

プログラミングの基本概念を学ぶための アンプラグドな学習教材の開発に関する研究 A Study on Developing Unplugged Learning Material to Acquire the Basic Concept of Programming

森山 巧^{*1}, 松本 慎平^{*1}

Takumi MORIYAMA^{*1}, Shimpei MATSUMOTO^{*1}

^{*1} 広島工業大学情報学部

^{*1} Faculty of Applied Information Science, Hiroshima Institute of Technology

Email: {bl16107, s.matsumoto.gk}@cc.it-hiroshima.ac.jp

あらまし: 高等教育機関で本格的なプログラミングに円滑に接続するためには, その導入教育において, CS アンプラグドの仕組みで Computational Thinking の活動を外化でき, 協調学習の仕組みを取り入れ外化された手続きを相互に共有評価できるようにし, かつ診断及びフィードバックを容易な手続きで受けられる仕組みを用意することが有効と考えられる. そこで本研究では, プログラミングの基本概念を学ぶためのアンプラグドな学習教材を開発し, 高等教育機関におけるプログラミング導入教育の支援を目的とする. 本研究では, プログラミングの基本概念をチューリングマシンの原理と設定し, チューリングマシンの動作原理の理解を学習目標とした. 実験の結果, 提案法は一般的な学習方法と同等の学習効果を有することを確認し, また一般的な教授法よりも楽しく学習可能であることを確認した.

キーワード: コンピュータシミュレーション, CS アンプラグド, チューリングマシン

1. はじめに

高等教育機関などプログラミングの導入教育の中で Computational Thinking ⁽¹⁾(以降, CT)の養成が注目されている. CT はプログラミングの副次効果として観察される場合が多いため⁽²⁾, CT の促進にはプログラミング学習が不可欠と認識されがちであるが, CT はプログラミングに限定されない. それゆえ, プログラミングとは別の形で CT 促進の手法が提案されるなど⁽³⁾CT の促進を目的とした様々な取り組みが推進されている. その中のひとつに, コンピュータサイエンスアンプラグド(以降, CS アンプラグド)と呼ばれるコンピュータを使わずに情報科学を教えるための学習法⁽⁴⁾を採用した教材開発がある. ただし, CS アンプラグドの研究の多くは体験段階に留まっている場合や本格的なプログラミング教育との接続に限定的であると指摘されている⁽⁵⁾. この点の解決に向けては, CS アンプラグドの仕組みで CT の活動を外化でき, 協調学習の仕組みを取り入れ⁽⁶⁾外化された手続きを相互に共有評価できる仕組みを用意することが有効と考えられる. そこで本研究では, ここで述べた方式に基づきプログラミングの基本概念を学ぶためのアンプラグドな学習教材を開発し, 高等教育機関におけるプログラミング導入教育⁽⁷⁾の支援を目的とする. 本研究では, プログラミングの基本概念をチューリングマシンの原理と設定し, チューリングマシンの動作原理の理解を学習目標とした. 実験の結果, 提案法は一般的な学習方法と同等の学習効果を有することを確認し, また一般的な教授法よりも楽しく学習可能であることを確認した.

2. 提案

ブロック化, 2次元化という2つの要素を持つアンプラグド教材を提案する.

- ✓ ブロック化: 文字を直接入力するのではなく, あらかじめ用意された命令ブロックを組み合わせさせて CT を促すこと.
- ✓ 2次元化: カードを並べる際に横1列に並べるのではなく縦と横の2次的に並べること.

紙を使ったカードを並べて, 学習者は手続きを外化させる. 学習者には駒を決められた進め方で目的地のマスに到達させる課題を出題する. このカードの配置に2次元化といった3つ目の要素が関係する. 2次元化では, 視認性の向上と学習者同士の議論の活性化を期待している.

本研究の学習目標は, チューリングマシンの動作原理の理解である. チューリングマシンはコンピュータの元になっており⁽⁸⁾, プログラミング教育の入門として学ぶ意義が大きいと考えられる. また, チューリングマシンの動作は単純なため, 外化された知識の診断やそれを踏まえたフィードバックが容易である. 特に, 現在までにチューリングマシンの学習を題材としたアンプラグド教材は開発されていない. 以上がチューリングマシンの理解を学習目標に設定した理由である.

開発したボードゲームの外観を図1に示す. このボードゲームは1グループ3-4人で行い, ゲーム終了時に宝カードを一番多く持っていたプレイヤーが勝ちとなるルールである. プレイヤーは宝カードを他プレイヤーよりも多く取れるよう駒に図2の制御部を用いて命令を与える. 制御部には「change」, 「move」, 「if」の3つの命令があり, この3つの命令を繰り返すことによりゲームを進行させる. 「change」は駒がいるマス目が宝カードもしくは空の宝箱のときに行い, サイコロを振り偶数が出た場合のみ宝カードを取る(空の宝箱の場合はそのまま)という行動を行

う。「move」では図2の移動方向カードを用いて命令を行う。図2の「move」マスに図1の盤面で駒を進めたい方向に矢印を合わせ、移動方向カードを置く。「if」も「move」と同様に図2にある「海カード」もしくは「森カード」を図2の「if」の領域に設置することで使用する。制御部の命令は、図2の命令と命令の間に書いてある矢印の順番で実行する。学習者にはトレーニング開始時にこのルールを十分に理解させるためチュートリアル問題に取り組ませる。その後、図1の盤面を提示し、宝カードを一番多く取れると思う命令を図2の制御部で考えさせる。全ての学習者が制御部を完成させた後、駒を動かす順番を決め、ゲームを開始させる。なお、各学習者は一回まで制御部を再構築できることとする。



図1 開発したボードゲーム

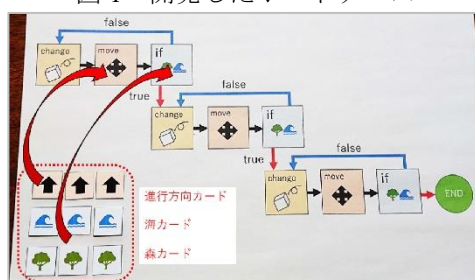


図2 制御部

表1 プレ・ポストテストの平均

	プレテスト	ポストテスト
実験群	4.5	10.0
統制群	4.4	11.2

3. 実験

情報学を専攻する大学3-4年生20名を被験者として実験を行った。まず、チューリングマシンに関する15点満点のプレテストを10分で実施し、この成績に基づいて学力水準が同等になるよう被験者を2群に分けた。その後、提案法で学習する実験群、プレゼンテーションに基づいた一般的な講義形式で教授者から指導を受ける統制群はそれぞれ40分の学習を行った。学習終了後、プレテストと同様の形式で10分のポストテストを行った。ポストテスト終了後、ボードゲームに関する評価等を、6段階リッカート尺度で被験者からアンケートで得た。

テスト結果を表1に示す。表1のとおり、両群共にポストテストの得点はプレテストより統計的に有意($p<.01$, 両側)に高かった。ポストテストでは両群の間に統計的に有意な差は確認されなかった。以上から、提案法は従来法とほぼ同等の学習効果を有することが確認された。

主観アンケートでは、問1「学習方法の楽しさ」、問2「チューリングマシンの知識の定着度」を問う項目で有意な差(問1では $p<.01$, 問2では $p<.05$, 共に両側)が確認された。問1の回答結果から、実験群は統制群に比べ楽しく学習可能な方法であることを確認した。問2の結果から、実験群は学習を主観的に意識せずにチューリングマシンの概念を理解可能な仕組みであったことを確認できた。

4. おわりに

本研究では、高等教育機関におけるプログラミング導入教育の支援を目的とし、プログラミングの基本概念としてチューリングマシンの動作原理を学ぶためのアンプラグドな学習教材を開発した。実験の結果、提案法は一般的な学習方法と同等の学習効果を有することを確認し、また一般的な方法よりも楽しく学習可能であることを確認した。

謝辞

本研究は、独立行政法人日本学術振興会科学研究費助成事業(基盤研究(C)17K01164, No.19K02987)の助成を受けて実施した成果の一部である。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- (1) Aho, A. V., Computation and Computational Thinking. The Computer Journal, Vol.55, No.7, pp.832-835 (2012)
- (2) Howland, K., Good, J., Nicholson, K., Language-Based Support for Computational Thinking. IEEE Symposium on VL/HCC 2009, pp.147-150 (2009)
- (3) 小島一晃, 三輪和久, 問題解決モデルの構築による解法外化を通じた Computational Thinking 促進効果の実験的検討. SIG-ALST, 5(03), pp.86-91 (2019).
- (4) Bell, T., Alexander, J., Freeman, I., Grimley, M., Computer science unplugged: School students doing real computing without computers. The New Zealand Journal of Applied Computing and Information Technology, 13(1), pp.20-29 (2009).
- (5) 内田保雄, 玉城龍洋, 大西淳, 田辺誠, プログラミング導入教育における CS アンプラグドの活用. 情報教育, 1, pp.24-32 (2019).
- (6) 間辺広樹, 神藤健朗, 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, 2, 1, pp.10-24 (2016).
- (7) 森畑明昌, プログラミング入門をどうするか: 6. 東京大学における全学プログラミング教育, 情報処理, Vo.57, No.4, pp.362-365 (2016).
- (8) 脇阪昇榮, 中谷多哉子, 村上祐子, 辰己丈夫, 万能チューリング機械のわかりやすい動作説明, コンピュータと教育, 7, pp.1-8 (2015).