



MSTP の設定

この章では、Cisco ME 3400E イーサネット アクセス スイッチに IEEE 802.1s Multiple Spanning-Tree Protocol (MSTP) のシスコ実装を設定する方法について説明します。Cisco ME スイッチで、スイッチ上の User Network Interface (UNI; ユーザ ネットワーク インターフェイス) は STP に参加せず、起動されるとただちにトラフィックを転送します。STP は、デフォルトで Network Node Interface (NNI; ネットワーク ノード インターフェイス) 上でイネーブルにされており、Enhanced Network Interface (ENI; 拡張ネットワーク インターフェイス) 上でもイネーブルにできます。STP が ENI 上でイネーブルにされていない場合、インターフェイスにより常にトラフィックが転送されます。



(注)

Multiple Spanning-Tree (MST) は、先行標準の実装です。IEEE 標準のドラフト版に基づいています。

MSTP を使用すると、複数の VLAN (仮想 LAN) が同じスパニング ツリー インスタンスに対応付けられ、これにより、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 (フォワーディング パス) で障害が発生しても他のインスタンス (フォワーディング 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 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と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可用性の高いネットワークが提供されます。

スイッチが MST モードの場合、IEEE 802.1w に基づく Rapid Spanning-Tree Protocol (RSTP) は自動的にイネーブルになります。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、ルート ポートと指定 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 ツリーのオペレーションを改善し、(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 15 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 17 章「オプションのスパニング ツリー機能の設定方法」](#)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、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

- 「MSTP の概要」 (P.16-2)
- 「RSTP の概要」 (P.16-9)

- 「MSTP 機能の設定」 (P.16-14)
- 「MST コンフィギュレーションおよびステータスの表示」 (P.16-29)

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。

- 「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 との相互運用性」 (P.16-9)

設定の詳細については、「MSTP 機能の設定」 (P.16-14) 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ます。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、**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最大 65 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。その他のスパニング ツリー インスタンス情報はすべて、MSTP BPDU 内でカプセル化される M レコードに格納されます。MSTP BPDU はすべてのインスタンスの情報を伝送するので、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スイッチによる処理が必要な 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 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 プロトコル、IEEE 802.1s プロトコル、および IEEE 802.1D 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 標準を実装すると、MST 実装に関連する一部の用語が変わります。この変更内容の概要については、[表 16-1](#) (P.16-5) 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、IST のルートは IST マスターになります ([図 16-1](#) (P.16-4) を参照)。これは、リージョン内に存在して、最小のブリッジ ID および CST ルートへのパス コストが設定されたスイッチです。また、ネットワーク内にリージョンが 1 つしかない場合は、IST マスターも 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 マスターであると宣言するため、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宣言します。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。

初期化時は、リージョンに、それぞれが独自の IST マスターを備えたサブリージョンが多数含まれる場合があります。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から脱退して、真の IST マスターを含む可能性があ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 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 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、CST のサブツリーとなります。CST は、スイッチドドメイン全体を網羅し、サブツリーのルートが IST マスターとなります。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 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 (A) の IST マスターは、CST ルートでもあります。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 16-1 MST リージョン、IST マスター、および CST ルート

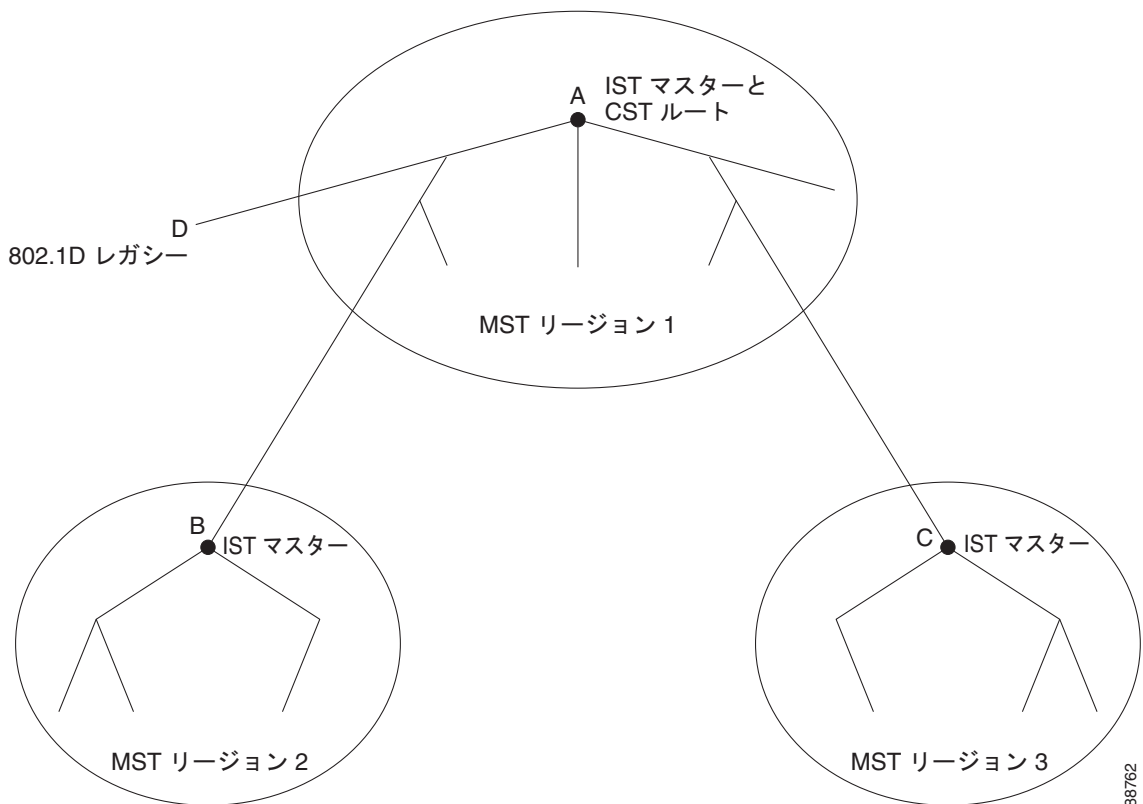


図 16-1 では、各リージョンのその他の MST インスタンスを示していません。MST インスタンスのトポロジは、同じリージョンの IST のトポロジとは異なる場合がありますことに注意してください。

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。したがって、BPDU 伝送に関連するスパニング 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 インスタンスでだけ設定されますが、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、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 が使用されません。

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。このパラメータは、ネットワーク全体に関連する外部パラメータとは異なり、MST リージョン内だけで有効です。CIST はネットワーク全体にまたがる唯一のスパニング ツリー インスタンスなので、CIST パラメータでは、内部修飾子やリージョンの修飾子ではなく、外部修飾子が必要です。

- CIST ルートは、ネットワーク全体、つまり CIST にまたがる一意のインスタンスのルートスイッチです。
- CIST 外部ルートパス コストとは、CIST ルートのコストです。このコストは、MST リージョン内では変化しません。MST リージョンが CIST にとって単一のスイッチ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、このような仮想スイッチ、およびリージョンに属さないスイッチの間で計算されるルートパス 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は、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、リージョン内で CIST ルートに最も近いスイッチが CIST リージョナルルートになります。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のコストです。このコストは、IST (インスタンス 0) だけに関連します。

表 16-1 では、IEEE 標準およびシスコ先行標準の用語を比較します。

表 16-1 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 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)。インスタンスのルート スイッチは、常にコストを 0、ホップ カウントを最大値に設定して 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

シスコ先行標準実装の場合、MST リージョンは境界ポートによって、RSTP を稼動するシングル スパニング ツリー リージョン、PVST+ または Rapid PVST+ を稼動するシングル 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 リージョンに接続されます。また境界ポートは LAN に接続されます。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。



(注)

Cisco ME スイッチでは、NNI または STP がイネーブルになった ENI だけが MST ポートとして指定できます。UNI は STP に参加しません。

IEEE 802.1s 標準には、境界ポートの定義がありません。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。メッセージが外部である場合は、CIST だけが受信します。CIST の役割がルートまたは代替ルートである場合、または外部 BPDU がトポロジ変更である場合、MST インスタンスに影響が及ぶことがあります。メッセージが内部である場合は、CIST が CIST 部分を受信し、それぞれの MST インスタンスがそれぞれの M レコードを受信します。シスコの先行標準実装では、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。そのため、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ことはありません。

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。このため、セグメントの指定ポートと異なるリージョンのポートは境界ポートとなります。この定義では、リージョン内部の 2 つのポートが、異なるリージョンに属するポートとセグメントを共有し、内部メッセージと外部メッセージの両方をポートで受信できる可能性があります。

シスコの先行標準実装からの主な変更点は、指定ポートが、STP 互換モードで動作していないかぎり、境界ポートとして定義されないことです。



(注)

STP レガシー 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。

先行標準実装からのその他の変更として、RSTP またはレガシー IEEE 802.1Q スイッチに送信者スイッチ ID が含まれる場所へ CIST リージョナル ルート スイッチ ID フィールドが挿入されることが挙げられます。リージョン全体は、一貫した送信者スイッチ ID を近接スイッチに送信し、1 つの仮想スイッチのように動作します。図 16-1 の例では、A または B がセグメント用に指定されているかどうかに関係なく、スイッチ C はルートの送信者スイッチ ID が同一である BPDU を受信します。

IEEE 802.1s の実装

IEEE MST 標準のシスコ実装には、標準を満たすために必要な機能、および公表されている標準にまだ組み込まれていない先行標準の望ましい機能の一部が含まれます。

ポート役割命名の変更

境界という役割は最終 MST 標準には存在しませんが、その概念はシスコの実装で維持されています。ただし、リージョンの境界の 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ことがあります。現在は次の 2 つのケースがあります。

- 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 ポートが提案されて同期が取られている場合、対応するすべての MSTI ポートで同期化が行われ（フォワーディング ステートになっている）たときに限り、合意を返送してフォワーディング ステートに移行できます。MSTI ポートには、特別なマスターの役割が含まれます。
- 境界ポートが CIST リージョナル ルートのルート ポートでない場合：MSTI ポートは CIST ポートの状態と役割に従います。標準で提供される情報は少ないため、BPDU（M レコード）を受信しなくても MSTI ポートを交互にブロックできる理由を理解するのが困難な場合があります。このケースの場合、境界の役割は存在しませんが、`show` コマンドの出力の *type* 列ではポートが境界として識別されます。

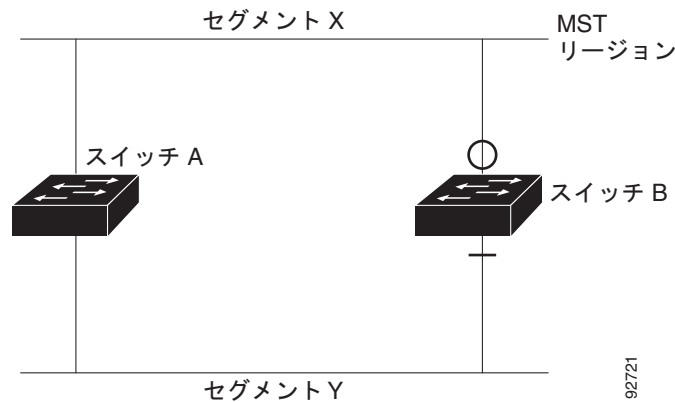
レガシー スイッチと標準スイッチ間の相互運用

先行標準スイッチの自動検出はエラーになることがあります。インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用すると、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はリージョンを形成できませんが、CIST を使用する前に標準スイッチと先行標準スイッチを相互運用できます。この特定のケースでは、さまざまなインスタンスにおけるロード バランス機能だけが失われます。ポートが先行標準 BPDU を受信すると、CLI ではポート設定によってさまざまなフラグが表示されます。先行標準 BPDU 伝送用に設定されていないポートでスイッチが先行標準 BPDU を初めて受信したときには、`syslog` メッセージも表示されます。

図 16-2 ではこのシナリオの内容を図で表しています。A が標準スイッチ、B が先行標準スイッチであり、両方が同一リージョン内で設定されているとします。A が CIST のルート スイッチであり、B はセグメント X にルート ポート (BX) およびセグメント Y に代替ポート (BY) を含んでいます。セグメント Y がフラップし、BY のポートが 1 つの先行標準 BPDU の送信前に代替ポートになる場合、先行

標準スイッチが Y に接続されていることを AY は検出できず、標準 BPDU を送信し続けます。ポート BY はこのため境界に固定され、A と B の間ではロード バランスが不可能になります。同じ問題はセグメント X に存在しますが、B はトポロジ変更を転送することがあります。

図 16-2 標準と先行標準スイッチの相互運用



(注) 標準と先行標準の MST 実装の間では、相互運用を最低限に抑えてください。

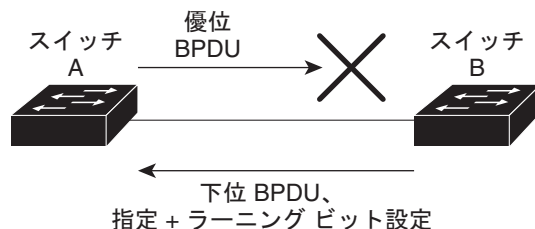
単一方向リンク障害の検出

IEEE MST 標準にはこの機能はありませんが、この Cisco IOS リリースには組み込まれています。ソフトウェアでは、受信 BPDU のポートの役割と状態が一貫しているかどうかをチェックされ、ブリッジンググループの原因となり得る単一方向リンク障害が検出されます。

指定ポートが矛盾を検出すると、その役割は維持されますが、接続に矛盾が生じた場合、ブリッジンググループを開始するよりも、接続を中断した方が好ましいので、廃棄ステータスに戻します。

図 16-3 は、ブリッジンググループの原因となりやすい、単一方向リンク障害を表しています。スイッチ A はルートスイッチであり、その BPDU はスイッチ B へのリンクで失われました。RSTP と MST BPDU には、送信ポートの役割と状態が含まれています。スイッチ A はこの情報を使用して、送信した優位 BPDU にスイッチ B が反応しないこと、およびスイッチ 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できます。その結果、スイッチ A はポートをブロックするので（またはブロックし続けるので）、ブリッジンググループが回避されます。

図 16-3 単一方向リンク障害の検出



IEEE 802.1D STP との相互運用性

MSTP を稼動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、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、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 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。レガシー スイッチが指定スイッチでないかぎり、レガシー スイッチがリンクから除去されたかどうかを検出できないからです。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。

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 Topology Change Notification (TCN; トポロジ変更通知) 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、スパンニング ツリーの高速コンバージェンスを実現します。スパンニング ツリーは 1 秒足らずで再構成されます (IEEE 802.1D スパンニング ツリーのデフォルト設定では 50 秒かかります)。このことは、音声およびビデオなど遅延に影響されやすいトラフィックを転送するネットワークには重大です。

- 「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.16-12)
- 「BPDU のフォーマットおよびプロセス」 (P.16-12)

設定の詳細については、「MSTP 機能の設定」 (P.16-14) 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。「スパンニング 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 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。



(注)

Cisco ME スイッチでは、NNI または STP がイネーブルになった ENI だけが RSTP ポートとして指定できます。UNI は STP に参加しません。

- ルート ポート：スイッチからルート スイッチにパケットを転送するのに最適なパス（最も低コストのパス）となります。

- 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witchに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替わるルート スwitch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、スパンニング 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同時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：スパンニング 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 | ポートはアクティブ 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 | 含まれていない |
| イネーブル | リスニング | 廃棄 | 含まれていない |
| イネーブル | ラーニング | ラーニング | 含まれている |
| イネーブル | フォワーディング | フォワーディング | 含まれている |
| ディセーブル | ディセーブル | 廃棄 | 含まれていない |

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、ポートの廃棄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witch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。



(注) Cisco ME スイッチでは、これらのポートは常に NNI または STP がイネーブルになった ENI となります。

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状態になっています。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て、この場合、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。

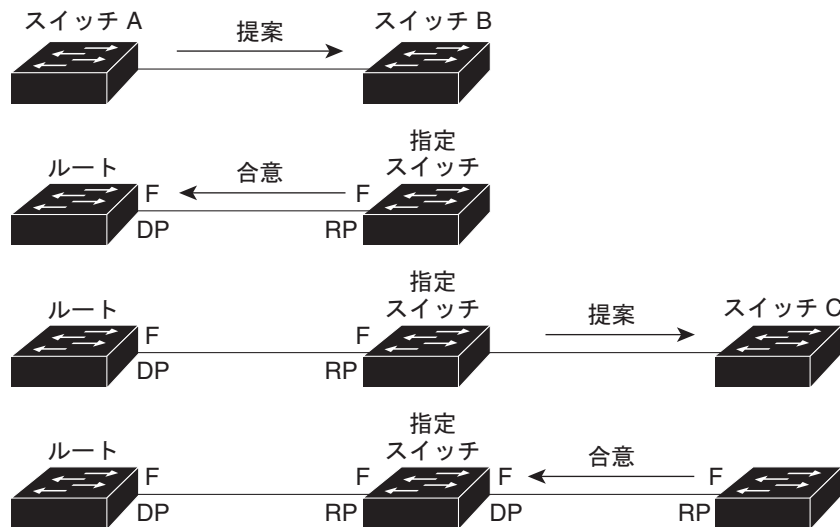
スイッチ B は、提案メッセージを受信すると、提案メッセージの受信ポートを新しいルートポートに選択し、すべての非エッジポートをブロッキング状態にします。さらに、新しいルートポート経由で合意メッセージ（合意フラグが設定された BPDU）を送信します。

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状態にします。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状態に移行します。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見なされ、半二重ポート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判断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



DP = 指定ポート
 RP = ルートポート
 F = フォワーディング

88760

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。

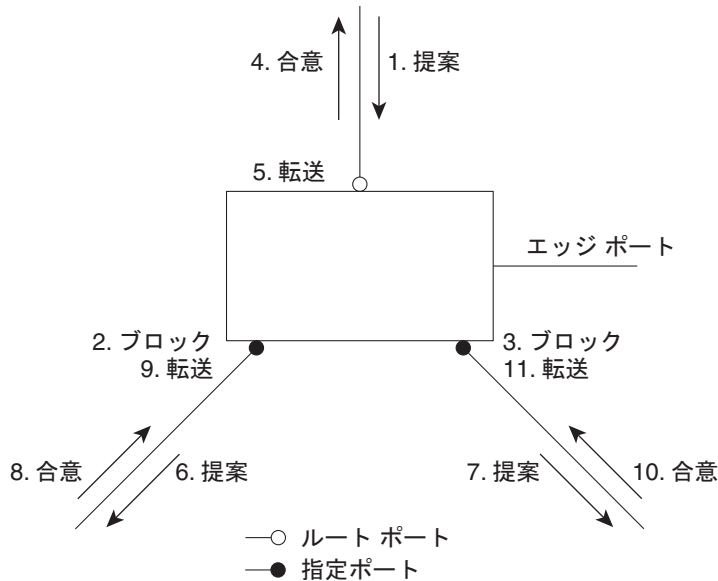
他のすべてのポートが同期化されている場合、スイッチはルート ポートで受信した上位のルート情報に同期化されます。スイッチ上の個々のポートは次の場合に同期化されます。

- 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）

指定 STP ポート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イベント シーケンス



19/88

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な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 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 TCN BPDU はありません。トポロジの変更を示すには、トポロジ変更 (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タス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 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タスに移行するのに 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タスに設定し、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タスに移行します。

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ブリッジ 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。

トポロジの変更

ここでは、スパンニング 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：IEEE 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、接続数が増加する場合だけです）。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、TC 通知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フラッシュします。
- 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、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 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ルートポートで TC 時間タイマー（802.1D のトポロジ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だけ必要とされます。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（受信ポートを除く）にトポロジの変更を伝播します。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：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 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 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

- 「MSTP のデフォルト設定」(P.16-15)
- 「MSTP 設定時の注意事項」(P.16-15)
- 「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.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.16-22) (任意)
- 「スイッチプライオリティの設定」(P.16-23) (任意)
- 「hello タイムの設定」(P.16-24) (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.16-25) (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.16-26) (任意)
- 「ネイバタイプの指定」(P.16-27) (任意)
- 「プロトコル移行プロセスの再起動」(P.16-28) (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 | Rapid PVST+ (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.15-11) を参照してください。

MSTP 設定時の注意事項

- Cisco ME スイッチでは、MSTP は STP がイネーブルにされた NNI または ENI でだけ稼働します。**spanning-tree** インターフェイス コンフィギュレーションコマンドを入力して、ENI で STP をイネーブルにできます。UNI は、MSTP に参加しません。
- **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 インスタンスにマッピング可能な VLAN 数は制限されていません。

- 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 つだけです（たとえば、すべての VLAN が PVST+ を稼動する、すべての VLAN が Rapid PVST+ を稼動する、またはすべての VLAN が MSTP を稼動する）。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.15-11) 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.12-17) を参照してください。
- 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/インスタンス間のマッピング) 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/インスタンス間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+ 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。


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 台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 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ニング ツリー インスタンスの数は最大 65 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。 |

| コマンド | 目的 |
|--|---|
| 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>VLAN を MST インスタンスにマッピングする場合、そのマッピングはインクリメンタルです。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> | <p>コンフィギュレーション名を指定します。<code>name</code> 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。</p> |
| ステップ 5 <code>revision version</code> | <p>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。</p> |
| ステップ 6 <code>show pending</code> | <p>入力した設定を表示して、確認します。</p> |
| ステップ 7 <code>exit</code> | <p>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。</p> |
| 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。</p> <p>MSTP と Rapid PVST+ の両方、または MSTP と PVST+ の両方は、同時に稼働できません。</p> |
| ステップ 9 <code>end</code> | <p>特権 EXEC モードに戻ります。</p> |
| ステップ 10 <code>show running-config</code> | <p>設定を確認します。</p> |
| ステップ 11 <code>copy running-config startup-config</code> | <p>(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。</p> |

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。Rapid 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、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。

あるスイッチがルート 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) から極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 15-1 (P.15-4) 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、キーワード **diameter** 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。キーワード **hello** 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** の各グローバル 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 | 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]] | <p>スイッチをルート スイッチとして設定します。</p> <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。 (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。このキーワードは、MST インスタンス 0 の場合のみ使用できます。 (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、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 | 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 スイッチとして設定します。</p> <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。 • (任意) <i>diameter net-diameter</i> 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。 • (任意) <i>hello-time seconds</i> 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および hello タイム値を使用します。「ルート スイッチの設定」(P.16-18)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 STP ポートを選択します。最初に選択させる STP ポートには高いプライオリティ (小さい数値) を与え、最後に選択させる STP ポートには低いプライオリティ (大きい数値) を付けます。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 | 目的 |
|---|--|
| 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 interface interface-id | <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、スパニング ツリーがイネーブルになった物理 NNI または ENI、VLAN、および NNI または ENI のポート チャネルがあります。VLAN ID の範囲は 1 ~ 4094 です。ポート チャネル範囲は 1 ~ 48 です。</p> <p>(注) 物理インターフェイスが UNI の場合、MST ポート プライオリティを設定する前に、port-type nni インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力するか、ポートを ENI として設定し、そのポートでスパニング ツリーをイネーブルにする必要があります。「ENI 上のスパニング ツリーをイネーブルにする」(P.15-14)を参照してください。</p> <p>インターフェイスが VLAN である場合は、VLAN のスパニング ツリーがイネーブルに設定されているポートだけがスパニング ツリーを実行します。</p> <p>インターフェイスがポート チャネルである場合は、ポート チャネルのすべてのメンバーは、スパニング ツリーがイネーブルに設定されている NNI または ENI である必要があります。</p> |
| ステップ 3 spanning-tree mst instance-id port-priority priority | <p>ポート プライオリティを設定します。</p> <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。 priority 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。 <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 end | 特権 EXEC モードに戻ります。 |
| ステップ 5 show spanning-tree mst interface interface-id または show spanning-tree mst instance-id | 設定を確認します。 |
| ステップ 6 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。 |



(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、STP ポートのメディア速度から派生します。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。最初に選択させたい STP ポートには小さいコスト値を、最後に選択させたい STP ポート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 | 目的 |
|---|--|
| 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 interface interface-id | <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。有効なインターフェイスには、スパニング ツリーがイネーブルになった物理 NNI または ENI、VLAN、および NNI または ENI のポート チャネルがあります。VLAN ID の範囲は 1 ~ 4094 です。ポート チャネル範囲は 1 ~ 48 です。</p> <p>(注) 物理インターフェイスが UNI の場合、MST ポート プライオリティを設定する前に、port-type nni インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力するか、ポートを ENI として設定し、そのポートでスパニング ツリーをイネーブルにする必要があります。「ENI 上のスパニング ツリーをイネーブルにする」(P.15-14) を参照してください。</p> <p>インターフェイスが VLAN である場合は、VLAN のスパニング ツリーがイネーブルに設定されているポートだけがスパニング ツリーを実行します。</p> <p>インターフェイスがポート チャネルである場合は、ポート チャネルのすべてのメンバーは、スパニング ツリーがイネーブルに設定されている NNI または ENI である必要があります。</p> |
| ステップ 3 spanning-tree mst instance-id cost cost | <p>コストを設定します。</p> <p>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、高速で転送されます。</p> <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。 cost 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 end | 特権 EXEC モードに戻ります。 |

| | コマンド | 目的 |
|--------|--|---------------------------------|
| 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、そのスイッチがルート 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。 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> | 特権 EXEC モードに戻ります。 |

| | コマンド | 目的 |
|--------|---|---------------------------------|
| 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 | 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 | 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 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 | 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 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 | 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 STP 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.16-10) を参照）。

リンク タイプは、デフォルトで、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、半二重ポート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。

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 | 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 | interface interface-id | <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。有効なインターフェイスには、スパンニング ツリーがイネーブルになった物理 NNI または ENI、VLAN、および NNI または ENI のポート チャンネルがあります。VLAN ID の範囲は 1 ~ 4094 です。ポート チャンネル範囲は 1 ~ 48 です。</p> <p>(注) 物理インターフェイスが UNI の場合、MST ポート プライオリティを設定する前に、port-type nni インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力するか、ポートを ENI として設定し、そのポートでスパンニング ツリーをイネーブルにする必要があります。「ENI 上のスパンニング ツリーをイネーブルにする」(P.15-14)を参照してください。</p> <p>インターフェイスが VLAN である場合は、VLAN のスパンニング ツリーがイネーブルに設定されているポートだけがスパンニング ツリーを実行します。</p> <p>インターフェイスがポート チャンネルである場合は、ポート チャンネルのすべてのメンバーは、スパンニング ツリーがイネーブルに設定されている NNI または ENI である必要があります。</p> |
| ステップ 3 | spanning-tree link-type point-to-point | 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 | end | 特権 EXEC モードに戻ります。 |
| ステップ 5 | show spanning-tree mst interface interface-id | 設定を確認します。 |
| ステップ 6 | 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。 |

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

トポロジには、先行標準対応のデバイスと IEEE 802.1s 標準対応のデバイス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デバイスを検出しますが、標準 BPDU と先行標準 BPDU の両方を受信できます。デバイスとそのネイバに不一致が存在すると、CIST だけがインターフェイスで動作します。

先行標準 BPDU だけを送信するようにポートを設定できます。ポートが STP 互換モードになっていても、すべての show コマンドで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。有効なインターフェイスには、スパンニング ツリーがイネーブルになった物理 NNI または ENI、VLAN、および NNI または ENI のポート チャンネルがあります。VLAN ID の範囲は 1 ~ 4094 です。ポート チャンネル範囲は 1 ~ 48 です。</p> <p>(注) 物理インターフェイスが UNI の場合、MST ポート プライオリティを設定する前に、port-type nni インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力するか、ポートを ENI として設定し、そのポートでスパンニング ツリーをイネーブルにする必要があります。「ENI 上のスパンニング ツリーをイネーブルにする」(P.15-14)を参照してください。</p> <p>インターフェイスが VLAN である場合は、VLAN のスパンニング ツリーがイネーブルに設定されているポートだけがスパンニング ツリーを実行します。</p> <p>インターフェイスがポート チャンネルである場合は、ポート チャンネルのすべてのメンバーは、スパンニング ツリーがイネーブルに設定されている NNI または ENI である必要があります。</p> |
| ステップ 3 | <code>spanning-tree mst pre-standard</code> | ポートが先行標準 BPDU だけを送信す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 を稼動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 だけを送信します。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 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、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。レガシー スイッチが指定スイッチでないかぎり、レガシー スイッチがリンクから除去されたかどうかを検出できないからです。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。

スイッチの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 16-5 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 16-5 MST ステータスを表示するためのコマンド

| コマンド | 目的 |
|---|-----------------------------------|
| show spanning-tree mst configuration | MST リージョンの設定を表示します。 |
| show spanning-tree mst configuration digest | 現在の MSTCI に含まれる MD5 ダイジェストを表示します。 |
| show spanning-tree mst <i>instance-id</i> | 指定インスタンスの MST 情報を表示します。 |
| show spanning-tree mst interface <i>interface-id</i> | 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。

