

RN-005

プログラミング入門教育におけるモチベーション分布の分析

Analysis of Distribution of Students' Motivation for Introduction to
Computer Programming Education土肥 紳一
Shinichi Dohi宮川 治†
Osamu Miyakawa今野 紀子†
Noriko Konno

1. まえがき

2006年度の出生率は少し向上したものの、18歳人口の低下は今後も続く。新設学部や新設大学の設置認可は繰り返し行われる中、大学への進学率はさらに向上する。志願者と進学先の受け皿がバランスする2007年問題に直面し、大学の二極化が益々進行した。読売新聞社の教育ルネッサンスでは、大学の授業を変えようとする取組みとして「教師力大学編」が掲載され、社会問題として大きく取り上げられている[1]。一方、日本工学教育協会の工学教育2007年7月号では、教育に関する論文の特集号が掲載されるなど工学の分野でも教育が重視されるようになった[2]。多様化した受講者に対する、大学教員とのミスマッチがこれらの問題の根幹にある。このような問題を解決する一つの方法は、多様化した受講者に対する学習意欲の喚起、すなわちモチベーションの向上をいかに行うかである。この問題を放置すれば、挫折する受講者が増加し、ニートやフリータといった人材を大量に排出する結果を招くことになる。

本論文では、教室内におけるモチベーション分布を示すことで、一層効果的なモチベーションの向上について探る。

2. 目的

2.1 これまでの本研究の推移

2002年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を向上する研究を行ってきた。SIEM(ジーム)は、これを実現するために開発した教育手法である[3]。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、独自の教授法(SIEM: Systematical Information Education Method)と評価尺度(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を行えるまでに至った[4]。ARCSモデルでは、学習意欲を注意(Attention)、関連性(Relevance)、自信(Confidence)、満足感(Satisfaction)の4つの枠組みで評価する[5]。ARCSは、これらの頭文字を並べたものである。SIEMで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。評価尺度を、表1に示す[6]。モチベーションは、Atkinson, J.Wの達成行動の動機付けモデルを活用することによって、受講者が回答した5段階評価から(17)と(19)の積で算出する[7,8]。この分析結果からMVを低下させている要因について授業改善策を提案し、授業にフィードバックすることで、受講者のモチベーションの向上を期待できる。その後、SIEMは英語等の科目にも導入されつつあり、情報環境学部の教授法(School of Information Environment Method)へと発展している[9]。

2.2 本研究の活用

受講者個々のモチベーションと教室内における受講者の位置を追跡し、教室空間内におけるモチベーション分布を教授者にフィードバックできれば、一層効果的な授業改善が可能となる。本研究は前述したARCSモデルがベースになっているが、この理論を実践し、継続的に測定を続けることによって、教授者の個性を客観的に示すことが可能になる。これまでは教育効果を客観的に示すことは難しいとされてきたが、モチベーションに着目した本研究では、教授内容や教授者に依存しないで定量化できることが独創的な点である。このような測定結果を多く収集できるようになれば、モチベーションの平均的な値を得られるようになり、モチベーションの高い授業の特色、あるいはモチベーションの低い授業の特色を平均値との比較によって容易に分析できるようになる。この結果を授業改善に役立てることによって、教授者自身のFD(Faculty Development)にも活用できる。さらに、要因分析の特徴は、教授者の特徴を示すパラメータとして活用することができる。このように、教育の評価にかかわる部分を定量化することによって、他の教授者との相対的な比較も可能となる。

2.3 本研究の成果として期待しているもの

本研究では、SIEMアセスメント尺度を活用しながら受講者個々のモチベーションの変化を追跡し、受講者の着席する位置と受講者のモチベーションから、教室内のモチベーション分布の時間的変化を明確にする。本尺度の応用によって、以下のことが明らかになるものと期待している。

(1) 受講者のモチベーション分布の可視化

プログラミング入門教育を対象に、受講者個々のモチベーションの変化が、授業の中でどのように変化しているかを分析する。教室内の座席は自由席として授業を実施している本学部のプログラミング入門教育では、授業の進行に伴って、受講者の着席位置が早い時期に確定すると共に、新たなコミュニティが形成され、リーダーが誕生している。これらのプロセスが、モチベーション分布とどのように影響しあっているかについて探る。

(2) 教室形状とモチベーション分布の分析

受講者が着席している位置の関係を調べることによって、教室空間内のモチベーション分布がどのように変化しているかを明確にする。教室の形状や座席の配置によって、モチベーションが向上している位置、逆に低下している位置を特定できれば、教授者はモチベーションを向上するための方略を授業に適用可能となる。

(3) 教授者とモチベーション分布の分析

本研究の前段階となる基礎研究では、1名の教授者を対象に受講者のモチベーションを測定してきた。現在、3名の教授者によってSIEMが導入されている。特定の教授者に対するモチベーション分布を長期間に渡って追跡することで、教授者の個性に相当するパラメータを抽出できる。

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

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	将来に役立つと思えますか。
(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えますか。
(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えますか。
(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えますか。
(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えますか。

3. 予想される教室形状とモチベーション分布

プログラミング入門教育を対象とした教室の形状は、いくつかの典型的な例として取り上げることができる[10]。一般的に教室は長方形が多く、その教室の中に机を配置する。机の配置の仕方は、図 1 に示すように講義を目的とした配置から、図 2 に示すようにグループ学習を目的とした配置が考えられる。一つの仮説として、教授者の近傍でモチベーションが向上することが予想される。具体的には、

教室内のモチベーション分布は、図 3 と図 4 に示すように教授者 (●) の近傍で高くなることが予想される。このようにモチベーション分布が明らかになれば、教室形状に最適な教授者の配置を決めること等が可能となり、受講者 (○) 全体のモチベーションの向上を期待できる。さらに授業に適した受講者の机の配置や教授者の配置をモデル化できる。このようにモチベーション分布を探ることによって、モチベーションを高い状態に維持した授業を展開できる環境を提案できるようになり、教授者がこれまで投入してきた労力を効率良く授業に活かせるようになる。

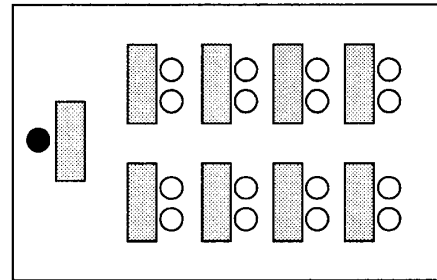


図 1 机が整然と並んだ教室

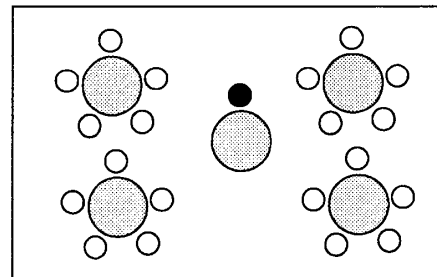


図 2 グループ学習向けの教室

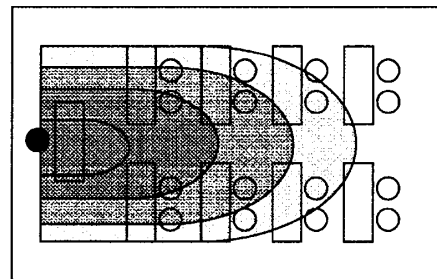


図 3 モチベーション分布の予想

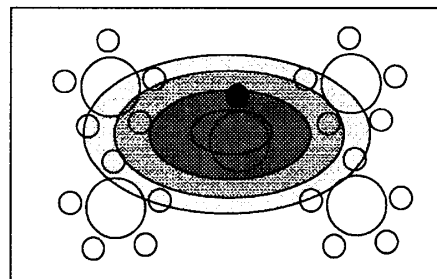


図 4 モチベーション分布の予想

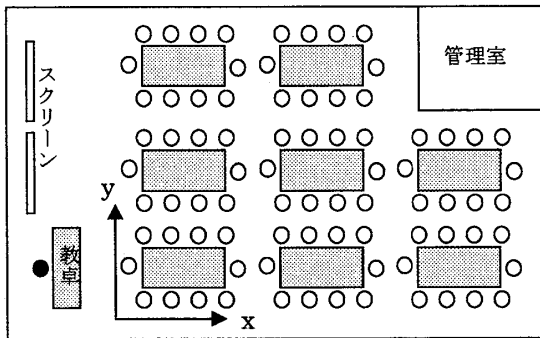


図5 教室のレイアウト

4. 測定対象の授業

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。新入生の大半が受講するため、2007年は4クラスに分割して実施した。1クラスは約60～70名の受講者となっている。クラス分割は学籍番号を4で割った余りで分割したため、各クラスの母集団による差は無い。ここでは4クラスの内、C先生のクラスを取り上げる。C先生の教室のレイアウトは、図5に示す。机の位置は固定されているが、椅子は可動式となっている。教授者(●)はスクリーン側の教卓に位置する。その他、助手が1名、院生のTAが1名、学生のSAが3名、計5名が支援スタッフとして参加した。受講者の座席(○)は、自由席である。モチベーション分布の測定は、受講者のモチベーションの測定時期に合わせ、各受講者が教室内のどこに着席しているかを調査した。

5. モチベーション解析結果

モチベーション解析結果は表2に示す。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。

(1) 授業中期の解析結果

前期から中期にかけてモチベーションが0.2上昇しており、高いモチベーション水準が維持されている。中期のモチベーション構造分析結果から、このクラスのモチベーションには、自発性因子($\beta=0.77$)が有意に影響していることが判明した($R^2=0.57$)。自発性因子には「自己目標の明確度($\beta=0.32$)」「自己コントロール度($\beta=0.32$)」「将来への有用度($\beta=0.31$)」「向上努力度($\beta=0.28$)」がそれぞれ関与している($R^2=1.0$)。受講者はこの授業が将来に有用であることを理解しており、もっと努力や工夫をして勉強をしたいと思っている。このような受講者の自発的学習姿勢を保持する要因としては、授業により好奇心が刺激されたこと、入力したプログラムの動作結果を見るのが楽しく感じられたことが挙げられる。これらがモチベーションに繋がっており、全体として高いモチベーション水準が促進されている。後期への改善提案は、このままのスタイルを維持することが提案された。

(2) 授業後期の解析結果

中期から後期にかけてモチベーションが2.0低下したが、依然として高めのモチベーション水準が維持されている。後期のモチベーション構造分析結果から、このクラスのモチベーションには、自発性因子($\beta=0.39$)と参加性因子($\beta=0.33$)が有意に影響していることが判明した($R^2=0.87$)。

表2 モチベーション (MV) の基本統計量

	年度	2007年		
	測定時期	前期	中期	後期
全体	平均	19.9	20.1	18.1
	標準誤差	0.83	0.81	0.91
	中央値	25	20	16
	最頻値	25	25	25
	標準偏差	6.70	6.13	6.95
	分散	45.0	37.5	48.4
	尖度	1.00	0.50	-0.66
	歪度	-1.34	-1.10	-0.61
	範囲	24	24	24
	最小	1	1	1
	最大	25	25	25
合計	1296	1143	1068	
上位群	人数(%)	70.8	66.7	50.9
20 \leq MV	MVの平均	23.6	20.1	24.0
中位群	人数(%)	18.5	24.6	27.1
10 \leq MV<20	MVの平均	12.0	19.0	15.8
下位群	人数(%)	10.8	8.8	22.0
MV<10	MVの平均	4.6	6.4	7.4

自発性因子には「向上努力度($\beta=0.41$)」「自己目標の明確度($\beta=0.38$)」「将来への有用度($\beta=0.29$)」が関与し($R^2=0.97$)、参加性因子には「参加積極度($\beta=0.93$)」が関与している($R^2=0.87$)。受講者はこの授業が将来に有用であることを理解しており、自己目標を明確にしながらもっと努力をして勉強をしたいと思っている。また、積極的な参加態度で授業に臨もうという意欲を持っている。これらの意欲や姿勢が、このクラスのモチベーションに繋がっていると考えられる。このような受講者の自発的学習姿勢や意欲的参加態度の保持には、自分が入力したプログラムの動作結果を見るのが楽しかったこと($r=0.85$)、授業で好奇心を刺激されたこと($r=0.82$, $r=0.75$)、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ったこと($r=0.74$)とともに、教員やクラスのメンバーが好意的であったこと($r=0.74$)が挙げられる。受講者の今後の学習ステップとして、有意義な動機付けができたといえる。

(3) 受講者と教員とのマッチング

表1の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な場合には1になることが期待される。これらの性質から、(1)～(16)の値は、教授者と受講者間のマッチングに活用できる。定量化するためにマッチングはレーダーチャートで示された面積と定義し、バランスと呼ぶ。バランスの最小値は0、最大値は49.0(小数点以下第二位を四捨五入)になる。中期のバランスは27.6、後期は24.6と僅かに低下した。授業がどの程度、受講者に対してマッチしたものであるのかについては、全般的に授業と受講者のマッチング度は良好であったと判断できる。中期では特に「参加意欲度(4.44)」「向上努力度(4.26)」「参加積極度(4.25)」「コンテンツの合致度(4.25)」のマッチングが良く、後期も同様に「参加意欲度(4.34)」「コンテンツの合致度(4.24)」「向上努力度(4.07)」のマッチングが良いことが認められた。

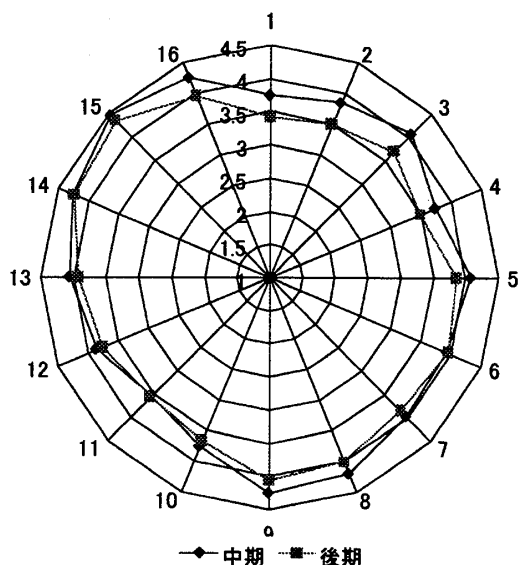


図6 マッチングの様子

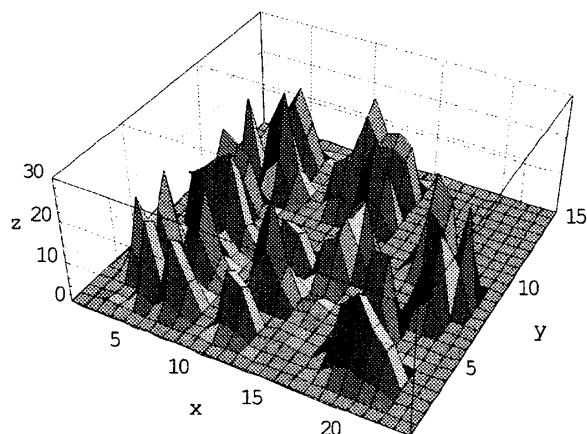


図7 中期のモチベーション分布

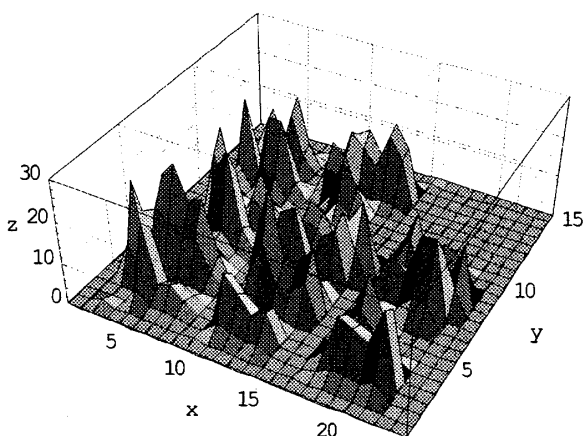


図8 後期のモチベーション分布

中期と比較して後期には、「愉楽度(-0.37)」「親性度(-0.35)」「成功機会度(-0.33)」のマッチングが低下した。後

期になり授業内容が難しくなったのか、授業中にできた・わかったという実感が以前より少なくなり、授業の内容の親しみやすさ、楽しさが低下したのかも知れない。

(4) モチベーション分布の測定結果

中期と後期のモチベーション分布は、図7と図8に右手系で示す。x軸とy軸の関係は図5に対応しており、z軸がモチベーションの値になる。受講者のモチベーションは、教授者の近傍で高くなると予想されたが、中期と後期の分布は共に教室内に広く分散していることが分かった。このことは、SIEMがスモールステップを積極的に取り入れた教授法のため、教授者およびTA(Teaching Assistant)やSA(Student Assistant)が適宜、受講者の状況を確認しながら、教室内を巡回指導している効果が、結果に現れているものと考えられる。

6. まとめ

教室内のモチベーション分布を表示できるようになったことで、一概に教授者の近傍が高いわけではないことが明確になった。この結果は、SIEMが持つ固有の教育手法の特徴を現しているものと考えられる。教室内のモチベーションが低下している特定の領域を発見できれば、適切な授業戦略を適用できるようになる。さらに中期と後期におけるモチベーションの時間的な変動を知ることによって、局所的にモチベーションを向上するための授業戦略を施すことも可能となる。このようにクラス全体のモチベーションの向上を一層加速するためには、モチベーション分布を用いることの効果が期待できると考えられる。今後は同一科目をクラス分割している他のクラスのモチベーション分布を示すと共に、教室形状、教授者、授業実施形態の違いによる特徴を分析し、モチベーションの向上を目指した教育の方略に活用していきたい。本研究は、東京電機大学ハイテク・リサーチ・センタープロジェクト研究および総合研究所研究Q08J-08として行っている。

参考文献

- 1) 「教師力大学編」, 読売新聞社の(朝刊)教育ルネッサンス, 2007年7月3日~21日
- 2) 特集「教育の評価と改善」, 日本工学教育協会, 工学教育 Vol.55,no.4 (2007.7)
- 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 Vol.3,no.3,p347-p350 (2004.9)
- 4) 土肥紳一, 宮川治, 今野紀子, SIEMアセスメント尺度による異なる教員のプログラミング入門教育の分析, 情報処理学会第68回全国大会(分冊4), p377-p378 (2006.3)
- 5) Keller, J.M., & Suzuki, K. (1988). Use of the ARCS motivation model in courseware design (Chapter 16). In D.H. Jonnasen(Ed.), Instructional designs for microcomputer courseware. Lawrence Erlbaum Associates, U.S.A.
- 6) 土肥紳一, 宮川治, 今野紀子, SIEMアセスメント尺度によるプログラミング教育へのフィードバック効果の分析, 東京電機大学先端工学研究所研究報告, p133-p134 (2006.3)
- 7) Atkinson, J.W.: An Introduction to Motivation, Princeton, N.J., Van Nostrand (1964)
- 8) Atkinson, J. W. and Feather, N. T.: Theory of Achievement Motivation, Wiley, New York (1966)
- 9) 上淵 寿, 動機づけ研究の最前線, 北大路書房
- 10) 大岩 元, 橋 孝博, 半田 亨, 久野 靖, 辰己 丈夫, 情報科教育法, オーム社