

## アルゴリズム的思考力と基礎プログラミング力との関連性の検討

### A Consideration of Relationship between Algorithmic Thinking Ability and Fundamental Programming Ability of University Freshmen Learner

佐藤 亮<sup>\*1</sup>, 香山 瑞恵<sup>\*2</sup>, 國宗 永佳<sup>\*2</sup>, 伊東 一典<sup>\*2</sup>, 橋本 昌巳<sup>\*2</sup>, 大谷 真<sup>\*2</sup>  
 Makoto SATOH<sup>\*1</sup>, Mizue KAYAMA<sup>\*2</sup>, Hisayoshi Kunimune<sup>\*2</sup>,  
 Kazunori ITOH<sup>\*2</sup>, Masami HASHIMOTO<sup>\*2</sup>, Makoto OHTANI<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> 信州大学大学院理工学系研究科

<sup>\*1</sup> Division of Science & Technology Master's Program, Shinshu University

<sup>\*2</sup> 信州大学工学部

<sup>\*2</sup> Shinshu University, Faculty of Engineering

Email: 12tm524h@shinshu-u.ac.jp

あらまし：本学では現在、基礎プログラミング教育に先立ち、アルゴリズム的思考法の訓練を取り入れている。本稿では、授業における最終成績を比較することで、アルゴリズム的思考法の訓練が、基礎的なプログラミング教育の成果に与える影響について考察する。

キーワード：アルゴリズム的思考、基礎プログラミング教育、標準偏差、コメント量、誤答分析

#### 1. はじめに

大学や専門学校、高等学校で行われているアルゴリズム教育は、プログラミングに関する授業に付随する形で実施されることが多い<sup>(1)</sup>。プログラミング教育の過程でアルゴリズムを学ぶ形式では、アルゴリズムを考え、表現する力を養う方法として体系化されているとは言い難い。このような形式でアルゴリズムを経験的に学んだ場合に、プログラミングの学習に支障をきたす学生が顕在化してきた<sup>(2)</sup>。そこで、著者らの大学では、プログラミング教育の前段階として、アルゴリズム的思考法の教育を導入している。これにより、学習者自らが問題解決の手法を考案し、表現する能力を身に付けた後に、プログラミング学習を重点的に行うことができると考えている。

本稿では、プログラミング教育の前段階として、アルゴリズム的思考法の教育を導入した効果を考察する。具体的には、アルゴリズム的思考力と基礎プログラミング力との関連性を検討する。

#### 2. 被験者と解析方法

ここでの被験者は、入学年度の異なる大学1年生とした。被験者はアルゴリズム的思考に関する学習を行った後に基礎プログラミング教育を受けている。また、解析対象は各授業での最終テストとした。アルゴリズム的思考のテスト(Algo テスト)では、それぞれ独自に開発されたアルゴリズム記述ツールを用いて回答させた<sup>(3-4)</sup>。基礎プログラミングのテスト(Prog テスト)では、異なる手法で回答を行わせた。

##### 2.1 被験者

###### 2.1.1 被験者 A 群

被験者 A 群は 2011 年度に工学部情報工学科に入学した 1 年生 86 名とした。Algo テストは、演算課

題 1 題、条件判断課題 2 題、繰返し課題 1 題、演算・条件・繰返しの 3 要素を網羅した複合課題 1 題である。これら 6 題について、提示された文章からアルゴリズムを記述させる記述形式 2 種、提示されたアルゴリズムについて、説明や出力値を回答させる読解形式 3 種、アルゴリズムの穴埋めを行う形式 1 種の、6 種類の課題形式を用意した。被験者を 6 グループに分類し、各グループに課題 6 題に対して課題形式を 1 種類ずつ、重複のないように割り当てた。

一方、Prog テストは、変数の型に関する課題 1 題、繰返し課題 2 題、配列課題 1 題、関数の呼び出しに関する課題 2 題という、計 6 題を解析対象とした。このとき、回答は紙面で行わせた。

###### 2.1.2 被験者 B 群

被験者 B 群は 2012 年度に工学部情報工学科に入学した 1 年生 92 名とした。Algo テストは、演算課題 1 題、条件判断課題 2 題、複合課題 5 題である。これら 8 題について、提示された文章からアルゴリズムを記述させる記述形式 1 種、提示されたアルゴリズムにおける出力値を回答させる読解形式 1 種という、2 種類の課題形式をそれぞれ用意した。被験者を 2 グループに分類し、それぞれ記述形式 4 種、読解形式 4 種についてそれぞれ回答させた。このとき、アルゴリズムを記述する際には、どのようにアルゴリズムを考え、組み立てたのかについてもコメントとして記述させている。

一方、Prog テストは、演算課題 1 題、ファイル処理課題 1 題、関数の呼び出しに関する課題 2 題という、計 4 題を解析対象とした。このとき、回答は Web で行わせており、プログラムのコンパイルが可能な状態で回答させた。

##### 2.2 解析方法

解析対象とした最終テストの結果から、標準偏差

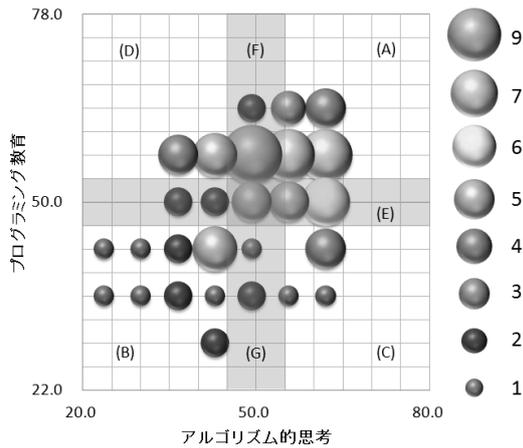


図1 被験者 A 群

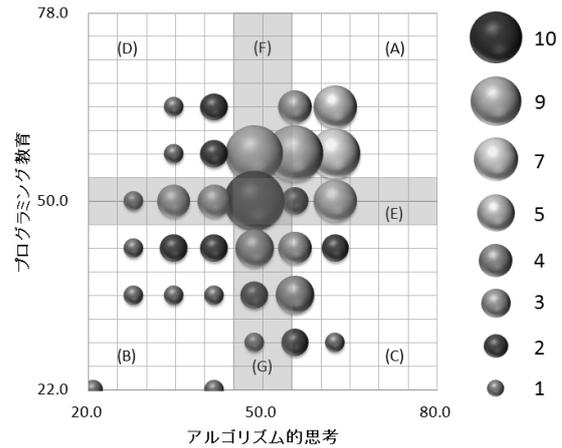


図2 被験者 B 群

を求め、それぞれ7階級に整理したうえでこれらと比較した。このとき、Algo テストと Prog テストの標準偏差をそれぞれ3分類(50を基準値として上下3.5以内の中位, それ以上の上位, それ以下の下位)し, それらの組み合わせで9カテゴリに分類した。

### 3. 解析結果と考察

9つのカテゴリに分類された被験者について, Algo テストにおけるコメント量や, 誤答分析の結果<sup>(5)</sup>に着目し, 特徴を考察する。

#### 3.1 被験者 A 群

図1にバブルチャートとして解析結果を示す。図中の(A)から(G)まではカテゴリを示す。両成績が共に上位カテゴリ(図中(A))の被験者が最も多く, 25%となった。また, 両成績が共に下位カテゴリ(図中(B))の被験者は2番目に多く, 19%であった。

Algo テストにおいて記述したコメント量が平均以下の被験者は, Prog テストが上位カテゴリ群の(A)・(D)・(F)で57.5%, 下位カテゴリ群の(B)・(C)・(G)カテゴリで68%となった。すなわち両カテゴリ群で過半数が平均以下となった。

また, (E)を除く8カテゴリでアルゴリズムの説明に関する誤りが確認された。一方, Algo テストは曖昧性を含む可能性がある<sup>(5)</sup>と示唆されている。そのため, 被験者の能力を適切に評価できなかったことが考えられる。それにより, Prog テストで上位となる(D)の被験者が約11%生じたとも考えられる。

#### 3.2 被験者 B 群

図2にバブルチャートとして解析結果を示す。(A)が最も多く, 26%であった。(C)の被験者は2番目に多く, 13%であった。そのため, Prog テストが下位カテゴリ群の被験者において, Algo テストが上位カテゴリに位置する被験者の方が多くなった。

Prog テストが上位カテゴリ群において, コメント量が平均以下だった被験者は41.0%であった。そのうち, (D)の学習者7%において, コメント量が平均以下の学習者は2%と少数であった。誤答分析により, アルゴリズムの動作に伴う値の変化に関する誤りや処理手順の見通しが立っていないという誤りパ

タンを含む回答が15.4%の被験者に確認された。一方, Prog テストが下位カテゴリ群において, コメント量が平均以下の被験者が72.4%と非常に多かった。また, 誤答分析により, 37.9%の被験者に前述の2種の誤りが確認された。Prog テストの下位カテゴリ群を減少させるためには, アルゴリズム的思考の学習の際に次の2点: (1)アルゴリズムへのコメントへの意識的に記述させること, (2)値の変化や正しい処理手順といった, アルゴリズムの考え方を確実に身につけさせること, が有効である可能性がある。

### 4. おわりに

本稿では, アルゴリズム的思考と基礎プログラミング学習におけるテスト結果から, 基礎プログラミング学習に与えるアルゴリズム的思考訓練の影響について考察した。その結果, プログラミング学習の成績は, アルゴリズム学習のテストにおける, アルゴリズムへのコメント量と誤りパターンに特徴があることが確認された。

今後は, アルゴリズム的思考の学習に適した課題や学習方針について更なる考察を行い, 基礎プログラミング学習により効果的な学習方法を検討する。

#### 参考文献

- (1) 飯田周作, 飯田千代, 清藤武暢, 佐藤創: “アルゴリズム的思考法の教育”, IPSJ 研究報告, Vol.2008, No.13, pp.57-64 (2008)
- (2) 不破泰, 國宗永佳, 香山 瑞恵, 新村正明, 宮尾秀俊: “情報工学科学生に対するアルゴリズム的思考法教育の実践と評価”, IEICE 技術研究報告, ET109(268), pp.51-56 (2009)
- (3) 香山瑞恵, 永井孝, 國宗永佳, 不破泰, 萱津理佳, 山本樹: “アルゴリズム的思考法のための教育支援ツールの開発”, JAEIS 全国大会講演論文集, Vol.4, No.1, pp.112-113(2010)
- (4) 小林慶, 國宗永佳, 香山瑞恵: “アルゴリズム的思考法教育を支援するビジュアルプログラミング環境の開発”, JSiSE 研究報告, Vol.27, No.4, pp.3-8 (2012)
- (5) 佐藤亮, 香山瑞恵, 伊東一典, 橋本昌巳, 大谷真: “アルゴリズム的思考法に関する課題の難しさについての基礎的検討”, JSiSE 研究報告, Vol.27, No.2, pp.69-76 (2012)