

(400) 情報

図形問題のための能動的学修支援システム

Active learning support system for practice with shapes in geometry

岡 里美[†]

平川 正人[†]

Satomi Oka[†]

Masahito Hirakawa[†]

[†]島根大学大学院 自然科学研究科理工学専攻 知能情報デザイン学コース

1 概要

近年、教育現場において ICT 機器の導入が進んでいる。中でも、操作が容易で安価なタブレット端末の整備率は年々増加しており、国は 2020 年までに、小中学校の生徒に一人一台のタブレット端末を整備する目標を立てている[1]。ICT 機器を効率的に利用することは、児童生徒の学習意欲の向上、知識・理解の定着に繋がると期待されているためである。また、指導要領の改訂によって、国は「主体的・対話的で深い学び」を重視した授業改善を行うことで、生涯にわたって能動的に学び続けるよう目指す方針を立てている。

これらの背景から、本研究では、中学生が苦手としている数学の中から、全国学力調査の正答率が毎年低い「図形の証明問題」の分野に焦点を当て、タブレット端末を用いた能動的学修支援のためのシステムを提案する。個人学習に偏りがちなタブレット端末であるが、時間的・空間的制約に縛られないという利点を用いて、グループでの協働的な学びの支援に活用できることを示す。

2 はじめに

中学校数学における証明指導では、フォーマルな証明を書く指導を重視し、証明の論理構図についての指導はあまりされていない。しかし、図形の証明問題への苦手意識の原因として、証明の見通しを持つことが出来ておらず、更に踏み込むと、論理構造が理解できていないという点が挙げられている[2]。これに対しては、フローチャートが有効であるとされている[3]。フローチャートを用いた指導を行うことで、生徒は視覚的に証明の全体像を把握でき、他者に自分の考えを伝える際に役立てることができる。また、仮定と結論を結ぶ要素を探ることができるので、議論のきっかけに繋がり、協働的な学びにも適しているとされている[4]。実際、中学校第 2 学年の数学科の教科書には、証明の論理構造を表す図が載せられている(図 1)。

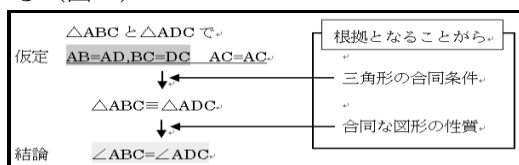


図 1：教科書記載の論理構造（啓林館「未来へ広がる数学 2」）

今現在行われている証明の論理構造の授業では、穴あきプリントを利用した形が多く、ホワイトボードや黒板上にマグネットや付箋などを張り付けるなどして生徒に議論させる指導法や、プリントでフローチャートの穴埋めを完成させるという例がある。しかし、これだと要素や枠組みなどが決まってしまうため、解答を複数持つ証明問題の場合は生徒の思考を狭めることにもなりかねない。そこで、本研究では図形の証明問題において、色分けされたノードを自由に移動させることを可能にすることで、証明の過程であるフローチャートを生徒同士で組み立てる際に、論理構造を可視化させ、証明の組み立てに関して自由度の高い生徒同士の主体的な対話の促進を目指す。また、様々な証明方法を共有することを考え、解答の比較が容易にできるようなシステム機能も検討する。

3 研究内容

3.1 協働学習

学習者が相互に協力しながら、共通の目標や課題の達成を目指す学習形態を協働学習と呼ぶ。生徒には、1) 自分がどこまで理解できていて、どこが分からないのかなど思考を整理できる、2) 自分の言葉で道筋を立てて説明することができ、より良い解答方法にも触れることができる、といった効果が期待されている。

3.2 想定する授業形態

[5]では、ICT 機器を利用した学びの流れが以下のように整理されている。

一斉学習→個人学習→協働学習→全体学習

このうち、既習事項の確認やシステムの使用法に関する説明など行う、能動的な学びに関係のない一斉学習を除く、個人学習～全体学習までを本システムの支援対象とする。

3.3 システムの概要

1. 個人学習

思考整理を目的とし、図形に色などを付けながら、どのように結論を導き出すのか自由に記述し個人で考える機能(図 2)や、早く解き終わった生徒が時間を持て余してしまわないよう他の問題

も用意し、用語の並び替えによって証明を組み立て、正誤判定を行う機能（図3）がある。

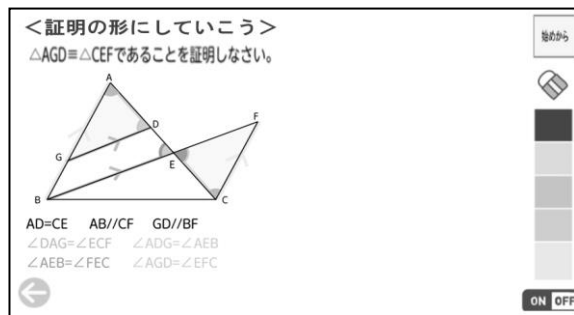


図2：自由記述

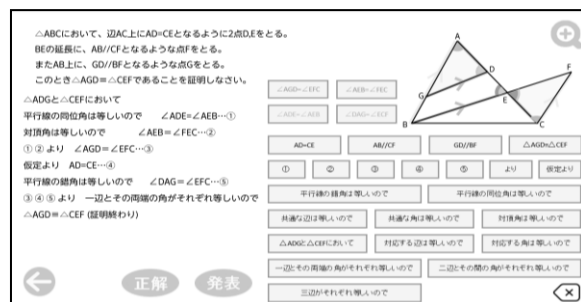


図3：証明の組み立て

問題や残り時間に応じて、教員側が個人学習だけで授業を進めたいと考えた時などには、個人学習のみの利用も可能である。

2. 協働学習、全体学習

ペアで考えを共有し、議論しながら解答作成する協働学習の機能として、図4に示すようなフローチャート形式のものを実装している。

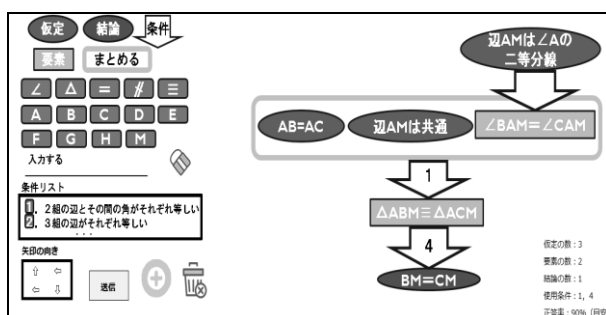


図4：フローチャート作成

画面の右側がフローチャートの作成例、左側がそれを組み立てる部品であり、部品をタップ、スライドさせることで、証明のフローチャートを作成していく。生徒の柔軟な思考を妨げないよう、要素や枠組みを自由に複数作成できるため、多様な証明方法の発生が期待でき、協働学習を促せると考える。

図形の証明問題は、1つの問題に対し複数の解答が存在することがある。そのため、全体学習での発表や意見交流を行う際の事を考え、証明を組

み立てる際の仮定や結論、要素などの色は指定する。また、条件も数字で決めて表示する。同一問題に対する異なる解答例を作成した例を図5に挙げる。同図は、三角形の頂点から引いた角二等分線が底辺の中点を通る事を証明する正しい2つの解答例であるが、要素の数や色・形、利用する条件の番号からも、それぞれ証明の構造が異なる解答であることは一目瞭然である。また、共有を行う送信ボタンを押すと右下に各要素の数や使用した条件番号などが出現し、それらのデータからおおよその正答率も出現するようにしている。これにより、他者の解答との比較が容易に行え、教員が議論を促す際にも参考になる。

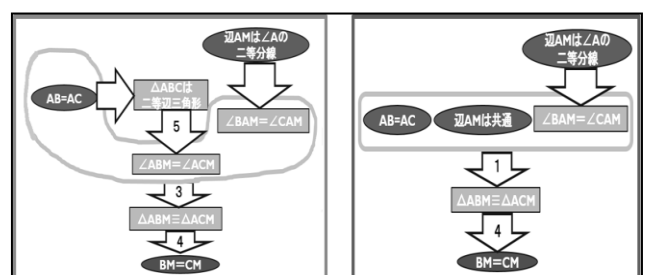


図5：同一問題に対する異なる解答例

その他の機能として、生徒がそれらを作るまでの流れを後で見られるように作成過程を動画として記憶する事や、複数解答の出現を考慮し、左下の+ボタンを押すことで新規フローチャートの作成も可能としている。

3.4 今後の展望

評価実験によるシステムの評価については今後実施予定であり、アンケートや発話内容などから、協働的な学びが本研究で促せたかどうかを評価する。証明問題の最終的な目標は、正しい証明の組み立て方を理解することであるが、本システムでは、個人では気づけなかった新たな証明方法の存在を得るための協働的な学びの支援ができたかどうかを評価していく。

4 まとめ

学習能力に差がある学校教育での利用を考え、タブレット端末を利用する能動的な学びを支援するシステムを構築した。紙で本内容を授業で行う事に比べ、時間や空間的な制約に縛られず解答を共有することができる点や、視覚化の容易さから記憶に残りやすいという点で、本システムは有効であると考えられる。

複数人でのグループでは、議論に参加しない生徒が出てきてしまう事があり得るため、基本的に2人ペアでの協働学習を想定し、そこから出た解答をクラス全体で共有した際に、比較をしやすいシステムへ修正改善を行った。フローチャートを

一から作成させることにより, 視覚的に自分の理解度を見ることが出来, 頭の中を整理できるため, 図形の証明の組み立てに関して自由度の高い協働学習を促すことができると期待している.

参考文献

- [1] 文部科学省, 学びのイノベーション事業実証研究報告書, ICT を効果的に活用した子供たちの主体的な学びの実現へ, 2018
- [2] 林 晃也, 論理的に筋道を立てて推論する力を高める論証指導の工夫, 証明の方針を立てる活動を通して, 2013
http://www.hiroshima-c.ed.jp/center/wp-content/uploads/kenkyu/choken/h24_kouki/kou07.pdf
- [3] 信州大学教育学部, フローチャートによる図形の証明の学習指導, 2011
<http://www.schoolmath.jp/>
- [4] B.Pedemont, "How can the relationship between argumentation and proof be analysed?", Educational Studies in Mathematics, Volume 66, Issue1, pp.23-41, 2007
- [5] 宇都宮市教育センター, 協働学習 基本のながれ, 2017
http://www.ueis.ed.jp/?action=common_download_main&upload_id=718