



# CHAPTER 18

## MSTP の設定

この章では、スイッチにシスコが実装した IEEE 802.1s Multiple STP (MSTP) を設定する方法について説明します。



(注)

Cisco IOS Release 12.2(37)SE における Multiple Spanning-Tree (MST; 多重スパニング ツリー) の実装は IEEE 802.1s 標準に準拠しています。

MSTP を使用すると、複数の VLAN を同じスパニング ツリー インスタンスに対応付け、多数の VLAN をサポートするために必要なスパニング ツリー インスタンス数を削減できます。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) は影響を受けないため、ネットワークの耐障害性が向上します。MSTP を初めて導入する場合、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 レイヤへの配備です。この配置により、サービス プロバイダー環境で必要とされるハイ アベイラビリティが提供されます。

スイッチが MST モードの場合は、IEEE 802.1w に基づく Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP; 高速スパニング ツリー プロトコル) は自動的にイネーブルとなります。RSTP は、IEEE 802.1D の転送遅延を軽減し、Root Port (RP; ルート ポート) および Designated Port (DP; 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。

MSTP と RSTP はどちらも、スパニング ツリーの動作を改善し、(オリジナルの) IEEE 802.1D スパニング ツリー、既存のシスコ独自の Multiple Instance STP (MISTP)、および既存の Cisco Per-VLAN Spanning-Tree plus (PVST+) と Rapid Per-VLAN Spanning-Tree Plus (Rapid PVST+) に基づく装置との下位互換性を維持します。PVST+ および Rapid PVST+ については、第 17 章「STP の設定」を参照してください。PortFast、UplinkFast、ルート ガードのようなその他のスパニング ツリーの機能については、第 19 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.18-2)
- 「RSTP の概要」 (P.18-9)
- 「MSTP 機能の設定」 (P.18-14)
- 「MST コンフィギュレーションおよびステータスの表示」 (P.18-27)

## 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削減できます。

ここでは、MSTP の機能について説明します。

- 「MST リージョン」 (P.18-2)
- 「IST、CIST、および CST」 (P.18-3)
- 「ホップ カウント」 (P.18-5)
- 「境界ポート」 (P.18-6)
- 「IEEE 802.1s の実装」 (P.18-6)
- 「IEEE 802.1D STP との相互運用性」 (P.18-8)

設定情報については、「MSTP 機能の設定」 (P.18-14) を参照してください。

## MST リージョン

スイッチを多重スパニング ツリー (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 18-1 (P.18-4) 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、リビジョン番号、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、**instanceMST** 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ビジョン番号を設定できます。

リージョンは、同じ MST コンフィギュレーションを持つ 1 つ以上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 Bridge Protocol Data Unit (BPDU; ブリッジ プロトコル データ ユニット) 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 の数字で識別できます。1 つの VLAN を同時に複数のスパニング ツリー インスタンスには割り当てられません。

## IST、CIST、および CST

すべてのスパニング 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 種類のスパニング ツリーを確立して維持します。

- **Internal Spanning-Tree (IST)** は、1 つの MST リージョン内で稼動するスパニング ツリーです。各 MST リージョン内の MSTP は複数のスパニング 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、**Internal Spanning-Tree (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 ~ 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ニング ツリー インスタンスです。他のスパニング ツリー インスタンス情報はすべて M レコードに保存されます。M レコードは、MSTP BPDU 内にカプセル化されます。MSTP BPDU はすべてのインスタンスの情報を伝送するため、複数のスパニング ツリー インスタンスをサポートするために処理する必要のある BPDU 数は大幅に減少します。

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 パラメータ (ルート スイッチ ID、ルート パス コスト) 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 のサブツリーと見なされます。CIST は、IEEE 802.1w、IEEE 802.1s、および IEEE 802.1D の標準をサポートするスイッチ間で実行されるスパニング 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.18-3) および「[MST リージョン間の動作](#)」(P.18-4) を参照してください。



(注) IEEE 802.1s 標準を実装すると、一部の MST 実装関連の用語が変更されます。これらの変更の要約については、[表 17-1 \(P.17-4\)](#) 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、その IST のルートが、[図 18-1 \(P.18-4\)](#) に示されるように、CIST リージョナル ルート (IEEE 802.1s 標準の実装以前は *IST* マスターと呼ばれていました) になります。これは、リージョン内のスイッチのうち、CIST ルートに対するスイッチ ID とパス コストが最も小さいスイッチです。ネットワーク内にリージョンが 1 つしかない場合は、CIST リージョナル ルートは 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は、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、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な MST ルート情報 (小さいスイッチ ID、パス コスト) を受信すると、CIST リージョナル ルートではなくなります。

初期化中、リージョン内に独自の CIST リージョナル ルートを持つ多くのサブリージョンが形成される場合もあります。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省略します。

正常に動作するためには、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。したがって、そのリージョン内にある任意の 2 つのスイッチが、1 つの MST インスタンスに対するポートの役割を同期させるのは、共通の CIST リージョナル ルートに収束する場合だけです。

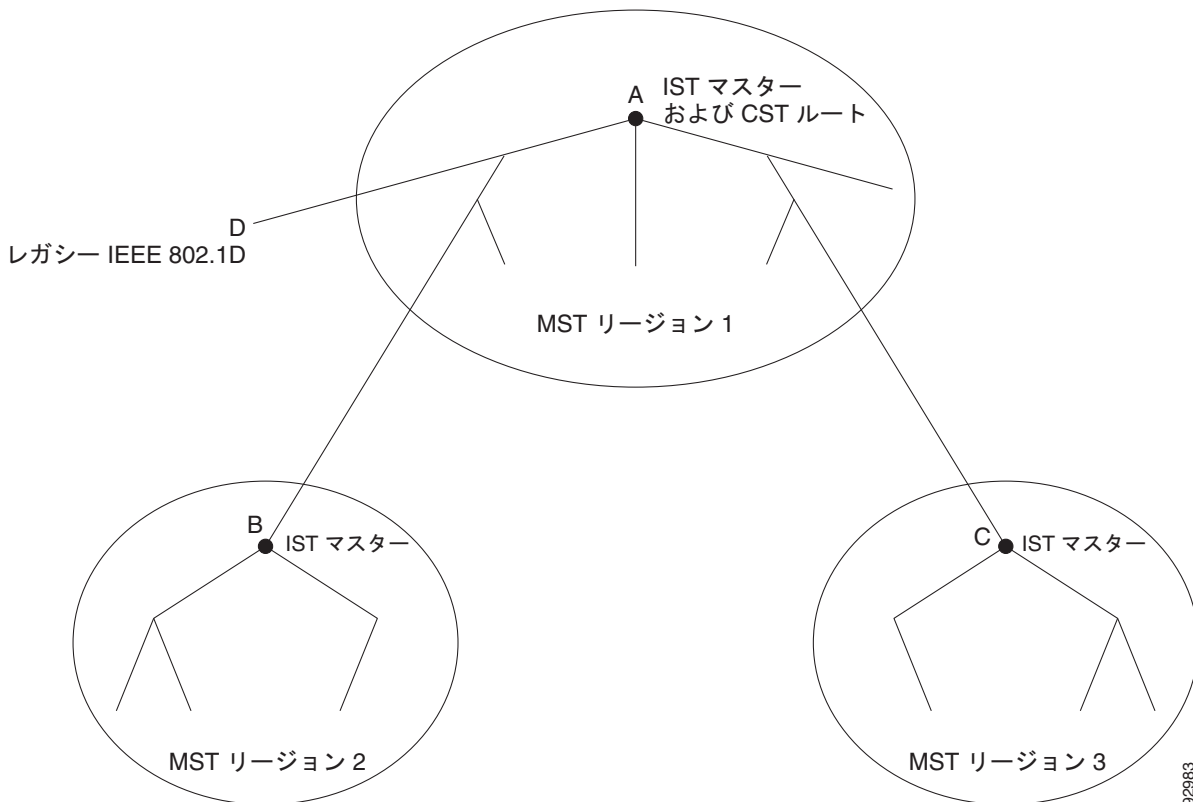
## MST リージョン間の動作

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、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 スイッチを接続し、スイッチドドメイン全体を網羅する CIST のサブツリーとなります。このサブツリーのルートが CIST リージョナルルートです。MST リージョンは、隣接する STP スイッチや 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 18-1 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 (A) の CIST リージョナルルートは、CIST ルートも兼ねています。リージョン 2 (B) およびリージョン 3 (C) の CIST リージョナルルートは、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 18-1 MST リージョン、CIST マスター、および CST ルート



92983

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、最終的なスパニング ツリー トポロジを計算します。そのため、BPDU 送信に関連したスパニング ツリー パラメータ（たとえば 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 インスタンスのみで設定されますが、すべての MST インスタンスに影響します。スパニング ツリー トポロジに関連するパラメータ（たとえば、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）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

シスコの先行標準実装で使用される一部の MST 命名規則は、一部の内部パラメータまたはリージョンパラメータを識別するように変更されました。これらのパラメータは、ネットワーク全体に関連している外部パラメータと違い、MST リージョン内だけで影響があります。CIST はネットワーク全体を網羅する唯一のスパニング ツリー インスタンスのため、CIST パラメータだけに、内部修飾子やリージョン修飾子ではなく外部修飾子が必要です。

- CIST ルートは、ネットワーク全体を網羅する一意のインスタンスのためのルート 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 リージョン内でも変更されずに残ります。CIST では、MST リージョンが単一のスイッチのように見えることに注意してください。CIST 外部ルート パス コストは、これらの仮想スイッチとリージョンに属していないスイッチ間を計算して出したルート 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 ルートが CIST ルートになります。それ以外の場合は、CIST リージョナル ルートがそのリージョンで CIST ルートに最も近いスイッチになります。CIST リージョナル ルートは IST のルート スイッチとして動作します。
- 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）だけに relationship します。

表 18-1 (P.18-5) に、IEEE 標準とシスコの先行標準の用語の比較を示します。

表 18-1 先行標準の用語および標準の用語

IEEE 標準	シスコ先行標準	シスコ標準
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; 存続可能時間) 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、メッセージ有効期間情報を設定するのと同様の結果が得られます（再構成をトリガする）。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（または 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イジング 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 が稼動する単一のスパンニング ツリー リージョン、PVST+ または Rapid PVST+ が稼動する単一のスパンニング 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ンニング 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なくなりました。IEEE 802.1Q-2002 標準では、ポートで受信可能な内部（同一リージョンからの）および外部の 2 種類のメッセージを識別します。メッセージが外部のものであれば、CIST だけによって受信されます。CIST の役割がルートや代替ルートの場合、または外部 BPDU のトポロジが変更された場合は、MST インスタンスに影響する可能性があります。メッセージが内部の場合、CIST の部分は CIST によって受信されるため、各 MST インスタンスは個々の M レコードだけを受信します。シスコ先行標準の実装では、ポートが境界ポートとして外部メッセージを受信します。つまり、ポートは内部メッセージと外部メッセージを混在させたものを受信できません。

MST リージョンには、スイッチと LAN の両方が含まれています。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ではなく異なるリージョンにあるポートは境界ポートになります。この定義を利用すると、リージョン内部にある 2 つのポートのうち一方を、異なるリージョンに属するポートとしてセグメントを共有できます。この方法を採用すると、内部および外部の両方からポートでメッセージを受信できる場合があります。

シスコ先行標準の実装との主な違いは、STP 互換モードを使用している場合、指定ポートが境界ポートとして定義されない点です。



(注) レガシー STP スイッチがセグメントに存在する場合、メッセージは常に外部と見なされます。

先行標準の実装から他に変更された点は、送信スイッチ ID を持つ RSTP またはレガシー IEEE 802.1Q スイッチの部分に、CIST リージョナル ルート スイッチ ID フィールドが加えられたことです。一貫した送信スイッチ ID を近接スイッチに送信することで、リージョン全体で 1 つの仮想スイッチのように動作します。この例では、スイッチ A または B がそのセグメントで指定されているかどうかにかかわらず、スイッチ C が、ルートの一貫した送信スイッチ ID を持つ BPDU を受信します。

## IEEE 802.1s の実装

シスコの IEEE MST 標準の実装には、標準の要件を満たす機能だけでなく、すでに公開されている標準には含まれていない一部の（要望されている）先行標準の機能が含まれています。

## ポートの役割名の変更

境界の役割は最終的に MST 標準に含まれませんが、境界の概念自体はシスコの実装に投影されています。ただし、リージョン境界にある MST インスタンスのポートは、対応する CIST ポートのステートに必ずしも従うわけではありません。現状、次の 2 つの事例が考えられます。

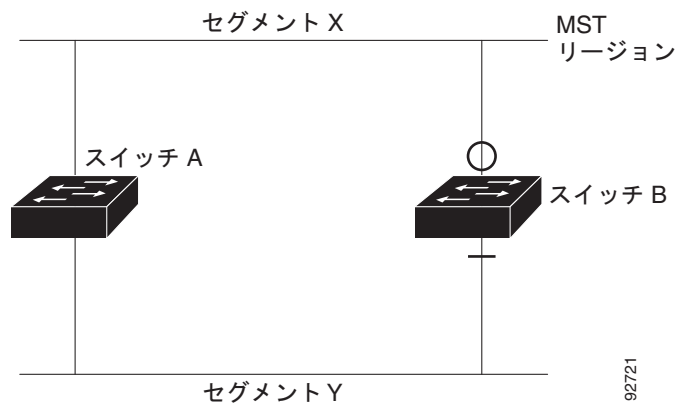
- 境界ポートが CIST リージョナルルートのルートポートである場合：CIST インスタンス ポートを提案されて同期中の場合、対応するすべての MSTI ポートの同期を取り終わった後であれば（その後フォワーディングします）、その場合だけ合意を返信してフォワーディング ステートに移行できます。現在 MSTI ポートは、マスターという特別な役割を担っています。
- 境界ポートが CIST リージョナルルートのルートポートでない場合：MSTI ポートは、CIST ポートのステートと役割に従います。標準では提供される情報が少ないため、MSTI ポートが BPDU (M レコード) を受信しない場合、MSTI ポートが BPDU を代わりにブロックできる理由がわかりにくい場合があります。この場合、境界の役割自体は存在していませんが、**show** コマンドで見ると、出力される *type* カラムで、ポートが境界ポートとして認識されていることがわかります。

## レガシー スイッチと標準スイッチの相互運用

先行標準のスイッチでは先行標準のポートを自動検出できないため、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認識させます。標準と先行標準の間にあるリージョンは形成できませんが、CIST を使用することで相互運用できます。このような特別な方法を採用しても、失われる機能は、異なるインスタンス上のロード バランシングだけです。ポートが先行標準の BPDU を受信すると、CLI にはポートの設定に応じて異なるフラグが表示されます。また、スイッチが、先行標準の BPDU 転送の設定がされていないポートで先行標準の BPDU を初めて受信すると、Syslog メッセージにも表示されます。

図 18-2 に例を示します。A を標準スイッチ、B を先行標準のスイッチと仮定してください。両方とも同じリージョンに設定されています。A が CIST のルートスイッチのため、B にセグメント X のルートポート (BX) とセグメント Y の代替ポート (BY) があります。セグメント Y がフラップして、先行標準の BPDU を送信する前に BY のポートが代替ポートになった場合、AY は Y に接続している先行標準のスイッチを検出できないため、標準の BPDU を送信し続けます。また、BY ポートは境界で固定されるため、AB 間でのロード バランシングができなくなります。同一の問題はセグメント X でも発生しますが、B がトポロジの変更を転送する場合があります。

図 18-2 標準スイッチおよび先行標準のスイッチでの相互運用



(注) 標準と先行標準の MST 実装の間での干渉を少なくすることを推奨します。

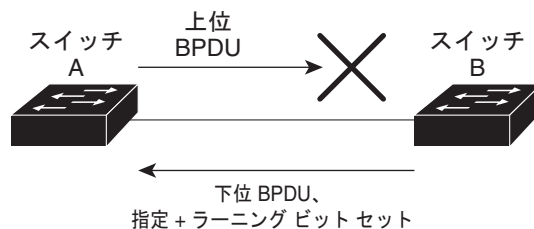
## 単一方向リンク障害の検出

IEEE MST 標準にはこの機能が存在していませんが、Cisco IOS リリースには加えられています。ソフトウェアを使用することで、受信した BPDU からポートの役割とステートの一貫性を確認し、単一方向リンク障害のためブリッジ処理のループを引き起こしていないかどうかを検出できます。

指定ポートで矛盾が検出された場合、役割には従いますが、ブリッジ処理のループを引き起こすよりは、矛盾による接続中断の方が望ましい状態のため、廃棄ステートへ戻ります。

図 18-3 に、ブリッジ処理のループを引き起こす一般的な単一方向リンクの障害例を示します。スイッチ A はルートスイッチです。スイッチ B へ向かうリンク上で、BPDU が紛失しています。RSTP と MST BPDU には、送信ポートの役割とステートが含まれています。この情報があれば、スイッチ A は、送信した優位 BPDU にスイッチ B が反応しないこと、さらにスイッチ B はルートスイッチではなく指定スイッチであることを検出できます。結果として、スイッチ A は自身のポートをブロックし（またはブロックを維持して）、ブリッジ処理のループを回避します。

図 18-3 単一方向リンク障害の検出



## IEEE 802.1D STP との相互運用性

MSTP を稼働しているスイッチは、IEEE 802.1D レガシー スイッチとの相互運用を可能にする組み込み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、IEEE 802.1D 準拠のレガシー 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、そのポートでは IEEE 802.1D BPDU だけを送信します。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、スイッチは、IEEE 802.1D BPDU を受信しなくなっても、MSTP モードに自動的に戻ることはありません。これは、レガシー スイッチが指定スイッチでない限り、レガシー スイッチがリンクから除去されたことを検出できないためです。このスイッチの接続先スイッチが領域に加わったとき、スイッチは境界ロールをポートに割り当て続けることもあります。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** 特権 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。RSTP を使用すると、スパニング ツリーが 1 秒未満で再構成されます (IEEE 802.1D スパニング ツリーのデフォルト設定では 50 秒かかります)。

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.18-9)
- 「高速コンバージェンス」 (P.18-10)
- 「ポートの役割の同期化」 (P.18-11)
- 「ブリッジ プロトコル データ ユニットのフォーマットおよびプロセス」 (P.18-12)

設定情報については、「MSTP 機能の設定」 (P.18-14) 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.17-3) 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 (RP) : 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 (DP) : 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 つ以上ある場合だけです。
- 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 により、すべてのルートポートおよび指定ポートが即座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) になることが保証されます。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 18-2 に、IEEE 802.1D と RSTP のポート ステートの比較を示します。

表 18-2 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	含まれない
イネーブル	リスニング	廃棄	含まれない
イネーブル	ラーニング	ラーニング	含まれる
イネーブル	フォワーディング	フォワーディング	含まれる
ディセーブル	ディセーブル	廃棄	含まれない

シスコの STP 実装製品で整合性を図るため、このマニュアルでは、**廃棄**のポート ステートを**ブロッキング**と定義します。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 DP は、提案ハンドシェイクまたは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 18-4 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とし、その場合は、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 BPDUs) 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。

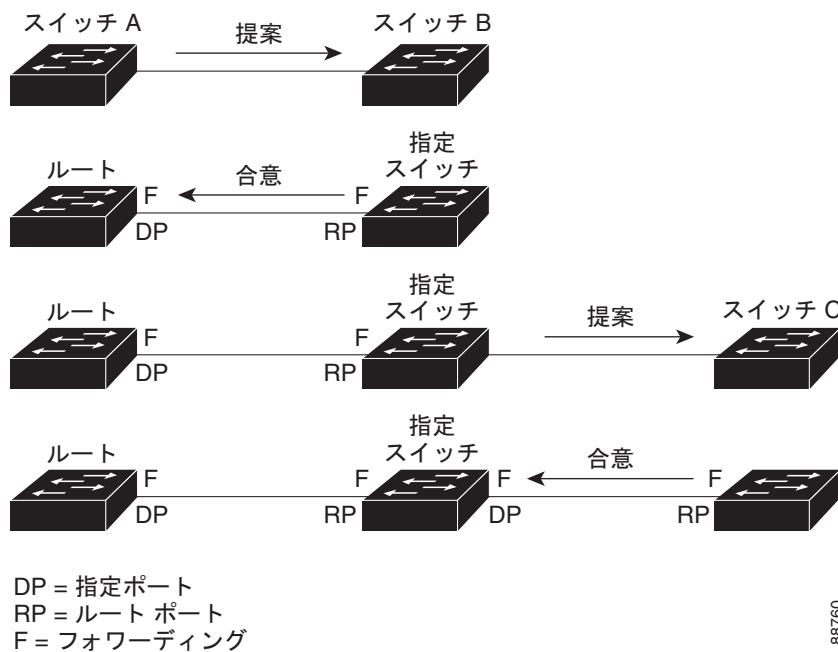
スイッチ B は、提案メッセージを受信すると、提案メッセージを受信したポートを新しいルートポートとして選択し、すべての非エッジポートをブロッキングステートにします。さらに、新しいルートポート経由で合意メッセージ (合意フラグが設定された BPDUs) を送信します。

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ため、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、同様の一組のハンドシェイク 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、この提案ハンドシェイクまたは合意ハンドシェイクがルートからスパンニング 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見なされ、半二重接続は共有接続と見なされます。**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 18-4 高速コンバージェンスの提案ハンドシェイクまたは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。

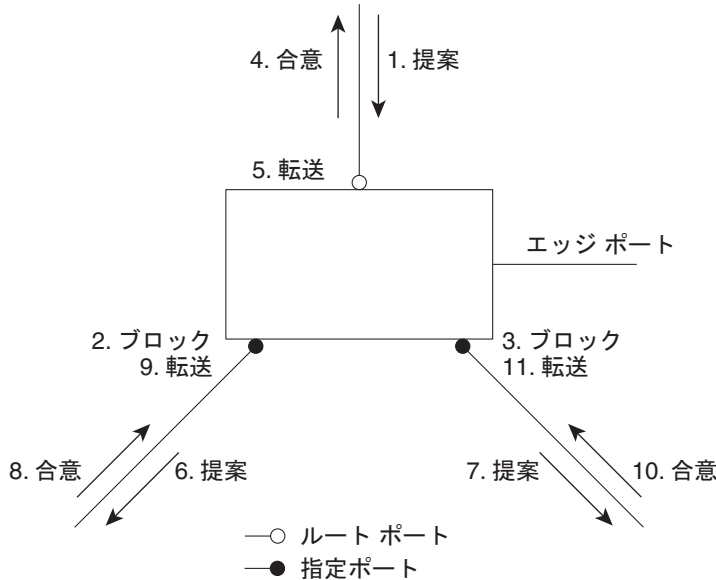
- ブロッキング ステートである場合
- エッジポートである場合（ネットワークのエッジとして設定されているポート）

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。この一連のイベントを図 18-5 に示します。

図 18-5 高速コンバージェンス中の一連のイベント



## ブリッジ プロトコル データ ユニット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 18-3 に、RSTP のフラグ フィールドを示します。

表 18-3 RSTP BPDU フラグ

ビット	機能
0	Topology Change (TC; トポロジの変更)
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 (RP)
11	指定ポート (DP)
4	ラーニング
5	フォワーディング
6	合意
7	Topology Change Acknowledgement (TCA; トポロジの変更の確認)

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 に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 に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; トポロジ変更通知) BPDU はありません。トポロジの変更を示すには、トポロジの変更 (TC) フラグが使用されます。ただし、IEEE 802.1D スイッチとの相互運用性を保つために、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、低いパス コスト) をポートが受信すると、RSTP は再構成をトリガします。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後、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開始します。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の 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) を DP 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。

## トポロジの変更

ここでは、スパニングツリー トポロジの変更処理について、RSTP と IEEE 802.1D の違いを説明します。

- 検出: IEEE802.1D はブロッキングとフォワーディングの間でステートの移行があると、必ずトポロジの変更が生じますが、RSTP ではトポロジ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だけです (トポロジの変更と見なされるのは、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、トポロジの変更は生じません。RSTP スイッチは、トポロジの変更を検出すると、TCN の送信元ポートを除き、すべての非エッジポート上の学習済みの情報を削除します。
- 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 との相互運用性を保つために、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 TC 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だけで必要とされます。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 RP（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 をポート単位で選択的に送信します。

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後に IEEE 802.1D BPDU を受信した場合は、IEEE 802.1D スイッチに接続されていると想定し、IEEE 802.1D BPDU だけ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後に 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.18-15)
- 「MSTP 設定時の注意事項」(P.18-15)
- 「MST リージョンの設定および MSTP のイネーブル化」(P.18-16) (必須)
- 「ルートスイッチの設定」(P.18-18) (任意)
- 「セカンダリ ルートスイッチの設定」(P.18-19) (任意)
- 「ポートプライオリティの設定」(P.18-20) (任意)
- 「パスコストの設定」(P.18-21) (任意)
- 「スイッチプライオリティの設定」(P.18-22) (任意)
- 「Hello タイムの設定」(P.18-23) (任意)
- 「転送遅延時間の設定」(P.18-24) (任意)
- 「最大エージングタイムの設定」(P.18-24) (任意)
- 「最大ホップカウントの設定」(P.18-25) (任意)
- 「リンクタイプの指定による高速移行の保証」(P.18-25) (任意)
- 「ネイバータイプの指定」(P.18-26) (任意)
- 「プロトコル移行プロセスの再起動」(P.18-26) (任意)

## MSTP のデフォルト設定

表 18-4 に、MSTP のデフォルト設定を示します。

表 18-4 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 Mb/s : 4。 100 Mb/s : 19。 10 Mb/s : 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.17-10) 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 リージョンに設定するには、それらのスイッチに同じ 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可能な VLAN 数は制限されていません。
- 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+ が稼動するか、すべての VLAN で Rapid PVST+ が稼動するか、またはすべての VLAN で MSTP が稼動することになります)。詳細については、「スパニング ツリーの相互運用性と下位互換性」(P.17-10) 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.12-19) 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、Command-Line Interface (CLI; コマンドライン インターフェイス) または SNMP 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全体でロード バランシングを機能させるためには、すべての VLAN/インスタンス間マッピングの割り当てを一致させなければなりません。一致しない場合、すべてのトラフィックが単一リンクに流れます。
- 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 ステート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 ルートが含まれている必要があります。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、「オプションのスパニング ツリー設定時の注意事項」(P.19-10) 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、それらのスイッチに同じ 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 つ以上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ニング ツリー インスタンスには割り当てられません。

MST リージョンの設定を行い、MSTP をイネーブルにするには、特権 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"> <li><code>instance-id</code> に指定できる範囲は、0 ~ 4094 です。</li> <li><code>vlan vlan-range</code> に指定できる範囲は、1 ~ 4094 です。</li> </ul> <p>MST インスタンスに VLAN をマッピングする場合、マッピングはインクリメンタルにおこなわれ、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>



	コマンド	目的
ステップ 4	<b>name</b> <i>name</i>	コンフィギュレーション名を指定します。 <i>name</i> ストリングには最大 32 文字まで使用でき、大文字と小文字が区別されます。
ステップ 5	<b>revision</b> <i>version</i>	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	<b>show pending</b>	入力した設定を表示して、確認します。
ステップ 7	<b>exit</b>	すべての変更を適用し、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	<b>spanning-tree mode mst</b>	MSTP をイネーブルにします。RSTP もイネーブルになります。  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">  <b>注意</b> 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 インスタンスが以前のモードのために停止し、新しいモードで再起動するので、トラフィックを中断させる可能性があります。 </div>
ステップ 9	<b>end</b>	MSTP と PVST+ または MSTP と Rapid PVST+ を同時に実行できません。特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 10	<b>show running-config</b>	設定を確認します。
ステップ 11	<b>copy running-config startup-config</b>	(任意) コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

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。

次の例では、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、リージョンに *region1* と名前を付けて、構成リビジョンを 1 に設定します。変更確認前の構成を表示して変更を適用し、グローバル コンフィギュレーション モードに戻る方法を示します。

```
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。VLAN グループの場合は、最小のスイッチ ID を持つスイッチがルート 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)。

指定インスタンスのルート スイッチに、24576 に満たないスイッチ プライオリティが設定されている場合は、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 小さい値に設定します (表 17-1 (P.17-4) 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ほぼありません。拡張システム ID によって、旧ソフトウェアが稼動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 の場合だけ使用可)。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ため、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後に、**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、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、特権 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"> <li><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。</li> <li>(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。このキーワードは、MST インスタンス 0 の場合のみ使用できます。</li> <li>(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。</li> </ul>
ステップ 3	<code>end</code>	特権 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 ファイルに設定を保存します。

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、特権 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 secondary [diameter net-diameter [hello-time seconds]]</code>	<p>スイッチをセカンダリ ルート スイッチに設定します。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><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。</li> <li>(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。このキーワードは、MST インスタンス 0 の場合のみ使用できます。</li> <li>(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。</li> </ul> <p>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。「<a href="#">ルート スイッチの設定</a>」(P.18-18) を参照してください。</p>
ステップ 3	<code>end</code>	特権 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 ファイルに設定を保存します。

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。最初に選択するインターフェイスには高いプライオリティ (小さい数値) を割り当て、最後に選択するインターフェイスには低いプライオリティ (大きい数値) を割り当てることができます。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、特権 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>	<p>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。</p> <p>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 チャネル範囲は 1 ~ 48 です。</p>

	コマンド	目的
ステップ 3	<code>spanning-tree mst instance-id port-priority priority</code>	<p>ポート プライオリティを設定します。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>instance-id</i> 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。</li> <li><i>priority</i> 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。値が小さいほど、プライオリティが高くなります。</li> </ul> <p>プライオリティ値は 0、16、32、48、64、80、96、112、128、144、160、176、192、208、224、240 です。それ以外の値はすべて拒否されます。</p>
ステップ 4	<code>end</code>	特権 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 ファイルに設定を保存します。



(注) `show spanning-tree mst interface interface-id` 特権 EXEC コマンドで情報が表示されるのは、ポートがリンクアップ動作可能な状態にある場合に限定されます。それ以外の情報については、`show running-config interface` 特権 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、特権 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 チャネル範囲は 1 ~ 48 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"> <li><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。</li> <li><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す。</li> </ul>
ステップ 4	<code>end</code>	特権 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 ファイルに設定を保存します。



(注) `show spanning-tree mst interface interface-id` 特権 EXEC コマンドで情報が表示されるのは、リンクアップ動作可能な状態にあるポートに限られます。そうでない場合は、`show running-config` 特権 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して、スイッチがルート スイッチに選出される可能性を高くできます。



(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、特権 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>	<p>スイッチ プライオリティを設定します。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><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。</li> <li><code>priority</code> に指定できる範囲は 0 ~ 61440 で、4096 ずつ増加します。デフォルトは 32768 です。この値が低いほど、スイッチがルートとして選択される可能性が高くなります。</li> </ul> <p>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。</p>
ステップ 3	<code>end</code>	特権 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 ファイルに設定を保存します。

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、特権 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>	<p>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。</p> <p><code>seconds</code> に指定できる範囲は 1 ~ 10 です。デフォルトは 2 です。</p>
ステップ 3	<code>end</code>	特権 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 ファイルに設定を保存します。

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、特権 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	<b>configure terminal</b>	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 forward-time seconds</b>	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。デフォルトは 15 です。
ステップ 3	<b>end</b>	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	<b>show spanning-tree mst</b>	設定を確認します。
ステップ 5	<b>copy running-config startup-config</b>	(任意) コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

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、特権 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	<b>configure terminal</b>	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 max-age seconds</b>	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。デフォルトは 20 です。
ステップ 3	<b>end</b>	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	<b>show spanning-tree mst</b>	設定を確認します。
ステップ 5	<b>copy running-config startup-config</b>	(任意) コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

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、特権 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。デフォルトは 20 です。
ステップ 3	<code>end</code>	特権 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 ファイルに設定を保存します。

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 は提案ハンドシェイクまたは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（「[高速コンバージェンス](#)」(P.18-10) 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見なされ、半二重接続は共有接続と見なされます。MSTP が稼動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、特権 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、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。指定できる VLAN ID 範囲は 1 ~ 4094 です。ポート チャネル範囲は 1 ~ 48 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>	特権 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 ファイルに設定を保存します。

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。

## ネイバー タイプの指定

トポロジには、先行標準に準拠したデバイスと IEEE 802.1s 標準準拠のデバイスの両方を加えることが可能です。デフォルトでは、ポートは自動的に先行標準のデバイスを検出します。ただし、ポート自体は、標準と先行標準の BPDU を両方受信できます。デバイスとネイバーの間にミスマッチがあれば、CIST だけがインターフェイス上で動作します。

ポートを選択して、先行標準の BPDU だけを送信するように設定できます。先行標準のフラグは、ポートが STP 互換モードにある場合でも、すべての `show` コマンドで表示されます。

リンク タイプのデフォルト設定を変更するには、特権 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として、物理ポートも含まれます。
ステップ 3	<code>spanning-tree mst pre-standard</code>	先行標準の BPDU だけを送信するようにポートを指定します。
ステップ 4	<code>end</code>	特権 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 ファイルに設定を保存します。

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 を稼働しているスイッチは、IEEE 802.1D レガシー スイッチとの相互運用を可能にする組み込み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、IEEE 802.1D 準拠のレガシー 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、そのポートでは IEEE 802.1D BPDU だけを送信します。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、スイッチは、IEEE 802.1D BPDU を受信しなくなっても、MSTP モードに自動的に戻ることはありません。これは、レガシー スイッチが指定スイッチでない限り、レガシー スイッチがリンクから除去されたことを検出できないためです。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` 特権 EXEC コマンドを使用します。

特定のインターフェイスに対してプロトコル移行プロセスを再起動するには、`clear spanning-tree detected-protocols interface interface-id` 特権 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 18-5 の特権 EXEC コマンドを 1 つ以上使用します。

表 18-5 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 configuration</code>	MST リージョンの設定を表示します。
<code>show spanning-tree mst configuration digest</code>	現在の MSTCI に含まれている Message Digest 5 (MD5) ダイジェストを表示します。
<code>show spanning-tree mst instance-id</code>	指定インスタンスの 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` 特権 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。

