

Processing による初学者向けプログラミング教育の実践

三好きよみ¹

概要: 2020年度からの小学校でのプログラミング教育等, 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おり, それにより, プログラミングに興味を持つ学生も増加している. 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, 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. 本報告では, 公立大学法人福岡女子大学国際文理学部にて実施した, Processing による初学者向けプログラミング教育における, 授業内容の構成, 初学者向けの工夫について紹介し, 受講者の学習意欲の推移の調査結果を報告する. 学習意欲の推移について, プログラミング経験が全くない受講者群, プログラミング経験が少しでもある受講者群について比較分析した結果, 経験なし群は, 受講回が進むにしたがって学習意欲が向上していたが, 経験あり群は, 受講前半において学習意欲の低下が確認された.

キーワード: プログラミング教育, 初学者, Processing, 学習意欲

Practical Programming Education for Novice by Using Processing Language

KIYOMI MIYOSHI¹

Abstract: The government is stepping up its commitment to programming education, including the start of programming education in primary schools from 2020. This has led to an increase in the number of students interested in programming. Learning programming can be a challenge for first time learners. Therefore, programming education for novice needs to be conducted with caution. In this report, we will report on the curriculum, innovations for novice, and changes in the students' motivation to learn that were implemented in the programming education for novice programming course by processing at Fukuoka Women's University. We compared the changes in the students' motivation to learn between a group of students with no programming experience and a group of students with some programming experience. The results showed that the learning motivation of the no-experience group increased as the course progressed, while the motivation of the experienced group decreased in the first half of the course.

Keywords: Programming Education, Novice Programmer, Processing, Motivation

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]によって, 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. また, スマートフォンの普及により, スマホアプリの利用を通して, 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科目として, 「社会と情報」または, 「情報の科学」の選択必修となっている. 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に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, 「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. 一方, 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(以下, 福岡女子大)にて実施した, Processing による初学者を対象としたプログラミング教育の実践内容を紹介する.

2. プログラミング教育

2.1 プログラミング科目の位置づけ

福岡女子大は, 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. ノートパソコンが必携であり, ほとんどの学生が入学時に購入している.

福岡女子大では, 情報関連科目として, 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

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

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、情報と社会が、開講されている。また、環境科学科専門科目としては、地理情報科学、統計学、環境統計学等が開講されている。データサイエンティスト養成を視野に入れており、環境統計学では R を使ったデータ分析を学ぶ。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。その前段階として、従来、環境科学科を対象として開講していたプログラミング教育を 2019 年度から全学科の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、文系ではあるが将来 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。

2.2 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。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。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。

授業のねらいは、次の通りである。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、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。プログラムを書くということは、目的を達成するために、どのような手順で進めていくかを厳密に記述すること。その手順を小さいレベルにまで落とし込んで考える必要がある。その過程を通じて論理的な思考能力を養成する。

授業の目的としては、論理的な思考能力の養成であり、目標としては、基本的な文法として、条件分岐、繰り返し、演算子、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、プログラミングに対して興味を持ち、最後まで学習意欲を継続させ、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。

2.3 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。

2.4 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 1-2)。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 1 演習室の最後方からの様子



図 2 演習室の教師卓の様子

2.5 授業内容

授業の各回の内容は表 1 の通りである。第 1 回では、科

目の目標や成績評価などのガイダンス、およびプログラム言語の紹介、Processing 言語の紹介を行った。つづいて、Processing のインストール、起動方法を説明し、はじめてのプログラムとして、Processing 言語で楕円を描画する。第 2 回以降は、第 2 回から第 5 回では、線、三角形、四角形など基本図形、色、スタイル、テキストの描画を学ぶ。第 6 回では、座標変換を学ぶ。第 5 回までは、パラメータを設定することで描画できるが、この座標変換では、座標を格納する、座標を取り出すという操作があり、難易度が上がる。

表 1 授業の内容

回	概要	学ぶ関数
1	イントロダクション	
2	基本図形の描画(1)	Ellipse, ellipseMode
3	基本図形の描画(2)	arc, triangle, line, point, quad, rect
4	図形の色・スタイルの設定	16進数, fill, stroke, background, strokeWeight, strokeJoin
5	テキストの描画	text, textAlign, textSize, textWidth, createFont
6	座標変換	Vertex, translate, rotate, pushMatrix, popMatrix, scale
7	変数、関数	int, float
8	動きのあるプログラム (お絵描き課題提出)	setup, draw
9	繰り返し文(1)	For 文, 二重ループ
10	様々な関数、構造化、汎用的なコード	
11	関数の作成	
12	コンソール、条件分岐	If else
13	繰り返し文(2)	random, while
14	動きのあるプログラム、マウス操作	mouseX, mouseY, mouseButton
15	総合演習(動きのあるプログラム提出)	
16	レポート試験	

2.6 成績評価

中間課題として、1 つ目は学んだ関数を利用してのお絵描き作品、2 つ目には、動きのあるプログラムを課した。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。

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。

3. 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。

3.1 サンプルのコード

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。

3.2 教科書

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。

3.3 実習

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。また、サンプルコードは、学生の描画を使用し、躓きがちな点を提示した(図 4-6)。

3.4 過去の課題作品を公開

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。初回に、前年度までのお絵描き作品を公開した。先輩達のカラフルな作品をみることで、お絵描き作品の最終形を具体的にイメージし、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ようにした。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。

3.5 様々なサンプルコードの公開

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。

3.6 プログラミングやプログラマーの記事の紹介

プログラミングやプログラマーの記事の紹介を行った(図 7)。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。

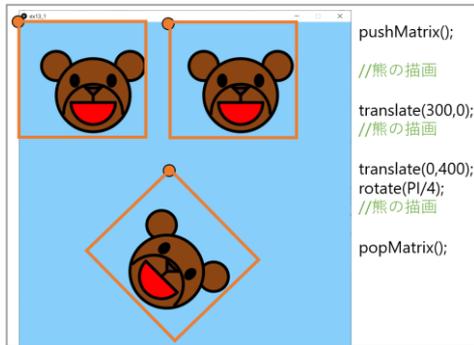


図3 教材例 (第6回 座標変換1)

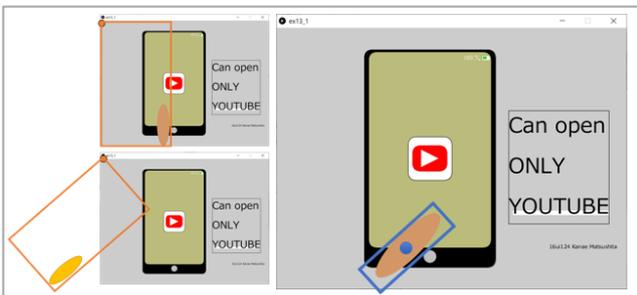


図4 教材例 (第6回 座標変換2)

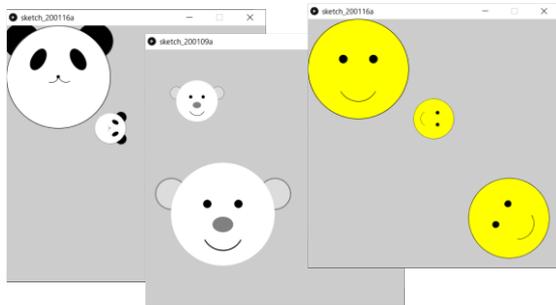


図5 教材例 (第11回 関数の作成)



図6 教材例 (第13回 random 関数)



図7 LMS 上の web 記事の紹介

4. 学習意欲の評価

本科目の目標の一つは、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、プログラミングは楽しいということを体感してもらうことであった。そこで、学習意欲を時系列に評価した。なお、学習意欲についての項目別の分析の詳細は先行研究で実施している[11][12]。本報告では、因子ごとの分析、およびプログラミング経験の有無による比較を行う。

4.1 対象者

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。受講者の内訳は、環境科学科22名、国際教養学科21名であった。

4.2 方法

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。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

4.3 調査内容

調査内容は、学習意欲についての質問22項目、および授業に関する感想や要望などの自由記述欄で構成した。初回のみプログラミング経験についての質問を追加した。

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。

学習意欲について

ARCS 動機づけモデル[13][14]を背景理論として開発された SIEM アセスメント尺度[15]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。

尺度の構成は、「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)」16 項目 4 因子と「モチベーション評価項目 (3 項目)」「授業前のモチベーション評価項目 (3 項目)」であった(表 1)。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。分析では、1 から 5 で得点化し、平均値を計算したものをを用いる。

表 1 学習意欲についての質問項目

#	質問内容
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
	2 授業の内容は親しみやすいですか
	3 この授業は楽しいと思えますか
	4 授業は理解しやすいですか
	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
	6 授業の意義や目的がはっきりしていますか
	7 授業では好奇心が刺激されますか
自発性因子	8 学んだことが将来役に立つと思いますか
	9 もっとプログラミングの勉強を努力しようと思えますか
	10 授業で学習したことを基にして、自分で工夫勉強してみようと思えますか
	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
双方向性因子	12 授業中、学生同士、教員、SAなどのコミュニケーションはありますか
	13 教員・SA、クラスのメンバーは好意的ですか
	14 演習問題などは授業内容と一致していますか
	15 休まずに出席しようという意欲が起る授業ですか
参加性因子	16 授業での自分の参加態度は積極的ですか
	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
モチベーション評価	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えますか
	19 もっとプログラミングの知識・スキルを高めたいと思えますか
モチベーション評価 (授業前)	20 授業を受ける前、プログラミングの知識・スキルは身につけていると思えましたか
	21 授業を受ける前、プログラミングの知識・スキルは高めたいと思えましたか
	22 授業を受ける前、もっとプログラミングの知識・スキルを高めたいと思えましたか

4.4 結果

受講者 43 名のうち、4 回のアンケート全てに回答した 40 名について分析対象とした。

プログラミング経験について

「全くやったことがない」が 23 名と全体の約 6 割であった。「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 11 名、「Java や C 言語などをやったことがある」は 1 名であった(表 2)。

表 2 プログラミング経験

n=40	人数	割合
全くやったことがない	23	58%
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	8%
統計で R を使ったことがある	11	28%
Java や C 言語などをやったことがある	1	3%

学習意欲について

学習意欲を時系列に検討するために、第 1 回から最終回までに測定した 4 回の得点の推移を確認した。その結果、「授業構成因子」「自発性因子」「双方向性因子」「参加性因子」「モチベーション評価項目」「授業前のモチベーション評価項目」の全てにおいて、回が進むごとに得点が上昇していた(図 8)。

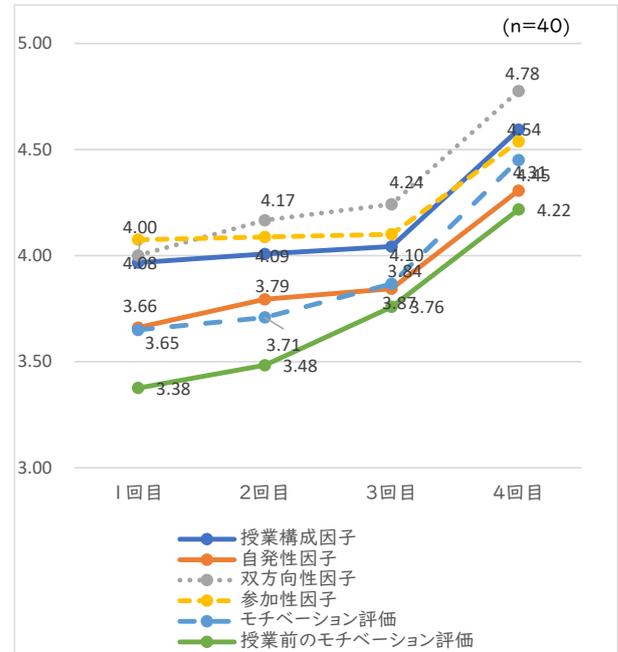


図 8 学習意欲の推移(受講者全体)

授業に関する感想や要望などの自由記述

1 回目において、楽しい、面白かった、という記述が 5 件あった。2 回目では、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。3 回目では、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なりたい、といった記述が 7 件、であった。4 回目では、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。

学習意欲について(プログラミング経験有無による比較)

次に、プログラミングの経験があるかどうかでの比較を行った。「全くやったことがない」が 23 名を経験なし群、それ以外の「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 名、「Excel VBA をやったことがある」3 名、「統計で R を使ったことがある」11 名、「Java や C 言語などをやったことがある」1 名の計 17 名を経験あり群とした。

学習意欲を時系列に検討するために、第 1 回から最終回までに測定した 4 回の得点の推移を確認した。その結果、経験なし群は、「授業構成因子」「自発性因子」「双方向性因子

子「参加性因子」「モチベーション評価項目」において、1回目から2回目で上昇、2回目から3回目では、ほぼ同じ、4回目では上昇していた。「授業前のモチベーション評価項目」は、回が進むごとに得点が上昇していた(図9)。経験あり群は、「参加性因子」1回目から2回目で低下、2回目から3回目では、ほぼ同じ、4回目では上昇していた。それ以外の「授業構成因子」「自発性因子」「双方向性因子」「モチベーション評価項目」「授業前のモチベーション評価項目」は、1回目から2回目で低下、3回目、4回目では上昇していた。全てにおいて、4回目では1回目よりも高い得点であった(図10)。

また、1回目、4回目の調査では、全ての因子、項目において、経験あり群の得点が高かった。2回目の調査では、全ての因子、項目において、経験なし群の得点が高かった。3回目の調査では、「授業前のモチベーション評価項目」のみ経験あり群の得点が高かった。得点の差が統計的に有意かどうかを確かめるために、有意水準5%で両側検定のt検定を行った。その結果、経験なし群と経験あり群で有意差がみられたのは、2回目「自発性因子」 $t(39)=2.45, p<0.05$, 3回目「参加性因子」 $t(39)=2.10, p<0.05$, 4回目「自発性因子」 $t(39)=2.06, p<0.05$, であった。

4.5 考察

学習意欲のアンケート結果では、分析対象の40名全体については、4因子、2項目の全てにおいて、第1回から最終回までに上昇傾向が確認できた。授業が親しみやすい、楽しい、好奇心といった内容の「授業構成因子」、もっと勉強したい、自分で工夫したいといった「自発性因子」が、上昇していたのはねらい通りである。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。また、「モチベーション評価項目」「授業前のモチベーション評価項目」についても、上昇していることが確認できた。

以上のことから、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、成果があったことがわかった。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。

プログラミング経験の有無による比較では、経験ありにおいて、2回目の調査得点の低下が確認された。2回目の調査は、第5回までの学習内容を終えた時点であった。第5回までは、主に基本図形の描画であり引数をわたすことで描画可能な関数であったため、プログラミング経験ありの学生にとっては、少し簡単であったことが要因と考えられる。

第6回以降、プログラミング経験ありの学生にとっても、座標変換、変数、関数、ループと難易度が上がっていたことで、第10回終了後の3回目の調査では得点の低下がみられなかったと考えられる。一方、プログラミング経験なしの学生にとっては、かなり難易度が上がっているが、教材を工夫したこと、および学生が自分の最終目標としたお絵描きのためには、座標変換が必要であること、ループを使うことで表現が広がるということがわかったこと、さらに、筆者とSAによる個別指導によって、あきらめることなく、取り組んでいた様子である。学生のコメントに「内容が難しくなっていて理解してついでいくのが最近厳しい」「プログラムが無事に実行されたときの喜びと達成感がものすごいです」「だんだん難易度が上がってきて、問題が起きたときはすぐに質問できる環境なのでとてもやる気が起こります」といったものがあつたことからわかる。

第11回から第15回では、プログラミング経験あり、経験なしの学生、いずれも、得点が増加していた。プログラミングにも慣れてきたこと、新しく、関数の作成、条件分岐、random 関数の利用やマウス操作を学ぶことで、第8回で提出したお絵描き課題に動きを追加することができるようになり、描画が楽しめるようになっていたことによると考えられる。学生のコメントに「プログラミングに対して抵抗感があつたのですが、授業が進むにつれてプログラミングの面白さや奥深さを知ることができました」「動くプログラミングになってからより一層難しくなつたが、その分達成感も増した」「最初はプログラミングをいうと難しく複雑なイメージを持っていましたが、授業でお絵描きなどをしつつ楽しく学ぶことができた」といったものがあつたことからわかる。

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の実践内容を紹介した。さらに、学習意欲について、SIEM アセスメント尺度を用い、プログラミング経験の有無による比較結果を報告した。

分析結果からは、プログラミング経験ありの学生は、楕円や矩形等のパラメータを記述するだけで描画できる基本図形関数の習得時には、学習意欲はやや低下したが、座標変換、変数、関数、ループと難易度が上がっていくことで、学習意欲の上昇がみられた。プログラミング経験なしの学生は、回が進むごとに学習意欲の上昇がみられた。学生のコメントからも、難易度が上がってもあきらめることなく、楽しんで取り組んでいた様子が伺えた。初学者向けの工夫によるものと考えられる。

今後は、この調査結果をもとに、さらに分析を行い、プログラミング初学者向けの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る。

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, 蜂巣吉成, 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] 三好きよみ, Processing を用いたプログラミング教育と学生アンケート, 情報処理学会研究報告, 2020 , Vol.2020-IS-152 No.3
- [12] 三好きよみ, Processing を用いたプログラミング教育と学生アンケート, FIT2020(第 19 回情報科学フォーラム), 2020, p.137-138
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] 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.

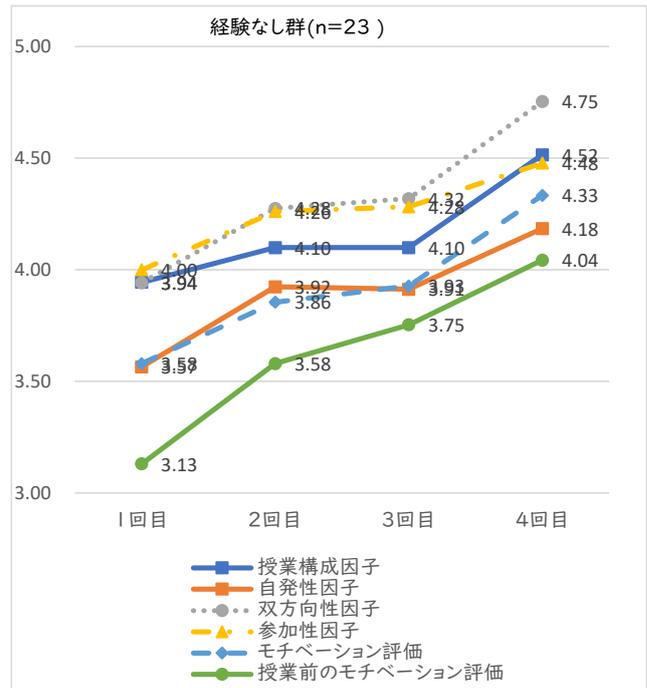


図9 学習意欲の推移(経験なし群)

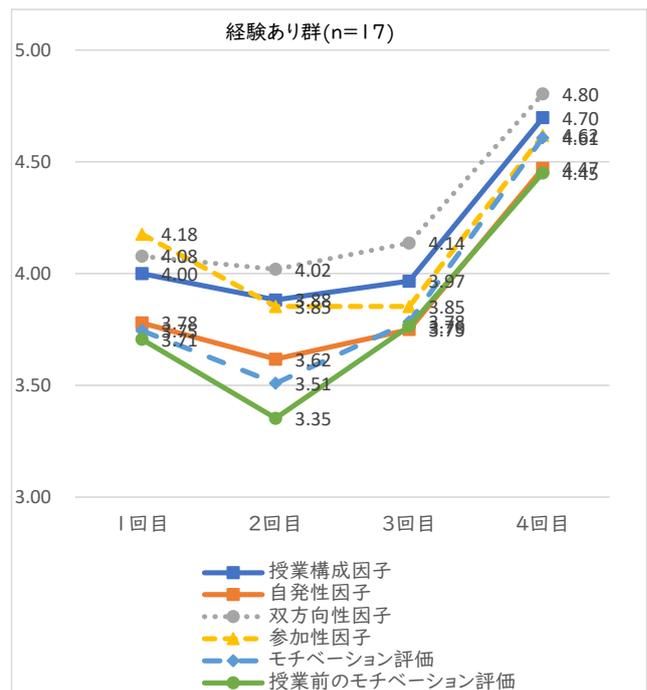


図10 学習意欲の推移(経験あり群)