

段階的学びを促す証明問題解決支援システムの開発

An Interactive Environment of Proof Questions for Systematic Learning

倉山 めぐみ^{*}, 浜本 風花^{*}, 中村 香織^{*}
Megumi KURAYAMA^{*}, Fuka HAMAMOTO^{*}, Kaori NAKAMURA^{*}

^{*}函館工業高等専門学校

^{*}National Institute of Technology, HAKODATE College

Email: kurayama@hakodate-ct.ac.jp

あらまし：証明問題の解決手法として、条件と結論、もしくは条件が記されたカードを利用する証明問題解決支援システムの開発を行っている。すでに開発されているシステムでは、三角形の合同に対する証明について、合同を証明するのに必要な条件と合同条件が空欄となり、そこに必要なカードを利用し、解決支援を行ってきたが、学習における差分を減らすために、空欄とカードについて段階的に学習できるようにした。

キーワード：

1. はじめに

近年、論理的思考力に注目が与えられている⁽¹⁾。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あげられるが、その中に、証明問題の解決もあげられる。証明問題は、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を行っている⁽²⁾⁽³⁾。この支援システムを利用して既に、高専生を対象とした利用実験が行われた。その結果、システムの操作性に関しては、良い結果を得られた。しかし、学習内容については、良い結果は得られなかった⁽⁴⁾。その原因の一つとして、選択できるカードが、仮定、条件に限定されている点である。そこで、仮定や条件以外の部分も空欄にしてカードを選択させることで記述式問題に近い形式で出題し、学習の進んだ学習者に適した難易度にするようシステムの開発を行った。

本稿では、空欄と選択できるカードを増やし、段階的に難易度を上げ、学習者がシステムを利用し学習を進めていくために、既に作成された証明問題解決支援システムの変更、追加について述べる。

2. 学習方法による違い

2.1 既存の学習方法

一般的な証明問題の出題方式には、「記述式」「穴埋め式」がある。

記述式は、学習者が証明部分をすべて自分で考え記述する方式である。仮定や結論など、証明を構成する要素を探し、文章の構成を考えるとところまで自分で行わなくてはならないため、初学者にとって困難ではあるが学習効果は非常に高い。

穴埋め式は、証明問題の一部分を空欄にし、そこに学習者が式や文字を入力する方式である。初学者にも易しいが、慣れてくると空欄の前後を読むだけ

で解けてしまうこともあるため学習効果が上がらなくなるという欠点がある。

記述式と穴埋め式は、「難易度」と「学習効果」の2点で大きく差がある。穴埋め式で証明問題が解けるようになった学習者が、記述式では解けないということも考えられる。証明問題の学習を段階的に進めるようにするために、この2つの方法の中間に位置するような学習方法を考える。

2.2 提案する学習方法

本研究では2つの学習方法と別の方式の「カード選択方式」を採用する。

カード選択方式は、単文が書かれたカードを空欄に当てはめていく方式のことである。この方式は図1のように仮定や条件など問題文から読み取れる部分だけを空欄にすると、穴埋め式に近い記述式ほど難解ではなくなり、初学者にも取り掛かりやすい。また、図2のように、結論や「これらより」などの文章を構成する部分を空欄にして選択できるカードを増やすと、必要な部分を探すだけでなく文章

証明

$\triangle ABE$ と $\triangle ACD$ において

これらより

$\triangle ABE \equiv \triangle ACD$

図1 穴埋め式に近い出題形式

証明

図2 記述形式に近い出題形式

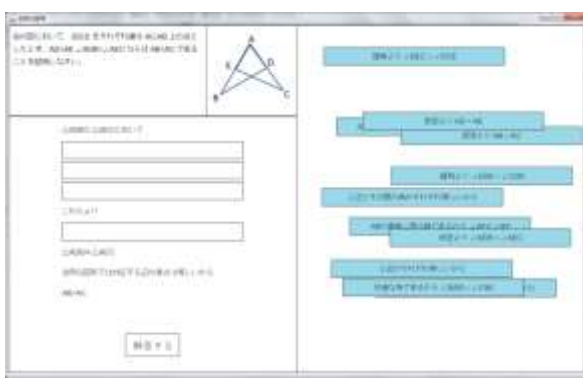


図 3 記述形式に近い出題形式



図 4 記述形式に近い出題形式

の構成を考えることを要求されるので、穴埋め式よりも記述式に近い出題形式になる。つまり、問題の難易度を上下させることができるのが、カード選択方式の利点である。

3. 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 3 に示す。システムが起動すると画面上に問題が図 3 のように表示され、右側のカード群から左下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空欄を埋めると解答ボタンが押せるようになり、解答ボタンを押すことでシステムが正誤判定を行うものとなっている。

このシステムを使った学習は、学習者が画面左上の問題文を読み、カード群からカードを取捨選択し、左側証明部分の空欄に当てはめていく。空欄をすべて埋めて解答ボタンを押すと、システムが正誤判定を行い、正解の場合は「正解です」というメッセージを、不正解の場合は「不正解です○枚目のカードが間違っています」というメッセージを表示する。正解の場合メッセージウィンドウを閉じた時点で問題を終了する。不正解の場合はウィンドウを閉じて問題はまだ終了せず、カードを選択する場面に戻る。

4. 段階的な学びを促すシステム

カード選択方式の利点を活かし、最初は仮定と条件のみを空欄にして、簡単な問題を解けるようにする。学習者が学習を進めていくとまずは「与えられた図形が合同である」といった結論、次に結論から導き出される結論を空欄にしていく。次々に空欄を増やし、最終的には証明すべてを空欄にする。仮定と条件のみを探すのではなく、与えられたカードを自分で並び替えて証明を解くことで、学習者の段階

的な学びを促す。

学習者が作成した証明の診断では、以下のように行っている。カードにはそれぞれ番号が振り分けられており、各カードにはその番号を情報として持たせている。空欄番号は正解となるカードの番号と一致するので、空欄にはめ込まれたカードの番号と比較すると正誤判定が行われる。また、仮定から導かれる 3 つの要素のように順番を問わない部分に関してはどの順番でカードがはめ込まれていても正しければ正解と判定を行う。

5. まとめ

本研究では、既に関与されている証明問題解決支援システムについて述べ、問題の難易度を向上させるための空欄とカードの追加と正誤判定の変更を行った。

今後の課題として、以前の研究で行われた証明問題の構造分析の結果から作成された分布図による難易度の情報をデータベースに持たせ、システムを改良する必要がある。また、空欄とカードを増減させることで難易度を段階的にあげられるように対応した問題作りを行うこと、そして実際にシステムを利用して学習を進められるのか調査することが課題として挙げられる。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 15635722 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) 嶋田秀斗, 倉山めぐみ, 証明問題解決支援システムのためのデータベース構築, 教育システム情報学会 2014 年度学生研究発表会予稿集, pp. 7-8, 2015
- (3) 倉山めぐみ, カード選択を利用した証明問題解決支援システムの開発, 2015 年度人工知能学会全国大会論文集, 1E4-OS-11a-3, 2015
- (4) 中村香織, 浜本風花, 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