

VI. インターネットの経済学 (続き)

E. インターネットの歴史

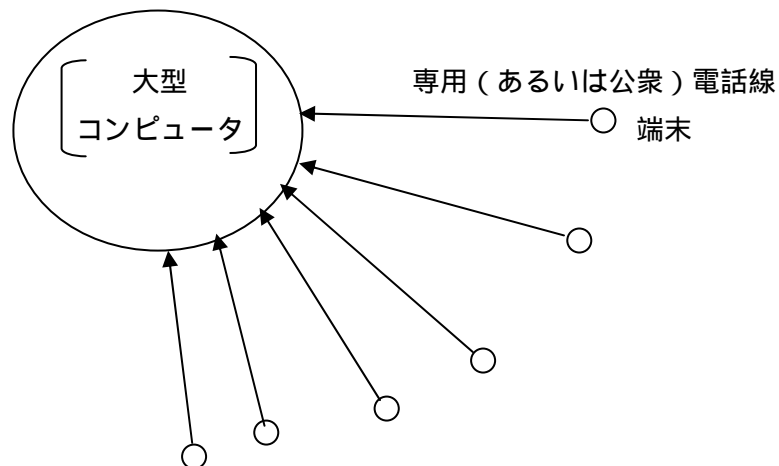
1. インターネット以前のネットワーク

a. 初期のネットワーク : TSS (1960年代~1980年代)

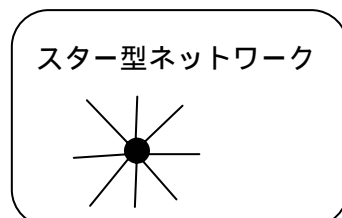
- (1) 大型汎用機と端末による「スター型」ネットワーク
大型汎用機の遠隔使用、同資産の共用
- (2) コンピュータと通信の結合のはじまり
データ通信技術の基礎 (データ交換手順など) の形成
< JR のみどりの窓口、航空便座席予約システム >
< 銀行 ATM のオンラインシステム >
< 学術研究用大型汎用機の共用 >

大型コンピュータを TSS で使う

TSS (time-sharing system 時分割システム)

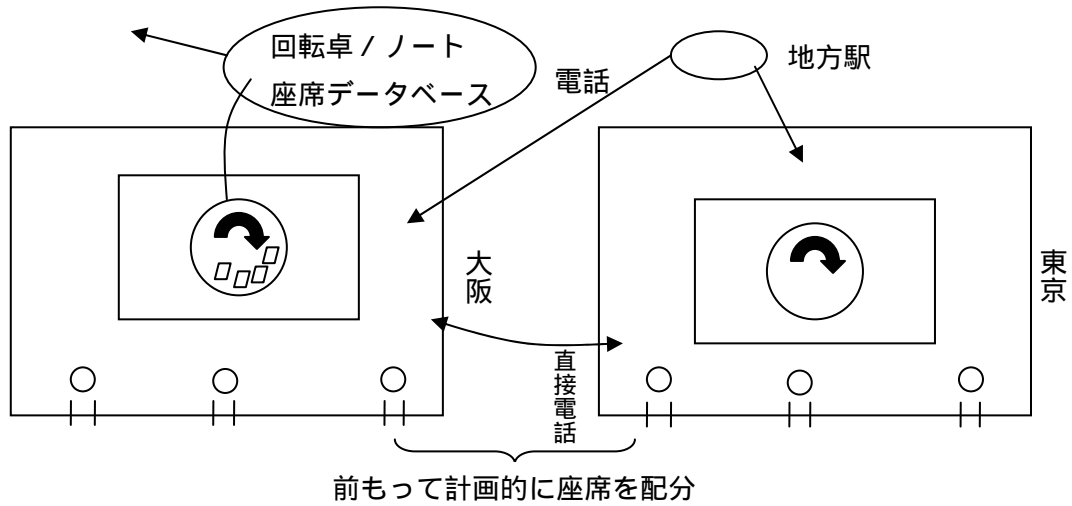


(現在: 銀行の現金出納端末 (テラー端末) がこの形の例)



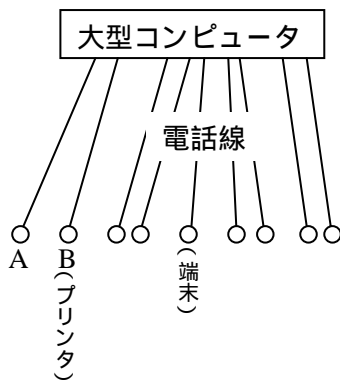
(例) JRの座席予約 (1960年代はじめ) 航空会社の予約

従来方式



TSS方式 (集中型ネットワーク) 現在でも使用

人海作戦



- JR・航空会社・劇場・イベント
 - 銀行ATM
 - 大学研究用・大型コンピュータの共用
 - 社会保険 (年金・健康保険)
 - 大企業
- 業務用 / 専門用
- 一般ユーザ (端末経由、使い方はあらかじめ指示)

b. パソコン通信の時代(1970 年代末～2000 年ごろ)

(1) TSS の一般的利用

TSS (時分割、time-sharing system)

電話回線による「巨大スター型」ネットワーク

通信ソフト・モデムの実用化・高速化

(当初 300bps、現在 28,800bps 以上)

(2) センター用ソフトウェアの充実 サービス多様化

フォーラム、掲示板、メール、データベース利用など

少数の成功例 :

< CompuServe (米) >

< ニフティサーブ (日) >

数十万人のユーザ獲得に成功

インターネットに漸次吸収

c. 他ネットワーク

(1) メーカー固有仕様によるネットワーク

汎用機中心の結合

1990 年代初まで

< IBM、富士通、日本電気など >

それぞれの独自手法 (他社とはつながらない。つなぐには翻訳コンピュータが必要)

他社に合わせない・・・ (独自手法にこだわる)

コンピュータ言語使用法の約束ごとがちがう

不便

シェア争い

(2) 分散型ネットワーク

汎用機、ワークステーション、PC の分散型結合

< Netware (米、Novell 社) >

企業内ネットワークとして普及、インターネットに漸次代替

< BitNet (米、IBM) >

大学間電子メール用、インターネットと競争して敗退

< N1 ネット (日本、大学間) >

インターネットと競争して敗退

インターネットによる統一手法（標準手法）の成立（計画的ではなく、結果的にできた）→ インターネットは営利企業で支配されていない
→ 独占の弊害が少ない → ラッキーな結果。

2. ARPANET の時代（1960 年代）

a. パケット通信の開始 - 回線の有効活用

(1) J. C. R. Licklider : Galactic ネットワークの提唱（1962）

(2) L. Kleinrock : パケット送信・交換の提案（1961、1964）

パケット：通信用データを複数個の「パケット（宛先ラベルのついた小包）」にまとめる。パケット交換機（ルーター）を介するデータのバケツリレー型伝送・交換を可能にした（回線結合による交換に代わる概念）。雑音・故障等に強く、効率的かつ経済的なネットワーク通信を実現。

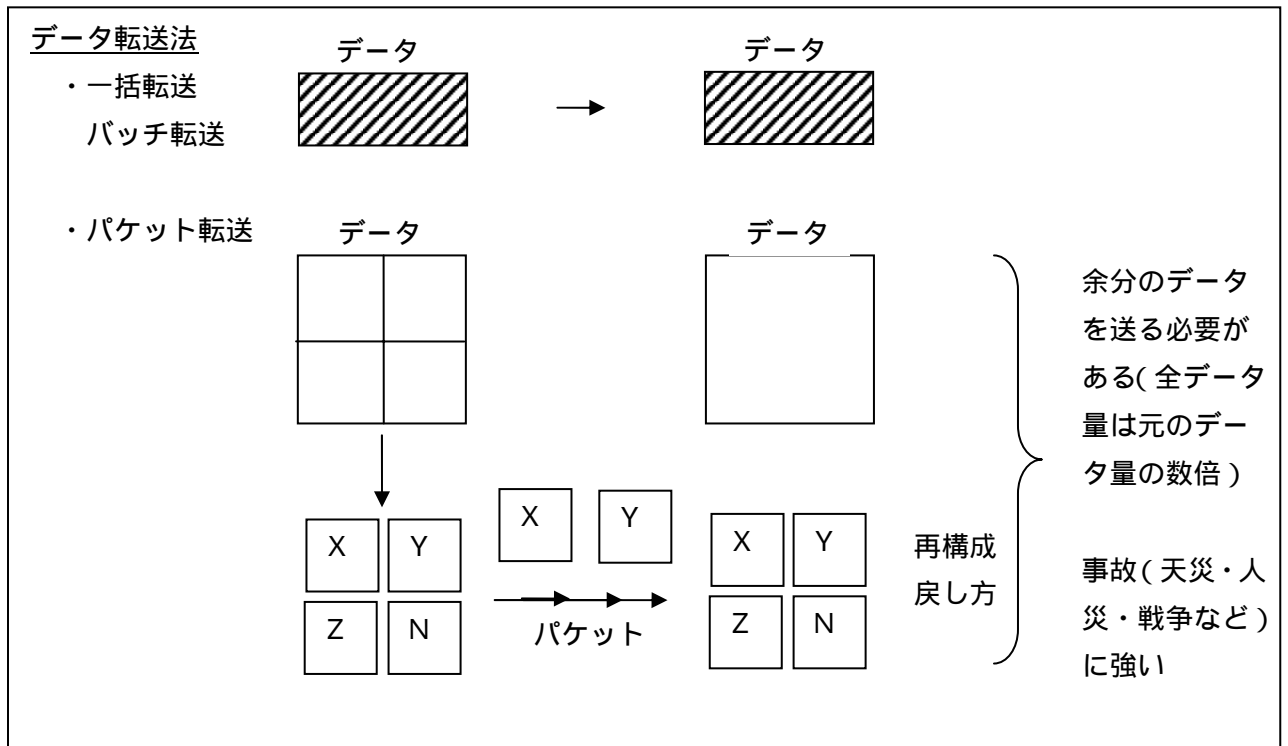
L. G. Roberts : 広域コンピュータ・ネットワークの試作（1965）（電話線をパケット用伝送に使用）

パケット転送方式（一般道路方式） 専用レーン方式よりも効率的

大きな発明

情報の分割と統合（ デジタル技術）

アナログ方式では不可能 情報が一体化されているから



b. (米) 防衛省のサポート

- (1) DARPA (Advanced Research Projects Administraiton, U.S. Department of Defense、防衛省先端研究所) による ARPANET の建設開始 (1967) (当初 2.5Kbps ~ 50Kbps)

米ソ対立の時代

軍用ネットワーク

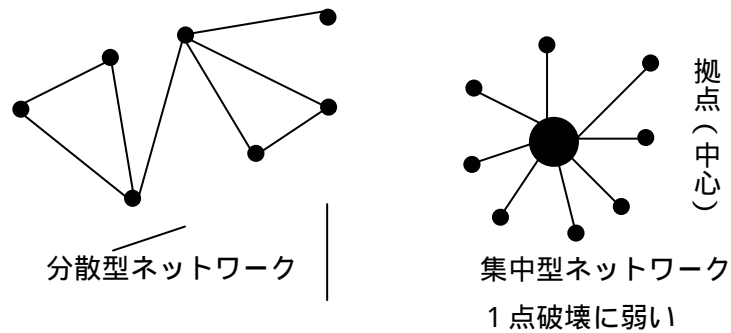
- 柔軟なネットワーク

戦時において、一部が破壊されても、大部分は生き残る

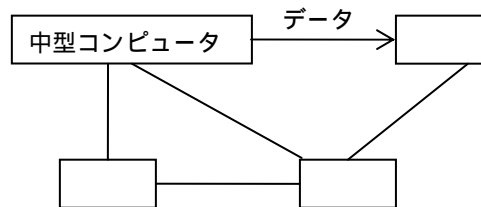
- 一部が壊れても全体が生き残るのびるタイプの建設 分散型ネットワーク



パケット通信による分散型ネットワーク



- (2) UCLA と SRI (Stanford Research Institute) にパケット・スイッチ IMP を設置(1969) 戦時災害下でも柔軟に生き残るネットワークが当初の目標。



- ・データの転送が問題
- ・まとめて送ると途中で切れたときに不都合(最初からやり直さなければならない)
- ・パケット通信の開発

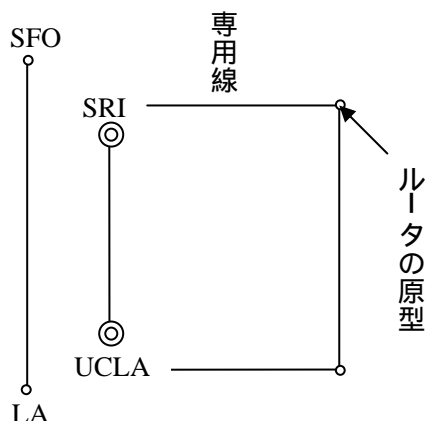
- (3) NIC 設置 (SRI): ホスト・アドレス参照、RFC (意見募集) システム
- (4) ARPANET のホストコンピュータ 4 台になる (1969 末)
コンピュータ (中型) 4 台による

ネットワーク (現在の) メール交換を開始

軍用の実験

↳ 軍事機密……？

(米国)
カリフォルニア



4 「ルータ」システムの実験 (1969)

(5) 軍事用の「柔軟なネットワーク」として発足

・防衛省

予算を出して、大学の研究者からシステム案を提出させる
パケット方式が採用された

研究者による「提案 (proposal) と「援助 (grant)」の組合せ
厳しい選別あり

<日本の「科研費」との比較>

3. 学術研究用ネットワークの時代 (1970 - 1980年代)

a. 1970年代 (米)

(1) ARPANET にホスト・コンピュータを増設 (1970年代前半)

通信用ソフトウェアの充実

NCP: 最初の Host-to-Host プロトコル

IEEE コンファレンスでのデモ (1972)

- ARPANET を大学 (情報学科) で使用しはじめる (70年代)

研究用ネットワーク

加入大学が増大 → 大学用として普及

↳ インターネットの原型となった

(2) 電子メールの開始 (1972)

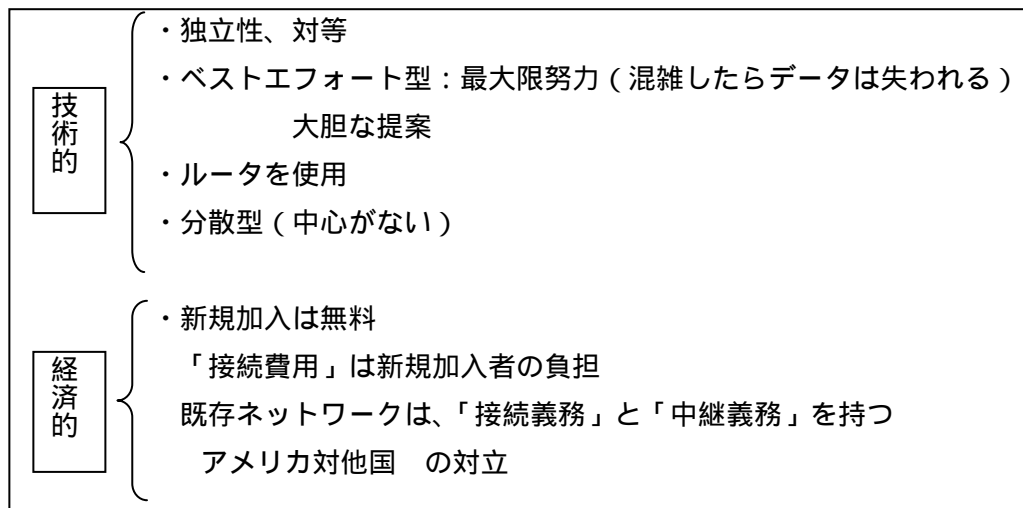
当初は ARPANET 関係者用のみ

メール処理ソフトの実用化

以降 WWW の出現まで 20年間、主要アプリケーションとなる

b. 「インターネット」概念の成立

- (1) R. Kahn : オープン・ネットワーク・アーキテクチャを提唱 (1972)
複数ネットワークが共通仕様の下に対等の立場で結合
データ交換用 TCP/IP 仕様の提唱
地上有線パケット網に加え、地上無線パケット網、衛星パケット網も結合することを提唱
- (2) ネットワークの原則
- 4 原則 : 各ネットワークの独立性
ネットワーク全体の運営中枢なし (分散型ネットワーク)
ゲートウェイ・ルーター (フロー・メモリーなし) を使用
ベストエフォート型の伝送
できる範囲で仕事もする 保証なし
できないときは諦める
- 他原則 : グローバル・アドレスの使用
ホスト間のフローコントロール
PC の OS 上での使用、など
- オープン・システム





ネットワーク成長 / 加入数が増える

< 共通仕様 : メーカーに関係しない >

I P パケット方式のみを要求

ベストエフォート方式 (相手に届く保証なし、安価)

TCP/IP 方式の開始

V. Cerf : TCP/IP 仕様を作成

「インターネットの父」

複数の物理的ネットワークに適用できる通信用ソフトシステム

IP : octetstream (長いバイト列) を使用

32 ビット IP アドレス使用 (当初は 256 個のネットワークのみ許容)

TCP : FTP、Rlogin (Telnet)、E-mail などのサービスを実現

c. 1970 年代後半 ~ 1980 年代 急速に成長した LAN、WS、PC との共生

(1) LAN の成長

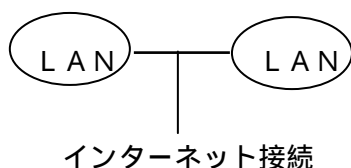
B. Metcalfe : Ethernet を開発 (1973)

企業内 LAN の急成長

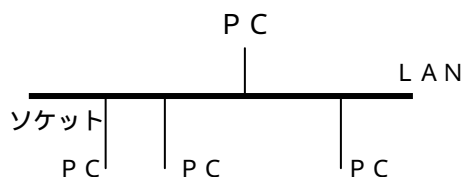
Nobel 社の LAN ソフト (Netware) の急速普及、TCP/IP と併存。

LAN の普及 (電話線の代わり)

大量データを流すことができる。



PC の普及 (IBM 型)



研究用ネットワーク (企業は研究用) (名目)

(2) DNS 方式の開始

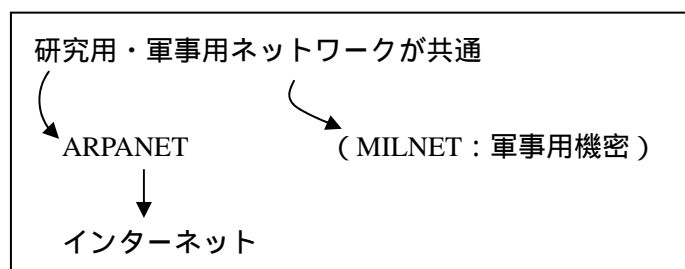
P. Mockapetris : DNS (Domain Name System) の発明
複数ネットワーク (LAN) 間の通信、多数ホスト間の通信を可能に
Routers 用プロトコルの提唱・採用

(3) Unix との結合

WS 用 OS "Unix BSD" 上で TCP/IP を提供
多数のコンピュータ専門家が TCP/IP を使いはじめる

(4) ARPANET の成長

ARPANET が NCP を正式に TCP/IP に変更 (1983 年 1 月 1 日)
多数ホストによるソフトウェアの同時変更
ARPANET から Milnet (軍用) を分離し Defense Data Network に統合
ARPANET は研究専用ネットワークになる (1985)



(5) 他ネットワークとの併存・競争

Bitnet (IBM, 1981) USENET (AT&T) HEPNet 他
XNS (Xerox) DECNet, SNA (IBM)

(6) 他の TCP/IP 方式大学間ネットワーク (CSNET 等) も成長

コンピュータ分野から他分野の研究者にも普及

d. インターネットの充実・米政府 NSF による支援

(1) NSF (National Science Foundation, 全米科学基金) によるインターネットの援助 (1980 年代半ば ~ 1995 年)

80 年代 : 他ネットワークを圧して拡大
現在の " インターネット独占 " が成立

バックボーン (基幹部分) を建設 / 営利目的による使用を禁止 (ただし実効不十分)

成長 (研究用ネットワーク)

ヨーロッパ諸国も加入

日本：N-1 ネット（大学間ネット）にこだわり、インターネット導入が遅れた。

D. Jennings、S. Wolff：NSFNET（NSF グラントによる汎用大学・研究所用ネットワーク・プロジェクト）を推進、当初はスーパー・コンピュータを結合。

NSF が TCP/IP の採用を決定（1986）

NSF が DARPA インフラのサポートを表明、DARPA 下の IAB（Internet Activities Board）/ IEFT（Internet Engineering and Architecture Task Force）と NSF が RFC985 を共同執筆し、DARPA ネットワークと NSF 下のネットワークの Interoperability を成立させた（1990）

(2) インターネットの基本方針の確立

FNC（Federal Networking Council）を設立、連邦予算による国際リンク、国内バックボーン（NSF backbone）、ネットワーク・アクセス・ポイント（NAP）、同連結ポイント（IX）のサポート。

他方地域網部分については、商用ユーザとの共用によりコスト節約を試みる（1987）

ヨーロッパ諸国等のネットワークと結合。

その結果、NSFNET Backbone、Regional Networks、個別 Networks の 3 層構造が成立。

AUP（acceptable use policy）により、バックボーン部分の使用を学術・研究等非営利目的に制限。しかし AUP は守られなかった。これにより、（かえって）商用バックボーン（PSI、UUNET など）の成長が促進された。

FNC が報告書 "Towards a National Research Network" を発表（1986）し、A. Gore 上院議員（当時）に強い影響を与えた。FNC は後に "Realizing the Information Future: The Internet and Beyond" を発表し、NII/GII の考え方の基礎となった（1994）

(3) インターネットの独立と世界標準としての地位の獲得

NSF が連邦予算による支援を民間資金に切り換える方針を決定（1992）
NSFNET への援助を停止（1995）

NSFNET の期間（8 年 6 カ月）に、「インターネット」は 6 ノード 56Kbps から 21 ノード 45Mbps に成長。1995 年にはネットワーク数 50,000（合計）29,000（米国）に達した。NSF の援助は、この期間計 2 億米ドル。TCP/IP

は他のネットワーク・プロトコルを抑え、世界標準になった。

4. インターネット管理「組織」

a. 「インターネット」管理組織の形成

ARPANET の NWC (Network Working Group) より開始。

当初から政府機関との "Contracts" による独立した活動の集まり(パケット通信の推進を目的とするコミュニティ・メンバーによる)。

b. 「コミュニティ」型管理組織の形成

1970 年代 : V. Cerf (DARPA) が中心

ICB (International Cooperation Board)

IRG (Internet Research Group)

ICCB (Internet Configuration Control Board) を設立

c. オープン型ネットワーク開発システムの形成と発展

1983 : B. Leiner (DARPA)

多数の Task Forces と IAB (Internet Activities Board) に改組

1980 年代 :

IEFT(Internet Engineering Task Forces)の形成と、RFC 形成を通じる急速拡大、多数の WG (Working Groups) に分かれる。

DARPA の役割は漸次減少した。

d. 管理組織の形成

1980 年代末 :

「インターネット」の成長継続

IAB の下に IETF と IRTF (Internet Research Task Force) を併立

1991 :

CNRI (Corporation for National Research Institutions) の設立

1992 :

Internet Society (ISOC) の設立、IAB、IEFT、IRTF を傘下に持つようになる。

1994 :

W3C (World Wide Web Consortium、代表は A. Vezza) が Web 標準設定の中心となる。

5. インターネットの国際化と商用化の時代 (1990年代)

a. 「インターネット」機器供給の拡大

- 1985: Vendors 向け TCP/IP ワークショップの開催、TCP/IP 標準・内容の開示、ベンダー側から多数の反応あり
- 1988: 第1回 Interop トレードショウに 50 社 5000 人が参加
現在では、年間7回世界各国で開催
全体として、TCP/IP 内容の完全開示が、製品の急速な展開・改良をもたらした (IBM/PC の AT マシンの普及理由と類似)

1980 年代 LAN の成長 (それまでは電話線: 64k / 秒 = 64000 字 / 秒 少しのデータしか送れない) 大量のデータを送る (太い線: 100Mb / 秒 = 1 億字 / 秒) 携帯用電波 (16k / 秒 = 16000 字 / 秒、TV の 1 / 4000 の電波) LAN 用のケーブル (イーサネット)

b. 「インターネット」の商用使用への開放

- 政府の援助やめる (→ 自立させる)
使用目的を限定しない (自由、営利目的も含める)

↘ 1992

- 研究用目的から不特定多数のユーザ用に変身
90 年代初までに世界のネットワークとして成立

- 1992: NSF が AUP を緩和し、商業目的使用を認める。
1993: WWW の普及はじまる。
1995: NSF の援助停止。しかし、NSF は、初期における NAP の設立を援助。
バックボーン部分は Major private providers が供給し NAP に接続 (また "peering arrangement" によりトラフィック交換)
このころから、「インターネット」は、「汎用ネットワーク」として民間の広い関心を集め、ISP 経由のインターネットへの接続が急増。1994 年に ".com" サイト数が ".edu" サイト数を上回る。
1996: クリントン大統領が NGI (Internet II) プロジェクトを発表。トラフィック混雑からの脱却をはかる。このころから、「イントラネット」の普及もはじまる (fire walls を介し、インターネットに接続)。

6. Web の時代 (1990 年代後半以降)

1993 Web 使用はじまる

スイスの研究所の研究者：

研究用資料を他から取り出せるようにした。

世界中に拡大

(米) イリノイ大学：

”Mosaic”ソフト (→ Web 閲覧用)

ネットスケープ社：商用インターネットソフト

“Netscape Communicator”

MS 社：インターネット・エクスプローラ：同上 (主力になる)

MS 社の独占禁止訴訟 (1998 - 2002)

(勝利) (米) 司法省 → 8 割程度の勝利

Web → インターネットを 21 世紀の主要なコミュニケーション手段に引き上げた。

(1993 → 1990 代末)

7. インターネットの政治経済学

米国と他国の利害の不一致

インターネットの「ドメイン名 (domain names) 割当に関する問題」

先進国と途上国の利害不一致

インターネット内容の規制

先進国 (米、日、・・・)

最小限に抑制

途上国 (中国、・・・)

国内秩序の維持に必要な程度

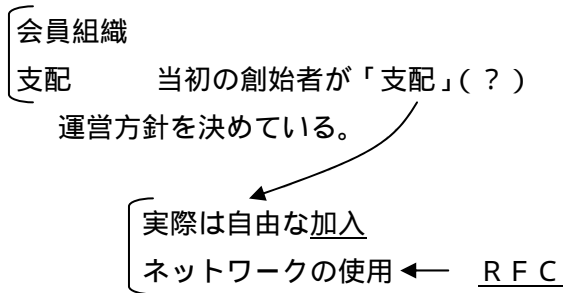
a. インターネットのガバナンスの特色

(1) 「分権型システム」 集中的管理 (中央集権) の回避

facility-based networks の集合体

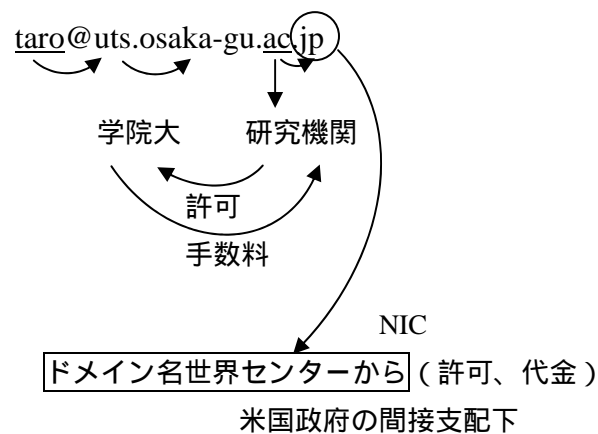
(バックボーン、地域、個別ネットワーク ; NAP、IX)

・インターネットのガバナンス（統治） → 最小限のルールのみ
弱い
どの国の政府もインターネットを支配していない。



例 広場に人々が集まって好きなことをしている場合と類似。

例外：
ドメイン名
IP アドレス
← 米国政府が支配



(2) 共通プラットフォーム（中央集権的）要因の存在と作動

TCP/IP の採用

IP アドレスブロックの割当

TLD (top-level domain) の割当

ルート・サーバの運営

インターネット技術とりわけプロトコル・パラメータ標準の開発・採用

- (3) インターネット成長の基本的理由
オープン型ネットワーク
集権・分権要因の両者が有効に機能
「IBMの大型コンピュータによる支配体制に対する批判」という哲学

b. 「共通プラットフォーム」の管理主体

- (1) 半官半民型組織による管理
(米国内) 法的根拠は不明確のまま、「實際上」はおおむね円滑に機能
(ただし、一部に米政府との契約あり)
組織メンバーの大部分は、当初は大学・研究所から出ていた。最近これに ISP 団体の代表が入るようになってきている。
また、インターネットは通信の「拡張サービス」であり、FCC (米国の通信規制機関) による規制がかからなかった。
- (2) 諸団体
ISOC (Internet Society、1992~)
WG、コンファレンスの組織、諸団体間の連絡
IETF (Internet Engineering Task Force)
標準プロトコルの形成
IESG (Internet Engineering Strering Group) \ IAB (Internet Architecture Board、ISOC 下の組織)
IETF 内の多数のグループの統合・管理
IANA (Internet Assigned Numbers Authority)
IP アドレス、ドメイン名を管理 (DOD、USC と契約、1998 年 9 月末まで)

c. 「ドメイン名割当」問題の経過 (米国)

- (1) クリントン大統領による「ドメイン名システム (DNS) 民営化」指令 (1997 年 7 月 2 日)
商標権をめぐるトラブルの続出
ドメイン・スペースの不足 (とくに ".com" ドメイン)
- (2) 商務省 NTIA によるコメント公募 (1997 年 7 月 2 日)
DNS 管理組織、TLD の創設、DN 登録に関する政策、商標権との関係 (コメント 430 件、1,500pp.)
- (3) NTIA による「グリーン・ペーパー」(1998 年 2 月 20 日)
DNS/IP 管理等に関する提言書、コメント公募 (650 件)
- (4) 同上「ホワイト・ペーパー」(1998 年 6 月 5 日)
同上につき改訂提言

コメント公募 (1998年8月18日 期限)

- (5) 同上による「.us ドメイン・スペースに関するコメント公募」(1998年8月3日)

d. DOC/NTIA「ホワイト・ペーパー」提言

- (1) 同ペーパーは、実体的規制の定義・実施ではなく、政策声明である。
- (2) 米国政府は、DNS および IP アドレス管理のための民間利害関係者による新非営利組織 (登録は米国内) の設立を契約により認知し、国際的支持を求める用意がある。
- (3) DNS、IP アドレスは、特異な資源として利害関係者の協調によって管理されるべき。TLD (TLD 数を含む) ルートサーバ管理は、世界中のユーザを代表する単一組織に委ねられるべき。
- (4) プロトコル・パラメタ標準の管理・普及にも調整が必要。そのための新組織は、現 IANA と同程度の責任を持つものとする。
- (5) 新組織の原則
安定性、競争、民間ボトムアップ型管理、世界各国からの代表制、目的、資金、設立は米国内で登録、理事会、設立文書、運営、商標権、移行措置・期間

e. 米国以外での動き

- (1) APIA、OECD
本問題の国際性を強調、米国主体の運営に反対を表明
インターネット用回線バックボーン費用の (米国と他国との) 負担区分の問題
- (2) 日本
インターネットへの接続努力
1990 慶応大が中心 (村井純教授)
インターネット接続
郵政省研究会による国際協調の提唱

f. 将来の問題点

- (1) 「新組織」の非効率性 (?)
規模拡大
利害対立
検討・決定期間の長期化
- (2) DNS の有用性自体の減少 (?)

長期的には、DNS よりもユーザに分かりやすい ID が使用される（DNS は過渡期のシステム）。

VI. インターネットの経済学 (続き)

F. インターネットのための技術開発

1. 技術開発における公的要因と利潤動機の「矛盾」

利潤動機：技術を独占して利益をあげる。そのために開発資金を投入する。

公的要因：良い技術はなるべく広く使われることが望ましい。しかし、これを進めると開発意欲が減退する。

標準方式の開発 インターネットにおいて理想的に実現された

2. RFC システムによるインターネット標準方式の開発

a. RFC による「文書化 (documentation)」の威力

「インターネット」の「RFC システム (Request for Comments システム)」は、同ネットワーク形成・発展のための「情報中枢」となった。

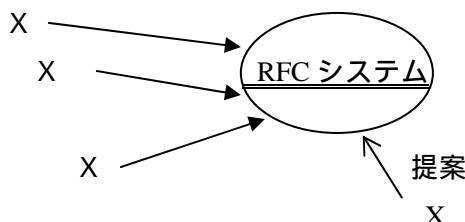
単純な初歩的システムから少しずつ進歩

RFC システム

Request for Comments

(コメント要請、御意見どうぞ)

全世界からインターネット改良のアイデアを募集する。——▶ アイデアの組織化
インターネットの改良・進歩のための意見・アイデアであれば何でもよい。

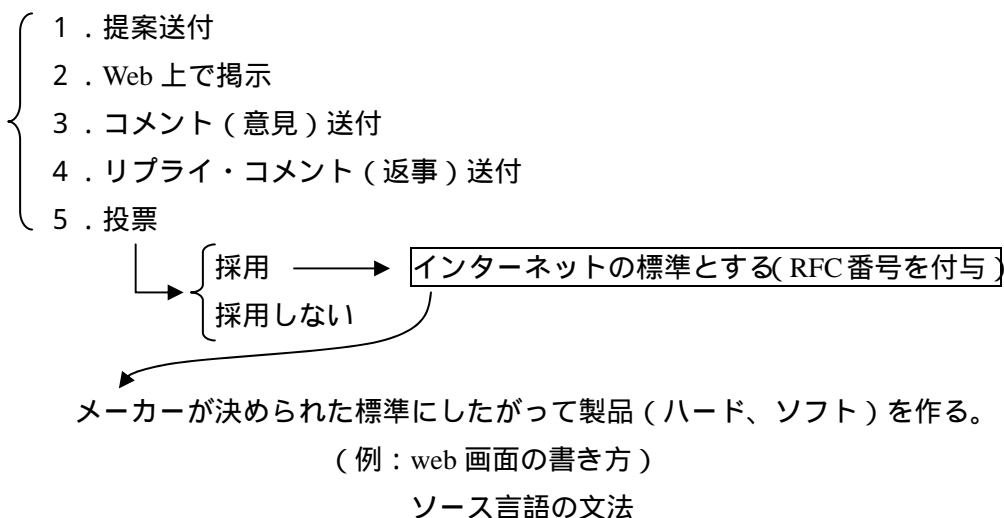


b. RFC の成立経過

S. Crocker (UCLA) が ARPANET のための「アイデア・実験結果などを関係者間で交換する文書システム (RFC)」を開始 (1969)。伝統的な学術論文形式では手続が煩雑、かつ時間もかかるので、これに代わる形式として使いはじめた。当初は、紙コピーにより、次いで FTP を使用して配付、現在では WWW を多用。

J. Postel (SRI): RFC Editor として、RFC ナンバリングの一元管理等に従事。

c. RFC の手続



d. RFC の効果

アイデア・提案等の自由な交換による創意工夫のポジティブ・フィードバックの生成。結果的に、「インターネット」発展の最重要因子となった (他ネットワークは、同種の RFC を持たず、単一企業のように閉じた範囲内だけで創意工夫が試みられていたので、インターネットの急速進歩とくらべてはるかに劣る結果しか出せなかった)。

e. RFC の対象

主たる対象は、「インターネット」上通信の「プロトコル標準 (インターネット公式標準)」の形成。IP レベルのデータ伝送用の諸手続、電子メールとその添付文書の様式、FTP の方式、セキュリティ確保方式などの大部分が、RFC によって提唱・改良された。他の用途として、ネットワーク運営に関する情報開示、インターネット使用現況・統計など。

f. RFC の使用

内外に無料公開。「インターネット」関係者によって広く使用されている。また大学の講義材料、企業による製品開発に参照された。(特定企業の特許等による独占を排し、広汎な技術の発展をもたらした。)

g. RFC の作成

現在は 100 グループ以上がテーマ別に検討。ドラフト提案が修正を重ね、「合意」されると、RFC No. が与えられ、「インターネット公式文書」として配付

される。

3. オープン・システム (RFC) による技術開発

a. オープン・ネットワーク

(1) 閉じたネットワークと囲い込みの傾向

短期的には独占利潤を確保

長期的には成長速度が低下

世界中のベストアイデアを集めることができる。

良いアイデアが投票によって採用される。

メーカーが信用して製品を作る。

無料 世界中の研究者がボランティア。提案が採用されれば、本人の業績になる。

世界中の知恵を集めるシステム (RFC システム)

└─▶ 大成功 (オープン・システム)

他のネットワーク

- (閉じたネットワーク (会社企業)
 - (その会社内の知恵だけしか集められない。
 - (限られた範囲のアイデアしか集まらない。
 - (その会社でしか製品化されない。
- 大企業のみ。

中小企業が進出 (ベンチャーが生まれる余地)

一般製造業：大企業が有利。
すべて自社で作る。

情報分野：大企業は必ずしも有利ではない。
他社 (他者) (インターネット) で作ったものを利用できるから。

RFC システム： (オープン
多数の力を集める。) → 強力

↓

技術開発システム

(2) オープン・ネットワークの長所

ネットワーク事業への新規参入による競争の進展

規模・範囲の利益の実現
ネットワーク外部性からの利益の実現
価格低下と需要増大

b. オープン・ネットワーク実現のための要件

- (1) 「プラットフォーム」の形成 標準化の実現
 IP プラットフォーム
 電子メール・プラットフォーム
 Web プラットフォーム
 RFC プラットフォーム
 「技術標準」作成のための組織運営方式の標準化
 集中の利益と分割の利益を享受
- (2) 「プラットフォーム」を実現させるための要件
 公的要因と私的要因の分離
 公的要因のガバナンス方式の確立
 利潤動機を公的要因から排除
 公的要因の「範囲」の最小化
- (3) オープン・ネットワーク実現が阻害される場合
 公的要因が私的利潤動機によって支配される場合
 公的要因のガバナンス方式が不完全で有効な意志決定ができない（長時間を要する）場合
 公的要因の「範囲」が広すぎて私的利潤動機が十分に作動しない場合
 （国家間競争における「日本社会の問題」との類似）

G. インターネットの強さ（効率性・有用性）の理由

1. IP パケット（小包）型の情報伝送（パケツリレー型）

ネットワーク回線を一杯に使う（低費用）

「パケツリレー型」のパケット伝送方式を採用した。IP パケットは、発信地から宛先まで、ルータにより、空いたルート・最短ルートを選んでパケツリレー型で伝送される。その結果、回線容量を一杯に使うことが可能になった（単位投資あたりの効率が高い）

2. メッシュ型のネットワーク（ルータ使用）

複数の伝送路を使うことができる（混雑・事故に強い）

パケット伝送用の（中継）コンピュータとして、安価なルータを分散配置

し、メッシュ状に結合した。その結果、複数の経路を持つ柔軟な伝送ネットワークが形成された。

データ伝送方式の比較：

- a. 専用伝送：恒久的に専用通路を設ける。
- b. 回線型伝送：一時的に各人に専用の通路を作る。
- c. パケット型伝送：通路はすべて共用。
- d. インターネットでは、専用回線上でパケット型伝送を実現している。

3. 分散型ネットワーク

ネットワーク制御を 1ヶ所に集中しない。

1ヶ所に集中では、加入増に伴って制御の仕事が複雑化・巨大化してしまう。

安全性、経済性を実現

情報処理の「民主主義」

4. 「IP パケットの伝送」という仕事（インターネットで最重要の仕事）を「他の仕事（例：メール、Web 画面の配送、セキュリティの維持など）」と分けている、それぞれの仕事が単純化される

分業の利益（低費用）（たとえばルータの価格は万円単位）

5. IP パケットはどんな伝送メディアの上でも送れる。

電話線、LAN、CATV回線、無線、光ファイバ、・・・

ハードウェアから独立した通信

（回線さえあればどこにでも送れる）

（効率的）

6. IP パケットの上にはどんな（デジタル）情報でも載せて送ることができる。

データ、メール（文字）、画像、音声（IP電話）、音楽、映像

すべてのデータ（コンテンツ）を、「IPパケット」と呼ぶ「標準形式・サイズの情報（ビット）小包」に入れる。必要であれば元のデータを分割してパケットに入れ、到着先で再結合する。その結果、同一のIPパケット形式に基く効率的運用が可能になった。

7. ネットワーク加入がオープンになっている。

IP方式を守る、接続費用を負担しさえすれば加入できる

(義務：他からの要求に対して接続の受入義務)

→中継義務がある：中継用コストを負担

8. 技術開発方式がオープン

RFC 方式： $\left\{ \begin{array}{l} \text{世界中からの提案を受け入れる。} \\ \text{世界中に成果である「標準方式」を公開（特許なし）。} \end{array} \right.$
各メーカーは標準方式に則して機器を生産することができる。
(機器の特許はOK)
(結果的に IBM / PC の環境と同じことになった)

9. ネットワーク上での情報交換が多機能（万能システム）

- a. 双方向性（相手とのやりとり）
- b. 即時性（欠点：混雑の時は遅れるかも）
- c. 保存可能性（送った情報、受け取った情報を保存できる）
- d. 柔軟性（送るときに修正・編集できる）
受け取ったものを修正・編集できる
- e. 検索可能性（必要な情報を検索できる：自分の保有する情報の中から。
世界中の情報の中から（web による））
インターネットだけの能力
- f. 高速・広帯域情報（とくに映像）を取り扱うことができる

\swarrow \downarrow
(即時 音声の 1,000 倍
短時間

距離の制約を克服（将来の社会）

物理的移動を節約

（ビジネス、教育、政治、行政、文化など）