

研究論文

情報処理基礎における簡易演習補助システムの開発と実践

松永 公廣・佐野 繭美*・橋本はる美*・知念 厚・岩崎重剛**

Developing a Student's Data Processing System Being a Simple Structure at Information Education

Kimihiro MATSUNAGA, Mayumi SANO, Harumi HASHIMOTO,
Atsushi CHINEN and Shigetaka IWASAKI

【要 約】 これまでの四年間の情報教育の試行から演習における学習者、指導者、演習システムの間の情報の流れを考察し、その結果を情報教育の演習補助システムにまとめた。その構想の実践における有効性を評価するための当面の課題について具体的に述べた。そして将来の演習指導の展望についてまとめた。

キーワード

情報教育、演習補助システム、実践からの反省、演習のモデル

1 はじめに^{1), 2), 3), 4)}

インターネットによる情報の受信と発信、創造性の育成、個性的な表現などの言葉が注目され、大学における情報教育や情報処理基礎教育の充実が求められている。その傾向を反映して情報教育の内容は、コンピュータの操作から情報を活用する能力の育成へと興味を中心は移っている。しかし学習者は、まだまだ実生活のなかで情報を活用する実感を持つことが少なく、情報活用のイメージを具体化できないのが実情である。また情報を活用しようとしても、現象を観察・分析し、関係を構成・改良するシステムの思考法を身につけておらず、とまどう場合が多い。それは初等・中等教育や大学における能力開発をめざす教育が思ったほどで定着していないことが影響していると考えられる。情報教育のなかで力を注いできたコンピュータ操作

Received March 25, 1997

* 摂南大学情報センター

**大阪電気通信大学短期大学部

についても、繰り返して使わせ、慣れさせてしまうことが重要であるが教育のなかでその仕組みを作りきれないことが問題であると考えられる。その問題の要因を学習者、演習システム、指導者の視点からいくつかあげる。

まず学習者は、目的意識が明確でなく、受動的で、あきらめがよく、授業の意欲も十分でなく、グループ帰属意識は強く、現実的利益には敏感で、学業以外にも興味を持つことが多く、初等・中等教育での情報教育の質・量のばらつきも大きく、時間の余裕が少ない。しかし卒業後を考えて目標が定まるとこつこつ積み上げることができるようになる。

一方大学によって情報教育に関する演習設備や取り組み方の状況が大きく異なると言われている。たとえば課題演習のための空き時間がないほど授業時間がつまっていたり、ソフトウェアやハードウェアの新陳代謝が容易でないこともある。

指導者は、それぞれの専門の視点で情報教育を位置づけるため、情報教育の本質がなかなかはっきりしてこない。しかし現実には演習を含む多人数の技術教育・能力開発教育となるため、担当する指導者の負担は極めて大きい。

これらの問題分析を踏まえて情報教育の目的を達成するには、まず授業における学習者の実態を把握しなくてはならないが、学習者の状態を観察・分析する簡便なツールも少ないため、本稿では簡易演習補助システムを、指導者にとって開発負担が少なく有効性の高さに絞った開発について述べる。

2 情報教育の授業設計

授業は、演習課題の配布、内容の説明、演習の実施の構成で、半期2コマ26回の構成である。課題演習は、授業全体に占める時間も多く重要な要素で、学習者のコンピュータ操作技能を育成し、演習課題の質が思考の活性化を左右すると考えられている。そして半期に2-3回、コンピュータ操作実習を中心とした演習テストを行い、期末に知識テストを実施する。この演習テストは、成績評価が主目的ではなく、演習環境（ネットワークを使って課題を取得し、課題演習を行い、サーバに課題を提出する）に慣れて、集中力を高め、自分の演習状況に興味を持ち、操作に関する不安を無くして学習の動機づけを高めるサブゴールをもっている。そのため演習試験の実施方法は、多くの授業ノウハウを基にして注意深く検討した。

2・1 授業の基本方針

授業は、主題、指導者の学習者観、情報教育への要請、ハードウェア、ソフトウェア、教育現場における人的資源を考慮して設計される。情報教育の授業設計の方針を時代の要請と能力開発の立場から、「コンピュータ操作技能の定着」、「演習の自己管理」とし、1) ネットワーク利用授業、2) 演習中心の授業進行、3) 教育目標の絞り込みと明確化、4) 教育目標を明確にした演習課題、5) 学習者による演習の自主管理、6) 情報の開示（演習課題提出数状況分布、出席状況分布）、として具体化した。

2・2 演習課題

演習課題は、情報教育の主題と範囲を明確にし教育目標を構造化したうえ、質と量の両面から検討されなくてはならない。(演習課題は、課題番号、課題内容、教育目標で構成される、課題例?)。プログラム言語 (BASIC) を例にとれば、その教育目標は、言語構造に関する教育目標 (コマンドやアルゴリズム) とシステム設計の教育目標に大きく分類される。そして具体的教材レベルでみると、画面中央への文字の表示は LOCATE 文の演習、円の移動は移動のアルゴリズム、1 から100までの和を求める課題はプログラムの制御構造の教育目標を持つ。これらの課題の質を検討する留意点は、課題に含まれる教育目標の認知をしやすくすることである。学習内容を確認する段階における複数の教育目標を含む複雑な課題は、学習の焦点を曖昧にして学習者の負担となる。そして学習者が同じ教育目標を繰り返しても飽きないように多種類の課題を用意しなくてはならない。BASIC の場合では、「2数を読み込んで和、差、積を求める」、「100万円貯金したとする。利率が0.5%であるとしたときの金利を計算せよ」、「大学の授業料を読み込んで、あなたの一コマあたりの費用単価を計算せよ」などは、いずれも四則演算が教育目標である。(教育目標の構造について、変数、入出力、処理、プログラムの制御構造)、本論文における教育目標の範囲 (操作、コマンド理解)

情報教育のなかでもプログラミング教育の要素が多くなるにつれて、学習者ごとの進度のばらつきが大きくなるのは過去の実践からも知られている。そのため課題の選択で進度や到達感を調整できるように学習内容を確認するやさしい課題 (学習内容確認、基礎演習) から思考力や創造力を刺激するを難しい課題 (応用演習、自由演習) まで用意することが重要である。

2・3 演習における指導者・学習者・演習システムと教育情報の流れ

演習授業における指導者と学習者の作業内容とそれらにともなう教育情報の流れを図1と以下の記述で示す。

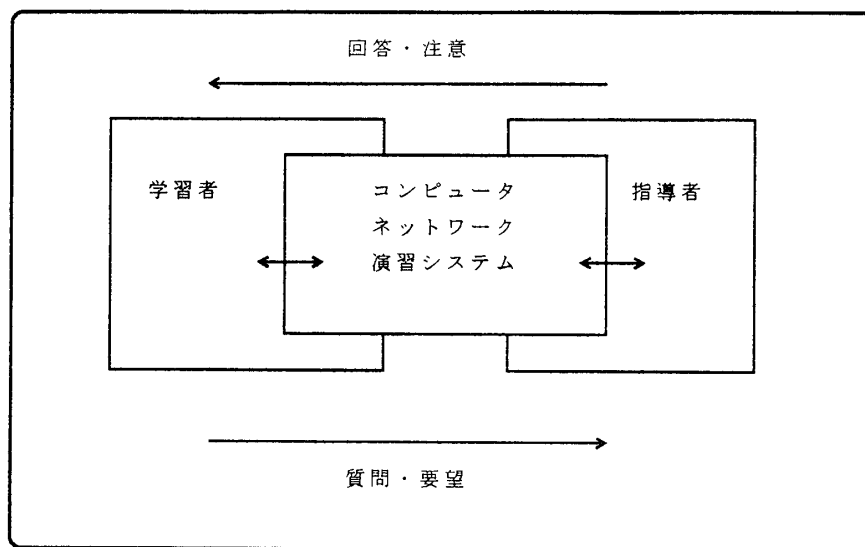


図1 情報教育の演習における情報の流れ

指導者：指導者は、授業内容の分析、教育目標の抽出と構造化、教育戦略の策定、教育方法の策定、教育目標の順序化・授業案の構成、演習システムの調整・改良・保守、演習課題の作成・登録を行う。そして、授業・演習の実施と指導、学習者の質問に回答し、報告書の評価を行い、成績をつけて、次回のために教育実施データを分析する。

学習者：学習者は、学習目的、目標、項目に関する基礎知識を習得し、演習システム機能・操作を学ぶ。そして、課題を取得し、課題を理解し、関連する情報を収集し、課題の解答案を立てて実施し、自己評価を行い、目標を達成するまで試行を繰り返し、報告書を提出する。学習者は、指導者に質問したり、その過程や結果を知ったり、はげまされたり、他の人と比較したり、競争したりするなどの経験によって学習意欲を高め・持続させると考えられている。

演習システム：演習システム（コンピュータとネットワーク）は、情報の処理（ワープロ、表計算、プログラミング）と指導者と学習者を媒介するメディア・コミュニケーション機能を持つ。

「学習者用の機能」：利用登録、出席登録、課題取得（課題、アンケート）、課題提出、（課題、アンケート）、出席履歴表示、演習履歴の表示、情報処理（ワープロ、表計算、プログラミング）、授業内容メモ、フロッピーの編集

「指導者用の機能」：演習課題の登録・課題作成補助機能、演習の注意・連絡、教育実施データの集計・分析機能、演習データの回収機能、アンケート配布・回収・集計機能、出席履歴表示、演習履歴の表示（クラス、学習者）、情報処理（ワープロ、表計算、プログラミング）

2・4 指導者・スタッフ

情報教育は、演習中心の技術教育の側面、あらゆる学問分野に共通する能力開発の側面が強いにも関わらず指導者・スタッフの面では恵まれていない。とくに工科系以外の学習者に対する情報教育の高度化をめざすとき、工学系に比べてより丁寧な授業設計が必要であるため、多くの指導者・スタッフが必要である。

3 情報教育演習補助システム

情報処理の演習に使う演習補助システムは、指導者と学習者の間の情報を媒介するメディア・コミュニケーション機能を持つ。

3・1 演習補助システムの構想

現在開発中の演習補助システムの構想について図2に述べる。このシステムは、図1の概念をシステムとして具体化したプロトタイプである。したがって学習者機能、指導者機能、コミュニケーション機能の3つの基本機能を持つ。1993年にパソコン LAN が導入された時に、課題の取得・提出の基本機能だけで稼働させ、その後授業で運用しながら、学習者の演習状態を把握するためのデータ入手機能を構成し、それを蓄積する演習履歴ファイルの構造、学生の課題を処理する手順について観察し、順次改良を重ねてきたが、まだ開発中の機能も少なくない。演習補助システムは、図1の学習者機能、指導者機能、コミュニケーション機能を補助するよ

情報処理基礎における簡易演習補助システムの開発と実践

うに、学習者システム、指導者システム、コミュニケーションシステムの3つ分類される。実動システムには図2に示されているいくつかの機能を含む。教育環境が刻々変化していく情報教育の実践には、このような補助機能を開発して利用できるようになってからも大きな負担がかかることは一般に認知されている。その点でも演習環境が変わっても継続的に改善したり保守ができるように、指導者の時間的余裕を確保できるように演習補助システムの構造を極力簡単にすることは、演習補助システム的设计要件としては重要である。

演習補助システムの構想：

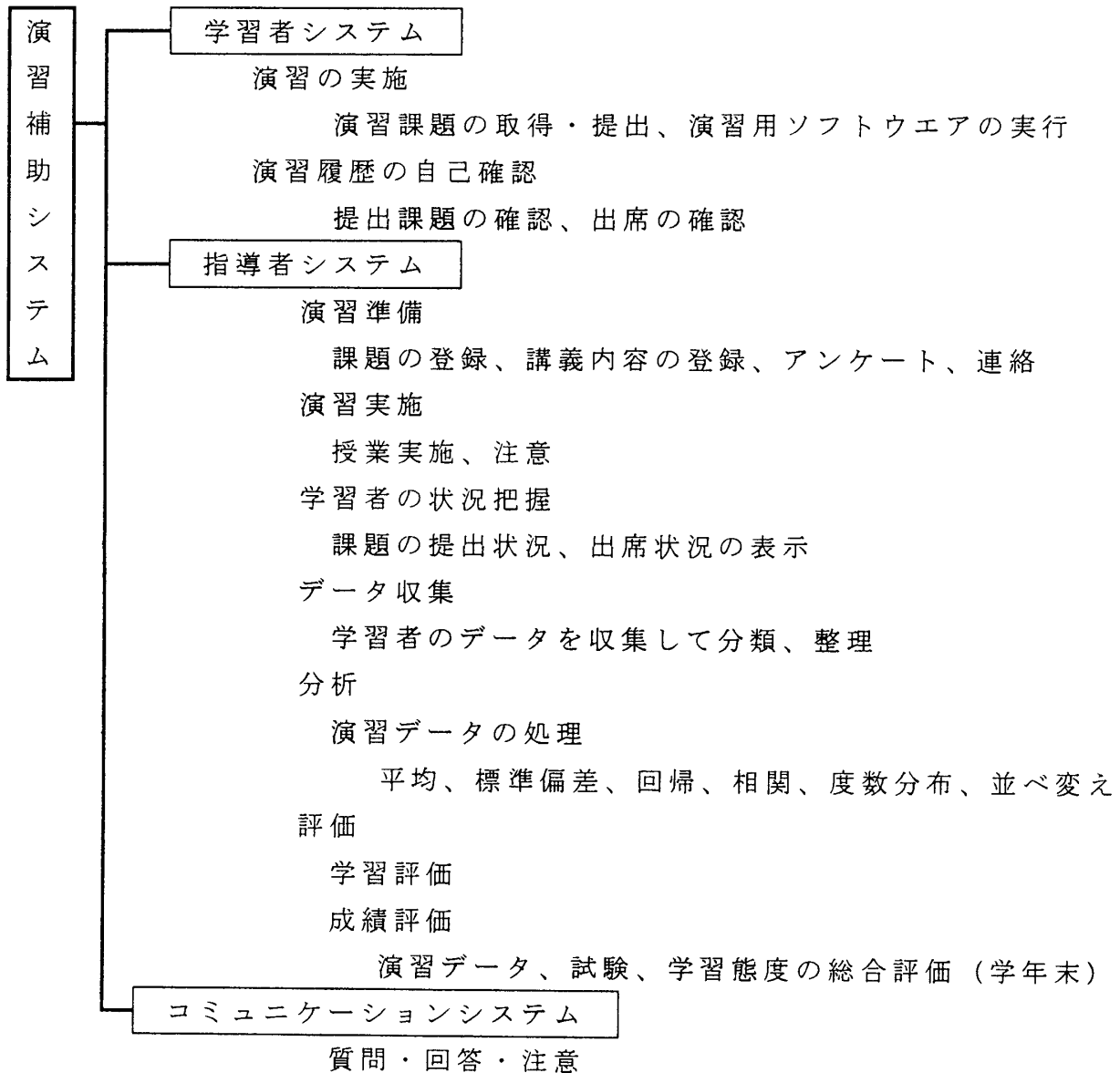


図2 演習補助システムの構想

3・2 演習手順

情報教育でよく用いられるソフトウェアは、ワープロ、表計算、BASICの3種類である。学習者が、どのソフトウェアを学習するときも類似の演習補助システムを使えば、学習手続きの混乱を少なくすると考えられる。またそのように手続きを一般化することが情報教育の本質を明らかにするためにも重要となる。想定した学習者の演習手順を図3に示す。図3中の実線と波線は、それぞれ現在利用可能と開発中の機能であることを示す。それぞれの演習機能は、既に関連された機能とは独立にプログラミングして、必要性が明確な場合に演習メニューに付加することとした。図3の演習手順を具体化したものが図4である。演習メニューはDOSに付属していた汎用品を使って開発の負担の軽減を計った。演習メニューの利用の流れを以下に示す。

5月の終わりにになると、ネットワークを通してワープロの演習課題を自由に取得し、演習して、サーバに提出できるようになる。

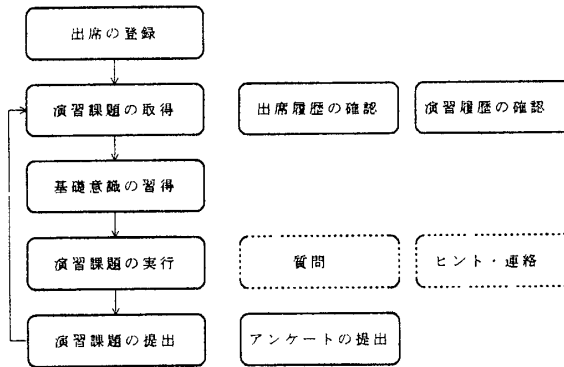
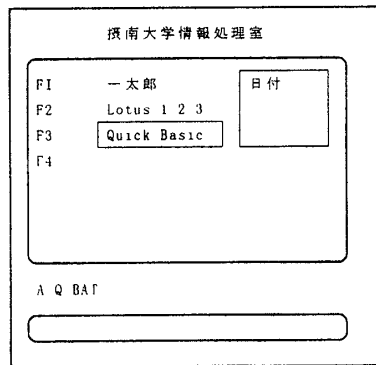
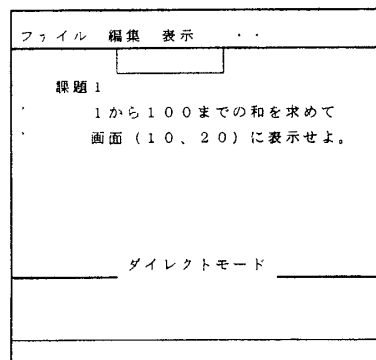


図3 演習の手順



情報処理室でユーザ登録をすると左の画面になる。カーソルを移動させて、学習するソフトウェアを選択する。



フロントビに記録した課題をLOADして、演習を行う。

情報処理基礎における簡易演習補助システムの開発と実践

| ファイル | 編集 表示 |
|----------|---------------------------------|
| 新規作成 | <input type="text"/> |
| 開く | |
| 閉じる | から100までの和を求めて 面(10、20)に表示せよ。 |
| DOS | |
| 終わる | |
| ダイレクトモード | |

出席の登録や演習課題の取得の時には、ファイルメニューのDOSを選択して、チャイルトプロセスにて、演習メニューを起動する準備をする。

```
B>B YM
```

演習メニューを起動する。

```

情報処理基礎Ⅰ、Ⅱ演習メニュー
-----
F1 名前登録 日付
F2 出席登録
F3 課題取得
F4 課題提出
F5 提出確認
F6
F7 終了
-----
B FOURQAU BAF

    
```

演習メニューを利用する。終了後は、STOPキーを押してDOSモードにして、EXITを入力すると、BASICの画面に復帰する。

図4 演習手順の画面

3・3 演習履歴データの収集

学習者が演習メニューを操作する度に、機能操作履歴をサーバに転送する。そのファイル名の形式は、○○○○○○×□.*** とする。各要素の意味は、学番の下5桁(○の6桁)、機能番号(×の1桁)、予備(□の1桁)、課題番号又は空白(*の3桁)である。このファイル名の形式は、出席状況や課題の提出の概略などがファイル名から容易に集計できるように採用した。演習補助システムに新しい機能が付加されると、対応する処理プログラムに機能操作履歴をサーバに送付するプログラムをつけ加えてから演習補助システムのメニューに追加する。次に各機能ごとに記録されるデータ構造を表1に示す。収集されるデータは、客観データである学習者の行動履歴と主観データのアンケート回答がある。客観データの種類は表1である。アンケートの回答データは、課題番号、アンケート番号、アンケート項目コード、回答形式の項目を持つ。回答形式は、(01)単一選択方式、(02)多肢選択方式、(03)自由記入方式の区別を示す。アンケートは、学習者の主観データであるためデータとしては若干の問題が残るが、測定が比較的容易であるため、信頼性を確認しながらその有効活用をはかる。

| 機能 | 機能 記号 | データ構造 | |
|-----------|----------|-------------|-----------|
| | | 定型データ | 内容 |
| 出席登録 | D | 学生番号、年月日、時刻 | 演習位置 |
| 講義資料取得 | C | 学生番号、年月日、時刻 | 講義ファイル名 |
| 演習課題取得 | B | 学生番号、年月日、時刻 | 演習課題ファイル名 |
| 過去の講義資料取得 | S | 学生番号、年月日、時刻 | 講義ファイル名 |
| 過去の演習課題取得 | K | 学生番号、年月日、時刻 | 演習課題ファイル名 |
| 演習課題の提出 | O | 学生番号、年月日、時刻 | 演習課題ファイル名 |
| アンケートの提出 | A | 学生番号、年月日、時刻 | 回答 |
| 連絡事項の取得 | X | 学生番号、年月日、時刻 | 連絡内容 |
| F D新規作成 | Y | 学生番号、年月日、時刻 | |
| 名前登録 | P | 学生番号、年月日、時刻 | 名前、パスワード |

表1 機能のデータ構造

教育的な効果として、アンケートに回答させることによって教育目標を再確認させるねらいを持っている。

4 演習履歴データの処理

サーバに送付された学習者の演習履歴データは、処理して指導者システムとサーバに出力される。出力ファイルには、授業時間にフィードバック利用することを想定したリアルタイム処理用と、学習評価、成績評価、システム改善のために利用する蓄積型データファイルがある。そのファイルから、クラス全体と、個人ごとのファイルが生成される。ソースデータは、出席データファイル（累計）、提出データファイル（累計）、アンケートデータファイル（累計）、その他データファイル（累計）、出席データファイル（演習日）、提出データファイル（演習日）などである。ソースデータから処理するデータは、1）授業表示用として、出席分布（累計）、個人別提出数分布（累計）、課題別提出数分布（累計）などであり、2）学生用として、出席確認（累積）、提出確認（累計）である。それらのファイルは、既に蓄積されているデータに当日提出されたデータを表計算で直接利用できる形式に加工して付加する。それらのデータを表計算やデータベースソフトで処理して、出席分布、課題提出数の分布を集計する。授業経験を生かしてデータ処理方法の工夫を重ね分析法を定型処理化できればマクロに記録してボタン化して利用できるようにする。このようにファイル処理は、Visual Basic、度数分布やグラフ処理は表計算などに分担して処理する設計が特徴である。最終段階の処理を多くのユーザをもつ表計算などで処理できるようにすれば、指導者自身が授業の直感を確認しながら処理を定型化できるため、学習者の状況を把握するとともに、演習システムの改善には有効となる。このような処理設計は、同じ教育目標でも指導者によって使い方が微妙に異なったり、利用回数が少ないわりには変更が多いといわれる教育システムの活用場面には適していると考えられる。以下

にその処理結果の1部を示す。処理したのは、1996年の情報処理基礎Ⅱ（後期で週2コマ）の授業での演習データ（Quick Basicの演習）である。（80題程度の演習課題と20数題の演習テストの合計100程度）の演習課題を進度に併せて学習者に配布した。演習テストは（11月、12月、1月に）3回実施した。

本稿では、授業の出席回数、演習課題の提出数、自信度の3点から授業の状態を分析する。図5と図6に1996年11月末と1997年1月末の課題提出数の分布を示す。横軸は、課題提出数で縦軸は人数である。それぞれの平均（分散）は、27.1（224.3）、49.0（707.4）である。授業が進んで行くと、努力する学習者としらない学習者の差が顕著になるためか、学習者の課題提出数のバラツキが大きくなる。

図7と図8に1996年11月末と1997年1月末の授業出席回数と課題提出数のX-Y図を示す。R²値は、0.62と0.70であり、演習中心の授業の場合には授業出席回数と課題提出数の相関は高いと考えられる。次に図9に5つの教育目標（FOR-NEXT, IF, LOCATE, 四則演算, 入力文）に対する学習者の教育目標の自信度の変容を示す。横軸は、授業進度で縦軸は自信度である。第1段階は、教育目標を最初に演習した課題の時期、第3段階は、最後の演習テストの時期、第2段階はその中間の課題の時期である。教育目標の自信度とは、演習課題を提出した時に同時に記入する教育目標の理解度のアンケートの回答（1：できない、2：たいへん不安

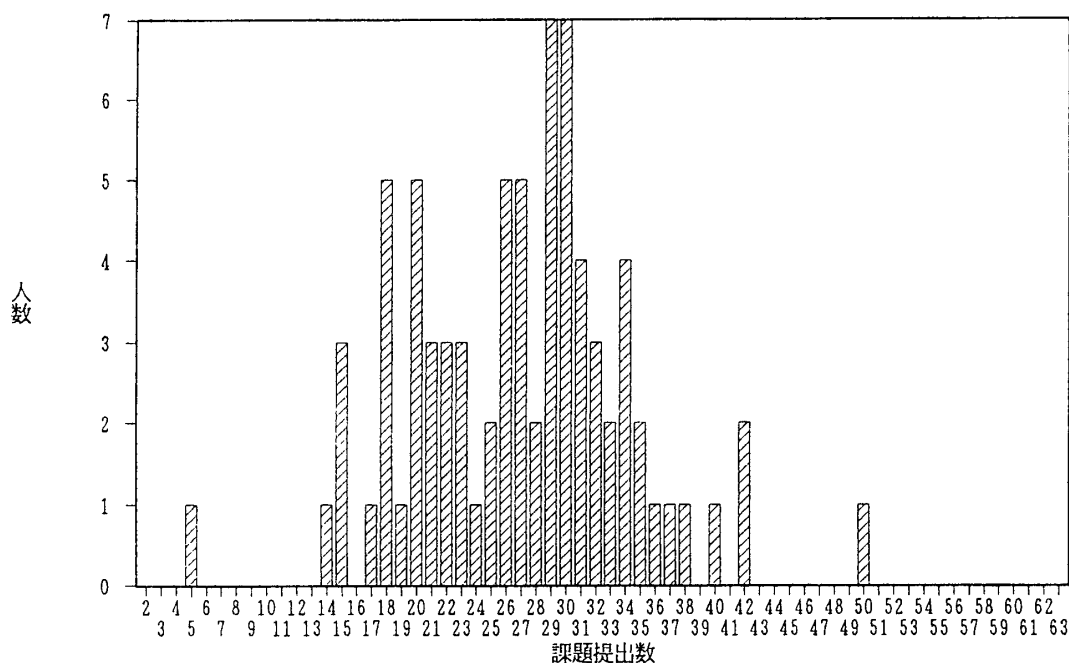


図5 個人ごとの課題提出数分布（11月末）

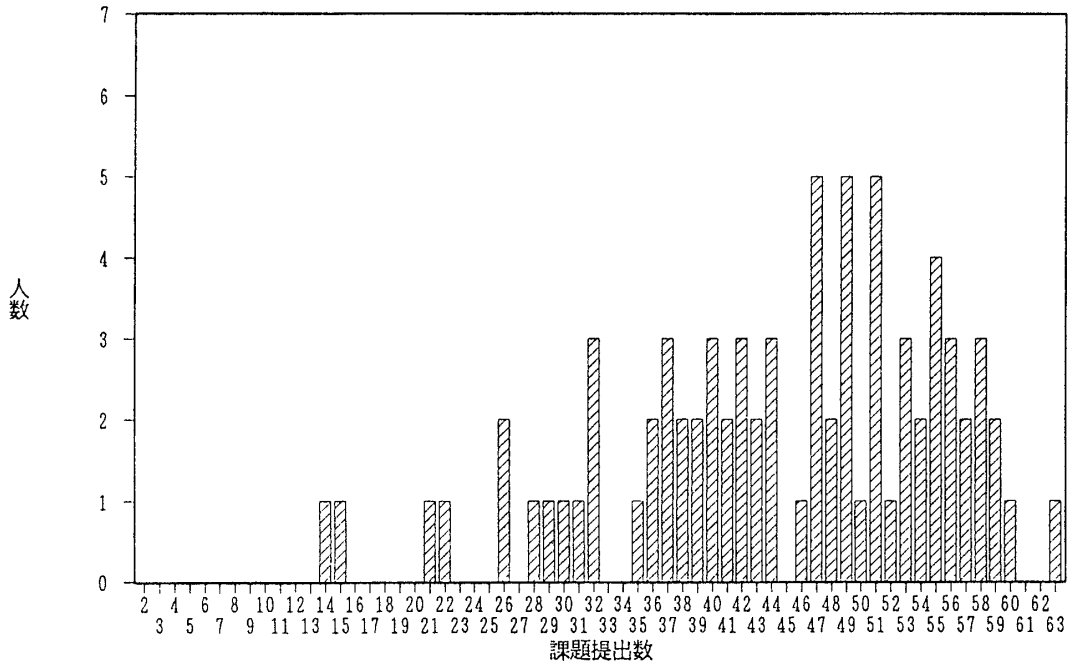


図6 個人ごとの課題提出数分布 (1月末)

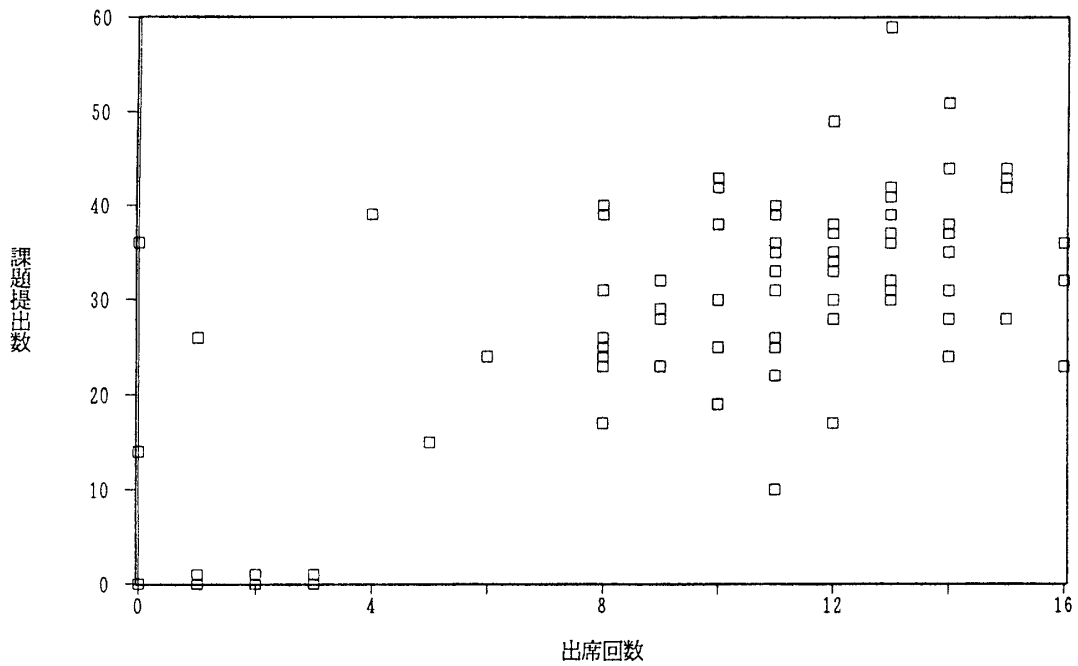


図7 出席回数と課題提出数 (11月末)

情報処理基礎における簡易演習補助システムの開発と実践

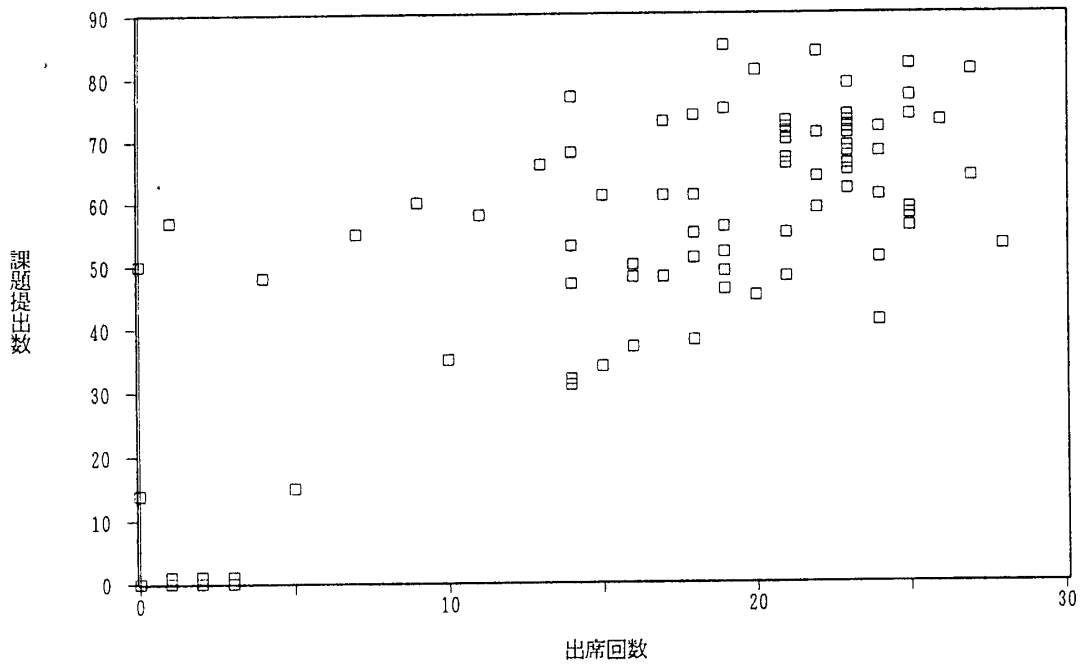


図8 出席回数と課題提出数 (1月末)

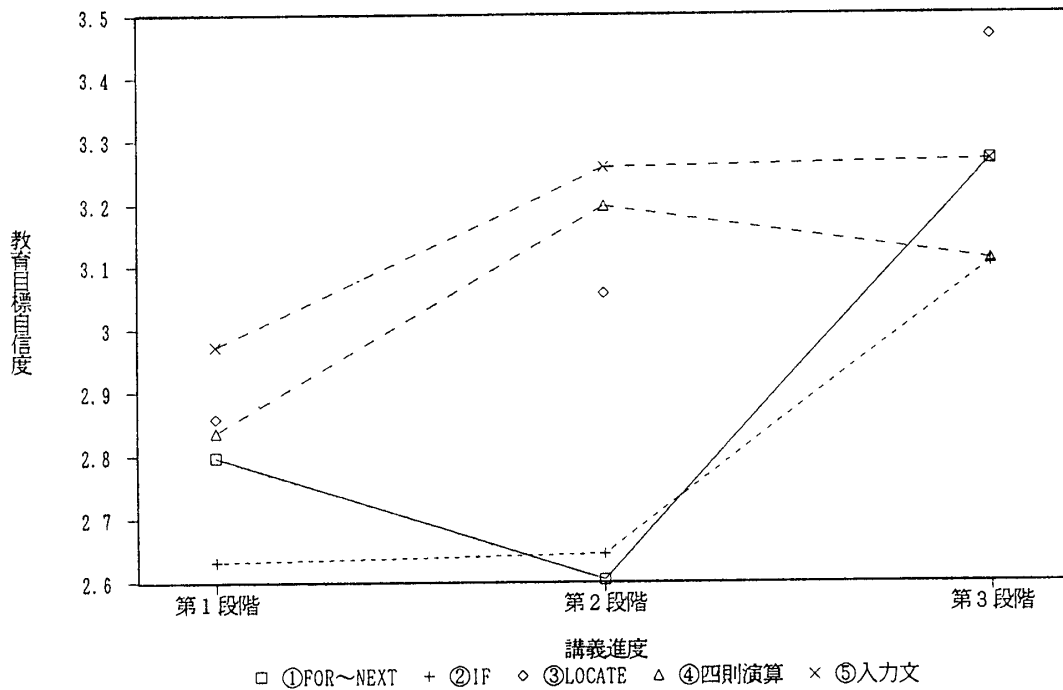


図9 教育目標の自信度の推移

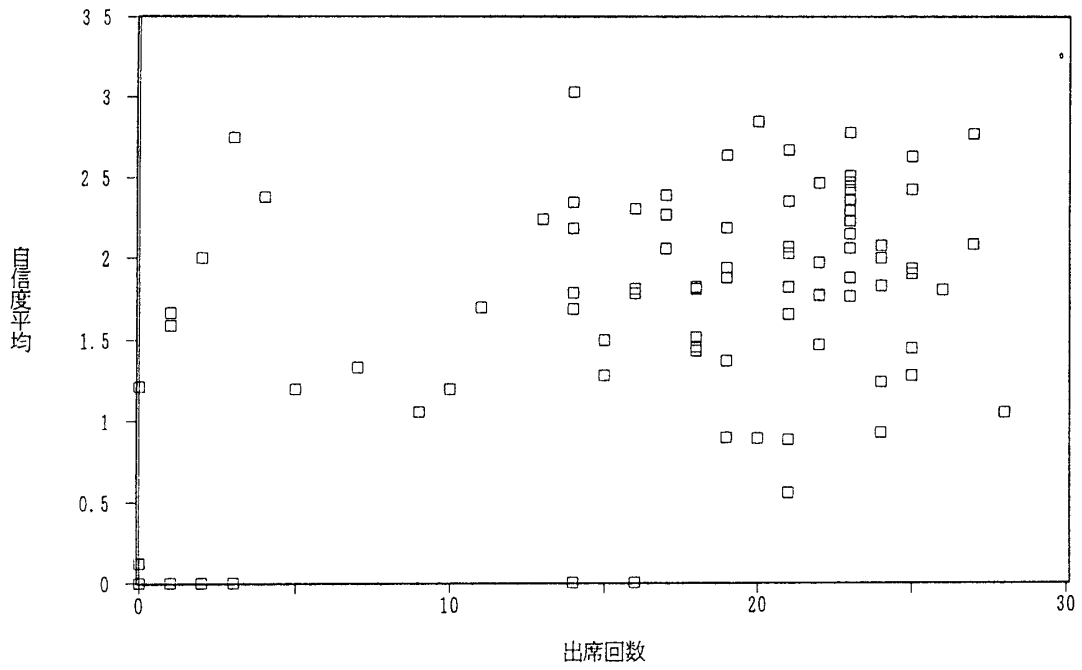


図10 出席回数と自信度平均 (1月末)

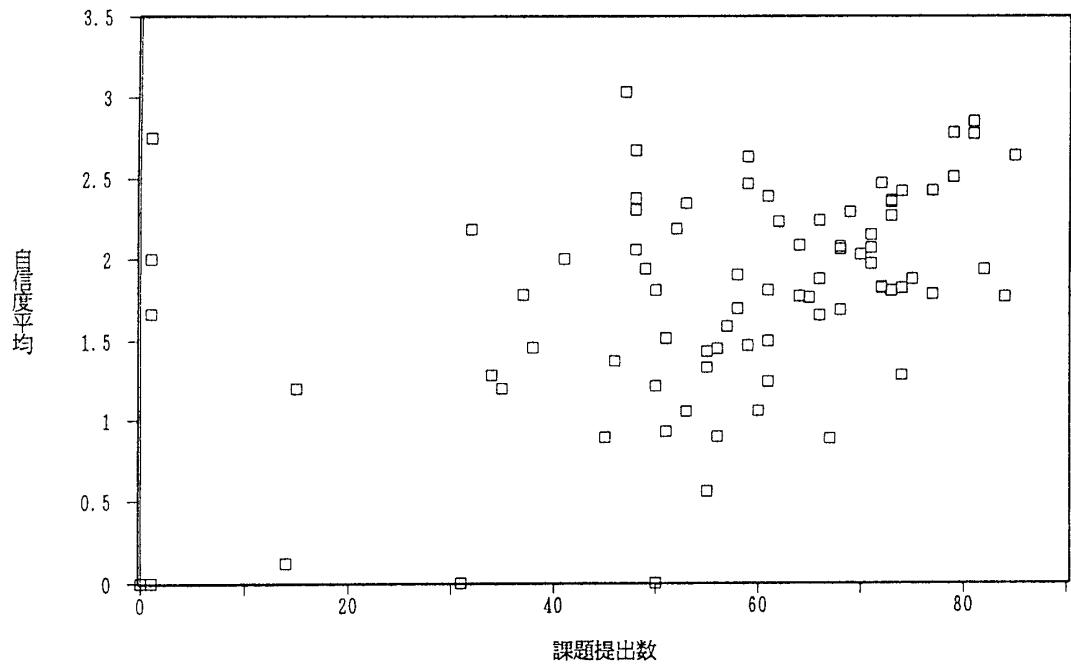


図11 課題提出数と自信度平均 (1月末)

情報処理基礎における簡易演習補助システムの開発と実践

既に提出してある課題は以下の通りです（日付は提出日）

| | | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 7K001001 | 96/05/16 | 7K001020 | 96/06/27 | 7K001041 | 96/10/24 | 7K001080 | 96/11/21 |
| 7K001002 | 96/05/16 | 7K001021 | 96/06/27 | 7K001042 | 96/10/24 | 7K001081 | 96/11/21 |
| 7K001003 | 96/05/16 | 7K001023 | 96/07/15 | 7K001043 | 96/10/24 | 7K001082 | 96/11/21 |
| 7K001004 | 96/05/23 | 7K001025 | 96/09/03 | 7K001044 | 96/10/24 | 7K001093 | 96/12/11 |
| 7K001005 | 96/05/28 | 7K001026 | 96/09/05 | 7K001045 | 96/10/29 | 7K001094 | 96/12/11 |
| 7K001006 | 96/06/27 | 7K001031 | 96/10/17 | 7K001046 | 96/10/29 | 7K001094 | 96/12/12 |
| 7K001010 | 96/06/25 | 7K001032 | 96/10/15 | 7K001049 | 96/10/29 | 7K001095 | 96/12/11 |
| 7K001011 | 96/06/20 | 7K001032 | 96/10/15 | 7K001054 | 96/11/27 | 7K001096 | 96/12/11 |
| 7K001013 | 96/06/25 | 7K001033 | 96/10/17 | 7K001058 | 96/11/27 | 7K001097 | 96/12/11 |
| 7K001014 | 96/06/25 | 7K001034 | 96/10/17 | 7K001072 | 96/11/21 | 7K001098 | 96/12/11 |
| 7K001015 | 96/06/25 | 7K001034 | 96/10/22 | 7K001073 | 96/11/21 | 7K001099 | 96/12/11 |
| 7K001015 | 96/06/25 | 7K001035 | 96/10/22 | 7K001074 | 96/11/27 | 7K001099 | 96/12/12 |
| 7K001016 | 96/07/09 | 7K001036 | 96/10/22 | 7K001074 | 96/11/21 | 7K001099 | 96/12/11 |
| 7K001018 | 96/06/06 | 7K001037 | 96/10/24 | 7K001075 | 96/11/21 | 7K001100 | 96/12/11 |
| 7K001018 | 96/06/06 | 7K001038 | 96/10/24 | 7K001076 | 96/11/21 | 7K001100 | 96/12/11 |
| 7K001019 | 96/06/27 | 7K001039 | 96/10/24 | 7K001078 | 96/11/21 | 7K001100 | 96/12/12 |
| 7K001019 | 96/07/09 | 7K001040 | 96/10/24 | 7K001079 | 96/11/21 | 7K001100 | 96/12/12 |

次にいってもいいですか？ よければ何かキーを入れて下さい

図12 課題提出履歴の表示

である，3：不安であるができると思う，4：できる）の学習者全体の平均である。したがって教育目標の自信度は，1から4まで分布する。FOR-NEXT文やIF-THEN文のプログラムの制御構造に関する教育目標は，入出力文や四則演算に比較して自信を持つのに時間がかかることが知られる。最後に，自信度平均と課題提出数と出席回数のX-Y図を図10と図11に示す。自信度平均とは，演習した課題に含まれる教育目標のアンケート回答の総和を処理して求めた学習者ごとの平均である。R²値は，0.3程度であり相関は高くない。特に図中の出席回数や演習課題提出回数が少ない学生の自信度のバラツキが大きいことが知られる。

これらの分析結果から学習者個々の状況を特定できる情報が切り分けられた段階ではないが，授業への出席回数が多くない学生は，自己の学習状況を正確に把握していない状況であると考えられる。演習補助システムには，図12に示すように，学習者の要望によって各人の課題提出状況を表示する機能があるが，それでは十分でなかったのかもしれない。それらを含めて，綿密に計算された実践と詳細なデータ解析を行い学習者の状況を把握をする方法論を確立し学習を促進する動機づけの要因を明らかにすることが今後の課題である。

5 おわりに

本稿の演習補助システムは，ハードウェア，ソフトウェアなどの教育環境が変わっても移植しやすく，実用性が高い設計が特徴である。そして指導者のノウハウの蓄積によって順次改善できるように簡単な構造である。このシステムを計画的に運用し，演習実施データを分析し，学習状況を把握し，授業設計を評価し，演習システムを順次改良していけば，学習者の学習プロセスのモデル，指導者の活動のモデル，コンピュータの役割と機能，実施した教育方略の有効性を評価したり，学習者の意欲を高める方略（学習者の興味をかき立てる種類の異なった課題，獲得した知識や技術を応用する場面）に対する知見を獲得できると考えられる。それらの知見

は、将来の個別学習の実施に重要な要素となると考えられるため、実績データに基づいた分析を行い組織的に蓄積しなくてはならない。

参考文献

- 1) 松永公廣：大学における情報基礎教育の具体化，私立大学情報教育研究発表会予稿集，pp. 88-89, 1993
- 2) 松永，吉川：実践を通してみる情報基礎教育の具体化と現状，教育システム情報学会第18回全国大会予稿集，pp. 103-104, 1993
- 3) 松永，吉川：経営情報系学科の情報基礎教育の導入と展開，日本教育工学会第9回大会予稿集，1993
- 4) 小田桐，松永：プログラミング課題のむずかしさに関するアンケート，教育システム情報学会第20回全国大会予稿集，pp. 137-138, 1995
- 5) 松永，吉川：演習課題提出確認システムの提案，教育システム情報学会研究報告，Vol. 94, No. 4, pp. 65-70, 1994
- 6) 松永公廣：制限演習課題にもとづくプログラミング成績評価法，電情通，ET95-23-32, pp. 5-12, 1995
- 7) 佐野，橋本，松永：ネットワークによるプログラミング教育の実践，教育システム情報学会第20回全国大会予稿集，pp. 403-404, 1995
- 8) 橋本，佐野，松永，岩崎：情報処理基礎教育における演習状況の把握，教育システム情報学会研究報告，Vol. 96, No. 3, pp. 5-6, 1996