

高速スパニング ツリー プロトコル (802.1w) について [英語]

目次

[はじめに](#)

[Catalyst スイッチでの RSTP のサポート](#)

[新しいポート ステートおよびポート ロール](#)

[ポートの状態](#)

[ポート ロール](#)

[新しい BPDU 形式](#)

[Cisco BPDU、IEEE BPDU、および BPDU ダイアグラムの外形図](#)

[新しい BPDU 処理](#)

[Hello タイムごとに送信される BPDU](#)

[情報の迅速なエージング](#)

[不良 BPDU の受け入れ](#)

[フォワーディング ステートへの迅速な移行](#)

[エッジ ポート](#)

[リンク タイプ](#)

[802.1D でのコンバージェンス](#)

[802.1w でのコンバージェンス](#)

[プロポーザル/アグリーメントのシーケンス](#)

[UplinkFast](#)

[新しいトポロジ変更メカニズム](#)

[トポロジ変更の検出](#)

[トポロジ変更の伝達](#)

[802.1D との互換性](#)

[結論](#)

[関連情報](#)

概要

このドキュメントでは、RSTP によって以前の 802.1D 標準に追加された機能拡張について説明します。802.1D スパニング ツリー プロトコル (STP) は、停止後 1 分程度で接続を回復すれば十分だと考えられていた時代に設計されました。LAN 環境にレイヤ 3 スイッチが登場したことによって、ブリッジングは現在ルーテッド ソリューションと競合しています。ルーテッド ソリューションでは、Open Shortest Path First (OSPF) や Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP) などのプロトコルが短時間で代替パスを提供できます。

シスコは、元の 802.1D 仕様を [UplinkFast](#)、[BackboneFast](#)、PortFast などの機能で強化し、ブリッジ型ネットワークのコンバージェンス時間を高速化しました。難点は、これらのメカニズムがシスコ独自のものであり、追加設定が必要なことです。

Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP、IEEE 802.1w) は、革新というよりは 802.1D 標準の進化と見なすことができます。802.1D 用語は基本的に同じままです。ほとんどのパラメータが変

更されていないため、802.1D に慣れているユーザは、新しいプロトコルをすぐに設定できます。ほとんどの場合、RSTP は、追加設定なしでシスコ独自の拡張機能より良好に稼働します。また、802.1w は、ポートごとにレガシーブリッジと相互運用するために 802.1D に戻すことができます。ただし、802.1D に戻すと、導入された利点は使用できなくなります。

802.1D 標準の新版である IEEE 802.1D-2004 には、IEEE 802.1t-2001 と IEEE 802.1w 標準が実装されています。

Catalyst スイッチでの RSTP のサポート

次の表に、Catalyst スイッチにおける RSTP のサポートと、そのサポートに必要な最低限のソフトウェアを示します。

Catalyst プラットフォーム	RSTP を実装した MST	RPVST+ (別名 PVRST+)
Catalyst 2900XL/3500XL	利用不可	利用不可
Catalyst 2940	12.1(20)EA2	12.1(20)EA2
Catalyst 2950/2955/3550	12.1(9)EA1	12.1(13)EA1
Catalyst 2970/3750	12.1(14)EA1	12.1(14)EA1
Catalyst 3560	12.1(19)EA1	12.1(19)EA1
Catalyst 3750 Metro	12.1(14)AX	12.1(14)AX
Catalyst 2948G-L3/4908G-L3	利用不可	利用不可
Catalyst 4000/2948G/2980G (CatOS)	7.1	7.5
Catalyst 4000/4500 (IOS)	12.1(12c)EW	12.1(19)EW
Catalyst 5000/5500	利用不可	利用不可
Catalyst 6000/6500	7.1	7.5
Catalyst 6000/6500 (IOS)	12.1(11b)EX、12.1(13)E、12.2(14)SX	12.1(13)E
Catalyst 8500	利用不可	利用不可

新しいポート ステートおよびポート ロール

802.1D は、次の 5 つの異なるポート ステートで定義されます。

- disabled
- リスニング
- ラーニング
- ブロッキング
- フォワーディング

詳細については、このドキュメントの「[ポート ステート](#)」セクションにある表を参照してください。

ポート ステートには、トラフィックをブロックするか転送するかということと、アクティブなトポロジでポートが果たすロール (ルート ポート、指定ポートなど) が混在しています。たとえば、操作上の観点から、ブロッキング ステートのポートとリスニング ステートのポートに違いはありません。どちらもフレームを廃棄して、MAC アドレスを学習しません。実際の違いは、スパンニング ツリーがポートに割り当てられるロールにあります。リスニング ポートは指定ポートかルート ポートのいずれかであり、フォワーディング ステートに移行する途中であると想定して問題ありません。残念ながら、一度フォワーディング ステートになると、ポート ステートからそのポートがルート ポートか指定ポートかを推測する方法はありません。これは、このステートベースの用語に欠陥があることを示しています。RSTP では、ポート ロールとポートステートを切り離

して、この問題に対処します。

ポートの状態

RSTP には、可能性がある 3 つの動作状態に対応するポート ステートは 3 つしかありません。802.1D の無効、ブロッキング、およびリスニング ステートは、802.1w では独自の廃棄ステートに統合されています。

STP (802.1D) のポート ステート	RSTP (802.1w) のポート ステート	ポートがアクティブなトポロジに含まれるかどうか
Disabled	破棄	なし
Blocking (ブロッキング)	破棄	なし
リスニング	破棄	Yes
ラーニング	ラーニング	Yes
フォワーディング	フォワーディング	Yes

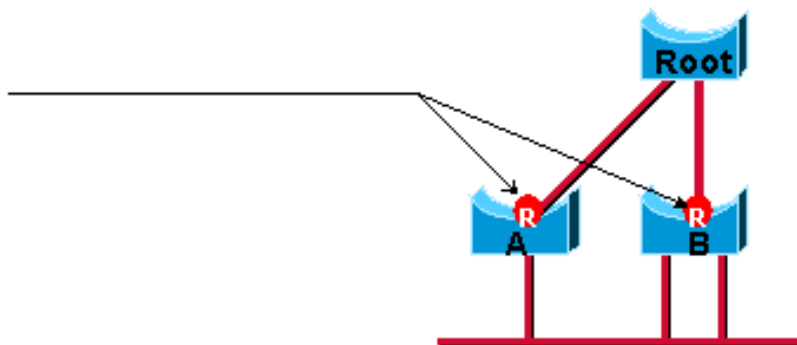
ポートの役割

ロールは、任意のポートに割り当てられる変数です。ルート ポート ロールと指定ポート ロールはそのままですが、ブロッキング ポート ロールはバックアップ ポート ロールと代替ポート ロールに分割されています。スパニング ツリー アルゴリズム (STA) が、ブリッジ プロトコル データ ユニット (BPDU) に基づいてポート ロールを決定します。問題を簡単にするために、BPDU には 2 つのロールを比較してどちらがより有用かを判断する方法があることを覚えておいてください。この方法は、BPDU に保存された値に基づいて実行され、場合によっては BPDU を受信するポートに基づくこともあります。次のセクションでは、ポート ロールの実用的なアプローチについて説明します。

ルート ポート ロール

- ブリッジで最適な BPDU を受信するポートがルート ポートです。これは、パス コストの観点からルート ブリッジに最も近いポートです。STA は、ブリッジ ネットワーク全体で (VLAN ごとに) 単一のルート ブリッジを選択します。ルート ブリッジは、他のブリッジが送信する BPDU よりも有用な BPDU を送信します。ネットワークの中で、ルート ポートを持たないブリッジはルート ブリッジのみです。その他すべてのブリッジは、少なくとも 1 つのポートで BPDU を受信します。

Root Port

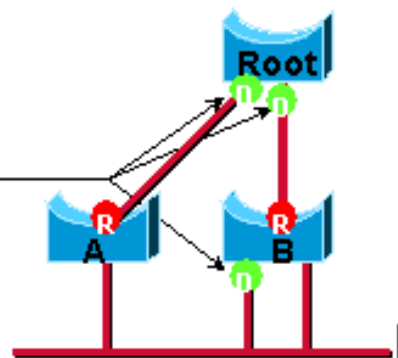


指定ポート ロール

- 接続されたセグメントで最適な BPDU を送信できるポートは、指定ポートです。802.1D ブリッジは、イーサネット セグメントなどのさまざまなセグメントを接続して、ブリッジ ドメ

インを作成します。任意のセグメントで、ルートブリッジに対するパスを1つだけ置くことができます。パスが2つある場合は、ネットワークにブリッジングループがあります。任意のセグメントに接続されるすべてのブリッジは、それぞれのBPDUをリッスンして、最適なBPDUを送信するブリッジをそのセグメントの指定ブリッジとして認識します。そのブリッジ上にある対応するポートが、セグメントの指定ポートです。

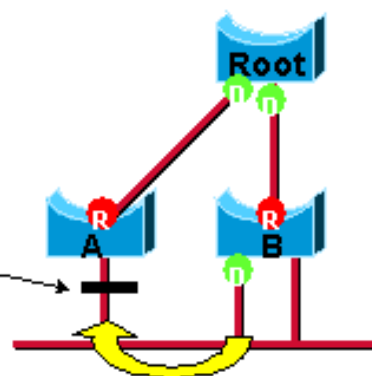
④ Designated Port



代替ポート ロールとバックアップ ポート ロール

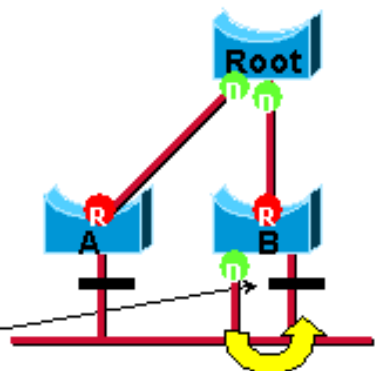
- これら2つのポートロールは、802.1Dのブロッキングステートに相当します。ブロッキングポートは、指定ポートまたはルートポートではないと定義されます。ブロッキングポートは、そのセグメントで送信されるBPDUよりも有用なBPDUを受信します。ポートがブロックされた状態を維持するには、必ずBPDUを受信する必要があることに注意してください。RSTPでは、そのために次の2つのロールを導入しています。
- 代替ポートは、別のブリッジからより有用なBPDUを受信します。また、このポートはブロックされています。次の図に例を示します。

— Alternate Port



- バックアップポートは、同じブリッジからより有用なBPDUを受信します。また、このポートはブロックされています。次の図に例を示します。

— Backup Port



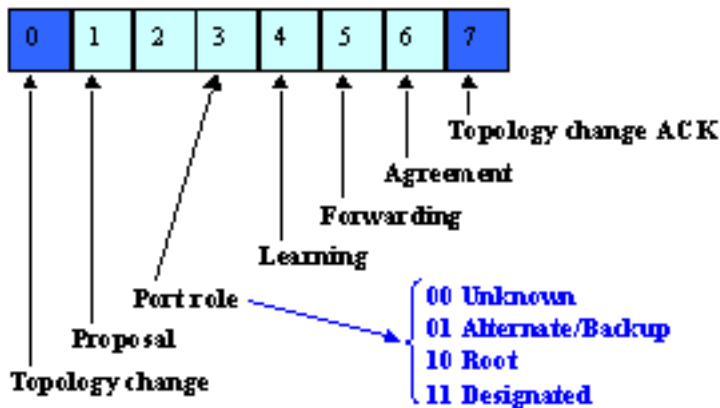
この区別は、802.1D内ですで行われています。基本的に、これがシスコのUplinkFast機能の仕組みです。代替ポートがルートブリッジに代替パスを提供するため、ルートポートに障害が発生した場合にルートポートを置き換えることができるという原理です。バックアップポートは同じセグメントに冗長接続を提供するため、ルートブリッジへの代替接続は保証できません。そのため、アップリンクグループからは除外されます。

その結果、RSTP は 802.1D と同じ基準を使用するスパニング ツリーの最終トポロジを計算します。別のブリッジおよびポートの優先順位を使用する方法に変更はありません。シスコの実装では、廃棄ステートにブロッキングという名前を使用しています。CatOS リリース 7.1 以降では、引き続きリスニング ステートおよびラーニング ステートが表示されます。そのため、IEEE 標準で必要とされるよりも多くのポート情報が示されます。ただし、新機能では、プロトコルがポートに決定したロールと現在の状態に違いがあります。たとえば、今は、指定ポートであると同時にブロッキングポートであることが可能です。通常これが起こるのは非常に短い期間で、このポートが指定されたフォワーディング ステートに移行する途中の状態であることを意味します。

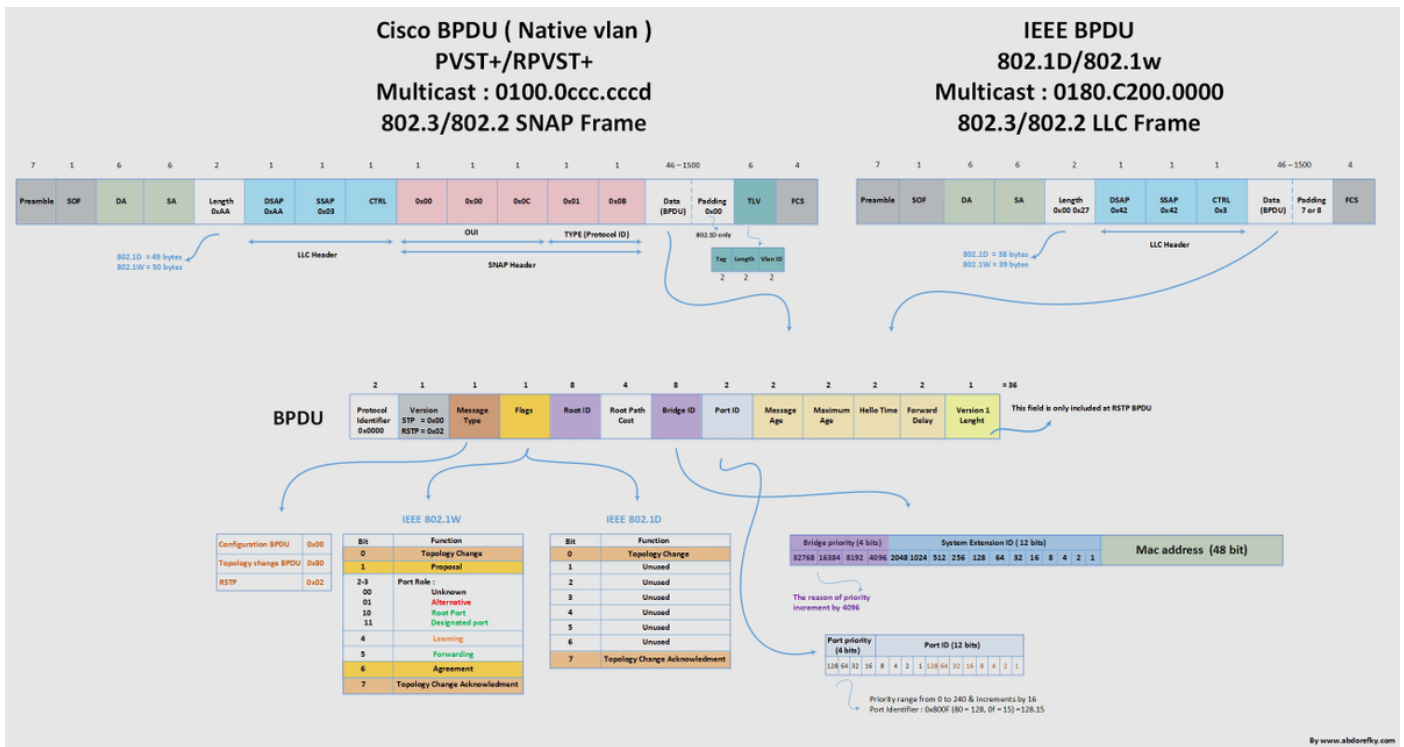
新しい BPDU 形式

RSTP によって、BPDU 形式にいくつかの変更が加えられました。802.1D で定義されているのは、トポロジ変更 (TC) と TC 確認応答 (TCA) の 2 つのフラグのみです。ただし、RSTP はフラグバイトの残りの 6 ビットすべてを使用して、次の操作を実行します。

- BPDU の送信元ポートのロールおよびステートのエンコード
- プロポーザル/アグリーメント メカニズムの処理



Cisco BPDU、IEEE BPDU、および BPDU ダイアグラムの外形図



高リゾリューション イメージに関しては、[Cisco BPDU](#)、[IEEE BPDU](#)、および [BPDU ダイアグラム](#)を参照して下さい。

注: ビット 0 (トポロジ変更) は、最下位ビットです。

もう一つの重要な変更は、RSTP BPDU が現在タイプ 2、バージョン 2 になっていることです。つまり、レガシーブリッジではこの新しい BPDU を廃棄する必要があります。この特性によって、802.1w ブリッジでは、接続されたレガシーブリッジを容易に検出できます。

新しい BPDU の処理

BPDU はハロータイムごとに送信される

BPDU は (単にリレーされるのではなく) ハロータイムごとに送信されます。802.1D では、ルートポートで BPDU を受信すると、非ルートブリッジは BPDU の生成のみを実行します。実際には、ブリッジは BPDU を生成するだけでなくリレーします。802.1w では、これは当てはまりません。ブリッジは、ルートブリッジから BPDU を受信しなくても、Hello タイムにかかる秒数 (デフォルトでは 2 秒) ごとに最新情報を含む BPDU を送信します。

情報エージングの高速化

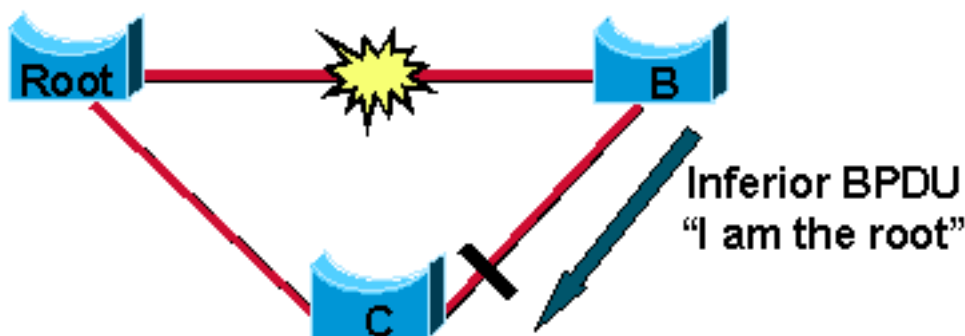
任意のポートで、Hello が 3 回連続で受信されない場合 (または max_age の期限が切れた場合)、プロトコル情報は即座に期限切れになります。前述のプロトコル変更によって、BPDU はブリッジ間でキープアライブメカニズムとして使用されています。ブリッジは、3 回連続で BPDU を受信できなければ、直接のネイバールートまたは指定ブリッジへの接続が失われたと見なします。このような急速な情報のエージングによって、迅速に障害を検出できます。ブリッジがネイバーからの BPDU の受信に失敗する場合、確実に、そのネイバーへの接続は失われています。

この点が、ルートへのパスのどこかに問題がある可能性がある 802.1D とは異なります。

注: 物理的なリンク障害の場合はさらにすばやく障害が検出されます。

不良 BPDU の受け入れ

この概念が、BackboneFast エンジンの中核を形成しています。IEEE 802.1w 委員会は、同様のメカニズムを RSTP に取り入れることを決定しました。ブリッジは、指定ブリッジまたはルートブリッジから不正な情報を受信すると、即座に受け入れて、前に保存した情報と置き換えます。



ブリッジ C はルートが問題なく動作していることがわかっていて、ルートブリッジに関する情報を含む BPDU をブリッジ B に即座に送信します。その結果、ブリッジ B は自身の BPDU を送信せず、ブリッジ C につながるポートを新しいルートポートとして受け入れます。

forwarding ステートへの高速移行

迅速な移行は、802.1w で導入された最も重要な機能です。レガシー STA では、ネットワークのコンバージェンスを受動的に待ってから、ポートをフォワーディングステートにしていました。コンバージェンスを迅速化するには、控えめに設定されたデフォルトのパラメータ（転送遅延および max_age タイマー）を調整する必要があったため、ネットワークの安定性が脅かされることもありました。新しい迅速な STP では、ポートがフォワーディングステートに安全に移行できることをアクティブに確認でき、タイマー設定には依存していません。これは、RSTP 準拠のブリッジ間で実行される実際のフィードバックメカニズムです。ポート上で迅速な収束を実現するために、プロトコルは2つの新しい変数を利用します。

エッジポート

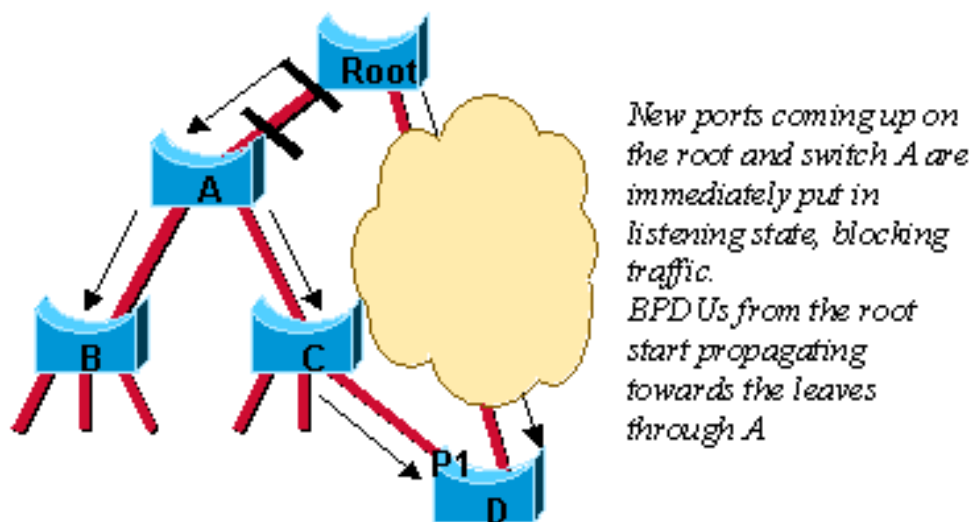
エッジポートの概念は、基本的に PortFast 機能に対応しているため、シスコのスパニングツリーユーザにはすでにおなじみです。エンドステーションに直接接続されているすべてのポートは、ネットワークでブリッジンググループを作成できません。そのため、エッジポートは、リスニングステートとラーニングステートを飛ばして、直接フォワーディングステートに移行します。リンクが切り替わると、エッジポートでも PortFast が有効なポートでもトポロジ変更は生成されません。BPDU を受信したエッジポートは即座にエッジポートステータスを失い、通常のスパニングツリーポートになります。この時点では、ユーザ設定値とエッジポートステートの動作値があります。シスコの実装では、エッジポート設定に *PortFast* キーワードが使用されます。これによって、RSTP への移行が容易になります。

リンクタイプ

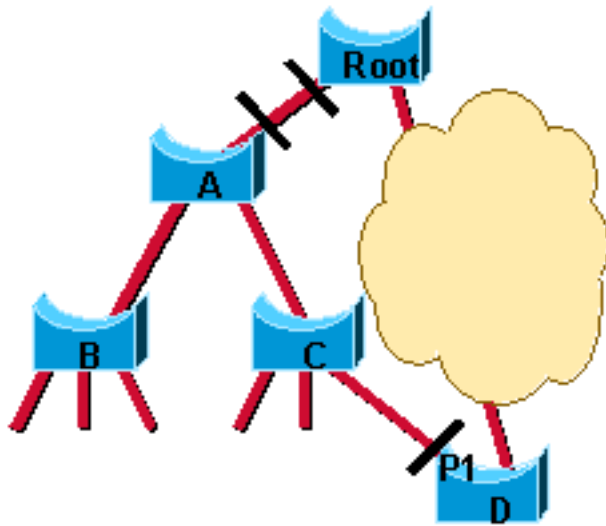
RSTPでは、エッジポートとポイントツーポイントリンクでのみ、フォワーディングステートへの迅速な移行を実現できます。リンクタイプは、ポートのデュプレックスモードから自動的に取得されます。全二重で動作するポートは、ポイントツーポイントと見なされ、半二重のポートはデフォルトで共有ポートと見なされます。この自動リンクタイプ設定は、明示的な設定によって上書きできます。今日のスイッチドネットワークでは、ほとんどのリンクが全二重モードで動作し、RSTPによってポイントツーポイントリンクとして処理されます。そのため、これらのリンクが、フォワーディングステートに迅速に移行する候補となります。

802.1dでの収束

次の図は、802.1Dがブリッジ型ネットワークに追加された新しいリンクを処理する方法を示しています。



このシナリオでは、ルートブリッジとブリッジAの間にリンクが追加されています。ブリッジAとルートブリッジの間には、すでに間接的な接続(図中のC-D経由)があると仮定します。STAは、ポートをブロックし、ブリッジンググループを無効にします。まず、発生と同時に、ルートとブリッジAの間のリンク上にあるポートがともにリスニング状態になります。ブリッジAは、ルートから直接受信できるようになり、ただちに指定ポート上でツリーのリーフに向けてBPDUを伝搬します。ブリッジBおよびCは、ブリッジAからこの新しい上位情報を受信すると、すぐにリーフに向けて情報をリレーします。ほんの数秒で、ブリッジDがルートからBPDUを受信して、即座にポートP1をブロックします。



Very quickly, the BPDUs from the root reach D that immediately blocks its port P1. The topology has now converged, though, the network is disrupted for twice forward_delay.

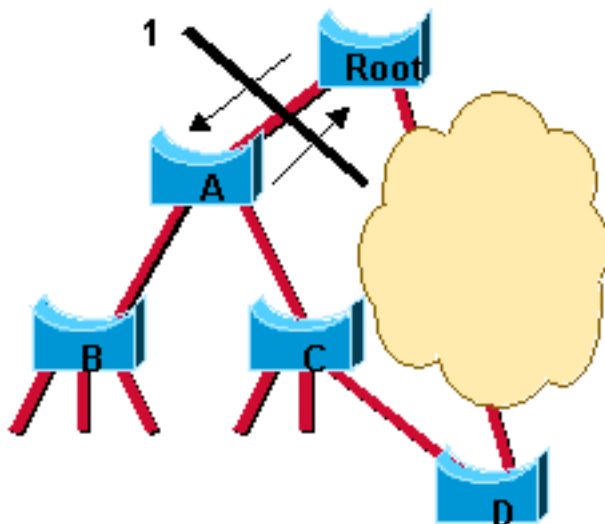
|

スパニング ツリーでは、非常に効率よくネットワークの新しいトポロジを算定できます。唯一の問題は、ルートとブリッジ A の間にあるリンクがフォワーディング ステートになるまでに、転送遅延の 2 倍の時間がかかることです。つまり、802.1D のアルゴリズムにはネットワーク コンバージェンスを秒単位で明確にアダプタイズするフィードバック メカニズムがないため、トラフィックが 30 秒間途絶えてしまう (ネットワークの A、B、C の全体が孤立する) こととなります。

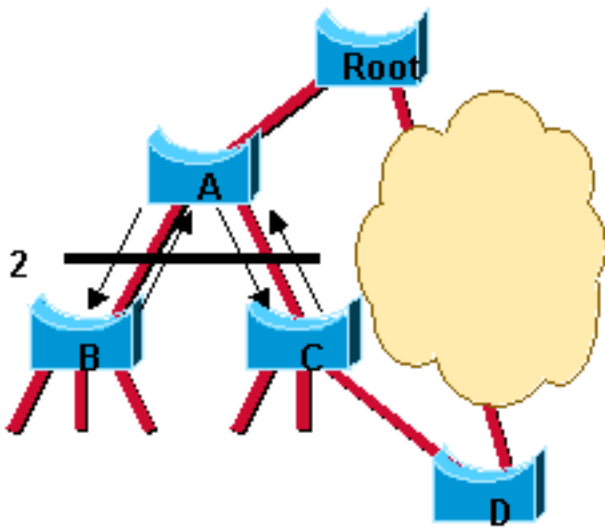
802.1w でのコンバージェンス

今度は、RSTP が同様の状況をどう処理するかを見てみましょう。最終的なトポロジは、802.1D が算定するトポロジとまったく同じであることに注意してください (つまり、以前と同一の場所にブロックされたポートが 1 つあります)。このトポロジに到達するためのステップが変化しただけです。

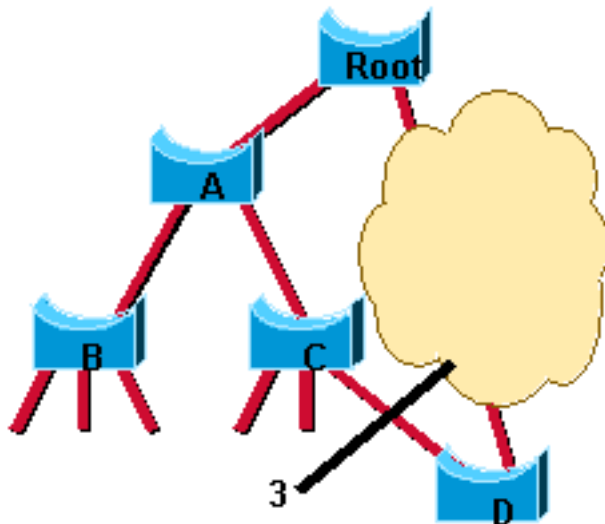
A とルートの間にあるリンク上のポートは、発生後ただちに指定ブロッキングに置かれます。ここまでは、すべての動作が純粋な 802.1D 環境と同じです。しかし、この段階では、スイッチ A とルート間でネゴシエーションが行われます。A がルートの BPDU を受信すると、即座に非エッジ指定ポートをブロックします。この操作は同期と呼びます。この操作の終了後、ブリッジ A はルートブリッジがポートをフォワーディング ステートにするよう、明示的に権限を与えます。次の図は、ネットワーク上でこのプロセスがどのような結果になるかを示しています。スイッチ A とルートブリッジ間のリンクはブロックされ、両方のブリッジが BPDU を交換します。



スイッチ A が非エッジ指定ポートをブロックすると、スイッチ A とルート間のリンクはフォワーディング ステートになり、次のような状況になります。



まだループの発生はありません。この段階で、ネットワークはスイッチ A の上をブロックする代わりに、スイッチ A の下をブロックしています。ただし、発生する可能性のあるブリッジング ループは別の場所で切断されています。この切断箇所は、スイッチ A を経由するルートで送信された新しい BPDU とともにツリーを下っていきます。この段階で、スイッチ A 上で新しくブロックされるポートも、同期操作を開始するスイッチ B およびスイッチ C の両方のネイバー ポートとフォワーディング ステートへの迅速な移行のネゴシエーションを行います。A に対するルートポート以外には、スイッチ B にはエッジ指定ポートしかありません。そのため、フォワーディング ステートに移行する権限をスイッチ A に与えるためにブロックできるポートがありません。同様に、スイッチ C のみが D に対する指定ポートをブロックする必要があります。これで、次の図に示す状態になります。

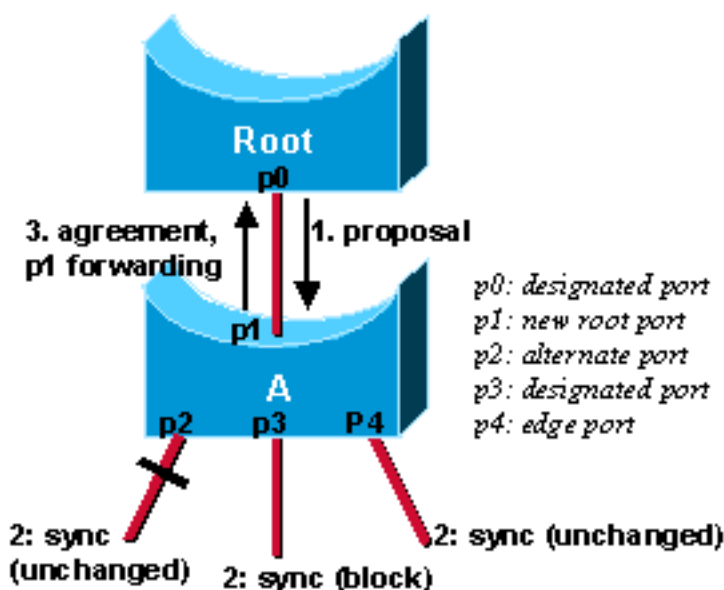


最終的なトポロジは、802.1D の例とまったく同じであり、D 上のポート P1 は最終的にブロッキング ステートになることに注意してください。つまり、新しい BPDU がツリーを下っていくのに必要なだけの時間で、最終的なネットワーク トポロジに到達したということになります。この迅速なコンバージェンスには、タイマーは関与していません。RSTP によって導入された唯一の新しいメカニズムは、フォワーディング ステートに即時に移行する権限を与えるためにスイッチが新しいルート ポート上で送信できる確認応答だけです。これにより、転送遅延の 2 倍の時間がかかるリスニングおよびラーニングの段階が回避されます。迅速なコンバージェンスから利益を得るために、管理者は次の点にのみ注意する必要があります。

- ブリッジ間のネゴシエーションは、ブリッジがポイントツーポイントリンク（つまり、明示的にポート設定されていなければ全二重リンク）で接続されている場合にのみ可能です。
- PortFast が 802.1D のポートで有効になっているため、エッジポートはさらに重要な役割を果たします。たとえば、ネットワーク管理者が B のエッジポートを正しく設定していない場合、A とルート間にリンクが発生することで接続に影響します。

プロポーザルおよびアグリーメントの手順

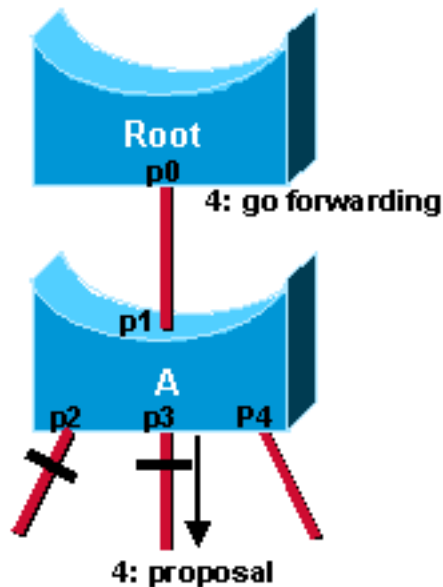
STA がポートを選択し、指定ポートとなる場合、802.1D では依然として、転送遅延にかかる秒数の 2 倍（デフォルトでは 2×15 秒）が経過してから、フォワーディングステートに移行します。RSTP 内で、この状態は指定ロールを備えたポートに当たりますが、これはブロッキングステートです。次の図は、迅速な移行がどのように実現されるのかを順を追って説明したものです。ルートとスイッチ A の間に新しいリンクが作成されていると仮定します。リンク上のポートはどちらも、相手から BPDU を受信するまで指定 blocking ステートにあります。



指定ポートが、廃棄ステートまたはラーニングステート（このケースにおいてのみ）の場合、送信する BPDU 上にプロポーザルビットを設定します。前の図のステップ 1 で示されているように、ルートブリッジのポート p0 はこのような状態になっています。スイッチ A は上位情報を受信するので、p1 が新しいルートポートであることはすぐにわかります。スイッチ A は同期を開始して、スイッチ A 上のポートすべてがこの新しい情報と同期していることを検証します。次のいずれかの条件を満たせば、ポートは同期しています。

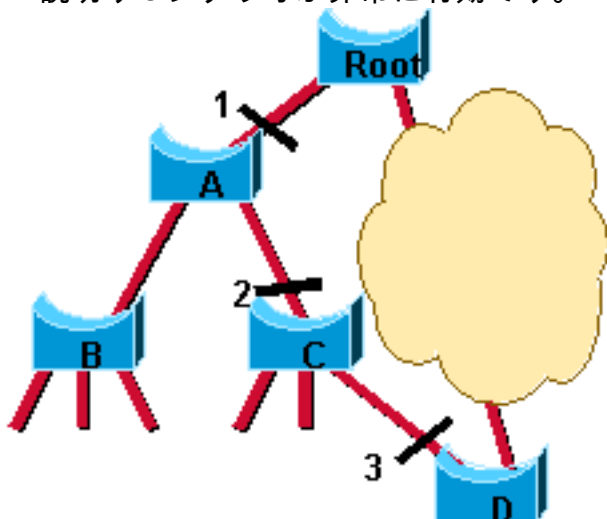
- ポートがブロッキングステートである（安定したトポロジでは廃棄ステート）。
- ポートがエッジポートである。

別種のポート上での同期メカニズムの効果を明らかにするため、スイッチ A 上に、代替ポート p2、指定転送ポート p3、エッジポート p4 が存在すると仮定します。p2 と p4 はすでに条件の 1 つを満たしています。同期するには（前の図のステップ 2 を参照）、スイッチ A はポート p3 をブロックして、このポートに廃棄ステートを割り当てる必要があります。この時点ですべてのポートが同期したので、スイッチ A は、新しく選択したルートポート p1 のブロックを解除し、アグリーメントメッセージを送信してルートに応答できます（ステップ 3 を参照）。このメッセージは、プロポーザル BPDU のコピーであり、プロポーザルビットの代わりにアグリーメントビットが設定されています。これにより、ポート p0 は、受信したアグリーメントがどのプロポーザルに対応するものかを確実に判別できます。



p0 は、このアグリーメントを受信すると、即座にフォワーディング ステートに移行できます。これが、前の図のステップ 4 です。ポート p3 は、同期後も指定廃棄ステートのままです。ステップ 4 では、このポートは、ステップ 1 のポート p0 とまったく同じ状況です。その後、ネイバーへのプロポーザルを開始して、フォワーディング ステートに即座に移行しようとします。

- プロポーザル アグリーメント メカニズムは、タイマーにまったく依存しないため、非常に高速です。この一連のハンドシェイクはネットワークのエッジまで急速に伝搬し、トポロジの変更後すぐに接続を回復します。
- 指定廃棄ポートがプロポーザルの送信後にアグリーメントを受信しない場合、フォワーディング ステートにゆっくりと移行し、従来の 802.1D リスニングラーニング シーケンスにフォールバックします。このような状態は、リモートブリッジで RSTP BPDU が認識されない場合や、リモートブリッジのポートがブロッキングステートにある場合に発生します。
- シスコは、同期する際に、ブリッジが以前のルートポートしか廃棄ステートにできないように同期メカニズムを強化しました。このメカニズムの詳細は、このドキュメントの範囲に含まれません。ただし、最も一般的な再コンバージェンスのケースでは、この機能が呼び出されると考えて間違いありません。最後にブロックされるポートへのパスにあるポートのみが一時的に混乱するため、このドキュメントの「[802.1w でのコンバージェンス](#)」セクションで説明するシナリオが非常に有効です。



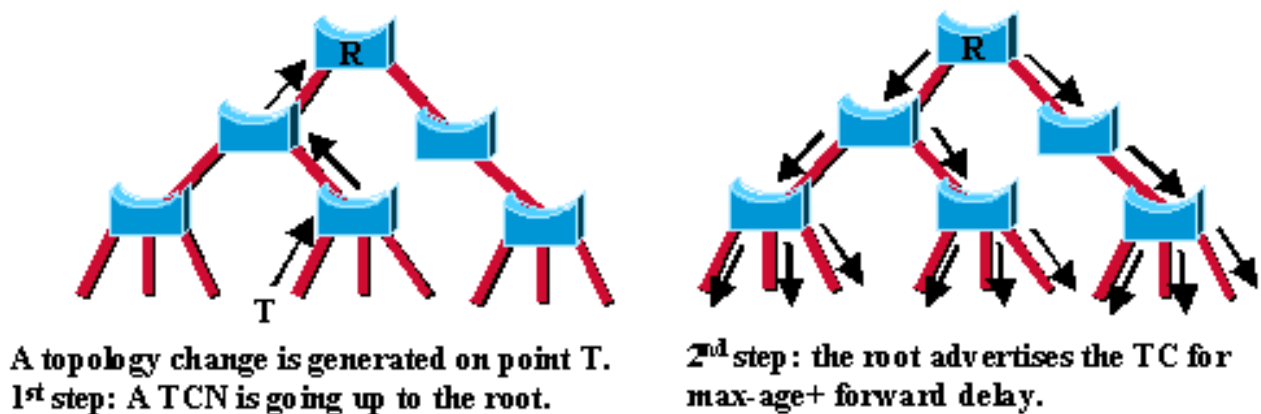
UplinkFast

RSTP に含まれているフォワーディング ステートに即座に移行するための別の形式は、Cisco UplinkFast 独自のスパンニング ツリーの機能拡張に似ています。基本的に、ブリッジがルート ポートを失うと、最適な代替ポートを直接フォワーディング モードにすることができます (新しいルート ポートの出現も RSTP で処理されます)。新しいルート ポートとして代替ポートを選択すると、トポロジ変更が生じます。802.1w のトポロジ変更メカニズムによって、アップストリームブリッジの Content Addressable Memory (CAM) テーブルにある該当するエントリがクリアされます。これによって、UplinkFast のダミー マルチキャスト生成プロセスは必要なくなります。

このメカニズムは RSTP に元々含まれていて自動的に有効になっているため、UplinkFast をこれ以上設定する必要はありません。

新しいトポロジ変更メカニズム

802.1D のブリッジがトポロジの変更を検出すると、信頼できるメカニズムを使用して、まずルートブリッジに通知します。次の図に例を示します。



ルートブリッジがネットワークトポロジの変更を認識すると、送信するBPDUにTCフラグを設定し、ネットワーク内のすべてのブリッジにリレーします。ブリッジは、TCフラグビットが設定されたBPDUを受信すると、ブリッジングテーブルのエイジングタイムを転送遅延の秒数に短縮します。これにより、古くなった情報が比較的早くフラッシュされます。このプロセスの詳細については、『[スパンニングツリープロトコルのトポロジ変更の概要](#)』を参照してください。このトポロジ変更メカニズムは、RSTPで大幅に作り変えられています。トポロジ変更の検出とネットワークを介した伝達の両方が進化しています。

トポロジ変更の検出

RSTPで、トポロジ変更が発生するのは、フォワーディングステートに移行する非エッジポートのみです。802.1Dとは対照的に、接続の損失はトポロジ変更とは見なされないということです (つまり、ブロッキングステートに移行するポートでTCは生成されません)。RSTPのブリッジがトポロジ変更を検出すると、次のようになります。

- 必要に応じて、すべての非エッジ指定ポートおよびルートポートに対して、Helloタイムの2倍に等しい値でTC Whileタイマーが開始されます。
- これらのすべてのポートに関連付けられているMACアドレスがフラッシュされます。

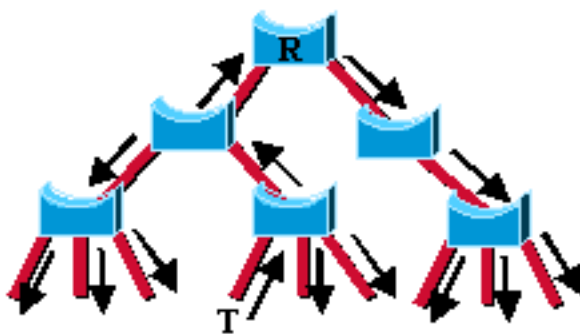
注: TC While タイマーがポート上で動作している間は、そのポートから送信される BPDU に TC ビットが設定されます。タイマーがアクティブな間、BPDU はルート ポートでも送信されます。

トポロジ変化の伝搬

ブリッジがネイバーから TC ビットが設定された BPDU を受信すると、次のようになります。

- トポロジ変更を受信するポートを除き、すべてのポートで学習した MAC アドレスがクリアされます。
- TC While タイマーが開始され、すべての指定ポートおよびルート ポートで、TC が設定された BPDU が送信されます (レガシーブリッジを通知する必要がなければ RSTP は特定の TCN BPDU を使用しません)。

このように、TCN はネットワーク全体で非常に迅速にフラッディングされます。TC 伝達は、ワンステップのプロセスです。実際、トポロジ変更のイニシエータがこの情報をネットワーク全体にフラッディングします。これはルートのみがフラッディングする 802.1D とは対照的です。このメカニズムは、802.1D の同等のメカニズムよりもはるかに高速です。ルートブリッジが通知を受信して、ネットワーク全体のトポロジ変更ステートを最大経過時間 + 転送遅延の秒数保持するのを待機する必要はありません。



The originator of the TC directly floods this information through the network

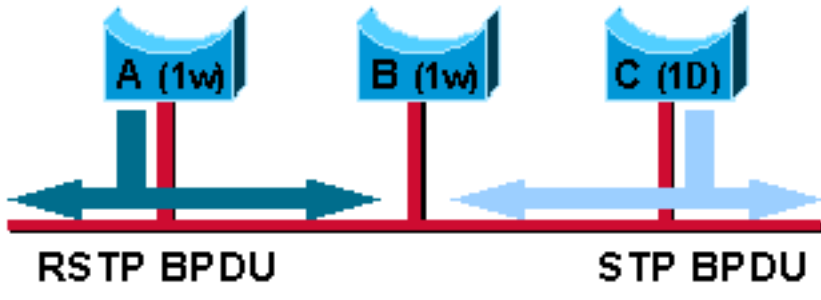
ほんの数秒または Hello タイムの数倍の時間で、ネットワーク (VLAN) 全体の CAM テーブルのほとんどのエントリがフラッシュされます。このアプローチでは、一時的なフラッディングが多く発生する可能性があります。その一方で高速の接続回復を妨げる、古くなっている可能性のある情報がクリアされます。

802.1d との互換性

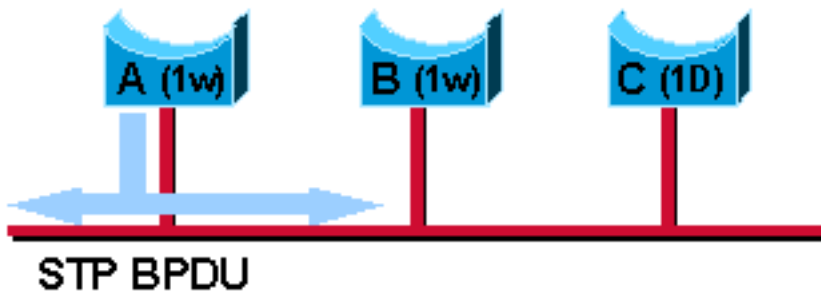
RSTP は、レガシー STP プロトコルと相互運用できます。ただし、レガシーブリッジと対話すると、802.1w 固有の高速コンバージェンスの利点が失われることに注意してください。

各ポートは、対応するセグメント上で実行するプロトコルを定義した変数を保持します。ポートが起動すると、3 秒の移行遅延タイマーも開始されます。このタイマーが動作すると、ポートに関連付けられた現在の STP モードまたは RSTP モードはロックされます。移行遅延時間が終了するとすぐに、ポートは次に受信する BPDU に対応するモードに適応します。ポートが BPDU を受信した結果として動作モードを変更すると、移行遅延が再起動します。これによって、可能

なモード変更の頻度が制限されます。



たとえば、前の図のブリッジ A および B が両方とも RSTP を実行していて、スイッチ A がセグメントに指定されていると仮定します。レガシー STP ブリッジ C がこのリンクに導入されます。802.1D ブリッジは RSTP BPDU を無視して廃棄するため、C はセグメント上に他にブリッジはないと見なし、不正な 802.1D 形式の BPDU の送信を開始します。スイッチ A がこれらの BPDU を受信し、最大の Hello タイムの 2 倍の秒数が経過した後に、そのポート上でのみモードを 802.1D に変更します。その結果、C はスイッチ A の BPDU を理解して、A をセグメントの指定ブリッジとして受け入れます。



この特定のケースでは、ブリッジ C が削除されると、ブリッジ A は、一意のネイバー B によってより効率よく RSTP で動作できるにもかかわらず、そのポートで STP モードで実行されます。これは、ブリッジ C がセグメントから削除されたことを A が認識していないためです。この特定の (まれな) ケースでは、ユーザが介入して、手動でポートのプロトコル検出を再起動する必要があります。

ポートが 802.1D 互換モードの場合は、トポロジ変更通知 (TCN) BPDU と TC または TCA ビットが設定された BPDU も処理できます。

結論

RSTP (IEEE 802.1w) には、802.1D スパニング ツリーに対する BackboneFast、UplinkFast、PortFast などのシスコ独自の機能拡張のほとんどが含まれています。RSTP は、ときには数百ミリ秒程度で、適切に設定されたネットワークのより高速なコンバージェンスを実現できます。転送遅延や max_age などの代表的な 802.1D のタイマーは、バックアップとして使用するだけです。管理者がポイントツーポイント リンクおよびエッジ ポートを正しく識別して設定している場合は必要ありません。また、レガシー ブリッジとの対話がない場合もタイマーは必要ありません。

関連情報

- 『[CatOS を実行した Catalyst シリーズスイッチでの MST \(802.1s \) /RSTP \(802.1w \) 設定](#)』
- 『[Cisco UplinkFast 機能の説明と設定](#)』
- [LAN スイッチングに関するサポート ページ](#)
- [LAN 製品に関するサポート ページ](#)
- [ツールとリソース](#)
- [テクニカル サポートとドキュメント – Cisco Systems](#)