

#### IV. インターネット（続き）

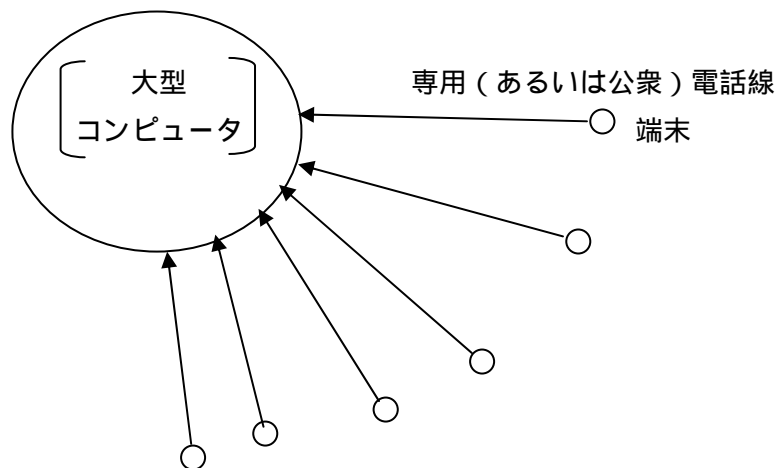
##### E. インターネットの歴史

###### 1. インターネット以前のネットワーク

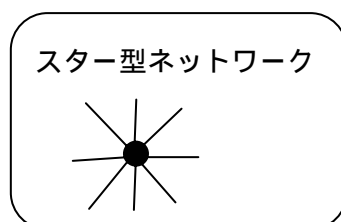
###### a. 初期のネットワーク：TSS（1960年代～1980年代）

- (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      TSS で使う（1960代～1980代）

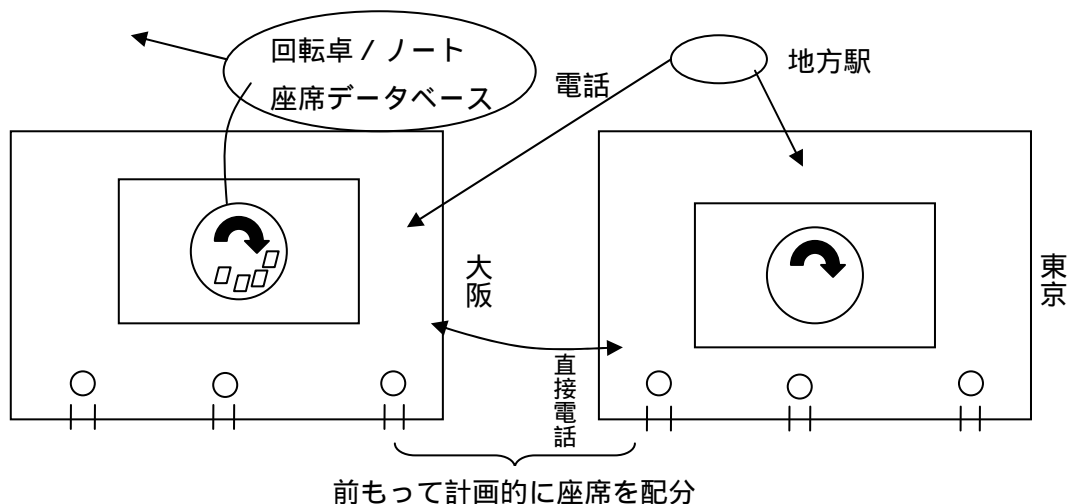


（現在：銀行の現金出納端末（テラー端末）がこの形）

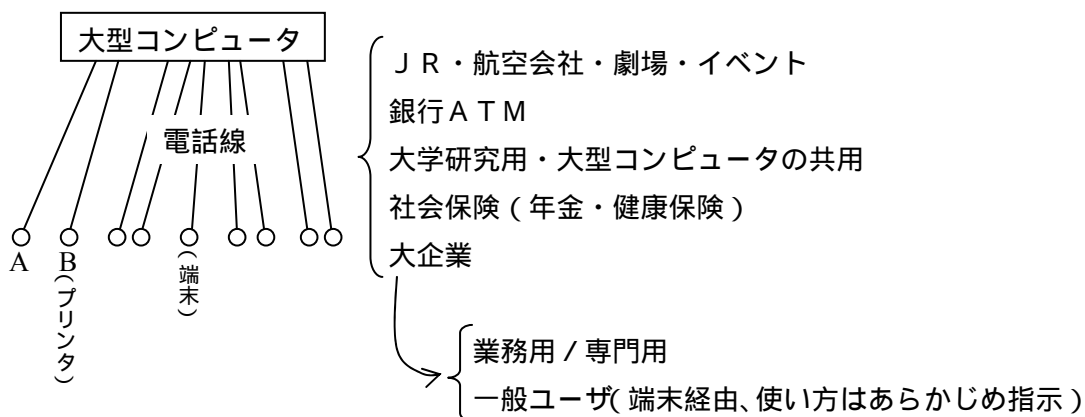


(例) JRの座席予約 (1960年代はじめ) 航空会社の予約

従来方式



TSS方式 (集中型ネットワーク) 現在でも使用



## 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:

< Comuserve (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。つなく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)

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  
→ ラッキーな結果。

#### (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

<NI ネット(日本、大学間)>

インターネットと競争して敗退

## 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。

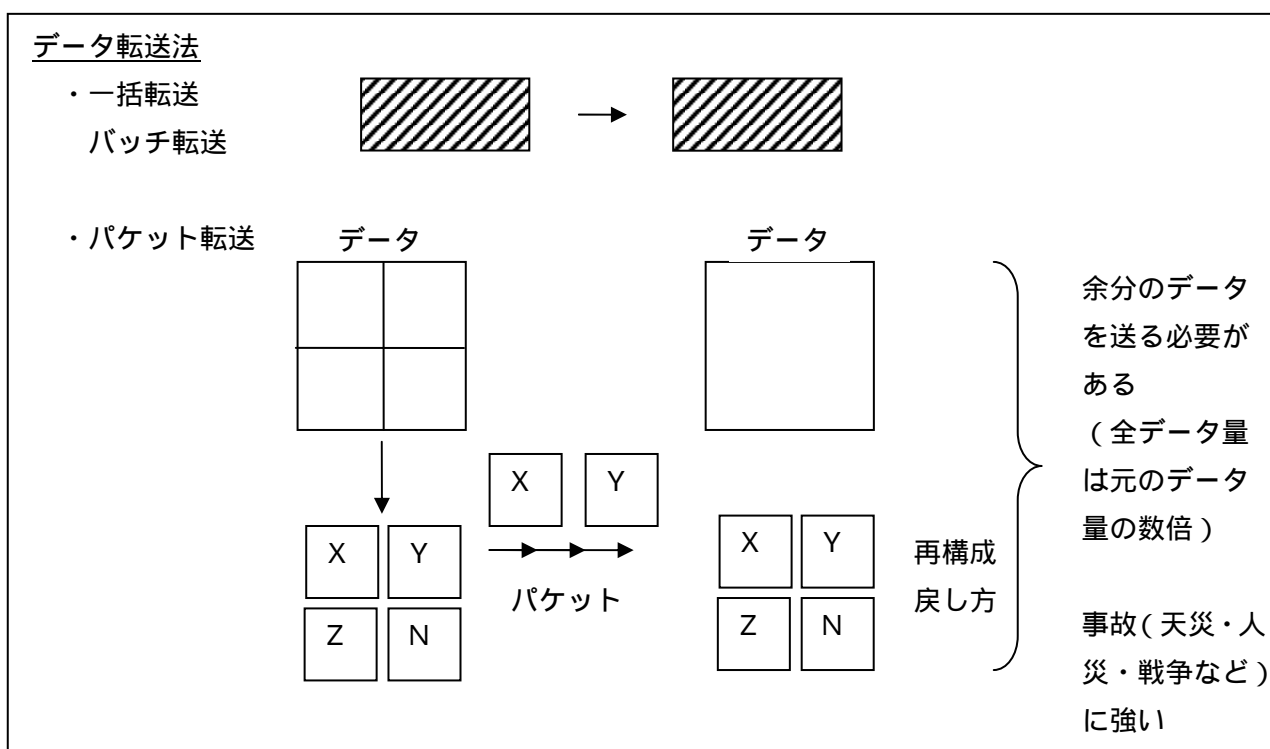
パケット転送方式（一般道路方式） 専用レーン方式よりも効率的

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

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 )



## 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

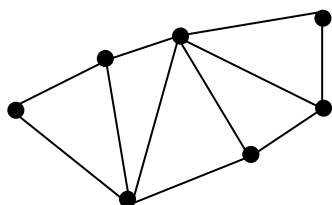
・柔軟なネットワーク

戦時において、一部が破壊されても、大部分は生き残る

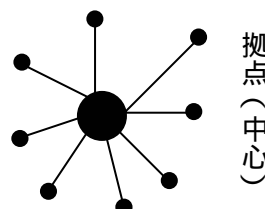
- ・一部が壊れても全体が生き残るのびるタイプの建設 分散型ネットワーク



パケット通信による分散型ネットワーク



分散型ネットワーク

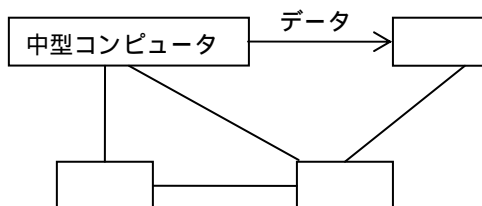


拠点(中心)

集中型ネットワーク

1点破壊に弱い

- (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ぬ)
  - ・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

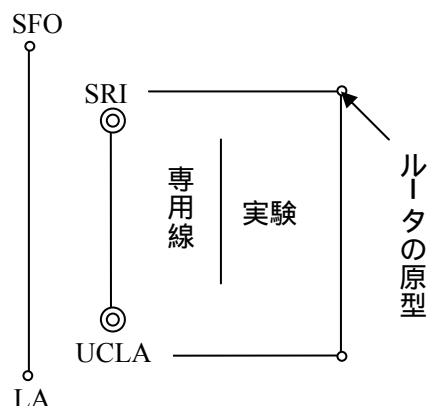
ネットワーク (現在の) メール交換を開始

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(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

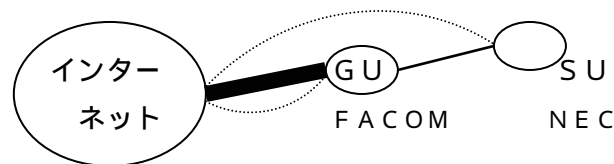
メール処理ソフトの実用化

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  
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  
ベストエフォート方式（相手に届く保証なし、安価）

技術的	<ul style="list-style-type: none"><li>・独立性、対等</li><li>・ベストエフォート型：最大限努力（混雑したらデータは失われる） 大胆な提案</li><li>・ルータを使用</li><li>・分散型（中心がない）</li></ul>
経済的	<ul style="list-style-type: none"><li>・新規加入は無料</li><li>「接続費用」は新規加入者の負担</li><li>既存ネットワークは、「接続義務」と「中継義務」を持つ</li></ul>

## TCP/IP 方式の開始

V. Cerf : TCP/IP 仕様を作成

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

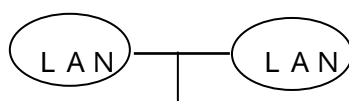
B. Metcalfe : Ethernet を開発 (1973)

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。

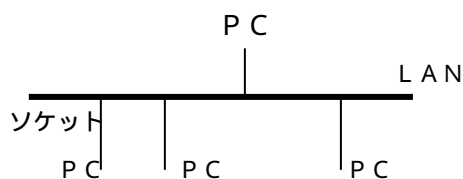
LAN の普及 (電話線の代わり)

大量データを流すことができる。



インターネット接続

#### 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) にこだわる。

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。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)

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： ” （主力）

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

米国と他国の利益の一致と不一致

インターネットの「ドメイン名（domain names）割当に関する問題」

### 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）

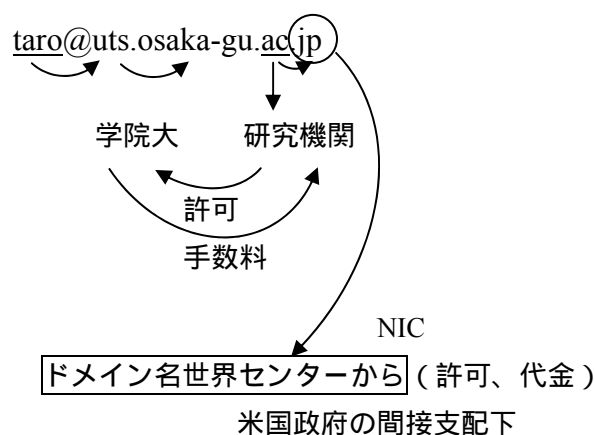
・ インターネットのガバナンス（統治） → 最小限のルールのみ  
→ 弱い  
どの国の政府もインターネットを支配していない。

会員組織  
支配 当初の創始者が「支配」(?)  
運営方針を決めている。

実際は自由な加入  
ネットワークの使用 ← R F C

例 広場に人々が集まって好きなことをしている。

例外：  
ドメイン名システム  
← 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 の割当

ルート・サーバの運営

インターネット技術プロトコル・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 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）。



## IX . インターネット ( 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。

#### 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。

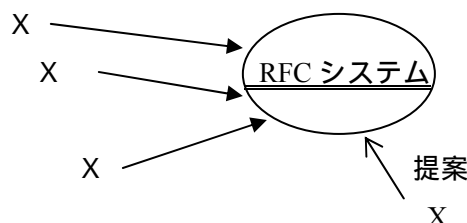
単純な初歩的システムから少しずつ進歩

**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。



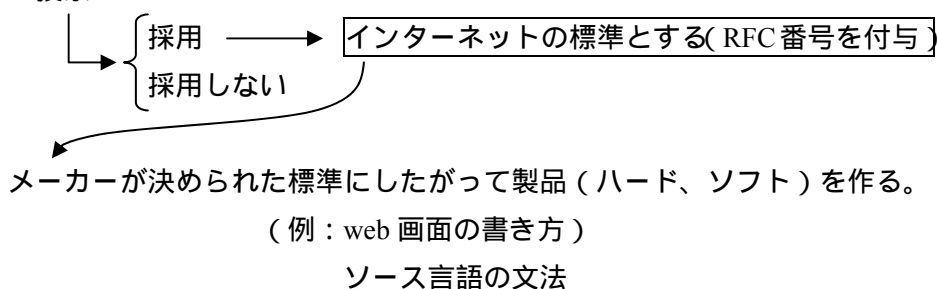
##### b. RFC の成立経過

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

1. 提案送付
2. Web 上で掲示
3. コメント (意見) 送付
4. リプライ・コメント (返事) 送付
5. 投票



### 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)。

### 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。

**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

### 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）

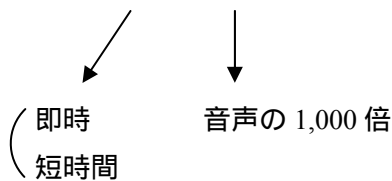
→中継義務がある：中継用コストを負担

### 8. 技術開発方式がオープン

RFC 方式： 世界中からの提案を受け入れる。  
世界中に成果である「標準方式」を公開（特許なし）。  
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



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）