

証明問題解決支援システムのためのデータベース構築

Constructing a Database for an Interactive Environment of Proof Questions

嶋田 秀斗*, 倉山 めぐみ*
Shuto SHIMADA*, Megumi KURAYAMA*

*函館工業高等専門学校

*National Institute of Technology, Hakodate College

Email: sima_12091209@yahoo.co.jp

あらまし: 三角形の合同を証明するための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。先に開発されたシステムでは、学習者に証明問題を提示し、証明の仮定や条件が書かれたカードを取捨選択することによって証明を記述させており、システムが正誤判定を行い、フィードバックを返している。しかし、先に開発されたシステムでは、1問しか取り扱っていないため学習するには不十分であるといえる。本研究では、証明問題の構造を分析し、すでに作成された三角形の合同証明問題を対象とした解決支援システムに問題の追加を行った。

キーワード: 証明問題, 三角形の合同, データベース, 構造化

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⁾。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、結論等がすで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、倉山⁽²⁾によって、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。このシステムでは、証明の仮定や条件がかかれたカードを利用し、証明を解決している。しかし

ながら、取り扱っている問題が1問であるため、学習者がシステムを利用し、学習していくには不十分である。

そこで、システムを利用して学習を進めていくためにシステムへ問題の追加を行う。また、ただ問題を追加するのではなく、効率よく学習を進めていくために、証明問題の構造分析を行い、難易度を考えた問題の追加を行う。

本研究では、証明問題の構造を分析し、難易度を考え、学習者がシステムを利用し効率よく学習を進めていけるよう、既に作成された三角形の合同を証明する問題を対象とした解決支援システムに問題の追加を行う。

2. 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の実行画面を図1に示す。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、右下のカード群から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。

3. 証明問題の構造分析

証明問題は、「仮定」と「結論」から成り立っており、結論を導くための条件(三角形の合同条件など)とその条件を利用するために必要な要素を見つけ、記述していくことで解決していく。また、証明問題の構造である仮定、条件、結論はどのような形であるかを調べ、構造に関するパターン分けを行った。丸は証明問題の仮定、結論を表しており、線は関係性を表している。三角形の合同の証明問題は仮定3つと、結論1つの関係を基本としている。

三角形の合同の証明問題の基本の形から分布図を作成した。分布図の基本の形から離れる形ほど丸と

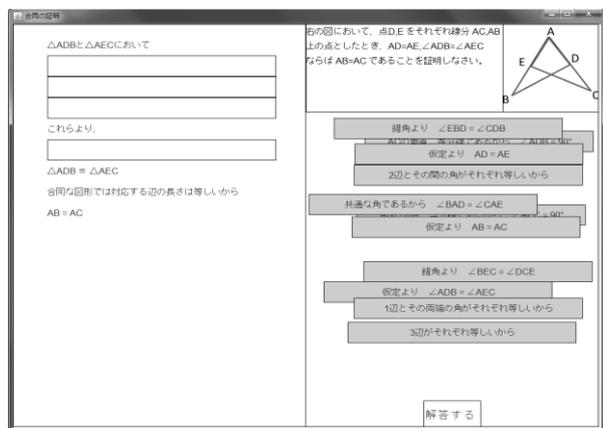


図1 システム画面

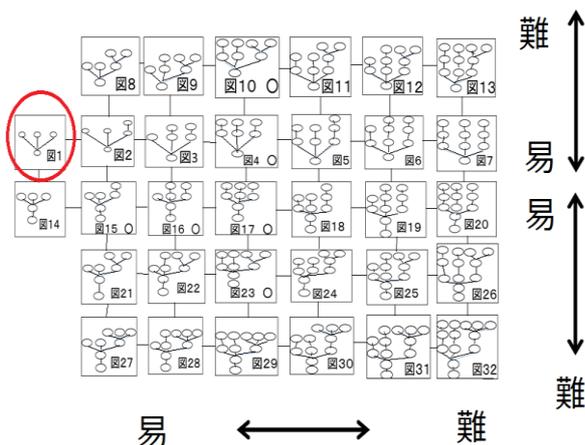


図 2 分布図

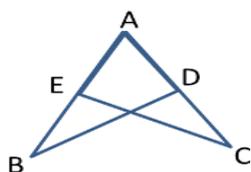


図 3 例題図

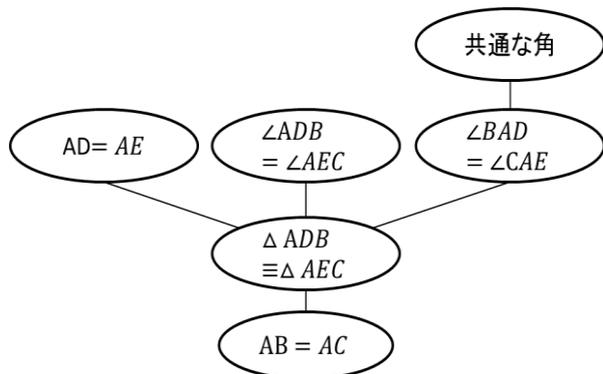


図 4 証明問題の構造

線が増える．丸と線が増えることで，仮定など必要な要素が増えるため問題の難易度は基本の形から離れているものほど高いと考えられる．また，問題集や教科書から実際に三角形の合同証明問題を解き，解いた問題の形と分布図で一致したものには図の数字の隣に○を付けた．このように作成された分布図を図 2 に示し基本の形には丸をつけた．先に示した図 1 のシステム中の問題では，

図において，点 D,E をそれぞれ線分 AC,AB 上の点としたとき， $AD=AE, \angle ADB=\angle AEC$ ならば $AB=AC$ であることを証明しなさい．(図は図 3 に示す)

「仮定から $AD=AE$ 」「仮定から $\angle ADB=\angle AEC$ 」の 2 つと，「共通な角であるから $\angle BAD=\angle CAE$ 」を仮定として使うために必要な要素である「共通な

角」が追加された形の仮定であり，条件を使うために必要な要素となる．これらの要素から導かれる条件は「1 辺とその両端の角がそれぞれ等しい」であり，これらから $\triangle ADB$ と $\triangle AEC$ が合同であるという結論が得られ，この結論から「 $AB=AC$ が等しい」ことを導き出すことができる．この仮定と結論の関係を丸と線で表し，証明問題の構造を表したものを図 4 に示す．これは先の図 2 中の図 15 の形と一致している．

4. データベースの構築

証明問題のデータベースとして，証明に用いるカード群，証明の問題文，証明，図形の画像の 4 つのデータを用意した．この 4 つのデータはそれぞれのフォルダに保存されている．

本研究でのデータベースでは，カード群，証明の問題文，証明の 3 つは txt 形式のテキストファイルでそれぞれ用意し，図形の画像は png 形式で用意するものとなっている．これらのデータは，問題の数だけ用意されている．このデータをプログラムから読み込み，問題を出題する．これによりプログラムに問題を書き込まずに複数の問題を外部から読み込んで問題の出題ができるようになっている．また，証明問題の構造分析の結果から難易度を考えた問題の出題となっているので，やさしい問題から難しい問題と順を追って学習できるので，効率的な学習を行うことができる．

5. まとめ

本論文では，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，問題を追加するために行った証明問題の構造分析の結果について述べた．また，提案した証明問題の構造分析の結果を基に，証明問題解決支援システムに組み込むためのデータベースの構築を行い，問題の追加を行った．

今後の課題として，本研究での構造分析の結果から作成した分布図による難易度の情報をデータベースに持たせることができていないので，難易度の情報を持たせることで，システムを改良していく必要がある．

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) 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発表予定