



MSTP の設定

この章では、Catalyst 3750 Metro 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)

Multiple Spanning-Tree (MST) 実装は準標準実装です。これは、IEEE 標準のドラフトバージョンに基づいています。

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 トラフィック用の複数のフォワーディング パスに対応し、ロード バランシングをイネーブルにします。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 の最も一般的な初期配置は、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、IEEE 802.1w に基づく Rapid STP (RSTP) は自動的にイネーブルとなります。RSTP は、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提供します。これによって、IEEE 802.1D 転送遅延をなくし、Root Port (RP; ルート ポート) と Designated Port (DP; 指定ポート) を迅速にフォワーディング ステートへ移行します。

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) 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+ の詳細については、[第 17 章「STP の設定」](#)を参照してください。また、PortFast、UplinkFast、ルート ガードなどのその他のスパニングツリー機能の詳細については、[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)

ここで使用されるコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースのコマンド 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 \(p.18-15\)](#)
- [MST コンフィギュレーションおよびステータスの表示 \(p.18-27\)](#)

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フォワーディングパスが提供され、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 \(p.18-2\)](#)
- [IST、CIST、および CST \(p.18-2\)](#)
- [ホップ カウント \(p.18-5\)](#)
- [境界ポート \(p.18-6\)](#)
- [IEEE 802.1s の実装 \(p.18-6\)](#)
- [802.1D STP との相互運用性 \(p.18-8\)](#)

設定の詳細については、「[MSTP 機能の設定 \(p.18-15\)](#)」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 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決まります。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 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 コマンドでリージョン名を指定して、**revisions MST** コンフィギュレーション コマンドでリー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 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。インスタンスには、0 ~ 4094 の範囲の任意の数の番号を付けることができます。1 つの VLAN を同時に複数のスパニングツリー インスタンスに割り当てることはできません。

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、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 ~ 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ので、スイッチが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 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 の集合です。Common Spanning Tree (CST) は MST リージョンとシングル スパニングツリーを相互接続します。

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、802.1w、802.1s、および 802.1D のプロトコル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 アルゴリズムの結果として形成されます。MST リージョン内の CIST は、リージョンの外部にある 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 標準の実装により、MST 実装に関連する用語の一部が変わります。これらの変更の一覧については、表 18-1 (p.18-5) 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 IST マスターになります (図 18-1 [p.18-4] を参照)。IST マスターは、リージョン内のスイッチのうち、CST ルートに対するパス コストとブリッジ ID 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、IST マスターは CST ルートになります。CST 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 IST マスターとして選択されます。

MSTP スイッチは、初期化時に、自身が CST のルートおよび IST マスターであることを主張するため、CST ルートと IST マスターへのパス 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ルート情報 (小さいブリッジ ID、パス コストなど) を受信すると、IST マスターではなくなります。

初期化中、リージョン内に独自の IST マスターを持つ多くのサブリージョンが形成される場合があります。スイッチは、上位の 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 IST マスター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 IST マスター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 IST マスター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 IST マスター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 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 CST のサブツリーとなります。このサブツリーのルートが IST マスターです。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 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 IST マスターは、CST 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 IST マスターは、CST 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、IST マスター、および CST ルート

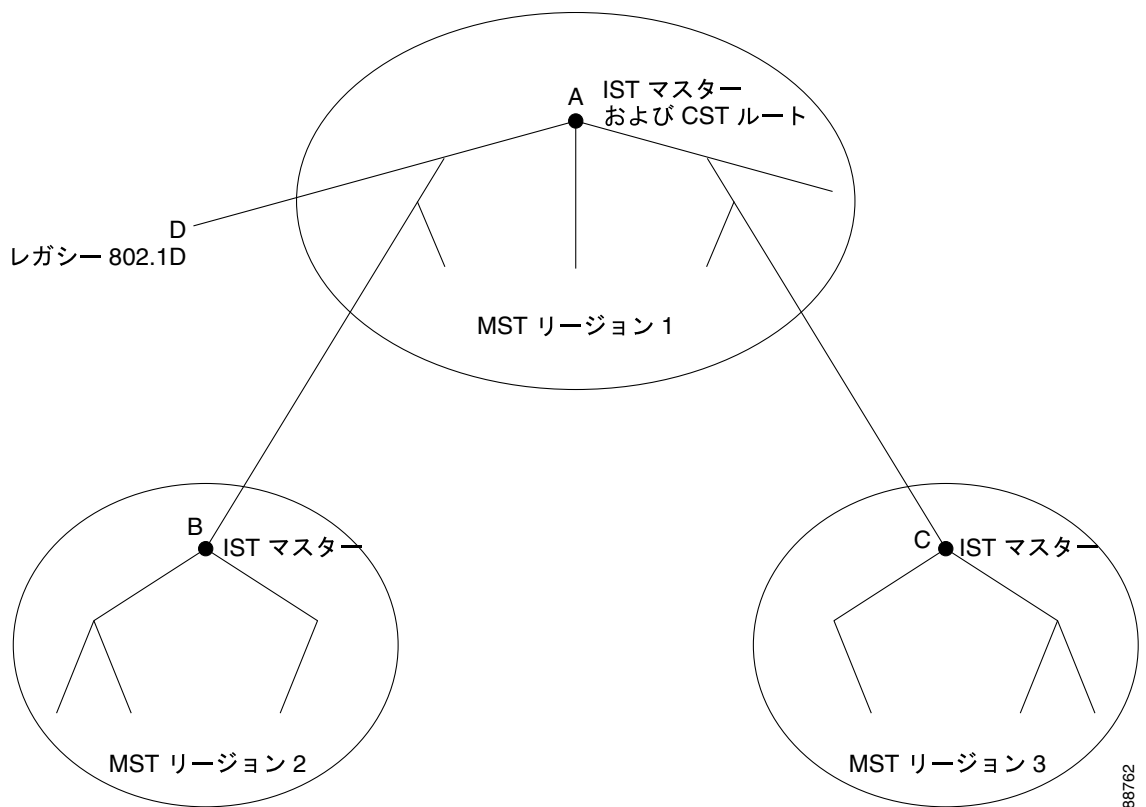


図 18-1 には、各リージョンに追加された MST インスタンスは示されていません。MST インスタンスのトポロジは、同じリージョンの IST のトポロジとは異なる可能性もあるので注意が必要です。

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 802.1D STP BPDU を使用して、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

一部の内部またはリージョンのパラメータを識別するために、シスコの先行標準実装で使用される MST 命名規則の一部が変更されました。ネットワーク全体で有効な外部パラメータに対し、これらのパラメータは、MST リージョン内でのみ意味を持ちます。CIST はネットワーク全体に渡る唯一のスパニングツリー インスタンスであるため、CIST パラメータは、内部修飾子またはリージョン修飾子でなく外部修飾子を必要とします。

- CIST ルートは、ネットワーク全体にわたる固有のインスタンスである CIST 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 リージョン内で変更されずに残ります。MST リージョンは CIST のための 1 つのスイッチのように見えます。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で計算されたルート パス コストです。
- CIST リージョン ルートは、先行標準実装において 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は、CIST リージョン ルートが CIST です。そうでない場合は、CIST リージョン ルートが、リージョン内で CIST ルートに最も近いスイッチです。CIST リージョン ルートは IST のルート スイッチの役割を果たします。
- CIST 内部ルート パス コストは、リージョン内の CIST リージョン ルートへのコストです。このコストは IST、インスタンス 0 に対してのみ意味を持ちます。

表 18-1 は、IEEE 標準とシスコ先行標準用語の比較です。

表 18-1 先行標準と標準の用語

IEEE 標準	シスコ先行標準	シスコ標準
CIST リージョン ルート	IST マスター	CIST リージョン 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 リージョン 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 と MST のインスタンスは、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) 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数を設定し、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と同様の結果が得られます（再構成をトリガーする）。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 DP によって同じ値が伝播されます。

境界ポート

シスコ先行標準実装において、境界ポートとは、RSTP を稼働するシングル スパニングツリー リージョン、PVST+ または Rapid PVST+ を稼働するシングル 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 リージョンへ、MST リージョンを接続するポートです。LAN の指定スイッチは、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のいずれかです。

IEEE 802.1s 標準には、境界ポートの定義はありません。IEEE 802.1Q-2002 標準では、ポートが受信できるメッセージとして、内部（同じリージョンからの）メッセージと外部メッセージの 2 種類が示されています。外部メッセージの場合は、CIST によってのみ受信されます。CIST の役割がルートまたは代替である場合、または外部 BPDU がトポロジ変更である場合は、MST インスタンスが影響を受ける可能性があります。内部メッセージの場合は、CIST の部分が CIST によって受信され、各 MST インスタンスがそれぞれの M レコードを受信します。シスコ先行標準実装では、外部メッセージを受信するポートが境界ポートとして扱われます。これは、同じポートが外部メッセージと内部メッセージの両方を受信することはできないことを意味します。

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。したがって、セグメントの指定ポートのリージョンとは別のリージョンにあるポートは境界ポートです。この定義によると、同じリージョン内の 2 つのポートが、別のリージョンに属するポートとセグメントを共有することができるため、1 つのポートが内部メッセージと外部メッセージの両方を受信する可能性が生まれます。

シスコ先行標準実装からのおもな変更点は、STP 互換モードで動作している場合を除き、指定ポートが境界ポートとして定義されないことです。



(注)

セグメント上にレガシー STP スイッチがある場合は、メッセージは常に外部メッセージとみなされます。

先行実装からのもう 1 つの変更点は、CIST リージョンルート スイッチ ID フィールドが、RSTP スイッチまたはレガシー IEEE 802.1Q スイッチの送信スイッチ ID の場所に挿入されていることです。リージョン全体は 1 つの仮想スイッチのように動作し、一貫したスイッチ ID を隣接スイッチに送信します。この例では、A または B がセグメントに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

シスコによる IEEE MST 標準の実装には、標準により要求される機能のほかに、まだ発行された標準には含まれていない先行標準機能のいくつかが含まれています。

ポートの役割名の変更

境界の役割は最終の MST 標準からは削除されていますが、この境界の概念はシスコの実装では保持されています。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 ポートの状態に従わない場合があります。以下の 2 つのケースが存在します。

- 境界ポートが CIST リージョンルートのルートポートである — CIST インスタンス ポートが提案され、同期しているときに、提案合意を送信して転送状態に移行することができます。ただし、対応する MSTI ポートがすべて同期した（したがって、転送した）あとに限りです。これで、MSTI ポートは特殊なマスターの役割を持ちます。

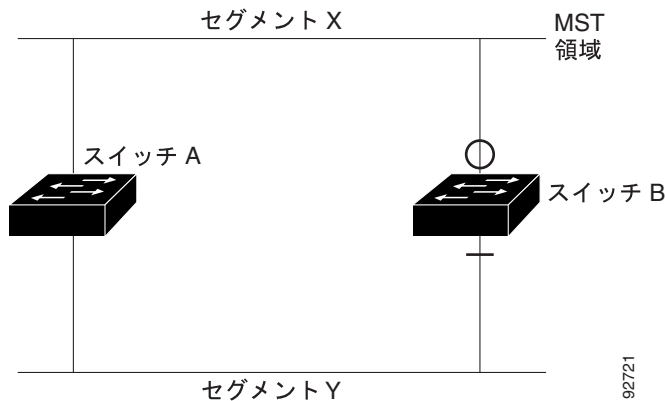
- 境界ポートは、CIST リージョンポートのルートポートではありません — MSTI ポートは、CIST ポートの状態と役割に従います。標準により提供される情報は少なくなっており、MSTI ポートが BPDU (M レコード) を受信しないときに、代替ブロッキングステートとなる可能性があることを理解するのが困難な場合があります。この場合、境界の役割がなくなっても、ポートが **show** コマンドにより、出力された *type* 列の境界として認識されます。

レガシースイッチと標準スイッチの相互運用性

先行標準スイッチの自動検出に失敗する場合があります。インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して、先行標準ポートを識別することができます。標準スイッチと先行標準スイッチの間でリージョンを形成することはできませんが、これらのスイッチは CIST の使用により、関係して動作することができます。この場合に失われるのは、複数のインスタンスに渡るロード バランシング機能のみです。CLI は、ポートのコンフィギュレーションに応じて、ポートが先行標準 BPDU を受信したときにさまざまなフラグを表示します。先行標準 BPDU の伝送が設定されていないポートが初めて先行標準 BPDU を受信したときには、Syslog メッセージも表示されます。

図 18-2 は、この場合の例を図示しています。A が標準スイッチ、B が先行標準スイッチであり、両方とも同じリージョンに属するよう設定されていると想定します。A が CIST のルートスイッチであるため、B はセグメント X にルートポート (BX) を、セグメント Y には代替ポート (BY) を持っています。セグメント Y がフラッピングし、BY のポートが代替ポートとなったあとに 1 つの先行標準 BPDU を送出した場合、AY は先行標準スイッチが Y に接続されていることを検出できず、標準 BPDU の送信を続行します。このため、ポート BY は境界に固定され、A と B の間ではロード バランシングがまったく実行されません。同じ問題がセグメント X にもありますが、B がトポロジの変更を送信する場合があります。

図 18-2 標準スイッチと先行標準スイッチの相互運用性



(注) 標準 MST 実装と先行標準 MST 実装間の連携は、最小限にとどめることを推奨します。

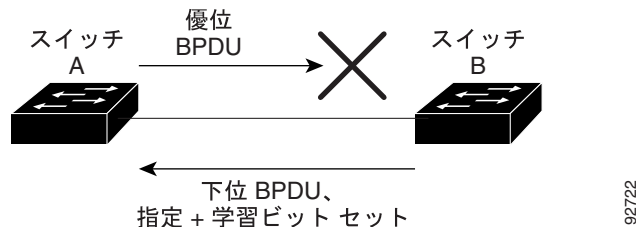
単一方向リンク障害の検出

この機能は、IEEE MST 標準にはまだ、含まれていませんが、この Cisco IOS リリースには含まれています。ソフトウェアにより、ポートの役割と受信した BPDU ステートの一貫性がチェックされ、ブリッジ処理ループを発生させる可能性のある単一方向リンク障害が検出されます。

指定ポートは、競合を検出したときに自分の役割を保持しますが、廃棄状態に戻ります。これは、ブリッジ処理ループが開始されるより、一貫性がない場合に接続を切断する方が望ましいためです。

図 18-3 は、ブリッジ処理ループを生成する典型的な単一方向リンク障害の図解です。スイッチ A がルートスイッチで、その BPDU がスイッチ B につながるリンク上で失われます。RSTP および MST BPDU には、送信ポートの役割とステートが含まれます。この情報によりスイッチ A は、送信した優位 BPDU にスイッチ B が応答しないことと、スイッチ B が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することができます。その結果、スイッチ A はそのポートをブロック（またはブロックを続行）し、ブリッジ処理ループの発生を防ぎます。

図 18-3 単一方向リンク障害の検出



802.1D STP との相互運用性

MSTP を稼働しているスイッチは、802.1D レガシー スイッチとの相互運用を可能にする内蔵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、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 802.1D BPDU のみを送信します。また、MSTP スイッチは、レガシー BPDU、異なる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 802.1D BPDU を受信しなくなった場合に、自動的に MSTP モードに戻るわけではありません。レガシー スイッチが指定スイッチでない限り、スイッチはレガシー スイッチがリンクから削除されたことを検出できません。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に、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** 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。

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 (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)。これは音声やビデオのように遅延の影響が大きいトラフィックを伝送するネットワークには不可欠な機能です。

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)
- BPDU のフォーマットおよび処理 (p.18-12)

コンフィギュレーションの情報については、「MSTP 機能の設定」(p.18-15) 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.17-3) で説明したように、RSTP は、IEEE 802.1D STP を構築して、最高のスイッチ プライオリティを持つ (プライオリティが最も小さい) 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。

- RP — スイッチからルート スイッチへパケットを転送する最適パス (最もコストが低い) を提供します。
- 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。指定スイッチと LAN の接続に使用されるポートを DP と呼びます。
- 代替ポート — 現在の RP が提供したパスに替わるルート 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 — DP 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。

RP または DP 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 RP および DP 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 (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、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 (802.1D)	RSTP ポート ステート	ポートはアクティブ トポロジに含まれるか?
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**と呼びます。DP 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 RP、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に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 ポートは即座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** イネーブル設定ポートと同じで、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のみです。
- RP — RSTP は、新しい RP を選択すると、古い RP をブロックして、新しい RP 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 DP になると、その DP 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 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。

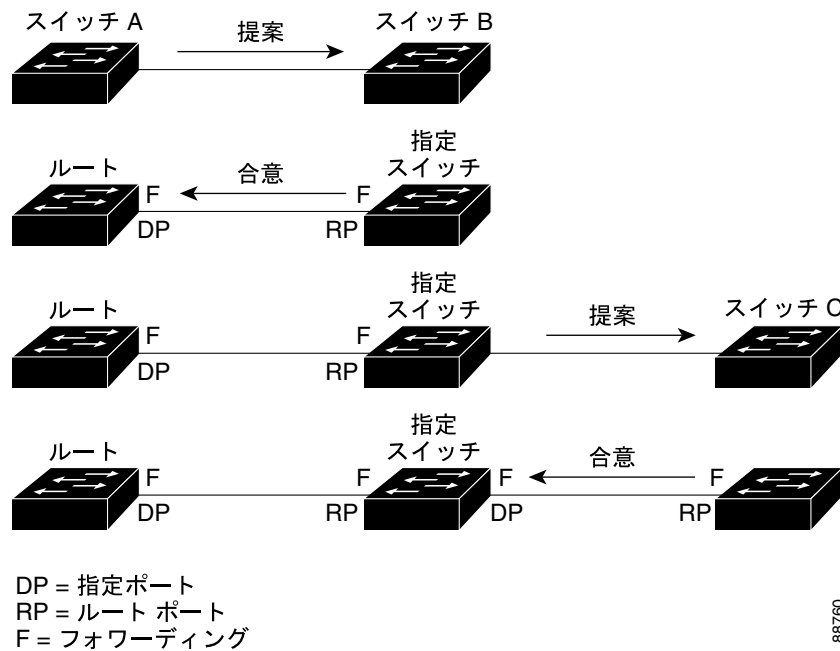
スイッチ B は、提案メッセージを受信すると、提案メッセージの受信ポートを新しい RP に選択し、すべての非エッジ ポートをブロッキング ステートにします。さらに、新しい RP 経由で合意メッセージ（合意フラグが設定された BPDU）を送信します。

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 DP 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 RP 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る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および合意ハンドシェイク



08/88

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 RP 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情報の同期化させます。

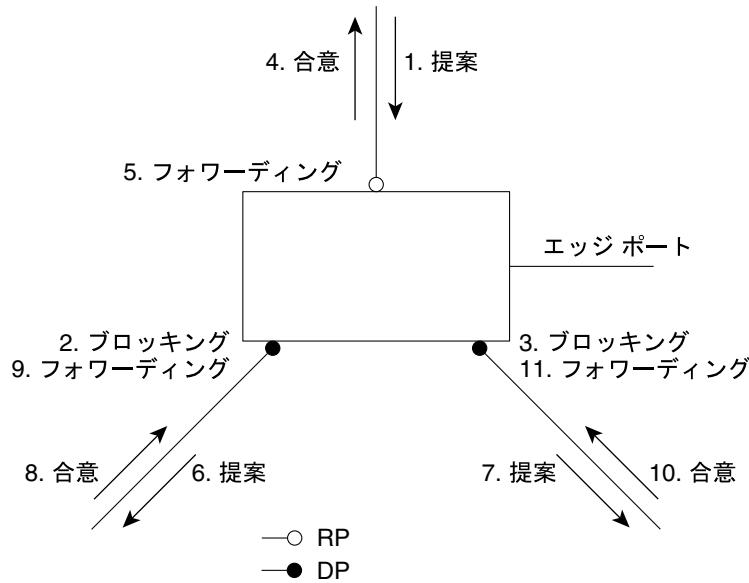
他のすべてのポートが同期化されている場合、スイッチは RP で受信した上位のルート情報に同期化されます。スイッチ上の個々のポートは次の場合に同期化されます。

- 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)

DP がフォワーディング ステートであり、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 DP 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し、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 RP 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イベント シーケンス



88761

BPDU のフォーマットおよび処理

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な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	説明
0	TC
1	提案
2 ~ 3:	ポートの役割
00	不明
01	代替ポート
10	RP
11	DP
4	ラーニング
5	フォワーディング
6	合意
7	TC Acknowledgment (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 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 DP に設定されます。

送信スイッチは、RSTP BPDU に合意フラグを設定して提案を受け入れます。合意メッセージでは、ポートの役割は常に RP 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、TC フラグが使用されます。ただし、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（小さいブリッジ ID、低いパス コストなど）をポートが受信すると、RSTP は再構成をトリガーします。そのポートが新しい RP 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 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 RP 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。

ポートで上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。DP 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

DP 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ブリッジ ID、高いパス コストなど) を DP が受信した場合、その DP は、ただちに現在の自身の情報を応答します。

TC

ここでは、スパンニングツリー TC 処理について、RSTP と 802.1D の違いを説明します。

- 検出 — 802.1D 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 TC が生じますが、RSTP では TC 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 (TC 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、TC は生じません。RSTP スイッチは、TC 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消去します。
- 通知 — 802.1D は TCN BPDU を使用しますが、RSTP は使用しません。ただし、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、DP で 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 802.1D コンフィギュレーション BPDU で応答します。ただし、802.1D スイッチに接続された RP で TC 時間タイマー (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、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、DP または RP 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、DP、および RP (受信ポートを除く) に TC を伝播します。スイッチは、これらの全ポートの TC 時間タイマーを開始し、これらのポート上で学習した情報をフラッシュします。

- プロトコルの移行 — 802.1D スイッチとの下位互換性を保つため、RSTP は 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開始され（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、プロトコルタイプは無視します。

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 802.1D BPDU を受信した場合、802.1D スイッチに接続されていると想定し、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 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、基本的な MSTP 機能を設定する方法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 \(p.18-16\)](#)
- [MST リージョンの設定の指定および MSTP のイネーブル設定 \(p.18-16\)](#) (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)
- [隣接タイプの指定 \(p.18-26\)](#) (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 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 インスタンス数の詳細については、「[スパニングツリー インスタンスのサポート](#)」(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 マップ、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 インスタンスに対応付け可能な VLAN 数は、無制限です。
- PVST+、Rapid PVST+、MSTP がサポートされますが、アクティブにできるバージョンは一度に 1 つのみです（たとえば、すべての VLAN が PVST+ を稼働する、すべての VLAN が Rapid PVST+ を稼働する、またはすべての VLAN が MSTP を稼働する）。詳細については、「[スパン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.12-23) を参照してください。
- MST コンフィギュレーションの 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 (コマンドラインインターフェイス) 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 クラウド間、または Rapid PVST+ クラウドと MST クラウド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+ クラウドまたは 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機能の設定時の注意事項](#)」(p.19-11) を参照してください。

MST リージョンの設定の指定および MSTP のイネーブル設定

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。

リージョンは、同じ MST 設定を持つ 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 BPDUs 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指定し、MSTP をイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を行います。この手順は必須です。

	コマンド	説明
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 インスタンスにマッピングします。</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>VLAN を MST インスタンスにマッピングする場合、マッピングはインクリメンタルに行われ、コマンドに指定した VLAN 範囲が、以前にマッピングした VLAN 範囲に対し追加または削除されます。</p> <p>VLAN 範囲を指定する場合は、ハイフンを使用します。たとえば、instance 1 vlan 1-63 と入力すると、VLAN の 1 ~ 63 が MST インスタンス 1 にマッピングされます。</p> <p>VLAN を列挙する場合は、カンマを使用します。たとえば、instance 1 vlan 10, 20, 30 と入力すると、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+ の両方、または MSTP と Rapid PVST+ の両方を同時に稼働することはできません。</p>
ステップ 9	<code>end</code>	特権 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 ファイルに設定を保存します。

デフォルトの MST リージョン設定に戻すには、**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 マップ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 コマンドを使用します。PVST+ を再度イネーブルにするには、**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 モードを開始し、VLAN 10 ~ 20 を MST インスタンス 1 にマッピングして、そのリージョンの名前を *region1* に設定し、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してから、変更を適用し、グローバル コンフィギュレーション モードに戻る例を示します。

```
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、マッピングした VLAN グループのスパニングツリー インスタンスを維持します。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 MAC アドレスからなるブリッジ ID が対応付けられています。VLAN グループの場合は、最小のブリッジ 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スイッチ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プライオリティ値に変更します。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 プライオリティをチェックします。拡張システム ID をサポートするため、スイッチは、指定インスタンスの固有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ニングツリー インスタンスのルートスイッチになる場合)。

指定されたインスタンスのいずれかのルートスイッチに 24576 より小さいスイッチ プライオリティ値が設定されている場合、スイッチは指定された VLAN に対する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 17-1 [p.17-4] に示すように、4096 は、4 ビット スイッチ プライオリティ値の最下位ビットの値です)。

拡張システム ID をサポートしないスイッチとサポートするスイッチの両方がネットワークに混在している場合は、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ありません。拡張システム ID は、旧ソフトウェア実装の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 プライオリティ値を増やします。

各スパニングツリー インスタンスのルートスイッチは、バックボーンまたはディストリビューションスイッチでなければなりません。アクセススイッチをスパニングツリー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。ネットワークの直径を指定すると、スイッチはその直径を持つ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 タイムを自動的に設定します。その結果、STP のコンバージェンスに要する時間が大幅に短縮されます。**hello** キーワードを使用すると、自動的に計算された hello タイムを上書きできます。



(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、最大エージング タイムを手動で設定しないことを推奨します。

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	説明
ステップ 1	configure terminal	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	spanning-tree mst instance-id root primary [diameter net-diameter [hello-time seconds]]	スイッチをルートスイッチとして設定します。 <ul style="list-style-type: none"> instance-id には、単一のインスタンス、ハイフンで区切られたインスタンス範囲、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) diameter net-diameter 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 の場合のみです。 (任意) hello-time seconds 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	end	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	show spanning-tree mst instance-id	設定を確認します。
ステップ 5	copy running-config startup-config	(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。ネットワーク上の他のスイッチはデフォルトのスイッチプライオリティである 32768 を使用していると想定されるので、他のスイッチがルートスイッチになる可能性は低くなります。

このコマンドを複数のスイッチに実行して、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 コマンドを使用して、プライマリ ルートスイッチの設定時と同じネットワーク直径と hello タイム値を設定してください。

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	説明
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 スイッチとして設定します。</p> <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インスタンス範囲、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 の場合のみです。 (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。 <p>プライマリ ルート スイッチの設定時と同じネットワーク直径と hello タイム値を使用します。「ルート スイッチの設定」(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。STP に最初に選択させるインターフェイスには高いプライオリティ値 (小さい数値) を、最後に選択させるインターフェイスには低いプライオリティ値 (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が同じプライオリティ値を使用している場合、MSTP はインターフェイス番号が最も小さいインターフェイスをフォワーディング ステートにして、残り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	説明
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て、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は物理ポートやポートチャネル論理インターフェイスなどです。指定できるポートチャネルの範囲は 1 ~ 12 です。</p>

	コマンド	説明
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インスタンス範囲、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> には、16 ずつ増分される 0 ~ 240 の値を指定できます。デフォルトは 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。 有効な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。その他の値はすべて拒否されます。
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> 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に限られます。そうでない場合は、`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から導出されます。ループが発生すると、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。STP に最初に選択させるインターフェイスには小さいコスト値を、最後に選択させるインターフェイスには大きいコスト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が同じコスト値を使用している場合、MSTP はインターフェイス番号が最も小さいインターフェイスをフォワーディング ステートにして、残り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	説明
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て、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は物理ポートやポートチャネル論理インターフェイスなどです。指定できるポートチャネルの範囲は 1 ~ 12 です。

	コマンド	説明
ステップ 3	<code>spanning-tree mst instance-id cost cost</code>	コストを設定します。 ループが発生すると、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 コストの値が小さいほど、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インスタンス範囲、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よって決まります。
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> 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めることができます。



(注) このコマンドは慎重に使用してください。通常、スイッチ プライオリティの変更には、`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 コマンドの使用を推奨します。

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行います。この手順は任意です。

	コマンド	説明
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"> <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インスタンス範囲、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。 <i>priority</i> に指定できる範囲は 0 ~ 61440 で、4096 ずつ増えます。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。 有効な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。その他の値はすべて拒否されます。
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 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る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。



(注) このコマンドは慎重に使用してください。通常、hello タイムの変更には、`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 コマンドの使用を推奨します。

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	説明
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です。このメッセージはスイッチが動作中であることを意味します。 <i>seconds</i> に指定できる範囲は 1 ~ 10 秒です。デフォルトは 2 秒です。
ステップ 3	<code>end</code>	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	説明
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 seconds</code>	すべての MST インスタンスの転送時間を設定します。転送遅延は、スパニングツリーのラーニング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 秒です。デフォルトは 15 秒です。
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 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	説明
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 seconds</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、再構成を行うまでに、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 秒です。デフォルトは 20 秒です。
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-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	説明
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 DP 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、ポートのデュプレックス 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。

デフォルトのリンク タイプ値を変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を行います。この手順は任意です。

	コマンド	説明
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て、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は、物理ポート、VLAN、ポートチャネル論理インターフェイスなどです。VLAN ID 範囲は 1 ~ 4094、ポートチャネル範囲は 1 ~ 12 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。

隣接タイプの指定

トポロジには、先行標準と IEEE 802.1s 標準の両方に準拠するデバイスが含まれる場合があります。デフォルトでは、ポートが自動的に先行標準デバイスを検出することができ、さらに標準と先行標準の両 BPDU を受信することもできます。デバイスとそのネイバーの間に不一致がある場合は、CIST のみをインターフェイス上で実行することができます。

ポートを、先行標準 BPDU のみを送信するよう設定することもできます。ポートが STP 互換モードである場合でも、すべての show コマンドに先行標準フラグが表示されます。

デフォルトのリンク タイプ値を変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を行います。この手順は任意です。

	コマンド	説明
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て、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は物理ポートなどです。
ステップ 3	<code>spanning-tree mst pre-standard</code>	ポートが先行標準 BPDU のみを送信できることを指定します。
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、802.1D レガシー スイッチとの相互運用を可能にする内蔵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、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 802.1D BPDU のみを送信します。また、MSTP スイッチは、レガシー BPDU、異なる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、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に、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` 特権 EXEC コマンドを使用します。

特定のポート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 に示す特権 EXEC コマンドの 1 つまたは複数を使用します。

表 18-5 MST ステータスの表示に使用するコマンド

コマンド	説明
<code>show spanning-tree mst configuration</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>	指定されたインスタンスの MST 情報を表示します。
<code>show spanning-tree mst interface interface-id</code>	指定されたインターフェイスの MST 情報を表示します。

`show spanning-tree` 特権 EXEC コマンドのその他のキーワードについては、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

