

UNIX をベースとした分散型情報処理教育システム*

堀内 征治**・堀内 泰輔***

1. はじめに

情報処理教育における環境整備の問題は極めて重要な問題であるが、これには大規模な予算措置が必要となるため、その要求に頻繁に答えることは容易ではない。この点からもシステム更新に当たって、より慎重な対処が求められるのは当然のことといえる。

本校でもようやく、昭和60年度に教育用コンピュータの更新予算が認められ、環境改善の絶好の機会を得た。選定期間が短く、予算額の面でも必ずしも十分でない状況ながら、61年3月に、従来からの目標のひとつであった「UNIX システム」の導入がかない、さらに数カ月の試用の間に、筆者等の手により本校独自の「分散型教育システム」を構築することができたので、ここにその概要を報告したい。

2. 新システム導入の経過

本校における教育用の旧システムは昭和49年以来使用してきたもので、周辺装置の劣化が目立つ上、極めて小さな記憶装置や処理速度の低さは、年々増加する処理件数に応じきれなくなっていた。そこで、昭和58年度よりレンタル方式による更新を求めてきたが、要求は実らず、諸事情を勘案して60年度途中から買い取り方式に変更し、更新の早期実現を図ることにした。

この間、筆者等は後継システムの検討を重ね、更新に係る基本方針を、

- 1) 予算規模の問題ならびに事務用電子計算機の別途導入が実現化していることを背景に、教官研究および事務処理は第二義とし、情報処理教育に主眼を置くこと。
- 2) 教育の高効率化を念頭に置き、パソコン40台以上を端末とする TSS 方式を採用すること。
- 3) OS としては TSS 専用に編まれた UNIX を採用すること。

のようにまとめ、情報処理研究委員会の同意を得た。

60年12月、本省からの更新予算決定示達を受け、筆者等は上記基本方針に沿い、ハード・ソフトについての詳細に渡る仕様書を作成し、さらにいくつかの性能テストも義務付けて各社に対してシステムの提案を依頼した。

61年1月には6社から正式回答を受け本格的な選定にはいった。このうち仕様を満足するものはわずかに2社のみであり、それらのホストマシンはいずれもスーパーミニコンであった。提案を辞退した2社が、この予算規模で40端末の TSS を構築するのは汎用機では無理と判断したことからも、現時点でこのクラスのシステムを実現するにはスーパーミニコンが

* 昭和61年8月 全国高等専門学校情報処理教育研究協議会、情報処理教育研究発表会において発表

** 機械工学科 助教授

*** 機械工学科 助手

原稿受付 昭和61年9月30日

最適であるという印象を強めた。

条件を満たした2社については、さらに慎重な審議が加えられ、ハードの優位性、およびUNIX ベンチマークテストの結果並びにメンテナンスの問題等から、富士通提案のS-3500システムに決定した。

3. 新システムの概要

図1に、本システムのハードウェアの構成図を、また表1にソフトウェア仕様を示す。

ハードウェアの構成図のうち、実線で示したものは3月の導入時点で実現したシステム、斜線部は既存の装置の有効利用を図るため導入後接続したもの、破線は本システムの特色である分散型を効率よく実施するために筆者等によって開発したものである。

ソフトウェアの根幹であるOSはUNIXを、また端末側には最新版のMS-DOSを据えることができた。また、言語についてはメーカー側から提供されたものに加えて、アセンブリ言語教育用にFINE CASL等の独自のシステムを開発した。なおメーカーではUNIX systemVに準拠した本OSをUTSと呼んでいるが、本稿では、以下UTSもUNIXと称していく。

導入の基本方針とも重複するが、筆者等がシステム構築に当たって強調してきた点は、

- 1) 1学級の学生が1人1台で実習できるTSSシステムであり、OSとしてはUNIXであること。
- 2) 以下の教育内容が可能であること。
 - i) アルゴリズムの理解と、BASIC・FORTRAN・PASCAL・C等のプログラミング言語の習得
 - ii) OSの理解
 - iii) LISP・PROLOGによる人工知能言語の基本的理解
 - iv) TSS環境に対する習熟
- 3) UNIXをベースとした分散型処理が

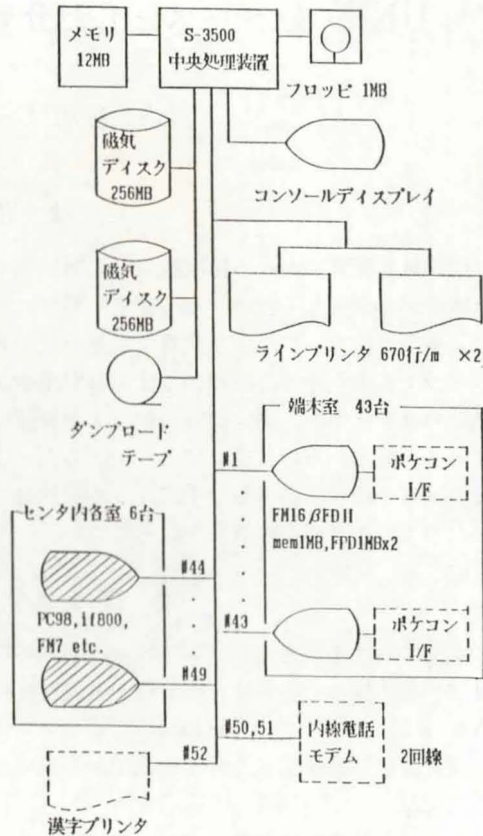


図1 システムのハードウェア構成

表1 ソフトウェア仕様

	ホスト	端末
OS	UTS (UNIX systemV)	MS-DOS v3.1
使用可能言語	FORTRAN77 PASCAL C LISP (予定) PROLOG (予定) assembler CASL	BASIC compiler BASIC interpreter RM FORTRAN Turbo PASCAL LATTICE C assembler CASL
備考		compile 時に RAMdisk 使用



図2 ホストマシンの概観

可能であること。

である。この前二者、すなわち教育に適切な端末数の確保と、豊富なソフトの提供が可能となった点は、現段階では他教育機関には例をみず、本システムの大きな特色と思われる。しかし、これについてはここでは単に紹介するにとどめ、以下には運用面に着目して検討を重ねてきた3)項について詳述したい。

TSS といえども、通常このクラスのシステムでは 40 端末以上の同時処理に対してはホストにかなりの負担がかかり、レスポンスタイムが問題になる。本システムのこれに関するデータは後述のとうりであり、一般的には我慢のできる範囲内にあると思われる。しかし、実質的に応答が10秒を越えると、利用者に不満を残すことになる点は否めない事実である。本システムではこれらの点に着目し、前述の教育内容のうち基本言語の教育は、パソコン単体で行なうように設計した。これによってパソコンの持つ有力な機能、例えばグラフィックスやカラーへのアプローチあるいはエディットの容易性等のメリットも生かせることになる。

しかし、単にホスト側から端末を切り離すことによるパソコンスタンドアローン方式では、教育の高効率化や、きめ細かな指導を望むことはできない。そこで、UNIX の数々の特色（電子メールや端末間の通信、あるいは簡単なファイル転送等）を全面に出し、運用の制御ベースを UNIX に置くように設計した。すなわち、学生は個々に所有するシステムディスクを端末のディスクドライブに入れて起動することにより自動的に UNIX の環境にはいり、表示されるメニューによって、自由に OS や言語を選択できるわけである。筆者等の設計による運用の形態を図3に示す。

この開発に当たり、パソコン端末とホストを結ぶためのソフトウェアとしてはパブリックドメインソフトの1つである Kermit^{(1), (2)} を利用した。これは米コロンビア大学で大型機接続用のパソコン端末用に開発されたもので、次のような特徴をもっている。

- 1) UNIX や MS-DOS 等ほとんどの OS に適応できるように多種の版が用意されている。
- 2) 独自のファイル転送用プロトコルを持っており、転送時の信頼性が高い。
- 3) ソースが公開されており、ユーザ側でシステムに合わせて自由に変更できる。

本システムでは端末側として MS-DOS

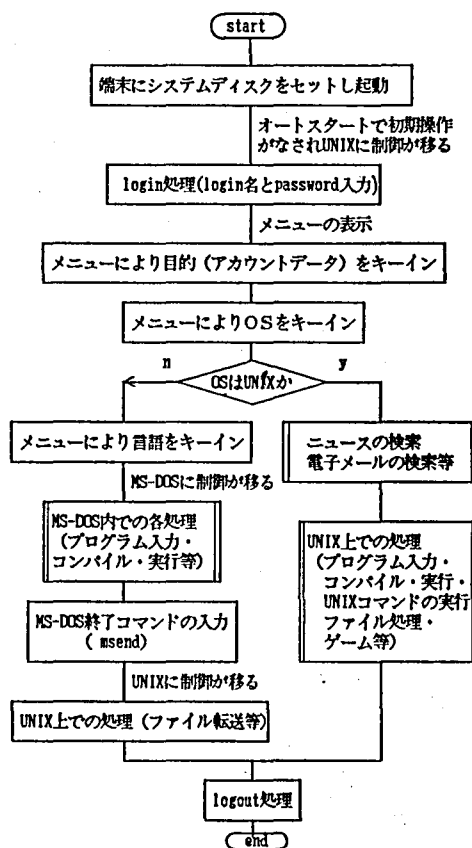


図3 運用の形態

Generic という版を若干変更して使い、また、ホスト側では UNIX system III 仕様のものをそのままコンパイルして使用した。試用期間を終えた現在、この体系にほとんど問題は生じていない。

一方、この転送用ソフトとして、本システムに適合するオリジナルなものを設計した。これは、基本的に使い勝手に重きを置いてデザインしたもので、メーカーに開発を依頼した。これを受けてメーカー側より提供されたのが Term とよばれるソフトであり、現在これへの移行を図っている。Term の使い勝手は、筆者等の設計仕様に従っており、非常に良い面を持っているが、機能としては従来の BASIC 中の Term コマンドを発展させたものであり、基本的なものしか有していない。このためファイル転送時に、ある特殊環境下で若干のデータ落ちが生じており、信頼性に欠けるため改善を急がせている。

以上のような運用形態で約半年の試用を終えたが、使用者の反応はおおむね良好である。ことに電子メールや教官・学生間のファイル転送等を通し、UNIX をベースにした分散処理は教育の効率を大いに高める要因であることを確信した。

4. 本システムの性能テスト結果

本システムの性能の一端は、いくつかのテスト結果から推定できる。

表2 UNIX ベンチマークテスト結果

機種名	パイプ	システム コール	関数 呼出	ふるい	シェル
S-3500	1.6	6.4	0.3	0.8	1.9
VAV-11/780	3.2	4.8	1.0	1.7	3.3
VAX-11/750	4.6	7.0	1.7	2.4	3.8
PDP11/70	8.1	8.0	1.0	2.3	4.0
HP9040	3.0	2.5	0.6	2.5	4.4

数字は経過時間(秒)

表3 提案各機種の MIPS 値

機種名	S-3500	A	B	C	D	E
MIPS値	2.1	0.3	0.9	0.9	0.8	0.1



図4 性能テストをする学生たち

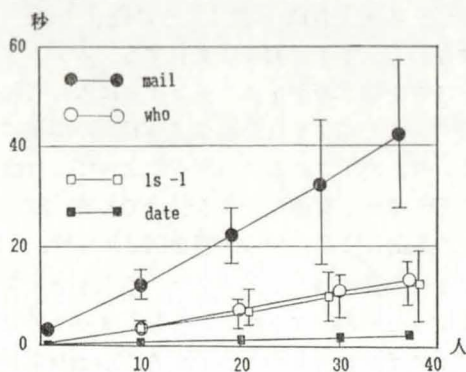


図5 UNIX コマンド実行の応答時間

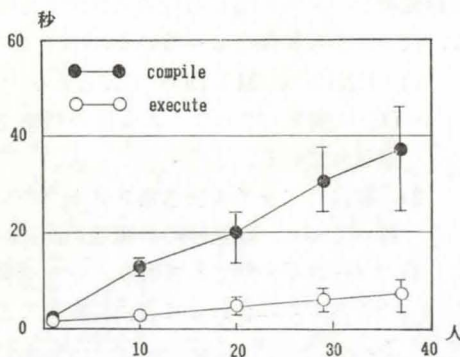


図6 Cプログラムのコンパイルおよび実行時間

表2に示したものは、すでに公表されている UNIX ベンチマークテスト結果の一部である。表中 S-3500 のデータは、筆者等の要望によりメーカー側が実測し、報告を受けた値であり、他は雑誌記事⁴⁾ から抜粋である。また、表3には提案を受けた6機種の MIPS 値を示す。

これらのデータから、本機種の処理速度に関する優位性がうかがえるのは事実であるが、TSS システムの本来の性能比較としては、実行時の応答に関するリアルデータが必要である。ところが、これらのデータはメーカー側では実測できないため、本システムでの計測を試みた。

テストには本校の学生の協力を仰ぎ、40端末同時使用の苛酷な環境を作り、応答時間を実測した。時間計測並びにその統計処理はホストコンピュータで行なったが、そのプログラム設計には UNIX 下の各種機能が有効に作用した。

図5は本システムで実測した UNIX のコマンド実行の応答時間に関するデータである。横軸は同時処理をしている総人数、縦軸はそれぞれのレスポンスが完了した時間を示している。また、同様に 0.5KB 程度の簡単なサンプルプログラムについて一斉にコンパイルおよび実行した時の応答時間についても測定した。結果を図6に示す。

さらに、40台一斉の login 処理 (ログイン名の入力からメニュー選択までの一連の処理) および Term における 8Kbyte ファイルの40台同時転送についての時間も実測した。いずれの場合も約1分30秒の間に、40端末すべての処理が完了した。

これら応答時間に関する計測方法は標準化されておらず、加えて本システムで実施したようなケースの報告は他に見られないことから、上記のデータでシステムの優劣を判断することはできない。しかし同時期に更新された他高専からは、上記程度のサンプルプログラムのコンパイルおよび実行時間は、端末数20台前後で1~6分程度であることが報告されており⁴⁾ これらと比較すると本システムの応答は格段に速いといえる。

一般には、上で述べたような苛酷な条件下での使用は少ないため、通常の処理においてはおおむね満足のいく状況ではあるが、きめ細かな教育のためには、より速い反応が必要であり、目下該当事項について検討を重ねている。

5. 効率的な利用をめざしたシステムへの拡張

教育の高効率化およびシステムのより有効な利用を図るためには、前述のシステムをさらに拡充する必要が生ずる。筆者等はこの第1段階として、次のような施策を検討してきた。

- 1) 分散型教育システムのより一層の追求
- 2) 教官研究用システムへの拡張
- 3) 新しい教育用言語の開発
- 4) 汎用的な利用を図るための各種ユーティリティの開発

これらについては、システムの試用と平行して検討してきたわけであるが、現時点で次に述べるようなシステムが開発できたので、以下に概説したい。

5-1. ポケコンによる初期データの入力装置

前述のように40端末以上の TSS 処理は従来に比べてはるかに効率的ではあるが、授業時

間内においてプログラムの初期入力に時間がとられてしまううらみがある。本校では従来教育用にマークカードを用いてきたため、プログラムをカード媒体にするまでをホームワークとして課すことができた。この利点を本システムに生かすために開発したものが本装置である。すなわち、市販の廉価なポケコンを学生に1台ずつ所有させ、それを入力媒体として利用させるもので、その骨子については既に報告した内容⁶⁾を発展させたものである。

図7にプロトタイプの概要を示す。本装置では端末パソコンのマウス端子を、ポケコンから転送される情報の入力端子およびインターフェースの電源供給端子として利用した。この装置は各端末に固定され、各学生は使用の都度ポケコンをこの装置のポケコンコネクタ部に着脱する方式をとっている。また、回路内のプリント配線による効果で、装置自体は極めて小型計量化が図れた。本装置でポケコン内の情報を端末に取り込むためのソフトウェアの概要を図8に示す。

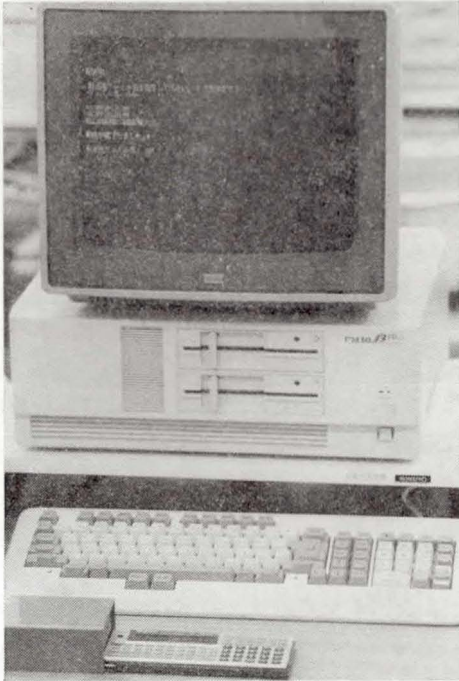


図7 ポケコンによるデータ入力装置の概観

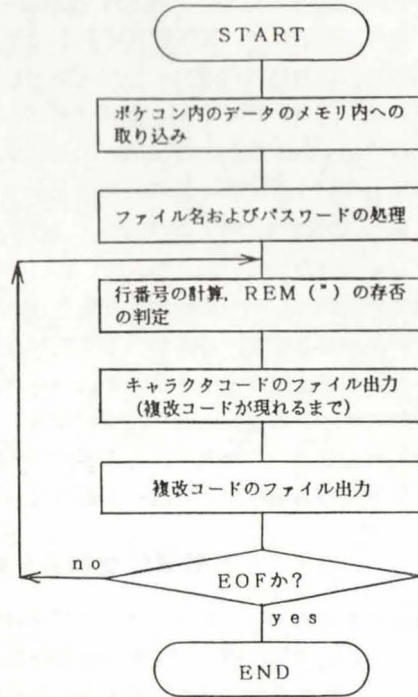


図8 データ変換のフローチャート

5-2 研究室間ネットの構想

本システムは端末直結方式をとっているため、原則的にはセンター内でないと利用できない。これを各研究室から利用できるようにするために、内線電話へのモデム接続を可能にした。これにより、わずかな予算の枠で各研究室のパソコンを本システムの端末として利用できるようになった。

さらに、諸情報の有効利用を図るため、目下次の手順による学内ネットワーク構築を考慮

している。

- 1) マルチプレクサの利用による物理的端末ポートの増加
- 2) マルチプレクサコントローラのインテリジェント化によるレスポンスの向上
- 3) 各種パソコン/OS の互換性を実現させるための、ファイルコンバータの作成

これらの開発には信州大学で研究された ULVAN を発展させる方式が有力と思われ、現在検討を加えているところである。

5-3 アセンブリ教育用言語 CASL シミュレータ

通産省では毎年情報処理技術者試験を実施しており、その中のアセンブリ言語としては、従来 CAP-X と呼ばれるものがその対象であった。これは初心者のアセンブリ言語教育にも向いていたため、本校でも以前から教育の対象としていた。ところが昭和62年度からの情報処理技術者試験では新たに CASL という言語が採用されることになり、新しいシミュレータの開発が必要となった。

CASL は仮想コンピュータ COMET の専用言語であるため、一般のコンピュータでは実際に実行できず、教育を効率的に行なうには、手近にあるコンピュータでシミュレートする必要がある。このシミュレータとしては現在までに初歩的なものとして2、3発表されているが、いずれも汎用性に欠ける。そこで UNIX あるいは MS-DOS を有するコンピュータであれば、どんな機種でも実行可能であるようなものを開発し、供せて本システムに載せた。「FINE CASL (Fast, Independent & Noble Educational system for CASL)」と名付けられたこのシミュレータは、次の特徴を有する。

- 1) アセンブルから実行までを1つのコマンドで行なうため操作が容易である。
- 2) フリーフォーマットで入力できる。
- 3) アセンブルやシミュレートの結果がファイルとして残る。
- 4) エラーメッセージが豊富であり、かつ適切である。
- 5) トレース機能が充実している。
- 6) 開発にはC言語を用いたため、実行速度は非常に速い。

本シミュレータの概要を図9に示す。なお、現在のところ使い勝手の上での評価は極めて良好といえる。

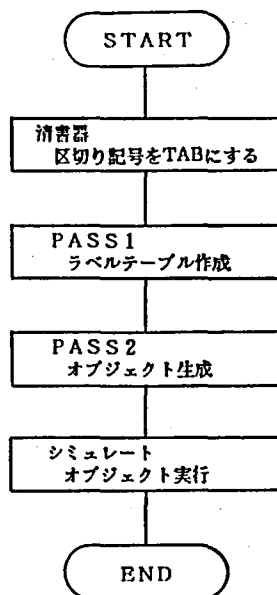


図9 シミュレータの概要

6. む す び

UNIX をベースとした分散型情報処理教育システムの構築の経過に加え、種々のテストから、この方式での運用が効率よく開始された状況を述べた。また、このシステムの特徴をさらに生かすために開発した装置やソフトウェアについても言及した。

今後、残された若干の課題をメーカ側とともに克服し、よりよい教育システムへの展開を

図っていきたい。

終わりに、今回のシステム更新に当たり格別にご尽力いただいた本校の一志淑夫校長、内山日出男前事務部長をはじめとする関係事務官の皆さん、さらに常に指導と助言を賜った山之上寛二教務主事および情報処理研究委員会のメンバーに心から感謝申し上げる。なお、本システムの開発の一部は、昭和61年度機械工学科の卒業研究のテーマとして与えたものであり情報研究室の学生諸君（小口浩志・上村隆・千原隆夫・梨子田和彰・花石昌文・湯本弘之）の功績も大である。ここに感謝の意を表する。

参 考 文 献

- (1) 本岡茂哲他：ファイル転送のための Kermit 方式について，東京大学大型計算機センターニュース Vol.17 No.12 (1985)
- (2) F.D. Curz, B. Catchings：“Kermit：A File-Transfer Protocol for Universities, Part 1~2”，Byte, June~July (1984)
- (3) D.F. ハイナント：Unix システム・ベンチマーク，日経バイト (1984.11)
- (4) 高等専門学校情報処理教育研究協議会：情報処理教育研究発表会論文集 第6号 (1986)
- (5) 堀内征治，堀内泰輔：情報処理教育システム A-TRAIN の開発 (第3報 ポケットコンピュータを用いた情報処理教育用入出力システムの開発)，長野工業高等専門学校紀要 第15号 (1984)