



MSTP の設定

この章では、シスコ実装版の IEEE 802.1s Multiple Spanning-Tree Protocol (MSTP) を Catalyst 2960 スイッチに設定する方法を説明します。



(注)

Cisco IOS Release 12.2(25)SED の Multiple Spanning-Tree (MST) 実装は、IEEE 802.1s 標準に準拠しています。これより前の Cisco IOS リリースの MST 実装は先行標準です。

MSTP は複数の VLAN (仮想 LAN) を同一のスパニングツリー インスタンスにマッピングできるようにして、多数の VLAN をサポートする場合に必要なスパニングツリー インスタンスの数を減らします。MSTP は、データトラフィック用に複数の転送パスを提供し、ロードバランシングを可能にします。MSTP を使用すると、1 つのインスタンス (転送パス) で障害が発生しても他のインスタンス (転送パス) は影響を受けないので、ネットワークのフォールトトレランスが向上します。MSTP を導入する場合、最も一般的なのは、レイヤ 2 スイッチド ネットワークのバックボーンおよびディストリビューション レイヤへの配置です。この配置方法によって、サービス プロバイダー環境に求められる高可用性ネットワークを実現できます。

スイッチが MST モードの場合、IEEE 802.1w 準拠の Rapid Spanning-Tree Protocol (RSTP) が自動的にイネーブルになります。RSTP は、IEEE 802.1D の転送遅延を軽減し、ルート ポートおよび指定ポートをフォワーディング ステートにすばやく移行する明示的なハンドシェイクによって、スパニングツリーの高速コンバージェンスを実現します。

RSTP と MSTP は、(オリジナル) IEEE 802.1D スパニングツリー準拠デバイス、既存のシスコ独自の Multiple Instance STP (MISTP)、および既存のシスコ Per-VLAN Spanning-Tree plus (PVST+) との下位互換性を保ちながら、スパニングツリーの動作を向上させます。PVST+ および Rapid PVST+ については、[第 15 章「STP の設定」](#)を参照してください。PortFast、UplinkFast、ルート ガードなどのその他のスパニングツリーの機能については、[第 17 章「オプションのスパニングツリー機能の設定」](#)を参照してください。



(注)

この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースに対応するコマンド リファレンスを参照してください。

この章で説明する内容は、次のとおりです。

- [MSTP の概要 \(p.16-2\)](#)
- [RSTP の概要 \(p.16-9\)](#)
- [MSTP 機能の設定 \(p.16-15\)](#)
- [MST コンフィギュレーションおよびステータスの表示 \(p.16-27\)](#)

MSTP の概要

MSTP は、高速コンバージェンスが可能な RSTP を使用し、複数の VLAN を 1 つのスパニングツリー インスタンスにまとめます。各インスタンスのスパニングツリー トポロジーは、他のスパニングツリー インスタンスの影響を受けません。このアーキテクチャによって、データトラフィックに複数の転送パスが提供され、ロードバランシングが可能になり、また多数の VLAN をサポートするのに必要なスパニングツリー インスタンスの数を減らすことができます。

ここでは、MSTP の機能について説明します。

- [MST リージョン \(p.16-2\)](#)
- [IST、CIST、および CST \(p.16-3\)](#)
- [ホップ カウント \(p.16-6\)](#)
- [境界ポート \(p.16-6\)](#)
- [IEEE 802.1s の実装 \(p.16-7\)](#)
- [IEEE 802.1D STP とのインターオペラビリティ \(p.16-8\)](#)

設定情報については、「[MSTP 機能の設定](#)」(p.16-15) を参照してください。

MST リージョン

スイッチを MST インスタンスに加入させるには、同じ MST コンフィギュレーション情報を使用して矛盾のないようにスイッチを設定しなければなりません。同じ MST コンフィギュレーションを持ち、相互接続されたスイッチの集合を MST リージョンといいます ([図 16-1 \[p.16-4\]](#) を参照)。

各スイッチがどの MST リージョンに属しているかは、MST コンフィギュレーションによって制御されます。MST コンフィギュレーションには、リージョン名、リージョン番号、MST の VLAN とインスタンスの割り当てマップが保存されています。スイッチにリージョンを設定するには、そのスイッチで `spanning-tree mst configuration` グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、MST コンフィギュレーション モードを開始します。このモードでは、`instance` MST コンフィギュレーション コマンドを使用して VLAN を MST インスタンスにマッピングし、`name` MST コンフィギュレーション コマンドを使用してリージョン名を指定し、`revision` MST コンフィギュレーション コマンドを使用してリージョン番号を設定できます。

リージョンは、同一の MST コンフィギュレーションを持つ 1 つまたは複数のメンバーで構成されます。各メンバーは、RSTP Bridge Protocol Data Unit (BPDU; ブリッジ プロトコル データ ユニット) を処理できなければなりません。ネットワーク内の MST リージョンの数には制限はありませんが、各リージョンがサポートできるスパニングツリー インスタンスの数は 65 までです。インスタンスは、0 ~ 4094 の範囲内の数字によって識別できます。VLAN は、同時に複数のスパニングツリー インスタンスに割り当てることができません。

IST、CIST、および CST

すべてのスパンニングツリー インスタンスが独立している PVST+ および Rapid PVST+ とは異なり、MSTP は次の 2 タイプのスパンニングツリーを確立して維持します。

- Internal Spanning-Tree (IST) は、1 つの MST リージョン内で稼働するスパンニングツリーです。各 MST リージョン内の MSTP は複数のスパンニングツリー インスタンスを維持しています。インスタンス 0 は、リージョンの特殊なインスタンスで、IST と呼ばれています。その他の MST インスタンスはすべて 1 から 4094 まで番号が付けられます。

IST は、BPDU を送受信する唯一のスパンニングツリー インスタンスです。他のスパンニングツリーの情報はすべて、MSTP BPDU 内にカプセル化されている M レコードに格納されています。MSTP BPDU はすべてのインスタンスの情報を伝送するので、複数のスパンニングツリー インスタンスをサポートする処理が必要な BPDU の数を大幅に減少できます。

同一リージョン内の MST インスタンスはすべて、同じプロトコル タイマーを共有しますが、各 MST インスタンスは独自のトポロジー パラメータ (ルートスイッチ ID、ルートパスコストなど) を持っています。デフォルトでは、すべての VLAN が IST に割り当てられています。

MST インスタンスはリージョンに対してローカルです。たとえば、リージョン A とリージョン B が相互接続されていても、リージョン A の MST インスタンス 1 は、リージョン B の MST インスタンス 1 から独立しています。

- Common and Internal Spanning-Tree (CIST) は、各 MST リージョン内の IST と、MST リージョンおよびシングル スパンニングツリーを相互接続する Common Spanning-Tree (CST) の集合です。

1 つのリージョン内で計算されたスパンニングツリーは、スイッチド ドメイン全体を網羅する CST のサブツリーとみなされます。CIST は、IEEE 802.1w、IEEE 802.1s、および IEEE 802.1D 標準をサポートするスイッチ間で実行されるスパンニングツリー アルゴリズムによって形成されます。MST リージョン内の CIST は、リージョン外の CST と同じです。

詳細については、「MST リージョン内の動作」(p.16-3) および「MST リージョン間の動作」(p.16-4) を参照してください。



(注)

IEEE 802.1s 標準の実装により、MST 実装に関する用語の使用法が変更されています。この変更の概要については、表 15-1 (p.15-4) を参照してください。

MST リージョン内の動作

IST は 1 つのリージョン内のすべての MSTP スイッチを接続します。IST が収束すると、図 16-1 (p.16-4) に示すように、IST のルートが CIST リージョナルルート (IEEE 802.1s 標準の実装前の名称は *IST* マスター) になります。これはリージョン内で一番小さいスイッチ ID と CIST ルートへのパスコストを持つスイッチです。CIST リージョナルルートは、ネットワークのリージョンが 1 つのみの場合、CIST ルートにもなります。CIST ルートがリージョンの外部にある場合、リージョンの境界に位置する MSTP スイッチの 1 つが CIST リージョナルルートとして選択されます。

MSTP スイッチは初期化時に、自身が CIST のルートおよび CIST リージョナル ルートであることを主張するために、CIST ルートと CIST リージョナル ルートへのパスコストがいずれもゼロに設定された BPDU を送信します。スイッチはさらに MST インスタンスをすべて初期化し、自身がこれらすべてのインスタンスのルートであると主張します。スイッチは、ポートに現在保存されているルート情報よりも優位の MST ルート情報 (小さいスイッチ ID、パスコストなど) を受信すると、CIST リージョナルルートとしての主張を撤回します。

初期化処理中、リージョンには多数のサブリージョンが存在し、それぞれに CIST リージョナルルートが存在することがあります。スイッチは、優位の IST 情報を受信すると、古いサブリージョンを脱退して、真の CIST リージョナルルートが含まれている新しいサブリージョンに加入します。このようにして、真の CIST リージョナルルートが含まれているサブリージョン以外のサブリージョンはすべて縮小します。

正常な動作のためには、MST リージョン内のすべてのスイッチが同じ CIST リージョナルルートを承認する必要があります。共通の CIST リージョナルルートに収束する場合、そのリージョン内にある 2 つのスイッチは、1 つの MST インスタンスに対するポートの役割のみを同期させます。

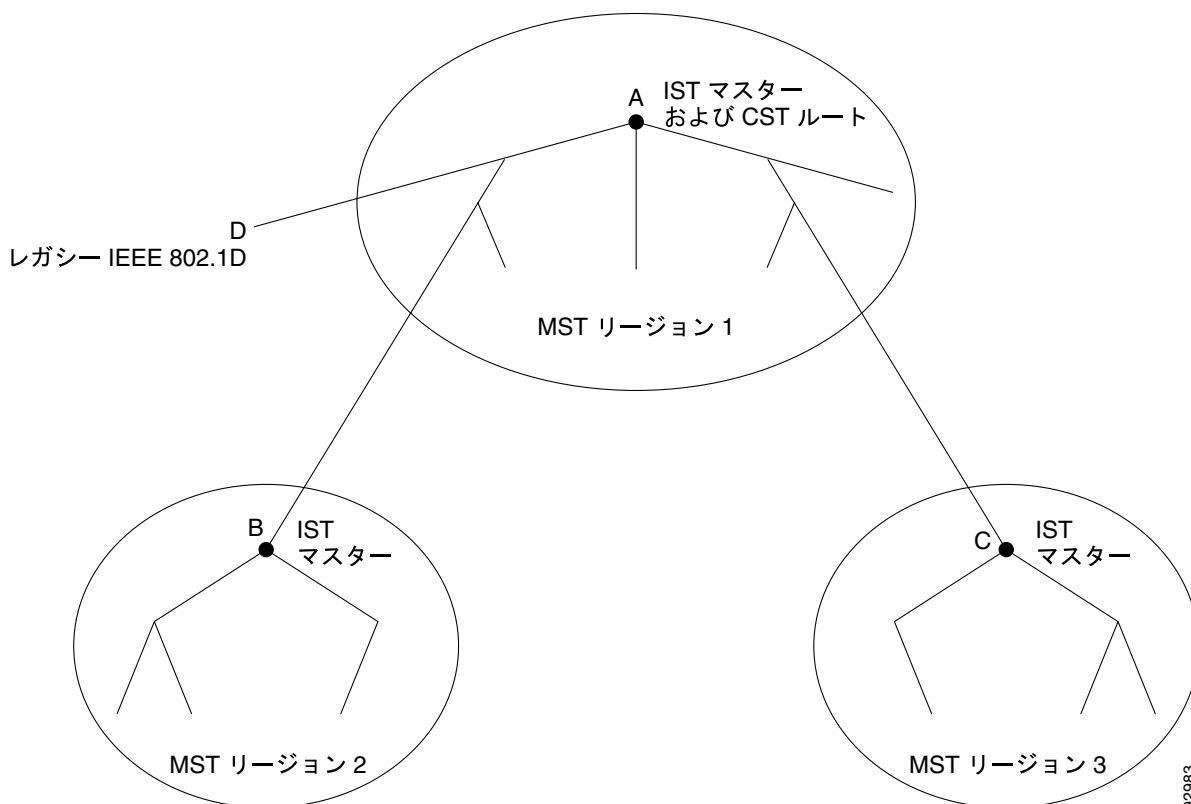
MST リージョン間の動作

ネットワーク内に複数のリージョンまたは IEEE 802.1D 準拠のレガシー スイッチが混在している場合、MSTP は、ネットワーク内のすべての MST リージョンとすべてのレガシー STP スイッチからなる CST を構築して維持します。MST インスタンスは、リージョンの境界で IST と結合して CST になります。

IST は、リージョン内のすべての MSTP スイッチに接続し、スイッチド ドメイン全体を網羅する CIST のサブツリーとしてみなされます。サブツリーのルートは CIST リージョナルルートとなります。MST リージョンは、隣接する STP スイッチおよび MST リージョンからは仮想スイッチとして認識されます。

図 16-1 は、3 つの MST リージョンと IEEE 802.1D 準拠のレガシー スイッチ (D) からなるネットワークを示しています。リージョン 1 の CIST リージョナルルート (A) は、CIST ルートでもあります。リージョン 2 の CIST リージョナルルート (B) およびリージョン 3 の CIST リージョナルルート (C) は、CIST 内にあるそれぞれのサブツリーのルートです。RSTP はすべてのリージョンで稼働しています。

図 16-1 MST リージョン、CIST マスター、および CST ルート



BPDU を送受信するのは、CST インスタンスだけです。MST インスタンスは自身のスパンニングツリー情報を BPDU に追加して、近接スイッチと通信し、最終的なスパンニングツリー トポロジを計算します。したがって、BPDU 伝送に関連するスパンニングツリー パラメータ (Hello タイム、転送時間、最大エージング タイム、最大ホップ数など) は、CST インスタンスでのみ設定されますが、その影響はすべての MST インスタンスに及びます。スパンニングツリー トポロジに関連するパラメータ (スイッチ プライオリティ、ポート VLAN コスト、ポート VLAN プライオリティなど) は、CST インスタンスと MST インスタンスの両方で設定できます。

MSTP スイッチは、バージョン 3 RSTP BPDU または IEEE 802.1D STP BPDU を使用して、IEEE 802.1D 準拠のレガシー スイッチと通信します。MSTP スイッチ同士の通信には、MSTP BPDU が使用されます。

IEEE 802.1s の用語

シスコの先行標準の実装で使用されている MST 命名規則の一部は、*内部*または*リージョナル*パラメータの識別のために変更されています。外部パラメータがネットワーク全体に関連するのに対して、これらのパラメータは MST リージョン内部だけで意味を持ちます。CIST はネットワーク全体に広がる唯一のスパンニングツリー インスタンスであるため、CIST パラメータには、内部またはリージョナル修飾子ではなく、外部修飾子が必要です。

- CIST ルートはネットワーク全体に広がる一意のインスタンス (CIST) のためのルート スイッチです。
- CIST 外部ルート パス コストは、CIST ルートへのコストです。このコストは MST リージョン内では不変です。MST リージョンは、CIST のための単一スイッチのようなものと考えてください。CIST 外部ルート パス コストは、これらの仮想スイッチと、どのリージョンにも属さないスイッチの間の算出ルート パス コストです。
- CIST リージョナルルートは、先行標準の実装では IST マスターと呼ばれていました。CIST ルートがリージョン内にある場合、CIST リージョナルルートは CIST ルートにもなります。そうでない場合、CIST リージョナルルートは、リージョン内で CIST ルートに最も近いスイッチです。CIST リージョナルルートは、IST のためのルート スイッチとして機能します。
- CIST 内部ルート パス コストは、リージョン内の CIST リージョナル ルートへのコストです。このコストは IST、インスタンス 0 にのみ関連します。

表 16-1 に、IEEE 標準とシスコの先行標準の用語を対比して示します。

表 16-1 先行標準と標準の用語

IEEE 標準	シスコの先行標準	シスコの標準
CIST リージョナルルート	IST マスター	CIST リージョナルルート
CIST 内部ルート パス コスト	IST マスター パス コスト	CIST 内部パス コスト
CIST 外部ルート パス コスト	ルート パス コスト	ルート パス コスト
MSTI リージョナルルート	インスタンス ルート	インスタンス ルート
MSTI 内部ルート パス コスト	ルート パス コスト	ルート パス コスト

ホップ カウント

IST および MST インスタンスは、スパニングツリー トポロジーの計算に、コンフィギュレーション BPDU のメッセージ有効期間と最大エージング タイムの情報を使用しません。その代わりに、ルートへのパス コスト、および IP Time to Live (TTL) メカニズムに似たホップ カウント メカニズムを使用します。

spanning-tree mst max-hops グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用することにより、リージョン内の最大ホップを設定し、その値をリージョン内の IST インスタンスとすべての MST インスタンスに適用できます。ホップ カウントを設定すると、メッセージ エージング情報を設定するのと同様の結果が得られます (再構成の開始時期を決定します)。インスタンスのルート スイッチは、常にコスト値が 0、ホップ カウント値が最大値に設定された BPDU (つまり M レコード) を送信します。この BPDU を受信したスイッチは、受信 BPDU の残存ホップ カウントから 1 だけ差し引いた値を残存ホップ カウントとする BPDU を生成し、これを伝播します。このホップ カウントが 0 になると、スイッチはその BPDU を廃棄し、ポート用に維持されていた情報を期限切れにします。

BPDU の RSTP 部分に格納されているメッセージ有効期間と最大エージング タイムの情報は、リージョン全体で同じままであり、そのリージョンの境界に位置する指定ポートによって同じ値が伝播されます。

境界ポート

シスコ先行標準の実装では、境界ポートは、RSTP が稼働する単一のスパニングツリー リージョン、PVST+ または Rapid PVST+ が稼働する単一のスパニングツリー リージョン、または異なる MST コンフィギュレーションを持つ別の MST リージョンに MST リージョンを接続します。また、境界ポートは、指定スイッチが単一のスパニングツリー スイッチ、または異なる MST コンフィギュレーションを持つスイッチである LAN に接続されます。

IEEE 802.1s 標準では、境界ポートの定義はありません。IEEE 802.1Q-2002 標準では、ポートが受信可能な 2 種類のメッセージとして、内部 (同一リージョン内) および外部を規定しています。メッセージが外部の場合、CIST でのみ受信されます。CIST の役割がルートまたは代替である場合、または外部 BPDU がトポロジー変更の場合、MST インスタンスに影響を及ぼす可能性があります。メッセージが内部の場合、CIST 部分は CIST で受信され、各 MST インスタンスはそれぞれの M レコードを受信します。シスコの先行標準の実装では、外部メッセージを受信するポートは境界ポートとして扱われます。そのため、ポートは内部メッセージと外部メッセージを組み合わせることはできません。

MST リージョンには、スイッチと LAN の両方が含まれます。セグメントは指定ポートのリージョンに属します。そのため、セグメントの指定ポート以外のリージョンにあるポートは境界ポートとなります。この定義により、リージョン内部の 2 つのポートは、別のリージョンに属するポートとセグメントを共有でき、内部メッセージと外部メッセージの両方を 1 つのポートで受信できるようになります。

シスコの先行標準からの主要な変更点は、STP 互換モードで動作している場合を除いて、指定ポートが境界として定義されないことです。



(注) セグメントにレガシー STP スイッチがある場合、メッセージは常に外部とみなされます。

先行標準の実装からのその他の変更点は、CIST リージョナル ルート スイッチ ID フィールドが、RSTP または IEEE 802.1Q スイッチでは送信側スイッチ ID が格納されていた場所に挿入されたことです。一貫性のある送信側スイッチ ID を近接スイッチに送信することにより、リージョン全体が 1 つの仮想スイッチのように機能します。この例では、セグメントのためにスイッチ A または B が指定されているかどうかに関係なく、スイッチ C はルートの一貫性のある送信側スイッチ ID を持つ BPDU を受信します。

IEEE 802.1s の実装

IEEE MST 標準を実装したシスコ製品には、標準を満たすために必要な機能のほか、公表された標準にはまだ組み込まれていない先行標準機能も含まれています。

ポートの役割の名称変更

境界の役割は最終的な MST 標準の規定からは外されていますが、この境界の概念はシスコの実装では受け継がれています。ただし、リージョンの境界にある MST インスタンス ポートは、対応する CIST ポートのステートに従わないことがあります。現在、次の 2 つの場合があります。

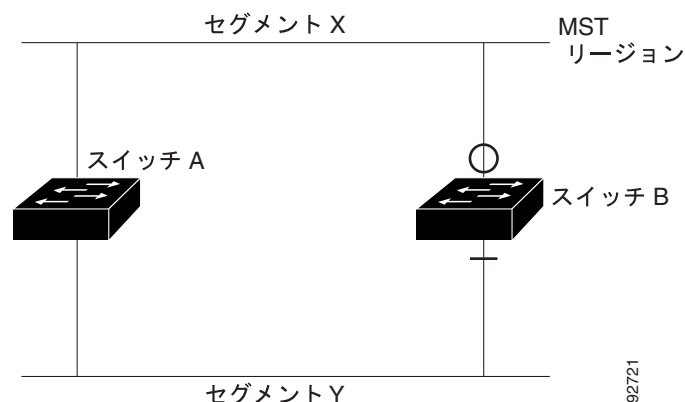
- 境界ポートが CIST リージョナルルートのルートポートである場合 CIST インスタンスポートが提案され、同期が取られると、合意を返送し、対応する MSTI ポートとの同期が取られた場合のみフォワーディングステートに移行します。現在、MSTI ポートには、特別なマスターの役割があります。
- 境界ポートが CIST リージョナルルートのルートポートでない場合 MSTI ポートは CIST ポートのステートと役割に従います。標準で提供される情報は少なく、BPDU (M レコード) の受信時に MSTI ポートのブロックが交互に発生した原因を特定するのが難しいことがあります。この場合、境界の役割はすでに存在なくなっていますが、`show` コマンドの出力の *type* カラムでポートを境界として確認できます。

レガシースイッチと標準スイッチの相互運用

先行標準スイッチの自動検出はエラーとなる可能性があります。インターフェイス コンフィギュレーション コマンドにより先行標準ポートを特定することもできます。リージョン内に標準スイッチと先行標準スイッチを混在させることはできませんが、CIST を使用するとこれらのスイッチの相互運用が可能になります。このケースでは、異なるインスタンス上のロードバランシング機能がなくなります。ポートが先行標準 BPDU を受信すると、CLI (コマンドライン インターフェイス) には、ポートの設定に応じたフラグが表示されます。スイッチが、先行標準 BPDU 伝送用に設定されていないポートで初めて先行標準 BPDU を受信すると、Syslog メッセージも表示されます。

このシナリオを、[図 16-2](#) に図示します。A が標準スイッチ、B が先行標準スイッチで、両方とも同じリージョン内に配置されているとします。A は CIST のためのルートスイッチであるため、B のセグメント X にはルートポート (BX)、セグメント Y には代替ポート (BY) があります。セグメント Y がフラップして、先行標準 BPDU を送出しないうちに BY のポートが代替ポートになると、AY は、先行標準スイッチが Y に接続されていて標準 BPDU の送信を続行していることを検出できません。そのため、ポート BY は境界に固定され、A と B の間でロードバランシングができなくなります。同じ問題はセグメント X でも発生しますが、B はトポロジ変更を送信できます。

図 16-2 標準スイッチと先行標準スイッチとの相互運用





(注) 標準と先行標準の MST 実装の相互作用は、最小限に抑えることを推奨します。

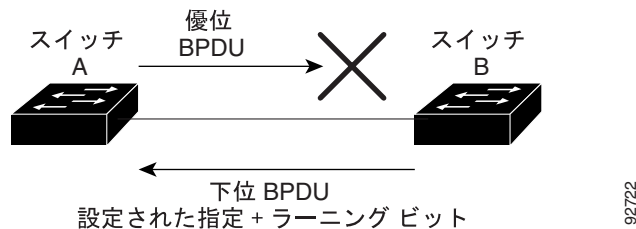
単一方向リンク障害の検出

この機能はまだ IEEE MST 標準には組み込まれていませんが、Cisco IOS リリースには組み込まれています。ソフトウェアは、ブリッジンググループを引き起こす恐れのある単一方向リンク障害を検出するため、受信した BPDU 内のポートの役割とステートの一貫性をチェックします。

指定ポートで矛盾が検出されると、役割は維持されますが、廃棄ステートに戻ります。矛盾により接続を中断する方が、ブリッジンググループが発生するよりは望ましいからです。

図 16-3 に、ブリッジンググループの原因となる単一方向リンク障害の状態を示します。スイッチ A はルートスイッチで、その BPDU はスイッチ B へのリンク上で消失しています。RSTP および MST BPDU には、送信ポートの役割とステートが設定されています。スイッチ A は、この情報をもとに、スイッチ A が送信した優位の BPDU への応答をスイッチ B が返さないことと、スイッチ B がルートスイッチではなくて指定スイッチであることを検出できます。それにより、スイッチ A は自身のポートをブロックし（またはブロッキングを維持し）、ブリッジンググループを防止します。

図 16-3 単一方向リンク障害の検出



IEEE 802.1D STP とのインターオペラビリティ

MSTP が稼働しているスイッチは、IEEE 802.1D 準拠のレガシー スイッチとの相互運用を可能にする組み込み型のプロトコル移行メカニズムをサポートします。このスイッチは、レガシー IEEE 802.1D コンフィギュレーション BPDU (プロトコルバージョンが 0 に設定されている BPDU) を受信すると、そのポート上では IEEE 802.1D BPDU のみを送信します。また、MSTP スイッチは、レガシー BPDU、別のリージョンに関連付けられている MSTP BPDU (バージョン 3) または RSTP BPDU (バージョン 2) を受信することによって、ポートがリージョンの境界に位置していることを検出できます。

ただし、レガシースイッチが指定スイッチでない場合、レガシースイッチがリンクから削除されているかどうか検出できないので、スイッチは IEEE 802.1D BPDU を受け取らなくなった場合でも、自動的に MSTP モードには戻りません。さらにスイッチは、接続先スイッチがリージョンに加入した場合であっても、引き続きポートに境界の役割を指定する可能性があります。プロトコル移行プロセスを再起動する (近接スイッチとの再ネゴシエーションを強制する) には、`clear spanning-tree detected-protocols` イネーブル EXEC コマンドを使用します。

リンク上のすべてのレガシー スイッチが RSTP スイッチであれば、これらのスイッチは、RSTP BPDU 同様に MSTP BPDU を処理できます。したがって、MSTP スイッチは、バージョン 0 コンフィギュレーションと TCN BPDU またはバージョン 3 MSTP BPDU のいずれかを境界ポートで送信します。境界ポートは、指定スイッチがシングル スパニングツリー スイッチまたは異なる MST コンフィギュレーションを持つスイッチのいずれかである LAN に接続されます。

RSTP の概要

RSTP は、ポイントツーポイントの配線を利用して、スパニングツリーの高速コンバージェンスを実現します。また、1 秒未満の間に、スパニングツリーを再構成できます (IEEE 802.1D スパニングツリーのデフォルトに設定されている 50 秒とは異なります)。

ここでは、RSTP の機能について説明します。

- [ポートの役割およびアクティブトポロジ](#) (p.16-9)
- [高速コンバージェンス](#) (p.16-10)
- [ポートの役割の同期化](#) (p.16-11)
- [BPDU のフォーマットおよびプロセス](#) (p.16-12)

設定手順については、「[MSTP 機能の設定](#)」(p.16-15) を参照してください。

ポートの役割およびアクティブトポロジ

RSTP は、ポートに役割を割り当てて、アクティブトポロジを学習することによって高速コンバージェンスを実現します。「[スパニングツリートポロジとBPDU](#)」(p.15-3) で説明したように、RSTP は、IEEE 802.1D STP に基づき、スイッチプライオリティが最も高い (プライオリティの値が最も小さい) スイッチをルートスイッチに選択します。RSTP はさらに、各ポートに次のいずれか 1 つの役割を割り当てます。

- **ルートポート** スイッチからルートスイッチへパケットを転送する場合の最適パス (最も低コストなパス) を提供します。
- **指定ポート** 指定スイッチに接続します。これにより、LAN からルートスイッチへパケットを転送するときのパスコストが最小になります。指定スイッチが LAN に接続するポートのことを指定ポートと呼びます。
- **代替ポート** 現在のルートポートが提供したパスに代わるルートスイッチへの代替パスを提供します。
- **バックアップポート** 指定ポートが提供した、スパニングツリーのリーフに向かうパスのバックアップとして機能します。バックアップポートが存在できるのは、2 つのポートがポイントツーポイントリンクによってループバックで接続されている場合、または 1 つのスイッチに共有 LAN セグメントへの接続が 2 つ以上ある場合です。
- **ディセーブルポート** スパニングツリーの動作において何も役割が与えられていません。

ルートポートまたは指定ポートの役割を割り当てられたポートは、アクティブトポロジの一部となります。代替ポートまたはバックアップポートの役割を割り当てられたポートは、アクティブトポロジから除外されます。

ネットワーク全体のポートの役割に矛盾のない安定したトポロジでは、RSTP は、すべてのルートポートおよび指定ポートがただちにフォワーディングステートに移行し、代替ポートとバックアップポートが必ず廃棄ステート (IEEE 802.1D のブロッキングステートと同じ) になるように保証します。フォワーディングプロセスおよびラーニングプロセスの動作はポートステートによって制御されます。[表 16-2](#) に、IEEE 802.1D と RSTP のポートステートの比較を示します。

表 16-2 ポート ステートの比較

動作ステータス	STP ポート ステート (IEEE 802.1D)	RSTP ポート ステート	ポートがアクティブ トポロジに含まれて いるか
イネーブル	ブロッキング	廃棄	なし
イネーブル	リスニング	廃棄	なし
イネーブル	ラーニング	ラーニング	あり
イネーブル	フォワーディング	フォワーディング	あり
ディセーブル	ディセーブル	廃棄	なし

シスコの STP 実装製品内で整合性を図るため、このマニュアルでは、ポートの廃棄ステートをブロッキングと定義しています。指定ポートは、リスニング ステートから開始します。

高速コンバージェンス

RSTP を使用すると、スイッチ、スイッチ ポート、または LAN に障害が発生しても、ただちに接続を回復できます。RSTP は、エッジ ポート、新しいルート ポート、およびポイントツーポイントリンクで接続されているポートに次のような高速コンバージェンスを提供します。

- エッジ ポート `spanning-tree portfast` インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して、RSTP スイッチ上の 1 つのポートをエッジ ポートに設定すると、そのエッジ ポートはただちにフォワーディング ステートになります。エッジ ポートは PortFast 対応ポートと同じで、これをイネーブルにできるのは、単一のエンドステーションに接続されているポート上だけです。
- ルート ポート RSTP は、新しいルート ポートを選択すると、古いルート ポートをブロックして、新しいルート ポートをただちにフォワーディング ステートにします。
- ポイントツーポイントリンク 2 つのポートをポイントツーポイントリンクで接続し、ローカルポートが指定ポートになると、その指定ポートは、提案 / 合意ハンドシェイクを使用して、相手側ポートと高速移行をネゴシエーションし、ループのないトポロジを保証します。

図 16-4 では、スイッチ A とスイッチ B はポイントツーポイントリンクを通じて接続され、すべてのポートがブロッキングステートになっています。スイッチ A のプライオリティ値がスイッチ B のプライオリティ値より小さい数値である場合、スイッチ A はスイッチ B に提案メッセージ (提案フラグが設定されたコンフィギュレーション BPDU) を送信し、スイッチ A 自身が指定スイッチになることを提案します。

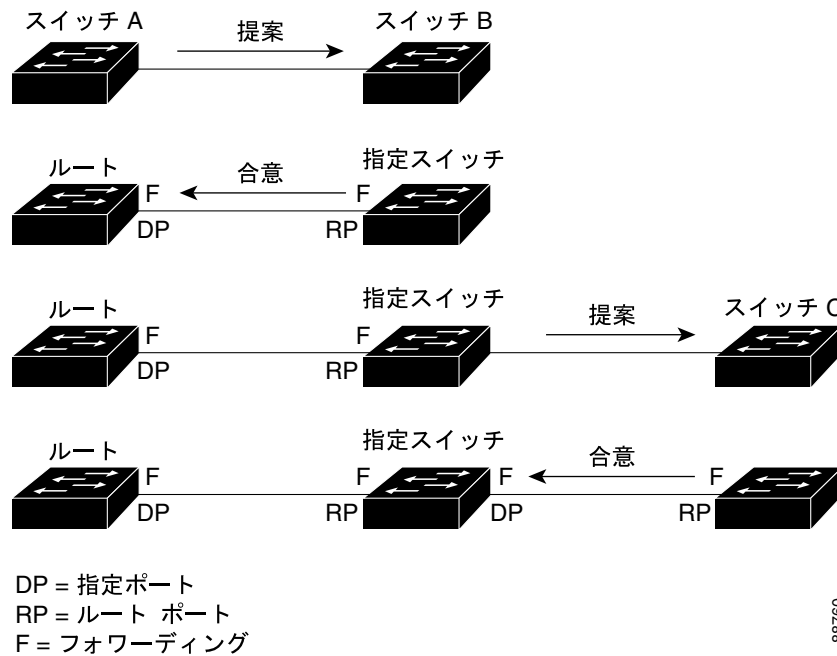
スイッチ B は、提案メッセージを受信すると、提案メッセージを受信したポートを新しいルートポートとして選択し、すべての非エッジポートをブロッキングステートにします。さらに、新しいルートポート経由で合意メッセージ (合意フラグが設定された BPDU) を送信します。

スイッチ A は、スイッチ B の合意メッセージを受信すると、ただちに自身の指定ポートをフォワーディングステートにします。スイッチ B はその非エッジポートをすべてブロックし、またスイッチ A とスイッチ B はポイントツーポイントリンクで接続されているので、ネットワークにループは形成されません。

スイッチ C がスイッチ B に接続された場合も、同様のハンドシェイクメッセージが交換されます。スイッチ C はスイッチ B に接続されたポートをルートポートとして選択し、両端のポートはただちにフォワーディングステートに移行します。アクティブトポロジにスイッチが追加されるたびに、このハンドシェイクプロセスが実行されます。ネットワークが収束すると、この提案 / 合意ハンドシェイクがルートからスパニングツリーのリーフへと進みます。

スイッチはポートのデュプレックスモードによってリンクタイプを学習します。全二重ポートはポイントツーポイント接続とみなされ、半二重接続は共有接続とみなされます。`spanning-tree link-type` インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用すると、デュプレックス設定で制御されたデフォルトの設定値を上書きできます。

図 16-4 高速コンバージェンスの提案/合意ハンドシェイク



ポートの役割の同期化

スイッチのポートの 1 つで提案メッセージが受信され、そのポートが新しいルート ポートに選択されると、RSTP は他のすべてのポートを新しいルートの情報に同期させます。

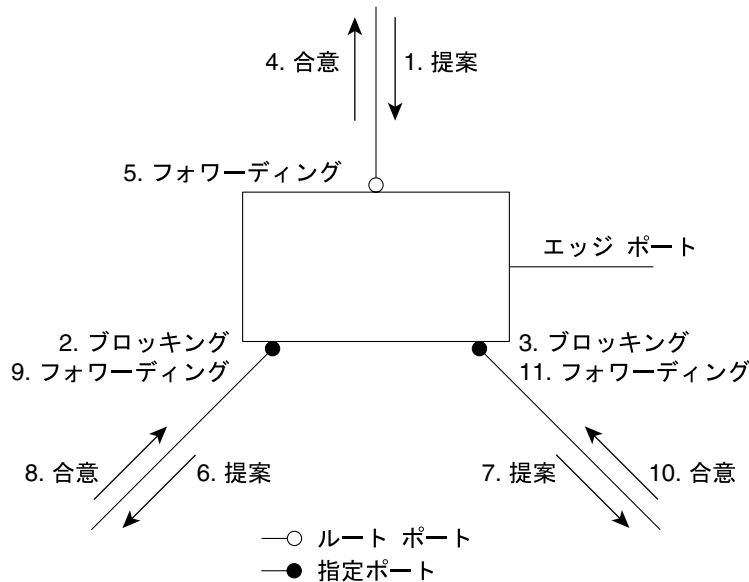
他のすべてのポートが同期化されると、スイッチはルート ポートで受信した優位のルート情報に同期化されます。スイッチ上の個々のポートは次の場合に同期化された状態となります。

- ブロッキング ステートである場合
- エッジ ポートである場合 (ネットワークのエッジとして設定されているポート)

指定ポートがフォワーディング ステートであり、なおかつエッジ ポートとして設定されていない場合、RSTP によって新しいルート情報で強制的に同期化されると、その指定ポートはブロッキング ステートになります。一般的に、RSTP がポートを新しいルート情報で強制的に同期化する場合に、そのポートが上記のいずれの条件も満たしていない場合、ポートのステートはブロッキングに設定されます。

スイッチは、すべてのポートが同期化されたことを確認すると、そのルート ポートに対応する指定スイッチに合意メッセージを送信します。ポイントツーポイント リンクで接続されたスイッチがポートの役割について互いに合意すると、RSTP はポート ステートをただちにフォワーディング ステートに移行させます。図 16-5 は、この一連のイベントを示します。

図 16-5 高速コンバージェンス中の一連のイベント



19876

BPDU のフォーマットおよびプロセス

RSTP BPDU のフォーマットは、プロトコルバージョンが 2 に設定されている点を除き、IEEE 802.1D BPDU のフォーマットと同じです。新しい 1 バイトのバージョン 1 の Length フィールドは 0 に設定されます。これはバージョン 1 のプロトコルの情報が無いことを示しています。表 16-3 に、RSTP のフラグ フィールドを示します。

表 16-3 RSTP BPDU フラグ

ビット	機能
0	トポロジーの変更 (TC)
1	提案
2 ~ 3:	ポートの役割:
00	不明
01	代替ポート
10	ルートポート
11	指定ポート
4	ラーニング
5	フォワーディング
6	合意
7	トポロジーの変更の確認 (TCA)

送信スイッチは、自身を LAN 上の指定スイッチにするために、RSTP BPDU の提案フラグを設定します。提案メッセージでは、ポートの役割は常に指定ポートに設定されます。

送信スイッチは、提案を受け入れる場合、RSTP BPDU の合意フラグを設定します。合意メッセージでは、ポートの役割は常にルートポートに設定されます。

RSTP には個別の Topology Change Notification (TCN; トポロジー変更通知) BPDU はありません。トポロジーの変更を示すには、トポロジー変更 (TC) フラグが使用されます。ただし、IEEE 802.1D スイッチとのインターオペラビリティを保つために、RSTP スイッチは TCN BPDU の処理と生成を行います。

ラーニングとフォワーディングのフラグは、送信ポートのステートに応じて設定されます。

優位 BPDU 情報の処理

現在保存されているルート情報よりも優位のルート情報 (小さいスイッチ ID、低パス コストなど) をポートが受信すると、RSTP は再構成を開始します。そのポートが新しいルートポートとして提案され、選択されると、RSTP は他のすべてのポートを強制的に同期化します。

受信した BPDU が提案フラグの設定された RSTP BPDU である場合、スイッチは他のすべてのポートを同期化したあと、合意メッセージを送信します。BPDU が IEEE 802.1D BPDU である場合、スイッチは提案フラグを設定せずに、そのポートの転送遅延タイマーを起動します。新しいルートポートはフォワーディングステートに移行するために 2 倍の転送遅延時間を必要とします。

ポートで優位の情報が受信されたために、そのポートがバックアップポートまたは代替ポートになる場合、RSTP はそのポートをブロッキングステートに設定し、合意メッセージは送信しません。指定ポートは、転送遅延タイマーが満了するまで提案フラグの設定された BPDU の送信を続けます。タイマーが満了すると、ポートはフォワーディングステートに移行します。

下位 BPDU 情報の処理

指定ポートの役割フラグが設定された下位 BPDU (そのポートに現在保存されている値より大きいスイッチ ID、高いパス コストなど) を指定ポートが受信した場合、その指定ポートは、ただちに現在の自身の情報を応答します。

トポロジーの変更

ここでは、スパニングツリー トポロジーの変更処理における RSTP と IEEE 802.1D の相違を説明します。

- 検出 IEEE 802.1D ではブロッキングとフォワーディングステート間でのすべての移行によってトポロジーの変更が生じますが、RSTP ではトポロジーの変更が生じるのは、ブロッキングからフォワーディングにステートが移行する場合のみです (トポロジーの変更とみなされるのは、相互接続性が向上する場合だけです)。エッジポートでステートが変更されても、トポロジーの変更は生じません。RSTP スイッチは、トポロジーの変更を検出すると、そのスイッチのすべての非エッジポート (TC 通知を受信したポートを除く) で学習した情報を削除します。
- 通知 IEEE 802.1D は TCN BPDU を使用しますが、RSTP は使用しません。ただし、IEEE 802.1D スイッチとのインターオペラビリティを保つために、RSTP スイッチは TCN BPDU の処理と生成を行います。
- 確認 RSTP スイッチは、指定ポートで IEEE 802.1D スイッチから TCN メッセージを受信した場合、TCA ビットが設定された IEEE 802.1D コンフィギュレーション BPDU で応答します。ただし、IEEE 802.1D スイッチに接続されたルートポートで TC 時間タイマー (IEEE 802.1D のトポロジー変更タイマーと同じ) がアクティブであり、TCA ビットが設定されたコンフィギュレーション BPDU が受信された場合、TC 時間タイマーはリセットされます。

この処理は、IEEE 802.1D スイッチをサポートする目的でのみ必要とされます。RSTP BPDU では、TCA ビットは設定されません。

- 伝播 RSTP スイッチは、指定ポートまたはルートポートを介して別のスイッチから TC メッセージを受信すると、自身のすべての非エッジポート、指定ポート、およびルートポート（この TC メッセージを受信したポートを除く）に変更を伝播します。スイッチは、これらのすべてのポートの TC 時間タイマーを起動し、これらのポート上で学習した情報を削除します。
- プロトコルの移行 IEEE 802.1D スイッチとの下位互換性を保つため、RSTP は IEEE 802.1D コンフィギュレーション BPDU および TCN BPDU をポート単位で必要に応じて送信します。

ポートが初期化されると、移行遅延タイマーが起動され（RSTP BPDU を送信する最小時間を指定）RSTP BPDU が送信されます。このタイマーがアクティブな間、スイッチはそのポートで受信したすべての BPDU を処理し、プロトコルタイプを無視します。

スイッチはポートの移行遅延タイマーが満了したあとに IEEE 802.1D BPDU を受信した場合、IEEE 802.1D スイッチに接続されていると想定し、IEEE 802.1D BPDU のみの使用を開始します。ただし、RSTP スイッチが 1 つのポートで IEEE 802.1D BPDU を使用していて、タイマーが満了したあとに RSTP BPDU を受信した場合、タイマーが再起動し、そのポートで RSTP BPDU の使用が開始されます。

MSTP 機能の設定

ここでは、次の設定情報について説明します。

- [MSTP のデフォルト設定 \(p.16-15\)](#)
- [MSTP 設定時の注意事項 \(p.16-16\)](#)
- [MST リージョンの設定および MSTP のイネーブル化 \(p.16-16\)](#)(必須)
- [ルートスイッチの設定 \(p.16-18\)](#)(任意)
- [セカンダリ ルートスイッチの設定 \(p.16-19\)](#)(任意)
- [ポート プライオリティの設定 \(p.16-20\)](#)(任意)
- [パス コストの設定 \(p.16-21\)](#)(任意)
- [スイッチ プライオリティの設定 \(p.16-22\)](#)(任意)
- [Hello タイムの設定 \(p.16-23\)](#)(任意)
- [転送遅延時間の設定 \(p.16-24\)](#)(任意)
- [最大エージング タイムの設定 \(p.16-24\)](#)(任意)
- [最大ホップ カウントの設定 \(p.16-25\)](#)(任意)
- [リンク タイプの指定による高速移行の保証 \(p.16-25\)](#)(任意)
- [ネイバタイプの指定 \(p.16-26\)](#)(任意)
- [プロトコル移行プロセスの再起動 \(p.16-26\)](#)(任意)

MSTP のデフォルト設定

表 16-4 に、MSTP のデフォルト設定を示します。

表 16-4 MSTP のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
スパニングツリー モード	PVST+(Rapid PVST+ と MSTP はディセーブル)
スイッチ プライオリティ(CIST ポート単位で設定可能)	32768
スパニングツリー ポート プライオリティ(CIST ポート単位で設定可能)	128
スパニングツリー ポート コスト (CIST ポート単位で設定可能)	1000 Mbps : 4 100 Mbps : 19 10 Mbps : 100
Hello タイム	2 秒
転送遅延時間	15 秒
最大エージング タイム	20 秒
最大ホップ カウント	20 ホップ

サポートされるスパニングツリー インスタンス数については、「[サポートされるスパニングツリー インスタンス](#)」(p.15-10) を参照してください。

MSTP 設定時の注意事項

ここでは、MSTP の設定時の注意事項を説明します。

- `spanning-tree mode mst` グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、MST をイネーブルにすると、RSTP が自動的にイネーブルになります。
- 2 つ以上のスイッチを同じ MST リージョンに設置するには、その 2 つのスイッチに同じ VLAN/ インスタンス マッピング、同じコンフィギュレーション リビジョン番号、同じ名前を設定しなければなりません。
- スイッチは最大 65 の MST インスタンスをサポートします。特定の MST インスタンスにマッピングできる VLAN の数に制限はありません。
- PVST+、Rapid PVST+、および MSTP はサポートされますが、アクティブにできるのは 1 つのバージョンだけです (たとえば、すべての VLAN で PVST+ を使用するか、すべての VLAN で Rapid PVST+ を使用するか、またはすべての VLAN で MSTP を使用することになります)。詳細については、「[スパンニングツリーのインターオペラビリティと下位互換性](#)」(p.15-10) を参照してください。推奨するトランク ポート設定の詳細については、「[他の機能との相互作用](#)」(p.12-20) を参照してください。
- MST コンフィギュレーションの VLAN Trunking Protocol (VTP; VLAN トランッキング プロトコル) 伝播機能はサポートされません。ただし、CLI または SNMP (簡易ネットワーク管理プロトコル) サポートを通じて、MST リージョン内の各スイッチで MST コンフィギュレーション (リージョン名、リビジョン番号、および VLAN とインスタンスのマッピング) を手動で設定することは可能です。
- ネットワーク内の冗長パスでロードバランシングを機能させるには、すべての VLAN/ インスタンス マッピングの割り当てが一致している必要があります。一致していないと、すべてのトラフィックが 1 つのリンク上で伝送されます。
- PVST+ クラウドと MST クラウドの間、または Rapid PVST+ クラウドと MST クラウドの間でロードバランシングを実現するには、すべての MST 境界ポートがフォワーディング状態でなければなりません。そのためには、MST クラウドの IST マスターが CST のルートを兼ねている必要があります。MST クラウドが複数の MST リージョンで構成されている場合は、MST リージョンの 1 つに CST ルートが含まれており、他のすべての MST リージョンにおいて、MST クラウドに含まれているルートへのパスの方が PVST+ または Rapid PVST+ クラウド経由のパスよりも優れている必要があります。クラウド内のスイッチを手動で設定しなければならない場合もあります。
- ネットワークを多数のリージョンに分割することは推奨できません。ただし、どうしても分割せざるを得ない場合は、スイッチド LAN をルータまたは非レイヤ 2 デバイスで相互接続された小規模な LAN に分割することを推奨します。
- UplinkFast および BackboneFast の設定時の注意事項については、「[オプションのスパンニングツリー設定時の注意事項](#)」(p.17-10) を参照してください。

MST リージョンの設定および MSTP のイネーブル化

2 つ以上のスイッチを同じ MST リージョンに設定するには、その 2 つのスイッチに同じ VLAN/ インスタンス マッピング、同じコンフィギュレーション リビジョン番号、同じ名前を設定しなければなりません。

リージョンは、同じ MST コンフィギュレーションを持つ 1 つまたは複数のメンバーで構成されます。リージョンの各メンバーは RSTP BPDU を処理する機能を備えている必要があります。ネットワーク内の MST リージョンの数には制限はありませんが、各リージョンがサポートできるスパンニングツリー インスタンスの数は 65 までです。1 つの VLAN を同時に複数のスパンニングツリー インスタンスに割り当てることはできません。

MST リージョンの設定を行い、MSTP をイネーブルにするには、イネーブル EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は必須です。

	コマンド	目的
ステップ 1	<code>configure terminal</code>	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 mst configuration</code>	MST コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	<code>instance instance-id vlan vlan-range</code>	<p>VLAN を MST インスタンスに対応付けます。</p> <ul style="list-style-type: none"> <code>instance-id</code> に指定できる範囲は、0 ~ 4094 です。 <code>vlan vlan-range</code> に指定できる範囲は、1 ~ 4094 です。 <p>MST インスタンスに VLAN をマッピングする場合、マッピングは差分的に行われ、コマンドで指定された VLAN がすでにマッピング済みの VLAN に対して追加または削除されます。</p> <p>VLAN の範囲を指定する場合は、ハイフンを使用します。たとえば、<code>instance 1 vlan 1-63</code> と入力すると、VLAN 1 ~ 63 が MST インスタンス 1 にマッピングされます。</p> <p>一連の VLAN を指定する場合は、カンマを使用します。たとえば、<code>instance 1 vlan 10, 20, 30</code> を入力すると、VLAN 10、20、30 が MST インスタンス 1 にマッピングされます。</p>
ステップ 4	<code>name name</code>	コンフィギュレーション名を指定します。 <code>name</code> スtringの最大長は 32 文字で、大文字と小文字が区別されます。
ステップ 5	<code>revision version</code>	コンフィギュレーション リビジョン番号を指定します。指定できる範囲は 0 ~ 65535 です。
ステップ 6	<code>show pending</code>	入力した設定を表示して、確認します。
ステップ 7	<code>exit</code>	変更を適用し、グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 8	<code>spanning-tree mode mst</code>	<p>MSTP をイネーブルにします。RSTP もイネーブルになります。</p> <p> 注意 スパニングツリー モードを変更すると、すべてのスパニングツリー インスタンスが前のモードで停止して新しいモードで再起動されるので、トラフィックが中断する可能性があります。</p> <p>MSTP と PVST+ または MSTP と Rapid PVST+ を同時に実行することはできません。</p>
ステップ 9	<code>end</code>	イネーブル EXEC モードに戻ります。
ステップ 10	<code>show running-config</code>	設定を確認します。
ステップ 11	<code>copy running-config startup-config</code>	(任意) コンフィギュレーション ファイルにエントリを保存します。

デフォルトの MST リージョン コンフィギュレーションに戻すには、`no spanning-tree mst configuration` グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。VLAN インスタンス マッピングをデフォルトの設定に戻すには、`no instance instance-id [vlan vlan-range]` MST コンフィギュレーション コマンドを使用します。デフォルトの名前に戻すには、`no name` MST コンフィギュレーション コマンドを使用します。デフォルトのリビジョン番号に戻すには、`no revision` MST コンフィギュレーション コマンドを使用し、PVST+ をイネーブルに戻すには、`no spanning-tree mode` または `spanning-tree mode pvst` グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、MST コンフィギュレーション モードの例を示します。まず MST コンフィギュレーション モードを開始して VLAN 10 ~ 20 を MST インスタンス 1 にマッピングし、そのリージョンの名前を *region1* に設定します。次にコンフィギュレーション リビジョン番号として 1 を設定し、入力した設定を表示させて変更を適用します。そして最後にグローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。

```
Switch(config)# spanning-tree mst configuration
Switch(config-mst)# instance 1 vlan 10-20
Switch(config-mst)# name region1
Switch(config-mst)# revision 1
Switch(config-mst)# show pending
Pending MST configuration
Name      [region1]
Revision  1
Instance  Vlans Mapped
-----
0          1-9,21-4094
1          10-20
-----

Switch(config-mst)# exit
Switch(config)#
```

ルートスイッチの設定

スイッチは、スパンニングツリー インスタンスを VLAN グループとマッピングして維持します。各インスタンスには、スイッチ プライオリティとスイッチの MAC アドレスからなるスイッチ ID が対応付けられます。最小のスイッチ ID を持つスイッチがその VLAN グループのルートスイッチになります。

特定のスイッチがルートになるように設定するには、`spanning-tree mst instance-id root` グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、スイッチ プライオリティをデフォルト値 (32768) からきわめて小さい値に変更します。これにより、そのスイッチが指定されたスパンニングツリー インスタンスのルートスイッチになることができます。このコマンドを入力すると、スイッチは、ルートスイッチのスイッチ プライオリティを確認します。拡張システム ID のサポートのため、スイッチは指定されたインスタンスについて、自身のプライオリティを 24576 に設定します (この値によって、このスイッチが指定されたスパンニングツリー インスタンスのルートになる場合)。

指定されたインスタンスのルートスイッチに 24576 より小さいスイッチ プライオリティが設定されている場合、スイッチは自身のプライオリティを最小のスイッチ プライオリティより 4096 だけ小さい値に設定します (表 15-1 [p.15-4] に示すように、4096 は 4 ビットのスイッチ プライオリティ値の最下位ビットの値です)。

ネットワーク上に拡張システム ID をサポートするスイッチとサポートしないスイッチが混在する場合は、拡張システム ID をサポートするスイッチがルートスイッチになることはまずありません。拡張システム ID によって、旧ソフトウェアが稼働する接続スイッチのプライオリティより VLAN 番号が大きくなるたびに、スイッチ プライオリティ値が増大します。

各スパンニングツリー インスタンスのルートスイッチは、バックボーン スイッチまたはディストリビューション スイッチにする必要があります。アクセス スイッチをスパンニングツリーのプライマリルートとして設定しないでください。

レイヤ 2 ネットワークの直径 (つまり、レイヤ 2 ネットワーク上の任意の 2 つのエンドステーション間の最大スイッチ ホップ数) を指定するには、`diameter` キーワードを指定します (MST インスタンス 0 の場合のみ使用可)。ネットワークの直径を指定すると、その直径のネットワークに最適な Hello タイム、転送遅延時間、および最大エージング タイムをスイッチが自動的に設定するので、コンバージェンスの所要時間を大幅に短縮できます。自動的に算出された Hello タイムを変更する場合は、`hello` キーワードを使用します。



(注) スイッチをルートスイッチとして設定したあとに、`spanning-tree mst hello-time`、`spanning-tree mst forward-time`、および `spanning-tree mst max-age` グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、Hello タイム、転送遅延時間、および最大エージング タイムを手動で設定することは推奨できません。

スイッチをルートスイッチに設定するには、イネーブル EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	<code>configure terminal</code>	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 mst instance-id root primary</code> <code>[diameter net-diameter [hello-time seconds]]</code>	スイッチをルートスイッチに設定します。 <ul style="list-style-type: none"> <code>instance-id</code> には、単一のインスタンス、ハイフンで区切られた範囲のインスタンス、またはカンマで区切られた一連のインスタンスを指定できます。指定できる範囲は 0 ~ 4094 です。 (任意) <code>diameter net-diameter</code> には、任意の 2 つのエンドステーション間の最大スイッチ数を指定します。指定できる範囲は 2 ~ 7 です。このキーワードを使用できるのは MST インスタンス 0 の場合だけです。 (任意) <code>hello-time seconds</code> には、ルートスイッチによってコンフィギュレーションメッセージが生成される間隔を秒数で指定します。指定できる範囲は 1 ~ 10 秒です。デフォルトは 2 秒です。
ステップ 3	<code>end</code>	イネーブル EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	<code>show spanning-tree mst instance-id</code>	設定を確認します。
ステップ 5	<code>copy running-config startup-config</code>	(任意) コンフィギュレーション ファイルにエントリを保存します。

スイッチをデフォルト設定に戻すには、`no spanning-tree mst instance-id root` グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

セカンダリ ルート スイッチの設定

拡張システム ID をサポートするスイッチをセカンダリルートとして設定すると、スイッチ プライオリティはデフォルト値 (32768) から 28672 に変更されます。その結果、プライマリ ルート スイッチに障害が発生した場合に、このスイッチが、指定されたインスタンスのルートスイッチになる可能性が高くなります。これは、他のネットワーク スイッチがデフォルトのスイッチ プライオリティ 32768 を使用し、ルートスイッチになる可能性が低いことが前提です。

複数のスイッチでこのコマンドを実行すると、複数のバックアップ ルート スイッチを設定できます。`spanning-tree mst instance-id root primary` グローバル コンフィギュレーション コマンドでプライマリ ルート スイッチを設定したときと同じネットワーク直径および Hello タイム値を使用してください。

スイッチをセカンダリ ルート スイッチに設定するには、イネーブル EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

■ MSTP 機能の設定

	コマンド	目的
ステップ 1	<code>configure terminal</code>	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 mst instance-id root secondary</code> <code>[diameter net-diameter [hello-time seconds]]</code>	スイッチをセカンダリ ルート スイッチに設定します。 <ul style="list-style-type: none"> <code>instance-id</code> には、単一のインスタンス、ハイフンで区切られた範囲のインスタンス、またはカンマで区切られた一連のインスタンスを指定できます。指定できる範囲は 0 ~ 4094 です。 (任意) <code>diameter net-diameter</code> には、任意の 2 つのエンドステーション間の最大スイッチ数を指定します。指定できる範囲は 2 ~ 7 です。このキーワードを使用できるのは MST インスタンス 0 の場合だけです。 (任意) <code>hello-time seconds</code> には、ルート スイッチによってコンフィギュレーション メッセージが生成される間隔を秒数で指定します。指定できる範囲は 1 ~ 10 秒です。デフォルトは 2 秒です。 プライマリ ルート スイッチを設定したときと同じネットワーク 直径および Hello タイム値を使用してください。 「ルート スイッチの設定」(p.16-18) を参照してください。
ステップ 3	<code>end</code>	イネーブル EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	<code>show spanning-tree mst instance-id</code>	設定を確認します。
ステップ 5	<code>copy running-config startup-config</code>	(任意) コンフィギュレーション ファイルにエントリを保存します。

スイッチをデフォルト設定に戻すには、`no spanning-tree mst instance-id root` グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

ポート プライオリティの設定

ループが発生した場合、MSTP はポート プライオリティを使用して、フォワーディング ステートにするインターフェイスを選択します。最初に選択させたいインターフェイスには高いプライオリティ (小さい数値) を与え、最後に選択させたいインターフェイスには低いプライオリティ (大きい数値) を与えます。すべてのインターフェイスに同じプライオリティ値が与えられている場合、MSTP はインターフェイス番号が最小のインターフェイスをフォワーディング ステートにし、他のインターフェイスをブロックします。

インターフェイスの MSTP ポート プライオリティを設定するには、イネーブル EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	<code>configure terminal</code>	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>interface interface-id</code>	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。 有効なインターフェイスには、物理ポートとポートチャネル論理インターフェイスがあります。ポートチャネルの範囲は 1 ~ 6 です。

	コマンド	目的
ステップ 3	<code>spanning-tree mst instance-id port-priority priority</code>	ポート プライオリティを設定します。 <ul style="list-style-type: none"> <code>instance-id</code> には、単一のインスタンス、ハイフンで区切られた範囲のインスタンス、またはカンマで区切られた一連のインスタンスを指定できます。指定できる範囲は 0 ~ 4094 です。 <code>priority</code> に指定できる範囲は 0 ~ 240 で、16 ずつ増加します。デフォルト値は 128 です。数字が小さいほど、プライオリティが高くなります。 プライオリティ値は、0、16、32、48、64、80、96、112、128、144、160、176、192、208、224、および 240 です。それ以外の値はすべて拒否されます。
ステップ 4	<code>end</code>	イネーブル EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	<code>show spanning-tree mst interface interface-id</code> または <code>show spanning-tree mst instance-id</code>	設定を確認します。
ステップ 6	<code>copy running-config startup-config</code>	(任意) コンフィギュレーション ファイルにエントリを保存します。



(注) `show spanning-tree mst interface interface-id` イネーブル EXEC コマンドによって表示されるのは、リンク アップ動作可能状態のポートの情報だけです。それ以外の情報については、`show running-config interface` イネーブル EXEC コマンドを使用して設定を確認してください。

インターフェイスをデフォルト設定に戻すには、`no spanning-tree mst instance-id port-priority` インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

パス コストの設定

MSTP パス コストのデフォルト値は、インターフェイスのメディア速度に基づきます。ループが発生した場合、MSTP はコストを使用して、フォワーディング ステートにするインターフェイスを選択します。最初に選択させたいインターフェイスには小さいコスト値を与え、最後に選択させたいインターフェイスには大きいコスト値を与えます。すべてのインターフェイスに同じコスト値が与えられている場合、MSTP はインターフェイス番号が最小のインターフェイスをフォワーディング ステートにし、他のインターフェイスをブロックします。

インターフェイスの MSTP コストを設定するには、イネーブル EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	<code>configure terminal</code>	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>interface interface-id</code>	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。有効なインターフェイスには、物理ポートとポートチャネル論理インターフェイスがあります。ポート チャネルの範囲は 1 ~ 6 です。

	コマンド	目的
ステップ 3	<code>spanning-tree mst instance-id cost cost</code>	コストを設定します。 ループが発生した場合、MSTP はパス コストを使用して、フォワーディング ステートにするインターフェイスを選択します。パス コストが小さいほど、高速で伝送されます。 <ul style="list-style-type: none"> <code>instance-id</code> には、単一のインスタンス、ハイフンで区切られた範囲のインスタンス、またはカンマで区切られた一連のインスタンスを指定できます。指定できる範囲は 0 ~ 4094 です。 <code>cost</code> に指定できる範囲は 1 ~ 200000000 です。デフォルト値はインターフェイスのメディア速度に基づきません。
ステップ 4	<code>end</code>	イネーブル EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	<code>show spanning-tree mst interface interface-id</code> または <code>show spanning-tree mst instance-id</code>	設定を確認します。
ステップ 6	<code>copy running-config startup-config</code>	(任意) コンフィギュレーション ファイルにエントリを保存します。



(注) `show spanning-tree mst interface interface-id` イネーブル EXEC コマンドによって表示されるのは、リンク アップ動作可能状態のポートの情報だけです。それ以外の情報については、`show running-config` イネーブル EXEC コマンドを使用して設定を確認してください。

インターフェイスをデフォルト設定に戻すには、`no spanning-tree mst instance-id cost` インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

スイッチ プライオリティの設定

スイッチ プライオリティを設定することによって、スイッチがルート スイッチとして選択される可能性を高めることができます。



(注) このコマンドは、十分に注意して使用してください。スイッチ プライオリティの変更には、通常、`spanning-tree mst instance-id root primary` および `spanning-tree mst instance-id root secondary` グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用することを推奨します。

スイッチ プライオリティを設定するには、イネーブル EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	<code>configure terminal</code>	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 mst instance-id priority priority</code>	スイッチ プライオリティを設定します。 <ul style="list-style-type: none"> <code>instance-id</code> には、単一のインスタンス、ハイフンで区切られた範囲のインスタンス、またはカンマで区切られた一連のインスタンスを指定できます。指定できる範囲は 0 ~ 4094 です。 <code>priority</code> を指定する場合、指定できる範囲は 0 ~ 61440 で、4096 ずつ増加します。デフォルトは 32768 です。数値が小さいほど、スイッチがルート スイッチとして選択される可能性が高くなります。 プライオリティ値は、0、4096、8192、12288、16384、20480、24576、28672、32768、36864、40960、45056、49152、53248、57344、61440 です。それ以外の値はすべて拒否されます。
ステップ 3	<code>end</code>	イネーブル EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	<code>show spanning-tree mst instance-id</code>	設定を確認します。
ステップ 5	<code>copy running-config startup-config</code>	(任意) コンフィギュレーション ファイルにエントリを保存します。

スイッチをデフォルト設定に戻すには、`no spanning-tree mst instance-id priority` グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

Hello タイムの設定

Hello タイムを変更することによって、ルート スイッチによってコンフィギュレーション メッセージが生成される間隔を設定できます。

すべての MST インスタンスの Hello タイムを設定するには、イネーブル EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	<code>configure terminal</code>	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 mst hello-time seconds</code>	すべての MST インスタンスの Hello タイムを設定します。Hello タイムはルート スイッチがコンフィギュレーション メッセージを生成する間隔です。これらのメッセージは、スイッチがアクティブであることを意味します。 <code>seconds</code> に指定できる範囲は 1 ~ 10 です。デフォルト値は 2 です。
ステップ 3	<code>end</code>	イネーブル EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	<code>show spanning-tree mst</code>	設定を確認します。
ステップ 5	<code>copy running-config startup-config</code>	(任意) コンフィギュレーション ファイルにエントリを保存します。

スイッチをデフォルト設定に戻すには、`no spanning-tree mst hello-time` グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

転送遅延時間の設定

すべての MST インスタンスの転送遅延時間を設定するには、イネーブル EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	<code>configure terminal</code>	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 mst forward-time <i>seconds</i></code>	すべての MST インスタンスの転送遅延時間を設定します。転送遅延時間は、スパンニングツリー ラーニング ステートおよびリスニング ステートからフォワーディング ステートに移行するまでに、ポートが待機する秒数です。 <i>seconds</i> に指定できる範囲は 4 ~ 30 です。デフォルト値は 15 です。
ステップ 3	<code>end</code>	イネーブル EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	<code>show spanning-tree mst</code>	設定を確認します。
ステップ 5	<code>copy running-config startup-config</code>	(任意) コンフィギュレーション ファイルにエントリを保存します。

スイッチをデフォルト設定に戻すには、`no spanning-tree mst forward-time` グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

最大エージング タイムの設定

すべての MST インスタンスの最大エージング タイムを設定するには、イネーブル EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	<code>configure terminal</code>	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 mst max-age <i>seconds</i></code>	すべての MST インスタンスの最大エージング タイムを設定します。最大エージング タイムは、再構成を試行するまでにスイッチがスパンニングツリー コンフィギュレーション メッセージを受信せずに待機する秒数です。 <i>seconds</i> に指定できる範囲は 6 ~ 40 です。デフォルト値は 20 です。
ステップ 3	<code>end</code>	イネーブル EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	<code>show spanning-tree mst</code>	設定を確認します。
ステップ 5	<code>copy running-config startup-config</code>	(任意) コンフィギュレーション ファイルにエントリを保存します。

スイッチをデフォルト設定に戻すには、`no spanning-tree mst max-age` グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

最大ホップ カウントの設定

すべての MST インスタンスの最大ホップ カウントを設定するには、イネーブル EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	<code>configure terminal</code>	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 mst max-hops hop-count</code>	BPDU が廃棄され、ポートに維持されていた情報が期限切れになるまでの、リージョン内でのホップ数を指定します。 <i>hop-count</i> に指定できる範囲は 1 ~ 255 です。デフォルト値は 20 です。
ステップ 3	<code>end</code>	イネーブル EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	<code>show spanning-tree mst</code>	設定を確認します。
ステップ 5	<code>copy running-config startup-config</code>	(任意) コンフィギュレーション ファイルにエントリを保存します。

スイッチをデフォルト設定に戻すには、`no spanning-tree mst max-hops` グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

リンク タイプの指定による高速移行の保証

2 つのポートをポイントツーポイント リンクで接続し、ローカル ポートが指定ポートになると、RSTP は提案 / 合意ハンドシェイクを使用して、相手側ポートと高速移行をネゴシエートし、ループのないトポロジを保証します (「高速コンバージェンス」 [p.16-10] を参照)。

デフォルトでは、リンク タイプは、インターフェイスのデュプレックス モードによって制御されます。全二重ポートはポイントツーポイント接続とみなされ、半二重接続は共有接続とみなされます。MSTP が稼働しているリモートスイッチ上の 1 つのポートと物理的にポイントツーポイントで接続されている半二重リンクが存在する場合は、リンク タイプのデフォルト設定値を変更して、フォワーディング ステートへの高速移行をイネーブルにできます。

リンク タイプのデフォルト設定を変更するには、イネーブル EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	<code>configure terminal</code>	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>interface interface-id</code>	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。指定できるインターフェイスには、物理ポート、VLAN、およびポートチャネル論理インターフェイスがあります。VLAN ID の範囲は 1 ~ 4094 です。ポートチャネルの範囲は 1 ~ 6 です。
ステップ 3	<code>spanning-tree link-type point-to-point</code>	ポートのリンク タイプをポイントツーポイントに指定します。
ステップ 4	<code>end</code>	イネーブル EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	<code>show spanning-tree mst interface interface-id</code>	設定を確認します。
ステップ 6	<code>copy running-config startup-config</code>	(任意) コンフィギュレーション ファイルにエントリを保存します。

ポートをデフォルト設定に戻すには、`no spanning-tree link-type` インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

ネイバタイプの指定

トポロジーには、先行標準の装置と IEEE 802.1s 標準準拠の装置の両方を含めることができます。デフォルトでは、ポートは自動的に先行標準装置を検出できますが、標準と先行標準の両方の BPDU が受信できます。装置とネイバとの間で不一致がある場合、インターフェイスで CIST のみが動作します。

先行標準の BPDU のみを送信するようポートを設定することもできます。ポートが STP 互換モードの場合でも、すべての show コマンドの出力には先行標準フラグが表示されます。

ネイバタイプのデフォルト設定を変更するには、イネーブル EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	<code>configure terminal</code>	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>interface interface-id</code>	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。インターフェイスとして、物理ポートも指定できます。
ステップ 3	<code>spanning-tree mst pre-standard</code>	ポートで先行標準の BPDU のみを送信可能とするよう指定します。
ステップ 4	<code>end</code>	イネーブル EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	<code>show spanning-tree mst interface interface-id</code>	設定を確認します。
ステップ 6	<code>copy running-config startup-config</code>	(任意) コンフィギュレーション ファイルにエントリを保存します。

ポートをデフォルト設定に戻すには、`no spanning-tree mst prestandard` インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

プロトコル移行プロセスの再起動

MSTP が稼働しているスイッチは、IEEE 802.1D 準拠のレガシー スイッチとの相互運用を可能にする組み込み型のプロトコル移行メカニズムをサポートします。このスイッチは、レガシー IEEE 802.1D コンフィギュレーション BPDU (プロトコルバージョンが 0 に設定されている BPDU) を受信すると、そのポート上では IEEE 802.1D BPDU のみを送信します。また、MSTP スイッチは、レガシー BPDU、別のリージョンに関連付けられている MST BPDU (バージョン 3)、または RST BPDU (バージョン 2) を受信することによって、ポートがリージョンの境界に位置していることを検出できます。

ただし、レガシースイッチが指定スイッチでない場合、レガシースイッチがリンクから削除されているかどうか検出できないので、スイッチは IEEE 802.1D BPDU を受け取らなくなった場合でも、自動的に MSTP モードには戻りません。さらにスイッチは、接続先スイッチがリージョンに加入した場合であっても、ポートに対して引き続き、境界の役割を割り当てる可能性もあります。

スイッチでプロトコル移行プロセスを再起動する (近接スイッチとの再ネゴシエーションを強制する) には、`clear spanning-tree detected-protocols` イネーブル EXEC コマンドを使用します。

特定のインターフェイスでプロトコル移行プロセスを再開するには、`clear spanning-tree detected-protocols interface interface-id` イネーブル EXEC コマンドを使用します。

MST コンフィギュレーションおよびステータスの表示

スパニングツリー ステータスを表示するには、表 16-5 のイネーブル EXEC コマンドを 1 つまたは複数使用します。

表 16-5 MST ステータスを表示するコマンド

コマンド	目的
<code>show spanning-tree mst configurion</code>	MST リージョン コンフィギュレーションを表示します。
<code>show spanning-tree mst configuration digest</code>	現在の MSTCI に含まれる MD5 ダイジェストを表示します。
<code>show spanning-tree mst instance-id</code>	特定のインスタンスの MST 情報を表示します。
<code>show spanning-tree mst interface interface-id</code>	特定のインターフェイスの MST 情報を表示します。

`show spanning-tree` イネーブル EXEC コマンドの他のキーワードについては、このリリースに対応するコマンド リファレンスを参照してください。

