

プログラム実動作の見える化 -プログラム動作の理解に着目した初学者向け教材の開発を通して-

三宅 新二[†] 北川 文夫[†] 劉 渤海[†]

岡山理科大学 情報理工学部 情報理工学科[†]

1. はじめに

情報処理分野においてプログラミング教育は不可欠であるが、バブルソートなどのアルゴリズムを初学者が理解するのは難しく、社会人教育や大学教育でも苦労している。[1]

アルゴリズム(処理手順)やプログラムの動きを説明しても、処理手順とプログラム、プログラム動作とデータの流れを対応させて把握するのは難しく、繰り返し説明しても理解できない場合が少なくない。処理手順、プログラムの動き、データの流れを学習者が自分のペースで理解する必要がある。

一方でプログラミング教育が小学校から行われるようになり、「プログラミング的思考」を教育現場で学ぶ必要性が増してきている。[2]

本研究では、処理手順、プログラムの動き、データの流れを連動させ、繰り返し確認できる教材を開発している。初学者がスムーズに理解できるように操作を配慮した教材を開発している。[3]

2. プログラミング教育における課題

以下のような課題があると考えている。

- 1) 様々な言語があり、開発環境を準備しないと、プログラムを作成し、実行できない。
- 2) プログラム動作とデータの値の変化は、統合開発環境でデバッグ実行することで確認できるが、処理手順との対応付けができない。
- 3) 統合開発環境を利用しても、順方向に動作することしかできないため、気になる部分に着目して繰り返し確認するのが面倒。
- 4) 講師の説明だけでも動作理解は可能であるが、自分のペースで確実に動きを把握しないと、間違いに気づきづらい。
- 5) プログラムを写して、動いただけで理解したと勘違いしやすい。実際にプログラムのステップ単位で動作を理解する必要がある。

3. プログラム動作の理解

プログラムの動きを確実に理解しないと、プログラミングはできない。

処理手順が、どのようにプログラムで実現されているのか、どんな変数を利用し、変数の値がどのように変化しているのかなど、実際の動きを具体的にイメージする必要がある。プログラミングに必要な文法を覚え、いくつもの動作パターンを覚え、応用する必要がある。

一方で「プログラミング的思考」では、プログラミング言語を特定せず、処理手順をどのようにプログラムで組み立てるかといったアルゴリズム理解に重点を置いている。

本研究では、処理手順、プログラム動作、変数の値の変化を連動させる単純なものを想定している。

プログラムのステップごとの動きに着目し、各部分の動作が、どのように影響しているのか、局所的に把握することと、全体を俯瞰してみることの両面での理解も必要である。

学習者が自分で確認するだけでなく、講師が着目すべき変数や、処理を指示することにより、いろいろな視点での動作確認が可能となる。また、誤りの例を提示し、誤っている箇所、処理を指摘させるなど、ちょっとした間違いがどのように影響するのかを考えさせることも重要である。

4. 教材の概要

2章と3章の内容にもとづいて、初学者の学習を支援できる教材を開発する。

プログラムの動作履歴をステップ単位でファイルに出力し、対応するプログラムのステップ、その時の変数の値などを連動して提示する。繰り返し確認できるものとする。

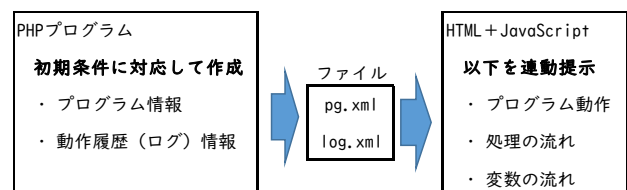


図1 教材の概要

Visualization of Actual Program Operation
-by the Development of Teaching Materials Focusing on
Understanding Program Operation for Beginners -
[†] Shinji Miyake, Fumio Kitagawa, Liu Bojiang
[†] Department of Information Science and Engineering, Faculty
of Information Science and Engineering, Okayama University
of Science



図 2 教材の実装例

図 1 に示すように、プログラム、初期条件に対応した動作履歴の XML ファイルを作成する。この XML ファイルから各種情報を抽出し、JavaScript により提示する。

図 2 に示すように各項目を連動して提示する。動作履歴（ログ）をベースとすることにより、以下の対応が可能となる。

- 1) 動作履歴がベースとなるため、前後にステップ実行が可能となる。（繰り返し確認可能）
- 2) 動作履歴から、ポイントとなる箇所を「処理の流れ」と「データの流れ」として抽出し、連動して提示することで、全体を俯瞰しやすくなる。（処理手順との対応）
- 3) プログラムのステップごとの動作に対応した「変数の値」を確認できるようにする。プログラムの動きとあわせてデータの値を確認できる。

動作履歴（ログ）には、プログラムの各ステップ単位で、変数の値、処理内容を記録する。コメント行についても動作履歴として出力することで、処理の流れを把握しやすくなる。「処理の流れ」と「データの流れ」は、プログラムのポイントとなるステップに対応する部分を、動作履歴から抽出し、提示する。

プログラムの動作確認では、実行順の方向と逆方向に進めるボタンにより、ステップごとの動きを確認できるようにした。また、連続実行/停止ボタンにより、目的の場所まで進めやすとした。

図 2 では疑似言語を提示しているが、C 言語等のプログラムに切り替えることも可能である。

5. おわりに

初学者にとっては、プログラムの動きを頭でイメージするだけでは、勘違いしやすく、確認しづらい。実際に動作を提示することで、間違いやすい部分を反復することが可能となり、教えやすくなる。また、学習者も、自分のペースで繰り返し確認できるようになり、理解を深めることが可能となる。

アルゴリズムがどのようにプログラミングされているか、実際の動きを確認することで、プログラム動作を意識して理解できるようになる。

本研究で開発する教材を公開予定である。教育の現場で利用していただき、評価を収集し、より効果的な教材とすることを目指している。

参考文献

- [1] 三宅新二, 劉渤江: “アルゴリズムの理解向上に向けて”, 第 46 回教育システム情報学会全国大会 (2021)
- [2] 北川文夫: “プログラミング的思考に求められるもの-プログラミング教育必修化に向けて-”, 日本教育情報学会 第 38 回年会 (2022)
- [3] 三宅新二, 立石佑実, 劉渤江: “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-”, 情報処理学会 第 84 回全国大会 (2022)