

【図形領域】

問題解決への着手を支える指導の在り方

～思考を「見える化」する活動を通して～

可児市立広陵中学校 生駒 明

1 主題設定の理由

R 6 年度における本市の全国学力・学習状況調査「図形領域の説明・証明問題の無回答率」は、次の通りである。

	本市	県	全国
R6 6 (2)	20.9	20.5	23.5
6 (3)	29.1	26.1	29.6
9 (1)	34.4	30.3	33.6

〈表 1〉 全国学力・学習状況調査の結果（抜粋）

また、本市中学 2 年生 6 9 7 名に実施した図形領域のレディネステストの問題と結果は次の通りである。

Q1 【小学4年生の復習】

図の四角形は、平行四辺形・ひし形・台形・長方形・正方形です。
「向かい合った辺の長さが等しく、2本の対角線の長さが等しい。」という性質をもつ四角形を、すべて選びなさい。



Q5 【小学5年生の復習】

次の図は、正五角形です。
図の x に当てはまる値を答えなさい。



Q7 【中学1年生の復習】

図は、 75° を作図したもので、①・②・③はその作図跡です。
どのように 75° を作図しようとしているのか、「垂直二等分線」「正三角形」「角の二等分線」という言葉を使って説明しなさい。



〈資料 1〉 レディネステストの問題（一部）

	正答率	無回答率①	無回答率②
Q 1	21.2	0.4	0.6
Q 5	22.8	9.0	11.7
Q 7	19.1	46.1	56.9

※無回答率①…回答数に対する無回答数の割合

無回答率②…不正解数に対する無回答数の割合

〈表 2〉 レディネステストの結果（一部）

この結果から、正答率が 2 割前後の問題で比較しても、Q 7 のような説明問題における無回答率が特に高いといえる。その要因として、問題を見た段階で「自分には解けない」とあきらめてしまい、何も書くことができないという状況が考えられる。

そこで、「生徒に問題解決の糸口をつかませ、論理的に思考する力を付けさせること」を大きな課題として捉え、研究主題を以下のように設定した。

【研究主題】

問題解決への着手を支える指導の在り方
～思考を「見える化」する活動を通して～

2 研究仮説

各単位時間の役割やつながり、問題解決へ向けた思考、個々の定着度を「見える化」することで、生徒は問題解決の見通しをもち、説明・証明問題に対しての着手率が向上するであろう。

3 研究内容

次の 3 点について実践することにした。

（1）各単位時間の役割やつながりの「見える化」

- (2) 問題解決へ向けた思考の「見える化」
- (3) 個々の定着度を「見える化」する評価問題の工夫

具体的な内容は以下の通りである。

(1) 各単位時間の役割やつながりの「見える化」

① 単元構想図〈資料2〉の作成

単元の見通しがもてるよう、各単位時間で学習する内容やそのつながり、単元で付けたい力や単元に関わる既習内容をまとめた単元構想図を作成する。

また、授業の始めには、振り返りカード、本時の問題、評価問題をまとめて配布し、学びが蓄積されていく様子を「見える化」し、生徒が単位時間のつながりを意識できるようにする。

振り返りカードは理解度によって色を変更できるようにし、教師が生徒の理解度を一目で把握できるようにする。

さらに、わからないボックスや頻出する用語を問う吹き出しを用意し、どちらも生徒の言葉でまとめられるようにすることで、単元を通して得られる数学的な感覚を言語化できるようにした。

本時の学習と各単位時間とのつながりを「見える化」するため、前時までに学習した内容を板書に掲示する。

また、既習内容をまとめたプリントを配付し、板書以外にも手元にプリントがあるようにすることで、「学習した図形の性質のどれが使えるのか」、「学習した性質を使うためにはどこに補助線を引けばいいのか」など、問題解決に向けた見通しがもてるようにする。

(2) 問題解決へ向けた思考の「見える化」

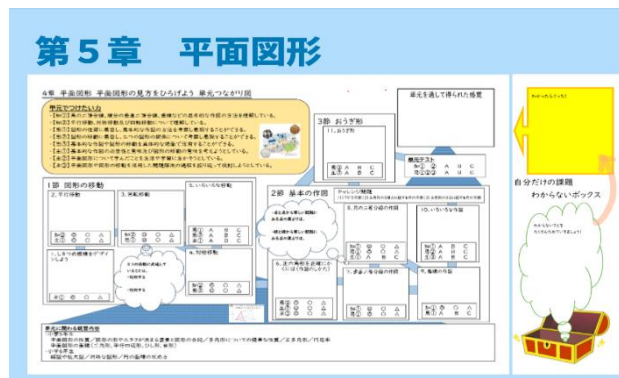
① 共有ノートを用いた「見える化」

図形領域では、問題文や図から必要な条件を読み取ることはできても、それらを根拠として筋道立てて説明することに課題がある生徒が多い。特に説明問題では、思考の途中過程が見えにくく、教員がつまずきのポイントを把握しにくいことが予想される。

そこで、ロイロノートを活用し、生徒の思考の流れや図の捉え方を「見える化」することで、生徒の思考過程を把握し、それに応じた手立てを講じる。

② 生徒の実態に応じた証明指導の段階化

図形の証明に手が付かない生徒は多くいる。しかし、手が付かない原因は一様ではない。そこで、ICTを用いて、証明問題の並び替えカードを作成し活用する。バラバラに配置された証明の文章を正しい順番に並び替える活動を通して、証明を作成する上でつまずきやすいポイント



〈資料 2〉 単元始めに配布する単元構想図

② 既習内容の掲示とプリント配布

を明らかにすることで、証明に着手できなかった生徒が着手できるようになることを目指す。

③ 思考のステップ表

問題解決までに複数の段階がある。証明問題や説明問題では、問題を正しく把握し、必要な情報を取捨選択し、論理的思考のもと導き出した考えを吟味する必要がある。

そこで、「自分がつまづいている段階」を自覚し、「今自分がすべきことは何なのか」を理解することにも必要だと考える。そこで思考の流れを「見える化」する。問題解決に向かう過程を段階的に表し、生徒が問題解決に着手する支えとなるよう提示する。

(3) 個々の定着度を「見える化」する評価問題の工夫

① AIドリルの活用

授業内容の定着度を「見える化」するために、評価問題に学習支援ツール（Qubena）を活用する。証明問題に着手するには、図形の性質や定義など、基礎的な知識が定着していることが必要不可欠である。思考力を支える土台である知識を確実に身に付けさせることを図る。

学習支援ツールを活用して評価問題を行うことの利点として、即時評価がある。

評価問題を解いて終わりではなく、前後の学習内容とつながりをもたせられるように、間違えた問題に再挑戦できるシステムを活用したり、評価問題以外の問題に取り組むことができるようにしたりと、自分

に必要な学びを自分で選択させることで、個別最適な学びが実現できる環境を目指す。

② 背景の色を変えた追加問題

〈資料3〉背景の色を変えた追加問題

ロイロノート上でレベル別に複数の問題を作成し、配信する。

〈資料3〉の問題では、全員が取り組む問題を白背景とし、レベルを上げた問題を黄色背景とする。レベルを3段階にするケースもある。背景の色を固定化することで、提出箱においてすべての生徒の定着度を「見える化」することができる。また、提出時に取り組んだ追加問題をつなげて提出させることで、生徒の状況をまとめて確認できる。白で止まっている生徒には個に応じたフォローを行うことができる。

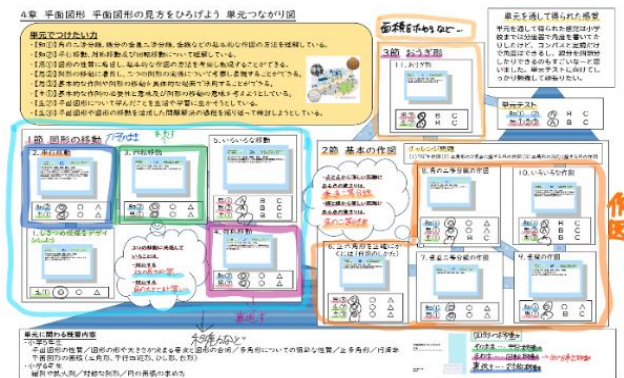
4 研究実践

(1) 各単位時間の役割やつながりの「見える化」

① 単元構想図の作成

作成した単元構想図は、単元の最初の授業で配布し、生徒が一目

で単元の規模や節のまとまりが分かるようにした。授業を進めるにつれて、〈資料4〉のように、各単位時間の役割によって色分けをし、学習内容につながりを見い出す生徒もいた。



〈資料4〉生徒が提出した単元構想図①

授業終末での振り返りでは、文章で振り返るだけではなく、「単元で付けた力」に対応する理解度を3段階で評価するようにした。振り返りカードの色と合わせて理解度の自己認知を見返すことで、授業の内容を理解できない際には、つながりのある既習事項を学び直すことができるようにした。



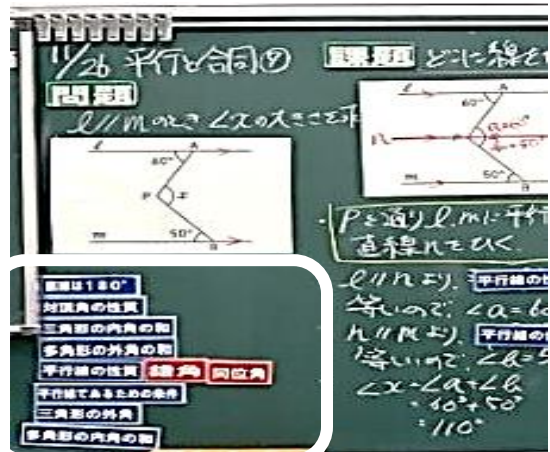
〈資料5〉生徒が提出した単元構想図②

さらに、〈資料5〉のように、空いたスペースに学習内容をまとめ、メモをする生徒の姿も見られた。教師

が用意したものを活用しながら、生徒が自分の言葉でまとめたことを書き足し、単元構想図を完成させていくことも1つのカードで単元全体の見通しがもてるよさである。

② 既習内容の掲示とプリント配布

黒板の左端に前時までに学習した図形の性質を貼り〈資料6〉、導入や個人追究などで、すぐに見ることができるようにした。全体交流の場で、使った図形の性質を明示する掲示としても使用した。

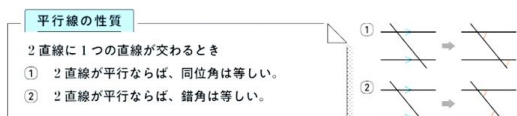


〈資料6〉既習内容の板書への位置付け

また、個人追究の際に、個人が前時の内容を見返すことができるように、1枚のプリントにまとめたもの〈資料7〉を配布した。

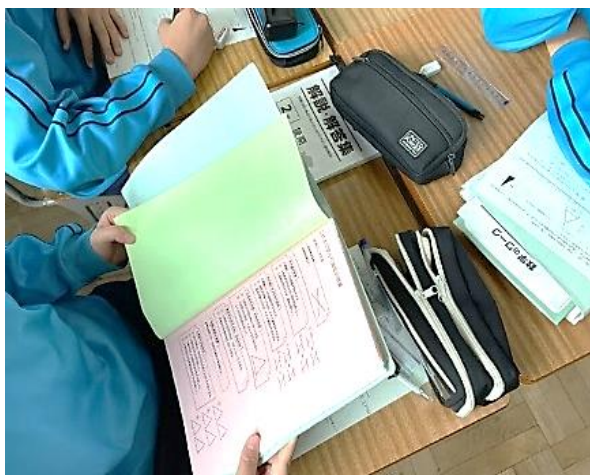
これまで学んだ図形の性質

・直線は180度



〈資料7〉既習内容をまとめたプリント

教科書やタブレットを活用することも考えられるが、1枚にまとめることで、一目で既習の性質を見ることができ、本時の図と比較しやすくなる。〈資料8〉のように個人追究や小集団グループでの交流の際に、プリントを見返しながら学習を進める姿が多く見られた。



〈資料8〉既習内容を見返す生徒

(2) 問題解決へ向けた思考の「見える化」

① 生徒相互の考え方の「見える化」

ロイロノートを活用し、生徒一人一人の考えを提出箱や共有ノートで「見える化」した。

共有ノートに【閲覧のみ】に設定

問題1
1年生で学んだ角の二等分線の作図が正しいことを説明しなさい。

作図例: $OA=OB$, $AC=BC$
 $OC=OC$
 $\triangle AOC \cong \triangle BOC$
 $\therefore \angle AOC = \angle BOC$

名簿:

作図例: $OA=OB$, $AC=BC$
 OC は共通の辺なので等しい
 $\downarrow$
3組の辺がそれぞれ等しい
 $\triangle AOC \cong \triangle BOC$
合同な図形では対応角が等しい
 $\therefore \angle AOC = \angle BOC$

〈資料9〉教員のヒントを用いた証明

し、誰でも自由に閲覧できる状況をつくる。〈資料9〉は、『角の2等分線の作図がなぜ正しいか証明しなさい』という問題に対し、教員のヒントを活用し、生徒が証明を完成させたノートである。

個人追究の途中で、「説明に困っている人は、先生の近くにタブレットをもって集合してください」と伝え、共有画面を全員が見ている状況で2つの三角形に共通している辺を確認する。

「コンパスを使っているので、 $OA=OB$ 。 OC が共通で、つまり・・・」

というやりとりの中で、三角形の合同条件の何が使えるかを確認した。その際、説明文の例を残してさらにヒントが必要な生徒向けに追加の確認を行った。

共有ノートにこのシートを残すことで、生徒がコピーして自分の説明に活用することができるようにした。そこでのやりとりで、証明問題への着手が困難な生徒C

(以後C)の現状を把握することができた。

全体交流の後は、発表者のノートをモデルとして共有ノートに置くことで、Cの生徒がこれを参考に説明を完成させ、類似問題に挑戦できるようにした。C以外の生徒の中にもモデルを参考にしながらペア交流を行う姿が見られた。

共有ノートには、自由に持っていけるヒントカードを置くことで、自由に説明に活用できるようにした。各自の説明を提出させたところで、ヒントカードをどの程度活用したかを確認し、生徒のつ

まづきを把握した。

さらに、提出箱の機能を活用し、生徒の思考の「見える化」や、Cの生徒の見届け、説明力の向上につなげた。

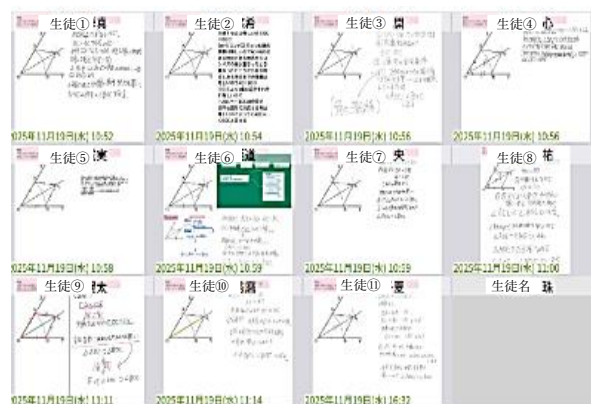
紙のノートに考えを書く際、生徒全員の考えをまとめて見届けることはできない。並べて比較することもできない。しかし、提出箱の機能を活用することで、それは可能となる。提出箱には提出時間も明記されているため、自力で説明を完成させたのか、ヒントを活用したのか、最後までわからなかったのかが一目瞭然であった。前述と合わせ、Cの生徒を選別することができた。

また、提出箱には右上に画面配信機能があり、発表者の考えをそのまますべての生徒の画面に映し出すことができる。その機能を活用し、他の生徒の考えを画面で見ながら言葉の説明を聞く活動を継続した。

Cの生徒の立場で考えたときに、画面だけを見て理解できる生徒は少ないと考える。模範解答に何が書いてあるか理解できない生徒もいる。よって、画面を見ながら、話し言葉の説明を加えていくことで、理解を深めることができた。

その後、発表した考えを共有ノートに残しておくことで、いつでも生徒が見返すことができるようにした。また、次に復習するときにも活用することができる。生徒に説明をさせる中で、教員が書き込みながら説明を聞くことができる。「何に注目させたいか」、「補

足事項は何か」などを問いかけることで、説明がよりよいものになっていき、それを共有することができた。〈資料10〉



〈資料10 生徒同士で証明を共有〉

これらの実践を重ねるにつれて、生徒にも変容が見られてきた。思考が見える活動を継続することで、生徒が図や条件を意識して説明しようとする場面が増加した。Cの生徒においても、モデルを活用しながら説明を完成させようとする姿が見られ、説明に必要な数学用語を使う割合が増えた。

② 生徒の実態に応じた証明指導の段階化

カードを正しい順番に並び替えて、「二等辺三角形の2つの角は等しい」ことの証明を完成させよう

合同な図形の対応する角は等しいから

①、②、③より、2組の辺とその間の角はそれぞれ等しいから

△ABD と △ACD において

∠BAD = ∠CAD - ③

仮定から

共通な辺だから

AB = AC - ①

∠B = ∠C

∠Aの二等分線をひき、BCとの交点をDとする

△ABD ≡ △ACD

ADは∠Aの二等分線だから

AD = AD - ②

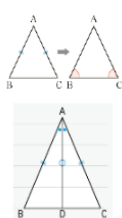
〈資料11〉並び替え証明

証明を行う授業では、ロイロノー

トを使って完全証明、穴埋め、並び替え〈資料11〉の3つのカードを配布し、3つのカードの中から自分の段階に合ったものを選択して証明を完成させるようにした。クラスの約25%の生徒が並び替えカードを選択した。完成した並び替えのカードを見ると、どこにつまずいているかが明らかとなった。

ア 証明の手順がわからない

カードを正しい順番に並び替えて、「二等辺三角形の2つの角は等しい」ことの証明を完成させよう



△ABD と △ACD において

仮定から $AB = AC$ ①

共通な辺だから $AD = AD$ ②

ADは∠Aの二等分線だから $\angle BAD = \angle CAD$ ③

∠Aの二等分線をひき、BCとの交点をDとする

①、②、③より、2組の辺とその間の角はそれぞれ等しいから

$\triangle ABD \equiv \triangle ACD$

合同な図形の対応する角は等しいから $\angle B = \angle C$

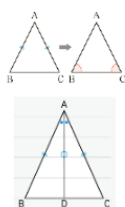


〈資料12〉生徒の提出物①

〈資料12〉を見ると、補助線の説明が正しく位置付けられていない。証明の進め方が分からずつまづいていることが分かった。

イ 結論を正しく捉えられていない

カードを正しい順番に並び替えて、「二等辺三角形の2つの角は等しい」ことの証明を完成させよう



∠Aの二等分線をひき、BCとの交点をDとする

△ABD と △ACD において

仮定から

$AB = AC$ ①

共通な辺だから

$AD = AD$ ②

ADは∠Aの二等分線だから

$\angle BAD = \angle CAD$ ③

合同な図形の対応する角は等しいから

$\angle B = \angle C$

①、②、③より、2組の辺とその間の角はそれぞれ等しいから

$\triangle ABD \equiv \triangle ACD$

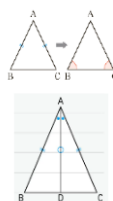


〈資料13〉生徒の提出物②

〈資料13〉を見ると、三角形の合同部分と結論部分が正しく位置付けられていない。何を証明すればよいか分からないまま証明を進めていることが分かった。

ウ 等しい関係の根拠がわからない

カードを正しい順番に並び替えて、「二等辺三角形の2つの角は等しい」ことの証明を完成させよう



∠Aの二等分線をひき、BCとの交点をDとする

△ABD と △ACD において

共通な辺だから

$AB = AC$ ①

ADは∠Aの二等分線だから

$AD = AD$ ②

仮定から

$\angle BAD = \angle CAD$ ③

①、②、③より、2組の辺とその間の角はそれぞれ等しいから

$\triangle ABD \equiv \triangle ACD$

合同な図形の対応する角は等しいから

$\angle B = \angle C$



〈資料14〉生徒の提出物③

〈資料14〉を見ると、等しい関係に対する根拠が誤っている。なぜ辺や角が等しいと言えるかの根拠がわからずつまづいていることが分かった。

このようなつまづきの改善に向けて手立てを講じた。アの生徒には、説明カード（緑）を最初に配置し、その後理由カード（青）→等しい関係カード（ピンク）を繰り返すように配置することを意識づけさせた。

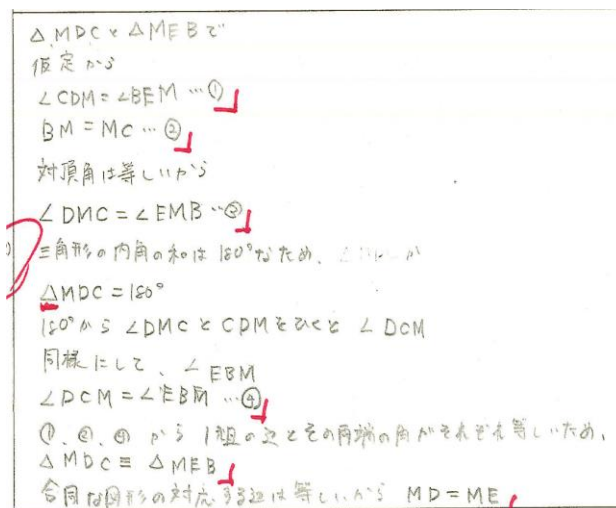
イの生徒には、問題文の仮定と結論の部分に下線を引かせ、証明の時間には最初に結論カードを配置させるようにした。

ウの生徒には、これまで学習した定義や定理等がまとめられたカード（右上のBOX）を振り返らせ、それを見ながら並び替えをさせるようにした。

以上の指導による変容について、並び替えカードで学習した生徒が期末テ

ストの証明問題でどのように回答したか〈資料15〉、〈資料16〉によって示す。ただし、補助線を必要としない問題であったため、イ、ウの手立てについてのみ、効果を検証する。

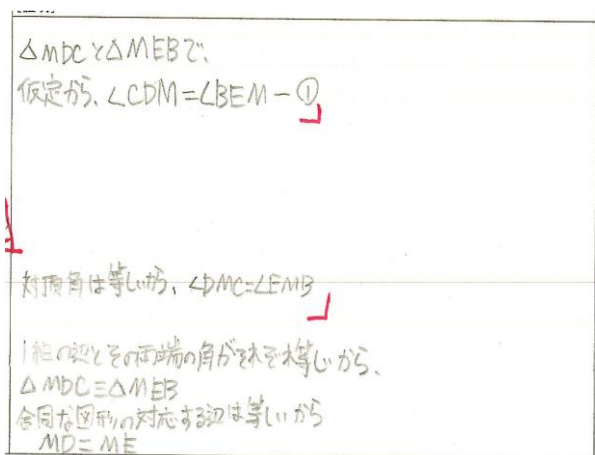
イの手立てによる効果



〈資料15〉生徒の回答①

解答〈資料15〉を見ると、結論から書き始め、逆算するような手順で証明を進めることができるようになったことが分かった。

ウの手立てによる効果



〈資料16〉生徒の回答②

解答〈資料16〉を見ると、等しい関係を示すために「対頂角」や「三角形の内角の和は180°」、「同様にして」といった専門用語用語を用いながら証

明することができるようになったことが分かった。以上より、ICTを用いた並び替えカードの利用とつまづきに対する手立ては、証明に着手できない生徒ができるようになる上で効果的であった。

③ 思考のステップ表

問題解決までの過程において、生徒自身が「自分がつまづいている段階」を自覚し、「その段階で考えるべきことや頼ること」を〈資料17〉のように「見える化」し、生徒に配布した。

思考のステップ表

今、自分はどこまで進んでいるのかを確認し、次に何を考えるといいのか、を知る参考とする。

ステップ	考えること	頼るもの
ステップ1 問題把握 仮定（与えられた条件・わかっている数量 など）、結論の理解	問題文や与えられた図から、どんな図なのかを理解したり、分ける数量は何かを見つけたりする ※色ペン等の活用	〇ノート、プリント 〇周りの仲間 〇先生
ステップ2 取捨選択 使える図形の性質のリストアップと選択、及び補助線の必要性の吟味	〇図の中にある形や直線の特徴から、既知の図形の性質は何かあるかを見つける 〇考える上で、補助線が必要かどうかを吟味する	〇教科書 〇ノート、プリント 〇周りの仲間 〇先生
ステップ3 論理的思考 どんな性質を使うことで何が言えるのかを理解し、結論を導くのに必要な条件なのかを吟味しながら思考を進める	【推し思考】 ① 仮定から何が言えるのか ② ①から、さらに何が言えるのか ③ 結論につなげる 【逆算思考】 ① 結論を言うためには何が言えればいいのか ② ①を言うためには、何が言えればいいのか ③ 仮定につなげる	〇教科書 〇ノート、プリント 〇図 〇周りの仲間 〇先生
ステップ4 思考過程の表現 自分の思考の整理 過程が正しいかどうかの吟味	〇ステップ3で考えたことを、整理し直し、根拠を明確にして、記号等を使って簡潔にかく 〇ペア交流で説明する	〇教科書 〇ノート、プリント 〇図 〇周りの仲間 〇先生

〈資料17〉思考のステップ表

「思考の流れ」を意識し、まずは問題文や図をよく見て、分かっていることや求めたいことを把握したり、図に書き込んだりすることから取り掛かる生徒が多く見られた。これは「思考のステップ表」の第1段階を意識した姿であり、自分がつまづいている段階を理解し、問題解決の糸口を見つけようとする姿であると考え。

また、どんな流れで考えるとよいのかを自分なりに考え、論理的

な思考の流れになるよう意識するようになった。

以下は生徒の感想である。

生徒A

問題の図形には、どんな図形が隠れていて、どれを証明すべきなのか段階を踏んで考えることを特に意識した。

生徒B

仮定や見て分かることを図に書き込んでそれが当てはまる合同条件を使って進めていくことができた。

生徒C

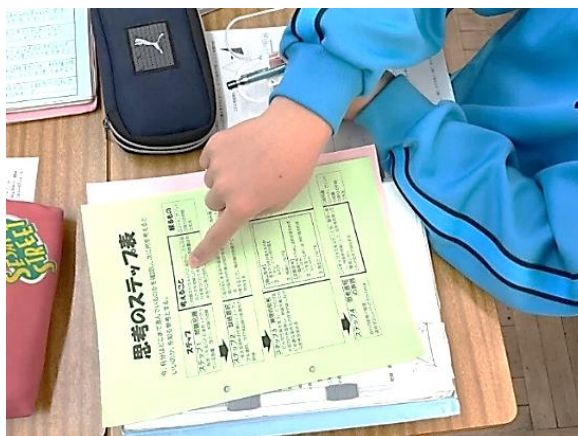
図形の性質や定義、定理を理解し、証明をするためのステップを意識した。

生徒D

分かっていることを図に整理して、ステップをとばさないようにする。

生徒E

証明の順序を大切にしている。



〈資料 18〉 思考のステップ表を確認する生徒

次の〈資料 19〉、〈資料 20〉は、図形領域の授業後に実施したアンケートの結果である。

この結果から生徒は証明を考え

る際に、自分がどの段階にいて、次の段階に進むためには、何を考えればいいのかを確認しながら、学習を進めるようになってきたといえる。

質問 証明を進めるステップを意識するようになったか。(84人中)

1. 意識するようになった … 35人
2. 少しは意識するようになった … 33人
3. あまり意識できていない … 11人
4. 意識できていない … 5人

〈資料 19〉 アンケート結果①

また、生徒が具体的にどんなことを意識するようになったのかが〈資料 20〉である。

生徒F

図形や問題文をよく見る。

生徒G

何を聞かれているのか、仮定は何かを考えることを大切にしてきた。

生徒H

頭の中だけで考えるのではなく、分かっている情報を図に書き込むことが、図形の問題を解く上で大切だと思う。

〈資料 20〉 アンケート結果②

(3) 個々の定着度を「見える化」する評価問題の工夫

① AI ドリルの活用

評価問題の結果を即時評価されることで、本時の学びが理解できたのかを、生徒と教師のどちらもが確認することができた。間違えた問題が分かることで、生徒にとっては学習改善に、教師にとっては指導改善に

つながった。

また、前後の学習内容とつながりのある問題を評価問題として設定することで、評価問題を終えた後に自ら問題を選択して解いていく生徒の姿が見られた。

5. 結論

問題解決に向けて、自他の問題解決の過程を振り返ったり、根拠を明確にしたりして筋道立てて説明する力は、数学科の学習を通して身に付けるべきものである。

本研究の検証結果から、生徒に問題解決の糸口をつかませ、論理的に思考する力を付けるためには、単位時間の役割やつながり、問題解決へ向けた思考、個々の定着度のそれぞれを「見える化」することが有効であると分かった。図形領域に限らず、数学的な見方・考え方を支える論理的思考力を育てるには、単元を通して得られる数学的な感覚を共有し、言語化し、教師にも生徒にも「見える化」することが重要となってくると考える。