

情報ネットワーク

(明石高専 電気情報工学科 5年)

第6回

2004年11月30日(火)

前回の復習

- IPは「ネットワーク間の相互通信」
 - end-to-endの通信を実現
 - 3つの役割
 - IPアドレス、経路制御、データリンクの抽象化
- IPアドレス
 - ネットワークとホストを示す(32ビット)
 - A～Cのクラスフル、クラスレス(CIDR)による運用
 - そのほかのアドレス
 - ネットワークアドレス、ブロードキャストアドレス、サブネットマスク、プライベートIPアドレス

今回の内容

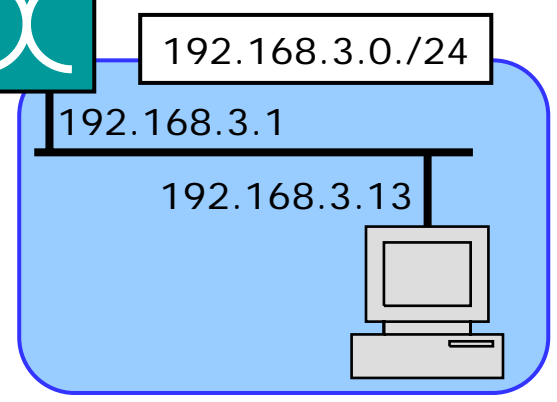
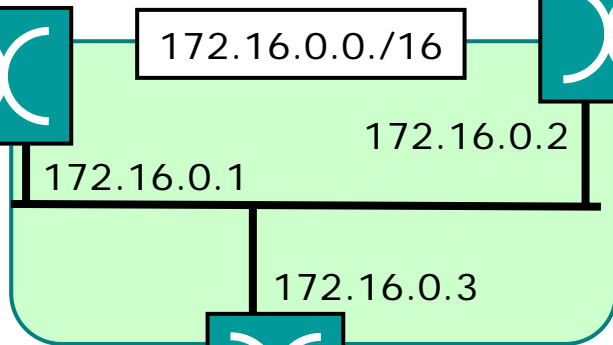
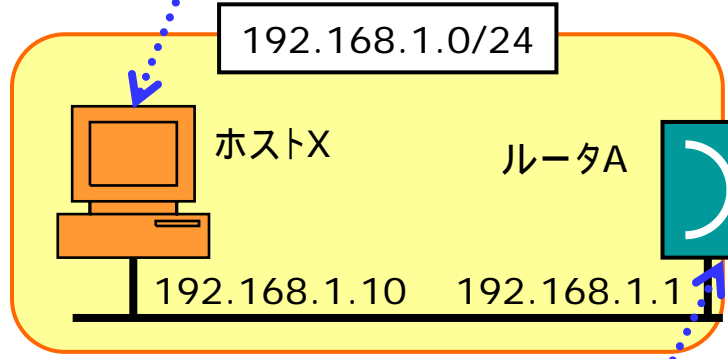
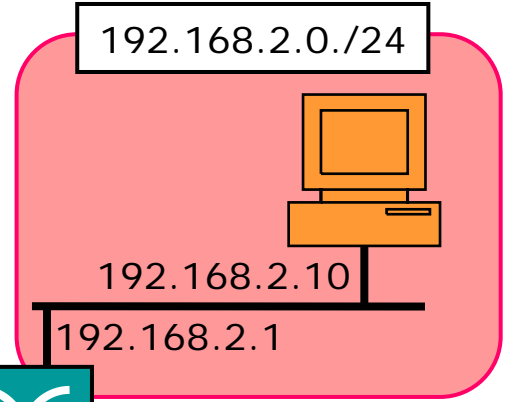
- 第4章 IPプロトコル (p.128 ~ 154)
 - 4.4 経路制御(ルーティング)
 - 4.5 IPの分割処理と再構築処理
 - 4.6 ARP (Address Resolution Protocol)
 - 4.7 ICMP
(Internet Control Message Protocol)
 - 4.8 IPマルチキャスト
 - 4.9 IPヘッダ

経路制御 (ルーティング)

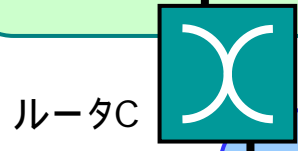
- 経路 (Route)
 - パケットを配送する流れ
 - **経路制御表 (ルーティングテーブル)** で決定
- 経路制御表の作り方
 - **ダイナミックルーティング** (dynamic routing)
 - ルータが動的に作成
 - **スタティックルーティング** (static routing)
 - 管理者が事前に設定
- 経路制御表の内容
 - 宛先のネットワークアドレス
 - そのネットワークへのパケットを配送するルータ

ネットワーク	次のルータ
192.168.1.0/24	192.168.1.10
0.0.0.0/0	192.168.1.1

ネットワーク	次のルータ
192.168.1.0/24	172.16.0.1
192.168.2.0/24	192.168.2.1
192.168.3.0/24	172.16.0.3
172.16.0.0/16	172.16.0.2



ネットワーク	次のルータ
192.168.1.0/24	192.168.1.1
192.168.2.0/24	172.16.0.2
192.168.3.0/24	172.16.0.3
172.16.0.0/16	172.16.0.1



その他の経路制御

- デフォルトルート (Default Route)
 - 経路が指定されていないパケットの送信先
 - “0.0.0.0/0”
 - デフォルトゲートウェイ
 - デフォルトルートに指定されたルータ
- ホストルート (Host Route)
 - IPアドレスそのもので経路制御
 - “IPアドレス/32” (すべてのビットを使う)
- ループバックアドレス (Loopback Address)
 - 同じコンピュータ内のプログラム間の通信に利用
 - “127.0.0.1” (localhost)

IPの分割処理と再構築処理

- IPはデータリンクの「差異」を抽象化
 - データリンク毎にMTU(最大転送単位)が違う
 - Ethernet: 1500オクテット
 - IP: 65535 ~ 68オクテット
- IPデータグラムの分割と再構築
 - MTUが異なる場合にどうするか？
 - パケットを分割
 - 番号とフラグをつける(始まり・中間・終わり)
 - 終点ホストでパケットを再構築
 - ルータの負担を減らすため

経路MTU検索 (Path MTU Discovery)

- 分割の欠点
 - ルータの処理が重くなる
 - 転送効率が悪くなる
 - 分割したパケットが失われると手間がかかる
- 分割が必要でない最大のMTUで送信
 - **経路MTU** (PMTU: Path MTU)
 - 「分割禁止」のIPパケットを送信
 - 途中のルータが「到達不能」+「MTU」を返信
 - 通知されたMTU値で分割 (最大10分間)
 - TCPではMSS(最大セグメント長)で送信

ARP: Address Resolution Protocol

- アドレス解決のためのプロトコル
 - データリンクを利用した通信のため
 - IPアドレスからMACアドレスを調べる
- ARPのしくみ
 - **ブロードキャスト**でARP要求
 - 該当するホストがARP応答
 - 取得したMACアドレスを記憶(キャッシュ: 一時記憶)
 - **ARPテーブル**: IPアドレスとMACアドレスの対応表
 - (2回目以降)ARPテーブルからMACアドレスを取得
- arpコマンド
 - “arp -a”でキャッシュされた情報を表示

ARPの必要性 (図解)

ネットワーク層の処理

ホストA

ホストB

データリンク層の処理

データ

ホストAの
IPアドレス

ホストBの
IPアドレス

ホストAの
MACアドレス

ルータXの
MACアドレス

データ

ホストAの
IPアドレス

ホストBの
IPアドレス

ルータXの
MACアドレス

ルータYの
MACアドレス

データ

ホストAの
IPアドレス

ホストBの
IPアドレス

ホストYの
MACアドレス

ホストBの
MACアドレス

ホストA

ルータX

ルータY

ホストB

ARP (つづき)

■ ARPの必要性

- MACアドレス: データリンク(同一の通信媒体)で利用
 - パケットを中継するホストごとのアドレスが必要
- IPアドレス: IP(通信の経路)で利用
 - パケットの送信元と宛先のアドレスだけが必要

■ RARP

- MACアドレスからIPアドレスを調べる
- RARPサーバが必要(ARPテーブル設定済み)

■ Proxy ARP

- 他のホスト宛てのARP要求にこたえる
- サブネットマスクが利用できない場合(ダイヤルアップ接続)

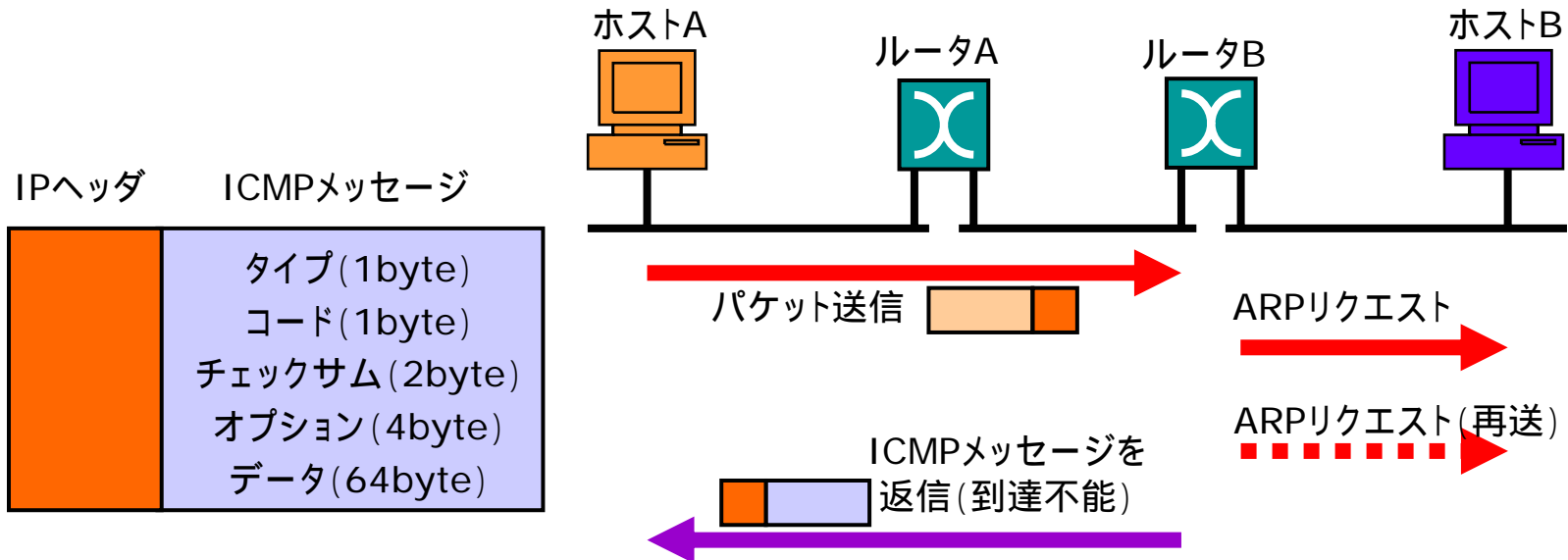
ICMP: Internet Control Message Protocol

■ IPネットワークの**制御・管理**の**プロトコル**

— IPを使って送信元へメッセージを通知

■ エラー通知のための「エラー」メッセージ

■ 診断・調査などのための「問い合わせ」メッセージ



ICMPメッセージ

■ 到達不能(タイプ3)

- 送信ホストへ配信できなかったことを通知
- 「コード」を使って原因を通知
 - コード0: Network Unreachable
 - コード1: Host Unreachable
 - コード4: Fragmentation Need and Don't Fragment was set (経路MTU検索)

■ リダイレクト(タイプ5)

- 最適な経路情報を通知 (redirect: 向きを直す)
 - 新しい経路情報(ルータが持つ)を通知
 - ルータの経路情報がおかしいとトラブルに...
- コードで変更する経路を指定

ICMPメッセージ (コマンドの紹介)

- **エコー** (タイプ0、8)
 - パケットが相手に到達するかを調査
 - エコー要求(タイプ8)を送信 エコー(タイプ0)を返信
- **時間超過** (タイプ11)
 - パケットが永久に回るのを防ぐ
 - 生存時間(TTL: Time To Live)
 - ルータを通過すると「1」減る
- **コマンドの紹介**
 - ping (相手を通信できるかを調査)
 - traceroute (通過するルータを調査)
 - Windowsでは tracert
 - pathping (Windows XP/2000限定)

IPマルチキャスト

ストリーミング
(ラジオ、ビデオ等)
で利用

- 同時通信で効率をアップ
 - 特定のグループだけデータを送信
ユニキャスト・ブロードキャストとの違い
 - ルータでパケットを複製
ネットワークのトラフィックを抑制
- マルチキャストアドレス
 - 同一セグメント: 224.0.0.0 ~ 224.0.0.255
 - 全セグメント: 残りのマルチキャストアドレス
 - 用途が決められたものもある (149ページ 表4.4)
- IGMP: Internet Group Management Protocol
 - 所属するグループを特定するプロトコル

IPヘッダ

- **バージョン** (Version)
 - IPヘッダのバージョン (4bit)
- **パケット長** (Total Length)
 - パケットの最大サイズ (16bit: $2^{16}=65536$)
- **フラグ** (Flags)
 - パケットの分割制御 (3bit)
- **生存時間** (TTL: Time To Live)
 - 中継できるルータの個数 (8bit: $2^8=256$ 個)
- **プロトコル** (Protocol)
 - 上位層のプロトコル (8bit)
- **送信元IPアドレス** (Source Address)
- **宛先IPアドレス** (Destination Address)
 - 32ビット(8オクテット)

今回のまとめ

■ 経路制御

- 経路制御表によって配信先を決定
- 配信先は指定できる(ダイナミック、スタティック、デフォルト)

■ IPパケットの分割と再構成

- MTUの違いをなくして通信効率を上げる

■ ARP

- MACアドレスからIPアドレスを調べる
- データリンク上の通信に必要

■ ICMP

- エラーの通知やネットワークの診断をする
- コマンドからも利用できる(ping, traceroute)

■ IPマルチキャスト

- 1対多数の同時通信を効率よく

次回の予定

- 次回は12月14日
- 内容
 - 中間試験
 - 第5章 DHCP、NATの後半
- 連絡事項
 - 第5章 5.2 (p.160)まで、通読すること