

情報処理の概念

#7 ネットワーキングの原理, Internet の構造と歴史

Yutaka Yasuda

通信

- コンピュータ・ネットワーク

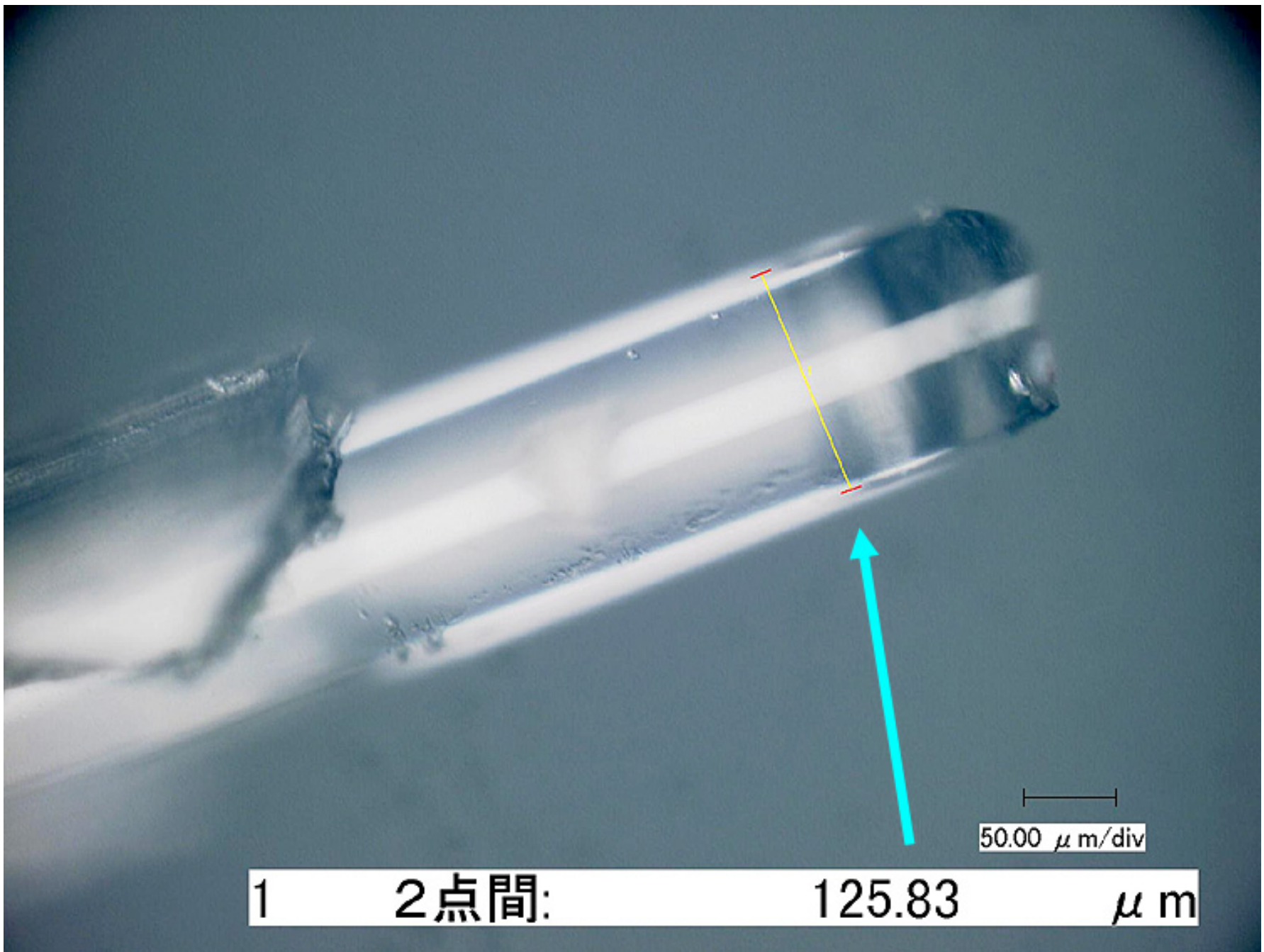
信号線によって結ばれた二つ以上のコンピュータ

電線と光ファイバ

- 光ファイバ

屈折率の異なるガラスを二重化

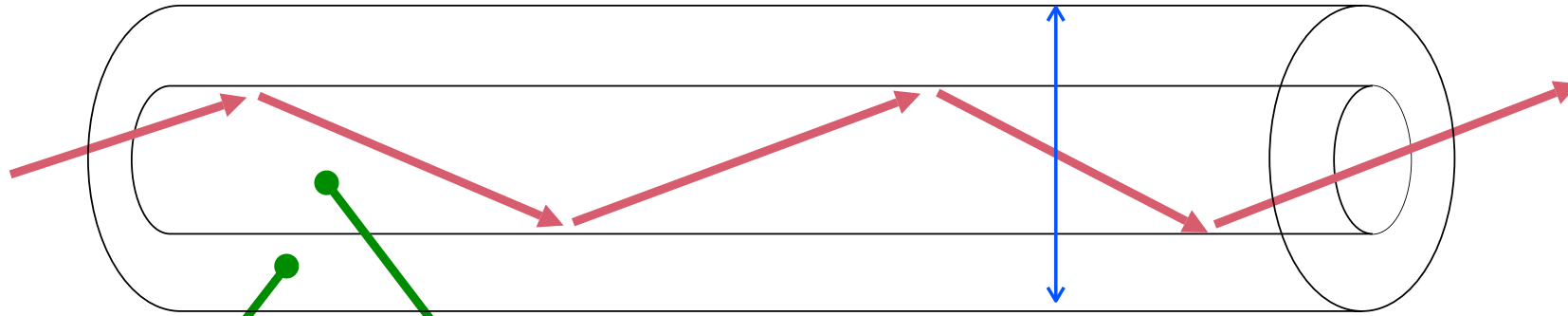
遠距離、高速の通信に有利



1 2点間: 125.83 μm

光ファイバの構造

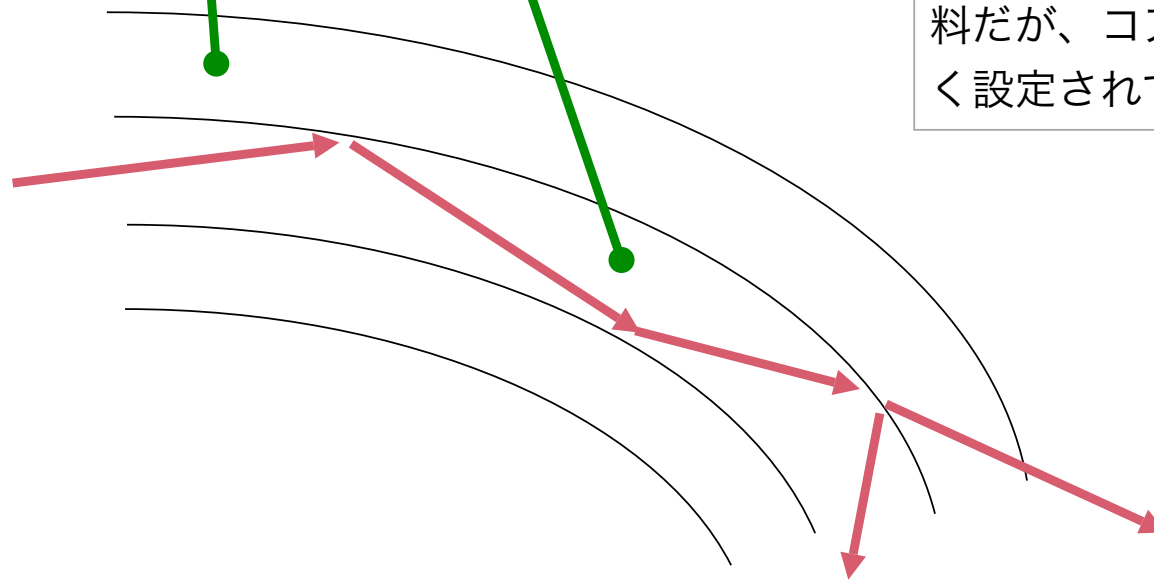
125 μm (0.125 mm)



クラッド (clad)

コア (core)

コア、クラッドともに石英ガラス
(やプラスチック) でほぼ同じ材
料だが、コア部分がより屈折率が高
く設定されている。



ある反射角度を割ると
全反射せず末端まで光
は届かない

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

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

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

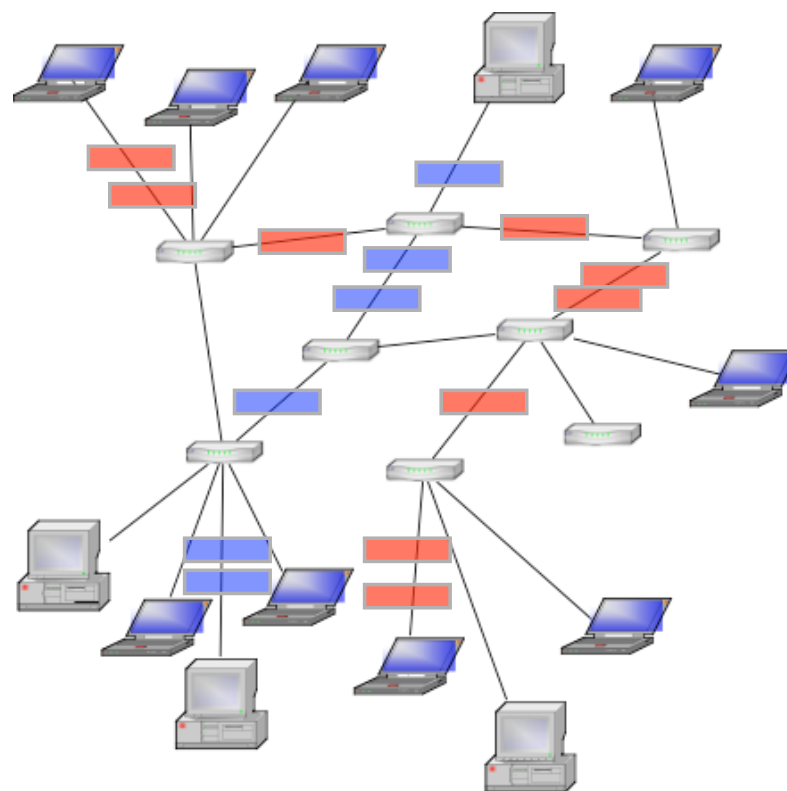
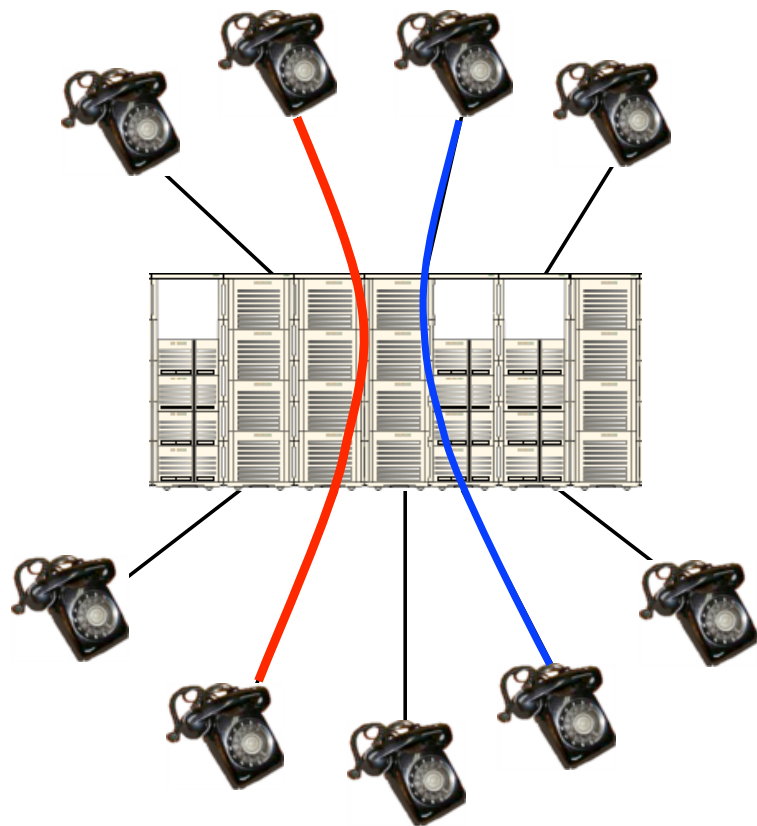
中央のスイッチ(交換機)が頑張る

- パケット交換：インターネット

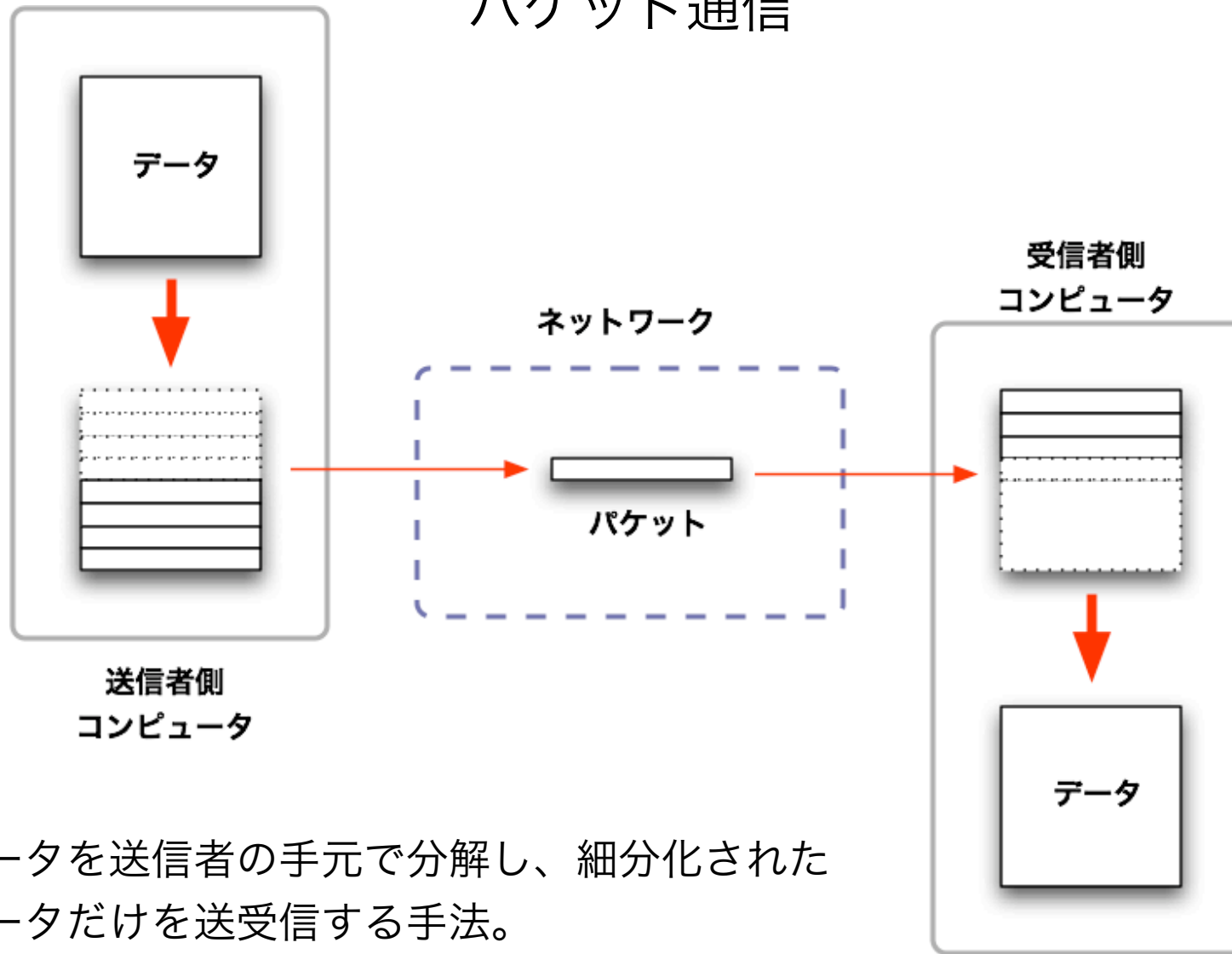
データを細かいパケットに分割して送信

両末端（発送元＋受け取り先）が頑張る

回線交換とパケット交換



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。

パケットとアドレス

- パケット

宛先指定のためにアドレスをつける

- ルーティング

自分宛でなければ「より適切な相手」に転送

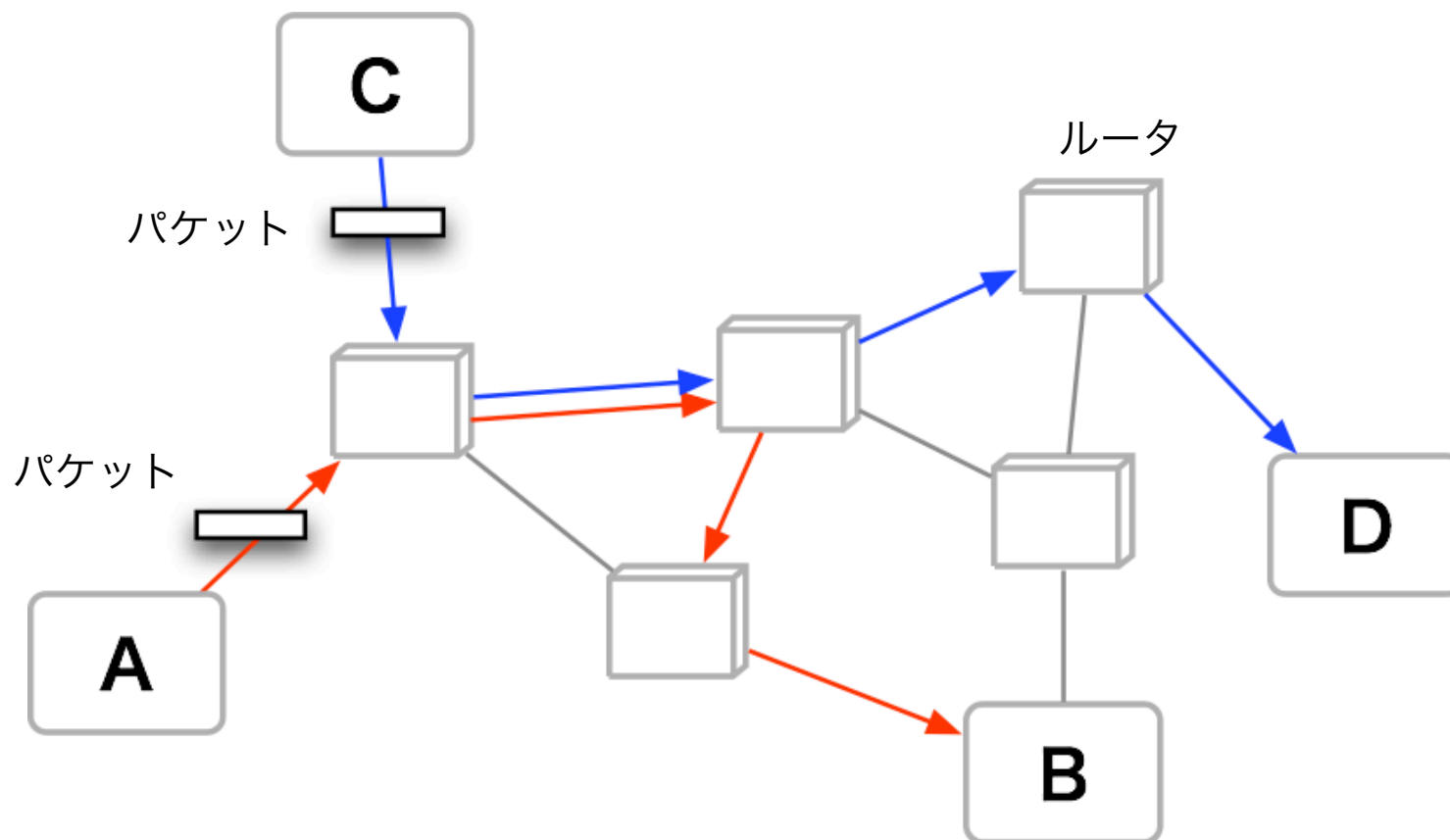
これを繰り返して、いつかは相手にたどり着く

インターネットとはそのための「網」である

ルーティング

A → B

C → D



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

- 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

エラー処理

- 通信には誤りがつきもの

- 対策

検出

訂正

再送

- 手順=プロトコルの重要性

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)

具体例：SMTPによるemail転送

220 ebony.harahoro.ac.jp ESMTP YaYu-mail

HELO bakkers.gr.jp

250 ebony.harahoro.ac.jp

MAIL FROM: yasuda@bakkers.gr.jp

250 Ok

RCPT TO: yasuda@harahoro.ac.jp

250 Ok

DATA

354 End data with <CR><LF>.<CR><LF>

Thanks a lot.

Bye.

.

250 Ok: queued as BF3EF6FA4

QUIT

221 Bye

具体例：POPによるemail受信

+OK ready

POP yasuda

+OK ready

PASS harahoro

+OK yasuda has 1 visible message (0 hidden) in 429 octets.

STAT

+OK 1 429

LAST

+OK 0 is the last read message.

1 message for yasuda at harahoro.hirehare.jp (429 octets).

LIST

+OK 1 visible messages (429 octets)

1 429

.

RETR 1

+OK 429 octets

QUIT

+OK Pop server at steel signing off.

ベストエフォート

- パケット到達性を保証しない

網は 100% 到達することを保証しない

到達性の保証が必要な場合は末端で検証して実現

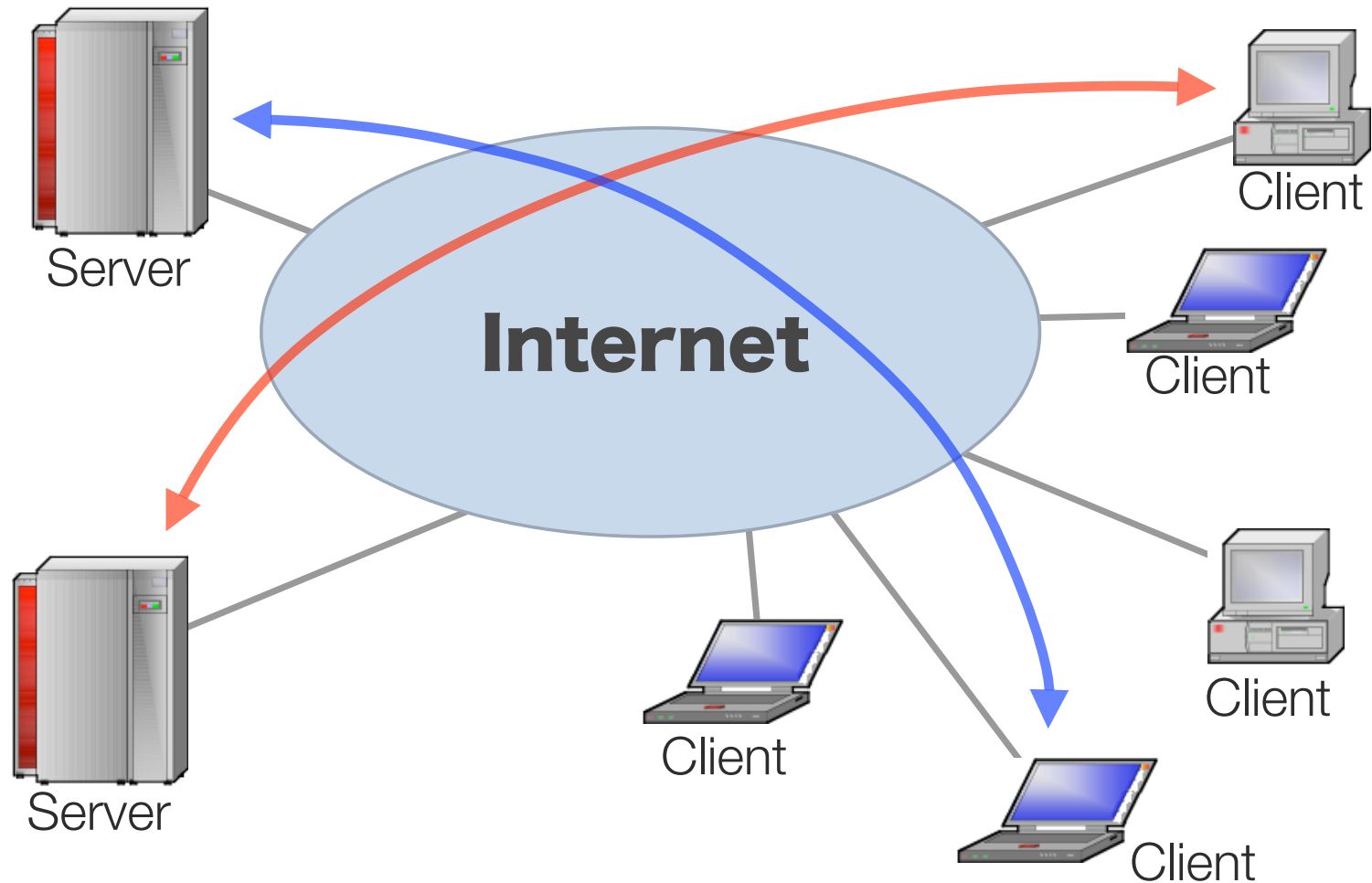
- インターネットが成立する技術的ポイント

システム全体を軽く簡単にできる

集中点にある機器(router)を高性能にできる

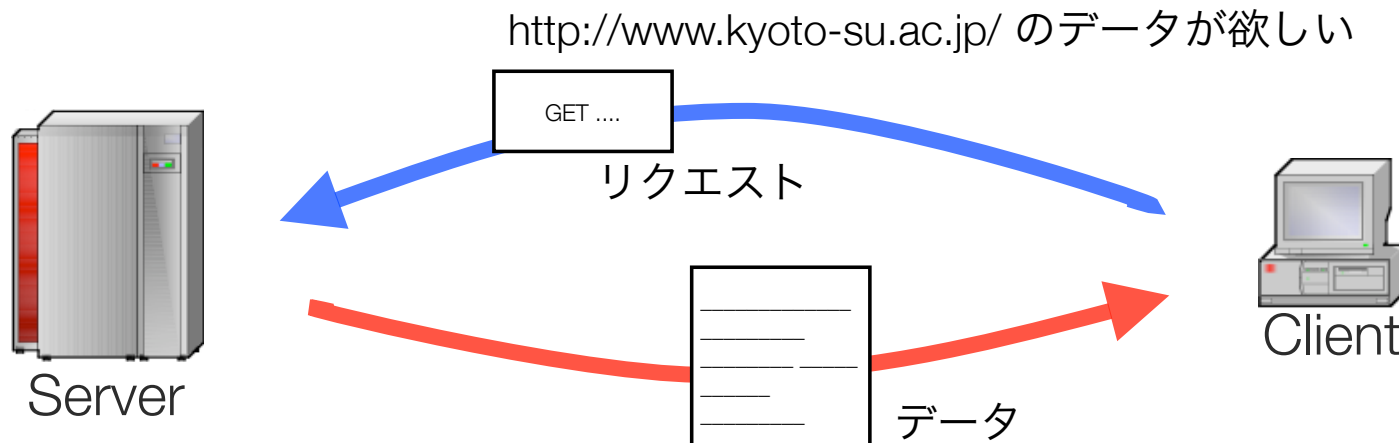
スケーラビリティ、相互接続の容易さ

インターネットのサービスモデル

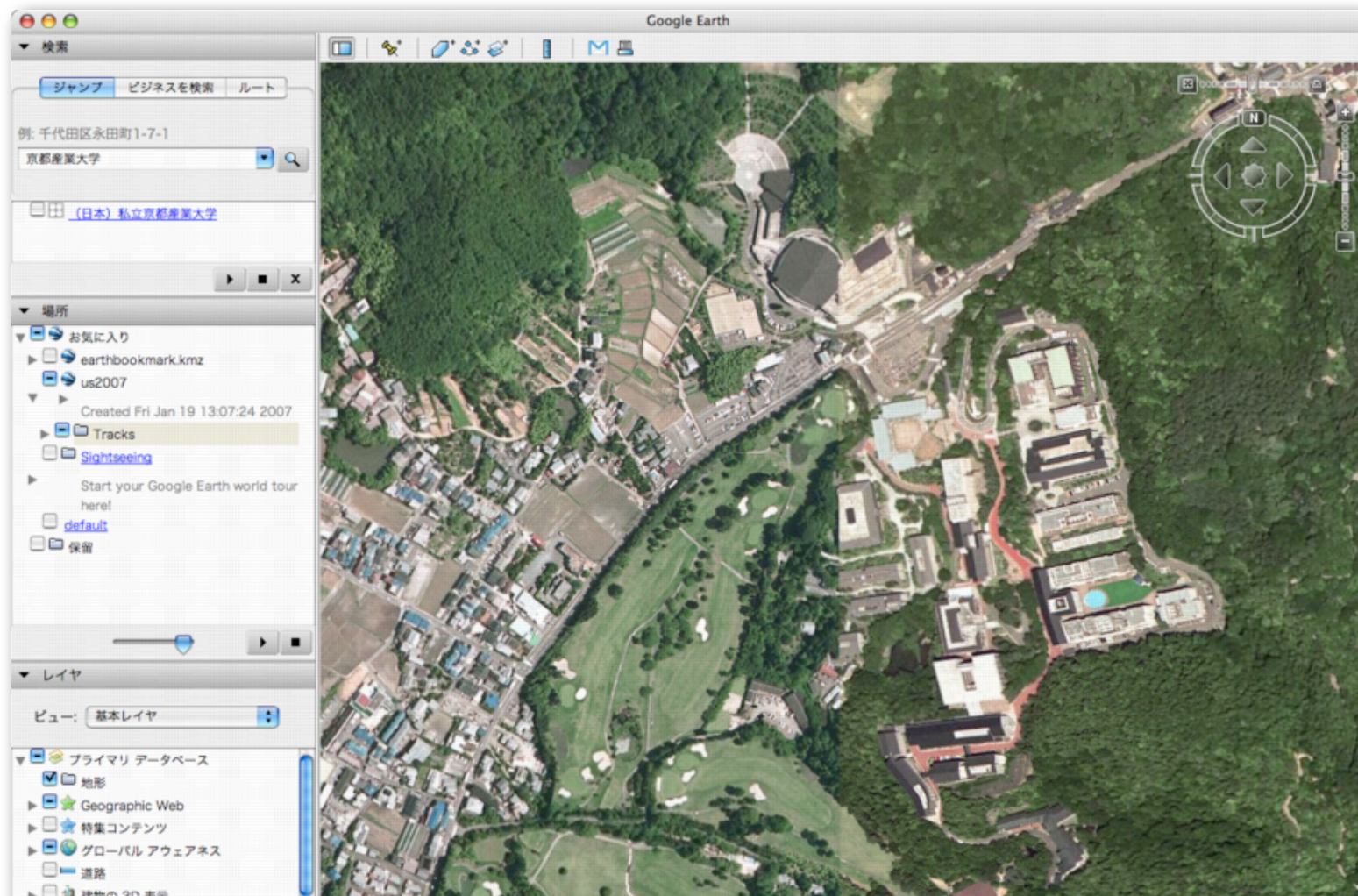


Web

- 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



Google Earth



インターネットのサービスモデル

- サーバ・クライアントモデル

 - サービス提供者とサービス利用者に分かれる

 - システムもサーバ側とクライアント側で役割分担

- システム構成の二極化（一般的には）

 - サービス能力が大きい少数のサーバ

 - 小規模で多数のクライアント（ユーザ）

- 現実のサービスモデルによく合致（ex. Web, etc.）

インターネットのサービスモデル

- インターネットにおける対等な接続

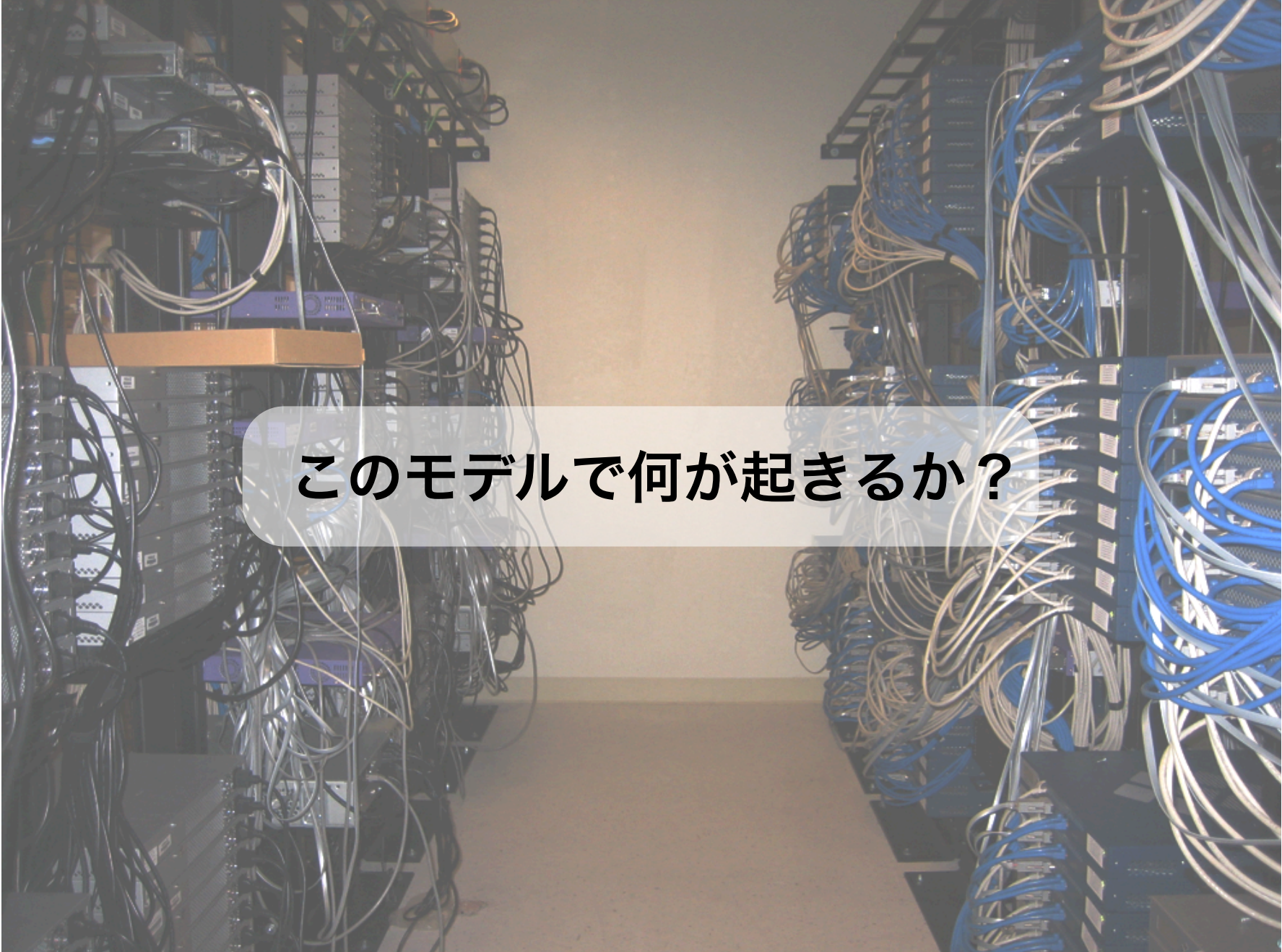
IP アドレスさえあれば対等に接続できる

対等な接続による非対称のサービス

- ダウンサイジングによる利益

非常に小さな Web server も大規模サイトと同様に機能することが可能である

サービスを開始するために必要なコストが低い



このモデルで何が起きるか？

インターネットのサービスモデル

- 誰でもサービス提供者になれる
- 個人のWebsiteとMicrosoftのWebsiteとの違い

その規模だけ

小規模の物販サイトが大量に出現：参入障壁の低さ

- NarrowCast が現実


Private な情報発信という形も現実

有名人の Blog と個人の Blog の違いは？

Narrowcast

with your CBX 400 / 550

http://bakkers.gr.jp/~yasuda/CBX/ Google



with your CBX 400/550 F

Their own CBX400/550

94 owners from 21 countries.

🇺🇸 4 / 🇩🇪 1 / 🇮🇹 1 / 🇨🇦 7 / 🇹🇼 1 / 🇳🇱 1 / 🇵🇪 1 / 🇩🇪 4 / 🇩🇰 5 / 🇫🇷 3
🇬🇧 6 / 🇩🇪 1 / 🇮🇹 1 / 🇮🇹 7 / 🇯🇵 33 / 🇳🇱 8 / 🇩🇰 1 / 🇺🇸 4 / 🇸🇪 2 / 🇨🇳 1 / 🇹🇼 1

1. 🇯🇵 400 F2, Blue/White, 1983 : Yutaka Yasuda (yasuda@bakkers.org) in Japan: 7 Oct. 1997 update
 - [About CBX400F](#) (The essay when I turn off and place CBX into the garage.)
 - [Photos](#)
 - [History](#)

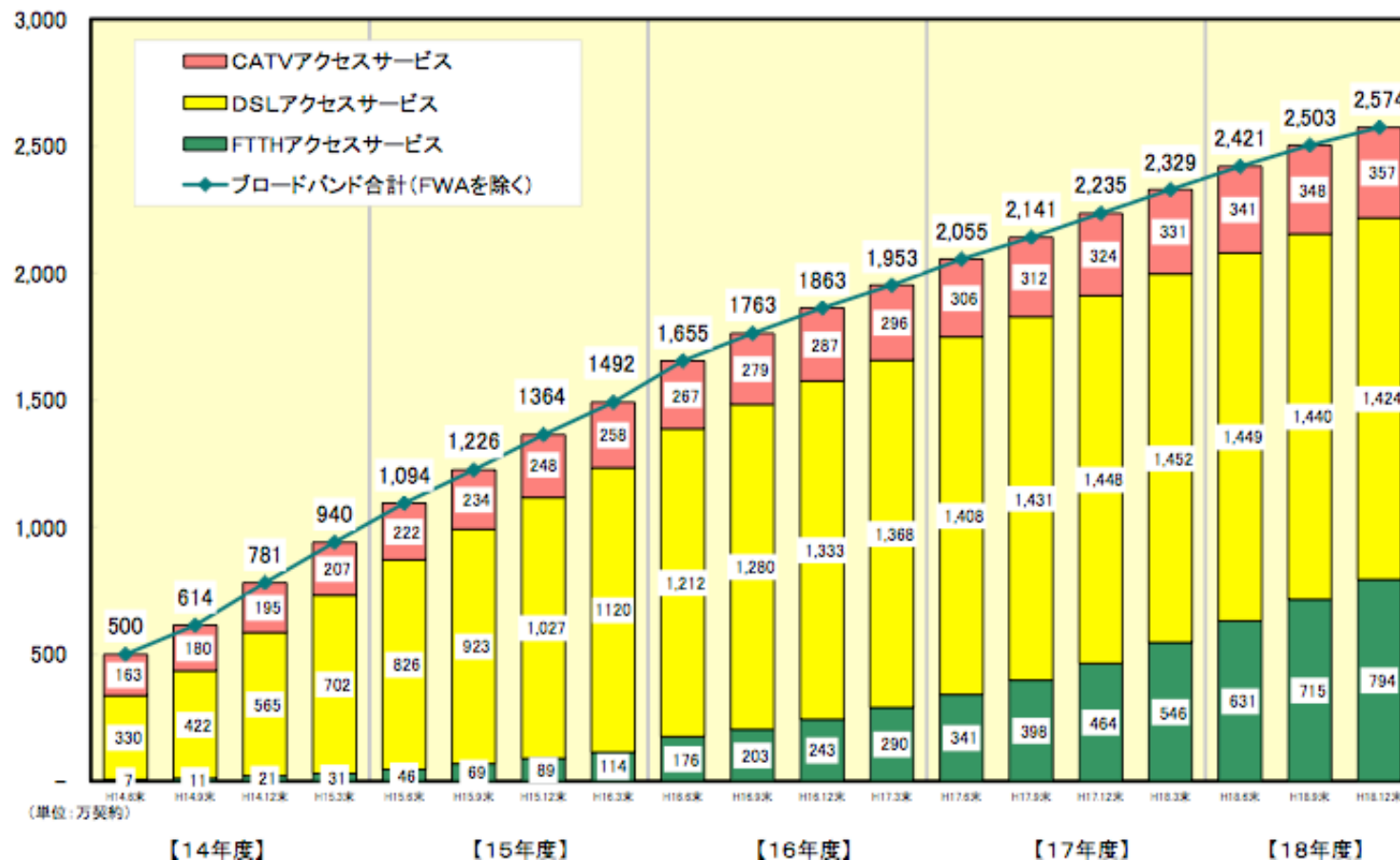
インターネットの歴史

- 戦争起源 （少なくとも予算的には）
1969年：US国防総省のARPANET
- 研究者による草の根的運用から商用へ
1983年：ARPANETから軍事機関が分離
1990年代に徐々に商用化
性善説的設計・運用体制
- 営利活動のための運用へ
次々と新しい利用者層が入りこむ
多くのトラブルが今発生し、整理されつつある

1. ブロードバンドサービス契約数の推移

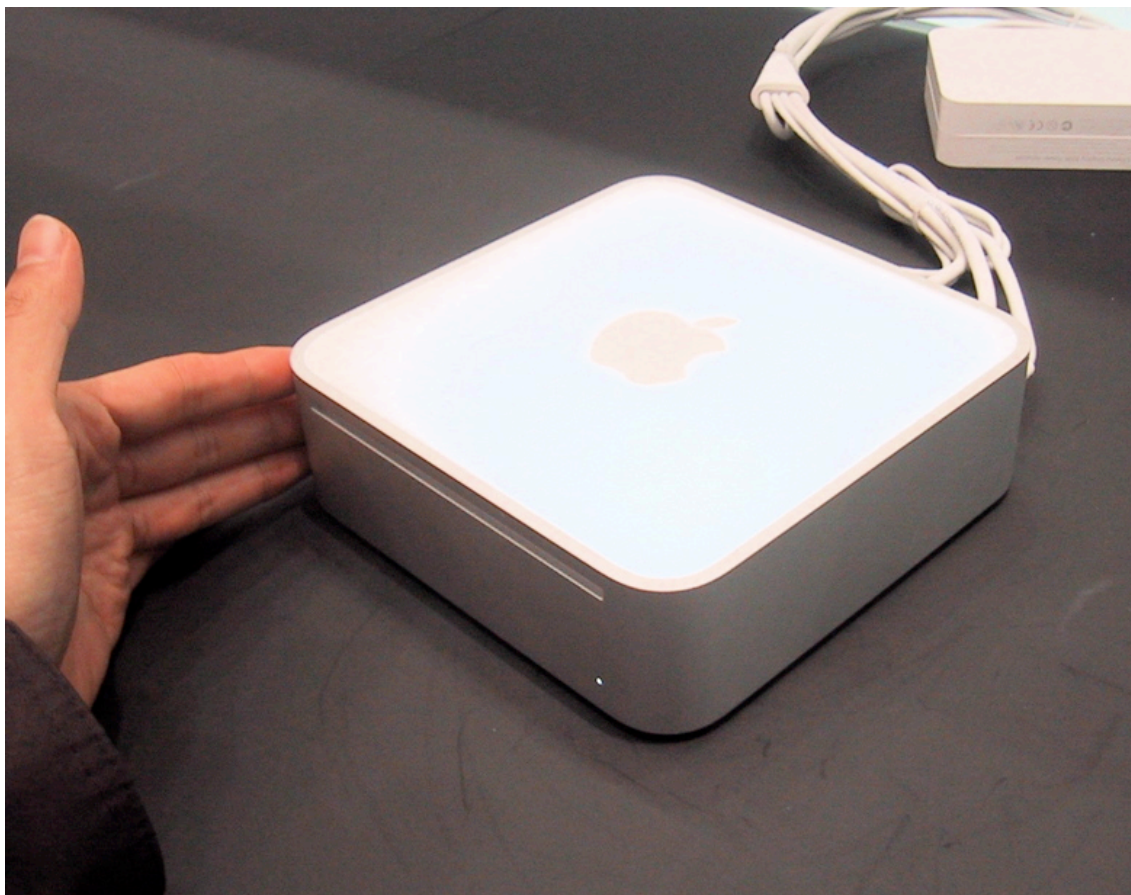
・ブロードバンド契約数の推移

平成18年12月末時点で2,576万となりました。平成18年9月末における合計数は2,504万でしたので、四半期の間に71万増加しました。



総務省報道資料：ブロードバンドサービス契約者数の推移等 (図表)
http://www.soumu.go.jp/s-news/2007/070313_5.html

サーバシステム (example)



Mac mini

自宅

100Mbps

デジタル通信網の普及

- 全地球的汎用デジタルネットワークの登場

電話回線(ISDN) / CATV / DSL / FTTH / 電力線 / 無線

- インターネットの部分となるための要件

パケットが届けばよい

サービスはエンドが実現すればよい

- インターネットは何故爆発したか

デジタル通信網の普及

- インターネットは何故爆発したか
- 汎用デジタル通信網と汎用デジタル処理端末
- ダウンサイジング

インターネットは誰のものか

- 所有者はいない

運営方針を決めている特定の組織はない

- インターネットは誰のものでもない

インターネットは「場」である

- オープンで対等な接続でそれを実現
- ここ数年のガバナンス問題

インターネットのガバナンス

- 研究者による草の根的運用から商用化・普及へ
1990年代に徐々に商用化
この10年ほどで社会資本となった (先進国)
- 政府機関
国民の生活や社会システムに大きく関わるものを安全に運用する責務
- ガバナンス：誰がどのようにして運用するか
90年代以降：性善説的コミュニティ運用から組織化へ
2003年以降：ガバナンスとしての議論
ex. 民間主導 vs 政府機関関与

これからのインターネット

- 新しいサービスモデル
- ピアモデル (Peer to Peer, P2P)
 - 利用者間で対等なサービスを提供、相互利用
- 利用者のリソースを利用する
 - Wikipedia
 - グリッド
- Web/mailだけで満足している場合ではない
 - 多くの可能性に向かって進むべき

	Country	2000	Country	2050	Country	2100
#1	China	1275	India	1531	India	1458
#2	India	1017	China	1395	China	1181
#3	United States	285	United States	409	United States	437
#4	Indonesia	212	Pakistan	349	Pakistan	409
#5	Brazil	172	Indonesia	294	Nigeria	302
#6	Russian Federation	146	Nigeria	258	Indonesia	273
#7	Pakistan	143	Bangladesh	255	Bangladesh	260
#8	Bangladesh	138	Brazil	233	Ethiopia	222
#9	Japan	127	Ethiopia	171	Brazil	212
#10	Nigeria	115	Dem. Rep. of Congo	152	Dem. Rep. of Congo	203
#11	Mexico	99	Mexico	140	Uganda	167
#12	Germany	82	Egypt	127	Yemen	144
#13	Viet Nam	78	Philippines	127	Egypt	132
#14	Philippines	76	Viet Nam	118	Philippines	129
#15	Turkey	68	Japan	110	Mexico	128

UN, DESA, Population Division, forthcoming, at 2005

2030 は日本は 90 M で圏外