

高校数学でのコンピュータ活用による学習

尚網女学院高等学校 橋川 孚

1 数学の理解のためのコンピュータの活用

高校の数学は、学問としての数学ではない。人がものを考え、深く理解し、厳格な分析を加えようとする数学的思考の緒を学ぶことにある。このことは、数学の学習にコンピュータを用いようとする試みに、多くの議論と困難とをもたらしている。

しかし、思考の錬成のための数学の学習のなかで、教師が数学概念をより明快に伝えようとするとき、学習者が受け取った知識を保持し整理しようとするとき、それを熟成させて新しい考えを築こうとするとき、コンピュータはそれぞれを支え助ける大きな力となることができると考える。

我々はこれまで、数学の授業の中で必要に応じて、自然な形で、数学の理解の援けとしてコンピュータを活用したいとの願いから、数値処理も数式処理もグラフィックスも一緒に共用できるAPL (A Programming language) を用いて教材を開発し、数学の学習に用いてきた。

ここに述べる授業の実践は、日常の学校で行なわれている、学習者が教師の黒板などを用いた学習内容の開示によって理解し、自身で問題を解くなどを試みて納得する数学学習の基本を、コンピュータの支援によってより充実したものとしようとする試みの一つで、教師にAPLに関する知識がなくとも、我々の考えを端的に表現し実行できる市販の「数学学習環境支援システム LETSMath」を用いた実践である。

2 コンピュータの援用による授業の実際

2.1 授業実施学年

1年生数学I 1クラスおよび2年生は基礎解析1クラス

2.2 授業の方法

普通教室にラップトップコンピュータを持ち込み、LETSMathの表示を分離してOHP上に乗せ画面拡大を行い、黒板での表現解説が難しい関数の動的な表示を試みる。生徒の座席その他はすべて通常のみである。2年生は、さらに数学教室でLETSMathを用いて問題を解く。

2.3 授業の内容

1年生：数学Ⅰ 連立不等式の領域

例題「連立不等式 $y \leq 3x$, $2y \geq x$, $2x + y - 5 \leq 0$ の表す領域を点 (x, y) が動くとき $y - x$ のとる値の最大値と最小値を求めよ。」

2年生：基礎解析曲線の接線

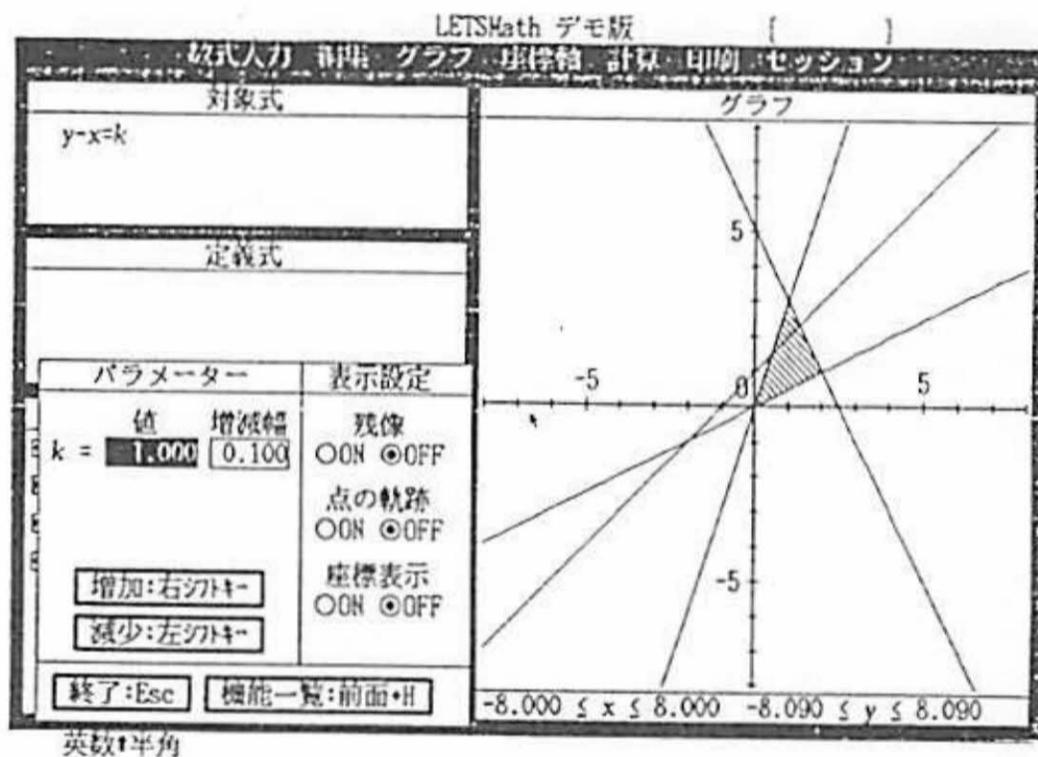
例題「点 $(3, -4)$ から、放物線 $y = x^2 - 3x$ へひいた接線の方程式を求めよ」

実習課題(1)「点 $(1, 5)$ から、曲線 $y = x^3$ へひいた接線の方程式を求めよ」

実習課題(2)「放物線 $y = x^2 + 1$ に点 $(-1, -7)$ から 2つの接線をひくとき、その接点の座標を求めよ」(教科書問題)

1年生解説画面

例題の連立不等式の領域を図示し $y - x = k$ の直線を動かして問題の意図を示す



2年生生徒作成画面

グラフを画き、数式処理を利用して問題を解く

等式は微分できません

$$\frac{d}{dx}(x^3)$$

$$= 3x^2$$

$$y = 3\alpha^2x - 2\alpha^3$$

$$y - \alpha^3 = 3\alpha^2(x - \alpha), (x, y) = (1, 5)$$

$$2\alpha^3 - 3\alpha^2 + 5 = 0$$

$$2\alpha^3 - 3\alpha^2 + 5 = 0 \text{ の解}$$

$$\alpha = -1, \frac{5 \pm \sqrt{15}i}{2}$$

$$y = 3\alpha^2x - 2\alpha^3, \alpha = -1$$

$$y = 3x + 2$$

問題検索
因数分解
微分
不定積分
代入
計算
描く
消す
筆箱
方眼紙
式複写
式記録
終了

$$y = 3x + 2$$

2.4 授業の結果

授業の経過から：

1年生の連立不等式の領域の説明は、これまで繰返しの質問が絶えなかったところだが、今回は生徒はただ黙って拡大の画面を見つめ、早速問題に取り組んでいた。これまで「数学は嫌い」と広言して怠けていた生徒から「計算で解くときはどうするの」との質問がでたのは、見て、興味を持つことが、理解への第1歩であることを示すと思われる。

2年生の実習では、ある者は操作に手間どり、ある者は早々と問題を解き終わる等、それぞれの進度は異なったが、自分の力に合わせて自由にLETSMathを使用していた。LETSMathを黒板の代わりに用いた授業を受けた生徒の多くは、見るだけでは満足せず自分で試してみたいと考えていて、その欲求が授業を成立させたと言ってよい。

見る授業と使う授業に関するアンケート調査結果：

設問：(1) LETSMathを使って面白かったですか？

回 答	LETSMathを用いた 先生の説明を聞いて	LETSMathを今度は 自分で使ってみて	平 均
とても面白かった	68 %	52 %	58 %
普通	32 %	42 %	38 %
つまらなかった	0 %	6 %	4 %

設問：(2) LETS/Mathは数学の勉強に役立つと思いますか？

回 答	LETSMathを用いた 先生の説明を聞いて	LETSMathを今度は 自分で使ってみて	平 均
役立つ	41 %	61 %	53 %
わからない	45 %	29 %	36 %
役立たない	14 %	10 %	11 %

設問：(3) これからも LETSMathを使って問題を解きたいと思えますか？

回 答		理 由
やってみたい	48%	・使い方もわかって楽しくなって来た ・グラフが美しい。応用問題等やりたい
どちらでもよい	41%	・どちらでも力がつく1人1台ならよい ・グラフを用いる場合は使いたい
使いたくない	11%	・わからないから。その分授業が遅れる ・時間がかかる。

設問：(4) その他、感想などあったら書いて下さい。

- ・ LETSMathを使って解いた問題は、印象に残る。自分で想像してグラフを見ると、それがきれいに図に現れて理解が深まるし、とても数学が楽しくなる。
- ・ 自分達でプリントを見て出来るところまでやれたし、あらかじめ問題を解いてから答を出したりするのも楽しい。もっと慣れてきたら、いろんな問題に挑戦したい。
- ・ 画面を印刷したらすごく綺麗で感動した。こちらから指示さえ出せば、それに対して正確な答をはやく出す。すごいなあと思いました。
- ・ テストの時使えたらよい。手にタコができるほど書かなくても良い。私より頭がいい
- ・ うちにもパソコンがあるけど、学校の授業でやるほうが、楽しくていい。
- ・ 見た目は難しいけど、やってみると、自分にも出来るんだなあと思いました。
- ・ 使い慣れれば楽しいし役立つと思う。でもコンピュータに頼ってしまうと思う。
- ・ 3人に1台というのは、ちょっとやりにくい。1人1台だといいなと思う。

3 数学学習の支援

平成6年から実施される新文部省学習指導要領には「数学の各科目を通して、コンピュータ等の教育機器を活用して指導の効果を高めるようにすること」とある。高校数学へのコンピュータ導入は、すでに昭和45年の前の学習指導要領の改訂時に始まっているが、その実状は全体的に見れば充実したものとは言いがたい。しかし、現在は、これまでとは比較にならない程パソコンの普及が著しく、数学教育を取り巻く環境も変わってきている。この現状を背景に、コンピュータを教育環境の一部として見直そうとの姿勢が改めて打ち出されたものとする。

今回の教育課程の改訂によって通常の授業のなかでコンピュータを扱うことが多くなると予想されるにともなって、高校数学の学習内容の変化と共に、教育方法の変化が起こることが当然考えられよう。ここで数学の学習環境としてコンピュータがある時、教師と生徒

との間において働くコンピュータの存在について考えてみたい。

現在の学校における授業は、教師は多数の生徒に知識を伝え、それを生徒が学ぶ形を取っている。このような学習環境の中で、知識の送り手である教師は、どのようにして正確に知識を伝達できるか、その知識を支える思想を受け渡すことが出来るかを考え、その知識と共に思想の熟成が生徒の心の中で行なわれることを期待してきた。知識の受け手である生徒は、捕われない自由な心で新しい知識を得て、それを自分のものとして生かしたいと望んできた。ここにコンピュータが介在するとき、その働きには次があると考えている。

- (1) 黒板の替わり：数学的な概念を動的なイメージで提示する、問題の全体像を示す、考え方や手法等を解説する等、知識伝達の際の黒板替り。
- (2) 助言者として：個人差のある学習者が、能力に応じて授業内容を確認しながら繰返す等して、論理の筋道を追おうとする時等の助言者。
- (3) ノート替わり：問題を考えあるいは解く時に、摸索し分析しまとめ、記録整理してそこから生まれる新しい考えを記述する等の思考を支えるノート。

授業は教える分野項目が同じであっても、教師の工夫や持味によって、それを受け止める生徒の対応や反応によって、また教師や生徒の考え方や資質によって、様々な違いを見せて生きている。そこにコンピュータがあるとき、コンピュータは、生きて働く教師と生徒の思考を受入れて助ける自由さと柔軟さを持つ思考の道具でなければならぬと考える。

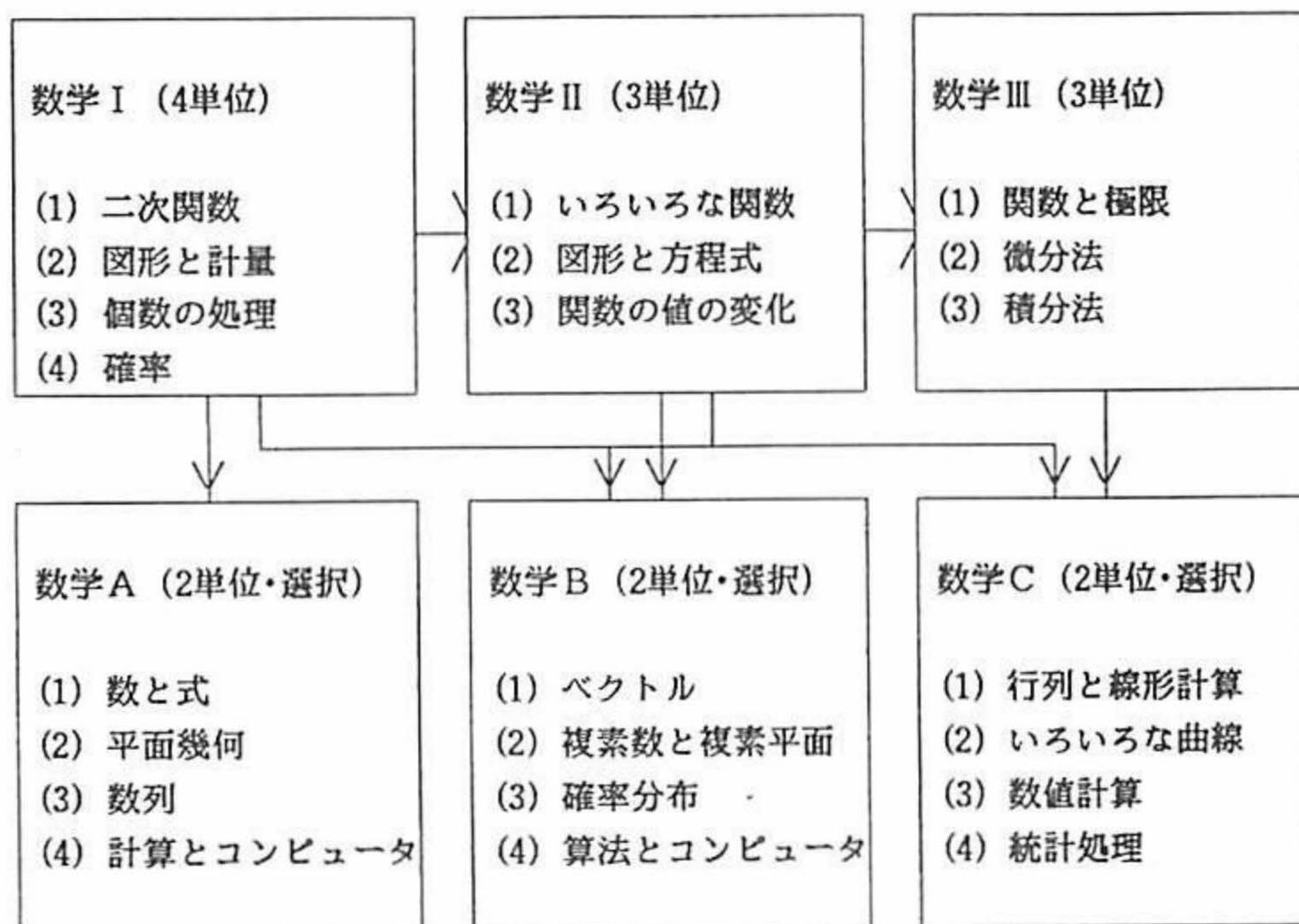
我々はこれまで、伝統的C A Iの教育的観点から検討し構成されたシナリオに従ってコンピュータが教師に替わる役割をする方法を取らなかった。学習者の思考を定め導く方法はそれがどんなに優れた効果的なものであっても、究極には学習者の創造性を培おうとする数学的思考の緒を学ばせようとする高校の数学教育には馴染まないものではないかと感じていたからである。

ここに述べた LETSMath は動的なグラフの表示と数式処理が可能な教科書通りの表示を持つ徹底した学習支援の道具である。この意味で LETSMath はコンピュータの働きを思考の道具として学習の中で用いたいと望んできた我々の方向を受け継ぎ、数学の学習をより豊かなものとする事が出来るものと期待している。

我々の LETSMath を授業に用いたこの一つの摸索の歩みに、ご教示を頂きたいと願っている。

付記

平成6年4月入学生より適用される高校数学のカリキュラム：



ACTIVE USE OF COMPUTERS IN LEARNING SENIOR HIGH SCHOOL MATHEMATICS

Makoto Kikkawa

Shokei Jogakuin Senior High School

During the course of studying mathematics in senior high school, computers can be of great help for both teachers and students in giving and obtaining mathematical concepts, especially in keeping and tidying up the given knowledge. This paper describes class performances using "LETSMath", responses of students, and assessment of active use of computers in class room.