

< ルーティング技術とルータの設定 >

1 . ルーティング技術

1.1 クラスフルアドレッシングとクラスレスアドレッシング

クラスごとの区切りを基本にして IP アドレスの割り振りを行うクラスフルアドレッシングとクラスに関係なく IP アドレスを自由に割り振るクラスレスアドレッシングについて学習する .

1.2 ルーティングプロトコル

自律システム (AS) および EGP ・ IGP の復習と ,
Cisco 社独自のプロトコルである EIGRP の詳細について学習する .

2 . ルータの設定

2.1 パスワードリカバリー

ルータのパスワードを忘れてしまった場合 , パスワードリカバリーを行う必要がある .
本節では , パスワードをいれずに特権モードに入るための方法を学習する .

2.2 CDP (Cisco Discovery Protocol)

Cisco 社独自のプロトコルである CDP の概略と , CDP の有効化 ・ 無効化の方法について学習する .
(cdp run , no cdp run , cdp enable , no cdp enable)

2.3 show cdp コマンド

CDP プロトコルを使用することで , Cisco 隣接機器の情報を詳細に知ることができる .
本節では , show cdp interface や show cdp neighbors などの隣接機器の情報取得の方法について学習する .

2.4 EIGRP 設定

本節では , ルーティングプロトコルとして EIGRP を用いてルータの設定を行う方法について学習する .
(帯域幅 bandwidth の設定と AS 番号の設定など) [AS : 自律システム]

1 . ルーティング技術

1.1 クラスフルアドレッシングとクラスレスアドレッシング クラスフルアドレッシング (classful addressing)

NIC (Network Information Center) はネットワークの要望にしたがって IP アドレスを割り振る . その時規模に応じて IP アドレスを割り振る .

[NIC とは , インターネット上で利用される IP アドレスやドメイン名などを割り当てる民間の非営利機関 . ICANN (The Internet Corporation for Assigned Names and Numbers) /IANA(Internet Assigned Numbers Authority)の下部組織に当たる .]

表 10 クラスフルアドレッシング (デフォルトマスク)

クラス	第 1 オクテット	第 2 オクテット	第 3 オクテット	第 4 オクテット
A	ネットワーク番号	ホスト番号		
B	ネットワーク番号		ホスト番号	
C	ネットワーク番号			ホスト番号
D	マルチキャスト用			
E	研究用			

* D,E は特別なアドレスであり , 商用に使用できない

クラスを IP アドレスから区別するには最初のオクテットの先頭の何ビットかを見ればわかるようになっている .

表 11 クラスの識別

クラス	第 1 オクテット	10 進数で表記した場合
A	0	0.x.x.x ~ 127.x.x.x
B	1 0	128.x.x.x ~ 191.x.x.x
C	1 1 0	192.x.x.x ~ 223.x.x.x
D	1 1 1 0	224.x.x.x ~ 239.x.x.x
E	1 1 1 1	240.x.x.x ~ 255.x.x.x

表 12 ネットワークの規模とクラス

クラス	規模	ネットワークの数	保有できるホストの数
A	政府・国家機関・大企業	7 ビット=128 個	24 ビット=16,777,216 個
B	中規模企業	14 ビット=16,384 個	16 ビット=65,536 個
C	小規模企業・プロバイダ	21 ビット=2,097,152 個	8 ビット=256 個

クラスに分けて IP アドレスを割り振る方式をクラスフルアドレッシング(classful addressing)という .

1.1 クラスフルアドレッシングとクラスレスアドレッシング

クラスフルアドレッシング (classless addressing)

クラスフルアドレッシング	クラスレスアドレッシング
デフォルトマスクを前提とする．サブネット化することでネットワークを分割できる． IP：ネットワーク番号 + ホスト番号 サブネット化 ネットワーク番号 + (サブネット番号 + ホスト番号)	基本的に各クラスのデフォルトマスクを意識することなく，サブネットマスクのビット長によって，ネットワークを定義する．IP アドレス枯渇問題によりクラスフルアドレッシングからクラスレスアドレッシングへ移行しつつある．

CIDR 方式 (Classless InterDomain Routing, サイダー方式)

クラスに関係なく IP を割り当てられる．クラス概念を排除し，ビットの境界によって自由に設定可能．

CIDR 表記

/24 など，/を用いて表す．

255.255.255.0=/24 に対応．24 はサブネットマスクの 1 の個数を表す．24：プリフィックス値

192.168.0.0/24 192.168.0.0 サブネット 255.255.255.0

.....オール 0 とオール 1 が使える．

サブネットマスクは，あくまでもデフォルトマスクが前提にある．そのため，例えば 192.168.40.0/21，つまりクラス C なのに 255.255.248.0 というサブネットマスクはありえない．このようにサブネットマスクというクラスフルアドレッシングの枷から解放された方式が，クラスレスアドレッシングである．

classful addressing と classless addressing (まとめ)

クラスフルアドレッシングとは，利用する IP アドレスによって最初からサブネットマスクの値が決まっている方式である．クラス A なら 255.0.0.0，クラス B なら 255.255.0.0，クラス C なら 255.255.255.0 といった具合である．一方のクラスレスアドレッシングは，こうしたクラス概念に縛られずにサブネットマスクを割り当てる方式である．

過去，IP アドレス管理組織がプロバイダなどにグローバル IP アドレスを割り当てる際には，クラスフルアドレッシングを利用していた．つまり，クラスという概念により，クラス A，B，C という 3 つの大きさの単位でしかネットワークを扱わなかった．こうなると，実際に必要となる IP アドレスの数に対して，多すぎたり少なすぎたりするということが出てきてしまう．特に，クラス A (1677 万 7214 台) では大きすぎ，またクラス C (254 台) では少なすぎる．そのため，クラス B (6 万 5534 台) を使用することが多くなってしまい，クラス B ネットワークが不足しているという事態になっていた．そのため現在は，クラスレスアドレッシングを利用したアドレス割り当てが採用されている．

- ・ CIDR (Classless InterDomain Routing) 方式：クラスレスアドレッシングの一例
- ・ classful と classless の違いは，デフォルトマスクの有無 (クラスによる割り振りを行うか否か)
- ・ IP アドレスは NIC (Network Information Center) が割り振る

1.2 ルーティングプロトコル

AS (自律システム, Autonomous System)

一つの管理団体によって管理されているネットワークの集合体を AS という。

大規模なインターネットネットワークにおいて、個別のネットワークにルートを決定していくのは現実的ではない。そこで、同じ組織が管理している複数のネットワークを一つにまとめることで、ルーティング情報の圧縮を行う。ルートは AS に対して設定され、AS はそれぞれにユニークな番号 (AS 番号) が割り振られている。その管理は ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers) が行っている。

ルーティングプロトコルの種類

ルーティングプロトコルは、大きく分けて EGP と IGP の 2 種類がある。

EGP (Exterior Gateway Protocol): AS 間のルーティング用プロトコル

IGP (Interior Gateway Protocol): AS 内部のルーティング用プロトコル

表 2 ルーティングプロトコルの分類

IGP (Interior Gateway Protocol)	RIP (Routing Information Protocol) OSPF (Open Shortest Path First) IGRP (Interior Gateway Routing Protocol) EIGRP (Enhanced IGRP)
EGP (Exterior Gateway Protocol)	BGP (Border Gateway Protocol) EGP (Exterior Gateway Protocol)

IGP ではそれぞれの AS でその管理者が AS の状態に合わせてプロトコルを選択する。

AS 間のルーティングでは、BGP が標準である。最新バージョンの BGP4 が使われている。

ルーティングプロトコルとはルータ内のルーティングテーブルを作成し、IP パケットをスムーズに宛先に届けるための仕組みを提供するプロトコルである。このルーティングテーブルの設定方法には静的と動的の 2 種類があることは上記の通りだが、ルーティングプロトコルを使用してルーティングテーブルを作成するのは当然「動的」である。即ち、動的ルーティング方式の際に使われるプロトコルがルーティングプロトコルである。このルーティングプロトコルのアルゴリズムで一般的なものは以下に示す三種類である。

- ・ディスタンスベクタ型 (distance vector, 距離ベクトル型): RIP, IGRP
- ・リンクステート型 (link state): OSPF, IS-IS
- ・拡張ディスタンス型 (enhanced distance vector, ハイブリッド hybrid 型とも): **EIGRP**

拡張ディスタンスベクタ型の説明

拡張ディスタンスベクタ型 (別名: パスベクトル型) とは、自ノードから宛先ノードまでを辿るパスから最短の経路を選択するルーティングプロトコル。通常、AS 番号を識別子として使う。パスが最短の経路を選択できるだけでなく、ユーザーが自ら経路を選択することができる。また経路選択の際に経路のループを除去できる。距離ベクトル型の経路情報に加えて、この情報が通過したルータ、あるいは、AS (自律システム) の識別子を追加していく。これによって、ルータはこの経路がループしているか (つまり、堂々めぐりの巡回ループが形成されていないか) をチェックすることができ、また、自分が好む途中経路を含む経路を選択できる。

EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol): 別名 hybrid 型

EIGRP とは Cisco 社独自のプロトコルで、拡張ディスタンスベクタ型のルーティングプロトコルである。IP、IPX、AppleTalk を対象に作られており、マルチプロトコルルーティングプロトコルである。

表1 ルーティング方式の違い

	ディスタンスベクタ	リンクステート	拡張ディスタンスベクタ
コンバージェンス	遅い	早い	早い
ルータの必要スペック	低い	高い	低い
アップデートの頻度	定期的	イベントトリガ	イベントトリガ
アップデートの帯域幅	大きい	小さい	小さい

< EIGRP のアップデート方法 >

変更時に **変更部分のみ** をアップデートで送る。この際、隣接ルータのみに送信する。

EIGRP のパス計算は **DUAL (Diffusing Update ALgorithm, 拡散アップデートアルゴリズム)** というアルゴリズムを採用しており、ルーティングループは発生しない。

さらに、EIGRP はバックアップルート (メインが駄目だった場合の予備のルート) を保持している。トポロジによっては予備のルートを作れないが、ある場合はバックアップが即座に反映される。

< EIGRP のメトリック >

帯域幅、遅延、信頼性、負荷、MTU (Maximum Transmission Unit) の 5 つが EIGRP のメトリックである。

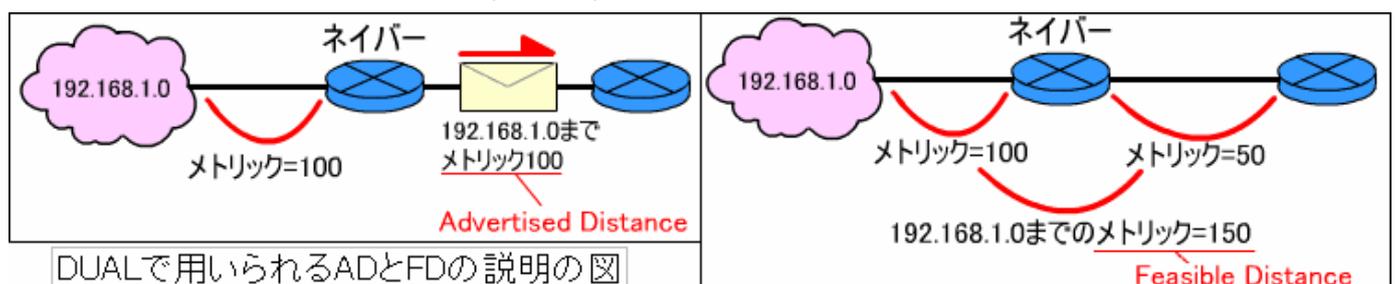
メトリックは **k 値** という値を用いて計算される。これはデフォルトでは **帯域幅と遅延** のみを使ってメトリックを計算するようになっている。k 値を変更する際には、同じネットワーク内では同じ k 値を用いないと、ネイバー (隣接関係) にはなれない。

< EIGRP の隣接関係 >

- ・ k 値 (メトリックを計算する)
- ・ AS 番号 (Autonomous System 番号)

の二つが一致しない機器とは隣接関係 (neighbor, ネイバー) になることができない。

< EIGRP のパス計算アルゴリズム (DUAL) >



AD: 宛先ネットワークとネイバーとの距離、ネイバーが通知(アドバタイズ)してきた距離

FD: 自身から宛先ネットワークまでの距離、宛先までパケットを送ることが実行可能(フィージブル)な距離

EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol): 別名 hybrid 型

< EIGRP のアップデート方法 > (変更時 に 変更部分のみ を 隣接ルータのみ に送信)

< EIGRP のメトリック > (帯域幅, 遅延, 信頼性, 負荷, MTU k 値を用いる)

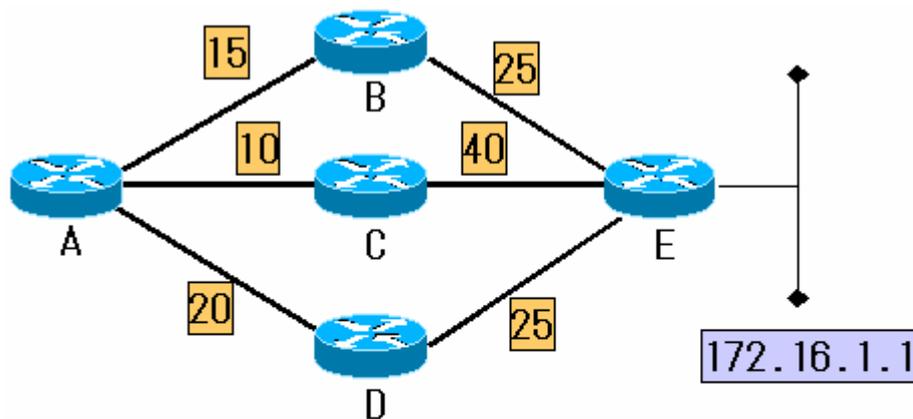
< EIGRP の隣接関係 > (k 値と AS 番号が一致しないと隣接関係にはならない)

< EIGRP のパス計算アルゴリズム (DUAL) > (AD と FD を用いる)

< EIGRP のサクセサ (successor) とフィージブルサクセサ (feasible successor) >

サクセサとは, ベストパス (最適経路) のことであり, フィージブルサクセサとはバックアップルート (代替経路, 代替パス) のことである .

Feasible Distance の一番小さい経路がサクセサとなり, サクセサの FD よりも小さな AD をもつ経路がフィージブルサクセサとなる .



Source	Neighbor	Feasible Distance	Advertised Distance	
172.16.1.1	B	40	25	サクセサ
	C	50	40	
	D	45	25	フィージブル・サクセサ

最小の FD サクセサ

FD (サクセサ) > AD (フィージブルサクセサ)

1.2 ルーティングプロトコル (まとめ)

AS (自律システム, Autonomous System)

ルーティングプロトコルの種類

EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol): 別名 hybrid 型

< EIGRP のアップデート方法 > (変更時 に 変更部分のみ を 隣接ルータのみ に送信)

< EIGRP のメトリック > (帯域幅, 遅延, 信頼性, 負荷, MTU k 値を用いる)

< EIGRP の隣接関係 > (k 値と AS 番号が一致しないと隣接関係にはならない)

< EIGRP のパス計算アルゴリズム (DUAL) > (AD と FD を用いる)

< EIGRP のサクセサ (successor) とフィージブルサクセサ (feasible successor) >

2 . ルータの設定

2.1 パスワードリカバリー

Cisco1600 , Cisco1700 , Cisco2500 , Cisco2600 シリーズのルータのパスワードリカバリーの方法 .
2600 系のルータについて作業を行う .

ルータの電源を入れる .

セットアップ中に <Ctrl> + <Break> or <Alt> + というキー操作を行う .

成功すると , 「rommon1>」といった文字が画面に現れる .

コンフィグレーションレジスタを変更する .

Cisco1600 , 1700 , 2600	Cisco2500
rommon 1 > confreg 0x2142	rommon 1 > o/r 0x2142
rommon 2 > reset (又は boot)	rommon 2 > reset (又は boot)

reset コマンド (又は boot コマンド) を使用することで IOS が再起動される .

このとき , ルータは初期状態で起動するため , パスワードをいれずに特権モードになることができる .

startup-config を running-config にコピーする (copy startup-config running-config)

適切なパスワードを設定しなおす

running-config を startup-config にコピーする (copy running-config startup-config)

コンフィグレーションレジスタを 0x2102 に変更する (Router(config)#config-register 0x2102)

reload コマンドを使用して , 再起動を行う

```
rommon 1 > confreg 0x2142
rommon 2 > reset
( rommon 2 > boot  でも可 )

Router > enable
Router#copy startup-config running-config
Router#configure
Router(config)#enable secret {パスワード}
Router(config)#copy running-config startup-config
Router(config)#config-register 0x2102
Router(config)#exit
Router#reload
```

2.2 CDP (Cisco Discovery Protocol)

CDP とは Cisco 社独自のプロトコルで、多くの Cisco 製品でサポートされている。CDP を使用することで Cisco 隣接機器の情報を知ることができる。この機能を使用すると、障害などの検知や各種設定を行う上で隣接危機の状態も分かるため有用である。

ただし、Cisco 社独自の機能なので、他ベンダー製品と情報を交換することができず、隣接機器が他ベンダー製品の場合は、隣接機器の情報を知ることができないという欠点もある。

(CDP は、Cisco 隣接機器と 60 秒間隔で情報交換を行う)

CDP はデフォルトで有効になっている。また、CDP は機器全体に適用することもできるし、各インターフェースのみに適用することも可能である。

デバイス全体 (グローバル設定モード)	Router(config)#cdp run	デバイス全体で 有効化
	Router(config)#no cdp run	デバイス全体で 無効化
インターフェース上 (インターフェース設定モード)	Router(config-if)#cdp enable	インターフェース上で 有効化
	Router(config-if)#no cdp enable	インターフェース上で 無効化

2.3 show cdp コマンド

show cdp

CDP の送信間隔やホールドタイムは「show cdp」コマンドを使うことで確認できる。ホールドタイム値は 180 秒でカウントダウンされているが、再度 CDP を受信すると、再び 180 秒にリセットされる。

「show cdp」の出力結果 (但し、IOS の version などによっては異なる)

Router#show cdp
Global CDP information:
Sending CDP packets every 60 seconds
Sending a holdtime value of 180 seconds
Sending CDPv2 advertisements is enabled

show cdp interface

「show cdp interface」コマンドでも情報を確認できる。コマンドを実施した機器において CDP が動作しているインターフェースの情報が表示される。「show cdp」とは違って、各インターフェースごとに送信間隔やホールドタイムを表示する。

その他

- show cdp neighbors : 隣接機器の要約情報の表示 (第三層のアドレス情報は表示されない)
- show cdp neighbors detail : 隣接機器の詳細情報の表示 (第三層のアドレス情報まで表示される)
- show cdp entry * : show cdp neighbors detail と同様の結果を得ることができる

2.4 EIGRP 設定

EIGRP 設定の場合，AS 番号と k 値に気をつけて設定を行う．今回はインターフェース設定モードで帯域幅を 64kbyte と設定し，グローバルコンフィギュレーションモードで AS 番号を 100 と設定する場合のコマンドを以下に示す．

```
RouterA(config)interface Serial 0/0
RouterA(config-if)bandwidth 64      : 64kbyte
RouterA(config-if)exit
RouterA(config)router eigrp 100     : 100 は AS 番号
RouterA(config-router)network 隣接ネットワークアドレス
```

上記のような設定を同じ AS ネットワーク内のルータにも行うことで EIGRP 設定を行うことができる．

-
- < EIGRP のアップデート方法 > (変更時 に 変更部分のみ を 隣接ルータのみ に送信)
 - < EIGRP のメトリック > (帯域幅，遅延，信頼性，負荷，MTU k 値を用いる)
 - < EIGRP の隣接関係 > (k 値と AS 番号が一致しないと隣接関係にはならない)
 - < EIGRP のパス計算アルゴリズム (DUAL) > (AD と FD を用いる)
 - < EIGRP のサクセサ (successor) とフィージブルサクセサ (feasible successor) >

< その他：授業中に使用したコマンド >

EIGRP ルータはトポロジテーブルに経路情報記述することで，経路情報を管理している．このトポロジテーブルは，「show ip eigrp topology」コマンドで見ることができる．

EIGRP のデバッグ情報を表示するには，「debug ip eigrp」コマンドを使う．リアルタイムに EIGRP パケットの送受信されるさまを確認できる．

「debug ip eigrp」の出力

```
Router#debug ip eigrp
IP-EIGRP Route Events debugging is on
```

「debug eigrp packets」コマンドを使うと，EIGRP のパケットが送受信されているさまが確認できる．アップデート，Hello，クエリ，応答などが表示される．

ルーティングテーブルの確認は「show ip route」コマンドで行う．