

パソコンを使用した授業について II

尾崎 康弘 (八戸工業大学)

1. はじめに

多様性に富んだ学生に対しての効果的な教育方法は、いまだ確立されていない。ましてそれが多人数学生に対しての有効な教育方法を求めるとなるとますます大変であるが、我々にとっては、急務の課題である。この重要な課題に対して、ここ十余年有効な方法を探求し、検討し、種々な試みを行ってきた。そして現在も、実験試行を繰り返しつつより良い教育方法を求めている。

我々はこの10年、4月に、全人学生に対して基礎的事項に関する開講試験を行い、その成績によりグレード別にクラス編成(A, B, C)をしている。このクラス編成による教育方法を行なうと共に各クラスで種々の教育的な試みを行っている。その一環として、パソコンを使用した授業を実験的に試みている。ここでは、この授業について考察するが、特に線形微分方程式に関するソフトやそのプログラムによる具体的な画面表示について述べる。

2. 授業と教材開発について

グレード別に編成された一クラスで、パソコンを使用して演習授業を行っている。この授業は、NECのパソコンPC9801を50台設置した教室で行っており、50名以上のときは、2名共同で解答させている。演習内容は積分法と微分方程式の計算である。この授業の概略と方法の詳細は、前に述べたのでここでは省略する。この授業は、CAI的なものを追求しているのではなく、講義の中でパソコンを使用し、学生の理解を助ける目的で考案されるCMI的なものを探求している。現段階では、演習を行うことを想定し、この演習問題に対してパソコンに援助させることを目

指している。従って、パソコンを知らない学生でも、画面に表示された説明文を読むと演習問題を解けるようになっていなければならない。また、解答のわからない学生に対しても、その問題の解法についてのヒントや例題を提示し、彼等に助力出来るようにする必要がある。また、教育的な観点から考察すると、出来るだけ記号や関数そして文字等を通常使用しているような形で、画面上へ提示することが必要であるし、学生が解答する方法にも留意する必要がある。従来のように、多岐択一や穴埋めの形式にすると殆ど解答を与えるようなものであるから、解答そのものを打ち込む方法が望ましい。けれども、販売されているソフトにはこのような内容の適切なソフトが無いので、あらたに開発しなければならない。しかし、このソフトの開発が大変であり、今回用いたソフトも改良の余地を多く残している。このような事を考えてくると、この授業を行なう上での最大の難問は、適切なソフトの開発であると言えることができる。今後も、このソフト開発の研究に力を注ぐことになる。

今回、この授業に用いたソフトのプログラムの概略を図-1に示すが、個々のプログラムについては、まだまだ改良の余地がある。特に「解答の変換」プログラムには、多くの問題点を残している。ある特定の問題に関する解答については全て対応するが、あらゆる関数に関して対応するようにはなっていないのである。この点を改良するのは、非常に困難である。また、このプログラムを開発して再認識したことがある。それは、数学では関数や文字式等がいとも簡単に使われているが、それ等を機械が判断するには、あまりにも複雑で難しいということである。つまり、授業計画と実際にソフトを開発することとのギャップである。このようなことは、今後も起きることであろう。ここまで述べてきたように、種々の問題を含んでいるソフトの開発であるが、この開発が解決したときに、この演習用ソフトの汎用を追求したいと思っている。

3. 具体的な画面表示について

前述したような考察と教育的観点からの要求を入れて開発した今回のソフトによる具体的な画面の例を図によって示しながら、この授業内容の概

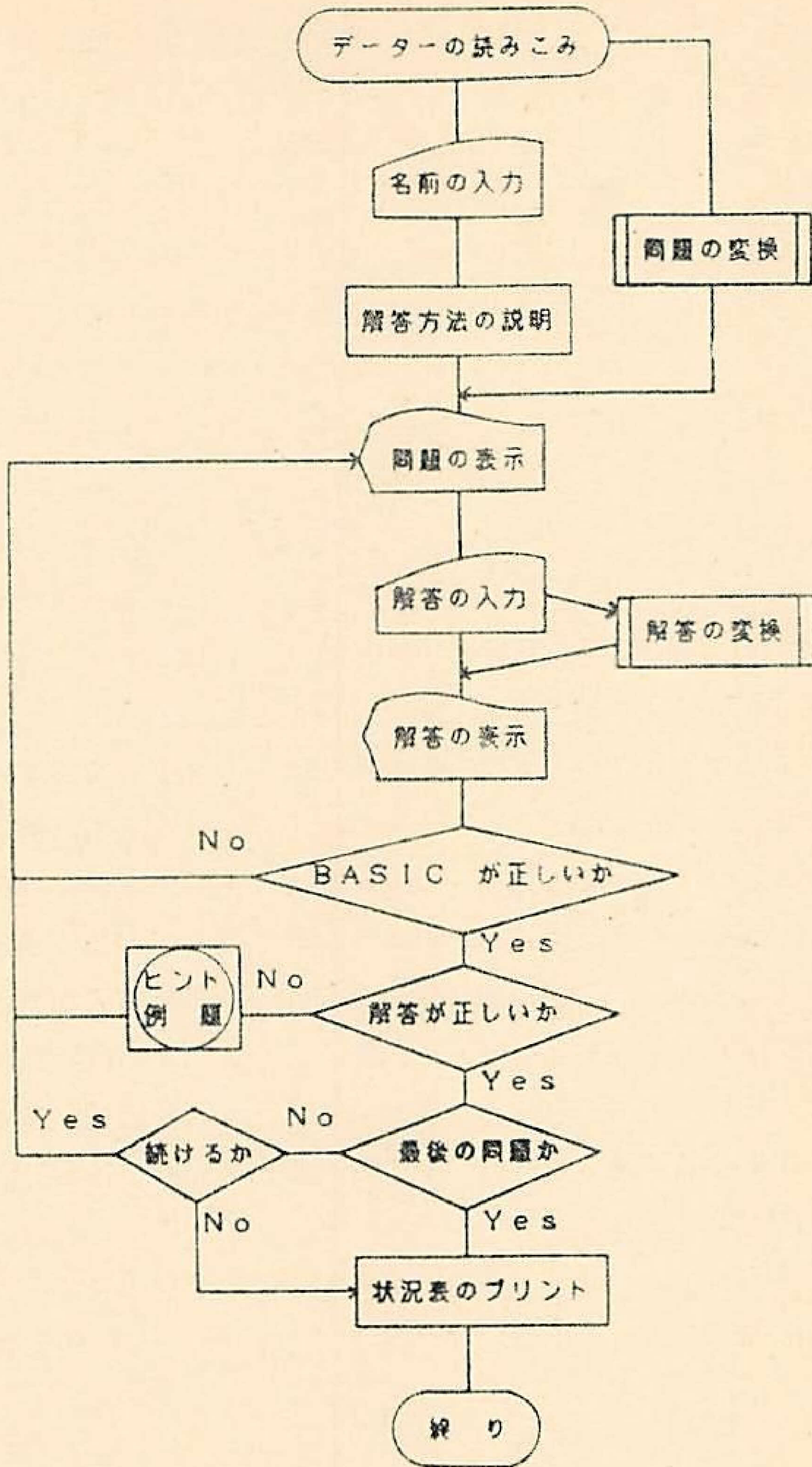


図-1

6

略を以下に説明する。ただし、今回の授業では、定数係数の場合でやさしい問題を取り扱った。そしてヒントの説明や例題の解法は、微分演算子を用いて与えている。

- 1) 学生はソフトを走らせ、学籍番号と氏名を入力する。(図-2)
- 2) 次に、図-3に示すように解答の仕方の説明が画面に表示される。
- 3) それから、図-4に示すように問題が表示される。
- 4) 学生が解答を「BASIC」で打ち、「RETURN」keyを押すと解答は通常の形で画面に表示される。(図-5)
- 5) 「BASIC」の打ちかたを間違えたときは、図-6のように間違いを指摘し、再び解答させる。
- 6) 解答が正しければ、図-7のように表示される。学生は次の問題に進むか、この問題で終るかを選択する。
- 7) 解答が間違いならば、図-8のように表示され、解法がわからない学生にはヒント(図-9)を与える。それでも、理解できない学生には例題(図-10)を与える。学生はこれを参考にして、再び解答する。
- 8) このような事を繰り返し続けていく。そして授業が終るか問題を総て終わると、学生はプリンターで打ち出された学習状況表(図-11)を教師のところへ持って行き、教育指導を受ける。

run

学籍番号 ? 853081

氏名 ? Tosinori Yamakawa

パートナーの学籍番号 ?

パートナーの氏名 ?

図-2

解答の仕方は以下である。

1. 解答を〈 BASIC form 〉で打ち、〈 RETURN-key 〉を押せ。
2. 解答は、数係数を先に打ち、演算記号を入れよ。

例 : ± は同じ

$$6X = 6 * X$$

$$\frac{1}{3}X = 1 / 3 * X$$

$$X(X+7) = X * (X+7)$$

$$X^5 = X ^ 5$$

$$\text{COS } X = \text{COS } (X)$$

$$X^{\frac{2}{5}} = X ^ (2 / 5)$$

$$\text{SIN } X = \text{SIN } (X)$$

$$X^{-8} = X ^ (-8)$$

$$\text{TAN } X = \text{TAN } (X)$$

$$\frac{X-1}{X} = (X-1) / X$$

$$\text{LOG } |X| = \text{LOG } (X)$$

$$\frac{X}{X+9} = X / (X+9)$$

$$e^X = \text{EXP } (X)$$

基本解を Y_f , 特殊解を Y_p とするとき、

求める解答 Y は、

$$Y = Y_f + Y_p$$

と入れよ。

8

一般解を示すときは、

任意定数に $C_1, C_2, C_3, C_4, \dots$ を使え

このとき、

$$C_1 = C1, C_2 = C2, C_3 = C3, C_4 = C4 \dots$$

のように入れよ。

例

$$C_1 e^{7x} + C_2 e^{-5x} = C1 * EXP(7 * X) + C2 * EXP(-5 * X)$$

$$e^{3x} (C_1 \cos 5x + C_2 \sin 5x)$$

$$= EXP(3 * X) * (C1 * COS(5 * X) + C2 * SIN(5 * X))$$

了解したら、〈Key〉を押せ。

図-3B

次の微分方程式を解け。

次の微分方程式を解け。

$$4 \frac{d^2 Y}{dx^2} - 4 \frac{dY}{dx} + Y = e^{\frac{1}{2}x} \quad \frac{d^2 Y}{dx^2} + Y = \sin X$$

次の微分方程式を解け。

$$\frac{d^2 Y}{dx^2} + 2 \frac{dY}{dx} + 2Y = 4X^2 - X + 1$$

図-4

$$Y = ? \text{EXP}(1/2 * X) + (C_1 + C_2 * X) + X^2 / 2 * \text{EXP}(1/2 * X)$$

$$Y = e^{\frac{1}{2}x} (C_1 + C_2 X) + \frac{X^2}{2} e^{\frac{1}{2}x}$$

$$Y = ? C_1 + \cos(X) + C_2 * \sin(X) - X/2 * \cos(X)$$

$$Y = C_1 \cos' X + C_2 \sin X - \frac{X}{2} \cos X$$

$$Y = ? \text{EXP}(-X) + (C_1 * \cos(X) + C_2 * \sin(X)) + 2 * X^2 - 9/2 * X + 3$$

$$Y = e^{-x} (C_1 \cos X + C_2 \sin X) + 2x^2 - \frac{9}{2}x + 3$$

図-5

1) 次の微分方程式を解け。

$$\frac{dy}{dx} - 2y = xe^{3x}$$

$$Y = ? C * \text{EXP}(2 * X) + (X - 1) \text{EXP}(3 * X)$$

$$Y = C e^{2x} + (X - 1) e^{3x}$$

< BASIC form > で違っている。

解答を良く見て打ち直せ。

了解したら、< Key > を押せ。

図-6

10

7) 次の微分方程式を解け。

$$\frac{d^2 Y}{dx^2} + 4Y = (x^2 - x)e^x$$

$$Y = ? C_1 \cdot \cos(2x) + C_2 \cdot \sin(2x) + (x^2 - x) \cdot \exp(x)$$

$$Y = C_1 \cos 2x + C_2 \sin 2x + (x^2 - x) e^x$$

正解!! 次の問題に進め。

この問題で終るときは、0を押せ。

次の問題に進むときは、1を押せ。---->

図-7

15) 次の微分方程式を解け。

$$\frac{d^4 Y}{dx^4} - 2 \frac{d^3 Y}{dx^3} + 5 \frac{d^2 Y}{dx^2} - 8 \frac{dY}{dx} + 4Y = e^x$$

$$Y = ? \exp(x) \cdot (C_1 + C_2 x) + C_3 \cos(x) + C_4 \sin(x) + \frac{1}{10} \exp(x)$$

$$Y = e^x (C_1 + C_2 x) + C_3 \cos x + C_4 \sin x + \frac{1}{10} e^x$$

解答が違っている。

再考し、解答せよ。

ヒントが必要ならば 1

不必要ならば 0 ---->

図-8

与式は微分演算子 D を用いると

$$F(D)Y = R(X) \quad \langle R(X) : \text{多項式} \rangle$$

と書ける。従って、特殊解は、次のように求められる。

$$Y_p = \frac{1}{F(D)} [R(X)]$$

この割り算を実行し、特殊解を求めよ！！

図-9A

微分演算子 D を用いると与式が

$$F(D)Y = e^{kx} \quad \text{と書けるから、}$$

特殊解は次のように求められる。

$$F(D) = (D - k)^n G(D) \quad \text{と変形すると} \\ (G(k) \neq 0)$$

$$Y_p = \frac{1}{G(k)} \cdot \frac{x^n}{n!} e^{kx}$$

図-9B

例題

$$\frac{d^4 Y}{dX^4} + a \frac{d^3 Y}{dX^3} + b \frac{d^2 Y}{dX^2} + c \frac{dY}{dX} + d Y = e^{kx} \quad \text{を解こう}$$

与式を演算子 D で書き直し、左辺を因数分解すると

$$(D - k)^2 (D^2 + aD + b) Y = e^{kx} \quad \text{である。} (a^2 - 4b < 0)$$

$$\therefore Y_f = e^{kx} (C_1 + C_2 X) + e^{kx} (C_3 \cos qX + C_4 \sin qX)$$

$$\therefore Y_p = \frac{y^2}{2(k^2 + ak + b)} e^{kx}$$

$$\therefore Y = Y_f + Y_p$$

了解したら、〈Key〉を押せ。

積分方程式 4.

852017 Shigeru Izumida AND 0

回数 問題番号 解答 コメント

- 1 1 $C \cdot \exp(x) - 1/2 \cdot (\cos(x) + \sin(x))$ 正解
- 2 2 $C \cdot \exp(-7 \cdot x) + 1/50 \cdot (7 \cdot \cos(x) + \sin(x))$ 正解
- 3 3 $C \cdot \exp(-5/4 \cdot x) + 1/89 \cdot (5 \cdot \sin(2 \cdot x) - 8 \cdot \cos(2 \cdot x))$ 正解
- 4 4 $C1 \cdot \exp(2 \cdot x) + C2 \cdot \exp(-5 \cdot x) + 1/116 \cdot (3 \cdot \sin(2 \cdot x) - 7 \cdot \cos(2 \cdot x))$ 正解
- 5 5 $C1 \cdot \exp(x) + C2 \cdot \exp(3 \cdot x) + 1/10 \cdot (2 \cdot \cos(x) + \sin(x))$ 正解
- 6 6 $C1 \cdot \exp(2 \cdot x) + C2 \cdot \exp(-3 \cdot x) + 1/50 \cdot (7 \cdot \cos(x) - \sin(x))$ B - 間違い
- 7 6 $C1 \cdot \exp(2 \cdot x) + C2 \cdot \exp(-3 \cdot x) + 1/50 \cdot (7 \cdot \cos(x) - \sin(x))$ 正解
- 8 7 $C1 \cdot \cos(x) + C2 \cdot \sin(x) - X/2 \cdot \cos(x)$ 正解
- 9 8 $C1 \cdot \cos(x) + C2 \cdot \sin(x) + X/4 \cdot \sin(x)$ 間違い
- 10 8 $C1 \cdot \cos(2 \cdot x) + C2 \cdot \sin(2 \cdot x) + X/4 \cdot \sin(2 \cdot x)$ 正解
- 11 9 $C1 \cdot \exp(x) + C2 \cdot \cos(x) + C3 \cdot \sin(x) + X/4 \cdot (\cos(x) - \sin(x))$ 正解
- 12 10 $(C1 + C2 \cdot x) \cdot \cos(x) + (C3 + C4 \cdot x) \cdot \sin(x) + X^2/4 \cdot \sin(x)$ 正解

4. おわりに

パソコンを使用した授業は、グレード別のクラスにかかわらず学生の支持率が高い。なかでも、下位クラス(C)の学生の支持率は異常と思えるほど高い。これは、前回と同じように行ったアンケート調査の結果により明らかである。今回は、Aクラスにもアンケート調査を行ったが、その結果は昨年の調査結果(B、Cクラスに行った)と殆ど同じ傾向であった。しかし、数学を学ぶのにわざわざパソコンで行うのは、面倒でいやだという意見を持つ者もいた。このような意見を持つ学生は上位クラスに多かった。この点から考慮しても、学生の助力のためにパソコンを使用するのが効果的だと思われる。この好評は、学生にパソコンを使用させたことと、その画面に問題と解答を普通の形で表示したことが、彼等の興味を呼びそして理解を高めた結果であろう。彼等がこの授業をこれほど支持し、やる気を出すのであれば、今回用いたソフト等を改良し、この授業を完成させるべきであろう。今後も実験的に授業を実施しながら、より良い授業を目指していくつもりである。

注

- 1) 目 修三、尾崎康弘、加沢恒男「多人数クラスにおける個別的指導の試み」一般教育学会誌 第4巻2号, PP. 87-95, 1982
- 2) 尾崎康弘「多様性に富む多人数学生に対する一つの教育方法」一般教育学会誌 第6巻1号, PP. 27-32, 1984
- 3) 尾崎康弘「パソコンを使用した授業について」東北数学教育学会年報 第16号, PP. 11-21, 1985

An Approach in Teaching by means of Personal Computer II

Ozaki Yasuhiro

This report is intended to continue the last issue.

Especially, this method gives priority to the representation of Personal Computer.

This method helps to manage the students better and motivate them.