

# 公開講座「物理のためのコンピュータグラフィックス プログラミング入門」を終えて

鹿児島大学理学部物理科学科 西尾正則・秦浩起・太田治

## 1. はじめに

パソコンやインターネットに代表される IT 化の波は、大学や高校だけでなく、今や小学校にまで押し寄せてきました。これに合わせて、IT 機器を利用した教育教材が、大学や高校の教師を中心として精力的に開発されています。また、近年、e-learning と呼ばれる IT 環境を活用したオンデマンド方式の学習システムも、教育現場で注目されるようになってきました。これまでもパソコン向けの物理や理科教材が様々作成され、インターネット上に公開されており、これらの教材を使って、物理現象を視覚的に捉えさせることが可能となってきています。しかし、物理現象がパソコンの中でどのように実現されているかということがわからないまま教材として使う場合、これらの画像や動画を授業に合わせてテレビのアニメーションのように生徒に見せるというだけになってしまいがちです。この状態より一歩進んで、そのとき見せている画像がどのような原理に基づいて計算され、得られたものであるかを理解した上で利用できるようにすることにより、教材により説得力をもたせることができます。

本講座は、上記のような教育現場における IT 環境の急速な普及を背景とする中、パソコンによるコンピュータグラフィックスをより効果的に高校や中学の理科教育の現場で活かしてもらうことを目的として開設しました。とはいえ、この公開講座を担当した3名とも、この種の講座の開設は始めのことであり、受講者の募集方法、講座の運営などすべて手探りの状態でした。本報告では、ともあれ無事に終えることができた表記の公開講座について、その概要、開催時の状況、今後に向けた検討課題などについて報告させていただきます。

## 2. 講座の概要

本講座は、題名を「物理のためのコンピュータグラフィックス・プログラミング入門」、受講対象者を「主に、高校あるいは中学の理科教員」とし、簡単な教材を Java により作成すること、また、このことを通してインターネット上

に公開された教材をより効果的に使いこなせるようになることを目指しました。講座の中では、Java と呼ばれるプログラミング言語を使ってコンピュータグラフィックスを学ぶように設定しました。Java は、①比較的簡単に図形等の描画ができる、② Web ページでの成果の公開に適している、③無料で入手でき、手軽に使える、という特徴があります。

パソコンに対する習熟度としては、パソコンをワープロや表計算として利用したり、Web ページを見るために使ったことはあるが、パソコンの上でプログラムを作ったりしたことはないという人を対象としました。教員を対象としたことから、作成するプログラムの題材は、高校や中学の理科（物理分野）で扱われる項目の中から選び、Java によるシミュレーションとコンピュータグラフィックスの作成法の基礎を実習により学習しながら、徐々に課題も高度なものがこなせるように小テーマを設定しました。

募集人数は 15 名、実施期間としては、お盆休み直前の時期である 8 月 9 日から 11 日までの 3 日間と設定しました。講師は、理学部物理科学科の西尾正則、秦浩起、太田治の 3 名が担当しました。このほか、2 名の大学院生を実習補助者として採用しました。実施時期については、一般的に自由時間がとりやすい時期ということで、事前に高校の先生に適切な時期を伺って決定しました。

事前に講師および補助者に予定していた大学院生と何度か打ち合わせを行い、①プログラムの文法は教えない／文法は出来る限り教えないで、とにかく画面に応答が見えるように自然に作りこんでいくことを優先する、②目に見える成果を提供する／物理的な題材として、授業に出てきそうなものを選定し、教育現場で使えるような、あるいは生徒に見せられるような作品として仕上げる、③必要な文法は教科書で／プログラムの文法を調べることが必要となったとき、自分ですぐに調べられるような教科書を用意する（今回は、既成の演習本をいくつか調査し、その中から選択したものを受講者分用意）、④わかりにくい部分はライブラリで／動画のための処理や数値計算部分など一見複雑に見えるプログラム部分はライブラリのような形式で提供することで、その部分をブラックボックスとして扱っ

でも全体の理解には支障ないようにする、という4つをポイントを設定し、それに沿って時間割および内容を構成しました。

以上の4つのポイントをもとに、合言葉のものに、本講座では3日間で合計9つの小テーマを設け、なるべくテーマごとに完結するように設定しました。講師および実習補助者は、各テーマを進行する講師を除いて、受講者の実習の補助を分担するという体制をとりました。15名という募集人数は、講師および実習補助者の1名あたりがじっくりと対応可能な人数を勘案して設定しました。表1に、本講座の時間割と各時間のテーマ名を示します。

表1 講座時間割

時間	時間	テーマ
8月9日(月)	10:00-11:50	Javaに触ってみよう
	12:50-14:20	お絵かきに挑戦
	14:30-16:00	動画に挑戦
8月10日(火)	10:00-11:50	プログラミングに挑戦1
	12:50-14:20	プログラミングに挑戦2
	14:30-16:00	Javaのインストールとプログラムの公開方法
8月11日(水)	10:00-11:50	プログラミングに挑戦3
	12:50-14:20	プログラムの仕上げと公開
	14:30-16:00	成果発表

各小テーマには、更に、

#### 第1回 Javaに触ってみよう

Javaの概要とJavaを使った物理現象のシミュレーションの事例紹介。Javaの起動方法。簡単な題材をもとにした操作法の習得。

#### 第2回 お絵かきに挑戦

Javaの強みである「簡単に絵が描ける」という点を生かして、まず絵を描くところから始める。用意した資料を使って、Javaを使った描画の方法を学び、いろんな画像を描いてみる。

#### 第3回 動画に挑戦

引き続き、Javaを使った描画方法の基礎の学習。この時間では、動きのある絵(動画)を描く方法について学ぶ。

#### 第4回 プログラミングに挑戦1

波の重ね合わせを題材として、図形(静止画)の描き方に挑戦。さらに、波形を動かしてみること(動画)にも挑戦。

#### 第5回 プログラミングに挑戦2

自由落下運動や振り子などを題材として、動画の描き

方に挑戦。数値計部分は、原理を簡単に説明した後に、付属品として提供。

#### 第6回 Javaのインストールとプログラム公開

Javaのシステムをパソコンに設定し、自分で使えるようになるまでを学ぶ。

#### 第7回 プログラミングに挑戦3

2日目までの成果を元に、受講者の進捗や希望に合わせた作品の製作に取り組む。

#### 第8回 プログラムの仕上げと公開

教材として使用するために作品の仕上げを行い、大学または個人のWebページ上にアップし、公開する。

#### 第9回 成果発表

Webページ上にアップした作品を受講者及び講師に発表。

という内容を設定しました。いずれも、実習中心の内容としました。

実施場所としては、学術情報基盤センターの端末室を利用させていただきました。講座で得たことを教育現場で利用できることを目指したので、個人のノートパソコンを持ち込んで演習を行うことも想定しました。このため、学術情報基盤センターには、ネットワーク環境の準備にも協力させていただきました。

## 3. 実際に開催してみると

パソコンをワープロとして使っているという方を対象とし、3日間で教材を仕上げるわけで、講師陣および補助者は、ほぼマン・ツー・マンで実習の補助に当たることとなりました。このため、講座中の記録写真は皆無という状態で、この報告を書いているときも、どう内容を紹介したものかと、困った次第です。唯一の写真として、講座終了後に撮影した受講者と講師陣、実習補助者の集合写真を掲載しておきます。

講座開講の案内は、生涯学習教育研究センターからポスターおよびチラシにより実施していただきましたが、これ以外にもB5版のチラシを作成し、回覧の依頼文を添えて、県内の全高校、鹿児島市内の小中学校宛に郵送しました。更に、鹿児島県教育研修センターからも、担当の先生を経由して宣伝をしていただきました。開講にあたって、鹿児島県教育委員会および鹿児島市教育委員会に後援を引き受けていただき、チラシに書き込みました。受講者に対し、どのようにして本講座を知ったか伺ったところ、全員



写真1 受講者と講師・実習補助者集合写真

が学校宛に送付した講座独自のチラシを見てということでした。事実、講座独自のチラシを配布した後の約1週間で、ほぼ全員が申し込みをしてこられました。さらに、受講者の方々が各学校で講座への参加の承認を受ける上で、県および市の教育委員会の後援を受けていることがうまく機能したようでした。

講座自体は、受講者の数と講師+実習補助者が同じということで、かなり濃密に実習を進めることができたといえます。受講者全員が、Javaを使うのは初めてでしたが、もともと参加者の学習への意欲が高いこともあり、脱落することなく、3日間の講座を終えることができました。本講座の3日目は、それまでの3日間の学習をもとにして、各自の希望に沿った作品の作成に取り組みました。受講者の意気込みに、講師および実習補助者の意気込みも加わり、講座を計画した当初に期待したものをはるかに超える作品が出来上がりました。

最終日に受講者の1人が取り組んだ作品は(1)支点が動かせるバネと錘の系、(2)2次元波の空間パターンとドップラー効果、(3)2つの波源からの2次元波の干渉パターン、(4)1次元進行波の空間パターンと時間変化、(5)1次元

進行波の反射と定常(定在)波、の5つであり、いずれも理科教育に直結したテーマを選択されました。図1に、作品の画面の一部を示します。図1(a)は、バネでつながれた質点の動きを扱ったものです。丸い玉がおもり(質点)、それと一端がつながっている灰色の線がバネを表しており、バネのもう一端(小さな四角)を動かしたときに、バネと質点がどのように動くのかを動画としてみるができます。小さな四角の部分はパソコンのマウスを使って動かすことができ、動かす速さや向きでバネとおもりの動きが変わっていくのがリアルタイムでわかります。図1(b)は、2つの波の干渉を扱ったものです。この作品では、画面中央からやや右側と左側に置いた波源から波が時間の経過とともに同心円上に外側に伝わっていき、お互いが干渉することにより腹(白色の部分)と節(やや暗い部分/コンピュータ上では青い部分で現されています)が生じるのを見ることができるようになっています。図1(c)は、音のドップラーシフトを扱ったものです。図の右端近くに立つ人(丸と四角の組み合わせ)に向かって音源が近づいてくるときに、各時刻に音源から出た波が(波の山の位置を灰色の円で表しています)が観測者に向かってどのように伝わっていくかを見ることができるようになっています。以上を含めた受講者の作品は、理学部物理科学科のWebページで公開されています。

青い四角形はバネの一端です。  
マウスで掴んで動かすことができます。

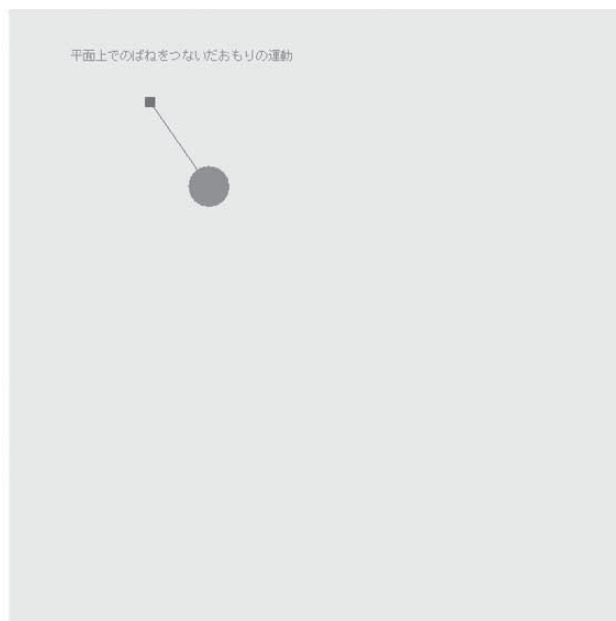


図1 作品の画面例 (a)バネでつながれた質点の動き

### 波の干渉動画 3

波の山を緑、谷を赤で表しています。緑(赤)と緑(赤)が重なると白に、緑と赤が重なると青になります。前者は定常波の腹に、後者は節に対応します。双曲線がわかるはずです。

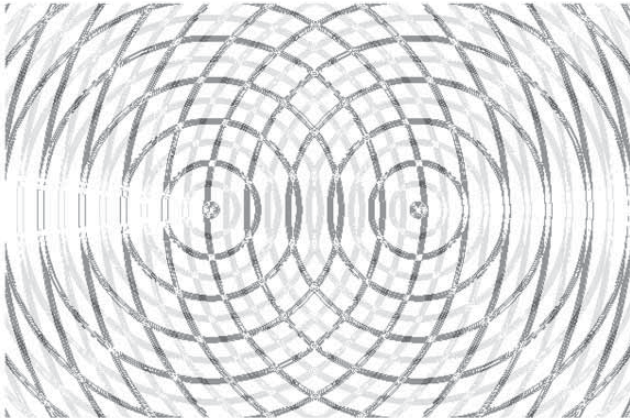


図1 作品の画面例 (b) 波の干渉

波の山が表されています。右に観測者がいます。

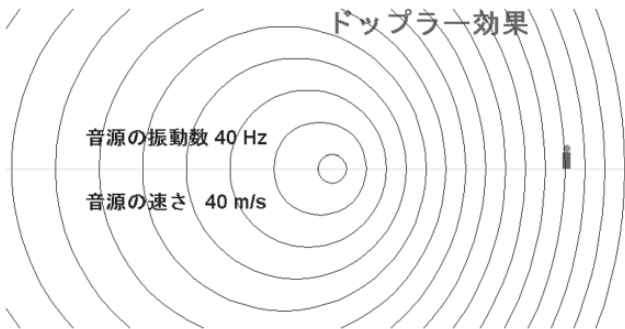


図1 作品の画面例 (c) 音のドップラー効果

## 4. まとめ

上述したように、各受講者の到達度については当初想定した以上のものが得られました。一方、受講者数は当初予定した数を割り込み、独立採算で実施できなかったという点で講座運営上は問題が残ったといえます。近年の教育現場でのIT教育の高まりから、ある程度の受講者を見込めると考えたわけですが、なかなか受講希望者を増やすことができませんでした。受講希望者が応募してこられた時期は、小・中・高の各学校に配布した直後に集中していました。この後も、生涯学習教育研究センターや鹿児島県教育研修センターを経由して広報していただき、募集締め切り後にも、市内の高校宛にFAXによる案内などを送ったり

しましたが、受講者の増加はありませんでした。今後、この種の公開講座を開催する場合、機会を見つけて学校を訪問するなど、より積極的な広報活動を進めるべきだと痛感しました。なお、本講座のように教員を対象としたものは、教育委員会等の後援は各学校での事務処理上有効に機能したと言えます。この点は、今後、学校関係者や児童・生徒を対象とした講座やイベントを開講する場合にも有効であろうと思われます。

本講座を教育委員会や鹿児島県教育研修センターの方に説明した折に、現在の高校の現状を考えると「物理のための」は「理科のための」というように、より広い範疇を対象としたタイトルを工夫すべきとの指摘を受けました。今後、講座を再度開講する場合には、より慎重なタイトルの設定が重要であると思われます。別の方からは、時間数についても、今回実施した15時間(3日間)というの、かなり長いので参加しづらいという意見を伺いました。本講座は、今年度、理学部では唯一の開講でしたが、全学的には類似のタイトルを持つ講座が同時期に開講されているなど、講座間の開催時期や内容の調整が必要であると感じました。この点について、生涯学習教育研究センターの役割を期待します。

最後に、本講座の開講に当たって、生涯学習教育研究センターには講座開講のとりまとめと広報を、学術情報基盤センターには実施場所ならびに機材、ネットワーク環境の利用の便宜を、理学部事務部には受付の窓口業務を、鹿児島県及鹿児島市教育委員会には後援を通してご協力をいただきました。ここの深く感謝いたします。また、本講座に実習補助者として参加してくれた比嘉築君、塩谷大介君には、準備段階から精力的に参加していただき感謝いたします。