

# Mathematica による高校物理シミュレーション

日本女子大学附属高等学校 平井俊成

t-hirai@fc.jwu.ac.jp

## 1. はじめに

日本女子大学附属高等学校では高校3年生が自由に選択できる講座を多数用意している。本稿はその中の一つ、「物理 IIB」の授業の中で行なっているコンピュータシミュレーションの実践報告であるが、ここではシミュレーションの内容そのものではなく、Mathematica というソフトウェアの利点と、物理の授業でシミュレーションを行なう意義について述べたい。

## 2. なぜ Mathematica なのか

シミュレーション用のソフトウェアとしては Mathematica を使用している。Mathematica は非常に高機能な「数学やその他の応用のための汎用ソフトウェア」である。授業で Mathematica を使うようになった理由としては、コンピュータ室設置当初から Mathematica が導入されていたこと、また理系に進学する生徒が大学で使う可能性が高く、早めに触れておいて損はないという判断があったことを挙げることができる。しかし、実際に使っていくうちに、このソフトウェアをより積極的に授業で利用すべき理由のあることがわかってきた。



図1: Mathematica 5 のロゴ

第一に、授業への導入が容易であるということである。Mathematica は様々な機能を統合した上で適度に自動化されたシステムであり、プログラムの作成から実行、結果の表示までのすべてを1つのアプリケーションで行なうことができる。したがって生徒がコンピュータ全般に不慣れであっても Mathematica の基本的な操作を教えるだけで使わせることができる。プログラムの編集、コンパイル、実行、データの処理に別々のソフトウェアを使うとすれば、それらのソフトウェアの操作方法をすべて学ばなければならないし、一連の作業のためにファイル操作などの知識も必要となる。そのようなやり方は時間の限られた授業では適切とはいえないだろう。しかし、Mathematica ならシミュレーションの結果をグラフにしたいという場合、プログラムにコマンドを一行追加するだけでよい。何の設定も必要ない。Mathematica がデータの内容を判断して最適な方法でプロットしてくれるのである。

Mathematica を積極的に利用すべきもう一つの理由として、課題を与える教員とそれに答える生徒の間のコミュニケーションを円滑にしてくれるということが挙げられる。Mathematica のファイル（ノートブックという）はプログラミングを行ない、実行し、結果を表示するだけでなく、構造的な文章を作成するワードプロセッサとしての機能も備えている（もちろん日本語テキストも利用することができる）。したがって、授業に必要な過程のすべてを一枚のノートブックで済ませることができる。教員が課題やプログラミングの方法を説明したファイルを与え、生徒がそのノートブックにプログラムを作成、実行、結果を表示し、さらに考察を書き加えればそのままレポートとして提出することができるのである。

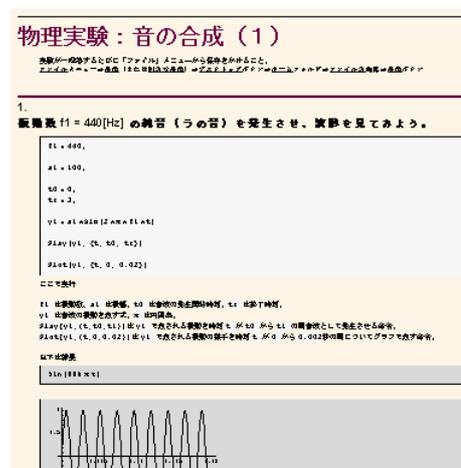


図2: Mathematica のノートブック

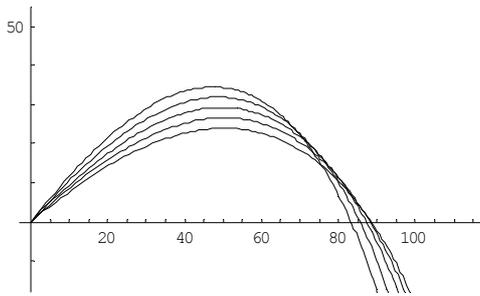


図 3：空気抵抗のある放物運動

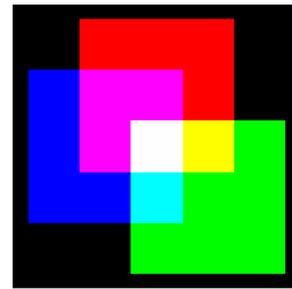


図 4：光の色の合成

### 3. シミュレーションを行う意義

多くの物理教員にとって 1 年間の授業時数は十分なものとは言えない。教科書に書かれた内容を説明し、例題を解くのに精一杯である。しかし、可能な限り実験を行なって物理法則を実体験として理解させたいと考えている。では、少ない授業時間を削ってさらにシミュレーションに時間を費やすとしたら、その意義は何だろうか。

その一つはプログラミングを通して物理法則の本質を理解させることにある。シミュレーションを行なうためには与えられた課題に物理法則を適用して解を求めていく手順の一つ一つを理解し、プログラムに反映させていかなければならない。初期条件として何が必要になるのか、自由に変えられるパラメータは何か。どうしたら応用性の高いプログラムになるのか。様々なことを考えた上で、満足なプログラムを完成させるということがそのまま物理法則の本質的な理解を得るということに等しい。

もう一つの意義は、生徒たちの探究心を育み、問題解決能力を養うことにある。課題を解くための原理を十分に理解し、それを解くプログラムという強力な道具を作り出すことによって、生徒たちは大いに自信を持つことになる。すると、普段なら考える気も起こらないような応用問題を自ら作り出し、自分で答えを探し始める。そのようなことは一方通行の授業では決して起こり得ない。

シミュレーションには自分で一つのものを作りあげる喜びがある。そして、時間をかけて組み立てられたプログラムが美しいグラフィックとともに一瞬のうちに結果を表示してくれることは生徒のやる気を大いに高めてくれる。そして、教員は上記のような難しい学習目標が苦もなく達成されるのを見ることになる。

### 4. おわりに

これまでの内容を発展応用する方向を 2 つ示しておこう。

一つは Mathematica・物理・シミュレーションの 3 つの要素のうち、Mathematica とシミュレーションに焦点を絞り、情報科の教材を開発するという方向である。シミュレーションには情報の入力、処理、出力という一連の手続きがあり、問題解決能力を育成するという点から考えても、情報科的要素を多分に含んでいる。理科や数学などの教科の内容にあまり深入りしない問題設定を考えることができれば、シミュレーションは情報科のよい教材になるだろう。

もう一つはシミュレーションを除いた「Mathematica による物理」という方向である。Mathematica のプログラミングの容易さ、高いグラフィックス能力を生かせば、授業における効果的な演示に使うことができる。電磁場のベクトル表示、等電位面の様子など、黒板に図を描くのが難しい内容に対しては Mathematica のグラフィックスが有効である。また動きのあるもの、すなわち波の重ねあわせ、反射、屈折、ドップラー効果などの様子を表すには Mathematica のアニメーション機能を使うとよい。Mathematica のアニメーションは gif ファイルに落とすことができるので、これを Web ページ上で gif アニメーションとして使うこともできる。Web などのメディアにのせることができれば Mathematica の利用の可能性はさらに広がっていくことだろう。