

# 情報通信ネットワーク特論 TCP/IP(2)

2004/04/15(THU)

渡邊 晃

担当:竹尾大輔

# 参考文献



[Amazonでこの本を購入](#)

- マスタリングTCP/IP 入門編  
第3版
  - 竹下隆史・村山公保  
荒井透・河田幸雄 共著
  - オーム社 (2002)

# 流れ

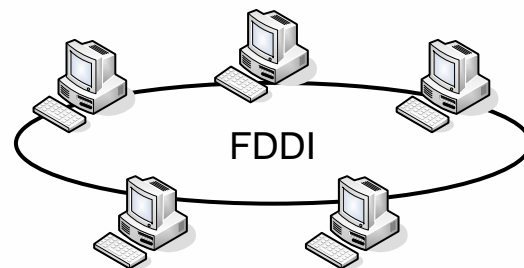
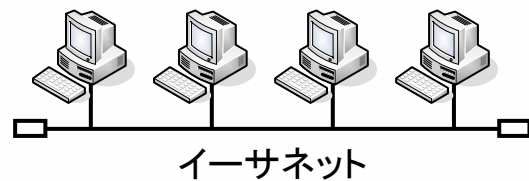
- 第3章 データリンク
  - データリンクとは
    - MACアドレス
  - イーサネット (Ethernet)
- 第4章 IPプロトコル
  - IPとは
    - IPアドレス
    - ネットワーク部とホスト部
    - IPアドレスのクラス
    - ブロードキャスト
    - サブネットマスク
    - 特別なIPアドレス
  - 経路制御 (ルーティング)
  - 分割処理と再構築処理
  - ARP (Address Resolution Protocol)
  - ICMP (Internet Control Message Protocol)
  - IPヘッダ
- 第5章 IPに関する技術とIPv6
  - DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)
  - NAT (Network Address Translator)
  - IPv6 (Internet Protocol version 6)
  - IPv6のヘッダフォーマット

## 第3章

### データリンク

# データリンクとは

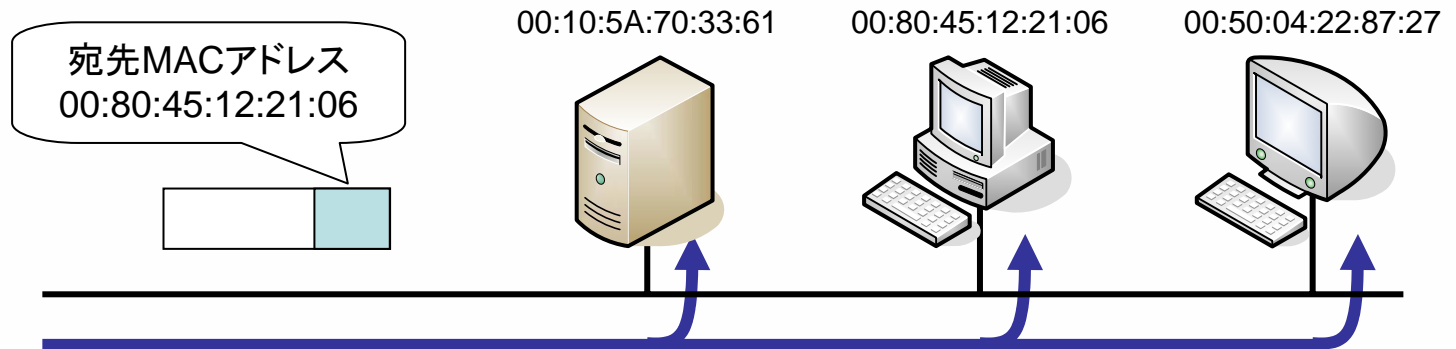
- 直接接続されたコンピュータ間の通信を可能にするプロトコル
- 電気信号をフレームという意味のあるかたまりにまとめる
- 現在はイーサネット (Ethernet) がもっとも普及



# MACアドレス

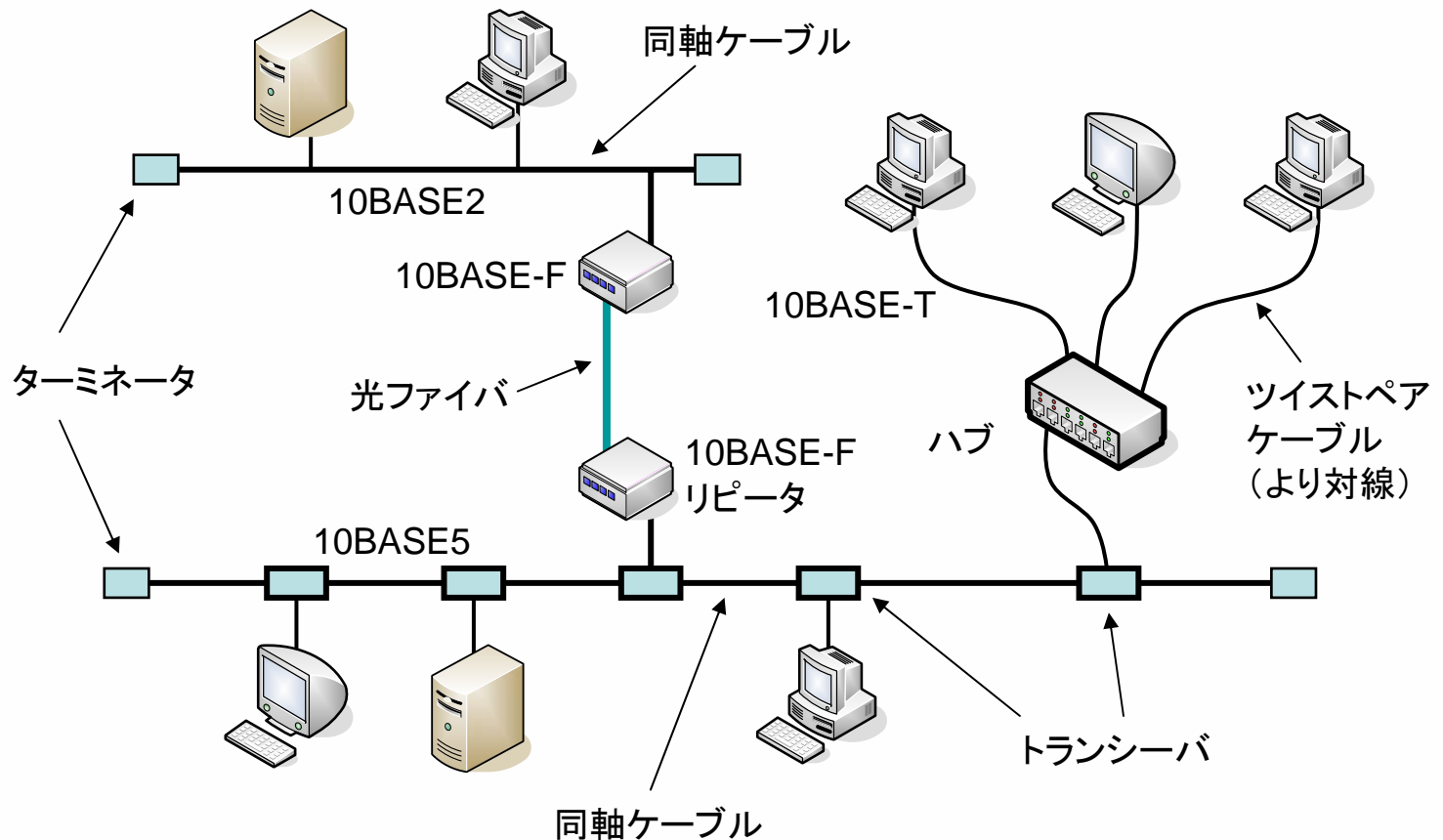
- データリンクに接続しているノードを識別
- 48ビット長
- NICのROMに焼き込まれている
  - 同じアドレスのNICは世界で唯一つ

※MAC (Media Access Control)、NIC (Network Interface Card)



# イーサネット (Ethernet)

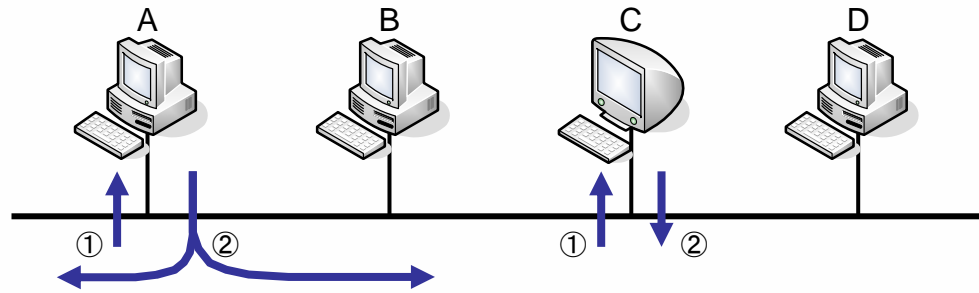
- イーサネットの種類
  - 通信ケーブルや通信速度の違い



# イーサネット (Ethernet)

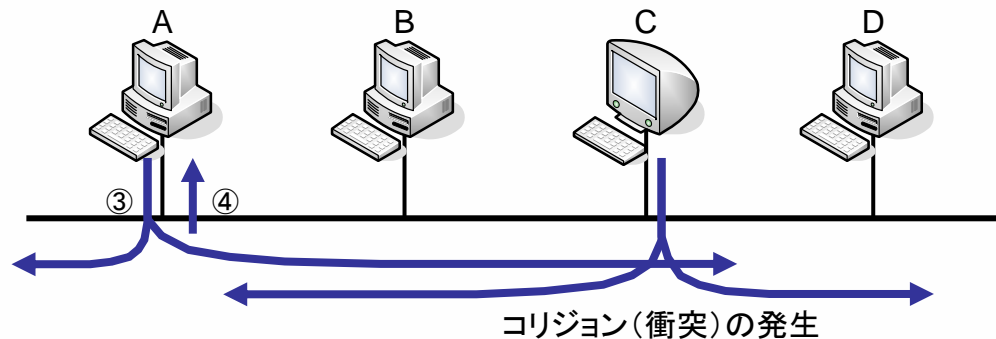
- イーサネットはCSMA/CD方式

CSMA (Carrier Sense Multiple Access)



- ① だれもデータを送信していないことを確認する
- ② データを送信する

CD (Collision Detection)



- ③ データを送信しながら
- ④ 電圧を監視する



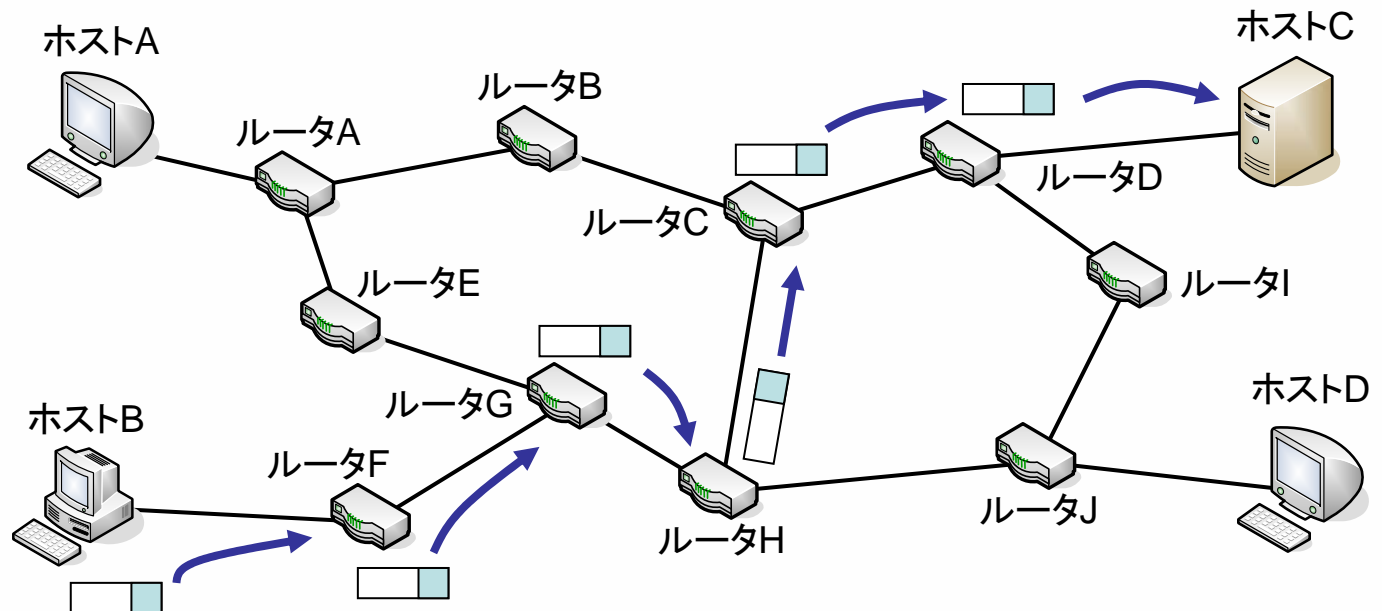
# 第4章

## IPプロトコル

# IPとは

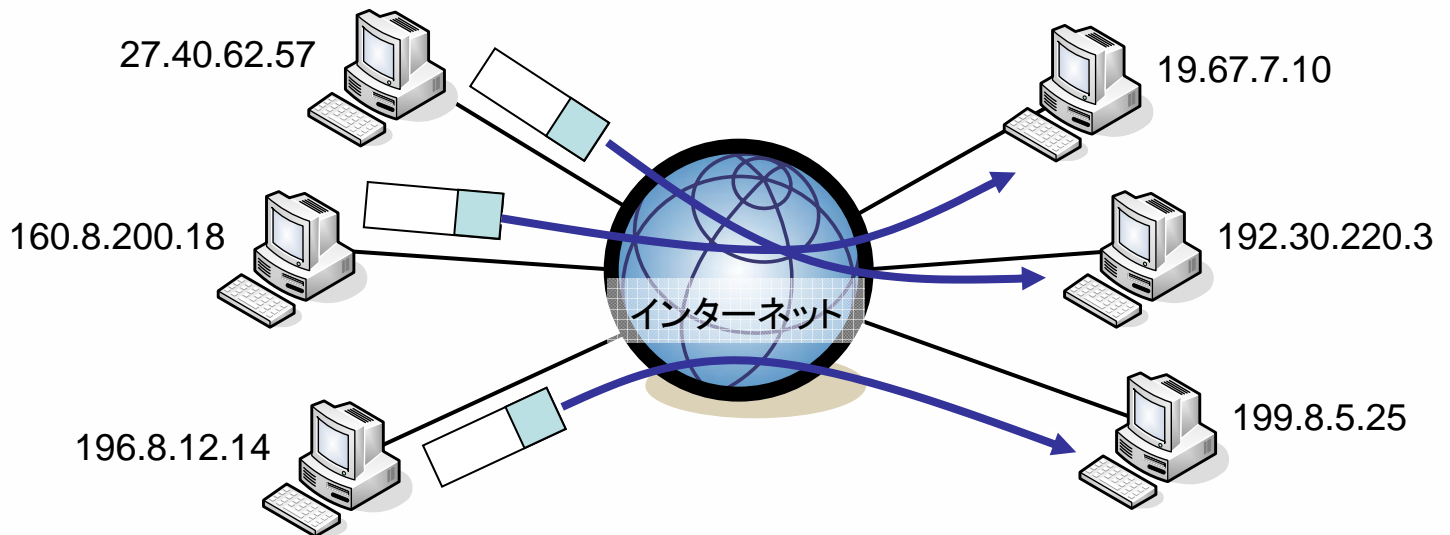
※IP (Internet Protocol)

- 終点ノード間 (End-to-End) の通信を実現するプロトコル
- 大きく3つの役割がある (IPアドレス、経路制御、分割・再構築)



# IPアドレス

- ネットワークに接続している全ホストの中から通信相手を識別
- 各ホストにはユニークなIPアドレスを割り当てる必要がある



# IPアドレス

- 32ビットの整数値
  - 約43億台のコンピュータを接続可能  
( $2^{32} = 4,294,967,296$ )
- 特別な表記方法を利用

$2^8$

$2^8$

$2^8$

$2^8$

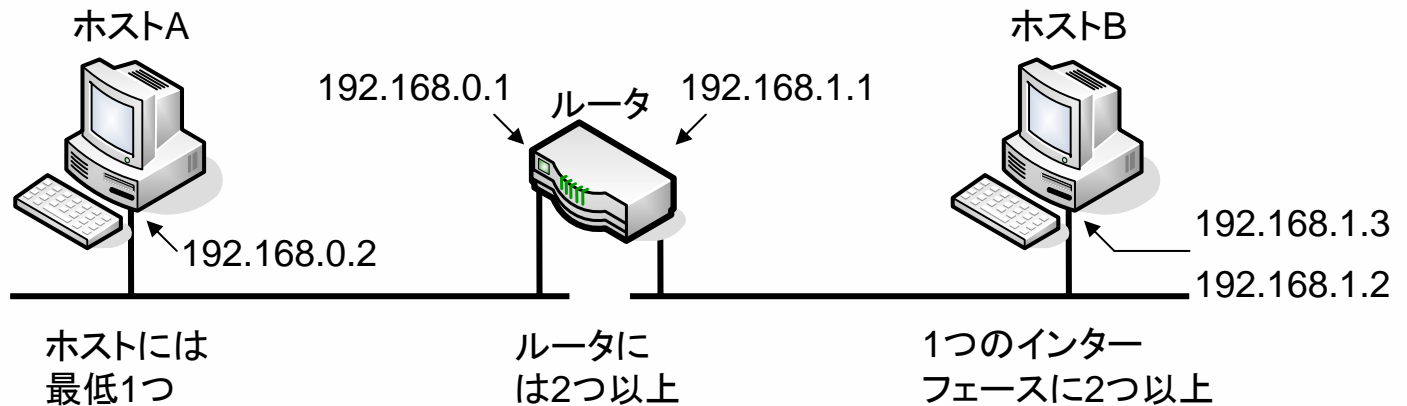
10101100 00010100 00000001 00000001 (2進数)

10101100.00010100.00000001.00000001 (2進数)

127 .20 .1 .1 (10進数)

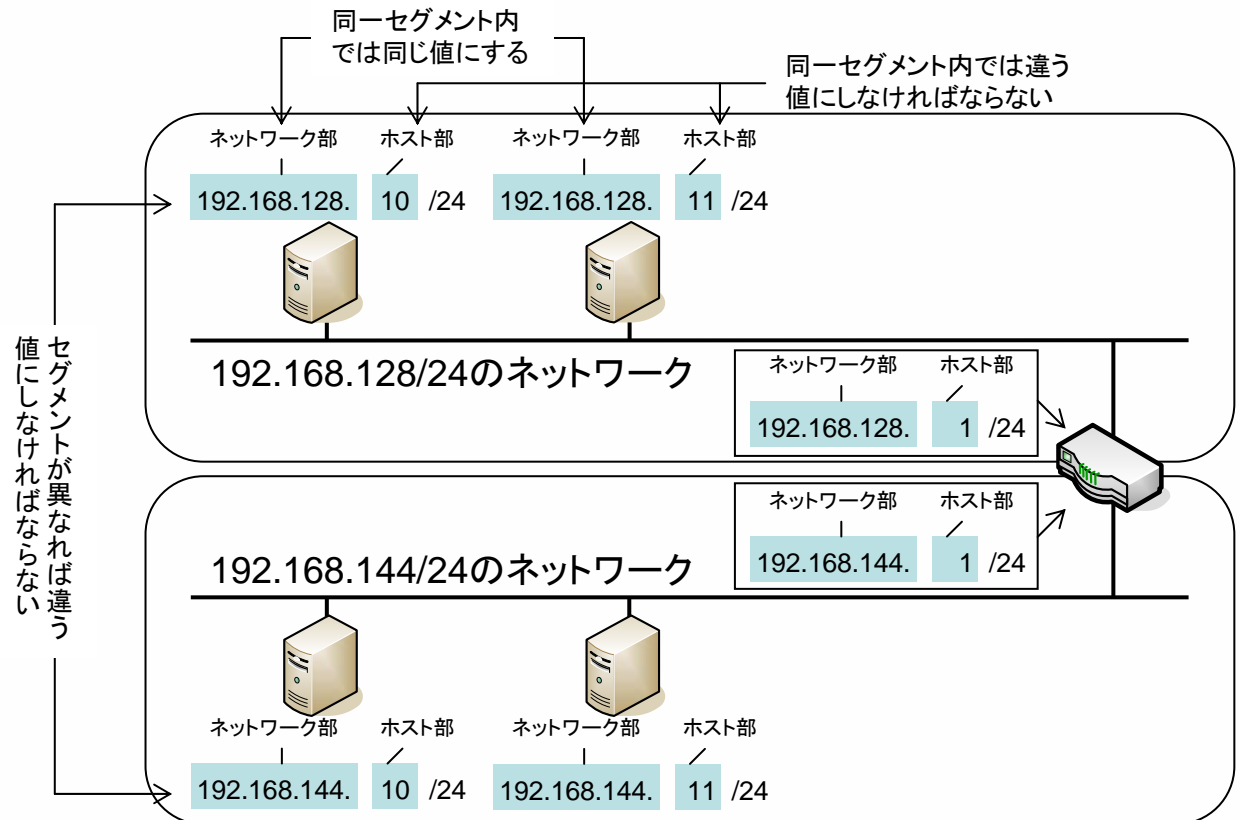
# IPアドレス

- 1つのインターフェースに1つ以上のIPアドレスを割り当てる
- 実際に接続できるコンピュータの数は43億台より少ない



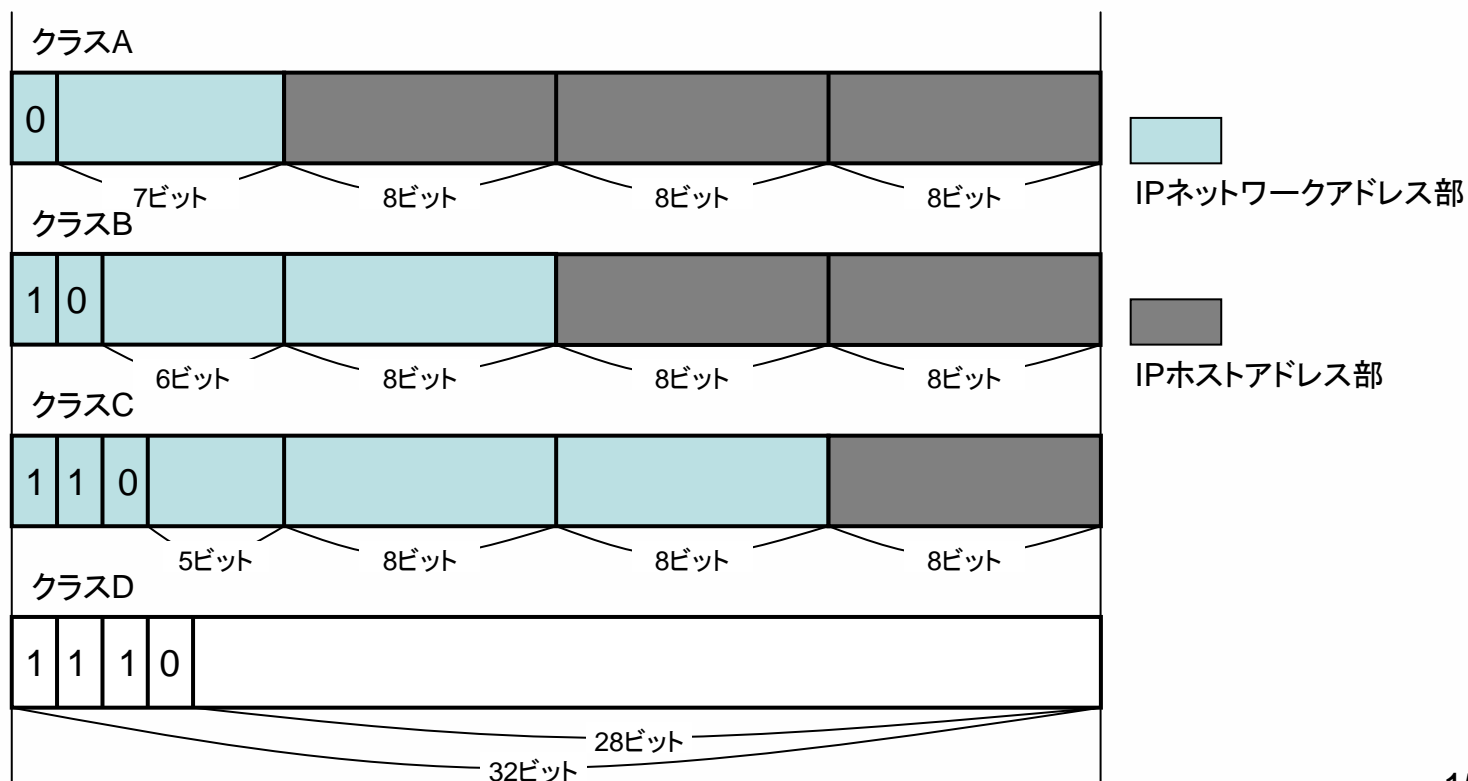
# ネットワーク部とホスト部

- ネットワーク部はセグメントごとに、ホスト部は同一セグメント内で異なる値を割り当てる



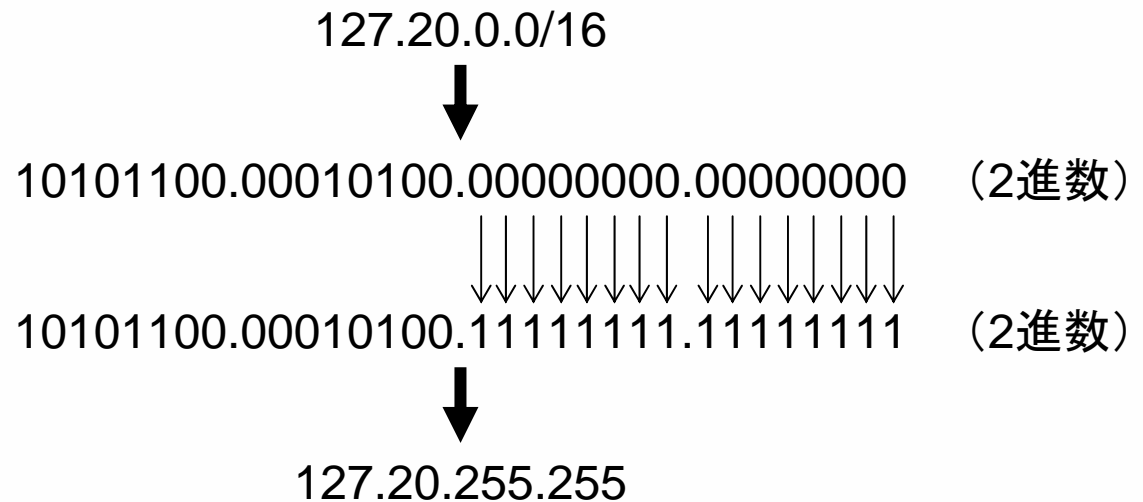
# IPアドレスのクラス

- クラスA、B、C、Dの4つに分類
  - 先頭から4ビットまでのビット列の組み合わせによって識別



# ブロードキャストアドレス

- 同一リンクに接続されたすべてのホストにパケットを送信する
  - IPアドレスのホスト部のビットをすべて"1"にする





# サブネットマスク

- 同一ネットワークにクラスAは1677万台、クラスBは6万5千台接続可能
  - クラスにはムダが多い
  - IPアドレスの不足
- ムダを小さくする仕組みを導入

クラスA    11111111. 00000000. 00000000. 00000000

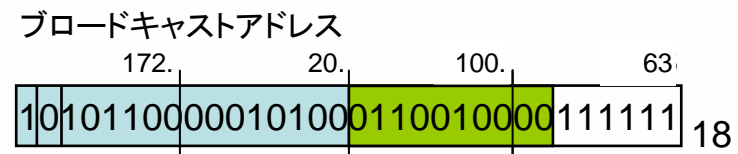
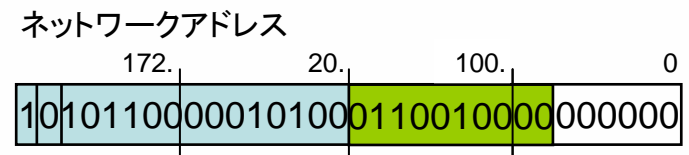
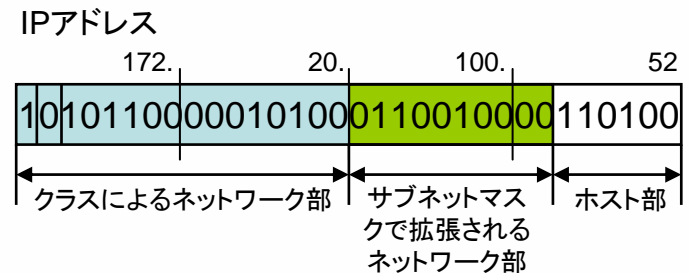
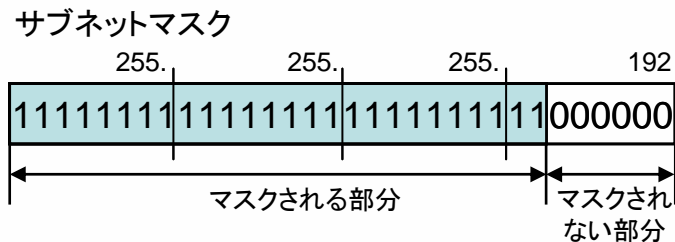
クラスB    11111111. 11111111. 00000000. 00000000

クラスC    11111111. 11111111. 11111111. 00000000

# サブネットマスク

- サブネットマスクを導入
  - クラスAやBのネットワークを小さく区切るサブネットワークアドレスを利用
  - ホスト部をサブネットワークアドレス部として、複数のネットワークに分割

クラスBのIPアドレス(172.20.100.52)に10ビットのサブネットマスクを定義した場合



# サブネットマスク

- IPアドレスは「IPアドレス」、「サブネットマスク」の2つの識別子で表される
  - サブネットマスクはネットワーク部の長さを表す
  - ネットワーク部を柔軟に決定可能

|              | 表記法 1           | 表記法 2              |
|--------------|-----------------|--------------------|
| IPアドレス       | 172. 20.100. 52 | 172. 20.100. 52/26 |
| サブネットマスク     | 255.255.255.192 |                    |
| ネットワークアドレス   | 172. 20.100. 0  | 172. 20.100. 0/26  |
| サブネットマスク     | 255.255.255.192 |                    |
| ブロードキャストアドレス | 172. 20.100. 63 | 172. 20.100. 63/26 |
| サブネットマスク     | 255.255.255.192 |                    |

# 特別なIPアドレス

- インターネットに接続するホストにはユニークなIPアドレスを割り当て
  - 外部と通信しなければアドレスが重複しても問題ない
- プライベートIPアドレス
  - 私的なネットワーク内で利用可能
    - 内部ネットワーク内ではユニークに

10. 0. 0. 0 ~ 10. 255. 255. 255 (10/8)

172. 16. 0. 0 ~ 172. 31. 255. 255 (172.16/12)

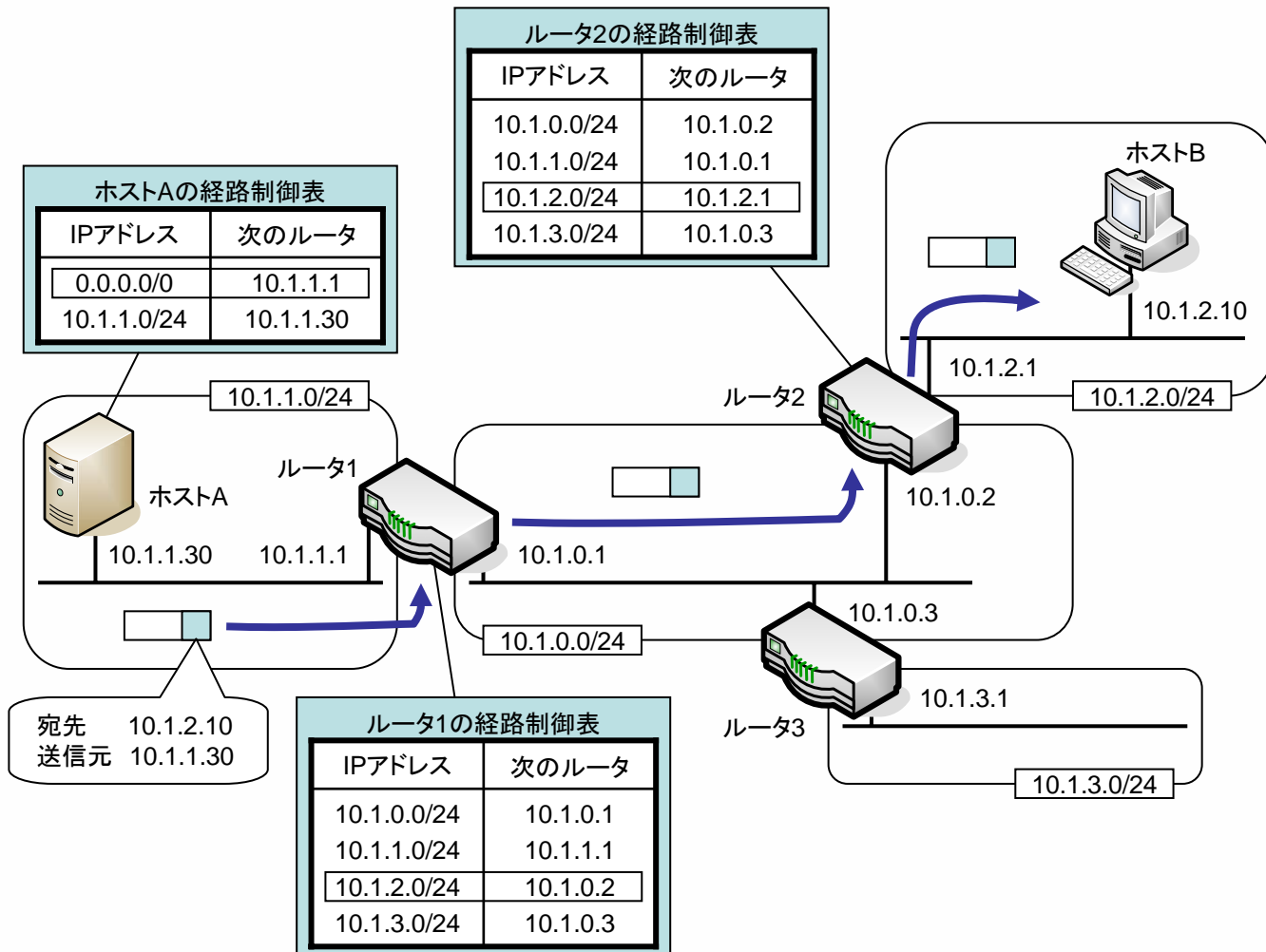
192. 168. 0. 0 ~ 192. 168. 255. 255 (192.168/16)

# 経路制御（ルーティング）

- 宛先IPアドレスのホストまでパケットを配送する
  - 経路制御表（ルーティングテーブル）を元にして送信先を決定
- 経路制御表にはネットワークアドレスと次に配送するべきルータのアドレスが書かれている

# 経路制御 (ルーティング)

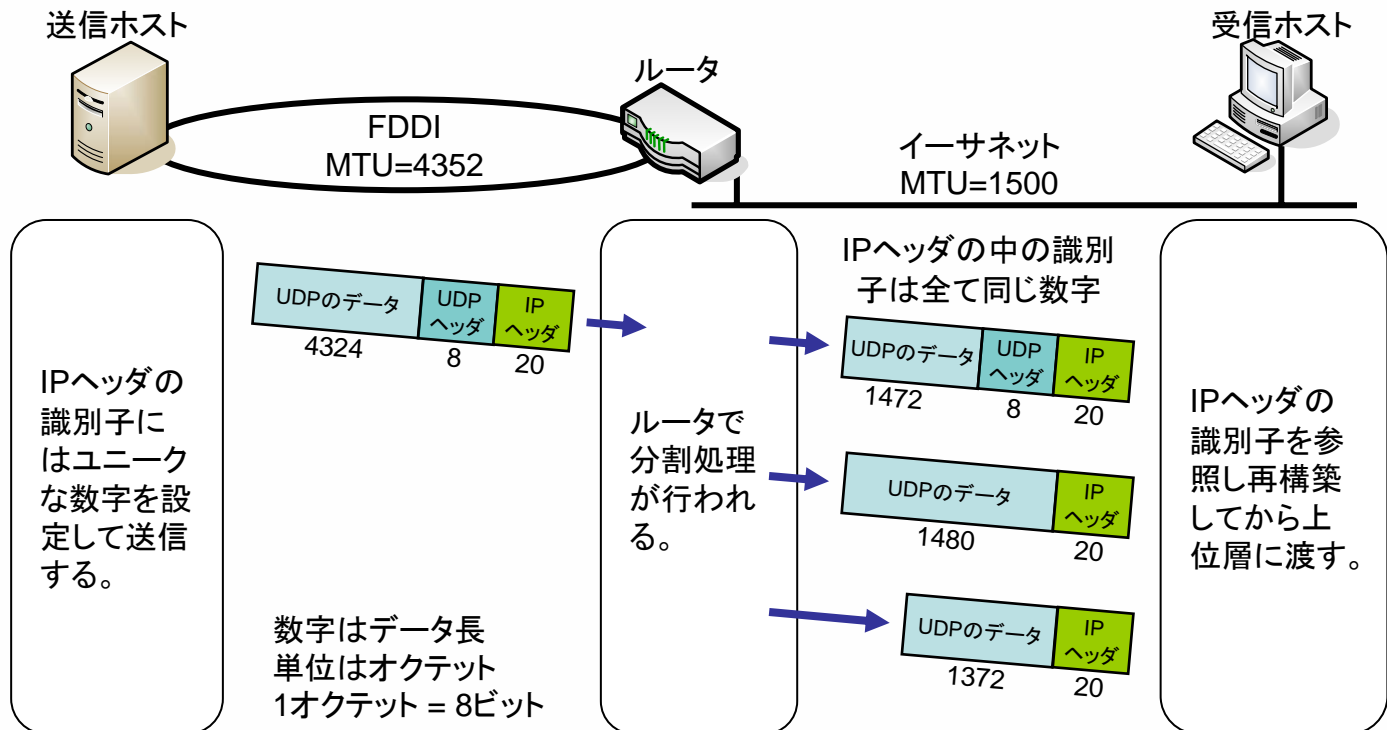
- 経路制御表とIPパケットの配送例



# 分割処理と再構築処理

- データリンクごとに最大転送単位 (MTU) が異なる
  - IPがデータを分割・再構築

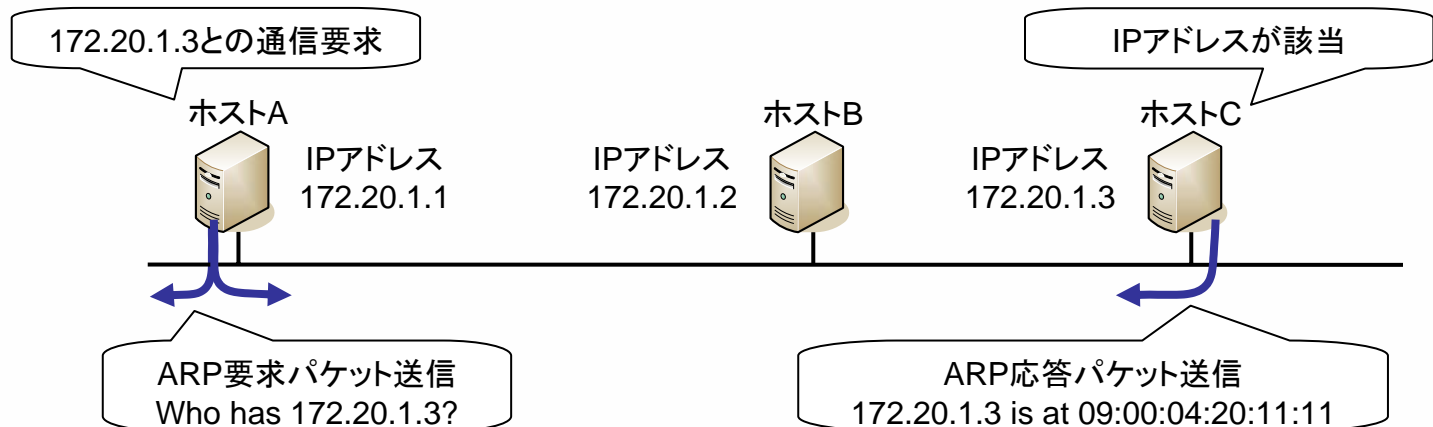
※MTU (Maximum Transmission Unit)



# ARP

※ARP (Address Resolution Protocol)

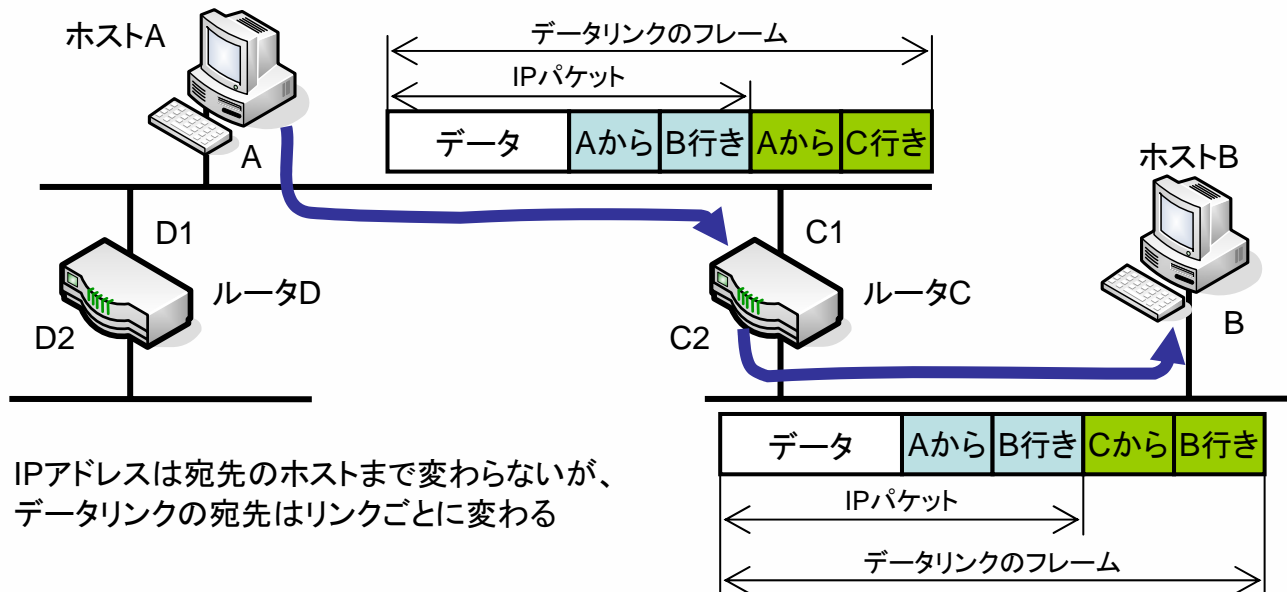
- アドレス解決のためのプロトコル
  - 宛先IPアドレスから次に送信すべき機器のMACアドレスを調べる
  - ARP要求パケットをブロードキャスト
    - 目的ホストのIPアドレスを通知
  - 該当ホストがARP応答パケットを返送
    - 目的ホストのMACアドレスを通知





# ARP

- IPアドレスとMACアドレスは必要？
  - 別のリンクへはIPパケットを直接送信できない
  - MACアドレスを用いて、どのルータを経由してIPパケットを送信するかを調べる



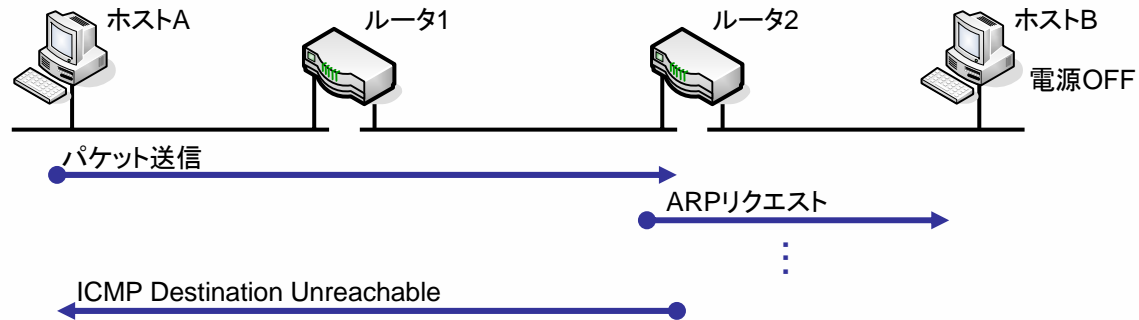
# ICMP

※ICMP (Internet Control Message Protocol)

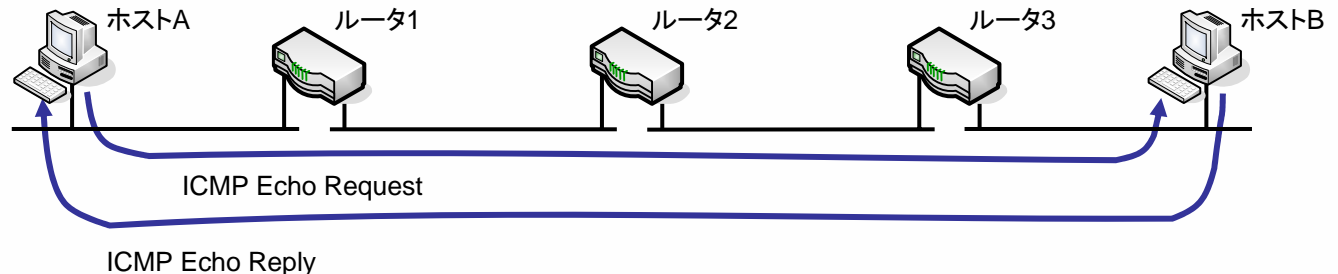
- IPを補助するプロトコル

- エラー通知のためのエラーメッセージ
- 診断などを行う問い合わせメッセージ

## ■ ICMP到達不能メッセージ

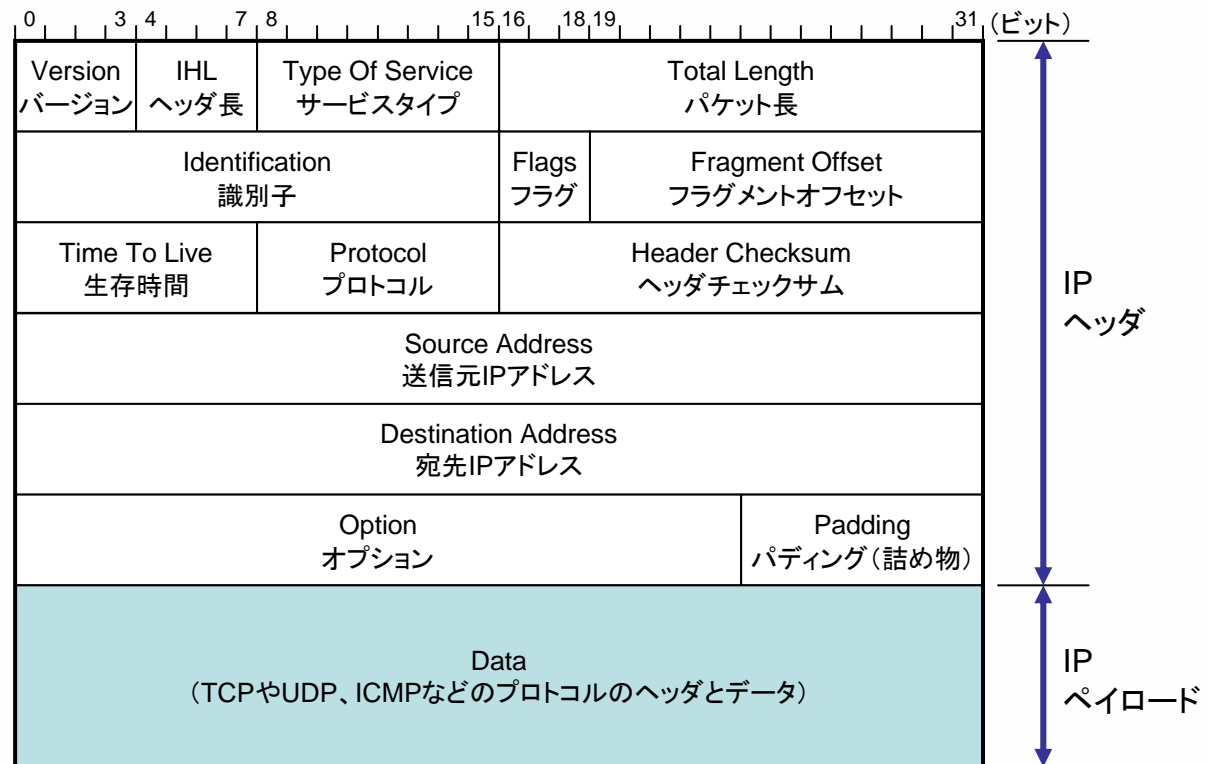


## ■ ICMPエコーメッセージ



# IPヘッダ

- IPによる通信を行うときには、データにIPヘッダが付加される



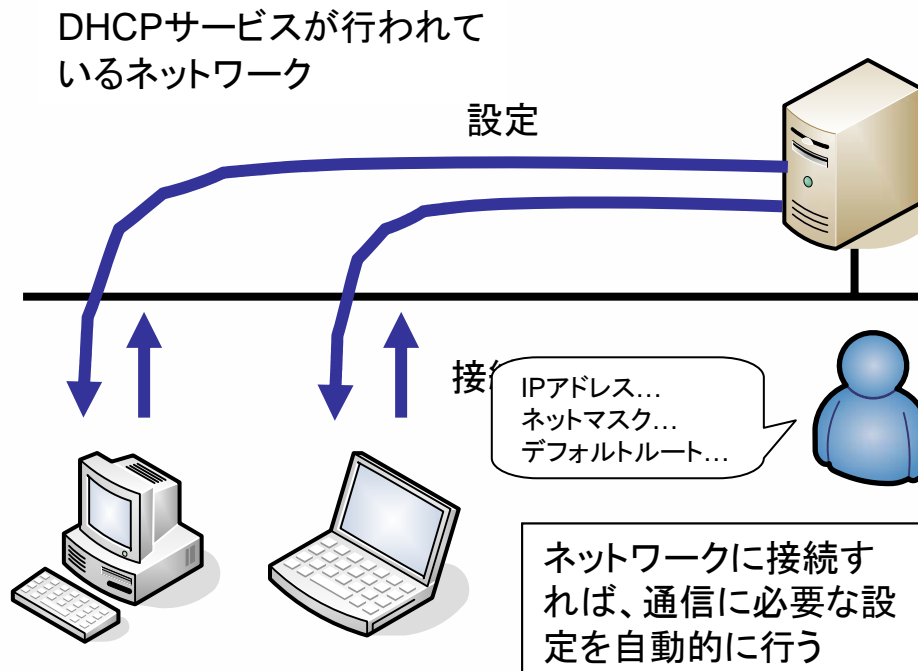
# 第5章

## IPに関する技術とIPv6

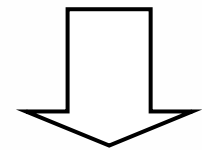
# DHCP

※DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)

- IPアドレス設定の自動化、配布IPアドレスの一括管理を行うプロトコル  
– プラグ & プレイが実現



- 自動的に通信に必要な設定が行われる
- IPアドレスが重ならないように配布される



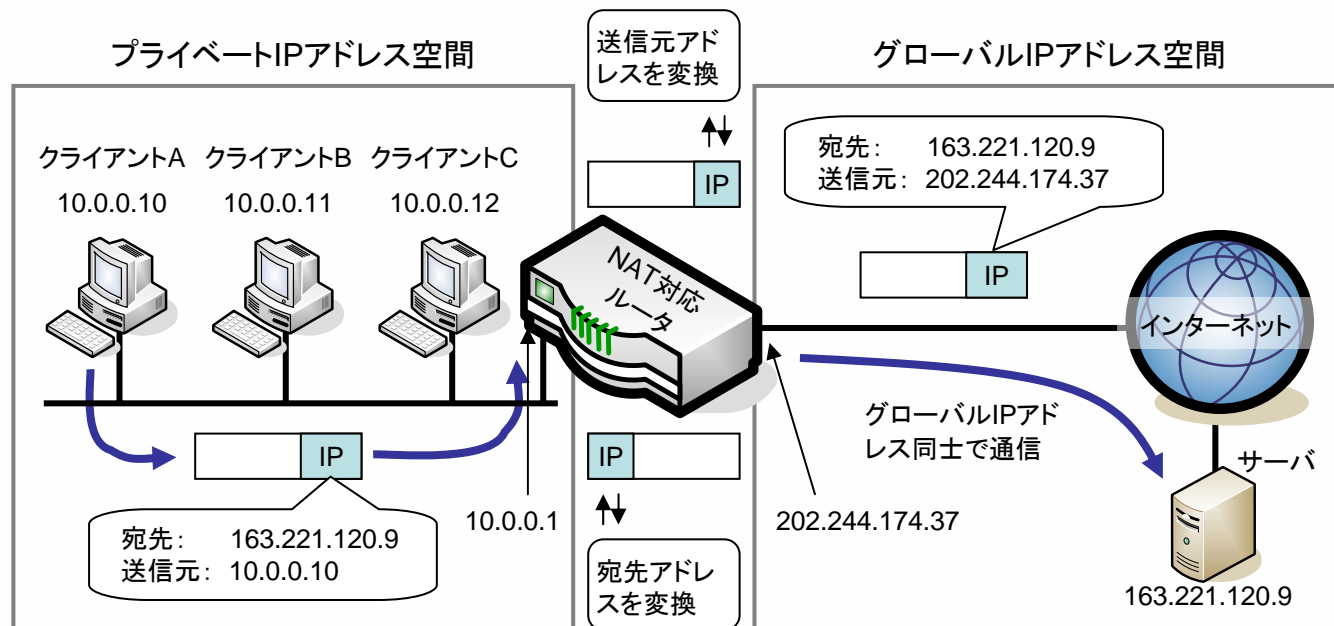
- 管理者の負担が小さい
- ユーザは自由にネットワークに接続できる

# NAT

※NAT (Network Address Translator)

- LAN内ではプライベートアドレスを設定し、インターネット接続時はグローバルアドレスに変換する技術
  - NAPTはTCPやUDPのポート番号も変換

※LAN (Local Area Network)、NAPT (Network Address Ports Translator)



# NAT

- NATの問題点
  - 変換処理のオーバーヘッドにより通信性能が低下
  - 外部から内部のホストに接続できない
  - NAT障害時にTCPコネクションが切断
    - NATを2台用意しておいても同じ
- これらの問題の解決は困難
  - アドレス枯渇のために、NATを使わざるを得ない

# IPv6

※IPv6 (Internet Protocol version 6)

- IPアドレス枯渇問題を解決する次世代インターネットプロトコル
  - IPアドレスは128ビット長  
( $2^{128}$ =約 $3.40 \times 10^{38}$ )
  - 既に普及したIPを入れ換えるのは困難
    - IPv4に対する不満も解消
    - IPv4とIPv6の互換性を持たせる
- IPv6によるIPアドレスの表記 (2進数による表現)  
0001000010000000:0000000000000000:0000000000000000:0000000000000000:  
0000000000001000:0000100000000000:0010000000001100:0100000101111010
- IPv6によるIPアドレスの表記 (16進数による表現)  
1080:0:0:0:8:800:200C:417A  
→ 1080::8:800:200C:417A (省略時)



# IPv6

- IPv6の特徴

- IPアドレスの拡大と経路制御表の集約

- IPアドレスを階層構造にする
    - 経路制御表増大の防止

- パフォーマンスの向上

- ヘッダ構造を簡素化、ルータの負荷軽減
    - ルータに分割処理をさせない

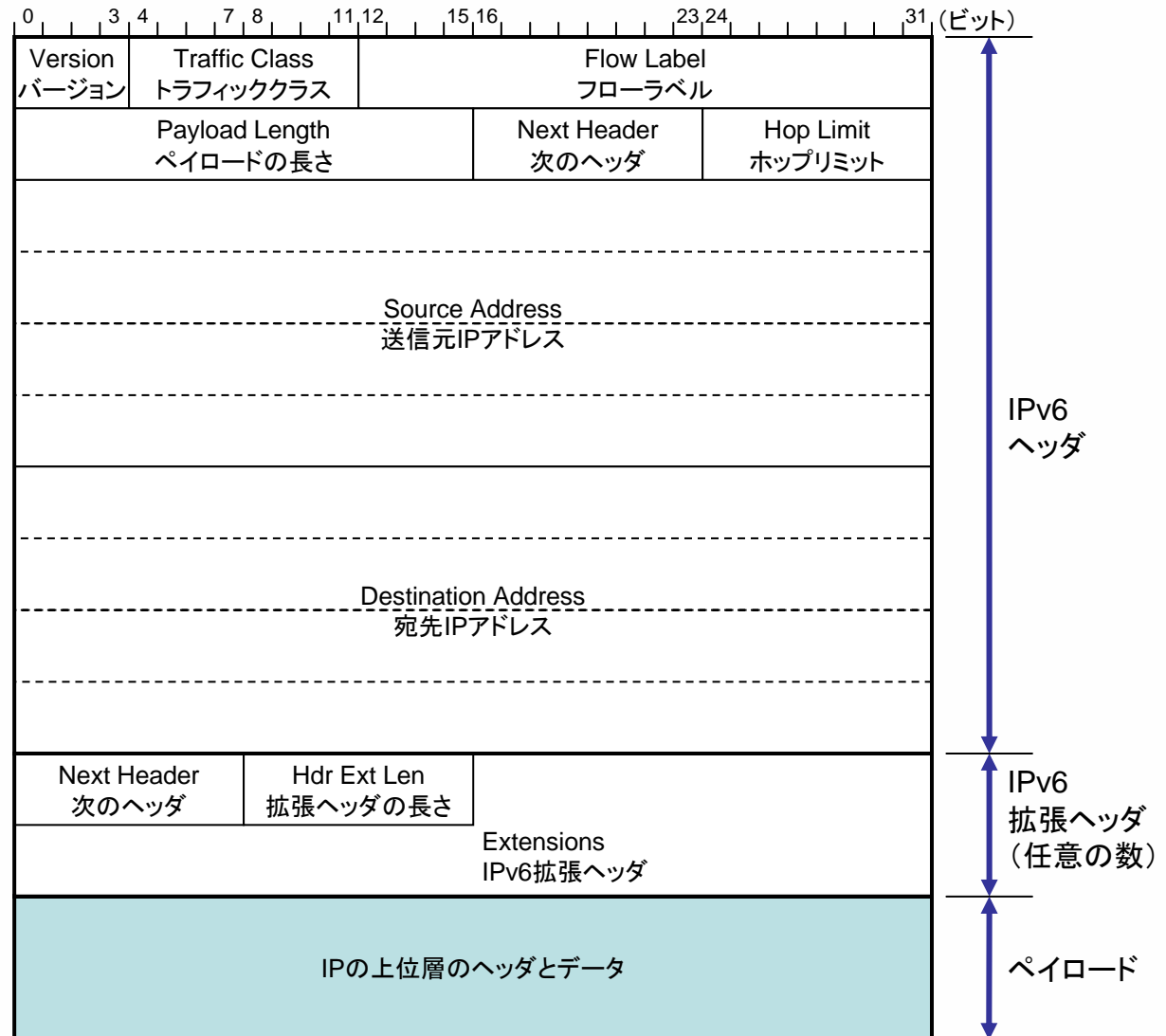
- プラグ & プレイ機能を必須にする

- IPアドレス自動割り当て

- 認証機能や暗号化機能を採用する

- セキュリティ機能、盗聴防止機能の提供

# IPv6のヘッダフォーマット



# TCP/IP(3)へ続く

2004/04/21(WED)

TCPとUDP

ルーティングプロトコル

アプリケーションプロトコル