

SIEM を導入したプログラミング入門教育におけるペンタブレットの効果

土肥 紳一, 宮川 治, 今野 紀子

東京電機大学 情報環境学部

dohi@chiba.dendai.ac.jp

概要：プログラミング入門教育においてペンタブレットを活用するようになり、教授者が思い描いた補足説明を、ソースプログラムや電子的に公開された講義ノートの上に自由に描画できるようになった。スクラッチプログラミングを実践しながら授業を実施する中で、テキストエディタに入力されたソースプログラムは、文字が平面的に配置されているだけであったが、ペンタブレットの活用によって黒板に近い感覚で提示できるようになり、非常に好評である。教授者の手描きによる情報がどのように役立っているのかについて、2011年度と2012年度に実施した「コンピュータプログラミング A」のアンケート調査結果を基に分析した。本論文では、その結果について述べる。

1 はじめに

昨年開催された AXIES では、オブジェクト指向の入門を学習する「コンピュータプログラミング B」を対象に、ペンタブレット導入前後におけるモチベーションの変化を分析した[1]。その結果、ペンタブレット導入以前の 2010 年度と比較し、導入後の 2011 年度は、手描きによって受講者が今どこに注目すべきかを明示できるようになり、授業の前期から後期にかけて低下気味であったモチベーションは低下を抑えられるようになった。長年、モチベーションのモニタリングを研究してきた中で、ペンタブレットの導入効果をモチベーションの推移で分析できたことは、モチベーションの向上を目指した教授法 SIEM(ジーム School of Information Environment Method)の活用における大きな成果であると考えている[2]。

具体的には、ペンタブレットの導入によって、教授者が説明のために頭の中で思い描いていることを、授業の進行に合わせ、素直に表現できるようになったことである。受講者の思考対象となっているソースプログラム上に補足説明を描くことによって、教授者から受講者へ素直に情報伝達が行えるようになった。教授者の手描きによる情報がどのように役立っているのかについて、2011年度と2012年度に実施した手続き型のプログラミングの入門を学ぶ「コンピュータプログラミング A」を対象にアンケート調査を行い分析した。

すべての科目が選択科目である中、「コンピュータプログラミング A」は、2011年度から「コンピュータプログラミング B」の事前履修条件になり、新入生にとって「コンピュータプログラミン

グ A」が最初のプログラミングの授業になった。

2 受講者について

2.1 受講者のプログラミング経験

情報環境学部に入學して来る新入生のプログラミング経験は、昨年報告と同様に約 20%で止まっている。この様子を図 1 に示す。高等学校では 2003 年度から普通教科「情報」が開講されたものの、プログラミングの経験者を大きく増やすまでには至っていないことが伺える。このことは、多くの高等学校で「情報 A」が開講されており、情報の科学的な理解を目的とした「情報 B」を採用している高校が少ないことと一致する[3]。

わずかではあるが 2008 年度から 2012 年度にかけて、微増の傾向が伺える。2013 年度から新学習指導要領が始まり、「情報 A」「情報 B」「情報 C」が、「社会と情報」「情報の科学」に替わる。新カリキュラムによって、プログラミング経験者が今後どのように変化するのが注目される。

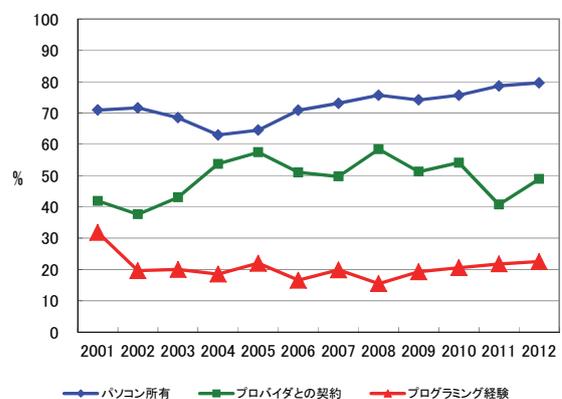


図 1 新入生のプログラミング経験等の推移

2.2 初めてのコンパイル

「コンピュータプログラミング A」では、初めて Java のソースプログラムを入力し、コンパイルを行う場合、エラーが出なくなるまでのコンパイル回数を調査している。使用するプログラムは、図 2 に示す短いものである。受講者はプログラムの内容について説明を受ける前に、この通り入力し、コンパイルを行う。したがって、受講者には単に文字列が並んでいるだけに見える。図 3 はエラーが出なくなるまでの回数を示したものである。2012 年度は 2011 年度と類似していることが分かった。年度による差はあるものの、1 回のコンパイルでエラーが出なかった割合は、平均すると約 50% であり、これを基準に ±10% に収まっている。同様に 2 回のコンパイルでエラーが出なくなった割合は、平均すると約 20% であり、これを基準に ±10% に収まった。この結果は、わずか 5 行の短いプログラムであるが、初学者にとって正しく入力することの難しさを示している。

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

図 2 最初のプログラミングの例

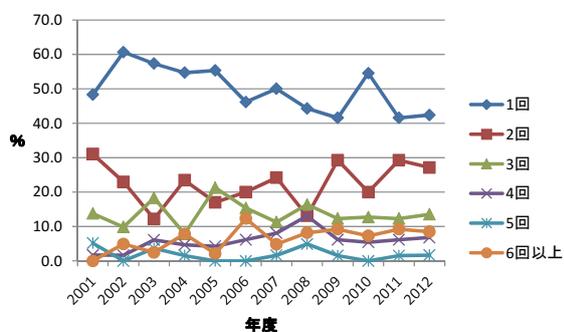


図 3 コンパイルエラーが出なくなるまでの回数

3 SIEM について

筆者らは、プログラミング入門教育を対象に、受講者のモチベーションの向上を目指す研究を行っている。SIEM は、これを実現するために開発した教授法である。1988 年に米国で公開された、Keller, J.M の ARCS 理論の動機付けモデルを基に[4]、独自の教授法と表 1 に示す SIEM アセスメント尺度を開発し、客観的な分析および授業改善策を提案できるようになった[5]。

モチベーションは、表 1 に示す SIEM アセスメント尺度の「(17)重要度」と「(19)期待度」につい

て、それぞれ 5 段階リッカート尺度で求め、両者の積から算出する。したがって、モチベーションの最小値は 1、最大値は 25 になる。

表 1 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えますか。
(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すか。
(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すか。
(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すか。
(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すか。

4 授業実施形態

4.1 授業実施形態

授業は、1 コマ 50 分をベースに、途中 10 分の休憩を挟みながら、2 コマ連続で実施する。さらに、週 2 回実施するため、授業回数は 27 回におよぶ。授業内容を表 2 に示す。「コンピュータプロ

「プログラミング A」は受講者が多いため、5 クラスに分割して実施している。授業の支援スタッフは、原則として TA と SA が各 2 名付く。なお、科目は全て選択科目となっており、必修科目が無い代わりに事前履修条件を導入している。授業料は学費単位従量制を導入している。

表 2 授業内容

1回目	ガイダンス, Java, サクラエディタのインストール等
2回目	プログラムの入力, コンパイル, 実行について
3回目	文字列の表示について
4回目	繰り返しについて1
5回目	繰り返しについて2
6回目	プログラムの分割
7回目	変数のスコープ
8回目	引数
9回目	String 型
10回目	返却値
11回目	整数の返却値, API 仕様等
12回目	総合復習
13回目	中間試験
14回目	条件分岐
15回目	多重分岐
16回目	キーボードからの入力
17回目	コマンドプロンプトからの入力
18回目	配列
19回目	振り出しから振り出しの呼出し
20回目	Janken クラスの作成
21回目	ジャンケンゲームの完成
22回目	数当てゲームの作成
23回目	ファイルの入出力
24回目	総合復習 1
25回目	総合復習 2
26回目	期末試験
27回目	期末試験の模範解答

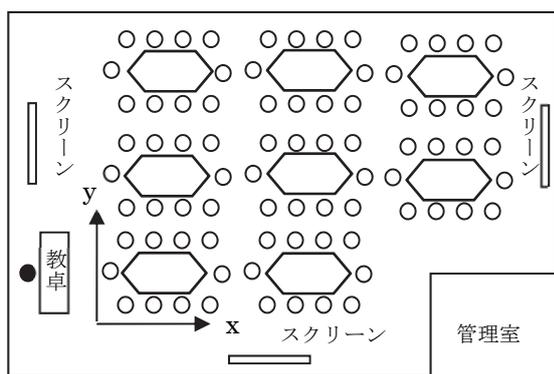


図 4 教室の形状 (i-room)

4.2 教室のレイアウト

調査対象となるクラスは、5 クラスの内の 1 クラスを担当する C 先生のクラスである。このクラスの教室のレイアウトは、図 4 に示す。受講者と教授者の座席は、各々○と●で示しており、受講

者の座席は自由席である。この教室は、教材提示用のスクリーンが 3 面に分散配置され、四角いテーブルが 8 箇所を設置されている。受講者の視線は、視界に入るスクリーンと受講者自身のノート PC の間を行き来することになり、教授者の方には集まらない。ここに教授の難しさがある。

5 アンケート調査結果

5.1 ペンタブレットの活用

「コンピュータプログラミング A」の 6 回目の授業で、ペンタブレットの活用に関するアンケート調査を実施した。6 回目の授業内容は、表 2 に示した通り「プログラムの分割」を学ぶ。プログラムの分割は、メソッドがソースプログラム上どのように分割されているのか、さらに変数のスコープの概念を理解する必要があり、教授者にとって教授の難しい内容である。ペンタブレットで描いた補足説明の例を図 5 に示す。

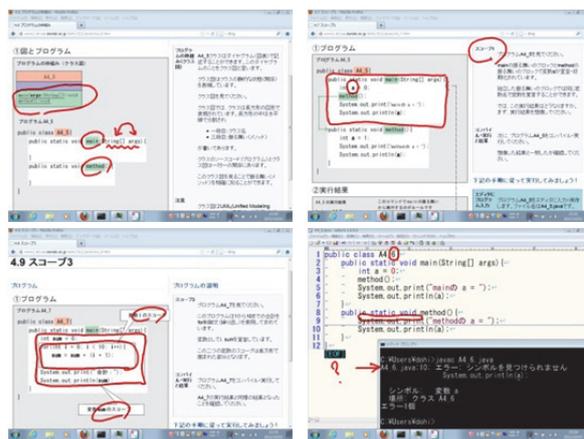


図 5 補足説明の例 (6 回目 プログラム分割)

5.2 「理解し易さ」の調査結果

調査項目は、「ペンタブレットを使った説明 (フリーハンドによる描画) は、理解し易いですか」である。調査結果は、表 3 に示す。2011 年度は 63 名中「はい」が 59 名 (93.7%)、「いいえ」が 4 名 (6.3%) となった。2012 年度は 56 名中「はい」が 53 名 (94.6%)、「いいえ」が 3 名 (5.4%) の結果となり、「はい」の割合は 2011 年度の 93.7% をわずかに上回り、2 年連続して好評である。

表 3 理解のしやすさ

	人数		割合(%)	
	2011 年度	2012 年度	2011 年度	2012 年度
はい	59	53	93.7	94.6
いいえ	4	3	6.3	5.4
合計	63	56	100.0	100.0

5.3 「どのような点で理解し易いか」の回答

どのような点が理解に繋がっているのかを探るために、「ペンタブレットを使った説明は、どのような点で理解し易いですか」を質問し、自由記述の回答を求めた。回答は以下の通りである。

5.3.1 2011年度の回答結果

2011年度は、合計46件の指摘があった。自由記述の回答内容を、(1)説明している位置が明確になる、(2)表示維持効果、(3)要点の強調、(4)見易い、(5)分かりやすい、(6)その他に分類し、その件数と回答内容を以下に記載する。

(1)説明している位置が明確になる(14件)

- ・いまどこを編集しているのかよくわかるのでよい
- ・どこを何を言っているのが解りやすいです。
- ・どこを見ればいいのかわかりました。
- ・どこを指してるかわかるから
- ・どこを説明しているかわかりやすいです。
- ・どこを説明しているのが明確に理解できるので助かります。
- ・どこを説明しているのかわかりやすかったです。
- ・どれがどれを示しているのがわかりやすくていいと思います
- ・何処を指してるかわかりやすい
- ・指している場所が分かりやすい
- ・次のどこを見ればいいのかすぐにわかる
- ・説明している範囲がわかりやすい
- ・注目すべき箇所に注目しやすい。図形を使った説明も良かった。
- ・直感的に場所がわかるので言っている場所がすぐわかります。

(2)表示維持効果(1件)

- ・どこを先生が指しているのが、赤線で一目でわかり黒板に近いように思える。(レーザーポインターと比べ、すぐに消えないのがとても良い)

(3)要点の強調(5件)

- ・重要な場所をマークしてくれるから
- ・要点や着目すべき点がわかりやすくていいです！！
- ・どこが重要かわかりやすい
- ・どこが重要なのか、わかりやすい。
- ・どこに注意すべきか目で見て分かるため

(4)見易い(6件)

- ・とても見やすいです。
- ・マーキング箇所が目立って見やすい。
- ・見やすい
- ・見やすい。
- ・見やすいです
- ・見やすい点。

(5)分かりやすい(12件)

- ・{}の範囲や、重要な箇所を分かりやすく見ることが出来るのでありがたいです。
- ・□で囲む時にわかりやすかったです。
- ・ノートがとれないので土肥先生がノートっぽくしてくれるので、わかりやすい。
- ・わかりやすい
- ・ノート感覚でページを見て理解しやすいと思います。
- ・講義ノートの説明だけではわかりづらいところを補足して説明してくれているので、理解しやすいです。
- ・随時書き込んでくれてわかりやすいです！
- ・説明する場所がピンポイントで理解できるから。
- ・先生の言葉だけでなく、文字も使うことにより、理解が深まります。
- ・多分わかりやすいと思います

- ・分かり易い。
- ・理解しやすいです。

(6)その他(8件)

- ・ふつうです
- ・易しいです。
- ・字が読みやすかったです。
- ・字書くのが上手い
- ・情報の付加等ができる点
- ・全体的に難しい。
- ・直感で分かること
- ・難しかった

5.3.2 2012年度の回答結果

2012年度は、合計37件の指摘があった。自由記述の回答内容を、(1)~(6)に分類し、その件数と回答内容を以下に記載する。

(1)説明している位置が明確になる(14件)

- ・どこに注目をすればいいのか、一発でわかる
- ・どこを指しているのが、明らかになりわかりやすい。
- ・どこを指しているかよくわかる。
- ・どこを指してるのかすぐわかるので良いと思います。
- ・どこを説明しているのが一目で分かって理解しやすかったです。
- ・どこを説明してるかわかりやすい
- ・どこを説明してるのがわかる。
- ・画面に直接線が表示されるので具体的にどこを説明してるのがわかりやすかったです。
- ・解説をしている時に、どの部分について話しているか分かりやすい
- ・見やすい。注目してる部分わかる。
- ・説明している部分が見ただけで分かるのでわかりやすいです。
- ・説明してるところがわかりやすい
- ・先生がどこを言っているのか一目でわかるので、理解しやすいです。
- ・線の引かれているところを見ればよいというのが一目瞭然なので説明についていくときに便利です

(2)表示維持効果(1件)

- ・ポインタや指し棒を使うのと違い、着目するべき所にいつまでも跡が残るのでそれが良いと思います。

(3)要点の強調(8件)

- ・ポイントがわかりやすい！
- ・重要なところが一目でわかる
- ・重要なところを見つけやすかった。
- ・重要なポイントが強調されていて、つまづきにくい。
- ・重要な箇所を視覚的に素早く認識できる点
- ・大事なことが目立つのでわかりやすいです
- ・注意点がわかりやすいです。
- ・注目すべきところがわかりやすい

(4)見易い(5件)

- ・みやすくいいです
- ・見やすい
- ・見やすく適格。また、仮に質問したとしても指を指して説明しているのと同様にわかりやすい点でも理解しやすいです。
- ・特に見づらい所もなく、赤い線も見やすいです。
- ・とてもよかったです(小学生並みの感想)

(5)分かりやすい(5件)

- ・スコープの範囲を口で説明するよりタブレットで書くほうがわかりやすい。
- ・矢印で重要な場所を指して説明したりなみせんで引いたりできるのでわかりやすい。
- ・webのほうでどこを指しているのかわかりにくい部分を直接さしてくれてわかりやすい
- ・とてもわかりやすかった。

- ・プログラムは似たような単語が続くのでペンで書くと分かりやすい。

(6)その他(4)

- ・細かいところをみるとき
- ・字がきれいで見やすかったです。
- ・字が読みやすい
- ・融通が利くと思いますよ。

5.3.3 自由記述の分類毎の回答件数の分析

(1)～(6)に分類した件数を表 4 にまとめた。合計に着目すると(1)の「説明している位置が明確になる」が 2 年を通じて最も多かった。ペンタブレットの効果は、説明対象となる位置を明確にできる事であることが伺える。次に多かったのは(3)の「要点の強調」であった。教授者の説明の中で、何が重要であるのかが伝わっていることが伺える。その後は、(5)「分かりやすい」、(4)「見易い」と続いた。数は少ないものの、(2)「表示維持効果」の指摘があった。教具としてレーザーポインタを使うこともあるが、表示維持の重要性が伺える。

表 4 自由記述の回答件数

	2011 年度	2012 年度	合計
(1)説明している位置が明確になる	14	14	28
(2)表示維持効果	1	1	2
(3)要点の強調	5	8	13
(4)見易い	6	5	11
(5)分かりやすい	12	5	17
(6)その他	8	4	12

5.4 「どのような点で理解が難しいか」の結果

ペンタブレットの逆の効果を探るために、「ペンタブレットを使った説明は、どのような点で理解が難しいですか」を質問し、自由記述の回答を求めた。回答は以下の通りである。

5.4.1 2011 年度受講者の回答

2011 年度は、以下に示す 16 件の指摘があった。

- ・たまに書く字などが、わかりにくい。
- ・たまに追いつかない
- ・ちょっと字が・・・prz
- ・めがあ！めがああああ！！パルス！
- ・ややこしくなる
- ・画面がごちゃごちゃしてしまうときがある。
- ・画面に線を描きすぎると画面の情報が見えづらくなる点
- ・書いたところが消えてしまうので、ノートのように記録には残らないところが、理解しづらいポイントだと思います。
- ・消えてしまう。
- ・消えてしまうのであとで見れない
- ・赤が目痛い
- ・説明が多いとき
- ・全体的に難しい。
- ・難しかった
- ・文字がゆがんで見えづらい時があって、その時は少し混乱します。
- ・目が痛いです。

5.4.2 2012 年度受講者の回答

2012 年度は、以下に示す 7 件の指摘があった。

- ・すぐ画面が切り替わるから写せない。
- ・ペンタブレットで説明した部分が残らない点
- ・字が見づらくなることもある
- ・書いた時目を離していると何が何だか分からなくなってしまうかもしれませんねw。あと、書きすぎるとらくがきみたいになっちゃうかもですね・・・
- ・線が文字にかぶっているとき
- ・文字の上に赤線で囲むと、かえって見づらい。
- ・目が悪くて見づらかった

5.4.3 注意点

難しいと感じている人の指摘が、2011 年度は 16 件あったものが、2012 年度は 7 件に減った。2 年間を通じて共通していることは、文字の上に手書きの説明を重ねて描く事、沢山描き込み過ぎる事、説明内容が消えてしまう事が難しく感じる原因であることが明確になった。

6 モチベーションの分析

6.1 CS 分析について

CS(Customer Satisfaction)分析は顧客満足度の調査で利用される手法であり、SIEM でもこれをモチベーションの分析に導入している。この導入によって、モチベーションの満足度を分析できると共に、改善すべき要因の優先順位を客観的に見つけることができる。目的変数をモチベーション、説明変数を表 1 に示した(1)から(16)までの 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、説明変数の評価値を満足度として分析する。各々を偏差値化したものを、関連度偏差値(RLD: Related Level Deviation score)、満足度偏差値(SLD: Satisfaction Level Deviation score)と呼んでいる。また CS 分析による改善度指数(ILI: Improvement Level Index)は、5 以上が「要改善項目」、10 以上が「即改善項目」とされ、改善すべき優先順位が明確になる。以下の説明で β は標準化偏回帰係数を、 R_2 は決定係数(寄与率)で、解析された内容の説明力を示す。

6.2 改善度指数について

改善度指数は、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 6 に示す。ILI は、左上が最小、原点が 0、右下が最大になり、直線

$y = -x$ の近傍で大きく変化する. 右下に存在するほど改善のための優先順位が高くなる.

$$ILI = \frac{L(90 - \theta)}{90} \quad (1)$$

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

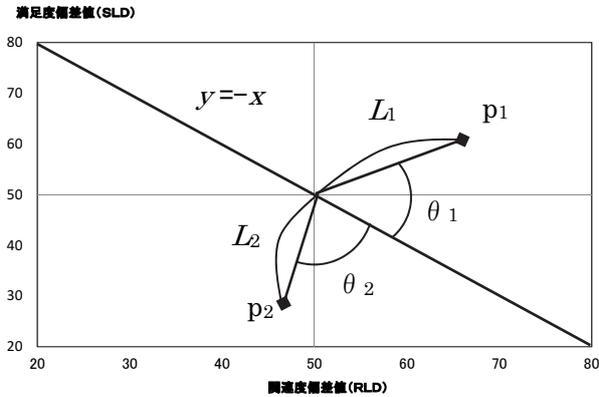


図 6 CS グラフと改善度指数(ILI)の関係

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なく、「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[6]。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る。

6.3 2011 年度中期の分析

このクラスは、モチベーションが前期から中期にかけて 0.4 低下した。この様子を表 5 に示す。

表 5 の MV はモチベーションである。さらに CS 分析の結果を表 6 と図 7 に示す。このクラスの中期モチベーションは、「向上努力度(RLD=73.0)」「参加積極度(RLD=61.9)」「自己コントロール度(RLD=60.1)」「好奇心喚起度(RLD=59.5)」が強く関与していることが判明した。また、このクラス集団の満足度では「参加意欲度(SLD=64.6)」「知覚的喚起度(SLD=61.7)」「向上努力度(SLD=61.7)」「参加積極度(SLD=61.7)」「コンテンツの合致度(SLD=60.3)」が高く、これらが中期モチベーションに繋がった。

6.4 2011 年度後期に向けた授業改善策の提案

CS 分析による改善度指数から、「コンテンツの

合致度」「知覚的喚起度」「参加意欲度」「意義の明確度」「所属集団の好意的反応度」「親性度」においてモチベーションへの成果が得られている。さらなるモチベーション向上のためには、モチベーションへの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=5.2)」の改善、工夫が効果的である。現状でも「向上努力度」の満足度は高いが、モチベーションとの関連度が非常に高い項目のため、この改善と工夫は、今後のモチベーション向上に役立つと判断される。具体的には、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ことなどが有効であると考えられる。以上の改善策が提案された。

表 5 基本統計量(2011 年度)

		2011 年度		
		前期	中期	後期
		9 月	11 月	12 月
全体	平均	20.0	19.6	16.9
	標準誤差	0.8	0.8	1.1
	中央値	20.0	20.0	16.0
	最頻値	25.0	25.0	25.0
	標準偏差	6.1	6.4	8.2
	分散	37.4	41.0	67.0
	尖度	1.4	-0.2	-1.2
	歪度	-1.3	-0.9	-0.4
	範囲	24	24	24
	最小	1	1	1
	最大	25	25	25
	合計	1218	1276	944
上位群	人数 (%)	65.6	60.0	48.2
20 ≤ MV	平均	23.6	24.2	24.4
中位群	人数 (%)	24.6	26.2	19.6
10 ≤ MV < 20	平均	15.7	15.5	14.9
下位群	人数 (%)	9.8	13.8	32.1
MV < 10	平均	6.2	7.4	6.7

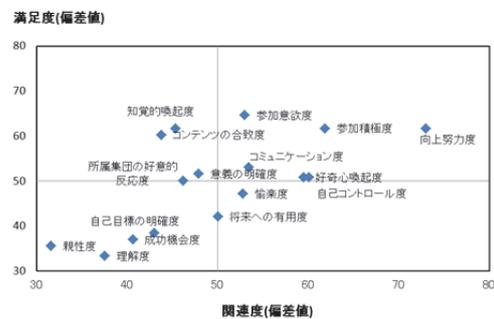


図 7 CS 分析結果(2011 年度中期)

6.5 2011 年度後期の分析

このクラスは、モチベーションが中期から後期にかけて 2.7 低下した。この様子を表 5 に示す。さらに CS 分析の結果を表 6 と図 8 に示す。この

クラスの後期モチベーションは、自発性因子($\beta=0.69$)が有意に影響していた($R_2=0.86$)。自発性因子には「自己コントロール度($\beta=0.48$)」「将来への有用度($\beta=0.36$)」「自己目標の明確度($\beta=0.28$)」が強く関与していることが判明した。

CS 分析の結果、「向上努力度(RLD=68.2)」「自己コントロール度(RLD=66.3)」「将来への有用度(RLD=60.3)」「コンテンツ合致度(RLD=59.7)」が強く関与していることが判明した。また、このクラス集団の満足度では「参加積極度(SLD=66.2)」「参加意欲度(SLD=64.3)」「向上努力度(SLD=58.9)」「所属集団の好意的反応度(SLD=57.5)」「将来への有用度(SLD=55.1)」が高く、これらが後期モチベーションに繋がった。

表 6 CS 分析による改善度指数 (2011 年度)

SIEM アセスメント項目	中期			後期		
	満足度 (SLD)	関連度 (RLD)	改善度 (IL)	満足度 (SLD)	関連度 (RLD)	改善度 (IL)
成功機会度	37.0	40.7	1.7	29.5	39.2	4.5
親性度	35.6	31.6	-1.8	35.7	31.6	-1.9
愉快度	47.2	52.8	4.0	45.9	54.1	5.8
理解度	33.4	37.5	1.9	36.2	41.0	2.1
知覚的喚起度	61.7	45.4	-9.3	54.6	53.5	-0.5
意義の明確度	51.5	47.9	-2.4	51.2	50.7	-0.2
好奇心喚起度	50.8	59.5	4.3	49.8	53.7	2.0
将来への有用度	42.1	50.1	4.0	55.1	60.3	2.4
向上努力度	61.7	73.0	5.2	58.9	68.2	4.2
自己コントロール度	50.8	60.1	4.5	47.8	66.3	9.6
自己目標の明確度	38.5	43.1	2.1	40.6	38.2	-1.1
コミュニケーション度	53.0	53.5	0.2	54.6	41.7	-7.8
所属集団の好意的反応度	50.1	46.2	-1.9	57.5	47.6	-5.5
コンテンツの合致度	60.3	43.8	-10.2	52.2	57.1	2.3
参加意欲度	64.6	53.0	-5.5	64.3	43.4	-12.2
参加積極度	61.7	61.9	0.1	66.2	53.3	-6.1

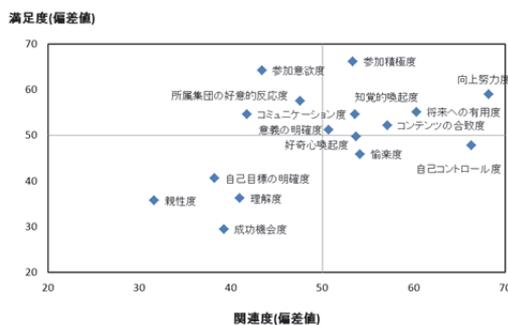


図 8 CS 分析結果 (2011 年度後期)

6.6 2012 年度中期の分析

このクラスは、モチベーションが前期から中期にかけて 4.3 低下した。この様子を表 7 に示す。表 7 の MV はモチベーションである。さらに CS 分析の結果を図 8 に示す。「意義の明確度(RLD=61.4)」「将来への有用度(RLD=60.3)」「参

加意欲度(RLD=58.8)」「向上努力度(RLD=56.9)」「好奇心喚起度(RLD=56.8)」が強く関与していることが判明した。また、このクラス集団の満足度では「参加意欲度(SLD=65.5)」「向上努力度(SLD=63.7)」「知覚的喚起度(SLD=62.8)」所属集団の好意的反応度(SLD=57.3)」が高く、これらが中期モチベーションに繋がった。

表 7 基本統計量 (2012 年度 中期まで)

		2012 年度	
		前期 9月	中期 11月
全体	平均	22.6	18.3
	標準偏差	0.6	1.0
	中央値	25.0	20.0
	最頻値	25.0	25.0
	標準偏差	4.5	7.3
	分散	20.4	52.6
	尖度	3.3	-0.7
	歪度	-1.9	-0.7
	範囲	19	24
	最小	6	1
	最大	25	25
	合計	1309	1043
上位群	人数 (%)	82.8	57.9
20 ≤ MV	平均	24.4	23.8
中位群	人数 (%)	13.8	24.6
10 ≤ MV < 20	平均	15.5	13.8
下位群	人数 (%)	3.4	17.5
MV < 10	平均	7.5	6.5

表 8 CS 分析による改善度指数 (2012 年度中期)

SIEM アセスメント項目	2012 年度中期		
	満足度 (SLD)	関連度 (RLD)	改善度 (IL)
成功機会度	33.4	52.4	9.9
親性度	41.7	51.6	5.2
愉快度	52.7	50.2	-1.2
理解度	36.2	50.2	7.0
知覚的喚起度	62.8	52.2	-5.1
意義の明確度	53.6	61.4	3.7
好奇心喚起度	52.7	56.8	1.9
将来への有用度	54.5	60.3	2.7
向上努力度	63.7	56.9	-3.1
自己コントロール度	52.7	52.5	-0.1
自己目標の明確度	33.4	35.6	1.0
コミュニケーション度	42.6	20.3	-10.6
所属集団の好意的反応度	57.3	46.3	-6.5
コンテンツの合致度	52.7	42.1	-5.9
参加意欲度	65.5	58.8	-3.0
参加積極度	44.4	52.4	4.6

6.7 2012 年度後期に向けた授業改善策の提案

CS 分析による改善度から、「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」「知覚的喚起度」「向上努力度」「参加意欲度」「愉楽度」「自己コントロール度」においてモチベーションへの成果が得られている。さらなるモチベーション向上のためには、重要度は高いが満足度が低い項目、すなわち「成功機会度(ILI=9.9)」「理解度(ILI=7.0)」の改善、工夫が効果的である。具体的には、①授業中に練習問題や基礎演習などを取り入れることで、学生ができた・わかったという実感や成功体験を得る機会を増やす、②学生が内容を理解できているかについて随時確認しながら、理解が難しいと感じる学生のため、噛み砕いた説明やスモールステップでの指導をおこなうなどが有効と考えられる。

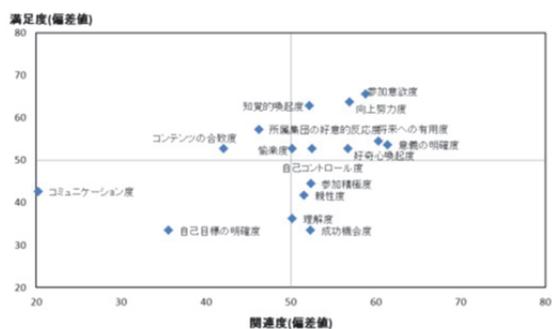


図 9 CS 分析結果(2012 年度中期)

7 モチベーションの検定と考察

2011 年度と 2012 年度のモチベーションについて、有意差を検定した。原稿執筆時点で、2012 年度中期までのデータを収集しており、2011 年度と 2012 年度のモチベーションを「前期と中期」、「前期」、「中期」の 3 つのグループに分け検定を行った。各グループについて F 検定を行い、「前期と中期」、「中期」の 2 つは等分散が確認され、「前期」は等分散が確認されなかった。等分散の有無に応じて t 検定を行った結果を、以下に述べる。

「前期と中期」は、2011 年度(M19.8±SD6.27)と 2012 年度(M20.5±SD6.41)には有意な差が認められなかった($t(239)=-0.81, p>0.05$)。続いて、「前期」は 2011 年度(M20.0±SD6.11)と 2012 年度(M22.6±SD4.51)のモチベーションには 1%水準で有意差が認められた($t(110)=-2.7, p<0.01$)。「コンピュータプログラミング A」の授業において、2012 年度の履修者は 2011 年度の履修者に比べて、有意にモチベーションが高いことが示された。「中期」は、2011 年度(M19.6±SD6.45)と 2012 年度(M18.3±SD7.32)のモチベーションには有意な差が認められなかった($t(239)=-0.81, p>0.05$)。

2011 年度以降はペンタブレットを活用した授

業を実施しており、2012 年度と比較してモチベーションに有意な差が出ない事を期待したが、2012 年度の「前期」のみ有意な差が認められた。その原因は、2012 年度の前期モチベーションが 22.6 と例年に無い高い値を観測したことが挙げられる。「前期と中期」、「中期」については、それぞれ有意な差が認められなかったことから、ペンタブレットの影響とは別に、プログラミングの授業が前期から中期にかけて難しくなり、ペンタブレットの活用を行った 2011 年度の状況に収束していることが考えられる。2012 年度後期のモチベーションの測定が完了すると、さらに明らかになる。

8 まとめ

本論文では、ペンタブレットの導入を行った 2011 年度と 2012 年度の「コンピュータプログラミング A」を対象に、アンケート調査結果を分析した。受講者の自由記述の内容から、教授者が提示するプログラム編集画面にペンタブレットで描いた情報は、受講者にとって注目すべき部分を明確に示しており、「直感で分かる教具」として機能していることが、一層明確になった。

本研究は、科学研究費補助金(基盤研究(C) 課題番号 21500957)、東京電機大学総合研究所一般研究(Q12J-02)として行っているものである。

参考文献

- [1] SIEM を導入したプログラミング入門教育におけるペンタブレットの活用, 土肥紳一, 宮川 治, 今野紀子, 大学 ICT 推進協議会, 2011 年度年次大会講演会講演論文集 p399-p406, 2011
- [2] 土肥紳一, 宮川 治, 今野紀子, 教室形状の差によるプログラミング入門教育のモチベーション分布について, 平成 20 年度情報教育研究集会講演論文集, p199-p202, 2008
- [3] 久野 靖, 辰己丈夫, 中野由章他: 情報科教育法改訂 2 版, オーム社, 2009
- [4] Keller, J.M.: Motivational Design for Learning and Performance: The ARCS Model Approach, Springer US, 2009
- [5] 土肥紳一, 宮川 治, 今野紀子, 東京電機大学情報環境学部のプログラミング教育の取組み, 平成 21 年度情報教育研究集会講演論文集, p165-p168, 2009
- [6] 学生による授業評価への CS 分析の適用, 南学, 三重大学教育学部附属教育実践総合センター 紀要, p29-p34, 2007