

# カード演習方式によるプログラミング学習支援システムを用いた ラーニングアナリティクスに関する研究

## A Study on Learning Analytics with Card Exercise Method Based Programming Learning Support System

大下 昌紀<sup>\*1</sup>, 石井 元規<sup>\*1</sup>, 松本 慎平<sup>\*1</sup>, 林 雄介<sup>\*2</sup>, 平嶋 宗<sup>\*2</sup>  
Masanori OSHITA<sup>\*1</sup>, Motoki ISHII<sup>\*1</sup>, Shimpei MATSUMOTO<sup>\*1</sup>,  
Yusuke HAYASHI<sup>\*2</sup>, and Tsukasa HIRASHIMA<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> 広島工業大学情報学部

<sup>\*1</sup> Faculty of Applied Information Science, Hiroshima Institute of Technology.

Email: {b214040, b213011, s.matsumoto.gk}@cc.it-hiroshima.ac.jp

<sup>\*2</sup> 広島大学大学院工学研究科

<sup>\*2</sup> Graduate School of Engineering, Hiroshima University.

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

**あらまし:** 著者らはこれまで、大学など高等教育機関でのプログラミング講義を支援するために、「カード演習方式」に基づいた Web ベースのプログラミング学習支援システムの開発を進めている。本システムは、指導を計画どおり円滑に進めること、また、指導内容に集中させることを可能とする点に特徴がある。本システムは実際の講義に導入され、学習者の支援が既に試みられている。加えて、学習者の学習履歴情報の収集に成功している。本システムを用いることで、教授者は学習者ごとの学習ログを閲覧できる。得られるログとしては、カードの回答結果、移動履歴が挙げられ、教育効果向上に向けた様々な分析に役立たせることが期待できる。本研究では、本システムを用いたラーニングアナリティクスに向けての展望を述べることを目的とする。具体的には、収集したデータの種類、属性、量を明らかにし、次に、考えられる評価手法、関連情報を付与することで期待される分析結果を明らかにする。

**キーワード:** プログラミング, 学習支援, ラーニングアナリティクス, Web システム

### 1. はじめに

著者らはこれまで、大学など高等教育機関でのプログラミング講義を支援するために、「カード演習方式」に基づいた Web ベースのプログラミング学習支援システムの開発を進めている。本システムは、指導を計画どおり円滑に進めること、また、指導内容に集中させることを可能とする点に特徴がある。本システムは実際の講義に導入され、学習者の支援が既に試みられている。加えて、学習者の学習履歴情報の収集に成功している。本システムを用いることで、教授者は学習者ごとの学習ログを閲覧できる。得られるログとしては、カードの回答結果、移動履歴が挙げられ、教育効果向上に向けた様々な分析に役立たせることが期待できる。本研究では、本システムを用いたラーニングアナリティクスに関する展望を述べることを目的とする。具体的には、収集したデータの種類、属性、量を明らかにし、次に、考えられる評価手法、関連情報を付与することで期待される分析結果を明らかにする。

### 2. ラーニングアナリティクス環境の必要性

近年、社会の高度情報化に伴い、プログラミング教育の重要性が広く認識されつつある。しかし、その一方で、プログラミングを苦手と感じている学習者が多く存在している。プログラミングを苦手とする学習者を十分に支援できていない原因として、プ

ログラミングは様々な能力や活動を必要とするために、初学者にとっては学習の負担が大きいということが考えられている[1,2]。また、初学者はタイプミス等による文法エラーが多発することが言われており[3]、学習者によっては文法等の学習の負担が大きくなるため、アルゴリズム等の学習が不十分となることに、プログラミングに対する学習意欲を減衰させる原因があると考えられる。したがって、プログラミングに必要とされる技能を切り分け、各要素に対して認知資源を集中的に投下できるようにする仕組み、即時フィードバックにより各要素の到達度や習熟の過程を学習者自身がリアルタイムに把握できるような仕組み、到達度に応じた学習課題を継続的に提示可能な仕組みが必要であると考えられる。

### 3. 提案システム

提案システムは、問題文とプログラムコード 1 行分が書かれたカードが提示され、学習者は問題文の処理に合うようにカードを選び、並び替えることで回答していく演習方式となっている。コード 1 行分は 1 処理分のことを指す。また、選択肢のカード群は、回答に用いるカードと回答に必要な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、部分的となっている。

カードは、マウスのドラッグ&ドロップ操作で動かすことができ、右側から左側にカードを移動し、

プログラムを組み立てていく(図 1 参照)。回答ボタンを押すと回答することができ、演習形式の場合は、正誤判定とヒントや出題の意図等のフィードバックが表示される。試験形式の場合は、何も表示されない。そして、演習形式の場合は正解のとき、試験形式の場合は正誤にかかわらず、自動的に次の問題へと遷移する。また、前の問題ボタンや次の問題ボタンを押すことで、意図的に問題を遷移することも可能である。なお、既に解き終わった問題へは遷移できない。全ての問題を解き終わると、演習自体が終了し、演習結果が表示される。

なお、演習形式の場合、全問正解にならない限りは演習が終了しない。しかし、どうしても解けない問題がある場合は、パスボタンを押すことで、その問題をパスすることができる。このとき、回答結果は当然不正解となる。

#### 4. ラーニングアナリティクスに向けての展望

C 言語のプログラミング基礎を教えることを目的とした実講義に提案システムを導入した。被験者は、主に情報学を専攻する大学1年生約120名を対象とした。120名を二つの教室に分け、半期の授業期間のうち、7回の講義の中で、システムを用いた問題演習を行った。問題演習は、1回の講義につき15分の時間を用意した。

運用の結果から、学習者のカード操作履歴情報として、約21万レコードの情報が得られている。加えて、各解答の正誤、テストをチャレンジした時間(問題単体の時間ではなく、複数の問題で構成されるテストに要した時間)、復習した回数及び履歴、学習者の回答の内容(回答ボタンを押したときのカードのポジション)、解答ボタンを押した回数がある。これらを内的情報とする。同時に、外的情報として、学習者の技能の程度として解釈可能な成績に関係する情報(定期試験の結果、出席状況など)がある。カード操作のデータ例を図2に示す。

実際の学習ログを分析する際、プログラミングを不得意とする学習者が実際にどういった回答を行っているのか、個別に調査することから進める予定である。教授者が想定もしないようなパターンを選んでいる可能性があり、その頻度、あるいは特徴を明確にすることを目指し分析を進める予定である。

#### 5. おわりに

本研究では、「カード演習方式」に基づいたWebベースのプログラミング学習支援システムを用いたラーニングアナリティクスに関する展望を述べることを目的とした。今後の課題として、ここで述べた展望に従い実際にデータ分析を進める予定である。

#### 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)16K01147, 26350296)の助成を受けて実施した成果の一部である。



図 1 学習支援システムの外観

<code>a = 5;</code>	カードid	カード内容
<code>printf("%d\n", a);</code>	101	<code>int a;</code>
<code>int a;</code>	102	<code>a = 5;</code>
	103	<code>printf("%d\n", a);</code>

(a) データベース内でのカード情報の管理方法

id	カードid	行	ターン
1	102	1	1
2	101	1	2
3	102	2	2
4	101	1	3
5	103	2	3
6	102	3	3
7	101	1	4
8	102	2	4
9	103	3	4

- テストの総数：47問
- 問題の総数：164問
- ユーザのカード操作履歴総数：209406件
- ユーザの回答パターン及び正誤データ：12223件

(b) カード操作の記録方法

図 2 データの記録方式

#### 参考文献

- (1) Lisack S. K., "Helping Students Succeed in a First Programming Course: A Way to Correct Background Deficiencies." International Association for Computer Information Systems Conference, Mexico, 1998.
- (2) Garner S., "A Tool to Support the Use of Part-Complete Solutions in the Learning of Programmig." Proceeding de conference, pp.222-228, 2001.
- (3) 岡本雅子, 喜田一, "プログラミングの"写経型学習"における初学者のつまずきの類型化とその考察." 実践センター紀要, Vol.22, pp.49-53, 2014.