

## 北海道大学キャンパス LAN HINES の構築と運用

三好克彦<sup>†</sup> 山本 強<sup>†</sup> 永山隆繁<sup>†</sup>

北海道大学は、1989年より3か年計画でキャンパス LAN HINES (ハイネス) の構築を行った。ハイネスは、北海道大学における情報のインフラストラクチャとして位置付けて、教育研究のみならず、大学事務のOA化にも利用できるものとして計画された。大学に存在しているあらゆる種類の計算機を接続できるよう、マルチプロトコルを採用し計算機相互の接続とともに、電子メール等のサービス機能と、イメージ系の相互通信を可能とする基本的概念を具現した。基幹ネットワークとして FDDI 規格の双対モードの光ファイバを4リング張り巡らし、各部署はイーサネットに接続している。キャンパスで多数使われているパソコン等も、RS232Cで接続できるようにして、誰でもが使いやすい環境を実現した。函館にある水産学部との間は、高速デジタル回線に接続し、全学の一体化に大きく貢献している。さらにネットワーク管理の省力化を図るため、ハイネス全体の管理を1か所で行えるよう、新たに開発した集合分散管理方式を使用している。アドレス管理は、1992年4月から学術情報ネットワークの一つとしてインタネット・バックボーンが動き出したので、世界と共通の基盤なので重要である。このため、独特な簡単で確実なアドレス管理方式を考え出し、効果を上げている。

### Construction and Operational Experience of Hokkaido University Campus LAN-HINES

KATSUHIKO MIYOSHI,<sup>†</sup> TSUYOSHI YAMAMOTO<sup>†</sup> and TAKASHIGE NAGAYAMA<sup>†</sup>

The Hokkaido University has constructed the campus LAN called for HINES—Hokkaido University Information Network System in 1991 FY with three-year project. HINES has the philosophy of equality for all kinds of computers, more than 2000 units, to be connected to this network. Then the multi-protocol architecture has been introduced consisting of TCP/IP, TTY, XNS and HNA. So all computers or terminals from tiny word processors and desk top personal computers to 4 host main frames of Hokkaido University are facilitated each other. HINES consists of 4 optical rings as trunk line and Ethernet as branches. Also HINES has E-mail, electronic forum, BBS and image communication facilities. Hakodate campus far from main campus Sapporo about 250 km is connected with high speed communication line, so that all campus is connected as one society. Also a unique address management system is described.

#### 1. はじめに

HINES (ハイネス) とは、北海道大学のインフラストラクチャであるキャンパス LAN のことで、Hokkaido University Information Network System の頭文字を組み合わせたものである。正式名称は、「北海道大学情報ネットワークシステム」である。ハイネスは、1989年度 (1989年4月) から建設が始まり、1991年度 (1992年3月) に完成を見た。基幹ネットワークとして FDDI 規格の光ケーブルを採用し、支線にイーサネットケーブルを用いた。大学の基盤整備と位置付けているので、ハイネスに接続を希望するあらゆる端末機器を収容する方針を取り、大規模運用

システムとしてはほかにあまり例を見ないプロトコル変換を用いたマルチ・プロトコル方式を採用した。そのため立ち上がりが順調で、1993年2月末現在で約2300台の接続を見ており、活発な利用が計られている。ここでは、ハイネスの計画から、構築ならびにこれまでの運用状況について述べる。

#### 2. 北海道大学キャンパス LAN の計画

北海道大学のキャンパス LAN の計画は、1978年 (昭和53年) の「学術調査研究会」の発足に始まる。この研究会は、北海道大学の学内情報の高度運用を論じて、1980年 (昭和55年) に学術情報システム委員会の設置を答申し、1981年 (昭和56年) 7月「学術情報システム準備検討委員会」の設置に発展し、学術情報システムの在り方を検討してきた。これに引き続

<sup>†</sup> 北海道大学大型計算機センター  
Computing Center, Hokkaido University

きキャンパス LAN を具体的に検討するため、1985年7月その下に「地域ネットワーク専門委員会」を組織し、北海道大学キャンパス LAN を、ハイネスと名付けることとした。1986年4月「地域ネットワークの具体化について」の中間報告をまとめた。これに基づき、関係した5部局共同で昭和62年度の概算要求を行った。

次いで、大型計算機センターが概算要求提出部局となって1987年4月および1988年4月にそれぞれ昭和63年度概算要求、昭和64年度概算要求を行った。それとともに、1988年11月北海道大学キャンパス LAN の実現に向けて、「情報ネットワークシステム設置準備室」を設置した。この準備室では、ネットワーク製作各社に呼びかけて、資料の収集を開始した。これらの情報に基づいて「地域ネットワーク専門委員会」が1989年4月に「地域ネットワークの具体化について」の最終報告を作成した<sup>1)</sup>。

この報告書は、国内や国外の学術情報ネットワークが発展してきていることから、北海道大学内に地域ネットワークを早急に整備する必要があることを述べている。続いて報告書では、情報化社会に対応した基盤設備としての LAN の構成および基本仕様として、

1. 札幌キャンパスには 400 Mbps の光ケーブルによる基幹網を引き、各部局の建物内には 10 Mbps の支線網を敷設する。
2. 札幌キャンパスと水産学部のある函館キャンパスの間は、高速デジタル回線で結ぶ。
3. ハイネスの外部網として、学術情報ネットワークや公衆電話網と結ぶ。
4. 北海道大学内の図書館システム、情報処理教育センターシステム、大型計算機センターシステム、事務局情報処理システムの大型ホストを接続する。
5. 電子メール、電子掲示板等のネットワーク機能を実現するためのサーバ機能を持つ。

を内容とする第1期計画を提言した。

1989年から3か年計画でハイネスの予算がつくこととなったので、ハイネスの仕様を決定し、1989年5月「学術情報システム準備検討委員会」を発展的に「情報ネットワーク運営委員会」に改組し、大型計算機センターが世話部局となり、全学的な「情報ネットワークシステム設置本部」を作ってハイネスの構築に取りかかった。

このハイネスの構築に当たって、1989年から適用されることとなった日米構造協議による特定調達物件

に該当する案件となったため、調達手続きに関して、慎重に対処した。

また、ハイネスは、機器部分と線路部分との予算項目が異なるため、全学的な協力の下に作業を進めた。

ハイネスの建設は、3年次にわたって行われることになったため、仕様書の作成においても工夫がなされた。すなわち、第1年次システムの仕様書は、単に1年次のみならずハイネスの基本理念ならびに全体機器の仕様についても記述した。

これは1年次の建設が、札幌キャンパス中央部の通信路敷設と端末機器の接続および大型計算機センターシステムの接続でしかなかったため、1年次仕様だけではどこのメーカーでもできるような計画であったからである。メーカーが1年次システムを応札する際に、2年次、3年次で予定されている各種サービスの円滑な運用を考慮したシステム提案にってもらうことを狙ったものである。

したがって、1年次の提案には第1年次システムの提案のほかに、ハイネスの3か年全体のシステム提案も求めた。このような方式は、一つのシステムを年次計画でその都度入札を行いながら建設をする必要のある国の機関等の場合、有効な方法であると思われる。

### 3. ハイネスの基本思想<sup>2)</sup>

ハイネスは、北海道大学のインフラストラクチャであり、基本的に統合文書管理機能と位置づけ、多種多様の既存端末を収容するためマルチ・プロトコル方式とし、誰でも使える人に優しいネットワークにすることを目的とした。これらについて簡単に述べる。

#### 3.1 統合文書管理機能

ネットワークの中を通るものは、光ケーブルであれば光信号、同軸ケーブルであれば電気信号である。これらは、そのみでは何の役にも立たない。これらの信号を、コンピュータで処理し、ディスプレイに表示して初めて人間が感知し得るものとなる。10年ほど前には、コンピュータに過度に期待して、未来社会はペーパーレスとなることを声高にいわれたが、その後の経過では、紙の書類がなくなるどころではなく、コンピュータの利用が盛んになるにつれて、紙の消費量が増大してきている。ペーパーレスは、幻想であったわけである。これに代わり、現在はできるだけ紙の使用量を減らそうという方向になってきており、レスペーパーという言い方に変わってきている。これは、人間

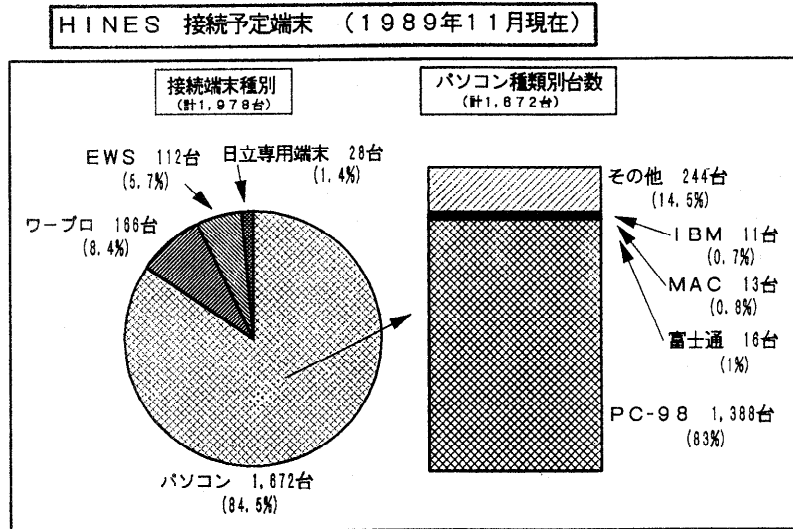


図1 ハイネスに接続する端末の台数および種類

Fig. 1 Total number of terminals to be connected with HINES-Campus LAN of Hokkaido University.

は、紙に印刷したものにこだわることを示している。

このことから、ハイネスは、統合的に文書(ドキュメント)を管理することを基本におくこととした。書類であれ、画像であれ、またプログラムであれ、コンピュータで処理した結果を、ディスプレイで確認した後、プリンタで紙に出力することが最も重要なことである。ハイネスは、この手段を提供するものであると位置付け、これを統合文書管理機能と称することとした。ただし、紙に出力したハードコピーは、昔の文書と異なり、一時的な利用に供するのみで、半永久的な保存に電子的手段を使っていることは、論を待たない。

### 3.2 マルチ・プロトコル

ハイネスの計画を立てる際に、学内ネットワークは、教官、事務官、学生など大学にいる人々の役に立つインフラストラクチャと位置づけているものであるから、ハイネスに接続を希望する端末の調査を行った。その結果、約2000台の端末の接続希望があることがわかった。その内容は、図1に示すごとくPC-9800を始めとしたさまざまな形式のパソコンや、ワープロ、ワークステーション、大型計算機センターの電子計算機の専用端末機などであり、その種類は、50種類にも及んだ。

これらのすべての端末機を繋ぐことが税金で運用されている国立大学のとるべき方向であるとの観点からマルチ・プロトコルが必要となったわけである。ちな

みに、もし2000台の機器を特定のプロトコルのみで機能する新しい機器を購入しようとするれば、約20億円の新たな費用を必要とすることとなる。北海道大学の1年間の全予算は<sup>9)</sup>、560億円程度(内約300億円が人件費)であり、その内の科学研究補助金は、17億円であるので、それに相当する以上の金額をハイネスに接続する端末の購入だけに当てることは意味がない。したがって、既存の端末をすべて用いることを不可欠の要件とした。

その結果、採用することになったプロトコルは、無手順(TTY)、TCP/IP、XNSおよびHNA(日立手順)等のCMSA/CD型を包含するものとなった。

一般にネットワークは、何も無いところから建設を始めるので、複雑にしないために、例えば世界で広く使われているTCP/IPなど1種類に決めてネットワークを設計するのが普通である。また複数のプロトコルを採用しているネットワークであっても、ハイネスのようにそのプロトコル間をプロトコル・コンバータを用いて自由に行き来する方式を採用しているところはない。

このマルチ・プロトコル方式は、今後ハイネスに接続すべく新たに手に入れる機器の形式を問わないという重要な概念を含んでいるので、国立大学の調達方式にふさわしいものといえる。

しかし、マルチ・プロトコル方式は、機器の設計上難しい問題を含んでいる。これについては、後で触れ

ることとする。

### 3.3 誰でもが使えるネットワーク

インフラストラクチャであるハイネスは、単に研究目的のみに使われるものではない。大学を機能させるすべての目的に使用されるべきものである。そのため、ハイネスを利用する人々は、さまざまな利用形態となる。したがって、ハイネスは、利用するどの部門に対しても、また使用する機器に対しても、平等性を持っていなければならない。ハイネスに接続する機器はワープロであってもよいわけであるから、事務部門の利用も目的としており、事実ハイネス完成後はその利用が盛んになってきている。

また、北海道大学の主たるキャンパスである札幌地区は広大な敷地を持っており、冬季の厳しい環境から、自分の近くにはない大型計算機センターのコンピュータを利用した際の遠隔出力に利用できる印刷サブシステムを備えたのも、誰でもが使えるネットワークを標榜したからである。これは、北海道大学の水産学部のある函館に対しても当てはまる。従来函館キャンパスは、札幌とのネットワークを利用した連絡に公衆電話回線を使用していたが、回線数の制限、回線品質の問題、回線速度の限定から十分に密な連絡ができな

い恨みがあったが、ハイネスの導入後は、距離の遠さを感じさせないものとなり、ネットワークの威力を発揮している。

情報処理教育センターは、その性質から、函館キャンパスも含む全学の利用が目的であるから、ハイネスの導入により札幌キャンパスの中で利用しているのと変わらない環境が実現した。

さらにイメージ転送装置の学内 FAX 的利用は、今まで学内郵便や、その都度送り先および枚数を指定していた FAX とは異なり、G4 規格の高品質に加え自動的な処理ができることから、大学の事務能率の向上に多大の成果を挙げている。

インフラストラクチャは、利用する機能の量的な普遍性がその目的である。これがマルチ・プロトコル方式の採用により実現できたのである。

### 4. ハイネスの建設

ハイネスは、3か年計画で予算付与されたが、国の単年度会計の原則から、年度ごとの利用可能なシステム配分が必要であった。そのため、3か年にわたり学内の地域的分割と機能的区分が必要であった。

地域的分割では、キャンパス内のいわゆる南北問題

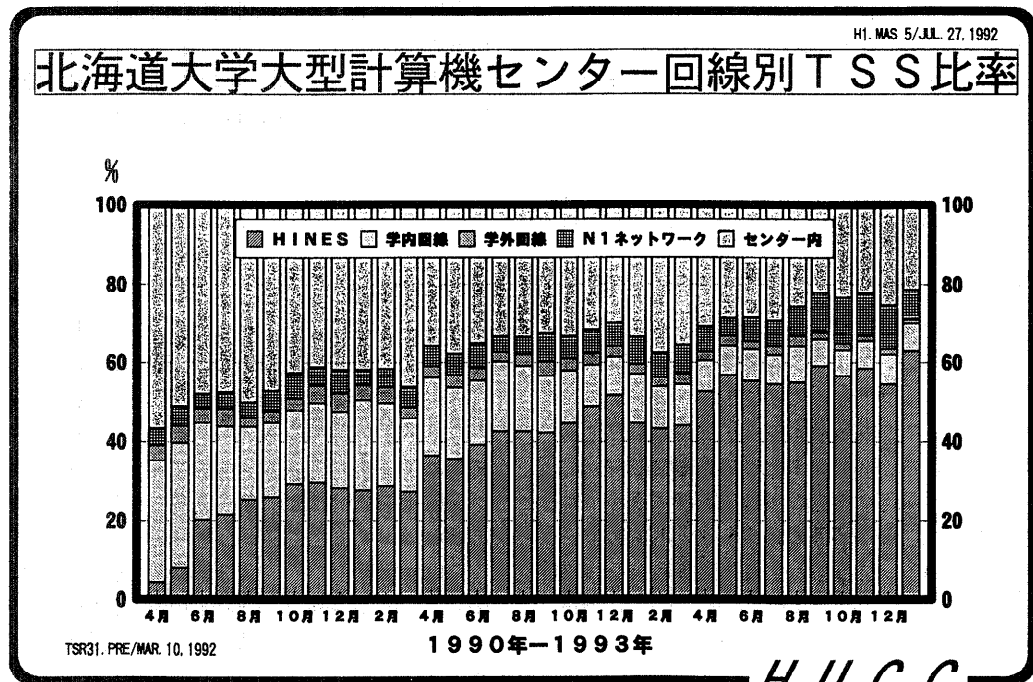


図 2 北海道大学大型計算機センター回線別接続比率  
Fig. 2 Ratio of connection method.

といわれる札幌キャンパス内の着工順序の調整が難航したが、管理部門となった大型計算機センターが札幌キャンパスの南北区分の中央に位置していたところから、初年度は、札幌キャンパスの中央部分と、札幌から離れた位置にある函館キャンパスがネットワークによる恩恵を早くから得るように水産学部とを、2年次は札幌キャンパスの北部を、3年次は残りの南部を対象とすることで決着を見た。

また、機能的区分は、初年度は大型計算機センターを含んでいるので、大型計算機センターと接続することを重点とし、2年次はネットワークのサービス機能、すなわち電子メール、電子掲示板、フォーラム、ドロー機能を追加し、3年次は印刷サブシステムおよびイメージ転送装置を設置することとした。

従来との対比において、図2で大型計算機センターに接続している端末の種別の移り変わりを示す。これを見てみると、初年度の建設が終わった1990年4月には、センター内に設置してある大型計算機センターの端末機からの接続が全体の60%を占めていたものが、1993年1月には、それが21%となり、ハイネス経由が60%を超えた。それとともに北海道大学大型計算機センターの利用者数も1800名から2400名に増加した。1992年度にハイネスの完成を見たところから、大型計算機センターの利用者がさらに増大するものと考えている。ハイネスの導入により、大型計算機のシステム構成の在り方を考え直す必要が出てきた。すなわち、センター内端末の数を減らし、ネットワーク機能を強化するなどの措置である。1992年度末に北海道大学大型計算機センターの汎用計算機の入れ替えを行ったが、センター内端末の数は、従来の66台から32台へと減らしネットワーク機能の強化を図った。

## 5. ネットワークの構成

ハイネスの基幹ネットワークには、100 Mbps の速度を持つ FDDI 規格の光ファイバを4系統使用して、全体として400 Mbps の伝送容量を実現している。しかし光ファイバそのものの1本当たりの伝送容量は、100 Mbps に留まるものではなく、北海道大学に敷設してあるものについては、理論的に5 Gbps 程度まで伝送可能であるので、将来光ノードの発達により、ノードを入れ替えると、ギガ速度の伝送も可能となる。そのような可能性を考えつつ、頻りに敷設替えすることのできないインフラストラクチャである光ケー

ブルの中の光ファイバの芯線数を決めた。

光ケーブルは、当時日本で多く用いられていたコア径 50  $\mu\text{m}$  の GI 型の光ファイバを使用しているが、ケーブルそのものは10芯の光ファイバから成り立っている。光ケーブルは双対モードのものを4リング使用しているため光ファイバを8本利用している。これは、特定の光ノードが障害を起こした場合、ネットワーク全体にその障害を及ぼさないようにループバックを掛ける方式を取っているためである。余りの2本は、現在使用していないが、マルチメディアなどのための将来の利用も考えられる。なお、光ケーブルは、製作の都合上光ファイバの標準的な組み合わせを定めており、光ファイバの芯線数が8本でも10本でも光ケーブルの価格は、変わらない。そのため10本のものを採用した。この光ケーブルの中に、金属線のメッセージワイヤも組み込まれており、光ケーブル敷設の際や光ループの障害の際の電話連絡線としてある。

4リングの光ケーブルは、現在は負荷分散を計りネットワークの伝送路が均等に利用するようにしているが、将来人事情報など高い秘匿性が要求される情報を伝送する場合に、情報を暗号化する方法もあるが、物理的にリングを分けて情報の流出を避けるために利用する可能性もあると考えている。また、現在支線網はイーサネットインタフェースとなっているが、将来リングを分けて光ノードから FDDI インタフェースを引き出すことも可能なようになっている。

リング間の渡りは、イーサインタフェースとなっており、中央交換所にメインパスを置き、障害時の交代パスを大型計算機センターに置いてある。イーサインタフェースの採用は、北海道大学で仕様を検討していた1988年当時、リング間の渡りの仕様を特定すると応札メーカーが限られてしまう可能性があり、そのため速度等を規定しなかった経緯による。ハイネスを受注した富士ゼロックス社が、リング間のトラフィックの輻輳を緩和するために、各リングごとにサーバを配置する分散型のシステム構成を提案してきたので、実績を考慮してこの方式を採用した。

リングを中継する光ノードとして RNU (ノードプロセッサ: Ring Network Unit) が、23か所に4リング分で計92台設置されている。RNU は、リング全体のノンストップ運転を維持するためのループバック、自動回線再編成機能を持っている。この機能により、ある RNU が故障や停電等で停止したり光リングに異常が起こっても、その両端の RNU に自動的

にループバックがかかり、他の正常な RNU による全体の運転を続行する。また、停電で停止した RNU が通電されたときは、自動的に回線再編成機能により元のリング状態に戻るようになっており、無人運転向きになっている。また、RNU は、支線ネットワークとの中継も行うが、接続方式として MAC ブリッジ方式をとっている。これは、文部省へ概算要求を行った 1987 年当時、光ルータが高価で予算的に無理があったこと、コミュニケーションサーバ CS/200 とコントロールサーバ NCS/AT の通信がサブネットにできない（函館キャンパスには別に NCS を設置）等の理由による。しかし、IP アドレスは、将来サブネットにも対応できるようにブロック割当方式とした。

ハイネスの支線ネットワークは、10 BASE 5 の同軸ケーブルを使用したイーサネットとなっており、RNU にトランシーバケーブルで接続している。

イーサネットは、10 Mbps の伝送容量であるが、当初の計画時には 10 Mbps では、遅いとの考えを示した人もいた。しかし、イーサネットを考案した Xerox 社の関連会社の富士ゼロックス社がハイネス機器の納入に当たったので、全世界の Xerox 社の長年のネットワークの運用実績を参考とした。すなわち、Xerox 社の世界ネットワークでは、通常のトラフィック状態の 6 分間隔のサンプリング時の最大負荷で 2.71% (平均約 0.9%)、ピークを見るためにサンプリングを 1 秒間隔にすると、最大 11.48% であるという長年の実績から、10 Mbps で十分であると結論付けてこのようにした<sup>4)</sup>。

全体のシステムをディスクレスとして使う場合は、10 Mbps 以上の早さも必要となることもあろうが、北海道大学では、各部局間の独立性が高いので、ある部局に記憶装置を全く置かず、すべて他部局のそれに頼るという部局間にまたがるディスクの共用は考えにくいので、イーサネットで十分であるとの判断をした。

函館キャンパスとの間は、192 Kbps の高速デジタル回線を使いリモートルータで接続した。この回線は、北海道総合通信網(株)で運用している HOTNET

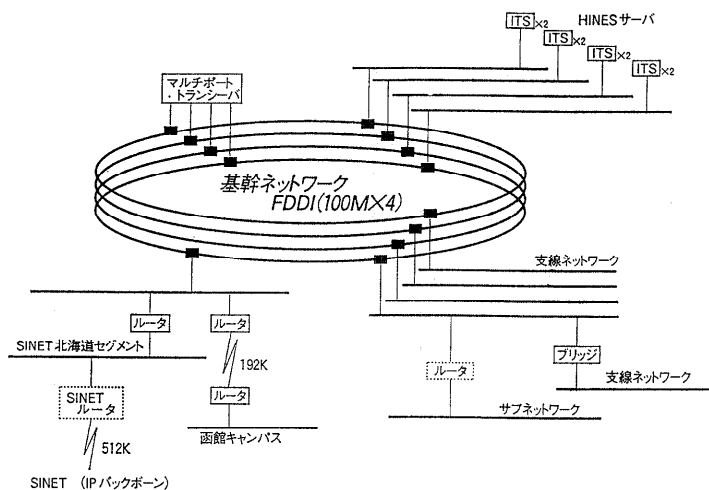


図 3 ネットワークの構成  
Fig. 3 Network topology.

を使用している。HOTNET そのものは、北海道電力(株)の送電線のグラウンドワイヤの中に光ケーブルを入れて伝送路としているが、その意味では函館キャンパスとの間も光ケーブルで繋がっているといってもよい。

図 3 にハイネスのネットワーク構成図を示す。

学内の特殊な集団、例えば特定学科内の教育用システム等は、系が閉じているのでサブネット化を積極的に勧めて、ネットワーク負荷を増大させない考慮も払っている。

## 6. ハイネスの機能

ハイネスの機能は、大きく分けて三つある。すなわちネットワークの接続機能、サービス機能およびイメージ転送機能である。この各々について、説明する。ハイネスの全体構成を図 4 に示す。

### 6.1 ネットワークの接続機能

ハイネスは、さまざまなプロトコルの端末を接続し、それらの端末から電子メールや電子掲示板等のサービスを一度の接続手順で一元的に利用できるように、ITS サーバおよびプロトコル・コンバータを備えている。

#### 6.1.1 端末の接続とコミュニケーションサーバ

端末はハイネスの支線ネットワークに接続されるが、接続する方法は 2 通りある。一つは、同軸ケーブルへトランシーバを用いて接続する方式である。もう一つは、ハイネスの同軸ケーブルに接続されているコ

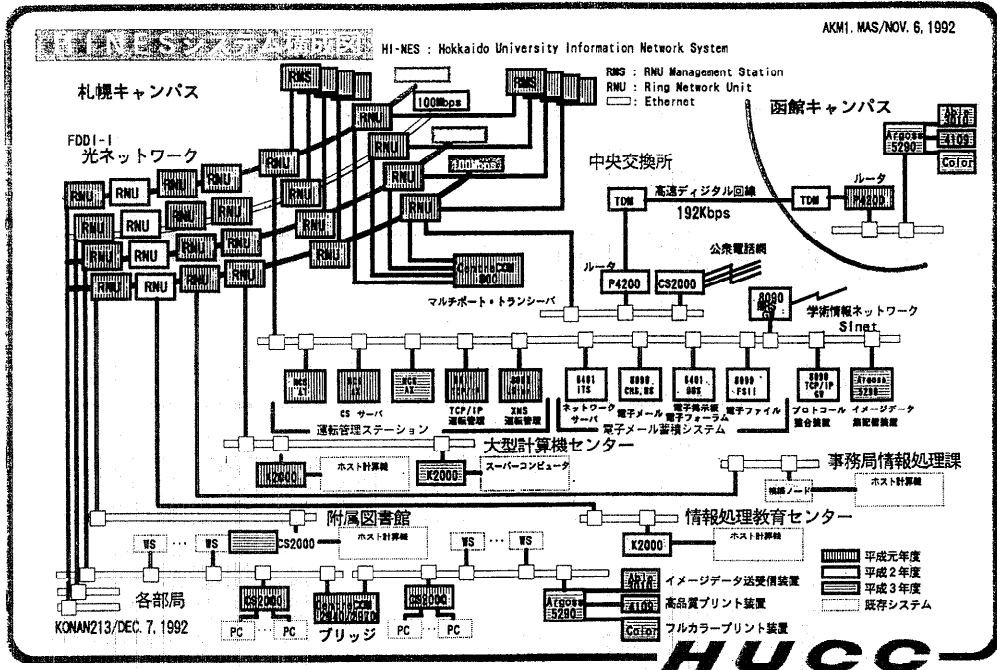


図 4 ハイネスのシステム構成図  
Fig. 4 HINES system configuration.



図 5 ハイネスのサーバ群  
Fig. 5 Service facility of HINES.

コミュニケーション・サーバ (CS) に、RS-232C ケーブルを用いて接続する方式である。前者はワークステーションを接続する方式であり、後者はパソコンやワープロのような TTY プロトコルを接続するための方式で CS により TCP/IP プロトコルに変換される。ハイネスの電子メールや電子掲示板サーバを統括する ITS サーバや大型計算機センターシステム、図書館システム等の主なサーバも、TCP/IP プロトコルで同軸ケーブルに接続されている。したがって、ワークステーションや CS に接続されているパソコンから

は、サービスを受けたいサーバに自由に接続できる。

### 6.1.2 ITS サーバ

ITS (Interactive Terminal Service) は、ハイネスに備わっている各種のネットワークサービスに対しプロトコルの違いを意識することなくパソコンや UNIX ワークステーションから簡単にかつ統一的に扱えるようにするユーザインタフェース機能である。

ハイネスのサービスは、図 5 にあるように多くのサーバによって実現されているが、利用者はこれらのサーバにそれぞれログインすることなく、ITS サーバにログインしコマンド操作だけで各々のサービスが受けられるようになっている。その ITS の機能の説明を図 6 に示す。

### 6.1.3 プロトコル・コンバータ

ハイネスで使用しているプロトコルの間は、プロトコル・コンバートを使って自動的に変換するようになっている。これは、いくつかのレベルで使い分けられている。

第 1 のレベルは、OSI 第 4 層のトランスポート以下の下位層レベルである。図 7 に示すようにハイネスに流れるプロトコルの中心に TCP/IP を採用したため、

異なるプロトコルの端末の接続にはコンバートが必要になる。

TTY のパソコン等は、前に述べたように CS で TCS/IP にコンバートして、それぞれのホストに自由にコネクトできるようになっている。TCP/IP を用いている WS は、直接に各ホストに接続できる。

ハイネスのサーバ類については、図7のごとくメールサーバ、ディレクトリサーバ、ファイルサーバについては XNS を、BBS サーバ、プリントサーバに対しては TCP/IP で行われている。これらのサーバのプロトコルとラインから流れてくるTCP/IPとコンバートは、ITS サーバが自動的にやっている。したがって

## ■ 統合化環境を実現するITSサーバ

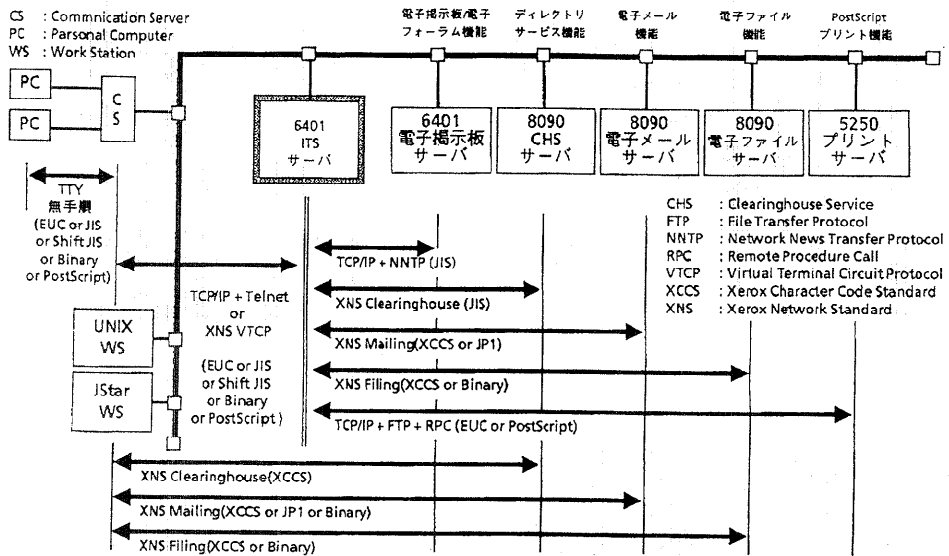


図 6 ハイネスの相互接続機能  
Fig. 6 Interactive terminal service servers.

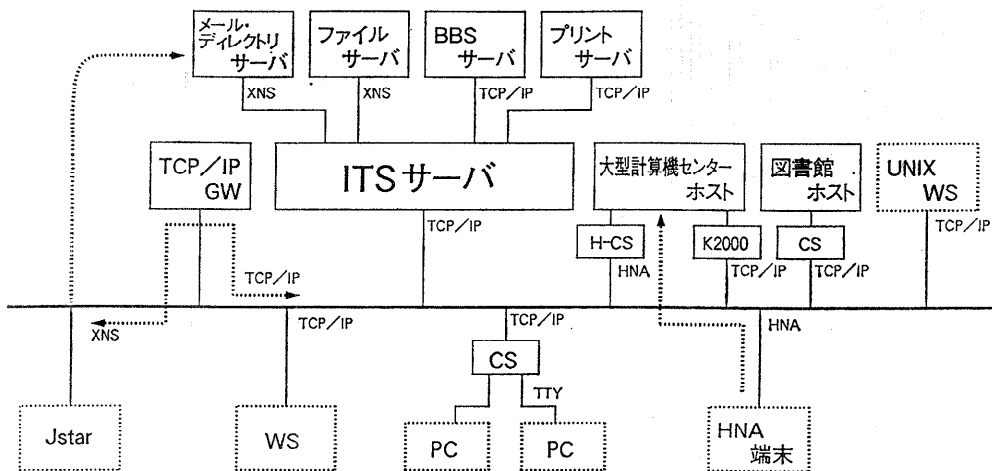


図 7 プロトコル・コンバート (下位層)  
Fig. 7 Protocol conversion (Lower layer).



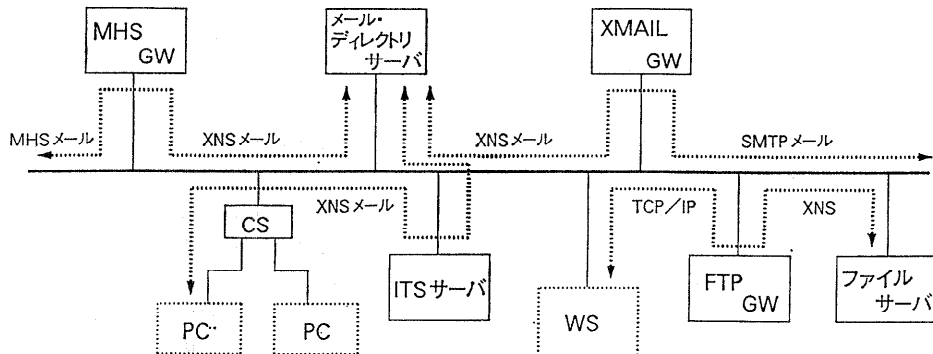


図 8 プロトコル・コンバート (上位層)  
Fig. 8 Protocol conversion (Upper layer).

て、利用者は ITS のコマンドを操作するだけで、プロトコルの違いを意識することなく必要なサービスを受けることができる。

XNS で接続されている JSter 端末は、TCP/IP コンバータを経由して ITS サーバを利用できる。勿論、XNS で接続されている電子メール系サーバは、コンバータや ITS を使わなくても利用できる。これらの使い分けは JSter 端末のシェルの中で行われる。

なお、大型計算機センターシステムのような汎用的な計算サーバは、TCP/IP のゲートウェイ以外にそれぞれの独自のプロトコルのゲートウェイを備え、それぞれ専用の端末の接続を許している。

第 2 のレベルはアプリケーション層である。図 8 に示すように、ハイネスのサービスの基幹をなすメールサーバやファイルサーバは XNS を使っている。これは、ハイネスの仕様では、電子メールや電子掲示板等のアプリケーション部分は実績のあるメーカ独自の手順を許し、富士ゼロックス社が落札したことにより、XNS が使われたのである。したがって、他のアプリケーションプロトコルである SMTP メールや FTP とのコンバートを行うためには XMAIL ゲートウェイや FTP ゲートウェイを、OSI の MHS メールとのコンバートを行うためには MHS ゲートウェイが用意され、それぞれ XNS とのプロトコルコンバートを行う方式とした。

#### 6.1.4 外部ネットワーク

北海道大学大型計算機センターの計算機および北海道大学情報処理教育センターの計算機とハイネスとの間に、KNET 備えておき、大型計算機センターは、全国の学術情報ネットワークと繋がっている、全国の大型計算機センターとの間でハイネスと自由にや

りとりができる。また、ハイネスは、学術情報センターが運営するインターネットバックボーン SINET と接続され、Internet を構成している。

函館にある北海道大学水産学部とは、ルータを介して 192 Kbps の高速デジタル回線で接続してある。

#### 6.2 サービス機能

ハイネスは、通常のネットワーク計画時にしばしば論じられる、高速の通信路を備えるだけでよいという方向は取らなかった。

ハイネスの計画に参加した北海道大学の 3 人の先生が、それぞれ異なった米国の研究機関に約 1 年間出張した折、着任当日から秘書の指示により端末機を自由に使って仕事を始めることができたという共通したよい経験を得てきている。ネットワークは、その機能を知らなくても使いこなせる必要がある。事実、この 3 人の先生方の記憶によれば、端末機の使い方を教えてくれた秘書は、そのネットワーク技術内容は知らないが、どのように使うと電子メールを出せるか等のネットワーク機能の使い方がわかっているのみであったという。インフラストラクチャの真髄は、この点にある。インフラストラクチャの一つである道路を歩く人は、道路の舗装の下に何が入っているかを調べてから歩くわけではないのと同様である。このことから、ハイネスは、ネットワークのサービス機能が実用的なレベルで備わっていることを重視した。それは次の五つである。

すなわち、電子メール、電子掲示板、電子フォーラム、電子ファイル (ドロー)、印刷サブシステムである。以下これについて説明する。

##### 6.2.1 電子メール

電子メールは、最もネットワークに適した通信手段であるが、最近世界的に普及してきている FAX とは

少し異なった媒体である。しかしここではそれらの本質については論じない。

ハイネスでは、利用を第一義としているので、すでにでき上がっている電子メールシステムを採用することとした。電子メールシステムの構築を建設の目的にはしないということである。この点、ハイネスを受注したのは、富士ゼロックス社であるが、Xerox グループは、ネットワークを全世界に張り巡らせて、日常の仕事に使用しているので、経験が豊富である。世界中でネットワークの活動を行っているジェネラルエレクトリック社と同じく世界有数のネットワークオペレータでもある。ハイネスのマルチ・プロトコル方式の中に XNS プロトコルがあるが、これは XNS によるネットワークサービス機能として長年の運転経験のある電子メールや ITS のサービスがあるので、UNIX 等に不慣れた利用者もパソコンから簡単にこれらサービスを使えるという効果に繋がっている。ディレクトリサービスも、XEROX で実績のある CHS (Clearinghouse Service: ディレクトリサービス) を使っており、個人ごとのプロフィールにメールや掲示板の参照履歴が自動的に保管するようになっている。このように、ネットワークの初心者も一つの登録アカウントを持つだけで、すべてのサービスが受けられるのである。

なお、XNS は、UNIX と異なりソースを公開していない。内容を知っている人は、世界で 4~5 人といわれているほど、秘匿性が高い。したがって、その安全性は、UNIX とは比較にならないほど高いものといえる。

日本のネットワークの幅広い発達のためには、サーバ、クライアント等の一般の人には意味のよくわからない英語をカナにして使っているうちは、未だしであると筆者は考えている。早く「治具」と同じような適訳が出てきて欲しい(ちなみにクライアントとは、弁護士に対する依頼人のことである。筆者は、サーバに対しては、それぞれの機能に応じてファイル・ステーション、印刷ステーションなどと呼び、クライアントに対しては、パーソナル・ステーションと呼ぶようにすることを提唱したい)。

ハイネスは、北海道大学全体で 1 万 6 千人の人員がいるが、ひとまず 7 千人分のメール領域を確保してある。

### 6.2.2 電子掲示板

電子掲示板とは、BBS (Bulletin Board System)

のことで、駅等にある掲示板と類似しており、黒板を使う代わりにネットワークを通じて知らせ合うものである。これは、電子メールのある種の機能を利用したもので、TCP/IP で動いている。

### 6.2.3 電子フォーラム

電子フォーラムは、ネットワークを使った電子会議システムである。これには、参画者以外には見ることができないクローズド・フォーラムと、誰でもが参加できるオープン・フォーラムとがある。前者は電子メールの機能を、後者は電子掲示板機能を使っている。1 フォーラム当たり標準で 10 MB の記憶領域を付与するようにしてある。申請によって 10 MB を付加することが可能である。

### 6.2.4 電子ファイル (ドロワー)

ネットワークのサービス機能には、単に相互の通信のみができるだけではなく、少し大きなファイルを一時的に蓄えて、他の利用者が引き出せるように、ドロワー (引き出し) という記憶装置を備えてある。ドロワーの利用は、あくまでもデータやプログラム等の交換の際の一時蓄積用と考え、許可容量を個人には一人当たり 5 MB、グループにはそれぞれ 20 MB にしてある。この制限は、全体の記憶容量が 4.8 GB であることからきているが、運用の実体を見て、将来使い方を考え直すこともあろう。

### 6.2.5 印刷サブシステム

印刷サブシステムは、400 dpi のレーザ・プリンタを 40 セット各部局に配付してある。その他、8 セットのフルカラー・プリンタを大きな部局に設置してある。印刷サブシステムは、テキスト出力が可能で、ドロワー内の文書の出力とともに大型計算機センターからの遠隔出力も可能である。これらのプリンタは、PostScript 対応となっているので、精密な画像出力も可能となる。PostScript は、大きな可能性を秘めた先進的なシステムであるが、惜しむらくは個々のプリンタに大きな負荷を掛けるので、現在までは手軽に使ってみるわけには行かなかったが、PostScript の処理部分をハイネスに持たせたので、北海道大学のインフラストラクチャであるハイネスの利用者の層が多様であることから、学内に広く設置してある印刷サブステーションを手軽に利用して高品質のドキュメントを作成する等今後の発展が楽しみである。

### 6.2.6 イメージ転送機能

イメージ転送機能は、ハイネスのネットワークを使いたいいわゆる学内 FAX である。コントローラとし

て Argoss を用い、TCP/IP で接続しているため、外部との Fax 通信はできない。形式は、G4 であるので、管理装置の指定で高度な使い方ができる。ハイネスは、統合文書処理機能を標榜しているので、イメージ転送装置は、学内の OA 化を推し進めるものとなる。北海道大学の札幌キャンパスは、広大な敷地であるので、イメージ転送装置が役に立っているが、それにも増して函館にある水産学部との事務連絡は、大変スムーズになった。ハイネスの3年次に跨る全体計画が完了した1992年3月以降札幌函館間のデータ量の増大が急速である。

## 7. ハイネスの運用

ハイネスは、3か年で建設が完了したが、単年度会計の原則から毎年建設を行うので、それらの部分の本格的な運用は建設の次の年から始まる。したがって現在(1993年2月)までのところは、3年次部分の運用経験は1年に満たないごく限られたものとなっている。しかし、それでもハイネスの運用から得られた経験は、大きなものがある。この経験から重要な点を述べてみる。

北海道大学では、ハイネスの潜在的な利用者が学生も含んで1万6千名に及んでいる。したがって、北海道大学の IP アドレスは、Bクラスを取得している。ヘッド・アドレスは、133.50 である。Bクラスは、約6万4千の IP アドレスを登録できるが、北海道大学に対しては十分な拡張の余裕がある。このことから、新しいアドレス管理の手法を取ることができた。

ハイネスの管理は、大型計算機センターで行うとされているが、人員の増加は予算的に認められていない。したがって、全国的共同利用施設である大型計算機センターの任務に加えて、北海道大学のみ施設の管理を行わなければならないという苦しさがある。したがって、ネットワークの管理は、できるだけ全学の協力を得ながら、なるべく人手がかからない方法を案出して実行している。

現在ハイネスに接続している端末機器の中で、パソコンやワープロが80%を占めているので、TTY手順のコミュニケーション・サーバにRS-232Cで接続するやり方が多い。全学でコミュニケーション・サーバの数は、481台であるが、各々のコミュニケーション・サーバは、10個の接続口を持っているので、約5千台までの端末を繋ぐことができる。このコミュニケーション・サーバを管理する方式として、コミュニ

ケーション・サーバの設定を変える場合に中央からダウンロードする方式を採用し、大幅に省力が行われている。コミュニケーション・サーバには、フロッピーで設定変更する機種もあるが、500台近くにもなると設定変更の都度500枚のフロッピーを作り、かつ500か所に配るといふ面倒が生じるので、ダウンロード方式は有効である。また、このシステムの中にこのコミュニケーション・サーバを監視するネットワーク制御装置(NCS)を備えており、パソコン等の接続状況を何時でも監視できるので、ネットワーク管理に威力を発揮している。ただし、ハイネスは、XNSによるネットワークのサービス機能を使っているので通常のUNIXのスーパーユーザと異なり、通信内容を見ることはできない。この点、利用者の安心感が大きいのである。その代わり、利用者個人の責任も大きいといわなければならない。

マルチ・プロトコルのその他のプロトコルについては、XNS、TCP/IP それぞれに監視装置を備えている。また、光リングについては、図9にあるように四つのリングそれぞれに監視装置を備えており、各RNUの運転状態を一目で把握できるような表示も行っている。

ネットワーク管理に、新たに集合分散管理方式を案出して実行している。集合分散管理とは、分散環境の利点を利用して、監視機器、サーバ等をすべて1か所に集合させたものである。ハイネスの場合は、大型計算機センターにこれらの機器を集合させた。つまり各利用者から見れば、これらの機器類は、自分から離れて分散しているが、ネットワーク管理者から見れば1か所(ハイネスの場合は、大型計算機センター)に集合しているわけである。この集合分散管理をCDM(Collective Distributed Management)といっている

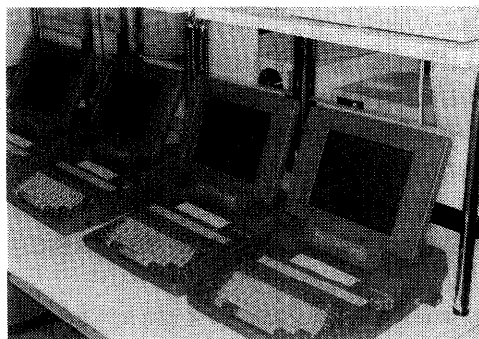


図9 光リング監視装置  
Fig. 9 Optical ring monitor.

る。この CDM を用いることにより、少ない人数で大きなネットワークを管理運用することができるわけである。

ネットワークの安定な運用を行うためには、IP アドレスの管理が重要である。IP アドレスは、世界を通じて自分と同じ番号があってはいけない。そのため、IP アドレスの管理には、神経を使わなければならない。北海道大学では、IP アドレスの発行は、各部署の担当事務官が機械的に発行する簡便な、しかも確実な方法を開発して使用している。すなわち IP アドレスのブロック割り当て方式といわゆる座席割り当て方式である。

IP アドレスのブロック割り当て方式とは、あらかじめ各部署にその潜在的利用者数をかなり上回る数のアドレスを割り当ててしまうのである。割当数は、部署の規模で異なるのは、当然である。このようにすると、アドレスを知っただけで端末機の位置を知ることができるので、トラブルの折の対応に便利である。これに加え、ハイネスでは、4本の光リングにカラーコードを付けている。すなわち、第1リングには青 (Blue)、第2リングには黄 (Yellow)、第3リングには緑 (Green)、第4リングには赤 (Red) としており、BYGR (バイグルと発音する) と称えている。各端末機のアドレスが決定したらこのリング色のついたラベルを送付し、ディスプレイの左側面上部に貼り付けてもらっている。このラベルのことを BYGR シールと呼んでいる。このようにすると、番号と BYGR シールの色とでトラブルの時の対応がやりやすくなる。

アドレスの座席割り当て方式とは、上に述べたようにアドレスのブロック割り当てした番号を各部署宛てに、その対応するアドレスをあらかじめ印刷して台帳として渡してしまうやり方である。各部署では、事務担当部門が端末の申請があると、このアドレスを台帳に書き入れるのである。いったん書き入れられた番号の上には、再び書くことができないのでアドレスの二重発行は、行われぬ。このアドレスの書き入れ順序は、何の制約もない。ただし、大きな部署では、与えられたアドレスブロックをさらにその部署独特の区分を行っても何ら問題がない。すなわち、アドレス管理の融通性が大きい。これもアドレス管理の重要な点である。

アドレス管理をコンピュータを使いオンラインで行えばよいとの考え方もある。しかし、ハイネスは、大学のインフラストラクチャであるから、事務官を含め

たすべての大学関係者が利用するものであるので、事務的に処理できる体系を持っているべきであること、アドレスは、ハイネスが世界と通信することができるので、細心の注意を払ってネットワークの障害を起こさない体制にすべきことからこのような処理方法を案出した。飛行機の座席予約が従来の座席ワッペンを搭乗券に貼る方式から、コンピュータのオンライン方式に変わってから二重予約が増えたことは、日常体験するところである。ちなみに、ミュンヘンにある欧州特許庁でも特許出願番号の二重付与を防止するため、そこに備えてあるあらかじめ番号を印刷してある台帳に手書きで記入する方式を取っている。

各部署でアドレスを発行したならば、その写しを大型計算機センターに送ってもらい、アドレス元帳に記載する。この写しの送付は、3年次に設置したイメージ転送装置で行うこととしている。

利用者は、転勤等でその部署でハイネスを利用しなくなる場合がある。この場合も、Bクラスの付与可能なアドレスの総数と、実利用者数とかなりの開きがあるので、ハイネス利用廃止で接続を止めるだけで、当分アドレスの振り直しは行わないつもりである。これも、事務の煩雑さを避ける有力な手立てである。

## 8. インタネット・バックボーン

1988年より学術情報センターが中心となって、N1プロトコルによる大型計算機センター間の学術情報ネットワークが動いている。これに加え1992年4月よりTCP/IPプロトコルによるインタネット・バックボーンが稼働を開始した。ハイネスでは、すでにKNET/K2000と接続した大型計算機システムを介して学術情報ネットワークとやり取りできる体制を取っていたが、これを利用できる人は、大型計算機センターに登録している人のみであった。これに対し、インタネット・バックボーンは、大型計算機センターを通ることなく電子メール等を、日本の中ばかりではなく、世界中と連絡が取れることとなった。それとともに、各地の大型計算機センターが、近隣大学等のネットワーク・センターの役割も備えるべきこととなった。この日本のインタネット・バックボーンをSINET (サイネット) と呼称している。

ハイネスは、このSINETと行き来ができるようになっていたので、ハイネスの有用性は一段と増した。このような環境から、ネットワーク・アドレスを正しく付与することが以前にも増して重要になってきた。

この意味から、業務的に誤りの起こりにくい、簡単なハイネスのアドレス管理の有用性が一層際だってきていると考えている。

## 9. ハイネスの能力

ハイネスは、北海道大学全体が利用できるインフラストラクチャであるから、さまざまな能力を持っている。これらについて簡単に述べる。

ハイネスの伝送スピードは、光ケーブルで 100 Mbps, イーサネットで 10 Mbps, コミュニケーションサーバに接続した TTY 手順端末で 38.4 Kbps である。4 系統の光ケーブル間は、マルチ・トランシーバで接続している。

TTY 手順においては、普通に使っているパソコンでは、9600 bps の能力しか持っていないから、このスピード以下で使うことが多い。9600 bps では、非常に遅いという人が多いが、筆者はそのようには考えない。また、10 Mbps, 100 Mbps も遅いと考える人もある。これらは、次の 3 点において正しくないと考える。

第 1 点は、ハイネスはインフラストラクチャであるから、事務的な連絡を含め使われ方が多様であるので、データハイウェイとしていろいろな通信が合流する基幹ネットワーク部分には、100 Mbps 等の速度が必要となるが、個々の端末すべてに高速性を要求することは、当を得ていない。インフラストラクチャの性質上、パソコンの接続が 80% 以上の環境であることは、世界の常識であるからなおさらである。ちなみに、1991 年に世界中に出荷された CPU の総数は、INTEL 社が約 2 千万個、SPARC は、約 20 万個でその比は、100 対 1 である。INTEL 社の CPU は、パソコンに使われていると見てよい。パソコンは、その広がりとそれゆえのソフトウェアの数の多さと、1993 年夏には出荷を予定しているといわれる INTEL 社の新しい CPU の Pentium は 100 MIPS の高速性を持っているので、その普及に伴って新しいネットワーク接続方式も出てくると予想されることからパソコンの有利性を一層高めるのではないかと<sup>9)</sup>。

第 2 点は、大量のファイルを伝送するため、FTP により早い速度のネットワークを必要とすることは是非である。

果たして FTP 等を使って、大量のファイルを伝送することがネットワークの真の使い方であろうか。ネットワークは、NFS などで遠隔の地にあるリソースをあたかも自分の傍にあるかのごとくに利用するもの

ではなからうかという点である。FTP を多用することは、ネットワーク負荷を異常に高めるので、よくないことである。

1989 年スイスのジュネーブにある CERN を訪問した折、山手線に等しい大きさを持つ加速器 LEP の 5 ～ 6 か所の円周上にある観測ステーションから本部にある計算機室までどのようにしてデータを送るのかを質問したところ、CERN では、BOL 方式で転送しているとの答えであった。質問したところ BOL というのは、Bicycle-On-Line の略で、要は磁気テープを自転車車で運ぶのが最もよい方法であるとの謂であった<sup>9)</sup>。ネットワークは、利用する最大速度で統一するのは、費用対効果比からよくないと考える。真に必要とするところのみ高速転送を用いるべきであろう。

第 3 点は、スーパーコンピュータ等で、端末機との間でリアルタイムにデータのやり取りをするためにギガ速度の伝送速度を必要とするとの説である。

スーパーコンピュータの計算結果は、大量のデータを発生する。このデータは、グラフィックス処理をしなければ、もはや人間が感知するものとはならない。したがって、グラフィックス処理もスーパーコンピュータで行い、グラフィックス要素だけを伝送すべきであろう。すなわち、コンピュータ・サーバの考え方である。このようにすることにより、実際のデータの転送量を少なくできる。

以上のような観点から、インフラストラクチャであるネットワークは、すべての端末がイーサネット対応、あるいはそれ以上の高速のネットワーク対応である必要はなく、マルチ・プロトコルの方式がよいのである。勿論、画像伝送を研究目的にしたり、スーパーコンピュータとチャネル結合して研究を進める人々には、高速の通信路を直接使うこともあるであろう。その時こそ、光ケーブルの中にある 2 芯の活用した高速転送を考えるべき時であろう。

## 10. ハイネスの有用性とハイネス憲章

ハイネスの運用を行ってみると、現在までに次のような効果が出てきている。

すなわち、BBS を通じて従来全く関係のなかった部署の間のコミュニケーションが出てきたこと、たとえば函館にある水産学部の研究者と札幌にある医学部の研究者の間、理学部と文学部の研究者間、低温科学研究所の研究会の全学的呼びかけ、新しい学問分野の範囲の異部局にわたる討論などである。また、事務部

局間での学内 FAX 機能を利用した同報通知も威力を発揮している。

北海道大学生協同組合による飛行機の時刻表等の教育研究支援活動も着々と成果を挙げつつある。北海道大学大型計算機センターは、全国の共同利用機関ではあるが、その利用者は約 70% が北海道大学の研究者であるから、大型計算機の自分の部署における遠隔プリント出力なども成果を挙げだしている。

教育の現場で、クロズド・フォーラムを利用して授業の諸連絡、レポートの提出、情報の伝達等に利用して効果を挙げている所も出てきている。

一方、一部の利用者ではあるが、BBS を電子メールと混同し、自分の意見をどのような範囲にどのような形態で出したらよいかなどの訓練がなされていないので無用な摩擦を引き起こす使い方をしている人も見かける。これは、敗米のように契約を重視する社会におけるごとき基礎的な慣習が確立していないために起こっているもので、まだまだ切磋琢磨する余地を残している。例えば、個人攻撃を全員が見る BBS に乗せるとか、あるいは、ある偏見に基づく非難を行い、それが後で誤りであったと気がつき陳謝するとかである。一度世に流れたものを後で陳謝してみても、覆水は盆に返らない。日本人の社会性の欠如を示しているともいえる。

また、公式の手紙を出すときは、1 件 1 葉でなければいけないという原則があるが、キーボードに慣れていないため、複数件の内容を同一文書の中に盛り込んで、読み手の混乱を招くことも起こっている。

これらの行為は、一人よがりの幼児的発想であるという点に気がつかないから出てきているのであろう。社会的訓練が待たれるところである。しかし社会的訓練ができ上がるまで BBS 等を閉鎖する処置は、取らないとしている。何事も経験によって社会的モラルを体得することが重要であるので、OJT で勉強して行く方向がよいと考えている。

しかし、幸いにも北海道大学では、良識ある人も多く、不審な記事に対してそれを修復するような行動が行われている例が出てきており、頼もしい環境が形成されつつある。

このようなことを防止し、ハイネスの健全な発展を願って、ハイネス利用専門委員会で、次のようなハイネス憲章を定めて、2 か月に 1 回発行するハイネスの機関誌 HINES world の表紙裏に毎回印刷し、ハイネス利用者の自覚を促している。

### ハイネス憲章

1. 世界と交信できる HINES を利用する事は強大な力を手にする事であり、それを適正に利用しなければならない。
2. HINES は北海道大学の教育研究福利厚生の中核であり、これを妨害・破損・悪用する事で大学生生活そのものを危うくしてはならない
3. 安全性は HINES の生命線であり、利用者はその維持に配慮しなければならない

### 11. 大型計算機センターの役割

学術情報センターが中心になって、1992 年 4 月から全国のインターネット・バックボーンの運用に入ったが、それに伴い各地の大型計算機センターは、近隣大学等の地域ネットワーク・センターの役割を負うこととなった。これとともに北海道大学のように大型計算機センターでキャンパス LAN の管理をすることになってきているので、大型計算機センターの名前が実体を現さないようになってきた。

また、キャンパス LAN には、ワークステーションも数多く使われるようになってきている。ワークステーションは近來比較的安価な装置も出てきて、しかも内蔵するハードディスクも大容量化してきている。ワークステーションは、UNIX の OS を使っていることが多いが、この OS は、大規模なシステム領域を占有するので、ハードディスクの信頼度が高くなければいけない。しかし必ずしも満足の行く結果が得られず、困惑しているケースも多い。このような観点からネットワークを利用して現在の大型計算機センターにある信頼度の高い大容量ファイルサーバをファイル・サーバとして使い利用者の利便を計ることも任務となるであろう。このようなことから大型計算機センターは、今後次の三つの役割を備えて行くようになるであろう。すなわち

1. スーパーコンピュータを備えたいわゆる高速のコンピュータショナル・ステーション機能
2. 信頼度の高い大容量のファイル・ステーション機能
3. 巨大なノード局としてのネットワーク・ステーション機能

である。

それに伴って大型計算機センターの名前もそれにふさわしいもの、例えば大型計算機・ネットワーク・ステーション (Computing & Networking Station

