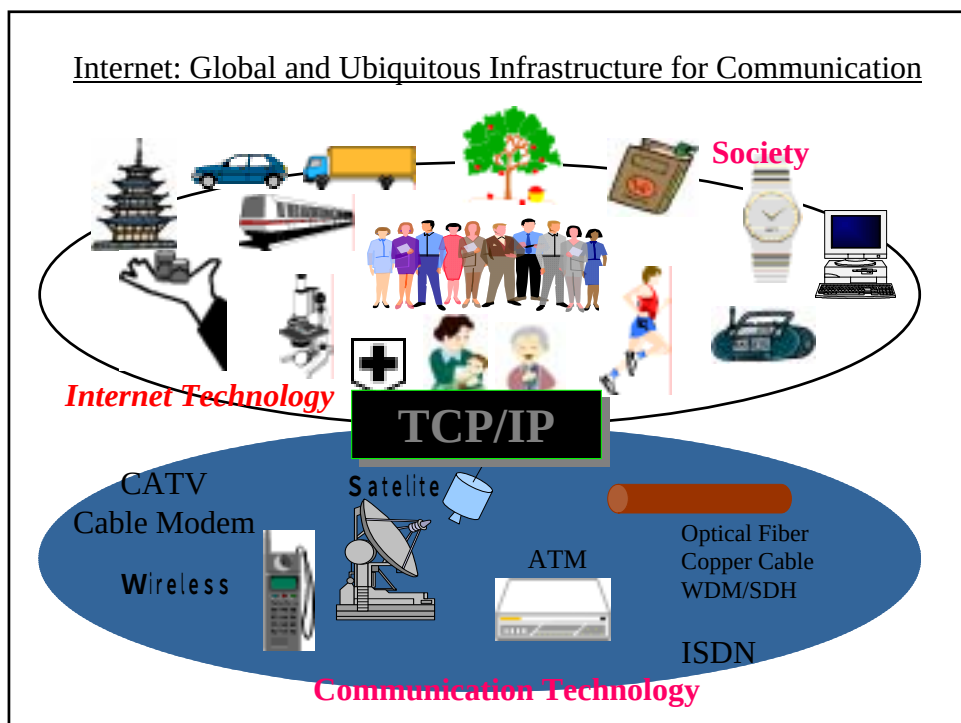
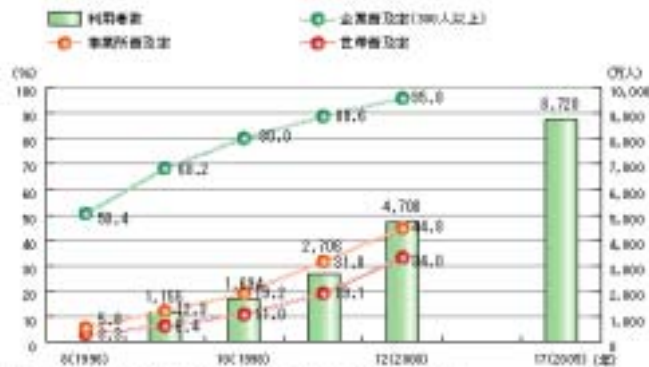


1. インターネットを取り巻く状況



インターネットの広がり



※1 事業所は全国の(郵便局及び通信局を除く)従業員数5人以上の事業所。

※2 「企業普及率(300人以上)」は全国の(農業、林業、漁業及び鉱業を除く)従業員数300人以上の企業。

『生活の動向と調査』、『通信利用動向調査』(総研会)より作成

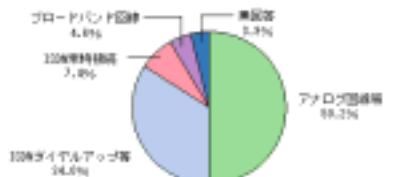
平成13年度版通信白書: <http://www.soumu.go.jp/hakusyo/tsushin/h13/index.htm>

3

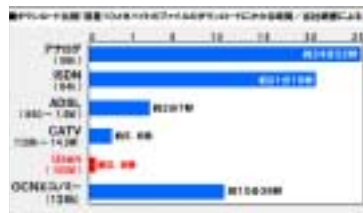
もっと太いリンクを

● 電話回線を利用したダイヤルアップ

- もっぱら個人ユーザ向け
- Analog (56Kbps) → ISDN (64Kbps) → ISDN 2B (128Kbps)
- とはいえ、細すぎて大量のダウンロードには向かない



※1 回線種別は回線を利用している人によって、回線容量の大小、回線利用者に依る。
 ※2 回線種別は回線は、それ以外は下記のとおり。
 「アナログ回線用」：ダイヤルアップによるダイヤルアップ (回線種別: 回線種別)
 「ISDNダイヤルアップ等」：ISDNダイヤルアップ (回線種別: 回線種別)
 「ISDN専用回線等」：ISDN専用回線 (回線種別: 回線種別)
 「ブロードバンド回線」：ISDN専用回線 (回線種別: 回線種別)
 「ブロードバンド回線」：ISDN専用回線 (回線種別: 回線種別)
 「ブロードバンド回線」：ISDN専用回線 (回線種別: 回線種別)



[<http://www.usen.com/>より引用]

4

Policy speech

- Prime Minister, Yoshiro Mori
- Sep. 21, 2000
 - I shall boldly address the diverse range of issues we face, including the early realization of e-government, the computerization of school education and the development of systems compatible with the integration of communications and broadcasting, on the basis of discussion in the IT Strategy Council.
 - We shall also aim to provide a telling international contribution to the development of the Internet through research and development of state-of-the-art Internet technologies and active participation in resolving global Internet issues in such areas as IP version 6 (IPv6).
 - <http://www.kantei.go.jp/foreign/souri/mori/2000/0921policy.html>



5

e-Japan計画 (2001年3月29日発表)

2. 世界最高水準の高度情報通信ネットワークの形成

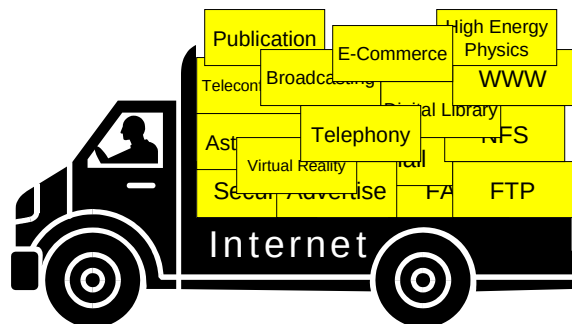


6

e-Japan計画 (2001年3月29日発表)

- インターネットへの超高速アクセス
 - 2005年実現目標
 - 目安として30Mbpsから100Mbps
 - 1000万世帯の常時接続
 - 3000万世帯が高速アクセス(10Mbps)を利用できる
- より豊かなサービスの実現をねらう
 - 高品質動画像の転送による遠隔参加 (会議、コンサート etc.)
 - IPv6
 - 情報家電や自動車などへのネットワークサービスの提供

Internet is a Vehicle of Technologies



インターネット技術への要求 (1)

- Scalability
 - 全世界をカバーする巨大な情報通信網で稼動
 - インターネットを支える機構が破綻しない構成
- Security
 - 実世界の“価値ある”情報が交換されている
 - 情報保護、利用者の認証、不正アクセス防止
- Internationalization
 - 世界中の人たちが利用
 - 情報の表現形式における制限の軽減
 - 表記言語の取り扱い

インターネット技術への要求 (2)

- Interoperability
 - さまざまなプラットフォームでの稼動
 - 組み込みシステムからスーパーコンピュータまで
 - 狭帯域 (Kbps) から広帯域 (Gbps) までの対応
 - 実証
 - 実際のプロトコル実装
 - 各種業界標準
- 利用価値の高さ
 - 社会の要請に答えられる技術開発
 - タイムリーな技術供給

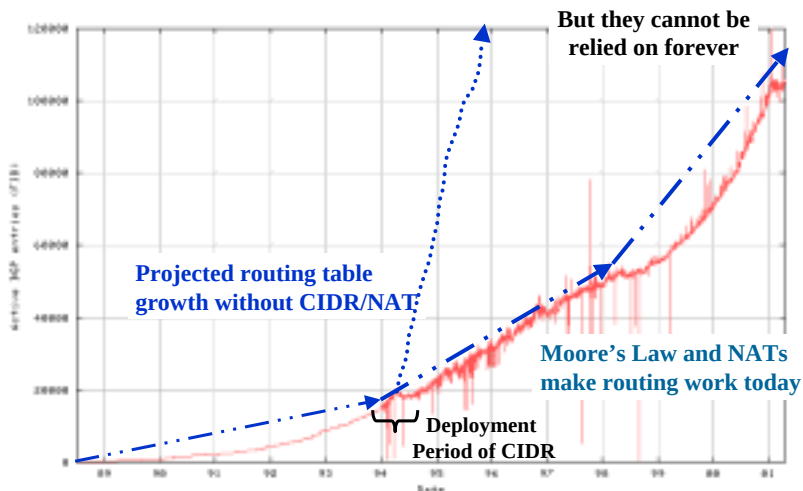
技術的な課題

- 近い将来に解決しなければならないこと
 - IPv6への移行 (アドレス枯渇問題の解決)
 - 広帯域ネットワークの構築
 - Differentiated Services (Diff-Serv)
 - セキュリティ
 - サーバ性能管理
 - フルデジタルメディア技術
 - ユービキタス環境への急速な移行

11

経路表の増加

Source: <http://www.telstra.net/ops/bgptable.html>



12

IPv6 (IP Next Generation)

- IPv4でのアドレスの枯渇がきっかけ
 - インターネットの急速な拡大に伴う、利用可能アドレス空間の不足問題が真剣に考えなければならない課題として浮上
 - 4オクテットから、より広いアドレス空間へ
- IPv4が持つ問題点の解決
 - 例えばセキュリティ、プライオリティ制御、パケットの分割・再構成 (fragmentation/reassemble) など
- 新たな機能の追加
 - “Plug-and-Play” スタイルの機器接続

13

インターネット：第4の波

第1の波：Closed Open Network → Global Open Network

→ not only for closed system

- 共通言語としてのTCP/IP

第2の波：IP for Everyone/Billions

→ not only for researchers

- Scalability, Reliability & Robustness

第3の波：IP for E-Business

→ not only for hobby/research

第4の波：Broadband/Ubiquitous/Mobile (always connected)

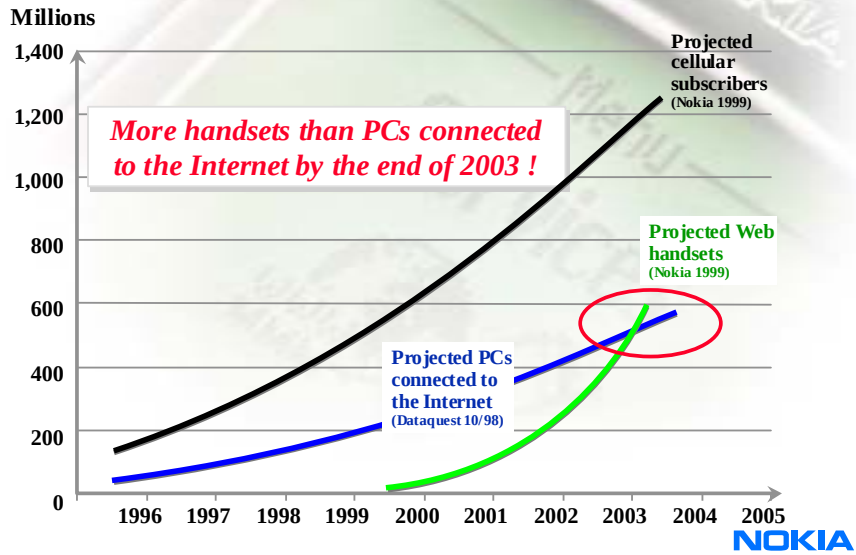
→ not only for computers

- Small Nodes

- Heterogeneous (Quality and Quantity)

14

Mobile Internet Outlook



15

Internet refrigerator



- How many TV sets?
- How many Fridges?
- How many CD players?
- How many people?
- IP connected Control BOX?

- Experimental project of Okayama Information Highway

16

InternetCAR



- HONDA Odyssey
- 19inch rack is installed



17

センサーノード



- Power On Ethernetで電源供給
- IPv6 プロトコルスタック



18

JAVA BOX

- Dallas Semiconductor社製 TINI-Box
 - 512 kB NV SRAM, expandable to 1 MB NV SRAM
 - Real-time clock
 - Operates with single +5V power supply
 - Physically secure coprocessor (optional)
- Ethernet 10Base-T interface
- Dual serial port (one RS-232 level and one +5V level)
- Java VM (Java API 1.1)



19

Network Appliances(on sale)



© NTT DoCoMo

Cellular Phone
with Internet Connectivity



© Cannon

Digital Camera
with Network Connectivity



© Sony

Digital Video Camera
With A/V Network Connection



© Sharp

Microwave
with Network Connectivity

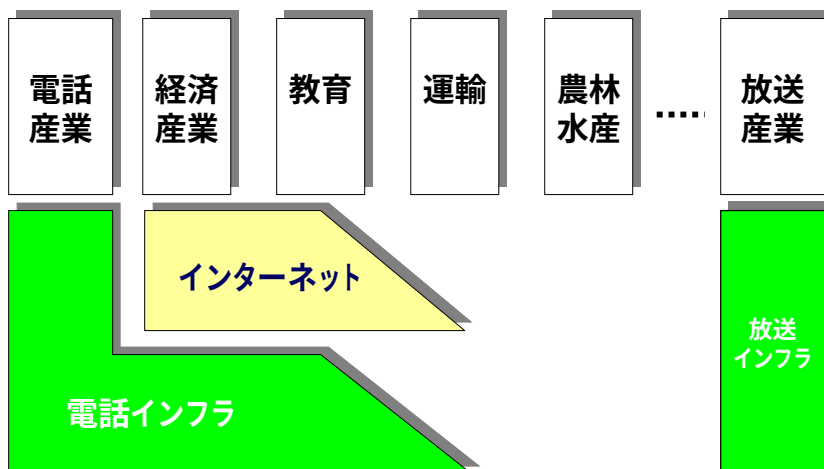
20

アナログ技術の守備範囲



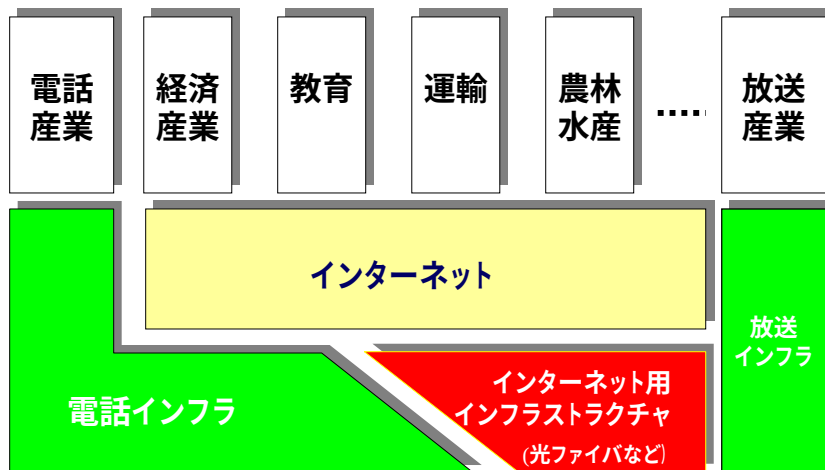
21

インターネットの役割2000



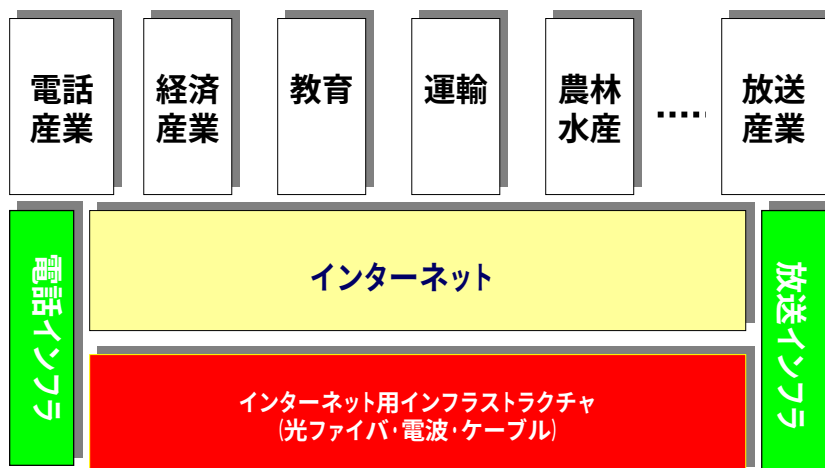
22

インターネットの役割2001



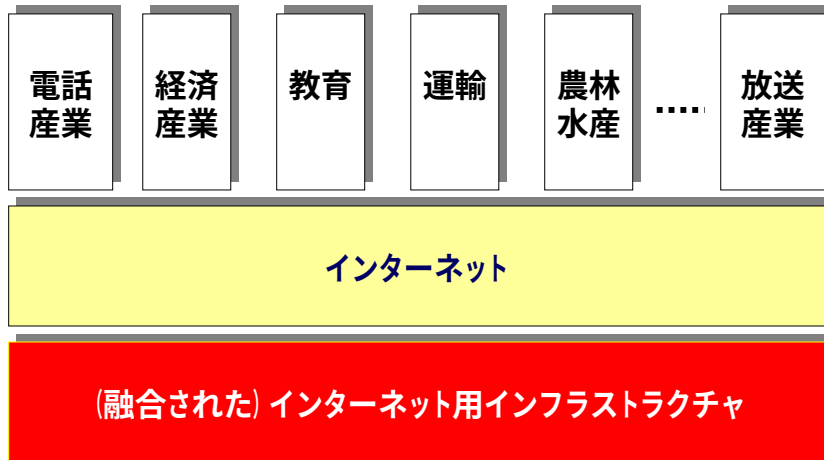
23

インターネットの役割2003



24

インターネットの役割2005



25

2. コンピュータネットワークとは

コンピュータの登場

- 1960年代から1970年代

- コンピュータは希少価値をもった資源
 - 大型汎用計算機にユーザが仕事を持ってくる
 - “コンピュータセンタ” (computer center)
 - コンピュータを多くの人たちで共有
 - コンピュータセンタへのアクセス
 - » ジョブ投入と結果取得
- コンピュータの相互利用をしたい
 - コンピュータを持っていない人はたくさんいた
 - コンピュータの稼働率を高く保つことが重要
 - 「元を取る」：資産償却と生み出す成果のバランスをよく保つ
 - 多くの利用者からのジョブを確保



(IBM System/360)

コンピュータネットワークの登場

- 1960年代後半に登場

- ARPAnet (米国)
- N1 Network (日本)
- コンピュータの相互利用を実現

- 大型ホストコンピュータ同士をパケット交換網で接続

- パケット交換：データ交換に向けたネットワーク技術
- 基本的なサービスが誕生
 - 電子メール (E-mail)
 - 遠隔端末アクセス (remote terminal service)
 - ファイル転送 (File transfer)
 - リモートジョブ投入 (RJE: Remote Job Entry)



コンピュータの普及

- 1980年代から1990年代
 - コンピュータの急激な低価格化
 - ・ 強力なワークステーション、PCの登場
 - ・ 高いコストパフォーマンス
 - ・ 高い投資効果
 - ・ 「コンピュータセンタ」モデル崩壊
 - 「コンピュータはどこにでもある」環境
 - ・ 新たな技術開発の必要性
 - ・ 新たなネットワーク技術の登場
 - コンピュータの積極的導入
 - ・ 一人一台時代の到来
 - ・ 新たな要求の発生→ **資源共有**



29

Invisible Computers

- 2000年代
 - コンピュータはコンピュータの顔をしていない
 - ・ 情報家電
 - ・ 携帯電話システム
 - ・ 自動車や飛行機などに埋め込まれたコンピュータ
 - ネットワークがあることがあたりまえ
 - ・ 地球上のどこでもネットワークサービスが得られる
 - ・ インターネット (Internet) 技術の一般化
 - 従来では考えられなかったアイデアが必要
 - ・ 例えば、位置情報とネットワーク機器の関係



30

資源共有 (1)

- 資源共有の欲求
 - 複数コンピュータが存在している環境
 - データを共有したい
 - 他のコンピュータを使用したい
 - 周辺機器を共有したい
- どのように実現したら良いのか

資源共有 (2)

- コンピュータ間通信機能による解決
- コンピュータネットワーク (Computer Network)
 - パラダイムシフト
 - ネットワークによって相互接続されたコンピュータ群による情報処理環境の構築
 - ネットワークを介したチームワーク

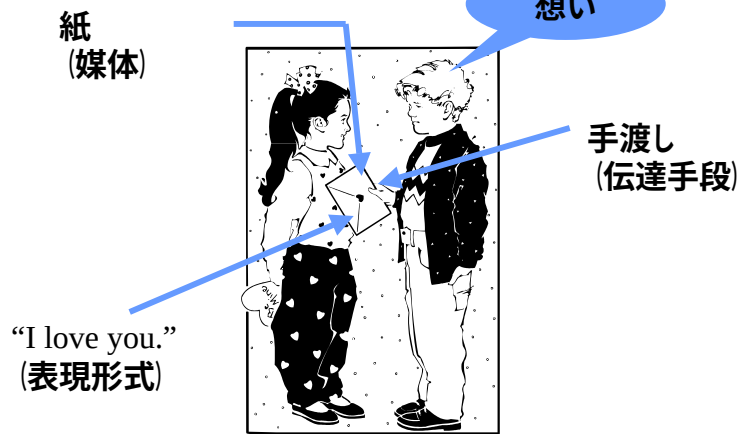
基礎となる技術

- 通信技術
- コンピュータ技術
- 二つの技術を融合
 - 「コンピュータ間通信をどのように行ったらよいのか」

通信とは何か (1)

- コミュニケーション (Communication)
- 「人」から「人」へ、「何か」を「渡す」
 - 「何か」をどのように表現するのか
 - 「渡す」のはどのような方法を用いるのか

通信とは何か (2)



35

着眼点

- 伝えたいもの
 - (サービスが目的とするもの)
- 実現手段
 - 通信媒体 (media)
 - 伝達手段 (protocol)
 - 表現形式 (presentation)

36

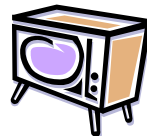
これまでの技術

- 近代的
 - 郵便
 - 手旗信号、のろし、機械式信号機
- 現代的
 - 無線
 - 電話
 - ラジオ
 - TV
 - コンピュータネットワーク

37

通信技術の歴史 (1)

- 第1世代 (1970年代まで)
 - 音声通信
 - 回線交換によるアナログ音声通話
 - アナログ無線伝送
 - 放送
 - ラジオとテレビ
 - データ通信
 - ホスト/端末接続
 - シリアル回線によるローカル接続
 - モデムを利用した長距離接続



38

通信技術の歴史 (2)

- 第2世代 (1980年代)

- 音声通信

- デジタル回線交換
- デジタルPBX
- 無線電話 (セルラー方式)

- 放送

- ラジオとテレビ
- ケーブルテレビ

- データ通信

- コンピュータネットワークの登場
- Internetの発生と発展
- 電子メールやファイル転送などのネットワークアプリケーションの普及
- Ethernet等のLAN技術
- X.25ネットワーク
- 企業によるプロトコル開発
 - SNA, DECNET, XNS
- OSI (Open System Interconnection)プロトコル

通信技術の歴史 (3)

- 第3世代 (1990年代から現在まで)

- Integrated communication (統合情報通信)

- 音声・データ・動画通信の統合
- マルチメディア通信

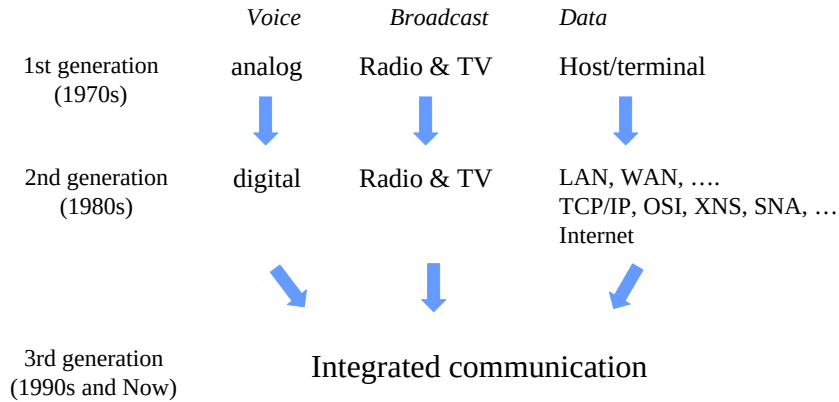
- Information Infrastructure

- NII, APII, GII, 情報ハイウェイ

- 広帯域通信技術

- B-ISDN
- 光通信技術

通信技術の歴史



41

現在の通信技術

- デジタル通信
 - 全てはコンピュータで取り扱うことができる
 - ノイズに強い通信路の確保
- 通信へのコンピュータの介在
 - 「付加価値サービス」と呼ばれていたものが一般化
 - 例えば I-mode mail service (携帯電話と電子メール)
- インターネットを軸とした技術集積
- 広帯域化による対象拡大

42

3. コンピュータネットワークの分類

ネットワークの分類

- ネットワーク
 - 多くの技術の集積物
 - 「複合技術」
 - 視点によって全く別の捉え方ができる
 - さまざまな視点で技術を考えることが必要
- どのような視点があるのか
 - 規模
 - 通信媒体
 - プロトコル、サービス
 - 文化

規模 (1)

CPU 間の距離	具体例
0.1m	ボード内 (data flow machine)
1m	システム内 (multiprocessor)
10m	部屋の中 (LAN: Local Area Network)
100m	ビル建屋内
1km	大学キャンパス
10km	都市 (MAN: Metropolitan Area Network)
100km	国 (WAN: Wide Area Network)
1,000km	大陸間 (Internetwork)

出展: Andrew S. Tanenbaum, "Computer Networks," second edition, Prentice-Hall, 1988.

45

規模 (2)

- スケーラビリティ (scalability)
 - 接続できるシステム数 (端末数)
 - システム間の距離
 - 同時に通信できるシステム数
 - 利用できる帯域
- 一般的に「大きくなるほど難しい」
 - 全世界の人が持ち歩くネットワーク端末を想像してみよう
- 一般的に「遠くなるほど難しい」
 - 火星に打ち上げられる Mars Orbiter との通信を考えてみよう

46

媒体 (1)

- 電線系には種類が沢山
 - － フラットケーブル
 - ・ システム内配線
 - － より対線 (Twisted-pair Cable)
 - ・ 電話、低速シリアル接続、LAN
 - － 同軸ケーブル (Coax Cable)
 - ・ 高速シリアルケーブル、LAN
- 光ファイバ (Optical Fiber)
 - － 高速LAN、遠距離接続、デジタル専用回線
 - － 波長特性の異なるファイバがある：
 - ・ MMF／SMF
 - ・ 860nm, 1370nm, 1530nm, ...
- 空間 (wireless)
 - － 衛星通信 (C, Ku, Ka)、IEEE801.11b (2.4GHz)、
 - － 携帯電話 (800MHz, 1500MHz, 1.9GHz)
 - － 当然使用する周波数によって伝送特性が異なる

47

媒体 (2)

- 媒体による特性変化
 - － 減衰特性
 - ・ 距離が長くなれば減衰する
 - － ノイズの影響
 - ・ ノイズは通信誤りを引き起こす
 - ・ Wireless systemでは特にノイズの問題が大きい
 - － インタフェース速度
 - ・ 媒体に情報を送り出すスピード
 - ・ Kbps, Mbps,
 - － コスト
 - ・ ネットワーク構築コストに直接的に影響

48

接続形態 (1)

● 伝送路共有型

- 複数のコンピュータで同じ伝送路を共通に利用
- Ethernet, Token Ring などの LAN
- 計算機間での競合が発生
 - メディアアクセス方式が問題
 - 多重化された交換を実現するスイッチ技術による競合問題の軽減が現時点では広く行われている。

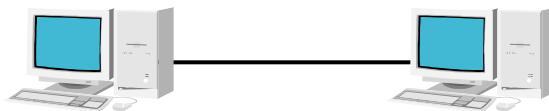


49

接続形態 (2)

● Point-to-Point型

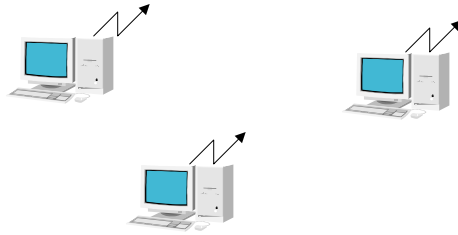
- 2台のコンピュータ間の直接接続
 - デジタル専用線やシリアル回線による接続
 - 全二重通信路であれば競合問題が発生しないため、効率の良いデータ交換が可能
 - 現状では全二重通信路を用意するものが多い



50

接続形態 (3)

- 無線 (特殊な例)
 - 伝送路を共有
 - 「物」としての伝送媒体は持たない
 - Point-to-Point型でも、伝送路共有型でも構成可能



51

プロトコル (1)

- 通信プロトコル (Communication Protocol)
- ネットワークに接続されたコンピュータ間での通信規約
 - 電気信号レベル
 - デジタル信号での取り決め
 - 具体的なデータ伝送方式
 - 通信媒体へのアクセス方法
 - 意味的な面での取り決め
 - アプリケーションとの関係
 - 決めなければならないことは沢山ある

52

プロトコル (2)

- 標準化 (standardization)
 - さまざまな取り決めに明確に定義
 - 相互操作性 (interoperability) を確保
 - 標準化を行う組織もたくさんある
 - 国際機関
 - ISO (International Standard Organization)
 - ITU (International Telecommunication Union)
 - 非営利団体
 - IETF (Internet Engineering Task Force)
 - 企業
 - 企業が独自に開発したプロトコル
 - Netware

プロトコル (3)

- 階層化されたプロトコル構成
 - 機能面から見た分類と階層化
 - 階層化プログラミングと同じ考え方
 - 歴史
 - 1970年代に発案
 - 1980年代初頭に OSI 7 Layer Reference Model として国際標準化
 - モデルとして広く認知
 - 具体的なプロトコルの実装では、OSI 7 Layer Reference Model の通りにはなっていないことが多い

階層型プロトコル

- これまでの代表的なプロトコル
 - Internet Protocol ★ ★ ★
 - OSI Protocol ★
 - 特定のアプリケーションプロトコルが根強く生き残る
 - AppleTalk ★
 - 少数ながら依然として生き残るが、IP化による生き残りも
 - OSIを一時狙ったことから、ネットワークマーケット的には失敗したが...
 - Netware ★
 - 少数ながら依然として生き残る。特に米国
 - データ伝送に TCP/IP を使い、TCP/IP 上のアプリケーションになる
 - 大多数のユーザの生き残りを掛けてプロトコルを変更
 - NetBios (Microsoft) ★ ★
 - 少数ながら依然として生き残る。特に米国
 - データ伝送に TCP/IP を使い、TCP/IP 上のアプリケーションになる
 - しかしながら、独自の semantics を導入することでマーケットを確保

55

アプリケーション (1)

- 星の数ほど多種多様なアプリケーションが存在
- 古典的アプリケーション
 - ファイル転送 (file transfer)
 - FTPは依然として広く使われる
 - 遠隔端末 (telnet)
 - 電子メール (E-mail)
 - 単純な文字データの交換からより表現力の高いメールへ
 - MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions)
 - 電子掲示板 (Bulletin Board System, USENET news)
 - チャット (chat)
 - AOL Messenger, ICQ, MSN Messenger などが代表的
 - Webチャットも広く行われているが、プロトコルとしてはWeb (HTTP) を使っている

56

アプリケーション (2)

- ネットワーク運用
 - 名前サーバ (DNS, bind)
 - 時刻同期 (NTP)
 - ネットワーク管理 (SNMP, CMIS)
 - セキュリティ関連アプリケーション (SSH, PGP, ..)
 - ホストコンフィグ情報 (DHCP)

アプリケーション (3)

- 情報共有・提供
 - データベース (Oracle, Postgres, ...)
 - ディレクトリサービス (X.500, LDAP, ...)
 - World Wide Web (WWW)
- 分散処理環境
 - ファイル共有 (NFS, AFS, ...)
 - 周辺機器共有 (lpr, ...)
 - CPU共有 (PVM, MPI, ...)

アプリケーション (4)

- **実時間通信**

- Internet Telephony (VoIP: Voice over IP)
- iFAX
- broadcast.com
- H323 (video conferencing system)

アプリケーションからのインパクト (1)

- **アプリケーション特性**

- どれだけのユーザが利用するのか
- 交換される情報量は多いのか
- 実時間性はどれだけ必要か

- **アプリケーション特性によって必要とされるネットワーク環境も異なる**

- 別の言い方をすれば、ネットワーク環境によってアプリケーションが限定されるとも言う :-)

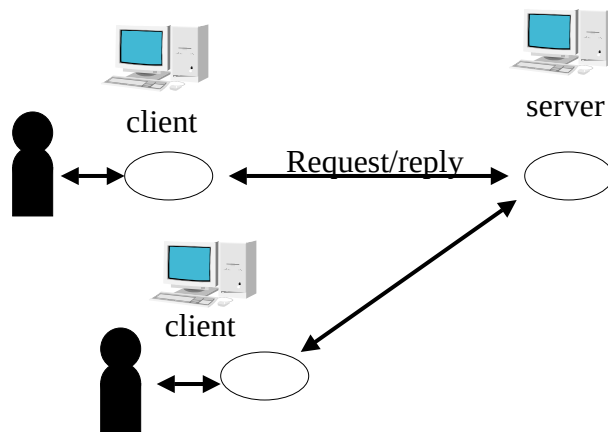
アプリケーションからのインパクト (2)

- ネットワーク環境との整合性が重要になる
 - アプリケーションを考えてネットワークを構成
 - ネットワーク環境の実力に見合ったアプリケーション

アプリケーションモデル (1)

- クライアント・サーバ型 (client server model)
 - 多くのソフトウェアの基盤
 - 通信する二つのプログラム
 - クライアント (client)
 - ユーザ側のシステムで稼動
 - 実際の処理をサーバに依頼
 - ユーザインタフェース
 - サーバ (server)
 - 実際の処理を実施
 - 複数のクライアントからの同時に発生した要求を処理
 - 常駐プログラム, デーモン (daemon)

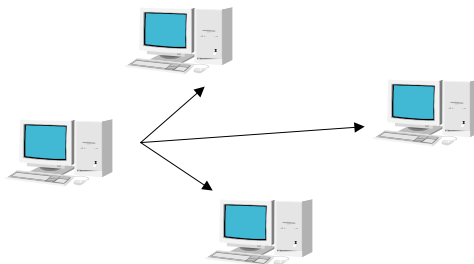
アプリケーションモデル (2)



63

アプリケーションモデル (3)

- ブロードキャスト型
 - 定期的に情報を同報通信 (broadcast) によって交換
 - すべてのプロセスで情報を共有



64

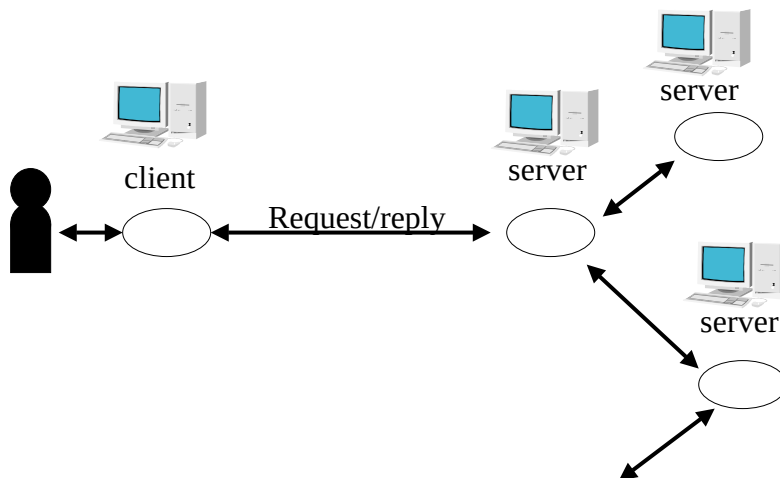
アプリケーションモデル (4)

- ネットワーク型

- クライアント・サーバ型を拡張
- サーバが複数あり、処理がネットワーク型で行われる
- X. 500
 - ディレクトリサービス
 - クライアントは一番近くのサーバに要求を送る
 - サーバ側では、他のサーバと通信しあって検索を実行
 - 協調処理

65

アプリケーションモデル (5)



66

文化 (1)

- インターネット全盛
 - TCP/IP, Internet Protocol
 - 世界中のほとんどのコンピュータで稼動
 - PCからスーパーコンピュータまで
 - 世界規模のアプリケーション環境

文化 (2)

- パーソナルコンピュータ用プロトコル
 - 80年代にコンピュータベンダが開発した独自プロトコル
 - Netware (IPX)
 - AppleTalk
 - 技術的特長
 - 小規模なネットワークを前提
 - “Plug and Play”, easy setup, ...
 - しかしながら、現状ではインターネットでのシステム構築が主流なことから、パーソナルコンピュータ用プロトコルを TCP/IP 上で再構築しなおすことが広く行われている
 - インターネットプロトコルへの集約
 - 例) AppleTalk over IP (IPTalk)

文化 (3)

- なにが標準なのか
 - 使用するシステムと目的に依存して決定
 - それぞれにあったものがある
 - 一つの技術で全てが解決されるわけではない
 - 目的に合致した環境の構築
 - 異なる環境間での通信実現

文化 (4)

- 異機種計算機環境の一般化
 - 異なるベンダの異なるOSが搭載されたシステムが混在
 - 技術的方向
 - 一つの技術に集約
 - すべてTCP/IPで解決しよう!
 - 相互操作性の確保に重点
 - 複数の技術を混在
 - 例えば、同一の物理ネットワークに複数のプロトコルを同居
 - IP + AppleTalk
 - 異なる世界を作り上げ、特徴を引き出す
 - 相互操作性の確保が問題

まとめ

- 通信のデジタル化は、統合されたネットワーク環境を構築し始めている
- コンピュータが通信に介在するのは当たり前
- コンピュータネットワークは複合技術
- 色々な視点から技術を検討することが重要
- 階層型プロトコル
- アプリケーションモデル