

情報処理教育の事例研究

—情報科学実験Ⅰ・Ⅱ—

門脇 眞示・船倉 武夫・尾高 好政・小林 和真
 中川 重和・江 允・黒田 正博
 一村 稔・中本 太一・渡辺 守・梶浦 文夫

倉敷芸術科学大学産業科学技術学部

(1996年9月30日 受理)

1. はじめに

高度情報通信化および高度情報映像化が急速に進行している社会において、コンピュータ・システムをはじめとする情報処理システムにおいて、高度な情報処理技術が、従来より一層必要となってきている。大学の情報専門学科においては、計算機科学分野の基礎原理を学ぶことは重要であり、コンピュータ・システムをブラックボックスとして使うだけでなく、むしろそれ自体を探求していくことが求められている。「大学等における情報専門教育の改善への提言」において、情報系専門学科のアイデンティティは、実験・演習に現れると明記されている。[1]

平成七年四月開校の倉敷芸術科学大学におけるソフトウェア学科では、一年次生対象に情報科学実験ⅠおよびⅡを、数人の教員が並行して実施する、オムニバス方式で開講した。本稿では、本教科目を平成七年度に実施し、年度末には履修学生諸君にアンケートを実施した。その回答および担当教員の意見をもとにまとめることにする。

まず実験の目的、課題の概要について述べる。続いて実験形態および使用設備・機器について報告する。最後に平成七年度の情報科学実験の実施結果を分析し、今後の指針となす。

2. 本実験の背景と目的

本学科では、「将来予想される情報処理システムの新技術が理解でき、情報の収集・分析、システムの数学的解析などがおこなえ、それをコンピュータ・ソフトウェアによりシステムとして具現化できる人材を養成すること」を目的としている。

米国計算機学会（ACM）では、1968年以来10年ごとに大学の計算機分野のモデルカリキュラムに関する提案・提言を行っている。我が国でも、大学等における情報処理教育検討委員会が、ACMの88年提言を反映させた暫定モデルカリキュラム案“IPJSJ CS カリキュラムJ90”（以下J90と略す）を作成した。[1,2,3]

J90は15の授業科目からなり、コアカリキュラム（専門学科で教えるべき最小限のカリキュラム）と上級カリキュラム（専門性がやや強く、これらの中から半分程度を履修し、特に1科

目を深く履修すること)に大別されている。

コアカリキュラム

- JCS 1 プログラミング序論
- JCS 2 プログラムの設計と実現
- JCS 3 計算機システム序論
- JCS 4 計算機ハードウェア基礎
- JCS 5 情報構造とアルゴリズム解析
- JCS 6 オペレーティングシステムとアーキテクチャ I
- JCS 7 プログラミング言語の構造

上級カリキュラム

- JCS 8 オペレーティングシステムとアーキテクチャ II
- JCS 9 ファイルとデータベースシステム
- JCS10 人工知能
- JCS11 ヒューマンインターフェース
- JCS12 計算のモデルとアルゴリズム
- JCS13 ソフトウェアの設計と開発
- JCS14 プログラミング言語の理論と実際
- JCS15 数値計算の理論と実際

このカリキュラムには、あらかじめ履修しておくべきことを指定した先修条件が付されている。本学科のカリキュラムは、J90に準拠した新しい情報系専門学科の教育内容を設定している。他大学の従来から存在する情報系専門学科では、J90に準拠したカリキュラムに変更するのに内部的な賛同を得るのに年数を要したり、実現し難かったりしているのが実状である。

情報科学は体得型の特性をもつものであり、講義で扱う原理のみに留まらず、実地にやってみることが重要である。試行錯誤をやる中で自ずと技術が身につけてくることが多い。実験を通して、原理への理解を深めることができ、効率的なシステムを構築するためのノウハウが体験学習によって会得でき、あわせて直感力も培うことができる。実験においては、できる限り良質のプログラムやサンプルを提供する必要がある。それらを基にして、次々と改良を重ねていくことにより、より良いシステムの作成ができるように心がけることが必要である。実験を通して、上級年次の教科目の理解が滑らかに進むことを目的とする。

また、J90では日本語情報処理、情報ネットワーク学も加味されているが、本実験では次節で述べる課題1および課題4などに盛り込まれている。

3. 実験課題の概要

前節で述べた目的を実現するために、以下のような6課題を設けた。

課題1 コンピュータ・ネットワーク入門

[目的] UNIXシステムを用いて文書作成，プログラム入力の方法を理解し，電子メールの利用法を理解すること。

[実施内容]

- ・希望する文字列を表示するプログラムを作成し，その文字列をログイン名として利用する。
- ・自己紹介の文章（1000文字以上）を作成し，UNIXで動作するエディタMuleを使いこなす。
- ・作成した文書を電子メールで送り，レポート提出とする。

担当者：小林和真（前期）

[目的] インターネットのプロトコルであるTCP/IPの基礎を理解させるとともに，電子メール，ftp，telnet，WWWブラウザなどの使用を通じてネットワーク・リテラシを身に付けさせる。

[実施内容]

- ・WindowsNTでのネットワークの設定。
- ・telnetを用いてサーバ（fs01）にログインし，簡単なC言語によるプログラムを作成，実行させる
- ・ftp，電子メールツールの設定。
- ・WWWの使用および自分のホームページの作成。

担当者：梶浦文夫（後期）

課題2 アルゴリズムと数学

[目的] アルゴリズムの語源を英語や国語の辞典を引いたり，その他の書籍を調べて探求させること。学生達が高校でコンピュータの単元で学んだことのあるBASICを用いる。普段見慣れている暦（カレンダー）に潜む，アルゴリズムを考えてみること。

[実施内容]

- ・自分の誕生日の十干十二支・曜日・準ユリウス日の計算を行う。
- ・甲子園球場が建設された年，丙午を逆算する。
- ・バイオリズムの周期と，還暦の祝いとの関係を調べる。

担当者：船倉武夫（前期）

[目的] 自然現象としての数学の様相が日常レベルで立ち上がるのを手作業実験，思考実験を繰り返して，事実の発見，問題の設定，展開を体験的に学習する。さらに問題解決の方法，応用までの過程について議論する。素材としてのテーマは上級学年の必修科目の中から選ばれ，この実験が動機付けとなるよう配慮されている。また必ずしもテーマにこだわらず，話すのに適切問題と思われる最新の問題をも紹介する。

[実施内容]

- ・数え上げ（パスカルの三角形，二項係数）
- ・漸化式（ハノイの塔の問題とそのバリエーション）
- ・グラフ（一筆書きとグラフ，ドラム設計）

担当者：渡辺守（後期）

課題3 はじめてのMathematica

[目的] 数式処理言語Mathematicaを用いて、簡単な数値計算や数式計算を行う。計算結果のグラフ表示・アニメーション化を習得させる。

[実施内容]

- ・簡単な数値計算および数式計算をする。
- ・グラフを描かせる。(放物線, 対数関数, Sinカーブなど)
- ・アニメーションをつくる。(関数 $x^2\sin(x)$ を -4π から 4π まで, 刻み幅widthを1から300まで15ずつ増やしていく。)
- ・解析関数とは無限級数で表すことができる関数であることを理解させる。(指定した次数までの指数関数の級数展開とその微分を行いマクローリン展開を理解させる。)
- ・解析関数の近似式が何を意味しているか, グラフを描いて調べさせる。
- ・MathematicaでNewton法を実施し, 数値計算にも利用できることを示す。

担当者：中川重和（前期） 中本太一（後期）

課題4 LaTeXで文書を整えよう

[目的] 文書整形システムLaTeXの使用法をマスターさせ, レポートをはじめとする科学技術文書の作成に使用できる能力を養う。

[実施内容]

- ・TeXとLaTeXの紹介と利用法, コマンドの詳細, ワードプロと文書整形との本質的な違いを述べ, LaTeXの使用法を例題をまじえて紹介する。
- ・数式の組版の作成 (通常必要と思われる数式の記述に不自由しない程度のコマンドを習得し, 実際に幾つかの文書を作成する。)
- ・作表の組版の作成 (通常作表に必要と思われる程度のコマンドを習得し, 実際に幾つかの文書を作成する。)

担当者：門脇眞示（前期） 一村稔（後期）

課題5 PL/O計算機とインタプリタ

[目的] Pascal言語の開発者ビルト氏は教育用に, アルゴリズムによって正確かつ詳細に記述した仮想的な計算機PL/Oをインタプリタ形式で設計・実現した。このシステムを学生諸君に各自実行してもらい, 直感的に計算機を把握させることを通して計算機システムを体感させる。

[実施内容]

- ・PL/O言語の構文則, PL/O言語のプログラミングおよびPL/O計算機の構成を理解する。
- ・PL/O言語のソースプログラムをコンパイルし, PL/O命令符を生成する。また, それを実行するためにインタプリタを作成する。
- ・PL/O言語を用いて簡単なプログラムを作成し, コンパイル後, インタプリタによって実行する。

担当者：江 允・黒田正博（前期） 門脇眞示・黒田正博（後期）

課題6 “S言語/システム” 入門

[目的] Sはデータ解析とグラフィックスのための対話型環境であり、S言語と支援システムからなっている。現在Sは、財務分析、統計調査、経理と管理、学術研究のための計算、作図、データ解析などさまざまな分野で利用されている。この対話型データ解析のための“S言語/システム”について、その使用方法、簡単な関数および図表の作成法などについて習得させる。

[実施内容]

- ・Windows版S-Plusの起動および各関数の利用法を紹介し、幾つかの例題を実行させる。
- ・既存データを用いたデータ解析とグラフ化（S-Plusに付属しているアメリカ合衆国のデータを用いて、殺人率の高い州の州名を表示する。車種別データをもとに高級車、廉価車、売れ筋の車種などを割り出す。）
- ・Sの関数と図表の作り方（各データを統計処理を行って、グラフを作成する。）

担当者：尾高好政・黒田正博（前期・後期）

4. 実験の形態

学生諸君が実験内容を徹底的に理解できるように、許される限り少人数にグループ（6グループ：17,18名/1グループ）分けし、本年度は7名の教員が並行して実験を実施した。各教員は半期に同一課題を3回実施する。実験対象者は、1課題を5週かけて習得する。最初の3週（3回：130分/1回）は実験実習をおこなう。3回目の実験終了後、各課題担当教員に文書化の指導を受ける。その後1週間でレポートを作成し、第4週（4回目）は、各自が担当教員からレポートの添削を受け、以後1週間でレポートを仕上げ、提出する。これを、半期で3課題習得し、前、後期あわせて、前節に示された6課題すべてを体得させる。

本実験は、学生諸君にとって、情報科学分野を学ぶための動機づけの役割を担っている。また、実験を通して、学生諸君がものごとを自分で発見し、学習し、解決することを促すとともに、レポートを担当教員が添削することにより、文書化の技術も身につけるなど、学生諸君への有効なフィードバックにも留意している。

大学が開校したばかりであることもあり、環境整備をしながら実験を実施せざるをえなかったので完全な準備は望めない事情にあった。すべてが周到に準備されているのもよいが、準備段階を目にするのも一つの教育となりえると思っている。

5. 実験設備および機器について

本学には、ファイルサーバAlpha Server DEC2100およびWWWサーバPower Challengeをはじめとした計算機施設を有している。これらの施設は、学内コンピュータ・ネットワークやインターネットを利用するのに全学的に利用されているし、実験・演習にも利用されている。その他、本学科専用の計算機・機器も有している。その中で本実験に使用した機器を表Iに示す。

これらの機器は、産業科学技術学部棟（5号棟）1階の小実験室にDEC Celebris（DOS/V機）

を20台、4階の共同実験室にPower Macintosh 8100/80AVを54台、5階の共同実験室にDEC Celebris (DOS/V機) を52台が設置されている。

表 I 実験における使用機器およびソフトウェア

課題番号	学期	使用機種	基本ソフトウェア	応用ソフトウェア
1	前期	DEC Celebris 590	BSD/OS	mule, telnet, ftp, rsh, mh
1	後期	DEC Celebris 590	Windows NT 3.5	ftp, telnet, netscape
2	前期	isLanD 7500A (Note-PC)	MS-DOS 6.2/V	QBASIC
3	前期	Power Macintosh 8100/80AV	漢字Talk7.5	Mathematica
3	後期	Power Macintosh 8100/80AV	漢字Talk 7.5	Mathematica
4	前期	Power Macintosh 8100/80AV	漢字Talk 7.5	pTeX, YooEdit
4	後期	Power Macintosh 8100/80AV	漢字Talk 7.5	pTeX, YooEdit
5	前期	DEC Celebris 590	Windows 3.1	Turbo Pascal
5	後期	DEC Celebris 590	Windows NT 3.5	Visual C++ 2.0
6	前期	DEC Celebris 590	Windows 3.1	S-Plus
6	後期	DEC Celebris 590	Windows 3.1	S-Plus

6. 平成七年度における実施結果のまとめ

平成7年度の情報科学実験 I・II を実施し、年度末に実験履修者に対して各課題への関心度についてのアンケートを行い、96名から回答を得た。その結果は、表IIの通りである。表において、S1は課題1を表わし、S2は課題2を表わす、以下同様。高1は課題の中で一番関心の高かった課題、高2は2番目に関心の高かった課題を表わす。また、低1は最も関心の低かった課題、低2は次に関心の低かった課題を表わす。

表 II 本実験への関心度に関するアンケート結果

関心度	S1	S2	S3	S4	S5	S6	無回答
高1	72	4	8	3	0	1	8
高2	7	9	15	19	3	15	28
低2	0	11	4	18	15	11	37
低1	1	23	5	7	30	10	20

表IIの結果を図1にグラフとして表わす。図1から、課題1が断然関心度が高いことが分かる。この結果は、実社会においてインターネットが爆発的に普及してきた事実からも肯けるものである。一方、課題5および課題2は、大変関心度が低い。

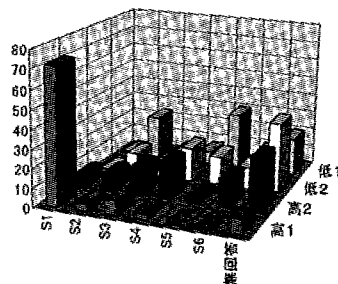


図1 各課題に対する関心度

課題5のねらいは、はしがきでも述べた「コンピュータ・システムをブラックボックスとして使うだけでなく、むしろそれ自体を探求していく」ことにある。機械語の使用の不自由さから高級言語が発展し、その恩恵に浴している今日、敢えてその逆を辿るのには抵抗があるものと思える。しかし、その快適さを利用者に提供する側のものはブラックボックスのままでは許されない。この課題を今後とも実施するには、学生諸君に理解しやすくなるように工夫する必要がある。

課題2は、実際にコンピュータを利用することより、むしろ計算の手順や計算の手間などの理論的解析に必要なセンスを養うものである。道具を用いない分一寸馴染み難いところもあったようである。しかしながら、自分自身の発見による規則、性質、事実の経験や問題の発見はたとえ小さなことでも大変重要なことである。与えられた問題を解くことは無論重要であるが、しかし新しい問題の発見はそれ以上に重要である。このことの認識なしには創造はありえない。手作業とも思える実験に真剣に取り組んでいた学生諸君は数学での発見は案外身近にあることに気付いてくれたようである。最新の問題のいくつかを紹介したことも良い刺激になったものと思われる。

7. おわりに

本実験は、各教科目への滑らかな導入を意図しているので、各担当教員が時分割でマンツーマン方式をとり、学生諸君に対してきめの細かい指導を心掛けている。一年次の開講科目は数学の教科目が多く、一年次開講の本実験の課題全般にわたり数学よりの内容となっている。近い将来に、コンピュータ・ソフトウェアの内容に限定して、本実験と同じくオムニバス方式で二年次に開講する必要を強く感じている。

本実験を一年間実施し、その都度、各担当教員はそれぞれに手引き書や配布資料の作成、修正を重ねてきた。各課題は来年度以降も実施するので、全担当者の実験の手引きを一冊の本に編集・製本し、学生諸君に配布した。[4] 今後、さらに追加・修正を重ね、本書を実験書として出版することを計画している。

実験実施中、学生諸君は各課題と熱心に取り組んでいた。各課題は指定期間内にレポートを提出して完了する。実験第4,5週には、課題担当教員が学生諸君のレポートの添削にあたる。大部分の学生諸君は、レポートの文章による記述の仕方に不慣れであり、添削するのに多大の労を要した。

本実験はカリキュラム上のねらいを達成する目的に加えて、教員・学生間のコミュニケーションを密にし、学生諸君の教育上、日常生活上の動向を把握できることが揚げられる。これにより、教員は学生に適切なアドバイスができた。担当者一同、今後より一層連絡を密にし、本実験の充実を図りたい。

参考文献

- [1]野口正一・牛島和夫・榎本彦衛・木村泉・高橋延匡・都倉信樹・諸橋正幸・中森眞理雄
大学等における情報系専門教育の改善への提言
情報処理 Vol.32 No.10 (1991) 1079-1091
- [2]牛島和夫
理工系専門学科におけるコアカリキュラムについて
情報処理 Vol.32 No.10 (1991) 1093-1099
- [3]都倉信樹
情報処理教育における実験・演習
情報処理 Vol.32 No.10 (1991) 1101-1108
- [4]倉敷芸術科学大学産業科学技術学部ソフトウェア学科編
情報科学実験

Case Study of Education for Computer Science —On Experiments in Computer Science I and II—

Shinji KADOWAKI Takeo FUNAKURA Yoshimasa ODAKA
Kazumasa KOBAYASHI Shigekazu NAKAGAWA Yun JIANG
Masahiro KURODA
Minoru ICHIMURA Taichi NAKAMOTO Mamoru WATANABE
Fumio KAJIURA

*Department of Computer Science and Mathematics
College of Science and Industrial Technology
Kurashiki University of Science and the Arts*

*2640 Nishinoura Tsurajima-cho
Kurashiki-shi, Okayama 712, Japan*

(Received September 30, 1996)

On Experiments in Computer Science, several faculty lead their respective subjects for every group, concurrently. The experiments began in 1995, and at the end of their first year, students were asked to complete a questionnaire. Their replies were compiled together with faculty opinion in evaluating the present curriculum.

In the present paper, the aim of the current curriculum and the outline of subjects now in force are first introduced. Next, how to create the highest quality educational effect, and the laboratory equipment now in use are reported. Finally, effects of the curriculum are analyzed and a summary is given.