

# アルゴリズム的思考法の学習環境におけるアセスメント機構

## Assessment mechanism in learning environment for learning Algorithmic Thinking

佐藤 亮\*<sup>1</sup>, 香山 瑞恵\*<sup>2</sup>, 國宗 永佳\*<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>, 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** : 本研究の目的は, アルゴリズム的思考法の教育環境の構築である. これまでにデータマイニング手法に基づいた学習成果の分析により, 教育方法を評価してきた. 本稿では, この評価行為を, 容易かつ継続的に実施するための, アセスメント機構について概観する.

**キーワード** : アルゴリズムの思考, アセスメント機構, S-P 表, コメント率

### 1. はじめに

情報の科学的な理解において, アルゴリズムは必須の概念である. 問題解決の手法として, 目的を達成する手段を基本的な操作に細分化し, それを表現するアルゴリズム的な思考能力は重要なものである. 大学や専門学校, 高等学校におけるアルゴリズム教育は, プログラミング学習に付随する形で実施されることが多い. しかし, そのようにアルゴリズムを学んだ際, プログラミング学習に支障をきたす学生が顕在化してきた<sup>(1)</sup>. ゆえに, 従来の学習方法とは異なる, アルゴリズム的思考法を身につけるための教育方法が必要とされる.

本研究では, より良いアルゴリズム的思考法の教育環境の構築を目指し, データマイニング手法を用いた教育方法・学習成果の評価を試みる. ここでは, 構造化プログラミングの基礎となる計算・判断・繰返しで構成されるアルゴリズムを取り上げる. このとき, 学習の対象者は初学者とする.

本稿では, アルゴリズム的思考法の教育方法や学習成果を評価するためのアセスメント機構の機能と, この機構を用いた評価結果を概観する.

### 2. アセスメント機構の開発

#### 2.1 開発目的

これまで本研究では, アルゴリズム的思考法の学

習に特化した記述ツール<sup>(2)</sup>を開発してきた. しかし, このツールには, 学習結果を分析し, 授業方法をアセスメントする機能はなく, 教員や TA が手作業で分析をおこなっていた. 学習結果の分析や比較は, 即時的かつ継続的になされることで, 教育手法の更なる洗練が期待される. そこで, 今回, 容易かつ継続的な分析を可能とすべく, 記述ツールと連携したアセスメント機構を設計・構築した.

#### 2.2 アセスメント機能

##### 2.2.1 S-P 表分析法に基づく分析

S-P 表分析法を用いて, 学習結果を定量的に評価する. 正答率順に並べ替えた得点一覧表<sup>(3)</sup>である SP 表を用いることで, 注意係数に基づく課題や学習者の回答傾向の異質性, 注意係数に基づく課題の適切性, 差異係数に基づく学習ステップや環境の荒さを評価できる.

本研究で開発した S-P 表分析機能の利用例を図 1 と図 2 に示す. 図 1 には, 課題グラフ(注意係数と正答率との関係)と学生グラフ(注意係数と正答数との関係), および分析対象グループの属性が表示されている. グラフ上の○は各課題あるいは学生を表わす. 特に, 学生グラフにおいては, 円の半径の大きさが該当者数と対応しており, マウスオーバーすることで○に相当する学習者 ID が表示される.

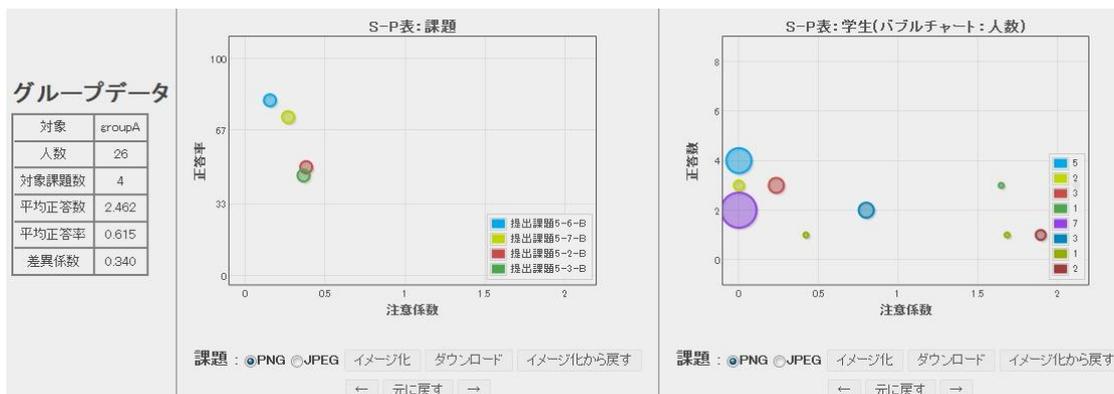


図 1 S-P 表分析に基づく課題グラフと学生グラフの例

図2は本機構により生成されたS-P表である。S曲線(一重線)とP曲線(二重線)と共に、各課題/学生の注意係数(図中下部 C\_Pj と図右端の C\_Si)が表示される。また、この表で分析した課題と学生集団における差異係数(図中下左の diff)が算出されている。

2.2.2 コメント率分析

記述されたプログラムでは、一定ライン数のソースコードにおいてコメント頻度が高い場合にソースコードの品質が高くなることが確認されている<sup>(4)</sup>。そこで、アルゴリズム的思考法の学習においても、コメント数とアルゴリズム品質との関連性を検証するため、コメント率を算出する機能を実装した。ここでのコメント率とは、各学習者が提出課題で記述したコメントの総文字数の中央値に対する各学習者のコメント文字数の比と定義した。図3に本機構におけるコメント率分析の結果を示す。これは学習者と課題で構成される表であり、各課題の正答率と、対象課題群におけるコメント率が算出される。また、正答率の高さとコメント率の関係から、学習者を3段階(要注意/注意傾向/妥当)に区分けし、それぞれの区分を示す色で各学習者が表示される。

2.2.3 特定学習者の分析

S-P表あるいはコメント率分析表において、特定の学習者を選択すると、当該学習者の学習履歴に関する分析結果が表示される(図4参照)。ここで示される学習履歴は、各課題提出回数とその合否、初回提出時における正答率、平均提出回数等である。さらに、各課題に対する解答を分析した結果として、提出回答毎に、その正誤や利用変数等が表示される。

3. 運用成果

2011年度より、提案機構を用いてアルゴリズム的思考法の学習結果に対するアセスメント機構を運用している。2011年度に実施したS-P表分析の結果、学習者集団の能力を適切に評価できる可能性がある2種の課題パターンと、読解学習の重要性を指摘した。2012年度においては、導入された新たな記述ツールの機能改善の指針を示した。また、2011年度の導入以降、年度毎の差異係数は0.559, 0.497, 0.466と減少傾向にある。これらより、アルゴリズム的思考法の学習環境の改善効果が表れていることを定量的な根拠に基づき示すことができた。また、コメント率と、別授業で実施された基礎プログラミングの成績とを比較した結果、アルゴリズム的思考法学習でコメント率が高い学習者はプログラミングにおいて高成績となる傾向があることを示した。

4. おわりに

本稿では、アルゴリズム的思考法の学習成果と教育方法に対するアセスメント機構について概観した。今後は、本機構の継続的運用と共に、誤答分析など、回答を質的に分析する機構の設計を試みる。誤答分析機構を加えることで、より有益な分析結果を提示できる環境への改良が期待される。

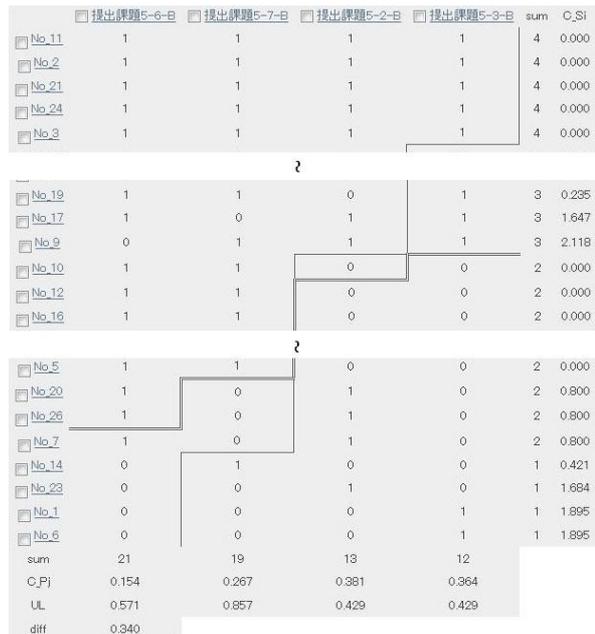
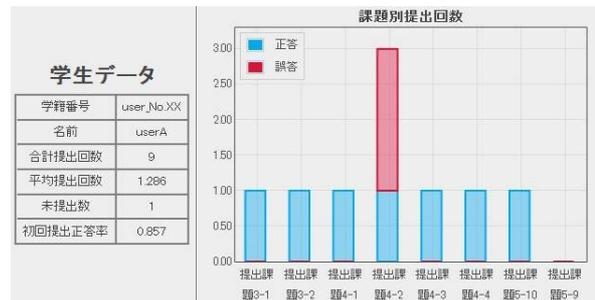


図2 生成されるS-P表

sum	提出課題3-1	提出課題3-2	提出課題4-1	提出課題4-2	提出課題4-3	提出課題4-4	
No.2	0.667	0.000	0.000	1.833	0.897	0.518	0.456
No.3	0.833	1.600	2.333	1.167	0.798	0.411	0.338
No.4	1.000	2.400	4.667	4.250	2.000	1.161	1.015
No.5	0.333	0.000	0.000	7.833	6.966	3.607	3.103

図3 コメント率分析



課題別詳細

課題名	成績	用意した変数	初期変数	コメント量	提出日時
提出課題3-1	1	height2	height weight bmi	8	2012/07/10 16:15:53
提出課題3-2	1		total	24	2012/07/10 16:19:40
提出課題4-1	1	mach	donor recipient	52	2012/07/17 13:40:01
提出課題4-2	0	a	year leap	3	2012/07/22 20:08:05
提出課題4-2-2	0	year2	year leap	8	2012/08/01 01:39:50
提出課題4-2-3	1	year2	year leap	8	2012/08/03 23:40:31
提出課題4-3	1	f	x y x1 count	32	2012/07/22 20:17:31
提出課題4-4	1		n	0	2012/07/22 20:22:06
提出課題5-10	1	a	value second	123	2012/07/24 16:14:09
提出課題5-9	None			0	None

図4 特定学習者の分析

参考文献

- (1) 不破他: “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”, 信学技報 ET, 109(268), pp.51-56 (2009).
- (2) 小林他, “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) 佐藤隆博: “S-P表の作成と解釈 -授業分析・学習診断のために-”, 明治図書, 東京 (1975).
- (4) 岡崎他: “ソースコードにおけるコメントの頻度と保守性の関係解析”, 信学技報 KBSE, 107(159), pp.1-6 (2007).