

一般小教室におけるプログラミング教育 支援システムの開発・研究

*Study on a Support System to the Programming Course
in a Ordinary Small Lecture Room*

森下伊三男
Isao Morishita

要 旨

学生一人に1台というコンピュータ環境が整ったパソコン教室でのプログラミング関連授業は学生各自の実習を中心に進めることができ、大きな教育効果を期待することができる。しかし、演習（ゼミ）等のような少人数クラスでのプログラミング教育では、パソコン教室が必ずしも最適な環境とはいえない場合もある。例えば、複数のゼミ生にあるプロジェクトを与え、共同作業を通じてプログラミング教育を行う場合、1～2台のパソコンを複数の学生が共同で利用できる環境の方が、より大きな教育効果を期待できる可能性もある。本稿では、比較的小さな教室（定員が数十名以下の一般の講義などで利用する教室）を利用して少人数開講されるゼミ等でのプログラミング教育を支援するためのハードウェア環境について報告する。なお、この研究は、平成9年度の宮田研究奨励金(A)及び経営学部研究助成金の補助の下で行われた。

1. はじめに

経営学部情報管理学科では平成2年の設立以来、学科目「計算機科学」の中でプログラミング関連科目が開講されてきた。プログラミング教育は、単に言語の習得のみならず、プログラミングの考え方や方法・技法を学ぶことが目的である。更に、様々な機会に必要となるであろうプログラミング全般についての能力を高める事をも目標としている。その対象範囲は、単にソフトウェア開発のためのプログラム作成に限定したものではない。例えば、表計算ソフトを利用する場合、既存機能には無い処理で、自分の目的に即した処理を行おうとすれば必然的にマクロ言語で処理を記述しなければならない。そのような場合、プログラミングの基本的な考え方は必須となる。ワープロソフトでも表計算ソフトと同様であり、プログラミング関連科目はこれらの範囲をも視野に入れた大切な科目として位置付けられている。

現在、情報管理学科では、第2学年以降の専門科目で「プログラミング論Ⅰ・Ⅱ」（以下「Ⅰ・Ⅱ」は省略）、「プログラミング演習」、および「ソフトウェア演習Ⅰ～Ⅳ」（以下「Ⅰ～Ⅳ」は省略）等が主なプログラミング関連科目として開講されている。この他、学科目

「計算機科学」では、「コンピュータ概論」、「コンピュータシステム」、「アルゴリズム論」、「ソフトウェア工学」、「オペレーティングシステム論」の科目が開講されている。しかし、ここでは筆者が直接関係している前述の科目に限ってその説明をしておく。まず、「プログラミング論」の講義ではプログラミングについての基礎的な考え方や知識・手法を学ぶ。「同演習」では実際にパソコン教室を利用してプログラムの作成実習をし、プログラミング能力を高める事を目指している。また、「ソフトウェア演習」では、様々なソフトウェアを扱う能力を身につけると共に、新たなソフトウェア環境下で与えられる言語を用いたプログラミングの演習も目的としている。「プログラミング演習」や「ソフトウェア演習」はパソコン教室で開講され、学生一人に1台のパソコンがあり、演習を行う上で十分な環境となっている。一方、講義の方は受講生が多いため、一般の大講義室で開講されている。大講義室でのプログラミング教育に関連して、教育効果を上げるための支援システムの構築については既に報告がなされている[1]。そのシステムは、後に述べるように、OHPとプロジェクション液晶ユニットを利用したものであり、ある程度の教育効果を上げることができた。しかし、問題点として、特に投影画面に関連した以下の3点が指摘されている。

- 1) 液晶ユニットを通すと、減光が大きく、教室を暗くしなければならない。
- 2) 解像度の問題で小さな文字が見づらくなってしまう。
- 3) モノクロであり、表現力が乏しい。

これらの点については、昨今の技術の進展やソフトウェア環境の発展により、現在ではほぼ解決の方策が得られる状態となってきている。そこで、後に述べるように、本研究で開発・研究を試みた教育支援システムでは、これらの問題点への対応も考慮した。

一方、上記のプログラミング関連科目以外にも、第3・4学年で開講されている演習(以下「ゼミ」という)の中で、パソコンを利用したプログラミング教育やソフトウェアの演習が実施されている場合も多々見受けられる。そのようなゼミは、主にパソコン教室の一部を利用して開講されている。パソコン教室は一人1台のパソコンがあり、各ゼミ生が個別に課題を持ってパソコンを利用する場合には問題が少ないかもしれない。しかし、ある一つのプロジェクト(例えば、ソフトウェアの開発)に複数のゼミ生が共同で取りかかろうとする場合、単にプログラムの作成のみならずソフトウェアとしての検査や評価等々、互いに協力が必要となる作業が多くなる。ゼミ生同士が直接相手を見て議論したり、パソコン画面を複数の学生が共有したりすることはパソコン教室では規模が大きすぎて簡単にはできない場合がある。パソコン教室では各学生の前にパソコンやモニターがあり、学生間の距離も大きく、全員が同じ対象について face-to-face で議論する場を形成する事が困難となる。やはり、少人数のプログラミング教育ではオンラインよりもオフラインの相互作用が重要となってくる。また、パソコン教室を複数のゼミで共同利用する場合、議論や討論を始めると他のゼミに対する騒音妨害も起こりかねない。従って、ソフトウェア開発等をグループで行わせるようなゼミにとって、1台のパソコンを

複数のゼミ生が議論を深めながら共同で利用できる環境の方がより大きな教育効果を期待することができる。その場合、大規模なネットワークを構築することも、一人に1台のパソコンを用意することも必要なくなる。従って、そのようなシステムを利用すれば、パソコン教室のような設備のある教室ではなく、むしろ一般の小教室でもゼミは可能となる。

そこで、本稿では、ゼミ等の少人数クラスにおいて、パソコン教室を利用せず、一般の講義で使う小さな教室（定員が数十人以下；以下「一般小教室」という）で、パソコンを利用したプログラミング教育の為の支援システム、特にそのハードウェアについて報告する。ここでのプログラミング教育とは、先に述べたように、単にプログラミング言語を修得することのみならず、ある特定のプロジェクトについてプログラムの作成・テスト・評価等のすべての過程を含めた教育を対象としている。また、ゼミを運営していく上で、ゼミ生全員が face-to-face で議論や討論に参加できる場を提供できることを重視したシステムの構築を目標としている。従って、既に述べたように学生一人に1台のパソコンを用意するのではなく、当面は（本稿の段階では）1台のパソコンを複数のゼミ生が共有することとした。

2. システムの構築について

システムの構築にあたり、パソコン環境の変化を十分に取り入れ、なおかつ、先に述べた大教室での教育支援システムを構築したときに明らかになった問題点をも解決することを試みた。当時（平成3年度）に比べ、現在のパソコン環境は Windows 95 が中心となり、GUI (Graphical User Interface) 環境も充実してきている。それに伴って、プログラミング環境も大きく変わってきた。情報管理学科が設立された時期には、Windows 3.1 も市場にはまだ出ておらず、プログラミングはもっぱら MS-DOS 環境で行われていた。「プログラミング演習」では、Turbo Pascal を用いてソースコードの記述を中心に授業が進められた。そんな中、平成9年度後学期には、情報管理学科の設立時に構築されたパソコン教室1・2が更改され、MS-DOS から Windows 95 へとパソコンの OS 環境が大きく変化した。それに伴って、現在では Visual Basic や Delphi, C++Builder 等に見られるような Windows を中心とした GUI 環境下でのプログラム開発環境が一般的に利用されるようになってきた。しかし、その場合でも、ソースコードを記述することがやはり中心的な課題となり、基本的には構造化プログラミングの考え方が相変わらず必要とされている。Windows 環境の場合には、更にオブジェクト指向プログラミングの考え方も導入されており、むしろ学ばねばならない事柄は増えている現状にある。このように、パソコン環境の変化は必然的にプログラミング環境を変え、プログラミング関連科目の内容にも影響を与えることになった。ソフトウェア開発等を扱うゼミについても同様であろう。従って、以上のような環境の変化を取り入れて、Windows 95 環境での全員参加型のプログラミング教育支援システムを構築することとした。

本学の現状においては、一般小教室でパソコンを利用したプログラミング教育が実施できる
上述したようなシステムは見あたらない。そこで、一般小教室においてもプログラミング関連の
授業の教育効果を高めることができ、更に、パソコンによるプレゼンテーション・共同開発等
も可能な教育支援システムを構築することが本システムの開発・研究の目指したところである。
次に、そのシステムの具体的なハードウェア構成について紹介する。

3. システムのハードウェア構成

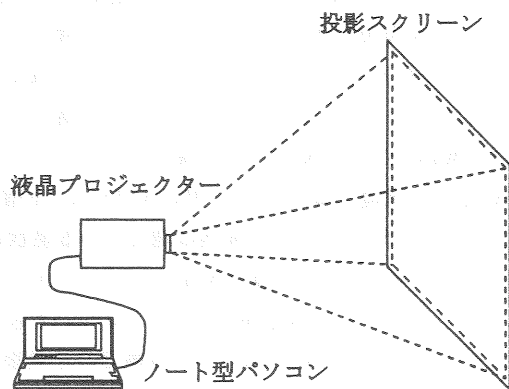
図表1-1. 本研究で構築したシステムのハードウェア 及び 構成図

*パソコン

- ・ DEC DIGITAL HiNote VP735 ; ノート型パソコン本体
CPU : MMX Pentium (233 MHz)
ディスプレイ : TFT 13.1 インチ、XGA (1024 × 768)
メモリ : 32 MB + 64 MB (増設)
ハードディスク : 4 GB

*表示装置

- ・ 三菱 LVP-X100 ; 液晶プロジェクター
画素数 : $1,024 \times 768 = 786,432$ 画素
輝度 : 700 ANSI ルーメン (最大値)
入力端子 : ビデオ2系統、PC 2系統、PC カード2系統
-



一般小教室での利用に限った教育支援システムのハードウェアとして、図表1-1に示すように、自由に持ち運びのできるノート型パソコンと液晶プロジェクターとからなるシステム（以下「新システム」という）をここでは考えた。ただし、投影スクリーンは各教室に備え付けのもの、あるいは学事2課より借り出した学部共通のものを利用する。比較のために、図表1-2に平成3年度に構築したシステム（以下「旧システム」という）の仕様及び図を示す〔1〕。図表1-1と図表1-2とを比べると、仕様の随所に6年という歳月での技術の進展の大きさを読みとることができる。新システムでの特に大きな改良点として、

図表1-2. 平成3年度に構築したシステムのハードウェア 及び 構成図

*パソコン

・ NEC PC-9801NS/E (98NOTE SX/E) ; ノート型パソコン本体

CPU : 386 SX (16 MHz)

ディスプレイ : 640 × 400

メモリ : 1.2 MB + 2 MB (増設 RAM カード)

ハードディスク ; 40 MB

・ PC-9801NS/E-14 ; CRT パック

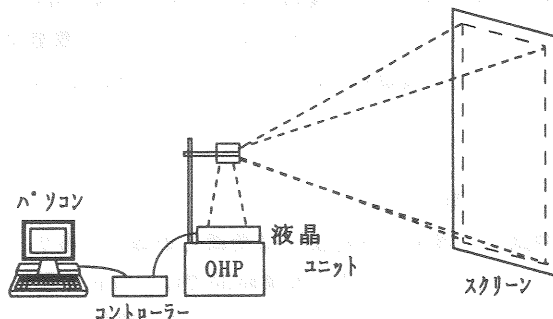
[アナログ RGB 出力用のアダプター、本体に内臓]

*表示装置

・ PC-PD101 ; プロジェクション液晶ユニット

モノクロ8階調表示, 反転表示可能

[コントローラー, 収納ケース付き]



- 1) 新システムでは液晶プロジェクターによる直接投影であるため、OHP を使った旧システムの場合に比べ投影画面が大変明るくなったこと (ちなみに、新システムでは 700 ANSI ルーメン (最大値)、旧システムでは投影画面の明るさは、OHP 本体の明るさに依存する)、
- 2) 液晶の画素数がほぼ3倍となり、解像度が大きく向上したこと、
- 3) 旧システムがモノクロ8階調であったのに対して新システムでは RGB 入力によりカラー表現が可能となったこと、

などを挙げることができる。そのほか、新たにビデオや PC カードによる入力も可能となるなど、旧システムに比べ格段と機能が增强されている。

4. システムを利用した授業

ここでは、実際にこのシステムを利用した事例について紹介する。残念ながら、機器導入に時間がかかった為、現状では二つの事例にとどまり、それらを以下に述べる。

1) 情報管理学科のゼミの場合

平成9年度の著者のゼミで、Delphi (Object Pascal を中心とした Windows 上のプロジェクト開発環境ソフト) を用いた「ののグラム」[2]の解析ソフトを開発するプロジェクトを取り上げた。プロジェクト担当者は作成したソフトウェアについて、ソースコードや GUI となるフォームのデザイン等を投影し、考え方や仕組みを詳しく説明した。それに対する質疑応答はすべてパソコンを用いて行われ、投影画面を利用してゼミ生全員による討論も行われた。授業の最後には、完成したソフトウェアを皆の前で実行し、そのパフォーマンスや改良点等について検討した。パソコン教室でもほぼ同様な授業をする事は可能であり、パソコン教室を利用した授業も行って見た。その結果、このシステムの特に良い点は、質問者がパソコンに直接入力する事によって質問を提示でき、それに対して担当者が即時に同じパソコンを使って対応することができる点であった。パソコン教室では、席の移動に手間取ったり、付随する口頭での質疑応答についてマイクを使わなければならない等の制限が多く存在した。

2) 大学院経営学研究科での授業の場合

平成9年度後学期開講の「情報処理特論」は受講生が数名であり、学部のゼミよりも少人数のクラスであった。このクラスのある授業時間では、PPP を用いたネットワーク利用 (E-mail, WWW 等) の為に行うべき各種設定についての演習を行った。教員からの指示等はすべてプロジェクターによる投影画面上でレーザービームポインターを利用して行われ、当番の受講生は自分でパソコン (ここでは、院生所有のパソコン) に様々な入力をして

いった。ここで、もし当番の受講生と教員の2名だけの授業であったならばノートパソコンの画面を直接利用して指導ができる。しかし、他の受講生がいるため、パソコン液晶画面を受講生全員がのぞき込むことは困難な状態であった（液晶が DSTN 型であった為、より一層困難であった）。従って、他の受講生は投影画面を見ながら設定事項等について質問したりメモを取ったりする事となった。部屋の壁に直接投影した画面は特に大きくはなかった（対角線で約 50 インチ）が、プロジェクターの存在価値は十分にあった。例えば、他のモニターを導入しても同様のことは可能であろうが、それでは可搬性の無いシステムになってしまう。また、モニターを用いた場合でも、受講生が十人以上となると、もはやモニターでは対応不可能となり、やはりプロジェクターが必要となるであろう。

5. 今後の課題

実際のゼミ及び大学院の講義で利用した結果、プロジェクターについていくつかの問題点が見いだされた。製品仕様からある程度事前に予測できた問題点もあるが、実際に小さな教室で利用してみると、以外に影響の大きい以下のような問題点も見いだされた。

○空冷ファンによる騒音が大きい

部屋が小さいため、部屋全体に騒音がこもり、気になる場合がある。

○光源からの発熱量が大きい

プロジェクターからの熱風が側面に流れ出るため、その位置に着席したゼミ生は熱風に直接さらされることになる。また、小さな部屋の場合、部屋全体の温度も上昇するため、空調の効いた部屋での利用が条件となる。

○重量が大きい

どの部屋にでも持ち運ぶことは可能であるが、約 10 kg の重量は重いと言わざるを得ない。しかし、キャスター付きのキャリングケースに納められているので、床がなめらかな建物内での移動にはまったく問題が無かった。この点については、事前に予想していたとおりであった。ところが、建物間の移動にキャスターを利用した場合、アスファルト路面の劣化等によって生じた凹凸による振動が予想以上に大きいことが分かった。また、当然ながら、大きな段差がある場合、キャスターはまったく利用できない。これらの場合には全体を持ち上げねばならず、予想以上に運搬が大変な作業となる。

以上のような問題点はあるものの、教育上の効果を十分に上げることができたことで、このシステムの所期の目的は達成されたと考えている。特に、ソフトウェア開発のプロジェクトをグループで進める場合の有効性については予想以上であった。あるゼミ生が作成したプログラム

を他のメンバーに投影画面を用いて発表する時、他のメンバーは同じパソコン上で自分の考えを全員に対して表示できること、それに対し更に他のメンバーが別の意見を同じパソコンに入力し、やはり投影画面上で検討できること等、活発な討論が可能であった。この討論の間、ゼミ生は常に投影画面を見ており、意見の発表者はパソコンに向かって自分の意見に沿ったコード等を入力し実行していくことになる。入れ替わり立ち替わり交代でパソコンの前に着席するのだが、教室が小さいために、人間ではなくノート型パソコン本体の方を移動させたりして、その点はほとんど問題にならなかった。

今後、このシステムをより有効に活用するために、ノート型パソコンを増設して2グループによるディベート的なプレゼンテーションの実施、Power Pointを利用したプレゼンテーション実習等を挙げるができる。更に、1台のノート型パソコンに追加のキーボードを装着することができれば、更に使いやすいシステムにすることができる。一方、このシステムを大教室で利用した場合、例えば200人以上の定員を持つ教室でのプレゼンテーションを行った場合、教室を暗くすれば十分に利用できることも分かった。従って、「プログラミング論」などの講義についても十分に利用できる可能性があり、その点については今後の課題としたい。

参考文献

- [1] 森下伊三男、服部徳秀「大教室における情報処理教育のための教育支援システムの開発・研究」、情報学研究、第2巻、pp.61-66 (1993).
- [2] いしだのん「ののぐらむ」、数学セミナー (日本評論社)、第33巻10号、pp.20-21 (1994).

森下 伊三男 (経営学部情報管理学科教授)