

市販ソフトを用いた数学の授業方法

尾崎 康弘 (八戸工業大学)

〔要約〕

多様性に富んだ多人数学生に対する教育指導方法の一つとして、マルチメディア（パソコン用数理科学ソフトやプロジェクターなど）を用いた授業を実施している。ここでは、この授業で活用しているパソコン用ソフト「マテマティカ」上で独自に作成したプログラムによる色彩豊かな映像や動画を中心に述べる。また、この授業に関する授業評価として事前試験と事後試験の結果の差にも検定を実施した。この検定結果にも言及する。

〔キーワード〕

マテマティカ、映像、視覚的な理解、微分積分、プロジェクター、t検定、事前・事後試験

1. はじめに

高等学校のカリキュラム変更により、学生の多様性（学力に関してはもとより、勉学意欲に関しても）が著しく大きくなっていることは、周知の事実である。このような学生に対して、マルチメディアを利用する方法は、理工系科目に対する有効な一つの教育指導方法である。

我々は、次のような教育方法を実施している。開講前に、全受講生に基本的な内容の試験を課し、その成績と学生の希望などにより、クラス編成をする（この試験の採点やクラス編成には、マークカードやカードリーダーなどを用いて、事務処理の迅速化をはかっている）。このクラス編成は、学生が最適なクラスで学習できるように配慮したものである。この編成された一つのクラスで今回試みた授業方法について、具体的な映像の例を中心として述べることに

する。またこの授業の評価に、t検定を用いた。この結果をも示す。

この授業で利用している教育システムは、パソコン一式とプロジェクター・スクリーンの簡単なものである。この機器を利用して、スクリーンに拡大映写された色彩豊かな映像や動画により、視覚的に理解を促そうというのである。

この教育方法を実施しているのは、微分学と積分学で1学年必修2単位の2教科である。また、この授業で使用しているパソコンはNECのPC9821Xt13であり、プロジェクターはSHARPのXVE-500である。

2. 研究目的と授業方法について

我々は、学生の学習意欲を喚起させ、教科目に興味を持たせるため、種々の教育方法を試みてきた。今回の試みもこの一環である。

この研究の主目的は、パソコンの色彩豊かな映像や動画をプロジェクターを利用してスクリーンに拡大映写し、数学の概念や定理などの理解を援助することにある。

この拡大映写された映像が、学生の学習意欲を喚起させ、数学への興味を抱かせることを期待している。

今回の授業方法は、従来の方法にパソコンによる映像を用いて説明する10分程度の時間が加わり、演習・応用時間が減っただけである。この授業方法の概略を図-1に示すが、その主な要点を以下に示す。ただし、この授業を実施するには、詳細な検討と十分な時間が必要である。

- ①パソコンを起動し、ソフトの「マテマティカ」を読み込む。
- ②「マテマティカ」上で作成した独自のプログラムを読み込む。
- ③このプログラムにより、パソコンの画面上に表現された画像をプロジェクターを用いてスクリーンへ拡大映写する。

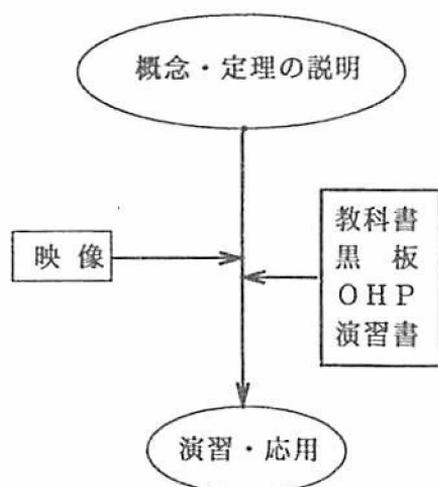


図-1 授業方法の概略

④スクリーンに拡大映写された色彩豊かな映像や動画を利用して、数学における種々の概念や定理の意味を視覚的に理解させる。

⑤視覚的に理解させた事項について講義や演習・応用を行い受講生の理解をさらに深め、確実にする。

⑥スクリーン上の映像は、必要に応じて何回でも見せ、学生の理解を助力する。

3. 授業の長所と留意点

この授業を実施するには、ソフト上でのプログラム作成やパソコン、プロジェクター等の機器調整のために十分な準備時間が必要である。教科目や授業内容によって、使用するソフトが異なるし、授業時間数などにより、授業での機器の使用が困難なこともある。しかし、それにも増して多くの長所がある。その主なものを以下に列挙する。

①パソコンを活用し、拡大映写した映像や動画を利用するので、学生の興味を引き出せる。

②関数のグラフを色彩豊かに美しく描くことが容易で、学生の視覚に訴えることができる。

③数学的な概念や定理、極限や近似などの内容を視覚的に理解できる。

④映像の操作が自由で、繰り返し同じ映像や動画を視ることが出来る。

この授業の効果的な点が多いが、留意点もある。その主なものを以下に列挙する。

①授業を始める前に、構成するシステムや使用するソフトについて、十分に計画を練る必要がある。

②使用するソフトの概略と操作方法などをあらかじめ知る必要がある。

③パソコン用ソフトの「マテマティカ」上で独自のプログラムを作成するので時間的に余裕のある計画を立てる必要がある。

④色彩豊かな動画を利用したり、3次元のグラフを回転させたりすると、性能の良いパソコンとメモリーの増設、ハードディスクの要領増大などが必要となる。

⑤拡大映写された映像を明るく美しく見せるため、性能の良いプロジェクターを使用する必要もある。

⑥ソフト上でプログラムを作成する

ときの注意点は、「よく見えるか」、「分かりやすいか」、「操作性は良いか」など実際にスクリーンへ拡大映写して判断することである。

⑦市販ソフトにも特徴があり、教科内容によって、使用するソフトも違って来る。そのため、種々のソフト（マテマティカ、メイプル、マッドラブなど）の比較検討が必要となる。

4. 映像の具体例

映像の具体例を関数の極限と接平面で示す。図-2・図-3・図-4

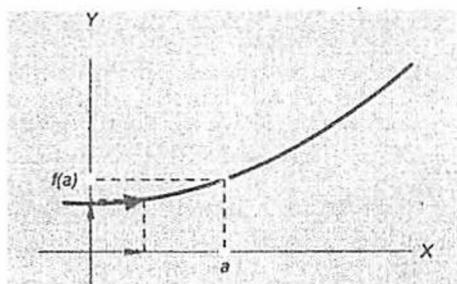


図-2 A 関数の極限 1 (左)

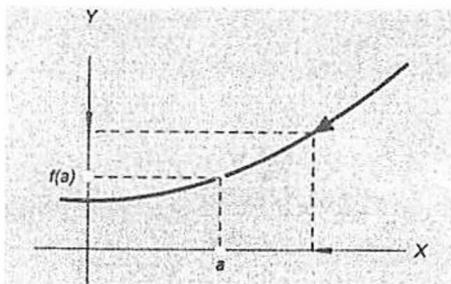


図-3 A 関数の極限 1 (右)

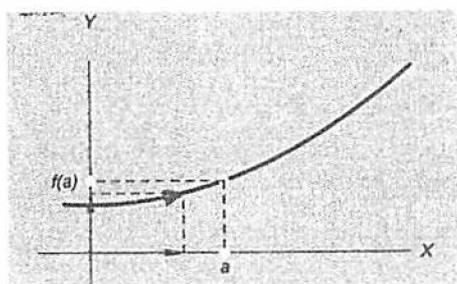


図-2 B 関数の極限 2 (左)

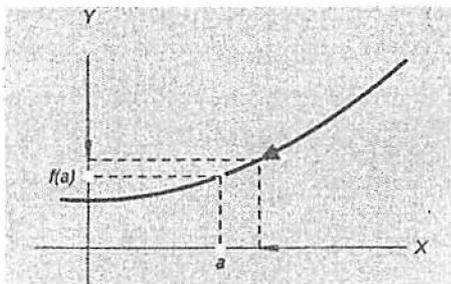


図-3 B 関数の極限 2 (右)

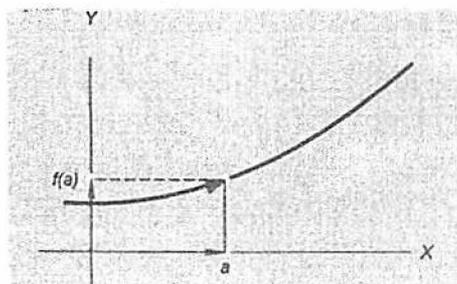


図-2 C 関数の極限 3 (左)

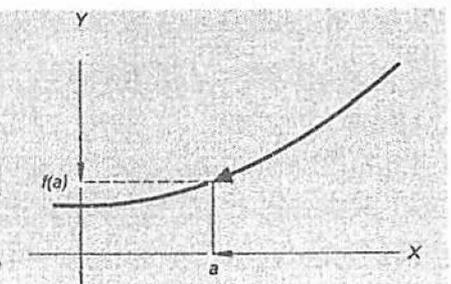


図-3 C 関数の極限 3 (右)

は極限、図-5は左極限、図-6は右極限、図-7は接平面の例である。

図-2・図-3・図-4は、関数の極限が存在するときの状況を示したものである。図-2A・図-2B・図-2Cは、左からある値に近づいたときの関数の極限の状況を示しており、図-3A・図-3B・図-3Cは、右からある値に近づいたときの関数の極限の状況を示している。図-4A・図-4B・図-4Cは、左右からある一点に近づくとときの関数の極限の状況を示しているつまり、

$x \rightarrow a$ ならば $f(x) \rightarrow f(a)$ であることを映像で示している。この映像により、関数の極限を確認できるであろう。これらの映像は、色彩豊かな動画になっており、関数の極限に関する学生の理解を助力している。

図-5は、極限が存在しない例である。これらの映像によって、右極限と左極限とが必ずしも等しくないことが視覚的に確認出来る。

図-5A・図-5B・図-5Cは、
関数 $y = \begin{cases} 2 & (x \geq 1) \\ 1 & (1 < x) \end{cases}$

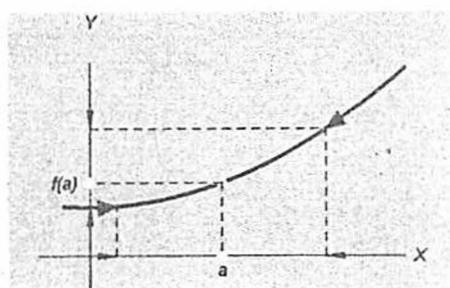


図-4A 関数の極限 1

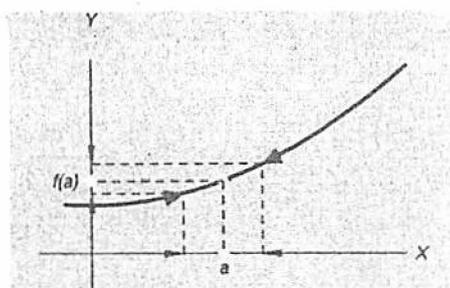


図-4B 関数の極限 2

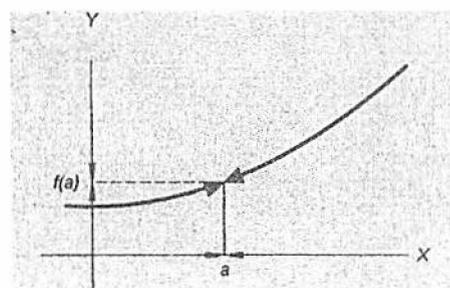


図-4C 関数の極限 3

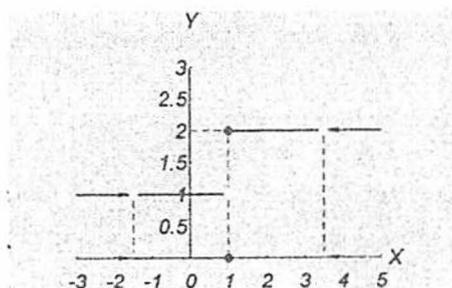


図-5A 関数の左右極限 1

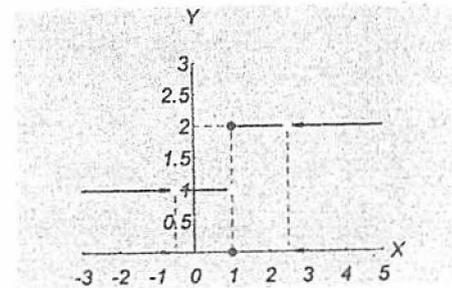


図-5B 関数の左右極限 2

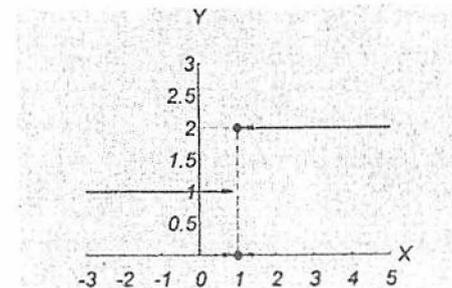


図-5C 関数の左右極限 3

に関する左極限と右極限の概念を映像で表現しており、学生の理解を援助している。つまり、 $x \rightarrow a-0$ ならば $y \rightarrow 1$ を映像の左側で示しており、 $x \rightarrow a+0$ ならば $y \rightarrow 2$ を映像の右側で示している。この映像も色彩豊かな動画になっている。

これらの色彩豊かな映像や動画により、関数の極限が理解出来るであろう。特に、アニメーションにより、ある値に近づくということが視覚的に理解出来るであろう。

図-6A・図-6B・図-6Cは、一つの曲面のある一点における接平面を視点を変えて見た映像である。

図-6Aは、接平面の一般的な例

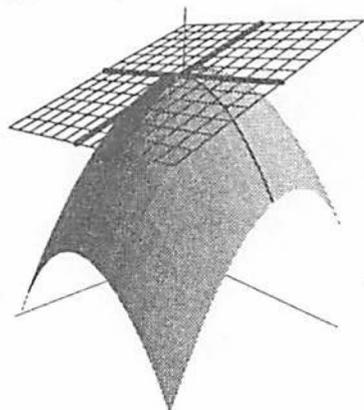


図-6A 接平面1

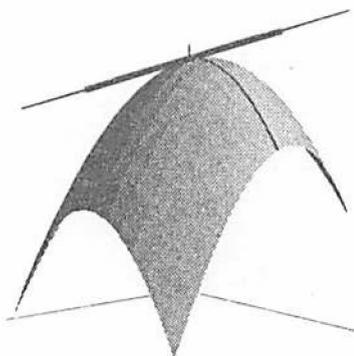


図-6B 接平面2

を映像で示したものである。図6-Bは、接平面に平行な視点から見たものである。この映像により、接平面が曲面に接していることが理解できるであろう。図-6Cは、視点を下にしたものである。これらの映像も全て色彩豊かな動画であり、接平面を視覚的に説明している。

5. 授業比較とt検定

今回試みた授業の概略は、図-1で示した。この授業（以後P授業という）と従来の授業（以後N授業という）との比較を試みた。今回は、6クラス（A～F）に対して実施した。最初に、同一内容をAクラスはP授業で、BクラスはN授業で実施した。次に、同一内容をAクラスはN授業で、BクラスはP授業で実施した。同様に、他のクラスに対しては、表1の如く実施した。これらのクラスの授業比較を同一問題による事前と事後の試験により調査した。この調査結果を基にして、事後試験の成績（以後T2という）と事前試験の成績（以後T1という）との差（ $T2 - T1$ ）を考察した。t検定を実施する前に、比較するクラスの

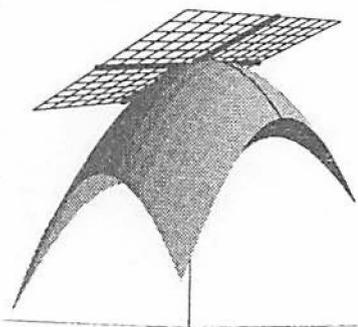


図-6C 接平面3

状況を調査した。これには、同一内容の授業を実施した2クラスの事前試験の成績を比較した。表1によるとT1の比が0.86～1.05とあまり変動していない。このことから、比較する各2クラスの状況にはあまり差がないことが分かる。

このような状況で、比較する2クラスにも検定を実施してみた。その主な結果を表1に示すが、要点を以下に記す。

- ① 1回目の授業は、P授業がN授業に対して1%水準で有効である。
- ② 2回目の授業も、P授業がN授業に対して1%水準で有効である。
- ③ 3回目の授業もP授業がN授業に対して1%水準で有効である。
- ④ 4回目の授業もP授業がN授業に対して1%水準で有効である。
- ⑤ 内容は違うが、AクラスではP授業がN授業に対して1%水準で有効である。
- ⑥ 内容は違うが、BクラスではP授業がN授業に対して2%水準で有効である。

①～⑥に示された結果により、今

回試みた授業は、非常に有効であることが判明した。特に、授業内容が同一のときは、クラスに関係なくP授業が有効であった。また同一クラス(A, B)では、授業内容が異なっているにもかかわらずP授業が有効であった。

6. おわりに

この試みた授業に対しては、学生の支持が高い。しかも、t検定の結果などから判断するとこの授業方法は、有効であると結論しても良い。この後も実施していく必要がある。しかし、市販の数理科学的ソフトを利用し、独自のプログラムを作成するのであるから、多大の時間と労力を必要とする。種々の問題を抱える授業ではあるが、続行すべきであると思っている。

最大の問題である独自プログラムについては、これから徐々に充実させていくつもりである。将来的には、学生個人が1台の端末を使用する学習方法も探求していくつもりであるが、操作方法の説明や学生の操作時間など問題が多い。

表1 T2-T1の評価

	クラス	T1の比	平均点	標準偏差	度数	t検定
第1回	A1(P)	1.03	31.2	20.6	39	1%水準で P授業が有意
	B1(N)		22.2	20.6	68	
第2回	B2(P)	0.94	32.5	25.9	59	
	A2(N)		17.5	19.6	36	
第3回	C1(P)	0.86	26.6	27.8	40	
	D1(N)		17.8	19.4	65	
第4回	E1(P)	1.05	29.1	24.3	43	
	F1(N)		17.7	12.8	43	

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「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
- 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
(その2)」一般教育学会誌 第18巻 第2号 PP.80-83 1996

An Approach in Teaching by means of the Personal Computer Software
OZAKI, Yasuhiro
Hachinohe Institute of Technology

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

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

We show some examples of animation used in calculus, limit value, tangential plane.

For one class, I give a math class by this research in teaching.

And for other class, I give a math class by usual research in teaching.

I show the result of t test for the two classes.