

# マルチエリア隣接関係を使用した OSPF の設定例

## 目次

[はじめに](#)

[前提条件](#)

[要件](#)

[使用するコンポーネント](#)

[背景説明](#)

[設定](#)

[ネットワーク図](#)

[初期設定](#)

[R1](#)

[R2](#)

[R3](#)

[R4](#)

[R5](#)

[デフォルト動作](#)

[マルチエリア隣接関係の設定](#)

[確認](#)

[トラブルシューティング](#)

## 概要

このドキュメントでは、Open Shortest Path First ( OSPF ) のリンク ステート ルーティング プロトコルをマルチエリア隣接関係用に設定する方法について説明します。

## 前提条件

### 要件

次の項目に関する知識が推奨されます。

- OSPF
- マルチエリア隣接関係 ( Multi-Area Adjacency )

このドキュメントで説明する設定を試みる前に、次の要件を満たしておくことも推奨されます。

- OSPF リンク ステート ルーティング プロトコルがネットワークで事前設定されている必要があります。
- 2 つの OSPF スピーカーだけがインターフェイスを使用します。これらのスピーカーの間で OSPF のマルチエリア機能が動作します。マルチエリア OSPF は、ポイントツーポイント ネットワーク タイプでのみ機能します。

## 使用するコンポーネント

このドキュメントの情報は、マルチエリア OSPF に基づくものです。

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

## 背景説明

OSPF リンク ステート ルーティング プロトコルでは、「Area ( エリア ) 」という概念を使用します。エリアとは、OSPF ドメイン内のサブドメインのことです。エリア内のルータでは、そのエリアの完全なトポロジ情報を維持管理します。インターフェイスが属することができる OSPF エリアは、デフォルトでは 1 つだけです。これにより、ネットワーク内で最適でないルーティングが発生するおそれがあるだけでなく、ネットワークが正しく設計されていない場合に、他の問題が発生するおそれもあります。

マルチエリア隣接関係がインターフェイスに設定されると、OSPF スピーカーではそのリンク上に複数の隣接関係 ( ADJ ) を形成します。マルチエリア インターフェイスは、論理的なポイントツーポイント インターフェイスで、そのインターフェイス上に ADJ が形成されます。このドキュメントでは、ある問題を回避してネットワークの要件を満たすために、マルチエリア OSPF ADJ を使用できるシナリオについて説明します。

## 設定

### ネットワーク図

このネットワーク図では、ネットワーク/OSPF ドメインが使用されています。システムでは、ルータ 5 ( R5 ) から R1 ( 10.1.1.1 ) へのトラフィックが常に R3 を通過する必要があります。R3 がこのネットワークにおけるファイアウォールで、このファイアウォールを通じてすべてのトラフィックをルーティングする必要がある場合や、R3 と R4 間のリンクに R2 と R4 間のリンクよりも多くの帯域幅がある場合を想定してください。いずれのケースでも、システムではトラフィックが R5 から R1 ( 10.1.1.1/32 プレフィックス ) にフローする際に、そのトラフィックが R3 を通過する必要があります。

### 初期設定

このセクションでは、R1 から R5 までの初期設定を示します。

## R1

```
!  
interface Ethernet0/0  
ip address 192.168.12.1 255.255.255.0  
end  
  
!  
interface Loopback0  
ip address 10.1.1.1 255.255.255.255  
end  
  
!  
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.12.2  
!
```

## R2

```
!  
interface Ethernet0/0  
ip address 192.168.12.2 255.255.255.0  
end  
  
!  
interface Ethernet0/1  
ip address 192.168.23.2 255.255.255.0  
ip ospf network point-to-point  
ip ospf 1 area 0  
end  
  
!  
interface Ethernet0/2  
ip address 192.168.24.2 255.255.255.0  
ip ospf network point-to-point  
ip ospf 1 area 99  
end  
  
!  
interface Loopback0  
ip address 10.2.2.2 255.255.255.255  
end  
  
!  
ip route 10.1.1.1 255.255.255.255 192.168.12.1  
  
!  
router ospf 1  
router-id 0.0.0.2  
redistribute static metric-type 1 subnets  
!
```

## R3

```
!  
interface Ethernet0/0  
ip address 192.168.34.3 255.255.255.0  
ip ospf network point-to-point  
ip ospf 1 area 99  
end
```

```
!  
interface Ethernet0/1  
ip address 192.168.23.3 255.255.255.0  
ip ospf network point-to-point  
ip ospf 1 area 0  
end
```

```
!  
interface Loopback0  
ip address 10.3.3.3 255.255.255.255  
end
```

```
!  
router ospf 1  
router-id 0.0.0.3  
!
```

## R4

```
!  
interface Ethernet0/0  
ip address 192.168.34.4 255.255.255.0  
ip ospf network point-to-point  
ip ospf 1 area 99  
end
```

```
!  
interface Ethernet0/1  
ip address 192.168.45.4 255.255.255.0  
ip ospf network point-to-point  
ip ospf 1 area 99  
end
```

```
!  
interface Ethernet0/2  
ip address 192.168.24.4 255.255.255.0  
ip ospf network point-to-point  
ip ospf 1 area 99  
end
```

```
!  
interface Loopback0  
ip address 10.4.4.4 255.255.255.255  
end
```

```
!  
router ospf 1  
router-id 0.0.0.4  
!
```

## R5

```

!
interface Ethernet0/1
ip address 192.168.45.5 255.255.255.0
ip ospf network point-to-point
ip ospf 1 area 99
end

!
interface Loopback0
ip address 10.5.5.5 255.255.255.255
end

!
router ospf 1
router-id 0.0.0.5
!

```

## デフォルト動作

このセクションでは、前述の設定を機能させた状態でルータのデフォルトの動作について説明します。

R5 から 10.1.1.1 へのトレースを次に示します。トラフィックが、R3 ではなく、R2 を通過していることに注意してください。

```

R5#traceroute 10.1.1.1
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 10.1.1.1
VRF info: (vrf in name/id, vrf out name/id)
 0 192.168.45.4 6 msec 6 msec 6 msec <<< R4
 1 192.168.24.2 6 msec 6 msec 8 msec <<< R2
 2 192.168.12.1 8 msec * 3 msec <<< R1

```

このネットワークでは、ルータ R4 がこの決定を行う必要があり、システム要件に従って、トラフィックを R2 に直接ルーティングするのではなく、R3 にルーティングする必要があります。

R4 上のルーティング テーブルの例を次に示します。

```

R4#show ip route 10.1.1.1
Routing entry for 10.1.1.1/32
Known via "ospf 1", distance 110, metric 30, type extern 1
Last update from 192.168.24.2 on Ethernet0/2, 00:14:33 ago
Routing Descriptor Blocks:
* 192.168.24.2, from 0.0.0.2, 00:14:33 ago, via Ethernet0/2 <<< Towards R2
Route metric is 30, traffic share count is 1

```

プレフィックスの 10.1.1.1/32 へのこのルートに、メトリックの 30 が関連付けられています。これは、自律システム境界ルータ (ASBR) (R2) によって使用されるデフォルトのメトリックの 20、および R4 上のインターフェイス Eth0/2 のコストの 10 に起因しています。

R3 を経由する R4 から 10.1.1.1/32 プレフィックスへのパスの方が長くなっています。ここで、R4 上のインターフェイス Ethernet 0/2 (R2 へのパス) のコストが動作を変更するかどうかを確認するために次のように変更されます。

```

!
interface Ethernet0/2
ip address 192.168.24.4 255.255.255.0

```

```
ip ospf network point-to-point
ip ospf 1 area 99
  ip ospf cost 100
end
```

R5 でのトレース、および R4 での `show ip route` コマンドの出力を次に示します。

```
R5#traceroute 10.1.1.1
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 10.1.1.1
VRF info: (vrf in name/id, vrf out name/id)
 1 192.168.45.4 4 msec 9 msec 8 msec   <<< R4
 2 192.168.24.2 8 msec 9 msec 10 msec  <<< R2
 3 192.168.12.1 10 msec * 5 msec      <<< R1
```

```
R4#show ip route 10.1.1.1
Routing entry for 10.1.1.1/32
Known via "ospf 1", distance 110, metric 120, type extern 1
Last update from 192.168.24.2 on Ethernet0/2, 00:01:50 ago
Routing Descriptor Blocks:
* 192.168.24.2, from 0.0.0.2, 00:01:50 ago, via Ethernet0/2
  Route metric is 120, traffic share count is 1
```

トレースに示されているように、R5 からのトラフィックは同じパスをたどり、トラフィックは R3 を経由してフローしていません。また、R4 上の `show ip route 10.1.1.1` コマンドの出力に示されているように、R4 ( インターフェイス Ethernet 0/2 ) で追加されたコスト 100 の影響で、プレフィクスへのルートのコストが ( 前の 30 に対して ) 120 になっています。ただし、パスは引き続き変わらず、トラフィックが R3 を経由してフローするという要件はまだ満たされていません。

この動作の原因を調べるために、R4 での `show ip ospf border-routers` コマンドの出力を次に示します ( R4 のインターフェイス Ethernet 0/2 のコストは、引き続き 100 に設定されています )。

```
R4#show ip ospf border-routers
      OSPF Router with ID (0.0.0.4) (Process ID 1)
        Base Topology (MTID 0)
          Internal Router Routing Table
Codes: i - Intra-area route, I - Inter-area route

i 0.0.0.2 [100] via 192.168.24.2, Ethernet0/2, ABR/ASBR, Area 99, SPF 3
i 0.0.0.3 [10] via 192.168.34.3, Ethernet0/0, ABR, Area 99, SPF 3
```

R4 上で、2 台の Area Border Router ( ABR; エリア境界ルータ ) ( R2 である 0.0.0.2 と R3 である 0.0.0.3 ) があること、および R2 が ASBR であることを確認できます。この出力には、ASBR の Intra-Area (i) の情報も表示されています。

ここで、トラフィックが R3 を経由してフローするかどうかを調べ、また `show ip ospf border-routers` コマンドの出力がどのように表示されるかを確認するために、次に示すように R4 でインターフェイス Ethernet 0/2 をシャットダウンします。

```
interface Ethernet0/2
ip address 192.168.24.4 255.255.255.0
ip ospf network point-to-point
ip ospf 1 area 99
ip ospf cost 100
shutdown
end
```

R5 でのトレース、および R4 での `show ip route` コマンドの出力を次に示します。

```
R5#traceroute 10.1.1.1
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 10.1.1.1
VRF info: (vrf in name/id, vrf out name/id)
 1 192.168.45.4 7 msec 7 msec 8 msec <<< R4
 2 192.168.34.3 9 msec 8 msec 8 msec <<< R3
 3 192.168.23.2 9 msec 9 msec 7 msec <<< R2
 4 192.168.12.1 8 msec * 4 msec <<< R1
```

```
R4#show ip route 10.1.1.1
Routing entry for 10.1.1.1/32
Known via "ospf 1", distance 110, metric 40, type extern 1 <<< Metric 40
Last update from 192.168.34.3 on Ethernet0/0, 00:01:46 ago <<< Traffic to R2
Routing Descriptor Blocks:
* 192.168.34.3, from 0.0.0.2, 00:01:46 ago, via Ethernet0/0
  Route metric is 40, traffic share count is 1
```

各コマンド出力に示されているように、R4 でインターフェイス Ethernet 0/2 がシャットダウンされると、トラフィックが R3 を通過するようになっていきます。また、R2 経由の 10.1.1.1/32 へのコストが 120 だったのに対して、R3 へのルートに関連付けられているコストがわずかに 40 になっています。OSPF プロトコルでは、10.1.1.1/32 に到達するためのコストが R3 経由の方がより低いにもかかわらず、R3 ではなく、R2 経由でトラフィックをルーティングすることを依然として優先しています。

R4 での `show ip ospf border-routers` の出力を再度次に示します。

```
R4#show ip ospf border-routers
      OSPF Router with ID (0.0.0.4) (Process ID 1)
          Base Topology (MTID 0)
Internal Router Routing Table
Codes: i - Intra-area route, I - Inter-area route

I 0.0.0.2 [20] via 192.168.34.3, Ethernet0/0, ASBR, Area 99, SPF 4
i 0.0.0.3 [10] via 192.168.34.3, Ethernet0/0, ABR, Area 99, SPF 4
```

ASBR に到達するために必要な情報は、*Inter-Area* 情報です。ただし、ASBR への到達方法を明示する *Intra-Area* 情報は、2 つのパスに関連付けられている OSPF コストに関係なく、*Inter-Area* 情報よりも優先されます。

このため、R3 を経由するパスは、R3 を経由するコストの方がより低いにもかかわらず優先されませんでした。

ここで、次のように R4 上のインターフェイス Ethernet 0/2 を再度アップ状態にします。

```
R4#show ip ospf border-routers
      OSPF Router with ID (0.0.0.4) (Process ID 1)
          Base Topology (MTID 0)
Internal Router Routing Table
Codes: i - Intra-area route, I - Inter-area route

I 0.0.0.2 [20] via 192.168.34.3, Ethernet0/0, ASBR, Area 99, SPF 4
i 0.0.0.3 [10] via 192.168.34.3, Ethernet0/0, ABR, Area 99, SPF 4
```

R5 でのトレースは、次のようにルーティング操作が前に確認されたものに戻っていることを示しています (トラフィックは R3 経由でフローしていません)。

```
R5#traceroute 10.1.1.1
```

```
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 10.1.1.1
VRF info: (vrf in name/id, vrf out name/id)
 1 192.168.45.4 6 msec 7 msec 7 msec   <<< R4
 2 192.168.24.2 7 msec 8 msec 7 msec   <<< R2
 3 192.168.12.1 8 msec * 12 msec      <<< R1
```

この問題を解決するには、次に示すように、さまざまな方法があります（次のリストは、すべてを網羅したものではありません）。

- R2 と R3 の間の Area を 90 に変更してから、そのコストを変更します。
- R2 と R3 の間に別のリンクを追加し、そのリンクを Area 99 に設定します。
- マルチエリア ADJ（隣接関係）を使用します。

マルチエリア OSPF ADJ が機能する方法とこの問題を解決する方法を確認するには、次のセクションを参照してください。

## マルチエリア隣接関係の設定

前述のように、マルチエリア ADJ を使用して、1 つのリンク上に複数のポイントツーポイントの論理的な隣接関係を形成することができます。この要件は、リンク上に存在する OSPF スピーカーが 2 つだけでなければならないことで、ブロードキャスト ネットワークにおいては、このリンク上で OSPF ネットワーク タイプを **Point-to-Point** に手動で変更する必要があります。

この機能を使用すれば、1 つの物理リンクを複数の Area で共有できます。この機能によって、そのリンクを共有するそれぞれの Area で Intra-Area パスが作成されます。

この要件を満たすために、リンク Ethernet 0/1 上の R2 と R3 の間に OSPF マルチエリア ADJ を設定する必要があります。この OSPF マルチエリア ADJ は現在 **Area 0** にのみ存在します。

R2 の設定を次に示します。

```
!
interface Ethernet0/1
ip address 192.168.23.2 255.255.255.0
ip ospf network point-to-point
  ip ospf multi-area 99
ip ospf 1 area 0
end
```

R3 の設定を次に示します。

```
!
interface Ethernet0/1
ip address 192.168.23.3 255.255.255.0
ip ospf network point-to-point
  ip ospf multi-area 99
ip ospf 1 area 0
end
```

次に示すように、OSPF ADJ が仮想リンク上に形成されます。

```
!
```

```
interface Ethernet0/1
ip address 192.168.23.3 255.255.255.0
ip ospf network point-to-point
  ip ospf multi-area 99
ip ospf 1 area 0
end
```

新しく形成された ADJ を次に示します。

```
R2#show ip ospf neighbor 0.0.0.3
```

```
<Snip>
```

```
Neighbor 0.0.0.3, interface address 192.168.23.3
  In the area 99 via interface OSPF_MA0
  Neighbor priority is 0, State is FULL, 6 state changes
  DR is 0.0.0.0 BDR is 0.0.0.0
  Options is 0x12 in Hello (E-bit, L-bit)
  Options is 0x52 in DBD (E-bit, L-bit, O-bit)
  LLS Options is 0x1 (LR)
  Dead timer due in 00:00:39
  Neighbor is up for 00:03:01
  Index 2/3, retransmission queue length 0, number of retransmission 0
  First 0x0(0)/0x0(0) Next 0x0(0)/0x0(0)
  Last retransmission scan length is 0, maximum is 0
  Last retransmission scan time is 0 msec, maximum is 0 msec
```

```
R3#show ip ospf neighbor 0.0.0.2
```

```
<Snip>
```

```
Neighbor 0.0.0.2, interface address 192.168.23.2
  In the area 99 via interface OSPF_MA0
  Neighbor priority is 0, State is FULL, 6 state changes
  DR is 0.0.0.0 BDR is 0.0.0.0
  Options is 0x12 in Hello (E-bit, L-bit)
  Options is 0x52 in DBD (E-bit, L-bit, O-bit)
  LLS Options is 0x1 (LR)
  Dead timer due in 00:00:39
  Neighbor is up for 00:01:41
  Index 2/3, retransmission queue length 0, number of retransmission 0
  First 0x0(0)/0x0(0) Next 0x0(0)/0x0(0)
  Last retransmission scan length is 0, maximum is 0
  Last retransmission scan time is 0 msec, maximum is 0 msec
```

## 確認

設定が正しく機能するかどうかを検証するには、次のように R4 で `show ip ospf border-routers` コマンドを入力します。

```
R4#show ip ospf border-routers
```

```
  OSPF Router with ID (0.0.0.4) (Process ID 1)
    Base Topology (MTID 0)
Internal Router Routing Table
Codes: i - Intra-area route, I - Inter-area route
```

```
i 0.0.0.3 [10] via 192.168.34.3, Ethernet0/0, ABR, Area 99, SPF 10
i 0.0.0.2 [20] via 192.168.34.3, Ethernet0/0, ABR/ASBR, Area 99, SPF 10
```

コマンド出力に示されているように、トラフィックを R2 (0.0.0.2) (つまり ASBR) にルーティングするために使用される Intra-Area 情報は R3 経由です。これにより前述の問題が解決されるはずですが。

R5 でのトレースを次に示します。

```
R5#traceroute 10.1.1.1
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 10.1.1.1
VRF info: (vrf in name/id, vrf out name/id)
 1 192.168.45.4 8 msec 9 msec 8 msec <<< R4
 2 192.168.34.3 8 msec 8 msec 8 msec <<< R3
 3 192.168.23.2 7 msec 8 msec 8 msec <<< R2
 4 192.168.12.1 8 msec * 4 msec <<< R1
```

コマンド出力に示されているように、10.1.1.1 宛ての R5 からのトラフィックは正しく R3 経由でフローしており、システム要件が満たされています。

ADJ が確立されているかどうかを検証するには、R2、R3、および R4 で `show ip ospf neighbor` コマンドを入力します。

```
R2#show ip ospf neighbor
Neighbor ID Pri State Dead Time Address Interface
0.0.0.3 0 FULL/ - 00:00:39 192.168.23.3 Ethernet0/1
0.0.0.4 0 FULL/ - 00:00:37 192.168.24.4 Ethernet0/2
0.0.0.3 0 FULL/ - 00:00:33 192.168.23.3 OSPF_MAO
```

```
R3#show ip ospf neighbor
Neighbor ID Pri State Dead Time Address Interface
0.0.0.2 0 FULL/ - 00:00:34 192.168.23.2 Ethernet0/1
0.0.0.2 0 FULL/ - 00:00:35 192.168.23.2 OSPF_MAO
0.0.0.4 0 FULL/ - 00:00:39 192.168.34.4 Ethernet0/0
```

```
R4#show ip ospf neighbor
Neighbor ID Pri State Dead Time Address Interface
0.0.0.2 0 FULL/ - 00:00:32 192.168.24.2 Ethernet0/2
0.0.0.5 0 FULL/ - 00:00:32 192.168.45.5 Ethernet0/1
0.0.0.3 0 FULL/ - 00:00:35 192.168.34.3 Ethernet0/0
```

注: これらの出力では、**Ethernet0/1** インターフェイスのエントリは Area 0 上の ADJ を示し、**OSPF\_MAO** インターフェイスのエントリは Area 99 上のマルチエリア ADJ を示しています。

R4 のインターフェイス Ethernet 0/2 のコストは引き続き 100 で、R4 上で R3 を経由するパスが優先されます。このコストが削除されると、R4 では前と同じようにトラフィックを直接 R2 にルーティングします。

R4 の設定および `show ip route` コマンドの出力を次に示します。100 の IP OSPF コストは、引き続き R4 のインターフェイス Ethernet 0/2 で設定された状態です。

```
R4#show ip ospf neighbor
Neighbor ID Pri State Dead Time Address Interface
0.0.0.2 0 FULL/ - 00:00:32 192.168.24.2 Ethernet0/2
0.0.0.5 0 FULL/ - 00:00:32 192.168.45.5 Ethernet0/1
0.0.0.3 0 FULL/ - 00:00:35 192.168.34.3 Ethernet0/0
```

```
R4#show ip route 10.1.1.1
Routing entry for 10.1.1.1/32
Known via "ospf 1", distance 110, metric 40, type extern 1
Last update from 192.168.34.3 on Ethernet0/0, 00:28:45 ago
```

Routing Descriptor Blocks:

\* 192.168.34.3, from 0.0.0.2, 00:28:45 ago, via Ethernet0/0

Route metric is 40, traffic share count is 1

このコストを削除した場合の、R4 の設定と **show ip route** コマンドの出力を次に示します。

```
R4#show ip route 10.1.1.1
```

```
Routing entry for 10.1.1.1/32
```

```
Known via "ospf 1", distance 110, metric 40, type extern 1
```

```
Last update from 192.168.34.3 on Ethernet0/0, 00:28:45 ago
```

```
Routing Descriptor Blocks:
```

```
* 192.168.34.3, from 0.0.0.2, 00:28:45 ago, via Ethernet0/0
```

```
Route metric is 40, traffic share count is 1
```

```
R4#show ip route 10.1.1.1
```

```
Routing entry for 10.1.1.1/32
```

```
Known via "ospf 1", distance 110, metric 30, type extern 1
```

```
Last update from 192.168.24.2 on Ethernet0/2, 00:00:13 ago
```

```
Routing Descriptor Blocks:
```

```
* 192.168.24.2, from 0.0.0.2, 00:00:13 ago, via Ethernet0/2 <<< Route changed back to R2
```

```
Route metric is 30, traffic share count is 1
```

## トラブルシューティング

現在のところ、この設定に関する特定のトラブルシューティング情報はありません。