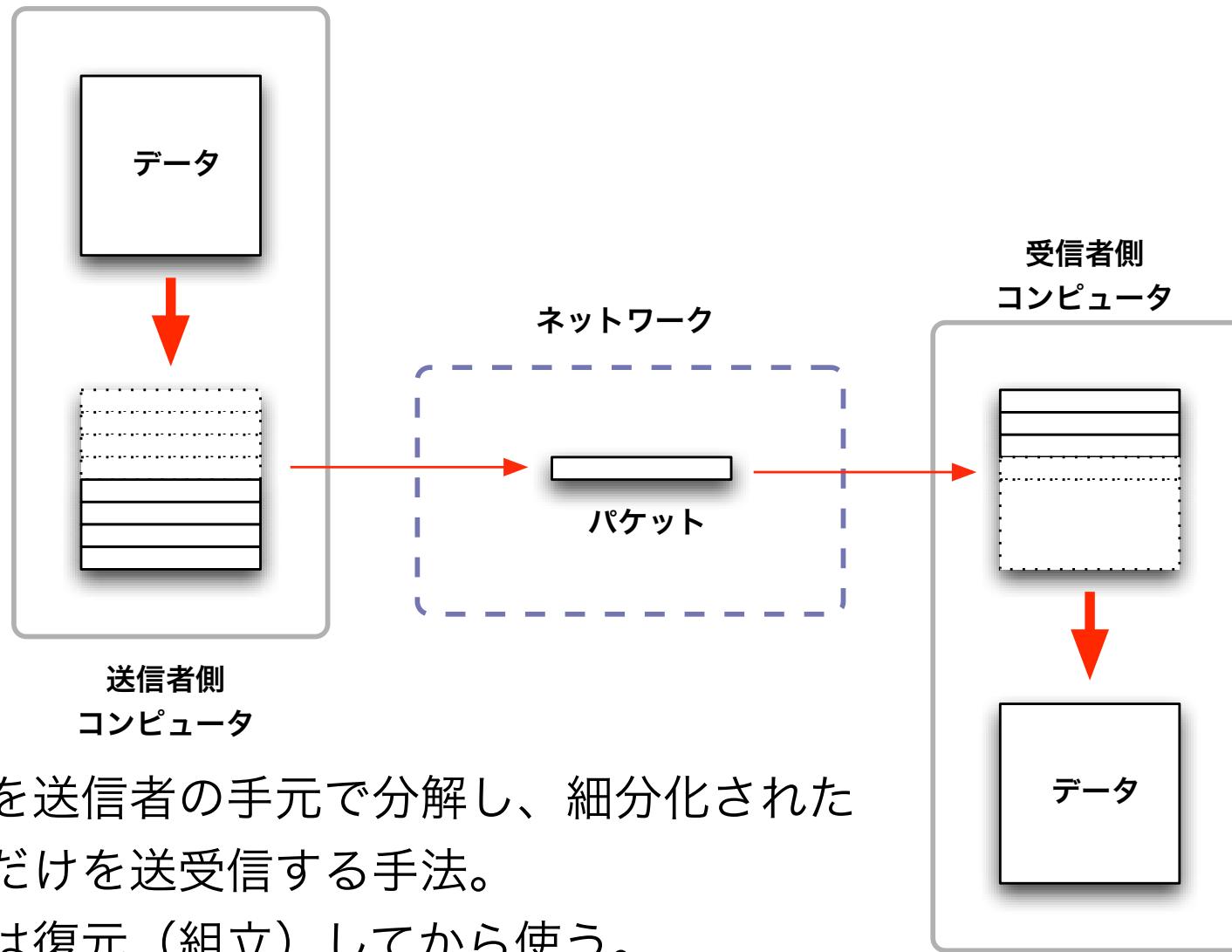


コンピュータシステムA - ハードウェアを中心に -

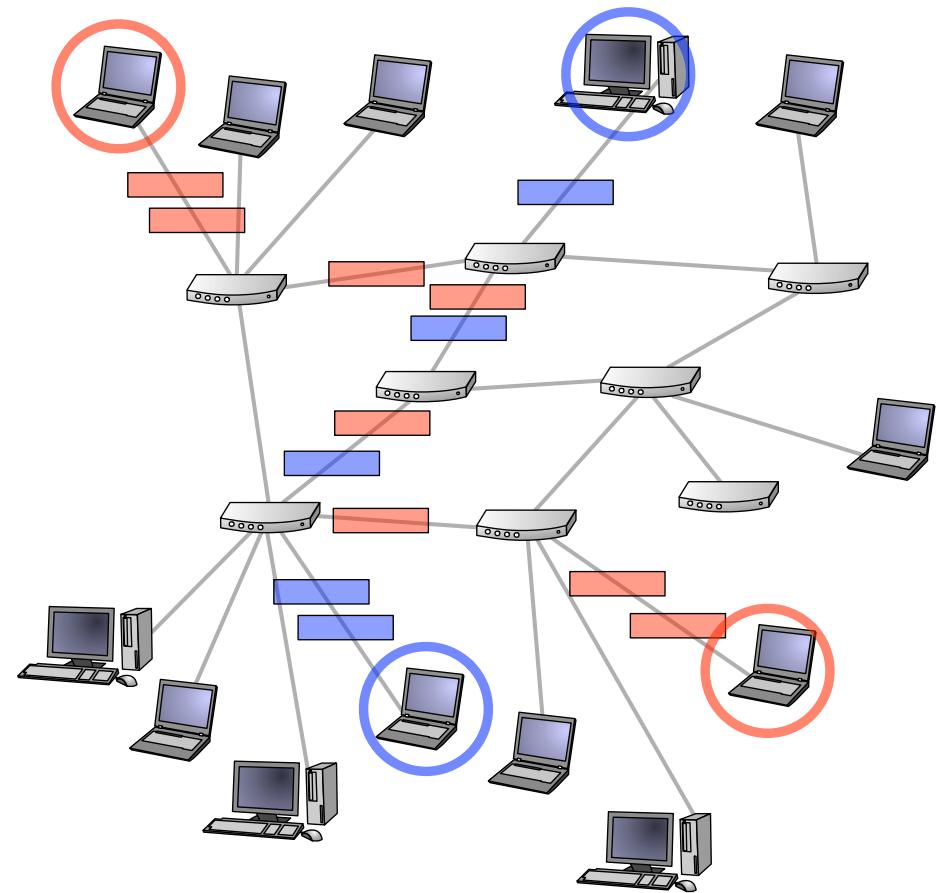
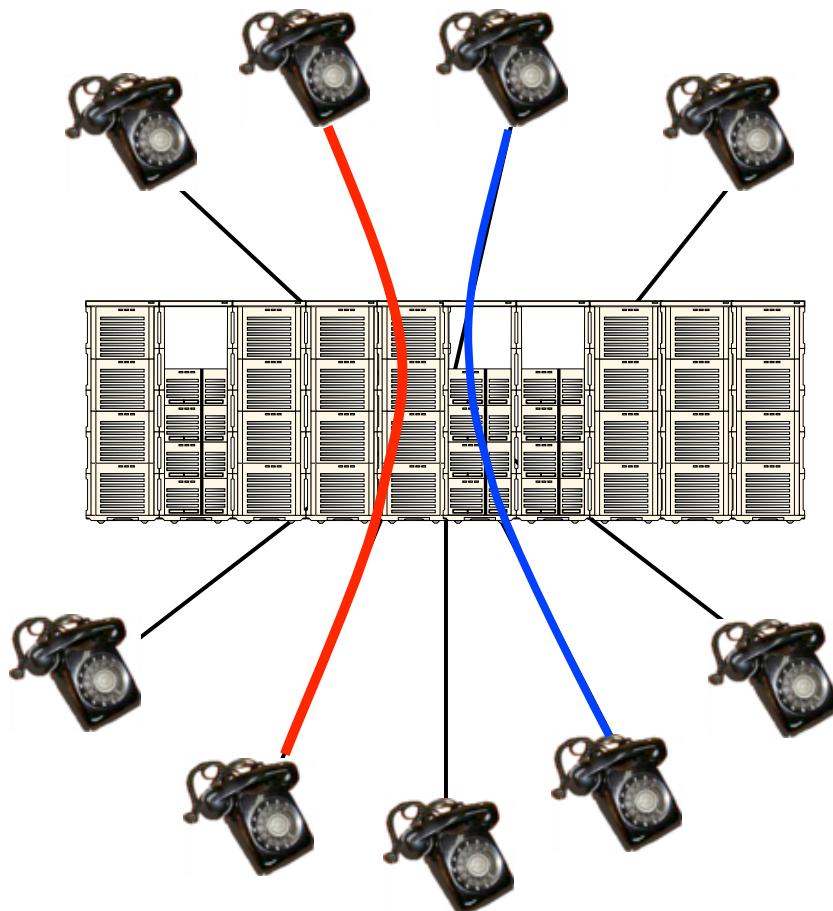
#11 Internet の構造と歴史

Yutaka Yasuda

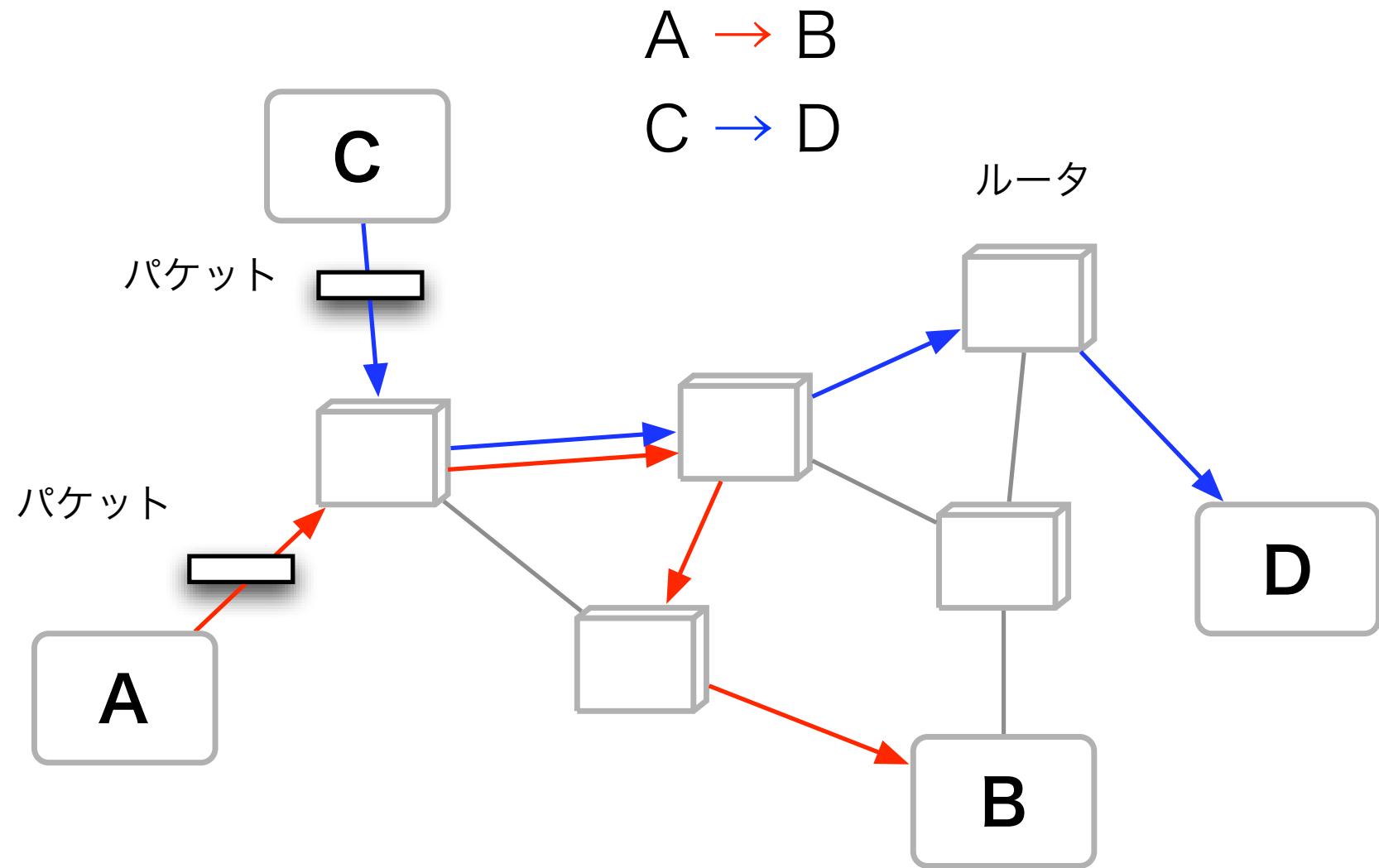
パケット通信



回線交換とパケット交換



ルーティング



パケットの構造 (の単純な例)

- ヘッダ
宛先アドレス、送り元アドレス、長さ、データ種類など
- ボディ
データそのもの
- エラー検出符号
SUM, CRC など、誤りが含まれていないことを調べるためのデータ



パケット全長は Ethernet (一般的な LAN) で 1.5KBytes 程度

インターネットにおけるアドレッシング

- IP アドレス

接続されている全てのコンピュータに個別に割り当てられた番号

例：133.101.32.84 = 4 Bytes = 32bits

- グローバルアドレス：世界で唯一になるように階層管理されて割り当てるアドレス

- 互いにIPアドレスを指定して通信する

www.yahoo.com も机の PCも同じく持っている

- 対等な接続

データ交換の方式

- 回線交換：電話など

必要に応じて信号線を接続して経路を作る

中央のスイッチ(交換機)が頑張る

- パケット交換：インターネット

データを細かいパケットに分割して送信

両末端（発送元＋受け取り先）が頑張る

ARPANET (1969)

- インターネットの源流
- ARPA, 米国国防総省・国防高等研究計画局
- 耐障害性

ポール・バランのパケットネットワーク

電話網との構造の相違

ネットワークの拡大

- 1971：メイル運用開始

サービスのためのネットワーク利用

他のネットワークシステムの発生

1978 : USENET, 1980 : CSNET, 1981 : BITNET

- 相互接続・インターネットへ

- NCP から TCP/IP へ

1975 : 相互接続試験開始

1983 : 全面切り替え

プロトコル

- 通信のための決められた一連の手続き

IP (Internet Protocol)

IPアドレスを用い、インターネットの中でデータを交換するための手順

- TCP

IPを利用した上で、エラー訂正などの手順を加えた手順

- SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)
- HTTP (Hyper Text Transport Protocol)

コンピュータ・ネットワークの発展過程

- コンピュータの利用形態の変化でもある

スタンドアロン+バッチ処理

TSS (大型ホスト+ダム端末)

コンピュータ間接続

コンピュータネットワーク (LAN)

インターネット接続

スタンドアロン

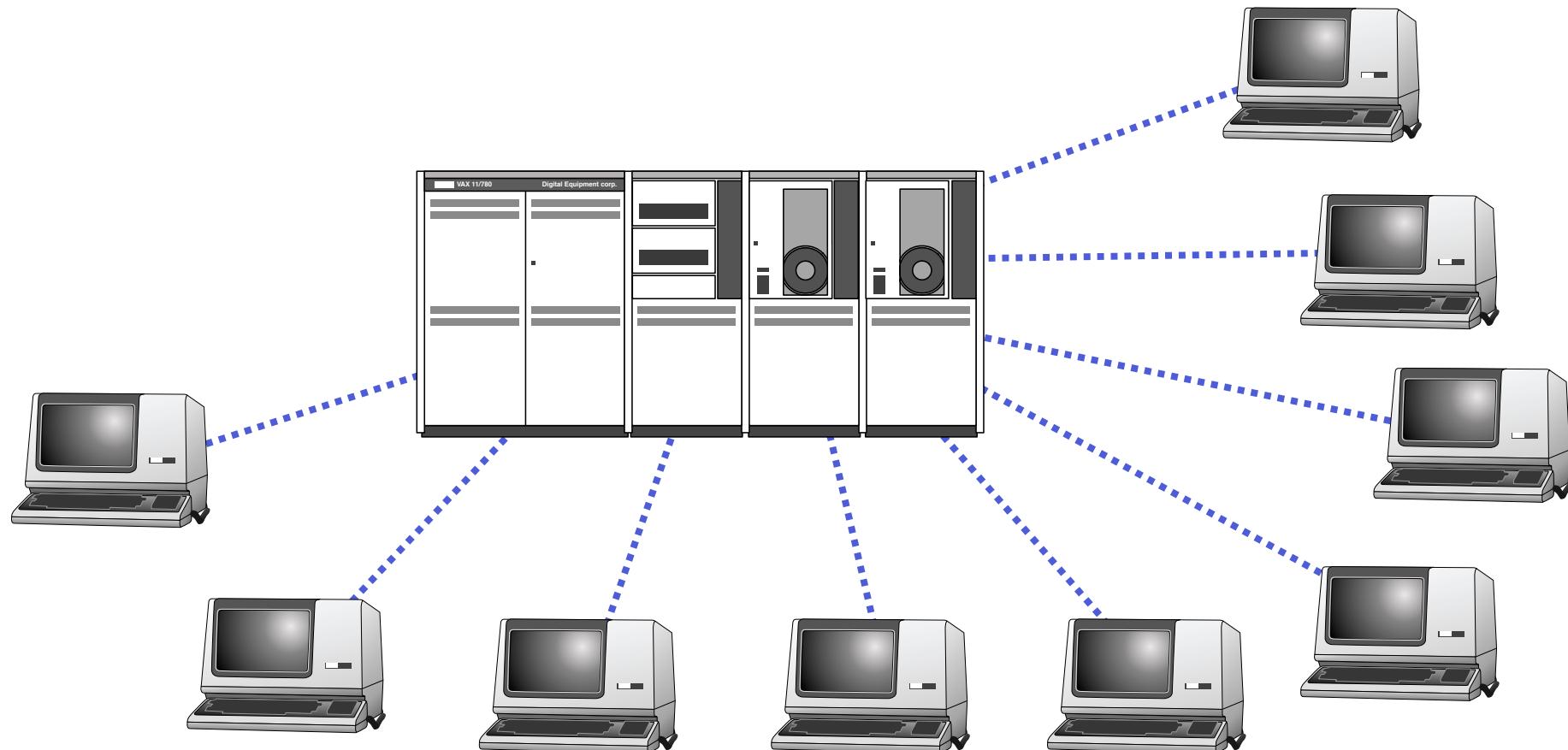
- 単体での利用
- 少数利用者が時間を区切って共用



TOSBAC 3400 (1964)

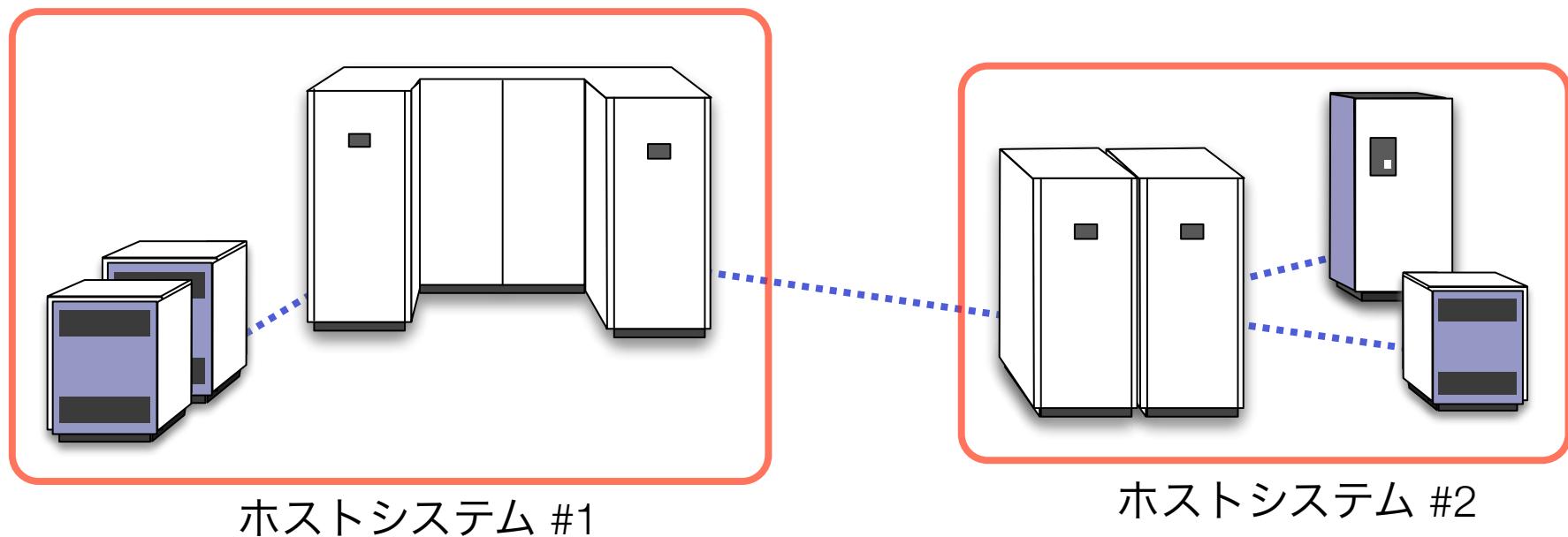
TSS (Time Sharing System)

- TSS (大型ホスト + ダム端末)
- 多数の利用者を専用端末が同時並行に操作



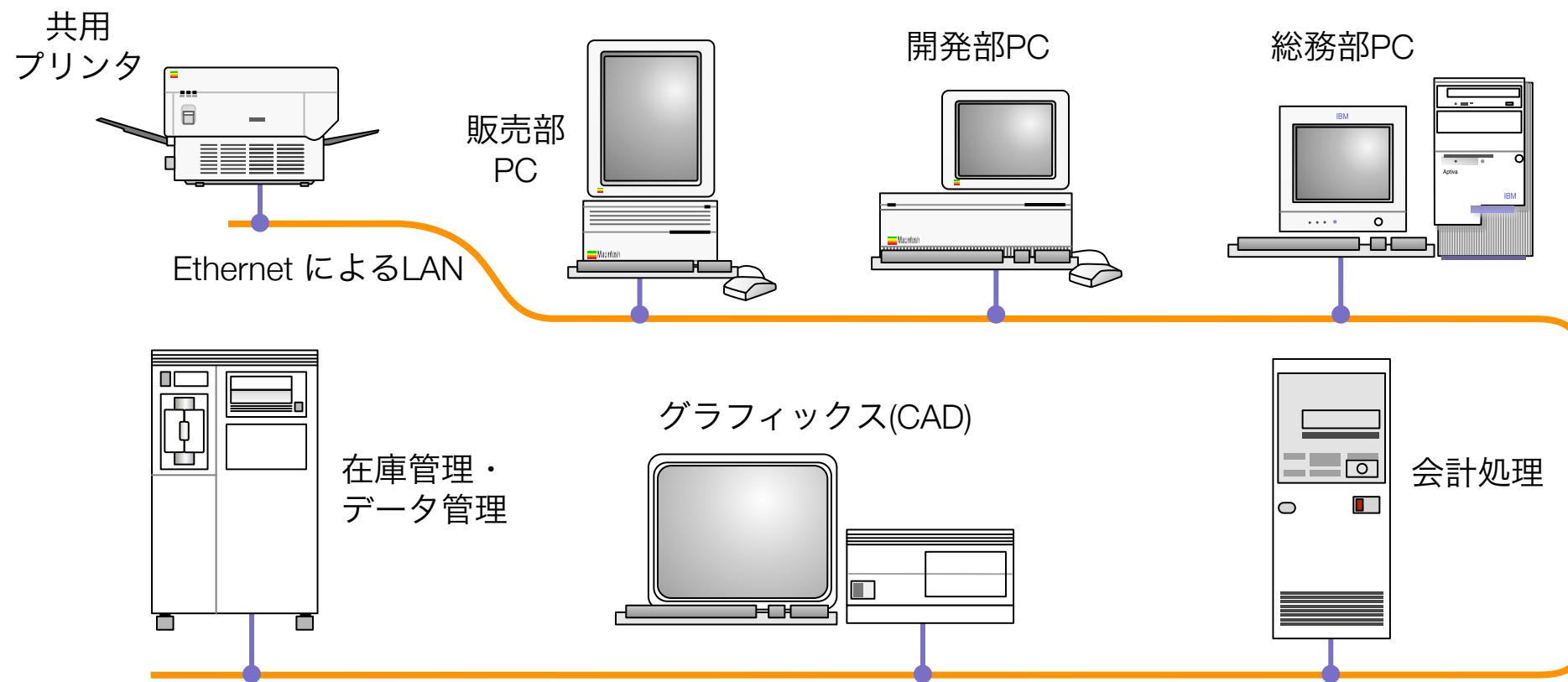
コンピュータ間接続

- 複数の大型コンピュータで業務システム全体を構築
- 特定少数マシン・機器を相互接続
データ交換・機能統合のため
- 主に同一メーカーのシリーズで実現（垂直統合）



コンピュータ・ネットワーク

- Ethernet と LAN (Local Area Network)
- 特定少数マシン・機器を相互接続
複数メーカー、異機種による分業 (水平分散)



インターネット

- ARPANET

- 開始当時は拠点に一台のホストのみ

- 徐々に同一拠点にマシンが増え始める（LAN 接続）

- 1990年代

- 拠点（LAN）単位でインターネットに接続

- 2000年代（90年代後半から）

- インターネット接続を前提にパソコンを設置

- 家庭内LAN

LAN, WAN

- ネットワークの規模による分類
- LAN (Local Area Network) : 室内、構内などの規模
- WAN (Wide Area Network) : LAN間接続、広域
- 同一技術で実現できない
 速度・エラー率・コスト etc..

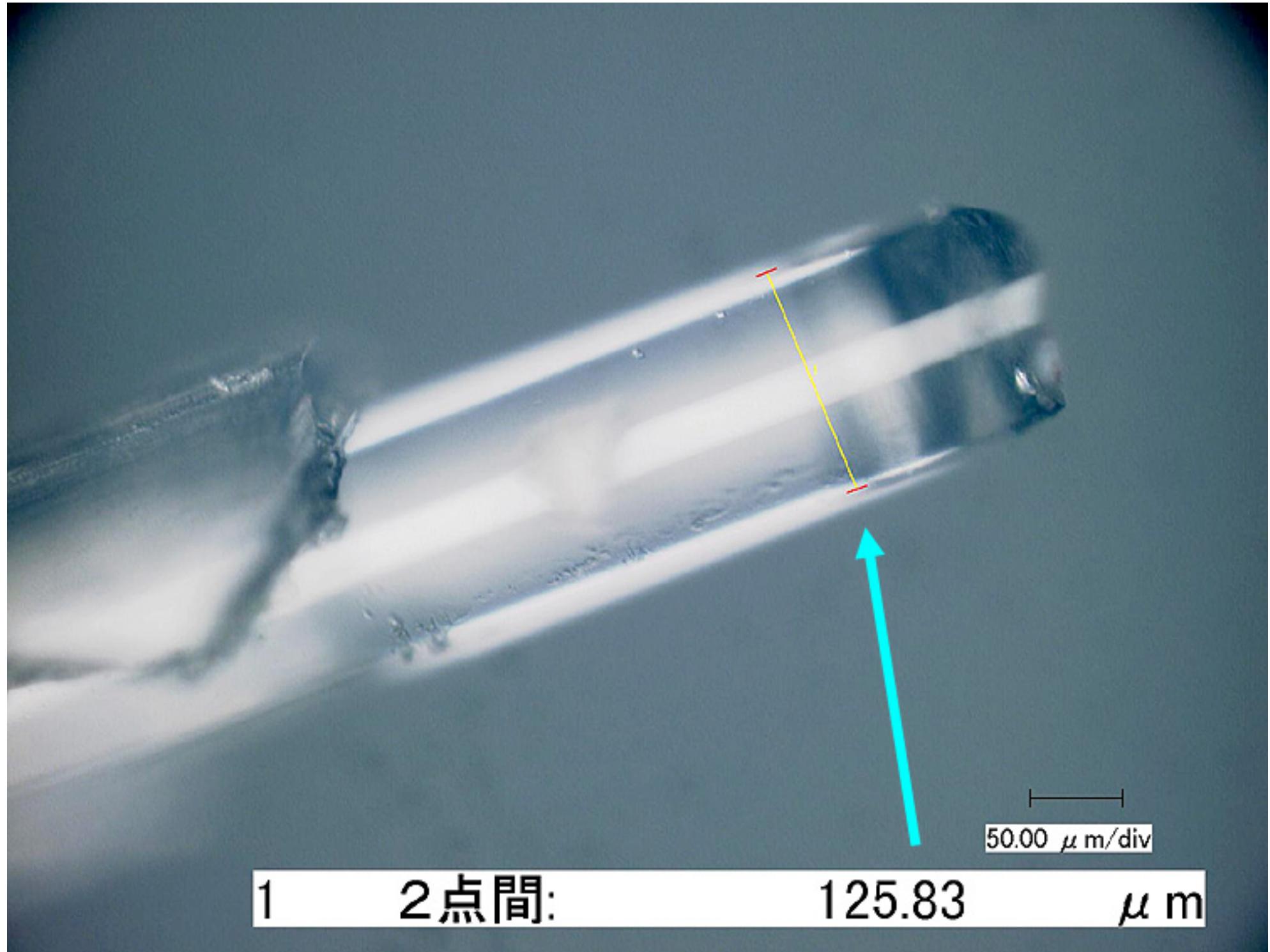
長距離通信の歴史

- 電線による海底ケーブル
 - 19世紀じゅうに大西洋など世界中に広まる
- 電磁波による無線長距離通信
 - 1900頃から大西洋越え、ラジオ放送などに応用
- 光ファイバの利用
 - 1990頃から光のものに順次置き換え
- 高品質（低エラー）、低遅延、大容量通信へ

光ファイバ

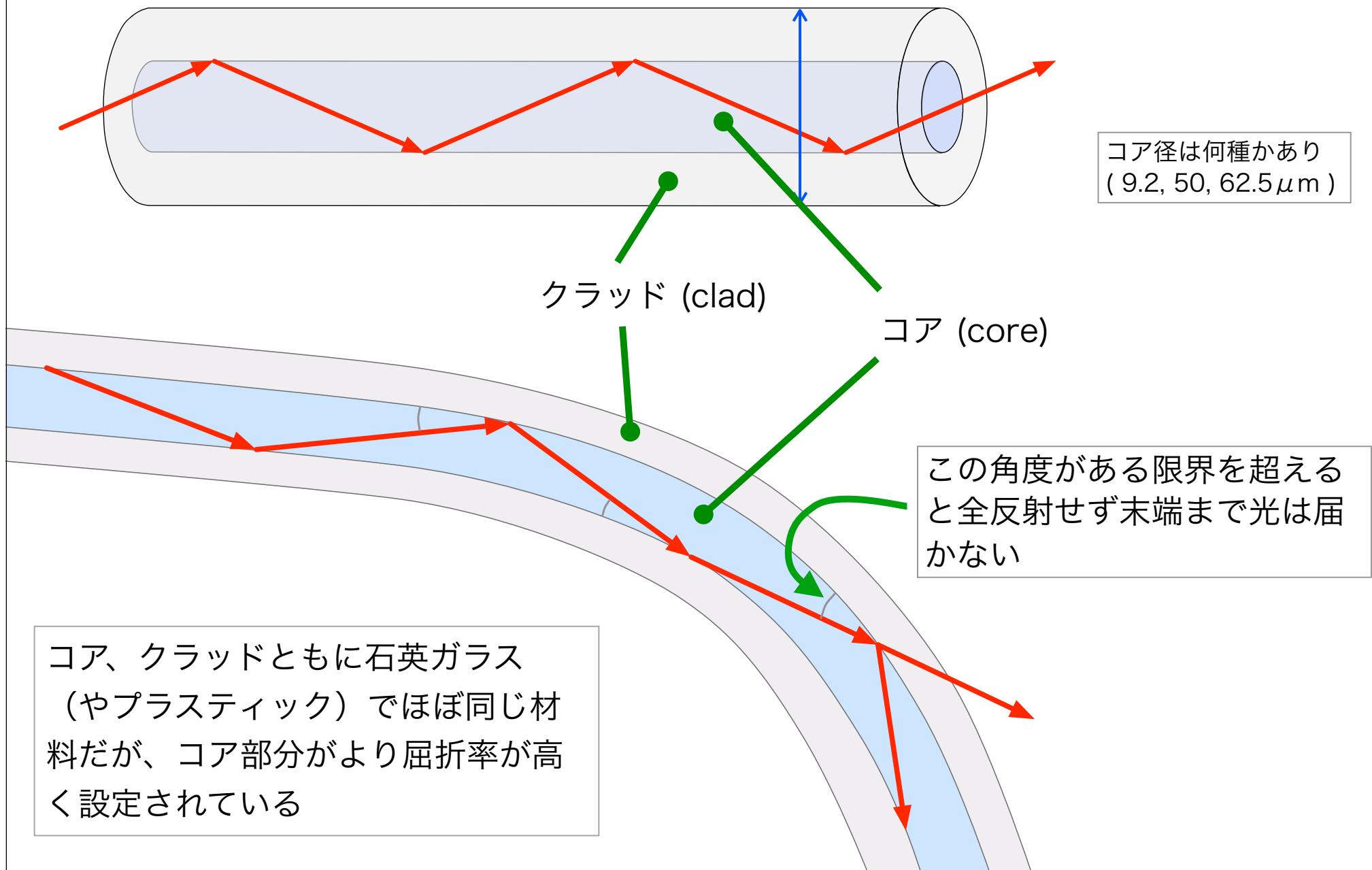
- 屈折率の異なるガラスを二重化
- 遠距離、高速の通信に有利





光ファイバの構造

125 μm (0.125 mm)



アプリケーション（サービス）の構造

- クライアントサーバとピアツーピア
- Client Server
 - サービス提供側と利用者側に分かれる利用モデル
 - 少数・高性能の大型マシンと多数・低速なPCで構成
 - Web など
- Peer to Peer
 - 全マシンがおよそ対等な位置づけにある利用モデル
 - Windows ファイル共有など

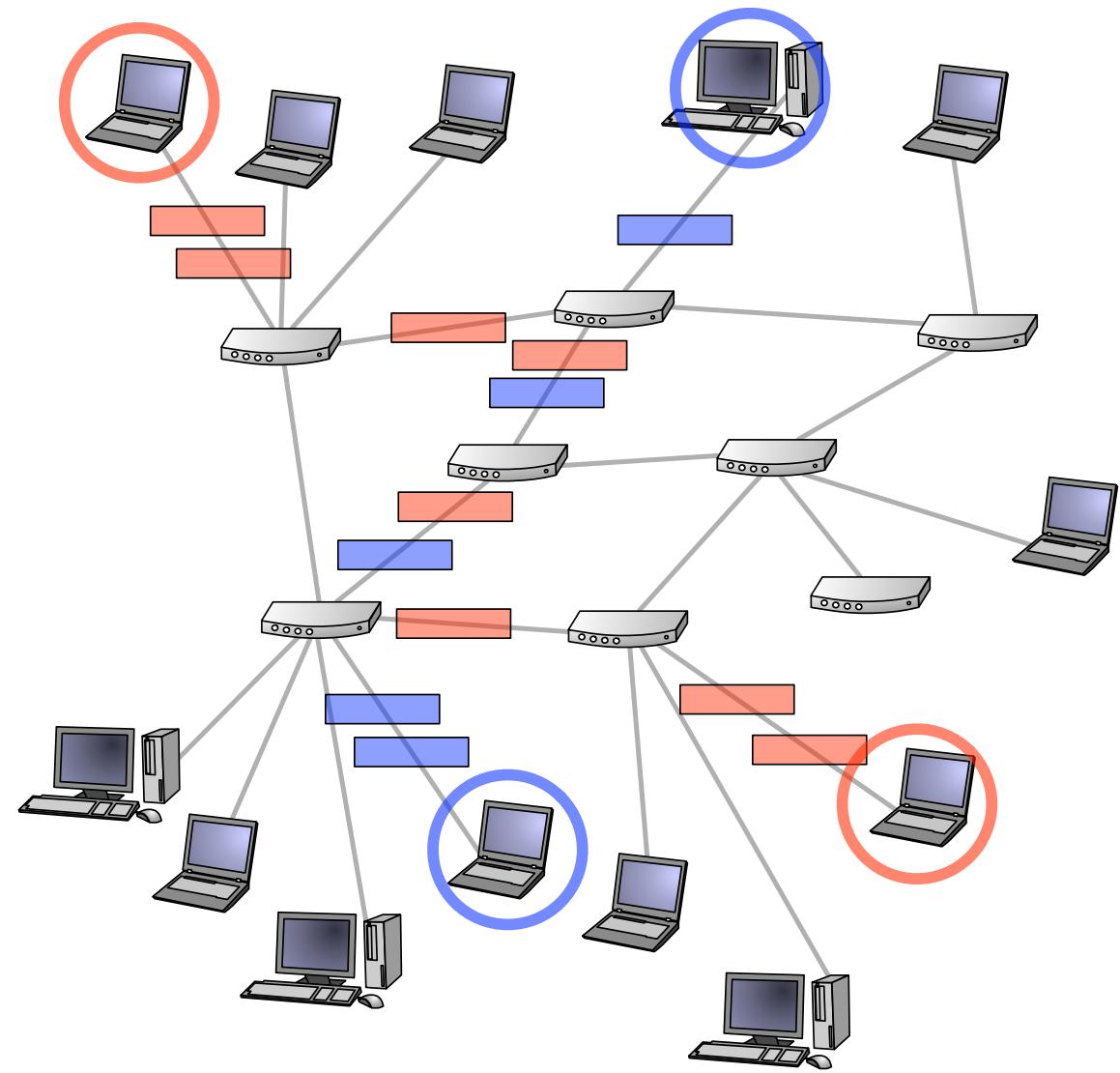
Web

- Web サーバと Web ブラウザの共同作業
- サーバ：データの蓄積と提供を担当
- ブラウザ：データの取得と表示を担当
- この種の役割分担モデルをサーバ・クライアント型と呼ぶ



インターネットを支える技術

- パケット通信
- プロトコル
- LAN技術



プロトコル (protocol)

- 通信規約
- 互いに理解できるデータ交換の手順
- 標準化の重要性

IBM SNA (1974) : 他メーカー製品と互換性なし

OSI : 国際標準化機構 (ISO) の策定

TCP/IP : インターネット生まれの「業界標準」

プロトコルの実体

- パケットフォーマット

何バイトめに何の情報がどのような形で書かれているか

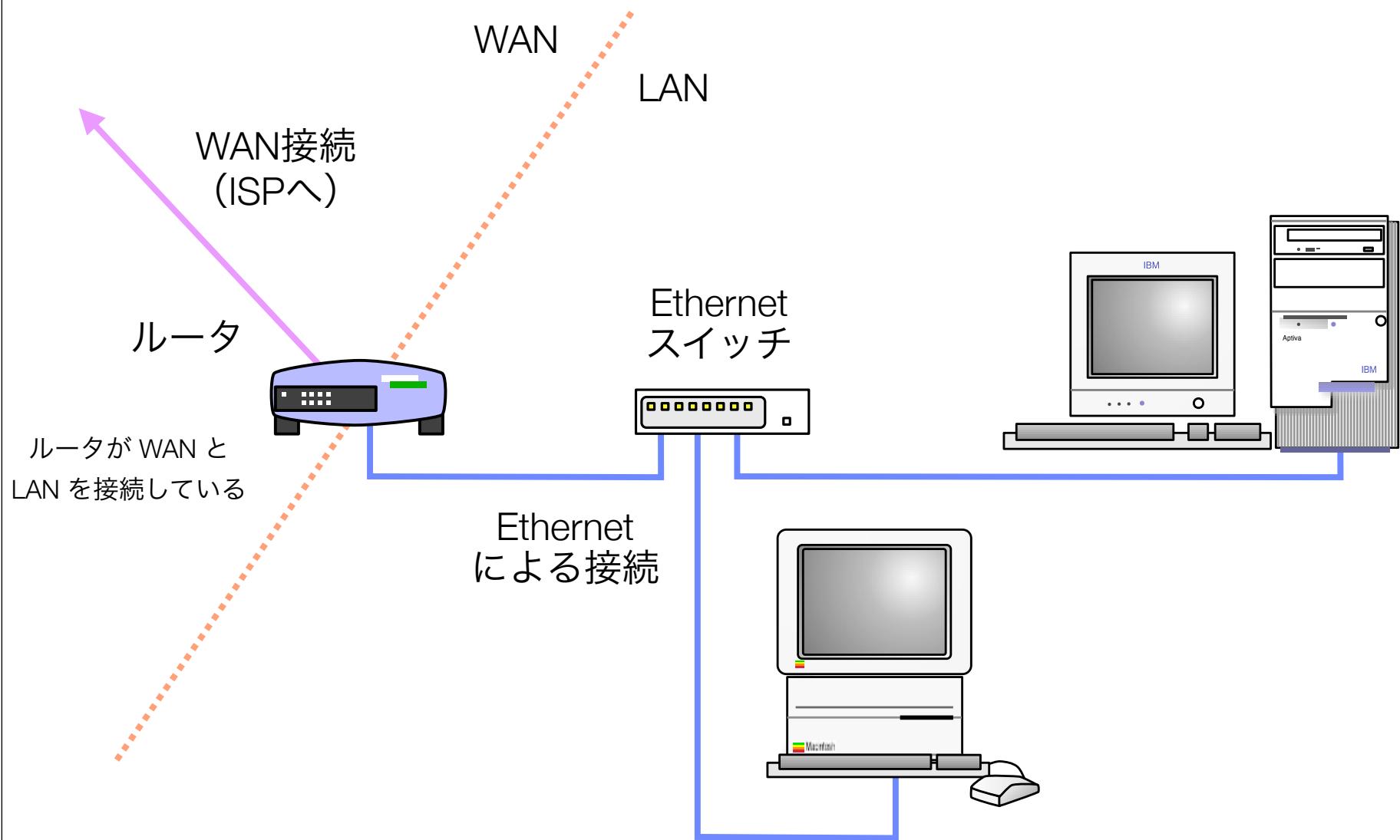


- 手順

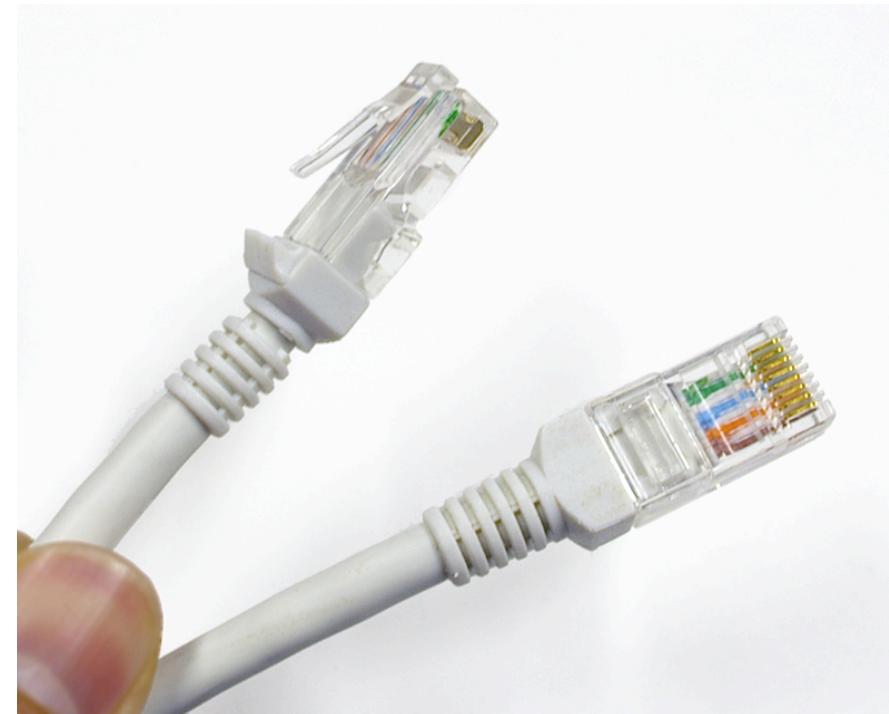
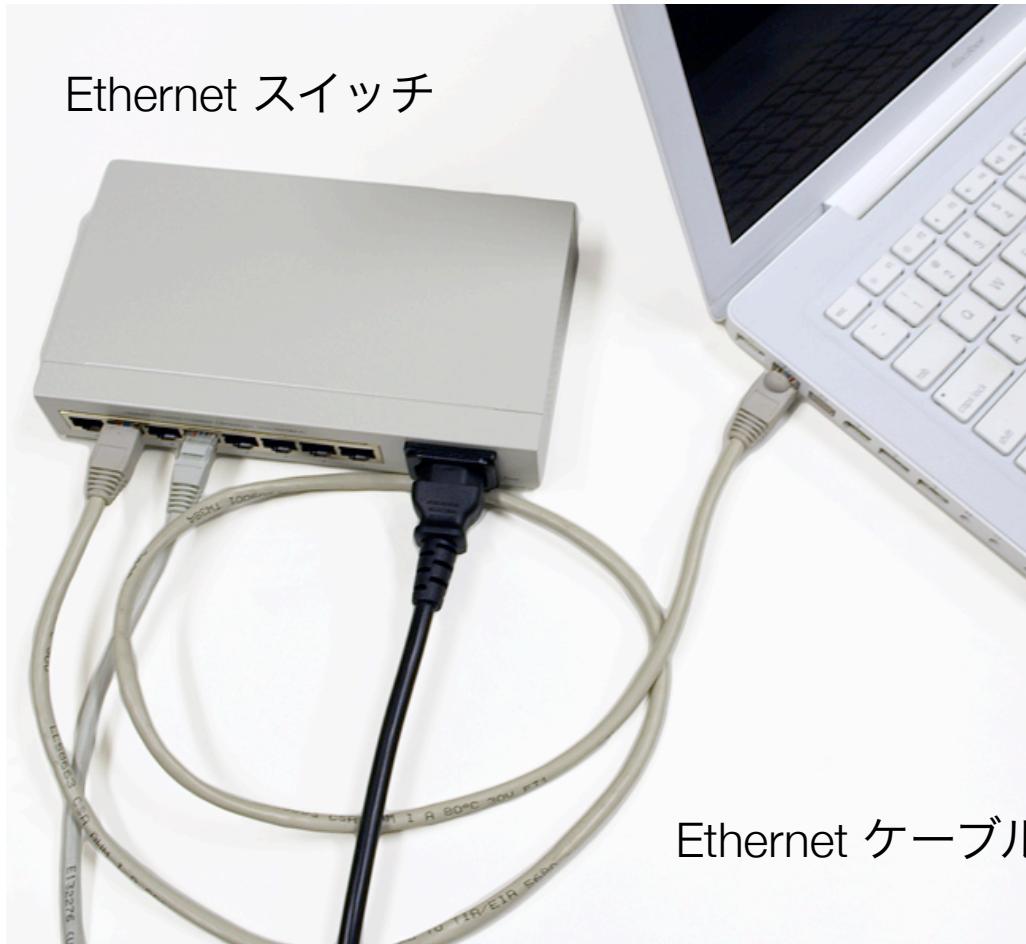
どのようなパケットが来たらどのように反応するか

どのような状況になったらどのように知らせるか

イーサネット (Ethernet) によるLAN接続



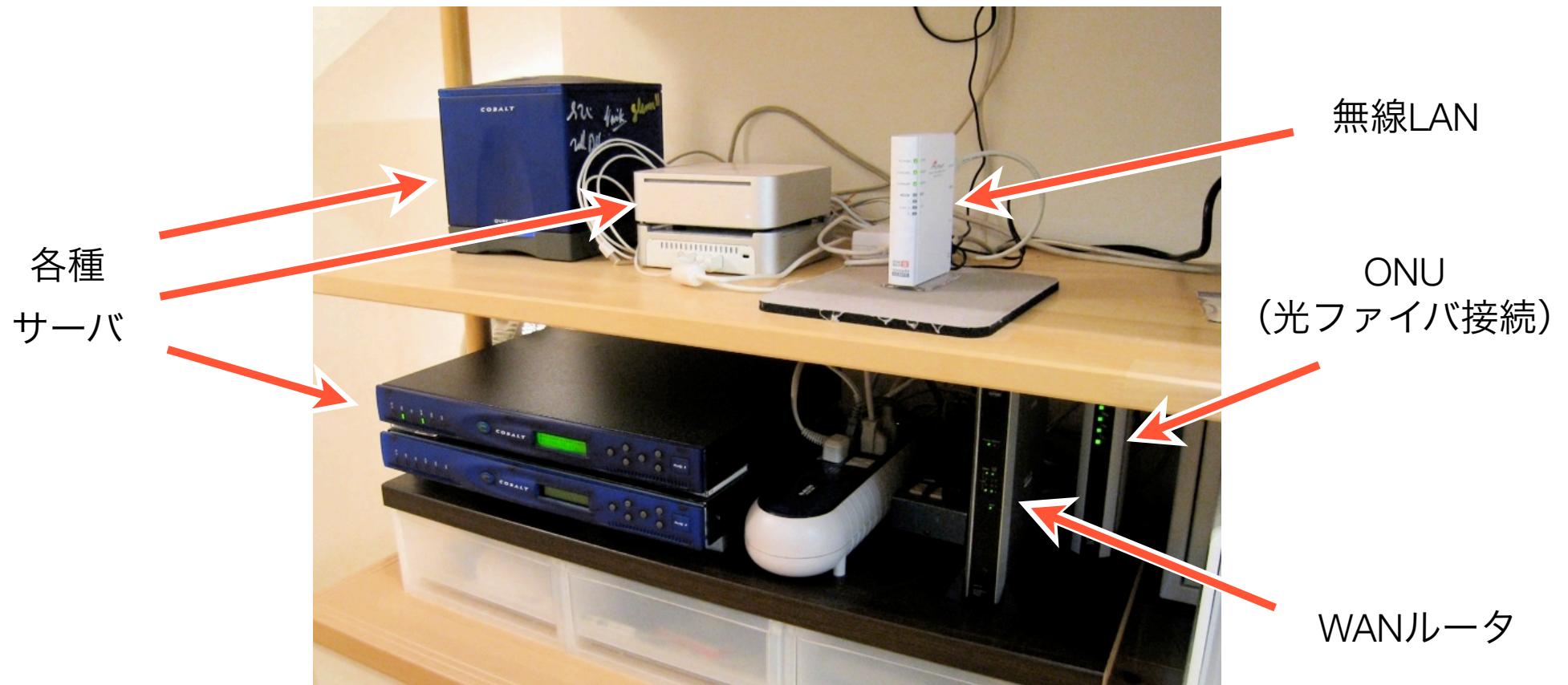
イーサネット (Ethernet) によるLAN接続



Ethernet ケーブルのコネクタ
(Category 5, 8 線)

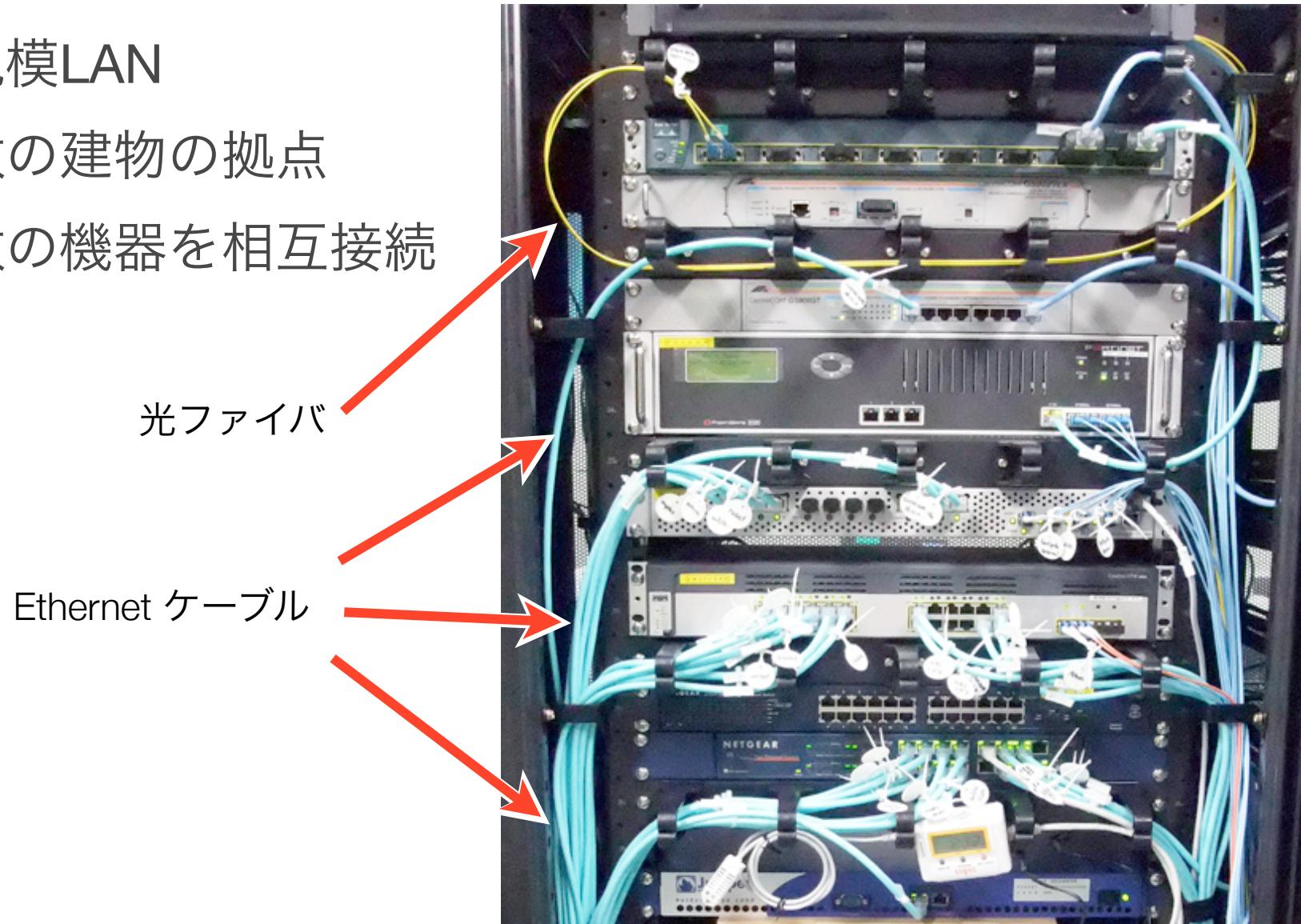
イーサネット (Ethernet) によるLAN接続

- 小規模（家庭内） LAN
- ルータ、サーバ、クライアントを相互接続



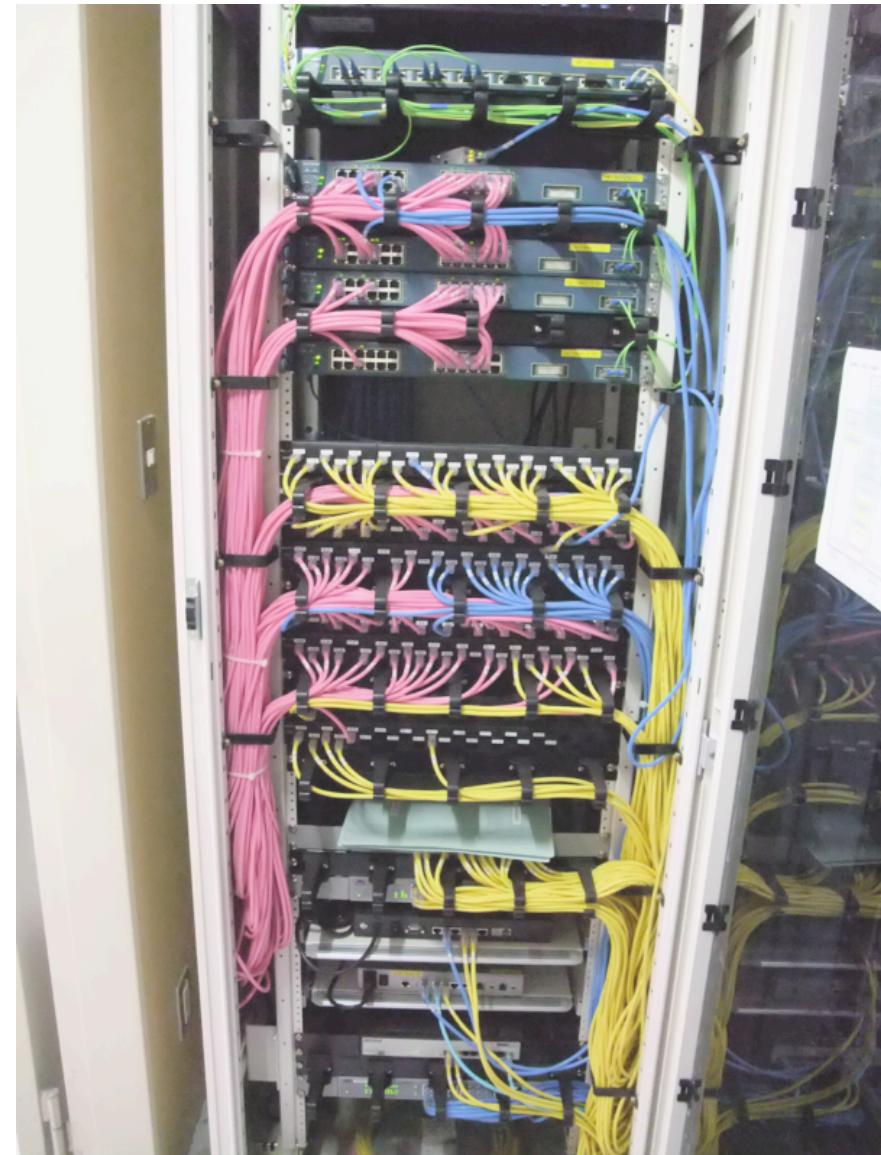
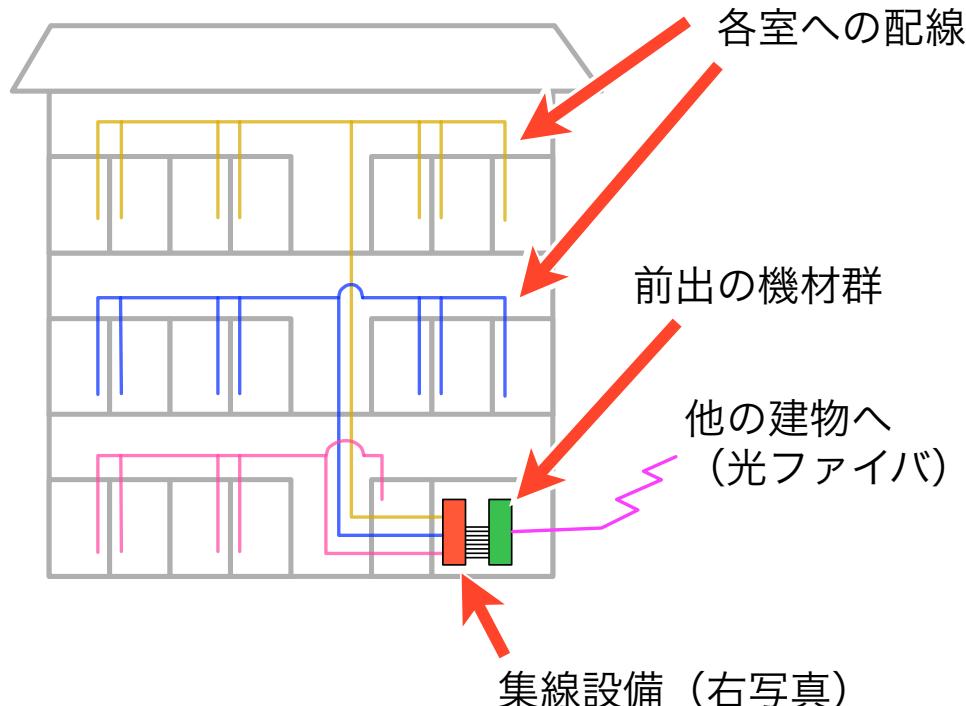
イーサネット (Ethernet) によるLAN接続

- 中規模LAN
- 少数の建物の拠点
- 多数の機器を相互接続

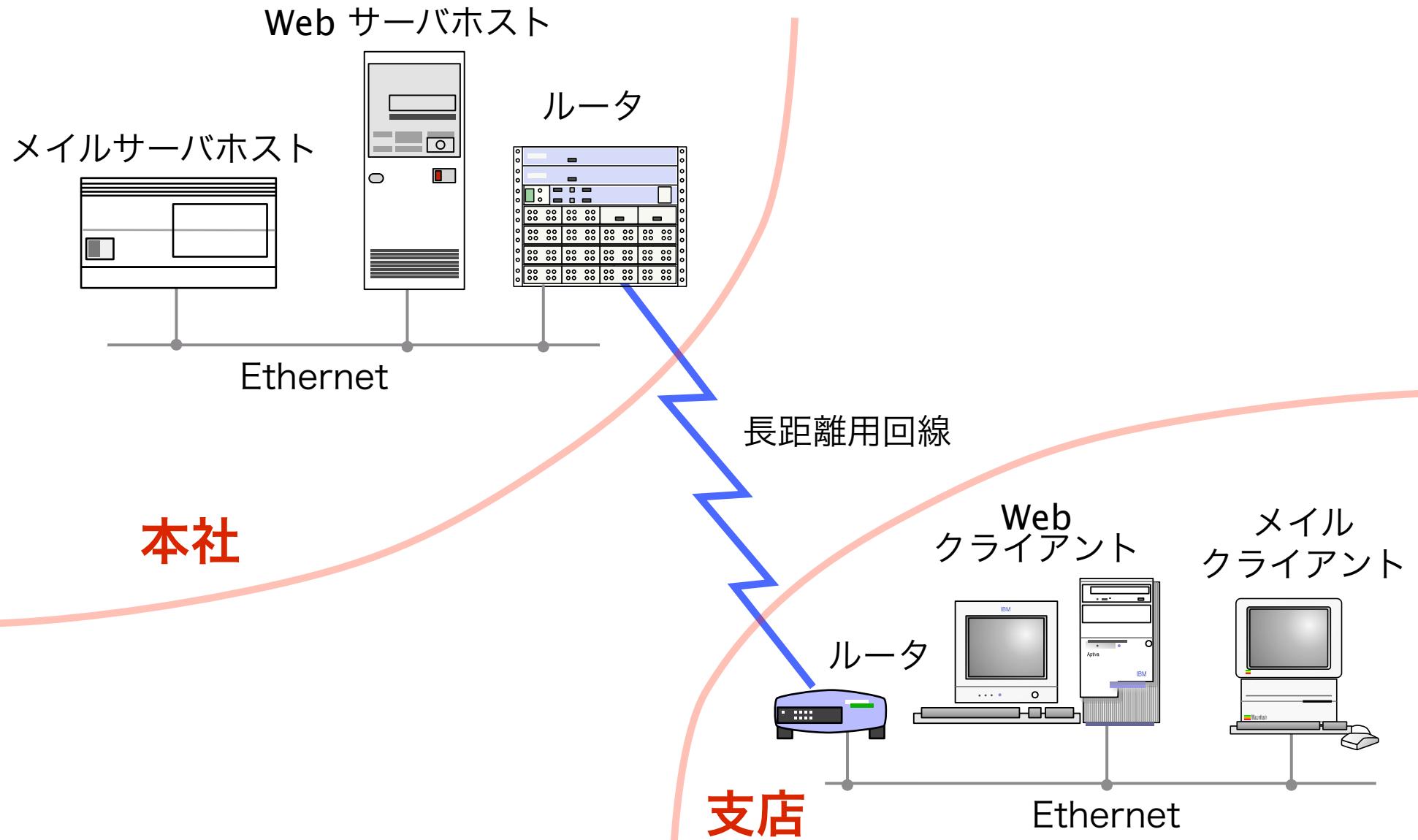


イーサネット (Ethernet) によるLAN接続

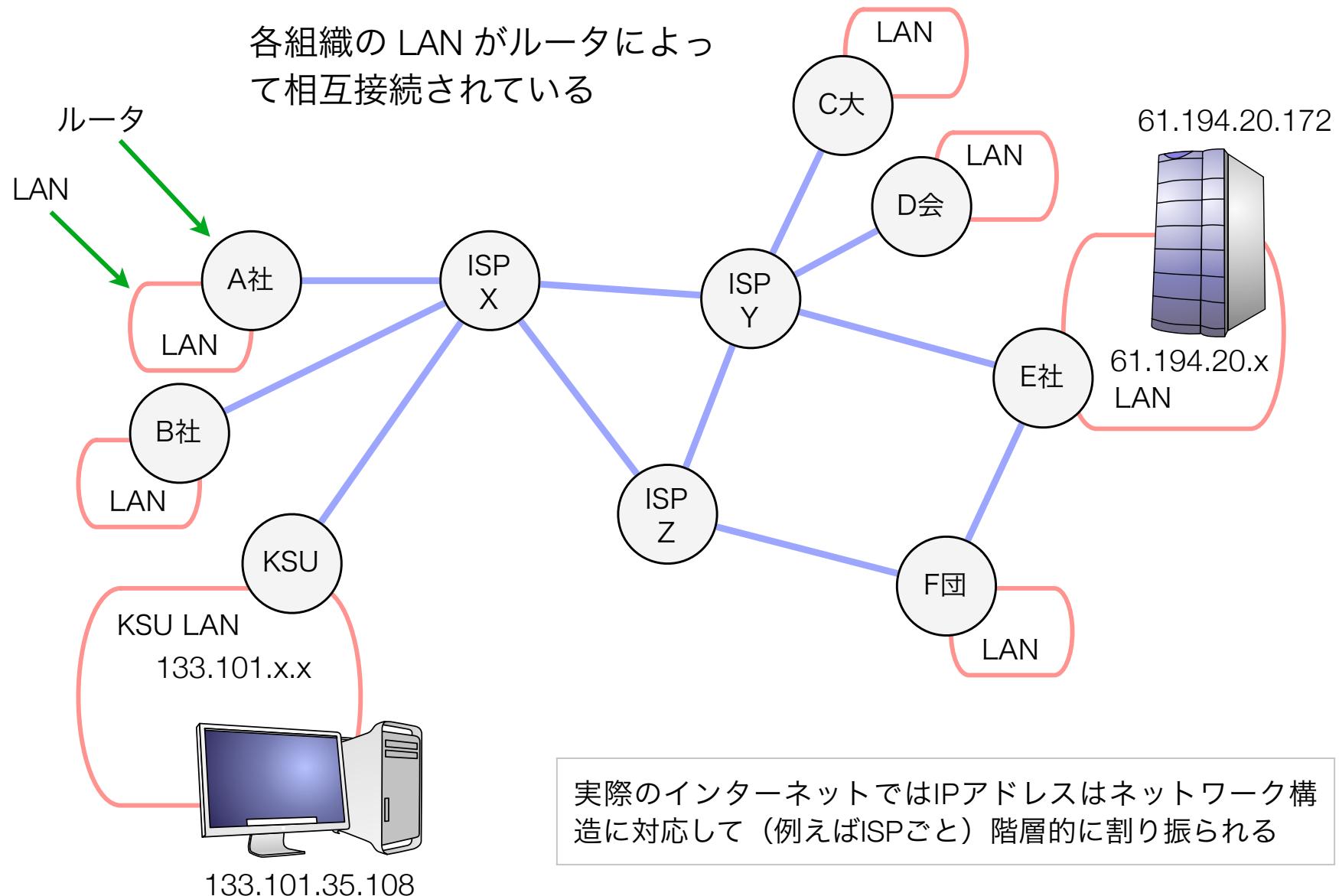
- 中規模LAN
- 建物内配線の拠点
- 各室への配線



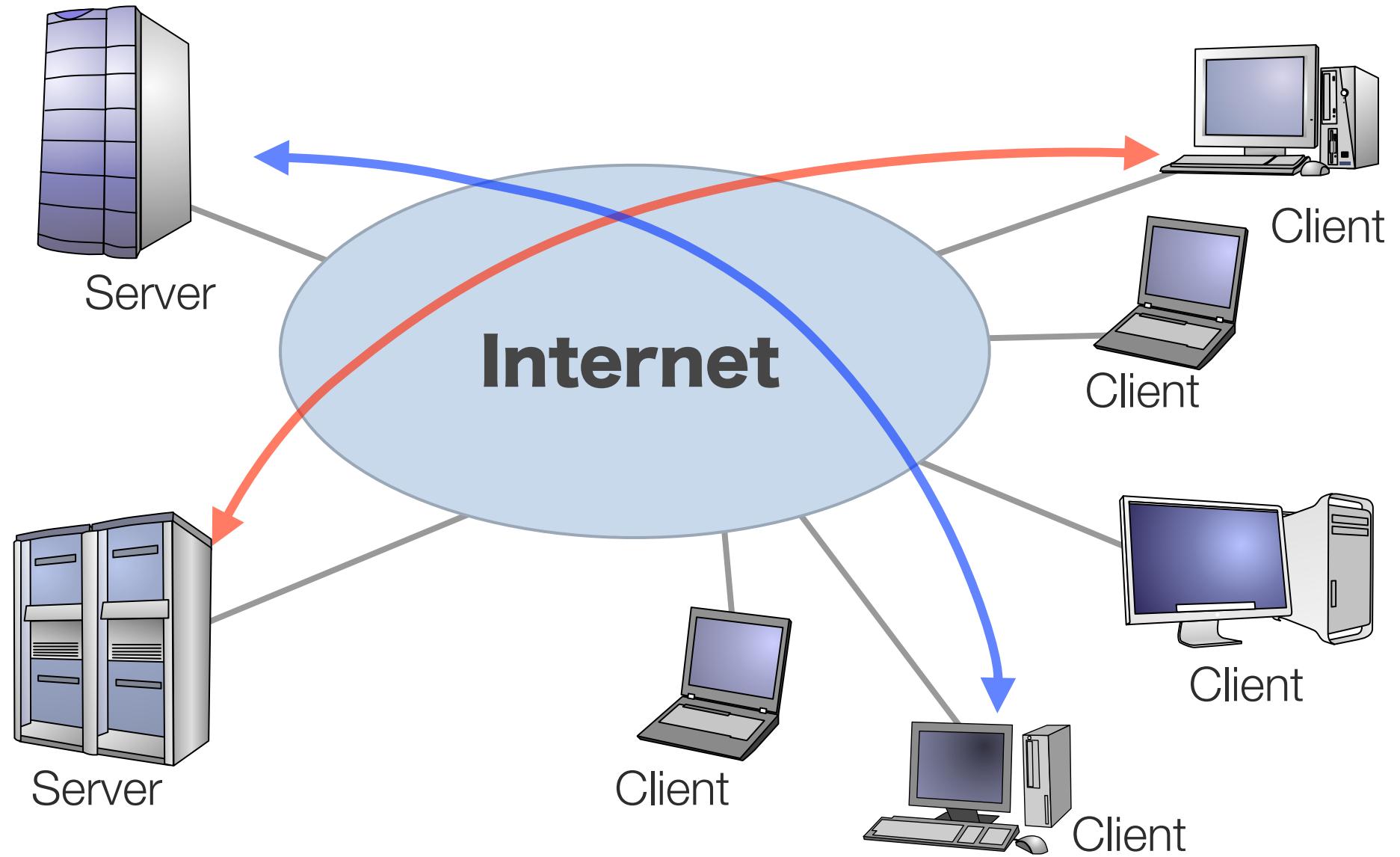
LAN技術と WAN 技術の接合



インターネットの構造



インターネットのサービスモデル



IPv6

- 新しいプロトコル

従来の IP version 4 とは互換性がない

- IPv4の枯渇を背景に開発



インターネットにおけるアドレッシング（再掲）

- IP アドレス

接続されている全てのコンピュータに個別に割り当てられた番号

例：133.101.32.84 = 4 Bytes = 32bits

- グローバルアドレス：世界で唯一になるように階層管理されて割り当てるアドレス

- 互いにIPアドレスを指定して通信する
www.yahoo.com も机のPCも同じく持っている
- 接続できるコンピュータの数には限りがある
- その上限は $2^{32} = 40$ 億程度
- 対等な接続

IPv6

- アドレス領域を 32bit から 128bit へ拡張
(40282366920938463463374607431768211456個)
- 過去の切り替え
1983 NCP から TCP へ
- 開発・運用の経過
1998年に仕様がほぼ確定
1999年に割り振り開始
- 実験レベルでは幾らも運用中だが一般には、、、

まとめ

- インターネットの成立
　　パケット交換・ARPANET
- コンピュータ・ネットワークの構成
　　クライアント・サーバ
- プロトコル
　　TCP/IP・IP アドレス
- IPv6への移行
　　IPv4アドレスの枯渇