

グラフ電卓上の数式処理システムの 数学教育への活用について

神戸大学大学院教育学研究科 林 正隆 (Masataka Hayashi)
神戸大学発達科学部 高橋 正 (Tadashi Takahashi)

Abstract. 中学校や高等学校の数学教育における数式処理システムの活用について、近年、実践研究が進められている。しかし、生徒の「計算能力の向上」を妨げるとして、その利用を反対する意見も少なくない。今回の発表では、グラフ電卓の数式処理機能と統計処理機能の連携という観点から、数学教育に有効な数式処理システムについて考える。なお、「数式処理機能」は代数演算、「数式処理システム」は Mathematica など代数演算以外の機能も含めたシステムとして、両者を区別する。

1. グラフ電卓と数式処理機能

グラフ電卓(Graphic Calculator)は、式入力によってグラフを描画する機能を持つ関数電卓である。数学教育に有効な道具として、欧米では学校の授業や家庭学習で活用されており、日本でも少しずつ普及している。CASIO、SHARP、Texas Instruments などの製品があり、1台約1万円から3万円程度で販売されている([1])。

ほとんどのグラフ電卓は、数値演算、グラフ描画、統計処理、プログラミングの機能を持っているが、数式処理機能を持つ機種は少なく、一部の上位機種のみである。

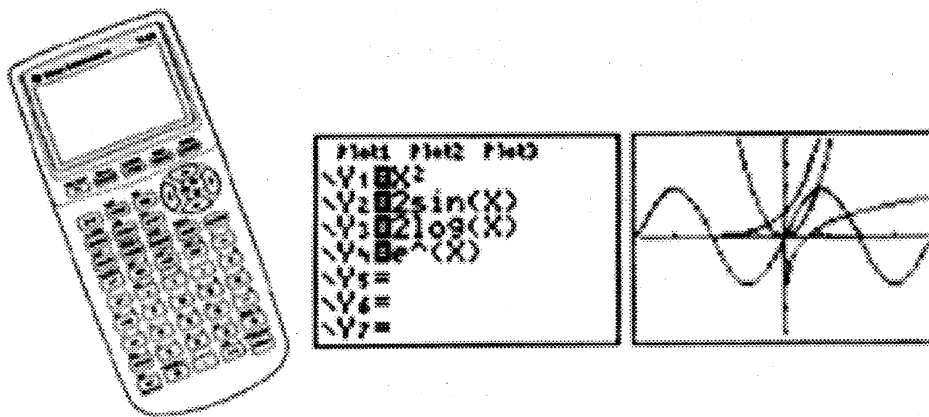


Fig. 1. グラフ電卓 TI-83(Texas Instruments) とグラフ画面

2. グラフ電卓による実験

今回の発表では、数式処理機能を持つグラフ電卓 TI-92(Texas Instruments) を使い、落下するボールの落下時間 (秒) と移動距離 (m) の関係を調べる実験を行う。グラフ電卓に CBL(Calculator Based Laboratory) システムを接続すると、距離センサーによって、時間と距離のデータを収集することができる。

1. 各機器を接続し、プログラムを実行してデータを収集する。
データ収集のためのプログラムは Texas Instruments から提供されている。

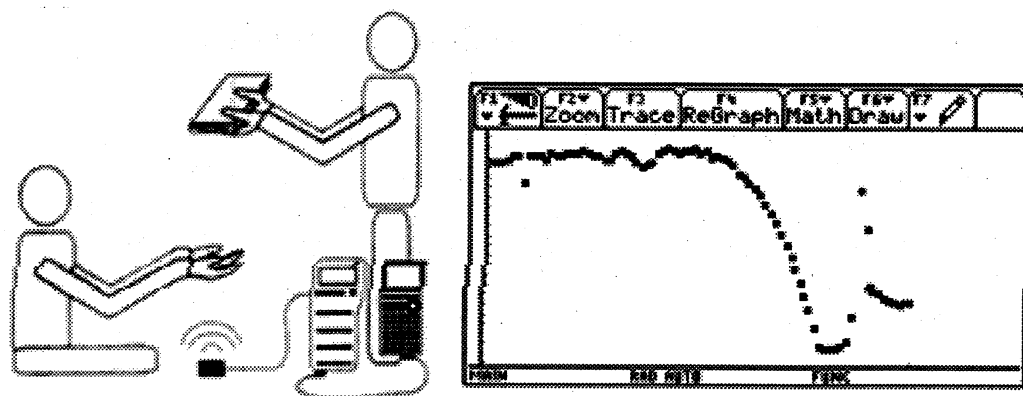


Fig. 2. データ収集

2. データから必要な部分を抜き出し、回帰分析により二次関数の式を求める ([2]) 。
求めた式のグラフとデータを重ね合わせて表示させる。

重力加速度を g とすると、自由落下運動の落下時間 t と移動距離 h の関係は $y = \frac{1}{2}gt^2$ と表される。よって、データから求められる二次関数の係数 a は -4.9 前後、 b は 0 に近い値、 c は落下を始める前のボールとセンサーの距離 (m) に近い値となる。グラフ上の $x = 0$ の点は測定を開始した点 (抜き出したデータの先頭) であり、落下開始点とは微妙に異なる。

回帰分析は高校までの数学では扱わないが、グラフ電卓によって処理することで、ボールの落下と二次関数が結びつくことを体験的に学習できる。

3. 数式処理機能を使い、以下の問題を考える。

もし、床とボールの衝突を無視して、ボールが下に落ち続けるとしたら、床から 10m 下の地点を通過するのは測定を始めて何秒後か (方程式)。また、その時のボールの速さは何 $\text{m}/\text{秒}$ か (微分)。

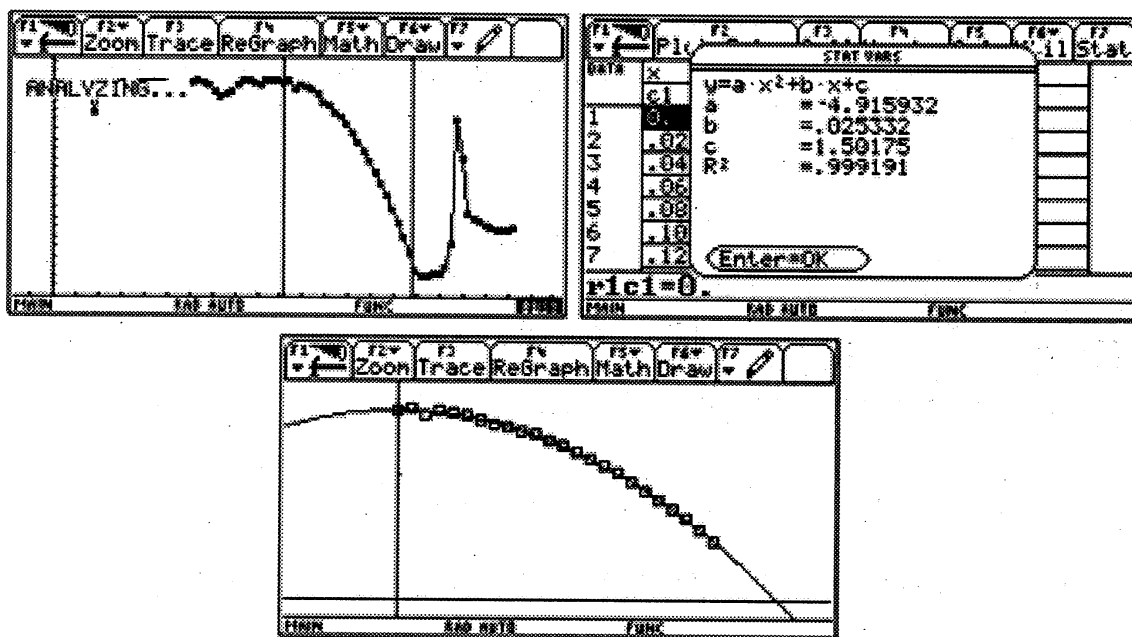


Fig. 3. データの分析

実験で採集したデータは小数值である。当然、式の係数も整数値ではなく、いわゆる「きたない数」であるため、手計算は容易でない。そこで、式の計算には数式処理機能を用いる。実験によって求められた式を計算するので、普通の抽象的な計算問題よりも現実的であり、生徒も興味を持ちやすい。

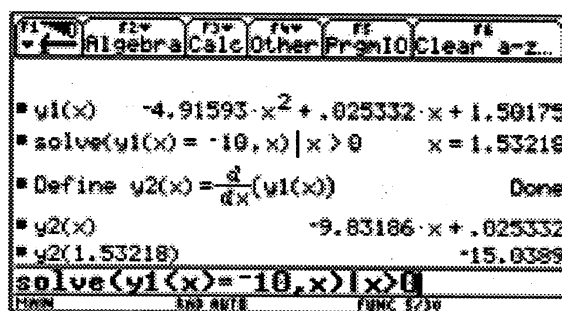


Fig. 4. 数式処理機能による計算

3. まとめ

今回の実験では、まず、ボールの落下という身近な現象と数学を、統計処理機能によって結びつけた。

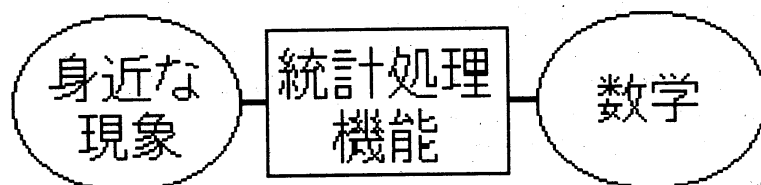


Fig. 5. 身近な現象と数学のつながり

さらに、数式処理機能を用いると、数学の「問題解決」までをつなげることができる。

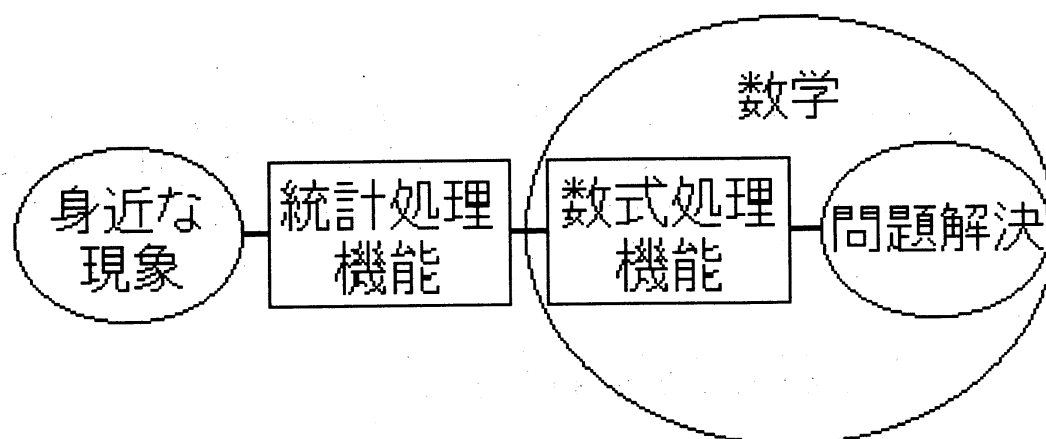


Fig. 6. 身近な現象と数学のつながり (2)

これで身近な現象と、生徒が学習している数学との結びつきが明確になる。「計算力が低下する」として、数式処理機能の使用は敬遠されることもあるが、このように他の機能と連携させることで教育的な効果が得られる。

グラフ電卓は、グラフ、統計、数式処理機能の役割を意図的に分けている。したがって、生徒が使用する際に、「なぜこの機能を使うのか」「この機能を使うと何がわかるのか」という目的意識を自然に引き出しやすい。それぞれの機能の連携もスムーズなので、ひとつの問題に対して様々な視点からアプローチすることも可能である ([3])。

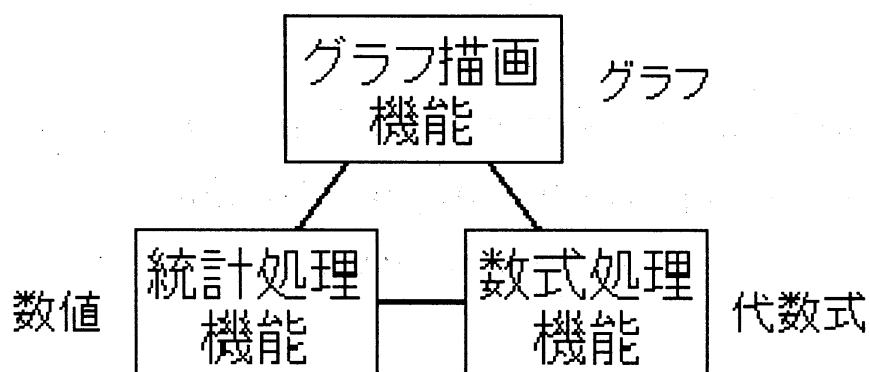


Fig. 7. グラフ電卓の機能の連携

現在の数式処理システムは多くの機能を持ち、とにかく「何でもできてしまう」という印象が強い。教育への活用の際には、各機能の役割を明確にして、使用する機能や使用目的を十分に検討する必要がある。生徒が「楽をする」のではなく、より深く、今までとは違った視点から数学を「考える」ための道具と認識されれば、今後、数式処理システムは数学教育に浸透していくであろう。

参 考 文 献

- [1] 一松信 監修、“グラフ電卓を数学に”、教育社 (1995)
- [2] 竹内宣勝、“CBL・グラフ電卓を活用した関数の指導”、 T^3 JAPAN 第1回年会発表集、pp. 40-43(1997)
- [3] “TI-92 MINI GUIDEBOOK”、Texas Instruments 社 (1995)