

[算数・数学]

キーワードを用いた、互いの考えを 伝え合う力を育成する学習指導

— 中学校図形領域の証明における実践 —

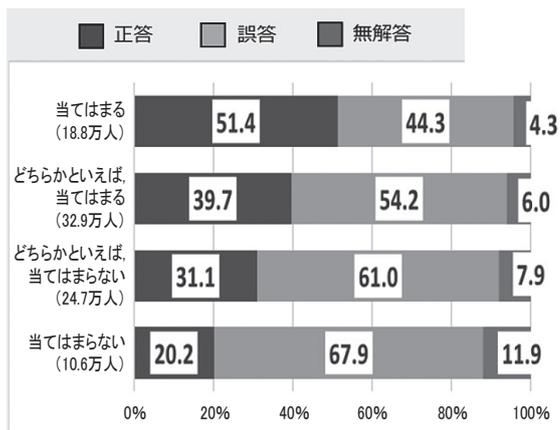
青木 崇*

1 主題設定の理由

証明は生徒がかなり苦手とする分野の1つで、「どこから手をつければよいかわからない。」「計算問題とは異なり、答えを出す過程が必要で、結論までの過程を文章で解答しなくてはならない。」「書き方がわからない」といった今まで習ってきた数学とは異なる解答への困惑や、「確かめができない。」「答えを見ても合っているか判断できない。」といった自分で解決しにくいなどの理由がある。教師もまたその指導に苦心していることが、多くの研究者によって指摘されている。筆者自身も、授業時の相談の時間における生徒同士の話し合いで、上記の理由から建設的な活動になりにくいクラスがあることも感じていた。

中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 数学編において、「第2学年においては、数学的な推論の過程を簡潔・明瞭に表現する力を養うことが指導の大切なねらいである。しかし、これは一挙に達成できるものではない。そこで、はじめは、根拠を明らかにして説明し伝え合う活動を通して、数学的な推論の過程を他者に分かりやすく表現することを大切にする。」とある。図形の証明に対して、生徒が感じている困難を軽減するためには、どのように証明を指導すべきであろうか。漢字や英単語を覚えるための工夫としてよくあげられるものとして、「声に出す。声に出しながら書く。」「繰り返し書いて練習する」などがある。しかし、証明（文章）は短時間で覚えるには、情報量が多いため難しい。証明問題の解き方の一つに解答をパターン化・プロトタイプ化する方法がある。数学が苦手な生徒からすると、理解ができていない生徒から「解き方は同じ。」と教えられても理解が難しい。言いたいことや考えがうまく伝わりにくいという場合に、話を短く整理して伝える方法として、本研究ではそれを「キーワード化する」と呼び、そのキーワード化された単語を活用し、互いの考えを伝え合う力を育成したいと考えた。具体的なキーワードについては、後述の3(3)実践の構想にて記述する。

令和7年8月20日、21日に文部科学省総合教育政策局と国立教育政策研究所教育課程研究センターが開催した「令和7年度全国学力・学習状況調査の調査結果を踏まえた学習指導の改善・充実に向けた説明会」での資料では、教科に関する調査結果（算数・数学）の中学校数学（図形領域）において、生徒質問調査「数学の授業で、どのように考えたのかについて説明する活動をよく行っていますか」の各選択肢を選んだ生徒の図形領域の証明問題における解答状況を公開している（表1）。この質問に否定的に回答したグループの方が、図形領域の証明問題の正答率が低く、無解答率も高い。このことから話し合いの時間を設けることが有用であることが分かるが、先述の通り、建設的な活動になりにくい。そこで、生徒の記憶に残りやすく、かつ、証明問題で考察した内容を他者に説明しやすい手立てを考えていた。



【表1】生徒質問調査「数学の授業で、どのように考えたのかについて説明する活動をよく行っていますか」

2 研究の目的

中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 数学編において、「図形領域の学習では、基本的な三角形や四角形の性

*十日町市立吉田中学校

質や関係などを観察や操作、実験などの活動を通して見だし、それを論理的に確かめることができるようにする。また、数学的な推論の過程に着目して自分の思考を振り返り、論理的に考察したことを徐々に表現することができるようにする。」とある。「数学的な表現を用いて論理的に説明し伝え合う活動」に取り組む機会を設け、生徒が話し合い活動に積極的に関わり、活発な話し合いができる姿を育てるための実践を行う。生徒の振り返りの記述やノートの記述から分析し、生徒が数学的活動に主体的にかかわる姿が育成できているかを検証する。

3 実践の構想と分析の方法

(1) 生徒の実態

本研究は、筆者が令和6年度に授業を担当する中学2年生1クラス（在籍18名）を対象としているが、筆者が令和5年度に授業を担当した中学2年生1クラス（在籍14名、現中学3年生）のデータも活用、分析した。授業については2学年ともに落ち着いた雰囲気を取り組み、学年全体として数学の学力が高い傾向にあるが、数学が苦手な生徒も混在する。しかし、話し合い活動には積極的に取り組むことができ、授業に対して前向きに臨む生徒が多い。

(2) 生徒の証明に対する苦手意識

当校の2年生と3年生に対して、証明問題に対する印象のアンケートを実施した。「図形の性質の調べ方」の単元に入る前の2年生からの回答は、「証明は長い文章のイメージがあって、言葉で表すことが難しそう。」「説明があっているか判断ができなさそう。」「文字式と文章が一緒になると難しいと思う。」「工程が多そう。」「慣れるのに時間がかかりそうだけど、できるようにはなると思う。」などがあり、消極的な意見が多く見られた。中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 数学編では、「記号を適切に用いて自分なりに表現することから始め、よりよい証明に改善していくとよい。」とあるが、上記のように表現することに苦手意識があったり、表現方法が画一的であったりする生徒もいる。

昨年度証明問題の学習が済んでいる3年生にも、「相似な図形」の単元前に同じ様に、アンケートを実施した。回答としては、「書き方を覚えているか自信がない。」「2年生のときよりも書き方が難しそう。」などがあった。

3年生のアンケート実施時に昨年度の学習内容をキーワードで覚えている生徒が数名いた。以下は、その様子である。

S1 「6行証明とかやったよね。」

S2 「あー、8行証明とか10行証明もあったね。あれくらいならできると思う。」

S1 「 $\square 1$ 」もできるかも。穴埋め問題なら簡単なのにね。」

S3 「だよ。応用は難しすぎ。全部穴埋めならいいのに。」

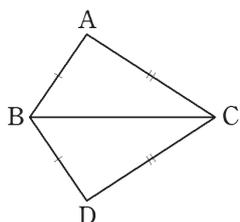
※ $\square 1$ はS1の実名

(3) 実践の構想

話し合いにおいては相手が「納得できた。」「確かにそうだ。」と理解できたときに、わかりやすく説明できたと言える。わかりやすく物事を説明するとは、相手にとって一番理解しやすい情報だけを提供することが大切である。当実践において、その理解しやすい情報のことを「キーワード」と呼ぶことにする。キーワードに適した単語であるためには、相手がわかりやすく、かつ話し手もポイントを整理しながら話ができること、具体的には、「全体として話の流れがわかりやすい」、「今どの段階の話をしているのか?」、「話のゴールが見える」の要素が含まれていることが、重要であると考えた。そこで、三角形の合同の証明を証明の基本とする形とし、授業において「三角形の合同証明」を「6行証明」と呼び、指導を行う。さらに、「等しい辺や角の証明」を「8行証明」、「平行線であることの証明」を「10行証明」とした。考え方の詳細を以下に述べる。

① 6行証明（三角形の合同証明）とは

課題



左の図で、 $AB=DB$ 、 $AC=DC$ ならば、 $\triangle ABC \cong \triangle DBC$ であることを証明しなさい。

〈証明〉

$\triangle ABC$ と $\triangle DBC$ において、

仮定より、 $AB=DB$... ①

$AC=DC$... ②

共通な辺より、 $BC=BC$... ③

①, ②, ③より、3組の辺がそれぞれ等しいから、

$\triangle ABC \cong \triangle DBC$

1行目 注目する三角形を記す

2行目 等しい辺や角に理由をつけて記す

3行目 } 等しい辺や角に根拠をつけて記す

4行目 }

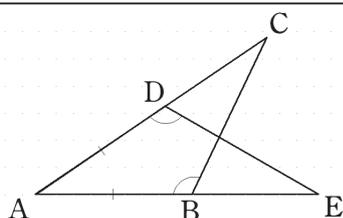
5行目 合同条件を記す

6行目 結論を述べる

「三角形の合同の証明」を6つのSTEP（生徒にはわかりやすいように○行目としている）に分け、この証明の型を「6行証明」と呼ぶこととする。

② 8行証明（等しい辺や角の証明）

課題



左の図で、 $AB=AD$ 、 $\angle ABC=\angle ADE$ ならば、 $BC=DE$ であることを証明しなさい。

〈証明〉

$\triangle ABC$ と $\triangle ADE$ において、

仮定より、 $AB=AD$... ①

$\angle ABC=\angle ADE$... ②

共通な角より、 $\angle A=\angle A$... ③

①, ②, ③より、1組の辺とその両端の角がそれぞれ等しいから、

$\triangle ABC \cong \triangle ADE$

対応する辺は等しいから、

$BC=DE$

1行目 注目する三角形を記す

2行目 }

3行目 } 等しい辺や角に根拠をつけて記す

4行目 }

5行目 合同条件を記す

6行目 三角形の合同を記す

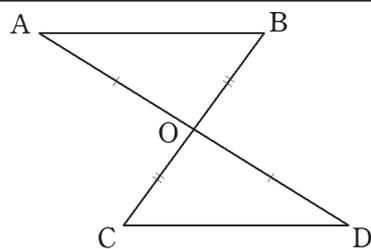
7行目 対応する辺や角が等しいことを記す

8行目 結論を述べる

「等しい辺や角の証明」を8つのSTEPに分け、この証明の型を「8行証明」と呼ぶこととする。授業においては8行証明を「6行証明」+「2行」で構成されていると説明し、「6行証明」が基本となっていることを生徒に示す。

③ 10行証明（平行線であることの証明）

課題



左の図で、 $AO=DO$ 、 $BO=CO$ ならば、 $AB \parallel CD$ です。このことを証明しなさい。

〈証明〉

$\triangle AOB$ と $\triangle DOC$ において、

仮定より、 $AO=DO$... ①

$BO=CO$... ②

対頂角は等しいから、 $\angle AOB=\angle DOC$... ③

①, ②, ③より、2組の辺とその間の角がそれぞれ等しいから、

$\triangle AOB \cong \triangle DOC$

対応する角は等しいから、

1行目 注目する三角形を記す

2行目 }

3行目 } 等しい辺や角に根拠をつけて

4行目 } 記す

5行目 合同条件を記す

6行目 三角形の合同を記す

7行目 対応する角が等しいことを記す

$\angle ABO = \angle DCO$
 錯角が等しいので、
 $AB \parallel CD$

8行目 対応する角を記す
 9行目 錯角が等しいことを記す
 10行目 結論を述べる

「平行線の証明」を10のSTEPに分け、この証明の型を「10行証明」と呼ぶこととする。授業においては10行証明を「8行証明」+「2行」で構成されていると説明し、「6行証明」、「8行証明」が基本となっていることを生徒に示す。

(4) 検証の方法

筆者は、毎授業の最後に授業の振り返りを紙面で行っている。以下、振り返りシートと呼ぶ。振り返りシートには、その時間の学習内容と生徒がわかったことや大切な考え方を書かせている。また、基本的な授業の流れを【例題解説→練習問題→教科書の問→話し合い→答え合わせ→例題解説→…】としており、必ず話し合いの時間が組み込まれている。振り返りシートと授業の話し合いの時間の机間巡視では、キーワードを使った振り返りや話し合いができていることを見取り、評価する。また、ワークシートや単元テストを実施し、基本的な証明を理解できているかを評価するとともに、単元の学習後には証明に対する意識の変化を見取るためのアンケートを実施し、生徒が数学的活動に主体的にかかわる姿を育成できているかを分析・考察する。

4 研究の実践

本研究では、次の2つの授業実践を行った。

(1) 授業実践1 単元名：2年 図形の性質の調べ方（男子9名、女子9名、計18名）

① 課題について

本校で使用している教科書は、学校図書「中学校 数学2」である。当教科書に記載されている問題は、本研究で扱うには問題の種類と記載順が適さないため、教科書の図は使用するが、問題文は類題として筆者が再作成したものを使用した。該当する学習内容は4章「図形の性質の調べ方」2節「図形の合同」項は「図形の性質の確かめ方」で、15時間目から17時間目を実践とした。

証明をするための前提として、「合同条件」といくつかの「根拠」の書き方は覚える必要がある。「合同条件」については前時までに学習を済ませ、「根拠」については「6行証明」、「8行証明」、「10行証明」の型を指導する際に都度紹介していく。尚、根拠の種類として、「仮定より」、「共通な辺（角）より」、「平行線の錯角（同位角）より」、「対頂角より」の4つを生徒に紹介する。

② 授業の実践

実践1日目 6行証明

6行証明の解説と練習をしたときの、生徒の反応と振り返り。6行証明を「基本の型」と呼ぶ生徒もいた。

S4 「難しいと思ったけど、6行で書くとわかっていけばいけそう。」
 S5 「まだ自分一人で全部書くのは難しいけど、例を見ながらなら当てはめて解けると思う。」
 S6 「根拠が書ければ、あとは形を覚えれば書ける。」

S7は学力が高く、予習が済んでいる状態で授業に臨んでいた。S7は他の生徒に教えることが多いが、他生徒との学力差があり、うまく伝えきれないこともある。以下は、6行証明の説明後の発言である。

S7 「ああ、こういうとき（合同の証明）は、6行証明と言えば（伝えれば）いいのか。」

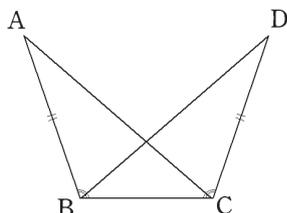
S7は以降、話し合いにキーワードを用いて説明をするようになった。

実践2日目 8行証明

以下は、8行証明の説明をした時の生徒の反応である。前時までに6行証明はノートを見ながらなら、ほぼすべての生徒が書くことができる状況であった。

S5 「8行証明も6行証明に似てる。」
 S4 「というか途中まで同じだね。」
 S7 「最後の2行だけが違うだけなら、解くのも難しくない。」
 S4 「同じように書けそう。」
 S5 「（合同条件の根拠を）全部見つけるのが少し難しいけど、そこができればいける。」

下図1の課題を提示すると、クラスの1/3程度の生徒がほぼ止まることなく、8行証明を書くことができた。残りの大半の生徒がノートを見返しながらか、証明を書き進めることができていた。3名の生徒が仮定以外の根拠を書けなかったり、間違っものを記述していたりしていた。解き終わった生徒が3名の生徒のところにそれぞれ数名ずつ集まり、対話が行われた。以下は、3名の生徒の内の1人S8とアドバイスに来たS7、S9との対話の内容である。



左の図で、 $AB=DC$ 、 $\angle ABC=\angle DCB$ ならば、
 $\angle BAC=\angle CDB$ であることを証明しなさい。

図1：8行証明類題

S7 「S8さん、これって何行証明かはわかる？」

S8 「え。8行？」

S7 「そうそう。最初の3行はあってる。4行目が間違ってる。」

S8 「うん。3つ目（の根拠）がよくわかんない。」

S9 「結論が合同条件になってる。別の条件を見つけないと。」

S8 「辺BC？」

S7 「お。で、根拠は？」

S8 「共通？」

S7 「オッケー！あとはいける？」

S8 「やってみる。」

S9 「8行証明だけど、6行証明が基本だから。例題まねればいけるよ。」

（中略）

S7 「先生～、S8さん8行証明できたよ～。」

話し合いにおいて、上記のように、対話の中にごく自然にキーワードが行われている様子が随所に見られた。また、最初証明が解き進められなかった3名の生徒もキーワードを使った振り返りを書いていた。

実践3日目 10行証明

10行証明の課題を提示し、錯角が等しいことが言えれば平行である結論が言えると説明をしたところで、多くの生徒が説明を待たずに解き始めたため、そのまま解く様子を見取ることとした。以下は、その時の生徒の取り組みのときの様子である。

S7 「これ（10行証明）も、8行証明のときみたいに8行+2行とかでできるんじゃない？」

S9 「8行までは書けた。最後はどう書くんだろ。」

T 「平行線の錯角を学習したときと同じですね。錯角が等しいので、結論、AB平行CDとすれば大丈夫です。」

S9 「あっ。それだけでいいんだ。できた。」

S5 「僕もできました。10行証明もいけるね。」

6、8、10行証明の構成を予想できる生徒も現れ、解き進めることができていた。しかし、証明が10行と長くなってくると、集中が続かない生徒も数名見られた。

(2) 授業実践2 単元名：3年 相似な図形（男子2名、女子12名、計14名）

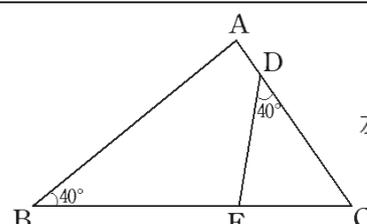
① 課題について

本校で3年生が使用している教科書は、学校図書「中学校 数学3」である。5章「相似な図形」の1節「相似な図形」、項は「三角形の相似条件」で、導入から5時間目の授業にあたり、「三角形の相似条件を使った図形の証明」の授業を実践とした。

② 授業の実際

以下は、下の課題に取り組んだ時の生徒の対話の様子と授業の振り返りである。

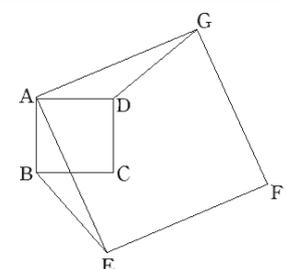
課題



左の図で、 $\triangle ABC \sim \triangle EDC$ であることを証明しなさい。

S 2 「6行証明とめっちゃ似てる。というか5行…？」
 T 「そうですね。相似条件「2組の角がそれぞれ等しい」では、条件が2個だけですので1行少ないですね。」
 S 10 「おー、6行証明より楽。」

昨年度学習した6行証明のキーワードを覚えている3年生も多かった。上記の対話において、なぜ5行でよいのかを生徒自身に考えさせるべきであったのは課題である。しかし、後日業者のテスト対策向けに行った2年生時の復習にて、図2のような基本の型に収まらない応用問題を解いた際に、S 2 「3つ目の根拠と条件の書き方が難しいけど、合同条件を3つ作る流れは同じですね。」のように、理解が深まった生徒も現れた。S 2の振り返りシート（図3）からも、6行証明の流れに則っていることが読み取れる。



左の図で、四角形ABCDと四角形AEFGはともに正方形である。このとき、 $\triangle ABE \equiv \triangle ADG$ であることを証明しなさい。

図 2

量は99.1%だけど、流れは6行証明を使って書けることが分かった。6行8行をしっかりと使って解けるようにしたい。

図 3 2年復習時のS 2の振り返りシート

5 成果と課題

証明の学習前アンケートでは、94%の生徒が証明に苦手意識があると答えていたが、学習後アンケートでは苦手だと答えた生徒が69%となり、25ポイント下がった。また、対話中にもキーワードが頻繁に出ていたことや振り返りにも使われていたこと、生徒の話し合い活動が活発に行われていた様子などから、一定の効果があつたとと言える。学力低位の生徒においても、「覚えることができた。」「自分で解けて楽しかった。」といった学習に対する意欲が向上していることが見られたことも成果として挙げられる。

単元学習後、ワークの間をいくつか提示し、何行の証明を使うべきかを尋ねたところ、クラスの半数以上の生徒が6、8、10行証明の使い分けができていたことも見受けられた。右の図4のように証明への理解が進んでいる生徒も見られた。

基本の型に収まらない図2のような応用問題の場合、学力の高い生徒は単に何行証明に言及するだけでなく、発展させて考えることができていた。課題としては、生徒全体の理解度を見ると、応用問題において、指導方法や課題の提示方法を検討する余地があると感じた。また、数値として評価がしにくい分野であり、どのような効果があるかは引き続き研究する必要がある。

学習内容	わかったこと・大切な考え方
6行証明	いろんな情報をしっかりと整理して書いた。理解がしっかりできた。文章のページを頭に入れて、もっとおろろかかろようにしたい。
8行証明	解けた！ S 5 が教えてくれた。いろんなところを見て、共通のものも早く気付くようにしたい。
10行証明	解けた！ けろろ覚えた。それを証明したのかによって何行かをしっかりと見極められるようにする。

図 4 S 11の振り返りシート ※S 5はS 5の実名

6 参考引用文献

池田 敏和. (2025). 中学校数学2. 中学校数学3. 学校図書
 文部科学省. (2018). 中学校学習指導要領（平成29年告示）解説数学編. 日本文教出版
 国立教育政策研究所. (2025). 令和7年度全国学力・学習状況調査 報告書 中学校数学