

ネットワーク機器の役割

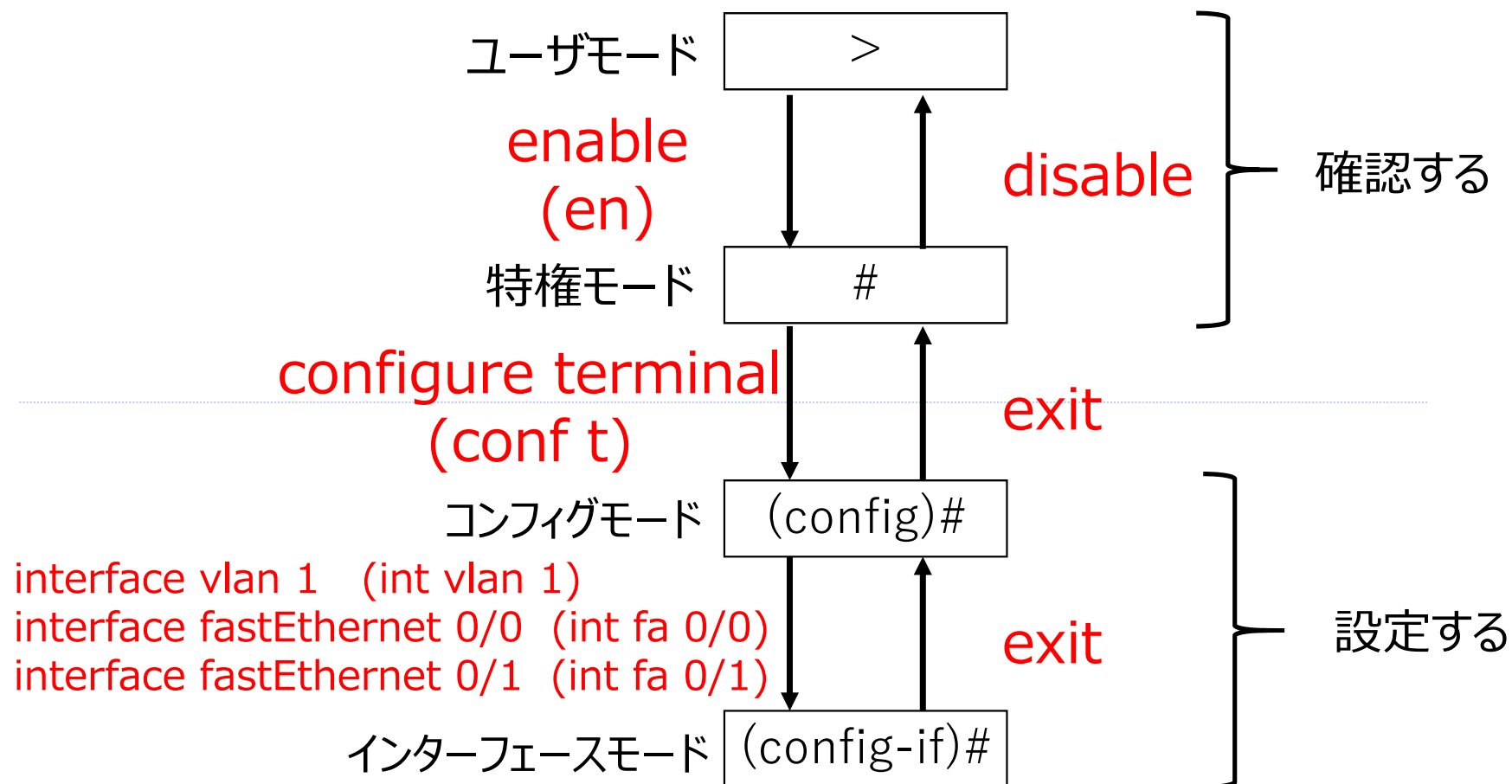


- ・同じNW内の通信を中継
- ・MACアドレステーブルを持つ
- ・宛先MACアドレスを確認して転送
- ・宛先MACアドレスが不明な場合にフラッディングをする



- ・異なるNW間の通信を中継
- ・ルーティングテーブルを持つ
- ・宛先IPアドレスを確認して転送
- ・宛先IPアドレスがルーティングテーブルに確認出来ない場合、そのデータを破棄する

シスコIOSのモード



PDU

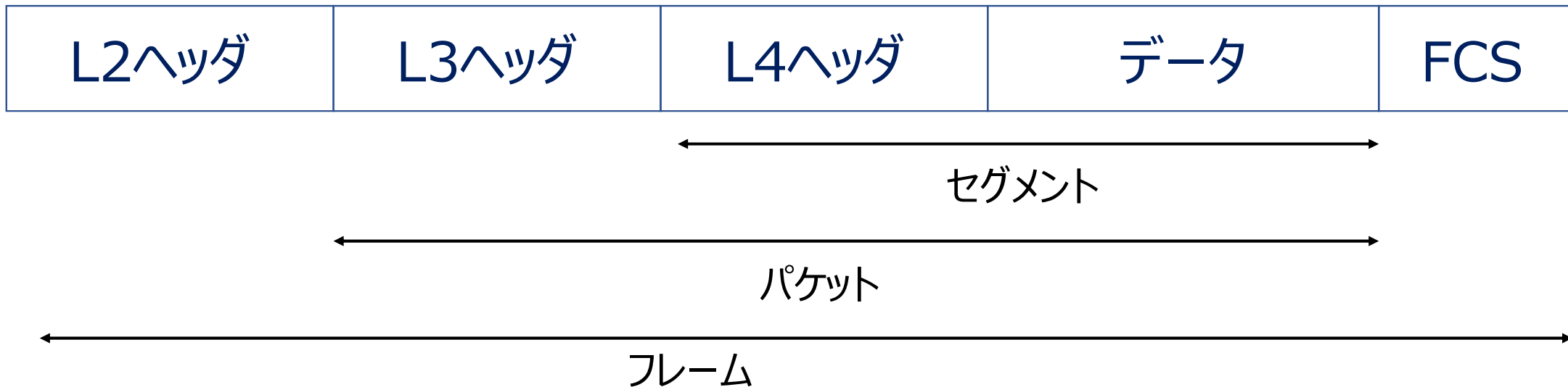
PDU・・・プロトコルデータユニット

各ヘッダの主な情報

L4ヘッダが付いた状態・・・セグメント ヘッダの中身 宛先、送信元ポート番号

L3ヘッダが付いた状態・・・パケット ヘッダの中身 宛先、送信元IPアドレス

L2ヘッダが付いた状態・・・フレーム ヘッダの中身 宛先、送信元MACアドレス



機器に設定する項目(基本項目)

PC

IPアドレス

DGW(他NWと通信する場合に設定)

ルータ

ホスト名設定

インターフェイス(fa0/0やfa0/1など)にIPアドレス

NW登録(直接接続していないNW)

スイッチ

基本設定不要

但しスイッチ通信と通信する場合は下記項目を設定

ホスト名設定

int vlan1にIP設定

DGW(他NWと通信する場合に設定)

設定例

ルータ

ホスト名設定

```
(config)#hostname RT1
```

IPアドレス設定

```
(config)#int fa0/0
```

```
(config-if)#ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
```

```
(config-if)#no shut
```

NW登録(スタティックルート)

```
(config)#ip route 30.1.1.0 255.255.255.0 20.1.1.2
```

登録したいNW

ネクストホップアドレス

(隣のルータのIP)

スイッチ

ホスト名設定

```
(config)#hostname RT1
```

IPアドレス設定

```
(config)#int vlan1
```

```
(config-if)#ip address 10.1.1.200 255.255.255.0
```

```
(config-if)#no shut
```

DGW設定

```
(config)#ip default-gateway 10.1.1.1
```

確認によく使うコマンド

設定情報確認

```
#show run
```

インターフェイスの状態確認

```
#show ip int brief
```

ルーティングテーブル確認(ルータのみ)

```
#show ip route
```

インターフェイスの状態確認(スイッチのみ)

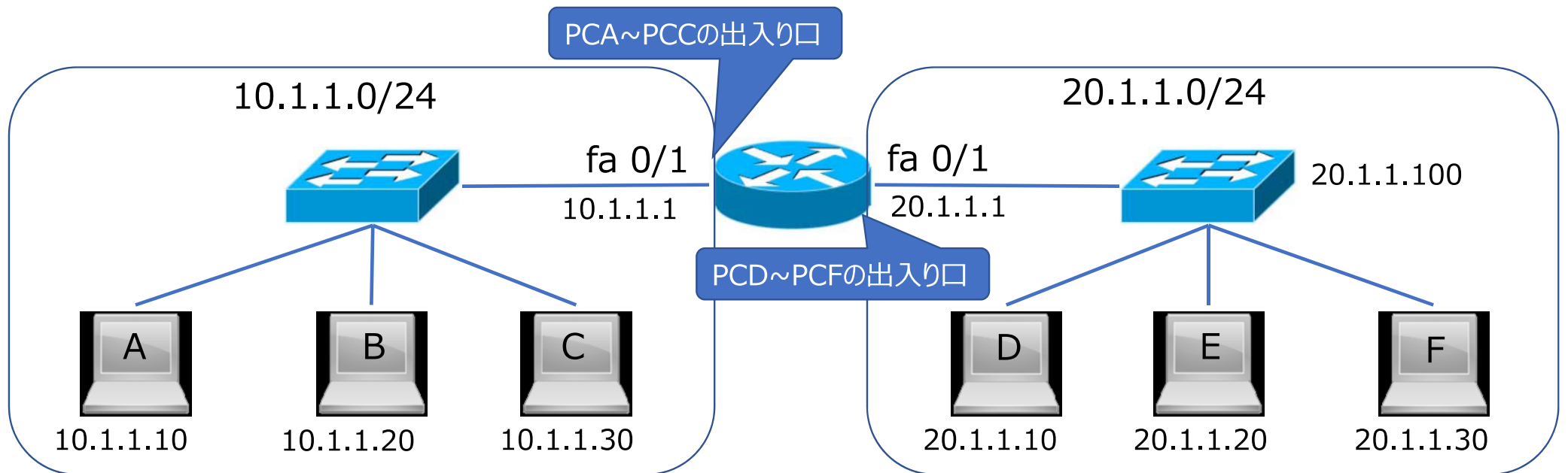
```
#show int status
```

VLAN情報確認(スイッチのみ)

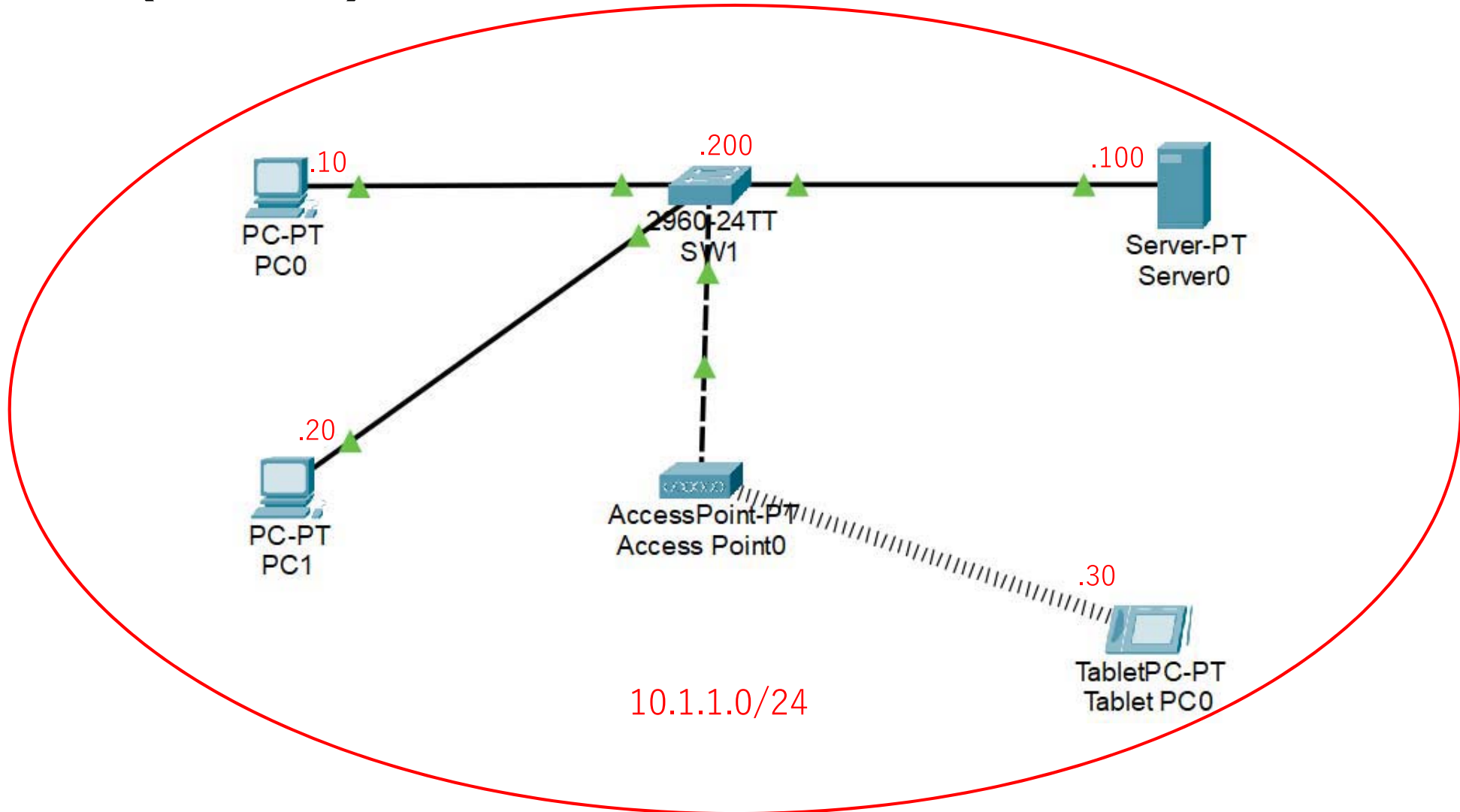
```
#show vlan
```

デフォルトゲートウェイ

通信相手が別のNWにいる場合、パケットはルータに転送してもらう必要がある
ルータは異なるNWへの「出入り口」となり、これをデフォルトゲートウェイという



トポロジ(1NW)



SW1の設定

ホスト名設定

```
(config)#hostname RT1
```

IPアドレス設定

```
(config)#int vlan1
```

```
(config-if)#ip address 10.1.1.200 255.255.255.0
```

```
(config-if)#no shut
```

VTY(virtual teletype) 設定 ※TELNETやSSHなどルータなどの通信機器にネットワークを通じて別のコンピュータから接続し、操作や管理を行うための仮想的な接続口する為に必要な設定

```
(config)#line vty 0 4
```

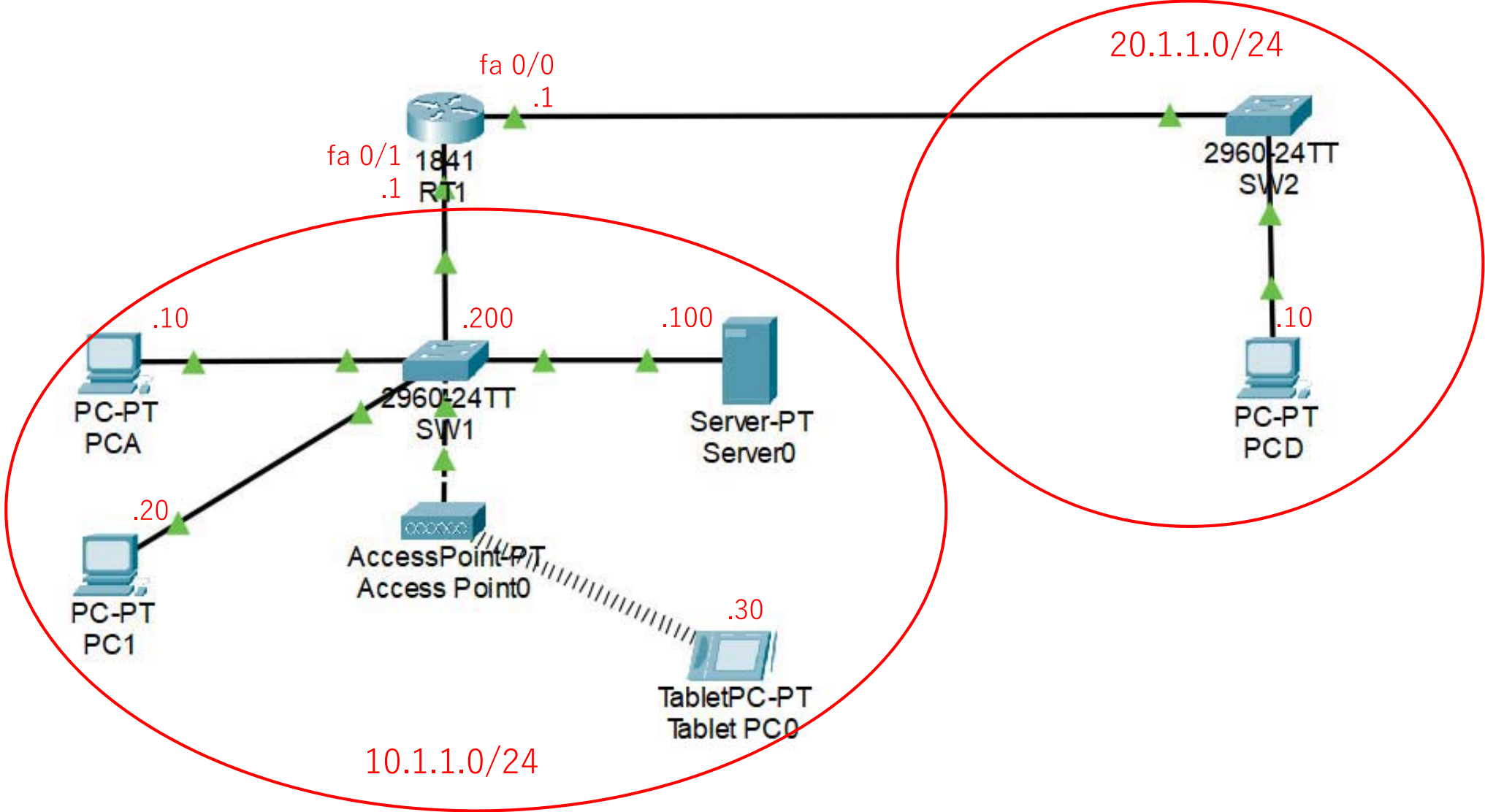
```
(config-line)#password cisco
```

```
(config-line)#login
```

enableパスワード設定

```
(config)#enable password cisco
```


トポロジ(2NW)



RT1とSW1の追加設定

RT1設定

ホスト名設定

```
(config)#hostname RT1
```

IPアドレス設定

```
(config)#int fa0/1
```

```
(config-if)#ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
```

```
(config-if)#no shut
```

```
(config)#int fa0/0
```

```
(config-if)#ip address 20.1.1.1 255.255.255.0
```

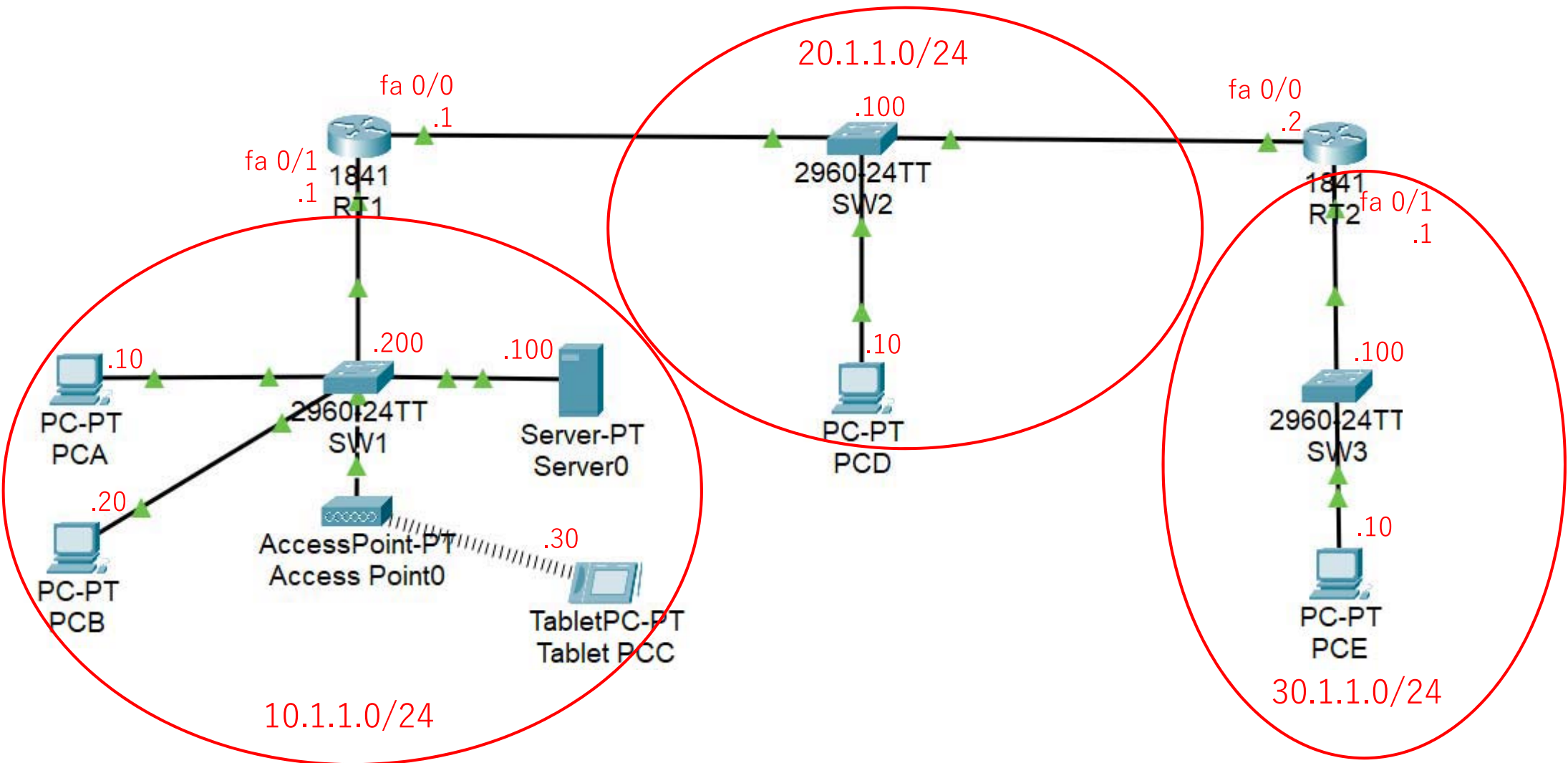
```
(config-if)#no shut
```

SW1追加設定

デフォルトゲートウェイ設定

```
(config)#ip default-gateway 10.1.1.1
```

トポロジ(3NW)



RT1とRT2に直接接続していないNWを学習させる必要がある

スタティックルート

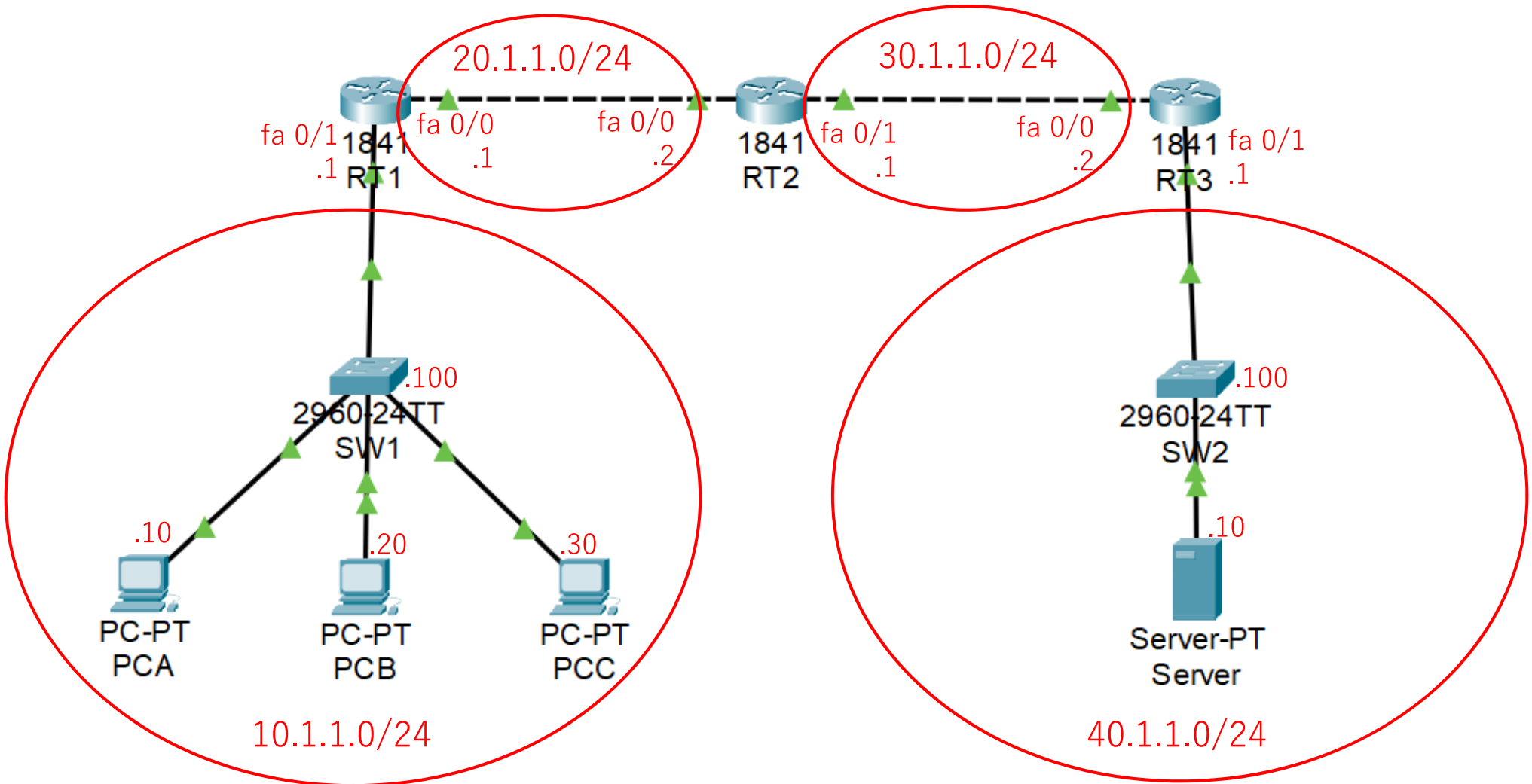
RT1

```
(config)#ip route 30.1.1.0 255.255.255.0 20.1.1.2
```

RT2

```
(config)#ip route 10.1.1.0 255.255.255.0 20.1.1.1
```

トポロジ(4NW)



3台のルータに直接接続していないNWを学習させる必要がある

スタティックルート

RT1

```
(config)#ip route 30.1.1.0 255.255.255.0 20.1.1.2
```

```
(config)#ip route 40.1.1.0 255.255.255.0 20.1.1.2
```

RT2

```
(config)#ip route 10.1.1.0 255.255.255.0 20.1.1.1
```

```
(config)#ip route 40.1.1.0 255.255.255.0 30.1.1.2
```

RT3

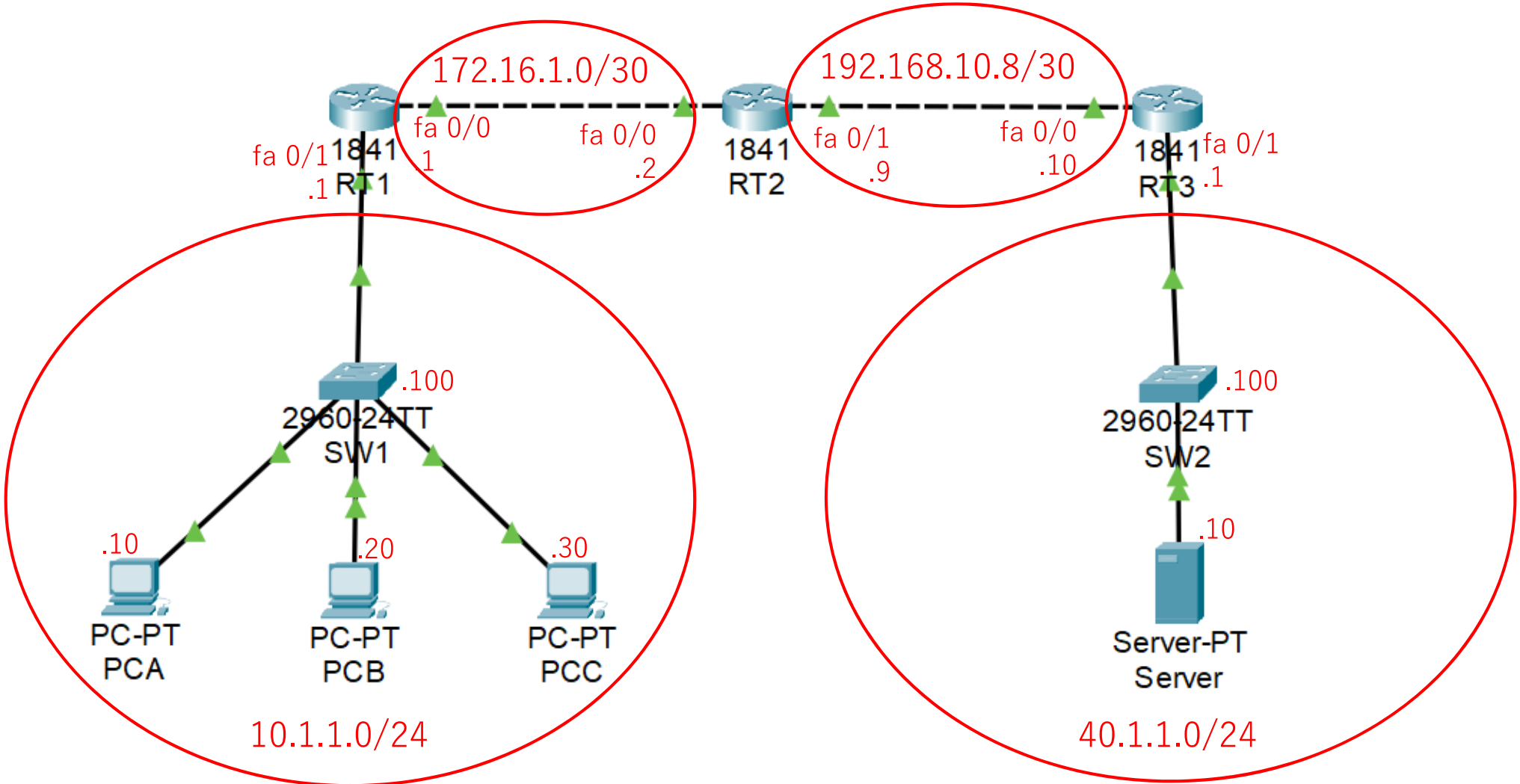
```
(config)#ip route 10.1.1.0 255.255.255.0 30.1.1.1
```

```
(config)#ip route 20.1.1.0 255.255.255.0 30.1.1.1
```

隣接機器の情報を確認するコマンド(Cisco機器の情報のみ取得可能)

```
#show cdp neighbors
```

トポロジ(4NW サブネット化)



クラスレスアドレス

現在ではネットワーク部とホスト部の区切りを表す為に「サブネットマスク」を利用
ネットワーク部を表す表記方法として「/」の後に連続した「1」の数を表記する「プレフィックス表記」

クラスレスアドレス

ネットワーク部

ホスト部

IPアドレス

1010 1100 0001 0000 0000 0001 0000 0000

サブネットマスク

1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1100



172 . 16 . 1 . 0
255 . 255 . 255 . 252

連続した「1」と連続した「0」で
ネットワーク部とホスト部の区切りを表す

30個の「1」が連続したサブネット
マスクという意味

プレフィックス表記で表すと
/30

NWアドレス

ホスト部の値が全て「0」 NWを表すアドレス

ブロードキャストアドレス

ホスト部の値が全て「1」 NW内の全てと通信する際に使用するアドレス

NWアドレスとブロードキャストアドレスはホスト(PCやルータなど)に設定出来ない

クラスレスアドレス

現在ではネットワーク部とホスト部の区切りを表す為に「サブネットマスク」を利用
ネットワーク部を表す表記方法として「/」の後に連続した「1」の数を表記する「プレフィックス表記」

クラスレスアドレス

ネットワーク部

ホスト部

IPアドレス

1100 0000 1010 1000 0000 1010 0000 1000

サブネットマスク

1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1100



192 . 168 . 10 . 8

255 . 255 . 255 . 252

連続した「1」と連続した「0」で
ネットワーク部とホスト部の区切りを表す

30個の「1」が連続したサブネット
マスクという意味

プレフィックス表記で表すと
/30

NWアドレス ホスト部の値が全て「0」 NWを表すアドレス

ブロードキャストアドレス ホスト部の値が全て「1」 NW内の全てと通信する際に使用するアドレス

NWアドレスとブロードキャストアドレスはホスト(PCやルータなど)に設定出来ない

/30のIPアドレス範囲

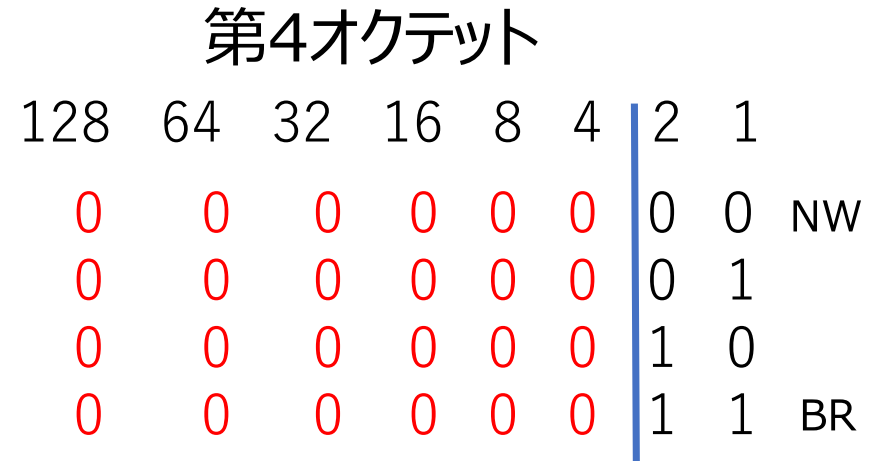
172.16.1.0/30

ホスト部 2 bit

NW 172.16.1.0

BR 172.16.1.3

ホストIP 172.16.1.1、172.16.1.2



NW部とホスト部の境界
サブネット化

192.168.10.8/30

ホスト部 2 bit

NW 192.168.10.8

BR 192.168.10.11

ホストIP 192.168.10.9、192.168.10.10



3台のルータに直接接続していないNWを学習させる必要がある

スタティックルート

RT1

```
(config)#ip route 192.168.10.8 255.255.255.252 172.16.1.2
```

```
(config)#ip route 40.1.1.0 255.255.255.0 172.16.1.2
```

RT2

```
(config)#ip route 10.1.1.0 255.255.255.0 172.16.1.1
```

```
(config)#ip route 40.1.1.0 255.255.255.0 192.168.10.10
```

RT3

```
(config)#ip route 10.1.1.0 255.255.255.0 192.168.10.9
```

```
(config)#ip route 172.16.1.0 255.255.255.252 192.168.10.9
```

3台のルータに直接接続していないNWを学習させる必要がある
デフォルトルート(宛先不明な場合にネクストホップルータにデータを転送)併用

RT1

```
(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.16.1.2
```

RT2

```
(config)#ip route 10.1.1.0 255.255.255.0 172.16.1.1
```

```
(config)#ip route 40.1.1.0 255.255.255.0 192.168.10.10
```

RT3

```
(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.10.9
```

ルーティングテーブルの学習方法

- 直接繋がっているNW
fa0/0 fa0/1に設定しているNWが直接繋がっているNW
- スタティックルートを使用
IP route～で設定する
NWの情報を他のルータとやり取りしない為、CPUや帯域への負荷が少ない
- ダイナミックルートを使用
rip、OSPF、EIGRPなど
NWの情報をルータ同士でやり取りする、CPUや帯域に負荷がかかる

NW登録の違い (静的、動的)

スタティック

RT1 C D登録

RT2 A D登録

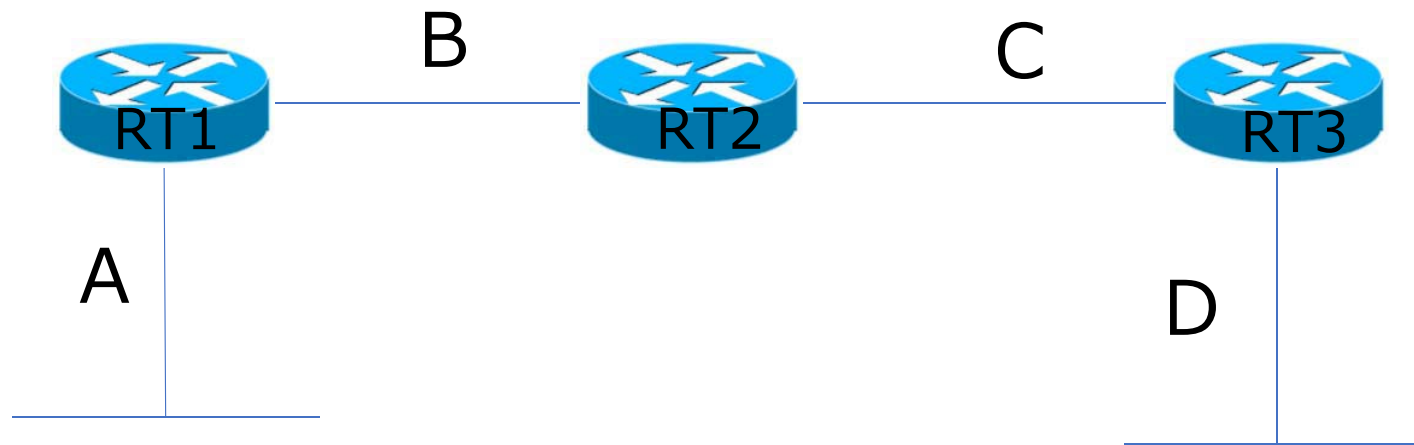
RT3 A B登録

ダイナミック

RT1 A B登録

RT2 B C登録

RT3 C D登録



NW登録の違い（静的、動的）

NW E F追加した場合

スタティック

RT1 E F登録

RT2 E F登録

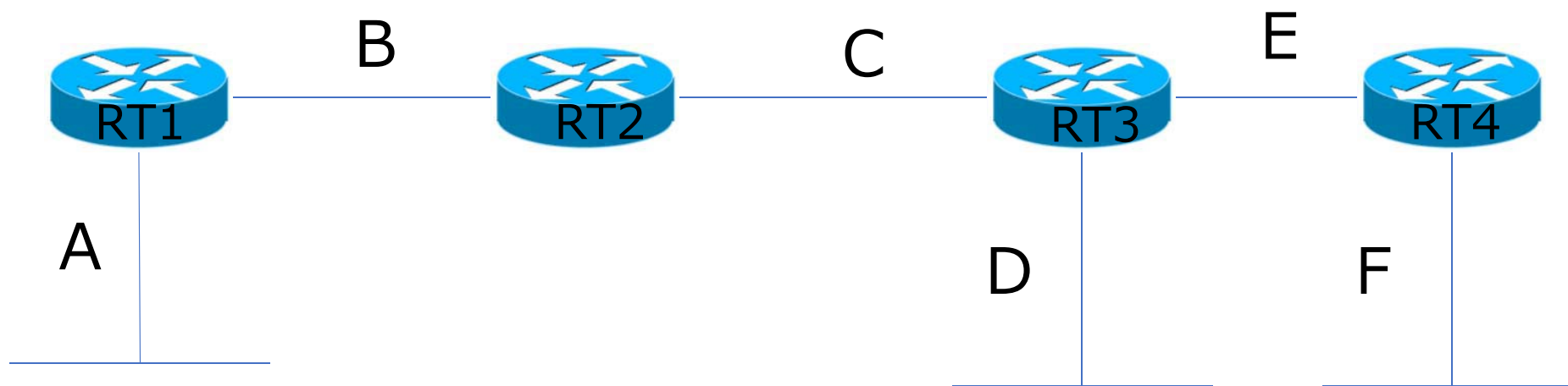
RT3 F 登録

RT4 A B C D登録

ダイナミック

RT3 E登録

RT4 E F登録



RIP

(Routing Information Protocol)

ディスタンスベクター型・・・RIP

ダイナミックルーティングプロトコルの1つでルータ同士でNWの情報をやり取りする

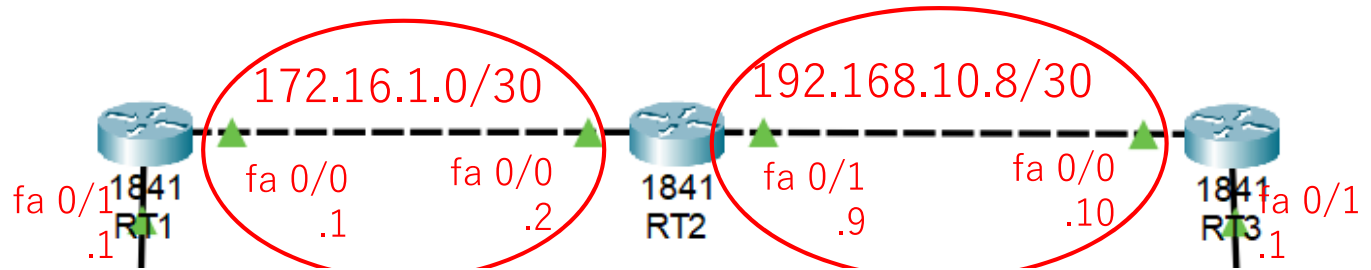
この他にもOSPFやEIGRPなどがある

各ルータはルーティングテーブルのコピーを定期的に隣のルータへ送信し受信したルータは自身のルーティングテーブルと比較して最新情報に更新する

OSPFに比べルータのメモリやCPUの負荷が少なくて済むという特徴がある

- ① 直接接続されたネットワークを学習
- ② ルーティングアップデートを隣接ルータに送信

トポロジ(4NW RIP)

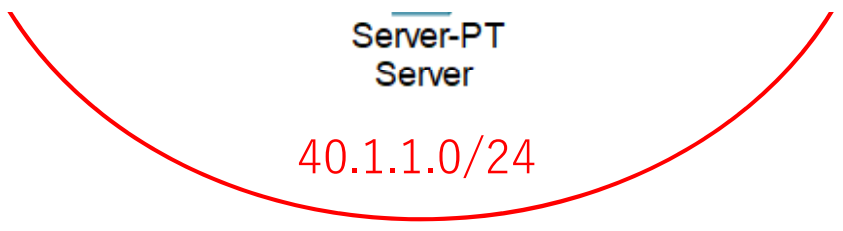
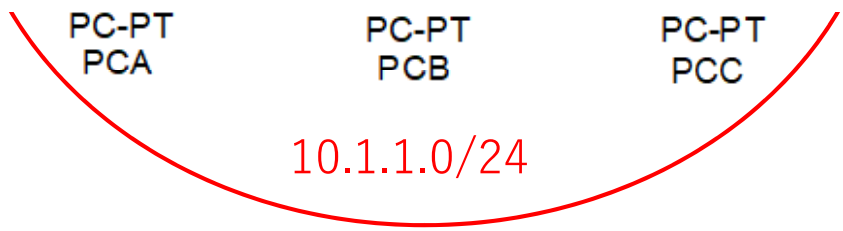


① 直接接続されたネットワークを学習

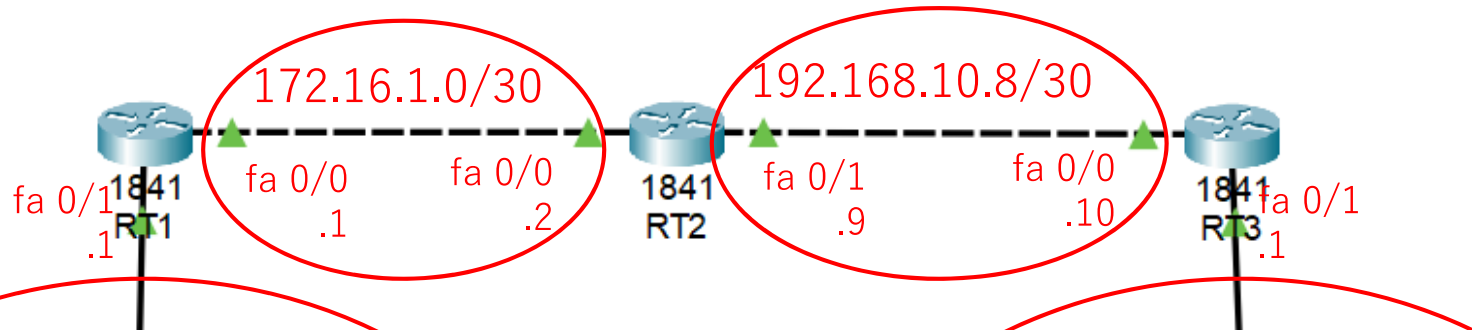
RT1
10.1.1.0/24
172.16.1.0/30

RT3
192.168.10.8/30
40.1.1.0/24

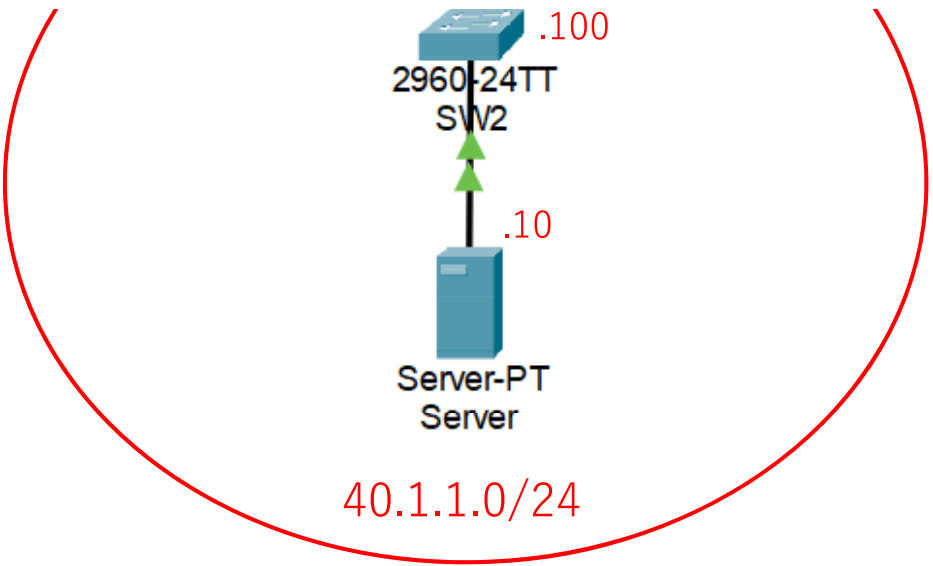
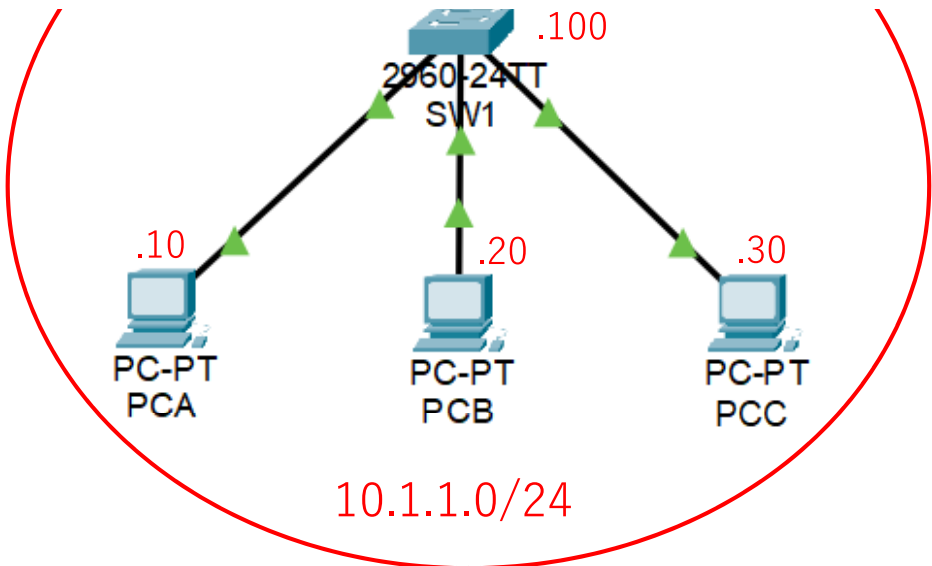
RT2
172.16.1.0/30
192.168.10.8/30



トポロジ(4NW RIP)



② ルーティングアップデートを隣接ルータに送信
※自分のNWの情報をリンクアップしているインターフェイスに送信



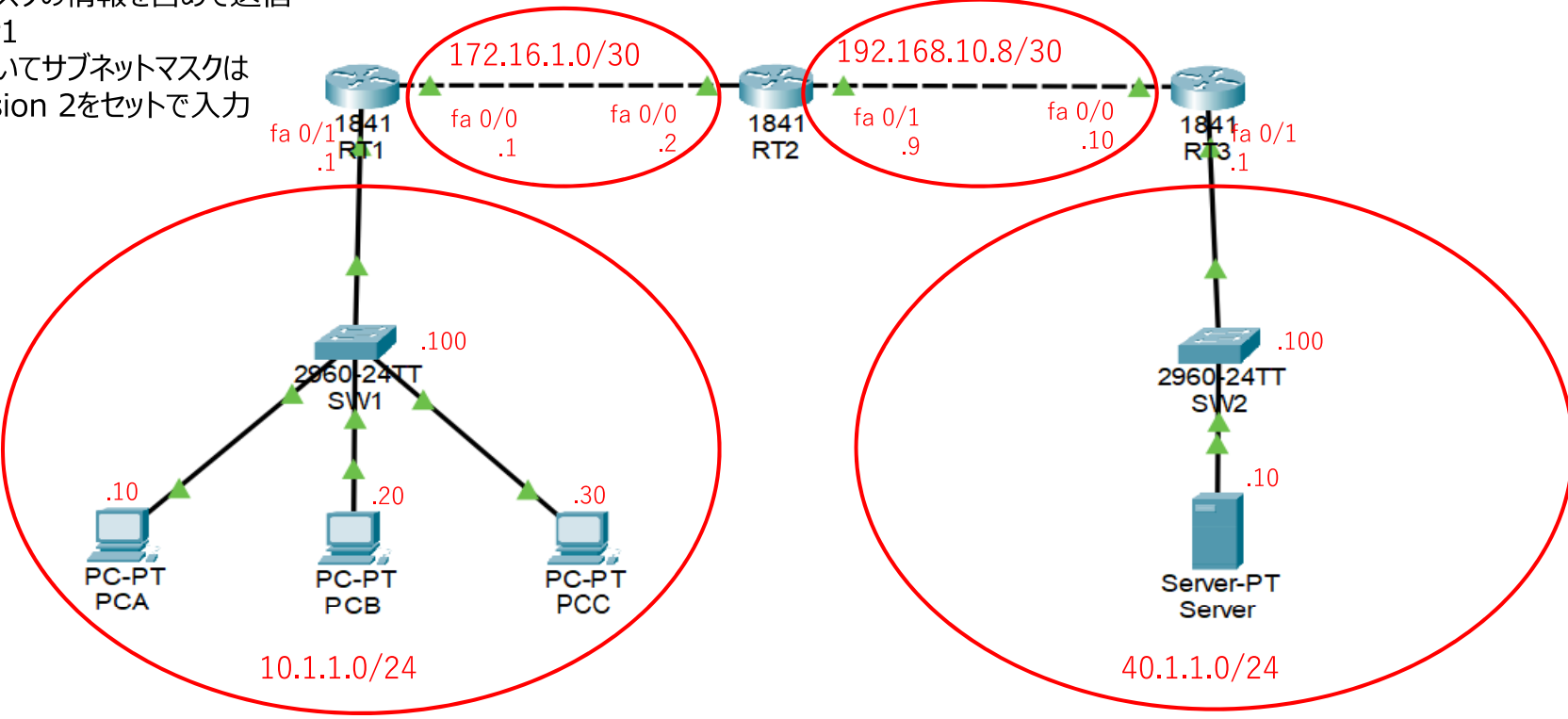
トポロジ(4NW RIP)

RT1
(config)#router rip
(config-router)#version 2
(config-router)#network 10.0.0.0
(config-router)#network 172.16.0.0

RT2
(config)#router rip
(config-router)#version 2
(config-router)#network 172.16.0.0
(config-router)#network 192.168.10.0

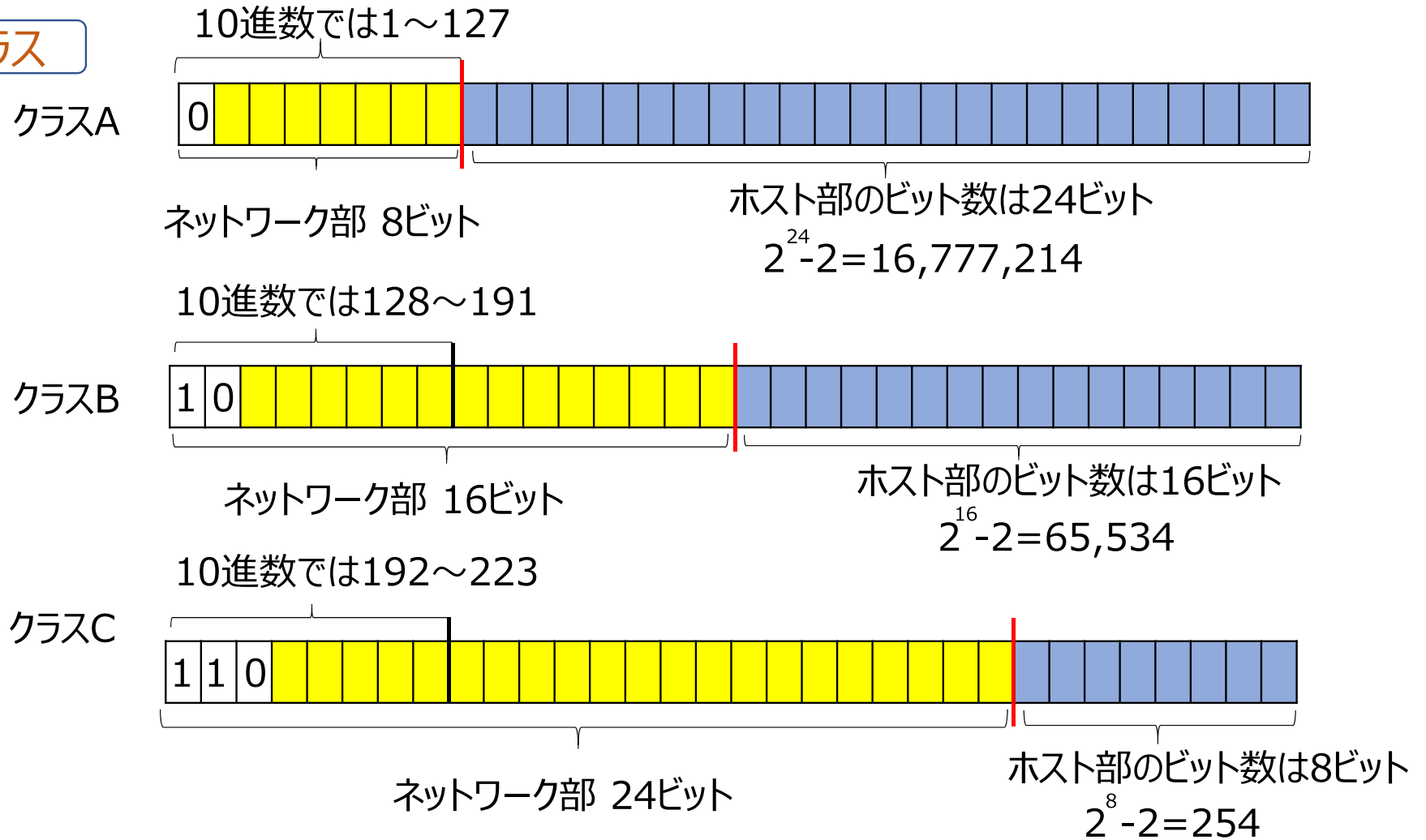
RT3
(config)#router rip
(config-router)#version 2
(config-router)#network 192.168.10.0
(config-router)#network 40.0.0.0

ver1 サブネットマスクの情報を含まず送信
ver2 サブネットマスクの情報を含めて送信
※デフォルトはver1
現在のNWにおいてサブネットマスクは
必要なためversion 2をセットで入力



クラスフルアドレス

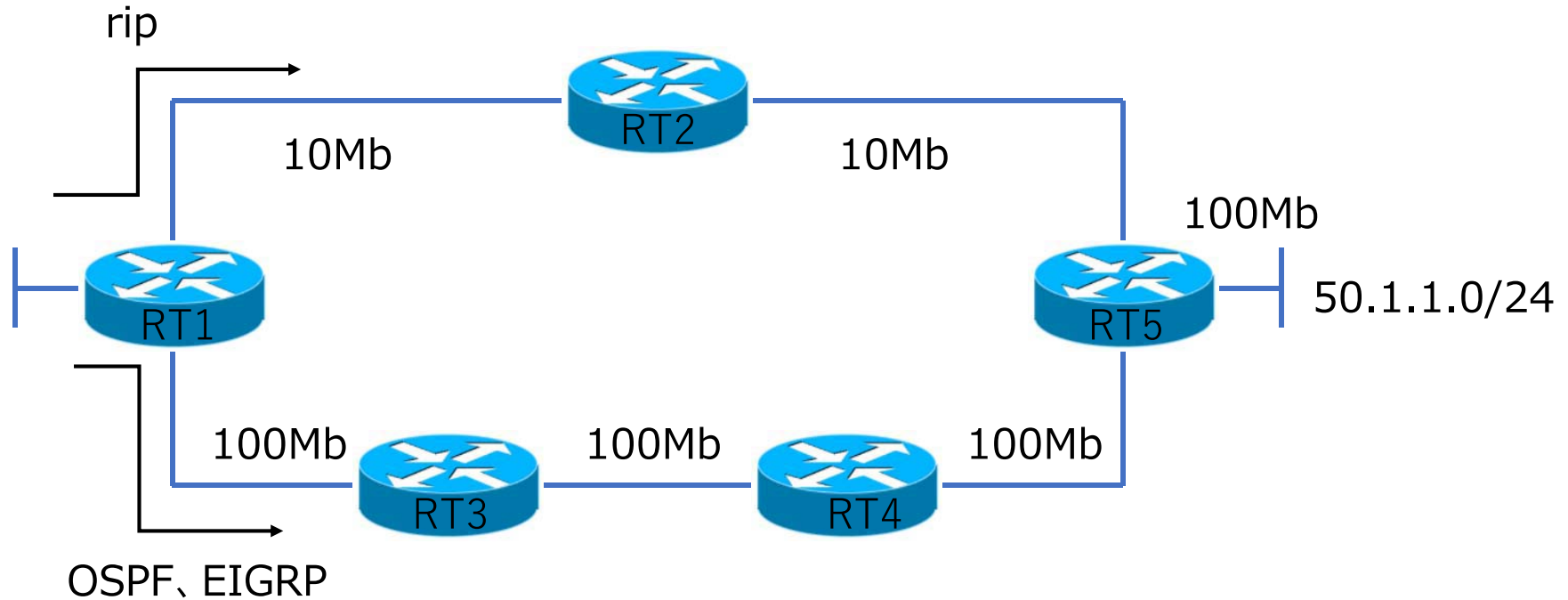
アドレスクラス



メトリックとAD値

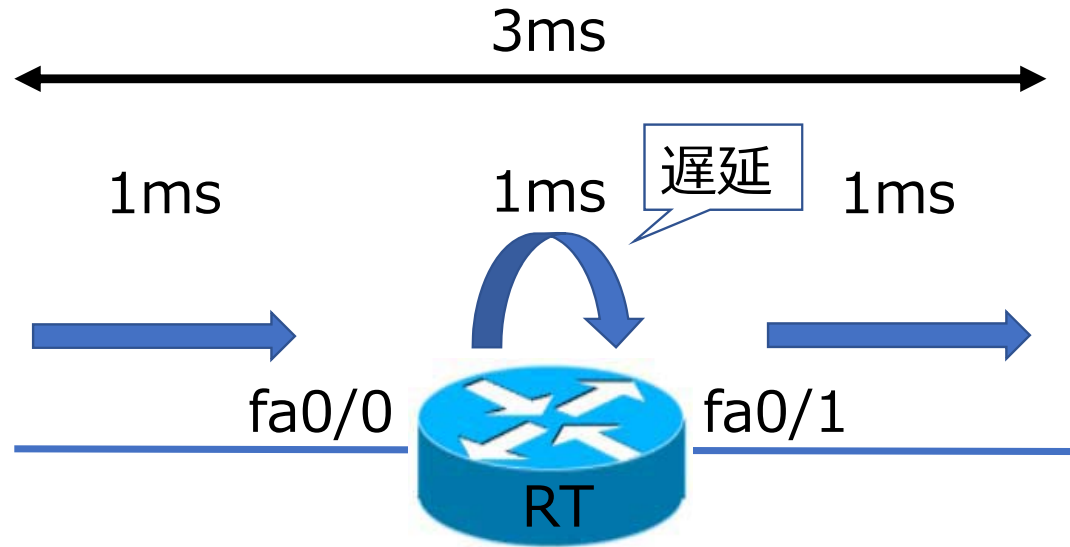
メトリック・・・ルーティングプロトコルが最適経路を決める値

プロトコル	メトリック	説明
ripv1、ripv2	ホップカウント	宛先NW迄に経由するルータの数
OSPF	コスト	INTの帯域幅から算出される値
EIGRP	帯域幅、遅延	INTの帯域幅と遅延から算出される値

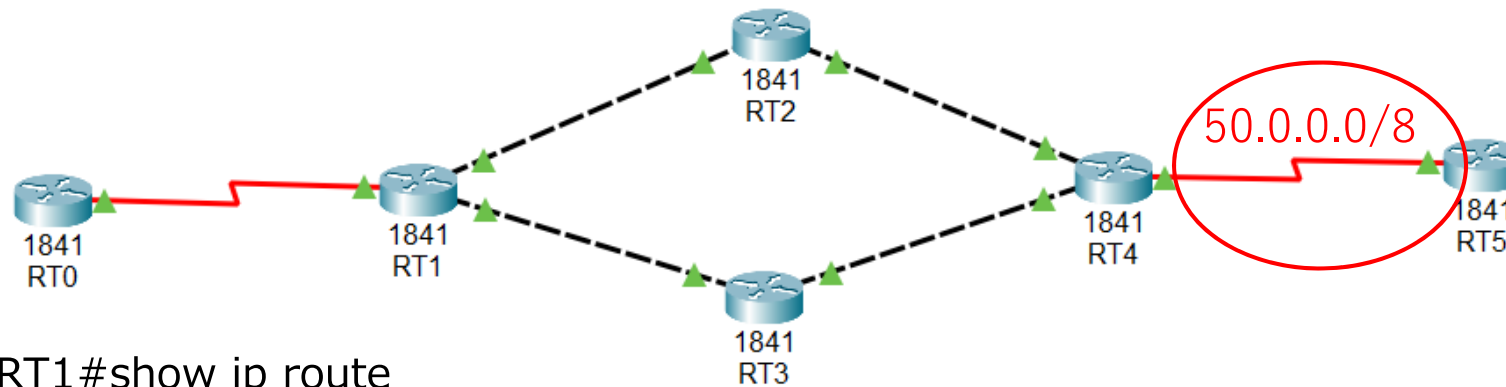


遅延

パケットを受信してから送出するまでにかかる時間



トラフィックが増えると遅延の時間は長くなる



RT1#show ip route

Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
 D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
 N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
 E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
 i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
 * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
 P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

C 1.0.0.0/8 is directly connected, Serial0/1/0
 C 10.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet0/0
 C 20.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet0/1
 O 30.0.0.0/8 [110/2] via 10.1.1.2, 00:00:30, FastEthernet0/0
 O 40.0.0.0/8 [110/2] via 20.1.1.2, 00:00:30, FastEthernet0/1
 O 50.0.0.0/8 [110/66] via 10.1.1.2, 00:00:30, FastEthernet0/0
 [110/66] via 20.1.1.2, 00:00:30, FastEthernet0/1

AD値

ルータがルーティングプロトコルの優先度を決める値

同じNWを異なるルーティングプロトコルで学習した場合、
優先度の高いものがルーティングテーブルに登録される

デフォルトのアドミニストレーティブディスタンス値

経路の情報源	デフォルトのAD値
直接接続	0
スタティックルート	1
EBGP(外部BGP)	20
EIGRP	90
OSPF	110
RIPv1、RIPv2	120

優先度



ルーティングプロトコルの比較

	RIP	OSPF	EIGRP
プロトコルの種類	標準	標準	シスコ独自
規模	中	大	大
アドレス (サブネットの情報)	ripv1(クラスレス) ripv2(クラスレス)	クラスレス	クラスレス
ロードバランシング	有効	有効	有効
AD値	120	110	90

OSPF

(Open Shortest Path First)

OSPF

OSPF・・・リンクステート型のルーティングプロトコル
OSPFv2(IPv4対応)、OSPFv3(IPv6対応)

- ①Hello packetsによるネイバー関係の確立
ネイバーの認識とネイバー関係を維持する為に定期的に送信
- ②LSA交換 ⇒ LSDB構築 ⇒ トポロジマップ作成
自身の持つリンク情報(インターフェース情報)をネイバールータにLSAとして送信

トポロジテーブル(LSDB)に同じエリア内のLSAを格納しネットワーク全体の
地図(トポロジマップ)を作成
※同じエリア内の全てのルータで同じLSDBを保持する

メトリック・・・コスト 10Mb(10)、100Mb(1)

OSPFの概要

- マルチベンダサポート
- リンクステートルーティングプロトコル
- Helloパケットを交換しOSPFネイバー関係を確立・維持
- LSAをフラッディングしLSDBに格納
- ディスタンスベクター型よりも高速なコンバージェンス
- メトリックはコスト (10Mb = 10 100Mb = 1) ※コストの値は変更可能ですが、講座ではこのデフォルト値を使用
- エリアの概念による階層型ルーティング
 - 大規模NWでは交換されるLSAの数とサイズが非常に多くなる
 - 結果LSDBのサイズが大きくなりCPUやメモリ消費が増える
 - エリアの概念に基づく2層構造にしLSAの交換は所属エリアのみに限定(エリア境界ルータ除く)
 - NW障害時の影響は1つのエリア内に留める事が出来る

エリア

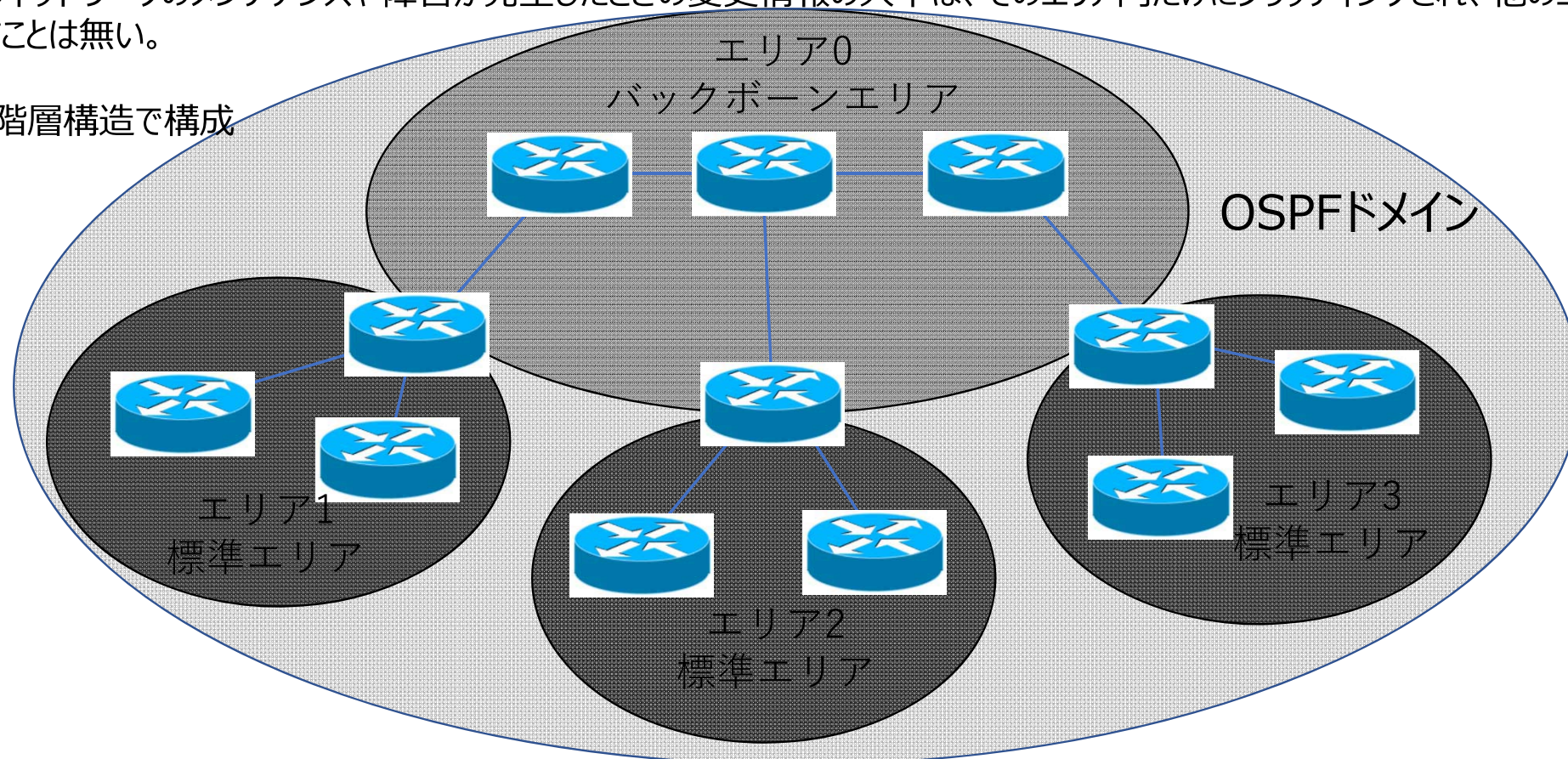
ネットワークの規模が大きくなる場合、OSPFネットワークを複数のエリアに分割しこの問題を解決。

同じエリア内のすべてのルータはLSAを交換し、同一のLSDBを保持。

他のエリアに関しては要約したネットワーク情報だけを持ち、各エリア内のルータが保持するLSDBおよびルーティングテーブルのサイズを小さく出来る。

一部のネットワークのメンテナンスや障害が発生したときの変更情報の大半は、そのエリア内だけにフラッディングされ、他のエリアに影響を及ぼすことは無い。

2層の階層構造で構成



OSPFの基本設定

①OSPFプロセスの有効化

```
(config)#router ospf <process-id>
```

※プロセスIDは1～65535の範囲で指定。他のルータと一致させる必要は**無い**

②OSPFを有効にするインターフェースの指定

```
(config-router)#network <address> <wildcard-mask> area <area-id>
```

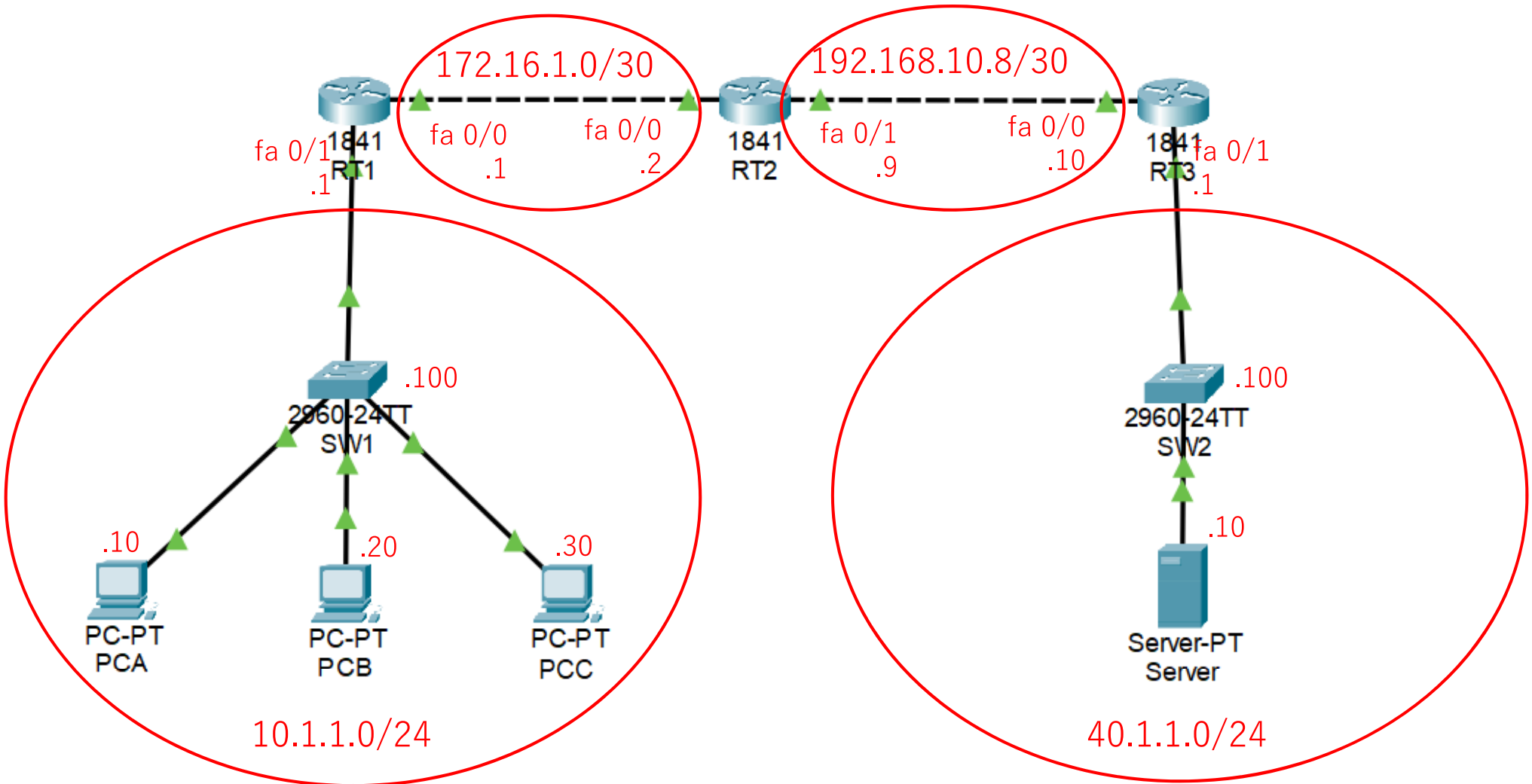
※address・・・ネットワークアドレス、サブネットアドレス、インターフェイスのIPアドレスのいずれかを指定

※ 1つのエリアだけで構成するシングルエリアOSPFの場合、全ルータで同じエリアIDを指定

②インターフェイスでOSPFを有効化

```
(config-if)#ip ospf <process-id> area <area-id>
```


トポロジ(4NW OSPF)



3台のルータにOSPFを設定

RT1

```
(config)#router ospf 1  
(config-router)#network 10.1.1.0 0.0.0.255 area 0  
(config-router)#network 172.16.1.0 0.0.0.3 area 0
```

RT2

```
(config)#router ospf 1  
(config-router)#network 172.16.1.0 0.0.0.3 area 0  
(config-router)#network 192.168.10.8 0.0.0.3 area 0
```

RT3

```
(config)#router ospf 1  
(config-router)#network 192.168.10.8 0.0.0.3 area 0  
(config-router)#network 40.1.1.0 0.0.0.255 area 0
```

ルータID・・・OSPFドメイン内で各ルータを一意に識別する為の番号
ルータIDは重複しないように割り当てる必要がある
32ビットの値 IPv4アドレスと同じように4つのオクテットに分割しドットで区切る

- 優先度
高
↓
低
- ①router-idコマンド
 - ②ループバックインターフェースの中で最大のIPアドレス
※仮想インターフェースのIPアドレス int lo0などで設定する
ループバックアドレス サーバ等でIP 接続テストを行う場合などに利用
 - ③アクティブなインターフェースの中で最大のIPアドレス

ルータID設定コマンド
(config-router)#router-id 2.2.2.2

ルータID確認コマンド
#show ip ospf database

DR(Designated Router)とBDR(Backup Designated Router)

- DR・・・LSAの交換を取りまとめる代表ルータ
 - BDR・・・DRのバックアップとして動作するルータ
 - DROTHER・・・その他のルータ
- ※DROTHER間はLSA(自身のインターフェース情報)を交換しない

DRとBDRの選出

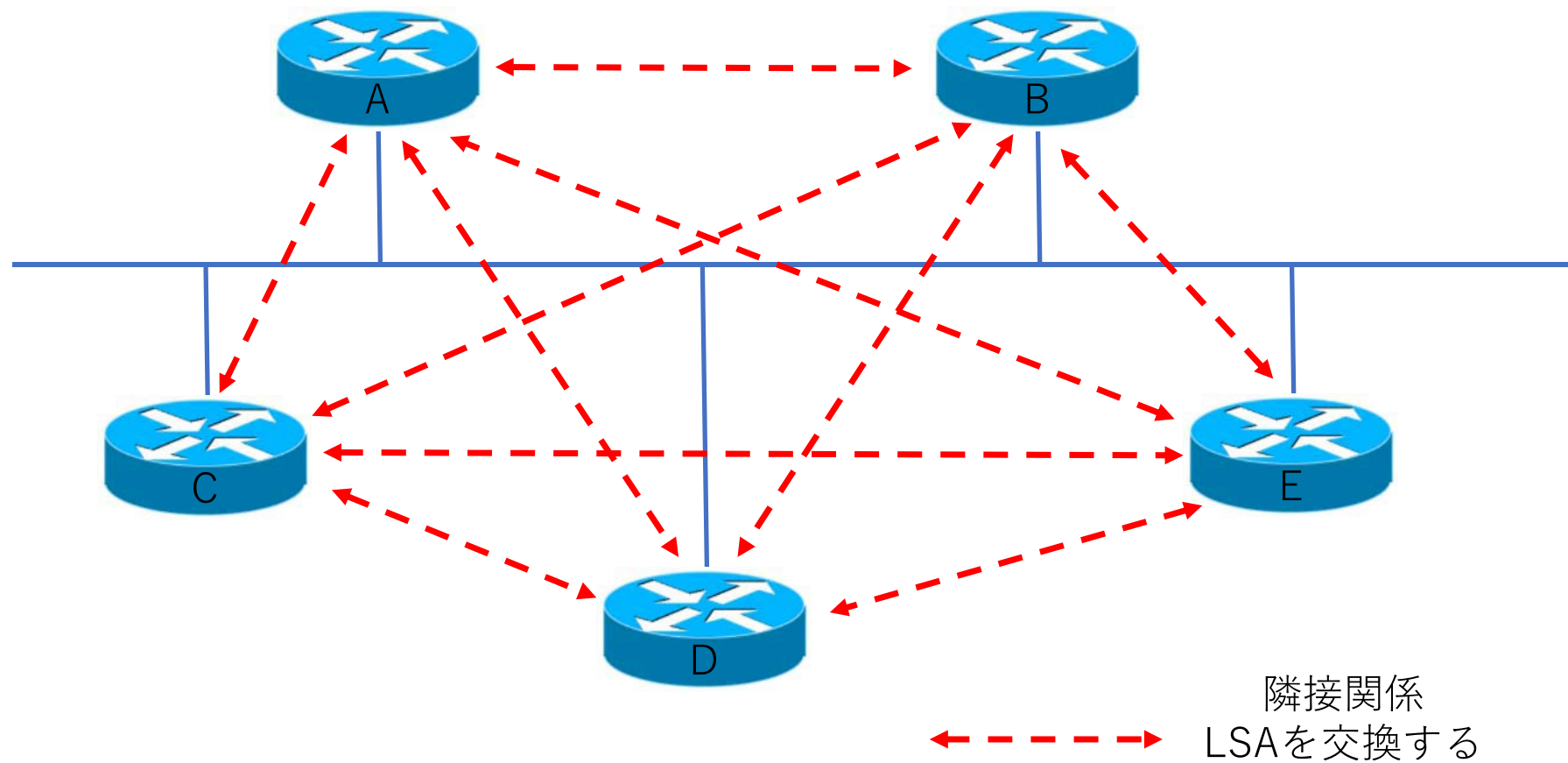
- プライオリティ値(0～255 デフォルト1)が最大のルータがDR
- プライオリティ値が2番目のルータがBDR
- プライオリティ値0のルータはDR/BDRになれない(DROTHER)
- プライオリティ値が同じ場合、ルータIDが最大のルータがDR、2番目がBDR
- DR/BDR選出は、OSPFプロセスを起動した順番に影響する

(config-if)#ip ospf priority <priority>

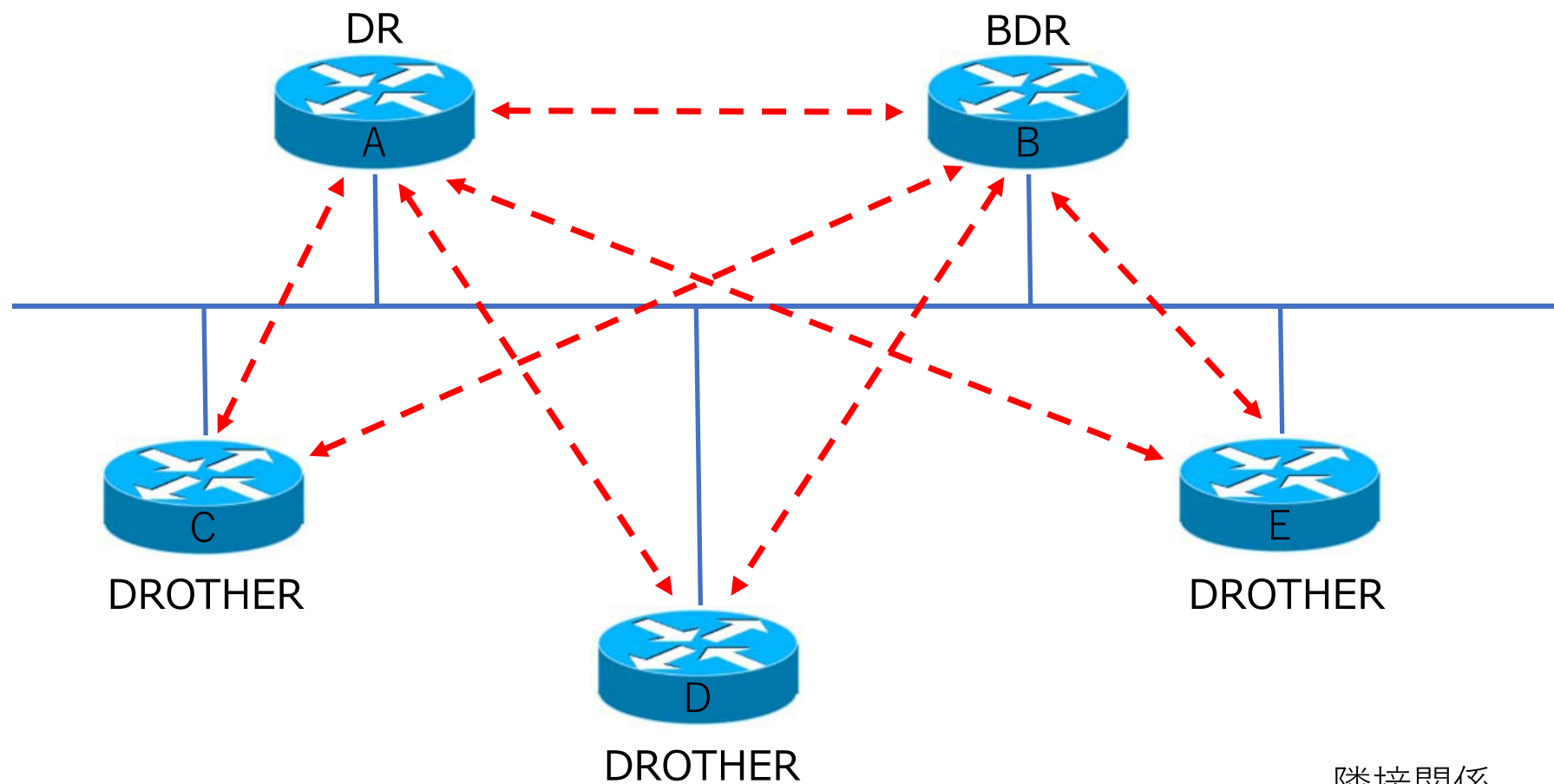
Helloパケットの重要項目(下記の値が一致していないとネイバー関係を形成できない)

- Hello/Deadインターバル
- エリアID

DR/BDRが存在しない場合



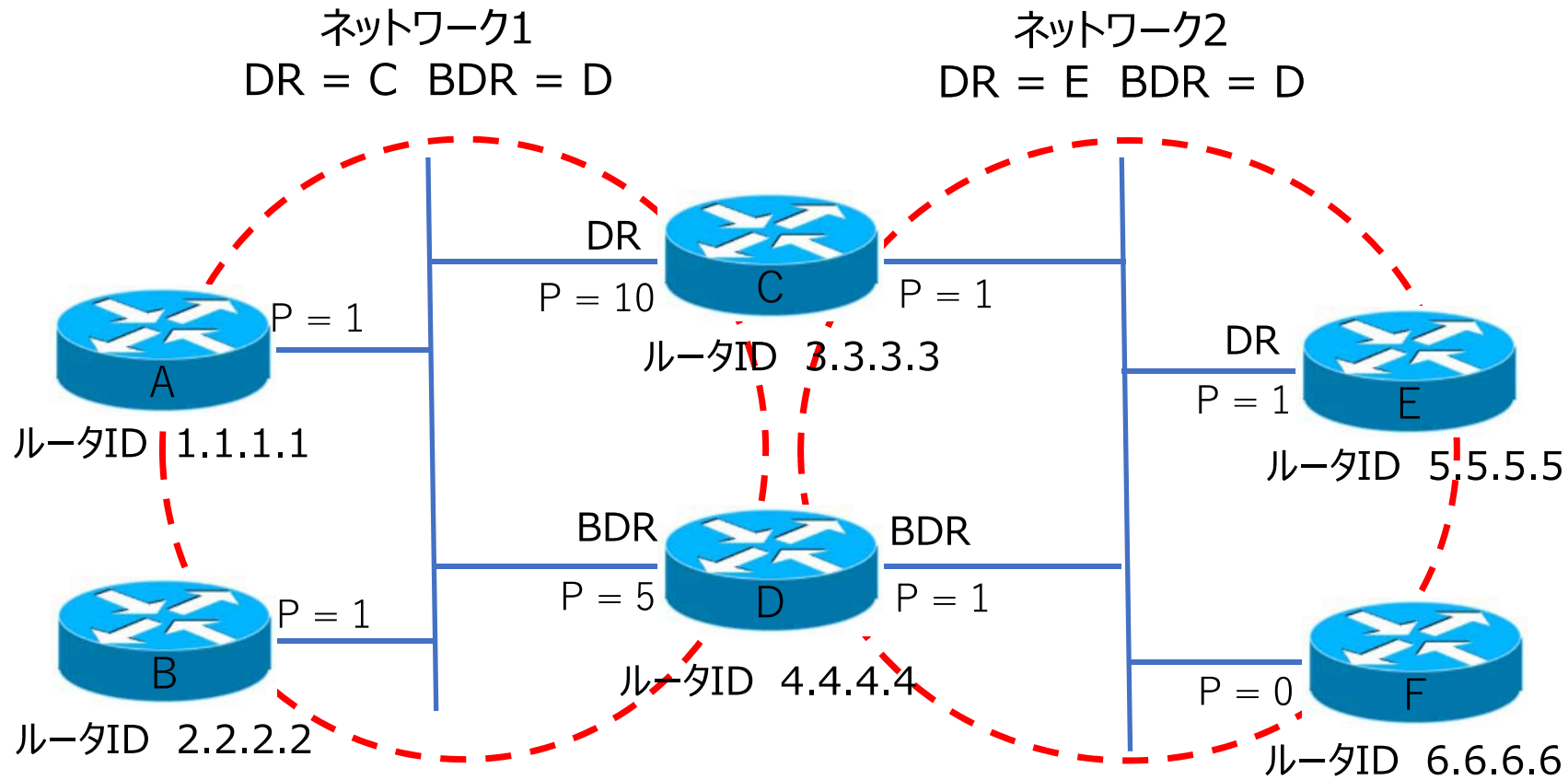
DR/BDRが存在する場合



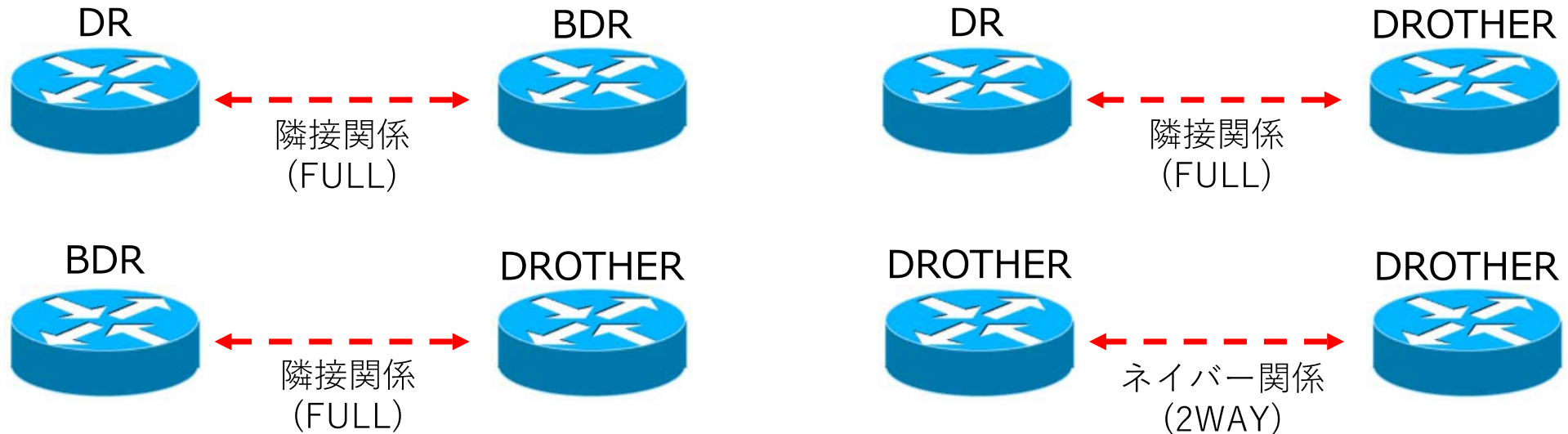
隣接関係
← - - - - → LSAを交換する

LSAのトラフィックを減少させ効率よく
LSDBの同期が出来る

DR/BDR選出の例



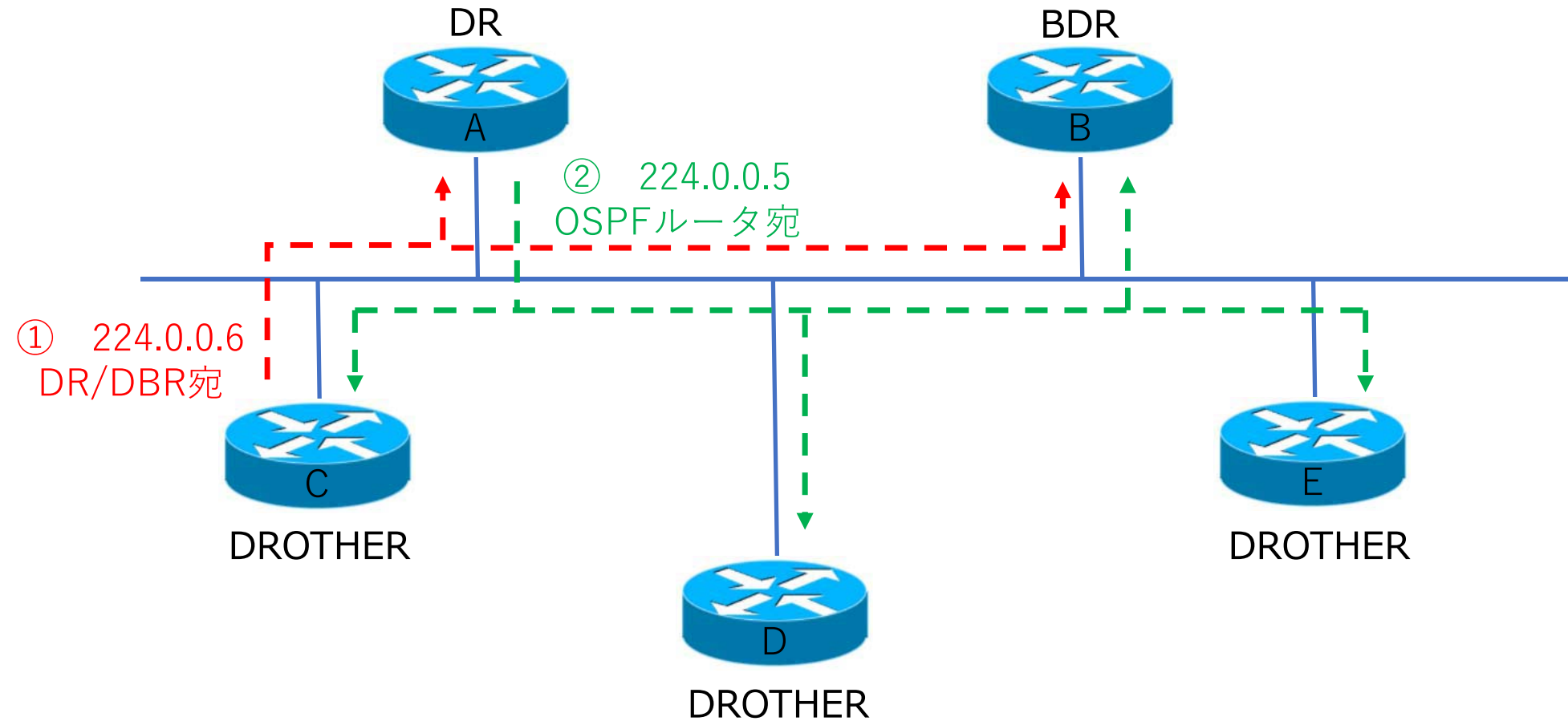
DR/BDRの関係



OSPFルータがコンバージェンスを完了するまで
DOWN ⇒ INIT ⇒ 2WAY ⇒ EXSTART ⇒ EXCHANGE ⇒ LOADING ⇒ FULL

- ① DOWN Helloパケットを受信していない初期状態
- ② INIT Helloパケットを受信したが、対向はまだ自身を認識していない
- ③ 2WAY お互いに認識している状態
- ④ DR/BDR選出 . マルチアクセスネットワークの場合、ここでDR/BDRを選出
- ⑤ EXSTART マスター(最初に通信を始め基準となる)とスレーブの決定、初期シーケンス番号の選択を行う
- ⑥ EXCHANGE . . . DBDパケットを交換してLSDBを同期させている状態
- ⑦ LOADING LSRパケットを送信して必要なLSAを要求し、LSUパケットを取得している状態
- ③ FULL LSDBの同期が完了し互いに完全な隣接関係を築いた状態

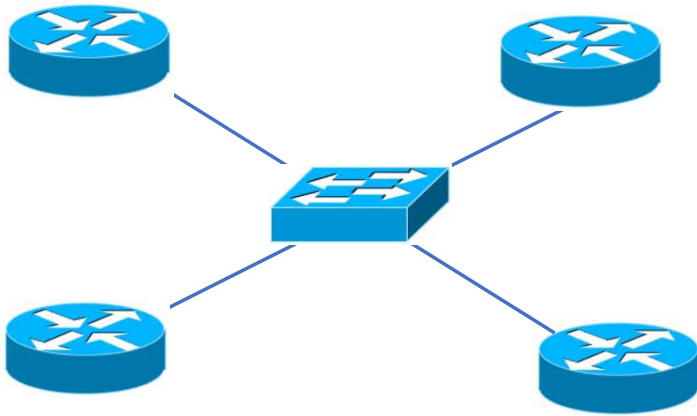
LSU(Link State Update)



OSPFネットワークタイプ

ブロードキャストマルチアクセス

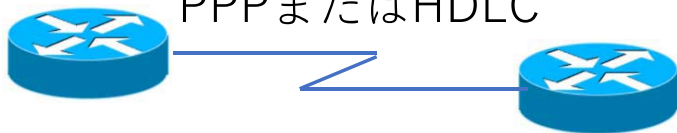
イーサネット



- ネイバー自動検出
- DR/BDR選出あり
- Hello/Deadインターバル(10/40秒)
- マルチキャストアドレス 224.0.0.5(OSPFルータ宛)
224.0.0.6 (DR/BDR宛)

ポイントツーポイント

PPPまたはHDLC



- ネイバー自動検出
- DR/BDR選出なし
- Hello/Deadインターバル(10/40秒)
- マルチキャストアドレス 224.0.0.5

EIGRP

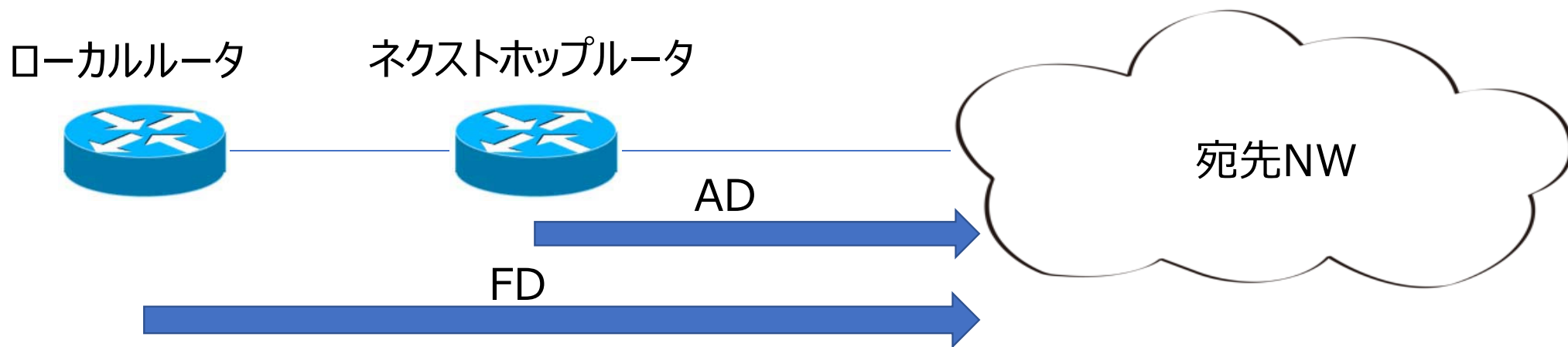
(Enhanced Interior Gateway Routing Protocol)

EIGRP

- シスコ独自のルーティングプロトコル
- 複合メトリック(**帯域幅**・**遅延**・信頼性・負荷)
- 等コスト及び不等コストのロードバランシング
デフォルトで最大4つ(1~32の範囲で指定可能)

EIGRPテーブル

- ・ネイバーテーブル・・・隣接関係を結んだEIGRPルータのリスト
- ・トポロジテーブル・・・ネイバーによってアドバタイズされた全てのNWのルート情報
- ・ルーティングテーブル・・・トポロジテーブルから得た最適ルートのリスト
実際のルーティングで使用



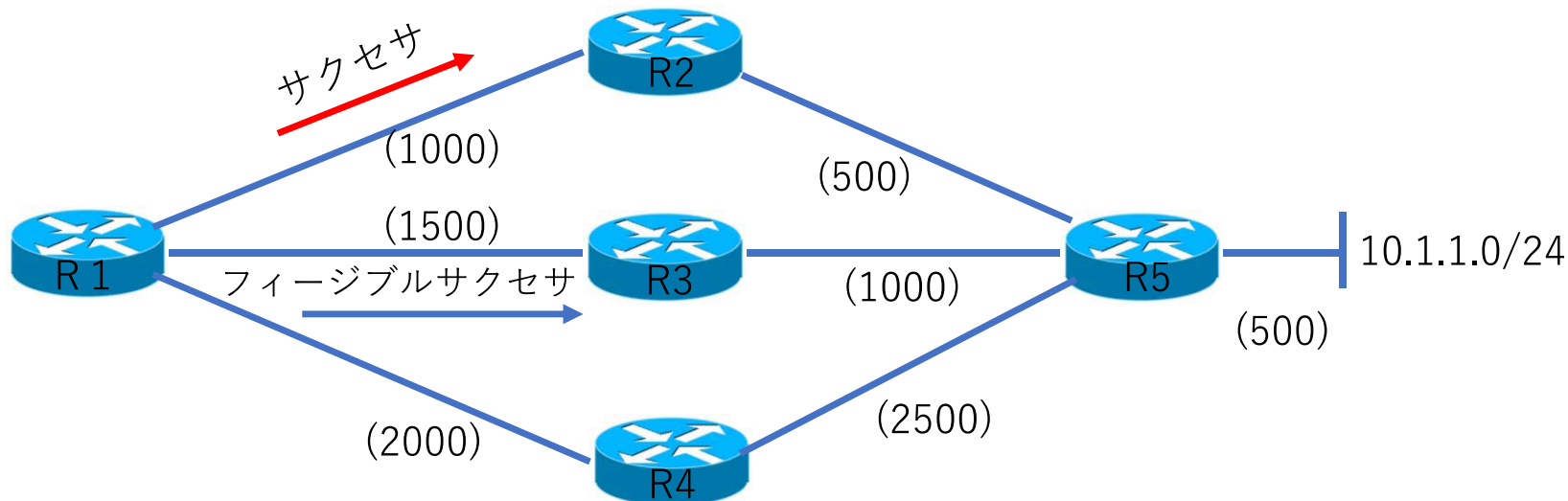
FD(フィージブルディスタンス)・・・ローカルルータから宛先NW迄のコスト(メトリック)

AD(アドバタイズドディスタンス)・・・ネクストホップルータから宛先NW迄のコスト(メトリック)

R1のトポロジ

10.1.1.0/24
ネクストホップ

	FD	AD
R2	2000	1000
R3	3000	1500
R4	5000	3000



- サクセサ・・・最適ルート(最小コスト)
ルーティングテーブルに格納される
- フィージブルサクセサ・・・サクセサのバックアップルート
ルーティングテーブルに格納されない(不等コストロードバランシング時除く)
トポロジテーブル内で保持
トポロジテーブル内には複数のフィージブルサクセサを保持可能

<フィージブルサクセサの要件>

サクセサ以外のルートのAD < サクセサのルートのFD

EIGRPの設定

① EIGRPプロセスの有効化

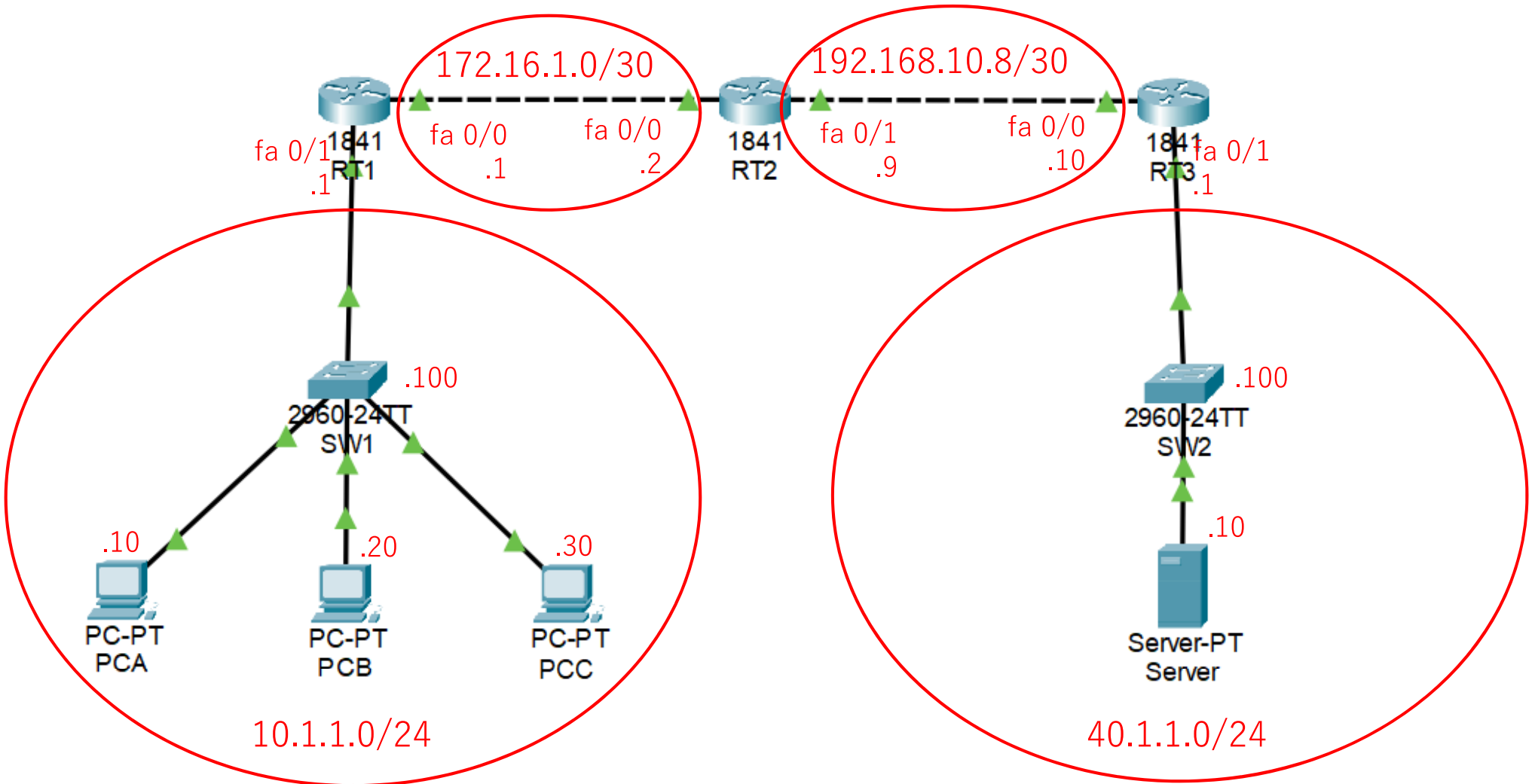
```
(config)#router eigrp <as-number>
```

※AS番号は 1 ~ 65535の範囲で指定。全てのEIGRPルータでAS番号を揃える必要がある
AS(Autonomous System)

② EIGRPを有効化するインターフェースの指定

```
(config-router)#network <network-address> <wildcard-mask>
```

トポロジ(4NW EIGRP)



3台のルータにEIGRPを設定

RT1

```
(config)#router eigrp 1  
(config-router)#network 10.1.1.0 0.0.0.255  
(config-router)#network 172.16.1.0 0.0.0.3
```

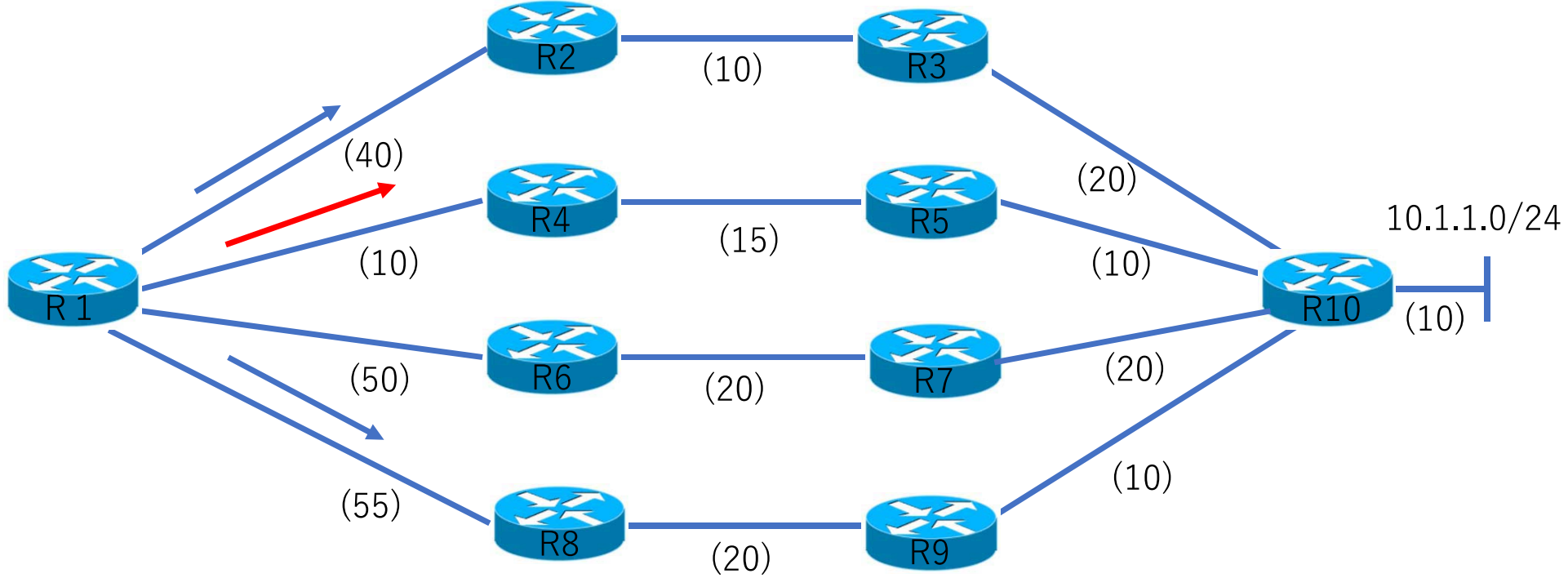
RT2

```
(config)#router eigrp 1  
(config-router)#network 172.16.1.0 0.0.0.3  
(config-router)#network 192.168.10.8 0.0.0.3
```

RT3

```
(config)#router eigrp 1  
(config-router)#network 192.168.10.8 0.0.0.3  
(config-router)#network 40.1.1.0 0.0.0.255
```

不等コストロードバランシング



	FD	AD	
パス1(R1-R2-R3-R10)	80	40	フェージブルサクセサ ⇒サクセサ
パス2(R1-R4-R5-R10)	45	35	サクセサ
パス3(R1-R6-R7-R10)	100	50	
パス4(R1-R8-R9-R10)	95	40	フェージブルサクセサ

```
R1(config)#router eigrp 1
R1(config-router)#variance 2
```

(config-router)#variance <multiplier>
 ※1~128の範囲で指定。デフォルトは1
 variance 3の場合「サクセサFD値の3倍」までのFDを持つフェージブルサクセサのルートがルーティングテーブルに格納される