

プログラミング教育における講義環境の改善

土肥 紳一[†] 今野 紀子[†]

東京電機大学 システムデザイン工学部[†]

1. はじめに

システムデザイン工学部デザイン工学科の「コンピュータプログラミング I」の授業は、Processing 言語を使ったプログラミングを学習する。この授業は、2017 年から開始し、SIEM を使って受講者のモチベーションを継続的にモニタリングしながら、その向上を目指す教育を実践している[1]。2020 年には COVID-19 の感染拡大が発生し、遠隔講義を強いられた。このような経験を通じて、対面講義が再開されるようになり、ニューノーマルな時代における講義環境の改善が模索されている。筆者らは、対面講義をライブで実施し、なおかつ、オンライン講義を取り入れた方法で授業を行うと共に、講義の録画も公開している。このような講義環境が、受講者のモチベーションにどのような影響を与えているのか、授業アンケートの自由記述の内容も紹介しながら分析結果を述べる。なお本発表は、FIT2023 で発表した内容を発展させたものである[2]。

2. 授業内容

授業内容は、表 1 に示す。教科書は「Processing をはじめよう」を使っており、授業の進行に合わせて該当する章を示した。9 回までは同じ内容で進行したが、2019 年はセンサーを使った重力加速度を測定する内容を加え、かなりタイトなスケジュールであった。なお、1 回の授業は 100 分である。授業の最後にはプログラムコンテストを開催し、授業で教わったことを基にオリジナルの作品を紹介する。発表時間は 1 分/人である。通常は 14 回目が期末試験であるが、2019 年は学会出張の関係でプログラムコンテストと入れ替えを行った。

表 1 授業内容

回	2019 年	2023 年
1	第 1 章 ようこそ Processing へ、第 2 章 コードを書いてみよう	
2	第 3 章 描く(前期アンケート調査)	
3	第 3 章 描く 第 4 章 変数	
4	第 4 章 変数	
5	第 5 章 反応	
6	第 5 章 反応 (中期アンケート調査)	
7	第 6 章 移動、回転、伸縮、中間試験	
8	第 6 章 移動、回転、伸縮、第 7 章 メディア	
9	第 7 章 メディア、第 8 章 動き	
10	第 8 章 動き、第 9 章 関数	第 8 章 動き
11	第 11 章 配列	第 9 章 関数
12	センサーを使った重力加速度の計測 (後期アンケート調査)	第 11 章 配列
13	期末試験	プログラムコンテスト (後期アンケート調査)
14	プログラムコンテスト	期末試験

Improvement of the lecture environment in the Computer Programming education

[†]Shinichi Dohi, Noriko Konno, School of System Design and Technology, Tokyo Denki University

3. 受講者の状況

分析対象のクラスは、AD 科の「コンピュータプログラミング I」(筆頭著者のクラス)である。2019 年の授業は COVID-19 の感染拡大前であり対面授業を行い、21003 教室を使用した。この教室は、プロジェクトの老朽化によって輝度が低下し、発色とフォーカスが悪化していた。教室の中央付近にモニタ用のディスプレイが 2 台並んで一組、天井から吊り下がっている。2023 年は対面授業に戻り zoom も活用し、5301 教室を使用している。この教室のプロジェクトは比較的新しく、輝度等は良好である。

受講者のプログラミング経験は、初回の授業のアンケート調査で実施している。「プログラミング(言語問わず)はどの程度行えますか」の設問に対して「初めて」が 2019 年は 33 名(75.0%)であったが、2023 年は 21 名(53.8%)で 21.2%低下していることが分かった。「習ったことがある」の設問に対して 2019 年は 9 名(20.5%)であったが、2023 年は 17 名(43.6%)で 23.1%に増加していることが分かった。5 年間で高等学校の「情報」でプログラミングを取り入れている学校の増加がうかがえる。

表 2 プログラミング経験

回答項目	2019 年		2023 年	
	人数	割合(%)	人数	割合(%)
初めて	33	75.0	21	53.8
習ったことがある	9	20.5	17	43.6
日常的にプログラムを作っている	0	0.0	1	2.6
未回答	2	4.5	0	0.0
合計	44	100.0	39	100.0

4. モチベーションの推移の比較

クラス全体のモチベーションの分析は、SIEM を使う。モチベーションは 1 から 25 の数値に定量化でき、数値が大きい程モチベーションが高いことを示す。モチベーションは授業の前期・中期・後期の 3 回測定し、その推移を表 3 に示す。2019 年の前期は 21.0、中期は 17.5 に 3.5 低下し、後期は 17.3 に低下した。2023 年の前期は 20.1、中期は 17.8 と 2.3 減少し、後期は 21.7 と 3.9 上昇した。2019 年と 2023 年は中期にかけて似た変化となったが、中期から後期へ大幅に改善された。ウェルチ検定による多重比較(前期・中期・後期モチベーションを比較)の結果、このクラスの後期モチベーションは中期モチベーションに比べ、有意に高いことが認められた。

表 3 クラス全体のモチベーションの推移

年	前期	中期	後期
2019	21.0	17.5	17.3
2020	21.3	20.2	18.8
2021	19.6	20.7	19.7
2022	19.4	19.7	19.4
2023	20.1	17.8	21.7

5. CS 分析による授業改善策の比較

SIEM の CS 分析により、中期から後期に向けた授業改善策が提案される。CS 分析では目的変数をモチベーション、説明変数を SIEM アセスメント項目とし、各々偏差値化し、満足度偏差値(SLD)、関連度偏差値(RLD)を求め、これらを使って改善度指数(ILI)を算出する。紙面の都合で、数式は省略した。ILI が高いものは改善すべき項目であり、特に5以上は要改善、10以上は即改善項目と考えられる。

中期の ILI を表 4 に示す。2019 年は、改善度指数5以上の項目はなかったが、さらなるモチベーショ

表 4 改善度指数

SIEM アセスメント項目	2019 年			2023 年		
	満足度 (SLD)	関連度 (RLD)	改善度 (ILI)	満足度 (SLD)	関連度 (RLD)	改善度 (ILI)
成功機会度	40.8	35.7	-2.3	48.8	45.8	-1.4
親性度	38.1	33.4	-2.1	43.4	52.3	5.0
愉快度	39.9	38.8	-0.5	49.9	49.2	-0.4
理解度	39.0	37.7	-0.6	43.4	50.4	3.6
知覚的喚起度	58.4	52.2	-2.9	59.8	58.8	-0.4
意義の明確度	46.0	50.1	2.0	52.1	57.4	2.5
好奇心喚起度	50.4	56.3	2.9	47.7	48.1	0.2
将来への有用度	63.6	60.0	-1.7	58.7	55.3	-1.6
向上努力度	63.6	62.0	-0.8	57.6	61.5	1.8
自己コントロール度	48.7	57.9	4.8	52.1	55.8	1.7
自己目標の明確度	40.8	45.0	2.0	42.3	47.0	2.2
コミュニケーション度	39.0	42.0	1.4	19.3	16.4	-1.3
所属集団の好意的反応度	56.6	60.2	1.6	49.9	51.4	0.7
コンテンツの合致度	53.1	62.3	4.3	60.9	57.6	-1.5
参加意欲度	70.7	61.3	-4.3	62.0	50.1	-5.9
参加積極度	51.3	45.3	-3.3	52.1	42.9	-5.1

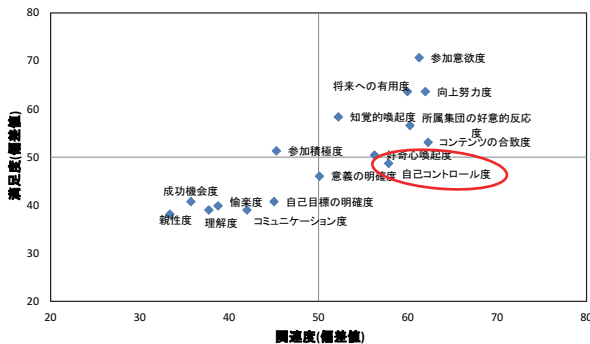


図 1 2019 年中期の CS グラフ

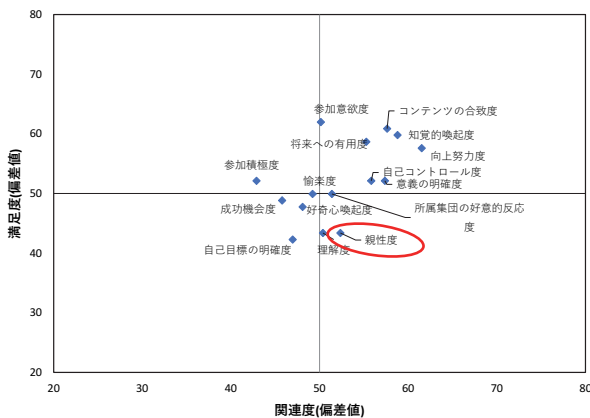


図 2 2023 年中期の CS グラフ

ン向上のためには、関連度は高いが満足度が低い項目、すなわち「自己コントロール度 (ILI=4.8)」の改善、工夫が効果的である。該当する数値の背景を黄色で示した。具体的には、最初はできそうな課題で「やればできる」という感覚をつかませながら、馴れた頃にチャレンジ精神をくすぐるような課題に挑戦させることで、学生に自らの工夫を生かした成功体験を与えるなどが有効であることが提案された。

2023 年は、関連度は高いが満足度が低い項目、すなわち「親性度 (ILI=5.0)」を改善、工夫することで、さらなるモチベーションの向上が期待できる。一般的には、学生になじみがある例や話題を取り入れながら、親しみやすい授業を工夫などが有効と考えられることが提案された。CS グラフを、図 1 と図 2 に示す。

6. 受講者の声

2023 年は後期のモチベーションが大幅に向上した。その原因を探るために、プログラムコンテストが終了した後に実施した、アンケート調査の自由記述の内容の抜粋を以下に示す[3]。自由記述の内容からも、モチベーションが喚起されていることがうかがえる。創作意欲や自分の成長を感じている内容が見受けられ、コンテストの達成感がうかがえる。

- ・この授業以外でもプログラミングの知識が役に立っていると感じる場面があつてうれしく感じています
- ・プログラミングは初めてだったため自分でオリジナルのものを作れた時には達成感があつた。
- ・プログラミングをさらに学びたいと感じられた。コンプロ II ではさらに難しいかつ面白いものを学べると思うので、良い作品に生かしていきたい。
- ・後期が始まったときはプログラミングコンテストの作品を作れるのか心配でしたが、授業を受けてきて、いろんな知識が身に付き最終的に作品が作れてとてもうれしかったです。これからもいろんな技術を身に付けてがんばりたいと思います。
- ・今回のコンテストを通して、自分の学んだ内容を生かして作品を作ることがとても面白く感じた。またこのような機会があればいいと思う。授業は復習がとにかく大事な科目だと感じている。これからもたくさんの技術を学んでいきたい。

7. 考察とまとめ

対面授業について、COVID-19 が感染拡大する以前と現在を比較し分析を行った。ニューノーマルな時代におけるプログラミング教育を探る中で、プログラミングの経験者も増加し、プログラムコンテストによって以前よりも「親しみやすい授業」が実現できるようになったと考えている。この授業に続く「コンピュータプログラミング II」でも、同様にモチベーションの向上を目指せるように努力したい。

参考文献

[1]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, 情報処理学会, 情報科学技術レターズ, Vol.3, no.3, pp.347-350, 2004
 [2]土肥紳一,今野紀子: オブジェクト指向プログラミング教育における講義環境の改善, 情報科学技術フォーラム, pp.237-238, 2023
 [3]コンピュータプログラミング I の web サイト, <https://dohi.chiba.dendai.ac.jp/~dohi/computer-programming-1/ad/>, 2023 年 12 月 31 日閲覧