

Maple を用いた教材開発

名古屋大学大学院情報科学研究科 中村泰之
ynakamura@is.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに

近年の情報インフラの整備にともない、e-Learning が注目され、その教材の開発もさかんに行われている。

物理学の教材開発ではこれまで、Java 言語を用いたシミュレーション教材が様々なサイトで多く提案されてきた。Java 言語を用いることの利点としては、Java アプレットによりコンピュータの機種や OS にあまり依存することなく教材を利用することができること、また大変応用範囲が広いという点があげられる。一方、グラフィカル・ユーザ・インターフェース (GUI) を備え、3 次元 (3D) 描画を可能にする教材の作成にはある程度の技術も要する。

我々は、より簡易にシミュレーション教材を作成する手段の一つとして数式処理ソフトウェア Maple を用いることの有効性を最近認識しつつあり、教材群の開発に着手している。

本レポートでは、Maple を用いた物理シミュレーション教材の開発の特徴を紹介すると同時に、その問題点を探りたい。また、e-Learning を実現するための手段としてネットワークを通じた教材利用についても触れたい。

3. 微分方程式の数値解法

シミュレーション教材を作成するにあたっては、微分方程式を数値的に解くことが必要になる場合が多い。微分方程式の数値解を求めるのであれば、C 言語や Fortran など計算することのほうが速度的な面で有利であり、一般的であるが、数式処理ソフトウェアを用いることの利点もある。例えば、次式で表されるローレンツ方程式を解くことを例として取り上げてみよう。

$$\frac{dx}{dt} = -\sigma x + \sigma y$$

$$\frac{dy}{dt} = -xz + rx - y$$

$$\frac{dz}{dt} = xy - bz$$

パラメータ $(\sigma, r, b) = (10, 28, 8/3)$ 、初期条件 $x(0) = 1.0, y(0) = z(0) = 0.0$ の時、Maple 9 で導入された ODE アナライザという GUI を用いることにより、対話形式に微分方程式を数値的に計算し、 $(x(t), y(t), z(t))$ の軌道の描画まで簡単に実行することができるのである (図 1, 図 2)。

これは、任意の微分方程式を解き、その解のおおまかな振る舞いを知るために利用すれば、大変便利な機能であると思われる。Maple のコマンドが表面上現れないのでわかりやすいという利点もある。ま

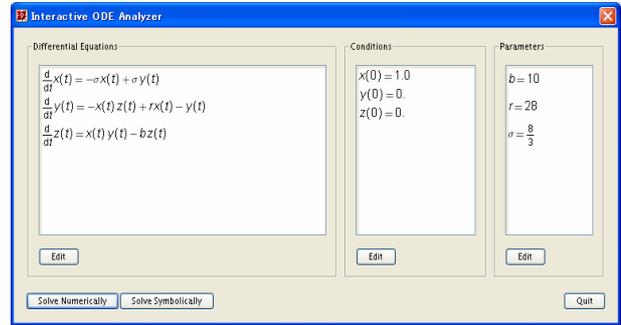


図 1 ODE アナライザによる微分方程式の定義

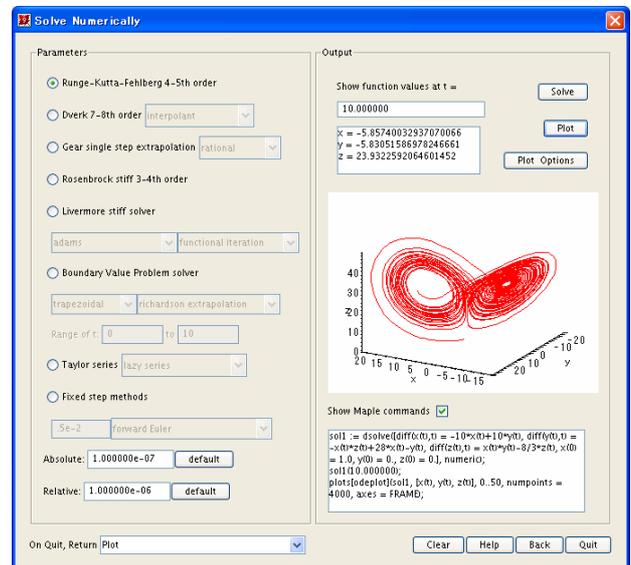


図 2 ODE アナライザによる微分方程式の数値解法の設定と解軌道の描画

た、図 2 で示されているように、微分方程式の解法に関して様々なアルゴリズムを適用でき、描画の設定方法も豊かである。このように様々な角度から微分方程式を学ぶことができ、運動の様子を観察することができるので、教育用に適していると考えられる。

4. Maplets パッケージを用いたシミュレーション教材の作成

Maplets とはボタン、テキストエリア、プルダウンメニュー、スライダーなどのツールをウィンドウ上に配置し、それによって Maple の機能を利用することのできるアプリケーション (Maplet アプリケーション) を作成するためのパッケージである。Maple 7 でアドオン・パッケージとして初めて提供され、Maple 8 では標準の機能となり、Maple 9 では更な

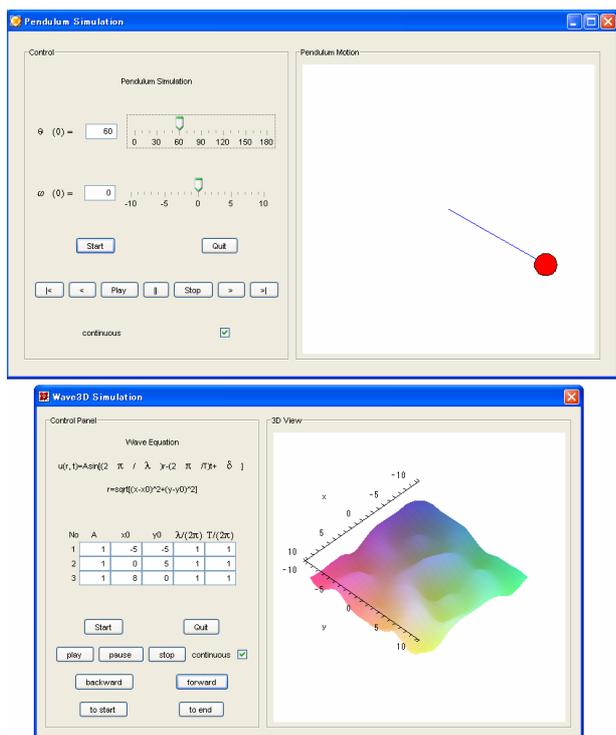


図 3 Maplets による教材例

る改良がなされている[1]。GUIの各要素はJavaのSwing API[2]により実現されているが、Javaの知識は必要とはしておらず、GUIアプリケーションを作成するための有効な手段の一つと考えられる。先に紹介したODEアナライザもMapletアプリケーションの一つである。

比較的容易にGUIソフトウェアが作成できる手軽さと、豊富な数値計算アルゴリズムを利用できる利便性から、シミュレーション教材を作成するためにMapletsを利用することはよい手段の一つではないかと考えられる[3]。図3にMapletsを用いたシミュレーション教材の例を示す。単振り子、波のシミュレーションであるが、それぞれパラメータ、初期条件をGUIコンポーネントから設定でき、解析解、数値解をプロットエリアでアニメーションとして表示できるようにしている。どれも、シミュレーションの開始、停止、コマ送りが可能で、波のシミュレーションでは三次元(3D)表示も実現している。もしJavaでこれと同等の教材を作ろうとすれば、膨大なコード数を必要とし、ある程度のプログラミング能力も要求されるであろう。また3D表示にはJava3D[4]などの技術を導入しなければならない。それに比べてMapletsを利用すれば、はるかに少ないコード数で、比較的容易に教材作成が可能である。Javaプログラミングの経験がある方は、同様の教材をMapletsで作成し、その容易さを実感してみたい。

一方、作成の容易さと引きかえに、欠点もいくつか認めなければならない。まず、Javaによるプログラミングに比べて、細かな設定が不可能であるとい

うことがあげられる。例えば、スライダの値をマウス操作により連続的に変更できない点などである。スライダの値の変更結果は、マウス操作が終了した(マウスから指が離れた)時点でのスライダの値が返されるだけであり、これでは図3の振り子のシミュレーションにおいても、初期の振り子の位置をスライダの動作と連動して連続的に動かしながら設定することができないのである。また、シミュレーション教材としてはある意味で致命的であるのだが、リアルタイムのシミュレーション(アニメーション)が困難であるという点があげられる。これは、MapletsというよりMapleが行う計算方法に関わることであるのだが、通常、ある時刻から指定された時刻までの計算をすべて行ってから、その計算結果を使ってアニメーションを行うのである。したがって、長い時間のシミュレーションであれば、スタートボタンを押してから、実際にアニメーションが開始されるまでタイムラグがあるのである。短い時間ステップ毎に計算し、その結果を描画しながらアニメーションを行うということも不可能ではないが、描画速度の面で劣ることは否めない。

5. e-Learning にむけて

以上紹介した中でも、特にMapletアプリケーションによる教材では、MapleNet[5]を利用することにより、学習者はMapleを必要とすることなく、ブラウザさえあればそれらの教材を利用することができる。Javaアプレットと同じような位置づけだと考えてよく、e-Learningのための教材作成の手段の一つではないかと考えられる。ただし、Javaと異なり、利用することのできるユーザ数を定めたライセンスに厳密に従うことが必要となる。

6. 今後の課題

今回は教材作成の手段の一つとしてMapleを利用することを紹介するにとどまったが、今後実際の授業で利用したり、受講者にMapleNetへのアクセスのアカウントを発行することにより、e-Learningに向けた試行も行っていきたい。

参考文献

- [1] 中村泰之, 「ソフトウェアレビュー 数式処理ソフトウェア Maple 9」, コンピュータ&エデュケーション, 16 (2004) pp. 47-50
- [2] <http://java.sun.com/products/jfc/>
- [3] 中村泰之, 「数式処理ソフトウェアを用いた物理シミュレーション教材」, 大学の物理教育, 2003-2 (2003) pp. 61-64
- [4] <http://java.sun.com/products/java-media/3D/index.jsp>
- [5] <http://www.maplesoft.com/maplenet/>