

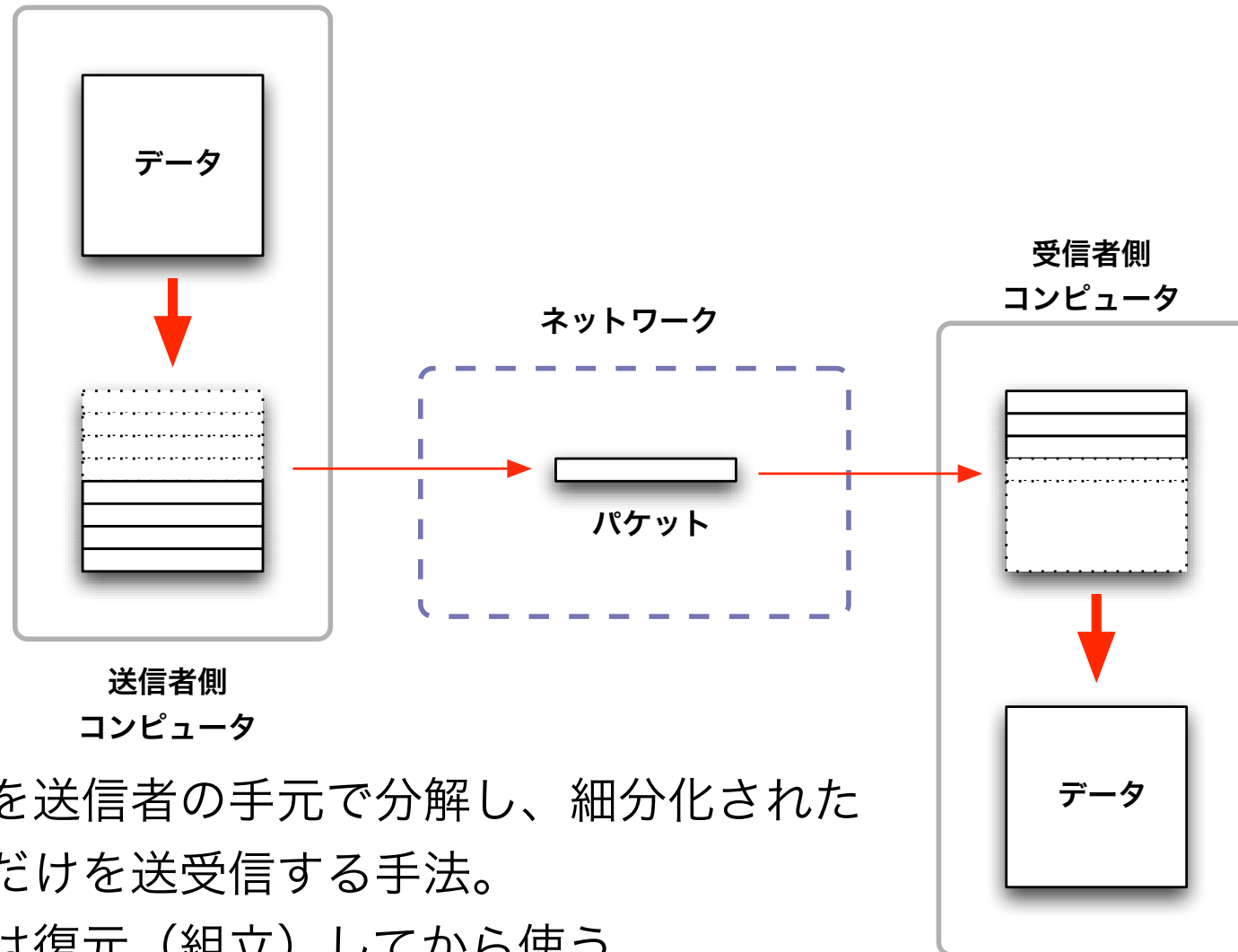
コンピュータシステムA - ハードウェアを中心に -

#11 Internet の構造と歴史

Yutaka Yasuda

Internet の発生過程

パケット通信

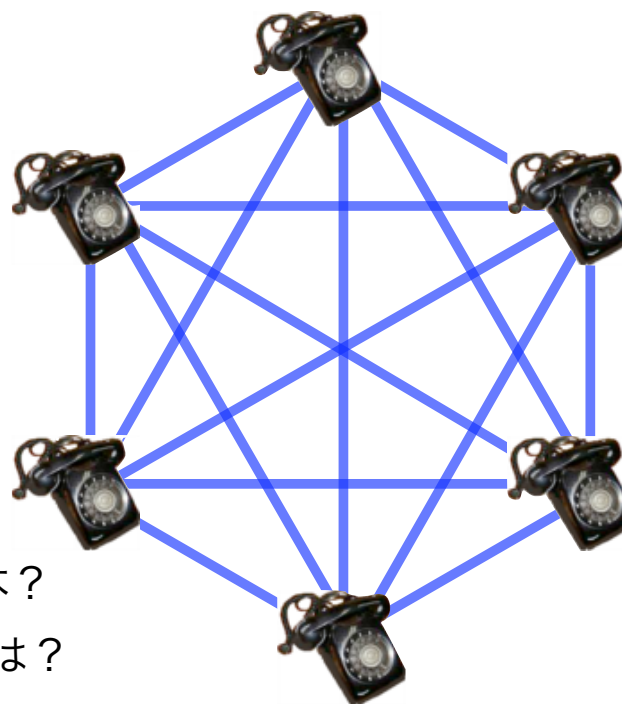


データを送信者の手元で分解し、細分化されたデータだけを送受信する手法。
受信側は復元（組立）してから使う。

通信と経路

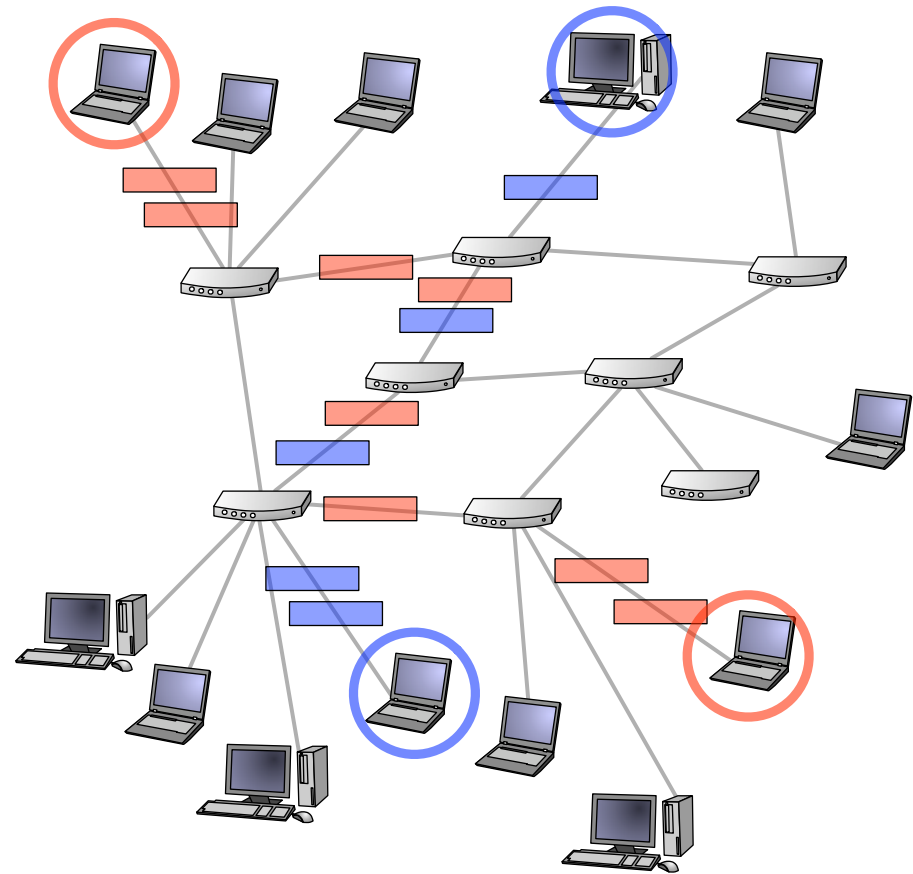
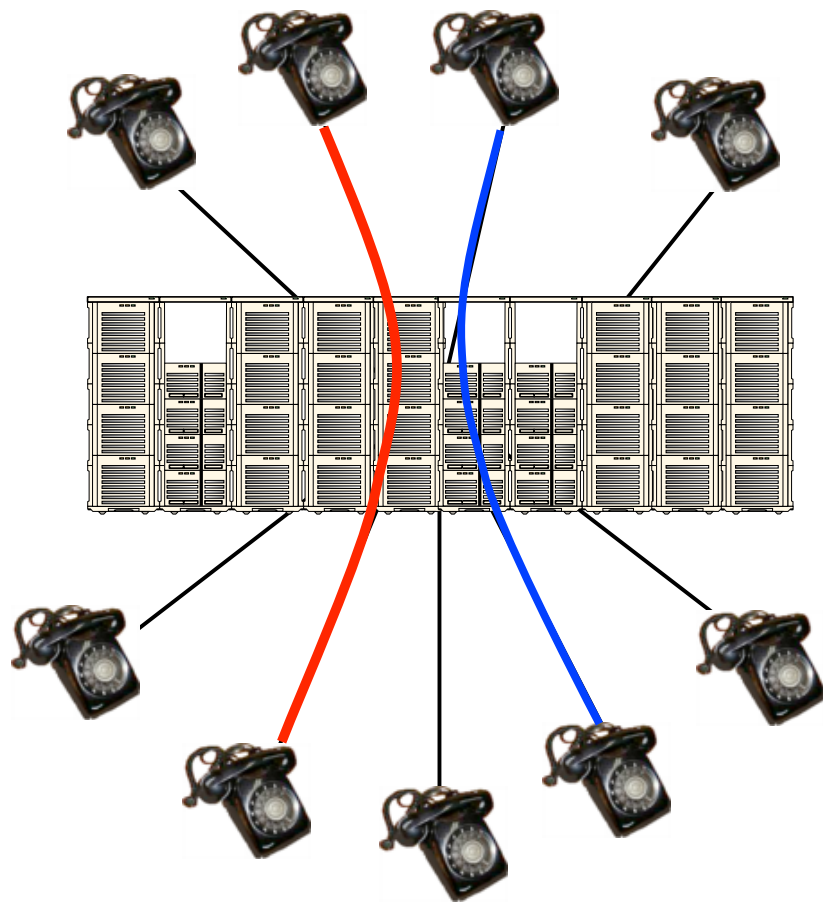


1対1では回線は1本

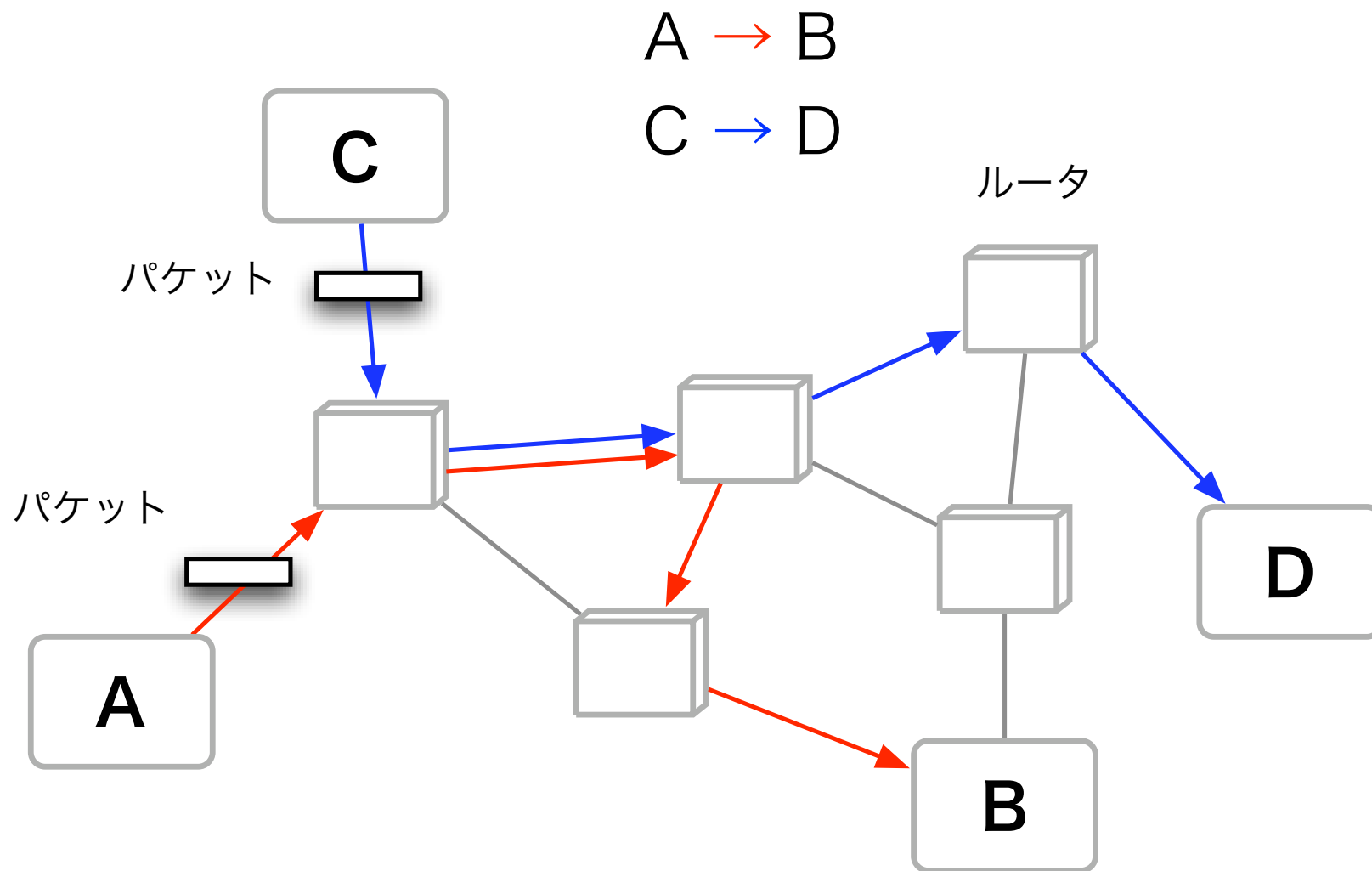


6台相互接続は何本？
100台は？ 10000台は？

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

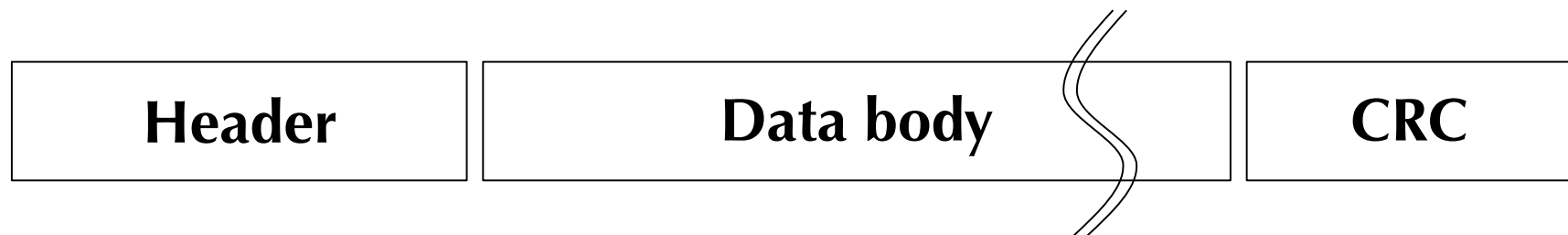
宛先アドレス、送り元アドレス、長さ、データ種類など

- 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

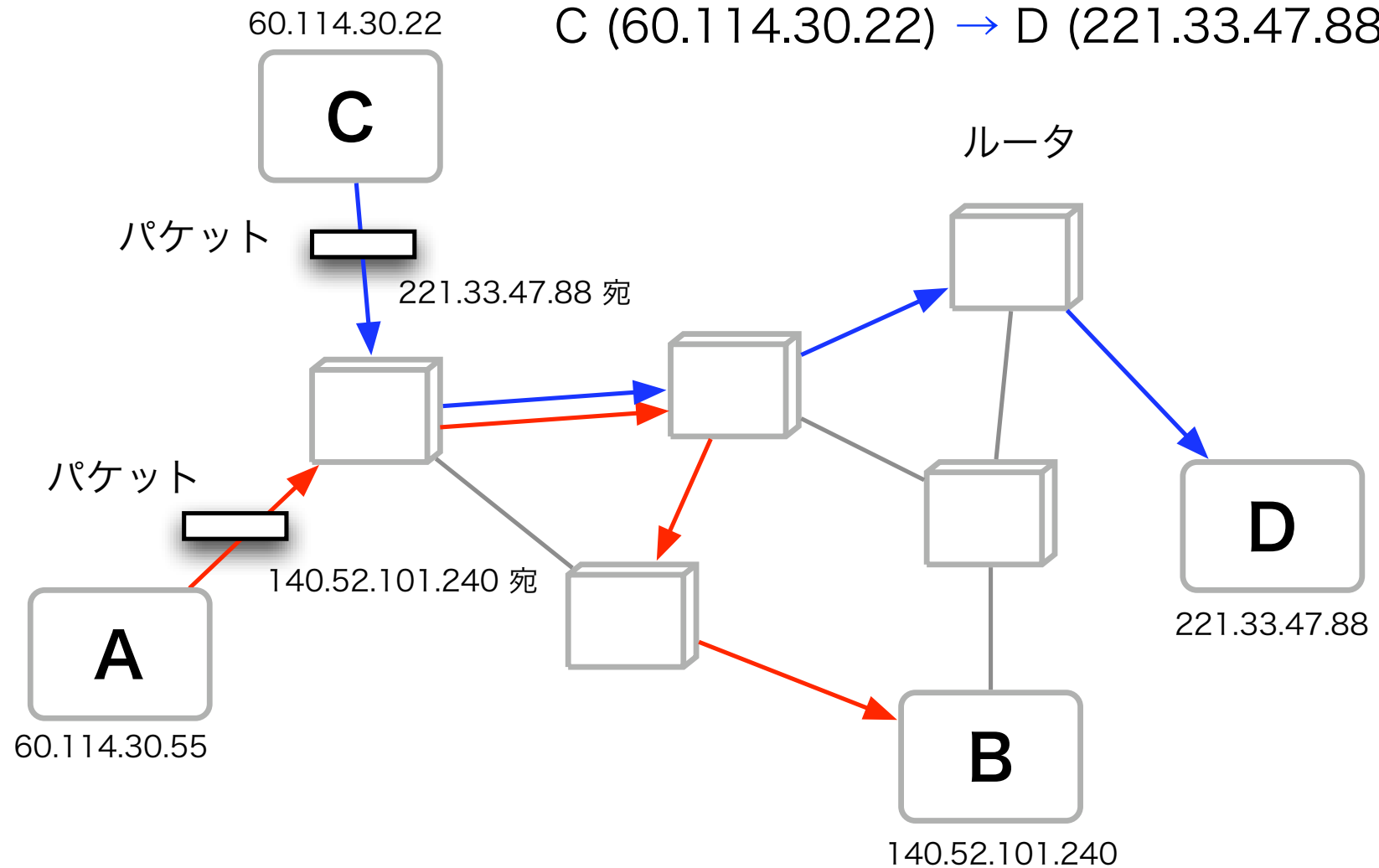
www.yahoo.com も机の PCも同じく持っている

- 対等な接続

ルーティング (再掲)

A (60.114.30.55) → B (140.52.101.240)

C (60.114.30.22) → D (221.33.47.88)



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・バル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：メール運用開始

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・ネットワークの構成

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

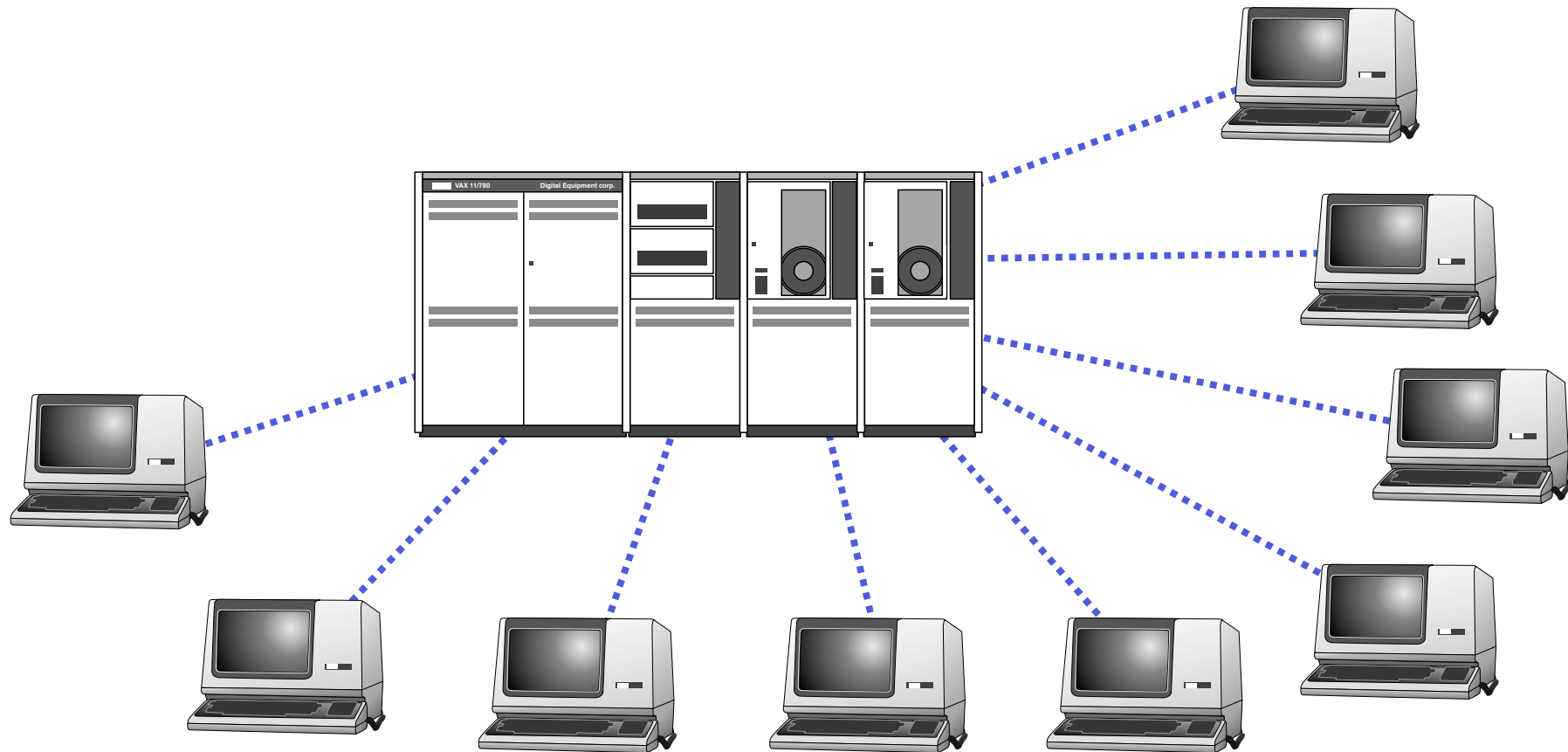
- 単体での利用
- 少数利用者が時間を区切って共用



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

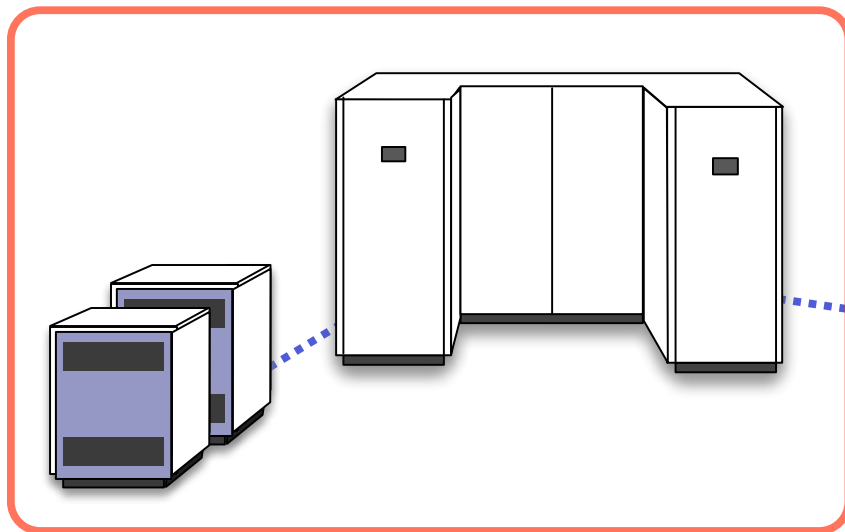


コンピュータ間接続

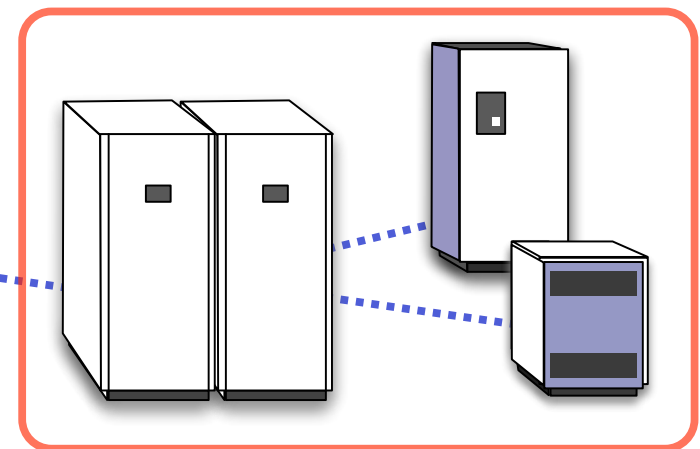
- 複数の大型コンピュータで業務システム全体を構築
- 特定少数マシン・機器を相互接続

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）



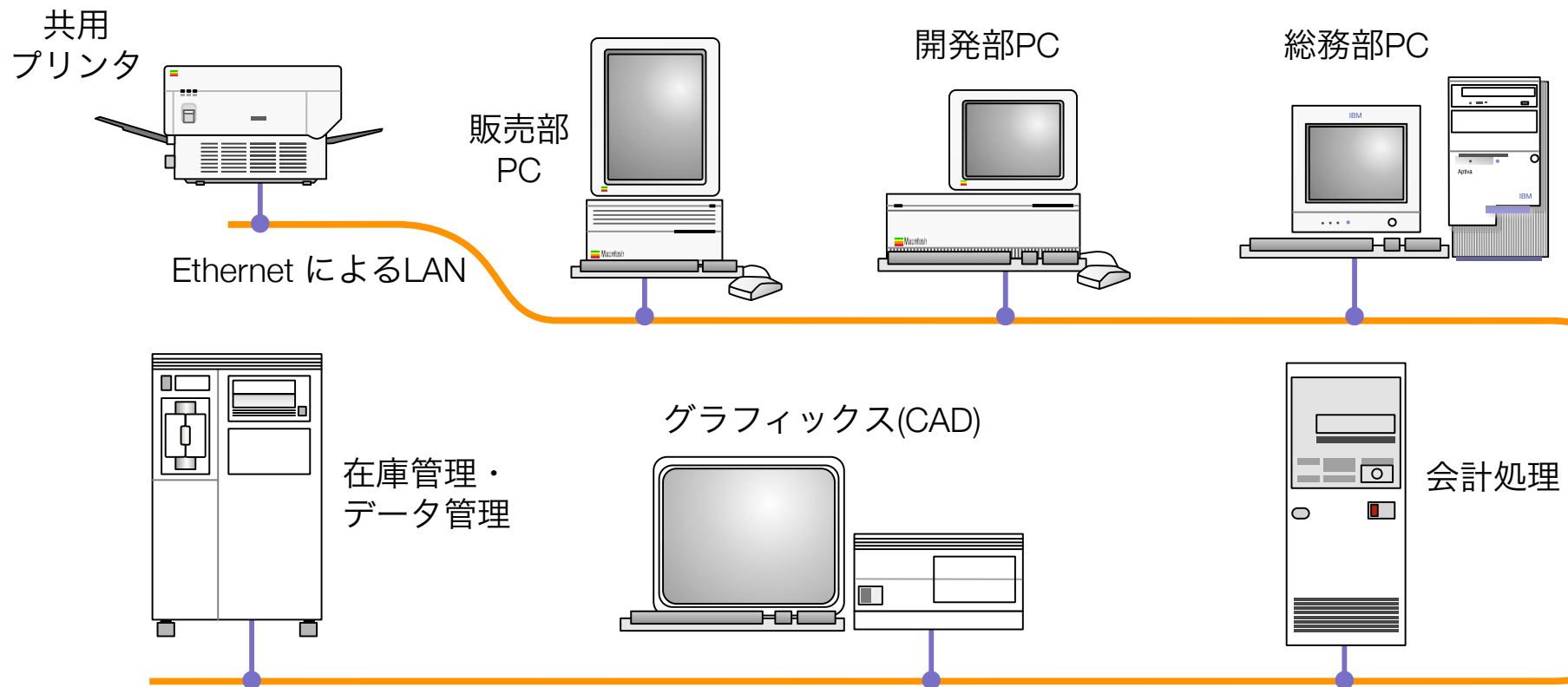
ホストシステム #1



ホストシステム #2

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）

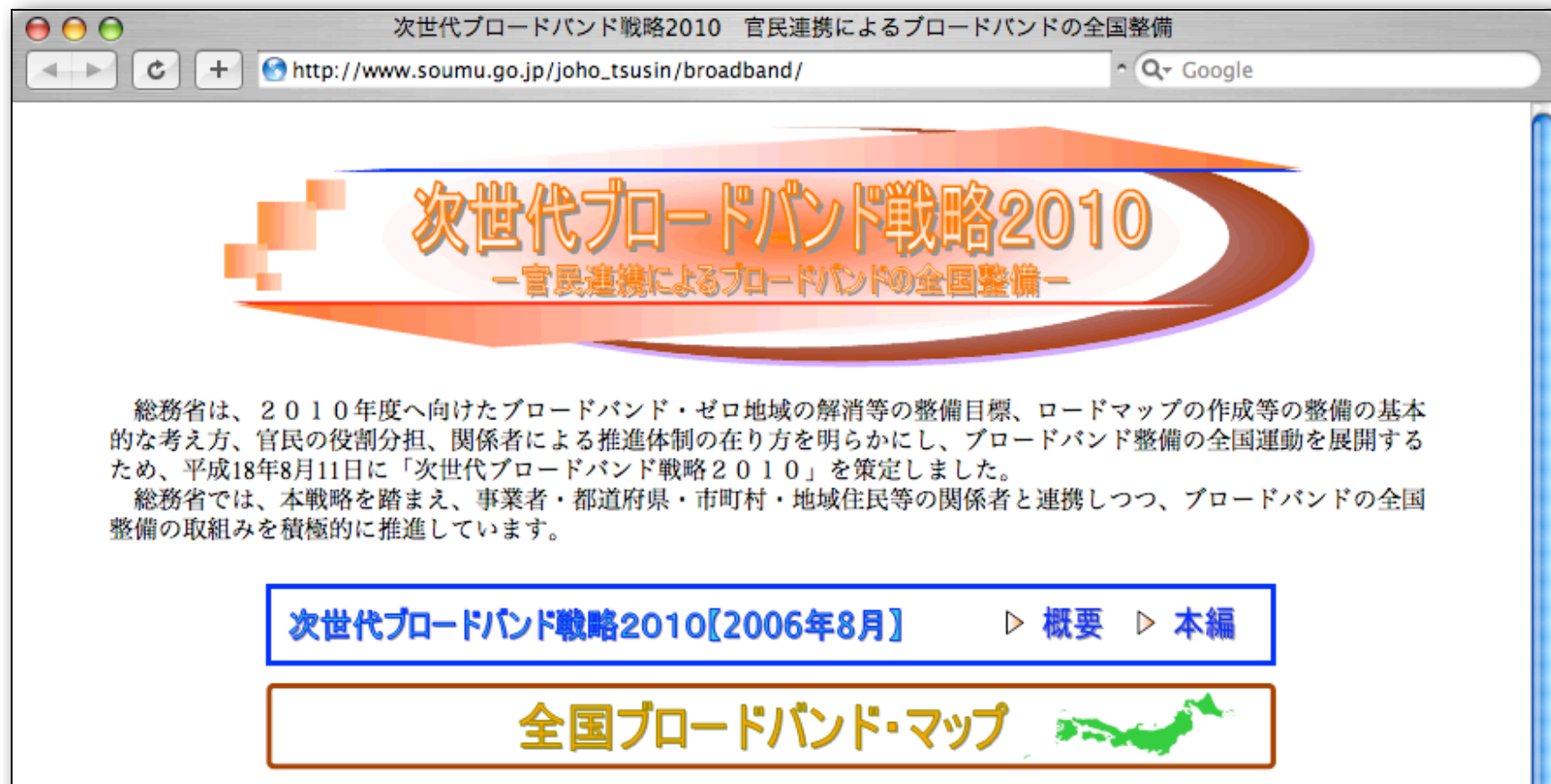
インターネット接続を前提にパソコンを設置

家庭内LAN

日本のインターネット利用状況

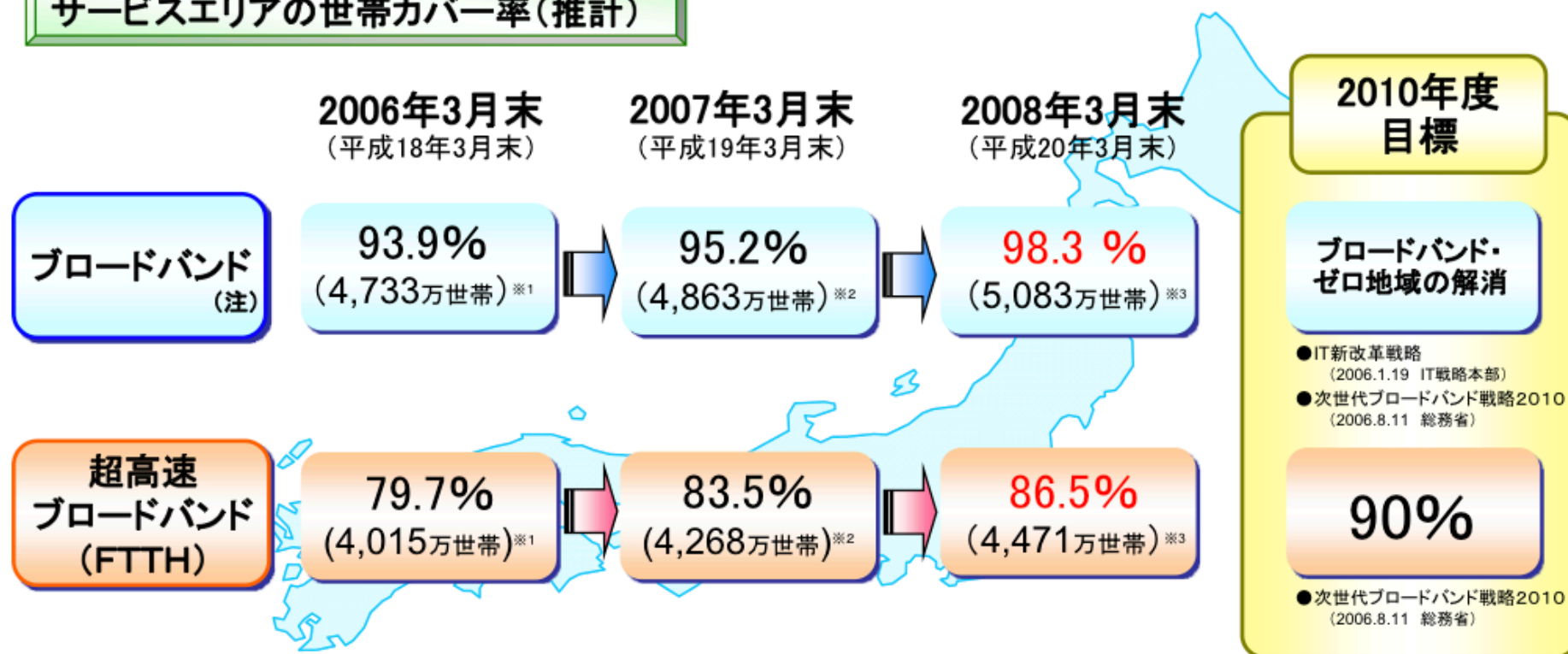
- 総務省「次世代ブロードバンド戦略2010」

http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/broadband/





サービスエリアの世帯カバー率(推計)



※1 2000年(平成12年)国勢調査の世帯数及び2005.3末現在の住民基本台帳に基づく総世帯数(5,038万世帯)より推計

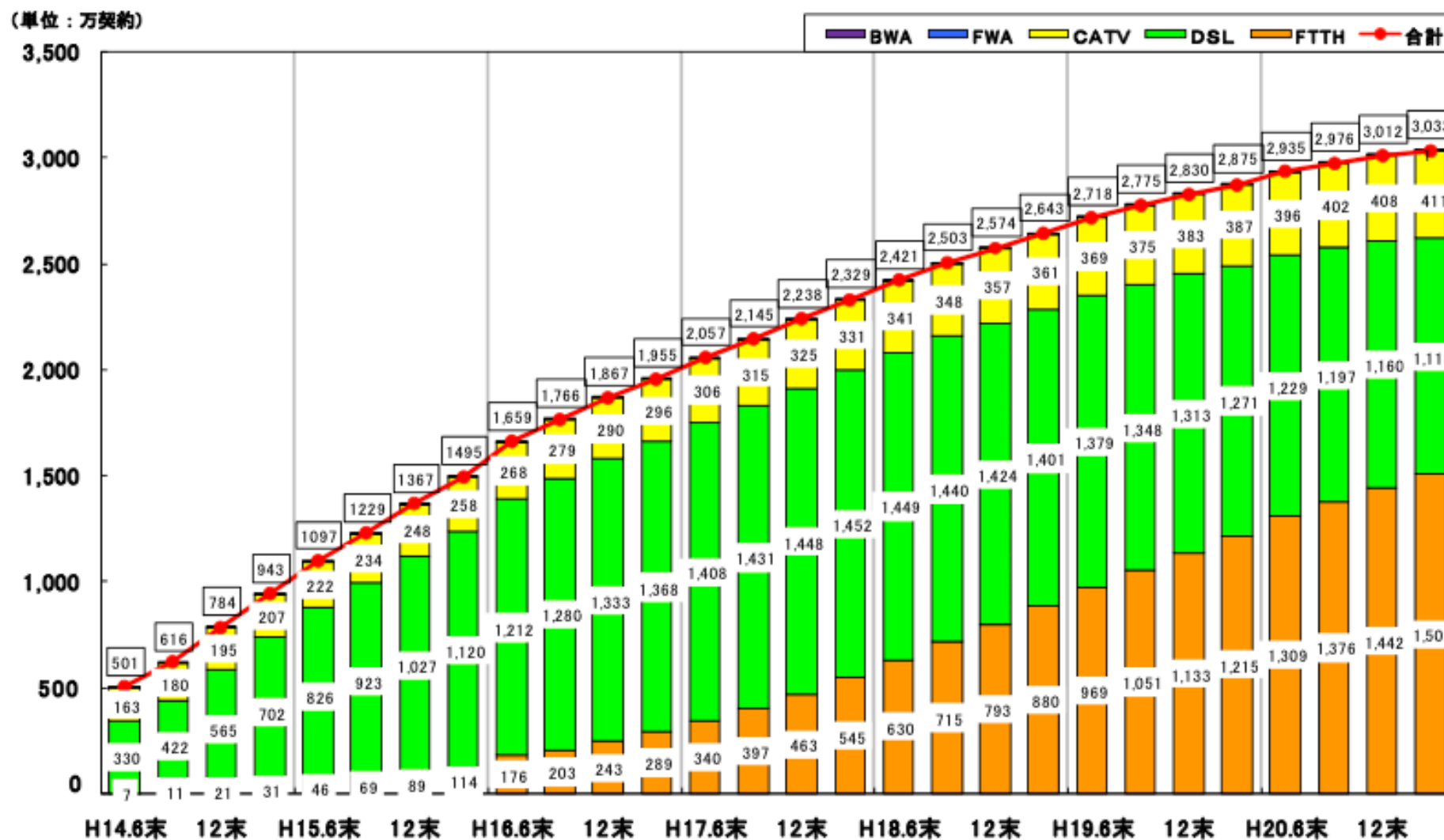
※2 2000年(平成12年)国勢調査の世帯数及び2006.3末現在の住民基本台帳に基づく総世帯数(5,110万世帯)より推計

※3 2005年(平成17年)国勢調査の世帯数及び2007.3末現在の住民基本台帳に基づく総世帯数(5,171万世帯)より推計

(注) ブロードバンド・サービスについて、事業者情報等から、原則町丁目単位での利用可能の有無を区分し、国勢調査及び住民基本台帳の世帯数(※1～※3)を踏まえサービスエリアの世帯カバー率を推計。ただし、ADSLについては、サービスエリア内であっても、収容局からの距離が概ね4kmを超える地区については信号の減衰が大きく実用に適しないことから利用可能とせず、世帯カバー率の推計を行っている。

なお、2006年3月末及び2007年3月末については、都道府県ごとにブロードバンド・サービスの種別(FTTH、ADSL、ケーブルインターネット等)で最も整備が進んでいる種別の世帯カバー率を「ブロードバンド」の世帯カバー率としていたが、2008年3月末のものは、いずれかのブロードバンド・サービスが整備されている地域の世帯カバー率を「ブロードバンド」の世帯カバー率としている。

ブロードバンドサービスの契約数の推移等（図表）



（注）電気通信事業報告規則の規定により報告を受けた数値を集計（平成16年3月末分以前は事業者から任意で報告を受けた数値を集計。）。

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

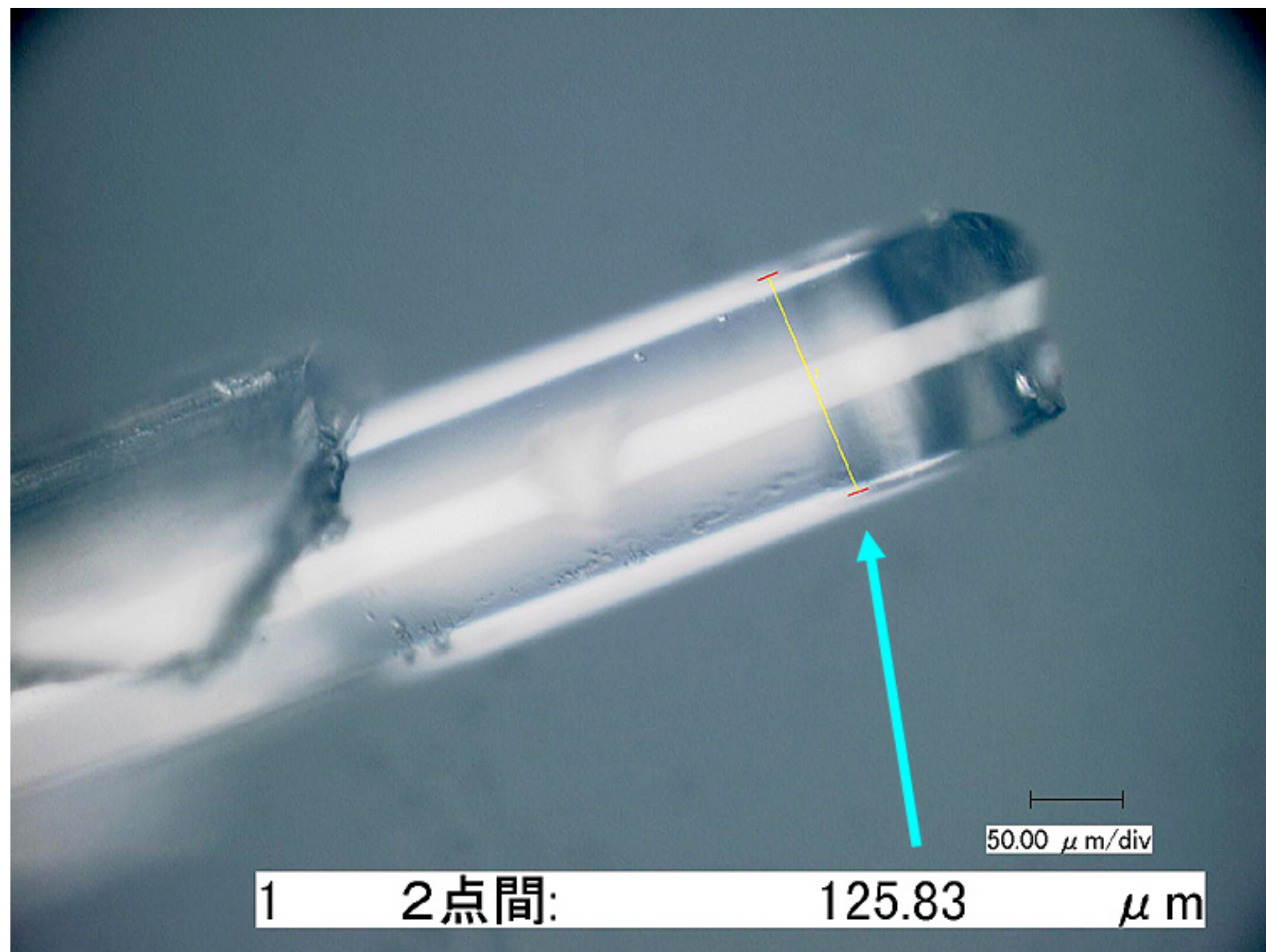
1990頃から光のものに順次置き換え

- 高品質（低エラー）、低遅延、大容量通信へ

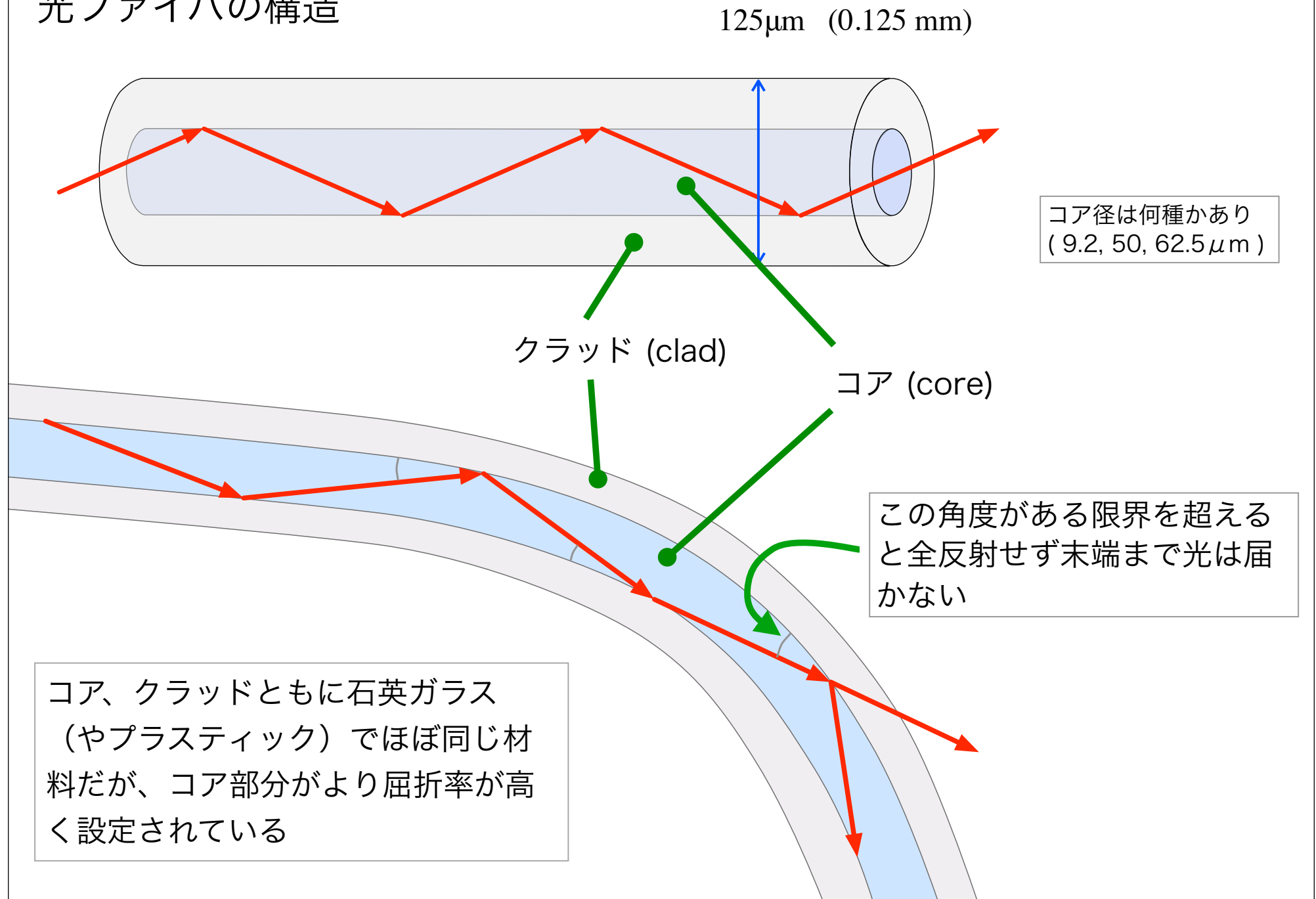
光ファイバ

- 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



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

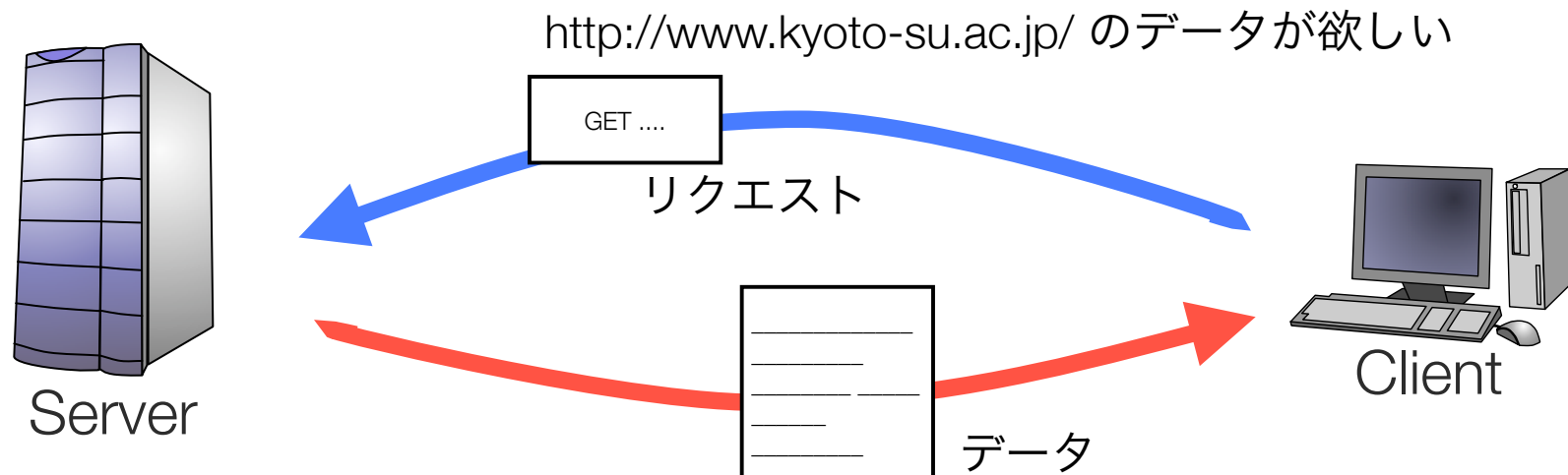
- Peer to Peer

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

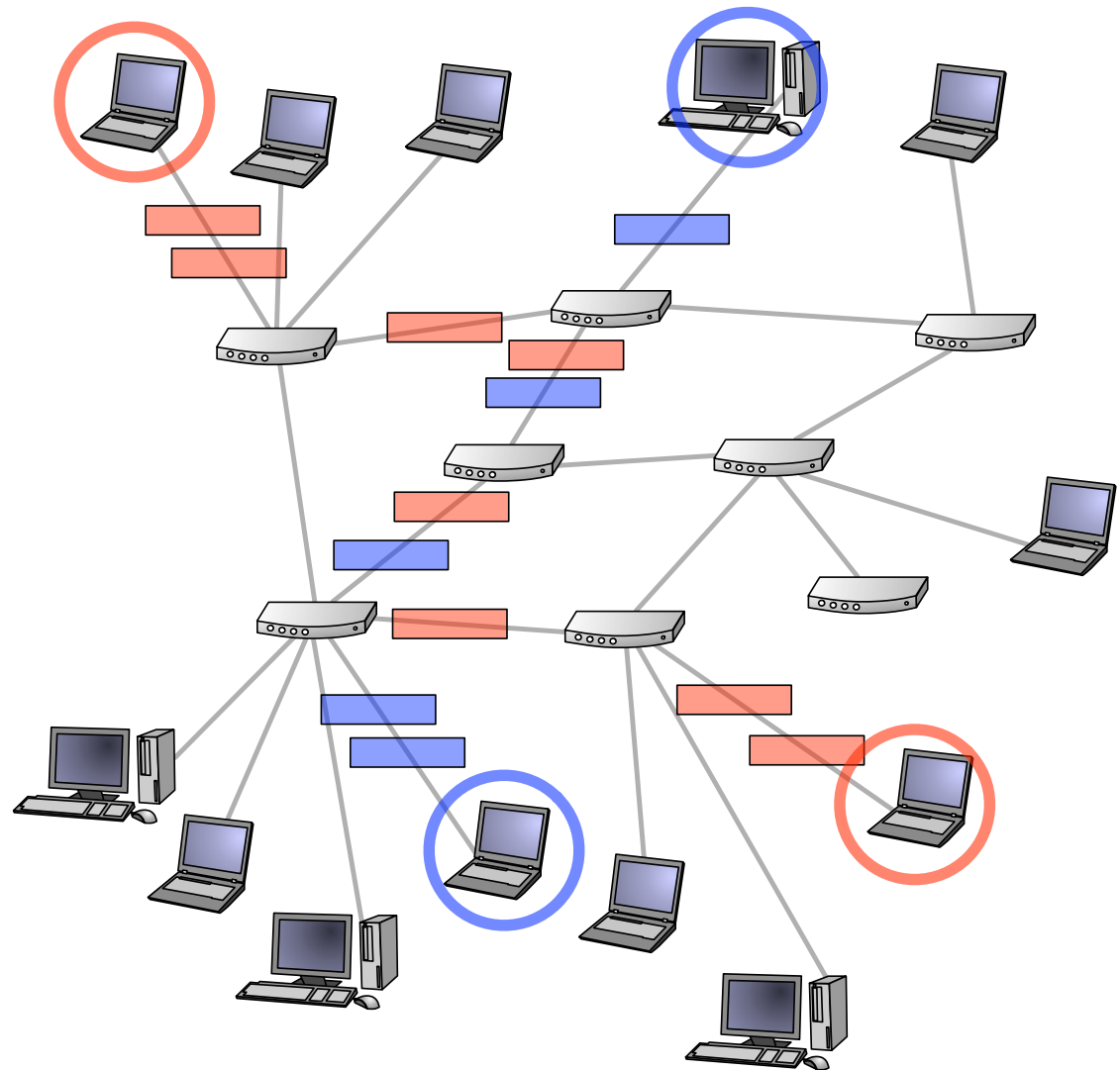
- Web サーバと Web ブラウザの共同作業
- サーバ：データの蓄積と提供を担当
- ブラウザ：データの取得と表示を担当
- この種の役割分担モデルをサーバ・クライアント型と呼ぶ



プロトコル

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

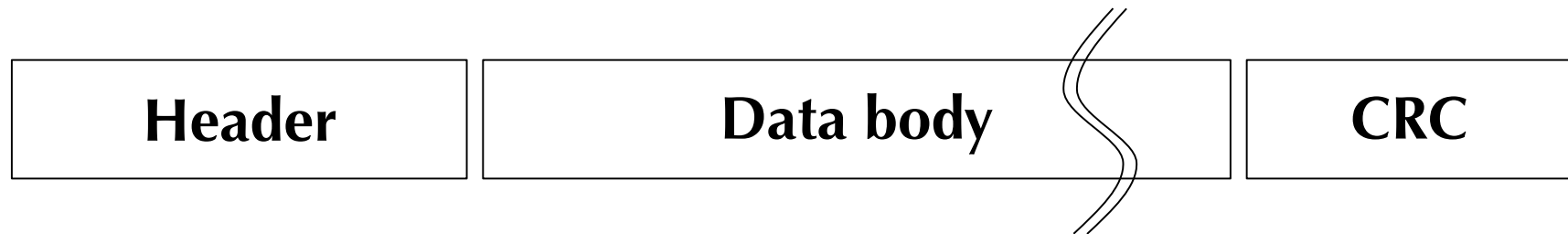
OSI : 国際標準化機構 (ISO) の策定

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

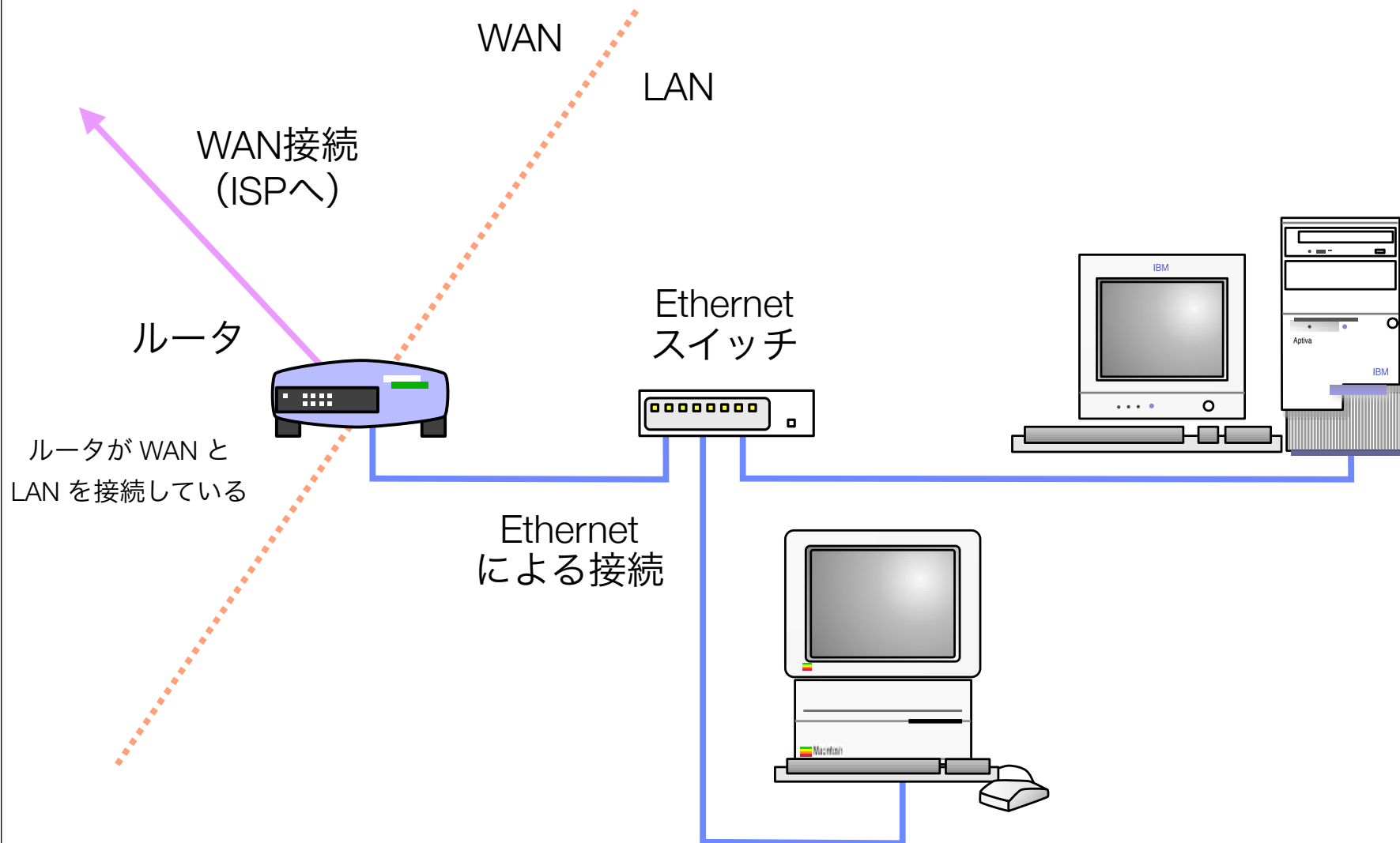


- 手順

どのようなパケットが来たらどのように反応するか

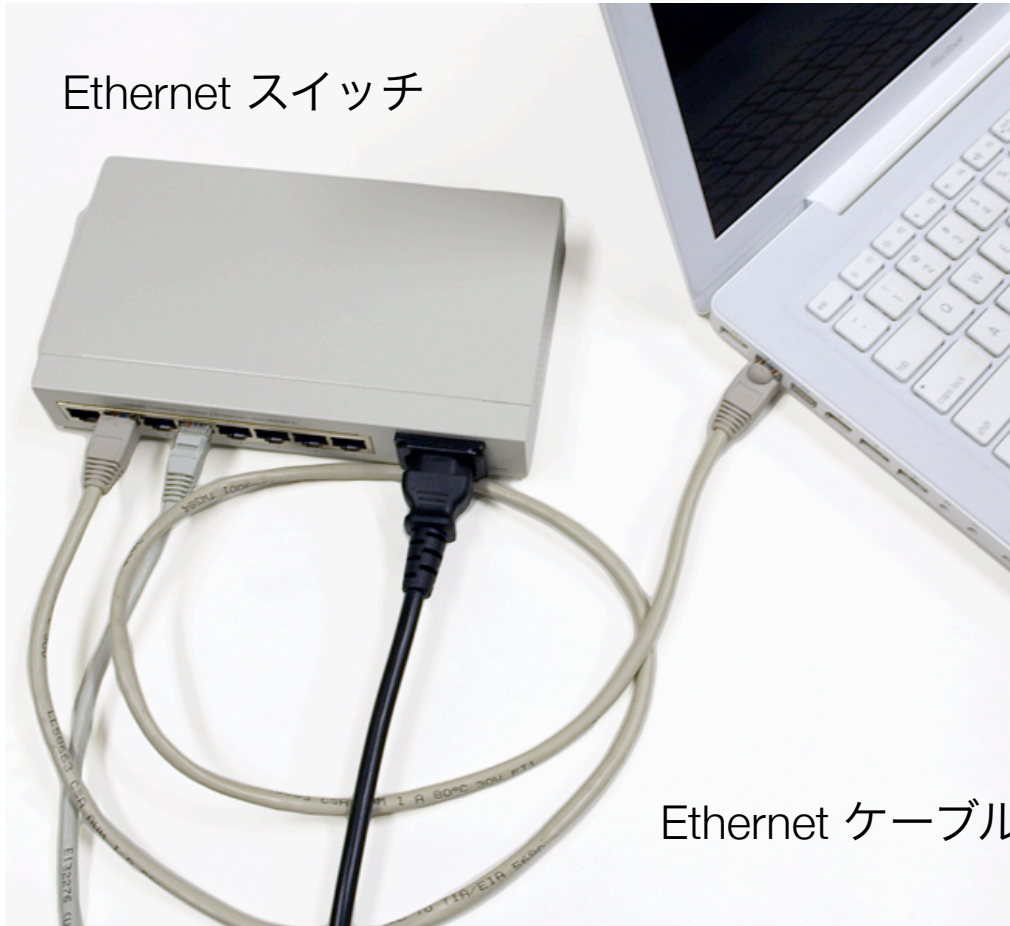
どのような状況になったらどのように知らせるか

イーサネット（Ethernet）によるLAN接続

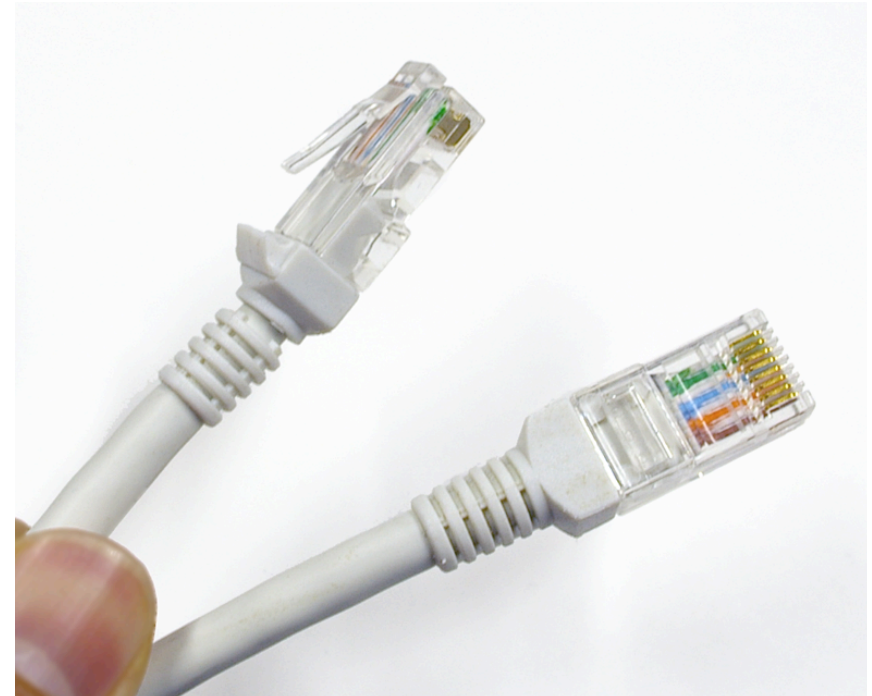


イーサネット (Ethernet) によるLAN接続

Ethernet スイッチ



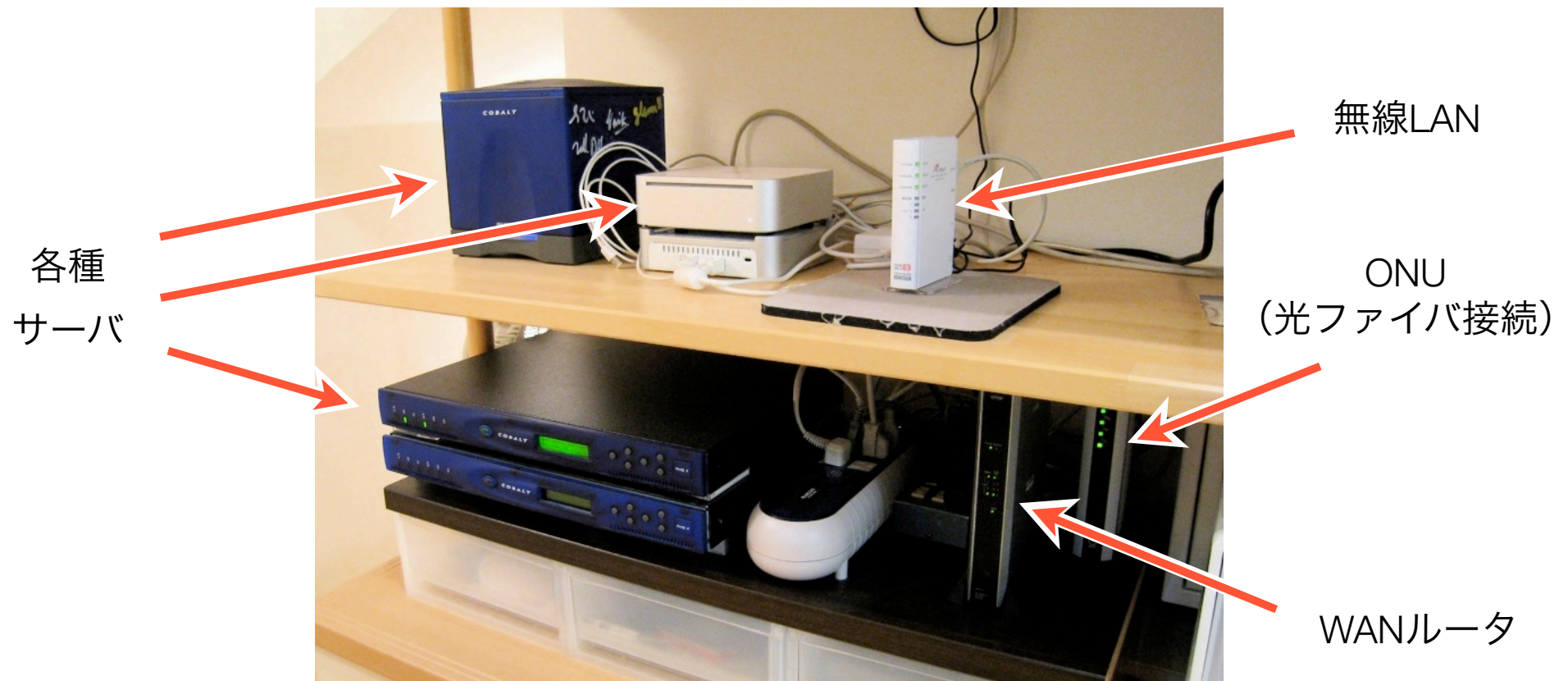
Ethernet ケーブル



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

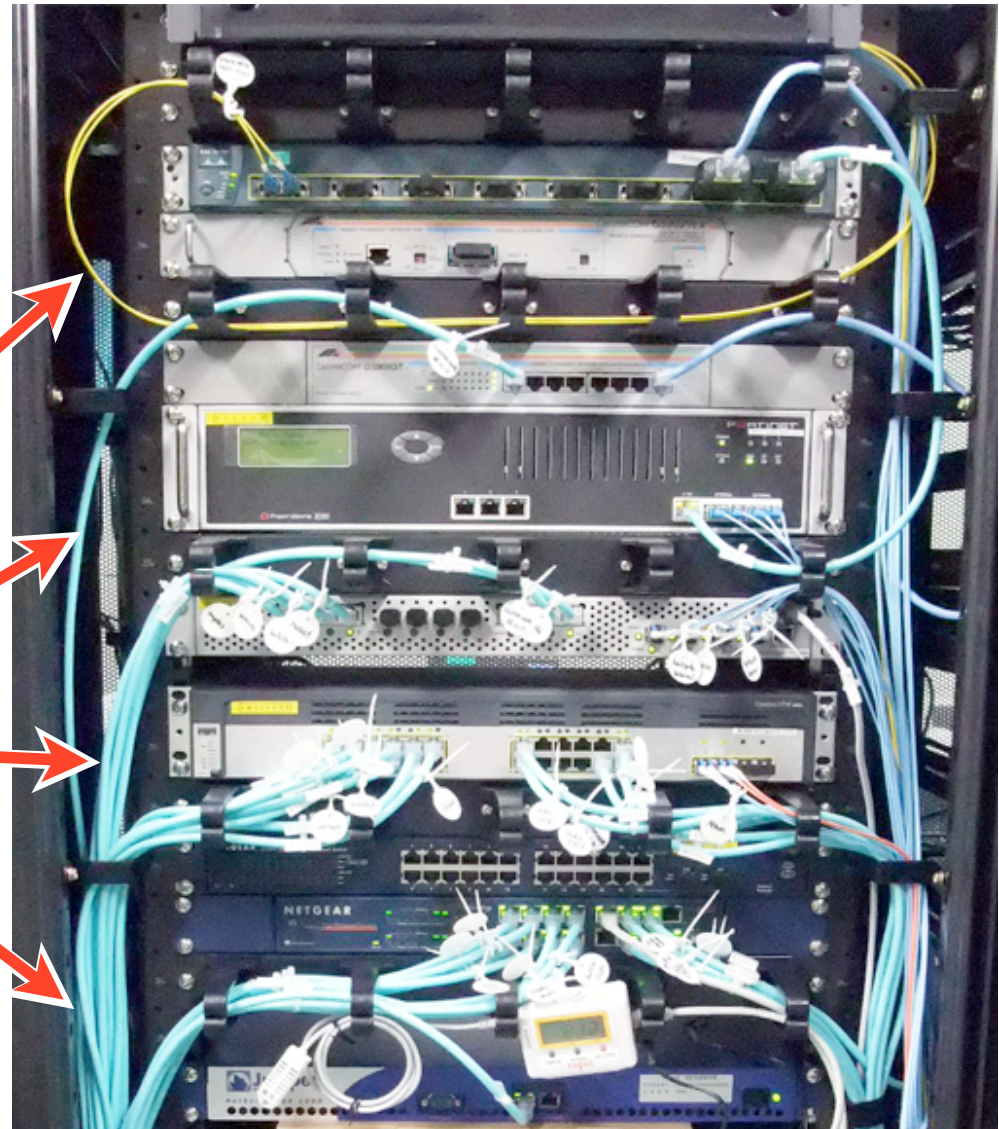


イーサネット（Ethernet）によるLAN接続

- 中規模LAN
- 少数の建物の拠点
- 多数の機器を相互接続

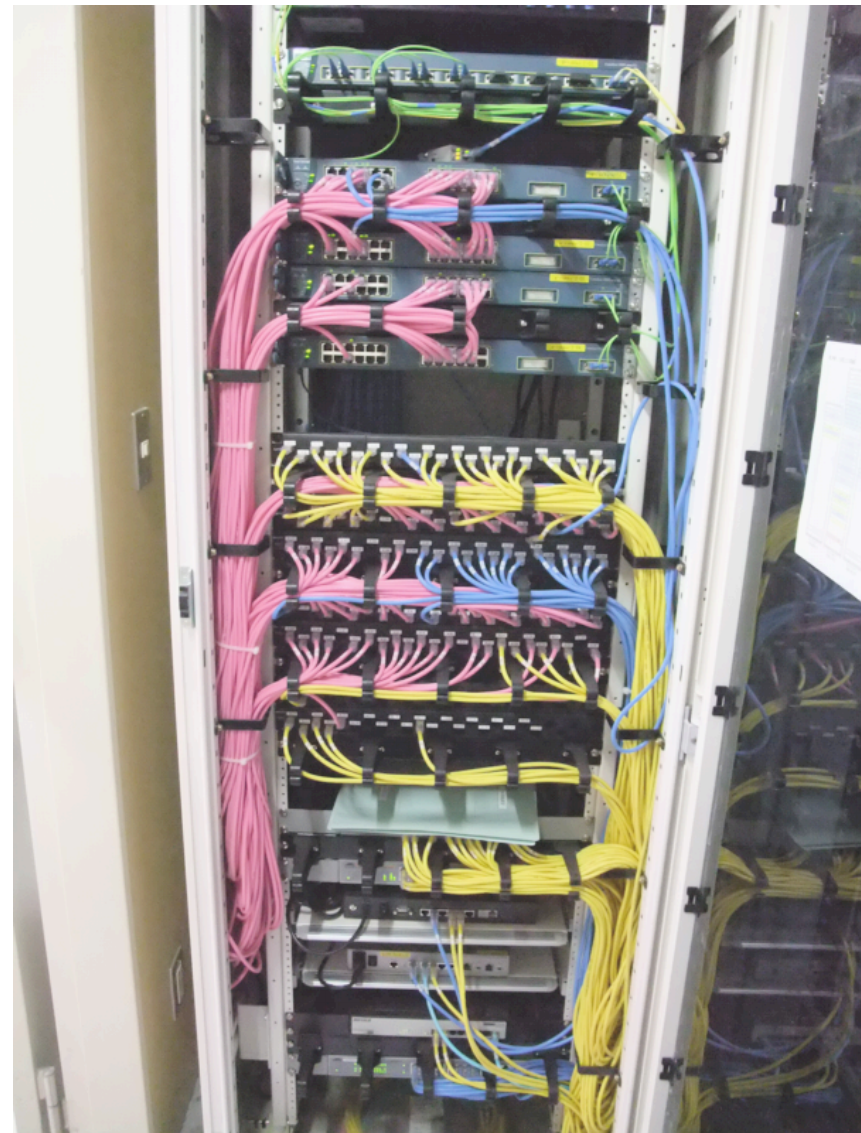
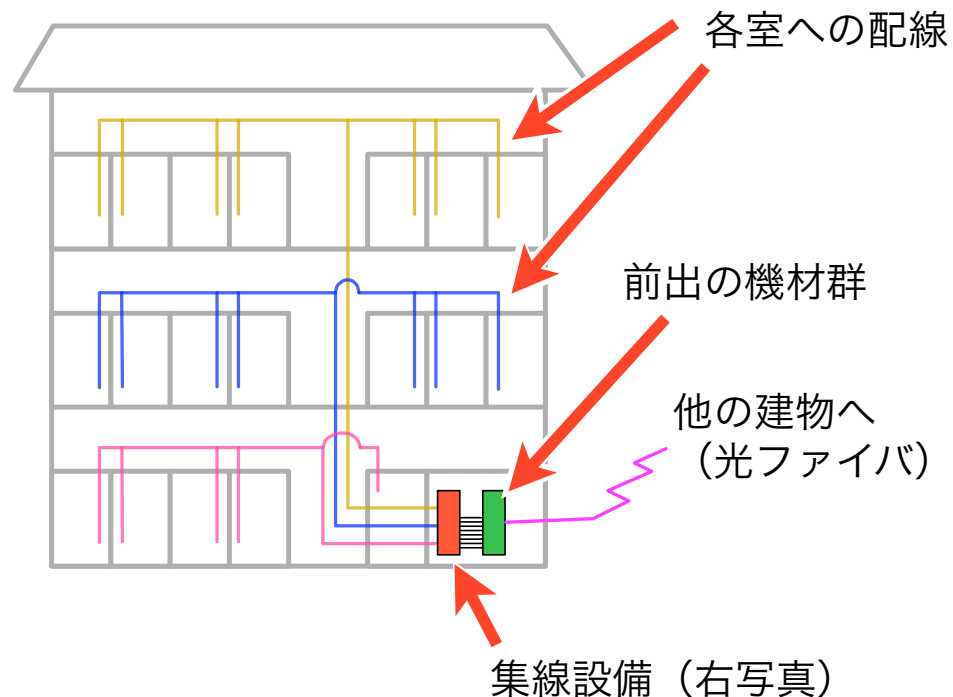
光ファイバ

Ethernet ケーブル

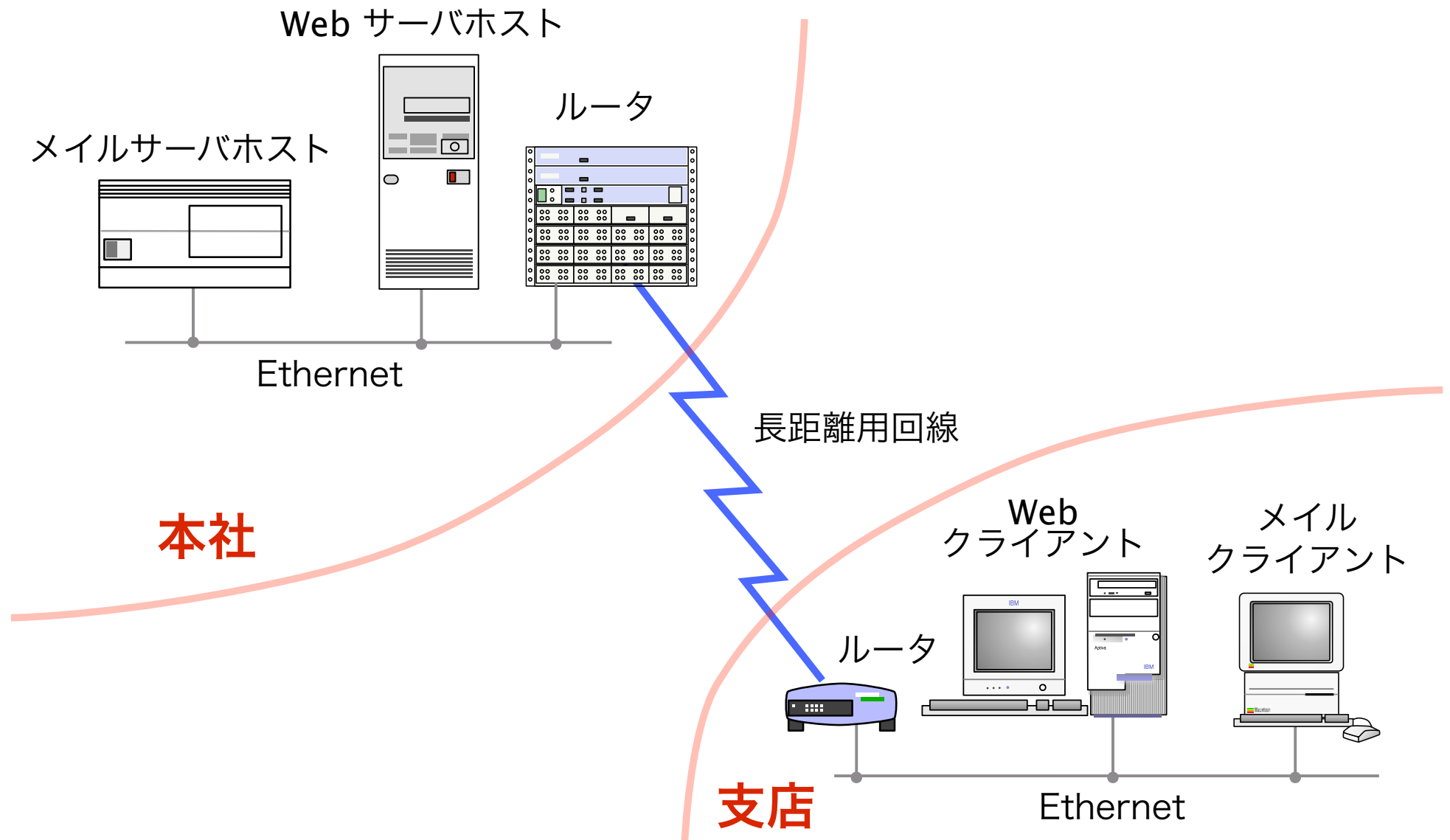


イーサネット（Ethernet）によるLAN接続

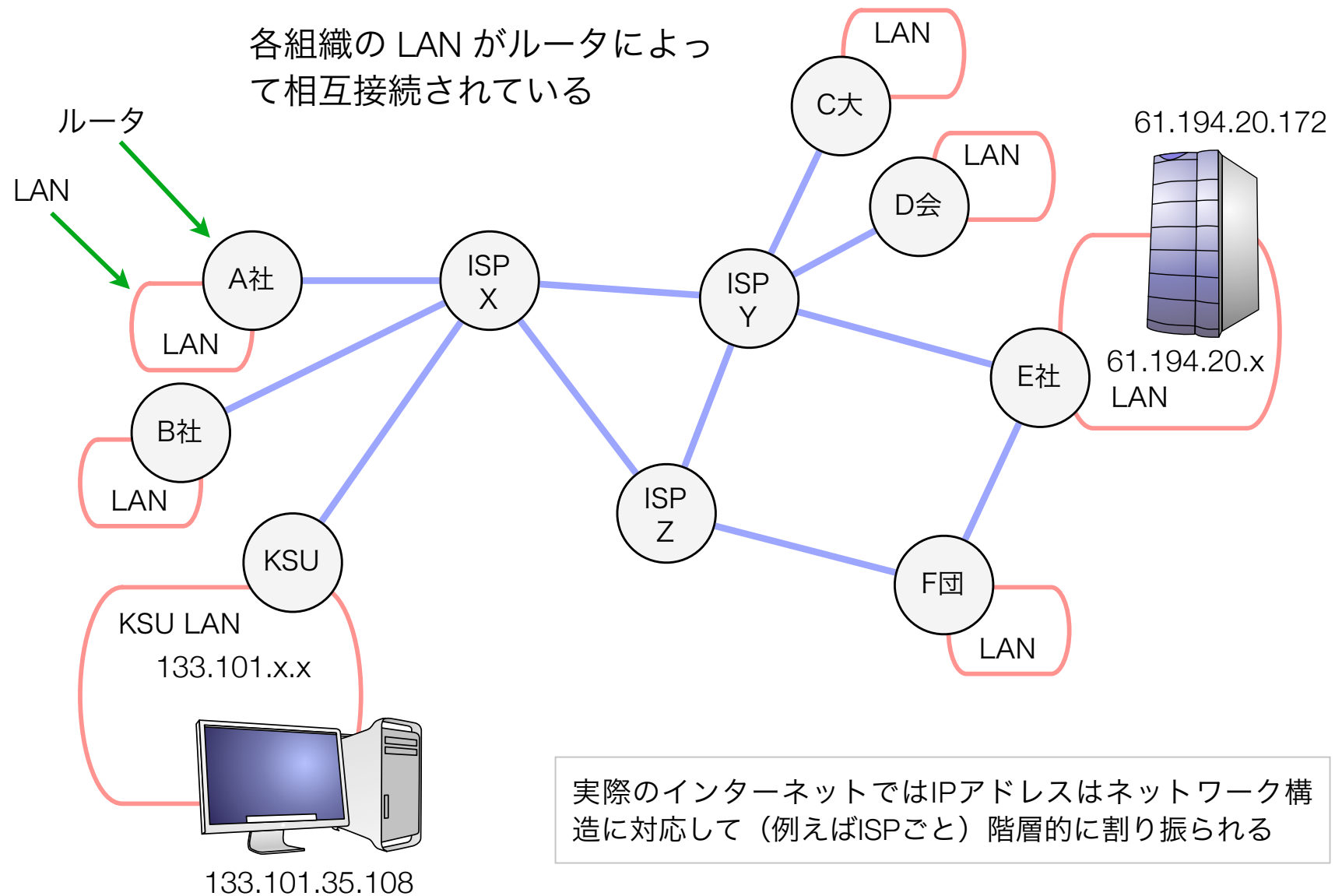
- 中規模LAN
- 建物内配線の拠点
- 各室への配線



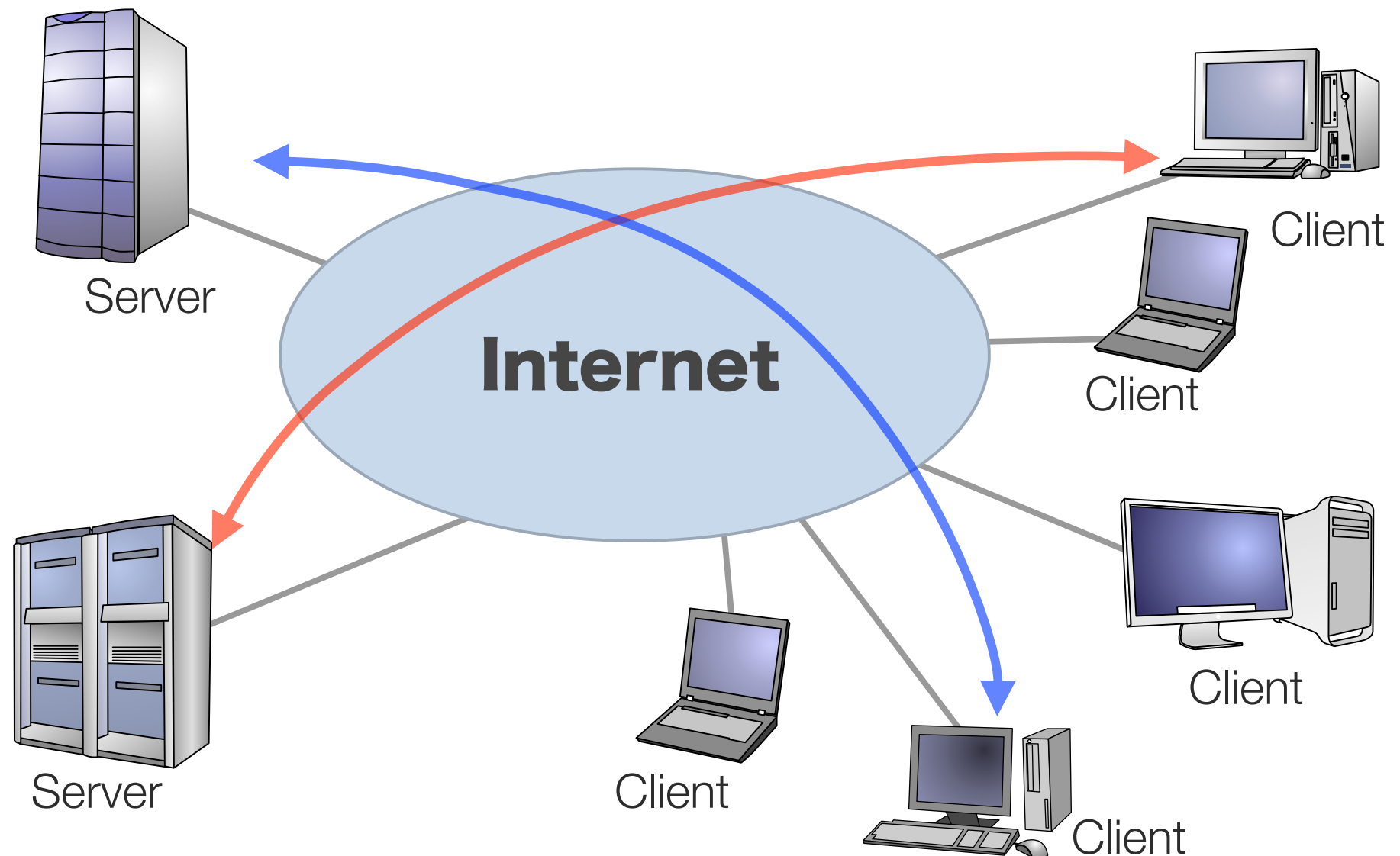
LAN技術と WAN 技術の接合



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



ドメイン名

- IPアドレスによるアクセス

不便＋ネットワーク構成変更

- 階層的に管理されたインターネット上の名前空間

例：www.kyoto-su.ac.jp

- DNS (Domain Name System)

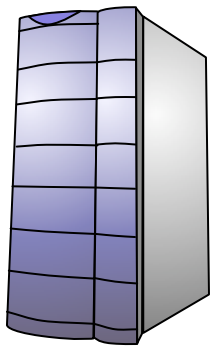
ドメイン名からIPアドレスを検索

Web サーバへのアクセス

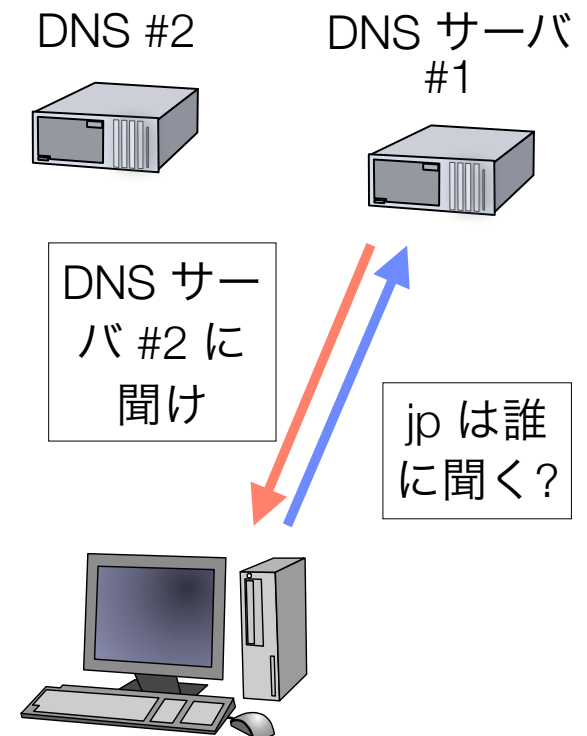
- DNS サーバへの問い合わせ
- 通信の確立
(IPアドレスとポート番号を指定)
- データの送受信
- 通信の終了

大学のWebサーバにアクセスする

1. <http://www.kyoto-su.ac.jp/> の IP アドレスは何か？
2. DNS サーバに .jp は誰に聞けば良いかを聞く
(最初の訊ね先は PC が知っている)
3. DNS サーバは訊ね先の DNS サーバの IP アドレスを答える



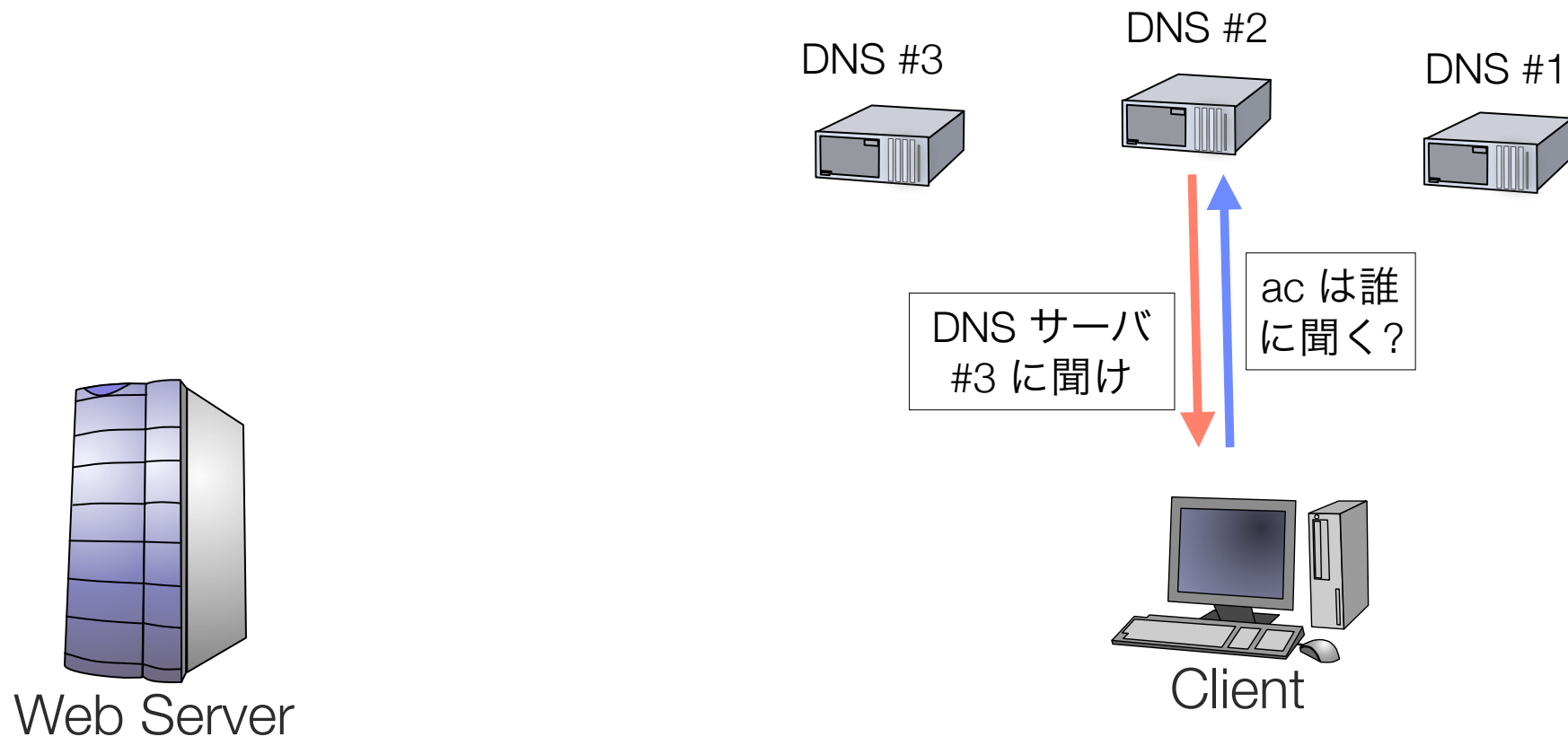
Web Server



大学のWebサーバにアクセスする

4. DNS サーバ#2 に ac は誰に聞けば良いかを聞く

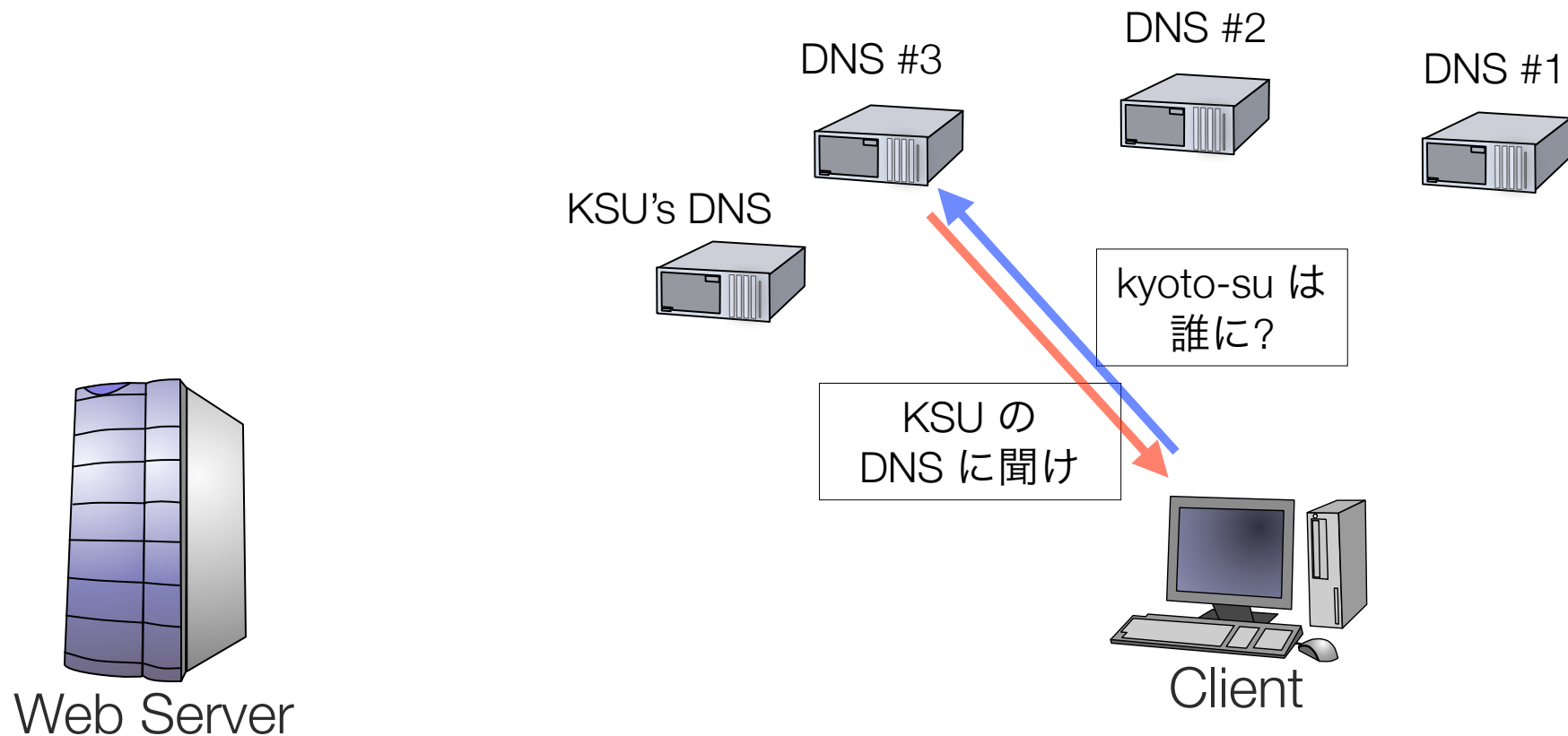
5. #2 は #3 を答えた



大学のWebサーバにアクセスする

6. DNS サーバ#3 に kyoto-su は誰に聞けば良いかを聞く

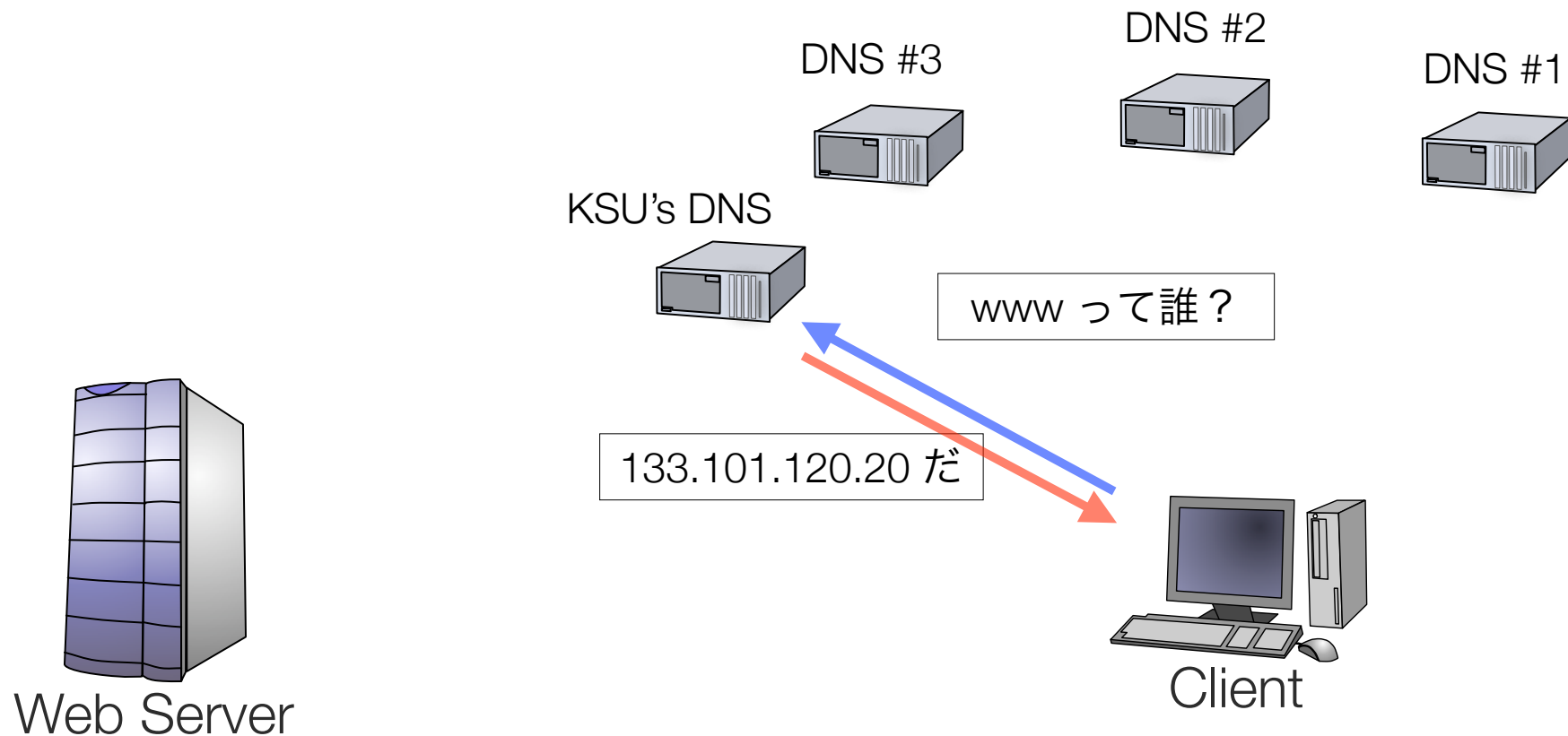
7. #3 は KSU の DNS を答えた



大学のWebサーバにアクセスする

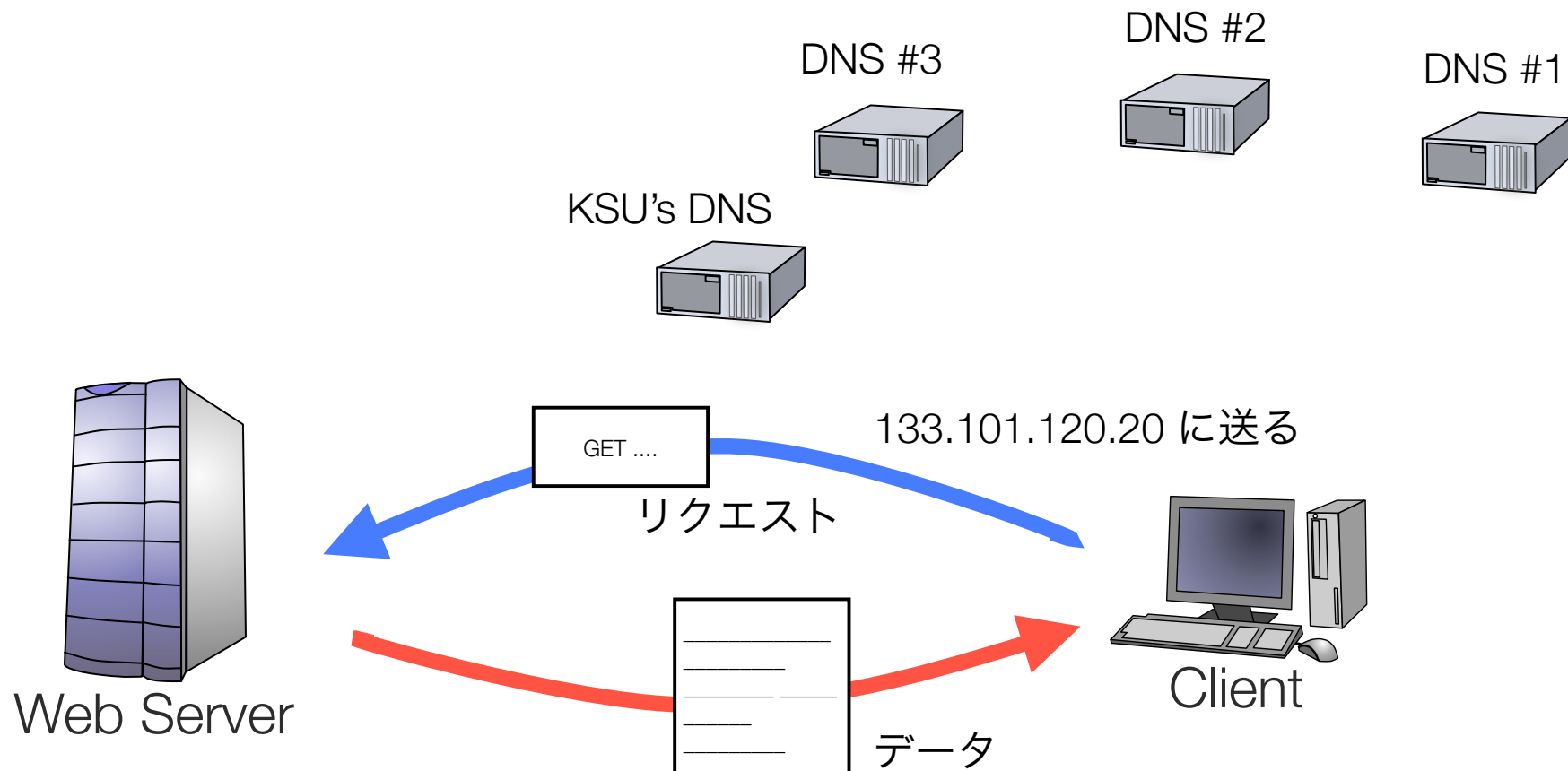
8. KSU の DNS に www の IP アドレスを聞いた

9. アドレスは 133.101.120.20 だと答えた



大学のWebサーバにアクセスする

10. (ようやく) アドレス 133.101.120.20 に Web ページ閲覧の依頼を送る
11. 依頼したページのデータが返ってきた



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
- 実際のアクセス
 DNS と分散処理