Cisco Catalyst IE9300 高耐久性シリーズ スイッチ冗長プロトコル コンフィギュレーション ガイド

最終更新：2024 年 8 月 26 日

シスコシステムズ合同会社
〒107-6227 東京都港区赤坂9-7-1 ミッドタウン・タワー
http://www.cisco.com/jp
お問い合わせ先：シスコ コンタクトセンター
0120-092-255 （フリーコール、携帯・PHS含む）
電話受付時間：平日 10:00～12:00、13:00～17:00
http://www.cisco.com/jp/go/contactcenter/

Full Cisco Trademarks with Software License

THE SPECIFICATIONS AND INFORMATION REGARDING THE PRODUCTS IN THIS MANUAL ARE SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE. ALL STATEMENTS, INFORMATION, AND RECOMMENDATIONS IN THIS MANUAL ARE BELIEVED TO BE ACCURATE BUT ARE PRESENTED WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED. USERS MUST TAKE FULL RESPONSIBILITY FOR THEIR APPLICATION OF ANY PRODUCTS.

THE SOFTWARE LICENSE AND LIMITED WARRANTY FOR THE ACCOMPANYING PRODUCT ARE SET FORTH IN THE INFORMATION PACKET THAT SHIPPED WITH THE PRODUCT AND ARE INCORPORATED HEREIN BY THIS REFERENCE. IF YOU ARE UNABLE TO LOCATE THE SOFTWARE LICENSE OR LIMITED WARRANTY, CONTACT YOUR CISCO REPRESENTATIVE FOR A COPY.

The Cisco implementation of TCP header compression is an adaptation of a program developed by the University of California, Berkeley (UCB) as part of UCB's public domain version of the UNIX operating system. All rights reserved. Copyright © 1981, Regents of the University of California.

NOTWITHSTANDING ANY OTHER WARRANTY HEREIN, ALL DOCUMENT FILES AND SOFTWARE OF THESE SUPPLIERS ARE PROVIDED “AS IS" WITH ALL FAULTS. CISCO AND THE ABOVE-NAMED SUPPLIERS DISCLAIM ALL WARRANTIES, EXPRESSED OR IMPLIED, INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, THOSE OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT OR ARISING FROM A COURSE OF DEALING, USAGE, OR TRADE PRACTICE.

IN NO EVENT SHALL CISCO OR ITS SUPPLIERS BE LIABLE FOR ANY INDIRECT, SPECIAL, CONSEQUENTIAL, OR INCIDENTAL DAMAGES, INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, LOST PROFITS OR LOSS OR DAMAGE TO DATA ARISING OUT OF THE USE OR INABILITY TO USE THIS MANUAL, EVEN IF CISCO OR ITS SUPPLIERS HAVE BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.

Any Internet Protocol (IP) addresses and phone numbers used in this document are not intended to be actual addresses and phone numbers. Any examples, command display output, network topology diagrams, and other figures included in the document are shown for illustrative purposes only. Any use of actual IP addresses or phone numbers in illustrative content is unintentional and coincidental.

All printed copies and duplicate soft copies of this document are considered uncontrolled. See the current online version for the latest version.

Cisco has more than 200 offices worldwide. Addresses and phone numbers are listed on the Cisco website at www.cisco.com/go/offices.

Cisco and the Cisco logo are trademarks or registered trademarks of Cisco and/or its affiliates in the U.S. and other countries. To view a list of Cisco trademarks, go to this URL: https://www.cisco.com/c/en/us/about/legal/trademarks.html. Third-party trademarks mentioned are the property of their respective owners. The use of the word partner does not imply a partnership relationship between Cisco and any other company. (1721R)

通信、サービス、およびその他の情報

通信、サービス、およびその他の情報

- シスコからタイムリーな関連情報を受け取るには、Cisco Profile Manager [英語] でサインアップしてください。
- 重要な技術によりビジネスに必要な影響を与えるには、Cisco Services [英語] にアクセスしてください。
- サービスリクエストを送信するには、Cisco Support [英語] にアクセスしてください。
- 安全で検証済みのエンタープライズクラスのアプリケーション、製品、ソリューション、およびサービスを探して参照するには、Cisco DevNet [英語] にアクセスしてください。
- 一般的なネットワーク、トレーニング、認定関連の出版物を入手するには、Cisco Press [英語] にアクセスしてください。
- 特定の製品または製品ファミリの保証情報を探すには、Cisco Warranty Finder [英語] にアクセスしてください。

シスコバグ検索ツール

シスコバグ検索ツール（BST）は、シスコ製品とソフトウェアの障害と脆弱性の包括的なリストを管理するシスコバグ追跡システムへのゲートウェイです。BSTは、製品とソフトウェアに関する詳細な障害情報を提供します。

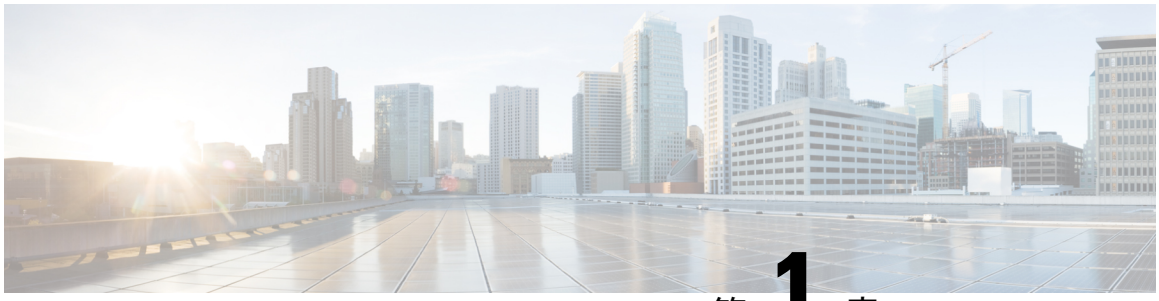
マニュアルに関するフィードバック

シスコの技術マニュアルに関するフィードバックを提供するには、それぞれのオンラインドキュメントの右側のペインにあるフィードバックフォームを使用してください。

偏向のない言語

この製品のマニュアルセットは、偏向のない言語を使用するように配慮されています。このドキュメントセットでの偏向のない言語とは、年齢、障害、性別、人種的アイデンティティ、民族的アイデンティティ、性的指向、社会経済的地位、およびインターセクショナリティに基づく差別を意味しない言語として定義されています。製品ソフトウェアのユーザインターフェイスにハードコードされている言語、基準ドキュメントに基づいて使用されている言語、または参照されているサードパーティ製品で使用されている言語によりドキュメントに例外が存在する場合があります。

目 次



第 1 章

Parallel Redundancy Protocol

PRP について

Parallel Redundancy Protocol（PRP）は、国際規格 IEC 62439-3 で定義されています。PRP は、イーサネットネットワークでヒットレス冗長性（障害後の回復時間ゼロ）を提供するように設計されています。

（注） PRP は、Cisco IOS XE Cupertino 17.7.1 以降の IE-9320-26S2C-E と IE-9320-26S2C-A、Cisco IOX XE Dublin 17.12.1 以降の IE-9320-22S2C4X-E と IE-9320-22S2C4X-A のように、複数の Cisco Catalyst IE9300 高耐久性シリーズ スイッチ でサポートされています。

ネットワーク障害から回復するために、RSTP、REP、MRP などのプロトコルを使用してメッシュトポロジまたはリングトポロジで接続されたネットワーク要素によって冗長性を提供でき

ます。この場合、ネットワーク障害が発生するとネットワーク内の一部が再構成され、トラフィックが再び流れるようになります（通常、ブロックされたポートを開くことによって）。これらの冗長性スキームでは、ネットワークが回復し、トラフィックが再び流れるまでに数ミリ秒から数秒かかることがあります。

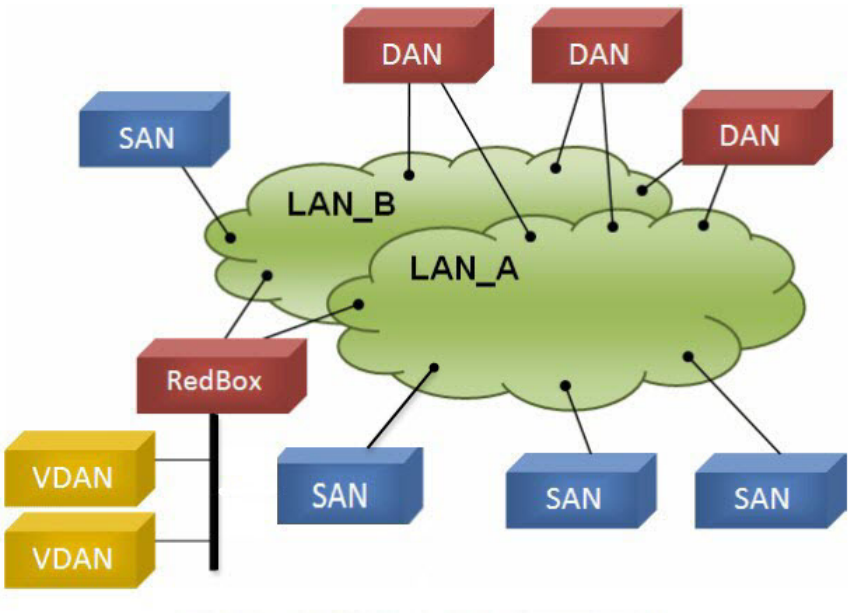
PRP は異なる方式を使用します。この方式では、2 つのネットワーク インターフェイスを 2 つの独立した分離された並列ネットワーク（LAN-A と LAN-B）に接続することで、（ネットワーク要素ではなく）エンドノードが冗長性を実装します。これらのデュアル接続ノード（DAN）のそれぞれには、ネットワーク内の他のすべての DAN への冗長経路があります。

DAN は、2 つのネットワーク インターフェイスを介して 2 つのパケットを宛先ノードに同時に送信します。宛先ノードが重複パケットを容易に区別できるように、シーケンス番号を含む冗長制御トレーラ（RCT）が各フレームに追加されます。宛先 DAN は最初のパケットを正常に受信すると RCT を削除してパケットを消費します。2 番目のパケットが正常に到着した場合、そのパケットは破棄されます。経路の 1 つで障害が発生した場合、トラフィックは中断されることなくもう一方の経路に流れ続け、回復時間ゼロが求められます。

LAN-A または LAN-B のいずれかにのみ接続するネットワーク内の非冗長エンドポイントは、シングル接続ノード（SAN）と呼ばれます。

冗長ボックス（RedBox）は、2 つのネットワークポートがなく、PRP を実装していないエンドノードが冗長性を実装する必要がある場合に使用されます。このようなエンドノードは、デバイスに代わって 2 つの異なるネットワークへの接続を提供する RedBox に接続できます。RedBox の背後にあるノードは、DAN などの他のノードに見えるため、「仮想 DAN（VDAN）」と呼ばれます。RedBox 自体は DAN であり、VDAN に代わってプロキシとして機能します。

図 *1 : PRP* 冗長ネットワーク



冗長性を管理し、他の DAN の存在を確認するために、DAN は定期的に監視フレームを送信し、他の DAN が送信した監視フレームを評価できます。

スイッチの役割

IE-9320-26S2C-A、IE-9320-26S2C-E、IE-9320-22S2C4X-A、および IE-9320-22S2C4X-E スイッチは、2 つの各 LAN へのギガビット イーサネット ポート接続を使用した RedBox 機能を実装しています。

PRP チャネル

PRP チャネルまたはチャネルグループは、2 つのギガビット イーサネット インターフェイス（アクセス、トランクまたはルーテッド）を単一のリンクに集約する論理インターフェイスです。チャネルグループでは、小さい番号のギガビット イーサネット メンバー ポートがプライマリポートで、LAN-A に接続します。大きい番号のポートはセカンダリポートで、LAN-B に接続します。

これらのメンバーポートの少なくとも 1 つが稼働し続け、トラフィックを送信する限り、PRP チャネルも稼働したままになります。両方のメンバーポートがダウンした場合、チャネルもダウンします。サポートされる PRP チャネルグループの総数は、スイッチごとに 2 つです。次の表に示すように、各スイッチシリーズの各グループに使用できるインターフェイスは固定されています。

PRP チャネル番号	IE9300 シリーズ
PRP チャネル 1	Gi1/0/21（LAN-A）および Gi1/0/22（LAN-B）
PRP チャネル 2	Gi1/0/23（LAN-A）および Gi1/0/24（LAN-B）

混合トラフィックと監視フレーム

RedBox PRP チャネルグループから出力されるトラフィックは、混合可能、つまり宛先を SAN（LAN-A または LAN-B でのみ接続）または DAN にすることができます。SAN のパケットの複製を防ぐため、スイッチは受信した DAN エントリのスーパバイザフレームから、および SAN の非 PRP（通常トラフィック）フレームから送信元 MAC アドレスを学習し、これらのアドレスをノード テーブルに保存します。PRP チャネルから SAN の MAC アドレスにパケットを転送すると、スイッチはエントリを検索し、パケットを複製する代わりに送信先 LAN を決定します。

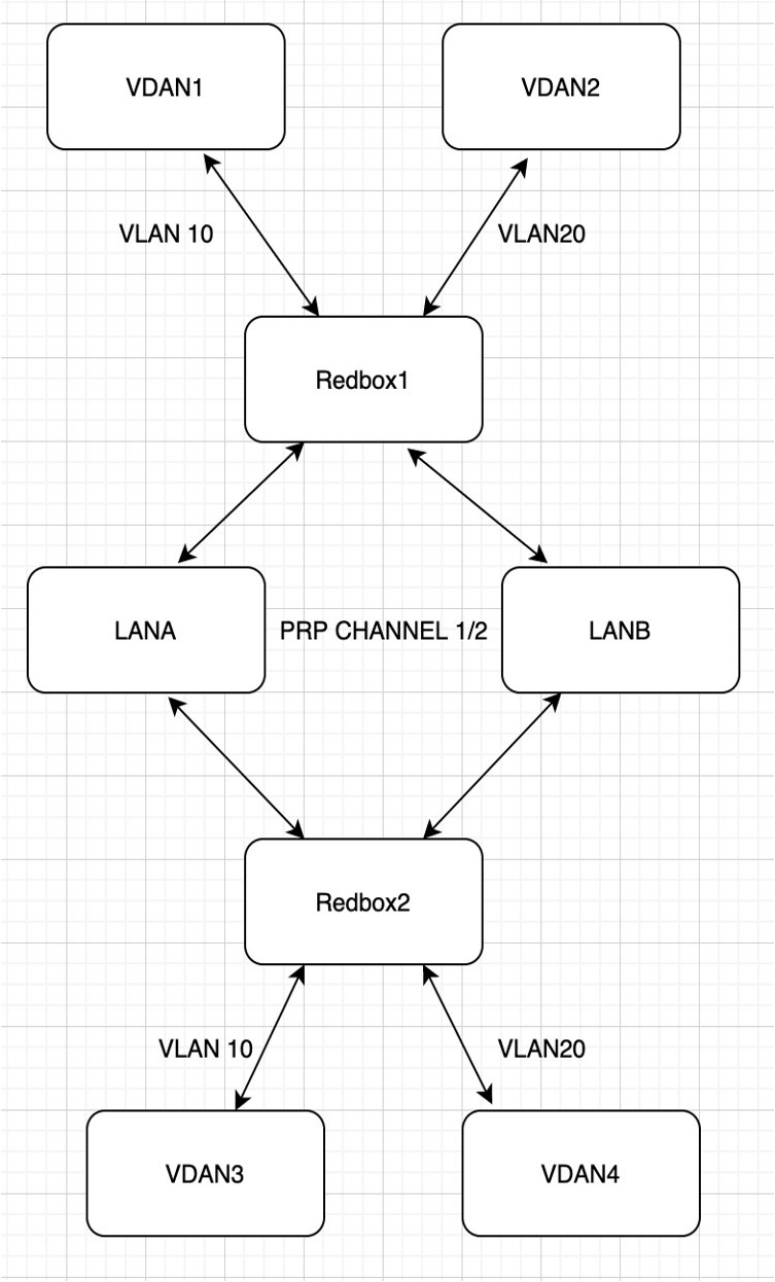
VDAN の接続された RedBox は、これらの VDAN の代理で監視フレームを送信する必要があります。他のすべてのポートに着信し、PRP チャネルポートから送信されるトラフィックの場合、スイッチは、送信元 MAC アドレスを学習して VDAN テーブルに追加し、それらのアドレスに対応する監視フレームの送信を開始します。学習された VDAN エントリにはエージングが適用されます。

x の説明に従って、ノードテーブルと VDAN テーブルにスタティックエントリを追加できます。ノードテーブルと VDAN テーブルを表示したり、エントリを消去したりすることもできます。y および z を参照してください。

監視フレームの VLAN タグ

Cisco Catalyst IE9300 高耐久性シリーズ スイッチ は、監視フレームの VLAN タギングをサポートします。PRP VLAN タギングでは、PRP インターフェイスをトランクモードに設定する必要があります。この機能を使用すると、PRP チャネルの監視フレームで VLAN ID を指定できます。

次の設定例では、PRP チャネル 1 インターフェイスがトランクモードに設定され、VLAN 10 および 20 が許可されています。監視フレームは VLAN ID 10 を使用してタグ付けされます。RedBox1 は、VDAN に代わり PRP VLAN ID を使用して監視フレームを送信しますが、VDAN からの通常のトラフィックは、PRP トランクの VLAN 設定に基づいて PRP チャネルを通過します。



設定の詳細については、監視フレームの VLAN タギングを使用した PRP チャネルの設定 （17 ページ）を参照してください。

PRP インターフェイスの TrustSec

PRP チャネルのメンバーインターフェイスで Cisco TrustSec（CTS）を設定できます。この機能は、IE-9320-26S2C-A、IE-9320-26S2C-E、IE-9320-22S2C4X-A、および IE-9320-22S2C4X-E スイッチでのみサポートされます。

TrustSec は物理インターフェイスでのみサポートされるため、論理 PRP チャネルインターフェイスで TrustSec を設定することはできません。PRP チャネルには 2 つのインターフェイスが含まれます（Gi1/0/21 と Gi1/0/22 など）。PRP チャネルのメンバーであるインターフェイスで TrustSec を設定するには、次の条件が満たされていることを確認します。

- TrustSec を使用するには、Network Advantage ライセンスが必要です。
- PRP チャネルに含める前に、まず各インターフェイスで TrustSec を設定します。
- LAN-A と LAN-B でインラインタギングと伝播を想定どおりに行えるようにするには、両方の PRP チャネルインターフェイスの TrustSec 設定を同じにする必要があります。

（注） CTS + Security Association Protocol（SAP）および CTS + MACsec Key Agreement（MKA）方式は、PRP インターフェイスではサポートされていません。

PRP インターフェイスでの TrustSec の設定

ここでは、PRP インターフェイスでの TrustSec の設定例を示します。PRP チャネルインターフェイスを設定するには、個々のインターフェイスを設定するか、または **interface range <>** を使用します。

有効な設定

次に、各インターフェイスで TrustSec を一度に 1 つずつ設定し、その個々のインターフェイスを PRP チャネルの一部にする例を示します。

```
switch#configure terminal
switch(config)#int gi1/0/21
switch(config-if)#switchport mode access
switch(config-if)#switchport access vlan 30
switch(config-if)#cts manual
switch(config-if-cts-manual)#policy static sgt 1000 trusted
switch(config-if-cts-manual)#exit
switch(config-if)#prp-channel-group 1
Creating a PRP-channel interface PRP-channel 1

switch(config-if)#
switch(config-if)#int gi1/0/22
switch(config-if)#switchport mode access
switch(config-if)#switchport access vlan 30
switch(config-if)#cts manual
switch(config-if-cts-manual)#policy static sgt 1000 trusted
switch(config-if-cts-manual)#exit
switch(config-if)#prp-channel-group 1
switch(config-if)#end
```

次に、インターフェイスの範囲で TrustSec を設定し、インターフェイスを PRP チャネルの一部にする例を示します。

```
switch#configure terminal
switch(config-if)#int range gi1/0/21-1/0/22
```

```
switch(config-if)#switchport mode access switch
switch(config-if)#switchport access vlan 30
switch(config-if)#cts manual
switch(config-if-cts-manual)#policy static sgt 1000 trusted
switch(config-if-cts-manual)#exit
switch(config-if)#prp-channel-group 1
Creating a PRP-channel interface PRP-channel 1
```

無効な設定

次の例の設定は、TrustSec の設定を試みる前にインターフェイスが PRP チャネルのメンバーとして設定されているため、無効です。

```
switch#configure terminal
switch(config)#int gi1/0/21
switch(config-if)#prp-channel-group 1
Creating a PRP-channel interface PRP-channel 1

switch(config-if)#switchport mode access
switch(config-if)#switchport access vlan 30
switch(config-if)#cts manual
Interface is a member of a port channel. To change CTS first remove from port channel.
switch(config-if)#
```

CTS および PRP の show コマンド

ここでは、PRP メンバーインターフェイスで TrustSec を設定するときに使用できる **show** コマンドと、いくつかのコマンド出力の例を示します。

- **show cts interface summary**
- **show cts pacs**
- **show cts interface <>**
- **show cts role-based counters**
- **show prp channel detail**
- **show prp statistics ingressPacketStatistics**
- **show prp statistics egressPacketStatistics**

次に、**show cts interface summary** コマンドの出力例を示します。

```
switch#show cts interface summary
CTS Interfaces
---------------------
Interface                      Mode    IFC-state dot1x-role peer-id    IFC-cache
Critical-Authentication
------------------------------------------------------------------------------
Gi1/0/21                       MANUAL  OPEN      unknown    unknown    invalid  Invalid
Gi1/0/22                       MANUAL  OPEN      unknown    unknown    invalid  Invalid

R1#show cts pacs
AID: 51F577DCE176855650F2F5609418AC6
PAC-Info:
  PAC-type = Cisco Trustsec
  AID: 51F577DC7E176855650F2F5609418AC6
```

```
  I-ID: petra3400ipv4
  A-ID-Info: Identity Services Engine
  Credential Lifetime: 09:06:08 UTC Wed Nov 01 2023
PAC-Opaque:
000200B800030001000400105 1F577DC7E176855650F2F5609418AC60006009C000301002BBB79441FEE97B0E0B339B9036F9C7100000001364C8D
1A000093A8054BC5FA1780A24E23B60A4BFF46AF47A317EE20391BFCA6F0CAABA7F66393F05799A3B0EAB602B54749DCF7225A45FDDB1349A81977D857B9C3
1959A2B54CFC4505CD903D84394E69E5795D31543BB575FB8D51A6FA021FB5E6A0C296F8CA21318377688073516714125D38973D9BF2A66792E3AD1C0A05C3
E739CA1
Refresh timer is set for 12w4d
R1#show cts interface GigabitEthernet1/0/21
Global Dot1x feature is Disabled
Interface GigabitEthernet1/0/21:
    CTS is enabled, mode:    MANUAL
    IFC state:               OPEN
    Interface Active for 00:03:25.772
    Authentication Status:   NOT APPLICABLE
        Peer identity:       "unknown"
        Peer's advertised capabilities: ""
    Authorization Status:    SUCCEEDED
        Peer SGT:            30
        Peer SGT assignment: Trusted
    SAP Status:              NOT APPLICABLE
    Propagate SGT:           Enabled
    Cache Info:
        Expiration            : N/A
        Cache applied to link : NONE

    Statistics:
        authc success:              0
        authc reject:               0
        authc failure:              0
        authc no response:          0
        authc logoff:               0
        sap success:                0
        sap fail:                   0
        authz success:              0
        authz fail:                 0
        port auth fail:             0

    L3 IPM:   disabled.
```

次に、**show cts role-based counters** コマンドの出力例を示します。

```
switch# show cts role-based counters
Role-based IPv4 counters
From    To      SW-Denied  HW-Denied  SW-Permitt HW-Permitt SW-Monitor
 HW-Monitor
*       *       0          0          0          0          0
 0
122     0       0          0          0          0          0
 0
200     0       0          0          0          2845       0
 0
201     130     0          0          0          0          0
 0
130     200     0          0          0          2845       0
 0
```

次に、**show prp channel detail** コマンドの出力例を示します。

```
switch#show prp channel 1 summary
Flags:  D - down        P - bundled in prp-channel
        R - Layer3      S - Layer2
        U - in use

Number of channel-groups in use: 1
Group  PRP-channel   Ports
------+-------------+-----------------------------------------
1      PR1(SU)       Gi1/0/21(P), Gi1/0/22(P)

R1#show prp channel 1 detail
PRP-channel: PR1
------------
 Layer type = L2
 Ports: 2 Maxports = 2
 Port state = prp-channel is Inuse
 Protocol = Enabled
Ports in the group:
  1) Port: Gi1/0/21
   Logical slot/port = 1/1 Port state = Inuse
 Protocol = Enabled
  2) Port: Gi1/0/22
   Logical slot/port = 1/2 Port state = Inuse
 Protocol = Enabled
```

次に、**show prp statistics ingressPacketStatistics** コマンドの出力例を示します。

```
switch#sh prp statistics ingressPacketStatistics
 PRP prp_maxchannel 2 INGRESS STATS:
 PRP channel-group 1 INGRESS STATS:
   ingress pkt lan a: 1010
   ingress pkt lan b: 1038
   ingress crc lan a: 0
   ingress crc lan b: 0
   ingress danp pkt acpt: 20
   ingress danp pkt dscrd: 20
   ingress supfrm rcv a: 382
   ingress supfrm rcv b: 390
   ingress over pkt a: 0
   ingress over pkt b: 0
   ingress pri over pkt a: 0
   ingress pri over pkt b: 0
   ingress oversize pkt a: 0
   ingress oversize pkt b: 0
   ingress byte lan a: 85127
   ingress byte lan b: 85289
   ingress wrong lan id a: 402
   ingress wrong lan id b: 402
   ingress warning lan a: 1
   ingress warning lan b: 1
   ingress warning count lan a: 137
   ingress warning count lan b: 137
   ingress unique count a: 0
   ingress unique count b: 0
   ingress duplicate count a: 20
   ingress duplicate count b: 20
   ingress multiple count a: 0
   ingress multiple count b: 0

PRP channel-group 2 INGRESS STATS:
   ingress pkt lan a: 0
   ingress pkt lan b: 0
   ingress crc lan a: 0
```

```
  ingress crc lan b: 0
  ingress danp pkt acpt: 0
  ingress danp pkt dscrd: 0
  ingress supfrm rcv a: 0
  ingress supfrm rcv b: 0
  ingress over pkt a: 0
  ingress over pkt b: 0
  ingress pri over pkt a: 0
  ingress pri over pkt b: 0
  ingress oversize pkt a: 0
  ingress oversize pkt b: 0
  ingress byte lan a: 0
  ingress byte lan b: 0
  ingress wrong lan id a: 0
  ingress wrong lan id b: 0
  ingress warning lan a: 0
  ingress warning lan b: 0
  ingress warning count lan a: 0
  ingress warning count lan b: 0
  ingress unique count a: 0
  ingress unique count b: 0
  ingress duplicate count a: 0
  ingress duplicate count b: 0
  ingress multiple count a: 0
  ingress multiple count b: 0
```

次に、**show prp statistics egressPacketStatistics** コマンドの出力例を示します。

```
switch#sh prp statistics egressPacketStatistics
 PRP channel-group 1 EGRESS STATS:
   duplicate packet: 20
   supervision frame sent: 427
   packet sent on lan a: 934
   packet sent on lan b: 955
   byte sent on lan a: 96596
   byte sent on lan b: 96306
   egress packet receive from switch: 517
   overrun pkt: 0
   overrun pkt drop: 0
 PRP channel-group 2 EGRESS STATS:
   duplicate packet: 0
   supervision frame sent: 0
   packet sent on lan a: 0
   packet sent on lan b: 0
   byte sent on lan a: 0
   byte sent on lan b: 0
   egress packet receive from switch: 0
   overrun pkt: 0
   overrun pkt drop: 0
```

TrustSec デバッグコマンド

ここでは、PRP メンバーインターフェイスで TrustSec をトラブルシューティングするときに使用できる **debug** コマンドを示します。

- **debug prp errors**
- **debug prp events**
- **debug prp detail**

- **debug cts error**
- **debug cts aaa**
- **debug cts all**

前提条件

- IE-9320-26S2C-A、IE-9320-26S2C-E、IE-9320-22S2C4X-A、または IE-9320-22S2C4X-E スイッチ
- Network Essentials または Network Advantage ライセンス
- 2 チャネル PRP をサポートする Cisco IOS XE 17.7.1 以降

注意事項と制約事項

ガイドライン

- PRP DAN と RedBox では 6 バイトの PRP トレーラをパケットに追加するため、最大伝送ユニット（MTU）サイズが 1500 の一部のスイッチでは、PRP パケットが破棄される可能性があります。すべてのパケットがPRPネットワークを通過できるようにするには、**system mtu 1506** と設定して PRP LAN-A と LAN-B ネットワーク内のスイッチの MTU サイズを 1506 に増やします。
- 監視フレーム VLAN タギングを設定するには、インターフェイスをトランクモードで設定する必要があります。

（注） 監視フレームVLANタグ設定が存在する場合、PRPインターフェイスにアクセスモードを設定できません。監視フレームVLANタギングを使用してPRPインターフェイスにアクセスモードを設定しようとすると、次のメッセージが表示されます。

```
%PRP_MSG-4-PRP_VLANTAG: Warning: Do not configure access
 mode for PRP interfaces with tagged supervision frames.
```

- PRPチャネルには、アクティブな状態で冗長性を維持するために、チャネル内に2つのアクティブポートが設定されている必要があります。
- チャネルグループ内の両方のインターフェイスに、同じ設定が必要です。
- レイヤ 3 の場合は、PRP チャネルインターフェイスで IP アドレスを設定する必要があります。

- PRP が有効になっているインターフェイスでは、LLDP と CDP を無効にする必要があります。
- 特にインターフェイスに media-type sfp がある場合は、PRP が有効になっているインターフェイスで UDLD を無効にする必要があります。
- **spanning-tree bpdufilter enable** コマンドは、prp-channel インターフェイスで必須です。スパニングツリー BPDU フィルタは、すべての入出力 BPDU トラフィックを破棄します。このコマンドは、ネットワーク内に独立したスパニングツリードメイン（ゾーン）を作成するために必要です。
- **spanning-tree portfast edge trunk** コマンドは、prp-channel インターフェイスでは任意ですが、強く推奨されます。これにより、PRP LAN-A および LAN-B のスパニング ツリー コンバージェンス時間が改善されます。
- PRP 統計情報の場合は、**show interface prp-channel** [**1**|**2**] コマンドを使用します。**show interface gi1/0/21** などの物理インターフェイスの show コマンドでは、PRP 統計情報を提供しません。
- Cisco Catalyst IE9300 高耐久性シリーズ スイッチ では、次の例に示すように **int Gi1/0/23** または **int Gi1/0/24** を使用します。

```
switch(config)#int Gi1/0/23
switch(config-if)#shut
%Interface GigabitEthernet1/0/23 is configured in PRP-channel group, shutdown not
permitted!
```

- PRP 機能は、CIP プロトコルを使用して管理できます。PRP では、次の CIP コマンドを使用できます。
  - show cip object prp <*0-2*>
  - show cip object nodetable <*0-2*>

制限事項

- PRP は、IE-9320-26S2C-A、IE-9320-26S2C-E、IE-9320-22S2C4X-A、IE-9320-22S2C4X-E スイッチでのみサポートされます。
- PRP トラフィック負荷は、ギガビット イーサネット インターフェイス チャネルの帯域幅の 90% を超えることはできません。
- 負荷分散はサポートされていません。
- **show prp channel detail** コマンドを入力すると、レイヤタイプ = L3 セクションのプロトコルステータスが誤って表示されます。正しいプロトコルステータスについては、出力の Ports in the group セクションを参照してください。

  次に、Cisco Catalyst IE9300 高耐久性シリーズ スイッチの出力例を示します。

  .

```
show prp channel detail

PRP-channel: PR1
------------
 Layer type = L2
 Ports: 2 Maxports = 2
 Port state = prp-channel is Inuse
 Protocol = Enabled
Ports in the group:
  1) Port: Gi1/0/21
    Logical slot/port = 1/21 Port state = Inuse
 Protocol = Enabled
  2) Port: Gi1/0/22
    Logical slot/port = 1/22 Port state = Inuse
 Protocol = Enabled

PRP-channel: PR2
------------
 Layer type = L2
 Ports: 2 Maxports = 2
 Port state = prp-channel is Inuse
 Protocol = Enabled
Ports in the group:
  1) Port: Gi1/0/23
    Logical slot/port = 1/23 Port state = Inuse
 Protocol = Enabled
  2) Port: Gi1/0/24
    Logical slot/port = 1/24 Port state = Inuse
 Protocol = Enabled
```

- 個々の PRP インターフェイスがダウンしても、**show interface status** でリンクの UP ステータスを引き続き表示します。これは、ポートのステータスが PRP モジュールによって制御されるためです。**show prp channel** コマンドを使用して、リンクのステータスを確認します。これにより、リンクがダウンしているかどうかがわかります。

  次の例は、**show prp channel** コマンドの出力を示しています。

```
show prp channel 2 detail

PRP-channel: PR2
------------
 Layer type = L2
 Ports: 2 Maxports = 2
 Port state = prp-channel is Inuse
 Protocol = Enabled
Ports in the group:
  1) Port: Gi1/0/23
    Logical slot/port = 1/23 Port state = Inuse
 Protocol = Enabled
  2) Port: Gi1/0/24
    Logical slot/port = 1/24 Port state = Inuse
 Protocol = Enabled
```

ノードテーブルと VDAN テーブル

- スイッチは、ノードテーブルで最大512（SAN+DANP）件のエントリをサポートします。
- 静的ノード/VDAN の最大数は 16 です。

- ハッシュの衝突により、MAC アドレスの数が制限される場合があります。ノードテーブルでノードから MAC アドレスを学習するためのリソースが不足している場合、スイッチはデフォルトでそのノードを DAN として扱います。
- リロード後（MAC アドレスが学習される前）、スイッチは、学習前のノードを一時的に DAN として扱い、ノードから入力パケットまたは監視フレームを受信してノードテーブルにエントリを入力するまで、出力パケットを複製します。
- スイッチは、VDAN テーブルで最大 512 件の VDAN エントリをサポートします。VDAN テーブルがいっぱいの場合、スイッチは新しい VDANS の監視フレームを送信できません。

デフォルト設定

デフォルトでは、PRP チャネルは、作成するまでスイッチに存在しません。PRP チャネル （3 ページ）で説明されているように、PRP 用に設定できるインターフェイスは固定されています。

PRP チャネルおよびグループの作成

スイッチで PRP チャネルおよびグループを作成して有効にするには、次の手順に従います。

始める前に

- PRP チャネル （3 ページ）の説明に従って、各スイッチタイプでサポートされている特定のインターフェイスを確認します。
- 前提条件 （11 ページ）と注意事項と制約事項 （11 ページ）を確認してください。
- PRP チャネルを作成する前に、PRP チャネルのメンバーインターフェイスが、FlexLinks、EtherChannel、REP などの冗長プロトコルに参加していないことを確認します。

手順の概要

1. 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。
2. PRP チャネルグループにギガビット イーサネット インターフェイスを 2 つ割り当てます。チャネル 1 の場合は、次のように入力します。
3. （任意）レイヤ 2 トラフィックの場合は、**switchport** と入力します。（デフォルト）：
4. （任意）非トランキングでタグのない、単一の VLAN レイヤ 2（アクセス）インターフェイスを設定します。
5. （任意）ギガビット イーサネット インターフェイスの VLAN を作成します。
6. （任意）スイッチで高精度時間プロトコル（PTP）を無効にします。
7. 冗長チャネルのループ検出を無効にします。
8. 冗長チャネルの UDLD を無効にします。

9. サブインターフェイスモードを開始し、PRP チャネルグループを作成します。
10. PRP チャネルを起動します。
11. PRP インターフェイスを指定し、インターフェイスモードを開始します。
12. prp-channel インターフェイスで bpdufilter を設定します。
13. （任意）LAN-A/B ポートを設定して、FORWARD モードにすばやく移行します。

手順の詳細

ステップ 1 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。

configure terminal

ステップ 2 PRP チャネルグループにギガビット イーサネット インターフェイスを 2 つ割り当てます。チャネル 1 の場合は、次のように入力します。

interface range GigabitEthernet1/1/0/21-22

チャネル 2 の場合は、次のように入力します。

interface range GigabitEthernet21/0/23-24

no interface prp-channel 1|2 コマンドを使用して、定義されたインターフェイスで PRP を無効にし、インターフェイスをシャットダウンします。

（注） Gi1/0/22 インターフェイスの前に Gi1/0/21 インターフェイスを適用する必要があります。シスコでは、**interface range** コマンドを使用することを推奨しています。同様に、PRP チャネル 2 の Gi1/0/24 の前に Gi1/0/23 インターフェイスを適用する必要があります。

ステップ 3 （任意）レイヤ 2 トラフィックの場合は、**switchport** と入力します。（デフォルト）：

switchport

（注） レイヤ 3 トラフィックの場合は、**no switchport** と入力します。

ステップ 4 （任意）非トランキングでタグのない、単一の VLAN レイヤ 2（アクセス）インターフェイスを設定します。

switchport mode access

ステップ 5 （任意）ギガビット イーサネット インターフェイスの VLAN を作成します。

switchport access vlan <*value*>

（注） この手順は、レイヤ 2 トラフィックにのみ必要です。

ステップ 6 （任意）スイッチで高精度時間プロトコル（PTP）を無効にします。

no ptp enable

デフォルトでは PTP が有効になっています。PTP を実行する必要がない場合は、無効にできます。

ステップ 7 冗長チャネルのループ検出を無効にします。

no keepalive

ステップ 8 冗長チャネルの UDLD を無効にします。

udld port disable

ステップ 9 サブインターフェイスモードを開始し、PRP チャネルグループを作成します。

prp-channel-group *prp-channel group*

prp-channel group：1 または 2 の値

ステップ 2 で割り当てた 2 つのインターフェイスがこのチャネルグループに割り当てられます。

このコマンドの **no** 形式はサポートされていません。

ステップ 10 PRP チャネルを起動します。

no shutdown

ステップ 11 PRP インターフェイスを指定し、インターフェイスモードを開始します。

interface prp-channel *prp-channel-number*

prp-channel-number：1 または 2 の値

ステップ 12 prp-channel インターフェイスで bpdufilter を設定します。

spanning-tree bpdufilter enable

スパニングツリー BPDU フィルタは、すべての入力および出力 BPDU トラフィックを破棄します。このコマンドは、ネットワーク内に独立したスパニングツリードメイン（ゾーン）を作成するために必要です。

ステップ 13 （任意）LAN-A/B ポートを設定して、FORWARD モードにすばやく移行します。

spanning-tree portfast edge trunk

この項はオプションですが、強く推奨されます。これにより、PRP RedBox と LAN-A および LAN-B スイッチエッジポートでのスパニング ツリー コンバージェンス時間が改善されます。また、RedBox PRP インターフェイスに直接接続されている LAN_A/LAN_B ポートでこのコマンドを設定することを強くお勧めします。

例

次に、PRPチャネルを作成する方法、PRPチャネルグループを作成する方法、そのグループに 2 つのポートを割り当てる方法の例を示します。

```
switch# configure terminal
switch(config)# interface range GigabitEthernet1/0/21-22
switch(config-if)# no keepalive
switch(config-if)# udld port disable
switch(config-if)# prp-channel-group 1
switch(config-if)# no shutdown
```

```
switch(config-if)# exit
switch(config)# interface prp-channel 1
switch(config)# spanning-tree bpdufilter enable
```

```
switch# configure terminal
switch(config)# interface range GigabitEthernet1/0/21-22
switch(config-if)# switchport
switch(config-if)# switchport mode access
switch(config-if)# switchport access vlan 2
switch(config-if)# no ptp enable
switch(config-if)# no keepalive
switch(config-if)# udld port disable
switch(config-if)# prp-channel-group 1
switch(config-if)# no shutdown
switch(config-if)# exit
switch(config)# interface prp-channel 1
switch(config)# spanning-tree bpdufilter enable
```

次に、レイヤ 3 で設定されたスイッチで PRP チャネルを作成する方法の例を示します。

```
switch# configure terminal
switch(config)# interface range GigabitEthernet1/0/21-22
switch(config-if)# no switchport
switch(config-if)# no ptp enable
switch(config-if)# no keepalive
switch(config-if)# udld port disable
switch(config-if)# prp-channel-group 1
switch(config-if)# no shutdown
switch(config-if)# exit
switch(config)# interface prp-channel 1
switch(config)# spanning-tree bpdufilter enable
switch(config)# ip address 192.0.0.2 255.255.255.0
```

監視フレームの VLAN タギングを使用した PRP チャネルの設定

VLAN タグ付き監視フレームを使用したスイッチで PRP チャネルおよびグループを作成して有効にするには、次の手順に従います。

始める前に

- PRP チャネル （3 ページ）の説明に従って、各スイッチタイプでサポートされている特定のインターフェイスを確認します。
- 前提条件 （11 ページ）と注意事項と制約事項 （11 ページ）を確認してください。
- PRP チャネルを作成する前に、PRP チャネルのメンバーインターフェイスが、FlexLinks、EtherChannel、REP などの冗長プロトコルに参加していないことを確認します。

手順の概要

1. 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。

2. PRP チャネルグループにギガビット イーサネット インターフェイスを 2 つ割り当てます。チャネル 1 の場合は、次のように入力します。
3. インターフェイスが複数の VLAN のトラフィックを伝送できるように、PRP インターフェイスをトランク管理モードに設定します。
4. トランクインターフェイスの許可 VLAN を設定します。
5. （任意）スイッチで高精度時間プロトコル（PTP）を無効にします。
6. 冗長チャネルのループ検出を無効にします。
7. 冗長チャネルの UDLD を無効にします。
8. サブインターフェイスモードを開始し、PRP チャネルグループを作成します。
9. PRP チャネルを起動します。
10. PRP インターフェイスを指定し、インターフェイスモードを開始します。
11. prp-channel インターフェイスで bpdufilter を設定します。
12. 監視フレームの VLAN タグで使用する VLAN ID を設定します。
13. （任意）監視フレームの VLAN タグに設定するサービスクラス（COS）値を設定します。
14. インターフェイスの VLAN タギングを有効にします。
15. （任意）LAN-A/B ポートを設定して、FORWARD モードにすばやく移行します。

手順の詳細

ステップ 1 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。

configure terminal

ステップ 2 PRP チャネルグループにギガビット イーサネット インターフェイスを 2 つ割り当てます。チャネル 1 の場合は、次のように入力します。

interface range {**{GigabitEthernet1/0/21-22}**

チャネル 2 の場合は、次のように入力します。

interface range {**{GigabitEthernet1/0/23-24}**

no interface prp-channel 1|2 コマンドを使用して、定義されたインターフェイスで PRP を無効にし、インターフェイスをシャットダウンします。

（注） Gi1/0/22 インターフェイスの前に Gi1/0/21 インターフェイスを適用する必要があります。シスコでは、**interface range** コマンドを使用することを推奨しています。同様に、PRP チャネル 2 の Gi1/0/24 の前に Gi1/0/23 インターフェイスを適用する必要があります。

ステップ 3 インターフェイスが複数の VLAN のトラフィックを伝送できるように、PRP インターフェイスをトランク管理モードに設定します。

switchport mode trunk

ステップ 4 トランクインターフェイスの許可 VLAN を設定します。

switchport trunk allowed vlan *value*

value：許可される 0 ～ 4095 の VLAN 番号、またはカンマで区切られた VLAN のリスト。

ステップ 5 （任意）スイッチで高精度時間プロトコル（PTP）を無効にします。

no ptp enable

デフォルトでは PTP が有効になっています。PTP を実行する必要がない場合は、無効にできます。

ステップ 6 冗長チャネルのループ検出を無効にします。

no keepalive

ステップ 7 冗長チャネルの UDLD を無効にします。

udld port disable

ステップ 8 サブインターフェイスモードを開始し、PRP チャネルグループを作成します。

prp-channel-group *prp-channel group*

prp-channel group：1 または 2 の値

ステップ 2 で割り当てた 2 つのインターフェイスがこのチャネルグループに割り当てられます。

このコマンドの **no** 形式はサポートされていません。

ステップ 9 PRP チャネルを起動します。

no shutdown

ステップ 10 PRP インターフェイスを指定し、インターフェイスモードを開始します。

interface prp-channel *prp-channel-number*

prp-channel-number：1 または 2 の値

ステップ 11 prp-channel インターフェイスで bpdufilter を設定します。

spanning-tree bpdufilter enable

スパニングツリー BPDU フィルタは、すべての入出力 BPDU トラフィックを破棄します。このコマンドは、ネットワーク内に独立したスパニングツリードメイン（ゾーン）を作成するために必要です。

ステップ 12 監視フレームの VLAN タグで使用する VLAN ID を設定します。

prp channel-group *prp-channel-number* **supervisionFrameOption vlan-id** *value*

prp-channel-number：1 または 2 の値

value：0 ～ 4095 の VLAN 番号

ステップ 13 （任意）監視フレームの VLAN タグに設定するサービスクラス（COS）値を設定します。

prp channel-group *prp-channel-number* **supervisionFrameOption vlan-cos** *value*

value：1 ～ 7 で指定します。デフォルトは 1 です。

ステップ 14 インターフェイスの VLAN タギングを有効にします。

prp channel-group *prp-channel-number* **supervisionFrameOption vlan-tagged** *value*

prp-channel-number：1 または 2 の値

ステップ 15 （任意）LAN-A/B ポートを設定して、FORWARD モードにすばやく移行します。

spanning-tree portfast edge trunk

この項はオプションですが、強く推奨されます。これにより、PRP RedBox と LAN-A および LAN-B スイッチエッジポートでのスパニング ツリー コンバージェンス時間が改善されます。また、RedBox PRP インターフェイスに直接接続されている LAN_A/LAN_B ポートでこのコマンドを設定することを強く推奨します。

例

```
REDBOX1# configure terminal
REDBOX1(config)#int range GigabitEthernet1/0/21-22
REDBOX1(config-if)#switchport mode trunk
REDBOX1(config-if)#switchport trunk allowed vlan 10,20
REDBOX1(config-if)# no ptp enable
REDBOX1(config-if)# no keepalive
REDBOX1(config-if)# udld port disable
REDBOX1(config-if)# no shutdown
REDBOX1(config-if)# prp-channel-group 1
REDBOX1(config-if)# exit
REDBOX1(config)#prp channel-group 1 supervisionFrameOption vlan-tagged
REDBOX1(config)#prp channel-group 1 supervisionFrameOption vlan-id 10
REDBOX1(config)# spanning-tree bpdufilter enable
REDBOX1(config-if)#spanning-tree portfast edge trunk
```

スタティックエントリをノードテーブルと VDAN テーブルに追加

ノードテーブルまたはVDANテーブルにスタティックエントリを追加するには、このセクションの手順に従います。

手順の概要

1. 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。
2. チャネルグループのノードテーブルに追加するMACアドレスを指定し、ノードがDANであるかSAN（LAN-A または LAN-B のいずれかに接続）であるかを指定します。
3. VDAN テーブルに追加する MAC アドレスを指定します。

手順の詳細

ステップ 1 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。

configure terminal

例：

```
switch# configure terminal
switch(config-if)# prp channel-group 1 nodeTableMacaddress 0000.0000.0001 lan-a
```

ステップ 2 チャネルグループのノードテーブルに追加する MAC アドレスを指定し、ノードが DAN であるか SAN（LAN-A または LAN-B のいずれかに接続）であるかを指定します。

prp channel-group *prp-channel group* **nodeTableMacaddress** *mac-address* {dan | lan-a | lan-b}

prp-channel group：1 または 2 の値

mac-address：ノードの MAC アドレス

（注） エントリを削除するには、コマンドの **no** 形式を使用します。

ステップ 3 VDAN テーブルに追加する MAC アドレスを指定します。

prp channel-group *prp-channel group* **vdanTableMacaddress** *mac-address*

prp-channel group：1 または 2 の値

mac-address：ノードまたは VDAN の MAC アドレス

（注） エントリを削除するには、コマンドの **no** 形式を使用します。

すべてのノードテーブルと VDAN テーブルのダイナミックエントリのクリア

手順の概要

1. 次のコマンドを入力して、ノードテーブル内のダイナミックエントリをすべてクリアします。
2. 次のコマンドを入力して、VDANテーブル内のダイナミックエントリをすべてクリアします。

手順の詳細

ステップ 1 次のコマンドを入力して、ノードテーブル内のダイナミックエントリをすべてクリアします。

clear prp node-table [**channel-group** *group*]

ステップ 2 次のコマンドを入力して、VDAN テーブル内のダイナミックエントリをすべてクリアします。

clear prp vdan-table [**channel-group** *group*]

チャネルグループを指定しない場合は、すべての PRP チャネルグループでダイナミックエントリがクリアされます。

（注） **clear prp node-table** コマンドと **clear prp vdan-table** コマンドは、ダイナミックエントリのみをクリアします。スタティックエントリをクリアするには、スタティックエントリをノードテーブルとVDAN テーブルに追加 （20 ページ）に表示される **nodeTableMacaddress** コマンドまたは **vdanTableMacaddress** コマンドの **no** 形式を使用します。

PRP チャネルおよびグループの無効化

手順の概要

1. 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。
2. PRP チャネルを無効にします。
3. インターフェイス モードを終了します。

手順の詳細

ステップ 1 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。

configure terminal

ステップ 2 PRP チャネルを無効にします。

no interface prp-channel *prp-channel-number*

prp-channel-number：1 または 2 の値

ステップ 3 インターフェイス モードを終了します。

exit

Syslog のエラーおよび警告メッセージ

エラーと警告が syslog になるように IE-9320-26S2C-A、IE-9320-26S2C-E、IE-9320-22S2C4X-A、および IE-9320-22S2C4X-E スイッチを設定できます。この設定により、syslog を Simple Network Management Protocol（SNMP）トラップに変換して、適切なアラートとメンテナンスを行うことができます。

次のエラーと警告を、syslog になるように設定できます。

- 不正な LAN ID A

  ポート A で受信した、不正な LAN 識別子を持つフレームの数。

- 不正な LAN ID B

ポート B で受信した、不正な LAN 識別子を持つフレームの数。

- LAN A の警告

  LAN A の PRP ポートに潜在的な問題があります（パケット損失状態/不正な LAN パケット数の増加）。
- LAN B の警告

  LAN B の PRP ポートに潜在的な問題があります（パケット損失状態/不正な LAN パケット数の増加）。
- パケット A のサイズ超過
- パケット B のサイズ超過

手順リストのパラメータは、CLI コマンド **sh prp statistics ingressPacketStatistics** の出力からキャプチャされます。

CLI コマンドを使用して、syslog が生成される間隔を 60 ～ 84,400 秒の範囲で設定します。デフォルトは 300 秒です。詳細については、このガイドのPRP ロギング間隔の設定 （23 ページ）のセクションを参照してください。

PRP ロギング間隔の設定

エラーと警告から PRP syslog を作成するためのロギング間隔を設定するには、次の手順を実行します。デフォルトは 300 秒ですが、60 ～ 84,400 秒の間で値を選択することも可能です。

始める前に

コンフィギュレーション プロンプトで、次のコマンドを入力します。**prp logging-interval *interval_in_seconds***

デフォルトの間隔である 300 秒を選択する場合は、値を入力しないでください。デフォルトの 300 秒以外のロギング間隔を指定する場合は、値を 1 つだけ入力します。

例：

```
cl_2011#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
cl_2011(config)#prp logging-interval 120
```

スイッチは、Syslog のエラーおよび警告メッセージ （22 ページ）セクションに記載されている PRP エラーと警告から syslog を生成します。

例

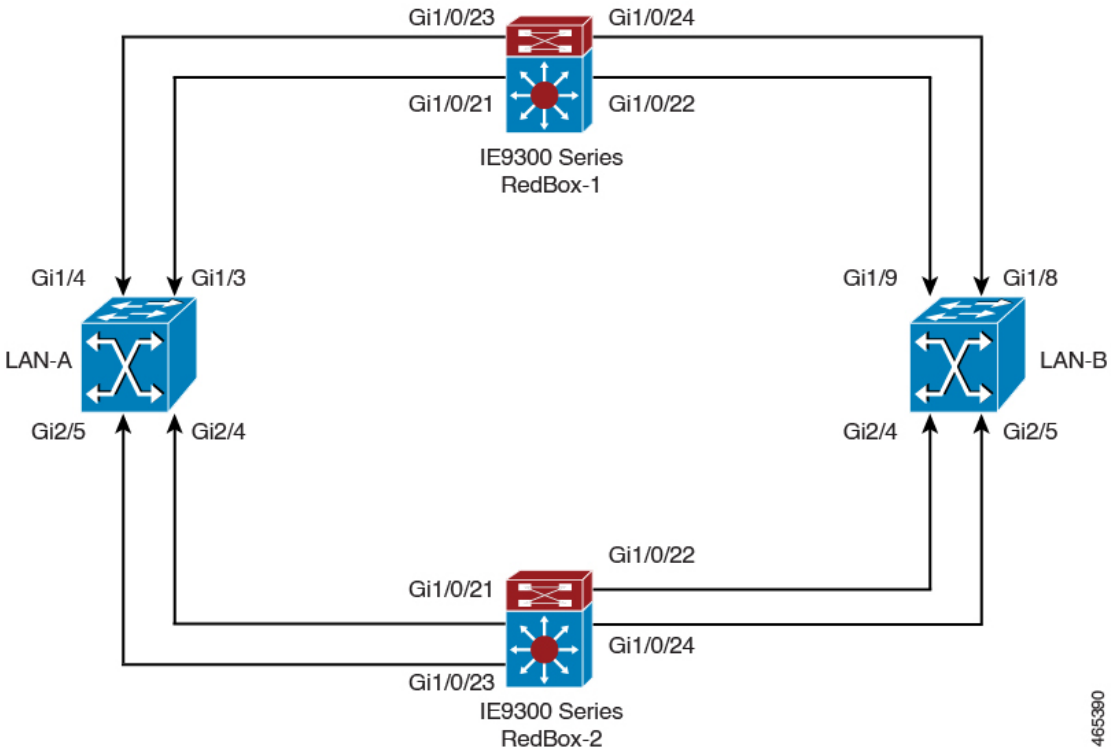
次のテキストは、ロギング間隔を設定した結果の出力例を示しています。

```
*Sep 28 13:18:27.623: %PRP_WRONG_LAN-5-WRONG_LAN: PRP channel 2, LAN A is connected to
LAN B on its peer
```

```
*Sep 28 13:18:27.623: %PRP_WRONG_LAN-5-WRONG_LAN: PRP channel 2, LAN B is connected to
LAN A on its peer
*Sep 28 13:18:27.623: %PRP_WARN_LAN-5-WARN_LAN: PRP channel 2, PRP LAN warning is set
on LAN B
*Sep 28 13:18:27.623: %PRP_OVERSIZE_PKT-5-OVERSIZE_LAN: PRP channel 2, PRP oversize
packet warning is set on LAN A
```

設定例

次の図は、Cisco Catalyst IE9300 高耐久性シリーズ スイッチが動作する可能性のあるネットワーク構成を示しています。この例のコマンドでは、その構成をサポートする機能とスイッチの設定を強調表示しています。



この例では、2 つの LAN（LAN-A と LAN-B）、および 2 つの PRP チャネルを設定します。トポロジ内では、Cisco Catalyst IE9300 高耐久性シリーズ スイッチが RedBox-1 として識別され、もう 1 つの Cisco Catalyst IE9300 高耐久性シリーズ スイッチが RedBox-2 として識別されます。

次に、LAN-A の設定を示します。

```
diagnostic bootup level minimal
!
!
!
spanning-tree mode rapid-pvst
spanning-tree extend system-id
memory free low-watermark processor 88589
!
```

```
!
alarm-profile defaultPort
 alarm not-operating
 syslog not-operating
 notifies not-operating
!
!
!
transceiver type all
 monitoring
vlan internal allocation policy ascending
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
interface GigabitEthernet1/1
 shutdown
!
interface GigabitEthernet1/2
 shutdown
!
interface GigabitEthernet1/3
 shutdown
!
interface GigabitEthernet1/4
 switchport access vlan 25
 switchport mode access
!
interface GigabitEthernet1/5
 switchport access vlan 35
 switchport mode access
!
interface GigabitEthernet1/6
 shutdown
!
interface GigabitEthernet1/7
 shutdown
!
interface GigabitEthernet1/8
 shutdown
!
interface GigabitEthernet1/9
 shutdown
!
interface GigabitEthernet1/10
 shutdown
!
interface AppGigabitEthernet1/1
!
interface GigabitEthernet2/1
 shutdown
!
interface GigabitEthernet2/2
 shutdown
```

```
!
interface GigabitEthernet2/3
 shutdown
!
interface GigabitEthernet2/4
 switchport access vlan 25
 switchport mode access
!
interface GigabitEthernet2/5
 switchport access vlan 35
 switchport mode access
!
interface GigabitEthernet2/6
 shutdown
!
interface GigabitEthernet2/7
 shutdown
!
interface GigabitEthernet2/8
 shutdown
!
interface Vlan1
 no ip address
 shutdown
!
interface Vlan35
 no ip address
!
interface Vlan25
 no ip address
```

LAN-B の設定を次に示します。

```
diagnostic bootup level minimal
!
!
!
spanning-tree mode rapid-pvst
spanning-tree extend system-id
memory free low-watermark processor 88589
!
!
alarm-profile defaultPort
 alarm not-operating
 syslog not-operating
 notifies not-operating
!
!
!
transceiver type all
 monitoring
vlan internal allocation policy ascending
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
```

```
!
!
interface GigabitEthernet1/1
 shutdown
!
interface GigabitEthernet1/2
 shutdown
!
interface GigabitEthernet1/3
 shutdown
!
interface GigabitEthernet1/4
 shutdown
!
interface GigabitEthernet1/5
 shutdown
!
interface GigabitEthernet1/6
 shutdown
!
interface GigabitEthernet1/7
 shutdown
!
interface GigabitEthernet1/8
 switchport access vlan 25
 switchport mode access
 shutdown
!
interface GigabitEthernet1/9
 switchport access vlan 35
 switchport mode access
!
interface GigabitEthernet1/10
 shutdown
!
interface AppGigabitEthernet1/1
!
interface GigabitEthernet2/1
 shutdown
!
interface GigabitEthernet2/2
 shutdown
!
interface GigabitEthernet2/3
 shutdown
!
interface GigabitEthernet2/4
 switchport access vlan 35
 switchport mode access
!
interface GigabitEthernet2/5
 switchport access vlan 25
 switchport mode access
!
interface GigabitEthernet2/6
 shutdown
!
interface GigabitEthernet2/7
 shutdown
!
interface GigabitEthernet2/8
 shutdown
!
interface Vlan1
```

```
 no ip address
 shutdown
!
interface Vlan35
 no ip address
!
interface Vlan25
 no ip address
```

RedBox-1 の設定は次のとおりです。

```
!
!
spanning-tree mode rapid-pvst
no spanning-tree etherchannel guard misconfig
spanning-tree extend system-id
memory free low-watermark processor 88589
!
!
alarm-profile defaultPort
 alarm not-operating
 syslog not-operating
 notifies not-operating
!
prp channel-group 1 supervisionFrameOption vlan-id 35
prp channel-group 1 supervisionFrameTime 25000
prp channel-group 1 supervisionFrameLifeCheckInterval 8500
prp channel-group 1 supervisionFrameRedboxMacaddress 34c0.f9e5.59ba
prp channel-group 2 supervisionFrameOption vlan-id 25
prp channel-group 2 supervisionFrameTime 9834
prp channel-group 2 supervisionFrameLifeCheckInterval 12345
prp channel-group 2 passRCT!
!
transceiver type all
 monitoring
vlan internal allocation policy ascending
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
interface PRP-channel1
 switchport access vlan 35
 switchport mode access
 spanning-tree bpdufilter enable
!
interface PRP-channel2
 switchport access vlan 25
 switchport mode access
 spanning-tree bpdufilter enable
!
interface GigabitEthernet1/0/21
 switchport access vlan 35
 switchport mode access
 no ptp enable
 udld port disable
```

```
 no keepalive
 prp-channel-group 1
 spanning-tree bpdufilter enable
!
interface GigabitEthernet1/0/22
 switchport access vlan 35
 switchport mode access
 no ptp enable
 udld port disable
 no keepalive
 prp-channel-group 1
!
interface GigabitEthernet1/0/23
 switchport access vlan 25
 no ptp enable
 prp-channel-group 2
 spanning-tree bpdufilter enable
!
interface GigabitEthernet1/0/24
switchport access vlan 25
no ptp enable
prp-channel-group 2
spanning-tree bpdufilter enable

!
interface AppGigabitEthernet1/1
!
interface GigabitEthernet1/0/23
 switchport access vlan 25
 switchport modeaccess
 no ptp enable
 udld port disable
 no keepalive
 prp-channel-group 2
 spanning-tree bpdufilter enable
!
interface GigabitEthernet1/0/24
 switchport access vlan 25
 switchport mode access
 no ptp enable
 udld port disable
 no keepalive
 prp-channel-group 2
 spanning-tree bpdufilter enable

!
interface Vlan1
 no ip address
 shutdown
!
interface Vlan35
 ip address 35.35.35.1 255.255.255.0
!
interface Vlan25
 ip address 25.25.25.1 255.255.255.0
!
interface Vlan100
 ip address 15.15.15.149 255.255.255.0
!
ip http server
ip http authentication local
ip http secure-server
ip forward-protocol nd
!
```

```
ip tftp source-interface Vlan100
ip tftp blocksize 8192
!
```

RedBox-2 の設定は次のとおりです。

```
!
spanning-tree mode rapid-pvst
no spanning-tree etherchannel guard misconfig
spanning-tree extend system-id
memory free low-watermark processor 88589
!
!
alarm-profile defaultPort
 alarm not-operating
 syslog not-operating
 notifies not-operating
!
prp channel-group 1 supervisionFrameOption vlan-id 35
prp channel-group 1 supervisionFrameTime 776
prp channel-group 1 supervisionFrameLifeCheckInterval 15000
prp channel-group 1 passRCT
prp channel-group 2 supervisionFrameOption vlan-id 25
prp channel-group 2 supervisionFrameTime 9834
prp channel-group 2 supervisionFrameLifeCheckInterval 12345
prp channel-group 2 passRCT

!
!
!
transceiver type all
 monitoring
vlan internal allocation policy ascending
lldp run
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
interface PRP-channel1
 switchport access vlan 35
 switchport mode access
 spanning-tree bpdufilter enable
!
interface PRP-channel2
 switchport access vlan 25
 switchport mode access
 spanning-tree bpdufilter enable
!
interface GigabitEthernet1/1
 shutdown
!
interface GigabitEthernet1/2
 shutdown
!
```

```
interface GigabitEthernet1/0/21
 switchport access vlan 35
 switchport mode access
 no ptp enable
 udld port disable
 no keepalive
 prp-channel-group 1
 spanning-tree bpdufilter enable
!
interface GigabitEthernet1/0/22
 switchport access vlan 35
 switchport mode access
 no ptp enable
 udld port disable
 no keepalive
 prp-channel-group 1
 spanning-tree bpdufilter enable
!
interface GigabitEthernet1/5
!
interface GigabitEthernet1/6
 description **** tftp connection ****
 switchport access vlan 100
 switchport mode access
 shutdown
!
interface GigabitEthernet1/7
!
interface GigabitEthernet1/8
!
interface GigabitEthernet1/0/23
 description *** PRP 2 channel *****
 switchport access vlan 25
 switchport mode access
 no ptp enable
 no keepalive
 prp-channel-group 2
 spanning-tree bpdufilter enable
!
interface GigabitEthernet1/0/24
 description *** PRP 2 channel *****
 switchport access vlan 25
 switchport mode access
 no ptp enable
 no keepalive
 prp-channel-group 2
 spanning-tree bpdufilter enable
!
interface AppGigabitEthernet1/1
!
interface Vlan1
 no ip address
 shutdown
!
interface Vlan35
 ip address 35.35.35.2 255.255.255.0
!
interface Vlan25
 ip address 25.25.25.2 255.255.255.0
!
interface Vlan100
 ip address 15.15.15.169 255.255.255.0
!
ip http server
```

```
ip http authentication local
ip http secure-server
ip forward-protocol nd
!
ip tftp source-interface Vlan100
ip tftp blocksize 8192
!
!
!
```

VLAN タギングの例

次に、監視フレームの VLAN タギング用に設定された PRP チャネルインターフェイスを使用するスイッチの設定例を示します。

```
PRP_IE9300#sh running-config
Building configuration...

Current configuration : 8171 bytes
!
! Last configuration change at 05:19:31 PST Mon Mar 22 2021
!
version 17.5
service timestamps debug datetime msec localtime show-timezone
service timestamps log datetime msec localtime show-timezone
service call-home
no platform punt-keepalive disable-kernel-core
no platform punt-keepalive settings
no platform bridge-security all
!
hostname PRP_IE9300
!
!
no logging console
enable password Cisco123
!
no aaa new-model
clock timezone PST -8 0
rep bpduleak
ptp mode e2etransparent
!
!
!
!
!
!
!
ip dhcp pool webuidhcp
   cip instance 1
!
!
!
login on-success log
!
!
!
crypto pki trustpoint SLA-TrustPoint
 enrollment pkcs12
 revocation-check crl
!
crypto pki trustpoint TP-self-signed-559094202
 enrollment selfsigned
 subject-name cn=IOS-Self-Signed-Certificate-559094202
```

```
 revocation-check none
 rsakeypair TP-self-signed-559094202
!
!
!
diagnostic bootup level minimal
!
!
!
spanning-tree mode rapid-pvst
no spanning-tree etherchannel guard misconfig
spanning-tree extend system-id
memory free low-watermark processor 89983
!
!
alarm-profile defaultPort
 alarm not-operating
 syslog not-operating
 notifies not-operating
!
prp channel-group 1 supervisionFrameOption vlan-tagged
prp channel-group 1 supervisionFrameOption vlan-id 30
prp channel-group 1 supervisionFrameTime 500
prp channel-group 1 supervisionFrameLifeCheckInterval 24907
prp channel-group 1 supervisionFrameRedboxMacaddress ecce.13eb.71a2
prp channel-group 2 supervisionFrameOption vlan-tagged
prp channel-group 2 supervisionFrameOption vlan-id 40
prp channel-group 2 supervisionFrameTime 0
prp channel-group 2 supervisionFrameLifeCheckInterval 0
prp channel-group 2 supervisionFrameRedboxMacaddress f8b7.e2e5.c1f9
!
!
!
transceiver type all
 monitoring
vlan internal allocation policy ascending
lldp run
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
interface PRP-channel1
 switchport mode trunk
 switchport trunk allowed vlan 30,40

 spanning-tree bpdufilter enable
!
interface PRP-channel2
 switchport mode trunk
 switchport trunk allowed vlan 30,40
 no keepalive
 spanning-tree bpdufilter enable
!
interface GigabitEthernet1/0/21
```

```
 switchport mode trunk
 switchport trunk allowed vlan 30,40
 no ptp enable
 udld port disable
 no keepalive
 prp-channel-group 1
 spanning-tree bpdufilter enable
!
interface GigabitEthernet1/0/22
 switchport mode trunk
 switchport trunk allowed vlan 30,40
 no ptp enable
 udld port disable
 no keepalive
 prp-channel-group 1
 spanning-tree bpdufilter enable

!
interface AppGigabitEthernet1/1
!
interface GigabitEthernet1/0/23
 switchport mode trunk
 switchport trunk allowed vlan 30,40
 no ptp enable
 udld port disable
 no keepalive
 prp-channel-group 2
 spanning-tree bpdufilter enable
!
interface GigabitEthernet1/0/24
 switchport mode trunk
 switchport trunk allowed vlan 30,40
 no ptp enable
 udld port disable
 no keepalive
 prp-channel-group 2
 spanning-tree bpdufilter enable
!
interface Vlan1
 no ip address
 shutdown
!
interface Vlan30
 ip address 30.30.30.1 255.255.255.0
!
interface Vlan40
 ip address 40.40.40.1 255.255.255.0
!
interface Vlan197
 ip address 9.4.197.30 255.255.255.0
!
ip http server
ip http authentication local
ip http secure-server
ip forward-protocol nd
!
ip tftp source-interface Vlan197
ip tftp blocksize 8192
!
!
!
!
!
!
```

```
control-plane
!
!
line con 0
 exec-timeout 0 0
 stopbits 1
line aux 0
line vty 0 4
 login
 transport input ssh
line vty 5 15
 login
 transport input ssh
!
call-home
 ! If contact email address in call-home is configured as sch-smart-licensing@cisco.com
 ! the email address configured in Cisco Smart License Portal will be used as contact
email address to send SCH notifications.
 contact-email-addr sch-smart-licensing@cisco.com
 profile "CiscoTAC-1"
  active
  destination transport-method http
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
end

PRP_IE9300#
```

設定の確認

ここでは、PRPの設定を確認するために使用できるコマンドと、それらのコマンドの例を示します。

コマンド	目的
show prp channel {**1** | **2** [**detail** | **status** | **summary**] | **detail** | **status** | **summary**}	指定した PRP チャネルに対する設定の詳細を表示します。
show prp control {**VdanTableInfo** | **ptpLanOption** | **ptpProfile** | **supervisionFrameLifeCheckInterval** | **supervisionFrameOption** | **supervisionFrameRedboxMacaddress** | **supervisionFrameTime**}	PRPの制御情報、VDANテーブル、および監視フレームに関する情報を表示します。
show prp node-table [**channel-group** <**group**> | **detail**]	PRPノードテーブルを表示します。

コマンド	目的
show prp statistics {**egressPacketStatistics** | **ingressPacketStatistics** | **nodeTableStatistics** | **pauseFrameStatistics** | **ptpPacketStatistics**}	PRP コンポーネントの統計情報を表示します。
show prp vdan-table [**channel-group** <**group**> | **detail**]	PRP VDAN テーブルを表示します。
show interface prp-channel {**1** | **2**}	PRP メンバーのインターフェイスに関する情報を表示します。

（注） カウンタ情報は誤解を招く可能性があるため、これらのインターフェイスが PRP チャネルメンバーである場合は、**show interface G1/0/21** コマンドまたは **show interface G1/0/22** コマンドを使用して PRP 統計情報を読み取らないでください。代わりに、**show interface prp-channel** [**1** | **2**] コマンドを使用します。

次の例は、PRP チャネルのインターフェイスの 1 つがダウンしている場合の、**show prp channel** の出力を示しています。

```
show prp channel 2 detail
PRP-channel: PR2
------------
Layer type = L2
Ports: 2 Maxports = 2
Port state = prp-channel is Inuse
Protocol = Enabled
Ports in the group:
1) Port: Gi1/0/23
Logical slot/port = 1/0/23 Port state = Inuse
Protocol = Enabled
2) Port: Gi1/0/24
Logical slot/port = 1/0/24 Port state = Not-Inuse (link down)
Protocol = Enabled
```

次に、PRP ノードテーブルおよび PRP VDAN テーブルを表示する方法の例を示します。

```
Switch#show prp node-table
PRP Channel 1 Node Table
==================================
   Mac Address   Type  Dyn   TTL
---------------- ----- --- -------
 B0AA.7786.6781  lan-a  Y     59
 F454.3317.DC91  dan    Y     60
==================================
Channel 1 Total Entries: 2
Switch#show prp vdan-table
PRP Channel 1 VDAN Table
============================
   Mac Address   Dyn   TTL
---------------- --- -------
 F44E.05B4.9C81   Y     60
============================
Channel 1 Total Entries: 1
```

次に、PRP チャネルに VLAN タギングを追加した場合と追加しない場合の、**show prp control supervisionFrameOption** コマンドの出力例を示します。`VLAN value` フィールドの 1 は VLAN タギングが有効であることを意味し、値 0 は VLAN タギングが無効であることを意味します。

```
REDBOX1#show prp control supervisionFrameoption
 PRP channel-group 1 Super Frame Option
  COS value is 7
  CFI value is 0
  VLAN value is 1
  MacDA value is 200
  VLAN id value is 30
PRP channel-group 2 Super Frame Option
  COS value is 0
  CFI value is 0
  VLAN value is 0
  MacDA value is 0
  VLAN id value is 0

REDBOX1#
```

次に、エラーと警告が syslog になるようにスイッチが設定されているかどうかを判断するコマンドの例を示します。

```
switch #sh prp control logging-interval
 PRP syslog logging interval is not configured
```

次に、ロギング間隔をデフォルトの 300 秒に設定するコマンドの例を示します。

```
switch #conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
switch(config)#prp logging-interval
switch(config)#do sh prp control logging-interval
 PRP syslog logging interval is 300 in seconds
```

次に、ロギング間隔を 600 秒に設定するコマンドの例を示します。

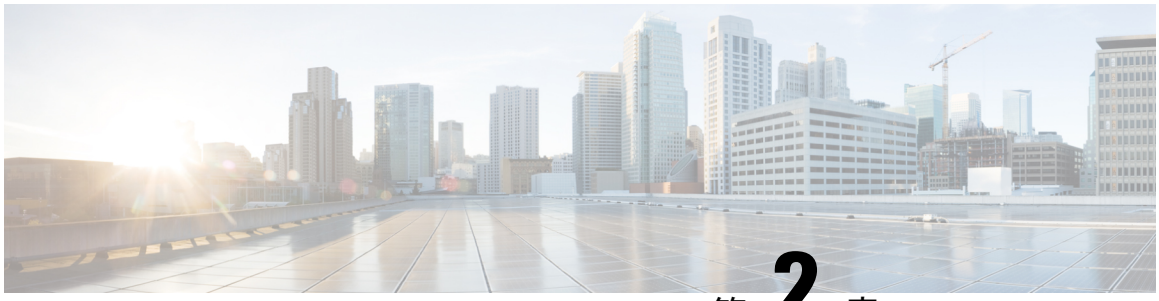
```
switch(config)#prp logging-interval 600
 PRP syslog logging interval is 600 in seconds

switch(config)#
```

関連資料

リリースノート、インストール手順、およびコンフィギュレーション ガイドを含むその他ドキュメントは、cisco.com の『Cisco Catalyst IE9300 Rugged Series Switches』ページで入手できます。

機能の履歴

リリース	機能名	機能情報
Cisco IOS XE Dublin 17.12.1	Parallel Redundancy Protocol	この機能は、Cisco Catalyst IE9300 高耐久性シリーズ スイッチ の IE-9320-22S2C4X-A および IE-9320-22S2C4X-E で使用可能になりました。
	PRP を介した PTP	この機能は、Cisco Catalyst IE9300 高耐久性シリーズ スイッチ の IE-9320-22S2C4X-A および IE-9320-22S2C4X-E で使用可能になりました。
Cisco IOS XE Cupertino 17.9.1	PRP を介した PTP	この機能は、Cisco Catalyst IE9300 高耐久性シリーズ スイッチ の IE-9320-26S2C-A および IE-9320-26S2C-E で使用可能になりました。
Cisco IOS XE Cupertino 17.7.1	Parallel Redundancy Protocol	この機能は、Cisco Catalyst IE9300 高耐久性シリーズ スイッチ の IE-9320-26S2C-A および IE-9320-26S2C-E で使用可能になりました。



第 2 章

PRP を介した PTP

PRP を介した PTP

高精度時間プロトコル（PTP）は、並列冗長プロトコル（PRP）を介して Cisco Catalyst IE9300 高耐久性シリーズ スイッチ で動作できます。この機能は、Cisco IOS XE Cupertino 17.9.1 以降の IE-9320-26S2C-A および IE-9320-26S2C-E スイッチでサポートされています。これは、Cisco IOS XE Dublin 17.12.1 以降の IE-9320-22S2C4X-A および IE-9320-22S2C4X-E スイッチでサポートされています。

PRP は、冗長性により高可用性を PTP に提供します。PTP の説明については、Cisco.com の『Precision Time Protocol Configuration Guide, Cisco Catalyst IE9300 Rugged Series Switches』を参照してください。

2 つの独立した経路を介した並列伝送による冗長性を実現する PRP 方式は、他の通信とは異なり、PTP では機能しません。ひとつのフレームに生じる遅延は 2 つの LAN で同じではなく、一部のフレームは LAN を通過する際にトランスペアレントクロック（TC）で変更されます。デュアル接続ノード（DAN）は、送信元が同じであっても、両方のポートから同じ PTP メッセージを受信しません。具体的には次のとおりです。

- Sync/Follow_Up メッセージは、補正フィールドを調整するために TC によって変更されます。
- LAN に存在する境界クロック（BC）は PRP に対応しておらず、冗長制御トレーラ（RCT）が付加されていない独自のアナウンスおよび同期フレームを生成します。
- 2 ステップのクロックごとに Follow_Up フレームが生成され、RCT は伝送されません。

PRP を介した PTP

- TC は PRP に対応しておらず、ペイロードの後に続くメッセージ部分である RCT を転送する義務を負いません。

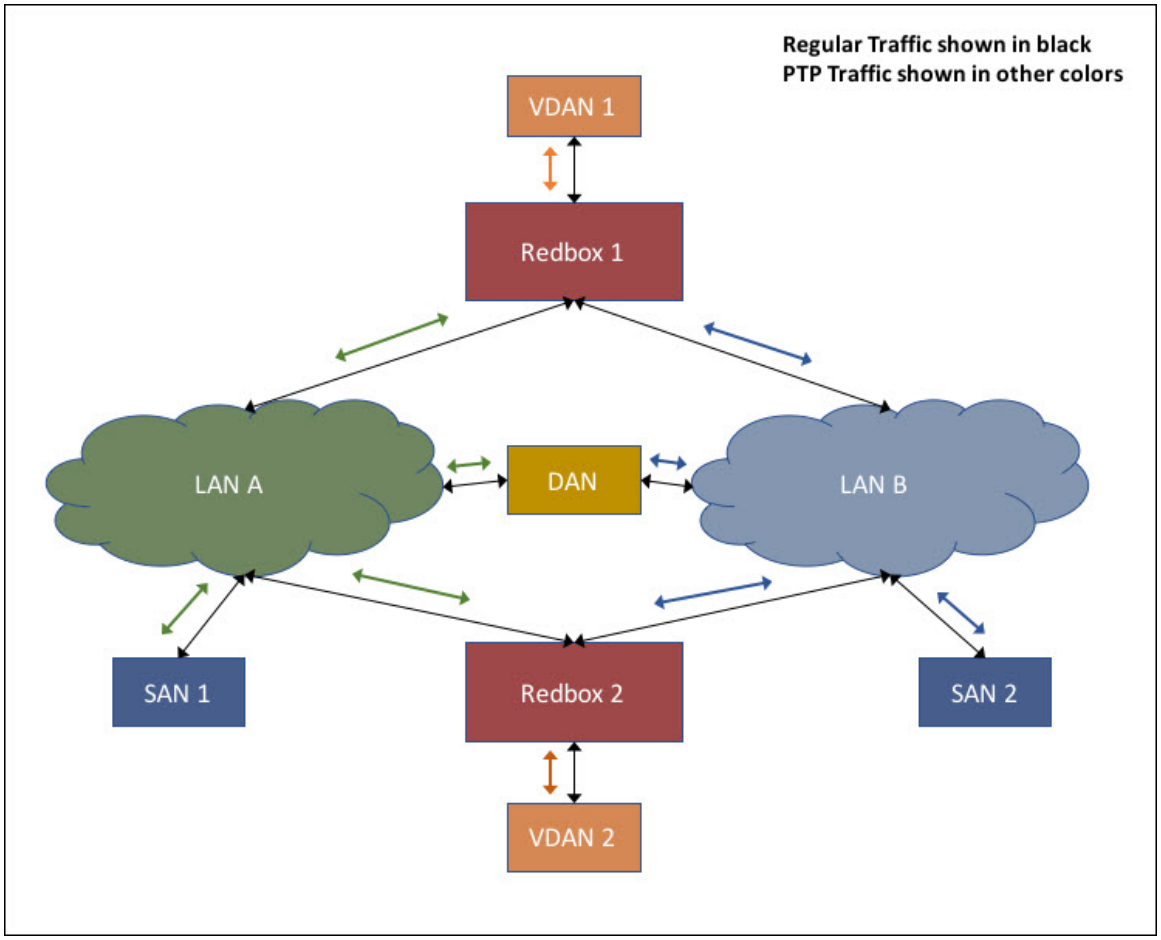
LAN-A および LAN-B を介した PTP をサポートする前は、PTP トラフィックは上記の PTP および並列伝送の問題を回避するために、LAN-A でのみ許可されていました。ただし、LAN-A が停止すると、PTP 同期は失われていました。基礎となる PRP インフラストラクチャによって提供される冗長性の利点を PTP で活用できるようにするため、PRP ネットワーク上の PTP パケットは他のタイプのトラフィックとは異なる方法で処理されます。

PRP を介した PTP 機能の実装は、IEC 62439-3:2016『Industrial communication networks - High availability automation networks - Part 3: Parallel Redundancy Protocol (PRP) and High-availability Seamless Redundancy (HSR)』に詳細が示されている PRP を介した PTP の動作に基づきます。このアプローチでは、PTP パケットに RCT を付加せず、PTP パケットの PRP 重複/廃棄ロジックをバイパスすることで、上記の問題を解決します。

PRP を介した PTP のパケットフロー

次の図は、PRP を介した PTP の動作を示しています。

図 *2: PRP* を介した *PTP* のパケットフロー



PRP を介した PTP

この図では、VDAN 1 がグランドマスタークロック（GMC）です。デュアル接続デバイスは、両方の PRP ポートを介して PTP 同期情報を受信します。LAN-A ポートと LAN-B ポートは、GMC と同期された異なる仮想クロックを使用します。ただし、ローカルクロック（図では VDAN 2）を同期するために使用されるポート（図では時刻受信者）は 1 つだけです。LAN-A ポートが時刻受信者の場合、LAN-A ポートの仮想クロックが VDAN-2 の同期に使用されます。もう一方の PRP ポートである LAN-B は、PASSIVE と呼ばれます。LAN-B ポートの仮想クロックは引き続き同じ GMC に同期されますが、VDAN 2 の同期には使用されません。

LAN-A がダウンすると、LAN-B が時刻受信者の役割を引き継ぎ、RedBox 2 のローカルクロック同期を継続するために使用されます。RedBox 2 に接続された VDAN 2 は、以前と同様に RedBox 2 から PTP 同期の受信を継続します。同様に、図に示されているすべての DAN、VDAN、および RedBox も引き続き同期されます。SAN は冗長性を備えていません。この例では、LAN-A がダウンすると、SAN 1 は同期を失います。

この変更により、VDAN 2 は、LAN-A ポートの仮想クロックと LAN-B ポートの仮想クロックの間のオフセットが原因で、そのクロックに瞬間的な同期のずれが発生する場合があります。両方のクロックが同じ GMC に同期されているため、同期のずれはせいぜい数マイクロ秒です。このずれは、LAN-A ポートが時刻受信者に戻り、LAN-B ポートが PASSIVE になるときにも発生します。

（注） シスコは、従来のマスター/スレーブの命名法から移行しています。このドキュメントでは、代わりにグランドマスタークロック（GMC）または時刻源と時刻受信者という用語が使用されます。製品ソフトウェアのユーザーインターフェイスにハードコードされている言語、RFP のドキュメントに基づいて使用されている言語、または参照されているサードパーティ製品で使用されている言語によりドキュメントに例外が存在する場合があります。

サポートされる GMC の場所

GMC は、PRP を介した PTP のトポロジに次のいずれかのように配置できます。

- LAN A と LAN B の両方に接続されている RedBox（たとえば、前の図の RedBox 1）。
- VDAN（たとえば、前の図の VDAN 1）。
- DAN（たとえば、前の図の DAN）。

LAN-A または LAN-B 内のデバイスだけしか GMC と同期されないため、GMC は SAN として LAN-A または LAN-B に接続することはできません。

設定

PRP を介した PTP では、通常 PTP と PRP を個別に設定する方法以上の設定は必要ありません。また、この機能用に追加されたユーザーインターフェイスはありません。違いは、PRP を介した PTP 機能が登場する以前は、PTP が LAN-A 上でのみ機能していたことです。これが現在は両方の LAN で機能するようになりました。PRP を介した PTP を実装する前に、「注意事項と制約事項」を参照してください。

ネットワークに PRP を介した PTP を実装するためのワークフローの概要は次のとおりです。

1. PRP RedBox の場所を確認するには、このガイドの「PRP RedBox のタイプ」セクションを参照してください。PTP のモードとプロファイルに関する説明については、Cisco.com の『Precision Time Protocol Configuration Guide, Cisco Catalyst IE9300 Rugged Series Switches』を参照してください。
2. ステップ 1 で決定した PTP プロファイルを基に、Cisco.com の『Precision Time Protocol Configuration Guide, Cisco Catalyst IE9300 Rugged Series Switches』の説明に従って PTP を設定します。
3. 「PRP チャネルとグループの作成」の説明に従って、PRP を設定します。

（注） IE-9320-26S2C-A、IE-9320-26S2C-E、IE-9320-22S2C4X-A、および IE-9320-22S2C4X-E の各スイッチには、次の 4 つの PRP 対応ポートがあります。

- Gi1/0/21 および Gi1/0/22：PRP チャネル 1 に対応。
- Gi1/0/23 および Gi1/0/24：PRP チャネル 2 に対応。

サポートされる PTP のプロファイルとクロックモード

次の表に、さまざまな PTP のプロファイルとクロックモードに対する PRP を介した PTP サポートの概要を示します。サポートされていない PTP のプロファイルとクロックモードの組み合わせでは、PTP トラフィックが LAN-A のみを通過します。LAN-A は、番号の小さいインターフェイスです。PRP のインターフェイス番号については、「PRP チャネル」を参照してください。

PTP プロファイル	クロックモード	サポートの有無	IEC 62439-3 に準拠した PRP RedBox タイプ
エンドツーエンドの遅延要求/応答を示す Default プロファイル	BC	対応	E2E を使用するダブル接続 BC（DABC）としての PRP RedBox
	E2E TC	未対応	E2E を使用するダブル接続 TC（DATC）としての PRP RedBox
Power プロファイル	BC	対応	P2P を使用するダブル接続 BC（DABC）としての PRP RedBox
	P2P TC	対応	P2P を使用するダブル接続 TC（DATC）としての PRP RedBox

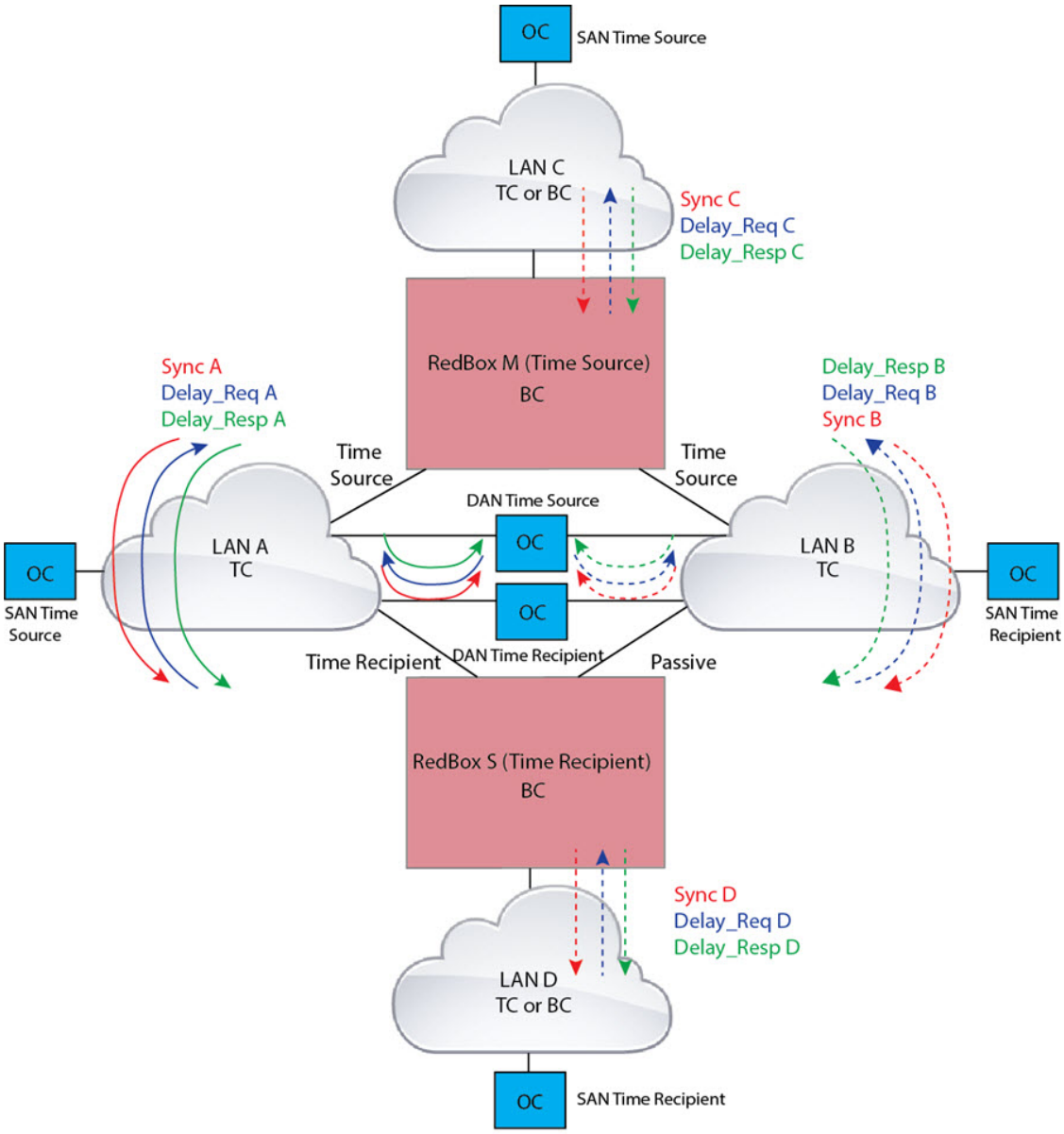
PRP RedBox のタイプ

スイッチは、PRP ネットワークで RedBox の役割を果たします。このセクションでは、IEC 62439-3 で定義されているように、PRP を介した PTP でサポートされる PRP RedBox のタイプについて説明します。

E2E を使用するダブル接続 BC（DABC）としての PRP RedBox

以下に示す設定では、2 つの RedBox（M と S など）が、エンドツーエンドの遅延測定メカニズムと IEEE1588v2 の Default プロファイルを使用する境界クロック（BC）として設定されています。RedBox M のベスト マスター クロック アルゴリズム（BMCA）で、時刻源に接続するポート A とポート B を決定します。Redbox M で実行されている PTP プロトコルは、ポート A と B の両方を時刻源ポートとして個別に扱い、両方のポートから同期メッセージや Follow_Up メッセージを個別に送信します。

図 *3 : E2E* を使用する *DABC* としての *PRP Redbox*



Redbox S では、通常の BMCA 操作でポート A を時刻受信者、ポート B を PASSIVE に決定します。ただし、ポート A と B が同じ PRP チャネルの一部であることが判明した場合は、ポート B が強制的に PASSIVE_SLAVE 状態になります。Redbox S のポート A とポート B の動作は、次のとおりです。

- ポート A は、通常の受信者ポートとして機能します。エンドツーエンドの遅延測定メカニズムを使用して、時刻源からの遅延とオフセットを計算します。計算された遅延とオフセットを使用して、ローカルクロックを同期します。

- ポート B は PASSIVE_SLAVE 状態です。エンドツーエンドの遅延測定メカニズムを使用して、時刻源からの遅延とオフセットを計算します。

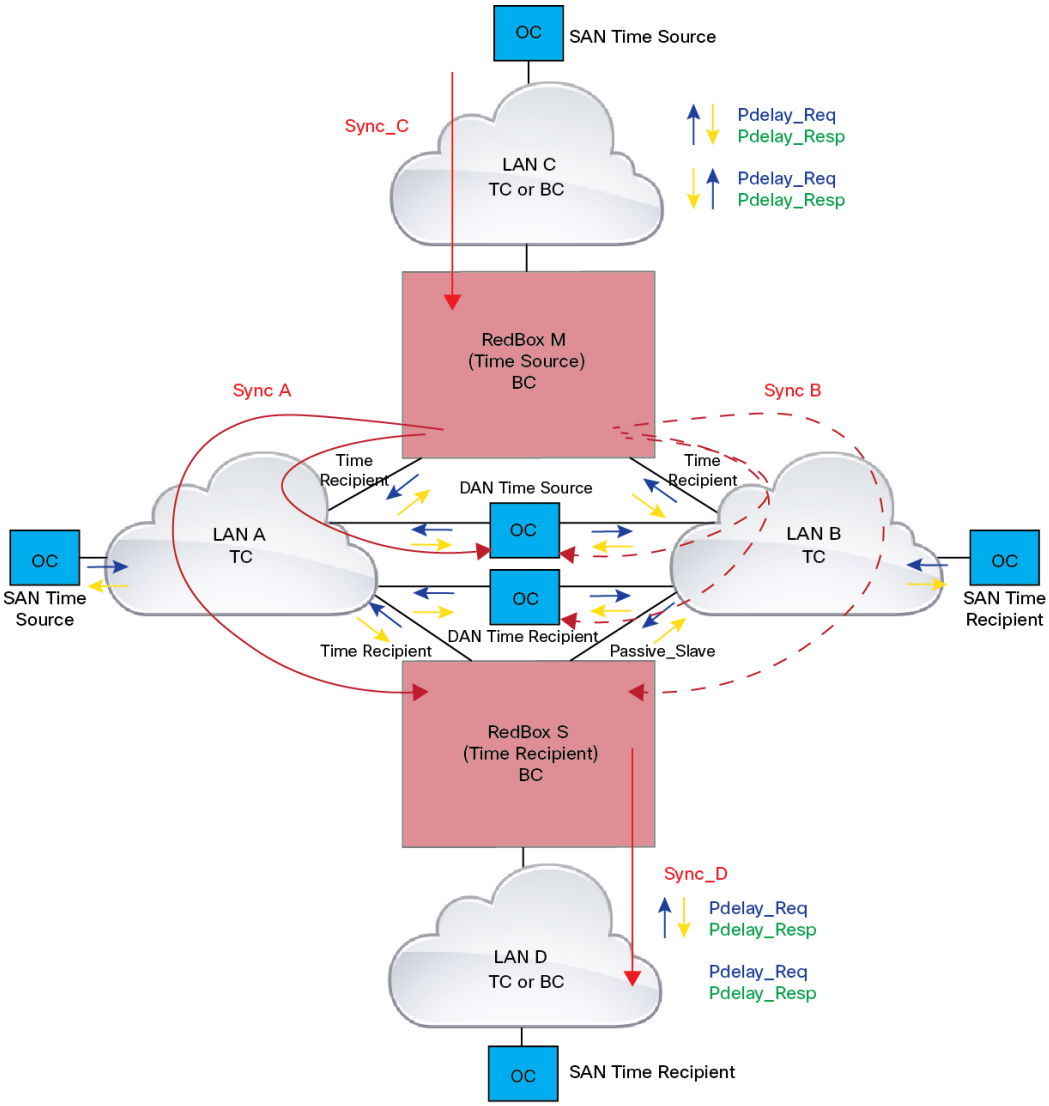
  これは、計算された遅延とオフセットを維持しますが、ローカルクロックの操作を実行しないという意味でパッシブです。遅延とオフセットの情報をすぐに利用できるようにすることで、ポートAで時刻源への接続が失われた場合に、その役割を時刻受信者に円滑に変更できます。

P2P を使用するダブル接続 BC（DABC）としての PRP RedBox

次の図は、Redbox M と Redbox S がピアツーピア（P2P）遅延測定メカニズムを使用する境界クロックとしてPowerプロファイルで実行するように設定されている例を示しています。この例で、GMC はLAN C を介して接続された通常のクロックです。すべてのクロックがピアツーピア遅延測定を実行するように設定され、ピア遅延は図に示すすべてのリンクで定期的に計算および維持されます。

Redbox M の BMCA は、時刻源に接続するポート A と B を決定します。Redbox M で実行されているPTPプロトコルは、ポートAとBの両方を時刻源ポートとして個別に扱い、両方のポートから同期メッセージや Follow_Up メッセージを個別に送信します。

図 *4 : P2P* を使用する *DABC* としての *PRP Redbox*



Redbox S では、通常の BMCA 操作でポート A を時刻受信者、ポート B を PASSIVE に決定します。ただし、ポート A と B が同じ PRP チャネルの一部であることが判明した場合は、ポート B が強制的に PASSIVE_SLAVE 状態になります。Redbox S のポート A とポート B の動作は、次のとおりです。

- ポート A は、通常の受信者ポートとして機能します。同期および Follow_Up メッセージとその補正フィールドを使用して、時刻源からの遅延とオフセットを計算し、ローカルクロックを同期します（E2E BC とは異なり、Delay_Req メッセージを生成する必要はありません。これは、PTP 経路に沿ったすべてのリンク遅延と滞留時間が、Follow_Up メッセージの補正フィールドに蓄積されるためです）。

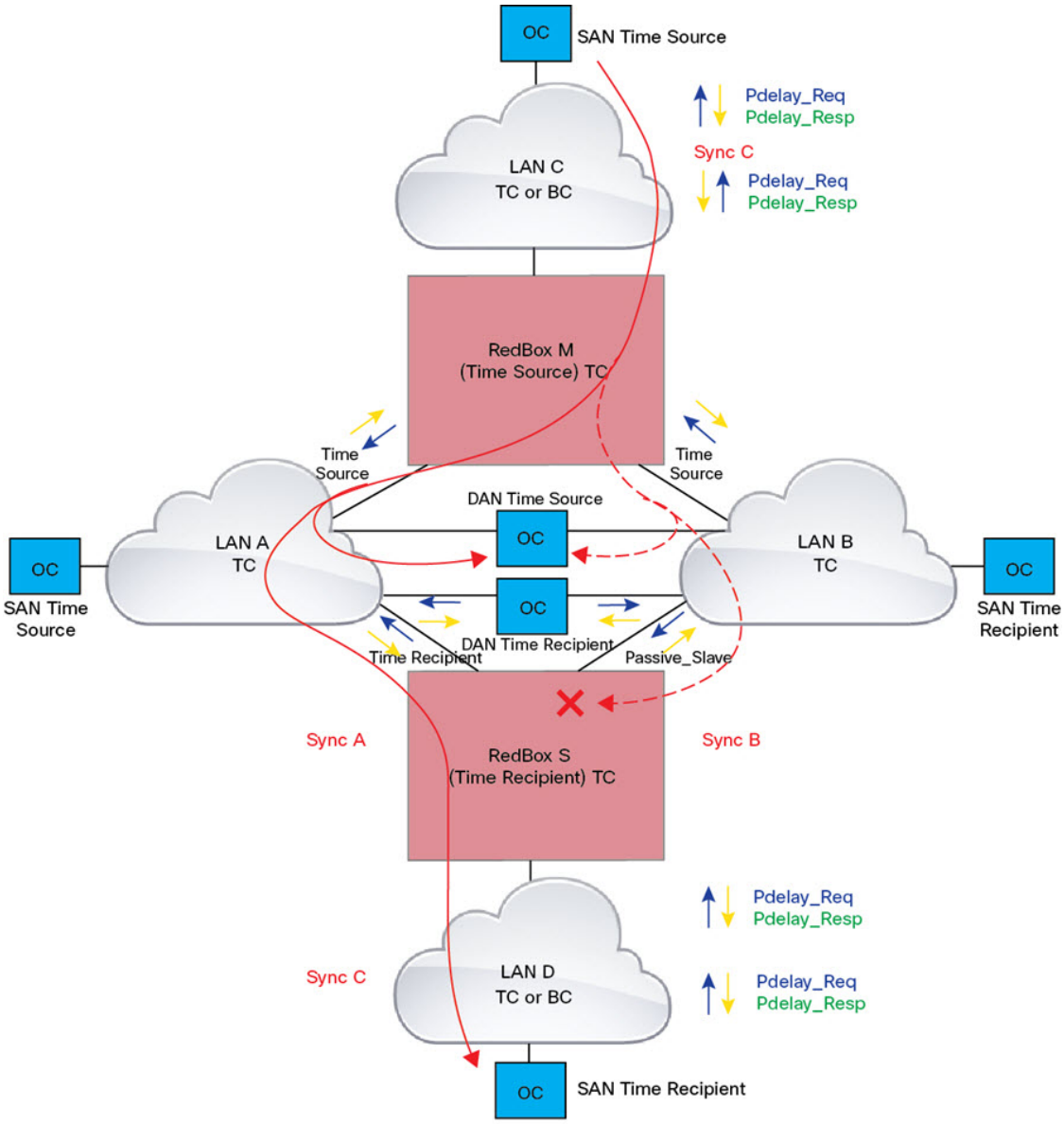
- ポート B は PASSIVE_SLAVE 状態です。ポート A と同様に時刻源からの遅延とオフセットを維持しますが、ローカルクロックに対する操作は実行しません。すべての同期情報を使用できるようにすることで、ポート A が GM との通信を失った場合に、新しい時刻受信者として円滑に引き継ぐことができます。

P2P を使用するダブル接続 TC（DATC）としての PRP RedBox

次の図は、Redbox M と Redbox S が Power プロファイルモードでトランスペアレントクロックとして動作するように設定されている例を示しています。この例で、GMC は LAN C を介して接続された通常のクロックです。すべてのクロックがピアツーピア遅延測定を実行するように設定され、ピア遅延は図に示すすべてのリンクで定期的に計算および維持されます。

P2P TC で BMCA を実行する必要はありませんが、Redbox M と Redbox S では BMCA を実行します。Redbox M の BMCA で、時刻源に接続するポート A と B を決定します。Redbox M は、ポート C で受信したすべての同期メッセージと Follow_Up メッセージをポート A と B に転送します。

図 *5 : P2P* を使用する *DATC* としての *PRP Redbox*



Redbox S では、前述のようにポート A を時刻受信者に、ポート B を PASSIVE_SLAVE に決定します。Redbox S のポート A とポート B の動作は、次のとおりです。

- ポート A は、通常の受信者ポートとして機能します。同期および Follow_Up メッセージとその補正フィールドを使用して、時刻源からの遅延とオフセットを計算し、ローカルクロックを同期します（E2E BC とは異なり、Delay_Req メッセージを生成する必要はありません。これは、PTP 経路に沿ったすべてのリンク遅延と滞留時間が、Follow_Up メッセージの補正フィールドに蓄積されるためです）。

- ポート A と同様に、ポート B は時刻源からの遅延とオフセットを維持しますが、ローカルクロックに対する操作は実行しません。すべての同期情報を使用できるようにすることで、ポート A が GMC との通信を失った場合に、新しい時刻受信者として円滑に引き継ぐことができます。

LAN-A および LAN-B の障害検出と処理

LAN-A と LAN-B の障害は、「PRP RedBox のタイプ」で説明されているすべての RedBox タイプに対して同じ方法で検出および処理されます。

P2P を使用する DATC としての PRP RedBox と LAN C の SAN としての GMC に示されている例を使用すると、PTP に関連する LAN-A または LAN-B の障害は、次の理由で発生する可能性があります。

- LAN 内のデバイスがダウンした。
- LAN 内のリンクがダウンし、接続が失われた。
- PTP メッセージが LAN 内で破棄された。

これらのイベントにより、RedBox S で PTP アナウンス受信タイムアウトが発生し、BMCA 計算が開始されます。アナウンス受信タイムアウトの詳細については、IEEE 1588v2 規格のセクション 7.7.3.1 を参照してください。

BMCA は、呼び出されると、PASSIVE_SLAVE ポートの状態を時刻受信者に変更し、時刻受信者を PASSIVE_SLAVE または PASSIVE または FAULTY に変更します。2 つの時刻受信者ポートまたは 2 つの PASSIVE_SLAVE ポートがある一時的なケースを回避するため、状態の変更は不可分操作で行われます。

RedBox S が、新しい時刻受信者ポートを介して GMC に同期されるようになりました。同期の変更は、2 つの LAN で PTP パケットにより発生する遅延が大きく異なる場合や、LAN に非 PTP デバイスがある場合を除き、迅速かつ円滑に行う必要があります。

LAN D の SAN 時刻受信者も、RedBox S でのタイミングの変更を確認し、新しいクロックに統合する必要があります。これは、このクロックの GMC 変更イベントに似ていますが、前述のように、変更は通常円滑に行われます。

PRP を介した PTP の CLI コマンド

スイッチで PRP を介した PTP を有効にしている場合は、特定の **show** CLI コマンドを使用して、PRP に固有の PTP クロックデータを表示できます。

PTP に固有の CLI コマンドの詳細については、『Precision Time Protocol Configuration Guide, Cisco Catalyst IE9300 Rugged Series Switches』を参照してください。このガイドには、PRP に固有の CLI コマンドに関する情報が記載されています。

show ptp clock running

show ptp clock running コマンドは、実行中の PTP クロックの概要とそのポートに関する情報を表示します。コマンドを使用して、境界クロックが PHASE_ALIGNED（クロックがグランドマスタークロックと同期されている）であることを確認します。また、1 つのポートが Slave 状態で、もう 1 つのポートが Passive Slave 状態であることを確認します。

```
RedBox2#show ptp clock running
                    PTP Boundary Clock [Domain 0]  [Profile: default]
        State          Ports          Pkts sent      Pkts rcvd      Redundancy Mode
        PHASE_ALIGNED   2              168704         150444         Hot standby
                                PORT SUMMARY
                                                                        PTP Master
Name     Tx Mode      Role         Transport    State           Sessions     Port Addr
dyn1     mcast        negotiated   Ethernet     Slave           1            UNKNOWN
dyn2     mcast        negotiated   Ethernet     Passive Slave   1            UNKNOWN
```

show prp channel detail

両方のポートチャネルに関する詳細情報を表示するには、**show ptp channel detail** コマンドを使用します。Gi1/0/21 と Gi1/0/22 が Inuse 状態であることを確認します。

```
RedBox2#show prp channel detail
               PRP-channel listing:
               --------------------
PRP-channel: PR1
------------
 Layer type = L2
 Ports: 2       Maxports = 2
 Port state = prp-channel is Inuse
 Protocol = Enabled
Ports in the group:
  1) Port: Gi1/0/21
   Logical slot/port = 1/21     Port state = Inuse
        Protocol = Enabled
  2) Port: Gi1/0/22
   Logical slot/port = 1/22     Port state = Inuse
        Protocol = Enabled

PRP-channel: PR2
------------
 Layer type = L2
 Ports: 2       Maxports = 2
 Port state = prp-channel is Inuse
 Protocol = Enabled
Ports in the group:
  1) Port: Gi1/0/23
   Logical slot/port = 1/23     Port state = Inuse
        Protocol = Enabled
  2) Port: Gi1/0/24
   Logical slot/port = 1/24     Port state = Inuse
        Protocol = Enabled
```

show prp statistics ptpPacketStatistics

show prp statistics ptpPacketStatistics コマンドは、PRP が有効の場合にクロックポートに出入りする PTP パケットの数を表示します。また、受信時の破棄も表示されます。

```
RedBox2#show prp statistics ptpPacketStatistics
 PRP channel-group 1 PTP STATS:
   ingress lan a: 250
   ingress drop lan a: 0
   ingress lan b: 377
   ingress drop_lan b: 0
   egress lan a: 185
   egress lan b: 188
 PRP channel-group 2 PTP STATS:
   ingress lan a: 384
   ingress drop lan a: 0
   ingress lan b: 388
   ingress drop_lan b: 0
   egress lan a: 191
   egress lan b: 193
RB2#
```

show ptp lan port int

show ptp lan port int コマンドは、LAN ポートのポートレベルの PTP 情報（PRP のポート状態など）を表示します。

次に、PRP チャネル 2 のポート gi1/0/23 のコマンドと出力例を示します。ポートが SLAVE 状態であることを確認します。

```
RedBox2#show ptp lan port int gi1/0/23
  PTP PORT DATASET: GigabitEthernet1/0/23
    Port identity: clock identity: 0x84:eb:ef:ff:fe:61:70:3f
    Port identity: port number: 3
    PTP version: 2
    Port state: SLAVE
    Peer delay request interval(log mean): 0
    Peer mean path delay(ns): 0
    Sync fault limit: 10000
    Rogue master block: FALSE
    Ingress phy latency: 725
    Egress phy latency: 0
```

次に、PRP チャネル 1 のポート gi1/0/24 のコマンドと出力の例を示します。ポートが PASSIVE_SLAVE 状態であることを確認します。

```
RedBox2#show ptp lan port int gi1/0/24
  PTP PORT DATASET: GigabitEthernet1/0/24
    Port identity: clock identity: 0x84:eb:ef:ff:fe:61:70:3f
    Port identity: port number: 4
    PTP version: 2
    Port state: PASSIVE_SLAVE
    Peer delay request interval(log mean): 0
    Peer mean path delay(ns): 2
    Sync fault limit: 10000
    Rogue master block: FALSE
    Ingress phy latency: 725
    Egress phy latency: 0
```

ptp clock boundary domain

Default プロファイルの PTP クロック境界ドメインまたは Power プロファイルの PTP クロック境界ドメインを設定できます。いずれかのドメインを設定する場合は、両方の PRP メンバーインターフェイスを PTP クロックに追加する必要があります。

次に、Default プロファイルの PTP クロック境界ドメインを設定する例を示します。

```
ptp clock boundary domain 0 profile default
clock-port dyn1
transport ipv4 multicast interface Gi1/0/21
clock-port dyn2
transport ipv4 multicast interface Gi1/0/22
```

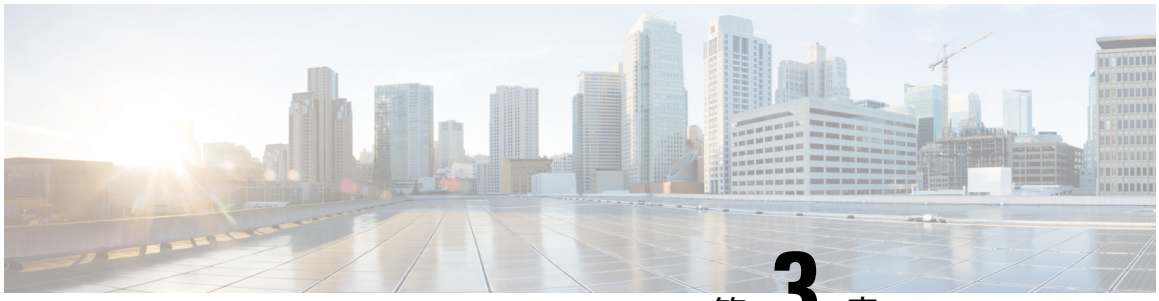
次に、Power プロファイルの PTP クロック境界ドメインを設定する例を示します。

```
ptp clock boundary domain 0 profile power
clock-port dyn1
transport ethernet multicast interface Gi1/0/21
clock-port dyn2
transport ethernet multicast interface Gi1/0/22
```

PRP を介した PTP 機能の履歴

以下の表に、このガイドに記載されている機能のリリースおよび関連情報を示します。この機能は、特に明記されていない限り、最初のリリース以降のすべてのリリースで使用できます。

リリース	機能	機能情報
Cisco IOS XE Dublin 17.12.1	並列冗長プロトコル（PRP）を介した高精度時間プロトコル（PTP）	この機能は、このリリースより Cisco Catalyst IE9300 高耐久性シリーズ スイッチの IE-9320-22S2C4X-A および IE-9320-22S2C4X-E で使用できるようになりました。
Cisco IOS XE Cupertino 17.9.x	PRP を介した PTP	この機能は、このリリースより Cisco Catalyst IE9300 高耐久性シリーズ スイッチの IE-9320-26S2C-A および IE-9320-26S2C-E で使用できるようになりました。



第 3 章

Resilient Ethernet Protocol

Resilient Ethernet Protocol

Resilient Ethernet Protocol（REP）はシスコ独自のプロトコルで、スパニングツリープロトコル（STP）に代わるプロトコルとして、ネットワーク ループの制御、リンク障害の処理、コンバージェンス時間の改善を実現します。REPは、セグメントに接続されているポートのグループを制御することで、セグメントがブリッジングループを作成するのを防ぎ、セグメント内のリンク障害に応答します。REPは、より複雑なネットワークを構築するための基盤を提供し、VLAN 負荷分散をサポートします。

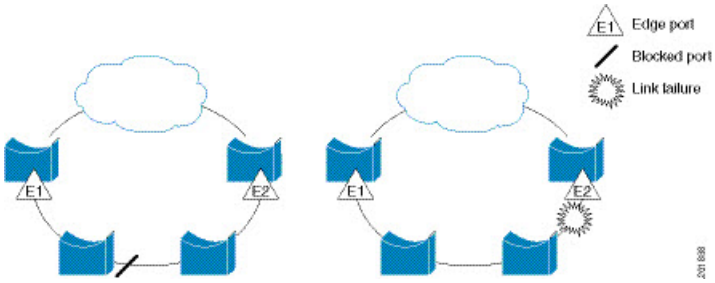
（注） REP は、Network Essentials ライセンスの Cisco Catalyst IE9300 高耐久性シリーズ スイッチ の Cisco IOS XE Cupertino 17.9.x 以降のリリースでサポートされています。

REP セグメントは相互接続されたポートのチェーンで、セグメント ID が設定されます。各セグメントは、標準（非エッジ）セグメントポートと、2 つのユーザ設定のエッジポートで構成されています。1 スイッチに、同じセグメントに属することができるポートは 2 つまでで、各セグメントポートにある外部ネイバーは1つだけです。セグメントは共有メディアを経由できますが、どのリンクでも同じセグメントに属することができるポートは 2 つだけです。REP は、トランクポートでのみサポートされます。

次の図に、4 つのスイッチにまたがる 6 つのポートで構成されているセグメントの例を示します。ポート E1 および E2 がエッジ ポートとして設定されています。（左側のセグメントのように）すべてのポートが動作可能の場合、斜線で表しているように単一ポートがブロックされます。ブロックされたポートは、代替ポート（ALT ポート）とも呼ばれます。ネットワークに

障害が発生した場合、ブロックされたポートが転送状態に戻り、ネットワークの中断を最小限に抑えます。

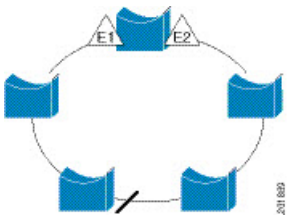
図 *6 : REP* オープンセグメント



上の図に示されたセグメントはオープンセグメントで、2 つのエッジポート間は接続されていません。REP セグメントはブリッジング ループの原因とならないため、セグメントエッジを安全に任意のネットワークに接続できます。セグメント内のスイッチに接続されているすべてのホストには、エッジポートを通じて残りのネットワークに接続する方法が 2 つありますが、いつでもアクセス可能なのは 1 つだけです。いずれかのセグメントまたは REP セグメントのいずれかのポートに障害が発生した場合、REP はすべての ALT ポートのブロックを解除し、他のゲートウェイ経由で接続できるようにします。

下の図に示すセグメントはリングセグメントとも呼ばれるクローズドセグメントで、同じルータ上に両方のエッジポートがあります。この設定を使用すると、セグメント内の任意の 2 ルータ間で冗長接続を形成することができます。

図 *7 : REP* リングセグメント



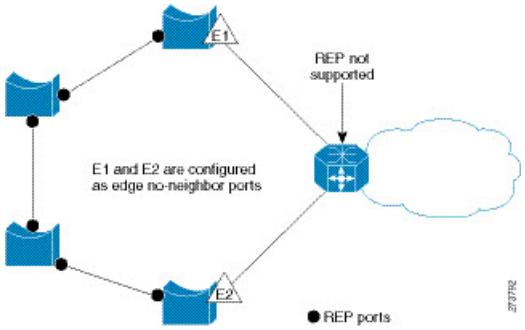
REP セグメントには、次のような特徴があります。

- セグメント内の全ポートが動作可能な場合、1 ポート（ALT ポートと呼ばれる）が各 VLAN でブロック状態となります。VLAN 負荷分散が設定されている場合は、セグメント内の 2 つの ALT ポートが VLAN のブロック状態を制御します。
- ポートが動作不能になり、リンク障害が発生すると、すべてのポートがすべての VLAN トラフィックを転送して、接続性を確保します。
- リンク障害の場合、できるだけ早期に代替ポートのブロックが解除されます。障害リンクが復旧すると、ネットワークの中断を最小限に抑えるように VLAN 単位で論理的にブロックされたポートが選択されます。

REP セグメントに基づいて、ほとんどのネットワークタイプを構成することができます。

アクセスリングトポロジでは、次の図に示すように、ネイバースイッチで REP がサポートされない場合があります。この場合、そのスイッチ側のポート（E1 と E2）を非ネイバー エッジ ポートとして設定できます。非ネイバーエッジポートは、STP トポロジ変更通知（TCN）をアグリゲーションスイッチに送信するように設定できます。

図 *8*：非ネイバーエッジポート



REP には次のような制限事項があります。

- 各セグメントポートを設定する必要があります。設定を間違えると、ネットワーク内で転送ループが発生します。
- REP はセグメント内の単一障害ポートだけを管理できます。REP セグメント内の複数ポート障害の場合、ネットワークの接続が失われます。
- 冗長ネットワーク内だけに REP を設定します。冗長性のないネットワークに REP を設定すると、接続が失われます。

リンク完全性

REP は、リンク完全性の確認にエッジ ポート間でエンドツーエンド ポーリング機能を使用しません。ローカル リンク障害検出を実装しています。REP リンク ステータス レイヤ（LSL）が REP 対応ネイバーを検出して、セグメント内の接続性を確立します。ネイバーが検出されるまで、インターフェイス上ですべての VLAN がブロックされます。ネイバーが特定されたあと、REP が代替ポートとなるネイバー ポートと、トラフィックを転送するポートを決定します。

セグメント内のポートごとに、一意のポート ID が割り当てられます。ポート ID フォーマットは、スパニングツリーアルゴリズムで使用されるものと類似しており、ポート番号（ブリッジ上で一意）と、関連 MAC アドレス（ネットワーク内で一意）から構成されます。セグメントポートが起動すると、ポートの LSL がセグメント ID およびポート ID を含むパケットの送信を開始します。ポートは、同じセグメント内のネイバーとのスリーウェイ ハンドシェイクを実行したあとで、動作可能と宣言されます。

次のような場合、セグメント ポートは動作可能になりません。

- ネイバーに同じセグメント ID がない
- 複数のネイバーに同じセグメント ID がある

- ネイバーがピアとして、ローカル ポートに確認応答しない

各ポートは、直近のネイバーと隣接関係を確立します。ネイバーとの隣接関係が確立されると、代替ポートとして機能する、セグメントのブロックされたポートを決定するようにポートが相互にネゴシエートします。その他のすべてのポートのブロックは解除されます。デフォルトでは、REP パケットはブリッジ プロトコル データ ユニットクラスの MAC アドレスに送信されます。パケットは、シスコ マルチキャスト アドレスにも送信されますが、セグメントに障害が発生した場合にブロックされたポートのアドバタイズ（BPA）メッセージの送信だけに使用されます。パケットは、REP が動作していない装置によって廃棄されます。

高速コンバージェンス

REP は、物理リンク ベースで動作し、VLAN 単位ベースでは動作しません。すべての VLAN に対して 1 つの hello メッセージしか必要ないため、プロトコル上の負荷が軽減されます。指定セグメント内の全スイッチで一貫して VLAN を作成し、REP トランク ポート上に同じ許容 VLAN を設定することを推奨します。ソフトウェアでのメッセージのリレーによって発生する遅延を回避するために、REP ではいくつかのパケットを通常のマルチキャスト アドレスにフラッディングします。これらのメッセージはハードウェア フラッド レイヤ（HFL）で動作し、REP セグメントだけではなくネットワーク全体にフラッディングされます。セグメントに属していないスイッチは、これらのメッセージをデータ トラフィックとして扱います。ドメイン全体または特定のセグメントの管理 VLAN を設定することで、これらのメッセージのフラッディングを制御することができます。

VLAN 負荷分散

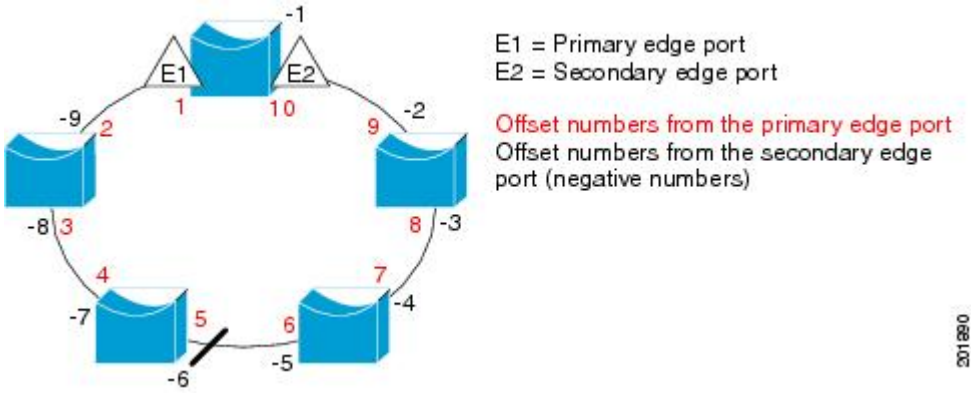
REP セグメント内の 1 つのエッジ ポートがプライマリ エッジ ポートとして機能し、もう一方がセカンダリ エッジ ポートとなります。セグメント内の VLAN 負荷分散に常に参加しているのがプライマリ エッジ ポートです。REP VLAN バランシングは、設定された代替ポートでいくつかの VLAN をブロックし、プライマリ エッジ ポートでその他の全 VLAN をブロックすることで実行されます。VLAN 負荷分散を設定する際に、次の 3 種類の方法のいずれかを使用して代替ポートを指定できます。

- インターフェイスにポート ID を入力します。セグメント内のポート ID を識別するには、ポートの **show interface rep detail** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力します。
- **preferred** キーワードを入力します。これにより、**rep segment** *segment-id* **preferred** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドで優先代替ポートとしてすでに設定されているポートを選択します。
- セグメント内のポートのネイバー オフセット番号を入力します。これは、エッジ ポートの下流ネイバー ポートを識別するものです。ネイバー オフセット番号の範囲は、-256 ～ +256 で、0 値は無効です。プライマリ エッジ ポートはオフセット番号 1 です。1 を超える正数はプライマリ エッジ ポートの下流ネイバーを識別します。負数は、セカンダリ エッジ ポート（オフセット番号 -1）とその下流ネイバーを示します。

（注） プライマリ（またはセカンダリ）エッジポートからポートの下流の位置を識別することで、プライマリ エッジ ポートのオフセット番号を設定します。番号 1 はプライマリ エッジ ポートのオフセット番号なので、オフセット番号 1 は入力しないでください。

次の図に、E1 がプライマリ エッジ ポートで E2 がセカンダリ エッジ ポートの場合の、セグメントのネイバー オフセット番号を示します。リングの内側にある赤い番号は、プライマリ エッジ ポートからのオフセット番号で、リングの外側にある黒い番号がセカンダリ エッジ ポートからのオフセット番号です。正のオフセット番号（プライマリ エッジ ポートからの下流の位置）または負のオフセット番号（セカンダリ エッジ ポートからの下流の位置）のいずれかにより、（プライマリ エッジ ポートを除く）全ポートを識別できます。E2 がプライマリ エッジ ポートになるとオフセット番号 1 となり、E1 のオフセット番号が -1 になります。

図 *9:* セグメント内のネイバー オフセット番号



REP セグメントが完了すると、すべての VLAN がブロックされます。VLAN 負荷分散を設定する際には、次の 2 種類の方法のいずれかを使用して発動条件を設定する必要もあります。

- プライマリ エッジ ポートのあるスイッチ上で **rep preempt segment** *segment-id* 特権 EXEC コマンドを入力することで、いつでも手動で VLAN 負荷分散を発動することができます。
- **rep preempt delay** *seconds* 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と、プリエンプション遅延時間を設定できます。リンク障害が発生して回復すると、設定されたプリエンプション期間の経過後に VLAN 負荷分散が開始されます。設定時間が経過する前に別のポートで障害が発生した場合、遅延タイマーが再開されることに注意してください。

（注） VLAN 負荷分散が設定されている場合、手動での介入またはリンク障害および回復によって発動されるまで、動作が開始されません。

VLAN 負荷分散が発動されると、プライマリ エッジ ポートがメッセージを送信して、セグメント内の全インターフェイスにプリエンプションについて警告します。メッセージがセカンダリ ポートで受信されると、メッセージがネットワークに送信され、メッセージ内で指定された VLAN セットをブロックするように代替ポートに通知し、残りの VLAN をブロックするようにプライマリ エッジ ポートに通知します。

またすべての VLAN をブロックするために、セグメント内の特定ポートを設定できます。プライマリ エッジ ポートだけによって VLAN 負荷分散が開始され、セグメントが両端でエッジ ポートによって終端されていない場合、開始することができません。プライマリ エッジ ポートは、ローカル VLAN 負荷分散設定を決定します。

負荷分散を再設定するには、プライマリ エッジ ポートを再設定します。負荷分散設定を変更すると、プライマリ エッジ ポートでは、**rep preempt segment** コマンドが実行されるか、ポート障害および復旧のあとで設定済みプリエンプト遅延期間が経過してから、新規設定が実行されます。エッジ ポートを通常セグメント ポートに変更しても、既存の VLAN 負荷分散ステータスは変更されません。新規エッジポートを設定すると、新規トポロジ設定になる可能性があります。

スパニングツリーとの相互作用

REP は STP とやり取りしませんが、共存はできます。セグメントに属しているポートはスパニングツリーの制御から削除されるため、セグメント ポートでは STP BPDU の送受信は行われません。したがって、STP はセグメント上で実行できません。

STP リング コンフィギュレーションから REP セグメント コンフィギュレーションに移行するには、まずリング内の単一ポートをセグメントの一部として設定し、次にセグメント数を最小限にするように隣接するポートを設定します。各セグメントには、常にブロックされたポートが含まれているので、セグメントが複数になるとブロックされたポートも複数になり、接続が失われる可能性があります。セグメントがエッジポートの場所まで両方向に設定されたら、次にエッジ ポートを設定します。

Resilient Ethernet Protocol（REP）ネゴシエート

（注） REP ネゴシエートは、アップリンクポートでのみ機能します。

REP とスパニングツリープロトコル（STP）は、2 つの異なるループ回避プロトコルです。REP には、コンバージェンス時間の点で STP よりも優れた点があります。REP は、リング内で単一のリンク障害が発生した場合に冗長経路を提供できるように、リングトポロジで動作するよう設定できます。

シスコのスイッチは、デフォルトで STP が有効になっています。STP が有効になっているスイッチが（新しいノードの追加または既存のノードの交換のために）すでに実行中の REP リングに挿入されると、次の条件が適用されます。

- 新しいスイッチにより、REP リングが切断されます。

- 新しいスイッチは、REP リングの一部として設定されるまで、リングを介して通信できません。

REP ネゴシエート機能は、REP ステータスをピアとネゴシエートすることで、これらの問題を解決しようとします。次の表に、REP ネゴシエーションイベントが発動するタイミングと実行するアクションを示します。ここでは、両方のピアがネゴシエート中、いずれのピアもネゴシエートしていないという、2 つのイベントがあります。

SELF REP をネゴシエート	PEERS REP をネゴシエート	発動されるイベント	動作
True	True	REPN	REP を設定
True	False	REPNN	STP を設定
False	X	REPNN	STP のまま

この機能は、3 つの異なるプロトコルに依存して必要なデータを取得し、正しい設定を決定します。関連するさまざまなプロトコルとその目的を次に示します。

- **STP**：デフォルトでは、STP はシスコスイッチのすべてのポートで有効になっています。
- **REP**：カスタマーネットワークを設定して、コンバージェンス時間と冗長性改善のために REP リングを形成します。
- **Cisco Discovery Protocol (CDP)**：この機能は、CDP メッセージを介して送信されるユーザー定義の TLV に依存して、インターフェイスの正しい（STP または REP）設定をネゴシエートします。

REP ポート

REP セグメントは、障害ポート、オープン ポート、および代替ポートで構成されます。

- 標準セグメント ポートとして設定されたポートは、障害ポートとして起動します。
- ネイバーとの隣接関係が確立されると、ポートは代替ポート状態に移行して、インターフェイス内の全 VLAN をブロックします。ブロックされたポートのネゴシエーションが実施され、セグメントが安定すると、1 つのブロックされたポートが代替役に留まり、他のすべてのポートがオープン ポートになります。
- リンク内で障害が発生すると、すべてのポートが障害状態に遷移します。代替ポートは、障害通知を受信すると、すべての VLAN を転送するオープン状態に遷移します。

通常セグメント ポートをエッジ ポートに変換しても、エッジ ポートを通常セグメント ポートに変換しても、必ずトポロジ変更が発生するわけではありません。エッジ ポートを通常セグメント ポートに変更する場合、設定されるまで VLAN 負荷分散は実装されません。VLAN 負荷分散の場合、セグメント内に 2 つのエッジ ポートを設定する必要があります。

スパニングツリー ポートとして再設定されたセグメント ポートは、スパニングツリー設定に従って再起動します。デフォルトでは、これは指定ブロッキング ポートです。PortFast が設定されていたり、STP が無効の場合、ポートは転送状態になります。

Resilient Ethernet Protocol Fast

Resilient Ethernet Protocol（REP）Fast を使用すると、スイッチの銅線ギガビットイーサネット（GE）ポートでのリンク障害の検出とコンバージェンスを高速化できます。

REP は当初、ファストイーサネット（FE 10/100）ポート用に設計されました。ファイバ GE ポートでもリンクダウン検出時間は 10 ms ですが、GE 銅線インターフェイスでは、リンク喪失検出時間および回復時間が 750 ～ 350 ms となります。その結果、GE 光ファイバインターフェイスでは、対応する銅線インターフェイスよりもはるかに迅速にリンク損失と回復を検出できます。つまり、GE 銅線インターフェイスを使用すると、REP のコンバージェンス時間が大幅に長くなります。

リンクダウン検出時間を改善するため、REP インターフェイスが REP Fast モードに設定されている場合は、より高速なリンク障害検出（5 ～ 10 ms 以内）を発動するビーコンメカニズムが実装されています。スイッチには、REP インターフェイスごとに 2 つのタイマーがあります。最初のタイマーは 3 ms ごとに開始され、ビーコンフレームをネイバーノードに送信します。フレームの送受信が成功すると、両方のタイマーがリセットされます。送信後にパケットが受信されない場合は、2 番目のタイマーが開始され、10 ms 以内の受信を確認します。パケットが受信されない場合、タイマーの期限が切れたときにリンクダウンメッセージがスイッチに送信されます。

REP Fast は、個々のリンク単位で動作します。REP プロトコルには影響しません。REP Fast が機能するには、リンクの両端で REP Fast をサポートする必要があります。REP Fast は REP 用に設定された任意のインターフェイスリンクペアで使用できますが、もともとはギガビット銅線リンクの問題を解決するために作成されました。REP Fast によって、ギガビット銅線インターフェイスでのリンク障害検出がより迅速になります。

REP リングには、通常の REP リンクと REP Fast リンクを混在させることができます。REP Fast を使用するインターフェイスは、通常動作の一環として 1 秒間に 3,000 パケットを送信します。REP Fast を有効にしても設定されたインターフェイスのペアでのみ動作するため、REP リングサイズには影響しません。REP Fast はビーコンフレームを生成する必要があるため、1 台の REP ノード上で一度に REP Fast を設定できるインターフェイスは 6 つのみです。

ネイバーが確認応答し、REP Fast モードに設定された場合、50 ms 以内にコンバージェンスが発生します。ネイバースイッチが REP Fast 機能をサポートしていない場合は、通常の REP モードを使用してリンクのアップ/ダウンを検出する必要があります。この場合、リンクの両端で Fast モードを無効にする必要があります。

REP Fast の設定について詳しくは、このガイドの「REP Fast の設定」を参照してください。

REP Fast の設定

REP Fast を設定するには、次の手順を実行します。

始める前に

「REP の設定」の説明に従って、スイッチで REP を有効にし、REP トポロジを設定します。

ステップ 1 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。

configure terminal

ステップ 2 インターフェイスを指定してインターフェイス設定モードを開始します。

interface *interface-id*

ステップ 3 REP Fast を有効にします。

REP fastmode

ステップ 4 特権 EXEC モードに戻ります。

end

例

```
gabitEthernet 1/0/1
switch-RJ(config-if)#rep seg
switch-RJ(config-if)#rep segment ?
<1-1024> Between 1 and 1024

switch-RJ(config-if)#rep segment 10
switch-RJ(config-if)#rep fastmode
switch(config)#int <interface number>
switch(config-if)#
switch(config-if)#rep ?
  fastmode       REP fastmode
switch (config-if)#rep fastmode ?
  <cr>  <cr>

switch#sh run int <interface number>
Building configuration...

Current configuration : 89 bytes
!
interface <interface number>
 switchport mode trunk
 rep segment <segment id>
 rep fastmode
end
switch#

switch#sh run int <interface number>
Building configuration...

Current configuration : 89 bytes
!
interface <interface number>
 switchport mode trunk
 rep segment <segment id>
 rep fastmode
end
```

REP ゼロタッチプロビジョニング

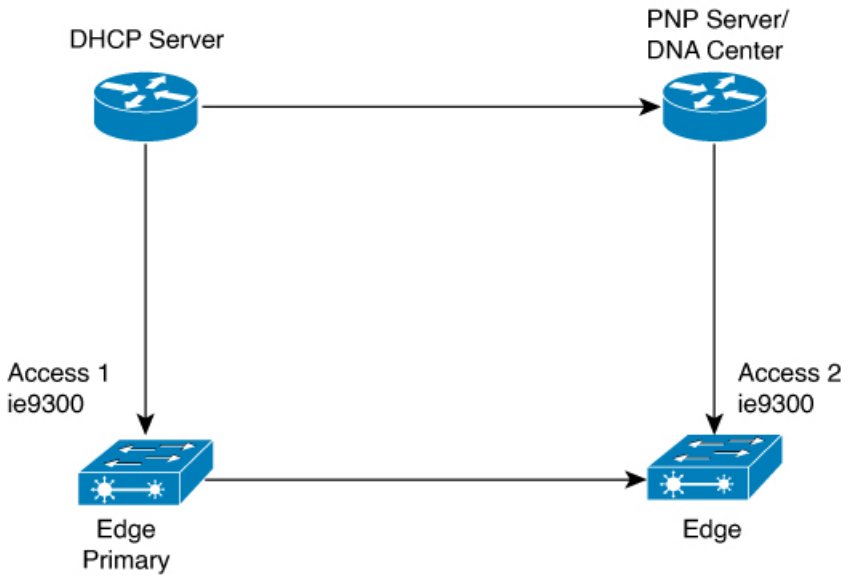
ルータやスイッチなどのネットワークデバイスをオンラインで展開して完全に機能させるには、事前にかなりの量の手動による設定が必要です。ゼロタッチプロビジョニング（ZTP）テクノロジーによってこれらのプロセスが自動化され、手動による設定を最小限に抑えるか、まったく行うことなくネットワークデバイスを機能する状態へと立ち上げます。Cisco ネットワーク プラグ アンド プレイ（PnP）および自動インストール デイゼロ ソリューションは、エンタープライズ ネットワークおよび産業用ネットワークを利用するお客様にシンプルかつセキュアなユニファイド/統合オファリングを提供することで、既存ネットワーク向けの更新のプロビジョニングにおけるデバイスのロールアウトを簡易化します。ただし、Resilient Ethernet Protocol（REP）の設計方法により、PnP は REP をサポートしません。REP ZTP 機能が導入される前は、デイゼロの REP リングプロビジョニングには手動による介入が必要でした。REP ZTP 機能によって REP LSL パケットに新しい Type-Length-Value（TLV）拡張が導入され、ゼロタッチテクノロジーを使用した REP リングの設定をサポートします。

REP およびデイゼロ

ZTP を使用した一般的なスイッチの展開では、NVRAM にスタートアップ コンフィギュレーションがないスイッチで Cisco Open Plug-n-Play（PnP）エージェントが起動し、DHCP 検出プロセスが開始されます。このプロセスでは、スイッチに必要な IP 設定を DHCP サーバーから取得します。DHCP サーバーは、DHCP メッセージでベンダー固有のオプション 43 を使用して追加情報を挿入するように設定できます。DHCP サーバーは、オプション 60 と文字列「cisco pnp」を含む DHCP DISCOVER メッセージをスイッチから受信すると、要求元のスイッチに PnP サーバーの IP アドレスまたはホスト名を送信します。スイッチが DHCP 応答を受信すると、PnP エージェントは応答からオプション 43 を抽出して、PnP サーバーの IP アドレスまたはホスト名を取得します。次に、スイッチ上の PnP エージェントは、PnP サーバーと通信するためにこの IP アドレスまたはホスト名を使用します。最後に、PnP サーバーは、プロビジョニングを完了するために必要なデイゼロ設定をスイッチにダウンロードします。

次の図は、REP ZTP を導入する前のデイゼロでの REP リングのプロビジョニング例を示しています。

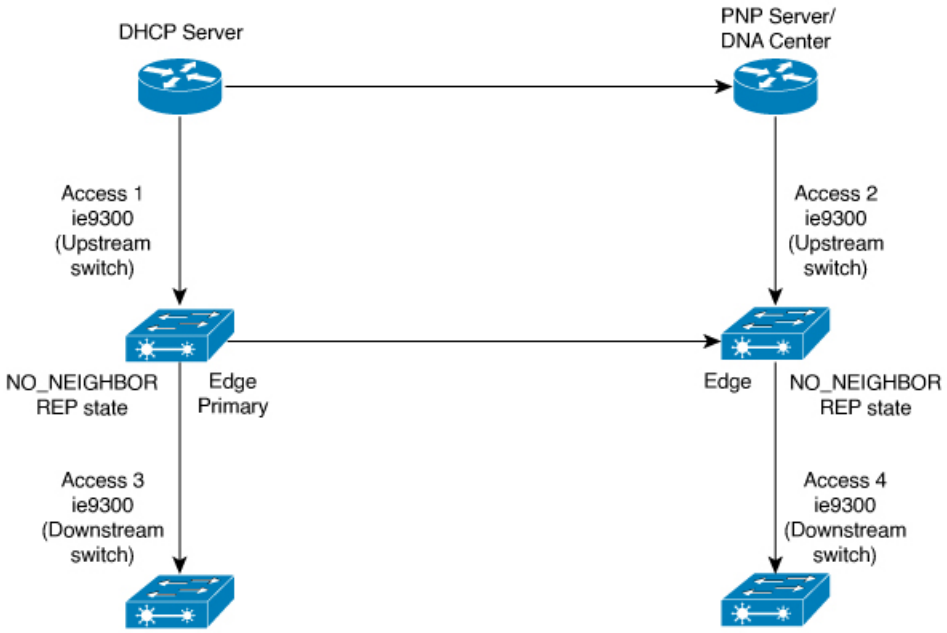
図 *10 : REP* リングへのエッジノードの追加



（注） DHCP サーバーと PnP サーバー/Cisco DNA センターは、REP リングには含まれていません。

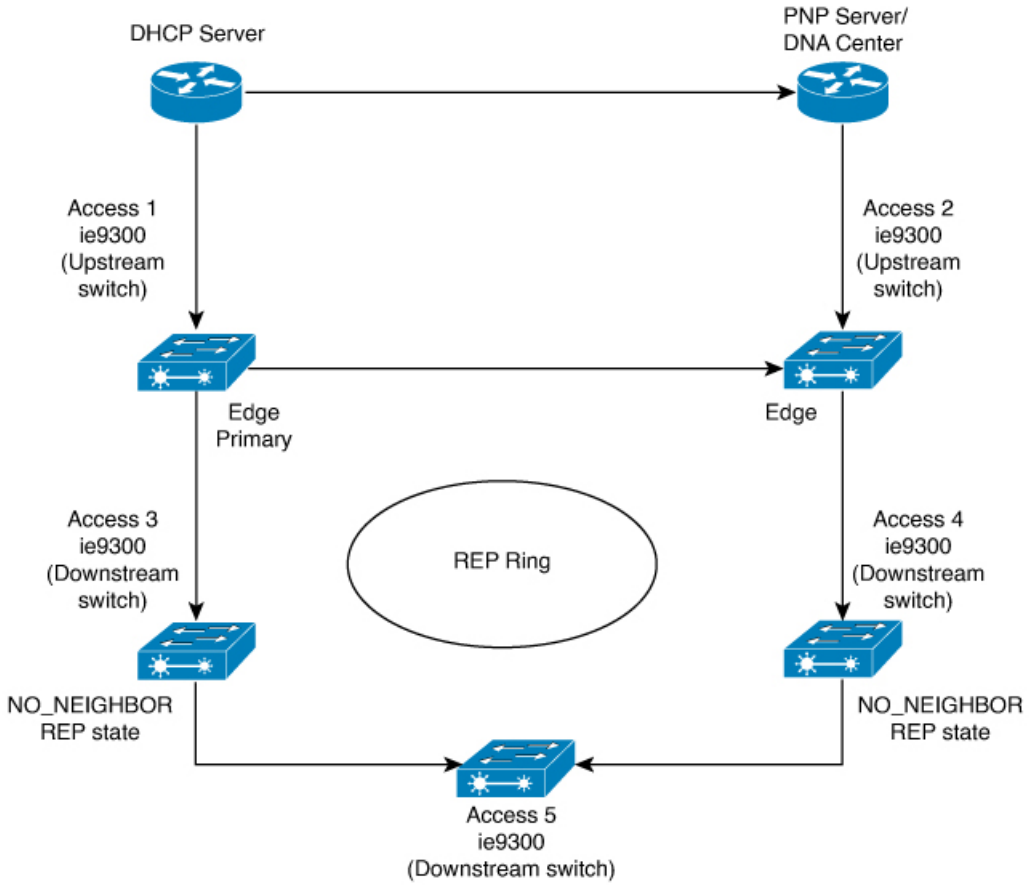
プロビジョニングされるノードの最初のセットは、図内の Access 1 と Access 2 です。これらが REP リングの 2 つのエッジノードとなります。PnP では Access 1 のプライマリエッジおよび Access 2 のセカンダリエッジとしてダウンリンクポートが設定されていることに注意してください。

図 *11* : 下流ノードの追加



Access 3 または Access 4 のいずれかの電源がオンになると、REP エッジプライマリポートは REP プロトコルのネゴシエーションを開始し、ネイバーポートが REP 対応ポートではないことを検出します（スイッチは PnP のプロビジョニング後にのみ REP リングに追加されます。前述のように、最初に DHCP サーバーに接続する必要があります）。上流スイッチポートに REP が設定され、下流スイッチが PnP でオンボードされると、REP ポートは REP ピアを検出できないため、NO_NEIGHBOR 状態になります。NO_NEIGHBOR 状態では、REP でそのポート上のすべての VLAN がブロックされます。これは、REP 状態が NO_NEIGHBOR であるため、PnP スタートアップ VLAN 上の新しいスイッチから受信した DHCP ディスカバリメッセージが上流スイッチによって破棄されることを意味します。REP リングに追加されたすべての新しいスイッチに対して、ブロックされたポートの同じシーケンスが継続します（次の図の Access 5 を参照）。

図 *12 : NO_NEIGHBOR* の *REP* 状態



REP ZTP の概要

REP ZTP 拡張機能では、上流スイッチと下流スイッチの両方がこの機能に対応している必要があります。新しい下流スイッチの電源がオンになると、PNP/自動インストールが開始されます。上流スイッチのインターフェイスが REP 用に設定されており、下流スイッチはデフォルトでは REP ではないため、下流スイッチへのインターフェイスはブロックされます（上流スイッチは REP_NO_NEIGHBOR 状態です）。

上流スイッチのインターフェイスがブロックされていても、REP LSL パケットは下流スイッチに送信されます。これは正常です。REP ZTP 機能の拡張により、下流スイッチは新しい TLV を使用して REP LSL パケットの送信を開始し、ネイバーが PNP プロビジョニングを試行していることを上流スイッチに通知します。

上流スイッチが新しい TLV でこの REP LSL を読み取ると、PNP スタートアップ VLAN のインターフェイスのみがブロック解除されます。上流インターフェイスがメンバーになっている他のすべての VLAN は、引き続きブロックされます。上流スイッチはこのインターフェイスの PNP スタートアップ VLAN 上でパケットを転送しているため、下流スイッチは PNP プロセスを完了できます。

この機能の目的は、新しいスイッチが手動による介入なしに REP リングに参加できるようにすることです。上流スイッチのインターフェイスは、下流スイッチが自身の設定を受信し、自身のインターフェイスを REP 用に設定するまで、スタートアップ VLAN のブロックを解除したままにします。PNP プロセスに障害が発生した場合、上流スイッチのインターフェイスは PNP スタートアップ VLAN をブロッキング状態に戻します。下流スイッチが受信した設定でインターフェイスが REP 用に設定されると、上流スイッチは PNP スタートアップ VLAN をブロッキング状態に戻します。

PnP スタートアップ VLAN のブロック解除を要求するために、新しい TLV を使用して REP LSL を送信する下流の動作は、スタートアップ コンフィギュレーションのないスイッチのデフォルト動作です。PnP スタートアップ VLAN をブロック解除状態にするうえで、セキュリティ上の理由から、上流スイッチでは下流スイッチへのインターフェイスを明示的に有効にする必要があります。インターフェイスレベルのコマンドは **rep ztp-enable** です。REP ZTP の設定 （77 ページ）を参照してください。

（注） 上流スイッチは、複数の REP リングの一部として、複数の下流ネイバーに接続できます。PnP スタートアップ VLAN は、下流スイッチが接続されているインターフェイスでのみブロック解除されます。

Resilient Ethernet Protocol の設定

セグメントは、チェーンで相互接続されているポートの集合で、セグメント ID が設定されています。REP セグメントを設定するには、REP 管理 VLAN を設定し（またはデフォルト VLAN 1 を使用し）、次にインターフェイス コンフィギュレーション モードを使用してセグメントにポートを追加します。2 つのエッジ ポートをセグメント内に設定して、デフォルトで 1 つをプライマリ エッジ ポート、もう 1 つをセカンダリ エッジ ポートにします。1 セグメント内のプライマリ エッジ ポートは 1 つだけです。別のスイッチのポートなど、セグメント内で 2 つのポートをプライマリ エッジ ポートに設定すると、REP がそのうちのいずれかを選択してセグメントのプライマリ エッジ ポートとして機能させます。必要に応じて、STCN および VLAN 負荷分散が送信される場所を設定できます。

REP のデフォルト設定

- REP はすべてのインターフェイス上で無効です。有効にする際に、エッジ ポートとして設定されていなければインターフェイスは通常セグメント ポートになります。
- REP を有効にする際に、STCN の送信タスクは無効で、すべての VLAN はブロックされ、管理 VLAN は VLAN 1 になります。
- VLAN 負荷分散が有効の場合、デフォルトは手動でのプリエンプションで、遅延タイマーは無効になっています。VLAN 負荷分散が設定されていない場合、手動でのプリエンプション後のデフォルト動作は、プライマリ エッジ ポートで全 VLAN がブロックとなります。

- REP Fast はデフォルトで無効になっています。
- REP ゼロタッチプロビジョニングは、グローバルレベルではデフォルトで有効に、インターフェイスレベルでは無効になっています。

REP の設定ガイドラインと制限事項

REP の設定時には、次の注意事項に従ってください。

- まず 1 ポートの設定から始めて、セグメント数とブロックされたポートの数を最小限に抑えるように隣接するポートを設定することを推奨します。
- 外部ネイバーが設定されておらずセグメント内では 3 つ以上のポートに障害が発生した場合、1 ポートがデータ経路用の転送状態になり、設定中の接続性の維持に役立ちます。

  show interfaces rep コマンド出力では、このポートのポート役割は「Fail Logical Open」と表示され、他の障害ポートのポート役割は「Fail No Ext Neighbor」と表示されます。障害ポートの外部ネイバーが設定されている場合、ポートは代替ポート状態に移行して、代替ポート選択メカニズムに基づいて最終的にオープン状態になるか、代替ポートのままになります。
- REP ポートは、レイヤ 2 IEEE 802.1Q またはトランクポートのいずれかにする必要があります。
- 同じ許可 VLAN のセットでセグメント内のすべてのトランク ポートを設定することを推奨します。
- SSH または Telnet 接続を通じて REP を設定する際には注意してください。これは、別の REP インターフェイスがブロック解除のメッセージを送信するまで、REP はすべての VLAN をブロックするためです。同じインターフェイス経由でルータにアクセスする SSH または Telnet セッションで REP を有効にすると、ルータへの接続が失われることがあります。
- 同じセグメントやインターフェイスで REP と STP を実行することはできません。
- STP ネットワークを REP セグメントに接続する場合、接続はセグメント エッジであることを確認してください。エッジで実行されていない STP 接続は、REP セグメントでは STP が実行されないため、ブリッジング ループが発生する可能性があります。すべての STP BPDU は、REP インターフェイスで廃棄されます。
- REP がスイッチの 2 ポートで有効の場合、両方のポートが通常セグメント ポートまたはエッジ ポートである必要があります。REP ポートは以下の規則に従います。
  - 同じ REP セグメントに属することができるスイッチ上のポートは 2 つだけです。
  - セグメント内にスイッチ上の 1 ポートだけが設定されている場合、そのポートがエッジ ポートとなります。
  - 同じセグメント内に属するスイッチに 2 つのポートがある場合、両方のポートがエッジポートであるか、両方のポートが通常セグメントポートであるか、一方が通常ポー

トでもう一方が非ネイバー エッジ ポートである必要があります。一つのスイッチ上のエッジ ポートと通常セグメント ポートが同じセグメントに属することはできません。

- スイッチ上の 2 ポートが同じセグメントに属していて、1 つがエッジ ポートとして設定され、もう 1 つが通常セグメント ポートに設定されている場合（設定ミス）、エッジ ポートは通常セグメント ポートとして扱われます。

- REP インターフェイスはブロックされた状態になり、ブロック解除しても安全になるまでブロックされた状態のままでいます。突然の接続切断を避けるために、このステータスを認識しておく必要があります。
- REP はネイティブ VLAN 上においてすべての LSL PDU をタグなしフレームで送信します。シスコ マルチキャスト アドレスに送信された BPA メッセージは、管理 VLAN で送信されます。これはデフォルトで VLAN 1 です。
- ネイバーからの hello が受信されないままどのくらいの時間が経過すると REP インターフェイスがダウンするかを設定できます。**rep lsl-age-timer** 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、120 ～ 10000 ミリ秒の時間を設定します。次に、LSL Hello タイマーはエージング タイマーの値を 3 で割った値に設定されます。通常の動作では、ピア スイッチのエージング タイマーが満了になって hello メッセージが確認されるまでに LSL hello が 3 回送信されます。**rep lsl-age-timer** は、非 REP Fast 銅線ギガビットインターフェイスにのみ使用します。他のすべてのインターフェイスでは、**rep lsl-age-timer** を使用するメリットがありません。
  - EtherChannel ポート チャネル インターフェイスでは、1000 ミリ秒未満の LSL エージング タイマー値はサポートされていません。ポート チャネルで 1000 ミリ秒未満の値を設定しようとすると、エラー メッセージが表示されてコマンドが拒否されます。
  - **lsl-age-timer** は、通常のリンクダウン検出がコンバージェンス時間に対して遅すぎる場合に使用することを目的としています。

    FastEthernet 接続と光ファイバ接続には、**lsl-age-timer** は必要ありません。ギガビット銅線では、**lsl-age-timer** の代わりに REP Fast を使用できます。
- REP ポートは、次のポート タイプのいずれかに設定できません。
  - スイッチド ポート アナライザ（SPAN）宛先ポート
  - トンネル ポート
  - アクセスポート
- REP は EtherChannel でサポートされていますが、EtherChannel に属する個別のポートではサポートされません。
- スイッチは、最大 4 つの REP セグメントと 3 つの REP Fast セグメントをサポートします。
- REP リングのサイズに制限はありません。REP リングサイズが 20 ノードを超えると、目的のコンバージェンスに到達できない場合があります。

REP Fast の設定時には、次の注意事項に従ってください。

- この機能を有効にするには、リンクの両端で REP Fast を設定しなければなりません。
- REPセグメントには、ギガビット光ファイバとギガビット銅線を混在させることができます。ギガビット銅線インターフェイスに REP Fast がある場合、単一障害からのコンバージェンスに必要な 50 ミリ秒の要件を達成できます。REP Fast は一つの REP セグメント内に混在、すなわち一部のインターフェイスのみを REP Fast にすることができます。
- 次の制限事項に注意してください。
  - 最大 3 つの REP セグメントで REP Fast を有効にできます。
  - MAC Sec はサポートされていません。
  - オーバースタックはサポートされていません。
  - EtherChannel を介した REP Fast はサポートされていません。

REP ZTP 設定時の注意事項

- REP ZTP では、Cisco Catalyst IE9300 高耐久性シリーズ スイッチに PnP 機能が存在する必要があります。
- NO_NEIGHBOR 状態での REP の動作は、Cisco IOS XE 17.14.1 以降で変更されています。NO_NEIGHBOR状態でのポート転送動作のこの一時的な状態変化により、DHCP要求メッセージが DHCP サーバーに到達し、新しいスイッチの PnP プロビジョニングがブロック解除されます。PnP の完了後に REP 状態機械に影響が出ることはありません。
- NO_NEIGHBOR 状態での REP の動作の変更は、Cisco IOS XE 17.14.1 以降の REP ゼロタッチプロビジョニング（ZTP）にのみ適用されます。PnP 機能が存在しない場合、通常の REP 機能は期待どおりに動作します。
- REP ZTP 機能は、ファイバアップリンクポートで REP bpduleak/ネゴシエートされた機能と共存します。
- REP ZTP 機能は、EtherChannel が下流のインターフェイスにデフォルトで存在しないため、上流スイッチの EtherChannel インターフェイスではデイゼロ向けに使用できません。REP ZTP は、物理インターフェイスでのみ機能します。
- REP ZTPは、銅線（ダウンリンク）インターフェイスと光ファイバ（アップリンク）インターフェイスの両方でサポートされます。
- REP ZTP は、REP ZTP によるサポートを要求する Cisco IOS XE を実行している他の IE スイッチング製品とのみ相互運用できます。

REP 管理 VLAN の設定

リンク障害メッセージ、および負荷分散時の VLAN ブロッキング通知によって作成される遅延を回避するため、REP はハードウェア フラッド レイヤ（HFL）で通常のマルチキャスト ア

ドレスにパケットをフラッディングします。これらのメッセージは REP セグメントだけではなくネットワーク全体にフラッディングされます。管理 VLAN を設定することで、これらのメッセージのフラッディングを制御できます。

REP 管理 VLAN を設定する場合、次の注意事項に従ってください。

- 管理 VLAN を設定しない場合、デフォルトは VLAN 1 です。
- すべてのセグメントに対し 1 つの管理 VLAN をスイッチで設定できます。
- 管理 VLAN は RSPAN VLAN になりません。

REP 管理 VLAN を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

手順の概要

1. **enable**
2. **configure terminal**
3. **rep admin vlan** *vlan-id*
4. **end**
5. **show interface** [*interface-id*] **rep detail**
6. **copy running-config startup config**

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**configure terminal** 例： `Device# 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 3	**rep admin vlan** *vlan-id* 例： `Device(config)# rep admin vlan 2`	管理 VLAN を指定します。範囲は 2 ～ 4094 です。 管理 VLAN をデフォルトの 1 に設定するには、**no rep admin vlan** グローバル コンフィギュレーション コマンドを入力します。
ステップ 4	**end** 例： `Device(config)# end`	グローバル コンフィギュレーション モードを終了し、特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show interface** [*interface-id*] **rep detail** 例： `Device# show interface gigabitethernet1/0/1 rep detail`	（任意）REP インターフェイスの設定を検証します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 6	**copy running-config startup config** 例： `Device# copy running-config startup config`	（任意）スイッチ スタートアップ コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

REP インターフェイスの設定

REP を設定する場合、各セグメントインターフェイスで REP を有効にして、セグメント ID を指定します。このタスクは必須で、他の REP 設定の前に実行する必要があります。また、各セグメントにプライマリおよびセカンダリ エッジ ポートを設定する必要があります。それ以外の手順はすべてオプションです。

インターフェイスで REP を有効にし、設定するには、次の手順を実行します。

手順の概要

1. **enable**
2. **configure terminal**
3. **interface** *interface-id*
4. **switchport mode trunk**
5. **rep segment** *segment-id* [**edge**［**no-neighbor**］[**primary**]] [**preferred**]
6. **rep stcn** {**interface** *interface id* | **segment** *id-list* | **stp**}
7. **rep block port** {**id** *port-id* | *neighbor-offset* | **preferred**} **vlan** {*vlan-list* | **all**}
8. **rep preempt delay** *seconds*
9. **rep lsl-age-timer** *value*
10. **end**
11. **show interface**［*interface-id*］**rep** [**detail**]
12. **copy running-config startup-config**

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**configure terminal** 例： `Device# 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 3	**interface** *interface-id* 例： `Device(config)# interface gigabitethernet1/0/1`	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。インターフェイスは物理レイヤ2インターフェイスまた

	コマンドまたはアクション	目的
		はポート チャネル（論理インターフェイス）に設定できます。
ステップ 4	**switchport mode trunk** 例： `Device(config-if)# switchport mode trunk`	インターフェイスをレイヤ 2 トランク ポートとして設定します。
ステップ 5	**rep segment** *segment-id* [**edge** [**no-neighbor**] [**primary**]] [**preferred**] 例： `Device(config-if)# rep segment 1 edge no-neighbor primary`	インターフェイス上で REP を有効にして、セグメント番号を特定します。指定できるセグメント ID の範囲は 1 ～ 1024 です。 （注） 各セグメントに 1 つのプライマリ エッジ ポートを含めて、2 つのエッジ ポートを設定する必要があります。 これらの任意のキーワードは利用可能です。 • （任意）**edge**：エッジポートとしてポートを設定します。各セグメントにあるエッジ ポートは 2 つだけです。**primary** キーワードなしで **edge** キーワードを入力すると、ポートがセカンダリエッジポートとして設定されます。 • （任意）**primary**：プライマリエッジポート（VLAN 負荷分散を設定できるポート）としてポートを設定します。 • （任意）**no-neighbor**：外部 REP ネイバーを持たないエッジポートとしてポートを設定します。ポートはエッジポートのすべてのプロパティを継承し、エッジポートの場合と同様にプロパティを設定できます。 （注） 各セグメントにあるプライマリエッジポートは 1 つだけですが、2 つの異なるスイッチにエッジポートを設定して **primary** キーワードを両方のスイッチに入力しても、その設定は有効です。ただし、REP ではセグメント プライマリ エッジ ポートとして 1 つのポートだけが選択されます。特権EXEC モードで **show rep topology** コマンドを入力すると、セグメントのプライマリエッジポートを特定できます。

	コマンドまたはアクション	目的
		• （任意）**preferred**：ポートが優先代替ポートであるか、VLAN 負荷分散の優先ポートであるかを示します。 （注） ポートを優先に設定しても、代替ポートになるとは限りません。同等に可能性のあるポートよりやや可能性が高くなるだけです。通常、前に障害が発生したポートが、代替ポートとなります。
ステップ 6	**rep stcn** {**interface** *interface id* | **segment** *id-list* | **stp**} 例： `Device(config-if)# rep stcn segment 25-50`	（任意）STCN を送信するようにエッジ ポートを設定します。 • **interface** *interface-id*：物理インターフェイスまたはポートチャネルを指定して、STCN を受け取ります。 • **segment** *id-list*：STCN を受け取る 1 つ以上のセグメントを特定します。有効な範囲は 1 ～ 1024 です。 • **stp**：STCN を STP ネットワークに送信します。 （注） STCN を STP ネットワークに送信するために **rep stcn stp** コマンドを設定する場合は、スパニング ツリー（MST）モードがネイバーなしのエッジ ノード上に必要です。
ステップ 7	**rep block port** {**id** *port-id* | *neighbor-offset* | **preferred**} **vlan** {*vlan-list* | **all**} 例： `Device(config-if)# rep block port id 0009001818D68700 vlan 1-100`	（任意）プライマリエッジポートに VLAN 負荷分散を設定して、3 つの方法のいずれかを使用して REP 代替ポートを特定し（**id** *port-id*、*neighbor_offset*、**preferred**）、代替ポートでブロックされるように VLAN を設定します。 • **id** *port-id*：ポート ID で代替ポートを特定します。セグメント内の各ポートにポート ID が自動的に生成されます。**show interface** *type number* **rep** [**detail**] 特権 EXEC コマンドを入力し、インターフェイスポート ID を表示できます。 • *neighbor_offset*：エッジポートからの下流ネイバーとして代替ポートを特定するための番号。有効範囲は -256 ～ 256 で、負数はセカンダリエッジポートからの下流ネイバーを示します。**0** の値は無効です。**-1** を入力すると、セカンダ

	コマンドまたはアクション	目的
		リエッジポートを代替ポートとして識別します。 （注） プライマリエッジポート（オフセット番号 1）に **rep block port** コマンドを入力するので、代替ポートを特定するのにオフセット値 1 は入力できません。 • **preferred**：すでに VLAN 負荷分散の優先代替ポートとして指定されている通常セグメントポートを選択します。 • **vlan** *vlan-list*：1 つの VLAN または VLAN の範囲をブロックします。 • **vlan all**：すべての VLAN をブロックします。 （注） REPプライマリエッジポート上にだけこのコマンドを入力します。
ステップ 8	**rep preempt delay** *seconds* 例： `Device(config-if)# rep preempt delay 100`	（任意）プリエンプション遅延時間を設定します。 • リンク障害が発生して復旧した後に、VLAN 負荷分散を自動的に発動するには、このコマンドを使用します。 • 遅延時間の範囲は 15 ～ 300 秒です。デフォルトは、遅延時間のない手動によるプリエンプションです。 （注） REPプライマリエッジポート上にだけこのコマンドを入力します。
ステップ 9	**rep lsl-age-timer** *value* 例： `Device(config-if)# rep lsl-age-timer 2000`	（任意）ネイバーからの hello が受信されないままどのくらいの時間（ミリ秒）が経過すると REP インターフェイスがダウンするかを設定します。 指定できる範囲は 120 ～ 10000 ミリ秒（40 ミリ秒単位）です。デフォルト値は 5000 ミリ秒（5 秒）です。

	コマンドまたはアクション	目的
		（注） • EtherChannel ポート チャネル インターフェイスでは、1000 ミリ秒未満の LSL エージング タイマー値はサポートされていません。 • リンクのフラップを避けるため、リンクの両方のポートに同じ LSL エージが設定されていることを確認します。
ステップ 10	**end** 例： `Device(config-if)# end`	グローバル コンフィギュレーション モードを終了し、特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 11	**show interface** ［*interface-id*］**rep** [**detail**] 例： `Device# show interface gigabitethernet1/0/1 rep detail`	（任意）REP インターフェイスの設定を表示します。
ステップ 12	**copy running-config startup-config** 例： `Device# copy running-config startup-config`	（任意）スイッチ スタートアップ コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

VLAN 負荷分散の手動によるプリエンプションの設定

プライマリエッジポートで **rep preempt delay** *seconds* 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プリエンプション遅延時間を設定しない場合、デフォルトでは手動により当該セグメントの VLAN 負荷分散を発動します。手動で VLAN 負荷分散をプリエンプトする前に、他のすべてのセグメント設定が完了しているかどうか確認してください。**rep preempt delay segment** *segment-id* コマンドを入力すると、プリエンプションによってネットワークが中断する可能性があるため、コマンド実行前に確認メッセージが表示されます。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 パスワードを入力します（要求された場合）。

ステップ 2	**rep preempt segment** *segment-id*
	例：
	`Device# rep preempt segment 100`
	`The command will cause a momentary traffic`
		手動により、セグメント上の VLAN 負荷分散を発動します。
		実行前にコマンドを確認する必要があります。

	コマンドまたはアクション	目的
	disruption. Do you still want to continue? [confirm]	
ステップ 3	**show rep topology segment** *segment-id* 例： Device# **show rep topology segment 100**	（任意）REP トポロジの情報を表示します。
ステップ 4	**end** 例： Device# **end**	特権 EXEC モードを終了します。

REP の SNMP トラップ設定

REP 固有のトラップを送信して、簡易ネットワーク管理プロトコル（SNMP）サーバーにリンクの動作状態の変更およびすべてのポートの役割変更を通知するようにルータを設定できます。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： Device> **enable**	特権 EXEC モードを有効にします。 パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**configure terminal** 例： Device# **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 3	**snmp mib rep trap-rate** *value* 例： Device(config)# **snmp mib rep trap-rate 500**	スイッチで REP トラップの送信を有効にして、1 秒あたりのトラップの送信数を設定します。 • 1 秒あたりのトラップの送信数を入力します。範囲は 0 ～ 1000 です。デフォルトは 0（制限なし、発生するたびにトラップが送信される）です。
ステップ 4	**end** 例： Device(config)# **end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config** 例： Device# **show running-config**	（任意）実行コンフィギュレーションを表示します。これを使用して REP トラップ コンフィギュレーションを検証できます。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 6	**copy running-config startup-config** 例： `Device# copy running-config startup-config`	（任意）スイッチ スタートアップ コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

REP ZTP の設定

REP ZTP を設定するには、グローバルレベルおよびインターフェイスレベルで有効または無効にします。デフォルトの状態は、次のとおりです。

- グローバルレベル：有効
- インターフェイスレベル：無効

下流デバイスに接続されている上流デバイスインターフェイスのインターフェイスレベルで、この機能を明示的に有効にする必要があります。有効にすると、そのインターフェイスだけが下流スイッチから通知を受信し、PnP スタートアップ VLAN をブロックまたはブロック解除します。

（注） DNAC または PNP サーバーの設定を適用する場合、ユーザーはこの CLI 設定を設定テンプレートに明示的に追加して、機能を有効にする必要があります。

ステップ 1 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。

```
Switch# configure terminal
```

ステップ 2 REP ZTP をグローバルに有効にします。

```
Switch(config)# rep ztp
```

REP ZTP を無効にするには、`Switch(config)# no rep ztp` コマンドの no 形式を使用します。

ステップ 3 下流デバイスに接続されている上流デバイスインターフェイスで、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。

```
Switch(config)# interface <interface-name>
```

ステップ 4 インターフェイスで REP ZTP を有効にします。

```
Switch(config-if)#rep ztp-enable
```

インターフェイスで REP ZTP を無効にするには、`Switch(config-if)#no rep ztp-enable` コマンドの no 形式を使用します。

例

次に、下流デバイスに接続されている上流デバイスインターフェイスでREP ZTP機能を有効にするために必要な最小設定の例を示します。

```
Switch#show running-config interface gigabitEthernet 1/0/1
Building configuration...

Current configuration : 93 bytes
!
interface GigabitEthernet1/0/1
 switchport mode trunk
 rep segment 100
 rep ztp-enable
end
```

Resilient Ethernet Protocol 設定の監視

次の例では、**show interface** ［*interface-id*］ **rep** ［**detail**］コマンドの出力を示します。この表示では、アップリンクポートの REP 設定とステータスを示します。

```
Device# show interfaces GigabitEthernet1/0/4 rep detail

GigabitEthernet1/0/4 REP enabled
Segment-id: 3 (Primary Edge)
PortID: 03010015FA66FF80
Preferred flag: No
Operational Link Status: TWO_WAY
Current Key: 02040015FA66FF804050
Port Role: Open
Blocked VLAN: <empty>
Admin-vlan: 1
REP-ZTP Status: Disabled
Preempt Delay Timer: disabled
Configured Load-balancing Block Port: none
Configured Load-balancing Block VLAN: none
STCN Propagate to: none
LSL PDU rx: 999, tx: 652
HFL PDU rx: 0, tx: 0
BPA TLV rx: 500, tx: 4
BPA (STCN, LSL) TLV rx: 0, tx: 0
BPA (STCN, HFL) TLV rx: 0, tx: 0
EPA-ELECTION TLV rx: 6, tx: 5
EPA-COMMAND TLV rx: 0, tx: 0
EPA-INFO TLV rx: 135, tx: 136
```

次の例では、**show interface** ［*interface-id*］ **rep** ［**detail**］コマンドの出力を示します。この表示では、ダウンリンクポートの REP 設定とステータスを示します。

```
Device#show interface GigabitEthernet1/0/5 rep detail
GigabitEthernet1/0/5   REP enabled
Segment-id: 1 (Segment)
PortID: 019B380E4D9ACAC0
Preferred flag: No
Operational Link Status: NO_NEIGHBOR
```

```
Current Key: 019B380E4D9ACAC0696B
Port Role: Fail No Ext Neighbor
Blocked VLAN: 1-4094
Admin-vlan: 1
REP-ZTP Status: Disabled
Preempt Delay Timer: 100 sec
LSL Ageout Timer: 2000 ms
LSL Ageout Retries: 5
Configured Load-balancing Block Port: 09E9380E4D9ACAC0
Configured Load-balancing Block VLAN: 1-100
STCN Propagate to: segment 25
LSL PDU rx: 292, tx: 340
HFL PDU rx: 0, tx: 0
BPA TLV rx: 0, tx: 0
BPA (STCN, LSL) TLV rx: 0, tx: 0
BPA (STCN, HFL) TLV rx: 0, tx: 0
EPA-ELECTION TLV rx: 0, tx: 0
EPA-COMMAND TLV rx: 0, tx: 0
EPA-INFO TLV rx: 0, tx: 0
```

次の例では、**show rep topology**［**segment** *segment-id*］［**archive** ］［**detail**］コマンドを示します。この表示では、すべてのセグメントの REP トポロジ情報を示します。

```
Device# show rep topology

REP Segment 1
BridgeName       PortName     Edge Role
---------------- ----------   ---- ----
10.64.106.63     Gi1/0/4      Pri  Open
10.64.106.228    Gi1/0/4           Open
10.64.106.228    Gi1/0/3           Open
10.64.106.67     Gi1/0/3           Open
10.64.106.67     Gi1/0/4           Alt
10.64.106.63     Gi1/0/4      Sec  Open

REP Segment 3
BridgeName       PortName     Edge Role
---------------- ----------   ---- ----
10.64.106.63     Gi1/011     Pri  Open
SVT_3400_2       Gi1/0/3           Open
SVT_3400_2       Gi1/0/4           Open
10.64.106.68     Gi1/0/2           Open
10.64.106.68     Gi1/0/1           Open
10.64.106.63     Gi1/0/2      Sec  Alt
```

REP ZTP ステータスの表示

インターフェイスで REP ZTP の状態を確認するには、**show** コマンドを使用します。次の例では、インターフェイス GigabitEthernet 1/0/1 でこの機能を無効にし、インターフェイス GigabitEthernet 1/0/2 で有効にしています。**pnp_startup_vlan** のステータスは「Blocked」です。

ステップ 1 特権 EXEC モードで、次のように入力します。

show interfaces rep detail

例：

```
GigabitEthernet1/0/1   REP enabled
Segment-id: 100 (Segment)
PortID: 00016C13D5AC4320
Preferred flag: No
Operational Link Status: TWO_WAY
Current Key: 00026C13D5AC43209DAB
Port Role: Open
Blocked VLAN: <empty>
Admin-vlan: 1
REP-ZTP Status: Disabled
REP Segment Id Auto Discovery Status: Enabled
REP Segment Id Type: Manual
Preempt Delay Timer: disabled
LSL Ageout Timer: 5000 ms
LSL Ageout Retries: 5
Configured Load-balancing Block Port: none
Configured Load-balancing Block VLAN: none
STCN Propagate to: none
LSL PDU rx: 382, tx: 297
HFL PDU rx: 0, tx: 0
BPA TLV rx: 1, tx: 19
BPA (STCN, LSL) TLV rx: 0, tx: 0
BPA (STCN, HFL) TLV rx: 0, tx: 0
EPA-ELECTION TLV rx: 95, tx: 0
EPA-COMMAND TLV rx: 0, tx: 0
EPA-INFO TLV rx: 95, tx: 95

GigabitEthernet1/0/2   REP enabled
Segment-id: 100 (Segment)
PortID: 00026C13D5AC4320
Preferred flag: No
Operational Link Status: NO_NEIGHBOR
Current Key: 00026C13D5AC43209DAB
Port Role: Fail No Ext Neighbor
Blocked VLAN: 1-4094
Admin-vlan: 1
REP-ZTP Status: Enabled
REP-ZTP PnP Status: Unknown
REP-ZTP PnP Vlan: 1
REP-ZTP Port Status: Blocked
REP Segment Id Auto Discovery Status: Enabled
REP Segment Id Type: Manual
Preempt Delay Timer: disabled
LSL Ageout Timer: 5000 ms
LSL Ageout Retries: 5
Configured Load-balancing Block Port: none
Configured Load-balancing Block VLAN: none
STCN Propagate to: none
LSL PDU rx: 11, tx: 11
HFL PDU rx: 0, tx: 0
BPA TLV rx: 0, tx: 0
BPA (STCN, LSL) TLV rx: 0, tx: 0
BPA (STCN, HFL) TLV rx: 0, tx: 0
EPA-ELECTION TLV rx: 0, tx: 0
EPA-COMMAND TLV rx: 0, tx: 0
EPA-INFO TLV rx: 0, tx: 0
```

ステップ 2 show コマンドを再度使用して、**pnp_startup_vlan** のステータスを表示します。

下流デバイスが起動すると、接続された上流スイッチインターフェイスに通知を送信し、**pnp_startup_vlan** のブロックを解除して DHCP IP アドレスを取得します。さらに、PNP サーバーまたは DNAC との通信も確立します。show コマンドを実行すると、ステータスが「Unblocked」と表示されます。

次に示す上流スイッチの syslog では、ポートの FWD および BLK について通知しています。PnP によってコンソールが制御され、コンソールで syslog を出力できないため、下流スイッチに syslog はありません。

```
REP-6-ZTPPORTFWD: Interface GigabitEthernet1/0/2 moved to forwarding on ZTP notification
```

```
REP-6-ZTPPORTBLK: Interface GigabitEthernet1/0/2 moved to blocking on ZTP notification
```

例：

```
Switch#show interfaces rep detail
GigabitEthernet1/0/1   REP enabled
Segment-id: 100 (Segment)
PortID: 00016C13D5AC4320
Preferred flag: No
Operational Link Status: TWO_WAY
Current Key: 00026C13D5AC43209DAB
Port Role: Open
Blocked VLAN: <empty>
Admin-vlan: 1
REP-ZTP Status: Disabled
REP Segment Id Auto Discovery Status: Enabled
REP Segment Id Type: Manual
Preempt Delay Timer: disabled
LSL Ageout Timer: 5000 ms
LSL Ageout Retries: 5
Configured Load-balancing Block Port: none
Configured Load-balancing Block VLAN: none
STCN Propagate to: none
LSL PDU rx: 430, tx: 358
HFL PDU rx: 0, tx: 0
BPA TLV rx: 1, tx: 67
BPA (STCN, LSL) TLV rx: 0, tx: 0
BPA (STCN, HFL) TLV rx: 0, tx: 0
EPA-ELECTION TLV rx: 107, tx: 0
EPA-COMMAND TLV rx: 0, tx: 0
EPA-INFO TLV rx: 107, tx: 108

GigabitEthernet1/0/2   REP enabled
Segment-id: 100 (Segment)
PortID: 00026C13D5AC4320
Preferred flag: No
Operational Link Status: NO_NEIGHBOR
Current Key: 00026C13D5AC43209DAB
Port Role: Fail No Ext Neighbor
Blocked VLAN: 1-4094
Admin-vlan: 1
REP-ZTP Status: Enabled
REP-ZTP PnP Status: In-Progress
REP-ZTP PnP Vlan: 69
REP-ZTP Port Status: Unblocked
REP Segment Id Auto Discovery Status: Enabled
REP Segment Id Type: Manual
Preempt Delay Timer: disabled
LSL Ageout Timer: 5000 ms
LSL Ageout Retries: 5
Configured Load-balancing Block Port: none
```

```
Configured Load-balancing Block VLAN: none
STCN Propagate to: none
LSL PDU rx: 32, tx: 40
HFL PDU rx: 0, tx: 0
BPA TLV rx: 0, tx: 0
BPA (STCN, LSL) TLV rx: 0, tx: 0
BPA (STCN, HFL) TLV rx: 0, tx: 0
EPA-ELECTION TLV rx: 0, tx: 0
EPA-COMMAND TLV rx: 0, tx: 0
EPA-INFO TLV rx: 0, tx: 0
```

ステップ 3 PnP スタートアップ VLAN のインターフェイス状態を確認するには、**show platform hardware l2 stp** コマンドを使用します。

例：

```
Switch#show platform hardware l2 stp asic-num 0 vlan-id 69 □[PnP Vlan]
------------------------STP TABLE START------------------------
---------------------------------------------------------------
VlanId:1 StpId:0 MemberPort:3 StpState:FORWARDING
VlanId:1 StpId:0 MemberPort:7 StpState:FORWARDING
VlanId:1 StpId:0 MemberPort:25 StpState:FORWARDING
---------------------------------------------------------------
------------------------STP TABLE END-------------------------
```

ステップ 4 （オプション）REP ZTP のトラブルシューティングには、次のデバッグコマンドを使用できます。

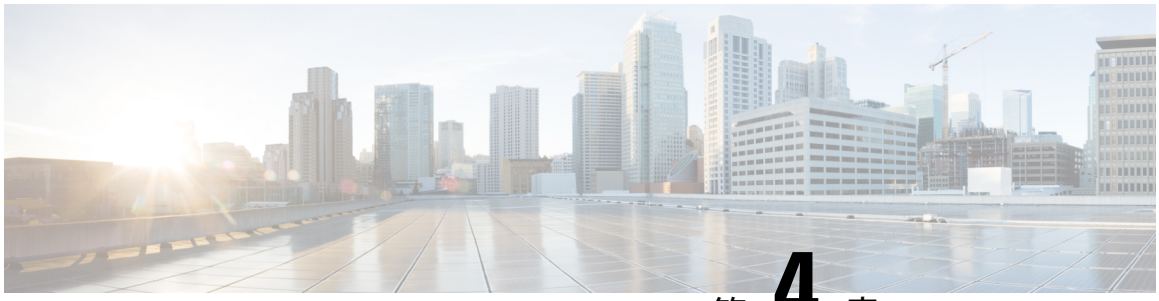
- **debug rep lslsm**：このコマンドは、NO_NEIGHBOR 状態の LSL 状態機械イベントについて理解するのに役立ちます。
- **debug rep packet**：REP ZTP LSL TLV で LSL パケットをダンプし、ピアクライアントノードの PnP ステータスを確認するには、このコマンドを使用します。

次のタスク

Resilient Ethernet Protocol の機能履歴

以下の表に、このガイドに記載されている機能のリリースおよび関連情報を示します。この機能は、特に明記されていない限り、最初のリリース以降のすべてのリリースで使用できます。

リリース	機能	機能情報
Cisco IOS XE Cupertino 17.9.x	Resilient Ethernet Protocol Fast	この機能は、このリリースより Cisco Catalyst IE9300 高耐久性シリーズ スイッチで使用できるようになりました。
Cisco IOS XE Cupertino 17.14.x	Resilient Ethernet Protocol のゼロタッチプロビジョニング	この機能は、このリリースより Cisco Catalyst IE9300 高耐久性シリーズ スイッチで使用できるようになりました。



第 4 章

Media Redundancy Protocol

Media Redundancy Protocol

国際電気標準会議（IEC）規格 62439-2 で定義されている Media Redundancy Protocol（MRP）は、産業オートメーション ネットワーク向けのリングネットワークトポロジで高速コンバージェンスを実現します。MRP Media Redundancy Manager（MRM）は、リングの最大リカバリ時間を 10 ミリ秒、30 ミリ秒、200 ミリ秒、500 ミリ秒の範囲で定義します。

（注） 最大 50 ノードで構成されるリングの場合、Cisco IE スイッチのデフォルトの最大リカバリ時間は 200 ミリ秒です。MRP マネージャの設定 （90 ページ）に説明されているように、500 ミリ秒のリカバリ時間プロファイルを使用するよう、スイッチを設定できます。10 ミリ秒と 30 ミリ秒のリカバリ時間プロファイルはサポートされていません。

MRP はすべての Cisco Catalyst IE9300 高耐久性シリーズ スイッチでサポートされています。

- IE-9310-26S2C-EおよびIE-9310-26S2C-A
- IE-9320-26S2C-EおよびIE-9320-26S2C-A
- IE-9320-22S2C4X-EおよびIE-9320-22S2C4X-A
- IE-9320-24T4X-EおよびIE-9320-24T4X-A
- IE-9320-24P4X-EおよびIE-9320-24P4X-A
- IE-9320-16P8U4X-EおよびIE-9320-16P8U4X-A
- IE-9320-24P4S-EおよびIE-9320-24P4S-A

MRP は MAC レイヤで動作し、製造業における産業ネットワークの PROFINET 規格と合わせて一般的に使用されます。

MRP モード

MRP は Cisco Catalyst IE9300 高耐久性シリーズ スイッチの MRP コマンドライン インターフェイス（CLI）モードでサポートされています。

MRP CLI モードは、Cisco IOS XE CLI および WebUI（Web ベースのユーザーインターフェイス（UI））によって管理されます。

（注） MRP CLI モードでスイッチを管理する場合、Siemens STEP7/TIA から MRP 設定をダウンロードすることはできません。

プロトコルの動作

MRP リングでは、MRM はリング マネージャとして機能し、一方 Media Redundancy Clients（MRC）はリングのメンバー ノードとして機能します。各ノード（MRM または MRC）には、リングに参加するための 1 対のポートがあります。MRM は、1 つのリング ポートの制御フレームをリングを介して送信し、リングからの制御フレームを他のリング ポートを介して受信し、反対方向のものも受信することによって、ネットワーク障害に対応するリング トポロジを開始、制御します。MRC は MRM から受信した再構成フレームに応答し、そのリング ポート上のリンクの変化を検出して通知することができます。

Cisco Catalyst IE9300 高耐久性シリーズ スイッチでは、リングの特定またはすべてのノードを Media Redundancy Automanager（MRA）として起動するように設定することもできます。MRA では、投票プロトコルと設定された優先順位値を使用して、MRM が互いに 1 つ選択されます。残りの MRA は MRC 役に遷移します。

すべての MRM および MRC リング ポートは、次の状態をサポートします。

- 無効：リングポートですべての受信フレームが破棄されます。

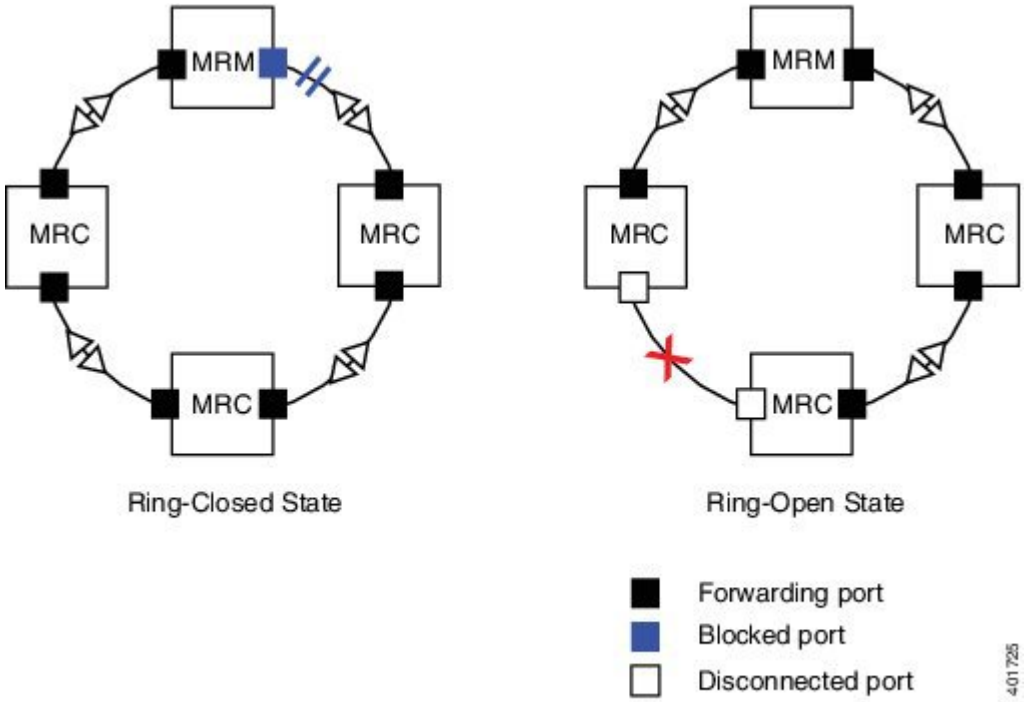
- ブロック：リングポートで MRP 制御フレームと一部の標準フレーム（LLDP など）を除くすべての受信フレームが破棄されます。
- 転送：リングポートですべての受信フレームが転送されます。
- 未接続：リンクが物理的にダウンしているか切断されています。（この状態は、MRP ポートがソフトウェアによって手動で無効にされている「無効効態」とは異なります）。

通常動作中、ネットワークは Ring-Closed 状態で動作します（以下の図を参照）。ループを防止するため、一方の MRM リング ポートはブロックで、もう一方のポートは転送になります。ほとんどの場合、すべての MRC の両方のリング ポートは転送状態になります。このループ回避により、物理リング トポロジは論理スタブ トポロジになります。

図では、左と右の 2 つのリングについて、次の点に注意してください。

- 左側のリング：どのポートも切断されていないため、MRM の接続（上部の小さな青い四角）はブロック状態（2 本の平行線で示す）です。
- 右側のリング：2 つの MRC の接続（左と中央の小さな白い四角）は、赤い「x」で示すように、それらの間のリンクが壊れているため、無効状態です。

図 *13 : MRP* リングの状態



ネットワーク障害が発生した場合：

- ネットワークは Ring-Open 状態に移行します。

- 2 つの MRC を接続するリンクに障害が発生した場合、MRM の両方のリングポートは転送状態に変わり、障害に隣接する MRC は無効リングポートと転送リングポートになり、他の MRC は両方のリングポートが転送になります。

Ring-Open 状態では、ネットワーク論理トポロジはスタブになります。

レイヤ 2 イーサネット フレームは、これら 2 つのリング状態間の移行に必要な時間中に失われます。MRP プロトコルでは、スイッチオーバー時間を最小限に抑えるためにスイッチオーバーを自動的に管理する手順を定義します。さまざまなパラメータで構成されるリカバリ時間プロファイルは、MRP トポロジ コンバージェンス性能を促進します。200 ミリ秒のプロファイルは、200 ミリ秒の最大リカバリ時間をサポートします。

MRP は 3 種類の制御フレームを使用します。

- リング ステータスを監視するため、MRM は定期的に両方のリング ポートでテスト フレームを送信します。
- MRM が障害またはリカバリを検出すると、両方のリング ポートで TopoChange フレームを送信します。
- MRC がローカル ポート上で障害またはリカバリを検出すると、LinkChange サブタイプ フレーム、Linkdown および Linkup を MRM に送信します。

Media Redundancy Automanager

Media Redundancy Automanager（MRA）として開始するように設定されている場合、ノードでは投票プロトコルと設定された優先順位値を使用して MRM が選択されます。残りの MRA は MRC 役に遷移します。すべてのノードを MRA として設定する必要があります。同じリング内に手動で MRM および MRA を設定することはサポートされていません。

（注）

- CLI を使用して MRA をアクティブ化できます。このガイドのMRP CLI モードの設定 （89 ページ）セクションを参照してください。
- MRM が選択されると MRA は MRC 役に移行しますが、MRC を明示的に設定することはできません。

MRA 役は、MRM や MRC のような実稼働可能な MRP 役ではありません。MRA 役は、デバイス起動時の一時的な管理上の役割に過ぎません。起動後はノードを MRM 役または MRC 役に遷移する必要があり、マネージャ投票プロセスを通じて MRM が選択されます。

MRA は、次のように機能します。

1. 電源投入時に、すべての MRA がマネージャ投票プロセスを開始します。各 MRA では、両方のリング ポートで MRP_Test フレームの送信が開始します。MRP_Test フレームには MRA の優先順位値が含まれています。受信した MRP_Test フレームに含まれるリモート マネージャの優先順位値は、MRA 自身の優先度と比較されます。MRA は自身の優先順位

が受信した優先順位よりも高い場合、リモートマネージャの MAC アドレスとともに、テストマネージャの否定応答（MRP_TestMgrNAck）フレームを送信します。

2. 受信側 MRA が、自身の MAC アドレスを含む MRP_TestMgrNAck を受信すると、受信側 MRA はクライアント（MRC）役への遷移を開始します。

3. MRP_TestPropagate フレームは、クライアント役の他の MRA デバイスに、役割の変更と、より優先順位が高い新規のマネージャについて通知します。このフレームを受信するクライアントは、その情報に応じて、より優先順位が高いマネージャの情報を更新します。これにより、監視しているより優先順位の高いマネージャ役が変更された場合でも、クライアントがクライアント役にとどまることになります。

ライセンス

Cisco Catalyst IE9300 高耐久性シリーズ スイッチで MRP を使用するために機能ライセンスは必要ありません。MRP では、Network Essentials または Network Advantage のいずれかの基本ライセンスを使用します。

プラットフォームサポートに関する情報を検出し、機能を使用できるライセンスレベルを確認するには、Cisco Feature Navigator を使用します。Cisco Feature Navigator には、https://www.cisco.com/go/cfn からアクセスします。cisco.com のアカウントは必要ありません。

複数の MRP リング

産業用イーサネット ネットワークでは、セル/エリア内の MRP リングはアクセス レイヤのサブリングです。複数の MRP リングを接続でき、これらをディストリビューション レイヤに集約できます。

Cisco Catalyst IE9300 高耐久性シリーズ スイッチには最大 12 のリングを設定できます。スイッチは、自動マネージャまたはクライアントのいずれかです。

MRP-STP の相互運用性

MRP はスパニング ツリー プロトコル（STP）と連携して動作し、ユーザが誤って MRP リングに参加していないデバイスを接続した場合に、不要なブロードキャスト ループを防ぎます。MRP と STP で動作するネットワークでは、スパニング ツリー ブリッジ プロトコル データ ユニット（BPDU）は MRP 対応ポートには送信されません。ポートの MRP 設定が解除されリングから離脱すると、そのポートはスパニング ツリーに追加されます。

MRP-STP 相互運用性は MRP CLI モードでサポートされ、追加の CLI 設定なしで動作します。

前提条件

- MRP は物理リングトポロジに配置されているため、ネットワークストームを回避するためには、MRP 機能を設定または設定解除する前に接続インターフェイスで **shut** コマンドを発行するか、ケーブルを物理的に取り外して、各リングの2つのノード間の物理的な接続を 1 つ開けておくことが推奨されます。すべての MRM を正しく設定した後に、ポートで **no shut** コマンドを発行するか、ノード間のケーブルを再接続します。

注意事項と制約事項

一般的なガイドラインと制限事項

- MRP は、IOS XE 17.13.1 リリース以降の Cisco Catalyst IE9300 高耐久性シリーズ スイッチでサポートされています。
- スマートライセンスの登録失敗を回避するには、NTP設定とデバイスクロックを確実に同期します。
- 複数の MRP リングのサポートは、CLI または WebUI を介してのみ可能です。
- スイッチは 1 リングあたり最大 50 の MRC をサポートします。
- MRP を Resilient Ethernet Protocol（REP）、スパニングツリープロトコル（STP）、Flex Link、MACsec、または Dot1x と同じインターフェイス（ポート）で実行することはできません。
- アクセスポートでは、MRP インターフェイスで具体的に **switchport mode access** および **switchport access vlan** *x* コマンドを設定する必要があります。
- MRP インターフェイスは転送状態で起動し、安全にブロック可能と通知されるまで転送状態のままになります。MRP リングの状態は Ring-Closed に変わります。
- MRP ポートは、SPAN 宛先ポート、プライベート VLAN ポート、またはトンネル ポートのいずれのポート タイプとしても設定できません。
- MRP は EtherChannel または EtherChannel に属する個別のポートではサポートされません。
- 各 MRP リングは 1 つの MRP VLAN のみを持つことができます。トラフィックフラッディングを回避するため、VLAN はデバイスのリングごとに異なる必要があります。

MRP CLI モードの注意事項と制限事項

- CLI を使用して MRP リングを設定したら、MRP リングを、MRP をサポートするポートペアに接続する必要があります。
- どちらの MRP ポートも同じインターフェイス モード（アクセスまたはトランク）である必要があります。

- 既存の MRP リングの設定（モード）を変更する、またはアクセスとトランク間のリングポートのインターフェイスモードを変更するには、まずリングを削除してから、新しい設定のリングを再作成する必要があります。
- 両方の MRP ポートがアクセス モードの場合、アクセス VLAN はこれに合わせる必要があります。設定済みの MRP VLAN がポートのアクセス VLAN と一致しない場合、MRP VLAN は自動的に MRP ポートのアクセス VLAN に変更されます。
- 2 つのアクセス ポートを持つ MRP リングで、MRP リング作成時にポートが同じアクセス VLAN に属していない場合、または MRP リング作成後にポートの 1 つだけアクセス VLAN を変更した場合、MRP リング動作は中断され、次のようなメッセージが表示されます。

```
ERROR% The ring 1 ports don't belong to the same access VLAN. The MRP ring will not
 function until the issue has been fixed
```

この問題を解決するには、2 つのリング ポートのアクセス VLAN の設定を同じにします。

- 200 ミリ秒の標準プロファイルと 500 ミリ秒のプロファイルがサポートされています。10 ミリ秒と 30 ミリ秒のプロファイルはサポートされていません。
- CLI を使用して MRA をアクティブ化できます。
- MRM が選択されると MRA は MRC 役に移行しますが、MRC を明示的に設定することはできません。

デフォルト設定

- MRP はデフォルトで無効になっています。MRP CLI は、MRP が有効になっている場合のデフォルトモードです。
- デフォルトの VLAN は 1 です。

（注） デフォルト以外の VLAN を、MRP リング 1 に割り当てる前に作成します。

MRP CLI モードの設定

MRP を設定するには、ノードを MRA として設定し、2 つの MRP ポートを指定します。各リングのマネージャインスタンスおよびデバイスごとに 1 つのマネージャを使用して、デバイス上に最大 12 のリングを設定できます（デバイスはマネージャまたはクライアントになれます）。

次の MRP 設定パラメータはオプションです。

- domain-id：MRP リングを表す一意の ID。

- domain-name：設定した MRP ドメイン ID の論理名。
- profile：200 ミリ秒（デフォルト）
- vlan-id：MRP フレームを送信するための VLAN。

MRP マネージャの設定

スイッチをデフォルトである MRP CLI モードの MRA として設定するには、次の手順に従います。

（注） デバイスが PLC モジュールに接続されている場合、MRP に対して「no device in the ring」が選択されていることを確認します。

手順の概要

1. MRP を有効化します。
2. スイッチで MRP マネージャモードを設定します。
3. （単一の MRP リングの場合はオプション）ドメイン ID を設定します。
4. （単一の MRP リングの場合はオプション）ドメイン名を設定します。
5. （オプション）VLAN ID を設定します。
6. （オプション）リカバリ プロファイルを設定します。
7. MRA の優先順位を設定します。
8. 間隔を設定します。
9. 最初のリング ポートとして動作するポートの ID を指定します。
10. インターフェイス モードを設定します。
11. MRP リングにインターフェイスを関連付けます。
12. グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
13. 2 番目のリング ポートとして動作するポートの ID を指定します。
14. インターフェイス モードを設定します。
15. MRP リングにインターフェイスを関連付けます。
16. 特権 EXEC モードに戻ります。
17. （複数のリングの場合）リングを追加するごとに、ステップ 1 ～ 14 を繰り返します。

手順の詳細

ステップ 1 MRP を有効化します。

mrp ring *mrp_id*

MRP では最大 12 のリングがサポートされています。

ステップ 2 スイッチで MRP マネージャモードを設定します。

mode auto-manager

ステップ 3 （単一の MRP リングの場合はオプション）ドメイン ID を設定します。

domain-id *value*

value：ハイフンによって 5 つのグループに分けられた 32 桁の 16 進数の UUID 文字列

例：550e8400-e29b-41d4-a716-446655440000

リング 1 のデフォルト ドメイン ID は FFFFFFFF-FFFF-FFFF-FFFF-FFFFFFFFFFFE です。

（注） ドメイン ID は、必要な場合にのみデフォルトから変更します。

ステップ 4 （単一の MRP リングの場合はオプション）ドメイン名を設定します。

domain-name *name*

name：最大 32 文字の文字列

ステップ 5 （オプション）VLAN ID を設定します。

vlan-id *vlan*

ステップ 6 （オプション）リカバリ プロファイルを設定します。

profile { |**200** | **500**}

- 200：最大リカバリ時間 200 ミリ秒
- 500：最大リカバリ時間 500 ミリ秒

ステップ 7 MRA の優先順位を設定します。

priority *value*

value：範囲は <36864 ～ 61440> で、最低値は 65535。

デフォルトの優先順位は 40960 です。

ステップ 8 間隔を設定します。

interval *interval*

（注） [Interval] フィールドは、MRP の WebUI には表示されません。

- 3：30 ミリ秒プロファイルに対する MRP_Test のデフォルト間隔 3 ミリ秒
- 20：200 ミリ秒プロファイルに対する MRP_Test のデフォルト間隔 20 ミリ秒
- 50：500 ミリ秒プロファイルに対する MRP_Test のデフォルト間隔 50 ミリ秒
- <3 ～ 10>：オプションのより高速な MRP_Test 間隔（ミリ秒単位）

（注） オプションのより高速な MRP_Test 間隔は、リングが IE3x00 デバイスで形成されている場合にのみ設定できます。

ステップ 9 最初のリング ポートとして動作するポートの ID を指定します。

interface *port*

ステップ 10 インターフェイス モードを設定します。

switchport mode { **access** | **trunk** }

（注） MRP をアクセスモードで設定するには **switchport mode access** を指定する必要があります。

ステップ 11 MRP リングにインターフェイスを関連付けます。

mrp ring 1

ステップ 12 グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。

exit

ステップ 13 2 番目のリング ポートとして動作するポートの ID を指定します。

interface *port*

ステップ 14 インターフェイス モードを設定します。

switchport mode { **access** | **trunk** }

（注） MRP をアクセスモードで設定するには、この手順で **switchport mode access** を指定する必要があります。

ステップ 15 MRP リングにインターフェイスを関連付けます。

mrp ring 1

ステップ 16 特権 EXEC モードに戻ります。

end

ステップ 17 （複数のリングの場合）リングを追加するごとに、ステップ 1 ～ 14 を繰り返します。

- 2 番目のリングにリング番号 2 を割り当てます。
- リング 2 に一意のドメイン ID を割り当てます。リング 2 のデフォルト ドメイン ID は FFFFFFFF-FFFF-FFFF-FFFF-FFFFFFFFFFFD です。
- 3 番目のリングにリング番号 3 を割り当てます。
- リング 3 に一意のドメイン ID を割り当てます。リング 3 のデフォルトドメイン ID は FFFFFFFF-FFFF-FFFF-FFFF-FFFFFFFFFFFC です。

（注） 各リングには固有のドメイン ID が必要です。2 つのリングで同じドメイン ID を共有することはありません。

例

次に、MRP 自動マネージャを設定する例を示します。

```
Switch#configure terminal
Switch# no profinet mrp
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#mrp ring 1
Switch(config-mrp)#mode manager
Switch(config-mrp-manager)#domain-id FFFFFFFF-FFFF-FFFF-FFFF-FFFFFFFFFFFF
Switch(config-mrp-manager)#priority 40960
Switch(config-mrp-manager)#end
Switch#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#GigabitEthernet1/0/22
Switch(config-if)#switchport mode trunk
Switch(config-if)#mrp ring 1
WARNING% Enabling MRP automatically set STP FORWARDING. It is recommended to shutdown
all interfaces which are not currently in use to prevent potential bridging loops.
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#GigabitEthernet1/0/21
Switch(config-if)#switchport mode trunk
Switch(config-if)#mrp ring 1
WARNING% Enabling MRP automatically set STP FORWARDING. It is recommended to shutdown
all interfaces which are not currently in use to prevent potential bridging loops.
Switch(config-if)#exit
Switch(config-if)#end

Switch# show mrp ring 1
MRP ring 1

Profile : 200 ms
Mode : Auto-Manager
Priority : 40960
Operational Mode: Client
From : CLI
License : Active
Best Manager :
MAC Address : 00:78:88:5E:03:81
Priority : 36864

Network Topology: Ring
Network Status : OPEN
Port1: Port2:
MAC Address :84:B8:02:ED:E8:02 MAC Address :84:B8:02:ED:E8:01
Interface :GigabitEthernet1/0/22 Interface :GigabitEthernet1/0/21
Status :Forwarding Status :Forwarding

VLAN ID : 1
Domain Name : Cisco MRP Ring 1
Domain ID : FFFFFFFF-FFFF-FFFF-FFFF-FFFFFFFFFFFF

Topology Change Request Interval : 10ms
Topology Change Repeat Count : 3
Short Test Frame Interval : 10ms
Default Test Frame Interval : 20ms
Test Monitoring Interval Count : 3
Test Monitoring Extended Interval Count : N/A
Switch#show mrp ports

Ring ID : 1
PortName                Status
--------------------------------------
GigabitEthernet1/0/22         Forwarding
GigabitEthernet1/0/21         Forwarding
```

（注） **show mrp ring** の出力には、Cisco IOS XE リリース 17.7.1 以降の CLI および Profinet モードでは「License: Not Applicable」と表示されます。

設定例

次に、マネージャとして設定された MRP スイッチの例を示します。

```
Switch#configure terminal
Switch# no profinet mrp
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#mrp ring 1
Switch(config-mrp)#mode manager
Switch(config-mrp-manager)#end
Switch#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#interface gi1/0/21-28
Switch(config-if)#switchport mode trunk
Switch(config-if)#mrp ring 1
WARNING% Enabling MRP automatically set STP FORWARDING. It is recommended to shutdown
all interfaces which are not currently in use to prevent potential bridging loops.
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#interface gi1/0/27
Switch(config-if)#switchport mode trunk
Switch(config-if)#mrp ring 1
WARNING% Enabling MRP automatically set STP FORWARDING. It is recommended to shutdown
all interfaces which are not currently in use to prevent potential bridging loops.
Switch(config-if)#end

Switch#show mrp ring
MRP ring 1

Profile     : 200 ms
Mode        : Master
From        : CLI

Network Topology: Ring
Port1:                                  Port2:
MAC Address    :2C:54:2D:2C:3E:0A       MAC Address    :2C:54:2D:2C:3E:09
Interface      :gigabitEthernet1/0/28         Interface      :gigabitEthernet1/0/27
Status         :Forwarding              Status         :Forwarding

VLAN ID     : 1
Domain Name : Cisco MRP
Domain ID   : FFFFFFFF-FFFF-FFFF-FFFF-FFFFFFFFFFFF

Topology Change Request Interval        : 10ms
Topology Change Repeat Count            : 3
Short Test Frame Interval               : 10ms
Default Test Frame Interval             : 20ms
Test Monitoring Interval Count          : 3
Test Monitoring Extended Interval Count : N/A
Switch#show mrp ports

Ring ID : 1
PortName                Status
```

```
-------------------------------------
gigabitEthernet1/0/27         Forwarding
gigabitEthernet1/0/28         Forwarding
```

次に、自動マネージャとして設定された MRP スイッチの例を示します。

```
Switch#configure terminal
Switch# no profinet mrp
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#mrp ring 1
Switch(config-mrp)#mode auto-manager
Switch(config-mrp-auto-manager)#priority 36864
Switch(config-mrp-auto-manager)#end
Switch#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#interface gi1/0/22
Switch(config-if)#switchport mode trunk
Switch(config-if)#mrp ring 1
WARNING% Enabling MRP automatically set STP FORWARDING. It is recommended to shutdown
all interfaces which are not currently in use to prevent potential bridging loops.
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#interface gi1/0/21
Switch(config-if)#switchport mode trunk
Switch(config-if)#mrp ring 1
WARNING% Enabling MRP automatically set STP FORWARDING. It is recommended to shutdown
all interfaces which are not currently in use to prevent potential bridging loops.
Switch(config-if)#end

Switch#show mrp ring
MRP ring 1

Profile     : 200 ms
Mode        : Auto-Manager
Priority    : 36864
Operational Mode: Manager
From        : CLI
License     : Active
Best Manager MAC Address    :84:B8:02:ED:E8:01     priority 36864

Network Topology: Ring
Network Status  : OPEN
Port1:                                      Port2:
 MAC Address    :84:B8:02:ED:E8:02          MAC Address    :84:B8:02:ED:E8:01
 Interface      :GigabitEthernet1/0/22      Interface      :GigabitEthernet1/0/21
 Status         :Forwarding                 Status         :Forwarding

VLAN ID     : 1
Domain Name : Cisco MRP Ring 1
Domain ID   : FFFFFFFF-FFFF-FFFF-FFFF-FFFFFFFFFFFF

Topology Change Request Interval        : 10ms
Topology Change Repeat Count            : 3
Short Test Frame Interval               : 10ms
Default Test Frame Interval             : 20ms
Test Monitoring Interval Count          : 3
Test Monitoring Extended Interval Count : N/A


Topology Change Request Interval        : 10ms
Topology Change Repeat Count            : 3
Short Test Frame Interval               : 10ms
Default Test Frame Interval             : 20ms
```

```
Test Monitoring Interval Count          : 3
Test Monitoring Extended Interval Count : N/A
```

次に、設定済みの MRP スイッチの例を示します。

```
Switch#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#mrp ring 1
Switch(config-mrp)#mode client
Switch(config-mrp-client)#end
Switch#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#interface gi1/0/23
Switch(config-if)#switchport mode trunk
Switch(config-if)#mrp ring 1
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#interface gi1/0/24
Switch(config-if)#switchport mode trunk
Switch(config-if)#mrp ring 1
Switch(config-if)#end
```

設定の確認

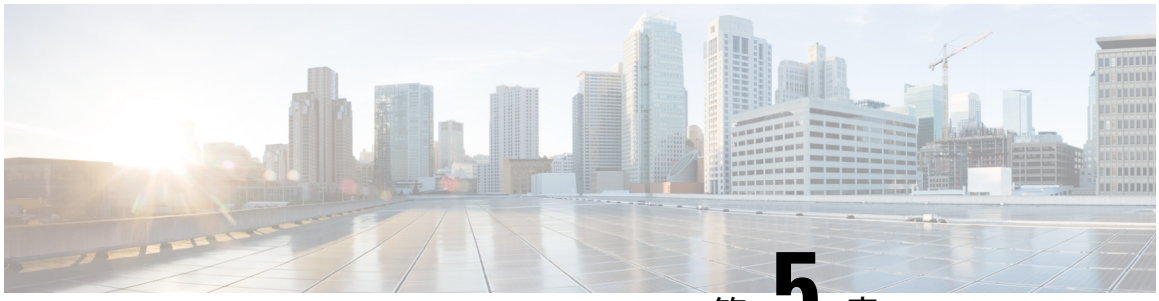
次のコマンドを使用して、MRP 設定を確認できます。

コマンド	説明
show mrp ring? {**1 - 22**}	MRP リングの設定の詳細を表示します。
show mrp ports	MRP ポート状態の詳細を表示します。いずれのポートでも MRP が設定されていない場合、「N/A」と表示されます。
show mrp ring {**1 - 22**} **statistics** [**all** | **event** | **hardware** | **packet** | **platform**]	MRP リングの動作の詳細を表示します。
debug mrp-ring [**alarm**|**cli** | **client** | **license** | **manager** | **packet** | **platform**]	MRP イベントをトレースします。 （注） **manager** は、スイッチがマネージャまたは自動マネージャとして設定されている場合にのみ使用可能です。 **license** は、Cisco IOS XE 17.6.x 以前でのみ使用できます。
show tech-supportmrp	すべての MRP の詳細を表示します。

機能の履歴

以下の表に、このガイドに記載されている機能のリリースおよび関連情報を示します。この機能は、特に明記されていない限り、最初のリリース以降のすべてのリリースで使用できます。

リリース	機能	機能情報
Cisco IOS XE 17.13.1	Media Redundancy Protocol（MRP）	MRP は、産業オートメーション ネットワークのリングネットワークトポロジで高速コンバージェンスを実現します。 このリリースでは、Cisco Catalyst IE9300 高耐久性シリーズ スイッチでこの機能を使用できるようになりました。



第 5 章

高可用性シームレス冗長性

高可用性シームレス冗長性

高可用シームレス冗長性（HSR）は、国際標準規格 IEC 62439-3-2016 第 5 条で定義されています。HSR は Parallel Redundancy Protocol（PRP）に似ていますが、リングトポロジで動作するように設計されています。任意のトポロジの並列独立ネットワーク 2 系統（LAN-A と LAN-B）の代わりに、HSR は反対方向のトラフィックを持つリングを定義します。このリングで、ポート A はトラフィックを反時計回りに送信し、ポート B はトラフィックを時計回りに送信します。

HSR は、パケット形式も PRP と異なります。スイッチが重複パケットを判別して廃棄できるように、追加のプロトコル固有情報がデータフレームとともに送信されます。PRP の場合、これは冗長制御トレーラ（RCT）と呼ばれるトレーラの一部として送信されますが、HSR の場合は HSR ヘッダーと呼ばれるヘッダーの一部として送信されます。RCT と HSR ヘッダーの両方にシーケンス番号が含まれています。これは、受信したフレームが最初のインスタンスか重複したインスタンスかを判断するために使用されるプライマリデータです。

高可用性シームレス冗長性

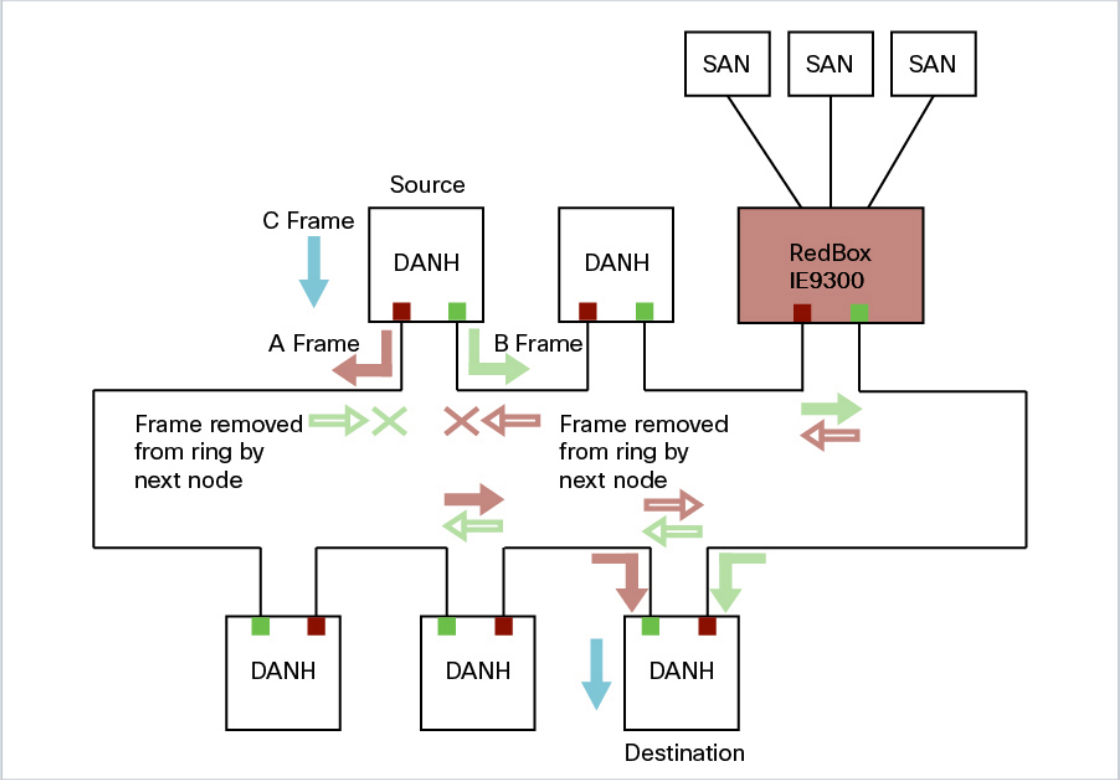
（注） HSR は Cisco Catalyst IE9300 高耐久性シリーズ スイッチでサポートされています（サポートされている SKU については、このガイドの「ガイドラインと制限事項」セクションを参照してください）。このドキュメントでは、特に明記されていない限り、「スイッチ」という用語は Cisco Catalyst IE9300 高耐久性シリーズ スイッチを指します。

このリリースでは、スイッチは HSR 単一接続ノード（SAN）と 1 つの HSR インスタンスのみをサポートします。また、1 つの HSR または 1 つの PRP インスタンスのみ作成できます。PRP インスタンスを作成した場合、HSR インスタンスは作成できません。

HSR リングに接続された 2 つのインターフェイスを持つ非スイッチングノードは、「HSR 実装ダブル接続ノード（DANH）」と呼ばれます。PRP と同様に、単一接続ノード（SAN）は、RedBox（冗長ボックス）と呼ばれるデバイスを介して HSR リングに接続されます。RedBox は、RedBox が送信元または接続先となるすべてのトラフィックに対して DANH として機能します。スイッチは、HSR リングへのギガビット イーサネット ポート接続を使用した RedBox 機能を実装しています。

次の図は、IEC 62439-3 に記載されている HSR リングの例を示します。この例では、RedBox は Cisco Catalyst IE9300 高耐久性シリーズ スイッチです。

図 *14* : ユニキャストトラフィックを伝送する *HSR* リングの例



追加設定なしで HSR をサポートしないデバイス（ラップトップやプリンタなど）を HSR リングに直接接続することはできません。これは、すべての HSR 対応デバイスが、リングから受

信するパケットの HSR ヘッダーを処理でき、リングに送信するすべてのパケットに HSR ヘッダーを追加できる必要があるためです。これらのノードは、RedBox を介して HSR リングに接続されます。上の図に示されているように、RedBox には DANH 側に 2 つのポートがあります。非 HSR SAN デバイスは、上流に位置するスイッチ ポートに接続されます。RedBox は、これらのデバイス向けに監視フレームを生成し、これらのデバイスがリング上で DANH デバイスとみなされるようにします。RedBox が DANH としてエミュレートするため、これらのデバイスは仮想ダブル接続ノード（VDAN）と呼ばれます。

ループ回避

HSR リング内の各ノードは、一方のポートから受信したフレームを HSR ペアの他方のポートに転送します。ループを避け、ネットワーク帯域を有効に使用するため、RedBox では、すでに同じ方向に転送されたフレームは送信されません。ノードがパケットをリングに入れると、そのパケットはループを避けるために次のように処理されます。

- 宛先がリング内のユニキャストパケット：ユニキャストパケットが宛先ノードに到達すると、パケットはそれぞれのノードによって消費され、転送されません。
- 宛先がリング内にないユニキャストパケット：このパケットはリング内に宛先ノードがないため、送信元ノードに到達するまでリング内のすべてのノードによって転送されます。各ノードは、送信したパケットの記録を、それが送信された方向とともに保持するため、送信元ノードは、パケットがループを 1 周したことを検出し、パケットを破棄します。
- マルチキャストパケット：マルチキャストパケットには、このパケットのコンシューマが複数存在する可能性があるため、各ノードによって転送されます。このため、マルチキャストパケットは常に送信元ノードに到達します。ただし、すべてのノードは、受信したパケットをすでに送信インターフェイスを介して転送したかどうかを確認します。パケットが送信元ノードに到達すると、送信元ノードは、このパケットをすでに転送したことを確認し、再度転送せずにパケットを破棄します。

HSR RedBox の動作モード

最も基本的な動作モードは、HSR-SAN モード（シングル RedBox モード）です。このモードでは、RedBox を使用して SAN デバイスが HSR リングに接続されます。このモードでの Redbox の役割は、SAN デバイスをリングの VDAN として表すことです。

（注） このリリースでは、スイッチは HSR-SAN モードのみをサポートします。

HSR SAN モード

HSR-SAN モードでは、RedBox がホストに代わって HSR タグを挿入し、ノード自体から送信されたフレーム、重複フレーム、およびノードが一意の宛先であるフレームを除き、リングトラフィックを転送します。このモードでは、パケットが次のように処理されます。

- 送信元 DANH は上位レイヤから渡されたフレーム（C フレーム）を送信し、フレームの重複を識別するために HSR タグをプレフィックスとして付記してから、各ポートを介してフレーム（A フレームと B フレーム）を送信します。
- 宛先 DANH は、一定の間隔内に各ポートから 2 つの同一フレームを受信します。宛先 DANH は、最初のフレームの HSR タグを削除してから上位レイヤに渡し、重複フレームを破棄します。
- HSR リング内の各ノードは、一方のポートから受信したフレームを HSR ペアの他方のポートに転送します。次の条件を満たした場合、ノードが一方のポートで受信したフレームを他方のポートに転送することはありません。
  - 受信したフレームが、リングを回って発信元ノードに戻ってきたものである。
  - フレームが、受信ノードの上流のノードを宛先 MAC アドレスとするユニキャストフレームである。
  - ノードが同じフレームを同じ方向に送信したことがある。このルールによって、無限ループでフレームがリング内で回転し続けるのを回避する。

HSR の CDP と LLDP

HSR は Cisco Discovery Protocol（CDP）および Link Layer Discovery Protocol（LLDP）に対応しています。CDP および LLDP は、レイヤ 2 ネイバー探索プロトコルです。CDP と LLDP ではどちらも、デバイスに直接接続されているノードに関する情報が提供されます。また、ローカルおよびリモートインターフェイスやデバイス名などの追加情報も提供されます。

CDP または LLDP が有効になっている場合、その CDP または LLDP の情報を使用して HSR リング上の隣接ノードとそのステータスを検索できます。次に、各ノードのネイバー情報を使用して完全な HSR ネットワークトポロジを特定し、リング障害をデバッグおよび特定できます。

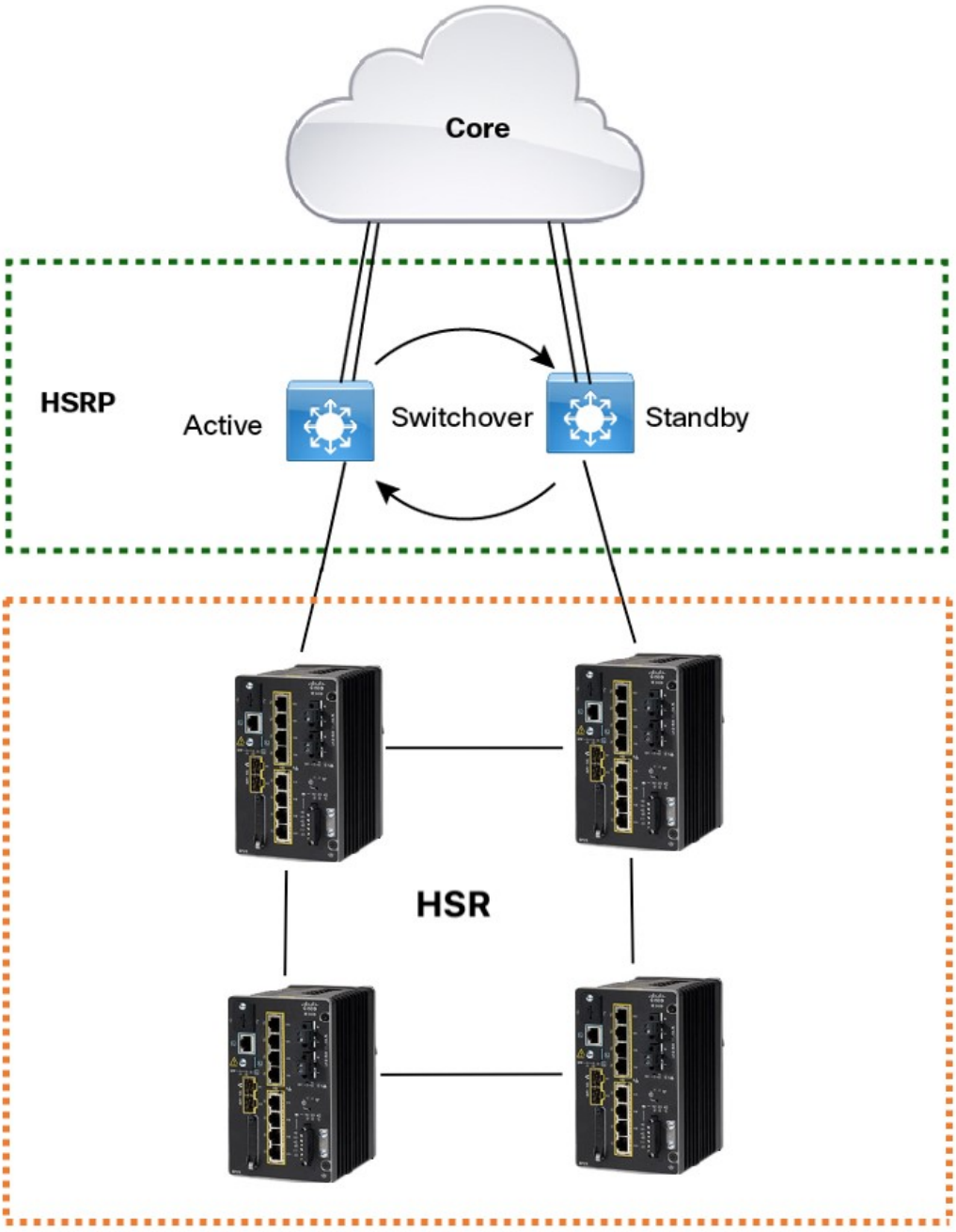
CDP と LLDP は、物理インターフェイスでのみ設定されます。

詳細については、「HSR リングの設定」および「設定の確認」を参照してください。

HSR アップリンクの冗長性に関する機能拡張

HSR アップリンクの冗長性に関する機能拡張により、2 つの個別のインターフェイスを 2 つの個別の HSR RedBox を介して HSR リングから上流に接続できるといった、柔軟な設計が可能になります。これにより、HSR リングの出口における単一障害点がなくなります。この機能を利用して高可用性を改善できるプロトコルの例には、HSRP、VRRP、REP などがあります。この機能拡張が行われる以前は、これらのプロトコルが冗長アップリンクで使用されていると、ネクストホップ スプリットブレイン状態や REP フェールオーバー時間の遅延など、望ましくない結果が発生することがありました。

次の図は、HSR リングからのアップリンク ネクストホップ ゲートウェイの冗長性を実現する、HSR と HSRP を使用したネットワークの例を示しています。



HSR のアップリンク冗長性を実装するには、**fpgamode-DualUplinkEnhancement** 機能が無効になっていないことを確認します。この機能は、ディストリビューション レイヤのデュアルルータ（この場合は HSRP）への接続をサポートするために必要です。

```
Switch#show hsr ring 1 detail | include fpgamode
 fpgamode-DualUplinkEnhancement: Enabled
```

出力に「*fpgamode-DualUplinkEnhancement,:Disabled*」と表示される場合は、次のコマンドを発行します。

```
Switch# conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# hsr-ring 1 fpgamode-DualUplinkEnhancement
Switch(config)# end
```

HSRP の設定

次の HSRP 設定の例は、上図の 2 つのディストリビューション スイッチ（アクティブとスタンバイ）に適用されます。次の設定では、HSRP がスイッチ仮想インターフェイス（SVI）で設定されています。

```
Active# conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Active(config)# interface vlan 10
Active(config-if)# ip address 30.30.30.2 255.255.255.0
Active(config-if)# standby 1 ip 30.30.30.1
Active(config-if)# standby 1 priority 120
Active(config-if)# end

Standby# conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Standby(config)# interface Vlan10
Standby(config-if)# ip address 30.30.30.4 255.255.255.0
Standby(config-if)# standby 1 ip 30.30.30.1
Standby(config-if)# end

Active# show standby
Vlan10 - Group 1
  State is Active
    8 state changes, last state change 00:03:55
    Track object 1 (unknown)
  Virtual IP address is 30.30.30.1
  Active virtual MAC address is 0000.0c07.ac01 (MAC In Use)
    Local virtual MAC address is 0000.0c07.ac01 (v1 default)
  Hello time 200 msec, hold time 750 msec
    Next hello sent in 0.176 secs
  Preemption enabled, delay min 5 secs, reload 5 secs, sync 5 secs
  Active router is local
  Standby router is 30.30.30.4, priority 100 (expires in 0.656 sec)
  Priority 120 (configured 120)
  Group name is "hsrp-Vl10-1" (default)
  FLAGS: 0/1
Active# show standby brief
                     P indicates configured to preempt.
                     |
Interface   Grp  Pri P State   Active          Standby         Virtual IP
Vl10        1    120 P Active  local           30.30.30.4      30.30.30.1


Standby# show standby
Vlan10 - Group 1
  State is Standby
    13 state changes, last state change 00:04:17
    Track object 1 (unknown)
  Virtual IP address is 30.30.30.1
  Active virtual MAC address is 0000.0c07.ac01 (MAC Not In Use)
    Local virtual MAC address is 0000.0c07.ac01 (v1 default)
  Hello time 200 msec, hold time 750 msec
    Next hello sent in 0.064 secs
  Preemption enabled, delay min 5 secs, reload 5 secs, sync 5 secs
  Active router is 30.30.30.2, priority 120 (expires in 0.816 sec)
  Standby router is local
```

```
  Priority 100 (default 100)
  Group name is "hsrp-Vl10-1" (default)
  FLAGS: 0/1
Standby# show standby brief
                     P indicates configured to preempt.
                     |
Interface   Grp  Pri P State   Active          Standby         Virtual IP
Vl10        1    100 P Standby 30.30.30.2      local           30.30.30.1
```

注意事項と制約事項

- HSR-SANは、次のCisco Catalyst IE9300高耐久性シリーズ スイッチでのみサポートされています。
  - IE-9320-26S2C-EおよびIE-9320-26S2C-A
  - IE-9320-22S2C4X-EおよびIE-9320-22S2C4X-A
- HSR-SAN（シングルRedBoxモード）は、このリリースでサポートされる唯一のHSRモードです。
- HSRは、スタンドアロン展開でのみサポートされます。スタック構成のスイッチではHSRはサポートされません。
- サポートされるHSRインスタンスは1つだけです。スイッチでは1つのHSRまたは1つのPRPインスタンスのみがサポートされるため、PRPインスタンスが作成されている場合はHSRインスタンスを作成できないことに注意してください。
- HSRリング1は、ポートのペア（Gi1/0/21とGi1/0/22、またはGi1/0/23とGi1/0/24）としてのみ設定できます。これらのポートペアを使用して、HSRリングを1つ設定できます。
- HSR機能には、Network Essentialsライセンスが必要です。
- HSR機能はデフォルトでは有効になっていないため、HSRリングを明示的に設定する必要があります。
- 必要なファームウェアイメージがシステムで使用できない場合、HSRは自動的に無効になります。
- ポートがリングの一部になると、ポートのメディアタイプ、速度、およびデュプレックス設定を変更することはできません。リングのメンバーシップを設定する前に、これらの設定を適用することを推奨します。
- リングの設定後にHSRインターフェイスのモードがアクセスモードからトランクモードに、またはその逆に変更された場合は、HSRリングをフラップすることを推奨します。
- 推奨されるノードテーブル内のノードの最大数は512です。ノードは、同時にリングに接続できるすべてのDANHおよびVDANデバイスです。この数は絶対的な制限ではありませんが、エントリ数が多いほど、エンドデバイスが受信する重複パケットの数が増える可能性があります。
- HSRリング内の最大ノード数は50です。

- HSR リングポートは、L2 モードでのみ設定できます。
- HSR は、次のポートタイプでサポートされます。
  - 100 Mbps、全二重。半二重はサポートされません。
  - 1000 Mbps、全二重。半二重はサポートされません。
  - HSR は、アップリンクポートではサポートされません。
- 1 つのリングの両方のポートを同じ速度とタイプにする必要があります（つまり、両方が SFP または銅線になります）。
- 次のプロトコルと機能は、同じポート上の HSR と相互に排他的です。
  - PRP
  - EtherChannel
  - リンク集約制御プロトコル（LACP）
  - ポート集約プロトコル（PAgP）
  - Resilient Ethernet Protocol（REP）
- MACsec、HSR、および PRP を同時に使用することはできません。
- HSR を介した PTP はサポートされていません。
- HSR では、MTU サイズが最大 1998 バイトのイーサネットペイロードがサポートされます。
- STP は HSR リングではサポートされていません。デフォルトでは、スパニングツリープロトコル（STP）のすべてのモードがリングポートで無効になります。
- スイッチド ポート アナライザ（SPAN）およびリモート SPAN（RSPAN）は、HSR ではサポートされていません。つまり、SPAN と RSPAN を使用して HSR リングのトラフィックを監視することはできません。また、RSPAN を使用して監視されているトラフィックは、HSR リングを介して転送しないでください。
- HSR リング内のすべてのインターフェイスの速度とデュプレックスを同じ設定にすることが重要です。リングのメンバーシップを設定する前に、これらの設定を適用することを推奨します。
- ポートがリングの一部になると、そのポートをシャットダウンすることはできません。

  たとえば、Gi1/0/23 と Gi1/0/24 が HSR リングの一部である場合、Gi1/0/23 または Gi1/0/24 をシャットダウンしようとしても、操作は許可されません。

```
Switch(config)# interface range gi1/0/23-24
Switch(config-if-range)#shutdown
 %Interface GigabitEthernet1/0/23 is configured in a HSR ring shutdown not permitted!
Switch(config-if-range)#
```

  HSR リングのシャットダウンを実行できます。次に例を示します。

```
Switch# conf t
Switch(config)#int hs1
Switch(config-if-range)#shut
```

- トランクモードやアクセスモードなどのVLAN設定は、リングに参加している両方のポートで同じにする必要があります。たとえば、HSR リング内の Gi1/0/24 と Gi1/0/23 がトランクモードである場合、いずれか1つのポートをアクセスモードに変更すると、リング内の両ポートがバンドルされなくなります。

```
Switch(config)# interface range gi1/0/23-24
Switch(config-if-range)# switchport mode  access
Jul 27 22:00:27.809 IST: %EC-5-CANNOT_BUNDLE2: Gi1/0/23 is not compatible with
Gi1/0/24 and will be suspended (trunk mode of Gi1/0/23 is access, Gi1/0/24 is dynamic)
```

- インターフェイスが HSR リングに追加されると、プライマリ インターフェイス カウンタのみが更新されます。物理インターフェイスが HSR リングに追加された後は、個々の物理インターフェイスを設定したり状態をチェックしたりする必要はありません。
- スイッチの 2 つのポートで HSR リングを設定するとすぐに、HSR 設定がまだ適用されていない他のスイッチで MAC フラップが観察されます。すべてのスイッチでリングを設定する前に、スイッチで新しく作成した HSR リングをシャットダウンし、以下に示すように 1 つずつ再度有効にすることを推奨します。たとえば、リング内に 4 つのスイッチがある場合は、各スイッチで HSR リングインターフェイスを無効にします。

```
Switch1(config)# interface range gi1/0/21-22
Switch1(config-if-range)# shutdown
Switch1(config-if-range)# hsr-ring hs1
Creating a HSR-ring interface hs1
Switch1(config-if-range)# int hs1
Switch1(config-if-range)# shutdown
Switch1(config-if-range)# end
```

4つのスイッチすべてにリングを設定したら、各スイッチのHSRポートを再度有効にします。

```
Switch1# conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch1(config)# int hs1
Switch1(config-if-range)# no shutdown
Switch1(config-if-range)# end
Switch1#
```

これにより、メンバースイッチでHSRリングを設定する際に暫定的なMACフラッピングが発生しないようにします。

デフォルト設定

表 *1 : HSR* リングのパラメータ

パラメータ	説明	範囲	デフォルト値
entryForgetTime	重複する廃棄テーブルから非アクティブなエントリをクリアする時間。	0 ～ 65535	400 ミリ秒
fpgamode-DualUplinkEnhancement	送信元 MAC のフィルタリング用 FPGA レジスタを設定します。	有効化または無効化	enable
nodeForgetTime	ノードテーブルから非アクティブなエントリをクリアする時間。	0 ～ 65535	6000 ミリ秒
nodeRebootInterval	起動後に RedBox が監視フレームの送信を開始しなければならない時間。	0 ～ 65535	500 ミリ秒
pauseFrameTime	HSR ポーズフレーム間の時間間隔。	0 ～ 65535	25 ミリ秒
proxyNodeTableForgetTime	プロキシノードテーブルまたはVDANテーブルから非アクティブなエントリをクリアする時間。	0 ～ 65535	6000 ミリ秒
supervisionFrameLifeCheckInterval	監視フレームのライフチェック間隔値。	0 ～ 65535	2000 ミリ秒
supervisionFrameOption			
mac-da	監視フレームの宛先 MAC アドレスに含まれる最後のバイト（01:15:4E:00:01:00）。末尾の 00 は、このパラメータの値に置き換えられます。	MAC DA の最後の 8 ビットオプション値（1 ～ 255）。	デフォルトなし

パラメータ	説明	範囲	デフォルト値
vlan-cfi	VLAN タグ付きフレームの Canonical Format Indicator（CFI）を有効にします。	有効化または無効化	disable
vlan-cos	監視フレームの VLAN タグに設定するサービスクラス（COS）値。	0 ～ 7	0
vlan-id	監視フレームの VLAN タグ。	0 ～ 4095	0
vlan-tagged	VLAN タギングオプションを設定します。	有効化または無効化	disable
supervisionFrameRedboxMacaddress	監視フレーム内の RedBox MAC アドレス。	48 ビット RedBox MAC アドレス	インターフェイス HSR リング MAC アドレス
supervisionFrameTime	監視フレーム間の時間間隔。	0 ～ 65535	3 ミリ秒

HSR リングの設定

HSR リングを設定するには、次の手順に従います。

始める前に

- この章の注意事項と制約事項 （105 ページ）セクションを読み、理解します。
- HSR リングを設定する前に、HSR リングのメンバーインターフェイスが、FlexLinks、EtherChannel、REP などの冗長プロトコルに参加していないことを確認します。

ステップ 1 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。

```
Switch# configure terminal
```

ステップ 2 （オプション）CDP をグローバルに有効にして、HSR リングノードに関する情報を提供します。

```
Switch(config)# cdp run
```

ステップ 3 （オプション）LLDP をグローバルに有効にして、HSR リングノードに関する情報を提供します。

```
Switch(config)# lldp run
```

ステップ 4 インターフェイス コンフィギュレーション モードに入り、HSR リングに割り当てるポートで PTP を無効にします。

```
Switch(config)# interface range gi1/0/21-22
Switch(config-if-range)# no ptp enable
```

ステップ 5 （オプション）HSR リングに割り当てるポートで CDP を有効にします。

```
Switch(config-if-range)#cdp enable
```

ステップ 6 （オプション）HSR リングに割り当てるポートで LLDP を有効にします。

```
Switch(config-if-range)#lldp transmit
Switch(config-if-range)#lldp receive
```

ステップ 7 HSR リングを設定する前に、ポートをシャットダウンします。

```
Switch(config-if-range)# shutdown
```

ステップ 8 HSR リングインターフェイスを作成して、ポートを HSR リングに割り当てます。

```
Switch(config)# interface range gigabitEthernet 1/0/21-1/0/22
Switch(config-if-range)# hsr-ring 1
```

ステップ 9 （オプション）必要に応じて、HSR リングのオプションパラメータを設定します。パラメータの説明、範囲、およびデフォルト値については、「デフォルト設定」セクションを参照してください。

```
Switch(config-if-range)# hsr 1 supervisionFrameLifeCheckInterval 10000
```

ステップ 10 HSR インターフェイスをオンにします。

```
Switch(config-if-range)# no shutdown
Switch(config-if)# end
```

例

```
Switch# conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface range gigabitEthernet 1/0/21-1/0/22
Switch(config-if-range)# no ptp enable
Switch(config-if-range)# shutdown
Switch(config-if-range)# hsr-ring 1
Switch(config-if-range)# hsr-ring 1 supervisionFrameLifeCheckInterval 10000
Switch(config-if-range)# no shutdown
Switch(config-if-range)# end
```

すべてのノードテーブルと VDAN テーブルのダイナミックエントリのクリア

ステップ 1 ノードテーブル内のダイナミックエントリをすべてクリアするには、**clear hsr node-table** コマンドを入力します。

ステップ 2 VDAN テーブル内のダイナミックエントリをすべてクリアするには、**clear hsr vdan-table** コマンドを入力します。

設定の確認

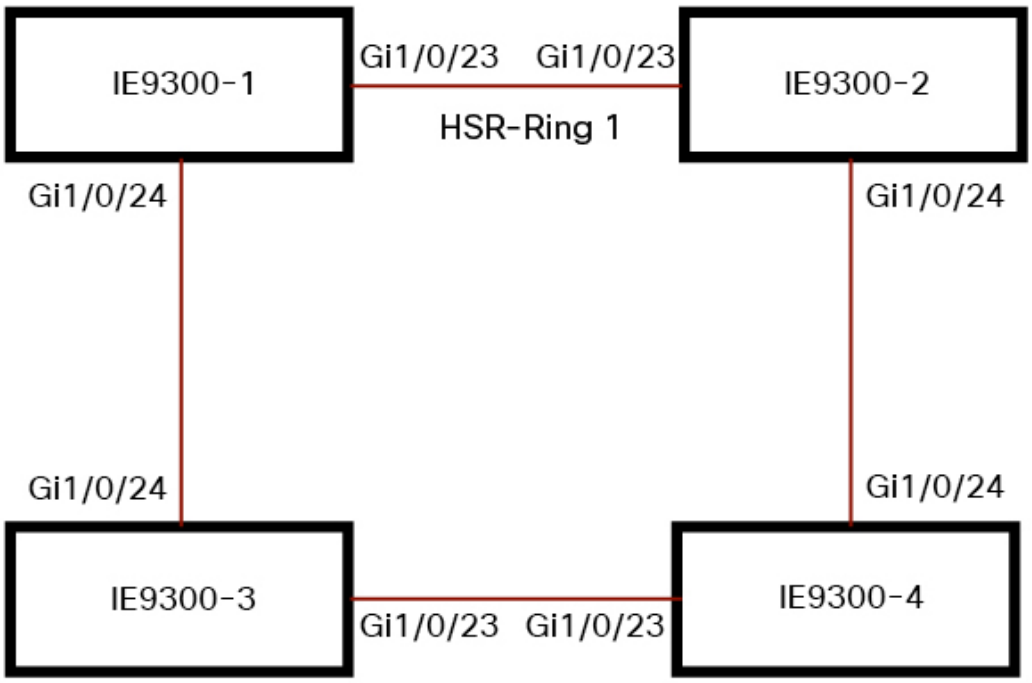
コマンド	目的
show hsr ring 1 [**detail**]	指定された HSR リングの設定の詳細が表示されます。
show hsr statistics {**egressPacketStatistics** | **ingressPacketStatistics** | **nodeTableStatistics** | **pauseFrameStatistics**}	HSR コンポーネントの統計情報が表示されます。 （注） HSR 統計情報をクリアするには、**clear hsr statistics** コマンドを入力します。
show hsr node-table	HSR ノードテーブルが表示されます。
show hsr vdan-table	HSR 仮想ダブル接続ノード（VDAN）テーブルが表示されます。 （注） VDAN テーブルとプロキシノードテーブルは同じです。
show cdp neighbors	HSR リングの CDP ネイバー情報が表示されます。
show lldp neighbors	HSR リングの LLDP ネイバー情報が表示されます。

設定例

HSR-SAN

次に、4 台のデバイス間で Gi1/0/23 および Gi1/0/24 ポートを使用した HSR リング（リング 1）の設定例を示します。

図 *15 : 4* 台のデバイスを使用した *HSR* リングの設定




```
IE9300-1# conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
IE9300-1(config)# interface range gi1/0/23-24
IE9300-1(config-if-range)# shutdown
IE9300-1(config-if-range)# hsr-ring 1
IE9300-1(config-if-range)# no shutdown
IE9300-1(config-if-range)# end
IE9300-1#
IE9300-2# conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
IE9300-2(config)# interface range gi1/0/23-24
IE9300-2(config-if-range)# shutdown
IE9300-2(config-if-range)# hsr-ring 1
IE9300-2(config-if-range)# no shutdown
IE9300-2(config-if-range)# end
IE9300-2#
IE9300-3# conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
IE9300-3(config)# interface range gi1/0/23-24
IE9300-3(config-if-range)# shutdown
```

```
IE9300-3(config-if-range)# hsr-ring 1
IE9300-3(config-if-range)# no shutdown
IE9300-3(config-if-range)# end
IE9300-3#
IE9300-4# conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
IE9300-4(config)# interface range gi1/0/23-24
IE9300-4(config-if-range)# shutdown
IE9300-4(config-if-range)# hsr-ring 1
IE9300-4(config-if-range)# no shutdown
IE9300-4(config-if-range)# end
IE9300-4#
IE9300-1# sh hsr ring 1 detail
HSR-ring: HS1
------------
 Layer type = L2
 Operation Mode = mode-H
 Ports: 2       Maxports = 2
 Port state = hsr-ring is Inuse
 Protocol = Enabled  Redbox Mode = hsr-san
Ports in the ring:
  1) Port: Gi1/0/23
   Logical slot/port = 1/3      Port state = Inuse
        Protocol = Enabled
  2) Port: Gi1/0/24
   Logical slot/port = 1/4      Port state = Inuse
        Protocol = Enabled

Ring Parameters:
 Redbox MacAddr: f454.3365.8a84
 Node Forget Time: 60000 ms
 Node Reboot Interval: 500 ms
 Entry Forget Time: 400 ms
 Proxy Node Forget Time: 60000 ms
 Supervision Frame COS option: 0
 Supervision Frame CFI option: 0
 Supervision Frame VLAN Tag option: Disabled
 Supervision Frame MacDa: 0x00
 Supervision Frame VLAN id: 0
 Supervision Frame Time: 3 ms
 Life Check Interval: 2000 ms
 Pause Time: 25 ms

IE9300-2# show hsr ring 1 detail
HSR-ring: HS1
------------
 Layer type = L2
 Operation Mode = mode-H
 Ports: 2       Maxports = 2
 Port state = hsr-ring is Inuse
 Protocol = Enabled  Redbox Mode = hsr-san
Ports in the ring:
  1) Port: Gi1/0/23
   Logical slot/port = 1/3      Port state = Inuse
        Protocol = Enabled
  2) Port: Gi1/0/24
   Logical slot/port = 1/4      Port state = Inuse
        Protocol = Enabled

Ring Parameters:
 Redbox MacAddr: 34c0.f958.ee83
 Node Forget Time: 60000 ms
 Node Reboot Interval: 500 ms
 Entry Forget Time: 400 ms
```

```
 Proxy Node Forget Time: 60000 ms
 Supervision Frame COS option: 0
 Supervision Frame CFI option: 0
 Supervision Frame VLAN Tag option: Disabled
 Supervision Frame MacDa: 0x00
 Supervision Frame VLAN id: 0
 Supervision Frame Time: 3 ms
 Life Check Interval: 2000 ms
 Pause Time: 25 ms

IE9300-4# sh hsr ring 1 de
HSR-ring: HS1
------------
 Layer type = L2
 Operation Mode = mode-H
 Ports: 2       Maxports = 2
 Port state = hsr-ring is Inuse
 Protocol = Enabled  Redbox Mode = hsr-san
Ports in the ring:
  1) Port: Gi1/0/23
   Logical slot/port = 1/3      Port state = Inuse
        Protocol = Enabled
  2) Port: Gi1/0/24
   Logical slot/port = 1/4      Port state = Inuse
        Protocol = Enabled

Ring Parameters:
 Redbox MacAddr: f454.3312.5104
 Node Forget Time: 60000 ms
 Node Reboot Interval: 500 ms
 Entry Forget Time: 400 ms
 Proxy Node Forget Time: 60000 ms
 Supervision Frame COS option: 0
 Supervision Frame CFI option: 0
 Supervision Frame VLAN Tag option: Disabled
 Supervision Frame MacDa: 0x00
 Supervision Frame VLAN id: 0
 Supervision Frame Time: 3 ms
 Life Check Interval: 2000 ms
 Pause Time: 25 ms

IE9300-3# sh hsr ring 1 detail
HSR-ring: HS1
------------
 Layer type = L2
 Operation Mode = mode-H
 Ports: 2       Maxports = 2
 Port state = hsr-ring is Inuse
 Protocol = Enabled  Redbox Mode = hsr-san
Ports in the ring:
  1) Port: Gi1/0/23
   Logical slot/port = 1/3      Port state = Inuse
        Protocol = Enabled
  2) Port: Gi1/0/24
   Logical slot/port = 1/4      Port state = Inuse
        Protocol = Enabled

Ring Parameters:
 Redbox MacAddr: f454.335c.4684
 Node Forget Time: 60000 ms
 Node Reboot Interval: 500 ms
 Entry Forget Time: 400 ms
 Proxy Node Forget Time: 60000 ms
 Supervision Frame COS option: 0
```

```
Supervision Frame CFI option: 0
Supervision Frame VLAN Tag option: Disabled
Supervision Frame MacDa: 0x00
Supervision Frame VLAN id: 0
Supervision Frame Time: 3 ms
Life Check Interval: 2000 ms
Pause Time: 25 ms
```

関連資料

- Cisco Catalyst IE9300 高耐久性シリーズ スイッチのドキュメント。
- IEC 62439-3『Industrial communication networks - High availability automation networks - Part 3: Parallel Redundancy Protocol (PRP) and High-availability Seamless Redundancy (HSR)』

機能の履歴

機能名	リリース	機能情報
高可用性シームレス冗長性（HSR）- HSR-SAN（シングル RedBox モード）	Cisco IOS XE 17.13.1	Cisco Catalyst IE9300 高耐久性シリーズ スイッチの初期サポート

翻訳について
このドキュメントは、米国シスコ発行ドキュメントの参考和訳です。リンク情報につきましては、日本語版掲載時点で、英語版にアップデートがあり、リンク先のページが移動/変更されている場合がありますことをご了承ください。あくまでも参考和訳となりますので、正式な内容については米国サイトのドキュメントを参照ください。