

シリーズ企画：研究者のためのコンピュータ環境づくり 研究室LANの広域ネットワーク接続とその利用

I. インターネット(広域 IP ネットワーク)接続のための序論

ここ数年ワークステーションにおける性能の向上と価格の低下はめざましい。いまや一人一台の時代になりつつある。ワークステーションの普及に伴いネットワークの重要性もまた認識されつつある。だがそれは日本ではいまだ Ethernet TCP/IP に代表される Local Area Network であり広域ネットワーク (WAN) のご利益を享受している研究者は少ない。

広域 IP ネットワーク (TCP/IP プロトコルを使用するネットワークで、telnet (remote-login), ftp (file transfer program) 等が可能) はオーストラリア、ニュージーランド、米国、欧州、独立国家共同体とほぼ全世界に広がり、全世界で数十万台の計算機が接続されていると思われる。ネットワーク上の計算機間では距離を克服して remote-login、ファイル転送等の TCP/IP ネットワークアプリケーションが実行可能である。また、多くの有用なプログラム、データ、know-how が USENET, JUNET bulletin board に流され、また anonymous ftp を用いて提供されている。ネットワークに初めてアクセスするとあなたがいかにか情報から無縁の位置にあったかに愕然とするであろう。日本の現状では、ネットワークがインフラストラクチャーとして整備されないため、必要と思う研究者は自ら努力しなくてはならない。しかしその価値は十分あると確信する。

ここでは、UNIX の標準ネットワークプロトコルである TCP/IP による広域ネットワークについて、広域ネットワークに接

続されている LAN 利用者が広域ネットワークを利用するためにはどのような設定が必要か、又広域ネットワーク接続を計画しているネットワーク管理者のために広域ネットワーク接続のために必要な事柄について述べる。



宮澤三造氏

1. 日本におけるネットワークの現状¹⁾

日本でも1989年頃よりIPネットワークの時代に突入し、現在表1のような各組織がある。残念ながら日本では国がネットワークの重要性を理解せずサポートしてこなかったため、WIDE, TISN等の組織が独自に国際回線を所有し国際IPネットワークに加入し、現在にいたっている。この間米国ではインフラストラクチャーとしてNSF, DOE (エネルギー省), NASA が協調してネットワークを整備し、1988年には幹線網は T1 (1.5Mbps) に、1990年には T3 (45Mbps) になった。

回線	組織名	設立	代表者	参加組織	備考
SanFrancisco -Tokyo(192kbps) 国内 (64kbps)	WIDE	1988	村井助教授 慶応大学	30 企業 15 大学	大規模広域分散処理の研究。
Hawaii -Tokyo(128kbps) 国内 (64kbps)	東京大学国際理学 ネットワーク (TISN)	1989	釜江教授 東京大学	20 組織 (9共同利用研, を含む)	理学研究の支援ネットワーク。 TCP/IP とDECnet。
国内 (X25学情 ネットを使用) (48k - 9.5kbps)	Japan Academic Inter- University Network (JAIN)	1988	野口教授 東北大学	約 45 大学	学術研究ネットワークの開発 提供。(科研費総合 A)
(SanFrancisco -Tokyo) 国内	SINET	1992	学術情報 センター	2-6 大学	学術研究ネットワークの提供。
LBL - KEK 国内 (X25学情 ネットを使用)	HEPnet in Japan	1989	高エネルギー 物理学研究所	35大学	高エネルギー物理学研究。 DECnet と TCP/IP。
CUNY-理科大	BITNETJP		日本BITNET協会	117 nodes	IBM RSCS プロトコル使用。

注) 米国では、インフラストラクチャーとして NSF, DOE, NASAの三者によりネットワークが整備されている。1988年には米国の幹線網は T1 (1.5 Mbps) に、1990年には T3 (45 Mbps) になった。

表1. 日本におけるネットワーク組織

2. ネットワークアプリケーション

TCP/IP ネットワークにおけるアプリケーション特に WAN において有用な利用者コマンド及びネットワーク管理コマンドを表 2 にあげた。特に anonymous-ftp (password なしの ftp access) は PDS (Public Domain Software) の取得に有用である。また anonymous-ftp で入手できるファイルのデータベース検索システムarchie, 各種データベースの検索システム, WAIS, Gopher など WAN ならではのアプリケーションがある。また電子メールは分のオーダーで送受信できるので研究連絡に欠かせない。

3. インターネットを利用するには?

既に LAN が広域ネットワークに接続されているとしよう。広域ネットワークを利用するにはどのような設定をすればよいであろうか? それは IP routing (経路制御) の設定と host name に関する分散データベース (domain name system) を利用するための設定 (resolver の設定) である。

IP ネットワーク^{2,7)}においては、ネットワーク上の各計算機は各々ユニークな IP-address により管理されている。IP address はネットワークを一意的に示すネットワークアドレスと同一ネットワーク内でホストを一意的に指定するホストアドレス合わせて 4 オクテット (バイト) からなる。ネットワークアドレスが 1 オクテットであるものを Class A ネットワーク, 2 オクテットであるものを Class B, 3 オクテットのものであるものを Class C ネットワークと呼んで区別している。Ethernet の場合は Ethernet Frame が中継, 転送される領域 (リピーター, ブリッジにより接続された領域) は同一ネットワークである。ルーターは異なるネットワークを接続するために使用される。同一ネットワーク内のすべての計算機は同じネットワーク番号を持つ。

IP routing は、まずその IP address が、その計算機が直接接続されたネットワークのいずれかと同じネットワークアドレスであるか否かを判断することから始まる。同じネットワークアドレスを持つ場合はその network interface に packets を渡す。もし異なる場合は、そのホストまたはそのネットワークへのルートが routing table に登録されているかどうか調べ、登録されている場合にはそのゲートウェイまたはホストに転送する。登録されていない場合は default のゲートウェイに転送される。default のゲートウェイが登録されていない場合は unreachable としてエラーが返される。言い替えると他のネットワークのホストと交信するには、そのネットワークまたはホストへのルートが設定されていなければならない。“% netstat -r” を実行すれば、設定されている routing table の内容を見ることができる。経路制御には各種のプロトコルがあるがここでは UNIX に標準で採用され、LAN のような小規模なネットワークでよく使われる Routing Information Protocol (RIP) の設定について述べる。routing table の設定は静的に設定する static routing とネットワークの状態に応じて動的に変更する dynamic routing の方法がある。

Static routing は

```
# route [-fn] add | delete [net | host] destination |
default [gateway [metric]]
```

で設定する。*destination* (network address, host address) または default route のための gateway が routing table に追加もしくは削除される。*metric* は *destination* までの通信コスト (通常 *destination* までの gateways の数 (hop count)) を指定する。metric=16 は unreachable を意味し、metric=0 はその計算機と同じネットワークに属することを意味する。dynamic routing は

```
# /usr/etc/routed
```

で daemon が起動される。この routed daemon は gateways がアナウンスする RIP に基づき動的に routing table を変更する。

これらは通常 /etc/rc.local で設定される。Sun WS の場合には納入時 routed が起動されるように設定されているので、特別な設定は不要かも知れない。しかし、セキュリティーの観点から、意識せずに広域ネットワークに接続されないよう gateways が RIP を流すような設定はしていない場合も多いので、その場合は static routing の設定が必要となる。また広域ネットワークへのアクセスを限定している場合もあり、ネットワーク管理者に gateway での filtering の変更を依頼する必要があるかも知れない。いずれにせよ、広域ネットワークへアクセスできるということは同時に広域ネットワーク上のすべての計算機からその計算機がアクセス可能であることを意味する。必ずパスワードをかけること、パスワードを共有しないこと、/etc/hosts.equiv に “+” 行を書かない等十分にセキュリティーに注意してほしい。

IP routing を設定すれば広域ネットワークへアクセス可能となり、他の計算機を login するには “% telnet 133.8.17.11” とか、その host address を /etc/hosts もしくは NIS (旧名 yellow page) に登録してあれば、“% telnet smlabeg.gunma-u.ac.jp” とタイプすればよい。しかし広域ネットワークには何十万もの計算機が接続されているため、その host address を

コマンド	備考
% mail smiyazaw@smlab.eg.gunma-u.ac.jp	# send a mail to a user at a remote host
% telnet smlab.eg.gunma-u.ac.jp	# remote-logs using the TELNET protocol
% ftp smlab.eg.gunma-u.ac.jp	# file transfer program; to anonymous-ftp, # type "anonymous" for login-name and # your e-mail address for password.
% xarchie	# X11 browser interface toarchie; "archie" provides # information about files available for ftp.
% xwebster	# X11 client program for Webster dictionary
% whois -h nic.ddn.mil Miyazawa	# whois database client program
% whois -h nic.ddn.mil '134.172.0.0'	
% xwais	# X interface to the WAIS system
% finger @rknyst.riken.go.jp	# print users at a remote host
% talk smiyazaw@smlab.eg.gunma-u.ac.jp	# talk with a user at a remote host
% irc	# internet relay chat program
% xm	# X interface to read and post news
% /usr/local/etc/traceroute ncbi.nlm.nih.gov	# trace route from local to remote host
% /usr/etc/ping -s ncbi.nlm.nih.gov	# print round-trip time of a packet
& /usr/etc/nslookup	# lookup domain name server
% /etc/arp ncbi.nlm.nih.gov	# print ip address, and others
# /usr/etc/etherfind -ip	# find packets on Ethernet

表 2. ネットワークアプリケーション

管理するには /etc/hosts や NIS では不可能である。IP ネットワークではそのために Domain Name System (DNS)⁸⁻⁹⁾ と呼ばれる分散データベースを採用している。DNS を利用するための設定 (Resolver の設定) は resolver library が利用できる WS では、図 1 のように name server と呼ばれるデータベースサーバーの IP address を記入した /etc/resolv.conf を作成すればよい。近頃の WS ではほとんどすべての計算機で resolver の利用は可能となっている。telnet, rlogin, ftp 等のネットワークアプリケーションで DNS を使用するには、resolver library を使用している routine に置き換えるか、Sun WS のように NIS を採用している計算機では /var/yp/Makefile を変更して makedbm の引数として “-b” を加えてやればよい。(“-b” を指定すると resolver library が使用される)。

4. インターネットに接続するには?

広域ネットワーク接続を計画しているネットワーク管理者は多くの仕事をこなさねばならない。まずは IP address の取得と Domain name の登録である。Domain name の登録は IP ネットワークだけでなく日本における uucp ネットワークである JUNET に加入する際にも必要となる。IP address の取得は広域インターネットネットワークに加入しない限り不必要ではあるが、加入時に備え取得したものを使用するのが望ましい。

IP ネットワークにおいては各ネットワークは一意的な IP network address によって認識されることは既に述べた。では各ネットワークへの一意的な IP network address の割振りはどのようにしてなされているのであろうか? 昨年までは米国の Network Information Center (nic. ddn. mil) が全世界の IP network address の割振りを行ってきた。しかし IP network の国際化とともにネットワーク管理も国際的な枠組のなかで行われつつあり IP network address の割振りも現在では分散管理になっている。日本では nic. ad. jp がネットワーク管理の各種業務を受けもっている(表 3 参照)。アドレス取得においては、複数の Class C address が必要なときは経路情報の転送等の観点から Class B address の取得が望ましい。

Domain Name System では Domain name は分散管理が可能のように図 2 のように階層的に構成され、各ホストはホスト名、サブドメイン名…組織ドメイン名、組織種別ドメイン名、国ドメイン名 のように表現される。国ドメイン名は 2 文字からなり、日本は jp というドメイン名を使用することになっている。ただ米国だけは従来どおり、edu, gov, com, mil などのドメイン名の使用が許されている。サブドメインの管理はその親ドメインで管理することが定められている。日本では jp ドメインを組織の種別により、ac (academic), go (governmental), or (organization), co (company), ad (administration) のサブドメインにわけている。各組織はユニークなドメイン名を持つ必要がある。ドメイン名の登録も nic. ac. jp で取り扱っている。

次に当然ながらネットワークの接続先を決定しなければならない。日本では、1. に述べたように広域ネットワークの組

```

;; /etc/resolv.conf
;;
domain      smlab.eg.gunma-u.ac.jp
nameserver  133.8.17.11
nameserver  133.11.11.11
;;
    
```

図 1 . /etc/resolv.conf の例

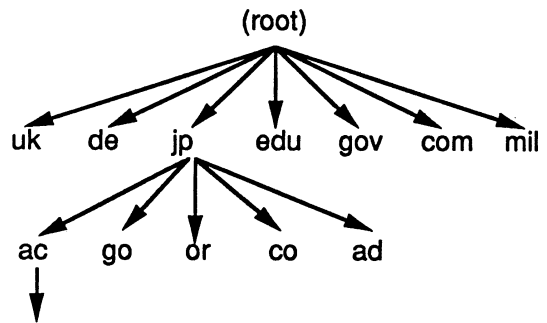


図 2 . Hierarchical domain name space

	電子メールアドレス
Domain name の割り当て委員会	name-admin@nic.ad.jp
IP address の割り当て委員会	ip-alloc@nic.ad.jp
IP name server 管理委員会	bind-admin@nic.ad.jp
情報管理委員会	nic-admin@nic.ad.jp

注) NIC は Japan Network Information Center を意味する。

表 3 . 日本におけるインターネットネットワーク管理組織

織がいくつかあるがいずれも、ネットワーク加入を無制限に認める義務はなく、加入にあたって条件がつけられている。WIDE においてはネットワーク研究が加入の前提とされる。TISN ではこれまでのところでは、国際回線の分担金を負担できる国公立や特殊法人等の研究機関に限られている。JAIN と SINET は大学等の教育機関のみが加入できる。よって現状では企業がネットワーク研究以外の研究目的でネットワークに加入することは非常に困難である。しかしこのような現状は早晚解決されるであろう。しかし研究目的であれば問題ないが接続が許可されるにはインターネットの規約に合致しなくてはならないことはいままでのまま。

さて接続先が決まったとしよう。距離の離れた LAN を結ぶには通常 serial line 接続が使用される。表 4 は現時点で考えられる serial line 接続の形態を示したものである。このどれを採用するかは、自組織及び接続先の状況、ネットワーク接続の目的に依存する。電話線を利用した dialup-IP や dialup-SLIP による接続は簡便であるが 19.2 kbps と低速のため利用

<u>Serial line</u>		<u>Interface</u>	<u>Hardware</u>	<u>Software</u>
Phone line	Modem V.32	Async RS232C	WS	SLIP, dialup-SLIP, dialup-IP
ISDN	DSU + TA	Async RS232C	WS	SLIP, dialup-SLIP, dialup-IP
ISDN B ch.	DSU + TA	Sync X.21	WS	WIDE ISDN (dialup)
ISDN B ch.	DSU + (TA)	ISDN board	WS (News, Sun)	(dialup)
ISDN B ch.	DSU + TA		Router (Cisco, NetBrazer,..)	
ISDN B ch.	DSU + TA	Sync X.21/V.35	WS	SunLink IR
高速デジタル	DSU I interface	Frame Converter	Router (Cisco, Proteon)	
X.25 Packet	DSU	Async/Sync	WS	WIDE X.25, SunLink X.25
X.25 Packet	DSU		Router (Cisco, Proteon)	

表 4. Serial line による IP 接続

に限られる。ISDN による 64 kbps 接続はバックアップ回線や自宅からの IP 接続用として注目されている。初期費用がわずかなので ISDN でまず接続してみるといった利用も増えるであろう。しかし接続機器は未だ開発途上であるので確立するにはあと1年はかかるであろう。専用線と専用ルーターによる接続がもっとも簡単である。WS をルーターとして使用することもできるが運用ネットワークとしては専用ルーターの使用が安定性と保守の点で優れていると思う。

ルーターの設定として重要なのは経路制御²⁻⁷⁾である。通過させる packets の種類, packets の source address や destination address の指定等の filtering の設定, 経路情報を流すか否かの設定, static routes の設定等を行う。これらの設定にあたっては技術的問題だけでなくセキュリティも考えねばならない。広域ネットワークでは経路制御は先に述べた RIP では不十分のため EGP (Exterior Gateway Protocol) や HELLO というプロトコルも使用される。CISCO や PROTEON のような専用ルーターではこれらのプロトコルも扱えるが WS をルーターとして使用した時は Gated のようなプログラムをインストールする必要がある。

さて、広域ネットワークに接続するには、このような機器及びソフトウェアの設定だけでなく、Domain Name Server⁸⁻⁹⁾を立ち上げる必要がある。Name Server とは、そのドメインに属する hostname や IP address 等のリソースに関するネットワーク経由での問い合わせに答えるための Domain Name System におけるデータベースサーバーである。先に紹介した resolver はこの name server から情報を得るプログラムである。UNIX における Domain name server のプログラムとしては BIND (Berkeley Internet Name Domain)⁸⁾ というプログラムが有名である。各ドメインはそのドメインのために必ず一つ primary master server と呼ばれるデータベースサーバーを稼働せねばならない (通常はそのドメイン内のどれかの計算機の上で稼働させる)。primary master server とは、そのドメインに属し広域ネットワークからアクセス可能なホストのホスト名、その IP address 等、またそのドメイン及びドメインに属するホストへの電子メールをどのホストに転送すべきか等を設定する。また IP address からホスト名

を引き出すための in-addr. arpa と呼ばれるドメインの primary master server も同時に稼働させねばならない。Domain name server は hostname から IP address への翻訳を行うばかりでなく、電子メールの配送経路も指定するので、設定を誤ると被害が大きい。慎重に臨みたい。

インターネットへの接続に関し簡単に述べた。詳しくは各ソフトウェアのマニュアル及び RFC (Request For Comments) の書類を参照願いたい (RFC は nic. ddn. mil や国内の ftp sites から anonymous ftp で入力できる)。また詳しい解説も現れている。残念ながら枚数の関係で、メールシステムの設定は述べることができなかった。また UUCP 接続は IP ネットワークということで省略した。(1992年3月)

参考文献

- 1) 研究会“学内 LAN とインターネットワーキングの展開”予稿集, 東京大学大型計算機センター (1991).
- 2) Douglas Comer: Internetworking with TCP/ IP: Principle, Protocols, and Architectures (Prentice-Hall, 1988).
- 3) 斎藤明紀, 山口英: 通信の基礎(1), Unix magazine 4 (1990) 37-49,.
- 4) 斎藤明紀, 山口英: 通信の基礎(2), Unix magazine 5 (1990) 67-77.
- 5) 斎藤明紀, 山口英: 通信の基礎(3), Unix magazine 6 (1990) 59-66.
- 6) 斎藤明紀, 山口英: 通信の基礎(4), Unix magazine 7 (1990) 80-89,.
- 7) 斎藤明紀, 山口英: 通信の基礎(5), Unix magazine 8 (1990) 49-61.
- 8) K. J. Dunlap and M. J. Karels: Name Server Operations Guide for BIND, Release 4.8.3. Also see RFC920, 974, 1032-1035 and 1101.
- 9) 三浦豊樹: BINDサーバー, Unix magazine 7 (1990) 63-79.

宮澤三造 (群馬大学)