

工学部における情報専門教育の一例

荒 実

工学院大学 電子工学科

工学部における情報処理教育は重要である。とくに、電気技術者や電子技術者にとって情報処理の技術なくしては成立しないからである。ここでは3つの事例を取り上げる。第1は、UNIXシステムをベースにした情報処理応用について、第2は、学生実験における電気回路、電子回路の設計とシミュレーションについて、第3は、2部学生のためのunixをベースにした計算機言語演習である。ネットワーク環境、EWS環境、学習支援環境の重要性にも言及する。

A CASE OF PRACTICAL INFORMATION EDUCATION IN FACULTY OF ENGINEERING

Information processing is one of the most important educations in faculty of engineering. Especially, it is indispensable for electric and electronics engineers. We pointed out three cases for its necessity. The first case is practical information processing based on UNIX system. The second is a design and simulation of electric and electronic circuits using CAD in the student experiment. The last case is a computer language exercises based on UNIX system for the night course students.

We also referred to the importance of environment for networking, EWS and learning aided system.

1. はじめに

今日、大学における情報教育の重要性がとりわけ強調されている。このことは、以前から配慮され努力されてきたが、今日における急激な情報化や国際化、また社会構造の変化などから一層クローズアップされることになった。しかし、現実問題としての情報教育への取り組みに際しては、いろいろな問題を内包していることも明らかとなった。情報教育のための情報機器、通信設備などのハードへの投資と維持管理が重要であり、かつ、情報教育の目的や方法など教授法のソフト面を明確にし確立する必要がある。いわゆる情報教育環境と情報教育のあり方など、総合的な情報教育への構築が求められている。

そこで本論文では著者の属する電気系学部において実施されている情報教育の一部を紹介する。ここでは3つの事例を述べる。第1は、学部1,2年生での情報処理基礎教育（リテラシー、pascal言語、c言語）を終えた学生達への次のステップとしてUNIXベースの情報処理応用について、第2は、電気系学生にとって必修となっている学生実験にコンピュータ支援の実験テーマを導入したことについて、第3は、第2部学生に対するUNIXベースの言語教育について述べる。情報処理教育に先だってフレキシビリティの高いコンピュータ及び通信環境の構築、EWSの選択、アプリケーションの選定を行い今後のシステム・インテグレーションを計れるようなシステムを構築した。また、このシステムを学生実験へ導入しその評価を行った結果、極めて高い教育効果が得られる感触を得たので、システム概要や今後の予定などを含めて報告する。本システムを用いた情報教育では、コンピュータ・リテラシー教育、情報処理教育はもとより、CAIによる問題解決や設計およびCMIにいたるまで幅広く対応できる。

本論に入る前に教育施設とネットワーク環境についての概要を述べる。

1.1 教育施設環境

本学は、第一部・第二部共、機械系、化学系、電気系の各工学科と建築学科からなり、専門学校と付属高等学校を併設している。キャンパスは新宿と八王子に分散している。大学の各学科とも1.2年生は八王子で、3.4年生と大学院生は新宿で教育を受けている。

新宿校舎は高度情報学園街区として位置づけられ、新宿新都心の超高層ビル街の一角に都心型大学 - SINJYUKU TECHNO CAMPUS- として専門学校校舎と収益ビルとして建てられたエステック情報ビルと共に、1992年9月に完成した。大学の施設として機能するに止まらず都心における科学技術情報の受発信基地としての機能を持ちあわせている。

2層吹き抜けの大空間に2セットの大画面ビデオプロジェクターと同時通訳設備と最新の映像、音響設備を備えた300人収容の会議室は、各種学会や国際会議、生涯教育の場を提供している。また、各種学会、国際学会などで重要な情報交換の場となるレセプションの場として、グレードの高い落ち着いた雰囲気のある学生食堂、格調の高いファカルティクラブが用意されている。段階的に変化発展していく情報システムに対応可能な計画とするとの基本方針に基づき、新宿校舎では情報系専用シャフト、横ルートとして天井内ケーブルラック、床にフロアダクトを敷設し、ペリカウンター内にもルートを確認し、50W/m²の電源を用意し、学生教職員1人1台の端末に対応可能な状態にある。また、空調方式として外周用にはファンコイルユニット、ウォールスルーユニット、インテリアゾーンは全熱交換空調機主体のVAVによる個別制御を行いきざまな状態に対応できる設備となっている。

1.2 教育研究用ネットワーク環境

本学のネットワーク基盤は1989年の新宿校舎大学棟完成時に、その時点で実用化している技術を用いて実際に使えるネットワークを目標に構築した。図1は、工学院大学研究教育用ネットワークの構

成図である。新宿－八王子間には東京通信ネットワーク（株）の高速デジタル回線を契約し、多重化装置で回線を分割し各種の通信路として使用している。新宿校舎の将来対応として高速光ファイバケーブルの導入が可能となるようにエア・ブロン・ファイバシステムを設置している。教育・研究用のネットワークとして次の3種類の通信方式が利用できる。

(1) デジタルP B X（構内電話交換機）を中心にした低速(300～9600bps)ネットワーク

研究室や事務室のデータ通信機能付の電話機とパソコンを接続し、D P B Xを経由して相手（サーバやホスト等）に接続し利用する。学内のどこからでもデータ通信機能付の電話機があれば利用できる。

(2) 教育・研究用基幹ネットワークとしてのイーサネット(Ethernet)網

配線形式は幹線に10BASE5（幹線伝送速度10Mbps）、支線にはツイスト・ペア線を利用する10BASE-Tを採用し、通信プロトコルにはTCP/IPをサポートしている。新宿・八王子とも演習室のパソコンはすべて（180台）この回線に接続されている。新宿－八王子間はIPレベルによる結合で通信速度64Kbpsの回線が2回線用意されている。新宿校舎では、新大学棟完成時に研究室等53箇所事前に配線済みであり配管は全ての研究室にわたっている。

(3) コンピュータ・リソースの共用を目的としたドメイン・リング(DomainRing)網

アプロコンピュータのEWS間を密結合で接続するトークン・リング方式の回線で、新宿校舎内を5リングに分割し、リング間は専用のEthernetで結んでいる。幹線伝送速度は12Mbpsの同軸ケーブルを使用している。

2. 八王子キャンパスでの情報処理基礎教育の実施

工学部において情報処理教育をどのように具体化するかは重要な関心事である。本学では、それまでの各学科の個別的な情報教育から脱し一貫した教育方針に従って1991年より一年生に対し「全学情報処理教育」を実施している。ここでは、情報処理の基礎に関する講義と演習が用意されている。パーソナルコンピュータの基本的な操作、ワープロ、DOS、データベース、図形処理や電子メールなどの実習を通して体得する事ができる。パソコンによる個別的な情報処理にとどまらず、UNIXシステムへのアクセス（telnet使用）やファイル転送（ftp使用）、また電子メール（mh使用）を利用する事によるネットワークの重要性や有効性にも触れるようにしている。この事は学生達のその後のキャンパスライフに重要なものと考えている。「全学情報処理教育」の後半は、コンピュータ言語の学習に集中している。使用する言語はPASCALである。学生達は、与えられた問題を次々と解決するためのアルゴリズムとプログラミングにより演習を行う。これにより、コンピュータのより深い利用方法を体得する。

情報処理の基礎を終えた段階では、各学科独自のカリキュラムに沿って情報教育を行っている。たとえば、電子工学科ではC言語を用意している。ここでは、PASCAL言語で学んだプログラムの基本構造をベースに、C言語の基本とデータ構造、さらに、ポインターなどに言及し、3、4年生で必要になる応用プログラミング（たとえば、MS_WINDOWS、やX_WINDOWSを利用したアプリケーションプログラム）への橋渡しの教育を行っている。

3. 新宿キャンパスにおける情報処理応用教育の実施

新宿キャンパスでは、昼は第1部3、4年生および大学院生が中心、また、夜は、第2部の全学生が学習するかなりにぎやかな環境でもある。学部3,4年生に対する情報処理教育はEWSをベースにしたものである。ここでは、次の3点について述べる。

- (1)「情報処理応用」、(2)学生実験へのEWS利用、(3)第2部のC言語教育

3.1 EWS利用の「情報処理応用」教育

情報処理教育の第2ステップとしてEWS利用による教育が行われている。3年生に対しての「情報処理応用」ではUNIXをベースにした多面的な内容の講義と実習を行っている。実習に使用しているEWSの台数はHP9000MODEL720を5台とXターミナル25台の計30台である。受講者数が多い場合には、補助椅子を30個用意してあり全部で60人の受講が可能である。ただし、一人一台必要であり、かつ、GUIベースのアプリケーションを使用しないでもよい授業の場合には、パソコンルームにある60台のPC98からtelnetによるアクセスも可能である。実習にも重きをおいた「情報処理応用」の講義題目の抜粋を下に示す。

(1)EWSの基本機能	(7)unixにおけるエディタの機能と実際(vi,nemacs)
(2)UNIXファイルシステム	(8)TeXの概要と実際
(3)ネットワーク概要	(9)Mathematicaの世界と工学問題への応用
(4)日本語コード体系	(10)UNIXにおけるGUI(x Window System, OFS/Motif)
(5)シェル(bsh, csh, ksh)の機能	(11)プログラム開発環境
(6)シェルプログラミング	(12)AWKプログラミング言語

この講義では、UNIX環境を理解するのに必要な基礎知識、UNIXを使い込むのに必要な知識、それに、UNIX利用の知識を広く学習しUNIXシステムの全般を捕らえることができるようにしている。もちろん、単なる机上での学習では暗記力には役だってもシステムの具体的な仕組みや動作を知ることはできない。そこで、本講義では、講義と演習を取り混ぜながら実施している。また、講義の最後では、EWSやスーパーなどの計算機資源を十分に利用して仕事をしているLSI設計者や電子回路CAD制作者などの現役のエンジニアを迎えての特別プログラムを用意している。今回は6月26日、2人のエンジニアを招待しての180分連続の講義をしていただいた。特別プログラムの主なテーマを下に示す。

特別講義題目

- (1)設計・開発部門におけるEWS、LAN利用の現状
- (2)設計者にとってのEWSの必要生
- (3)UNIX、EWS利用の現実と問題点
- (4)EWS時代に求められるエンジニア像
- (5)今後の新しい設計・開発環境
- (6)LSI設計とEWS利用の事例

特別講義後の感想文で学生達は、なぜ、PCや大型計算機ではなくEWSが重要視されるかを電子回路設計CAD設計やLSI設計という現実問題を通してよく理解できたようである。普段の講義においても今日の情報処理に関する知識と技法を身につけることの大切さは話しておいても現実味を持って捕らえるのはそうやさしいことではない。そこで、本講義では現場における技術の現状と現実問題をも学ぶことにより学生自信の学習目的や学習意欲に目覚め火をつけることも大切な役割となっている。

図2は、EWS演習室に配備されているネットワークの構成図である。使用ネットワークはEthernetである。ネットワーク環境下での集合教育を行い際の問題は、データ転送量が集中することにある。そこで今回のネットワーク構築に当たっては次のような4つのテーマを取り上げて検討した。

- (1)データ量増大に十分に耐えられる高速な通信速度を持っていること。
- (2)ネットワークの拡張性を十分に考慮してあること。
- (3)ネットワークへのアクセスが容易なこと。
- (4)運用・管理が容易なこと。

図2はこのようなテーマのもとに構築された。その要になるのが120Mbpsバンド幅をもつマルチポートルーター“POWERHUM”である。ネットワークの高速性をはかるため10Mbpsのバンド幅を1セグメントとし、これを12セグメントに分割した。つまり、各セグメントごとのスピードが保証される。また、接続には、10Base-T準拠のRJ-45モジュールを使用することにより簡単に増設、変更が可能である。このようにEWS演習室内での高速化をはかるだけでなく、学内ネットワークへの接続や、学外ネットワークへの接続も用意されている。つまり、高速性を満足し、かつ、拡張性をも満たすものとなっている。

集合教育での支援ツールとしては、ネットワーク上で威力を発揮するSharedXがある。このツールの機能には、同一ウィンドウを同時に複数マシンで処理できる共有処理、複数アプリケーションを同時に複数マシンでの共有、共有しているアプリケーションに対して送信側・受信側双方からの入力が可能、テレポインタによるポインティングデバイスの共有が可能、などの備わっている。この機能はなにも教室内に制約されることなくネットワークに接続されたEWS上でX11R3かX11R4が起動しており、TCP/IPによる相互接続が可能なシステムであれば使用することができる。このようなツールを使用すれば教授側に用意したテキスト文や画面スクリーンを学習者へ転送し、同時にテレポインタによりリアルタイムでの説明ができる。一方学習者からの質問などを同時に受けることができきわめて密なコミュニケーションが可能である。とりわけ、マスプロ教育を余儀なくされている現場では、このようなツールをさらに効果に使用したいところである。

3.2 EWS利用の学生実験

電気系学科における学生実験の意義は大きい。しかし、情報化の激しく進んでいる中で従来のハードウェアのみを中心とした実験のあり方を再構築する事が必要になっている。ここでは、情報化と学生実験、ネットワークの構築、EWS利用学生実験と支援システムの構築、回路設計シュミレータによる学生実験とその評価などについて述べる。

情報化と電子実験

電気系学科においても情報処理教育が重要である。ここでは、コンピュータ言語教育のそれを指しているのではなく、もっと広い意味でのコンピュータ支援指向の電気工学、電子工学のあり方を探っているのである。各種半導体デバイスや機能素子、また電気に関係するあらゆる理論式などがデータベース化され、それだけでなく回路解析・設計上のノウハウなどもあわせてデータベース化されると、つぎには、これらをいかに利用するかといった技術も重要になってくる。情報化とはこれら両者の整合をとる技術でもある。情報処理技法そのものには、仮りにあまり意味がないとしても、この技術により取り出される情報には莫大な価値があるとするならば、電気系学科における情報化は、避けられない事柄で

ある。学生実験としては、電気系学生にとって必須である「電子回路」を取り上げた。回路の解析と設計を支援するためのシュミレーション・システムを導入し、コンピュータ支援「電子回路設計」を身をもって学ばせる事になっている。

電気系実験とネットワークの構築

本システムが機能させるための第1ステップはネットワークの構築である。電気系実験室ネットワークは、本学学内ネットワークとの整合性を重視しつつも、電気系の必要性をも満足するものとした。また今後増設される機器にも対応できるように柔軟性をもたせた。構築したネットワーク環境を図1に示す。

構築されているネットワークは、

- (1)TOPS アップル・ネットワーク
- (2)Ether ネットワーク
- (3)APOLLO Domain リングネットワーク

である。

図において、パソコン (NEC:PC9801) 群はサンマイクロ社のTOPSネットワークとした。他ネットへのゲートウェイとしてFAST_PATHを接続してある。TOPSには、アップル社のMacintosh_SEが接続されているが、これはサーバやFastPathのコントローラの役割の他、IBM-PCファイルとMacファイル間のフォーマット交換を行うにも使用する。ここで使用できるプロトコルは、AppleTalk、TCP/IPなどがある。TOPSネットワークと外部ネットワークとの通信には、カインエティク社のFastPath4をゲートウェイとして使用する。

Etherネットは、現時点では、業界標準的に使われており、多くの異機種EWSが接続される。また、APOLLO DOMAINネットワークへの接続には、IPルータが用意されている。

DOMAINネットワークは、各学科群、目的別群など階層的に接続されており使用目的に応じたコンパクトなリングネット群から構成されている。これによりエンドユーザに対してより快適な計算機環境を提供することと、より安全性の高いプロテクションが設定できるようになっている。

以上のような環境により学生実験への対応が大幅に改善される。実験者は、実験テーブルに設けられたパソコンを使って、実験に必要な情報をネットワークを介して入手できる。

「パソコンからスーパーコンピュータまで」が使用可能な資源の対象となった。他方、このような環境に適合する支援システムの開発が急務となっている。

EWS利用学生実験と支援システムの構築

上で述べた実験を支援するネットワーク環境のもとでの支援システム構築手順の一例を示す。AWB (Analog Work Bench) と呼ぶアナログ回路設計・解析用のCAEツールをスタート・キットに選んだ。AWBの主な機能としては、

- (1)DC 解析
- (2)AC 解析
- (3)Transient解析
- (4)Statistics解析

- (5)Spectrum解析
- (6)Parametric Plotting
- (7)Piecewise Linear
- (8)Power Design Module
- (9)Smoke Alarm Module

がある。これらの機能は電子回路の設計、解析に必要なほとんどを含んでいるため、これらの機能を十分に利用した実験テーマを見つけることも重要である。今後、AWBをそのまま利用するだけでなく、より高度な支援システムへと構築する必要がある。以下にはそのための手順を示した。

- (ステップ1) AWB
- (ステップ2) AWB+操作法支援
- (ステップ3) AWB+操作法支援+回路解析支援
- (ステップ4) AWB+操作法支援+回路解析支援+設計支援

ステップ1では、AWB自体の特徴を引き出せるような各種テスト回路の設定と、回路設計の為の基本的アプローチの確立などを行う。AWB自体の学習を独学で行う事は、時間と体力に相当の犠牲を払う事になる。そこで、ステップ2では、より適切な操作手順を提示し、問題解決を手助けするようなオンライン操作法支援を構築する。使用しているEWS (APOLLO DOMAIN)でのマルチウィンドウシステム、および、マンマシンシステムDIALOGは、この目的にも適合している。電気系の学生にとっても与えられた回路の本質を理解する事は、かなりの困難なことが多く、理解するまでには、時間が要する者である。まして、ある機能を持つ回路を設計できるようになるには、なおさらの事である。そこで、ステップ3では、与えられた回路を解析する手順だけでなく、より深い理解を得るための解析結果の処理と、そこから得られた結論を基にして次の解析を行うような支援である。

このステップでは、mathmaticaなどのような数式処理パッケージなども組み込む予定である。最後のステップ4では、回路設計の支援システムを用意する事である。回路を学ぶ者にとっては、目的とする機能を満足するような回路を設計し制作する事は、喜びであるばかりでなく、数多くの複合的問題の解決、コストパフォーマンスの捕らえ方、また、商品化へのアプローチなど極めて現実的な問題解決思考を身につけることになる。このステップでは、問題の広がり、深さなどから考えてエキスパート・システムなどのようなAIツールも有望と思われる。本システムでは、NeuronData社のNEXPERTを使用する予定である。

回路設計シュミレータによる学生実験とその評価

AWBの機能の中でDC解析、AC解析、トランジェント解析、そして、パラメトリックプロットングを使用するような実験テーマを設定した。以下には、電子工学科3,4年生に設置した実験テーマを示す。

- (1)CR発振回路
- (2)可変 gm 方式マルチプレクサ
- (3)パルス伝送路の解析
- (4)フードバック回路をもつツインT型ノッチフィルタ
- (5)昇圧型DC-DCコンバータ

(6)降圧型DC-DCコンバータ

これらの実験テーマでは、回路素子単体の特性を理解することから始まり、それらの素子を組み合わせる目的を持つ回路機能を実現する。また、解析では過度項や定常項を求めることができる。また、回路上の特定パラメータを変化させ出力への影響度合いを求める。その他、素子のバラつきや温度変化による影響などを知ることもできる。

このようにAWBを用いた実験では、単に回路のシミュレーションをするにとどまらず、実物実験では長時間を要するような温度特性の実験や大量な素子の個々のバラつきによる出力特性に対する各素子の寄与率（各素子の感度実験）の実験などは不可能である。EWSを学生実験に導入することのもう一つのねらいは、このような実物実験では困難な事柄に対しても対処できることにある。もちろんここで使用している各種素子のデータベースは、デバイスメカから発表されているデータシートを使用している。もし、自分で新しく素子や回路を作った場合には、データベースに登録することができる。必要があればいくらでも機能を拡張できる。

EWS利用の利点は、時間外でも好きな時間にいつでも利用できることにある。また、学生個人のレベルに合わせた実験手順の構築が可能であることを予想させる。また、新しい学生実験形態として、グループウェアの可能性が考えられる。これまでも学生実験は3～7名程度の人数で行う共同実験の形式を取っている。しかし同一テーマを何人かでこなしているだけである。EWSを利用した実験方法では階層化した実験テーマが可能である。実験グループの各自は分担されたテーマに沿って回路設計や解析を行う。同時に個別実験を組み合わせることで全体での実験テーマに取り組むことができる。つまり、同一実験ではなく新しい共同実験の試みが可能になる。現在、そのようなテーマを検討中でもある。

AWBを利用した学生実験に対する学生の反応を調べた。EWSを実験のテーマに取り込むには、細かな配慮が必要であるが、次のような点に関してのアンケートによる調査をした。

- (1) 道具としてのEWS、AWBの操作性の難易度
- (2) 実験を進めるに当たっての指導書が適切さ
- (3) 実験を終了するまでの時間的余裕度
- (4) EWS、AWB利用による実験方法への関心度
- (5) EWS利用による実験への期待度

実験終了者からのアンケート結果によると、(1)の操作性は、どの様な操作かを理解できなかったが16%。(2)は、68%が理解している。(3)75%が時間内で終了している。(4)は、87%が強い関心度を示した。(5)は、コンピュータ支援の実験方法に対し78%が希望している。アンケート結果から見る限り、今回のEWS導入による学生実験に対する学習意欲は高いといえる。また、EWS利用型の学習形態に対してもかなり高い関心があるといえる。

3.3 2部計算機言語演習でのEWS利用

2部の計算機言語演習では、UNIX環境下でのC言語を中心に講義・演習を行っている。2部の受講者は企業に勤めているものが多い。したがって、ある者は勤務先でパソコンやEWS、あるいは、大型コンピュータを使っての仕事をしている。他方、コンピュータとは全く関係のない仕事に付いている者もいる。一部に比べその格差は大きい。また、予習や復習の時間的余裕も少ない。授業では、3.1でも述べたEWS演習室を使うことにした。導入部としてUNIXシステムの概要、ネットワーク、ファイルシステム

とプロテクト、エディタなどを学習する。次にC言語の文法と演習を行う。ただし、Cのサンプルプログラムを単にタイプして動作確認するのではなく、あらかじめ教師が用意したサンプルプログラムをメールしておく、学生らはメールで受け取ったプログラムの内容を理解しコンパイルし実行する。さらに、アルゴリズムの理解に応じてプログラムに変更を加える形式での学習を進めている。システムに依存するようなプログラムについては、教師側画面をSharedXを使って学生側へ提示し、実行結果をその場で示すことができる。

4. おわりに

本論文では、工学部における情報教育の為の環境整備と情報応用教育の具体例として「情報処理応用」、「AWBを用いた電子回路シミュレーション」、「2部の計算機言語演習」を取り上げた。今後、工夫すべきところが多いことを実感している。ネットワーク環境下でのEWS利用を段階的に学習できることが必要がある。3.2でも述べたような支援システムの構築を順次行う予定でもある。ただシステム構築に当たっては、システム優先ではなく学習者の状況を十分に配慮し絶えずフィードバックをかけながら進めることが重要となる。

参考文献

- 1)山本・岡本監訳、「人工知能と知的C A Iシステム」講談社、1988年8月
- 2)坂本史朗「マルチメディアグループウェアの実践技術」ソフトリサーチセンター、92年5月
- 3)RobertJohansen「グループウェア」日経B P社、90年4月

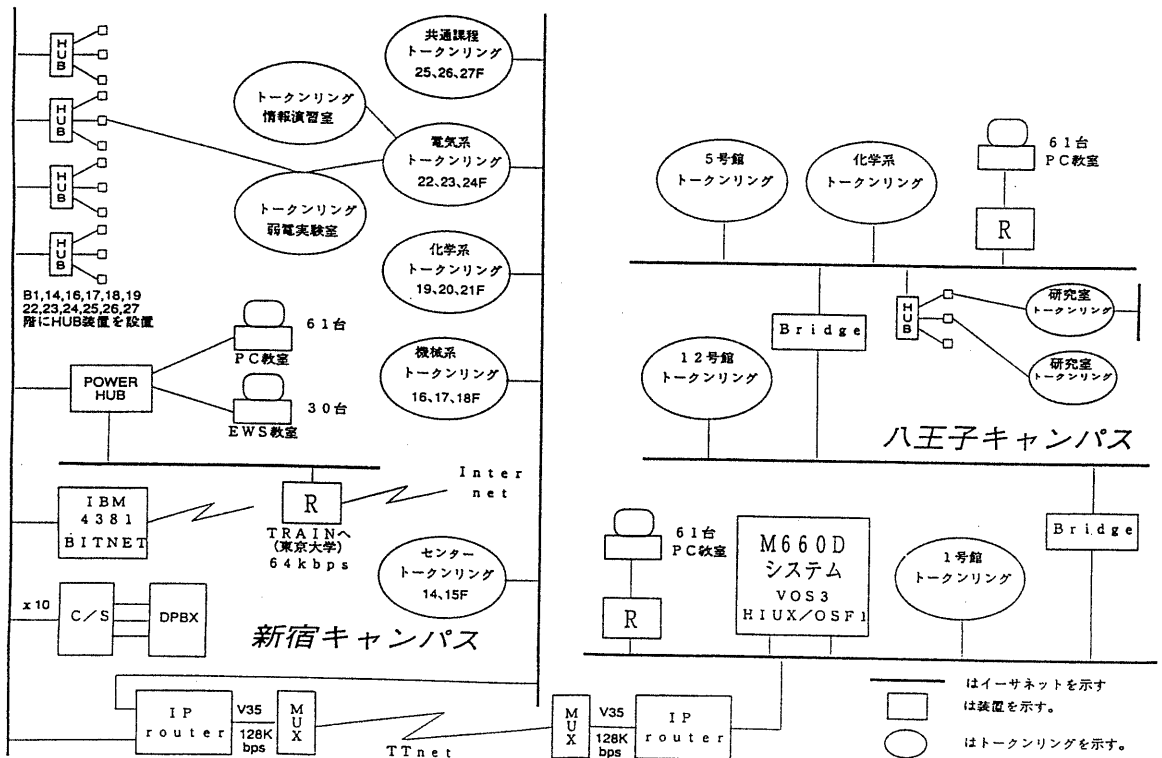


図1 研究教育用情報ネットワーク

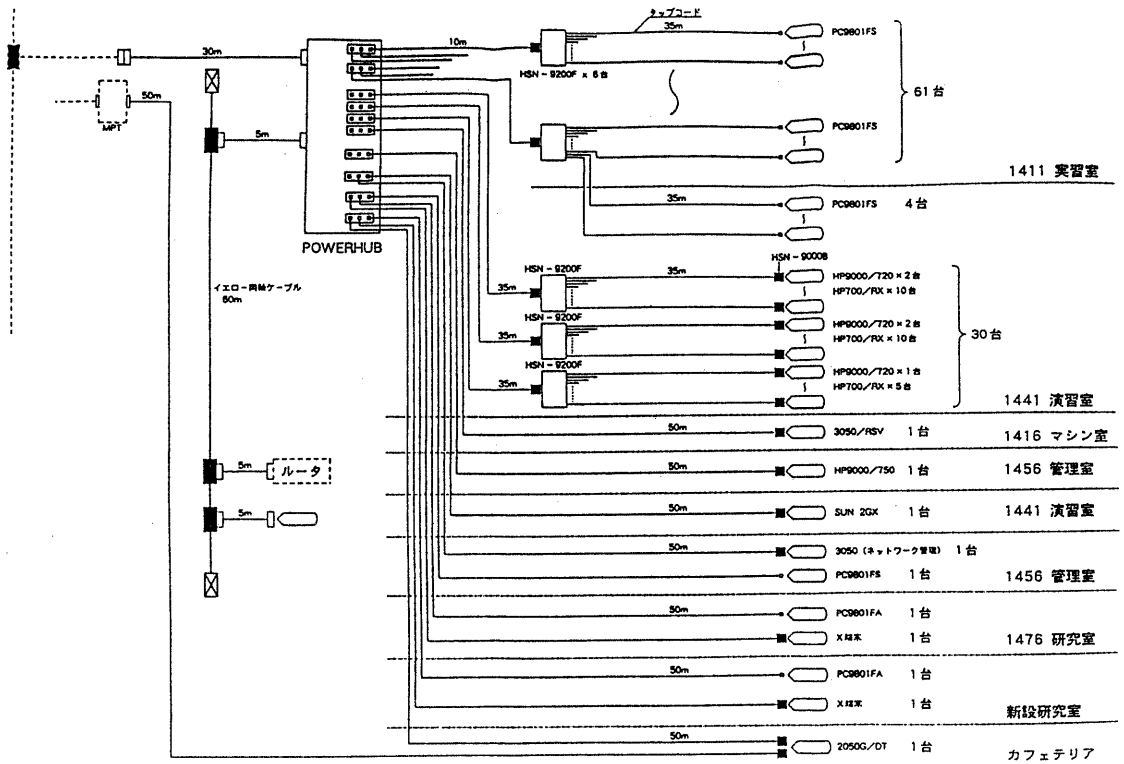


図 2 POWERHUBで強化したEWS演習室

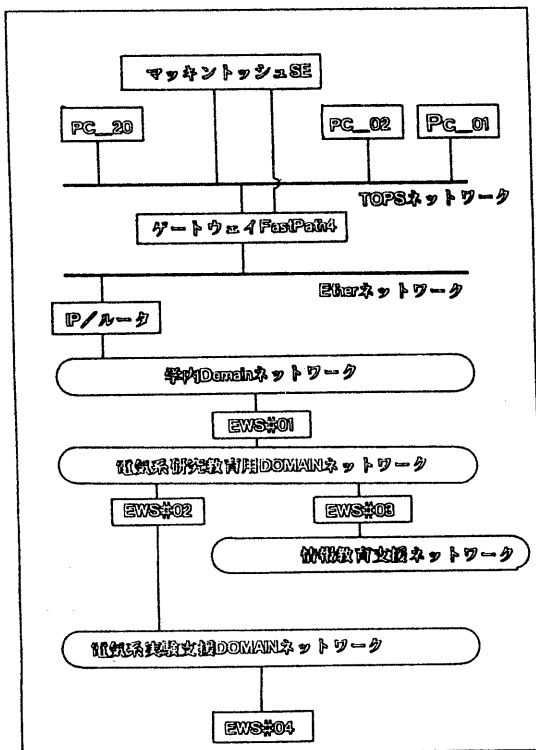


図 3 電気系教育研究ネットワーク構成図