



リンクバンドルの設定

リンクバンドル機能を使用すると、複数のポイントツーポイントリンクを1つの論理リンクにグループ化して、2台のルータ間により高い双方向帯域幅、冗長性とロードバランシングを提供できます。仮想インターフェイスは、バンドルリンクに割り当てられます。コンポーネントリンクは仮想インターフェイスに動的に追加および削除できます。

仮想インターフェイスは、IPアドレスやリンクバンドルで使用されるその他のソフトウェア機能を設定できる、単一のインターフェイスとして扱われます。リンクバンドルに送信されたパケットは、バンドル内のリンクの1つに転送されます。

リンクバンドルは、まとめてバンドルされて単一のリンクとして機能するポートのグループにすぎません。リンクバンドルの利点は次のとおりです。

- 複数のリンクが複数のラインカードにまたがり、1つのインターフェイスを構成します。そのため、単一のリンクで障害が発生しても接続性は失われません。
- バンドルされたインターフェイスでは、バンドルの使用可能なすべてのメンバにわたってトラフィックが転送されるため、帯域幅の可用性が向上します。したがって、バンドル内のリンクの1つに障害が発生した場合、トラフィックは使用可能なリンクを通過できます。パケットフローを中断することなく帯域幅を追加できます。

1つのバンドル内の個別リンクは、すべて同じタイプと同じ速度でなければなりません。

Cisco IOS XR ソフトウェアは、次に示すイーサネットインターフェイスのバンドル形成方法をサポートします。

- IEEE 802.3ad : バンドル内のすべてのメンバーリンクの互換性を確保するため、Link Aggregation Control Protocol (LACP) を採用した標準テクノロジー。互換性がないリンクや障害になったリンクは、バンドルから自動的に削除されます。
- イーサチャンネル : ユーザがリンクを設定してバンドルに追加できるシスコの専用テクノロジー。バンドル内のリンクに互換性があるかどうかを確認するための仕組みはありません。
- [イーサネットリンクバンドルの機能および互換性のある特性, 2 ページ](#)
- [イーサネットリンクバンドルの設定, 3 ページ](#)
- [イーサネットリンクバンドルでの EFP ロードバランシングの設定, 8 ページ](#)

- [イーサネットリンクバンドル上の VLAN, 10 ページ](#)
- [VLAN バンドルの設定, 11 ページ](#)
- [リンクバンドルの設定に関する情報, 16 ページ](#)

イーサネットリンクバンドルの機能および互換性のある特性

次のリストに、イーサネットリンクバンドルのプロパティと制約事項を示します。

- LACP (Link Aggregation Control Protocol) を使用するにかかわらず、すべてのタイプのイーサネットインターフェイスをバンドルできます。
- イーサネットリンクバンドルは最大 64 の物理リンクをサポートできます。64 本を超えるリンクをバンドルに追加した場合は、そのリンクのうち 64 本だけが **distributing** 状態になり、残りのリンクは待機状態になります。
- 単一のルータは最大 63 のバンドルをサポートできます。
- 異なる速度が混在するバンドルでは、異なる帯域幅のメンバリンクを単一のバンドル内のアクティブメンバとして設定できます。バンドルメンバの帯域幅の比率は 10 を超えることはできません。また、バンドルの重みの合計は 64 を超えることはできません。たとえば、100 Gbps リンクと 10 Gbps リンクはバンドル内でアクティブメンバとして設定できます。異なる速度が混在するバンドルでは、以下も可能です。
 - 帯域幅の重み付けに基づくメンバリンクのロードバランシング。
 - すべてのユニキャストフローに比例したロードバランシングのサポート。
 - すべての VPLS フラッドイングとレイヤ 2 マルチキャストフローの帯域幅重み付けに基づくロードバランシングのサポート。
- 異なる速度が混在するバンドルでは、バンドルの重みの合計がバンドル内のメンバ数よりも大きくなります。これは、重みは最小アクティブ数の帯域幅を表しているためです。
- 各バンドルメンバの重みは、帯域幅が最も低いメンバに対する帯域幅の比率です。バンドルの重みの合計は、各バンドルメンバの重みか、または相対帯域幅の合計です。バンドルメンバの重みが 1 以上で 10 以下であるため、混在バンドルの場合のバンドル内のリンクの総メンバは 64 未満になります。
- 物理層とリンク層の設定は、バンドルの個々のメンバーリンクに対して実行します。
- ネットワーク層プロトコルおよび上位層のアプリケーションの設定は、バンドル自体に対して実行します。
- IPv4 および IPv6 アドレッシングがイーサネットリンクバンドル上でサポートされます。
- バンドルは、管理上イネーブルまたはディセーブルにできます。

- バンドル内のそれぞれのリンクは、管理上イネーブルまたはディセーブルにできます。
- イーサネットリンクバンドルは、イーサネットチャンネルと同様の方法で作成され、両方のエンドシステムで同じコンフィギュレーションを入力します。
- バンドルに対して設定されたMACアドレスは、そのバンドル内の各リンクのMACアドレスになります。
- LACPが設定されている場合、バンドル内の各リンクでは、異なるメンバに対して異なるキープアライブ周期を設定できます。
- ロードバランシング（メンバーリンク間のデータの分散）は、パケットではなくフロー単位で実行されます。データはバンドル対するそのリンクの帯域幅に比例して、リンクに配信されます。
- QoSがサポートされており、各バンドルメンバーに均等に適用されます。
- CDPキープアライブやHDLCキープアライブなどのリンクレイヤプロトコルは、バンドル内の各リンク上で独立して動作します。
- 1つのバンドル内のすべてのリンクは、同じ2台のシステム上で終端する必要があります。
- バンドルされたインターフェイスはポイントツーポイントです。
- リンクがバンドル内で **distributing** 状態になるには、その前にアップ状態なる必要があります。
- バンドルインターフェイスには、物理リンクとVLANサブインターフェイスのみを含めることができます。トンネルは、バンドルのメンバにできません。
- マルチキャストトラフィックは、バンドルのメンバー上でロードバランスされます。特定のフローに対し、内部処理によってメンバリンクが選択され、そのフローのすべてのトラフィックがそのメンバ上で送信されます。

イーサネットリンクバンドルの設定

ここでは、イーサネットリンクバンドルの設定方法について説明します。



- (注) イーサネットバンドルをアクティブにするためには、バンドルの両方の接続ポイントで同じ設定を行う必要があります。

手順の概要

1. **configure**
2. **interface Bundle-Ether***bundle-id*
3. **ipv4 address***ipv4-address mask*
4. **bundle minimum-active bandwidth***kbps*
5. **bundle minimum-active links***links*
6. **bundle maximum-active links***links*[**hot-standby**]
7. **lacp fast-switchover**
8. **exit**
9. **interface** { | **TenGigE**} *interface-path-id*
10. **bundle id***bundle-id* [**mode** {**active** | **on** | **passive**}]
11. **bundle port-priority***priority*
12. **no shutdown**
13. **exit**
14. **bundle id***bundle-id* [**mode**{ **active** | **passive** | **on**}] **no shutdown****exit**
15. **end** または **commit**
16. **exit**
17. **exit**
18. 接続のリモートエンドでステップ 1 から 15 を実行します。
19. **show bundle** **Bundle-Ether***bundle-id*
20. **show lacp bundle** **Bundle-Ether***bundle-id*

手順の詳細

ステップ 1 **configure**

例 :

```
RP/0/RP0/CPU0:router# configure
グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
```

ステップ 2 **interface Bundle-Ether***bundle-id*

例 :

```
RP/0/RP0/CPU0:router#(config)# interface Bundle-Ether 3
```

指定したバンドル ID を使用して新しいイーサネットリンクバンドルを作成します。指定できる範囲は 1 ~ 65535 です。

この **interface Bundle-Ether** コマンドを実行すると、インターフェイス コンフィギュレーションサブモードが開始されます。このモードでは、インターフェイス固有のコンフィギュレーションコマンドを入力できます。インターフェイスコンフィギュレーションサブモードを終了して通常のグローバルコンフィギュレーションモードに戻るには、**exit** コマンドを使用します。

ステップ3 `ipv4 address`*ipv4-address mask*

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config-if)# ipv4 address 10.1.2.3 255.0.0.0
```

ipv4 address コンフィギュレーションサブコマンドを使用して、IPアドレスとサブネットマスクを仮想インターフェイスに割り当てます。

- (注) • IPアドレスが必要なのは、レイヤ3のバンドルインターフェイスのみです。

ステップ4 `bundle minimum-active bandwidth`*kbps*

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config-if)# bundle minimum-active bandwidth 580000
```

(任意) ユーザがバンドルをアップ状態にする前に必要な最小帯域幅を設定します。

ステップ5 `bundle minimum-active links`*links*

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config-if)# bundle minimum-active links 2
```

(任意) 特定のバンドルをアップ状態にする前に必要なアクティブリンク数を設定します。

ステップ6 `bundle maximum-active links`*links[hot-standby]*

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config-if)# bundle maximum-active links 1 hot-standby
```

(任意) バンドルで 1:1 保護回線を実装します。これにより、バンドル内で最も優先順位が高いリンクがアクティブになり、2番目に優先順位が高いリンクがスタンバイになります。また、アクティブおよびスタンバイのLACP対応のリンクの間でのスイッチオーバーが、専用の最適化に従って実装されることを指定します。

- (注) • アクティブおよびスタンバイリンクの優先順位は、**bundle port-priority** コマンドの値で決まります。

ステップ7 `lACP fast-switchover`

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router:router(config-if)# lACP fast-switchover
```

(任意) LACP が動作するメンバーリンクを持つバンドル上で 1:1 のリンク保護をイネーブルにすると (**bundle maximum-active links** コマンドの値に 1 を設定)、LACP 状態マシンの `wait-while` タイマーをディセーブルにできます。このタイマーをディセーブルにすると、スタンバイモードのバンドルメンバーリンクで、正常状態のネゴシエーションが高速になるため、障害になったアクティブリンクからスタンバイリンクへのスイッチオーバーが高速になります。

ステップ8 `exit`

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config-if)# exit
```

イーサネットリンクバンドルのインターフェイスコンフィギュレーションサブモードを終了します。

ステップ 9 interface { | TenGigE } interface-path-id

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config)# interface TenGigE 1/0/0/HundredGigE 0/0/1/1
```

指定したインターフェイスに対してインターフェイスコンフィギュレーションモードを開始します。

GigabitEthernet キーワードまたは **TenGigE** キーワードを入力して、インターフェイスの種類を指定します。*interface-path-id* 引数には、*rack/slot/module* 形式でノード ID を指定します。

ステップ 10 bundle id bundle-id [mode { active | on | passive }]

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config-if)# bundle-id 3
```

指定したバンドルにリンクを追加します。

バンドル上でアクティブ LACP またはパッシブ LACP をイネーブルにするには、オプションの **mode active** キーワードまたは **mode passive** キーワードをコマンド文字列に追加します。

LACP をサポートせずにバンドルにリンクを追加するには、オプションの **mode on** キーワードをコマンド文字列に追加します。

(注) **mode** キーワードを指定しない場合、デフォルトのモードは **on** になります (LACP はポート上で動作しません)。

ステップ 11 bundle port-priority priority

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config-if)# bundle port-priority 1
```

(任意) **bundle maximum-active links** コマンドに 1 を設定する場合、アクティブリンクの優先順位を最も高くし (最も小さい値)、スタンバイリンクの優先順位を 2 番目に高く (次に小さい値) する必要があります。たとえば、アクティブリンクの優先順位を 1 に設定し、スタンバイリンクの優先順位を 2 に設定します。

ステップ 12 no shutdown

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config-if)# no shutdown
```

(任意) リンクがダウン状態の場合はアップ状態にします。**no shutdown** コマンドは、設定とリンクの状態に応じて、リンクをアップ状態またはダウン状態に戻します。

ステップ 13 exit

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config-if)# exit
```

イーサネットインターフェイスのインターフェイス コンフィギュレーション サブモードを終了します。

ステップ 14 **bundle id** *bundle-id* [**mode** {**active** | **passive** | **on**}] **no shutdown** **exit**

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config)# interface GigabitEthernet 1/0/2/1
```

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config-if)# bundle id 3
```

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config-if)# bundle port-priority 2
```

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config-if)# no shutdown
```

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config-if)# exit
```

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config)# interface GigabitEthernet 1/0/2/3
```

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config-if)# bundle id 3
```

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config-if)# no shutdown
```

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config-if)# exit
```

(任意) バンドルにさらにリンクを追加するには、ステップ 8 から 11 を繰り返します。

ステップ 15 **end** または **commit**

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config-if)# end
```

または

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config-if)# commit
```

設定変更を保存します。

- **end** コマンドを実行すると、次に示す変更のコミットを求めるプロンプトが表示されます。

```
Uncommitted changes found, commit them before exiting(yes/no/cancel)?
```

```
[cancel]:
```

- **yes** と入力すると、実行コンフィギュレーションファイルに変更が保存され、コンフィギュレーションセッションが終了して、ルータが EXEC モードに戻ります。
- **no** と入力すると、コンフィギュレーションセッションが終了して、ルータが EXEC モードに戻りません。変更はコミットされません。
- **cancel** と入力すると、現在のコンフィギュレーションセッションが継続します。コンフィギュレーションセッションは終了せず、設定変更もコミットされません。
- 実行コンフィギュレーションファイルに設定変更を保存し、コンフィギュレーションセッションを継続するには、**commit** コマンドを使用します。

ステップ 16 exit

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config-if)# exit
```

インターフェイス コンフィギュレーション モードを終了します。

ステップ 17 exit

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config)# exit
```

グローバル コンフィギュレーション モードを終了します。

ステップ 18 接続のリモートエンドでステップ 1 から 15 を実行します。
リンクバンドルの他端をアップ状態にします。

ステップ 19 show bundle Bundle-Etherbundle-id

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router# show bundle Bundle-Ether 3
```

(任意) 指定したイーサネットリンクバンドルに関する情報を表示します。

ステップ 20 show lacp bundle Bundle-Etherbundle-id

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router# show lacp bundle  
Bundle-Ether 3
```

(任意) LACP ポートとそのピアに関する詳細情報を表示します。

イーサネットリンクバンドルでの EFP ロードバランシングの設定

ここでは、イーサネットリンクバンドルでイーサネットフローポイント (EFP) ロードバランシングを設定する情報を説明します。

デフォルトでは、イーサネットフローポイント (EFP) ロードバランシングはイネーブルです。ただし、バンドルの固定メンバのすべての出力トラフィックを、同じ物理メンバリンクを介して送信されるように設定できます。この設定は、レイヤ 2 転送 (**l2transport**) をイネーブルにしたイーサネットバンドルサブインターフェイスでしか使用できません。



(注) バンドルのアクティブメンバが変更されると、バンドルへのトラフィックは、設定値と一致するハッシュ値を持つ別の物理リンクにマッピングされる場合があります。

手順の概要

1. **configure**
2. **hw-module load-balance bundle l2-service l3-params**
3. **interface Bundle-Etherbundle-idl2transport**
4. **bundle load-balance hashhash-value [auto]**
5. **end** または **commit**

手順の詳細

ステップ 1 configure

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router# configure
```

グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。

ステップ 2 hw-module load-balance bundle l2-service l3-params

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config)# hw-module load-balance bundle l2-service l3-params
```

(任意) レイヤ 2 リンクバンドルでのレイヤ 3 ロードバランシングをイネーブルにします。

ステップ 3 interface Bundle-Etherbundle-idl2transport

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router#(config)# interface Bundle-Ether 3 l2transport
```

指定したバンドル ID を使用し、レイヤ 2 転送をイネーブルにして、新しいイーサネットリンクバンドルを作成します。

指定できる範囲は 1 ~ 65535 です。

ステップ 4 bundle load-balance hashhash-value [auto]

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config-subif)# bundle load-balancing hash 1
```

または

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config-subif)# bundle load-balancing hash auto
```

バンドルの固定メンバのすべての出力トラフィックを、同じ物理メンバリンクを通過するように設定します。

- **hash-value**：このバンドルのすべての出力トラフィックが通過する物理メンバリンクを指定する数値。値は 1 ~ 8 です。
- **auto**：このバンドルのすべての出力トラフィックが通過する物理メンバリンクが自動的に選択されます。

ステップ 5 end または commit

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config-if)# end
または
```

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config-if)# commit
設定変更を保存します。
```

- **end** コマンドを実行すると、次に示す変更のコミットを求めるプロンプトが表示されます。Uncommitted changes found, commit them before exiting (yes/no/cancel)?
- **yes** と入力すると、実行コンフィギュレーションファイルに変更が保存され、コンフィギュレーションセッションが終了して、ルータが EXEC モードに戻ります。
- **no** と入力すると、コンフィギュレーションセッションが終了して、ルータが EXEC モードに戻ります。変更はコミットされません。
- **cancel** と入力すると、現在のコンフィギュレーションセッションが継続します。コンフィギュレーションセッションは終了せず、設定変更もコミットされません。
- 実行コンフィギュレーションファイルに設定変更を保存し、コンフィギュレーションセッションを継続するには、**commit** コマンドを使用します。

次に、バンドルの固定メンバのすべての出力トラフィックが、同じ物理メンバリンクを介して自動的に送信されるように設定する例を示します。

```
RP/0/RP0/CPU0:router# configuration terminal
RP/0/RP0/CPU0:router(config)# interface bundle-ether 1.1 l2transport
RP/0/RP0/CPU0:router(config-subif)#bundle load-balancing hash auto
RP/0/RP0/CPU0:router(config-subif)#
```

次に、バンドルの固定メンバのすべての出力トラフィックが、指定した物理メンバリンクを介して送信されるように設定する例を示します。

```
RP/0/RP0/CPU0:router# configuration terminal
RP/0/RP0/CPU0:router(config)# interface bundle-ether 1.1 l2transport
RP/0/RP0/CPU0:router(config-subif)#bundle load-balancing hash 1
RP/0/RP0/CPU0:router(config-subif)#
```

イーサネット リンク バンドル上の VLAN

802.1Q VLAN サブインターフェイスを 802.3ad イーサネット リンク バンドル上で設定できます。イーサネット リンク バンドル上に VLAN を追加するときには、次の点に注意してください。

- 各バンドルに許可される VLAN の最大数は、4096 です。
- 各ルータに許可されるバンドル VLAN の最大数は、4000 です。



(注) バンドル VLAN のメモリ要件は、標準の物理インターフェイスよりも若干多くなります。

バンドル上で VLAN サブインターフェイスを作成するには、次のように、**interface Bundle-Ether** コマンドを使用して VLAN サブインターフェイス インスタンスを追加します。

interface Bundle-Ether*interface-bundle-id.subinterface*

イーサネット リンク バンドル上で VLAN を作成した後、すべての VLAN サブインターフェイス コンフィギュレーションがそのリンク バンドル上でサポートされます。

VLAN サブインターフェイスでは、イーサネット フロー ポイント (EFP) およびレイヤ 3 サービスなどの複数のレイヤ 2 フレーム タイプおよびサービスをサポートできます。

レイヤ 2 EFP は次のように設定します。

```
interface bundle-ether instance.subinterface l2transport. encapsulation dot1q xxxxx
```

レイヤ 3 VLAN サブインターフェイスは次のように設定します。

```
interface bundle-ether instance.subinterface, encapsulation dot1q xxxxx
```



(注) レイヤ 2 およびレイヤ 3 インターフェイス間の違いは、**l2transport** キーワードです。両方のタイプのインターフェイスが **dot1q encapsulation** を使用します。

VLAN バンドルの設定

ここでは、VLAN バンドルの設定方法について説明します。VLAN バンドルの作成では、主に次の 3 つの作業を行います。

手順の概要

1. イーサネット バンドルを作成します。
2. VLAN サブインターフェイスを作成し、イーサネット バンドルに割り当てます。
3. イーサネット リンクをイーサネット バンドルに割り当てます。

手順の詳細

ステップ 1 イーサネット バンドルを作成します。

ステップ 2 VLAN サブインターフェイスを作成し、イーサネット バンドルに割り当てます。

ステップ 3 イーサネット リンクをイーサネット バンドルに割り当てます。

これらの作業について、以降の手順で詳しく説明します。



(注) VLANバンドルをアクティブにするには、バンドル接続の両端で同じ設定を行う必要があります。

手順の概要

1. **configure**
2. **interface Bundle-Ether***bundle-id*
3. **ipv4 address***ipv4-address mask*
4. **bundle minimum-active bandwidth***kbps*
5. **bundle minimum-active links***links*
6. **bundle maximum-active links***links[hot-standby]*
7. **exit**
8. **interface Bundle-Ether***bundle-id.vlan-id*
9. **encapsulation dot1q**
10. **ipv4 address***ipv4-address mask*
11. **no shutdown**
12. **exit**
13. ステップ 2 で作成したバンドルにさらに VLAN を追加するには、ステップ 9 から 12 を繰り返します
14. **end** または **commit**
15. **exit**
16. **exit**
17. **configure**
18. **interface {GigabitEthernet | TenGigE}***interface-path-id*
19. **lACP fast-switchover**

手順の詳細

ステップ 1 **configure**

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router# configure
グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
```

ステップ 2 **interface Bundle-Ether***bundle-id*

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router#(config)# interface Bundle-Ether 3
```

新しいイーサネット リンク バンドルを作成し名前を付与します。

この **interface Bundle-Ether** コマンドを実行すると、インターフェイス コンフィギュレーション サブモードが開始されます。このモードでは、インターフェイス固有のコンフィギュレーションコマンドを入力できます。インターフェイスコンフィギュレーションサブモードを終了して通常のグローバルコンフィギュレーションモードに戻るには、**exit** コマンドを使用します。

ステップ3 **ipv4 address***ipv4-address mask*

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config-if)# ipv4 address 10.1.2.3 255.0.0.0
```

ipv4 address コンフィギュレーションサブコマンドを使用して、IPアドレスとサブネットマスクを仮想インターフェイスに割り当てます。

ステップ4 **bundle minimum-active bandwidth***kbps*

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config-if)# bundle minimum-active bandwidth 580000
```

(任意) ユーザがバンドルをアップ状態にする前に必要な最小帯域幅を設定します。

ステップ5 **bundle minimum-active links***links*

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config-if)# bundle minimum-active links 2
```

(任意) 特定のバンドルをアップ状態にする前に必要なアクティブ リンク数を設定します。

ステップ6 **bundle maximum-active links***links[hot-standby]*

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config-if)# bundle maximum-active links 1 hot-standby
```

(任意) バンドルで 1:1 のリンク保護を実装します。これにより、バンドル内で最も優先順位が高いリンクがアクティブになり、2 番目に優先順位が高いリンクがスタンバイになります。また、アクティブおよびスタンバイの LACP 対応のリンクの間でのスイッチオーバーが、専用の最適化に従って実装されることを指定します。

(注) アクティブおよびスタンバイ リンクの優先順位は、**bundle port-priority** コマンドの値で決まります。

ステップ7 **exit**

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config-if)# exit
```

インターフェイス コンフィギュレーション サブモードを終了します。

ステップ8 **interface Bundle-Ether***bundle-id.vlan-id*

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router#(config)# interface Bundle-Ether 3.1
```

新しい VLAN を作成し、その VLAN をステップ 2 で作成したイーサネットバンドルに割り当てます。

bundle-id 引数には、ステップ 2 で作成したバンドル ID を指定します。

vlan-id にはサブインターフェイス ID を指定します。範囲は 1 ~ 4094 です (0 と 4095 は予約されています)。

(注) *.vlan-id* 引数を **interface Bundle-Etherbundle-id** コマンドに追加すると、サブインターフェイスコンフィギュレーションモードが開始されます。

ステップ 9 encapsulation dot1q

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config-subif)# encapsulation dot1q 100, untagged
```

インターフェイスのレイヤ 2 カプセル化を設定します。

(注) **dot1q vlan** コマンドは、Cisco ASR 9000 シリーズルータでは **encapsulation dot1q** コマンドに置き換えられます。引き続き、下位互換性のために使用可能ですが、レイヤ 3 インターフェイスだけが対象です。

ステップ 10 ipv4 address ipv4-address mask

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router#(config-subif)# ipv4 address 10.1.2.3/24
```

IP アドレスおよびサブネットマスクをサブインターフェイスに割り当てます。

ステップ 11 no shutdown

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router#(config-subif)# no shutdown
```

(任意) リンクがダウン状態の場合はアップ状態にします。**no shutdown** コマンドは、設定とリンクの状態に応じて、リンクをアップ状態またはダウン状態に戻します。

ステップ 12 exit

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config-subif)# exit
```

VLAN サブインターフェイスのサブインターフェイスコンフィギュレーションモードを終了します。

ステップ 13 ステップ 2 で作成したバンドルにさらに VLAN を追加するには、ステップ 9 から 12 を繰り返します (任意) バンドルにさらにサブインターフェイスを追加します。

ステップ 14 end または commit

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config-subif)# end
```

または

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config-subif)# commit
```

設定変更を保存します。

- **end** コマンドを実行すると、次に示す変更のコミットを求めるプロンプトが表示されます。

```
Uncommitted changes found, commit them before
exiting(yes/no/cancel)?
[cancel]:
```

-**yes** と入力すると、実行コンフィギュレーションファイルに変更が保存され、コンフィギュレーションセッションが終了して、ルータが EXEC モードに戻ります。

-**no** と入力すると、コンフィギュレーションセッションが終了して、ルータが EXEC モードに戻ります。変更はコミットされません。

-**cancel** と入力すると、ルータは現在のコンフィギュレーションセッションで継続されます。コンフィギュレーションセッションは終了せず、設定変更もコミットされません。

- 実行コンフィギュレーションファイルに設定変更を保存し、コンフィギュレーションセッションを継続するには、**commit** コマンドを使用します。

ステップ 15 exit

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config-subif)# end
```

インターフェイス コンフィギュレーション モードを終了します。

ステップ 16 exit

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config)# exit
```

グローバル コンフィギュレーション モードを終了します。

ステップ 17 configure

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router # configure
```

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 18 interface {GigabitEthernet | TenGigE} interface-path-id

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config)# interface GigabitEthernet 1/0/0/0
```

バンドルに追加するイーサネット インターフェイスのインターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。

GigabitEthernet キーワードまたは **TenGigE** キーワードを入力して、インターフェイスの種類を指定します。*interface-path-id* 引数には、*rack/slot/module* 形式でノード ID を指定します。

(注) リンクバンドルの両端にイーサネットインターフェイスを追加するまでは、VLANバンドルはアクティブになりません。

ステップ 19 lacp fast-switchover

例：

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config-if)# lacp fast-switchover
```

(任意) LACP が動作するメンバー リンクを持つバンドル上で 1:1 のリンク保護をイネーブルにすると (**bundle maximum-active links** コマンドの値に 1 を設定)、LACP 状態マシンの **wait-while** タイマーをディセーブルにできます。このタイマーをディセーブルにすると、スタンバイ モードのバンドルメンバーリンクで、正常状態のネゴシエーションが高速になるため、障害になったアクティブリンクからスタンバイリンクへのスイッチオーバーが高速になります。

リンクバンドルの設定に関する情報

リンクバンドルを設定するには、次の概念について理解する必要があります。

LACP を通じたリンク集約

異なるモジュラ サービス カードおよび同じサービス カード内の SPA 上のインターフェイスを集約することで、冗長性が提供され、インターフェイスまたはモジュラサービスカードで障害が発生したときに、トラフィックをすばやく他のメンバー リンクにリダイレクトできます。

オプションの Link Aggregation Control Protocol (LACP) は IEEE 802 規格で定義されています。LACP では、2 台の直接接続されたシステム (ピア) 間で通信し、バンドルメンバーの互換性が確認されます。ピアは、別のルータまたはスイッチのいずれかです。LACP は、リンクバンドルの動作状態を監視し、次のことを確認します。

- すべてのリンクが同じ 2 台のシステム上で終端していること。
- 両方のシステムがリンクを同じバンドルの一部と見なしていること。
- すべてのリンクがピア上で適切に設定されていること

LACP で送信されるフレームの内容は、ローカルポート状態と、ローカルから見たパートナーシステムの状態です。これらのフレームが解析され、両方のシステムが同調していることが確認されます。

IEEE 802.3ad 規格

IEEE 802.3ad 規格では、一般にイーサネット リンク バンドルを構成する方法が定義されています。

バンドルメンバーとして設定された各リンクに対し、リンクバンドルの各エンドをホストするシステム間で、次の情報が交換されます。

- グローバルに一意のローカル システム ID
- リンクがメンバーになっているバンドルの ID (動作キー)
- リンクの ID (ポート ID)
- リンクの現在の集約ステータス

この情報は、リンク集約グループ ID (LAG ID) を構成するために使用されます。共通の LAG ID を共有するリンクは集約できます。個々のリンクには固有の LAG ID があります。

システム ID はルータを区別し、その一意性はシステムの MAC アドレスを使用することで保証されます。バンドル ID とリンク ID は、それを割り当てるルータでだけ意味を持ち、2 つのリンクが同じ ID を持たないことと、2 つのバンドルが同じ ID を持たないことが保証される必要があります。

ピアシステムからの情報はローカルシステムの情報と組み合わせられ、バンドルのメンバーとして設定されたリンクの互換性が判断されます。

バンドルに追加されている最初のリンクの MAC アドレスがバンドル自体の MAC アドレスになります。そのリンク (バンドルに追加されている最初のリンク) がバンドルから削除されるか、ユーザが別の MAC アドレスを設定するまで、この MAC アドレスが使用されます。バンドルの MAC アドレスは、バンドルトラフィックを通過させる際にすべてのメンバーリンクによって使用されます。バンドルに対して設定されたすべてのユニキャストアドレスまたはマルチキャストアドレスも、すべてのメンバー リンクで設定されます。



(注) MAC アドレスを変更するとパケット転送に影響を与えるおそれがあるため、MAC アドレスは変更しないことを推奨します。

ロードバランシング

ロードバランシングは、ルータのレイヤ 3 ルーティング情報に基づいて、複数のリンクにトラフィックを分配する転送メカニズムです。フローごとのロードバランシングは、バンドルのすべてのリンクでサポートされます。この方法では、ルータが、ハッシュ計算で決定されたバンドル内のリンクの 1 つを経由してパケットを配信することによって、ロードシェアリングが実行されます。ハッシュ計算は特定のパラメータに基づいたリンク選択のアルゴリズムです。

標準のハッシュ計算は、次のパラメータを使用する 3 タプルハッシングです。

- IP 送信元アドレス

- IP 宛先アドレス
- ルータ ID

レイヤ 3 およびレイヤ 4 のパラメータに基づいて 7 タプル ハッシングも設定できます。

- IP 送信元アドレス
- IP 宛先アドレス
- ルータ ID
- 入力インターフェイス
- IP プロトコル
- レイヤ 4 送信元ポート
- レイヤ 4 宛先ポート

フローごとのロードバランシングと 3 タプルハッシングをイネーブルにすると、特定の送信元と宛先のペア間のすべてのパケットは、使用可能なリンクが複数あるにもかかわらず同じリンクを通過します。フローごとのロードバランシングは、特定の送信元と宛先ペアのパケットが順序どおりに到達できるようにします。



(注) マルチキャストトラフィックの場合、入力転送はファブリック マルチキャストグループ ID (FGID) に基づきます。バンドル上の出力転送はバンドルのロードバランシングに基づきます。

リンクバンドルの設定の概要

リンクバンドルの設定の一般的な概要を次のステップで示します。リンクをバンドルに追加する前に、リンクから以前のネットワーク層コンフィギュレーションをすべてクリアする必要があります。ことに注意してください。

- 1 グローバルコンフィギュレーションモードで、リンクバンドルを作成します。イーサネットリンクバンドルを作成するには、**interface Bundle-Ether** コマンドを入力します。
- 2 **ipv4 address** コマンドを使用して、IP アドレスとサブネットマスクを仮想インターフェイスに割り当てます。
- 3 インターフェイスコンフィギュレーションサブモードで **bundle id** コマンドを使用し、ステップ 1 で作成したバンドルにインターフェイスを追加します。
1 つのバンドルに最大 64 個のリンクを追加できます。
- 4 バンドルに対してオプションで 1:1 のリンク保護を実装できます。そのためには、**bundle maximum-active links** コマンドに 1 を設定します。この設定を行うと、バンドルで優先順位が最も高いリンクがアクティブになり、優先順位が 2 番目に高いリンクがスタンバイになります。

(リンクのプライオリティは**bundle port-priority** コマンドの値に基づきます)。アクティブリンクに障害が発生した場合は、スタンバイリンクがすぐにアクティブリンクになります。



(注) リンクは、そのリンクのインターフェイス コンフィギュレーション サブモードからバンドルのメンバに設定できます。

RP スイッチオーバー時のノンストップフォワーディング

Cisco IOS XR ソフトウェアは、アクティブとスタンバイのペアの RP カード間でのスイッチオーバー時のノンストップフォワーディングをサポートしています。ノンストップフォワーディングを使用すると、スイッチオーバーが発生したときにリンクバンドルの状態が変化しません。

たとえば、アクティブな RP に障害が発生した場合、スタンバイ RP が動作可能になります。障害が発生した RP の設定、ノード状態、チェックポイントデータがスタンバイ RP に複製されます。スタンバイ RP がアクティブ RP になった時に、バンドルされたインターフェイスがすべて存在しています。



(注) スタンバイ インターフェイス コンフィギュレーションが維持されることを保証するために何かを設定する必要はありません。

リンク スイッチオーバー

デフォルトでは、バンドル内の最大 64 のリンクがアクティブにトラフィックを転送できます。バンドル内の 1 つのメンバーリンクが障害になると、トラフィックは動作可能な残りのメンバーリンクにリダイレクトされます。

バンドルに対してオプションで 1:1 のリンク保護を実装できます。そのためには、**bundle maximum-active links** コマンドに 1 を設定します。そうすることで、1 つのアクティブリンクと 1 つ以上の専用のスタンバイリンクが指定されます。アクティブリンクが障害になるとスイッチオーバーが発生し、スタンバイリンクがすぐにアクティブになり、中断のないトラフィックが保証されます。

アクティブリンクとスタンバイリンクで LACP が動作している場合、IEEE 規格に基づくスイッチオーバー (デフォルト) か、専用の高速な最適化されたスイッチオーバーを選択できます。アクティブリンクとスタンバイリンクで LACP が動作していない場合、専用の最適化されたスイッチオーバー オプションが使用されます。

使用するスイッチオーバーの種類にかかわらず、**wait-while** タイマーをディセーブルにできます。これにより、スタンバイリンクの状態ネゴシエーションが高速になり、障害になったアクティブリンクからスタンバイリンクへのスイッチオーバーが高速になります。

そのためには、**lACP fast-switchover** コマンドを使用します。

