



# マルチ スパニング ツリー プロトコルの実装

このモジュールでは、Cisco ASR 9000 シリーズ ルータでのマルチ スパニング ツリー プロトコル (MST) プロトコルの概念および設定情報について説明します。マルチ スパニング ツリー プロトコル (MSTP) は、ブリッジ設定のループを防ぐために使用されるスパニング ツリー プロトコルです。他のタイプの STP とは異なり、MSTP は VLAN ごとにポートを選択的にブロックできます。

## マルチ スパニング ツリー プロトコルの実装機能の履歴

リリース	変更箇所
リリース 3.7.3	この機能は、Cisco ASR 9000 シリーズ ルータで導入されました。
リリース 3.9.1	バンドル機能での MSTP のサポートが追加されました。
リリース 4.0.1	PVST+ および PVSTAG 機能のサポートが追加されました。
リリース 4.1.0	MSTAG エッジ モード機能のサポートが追加されました。

## 内容

- 「マルチ スパニング ツリー プロトコルを実装するための前提条件」 (P.310)
- 「マルチ スパニング ツリー プロトコルの実装に関する情報」 (P.310)
- 「マルチ スパニング ツリー プロトコルの実装方法」 (P.325)
- 「MSTP の実装の設定例」 (P.349)
- 「その他の参考資料」 (P.358)

# マルチ スパニング ツリー プロトコルを実装するための前提条件

この前提条件は、MSTP の実装に適用されます。

適切なタスク ID を含むタスク グループに関連付けられているユーザ グループに属している必要があります。このコマンド リファレンスには、各コマンドに必要なタスク ID が含まれます。

ユーザ グループの割り当てが原因でコマンドを使用できないと考えられる場合、AAA 管理者に連絡してください。

## マルチ スパニング ツリー プロトコルの実装に関する情報

イーサネット サービス アクセス リストを実装するには、次の概念を理解している必要があります。

- [スパニング ツリー プロトコルの概要](#)
- [マルチ スパニング ツリー プロトコルの概要](#)
- [MSTP サポート機能](#)
- [MSTP の設定に関する制約事項](#)
- [アクセス ゲートウェイ](#)
- [マルチ VLAN 登録プロトコル](#)

## スパニング ツリー プロトコルの概要

イーサネットは、ネットワークの手段とホストの相互接続に使用される、単なるリンク層テクノロジーではありません。単純なプラグ アンドプレイ プロビジョニングの考え方と統合されている低コストで幅広い帯域幅機能によって、特にサービス プロバイダー ネットワークのアクセスおよび集約の領域で、イーサネットはネットワークを構築するための正規の技法に変換されています。

レイヤ 2 (L2) ヘッダーの TTL フィールドがなく、マルチキャスト トラフィック ネットワーク全体が推奨されるか必要とされるイーサネット ネットワークは、ループが発生する場合にブロードキャスト ストームの影響を受けやすくなります。ただし、ループは、冗長パスを提供するため、望ましい特性です。スパニング ツリー プロトコル (STP) は、イーサネット ネットワーク内のループ フリー トポロジを提供するために使用され、リンク障害に対処するようにネットワーク内の冗長性を確保できます。

STP には、多くのバリエーションがあります。ただし、同じ基本原則で動作します。ループを含む可能性があるネットワーク内では、ループ フリーのスパニング ツリーを確保できるように (つまり、ネットワーク内の任意の 2 台のデバイス間に 1 つだけパスが存在するように)、十分な数のインターフェイスが STP によってディセーブルになります。アクティブ リnkの 1 つに影響を与えるネットワークに障害がある場合、プロトコルは、すべてのデバイスが引き続き到達可能になるように、スパニング ツリーを再計算します。STP は、単一の LAN セグメントに接続されているか、複数のセグメントが含まれてループがないことを確認するために STP を使用するスイッチド LAN に接続されているかを検出できないエンドステーションに対してトランスペアレントです。

## STP プロトコルの動作

STP のすべてのバリエーションは同じ方法で動作します。STP フレーム（ブリッジ プロトコル データ ユニット (BPDU) とも呼ばれます) は、STP に参加しているネットワーク デバイス間でレイヤ 2 LAN セグメントを介して定期的に交換されます。このようなネットワーク デバイスはこれらのフレームを転送しませんが、ループ フリー スパニング ツリーを構築するために情報を使用します。

スパニング ツリーは、最初にスパニング ツリーのルート（ルート ブリッジと呼ばれます）であるデバイスを選択してから、そのルート ブリッジからネットワーク内のその他すべてのデバイスへのループ フリー パスを判別することで構成されます。冗長パスは、適切なポートをブロック状態に設定することで無効にされます。ブロック状態では、STP フレームを引き続き交換できますが、データ トラフィックは転送されません。ネットワーク セグメントで障害が発生し、冗長パスが存在する場合、STP プロトコルがスパニング ツリー トポロジを再計算し、適切なポートのブロックを解除することによって、冗長パスをアクティブにします。

STP ネットワーク内のルート ブリッジの選択は、各デバイスの設定されたプライオリティおよび組み込みブリッジ ID によって決まります。プライオリティが最低であるか、または等しく最低のプライオリティであるが最小ブリッジ ID を持つデバイスが、ルート ブリッジとして選択されます。

一連の冗長パス内でのアクティブ パスの選択は、主にポート パス コストによって決定されます。ポート パス コストは、そのポートとルート ブリッジ間の転送コストを表します。ポートがルート ブリッジから遠いほど、コストは高くなります。コストは、(デフォルトで) メディア速度に依存する量だけ、パスのリンクごとに増加します。指定された LAN セグメントからの 2 つのパスのコストが等しい場合、選択は、接続先装置のプライオリティとブリッジ ID で決まります。また、2 つの接続が同じデバイスに対するものである場合は、接続されたポートに設定されたポート プライオリティとポート ID によって決まります。

アクティブなパスを選択すると、アクティブ トポロジの一部にならないポートはすべてブロッキング状態に移行します。

## トポロジの変更

スイッチド LAN のネットワーク デバイスは、MAC 学習を実行します。つまり、受信したデータ トラフィックを使用して、その MAC アドレス宛のフレームの送信先となるインターフェイスとユニキャスト MAC アドレスを関連付けます。STP を使用すると、スパニング ツリーの再計算（たとえば、ネットワーク障害後）によって、この学習した情報を無効にできます。したがってプロトコルには、古い情報を削除（フラッシュ）して、新しいトポロジに基づいた新しい情報を学習できるように、ネットワーク全体でのトポロジ変更を通知するメカニズムが含まれます。

トポロジ変更通知は、STP がポートをブロッキング状態から転送状態に移行するたびに送信されます。これを受信すると、受信デバイスは、通知を受け取ったポート以外のブロックされないすべてのポートで MAC 学習エントリをフラッシュして、さらにこれらのポートから独自のトポロジ変更通知を送信します。このように、古い情報がネットワーク内のすべてのデバイスから削除されるようにします。

## STP のバリエーション

スパニング ツリー プロトコルには、多くのバリエーションがあります。

- レガシー STP (STP) : 元の STP プロトコルは、IEEE 802.1D-1998 で定義されていました。これはすべての VLAN で使用する単一のスパニング ツリーを作成し、コンバージェンスのほとんどはタイマーベースです。
- Rapid STP (RSTP) : これは、イベントベースであるためにより高速なコンバージェンスを提供するために IEEE 802.1D-2004 で定義された機能拡張です。ただし、引き続きすべての VLAN で単一のスパニング ツリーを作成します。

- マルチ STP (MSTP) : さらなる拡張機能が IEEE 802.1Q-2005 で定義されました。マルチ スパニング ツリーは、同じ物理トポロジで作成できます。異なるスパニング ツリーに異なる VLAN を割り当てることによって、データ トラフィックは異なる物理リンクでロードバランスできます。作成できる異なるスパニング ツリーの数は、可能な VLAN の数よりもさらに小さい値に制限されません。ただし、複数の VLAN を同じスパニング ツリーに割り当てることができます。MSTP 情報の交換に使用される BPDU は常にタグなしで送信されます。VLAN およびスパニング ツリー インスタンス データは BPDU 内で符号化されます。
- Per-VLAN STP (PVST) : これは、マルチ スパニング ツリーを作成するための代替メカニズムです。MSTP の標準化の前にシスコが開発しました。PVST を使用して、別個のスパニング ツリーが VLAN ごとに作成されます。PVST+ (レガシー STP に基づく) および PVRST (RSTP に基づく) の 2 つのバリエーションがあります。パケット レベルのスパニング ツリーの分離は、適切な VLAN タグでタグ付けされた標準の STP または RSTP BPDU を送信して行われます。
- REP (シスコ独自のリング冗長プロトコル) : これは、リングで復元力を提供するためのシスコ独自のプロトコルです。これは、MSTP ピアとの相互運用を行うために使用する MSTP 互換モードが提供されるため、完全を期すために組み込まれています。

## マルチ スパニング ツリー プロトコルの概要

マルチ スパニング ツリー プロトコル (MSTP) は、複数および独立したスパニング ツリーを同じ物理ネットワークに作成できるようにする STP バリエーションです。各スパニング ツリーのパラメータは、ループフリー トポロジを形成するために、ルート ブリッジとして別のネットワーク デバイスを選択するか、別のパスを選択するように、別個に設定できます。その結果、特定の物理インターフェイスを一部のスパニング ツリーではブロックして、その他のツリーではブロック解除できます。

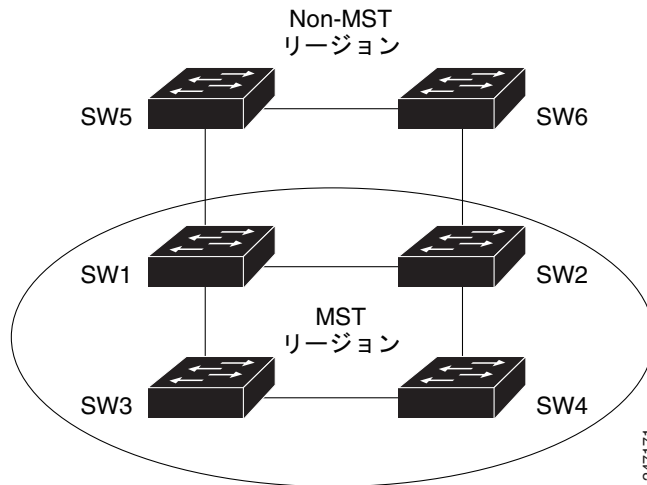
マルチ スパニング ツリーを設定すると、使用中の VLAN セットをツリー間で分割できます。たとえば、VLAN 1 ~ 100 をスパニング ツリー 1 に割り当てて、VLAN 101 ~ 200 をスパニング ツリー 2 に割り当てて、VLAN 201 ~ 300 を VLAN 3 に割り当てることができます。各スパニング ツリーには、異なるアクティブ リンクとの別のアクティブ トポロジがあるため、VLAN に基づいて、利用可能な冗長リンク間でデータ トラフィックを分割できます (ロード バランシングの実行)。

## MSTP リージョン

マルチ スパニング ツリーのサポートとともに、MSTP では、リージョンの概念が採用されています。リージョンは、同じ管理制御下にあるデバイス グループであり、類似した設定があります。特に、リージョン名の設定、リビジョン、スパニング ツリー インスタンスへの VLAN のマッピングは、リージョン内のすべてのネットワーク デバイスで同じでなければなりません。同じリージョン内にあるかどうかを他のデバイスが確認できるように、この情報のダイジェストが、各デバイスによって送信される BPDU に含まれています。

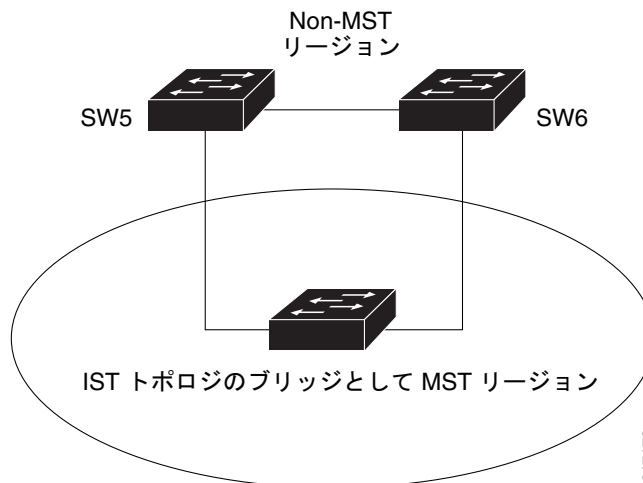
図 25 に、MSTP を実行するブリッジがレガシー STP または RSTP を実行するブリッジに接続されている場合の MST リージョンの動作を示します。この例では、スイッチ SW1、SW2、SW3、SW4 では MSTP がサポートされるのに対して、スイッチ SW5 および SW6 ではサポートされません。

図 25 非 MST リージョンとの MST の対話



この状況に対処するために、Internal Spanning Tree (IST) が使用されます。これは、常にスパンニングツリーインスタンス 0 (ゼロ) です。MSTP 非認識デバイスと通信する場合、全体の MSTP リージョンは単一のスイッチとして表されます。図 26 に、この場合の論理 IST トポロジを示します。

図 26 非 MST ブリッジと対話する MST リージョンの論理トポロジ



同じメカニズムが、別のリージョンにある MSTP デバイスとの通信時に使用されます。たとえば、図 26 の SW5 は、すべてが SW1、SW2、SW3、SW4 とは別のリージョンにある多数の MSTP デバイスを表している可能性があります。

## MSTP Port Fast

MSTP には、スイッチドイーサネットネットワークのエッジでポートを処理するための *PortFast* 機能が組み込まれています。スイッチドネットワーク (通常はホスト デバイス) へのリンクが 1 つだけあるデバイスでは、使用可能なパスが 1 しかないため、MSTP を実行する必要はありません。さらに、代替パスがないため、単一のリンクで障害が発生するか復元された場合に、トポロジの変更 (およびその結果の MAC フラッシュ) が起動されることは望ましくありません。

デフォルトでは、MSTP は、BPDU を受け取らないポートを監視して、タイムアウト後に、MSTP に参加しないようにするエッジモードにします。ただし、エッジポートを PortFast として明示的に設定することで、このプロセスを高速化（およびそれによってネットワーク全体のコンバージェンスを改善）できます。



(注)

レガシー STP のシスコ実装では、PortFast はシスコ独自の拡張として実装されます。ただし、エッジポートと呼ばれる RSTP と MSTP 用の標準に含まれています。

## MSTP ルート ガード

共有管理制御のネットワークでは、ネットワーク管理者が、ネットワーク トポロジの側面および特にルートブリッジの場所を強化することを推奨します。デフォルトでは、より低いプライオリティまたはブリッジ ID がある場合、すべてのデバイスがスパニング ツリーのルートブリッジになることができます。ただし、ネットワークの中心の特定の場所にルートブリッジを配置することで、より最適な転送トポロジを実現できます。



(注)

管理者は、ルートブリッジの場所を保護するために、ルートブリッジのプライオリティを 0 に設定できます。ただし、これによって、プライオリティが 0 で、低いブリッジ ID を持つ別のブリッジは保証されません。

ルートガード機能は、管理者はルートブリッジを強制的に配置できるメカニズムを提供します。ルートガードがインターフェイスで設定されている場合、そのインターフェイスがルートポート（つまり、ルートに到達できるポート）になるのを防ぎます。通常はルートポートになるインターフェイス上で BPDU を介して優位情報を受信すると、代わりにバックアップポートまたは代替ポートになります。この場合、ブロッキング状態になり、データトラフィックは転送されません。

ルートブリッジ自体にはルートポートがありません。このため、管理者は、デバイスのすべてのインターフェイス上でルートガードを設定することでデバイスを強制的にルートにします。競合する情報を受信するインターフェイスはブロックされます。



(注)

ルートガードはレガシー STP および RSTP のシスコ実装でシスコ独自の拡張として実装されます。ただし、制限付きロールと呼ばれる MSTP 用の標準に含まれています。

## MSTP のトポロジ変更の監視

特定の状況では、特定のポートで発信されたか受信したトポロジ変更を、ネットワークのその他の部分に伝播することが望ましい場合があります。これは、たとえば、ネットワークが単一の管理制御下になく、ネットワーク コアの外部にあるデバイスによるコアでの MAC アドレスのフラッシュを防ぐことが望ましいような場合です。この動作は、ポートのトポロジ変更を設定することでイネーブルにできます。



(注)

トポロジ変更ガードは、MSTP 標準の制限 TCN と呼ばれます。

## MSTP サポート機能

Cisco ASR 9000 シリーズ ルータでは、MSTP は、IEEE 802.1Q-2005 で定義されているように物理イーサネット インターフェイスおよびイーサネット バンドル インターフェイスでサポートされます。これには、レガシー STP、RSTP、および PVST の Cisco 実装にある PortFast、BackboneFast、UplinkFast、およびルート ガード機能が含まれることに注意してください。これらの機能は、標準の MSTP プロトコルに含まれるためです。Cisco ASR 9000 シリーズ ルータは、標準 802.1Q モードまたはプロバイダー エッジ (802.1ad) モードのいずれかで動作できます。プロバイダー エッジ モードでは、BPDU には別の MAC アドレスが使用され、802.1Q MAC アドレスで受信されたすべての BPDU がトランスペアレントに転送されます。

また、次の追加のシスコの機能がサポートされます。

- **BPDU ガード**：このシスコの機能は、エッジ ポートの設定ミスから保護します。
- **Flush Containment**：このシスコの機能は、トポロジを変更すると発生する不要な MAC フラッシュを防止するために役立ちます。
- **起動遅延**：このシスコの機能は、トラフィックを転送する準備が完了する前に、インターフェイスがアクティブ トポロジに追加されないようにします。



(注)

802.1Q 規格で規定されているように、RSTP との相互運用がサポートされます。ただし、レガシー STP との相互運用性はサポートされません。

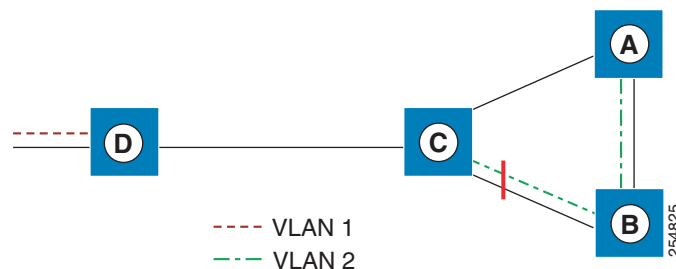
## BPDU ガード

BPDU ガードは、エッジ ポートの設定ミスから保護するシスコの機能です。これは、MSTP の PortFast 機能の拡張です。PortFast がインターフェイスで設定されている場合、MSTP は、スパンニングツリーの計算時に、そのインターフェイスをエッジ ポートであると見なし、考慮の対象から外します。BPDU ガードが設定されている場合、MSTP はさらに、MSTP BPDU を受信すると、errdisable を使用してインターフェイスをシャットダウンします。

## Flush Containment

Flush Containment は、ネットワーク内の他の領域での非関連 トポロジの変更が原因で発生する不要な MAC フラッシュを防止するために役立つシスコの機能です。これは、例で詳しく説明します。図 27 に、4 台のデバイスを含むネットワークを示します。2 つの VLAN が使用中です。VLAN 1 はデバイス D だけで使用され、VLAN 2 はデバイス A、B、および C またがっています。2 つの VLAN は同じスパンニングツリー インスタンスにありますが、リンクを共有しません。

図 27 Flush Containment



リンク AB がダウンすると、通常の動作では、C がブロックされたポートを起動し、D を含むその他すべてのインターフェイスでトポロジ変更通知を送信します。これにより、行われたトポロジ変更は VLAN 2 だけに影響を与えるにもかかわらず、VLAN 1 で MAC フラッシュが行われます。

Flush containment は、対象の MSTI で VLAN が設定されていないインターフェイスでトポロジ変更通知が送信されないようにすることで、この問題に対処します。ネットワーク例では、これは、トポロジ変更通知が C から D に送信されないこと、および行われる MAC フラッシュがネットワークの右側に制限されることを意味します。



(注) Flush containment はデフォルトでイネーブルにされますが、設定でディセーブルにできるため、IEEE 802.1Q 規格で規定されている動作が復元されます。

## 起動遅延

起動遅延は、インターフェイスがまだトラフィックを転送する準備が完了していない場合に、スパニング ツリーの計算時に MSTP がインターフェイスを考慮しないようにするシスコの機能です。これは、データ プレーンがトラフィックを転送する準備が十分に完了する前に、そのカードのインターフェイスがアップしていることをシステムが宣言するため、ライン カードの最初の起動時に役立ちます。標準によると、MSTP は、アップしていることを宣言するとインターフェイスを考慮します。これによって、新しいインターフェイスが代わりに選択される場合に、他のインターフェイスがブロッキング状態に移行されることがあります。

起動遅延は、MSTP で設定されたインターフェイスが最初に現れたときに発生する設定可能な遅延期間を追加することで、この問題を解決します。この遅延時間が終了するまで、インターフェイスはブロッキング状態のままになり、スパニング ツリーの計算時に考慮されません。

起動遅延は、MSTP ですでに設定されているインターフェイスの作成時（たとえば、カードのリロード時）だけ発生します。すでに存在しているインターフェイスが MSTP で設定されている場合は、遅延は発生しません。

## MSTP の設定に関する制約事項

次の制限が、MSTP の使用時に適用されます。

- MSTP は、インターフェイス自体（L2 モードになっている場合）またはすべてのサブインターフェイスに単純なカプセル化が設定されているインターフェイスだけでイネーブルにする必要があります。これらのカプセル化の一致基準は単純であると見なされます。
  - 一重タグ付き 802.1Q フレーム
  - 二重タグ付き Q-in-Q フレーム（最も外側のタグだけが検査されます）
  - 802.1ad フレーム（MSTP がプロバイダー ブリッジ モードで動作している場合）
  - タグの範囲またはリスト（上記のいずれか）



(注) デフォルトおよびタグなしのカプセル化を使用するサブインターフェイスはサポートされません。

- L2 インターフェイスまたはサブインターフェイスが、複数の VLAN と一致するカプセル化を使用して設定されている場合、それらの VLAN はすべて同じスパニング ツリー インスタンスにマップする必要があります。そのため、各 L2 インターフェイスまたはサブインターフェイスに関連付けられたスパニング ツリー インスタンスは 1 つだけ存在します。



- 特定のブリッジ ドメインのすべてのインターフェイスまたはサブインターフェイスは、同じスパンニング ツリー インスタンスに関連付ける必要があります。
- 同じインターフェイス上の複数のサブインターフェイスは、これらのサブインターフェイスが同じスプリット ホライズン グループ内にある場合を除き、同じスパンニング ツリー インスタンスに関連付けることはできません。つまり、ヘアピンングはできません。
- ネットワーク全体で、L2 インターフェイスまたはサブインターフェイスを、各スパンニング ツリー インスタンスにマップされたすべての VLAN のすべての冗長パスで設定する必要があります。これは、ポートの STP ブロッキングが原因で接続が誤って切断されることを避けるためです。

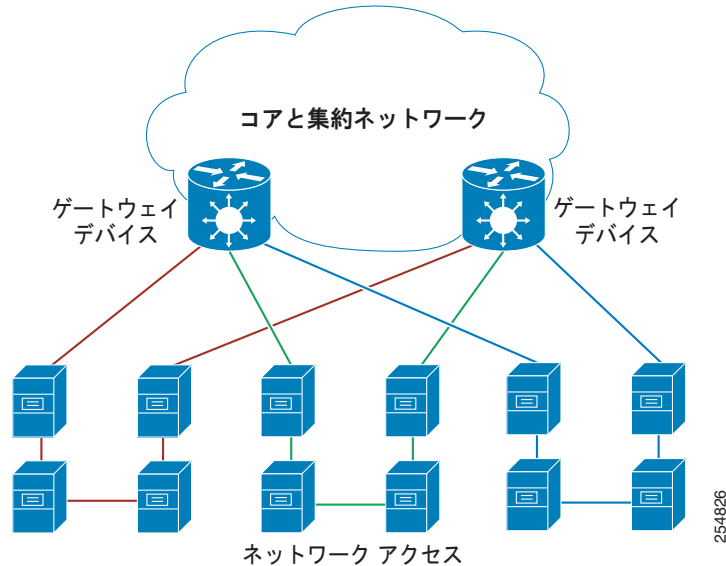
**注意**

デフォルトまたはタグなしカプセル化を使用するサブインターフェイスは、MSTP ステート マシンの障害の原因となります。

## アクセス ゲートウェイ

Cisco ASR 9000 シリーズ ルータに共通する 1 つの導入シナリオには、uPE アクセス デバイスのネットワークと集約ネットワークのコア間に配置された nPE ゲートウェイ デバイスがあります。各ゲートウェイ デバイスは、図 28 に示すように、多数のアクセス ネットワークの接続を提供できます。アクセス ネットワーク（一般的にリング）には、コアまたは集約ネットワークへの冗長リンクがあるため、ネットワークがループフリーのままになるようにするには、STP のいくつかのバリエーションまたは類似したプロトコルを使用する必要があります。

図 28 コアまたは集約ネットワーク



ゲートウェイ デバイスは STP プロトコルにも参加できます。ただし、各ゲートウェイ デバイスは多くのアクセス ネットワークに接続されているため、これによって、2 つのソリューションのうちの 1 つになります。

- アクセス ネットワークをすべてカバーする単一のトポロジが維持されます。これは、1 つのアクセス ネットワークのトポロジ変更が、他のすべてのアクセス ネットワークに影響を与えることを”味”するため、望ましくありません。

- ゲートウェイ デバイスは、STP プロトコルの複数のインスタンスを、アクセス ネットワークごとに 1 つずつ実行します。これは、アクセス ネットワークごとに別個のプロトコル データベースと別個のプロトコル ステート マシンが維持されることを意味します。これは、ゲートウェイ デバイスに必要なメモリと CPU リソースが原因で望ましくありません。

これらの両方のオプションには重要な欠点があることがわかります。

別の方法として、各アクセス ネットワークのレグ間でプロトコル BPDU をトンネリングするが、プロトコル自体には参加しないゲートウェイ デバイスがあります。これによって正確なループフリー トポロジになりますが、重要な欠点もあります。

- アクセス リングのレグ間に直接接続されていないため、レグリンクの 1 つの障害が、他のレグに接続されたアクセス デバイスですぐに検出されません。したがって、6 秒以上のトラフィック損失が発生する障害からの回復はプロトコル タイムアウトを待つ必要があります。
- ゲートウェイ デバイスはプロトコルに参加しないため、アクセス ネットワークの任意のトポロジ変更を認識できません。そのため集約ネットワークは、トポロジ変更に従って、誤ったレグによるアクセス ネットワーク宛のトラフィックを送信する場合があります。これにより、MAC 学習タイムアウト（デフォルトでは 5 分）の順序でトラフィック損失が発生する可能性があります。

アクセス ゲートウェイは、上記のソリューションの欠点を招くことなく、この導入シナリオに対処することを意図したシスコの機能です。

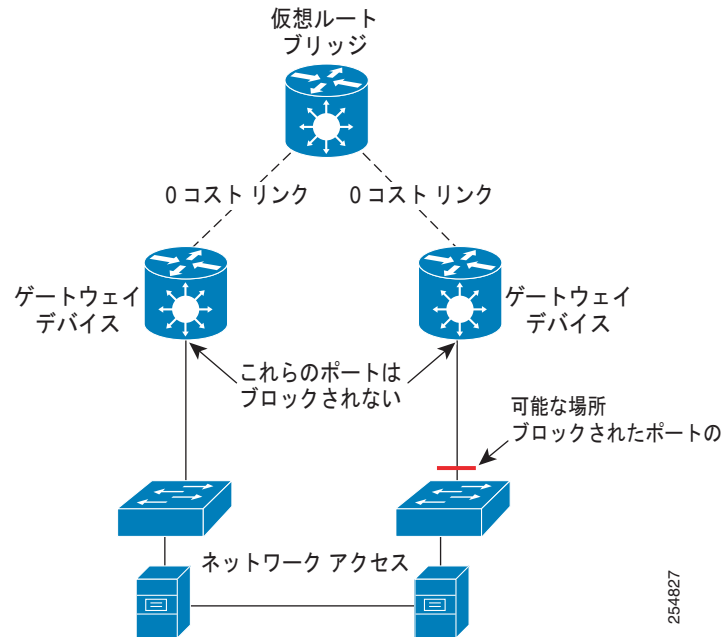
## アクセス ゲートウェイの概要

アクセス ゲートウェイは次の 2 つの前提に基づいています。

- 両方のゲートウェイ デバイスが、常にコアまたは集約ネットワークへの接続を提供します。通常、これにあてはまることを確認するには、コアまたは集約ネットワーク内で使用される復元力メカニズムで十分です。ほとんどの導入では、この復元力を提供するために、コアまたは集約ネットワークで VPLS が使用されます。
- 各アクセス ネットワークのすべてのスパニング ツリーで必要なルートは、ゲートウェイ デバイスの 1 つです。これは、(一般に) トラフィックの大部分がアクセス デバイスとコアまたは集約ネットワーク間に存在し、アクセス デバイス間にトラフィックがほとんど存在しない場合に当てはまります。

これらの前提では、STP トポロジには、すべてのスパニング ツリーでゲートウェイ デバイスの背後に(つまり、コア側に) 仮想ルートブリッジがあり、両方のゲートウェイ デバイスに仮想ルートブリッジへのゼロのコストパスがあると考えられます。この場合、ゲートウェイ デバイスをアクセス ネットワークに接続するポートは、スパニング ツリー プロトコルによってブロックされませんが、常に転送状態にあります。図 29 で、これについて説明します。

図 29 ネットワーク アクセス



このトポロジでは、ゲートウェイデバイスによって送信された BPDU が一定であることを確認することができます。これは、(集約またはコア ネットワークは常に接続を提供することを想定しているため) ルートブリッジが変更されることはなく、ポートは常に転送しているという理由から、BPDU で送信される情報は変更されません。

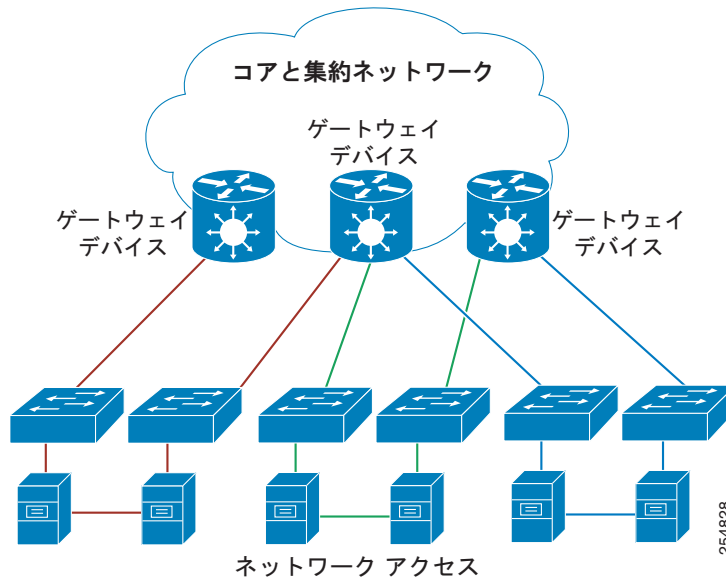
アクセスゲートウェイは、ゲートウェイデバイスで完全な STP プロトコルおよび関連するステートマシンを実行する必要性をなくすことでこれを活用し、代わりに、スタティックに設定された BPDU を単にアクセスネットワークに送信します。BPDU は、完全なプロトコルが実行されている場合に送信される同じ情報を含むように、上記の動作をシミュレート用に設定します。アクセスデバイスには、ゲートウェイデバイスがプロトコルに完全に参加しているように表示されます。ただし、実際はゲートウェイデバイスは、スタティック BPDU を送信しているだけであるため、ゲートウェイデバイスではほとんどメモリまたは CPU リソースは必要なく、多くのネットワークアクセスを同時にサポートできます。

たいていゲートウェイデバイスは、アクセスネットワークから受信した BPDU を無視できます。ただし、1つの例外は、アクセスネットワークがトポロジ変更を信号通知する場合です。ゲートウェイデバイスは、たとえばコアまたは集約ネットワークが VPLS を使用した場合に LDP MAC 取り消しをトリガーすることで、これを適切に実行できます。

多くの場合、ゲートウェイデバイス間の直接接続は必要ありません。ゲートウェイデバイスは、アクセスリンク上で設定された BPDU をスタティックに送信するため、(それぞれの設定が一致している限り) それぞれ個別に設定できます。またこれは、図 30 に示すように、さまざまなアクセスネットワークがゲートウェイデバイスの異なるペアを使用できることを示します。

254827

図 30 ネットワーク アクセス



(注) 図 30 はアクセス リングを示していますが、一般にアクセス ネットワーク トポロジ、またはゲートウェイ デバイスへのリンクの数または場所に制限はありません。

アクセス ゲートウェイによって、次の障害の場合にループ フリー接続が確保されます

- アクセス ネットワークでのリンクの障害。
- アクセス ネットワークとゲートウェイ デバイス間のリンクの障害。
- アクセス デバイスの障害。
- ゲートウェイ デバイスの障害。

## トポロジ変更の伝播

アクセス ネットワーク トポロジの変更を処理するために、2 台のゲートウェイ デバイスが互いに BPDU を交換する必要がある場合があります。アクセス ネットワークの障害の結果、前にブロックされたポートが転送に移行されるトポロジ変更が発生する場合、アクセス デバイスは、残りのネットワークに変更について通知して、必要な MAC 学習フラッシュをトリガーするように、そのポートにトポロジ変更通知を送信します。通常、トポロジ変更通知は、アクセス ゲートウェイの場合はルートブリッジ方向に送信されます。これは、いずれかのゲートウェイ デバイスに送信されることを意味します。

上記のように、これによって、ゲートウェイ デバイス自体が必要な処理を実行します。ただし、障害によりアクセス ネットワークが分割された場合は、残りのアクセス ネットワーク（つまり、他のゲートウェイ デバイスに接続されている部分）にトポロジ変更通知を伝播する必要が生じる場合もあります。これを行うには、ゲートウェイ デバイス間の接続を確認して、各ゲートウェイ デバイスが、受信するトポロジ変更通知をアクセス ネットワークから他のデバイスに伝播できるようにします。ゲートウェイ デバイスはトポロジ変更を示す BPDU を他のゲートウェイ デバイスから受信すると、スタティック BPDU でこれを信号通知します（つまり、アクセス ネットワークに向けて送信します）。

トポロジ変更の伝播は、次の 2 つの条件が満たされた場合だけ必要です。

- アクセス ネットワークに 3 台以上のアクセス デバイスが含まれる場合。デバイスが 3 台未満の場合、すべてのデバイスが、発生する可能性があるすべての障害を検出する必要があります。

- アクセス デバイスは、コアまたは集約ネットワーク間だけでなく、相互にトラフィックを送信します。すべてのトラフィックがコアまたは集約ネットワーク間のトラフィックである場合、すべてのアクセス デバイスが、すでに正しい方向でトラフィックを送信しているか、トラフィックの発信元アクセス デバイスからのトポロジ変更を学習する必要があります。

## プリエンプション遅延

アクセス ゲートウェイを支える前提の 1 つは、ゲートウェイ デバイスはコアまたは集約ネットワークへの接続を提供するために常時使用可能なことです。ただし、この前提が成り立たない可能性のある状況が 1 つあり、これは起動時に発生します。起動時に、トラフィックをコアまたは集約ネットワークに正常に転送できることを意味する、必要なすべてのシグナリングとコンバージェンスが完了する前に、アクセス側インターフェイスが使用可能になるような場合です。インターフェイスが起動するとすぐにアクセス ゲートウェイが BPDU の送信を開始するため、これによって、ゲートウェイ デバイスで受信する準備が完了する前に、アクセス デバイスがゲートウェイ デバイスにトラフィックを送信する可能性があります。この問題を回避するには、プリエンプション遅延機能を使用されます。

プリエンプション遅延機能によって、インターフェイスが起動した後、通常に戻るまでの期間にアクセス ゲートウェイは不良 BPDU を送信します。他のゲートウェイ デバイスもダウンしている場合を除き、アクセス ネットワークがすべてのトラフィックを他のゲートウェイ デバイスに送信するようにこれらの不良 BPDU を設定できます。他のゲートウェイ デバイスが使用できない場合、部分的にだけ使用可能でも、トラフィックを完全にドロップするのではなく、このデバイスに送信することを推奨します。したがって、BPDU をまったく送信しないのではなく、不良 BPDU はプリエンプション遅延時間中に送信されます。

## サポートされるアクセス ゲートウェイ プロトコル

アクセス ゲートウェイは、次のプロトコルがアクセス ネットワークで使用されるときに Cisco ASR 9000 シリーズ ルータでサポートされます。

表 3 プロトコル

ネットワーク プロトコルへのアクセス	アクセス ゲートウェイ バリエーション
MSTP	MST アクセス ゲートウェイ (MSTAG)
REP	REP アクセス ゲートウェイ (REPAG) <sup>1</sup>
PVST+	PVST+ アクセス ゲートウェイ (PVSTAG) <sup>2</sup>
PVRST	PVRST アクセス ゲートウェイ (PVRSTAG) <sup>3</sup>

- REP アクセス ゲートウェイは、ゲートウェイ デバイスに接続されているアクセス デバイス インターフェイスが REP MSTP 互換モードで設定されている場合にサポートされます。
- トポロジ変更の伝播は PVSTAG ではサポートされません。
- トポロジ変更の伝播は PVRSTAG ではサポートされません。

## MSTAG エッジ モード

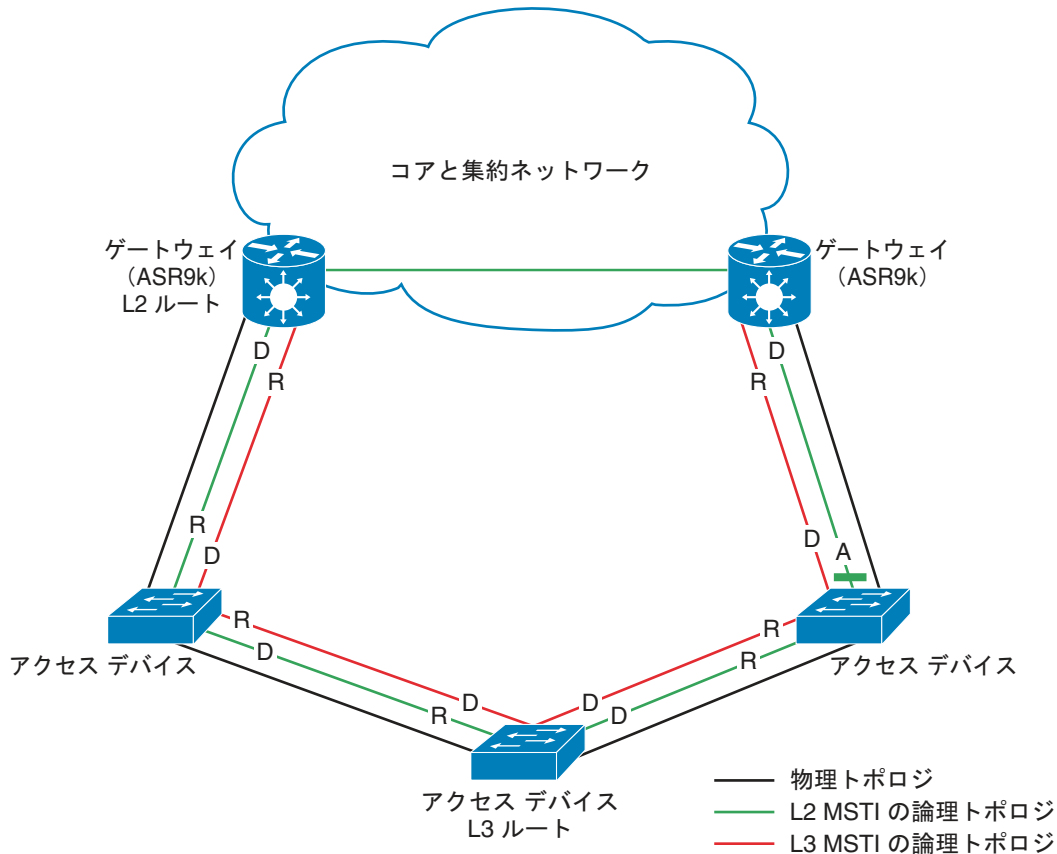
マルチスパンニング ツリー インスタンス (MSTI) ごとに、各アクセス デバイスにコアまたは集約ネットワークへのパスが 1 つあることを確認するために、レイヤ 2 (L2) 環境ではアクセス ゲートウェイが使用されます。コアまたは集約ネットワークは、2 台のゲートウェイ デバイス間の L2 (イーサネット) 接続を提供します。そのため、障害がない場合、各 MSTI のアクセス ネットワークにブロックされたポートが少なくとも 1 つ必要です。アクセス リングの場合は、アクセス リングにブロック ポートが 1 つ必要です。各 MSTI では、これは通常、ゲートウェイ デバイスの 1 つに接続されているアップリンク ポートの 1 つです。これは、ゲートウェイ デバイスが最善のマルチスパンニング ツリー プロトコ

ル (MSTP) ルート ノードへの最適なパスを持つように MSTAG を設定することによって行われます。したがって、アクセス デバイスは、ルートに到達するために常にゲートウェイ デバイスを使用し、ゲートウェイ デバイスのポートは常に指定された転送状態になります。

混合レイヤ 2 レイヤ 3 環境では、特定の VLAN のレイヤ 2 サービスおよび他の VLAN のレイヤ 3 (L3) サービスを提供するために、L2 アクセス ネットワークが使用されます。アクセス ネットワークでは、L2 サービスと L3 サービスに異なる MSTI が使用されます。L2 VLAN の場合、コアまたは集約ネットワークはゲートウェイ デバイス間の L2 接続を提供します。ただし、L3 サービスでは、ゲートウェイ デバイスは L2 ネットワークを終了し、L3 ルーティングを実行します。通常、エンド ホストが適切なゲートウェイにルーティングできるように、HSRP や VRRP などの L3 冗長性メカニズムが使用されます。

このシナリオでは、単独で MSTAG を使用しても、L3 MSTI の望ましい動作は達成されません。これは、実際にはループがなくても、アクセス ネットワークのいずれかのポートがブロックされるためです。(これは、L3 VLAN のゲートウェイ デバイス間に L2 接続がないためです)。実際は、ゲートウェイ デバイスが L3 VLAN の L2 ネットワークを終了するため、望ましい動作とは、アクセス ネットワークに MSTP ルートが存在し、ゲートウェイ デバイスが単一接続を持つリーフ ノードとして表示されることです。これを行うには、MSTAG 設定を逆にします。つまり、最低品質のルートに最低品質のパスをアドバタイズするようにゲートウェイ デバイスを設定します。これは、アクセス デバイスはルートとしていずれかのアクセス デバイスを強制的に選択させるため、ポートはブロックされません。この場合、ゲートウェイ デバイスのポートは常にルート転送状態になります。MSTAG エッジ モード機能は、ゲートウェイ デバイスによってアドバタイズされるルールを指定からルートに変更することで、このシナリオをイネーブルにします。図 31 に、このシナリオを示します。

図 31 MSTAG エッジモードのシナリオ



246197

D: 指定ポート(転送)  
R: ルートポート(転送)  
A: 代替ポート(ブロック)

正常な MSTAG と L2 MSTI では、トポロジ変更通知が 1 台のゲートウェイ デバイスから他のゲスト デバイスに伝播され、アクセス ネットワークに再アダプタイズされます。ただし、L3 MSTI の場合、これは望ましくありません。アクセス ネットワークに L3 MSTI のブロックがないため、トポロジ変更通知が永続的にループする可能性があります。この状況を回避するためには、MSTAG エッジモードで、ゲートウェイ デバイスのトポロジ変更通知の処理を完全にディセーブルにします。

## マルチ VLAN 登録プロトコル

マルチ VLAN 登録プロトコルは IEEE 802.1ak で定義され、マルチキャストおよびブロードキャスト フレームの伝播を最適化するために MSTP ベースのネットワークで使用されます。

デフォルトでは、マルチキャストおよびブロードキャスト フレームは、スパンニング ツリーおよびネットワークに接続されている各エッジ (ホスト) デバイスに従って、ネットワーク内の各ポイントに伝播されます。ただし、特定の VLAN では、特定のホストだけがその VLAN のトラフィックの受信に関与する場合があります。さらに、特定のネットワーク デバイスまたは場合によってはネットワークのセグメント全体に、その VLAN のトラフィックの受信に関与する接続済みのホストがないようなことがあります。この場合、その VLAN のトラフィックを、関係のないデバイスに伝播することで、最適化が可能です。MVRP は、各ホストおよびデバイスが、接続されたピアに関与する VLAN を示すことができる、必要なプロトコル シグナリングを提供します。

MVRP がイネーブルにされたデバイスは、次の 2 つのモードで動作します。

- スタティック モード：このモードでは、デバイスは、スタティックに設定された一連の VLAN への関与を宣言する MVRP メッセージを開始します。プロトコルが、MSTP トポロジに対してまだダイナミックであることに注意してください。これは、スタティックな VLAN のセットです。
- ダイナミック モード：このモードでは、デバイスは、異なるポートで受信する MVRP メッセージを処理し、関与する VLAN のセットを決定するためにダイナミックに集約します。これは、このセットへの関与を宣言する MVRP メッセージを送信します。ダイナミック モードでは、またデバイスは受信 MVRP メッセージを使用して、接続デバイスが関与を示した VLAN だけでトラフィックが送信されるように、各ポートから送信されるトラフィックをプルーニングします。

Cisco ASR 9000 シリーズ ルータでは、スタティック モードでの動作がサポートされます。これは、MVRP-lite と呼ばれます。



# マルチ スパニング ツリー プロトコルの実装方法

この項では、次の手順について説明します。

- [MSTP の設定](#)
- [MSTAG または REPAG の設定](#)
- [PVSTAG または PVRSTAG の設定](#)
- [MVRP-lite の設定](#)

## MSTP の設定

ここでは、MSTP を設定する手順を説明します。

- [MSTP のイネーブル化](#)
- [MSTP パラメータの設定](#)
- [MSTP の確認](#)



(注)

ここでは、データのスイッチングを設定する方法については説明しません。詳細については、「[マルチ ポイント レイヤ 2 サービスの実装](#)」を参照してください。

## MSTP のイネーブル化

デフォルトでは、STP はすべてのインターフェイス上でディセーブルです。MSTP は、各物理またはイーサネット バンドル インターフェイスの設定によって明示的にイネーブルにする必要があります。MSTP がインターフェイス上で設定されると、そのインターフェイスのサブインターフェイスはすべて自動的に MSTP イネーブルになります。

## MSTP パラメータの設定

MSTP 標準は、多数の設定可能なパラメータを定義します。次にグローバル パラメータを示します。

- リージョン名およびリビジョン
- 起動遅延
- 転送遅延
- 最大経過時間またはホップ
- 転送保留カウント
- プロバイダー ブリッジ モード
- Flush Containment
- VLAN ID (スパニングツリー インスタンスごと)
- ブリッジプライオリティ (スパニングツリー インスタンスごと)

次に、インターフェイスごとのパラメータを示します。

- 外部ポート パス コスト
- Hello タイム
- リンク タイプ

- PortFast および BPDU ガード
- ルート ガードおよびトポロジ変更ガード
- ポート プライオリティ (スパニングツリー インスタンスごと)
- 内部ポート パス コスト (スパニングツリー インスタンスごと)

インターフェイス単位の設定は、MST コンフィギュレーション サブモード内のインターフェイス サブモードで行われます。



(注)

次の項にリストされている設定手順では、設定可能なパラメータがすべて表示されます。ただし、通常、そのほとんどではデフォルト値を保持できます。

## 手順の概要

1. **configure**
2. **spanning-tree mst protocol instance identifier**
3. **bringup delay for interval {minutes | seconds}**
4. **flush containment disable**
5. **name name**
6. **revision revision-number**
7. **forward-delay seconds**
8. **maximum {age seconds | hops hops}**
9. **transmit hold-count count**
10. **provider-bridge**
11. **instance id**
12. **priority priority**
13. **vlan-id vlan-range [,vlan-range][,vlan-range][,vlan-range]**
14. **interface {Bundle-Ether | GigabitEthernet | TenGigE | FastEthernet} instance**
15. **instance id port-priority priority**
16. **instance id cost cost**
17. **external-cost cost**
18. **link-type {point-to-point | multipoint}**
19. **hello-time seconds**
20. **portfast [bpdu-guard]**
21. **guard root**
22. **guard topology-change**
23. **end**  
または  
**commit**

## 手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ1	<b>configure</b>  <b>例:</b> RP/0/RSP0/CPU0:router# <b>config</b> Thu Jun 4 07:50:02.660 PST RP/0/RSP0/CPU0:router (config)#	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ2	<b>spanning-tree mst protocol instance identifier</b>  <b>例:</b> RP/0/RSP0/CPU0:router (config)# <b>spanning-tree mst a</b> RP/0/RSP0/CPU0:router (config-mstp)#	MSTP コンフィギュレーション サブモードを開始します。
ステップ3	<b>bringup delay for interval {minutes   seconds}</b>  <b>例:</b> RP/0/RSP0/CPU0:router (config-mstp)# <b>bringup delay for 10 minutes</b>	起動を遅らせる時間間隔を設定します。
ステップ4	<b>flush containment disable</b>  <b>例:</b> RP/0/RSP0/CPU0:router (config-mstp)# <b>flush containment disable</b>	Flush Containment をディセーブルにします。 このコマンドは、状態に関係なく、すべてのインスタンスの MAC フラッシュを実行します。
ステップ5	<b>name name</b>  <b>例:</b> RP/0/RSP0/CPU0:router (config-mstp)# <b>name ml</b>	MSTP 領域の名前を設定します。 デフォルト値は、IEEE Std 802 で指定する 16 進数表記を使用してテキスト文字列としてフォーマットされたスイッチの MAC アドレスです。
ステップ6	<b>revision revision-number</b>  <b>例:</b> RP/0/RSP0/CPU0:router (config-mstp)# <b>revision 10</b>	MSTP 領域のレビジョン レベルを設定します。 指定できる値は 0 ~ 65535 です。
ステップ7	<b>forward-delay seconds</b>  <b>例:</b> RP/0/RSP0/CPU0:router (config-mstp)# <b>forward-delay 20</b>	ブリッジの転送遅延パラメータを設定します。 ブリッジ転送遅延時間に使用できる秒値は、4 ~ 30 です。
ステップ8	<b>maximum {age seconds   hops hops}</b>  <b>例:</b> RP/0/RSP0/CPU0:router (config-mstp)# <b>max age 40</b>  RP/0/RSP0/CPU0:router (config-mstp)# <b>max hops 30</b>	ブリッジの最大経過時間および最大ホップ パフォーマンス パラメータを設定します。 ブリッジの最大経過時間に使用できる秒値は、6 ~ 40 です。 ブリッジの最大ホップ数に使用できる秒値は、6 ~ 40 です。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ9	<pre>transmit hold-count count</pre> <p>例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstp)# transmit hold-count 8</p>	<p>伝送保留カウンタのパフォーマンス パラメータを設定します。 指定できる値は 1 ～ 10 です。</p>
ステップ10	<pre>provider-bridge</pre> <p>例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstp)# provider-bridge</p>	<p>プロトコルの現在のインスタンスを 802.lad モードにします。</p>
ステップ11	<pre>instance id</pre> <p>例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstp)# instance 101</p> <p>RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstp-inst)#</p>	<p>MSTI コンフィギュレーション サブモードを開始します。 MSTI ID に使用できる値は、0 ～ 4094 です。</p>
ステップ12	<pre>priority priority</pre> <p>例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstp-inst)# priority 8192</p>	<p>現在の MSTI のブリッジ プライオリティを設定します。 指定できる値は、0 ～ 61440 (4096 の倍数) です。</p>
ステップ13	<pre>vlan-id vlan-range [, vlan-range] [, vlan-range] [, vlan-range]</pre> <p>例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstp-inst)# vlan-id 2-1005</p>	<p>現在の MSTI と一連の VLAN ID を関連付けます。 VLAN のリストの範囲は、a-b、c、d、e-f、g などです。 (注) 各 MSTI に対してステップ 11 ～ 13 を繰り返します。</p>
ステップ14	<pre>interface {BundleEther   GigabitEthernet   TenGigE   FastEthernet} instance</pre> <p>例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstp)# interface FastEthernet 0/0/0/1 RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstp-if)#</p>	<p>MSTP インターフェイス コンフィギュレーション サブモードを開始し、特定のポートの STP をイネーブルにします。 ラック、スロット、インスタンス、またはポート形式でインターフェイスを転送します。</p>
ステップ15	<pre>instance id port-priority priority</pre> <p>例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstp-if)# instance 101 port-priority 160</p>	<p>MSTI にポート プライオリティのパフォーマンス パラメータを設定します。 MSTI ID に使用できる値は、0 ～ 4094 です。 ポート プライオリティに使用できる値は、0 ～ 240 (16 の倍数) です。</p>
ステップ16	<pre>instance id cost cost</pre> <p>例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstp-if)# instance 101 cost 10000</p>	<p>現在のポートの特定のインスタンスに関する内部パス コストを設定します。 MSTI ID に使用できる値は、0 ～ 4094 です。 ポート コストに使用できる値は、1 ～ 200000000 です。 (注) 各インターフェイスの MSTI ごとにステップ 15 および 16 を繰り返します。</p>

## ■ マルチ スパニング ツリー プロトコルの実装方法

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 17	<b>external-cost</b> <i>cost</i>  <b>例 :</b> RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstp-if)# <b>external-cost</b> 10000	現在の外部ポート パス コストを設定します。 ポート コストに使用できる値は、1 ~ 200000000 です。
ステップ 18	<b>link-type</b> { <i>point-to-point</i>   <i>multipoint</i> }  <b>例 :</b> RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstp-if)# <b>link-type</b> <i>point-to-point</i>	ポートのリンク タイプをポイントツーポイントまたはマルチポイントに設定します。
ステップ 19	<b>hello-time</b> <i>seconds</i>  <b>例 :</b> RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstp-if)# <b>hello-time</b> 1	ポートの <b>hello</b> タイムを秒単位で設定します。 使用できる値は 1 および 2 です。
ステップ 20	<b>portfast</b> [ <i>bpdu-guard</i> ]  <b>例 :</b> RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstp-if)# <b>portfast</b>  RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstp-if)# <b>portfast</b> <i>bpduguard</i>	ポート上で PortFast をイネーブルにし、任意で BPDU ガードをイネーブルにします。
ステップ 21	<b>guard</b> <i>root</i>  <b>例 :</b> RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstp-if)# <b>guard</b> <i>root</i>	ポート上で RootGuard をイネーブルにします。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 22	<pre>guard topology-change</pre> <p>例 :</p> <pre>RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstp-if)# guard topology-change</pre>	<p>ポート上で TopologyChangeGuard をイネーブルにします。</p> <p>(注) インターフェイスごとにステップ 14 ~ 22 を繰り返します。</p>
ステップ 23	<pre>end</pre> <p>または</p> <pre>commit</pre> <p>例 :</p> <pre>RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstp-if)# end</pre> <p>または</p> <pre>RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstp-if)# commit</pre>	<p>設定変更を保存します。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>end</b> コマンドを実行すると、変更をコミットするように要求されます。  <pre>Uncommitted changes found, commit them before exiting(yes/no/cancel)? [cancel]:</pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>yes</b> と入力すると、実行コンフィギュレーション ファイルに変更が保存され、コンフィギュレーション セッションが終了して、ルータが EXEC モードに戻ります。</li> <li>– <b>no</b> と入力すると、コンフィギュレーション セッションが終了して、ルータが EXEC モードに戻ります。変更はコミットされません。</li> <li>– <b>cancel</b> と入力すると、現在のコンフィギュレーション セッションが継続します。コンフィギュレーション セッションは終了せず、設定変更もコミットされません。</li> </ul> </li> <li>• 実行コンフィギュレーション ファイルに変更を保存し、コンフィギュレーション セッションを継続するには、<b>commit</b> コマンドを使用します。</li> </ul>

## MSTP の確認

次の show コマンドを使用して、MSTP の動作を確認できます。

- **show spanning-tree mst mst-name**
- **show spanning-tree mst mst-name interface interface-name**
- **show spanning-tree mst mst-name errors**
- **show spanning-tree mst mst-name configuration**
- **show spanning-tree mst mst-name bpdu interface interface-name**
- **show spanning-tree mst mst-name topology-change flushes**

## MSTAG または REPAG の設定

ここでは、MSTAG を設定する手順を説明します。

- [タグなしサブインターフェイスの設定](#)
- [MSTAG のイネーブル化](#)
- [MSTAG パラメータの設定](#)
- [MSTAG トポロジ変更の伝播の設定](#)
- [MSTAG の確認](#)



(注) REPAG の設定手順は同じです。

ここでは、データのスイッチングを設定する方法については説明しません。詳細については、「[マルチポイント レイヤ2 サービスの実装](#)」を参照してください。

### タグなしサブインターフェイスの設定

物理またはバンドル イーサネット インターフェイスで MSTAG をイネーブルにするには、最初に **encapsulation untagged** コマンドを使用して、タグなしパケットと一致する L2 サブインターフェイスを設定する必要があります。L2 サブインターフェイスの設定に関する詳細については、「[Cisco ASR 9000 シリーズ ルータ キャリア イーサネット モデル](#)」を参照してください。

### MSTAG のイネーブル化

MSTAG は、対応するタグなしサブインターフェイス上で明示的に設定することによって、物理インターフェイスまたはバンドル イーサネット インターフェイスでイネーブルにします。MSTAG はタグなしサブインターフェイスで設定されている場合、物理またはバンドル イーサネット インターフェイスと、その物理またはバンドル イーサネット サブインターフェイス上の他のすべてのサブインターフェイスで自動的にイネーブルになります。

### MSTAG パラメータの設定

MSTAG パラメータは各インターフェイスで個別に設定され、MSTAG は各インターフェイスで完全に独立して動作します。(ルートを同じアクセス ネットワークに接続している場合を除き) 異なるインターフェイスの MSTAG パラメータ間の対話はありませぬ。

これらのパラメータは、インターフェイスごとに設定できます。

- リージョン名およびリビジョン
- ブリッジ ID
- ポート ID
- 外部ポート パス コスト
- 最大経過時間
- プロバイダー ブリッジ モード
- Hello タイム



次の MSTAG パラメータは、各スパンニングツリー インスタンスのインターフェイスごとに設定可能です。

- VLAN ID
- ルートブリッジプライオリティおよび ID
- ブリッジプライオリティ
- ポートプライオリティ
- 内部ポートパスコスト

アクセスネットワーク全体に一貫した動作を確保するには、設定時に次のガイドラインを使用する必要があります。

- アクセスネットワーク内のデバイスのルートブリッジプライオリティおよび ID よりもよい（低い）ルートブリッジプライオリティおよび ID を（スパンニングツリー インスタンスごとに）使用して両方のゲートウェイ デバイスを設定する必要があります。ゲートウェイ デバイスでは、ルートブリッジプライオリティおよび ID を **0** に設定することを推奨します。



(注)

アクセス デバイスで検出された STP の矛盾を回避するには、両方のゲートウェイ デバイスで同じルートプライオリティおよび ID を設定する必要があります。

- ゲートウェイ デバイスは両方とも、ポートパスコストを **0** にして設定する必要があります。
- 各スパンニングツリー インスタンスでは、ルートブリッジプライオリティおよび ID よりも高いが、ネットワーク内の他のデバイス（他のゲートウェイ デバイスを含む）のブリッジプライオリティおよび ID よりも低いブリッジプライオリティおよび ID を使用して、1つのゲートウェイ デバイスを設定する必要があります。ブリッジプライオリティを **0** に設定することを推奨します。
- スパンニングツリー インスタンスごとに、ルートブリッジプライオリティおよび ID、最初のゲートウェイ デバイスブリッジプライオリティおよび ID よりも高いが、アクセスネットワーク内のデバイスのブリッジプライオリティおよび ID よりも低いブリッジプライオリティおよび ID を使用して、2番目のゲートウェイ デバイスを設定する必要があります。ブリッジプライオリティを **4096** に設定することを推奨します（これは、**0** よりも大きい最低許容値です）。
- ゲートウェイ デバイスよりも高いブリッジプライオリティを使用してすべてのアクセス デバイスを設定する必要があります。**8192** 以上の値を使用することを推奨します。
- スパンニングツリー インスタンスごとに、すべてのリンクがアップすると目的のポートがブロック状態になるように、アクセス デバイスでポートパスコストおよびその他のパラメータを設定する場合があります。



注意

MSTAG 設定のチェックはありません。設定ミスによって、アクセス デバイスの MSTP プロトコルの誤った動作が発生する可能性があります（たとえば、STP の矛盾が検出されます）。

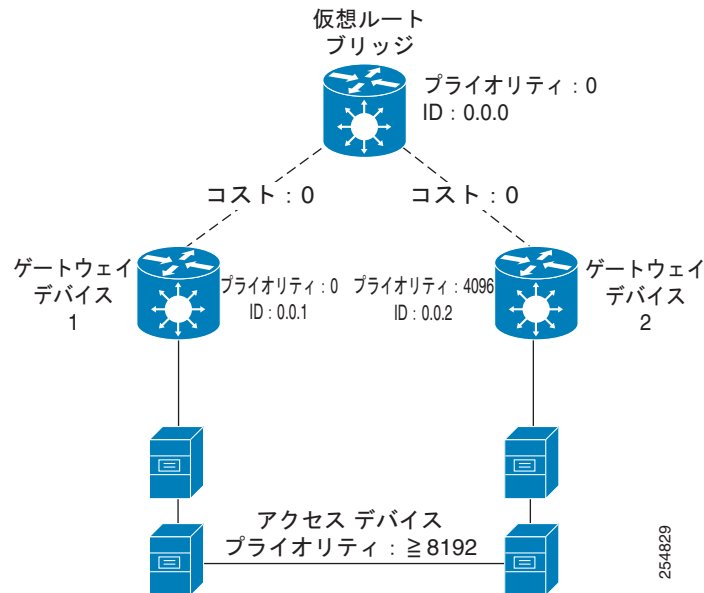
図 32 で、上記のガイドラインについて説明します。



(注)

トポロジの変更がシグナリングされると、アクセス デバイスはゲートウェイ デバイスから受信した情報を無視する場合のように、これらのガイドラインは、REPAG には適用されません。

図 32 MSTAG のガイドライン



(注)

次の項にリストされている設定手順では、設定可能なパラメータがすべて表示されます。ただし、通常、そのほとんどではデフォルト値を保持できます。

## 手順の概要

1. **configure**
2. **spanning-tree mstg protocol instance identifier**
3. **preempt delay for interval {seconds | minutes | hours}**
4. **interface {Bundle-Ether | GigabitEthernet | TenGigE | FastEthernet} instance.subinterface**
5. **name name**
6. **revision revision-number**
7. **max age seconds**
8. **provider-bridge**
9. **bridge-id id**
10. **port-id id**
11. **external-cost cost**
12. **hello-time seconds**
13. **instance id**
14. **vlan-id vlan-range [,vlan-range][,vlan-range][,vlan-range]**
15. **priority priority**
16. **port-priority priority**
17. **cost cost**
18. **root-bridge id**

19. *root-priority priority*

20. *end*

または  
**commit**

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ1	<b>configure</b>  例： RP/0/RSP0/CPU0:router# <b>configure</b> Thu Jun 4 07:50:02.660 PST RP/0/RSP0/CPU0:router(config)#	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ2	<b>spanning-tree mstag protocol instance identifier</b>  例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config)# <b>spanning-tree mstag a</b> RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstag)#	MSTAG コンフィギュレーション サブモードを開始します。
ステップ3	<b>preempt delay for interval {seconds   minutes   hours}</b>  例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstag)# <b>preempt delay for 10 seconds</b>	プリエンプション処理を行うまでに起動 BPDU を送信する遅延時間を指定します。
ステップ4	<b>interface {Bundle-Ether   GigabitEthernet   TenGigE   FastEthernet} instance.subinterface</b>  例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstag)# <b>interface GigabitEthernet0/2/0/30.1</b>  RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstag-if)#	MSTAG インターフェイス コンフィギュレーション サブモードを開始し、特定のポートの MSTAG をイネーブルにします。
ステップ5	<b>name name</b>  例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstag-if)# <b>name leo</b>	MSTP 領域の名前を設定します。  デフォルト値は、IEEE 規格 802 で指定する 16 進数表記を使用してテキスト文字列としてフォーマットされたスイッチの MAC アドレスです。
ステップ6	<b>revision revision-number</b>  例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstag-if)# <b>revision 1</b>	MSTP 領域のリビジョン レベルを設定します。  指定できる値は 0 ~ 65535 です。

## ■ マルチ スパニング ツリー プロトコルの実装方法

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ7	<p><code>max age seconds</code></p> <p>例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstag-if)# <code>max age 20</code></p>	<p>ブリッジの最大経過時間のパフォーマンス パラメータを設定します。</p> <p>ブリッジの最大経過時間に使用できる秒値は、6 ~ 40 です。</p>
ステップ8	<p><code>provider-bridge</code></p> <p>例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstag-if)# <code>provider-bridge</code></p>	<p>プロトコルの現在のインスタンスを 802.1ad モードにします。</p>
ステップ9	<p><code>bridge-id id</code></p> <p>例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstag-if)# <code>bridge-id 001c.0000.0011</code></p>	<p>現在のスイッチのブリッジ ID を設定します。</p>
ステップ10	<p><code>port-id id</code></p> <p>例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstag-if)# <code>port-id 111</code></p>	<p>現在のスイッチのポート ID を設定します。</p>
ステップ11	<p><code>external-cost cost</code></p> <p>例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstag-if)# <code>external-cost 10000</code></p>	<p>現在の外部ポート パス コストを設定します。</p> <p>ポート コストに使用できる値は、1 ~ 200000000 です。</p>
ステップ12	<p><code>hello-time seconds</code></p> <p>例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstag-if)# <code>hello-time 1</code></p>	<p>ポートの hello タイムを秒単位で設定します。</p> <p>指定できる値は 1 ~ 2 です。</p>
ステップ13	<p><code>instance id</code></p> <p>例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstag-if)# <code>instance 1</code></p>	<p>MSTI コンフィギュレーション サブモードを開始します。</p> <p>MSTI ID に使用できる値は、0 ~ 4094 です。</p>
ステップ14	<p><code>edge mode</code></p> <p>例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstag-if-ins t)# <code>edge mode</code></p>	<p>この MSTI のアクセス ゲートウェイ エッジ モードをイネーブルにします。</p>
ステップ15	<p><code>vlan-id vlan-range</code> <code>[, vlan-range] [, vlan-range] [, vlan-range]</code></p> <p>例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstag-if-ins t)# <code>vlan-id 2-1005</code></p>	<p>現在の MSTI と一連の VLAN ID を関連付けます。</p> <p>VLAN のリストの範囲は、a-b、c、d、e-f、g などです。</p>

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 16	<p><code>priority priority</code></p> <p>例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstag-if-ins t)# <code>priority 4096</code></p>	<p>現在の MSTI のブリッジ プライオリティを設定します。</p> <p>指定できる値は、0 ~ 61440 (4096 の倍数) です。</p>
ステップ 17	<p><code>port-priority priority</code></p> <p>例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstag-if-ins t)# <code>port-priority 160</code></p>	<p>MSTI にポート プライオリティのパフォーマンス パラメータを設定します。</p> <p>ポート プライオリティに使用できる値は、0 ~ 240 (16 の倍数) です。</p>
ステップ 18	<p><code>cost cost</code></p> <p>例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstag-if-ins t)# <code>cost 10000</code></p>	<p>現在のポートの特定のインスタンスに関する内部パス コストを設定します。</p> <p>ポート コストに使用できる値は、1 ~ 200000000 です。</p>
ステップ 19	<p><code>root-bridge id</code></p> <p>例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstag-if-ins t)# <code>root-id 001c.0000.0011</code></p>	<p>現在のポートから送信された BPDU のルートブリッジ ID を設定します。</p>
ステップ 20	<p><code>root-priority priority</code></p> <p>例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstag-if-ins t)# <code>root-priority 4096</code></p>	<p>このポートから送信された BPDU のルートブリッジ プライオリティを設定します。</p> <p>(注) 各インターフェイスを設定するにはステップ 4 ~ 19 を繰り返し、インターフェイスごとに各 MSTI を設定するにはステップ 13 ~ 19 を繰り返します。</p>
ステップ 21	<p><code>end</code> または <code>commit</code></p> <p>例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstag-if-ins t)# <code>end</code> または RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstag-if-ins t)# <code>commit</code></p>	<p>設定変更を保存します。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>end</b> コマンドを実行すると、変更をコミットするように要求されます。 Uncommitted changes found, commit them before exiting(yes/no/cancel)? [cancel]: <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>yes</b> と入力すると、実行コンフィギュレーション ファイルに変更が保存され、コンフィギュレーション セッションが終了して、ルータが EXEC モードに戻ります。</li> <li>- <b>no</b> と入力すると、コンフィギュレーション セッションが終了して、ルータが EXEC モードに戻ります。変更はコミットされません。</li> <li>- <b>cancel</b> と入力すると、現在のコンフィギュレーション セッションが継続します。コンフィギュレーション セッションは終了せず、設定変更もコミットされません。</li> </ul> </li> <li>• 実行コンフィギュレーション ファイルに変更を保存し、コンフィギュレーション セッションを継続するには、<b>commit</b> コマンドを使用します。</li> </ul>

## MSTAG トポロジ変更の伝播の設定

MSTAG トポロジ変更の伝播は、単に 2 台のゲートウェイ デバイスの MSTAG 対応インターフェイス間の接続を設定することによって設定されます。

1. MSTAG を上記のように設定します。使用するタグなしサブインターフェイスに留意してください。
2. ゲートウェイ デバイス間の接続を設定します。これは、MPLS 疑似回線経由で接続するか、直接物理リンクが存在する場合は VLAN サブインターフェイスになります。
3. 他のゲートウェイ デバイスへのタグなしサブインターフェイスおよびリンク (PW またはサブインターフェイス) が含まれている各ゲートウェイ デバイスでポイントツーポイント (P2P) の相互接続を設定します。

MSTAG 用に設定されたタグなしサブインターフェイスが P2P の相互接続に追加されると、MSTAG トポロジ変更の伝播が自動的にイネーブルになります。MSTAG は、トポロジの変更の検出時に信号通知するよう、その他のゲートウェイ デバイスへの相互接続によって BDPU を転送します。

MPLS 疑似回線または P2P の相互接続設定の詳細については、「[ポイントツーポイント レイヤ 2 サービスの実装](#)」を参照してください。

## MSTAG の確認

次の show コマンドを使用して、MSTAG の動作を確認できます。

- `show spanning-tree mstag mst-name`
- `show spanning-tree mstag mst-name bpdu interface interface-name`
- `show spanning-tree mstag mst-name topology-change flushes`

REPAG では類似するコマンドを使用できます。

## PVSTAG または PVRSTAG の設定

ここでは、PVSTAG を設定する手順を説明します。

- [PVSTAG のイネーブル化](#)
- [PVSTAG パラメータの設定](#)
- [サブインターフェイスの設定](#)
- [PVSTAG の確認](#)

PVRSTAG の設定手順は同じです。



(注)

ここでは、データのスイッチングを設定する方法については説明しません。詳細については、「[マルチポイント レイヤ 2 サービスの実装](#)」を参照してください。

## PVSTAG のイネーブル化

PVSTAG は、PVSTAG 用の物理インターフェイスおよび VLAN を明示的に設定することで、その物理インターフェイスで特定の VLAN に対してイネーブルになります。

## PVSTAG パラメータの設定

次に、各 VLAN のインターフェイスごとに設定可能な PVSTAG パラメータを示します。

- ルートプライオリティおよび ID
- ルートコスト
- ブリッジプライオリティおよび ID
- ポートプライオリティおよび ID
- 最大経過時間
- Hello タイム

正常に動作するには、PVSTAG の設定時に次のガイドラインに従う必要があります。

- アクセスネットワーク内のデバイスのブリッジプライオリティおよび ID よりもよい（低い）ルートブリッジプライオリティおよび ID を使用して両方のゲートウェイ デバイスを設定する必要があります。ゲートウェイ デバイスでは、ルートブリッジプライオリティおよび ID を 0 に設定することを推奨します。
- ゲートウェイ デバイスは両方とも、ルートコストを 0 にして設定する必要があります。
- ルートブリッジプライオリティおよび ID よりも高いが、ネットワーク内の他のデバイス（他のゲートウェイ デバイスを含む）のブリッジプライオリティおよび ID よりも低いブリッジプライオリティおよび ID を使用して、1 つのゲートウェイ デバイスを設定する必要があります。ブリッジプライオリティを 0 に設定することを推奨します。
- ルートブリッジプライオリティおよび ID、最初のゲートウェイ デバイスブリッジプライオリティおよび ID よりも高いが、アクセスネットワーク内のデバイスのブリッジプライオリティおよび ID よりも低いブリッジプライオリティおよび ID を使用して、2 番目のゲートウェイ デバイスを設定する必要があります。ブリッジプライオリティは、PVSTAG では 1、PVRSTAG では 4096 に設定することを推奨します。（PVRSTAG の場合、これは、0 よりも大きい最低許容値です）。
- ゲートウェイ デバイスよりも高いブリッジプライオリティを使用してすべてのアクセス デバイスを設定する必要があります。PVSTAG では 2 以上の値、PVRSTAG では 8192 以上の値を使用することを推奨します。
- スパンニングツリー インスタンスごとに、すべてのリンクがアップすると目的のポートがブロック状態になるように、アクセス デバイスでポート パス コストおよびその他のパラメータを設定する必要があります。

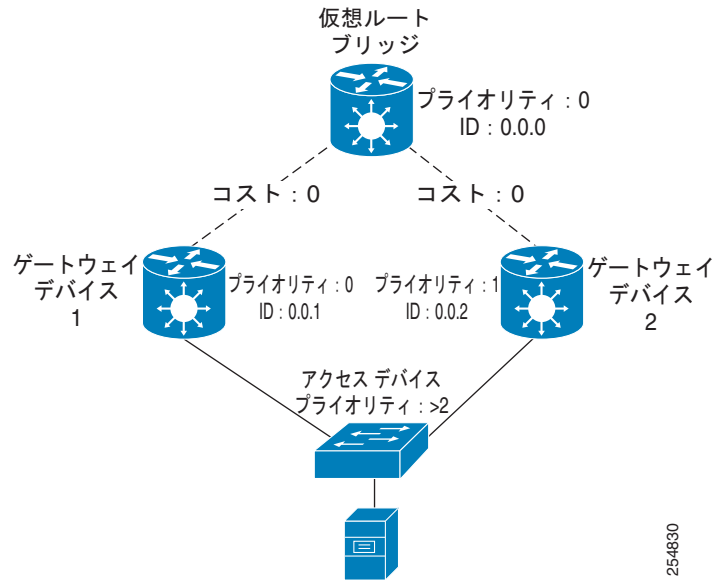


### 注意

PVSTAG 設定のチェックはありません。設定ミスによって、アクセス デバイスの PVST プロトコルの誤った動作が発生する可能性があります（たとえば、STP の矛盾が検出されます）。

図 33 で、これらのガイドラインについて説明します。

図 33 PVSTAG のガイドライン



(注) 次の項にリストされている設定手順では、設定可能なパラメータがすべて表示されます。ただし、通常、そのほとんどではデフォルト値を保持できます。

### PVSTAG トポロジの制約事項

次の制約事項が PVSTAG トポロジに適用されます。

- 1つのアクセスデバイスだけをゲートウェイデバイスに接続できます。
- 1つのVLANのトポロジ変更通知は、その物理インターフェイスのすべてのVLANおよびブリッジドメインに影響します。

### 手順の概要

1. **configure**
2. **spanning-tree pvstag protocol instance identifier**
3. **preempt delay for interval {seconds | minutes | hours}**
4. **interface interface-instance.subinterface**
5. **vlan vlan-id**
6. **root-priority priority**
7. **root-id id**
8. **root-cost cost**
9. **priority priority**
10. **bridge-id id**
11. **port-priority priority**
12. **port-id id**



13. **hello-time** *seconds*

14. **max age** *seconds*

15. **end**

または

**commit**

## ■ マルチ スパニング ツリー プロトコルの実装方法

## 手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ1	<code>configure</code>  例： RP/0/RSP0/CPU0:router# <code>configure</code> Thu Jun 4 07:50:02.660 PST RP/0/RSP0/CPU0:router (config)#	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ2	<code>spanning-tree pvstag protocol instance identifier</code>  例： RP/0/RSP0/CPU0:router (config)# <code>spanning-tree pvstag a</code> RP/0/RSP0/CPU0:router (config-pvstag)#	PVSTAG コンフィギュレーション サブモードを開始します。
ステップ3	<code>preempt delay for interval {seconds   minutes   hours}</code>  例： RP/0/RSP0/CPU0:router (config-pvstag)# <code>preempt delay for 10 seconds</code>	プリエンプション処理を行うまでに起動 BPDU を送信する遅延時間を指定します。
ステップ4	<code>interface interface-instance.subinterface</code>  例： RP/0/RSP0/CPU0:router (config-pvstag)# <code>interface GigabitEthernet0/2/0/30.1</code>  RP/0/RSP0/CPU0:router (config-pvstag-if)#	PVSTAG インターフェイス コンフィギュレーション サブモードを開始し、特定のポートの PVSTAG をイネーブルにします。
ステップ5	<code>vlan vlan-id</code>  例： RP/0/RSP0/CPU0:router (config-pvstag-if)# <code>vlan 200</code>	このインターフェイスで VLAN をイネーブルにして設定します。
ステップ6	<code>root-priority priority</code>  例： RP/0/RSP0/CPU0:router (config-pvstag-if-vlan)# <code>root-priority 4096</code>	このポートから送信された BPDU のルートブリッジプライオリティを設定します。
ステップ7	<code>root-id id</code>  例： RP/0/RSP0/CPU0:router (config-pvstag-if-vlan)# <code>root-id 0000.0000.0000</code>	ポートから送信された BPDU のルートブリッジの ID を設定します。
ステップ8	<code>root-cost cost</code>  例： RP/0/RSP0/CPU0:router (config-pvstag-if-vlan)# <code>root-cost 10000</code>	このインターフェイスから BPDU で送信するルートパス コストを設定します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ9	<p><code>priority priority</code></p> <p>例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-pvstag-if-vlan)# <b>priority 4096</b></p>	<p>現在の MSTI のブリッジ プライオリティを設定します。</p> <p>PVSTAG の場合、使用できる値は 0 ~ 65535 で、PVRSTAG の場合、使用できる値は 0 ~ 61440 (4096 の倍数) です。</p>
ステップ10	<p><code>bridge-id id</code></p> <p>例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-pvstag-if-vlan)# <b>bridge-id 001c.0000.0011</b></p>	<p>現在のスイッチのブリッジ ID を設定します。</p>
ステップ11	<p><code>port-priority priority</code></p> <p>例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-pvstag-if-vlan)# <b>port-priority 160</b></p>	<p>MSTI にポート プライオリティのパフォーマンス パラメータを設定します。</p> <p>PVSTAG の場合、ポート プライオリティに使用できる値は 0 ~ 255 で、PVRSTAG の場合、使用できる値は 0 ~ 240 (16 の倍数) です。</p>
ステップ12	<p><code>port-id id</code></p> <p>例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-pvstag-if-vlan)# <b>port-id 111</b></p>	<p>現在のスイッチのポート ID を設定します。</p>
ステップ13	<p><code>hello-time seconds</code></p> <p>例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-pvstag-if-vlan)# <b>hello-time 1</b></p>	<p>ポートの hello タイムを秒単位で設定します。</p> <p>指定できる値は 1 ~ 2 です。</p>

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 14	<p><code>max age seconds</code></p> <p><b>例 :</b> RP/0/RSP0/CPU0:router(config-pvstag-if-vlan)# <code>max age 20</code></p>	<p>ブリッジの最大経過時間のパフォーマンス パラメータを設定します。</p> <p>ブリッジの最大経過時間に使用できる秒値は、6 ~ 40 です。</p> <p><b>(注)</b> 各インターフェイスを設定するにはステップ 4 ~ 14 を繰り返し、インターフェイスごとに各 VLAN を設定するにはステップ 5 ~ 14 を繰り返します。</p>
ステップ 15	<p><code>end</code> または <code>commit</code></p> <p><b>例 :</b> RP/0/RSP0/CPU0:router(config-pvstag-if-vlan)# <code>end</code> または RP/0/RSP0/CPU0:router(config-pvstag-if-vlan)# <code>commit</code></p>	<p>設定変更を保存します。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>end</b> コマンドを実行すると、変更をコミットするように要求されます。  Uncommitted changes found, commit them before exiting(yes/no/cancel)? [cancel]:   <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>yes</b> と入力すると、実行コンフィギュレーション ファイルに変更が保存され、コンフィギュレーション セッションが終了して、ルータが EXEC モードに戻ります。</li> <li>- <b>no</b> と入力すると、コンフィギュレーション セッションが終了して、ルータが EXEC モードに戻ります。変更はコミットされません。</li> <li>- <b>cancel</b> と入力すると、現在のコンフィギュレーション セッションが継続します。コンフィギュレーション セッションは終了せず、設定変更もコミットされません。</li> </ul> </li> <li>• 実行コンフィギュレーション ファイルに変更を保存し、コンフィギュレーション セッションを継続するには、<b>commit</b> コマンドを使用します。</li> </ul>

## サブインターフェイスの設定

インターフェイスの PVSTAG でイネーブルになっている VLAN ごとに、その VLAN のトラフィックと一致する対応するサブインターフェイスを設定する必要があります。これはデータのスイッチングと PVST BPDU の両方に使用されます。サブインターフェイスを設定するときには、次のガイドラインに従ってください。

- VLAN 1 は PVST のネイティブ VLAN として扱われます。したがって、VLAN 1 の場合は、タグなしパケット (**encapsulation untagged**) と一致するサブインターフェイスを設定する必要があります。また、VLAN 1 を明示的にタグ付けされたパケットと一致するサブインターフェイスを設定する必要が生じる場合があります (**encapsulation dot1q 1**)。
- PVST では dot1q パケットだけが許可されます。Q-in-Q および dot1ad パケットはプロトコルでサポートされていないため、これらのカプセル化で設定されたサブインターフェイスは、PVSTAG で正しく動作しません。
- VLAN の範囲と一致するサブインターフェイスは PVSTAG でサポートされます。これがデータ スイッチングのプロビジョニングで望ましい場合を除き、VLAN ごとに個別のサブインターフェイスを設定する必要はありません。
- PVSTAG は次をサポートしていません。
  - L2 モードで設定された物理インターフェイス
  - デフォルトのカプセル化 (**encapsulation default**) で設定されているサブインターフェイス

- VLAN (**encapsulation dot1q any**) と一致するように設定されたサブインターフェイス L2 サブインターフェイスの設定の詳細については、「[ポイントツーポイント レイヤ 2 サービスの実装](#)」を参照してください。

## PVSTAG の確認

次の **show** コマンドを使用して、PVSTAG または PVRSTAG の動作を確認できます。

- **show spanning-tree pvstag mst-name**
- **show spanning-tree pvstag mst-name**

特に、これらのコマンドは各 VLAN に使用するサブインターフェイスを表示します。

## MVRP-lite の設定

ここでは、MVRP-lite を設定する手順を説明します。

- [MVRP-lite のイネーブル化](#)
- [MVRP-lite パラメータの設定](#)
- [MVRP-lite の確認](#)

## MVRP-lite のイネーブル化

MVRP ライトが設定されている場合、MSTP がイネーブルであるすべてのインターフェイスで自動的にイネーブルになります。MSTP は、MVRP をイネーブルにする前に設定する必要があります。MSTP の設定については、「[MSTP の設定](#)」(P.325) を参照してください。

## MVRP-lite パラメータの設定

次に、設定可能な MVRP-lite パラメータを示します。

- 定期的な送信
- Join 時間
- Leave 時間
- Leave-all 時間

### 手順の概要

1. **configure**
2. **spanning-tree mst protocol instance name**
3. **mvrp static**
4. **periodic transmit [interval seconds]**
5. **join-time milliseconds**
6. **leave-time seconds**
7. **leaveall-time seconds**

8. **end**  
または  
**commit**

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ1	<p><b>configure</b></p> <p>例： RP/0/RSP0/CPU0:router# <b>configure</b> Thu Jun 4 07:50:02.660 PST RP/0/RSP0/CPU0:router(config)#</p>	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ2	<p><b>spanning-tree mst protocol instance identifier</b></p> <p>例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config)# <b>spanning-tree mst a</b> RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstp)#</p>	MSTP コンフィギュレーション サブモードを開始します。
ステップ3	<p><b>mvrp static</b></p> <p>例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mstp)# <b>mvrp static</b></p>	この MSTP プロトコル インスタンスを実行するように MVRP を設定します。
ステップ4	<p><b>periodic transmit [interval seconds]</b></p> <p>例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mvrp)# <b>periodic transmit</b></p>	すべてのアクティブ ポートで定期的なマルチ VLAN 登録プロトコル データ ユニット (MVRPDU) を送信します。
ステップ5	<p><b>join-time milliseconds</b></p> <p>例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mvrp)# <b>hello-time 1</b></p>	すべてのアクティブ ポートの Join 時間を設定します。
ステップ6	<p><b>leave-time seconds</b></p> <p>例： RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mvrp)# <b>leave-time 20</b></p>	すべてのアクティブ ポート Leave 時間を設定します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ7	<pre>leaveall-time seconds</pre> <p><b>例:</b> RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mvrp)# leaveall-time 20 </p>	<p>権限をすべてのアクティブ ポートの Leave all 時間を設定します。</p>
ステップ8	<pre>end</pre> <p>または</p> <pre>commit</pre> <p><b>例:</b> RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mvrp)# end または RP/0/RSP0/CPU0:router(config-mvrp)# commit </p>	<p>設定変更を保存します。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>end</b> コマンドを実行すると、変更をコミットするように要求されます。 Uncommitted changes found, commit them before exiting (yes/no/cancel)? [cancel]: <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>yes</b> と入力すると、実行コンフィギュレーション ファイルに変更が保存され、コンフィギュレーション セッションが終了して、ルータが EXEC モードに戻ります。</li> <li>- <b>no</b> と入力すると、コンフィギュレーション セッションが終了して、ルータが EXEC モードに戻ります。変更はコミットされません。</li> <li>- <b>cancel</b> と入力すると、現在のコンフィギュレーション セッションが継続します。コンフィギュレーション セッションは終了せず、設定変更もコミットされません。</li> </ul> </li> <li>• 実行コンフィギュレーション ファイルに変更を保存し、コンフィギュレーション セッションを継続するには、<b>commit</b> コマンドを使用します。</li> </ul>

## MVRP-lite の確認

次の show コマンドを使用して、MVRP-lite の動作を確認できます。

- **show ethernet mvrp mad**
- **show ethernet mvrp status**
- **show ethernet mvrp statistics**



# MSTP の実装の設定例

ここでは、次の設定例を示します。

- [MSTP の設定 : 例](#)
- [MSTAG の設定 : 例](#)
- [PVSTAG の設定 : 例](#)
- [MVRP-Lite の設定 : 例](#)

## MSTP の設定 : 例

次に、MSTP が単一のインターフェイスでイネーブルになっている単一スパニングツリー インスタンスの MSTP 設定例を示します。

```
config
spanning-tree mst example
  name m1
  revision 10
  forward-delay 20
  maximum hops 40
  maximum age 40
  transmit hold-count 8
  provider-bridge
  bringup delay for 60 seconds
  flush containment disable
  instance 101
    vlans-id 101-110
    priority 8192
  !
interface GigabitEthernet0/0/0/0
  hello-time 1
  external-cost 10000
  link-type point-to-point
  portfast
  guard root
  guard topology-change
  instance 101 cost 10000
  instance 101 port-priority 160
!
!
```

次に、スパニングツリー プロトコルの状態の概要を生成する **show spanning-tree mst** コマンドの出力例を示します。

```
# show spanning-tree mst example
Role:  ROOT=Root,  DSGN=Designated,  ALT=Alternate,  BKP=Backup,  MSTR=Master
State:  FWD=Forwarding,  LRN=Learning,  BLK=Blocked,  DLY=Bringup Delayed

Operating in dot1q mode

MSTI 0 (CIST):

  VLANS Mapped: 1-9,11-4094

  CIST Root  Priority    4096
             Address    6262.6262.6262
             This bridge is the CIST root
```

```

Ext Cost      0

Root ID      Priority      4096
             Address      6262.6262.6262
             This bridge is the root
             Int Cost      0
             Max Age 20 sec, Forward Delay 15 sec

Bridge ID    Priority      4096 (priority 4096 sys-id-ext 0)
             Address      6262.6262.6262
             Max Age 20 sec, Forward Delay 15 sec
             Max Hops 20, Transmit Hold count 6

Interface    Port ID      Role State Designated      Port ID
             Pri.Nbr Cost          Bridge ID      Pri.Nbr
-----
Gi0/0/0/0    128.1      20000          DSGN FWD      4096 6262.6262.6262 128.1
Gi0/0/0/1    128.2      20000          DSGN FWD      4096 6262.6262.6262 128.2
Gi0/0/0/2    128.3      20000          DSGN FWD      4096 6262.6262.6262 128.3
Gi0/0/0/3    128.4      20000          ---- BLK      ----

```

MSTI 1:

VLANS Mapped: 10

```

Root ID      Priority      4096
             Address      6161.6161.6161
             Int Cost      20000
             Max Age 20 sec, Forward Delay 15 sec

Bridge ID    Priority      32768 (priority 32768 sys-id-ext 0)
             Address      6262.6262.6262
             Max Age 20 sec, Forward Delay 15 sec
             Max Hops 20, Transmit Hold count 6

Interface    Port ID      Role State Designated      Port ID
             Pri.Nbr Cost          Bridge ID      Pri.Nbr
-----
Gi0/0/0/0    128.1      20000          ROOT FWD      4096 6161.6161.6161 128.1
Gi0/0/0/1    128.2      20000          ALT BLK       4096 6161.6161.6161 128.2
Gi0/0/0/2    128.3      20000          DSGN FWD      32768 6262.6262.6262 128.3
Gi0/0/0/3    128.4      20000          ---- BLK      ----

```

**show spanning-tree mst** の出力例では、最初の行は、MSTP が dot1q またはプロバイダー ブリッジ モードで動作しているかどうかを示し、この情報の後に各 MSTI の詳細が表示されます。

各 MSTI について、次の情報が表示されます。

- MSTI の VLAN のリスト。
- CIST の場合、CIST ルートのプライオリティおよびブリッジ ID、および CIST ルートに到達するための外部パス コスト。またこの出力は、このブリッジが CIST ルートであるかどうかを示します。
- この MSTI のルートブリッジのプライオリティおよびブリッジ ID、およびルートに到達するための内部パス コスト。またこの出力は、このブリッジが MSTI のルートであるかどうかを示します。
- MSTI のルートブリッジから受信した最大経過時間および転送遅延時間。

- この MSTI のこのブリッジのプライオリティおよびブリッジ ID。
- このブリッジの最大経過時間、転送遅延、最大ホップ、および転送保留カウント（すべての MSTI で同じです）。
- MSTP 対応インターフェイスのリスト。各インターフェイスについて、次の情報が表示されます。
  - インターフェイス名。
  - この MSTI のこのインターフェイスのポート プライオリティおよびポート ID。
  - この MSTI のこのインターフェイスのポート コスト。
  - 現在のポートの役割。
 

DSGN：指定：これは、この MSTI のこの LAN 上の指定ポートです。

ROOT：ルート：この MSTI のブリッジのルート ポートです。

ALT：代替：これは、この MSTI の代替ポートです。

BKP：バックアップ：これは、この MSTI のバックアップ ポートです。

MSTR：マスター：これは、CIST のルート ポートまたは代替ポートである境界ポートです。

インターフェイスがダウンしているか、起動遅延タイマーが実行されていて、ロールがまだ割り当てられていません。
  - 現在のポート状態。
 

BLK：ポートはブロックされています。

LRN：ポートを学習中です。

FWD：ポートは転送中です。

DLY：起動遅延タイマーが実行中です。
  - ポートが境界ポートであり、CIST はなく、ポートが指定されていない場合は、境界ポートだけが表示され、残りの情報は表示されません。
  - ポートがアップしていないか、起動遅延タイマーが動作している場合、情報は残りのフィールドに表示されません。それ以外の場合は、インターフェイスが接続されている LAN の指定ブリッジのブリッジプライオリティおよびブリッジ ID が表示され、その後 LAN 上の指定ポートのポートプライオリティおよびポート ID が表示されます。ポートの役割が指定されていない場合、このブリッジまたはポートの情報が表示されます。

次に、上述したように、標準コマンドよりもインターフェイス ステートに関する詳細な情報を生成する、**show spanning-tree mst** コマンドの出力例を示します。

```
# show spanning-tree mst a interface GigabitEthernet0/1/2/1
GigabitEthernet0/1/2/1
Cost: 20000
link-type: point-to-point
hello-time 1
Portfast: no
BPDU Guard: no
Guard root: no
Guard topology change: no
BPDUs sent 492, received 3
```

```
MST 3:
  Edge port:
  Boundary : internal
  Designated forwarding
  Vlans mapped to MST 3: 1-2,4-2999,4000-4094
  Port info port id 128.193 cost 200000
  Designated root address 0050.3e66.d000 priority 8193 cost 20004
  Designated bridge address 0002.172c.f400 priority 49152 port id 128.193
  Timers: message expires in 0 sec, forward delay 0, forward transitions 1
  Transitions to reach this state: 12
```

出力には、すべての MSTI に適用されるインターフェイスに関するインターフェイス情報が表示されます。

- コスト
- リンク タイプ
- hello-time
- portfast (BPDU ガードがイネーブルかどうかなど)
- ガードのルート
- ガードのトポロジ変更
- 送受信された BPDU

また、各 MSTI に固有の情報が含まれます。

- ポート ID、プライオリティ、コスト
- ルートからの BPDU 情報 (ブリッジ ID、コスト、プライオリティ)
- このポートで送信される BPDU 情報 (ブリッジ ID、コスト、プライオリティ)
- この状態に達するまでの状態遷移
- トポロジは、この状態になるように変更されます。
- この MSTI の Flush containment ステータス。

次に、MSTP 用に設定されているが、MSTP が動作していないインターフェイスに関する情報を生成する、**show spanning-tree mst errors** コマンドの出力例を示します。これは主に、存在しないインターフェイスに関する情報を表示します。

```
# show spanning-tree mst a errors
Interface          Error
-----
GigabitEthernet1/2/3/4  Interface does not exist.
```

次に、MSTI マッピング テーブルに VLAN ID を表示する、**show spanning-tree mst configuration** の出力例を示します。また、送信された BPDU に含まれる設定ダイジェストを表示します。これは、同じ MSTP リージョン内の他のブリッジから受信したダイジェストと一致する必要があります。

```
# show spanning-tree mst a configuration
Name          leo
Revision      2702
Config Digest 9D-14-5C-26-7D-BE-9F-B5-D8-93-44-1B-E3-BA-08-CE
Instance      Vlans mapped
-----
0             1-9,11-19,21-29,31-39,41-4094
1             10,20,30,40
-----
```

次に、特定のローカルインターフェイスで出力および受信される BPDU の詳細を生成する、**show spanning-tree mst bpdu interface** の出力例を示します。



(注) 共有 LAN 上で動作する MSTP の場合は、複数の受信パケットを保存できます。

```
# show spanning-tree mst a bpdu interface GigabitEthernet0/1/2/2 direction transmit
MSTI 0 (CIST):
  Root ID : 0004.9b78.0800
  Path Cost : 83
  Bridge ID : 0004.9b78.0800
  Port ID : 12
  Hello Time : 2
  ...
```

次に、各インターフェイスの MSTI ごとに発生したトポロジ変更の詳細を表示する、**show spanning-tree mst topology-change flushes** の出力例を示します。

```
# show spanning-tree mst M topology-change flushes instance$
MSTI 1:

Interface      Last TC          Reason                                     Count
-----
Te0/0/0/1      04:16:05 Mar 16 2010  Role change: DSGN to ----              10
#
#
# show spanning-tree mst M topology-change flushes instance$
MSTI 0 (CIST):

Interface      Last TC          Reason                                     Count
-----
Te0/0/0/1      04:16:05 Mar 16 2010  Role change: DSGN to ----              10
#
```

## MSTAG の設定 : 例

次に、単一のインターフェイスでの単一スパンニングツリー インスタンスの MSTAG 設定例を示します。

```
config
interface GigabitEthernet0/0/0/0.1 l2transport
  encapsulation untagged
!
spanning-tree mstag example
  preempt delay for 60 seconds
  interface GigabitEthernet0/0/0/0.1
    name m1
    revision 10
    external-cost 0
    bridge-id 0.0.1
    port-id 1
    maximum age 40
    provider-bridge
    hello-time 1
    instance 101
      edge-mode
      vlans-id 101-110
      root-priority 0
      root-id 0.0.0
```

```

        cost 0
        priority 0
        port-priority 0
    !
!
!

```

次に、MSTAG トポロジ変更の伝搬の追加設定例を示します。

```

l2vpn
  xconnect group example
  p2p mstag-example
  interface GigabitEthernet0/0/0/0.1
    neighbor 123.123.123.1 pw-id 100
  !
!
!

```

次に、**show spanning-tree mstag** の出力例を示します。

```

# show spanning-tree mstag A
GigabitEthernet0/0/0/1
  Preempt delay is disabled.
  Name: 6161:6161:6161
  Revision: 0
  Max Age: 20
  Provider Bridge: no
  Bridge ID: 6161.6161.6161
  Port ID: 1
  External Cost: 0
  Hello Time: 2
  Active: no
  BPDUs sent: 0
  MSTI 0 (CIST):
    VLAN IDs: 1-9,32-39,41-4094
    Role: Designated
    Bridge Priority: 32768
    Port Priority: 128
    Cost: 0
    Root Bridge: 6161.6161.6161
    Root Priority: 32768
    Topology Changes: 123
  MSTI 2
    VLAN IDs: 10-31
    Role: Designated
    Bridge Priority: 32768
    Port Priority: 128
    Cost: 0
    Root Bridge: 6161.6161.6161
    Root Priority: 32768
    Topology Changes: 123
  MSTI 10
    VLAN IDs: 40
    Role: Root (Edge mode)
    Bridge Priority: 32768
    Port Priority: 128
    Cost: 200000000
    Root Bridge: 6161.6161.6161
    Root Priority: 61440
    Topology Changes: 0

```

次に、特定のローカルインターフェイスで出力および受信される BPDU の詳細を生成する、**show spanning-tree mstag bpdu interface** の出力例を示します。

```
RP/0/RSP0/CPU0:router#show spanning-tree mstag foo bpdu interface GigabitEthernet 0/0/0/0
Transmitted:
  MSTI 0 (CIST):
  ProtocolIdentifier: 0
  ProtocolVersionIdentifier: 3
  BPDUType: 2
  CISTFlags: Top Change Ack 0
             Agreement      1
             Forwarding     1
             Learning        1
             Role            3
             Proposal        0
             Topology Change 0
  CISTRootIdentifier: priority 8, MSTI 0, address 6969.6969.6969
  CISTExternalPathCost: 0
  CISTRegionalRootIdentifier: priority 8, MSTI 0, address 6969.6969.6969
  CISTPortIdentifierPriority: 8
  CISTPortIdentifierId: 1
  MessageAge: 0
  MaxAge: 20
  HelloTime: 2
  ForwardDelay: 15
  Version1Length: 0
  Version3Length: 80
  FormatSelector: 0
  Name: 6969:6969:6969
  Revision: 0
  MD5Digest: ac36177f 50283cd4 b83821d8 ab26de62
  CISTInternalRootPathCost: 0
  CISTBridgeIdentifier: priority 8, MSTI 0, address 6969.6969.6969
  CISTRemainingHops: 20
  MSTI 1:
  MSTIFlags: Master          0
             Agreement      1
             Forwarding     1
             Learning        1
             Role            3
             Proposal        0
             Topology Change 0
  MSTIRegionalRootIdentifier: priority 8, MSTI 1, address 6969.6969.6969
  MSTIInternalRootPathCost: 0
  MSTIBridgePriority: 1
  MSTIPortPriority: 8
  MSTIRemainingHops: 20
```

次に、インターフェイスごとに発生したトポロジ変更の詳細を表示する、**show spanning-tree mstag topology-change flushes** の出力例を示します。

```
#show spanning-tree mstag b topology-change flushes
```

```
MSTAG Protocol Instance b
```

Interface	Last TC	Reason	Count
Gi0/0/0/1	18:03:24 2009-07-14	Gi0/0/0/1.10 egress TCN	65535
Gi0/0/0/2	21:05:04 2009-07-15	Gi0/0/0/2.1234567890 ingress TCN	2

## PVSTAG の設定 : 例

次に、単一のインターフェイスでの単一 VLAN の PVSTAG 設定例を示します。

```
config
spanning-tree pvstag example
  preempt delay for 60 seconds
  interface GigabitEthernet0/0/0/0
    vlan 10
      root-priority 0
      root-id 0.0.0
      root-cost 0
      priority 0
      bridge-id 0.0.1
      port-priority 0
      port-id 1
      max age 40
      hello-time 1
    !
  !
!
```

次に、**show spanning-tree pvstag** の出力例を示します。

```
# show spanning-tree pvstag interface GigabitEthernet0/0/0/1
GigabitEthernet0/0/0/1
VLAN 10
  Preempt delay is disabled.
  Sub-interface:   GigabitEthernet0/0/0/1.20 (Up)
  Max Age:        20
  Root Priority:   0
  Root Bridge:    0000.0000.0000
  Cost:           0
  Bridge Priority: 32768
  Bridge ID:      6161.6161.6161
  Port Priority:   128
  Port ID:        1
  Hello Time:     2
  Active:         no
  BPDUs sent:     0
  Topology Changes: 123
VLAN 20
```

## MVRP-Lite の設定 : 例

次に、MVRP-lite の設定例を示します。

```
config
spanning-tree mst example
  mvrp static
    periodic transmit
    join-time 200
    leave-time 30
    leaveall-time 10
  !
!
```



次に、**show ethernet mvrp mad** の出力例を示します。

```
RP/0/RSP0/CPU0:router# show ethernet mvrp mad interface GigabitEthernet 0/1/0/1
GigabitEthernet0/1/0/1
  Participant Type: Full; Point-to-Point: Yes
  Admin Control: Applicant Normal; Registrar Normal

  LeaveAll Passive (next in 5.92s); periodic disabled
  Leave in 25.70s; Join not running
  Last peer 0293.6926.9585; failed registrations: 0

VID   Applicant                Registrar
----  -
  1   Very Anxious Observer    Leaving
 283  Quiet Passive              Empty
```

次に、**show ethernet mvrp status** の出力例を示します。

```
RP/0/RSP0/CPU0:router# show ethernet mvrp status interface GigabitEthernet 0/1/0/1
GigabitEthernet0/1/0/1
  Statically declared: 1-512,768,980-1034
  Dynamically declared: 2048-3084
  Registered:          1-512
```

次に、**show ethernet mvrp statistics** の出力例を示します。

```
RP/0/RSP0/CPU0:router# show ethernet mvrp statistics interface GigabitEthernet 0/1/0/1
GigabitEthernet0/1/0/1
  MVRPDUs TX:    1245
  MVRPDUs RX:    7
  Dropped TX:    0
  Dropped RX:    42
  Invalid RX:    12
```

## その他の参考資料

ここでは、Cisco ASR 9000 シリーズ ルータでのマルチ スパニングツリー プロトコル (MSTP) の実装に関する参考資料を紹介します。

## 関連資料

関連項目	ドキュメント名
マルチ スパニングツリー プロトコル コマンド：コマンド構文の詳細、コマンド モード、コマンド履歴、デフォルト設定、使用に関する注意事項、および例	『Cisco ASR 9000 Series Aggregation Services Router L2VPN and Ethernet Services Command Reference』の「Multiple Spanning Tree Protocol Commands」

## 標準

標準	タイトル
IEEE 802.1Q-2005	『IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks - Virtual Bridged Local Area Networks』

## MIB

MIB	MIB リンク
—	Cisco IOS XR ソフトウェアを使用している MIB を特定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、[Cisco Access Products] メニューからプラットフォームを選択します。 <a href="http://cisco.com/public/sw-center/netmgmt/cmtk/mibs.shtml">http://cisco.com/public/sw-center/netmgmt/cmtk/mibs.shtml</a>

## RFC

RFC	タイトル
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	リンク
<p>シスコのテクニカル サポート Web サイトには、数千ページに及ぶ検索可能な技術情報があります。製品、テクノロジー、ソリューション、技術的なヒント、およびツールへのリンクもあります。Cisco.com に登録済みのユーザは、このページから詳細情報にアクセスできます。</p>	<p><a href="http://www.cisco.com/en/US/support/index.html">http://www.cisco.com/en/US/support/index.html</a></p>

