

インターネットはここまで来た

—現状と課題—

石田晴久

(株) アスキー／多摩美術大学／慶應義塾大学

本号の特集では、世界最大級のインターネット研究開発プロジェクトであるWIDEを取り上げたので、その背景となるインターネットの現状を紹介する。インターネットは、世界的にも我が国でもこれまで順調に普及してきているが、これを日本の健全な社会基盤として発達させるには、まだいろいろな課題もあるから、それらについても述べる。

▼ 順調に伸びているインターネット

インターネットの原型は、1969年にアメリカで開発が始まったARPANETに見ることができるが、これはオープンなネットワークではなかったから、1979年開始のCSNETや1980年にニュース配信を始めたUSENETが嚆矢といってよいかもかもしれない。ただ、Vint Cerfらが1974年に開発を始めたTCP/IP（プロトコル）をBill Joyがパークレー版UNIXにのせたのが1982年で、TCP/IPが正式に米国防省標準となったのが1983年だから、インターネットの起源はその辺にあったということもできる。

図-1にインターネット上の全ホスト数（この意味については後述）の伸びを示す。図には、日本での出来事として、1984年にUUCP（UNIX-to-UNIX copy）

ベースで電話線利用のJUNETがスタートし、1988年にはTCP/IPベースで専用線利用の本格的なインターネットであるWIDEネットが開通したことも示してある。

図の通り、ホスト数で見ると、これまでにインターネットは順調に発達し、普及しつつある。この要因としては次のようなことが考えられる。

- (1) オープンで国際的なネットワークで、誰でも参加できる。
- (2) 通信コストが安い。これはパケット通信で回線が多重利用できる上、信頼性の低い回線でもend-to-endでのエラー回復によりちゃんと使えるためである。
- (3) 1990年にTim Berners Leeらが開発を始めたWWW（World Wide Web）方式により、世界中の情報サーバがリンクできるので面白く、また役に立つ。
- (4) 1993年にMark Andreessenらが開発を始めたブラウザにより、図-2のようにパソコンのクリックでいろいろなホームページにアクセスができる。これとパソコンの普及で、インターネットは爆発的に普及し始めたのである。

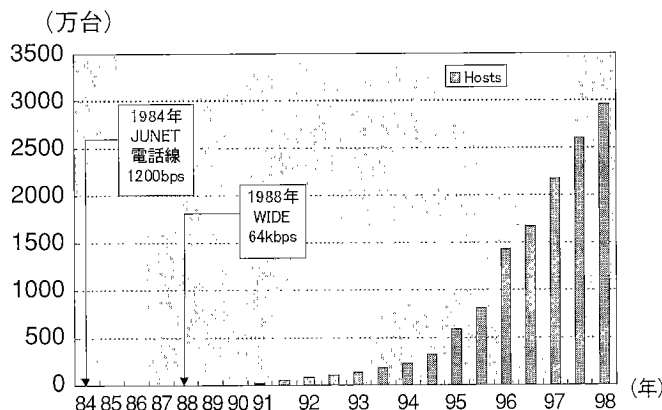


図-1 インターネット上のホスト数の伸び

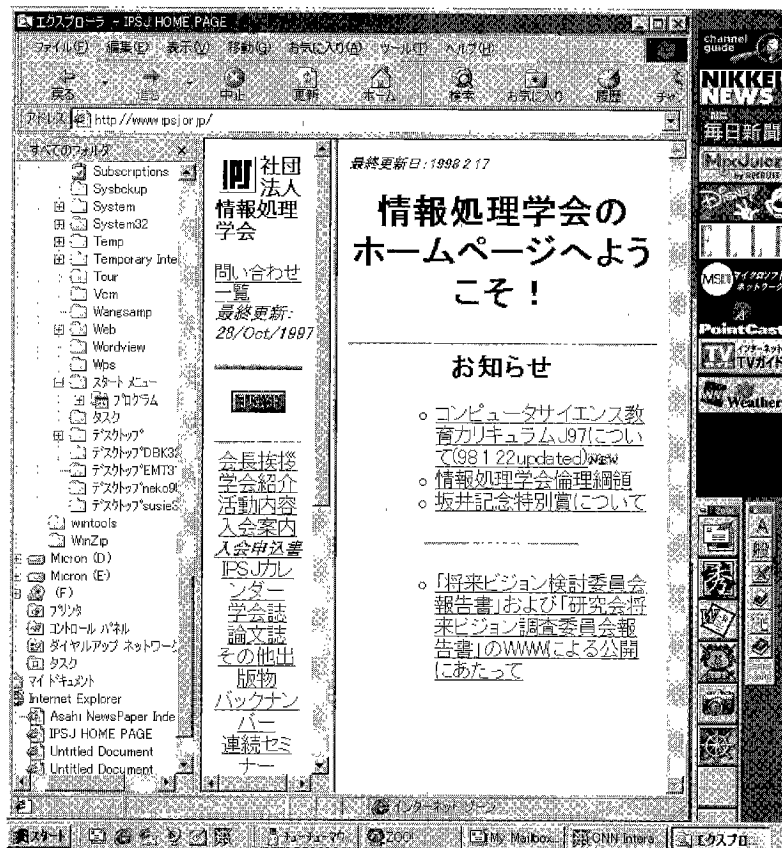


図-2 Windows98で表示したエクスプローラ（ブラウザ兼用）

右上にはチャンネルが表示されている。全体にクリックでいろいろなことができる。

すべての学校がインターネットにつながるようになれば、インターネットのユーザ数はたちまち3,000万人以上になる。

▼ インターネットの普及度

インターネットがどこまで普及したかを知るのはいかなる大変であるが、1つの手がかりは、アメリカのネットワーク・ウィザード社が年2回（1月と7月）行っているドメイン名システム（DNS）に関するデータ分析である。その詳細は、www.nw.comで見ただけとして、この分析では、世界中の主なDNSに蓄積されているデータの中から、「ドメイン名が割り当てられているIPアドレス」を集計することによって、インターネット上のホスト数を推定している。

さて、ここでいうホストとは、DNSに記録されているコンピュータだから、企業などでファイヤーウォールというセキュリティ・システムをインターネットの入り口に置いているところでは、インターネット側

から見たときファイヤーウォールしか見えない。したがって、そうした企業内部のコンピュータはたとえホストの役割を果たしていても、このホスト数には入らないのである。

また自宅などからダイヤルアップでインターネットにつながるパソコン端末も数には入らない。こうしたパソコンにはIPアドレスが一時的に割られるだけだからである。端末は当然ホストではない。

このホスト数の最新データを表-1に示す。このデータで一番分らないのがアメリカで、comなどのドメインのうち、アメリカの会社所有のものは約60%とNSI（ネットワークソリューションズ）社から聞いたので、comなどのホスト数合計の60%にしてある。これは、asahi.comのように外国の組織でアメリカのトップレベルドメインを取得しているところが40%もあるということである。このホスト数で見ると、アメリカはやはり断トツで多いが、その次が日本というのは注目に値する。日本は1996年7月には4位だったが、1997年1月からは2位に上ってきており、一応インターネット大国なのである。

表-1には、ドメイン数（レベル3）も示した。レベル3とは、u-tokyo.ac.jpのu-tokyoのレベルでほぼ会社や大学の数にあたる。しかし、アメリカでは、国

名を表すドメイン名はほとんど使われておらず、stanford.eduのように第2レベルで組織が区別されているので、アメリカだけは第2レベルを数えた。この数を見ると、日本やイギリスなどが非常に少ないのは、ドメイン名をやたらに割り当てないという方針をとっているためである。ところが、アメリカや多くのヨーロッパの国々では、商品名を表すドメイン名でも無審査で自動的に割り当てるという政策をとっているため、ドメイン名は急増している。ドメイン数はもはや比較の意味を持たなくなってきたといえる。

一方、人口1万人当りのホスト数を計算してみると、表-2のようになる。この数字は、インターネットの普及度を表しているといつてよいであろう。面白いのは、北欧諸国の数値が高いことで、これは冬寒いため、家にいながらにしてショッピングなどいろんなことがやれるインターネットは便利だからということらしい。

北欧諸国に比べると、我が国の普及率はまだ低い。表のデータは、ファイヤーウォールの置かれ方にもよるから、これだけではあまりモノはいえないが、とにかくこの表によれば、日本は、バミューダ、シンガポール、香港にも劣り、世界で22位でしかない。

これらの数字は、調査の条件抜きにうのみはできないが、我が国の現状をおよそ反映していると思われる。この結果および業界でいわれていることを統合すると、我が国での課題としては、次のことがあげられよう。

- (1) パソコンをもっと普及させること。すべての会社で1人1台体制を組むとすると、パソコン数は3倍くらいにはならないといけない。家庭向けも倍増はできるはずである。
- (2) インターネットを普及させること。家庭、地方公共団体、学校への普及は始まったばかりである。企業へのイントラネットの浸透もまだ十分ではなく、アメリカ系のルーター・メーカーなどは、米本社から絶えずハップをかけられているという。
- (3) インターネット技術者の養成に力を入れること。中小企業にイントラネットがなかなか普及しないのは、その管理ができる人がいないためのものである。
- (4) 国民の外国語（特に英語）の読み書き能力を向上させること。外国語ができるかどうかで、インターネットのありがたみは大きく変わる。外国とじかにやりとりができれば、海外への情報発信やオンライン販売や外国からの調達もやりやすくなる。

これらの課題が徐々に解決されれば、日本のユーザ数はいずれ1,200万人（人口の10%）から2,500万人

表-1 主要国のホスト数（1998年1月）

国名	ホスト数 (万台)	ドメイン数 (万)
全世界	2,967	1,038
1 アメリカ*	1,241	38
2 日本 (jp)	117	2.0
3 ドイツ (de)	99	29
4 イギリス (uk)	99	2.5
5 カナダ (ca)	84	20
6 オーストラリア (au)	66	1.6
7 フィンランド (fi)	45	30
8 オランダ (nl)	38	19
9 フランス (fr)	33	20
10 スウェーデン (se)	32	13
11 ノルウェー (no)	29	17
12 イタリア (it)	24	11
13 台湾 (tw)	18	4

注) アメリカのホスト数は.com, .net, .eduなどの合計2,068万の60%とした。ドメイン数はアメリカのみはレベル2の60%、ほかはレベル3。

表-2 人口1万人当りのホスト数

国名	ホスト/万人	人口 (万人)
1 フィンランド	874	515
2 ノルウェー	648	442
3 アイスランド (is)	644	27
4 ニュージーランド (nz)	467	363
5 アメリカ	459	27,031
6 スウェーデン	359	889
7 オーストラリア	357	1,861
8 バミューダ (bm)	316	6
9 デンマーク (dk)	299	533
10 カナダ	274	3,068
13 シンガポール (sg)	165	349
21 香港 (hk)	99	671
22 日本	93	12,593

普及率というと、ユーザ数がどのくらいかというのも気になるが、いくつかの調査によると、これに関するデータは次のようになっている。

インターネットのユーザ数	884~1,000万人
家庭だけで使っている人	23%
全ユーザのうちの女性の比率	23%
(パソコンの女性ユーザ比率は42%)	
家庭(5,000万世帯)へのパソコンの普及率	16%
家庭内パソコンのインターネット接続	20%
1人1台以上パソコンのある会社	17%
地方公共団体のインターネット接続	6%
小中校のインターネット接続率	10%
	(4,000校)

(20%, 現在の北欧並み)になるであろう。そうすると、モノや情報を売る市場としても、インターネットは無視できないどころか、非常に重要になる。

▼ ユーザ用アクセス回線の高速化

インターネットも、ユーザが増えてくると、その大部分はコンピュータやネットワークには素人の人々が多くなるから、端末としてのパソコンのハードウェアおよびソフトウェアの使い勝手をよくするのはもちろん、インターネットで流す情報もマルチメディア（ナレーション、音楽、カラー写真、アニメーション、ビデオなどを含む）にすることが望ましくなる。

しかし、マルチメディア情報を流すとすると、インターネットへのアクセスは高速でなければならない。これには、まず、基幹（バックボーン）回線を速くする必要がある。このため、プロバイダに専用回線を貸す通信会社各社では、回線の高速化を急ピッチで進めている。この目的の超高速バックボーン回線としては、10~40Gbpsの光ファイバー・ケーブルが実用化されつつあるが、これを128色のマルチカラー化にする波長多重技術が実用になれば、1,280Gbpsすなわち1.28テラビット/秒の伝送路が実現する。その時期は別として、将来的には、インターネットの混雑は解消されて、ビデオ情報が自由にやりとりできる時代がくるであろう。

次に、多くの企業の中では、イントラネット（LAN）のバックボーンを速くしようということでの次のような高速LAN方式が使われ始めている。

- 100Mbpsおよび1000Mbps（1Gbps）のイーサネット
- ファイバーチャネル（133Mbps ~ 4Gbps）
- ATMスイッチ（155 ~ 622Mbps）

問題は家庭からのインターネット・アクセス回線である。これを高速にする目的では、次のような方式が試みられている。

①CATV（ケーブル・テレビ）

下り10Mbps, 上り128kbps程度
パソコン端末には、ケーブル・モデムをつなぐことになるが、そのインタフェースはLANと同じイーサネット方式（10BASE-T）である。

②ADSL（Asymmetric Digital Subscriber Line） およびCDSL（Consumer DSL）

通常の電話線（銅線）を下り1.5~6Mbps, 上り128kbpsで利用。

③デジタルBS/CS放送の電波

パラボラ・アンテナで受けた電波を利用。30Mbps程度の速度があるので、数10チャンネル分がATM技術などで共用できる。上りは電話回線である。

一方、端末には普通パソコンが使われるが、さまざま

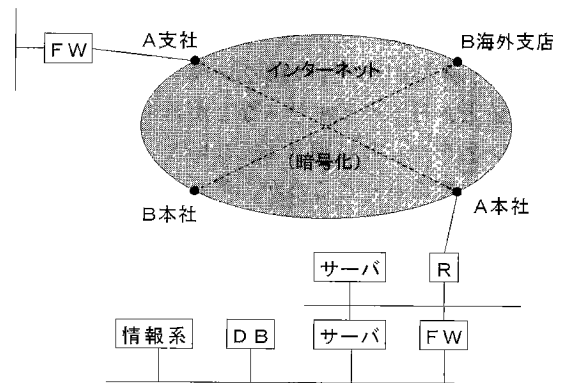


図-3 イン트라ネットとエクストラネット

(FW = ファイヤーウォール, R = ルータ, DB = データベース)

まな形のインターネット専用端末機（NC=Network Computer）やテレビ対応端末機の開発も試みられている。イントラネットでは、社員1人1台（パソコンか専用端末）の需要が見込めるからである。モバイル应用には、超小型端末機の利用やPHS電話機による32kbpsのデジタル通信も試みられている。一般電話用のモデムの速度は33.6kbpsから56kbpsになった。ISDNでは、64kbpsおよび（2チャンネル同時使用のマルチリンク機能で）128kbpsが可能である。しかしこれでも最低500kbpsが必要なビデオの連続表示には不十分だから、Fiber-to-the-Home時代までのつなぎとして、上記のCATVやCDSLの実用化を急ぐ必要がある。

▼ イン트라ネットとエクストラネット

イントラネット（intranet）という言葉は、1995年3月にネットスケープ社のジム・クラーク会長が講演の中で最初に使ったとされるが、ひと口で言えば、「企業中のインターネット」ということができる。これは社員による情報の交換や共有、さらにはインターネットによるビジネス（電子商取引=EC）に不可欠である。イントラネットが使われる要素としては次のようなものがある。

(1) 情報サーバ

UNIXベースのワークステーション（WS）が多いが、Windows NTベースのパソコンもサーバとして使われ始めている。サーバ用パソコンの構成例をあげると、プロセッサはPentium II（333MHz）×4台、メモリは64~768MB、ディスクは4.3GB×18台がある。

(2) LAN

10Mbpsのイーサネットに加えて、100Mbpsのイーサネットも安く使える。

(3) サーバ・ソフト

情報提供、電子メール、社外への商品販売（コマース）用などさまざまなものがあり、多数のソフトウェア・ハウスやメーカーから発売されている。

(4) ファイヤーウォールシステム

外部からのアクセスを、特定のネットワークやユーザに限定するためのセキュリティ確保システムとして使われる。

(5) データベース連携ソフト

商品販売の場合、社内の基幹情報システム上のデータベースから、カタログや価格に関する情報を引き出して、情報サーバを通して表示する必要があるが、そのためにはコマース・サーバのようなソフトが必要となる。

(6) 1人1台のパソコンあるいはインターネット端末。

イントラネットというと、会社の1つの建物内あるいは1つのキャンパス内のインターネットという響きがあるが、中には図-3のように、全国に広がるもの、さらには国際的に広がる広域インターネットになっているものもある。また1つの会社内のインターネットではなく、グループを形成する異企業を結ぶインターネットをエクストラネットという。いずれも、インターネットであるが、アクセスが関係者のみに限定される点が一般のインターネットと異なる。これらはインターネット上のVPN（Virtual Private Network）になっている。

図の広域イントラネットは、本社も支社もどうせインターネットに加入しなければならないのだから、途中の回線もインターネットを使う方が経済的だという考え方で生れたものである。ただ、こうすると、会社の機密情報をそのままインターネットに流すのはセキュリティ確保上危険だから、暗号を使う必要がある。そこで、最近のファイヤーウォールシステムには自動暗号化の機能が組み込まれるようになった。これで、ユーザが意識しなくても、イントラネットからVPNにデータを流すときは自動的に暗号化され、逆にVPN側からイントラネットへのデータは自動的に復号化されるようになる。暗号はこんなところにも使われ始めたのである。

▼ インターネットで生まれたニュービジネス

インターネットの応用で最も重要なのは、電子メールの交換である。次に重要なのは、ホームページによる情報発信・広報・広告・宣伝と情報収集、それにホームページを介したビジネス（商品・情報・サービスの販売、予約の受付など）である。インターネットは普及しはじめてからまだ日が浅いため、我が国ではニュービジネスの華々しい成功例はまだ少ないが、アメリカも含めると次のようなニュービジネスが続々と

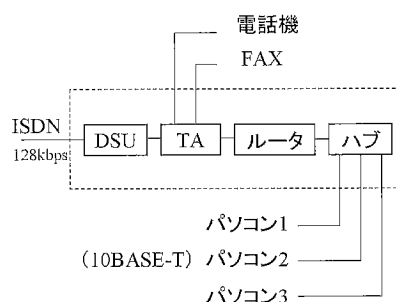


図-4 SOHO向けの複合ルータ

.....
このホスト数で見ると、アメリカはやはり断トツで多いが、その次が日本だというのは注目に値する。
.....

生まれている

(1) インターネット接続サービス・プロバイダ

1992年にIIJ（インターネット・イニシアティブ・ジャパン）社が設立され、1993年にAT&T Jems社が国際接続サービスを開始し、IIJも国内を皮切りにプロバイダ事業を始めて以来、すでに大小2,500社以上が参入している。1996年末にはNTTがOCN（Open Computer Network）サービスでこの市場に参入し、低料金の専用線サービスを始めた。またほかの電話会社もすべて参入しており、競争は激化している。おかげで、接続料金は少しずつ安くなってきている。

(2) ルータ・IPスイッチ・モデム・TAなどの通信機器のメーカー

インターネットのおかげで著しく成長している。注目すべき製品としては図-4のようなSOHO（Small Office/Home Office）向けの複合ルータ（DSUやハブを内蔵）がある。

(3) ホームページ作成業

ホームページ作成は需要が多く、この業界への進出は容易なために、小さなベンチャ企業がたくさん生まれている。

(4) ソフトウェア開発

今までで、最も脚光を浴びたのは、1994年に設立され、1995年に無料で配布することで、ブラウザ（現用はNS4.0）を世界中に普及させたネットスケープ社である。その後、これに対抗する形で、マイクロソフト社もインターネット・エクスプローラ（IE4.0）という名のブラウザをはじめ、インターネット対応のソフトウェアを次々に開発している。ブラウザへのプラグインソフトウェア（ブラウザにはめ込むもの）も、プログレッシブ・ネットワーク社のリアル・プレーヤ

をはじめ、いろいろなベンチャ企業が数多くのプラグインの開発を行っている。1997年に最も注目されたのは、プッシュ型情報配信システム（カスターネット）を出荷したマリンバ社である。これで実用化されたチャンネル技術は、NS4.0やIE4.0にも採用されている。

(5) 電子出版と有料情報サービス

アドビ社のアクロバット・システムで作成・配布・表示・印刷ができるPDF（ポータブル文書フォーマット）を使えば、高品質で拡大・縮小も自由自在な文書がホームページでも見られるようになる。これを使った有料の電子出版サービスはまだ少ないが、今後電子マネーが普及すれば、1ページあるいは1曲単位で情報や音楽を売るビジネスが増えると予想される。

(6) 文書および写真のデジタル制作

前記の電子出版の技術を使えば、美しい文書が速く安く作れる。これは、デジタルカメラなどで撮ったデジタル写真についても同様で、原稿や写真素材はオンラインでやりとりできるので、納入が速くなる。

(7) オンライン広告とサーチエンジン

オンライン広告はサーチエンジンの画面にバナー（四角い枠）埋め込み形でスタートした。今ではいろいろな形態が試みられている。

(8) オークションと検索後注文形式の販売

インターネットでは、すでに数多くの商品・情報・ニュースが販売されているが、目新しいのは、不特定多数の買い手を相手にするオークションのような双方向ビジネスである。また数多くの商品の中から目的のものを検索して買うようなショッピング（本、CD、新車、中古車など）を可能にする販売法もニュービジネスといえよう。

(9) ラジオ放送とビデオ伝送

インターネットにおけるオーディオ情報のやりとりは完全に実用化の域に達した。Real Audio 5.0などのソフトウェアを使えば、ステレオできれいな音が楽しめる。こうした技術は、インターネット上のラジオ放送（誰でも開局可）や電話音声のやりとりに使われている。

一方、ビデオについては、500kbpsないし6Mbps程度の帯域があるから、今の広域インターネットでは、テレビ放送は無理だが、数センチ角のウィンドウに毎秒数～20コマ程度の表示はできる。我が国でもW VisionやInterneTVなどの放送が行われている。マ

ルチキャスト技術やスプリッター技術を使えば、将来は1,000台のサーバで各1,000端末、すなわち合計100万端末への同時配信も可能になり、通信と放送の垣根はなくなりそうである。

(10) 放送型（プッシュ型）の情報配信

従来のインターネット利用は、ユーザがホームページを自分で見に行くプル（引っ張り出す）型が主であったが、PointCast社のサービスが出て以来、イントラネット向けに、黙っていても情報が送られてくるプッシュ型（自動プル型）のサービスが続々と登場している。前述のマリンバ社のCastanetや、ネットスケープ社のNetcastでは、Javaで書かれたプログラム（アプレット）の配信即実行や自動更新もできるようになっている。

(11) EC（電子商取引）と電子マネー

ECは多くの企業にとって、インターネット利用の大きな目的であろう。したがって、ECに関しては、さまざまな企業やそのグループで実験が行われている。その中で型破りと思われるのは、アメリカに出現した支店のまったくない銀行（SFNB=Security First National Bank）である。同様な銀行としては、Atlanta Internet Bankもある。これらの銀行では、ユーザによるすべての取り引きは、インターネット端末であるパソコンを通して行われる。我が国では、住友銀行などが限定型ホームバンキング、大和証券がミニ株式のホームトレードを始めたばかりで、SFNBのような大胆な試みはまだない。

一方、電子マネーはICカードなどを使わず、インターネットの中だけで通用する仮想的なお金である。この方式には、オランダのデジキャッシュ社が開発したecashやサイバーキャッシュ社のサイバーコインなどがあり、我が国でもいろいろな方式の実用化が試みられている。

(12) 組込み型のインターネット利用（Embedded Internet）

今後のインターネットは、人間のユーザだけが使うのではなく、いろいろな機械や装置もインターネットに直接つながれるようになるであろう。自動追尾のできるビデオ・カメラを水族館において、マグロの泳ぎ方を監視するのは一例である。ソフトウェアで画面を上下左右にパンすることのできる魚眼レンズを使う試みもある。

▼次世代インターネットへの課題

日本のWIDEプロジェクトなどでは、IPv6のソフトウェアやルータを開発し、さまざまな実験を行っている。次世代のインターネット・プロトコルであるIPv6では、IPアドレスが現行のIPv4の32ビットから一挙に128ビットへと拡大される。また、ビデオ伝送

.....
今後のインターネットは、人間のユーザだけが使うのではなく、いろいろな機械や装置もインターネットに直接つながれるようになるであろう。
.....

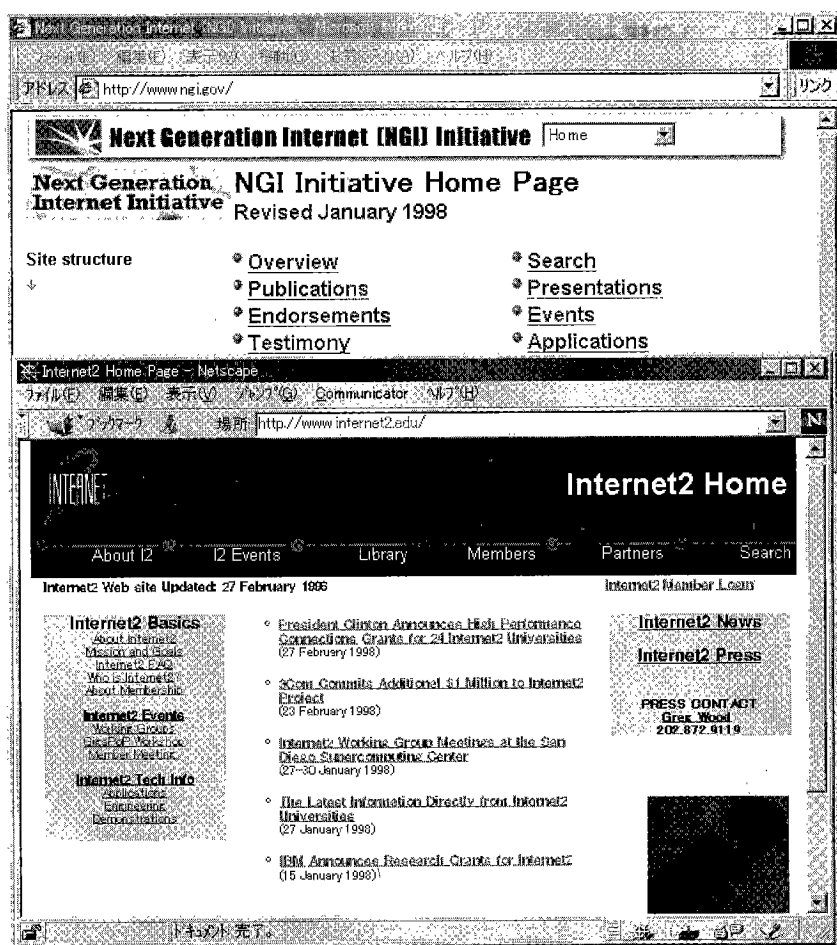


図-5 NGIIとInternet 2

や実時間応用のための機能を高めるための工夫もされている。さらに、パケットの改ざん防止などセキュリティ向上のための認証ヘッダの利用も可能であり、Plug & Playの機能もある。

このIPv6方式が今後どのように普及してゆくのかはまだよく見えないが、次世代インターネットの実現に向けて解決すべき課題としては、すでに述べたこと以外に、次のようなものが考えられる。

- (1) 回線接続料金の引き下げ。下がったといってもアメリカに比べると高い。電話については、テレホーダイの時間枠を拡げて、固定料金制へ移行させる必要がある。
- (2) 研究開発の強化。我が国では、過去にOSIにこだわった時代があったせいか、TCP/IPやインターネットの認知が通信業界では不十分な感じがある。しかし今後はWIDEにならって、研究開発を盛んにし、IETFへもRFCの形の標準化案をどんどん提案すべきである。
- (3) 研究者用の次世代超高速インターネットの実現。商用インターネットに比べて現在のアカデミック・

インターネットはかなり見劣りするから、格段のレベルアップが必要である。アメリカでは、図-5に見るように、省際研究開発用のNGI計画および新大学間インターネット (I2) の開発が進んでいる。

- (4) 技術者およびユーザに対する教育。インターネット技術者は大幅に不足している。
- (5) ベンチャ企業の育成。インターネット関係の新しい技術やハードウェアやソフトウェアはほとんどがアメリカのベンチャ企業から出ている。
- (6) 規制緩和。技術の発展、回線料の引下げ、医療などへの社会的応用などにもECや電子マネーの普及にもっと自由度が必要である。

こうした課題が克服されれば、我が国でも、ユーザは3,000万人を超えインターネットでいろいろな夢が実現されるようになるであろう。

参考文献

- 1) 石田晴久：インターネット自由自在、岩波新書(1998)。
- 2) Hafner, K. and Lyon, M.: Where Wizards Stay Up Late—The Origins of the INTERNET, Simon & Schuster (1996). [初期のインターネット開発物語]。

(平成10年3月18日受付)