

文系学部の情報教育へのプログラミングの導入～PENを用いた実践例～

吉田 智子

京都ノートルダム女子大学 人間文化学科

E-mail: tyoshida@notredame.ac.jp

概要

文系学部のみを持つ京都ノートルダム女子大学では、2005年度より「初学者向けプログラミング教育環境 PEN」を利用したプログラミングの授業を開始している。そして、2007年度からは利用範囲を拡大し、共通教養科目「情報処理」の授業にもPENを利用したプログラミングの授業を導入した。それらの導入実践を、情報教育へのプログラミングの導入例として紹介したい。

Programming Education for Liberal Arts College Students with PEN

Tomoko Yoshida

Department of Cross-Cultural Studies,

Kyoto Notre Dame University

Abstract

In 2005, I started programming education at Kyoto Notre Dame University for liberal arts students with "PEN: Programming Environment for Novices." I believe that programming education makes students understand essential characteristics of computers. In this paper, I report on my experiences and student responses.

1. はじめに

高校での教科「情報」の必修化に伴い、大学での情報教育の変革が求められている。以前は、情報教育といえば、大学においてもワープロや表計算などのアプリケーションプログラムの使い方を中心におこなわれていたが、2006年以降、ほとんどの学生は、入学時点でこれらの使い方のある程度修得している。

このような状況において、どのような情報教育を展開すべきかについて検討した。

大岩[1]は、情報教育の目的は、コンピュータが利用できることと同時に、コンピュータの可能性と限界を理解することと主張している。また、文献[2]では、社会に普及している情報システムの特性を理解するためには、プログラミングなどを通して「コンピュータによる自動的な処理」に接した体験を持つべきだと述べている。

文系学部のみを持つ女子大学である本学においても、情報教育の中でプログラミングを通して、「コンピュータによる自動的な処理」を経験することが重要であると考えた。

そこで、2005 年度から専門教育科目へ、さらに 2007 年度からは共通教養科目の授業に、プログラミングを導入した。以下、その授業実践について報告する。

2. 本学の情報関連科目

本大学に、UNIX 系 OS をサーバーおよびクライアントとしたコンピューターセンターが発足したのは、1991 年であった。翌年からは、BASIC でプログラミングを学ぶ授業や、UNIX ワークステーションを用いて LaTeX で文書作成をする授業がおこなわれるなど、歴史的に、リテラシー教育以外にも積極的に実施されてきた。

また、全国の大学のコンピュータ環境が、特に文系大学を中心に Windows 主流となった 1998 年頃からも、UNIX 系 OS での教育環境を充実させ続け[3]、UNIX 系 OS と Windows のデュアルブート環境の演習室が利用されてきた。現在でも、半数以上の演習室の端末がデュアルブートになっており、各種の情報教育に活用されている。

さて、2008 年度現在、本学で開講されている全学共通の教養科目の中の情報関連科目は、1 年生の必修科目の「情報演習 I(半期、90 分 15 コマ)」、選択科目の「情報演習 II(半期、90 分 15 コマ)」と「情報処理(半期、90 分 15 コマ)」の 3 科目である。

「情報演習 I」は、いわゆるリテラシー教育をおこなっている授業である。2004 年度入学からは、入学時のアンケートなどに基づいた、習熟度別クラスで実施している[4]。

「情報演習 I」の続編となる「情報演習 II」では、Windows 上のオフィスツールを中心とした授業を実施している。たとえば、表計算ソフトに関しては関数やグラフの扱い、プレゼンテーションソフトではアニメーションの利用などを扱っている。

一方の「情報処理」は、講義室と演習室での授業をバランスよくおこなっている。操作

実習においては、Windows の利用に加えて UNIX 系 OS も利用することで、利用環境や使う OS に依存しないファイル形式の重要性や、同じことをするためにも複数の環境や複数のソフトウェアがあることが実感できる操作を、意識して取り入れている。

「情報処理」の授業は選択科目ではあるものの、教職課程の必修科目であるなどの理由から、全学生の 3 分の 2 程度が履修している。2006 年度までの主な内容は、OS の役割、インターネットの機能としくみ、HTML と CSS を利用した Web ページの制作を中心としていた。

1997 年より、筆者らが、シラバス作成や教材研究をおこなってきた、「ネットワークリテラシー教育」[5]の実践の場として使われてきた授業でもある。

3. 本学開講のプログラミング関連科目

本学では、これまでも、プログラミング関連の授業の実施を試みてきた。たとえば、1998 年度からの数年間、筆者が担当する情報処理関連の授業の中に、JavaScript を利用して、インタラクティブな Web ページを作成する実習を加えたこともあった。しかし、2 コマ程度の授業では、出来上がったプログラムを入力させる程度のことしかできず、プログラミング体験ではなく、プログラミング紹介に終わってしまった。

そこで、2001 年度からの 3 年間は、前述の「情報処理」の科目名で、半期 15 コマを丸々、プログラミング言語(C 言語を採用)を学ぶ授業を作り、「上級者のみ選択可」として提供したこともあったが、教養科目ということで 1 年生が主な対象になるため、希望者は少数だった。

高学年になれば、プログラミングを通して論理的な考え方を身につけたい学生も増えるという予想のもと、2004 年度からは、筆者が所属する人間文化学科の専門科目と

して「プログラミング概論(半期、90 分 15 コマ)」を新設した。授業は、Ruby を用いて実施されている。

4. PEN の概要と情報教育への導入理由

さて、初学者向けプログラミング教育環境 PEN とは、日本語で記述できる、教育用言語である[6]、[7]、[8]。

限られた時間数の授業においては、複雑な記述の意味を教える時間は、少しでも節約したい。PEN は教育用言語として考え出されたためにシンプルな記述を特徴としているため、説明時間が節約できる。さらに、1 枚のウィンドウ内で、エディタとしての利用ができると同時に、実行結果も表示され、さらには、各変数の現在の値の表示もされるという統合環境が、授業利用に適している。

通常のプログラムの実行には、「実行」と書かれたボタンを押すことで、プログラムが実行される。そして、エラーが出たときや、繰り返し処理の状況を詳しく把握したい場合には、「1行実行」の機能を利用することで、どの行で止ってしまったかの追跡ができるため、初心者デバッグの助けとなる。

また、用意されている各種のボタンは、カスタマイズが可能であることや、各学生の実行結果がログファイルとして残せる機能があるなど、利用する教員にとっても便利な機能が揃っている。

前述のように、本学の情報教育に、プログラミングを導入したい理由は、「コンピュータによる自動的な処理」に接した体験である。そのため、短期間で効率的にプログラミングを体験させるという目的に適したプログラミング環境があれば、それを採用したいという要求は、筆者が常に持っていたことであった。これが、PEN を導入した理由である。

5. PEN を取り入れた授業の紹介

さて本学では、2005 年度より、筆者が担当する、人間文化学科の専門科目「コンピュータ基礎演習」の中に、PEN を利用したプログラミングの授業を導入した。そして 2007 年度からは利用範囲を拡大し、共通教養科目「情報処理」の授業にも PEN を取り入れた。以下に、それぞれの実践内容を紹介する。

5.1 「コンピュータ基礎演習」への導入

人間文化学科の選択の専門科目「コンピュータ基礎演習(通年、90 分 30 コマ)」では、『らくらく UNIX』と『情報とコンピューティング』を教科書に、UNIX 系 OS の利用と情報科学の概論を核とした授業を展開している。情報科学の概論の中には、アルゴリズムとプログラムを学ぶ部分も含まれていたため、2005 年度から PEN を導入した。

5.1.1 実践の概要

「コンピュータ基礎演習」における、2005 年度から3年間に、プログラミングに割いたコマ数と受講者人数は、以下の通りである。

2005 年後期	90 分×5 コマ【3 コマ】	36 名
2006 年前期	90 分×7 コマ【6 コマ】	45 名
2007 年前期	90 分×8 コマ【7 コマ】	39 名
(【 】のコマ数は、PEN の実習をした時間数)		

まず、この授業でプログラミングを始める前の、プログラミング経験者と未経験者の数は、次の通りであった。

	未経験者	経験者	無答
2005 年度	15 名(41%)	12 名(33%)	9 名
2006 年度	32 名(71%)	10 名(27%)	3 名
2007 年度	31 名(79%)	3 名(8%)	5 名

なお、プログラミング経験者のほぼ全員が、前述の「プログラミング概論」を先に受講した学生であり、2005 年度はその割合が特に高かったため、アンケートには、PEN は使いやすいというコメントが多く書かれた。ただし、先に Ruby などの言語を経験している学生が、PEN が使いやすいと思うのは当然であろう。

そこで以下に、授業前にプログラミング経験者が 8%と少数であった、2007 年度の実践を紹介したい。

5.1.2 2007 年度の実践の詳細

プログラミングの初回の授業では、講義室でアルゴリズムとプログラミングの概要を学習した。プログラミングに関する主な内容は、「プログラムの 3 つの制御構造についての理解」、「プログラムを書く必要性の理解」および「変数という概念の理解」であった。さらに、机上で条件分岐のプログラムのアルゴリズムを考えて、好きな方法で記述する学習もおこなった。

2 回目の授業では、初めて PEN を利用して、変数と代入文、出力命令、逐次処理のプログラムを記述する方法を学んだ。前の週に考えた条件分岐のプログラムを PEN で記述すると、どのように記述するかも紹介した。

3 回目と 4 回目の授業では、逐次処理と条件分岐のプログラムを各自で書く実習をおこなった。学生がその実習でプログラムが書けたかどうかのアンケート結果は、次の通りであった。

(1)2 つの整数を入力し、その積および商を出力するプログラム(逐次処理)

自力でプログラムが書けた	5 名	(14%)
少し教えてもらって書けた	15 名	(44%)
教えてもらって書いた	9 名	(26%)
できなかった	5 名	(14%)

(2) 60 以上なら「合格」、60 未満ならば「不合格」と出力するプログラム(条件分岐)

自力でプログラムが書けた	11 名	(32%)
少し教えてもらって書けた	13 名	(38%)
教えてもらって書いた	7 名	(20%)
できなかった	3 名	(8%)

5 回目の授業で、繰り返し処理のプログラムを学習し、例題を入力する実習をおこなった。その後、類似問題を各自が自力で書いてみる実習をおこなった。しかし、次の結果からわかるように、自力で書けた割合は 10%程度と、理解度は低かった。さらに、教えてもらった書いた人数とできなかった人数を足すと 46%にもなり、半分近くの学生が、この授業の時点では、繰り返し処理を含むプログラムが書けなかったことを示している。

(3)1 から 10 までの和を求めるプログラム(繰り返し処理)

自力でプログラムが書けた	4 名	(11%)
少し教えてもらって書けた	14 名	(41%)
教えてもらって書いた	9 名	(26%)
できなかった	7 名	(20%)

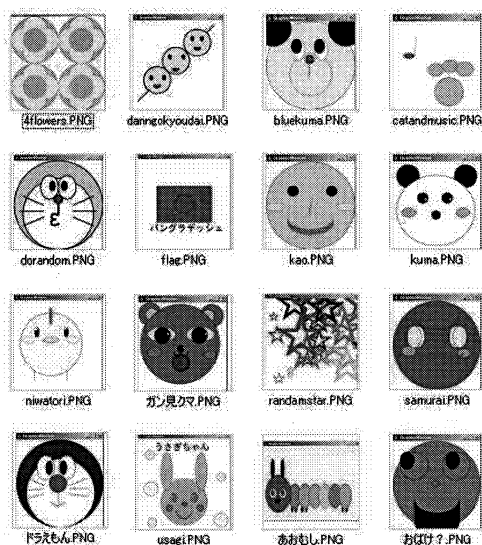
6 回目の授業では、PEN の復習を兼ねて条件分岐のプログラム実習を実施したところ、次の表の「自力で書けた」と「少し教えてもらって書けた」を合わせると、学生の約

80%が、条件分岐のプログラムは順調に書けるようになっていたことが確認できた。

(4)身長と体重を入力すると、BMI 値とその値の体型を出力するプログラム

自力でプログラムが書けた	15 名	(44%)
少し教えてもらって書けた	12 名	(35%)
教えてもらって書いた	6 名	(17%)
できなかった	1 名	(2%)

次の 7 回目の授業では、画像描画を実施した。最初は、日本の国旗を描写させるプログラムを紹介し、その後は、サンプルの画像描画のプログラムを 10 以上見せて、それを真似するなどの方法で、自分の好きな絵を描くように指示したところ、楽しい作品が集まった(画面 1、参照)。



画面 1: PEN で書かれた学生の作品
(一部)

提出された 32 作品のうち、15 作品が逐次処理しか使っていないもので、残りの 17 作品には繰り返し処理が使われていた。しかし、繰り返し処理が使われているのは、サンプル画像のプログラムを真似たものが多く、学生のオリジナリティ溢れる作品は、逐次処理のみを使っていることが確認された。

最後の 8 回目の授業では、各作品の鑑賞とプログラミングの復習をおこない、PEN 実習が面白かったかななどをアンケート形式で聞いたところ、次のように、肯定的な返答が約 80%であることがわかった。

面白かった	12 名	(36%)
どちらかというと面白かった	14 名	(42%)
どちらかというと面白くなかった	7 名	(21%)
面白くなかった	0 名	(0%)

そして、自由記述欄の感想の中に「難しい」という言葉が入っていた学生が、自由記入をしていた 26 名中 14 名(54%)もあり、プログラミングの授業が難しかったという感想をもっていた学生が多いことがわかった。しかし、「楽しかった、嬉しかった、おもしろかった、よい体験だった、大切なことを学んだ」などと記述していた学生が 16 名(61%)もあり、「難しい」と思いつつも、授業には満足していることがわかった。

実際、コメント文の中に、「難しい」という言葉と、「楽しかった、嬉しかった・・・」という言葉の両方が入っていた学生は、11 名もいた。つまり、「難しかったが、授業は有意義であった」と感じた学生は、難しいと思った 14 名のうちの 78%にもあたる人数であった。

そして、学期末に、簡単なプログラミングに関する試験を実施した(穴埋めのテスト問題、参照)。

穴埋めのテスト問題：

キーボードから 10 人分の点数(0~100 までの整数)を入力し、最高点と最低点を見つけて表示するためのプログラムである。空欄にふさわしい解答を記号で答えよ。

```
1: 整数 n, x, a, b
2: a ← input()    /* 最初の数を読み込む */
3: b ← a
4: n ← 1
5: n < (あ) の間,
6: | x ← input()
7: | もし x < b   ならば
8: | | b ← x
9: | を実行する
10: | もし (い)   ならば
11: | | a ← x
12: | を実行する
13: | (う)
14: を繰り返す
15: 「最大値は:」と (え) と「最小値は:」と (お)
    を印刷する
```

[解答群] (a) -1 (b) 0 (c) 1 (d) 2 (e) 9
(f) 10 (g) a (h) b (i) x (j) n (k) a ← a + 1
(l) x ← x + 1 (m) n ← n + 1 (n) n + 1
(o) x + 1 (p) x > b (q) x < a (r) x > a

この問題に対する学生の結果は、次の通りであった。

5 問正解 22 名(73%) (PEN を使わない段階で
5 問正解の学生は 10 名)
4 問正解 0 名(0%)
3 問正解 6 名(20%)
2 問正解 2 名(6%)
(1 問正解と 0 問正解は、0 名)

5.1.3 評価

2005 年度から 3 年間実施した「コンピュータ基礎演習」における学生のプログラミング実習は、価値のあるものだったと言える。なぜなら、3 年間実施したが、毎回、この授業でプログラミングが学べてよかったという感想が多く集まったからである。

特に、筆者が文系学部の学生に望んでいた「少し書き間違えるだけでエラーになる」といったプログラミングの性質から、コンピュータの本質を理解させる」という部分に関して、学生の一人一人がそれを実感できたことが、最後のアンケートから確認できた。

そして、最初に繰り返し処理を教えた時点では、46%もの学生が、繰り返し処理を含むプログラムが書けなかったことから、3 つのプログラムの基本構造のうち、繰り返し処理の理解は、他の二つと比較して格段に困難だということもわかった。これは、初心者向けの環境である PEN を使ったところで、解決される問題ではないようだった。

しかし、十分に時間を与えてサンプルプログラムを実行させた後で実施した復習テストでは、繰り返し処理の問題であったにもかかわらず、全問正解率が 73%と、高かった。このことから、繰り返し処理は、教えられた時点での理解度は低くても、慣れや必要性を感じる体験を通じて、次第に理解できるようになる傾向にあることがわかった。

5.2 「情報処理」への PEN 導入

前述の「コンピュータ基礎演習」は通年科目のために十分なコマ数もあり、履修生も情報関連に興味を持つ上級生が多いため、PEN 導入は困難を伴うものではなかった。では、1 年生の受講が多い、共通教養科目「情報処理」のカリキュラムの中へのプログラミングの導入は、どうであったのかを次に紹介する。

5.2.1 2007 年度の実践

2007 年後期に、筆者が担当した「情報処理」の授業は、A クラス 32 名、B クラス 25 名の合計 57 名だった。そして、プログラミングに割いたコマ数は、4 コマだった。

なお、受講者のうち、独学でプログラミングを経験した学生と、「コンピュータ基礎演習」の授業で PEN によるプログラミングを経験した学生の合計 2 名がプログラミング経験者だった以外は、プログラミング初学者ばかりであった。

内容としては、1 回目が PEN 紹介と逐次処理、2 回目が条件分岐、3 回目に繰り返しと決め、毎回、最初の 30 分で講義をし、残りの 60 分で PEN を使った演習をおこなった。演習は、例題をいっしょに入力しながら理解させて、その後に練習問題のプログラムを書かせるものだった。そして最後の 4 回目で、授業では全体の復習をした後、残りの 60 分間でテストをおこなった。

各授業の終了時におこなった調査の結果から、例題の後で各自が実施したプログラムが書けたかどうかの結果を紹介する。

(1) 2 つの整数を入力し、その積および商を出力するプログラム(逐次処理)

自力でプログラムが書けた	27 名	(51%)
少し教えてもらって書けた	15 名	(28%)
教えてもらって書いた	7 名	(13%)
できなかった	3 名	(5%)

(2) 60 以上なら「合格」、60 未満ならば「不合格」と出力するプログラム(条件分岐)

自力でプログラムが書けた	27 名	(54%)
少し教えてもらって書けた	13 名	(26%)
教えてもらって書いた	7 名	(14%)
できなかった	3 名	(6%)

このように、2 回目までの授業でプログラムが自力で書けた率は、非常に高かった。しかし、3 回目の授業での繰り返し処理については、理解度が低いのが、授業中にはつきり分かったと同時に、授業の感想を書かせた際に、「繰り返し処理が難しかった」という指摘が数多く現れた。

そして、4 回目の授業で実施した試験問題の中の 2 番の問題は、上述の「穴埋めのテスト問題」と同じものであった。この問題は、主に繰り返し処理がわかっているかを試す問題であった。結果は、次の通りであった(57 名の受講生のうち、4 回目の試験を受けたのは 52 名)。

5 問正解	17 名	(32%)
4 問正解	5 名	(9%)
3 問正解	6 名	(11%)
2 問正解	9 名	(17%)
1 問正解	7 名	(13%)
0 問正解	8 名	(15%)

1 回目 2 回目の逐次処理と条件分岐のプログラムは、いずれも 50%以上が自力で書けていたと、理解度が高かったにもかかわらず、繰り返し処理が含まれる試験問題では、全問正解の学生は 32%と低い数字に留まっていることがわかった。

5.2.2 評価

試験問題に書かせた、プログラミング授業の感想においては、全体の半数以上の 52 名中 29 名が、プログラミングの授業は面白かったと答えていた。面白かったと感じた学生の代表的な意見は、「きちんと動くとスッキリして楽しかった」、「パソコンの仕組みが分かってよかった」などであった。

また「単純なプログラムは、このようなプログラムが何の役に立つのか?と思うが、プロ

グラムが複雑で、扱う数字が大きくなればなるほど、これは便利だな、と感動した」という感想もあった。

これらのことから、たった4コマの体験ではあるが、学生がプログラミングというものを把握する、よい機会を提供できたことが実感できた。なお、2008年度も、「情報処理」の中でのプログラミングの授業の導入は続いている。

6. おわりに

ここで紹介した2種類の授業実践から、4コマあれば、プログラミングの導入は、PENを使えば可能だということがわかった。実際、後者の授業の学生も、逐次処理と条件分岐のプログラムは書けるようになったケースが多かったことが、アンケート結果や授業の感想文において確認できた。

ただし、繰り返し処理の理解や運用能力が身についたかどうか注目すると、8コマを費やして学んだ学生と比較して、試験時間も含めて4コマしか学んでいない学生の理解度が明らかに低いことが、試験結果からもわかる。そのあたりについては、今後、慎重に授業の改善を進めていく必要があると考えられる。

前述のように、文系学部の情報教育において、プログラミングを学ぶ理由は、「コンピュータによる自動的な処理」に接した体験を持つことである。文系の学生の場合、今後、プログラマーになることは非常に稀だと思われる。しかし、どのような職業についても、情報システムを発注する側になることや、運用に携わることは、十分に考えられる。そのような場合に、プログラミングを経験しておくことで、スムーズに開発者側と打ち合わせをしたり、コンピュータのトラブルの原因を予測したりできるようになっているなら、この体験は十分に意味があるものだと考える。

謝辞:

この研究および本稿の執筆に関して、PENの開発者の一人である、大阪市立大学の松浦敏雄教授に大変にお世話になった。この場を借りて、お礼を申し上げたい。

参考文献:

- [1] 大岩 元:「高校における教科情報としてのプログラミング教育」、『コンピュータと教育 40-8』、情報処理学会、1996.5、P.53-60.
- [2] 情報処理学会情報処理教育委員会:“日本の情報教育・情報処理教育に関する提言 2005”
- [3] 吉田 智子:「大学教育の観点から見たLinuxの効用について」、『SS研 Shuttle』、第15号、2001.4、P.3.
- [4] 吉田 智子:「本学における情報教育の現状と将来展望」、『教育のプリズム、ノートルダム教育』第5号、2006.5、P.73-119.
- [5] 有賀 妙子、吉田 智子:「ネットワークリテラシー教育のシラバスと教材研究」、『コンピュータと教育 50-4』、情報処理学会、1998.11、P.25-32.
- [6] 西田 知博、原田 章、中村 亮太、宮本友介、松浦 敏雄:「初学者用プログラミング学習環境 PENの実装と評価」、IPSJ Journal, Vol.48, No.8, 2736-2747.
- [7] Tomohiro Nishida, Akira Harada, Tomoko Yoshida, Ryota Nakamura, Michio Nakanishi, Hirotooshi Toyoda, Kota Abe, Hayato Ishibashi, Toshio Matsuura: “PEN: A Programming Environment for Novices --- Its Overview and Practical Lessons ---”, ED-MEDIA 2008-06.
- [8] 中村 亮太、西田 知博、松浦 敏雄:「高等学校でのプログラミング教育の導入ーPENを用いて」、『コンピュータと教育』、情報処理学会研究報告、2008.5、P.41-47.