

Catalyst スイッチでのスパニング ツリー プロトコル (STP) についての説明と設定方法

目次

[はじめに](#)

[前提条件](#)

[要件](#)

[使用するコンポーネント](#)

[背景理論](#)

[ネットワーク図](#)

[コンセプト](#)

[テクノロジーの説明](#)

[STP の動作](#)

[タスク](#)

[手順説明](#)

[確認](#)

[トラブルシューティング](#)

[ポート速度/デュプレックスが変化した場合に STP パス コストが自動的に変化する](#)

[トラブルシューティングのためのコマンド](#)

[コマンドの概要](#)

[関連情報](#)

はじめに

Spanning-Tree Protocol (STP; スパニングツリー プロトコル) は、ブリッジおよびスイッチで動作するレイヤ 2 プロトコルです。STP の仕様は IEEE 802.1D と呼ばれます。STP の主な目的は、ネットワーク内に冗長パスがある場合にループが作成されないようにすることです。ループはネットワークにとって致命的な状態です。

前提条件

要件

このドキュメントに関しては個別の要件はありません。

使用するコンポーネント

このドキュメントでは Catalyst 5500/5000 スイッチを使用していますが、このドキュメントに記述されているスパニング ツリーの原理は、STP をサポートしている、ほとんどすべてのデバイスに適用できます。

例として、このドキュメントでは次の機器を使用しています。

- スイッチ内のスーパーバイザ エンジンに適合する [コンソールケーブル](#)
- Catalyst 5509 スイッチ 6 台

本書の情報は、特定のラボ環境にあるデバイスに基づいて作成されたものです。このドキュメントで使用するすべてのデバイスは、初期（デフォルト）設定の状態から起動しています。稼働中のネットワークで作業を行う場合、コマンドの影響について十分に理解したうえで作業してください。

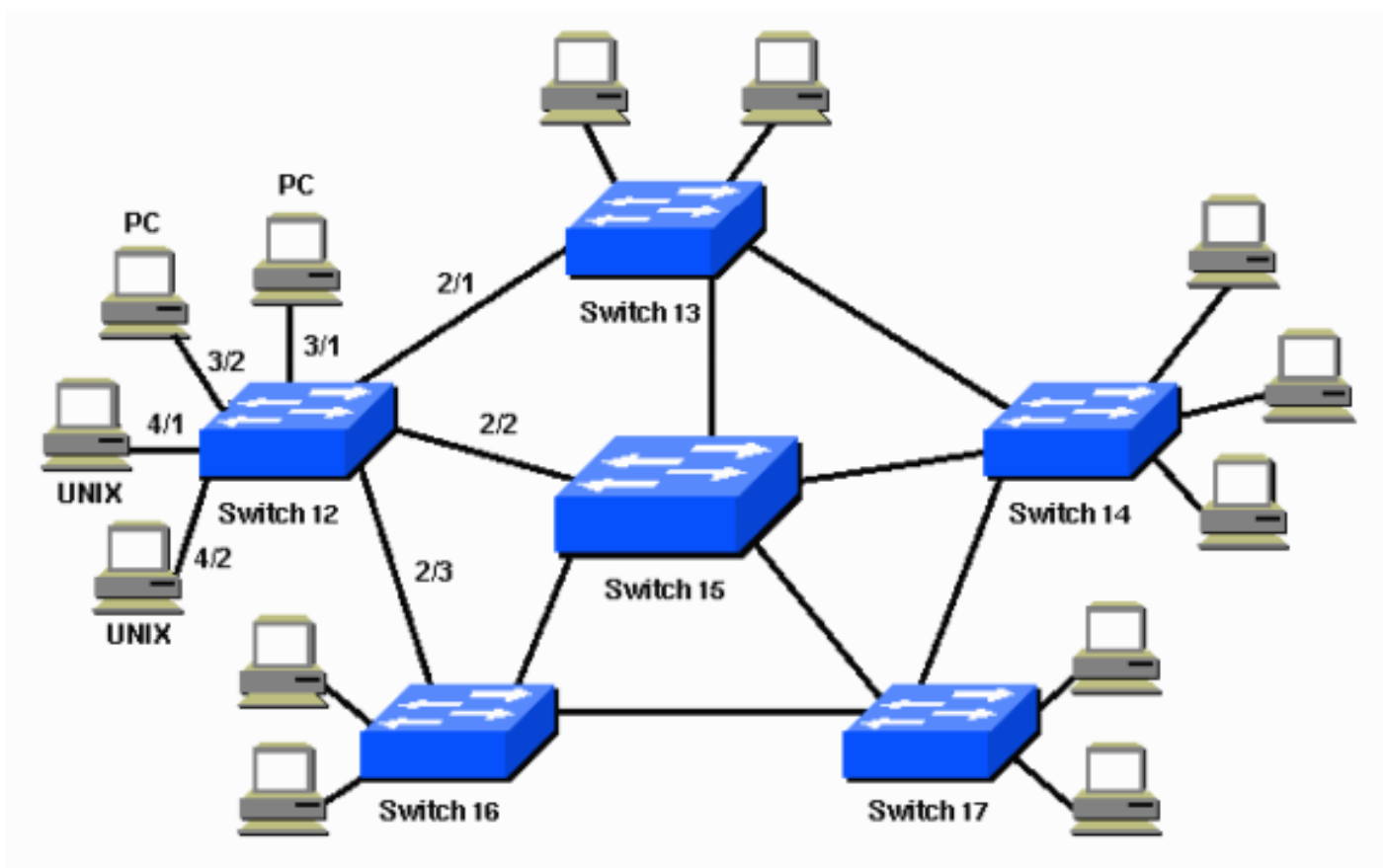
背景理論

このドキュメントの設定は、Catalyst OS (CatOS) が稼働している Catalyst 2926G、2948G、2980G、4500/4000、5500/5000 および 6500/6000 スイッチに適用できます。他のスイッチプラットフォームでの STP の設定については、次のドキュメントを参照してください。

- [STPおよびMST](#)(Cisco IOS®ソフトウェアが稼働するCatalyst 6500/6000スイッチ)
- [STPおよびMSTの設定](#) (Cisco IOSソフトウェアが稼働するCatalyst 4500/4000スイッチ)

ネットワーク図

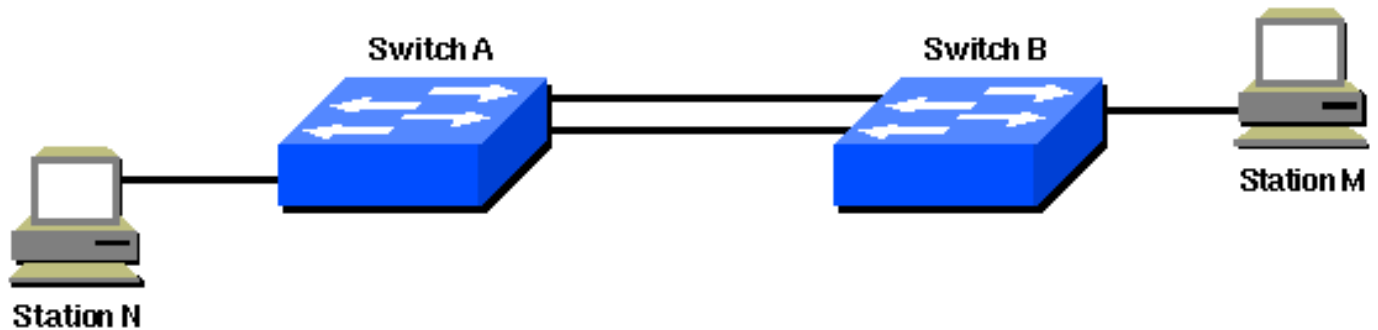
このドキュメントでは、次のネットワーク構成を使用しています。



コンセプト

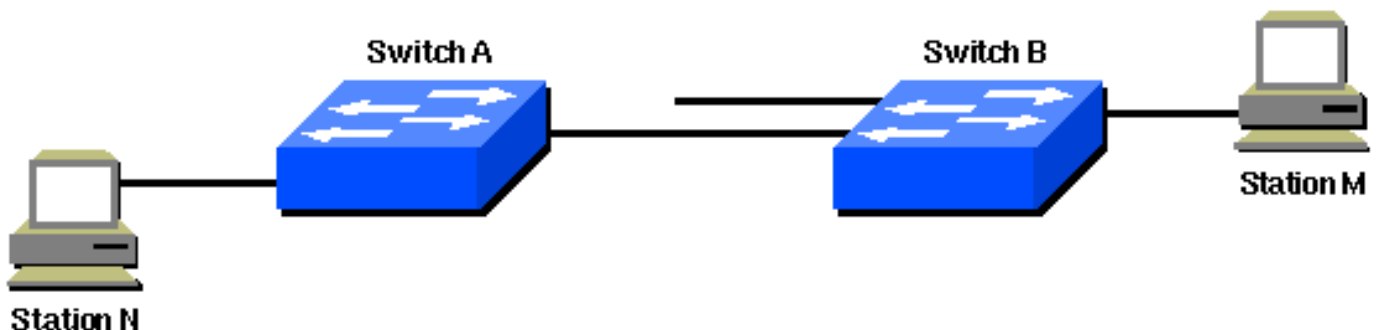
STP は 802.1D に準拠したブリッジおよびスイッチ上で動作します。STP には各種の派生版がありますが、802.1D が最も一般的であり、広く実装されています。STP はネットワークでのループを回避するためにブリッジおよびスイッチに実装します。冗長リンクが必要な状況で、ループを避けるために STP を使用します。冗長リンクは、ネットワークでのフェールオーバーに備えるものとして、バックアップと同様に重要です。プライマリが故障した場合には、引き続きユーザ

がネットワークを使用できるように、バックアップリンクがアクティブになります。ブリッジおよびスイッチで STP が動作していない場合、このような障害によってループが発生する場合があります。接続されている 2 台のスイッチで異なる派生版の STP が稼働している場合、コンバージには異なるタイミングが必要です。スイッチで異なる派生版が使用されている場合、ブロッキング状態とフォワーディング状態の間でタイミングの問題が発生します。したがって、同じ派生版の STP を使用することを推奨いたします。次のネットワークについて考えます。



このネットワークでは、Switch A と Switch B の間に冗長リンクが計画されています。しかし、この設定ではブリッジングループが発生する可能性があります。たとえばステーション M からステーション N 宛てに送信されたブロードキャストパケットやマルチキャストパケットは、両方のスイッチ間で繰り返し循環し続けるだけになります。

しかし、両方のスイッチで STP が動作している場合、ネットワークは論理的に次のようになります。



ネットワーク図内のシナリオには、次の情報が適用されています。

- スイッチ 15 はバックボーンスイッチである。
- スイッチ 12、13、14、16、および 17 は、ワークステーションおよび PC に接続しているスイッチである。
- このネットワークでは、次の VLAN が定義されている。1200201202203204
- VLAN トランクプロトコル (VTP) のドメイン名は STD-Doc である。

このような望ましいパスの冗長化を実現するとともに、ループ状態が発生しないようにするため、STP では拡張ネットワーク内のすべてのスイッチを範囲とするツリーを定義します。STP によって、特定の冗長データパスが、強制的にスタンバイ (ブロック) 状態になりますが、その他のパスはフォワーディング状態のままです。フォワーディング状態のリンクが使用できなくなると、STP によるネットワークの再構成が実行され、適切なスタンバイ状態のパスをアクティブ化することによって、データパスの再ルーティングが行われます。

テクノロジーの説明

STP で重要なことは、ネットワーク内のすべてのスイッチによってルートブリッジが選出され、そのルートブリッジがネットワークの中心点になることです。どのポートをブロックし、どのポートをフォワーディングモードにするかなど、ネットワーク内のそのほかの決定は、このルートブリッジを中心に決定されます。ブリッジの環境とは異なって、スイッチド環境では、ほとんどの場合、複数の VLAN が対象になります。通常、スイッチドネットワークに実装されるルートブリッジは、ルートスイッチと呼ばれます。各 VLAN は別々のブロードキャストドメインであるため、各 VLAN には固有のルートブリッジが必要となります。1 台のスイッチに異なる VLAN のルートをすべて置くこともできますし、あるいは別々のスイッチに置くこともできます。

注：特定のVLANのルートスイッチの選択は非常に重要です。ルートスイッチはシステム管理者が選択できます。またはスイッチ自身に選択させることができますが、これにはリスクがあります。ルートの選択処理を管理しない場合は、最適ではないパスがネットワーク上にできる可能性があります。

すべてのスイッチでは、ルートスイッチの選択時に使用する情報のほか、以降のネットワークコンフィギュレーションに使用する情報が互いに交換されます。この情報は、Bridge Protocol Data Unit (BPDU; ブリッジプロトコルデータユニット) によって搬送されます。各スイッチでは、ネイバーに送信した BPDU 内のパラメータと、ネイバーから受信した BPDU 内のパラメータとが比較されます。

STP のルート選択処理では、数値が小さい方が優れていると見なされます。スイッチ B がアドバタイズしたルート ID よりも小さい数値のルート ID をスイッチ A がアドバタイズすると、スイッチ A からの情報の方が優れていることとなります。Switch B は自分のルート ID のアドバタイズメントを停止し、Switch A のルート ID を受け入れます。

次のようなオプションの[STP機能](#)の詳細については、『オプションのSTP機能』を参照してください。

- ポートファスト
- ルートガード
- ループガード
- BPDU ガード

STP の動作

タスク

前提条件

STP を設定する前に、スパニングツリーのルートとなるスイッチを選択します。このスイッチは最も高性能なスイッチである必要はありませんが、ネットワークで最も中央に配置されているスイッチを選択してください。ネットワークを往来するデータフローはこのスイッチが中心となります。また、ネットワーク上で最も外部介入の少ないスイッチを選択してください。バックボーンスイッチには通常は端末が接続されないため、多くの場合はスパニングツリーのルートとなります。さらに、ネットワーク内で移動または変更を行っても、これらのスイッチに影響が及ぶことはほとんどありません。

どのスイッチをルートスイッチにするかを決めたら、そのスイッチをルートスイッチとして指定

するために適切な変数を設定します。設定する必要がある唯一の変数は、**bridge priority** です。このスイッチに、他のすべてのスイッチよりも低い **bridge priority** が設定されていると、他のスイッチによってこのスイッチが自動的にルートスイッチとして選択されます。

スイッチポート上のクライアント(端末)

`set spantree portfast` コマンドをポートごとに発行することもできます。portfast 変数がポート上で有効になっていると、ポートはただちにブロッキングモードからフォワーディングモードに切り替わります。portfast を有効にしておく、Novell Netware を使用しているクライアントや、IPアドレスの取得にDHCPを使用しているクライアントで、タイムアウトを回避するのに役立ちます。ただし、スイッチ間接続がある場合は、このコマンドを使用しないようにしてください。この場合、このコマンドを実行するとループが発生します。ブロッキングモードからフォワーディングモードへの移行する場合には30～60秒の遅延が発生します。この遅延によって、2台のスイッチを接続する際のネットワーク内での一時的なループ状態の発生が防止されます。

その他のSTP変数のほとんどは、デフォルト値のままにしておきます。

動作規則

このセクションでは、STPの動作方法に関する規則を一覧しています。スイッチの最初の起動時に、ルートスイッチの選択処理が開始されます。各スイッチは、VLANを単位として、直接接続されているスイッチにBPDUを送信します。

BPDUがネットワーク全体に行き渡ると、各スイッチは自身が送出したBPDUと、ネイバーから受信したBPDUとを比較します。この後、スイッチ間でどのスイッチがルートスイッチになるかの合意が取られます。ネットワーク内で最も低いブリッジIDを持つスイッチが、この選出プロセスで選出されます。

注：VLANごとに1つのルートスイッチが識別されることに注意してください。ルートスイッチの識別が行われると、各スイッチは次の規則に従います。

- **STP規則1：ルートスイッチの全ポートは、フォワーディングモードである必要があります。**注：一部のコーナーでは、セルフループポートが含まれますが、このルールには例外があります。次に、各スイッチはルートへの到達に最適なパスを決定します。各スイッチは、各自のすべてのポートで受信したすべてのBPDUに含まれている情報値を比較することによって、このパスを決定します。スイッチはBPDUでルートスイッチのため、最小限の情報のポートを使用して、BPDUの最小限の情報のポートがルートポートです。ルートポートを決定すると、スイッチは規則2に進みます。
- **STP規則2：ルートポートはフォワーディングモードに設定する必要があります。**さらに、LANセグメントごとのスイッチ間で相互に通信が行われ、どのスイッチが、セグメントからルートブリッジへのデータの移動に最適であるかが判断されます。このスイッチのことを代表スイッチと呼びます。
- **STP規則3：単一のLANセグメントでは、そのLANセグメントに接続している代表スイッチのポートは、必ずフォワーディングモードになります。**
- **STP規則4：VLAN固有のすべてのスイッチにあるその他のポートは、すべてブロッキングモードにする必要があります。**この規則が適用されるのは、他のブリッジやスイッチに接続しているポートに対してだけです。ワークステーションやPCに接続しているポートがSTPの影響を受けることはありません。これらのポートは転送されます。注：STPがVLAN単位のスパンニングツリー(PVST/PVST+)モードで実行されている場合は、VLANの追加または削除によって、そのVLANインスタンスのスパンニングツリーの再計算がトリガーされ、トラフィックはそのVLANでのみ中断されます。トランクリンクのその他のVLAN部分は通常どおりト

ラフィックを転送できます。存在している Multiple Spanning Tree (MST) インスタンスの VLAN を追加または削除すると、そのインスタンスのスパニングツリーの再計算が行われ、その MST インスタンスのすべての VLAN 部分でトラフィックが中断します。

注：デフォルトでは、スパニングツリーはすべてのポートで実行されます。スパニングツリー機能はスイッチ内でポートごとにオフにすることはできません。VLAN ごとに、またはスイッチ上でグローバルに STP をオフにすることができますが、これは推奨できません。スパニングツリーを無効にする際には常に十分に注意する必要があります。これは、ネットワーク内でレイヤ 2 ループが発生するためです。

手順説明

次の手順を実行します。

1. スイッチで稼働しているソフトウェア バージョンを表示するには、show version コマンドを発行します。**注：**すべてのスイッチで同じソフトウェアバージョンが稼働しています。

```
Switch-15> (enable)show version
WS-C5505 Software, Version McpSW: 4.2(1) NmpSW: 4.2(1)
Copyright (c) 1995-1998 by Cisco Systems
NMP S/W compiled on Sep  8 1998, 10:30:21
MCP S/W compiled on Sep 08 1998, 10:26:29

System Bootstrap Version: 5.1(2)

Hardware Version: 1.0  Model: WS-C5505  Serial #: 066509927
```

```
Mod Port Model          Serial #  Versions
-----
1   0   WS-X5530   008676033 Hw : 2.3
Fw : 5.1(2)
Fw1: 4.4(1)
Sw : 4.2(1)
```

このシナリオでは、スイッチ 15 はバックボーン スイッチであるため、すべての VLAN のネットワークのルート スイッチとして最適な選択肢です。

2. set spantree root vlan_id コマンドを発行して、vlan_id で指定した VLAN のスイッチの優先度を 8192 に設定します。**注：**スイッチのデフォルトの優先順位は 32768 です。このコマンドを使用して優先順位を設定すると、スイッチ 15 の優先順位が最も低くなるため、スイッチ 15 をルートスイッチとして強制的に選択します。

```
Switch-15> (enable)set spantree root 1
VLAN 1 bridge priority set to 8192.
VLAN 1 bridge max aging time set to 20.
VLAN 1 bridge hello time set to 2.
VLAN 1 bridge forward delay set to 15.
Switch is now the root switch for active VLAN 1.
Switch-15> (enable)
```

```
Switch-15> (enable)set spantree root 200
VLAN 200 bridge priority set to 8192.
VLAN 200 bridge max aging time set to 20.
VLAN 200 bridge hello time set to 2.
VLAN 200 bridge forward delay set to 15.
Switch is now the root switch for active VLAN 200.
Switch-15> (enable)
```

```
Switch-15> (enable)set spantree root 201
VLAN 201 bridge priority set to 8192.
VLAN 201 bridge max aging time set to 20.
VLAN 201 bridge hello time set to 2.
```

```
VLAN 201 bridge forward delay set to 15.  
Switch is now the root switch for active VLAN 201.  
Switch-15> (enable)
```

```
Switch-15> (enable)set spantree root 202  
VLAN 202 bridge priority set to 8192.  
VLAN 202 bridge max aging time set to 20.  
VLAN 202 bridge hello time set to 2.  
VLAN 202 bridge forward delay set to 15.  
Switch is now the root switch for active VLAN 202.  
Switch-15>
```

```
Switch-15> (enable)set spantree root 203  
VLAN 203 bridge priority set to 8192.  
VLAN 203 bridge max aging time set to 20.  
VLAN 203 bridge hello time set to 2.  
VLAN 203 bridge forward delay set to 15.  
Switch is now the root switch for active VLAN 203.  
Switch-15>
```

```
Switch-15> (enable)set spantree root 204  
VLAN 204 bridge priority set to 8192.  
VLAN 204 bridge max aging time set to 20.  
VLAN 204 bridge hello time set to 2.  
VLAN 204 bridge forward delay set to 15.  
Switch is now the root switch for active VLAN 204.  
Switch-15> (enable)
```

このコマンドの同じ効果のある短縮版を次に示します。

```
Switch-15> (enable)set spantree root 1,200-204  
VLANs 1,200-204 bridge priority set to 8189.  
VLANs 1,200-204 bridge max aging time set to 20.  
VLANs 1,200-204 bridge hello time set to 2.  
VLANs 1,200-204 bridge forward delay set to 15.  
Switch is now the root switch for active VLANs 1,200-204.  
Switch-15> (enable)
```

set spantree priority コマンドは、ルート スイッチを指定するための第 3 の方法です。

```
Switch-15> (enable)set spantree priority 8192 1  
Spantree 1 bridge priority set to 8192.  
Switch-15> (enable)
```

注：このシナリオでは、すべてのスイッチがクリアな設定で起動します。そのため、すべてのスイッチが 32768 のブリッジ優先度で起動します。ネットワーク上にあるすべてのスイッチの優先順位が 8192 より大きいことが確実にない場合は、ルートブリッジの優先順位を 1 に設定してください。

3. **set spantree portfast mod_num/port_num enable** コマンドを発行して、スイッチ 12、13、14、16、および 17 の PortFast 設定を行います。**注：**この設定は、ワークステーションまたは PC に接続するポートでのみ設定してください。他のスイッチに接続されているポート上では PortFast を有効にしないでください。この例では、スイッチ 12 だけを設定していますが、他のスイッチも同様に設定できます。スイッチ 12 のポート接続を次に示します。ポート 2/1 がスイッチ 13 に接続ポート 2/2 がスイッチ 15 に接続ポート 2/3 がスイッチ 16 に接続ポート 3/1 ~ 3/24 が PC に接続ポート 4/1 ~ 4/24 が UNIX ワークステーションに接続この情報に基づいて、ポート 3/1 ~ 3/24 およびポート 4/1 ~ 4/24 に対して **set spantree portfast** コマンドを発行します。

```
Switch-12> (enable)set spantree portfast 3/1-24 enable
```

```
Warning: Spantree port fast start should only be enabled on ports connected  
to a single host. Connecting hubs, concentrators, switches, bridges, etc. to  
a fast start port can cause temporary spanning-tree loops. Use with caution.
```

```
Spantree ports 3/1-24 fast start enabled.
```

```
Switch-12> (enable)
```

```
Switch-12> (enable)set spantree portfast 4/1-24 enable
```

Warning: Spantree port fast start should only be enabled on ports connected to a single host. Connecting hubs, concentrators, switches, bridges, etc. to a fast start port can cause temporary spanning-tree loops. Use with caution.

```
Spantree ports 4/1-24 fast start enabled.
```

```
Switch-12> (enable)
```

4. show spantree vlan_id コマンドを発行して、スイッチ 15 が該当するすべての VLAN のルートであることを確認します。このコマンドの出力を使用して、ルートスイッチになっているスイッチの MAC アドレスと、コマンドを発行したスイッチの MAC アドレスとを比較します。両方のアドレスが一致すれば、操作しているスイッチが VLAN のルートスイッチであることがわかります。また、ルートポートが 1/0 の場合も、ルートスイッチで操作していることを意味します。次に、コマンドの出力例を示します。

```
Switch-15> (enable)show spantree 1
```

```
VLAN 1
```

```
spanning-tree enabled
```

```
spanning-tree type          ieee
```

```
Designated Root          00-10-0d-b1-78-00
```

```
!--- This is the MAC address of the root switch for VLAN 1. Designated Root Priority  
8192
```

```
Designated Root Cost      0
```

```
Designated Root Port      1/0
```

```
Root Max Age    20 sec    Hello Time 2 sec    Forward Delay 15 sec
```

```
Bridge ID MAC ADDR      00-10-0d-b1-78-00
```

```
Bridge ID Priority      8192
```

```
Bridge Max Age 20 sec    Hello Time 2 sec    Forward Delay 15 sec
```

次の出力は、スイッチ15がVLAN 1のスパニングツリーの指定ルートであることを示しています。指定ルートスイッチのMACアドレス00-10-0d-b1-78-001500-10-0d-b1MAC78-00。このスイッチが指定ルートであることを示すもう1つのインジケータは、指定ルートポートが1/0であることを示しています。スイッチ 12 からの出力は、スイッチ 12 がスイッチ 15 を VLAN 1 の指定ルートとして、認識したことを示しています。

```
Switch-12> (enable)show spantree 1
```

```
VLAN 1
```

```
spanning-tree enabled
```

```
spanning-tree type          IEEEDesignated Root          00-10-0d-b1-78-00
```

```
!--- This is the MAC address of the root switch for VLAN 1. Designated Root Priority  
8192
```

```
Designated Root Cost      19
```

```
Designated Root Port      2/3
```

```
Root Max Age    20 sec    Hello Time 2 sec    Forward Delay 15 sec
```

```
Bridge ID MAC ADDR      00-10-0d-b2-8c-00
```

```
Bridge ID Priority      32768
```

```
Bridge Max Age 20 sec    Hello Time 2 sec    Forward Delay 15 sec
```

注：他のスイッチおよびVLANに対するshow spantree vlan_idコマンドの出力でも、スイッチ15がすべてのVLANの指定ルートであることを示すことができます。

確認

このセクションでは、設定が正しく動作していることを確認するために使用できる情報を示します。

- `show spantree vlan_id` : このコマンドを発行したスイッチから見た、この VLAN ID に対する スパニング ツリーの現在の状態を示します。
- `show spantree summary` : 接続されているスパニング ツリー ポートの要約を VLAN ごとに表示します。

トラブルシューティング

ここでは、設定のトラブルシューティングに役立つ情報について説明します。

ポート速度/デュプレックスが変化した場合に STP パス コストが自動的に変化する

STP では、スイッチ間のリンクのメディア速度 (帯域幅) と、フレームを転送する各ポートのポート コストに基づいてパス コストが計算されます。スパニングツリーでは、このパス コストに基づいてルート ポートが選択されます。ルート ブリッジへのパス コストが最低であるポートがルート ポートになります。ルート ポートは、常にフォワーディング ステートになります。

ポートの速度/デュプレックスが変化した場合、スパニングツリーは自動的にパス コストを再計算します。パス コストが変化する、スパニングツリー トポロジが変更される可能性があります。

ポート コストの計算方法についての詳細は、[「スパニングツリーの設定」の「ポートコストの計算と割り当て」セクションを参照してください。](#)

トラブルシューティングのためのコマンド

注 : `debug` コマンドを使用する前に、『[debug コマンドの重要な情報](#)』を参照してください。

- `show spantree vlan_id` : このコマンドを発行したスイッチから見た、この VLAN ID に対する スパニング ツリーの現在の状態を示します。
- `show spantree summary` : 接続されているスパニング ツリー ポートの要約を VLAN ごとに表示します。
- `show spantree statistics` : スパニング ツリーの統計情報を表示します。
- `show spantree backbonefast` : スパニング ツリーの BackboneFast コンバージェンス機能が有効かどうかを表示します。
- `show spantree blockedports` : ブロック状態のポートだけを表示します。
- `show spantree portstate` : スパニング ツリー内のトークン リンク ポートの現在のスパニング ツリー状態を確認します。
- `show spantree portvlancost` : ポート上の VLAN のパス コストを表示します。
- `show spantree uplinkfast` : UplinkFast 設定を表示します。

コマンドの概要

構文 :	<code>show version</code>
このドキュメントでの使用例 :	<code>show version</code>
構文 :	<code>set spantree root [vlan_id]</code>
このドキュメントでの使用例 :	<code>set spantree root 1</code>

	set spantree root 1,200-204
構文 :	set spantree priority [vlan_id]
このドキュメントでの使用例 :	set spantree priority 8192 1
構文 :	set spantree portfast mod_num/port_num {enable disable}
このドキュメントでの使用例 :	set spantree portfast 3/1-24 enable
構文 :	show spantree [vlan_id]
このドキュメントでの使用例 :	show spantree 1

関連情報

- [スパニング ツリー プロトコルの問題点と設計上の考慮事項](#)
- [スパニング ツリー プロトコル トポロジの変更について](#)
- [スイッチのサポート](#)
- [テクニカル サポートとドキュメント – Cisco Systems](#)