

アルゴリズム的思考法に関する初学者の誤答傾向の分析

Error and Error Pattern Analysis in Algorithmic Thinking Learning for Novices

不破 みのり^{*1}, 佐藤 亮^{*2}, 香山 瑞恵^{*1}, 橋本 昌巳^{*1}, 大谷 真^{*1}
 Minori FUWA^{*1}, Makoto SATOH^{*1}, Mizue KAYAMA^{*1}, Masami HASHIMOTO^{*2}, Makoto OTANI^{*2}

*1 信州大学工学部

*1 Shinshu University, Faculty of Engineering

*2 信州大学大学院 理工学系研究科

*2 Graduate School of Science and Technology, Shinshu University

Email: 10t5070a@shinshu-u.ac.jp

あらまし：本研究の目的は、アルゴリズム的思考法の学習者の理解状況に応じた課題系列を生成することである。本稿では、工学部情報系学科の新入生が受講する「アルゴリズム的思考法」で使用する課題に関して、2カ年分の新入生が提出した各課題の解答パターンと、その推移パターンを整理した結果を示す。さらに、特に2013年度の結果を取り上げ、解答パターンと、その推移パターンの関係性について考察する。

キーワード：アルゴリズム的思考法、誤答分析、解答パターン、推移パターン

1. はじめに

近年、アルゴリズム的思考法に関する学習を対象とした研究が増えてきている。そこでは、学習成果の評価や教育方法の検討が中心になされているが、学習者が効果的かつ効率的にアルゴリズム的思考法を身につける課題構成を対象とした研究は少ない。

そこで、本研究の目的は、アルゴリズム的思考法の学習者の理解状況に応じた課題系列を生成することである。そのために、まず、典型的なアルゴリズムの記述に際して初学者が生じやすい誤りを定量的かつ定性的に分析する。その上で、アルゴリズムを記述する課題の難易度を規定する基準を整理し、この難易度と学習者の理解度に応じた課題系列の生成を試みる。

本稿では、初学者が生じやすい誤りの傾向について考察する。具体的には、工学部情報系学科の新入生が受講する「アルゴリズム的思考法」(90分×10回 必修科目2単位)で使用する課題に対して、2012年度生と2013年度生が提出した各課題の誤答分析に基づいた解答パターンと、課題に対する解答パターンの学習過程における推移(以下、推移パターン)を示す。さらに、2013年度生の結果を取り上げ、解答パターンと推移パターンの関係性について考察する。

2. 実験条件

2.1 学習項目と課題種類

ここでは、アルゴリズムを「ある目的を達成するための処理の手順を順次・判断・繰返しのみの組み合わせで表現することである」とする。その上で、アルゴリズム的思考法を、「与えられた目的を達成するための処理手順を考え、それを他者に伝えるために形式化すること」と定義する⁽¹⁾。

本研究で扱う学習項目は「計算・代入、条件、繰返し」とする。また、これらの学習項目を扱う上での制約を以下に示す。

- ・計算は2項演算まで

- ・使用データ型は即値と変数
 - ・使用変数の型は整数と小数
 - ・使用演算子は四則演算子と比較演算子
 - ・出力できるのは変数又は文字列
 - ・分岐はifタイプ(elseなし)
 - ・繰返しは開始と終了を明記したwhileタイプ
- また、学習項目に対する課題は以下の4種である。
- ・計算課題(計算・代入のみ)
 - ・条件判断課題(計算課題+条件)
 - ・繰返し課題(計算課題+繰返し)
 - ・複合課題(全ての学習項目)

被験者はこれらの課題を独自開発された記述ツール⁽²⁾を用いて解答することとなる。

2.2 被験者と分析対象

被験者は、2012年度生95名(以下、12T群)、2013年度生91名(以下、13T群)である。分析対象は各年度の授業で用いられた課題とする。各年度における課題の出題順と種類毎の出題数を表1に示す。

3. 誤答分析

3.1 解答パターンの種類と出現割合

ここでは、佐藤ら⁽³⁾の基準を利用し、両被験者群の表1に示した各課題の解答を整理した。その結果、表2に示す10種の解答パターンが得られた。さらに、各パターンの定義を明確にし、パターン分類の汎用性を高めた。両被験者群における複合課題についての解答パターン毎の発生割合を図1に示す。

3.2 考察

両群において発生割合が大きく変化した解答パターンは「正解」と「読解ミス」である。13T群が12T

表1 課題の出題順と課題種類毎の出題数

出題順	12T群	13T群
1	計算課題1題	計算課題1題
2	条件判断課題3題	条件判断課題1題
3	繰返し課題1題	複合課題1題
4	複合課題1題	繰返し課題1題
計	6題	4題

表2 解答パタンの種類

解答パタン	定義の概要
正解	問題に対して過不足のない解答
単純ミス	変数, 出力, 演算子などの単純な誤り
読解ミス	課題の読み取り間違い
条件	不等号を含む分岐条件の誤り
繰返し	開始・終了条件の誤り, 無限ループ
処理見通し	目的のアルゴリズムに対する方針立てができていない
未回答	解答が行われていない
途中	未完成なアルゴリズム
値の変化	変数の初期化や増加が行われていない
複数該当	上記複数に該当する解答

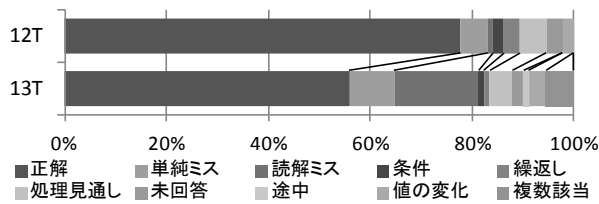


図1 解答パタン毎の出現割合の比較 (複合課題)

群に比べて「正解」が 23%減少した主たる要因は、課せられた課題数にあると考える。13T 群は 12T 群と比較して課題数が少なく、更に誤りを含む解答に対する教員からのフィードバックが十分ではなかったため、被験者の解答における誤りが改善されないまま次の課題に取り組んでいたと推察される。

一方、「読解ミス」が 14%増加したのは、13T 群から導入された記述ツールの新機能(変数への値指定)に対する理解不足が主たる要因と考えられる。「読解ミス」に相当する解答の 40%でこの新機能が適切に扱えていなかった。この現象は、13T 群の他課題でも同様であった。この他、指定された変数の出力に不備がある解答も多かった。

4. 解答パタンの推移の分析

4.1 推移パタンの種類と出現割合

各年度で課題全体の解答パタンの推移を整理した結果、推移パタンは 7 種に分類された (表 3)。例えば、分類 2 は、当初は「読解ミス」や「処理見通し」がなど、学習項目に関係のない誤りを生じた者が、学習後半で学習項目に関係する誤り(「条件」や「繰返し」など)を生じるように変化するパタンを指す。両群における推移パタン毎の出現割合を図 2 に示す。

4.2 考察

両群において発生割合が大きく変化した推移パタンは分類 1 (約-20%)、分類 4 (約+17%)、分類 6 (約-10%) である。これらの内、分類 4 が増加した理由は、課題文を全て理解できていなかった被験者や、解答を構成する学習項目の利用順序の見通しが不適切、あるいは曖昧な被験者が多いためではないかと考える。また、分類 4 に相当する被験者の 20%は、3.2 で指摘した記述ツールの新機能に関連する誤りを生じていた。学習後半においても、学習項目に関

表3 推移パタンの種類

分類番号	内容
1	全課題を通してほぼ「正解」
2	「読解ミス」や「処理見通し」からその他に変化している
3	「読解ミス」や「処理見通し」以外のミスが一貫して多い
4	「読解ミス」や「処理見通し」が一貫して多い
5	「読解ミス」・「処理見通し」とその他のミスが入り混じっている
6	問題が進むにつれてミスが増えている
7	「未回答」や「途中」が一貫して多い

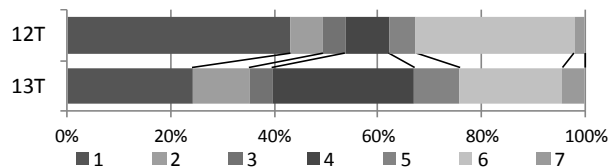


図2 推移パタン毎の出現割合の比較

係のない誤りを生じる被験者が多いことから、課題文の改良やツール操作への対策が必要だと考える。

5. 誤答分析と推移パタンの関係性

図 1 は学習後半に課せられた課題の解答を整理した結果である。ここでは、両群の比較から「正解」が減少し、「読解ミス」が増加していた。また、図 2 では、分類 1 が減少し、分類 4 が顕著に増加していた。これらから、以下の 2 点の問題を指摘できる。

1. 全ての課題に正解する被験者の減少
2. 全ての課題に対して、課題文への理解が不足している被験者の増加

さらに、3.2 と 4.2 に共通して、記述ツールの新機能に関する誤りが確認されたことから、記述ツールの操作に関する理解の仕方が、解答パタンと推移パタンに影響していたことが示唆された。そのため、記述ツールの扱いに関しては、学習初期段階において確実な理解を得る工夫が求められる。

6. おわりに

本稿では、情報系学科における新入生向け「アルゴリズム的思考法」における課題を取り上げ、学生の解答パタンとその推移パタンについて考察した。今後は、被験者の誤答に応じた補足課題の生成方法や各課題の難易度や複雑度を計る尺度を検討する。

参考文献

- (1) 不破泰他：“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”，信学研報 ET, Vol.109, No. 268, pp.51-56, 2009.
- (2) 小林慶他：“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”，教育システム情報学会研究報告, Vol.27, No.4, pp.3-8, 2012.
- (3) 佐藤亮他：“アルゴリズム的思考法の学習に適した大学入学者レベルの課題の検討”，教育システム情報学会 2012 年度学生研究発表会, 北信越地区-13, 2013.