

「科学シミュレーションに挑戦しよう」

～ 中高生のためのコンピュータプログラミング～

広島大学大学院理学研究科 太田 隆夫先生，三村 昌泰先生，大川 正典先生

広島大学大学院先端物質科学研究科 小口 多美夫先生，草野 完也先生

広島大学大学院理学研究科 三好 隆博先生，高橋 徹先生，中久喜 伴益先生

野々村 真規子先生，田島 文子先生，泉 俊輔先生

S P P 科学技術・理科学習プログラム

2003年7月26日，8月20日，9月21日 広島大学附属福山中・高等学校

8月26日 広島大学先端物質科学研究科棟

< 講義の目的 >

このプログラムは，広島大学理学部並びに広島大学理学部大規模数値実験室との連携のもとに，広島県福山市近隣の中学生，高校生の希望者を対象に大型計算機を利用した科学計算や自然現象に関するシミュレーションのプログラミング演習講座とネットワークを利用したプログラミングの学習支援を実施して計算機に関する才能触発を図り，また，この活動を通して，中学生，高校生の科学研究への興味関心を啓発することを目的とする。



< 講義の内容 >

広島大学理学部教官を講師として，身の回りの自然現象や実験による現象を観察し，現象と類似するシミュレーションプログラミングを学ぶことを通して自然現象を理解する助けとし，科学的な興味・関心を高める。また参加者を広島大学理学部に招き，実際の研究現場及び研究内容を紹介し，研究者の活動の実際を肌で感じるによりコンピュータシミュレーションの重要性について理解できるようにする。



< 講義の結果 >

A. プログラミングについて

講師 野々村 真規子
高橋 修
太田 隆夫

広島大学大学院理学研究科助手
広島大学大学院理学研究科助手
広島大学大学院理学研究科

本プログラムのメインテーマの一つである「ブラウン運動」に関して講義・実習を担当した。「ブラウン運動」というテーマは参加者である中・高校生が難しい数学を知らなくても理解出来るよう選んだものである。具体的には8月19日に「ブラウン運動のシミュレーション」という題目で実習内容の説明を広島大学で行い、8月20日には広島大学附属福山中・高等学校にてプログラミング実習、9月21日には描画ソフト(gnuplot)を用いて結果の可視化を行った。

実習説明ではブラウン運動研究の歴史的背景、ブラウン運動のプログラミングに必要な乱数を中心に、ブラウン運動とはどんなものなのかをイメージできるように話をしたつもりである。また、さらなる問題として二次元の拡散、DLA等があることも示した。プログラミングに用いた言語はfortranで、基本的なコマンドを一つ一つ確認しながら実習を進めた。与えられたプログラムをただ入力するだけでなく、何をやっているのかを参加者全員が理解しつつプログラミングを行えるよう心がけた。ただし、ブラウン運動に必要な乱数発生プログラムはこちらで用意したものを用いた。計算結果はgnuplotを用いて可視化し、各々作成したプログラムがブラウン運動を再現できていることを確認させた。

実習にあたり、復習等がスムーズに行えるよう実習内容を詳細に記したノートとサンプルプログラムも配付した。実習では一次元ブラウン運動のみで、二次元のブラウン運動は行わなかったが、これに関してもサンプルプログラムを配付し、自習でプログラミングができるようにした。二次元ブラウン運動のサンプルプログラムは実習で行ったことのみを用いているので、復習を兼ねて新しいことに挑戦できるいい課題になったのではないかと考えている。



B. シミュレーションについて

講師	高橋 修	広島大学大学院理学研究科助手
	野々村 真規子	広島大学大学院理学研究科助手
	太田 隆夫	広島大学大学院理学研究科

理学部で動作しているスーパーコンピュータを見学させ、計算機自体を実感させる。広島大学理学部内において数値シミュレーションを行っている2名の方に研究紹介をしていただき、数値シミュレーションの面白さ、重要性を認識させる。この度のプログラムにおいて実施するテーマ"ブラウン運動のシミュレーション"、"化学反応シミュレーション"の紹介を行う。

スーパーコンピュータはあまり実物を見る機会がなく、大学のコンピュータ室の見学は、生徒にとってはよい刺激になったと思われる。また、実際のテーマについての紹介では、振動反応の存在をビデオで説明し、またブラウン運動のシミュレーションについて紹介した。それぞれ教科書にない話であり、興味深い話題であった。



このプログラムでは講義がメインではなく、生徒の演習によるプログラミング技能のスキルアップしてもらわないと成功しないと思われる。ただし、興味のわくテーマを与えないとただでさえ難しいコンピュータプログラミングにはチャレンジしてもらえないであろう。我々講師側の役目としてはこれからやろうとしていることの面白さを伝えることである。今回の授業そのものはコンピュータプログラミングのテクニカルな部分もしくは可視化ソフトの使い方の説明にあつたため、学習内容そのものに踏み込んだものであるとは言い難い。しかし、自ら作成したプログラムによる結果を出力できた時の子供たちの笑顔は忘れられない。

今回生徒に実施してもらうテーマとして、ブラウン運動と化学反応のシミュレーションを選択した。両者とも理科の中では重要な位置をしめており、理科学習に十分有効である。生徒たちも回を重ねるうちにプログラムの目的とめざすものがだんだんみえてきたように思われる。みずから与えられたプログラムを変更して実行する生徒も出てくるようになり、やっていることが楽しいようであった。

C . 化学反応シミュレーション

講師 泉 俊輔 広島大学大学院理学研究科助教授

今日、コンピューターの発達に伴い、産業界からゲームソフトに至るまでさまざまな場面でシミュレーションの技術が使われています。コンピューターシミュレーションについて考えるとき、実際の観察・実験をもとにシミュレーションしてゆくことは大変重要であると思います。「シミュレーションは実際の現象を再現するのか？そしてもしそこにずれが生じるならばその原因はどこにあるのか？」--- そのようなシミュレーションの面白さを、参加者に伝えたい。・・・そんな思いから、今回の「化学反応シミュレーション」は企画されました。今回テーマに選んだのは、複雑系科学の一例である BZ-反応。参加者に、シミュレーションの醍醐味は伝わったでしょうか。



2次元グラフソフト"gnuplot"を使って、計算結果の可視化を行う
化学反応を間近で観察し、化学反応を支配している因子を理解する。
2の考察をもとに"化学反応"をシミュレーションする。



実際の観察・実験をもとにそれをシミュレーションしてゆくことは大変重要で面白いと思いました。生徒さんたちの目を見ていて、教える立場のわれわれのほうが、たくさんのことを教わったような気がします。ただ、シミュレーションの内容として化学反応を取り上げたとき、中学生から高校生までの世代の広さは、発達段階にかなりの差が生じていると思われる。化学の立場からはその基本となる『反応』を理解させる---そのためには『化学反応のシミュレーションを・・・』という発想は十分に理解できますし、面白い取り組みだと思いましたが、中学1年生には少し HARD だったかも知れません。

計算機内のシミュレーションだけではなく、それがどのような現象を示そうとしているのかを考えることは重要だと思います。時間の関係で、「『シミュレーション』を学ぶ、『コンピューター』を学ぶ」ことだけで満足してしまうことが多いのですが、本当に生徒の皆さんには「『シミュレーション』で学ぶ、『コンピューター』で学ぶ」ことをお伝えできればと思います。

中学生から高校生までが一つのテーマについてコンピュータを通して考えるという実践は通常の授業ではなかなかできない取り組みだと思います。

時間に余裕があれば、先生対生徒という学びの形態だけでなく、例えば高校生が中学生を教えたり・・・などの場面が生まれるともっともっと面白い展開が期待できそうな予感があります。授業のねらいはクリアされたと思います。生徒さん達からの質問を伺いますと、こちらが予想した以上の深い理解をしている生徒さんもいて、大変頼もしく感じました。

毎回の講義で生徒さんたちは確実に着実に進歩しているのだと思います。「昨日までできなかったことが今はできる」---生徒のみなさんはそんな感動を毎回の講義で受けているのだらうと思います。そこでポートフォリオを各生徒さんが作るようなことを考えてみてはいかがでしょうか？ そうすれば、学年のはじめにはできなかったことが、しだいにできてくる様子・自分が成長する様子を生徒さんたちが気づく機会になり、それが次の学習の動機付けになればよいのではと思います。

D . 自然界のいろいろなパターン

講師	三村 昌泰	広島大学大学院理学研究科教授
	中久喜 伴益	広島大学大学院理学研究科助手
	田島 文子	広島大学大学院理学研究科
	三好 隆博	広島大学大学院理学研究科

生物系に現れるパターン、形態の美しさ、多様性を数理モデルの数値シミュレーションから理解するという分野の紹介

高速計算機の利用により得られた地球内部に関する知識の向上について話す。

1により、中高の教科書には書かれていない地球科学について知ってもらい、興味を喚起する。

1により、地球科学における計算機利用の有効性について理解させる。

スーパーコンピュータの見学

マルチメディア（動画やインタラクティブシミュレーション）を用いることにより教科書だけでは示すことが出来ない素材を生徒に見せることが出来る。動画やインタラクティブなシミュレーションを多く用いて説明したが、話にストーリー性を持たせるため話題が盛りだくさんになってしまった。また、内容も難しかったかもしれない。マルチメディアを使った資料を準備するのは時間が掛かり大変である。このような副教材の登場と整備が望まれる。学校をIT化するならこのようなソフトウェアの整備が行われるべきである。

