

Internet と惑星科学

— 学術研究用ネットワークの現状 —

高木靖彦¹

1. はじめに

WIDE, JAIN といった学術研究用ネットワーク、及びキャンパス・ネットワークの発達により、日本においても、ようやく計算機ネットワークを研究に役立てることができる環境が整ってきた [1]. 日本惑星科学会は、このような時代に新たに設立されたわけであるから、この有用な研究環境を最大限に利用することを、最初から考慮に入れた体制にしておかなければならないだろう。

そこで本連載では、惑星科学に関連した学術研究用計算機ネットワーク (特に Internet) に関する様々な話題を、不定期に取り挙げていくことにする。ただし、第2回までの原稿はできているが、それ以後の話題は今のところ考えていないので、この連載が何回続くかは保証の限りではない。また、この連載で述べるような事柄に関しては、状況の変化が激しく、毎日のように変わっている。従って、本文が発行されるころには、すでに情報が多少時代遅れのものになっている可能性があることを、予めお断りしておく。さらに、この手の話題には英語の略語などが頻繁に登場する傾向がある。最低限必要なことの説明は行なったつもりであるが、まだ不十分な点があるかもしれない。本文は計算機ネットワークそのものの解説ではないのと、著者にそのような能力も無いので、その点も予め御了承願いたい。

2. Internet

Internet とは、幾つもの計算機ネットワークを相

互接続して作られた広域ネットワーク WAN (Wide Area Network) のうち、TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) と呼ばれるプロトコル体系を用いたネットワークをさしている。歴史的には、DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) が、それまでの研究ネットワーク (ARPANET) に TCP/IP を使い始めた 1980 年頃に始まり、1983 年初頭には技術的に確立した [2]. その後は、Berkeley 版 UNIX に Internet プロトコル体系が含まれたこととあいまって急速に成長してきた。このような経緯から、Internet は、DARPA Internet あるいは TCP/IP Internet とも呼ばれている。TCP/IP の技術的問題については、ここで述べる余裕がないので、専門の文献を参考にして頂きたい。特に、Comer (1991)[2] は、TCP/IP の歴史的・技術的側面に関して、詳しく解説されている。一般のユーザーが単に電子メールなどを利用するだけならば、そこまで詳しく知る必要はないと思われるが、ワークステーションの管理を少しでも行う人は、一回は目を通しておいた方が良くもしいない。

現在 Internet は、上述の ARPANET をはじめとして、NSF が全米6つのスーパー・コンピューター・センターを接続するために作った NSFNET、あるいはそれらに接続されている地域ネットなど数多くのネットワークにより構成されている。また、日本を含む多くの大学のキャンパスネットも TCP/IP プロトコル体系をサポートしており、Internet の一部を構成しているといえる。それら日本の大学のキャ

¹ 東邦学園短期大学

f43664g@nucc.cc.nagoya-u.ac.jp

ンパスネットと、世界の Internet を結んでいるネットワークについては、次節で詳しく述べる。これらのネットワークにより、現在では、北米・ヨーロッパを中心に、世界中の何万という計算機が Internet に接続され、相互に通信が可能になっている。

3. 日本の学術研究用ネットワーク

本節では、わが国のアカデミック・ネットワークの現状についてまとめる。現在、日本の学術研究用ネットワークのうち Internet として、主に以下の3つが利用可能となっている。

(1) JAIN (Japan Academic Inter-university Network)

“ジャイン”ではなく“ジェイン”と読むらしい。科研費・総研A「我が国における大学内ネットワークの相互接続に関する研究」を足がかりに、構築されたネットワーク。学術情報センターの X.25 パケット回線 (主要7大学間は 48~64 kbps) 上に TCP/IP プロトコルを通すことにより接続されている。接続されているドメインは、1991年2月20日現在、総数45となっている。HINES (北大), TAINS (東北大), UTnet (東大), NICE (名大), KUINS(京大) といった各キャンパス・ネットワークとのゲートウェーを持っている。学術情報センターの回線を用いるという性格上、接続されているのは大学と文部省直轄研究所に限られている。また、X.25 パケット回線のオーバーヘッドのため実効速度はかなり遅いと言わざるをえない。さらに、学情回線の運用休止が年数回あり、必然的に JAIN も休止せざるをえない点も欠点となっている。

(2) WIDE (Widely Integrated Distributed Environment)

企業からの資金により、仙台から福岡まで 64 kbps または 192 kbps の高速デジタル専用回線をバックボーンに持つネットワーク。大学等の研究機関だけでなく、多くの企業が参加している。仙台、東京、

藤沢、京都、大阪、福岡にノード (WIDE Network Operation Center=WNOC) を持っている。東京大学、京都大学、大阪大学、九州大学が gateway となつて、JAIN と相互接続されている。また、WNOC 藤沢 (慶応大学湘南キャンパス) からハワイ大学への、海底ケーブルを用いた 192 kbps の回線を持っている。UUCP と電話回線を用いて始められた論理ネットワークである JUNET (Japan Unix/University Network) の一部を構成している。

(3) TISN (Todai International Science Network)

東大理学部を中心としたネットワークで、TISN は“タイスン”と読み、和名は国際理学ネットワークと呼ぶ。文部省所管の機関に限ることなく、広く理学系の研究機関を接続している。その中には、東大宇宙線研究所、国立天文台 (三鷹)、筑波宇宙センター、通信総合研究所、宇宙科学研究所、名大 S T E 研究所等の惑星科学にとって重要なサイトが含まれている。このネットも独自に、ハワイ大学への 128 kbps の国際リンクを持っている。またこのネットは、TCP/IP 以外に DECnet プロトコルもサポートしている。

これら以外にも、高エネルギー研究所を中心とする高エネルギー物理学分野のネットワークとして、HEPNET-J があり、TCP/IP と DECnet 両プロトコルを用い、アメリカの HEPNET につながっている。また、「人ゲノム」の研究分野では、GenomeNet が運用されていて TISN と接続されているが、これらは惑星科学には関連が少ないので省略する。

上記3つのネットは相互に接続されていて、協調的な運用がなされている。その相互接続の様子は図1にまとめた。この交接続により、JAIN のみには接続されていないサイトからでも、ハワイ大学までの回線を使用することが可能となっている。ハワイ大学から米国本土へは 512 kbps 以上の回線で接続されているので、日本の Internet からアメリカの計算機にアクセスすることが可能になっている。

ヨーロッパへもアメリカ経由で接続可能である。また、オーストラリア、ニュージーランドへはハワイから接続されている。こうして、日本の Internet が世界中の Internet の一部となっている。しかし、日本の Internet は、回線速度の点で他の国のものと比較するとかなり劣っており (1~2 桁遅い)、突如として休止することもある [5, 6]。このため、日本の研

究者が海外の計算機にアクセスすることに比べて、海外の研究者が日本の計算機へアクセスすることを困難にしている (日本の研究者は、この遅さに慣らされているのに対して、海外の研究者は余りの遅さに耐えられない)。これは、情報に関する新たな国際摩擦の可能性さえ含んでいる [5]。

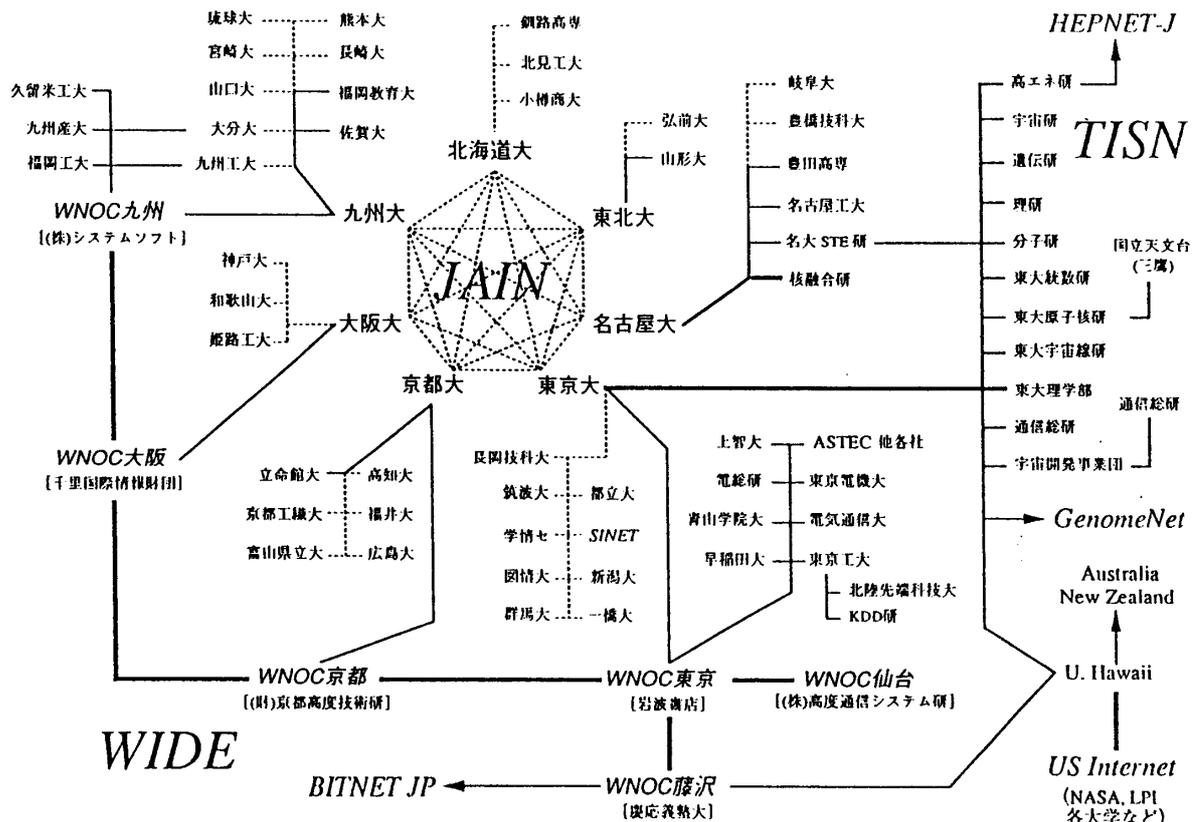


図 1. 日本の Internet. 文献 [3], [4] を基に、大学と国立研究機関を中心にまとめた。したがって、co ドメインの機関は大幅に省略してある。また、図に示した機関の間にも 2 次的なリンクが多数存在するが、図が複雑になり過ぎるので省略した。JAIN の破線は、X.25 の回線上に IP を実現したリンクを示している。

このような高速化・大容量化の必要性から、学術情報センターによる IP バックボーン (SINET) の運用が 1992 年 4 月より始まった。当面は、大型計算機センターのある 7 大学と筑波大学に設置されたノード間を、学術情報センターを中心とした星型結

合により、64~128 kbps で接続するようである。しかし、上記の 3 つのネットワーク、特に JAIN との関係など未だに不透明な部分が多い。

日本での研究用ネットワークとしては、Internet 以外にも以下のものがある。

(4) いわゆる N1 ネット

JAIN と同じ学術情報センターの X.25 回線につくられた論理ネットの一つ。N1 という独自のプロトコルを用いているためこのように呼ばれている(正式名称を著者は知らない)。同じ学情回線と N1 プロトコルを用いているネットには、図書館間ネット・医療情報ネットもあるが、大型計算機センター・情報処理教育センターを結ぶネットを特にさす場合が多い。TSS, RJE などによる遠隔端末としての機能が中心となっている。N1MAIL と呼ばれる電子メールも運用されているが、はっきりいって、かなり使い難い。また、このネットも NSF までの国際リンクを持っているが、その特異なプロトコルのために“dead end”にしかっていない [6]。

(5) BITNET

IBM のメインフレームを中心として広がった(現在では VAX の方が多い)世界的ネットワークで、1990 年 10 月現在 3374 のノードがある。日本国内にも 95 のノードがある。ノード間は専用線(多くは 9.6 kbps)により接続され、RSCS プロトコルが使用されている。電子メール、電子掲示板等のサービスがある。WIDE/JUNET との間の電子メールの相互直接接続も 1991 年 9 月 2 日から正式に始まった。ただし、BITNET 側の漢字コードが相変わらず未制定なので、日本語が正しく送れるかはノード毎に異なる状態のままである。また、RSCS プロトコルを TCP/IP ネットワーク上で使用する BITNET II の実験が進められている。

これらアカデミック・ネットワークの各組織及び各学会間の調整を行なうために、「研究ネットワーク連合委員会」(JCRN=Japan Committee for Research Network, 委員長=野口正一東北大学教授)が、1991 年設立された [7]。また、実務を担当する機関として、1991 年 11 月 JNIC (Japan Network Information Center) が設立され、いままで JUNET の組織内で行われてきたドメイン名の割当などの業

務を行なっている。

4. Internet 上のアドレス

Internet に接続された計算機は、IP アドレス及びドメイン名という 2 つのシステムにより識別される。

IP アドレスは 32 ビットからなり、全世界的に一意に決っている(はずの)ものである。この 32 ビットにより、Internet に接続された世界中の計算機を特定する。もっと詳しく言えば、この 32 ビットはネットワークを特定する部分(ネットワーク部)とそのネットワークの中での計算機を特定する部分(ホスト部)に分けられている。この分け方により 3 つのクラスが存在し、ネットワーク部が小さい(即ち、ホスト部が大きい=ネットワークの中に接続できる計算機の数が多い)方からクラス A, B, C となっている。日本のキャンパスランなどでは、通常クラス B のアドレス(ネットワーク部)の割当を受け、大学の内部でホスト部を割り振っている。例えば、HINES は 133.50, TAINS は 130.34, NICE は 133.6 と書いた具合である。このクラス B のネットワークには、65,534 個の計算機が接続できる。実際のアドレスは、この 32 ビットを 8 ビットづつに区切ったものを 10 進数で表現している。

IP アドレスが無味乾燥な数字の羅列であるのに対して、ドメイン名は組織の名前などから推測できる略称などになっていることが多い。ドメイン名システムは階層構造になっており、再上位のドメイン名が最後に、ホスト名が最初に記され、それらがピリオドで連結されている。通常、再上位のドメイン名は ISO 3166 に規定された 2 文字の国コードとなっている。たまた、アメリカとイギリスはこれに従っていない(アメリカのドメインは、国を示す再上位ドメイン(us)が存在せず、いきなり gov, edu, com など機関の属性を示すドメイン名から始まっている。イギリスは、歴史的な理由からか、ISO コードの gr ではなく uk を用いている)。

日本の場合、最上位ドメイン名は ISO コード

に従って jp となっている。その下のドメイン名は、組織の属性により次のようになっている。

- ad 各ネットワークの管理組織など
- go 政府機関, 地方自治体
- ac 教育基本法に定められた教育機関及び文
部省共同利用機関
- or 財団法人, 社団法人
- co 会社

以前は、営利か非営利か、文部省所管か否かといった区別により属性が考えられていたようであるが、JNIC のドメイン名割当委員会が担当するようになってからは、上記のような組織の法律上の地位により、機械的に割り当てられるようになった。

これらの下に大学・企業などの組織を表わすドメイン名が続く。更にその下にドメイン名が続くが、これは各組織の内部で決められている。そして、階層の最も下に計算機のホスト名が存在する。このドメイン名によるシステムは、一般的に電子メールの宛先のドメイン名と一致している。

この二つのシステムにより、例えば次号で紹介する NASA Ames 研究所の計算機は、ドメイン名では ames.arc.nasa.gov, IP アドレスでは 128.102.18.3, National Space Science Data Center の計算機は、各々 nssdc.gsfc.nasa.gov, 128.183.36.25 といった具合になる。ただし、Internet に接続された計算機には、たとえマイコンでも IP アドレスが一つは付いているが、ホスト名は必ず付いているとは限らない。

5. Internet 上のアプリケーション

(1) 電子メール

メッセージの交換は、計算機ネットワークの最も主要なサービスの一つである。日本においても、ダイヤル・アップ回線と UUCP を用いた JUNET によって、1984 年 10 月以来電子メールの交換実験が行われてきた。しかし、ダイヤル・アップ回線による接続のため、日本国内でも電子メールの配送には

数時間から一日かかる状態であった。それが、Internet による接続後は、アメリカへの電子メールも 10 秒程度で届くようになった。また、ダイヤル・アップ回線の時は、中継に入る計算機が数多く存在したため、信頼度に多少の問題があったけれども、Internet では配送元の計算機から配送先の計算機へ直接おくりられるため、信頼度の改善もなされている。

(2) ファイル転送

Internet 上でのファイル転送は、FTP と呼ばれるプロトコルにより実現されている。現在ではこの FTP は、Internet に接続されている計算機ならば UNIX ワークステーションなどに限らず、マイコン等でも利用可能となっている。このファイル転送のシステムの応用として、anonymous ftp というものが最近多用されるようになってきた。この anonymous ftp とは、その計算機に user id を持っていなくともデータの読み書きを可能にしたシステムであり、Public Domain Software の配布などのために用いられている。NASA Ames 研究所でもこのサービスが行なわれていて、そのデータには惑星科学に直接有用なものが含まれている（その中身については、次回詳しく述べる）。ftp や次に述べる telnet 等のネットワーク・ユーティリティについては、斉藤・山口 (1990-1991)[8] に詳しくまとめられているので、そちらを参照してほしい。

(3) リモート・ログイン

遠隔端末の機能は、ファイル転送と共に Internet の主要な利用方法の一つである。Internet 上の最も簡単な遠隔端末の機能は telnet プロトコルにより実現されていて、この機能もマイコン等でも利用可能となっている。リモート・マシンにアクセスするには、そのマシンのドメイン名または IP アドレスを知っていると共に、当然ながら正規のユーザー ID をもっていなければならない。しかし、anonymous ftp と同様に、情報検索などのサービスを広く一般に公開しているマシンも存在しており、それらのロ

グイン・ネームとパスワードはニュース等で公表されている。例えば、毎年3月に米国ヒューストンの JSC で開かれる月惑星科学会議のプログラムを LPI の計算機上で検索できるサービスが、会議の1ヶ月以上前から提供されている。このサービスは、主に NASA の SPAN (Space Physics Analysis Network) ネットワークから利用されるが、Internet からも遠隔端末として LPI の計算機にアクセスすることで利用可能になっている (この LPI のサービス自体については、別の機会に紹介することにする)。

(4) その他

ルーティング (経路) 情報といったネットワークを維持するのに必要な情報は、常に Internet 上を流れていて、時としてその情報量自体の多さが問題になることもある。また、ニュースを Internet 上で提供するといった試みも始まっている。

謝 辞

本稿を書くにあたり資料の提供及び様々な御教示を頂いた名古屋大学大型計算機センター長谷川明生氏に感謝します。

参考文献

- [1] 川添良幸・静谷啓樹 訳編, 「キャンパスネットワークワーキング」, bit 別冊, 共立出版, pp. 267, 1990.
- [2] Comer, D (村井純・楠本博之訳), 「TCP/IP によるネットワーク構築 - 原理・プロトコル・アーキテクチャー (第2版) Vol.I」, bit 別冊, 共立出版, pp. 320, 1991.
- [3] 研究ネットワーク連合委員会, 「JCRN セミナー (1992年3月10日), 学術研究とネットワーク」, pp. 86, 1992.
- [4] 総研 (A) 「高度学術インターネットワークの構築と高度応用技術の研究」, 日本におけるアカデミック・ネットワークの相互接続の諸問題シンポジウム論文集」, pp. 121, 1992.
- [5] 朝日新聞, 研究機関の計算機ネット, 高速化欧米に及ばず, 反「相互主義」と批判も, 1991年9月24日夕刊.
- [6] Anderson, C., Japanese debate more or better links, *Nature* 356, 550-551, 1992.
- [7] 研究ネットワーク連合委員会, *JCRN Newsletter*, Vol.1 No.1, 1991.
- [8] 齊藤明紀・山口英, 「UNIX Communication Notes」, *UNIX Magazine*, 1990年11月号 35-45, 12月号 52-60, 1991年1月号 38-49, 2月号 48-58.