

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

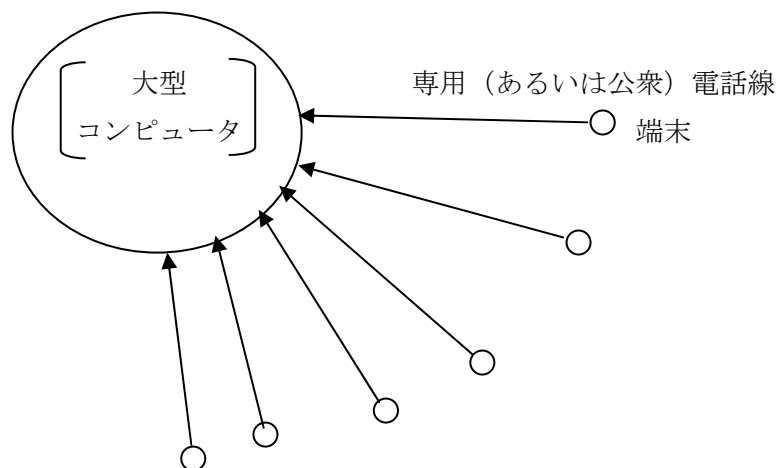
1. インターネット以前のネットワーク

a. 初期のネットワーク : TSS (1960年代~1980年代)

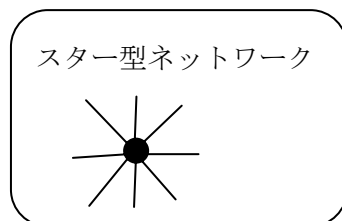
- (1) 大型汎用機と端末による「スター型」ネットワーク
大型汎用機の遠隔使用、同資産の共用
- (2) コンピュータと通信の結合のはじまり
データ通信技術の基礎 (データ交換手順など) の形成
<JR のみどりの窓口、航空便座席予約システム>
<銀行 ATM のオンラインシステム>
<学術研究用大型汎用機の共用>

大型コンピュータを TSS で使う

TSS (time-sharing system 時分割システム)

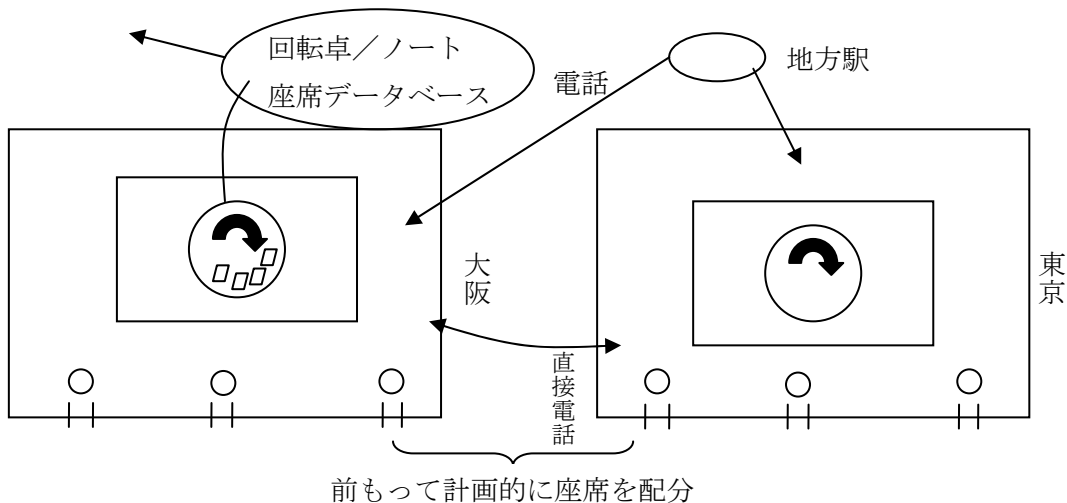


(現在 : 銀行の現金出納端末 (テラー端末) がこの形の例)



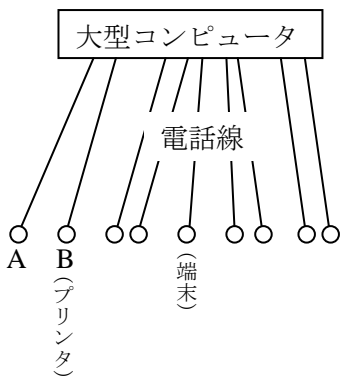
(例) JRの座席予約 (1960年代はじめ)、航空会社の予約

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



- J R ・ 航空会社 ・ 劇場 ・ イベント
 - 銀行 A T M
 - 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

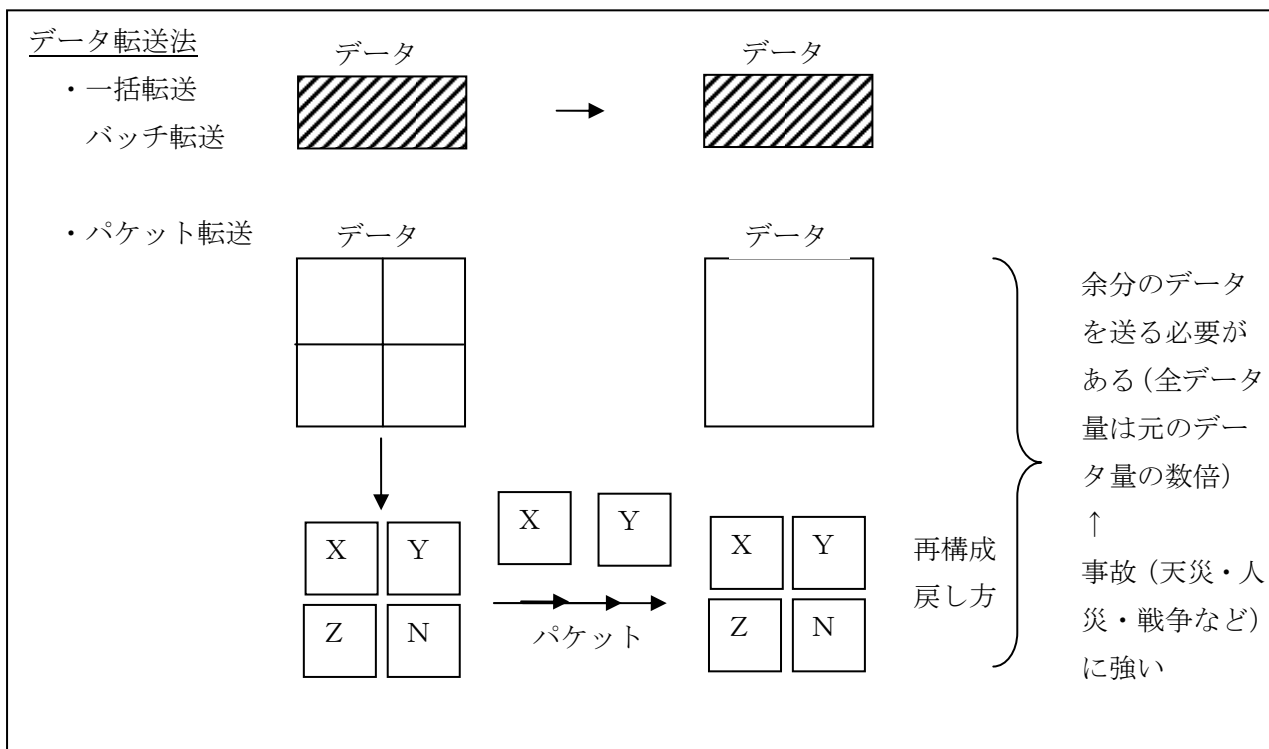
(1) J. C. R. Licklider : Galactic ネットワークの提唱（1962）

(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） ↓ 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	専用レーン方式よりも効率的
--	---------------



b. (米) 防衛省のサポート

(1) DARPA (Advanced Research Projects Administration, 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)

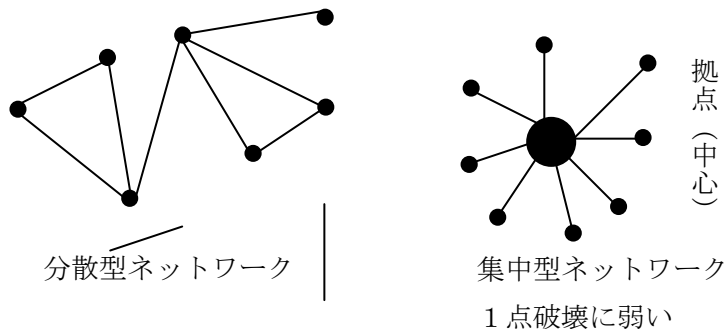
米ソ対立の時代

軍事用ネットワーク

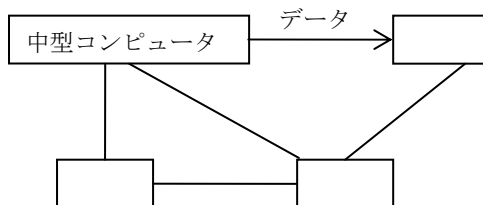
- 柔軟なネットワーク
戦時において、一部が破壊されても、大部分は生き残る
- 一部が壊れても全体が生き残るのびるタイプの建設 → 分散型ネットワーク



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

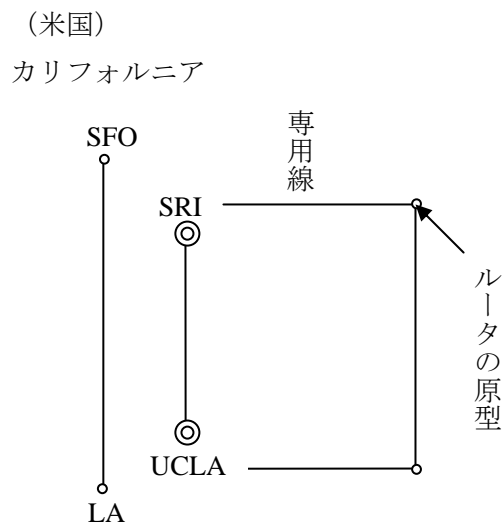
(3) NIC 設置 (SRI) : ホスト・アドレス参照、RFC (意見募集) システム

(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……？



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

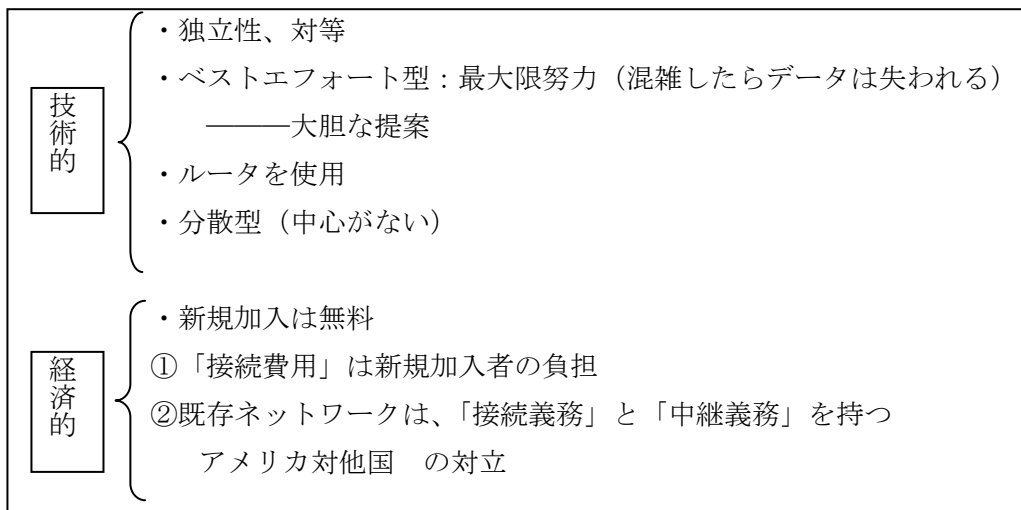
できないときは諦める

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>
 IP パケット方式のみを要求
 ベストエフオート方式（相手に届く保証なし、安価）

TCP/IP 方式の開始

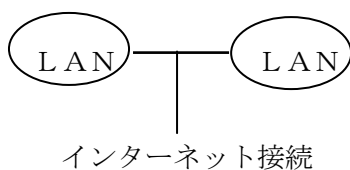
- V. Cerf : TCP/IP 仕様を作成
 「インターネットの父」
 複数の物理的ネットワークに適用できる通信用ソフトシステム
- IP : octetstream（長いバイト列）を使用
 32 ビット IP アドレス使用（当初は 256 個のネットワークのみ許容）
- TCP : FTP、Rlogin（Telnet）、E-mail などのサービスを実現

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

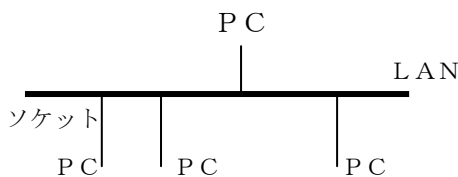
(1) LAN の成長

- B. Metcaefe : 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 (軍事用) 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 一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) 8割程度の勝利
(米) 司法省

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

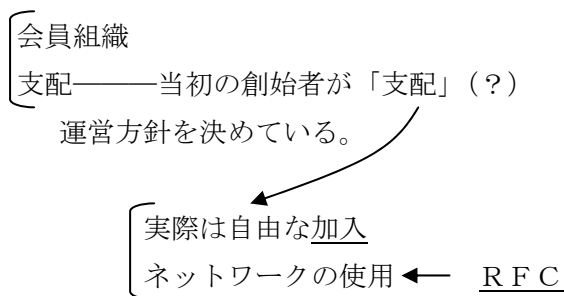
a. インターネットのガバナンスの特色

(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

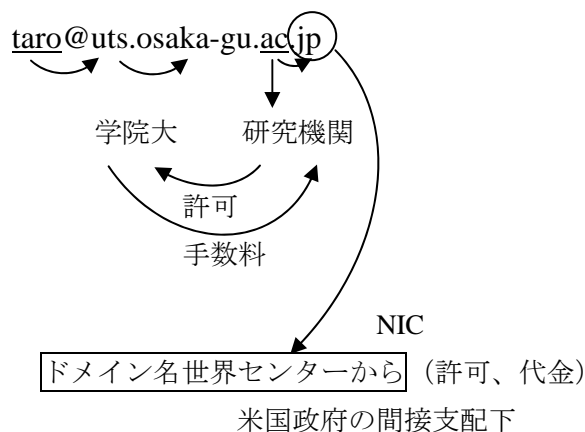
(バックボーン、地域、個別ネットワーク ; NAP、IX)

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・研究所から出ている。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 Steering 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）。