# パーソナルコンピュータによる情報処理教育とCAIのためのシステム[†]

江口 三代一[††*] 猪飼 秀隆[††]
坂田 彰一郎[††] 朱雀 保正[††]

本論文では，LAN で結合したパーソナルコンピュータ (PC) による，個別教育にも集合教育にも適した，情報処理教育ならびに CAI のためのシステムを構築する際の問題点とその一解決法について述べている．具体的には 1988 年 10 月に久留米工業大学において完成したシステムを取り上げ，その概要，LAN で結合された PC によってシステムを構築することの長所，短所，運用における問題点やシステムの性能について論じている．このシステムの最大の特徴は，学生が使う PC の電源を，管理用の PC によって集中制御していることとであり，電源投入指示のあった PC に，LAN を通じて，起動後に実行するバッチファイルを転送する方式を採用していることとである．この機能によって，100 台もの PC の起動時の動作を，一斉あるいは個別に指定でき，不特定の学生が使用する PC のハードディスクなどの管理が容易となり，ファイルの配布・収集など集合教育を支援する環境を提供できるシステムを構築することができる．

## 1. はじめに

情報処理教育を行うためのシステムとして従来から汎用機による TSS 端末を使った形態が多く採用されてきた．その大きな理由として，以前はパーソナルコンピュータ (PC) の能力が低く，汎用機でなければ集合教育ができなかったことがあげられる．現在では，PC の高性能化に伴ってワードプロセッサ，各種言語の利用，表計算，図形処理など，従来，汎用機で行われてきたことが PC でも行われるようになった．PC は汎用機とは異なり，操作が容易で初心者もなじみやすく，汎用機を多人数で使用するときに生じる TSS の応答時間劣化などの問題も起こらない．しかし，現在多く利用されている PC で作動するオペレーティングシステム (OS) は，シングルタスクシングルユーザの利用形態を主として考えられているため，ファイルやユーザ管理において汎用機のようなシステムを持っていない．そこで，汎用機にファイルのサーバ機能やシステムの管理機能を持たせ，PC を LAN (Local Area Network) によって結合したシステムが構築されている[1]．また，ワークステーション (WS) に PC を接続することによりシステムを構築する形態もある．

現在，コンピュータリテラシー (コンピュータ利用に関する基礎的な素養) の必要性が叫ばれており，小学校から大学までにわたって PC によるシステムが導入されている．また，そのシステムは CAI (Computer Assisted Instruction) の目的に用いられることも多い．したがって PC によるシステムを集合教育あるいは個別教育に利用する場合において，その長所，短所，起こりうる問題点，また，どの程度の性能と機能とが必要となるかについての議論が必要となる．

大学における大規模 LAN についての議論はすでになされているが[4]，本論文では，LAN で結合した PC による情報処理教育システムを構築・運用する際におこる種々の問題点について議論し，筆者らが実際に開発したシステムでの一方法について報告する．具体的には 1988 年 10 月に久留米工業大学において完成したシステムを取り上げる．このシステムの最大の特徴は学生が使う PC の電源を集中管理していることであり，これによって全 PC のハードディスクの管理などさまざまな機能を実現している．

## 2. 構築上の問題点および基本的考え方

CAI や情報処理教育のために導入した PC によるシステムで集合教育を行う場合，講義を主体に考えられた，たとえば前方の黒板等を学生は注目すればよかったような従来の教育環境を適用すると，次のような問題点が生じる．

①教員に対し，学生の数が多い．

②講義棟に併設する場合，建築構造上の制約によっ

---

† A System for Education of Information Processing and CAI by Personal Computer by MIYOICHI EGUCHI, HIDETAKA IKAI, SHOICHIRO SAKATA and YASUMASA SUJYAKU (Department of Information Science and Electronics Engineering, Faculty of Engineering, Kurume Institute of Technology).
†† 久留米工業大学工学部電子情報工学科
* 現在 福岡工業大学工学部電気工学科

て縦長の部屋になることが多い.

また，管理する上で

③盗難の心配がある.

④ファイルの管理を定常的に行わなければならない.

などがある．このうち，①は講義の方法をそのまま情報処理教育に適用する限り，解決できない問題である．②は建物の規格によって部屋の横幅が決まっているので，学生数分の PC を入れるためには縦方向に伸ばさざるを得ない．すなわち，専用棟を作らない限り，ほぼ避け難い問題である．③については，従来の TSS 端末は盗難にあう恐れは小さかったが，PC については深刻である．管理を厳しくすると利用の自由度を制限するし，自由度を確保しようとすると設備費，人件費等の経費圧迫を招く．④は PC によるシステムにおいて最も重要な課題である.

本システムの設計にあたっては上記の諸問題を考慮しつつ次のような目標を設定した.

(a) MS-DOS (MS-DOS は米国マイクロソフト社の登録商標である) が動作するハードディスク内蔵のパソコンを学生に開放すること.

(b) 全 PC は LAN で結合され，サーバからの教材の配布，サーバへのレポート提出ができること.

(c) 学生用 PC の電源は事務室から集中管理できること.

(d) LAN によって学生用 PC のハードディスクの管理（区画管理，ファイルの配給・収集・消去）ができること.

(e) 学生用 PC 画面とは独立に，かつ全学生が同一条件で，教師用 PC 画面，ビデオ教材，CCTV (Closed Circuit テレビ) で提示される教材等を見ることができること.

これらの目標を設定した理由および達成するために採用した方法について以下述べる.

(a)については，CAI と情報処理教育ができ，電子・情報系以外の学科も使用すること，また価格，普及度の面でも優位であることから PC 上で MS-DOS を動作させる形式を採用した．また，(b)～(d)を実現する上で LAN が必要となることから，ハードディスクは不可欠であり，管理の容易さから内蔵式にした．(b)は問題点④を解決するために有効な手段である．転送速度等については5章で考察する．(c)については，盗難の予防，利用状況の把握，次章で述べる起動モード選択方式の導入などから採用した．(d)は実際の運用においてなくてはならない機能である．LAN によってハードディスクの管理ができない場合は，1台ごとにフロッピィディスクを用いて管理せざるを得ず，必要なファイルが学生によって消去されていた際，教材のバージョンアップの際などに，作業がきわめて煩雑となる.

(e)については，本システムにおいても問題点①，②に該当したためである．すなわち学生数が1クラス最大 70 名となることが予想されることから，70 台を1室に配置する必要があり，そのため相当に縦長の形状の部屋になった．この状況下で，従来の教師と学生とが対面しあう机の配置を採用すると，目標(e)を達成することは容易ではない．そこで，PC を横向きに向い合わせに置き，モニタ専用ディスプレイ (CRT) を PC 2台に1台設置することで解決した．モニタとして専用 CRT を使う方法と，PC の CRT を兼用する方法がある．専用の CRT を置く利点は，CRT の画面を見ながら各学生が PC を操作できることである．PC の操作は目の前で実演してもらい，それを見ながら実際に試みると容易に理解することができる．たとえばキーボードの説明ではテレビカメラによる OHP (Over Head Projector) 機能を用いて，操作しているキーボードと PC の CRT 画面とを重ねて表示すると，非常にわかりやすい．一方，CRT を兼用する方法の利点は，学生がどのようなことを行っていても強制的に画面を切り換えられるので，一斉に学生を注目させ得ること，設置スペースが不要であることである．本システムではモニタを見ながら PC を操作できる前者の方式を採用した.

上述のシステムは情報処理教育以外に，CAI にも利用可能である．その場合，PC にあまり詳しくない教師・学生も利用するので，教材の配布，レポートの提出などにおいて LAN を意識しなくてもよいように配慮すべきである．構築したシステムではメニュー形式で科目を選べば，自動的に必要な教材ファイルが転送され，実行され，終了時には実行結果（成績）回収後，電源が自動的に切断されるようになっている．このように教材配布・結果回収の煩わしさを軽減することは実用上重要である.

## 3. システム構成

前章の(b)を達成するためにサーバ機能を汎用機や WS などで実現することも考えられるが，本システム

**表1** 各 PC の機器構成と処理内容
Table 1 Configuration and purpose of each PC.

| | 処理目的 | 台数 | 処理内容 | 主な周辺機器 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 管理 | 1 | 学生用 PC の電源管理および起動モード用バッチの転送 | 電源制御ユニット，ライトペン，マウス |
| 2 | ID 確認 | 1 | ID，パスワード確認，ロギング，コマンド利用資格確認 | |
| 3 | レポートサーバ | 1 | レポートして提出されたファイルの回収，提出状況の提示 | 拡張ハードディスク RAM ディスク |
| 4 | 教材サーバ | 1 | 教材ファイルのサーバ，学生用ハードディスクの雛形サーバ | 拡張ハードディスク RAM ディスク |
| 5 | 学生用 | 70 +30 | 学生用 PC，2室に 70 台と 30 台配置 | 6台に1台プリンタ |
| 6 | 教師用 | 2 | ファイル配布，デモンストレーション | RAM ディスク 教材表示装置 |

では，ネットワークによる CPU やファイルの共用をあまり重要視していない．そこで，価格面およびファイル形式の統一性の面から，サーバも PC で構成した．

MS-DOS は基本的にシングルタスク処理しか行うことができないので，前章で述べた(b)(c)(d)を達成するためには，処理の種類ごとに PC を割り当てる必要がある．本システムでは電源管理用，サーバ用，学生 ID 管理用が少なくとも必要である．PC の処理内容に基づいて機器構成を示すと**表1**のようになる．

表1の 2, 3, 4 で使用している PC は富士通製 FM-R 70 HD であり，CPU は 80386 でクロック周波数 16 MHz で動作し，40 MB のハードディスクを内蔵している．また表1の 1, 5 は同社製 FM-R 60 HD で，CPU に 80286，クロック周波数 8 MHz で動作し，20 MB のハードディスクを内蔵している．全 PC には CSMD/CD (10 Mbps) 方式の LAN 用のボードがセットされている．表1の3のレポートサーバにはレポート回収用として 130 MB のハードディスクが，4の教材サーバには学生用 PC のハードディスクの雛形となる 20 MB のハードディスクが増設されている．

これらの PC を1本の LAN (CSMA/CD, 10 Mbps)[2] で結合し，バックグランドタスクによるファイル転送機能に基づいてファイルや情報のやり取りを行うソフトウェアツール[3] によって種々の処理を行っている．一方，LAN および電源制御ラインから見たシステム構成図を**図1**に示す．電源制御方式については 4.2 節で説明する．

プリンタはバッファ付きの自動切換え器によって学生用 PC に直接接続されている．LAN を用いたプリンタサーバ方式をこのシステムで採用しなかった理由は，構成が簡単で経済的であること，使用するアプリケーションによっては LAN を介する方法では印字できないことなどである．

また，表1および図1には現れていないが，学生用 PC 70 台を設置した教室には，教育支援用として，前章で述べたモニタ用 CRT を PC 2台に1台の割で置いている．それによって，先生用 PC の画面とテレビカメラによる画像またはビデオ映像を単独あるいは重ね合わせて見ることができる．

## 4. 管理方式

### 4.1 起動モード選択方式

本稿のような形態で構築されたシステムに要求される一般的な事項は次のようなものであろう．

①自由に出入りできる教室に設置するため，利用者の把握を必要とする．
②授業の始めなどにファイルを一斉に配布するため，高速なファイルの同報機能が必要である．
③PC のハードディスク管理や日付などのパラメータ設定の作業を一括して行いたい．
④講習会などの場合，初心者が初期設定などの操作を一切しなくて済むようにしたい．

このような要求を満たすために，筆者らは学生用 PC の電源を，事務室に置いた管理用 PC から制御できるようにした．さらに，電源投入の際，電源を入れるよう指示された PC へ，起動後実行するコマンドを記述したファイル（MS-DOS ではコマンド列を記述したファイルをバッチファイルという）を転送するこ

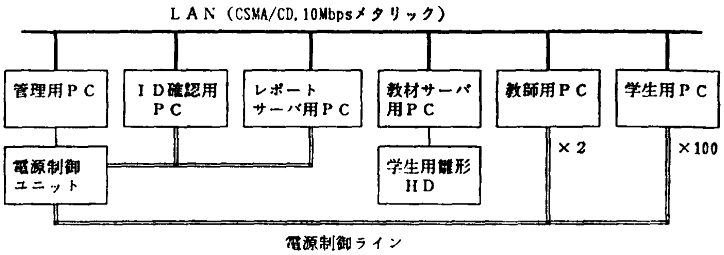


**図1** システム構成図
Fig. 1 System configuration.

とにした．この機能によって様々な処理を実現できるようになる．以下，項目別に説明する．

#### 4.1.1 起動モード

ここでいう起動モードとは学生用 PC の電源が投入されて利用可能状態になるまでの，学生用 PC が起動時にとる状態のことである．筆者らは学生用 PC の主な利用形態によって，以下の5つの起動モードを考えた．

（1） CAI による自習
（2） CAI による授業
（3） ID 確認後，MS-DOS の利用
（4） 教材一斉転送，ID 確認後，MS-DOS の利用
（5） 転送コマンドの実行

ここで，(1)は CAI 教材を使って学生が自習するためのモードで，メニュー表示された教材の中から学生は好きな教材を選択し，実行する．教材によっては終了時に成績などが自動的にサーバへ転送される．(2)は教師が作成した CAI 用教材ソフトウェアを授業時間に実行するためのモードであり，教師が教科を指定することによって，必要なファイルが学生用 PC へ転送され，実行される．このとき学生は，教材を自分で選択することはできない．(3)は学生に ID とパスワードを入力させ，それらの確認を行って，通常の MS-DOS が動く PC として利用するためのモードであり，情報処理教育の場合などに用いられる．ID とパスワードの確認は(1)，(2)，(4)のモードでも行われている．(4)はたとえば情報処理教育で教師が作成してきた例題などを授業開始時にあらかじめ配布しておく場合などに用いる．そのため，転送対象ファイルは教師用 PC 上で指定するようになっている．(5)では転送する前にバッチファイルをエディタで編集できるようになっている．この機能によって，任意の処理を全 PC あるいは特定の PC に実行させることができ，システムがきわめて融通性の高いものとなる．後に簡単な用例を示す．

#### 4.1.2 操作手順

図2は管理用 PC の画面の例である．CAI 室と呼ばれる教室へ70台，CAI 自習室と呼ばれる教室へ30台ずつ学生用PCを配置し，教師用を各々1台設置していることがわかる．画面上の項目はライトペン，マウス，カーソルキーのいずれからも指定できる．画面下の1から5までのメニューが，学生の利用形態を指定する項目であり，前項で述べた(1)～(5)に対応する．この画面上で，PC の番号によって任意の範囲の PC を特定の起動モードで起動するように指示することができる．選択された項目の機能は「実行」を指示して初めて実際に実行される．

#### 4.1.3 処理手順

管理用 PC の指示によって学生用 PC の電源が投入されたならば，学生用 PC は次のような処理をするように設定されている．

まず，ハードディスクのある区画から MS-DOS が起動される．すると，管理用 PC から送られてくるバッチファイルの受信待ちの状態になり，ファイルが送られてきたならば，ハードディスクの別の区画上の AUTOEXEC. BAT という名のファイルへコピーして，その区画から再び起動する．MS-DOS は AUTOEXEC. BAT という固定された名のファイルを起動後直ちに実行するように作られているので，結局，管理用 PC から送られたバッチファイルを自動的に実行できることになる．

この方法では，学生がリセットスイッチを押した場合と，電源が投入された場合とを区別する必要がある．リセットスイッチが押された場合は，管理用 PC からのファイル受信待ちとはならず，直ちに再起動されなければならない．この判別は，ある特定のファイルを電源投入時に作成して切断時に消去するようにしておき，そのファイルの存在の有無によって行っている．電源切断は，再起動後一定時間入力がなかった場合，学生が LOGOFF コマンドを入力した場合，実行

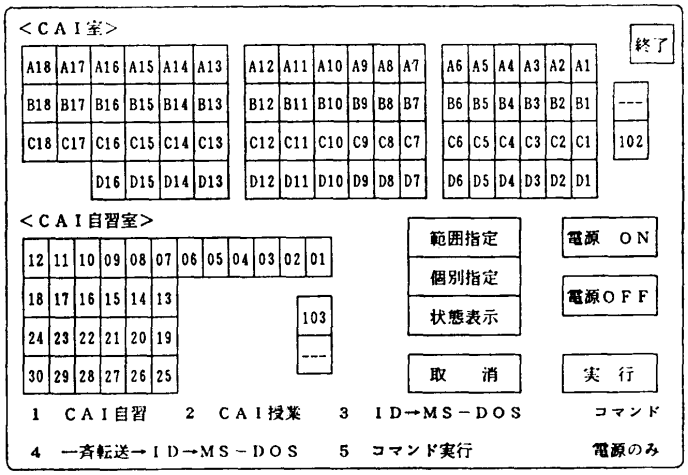


図2 管理用パソコンの画面例
Fig. 2 A display on power control PC.

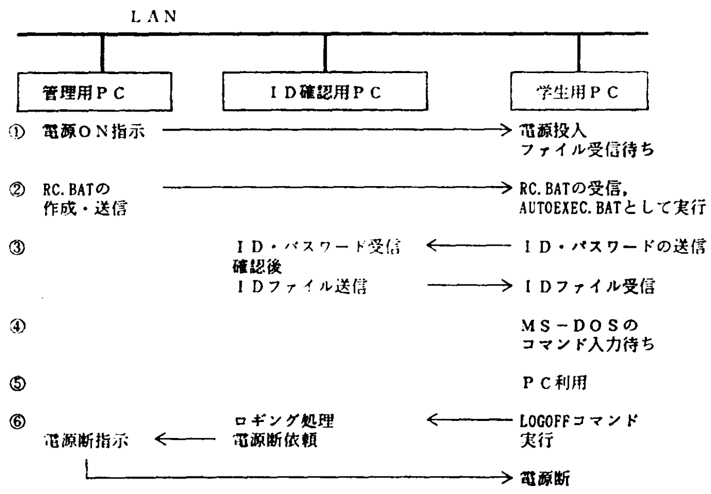


**図 3** 「(3) ID 確認後, MS-DOS 利用」モードで処理の流れ
Fig. 3 Process flow on mode "(3) ID→MS-DOS."

中のバッチファイル中で LOGOFF コマンドが実行された場合のいずれかの場合で行われ, 図2の中の「電源 OFF」によって切断することはほとんどない.

#### 4.1.4 使 用 例

図2の「3 ID→MS-DOS」のモード, すなわち 4.1.1 項の(3)のモードを利用した例として, 学生が MS-DOS 上でプログラムを作成する場合の手順を示す. そのときの各 PC における処理および PC 間の関係が, **図3**にまとめられている. まず, 学生は受付で学生証を提出して利用形態を告げる. 受付の職員はライトペンなどで, 図2の画面上の PC 番号, 利用形態に応じた「モード」(ここでは「3 ID→MS-DOS」) および「電源 ON」を指定し,「実行」を選択する (図3中の①). すると, 指定した PC の電源が投入され, その PC は自動的にファイル受信待ちの状態になる. 電源投入から受信待ちの状態になる所要時間はあらかじめわかっているので, 管理用 PC は若干の余裕をみて指定されたモードに対応するファイル (図3中では RC. BAT としている) を, LAN を通じて転送する (図3中②). 学生用 PC では, 受信したファイルは別の区画の AUTOEXEC. BAT へ複写され, その区画から再び IPL される. 結局, 転送されたバッチファイルが実行され, その中に記述されている IDCHECK コマンドにより ID 確認用のプログラムが起動され, 学生 ID とパスワードを入力する画面が表れる. 学生によって入力された ID とパスワードは, LAN を通じて ID 確認用 PC へ転送, 照合され, パスワードが正しければ, 学科名, 学生番号, 氏名を記述した ID ファイルが学生用 PC に転送され (図3中③), AUTOEXEC. BAT の実行は終了して, MS-DOS のコマンド入力待ちとなる (図3中④). 学生はスタンドアロンの PC として自由にプログラムの課題に取り組む (図3中⑤). PC の利用を終える場合, 学生は LOGOFF コマンドを実行する. すると, ID 確認用 PC はロギングの依頼を受け, ログ情報を書き込んで管理用 PC に電源断を依頼し, 管理用 PC が電源を切断する (図3中⑥).

#### 4.1.5 「転送コマンドの実行」モードについて

4.1.1項の「(5)転送コマンド実行」のモードは, (1)～(4)までのモードとは異なり, 管理用 PC が学生用 PC へ転送するバッチファイルの内容を, 転送する前に編集できる. たとえば, 前項の例での IDCHECK コマンドの代わりに日付, 時刻設定用コマンド date, time を用いて

```
date 89-04-01
time 12 : 00
logoff
```

の3行に書き換えたファイルをエディタで作成して転送すると, 転送された PC では日付, 時刻の設定後, 自動的に電源が切断される. 上の3行の代わりに, ハードディスク保守用のコマンドやバッチファイルを作成しておけば, 1回の操作で特定のあるいは全 PC に, 同じ処理を施すことができ, 管理の上から非常に便利なものとなる. 実際の運用でも, 不要ファイルの削除やハードディスクの1区画を雛形ファイルから転送するなどのバッチファイルを作成して用いている.

管理用 PC で学生用 PC の電源を管理し, その起動モードも指定できるこのシステムは, 受付に職員を必要とするが, 学生, 教員へのサービス, 学生とのコミュニケーションおよび管理の面から, 自動化するよりも利点が多いと考えられる. また, 管理用 PC の一部の機能を学生に開放し, 各自に操作させることによって, 受付の業務を省力化することもできる.

### 4.2 電源制御方式

学生用 PC の電源を管理することは, 学生用 PC の電源スイッチを無効にすることである. しかしながら, 単に AC プラグに供給される電源をリレーなど

で制御する方法を用いると，学生がPCの電源スイッチを切ってしまった場合，電源スイッチが切断されたままになって，次回に利用するときに電源が入らないことになる．この問題を回避するために電源スイッチを改造することは，故障した場合に，メーカの補償上の問題が生じることになり，あまり好ましいことではない．

本システムで用いた機種の電源スイッチは本体前面およびCRTにあり，並列にロジック回路に接続されている．どちらかのスイッチが押されると，信号線は地絡し，その立ち下がり動作によって主電源の投入と切断が交互に行われる仕組みになっている．そこで，CRTと本体を結ぶコネクタ部にアダプタを挿入し，フォトカプラをスイッチと並列に接続し，電源制御ラインからの電流でLEDを光らせておくことによってフォトカプラを導通させ，通常は地絡状態にしておく．これによって，元々の電源スイッチは無効となる．電源投入・切断は，電源制御ユニットによってLEDの電流を一定時間遮断し，一時的に地絡を解消することで行われる．

このことによって機器そのものの改造を行わずに，PC本体およびCRTの電源スイッチを無効にすることができた．このような方法が取れない場合は，電源スイッチの部分が隠れるようなカバーや箱などを用いて，スイッチに触れられなくすることが1つの解決策である．

### 4.3 保守方式

本システムではハードディスク付きのPCを学生に開放することを目的の1つとした．そのため，ハードディスクの管理が問題となる．たとえ，ハードディスクなしのPCでシステムを構築した場合でも，日付，時刻などのシステムパラメータは1台ずつ管理する必要があるし，起動用フロッピーディスクなどの管理・保管は極めて煩雑である．

1台のPCを複数の学生が用いる場合，ハードディスク上の共通に使用するファイルに対しては，ファイルに属性を与えることである程度の保護が可能であるが，完全ではない．実際，運用の初めの頃は，学生がDELコマンドの操作ミスでディレクトリ下のファイルをすべて消してしまうことや，重要なバッチファイルの内容を書き換えてしまうこともたびたびあった．しかし，重要なディレクトリやファイルに不可視属性や書き込み禁止属性を与えると，操作ミスや単なる興味が原因で受ける被害はほとんどなくなった．

逆にTSSによる形態と異なり，学生個人のデータは学生自身のフロッピーディスクに格納されるので，管理する必要がない．しかし，PCによるシステムでは，ソフトウェアの不正コピーに対して，ほとんど防御する手だてがない．

保守作業を大まかに分類すると，以下のようになる．

①毎日保守業務：不要ファイルの削除，日付・時間の設定

②週間保守業務：学生用PCのハードディスク内容更新

③障害修復業務：適宜対処

①は毎朝一度全PCに対して，削除，日付・時刻設定用コマンドを実行してやればよい．②によって雛形のハードディスクの更新内容を学生用PCに反映する．③の例として，たとえばあるハードディスクの内容が破壊されていた場合などは，数台までならばカートリッジストリーマをそのPCに接続し，直接ファイルをコピーするなどすることである．当然ながらプロテクトがかかっているソフトウェアにはこの方法は適用できない．

## 5. ファイルの転送時間について

本システムでは，10 MbpsのCSMA/CD型のLANを用いている．しかしサーバも含め，接続している機種がすべてPCであることから，ファイル転送速度が実際にどの程度になるかが問題である．このような状況での実効転送速度の報告例はあまりみかけない．そこで，4章で述べた起動モードの代表的な場合の所要時間をストップウォッチにより実測したので報告する．ただし，以下の測定は1回の実験によるものであるが，数回の測定でも値はあまり変わらなかった．

### 5.1 「(3) ID確認後，MS-DOSの利用」モードでのID確認までに要する時間

管理用PCから電源ONの指示が出ると，即座に学生用PCの電源が入る．しかし，しばらくは受信可能状態になっていないため，管理用PCから送られてくるバッチファイルRC.BATの転送開始まで，ある程度の待ち時間が必要である．また，RC.BATはLANのノード番号の若い方から，ACKをとりつつ順に転送されるので，100台のPCへ転送し終わるまで若干の時間がかかる．これらの所要時間は以下のようになる．

①図2の「実行」を選択後，学生PCが確実に受信可能状態になるまでの待ち時間＝40秒

表 2 563.2 KB のファイル転送の所要時間
Table 2 Required time for file transfer (563.2 KB).

| ファイルの格納場所 | RAM ディスク | | | ハードディスク | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 受信する PC の台数 | 30 | 70 | 100 | 30 | 70 | 100 |
| RC. BAT の転送終了時間 (sec) | 16 | 43 | 68 | 15 | 40 | 60 |
| 1台目の PC 受信完了時間 | 208 | 453 | 664 | 425 | 1,086 | 1,424 |
| 最後の PC 受信完了時間 | 240 | 576 | 854 | 440 | 1,134 | 1,554 |
| 実効速度 (Kbyte/sec) | 70.4 | 68.4 | 65.9 | 38.4 | 34.8 | 36.2 |

②100 台の学生 PC に管理用 PC がバッチファイル RC. BAT を転送するために要する時間＝60 秒（ただし，RC. BAT の容量は 357 バイトである）

したがって，合計 100 秒ほどで全 PC が ID とパスワード入力待ちモードになる．②の時間は電源を入れる PC 台数にほぼ比例する．学生が行う ID とパスワードの入力は，入力待ちになってから数秒から十数秒の間にバラバラに行われるため，ID 確認用 PC が過負荷になることはなく，遅くとも入力後 10 秒以内に完了し，利用可能状態になる．

### 5.2 「(5) 転送コマンドの実行」モードで1つのファイルの転送時間

例題として「(5) 転送コマンドの実行」すなわち，図2の「5 コマンド」モードを使って，教材サーバ PC の RAM ディスク上またはハードディスク上の辞書ファイル 563, 200 バイトを 30 台，70 台，100 台のそれぞれの PC に転送する．管理用 PC 上で「辞書ファイルを教材サーバから要求・受信せよ」という内容のコマンドを，RC. BAT に記述して学生用 PC に転送する．この転送は LAN のノード番号順に行われるので，番号の小さい学生用 PC は RC. BAT を受信すると再 IPL 後ただちに，その内容を実行する．したがって，ノード番号が大きい PC の受信・実行開始時刻は若干遅れることになる．RC. BAT を転送開始する時刻を基準にとったときの所用時間を，転送先の PC の台数ごとにまとめると，**表 2** のようになる．表 2 で実効速度とは，台数×563.2 KB/最後の PC の受信完了までの時間，で計算した．

### 5.3 「(5) 転送コマンドの実行」モードでハードディスクの区画保守の所要時間

学生用 PC のハードディスクは教材サーバ PC に接続された雛形ハードディスクと同じ構成・内容となるように保守される．そのため，雛形ハードディスクの区画を，対応する学生用 PC の区画へまるごと複写するためのバッチファイルが用意されている．そのバッチファイルは学生用 PC 上で指定された区画をフォーマットし，次に雛形ハードディスクの区画の全ファイルを要求・受信する．要求・受信コマンドは前述のファイル転送の場合と同じものである．測定に用いた区画を MS-DOS のコマンド CHKDSK で調べた結果の一部を示すと

3, 124, 224 バイト：全ディスク容量
9, 216 バイト：9 個のディレクトリ
2, 149, 376 バイト：73 個のユーザファイル

となる．管理用 PC でのバッチの転送開始時刻から学生 PC の区画のフォーマット，区画へのファイル転送がすべて完了するまでの所要時間を測定した結果を**表 3** に示す．ここで使用している PC では区画のフォーマットは 1 秒程度で終わるため，表 3 の結果はファイル転送に要する時間がほとんどを占める．このことは表 2 でのハードディスクからのファイル転送の場合に該当する．表 3 での転送容量（約 2, 149 KB）は表 2 のそれ（563.2 KB）の約 4 倍となっており，所要時間も表 2 での 100 台の場合の 1, 554 秒（約 26 分）に比べ，表 3 ではその約 4 倍の 100 分となっている．したがって，教材サーバ用 PC の RAM ディスクの容量を増強し，RAM ディスクに 1 区画まるごと複写してこの作業を行うと，表 3 の半分の時間で保守できることになる．また，ファイルを圧縮して転送すればさらに高速になる．ハードディスク区画保守作業で人手を要するのは，最初の操作のみであり，あとは自動的に行われ，作業が終了した PC から順に電源が自動的に落ちる．

### 5.4 「(4) 教材一斉転送，ID 確認後，MS-DOS の利用」モードでの一斉転送に要する時間

以下の 2 つの場合についての一斉転送に要する時間を測定した．

①44 個，合計 575, 488 バイトのファイル
②563, 200 バイトの 1 個のファイル

一斉転送は，既にファイル受信モードになっている学生の PC に LAN の同報機能を用いて転送することで行われる．処理速度を上げるために，教材サーバ

表 3 ハードディスク区画 (2, 149 KB) 保守所要時間
Table 3 Required time for maintenance of a drive (2, 149 KB) on hard-disk.

| PC 台数 | 30 | 70 | 100 |
|---|---|---|---|
| 完了所要時間 (min) | 33 | 73 | 100 |

表 4 一斉転送に要する時間
Table 4 Required time for file transfer on broadcasting mode.

| 転送ファイル個数と容量 | 44 個 (約 575.5 KB) | | | 1 個 (563.2 KB) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 受信する PC 台数 | 1 | 30 | 70 | 1 | 30 | 70 |
| 受信完了時間 (sec) | 48 | 185 | 360 | 32 | 156 | 315 |
| 実効速度 (KB/sec) | 12.0 | 93.3 | 111.9 | 17.6 | 108.3 | 125.2 |

あるいは教師用 PC のフロッピーディスク上に存在する転送対象ファイルは，あらかじめ教師用 PC の RAM ディスクにコピーされている．測定結果は**表 4** のようになった．表 4 で実効速度とは，台数×ファイル容量 (KB)/受信完了までの時間，で計算した．各々のファイルをフロッピーディスクからハードディスクにコピーした場合の所要時間は①で 43 秒 (13.4 KB/sec)，②で 23 秒 (24.5 KB/sec) である．したがって，LAN による同報機能を用いると，かなりの高速なファイル転送が可能となっており，WS どうしでのファイル転送の速度と比較しても遜色ない[4]．

## 6. 保全および障害対策

汎用機を用いた TSS による運用形態でも，瞬停，ハードウェアの故障，OS のバグなどでサービスを停止することがあるが，汎用機の場合は通常保守契約をメーカと結ぶことが多い．PC における深刻なトラブルの多くはハードウェアの故障であろう．リース，レンタルの場合は代替保障が期待されるので問題はないが，買取りの場合は大規模システムであっても保守契約を行うか否か問題である．なぜなら通常，年間保守料金は買取り価格の数%の範囲であるが，PC は 1 台あたりの価格が安いため，保守料金で PC が年間数台から十数台購入できる計算になる．したがって故障発生確率を考慮すれば，PC を用いたシステムにあっては保守契約を行わずに小数の予備 PC を用意しておき，故障発生の都度，修理依頼を行う方が一般に経済的である．また，瞬停においてもサーバや管理用 PC が保全されればよく，PC 用に市販されているバックアップ電源で十分まかなうことができる．サーバなどの重要な PC が故障した場合でも，カートリッジストリーマによってハードディスクをバックアップしておけば，他の PC にその内容を移し換え，まるごと交換することで，短時間で復旧できる．

本システムでは，ここに述べたような保守体勢をとっている．

## 7. おわりに

PC を用いた LAN による，情報処理教育と CAI 教育とに適したシステムの設計・運用などについての考え方，問題点を議論した．本システムはほぼ順調に稼動しており，電源が自由に投入できないこと以外の PC の機能の拘束は全くなく，当初予想された以上に使い勝手のよいシステムであると言える．レポートの出題・提出・回収の機能も用意されているが，別の機会に述べることにする．さらに，PC 間のファイル転送機能を使ってメイル機能やオンラインでの学生の教材進行状況把握システムの開発を計画している．

**謝辞** 本システムの開発は，久留米工業大学情報処理教育センターの中島良二技術員，高田勝学長，富士通(株)および関係各社の多大なる協力と努力，また文部省施設補助金によって成されました．ここに謹んで感謝の意を表します．

## 参考文献

1) 永野三郎，平野光敏：駒場サブシステムの概要，東京大学教育用計算機報告，No. 28, pp. 35-40 (1986).
2) 富士通(株)：通信タスクモニタ (CPMGR) V 3.1 & DSLINK ドライバ V 1.1 使用手引書 (1987).
3) (株)ジェプロ：LH-NET TOOL FAMILY リファレンスマニュアル (1988).
4) 松方 純：大学における大規模 LAN の構築，情報処理学会論文誌，Vol. 30, No. 1, pp. 25-35 (1989).

(平成 2 年 1 月 22 日受付)
(平成 2 年 9 月 11 日採録)

**江口三代一**
1957 年生．1980 年九州工業大学電気工学科卒業．1982 年九州大学大学院工学研究科電気工学専攻修士課程修了．1985 年同博士課程退学．同年九州大学情報処理教育センター助手．工学博士．1987 年久留米工業大学電子情報工学科助教授．1990 年福岡工業大学電気工学科助教授．システム同定，信号処理，計算機管理システムなどの研究に従事．計測自動制御学会，電子情報通信学会，システム制御情報学会各会員．

**猪飼 秀隆**（正会員）

1962年生．1985年静岡大学工学部情報工学科卒業．1987年同大学院修士課程修了．現在，久留米工業大学電子情報工学科講師．プログラミング方法論，プログラム理解，プログラミング支援系に関する研究を行っている．日本ソフトウェア科学会会員．

**坂田彰一郎**

1946年生．1970年東京電機大学工学部電気通信工学科卒業．同年東京大学工学部勤務．同学部技官を経て，1985年久留米工業大学電子情報工学科助教授．PCM交換，ディジタル移動通信の研究に従事．電子情報通信学会会員．

**朱雀 保正**

1944年生．1967年九州大学工学部電子工学科卒業．1972年同大学院通信工学専攻博士課程退学．同年九州大学工学部助手．工学博士．大分大学工学部を経て，1986年久留米工業大学電子情報工学科教授．音声と聴覚，特に音声信号処理と聴覚神経系の生理モデルに興味をもつ．電子情報通信学会，日本音響学会各会員．