

学習者の気づきを促す学習支援コンテンツについて -処理手順とプログラムの連動によるアルゴリズム学習コンテンツを例に -

三宅 新二* 立石 佑実† 劉 渤海‡

岡山理科大学 非常勤講師*

岡山理科大学 大学院 総合情報研究科†

岡山理科大学 総合情報学部 情報科学科‡

1. はじめに

アルゴリズム教育においては、処理の流れを把握するだけではなく、プログラム作成、その動作を連動して学習させる必要がある。そのうえで、処理の修正や、効率的なプログラムの検討など、視点を変えた見直しにより、よりよいプログラムを考えさせることが可能となる。

それでもプログラムとの対応付けは難しく、処理の流れからプログラム作成までには、少なからずギャップがある。処理の流れを整理し、プログラムの動きを、処理の流れ、変数の値の変化をふまえて考えさせる必要がある。

最近のアルゴリズム学習に利用する教材は、図解も増え、わかりやすくなった印象がある[1]。また、WEB 環境でも、動画コンテンツや多くの説明資料が公開されている[2][3]。

一方で、わかりやすい教材は「わかったつもり」になりやすく、もう一步進めてプログラムの動作を意識する必要を感じている[4][5]。

「わかったつもり」であっても、トラブル対応などをきっかけに「あっそうか!」とプログラム動作への理解が深まることが少なくない。

処理の流れとプログラムを連動することで、プログラムの動き、アルゴリズムの実現方法を確認できる。また、異なる視点の問いかけを行うことで、更なる「気づき」を促し、処理イメージとプログラム動作への理解を深めることができると考えている。

アルゴリズムの簡単な例で試作中であるが、eラーニングにて公開し、誰もが反復学習、試行錯誤できることを目指している。アルゴリズムに関して試作中のものを紹介する。

2. 処理の連動提示による理解促進

本研究では、全体的に簡易なテキストに置き換えた疑似言語でプログラムの処理を表現し、動作履歴をベースとして、動作イメージ、プログラム、疑似言語（簡易なテキスト表現）、全体の動作履歴、変数の状況、入れ子（ネスト）に対応したメッセージを連動提示することを提案する。

簡易なテキストに置き換えた疑似言語で表現することにより、アルゴリズムの動作をイメージしやすくなる。さらに、図 1 に示すようにプログラムの入れ子状態（ネスト）に応じたメッセージを提示することで、全体を意識しながら動作をイメージできる。

また、図 2 に示すように全体の動作履歴を提示することで、処理の流れや変数の変化をイメージできる。これをプログラムと連動させることで、全体の流れを意識しながら、プログラムの動作を確認できる。

Lv1	反復 j (N-1) から 1 まで -1 ずつUP
Lv2	反復 i 0 から j-1 まで 1 ずつUP
Lv3	比較 A(i) > A(i+1) が正しいか
Lv4	No

図1 ネスト（入れ子）の見える化

msg1	msg2	var1	var2	var3	i	j	A[0]
反復 i	0 から j-1 まで 1 ずつUP	i=0			0	2	3
比較	A(i) > A(i+1) が正しいか	A(0)=3	A(1)=17		0	2	3
	No				0	2	3
End If					0	2	3
反復 i	0 から j-1 まで 1 ずつUP	i=1			1	2	3
比較	A(i) > A(i+1) が正しいか	A(1)=17	A(2)=1		1	2	3
	Yes				1	2	3
設定	temp に A(i+1) を代入	A(1)=17	A(2)=1	temp=1	1	2	3
設定	A(i+1) に A(i) を代入	A(1)=17	A(2)=17	temp=1	1	2	3
設定	A(i) に temp を代入	A(1)=1	A(2)=17	temp=1	1	2	3
}	A(i) と A(i+1) を交換	A(1)=1	A(2)=17	temp=1	1	2	3
End If					1	2	3
次の i	1 ずつUP	i=2			1	2	3
反復 j	(N-1) から 1 まで -1 ずつUP	j=1			1	1	3

図2 全体の動作履歴

これにより、具体的な処理イメージとプログラムの動作、変数の値の変化などを対応づけることが可能となり、プログラムを意識して処理イメージを理解できるようになると考えている。単に提示するだけでなく、情報の提示方法をパ

Learning Support Contents to Encourage Learners to be Aware - An example of algorithmic learning content that links processing procedures and programs -

*Part-time teacher, Okayama University of Science

† Graduate school of Informatics, Okayama University of Science

‡ Department of Information Science, Faculty of Informatics, Okayama University of Science

ターン化し、学習者ごとに対応（提示）できるようにし、学習者の気づきを増やす。

学習者側の確認方法については、プログラムのステップ実行（前後）だけでなく、ポイントとなる場所にスキップ（前後）する2段階のステップ実行に対応する。

3. 更なる気づきを促すために

わかりやすい教材の多くは、特定のパターンに限定して説明しているため、条件が変化するときの考慮が不足しがちである。対象の個数を変える、条件を変えるなどの、ちょっとした変化が、どう影響するのか、全体をイメージして考えることが重要である。

動作のイメージを繰り返し学習するだけでなく、ちょっとした変更や、他の人からの問いかけ、トラブル時の調査などにより、考え方の視点を変えることができ、新たな気づきが生まれると考えている。

新たな気づきを促すためにも、動作を疑似言語化し、動作全体を把握しやすくする必要がある。全体を意識することで、各部分の処理の意味を把握しやすくなる。全体をイメージすることと、各部分の動きを意識することを、視点を変えながら反復学習することで、プログラム作成を意識した理解が深まる。

学習者の視点を変えるためには、学習者への働きかけが重要となる。試作中のバブルソートでも、初期条件の変更や、うまくいかない例の調査など、いくつかの課題を準備する。

4. 連動提示の処理概要

初期提示の条件を、学習者が自由に変更し、動作確認できるようにする。このため、全体の動作履歴を生成し、これに基づいて連動提示する。動作履歴をベースとすることで、逆方向の確認も可能となり、気になる部分を繰り返し確認できる。

例えば、バブルソートであれば、対象の数値の個数、内容を自由に変更し、全体の動作履歴を作成する。この動作履歴を2節で示した様々な方法で連動提示する。各提示メニューの表示については、「表示/非表示」、配置位置を変更できるようにする。

また、3節で示した様々な働きかけにより、視点を変えて処理の流れを確認させる。

プログラムを変更した場合の動作についても確認できるように検討している。簡単な部分変更（判定条件等）を前提としているが、全体の動作履歴を再作成する必要が発生する。無限ル

ープや配列の添え字が不当な場合などへの対応も学習できるようにする。

5. eラーニングに向けて

4節で示した処理をeラーニングで実現できるように検討している。初期条件に応じた全体の動作履歴データはサーバー側で作成（XML形式）し、クライアント側でJavaScriptによりステップ実行させる。

学習者に対応した提示の標準化は、Cookie（クッキー）に学習状況を収集し、必要な情報を抽出/整理し、提示方法を個別調整する。学習状況に応じた教授ポリシーを設定し、提示に反映することも検討している。

基礎的な学習を想定しているが、教材をパターン化し、類似した学習支援コンテンツであれば、簡単に導入できるよう工夫する。

また、プログラムを変更しての動作確認もできるようにする。変更したプログラムにより、動作履歴データを作成し直す必要がある。間違った場合でも動作確認できるようにし、間違いを探す課題などを提供し、更なる「気づき」に結び付けたい。

6. おわりに

この研究により、「わかったつもり」から「わかった!」となるように工夫していく。いくつもの「わかった!」を繰り返すことが重要であり、多くの視点からアプローチできるよう少しずつでも進めていきたい。

全体像をどう意識させるか、細部をどう配慮させるか、様々な問いかけによって、学習者が自分で気づく仕掛けが重要である。

eラーニングでは、不特定多数の個人に対応するため、学習者の状況把握、教授戦略も工夫したい。数学など、他の教科でも「気づき」に着目した学習支援コンテンツを検討している。幅広く、気づきを促す学習支援コンテンツの作成に取り組んでいく。

参考文献

- [1] 中田亨: 図解! アルゴリズムのツボとコツがゼッタイにわかる本, 秀和システム(2021)
- [2] VisuAlgo, <https://visualgo.net/en>, (参照 2021-12-2)
- [3] アルゴリズム補講 基本編, <http://xn--tpto73d.jp/mobile/movie/ar>, (参照 2021-12-2)
- [4] 西林克彦: わかったつもり 読解力がない本当の理由, 光文社新書(2005)
- [5] 山鳥重: 「わかる」とはどういうことか-認識の脳科学, ちくま新書(2002)