

マルチメディア支援の数学教育（その2）

尾 崎 康 弘

An Approach in Teaching by means of Multimedia in Mathematics II

OZAKI Yasuhiro

Abstract

This report introduces an improved method of teaching mathematics based on the analysis of the process by which college students acquire mathematical principles.

First, a test is given to all the students. Then, the students are divided into three groups (A, B, C) based on their scores. Each group is given selected lessons from the personal computer software appropriate for their level.

Especially, We show the examples of End Summing Rule in integral calculus. These examples are projections of colorful animations on the screen.

By the use of rich, colorful animations, my hope is to increase the understanding of mathematics for students, by heightening their motivation.

Key words: teaching in mathematics, personal computer, animation, projection, integral calculus, end summing rule

1. はじめに

人類史上の3大革命の一つは、社会における情報革命と言われている。このような社会情勢の中で、我々は、いかにして学生を教育するべきであろうか。情報革命が進行している現在、この技術を如何に活用するかが重要になるであろう。しかし、技術を教えるのではなく、教育目的は何かを見極め、そのために最適な技術を加えて教育することが重要である。マルチメディアは、教育の補助手段であり、その教育目的にあったメディアを選択すべきである。また、情報を教えるのではなく、如何に情報を得るかを教える必要があるかもしれない。このような情勢下では、教員が自らの意識及び役割の変化を自覚することである。聖人から普通人へと！

今回は、積分学の定積分の理解を目的として、グレード別に編成された一クラスで試みている授業方法を具体的な映像の例を引用して述べる。また、この授業と従来の授業との比較を事前・事後試験に関するt検定による調査に基づいて行った結果をも述べることにする。この授業方法は、パソコン用のソフトによる映像を色彩豊かな動画に変換し、それを拡大映写して教育に活用する方法である。ただし、この授業を実施しているのは、1学年の必修2単位の科目で積分学をその内容としている。また、この試みで使用している機器は、パソコン(NECのPC-9821Xa10でメモリーを64メガ増設)一式とプロジェクター(SHARPのXV-E500)と専用スクリーンである。

2. 研究の目的と授業の比較について

本研究の目的は、多様性に富む多人数学生の教育指導方法の一つとして、この数理科学的ソフトの一つである“Mathematica”を利用する教育方法を確立することにある。この教育方法を実施することにより、学生が自ら学習意欲を喚起させ、教科目に興味を持つことを期待している。しかし、現在は、この授業で用いる映像やその映像を用いた色彩豊かな動画により、数学の概念や定理の理解を援助することに目標を置いている。

ここでは、現在実施している授業方法と従来の授業との比較を図1に示す。この図1における赤の部分が従来の授業に新しく加わった部分である。従って、従来の授業との相違点は、パソコンによる映像を活用したこととx端末でのパソコン用ソフトを用いた実際の計算を実施したことである。この映像による説明が加わったため、時間的には、従来の授業に比べ演習時間が20分程度少なくなった。この授業の要点を以下に記す。もちろん、授業目的は、数学の概念や定理を理解させることにある。

① 授業開始前に、パソコン一式、プロジェクター等からなるシステムを起動する。

② 次に、あらかじめ用意したパソコン用ソフト“Mathematica”上で作成したプログラムを作動し、実行可能にする。

③ 定理や概念などの内容を教科書を中心に黒板・OHP等を利用して説明する。

④ 独自に作成したプログラムにより表現されたパソコン画面上の動画をプロジェクターにより拡大映写する。

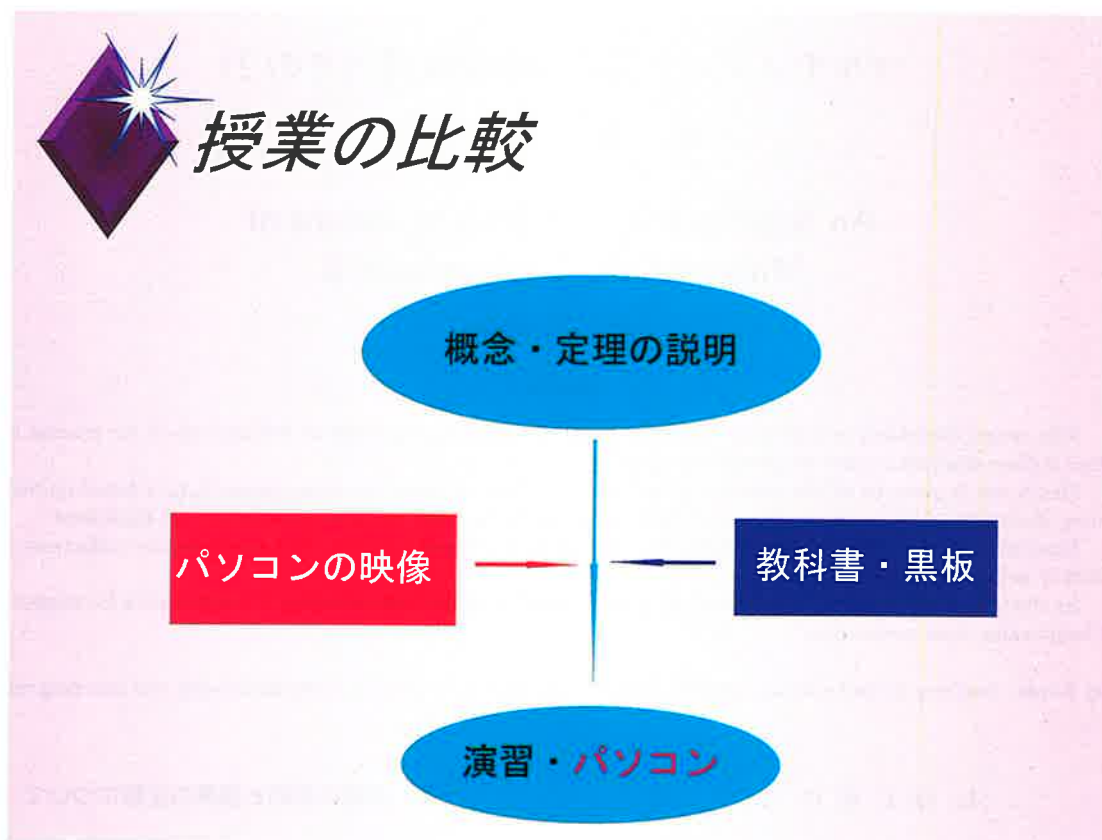


図1 授業の比較

⑤ この拡大映写された美しい映像を利用して、講義内容の補足説明をする。

⑥ 教科書や演習書などを利用して、通常の演習を実施する。

⑦ 残りの20分程度の時間で、一人一台の x 端末を利用した実習を実施する。

⑧ この x 端末を利用した実習では、パソコン用ソフトの“Mathematica”を活用して積分の計算を実施し、各自の計算結果と比較させる。

3. 映像の具体例

この授業では、色彩豊かな動画と x 端末を利用した積分の計算結果が重要である。特に、拡大映写された動画は、この授業の中心である。従って、“Mathematica”上で作成するより良いプログラムの開発が大切である。これは、当然のことであるが、非常に困難なことでもある。ここでは、今回の授業で用いた映像の具体例を示しながら、説明する。

映像の具体例を図2の区分求積法で示す。この映像は、色彩豊かなものになっており、長方形の数をいくらかでも多く取ることができる。図2A～Dは、長方形の数を10, 100, 200, 1,000としたものである。これらの映像により、学生は、定積分と面積の関係がよく理解できたようである。

今回の授業では、3次関数 $y = -x^3 + 5x^2 + 1$ と x 軸と y 軸と直線 $x=5$ とで囲まれた部分の面積を利用した。勿論、この面積は $S = \int_0^5 (-x^3 + 5x^2 + 1) dx$ である。また、この例で示した区分求積法の近似和は、 $S_n = \sum_{i=0}^{n-1} f(x_i)$ で表現している。ただし、 x_i は $[0, 5]$ を n 等分したときの第 $i-1$ 番目の点である。この S と S_n に対して、 $r(n) = \frac{S_n - S}{S}$ を定義し、誤差の判断をする。

このアニメーションによると近似和が n を大きくすると S に近づいていくのが視覚的にはっきりと判る。しかし、 n を大きくすると、映像の近似和の部分が良く表現できないので、縦線を省略し、赤色で S_n 全体を表示している。

図2Aは、 $n=10$ のときの状況を示している。このときの近似和は、 $S_{10} = \frac{905}{16}$ で、 $r(10) = -9 \times 10^{-1}\%$ である。 $n=10$ のときには、誤差が小さい。

図2Bは、 $n=100$ のときの状況を示している。このときの近似和は、 $S_{100} = \frac{3,653}{64}$ で、 $r(100) = -9 \times 10^{-3}\%$ である。

図2Cは、 $n=200$ のときの状況を示している。このときの近似和は、 $S_{200} = \frac{14,613}{256}$ で、 $r(200) = -2 \times 10^{-3}\%$ である。

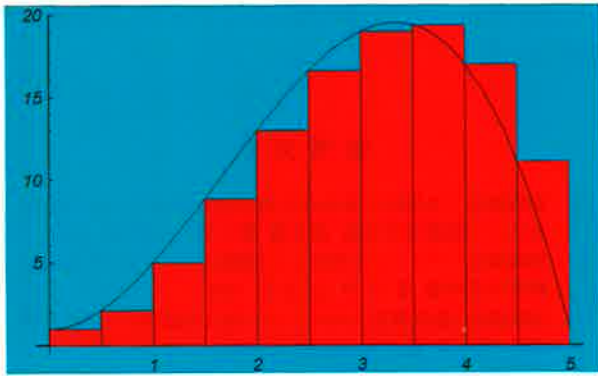


図 2B 区分求積法 $n=100$

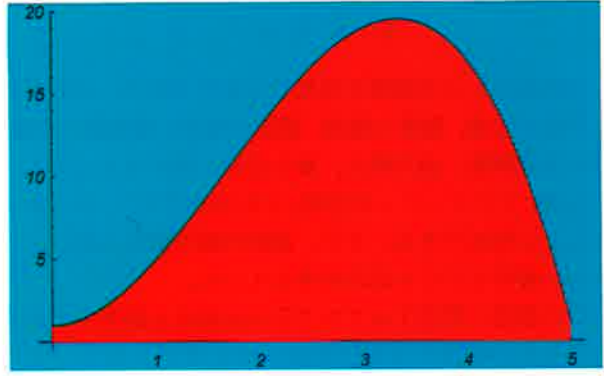


図 2D 区分求積法 $n=1,000$

図 2D は、 $n=1,000$ のときの状況を示している。このときの近似和は、 $S_{1000} = \frac{365,333}{6,400}$ で、 $r(1000) = -9 \times 10^{-5}\%$ である。

このアニメーションでも判断できるが、 $n=1,000$ のときは、ほとんど等しいと言って良い。しかし、等しいわけではなく、まだ誤差がある。解析学（勿論、積分学でも）では、極限と定積分の概念が重要であることを学生は、このアニメーションで理解したようである。

4. 事前・事後試験と t 検定

パソコン用数理科学ソフトのマテマティカによる映像を利用する授業（P 授業という）と従来の授業（N 授業という）との比較を試みた。この比較には、事前試験（T1）と事後試験（T2）を同一問題で実施し、 $T2 - T1$ について t 検定を導入した。

今回の授業比較は、微分学で実施したもので、実施回数は 2 回である。具体的な授業方法の概略を表 1 に示すが、P 授業の N 授業に対する t 検定結果の要点を以下に示す。ただし、M クラスの人数は 40 人で、C クラスの人数は 70 人である。

表 1 授業比較

	M クラス	C クラス
1 回目	P 授業	N 授業
2 回目	N 授業	P 授業

第 1 回目は、同一内容の授業を M クラスは P 授業で、C クラスは N 授業で実施した。事前試験の状況を調べてみると、M (P) クラスと C (N) クラスの平均点の比は、 $C(N) : M(P) = 1 : 1.03$ であり、ほとんど差がないと言って良い。この状況で t 検定を実施した。この調査結果によると、M (P) は 1% 有意で効果があるという結果が出た。

第 2 回目は、同一内容の授業を M クラスは N 授業で、C クラスは P 授業で実施した。このときの事前試験の状況は、 $C (P) : M (N) = 1 : 1.08$ であり、この場合もほとんど差がない。この状況で、 t 検定を実施した。この調査結果によると、C (P) は 1% 有意で効果があるという結果が出た。

またこの 2 回の調査結果を同一クラスで比較してみると C クラスでは 1% 有意であり、M クラスでは 2% 有意であるという t 検定の結果が出ている。

これらの検定結果によると、P 授業は N 授業に対して効果的であると言える。

5. おわりに

今回試みたこの映像を利用する教育方法は、このほかに関数の定義、関数の極限、関数の接線、導関数の定義、媒介変数関数、極方程式、解の近似に関するニュートンの方法、マクローリンの定理、3次元のグラフ、など多くのことに利用できる。また、線形代数や微分方程式、ベクトル解析などにも応用を考えている。

この教育に利用するプログラムは現在も開発中であるが、学生が納得するような良いプログラムを作りたいと思っている。これには、学生の意見も聞いて作成するつもりである。

今回試みた映像を利用したマルチメディア教育は多様性に富む学生を教育指導する有力な方法である。新入学生の多様性が更に拡大されることが予想されることから、このようなマルチメディアを利用する教育の重要性が大きくなるであろう。

この研究は、八戸工業大学のプロジェクト研究補助を受けている。

参考文献

- 1) 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 第1号 pp.27-32 1984
- 2) 尾崎康弘「パソコンを使用した授業についてII」東北数学教育学会年報 第17号 pp.3-15 1986
- 3) 尾崎康弘「数学教育へのパソコン導入の試み」一般教育学会誌 第9巻 第1号 pp.80-88 1987
- 4) 尾崎康弘「マークカードリーダーと成績処理」東北数学教育学会年報 第22号 pp.52-58 1991
- 5) 尾崎康弘「市販ソフト“マテマティカ”を用いた数学教育の試み」一般教育学会誌 第17巻 第2号 pp.163-167 1995
- 6) 尾崎康弘「市販ソフト“マテマティカ”を用いた数学教育の試み(その2)」一般教育学会誌 第18巻 第2号 pp.80-83 1996
- 7) 尾崎康弘「マルチメディア支援の数学教育」八戸工業大学情報システム工学研究所紀要 第9巻 pp.37-40 1997