

# SIEMによるオブジェクト指向プログラミング入門教育のモチベーションと成績の分析

土肥 紳一\*1・宮川 治\*1・今野 紀子\*1

Email: dohi@chiba.dendai.ac.jp

\*1: 東京電機大学 情報環境学部 情報環境学科

◎Key Words SIEM, モチベーション, プログラミング入門教育

## 1. はじめに

大学への進学率が向上する中、新入生は多様化している。東京電機大学情報環境学部では、入試経路の多様化のみならず、高校で学ぶ過程も普通科、商業科、工業科、情報科、産業科、総合科等々、多様化が進行している。このような多様化は、プログラミング経験者と初学者との格差を拡大することに繋がる。これらの問題を解決するために、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した教授法(SIEM:ジーム)を開発し、実践を続けている。昨年のPCカンファレンスでは、オブジェクト指向の基本的な考え方を学ぶ「コンピュータプログラミング B」を対象に、顧客満足度の分析で活用されているCS(Customer Satisfaction)分析を導入し、過去のCS分析結果を俯瞰し、その特徴を探った[1]。

本カンファレンスでは、2003年度から2012年度に開講した「コンピュータプログラミング B」の受講者を対象に、モチベーションと成績の関係に着目し分析を行った。地道にSIEMを実践する中で得られた、過去10年間に渡るデータの分析結果について述べる。

## 2. SIEMについて

SIEMは、継続的測定法(モニタリング)と教授システムから成り立っている。モニタリングは、ARCSモデルの枠組(J.M.Keller)を基に、独自の項目を追加し、表1に示すSIEMアセスメント尺度を完成した[2]。モチベーションの測定は、表1の19項目に対して5段階のリッカート尺度でアンケート調査し、(17)重要度と(19)期待度の積として算出する[3]。各項目の評価は、「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」とした。したがって、モチベーションの最小値は1、最大値は25となる。一方、教授システムは、系列位置効果に基づいた授業構成、モデリング学習と発見学習、スモールステップの導入、即時フィードバックの導入、ティーム・ティーチングから成り立っている。SIEMアセスメント尺度を使った調査結果を分析することによって、モチベーションの基本統計量、パス図を活用したモチベーション構造の表示、モチベーション分布の表示、そして授業改善策等の提案が可能である。モチベーションの解析は、相関分析と因子分析および重回帰分析を用いている。モチベーションの分析は、解析結果を活用しながら主にSPSSの

AMOSを使っている。授業改善案は、解析結果や分析結果を基に、心理学の専門家に提案を求める。

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いますか。
(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	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. 分析対象のデータと記号の定義

分析対象となるデータは、2003年度から2012年度に開講した「コンピュータプログラミング B」の土肥クラスの受講者575名について、モチベーションと成績の関係を分析した。同様の分析は、「コンピュータプログラミング A」を対象に、2003年度から2010年度について分析を行ったことがある[4]。本分析は、この科目に続く「コンピュータプログラミング B」を対象に、調査期間を10年に拡大し、モチベーションと成績の関係を一層分かりやすく分析したものである。

分析結果を簡潔に表現するために、以下の工夫を行った。モチベーションは、1~25の数字に定量化され、その値によって上位群、中位群、下位群に分類される。これらを区別する文字として H, M, L を定義した。なお、モチベーションの測定時に不在だった受講者は、-とした。この様子を表2に示す。モチベーションの測定時期である授業の前期、中期、後期は、左から順に文字を並べることで表現した。3回の測定がすべて上位群であった受講者は、HHHと表現する。成績は、0~100の数字によって S, A, B, C, D, E の6つの文字を定義した。この様子を表3に示す。

表2 モチベーションの状態を示す記号

記号	意味
H	20以上25以下
M	10以上20未満
L	1以上10未満
-	モチベーションの測定時に不在

表3 成績を示す記号

記号	意味
S	90以上100以下
A	80以上90未満
B	70以上80未満
C	60以上70未満
D	40以上60未満
E	0以上40未満

### 4. 分析結果と考察

SIEMでは受講者のモチベーションが、最終的にどうなったかが重要である。そこで授業の後期モチベーションに着目し、H, M, L, -の4つの状態に分けて分析を行った。

#### 4.1 後期モチベーションと成績の関係

表4は後期モチベーションの状態に対する成績の関係を人数で、表5は割合で示したものである。以下の表では、MVはモチベーションの状態を示す。表5の合計の列に着目すると、-が20.2%、Lが12.5%、Mが25.2%、Hが42.1%であった。このことは、モチベーションの向上を目指した長年の教育の取り組みによって、4割を超える受講者がモチベーションを高い状態に向上できたことを示していると考えられる。

表5の中でHの行に着目すると、成績はSが17.4%、Aが10.3%、Bが6.8%、Cが5.2%、Dが1.9%、Eが0.5%であった。SとAが全体の27.7%を占めており、後期モチベーションが上位群に入った受講者は、約3割が優秀な成績であったことを示している。

表4 後期モチベーションの状態と成績の関係(人数)

MV	S	A	B	C	D	E	合計
-	23	19	25	16	13	20	116
L	11	21	14	17	7	2	72
M	33	39	34	30	7	2	145
H	100	59	39	30	11	3	242
合計	167	138	112	93	38	27	575

表5 後期モチベーションの状態と成績の関係(割合%)

MV	S	A	B	C	D	E	合計
-	4.0	3.3	4.3	2.8	2.3	3.5	20.2
L	1.9	3.7	2.4	3.0	1.2	0.3	12.5
M	5.7	6.8	5.9	5.2	1.2	0.3	25.2
H	17.4	10.3	6.8	5.2	1.9	0.5	42.1
合計	29.0	24.0	19.5	16.2	6.6	4.7	100.0

表6は、後期モチベーション毎の成績の割合を示したものである。-の中で最も多かったのがBの21.6%であったが、全体的にすべての評価に渡って、10%から20%の値となっており、顕著な特徴は見当たらない。Lの中で最も多かったのがAの29.2%であった。同様にMの中で最も多かったのがAの26.9%であった。HはSの41.3%が突出していた。

さらにモチベーションの状態毎に、成績のSとAを加えた割合に着目すると、-が36.2%、Lが44.5%、Mが49.7%、Hが65.7%となり、この順に高くなっていた。このことは、モチベーションの向上によって成績が向上しているものと考えられる。一方、不合格となったDとEを加えた割合は-が28.4%、Lが12.5%、Mが6.2%、Hが5.7%となり、この順に低くなった。モチベーションが低いほど不合格の割合が高くなっている傾向が伺える。これらの傾向は、当たり前と解釈されがちであるが、SIEMによって客観的に数値で示すことができたと考えている。

表6 後期モチベーション毎の成績の割合(%)

MV	S	A	B	C	D	E	合計
-	19.8	16.4	21.6	13.8	11.2	17.2	100.0
L	15.3	29.2	19.4	23.6	9.7	2.8	100.0
M	22.8	26.9	23.4	20.7	4.8	1.4	100.0
H	41.3	24.4	16.1	12.4	4.5	1.2	100.0
計	29.0	24.0	19.5	16.2	6.6	4.7	100.0

表7は、成績毎の後期モチベーションの割合を示したものである。成績がSからCにかけて最も多いモチベーションの状態は、Hであった。Hの割合は、Sが59.9%、Aが42.8%、Bが34.8%、Cが32.3%であった。一方、成績がDにおける-の割合は34.2%、Hが28.9%であった。Eは74.1%が-となり、ここからも欠席と成績不良との関係が顕著に伺える。モチベーションの向上によって成績が向上し、モチベーションの低下によって成績が低下する傾向が、ここでも示された。

表7 成績毎の後期モチベーションの割合(%)

MV	S	A	B	C	D	E	合計
-	13.8	13.8	22.3	17.2	34.2	74.1	20.2
L	6.6	15.2	12.5	18.3	18.4	7.4	12.5
M	19.8	28.3	30.4	32.3	18.4	7.4	25.2
H	59.9	42.8	34.8	32.3	28.9	11.1	42.1
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

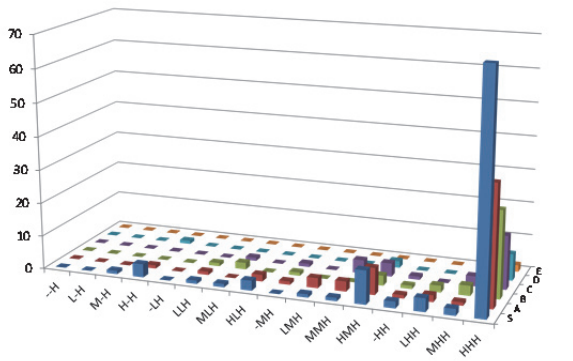


図 1 モチベーション推移と成績(後期が H の場合)

表 8 後期モチベーションと成績(後期が H の場合)

推移	S	A	B	C	D	E	合計
M-H	1	0	0	0	0	0	1
H-H	4	1	0	0	1	0	6
LLH	1	1	1	0	0	0	3
MLH	1	0	2	1	0	0	4
HLH	3	2	0	0	0	0	5
-MH	0	1	1	1	0	0	3
LMH	1	3	0	0	0	0	4
MMH	1	3	0	4	0	0	8
HMH	10	8	3	4	2	0	27
-HH	2	1	1	1	0	0	5
LHH	4	2	2	0	0	0	8
MHH	2	1	3	3	0	1	10
HHH	70	36	26	16	8	2	158
合計	100	59	39	30	11	3	242

#### 4.2 後期が H になる場合

前期, 中期, 後期におけるモチベーション推移と成績の関係について分析を行った. 後期が H になる場合の成績の関係を図 1 と表 8 に示す. なお, 表 8 で合計が 0 になるものは省いた. 以下の表でも同様である. 最も多かったモチベーション推移は HHH の 158 名であった. この場合の成績は S が 70 名, A が 36 名であった. これらの成績の割合は, 158 名に対し 67.1%にもおよんだ. 一方, 不合格は, D が 8 名, E が 2 名であり, これらの割合は, 僅かに 6.3%であった.

#### 4.3 後期が M になる場合

後期が M になる場合の成績との関係を図 2 と表 9 に示す. 最も多かったモチベーション推移は MMM の 36 名であった. このモチベーション推移は, 前期から後期にかけて中位群を維持した. 成績は S が 12 名, A が 9 名であった. これらの割合は, 36 名に対して 58.3%であった. 一方, 不合格は 1 名であり, 同割合は 2.8%であった. 次に多かった HHM は 35 名であり, 成績は S が 5 名, A が 8 名であった. これらの割合は, 35 名に対して 37.1%であった. 続いて HMM は 18 名であり, 成績は S が 7 名, A が 5 名であった. これらの割合は, 18 名に対して 66.7%であった.

#### 4.4 後期が L になる場合

後期が L になる場合の成績との関係を図 3 と表 10 に示す. MLL の 16 名が最も多く, LLL が 14 名, HHL が 13 名と続く. 人数が少ないので特徴をつかみにくいが, 成績は S から E まで幅広く分布している. この結

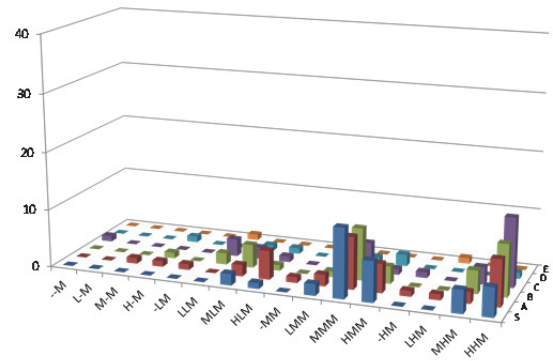


図 2 モチベーション推移と成績(後期が M の場合)

表 9 後期モチベーションと成績(後期が M の場合)

推移	S	A	B	C	D	E	合計
--M	0	0	0	1	0	0	1
M-M	0	1	0	0	0	0	1
H-M	0	1	1	0	1	0	3
-LM	0	1	0	0	0	0	1
LLM	0	0	2	3	0	1	6
MLM	2	2	4	2	1	0	11
HLM	1	5	1	1	1	0	9
-MM	0	1	0	0	0	0	1
LMM	2	2	1	1	0	0	6
MMM	12	9	9	5	1	0	36
HMM	7	5	3	1	2	0	18
-HM	0	1	0	1	0	0	2
LHM	0	1	0	0	0	1	2
MHM	4	2	4	3	0	0	13
HMM	5	8	9	12	1	0	35
合計	33	39	34	30	7	2	145

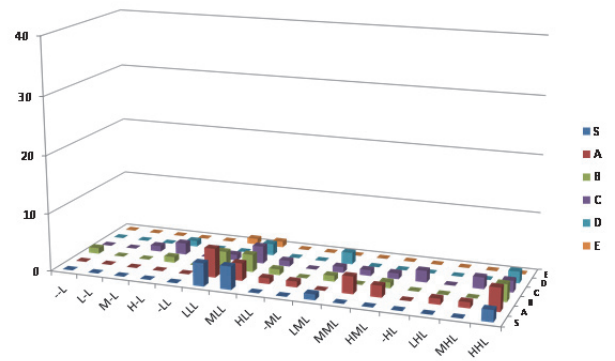


図 3 モチベーション推移と成績(後期が L の場合)

果は, 残念ながら SIEM の実践ではモチベーションの向上をはかることができなかった事を示している.

#### 4.5 後期が-になる場合

後期が-になる場合の成績との関係を図 4 と表 11 に示す. 最も多かったのが--で, 57 名であった. 成績の内訳を見ると, S から E まで幅広く分布している. S が 15 名, A が 7 名おり, 57 名に対する割合は 38.6%であった. これらの成績優秀者は, 何らかの理由で, 前期, 中期, 後期のモチベーション測定時の授業を欠席もしくはアンケート調査に回答しなかったことにな

る。潜在的にスキルの高い受講者であった可能性も考えられる。一方、不合格者は D が 7 名、E が 16 名おり、57 名に対する割合は 40.4%であった。こちらは授業を欠席しており、成績不良を招く結果となったことが考えられる。HH-が 13 名いたが、不合格は無かった。

表 10 後期モチベーションと成績の(後期が L の場合)

推移	S	A	B	C	D	E	合計
-L	0	0	1	0	0	0	1
M-L	0	0	0	1	0	0	1
H-L	0	0	1	2	1	0	4
LLL	4	5	3	1	0	1	14
MLL	4	3	3	3	2	1	16
HLL	0	1	1	1	0	0	3
-ML	0	1	0	0	0	0	1
LML	1	0	1	1	2	0	5
MML	0	3	0	1	0	0	4
HML	0	2	1	1	0	0	4
-HL	0	0	0	2	0	0	2
LHL	0	1	0	0	0	0	1
MHL	0	1	0	2	0	0	3
HHL	2	4	3	2	2	0	13
合計	11	21	14	17	7	2	72

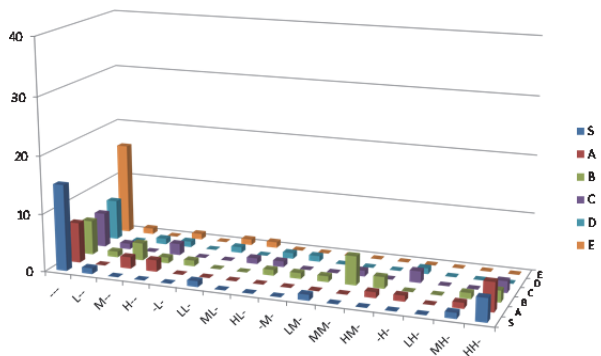


図 4 モチベーション推移と成績(後期が L の場合)

表 11 後期モチベーションと成績(後期が-の場合)

推移	S	A	B	C	D	E	合計
---	15	7	6	6	7	16	57
L--	1	0	1	1	0	1	4
M--	0	2	3	0	1	0	6
H--	0	2	1	2	1	1	7
-L-	0	0	1	0	0	0	1
LL-	1	0	0	0	1	1	3
ML-	0	0	0	1	0	1	2
HL-	0	0	1	1	1	0	3
-M-	0	0	1	0	1	0	2
LM-	1	0	1	0	0	0	2
MM-	0	0	5	1	0	0	6
HM-	0	1	2	0	0	0	3
-H-	0	1	0	2	1	0	4
MH-	1	1	1	0	0	0	3
HH-	4	5	2	2	0	0	13
合計	23	19	25	16	13	20	116

#### 4.6 成績とモチベーション推移の分布

成績とモチベーションの推移を組み合わせたキーを作成し、その分布を分析した。先頭の 1 文字が成績を、続く 3 文字が前述したモチベーションの推移を示して

いる。分析の結果 173 のパターンが存在し、6 以上の分布を図 5 に示した。この先の分布はロングテール状に 1 まで広がっていた。最も多かったのが SHHH の 70 名、次いで AHHH の 36 名、BHHH の 26 名、CHHH の 16 名の順であった。S や A の評価を得ている受講者は、モチベーションが前期、中期、後期共に高いことが分かった。一方、E---の 16 名、S---の 15 名がこれに続いた。E---は授業から脱落したことが考えられ、S---は潜在的なスキルが高いことが考えられる。

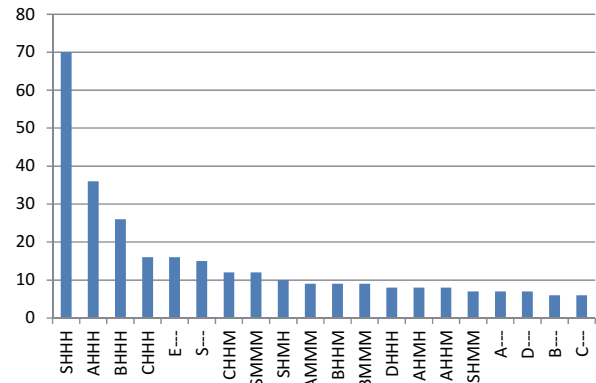


図 5 成績とモチベーション推移の分布(6 以上)

#### 5. おわりに

本論文では、2003 年度から 2012 年度に開講した「コンピュータプログラミング B」を対象に、過去 10 年間に渡るデータの分析結果について述べた。地道に SIEM を実践する中で得られた結果であるが、大半の受講者に対してモチベーションの向上は、成績の向上に寄与していることが伺える結果となった。一方、SIEM でもモチベーションを向上できない受講者が、わずかにあるが存在する事も明らかになった。さらなるモチベーションの向上を目指すためには、これまでの努力を継続しながら、このわずかな受講者のモチベーションの低下を誘発している原因を探り、それを改善することが求められる。

本論文の分析の一部は、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一般研究(Q12J-02)として行っている。

#### 参考文献

- (1) 土肥紳一, 宮川 治, 今野紀子: SIEM を活用したオブジェクト指向プログラミング入門教育の CS 分析結果の特徴分析, コンピュータ利用教育協議会(CIEC), PC カンファレンス 2012 講演論文集, pp.249-252 (2012).
- (2) 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
- (3) 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).
- (4) 土肥紳一, 宮川 治, 今野紀子: プログラミング入門教育におけるモチベーションと成績の関係, SSS2011 論文集, Vol.2011, no.4, pp.141-146(2011).