

シミュレータとブロックによるプログラミング学習システムにおける 構成論に基づく学習課題提示法に関する研究

A Study on the Presentation of Learning Tasks based on Construct Theory for Simulator and Block-based Programming Learning System

中丸 裕斗^{*1}, 岩本 朋也^{*2}, 松本 慎平^{*1}

Yuto NAKAMARU^{*1}, Tomoya IWAMOTO^{*2}, 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: {bl16068, s.matsumoto.gk}@cc.it-hiroshima.ac.jp

^{*2} 広島工業大学大学院工学系研究科

^{*2} Graduate School of Science and Technology, Hiroshima Institute of Technology

Email: md18002@cc.it-hiroshima.ac.jp

あらまし: 先行研究ではゲーム開発を学習課題としたプログラミング学習支援システムが提案された。ここでは学習課題の問題文で示される要件提示を自然言語文の代わりに模範画面提示で行い、その学習効果と学習の容易性を明らかにした。しかし、先行研究ではある程度のプログラミング経験を有した学習者のみを対象としていた。そこで本研究では初学者を対象とするため、まずビジュアルプログラミングの仕組みを導入し、関連する要素を単一画面内に近接させた UI 実装の2点を行い、コーディング未経験者であっても学びやすい学習環境を整備する。次に、構成論の考え方にに基づき、学習者が自発的に学習可能な教材を検討する。学習効率を向上させるため、複数の機能を持つブロックを用意し学習者の進捗に応じて適切な粒度のブロックを都度提供しながら繰り返し学習させる教材を実装する。

キーワード: 構成論, ビジュアルプログラミング, 段階学習

1. はじめに

ゲーム開発学習⁽¹⁾の有用性を踏まえ、先行研究⁽²⁾ではゲーム開発を学習課題としたプログラミング学習支援システムが提案された。ここでは学習課題の問題文で示される要件提示を自然言語文の代わりに模範画面提示で行い、その学習効果と学習の容易性を明らかにした。これは、「同化」と「調節」を繰り返して複雑な概念の獲得を「構築」によって試みた構築主義の考え方⁽³⁾に倣ったものである。先行研究⁽²⁾では、ある程度のプログラミング経験を有した学習者を対象としていたため、その有用性は限定的であった。学びやすさという利点を十分に活かすのならば、よりプログラミング経験の浅い学習者を被験者としてすることが有効と考えられる。ただしその場合、プログラミング経験の浅い学習者は同時にコンピュータ操作経験も十分ではない可能性が高いため、先行研究の中で行われた主観評価で明らかとなった「システムの操作性」の低さを改善したうえで、学習内容を更に検討する必要があると考えられる。そこで本研究では、まずビジュアルプログラミングの仕組み⁽⁴⁾を導入し、関連する要素を単一画面内に近接させた UI 実装⁽⁵⁾の2点を先行研究のシステムに対して行い、コーディング未経験者であってもより学びやすい学習環境を整備する。以上を踏まえ、本研究では、このシステムを利用し、構成論の考え方⁽⁶⁾に基づいて学習者が自発的に学習可能な教材で学習できるようにする。この学習システムに対して、本研究では、複数の機能を持つブロックを用意し学習者の進捗に応じて適切な粒度のブロックを都度提供しながら繰り返し学習させる段階学習方式⁽⁴⁾の有用性の検証を

目的とする。実験の結果、提案法は段階学習を行わない学習法と同等の学習効果を得ながら、より短時間で学習可能な方式である可能性を確認した。

2. 提案

提案システムでは、学習者は Web ブラウザさえあれば環境設定の必要なくプログラムをすぐに組み立てられ、自学自習であっても容易に学習に取り組める機能を実装した。提案システム(図1参照)は、主に学習者の目標となる模範画面の提示領域、ゲームとして開発するプログラムの入力領域、入力されたプログラムをもとに実行結果をゲームとして出力するための領域の3つから構成されている。学習者はコード入力エリアにブロックを並べ、模範画面で提示された動作例と同等の機能を持ったゲームの開発が学習目標となる。なお、学習者には問題文を提示せず、模範となる動作例のみを手掛かりに課題解決に取り組ませる。学習者はブロックを設置した後、提案システムに用意されている実行ボタンを押すだけでゲームを動作できる。教材について、学びやすさや学習効率を高めるため、開発するゲームを機能ごとに分けて学習を進められる段階学習方式⁽⁴⁾に基づいて課題を構成する。段階学習において、学習初期段階では、事前に用意されるブロックの粒度は小さく1ブロックに含まれる命令数は少ない。逆に後に進むについて既に学習済みの概念については単一ブロックにまとめ、粒度を大きくする。このようなスモールステップ⁽⁷⁾により学習が進められ、最終的に十分な機能を有したゲームの開発へと導く。段階学習のイメージを図2に示す。システムは Web ブラ

ウザのみで学習を完結させるため、PHP と MySQL を使用する。学習課題で対象となるプログラミング言語は JavaScript とする。また、ゲーム開発フレームワークである `enchant.js` を使用し、Google Blockly によりビジュアルプログラミング環境を実現する。

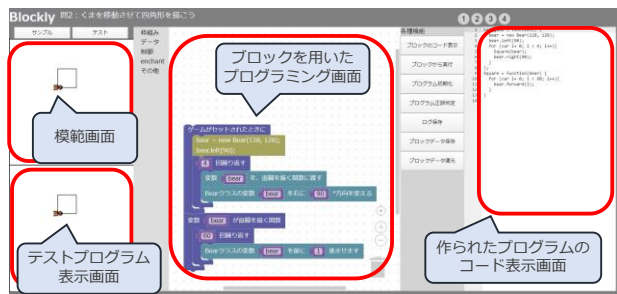


図1 提案システム

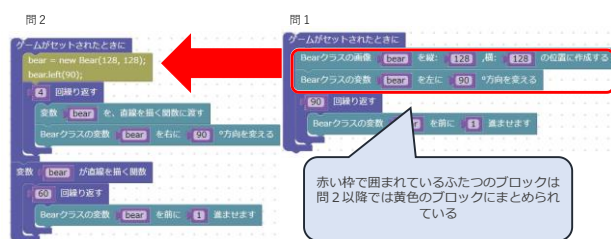


図2 段階学習

表1 学習時間の比較(平均, 分)

	実験群	統制群
学習時間	43.8	62.1

3. 実験

本研究では、初学者を模した大学生 20 名を被験者とした。まずプレテストを行い、得点や分散が均一になるよう被験者を 10 名ずつ 2 群に分けた。その後、提案法で学ぶ学習者を実験群、段階学習(図2参照)を行わない学習者を統制群として、時間無制限で自学学習を指示した。

実験群、統制群共にプレテストの平均は 4.3、ポストテストの平均は 5.8 であり、差は見られなかった。ポストテストの標準偏差については、実験群は 0.98、統制群は 1.08 であったため、分布もほぼ同等と考えられる。得点の平均や分布に差が見られなかった一方で、学習時間には大きな差が見られた。表1は学習時間の差を示している。両群の間には約 20 分の差が見られた。実験群では活動量が減少するため妥当な傾向と言える。すなわち、実験群では 2 問目以降事前にコードを与え、かつ学習済みの概念は単一ブロックであったため活動量は統制群よりも少ない。このことが学習時間に表れたと考えられる。学習時間の差について Welch の t 検定を行ったところ、 $p=0.07$ (片側)を得た。この結果から、両群に差がある可能性は高いと考えられる。アンケートによる主観評価結果においても実験群と統制群はほぼ同程度の評価であったが、「システムの操作のしやすさ」では

実験群は平均 5.0 で統制群は平均 4.2, 「本実験でプログラミングの知識は身に付いたと思うか」では実験群は平均 4.7 で統制群は平均 3.8, 「ゲームの目標は理解でき納得できたか」では実験群は平均 5.2 で統制群は平均 4.5, といった結果を得た。これらは統計的に有意な差はないものの実験群は統制群よりも高い評価を得ていた。以上から、提案法は従来法よりも学習しやすく、プログラミングの知識の習得を実感でき、かつ短時間で従来と同等の効果が得られる学習方法である可能性を確認した。

4. おわりに

本研究では、ビジュアルプログラミングの仕組みを導入し、関連する要素を単一画面内に近接させた UI を実装することで、コーディング未経験者にとってより学びやすい学習システムを開発した。そして、このシステムを利用し構成論の考え方に基づいて学習者が自発的に学ぶことができるような教材で学習を行う際、段階学習方式の有用性を調査した。実験の結果、提案法は段階学習を行わない学習法と同等の学習効果を得た一方で、提案法を用いた学習時間はそうでない場合よりも少なかった。また、提案法は学習者から従来法よりも比較的良好な印象を得ていた。以上から、提案法が有用な可能性を確認した。

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) 栗山裕, 橋下友茂, 山下利之, ゲームプログラミングによる情報教育の評価方法, 日本教育工学会論文誌, 28 巻, pp.181-184 (2005).
- (2) T. Iwamoto et al., Examining Presentation Method of Question's Requirement for Game Development-Based Programming Learning Support System, Proceedings of The Twenty-Fourth International Symposium on Artificial Life and Robotics 2019, GS5-3, pp.130-133 (2019).
- (3) S. Papert, Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas, Basic Books (1980), 村喜世子 訳: マインドストーム—子供, コンピューター, そして強力なアイデア, 未来社 (1982)
- (4) 古池謙人, 東本崇仁, 段階的な設計能力の向上を目的としたブロック育成型学習支援システムの提案, 人工知能学会先進的学習科学と工学研究会, vol.78, pp.35-38 (2016).
- (5) 鈴木克明, e-Learning 実践のためのインストラクショナル・デザイン, 日本教育工学会論文誌, 29 巻, 3 号, pp.197-205 (2006).
- (6) 中村恵子, 構成主義における学びの理論: 心理学的構成主義と社会的構成主義を比較して, 新潟青陵大学紀要, 7 巻, 7 号, pp.167-176 (2007).
- (7) B. Skinner, The technology of teaching. BF Skinner Foundation (2016).