

数学学習環境・支援システムの試作

3S-1

赤石雅典 日高一義 中山恭與 脇田修躬 宇土正浩

日本アイ・ビー・エム株式会社 東京基礎研究所

1. 目的

従来のCAIでは、いわゆるコースウェアをはじめとして、コンピューターに先生の代わりをさせようとする傾向があった。ところが、こうしたCAIを実際に教室で利用しようとする場合、従来の「先生-生徒」の関係の中で、コンピューターをどのように位置付けるかが大きな問題となる。

これに対して、我々はあくまで教室で教えるのは先生であり、コンピューターはそのための環境支援という役割に徹するべきだという立場にたっている。そしてこうした立場のうえで、コンピューターを使うことにより初めて可能となりしかも教育的効果の期待できる機能を備えたシステムの研究を行なおうとしている。高校の数学を対象としている本システムは、

"Learning Environment for Teachers and Students to learn Mathematics"、

略して LETS/Mathと名付けられている。その具体的な目的は、

- 生徒が新しい数学的概念を学ぶときの助けになるような「数学の実験道具」の提供
- 計算問題を生徒が練習する際に、個々の生徒に対応して計算間違いのチェックができるような「誤り指摘機能」の実現

などである。

2. 機能

本システムの機能として次のようなものがある。

- 教科書と同じ表現による数式の入出力が可能な「数式エディタ」
- 数式を入力するだけでグラフ表示が可能な「数式グラフ・エディタ」
- 数学教育を目的とした「数式処理機能」
- 学習環境制御機能
 - ・ 電卓モード/検算モード
 - ・ 生徒のキー入力の記録、再生

2.1 数式エディタ

このエディタは、Mathematical Formula Editor 略して MFEと呼ばれているもので、本システム用の入力モジュールとして特に開発したものである[1]。

これによって、教科書と同じ表現で分数やべき乗を、生

徒がキーボードから入力することができ、またディスプレイ上に表示することが可能になった。

2.2 数式グラフ・エディタ

これは、グラフ表示を受け持っているモジュールである。

主な機能としては、

- ・ 描く : 教科書通りの数式を入力するだけでその式のグラフを表示する
- ・ 書く : 数式をテキストとしてグラフ上に書き込む
- ・ 方眼紙 : グラフのスケールを変えたり、原点を移動する
- ・ 筆箱 : 矢印キーで十字カーソルを移動させることによりグラフ上に点や線分を直接書き込む等がある。なお、左のキーワードは図1のメニュー中の項目名と対応している。これは以下の2.3に関しても同様である。

2.3 数式処理機能

本システム用に、日本語APLを用いて開発した。現在のところ扱える式は有理係数の二変数多項式(因数分解、方程式の解については一変数のみ)である。

具体的な機能としては、次のものがある。

- ・ 計算 : 式を展開して整理する
- ・ 代入 : 変数に数値を代入する
- ・ 微分 : xに関する微分
- ・ 不定積分 : xに関する積分(不定積分)
- ・ 因数分解 : 一変数多項式の因数分解
- ・ 解 : 一変数方程式の解をもとめる

2.4 学習環境制御

- ・ 電卓モード/検算モード

電卓モードの時に数式処理を行なわせるとその結果は出力エリアに表示される。同じことを検算モードの時にすると、答えは表示されず新しい入力パネルがあらわれて、生徒に答えの入力を求める。生徒の入力した答えが正しいかどうかはディスプレイ上に表示され、また音によっても示される。

- ・ 生徒のキー入力の記録、再生

本システムのキー入力ルーチンは通常のモードの他

A prototype of Learning Environment for Teachers and Students to learn Mathematics

Masanori Akaishi, Kazuyoshi Hidaka, Yasutomo Nakayama, Osami Wakita, Masahiro Udo

IBM Research, Tokyo Research Laboratory

に、記録モードと再生モードに設定することができる。記録モードにすることで、生徒のキー入力をファイルに記録し、また再生モードにすることで生徒が本システムに対して行なったキー入力を再現することが可能である。

3. ユーザー・インターフェース

本システムは、まだキーボードにふれたことのない生徒でも使えることを目的としている。そのため、「コマンド」という概念をなくし、すべての機能はメニューを矢印キーと改行キーで選ぶことだけで行えるようにした。インターフェース画面を図1に示す。

[I]はMFEのための数式入力エリアである。ここで対象とする数式を入力する。

[II]は機能選択メニューエリアであり、対象となる数式にどのようなオペレーションを行なうかを選ぶ。

[III]はグラフ表示エリアで、グラフに関する結果はここに表示される。

[IV]は数式記録エリアで、数式処理の結果などがここに表示される。

4. システム構成

-H/W

プロトタイプはIBMのワークステーションPS/55(ラップトップ型ワークステーション5535をふくむ)上で稼働している。

現在のところマウスは使用しておらず、最小640Kのメモリー以外にハードウェアとして必要なものはない。

-S/W

プログラムは日本語DOSのもとでC言語とAPL言語によって書かれている。

数式の入出力、グラフ表示等のインターフェイスに関する部分はC言語が、数式処理の部分はAPL言語が担当していて、この両者の間のコミュニケーションは新たに開発したAPL-C連結モジュールで行なわれている(図2)。

5. 本システムの試用

本システムを尚綱女学院高等学校(仙台市)などの高校生に、試用してもらった。実験ははじめに本システムの機能と使用方法について説明し、いくつかの練習問題をやってもらった後で、教科書にでている応用問題を、本システムを使って解いてもらうという形式で行なわれた。

6. 最後に

現在のシステムは、まだプロトタイプにすぎないため手を加えるべき点が多い。特に数式処理機能の拡充と、より使いやすいインターフェイスを研究開発していくことが必要である。それと同時に、今後は実際に生徒や先生に使うことでどの様な機能が授業で役にたつのか評価しながら、システム全体の研究を進めていくことが必要だと考えている。

参考文献

[1]中山:CAIのための数式エディタの試作、情報処理学会第36回全国大会講演論文集、pp2413-2414,1988

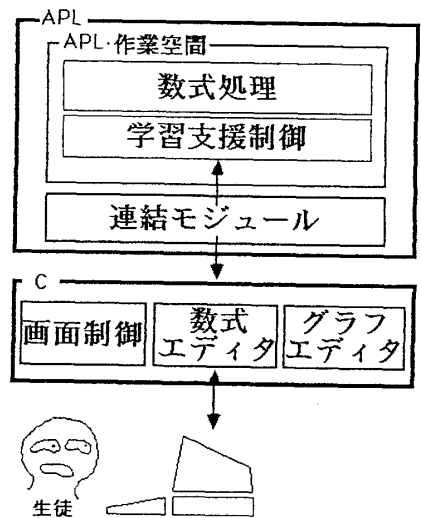
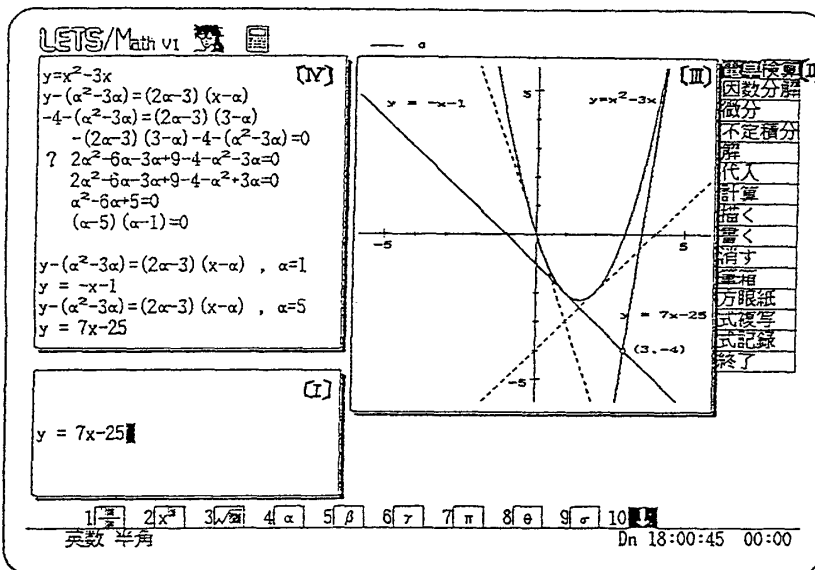


図1 LETS/Math のユーザー・インターフェース

図2 システム構成