

第4回 ダイナミックルーティング

ルーティングテーブルの情報
ルーティングプロトコル
RIPの設定

重要

第3回のスライド

ルーティングテーブルとゲートウェイ

下図のルータAのルーティングテーブル

C 133.43.0/29 is directly connected, Serial0

S* 0.0.0.0/0 [1/0] via 133.43.1.3

C 10.0.0.0/24 is subnetted, 5 subnets

C 10.1.4.0 is directly connected, Ethernet0

C 10.1.5.0 is directly connected, Ethernet1

R 10.1.1.0 [120/1] via 10.1.4.2, 00:00:04, Ethernet1

R 10.1.2.0 [120/1] via 10.1.4.2, 00:00:04, Ethernet1

R 10.1.3.0 [120/1] via 10.1.4.2, 00:00:04, Ethernet1

C: 直接接続されているルート

S*: 手動設定されたデフォルトルート

R: ルーティングプロトコル(RIP)により得られたルート

アドミストレーティブディスタンス

メトリック

ゲートウェイのアドレス

(距離)・RIPの場合はホップ数

ルータAが10.1.1.0～10.1.3.0のホストと通信する場合、10.1.4.2のルータ(L3スイッチ)に中継してもらう必要がある。このようなルータのインタフェースを「ゲートウェイ」と呼ぶ。(PCのデフォルトゲートウェイも同じ意味である)

第3回のスライド

ルーティングの確認

ルーティングテーブルの表示

RouterA #show ip route

Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP, D - EIGRP, 途中省略

Gateway of last resort is not set

C 172.16.20.0/24 is directly connected, FirstEthernet0

C 172.16.25.0/24 is directly connected, Ethernet0

Lab A# 直収ルートは「C」と表記

ホスト172.16.25.2からルータAのe0, f0にping: OK

隣接ノード間は、IPアドレスの設定により、通信が可能になる

第3回のスライド

ルーティングの確認

ホストaとルータA間: ping OK

ルータAとルータB間: ping OK

ホストaとルータB間: ping NG

タイムアウト

ルータAのルーティングテーブル

C 172.16.20.0/24 is directly connected, FirstEthernet0

C 172.16.25.0/24 is directly connected, Ethernet0

ルータBのルーティングテーブル

C 172.16.15.0/24 is directly connected, Ethernet0

C 172.16.20.0/24 is directly connected, FirstEthernet0

IPアドレスの設定だけでは、中継バケットのルーティングができない。

(隣接しないノード間の通信はできない)

エコー応答の宛先172.16.25.2が属するサブネット 192.168.25.0の情報が無い

第3回のスライド

ルータAにスタティックルート設定

リモートネットワーク(直接繋がっていないネットワーク)へのルート情報を手動で設定する

ルータAから、172.16.15.0へはルータBのs0を経由

RouterA(config) #ip route 172.16.15.0, 255.255.255.0, 172.16.20.2

宛先サブネットアドレス サブネットマスク 中継ルータのIPアドレス

RouterA #show ip route

C 172.16.20.0/24 is directly connected, FirstEthernet0

C 172.16.25.0/24 is directly connected, Ethernet0

S 172.16.15.0/24 [1/0] via 172.16.20.2

ルータBの情報をルータAに設定

スタティックルートは「S」と表示される

第3回のスライド

ルータBにスタティックルート設定

ルータBから、172.16.25.0へはルータAのs0を経由

ルータBから、172.16.25.0へはルータAのs0を経由

RouterB(config) #ip route 172.16.25.0, 255.255.255.0, 172.16.20.1

宛先サブネットアドレス サブネットマスク 中継ルータのIPアドレス

RouterB #show ip route

C 172.16.15.0/24 is directly connected, Ethernet0

C 172.16.20.0/24 is directly connected, FirstEthernet0

S 172.16.25.0/24 [1/0] via 172.16.20.1

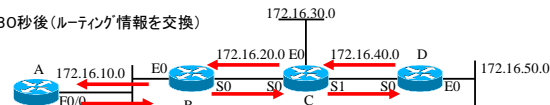
ルータAの情報をルータBに設定

ディスタンスベクターの特徴

- 距離 (Distance) と方向 (Vector) に基づいて、目的のネットワークへの最適経路を計算するルーティングアルゴリズム。伝言ゲーム方式で情報を交換
 - 自分の **ルーティングテーブルの情報を定期的に隣接ルータに送信**。
 - 受信したルーティング情報を自身のルーティングテーブルに結合して更新
 - ルーティングテーブルに設定するルート
 - AD値最小
 - 同一ADの場合、他のメトリック最小
 - 同一メトリックなら全てのルートを設定し、負荷バランス(ラウンドロビン)
 - メトリック
 - RIP: ホップ数 (15以下)
 - IGRP: ホップ数 (255以下)、帯域幅、回線の遅延
- オプションで、信頼性、負荷、MTU

ルーチングテーブルのコンバージェンス

30秒後 (ルーティング情報を交換)



宛先	ホップ	GW	宛先	ホップ	GW	宛先	ホップ	GW	宛先	ホップ	GW
10.0	0	F0/0	10.0	0	E0	20.0	0	S0	40.0	0	S0
			20.0	0	S0	30.0	0	E0	50.0	0	E0
						40.0	0	S1			

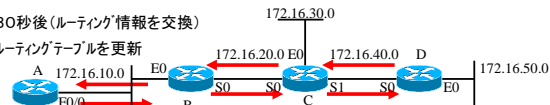
最初は、直収情報のみ

表のGW欄はゲートウェイのルータ(直収の場合はインタフェース)を表す。

ルーチングテーブルのコンバージェンス

30秒後 (ルーティング情報を交換)

ルーティングテーブルを更新



宛先	ホップ	GW	宛先	ホップ	GW	宛先	ホップ	GW	宛先	ホップ	GW
10.0	0	F0/0	10.0	0	E0	20.0	0	S0	40.0	0	S0
20.0	1	B	20.0	0	S0	30.0	0	E0	50.0	0	E0
			30.0	1	C	40.0	0	S1	20.0	1	C
			40.0	1	C	10.0	1	B	30.0	1	C
			50.0	1	D						

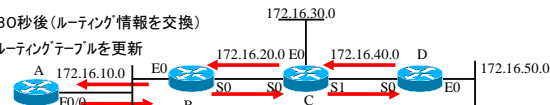
最初は、直収情報のみ→情報を交換して

表のGW欄はゲートウェイのルータ(直収の場合はインタフェース)を表す。

ルーチングテーブルのコンバージェンス

30秒後 (ルーティング情報を交換)

ルーティングテーブルを更新



宛先	ホップ	GW	宛先	ホップ	GW	宛先	ホップ	GW	宛先	ホップ	GW
10.0	0	F0/0	10.0	0	E0	20.0	0	S0	40.0	0	S0
20.0	1	B	20.0	0	S0	30.0	0	E0	50.0	0	E0
30.0	2	B	30.0	1	C	40.0	0	S1	20.0	1	C
40.0	2	B	40.0	1	C	10.0	1	B	30.0	1	C
			50.0	2	C	50.0	1	D	10.0	2	C

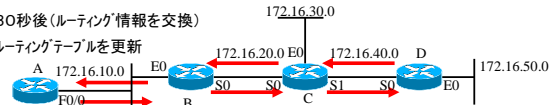
最初は、隣接情報のみ→情報を交換して→更新

表のGW欄はゲートウェイのルータ(直収の場合はインタフェース)を表す。

ルーチングテーブルのコンバージェンス

30秒後 (ルーティング情報を交換)

ルーティングテーブルを更新



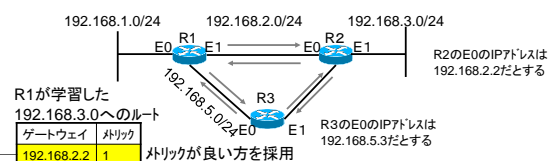
宛先	ホップ	GW	宛先	ホップ	GW	宛先	ホップ	GW	宛先	ホップ	GW
10.0	0	F0/0	10.0	0	E0	20.0	0	S0	40.0	0	S0
20.0	1	B	20.0	0	S0	30.0	0	E0	50.0	0	E0
30.0	2	B	30.0	1	C	40.0	0	S1	20.0	1	C
40.0	2	B	40.0	2	C	10.0	1	B	30.0	1	C
50.0	3	B	50.0	2	C	50.0	1	D	10.0	2	C

最初は、隣接情報のみ→情報を交換して→更新: この例では、90秒後に収束
ディスタンスベクタールーティングは、コンバージェンスが遅いことに起因する問題に対し、幾つかの対策がとられている

表のGW欄はゲートウェイのルータ(直収の場合はインタフェース)を表す。

ルーチングテーブルに採用するルート選択

同一の宛先ネットワークに複数のルートが存在する場合



R1が学習した
192.168.3.0へのルート
ゲートウェイ メトリック
192.168.2.2 1
192.168.5.3 2

メトリックが良い方を採用

R1のルーティングテーブル

宛先ネットワーク	サブネットマスク	ゲートウェイまたはインタフェース	メトリック
192.168.1.0	255.255.255.0	Directly Connected E0	0
192.168.2.0	255.255.255.0	Directly Connected E1	0
192.168.3.0	255.255.255.0	192.168.2.2	1

ルート選定の基準
RIPの場合はホップ数
(中継するルータの数)

リモートネットワークの
ルート情報を学習

IGP・EGPと自律システム(AS)

○ 自律システム (AS: Autonomous System): 共通のルーティングポリシーを持つinternet (組織)の集まり

○ AS内の組織, ISP (Internet Service Provider)

● NOC: Network Operation Center (IX) IX: Internet eXchange

— IGP (Interior Gateway Protocol)
AS内で使用するルーティングプロトコル. RIP, IGRP, OSPF, EIGRPなど

— EGP (Exterior Gateway Protocol)
AS間で使用するルーティングプロトコル. BGP

ルーティングプロトコルまとめ

プロトコル	メトリック	利用範囲	ルーティング方式	ルート情報
RIPv1	ホップ数	IGP	ディスタンスベクター	クラスフル
RIPv2	ホップ数	IGP	ディスタンスベクター	クラスレス
IGRP	帯域幅, 遅延, 負荷, 信頼性, MTU	IGP	ディスタンスベクター	クラスフル
OSPF	バスコスト (帯域幅より計算)	IGP	リンクステート	クラスレス
IS-IS	コスト, 遅延, エクスヘンシ, エラー	IGP	リンクステート	クラスレス
EIGRP	帯域幅, 遅延, 負荷, 信頼性, MTU	IGP	ハイブリッド	クラスレス
BGP	パスアトリビュート	EGP	パス属性型	クラスレス

実際に、EGPとして使用されるのはBGPのみ クラスフルはRIPv1, IGRPのみ

IPv4におけるアドレスとクラス

第3回のスライド

- ・ **クラスフルアドレス**: クラスの定義に従ったアドレス
 - サブネットマスクはデフォルトの値を使用
 - (そのため、サブネットマスクの表示は不要)
 - 例 192.168.1.1 (192.168.1.1/24という意味になる)
 - 172.16.1.1 (172.16.1.1/16という意味になる)
- ・ **クラスフルネットワークアドレス**
 - クラスの定義に従ったデフォルトのネットワークアドレス
 - 例 192.168.1.0, 172.16.0.0, 10.0.0.0 (デフォルトのホスト部をオール0)
- ・ **クラスレスアドレス**: クラスの定義を無視したアドレス
 - サブネットマスクの値は自由
 - (そのため、ネットワーク部とホスト部の区切りを示すサブネットマスクが必須)
 - 例 192.168.1.1/28 (クラスCのネットワークを4ビットでサブネット化)
 - 172.16.1.1/24 (クラスBのネットワークを8ビットでサブネット化)
 - 192.168.0.0/16 (クラスCのネットワークを256個集約)
- **CIDR**: クラスレスなIPアドレス割当て、経路情報の集約を行う技術
Classless Inter Domain Routing

ip classless

第3回のスライド

同一クラスフルネットワーク内で宛先不明なサブネット宛のパケットをデフォルトルートを転送

RouterB#show ip route

```
S 172.16.1.0/24 [1/0] via 172.16.3.2
S 172.16.2.0/24 [1/0] via 172.16.3.2
C 172.16.3.0/24 is directly connected Serial0/0
C 172.16.4.0/24 is directly connected FastEthernet0/0
C 172.16.5.0/24 is directly connected FastEthernet0/1
C 172.16.6.0/24 is directly connected Serial0/1
S* 0.0.0.0/0 via 172.16.6.1
```

ip classlessが無効だと、例えばルータBのルーティングテーブルが左のような場合、172.16.7.0~9.0宛のパケットは廃棄される

現在のIOSではデフォルトで有効

ルーティングプロトコルとクラス

- ・ **クラスフルルーティングプロトコル**
 - 原則的にネットワークアドレスをクラス単位で扱う
 - ルート情報の通知にサブネットマスクを含まない
 - サブネット化はFLSMで行う必要がある (VLSMは使用不可)
 - 不連続サブネットには適用できない
- ・ **クラスレスルーティングプロトコル**
 - クラスレスアドレスを前提とする
 - 通知するルート情報にサブネットマスクを含む
 - VLSMによるサブネット化が可能
 - 不連続サブネットにも適用できる
- ・ **不連続サブネット**: クラスフルネットワークのサブネットを不連続に配置した構成
- ・ **FLSM** (Fixed Length Subnet Mask): 固定長サブネットマスク
 - 全てのサブネットが同一 (同じプレフィックス長) のサブネットマスクを使用
- ・ **VLSM** (Variable Length Subnet Mask): 可変長サブネットマスク
 - サブネット毎に異なるサブネットマスクを使用して良い

RIP (RIPv1, RIPv2) の概要

- ・ RIP共通
 - ディスタンスベクタールーティングプロトコル (標準)
 - メトリックにホップ数を使用.
 - ホップ数の最大値は15
 - ホップ値16も使用するが、距離無限大で到達不能を意味する
 - 等コストルートが複数ある場合、トラフィックを分散して中継
 - 定期的 (デフォルト30秒間隔) にルート情報をアドバタイズ (収束時間が長い)
- ・ RIPv1固有
 - ルート情報のアドバタイズは、ブロードキャストで行う
 - **クラスフル**ルーティングプロトコル (VLSM, 不連続サブネットに対応不可)
- ・ RIPv2固有
 - ルート情報のアドバタイズは、マルチキャスト (アドレス224.0.0.9) で行う
 - **クラスレス**ルーティングプロトコル (VLSMに対応可)
 - 但しデフォルトではルート情報を自動集約 (クラスフルネットワークの境界で集約)
 - 不連続サブネットに対応するためには自動集約を無効にする

RIPv1の設定

RouterA(config) #router rip ← ルーティングプロトコルをRIPに設定
RouterA(config-router) #network 10.0.0.0 ← クラスフルアドレスを設定

指定ネットワークでRIPを有効化し、他のルータにルート情報を通知する

以上の設定により、10.1.1.0/24の情報が、ルータA→ルータBに伝わる

RouterB #show ip route ルータBのルーティングテーブル表示

RIPにより得た情報であるという表示

10.1.2.0/24 is directly connected, Serial0
192.168.1.0/24 is directly connected, Ethernet0
10.1.1.0/24 [120/1] via 10.1.2.1

サブネットマスクを通知しないのに/24となっている理由は次スライド

RIPv1のルート情報通知とサブネットマスクの扱い

①10.1.1.0の情報 ②10.0.0.0の情報

①R1: 同一クラスフルアドレス(10.0.0.0)で同じサブネットマスク(/24)を使用
送信側のルータ(R1)
サブネットを集約しない(10.1.1.0)で通知
受信側のルータ(R2)
受信インターフェースのサブネットマスクを適用

②R2: 異なるクラスフルアドレスの境界に位置する(E0:10.0.0.0, E1:192.168.1.0)
送信側のルータ(R2)
サブネットを集約して(10.0.0.0)通知
受信側のルータ(R3)
デフォルトのサブネットマスクを適用

R2のルーティングテーブル

宛先ネットワーク	サブネットマスク	ゲートウェイまたはインターフェース
10.1.1.0	255.255.255.0	R1(10.2.2.1)
10.2.2.0	255.255.255.0	Directly connected E0
192.168.1.0	255.255.255.0	Directly connected E1

R3のルーティングテーブル

宛先ネットワーク	サブネットマスク	ゲートウェイまたはインターフェース
192.168.1.0	255.255.255.0	Directly connected E0
...
10.0.0.0	255.0.0.0	R2(192.168.1.2)

クラスフルルーティングと不連続サブネット

不連続サブネット: 同じクラスフルアドレスを持つネットワークが分断されて接続

10.0.0.0の情報をサブネット10.1.1.0/24をクラスフルネットワーク10.0.0.0に集約して通知

10.0.0.0の情報をサブネット10.1.2.0/24をクラスフルネットワーク10.0.0.0に集約して通知

R2のルーティングテーブル

宛先ネットワーク	サブネットマスク	ゲートウェイまたはインターフェース
10.2.2.0	255.255.255.0	Directly connected E0
192.168.1.0	255.255.255.0	Directly connected E1
10.0.0.0	255.0.0.0	R1(192.168.1.1)
10.0.0.0	255.0.0.0	R3(192.168.2.3)

ルーティング情報が正しく設定されない(10.0.0.0宛のパケットをR1とR3に交互に送ってしまう)

RIPv2の設定

RouterA(config) #router rip
RouterA(config-router) #network 10.0.0.0 RIPv2でもクラスフルアドレスを設定
RouterA(config-router) #version 2
RouterA(config-router) #no auto-summary ルート情報の集約を停止

version 2の設定により、クラスフルルーティングプロトコルであるRIPv2が有効化される。
(その結果、サブネットマスクも通知されるようになる)

RIPv1: クラスフルルーティングプロトコル
RIPv2: クラスレスルーティングプロトコル
但し、networkコマンドは、どちらもクラスフルネットワークアドレスを用いる