンドまたは右側の OSPF コマンドのいずれかを使用します）

router-2(config)# **router isis**	**router ospf 100**
router-2(config-router)# **net 49.0000.1000.0000.0011.00**	**redistribute connected**
router-2(config-router)# **metric-style wide**	**network 11.1.1.0 0.0.0.255 area 0**
router-2(config-router)# **is-type level-1**	**network 22.1.1.1 0.0.0.0 area 0**
router-2(config-router)# **mpls traffic-eng level-1**	**mpls traffic-eng area 0**
router-2(config-router)# **passive-interface Loopback0**	

（ここで、共通のコマンド セットを再開します）

```
router-2(config-router)# mpls traffic-eng router-id Loopback0
router-2(config-router)# exit
```

仮想インターフェイスを作成します。

```
router-2(config)# interface Loopback0
router-2(config-if)# ip address 22.1.1.1 255.255.255.255
router-2(config-if)# no ip directed broadcast
router-2(config-if)# exit
```

発信物理インターフェイスで、次のように入力します。

```
router-2(config)# interface pos0/0
router-2(config-if)# ip address 11.1.1.1 255.0.0.0
router-2(config-if)# mpls traffic-eng tunnels
router-2(config-if)# ip rsvp bandwidth 140000 140000 sub-pool 60000
[and if using IS-IS instead of OSPF]:
router-2(config-if)# ip router isis
[and in all cases]:
router-2(config-if)# exit
```

トンネル インターフェイスで、次のように入力します。

```
router-2(config)# interface Tunnel2
router-2(config-if)# ip unnumbered Loopback0
router-2(config-if)# tunnel destination 27.1.1.1
router-2(config-if)# tunnel mode mpls traffic-eng
router-2(config-if)# tunnel mpls traffic-eng priority 0 0
router-2(config-if)# tunnel mpls traffic-eng bandwidth sub-pool 30000
router-2(config-if)# tunnel mpls traffic-eng path-option 1 dynamic
router-2(config-if)# exit
```

次に、サブネット 26.1.1.0 を宛先としたパケットがサブプール トンネルに送信されるようにするために、デバイス レベルでスタティック ルートを作成します。

```
router-2(config)# ip route 26.1.1.0 255.255.255.0 Tunnel2
router-2(config)# exit
```

最後に、Interior Gateway Protocol（IGP）からこのトンネルに他のトラフィックが送信されないようにするために、自動ルート通知をディセーブルにします。

```
router-2(config)# no tunnel mpls traffic-eng autoroute announce
 At the inbound physical interface (FE2/1/0):
```

1 グローバル コンフィギュレーション モードで、ACL 130 と一致するトラフィックのクラス「sla-3-class」を作成します。

```
class-map match-all sla-3-class
match access-group 130
```

1 サブネット 26.1.1.0 を宛先としたすべてのパケットを参照する ACL 130 を作成します。

```
access-list 130 permit ip any 26.1.1.0 0.0.0.255
```

1 「sla-3-input-policy」という名前のポリシーを作成します。このポリシーの内容は次のとおりです。

   1 クラス「sla-3-class」のパケットは、次のようにレート制限されます。

– ビット レート 3,000 万ビット/秒

– 標準バースト 100 万バイト

– 最大バースト 200 万バイト

1 このレートに準拠するパケットは、MPLS EXP ビット 5 でマーク付けされてから転送されます。

2 このレートを超過するパケットはドロップされます。

3 他のすべてのパケットは、EXP ビット 0 でマーク付けされてから転送されます。

```
policy-map sla-3-input-policy
class sla-3-class
police 30000000 1000000 2000000 conform-action set-mpls-exp-transmit 5 \ exceed-action drop
class class-default
set-mpls-exp-transmit 0
```

1 ポリシーは、インターフェイス FE2/1/0 に入るパケットに適用されます。

```
interface FastEthernet2/1/0
service-policy input sla-3-input-policy
```

発信インターフェイス POS0/0 を次のように設定します。

1 グローバル コンフィギュレーション モードで、EXP ビット 5 と一致するトラフィックのクラス「exp-5-traffic」を作成します。

```
class-map match-all exp-5-traffic
match mpls experimental 5
```

1 「output-interface-policy」という名前のポリシーを作成します。このポリシーに従って、クラス「exp-5-traffic」のパケットはプライオリティ キューに入れられます（32 キロビット/秒にレート制限されます）。

```
policy-map output-interface-policy
class exp-5-traffic
priority 32
```

1 ポリシーは、インターフェイス POS0/0 から出るパケットに適用されます。

```
interface POS0/0
service-policy output output-interface-policy
```

上記のすべての設定行の結果として、インターフェイス FE2/1/0 を介してヘッド-2 ルータに入り、サブネット 26.1.1.0 を宛先としたパケットの IP precedence フィールドは 5 に設定されます。（すべてのインターフェイスで）このルータに入る他のパケットではこの precedence は使用されていないものと仮定します（これが想定できない場合は、追加の設定を追加して、該当するすべてのパケットを別の precedence 値で追加でマーキングします）。インターフェイス POS0/0 を経由してこのルータを出る場合、precedence 5 でマーキングされたパケットは、プライオリティ キューに配置されます。

（注） FE2/1/0 を介してルータに入り、POS0/0 を介してルータから出るパケットは、IP パケットとして入り、MPLS パケットとして出ます。

トンネル ミッドポイントの設定：ミッドポイント-1 の例

ミッドポイント ルータの 4 つのインターフェイスはすべて、ヘッド ルータの発信インターフェイスと同じように設定します（ただし、個々のインターフェイスの ID を除きます）。

プールおよびトンネルの設定

デバイス レベルで、次のように入力します。

```
router-3(config)# ip cef distributed
router-3(config)# mpls traffic-eng tunnels
```

（ここで、左側の IS-IS コマンドまたは右側の OSPF コマンドのいずれかを使用します）

router-3(config)# **router isis**	**router ospf 100**
router-3(config-router)# **net 49.0000.2400.0000.0011.00**	**redistribute connected**
router-3(config-router)# **metric-style wide**	**network 10.1.1.0 0.0.0.255 area 0**
router-3(config-router)# **is-type level-1**	**network 11.1.1.0 0.0.0.255 area 0**
router-3(config-router)# **mpls traffic-eng level-1**	**network 24.1.1.1 0.0.0.0 area 0**
router-3(config-router)# **passive-interface Loopback0**	**network 12.1.1.0 0.0.0.255 area 0**
router-3(config-router)#	**network 13.1.1.0 0.0.0.255 area 0**
router-3(config-router)#	**mpls traffic-eng area 0**

（ここで、共通のコマンド セットを再開します）

```
router-3(config-router)# mpls traffic-eng router-id Loopback0
router-3(config-router)# exit
```

仮想インターフェイスを作成します。

```
router-3(config)# interface Loopback0
router-3(config-if)# ip address 24.1.1.1 255.255.255.255
router-3(config-if)# exit
```

物理インターフェイス レベル（入力）で、次のように入力します。

```
router-3(config)# interface pos2/1
router-3(config-if)# ip address 10.1.1.2 255.0.0.0
router-3(config-if)# mpls traffic-eng tunnels
router-3(config-if)# ip rsvp bandwidth 140000 140000 sub-pool 60000
[and if using IS-IS instead of OSPF]:
router-3(config-if)# ip router isis
[and in all cases]:
router-3(config-if)# exit
router-3(config)# interface pos1/1
router-3(config-if)# ip address 11.1.1.2 255.0.0.0
router-3(config-if)# mpls traffic-eng tunnels
router-3(config-if)# ip rsvp bandwidth 140000 140000 sub-pool 60000
[and if using IS-IS instead of OSPF]:
router-3(config-if)# ip router isis
[and in all cases]:
router-3(config-if)# exit
```

物理インターフェイス レベル（出力）で、次のように入力します。

```
router-3(config)# interface pos3/1
router-3(config-if)# ip address 12.1.1.1 255.0.0.0
router-3(config-if)# mpls traffic-eng tunnels
router-3(config-if)# ip rsvp bandwidth 140000 140000 sub-pool 60000
[and if using IS-IS instead of OSPF]:
router-3(config-if)# ip router isis
[and in all cases]:
router-3(config-if)# exit
router-3(config)# interface pos4/1
router-3(config-if)# ip address 13.1.1.1 255.0.0.0
router-3(config-if)# mpls traffic-eng tunnels
router-3(config-if)# ip rsvp bandwidth 140000 140000 sub-pool 60000
[and if using IS-IS instead of OSPF]:
router-3(config-if)# ip router isis
[and in all cases]:
router-3(config-if)# exit
```

トンネル ミッドポイントの設定：ミッドポイント-2 の例

ミッドポイントルータのインターフェイスは、両方とも、ヘッドルータの発信インターフェイスと同じように設定します（ただし、個々のインターフェイスの ID を除きます）。

デバイス レベルで、次のように入力します。

```
router-5(config)# ip cef distributed
router-5(config)# mpls traffic-eng tunnels
```

（ここで、左側の IS-IS コマンドまたは右側の OSPF コマンドのいずれかを使用します）

router-5(config)# **router isis**	**router ospf 100**
router-5(config-router)# **net 49.2500.1000.0000.0012.00**	**redistribute connected**
router-5(config-router)# **metric-style wide**	**network 13.1.1.0 0.0.0.255 area 0**
router-5(config-router)# **is-type level-1**	**network 14.1.1.0 0.0.0.255 area 0**
router-5(config-router)# **mpls traffic-eng level-1**	**network 25.1.1.1 0.0.0.0 area 0**
router-5(config-router)# **passive-interface Loopback0**	**mpls traffic-eng area 0**

（ここで、共通のコマンド セットを再開します）

```
router-5(config-router)# mpls traffic-eng router-id Loopback0
router-5(config-router)# exit
```

仮想インターフェイスを作成します。

```
router-5(config)# interface Loopback0
router-5(config-if)# ip address 25.1.1.1 255.255.255.255
router-5(config-if)# exit
```

物理インターフェイス レベル（入力）で、次のように入力します。

```
router-5(config)# interface pos1/1
router-5(config-if)# ip address 13.1.1.2 255.0.0.0
router-5(config-if)# mpls traffic-eng tunnels
router-5(config-if)# ip rsvp bandwidth 140000 140000 sub-pool 60000
[and if using IS-IS instead of OSPF]:
router-5(config-if)# ip router isis
[and in all cases]:
router-5(config-if)# exit
```

物理インターフェイス レベル（出力）で、次のように入力します。

```
router-5(config)# interface pos2/1
router-5(config-if)# ip address 14.1.1.1 255.0.0.0
router-5(config-if)# mpls traffic-eng tunnels
router-5(config-if)# ip rsvp bandwidth 140000 140000 sub-pool 60000
[and if using IS-IS instead of OSPF]:
router-5(config-if)# ip router isis
[and in all cases]:
router-5(config-if)# exit
```

トンネル テールの設定例

テールルータの着信インターフェイスは、ミッドポイントルータの着信インターフェイスと同じように設定します（ただし、特定の各インターフェイスの ID を除きます）。

デバイス レベルで、次のように入力します。

```
router-4(config)# ip cef distributed
router-4(config)# mpls traffic-eng tunnels
```

（ここで、左側の IS-IS コマンドまたは右側の OSPF コマンドのいずれかを使用します）

router-4(config)# **router isis**	**router ospf 100**
router-4(config-router)# **net 49.0000.2700.0000.0000.00**	**redistribute connected**
router-4(config-router)# **metric-style wide**	**network 12.1.1.0 0.0.0.255 area 0**
router-4(config-router)# **is-type level-1**	**network 14.1.1.0 0.0.0.255 area 0**
router-4(config-router)# **mpls traffic-eng level-1**	**network 27.1.1.1 0.0.0.0 area 0**
router-4(config-router)# **passive-interface Loopback0**	**mpls traffic-eng area 0**

（ここで、共通のコマンド セットを再開します）

```
router-4(config-router)# mpls traffic-eng router-id Loopback0
router-4(config-router)# exit
```

仮想インターフェイスを作成します。

```
router-4(config)# interface Loopback0
router-4(config-if)# ip address 27.1.1.1 255.255.255.255
router-4(config-if)# exit
```

物理インターフェイス（入力）で、次のように入力します。

```
router-4(config)# interface pos2/1
router-4(config-if)# ip address 12.1.1.2 255.0.0.0
router-4(config-if)# mpls traffic-eng tunnels
router-4(config-if)# ip rsvp bandwidth 140000 140000 sub-pool 60000
[and if using IS-IS instead of OSPF]:
router-4(config-if)# ip router isis
[and in all cases]:
router-4(config-if)# exit
router-4(config)# interface pos2/2
router-4(config-if)# ip address 14.1.1.2 255.0.0.0
router-4(config-if)# mpls traffic-eng tunnels
router-4(config-if)# ip rsvp bandwidth 140000 140000 sub-pool 60000
[and if using IS-IS instead of OSPF]:
```

```
router-4(config-if)# ip router isis
[and in all cases]:
router-4(config-if)# exit
```

トンネルはテールで終端するため（トンネルにはテール ルータの発信インターフェイスは含まれないため）、発信 QoS 設定は使用されません。

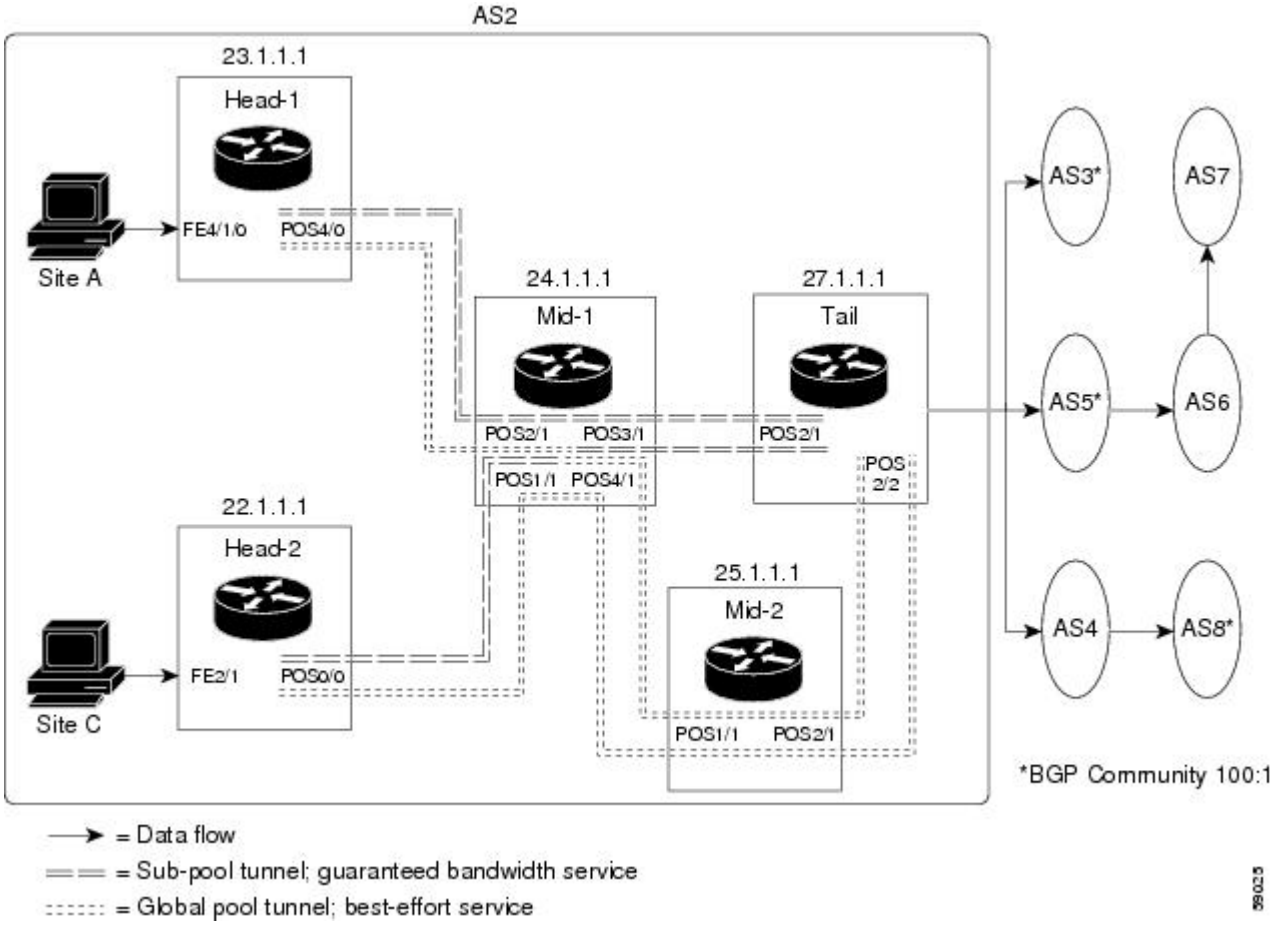
多数の宛先プレフィックス：例

次の図に、保証帯域幅サービスの宛先が一連のプレフィックスである場合のトポロジを示します。通常、これらのプレフィックスには、同じ自律システム（AS）に属していることや、同じ AS で中継されることなど、いくつかの共通のプロパティがあります。ダウンストリーム自律システム内のルート フラップが原因で個々のプレフィックスがダイナミックに変更される可能性がありますが、プレフィックスの共通のプロパティは変更されません。送信先プレフィックス セットをアドレス指定するポリシーは、Border Gateway Protocol（BGP）を通して強制されます。詳細については、次のマニュアルを参照してください。

- 『*Cisco IOS Quality of Service Solutions Configuration Guide*』の「Configuring QoS Policy Propagation via Border Gateway Protocol」
- 『*Cisco IOS IP and IP Routing Configuration Guide*』の「Configuring BGP」
- 『*Cisco IOS IP and IP Routing Command Reference*』の「BGP Commands」
- 『*Cisco IOS Quality of Service Solutions Command Reference*』の「BGP-Policy Command」

この例では、次の 3 つの保証帯域幅サービスが提供されます。これらの各サービスは、7500 または 12000 エッジ デバイスを通過します。

- AS5 を宛先としてサイト A から発信されるトラフィック（インターフェイス FE4/1/0 に着信するすべてのトラフィックとして定義）とサイト C から発信されるトラフィック（インターフェイス FE2/1 に着信するすべてのトラフィックとして定義）。
- サイト A および C から発信され、AS5 を宛先ではなく中継点として使用するトラフィック（図では、中継トラフィックは AS6 および AS7 に伝送されます）。
- サイト A および C から発信され、特定の BGP コミュニティ属性（100:1）でアドバタイズされるプレフィックスを宛先としたトラフィック。この例では、自律システム#3、#5、および#8 には、BGP コミュニティによって属性 100:1 が割り当てられています。



保証帯域幅サービスの適用性は、上記の3種類の複数宛先シナリオに限定されません。このマニュアルでは、考えられるすべてのシナリオに関する説明は省略しています。これら 3 つは、考えられる広範な展開の代表として選定されたものです。

保証帯域幅サービスは、次の 2 つのサブプール トンネルを通過します。

- ヘッド-1 ルータ（23.1.1.1）からテールまで
- ヘッド-2 ルータ（22.1.1.1）から同じテールまで

また、同じ宛先にベストエフォート型のトラフィックを伝送するように、各ヘッドエンドからグローバル プール トンネルが設定されています。4 台のルータでは、ヘッド、およびミッドポイントからの経路が異なりますが、4 台すべてのルータで同じテール ルータが使用されています（実際には、ここに示す 2 つだけでなく、より多くのミッドポイントが存在します）。

この例の POS インターフェイスはすべて OC3 で、容量は 155 Mbps です。

複数宛先の保証帯域幅サービスの設定には次の作業を伴います。

1. サブプール MPLS-TE トンネルの構築
2. DiffServ QoS の設定

3 BGP による QoS ポリシー伝達の設定（QPPB）

4 トンネルへのトラフィックのマッピング

これらの作業はすべて次の例に含まれています。

トンネル ヘッド-1 の設定例

最初に、サブプール トンネルを確立するコマンド（前半の MPLS トラフィック エンジニアリング - DiffServ 対応（DS-TE）：例,（19 ページ）で示したコマンド）を再び使用します。また、ここでは、グローバル プール トンネルも設定します。さらに、サブプール トンネルでエンドツーエンドのサービスを保証する QoS および BGP コマンドを示します（7500(VIP) ルータでは、Modular QoS CLI が使用されます）。

デバイス レベルで、次のように入力します。

```
router-1(config)# ip cef distributed
router-1(config)# mpls traffic-eng tunnels
```

（ここで、左側の IS-IS コマンドまたは右側の OSPF コマンドのいずれかを使用します）

router-1(config)# **router isis**	**router ospf 100**
router-1(config-router)# **net 49.0000.1000.0000.0010.00**	**redistribute connected**
router-1(config-router)# **metric-style wide**	**network 10.1.1.0 0.0.0.255 area 0**
router-1(config-router)# **is-type level-1**	**network 23.1.1.1 0.0.0.0 area 0**
router-1(config-router)# **mpls traffic-eng level-1**	**mpls traffic-eng area 0**

（ここで、共通のコマンド セットを再開します）

```
router-1(config-router)# mpls traffic-eng router-id Loopback0
router-1(config-router)# exit
```

仮想インターフェイスを作成します。

```
router-1(config)# interface Loopback0
router-1(config-if)# ip address 23.1.1.1 255.255.255.255
router-1(config-if)# exit
```

発信物理インターフェイスで、次のように入力します。

```
router-1(config)# interface pos4/0
router-1(config-if)# ip address 10.1.1.1 255.0.0.0
router-1(config-if)# mpls traffic-eng tunnels
router-1(config-if)# ip rsvp bandwidth 140000 140000 sub-pool 60000
[and if using IS-IS instead of OSPF]:
```

```
router-1(config-if)# ip router isis
[and in all cases]:
router-1(config-if)# exit
```

1 つめのトンネル インターフェイスで、サブプール トンネルを作成します。

```
router-1(config)# interface Tunnel1
router-1(config-if)# ip unnumbered Loopback0
router-1(config-if)# tunnel destination 27.1.1.1
router-1(config-if)# tunnel mode mpls traffic-eng
router-1(config-if)# tunnel mpls traffic-eng priority 0 0
router-1(config-if)# tunnel mpls traffic-eng bandwidth sub-pool 40000
router-1(config-if)# tunnel mpls traffic-eng path-option 1 explicit name gbs-path1
router-1(config-if)# exit
```

別のトンネル インターフェイスで、グローバル プール トンネルを作成します。

```
router-1(config)# interface Tunnel2
router-1(config-if)# ip unnumbered Loopback0
router-1(config-if)# tunnel destination 27.1.1.1
router-1(config-if)# tunnel mode mpls traffic-eng
router-1(config-if)# tunnel mpls traffic-eng priority 0 0
router-1(config-if)# tunnel mpls traffic-eng bandwidth 80000
router-1(config-if)# tunnel mpls traffic-eng path-option 1 explicit name \ best-effort-path1
router-1(config-if)# exit
```

この例では、ダイナミック パスではなく明示パスを使用して、ベストエフォート型のトラフィックおよび保証帯域幅トラフィックが別々のパスで伝送されるようにしています。

デバイス レベルで、次のように入力します。

```
router-1(config)# ip explicit-path name gbs-path1
router-1(config-ip-expl-path)# next-address 24.1.1.1
router-1(config-ip-expl-path)# next-address 27.1.1.1
router-1(config-ip-expl-path)# exit
router-1(config)# ip explicit-path name best-effort-path1
router-1(config-ip-expl-path)# next-address 24.1.1.1
router-1(config-ip-expl-path)# next-address 25.1.1.1
router-1(config-ip-expl-path)# next-address 27.1.1.1
router-1(config-ip-expl-path)# exit
```

自動ルートは使用されていないことに注意してください。自動ルートを使用すると、Interior Gateway Protocol（IGP）からこれらのトンネルに他のトラフィックが送信される可能性があるためです。

着信物理インターフェイス（上図では FE4/1/0）では、受信されるパケットは次のようにレート制限されます。

1. ビット レート 30 Mbps
2. 標準バースト 1 MB
3. 最大バースト 2 MB

qos-group 6 にマッピングされ、レート制限に準拠するパケットは、EXP 値 5 および BGP 宛先コミュニティ ストリングでマーク付けされてから転送されます。準拠しないパケットはドロップされます（超過アクション）。

```
router-1(config)# interface FastEthernet4/1/0
router-1(config-if)# rate-limit input qos-group 6 30000000 1000000 2000000 \
 conform-action set-mpls-exp-transmit 5 exceed-action drop
router-1(config-if)# bgp-policy destination ip-qos-map
router-1(config-if)# exit
```

デバイス レベルで、MPLS EXP ビットが 5 に設定されたトラフィックのクラス「exp5-class」を作成します。

```
router-1(config)# class-map match-all exp5-class
router-1(config-cmap)# match mpls experimental 5
router-1(config-cmap)# exit
```

「exp5-class」のプライオリティ キューを作成するポリシーを作成します。

```
router-1(config)# policy-map core-out-policy
router-1(config-pmap)# class exp5-class
router-1(config-pmap-c)# priority 100000
router-1(config-pmap-c)# exit
router-1(config-pmap)# class class-default
router-1(config-pmap-c)# bandwidth 55000
router-1(config-pmap-c)# exit
router-1(config-pmap)# exit
```

ポリシーは、発信インターフェイス POS4/0 から出るパケットに適用されます。

```
router-1(config)# interface POS4/0
router-1(config-if)# service-policy output core-out-policy
```

BGP で、プレフィックスを qos-group にマッピングする（結び付ける）テーブル マップを作成します。デバイス レベルで、次のように入力します。

```
router-1(config)# ip bgp-community new-format
router-1(config)# router bgp 2
router-1(config-router)# no synchronization
router-1(config-router)# table-map set-qos-group
router-1(config-router)# bgp log-neighbor-changes
router-1(config-router)# neighbor 27.1.1.1 remote-as 2
router-1(config-router)# neighbor 27.1.1.1 update-source Loopback0
router-1(config-router)# no auto-summary
router-1(config-router)# exit
```

このサービス用に個別のルート マップを作成します。これには、29.1.1.1 と一致するパケットのネクストホップの設定が含まれます。このため、これらのパケットは、トンネル #1（保証帯域幅サービス トンネル）にマッピングされます。デバイス レベルで、次のように入力します。

```
router-1(config)# route-map set-qos-group permit 10
router-1(config-route-map)# match as-path 100
router-1(config-route-map)# set ip qos-group 6
router-1(config-route-map)# set ip next-hop 29.1.1.1
router-1(config-route-map)# exit
router-1(config)# ip as-path access-list 100 permit ^5$
```

このサービス用に個別のルート マップを作成します。そのトラフィックは AS6 および AS7 に伝送されます。

デバイス レベルで、次のように入力します。

```
router-1(config)# route-map set-qos-group permit 10
router-1(config-route-map)# match as-path 101
router-1(config-route-map)# set ip qos-group 6
router-1(config-route-map)# set ip next-hop 29.1.1.1
router-1(config-route-map)# exit
router-1(config)# ip as-path access-list 101 permit _5_
```

コミュニティ値が 100:1 のプレフィックスを宛先としたすべてのトラフィック用に個別のルート マップを作成します。このトラフィックは AS3、AS5、および AS8 に伝送されます。

デバイス レベルで、次のように入力します。

```
router-1(config)# route-map set-qos-group permit 10
```

```
router-1(config-route-map)# match community 20
router-1(config-route-map)# set ip qos-group 6
router-1(config-route-map)# set ip next-hop 29.1.1.1
router-1(config-route-map)# exit
router-1(config)# ip community-list 20 permit 100:1
```

すべての保証帯域幅トラフィックをトンネル #1 にマッピングします。

```
router-1(config)# ip route 29.1.1.1 255.255.255.255 Tunnel1
```

ベストエフォート型のすべてのトラフィックをトンネル #2 にマッピングします。

```
router-1(config)# ip route 30.1.1.1 255.255.255.255 Tunnel2
```

トンネル ヘッド-2 の設定例

ヘッド-1 デバイスおよびインターフェイスと同様に、次のヘッド-2 設定では、最初にサブプールトンネルを確立するコマンド（前半のMPLS トラフィック エンジニアリング - DiffServ 対応（DS-TE）：例, （19 ページ）で示したコマンド）を使用し、次にグローバル プール トンネルも設定します。そのあと、サブプール トンネルでエンドツーエンドのサービスを保証する QoS および BGP コマンドを示します（これは 7500(VIP) ルータであるため、Modular QoS CLI が使用されます）。

デバイス レベルで、次のように入力します。

```
router-2(config)# ip cef distributed
router-2(config)# mpls traffic-eng tunnels
```

（ここで、左側の IS-IS コマンドまたは右側の OSPF コマンドのいずれかを使用します）

router-2(config)# **router isis**	**router ospf 100**
router-2(config-router)# **net 49.0000.1000.0000.0011.00**	**redistribute connected**
router-2(config-router)# **metric-style wide**	**network 11.1.1.0 0.0.0.255 area 0**
router-2(config-router)# **is-type level-1**	**network 22.1.1.1 0.0.0.0 area 0**
router-2(config-router)# **mpls traffic-eng level-1**	**mpls traffic-eng area 0**

（ここで、共通のコマンド セットを再開します）

```
router-2(config-router)# mpls traffic-eng router-id Loopback0
router-2(config-router)# exit
```

仮想インターフェイスを作成します。

```
router-2(config)# interface Loopback0
router-2(config-if)# ip address 22.1.1.1 255.255.255.255
router-2(config-if)# exit
```

発信物理インターフェイスで、次のように入力します。

```
router-2(config)# interface pos0/0
router-2(config-if)# ip address 11.1.1.1 255.0.0.0
router-2(config-if)# mpls traffic-eng tunnels
router-2(config-if)# ip rsvp bandwidth 140000 140000 sub-pool 60000
[and if using IS-IS instead of OSPF]:
router-2(config-if)# ip router isis
[and in all cases]:
router-2(config-if)# exit
```

1 つめのトンネル インターフェイスで、サブプール トンネルを作成します。

```
router-2(config)# interface Tunnel3
router-2(config-if)# ip unnumbered Loopback0
router-2(config-if)# tunnel destination 27.1.1.1
router-2(config-if)# tunnel mode mpls traffic-eng
router-2(config-if)# tunnel mpls traffic-eng priority 0 0
router-2(config-if)# tunnel mpls traffic-eng bandwidth sub-pool 30000
router-2(config-if)# tunnel mpls traffic-eng path-option 1 explicit name gbs-path2
router-2(config-if)# exit
```

別のトンネル インターフェイスで、グローバル プール トンネルを作成します。

```
router-2(config)# interface Tunnel4
router-2(config-if)# ip unnumbered Loopback0
router-2(config-if)# tunnel destination 27.1.1.1
router-2(config-if)# tunnel mode mpls traffic-eng
router-2(config-if)# tunnel mpls traffic-eng priority 0 0
router-2(config-if)# tunnel mpls traffic-eng bandwidth 70000
router-2(config-if)# tunnel mpls traffic-eng path-option 1 explicit name \ best-effort-path2
router-2(config-if)# exit
```

この例では、ダイナミック パスではなく明示パスを使用して、ベストエフォート型のトラフィックおよび保証帯域幅トラフィックが別々のパスで伝送されるようにしています。

デバイス レベルで、次のように入力します。

```
router-2(config)# ip explicit-path name gbs-path2
router-2(config-ip-expl-path)# next-address 24.1.1.1
router-2(config-ip-expl-path)# next-address 27.1.1.1
router-2(config-ip-expl-path)# exit
router-2(config)# ip explicit-path name best-effort-path2
router-2(config-ip-expl-path)# next-address 24.1.1.1
router-2(config-ip-expl-path)# next-address 25.1.1.1
router-2(config-ip-expl-path)# next-address 27.1.1.1
router-2(config-ip-expl-path)# exit
```

自動ルートは使用されていないことに注意してください。自動ルートを使用すると、Interior Gateway Protocol（IGP）からこれらのトンネルに他のトラフィックが送信される可能性があるためです。

着信物理インターフェイス（上図ではFE2/1）では、受信されるパケットは次のようにレート制限されます。

1. ビット レート 30 Mbps
2. 標準バースト 1 MB
3. 最大バースト 2 MB

qos-group 6 にマッピングされ、レート制限に準拠するパケットは、EXP 値 5 および BGP 宛先コミュニティ ストリングでマーク付けされてから転送されます。準拠しないパケットはドロップされます（超過アクション）。

```
router-2(config)# interface FastEthernet2/1
router-2(config-if)# rate-limit input qos-group 6 30000000 1000000 2000000 \ conform-action
 set-mpls-exp-transmit 5 exceed-action drop
router-2(config-if)# bgp-policy destination ip-qos-map
router-1(config-if)# exit
```

デバイス レベルで、MPLS EXP ビットが 5 に設定されたトラフィックのクラス「exp5-class」を作成します。

```
router-2(config)# class-map match-all exp5-class
router-2(config-cmap)# match mpls experimental 5
router-2(config-cmap)# exit
```

「exp5-class」のプライオリティ キューを作成するポリシーを作成します。

```
router-2(config)# policy-map core-out-policy
router-2(config-pmap)# class exp5-class
router-2(config-pmap-c)# priority 100000
router-2(config-pmap-c)# exit
router-2(config-pmap)# class class-default
router-2(config-pmap-c)# bandwidth 55000
router-2(config-pmap-c)# exit
router-2(config-pmap)# exit
```

ポリシーは、インターフェイス POS0/0 から出るパケットに適用されます。

```
interface POS0/0
service-policy output core-out-policy
```

上記のすべての設定行の結果として、インターフェイス FE2/1 を介してヘッド-2 ルータに入り、AS5 または BGP コミュニティ 100:1 を宛先とするか、AS5 で中継されるパケットの EXP フィールドは 5 に設定されます。（すべてのインターフェイスで）このルータに入る他のパケットではこの EXP ビット値は使用されていないものと仮定します（これが想定できない場合は、追加の設定を追加して、該当するすべてのパケットを別の EXP 値で追加でマーキングします。）インターフェイス POS0/0 を経由してこのルータを出る場合、EXP 値 5 でマーキングされたパケットは、プライオリティ キューに配置されます。

（注） FE2/1 を介してルータに入り、POS0/0 を介してルータから出るパケットは、IP パケットとして入り、MPLS パケットとして出ます。

BGP で、プレフィックスを qos-group にマッピングする（結び付ける）テーブル マップを作成します。デバイス レベルで、次のように入力します。

```
router-2(config)# ip bgp-community new-format
router-2(config)# router bgp 2
router-2(config-router)# no synchronization
router-2(config-router)# table-map set-qos-group
router-2(config-router)# bgp log-neighbor-changes
router-2(config-router)# neighbor 27.1.1.1 remote-as 2
router-2(config-router)# neighbor 27.1.1.1 update-source Loopback0
router-2(config-router)# no auto-summary
router-2(config-router)# exit
```

このサービス用に個別のルート マップを作成します。これには、29.1.1.1 と一致するパケットのネクストホップの設定が含まれています。このため、これらのパケットは、トンネル #3（保証帯域幅サービス トンネル）にマッピングされます。デバイス レベルで、次のように入力します。

```
router-2(config)# route-map set-qos-group permit 10
router-2(config-route-map)# match as-path 100
router-2(config-route-map)# set ip qos-group 6
router-2(config-route-map)# set ip next-hop 29.1.1.1
router-2(config-route-map)# exit
router-2(config)# ip as-path access-list 100 permit ^5$
```

このサービス用に個別のルート マップを作成します。そのトラフィックは AS6 および AS7 に伝送されます。

デバイス レベルで、次のように入力します。

```
router-2(config)# route-map set-qos-group permit 10
router-2(config-route-map)# match as-path 101
router-2(config-route-map)# set ip qos-group 6
router-2(config-route-map)# set ip next-hop 29.1.1.1
router-2(config-route-map)# exit
router-2(config)# ip as-path access-list 101 permit _5_
```

コミュニティ値が 100:1 のプレフィックスを宛先としたすべてのトラフィック用に個別のルート マップを作成します。このトラフィックは AS3、AS5、および AS8 に伝送されます。

デバイス レベルで、次のように入力します。

```
router-2(config)# route-map set-qos-group permit 10
router-2(config-route-map)# match community 20
router-2(config-route-map)# set ip qos-group 6
router-2(config-route-map)# set ip next-hop 29.1.1.1
router-2(config-route-map)# exit
router-2(config)# ip community-list 20 permit 100:1
```

すべての保証帯域幅トラフィックをトンネル #3 にマッピングします。

```
router-2(config)# ip route 29.1.1.1 255.255.255.255 Tunnel3
```

ベストエフォート型のすべてのトラフィックをトンネル #4 にマッピングします。

```
router-2(config)# ip route 30.1.1.1 255.255.255.255 Tunnel4
```

トンネル ミッドポイントの設定：ミッドポイント-1 の例

ミッドポイント ルータの 4 つのインターフェイスは、すべて、ヘッド ルータの発信インターフェイスとほぼ同じように設定します。ここでは、この自律システム内のすべてのミッドポイント ルータが、今後および現在設定済みのサブプールおよびグローバルプール トンネルを介して伝送できるようにします。

デバイス レベルで、次のように入力します。

```
router-3(config)# ip cef distributed
router-3(config)# mpls traffic-eng tunnels
```

（ここで、左側の IS-IS コマンドまたは右側の OSPF コマンドのいずれかを使用します）

router-3(config)# **router isis**	**router ospf 100**
router-3(config-router)# **net 49.0000.2400.0000.0011.00**	**redistribute connected**
router-3(config-router)# **metric-style wide**	**network 10.1.1.0 0.0.0.255 area 0**
router-3(config-router)# **is-type level-1**	**network 11.1.1.0 0.0.0.255 area 0**
router-3(config-router)# **mpls traffic-eng level-1**	**network 24.1.1.1 0.0.0.0 area 0**
router-3(config-router)#	**network 12.1.1.0 0.0.0.255 area 0**
router-3(config-router)#	**network 13.1.1.0 0.0.0.255 area 0**
router-3(config-router)#	**mpls traffic-eng area 0**

（ここで、共通のコマンド セットを再開します）

```
router-3(config-router)# mpls traffic-eng router-id Loopback0
router-3(config-router)# exit
```

仮想インターフェイスを作成します。

```
router-3(config)# interface Loopback0
router-3(config-if)# ip address 24.1.1.1 255.255.255.255
router-3(config-if)# exit
```

物理インターフェイス レベル（入力）で、次のように入力します。

```
router-3(config)# interface pos2/1
router-3(config-if)# ip address 10.1.1.2 255.0.0.0
router-3(config-if)# mpls traffic-eng tunnels
router-3(config-if)# ip rsvp bandwidth 140000 140000 sub-pool 70000
[and if using IS-IS instead of OSPF]:
router-3(config-if)# ip router isis
[and in all cases]:
router-3(config-if)# exit

router-3(config)# interface pos1/1
router-3(config-if)# ip address 11.1.1.2 255.0.0.0
router-3(config-if)# mpls traffic-eng tunnels
router-3(config-if)# ip rsvp bandwidth 140000 140000 sub-pool 70000
[and if using IS-IS instead of OSPF]:
router-3(config-if)# ip router isis
[and in all cases]:
router-3(config-if)# exit
```

2 つのサブプール トンネルが現在出口として経由している物理インターフェイス レベル（出力）で、次のように入力します。

```
router-3(config)# interface pos3/1
router-3(config-if)# ip address 12.1.1.1 255.0.0.0
router-3(config-if)# mpls traffic-eng tunnels
router-3(config-if)# ip rsvp bandwidth 140000 140000 sub-pool 70000
[and if using IS-IS instead of OSPF]:
router-3(config-if)# ip router isis
[and in all cases]:
router-3(config-if)# exit
```

2 つのグローバル プール トンネルが現在出口として経由している物理インターフェイス レベル（出力）で、次のように入力します。

```
router-3(config)# interface pos4/1
router-3(config-if)# ip address 13.1.1.1 255.0.0.0
router-3(config-if)# mpls traffic-eng tunnels
router-3(config-if)# ip rsvp bandwidth 140000 140000 sub-pool 70000
[and if using IS-IS instead of OSPF]:
router-3(config-if)# ip router isis
[and in all cases]:
router-3(config-if)# exit
```

トンネル ミッドポイントの設定：ミッドポイント-2 の例

このミッドポイント ルータのインターフェイスは、両方とも、ミッドポイント-1 ルータの発信インターフェイスと同じように設定します。

デバイス レベルで、次のように入力します。

```
router-5(config)# ip cef distributed
router-5(config)# mpls traffic-eng tunnels
```

（ここで、左側の IS-IS コマンドまたは右側の OSPF コマンドのいずれかを使用します）

router-5(config)# **router isis**	**router ospf 100**
router-5(config-router)# **net 49.2500.1000.0000.0012.00**	**redistribute connected**
router-5(config-router)# **metric-style wide**	**network 13.1.1.0 0.0.0.255 area 0**
router-5(config-router)# **is-type level-1**	**network 14.1.1.0 0.0.0.255 area 0**
router-5(config-router)# **mpls traffic-eng level-1**	**network 25.1.1.1 0.0.0.0 area 0**
router-5(config-router)#	**mpls traffic-eng area 0**

（ここで、共通のコマンド セットを再開します）

```
router-5(config-router)# mpls traffic-eng router-id Loopback0
router-5(config-router)# exit
```

仮想インターフェイスを作成します。

```
router-5(config)# interface Loopback0
router-5(config-if)# ip address 25.1.1.1 255.255.255.255
router-5(config-if)# exit
```

物理インターフェイス レベル（入力）で、次のように入力します。

```
router-5(config)# interface pos1/1
router-5(config-if)# ip address 13.1.1.2 255.0.0.0
router-5(config-if)# mpls traffic-eng tunnels
router-5(config-if)# ip rsvp bandwidth 140000 140000 sub-pool 70000
[and if using IS-IS instead of OSPF]:
router-5(config-if)# ip router isis
[and in all cases]:
router-5(config-if)# exit
```

物理インターフェイス レベル（出力）で、次のように入力します。

```
router-5(config)# interface pos2/1
router-5(config-if)# ip address 14.1.1.1 255.0.0.0
router-5(config-if)# mpls traffic-eng tunnels
router-5(config-if)# ip rsvp bandwidth 140000 140000 sub-pool 70000
[and if using IS-IS instead of OSPF]:
router-5(config-if)# ip router isis
[and in all cases]:
router-5(config-if)# exit
```

トンネル テールの設定例

テールルータの着信インターフェイスは、ミッドポイントルータの発信インターフェイスとほぼ同じように設定します。

デバイス レベルで、次のように入力します。

```
router-4(config)# ip cef distributed
router-4(config)# mpls traffic-eng tunnels
```

（ここで、左側の IS-IS コマンドまたは右側の OSPF コマンドのいずれかを使用します。OSPF の場合、2 つの新しいループバック インターフェイス（この例では 29.1.1.1 および 30.1.1.1）をアド

バタイズする必要があります。これらは、このページの次の QoS ポリシー伝達に関する項で定義しています）

router-4(config)# **router isis**	**router ospf 100**
router-4(config-router)# **net 49.0000.2700.0000.0000.00**	**redistribute connected**
router-4(config-router)# **metric-style wide**	**network 12.1.1.0 0.0.0.255 area 0**
router-4(config-router)# **is-type level-1**	**network 14.1.1.0 0.0.0.255 area 0**
router-4(config-router)# **mpls traffic-eng level-1**	**network 27.1.1.1 0.0.0.0 area 0**
router-4(config-router)#	**network 29.1.1.1 0.0.0.0 area 0**
router-4(config-router)#	**network 30.1.1.1 0.0.0.0 area 0**
router-4(config-router)#	**mpls traffic-eng area 0**

（ここで、共通のコマンド セットを再開し、2 つの追加のループバック インターフェイスを慎重に含めます）

```
router-4(config-router)# mpls traffic-eng router-id Loopback0
router-4(config-router)# mpls traffic-eng router-id Loopback1
router-4(config-router)# mpls traffic-eng router-id Loopback2
router-4(config-router)# exit
```

仮想インターフェイスを作成します。

```
router-4(config)# interface Loopback0
router-4(config-if)# ip address 27.1.1.1 255.255.255.255
router-4(config-if)# exit
```

物理インターフェイス（入力）で、次のように入力します。

```
router-4(config)# interface pos2/1
router-4(config-if)# ip address 12.1.1.2 255.0.0.0
router-4(config-if)# mpls traffic-eng tunnels
router-4(config-if)# ip rsvp bandwidth 140000 140000 sub-pool 70000
[and if using IS-IS instead of OSPF]:
router-4(config-if)# ip router isis
[and in all cases]:
router-4(config-if)# exit
router-4(config)# interface pos2/2
router-4(config-if)# ip address 14.1.1.2 255.0.0.0
router-4(config-if)# mpls traffic-eng tunnels
router-4(config-if)# ip rsvp bandwidth 140000 140000 sub-pool 70000
[and if using IS-IS instead of OSPF]:
router-4(config-if)# ip router isis
```

```
[and in all cases]:
router-4(config-if)# exit
```

テール デバイスでは、ここで終端するサービス クラスごとに個別の仮想ループバック IP アドレスを設定する必要があります。ヘッドエンド ルータでは、トラフィックを適切なトンネルにマッピングするために、これらのアドレスが必要です。現在の例では、同じテール デバイスで 4 つのトンネルが終端しますが、これらが表しているサービス クラスは 2 つだけです。このため、追加のループバック アドレスは 2 つだけ必要となります。

2 つの仮想インターフェイスを作成します。

```
router-4(config)# interface Loopback1
router-4(config-if)# ip address 29.1.1.1 255.255.255.255
[and if using IS-IS instead of OSPF]:
router-4(config-if)# ip router isis
[and in all cases]:
router-4(config-if)# exit
router-4(config)# interface Loopback2
router-4(config-if)# ip address 30.1.1.1 255.255.255.255
[and if using IS-IS instead of OSPF]:
router-4(config-if)# ip router isis
[and in all cases]:
router-4(config-if)# exit
```

デバイス レベルで、コミュニティを各トンネル ヘッドに送信するように BGP を設定します。

```
router-4(config)# ip bgp-community new-format
router-4(config)# router bgp 2
router-4(config-router)# neighbor 23.1.1.1 send-community
router-4(config-router)# neighbor 22.1.1.1 send-community
router-4(config-router)# exit
```

その他の参考資料

関連資料

関連項目	マニュアル タイトル
Cisco IOS コマンド	『Cisco IOS Master Commands List, All Releases』
IS-IS	『Cisco IOS IP Routing: ISIS Command Reference』
MPLS コマンド	『Cisco IOS MPLS Command Reference』
OSPF	『Cisco IOS IP Routing: OSPF Command Reference』
QoS	『Cisco IOS Quality of Service Solutions Command Reference』

標準および RFC

標準/RFC	Title
RFC 3270	『*Requirements for Support of Diff-Serv-aware MPLS Traffic Engineering*』『Multi-Protocol Label Switching (MPLS) Support of Differentiated Services』F. Le Faucheur、L. Wu、B. Davie、P. Vaananen、R. Krishnan、P. Cheval、J. Heinanen
RFC 4124	『Protocol Extensions for Support of Diffserv-aware MPLS Traffic Engineering』F. Le Faucheur 編集
RFC 4127	『Russian Dolls Bandwidth Constraints Model for Diffserv-aware MPLS Traffic Engineering』 F. Le Faucheur 編集
RFC 4125	『Maximum Allocation Bandwidth Constraints Model for Diffserv-aware MPLS Traffic Engineering』 F. Le Faucheur および W. Lai
IETF Diff-Serv 対応 *MPLS* トラフィック エンジニアリング	IETF 標準で定義されている「クラス タイプ」の新しい概念は、DS-TE の最初のバージョンに実装されていた「帯域幅プール」の旧概念に対応します。同様に、DS-TE の最初のバージョンに実装されていた 2 つの帯域幅プール（グローバル プールとサブプール）は、IETF 標準の新しいクラス タイプの 2 つ（それぞれクラス タイプ 0 とクラス タイプ 1）に対応します。

MIB

MIB	MIB のリンク
なし	選択したプラットフォーム、Cisco ソフトウェア リリース、およびフィーチャ 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

シスコのテクニカル サポート

説明	Link
★枠で囲まれた Technical Assistance の場合★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。これらのリソースは、ソフトウェアをインストールして設定したり、シスコの製品やテクノロジーに関する技術的問題を解決したりするために使用してください。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。	http://www.cisco.com/cisco/web/support/index.html

用語集

ここでは、すぐには理解しにくい略語および用語を定義しています。

AS：自律システム。共通の管理下にあるネットワークの集合であり、共通のルーティング戦略を共有し、一意の 16 ビットの数値（Internet Assigned Numbers Authority によって割り当てられる）で識別されます。

BGP：Border Gateway Protocol（ボーダー ゲートウェイ プロトコル）。主要なドメイン間ルーティング プロトコルです。RFC 1163 で定義されています。バージョン 4 では、ルート集約メカニズムを使用して、ルーティング テーブルのサイズが削減されます。

CBR：Constraint Based Routing（コンストレイントベース ルーティング）。ラベル スイッチド パス属性と現在のネットワーク リソース制限を同時に満たすトラフィック パスの計算です。

CEF：Cisco Express Forwarding。ルート参照情報を 1 つのルート キャッシュではなく複数のデータ構造に分けて保存することにより、ルータ内のパケットの転送を短時間で行うための手段。

CLI：Command Line Interface（コマンドライン インターフェイス）。ルータを設定および管理するためのシスコのインターフェイスです。

DS-TE：Diff Serv-aware Traffic Engineering。各リンクに 2 つの帯域幅プール（グローバル プールとサブプール）を設定するための機能です。サブプール帯域幅を使用する MPLS トラフィック エンジニアリング トンネルは、Quality of Service メカニズムを使用してネットワーク上でエンドツーエンドの保証帯域幅サービスを実現するように設定できます。同時に、グローバル プールを使用するトンネルでは、DiffServ トラフィックを伝送できます。

フラッディング：スイッチおよびブリッジで使用されるトラフィック伝送手法。インターフェイスで受信されたトラフィックは、そのデバイスのすべてのインターフェイス（最初に情報を受信したインターフェイスを除く）を介して送信されます。

GB キュー：Guaranteed Bandwidth（保証帯域幅）キュー。厳格な保証トラフィックで排他的に使用される Per-Hop Behavior（PHB）です。遅延/ジッタ保証が要求される場合は、DiffServ Expedited

Forwarding キュー（EF PHB）が使用されます。帯域幅保証だけが要求される場合は、DiffServ Assured Forwarding PHB（AF PHB）が使用されます。

グローバル プール：MPLS トラフィック エンジニアリング リンクに割り当てられた合計帯域幅。

IGP：内部ゲートウェイ プロトコル。自律システム内でルーティング情報の交換に使用するインターネット プロトコル。一般的なインターネット IGP の例として、IGRP、OSPF、および RIP を挙げることができます。

ラベルスイッチドパス（LSP）トンネル：パケットの伝送にラベル スイッチングが使用される、2 台のルータ間に設定された接続。

IS-IS：Intermediate System-to-Intermediate System。DECnet Phase V ルーティングに基づいたリンクステート階層型ルーティング プロトコルです。これにより、ノードは、単一のメトリックに基づいてルーティング情報を交換して、ネットワーク トポロジを決定します。

LCAC：Link-level（per-hop）Call Admission Control（リンク レベル（ホップ単位）のコール アドミッション制御）。

LSP：Label-Switched Path（ラベル スイッチド パス）（上記を参照）。別用語として Link-State Packet（リンクステート パケット）：リンクステート プロトコルで使用されるブロードキャスト パケット。このパケットには、ネイバーおよびパス コストに関する情報が含まれます。LSP は、受信側ルータでルーティングテーブルを維持するために使用されます。リンクステートアドバタイズメント（LSA）とも呼ばれます。

MPLS：Multi-Protocol Label Switching（マルチプロトコル ラベル スイッチング）（旧称タグ スイッチング）。レイヤ 3 ルーティングではなく、主にレイヤ 2 スイッチングを使用してパケットを送信する方式です。Forwarding Equivalence Class の概念を使用して、MPLS クラウドへの入力でパケットに短い固定長のラベルを割り当てます。MPLS ドメイン内では、元のパケット ヘッダーにほとんど頼ることなく、ラベルに基づいて転送判断が行われます。

MPLS TE：MPLS Traffic Engineering（MPLS トラフィック エンジニアリング）（以前は「RRR」、またはリソース予約ルーティングと呼ばれていました）。ラベル スイッチングを使用してトラフィック パフォーマンスを向上させるとともに、ネットワーク リソースが効率的に使用されるようにします。

OSPF：Open Shortest Path First。IS-IS プロトコルから派生したリンクステート階層型 IGP ルーティング アルゴリズムです。OSPF 機能には、最小コストによるルーティング、マルチパスのルーティング、およびロード バランシングが含まれます。

RSVP：Resource Reservation Protocol。カスタマーが（インターネット サービスを確保するために）要求をシグナリングする際に使用する IETF プロトコルです。これにより、カスタマーはそのネットワーク部分を経由してデータを伝送することを許可されます。

サブプール：MPLS トラフィック エンジニアリング リンクにおける、より限定的な帯域幅。サブプールは、リンクの全体的なグローバル プール帯域幅の一部です。

TE：トラフィック エンジニアリング。トラフィックのパフォーマンスとネットワーク リソース利用の両方を同時に最適化することを目的としてインターネット トラフィックを測定、モデル化、および制御するために科学的な原理と技術を適用することを指します。

MPLS トラフィック エンジニアリング - DiffServ 対応（DS-TE）の機能情報

次の表に、このモジュールで説明した機能に関するリリース情報を示します。この表は、ソフトウェア リリース トレインで各機能のサポートが導入されたときのソフトウェア リリースだけを示しています。その機能は、特に断りがない限り、それ以降の一連のソフトウェア リリースでもサポートされます。

プラットフォームのサポートおよびシスコ 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 にアクセスするには、www.cisco.com/go/cfn に移動します。Cisco.com のアカウントは必要ありません。

表 *3*：*MPLS* トラフィック エンジニアリング - *DiffServ* 対応（*DS-TE*）の機能情報

機能名	リリース	機能情報
MPLS トラフィック エンジニアリング - DiffServ 対応（DS-TE）	12.0(11) ST 12.0(14) ST 12.0(14) ST-1 12.0(22)S 12.2(14)S 12.2(18)S 12.2(18)SXD 12.2(28)SB 12.2(33)SRB Cisco IOS XE Release 3.5S	

機能名	リリース	機能情報
		マルチプロトコル ラベル スイッチング トラフィック エンジニアリング（MPLS TE） - DiffServ 対応トラフィック エンジニアリング（DS-TE）機能を使用すると、サービス プロバイダーは、トラフィックの個別のサブセット（たとえば、音声トラフィックとデータ トラフィック）に対して、アドミッション制御とルート計算を個別に実行できます。 DS-TE を、QoS などのその他のシスコ ソフトウェアの機能と組み合わせると、サービス プロバイダーは、次のことを実行できます。 • プロビジョニングされた QoS ではなく、シグナリングされた QoS に基づいて、エンド カスタマー用の QoS サービスを開発する。 • オーバープロビジョニングを行うことなく、高収益をもたらす「厳格なコミットメントの」QoS サービスを構築する。 • 仮想 IP 専用線、レイヤ 2 サービス エミュレーション、およびポイントツーポイントの保証帯域幅サービス（音声トランキングを含む）を提供する。 • MPLS によって提供されるスケーラビリティ プロパティを利用する。 Cisco IOS Release 12.0(11) ST で導入された DS-TE 機能です。

機能名	リリース	機能情報
		Cisco IOS Release 12.0(14) ST-1 では、多数の送信先プレフィックスを対象とした保証帯域幅サービス（たとえば、自律システムまたは BGP コミュニティを対象とした保証帯域幅サービス）に対するサポートが追加されました。 Cisco IOS Release 12.0(14) ST-1 では、IS-IS 内部ゲートウェイプロトコルのサポートが追加されました。 Cisco IOS Release 12.0(14) ST では、Cisco シリーズ 7500(VIP) プラットフォームのサポートが追加されました。 この機能は、Cisco IOS Release 12.0(22)S に実装されました。 この機能は、Cisco IOS Release 12.2(14)S に統合されました。 この機能は、Cisco IOS Release 12.2(18)S に実装されました。 この機能は、Cisco IOS Release 12.2(18)SXD に実装されました。 この機能は、Cisco IOS Release 12.2(28)SB に実装されました。 Cisco IOS Release 12.2(33)SRB では、この機能は、DS-TE の新しい IETF 標準機能（RFC 3270、4124、4125、および4127 に規定）を含めるように拡張されました。 この機能は、Cisco IOS XE Release 3.5S に実装されました。

第 3 章

『MPLS DiffServ Tunneling Modes』

MPLS DiffServ トンネリング モードを使用するとサービス プロバイダーは、マルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）ネットワークにおいて、ルータによる MPLS パケットの Quality of Service（QoS）を管理できます。MPLS DiffServ トンネリング モードは、均一モード、ショート パイプ モード、およびパイプ モード用の IETF ドラフト標準に準拠しています。また、カスタマー エッジ、プロバイダー エッジ、およびコア ルータで、これらのモードのコマンドライン インターフェイス（CLI）によるスケーラブルな管理のためにシスコが定義した機能拡張に準拠しています。

MPLS DiffServ トンネリング モードでは、次の機能がサポートされています。

- MPLS Per-Hop Behavior（PHB）レイヤ管理
- 管理対象のカスタマー エッジ（CE）ルータでの制御によって、MPLS レイヤ管理のスケーラビリティが向上しました。
- MPLS はパケットの QoS を「トンネリング」することができます（つまり、QoS はエッジ間で透過的です）。
- MPLS Experimental（MPLS EXP）フィールドでは、IP Precedence または DiffServ コード ポイント（DSCP）フィールドでマークされている PHB とは異なるマーク、または関係ないマークを付けることができます。
- IP ヘッダー内の DiffServ マーキングと、MPLS ヘッダー内の DiffServ マーキングとの間の動作および相互作用には、3 つの MPLS QoS トンネリング モード（明示的 NULL LSP を使用するパイプ モード、ショート パイプ モード、および均一モード）があります。明示的 NULL LSP を使用するパイプ モードおよびショート パイプ モードを使用すると、MPLS ネットワークが透過的にパケットの DiffServ マーキングをトンネルします。

MPLS DiffServ トンネリング モードには、次のような利点があります。

- トンネリング モードによって、ラベル インポジション、フォワーディング、およびラベル ディスポジション時に MPLS EXP フィールドに独創的な操作が行われ、追加の QoS 機能が提供されます。
- トンネリング モードは、サービス プロバイダーのさまざまなカスタマーに対して、共通の PHB セットを提供します。

- パイプ モードは、透過性およびカスタマイズされたエッジ サービスを提供します。
- 明示的 NULL LSP を使用するパイプ モードでは、カスタマー パケットごとのメータリングを実行し、サービス プロバイダーのカスタマー ネットワークの近くにマーキングすることで、管理のスケーラビリティが向上します。
- 明示的 NULL LSP を使用するパイプ モードは、顧客のパケットがサービス プロバイダーのネットワークで再度マーキングされることのないようにし、QoS の透過性を提供します。
- 明示的 NULL LSP を使用するパイプ モードでは、明示的 NULL LSP によって、入力 CE から PE へのリンク上でサービス プロバイダーの PHB が適用されます。
- 明示的 NULL LSP を使用するパイプ モードでは、サービス プロバイダーの PHB は、出力 PE から CE へのリンク上で適用されます。
- ショート パイプ モードは、透過性、標準エッジ サービス、およびスケーラビリティを提供します。
- ショート パイプ モードは、PE ルータ上での PHB 管理を提供します。顧客の PHB のセットは、出力 PE から CE へのリンクおよび入力 CE から PE へのリンクの両方に適用されます。
- マーキングがないか、または少数しかマーキングがない場合、顧客は均一モードを使用する傾向があります。顧客は、インターネット サービス プロバイダー（ISP）のパケット マーキングを許可し、そのマーキングを保持します。
- 均一モードでは、QoS マーキングに対するすべての変更は、各レベル（つまり、IGP、BGP、および IP）で反映されます。
- 均一モードでは、QoS マーキングが MPLS ネットワークで変更されると、IP パケットでも変更されます。

- 機能情報の確認，58 ページ
- MPLS DiffServ トンネリング モードの前提条件，59 ページ
- MPLS DiffServ トンネリング モードの制約事項，59 ページ
- MPLS DiffServ トンネリング モードに関する情報，59 ページ
- MPLS DiffServ トンネリング モードの設定方法，73 ページ
- MPLS DiffServ トンネリング モードの設定例，101 ページ
- その他の参考資料，106 ページ
- MPLS DiffServ トンネリング モードの機能情報，108 ページ
- 用語集，109 ページ

機能情報の確認

ご使用のソフトウェア リリースでは、このモジュールで説明されるすべての機能がサポートされているとは限りません。最新の機能情報および警告については、Bug Search Tool およびご使用の

プラットフォームおよびソフトウェア リリースのリリース ノートを参照してください。このモジュールで説明される機能に関する情報、および各機能がサポートされるリリースの一覧については、機能情報の表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シスコ 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 にアクセスするには、www.cisco.com/go/cfn に移動します。Cisco.com のアカウントは必要ありません。

MPLS DiffServ トンネリング モードの前提条件

- MPLS を実行するようにネットワークを設定します。
- IP シスコ エクスプレス フォワーディング（CEF）をイネーブルにします。
- サービス レベル契約（SLA）を定義します。
- 各顧客のホップ単位の動作を把握します。
  - カスタマーが何を要求しているか。
  - 顧客はトラフィックにマーキングを行いますか。
- カスタマーのトラフィックが音声であるかデータであるかを特定します。
- 設定する必要があるトポロジおよびインターフェイスを決定します。
- IP パケットと MPLS パケットの転送方法を理解します。

MPLS DiffServ トンネリング モードの制約事項

- MPLS EXP フィールドは 3 ビット フィールドであるため 1 つのラベルスイッチドパス（LSP）は最大 8 クラスのトラフィック（つまり、8 つの PHB）をサポートすることができます。
- MPLS DiffServ トンネリング モードは、L-LSP をサポートしません。E-LSP だけがサポートされています。

MPLS DiffServ トンネリング モードに関する情報

QoS および MPLS トンネリングでの QoS の使用

ここでは、次の内容について説明します。

QoS とは

重要なアプリケーションは、ネットワーク トラフィック負荷の変動に左右されずに、必要なネットワーク リソースを保証される必要があります。QoS は、次の内容を管理する一連の技術です。

- ネットワーク帯域幅：重要でないトラフィックが、重要なアプリケーションが必要としている帯域幅を使用することを阻止します。輻輳の主な理由は、帯域幅不足です。
- ネットワーク遅延（遅延とも呼ばれます）：パケットを送信元から宛先までパスを介して移動するために必要な時間です。
- ジッタ：パケット間の遅延の変動です。つまり、パケット間の到着および出発の差です。ジッタによって、データの損失が発生する可能性があります。
- パケット損失：パケットを廃棄します。

MPLS VPN サービスおよびトラフィック エンジニアリング（TE）サービスを提供するサービス プロバイダーは、異なるタイプのネットワーク トラフィック用にさまざまなレベルの QoS を提供できます。たとえば、Voice over IP（VoIP）トラフィックには、最小限の遅延が保証されたうえでサービスが提供され、一方、e- コマース トラフィックには、最小限の帯域幅が保証されます（遅延保証ではありません）。

QoS の詳細については、『*Cisco IOS Quality of Service Solutions Configuration Guide* , Release 12.2』および『*Cisco IOS Quality of Service Solutions Command Reference* , Release 12.2』を参照してください。

MPLS QoS によってサポートされるサービス

MPLS QoS によって、次のサービスがサポートされます。

- クラスベース均等化キューイング（CBWFQ）：リアル タイム トラフィックで使用可能な完全プライオリティ キューは使用しないで、定義済みのクラスに基づくキューイングを提供します。重み付け均等化キューイングを使用すると、一致条件に基づいて、トラフィックのクラスを定義できます。クラスを定義したあとに、そのクラスに特性を割り当てることができます。たとえば、輻輳中にクラスに適用する最小帯域幅を指定できます。
- 低遅延キューイング（LLQ）：完全プライオリティ キューイングを提供します。これにより、音声などの遅延に影響されやすいデータが最初に処理および送信され、そのあと、他のキュー内のパケットが処理されます。これにより、他のトラフィックを経由する、遅延に影響されやすいデータを優先的に処理できます。
- 重み付け均等化キューイング（WFQ）：キューイング アルゴリズムを使用して、すべてのネットワーク トラフィックに対して帯域幅を公平に割り当てる自動スケジューリング システムです。重み付け均等化キューイングは、各キューに適用される相対的な帯域幅に基づきます。
- 重み付けランダム早期検出（WRED）：RED は、エンドホストがパケットの送信を一時的に停止する必要がある場合に、そのことをエンド ホストに示すことで、平均キュー サイズを

制御する輻輳回避メカニズムです。輻輳が検出された場合、当該キューが完全にオーバーフローする前に、わずかな割合のパケットがドロップされます。

WRED では重み付けが行われるため、輻輳時の優先順位の高いトラフィックの損失率を他のトラフィックより確実に小さくできます。WRED は、特定のマーキングを持つパケットを破棄するように設定できます。パケットは、ルータに入ると、破棄クラスと呼ばれる内部変数を割り当てられます。必要に応じて、入力インターフェイスで破棄クラスを設定できます。出力インターフェイスでは、MPLS EXP フィールドの代わりに WRED の廃棄のクラスを使用するようにルータを設定できます。

MPLS トンネリングで使用されるサービス レベル契約

サービス プロバイダーには、各顧客との SLA があります。各顧客が異なる SLA を持つことができます。たとえば、顧客 C1 の SLA では、256 キロビットの帯域幅を TCP パケット（FTP パケットや Telnet パケットなど）に許可し、1 秒ごとに 1 MB の音声トラフィックを許可します。顧客が 1 秒ごとに 1 MB の音声トラフィックを送信する場合、サービスプロバイダーは、そのトラフィックをカスタマー ネットワークのもう一方の側に配信します。顧客がさらに送信した場合、超過したトラフィックはレート外のトラフィックと見なされて破棄される場合と破棄されない場合があります。

サービス プロバイダーは、輻輳が発生すると、これらのパケットを処理する方法を決定します。たとえば、サービス プロバイダーはパケットを破棄する場合もあれば、帯域幅を減少する場合もあります。PHB では、パケットをドロップするか、またはリンク帯域幅の 20% をパケットに提供する場合があります。

サービス プロバイダーがパケットに提供する PHB は、顧客がネットワーク トラフィックに導入したいと考える PHB とは異なる場合があります。顧客はネットワークの各ルータの出力インターフェイスで QoS を提供できます。ただし、カスタマーは、サービス プロバイダーが提供するのとは異なる量の帯域幅をこれらのリンクで提供する場合があります。たとえば、カスタマーが、音声用に 50% のリンク帯域幅を使用するとします。一方、サービス プロバイダーでは、音声用に 10% のリンク帯域幅だけを使用する場合があります。

IP パケットへの QoS の提供

IP パケットでは、ルータが提供する必要がある QoS は、従来、IP Precedence フィールドに指定されていました。IP Precedence は、IP パケットのヘッダー内のタイプ オブ サービス（ToS）バイトの最初の 3 ビットです。IP パケット内の IP Precedence および Diffserv コード ポイント（DSCP）によって、クラスが定義されます。これらは、クラス内の廃棄プロファイルを指定する場合もあります。DSCP は、DiffServ に関する IETF 標準で指定されています。これは、QoS 用の新しい IETF 標準です。

引き続き IP Precedence フィールドを使用しているユーザもいますが、その他のユーザは、DSCP を使用して、IP パケットに提供される PHB を示します。

ラベル インポジション後に、設定可能なマッピング機能によって、IP Precedence または IP DSCP マーキングに基づいて、等価な PHB が 3 ビットの MPLS EXP フィールド値にマークされます。

MPLS パケットへの QoS の提供

MPLS パケットでは、PHB が、MPLS ラベル エントリ内の MPLS EXP フィールドにマークされます。

EXP ビットは、機能において、IP ネットワークの IP Precedence および DSCP に似ています。EXP ビットでは、一般的に、IP Precedence または DSCP で符号化されたすべての情報を伝送します。

MPLS ヘッダーをインポーズするエッジ LSR は、MPLS EXP フィールドを値に設定します。

QoS の標準化としての DiffServ

DiffServ は、IP ネットワークの QoS アーキテクチャです。DiffServ 対応ネットワーク内のパケットは、QoS の要件に基づいて、premium、gold、silver、bronze などのクラスに分類されます。たとえば、VoIP パケットは premium クラスにグループ化され、e-コマース HTTP パケットは gold クラスにグループ化されることがあります。

各クラスには、そのクラスに関連付けられたマーキングがあります。これにより、パケットの分類が非常にスケーラブルになり、ネットワークでの適切な帯域幅および遅延が保証されます。パケットがネットワークに入ると、これらのパケットは、ネットワーク境界ルータでの分類ポリシーに基づいてマークされます。また、境界ルータはネットワークに入ってくるトラフィック量を制御するため、トラフィック調整機能を適用します。トラフィック調整には、次のものが含まれます。

- シェーピング：ネットワークへのパケットの送信レートの平滑化
- ポリシング：登録済みの上限レートを超えるパケットを破棄します。または、輻輳があるときにレートを超えるパケットをマーキングしなおすことでパケットが破棄される確率を増加します。

ネットワーク内の各ルータは、次に、パケットが伝送するマーキングに基づいて、異なるキューイングおよびドロップ ポリシーを各パケットに適用します。

DiffServ の詳細については、『*Cisco IOS Switching Services Configuration Guide*, Release 2.2』を参照してください。

MPLS DiffServ のトンネリング モード

トンネリングは、あるネットワーク エッジから別のネットワーク エッジまでの QoS 透過性を提供します。トンネルは、ラベル インポジションのある場所から開始します。トンネルは、ラベル ディスポジションが存在する箇所で終了します。つまり、ラベルがスタックからポップされ、パケットが、下の異なる PHB レイヤを使用する MPLS パケットとして、または IP PHB レイヤを使用する IP パケットとして送信される箇所です。

ネットワーク経由でパケットを転送する方法は、3 つあります。

- 明示的 NULL LSP を使用するパイプ モード
- ショート パイプ モード

- 均一モード

パイプ モードおよびショート パイプ モードは、QoS 透過性を提供します。QoS 透過性では、IP パケット内のカスタマーの IP マーキングが保持されます。

（注） パイプ モードとショート パイプ モードでは、サービス プロバイダーの出力エッジ ルータでどの PHB が使用されるかだけが異なります。明示的 NULL LSP を使用するパイプ モードでは、QoS は、サービス プロバイダーの PHB マーキングに基づいて、PE から CE へのリンクで行われます。出力 LSR では、中間 LSR によって使用されたマーキングが引き続き使用されます。

3 つのすべてのトンネリング モードは、ラベルがプッシュ（パケットへの追加）およびポップ（パケットからの削除）される、エッジ ルータおよび最後から 2 番めのラベル スイッチング ルータ（LSR）の動作に影響を及ぼします。これらのモードは、中間ルータのラベルのスワッピングには影響を与えません。サービス プロバイダーは、カスタマーごとに異なったタイプのトンネリング モードを選択することができます。

次に、各トンネリング モードを簡単に説明します。

- 明示的 NULL LSP を使用するパイプ モード：QoS は、1 つ以上のラベル エントリがポップした場合でも、受信した MPLS EXP フィールドに基づいて、PE ルータの出力インターフェイスで QoS が実行されます。IP Precedence フィールド、EXP ビット、および DSCP フィールドは、MPLS ネットワークの入力から出力への移動時に変更されません。

MPLS ネットワーク内のパケット マーキングに対するあらゆる変更は、永続的なものではなく、パケットが MPLS ネットワークを出るときに伝播されません。出力 LSR では、中間プロバイダー コア（P）ルータによって使用されたマーキングが引き続き使用されます。ただし、出力プロバイダー エッジ（PE）ルータは、元のパケットにインポーズされたラベルを削除する必要があります。ラベルで伝送されるマーキングを維持するために、エッジ PE ルータは、マーキングの内部コピーを保管してから、ラベルを削除します。この内部コピーは、ラベルが削除されたあとに、（CE 方向の）アウトバウンド インターフェイス上のパケットを分類するために使用されます。

詳細な説明については、明示的 NULL LSP を使用するパイプ モード, （65 ページ）を参照してください。

設定手順については、明示的 NULL LSP を使用するパイプ モードの設定, （74 ページ）を参照してください。

例については、明示的 NULL LSP を使用するパイプ モードの設定例, （102 ページ）を参照してください。

- ショート パイプ モード：ショート パイプ モードでは、出力 PE ルータは、中間 P ルータが使用したマーキングではなく、元のパケット マーキングを使用します。

詳細な説明については、ショート パイプ モード, （68 ページ）を参照してください。

設定手順については、ショート パイプ モードの設定, （84 ページ）を参照してください。

例については、ショート パイプ モードの設定例, （103 ページ）を参照してください。

- 均一モード：均一モードでは、IP パケットのマーキングはサービス プロバイダーの QoS マーキングをコアに反映するよう操作することができます。

詳細な説明については、均一モード, （71 ページ）を参照してください。

設定手順については、均一モードの設定, （91 ページ）を参照してください。

例については、均一モードの設定例, （105 ページ）を参照してください。

MPLS PHB レイヤ管理

ルータのネットワーク全体で、MPLS EXP フィールドには、DSCP フィールドの IP Precedence にマークされた PHB とは異なるマーク、または無関係のマークを付けることができます。サービス プロバイダーは、既存の分類基準（IP PHB マーキングを含む、または含まない）から選択して、パケットを異なる PHB に分類できます。この PHB は、ラベル インポジション時に MPLS EXP フィールドでだけマークされます。

レイヤ管理は、PHB マーキングの追加レイヤをパケットに適用する機能です。PHB は、ルータでのパケットの動作です（つまり、パケットに適用される、固有の破棄およびスケジューリング動作です）。レイヤ管理は、サービス プロバイダーの管理対象 CE ルータ、またはサービス プロバイダーのエッジ ルータ（PE ルータ）で発生します。

パケットが IP パケットとしてネットワークに到達した場合、そのパケットは、ToS バイトのマーキングで表される PHB レイヤをすでに持っている場合があります。マーキングは、IP プレシデンスのビットまたは DSCP です。

パケットが MPLS パケットとして到達した場合、そのパケットには、次の 2 つの PHB レイヤがすでにあります。

- IP レイヤ
- MPLS レイヤ。このレイヤでは、マーキングが、最上位ラベル エントリの MPLS EXP フィールドにあります。

指定されたホップで、1 つの PHB レイヤをパケットに追加できます。1 つのラベルだけがパケットにプッシュされる場合、追加される PHB レイヤのマーキングは、1 つのラベルにだけ含められます。

2 つ以上のラベルがパケットにプッシュされる場合、追加される PHB レイヤは、そのときにプッシュされるすべてのラベル エントリ内の同じ MPLS EXP フィールドでマークされます。

トンネリング モードの動作

（注） Cisco IOS では、柔軟な設定が可能です。MPLS EXP フィールドの PHB 定義は、IP Precedence および DSCP の PHB 定義とは異なる内容にできます。

サービスプロバイダーが、顧客のパケットのPHBマーキングに留意する必要があるかどうかは、状況によって異なります。たとえば、顧客C1のネットワークでは、IP Precedence値の5が、音声を示します。顧客C2のネットワークでは、IP Precedence値の3が、音声を示します。サービスプロバイダーにとって、音声に対して2つの異なるIP Precedence値を使用することは望ましくありません。サービス プロバイダーのカスタマーの数が多い場合、音声に関して「数多くの」値が存在する可能性があります。使用できるEXP値は8つだけです。

同一のPHB（ここでの例では音声）を表す異なるIP Precedence値を処理するには、サービス プロバイダーは次のことを行います。

1. PHBを表す1つの共通MPLS EXPフィールド値を任意に選択する。たとえば、2で音声を表すことができます。
2. 各カスタマーのパケットを確認する。サービスプロバイダーは、IP Precedenceフィールド値、またはすべてのネットワークで常に同じである音声用UDPポート番号を確認できます。
3. すべてのカスタマーに関して、各音声パケットを、サービス プロバイダーのすべてのカスタマー ポートでMPLS EXPフィールド値2に設定する。その結果、サービスプロバイダーのネットワークの各ルータは音声に対してMPLS EXPフィールドの値2を探すだけですむようになります。

別の方法は、DSCP値を2に設定することですが、これは顧客のPHBを変更することになります。MPLS DiffServ トンネリング モードでは、DSCP値を変更することなく、同じ結果を実現できます。

このセクションでは、次のことについて説明します。

明示的 NULL LSP を使用するパイプ モード

ここでは、次の内容について説明します。

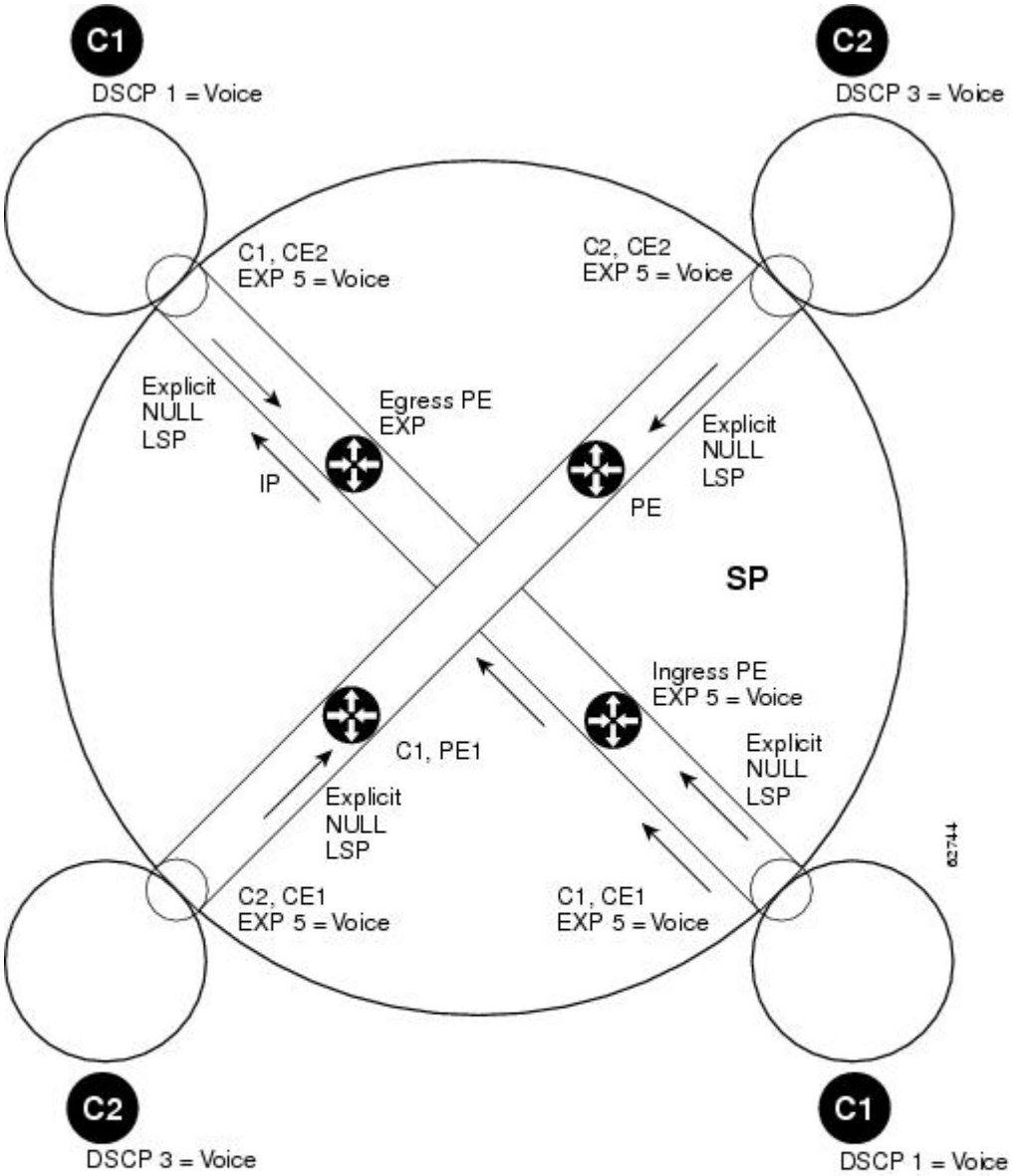
明示的 NULL LSP を使用するパイプ モードの概要

明示的NULL LSPを使用するパイプ モードには、次の特性があります。

- QoSトンネルは、入力CEルータからPEルータを経由して出力CEルータまでとなります。
- CEルータからPEルータへの明示的NULL LSPが存在します。ラベル エントリにはMPLS EXPフィールドが含まれますが、転送のためにラベル値が含まれているわけではありません。ラベル エントリには、入力PEルータに送信されるすべてのパケット用のゼロ（ヌル ラベル値）が含まれています。
- 出力PEルータによって、ラベル エントリが削除され、パケットがIPとして転送されますが、QoSは、出力PEルータが受信したMPLS EXPフィールドに基づいて、出力インターフェイスで実行されます。
- サービス プロバイダーは、サービス プロバイダー ネットワーク内のIP Precedence値を上書きしません。

次の図は、明示的 NULL LSP を使用するパイプ モードの概要を示しています。

図 *1*：明示的 *NULL LSP* を使用するパイプ モードの概要



Symbol	Meaning
C1	Customer 1's DiffServ domain
C2	Customer 2's DiffServ domain
CE1	Customer edge router 1
PE1	Service provider edge router (ingress LSR)
P1	Service provider router within the core of the provider's network
P2	Service provider router within the core of the provider's network
PE2	Service provider's edge router (egress LSR)
CE2	Customer edge router 2
SP	Service provider DiffServ domain

（注） PE1 および PE2 は、MPLS ネットワークと IP ネットワークの境界にあります。

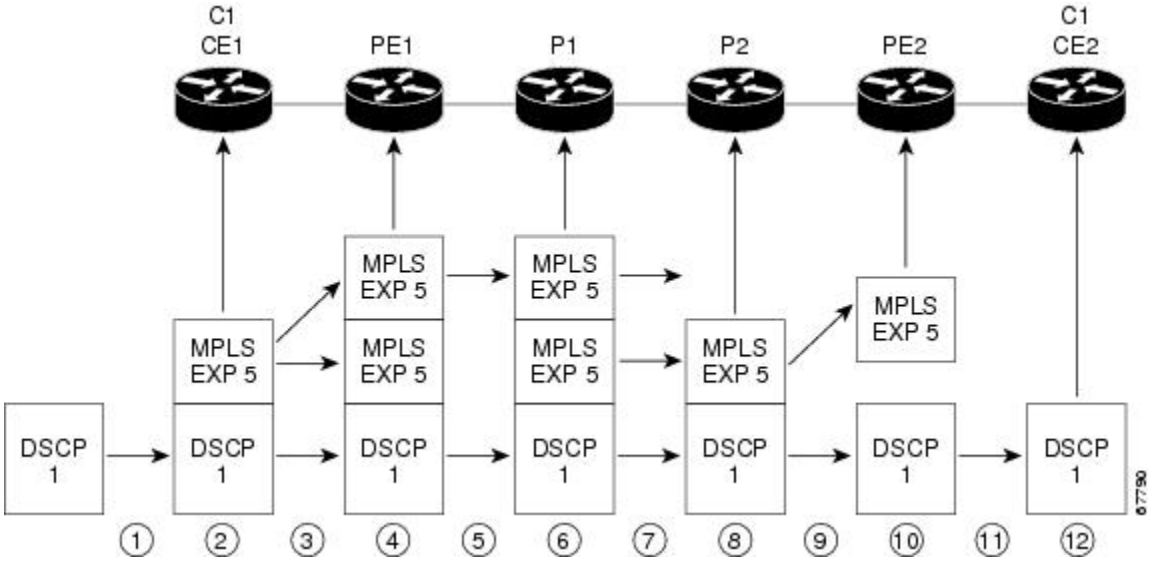
上図は、次のことを示しています。

1. IP パケットは、DSCP 値 1 が設定され、C1、CE1 に到着します。
2. C2、CE1 は、ヌル ラベルのラベル インポジション時に、MPLS EXP フィールド値を 5 に設定します。
3. パケットは、MPLS EXP フィールド値が 5 に設定されて、サービス プロバイダーのネットワークを通過します。
4. サービス プロバイダーのネットワーク内の各ルータは、MPLS EXP フィールドを確認し、その値に基づいて QoS を実行します。
5. C1 ネットワークに戻る出力 PE ルータにパケットが到達すると、そのパケットが IP パケットとして送信される場合でも、PE ルータはパケットの MPLS EXP に基づいて QoS を実行します。

明示的 NULL LSP を使用するパイプ モードの動作手順

次の図は、MPLS VPN が有効な場合の、顧客 1 に対する明示的 NULL LSP を使用するパイプ モードの動作を示しています。VPN がイネーブルであるため、2 つの MPLS ラベル エントリがあります。それ以外の場合は、1 つのエントリのみが存在することになります。機能は顧客 2 に類似していますが、DSCP 値は 3 になります。

図 *2*：***MPLS VPN*** がイネーブルになっている場合の、明示的 ***NULL LSP*** を使用するパイプ モードの動作



明示的 NULL LSP を使用するパイプ モードは、次のように機能します。この図の下の丸で囲まれた番号は、対応する手順番号を示します。

1. IP パケットは、ルータ CE1 に到達します（管理対象の CE ルータ、DSCP 値 1 を使用）。
2. 明示的ヌル ラベル エントリは、EXP 値 5 が含まれるパケットにインポーズされます。
3. このパケットは、明示的 NULL LSP で PE1 に送信されます。
4. PE1 ルータは、MPLS EXP フィールドの値を保存し、明示的ヌル エントリを削除します。次に、PE1 ルータは、新しいラベルを IP パケットにインポーズします。各ラベル エントリは、保存された MPLS EXP フィールド 5 に設定されます。
5. パケットは、P1 に送信されます。
6. P1 では、受信した EXP 値が、交換されたラベル エントリにコピーされます。
7. パケットは、P2 に送信されます。
8. P2 では、最上位のラベルがポップされ、EXP 値 5 を持つラベル エントリが公開されます。
9. パケットは、PE2 に送信されます。
10. PE2 では、qos-group 変数および discard-class 変数内の MPLS EXP フィールドの値が保存され、パケットからラベル エントリが削除されます。
11. CE2 へのパケットの送信時に、PE2 は、MPLS EXP フィールド（qos-group と discard-class）の保存された値に基づいて、PE2 の出力インターフェイスで QoS を実行します。
12. IP パケットは、CE2 ルータに到達します。

ショート パイプ モード

ここでは、次の内容について説明します。

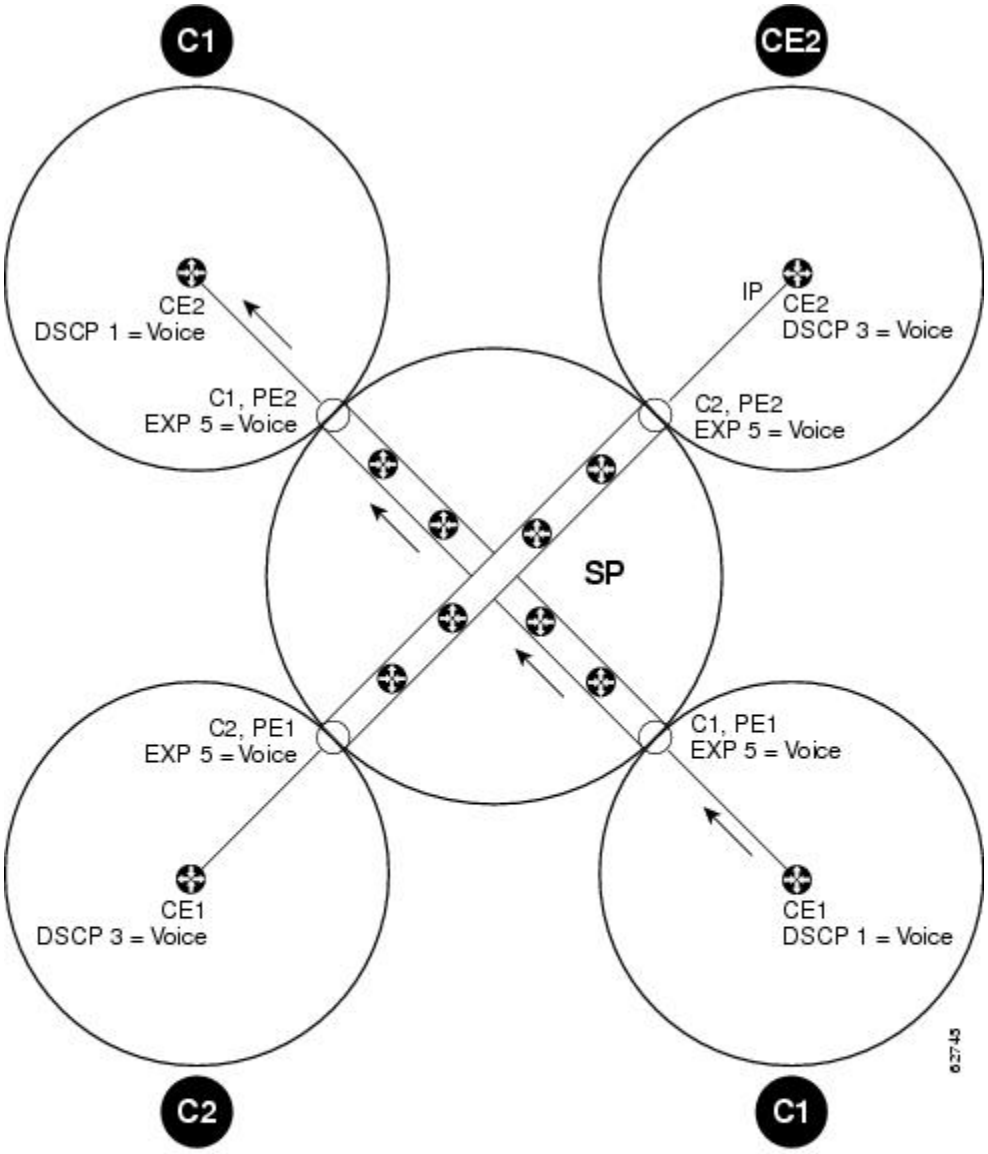
ショート パイプ モードの概要

ショート パイプ モードには、次の特性があります。

- QoS トンネルは、入力 PE ルータから出力 PE ルータまでとなります。
- 出力 PE ルータは、パケットを IP として送信し、QoS は、IP DSCP または IP Precedence の値に基づいて、出力インターフェイスで実行されます。
- サービス プロバイダーは、サービス プロバイダー ネットワーク内の DSCP または IP Precedence の値を上書きしません。

次の図に、ショート パイプ モードの概要を示します。

図 *3*：ショート パイプ モードの概要



Symbol	Meaning
C1	Customer 1's DiffServ domain
C2	Customer 2's DiffServ domain
CE1	Customer edge router 1
PE1	Service provider edge router (ingress LSR)
P1	Service provider router within the core of the provider's network
P2	Service provider router within the core of the provider's network
PE2	Service provider's edge router (egress LSR)
CE2	Customer edge router 2
SP	Service provider DiffServ domain

（注） PE1 および PE2 は、MPLS ネットワークと IP ネットワークの境界にあります。

上図は、次のことを示しています。

1 IP パケットは、DSCP 値 1 が設定され、C1、CE1 に到着します。

2 C1、CE1 は、IP パケットを C1、PE1 に送信します。

3 C1、PE1 は、VPN ラベル エントリのラベル インポジション時に、MPLS EXP フィールド値を 5 に設定します。

4 パケットは、MPLS EXP フィールド値が 5 に設定されて、サービス プロバイダーのネットワークを通過します。

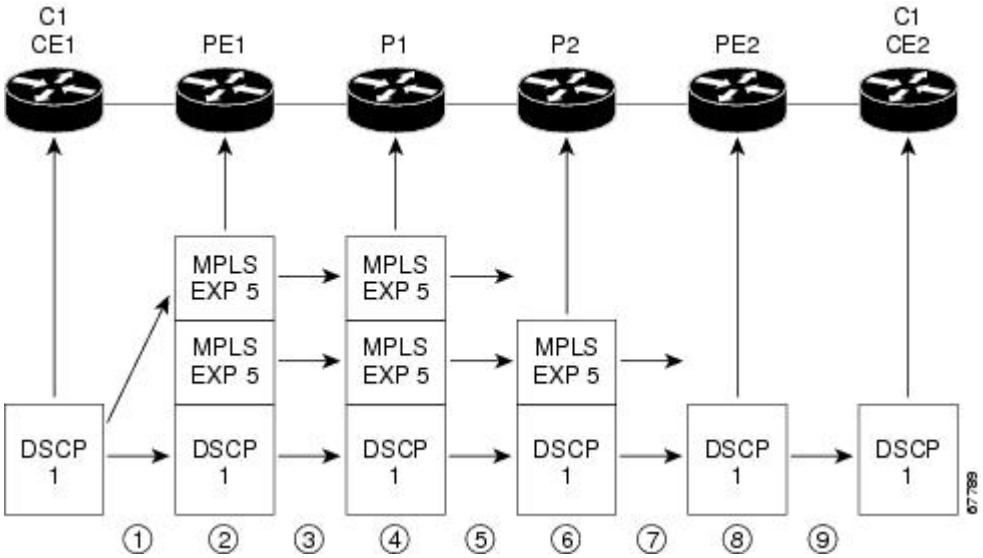
5 サービス プロバイダーのネットワーク内の各ルータは、MPLS EXP フィールドを確認し、その値に基づいて QoS を実行します。

6 C1 ネットワークに戻る出力 PE ルータにパケットが到達すると、PE ルータは、IP DSCP フィールドに基づいて QoS を実行します。

ショート パイプ モードの動作の手順

次の図で、ショート パイプ モードについて説明します。

図 *4*：ショート パイプ モードの動作



ショートパイプモードは、次のように機能します。この図の下の丸で囲まれた番号は、対応する手順番号を示します。

1 C1、CE1 は IP パケットを IP DSCP 値 1 で PE1 に送信します。

2 PE1 はインポーズされたラベル エントリで MPLS EXP フィールドを 5 に設定します。

3. PE1 はパケットを P1 に送信します。
4. P1 はスワッピングされたラベル エントリで MPLS EXP フィールド値を 5 に設定します。
5. P1 はパケットを P2 に送信します。
6. P2 は IGP ラベル エントリをポップします。
7. P2 はパケットを PE2 に送信します。
8. PE2 は BGP ラベルをポップします。
9. PE2 は、パケットを C1、CE2 に送信しますが、IP DSCP 値に基づいて QoS を実行します。

均一モード

ここでは、次の内容について説明します。

均一モードの概要

ラベルの MPLS EXP フィールドは、ラベル値と同じではありません。

最上位のラベル エントリには、次の内容が含まれています。

- ラベル値。この値には、パケットを転送するための、ラベルおよびその他の情報が含まれています。
- MPLS EXP フィールド。このフィールドは、ルートではなく、パケットの QoS だけに関係します。EXP フィールド値はアドバタイズされません。値は、パケットが受信された方法から得られます。

均一モードでは、パケットは IP および MPLS ネットワークで一律に扱われます。つまり、IP Precedence 値および MPLS EXP ビットは常に同一です。ルータがパケットの PHB の変更またはカラー変更をする場合はいつでも、その変更はすべてのカプセル化マーキングに伝播されなくてはなりません。パケットパス上のルータでのラベルインポジションまたはディスポジションにより PHB が追加またはエクスポーズされる場合、伝播はルータだけによって実行されます。カラーは、全レベルのあらゆる場所に反映される必要があります。たとえば、パケットの QoS マーキングが MPLS ネットワークで変更された場合、IP QoS マーキングはその変更を反映します。

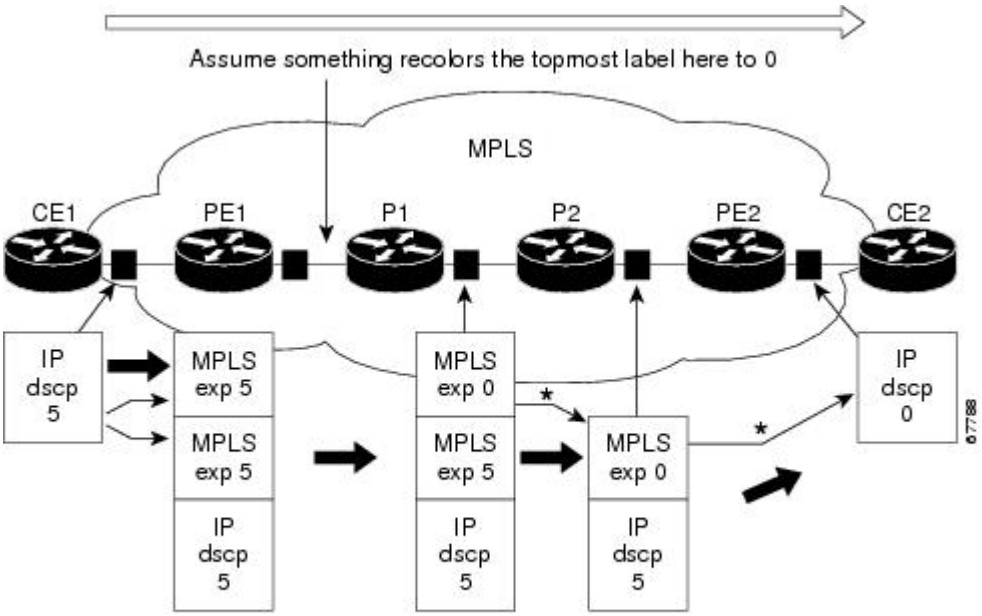
均一モードは、次のように機能します。

- MPLS から MPLS へのパスおよび MPLS から IP へのパスの両方において、ポップされた最上位ラベルの PHB は、新しい最上位ラベルにコピーされるか、またはラベルがない場合は IP DSCP にコピーされます。
- 最大 8 つの PHB を使用できます。
- PHB が 3 つを超える Precedence ビットで囲まれた場合、MPLS クラウドに対するエントリで DSCP から MPLS にマップする必要があります。
- パケットが MPLS クラウドから送信されるとき、MPLS EXP 値から IP ヘッダーの DSCP フィールドに再マップする必要があります。

均一モードの動作の手順

次の図は、均一モードの動作を示しています。

図 5：均一モード動作



*In both the MPLS-to-MPLS and the MPLS-to-IP cases, the PHBs of the topmost popped label is copied into the new top label or the IP DSCP if no label remains

この手順は、IP Precedence ビット マーキングまたは DSCP マーキングが存在するかどうかによって異なります。

次のアクションは、IP Precedence ビット マーキングが存在する場合に発生します。

1. IP パケットがサービス プロバイダー エッジ ルータである PE1 で MPLS ネットワークに着信します。
2. ラベルはパケットにコピーされます。
3. MPLS EXP フィールド値のカラー変更が行われた場合（たとえば、あまりに多くのパケットが送信中であるためパケットがレート外となった場合）、この値は IGP ラベルにコピーされます。BGP ラベルの値は変更されません。
4. 最後から 2 番めのホップでは、IGP は削除されます。この値は次の低レベルのラベルにコピーされます。
5. すべての MPLS ラベルが、IP パケットとして送信されたパケットから削除されると、IP Precedence または DSCP 値は、コア内の最後に変更された EXP 値に設定されます。

次に、IP precedence ビット マーキングがある場合の例を示します。

1. CE1（カスタマー装置 1）で、IP パケットは IP Precedence 値 5 を持ちます。

2. このパケットが PE1（サービス プロバイダーのエッジ ルータ）で MPLS ネットワークに到達すると、IP Precedence 値 5 は、パケットのインポーズされたラベル エントリにコピーされます。
3. IGP ラベル ヘッダー内の MPLS EXP フィールドは、MPLS コア（P1 など）で変更される場合があります。

（注） IP Precedence ビットは 5 であるため、BGP ラベルおよび IGP ラベルにも 5 が含まれます。これは、均一モードでは、ラベルは常に同じになるためです。パケットは IP ネットワークと MPLS ネットワークで一律に扱われます。

1. P2 では、IGP ラベルが削除されると、このラベル エントリ内の MPLS EXP フィールドは、基になる BGP ラベルにコピーされます。
2. PE2 では、BGP ラベルがポップされると、ラベル ヘッダー内の EXP フィールドは、基になる IP ヘッダーの IP Precedence フィールドにコピーされます。

MPLS DiffServ トンネリング モードの設定方法

（注） 1 つのトンネリング モードだけを設定できます。

適切なトンネリング モードの決定

- 管理対象のカスタマー エッジ（CE）ルータが存在する場合は、明示的 NULL LSP によるパイプ モードを使用して、PE から CE へのリンク上にサービス プロバイダーの PHB が存在するようにすることを推奨します。
- 管理対象の CE ルータが存在しない場合は、ショート パイプ モードを使用することを推奨します。
- マーキングがないか、または少数のマーキングしかない場合、顧客は均一モードを使用する傾向があります。

MPLS EXP フィールドの設定

MPLS EXP フィールドを設定するには、次の 2 つの方法があります。

- set mpls experimental topmost コマンドを使用して、最上位のラベル エントリの値を、入力インターフェイスや出力インターフェイス上のパケットに直接設定します。

- set mpls experimental imposition コマンドを入力インターフェイスで使用して、プッシュされたラベル エントリの値をラベル インポジション時に設定します。

デフォルトでは、ラベル エッジ ルータが、プッシュされたすべてのラベル エントリの MPLS EXP フィールドに IP パケットの IP Precedence をコピーします。

任意で、**set mpls experimental imposition** コマンドを使用して、IP Precedence または DSCP フィールドを、MPLS ヘッダー内の MPLS EXP フィールドにマップできます。

明示的 NULL LSP を使用するパイプ モードの設定

ここでは、次の設定を行う手順について説明します。

例については、明示的 NULL LSP を使用するパイプ モードの設定例, （102 ページ）を参照してください。

（注） 以降の手順は、明示的 NULL LSP を使用するパイプ モードを設定するための 1 つの方法であり、唯一の方法を示しているわけではありません。

入力 CE ルータ：顧客方向インターフェイス

この手順では、インポーズされたラベル エントリに MPLS EXP フィールドを設定するために、ポリシー マップを設定します。

手順の概要

1. **class-map***class-name*
2. **matchipdscp***dscp-values*
3. **policy-map***name*
4. **class***class-name*
5. **police***bps* [*burst-normal*] [*burst-max*] **conform-action***action***exceed-action***action* [**violate-action***action*]
6. **interface***typeslot*/*port*
7. **service-policyinput***name*

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**class-map***class-name* 例： `Router(config)# class-map IP-AF11`	パケットがマップされる（マッチングされる）クラスマップを指定します。トラフィック クラスを作成します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 2	**matchipdscp***dscp-values* 例： `Router(config-c-map)# match ip dscp 4`	IP として送信されるコントロール プレーン トラフィックおよびその他のトラフィックの一致基準として、DSCP 値を使用します。
ステップ 3	**policy-map***name* 例： `Router(config)# policy-map set-MPLS-PHB`	1 つまたは複数のクラスに一致するパケットの QoS ポリシーを設定します。
ステップ 4	**class***class-name* 例： `Router(config-p-map)# class IP-AF11`	トラフィック クラスをサービス ポリシーに関連付けます。
ステップ 5	**police***bps* [*burst-normal*] [*burst-max*] **conform-action***action***exceed-action***action* [**violate-action***action*] 例： `Router(config-p-map-c)# police 8000 conform-action set-mpls-experimental-imposition-transmit 4 exceed-action set-mpls-experimental-imposition-transmit 2`	次の内容を含む、トラフィック ポリシング機能を設定します。 • サービス レベル契約（SLA）で指定されているレート制限に準拠するパケットに対して実行するアクション • SLA で指定されているレート制限を超えたパケットに対して実行するアクション action フィールドに、**set-mpls-experimental-imposition***value* を入力します。ここで、*value* は、MPLS EXP フィールドが設定される値です。
ステップ 6	**interface***typeslot*/*port* 例： `Router(config)# interface ethernet 3/0`	Cisco シリーズ 7200 ルータおよび Cisco シリーズ 7500 ルータのインターフェイス タイプを設定します。設定するインターフェイスのタイプ、ポート、コネクタ、インターフェイス カード番号、およびバックプレーン スロット番号を指定します。
ステップ 7	**service-policyinput***name* 例： `Router(config-if)# service-policy input set-MPLS-PHB`	QoS ポリシーをインターフェイスに付加し、そのインターフェイスに着信するパケット上で適用すべきポリシーを指定します。

入力 CE ルータ：PE 方向インターフェイス

この手順は MPLS EXP フィールドに基づいてパケットを分類し、適切な廃棄およびスケジューリング処理を提供するものです。

手順の概要

1. **class-mapmatch-any***class-name*
2. **matchmplsexperimentaltopmost***mpls-values*
3. **matchipdscp***dscp-values*
4. **policy-map***name*
5. **class***class-name*
6. **bandwidth** {*bandwidth-kbps* | **percent** *percent*}
7. **random-detect**
8. **interface***typeslot/port*
9. **service-policyoutput***name*
10. **mplsipencapsulateexplicit-null**

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**class-mapmatch-any***class-name* 例： `Router(config)# class-map match-any MPLS-AF1`	パケットがいずれかの一致基準を満たしている場合に、そのトラフィック クラスのメンバであると見なされることを指定します。
ステップ 2	**matchmplsexperimentaltopmost***mpls-values* 例： `Router(config-c-map)# match mpls experimental topmost 2 4`	最大 8 つの MPLS EXP フィールド値をマッチングします。一致したパケットを同じクラスに追加します。
ステップ 3	**matchipdscp***dscp-values* 例： `Router(config-c-map)# match ip dscp 4`	IP として送信されるコントロール プレーン トラフィックおよびその他のトラフィックの一致基準として、DSCP 値を使用します。
ステップ 4	**policy-map***name* 例： `Router(config)# policy-map output-qos`	1 つまたは複数のクラスに一致するパケットの QoS ポリシーを設定します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 5	**class***class-name* 例： `Router(config-p-map)# class MPLS-AF1`	トラフィック クラスをサービス ポリシーに関連付けます。
ステップ 6	**bandwidth** {*bandwidth-kbps* | **percent** *percent*} 例： `Router(config-p-map-c)# bandwidth percent 40`	トラフィック クラスに最小帯域幅保証を指定します。kbps（キロビット/秒）または全体的な帯域幅のパーセント値で最小帯域幅保証を指定することができます。
ステップ 7	**random-detect** 例： `Router(config-p-map-c)# random-detect`	IP Precedence または MPLS EXP フィールド値に基づいて、WRED をポリシーに適用します。
ステップ 8	**interface***typeslot/port* 例： `Router(config)# interface ethernet 3/0`	Cisco シリーズ 7200 ルータおよび Cisco シリーズ 7500 ルータのインターフェイス タイプを設定します。設定するインターフェイスのタイプ、ポート、コネクタ、インターフェイス カード番号、およびバックプレーン スロット番号を指定します。
ステップ 9	**service-policyoutput***name* 例： `Router(config-if)# service-policy output output-qos`	QoS ポリシーをインターフェイスに付加し、そのインターフェイスを脱退するパケット上で適用すべきポリシーを指定します。
ステップ 10	**mplsipencapsulateexplicit-null** 例： `Router(config-if)# mpls ip encapsulate explicit-null`	明示的ヌルラベルヘッダーを使用して、このインターフェイスからサブインターフェイスに転送されるすべてのパケットをカプセル化します。

入力 PE ルータ：P 方向インターフェイス

この手順では、デフォルトのラベル交換動作によって、受信した MPLS EXP フィールド値が出力 MPLS EXP フィールドにコピーされます。

手順の概要

1. **class-map***class-name*
2. **matchmplsexperimentaltopmost***mpls-values*
3. **policy-map***name*
4. **class***class-name*
5. **bandwidth** {*bandwidth-kbps* | **percent** *percent*}
6. **random-detect**
7. **interface***typeslot/port*
8. **service-policyoutput***name*

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**class-map***class-name* 例： `Router(config)# class-map MPLS-AF1`	パケットがマップされる（マッチングされる）クラスマップを指定します。トラフィック クラスを作成します。
ステップ 2	**matchmplsexperimentaltopmost***mpls-values* 例： `Router(config-c-map)# match mpls experimental topmost 2 4`	クラスにパケットが属しているかどうかをチェックする一致基準として使用する MPLS 値を指定します。
ステップ 3	**policy-map***name* 例： `Router(config)# policy-map output-qos`	1 つまたは複数のクラスに一致するパケットの QoS ポリシーを設定します。
ステップ 4	**class***class-name* 例： `Router(config-p-map)# class MPLS-AF1`	トラフィック クラスをサービス ポリシーに関連付けます。
ステップ 5	**bandwidth** {*bandwidth-kbps* | **percent** *percent*} 例： `Router(config-p-map-c)# bandwidth percent 40`	トラフィック クラスに最小帯域幅保証を指定します。kbps（キロビット/秒）または全体的な帯域幅のパーセント値で最小帯域幅保証を指定することができます。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 6	**random-detect** 例： `Router(config-p-map-c)# random-detect`	IP Precedence または MPLS EXP フィールド値に基づいて、WRED をポリシーに適用します。
ステップ 7	**interface***typeslot/port* 例： `Router(config)# interface ethernet 3/0`	Cisco シリーズ 7200 ルータおよび Cisco シリーズ 7500 ルータのインターフェイス タイプを設定します。設定するインターフェイスのタイプ、ポート、コネクタ、インターフェイス カード番号、およびバックプレーン スロット番号を指定します。
ステップ 8	**service-policyoutput***name* 例： `Router(config-if)# service-policy output output-qos`	QoS ポリシーをインターフェイスに付加し、そのインターフェイスを脱退するパケット上で適用すべきポリシーを指定します。

P ルータ：P 方向インターフェイス

この手順は MPLS EXP フィールドに基づいてパケットを分類し、適切な廃棄およびスケジューリング処理を提供するものです。

手順の概要

1. **class-map***class-name*
2. **matchmplsexperimentaltopmost***mpls-values*
3. **policy-map***name*
4. **class***class-name*
5. **setmplsexperimentaltopmost***value*
6. **bandwidth** {*bandwidth-kbps* | **percent** *percent*}
7. **random-detect**
8. **interface***typeslot/port*
9. **service-policyoutput***name*

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**class-map***class-name* 例： `Router(config)# class-map MPLS-AF1`	パケットがマップされる（マッチングされる）クラスマップを指定します。トラフィック クラスを作成します。
ステップ 2	**matchmplsexperimentaltopmost***mpls-values* 例： `Router(config-c-map)# match mpls experimental topmost 2 4`	パケットがそのクラスに属しているかどうかを判別するためにパケットをチェックする一致基準として使用するMPLS EXP フィールド値を指定します。
ステップ 3	**policy-map***name* 例： `Router(config)# policy-map output-qos`	1 つまたは複数のクラスに一致するパケットの QoS ポリシーを設定します。
ステップ 4	**class***class-name* 例： `Router(config-p-map)# class MPLS-AF1`	トラフィック クラスをサービス ポリシーに関連付けます。
ステップ 5	**setmplsexperimentaltopmost***value* 例： `Router(config-p-map-c)# set mpls experimental topmost 3`	入力インターフェイスや出力インターフェイスでの最上位 MPLS ラベル ヘッダーに MPLS EXP フィールド値を設定します。このコマンドはオプションです。
ステップ 6	**bandwidth** {*bandwidth-kbps* | **percent** *percent*} 例： `Router(config-p-map-c)# bandwidth percent 40`	トラフィック クラスに最小帯域幅保証を指定します。kbps（キロビット/秒）または全体的な帯域幅のパーセント値で最小帯域幅保証を指定することができます。
ステップ 7	**random-detect** 例： `Router(config-p-map-c)# random-detect`	IP Precedence または MPLS EXP フィールド値に基づいて、WRED をポリシーに適用します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 8	**interface***typeslot/port* 例： `Router(config)# interface ethernet 3/0`	Cisco シリーズ 7200 ルータおよび Cisco シリーズ 7500 ルータのインターフェイス タイプを設定します。設定するインターフェイスのタイプ、ポート、コネクタ、インターフェイス カード番号、およびバックプレーン スロット番号を指定します。
ステップ 9	**service-policyoutput***name* 例： `Router(config-if)# service-policy output output-qos`	QoS ポリシーをインターフェイスに付加し、そのインターフェイスを脱退するパケット上で適用すべきポリシーを指定します。

出力 PE ルータ：P 方向インターフェイス

この手順では、qos-group および discard-class によって、パケットの PHB が出力インターフェイスに伝送されます。qos-group および discard-class は、QoS 分類のために使用され、その後破棄されます。出力 IP パケットの ToS フィールドは、上書きされません。

手順の概要

1. **class-map***class-name*
2. **matchmplsexperimentaltopmost***mpls-values*
3. **policy-map***name*
4. **class***class-name*
5. **setqos-group***qos-group-value*
6. **setdiscard-class***value*
7. **interface***typeslot/port*
8. **service-policyinput***name*

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**class-map***class-name* 例： `Router(config)# class-map MPLS-AF11`	パケットがマップされる（マッチングされる）クラスマップを指定します。トラフィック クラスを作成します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 2	**matchmplsexperimentaltopmost***mpls-values* 例： `Router(config-c-map)# match mpls experimental topmost 4`	そのクラスにマッチングされるパケット特性を指定します。
ステップ 3	**policy-map***name* 例： `Router(config)# policy-map set-PHB`	1 つまたは複数のクラスに一致するパケットの QoS ポリシーを設定します。
ステップ 4	**class***class-name* 例： `Router(config-p-map)# class MPLS-AF11`	トラフィック クラスをサービス ポリシーに関連付けます。
ステップ 5	**setqos-group***qos-group-value* 例： `Router(config-p-map-c)# set qos-group 1`	後からパケットの分類に使用できるグループ ID を設定します。有効値は、0 ～ 99 です。
ステップ 6	**setdiscard-class***value* 例： `Router(config-p-map-c)# set discard-class 1`	discard-class 値でパケットをマークします。輻輳が発生した場合にドロップされるトラフィック タイプを指定します。有効な値の範囲は 0 ～ 7 です。
ステップ 7	**interface***typeslot/port* 例： `Router(config)# interface ethernet 3/0`	Cisco シリーズ 7200 ルータおよび Cisco シリーズ 7500 ルータのインターフェイス タイプを設定します。設定するインターフェイスのタイプ、ポート、コネクタ、インターフェイス カード番号、およびバックプレーン スロット番号を指定します。
ステップ 8	**service-policyinput***name* 例： `Router(config-if)# service-policy input set-PHB`	QoS ポリシーをインターフェイスに付加し、そのインターフェイスに着信するパケット上で適用すべきポリシーを指定します。

出力 PE ルータ：顧客方向インターフェイス

この手順では、QoS グループ ID に基づいてパケットを分類し、discard-class 属性に従ってパケットの破棄処理を決定します。

手順の概要

1. **class-map***class-name*
2. **matchqos-group***qos-group-value*
3. **policy-map***name*
4. **class***class-name*
5. **bandwidth** {*bandwidth-kbps* | **percent** *percent*}
6. **random-detectdiscard-class-based**
7. **interface***typeslot/port*
8. mpls ip
9. **service-policyoutput***name*

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**class-map***class-name* 例： `Router(config)# class-map Local-AF1`	パケットがマップされる（マッチングされる）クラスマップを指定します。トラフィック クラスを作成します。
ステップ 2	**matchqos-group***qos-group-value* 例： `Router(config-c-map)# match qos-group 1`	指定された QoS グループ値を一致基準として指定します。
ステップ 3	**policy-map***name* 例： `Router(config)# policy-map output-qos`	1 つまたは複数のクラスに一致するパケットの QoS ポリシーを設定します。
ステップ 4	**class***class-name* 例： `Router(config-p-map)# class Local-AF1`	トラフィック クラスをサービス ポリシーに関連付けます。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 5	**bandwidth** {*bandwidth-kbps* | **percent** *percent*} 例： `Router(config-p-map-c)# bandwidth percent 40`	トラフィック クラスに最小帯域幅保証を指定します。kbps（キロビット/秒）または全体的な帯域幅のパーセント値で最小帯域幅保証を指定することができます。
ステップ 6	**random-detectdiscard-class-based** 例： `Router(config-p-map-c)# random-detect discard-class-based`	WRED の基礎をパケットのクラス廃棄値にします。
ステップ 7	**interface***typeslot/port* 例： `Router(config)# interface ethernet 3/0`	Cisco シリーズ 7200 ルータおよび Cisco シリーズ 7500 ルータのインターフェイス タイプを設定します。設定するインターフェイスのタイプ、ポート、コネクタ、インターフェイスカード番号、およびバックプレーン スロット番号を指定します。
ステップ 8	mpls ip 例： `Router(config-if)# mpls ip`	特定のインターフェイス用に通常ルーティングされるパスに沿って IP バージョン 4（IPv4）パケットの MPLS 転送が行われるようにします。 （注） このインターフェイスで **mpls ip** コマンドを発行して、明示的ヌル ラベルが設定されたパケットを CE ルータから受信する必要があります。**mpls ip** コマンドは、このインターフェイスに接続されている CE ルータのインターフェイスでは設定されておらず、そのため、このリンクでは、いずれの LDP セッションまたはその他のラベル配布プロトコル セッションも確立されません。
ステップ 9	**service-policyoutput***name* 例： `Router(config-if)# service-policy output output-qos`	QoS ポリシーをインターフェイスに付加し、そのインターフェイスを脱退するパケット上で適用すべきポリシーを指定します。

ショート パイプ モードの設定

ここでは、次の設定を行う手順について説明します。

例については、ショート パイプ モードの設定例, （103 ページ）を参照してください。

（注） このステップは 1 つの方法を示すものですが、ショート パイプ モードを設定する唯一の方法というわけではありません。

入力 PE ルータ：顧客方向インターフェイス

この手順では、インポーズされたラベル エントリに MPLS EXP フィールドを設定するために、ポリシー マップを設定します。

手順の概要

1. **class-map***class-name*
2. **matchipdscp***dscp-values*
3. **policy-map***name*
4. **class***class-name*
5. **police***bps* [*burst-normal*] [*burst-max*] **conform-action** *action* **exceed-action** *action* [**violate-action** *action*]
6. **interface***typeslot/port*
7. **service-policyinput***name*

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**class-map***class-name* 例： `Router(config)# class-map IP-AF11`	パケットがマップされる（マッチングされる）クラスマップを指定します。トラフィック クラスを作成します。
ステップ 2	**matchipdscp***dscp-values* 例： `Router(config-c-map)# match ip dscp 4`	DSCP 値を一致基準として使用します。
ステップ 3	**policy-map***name* 例： `Router(config)# policy-map set-MPLS-PHB`	1 つまたは複数のクラスに一致するパケットの QoS ポリシーを設定します。
ステップ 4	**class***class-name* 例： `Router(config-p-map)# class IP-AF11`	トラフィック クラスをサービス ポリシーに関連付けます。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 5	**police***bps* [*burst-normal*] [*burst-max*] **conform-action** *action* **exceed-action** *action* [**violate-action** *action*] 例： `Router(config-p-map-c)# police 8000 conform-action set-mpls-experimental-imposition-transmit 4 exceed-action set-mpls-experimental-imposition-transmit 2`	次の内容を含む、トラフィックポリシング機能を設定します。 • SLA で指定されたレート制限に適合するパケットをとるアクション • SLA で指定されたレート制限を超えるパケットをとるアクション action フィールドに、**set-mpls-experimental-imposition** *value* を入力します。ここで、*value* は、MPLS EXP フィールドが設定される値です。
ステップ 6	**interface***typeslot/port* 例： `Router(config)# interface ethernet 3/0`	Cisco シリーズ 7200 ルータおよび Cisco シリーズ 7500 ルータのインターフェイスタイプを設定します。設定するインターフェイスのタイプ、ポート、コネクタ、インターフェイスカード番号、およびバックプレーンスロット番号を指定します。
ステップ 7	**service-policyinput***name* 例： `Router(config-if)# service-policy input set-MPLS-PHB`	QoS ポリシーをインターフェイスに付加し、そのインターフェイスに着信するパケット上で適用すべきポリシーを指定します。

入力 PE ルータ：P 方向インターフェイス

この手順は MPLS EXP フィールドに基づいてパケットを分類し、適切な廃棄およびスケジューリング処理を提供するものです。

手順の概要

1. **class-map***class-name*
2. **matchmplsexperimentaltopmost***mpls-values*
3. **policy-map***name*
4. **class***class-name*
5. **bandwidth** {*bandwidth-kbps* | **percent** *percent*}
6. **random-detect**
7. **interface***typeslot/port*
8. **service-policyoutput***name*

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**class-map***class-name* 例： `Router(config)# class-map MPLS-AF1`	パケットがマップされる（マッチングされる）クラスマップを指定します。トラフィック クラスを作成します。
ステップ 2	**matchmplsexperimentaltopmost***mpls-values* 例： `Router(config-c-map)# match mpls experimental topmost 2 4`	パケットがそのクラスに属しているかどうかを判別するためにパケットをチェックする一致基準として使用するMPLS EXP フィールド値を指定します。
ステップ 3	**policy-map***name* 例： `Router(config)# policy-map output-qos`	1 つまたは複数のクラスに一致するパケットの QoS ポリシーを設定します。
ステップ 4	**class***class-name* 例： `Router(config-p-map)# class MPLS-AF1`	トラフィック クラスをサービス ポリシーに関連付けます。
ステップ 5	**bandwidth** {*bandwidth-kbps* | **percent** *percent*} 例： `Router(config-p-map-c)# bandwidth percent 40`	トラフィック クラスに最小帯域幅保証を指定します。kbps（キロビット/秒）または全体的な帯域幅のパーセント値で最小帯域幅保証を指定することができます。
ステップ 6	**random-detect** 例： `Router(config-p-map-c)# random-detect`	帯域幅保証を持つトラフィック クラスの WRED ドロップ ポリシーをイネーブルにします。
ステップ 7	**interface***typeslot/port* 例： `Router(config)# interface ethernet 3/0`	Cisco シリーズ 7200 ルータおよび Cisco シリーズ 7500 ルータのインターフェイス タイプを設定します。設定するインターフェイスのタイプ、ポート、コネクタ、インターフェイス カード番号、およびバックプレーン スロット番号を指定します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 8	**service-policyoutput***name* 例： `Router(config-if)# service-policy output-qos`	QoS ポリシーをインターフェイスに付加し、そのインターフェイスを脱退するパケット上で適用すべきポリシーを指定します。

P ルータ：P 方向インターフェイス

この手順は MPLS EXP フィールドに基づいてパケットを分類し、適切な廃棄およびスケジューリング処理を提供するものです。

手順の概要

1. **class-map***class-name*
2. **matchmplsexperimentaltopmost***mpls-values*
3. **policy-map***name*
4. **class***class-name*
5. **bandwidth** {*bandwidth-kbps* | **percent** *percent*}
6. **random-detect**
7. **interface***typeslot/port*
8. **service-policyoutput***name*

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**class-map***class-name* 例： `Router(config)# class-map MPLS-AF1`	パケットがマップされる（マッチングされる）クラスマップを指定します。トラフィック クラスを作成します。
ステップ 2	**matchmplsexperimentaltopmost***mpls-values* 例： `Router(config-c-map)# match mpls experimental topmost 2 4`	パケットがそのクラスに属しているかどうかを判別するためにパケットをチェックする一致基準として使用する MPLS EXP フィールド値を指定します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 3	**policy-map***name* 例： `Router(config)# policy-map output-qos`	1 つまたは複数のクラスに一致するパケットの QoS ポリシーを設定します。
ステップ 4	**class***class-name* 例： `Router(config-p-map)# class MPLS-AF1`	トラフィック クラスをサービス ポリシーに関連付けます。
ステップ 5	**bandwidth** {*bandwidth-kbps* | **percent** *percent*} 例： `Router(config-p-map-c)# bandwidth percent 40`	トラフィック クラスに最小帯域幅保証を指定します。kbps（キロビット/秒）または全体的な帯域幅のパーセント値で最小帯域幅保証を指定することができます。
ステップ 6	**random-detect** 例： `Router(config-p-map-c)# random-detect`	IP Precedence または MPLS EXP フィールド値に基づいて、WRED をポリシーに適用します。
ステップ 7	**interface***typeslot/port* 例： `Router(config)# interface ethernet 3/0`	Cisco シリーズ 7200 ルータおよび Cisco シリーズ 7500 ルータのインターフェイス タイプを設定します。設定するインターフェイスのタイプ、ポート、コネクタ、インターフェイス カード番号、およびバックプレーン スロット番号を指定します。
ステップ 8	**service-policyoutput***name* 例： `Router(config-if)# service-policy output output-qos`	QoS ポリシーをインターフェイスに付加し、そのインターフェイスを脱退するパケット上で適用すべきポリシーを指定します。

出力 PE ルータ：顧客方向インターフェイス

この手順は IP DSCP 値に基づいてパケットを分類し、適切な廃棄およびスケジューリング処理を提供するものです。

手順の概要

1. **class-map***class-name*
2. **matchipdscp***dscp-values*
3. **policy-map***name*
4. **class***class-name*
5. **bandwidth** {*bandwidth-kbps* | **percent** *percent*}
6. **random-detectdscp-based**
7. **interface***typeslot/port*
8. **service-policyoutput***name*

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**class-map***class-name* 例： `Router(config)# class-map IP-AF1`	パケットがマップされる（マッチングされる）クラスマップを指定します。トラフィック クラスを作成します。
ステップ 2	**matchipdscp***dscp-values* 例： `Router(config-c-map)# match ip dscp 4 0`	DSCP 値を一致基準として使用します。
ステップ 3	**policy-map***name* 例： `Router(config)# policy-map output-qos`	1 つまたは複数のクラスに一致するパケットの QoS ポリシーを設定します。
ステップ 4	**class***class-name* 例： `Router(config-p-map)# class AF1`	トラフィック クラスをサービス ポリシーに関連付けます。
ステップ 5	**bandwidth** {*bandwidth-kbps* | **percent** *percent*} 例： `Router(config-p-map-c)# bandwidth percent 40`	トラフィック クラスに最小帯域幅保証を指定します。kbps（キロビット/秒）または全体的な帯域幅のパーセント値で最小帯域幅保証を指定することができます。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 6	**random-detectdscp-based** 例： `Router(config-p-map-c)# random-detect dscp-based`	帯域幅保証を持つトラフィック クラスの WRED ドロップ ポリシーをイネーブルにします。
ステップ 7	**interface***typeslot/port* 例： `Router(config)# interface ethernet 3/0`	Cisco シリーズ 7200 ルータおよび Cisco シリーズ 7500 ルータのインターフェイス タイプを設定します。設定するインターフェイスのタイプ、ポート、コネクタ、インターフェイス カード番号、およびバックプレーン スロット番号を指定します。
ステップ 8	**service-policyoutput***name* 例： `Router(config-if)# service-policy output output-qos`	QoS ポリシーをインターフェイスに付加し、そのインターフェイスを脱退するパケット上で適用すべきポリシーを指定します。

均一モードの設定

ここでは、次の設定を行う手順について説明します。

例については、均一モードの設定例, （105 ページ）を参照してください。

（注） 以降の手順は、均一モードを設定するための1つの方法であり、唯一の方法を示しているわけではありません。

入力 PE ルータ：顧客方向インターフェイス

この手順では、インポーズされたラベル エントリに MPLS EXP フィールドを設定するために、ポリシー マップを設定します。

手順の概要

1. **class-map***class-name*
2. **matchipdscp***dscp-values*
3. **policy-map***name*
4. **class***class-name*
5. **police***bps* [*burst-normal*] [*burst-max*] **conform-action** *action* **exceed-action** *action* [**violate-action** *action*]
6. **interface***typeslot/port*
7. **service-policyinput***name*

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**class-map***class-name* 例： `Router(config)# class-map IP-AF11`	パケットがマップされる（マッチングされる）クラスマップを指定します。トラフィック クラスを作成します。
ステップ 2	**matchipdscp***dscp-values* 例： `Router(config-c-map)# match ip dscp 4`	DSCP 値を一致基準として使用します。
ステップ 3	**policy-map***name* 例： `Router(config)# policy-map set-MPLS-PHB`	1 つまたは複数のクラスに一致するパケットの QoS ポリシーを設定します。
ステップ 4	**class***class-name* 例： `Router(config-p-map)# class IP-AF11`	トラフィック クラスをサービス ポリシーに関連付けます。
ステップ 5	**police***bps* [*burst-normal*] [*burst-max*] **conform-action** *action* **exceed-action** *action* [**violate-action** *action*] 例： `Router(config-p-map-c)# police 8000 conform-action set-mpls-experimental-imposition-transmit 3 exceed-action set-mpls-experimental-imposition-transmit 2`	次の内容を含む、トラフィック ポリシング機能を設定します。 • SLA で指定されたレート制限に適合するパケットをとるアクション • SLA で指定されたレート制限を超えるパケットをとるアクション

	コマンドまたはアクション	目的
		action フィールドに、**set-mpls-experimental-imposition** *value* を入力します。ここで、*value* は、MPLS EXP フィールドが設定される値です。
ステップ 6	**interface***typeslot/port* 例： `Router(config)# interface ethernet 3/0`	Cisco シリーズ 7200 ルータおよび Cisco シリーズ 7500 ルータのインターフェイスタイプを設定します。設定するインターフェイスのタイプ、ポート、コネクタ、インターフェイスカード番号、およびバックプレーンスロット番号を指定します。
ステップ 7	**service-policyinput***name* 例： `Router(config-if)# service-policy input set-MPLS-PHB`	QoS ポリシーをインターフェイスに付加し、そのインターフェイスに着信するパケット上で適用すべきポリシーを指定します。

入力 PE ルータ：P 方向インターフェイス

この手順は MPLS EXP フィールドに基づいてパケットを分類し、適切な廃棄およびスケジューリング処理を提供するものです。

手順の概要

1. **class-map***class-name*
2. **matchmplsexperimentaltopmost***mpls-values*
3. **policy-map***name*
4. **class***class-name*
5. **bandwidth** {*bandwidth-kbps* | **percent** *percent*}
6. **random-detect**
7. **interface***typeslot/port*
8. **service-policyoutput***name*

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**class-map***class-name* 例： `Router(config)# class-map MPLS-AF1`	パケットがマップされる（マッチングされる）クラスマップを指定します。トラフィック クラスを作成します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 2	**matchmplsexperimentaltopmost***mpls-values* 例： `Router(config-c-map)# match mpls experimental topmost 2 3`	パケットがそのクラスに属しているかどうかを判別するためにパケットをチェックする一致基準として使用するMPLS EXP フィールド値を指定します。
ステップ 3	**policy-map***name* 例： `Router(config)# policy-map output-qos`	1 つまたは複数のクラスに一致するパケットの QoS ポリシーを設定します。
ステップ 4	**class***class-name* 例： `Router(config-p-map)# class MPLS-AF1`	トラフィック クラスをサービスポリシーに関連付けます。
ステップ 5	**bandwidth** {*bandwidth-kbps* | **percent** *percent*} 例： `Router(config-p-map-c)# bandwidth percent 40`	トラフィック クラスに最小帯域幅保証を指定します。kbps（キロビット/秒）または全体的な帯域幅のパーセント値で最小帯域幅保証を指定することができます。
ステップ 6	**random-detect** 例： `Router(config-p-map-c)# random-detect`	帯域幅保証を持つトラフィック クラスの WRED ドロップポリシーをイネーブルにします。
ステップ 7	**interface***typeslot/port* 例： `Router(config)# interface ethernet 3/0`	Cisco シリーズ 7200 ルータおよび Cisco シリーズ 7500 ルータのインターフェイス タイプを設定します。設定するインターフェイスのタイプ、ポート、コネクタ、インターフェイス カード番号、およびバックプレーン スロット番号を指定します。
ステップ 8	**service-policyoutput***name* 例： `Router(config-if)# service-policy output-qos`	QoS ポリシーをインターフェイスに付加し、そのインターフェイスを脱退するパケット上で適用すべきポリシーを指定します。

P ルータ：アップストリーム P 方向インターフェイス

この手順では、MPLS EXP フィールドに基づいてパケットを分類し、QoS グループ ID を設定します。

手順の概要

1. **class-map***class-name*
2. **matchmplsexperimentaltopmost***mpls-values*
3. **policy-map***name*
4. **class***class-name*
5. **setqos-groupmplsexperimentaltopmost**
6. **interface***typeslot/port*
7. **service-policyinput***name*

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**class-map***class-name* 例： `Router(config)# class-map mpls-in`	パケットがマップされる（マッチングされる）クラスマップを指定します。トラフィック クラスを作成します。
ステップ 2	**matchmplsexperimentaltopmost***mpls-values* 例： `Router(config-c-map)# match mpls experimental topmost 4 5`	パケットがそのクラスに属しているかどうかを判別するためにパケットをチェックする一致基準として使用するMPLS EXP フィールド値を指定します。
ステップ 3	**policy-map***name* 例： `Router(config)# policy-map policy2`	1 つまたは複数のクラスに一致するパケットの QoS ポリシーを設定します。
ステップ 4	**class***class-name* 例： `Router(config-p-map)# class mpls-in`	トラフィック クラスをサービス ポリシーに関連付けます。
ステップ 5	**setqos-groupmplsexperimentaltopmost** 例： `Router(config-p-map-c)# set qos-group mpls experimental topmost`	MPLS EXP 最上位フィールド値を QoS グループ ID にコピーします。詳細については、『*Enhanced Packet Marking*, Release 12.2(13)T』を参照してください。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 6	**interface***typeslot/port* 例： `Router(config)# interface ethernet 3/0`	Cisco シリーズ 7200 ルータおよび Cisco シリーズ 7500 ルータのインターフェイス タイプを設定します。設定するインターフェイスのタイプ、ポート、コネクタ、インターフェイス カード番号、およびバックプレーン スロット番号を指定します。
ステップ 7	**service-policyinput***name* 例： `Router(config-if)# service-policy input policy2`	QoS ポリシーをインターフェイスに付加し、そのインターフェイスに着信するパケット上で適用すべきポリシーを指定します。

P ルータ：ダウンストリーム P 方向インターフェイス

この手順では、パケットの QoS ID に基づいてパケットをマッチングし、最上位ラベル ヘッダーの MPLS EXP フィールドを QoS グループ ID に設定します。

手順の概要

1. **class-map***class-name*
2. **matchqos-group***qos-group-value*
3. **policy-map***name*
4. **class***class-name*
5. **setmplsexperimentaltopmostqos-group**
6. **bandwidth** {*bandwidth-kbps* | **percent** *percent*}
7. **random-detect**
8. **interface***typeslot/port*
9. **service-policyoutput***name*

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**class-map***class-name* 例： `Router(config)# class-map qos-group-out`	パケットがマップされる（マッチングされる）クラスマップを指定します。トラフィック クラスを作成します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 2	**matchqos-group***qos-group-value* 例： `Router(config-c-map)# match qos-group 4`	一致基準として特定の QoS グループ値を指定します。
ステップ 3	**policy-map***name* 例： `Router(config)# policy-map policy3`	1 つまたは複数のクラスに一致するパケットの QoS ポリシーを設定します。
ステップ 4	**class***class-name* 例： `Router(config-p-map)# class qos-group-out`	トラフィック クラスをサービス ポリシーに関連付けます。
ステップ 5	**setmplsexperimentaltopmostqos-group** 例： `Router(config-p-map-c)# set mpls experimental topmost qos-group`	QoS グループ ID を最上位ラベル ヘッダーの MPLS EXP フィールドにコピーします。
ステップ 6	**bandwidth** {*bandwidth-kbps* | **percent** *percent*} 例： `Router(config-p-map-c)# bandwidth percent 40`	トラフィック クラスに最小帯域幅保証を指定します。kbps（キロビット/秒）または全体的な帯域幅のパーセント値で最小帯域幅保証を指定することができます。
ステップ 7	**random-detect** 例： `Router(config-p-map-c)# random-detect`	IP Precedence または MPLS EXP フィールド値に基づいて、WRED をポリシーに適用します。
ステップ 8	**interface***typeslot/port* 例： `Router(config)# interface ethernet 3/1`	Cisco シリーズ 7200 ルータおよび Cisco シリーズ 7500 ルータのインターフェイス タイプを設定します。設定するインターフェイスのタイプ、ポート、コネクタ、インターフェイス カード番号、およびバックプレーン スロット番号を指定します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 9	**service-policyoutput***name* 例： `Router(config-if)# service-policy output policy3`	QoS ポリシーをインターフェイスに付加し、そのインターフェイスに着信するパケット上で適用すべきポリシーを指定します。

出力 PE ルータ：P 方向インターフェイス

この手順では、MPLS EXP フィールドに基づいてパケットを分類し、QoS グループ ID を設定します。

手順の概要

1. **class-map***class-name*
2. **matchmplsexperimentaltopmost***mpls-values*
3. **policy-map***name*
4. **class***class-name*
5. **setqos-groupmplsexperimentaltopmost**
6. **interface***typeslot*/*port*
7. **service-policyinput***name*

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**class-map***class-name* 例： `Router(config)# class-map mpls-in`	パケットがマップされる（マッチングされる）クラスマップを指定します。トラフィック クラスを作成します。
ステップ 2	**matchmplsexperimentaltopmost***mpls-values* 例： `Router(config-c-map)# match mpls experimental topmost 4 5`	パケットがそのクラスに属しているかどうかを判別するためにパケットをチェックする一致基準として使用する MPLS EXP フィールド値を指定します。
ステップ 3	**policy-map***name* 例： `Router(config)# policy-map foo`	1 つまたは複数のクラスに一致するパケットの QoS ポリシーを設定します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 4	**class***class-name* 例： `Router(config-p-map)# class mpls-in`	トラフィック クラスをサービス ポリシーに関連付けます。
ステップ 5	**setqos-groupmplsexperimentaltopmost** 例： `Router(config-p-map)# set qos-group mpls experimental topmost`	MPLS EXP 最上位フィールド値を QoS グループ ID にコピーします。
ステップ 6	**interface***typeslot*/*port* 例： `Router(config)# interface ethernet 3/0`	Cisco シリーズ 7200 ルータおよび Cisco シリーズ 7500 ルータのインターフェイス タイプを設定します。設定するインターフェイスのタイプ、ポート、コネクタ、インターフェイス カード番号、およびバックプレーン スロット番号を指定します。
ステップ 7	**service-policyinput***name* 例： `Router(config-if)# service-policy input foo`	QoS ポリシーをインターフェイスに付加し、そのインターフェイスに着信するパケット上で適用すべきポリシーを指定します。

出力 PE ルータ：顧客方向インターフェイス

この手順では、パケットの QoS ID に基づいてパケットをマッチングし、IP Precedence フィールドを QoS グループ ID に設定します。

手順の概要

1. **class-map***class-name*
2. **matchqos-group***qos-group-value*
3. **policy-map***name*
4. **class***class-name*
5. **setprecedenceqos-group**
6. **bandwidth** {*bandwidth-kbps* | **percent** *percent*}
7. **random-detect**
8. **interface***typeslot*/*port*
9. **service-policyoutput***name*

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**class-map***class-name* 例： `Router(config)# class-map qos-out`	パケットがマップされる（マッチングされる）クラスマップを指定します。トラフィック クラスを作成します。
ステップ 2	**matchqos-group***qos-group-value* 例： `Router(config-c-map)# match qos-group 4`	一致基準として特定の QoS グループ値を指定します。
ステップ 3	**policy-map***name* 例： `Router(config)# policy-map foo-out`	1 つまたは複数のクラスに一致するパケットの QoS ポリシーを設定します。
ステップ 4	**class***class-name* 例： `Router(config-p-map)# class qos-out`	トラフィック クラスをサービス ポリシーに関連付けます。
ステップ 5	**setprecedenceqos-group** 例： `Router(config-p-map-c)# set precedence qos-group`	パケット ヘッダーに Precedence 値を設定します。
ステップ 6	**bandwidth** {*bandwidth-kbps* | **percent** *percent*} 例： `Router(config-p-map-c)# bandwidth percent 40`	トラフィック クラスに最小帯域幅保証を指定します。kbps（キロビット/秒）または全体的な帯域幅のパーセント値で最小帯域幅保証を指定することができます。
ステップ 7	**random-detect** 例： `Router(config-p-map-c)# random-detect`	IP Precedence または MPLS EXP フィールド値に基づいて、WRED をポリシーに適用します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 8	**interface***typeslot*/*port* 例： `Router(config)# interface ethernet 3/1`	Cisco シリーズ 7200 ルータおよび Cisco シリーズ 7500 ルータのインターフェイス タイプを設定します。設定するインターフェイスのタイプ、ポート、コネクタ、インターフェイス カード番号、およびバックプレーン スロット番号を指定します。
ステップ 9	**service-policyoutput***name* 例： `Router(config-if)# service-policy output foo-out`	QoS ポリシーをインターフェイスに付加し、そのインターフェイスに着信するパケット上で適用すべきポリシーを指定します。

MPLS DiffServ トンネリング モードのサポートの確認

- PE ルータでは、**show policy-map interface** コマンドによって、破棄クラスベースの WRED が出力に表示されます。
- ショート パイプ モードでは、**show policy-map interface** コマンドによって、**set mpls experimental imposition** コマンドが検索されます。

トラブルシューティングのヒント

- IP QoS マーキングは、サービスプロバイダーのネットワークで変更することはできません。
- QoS 統計情報には、パケットが適切なクラスでスケジュールされたことが示されます。

MPLS DiffServ トンネリング モードの設定例

（注） 1 つのトンネリング モードだけを設定できます。

- 以降の例は、トンネリング モードを設定するための 1 つの方法であり、唯一の方法を示しているわけではありません。

明示的 NULL LSP を使用するパイプ モードの設定例

入力 CE ルータ：顧客方向インターフェイス

この例では、パケットが class-map IP-AF11 に対してマッチングされます。DSCP 値 4 は、パケットがクラスに属しているかどうかを判断するための一致基準として使用されます。準拠するパケットでは、その MPLS EXP フィールドが 4 に設定されます。レート外のパケットでは、その MPLS EXP フィールドが 2 に設定されます。

```
class-map IP-AF11
 match ip dscp 4
policy-map set-MPLS-PHB
 class IP-AF11
  police 8000 conform-action set-mpls-experimental-imposition-transmit 4 exceed-action
  set-mpls-experimental-imposition-transmit 2
interface ethernet 3/0
 service-policy input set-MPLS-PHB
```

入力 CE ルータ：PE 方向インターフェイス

この例では、MPLS EXP 2 および 4 は、class-map MPLS-AF1 に対してマッチングされます。このクラスに一致するパケットでは、WRED および WFQ がイネーブルになります。

```
class-map match-any MPLS-AF1
 match mpls experimental topmost 2 4
 match ip dscp 4
policy-map output-qos
class MPLS-AF1
  bandwidth percent 40
  random-detect
interface ethernet 3/0
 service-policy output output-qos
 mpls ip encapsulate explicit-null
```

入力 PE ルータ：P 方向インターフェイス

この例では、デフォルトのラベル交換動作によって、受信した MPLS EXP フィールド値が出力 MPLS EXP フィールドにコピーされます。MPLS EXP 値 2 および 4 を持つパケットは、class-map MPLS-AF1 に対してマッチングされます。このクラスに一致するパケットでは、WRED および WFQ がイネーブルになります。

```
class-map MPLS-AF1
 match mpls experimental topmost 2 4
policy-map output-qos
 class MPLS-AF1
   bandwidth percent 40
   random-detect
interface ethernet 3/0
 service-policy output output-qos
```

P ルータ：P 方向インターフェイス

この例では、MPLS EXP 値 2 または 4 を持つパケットは、class-map MPLS-AF1 に対してマッチングされます。このクラスに一致するパケットでは、WRED および WFQ がイネーブルになります。

```
class-map MPLS-AF1
```

```
 match mpls experimental topmost 2 4
policy-map output-qos
 class MPLS-AF1
  bandwidth percent 40
  random-detect
interface ethernet 3/0
 service-policy output output-qos
```

出力 PE ルータ：P 方向インターフェイス

この例では、qos-group 1 および discard-class 1 は、パケットの PHB を示すように設定されている必要があります。qos-group および discard-class は出力インターフェイスで QoS の分類に使用されます。

```
class-map MPLS-AF11
 match mpls experimental topmost 4
class-map MPLS-AF12
 match mpls experimental topmost 2
policy-map set-PHB
 class MPLS-AF11
  set qos-group 1
  set discard-class 1
class MPLS-AF12
  set qos-group 1
  set discard-class 2
interface ethernet 3/0
 service-policy input set-PHB
```

出力 PE ルータ：顧客方向インターフェイス

この例では、qos-group 値 1 を持つパケットは、class-map Local-AF1 に対してマッチングされます。このクラスに一致するパケットには、パケットの破棄クラス値に基づく WRED が適用されます。

（注） このインターフェイスで **mpls ip** コマンドを発行して、明示的ヌル ラベルが設定されたパケットを CE ルータから受信する必要があります。**mpls ip** コマンドは、このインターフェイスに接続されている CE ルータのインターフェイスでは設定されておらず、そのため、このリンクでは、いずれの LDP セッションまたはその他のラベル配布プロトコル セッションも確立されません。

```
class-map Local-AF1
 match qos-group 1
policy-map output-qos
 class Local-AF1
  bandwidth percent 40
  random-detect discard-class-based
interface ethernet 3/0
 mpls ip
 service-policy output output-qos
```

ショート パイプ モードの設定例

（注） ショート パイプ モードは、CE ルータでは設定されません。

入力 PE ルータ：顧客方向インターフェイス

この例では、IP パケットは class-map IP-AF11 に対してマッチングされます。準拠するパケットでは、その MPLS EXP フィールドが 4 に設定されます。レート外のパケットでは、その MPLS EXP フィールドが 2 に設定されます。

```
class-map IP-AF11
 match ip dscp 4
policy-map set-MPLS-PHB
 class IP-AF11
  police 8000 conform-action set-mpls-experimental-imposition-transmit 4 exceed-action
  set-mpls-experimental-imposition-transmit 2
interface ethernet 3/0
 service-policy input set-MPLS-PHB
```

入力 PE ルータ：P 方向インターフェイス

この例では、MPLS EXP 2 および 4 は、class-map MPLS-AF1 に対してマッチングされます。このクラスに一致するパケットでは、WRED および WFQ がイネーブルになります。

```
class-map MPLS-AF1
 match mpls experimental topmost 2 4
policy-map output-qos
 class MPLS-AF1
  bandwidth percent 40
  random-detect
interface ethernet 3/0
 service-policy output output-qos
```

P ルータ：P 方向インターフェイス

この例では、MPLS EXP 2 および 4 は、class-map MPLS-AF1 に対してマッチングされます。このクラスに一致するパケットでは、WRED および WFQ がイネーブルになります。

```
class-map MPLS-AF1
 match mpls experimental topmost 2 4
policy-map output-qos
 class MPLS-AF1
  bandwidth percent 40
  random-detect
interface ethernet 3/0
 service-policy output output-qos
```

出力 PE ルータ：顧客方向インターフェイス

この例では、出力 PE ルータが IP パケットを送信します。パケットは class-map IP-AF1 に対してマッチングされます。このクラスに一致するパケットでは、WRED および WFQ がイネーブルになります。

```
class-map IP-AF1
 match ip dscp 4 0
policy-map output-qos
 class AF1
  bandwidth percent 40
  random-detect dscp-based
interface ethernet 3/0
 service-policy output output-qos
```

均一モードの設定例

入力 PE ルータ：顧客方向インターフェイス

この例では、IP パケットは class-map IP-AF11 に対してマッチングされます。準拠するパケットでは、その MPLS EXP フィールドが 3 に設定されます。レート外のパケットでは、その MPLS EXP フィールドが 2 に設定されます。

```
class-map IP-AF11
 match ip dscp 4
policy-map set-MPLS-PHB
 class IP-AF11
  police 8000 conform-action set-mpls-experimental-imposition-transmit 3 exceed-action
  set-mpls-experimental-imposition-transmit 2
interface ethernet 3/0
 service-policy input set-MPLS-PHB
```

入力 PE ルータ：P 方向インターフェイス

この例では、MPLS EXP 2 および 3 は、class-map MPLS-AF1 に対してマッチングされます。このクラスに一致するパケットでは、WRED および WFQ がイネーブルになります。

```
class-map MPLS-AF1
 match mpls experimental topmost 2 3
policy-map output-qos
 class MPLS-AF1
  bandwidth percent 40
  random-detect
interface ethernet 3/0
 service-policy output output-qos
```

P ルータ：アップストリーム P 方向インターフェイス

IGP ラベルがポップされた、最後から 2 番目の P ルータの入力インターフェイスで、IGP ラベルの EXP フィールド値が QoS グループ ID にコピーされます。IGP ラベルの MPLS EXP フィールド値が、コアで 4 または 5 にリカラーされたと想定します。この例では、MPLS EXP 値 4 および 5 が class-map mpls-in に一致します。このクラスに一致するパケットの場合、IGP ラベルの MPLS EXP 値が QoS グループ ID にコピーされます。

```
class-map mpls-in
 match mpls experimental topmost 4 5
policy-map policy2
 class mpls-in
  set qos-group mpls experimental topmost
interface ethernet 3/0
 service-policy input policy2
```

P ルータ：ダウンストリーム P 方向インターフェイス

この例では、QoS グループ ID 4 および 5 は、class-map qos-group-out に対してマッチングされます。このクラスに一致するパケットの場合、最上位の出力ラベルの MPLS EXP フィールドは、QoS グループ ID に設定されます。

```
class-map qos-group-out
 match qos-group 4
```

```
 match qos-group 5
policy-map policy3
 class qos-group-out
  set mpls experimental topmost qos-group
  bandwidth percent 40
  random-detect
interface ethernet 3/1
 service-policy output policy3
```

出力 PE ルータ：P 方向インターフェイス

この例では、MPLS EXP 値 4 または 5 のパケットは class-map mpls-in に一致します。ラベル ヘッダーの EXP フィールドの値が、QoS グループ ID にコピーされます。

```
class-map mpls-in
 match mpls experimental topmost 4 5
policy-map foo
 class mpls-in
  set qos-group mpls experimental topmost
interface ethernet 3/0
 service-policy input foo
```

出力 PE ルータ：顧客方向インターフェイス

この例では、出力 PE ルータが IP パケットを送信します。QoS グループ ID 4 および 5 は、class-map qos-out にマッチングされ、これらのパケットの IP Precedence フィールドは、この QoS グループ ID に設定されます。

```
class-map qos-out
 match qos-group 4
 match qos-group 5
policy-map foo-out
 class qos-out
  set precedence qos-group
  bandwidth percent 40
  random-detect
interface ethernet 3/1
 service-policy output foo-out
```

その他の参考資料

関連資料

関連項目	マニュアル タイトル
MPLS トラフィック エンジニアリング	MPL S 構成ガイド
QoS	『Quality of Service Configuration Guide』

標準

規格	Title
この機能でサポートされる新規の標準または変更された標準はありません。また、既存の標準のサポートは変更されていません。	--

MIB

MIB	MIB のリンク
この機能によってサポートされる新しい MIB または変更された MIB はありません。またこの機能による既存 MIB の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、およびフィーチャ セットに関する MIB を探してダウンロードするには、次の URL にある Cisco MIB Locator を使用します。 http://www.cisco.com/go/mibs

RFC

RFC	Title
この機能によりサポートされた新規 RFC または改訂 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	Link
シスコのサポート Web サイトでは、シスコの製品やテクノロジーに関するトラブルシューティングにお役立ていただけるように、マニュアルやツールをはじめとする豊富なオンラインリソースを提供しています。 お使いの製品のセキュリティ情報や技術情報を入手するために、Cisco Notification Service（Field Notice からアクセス）、Cisco Technical Services Newsletter、Really Simple Syndication（RSS）フィードなどの各種サービスに加入できます。 シスコのサポート Web サイトのツールにアクセスする際は、Cisco.com のユーザ ID およびパスワードが必要です。	http://www.cisco.com/en/US/support/index.html

MPLS DiffServ トンネリング モードの機能情報

次の表に、このモジュールで説明した機能に関するリリース情報を示します。この表は、ソフトウェア リリース トレインで各機能のサポートが導入されたときのソフトウェア リリースだけを示しています。その機能は、特に断りがない限り、それ以降の一連のソフトウェア リリースでもサポートされます。

プラットフォームのサポートおよびシスコ 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 にアクセスするには、www.cisco.com/go/cfn に移動します。Cisco.com のアカウントは必要ありません。

表 *4*：*MPLS DiffServ* トンネリング モードの機能情報

機能名	リリース	機能情報
『MPLS DiffServ Tunneling Modes』	12.2(13)T 12.2(18)S 12.2(27)SBA 12.2(27)SBB 12.2(28)SB 12.3(2)T Cisco IOS Release IOS XE 2.1 15.4(1)S	MPLS DiffServ トンネリング モード機能を使用すると、サービス プロバイダーは、ルータが MPLS ネットワークの MPLS パケットに提供する QoS を管理できます。 この機能は、12.2(13)T で初めて導入されました。 この機能は、12.2(18)S で統合されました。 この機能は、12.2(27)SBA で統合されました。 この機能は、12.2(27)SBB で統合されました。 この機能は、12.2(28)SB で統合されました。 この機能は、12.3(2)T で統合されました。 この機能は、Cisco IOS Release IOS XE 2.1 で統合されました。 Cisco IOS Release 15.4(1) S では、Cisco 901S プラットフォームのサポートが追加されました。

用語集

CE ルータ：カスタマー エッジ ルータ。カスタマー ネットワークに属し、プロバイダー エッジ（PE）ルータとのインターフェイスとなるルータ。

クラス：音声などのトラフィックを分類します。**class-map** コマンドを使用したトラフィック クラスの定義

class-map：パケットで何をマッチングするかを定義します。たとえば、class-mapを使用して音声パケットを指定できます。

core：MPLS ネットワーク。エッジには、エッジ ルータが存在します。

カスタマー ネットワーク：エンド カスタマーの管理下にあるネットワーク。RFC 1918 に定義されているとおり、カスタマー ネットワークにはプライベート アドレスを使用できます。カスタマーネットワークは、論理上、互いに独立しており、サービスプロバイダーのネットワークから切り離されています。

DiffServ：帯域幅、遅延、ジッタ、およびパケット損失を制御するメカニズムが組み込まれたアーキテクチャにおける、アプリケーションレベルの QoS およびトラフィック管理。各クラスに定義された QoS パラメータで、アプリケーション トラフィックを複数のクラス（集約）に分類することができます。一般的なアレンジは、トラフィックをプレミアム クラス、ゴールドクラス、シルバー クラス、ブロンズ クラス、およびベスト エフォート クラスに分類するというものです。

DSCP：Differentiated Services Code Point、または DiffServ Code Point（DiffServ コード ポイント）。さまざまなパケットストリームに対して異なるグレードを適用することをネットワークルータに求める、各 IP パケットのヘッダー内のマーカー。IP ヘッダーの値は、パケットに適用される PHB を示します。

discard-class：破棄プロファイルを示すために使用されるローカル変数。

E-LSP：パケットの QoS が、MPLS ヘッダーの MPLS EXP フィールドによってだけ決定される LSP。E-LSP は、ATM-LSR ではサポートされていません。

エッジ ルータ：ネットワークのエッジにあるルータ。MPLS ネットワークの境界を定義します。パケットを送受信します。エッジ ラベル スイッチ ルータおよびラベル エッジ ルータとも呼ばれます。

出力ルータ：パケットが発信されるネットワークのエッジにあるルータ。

カプセル化：特定のプロトコル ヘッダーにデータをラップすること。たとえば、イーサネットデータは、ネットワークで送信される前に、特定のイーサネット ヘッダーでラップされます。

明示的ヌル ラベル：EXP 値だけを持つラベル。値ゼロ（0）は、明示的ヌル ラベルを表します。このラベルは、ラベル スタックの一番下にだけ入れることができます。これは、ラベル スタックがポップされ、パケットの転送が IPv4 ヘッダーに基づくことを示します。ラベルが必要ない場合でも、ラベルをスタックに入れておくことが必要となることがあります。ネクストホップにMPLS EXP フィールドを維持する必要がある場合は、明示的ヌルを使用します。

入力ルータ：ネットワークを介してパケットを受信する、ネットワークのエッジにあるルータ。

IPPrecedence フィールド：IP パケットのヘッダー内の最初の 3 ビット。この 3 ビットを使用して、IP パケットの QoS を指定できます。

L-LSP：DiffServ を使用して QoS を実装する特定のメカニズムが使用される LSP。パケット ラベルおよび EXP ビット（または、セルモード MPLS 用の CLP ビット）から、MPLS パケットの QoS 処理をルータが推察する LSP。このラベルを使用して、パケットが属しているクラスを符号化し、MPLS EXP フィールド（またはセルモード MPLS 用の CLP ビット）を使用して、パケットのドロップ優先順位を符号化します。

LSR：MPLS ネットワークの一部となっているルータ。LSR は、パケットにカプセル化されたラベルの値に基づいて、パケットを転送します。

ラベル：データ（パケット）の転送方法をスイッチング ノードに知らせる、固定長の短いラベル。MPLS は、ラベルを各ルートに関連付けます。ラベルによって、パケットが送信される出力インターフェイスにネットワーク アドレスが関連付けられます。MPLS ネットワークでは、ネクストホップ IGP（内部ゲートウェイ プロトコル）ルータが、パケットに入れる必要があるラベルを、前の IGP ルータ（アップストリーム ルータ）に常にアドバタイズします。ネクストホップ ボーダー ゲートウェイ プロトコル（BGP）ルータは、パケットに入れる必要があるラベルを、前の BGP ルータに常にアドバタイズします。

ラベル ディスポジション：最後の MPLS ラベルをパケットから削除する動作。

ラベルエントリ：ラベルエントリには、ラベル値（パケットを転送するためのラベルおよびその他の情報が含まれています）および MPLS EXP フィールド（パケットの QoS に関連します）が含まれています。2 つのラベル エントリがある場合、最上位ラベル エントリは、内部ゲートウェイ プロトコル（IGP）ラベルです。一番下のラベル エントリは、ボーダー ゲートウェイ プロトコル（BGP）ラベルです。

ラベル インポジション：ラベル スイッチド パス（LSP）での伝送のために、MPLS ラベルをパケットに付加する動作。

レイヤ管理：PHB マーキングの追加レイヤをパケットに適用する機能。

MPLS：マルチプロトコル ラベル スイッチング。ラベル スイッチングの基礎となる、新たな業界標準。

MPLS EXP フィールド：MPLS エントリでは、Per-Hop Behavior（PHB）が、MPLS ラベル エントリ内の MPLS EXP フィールドにマークされます。

P ルータ：プロバイダー コア ルータ。

PE ルータ：プロバイダー エッジ ルータ。サービス プロバイダーのネットワークのエッジにある、CE ルータへのインターフェイスとなるルータ。

最後から 2 番目のホップでのポッピング：最後から 2 番目のルータでのラベルの削除。ラベルが削除され、1 つ下のラベルにコピーされます。

最後から 2 番目のルータ：最後から 2 番目のルータ、つまり、出力ルータの直前にあるルータ。

PHB：Per-Hop Behavior（ホップ単位の動作）。パケットに適用される、固有の破棄およびスケジューリング動作。同じ DiffServ サービスを受けるすべてのパケットに対して、ルータが適用する DiffServ 処理（スケジューリング/ドロップ）。

ポリシング：ユーザ定義の基準に基づいて、トラフィックのクラスの入力または出力送信レートを制限します。ポリシングは、IP Precedence の値、qos-group、または DSCP 値を設定することにより、パケットをマーキングします。

ポリシー マップ：クラスマップで指定した内容とパケットが一致する場合に実行されるアクション。たとえば、音声パケットが識別され、クラスマップと音声パケットが受信されると、指定したポリシー マップ アクションが実行されます。

ポップ：パケットからラベル エントリを削除する動作。

プロバイダー ネットワーク：サービス プロバイダーの管理下にあり、カスタマー サイト間の転送を可能にするバックボーン ネットワーク。

プッシュ：パケットにラベル エントリを追加すること。

QoS：Quality of Service。伝送システムのパフォーマンスをもとに、その送信品質とサービスのアベイラビリティを表します。

QoS 透過性：IP パケットでのカスタマーの IP マーキングが保持されるネットワークを介したパケット転送方法。

qos-group：PHB Scheduling Class（PSC）を示すローカル変数。

レート制限：ポリシングを参照。

リカラー：パケットの PHB マーキングを変更すること。

交換：パケットのラベル エントリを置き換えること。

ToS：タイプ オブ サービス（ToS）。IPv4 ヘッダーのバイト。

トラフィック ポリシー：トラフィック ポリシーは、1 つのトラフィック クラスおよび 1 つ以上の QoS 機能で構成されます。トラフィック クラスを 1 つまたは複数の QoS 機能と関連付けてトラフィック ポリシーを作成（**policy-map** コマンドを使用）します。

透過性：IP パケット内のカスタマーの IP マーキングの保持。

トンネリング：あるネットワーク エッジから別のネットワーク エッジまでの QoS 透過性を提供する。

VPN：バーチャル プライベート ネットワークトンネリングを使用することにより、パブリック TCP/IP ネットワーク経由でも IP トラフィックをセキュアに転送できるネットワーク。

WRED：Weighted Random Early Detection（重み付けランダム早期検出）。輻輳中、優先度の高いトラフィックが、他のトラフィックよりも損失レートが低くなるようにするキューイング方法。

索 引

D

Differentiated Services Code Point 61

I

IP precedence フィールド 61

M

MPLS DiffServ トンネリング モードの制約事項 59
MPLS DiffServ トンネリング モードの前提条件 59
MPLS EXP フィールド、設定 73

Q

QoS 59, 60, 61, 62
- IP パケットへの提供 61
- MPLS トンネリングの使用 59
- MPLS パケットへの提供 62
- サポートされるサービス 60
- 透過性 62

QoS の標準化としての DiffServ 62

S

signaling 16
- LSP 16

T

TSP トンネリング 50

さ

サービス レベル契約 60

し

ショート パイプ モード 68, 84
- 概要 68
- 設定 84
- 動作手順 68

て

ディファレンシエーテッド サービス コード ポイント 61

と

トンネリング 62
トンネリング モード 62, 64, 73, 101
- 簡単な説明 62
- 設定 73
- 設定例 101
- 適切なモードの決定 73
- 動作 64

は

パケット、転送 62

ほ

ポリシング 62

れ

レイヤ管理 64