

モチベーションの向上を目指した プログラミング入門教育

土肥紳一[†] 宮川 治[†] 今野紀子[†]

受講者のモチベーションの向上を目指したプログラミング入門教育を実施するために、SIEM を 8 年にわたって実践してきた。SIEM アセスメント尺度で測定した結果を分析することによって、授業改善案を提案できるようになり、受講者のモチベーションを向上できるようになった。本論文では、クラス分割にて実施している授業を対象に、モチベーションの分析結果と教室内におけるその分布を述べる。

Introduction to Computer Programming Education for Improvement of Students' motivation

SHINICHI DOHI[†] OSAMU MIYAKAWA[†]
NORIKO KONNO[†]

In order to improve students' motivation, the SIEM(Systematical Information Education Method use the learning theory based on the cognitive psychology) is proposed. The SIEM apply to the computer programming education in the Java course, the time series evaluation of students' motivation has been performed over the past eight years. It was found from the result of analysis by SIEM assessment standard that some strategy for better teaching was proposed, students' motivation was improved. In this paper, we describe some results of analysis of students' motivation and distribution of students' motivation in some class rooms.

1. はじめに

2001 年に情報環境学部が開校してから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続けている。SIEM(ジーム: School of Information Environment Method)は、これを実現するために開発した教授法である[1]。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[2]、独自の教授法と表 1 に示す評価尺度(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の提案が可能となった[3]。SIEM は、モチベーションを授業構成因子、自発性因子、双方向性因子、参加性因子の 4 つの枠組みで評価する。本論文では、クラス分割で実施している授業を対象に、モチベーションの分析結果と、教室内における分布について述べる。

2. モチベーションの算出

モチベーションの算出は、Atkinson J.W の達成行動の動機付け理論を使っている。心理学の分野では、動機付けを説明する三つの要素があり、認知(cognition)、情動(emotion)、欲求(need)と言われている。認知は「当人の主観的な解釈」、情動は「感情」、欲求は「人を行

動に駆り立てて、その行動を方向付けするような比較的安定した心理エネルギー」を指す。Atkinson J.W の達成動機付け理論は、欲求変数 (達成欲求, 失敗回避欲求)、認知変数 (成功・失敗の主観的確率)、情動変数 (正負の誘因価) の積として定式化したものであり、三変数を同格に扱う[4]。

この理論に基づき、達成行動の強さ(T)、すなわちモチベーションは、(1)式で推測できる。

$$T = M \times P \times I \quad (1)$$

M: 欲求変数 (成功達成要求 = 期待度 1)

P: 認知変数 (成功確率 = 期待度 2)

I: 情動変数 (誘因価 = 重要度)

これは、行動の生起は目標達成への期待と目標の価値(誘因価)との関数であると仮定した理論である。

Keller, J.M もモチベーションを直接左右する因子として「価値」と「期待感」を挙げており、主観的な課題達成への見通し (期待感) と課題に取り組み、それを達成することが持つ意義 (価値) との相乗作用であるとする「期待度」×「価値理論 (重要度)」の枠組みを採用している。本研究でも、この「重要度(I)」と「期待度(M × P)」は表 1 に示した SIEM アセスメント尺度の評価項目(17)と(19)を採用し、その積としてモチベーションを算出している。この尺度は、4 つの因子(授業構成因子、自発性因子、双方向性因子、参加性因子)

[†] 東京電機大学 情報環境学部
Tokyo Denki University, School of Information Environment

から構成される[3]。各々の質問項目に対して受講者が「1:まったくそう思わない」「2:あまりそう思わない」「3:どちらともいえない」「4:ややそう思う」「5:強くそう思う」のリッカート尺度により自己評価を行う。モチベーションの最小値は1, 最大値は25になる。(1)～(16)を説明変数にモチベーションを目的変数に設定し、重回帰分析を行う。この分析結果から授業改善策を提案し授業にフィードバックすることができる。モチベーションは、その値によって上位群(20以上), 中位群(10以上20未満), 下位群(10未満)に分類し、各群における変化を追跡できる。

表 1 SIEM アセスメント尺度
Table 1 SIEM Assessment Standard.

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) 親し度	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。

3. プログラミング入門教育への適用

3.1 受講者について

モチベーション分布を測定した授業は、「コンピュータプログラミング A」である。この授業は、手続き型の考え方を学習することを目的としたプログラミング入門の授業である。新入生の大半が受講するため、2008年度から5クラスに分割して実施している。1クラスは約40～70名である。クラス分割は学籍番号を基に、ある整数で割った余りで分割しているため、プログラミングの経験等による母集団の差は発生しない。授業を支援するスタッフは、クラスによって多少の差はあるものの、TAが2名、SAが2名で担当する。本論文では5クラスの内、SIEMを実践しているB先生、C先生を対象にモチベーション分布を示した。さらに、CS(Customer Satisfaction)分析を実施した。この分析は、目的変数と説明変数との単相関係数を重要度、説明変数の評価値を満足度として分析する手法である。本分析では、目的変数をモチベーションの値、説明変数をSIEMアセスメント項目とし設定した。CS分析の結果は、それぞれを偏差値化し、縦軸を満足度偏差値、横軸を重要度偏差値とした。

3.2 B先生の解析結果

(1) 中期における分析結果

このクラスは、モチベーションが前期(3回目)から中期(12回目)にかけて、モチベーションが2.5低下した。基本統計量を表2に示す。CS分析の結果、モチベーションには、「向上努力度(重要度偏差値=68.11)」「将来への有用度(重要度偏差値=67.31)」「自己コントロール度(重要度偏差値=59.92)」「好奇心喚起度(重要度偏差値=55.59)」「知覚的喚起度(重要度偏差値=54.61)」が強く関与していた。CS分析の結果を図1に示す。このクラス集団の満足度では「参加意欲度(満足度偏差値=66.61)」「向上努力度(満足度偏差値=63.83)」「コンテンツ合致度(満足度偏差値=62.45)」「将来への有用度(満足度偏差値=57.59)」が高い。

(2) 後期における分析結果

B先生は中期の分析結果を参考に授業に取り組んだが、後期(24回目)にかけてモチベーションが0.1低下した。CS分析の結果、モチベーションには、「知覚的喚起度(重要度偏差値=62)」「好奇心喚起度(重要度偏差値=62)」「愉楽度(重要度偏差値=61)」「将来への有用度(重要度偏差値=58)」「向上努力度(重要度偏差値=57)」「参加意欲度(重要度偏差値=56)」が強く関与している。CS分析の結果を図2に示す。また、このクラス集団の満足度では「参加意欲度(満足度偏

差値=67)」「コンテンツ合致度(満足度偏差値=63)」「向上努力度(満足度偏差値=62)」「所属集団の好意的反応度(満足度偏差値=60)」「将来への有用度(満足度偏差値=56)」が高くなっている。これらが後期モチベーションに繋がった。中期での改善提案であった「自己目標の明確度(改善度=10.80)」「自己コントロール度(改善度=10.10)」は、それぞれ「自己目標の明確度(改善度=5.00)」「自己コントロール度(改善度=4.24)」となり、改善された。しかしながら「愉快度(改善度=7.90)」「成功機会度(改善度=6.23)」が後期モチベーション低下の要因となった。

表 2 基本統計量(B 先生)

Table 2 Fundamental Statistics(B Teacher).

		2008 年度		
		前期 9 月	中期 11 月	後期 12 月
全体	平均	20.6	18.1	18.0
	標準偏差	0.8	0.9	0.9
	中央値	20.0	20.0	20.0
	最頻値	25.0	25.0	25.0
	標準偏差	5.8	6.5	6.6
	分散	33.1	42.4	43.5
	尖度	2.2	-0.7	-0.6
	歪度	-1.5	-0.6	-0.6
	範囲	24.0	22.0	24.0
	最小	1.0	3.0	1.0
	最大	25.0	25.0	25.0
	合計	1172	1052	972
上位群 20≤MV	人数(%)	75.4	56.9	53.7
	平均	23.3	23.0	23.3
中位群 10≤MV<20	人数(%)	15.8	25.9	27.8
	平均	15.6	14.6	14.8
下位群 MV<10	人数(%)	8.8	17.2	18.5
	平均	6.4	7.3	7.5

(注) MV:モチベーション

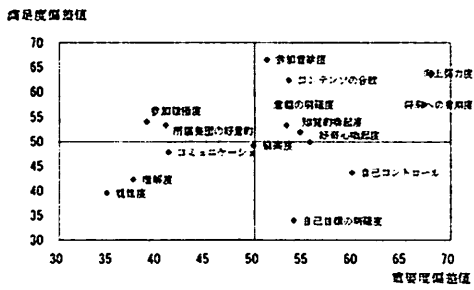


図 1 中期 CS 分析(B 先生)

Figure 1 CS Analysis in Middle Period(B Teacher).

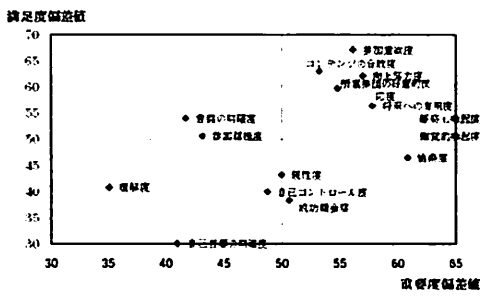


図 2 後期 CS 分析(B 先生)

Figure 2 CS Analysis in Final Period(B Teacher).

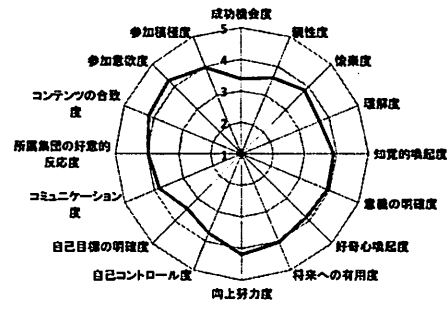


図 3 中期マッチングの状態(B 先生)

Figure 3 State of Matching in Middle Period(B Teacher).

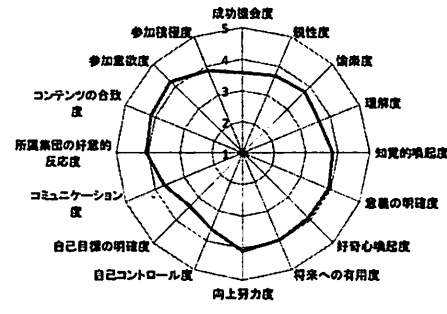


図 4 後期マッチングの状態(B 先生)

Figure 4 State of Matching in Final Period(B Teacher).

(3) マッチング

表 1 に示した尺度の性質を考察すると、授業が受講者に対して最適に行われている場合には、(1)～(16)の値は 5 になることが期待される。一方、授業が受講者に対して極めて不適切に行われている場合には 1 になることが期待される。このような性質から、(1)～(16)の値は、教授者と受講者間のマッチングに活用でき、レーダチャートで示す。中期のマッチングが図 3 のように示される。中期では特に「参加意欲度(4.28)」「向上努力度(4.21)」「コンテンツの合致度(4.17)」のマッチングがよい。後期は、図 4 のように示される。「参

加意欲度(4.22)」「コンテンツ合致度(4.13)」「向上努力度(4.11)」「所属集団の好意的反応度(4.06)」がよい。

3.3 C先生の解析結果

(1) 中期における分析結果

このクラスは、モチベーションが前期(3回目)から中期(12回目)にかけて1.5低下した。基本統計量を表3に示す。CS分析の結果、このクラス集団のモチベーションには、「将来への有用度(重要度偏差値=64.92)」「自己コントロール度(重要度偏差値=63.77)」「向上努力度(重要度偏差値=62.91)」「好奇心喚起度(重要度偏差値=62.11)」が強く関与していることが判明した。CS分析の結果を図5に示す。クラス集団の満足度では「参加意欲度(満足度偏差値=69.61)」「コンテンツ合致度(満足度偏差値=67.44)」「知覚的喚起度(満足度偏差値=55.90)」「所属集団の好意的反応度(満足度偏差値=55.18)」「向上努力度(満足度偏差値=54.46)」が高く、中期のモチベーションに繋がった。

(2) 後期における分析結果

C先生は中期の分析結果を参考に授業に取り組んだが、後期(24回目)にかけてモチベーションが1.7低下した。CS分析の結果では、このクラス集団の後期モチベーションには、「向上努力度(重要度偏差値=68)」「好奇心喚起度(重要度偏差値=61)」「参加積極度(重要度偏差値=60)」「参加意欲度(重要度偏差値=57)」「自己コントロール度(重要度偏差値=56)」「知覚的喚起度(重要度偏差値=56)」が強く関与していることが判明した。CS分析の結果を図6に示す。また、このクラス集団の満足度では「参加意欲度(満足度偏差値=67)」「コンテンツ合致度(満足度偏差値=63)」「向上努力度(満足度偏差値=61)」「所属集団の好意的反応度(満足度偏差値=58)」が高くなっている。これらが後期モチベーションに繋がっている。中期での改善提案であった「自己コントロール度(改善度=11.76)」「自己目標の明確度(改善度=10.91)」は、それぞれ「自己コントロール度(改善度=6.58)」「自己目標の明確度(改善度=3.69)」となり、改善がなされた。しかしながら「成功機会度(改善度=8.91)」「倫楽度(改善度=7.28)」が後期モチベーションの低下となった。

(3) マッチング

中期のマッチングが図7のように示される。中期では特に「参加意欲度(4.48)」「コンテンツの合致度(4.43)」「知覚的喚起度(4.18)」のマッチングがよいことが認められる。後期授業がどの程度、受講学生に対してマッチしたものであるのかについては、後期のマッチングが図8のように示される。後期では、「参加意欲度(4.25)」「コンテンツ合致度(4.14)」「向上努力度(4.09)」「所属

集団の好意的反応度(4.00)」のマッチングがよい。

表3 基本統計量(C先生)

Table 3 Fundamental Statistics(C Teacher).

		2008年度		
		前期 9月	中期 11月	後期 12月
全体	平均	20.8	19.3	17.6
	標準偏差	0.6	0.8	0.9
	中央値	20.0	20.0	16.0
	最頻値	25.0	25.0	25.0
	標準偏差	4.4	6.2	7.1
	分散	19.6	38.0	50.1
	尖度	3.7	-0.6	-1.0
	歪度	-1.4	-0.7	-0.5
	範囲	23.0	20.0	24.0
	最小	2.0	5.0	1.0
	最大	25.0	25.0	25.0
	合計	1288	1218	1004
上位群 20≤MV	人数(%)	77.4	61.9	49.1
	平均	22.6	23.6	23.9
中位群 10≤MV<20	人数(%)	21.0	27.0	29.8
	平均	15.5	14.5	14.6
下位群 MV<10	人数(%)	1.6	11.1	21.1
	平均	2.0	7.3	7.2

(注) MV:モチベーション

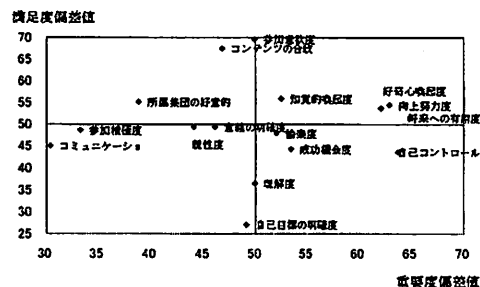


図5 中期CS分析(C先生)

Figure 5 CS Analysis in Middle Period(C Teacher).

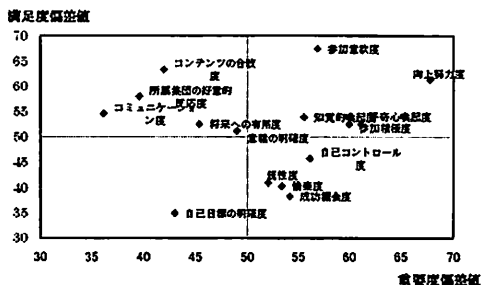


図6 後期CS分析(C先生)

Figure 6 CS Analysis in Final Period(C Teacher).

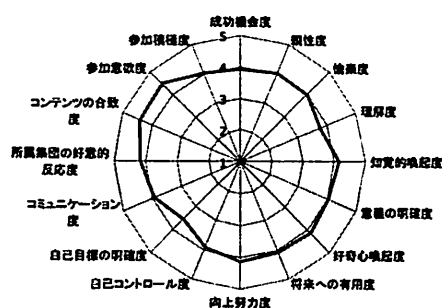


図 7 中期マッチングの状態(C 先生)

Figure 7 State of Matching in Middle Period(C Teacher).

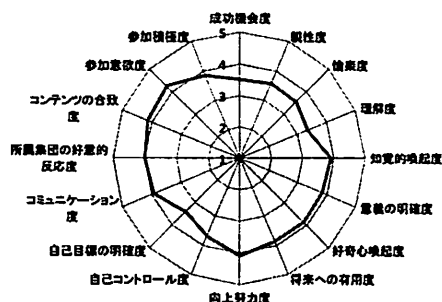


図 8 後期マッチングの状態(C 先生)

Figure 8 State of Matching in Final Period(C Teacher).

4. モチベーション分布の測定

受講者が教室内でどのように着席しているかを紙で調査し、SIEM によってオンラインで測定したモチベーションの変化と合成することによって、教室内のモチベーション分布を可視化できるようになった。このことによって、モチベーションの低下している領域を発見でき、そこへ集中的にマンパワーを投入でき、効果的な授業戦略を行える。

4.1 教室の形状

B 先生の教室のレイアウトを図 9 に示す。この教室は、円卓を 8 カ所、四角い小さな机を 2 カ所に配置し、教材提示用のモニターを 3 カ所に分散配置している。一方、C 先生の教室のレイアウトを図 10 に示す。この教室は、教材提示用のスクリーンが 2 つ、四角いテーブルが 8 箇所に設置されている。いずれの教室も、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となっている。C 先生は異なる教室の形状となるため、教室の形状と教授者の違いによる差がモチベーション分布に現れることが期待される。受講者の座席は、自由席である。

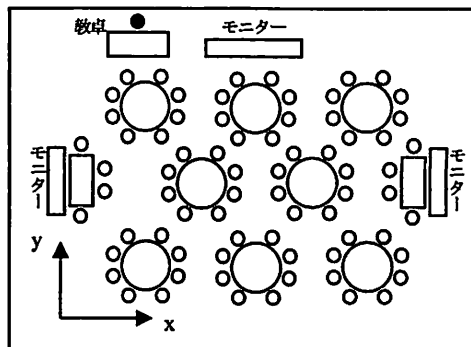


図 9 教室のレイアウト(B 先生)

Figure 9 Layout of the Class Room(B Teacher).

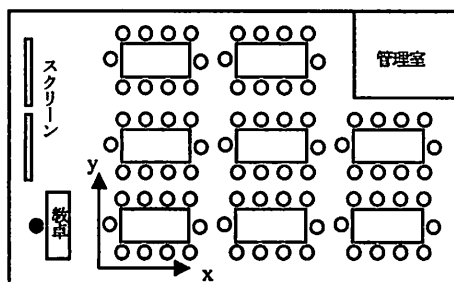


図 10 教室のレイアウト(C 先生)

Figure 10 Layout of the Class Room(C Teacher).

4.2 B 先生のモチベーション分布

B 先生のクラスの前期、後期におけるモチベーション分布を図 11 と図 12 に示す。前期は、教室全体へモチベーションの高い領域が分散していることがうかがえる。後期は、全体的にモチベーションの低下がうかがえる。特に教卓周辺や教室中央付近のモチベーションの低下が顕著であった。教室の入り口近くの領域と、教室の奥の領域が高くなっており、教室の周辺部分にモチベーションが推移している。

4.3 C 先生のモチベーション分布

C 先生のクラスの前期、後期におけるモチベーション分布を図 13 と図 14 に示す。前期は、教室全体にモチベーションの高い領域が分散していることがうかがえる。B 先生とは教室の形状が異なるものの、前期の様子は 3 クラスとも共通した分布となっている。

後期は、全体的にモチベーションが低下しており、特に教卓の周辺およびスクリーンが存在している部分の低下が著しい。また、図 14 の右下付近が極端に低下していることがうかがえる。この付近には出入り口の扉が存在しており、その影響が出ている可能性がある。比較的教室の中央部付近のモチベーションは高く

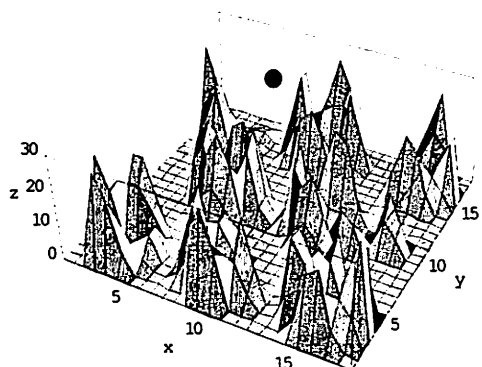


図 11 前期のモチベーション分布(B 先生)

Figure 11 Distribution of Motivation in First Period(B).

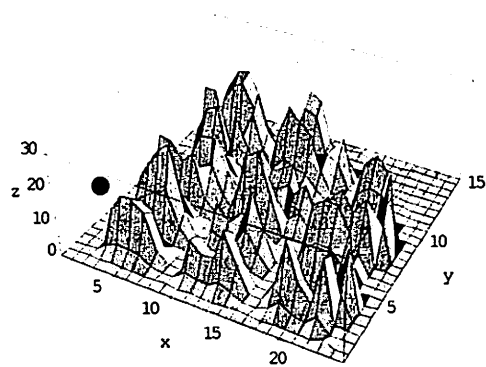


図 13 前期のモチベーション分布(C 先生)

Figure 13 Distribution of Motivation in First Period(C).

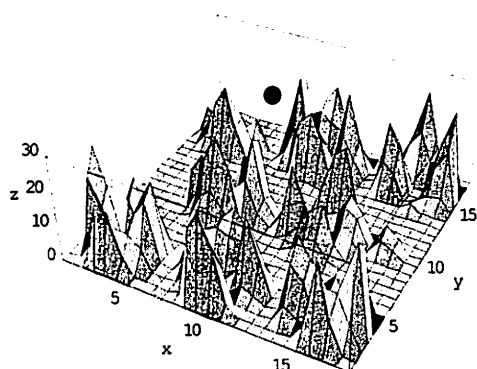


図 12 後期のモチベーション分布(B 先生)

Figure 12 Distribution of Motivation in Final Period(B).

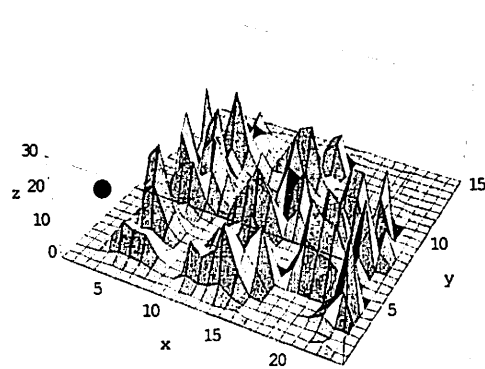


図 14 後期のモチベーション分布(C 先生)

Figure 14 Distribution of Motivation in Final Period(C).

なった。C 先生の教室は、教室の前方に巨大なスクリーンが 2 つ付いており、これに近い座席からはスクリーンの閲覧が難しい可能性も示唆される。

5. まとめ

本論文では、SIEM を活用することによって、クラス分割で実施しているプログラミング入門の授業を対象に、モチベーションの分析結果と、教室におけるモチベーション分布等を述べた。モチベーション分布については可視化が可能になって間がないため、十分な分析を行っているわけではないが、教室の形状や教授者によって、その特徴が明らかになりつつある。今後は、受講者のインタビュー等も加味しながら、これらの差が発生する原因を探っていく計画である。また本研究の成果として、プログラミング入門教育にとって最適な教室形状、教授者にとって最適な教室形状等へ発展させていきたいと考えている。

謝辞 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研究 Q08J-08 およびハイテク・リサーチ・センタープロジェクト重点研究として行っているものである。

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, 情報科学技術レターズ, Vol.3, No.3, pp.347-350 (2004).
- 2) Keller, J.M. and Suzuki, K.: Use of the ARCS motivation model in courseware design (Chapter 16), Instructional designs for microcomputer courseware. Lawrence Erlbaum Associates, U.S.A. (1988)
- 3) 土肥紳一, 宮川 治, 今野紀子: 情報教育の授業評価尺度の開発, 情報教育シンポジウム SSS2004 論文集, Vol.2004, No.9, pp.151-154 (2005).
- 4) 上淵 寿: 動機づけ研究の最前線, 北大路書房 (2004).