

物理と教科「情報」におけるコンピュータ活用

天良 和男

東京都立駒場高等学校

〒153-0044 東京都目黒区大橋 2-18-1

概要

筆者は、物理と教科「情報」において、コンピュータを利用した実験計測システムや、コンピュータ・インターネットなどのしくみを理解させるためのハードウェア・ソフトウェアの教材を開発し、授業等で活用してきた。これらの教材には、センサやビデオカメラなどのようにコンピュータに接続して使用するものもあれば、フルカラー表示器やペンライトなどのようにコンピュータに接続しないで使用するものもある。コンピュータとの接続、非接続にかかわらず、これらはすべてコンピュータと組み合わせて活用することで、生徒の意欲や関心を喚起するとともに、科学的な理解を促進し、学力向上にも寄与することができる。

1. はじめに

筆者は、高等学校の物理教育と情報教育に従事し、コンピュータを活用した教材開発を中心に研究してきた。

これらの教材は、生徒の意欲や関心を喚起するとともに、科学的な理解を促進し、学力向上にも寄与することができる。

本稿では、これらを紹介するとともに、その教育効果についても整理することにする。

2. コンピュータ計測システム(物理)

2.1 各種センサとの組み合わせ¹⁾

コンピュータとセンサの組み合わせにより、様々な自然現象を自動的に測定することができる。図1のようにコンピュータに接続するセンサとそれを制御するソフトウェアを変えることにより、コンピュータは万能測定器になる。たとえば、超音波距離センサにパソコンを接続すれば、物体の位置を非接触で測定することができる。

そのほか、温度センサや光センサ、圧力センサ、電流・電圧センサ、PHセンサなどの様々なセンサにより、力学、波動、熱力学、光学、電磁気学などの物理学の分野、さらには化学、

生物、地学などの分野の実験に利用することができる。利点をあげると次のようになる。

- ①測定結果がリアルタイムに得られる。
- ②条件を変えて何度も繰り返すことができる。
- ③測定値を分かりやすいグラフなどにあらわすことができる。

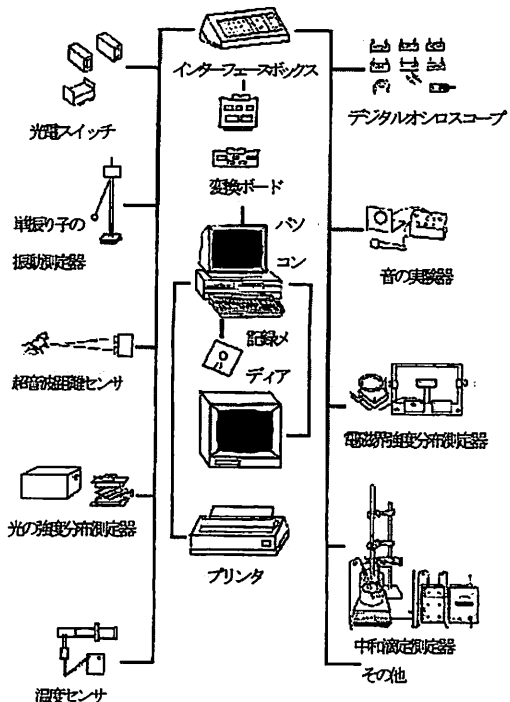


図1 コンピュータ計測システム

2.2 ビデオカメラとの組み合わせ

高等学校の物理において、従来のストロボ写真による運動解析は非常に時間のかかる作業であった。前述の超音波距離センサを活用すれば、非接触でリアルタイムに測定することができるが、1次元の運動に限られる。そこでビデオカメラとコンピュータを組み合わせたシステムを用いることにより、2次元の運動も測定することができる²⁾。

以下の手順により、時間的に変化する運動物体の位置や速度、加速度のグラフなどを画面にリアルタイムに表示することができる。

- ①ビデオカメラで撮影しデジタル動画にする。
- ②動画を静止画の表示状態にする。静止画内の物体の各部の位置にあわせて錐形のワイヤフレームの各部の点を移動させる。
- ③コマ送りで次の静止画を表示し、②の作業を行う。これをすべてのコマで繰り返す。
- ④ワイヤフレームの各部の位置と時間から、物体の位置、速度、加速度などを計算し、それらの時間的変化のグラフを描画する。

図4はボールの床への跳ね返り運動の $y-t$ グラフである。このシステムは、物理実験以外にスポーツ科学の分野にも利用できる。

図2は、鉄棒の蹴上がりの運動を撮影した動画をもとに、ワイヤフレームを作成している画面である。図3のように、作成した複数のワイヤフレームを並べてストロボスコープのように表示するとフォーム(姿勢)を分析できる。また、2人のフォームも比較できる。

なお、ワイヤフレームを手動で動かす方式以外に、画素の色分析により、物体の位置を自動的に認識するシステムもある³⁾。

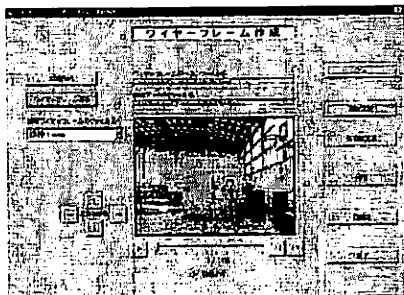


図2 ワイヤフレーム作成

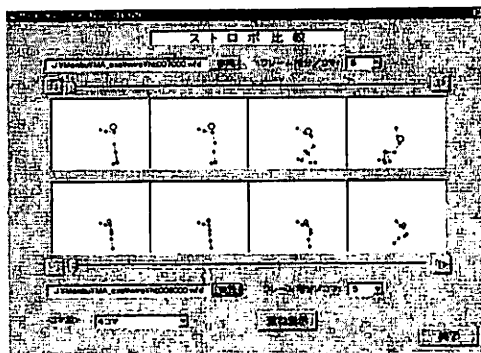


図3 ストロボ比較

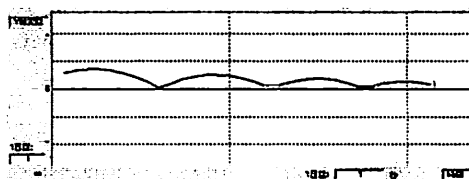


図4 ボールの床への跳ね返り運動($y-t$)

3. プログラミング教育のためのe-Learning教材(情報)

自学・自習用として WebCast を使って e-Learning によるプログラミング教育のためのコンテンツを開発し、マイクロソフト社の協力を得て、同社の学生及び教職員向けポータルサイトであるステップアップ スクエアに『教科「情報」やさしいプログラミング教室』⁴⁾という講座名で公開した。

この講座は、はじめてプログラミングを学習する生徒や、その生徒を指導する教員、さらにはプログラミングに興味をもつ初心者を対象とした WebCast を使った e-Learning によるプログラミング学習のための講座である。

講座の内容は、高校の教科「情報」や、中学校の技術家庭科でのプログラミング用の教材に利用することができる。また、表計算ソフトウェアの Excel-VBA でプログラミングするので、多くの人がこの講座に参加できる。

図5～7のようにソフトウェアの操作画面の動きと、それに合わせた解説が、動画と音声で提供されるとともに、学習の要点がプレゼンテーション画面で示されるので、教室で授業を受ける感覚で学習することができる。

また、図8のように説明で使用した教材をダウンロードで入手できるので、それを使って実際に操作することができる。

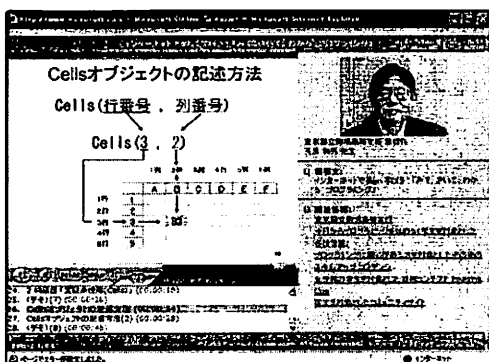


図5 解説画面 (PowerPoint)

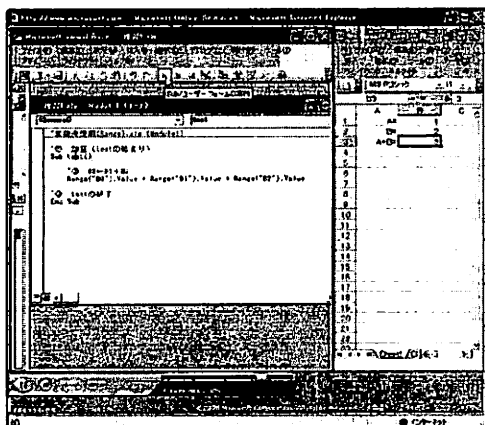


図6 操作画面 (Excel 動画)

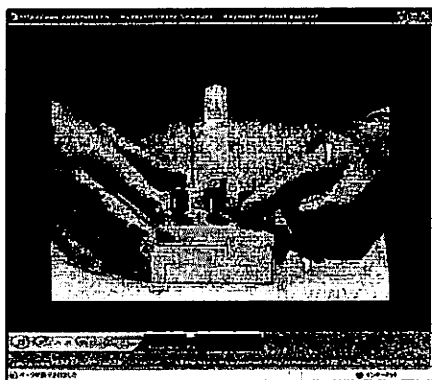


図7 実動画 (光の三原色の実験)

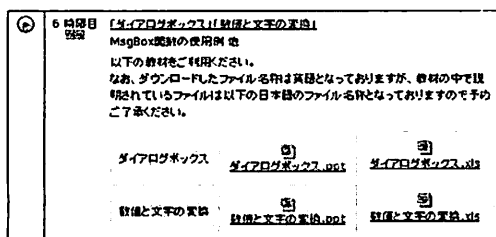


図8 ダウンロードのページ

本講座で学習するプログラムの種類

- 2つの数の和のプログラム
- 得点の判定プログラム
- データの入力チェックプログラム
- 自然数の表示プログラム
- 預金金額の変化のグラフ
- 一定時間ごとに実行するプログラム
- キー入力監視プログラム
- API 関数を使ったプログラム
- その他

4. Java シミュレーション (物理)

Java は、Web ページ上でアプリケーションを開発するための言語として、広く普及している。Java で開発したソフトは、Java 仮想マシン (JavaVM) とよばれるインタプリタにより実行されるため、コンピュータや OS の種類などによらず実行できる。

また、実行時にサーバからダウンロードされるため、あらかじめクライアントにインストールする必要がない。

図9は、Java アプレットによる放物運動のシミュレーションで、りんごにめがけて石を投げ、衝突させるゲーム感覚のソフトである。

これ以外に、力学や波動などに関する Java アプレットによる様々なシミュレーション教材を開発した。Web ページ⁵⁾上にアップすることにより、生徒の自宅等からでも操作することができるので、学校で学習した内容の確認や自学用として、利便性が高い。

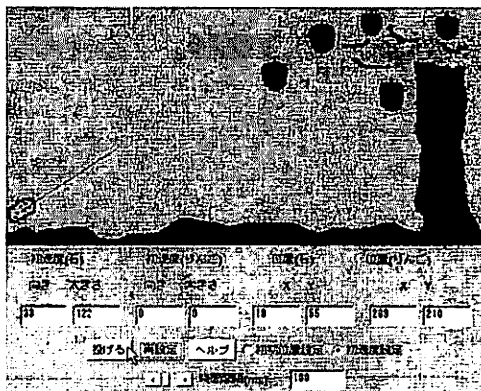


図9 放物運動の Java シミュレーション

5. 科学的な理解のための教材^{6,7)} (情報)

教科「情報」の目標の1つである「情報の科学的な理解」の側面を、自作教材を使った実習を通して指導している。

たとえば、画像のしくみを理解させる実習用の教材として図10のようなハードウェア(三原色LEDを使ったフルカラー表示器)や図11のソフトウェア(RGBMixer)がある。こうした教材を用いることで光の三原色である赤、緑、青のそれぞれの光の明るさを調整することで、色の表現、階調と濃淡データのビット数の関係を理解させることができる。

これ以外に、数値、文字、静止画、動画などのさまざまな情報を2進数表示する実習や、画像の標準化・量子化の実習、IPアドレスを調べる実習、IPアドレスとドメイン名の関係を調べる実習、動画のしくみを理解させるための実習のための自作ソフトなどがある。

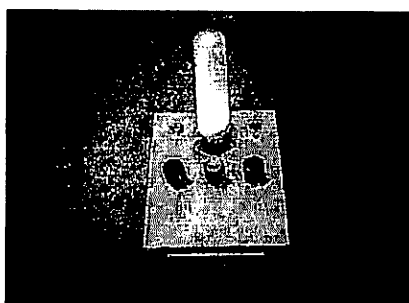
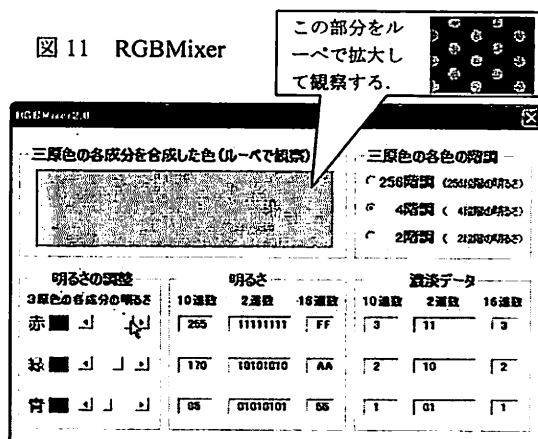


図10 フルカラー表示器

図11 RGBMixer



6. おわりに

コンピュータをセンサやビデオカメラなどの他の情報機器や教材と組み合わせて活用することにより、生徒の意欲や関心を喚起するとともに、生徒の科学的な理解を促進し、学力向上にも寄与することができた。

今後、教科「情報」と物理や数学の内容を融合させた教材を開発し、科学的な理解を深めるような授業を展開していきたい。

なお、本稿で紹介した教材は、以下のように、Web上にアップしたものや、一部の教材は教材メーカーやソフトメーカーによって商品化され、他校でも使えるようになったものもある。

1) コンピュータ計測システム

学研から「実験データ処理システム」、東京前川科学から「マリス パソコン計測システム」、内田洋行から「サイエンスメジャー」という商品名でそれぞれ商品化された。

2) マルチメディアスポーツ科学

平成10年度文部省学習用ソフトウェア研究開発委託事業によるソフトウェア「マルチメディアスポーツ科学」

3) 画像処理による運動解析システム

富士通大分ソフトウェアラボラトリから「FM-TOWNS ニュートン君」という商品名で商品化された。

4) WebCastによるe-Learning

・教科「情報」やさしいプログラミング教室
<http://www.microsoft.com/japan/msdn/student/learning/#e-learning2>

・日本学生科学賞課題研究 画像処理
<http://www.microsoft.com/japan/academic/jssa/default.msp>

5) Javaによるシミュレーション

<http://homepage3.nifty.com/tenra/>

参考文献

6)教科「情報」における科学的理解のための教材の開発(JSET05-5), 日本教育工学会研究会, 2005. 7. 23

7)教科「情報」の実践と課題情報処理学会情報処理委員会シンポジウム 高校教科「情報」の現状と将来, 2005. 10. 29