

アルゴリズム入門教育に適したソートアルゴリズムの検討と検証

本多 佑希

四天王寺大学

honda@shitennoji.ac.jp

岸本 有生

大阪電気通信大学

高等学校

漆原 宏丞

大阪電気通信大学

兼宗 進

大阪電気通信大学

新課程の情報 I では、プログラミングと共にアルゴリズムが必修化された。そこで、わかりやすい教材や題材が求められている。現在、多くの教科書などで扱われているアルゴリズムとしては、探索やバブルソート、選択ソートなどの簡単な整列が分かりやすい例として紹介されることが多い。これらは考え方としては理解がしやすい側面があるが、二重ループが使われるため考え方が難しいだけでなく、手数も多く煩雑であるという問題点もあった。そこで本研究では、考え方の理解が容易でシンプルな入門用のアルゴリズムを検討したい。これらのアルゴリズムについて、考え方の理解を評価するとともに、大学の授業で行った理解度の調査について、他のアルゴリズムとの比較を報告する。

1. はじめに

高等学校の新課程「情報 I」では、プログラミングと合わせてアルゴリズムが必修化された。現在、多くの教科書などでは、探索や整列に関するアルゴリズムが多く扱われている。その際には、整列についてはバブルソート、選択ソートなどが紹介されることが多い。これらは基本となる考え方が単純であるため理解しやすい一方で、二重ループの考え方が必要になるなど難しい面もある。そこで、考え方の理解が容易であり授業でも扱いやすいシンプルな入門用のアルゴリズムを検討する。本稿では各アルゴリズムについて理解しやすさを評価するとともに、大学の授業で行った理解度の調査について、結果を報告する。

2. 授業で扱われているアルゴリズム

教科書などでは探索や整列など多くのアルゴリズムが取り上げられている。「情報の科学」と「情報 I」の各社の教科書 13 冊を調査したところ、整列を扱っていたのは 7 冊であり、4 冊がバブルソートを、4 冊が選択ソートを、1 冊がコムソートを取り上げていた。また、整列アルゴリズムには上記のソート以外にも多くの種類が存在する。クイックソートはプログラムが難しいという問題もあるが、机の上に並べたカードを昇順に並べ替えるようなコンピュータサイエンスアンプラグド^(3,4)を基にした授業方式の場合、高校生でも理解することができることを間辺ら⁽⁵⁾や和田⁽⁶⁾が明らかにしている。これらの実践結果を受け、文部科学省が示した情報 I の教員研修用教材でも選択ソートに合わせてクイックソートが取り上げられている⁽⁷⁾。また、マージソートなど一般的には授業で採用される機会が少ないものを授業で使用した例も見受けられる⁽⁸⁾。

3. 授業に適した整列アルゴリズムの検討

2 章で述べたように、選択ソートやバブルソートは入門教育で一般的に扱われている一方で、多重ループの考え方が用いられるため処理の構造は難しいのではないかと考えている。

そこで、我々はビンソート、スリープソートに着目した。教育利用の例が殆どないため有効性が確認できなかったものの、入れ子のような考え方が不要であるため処理の構造が簡単であることから考え方がわかりやすいのではないかと考えた。また、不思議さを体験できる例として基数ソートにも着目した。手順は簡単ではないものの、興味関心を引くことができると期待した。

3. 実験授業

3.1 授業概要

広く授業で扱われているアルゴリズムと今回提案したアルゴリズムについて、考え方のわかりやすさを評価するために文系の大学生と短大生 114 名を対象に実験授業を実施した。共通教育科目の中で実施したため学生ごとの学部は統一されていないが、アルゴリズムを扱う科目は全ての学部で存在しない。また、今回実施した授業はオンデマンド動画を配信する形式の授業である。学生には動画視聴後に授業課題に取り組んでもらうとともに、アンケートに答えてもらった。この授業課題の正答率と、感想を基に考察を行う。

3.2 授業内容

動画の中では、コンピュータサイエンスアンプラグド⁽⁹⁾や間辺ら⁽⁵⁾の実践に倣って、数字が書かれたカードを並べ替えるといった説明を行うことにした。図 1 に基数ソートを説明している動画の一

部を示す。また、学生には実際に自身でカードを作って動画内での説明を手で再現しながら理解するように指示した。扱ったアルゴリズムは「選択ソート」「バブルソート」「クイックソート」「ビンソート」「基数ソート」「スリープソート」である。なお、スリープソートについてはその性質上1人でカードを使って並べ替えることは難しいため、紹介する程度に留めた。そのため、スリープソートは今回の評価対象からは外すことにした。

学生の各ソートの理解度を測るため、動画視聴後に授業課題を課した。この課題は、バラバラな値が入れ替わる様子を示した図に対し、一部空いた部分を穴埋めにするものである。また、加えて各アルゴリズムに対する感想を聞くアンケートを実施した。設問は「好きだと感じたアルゴリズム」「簡単だと思ったアルゴリズム」「難しいと思ったアルゴリズム」「中でも理解できなかったアルゴリズム」の4つで、それぞれ複数選択可能である。

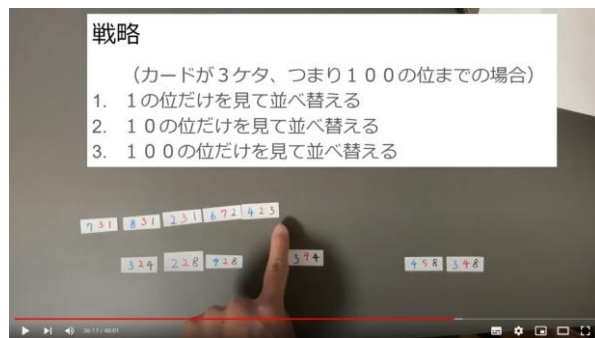


図1 オンデマンド動画の一場面

3.3 結果と考察

授業課題の結果を表1に示す。基数ソートは簡単ではなく、面白いと感じつつも正答率は高くないのではないかと考えていたが、一番正答率が高かった。一方、一番正答率が低いのは選択ソートであった。また、主観的に好きと感じたかどうかを聞いた設問では、選択ソート、バブルソート、ビンソートは回答率が低かった。ビンソートは考え方が簡単であるため好感度も高く、正答率も高いかと思われたがこの仮説は正しくなかった可能性が示唆された。この結果を受けて、考え方が簡単かどうかではなく、面白くて主観的に「好き」と感じる事ができたかどうか理解度に大きく関係しているのではないかとという新たな仮説を見出すことができた。

4. まとめ

アルゴリズム教育の多くの場面で扱われるバブル・選択などのアルゴリズム以外にも、高校生でも理解できてわかりやすいアルゴリズムがあるの

表1 各アルゴリズムの正答率とアンケート結果

	正答率[%]	好き[%]	簡単[%]	難しい[%]	理解できない[%]
選択	48.24	12.14	30.63	10.09	3.63
バブル	63.10	3.7	14.41	29.35	9.09
クイック	61.40	28.03	25.22	27.52	2.72
ビン	64.91	9.34	27.02	12.84	9.09
基数	69.30	41.12	26.12	14.67	2.72

ではないかと考え、ビンソート、基数ソート、スリープソートなど授業での実践例が少ないアルゴリズムを用いて授業実践を行った。その結果、必ずしもバブルや選択などのアルゴリズムがわかりやすく適したものではない可能性が見えた。

参考文献

- (1) 文部科学省: 高等学校用教科書目録(令和3年度使用), 入手先 <https://www.mext.go.jp/content/20200430_mxt_kouhou02_mext_0001_03.pdf> (参照 2022-05-31).
- (2) 文部科学省: 高等学校用教科書目録(令和4年度使用), 入手先 <https://www.mext.go.jp/content/20210604-mxt_kyokasyo02-000014470_4.pdf> (参照 2022-05-31).
- (3) Bell, T., Witten, I.H. and Fellows, M.: Computer Science Unplugged - An enrichment and extension programme for primary-aged children (2005).
- (4) 兼宗進(監訳): コンピュータを使わない情報教育アンプラグドコンピュータサイエンス, イーテキスト研究所(2007).
- (5) 間辺広樹, 兼宗進, 並木美太郎: CS アンプラグドのアルゴリズム学習における教具による理解度の影響, 情報処理学会論文誌, Vol.54, No.1, pp.14-23 (2013).
- (6) 和田勉: アンプラグドコンピュータサイエンスと板書講義を併用した大学でのアルゴリズムの授業, 情報処理学会, コンピュータと教育研究会第100回研究報告会(CE100), Vol.2009-CE-100, No.5, pp.1-7(2009).
- (7) 文部科学省: 高等学校情報科「情報I」教員研修用教材, 入手先 <https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1416756.htm> (参照 2022-05-31).
- (8) 間辺広樹, 神道健朗, 並木美太郎, 兼宗進: コンピュータ・アルゴリズムの「発見・記述・伝達」を導く授業の実践と評価, 情報処理学会論文誌「教育とコンピュータ」, Vol.2 No.1 pp.10-24 (2016).