

## 証明問題解決支援システムにおけるカード群の自動生成

### Automatic Generation of Cards in Interactive Environment of Proof Questions

金沢 萌実<sup>\*1</sup>, 倉山 めぐみ<sup>\*1</sup>

Moemi KANAZAWA<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup>函館工業高等専門学校

<sup>\*1</sup>National Institute of Technology, Hakodate College

Email: 16702@hakodate.kosen-ac.jp

**あらまし**：近年，論理的思考力に注目が与えられており，その力を育成するものの中に証明問題の解決が挙げられる．そしてこれまでカード選択方式を用いた証明問題解決支援システムが開発されてきた．しかし既存のシステムではカード群生成のためにデータベースを人の手で追加する必要がある．そこで本研究では前述の手間を省き，学習者に適した学習を提供できるような，カード群の自動生成方法を提案し，実際に構築した．

**キーワード**：証明問題，カード群，自動生成，論理的思考

#### 1. はじめに

近年，論理的思考力に注目が与えられている<sup>(1)</sup>．その理由として，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たことが考えられる．一方で，その力を育成するための場については変化があるとは言えない．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，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）を導くものであり，仮定，条件，結論などが既に与えられているのである．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が開発されている．現時点では，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，仮定や条件以外の部分も空欄にしてカードの追加を行った．また，カードの増減にシステムが対応できるように正誤判定の改善を行った．しかし現在のシステムではカード群の中に正解カードの他にダミーカードを加えるためにはシステムのデータベースを人の手で追加する必要がある．

本研究では，前述のような手間を省くように，そして学習者に適した学習を進めるように現在のシステムに仮定や条件などのカード群の自動生成を追加したシステムを提案する．

#### 2. 学習方法による違い

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．

証明
△ A B E と △ A C D において
<input type="text"/>
<input type="text"/>
これらより
<input type="text"/>
△ A B E ≡ △ A C D

図 1 穴埋め式に近い出題形式

証明
<input type="text"/>
<input type="text"/>
<input type="text"/>
<input type="text"/>
<input type="text"/>
<input type="text"/>

図 2 記述式に近い出題形式

また，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行え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として、「カード選択方式」が提案されている<sup>(3)</sup>。

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<sup>(2)(3)</sup>の実行画面を図3に示す。システムが起動するとまず学習者は表示された問題文を読み、ランダムに配置されたカード群からカードを取捨選択し、証明部分の空欄にマウスのドラッグアンドドロップで移動させて当てはめていく。空欄を全て埋めて解答ボタンを押すとシステムは正誤判定を行い、正解の場合は正解メッセージを、不正解の場合は不正解メッセージを表示する。その後、正解の場合は次の問題へボタンか終了ボタンを選択でき、次の問題へボタンを押すと次の問題を表示し先に述べた順序で学習者は問題を解いていき、終了ボタンを押すとシステムを終了する。不正解の場合はカードを選択する場面に戻る。

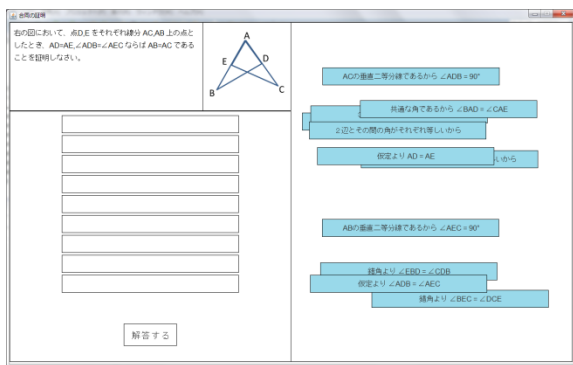


図3 システム画面

### 4. カード群自動生成

先に述べたシステムにカード群を自動生成する処理を加えることでシステムの実現を図る。具体的にはシステムが問題を表示する前に自動生成処理を加える。このフローチャートを図4に示す。

#### 4.1 正解カード生成

正解カードの生成法について述べる。あらかじめデータベースに追加していた中から正解文を読み込み、その文を仮定、条件、結論の三つの型に当てはめる。そして条件にはその前の仮定の情報、結論に

は条件の情報を付加情報として与える。このことによりそのカードが何を示しているかを明確にする。これにより正解カードが作成される。

#### 4.2 ダミーカード生成

次にダミーカードの生成法について述べる。生成された正解カードから、文字の配置を変えたりすることによりダミーの文を生成し、カードとして生成する。ダミーカードには付加情報は与えず、あくまで正解カードと結びつきがないことを明確にする。

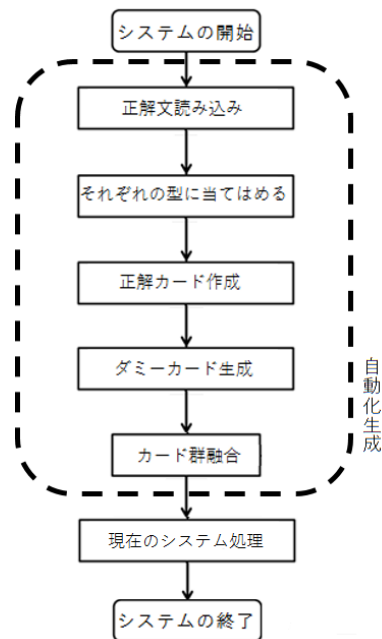


図4 システムフローチャート

### 5. まとめ

本研究では、現在の証明問題解決支援システムについて述べ、カード群を自動生成する方法の提案をした。

今後の課題として、正解カードとダミーカードの自動生成法を用いて、実際に自動生成を加えたシステムの実装を行うこと、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 15K16109 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)