

## 2017 PC カンファレンス における「行基本変形学習支援 システムの改良」ポスター発表

田 中 円

Madoka TANAKA

数理情報学専攻修士課程 2年

### 1. はじめに

2017年8月5日～7日に神奈川県慶應義塾大学湘南藤沢キャンパスにて開かれた、2017 PC カンファレンスに参加し「行基本変形学習支援システムの改良」という題目でポスター発表を行った。PC カンファレンスとは、教育において、教職員や学生、企業が ICT を用いたモノを創造し、発表、意見交換を行う研究大会である。

線形代数において、行基本変形という操作があり、連立方程式を解くなど、様々な用途で用いられる。これは、大学数学の線形代数で学ぶことだが、この操作を紙で行った場合、計算量が多いことから、単純な計算の誤りが多発し、学習者の本質的な理解を妨げ、学習者の学習意欲を削ぐという問題がある。そこで、本研究では、池田(2015)のシステムを元に、Web ページ上で学習者が行列を操作し、行基本変形を行うことができるシステムを作成している。

本システムの目的は、行基本変形を Web ページ上で行うことで、紙で計算するよりも円滑かつ確実なものとし、学習を支援するものである。また、学習データを記録し、学習者がどのような計算過程を踏んでいるのか判定することである。

### 2. システムの概要

本システムは Web 上で動作するものであり、入力ページと計算ページで構成される(図1)。本システムは JavaScript, jQuery, PHP, MySQL の言語を用いて開発している。

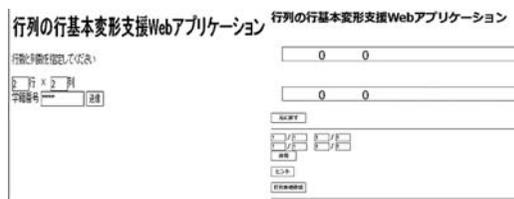


図1 左は入力ページ、右は計算ページ

#### 2.1 入力ページ

入力ページは、行列のサイズと、学習者を識別する番号を入力するページである。これらを入力すると計算ページが開かれる。

#### 2.2 計算ページ

計算ページでは行列の成分の値は有理数として扱われ、まず成分の分子と分母の値を入力する。その後以下の4つの操作により計算を行う(図2)。

- ある行に別の行の有理数倍を加える
- ある行に別の行の有理数倍を引く
- 行を入れ替える
- ある行を0でない有理数倍する

最初の3つの操作は、足す(引く及び入れ替える)行を、足される行(引かれる及び入れ替えられる)行にドラッグアンドドロップを行うことで、ダイアログが表示され、操作を選択することができる。最後の操作は、何倍かしたい行をダブルクリックすることでダイアログが表示され、操作を行うことができる。なお、どちらのダイアログも行を何倍したいかを入力することができる。

また、今回計算ページに新たに「ヒント機能」と「Undo 機能」を追加した。



図2 ダイアログ  
左は最初の3つの操作 右は最後の操作

### 2.3 ヒント機能

ガウスの消去法を行う際、学習者が「ヒント」ボタンを押すことで現在の行列に対してどのような操作をとるべきかを以下の4種類のメッセージで提示する。学習者が行列の操作に困ったときに足場かけをすることを意図している。

- 前進消去をなさい
- 後退消去をなさい
- 入れ替えをなさい
- いい感じやん

最初の3つのヒントは、現在の行列に対して、どのような操作をするべきかを出力するものである。「いい感じやん」は、現在の行列が簡約化行列の形に変形されていると出力するものである。

### 2.4 Undo 機能

学習者が「元に戻す」ボタンを押すことで、現在表示されている行列を1回操作する前の状態に戻す。学習者が操作ミスをした前の状態の行列に戻すこと、及び教員が操作の検出を容易にすることを意図している。

## 3. 実験結果

龍谷大学理工学部数理情報学科の4回生 (N=7) を被験者として実験を行った。実験問題は、ガウスの消去法を用いて、ある行列を簡約化行列に変形するものであり、その過程で Undo 機能とヒント機能を意図した形で使用しているか測定することであった。

実験結果から、操作履歴に、操作を間違えたときに Undo 機能を使用したものが記録されており、意図した形で使用されていたことを確認した。ヒント機能については、意図した形で使われていないことが、被験者の操作履歴とアンケートから判明した。ヒントの操作履歴には、「いい感じやん」が計算の最後に出力された履歴しかなく、被験者が現在の行列が簡約化行列か確かめるために使用したと推測する。また、アンケートにも「ヒント機能を答え合わせに用いることができる」という記述もあった。

## 4. 発表について

ポスター発表を行い、ノート PC を用いてデモを行った。来聴していただいた方の全員が線形代数を知っている方であり、答えを出すだけのソフトはあるが、学習者が実際に自分の手で操作できるシステムはおもしろい、新しいものだと意見をいただいた。また、学習者の操作履歴を出力できる機能があれば、より良いシステムになると意見もいただき、参考になった。

筆者自身が新たに気付かされたものとしては、行列の計算において、紙面では操作を行わない成分も書かなくてはならない点を本システムは解消しており、学習者の学習意欲の維持に効果がある、というものであった。

今回の発表にて、多くの意見交換ができ、更なるシステムの改良のアドバイスを得ることができ、評価をしていただいた。今後もアドバイスを生かし、研究開発・実験を行っていきたい。