

カード操作方式による学習支援システムにおけるフィードバック方式の提案 —学習意欲向上に対する効果—

Proposal of Feedback Method in Card Operation-based Learning Support System - The effect for improving learning motivation -

森永 笑子^{*1}, 松本 慎平^{*2}, 林 雄介^{*3}, 平嶋 宗^{*3}

Shoko MORINAGA^{*1}, Shimpei MATSUMOTO^{*2}, Yusuke HAYASHI^{*3}, Tsukasa HIRASHIMA^{*3}

^{*1} 広島工業大学大学院工学系研究科

^{*1} Graduate School of Science and Technology, Hiroshima Institute of Technology

Email: md18006@cc.it-hiroshima.ac.jp

^{*2} 広島工業大学情報学部

^{*2} Faculty of Applied Information Science, Hiroshima Institute of Technology

Email: s.matsumoto.gk@cc.it-hiroshima.ac.jp

^{*3} 広島大学大学院工学研究科

^{*3} Graduate School of Engineering, Hiroshima University

Email: {hayashi, tsukasa}@lel.hiroshima-u.ac.jp

あらまし: 教授者が意図した学習課題に集中させ非本質的な認知負荷の影響をできる限り減らすため、意味のある部分間の関係を考えることに着目したカード操作によるプログラミング学習システムが開発されている。これまでの取り組みにより、カード操作方式による学習支援システムは、教授者の意図した内容に学習者を集中させることができ、とりわけ初心者にとってより有効な学習方法であることが確認されている。また、カード操作方式に基づいたプログラミングは、従来のコーディング演習と同等の学習効果を有しながら、従来よりも学習時間を短縮できる効率的な学習方法であることが明らかにされている。一方で、部分間の関係を考えることだけに焦点を当てた学習であっても持続的な学習が容易ではない学習者が見受けられており、彼らの知覚的喚起を促進する仕組みが求められている。そこで本稿では、学習者が回答したカード順列に応じて正解までの近さを把握可能なフィードバック方式を提案する。実験の結果、提案法は十分な学習効果を有しながら学習意欲を向上可能であることが示唆された。

キーワード: プログラミング, 学習支援システム, カード操作方式, 部分間の関係, フィードバック

1. はじめに

意味のある部分間の関係を考えることに焦点を当てたプログラミング学習において、外在的な非本質的認知負荷⁽¹⁾の影響をできるだけ少なくするために、カード操作方式によるプログラミング学習支援システム(以降、従来システム)が開発されている⁽²⁾。従来システムでは、ソースコード全体のうち意味のある部分について考えることに集中させ、プログラムの構造や全体の構造を把握することができるという習慣や技能の習得を目的としている。大学講義内で従来システムを導入した結果、外在的な認知負荷⁽³⁾を減らしながら、教授者が意図した学習活動に集中出来ていたこと、とりわけプログラミングを初めて習う初学者にとって有効な学習方法であることが示唆された。また、従来システムは、従来のコーディング演習と同等の学習効果を有しながら、従来よりも学習時間を短縮できる効率的な学習方法であることが示唆された⁽⁴⁾。一方で、部分間の関係を考えることだけに焦点を当てた学習であっても、持続的な学習が容易ではない学習者が見受けられており、彼らの知覚的喚起を促進する仕組みが求められている。知覚的喚起の促進に向けては、学習者の状態に応じ

た助言を与えることが有効であると考えられる。そこで本稿では、学習者が回答したカード順列に応じて正解までの近さを把握可能なフィードバック方式を提案する。具体的には、問題ごといくつかの出力結果に対して、正解までの近さを「レベル」という表現で事前に数段階用意しておき、問題提示と共に学習者にそれらを提示する。各レベルはスモールステップ⁽⁵⁾に対応しており、学習者は各スモールステップを目標として段階的に問題解決に取り組む。学習者が回答を送信した際、出力結果を参照でき自分の「レベル」を把握できる。このレベルを手掛かりに現状を把握し問題解決に取り組めるため、知覚的喚起に有用であると考えられる。従来システムに提案法を実装して実験を行った結果、提案法は十分な学習効果を有しながら、学習者の学習意欲を向上可能であることが示唆された。

2. カード操作方式によるプログラミング学習システム

カード操作方式は、プログラムコードの書かれたいくつかのカードを学習者に提供し、ドラッグ&ドロップでカードを並び替える操作によってプログラ

ムを組み立てる演習である。これは、プログラミング学習をいくつかの学習活動に分割した後、一部の学習活動を非本質的の負荷として間接的に認知負荷を減らしながら、教授者が学習者に学ばせたい学習活動に認知資源を集中させることを狙いとしている。

従来システムでは、まず、問題文と1つ以上の命令のプログラムコードが書かれたカードを用意する。次に、学習者は問題文の処理に合うように用意されたカードを並び替えることで回答を行う。このとき、選択肢のカードには正解に含まれる命令群を持つカードとそうでないダミーカードで構成されている。なお、並び替えるプログラムは全体ではなく部分的とする。図1に従来システムの外観を示す。学習者が回答ボタンを押した際、学習者が並び替えたカードの並びに応じた実行結果と共に、正解か不正解かの判定結果を返答できる。



図1 学習支援システムの外観

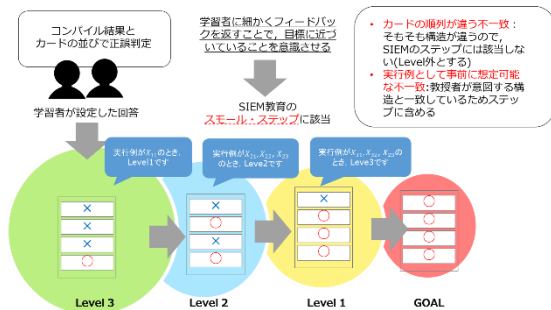


図2 フィードバック方式

表1 事前試験・事後試験の結果

	事前試験	事後試験
実験群	2.96	3.52
統制群	3.00	3.41

3. フィードバック方式

本稿では、学習者自身が正解までの近さを把握可能なフィードバック方式を提案する(図2参照)。これは足場掛けとして有用であるため、学習者の知覚的喚起に役立つと考えられる。この効果を明らかにするために実験を行った。本稿では、フィードバック機能の効果を明らかにするため、実行結果とレベル情報を参照可能な実験群、実行結果だけのフィードバックを受ける統制群の2群に分け比較実験を行

った。学習する前に学習者に理解度を測定する事前試験を行い、2群の学力水準が均等になるように分けた。その後30分間学習実験を行い、最後に事後試験を行った。学習実験で使用した問題は、2群ともに同じ内容の問題を3問出題し、ダミーカードの量も同一量とした。また、全ての試験終了後、被験者からSIEM理論の評価に基づいたアンケート⁽⁵⁾を行い、回答を得た。

実験結果を表1に示す。事後試験の得点については、統計的に有意な差は見られなかったが実験群の方が統制群よりも高い結果となった。また、アンケート結果では、「自分が並び替えたプログラムの動作結果を見るのは楽しいですか」という質問には、統計的に有意な差($p < 0.05$)が見られた。本稿で学習者に提示したアンケートは先行研究⁽⁶⁾を元に作成したものであり、有意差が見られた質問は、先行研究⁽⁶⁾から知覚的喚起の質問項目である。以上から、提案法は十分な学習効果を有しながら、学習者の学習意欲を向上可能であることが示唆されたと言える。

4. まとめ

本稿では、学習者が回答したカード順列に応じて正解までの近さを把握可能なフィードバック方式を提案した。プログラムの実行結果を足場かけやスモールステップとして利用可能な情報を提示した。実験の結果、提案法は従来法と同等の学習効果が示され、情報提示は学習機会を減らしていなかったことが示唆された。また、SIEM理論の評価に基づいたアンケート結果から、提案法は知覚的喚起に有効であることが示唆された。

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, 19K02987)及びFOST公益財団法人科学技術融合振興財団平成30年度補助金助成による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) S.Garner, A Tool to Support the Use of Part-Complete Solutions in the Learning of Programming, Proceeding deconference, pp.222-228(2001).
- (2) 松本慎平, 林雄介, 平嶋宗, 部分間の関係を考えることに焦点を当てたカード操作によるプログラミング学習システムの開発, 電気学会論文誌C(電子・情報・システム部門誌), Vol.138, No.8, pp.999-1010 (2018).
- (3) J. Sweller, J. Merrienboer, F. Paas, Cognitive architecture and instructional design, Educational psychology review, Vol.10, No.3, pp.251-296 (1998).
- (4) 村上瑠香, 森永笑子, 松本慎平, 林雄介, 平嶋宗, カード操作方式によるプログラミング学習システムの学習効果, 2016年度JSiSE学生研究発表会講演論文集, pp.203-204 (2018).
- (5) 土肥紳一, 宮川治, 今野紀子, SIEMを導入したプログラミング教育の実践効果, 情報処理学会, 情報教育シンポジウム SSS2003, pp.199-204(2003).