

Processing による高校生を対象としたプログラミング入門体験 2

土肥紳一^{†1} 今野紀子^{†1}

Processing はプログラミングの入門者のために開発された言語である。Java 言語で開発されており Windows, Mac, Unix 上で利用できる。高校生を対象としたプログラミング入門体験の中で、Processing を活用した。スケッチという概念を持った Processing は、プログラミング入門体験を行う上で、高校生の学習意欲の向上に効果的であると考えた。昨年に引き続き、授業内容、授業中の観察、SIEM を活用したモチベーションの分析結果について述べる。

Using the Processing for Practice of Introduction to Computer Programming Education for High School Students no2

SHINICHI DOHI^{†1} NORIKO KONNO^{†1}

The Processing is programming language which was developed for novice programmer. It is developed by Java language, it operates on Windows, Mac and Unix operating systems. I introduced the processing to practice of Introduction to Computer Programming Education for high school students. The processing has unique idea of sketch, I thought that the processing is effective improvement of high school students' motivation in the practice of Introduction to Computer Programming Education. In continuously last year, we describe course contents, course observation, analysis result of students' motivation by the SIEM assessment standard.

1. はじめに

SSS2013 では、本学部が取り組んでいる高大連携型教育の中で、高校生を対象とした「プログラミング入門体験」について述べた[1]。その内容は、Processing を使い受講者の様子や受講前後のモチベーションの変化を分析したものである。筆者は、2013年に引き続き「プログラミング入門体験」を担当することになり、同じ担当者が同じ内容で講義と実習を行った。両年の分析結果の比較について述べる。

高大連携型教育の取り組みは 2008 年から続けており、2014 年は表 1 に示す講義内容で開講することになった。全体で 10 回の講義となっており、新任の先生を中心に、新しい内容を多く取り入れる配慮があった。講義は 10:00～11:50 に実施し、途中 10 分間の休憩を入れる。各講義は、学部内の教室で開講する。第 2 回の「プログラミング入門体験」は、50 分毎に区切り、前半 50 と後半 50 分の間に、10 分間の休憩を取り入れ実施した。高大連携型教育は、近隣の高等学校と協定を結び開催している。参加校へは、本学からの教育実習生の受け入れ先としてお願いする等、双方の信頼関係を築いている。長期的には、生徒がプログラミングに興味を持つ切っ掛けになることを期待している。

2013 年の受講者は、近隣の 2 つの高校へ通う生徒 22 名であった。男女の内訳は、女性が 3 名(13.6%)、男性が 19 名(86.4%)であった。2014 年は 28 名の参加があり、女性が 14 名(50.0%)、男性が 14 名(50.0%)であり、女性の割合が増加した。この様子を表 2 に示す。

学年の内訳は、2013 年は 1 年生が 14 名(63.6%)、2 年生が 5 名(22.7%)、3 年生が 3 名(13.6%)であった。2014 年は 1

表 1 講義内容

	実施日	担当講師「講義名」
第 1 回	5 月 17 日	新津先生「3 次元グラフィックスの世界」
第 2 回	5 月 24 日	土肥先生「プログラミング入門体験」
第 3 回	5 月 31 日	鶴田先生「億万長者の生みの親 OS」
第 4 回	6 月 21 日	宗野先生「整数論入門—無理数と超越数から見た近代数学」
第 5 回	6 月 28 日	今野先生「色彩心理学入門」
第 6 回	7 月 12 日	古賀先生「12 を法とする世界」
第 7 回	7 月 19 日	伊藤先生「『環境にやさしい』行動をうながすデザイン」
第 8 回	9 月 13 日	小川先生「インターネットの仕組みと未来」
第 9 回	9 月 20 日	大島先生「次世代ソーシャルロボットが可能にする近未来の日常生活を考えよう」
第 10 回	9 月 27 日	木村先生「ユーザ心理に基づいた ICT リテラシーのデザイン」

表 2 「プログラミング入門体験」受講者の性別の内訳

	人数			割合(%)		
	女性	男性	合計	女性	男性	合計
2013 年	3	19	22	13.6	86.4	100.0
2014 年	14	14	28	50.0	50.0	100.0

表 3 「プログラミング入門体験」受講者の学年の内訳

	人数			割合(%)		
	1 年	2 年	3 年	1 年	2 年	3 年
2013 年	14	5	3	63.6	22.7	13.6
2014 年	15	7	6	53.6	25.0	21.4

年生が 15 名(53.6%)、2 年生が 7 名(25.0%)、3 年生が 6 名(21.4%)と、3 年生の割合が増加した。この様子を表 3 に示す。名簿を確認した所、2014 年の 3 年生 6 名の内、男女各 1 名はリピーターであることも分かった。

2. 講義内容について

高校生を対象に Java 言語を利用する事は、学部のコンピュータプログラミングの講義を担当する中で、無理があることを認識している。Java は文字を表示するだけのプログ

^{†1} 東京電機大学 情報環境学部
Tokyo Denki University, School of Information Environment.

ラムでも、多くの「おまじない」を入力する必要がある。さらに、「おまじない」の中には、小括弧、中括弧、大括弧と複数種類の括弧が出現し間違いやすい。図1と図2は、本学部で開講している「コンピュータプログラミング A」の授業で、はじめてプログラムを入力した時のプログラム例と、エラーが出なくなるまでのコンパイル回数を示したものである。1回で完了できる割合は、平均すると約50%である。初学者にとって、「おまじない」の敷居が高いことが伺える。さらに、エディタを使ってプログラムを入力し、これを保存し、コンパイルし、実行する操作は、煩雑さを増す。これに拍車をかけて、コンパイルエラーや実行時のエラーが発生すると、授業崩壊になりかねない。

```
public class A2_0{
    public static void main(String[] args){
        System.out.print("Sie Taro");
    }
}
```

図1 最初のプログラミングの例

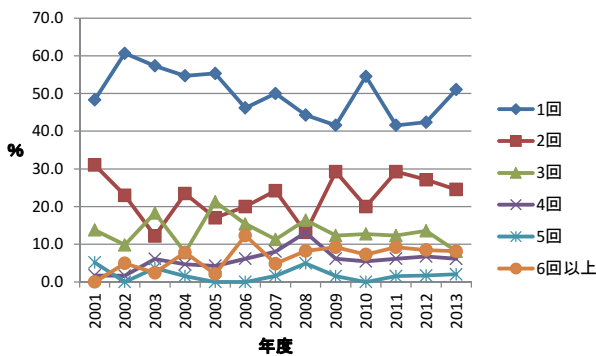


図2 コンパイルエラーが出なくなるまでの回数

高大連携型教育の講義では、大学生が学んでいる環境に可能な限り近付けて体験してもらうことが重要である。さらに講義名から「体験」を目的としており、生徒が教わったことを直ぐに体験できることに主眼を置き、昨年と同様に、以下の目標を立てながら講義を実施した。

- ① キーボードの操作が不慣れな生徒でも、講義に十分に付いて行けるよう配慮する。
- ② 可能な限り普段のプログラミングの講義に近付ける。
- ③ 「順次」「分岐」「反復」の概念を体験してもらう[2]。
- ④ 受講前後の生徒のモチベーションを測定する。

講義の前半では、計算機はプログラムで動作している事、プログラム言語は沢山ある事、Processingの統合環境、プログラムの入力方法、実行方法を説明しながら少しずつプログラムを追加し説明を行った。さらに受講者の様子を観察しながらスモールステップを多く取り入れた。前半はellipse, size, rect, line関数を使う。要領がつかめて来ると、座標や大きさなどを色々変えながら、その変更により計算機が

従っている事を体験した。後半は、for文を使って、計算機は繰り返しが得意である事を体験した。setupやdraw関数を定義し、マウスの座標の入力を行いながら、ellipseやlineと組み合わせ、手の動きと連動しながら図が描ける事を体験した。if文を取り入れ、マウスのボタンが押された時に、図形を黒く塗りつぶせるように変更した。Processingのサイトには豊富なサンプルプログラムやマニュアルが公開されており、これらも活用した[3]。

3. 教室の形状

2013年に使用したi-roomは、筆者が「コンピュータプログラミング A」の授業で使用している教室である。学生諸君は個人所有のノートPCを持参して講義を受けるが、これを模倣するために大学所有のWindows 7のノートPCを貸し出した。教室は教材提示用のスクリーンが3面に分散配置され、机が8箇所設置されている。受講者と教授者の座席は、○と●で示した。この様子を図3と図4に示す。講義は、網掛けを行った6つの机を使った。i-roomへノートPCを運搬する事は大変であった。i-roomの建屋は、ノートPCを借用する建屋と異なるため、建屋間の移動が発生する。さらにi-roomは2階にあり、そこにはエレベータが無い。人海戦術で運搬する必要があった。

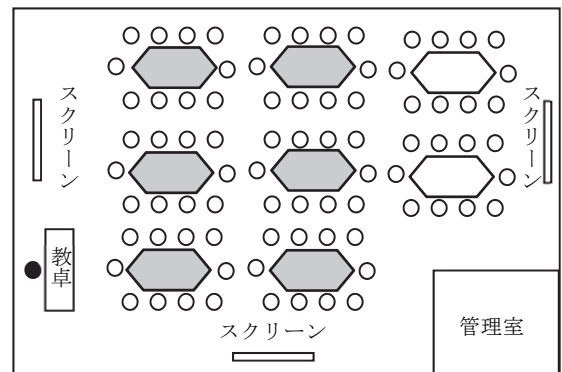


図3 i-roomのレイアウト



図4 i-roomの様子

2014年に使用した207室は、筆者が導入教育の「カリキュラム計画」の授業で使用している教室である。この教室は、典型的な講義形式の教室である。最大で189名を収容できる。「カリキュラム計画」の授業では、隣接する同じ形状の208教室と連携して使用し、約300名の新入生を一斉に指導する。なおi-roomから207室へ変更した理由は、受講者が50名を超える可能性があった事、ノートPCの運搬が容易であった事が挙げられる。教室には教材提示用のスクリーンが教卓側に3面配置されている。講義では両端の2面を使用した。受講者と教授者の座席は、○と●で示した。この様子を図5と図6に示す。実習時の机上のスペース確保と、隣同士で相談しやすい環境を考慮し、1つの机には2名を割り当てた。講義は、網掛けを行った14個の机を使った。207室はノートPCを借用する建屋と同じであり、エレベータも付いておりノートPCの運搬は容易であった。

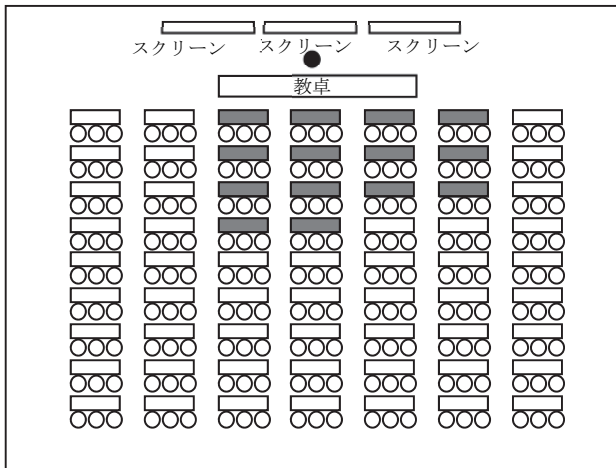


図5 207室のレイアウト



図6 207室の様子

4. 受講者の様子

Processingにおける「Hello World」に相当するプログラムは、円の表示から始まる。テキストエディタに楕円を表示する関数を記述し、実行をクリックすると、その結果が

```
ellipse(50, 50, 80, 80);
```

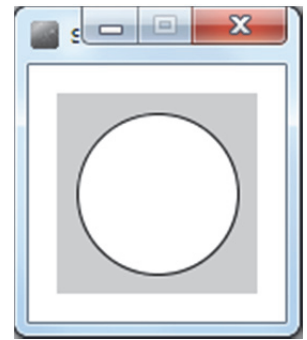


図7 初めてのプログラムと実行結果

即座に表示され、プログラムを保存すること無く実行できる。最初のプログラムと実行結果を図7に示す。スモールステップを多く取り入れ、全体の進行は細かく同期をとった。わずか1行のプログラムであるが、`ellipse(50, 50, 80, 80);`や`ellipse(50, 50, 80, 80,);`などの入力ミスが発生した。

Processingは、少ないキー入力力でプログラムを試すことができるが、どうしてもタイピングに不慣れた生徒がいる。キーボードから入力すべき文字を発見するのに時間がかかり、講義の進行から遅れる生徒も出た。また、英単語のスペルミス、一例であるが`draw`を`drow`と入力し、その誤りに、なかなか気が付かない生徒もいた。ささいな誤りや、タイピングと言った身体能力の差が、プログラミングの楽しさから遠ざかる切っ掛けになってしまう。この問題を回避するために、少し説明した後は、直ぐ試してもらうように指導し、机間指導を重視した。また、引率の先生1名も、苦戦している生徒の支援に自主的に加わっていただいた。その他、Processing固有の問題があり、2台のノートPCがProcessingを起動できない障害が発生した。総合メディアセンターにて調査していただいたところ、バグがあるとの情報が公開されていることが判明した。

講義の例の中には、マウスで描いた図をマウスのボタンを押すと塗りつぶせる例がある。昨年同様に、一生懸命、塗りつぶす生徒が現れた。この様子を図8に示す。しばらくすると、塗りつぶす色を変更したり、円を大きくし塗りつぶす面積を増やしたり、ウインドウを大きくする等、より独創的なプログラムに改造する生徒が現れた。プログラミングを学ぶためには、数学や理科の基礎知識に基づく法則や理論の活用が必要な事、多くのプログラム言語は英語圏で開発されており、英語の基礎知識が必要であることを説明した。最後に、プログラミングを本格的に学ぶためには、情報系の大学へ進学する事を説諭し、講義を終了した。

5. モチベーションの測定

「プログラミング入門体験」が、受講者のモチベーションにどのような影響を与えたかを測定した。測定方法は本学部のプログラミングの授業で継続的に実践活用しているSIEMアセスメント尺度を使い、アンケート調査を行った。

```
void setup() {
  size(480, 240);
}
void draw() {
  if (mousePressed) {
    fill(0);
  } else {
    fill(255);
  }
  ellipse(mouseX, mouseY, 80, 80);
}
```

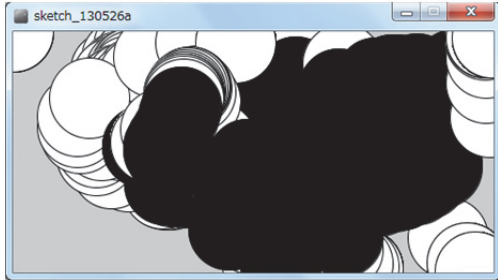


図 8 円の塗りつぶしの例

表 4 SIEM アセスメント尺度

因子 1：授業構成因子	
(1) 成功機会度	授業中にできた・わかったという実感がありますか。
(2) 親性度	授業の内容は親しみやすいですか
(3) 愉楽度	このプログラミングの授業は楽しいと思いませんか。
(4) 理解度	このプログラミングの授業は理解しやすいですか。
(5) 知覚的喚起度	自分が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) 意義の明確度	授業の意義や目的がはっきりしていますか。
(7) 好奇心喚起度	授業では好奇心を刺激されますか。
因子 2：自発性因子	
(8) 将来への有用度	将来に役立つと思いますか。
(9) 向上努力度	もっとプログラミングの勉強を努力しようと思いませんか。
(10) 自己コントロール度	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せんか。
(11) 自己目標の明確度	自分の到達すべき学習の目標がはっきりしていますか。
因子 3：双方向性因子	
(12) コミュニケーション度	授業中、学生・教員などとのコミュニケーションはありますか。
(13) 所属集団の好意的反応度	教員やクラスのメンバーは好意的ですか。
(14) コンテンツの合致度	演習問題などは授業内容と一致していますか。
因子 4：参加性因子	
(15) 参加意欲度	休まずに出席しようという意欲が起こる授業ですか。
(16) 参加積極度	授業での自分の参加態度は積極的ですか。
モチベーション評価項目	
(17) 重要度	プログラミングを学習することは重要だと思いますか。
(18) 現状認知度	現在の時点で、プログラミングの知識・技術は身につけていると思いませんか。
(19) 期待度	もっとプログラミングの知識や技術を高めたいと思いませんか。

SIEM アセスメント尺度は ARCS モデルを基に作成した尺度である[4]。これはプログラミング入門教育を対象に、モチベーションの向上を目指す研究の中で完成した[5]。この尺度は表 4 に示す。各項目について、5 段階のリッカート

尺度で回答を求める。モチベーションは、調査項目の「(17)重要度」と「(19)期待度」の積で算出する。したがって、モチベーションの最小値は1,最大値は25に定量化される。アンケート調査は「スキャネットシート」を使い、集計ソフトは「カンマくん2」を使用した。回答例を図 9 に示す。

講義は1回で完結するため、受講前の状況は、「(20) 授業を受ける前、プログラミングを学習することは重要だと思いませんか。」「(21) 授業を受ける前、プログラミングの知識・技術は身につけていると思いませんか。」「(22) 授業を受ける前、もっとプログラミングの知識や技術を高めたいと思いませんか。」を追加した。

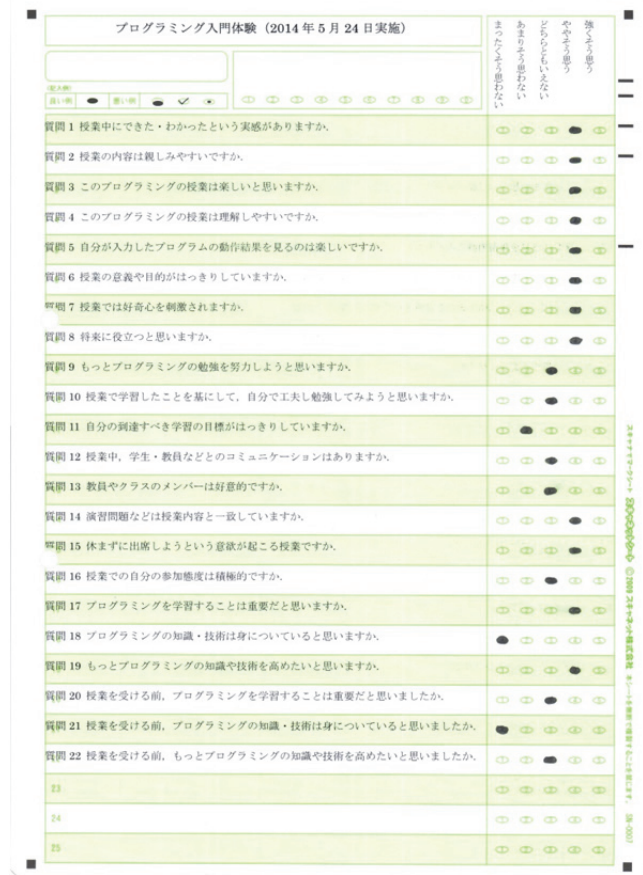


図 9 「スキャネットシート」を使った回答例

6. モチベーションの分析と考察

(1) 基本統計量の分析

2013 年のモチベーションは、受講前(16.8)から受講後(19.9)にかけて 3.1 上昇した。同様に 2014 年のモチベーションは、受講前(12.8)から受講後(17.3)にかけて 4.5 上昇した。この様子を表 5 に示す。なお、2014 年の受講後は、モチベーションの評価項目にマーク漏れが 2 件発生したため、これを除いて分析した。表の中の n は有効回答数を、MV はモチベーションを示している。

表 5 基本統計量

		2013年		2014年	
		受講前 n=22	受講後 n=22	受講前 n=28	受講後 n=26
全体	平均	16.8	19.9	12.8	17.3
	標準誤差	1.4	1.1	1.3	1.2
	中央値	16.0	20.0	12.0	16.0
	最頻値	25.0	25.0	12.0	16.0
	標準偏差	6.5	5.2	6.7	6.3
	分散	42.7	26.8	44.5	39.7
	尖度	-1.5	-0.9	-0.5	0.3
	歪度	0.0	-0.5	0.3	-0.6
	範囲	17.0	16.0	24.0	24.0
	最小	8	9	1	1
	最大	25	25	25	25
合計	369	437	357	450	
上位群 20 ≤ MV	人数(%)	45.5	63.6	21.4	42.3
	MVの平均	23.0	23.2	22.5	23.2
中位群 10 ≤ MV < 20	人数(%)	31.8	31.8	39.3	50.0
	MVの平均	13.9	14.7	13.8	14.5
下位群 MV < 10	人数(%)	22.7	4.5	39.3	7.7
	MVの平均	8.4	9.0	6.4	3.5

表 6 モチベーションの推移

	前期	中期	後期
2004年	22.3	19.8	19.4
2005年	20.1	19.1	19.0
2006年	20.7	20.7	19.4
2007年	19.9	20.1	18.1
2008年	20.8	19.3	17.6
2009年	19.0	19.3	18.0
2010年	20.9	20.3	19.9
2011年	20.0	19.6	16.9
2012年	22.6	18.5	18.3
2013年	20.8	20.3	19.8
2013年高	16.8	-----	19.9
2014年高	12.8	-----	17.3

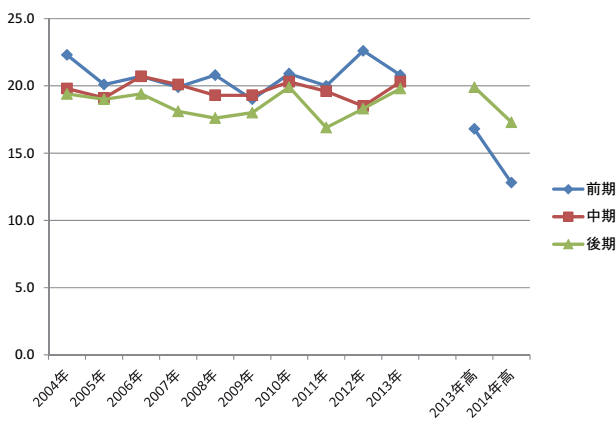


図 10 モチベーションの推移

「コンピュータプログラミング A」の2004年から2013年までの、前期、中期、後期におけるモチベーションと、「プログラミング入門体験」の2013年と2014年の、受講前、受講後の推移を表6と図10に示す。なお、「プログラミング入門体験」のラベルは「2013年高」と「2014年高」

で示した。受講前(前期)のモチベーションは「コンピュータプログラミング A」と比較すると、かなり低いことが伺える。特に2014年は12.8と著しく低くなった。主な原因は、開催場所が、i-room(斬新な教室)から207(講義形式の教室)へ移った事が、受講前のモチベーションを低下させた可能性が有る。図6に示した通り207室は講義形式の教室である。高大連携型教育の1回目から使用しており、教室の目新しさが感じられなかった事が考えられる。2013年の開催では、1回目は講義室を使ったが、2回目はi-roomを使った。この教室は図4に示した通り、グループ学習向けの斬新な教室であり、生徒にとって新鮮な印象を与え、この事が受講前のモチベーションを喚起したと考えている。

その他、「2013年高」の受講前後の有効データ22名について、一対の標本による平均のt検定を実施した。その結果、後期のモチベーションは、1%水準で有意な上昇が認められた[t(21)=-3.13, p<0.01]。同様に「2014年高」の有効データ26名について、t検定を実施した。その結果、後期のモチベーションは、1%水準で有意に上昇したことが認められた[t(25)=-3.92, p<0.01]。

(2) CS分析

受講者のモチベーションに繋がる要因と満足度について、CS(Customer Satisfaction)分析を施行した。CS分析は、顧客満足度を調査する目的で使われる手法であり、授業評価でも活用されている[6]。CS分析をSIEMの分析に加えることで、モチベーションの満足度と改善すべき要因を明確にできる。CS分析の導入に伴い、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、目的変数と説明変数との単相関係数を関連度、説明変数の評価値(平均値)を満足度とする。

$$L = \sqrt{(RLD - 50)^2 + (SLD - 50)^2} \tag{1}$$

$$ILI = \frac{L(90 - \theta)}{90}$$

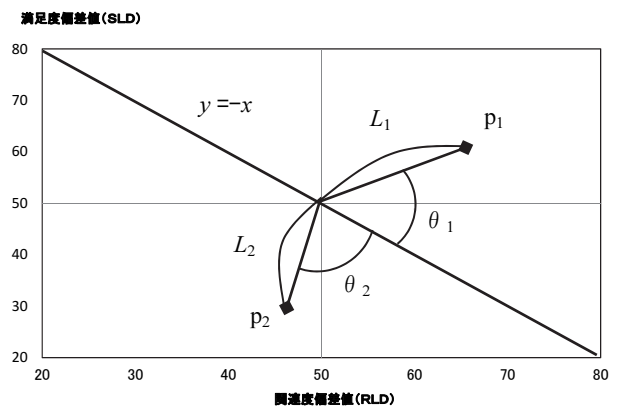


図 11 CS グラフと改善度指数(ILI)の関係

さらに、各々を偏差値化し、関連度偏差値(RLD: Related Level Deviation score), 満足度偏差値(SLD: Satisfaction Level Deviation score)と呼ぶ。改善度指数(ILI: Improvement Level Index)は、CS分析によって得られたRLDとSLDを使って求めることができる。ILIの算出は以下の通りである。CSグラフから、RLDとSLDが50になる点を原点とする。原点から各SIEMアセスメント項目までの距離 L と、直線 $y = -x$ とのなす角度 θ ($0 \leq \theta \leq 180$)を使い、(1)式で算出する。点 P_1 と点 P_2 を例に、長さ L_1, L_2 と $y = -x$ とのなす角度 θ_1, θ_2 を図11に示す。図12はILIを等高線表示したものであり、右下に行くほど高くなる特徴が伺える。

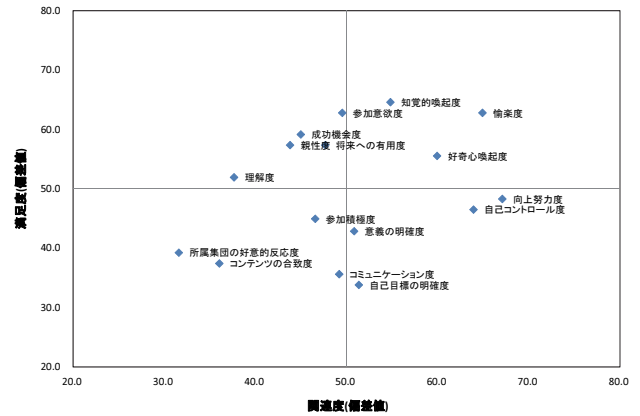


図13 CSグラフ(2013年)

表7 CS分析による改善度指数(2013年)

SIEMアセスメント項目	評価値	SLD	RLD	ILI
成功機会度	4.5	59.1	45.0	-8.5
親性度	4.5	57.3	43.8	-9.1
愉楽度	4.6	62.8	64.9	1.0
理解度	4.3	51.9	37.7	-7.5
知覚的喚起度	4.6	64.6	54.8	-4.6
意義の明確度	4.1	42.9	50.8	4.1
好奇心喚起度	4.4	55.5	59.9	2.0
将来への有用度	4.5	57.3	47.7	-5.4
向上努力度	4.2	48.3	67.1	9.7
自己コントロール度	4.2	46.5	63.9	9.5
自己目標の明確度	3.9	33.8	51.4	9.0
コミュニケーション度	3.9	35.6	49.2	6.7
所属集団の好意的反応度	4.0	39.2	31.6	-3.5
コンテンツの合致度	4.0	37.4	36.1	-0.6
参加意欲度	4.6	62.8	49.5	-6.7
参加積極度	4.1	44.9	46.6	0.7

の合致度」は負の値となっており、モチベーションへの成果が認められた。さらなるモチベーション向上のためには、関連度は高いが満足度が低い項目、すなわち「向上努力度(9.7)」「自己コントロール度(9.5)」「自己目標の明確度(9.0)」の改善、工夫が効果的である。具体的には、「向上努力度」に関しては、プログラミングの勉強を努力することで今以上に向上できることを説諭し励ます。「自己コントロール度」に関しては、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、生徒に自らの工夫を生かした成功体験を与える。「自己目標の明確度」に関しては、今回、高大連携型教育の「プログラミング入門体験」という枠組みでの授業であり、まずは体験するといったことが目的となっているため、生徒に自らの到達すべき学習の目標を立てさせることはしていない。今後、彼らが自己の学習到達目標を明確化することで、さらに学習モチベーションは向上すると思われる。

(4) 2014年のCS分析結果と今後への提案事項

図14は2014年のCSグラフである。モチベーションは、関連度では「向上努力度(69.4)」「将来への有用度(62.6)」「自己コントロール度(61.3)」「好奇心喚起度(57.7)」が強く関与

満足度偏差値(SLD)

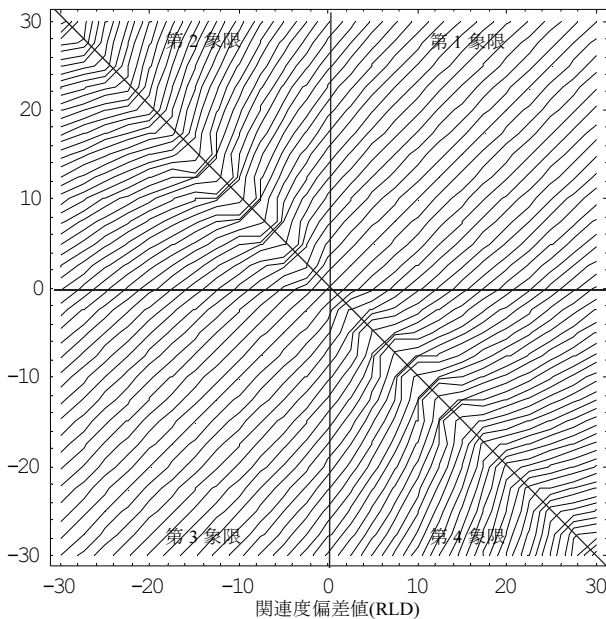


図12 改善度指数(ILI)の等高線表示

(3) 2013年のCS分析結果と今後への提案事項

図13は2013年のCSグラフである。縦軸が満足度偏差値(SLD)、横軸がモチベーションとの関連性を表す関連度偏差値(RLD)となっている。CS分析の結果、モチベーションは、関連度では「向上努力度(67.1)」「愉楽度(64.9)」「自己コントロール度(63.9)」「好奇心喚起度(59.9)」が強く関与していることが判明した。また、満足度では「知覚的喚起度(64.6)」「愉楽度(62.8)」「参加意欲度(62.8)」「成功機会度(59.1)」が高くなり、これらがモチベーションに繋がった。これらの様子を表7に示す。改善度指数(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[7]。

今後への提案事項では、改善度指数が5以上である項目のうち上位2項目を目安にし、改善が効果的であると判断される項目について提案する。表7の結果から、「親性度」「成功機会度」「理解度」「参加意欲度」「将来への有用度」「知覚的喚起度」「所属集団の好意的反応度」「コンテンツ

していることが判明した。また、満足度では「知覚的喚起度(66.3)」「愉楽度(61.9)」「好奇心喚起度(60.8)」「成功機会度(58.6)」「参加意欲度(58.6)」が高くなっていった。この様子を表 8 に示す。さらなるモチベーション向上のためには、関連度は高いが満足度が低い項目、すなわち「向上努力度(ILI=19.1)」「自己コントロール度(ILI=16.6)」の改善、工夫が効果的である。具体的な改善策は、2013 年と同様である。

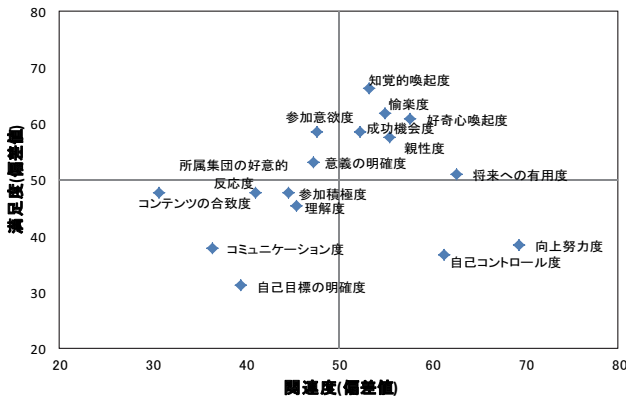


図 14 CS グラフ (2014 年)

表 8 CS 分析による改善度指数 (2014 年)

SIEM アセスメント項目	評価値	SLD	RLD	ILI
成功機会度	4.3	58.6	52.4	-3.0
親性度	4.2	57.5	55.5	-0.9
愉楽度	4.4	61.9	55.0	-3.2
理解度	3.8	45.4	45.4	0.0
知覚的喚起度	4.5	66.3	53.3	-6.2
意義の明確度	4.1	53.1	47.3	-4.0
好奇心喚起度	4.3	60.8	57.7	-1.4
将来への有用度	4.0	50.9	62.6	5.8
向上努力度	3.6	38.4	69.4	19.1
自己コントロール度	3.5	36.6	61.3	16.6
自己目標の明確度	3.4	31.1	39.5	3.8
コミュニケーション度	3.6	37.7	36.5	-0.6
所属集団の好意的反応度	3.9	47.6	41.1	-3.1
コンテンツの合致度	3.9	47.6	30.7	-8.2
参加意欲度	4.3	58.6	47.6	-6.0
参加積極度	3.9	47.6	44.6	-1.4

(5) CS 分析による象限の推移の分析結果

CS 分析結果の特徴を探るために、SIEM アセスメント項目が CS グラフの何象限に現れたかに着目し、2 年間の推移を調査した。第 1 象限は関連度が高く、満足度も高い領域であり、重点維持分野と呼ばれている。これまでモチベーションを高めるために行ってきた努力の蓄積である。第 2 象限は満足度が高く、そのまま維持することが求められる領域であり、維持分野と呼ばれている。第 3 象限は関連度が低いものの満足度も高く無く、改善分野と呼ばれている。第 4 象限は関連度が高いが、満足度が低い領域であり、重点改善分野と呼ばれている。したがって、第 4 象限に存在する項目が優先して改善すべきものとなり、図 12 に示した通り、右下に存在するほど優先順位が高くなる。第 4 象

限(重点改善分野)に着目すると、「向上努力度」「自己コントロール度」が現れた。この様子を表 9 に示す。このような結果になるのは 1 回で講義が完結するためであり、継続して開催できれば、これらの項目の改善が可能となる。

表 9 CS 分析による象限の推移

SIEM アセスメント項目	2013 年	2014 年
成功機会度	2	1
親性度	2	1
愉楽度	1	1
理解度	2	3
知覚的喚起度	1	1
意義の明確度	4	2
好奇心喚起度	1	1
将来への有用度	2	1
向上努力度	4	4
自己コントロール度	4	4
自己目標の明確度	4	3
コミュニケーション度	3	3
所属集団の好意的反応度	3	3
コンテンツの合致度	3	3
参加意欲度	2	2
参加積極度	3	3

(6) マッチングの分析結果

マッチングは、表 7 と表 8 の評価値をレーダーチャートで示した。教授者と受講者の間で良好な関係が成り立っていれば各項目の値は 5 に近づき、逆の場合は 1 に近づく。

2013 年は、「成功機会度」「親性度」「愉楽度」「知覚的喚起度」「好奇心喚起度」「将来への有用度」, 「参加意欲度」が高く、「自己目標の明確度」「コミュニケーション度」「所属集団の好意的反応度」「コンテンツの合致度」が低目の結果となった。この様子を図 15 に示す。

2014 年は、「成功機会度」「親性度」「愉楽度」「知覚的喚起度」「好奇心喚起度」「将来への有用度」, 「参加意欲度」が高くなった。特に、「知的喚起度」が顕著に高くなった。「自己コントロール度」「自己目標の明確度」「コミュニケーション度」が低目の結果となった。この様子を図 16 に示す。2014 年は 2013 年の評価値を上回る項目は無かった。

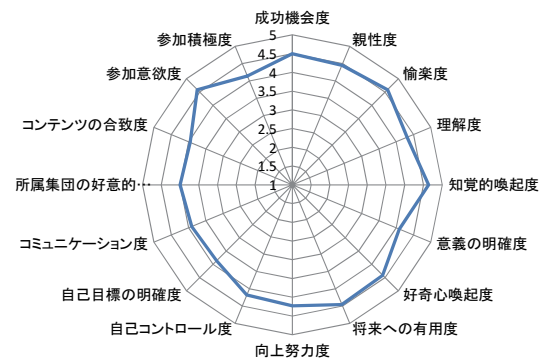


図 15 マッチングの状況 (2013 年)

表 11 モチベーション推移のパターン

推移のパターン	2013年		2014年	
	人数	割合(%)	人数	割合(%)
HH	9	40.9	6	23.1
HM	1	4.5	-----	-----
LH	1	4.5	2	7.7
LL	1	4.5	1	3.8
LM	3	13.6	8	30.8
MH	4	18.2	3	11.5
ML	-----	-----	1	3.8
MM	3	13.6	5	19.2
合計	22	100.0	26	100.0

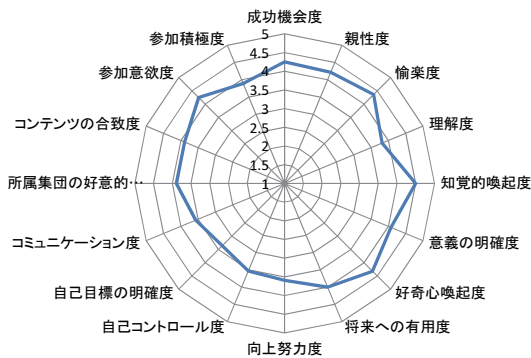


図 16 マッチングの状況(2014年)

2014年の受講前のモチベーションが大きく低下した原因は、教室変更の影響を疑った。もし、その影響があるならば、「コミュニケーション度」や「所属集団の好意的反応度」に顕著な差が出ると考えられるが、顕著な差は見られなかった。講義内容および教授者が同じである事から、受講者の属性の変化による影響が原因として考えられる。

(7) モチベーションの推移

モチベーションの推移は、受講後のモチベーションから受講前のモチベーションの差を求め分析した。2013年は差が正になった(モチベーションの向上が見られた)生徒は10名(45.5%)、変化が無かった生徒は11名(50.0%)、低下した生徒は1名(4.5%)であった。2014年は、差が正になった生徒は17名(65.4%)、変化が無かった生徒は6名(23.1%)、低下した生徒は3名(11.5%)であった。この様子を表10に示す。2014年はモチベーションの向上の割合が65.4%と、2013年よりも約20%高いことが分かった。

さらにモチベーションの推移をパターン化するために、表5に示した上位群、中位群、下位群の3つについてH, M, Lの記号を割り当て、受講前と受講後の状態を文字列で表現した。この様子を表11に示す。2013年は、モチベーションの向上ではMHが4名(18.2%)と最も多く、LHが1名(4.5%)、LMが3名(13.6%)であった。逆にモチベーションが低下したのは、HMの1名(4.5%)だけであった。LLが1名(4.5%)いた。2014年は、モチベーションの向上ではLMが8名(30.8%)と最も多く、LHが2名(7.7%)、MHが3名(11.5%)であった。逆にモチベーションが低下したのは、MLの1名(3.8%)であった。LLが1名(3.8%)いた。

表 10 モチベーションの推移

モチベーション の推移	2013年		2014年	
	人数	割合(%)	人数	割合(%)
向上	10	45.5	17	65.4
変化無し	11	50.0	6	23.1
低下	1	4.5	3	11.5
合計	22	100.0	26	100.0

7. まとめ

高校生は、将来の進路に応じて就職組と進学組に分かれ、さらに進学組は文系と理系に分かれる。理系は全体の2~3割と少なく、女性の割合は極めて少ないのが現実である。2014年の女性の参加割合が50%に至った事は、将来、理系以外を目指す生徒が多く参加した事が考えられる。2014年の受講前のモチベーションが大きく低下した原因は、当初、教室変更の影響を疑ったが、受講者の属性の変化であった事が考えられる。さらに、「プログラミング入門体験」の受講によって、受講後のモチベーションが大幅に向上した事から、女性にプログラミングの興味を持ってもらう事が効果的であると考えられる。その他、講義の最後にProcessingはインターネットからダウンロードして使える事を補足説明したところ、自宅にパソコンが無く、試したくても試せない生徒の存在も明らかになり、問題の奥深さも伺えた。

2014年5月17日に、高校教科「情報」シンポジウム2014春 in 関西が開催された。第2回大学情報入試全国模擬試験の実施概要と結果では、プログラミングに関する試験結果は惨憺たるものであった事が報告された。多くの生徒がプログラミングの面白さを知る、最初の切っ掛け作りが必要であることを痛感した。「プログラミング入門体験」がその第一歩となる様に、今後も地道に取り組みたい。

本研究の一部は、科学研究費補助金(基盤研究(C)課題番号24501214)、東京電機大学総合研究所研究(Q12J-02)として行っている。

参考文献

- 1) 土肥紳一, 今野紀子: Processingによる高校生を対象としたプログラミング入門体験, 情報処理学会, 情報教育シンポジウムSSS2013論文集, Vol.2013, no.2, pp.217-224, 2013
- 2) 久野 靖, 辰己丈夫, 中野由章, 西田知博他: 情報科教育法改訂2版, オーム社
- 3) Processing: <http://www.processing.org/>
- 4) J.M.Keller, K.Suzuki: Use of the ARCS motivation model in courseware design (Chapter 16). In D.H. Jonassen(Ed.), Instructional designs for microcomputer courseware. Lawrence Erlbaum Associates, U.S.A, 1988
- 5) 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, 情報科学技術フォーラム情報科学技術レターズ, 3-3, pp.347-350, 2004
- 6) 南 学, 学生による授業評価へのCS分析の適用, 三重大学教育学部附属教育実践総合センター紀要, pp.29-34, 2007
- 7) 菅 民郎, らくらく図解アンケート分析教室, オーム社, 2007