

昭和63年度

個々の生徒に応じたCAIの作成

～基礎解析の微分法について～

川崎市総合教育センター高校教育研修員

個々の生徒に応じた CAI の作成

— 基礎解析の微分法について —

円 福 寺 恭 司¹

キーワード：数学教育，CAI，個別教育，パソコン

はじめに

社会生活がコンピュータ抜きでは考えられない現在，教育にも積極的にこれを取り入れる必要がある。学校におけるコンピュータの教育利用の可能性を広げるため，研究の積み重ねが求められている。ここでは，1つの試みとして，数学の授業でパソコンを利用しようと考えた。

■ 主題設定の理由

パソコンを授業に利用するには，

- ① 教材作成支援ソフト等で作られたコースウェアを，生徒がそれぞれたどっていく学習法
- ② 授業の途中でパソコンを教具の一つとして用いる学習法

等が考えられる。現時点では，普通高校の多くは2～4台のパソコンを設置している程度であり，そこには①の方式のようにクラス全員，一斉に個別指導を実施することはできない。しかし，教育利用のアイデアを少数の生徒に実践し，その反応を個別にとらえていくことはできる。ここでは，BASICでグラフ表示ソフト等を作成し，②の方式で授業を行い，一斉提示としての利用から，徐々に少人数利用の個別指導を進め，学習効果をみる。そして，生徒の学力，パソコンに対する関心，操作経験等の要素がどうかかわるか考察する。

1. 研究の内容

2年生一学級で，微分法の授業にパソコンを用いることにし，次のような指導の段階を想定した。

第一段階

〔学習内容〕 微分係数の定義

〔指導形式〕 グラフ・接線表示ソフトを26インチ大型テレビで一斉提示し，課題の把握，見通し等に利用する。表示の速さ・正確さは，生徒にパソコンの利用効果を認識させることになる。

第二段階

〔学習内容〕 接 線

¹ 川崎市立高津高等学校教諭（長期研修員）

〔指導形式〕 グラフ・接線表示ソフトを一斉提示する際、生徒にもキー入力させ、自分でパソコンを扱えることを経験させる。パソコンの存在を生徒にとって身近なものにする。

第三段階

〔学習内容〕 関数値の増減 極大・極小 最大値・最小値

〔指導形式〕 パソコンを2～4台教室に設置し、生徒は交代でグラフ表示ソフトを利用する。生徒がそれぞれパソコンを使う力をつけ、ソフトを利用して問題解決を行う下地を作る。

第四段階

〔学習内容〕 微分の応用問題

〔指導形式〕 グラフ表示ソフトを使って、生徒に問題解決を行わせる。教室に2台のパソコンを用意し、授業後の休み時間に意欲的な生徒にパソコンを利用させ、学習状況を観察し、その効果を確かめる。

指導に利用するため、次のソフトを作成した。

(A) グラフ表示ソフト……メニュー画面で①1次関数、②2次関数、③3次関数、④4次関数を選択する。関数の係数を入力するとグラフが表示される。座標軸の目盛り幅や、書いたグラフを残すか消すかを選択できる。

(B) 接線表示ソフト……グラフを表示した後、接点のX座標を入力すると、接線が表示される。

(C) 定義域を指定できるグラフ表示ソフト……グラフを表示した後、定義域を指定し、その範囲のグラフだけを残す。最大値・最小値を調べるときに使う。

利用できる機器はPC9801vm(3台), FM-16β(1台), RGB対応26インチテレビ(1台)である。

2. 指導の実践

昭和63年6月21日から10月14日まで、一学期から二学期にわたって計15回、パソコン利用の指導を行った。初めの8回は授業中の利用、その後の7回は休み時間での個別利用である。節目になった1, 3, 8, 12, 14回目の指導の実践、及び2回目の指導後にとったアンケートの結果を以下に報告する。

第1回指導(一斉視聴)〔日時〕昭和63年6月21日(火)1時限〔場所〕高津高校

2年1組教室〔生徒数〕男子22名 女子24名 計46名〔学習内容〕微分係数の図形的意味

生徒はグラフ、接線の表示の速さに関心を示した。問題解決の時間短縮、課題の明確な把握にも役立った。

初めて利用したパソコンとテレビに、生徒は非常に引きつけられていた。微分

学 習 内 容	留 意 点
<ul style="list-style-type: none"> ・前時の復習 微分係数は、関数のグラフにおいて接線の傾きを表すことを、定義式で確認する。 ・前時に解いた問題をグラフ上で解釈する。 『問題1. 放物線$Y=2X^2$上の点P(1,2)における接線の傾きを求めよ』について 1)接線表示ソフトで係数を打ち込み、$Y=2X^2$のグラフを表示する。 2)接点のX座標1を入力し、題の接線を表示する。 3)接線の傾きを読み取る。 (以下略) 	<ul style="list-style-type: none"> ・パソコンで、この後視覚的に確認するため、理解を徹底しておく。 ・接線表示ソフトを起動し、26インチテレビで一斉提示する。

係数の値と、テレビに表示させた接線の傾きを対応させて、解決の見通しを与えることができた。

初めの2回の授業実践の後、アンケートをとった。結果は次の通りである。(回答生徒44名)

問1. 6月21日(火)、23日(木)の授業で使った大型テレビは見やすかったですか?

1. よく見えた 17人
2. 少し見にくかった 19人
3. 非常に見にくかった 8人

問2. 授業でパソコンを利用する価値はあったと思いますか?

1. 効果的だった 17人
2. 黒板での説明と変わりはない 23人
3. 使わない方がよい 4人

問3. 1人1台パソコンが用意されている教室で勉強してみたいと思いますか?

1. できるだけ多くそのような教室で勉強したい 21人
2. ときどきならいい 22人
3. そのような教室では勉強したくない 1人

問4. 今まで、パソコンをどの程度利用したことがありますか?

1. 全然使ったことがない 21人
2. 何回かキーボードに触れた程度 10人
3. ゲームソフトで遊んだことがある(ファミコンは除く) 14人
4. ソフトを使って文字を打ったり、計算したことがある 6人
5. 自分でプログラムを打てる 1人

(2と3を両方答えた生徒が8人)

以上の結果から、次のことが認められる。

- 1) 問1の結果から27人が十分見えていなかったわけで、26インチよりさらに大型のテレビか、電子OHPを用意するなどの対策が必要である。
- 2) 問2の結果から、積極的な反応を示す生徒は、クラスの約3分の1であり、否定的な反応は1割弱である。全体としてパソコン導入の効果はあったといえる。
- 3) 問3の結果からコンピュータに対する、さらに強い関心を感じられる。拒否的な反応を示した生徒1人は数学の苦手な女子で、学力が安定すれば姿勢も変わってくると思われる。男子では数学が不得手なものも、コンピュータに関しては意欲的である。1を選んだ21人のうち、男子が13人、女子が8人である。男子の積極さは、授業中及び授業後の生徒のパソコン利用の状況をみても裏付けられた。
- 4) 問4の結果からみると、生徒はパソコンの操作経験が不足気味のようなのである。

第3回指導(一斉視聴) [日時] 9月9日(金) 3時限 [場所] 2年1組教室

[学習内容] 接線の方程式

問題の解説はスムーズに流れ、生徒も26インチテレビの画面に集中していた。しかし、ソフトを利用して問題の意味を考え、図形との対比で解答の検証も行うという多面的な思考を一度に要求したためか、解法の定着が不十分な生徒が何人か出てしまった。

学 習 内 容	留 意 点
<ul style="list-style-type: none"> • 前時の復習 接線の公式を導く過程を復習する。 • 本時の問題の把握 『放物線 $f(X) = X^2 + X - 3$ 上の点 $(2, 3)$ における接線の方程式を求めよ。』について、求める接線を接線表示ソフトで確認する。 • 解答の検証 接線の傾きが5と得られた所で、ソフトで表示した接線の傾きと一致することを確認する。 (以下略) 	<ul style="list-style-type: none"> • 26インチテレビで一斉提示する。 求める接線を視覚的にとらえさせ、解法の方針をたてやすくする。

第8回指導（一斉視聴・個別利用）〔日時〕9月22日（木）1時限〔場所〕視聴覚教室

〔学習内容〕関数の増減、関数の極大・極小

生徒は、同じソフトを繰り返し使うことに飽きはじめてた。そこで、9月21日に次のようなソフトの改善を行い、以降の授業に用いた。

- 1) 初期画面を、正方形のわくが6色に変化しながら拡大していくデザインにした。
- 2) 座標平面は白の下地に青色の座標軸とし、カラフルな画面にした。
- 3) 座標平面にます目を入れる選択ができるようにした。(図1)
- 4) 入力画面ではメッセージを入れ、操作に戸惑いがないようにした。

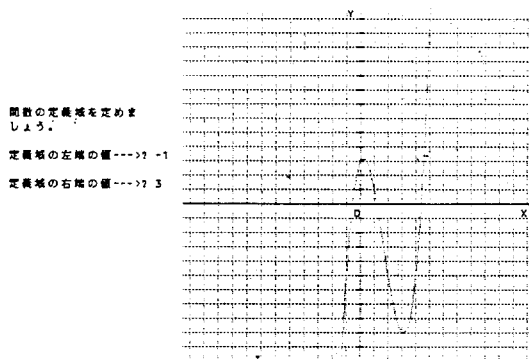


図 1

授業でこれを、テレビで一斉提示すると、生徒から歓声があがった。パソコンに対する関心は再び高まった。

第12回指導（個別利用）〔日時〕10月7日（金）3時限〔場所〕2年1組教室

〔学習内容〕最大値・最小値

この時期より個別利用を進めることにし、授業後の休み時間にパソコンを利用するよう生徒に勧めた。多い日には男子10名ほどが集まった。パソコンに慣れていない生徒には、個々に質問、確認を繰り返しながら対応した。自由に打たせていると1人が一回打つとすぐに変わってしまい、自分で課題を設定して学習を深めることはまだできない。女子の利用は毎回ともほとんどない。

第14回指導（個別利用）〔日時〕10月13日（木）1時限〔場所〕数学研究室

〔学習内容〕応用問題

意欲的にパソコンを利用してきた生徒は、ソフトに慣れ、効率的に利用できるようになった。周

りを囲んで見ている生徒たちもソフトに新しい機能を要求し始めた。与えられたソフトを受身でなく、能動的な姿勢で利用するレベルにきていると判断された。そこで、次の2問の応用問題を、グラフ表示ソフトを利用しながら解決させることを試みた。

問題1 「方程式 $X^3 - 3X - 1 = 0$ の実数解の個数を求めよ。」

問題2 「方程式 $X^3 - 3X^2 - a + 5 = 0$ の異なる実数解の個数を調べよ。」

10月13日の指導における生徒と教師の応答は次のようであった。

教師「グラフ表示ソフトを使い『方程式 $X^3 - 3X - 1 = 0$ の実数解の個数を求めよ』を解いてみなさい。」 生徒1「わからない。」 生徒2「グラフを書けばいい。」

(生徒は係数を打ち込み、 $Y = X^3 - 3X - 1$ のグラフを表示する)

教師「このグラフから $X^3 - 3X - 1 = 0$ の実数解の個数は?」「 $= 0$ とは $Y = 0$ となるところ。

$Y = 0$ となるところはいくつある?」 生徒2「3個」

教師「そう。だから実数解は3個となる。同様にして『方程式 $X^3 - 6X^2 + 9X - 1 = 0$ の実数解の個数を求めよ』を解け。」

(生徒はソフトを使って解くことができる)

教師「問題『方程式 $X^3 - 3X^2 - a + 5 = 0$ の異なる実数解の個数を調べよ。』をグラフ表示ソフトを使って解くにはどうする?」

(生徒はわからないようす)

教師「 a の値によって変わる。 a の値によって分類される問題」「 a にいろいろ値を代入してみよう。例えば -3 を代入すると X^3 の係数は1、 X^2 の係数は -3 、 X の項はないから0、定数項は $a = 3$ とするといくつになる?」 生徒1「2」

(生徒はグラフを表示することができる)

教師「このとき実数解の個数は?」 生徒1「3個」

教師「 $a = 1$ を代入するとどうなる?」

(生徒はソフトを使って解は2個と答えることができる)

教師「このように a の値によって解の個数が変わってくる。結果は教科書のような分類になる。」

部分的に、教師の発問をソフトで解決することができるようになった。

3. 指導結果についての考察

1) 第一段階の指導は1,2回目の授業で実施し、予想通りの生徒の反応を得ることができた。アンケート問3の結果に見られるように、生徒はパソコンに大変興味を持っている。授業にパソコンを利用して、生徒の学習意欲を喚起すべきである。

2) 第二段階の指導は3,4回目の授業で実施した。一部の生徒にはパソコンを利用した説明と、黒板による説明との併用は、的を絞りにくくさせてしまったようである。生徒は黒板による説明を主と考える習慣がある。パソコンを教具として利用するならば、教材の本筋の展開は板書で、部分的な理解の補助はパソコンでと、役割を分けた方がよいようである。

3) 第三段階の指導は5~11回目の授業及び休み時間の個別指導で実施した。ソフトを機能面だけでなく、彩りやメッセージの工夫で、より使いやすさを向上させることが、生徒への浸透を進めることになる。こまめなソフトの改善も、継続的な利用のために必要である。

4) 第4段階の指導は12～15回目の個別指導で実施した。個別指導に応じた生徒は、必ずしも学力の高い生徒ではなかったが、数学に積極的に取り組む良い機会となった。パソコンに取り組む意欲と技能の習熟度はあまり関係がなかった。また、グラフ作成ソフトの表示の正確さは、第14回指導にみられたように、生徒の学習意欲を促進するのに十分効果があったといえる。なお、応用問題を解く段階になると、パソコン操作の巧拙が、解決に影響を与えてくる。あらかじめクラス全員にワープロソフトを使用させるなど、パソコン操作の技能を教える時間がとれば効果的である。

5) パソコンの導入は生徒の集中力を非常に高める。良質で使いやすいソフトを、この時期に一斉に利用させれば、密度の濃い授業が実践できるだろう。また、時間がたつにつれ、パソコンに対する意欲が持続するものと、減退するものとに分かれていく。このため、授業中の全体でのパソコン利用は2～3回で区切り、意欲的な生徒には別に時間を設定し、自主的に利用させるのが効果的と考えられる。

おわりに

高度情報社会に生きる生徒にとって、パソコンの操作は基礎知識といえる。これを授業に取り入れ、彼らにとって有意義な教育が実践されるよう努力したいと思う。

最後になりましたが、研修中、御指導、御助言をいただきました総合教育センターの先生方、ならびに高津高等学校の先生方に心より御礼を申し上げます。

・指導助言者

川崎市総合教育センター第1研究室室長	石川 一雄
川崎市教育委員会指導主事	奥山 良平 先生
川崎市総合教育センター指導主事	米山 誠