

Processing を用いたプログラミング教育と学生アンケート

三好きよみ¹

概要: 昨今、プログラミング教育の重要性が高まっている。また、2020年から小学校においてプログラミング教育が必修化されたこともあり、コンピューターサイエンスやプログラミングに興味を持つ学生が増加している。プログラミングの学習は初学者にとっては様々な難しさがあり、これまでに、初学者向けのプログラミング教育を支援する研究は様々な視点から行われてきている。本報告では、公立大学法人福岡女子大学にて実施した、プログラミング初学者を対象とする Processing によるプログラミング教育を紹介する。授業内容の構成、初学者向けの対応とともに、学習意欲についての学生アンケートの調査結果を紹介する。

キーワード: プログラミング教育, 大学生, Processing

1. はじめに

2020年度からの新学習指導要領[1]による小学校でのプログラミング教育や若年層に対するプログラミング教育の推進[2]と、プログラミング教育への政府の取り組みが強化されてきている。それにより、プログラミングに対する関心が高まっており、プログラミングに興味を持つ学生も増加している。現在、多くの大学では、情報を対象とした教育が取り入れられており、情報リテラシーを中心とした内容が必修であったり、プログラミング等の科目が開講されたりしている。その前段階の高等学校では、情報の科目として、「社会と情報」と「情報の科学」がある。前者は、情報リテラシーを中心としたインターネットの活用で代表されるような利用者側の内容、後者は、計算機科学の入門的な内容でプログラミングが含まれている。しかし、どちらかの選択必修科目となっており、「社会と情報」を開講している割合が高い。よって、大学入学までにプログラミングを経験している大学生は少ない。

プログラミングの学習は初学者にとっては様々な難しさがあり、初心者に対するプログラミング教育は慎重に行う必要がある。初学者への効果的なプログラミング教育については、構文理解の促進[3]、学習環境[4]、反転学習[5][6]、動機づけ教授法[7]、教育の客観的評価[8]など数多くの研究が行われている。情報処理学会誌でも特集が生まれ、東京大学、慶応義塾大学、公立はこだて未来大学[9]の事例が紹介されている。

本報告では、公立大学法人福岡女子大学にて実施した、プログラミング初学者を対象とした Processing によるプログラミング教育、および学習意欲について学生アンケートの調査結果を紹介する。

2. プログラミング教育の位置づけ

公立大学法人福岡女子大学は、1学部2研究科からなり、入学定員は、学部240名、大学院23名、在学生1100名程

度の大学である。国際文理学部には、国際教養学科、環境科学科、食・健康学科の3学科がある。積極的に留学生を受け入れており、短期留学生も含めて160名程度の留学生が在学している。初年次の1年間、全寮制教育を実施しており、同級生や海外からの留学生と生活をともに送る。また、ノートパソコンが必修であり、ほとんどの学生が入学時に購入している。情報関連科目としては、初年次に必修科目として、情報リテラシーⅠ、情報インテリジェンスⅠが開講されている。情報リテラシーⅠでは、コンピュータを活用していくために必要な基本操作として、タッチタイピングから始まり、ファイルやフォルダの操作、電子メールのマナーや情報セキュリティに関する内容を演習中心に学ぶ。その後、情報インテリジェンスⅠでは、表計算ソフトウェアの利用方法とオープンデータの検索・利用方法を演習中心で学ぶ。初年度の選択科目である、情報リテラシーⅡでは、文書作成ソフトウェアの操作と活用方法を学ぶ。2年次以降の選択科目としては、情報インテリジェンスⅡ、コンピューターサイエンス、プログラミングが、開講されている。そのほかに、共通基盤科目として、情報と社会、環境科学科専門科目として、地理情報科学が開講されている。また、将来構想において、副専攻として情報科学を視野に入れ、より専門的かつ実践的に、簡単なアプリ開発まで可能なレベルのプログラミング科目の拡充、データベース科目、情報デザイン科目の新設等、情報関連科目を充実させることを検討している。

3. プログラミング教育

3.1 プログラミング科目の概要

プログラミング科目は、学部2年生以上を対象として、第4クォーターに開講されている。授業の概要やねらいは、以下の通りである。プログラミングを学ぶことで、単にソフトウェア開発のための技術を学ぶだけではなく、論理的思考能力や問題解決能力の訓練になる。実用面においても、

¹ 東京都立産業技術大学院大学
Advanced Institute of Industrial Technology

プログラミングの知識を持つことで、大量のタスクを短時間で効率よく処理することが可能になる。情報科学はもちろん、実験機器の制御やバイオインフォマティクスの分野においてもプログラミングは必要となる。この科目では、より楽しく学べるように、グラフィックスの描画に特化した Processing 言語を利用してコンピュータプログラミングの基礎を学ぶ。

3.2 Processing 言語とその特徴

本科目では、マサチューセッツ工科大学で開発された Processing 言語を用いる[10]。Processing は、もともとはメディアアート向けに作成されており、グラフィックスが簡単に操作できることが最大の特徴となっている。2D と 3D のグラフィックスを表現するための豊富な関数群とアニメーションのフレームワークが用意されている。関数と引数を列挙するだけで、目に見えて図形が表現できることは、プログラミング学習の初歩として、抵抗なく取り組める。Processing のプログラムは実行時に Java に翻訳され、Java のプリプロセッサともいえるが、Java を意識することはほとんどない。必要であれば、Java のライブラリも使え、できあがったプログラムを Java アプレットに変換する機能もある。Processing の文法は、Java などの言語と類似性が高く、プログラミング科目の拡充による後続科目にも、容易に移行できる。さらに、無料で提供されており、インストールも容易である。

3.3 授業内容

本科目は 2 単位であり、90 分の授業を週 2 回、試験を入れて全 16 回実施される。2019 年度の目標として、基本的な文法として、標準入出力、条件分岐、繰り返し、変数を含むプログラムを自分で組めるようになることを目指した。そして、プログラミングは楽しい、ということを感じてもらうことに重点を置いた。そのため、毎回の授業での演習に加えて、中間課題としてお絵描き作品を課した(図 1)。学生は、毎回の授業で新しい関数の使い方を学ぶことで、表現できる図形や彩色等を増やし、自分のお絵描き作品を仕上げていく。中間課題の 2 つ目には、動きのあるプログラムを課した。なお、最終課題では、中間課題のお絵描き作品、動きのあるプログラム、および演習でのコードと描画について、画像とともに、工夫した点、苦勞した点を記載するレポートとした。授業の各回の概要は以下の通りである。

- 第 1 回 インTRODakシヨン
- 第 2 回 基本図形の描画(1)
- 第 3 回 基本図形の描画(2)
- 第 4 回 図形の色・スタイルの設定
- 第 5 回 テキストの描画
- 第 6 回 座標変換
- 第 7 回 変数、関数
- 第 8 回 動きのあるプログラム,お絵描き課題提出

- 第 9 回 繰り返し文(1)
- 第 10 回 様々な関数、構造化
- 第 11 回 関数の作成
- 第 12 回 コンソール、条件分岐
- 第 13 回 繰り返し文(2), random 関数
- 第 14 回 動きのあるプログラム、マウス操作
- 第 15 回 総合演習,動きのあるプログラム提出
- 最終回 レポート試験



図 1 お絵描き作品

3.4 初学者への対応

プログラミング初学者は、プログラミング学習の初期段階でつまづくことが多い。初期段階では、タイプミスに起因する文法エラーが多く発生し、コンパイルエラーが出て対処できない。このようなエラーに対応していると全体の構造に目がいかない。次の段階では、論理的なエラーにより結果が予想通りに返ってこず、エラーもでないために間違いを見つけることができず対処できない、といったことに遭遇し、挫折して達成感を得られず、やる気をなくしていくことがある。このような初学者の問題に対応するため、授業では、以下のような対応を行った。

1 点目として、LMS 上にサンプルのコードを準備しておいた。学生はそれをコピーして貼り付け、プログラムを動かす。タイプミスに起因するエラーを排除し、スムーズに演習を進めることができる。

2 点目として、入門編のオリジナルテキスト「Processing によるプログラミング入門」を pdf で提供した。テキストを読むことで、授業の予習復習を行うことができ、各自が自分の進捗で学習を進めることができる。また、pdf からコードをコピーして利用することもできる。

3 点目として、授業では、関数等の解説は最小限とし、実際に手を動かす実習時間を多くとった。実習時間では、筆者と SA(Student Assistant) と呼ばれる昨年までにこの授業を履修した学生 1 名とで個別に指導した。エラー等で立ち往生する学生に、その原因と対応を個別指導することで、エラーや予想外のアウトプットによるモチベーション低下を防ぐ。

4 点目としては、中間課題としたお絵描き作品について、前年度までの作品を公開した。先輩達のカラフルなお絵描き作品をみることで、お絵描き作品の最終形を具体的にイメージできる。そして、自分の描きたい作品に向けた図形や彩色等の関数を学ぶ意欲につながる。

5 点目としては、2 つ目の中間課題とした動きのあるプログラムについて、様々なサンプルコードを提示し、それらのコードを応用して、自分のお絵描き作品に取り入れることを課した。具体的には、雨や雪を降らせる、自分の描いたキャラクターを動かすといったことである。その過程において、サンプルコードを理解することになる。

さらに、プログラミングやプログラマーの記事の紹介を行った。プログラミングと女性の歴史、女性エンジニアという生き方、など、主に女性と関連する記事を LMS 上に載せ、いつでも参照できるようにした。プログラミングを身近に感じられるようにすること、および将来の選択肢の一つとして、プログラマーやエンジニアという職業について興味を持った場合への対応である。

3.5 教室の状況

本科目に使用した教室は、演習室とよばれる 1 人 1 台のデスクトップ PC が利用できる教室である(図 2-4)。2 人掛けのテーブルに中間モニターが設置されており、中間モニターでは教師の指定した PC の画面が表示される。通常はスライドや教員の PC 操作を表示させているが、学生の PC 画面も表示させることが可能である。プリンターも備え付けられており学生は年間 100 枚まで印刷可能である。授業が行われていないときは、自由に PC やプリンターを使用することができる。



図 2 演習室の最後方からの様子



図 3 演習室の前方の様子



図 4 演習室の教師卓の様子

4. 教育効果の評価

4.1 教育効果の評価の対象

本科目は、前年度までは、理数系を得意とする環境科学科の学生を対象としていたが、2019 年度からは、国際教養学科を含む全学生を対象とするようになった。それにより、理数系を得意としている学生、将来 IT 企業への就職を考えている学生、スマホは使いこなしているがパソコンには苦手意識がある学生といったように、多様な学生が受講することとなった。そのため、プログラミングのスキルだけを一律に評価するのではなく、自分で考えて工夫すること、インターネットからコードをコピーするときはコードの動きを理解すること、他人がみてもわかるようにプログラムにはコメントを入れること等を成績の対象とした。

一方、教育効果の評価の対象は、プログラミングに対して興味を持ち、最後まで学習意欲を継続させることとした。そのため、ARCS 動機づけモデル[11][12]を背景理論として開発された SIEM アセスメント尺度[13]を用いた。SIEM アセスメント尺度は、学生の学習意欲を継続的に測定し時系列分析することによって、プログラミング教育の客観的な評価を測定するために開発されたものである。

4.2 方法

本科目では、学習意欲の時系列評価のために、試験を含めた全 16 回のうち 4 回の講義の中でアンケートを実施した。対象者は、本科目の全受講者 43 名とした。第 1 回では授業終了時、第 6 回、第 11 回、最終回は、授業開始時に実施した。アンケートの構成は、以下の通りである。なお、学生に対して、“本アンケートは授業をよりよくするためのものであり成績には関係しない”ということを説明するとともに明記した。

I 学習意欲について

尺度の構成は、SIEM アセスメント尺度の「授業構成因子 (7 項目)」「自発性因子 (4 項目)」「双方向性因子 (3 項目)」「参加性因子 (2 項目)」「モチベーション評価 (3 項目)」「授業前のモチベーション評価 (3 項目)」の 22 項目であった。1:「まったくそう思わない」 2:「あまりそう思わない」 3:「どちらでもない」 4:「ややそう思う」 5:「強くそう思う」の 5 段階で回答を求めた。アンケート調査は、授業で使用している LMS である Moodle のアンケート機能を利用した。

II プログラミング経験について

初回のアンケート調査時に、これまでのプログラミング経験について、「全くやったことがない」「子供向けのプログラミング教材 (scratch など) をやったことがある」「Excel VBA をやったことがある」「統計で R を使ったことがある」「Java や C 言語などをやったことがある」から 1 択で回答を求めた。

III 自由記述

授業に関する感想や要望などを自由に記述するように求めた。

4.3 結果

学習意欲について分析での対象とした、SIEM アセスメント尺度の 19 項目の記述統計量を表 1 に示す。分析では、5 段階の回答を 1 から 5 で得点化し、平均値を計算したものをを用いた。プログラミング経験について、表 2 に示す。

I 学習意欲について

第 1 回から最終回まで、得点が上昇していたのは、双方向性因子の「授業中、学生同士、教員、SA などとのコミュニケーションはありますか」「演習問題などは授業内容と一致していますか」、モチベーション評価の「現在の時点でプログラミングの知識・スキルは身につけていると思いますか」の 3 項目であった。特に「現在の時点でプログラミングの知識・スキルは身につけていると思いますか」については、第 1 回 2.74、第 6 回 3.17、第 11 回 3.48、最終回 4.12 と、最終回までに大きく上昇した。第 1 回から最終回までにおいて、第 6 回と第 11 回で同得点ではあるが、上昇傾向がみられたのは、授業構成因子の「この授業は楽しいと思いますか」「自分の入力したプログラムの動作結果を見るのは楽しいですか」、参加性因子の「授業での自分の参加態度は積極的ですか」の 3 項目であった。それら以外の 13 項目については、第 6 回、第 11 回で得点が低下していたが、最終回では上昇しており、第 1 回と比較しても得点は上昇していた。

II プログラミング経験について

「全くやったことがない」が、25 名と全体の 6 割を占めた。「子供向けのプログラミング教材 (scratch など) をやったことがある」は 2 名、「Excel VBA をやったことがある」は 3 名、「統計で R を使ったことがある」は 12 名、「Java や

C 言語などをやったことがある」は 1 名であった。

III 授業に関する感想や要望などの自由記述

第 1 回において、楽しい、面白かった、という記述が 5 件あった。第 6 回では、18 件の記述のうち、進みが早い、が 1 件、難しいが質問しやすい、が 4 件、楽しい、面白い、難しいけど思ったように絵が描けるとうれしい、といった記述が 13 件であった。第 11 回では、12 件の記述のうち、難しくなった、が 4 件、質問しやすい、が 2 件、楽しい、面白い、達成感がある、やる気がでる、もっと色々できるようにになりたい、といった記述が 7 件、であった。最終回では、9 件の記述すべてが、難しく不安だったが楽しくできた、といった記述であった。

以上のように学習意欲のアンケート結果では、19 項目すべてにおいて、第 1 回から最終回までに上昇傾向が確認できた。特に「現在の時点でプログラミングの知識・スキルは身につけていると思いますか」について、最終回までに大きく上昇していることが確認できた。さらに、自由記述においては、楽しい、面白いといった記述の割合が高いことが確認できた。よって、プログラミングに対して興味を持ち、最後まで学習意欲を継続させるということについて、成果があったと考えられる。

なお、これらについては、目に見えて図形が表現できる Processing 言語を用いたこと、初学者への対応として実施した、サンプルコードのコピーによってタイプミスに起因するエラーを排除したこと、実習時間を多くとり個別に指導したこと、楽しんで取り組めるお絵描き作品や動きのあるプログラムを課題にしたこと等の効果であると考えられる。

5. おわりに

本報告では、公立大学法人福岡女子大学にて実施した、プログラミング初学者を対象とする Processing によるプログラミング教育について紹介した。さらに、学習意欲について、SIEM アセスメント尺度を用いた学生アンケート調査の結果を紹介した。今後は、この調査結果をもとに、さらに分析を行い、授業内容と学習意欲の向上について、定量的に実証していく計画である。

謝辞 授業設計にご協力いただいた藤野友和准教授 (公立大学法人福岡女子大学国際文理学部) に謹んで感謝の意を表す。

参考文献

- [1] 文部科学省. 小学校学習指導要領 (平成 29 年告示). 2017.
- [2] 総務省. 若年層に対するプログラミング教育の普及推進. 2017.
- [3] 安達有希, 蜂巢吉成, 吉田敦他, プログラミング学習における構文図式を用いた構文理解支援方法の提案, 情報教育シンポジウム, 2018, p.118-125
- [4] 西田知博, 原田章他. 初学者用プログラミング学習環境

- PENの実装と評価. 情報処理学会論文誌, 2007, vol. 48, no. 8), p.2736-2747.
- [5] 喜多一, 岡本雅子, プログラミング教育における反転授業の一構成法, 大学 ICT 推進協議会 2016 年度 年次大会講演会講演論文集, 2016, p.399-406
- [6] 高井久美子, 水谷晃三, プログラミング教育における反転授業の試み, 情報処理, 2016, vol.57, no.9, p. 916-917.
- [7] 王涌, 池田満李, 峰栄. プログラミング教育における動機づけ教授方法の提案と評価.日本教育工学会論文誌, 2007, vol. 31, no. 9, p.349-357.
- [8] 土肥紳一, 宮川治, 今野紀子, SIEM アセスメント尺度に基づいた要因分析結果のフィードバックによるコンピュータ入門教育への効果, FIT2005(第4回情報科学フォーラム), 2004, p.309-312.
- [9] 久野靖, 森畑明昌, 服部隆志, 美馬義亮, 特集プログラミング入門をどうするか, 2016, vol. 57, no. 4, p.340-373.
- [10] Reas, C., Fry, B. 船田巧(訳). Processing をはじめよう第2版, オライリージャパン. 2016 .
- [11] Keller,J.M.,Development and use of the ARCS model of instructional design, Journal of instructional development, 1987, vol.10, no.3,p.2-10.
- [12] Keller,J.M. , Suzuki,K.. Use of the ARCS Motivation Model in Courseware Design (Chapter16).In Jonnasen, D.H. (Ed.), Instructional Designs for Microcomputer Courseware, 1987,Lawrence Erlbaum Associates, p401-434.
- [13] 土肥紳一, 宮川治, 今野紀子, SIEM によるプログラミング教育の客観的評価, FIT2004(第3回情報科学フォーラム), 2004, p.347-350.

表1 学習意欲の推移 (n=43)

		第1回目		第6回目		第11回目		最終回		
		M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	
授業構成 因子	1	授業中にできた・わかったという実感がありますか	3.90	0.97	4.17	1.23	4.14	1.15	4.60	0.62
	2	授業の内容は親しみやすいですか	4.07	1.03	3.95	1.19	3.98	1.14	4.62	0.53
	3	この授業は楽しいと思えますか	4.10	1.06	4.17	1.27	4.17	1.21	4.67	0.56
	4	授業は理解しやすいですか	3.76	1.04	3.63	1.08	3.69	1.14	4.19	0.85
	5	自分の入力したプログラムの動作結果を見るのは楽しいですか	4.10	1.09	4.12	1.23	4.12	1.20	4.81	0.45
	6	授業の意義や目的がはっきりしていますか	3.81	1.14	4.00	1.17	3.95	1.07	4.50	0.66
	7	授業では好奇心が刺激されますか	3.88	1.07	4.05	1.23	4.02	1.20	4.60	0.62
自発性 因子	8	学んだことが将来役に立つと思いますか	3.93	1.10	3.85	1.20	3.98	1.10	4.45	0.76
	9	もっとプログラミングの勉強を努力しようと思いますか	3.83	1.21	3.93	1.18	3.90	1.23	4.36	0.89
	10	授業で学習したことを基にして、自分で工夫し勉強してみようと思いますか	3.48	1.22	3.73	1.23	3.71	1.22	4.24	1.00
	11	自分の到達すべき学習の目標がはっきりしていますか	3.36	1.02	3.66	1.07	3.62	1.11	4.10	1.09
双方向性 因子	12	授業中、学生同士、教員、SAなどとのコミュニケーションはありますか	3.81	0.96	4.00	1.19	4.02	1.16	4.55	0.79
	13	教員・SA、クラスのメンバーは好意的ですか	4.14	0.99	4.27	1.29	4.24	1.17	4.74	0.54
	14	演習問題などは授業内容と一致していますか	3.93	1.12	4.27	1.29	4.33	1.21	4.81	0.50
参加性 因子	15	休まずに出席しようという意欲が起こる授業ですか	4.21	1.10	4.10	1.28	4.00	1.27	4.60	0.66
	16	授業での自分の参加態度は積極的ですか	3.88	1.03	4.07	1.09	4.07	1.10	4.33	0.94
モチベー ション 評価	17	プログラミングを学習することは重要だと思いますか	4.10	1.09	4.10	1.27	4.07	1.14	4.55	0.73
	18	現在の時点でプログラミングの知識・スキルは身につけていると思いますか	2.74	1.22	3.17	1.10	3.48	1.07	4.12	0.93
	19	もっとプログラミングの知識・スキルを高めたいと思いますか	4.07	1.10	3.93	1.20	4.00	1.21	4.57	0.73

表2 プログラミング経験 (n=43)

	人数	割合
全くやったことがない	25	60%
子供向けのプログラミング教材 (scratchなど) をやったことがある	2	5%
Excel VBAをやったことがある	3	7%
統計でRを使ったことがある	12	29%
JavaやC言語などをやったことがある	1	2%