

問題解決の方法について

見通しをもたせるための指導方法の工夫

—IMPROVEモデルを用いた振り返りを通して—

広島市立清和中学校教諭 田中 敦史

研究の要約

本研究は、問題解決の方法について見通しをもたせるための指導方法の工夫について考察したものである。

文献研究から、問題解決の方法について見通しをもつためには、自分のしたことを振り返りながら微調整することが必要であることや、自己の学習状況を俯瞰的に捉え、自己評価していく能力を育成するためにはIMPROVEモデルを用いた四つの問いによる振り返りが有効な指導方法であることが分かった。そこで、生徒が自己の学習状況に応じて振り返ることができるよう、IMPROVEモデルにおける振り返りの四つの問いのそれぞれの目的に応じて「見通しをもつための振り返りを促す問い」と、振り返ったことを記入するための「問題解決見通しシート」を作成し、これを用いて授業を行った。

その結果、「見通しをもつための振り返りを促す問い」を生徒自身が用いたり、教師が問いかけたりすることによって、生徒は問題解決の見通しをもつことができた。また、問題解決が進んでいない生徒が、「問題解決見通しシート」に問題から分かることや求めるものを記入したり、教科書などを用いて既習内容を確認したりするなど、主体的に学習に取り組む姿がうかがえた。

キーワード：問題解決の方法、見通しをもつ、IMPROVEモデル、振り返り

I 問題の所在

『中学校学習指導要領（平成 29 年度告示）解説 数学編』には、「問題解決の過程では、問題を解決するために既習の何を用いてどのように表したり処理したりする必要があるのかについて生徒が構想する場面を設けることが重要である」¹⁾と示されており、生徒が問題解決の方法について見通しをもって活動に取り組むことができるようにすることが求められている。

所属校における平成 31 年度全国学力・学習状況調査の結果では、「事象を数学的に解釈し、問題解決の方法について数学的に説明すること」ができるかどうかを見る設問の正答率は 12.3%、無解答は 34.7%であった。問題解決において、問題が理解できていない、どの既習事項を用いればよいのか分かっていないなど、問題解決の方法について見通しがもてていないといった生徒の実態がある。

これまでの自身の実践では、問題解決の見通しがもてない生徒に対して、見通しをもたせるために話し合い活動を取り入れたが、学習が進んでいる生徒が問題の解答を示すだけになっていた。また、教師自身が明確な話し合いの視点をもつことができていなかった。そのため、生徒に問題解決の見通しをもたせることができていなかった。

II 研究の目的

本研究では、問題解決の方法について見通しをもたせるための指導方法の工夫を図り、その有効性を探ることを目的とする。

III 研究の方法

- 1 研究主題に関する基礎的研究
- 2 研究の構想
- 3 研究仮説及び検証の視点と方法
- 4 検証授業の計画と実施
- 5 検証授業の分析と考察

IV 研究の内容

1 研究主題に関する基礎的研究

(1) 問題解決の方法の見通しをもつこと

布川（2005）は、解決の見通しが立たないということは、直面した問題場面に自分のもっている算数・数学の知識を結び付けられないことと考えている。

本研究では、このことから逆に、解決の見通しをもつことを、「直面した問題場面に自分のもっている算数・数学の知識を結び付けること」と定義する（図 1）。

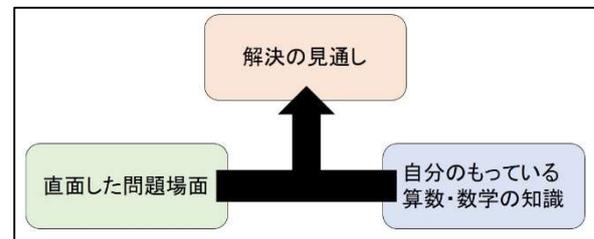


図 1 解決の見通しをもつこと

また、『平成 27 年度全国学力・学習状況調査報告書 中学校 数学』では、問題解決の方法を数学的に説明することについて、「図形の性質などの『用いるもの』とその『用い方』について明らかにすること」²⁾と示されている。

このことから、本研究では、自分のもっている算数・数学の知識を『用いるもの』とその『用い方』と定義し、2 頁表 1 の評価規準で見取り、評価することとした。

表1 問題解決の方法について
見通しをもつことの評価規準

評価	評価規準
A	Bに加えて、証明や解決過程を示すことができる。
B	問題解決のために必要な、図形の定理や公式などの『用いるもの』とその『用い方』を明らかにすることができる。
C 1	問題解決のために必要な、図形の定理や公式などの『用いるもの』とその『用い方』のうち、 <u>二つ以上</u> を明らかにすることができる。
C 2	問題解決のために必要な、図形の定理や公式などの『用いるもの』とその『用い方』のうち、 <u>一つ</u> を明らかにすることができる。
C 3	問題解決のために必要な、図形の定理や公式などの『用いるもの』とその『用い方』を、 <u>図を用いて示す</u> ことができる。
D	未記入

(2) 問題場面に算数・数学の知識を結び付けるために

布川 (2005) は、問題場面に算数・数学の知識を結び付けるためには、問題場面全体の適切な理解が必要になると述べている。あわせて、それは一度に達成されるとは限らず、解決途中で、問題場面の一部に関わる情報が見出される場合も多く、こうした情報を少しずつ集めながら、問題場面の理解を深めることになる」と述べている。

また、理解の変容を促すために操作活動の重要性を述べている。操作活動には、具体物やICTを操作することや、具体例を用いること、表や図をかくことを挙げている。図をかくことで問題場面の理解が少し変容し、それにより新たな図がかかれたり、以前の図が修正されたり、その図を基にさらに情報が見出されたりすると述べており、問題場면을図に表すことが有効であると考えている (図2)。

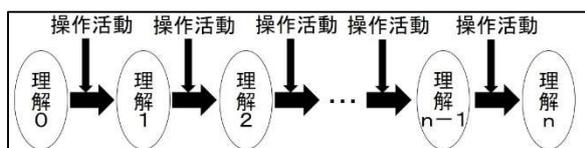


図2 問題場面の理解の変容

さらに、布川 (2002) は、図形の定理が問題場面に適用され、新たな関係が見出される場合など、算数・数学の知識が適用されることで、新たな情報が生成され、問題場面の理解を深められる場合もあると述べている。

(3) 見通しをもつための振り返り

布川 (2007) は、見通しをもつことについて、最初から完璧なものをもつというよりも、自分のしたことを振り返りながら微調整し、問題場面の感触がつかめるにしたがい、より明確なものになると述べている。

(4) 自分のしたことを振り返るために

梶浦 (2021) は、自分の学習状況を俯瞰的に捉え、自己評価していく能力を「メタ認知能力」とし、それは問題を解決していく場合に必要であると述べている。また、メタ認知能力を育成するためには、問題解決の過程を振り返り、内省的な思考プロセスをもった学びが必要であると述べている。

あわせて、メタ認知能力を育成するための有効な指導方法として、メバレフとカラマルスキーが開発したIMPROVEモデルを示している。

(5) IMPROVEモデル

『メタ認知の教育学』には、IMPROVEモデルは、初等学校から中等学校の生徒を対象とする、メタ認知指導法の一つであり、IMPROVEとは、次の方法からなる指導段階を表した略語と示されている。

- 導入 (Introducing) : メタ認知的プロセスを活性化させる模範を示しつつ、新しい教材、概念、問題、やり方をクラス全体に導入する。
- メタ認知 (Metacognitive) : メタ認知的な自己への問いかけを、小グループでの学習や個人学習で用いる。
- 実践 (Practising) : メタ認知的問いかけを用いて実践する。

- ・ 評価 (Reviewing) : 教師と生徒がメタ認知的問いかけを用いて、新たな教材を評価する。
- ・ 習得 (Obtaining) : 高次及び低次の認知的プロセスを習得する。
- ・ 証明 (Verifying) : フィードバック・修正プロセスを用いて、認知的スキルとメタ認知的スキルの獲得を証明する。
- ・ 深化 (Enrichment) : 発展学習と補習。

IMPROVEの主要な要素は、①理解に関する問い、②関連に関する問い、③方略に関する問い、④振り返りに関する問いのような、自己への四つのメタ認知的問いかけを使うことであり、それぞれの目的については、表2の通りに示されている。これらは、ポリアやシェーンフェルドの研究に基づいている。

さらに、四つのメタ認知的問いかけを用いることで、問題を解く前、その最中、そして最後にメタ認知的プロセスを働かせるよう、生徒に促すものであると示されている。

本研究では、生徒が見通しをもつための振り返りを促すために、四つのメタ認知的問いかけを、それぞれの目的に応じて行う。

本研究では、生徒が見通しをもつための振り返りを促すために、四つのメタ認知的問いかけを、それぞれの目的に応じて行う。

表2 IMPROVEモデルにおけるメタ認知的問いかけと目的

メタ認知的問いかけ	問いを与える目的
① 理解に関する問い: その問題は一体何なのか。	・ 生徒に問題の全体像について考えるように促す。
② 関連に関する問い: 目の前の問題は、以前、解いた問題と同じなのか、それとも異なるのか。推論を説明しなさい。	・ 生徒に既存の知識と新しい知識との間をつなぐように促す。
③ 方略に関する問い: 問題を解くのに相応しい方略はどのようなものであり、それはなぜか。推論を説明しなさい。	・ 生徒に問題を解くために適した計画や方法、あるいは一連の操作や方策を考えるように促す。
④ 振り返りに関する問い: その解き方は筋が通っているか。問題を別の方法で解くことができるか。自分は、行き詰っているのではないか。それはなぜか。	・ 生徒に問題を解く進捗状況をモニタリングするように促す。 ・ 生徒が行き詰ったら軌道修正するように促す。 ・ 生徒に問題解決の過程を振り返らせ、解決過程の良さや別の方法で解くことができないかを考えるように促す。

2 研究の構想

(1) 研究構想図

これまで述べてきた基礎的研究に基づき、作成した研究構想図を図3に示す。

生徒が問題解決の見通しをもつことができるよう、IMPROVEモデルを用いた振り返りを生徒に促し、四つの問いのそれぞれの目的に応じた「見通しをもつための振り返りを促す問い」を作成した(4頁表3)。

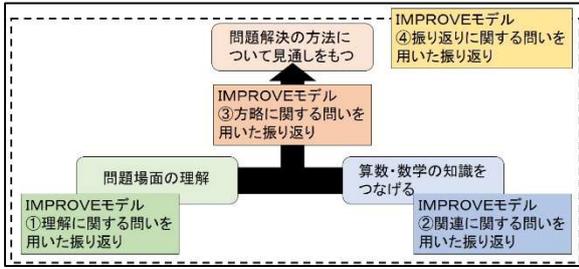


図3 研究構想図

(2) 指導上の留意事項

ア IMPROVEモデルを用いた振り返り

(7) 問題場面を理解するために

問題場面を理解できるよう、図をかいたり、かいた図を修正したりしながらIMPROVEモデルを用いた振り返りをさせ、新たに分かったことや気付いたことを図の中にかき込ませる。あわせて、問題について理解したことを自分の言葉で説明させる。

表3 見通しをもつための振り返りを促す問い

メタ認知的問いかけ	問いを与える目的	見通しをもつための振り返りを促す問いの例
① 理解に関する問い： その問題は一体何なのか。	・ 生徒に問題の全体像について考えるように促す。	・ これは何を求める問題だろうか？ ・ 分かっていることは何か？ ・ 問題を自分の言葉で説明しよう！
② 関連に関する問い： 目の前の問題は、以前、解いた問題と同じなのか、それとも異なるのか。推論を説明しなさい。	・ 生徒に既存の知識と新しい知識との間をつなぐように促す。	・ これまでに似た問題を解いたことはないかな？ ・ どんな方法で解いたかな？ ・ これまでの学習で使えるものはないかな？
③ 方略に関する問い： 問題を解くのに相応しい方略はどのようなものであり、それはなぜか。推論を説明しなさい。	・ 生徒に問題を解くために適した計画や方法、あるいは一連の操作や方略を考えるように促す。	・ 問題を解くために、「何（定理や公式など）」を「どのように（計算の仕方など）」使えばいいだろうか？ ・ 問題を解くために、どのような手順で解けばいいかな？ ・ 「何（定理や公式など）」を使うときに、気を付けることは何か？
④ 振り返りに関する問い： その解き方は筋が通っているか。問題を別の方法で解くことができるか。自分は、行き詰っているのではないか。それはなぜか。	・ 生徒に問題を解く進捗状況をモニタリングするように促す。 ・ 生徒が行き詰ったら軌道修正するように促す。 ・ 生徒に問題解決の過程を振り返らせ、解決過程の良さや別の方法で解くことができないかを考えるように促す。	【困っているとき】 ・ 分かっていることを自分の言葉で説明してみよう！ ・ 困っていることは何か？ 【解決できたとき】 ・ 解決の手順を振り返って自分の言葉で説明してみよう！ ・ その解き方のよさは何だろうか？ ・ 別の考え方で解けないかな？ ・ 問題の条件を変えて考えてみよう！

(イ) 見通しをもつための振り返りを促すために

生徒が授業中に、「見通しをもつための振り返りを促す問い」を用いやすくするために、「補助発問シート」(図4)を配付し、教師が適宜、補助発問を行う。

「補助発問シート」に記載する発問については、生徒がどの問いを用いて振り返ればよいのか分かりやすくするために、2～4個に精選する。

学習が進んでいない生徒の思考を促すために、「見通しをもつための振り返りを促す問い」の④の【困っているとき】の問いを用いて、直面している問題について分かっていることや困っていることを自分の言葉で表現させる。

あわせて、つまづいているIMPROVEモデルの問いやその前の問いを振り返らせ、生徒の学習の状況に合わせた発問を個別に行い、その答えと理由を自分の言葉で表現させる。

学習が進んでいる生徒には、統合的・発展的

見通しをもつための振り返りを促すための問い

① 問題を理解しよう！

- ・ これは何を求める問題だろうか？
- ・ 分かっていることは何か？
- ・ 問題を自分の言葉で説明しよう！

①：理解に関する問い

② これまでの知識とつなげよう！

- ・ これまでに似た問題を解いたことはないかな？
- ・ どんな方法で解いていたかな？
- ・ これまでの学習で使えるものはないかな？

②：関連に関する問い

③ 見通しをもとう！

- ・ 問題を解くために、「何（定理や公式など）」を「どのように（計算の仕方など）」使えばいいだろうか？
- ・ 問題を解くために、どのような手順で解けばいいかな？
- ・ 「何（定理や公式など）」を使うときに、気を付けることは何か？

③：方略に関する問い

④ 解決の過程を振り返ろう！

【困っているとき】

- ・ 分かっていることを自分の言葉で説明してみよう！
- ・ 困っていることは何か？

④：振り返りに関する問い

【解決できたとき】

- ・ 解決の手順を振り返って自分の言葉で説明しよう！
- ・ その解き方のよさは何だろうか？
- ・ 別の考え方で解けないかな？
- ・ 問題の条件を変えて考えてみよう！

図4 補助発問シート

に考えさせるための見通しをもたせるために、「見通しをもつための振り返りを促す問い」の④の【解決できたとき】の問いを用いて、これまでの解決の過程を振り返らせる。

(ウ) 問題解決の見通しをもつために

問題解決の見通しをもたせるために、IMPROVEモデルを用いた振り返りに沿って、問題解決の過程を段階に分け、「問題解決見通しシート」(図5)を作成した。

問題解決見通しシート
見通しをもつための振り返りを促す問い

① 問題を理解しよう！

(問題) $\triangle ABC$ の辺AB, AC上に, $AP:AB=AQ:AC$ となるようにそれぞれ点P, Qをとるとき, $PQ \parallel BC$ であることを証明しなさい。

(図)

分かっていること
 $AP:AB=AQ:AC$ である
 $\triangle ABC \sim \triangle APQ$ がある。
 $PQ \parallel BC$ を求める

①: 理解に関する問い
(問題を理解する段階)

(求めるもの) $PQ \parallel BC$ であることを

② これまでの知識とつなげよう！

$AP:AB=AQ:AC$ ← これは相似の図形の性質
↓
相似な図形では対応する角が等しい。
↓ 同位角の $\angle P, \angle Q$ が等しいので平行である
 $PQ \parallel BC$ である

②: 関連に関する問い
(知識をつなげる段階)

③ 見通しをもとう！

三角形の相似条件
 $\triangle ABC \sim \triangle APQ$ の証明
相似図形の性質
 $\angle B = \angle P$
同位角が等しいから平行
 $PQ \parallel BC$

③: 方略に関する問い
(見通しをもつ段階)

④ 解決の過程を振り返ろう！

④: 振り返りに関する問い

図5 問題解決見通しシート (第5時)

なお、本シートは、IMPROVEモデルを用いた振り返りが確認しやすくなるよう、一連のメタ認知的問いかけを一枚にまとめている。

3 研究仮説

(1) 研究仮説

IMPROVEモデルを用いた振り返りを行えば、問題解決の方法について見通しをもつことができるであろう。

(2) 検証の視点と方法

検証の視点と方法を表4に示す。

表4 検証の視点と方法

	検証の視点	検証の方法
1	問題解決の方法について見通しをもつことができたか。	問題解決見通しシートの記述
2	IMPROVEモデルを用いた振り返りは有効であったか。	問題解決見通しシートの記述, 抽出生徒の発話記録

4 検証授業の計画と実施

(1) 検証授業の内容

ア 期間 令和3年11月16日~12月7日

イ 対象 所属校 第3学年 25名

ウ 単元名

5章 相似な図形 第2節 平行線と相似

(2) 単元の指導計画

単元を通して、研究構想図(3頁図3)に示したIMPROVEモデルを用いた振り返りに沿って一連の活動ができるように計画した。(表5)

表5 単元の指導計画

時間	学習活動
1	相似な図形の性質を用いて、見通しをもって線分の長さを求める。
2	平行線と線分の比の定理を、平行線の性質や三角形の相似条件などを用いて、証明する。
3	平行線と線分の比の定理を、平行線の性質や三角形の相似条件などを用いて、証明する。
4	平行線で区切られた線分の比の関係を、平行線と線分の比の定理などを用いて、証明する。
5	線分の比と平行線の関係を、平行線の性質や三角形の相似条件を用いて証明する。
6	中点連結定理を用いて、線分の長さを求めることができる。
7	中点連結定理などを用いて、見出した図形の性質を証明する。
8	単元で学習したことを活用して、見通しをもって問題解決する。

5 検証授業の分析と考察

(1) 問題解決の方法について見通しをもつことができたか

問題解決の方法について見通しをもつことができたかについては、第4時と第8時の「問題解決見通しシート」の記述を基に分析した。

表6は、第4時と第8時の記述内容を2頁表1の評価規準をもとに評価し、クロス集計を行ったものである。

表6 問題解決の方法について見通しをもつことのクロス集計表

		第8時						計(人)
		A	B	C1	C2	C3	D	
第4時	A	0	0	0	0	0	0	0
	B	0	0	0	2	0	0	2
	C1	0	0	0	0	0	0	0
	C2	0	0	1	3	0	0	4
	C3	1	0	0	7	2	3	13
	D	0	0	0	3	1	0	4
	計(人)	1	0	1	15	3	3	23

(t検定の結果 $p=0.0414$ ($p<0.05$))

この結果について、13名の生徒(表6の二重囲みの部分)は、評価が上がっており、問題解決の見通しをすべてもつことはできなかったが、問題解決に必要な、図形の定理や公式などの『用いるもの』とその『使い方』のうち、一部を見いだすことができるようになっていた。

特に、10名の生徒(表6の灰色背景の部分)は、第4時では、問題解決に必要な、図形の定理や公式などの『用いるもの』とその『使い方』を式で表現することができていなかったが、第8時では、図だけではなく、式でも表現できるようになっていた。

さらに、3名の生徒(表6の太線囲みの部分)は、第4時では、問題解決に必要な、図形の定理や公式などの『用いるもの』とその『使い方』を、グループ活動の中で、図を用いて示すことができていたが、第8時では、個人思考のみで

あったため、図を用いて示すことができなかった。しかし、ワークシートの分析から、「問題解決見通しシート」に「分かっていること」と「求めるもの」に記述が見られたことから、問題解決に必要な、図形の定理や公式などの『用いるもの』とその『使い方』を見いだすことはできなかったが、問題を理解しようとしていたと考えられる。

また、第8時の評価がB以上であった生徒は1名で、全体を通して見ると、問題解決の方法についての見通しを完璧にもつことができなかった。

これらのことから、問題解決の方法について、見通しを完璧にもつことはできなかったが、正解に至るための小さな見通しや、試行錯誤をするための見通しをもつことはできていたと考えられる。

(2) IMPROVEモデルを用いた振り返りは有効であったか

第4時と第8時において、C3からC2に評価の上がっていた生徒、C3から評価が変わらなかった生徒、C3からDに評価の下がった生徒を抽出し、それぞれを抽出生徒A、B、Cとした。

ア 抽出生徒Aの分析

表7は、第4時から第8時における、抽出生徒Aの問題解決の方法について見通しをもつことを、2頁表1に基づき評価したものである。このうち、太線囲みの部分の時間の様子を、IMPROVEモデルを用いた振り返りのそれぞれの段階で見取った。(4頁表3)

表7 抽出生徒Aの問題解決の方法について見通しをもつことの評価

	第4時	第5時	第6時	第7時	第8時
A	C3	D	C3	C3	C2

(7) 問題を理解する段階

第5時における、教師による全体指導の場面を7頁資料1に示す。(資料1の下線部は、「見通しをもつための振り返りを促す問い」を用いている部分を示しており、下線部の前に示して

いる丸数字は、IMPROVEモデルを用いた振り返りの「①理解に対する問い」に対応している。また、二重下線部は、IMPROVEモデルを用いた振り返りを段階的に行うよう指示した部分を示している。（4頁表3）

資料1 第5時における教師の「見通しをもたせるための振り返りを促す問い」

教師による全体指導：問題解決の見通しをもつために、「問題解決見通しシート」を使って、考えていきます。①、②、③の手順で考えていけば見通しがもてるはずですから、手順に従ってやりましょう。時間をとるので、まずは①の「分かっていることと求めるもの」をしっかりと確認してください。やるときには、「補助発問シート」を上手く使いながら「分かっていることと求めるもの」を確認しましょう。早くできた人は、②の「これまでに学習したことで使えることはないかな？」を考えましょう。

（個人思考の時間）

教師による全体指導：分かっていることと、求めるものを確認します。Dさん。①分かっていることは何ですか。

D：AP：AB=AQ：AC。

教師による全体指導：そうですね。仮定に書いてありましたね。①求めるものは何ですか。Eくん。

E：PQ//BC。

教師による全体指導：そうですね。PQ//BCが求めるものですね。

（資料1の二重下線部）教師が生徒に個人思考を始めさせる前に、生徒が問題の理解を深めることができるよう、IMPROVEモデルを用いた振り返りの「問題を理解する段階」、「知識をつなげる段階」、「見通しをもつ段階」の手順に沿って考えることで、見通しがもつことができることを学級全体で確認した。あわせて、具体的に「問題解決見通しシート」の「①問題を理解しよう」を記入した後に、「②知識をつなげよう」に進むよう、指示を行った。

（資料1の下線部①ア）教師が全体指導の場面で、「補助発問シート」の「①問題を理解しよう」にある、「分かっていることは何かな？」と「求めるものは何かな？」の問いを用いて、学級全体で「分かっていること」と「求めるもの」の確認を行った。

第5時における、生徒Aの「問題解決見通しシート」の「①問題を理解しよう！」を図6に

示す。（図6の太線囲みは、教師による全体指導で確認したものを示している。）

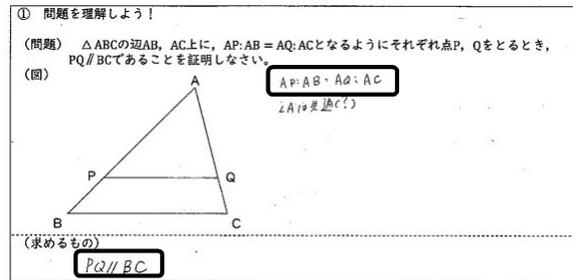


図6 生徒Aの「問題解決見通しシート」(第5時)

図6に示す通り、生徒Aの「問題解決見通しシート」の「①問題を理解しよう！」に記述が見られることから、生徒Aは、教師による確認が問題把握を進めることに有効であったと考える。

(イ) 知識をつなげる段階

第5時における、生徒A, Bの発話記録を資料2に示す。（資料2の下線部は、「見通しをもつための振り返りを促す問い」を用いている部分を示しており、下線部の前に示している丸数字は、IMPROVEモデルを用いた振り返りの「②関連に対する問い」に対応している（4頁表3）。また、波線部は、その振り返りに対する生徒A, Bの言動を示したものである。）

資料2 第5時の生徒Aの発話記録(1)

（資料1の続き）

教師による全体指導：そうですね。PQ//BCが求めるものですね。では、PQ//BCであることを証明するために、②今までに勉強したことで使えるものはないかな考えましょう。（「問題解決見通しシート」の2番を考えましょう。）

A：相似ができるんじゃない？相似

B：よね？

A：（「問題解決見通しシート」の図の∠Aを指しながら）∠A共通

B：∠A共通？

教師による全体指導：（求めるものの全体確認）…②平行を証明するためには、何を示さないといけませんでしたか？Fさん、どうすればいいですか？

F：同位角か錯角が等しい。

教師による全体指導：（2直線が平行になるための条件を全体で確認）

A：どうすればいいと思う？同位角じゃる？

(7頁資料2の下線部②ア) 理解に関する問いを用いて、問題を把握させた後に、教師が全体指導の場面で、「補助発問シート」の「②関連に関する問い」にある、「これまでの学習で使えるようなものはないかな？」の問いを用いた。このことで、生徒Aは、「相似ができるんじゃない？相似」という発言をし、問題解決のために必要な既存の知識である「相似を用いる」ことを想起したり、「 $\angle A$ が共通」であることを確認したりする姿が見られた。

(7頁資料2の下線部②イ) 教師が全体指導の場面で、「補助発問シート」の「②関連に関する問い」の「これまでに似た問題を解いた事はないかな？」を生徒の実態に合わせて、「平行を証明するためには、何を示さないとはいけませんでしたか？」と具体的に発問した。その後、「2直線が平行であることを証明するためには、同位角または錯角が等しいことを示す」ことを学級全体で確認した。このことで、生徒Aは、「どうすればいいと思う？同位角じゃろ？」と同位角を用いる発言をした。

これらのことから、生徒Aにとって、教師の確認が問題解決に必要な既存の知識を集めることに有効だったと考える。

(ウ) 見直しをもつ段階

第5時における、生徒A、Bの発話記録を資料3に示す。(資料3の下線部は、「見直しをもつための振り返りを促す問い」を用いている部分を示しており、下線部の前に示している丸数字は、IMPROVEモデルを用いた振り返りの「③方略に対する問い」、「④振り返りに関する問い」に対応している(4頁表3)。また、波線部は、生徒Aが問題解決に必要な、図形の定理や公式などの『用いるもの』とその『用い方』のうち、一つを見つけた部分を示している。)

資料3 第5時の生徒A、Bの発話記録(2)

(7頁資料2の続き)

A: ②ア どうすればいいと思う？同位角じゃろ？②ア (「問題解決見通しシート」の図の $\angle P$ 、 $\angle B$ を指して) ここここですよ。

B: ②ア (「問題解決見通しシート」の図の $\angle Q$ 、 $\angle C$ を指して) ここここですよ。

A: ですよ、これ。相似だったら角度が一緒じゃけ、どうなんじゃろ？

B: 相似じゃないかもしれん？

教師による全体指導: 分かっていることは何ですか？今まで勉強したことで使えるようなものはないか考えてみましょう。

A: ②イ (「問題解決見通しシート」の図の $\angle P$ と $\angle B$ を指して) ここを求めらんでしょ。(「問題解決見通しシート」に記入している「同位角か錯角が等しい」を指す) 証明したいんでしょ。じゃけえ、相似で角度同じになることを求めたいと。(「問題解決見通しシート」の図の $\angle P$ と $\angle B$ を指して) ②イ ここここを同じにしたいんじゃない？

B: (「問題解決見通しシート」の図の $\angle Q$ と $\angle C$ を指して) ここここだったら。

A: で、②イ 相似だったら (「問題解決見通しシート」の図の $\angle P$ と $\angle B$ 、 $\angle Q$ と $\angle C$ を指して) ここここ一緒になるって証明できるけえ、②イ 相似求めるってこと？…相似はいいんか？相似、使う？

B: 相似じゃなかったらどうするん？

A: 使えばいいじゃん？

B: 相似じゃない？勘でいく？

A: 勘で？…②イ ここ (「問題解決見通しシート」の図の $\angle A$ を指しながら) は共通でしょ？

B: ②イ $\angle A$ は共通。

A: (「問題解決見通しシート」の図のAP、ABを指して) ②イ ここ対ここなんだよなー。(△APQを△ABCの横に移動させる仕草をしながら) 三角形2つに分けたら、(「問題解決見通しシート」の図のAPとAB、AQとACを指して) ここここ、同じ比使える。

②イ ここ (「問題解決見通しシート」に記入している「同位角か錯角が等しい」を指す) を求めたいと。

B: (「問題解決見通しシート」に記入している「AP: AB=AQ: AC」を指して) ここを何とか、かんとかって、言った。②イ AP: AB, AQ: ACで $\angle A$ 共通。

A: ②イ 2組の辺の比とその間の角が

AとB: それぞれ等しいから

A: 相似だといえる。

B: (「問題解決見通しシート」に記入している「同位角か錯角が等しい」を指して) いけるじゃん。

A: ②イ 相似は対応する角が等しい。

B: 対応する角が等しい？

A: ②イ (「問題解決見通しシート」の図の $\angle P$ と $\angle B$ を指して) ここここか (「問題解決見通しシート」の図の $\angle Q$ と $\angle C$ を指して) ここここ、つまり、同位角が等しいことで平行ってわかる。

(資料3の下線部③ア、④ア) 生徒Aが「どうすればいいと思う？同位角じゃろ？」と「補助発問シート」の「③方略に関する問い」にあ

る、「問題を解くために、「何(定理や公式など)」を「どのように(計算の仕方など)」使えばいいだろう?」という問いを具体的に用いている。さらに、「補助発問シート」の「④分かっていることを自分の言葉で説明してみよう!」を用い、生徒A、Bは「分かっていること」として、同位角の関係になっている二つの角を確認し、問題の理解を深めた。このことで、生徒Aが「相似だったら角度が一緒」という発言をし、相似な図形では、対応する角がそれぞれ等しくなることに気づき、問題解決に必要な、図形の定理や公式などの『用いるもの』とその『使い方』のうち、一つを見付けることができた。

(8頁資料3の下線部④イ) 生徒Aが、「ここ($\angle P$ と $\angle B$)を求めらるんではよ。(同位角か錯角が等しいを)証明したいんではよ。相似で角度同じになることを求めたい」と「補助発問シート」の「④振り返りに関する問い」にある、「困っていることは何か?」の問いを用い、困っていることを発言し、問題の理解を深めた。

(8頁資料3の下線部④ウ) 生徒Aが、「ここ(ここ($\angle P$ と $\angle B$))を同じにしたいんじゃない?」,「相似だったら、ここ(ここ($\angle P$ と $\angle B$, $\angle Q$ と $\angle C$))一緒になるって証明できる」と「補助発問シート」の「④振り返りに関する問い」にある、「分かっていることを自分の言葉で説明してみよう!」を用い、問題の理解を深めた。

(8頁資料3の下線部④エ) 生徒Aが、「相似求めるってこと?…相似はいいんか?相似、使う?」と「補助発問シート」の「④振り返りに関する問い」にある、「困っていることは何か?」の問いを用い、困っていることを発言し、問題の理解を深めた。

(8頁資料3の下線部④オ) 生徒Aが、「ここ($\angle A$)は共通でしょ、生徒Bが「 $\angle A$ は共通」と「補助発問シート」の「④振り返りに関する問い」にある、「分かっていることを自分の言葉で説明してみよう!」を用い、問題の理解を深めた。

(8頁資料3の下線部④カ) 生徒Aが、「ここ

対ここ(AP , AB)なんだよなー」と「補助発問シート」の「④振り返りに関する問い」にある、「困っていることは何か?」の問いを用い、困っていることを発言し、問題の理解を深めた。そして、 $\triangle APQ$ を $\triangle ABC$ の横に移動させる仕草を、図を用いて行いながら、「三角形、二つに分けたら、ここ(AP , AB)とここ(AQ , AC)同じ比使える」と発言した。このことで、相似な三角形の組を見付けることができた。

(8頁資料3の下線部④キ) 生徒Aが、「ここ(同位角か錯角が等しい)を求めたい」と「補助発問シート」の「④振り返りに関する問い」にある、「分かっていることを自分の言葉で説明してみよう!」を用い、問題の理解を深めた。

(8頁資料3の下線部④ク) 生徒Bが、「 $AP:AB=AQ:AC$ で $\angle A$ 共通」と「補助発問シート」の「④振り返りに関する問い」にある、「分かっていることを自分の言葉で説明してみよう!」を用い、問題の理解を深めた。

(8頁資料3の下線部③イ) 生徒A、Bが「2組の辺の比とその間の角がそれぞれ等しい」と「補助発問シート」の「③方略に関する問い」にある、「問題を解くために、「何(定理や公式など)」を「どのように(計算の仕方など)」使えばいいだろう?」という問いに対する答えを発言した。このことで、問題解決に必要な、図形の定理や公式などの『用いるもの』とその『使い方』のうち、一つを見付けることができた。

(8頁資料3の下線部③イ,ウ) 生徒Aが「2組の辺の比とその間の角がそれぞれ等しい」,「相似は対応する角が等しい」,「ここ(ここ($\angle P$, $\angle B$))かここ(ここ($\angle Q$, $\angle C$))で、つまり、同位角が等しいことで平行って分かる」と、「補助発問シート」の「③方略に関する問い」にある、「問題を解くために、どのような手順で解けばいいかな?」に対する答えを発言した。このことで、図形の定理や公式などの『用いるもの』とその『使い方』を明らかにするとともに、その手順を示したことで、見通しをもつ発言につながった。

これらのことから、生徒Aは、「見通しをもつための振り返りを促す問い」を段階的に用いるとともに、図などを指すといった操作活動を行いながら、分かっていることを確認・整理していったことで、問題の理解を深め、見通しをもつ発言につながったと考える。

改善点として、生徒Aの姿から、グループ活動の中で、見通しをもつ発言をすることができていたが、それを「問題解決見通しシート」に記述することができていないことから、自らの問題解決の過程を振り返らせ、新たに分かったことや気付いたことを記述させるとよいと考える。

イ 抽出生徒Bの分析

表8は、第4時から第8時における、抽出生徒Bの問題解決の方法について見通しをもつことを、2頁表1に基づき評価したものである。特に、太線囲みの部分の時間の「問題を理解する段階」の様子を見取った。

表8 抽出生徒Bの問題解決の方法について見通しをもつことの評価

	第4時	第5時	第6時	第7時	第8時
B	C3	C3	C3	B	C3

(7) 問題を理解する段階

第6時における、生徒Bの「問題解決見通しシート」の「①問題を理解しよう！」を図7に示す。(図7の太枠囲みは、生徒Bが個人思考の時間に記入したもの。それ以外は、板書を写したもの。)

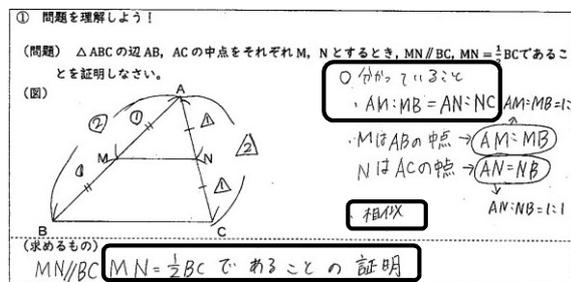


図7 生徒Bの「問題解決見通しシート」(第6時)

図7に示す通り、生徒Bは、問題文から「辺AB, ACの中点をそれぞれM, Nとする」こ

とや「MN // BCを証明する」ことを取り出すことができていなかった。

第7時における、生徒Bの「問題解決見通しシート」の「①問題を理解しよう！」を図8に示す。(図8の太線囲みは、生徒Bが個人思考の時間に記入したもの。)

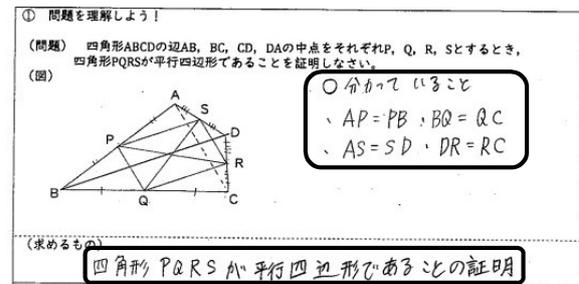


図8 生徒Bの「問題解決見通しシート」(第7時)

第7時では、教師が個人思考の時間の前に、困ったときには、「補助発問シート」や前時までの「問題解決見通しシート」を基に、問題を理解するための振り返らせ方を繰り返し指導したことで、生徒Bは第6時の「問題解決見通しシート」(図7)を振り返り、IMPROVEモデルを用いた振り返りの「問題を理解する段階」で行うことを確認する姿が見られ、「辺AB, BC, CD, DAの中点をそれぞれP, Q, R, Sとする」を「AP=PB, BQ=QC, AS=SD, DR=RC」と記述することができた。あわせて、「求めるもの」についても正しく記述することができていた。

これらのことから、「問題解決見通しシート」を振り返らせる指導を行ったことで、「問題解決見通しシート」に書くべきことが分かり、「①問題を理解しよう！」に記述することができたと考える。

改善点として、生徒Bの姿から、個人思考の時間では、問題文から「分かっていること」や「求めるもの」をすべて取り出すことができていないことから、「問題解決見通しシート」と併せて、「見通しをもつための振り返りを促す問い」を教師が確認したり、グループ活動を用いて、不足している情報を補わせたりするとよいと考える。

ウ 抽出生徒Cの分析

表9は、第4時から第8時における、抽出生徒Cの問題解決の方法について見通しをもつことを、2頁表1に基づき評価したものである。特に、太線囲みの部分の時間の「問題を理解する段階」の様子を見取った。

表9 抽出生徒Cの問題解決の方法について見通しをもつことの評価

	第4時	第5時	第6時	第7時	第8時
C	C3	D	C3	C3	D

(7) 問題を理解する段階

第5時における、生徒Cの「問題解決見通しシート」の「①問題を理解しよう！」を図9に、生徒Cの発話記録を資料4に示す。(図9の太線囲みは、生徒Cが教師の支援を受けながら記入したもの、それ以外は、教師による全体指導の時間に記入したものを示している。また、資料4の下線部は、生徒Cに対する教師の支援を示している。)

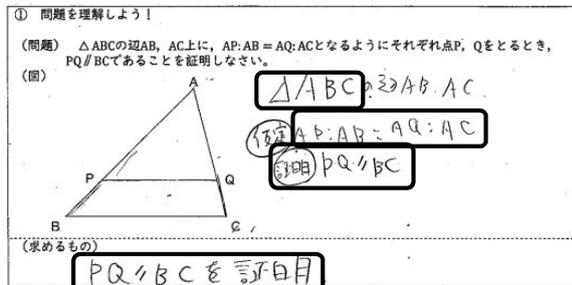


図9 生徒Cの「問題解決見通しシート」(第5時)

資料4 第5時の生徒Cの発話記録

C: (個人思考の時間が始まり、「問題解決見通しシート」を見ているが、手が動かない。)
 教師: (「問題解決見通しシート」の図を指で円をかくように囲みながら) 図を見て、
 (問題文を指でなぞりながら) 文章を読んで、
 (図の横にあるスペースを指で円をかくように囲みながら) 分かっていることと、
 (「求めたいもの」の欄を指で楕円を書くように囲みながら) 何を求めるか考えてみよう。
 C: (△ABCを指す。)
 教師: そうだね。△ABCがあるね。書いていいよ。
 C: (「△ABC」と記入する。)
 教師: (問題文を指でなぞりながら) 問題をしっかりと

読んでみよう。

C: (図を指した後に、「 $AP:AB=AQ:AC$ 」と記入する。)

教師: そうだね。これが分かっていたんだよね。では、求めるものは何だろう？

C: (「問題解決見通しシート」の①の上段に「 $PQ \parallel BC$ 」と記入)

教師: (記入した「 $PQ \parallel BC$ 」を指して) これは分かっていることなのかな？求めるものなのかな？考えてみよう。

C: ($PQ \parallel BC$ の前に「証明」と記入)

教師: そうだね。証明したいことだったよね。そういう時には、ここ(「問題解決見通しシート」の求めるものを指して)に書こう。

C: (「求めるもの」に「 $PQ \parallel BC$ を証明」と記入)

資料4に示すとおり、生徒Cは個人思考の時間が始まり、「問題解決見通しシート」を見ていたが、手が動いていない様子が見られた。そのため、教師はIMPROVEモデルを用いた振り返りの「問題を理解する段階」で行うことを確認するため、生徒Cに個別支援を行った。

第6時における、生徒Cの「問題解決見通しシート」の「①問題を理解しよう！」を図10に示す。(図10の太線囲みは、生徒Cが個人思考の時間に記入したものを示している。)

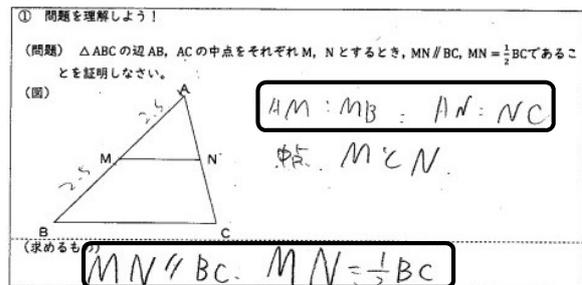


図10 生徒Cの「問題解決見通しシート」(第6時)

第6時では、個人思考の時間で、教師の支援を受けることなく、問題文と図を確認の様子が見られ、図10に示す太線囲みを記入することができたが、「点M、Nが中点であること」を読み取ることができていなかった。その後、教師が問題文から必要な情報がすべて取り出すことができていないことに気付いたため、生徒Cに対し、問題文を指しながら、「文章を読んで分かることはないかな？」と発問を行った。生

徒Cは「中点がMとN」と発言し、「問題解決見通しシート」に記入することができた。

また、第6時における、教師による全体指導の場面での生徒Cの発話記録を資料5に示す。(資料5の下線部は、教師が目的をもって既習内容を振り返ることについて、価値付けた部分を示す。)

資料5 第6時の生徒Cの発話記録

教師による全体指導：平行であることを証明するためには、何が分かればいいのか。(教科書を開く生徒が数名いる)教科書をすぐに確認することはいいことですね。

C：(教科書を開く)

教師による全体指導：平行であることを証明する方法は何でしたか?

C：(小さな声で) この間蛍光ペン引いたやつ。どれだったっけ…(教科書P163を開いて) これだ!

資料5に示す通り、教師が目的をもって既習内容を振り返ることに対して、価値付けをしたことで、生徒Cは教科書を開き、既習内容を確認の様子が見られ、問題解決に必要な情報を教科書から見付けることができた。

第7時における、生徒Cの「問題解決見通しシート」の「①問題を理解しよう!」を図11に、資料6に生徒Cの発話記録を示す。(図11の太線囲みは、生徒Cが個人思考の時間に記入したものを示している。また、資料6の波線部は、生徒Cが「問題解決見通しシート」を用いて、何を行うか発言している場面、下線部は、教師の支援を示す。)

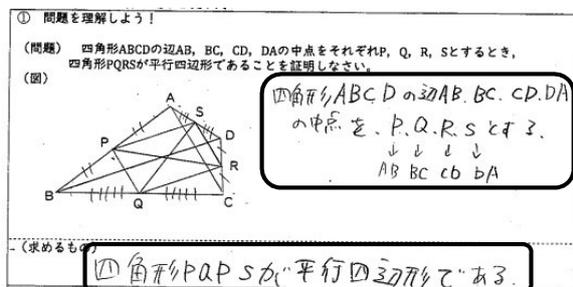


図11 生徒Cの「問題解決見通しシート」(第7時)

資料6 第7時の生徒Cの発話記録(1)

C：(個人思考の時間が始まり、問題文や図を確認し、「問題解決見通しシート」の「①問題を理解しよう!」に記入する。その後、記入した内容と図を確認する。)

教師：どこまでできましたか? (①を) 書くことができていますね。

C：分かりやすいように、ABがPって書きました。

教師：分かったことだね。よいですね。

C：求めるものも分かったので、知識をつなげるところです。

教師：知識をつなげるために、プリント(「補助発問シート」)を出してごらん。今、ここ(「補助発問シート」の②を指しながら)に困っているんだよね。ここ(「これまでに似た問題を解いた事はないかな?」)を読んでみよう。

C：今までに似た問題は…何かありました。

教師：似た問題がなかったか、教科書や前の時間のプリント(「問題解決見通しシート」)を振り返ってみよう。(教師は生徒Cから離れる。)

C：(第6時の「問題解決見通しシート」を開く)これは難しかったやつだ…(二枚の「問題解決シート」を見ながら、第7時の図を操作する。)

資料6の波線部に示す通り、生徒Cは個人思考の時間で図11の太線囲みの部分の記述をすることができており、「問題解決見通しシート」に沿って、②の段階に進む発言をしている。教師は、「補助発問シート」を用いて、生徒Cに「見通しをもつための振り返りを促す問い」を確認させ、教科書や前時までの「問題解決見通しシート」を振り返るよう促した。その後、生徒Cは問題と第6時の「問題解決見通しシート」を取り出し、二枚を見ながら、第7時の問題の図を操作する姿が見られた。

また、第7時における教師による全体指導の場面での生徒Cと班員Gの発話記録を資料7に示す。(資料7の下線部は、問題解決のために必要な情報を発言した場面を示す。)

資料7 第7時の生徒Cの発話記録(2)

教師による全体指導：(平行四辺形になるための条件をペアで確認するように指示)

G：1組の対辺が平行で等しい。

C：線分の比は?

G：平行四辺形になるための条件って、二年生で習ったよね。

C：二年生か〜

教師による全体指導：前を向きましょう。四角形が平行四辺形になるためには、二年生の時に習った、平行四辺形になるための条件を使いますね。

C：(机の中から参考書を取り出し、既習内容を見付けることができ) ありました。

12頁資料7に示す通り、生徒Cは、ペア活動で生徒Gと平行四辺形になるための条件を二学年で学習したことを確認し、教師の全体指導で、それを再び聞いたことで、生徒Cは、振り返る目的が明確になり、自ら参考書を取り出し、既習内容を見付けることができた。

これらのことから、第5時で、教師は生徒Cに対して、「問題解決見通しシート」の①の段階で行うことを確認するために、「見通しをもつための振り返りを促す問い」を生徒の実態に合わせて用いるとともに、着目したり、記入したりする箇所を具体的に指した。そのことで、生徒Cは①の段階で行うことを把握し、第6時では、自ら実践しようとする姿につながっていると考え。また、第6時で、教師は問題文から必要な情報をすべて取り出すことができるよう、問題文を再度読ませ、不足している情報を補わせた。そのことで、第7時では、生徒Cは、問題文や図を確認し、問題文から必要な情報をすべて取り出すことができたため、②の段階へ進もうとする姿につながったと考える。

学習が進んでいない生徒が主体的に学習に取り組む姿がうかがえた要因について、二つ考える。

- ・ 教師が生徒に、何をするのか、どこに記入するのかを生徒の実態に合わせて、丁寧に確認したことで、「問題解決見通しシート」の「①問題を理解しよう！」を記述することができるようになったと考える。また、①の段階が達成できたことにより、②の段階へ進もうとする姿が見られたと考える。
 - ・ 教師が生徒に目的をもって既習内容を振り返らせ、その姿を価値付けたことで、自ら教科書を開き、既習内容を見付けようとする姿が見られたと考える。
- 改善点として、生徒Cの姿から、既習内容を

振り返る際に、目的が明確になるよう、「平行四辺形になるための条件」や「二年生で学習した」等、具体的な情報を与えるとよいと考える。

V 研究のまとめ

1 成果

- 授業の様子や発話記録から、「見通しをもつための振り返りを促す問い」を生徒が用いたり、教師が問いかけたりすることで、問題解決の見通しを発言することができていたり、問題解決のために必要な、図形の定理や公式などの『用いるもの』とその『使い方』のうち、一部を見付けることができるようになっていた。このことから、IMPROVEモデルを用いた振り返りを行うことは、問題解決の方法について見通しをもつために有効であった。
- 問題解決が進んでいない生徒が、「問題解決見通しシート」に「①問題を理解しよう！」に記述することができたり、教科書等を用いて既習内容を確認したりするなど、主体的に学習に取り組む姿がうかがえた。

2 課題

- 授業中の様子や発話記録から、グループ活動の中で、見通しをもつ発言をすることができていたが、それを「問題解決見通しシート」に記述することができていなかった。IMPROVEモデルの各段階で、生徒が考えたことをこまめに記述するよう言葉かけをすることなどの手立てが考えられる。
- 「問題解決見通しシート」の「①問題を理解しよう！」に記述することができると、思考が進むことが分かった。しかし、個人思考の時間では、記述できなかつたり、情報が不足したりする場面が見られた。「問題解決見通しシート」と併せて、「見通しをもつための

振り返りを促す問い」を教師が確認したり、グループ活動を用いて、分かっていることを共有する中で、不足している情報に気付かせたりする指導が考えられる。

引用文献

- 1) 文部科学省『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，2018 年，pp. 172-173
- 2) 文部科学省国立教育政策研究所『平成 27 年度 全国学力・学習状況調査 報告書 中学校 数学』2015 年，p. 119

参考文献

- ① OECD 教育研究革新センター『メタ認知の教育学－生きる力を育む創造的数学力－』明石書店，2015 年
- ② 梶浦真『2021 年版 小中学校編 I アクティブ・ラーニング時代の「振り返り指導」入門－「主体的な深い学び」を実現する指導戦略－』教育報道出版社，2021 年
- ③ 布川和彦「解決過程への着目と考える研究課題」2002 年
- ④ 布川和彦「問題解決過程の研究と学習過程の探求」2005 年
- ⑤ 布川和彦『楽しい算数の授業 2007 年 12 月号』明治図書，2007 年