

中学数学の図形における証明問題解決支援システムの提案

An Interactive Environment of Proof Questions on Junior High School Mathematics

吉原 直輝^{*1}, 松下 将也^{*1}, 倉山 めぐみ^{*1}

Naoki YOSHIHARA^{*1}, Masaya MATSUSHITA^{*1}, Megumi KURAYAMA^{*1}

¹ 函館工業高等専門学校

^{*1}National Institute of Technology, Hakodate College

Email: 14193@hakodate.kosen-ac.jp

あらまし：我々は、証明問題解決支援システムの開発を行っている。本システムでは、学習者が仮定や条件等が書かれたカードを取捨選択し、証明を作成する。そして、システムが診断を行い、フィードバックを返している。現状のシステムでは「学習履歴の管理・分析が大変」、「三角形の合同に関する問題しか扱っていない」といった問題点がある。本研究では、現在開発中のシステムを Web 上で利用できるようにし、中学数学における図形の証明を網羅するようなシステムに拡張した。また、タブレットを用いた評価実験についても行った。

キーワード：証明問題、Web アプリケーション、三角形の合同、図形の性質、中学数学

1. はじめに

近年、論理的思考力に注目されており⁽¹⁾、就職や進学における面接の場など、論理的に考え表現する場が増えている。また、論理的思考力を育成するものとして、プレゼンテーションや作文などが一般的であるが、証明問題の解決もその一つと言える。証明問題は、プレゼンテーションや作文とは異なり、与えられた問題に対して既に分かっている事柄（仮定や条件）から分かりたい事柄（結論）を導くものである。分かっていることから分かりたいことを論理的に順序立てて考えていくことができることから、他の方法に比べ、論理的思考力を育成しやすいと考えている。

この考えを基に、カード選択方式を用いた証明問題解決支援システム⁽²⁾が開発されている。しかし、既存のシステムでは「学習する前にシステムのダウンロードが必要である」、「問題の追加・削除といった作業や、学習者の学習履歴を一括で管理・分析することが大変である」、「問題が三角形の合同に関する問題のみ」といった問題点がある。上記の問題点を解決するために、本研究では Java 環境下で開発

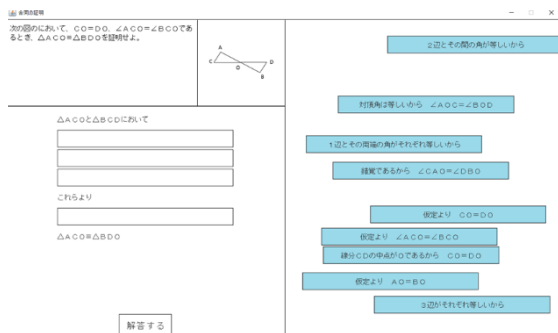


図1 既存のシステムの問題画面

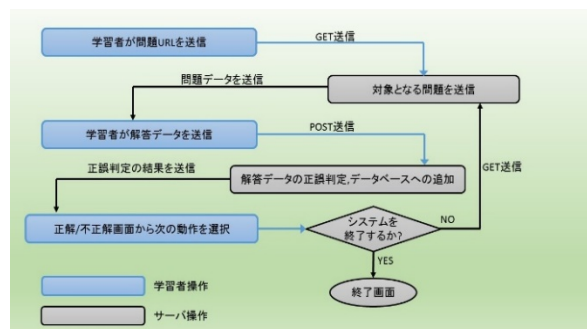


図2 システムの流れ

していたものを Web ブラウザ上で使えるようにし、三角形の合同だけではなく、中学数学で取り扱う図形の証明に対しても取り扱えるシステムに拡張した。また、拡張したシステムを用いて、評価実験を行った。

2. 既存システムの概要

カード選択方式を用いた証明問題解決支援システムの実行画面を図1に示す⁽²⁾。システムが起動すると画面上に問題が図1のように表示され、画面右側に並べられたカード群の中から画面左側の証明の空欄部分にカードをドラッグアンドドロップで移動させることで空欄を埋める。空欄を埋めると解答ボタンが押せるようになり、「解答する」ボタンを押すことでシステムが正誤判定を行う。

3. システムの拡張

3.1 Web 化によるシステムの仕様

システムの流れを図2に示す。まず学習者はサーバに向けて URL を送信する。サーバはそれに対して

証明問題解決支援システム スタート画面

学習者名と問題パターンを入力して「開始する」ボタンを押してください
(学習者名は学習履歴を閲覧するときに必要になります)

学習者名:

合同を用いた問題
 性質を用いた問題
 合同または性質を用いた問題

学習履歴の閲覧はこちらから

[学習履歴閲覧画面へ](#)

図3 システムのスタート画面

対象となる問題をレスポンスすることで学習者は問題を解くことができる。学習者が問題を解くとサーバに解答が送信されて、サーバはそれを元に正誤判定を行い解答データやその正誤をデータベースとして保存し学習者側に結果を返している。

3.2 問題拡張のアルゴリズム

三角形の合同条件に関する問題と性質に関する問題では、証明の構造が異なることが分かった。既存システムでは、あらかじめ三角形の合同の証明の構造がシステムに組み込まれている。そこで、図形の性質に関する問題を扱うために、問題ごとにその問題に合うような構造を生成する必要があり、方法としては図2の「対象となる問題を送信」時に行われる解答枠の生成を問題の構造に合った最適な解答枠(構造)を作成できるようにすることによって、三角形の合同の証明以外の証明問題にも対応することができる。

3.3 提案システムの概要

学習者はシステムを利用するにあたって図3のようなスタート画面より、「三角形の合同を用いた問題」、「性質を用いた問題」、「合同または性質を用いた問題」を学習者が選択することができる。

問題の種類を選択すると選択すると問題が表示される。「合同に関する問題」を選択した場合は既存のシステムと同じ画面(図1参照)が表示され「三角形の合同の証明」を学習することができる。「性質に関する問題」を選択した場合の画面を図4に示す。システムの画面は「合同に関する問題」と同じ構成となっており、既存のシステムと同じように学習することができる。また「合同または性質に関する問題」を選択した場合は、両方の問題を学習することができるようになる。

4. システムの評価実験

4.1 目的

中村ら⁽³⁾によって既存システムを利用したシステムの優位性は検証されている。本実験では、web化された提案システムを用いて、多人数で利用できるのか、学習者が本システムを用いて学習効果を得られたのか、上記2点について検証した。

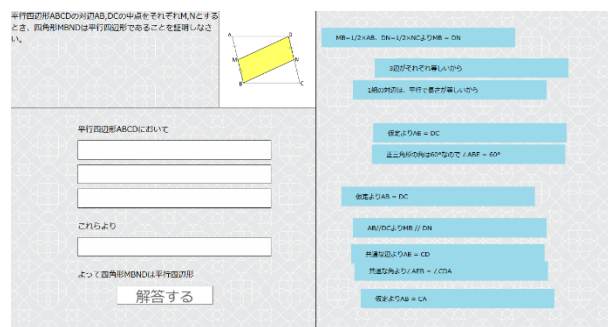


図4 拡張後のシステムの問題画面

4.2 方法

実験内容として、「Web上でのサーバとクライアント側を介してのシステムを利用できたかについての評価実験」を行い、その後「学習者が利用しての学習効果についての評価実験」を行った。システムの利用できたかについての評価実験は、システムを正常に利用することができるかについて評価した。学習効果についての評価実験は、今回は学習者4名で行い、プレテスト、その後システムをWindows Tabletで利用、ポストテストとアンケートの順で実施して学習効果があるか否かを評価した。なおアンケートの内容は数学的な内容から、「システムでの学習の感想」、「以前にこのようなWebを使って学習をしたことがあるか?」といったシステムに関するアンケートとした。

4.3 実験結果

実験の結果、システムを利用することによる学習効果が得る結果が得られた。また、結果については本発表にて詳細を報告する予定である。また、今回の評価実験は4名で実験を行ったので、被験者の数を増やしての評価実験を行う必要がある。

5. まとめ

本研究ではJava環境下で開発していたもののWeb化と問題の拡張を行った。今後の課題として被験者の数を増やしての評価実験を行う必要がある。また、Windows Tabletでシステム利用した際、一部不具合が発生するので、不具合を修正する必要がある。

謝辞

本研究はJSPS 科研費 15K16109, 公益財団法人マツダ財団の助成を受けたものです

参考文献

- [1] 清水宏幸, “全国学力・学習状況調査の結果にみる中学校数学科の指導上の課題—記述式問題に焦点を当てて—”, 日本数学教育学会誌, 第94巻, 第9号, pp. 38-41, 2012.
- [2] Megumi Kurayama, “Developing a Geometric Proof Problem-Solving Support System Utilizing Card Selection”, Proc. of ICCE2017, pp. 110-112, (2017)
- [3] 中村香織, 浜本風化, 倉山めぐみ, “証明問題解決支援システムの利用実験”, 教育システム情報学会2015年度学生研究発表会予稿集, pp. 143-144, (2015)