

# プログラミング実習における自発性測定のための感情と自発性の関連分析

濱田 美奈子<sup>\*1</sup>, 玉田 春昭<sup>\*2</sup>, 中道 上<sup>\*3</sup>, 武村 泰宏<sup>\*4</sup>, Michael Barker<sup>\*5</sup>

<概要> 学習者がプログラミングを効果的に学習するために, 教授者は学習者の自発性を高める必要がある. そのため, プログラミング実習において教授者は学習者の自発性を測定し, 把握することが求められている. 我々は実習中に抱く感情から自発性を測定するために, 情報系の学科に所属する大学生192名を対象にアンケート調査を行い, 自発性が有ることに関連する感情と, 自発性が無いことに関連する感情を明らかにした.

<キーワード> 学習評価, プログラミング教育, 自発性, 感情, 実習

## 1. はじめに

コンピュータ技術が著しい発展を遂げる一方で, 情報処理技術者の人材不足が深刻化している. そのため, プログラミング教育の重要性が以前にも増して高まってきている[5]. プログラミング教育では, 教授者が学習者に講義内容を理解させるだけでは不十分であり, 学習者が自発的に練習や問題解決に取り組むプログラミング実習を実施することが重要である. しかし, 限られた実習時間内に教育効果を上げるためには, 教授者が学習者に対して何らかの「動機付け」を行い, 学習者の「自発性」を高めることが必要である.

これまでも, プログラミング実習における動機付けを行う方法が提案されている. 例えば Feldgen らは, 実習の題材としてゲームプログラミングを取り上げることで, 学習者の興味を促すことを試みた[2]. しかしこれまでの研究では, 動機付けの効果を評価する指標として, 出席率や成績が用いられることが多く, その動機付けによって学習者の自発性が向上したかどうかは不明である.

そこで我々は, プログラミング実習において学習者が抱く「感情」に着目し, 学習者の自発性を測定する方法について検討を行っている. 学習者の感情は, 自発性を反映する直接的な要素の一つと考えられる. 感情と学習効果の関連

を調べる研究は, 従来心理学の分野で盛んに行われている(例えば, [3][4]). しかし, プログラミング実習における学習者の自発性についての報告はなされていない. 従って, 学習者が実習中に抱きうる様々な感情のうち, どの感情が自発性に関連するのかが明らかでない.

そこで本研究では, プログラミング実習の過程で学習者が抱く感情と自発性との関連を分析し考察を行う. 具体的には, まず実習受講経験のある23名を対象に予備実験を行い, 学習者がプログラミング実習において抱き得る感情をアンケート調査により導出する. この導出においては, プログラミング実習における典型的な6つの状況(タイミング)を設定し, 各状況における感情を整理した. 次に, 導出された感情を選択肢とするアンケートを作成し, 情報系の学科に所属している大学生192名に回答してもらった. 次にアンケート結果に基づいて, 各感情と自発性の有無との関連をフィッシャーの直接確率検定法を用いて分析した. その結果, 9種類の感情がプログラミング実習における自発性と関連していることがわかった. そのうち, 「おもしろそう」や「改良しよう」など6種類の感情は, 自発性が有ることに関連し, 「難しい」や「友達に相談しよう」など3種類の感情は, 自発性が無いことに関連することがわかった.

\*1 HAMADA, Minako : 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 e-mail= minako\_h@is.naist.jp

\*2 TAMADA, Haruaki : 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 e-mail= harua\_t@is.naist.jp

\*3 NAKAMICHI, Noboru : 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 e-mail= noboru\_n@is.naist.jp

\*4 TAKEMURA, Yasuhiro : 大阪芸術大学 芸術学部 e-mail= takemura@mxw.mesh.ne.jp

\*5 Michael, Barker : 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 e-mail= mbarker@is.naist.jp

## 2. 予備実験

### 2.1 プログラミング実習における状況

学習者は授業中の様々な状況において何らかの感情を抱く。本稿では、実習中に学習者がどのような感情を抱くのか調べるため、一般的な実習で見られる以下の6個の状況を設定した。

- (1) 新しい概念を学ぶ
- (2) 演習問題を与えられる
- (3) 演習のプログラムが正常に動作しない
- (4) 演習のプログラムを自力で完成する
- (5) 自分が作成したものよりも優れている実行結果を見る
- (6) 実習の全課程が終了する

これらの状況は、学習者がプログラミングを学ぶ上で刺激となるタイミングを性質付ける。そのため、これらの各状況において学習者は何らかの感情を抱くと考える。

### 2.2 プログラミング実習で学習者が抱く感情

(1) ~ (6)の各状況において、学習者がどのような感情を抱くのかを調べるため、自由記述形式のアンケート調査を行った。幅広い意見を得るため、大学生、大学院生、教授者、社会人とプログラミング実習の受講経験者23名を対象とした。

表 1 各状況において学習者が抱く感情

状況	学習者が抱く感情
(1)	嬉しい、難しい、感心した、もっと知りたい、修得したい、学ぶ意味がわからない、特に何も思わない、実際どのように使えるのかな
(2)	おもしろそう、やりたくない、面倒臭い、張り切る、高い評価を目指す、コピーさせてもらおう、難しそう、興奮する
(3)	もうやりたくない、仕方ないので原因を調べよう、友達に相談しよう、絶対に完成させたい、悔しい、面倒臭い、イライラする
(4)	達成感がある、改良しよう、解放感がある、疲れた、もうやりたくない、単位取得に近づいた、自慢したい
(5)	参考にしたい、特に何も思わない、コードが見たい、自信がなくなった、改良点はないかな、感心した、上手になりたい
(6)	成績が気になる、解放感がある、実力がついたか不安、達成感がある、もっとプログラミングをしたい、特に何も思わない、物足りない、楽しかった

アンケートの回答をもとに、各状況で学習者が抱く感情を抽出・分類した。その結果表 1 に示す。この予備実験では、1つの状況において7または8種類の感情を抱くことがわかった。本稿で言う感情とは、実習やプログラミングに関する感想も含む、学習者が感じたこと全てを指すものとする。

## 3. 実験

### 3.1 アンケート調査

プログラミング実習のある状況において学習者が抱いた感情と自発性の有無に関連が有るか調べるため、表 1をもとに多肢選択式のアンケートを作成した。情報系の学科に所属する大学生192名に対し本アンケートを実施した。

アンケートでは実習の受講経験や、実習後に自発的にプログラミングを行ったか、そして各状況でどのような感情を抱いたかについて質問した。そのアンケートの一部を図 1に示す。各状況で1人の学習者が複数の感情を抱く場合も考えられるが、最も強く抱いた感情を調べるため、学習者には各状況で抱く感情を1つだけ選択してもらった。これにより、自発性と感情の関連の有無が顕著に表れると考えた。

1	プログラミングの実習の受講経験について教えてください。 1.1 あなたは、今までにプログラミングの実習を受けたことがありますか？  (ア) ある (イ) ない 1.2 1.1で(ア)あると答えた人にお聞きします。実習が終わってから自発的にプログラミングをしましたか？  した しなかった
2	以下では、プログラミングの実習の様々な状況において抱くと考えられる感情を列挙しています。あなたが同じ状況において抱く感情に一番近いものを選んでください。  【状況1】プログラミングの講義で新しい概念(アルゴリズム、標準ライブラリの使い方など)を学んだとき。  (a) 感心した (b) もっと知りたい (c) 修得したい (d) 実際どのように使えるのかな (e) 学ぶ意味がわからない (f) 特に何も思わない (g) 難しい (h) 嬉しい

図 1 アンケートの一部

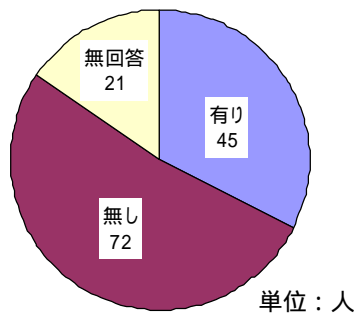


図 2 実習後の自発的なプログラミング経験の有無のアンケート集計結果

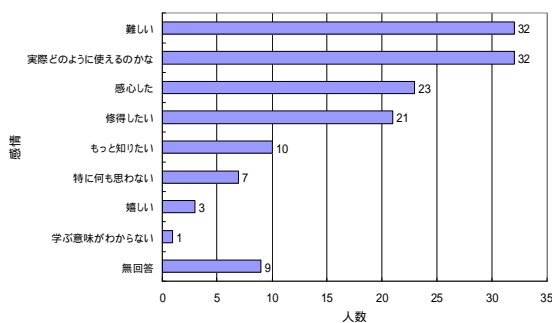


図 3 状況(1) (新しい概念を学ぶ)における各感情を抱いた学習者の分布

### 3.2 アンケート集計結果

アンケート結果を公表することに承諾し、かつ、実習の受講経験を持つ学習者は138名であった。実習後、自発的にプログラミングを行ったかという質問に対する回答の集計結果を図2に表す。この結果から、過半数の学習者は実習後、自発的にプログラミングを行わないことがわかった。

また、各状況で学習者が回答した結果の一例として、新しい概念を学んだという状況(1)のとき、各感情を抱く学習者の度数分布を図3に示す。図3の縦軸は無回答を含む、状況(1)で受講生が抱く感情を表し、横軸はその感情を最も強く抱いたと答えた学習者の人数を表している。図3からわかるように、新しい概念を学んだとき、「難しい」や「実際どのように使えるのかな」と感じる人が多く、「学ぶ意味がわからない」と感じる人は少ない。

### 3.3 分析

学習者の自発性の有無を決める基準として、「実習後にプログラミングを自発的に行ったか」というアンケートの質問に対する回答を用

表 2 「難しい」という感情の分割表

	自発性有り	自発性無し
難しい	4 人	24 人
他の感情	41 人	47 人

表 3 感情と自発性の有無の関連の検定結果 (P < 0.05)

状況	感情	P 値
(1)	難しい	0.0020
(2)	難しそう	0.0038
(2)	おもしろそう	0.0102
(4)	改良しよう	0.0187
(6)	もっとしたい	0.0152
(1)	もっと知りたい	0.0267
(2)	高い評価を目指す	0.0292
(5)	コードが見たい	0.0350
(3)	友達に相談しよう	0.0444

いた。ここで、実習後にプログラミングを自発的に行ったと答えた人を自発性有り、行わなかったと答えた人を自発性無しとする。

分析には、フィッシャーの直接確率検定法を用いて、「2要因は関連が有る」ことを証明する。この検定では、まず、証明することとは逆の「2要因は関連が無い」という帰無仮説を立てる。そして、算出されたP値が有意水準よりも小さい場合、帰無仮説を棄却することにより「2要因は関連が有る」ことが証明できる[1]。

ここでは、各感情と自発性の関連の有無を調べるため、各感情に対してある感情を最も強く抱いたかと、自発性の有無を基準として2×2の分割表を作成した。その一例として、状況(1)の「難しい」という感情に関する分割表を表2に示す。そして、「ある感情を最も強く抱いたか抱いていないかと、自発性の有無には関連が無い」と帰無仮説を立て、P値を算出した。有意水準0.05で帰無仮説が棄却された感情を表3に表す。表3中の、9種類の感情が自発性の有無と関連が有ることがわかった。

### 3.4 考察

3.3で行った分析では感情と自発性に関連が有ることを検定しただけで、どのような関連が有るかは明確になっていない。そのため、その感情を抱いた学習者は自発性が有るのか無いのか、という傾向を考察する。

自発性の有無と関連する9種類の各感情に関

表 4 感情と自発性の有無との関連の考察結果

状況	感情	自発性有りの人数における感情を抱いた人数の割合	自発性無し的人数における感情を抱いた人数の割合	自発性有り・自発性無しとの関連
(1)	難しい	9 %	34 %	自発性無し
(2)	難しそう	25 %	53 %	自発性無し
(2)	おもしろそう	30 %	10 %	自発性有り
(4)	改良しよう	10 %	0 %	自発性有り
(6)	もっとしたい	15 %	2 %	自発性有り
(1)	もっと知りたい	16 %	3 %	自発性有り
(2)	高い評価を目指す	30 %	11 %	自発性有り
(5)	コードが見たい	35 %	16 %	自発性有り
(3)	友達に相談しよう	14 %	31 %	自発性無し

して、自発性有りまたは自発性無しの学習者がその感情を最も強く抱いた割合を算出した。

「自発性有りの人数における感情を抱いた人数の割合自発性の有無で割合」と「自発性無し的人数における感情を抱いた人数の割合自発性の有無で割合」を比較し、前者の方が大きければ、自発性有りに関連し、そうでなければ、自発性無しに関連することがいえる。これをもとに自発性有り、または自発性無しとなる傾向ごとに感情を分けた結果を表 4に示す。

表 4より、自発性との関連が判明した9種類の感情のうち、6種類の感情は自発性があることに関連し、3種類の感情は自発性がないことに関連していることがわかった。それぞれの感情の傾向を見ると、プログラミングに対する積極的な姿勢がうかがえる感情は、自発性があることに関連しているのに対して、プログラミングに対する苦手意識がうかがえる感情は、自発性がないことに関連していることがわかった。

これより、自発性と関連する感情は、自発性があることに関連するのか、無いことに関連するのかによって分けられると考えられる。

#### 4. まとめ

本研究では実習において、感情から自発性の高さを測定するために、自発性と関連の有る感情について調査を行った。

その結果、学習者が抱く感情のうち自発性の有無と関連する感情が明らかになった。また、自発性と関連する感情を、自発性があることに関連する感情と、自発性がないことに関連する感情に分けることができた。

今後の課題として、自発性に関連する感情の強さから、自発性の高さの測定を試みたい。

#### 参考文献

- [1] 池田央(編),統計ガイドブック,新曜社,東京,1989
- [2] Maria Feldgen and Osvaldo Clua: "Game As A Motivation For Freshman Students To Learn Programming," Proceedings of the 34<sup>th</sup> ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Session S1H, pp.11 -16, 2004
- [3] Reinhard Pekrun, Thomas Goetz, and Wolfram Titz: "Academic Emotions in Students' Self-Regulated Learning and Achievement: A Program of Qualitative and Quantitative Research," Educational Psychologist, 37(2), pp.91 -105, 2002
- [4] Turner, J.C., Thorpe, P.K., & Meyer, D.K.: "Students' reports of motivation and negative affect: A theoretical and empirical analysis," Journal of Educational Psychology, 90, pp.758 -771, 1998
- [5] 中鉢欣秀,大岩元: "Javaヴァーチャルマシンをターゲットとした日本語オブジェクト指向言語の開発", 情報処理学会研究報告「プログラミング」, No.13, pp.31 -36, 1997