

中学数学教育を支援する図形と式の連携機能の試作

末広美幸 加藤直樹 中川正樹

東京農工大学

1. はじめに

近年、ゆとり教育のために主要教科の授業時間が減少している。数学においては、合同や相似の授業で、模造紙を使って図形を作成し、図形が本当に合同かどうかを確かめるような作業を行う時間が少なくなるという傾向がある。また、このような授業が行われるのは初歩の授業内であり、この時間で理解できないと生徒は置き去りになってしまうという問題がある。

従来の図形授業では、フリーハンドで書いた図形を使用すると、生徒に誤解が生じるため、教師は定規やコンパスを使ってきれいな図を描く。このため、作図に時間がかかってしまうという問題がある。また、教師は図形と式の両方を指示棒や手を使って指しながら説明するため、そのタイミングで板書を見ていなかった生徒は授業から置き去りになってしまう危険性がある。さらに、従来の授業方法では数式が次々に加えられて、図形の条件は追加されるが、数式の追加による図形の変化を視覚的に確認することはできないという問題がある。そこで、このような視覚的に図形の合同や相似を説明する手段として、コンピュータが使用され始めている。

数学の授業を対象とした教育用ソフトウェアの中で図形を扱うものには、Geometric Constructor[1], Cabri-Geometry のような、様々な図形を描けるソフトウェアが挙げられるが、個別学習向けに作成され、パソコンのマウスやキーボードで操作する方法をとっている。また、数式に対応した図形の条件変更はなされていない。そのため、一斉授業では不向きである。

そこで、本稿は上述の問題点の解決をした一斉授業で利用するための図形授業支援ソフトウェアについて述べる。

2 提案する機能

電子白板を黒板の代わりとして用い、板書された図形と数式を対応させ、数式に合わせて図形の整形や色づけを行う、図形教育支援ソフトウェアについて提案する。

2.1 手書きによる板書

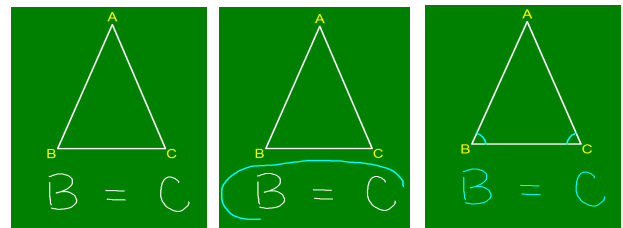
従来の授業通りに手書きで板書を行い、さらに三角形を描きたいときには手書きの三角形を自動整形できるようにする。このため、板書中に手書きと三角形を区別する必要がある。授業内でのスムーズなモード切り替えを実現するため、ボタンでのモード切り替えを採用した。また、後述する機能のために、色づけモードと整形モードへの切り替えにもボタンを用いる。

Taking correspondent between geometrical figures and handwritten formulas for teaching Junior High School Mathematics.

Miyuki Suehiro, Naoki Kato, Masaki Nakagawa
Tokyo Univ. of Agri and Tech.

2.2 三角形色づけ

実際の授業では、教師は図形と式の両方を指示棒や手を使って指しながら説明することが多い。そこで、数式と対応している三角形の辺や角の対応が分かるように、選択された色で三角形への色づけが行える機能を設ける(図1)。色づけは、手書き板書などと区別するため色づけモードに切り替え後、数式を電子ペンで丸く囲む。



(a) 色づけ前 (b) 囲み (c) 色づけ後

図1 三角形色づけの手順

2.3 三角形整形

実際の授業において教師が記入した数式によって与えられた条件を図形に反映するためには、教師が図形を描き直さなくてはならない。この問題点を解決するため、数式を選択することで、その数式通りに三角形の整形を行う機能を設ける。

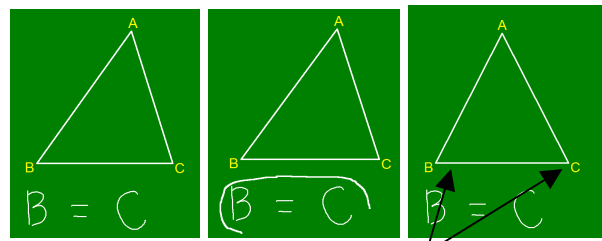
整形は、整形モードに切り替え後、条件となる数式を電子ペンで丸く囲む。

(1) 一つの三角形における整形

一つの三角形における整形で可能なものを表にして示し、整形の例を図2に示す。

表1 一つの三角形における整形の種類

整形の種類	整形対象	例
角度の指定	数字	$A=30$
	角	$A=B$
辺の指定	辺	$AB=AC$



(a) 整形前 (b) 囲み (c) 整形後

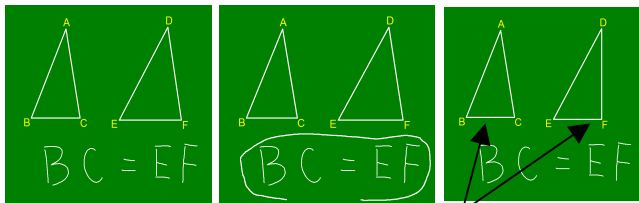
図2 一つの三角形における整形の手順

(2) 二つの三角形における整形

二つの三角形における整形で可能なものを表にして示し、整形の例を図3に示す。この整形では数式の右辺の三角形を左辺にあわせることとした。

表2 二つの三角形における整形の種類

整形の種類	整形対象	例
角度の指定	角	$A=D$
辺の指定	辺	$AB=DE$



(a) 整形前 (b) 囲み (c) 整形後
図3 二つの三角形における整形の手順

3. 事前調査と予備評価実験

3.1 アンケートによる調査

図形授業支援ソフトウェアを設計するために、中学の数学教師 17 名にアンケートによる定規使用頻度と図形授業支援ソフトウェアにおいて実現して欲しい機能についての調査を行い、次の意見が得られた。

- ・ 中学数学の図形授業において、図形をきれいに描くことは重要である
- ・ コンピュータで図形授業の補助をする場合、手書きの図形を整形する処理は必要である
- ・ 図形に色がつくことによって、生徒の視線を説明文から図形に向けることは可能である

3.2 実際の図形授業の様子調査

守谷市立愛宕中学校 3 年の生徒に補習授業を行う形態で実際の図形授業を見学し、ビデオによる分析を行った。結果、教師は 3 問の図形問題を解答するだけでも文字と図形を交互に指したり、図形のみを指したりする回数が多かった。このことから、数式通りに三角形を色づけすることによって図形と文字を対応させることは必要だと考えられる。

3.3 予備評価実験

各機能の有用性を示した上で教師の意見を聞かせていただくために、図形の整形と色づけの機能を仮体験できるソフトウェアを作成し、それを使って模擬授業を行ってもらった。教師の意見として、次のものが得られた。

- ・ 手書き文字に図形の動きが対応して、普通の授業では行えない、動きのある授業ができた
- ・ 図形が簡単にきれいに描けた

4. ソフトウェアの試作と評価実験

第 3 章に示した調査と予備評価の結果をふまえて試作した図形授業支援ソフトウェアに関して、有効性とユーザインタフェースの評価をするために、守谷市立愛宕中学校 1 年 2 組の生徒に実際の図形授業を行い

(図 4)、教師と生徒にアンケート調査を行った。生徒から得たアンケート結果を図 5 に示す。



図4 評価実験の様子

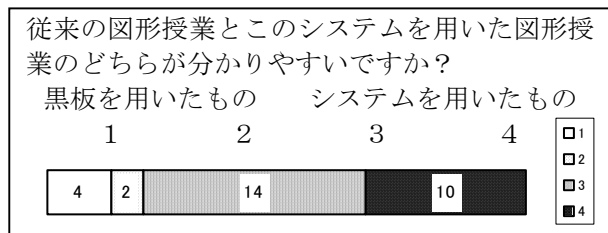


図5 生徒用アンケートの結果

図 5 から、ほとんどの生徒は今回のシステムを使って図形の授業の方が、従来の授業よりも分かりやすかったという意見を得ることができた。このことから、本ソフトウェアは生徒の理解を促進したと言える。

教師からは、「実際に図形を移動することで重ねて合同を確かめられ、行いたいと思っていたことを簡単に行うことができ、良かった」というご意見をいただいた。また、合同を教えるとき、「このソフトウェアを絶対に授業で使用したい」というご意見をいただいた。これらのことから、本ソフトウェアは図形教育において有効であると考えられる。

教師から「式と図形の交互の説明としては、今回のようにやったほうが、生徒には分かりやすいと思う」というご意見をいただいた。このことから、電子黒板を使うことで、従来の授業形式を保ち、図形と文字を連携させることで図形の整形や色づけを行う機能の有効性を示せたと考えられた。

5. おわりに

本稿では、電子白板を用いて図形の整形や色づけを可能とし、図形と数式を対応させるという図形授業支援ソフトウェアの一例を示した。今後の課題は、より従来の授業に近づけるために、図形を直接操作することで整形することのできるマーキングジェスチャの実装が挙げられる。また、扱うことができる図形を増やして実用性を高めることが挙げられる。

参考文献

- [1] 飯島, 作図ツール Geometric Constructor の上で現れる様々な「関数」の分析 - 作図ツールと関数的な考えについて (1), イブシロン, vol. 43, pp. 15-26 (2002).