

オシロスコープの動作原理理解を支援するソフトウェア教材の開発

谷 真也

京都教育大学大学院 理科教育専修 shinya@kyokyo-u.ac.jp

キーワード：オシロスコープ、動的变化、ソフトウェア教材

(受付：1999年12月20日)

Ⅰ．はじめに

オシロスコープは波動を視覚化する手段として極めて重要かつ有益な装置であり、測定機器として、多方面にわたり活用されている。また電子線を制御する動作原理自身も物理教材として意義深い。

これらの装置では波動の時間的な変動を視覚的に表現するために、垂直方向の入力信号に対して、水平方向にそれに応じた走査を行う信号を加えることで、波形描画を実現している。しかしながら、この過程において入力した信号と、波形として表現される軌跡との対応が、初めてオシロスコープに接する場合には理解しにくく、使用する際の障壁となっている。

本稿では、このようなオシロスコープの動作概念の理解を支援する目的でMicrosoft Visual Basic 6.0を用いて試作したソフトウェア教材について報告を行う。

Ⅱ．システムについて

物理教材として波動を取り扱う際、波動に特有な時間的・空間的な変化をどのように理解させることができるかが重要である。

オシロスコープの学習における困難さも、基本的にはこれらの動的变化の表現法によるためと考えられる。物理学においてはこれらの変化は最終的に数式において、時間や位置の媒介変数を含んだ関数として表記されることになるのであるが、学習者にとって静的な黒板や教科書の図や式のみを用いてこれらの変化をとらえ得るようになるためには、ある種の概念的な飛躍が要求されるのではないだろうか。

このような動的变化を視覚的に再現するような領域においては、情報機器の活用は一つの有力な手段となり得るのではないかと考え、本ソフトウェア教材の開発を試みた。

(1) 動作環境

- ・CPU: PentiumⅡ
- ・クロック: 266MHz
- ・メインRAM: 64Mバイト
- ・ハードディスク: 3.2Gバイト

・OS: Microsoft Windows 98

以上は試作器で用いた仕様の一例であるが、Windows 95用に移植したプログラムについても動作が確認されている。

(2) プログラミング言語

プログラム開発に要する時間等総合的な観点からMicrosoft Visual Basic 6.0を使用した。

コード体系が基本的にBasic 言語で記述されるため扱いやすく、本教材で用いた程度の機能であれば実行速度的にも問題なく利用できた。このようなアプリケーション教材開発には適した言語である。

III. 開発したソフトウェア教材「波吉」の機能と特徴について

(1) 垂直・水平入力成分波の表示

オシロスコープの理解にとって最も障壁となるのは、垂直・水平の各成分の入力を直接見ることができないことである。このため時間的に変動する入力信号が垂直方向に与えられ、それに応じて水平方向に与えられた同期的な信号とのそれぞれの成分を座標とする一つの点が画面上に描かれているという動作原理がわかりにくいのである。

このことに対する工夫として、水平・垂直それぞれの成分への入力信号を、伝達される波として動的・視覚的に表現し、さらに各成分の座標を持つ点をオシロスコープ上で表示し、各成分を色分けされた線で結び表示した。

これにより、垂直成分の入力信号の波形を表示するためには、水平方向の走査信号が正弦波ではなく三角波であることの理解や同じ場所に静止画として波形を表示するための同期の必要性などを視覚的に理解することが容易となった（図1）。

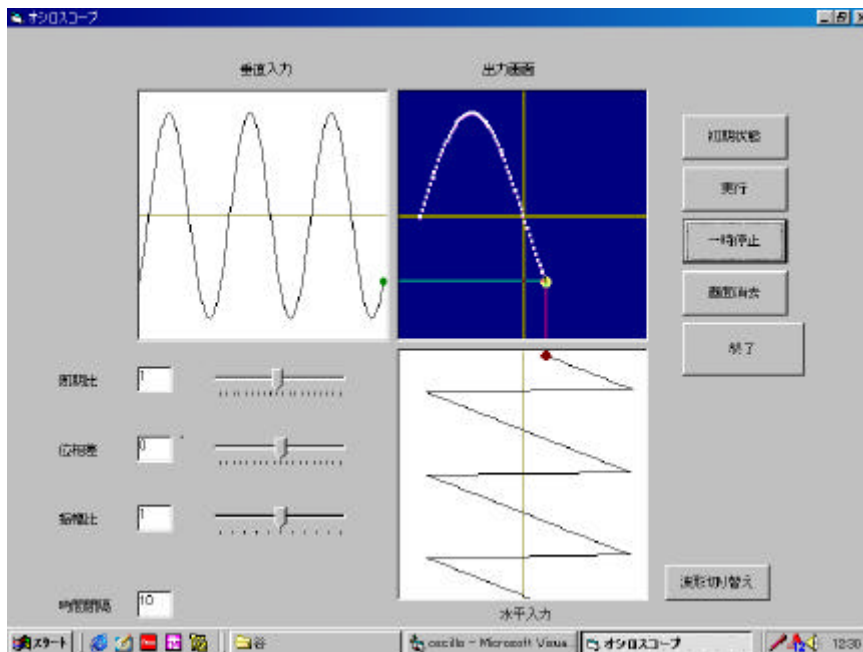


図1. 垂直・水平方向の入力信号の表示

右上がオシロスコープの画面。赤色および緑色の直線で各成分信号と表示点との対応がされている。これらは時間的変動に対して動画として連続的に表示される。

(2) リサージュ図形の描画

リサージュ図形は2つの信号間の周期や振幅、位相の差などの情報を得る上で重要である。また描かれる図形そのものにも幾何学的な美しさがあり興味深い対象である。

本プログラムでは前述の水平方向の入力波を正弦波に切り替えることで、これらのリサージュ図形を得られるようにした(図2)。

これにより視覚的に水平および垂直方向の入力波と刻々と描き出される描画とを対応させる中で、複雑なリサージュ図形とそれぞれの波の各要素との対応関係を把握できるよう工夫した。

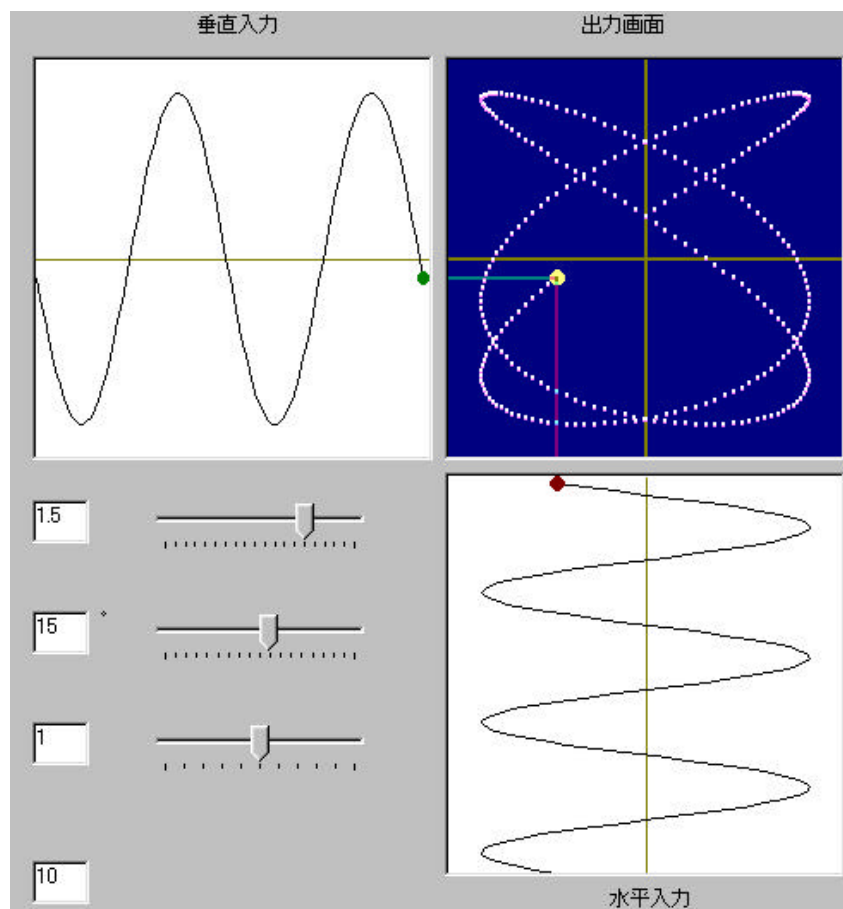


図2 リサージュ図形
周期比1.5、位相差 15° で描画中の様子

(3) リアルタイムでのパラメータ入力

リサージュ図形の描画などで各入力波の振幅や周期比、位相差といった物理量を変化させたときに、出力画像にどのような変化が生じているのかを、各パラメータ毎にスライダー・コントロールを設け、マウス操作でリアルタイムに結果に反映させられるようにした(図3)。これらのプログラミングコードはVisual Basicのイベント駆動型のプログラミング構造によって、従来のBasic言語に比べ格段に扱いやすいものとなった。

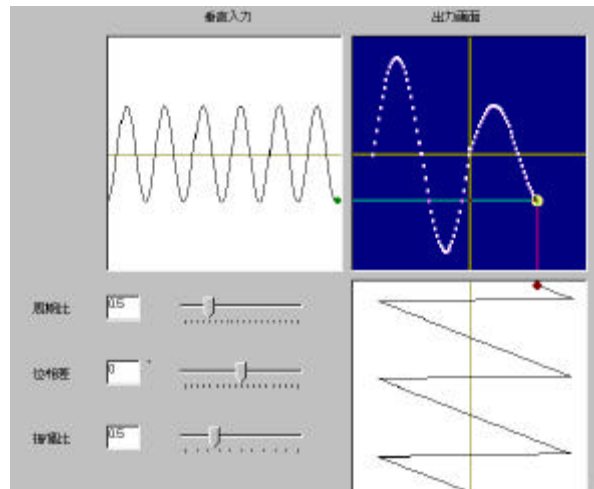


図3 リアルタイム表示
振幅比を1から0.5へ描画途中に変化させた。

(4) 一時停止・表示速度変更機能

描画途中の様子を確認できるように必要に応じて一時停止や描画速度を遅らせる機能をもたせた。

IV. 使用例

本学では学部生を対象とした物理学基礎実験においてオシロスコープを教材として用い、電子線の振る舞いに関しての電磁気学的な理解の深化をはかるとともにオシロスコープの動作原理についての理解や操作方法の修得を目指して実習を行っている。

この実習にて、動作原理理解のため補助的にノートパソコンを用いて本アプリケーションを使ったところ、学生の反応はおおむね良好であった。

高等学校の物理分野においては、音波や電磁気の単元でオシロスコープは演示実験などで取り扱われるが動作原理に関する説明は時間的な制約からほとんど触れられていないのが現状である。オシロスコープを用いる前段階の導入教材として本アプリケーションを用いることで、どのようにして波形が表示されるのかに関して、一定の理解を生徒に与えることができるのではないかとと思われる。

V. まとめ

情報機器の利用例としては数値計算やデータ整理のみならずグラフィックス、シミュレーションなど様々な応用が考えられる。

しかし、教材としてとらえた場合、自然科学においては学ぼうとする対象に直接接することが大切であることには変わりはない。直接的な観察や実験によって行えることに情報機器を用いてはあまり意味がなくなってしまう。

教育用ソフトウェアの開発にあたっては、教材のソフトウェア化の必要性や、それを用いたときに期待される教育的効果と開発に必要な時間のつり合いなどを総合的に判断し、理論や実験の学習に補完的に相乗効果を生み出すようなテーマを見定めることが求められるように思う。

最後に、本稿作成にあたって本学村田隆紀教授には参考文献等について貴重な御助言をいただき、また物理学基礎実験においては元本学教授橋本哲氏ならびに元大学院生笹谷智一君に様々な示唆に富むアドバイスをいただいた。この場をお借りして謝辞を述べさせていただきたい。

尚、本プログラムは教育用フリーソフトとして、以下のホームページでの公開を行っている。多くの学校現場で活用していただき、実践例や御感想等をいただければ幸いである。

ホームページ : <http://natsci.kyokyo-u.ac.jp/~tani/homepage.htm>

文献

- Microsoft 1995. Visual Basic プログラミングガイド
Microsoft 1995. Visual Basic カスタム コントロール リファレンス
日向俊二 1998. Visual Basic Windows プログラミング. 翔泳社