

## アルゴリズム学習支援システムの構築 —データの流れとプログラムの動きを連動—

### Building an Algorithm Learning Support System -Promote Understanding by Learners' Data Manipulation-

立石 佑実<sup>\*1</sup>, 三宅 新二<sup>\*2</sup>, 劉 渤江<sup>\*2</sup>  
Yumi TATEISHI<sup>\*1</sup>, Shinji MIYAKE<sup>\*1</sup>, Bojiang LIU<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>岡山理科大学 大学院 総合情報研究科

<sup>\*2</sup>岡山理科大学 情報理工学部

<sup>\*1</sup> Graduate school of Informatics, Okayama University of Science

<sup>\*2</sup> Faculty of Information Science and Engineering, Okayama University of Science

Email: s-miyake@ous.ac.jp

あらまし: アルゴリズムやプログラミングの初学者の場合, 少し複雑なロジックになると理解に時間を要することがある. 少し複雑なロジックであっても, 視点を変えた補足説明を加えることにより, 理解を深められると考えている. 本稿では, バブルソートを例題として, 補足説明, データの流れとプログラムの動きの連動, 学習者操作による理解の溝 (ギャップ) を埋める試みについて論ずる.

キーワード: 学習支援, アルゴリズム, プログラミング, 擬似言語

#### 1. はじめに

現在の学習指導要領では, 「情報活用能力」が学習の基盤となる資質・能力とされ, 小学校からプログラミング教育が導入されている. (1)

このため筆者らは, プログラミングに必要な論理的思考を確実に理解できるよう「アルゴリズムの理解」に関する研究を進めている. (2)(3)

難しい課題を分解し, 全体的な処理の俯瞰, 各部分の動作などを確認できる学習教材を作成している. 少し複雑な事例をベースとして, 処理手順とプログラムの連動だけでなく, データ操作など, 学習者の操作を基本とすることで, 主体的な学習となり, 理解が深まると考えている.

補足説明, 処理の連動提示, 学習者の操作を可能とするシステムの作成を目指している. その概要について紹介する.

#### 2. アルゴリズム学習の問題点

アルゴリズム学習の問題点は, 教師側と学習者のイメージにギャップ(理解の溝)があることである.

教師側は, 特定の学習者に対する一般的な教え方をベースとしている. Web システムとして公開する場合は, 理解の速さ, 前提知識, 学習意欲など, 学習者の状況が千差万別であり, 特定のパターンだけでは理解できない学習者が多数発生する.

教師側のペースで一方向的に伝えるだけでは, 学習者の理解確認が不十分となり, 意欲が低下しやすい. このため, 学習者の主体的な操作をベースとしたシステムとし, 学習者のペースで, 学習者の状況にあった提示を可能とする必要がある.

処理イメージとプログラムの関係は, 学習者のペースで学習できるようステップ毎に処理を連動するなどの工夫が必要となる. また, 相互を結びつけるための情報を補足し, 動作に合わせて提示することも必要となる.

#### 3. アルゴリズムの学習事例

「データ列を昇順に並び替える」バブルソートをアルゴリズムの学習事例として考える. バブルソートの一般的なプログラムでは, 無駄な処理を省くための工夫があるが, ここでは理解しやすさを重視して, 図2に示すように, 単純に処理を繰り返す方法とした.

N個のデータであれば, (N-1)回のチェックで最大値を右端に移動できる. これを(N-1)回繰り返せば, 並び替えが完了する. 図2に4個のデータの場合を示す.

「擬似言語」と「変数の状況」を連動させ, ステップ毎の動作を確認するだけでは, 処理をイメージしづらい. 「データの流れ」を把握し, その時々の変数の変化を「配列と添え字の関係」により, 繰返し処理と結び付け, 毎回行われる二つの数字の比較交換処理を確認することが必要である.

このため, 図2に示すようにデータの流れ, 配列と添え字の関係などの提示, 連動を考えている. また, 学習者が主体的に確認できるよう, 擬似言語をステップ単位で進める(戻す)確認や, データの流れを行単位で進める(戻す)確認を可能とする.

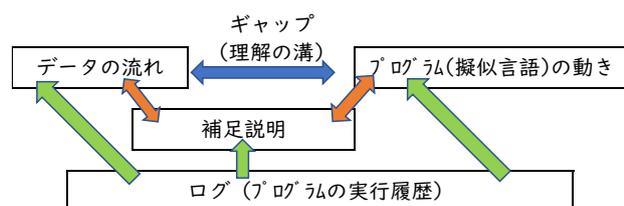


図1 学習支援システムの基本構成

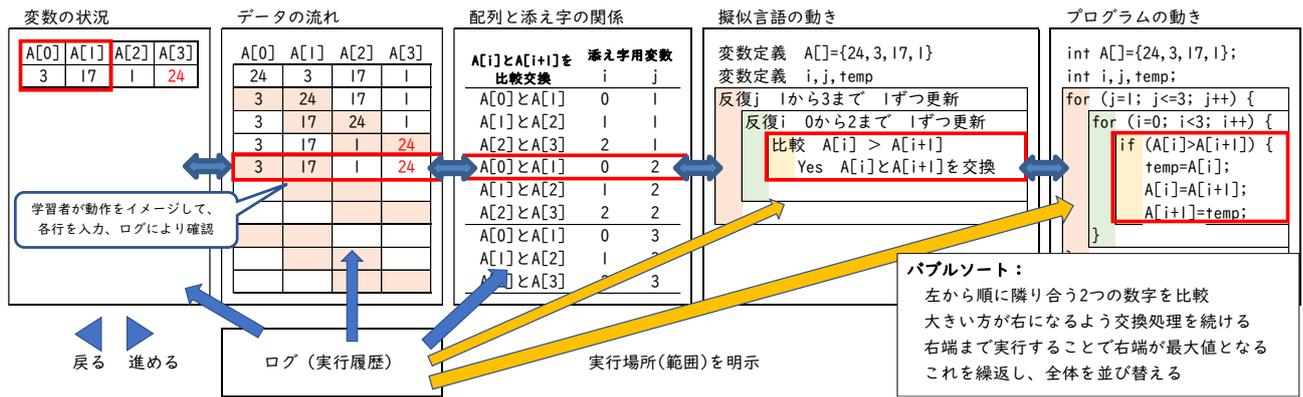


図2 補足説明と連動提示例

実行履歴(ログ)をベースに提示することで「戻す」操作も可能となる。

#### 4. 理解の溝(ギャップ)を埋める補足説明

第2節に示すような学習の問題点に対応するため、図2に示すような補足説明を行う。これらの補足説明をデータの流れやプログラムの動きと連動提示することにより、理解しやすくなると考えている。

学習者に説明するイメージで補足できるよう、以下の視点を基本とする。

- ・部分の動作を明確にする
- ・全体を俯瞰する
- ・シンプルに考える
- ・他の事例を考える

複数の補足説明を準備し、説明の変更や列挙により、学習者に気づきを与えることが必要である。具体的な視点を提示し、学習者のペースで操作、確認させる。

- ・比較/交換の処理を変数 `i` に着目して確認
- ・変数 `j` に着目して反復回数を確認

各説明に応じて実行時の提示範囲を変化させる。プログラムの動きをステップ毎に確認、影響範囲の確認、データの流れは1行毎に確認など、提示方法を変更する。

#### 5. 実現方法

プログラムの実行履歴(ログ)で制御する。視点に応じて、処理ステップを前後に変化できるようにし、それぞれの処理を連動させる。

プログラムの動きであればステップ単位の実行となるが、データの流れに着目する場合は1行単位となり、プログラムの複数行が対応する。

サーバ側にログ情報等を保持し、これを基本に各クライアントでJavaScriptを利用して連動提示する。また、各クライアント側で、初期条件やプログラムを変更して動作確認したい。このため、クライアント側でもログを作成、保存できるようにする。

プログラムの動作履歴をログとして保持するが、各種の補足画面と連動提示できるよう情報を追加し、連動方法についても明示できるようにする。

#### 6. 考察

学習支援において、教授方法は多種多様であり、学習者の状況も千差万別である。このような状況であっても、学習者にとってより良い学習支援ができるよう教え方の組合せ、対象範囲の示し方等、システム側で工夫する。学習者が主体的に操作することにより、補足情報を確認しながらデータの流れを把握でき、処理の動きをプログラムの動きと連動してイメージできると考えている。

また、補足説明は必要に応じて追加したいので、追加しやすい工夫が必要となる。

不明点、理解できない部分に関して、補足資料の提示や、他の事例での確認など、複数のメニューを準備し、学習者が選択できる仕組みも必要である。

#### 7. おわりに

初学者が躓きやすい部分を補足していくことで、処理論理で考慮すべきポイントを様々な視点で学習できるシステムを作成予定である。学習者の操作により、学習者のペースで学習できる。また、異なる視点の説明を提示できることにより、理解の幅が広がり、応用可能な知識となる可能性が高まる。

アルゴリズム学習により処理論理を(いろいろな視点で)理解するだけでなく、プログラムを作成可能となることを目指している。

初学者が躓きやすい部分を丁寧に補足することで、より短い時間で、具体的な動作も把握しながら理解できると考えている。

プログラミングに対する効果など、システム作成とともに効果測定を検討している。

#### 参考文献

- (1) 文部科学省：教育の情報化に関する手引 (2019)
- (2) 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)
- (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)