

## 天久保キャンパス（聴覚部）構内コンピュータ・ネットワーク構築の試み

渡辺 隆・安東孝治・加藤雄士・清水 豊・貞本 晃\*  
(筑波技術短期大学電子情報学科, \* 機械工学科)

**要 旨：**筑波技術短期大学聴覚部天久保キャンパスにおいて、構内コンピュータ・ネットワークの構築を試みたので概要を報告する。今回構築したキャンパス内のLAN (Local Area Network) は、Macintosh パソコン数十台を AppleTalk phoneNET システムにより相互接続したものである。一方、この Macintosh LAN は、UNIX ワークステーション (WS) の LAN に接続され、これが学外のネットワークに接続されているので、Macintosh ユーザは、WS を経由して、インターネットなど世界中のネットワークユーザとの間で通信ができるようになった。現在、天久保キャンパスに在籍する教官の1/3がこのネットワークに参加しており、電子メールを中心に、それに付随して画像・音声データ、ソフトウェアの交換、データベースの利用などの試みが活発に行われている。また、このシステムを授業の中でも使用しており、今後研究教育の多様な分野に利用できると考えられる。

**キーワード：**コンピュータ・ネットワーク、インターネット、LAN、AppleTalk、障害者教育

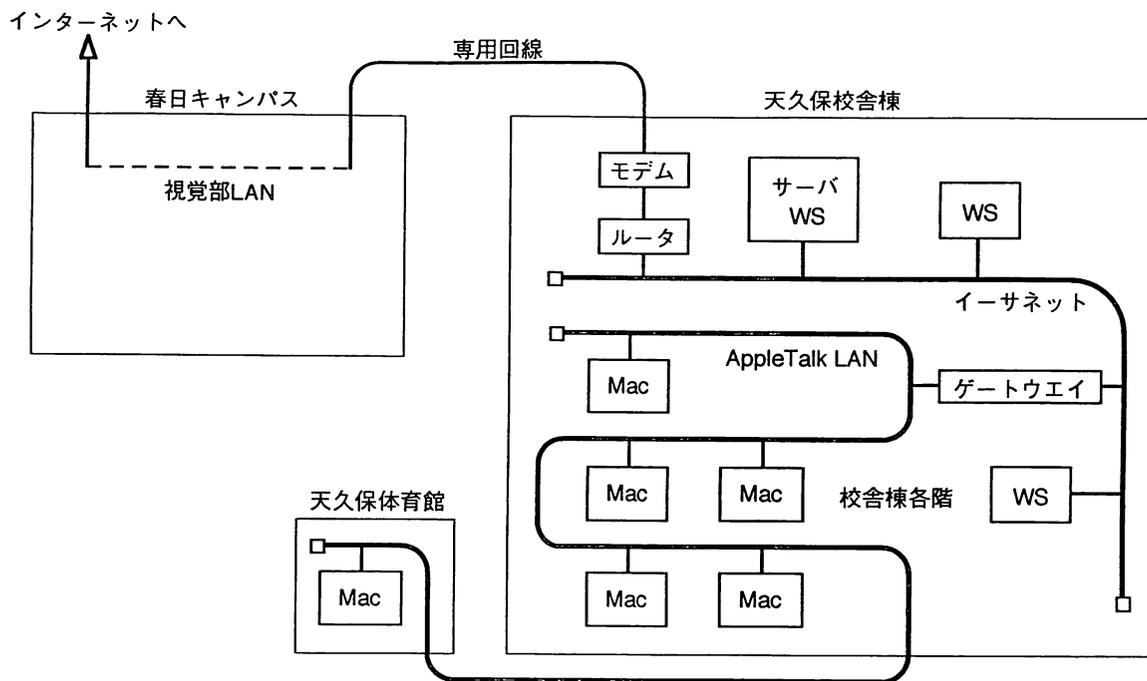
### 1. 概要と経過

天久保キャンパス構内にコンピュータ・ネットワークを作りたいという希望はかなり前からあったが、教官有志の間で、具体的にどのような機器の構成がよいかなどの検討が始められたのは、電子情報学科電子工学専攻 LAN ができたころ (1992年3月) である。この LAN は、主に電子工学専攻3年生 (情報通信コース) の教育用に構築されたもので、1つはUNIX ワークステーション複数台を TCP/IP<sup>1,2)</sup> 接続したイーサネット LAN、もう1つは Macintosh パソコン複数台を AppleTalk<sup>3)</sup> により接続した LAN である。このふたつの LAN は、ハード的にもソフト的にもそのままでは互換性がないために、プロトコル変換器 (ゲートウェイ) を仲介して両者を結合している (第1図)。このような、一見すると、複雑で使い勝手が悪いように見える LAN を作ったのは訳があった。UNIX WS はもともと全ての標準的ネットワーク機能 (通信機能) を内蔵しているので、コンピュータ・ネットワークを最も有効に利用できる機種であり、後述するインターネットと接続するためには最適のコンピュータであるが、素人には使いにくい所があり、一般向きとは言にくい。一方、Macintosh はネットワーク機能は完璧ではないが、親しみやすい Graphical User Interface を持つ、非常に使いやすいコンピュータである。また、WS は当時かなり高価であったため、全てを WS で構成するよりは、パソコン LAN と組み合わせる方が、ゲートウェイを含めても、費用の点で有利であった。こ

のように、2つの LAN はそれぞれの長所と短所が互いに補完的である。このような LAN の複合体がまず構築された。それから1年程の期間、この LAN を電子工学専攻フロアで使用し、イーサネット、AppleTalk のそれぞれの LAN の通信機能や、ゲートウェイを含めた UNIX WS と Macintosh 間の相互通信機能の使い勝手などの具体的把握がなされた。その後、この LAN を基本にして、それを拡張することにより、今回報告するキャンパス構内ネットワーク LAN が構築された。

#### キャンパス外への接続

このような経過で1つの LAN が出来上がったが、この LAN から学外のネットワーク上のユーザと通信を行うには、これをインターネットなどの世界規模のネットワークと接続する必要がある。インターネットは WAN (Wide Area Network) の一つで、世界中の大学、研究機関、企業などを結び、非営利目的で運用されるネットワークである。インターネットに直接結ばれているのは約50か国、間接的に接続できる国を含めると120か国におよぶネットワークになっている<sup>4,5)</sup>。インターネットは IP (Internet Protocol) 規約と呼ばれる通信規約に従って結ばれ、利用者は IP 接続 (情報を IP パケットの形で交換する) によりインターネットを利用する<sup>2)</sup>。インターネットの中の特定のマシンとこの IP 接続により情報交換を行なうためには送信側と受信側の双方のコンピュータにユニークに決められたアドレス (IP アドレス: In-



第1図 筑波技術短期大学天久保キャンパス構内に構築したネットワークの概観図

ternet Protocol Address) が必要になる。筑波技術短期大学のIPアドレスはすでに取得されており、それを視覚部と聴覚部両キャンパスで割り振ることにより、インターネットへの接続が行われた。この接続形態をハードウェアとして見ると、聴覚部（電子工学）イーサネットLANからNTT専用回線、視覚部LANを経て、インターネットに接続されている（第1図）。LAN上のデジタルデータはモデム（9.6kBPS；BPS＝bits per second）により、音声信号に変換して専用回線内を通過させている。

#### キャンパス構内のネットワーク構築

キャンパス内の教官研究室、実験室のコンピュータを結合してネットワークを作るためには、使用されているコンピュータの種類や、使用目的などの要因が重要である。聴覚部の教官のほとんどはNEC PC-9801やMacintoshといったパソコンを日常使用し、ワープロ、科学技術計算、画像処理、データベースなどの作業に使用している。UNIX WSを使用している人は極く少数である。

ネットワーク構築といっても、試行であるから、予算はほとんどなく、安上がりのシステムが必要であった。

従って、幹線の配線や、幹線とユーザのコンピュータとの接続などのほとんどの作業も、業者に発注するのではなく、利用者で分担してもらわなければならない。また、このコンピュータ・ネットワークは技術的に新しいために、ほとんどの人は使用経験がないので、構築の計画を話ただけでは、有用性を納得してもらえても、接続作業などを負担してもらうことは困難である。従って、最初はネットワークの利用に熱心な少数の人達にまずパイロットユーザになって貰い、その周囲に徐々にユーザが増えていくというストーリーを期待した。うまくいけば理想的である。ネットワークに興味を持つ教官の多くはMacintoshを所有している。これらのことから、キャンパス内のネットワークとして、MacintoshによるLANを構築することが良いと判断された。幸い、冒頭で紹介した電子工学専攻ではUNIX WSのLANをインターネットに接続する作業もすでに終了し、AppleTalk LANもすでに稼働していたので、このMacintosh LANを延ばして各教官研究室のMacintoshを接続することになった。安価で接続インターフェースが良好なphoneNETシステムによるバックボーン型配線を行うことになった（第1表）。

第1表 LAN 諸元

|       |                                    |
|-------|------------------------------------|
|       | Macintosh LAN                      |
| プロトコル | AppleTalk                          |
| 幹線    | 4心ケーブル<br>バックボーン型 phoneNET システム    |
| 幹線全長  | 900m                               |
| 接続台数  | 約25台                               |
|       | UNIX イーサネット LAN                    |
| サーバ   | SUN 4/IPC 8MB                      |
| サーバOS | Sun OS 4.1.3 (Solaris 1.1)         |
| プロトコル | TCP/IP                             |
| 幹線    | 同軸<br>バックボーン型<br>ゲートウェイ (プロトコル変換器) |
| 機種    | GatorBos CS                        |
| 機能    | AppleTalk マシンへの TCP/IP サービス他       |

聴覚部に所属する教官の90%は校舎棟に居室があり、残りの10%は教育方法開発センター、体育館に居室を持つ。まず、校舎棟内で AppleTalk LAN の幹線を配線した。校舎棟内の配線後、体育館との接続が終了した。現在、教育方法開発センターとの接続について検討している。校舎棟各階に幹線を配線した後、チラシなどでネットワーク参加者を募った。この参加の条件としては、Macintosh 本体とネットワーク接続用パーツ (コンピュータ1台あたり約4,000円) は自己負担、接続作業は原則としてユーザが行うが、経験者が作業の指導をするというものである。いずれにせよ、ネットワーク利用者が自分達で全部の作業を行った。接続作業が終了すると、サーバWSへのユーザ登録、Macintosh への通信用ソフトウェア (後述) がインストールされて、ネットワーク・ユーザの一連の立ち上げ作業が終了する。並行してマニュアルが作成された<sup>6,7)</sup>。

## 2. ネットワーク利用状況

現在天久保キャンパス内でこのネットワークに Macintosh を接続して利用しているのは、在籍する60名の教官の35%にあたる21名で、3人に1人は参加していることになる。多くの教官がネットワークに興味を持ち、参加・利用していることを示している。利用開始 (1993年8月) からまだ日が浅いが、次の箇条書きに示されるような多様な利用がなされている。また、教育用として

は、電子工学3年生が主に「ネットワークシステム実験」の授業で各種実験を行っている (後述)。

もともと視覚情報の交換を主とするコンピュータ・ネットワークは、聴覚障害に関する教育・研究を進める上で強力な手段となるので、天久保キャンパス内でのコンピュータ・ネットワークは、今後急速に利用が多様化していくものと考えられる。

### I. 教官の利用

- (1) 日本、海外のネットワークユーザとの電子メールの交換
  - ◎研究打ち合わせ、国際会議の準備、技術資料の請求・送付、井戸端会議
- (2) 国内、国外のデータベースの利用
  - ◎出版物情報検索  
筑波大学の図書検索システム (TULIPS) を学外から利用  
アドレス : anzu. cc. tsukuba. ac. jp (IP: 130.158.64.40)
  - ◎NASA 人工衛星データベースの利用
- (3) 遠隔地にあるコンピュータの利用
  - ◎telnet, ftp など
  - ◎anonymous ftp  
フリーソフトの検索、入手  
ネットワーク技術ドキュメント (RFC など) の入手
- (4) 音声データ、画像データの交換
  - ◎CAD の応用として JView フォーマットの写真データの伝送
  - ◎本学と NTID との間でのカラー写真データ伝送実験
- (5) 教育雑務についての連絡

### II. 教育用 (後述)

- (1) UNIX OS, シェルプログラムの学習
- (2) ftp, telnet, 電子メールなどのネットワーク利用技術 (ソフト) の学習
- (3) AppleTalk LAN や UNIX LAN のハードウェアの基礎学習
- (4) 通信回線のハード、データ伝送技術などの学習
- (5) IP アドレッシング, ドメイン名システムなどネットワーク管理の基礎の学習
- (6) 学生, 教官相互のメール交換
- (7) 国内, 国外データベースの利用

### III. 近い将来の利用形態

- (1) 本学学生と海外（アメリカ NTID など）の学生との間の電子メールによるコミュニケーション
- (2) 同じく画像データの交換
- (3) 電子ニュースの利用
- (4) Mac AutoCAD フォーマットによる画像データの伝送
- (5) QuickTime による動画（静止画）の伝送  
（CAD/CAM 設計製図などの教育方法の説明など）

### IV. 将来の利用案

- (1) ビデオ音声、画像の中継伝送（双方向）  
行事、部屋の中の様子など、話をしなくても「見える」ことによる情報交換

## 3. ネットワーク利用のためのソフトウェア

### (1) NCSA Telnet

パソコン（Macintosh）を、TCP/IP ネットワーク上のホストコンピュータの端末として使用するためのソフトウェアである。AppleTalk LAN 上で使用するためにはゲートウェイを仲介して TCP/IP ネットワークと接続しておく必要がある。このソフトウェアにより DARPA 標準 telnet の機能が実行される。ネットワーク上の複数のコンピュータに同時にアクセスが可能である。また、ファイル転送プログラム（ftp）を使用して、遠隔地のコンピュータとユーザとの間でファイルの相互転送ができる。NCSA Telnet 2.5 はイリノイ大学で開発されたもので、フリーソフトとして入手が可能である。一部日本語化されている。約 150 ページの詳細な英文マニュアル（ファイル）が付属している。

### (2) eudora

UNIX WS をメールホストとして使用する Macintosh 用電子メール専用ソフトウェアで、NCSA Telnet と同じくイリノイ大学で開発されたフリーソフトウェアである。動作させるために必要なハードウェアの設定は (1) と同様である。eudora は、UNIX WS にインストールされる POP (Post Office Protocol) を使用して UNIX のメールの読み書きを行う。これにより、Macintosh ユーザは WS を意識せずにインターネットユーザとの間で電子メールの送受ができる。受け取ったメールの分類整理、アドレス帖の作成、ニックネームによるメールの送信などができる。また、eudora には、電子メールにファイルを添付する機能があるので、画像・音声データやソフトウェアなどの各種のファイルを（アイコンも含めて）、

ネットワークを利用して交換できる。電子メールを主に使用するユーザには最適なソフトウェアである。60 ページにおよぶ詳細な英文マニュアル（ファイル）が付属している。

## 4. 構築したコンピュータ・ネットワークの評価

コンピュータ・ネットワークは技術的進歩が急速なので、今後も頻繁な改良が避けられない。構築したコンピュータ・ネットワークの機能や性能が十分かどうかについて、具体的な評価ができれば、今後の改良に役立つ。評価の主な項目としては、使いやすさ、スピード、安定性などがあげられると思われる。また、システムのセキュリティや管理のしやすさも重要であろう。利用者の感想なども含めて、自己採点してみた。

### (1) 電子メールの使いやすさと機能

自分の部屋の、自分の机の上にあるコンピュータからネットワークにアクセスできるかどうかは、ネットワークの使いやすさの鍵といえる。特に電子メールをやり取りする場合にはプライベートな環境でネットワークが使えることが重要である。以前、試みに、教官が日常使っている NEC PC-9801 をネットワークに接続し、教官が使えるようにしたことがあるが、これを使う人はほとんどいなかった。理由は、設置場所が学生実験室であったためである。このような意味では、今回構築した Macintosh のネットワークは、使用者が決まっいて、個人の机の上で使用されているパソコンが対象なので、使いやすさ、アクセスのしやすさという点では合格といえる。

一般的に言って、ソフトウェアの機能は高いほうがよいのだが、機能の高さと使いやすさは、時によって両立しないことがある。だから、マニュアルを熟読しなくてもある程度使えることが大事であろう。また、マニュアルを読むことによって、さらに高い機能が使えるようになってくる必要もある。フリーソフトとして今回使用者に配布した eudora には、詳細な英文マニュアルがファイルとして付属しているが、多くの利用者はマニュアルなしで、簡単に使い始めることができた。eudora はまた、画像・音声データ、ソフトウェアなどを、電子メールの添付ファイルとしてネットワークを介して交換することができる。この機能により、例えばユーザの Macintosh から直接、日本と米国 NTID 間でカラー静止画像の交換実験<sup>8)</sup>に成功しており、ソフトウェアとして機能が高い。また、この超長距離伝送実験の成功は、インターネットが良質のデータ伝送経路として機能していることを端的

に示している。また、我々の構内 LAN の機能が正常であることもわかる。

(2) 学内コミュニケーションのツールとして

会議の通知、催し物の案内など、多くの人達に同じ用件で連絡をする場合を考えると、文書をコンピュータやワープロで作成し、これをプリンタで印刷した後、必要な数のコピーを作り、これを事務室のメールボックスに入れるという作業をする。電子メールの場合は、コンピュータで文書が作成されるところまでは同じであるが、その後は宛先のユーザ名を並べて直ちにメールとして送信するだけである。1回の送信で全員にメールが届けられる。このような作業は、電子メールの最も基本的な機能のひとつである。こういった作業が学内のコミュニケーションに占める部分は決して小さくない。従って、利用者数が多ければ多いほど、学内での情報交換のツールとしてのネットワークの利用価値は高まる。

メールログファイルで調べた電子メールの利用状況は、送受信のうち、約60%が学内ユーザ、約30%が国内ユーザ、約10%が国外ユーザとの間の通信である(1993年11月の記録)。学内ユーザ同士の通信が半数を越えており、学内コミュニケーションの手段としても重要である。

(3) データ伝送スピード

コンピュータ・ネットワークのスピードは、コンピュータの性能だけでは決まらず、ネットワークを構成する機器、回線の性能も関係する。今回構築したネットワークについて、データ伝送速度を調べたので以下に紹介する。

ネットワーク内のデータ伝送速度は、ftp (file transfer program, ファイル転送プログラム) を実行して実測することができる(第2表)。その結果によれば、MacとUNIX間では平均17kbytes/s、イーサネット LAN 内のワークステーション間では70kbytes/s程度である。また、SUN 4/10シリーズなどを使用すると、300kbytes/s (2.4MBPS) 程度の速度が得られ、これはイーサネット

の公称伝送速度10MBPSに近い。イーサネット内 WS 間の伝送速度は AppleTalk とイーサネット間に比べ4~10倍程度高速である。AppleTalk 内での伝送速度は、イーサネットと AppleTalk 間の伝送速度とほぼ同程度と考えられる。一方、WSとキャンパス外のサイトとの間でのデータ伝送速度は平均0.7kbytes/s程度である。これは、現在使用しているモデムの伝送レート9.6kBPS (1.2kbytes/s) によって速度がほぼ決まっていることを示している。LAN内と外部との伝送速度の違いは約100~400倍程度であり、LAN内が圧倒的に速い。このように、ネットワーク内のデータ伝送速度は、使用されるコンピュータの性能や回線経路の伝送能力が関係するが、その他に、ネットワークを通過するパケットの混雑状況などによっても支配されるので、実際の伝送速度はランダムに変化していることが多い。

また、時には故障かと思えるほどアクセスが遅くなることがある。パケットの混雑が原因のこともあるが、商用電源電圧の変動やコンピュータ本体の電源容量の不足などにより信号レベルの低下をひきおこし、サーバにつながりにくくなったと思われる場合も多い。

(4) システム管理とセキュリティ

ネットワークの実験が開始されて日が浅いので、システム管理やセキュリティについては問題点が十分に尽出しているわけではない。詳しい評価するには時間が必要である。ここでは、これまで経験したわずかの事柄と、それに関連する一般的な常識を述べる<sup>9)</sup>。

(a) ユーザレベルでは、パスワードの管理が重要である。例えば、メールソフトの設定によっては、ソフトウエアがパスワードを記憶して、立ち上げ時に自動的にメールホスト WS に接続してしまうものがある。また、まれに、機密を要するメールが送られてくる場合もある。これらの場合は、ユーザが使用しているコンピュータを本人以外には使えないようにするために、Screen Saver とパスワードの組み合わせをするなどの工夫が必要である。SUN WS には

第2表 ftpによるファイル伝送速度(実測値)

|                 | 伝送速度<br>(kBytes/s) | 備考                       |
|-----------------|--------------------|--------------------------|
| WS to WS        | 60-80              | イーサネット LAN 内 (SUN 4/IPC) |
| WS to WS        | 250-320            | イーサネット LAN 内 (SUN 4/10)  |
| WS to Macintosh | 15-20              | イーサネット LAN-AppleTalk LAN |
| WS- 学外サイト       | 0.5-1.0            | イーサネット LAN- 学外サイト        |

lockscreen プログラムがあるが、パソコンにこのような機能を持たせることも容易である。

- (b) コンピュータ・ネットワークは、いったんインターネットなどに接続されると、世界中のほとんどのネットワークユーザとの間で通信ができるようになるが、その半面、悪意をもった侵入者による外部からのデータやシステムの破壊の危険が生じる。このような外部からの侵入は、きちんとした管理を行なっていれば、かなりの程度防げると考えられている<sup>9)</sup>。しかしながら、一般的に、企業などの業務ネットワークのセキュリティに比べると、大学は、所持しているデータやソフトなどが個人的なものが多いことから、セキュリティに対する感覚も大雑把な傾向があり、ネットワークの管理が手薄になりがちであることが指摘されている。
- (c) フリーソフトウエアの扱いでは、virus の警戒が必要である。必ず、管理がきちんとしたところから download するなどの注意が重要である。
- (d) ユーザが、大きすぎるファイルを一度に転送しようとして、システムのテンポラリーファイルの容量限度を越えてしまい、瞬間的にはあるが、システムが停止するような場合がある。これはシステムの限度などをユーザに徹底すべきことの一例と思われる。
- (e) コンピュータ・ネットワークは24時間運転が普通である。本ネットワークでは、サーバなどに対して、ソフトウエアによる自動停止機能をもつバックアップ電源を装備して、事故、落雷などによる停電や瞬断に対処している。これは、停電時に構内のネットワークユーザに対してシャットダウンの予告、シャットダウンプロセスの実行、電源切断を自動的に行う機能を持っている。このようなサーバ電源のバックアップ、システムの自動停止などは、システムのセキュリティのための基本的設備として重要である。
- (f) アクセススピードの極端な低下が時々見られる。はっきりした原因は不明であるが、商用電源電圧の降下や、消費電力の大きいボードを入れたためにパソコン電源容量が不足したなどが原因となっているかも知れない。サーバ、ゲートウェイなどのシステム系の電源管理の他に、ユーザ自身によるコンピュータの電源環境の管理も必要と思われる。

## 5. コンピュータ・ネットワークと（聴覚障害者）教育

### (I) 基本的考え方

コンピュータ・ネットワーク（またはネットワーク）はコンピュータの使用方法に革命的な変化をもたらしたと言われている。電子メールなど上述の利用状況を見ても、これが優れたコミュニケーション・ツールであることは明らかである。また、コンピュータ・ネットワークは視覚中心のメディアであるから、これを聴覚障害者とのコミュニケーションや教育に利用することは大きな価値がありそうである。コンピュータ・ネットワークの特徴を挙げれば次のようになるであろう。

(1) テキスト、画像、音声の正確で高速な伝送

(2) これらの情報の遠距離間相互利用

(3) 情報の再生、拡大、縮小など編集、再利用が容易

このような特徴は聴覚障害者、健聴者を問わず、使用するすべての人にとって意味がある。聴覚障害関係の教育に使用した時のメリットを、強いてこれらの特徴に加えれば、次のようになる。

(4) 視覚情報が中心である

(5) 言葉が文字に置き換えられている

これらのことから、健聴者がコンピュータ・ネットワークを使用してできることのほとんどは、そのまま聴覚障害者が享受できると考えられる。コンピュータ・ネットワークの利用に関しては、聴覚障害者のハンディはほとんど無いようである。

コンピュータ・ネットワークはコンピュータの応用技術なので、前段階で、コンピュータそのものを使いこなす教育が必要である。幸い、本学では、全学科においてコンピュータを使った教育が行われているので、ネットワークを教育に使用するための環境は本学ですでに整っていると言える。

### (II) 教育への応用例

電子工学専攻ではネットワークを使用して授業を行っている。もっとも、この授業はネットワークの仕組みそのものを学習の対象としているため、ネットワークを教育の手段として考えたときの応用例としては、あまり参考にならないかも知れない。

この授業は、電子工学専攻3年生（定員10名）の約半数が受講する、情報通信コースの学生を対象としたもので、「ネットワークシステム論」と「ネットワークシステム実験」の2つの授業がある（授業は著者の1人、渡辺隆が担当している）。このコースの学生は、この2つの授業と並行して、コンピュータ周辺機器のハードウエア及びソフトウエアについての授業、「周辺端末機器論」

と「周辺端末機器実験」をセットで学習している。また、学生は1, 2年次にコンピュータの基礎知識, C言語などのプログラミング技術や, ワンボードマイコンなどのハード, ソフトを学習している<sup>10)</sup>。

この授業では, ネットワークシステムとその管理技術の基礎的知識の学習と, 実際にネットワークを使用してその利用技術を修得することに重点が置かれている。教科書は「ローカルエリア・ネットワークの基礎と実際」(丹野州宣著, 共立出版)を使用した。また, 前述のネットワーク使用マニュアル<sup>6,7)</sup>などをもとに, 「学生用コンピュータ・ネットワークの利用マニュアル」を作成して, これを適宜授業に使用している。授業内容は以下の通り。

(1) 1学期

コンピュータの基本操作方法, ファイル操作(読みだし, 記録), 日本語入力  
簡単なUNIXコマンドの学習  
LANの基礎技術  
伝送媒体の特性  
UNIX端末としてのMacintoshの操作

(2) 2学期

ftp, telnet, 電子メール  
anonymous ftp(登録外ユーザによるftp)を使ったファイル転送  
ファイル転送速度の測定(他大学のWS, NASAの人工衛星データベース<sup>11)</sup>のアクセスなど)  
AppleTalk LANやUNIX LANのハードウェアの基礎  
IPアドレッシング, ドメイン名システムなど  
ネットワーク管理の基礎  
プロトコルと階層モデル

(3) 3学期

テキスト処理プログラムの学習(ログファイルの解析)  
シェルプログラムの学習  
IPパケットの解析

(III) 授業の様子

ネットワークを利用して, 遠隔地のWSにアクセスすることは大変エクサイティングである。東京大学, 京都大学, カリフォルニア大学, NASAなど, 国内, 国外を問わず, 同じ手続きで接続でき, anonymous ftpによるファイル転送などが利用できる。ただし, これについての学生の反応は多様で, 「先生, 本当に東京大学につながっているんですか?」と興奮気味の学生もいれば, 自

分でカリフォルニア大学のWSと接続ができ, 先方からメッセージが返って来ても, 当たり前といった態度の学生もいる。また, 遠隔地のWSと接続していることの意味がよく分からない学生もいる。このような学生は, 何度か同じ操作を自分で繰り返しているうちに, だんだん状況が理解できていくようである。

講義の中で, 例えば, ファイル転送プロトコル, あるいはIPアドレスといったネットワークの基本的知識を説明しても, 講義のみで理解することは難しい。実際に自分でコンピュータを操作して遠隔地のWSにアクセスしたり, そこからファイルを自分のコンピュータに転送を行うことにより, 初めて理解が本物になってゆくようである。そのような意味で講義と実験が密接に関連している必要がある。

メールは, きちんとした文章を書くことが必要なので, 文章作成能力の訓練という効果もある。また, 考えをまとめながら, 文章化することになるのでコンピュータの基本操作に慣れている必要がある。また, ネットワーク上のWSにアクセスすると, そこは英語の世界であり, やりとりされるメッセージ, 頻繁に参照されるREADMEファイルなどは全て英語である。UNIXのマニュアル類も英語が多く, 英文マニュアルを読む力も必要である。これらの英文はそれほど難しくはないが, それでも英語力不足の学生が多い。

実験結果のレポートをコンピュータファイルとして作成し, 教官に電子メールとして提出させる, あるいは課題の詳細を教官が各学生宛にネットワークを使って送り, それに従って授業を進めるなどのことは授業の中に取り入れており, 効果があるようである。

この授業は平成4年度に開講したばかりであり, カリキュラムはまだ工夫の余地が大きい。この授業を受けた学生の中からネットワーク管理技術者が育つようになってほしいと考えており, 今後, カリキュラムの大幅な改善を行ってゆきたい。

コンピュータ・ネットワークを教育に取り入れるには, ネットワークに詳しい知識を持った担当者が必要であろう。このようなことから, 今のところ, ネットワークを教育, コミュニケーションに使用できるのは大学, 企業などに限られるのではなかろうか。しかし, コンピュータの価格が急速に下がり, 専門知識が不要で使いやすいコンピュータが普及して来ているので, 近い将来, 中学, 高校レベルでも教育の重要なツールになる可能性がある。

## 6. 今後の課題

- (1) 現在のように電子メールの送受が中心の場合は、9.6kBPSでも遅すぎることはないと思われるが、今後、大量の画像データを高速に送るなどの高速伝送の必要性がでてくれば、NTT専用回線の部分を現在の9.6kBPS (1.2kbytes/s) から、64kBPS (8kbytes/s) デジタル回線にする、あるいは光ケーブルの回線にするなどの改善が必要になるとと思われる。
- (2) 今後 NEC PC-9801, DOS/V 機, WS など各種のコンピュータをネットワークに接続するために、構内イーサネット LAN を早急に検討する必要がある。イーサネット LAN は AppleTalk LAN と比較して、施設の費用は1桁程多くかかるが、伝送速度は数倍大きい(上述)ので、Macintosh も近い将来は AppleTalk LAN の他に、イーサネット LAN に直接接続する EtherTalk を併用することになるとと思われる。すでに各階の WS を接続できるようなイーサネット幹線の配線は一部終了しており、今後イーサネット・インターフェースを備えたコンピュータを利用者側が用意し、それを各階(学科)でまとめて幹線に接続するような構築方法を検討する必要がある。
- (3) 現在、全学ネットワーク構築の構想が進行中である。これが正式にスタートした場合には、我々が今回構築した LAN のハードウェア、構築の経験、ネットワーク利用のノウハウの蓄積などは、全学ネットの有効利用に役立つと思われる。
- (4) コンピュータ・ネットワークを利用者の使いやすい環境として保つには、きめの細かいユーザ・サービスおよびシステム管理が必要である。特に、聴覚部ではコンピュータ・ネットワークの重要性は非常に高く、今後急速に利用が多様化していくことが予想されるので、近い将来、システム管理の比重は、現在の実験 LAN よりはるかに大きなものとなるであろう。UNIX のシステム管理は一般的に難しく、我々のような基本的にはネットワーク・ユーザである学科教官有志による運用管理には限界がある。今後、本格的なネットワークの構築と運用には専任のスタッフが必要である。

### まとめ

当初、参加者がせいぜい10人程度の、ささやかな構内ネットワークの実験をするつもりで始めた今回の試行で

あったが、予想外に多くの教官の参加を頂いたので、結果的にはかなり規模の大きい、本キャンパス初の、構内 LAN の実験になった。現在のところ、システム停止などの大きなトラブルもなく、円滑に運用されているので、本ネットワークは利用者のための良好な実験環境となったと自負している。また、予算の少ない今回の実験だったので、フリーソフトを中心にした使用環境を作ったが、これらは全て十分に使用実績のある使いやすいものであった。また、マニュアルを熟読しなくても使いこなせるという利点もユーザには好評であった。ネットワークの利用形態は電子メールのやりとりが中心であるが、それに付随して画像データや、ソフトウェアの交換、データベースの利用など、各利用者が自由に、それぞれの利用方法を積極的に開拓している。

今回のネットワークの構築において、ケーブルを各階に張巡らし、天井裏を配線し、研究室や実験室のパソコンと接続するハードウェアの作業は、著者たちを含めて、実際にネットワークを利用する熱意ある人たちのボランティア的作業であった。業者に頼んだ工事はほとんどなかったため、計画通り、あまり費用をかけずにネットワークが出来上がった。このようなことは、チームワークを無視しては不可能であった。その意味では、多くの人達と一緒にネットワークの構築や運用を、試行ではあるが、何も無いところから立ち上げた経験は大変貴重なものであった。また、多くの若手教官には、ネットワークの構築に参加して頂きその実際に体験してもらえた。今回の構築実験は、これから若手教官が中心となってネットワークの利用を推し進めるきっかけになったと考えられる。

最後に、この構築実験に当たっては、ネットワークに関連するいろいろな専門の方々のご指導、ご助言を頂きながらの作業であったことを強調したい。また、ネットワーク構築作業に積極的に参加あるいはお手伝い頂いた、荒木勉、岡田昌章、翁長博、土田理、前島健、米山文雄、篠崎達明の各氏に感謝致します。視覚部河原正治氏には視覚部 LAN との接続作業にご協力とご教示を頂きました。感謝の意を表します。

### 参考文献

- 1) J. Postel (edited), *Transmission Control Protocol-DARPA Internet Program Protocol Specification*, RFC 793, September 1981.
- 2) J. Postel (edited), *Internet Protocol-DARPA Internet Program Protocol Specification*, RFC 791, September

- 1981.
- 3) AppleTalk Network System Overview (日本語版), Addison-Wesley Publishing Co., 1990.
  - 4) E. Krol and E. Hoffman, *What is the Internet?*, RFC 1462, May 1993.
  - 5) E. Hoffman and L. Jackson, *Introducing the Internet-A Short Bibliography of Introductory Internetworking Readings for the Network Novice*, RFC 1463, May 1993.
  - 6) (マニュアル) ネットワーク利用手引き, *NETWORK USER'S GUIDE version 1.0* 1993年7月6日 渡辺隆, 安東孝治.
  - 7) (マニュアル) マッキントッシュネットワーク利用手引き, *Macintosh Network User's Guide version 1.2* 1993年11月1日 渡辺隆.
  - 8) 荒木勉・B. Clymer・渡辺隆, インターネットを利用した日米画像伝送実験, テクノレポート, 本号, 1994.
  - 9) 下山智明・城谷洋司, SUN システム管理, 第14章「システムのセキュリティ」, アスキー出版, 1991.
  - 10) 後藤豊・内藤一郎・篠崎達明・加藤雄士, 聴覚障害者のための技術系短大におけるマイクロコンピュータ教育の一事例, 電子情報通信学会, ET 92-49, 1992.
  - 11) 渡辺隆, オゾン全量分光計 (TOMS), 日本リモートセンシング学会誌, Vol.13, No.4, 5-9, 1993.