

## 中学数学の文章題に対する立式補助アプリ開発 Development of a Formula-assisting application for Text Problems in Middle School Mathematics

村瀬 輝<sup>‡</sup> 伊藤 利明<sup>‡</sup>  
Hikaru Murase Toshiaki Itoh

### 1. 緒言

近年の中高生の理系科目に対する姿勢は非常に受け身なものが多く積極性を感じることは少ない。また、理系科目に対する動機不足や数学が苦手であるという意識から、高校や大学の進路は文系を選択するという生徒が多い。

これらの課題に対して日本では数学教育課程そのものに対しての研究や生徒に対して動機づけの方法を研究したものや、授業内での取り組みに関する研究がなされている[1]一方で、タブレット教育などが進む中、コンピュータなどを利用した動機づけや学習補助システムの研究は発展途上のものがほとんどである。

一方、海外の研究では数学学習において Web ベースの教材やアプリケーションを用いることで成績が向上する事が報告されているが[2]、あくまで授業の補助的な役割に留まっている。

また、数学科学習指導要領では学習内容の定着化を図るために繰り返し学習などが推奨されている[3]が、これを行う機会が多いとは言えない。特に生徒自身がある内容を学びたいと考えた時に様々な Web ページなどを調べる必要があり、学習活動をスムーズに行うことができないことも問題点である。

そこで本研究では先に述べた現状を鑑み、Web ベースの問題を自動で生成し生徒の数学学習活動を支援するアプリケーションの開発を試みる。アプリケーション開発に際して全ての範囲に対し網羅・検証を行うことは難しいため、中学数学に範囲を限定し特に生徒が躓くことの多い文章題からの条件発見及び立式の過程を補助するアプリケーションの開発を行う。

### 2. 使用するソフトウェアと利用環境

#### 2.1 ソフトウェアについて

アプリケーション作成にあたりソフトウェアに Mathematica を使用した。Mathematica は機械学習や幾何学、データサイエンス等を含むすべての技術計算の分野に優れたソフトウェア[4]であり、また様々な組み込み関数により高度な技術計算を簡単に行うことができる。また、外部ライブラリを用いることで Mathematica の持たない機能を追加・拡張することができ、これらの機能を用いた関数などを作成することが可能である。今回は Mathematica が持つ関数である CloudDeploy などの関数を用いてアプリケーションの Web 配備や表示を行い、自然言語処理を含んだ入力処理や解の計算をソフトウェアの Web サーバ上で行っている。

<sup>‡</sup> Hikaru Murase, Toshiaki Itoh, Graduate School of Life and Medical Sciences, Doshisha

#### 2.2 アプリケーションの利用環境

Mathematica によって作成されたアプリケーションは、専用の ID を取得する事でインターネットが利用できれば誰でもアクセス・利用することができる、Web 上の特定の URL で配備される。

### 3. アプリケーション概要

#### 3.1 アプリケーションの仕様

学習者(アプリケーションの使用者)は問題を解くにあたり、まず解くべき問題の確認を行う。アプリケーション使用者は常に Fig.1 の A に示すように問題を確認しながら入力を行うことができる。学習者が問を入力した後の作業指示は Fig.1 の B のように示され、アプリケーションの使用者は C 欄にその内容を入力する。

今回作成したアプリケーションは中学数学における連立方程式の文章題のうち、2 桁の整数を求める問題である。この問題はランダムで生成され、アプリケーションを実行する毎に異なる問題が表示されるようになっている。

#### 3.2 学習者の思考とアプリケーションの処理

学習者は 3.1 節の Fig.1 の A に示されるように、アプリケーションを実行する度与えられる問題を解く。アプリケーションの始めには特に補助は行わず、解答を入力した後 Submit ボタンを押すことで正解かどうかの判定を行う。正解時は正解プログラムが起動し、新たな問題を解くか解説を見るかを選ぶことができる。一方、誤った解答をした時は Fig.2 に示すように補助プログラムを利用して問題を解くかどうかを選択することができる。

Fig.2 で「はい」を選択すると補助プログラムが起動する。今回は立式をするために必要な変数を学習者自身に決めさせることはやめ、文章題から条件文を切り出して立式を補助することとした。

学習者は Fig.3 に示される「」で区切られた条件文を参考にし、立式を行う。この時、アプリケーションに表示される説明や指示は特定の語句に対して自動的に変形を行い、学習者の思考過程を補助する。

入力された式は Web サーバに転送され、自然言語処理を行うことで数式化し、解の計算を行う。入力された答えが正しければ、正解アラートと共に解説を見るかどうかの確認が行われ、誤った式を入力すると Fig.4 に示すようにより易しい文章に変形されて表示される。

Fig.4 で式が入力されると、Web サーバ上で再び計算が行われる。不正解時には問題の解き方を確認するために問題に合わせて自動で作られた Fig.5 に示す解説ページが表示され、学習者は解き方を確認することができる。解説ページの末尾には新たな問題を解くかを選ぶことができ、この文章題が理解し習得できるまで繰り返し学習を行うことができる。

#### 4. 現状と今後の課題

今回は連立方程式の文章題から立式を行う際の補助を行うアプリケーションの作成を行った。アプリケーションを用いることでその思考過程の補助を行うことが可能になったものの、実際にその使用感や有用性を確かめるには至っていない。従って、今後は実際に被験者にアプリケーションを使用して問題を解いてもらい、アプリケーションの有用性を確かめる必要がある。

また、現段階では Mathematica 特有の計算処理などの長所を十分に活かしたアプリケーションになっているとは言えない状態である。今後は、よりアプリケーションの有用性を高めていくことが課題である。具体的には、現在文字のみで表示されている解く過程のヒントを視覚的に分かり易く表示することで補助するアプリケーションにすることや、出題範囲を拡張し、より多様な問題を出题することができるアプリケーションに発展させていくことが課題である。

#### 謝辞

本論文執筆に際しご指導・助言をくださった伊藤先生、アプリケーション作成に際し様々なアイデアを出してくださった非線形応用数理研究室の皆様にご感謝申し上げます。

#### 参考文献

- [1] 三輪辰郎, “数学教育におけるモデル化についての一考察”, 筑波数学教育研究第2号, pp.117-pp.122, (1983).
- [2] Hsiao, H.-S. et al, “The influence of a mathematics problem-solving training system on first-year middle school students”, Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, pp.77-93, (2018).
- [3] 文部科学省, “中学校学習指導要領(平成29年告示)解説 数学編 平成29年7月”, pp.187, (2018).
- [4] Wolfram, Wolfram Mathematica, <http://www.wolfram.com/mathematica/index.ja.html>, 2020/06/15.



Fig. 3 Auxiliary System1

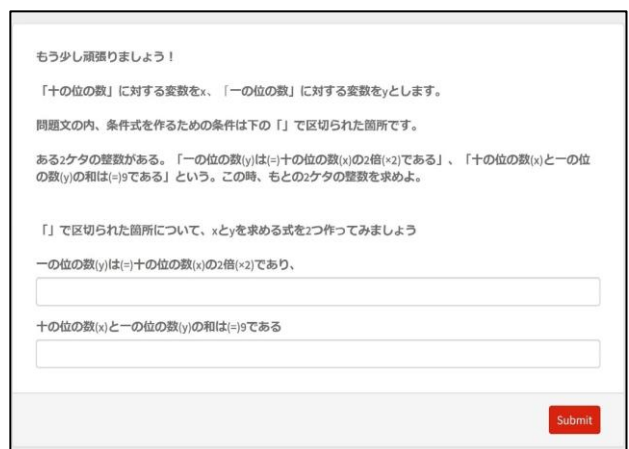


Fig. 4 Auxiliary System2

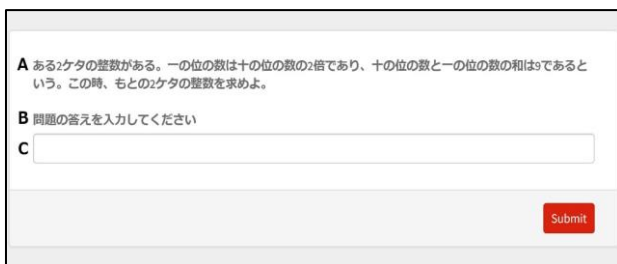


Fig. 1 Example of Front End

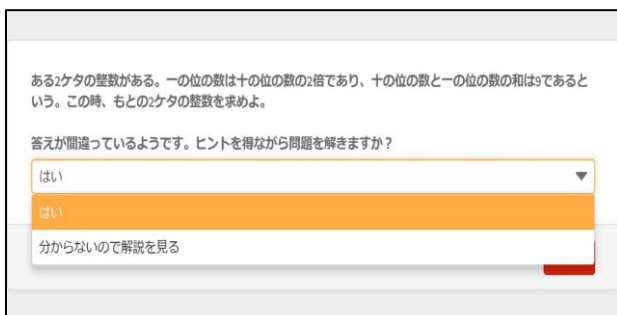


Fig. 2 Incorrect Alert

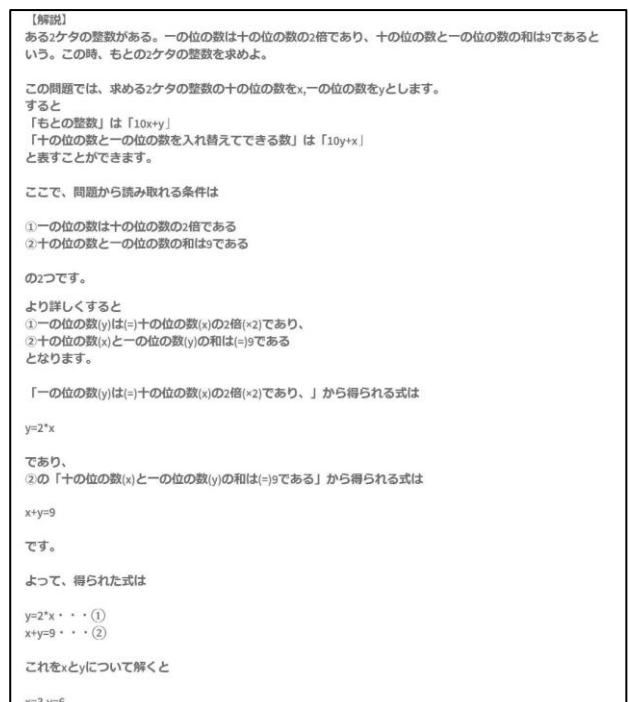


Fig. 5 Commentary page