

# 基礎情報処理

Information Processing Basics  
コンピュータネットワーク

2004年12月2日

高等教育研究開発推進センター  
小山田耕二

# Outline

1. コンピュータとはなにか
2. デジタル情報の世界
3. 論理回路からコンピュータまで1
4. 論理回路からコンピュータまで2
5. プログラム基礎1
6. プログラム基礎2
7. UML1
8. UML2
9. コンピュータネットワーク
10. 情報倫理
11. さまざまな情報処理
12. コンピュータ科学の諸問題

# コンピュータネットワーク登場の背景

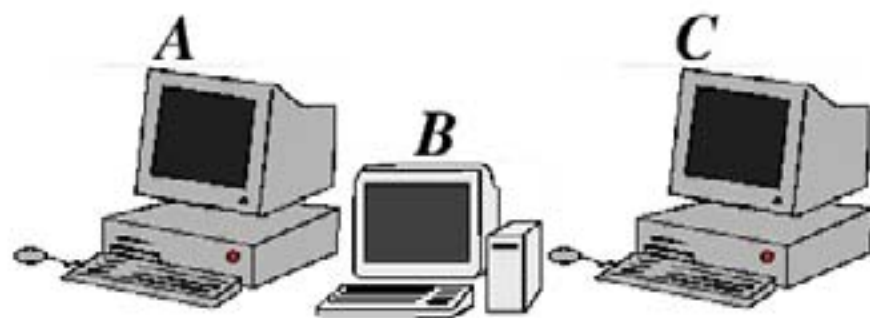
- コンピュータの普及と多様化

– オフィスや工場 → 一般家庭 → 携帯(モバイル)

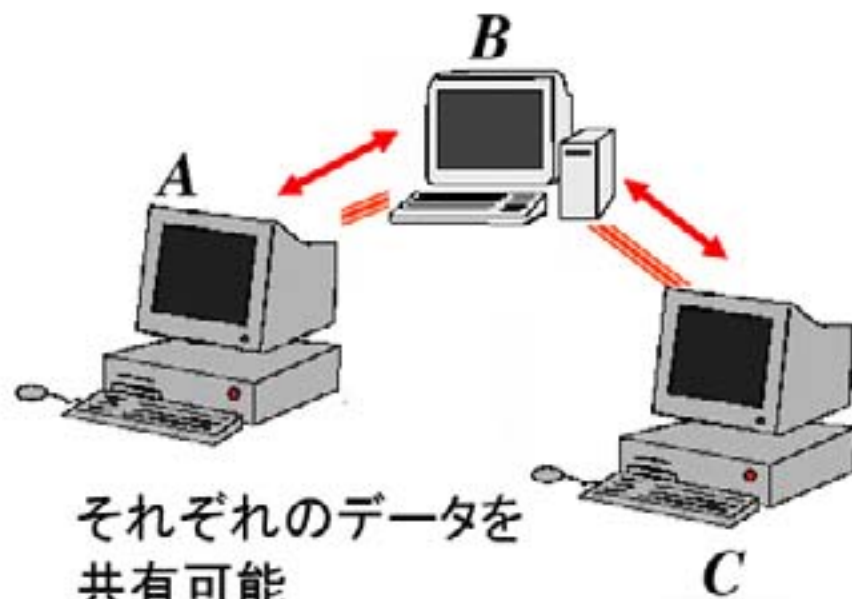
低価格化

小型化

- スタンドアロン(単体) からネットワーク



独立していて、それぞれで  
データを所有



それぞれのデータを  
共有可能

# コンピュータネットワークの登場

- 1970年代
  - パケット交換技術によるコンピュータ通信実験開始
- 1980年代
  - 様々なコンピュータ間の相互接続
- 1990年代
  - ネットワーク製品、サービスの登場、普及
    - ネットワークの利用を容易にする
  - ウィンドウシステム(X Window, MS Windowsなど)の普及
    - プログラムの同時処理が可能

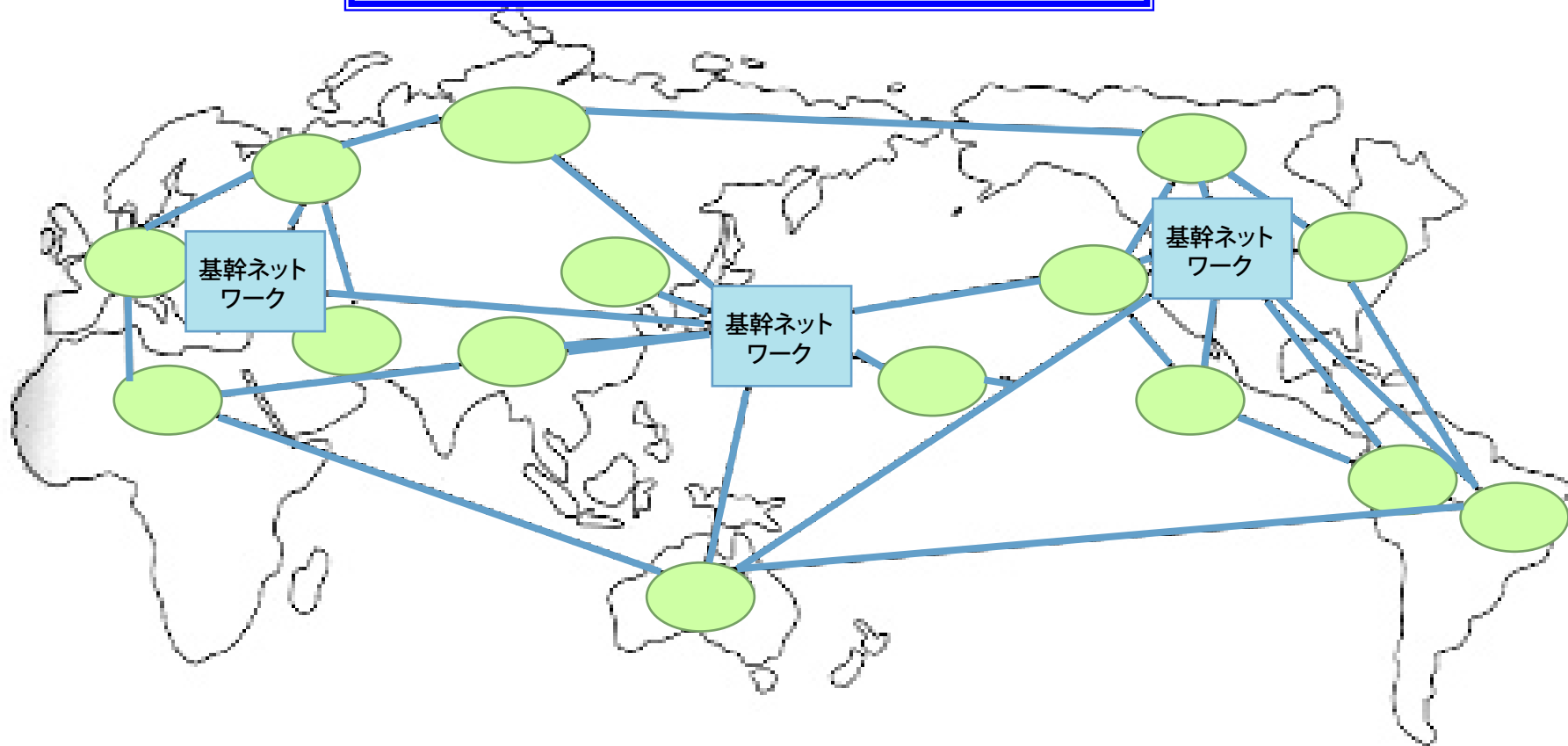
ネットワーク製品、サービスの登場、普及

インターネットの普及

# インターネットとは？

- ARPANET から発展し、全世界を接続しているコンピュータネットワーク

正式名称 The Internet



# インターネット発展の歴史(1)

- 1960年代
  - アメリカで軍事用通信システム確保のため、ネットワークの開発
- 1969年
  - **ARPANET(Advanced Research Project Agency NETwork)**  
アメリカ国防総庁高等研究計画局のネットワーク
- 1975年
  - TCP/IPプロトコルの誕生
- 1982年
  - TCP/IPの仕様決定UNIX 提供開始
- 1983年
  - ARPANET の正式手順がTCP/IPに決定
- 1986年
  - NSF(全米科学財団) による **NSFNET** の構築

# インターネット発展の歴史(2)

- 1990年
  - アメリカでIP接続が使えるプロバイダが登場
- 1991年
  - スイスのCERNでWWW、HTMLが誕生
- 1992年
  - 日本で商用インターネットサービスの開始
- 1994年
  - WWWブラウザのNetscapeが登場
- 1995年
  - Windows 95 登場、これに伴い個人のインターネット利用が急増
- 1997年～
  - NTT によるADSL サービス
  - CATVによるインターネット接続

# 学術ネットワークの発展

- インターネット環境の利用
  - 軍事目的から学術分野への利用
- アメリカでは
  - 1983年
    - ARPANETから軍事部門を分離 (MILNETが結成)
    - 研究目的のネットワークとして再スタート
  - 1986年
    - NSF(全米科学財団) による NSFNET の構築
  - 1990年
    - NSFNETがARPANETを吸収

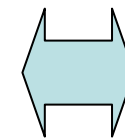


# 日本におけるインターネット

- 1980年代、学術研究を目的に開始
- 1984 -1994
  - **JUNET(Japanese University NETwork)**  
東京工大、慶応大、東京大間をUUCPで接続したネットワーク
- 1988 ~
  - **WIDE(Widely Integrated Distributed Environment)**  
大規模広域分散環境の構築技術の実証を目的としたプロジェクト
- 1992 ~
  - **SINET(Science Information NETwork)**  
学術情報ネットワーク
- 1994 ~
  - **IMnet(Inter-Ministry Research Information Network)**  
省際研究情報ネットワーク  
国公立試験研究機関・特殊法人等における研究情報基盤の  
共有化と研究情報の国際的な流通を目的としたネットワーク

# インターネットの商用化と利用拡大

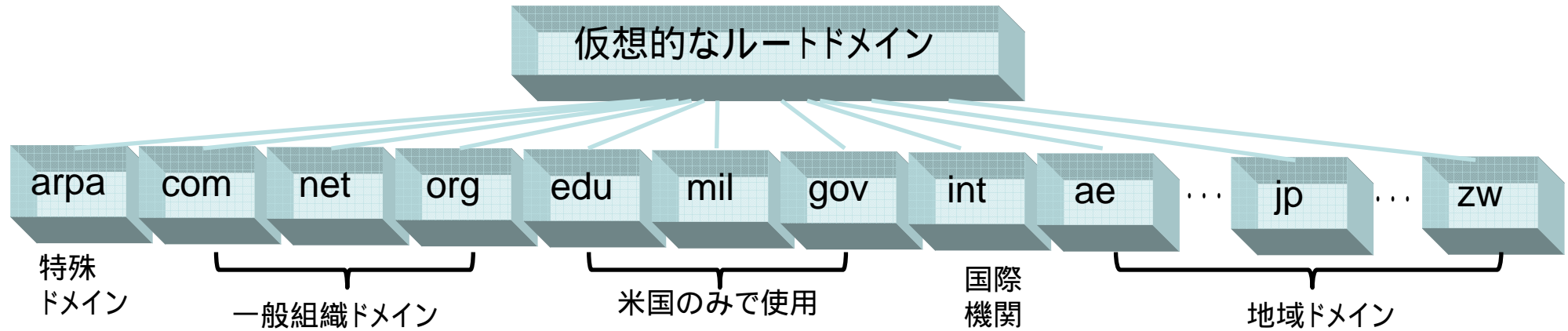
- インターネットの普及
  - 学術利用から商用ネットワークへ
- アメリカ
  - インターネットサービスプロバイダ
    - CERFnet
    - Altnet
    - Altnet
  - 1991年 商用インターネット協会 CIX の発足
- 日本
  - 1992年 AT&Tjens(Spin/InterSpin)  
インターネット接続サービス開始
  - 1993年 IIJ(Internet Initiative Japan)
  - 1994年 InfoWeb(富士通)



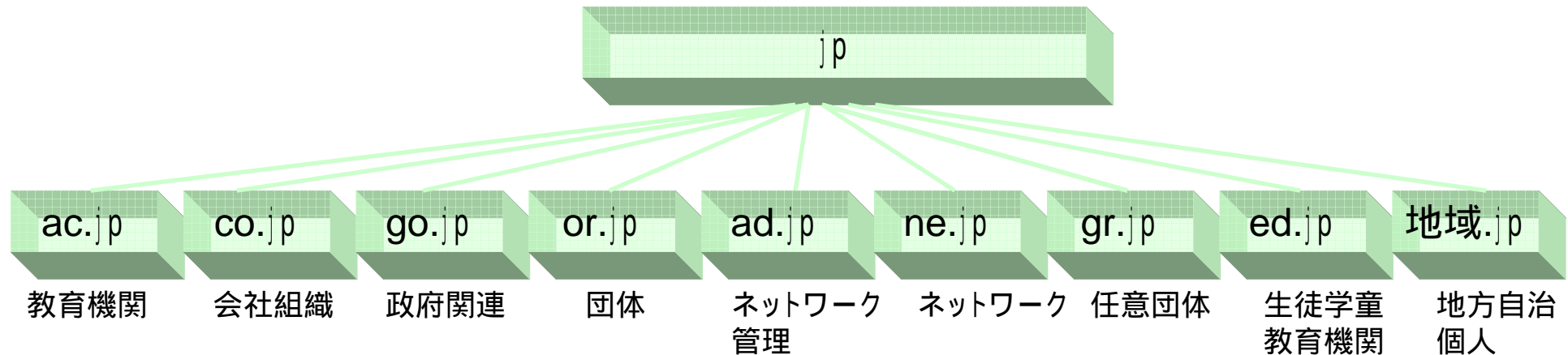
パソコン通信との  
相互接続

# ドメイン

## トップレベルドメイン

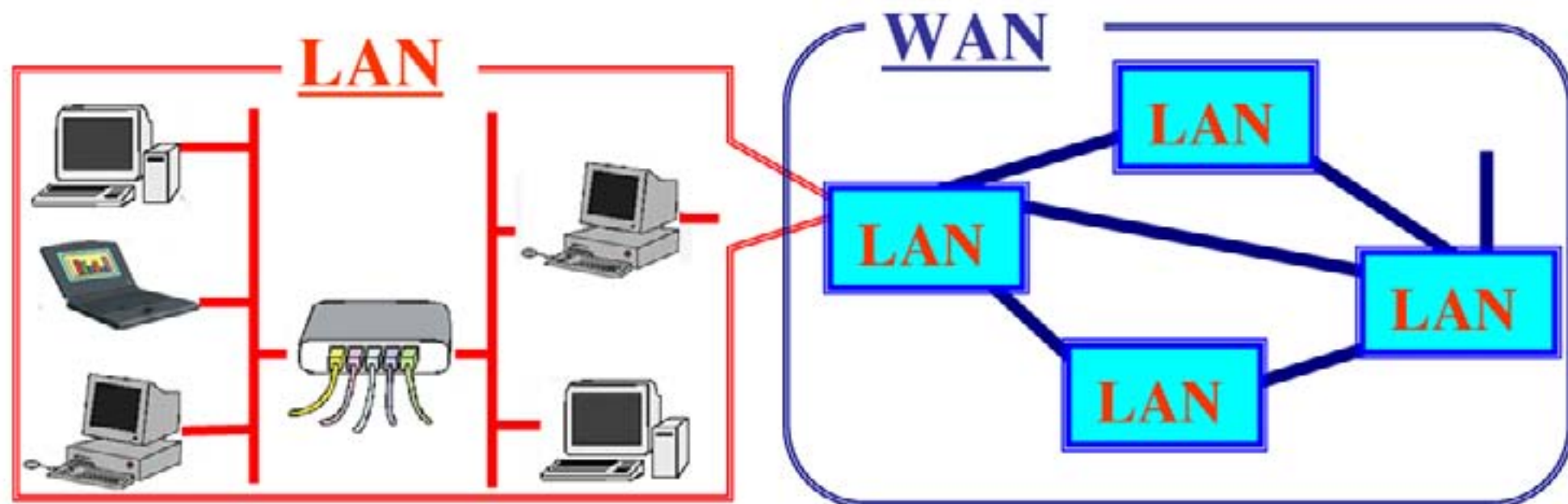


## 日本のドメイン構造



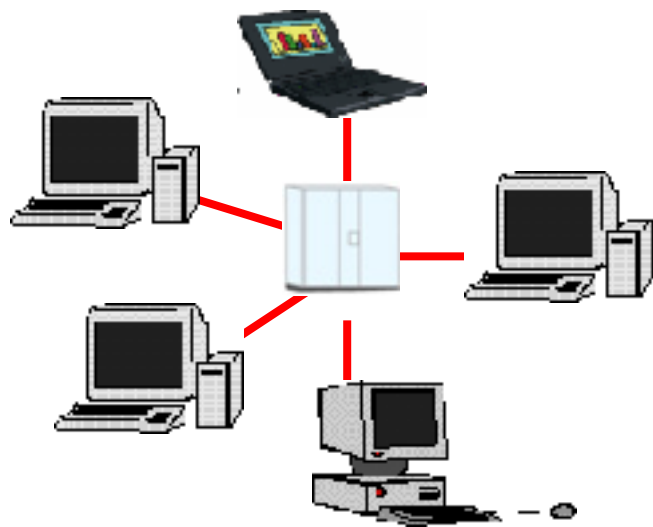
# ネットワークの規模(LANとWAN)

- LAN (Local Area Network)
  - フロアや建物内、キャンパスの中などの比較的狭い地域でのネットワーク
- WAN (Wide Area Network)
  - 広範囲(国、都市など)を結んだ広域ネットワーク



# ネットワークのトポロジ

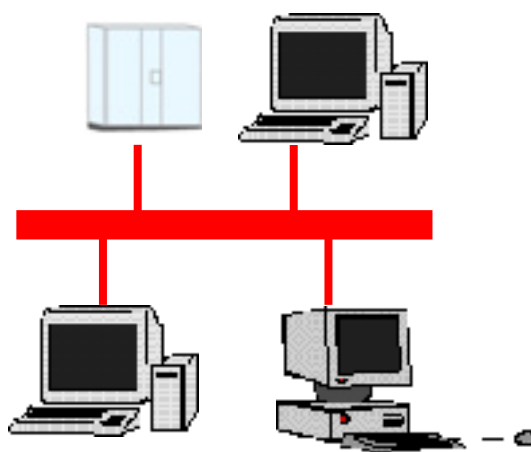
## • スター型



- ノードの追加・削除などが容易
- 中央の装置が故障すると、全ノードにその影響が及ぶ可能性がある

例: 電話回線 (PBX)

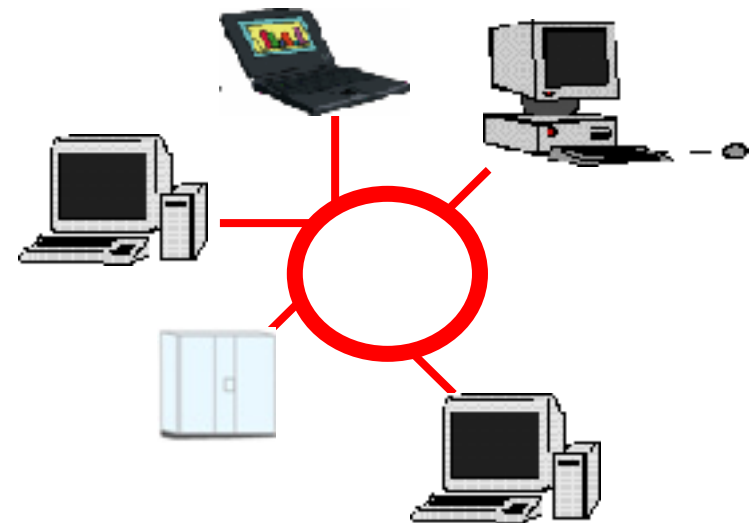
## • バス型



- ネットワークの拡張性に優れている
- 通信量が増えるとバス上での衝突が多くなり、伝送効率が落ちる

例: 大規模ネットワーク

## • リング型



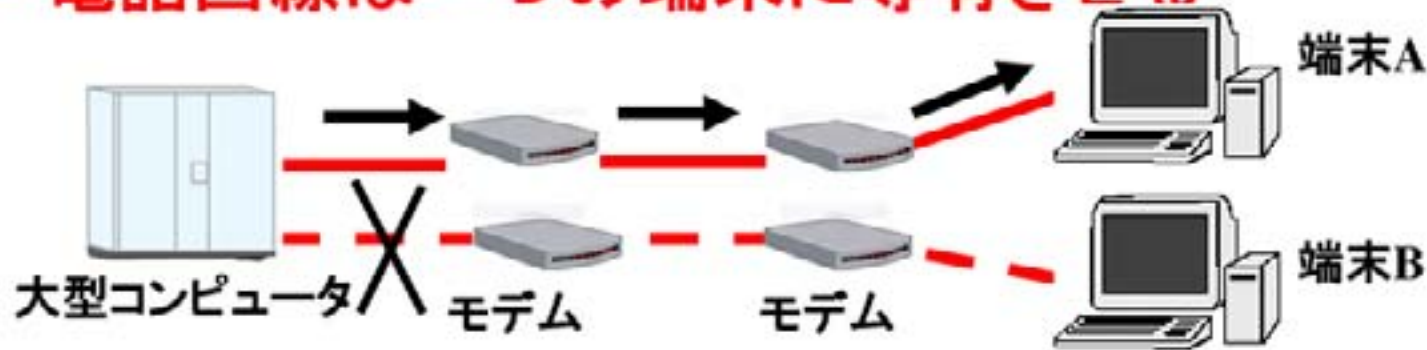
- ネットワークの拡張性に優れている
- 一箇所で障害が生じると、他にも影響 (二重化で対応)

例: バックボーンネットワーク

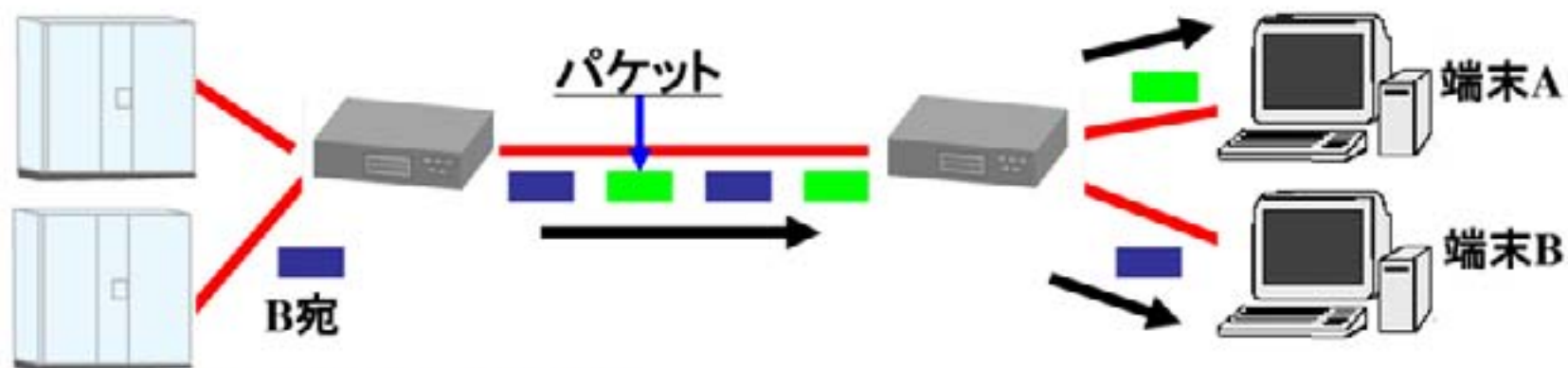
# ネットワークアーキテクチャ

- ・ モデム(電話回線)でのデータ転送

- 電話回線は一つの端末に専有させる



- ・ パケット交換



データをパケットという単位  
で区切って分割して送信

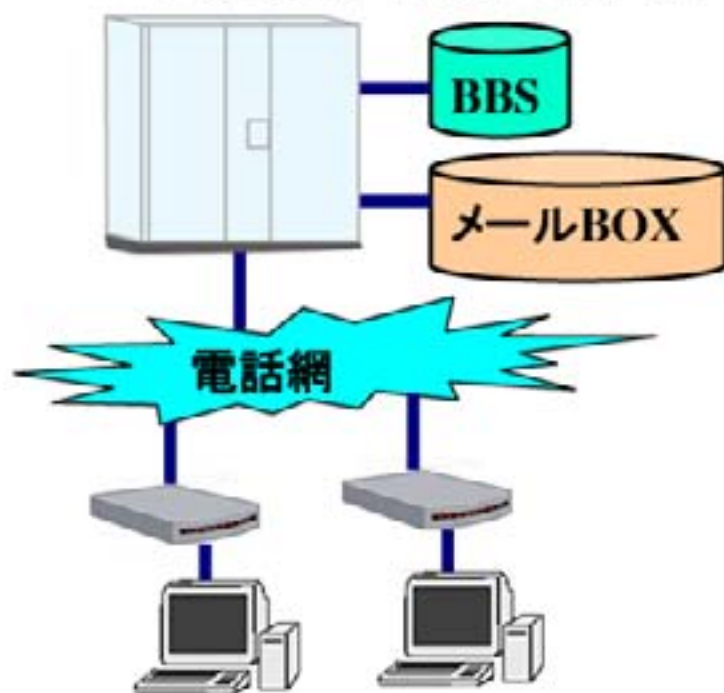
→ 回線を複数の人で同時使用可



# インターネットとパソコン通信

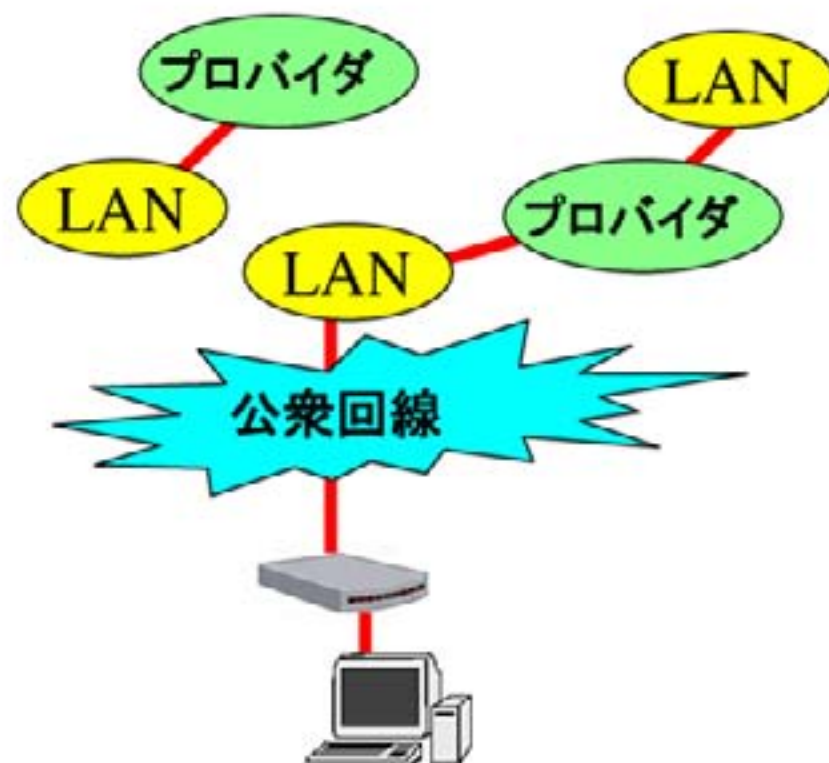
## • パソコン通信

- センターのホストコンピュータ上のみでの処理
- サービスが限定
- 会員しか利用できない



## • インターネット

- 接続手段のみ提供
- 利用方法はユーザに一任
- 誰でも自由に参加可能



# インターネットの利用

- データ転送
  - 電子メール、ファイル転送
- 不特定多数への情報伝達
  - ホームページ、ネットニュース
- 情報検索
  - WWW検索エンジン
- 集中作業 公開討論
  - TV会議、ストリーミングライブ中継
- 遠隔制御
  - リモートアクセス、コントロール

これらはどういった仕組みで  
動作しているのか？？



プロトコル



# プロトコル(protocol)

- コンピュータ同士が通信する際に定める  
「決まりごと」
  - ネットワーク上にはさまざまなコンピュータが存在
    - メーカー,アーキテクチャ,OSなどが異なる
  - それでも通信できることが重要(みんなが使えるために)
    - 通信時の約束ごとを明確に定義
    - 通信はコンピュータの違いを意識する必要がなくなる

プロトコルが同じなら通信可能

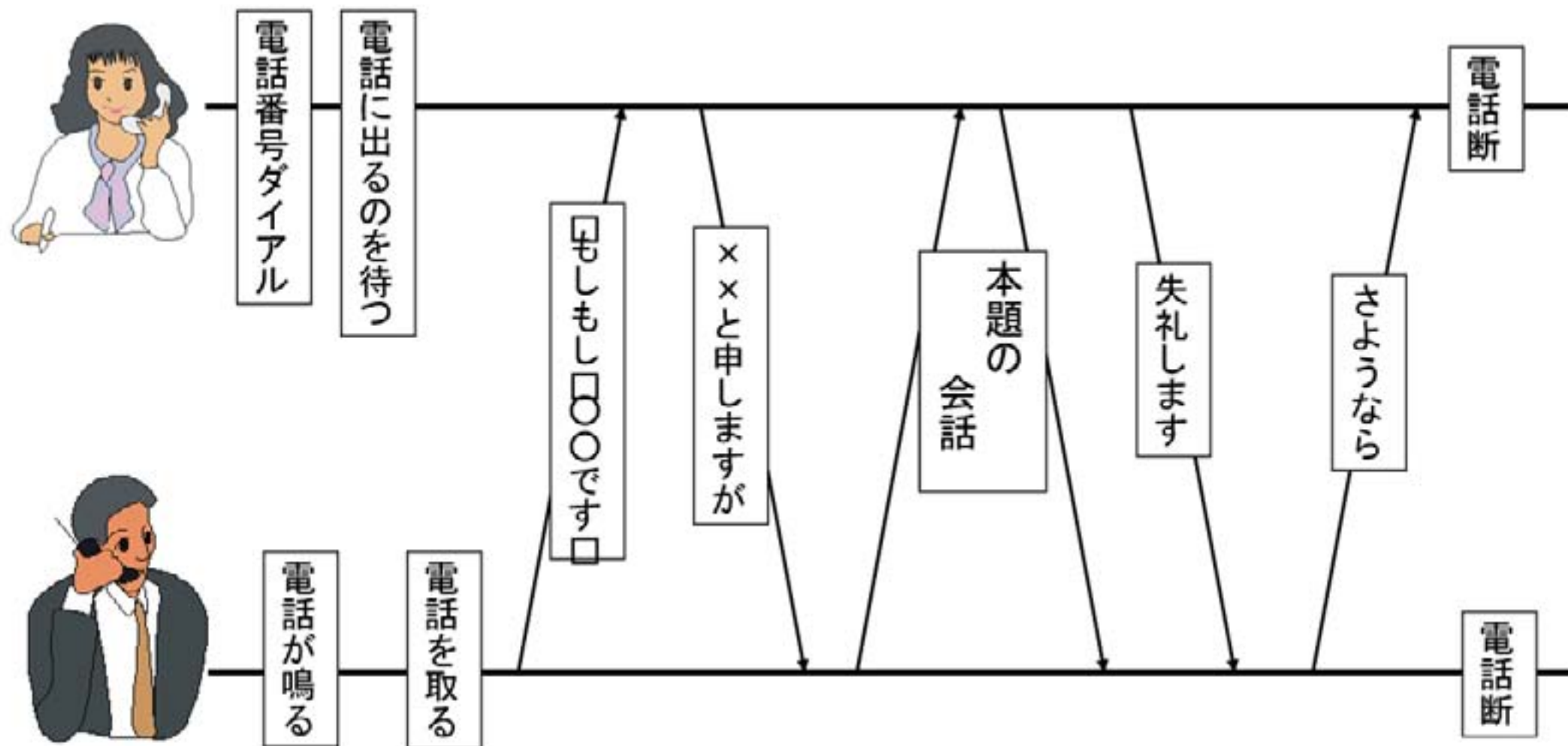


# 日常生活にあるプロトコル

- 人間同士でも、ほぼ決まったやり取りをする場合がある
  - コンピュータほど厳密ではない
- 例
  - 電話での会話
  - ファーストフード店
    - マニュアルにのっとり接客



# 電話のプロトコル(一般編)



# コンピュータの場合

- 人間はある程度ルール外でも会話が成立
  - 知力,応用力,理解力が優れてる
- コンピュータは融通が利かない **プロトコル**
  - 厳密な「約束ごと」が必要
- インターネットには国境がない
  - 国,メーカーに関係ない統一の規格(RFCなど)がある
  - さまざまなプロトコル
    - やり取りするデータや通信の種類ごとに定められる

# プロトコルの種類

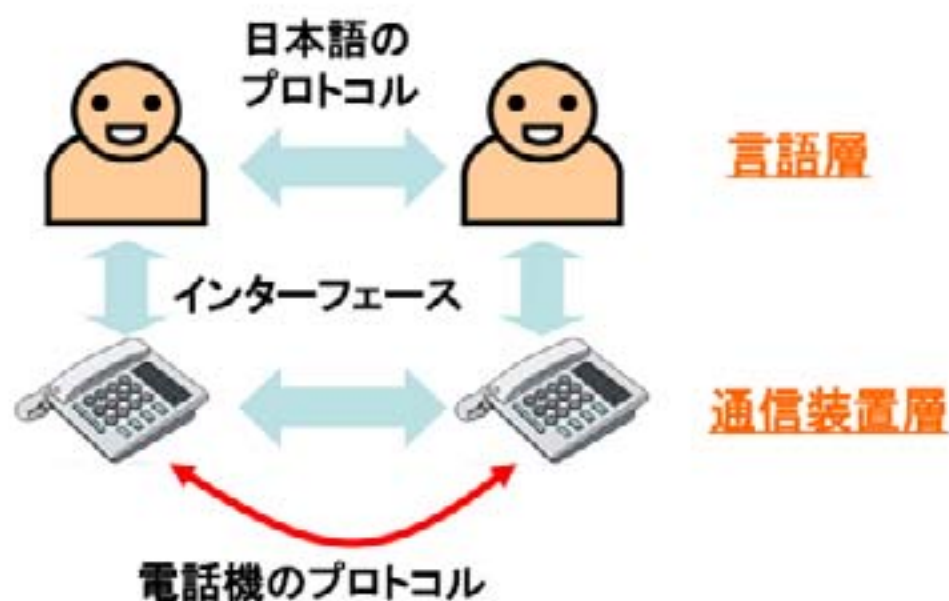
- 各メーカー、団体が独自のプロトコルを開発

メーカー、団体名	プロトコル
Apple Computer	Apple Talk
DEC(Compaq)	DNA
IBM	SNA / IPX
Microsoft	NetBEUI
Novell	Netware(IPX/SPX)

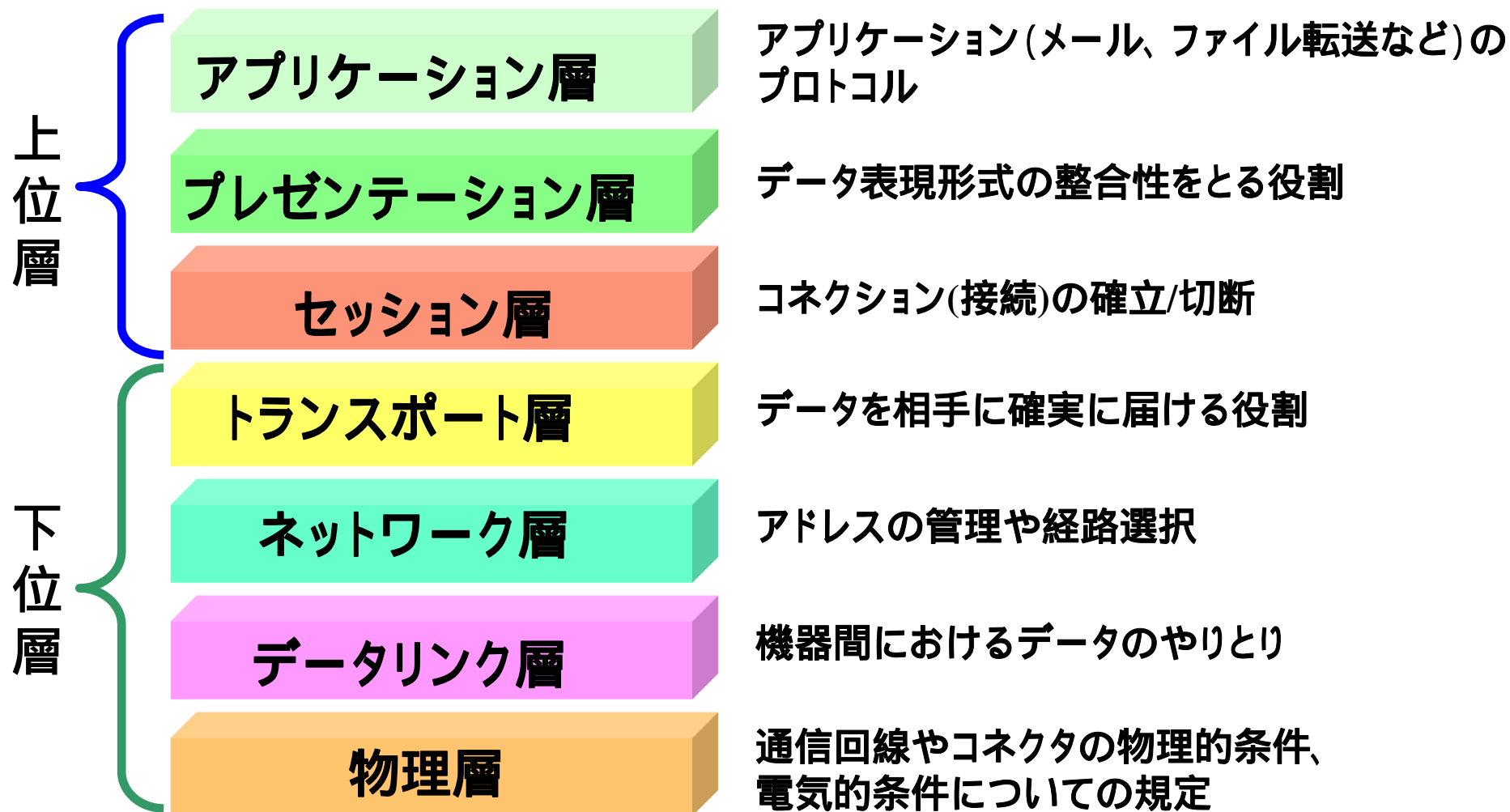
- 互換性がなく不便 → 標準化が必要
- ISO(国際標準化機構)によって標準プロトコルが開発  
**OSI (Open System Interconnection)**
  - インターネットの世界では普及していない
    - TCP/IP プロトコルの普及

# OSI参照モデル(1)

- OSI参照モデル通信プロトコル設計時の指標
  - 複雑化 → プロトコルの階層化
- 人の会話を階層化してみると



# OSI参照モデル(2)



# TCP/IPプロトコル

- OSI (Open System Interconnection) がインターネットでは普及していない
- **TCP/IP プロトコル**が普及し、事実上インターネットにおける業界標準のプロトコル
- TCP/IP プロトコル普及の要因
  - オープン(世界中の誰もが議論に参加できる)
    - IETF(Internet Engineering Task Force: インターネット技術標準化委員会)でとりまとめ
    - RFC(Request For Comments) というドキュメントで公告
  - 実際に通信できる技術を求める
    - 仕様より開発を重視

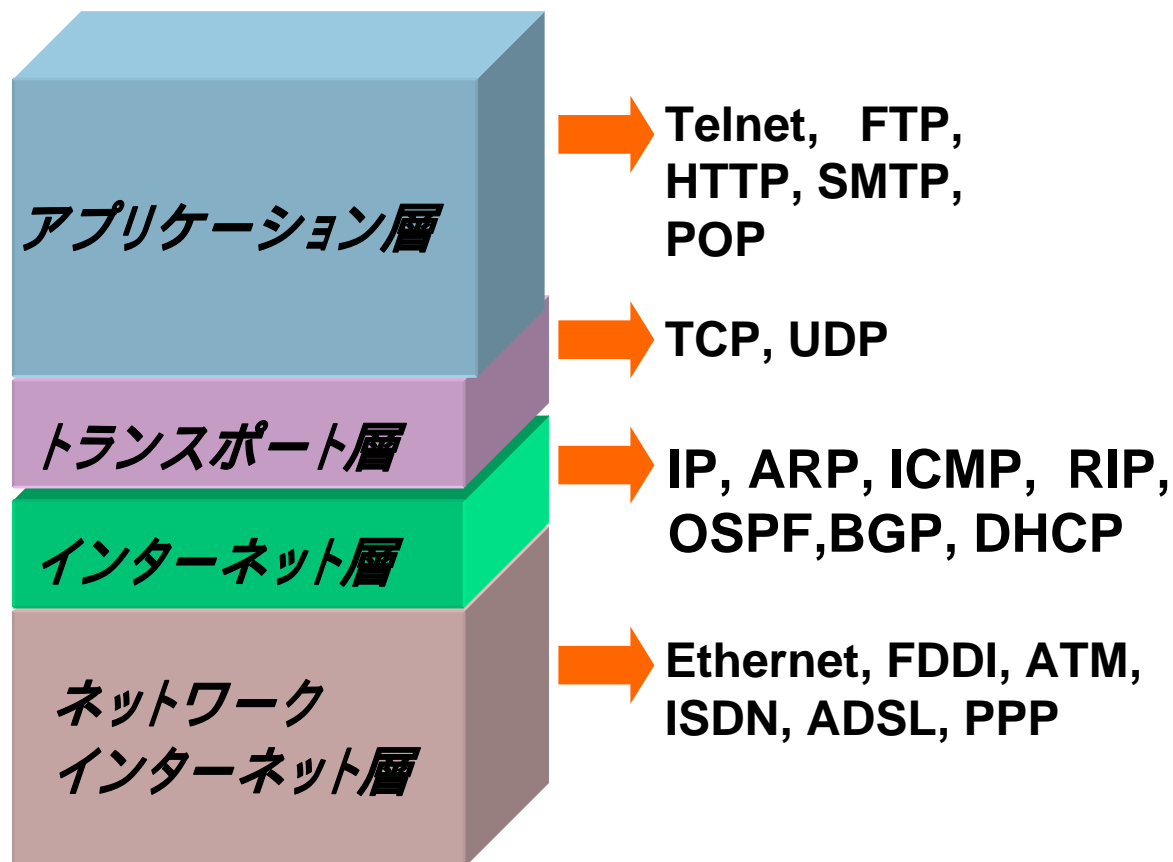


# TCP/IPプロトコル階層モデル

OSI 参照モデル

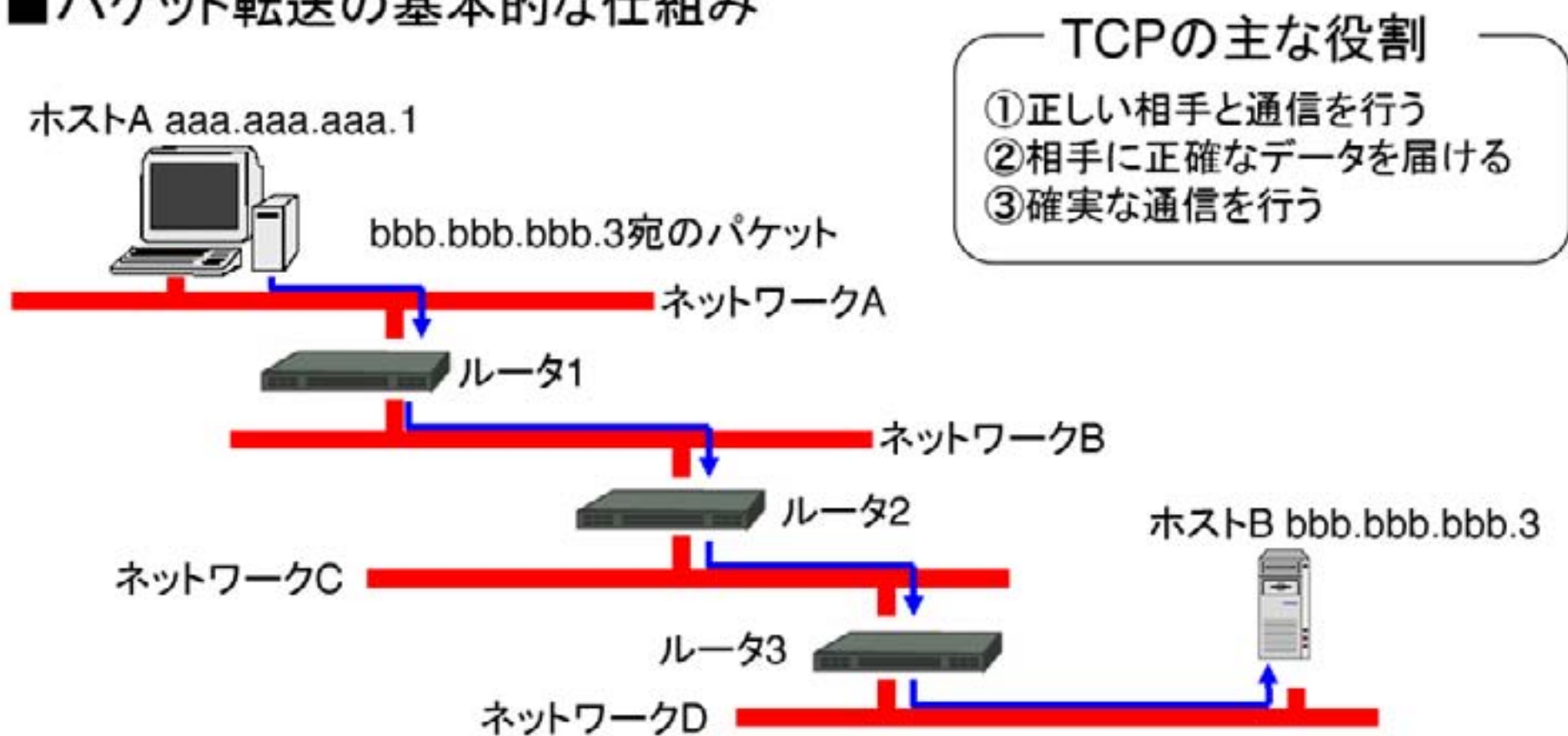


TCP/IP モデル



# TCP/IPによる送信

## ■ パケット転送の基本的な仕組み



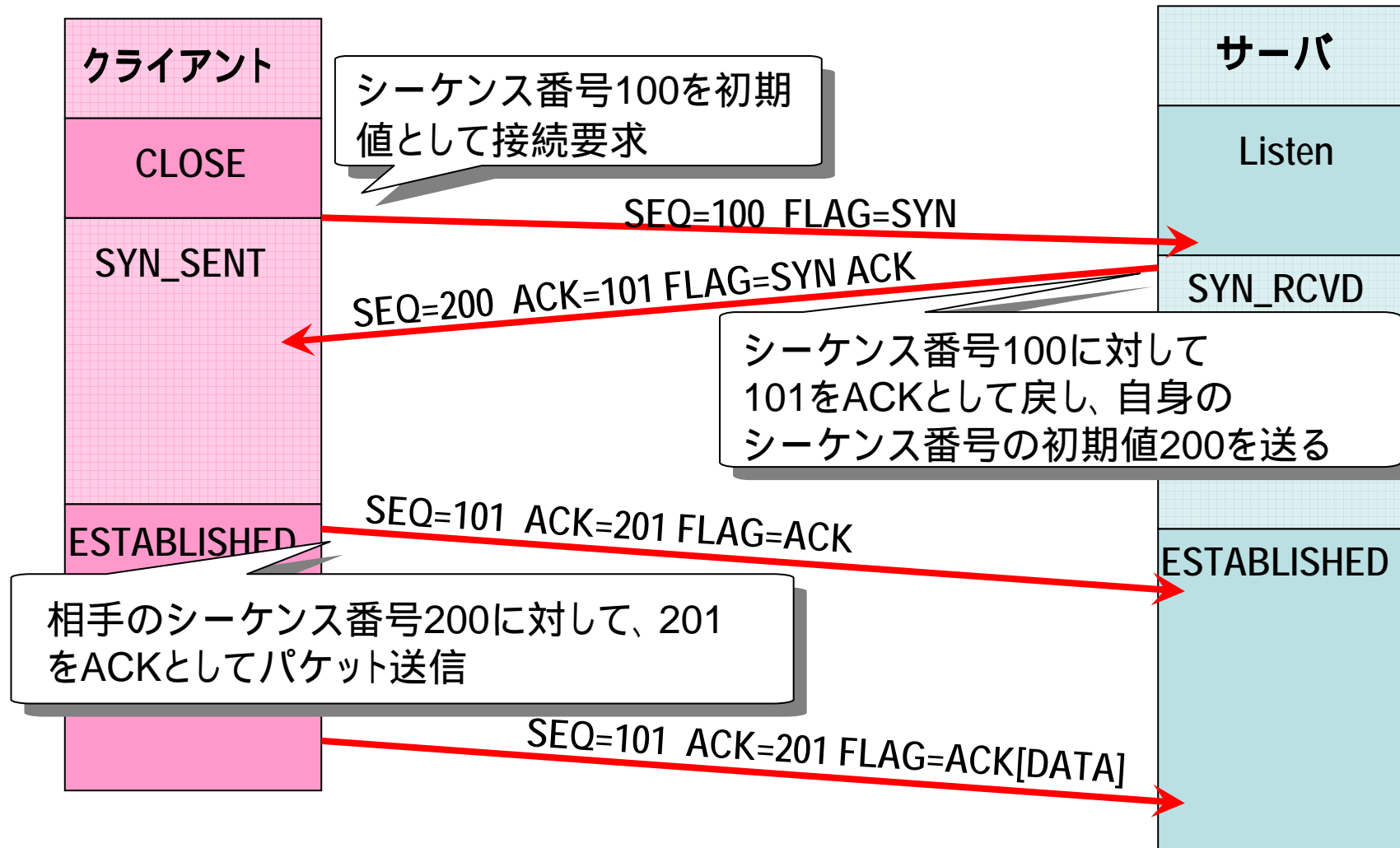
# TCP/IPによる送信

## TCPのフラグ

URG: 緊急フラグ	パケット中に緊急データが含まれていることを表す
ACK: 応答確認フラグ	このパケットが、受信側からの応答であることを表す
PSH: プッシュフラグ	いままでに受信したデータを含めてすべて、上位プログラムへ直ちに転送しなければならないことを示す
RST: リセットフラグ	エラーなどにより、通信状態がおかしくなったことが検出され、通信をリセットする場合に使われる
SYN: 同期フラグ	最初にシーケンス番号の初期値を設定する場合にセットする
FIN: 終了フラグ	送信側が、通信を正常に終了させる場合にセットする

# TCP/IPによる送信

## TCPの通信手順



# アプリケーションプロトコルの例

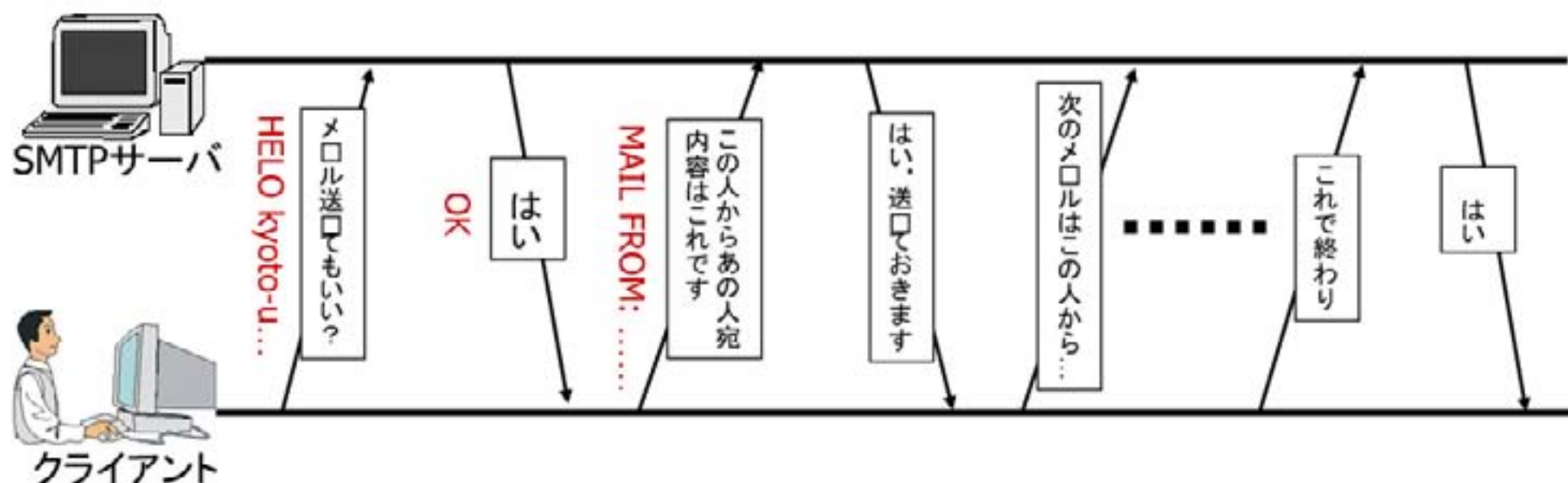
- **HTTP** (HyperText Transfer Protocol)
  - WWWの通信
- **SMTP** (Simple Mail Transfer Protocol)
  - 電子メールの送信
- **POP** (Post Office Protocol)
  - 電子メールの受信
- **FTP** (File Transfer Protocol)
  - ファイルの送受信
- **Telnet**
  - 遠隔地(リモート)の端末に接続

# HTTP(HyperText Transfer Protocol)

- WWWのデータ授受のためのプロトコル
  - サーバからのデータの受信
    - URL(Uniform Resource Locator)でデータの場所を指定
  - クライアントからのデータ送信
    - フォーム等で入力されたデータ
- 基本的に1回のやりとりで通信が終了
  - クライアントからの要求
  - それに対するサーバからの返事
    - 必要に応じて新たな通信を行う

# SMTP(Simple Mail Transfer Protocol)

- メールを送信するためのプロトコル
  - 送信者の指定 ⇒ From:
  - 宛先の指定 ⇒ To:
  - メールのタイトル、本文の送信
- 1回の通信で複数のやりとりを行う



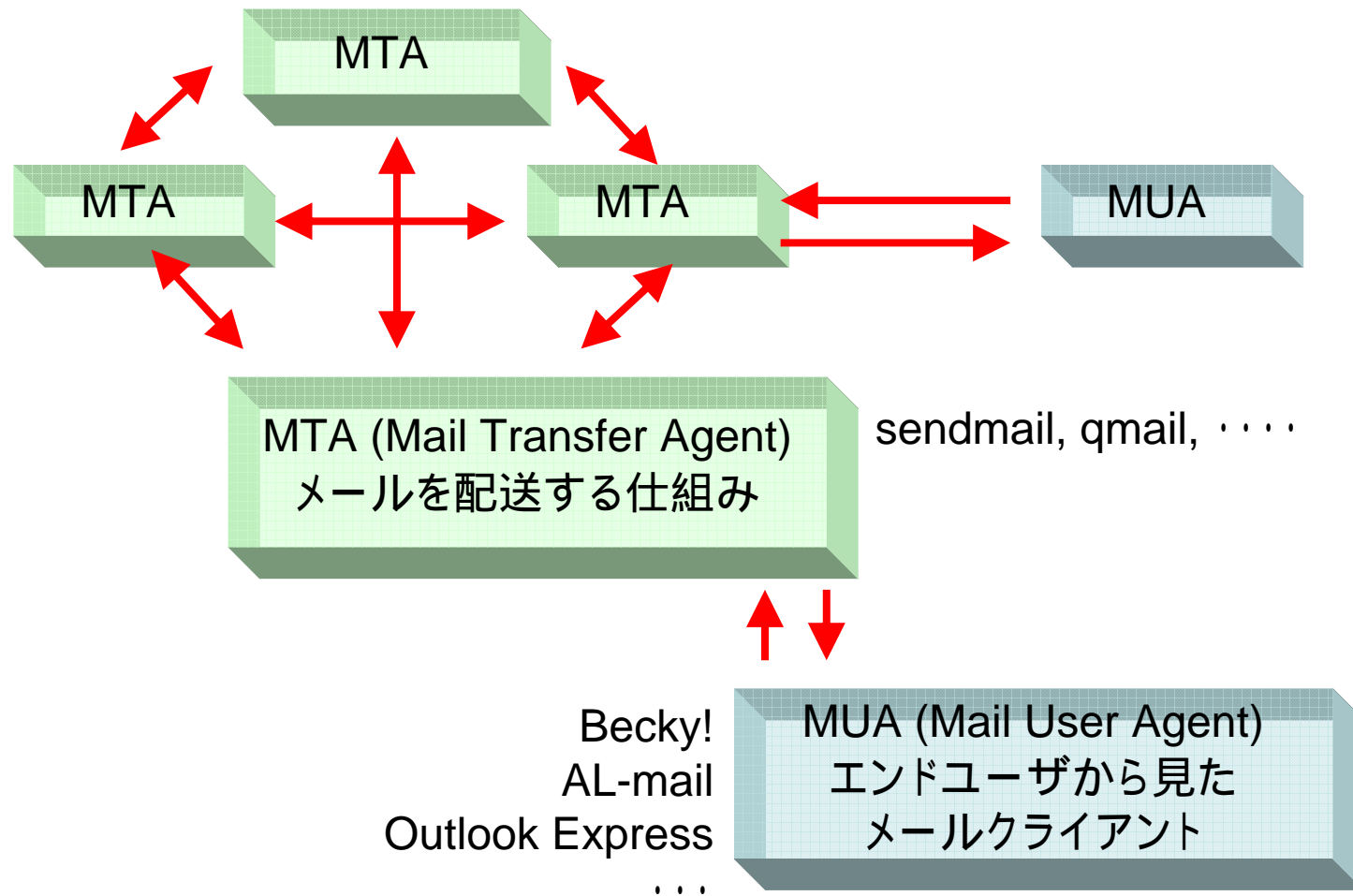
# POP(Post Office Protocol)

- メールを読む(受信する)ためのプロトコル
  - ユーザ認証
  - メール一覧の取得
  - メールの受け取り
  - メールの削除
- POP3
  - POP Version 3 : 一般的に使われる
- APOP
  - ユーザ認証暗号化
    - サーバに送信するパスワードを暗号化して送る

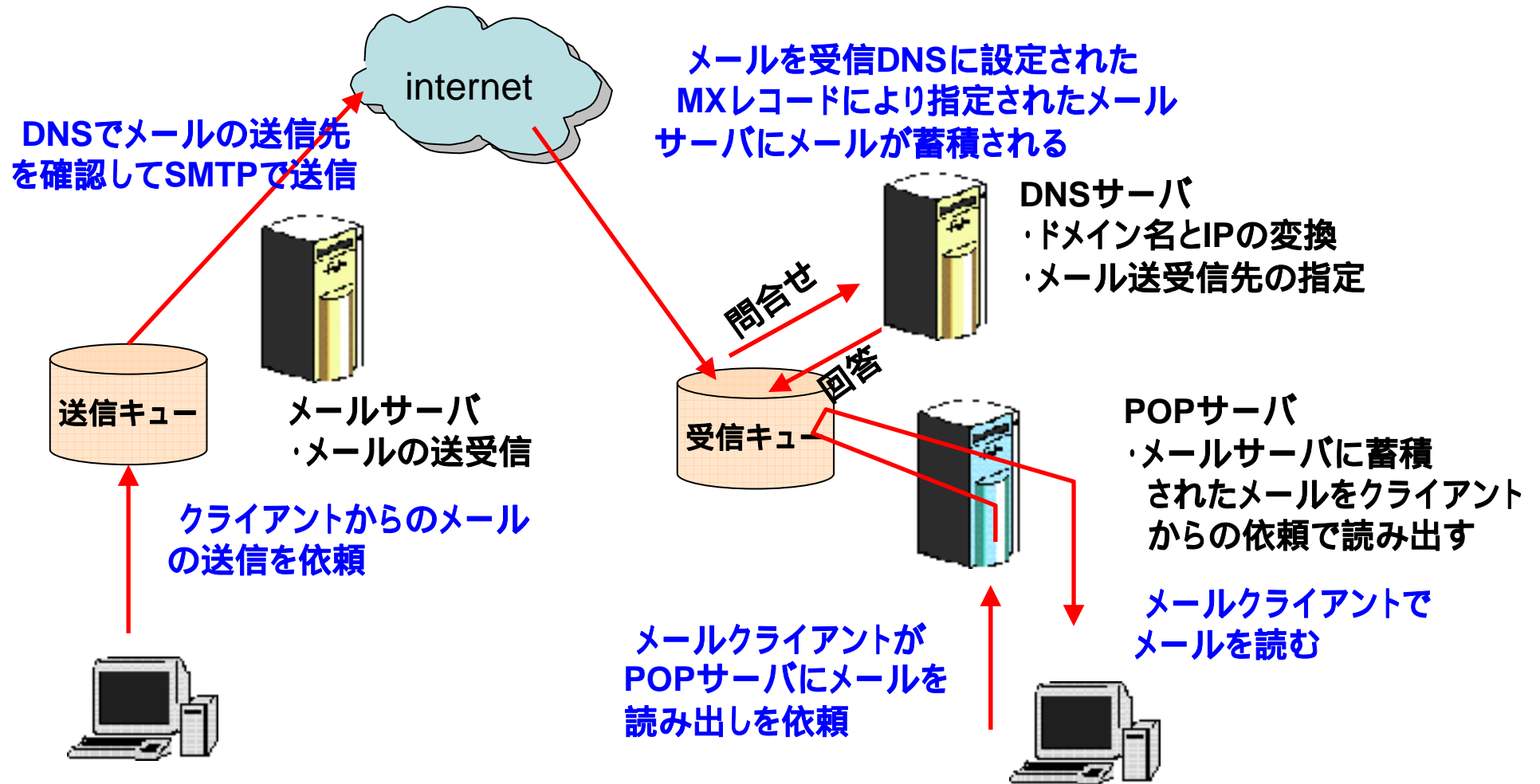


# MTAとMUA

## MTAとMUAの違い

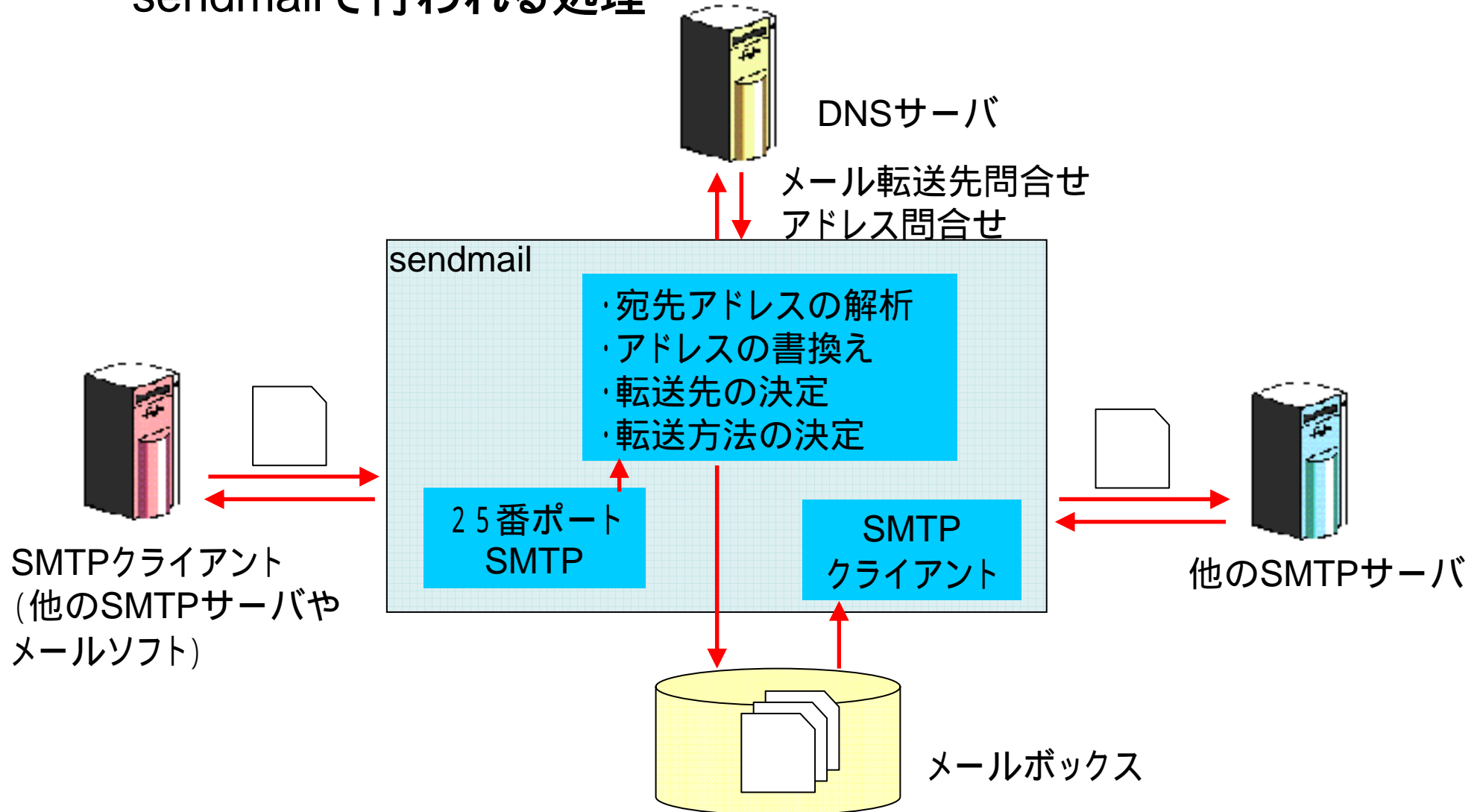


# メールの受け渡し



# メールの届くしくみ

sendmailで行われる処理



# メールの届くしくみ

ヘッダ

Return-Path: <e-can@kyotocoop.net>  
Received: by mbox.kudpc.kyoto-u.ac.jp (Postfix)  
id 4F49148C097; Thu, 22 Jul 2004 08:30:25 +0900 (JST)  
Delivered-To: nakai@mbox.kudpc.kyoto-u.ac.jp  
Received: from shield.kudpc.kyoto-u.ac.jp (shield.kudpc.kyoto-u.ac.jp [130.54.9.41])  
by mbox.kudpc.kyoto-u.ac.jp (Postfix) with SMTP id 3B08948C095  
for <nakai@mbox.kudpc.kyoto-u.ac.jp>; Thu, 22 Jul 2004 08:30:25 +0900 (JST)  
Received: by shield.kudpc.kyoto-u.ac.jp; id IAA01360; Thu, 22 Jul 2004 08:30:24 +0900  
Received: from localhost(127.0.0.1) by shield.kudpc.kyoto-u.ac.jp via csmmap (V4.1)  
id srcAAAsga4Pc; Thu, 22 Jul 04 08:30:23 +0900  
Received: from nekonet-ios.jp ([218.40.3.227])  
by shield.kudpc.kyoto-u.ac.jp (8.11.3/8.11.3) with SMTP id i6LNUNL01356  
for <nakai@mbox.kudpc.kyoto-u.ac.jp>; Thu, 22 Jul 2004 08:30:23 +0900 (JST)  
Received: (qmail 1015 invoked by uid 506); 22 Jul 2004 08:30:17 +0900  
Date: 22 Jul 2004 08:30:17 +0900  
Message-ID: <20040721233017.1014.qmail@nekonet-ios.jp>  
To: nakai@mbox.kudpc.kyoto-u.ac.jp  
Subject: ご注文ありがとうございます  
From: 京都生協ギフトシステム <kyotocoop@nekonet-ios.jp>  
Reply-To: e-can@kyotocoop.net  
X-Mailer: PHP/4.3.1  
Mime-Version: 1.0  
Content-Type: text/plain; charset=iso-2022-jp  
Content-Transfer-Encoding: 7bit

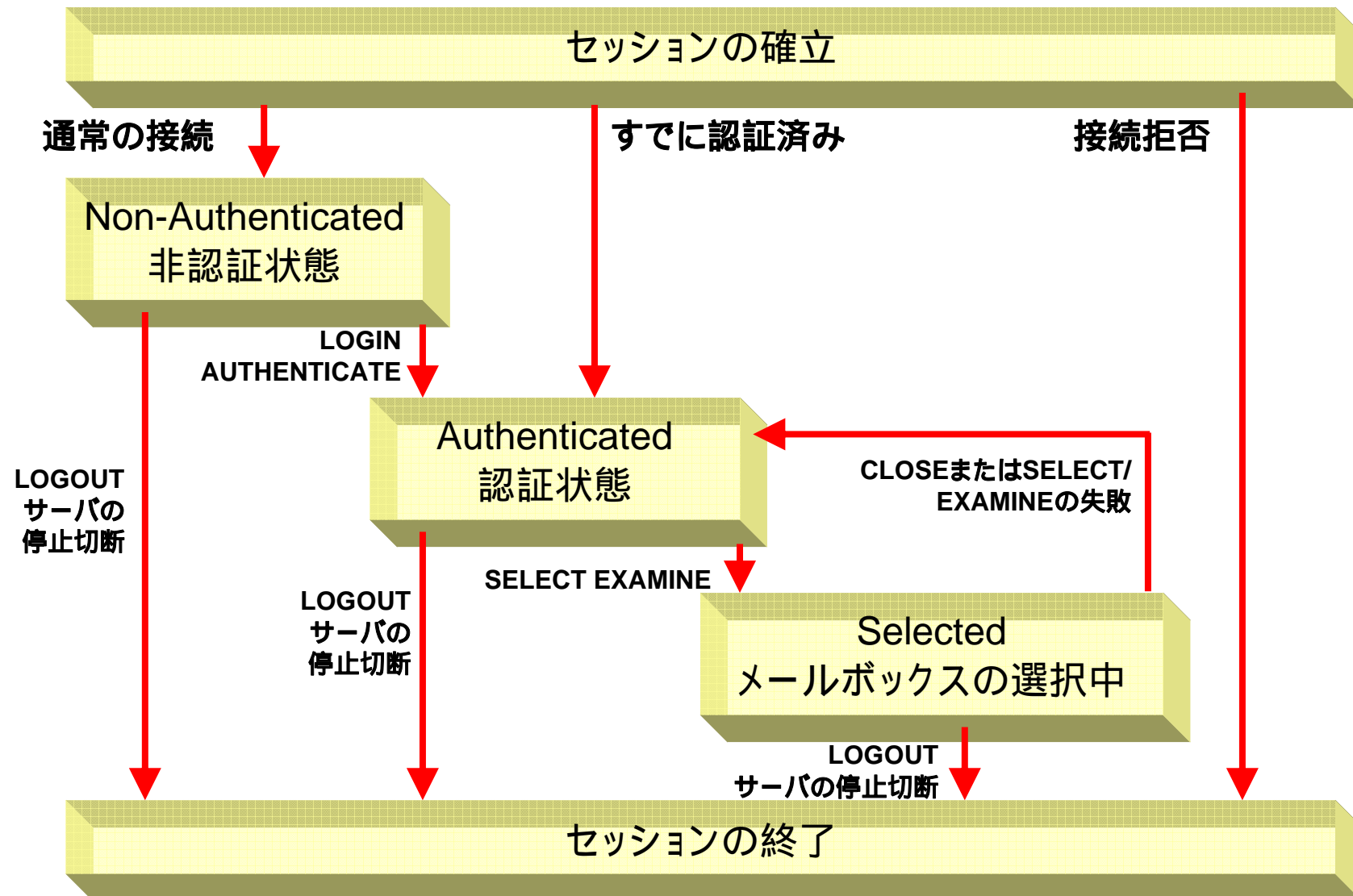
空行

ボディ

中井 様  
いつもお引き立ていただきましてありがとうございます。  
今回、以下の内容でご注文を承りましたのでご案内いたします。

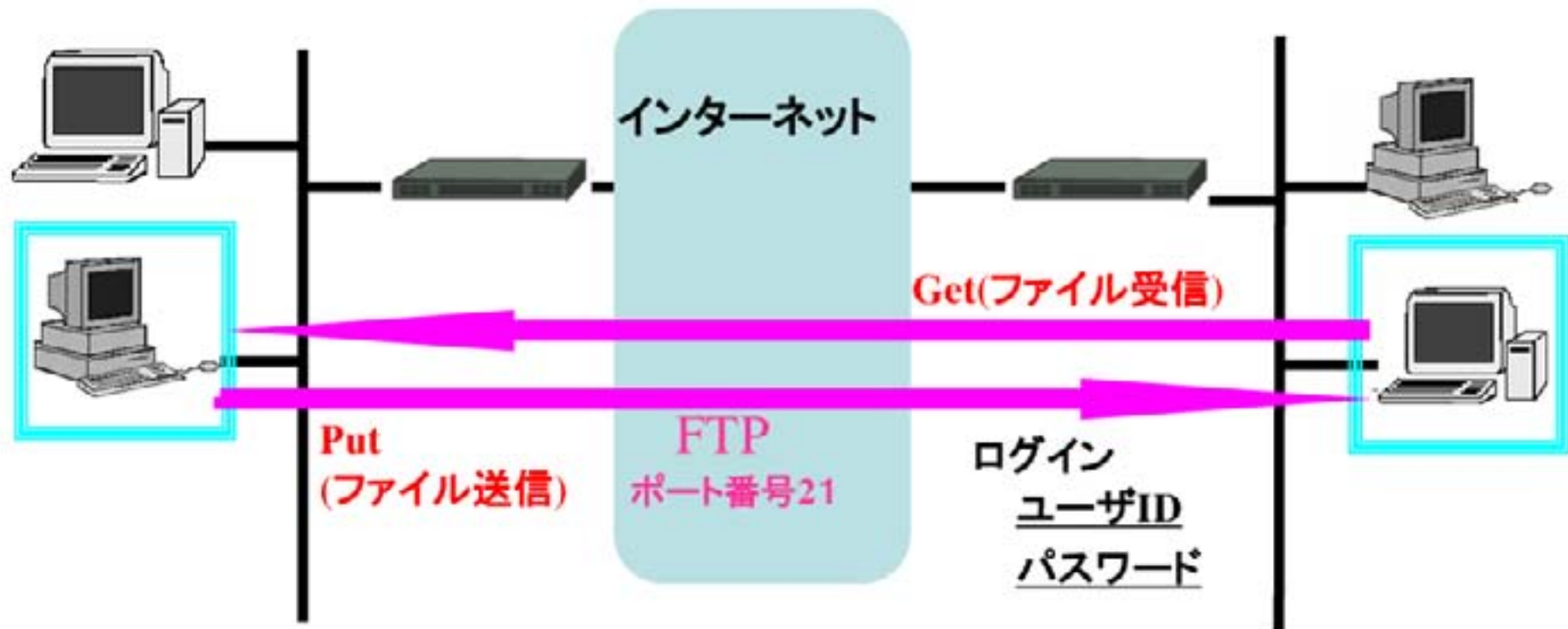
# IMAP4

Internet Mail Access Protocol ver.4



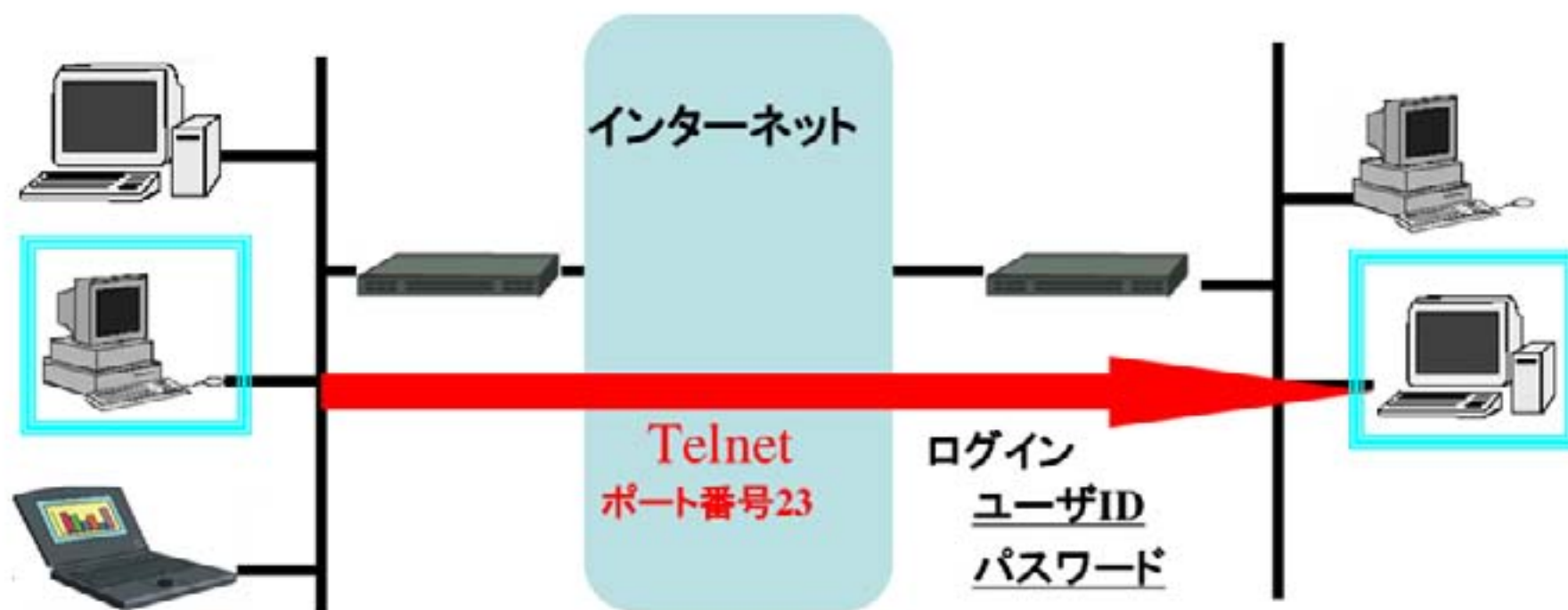
# FTP(File Transfer Protocol)

- ・ コンピュータ間のファイル転送を行うユーザ認証
  - 匿名(anonymous)でのアクセスも可能
  - ファイルリストの取得、ディレクトリの移動
  - ファイルの送信、受信



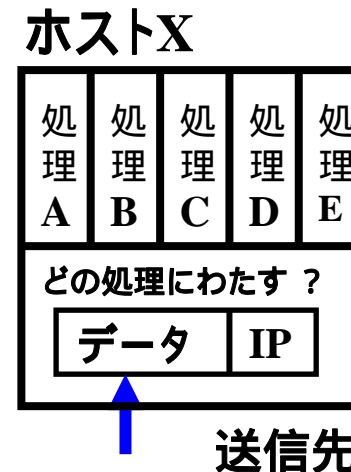
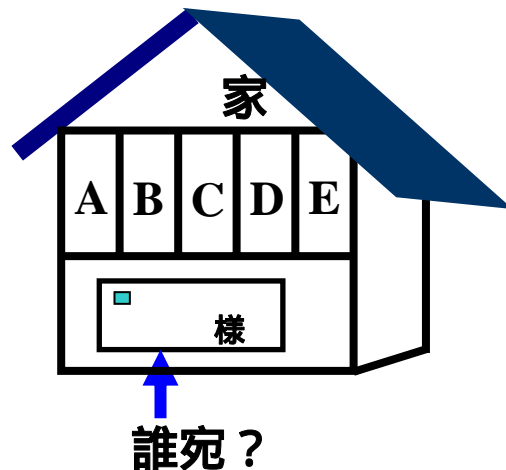
# Telnet

- ネットワークを介して接続されている遠隔地のコンピュータにログインして利用する



# トランスポート層

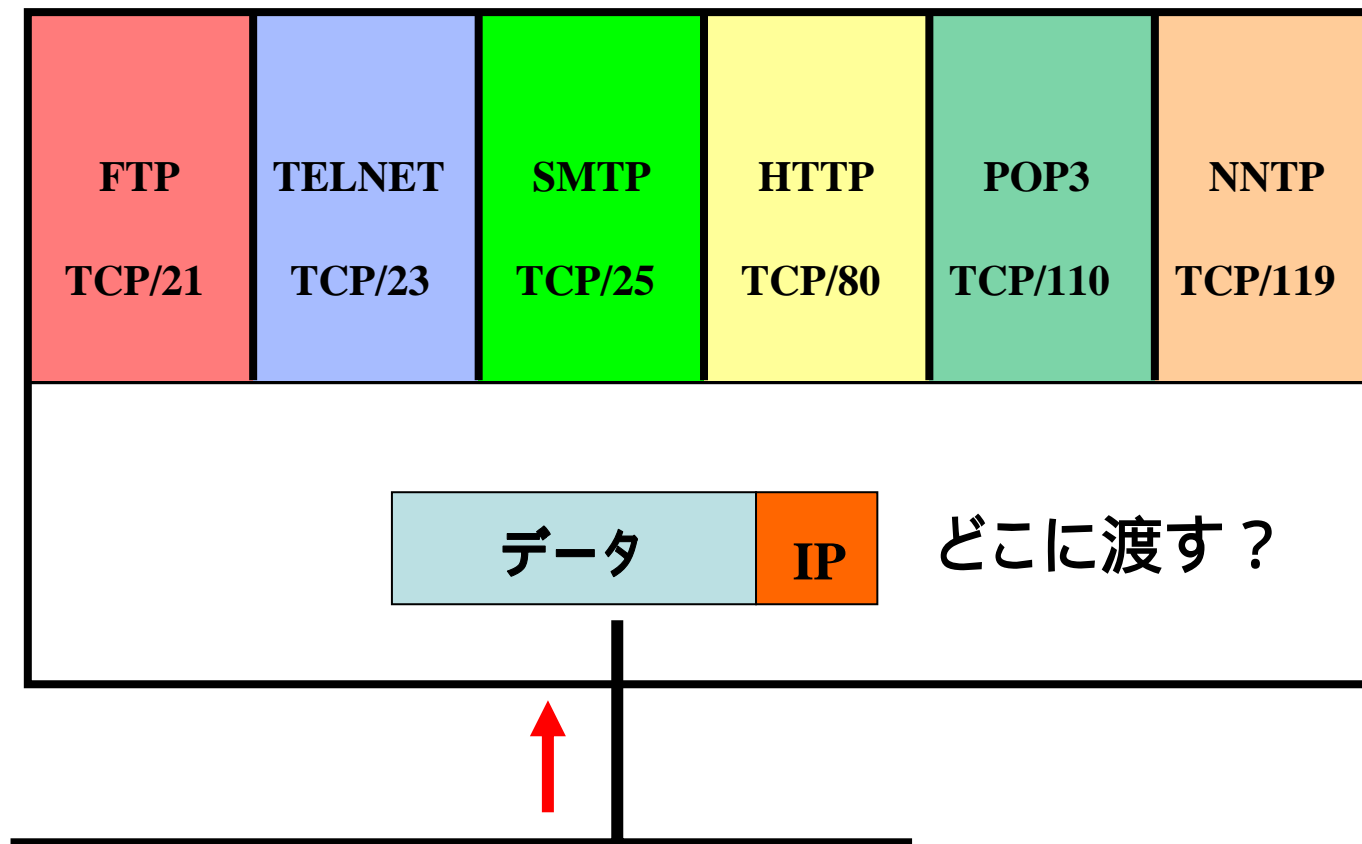
- どのアプリケーションプログラムと通信するか識別
  - TCP(Transmission Control Protocol)
    - コネクション型プロトコル
    - 信頼性を重視
  - UDP(User Datagram Protocol )
    - 信頼性の低いデータグラム型プロトコル
    - 高速通信向き(ビデオ、音声の配送など)





# ポート番号

- 同一のコンピュータ内で通信を行っているプログラムを識別するアドレス



# インターネット層

- **送信元から受信元まで情報を転送する機能を提供**
  - **送受信間の経路の確立**  
**IP (Internet Protocol)**
  - **アドレス解決**  
**ARP(Address Resolution Protocol)**
  - **通信障害の応答**  
**ICMP (Internet Control Message Protocol)**
  - **通信経路制御(選択)**  
**RIP, OSPF, BGP...**

# IP(Internet Protocol)

- IPアドレス
  - インターネット上の接続機器の識別子  
(住所みたいなもの)
- 32bit の2進数で表現 (IPv4 : IP Version4)
  - 8ビットごと4桁に分割して「.」で区切り、それぞれの桁を10進数で表現することが多い

10101100 . 00010100 . 00000001 . 00000001    2進数

172 . 20 . 1 . 1    10進数

- ネットワーク部+ホスト部で形成

# 特別なIPアドレス

- ネットワークアドレス
  - ホスト部のビットを 全て 0 にしたもの
  - ネットワークの名前のようなもの
  - 例 202.255.229.0
- ブroadcastキャストアドレス
  - ホスト部のビットを 全て 1 にしたもの
  - そのネットワークに繋がったすべての計算機を意味
  - 例 202.255.229.255

# プライベートアドレス

- グローバルアドレス

- 割り当て機関から正式に割り当てられたアドレス  
(世界でただ一つ)

- プライベートアドレス

- いつでもどこでも誰が使ってもよい

- 10.0.0.0 ~ 10.255.255.255 (10.0.0.0/8)
- 172.16.0.0 ~ 172.31.255.255 (172.16.0.0/12)
- 192.168.0.0 ~ 192.168.255.255 (192.168.0.0/16)

- 世界中に同じアドレスが多数存在

- つまり, 直接インターネットに接続できない



ではどうやってインターネットで利用する??

NAT, IPマスカレード, プロキシを使用

# IPv6 (IP Version 6)

- 現在のIPアドレス (**IPv4**)

- 全世界で接続できる端末数  $2^{32} = 4,294,967,296$  (約43億)個  
あと数年で枯渇する見込み

- 新しいIPアドレス **IPv6**

- **128ビットの2進数で表現**

表示例: 3ffe:0501:4819:2000:0210:f3ff:fe03:04d0

128ビットを16ビットずつわけて、16進数を用いて表す

- **接続できる端末数**

$2^{128} = 340,282,366,920,938,463,463,374,607,431,768,211,456$

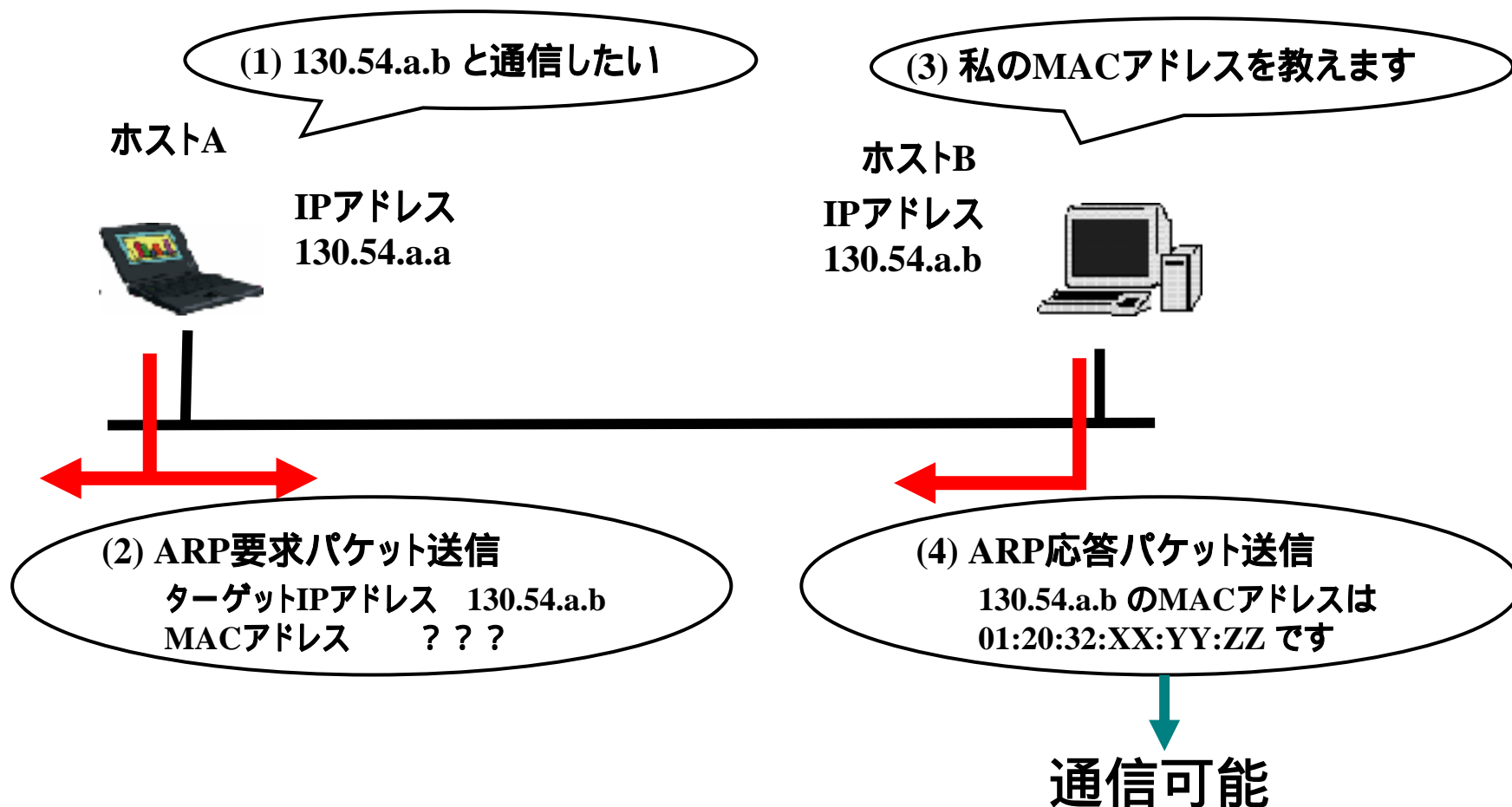
約  $3.4 \times 10^{38}$  個      ほぼ無限に使用できる

- **身の回りのものの全てにIPアドレスをつけて使用**

- IP家電(リモート操作が容易)、Internet car

# ARP(Address Resolution Protocol)

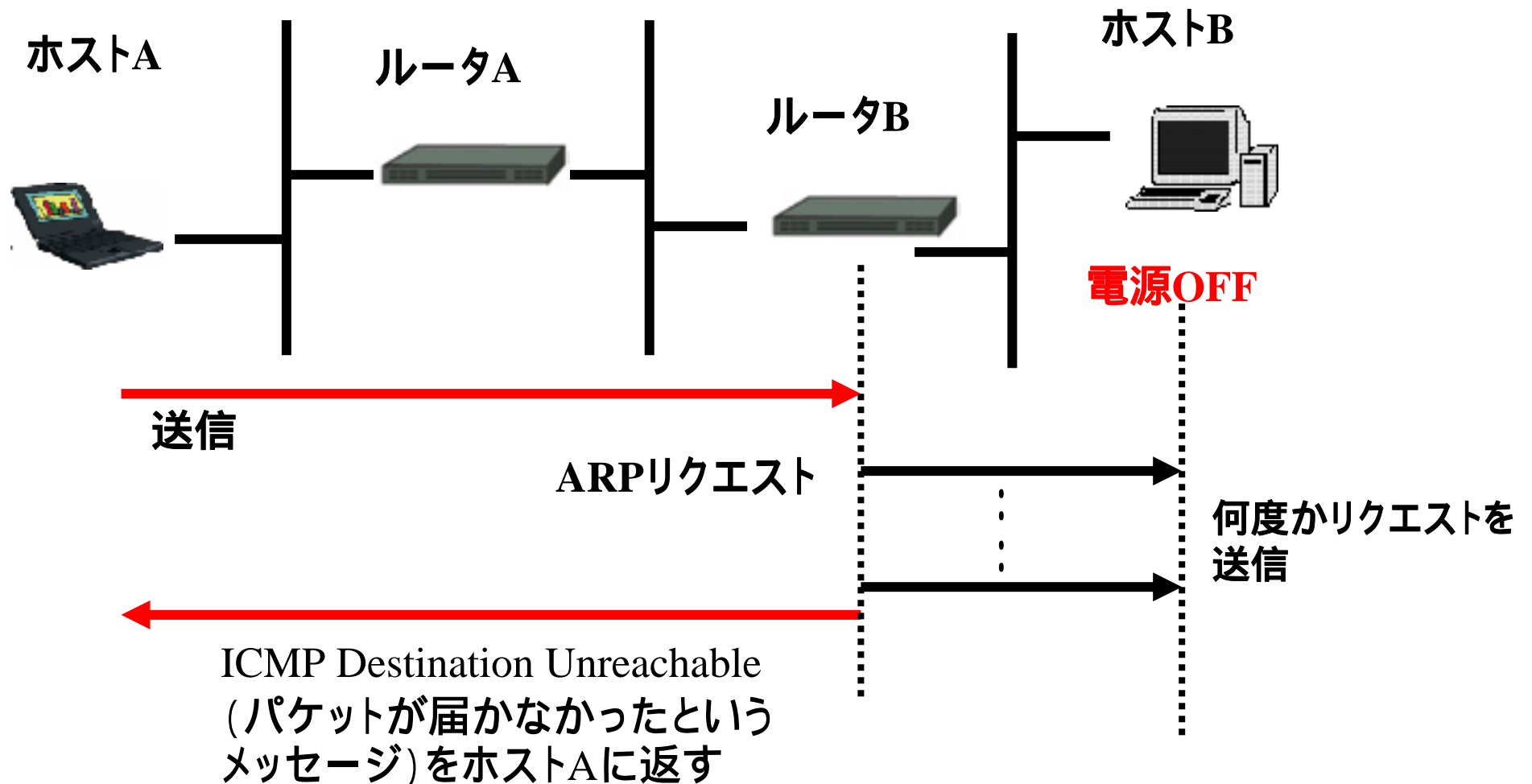
- IPアドレスからMACアドレス(端末固有のアドレス)を得るプロトコル



# ICMP

## (Internet Control Message Protocol)

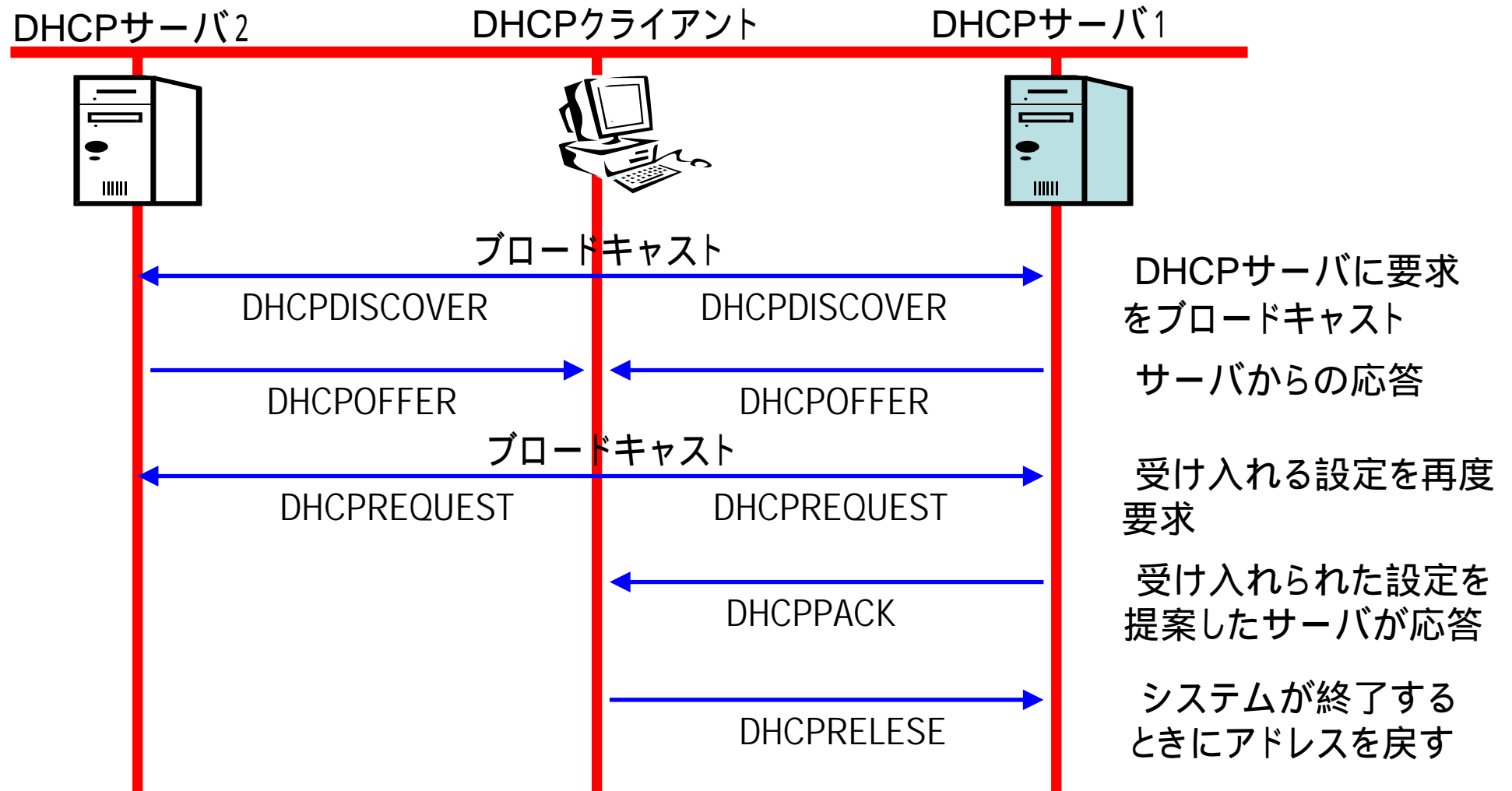
- エラー通知や診断を行うプロトコル





# DHCP

## DHCPでのIPアドレスのリース



# 経路制御(ルーティング)

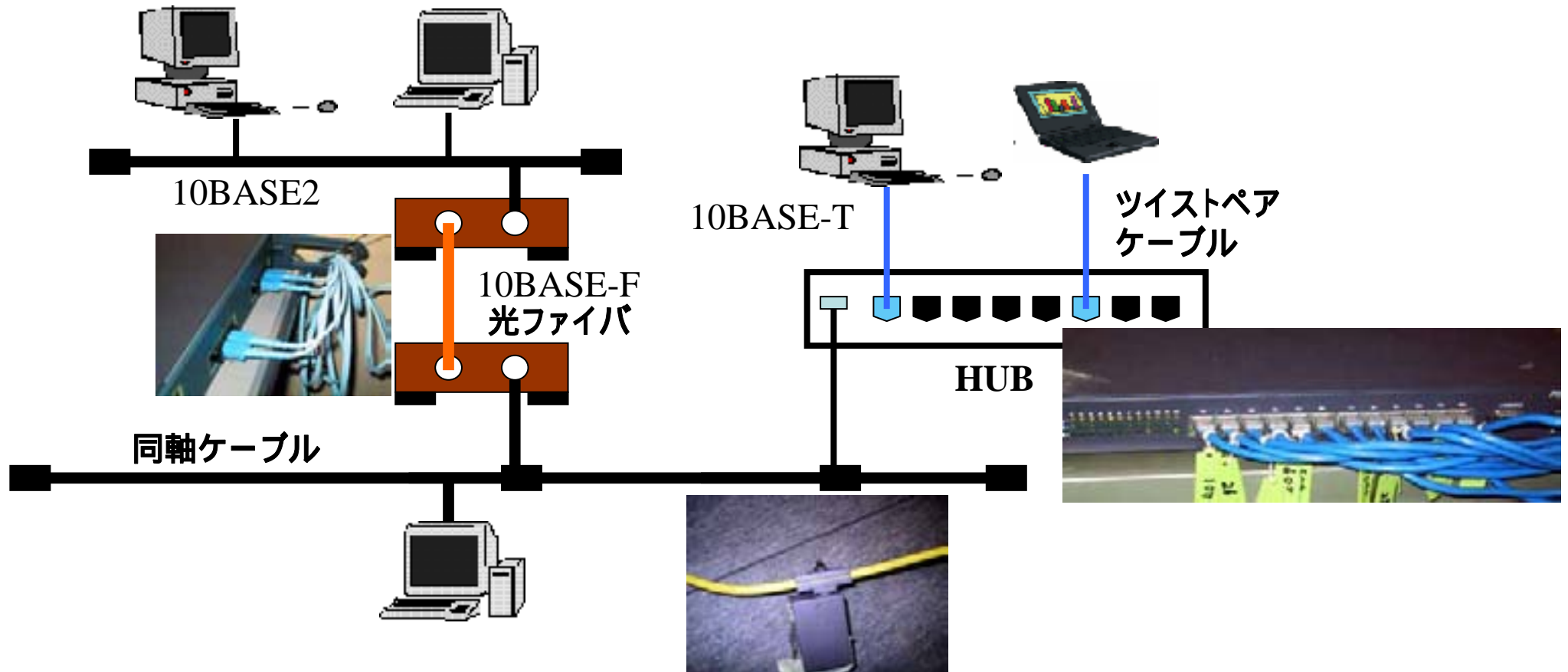
- インターネットの通信はバケツリレー
  - 次にどこに送ったらいいかのみがわかればよい  
まずは最寄のゲートウェイに送り、  
次のゲートウェイに送ってくれる
- 次に送るべき通信先の対応表(テーブル)をもつ
  - 経路制御(ルーティング)テーブル
    - 効率のよい行き先を選ぶ
    - 行き先(ネットワーク,ホスト)とゲートウェイの対応表

# ネットワークインターフェース層





- **イーサネット (Ethernet)**
  - インターネットでも最も普及
- **ATM (非同期転送モード)**
  - B-ISDN (広帯域ISDN) の基礎技術
- **FDDI (Fiber Distributed Data Interface)**
  - トークンリング方式を採用した光ファイバによるネットワーク
- **PPP**
- **ISDN、ADSL**

# イーサネット(Ethernet)

- アメリカ Xerox社とDEC社によって考案
  - 通信速度 (10Mbps ~ 10Gbps)
  - CSMA/CD方式



# イーサネットの種類

種類	ケーブル最大長	ケーブル種類
<b>10Mbps</b>		
10BASE2	185m	同軸 → 
10BASE5	500m	同軸 → 
10BASE-T	100m	UTP ケーブル
10BASE-F	1000m	光ファイバ(MMF)
<b>100Mbps (Fast Ethernet)</b>		
100BASE-TX	100m	UTP ケーブル → 
100BASE-FX	412m	光ファイバ(MMF)
<b>1Gbps (Giga bit Ethernet)</b>		
1000BASE-SX	220-550m	光ファイバ(MMF) → 
1000BASE-LX	500m/5000m	光ファイバ(MMF/SMF)
1000BASE-T	100m	UTP ケーブル

# 京都大学のキャンパスネットワーク: KUINS

(Kyoto University Integrated information Network System)

- 昭和62年度～平成元年度  
運用開始 (KUINS-I 基幹ループLAN)
- 平成8年度  
ATM バックボーン導入による高速化 (KUINS-II/ATM)
- 平成13年度  
新キャンパスネットワークの導入
  - ネットワーク機器の老朽化
  - 不正アクセスによる被害の急増  
ファイアウォールの導入は困難  
(教育研究機関の有するべく、柔軟かつ自由な環境を阻害)
- KUINS-III 「安全なギガビットネットワークシステム」  
を構築 (平成14年4月より運用開始)

# KUINS-I

- 昭和62年度～平成元年度
    - パケット交換機
    - 基幹ループLAN
      - 吉田地区約50箇所、宇治地区約20箇所にノード装置
      - 基幹部分 400Mbps (公称)
      - Ethernet 10Mbps
  - 平成5年度
    - 各建物のサブLANをルータ(10Mbps)で分離
    - 一部ノードをFDDI化
- ☆KUINS-I は平成13～14年度にかけて機器撤去

# KUINS-II/ATM

## 「超高速情報ネットワークシステム」

- 平成8年度運用開始
- 約300台のATMスイッチで接続
  - 世界最大のprivate ATM網
  - ユーザ端末接続用 ATM も提供
- 京都大全学に光ファイバ網を整備
- IPネットワークとして
  - 従来のネットワーク (KUINS-I) は温存
  - KUINS-I と KUINS-II の接続にルータを数台設置
  - ユーザによるATMルータの導入を想定



# KUINS-II/ATM

## 「超高速情報ネットワークシステム」

- 平成10年度
  - － 「バックボーンATMネットワーク接続装置」の導入
    - 基幹ループLANおよびKUINS-I ルータをKUINS-II/ATMで “バックアップ”
    - 対外接続部分の強化
    - 「セキュリティ監視装置」
  - － 「遠隔研究支援システム」
    - 簡易テレビ会議端末

# 「安全なギガビットネットワーク」

## KUINS-III

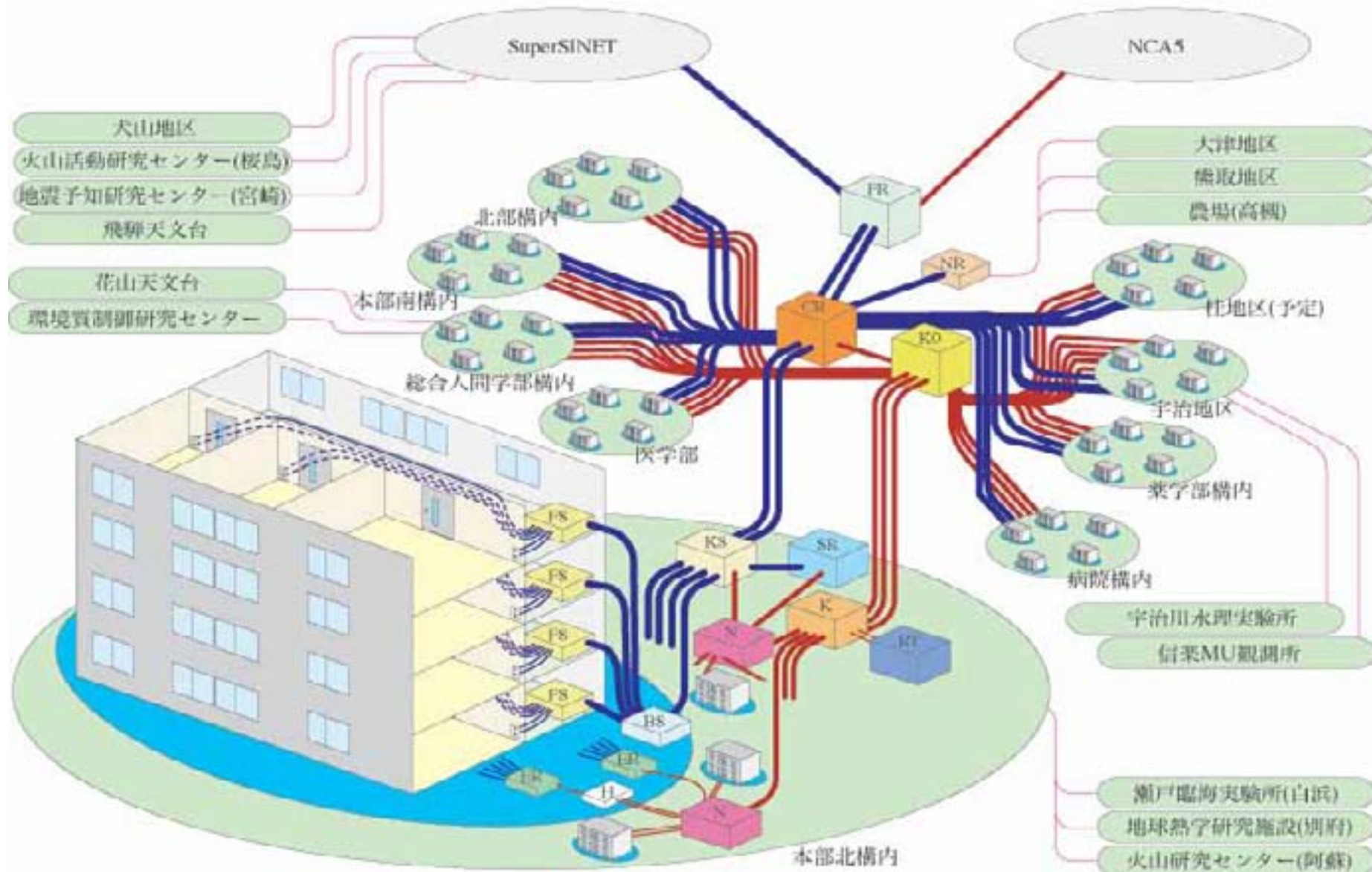
- Private IPアドレスを利用
  - IP アドレス枯渇問題の解消
  - 学外・KUINS-IIからのアクセス禁止
- DHCPによるIPアドレス発行
- 全学の各部屋に情報コンセントを設置
- 学外・KUINS-II (学内Global IP ネットワーク)へのアクセス制御
- 情報コンセント間のアクセス制御



# KUINS 構成図

— KUINS-II (Global IP)

— KUINS-III (Private IP)



# 小テスト(氏名: 学籍番号:

- (1) 一般的にプロトコルとは何か？
- (2) インターネットの世界で普及しているプロトコルは何か？
- (3) 講義に関する感想等を述べよ。