

中学校数学科において 生徒の問題解決能力を高める工夫

— 生徒が試行錯誤を重ね、学びを自覚できる単元構想 —

長期研修員 小池 俊介

《研究の概要》

本研究は、中学校数学科において、問題解決の場面で、既習事項を自在に活用しながら解決策を考え、自ら追究する力を「問題解決能力」と定義し、その育成を図るものである。手立てとして、単元構想をする際に、生徒が自力で問題解決に向かうことで新たな知識や技能、考え方を見いだすことをねらいとした「トライアルタイム」と、単元内の学習内容を自在に活用できるようになることをねらいとした「ブラッシュアップタイム」を計画的に位置付ける。その際、各時間の授業展開を工夫することで、各々の生徒が試行錯誤を重ね、自身の学びを自覚することができるようになることを考える。以上の手立てにより、生徒の「問題解決能力」が高まっていくことを、研究実践を通して明らかにした。

キーワード【数学—中 問題解決能力 試行錯誤 学びを自覚する 単元構想】

群馬県総合教育センター

分類記号：G03-03 令和5年度 282集

I 主題設定の理由

社会の在り方が急激に変化する「Society5.0時代」の到来にあたり、中央教育審議会答申（令和3年1月）¹⁾では、今後の学校教育について、児童生徒の「自ら課題を見つけ、それを解決する力」を高めるため、「他者と協働し、自ら考え抜く学び」を実現する必要があると考えられている。

また、中学校学習指導要領解説数学編（平成29年7月）²⁾では、中学校数学科の目標として、数学的に考える資質・能力全体を「数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して」育成することを目指している。その中で「数学的な見方・考え方」は、「事象を数量や図形及びそれらの関係などに着目して捉え、論理的、統合的・発展的に考えること」とし、「数学的活動」を「事象を数理的に捉え、数学の問題を見だし、問題を自立的、協働的に解決する過程を遂行すること」としている。特に、数学的活動における問題発見・解決の過程については、図1のように示されている。数学の学習では、このイメージ図を意識しつつ指導において必要な過程を遂行し、その結果、生徒がこれらの過程全体を自立的、協働的に遂行できるようにすることが大切だとしている。

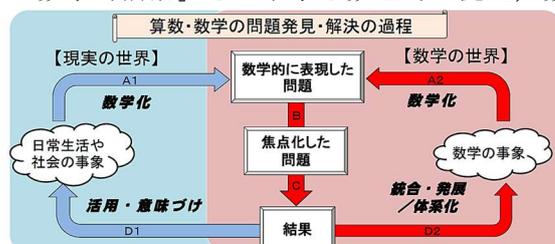


図1 問題発見・解決の過程のイメージ図

研究協力校では、数学科の授業中、積極的に発言したり、対話活動に活発に参加したりする生徒が多い。また、解法が既に身に付いている問題や、解決までの見通しが容易に立てられる問題に意欲的に取り組むことができる。一方、活用問題に対しては、自ら問題の解法を考えて挑戦することが苦手な生徒が多い。これらの生徒の多くは、パターン化された解法を覚えて満足しているという傾向が見られる。生徒は、試行錯誤を重ねながら解決策を考えて追究することが苦手であることから、問題解決に対して消極的になっていると考える。さらに、これまでの自身の教科指導を振り返ると、生徒が試行錯誤を重ねながら自力で問題解決する機会が少なかった。以上のことから、生徒が問題解決の場面で、既習事項を自在に活用しながら解決策を考え、自ら追究する力を高められるように授業改善をする必要があると考える。

そこで、本研究では、上記の力を「問題解決能力」と捉え、それを育成するための単元構想の工夫について、実践を通しての生徒の変容を基に検証していく。そのためには、生徒が問題解決の際に既習事項を活用し、試行錯誤を重ねながら自力で新たな知識や技能、考え方を見いだす活動を設定する必要がある。さらに、そのように試行錯誤することに加え、生徒が追究の過程を振り返り、自身の学びを自覚することにより、単元内で見いだした学習内容を以降の問題解決の場面で自在に活用できるようになると考える。それらの学びを繰り返すことで、生徒の「自ら解決策を考え、追究する力」が高まっていくことが期待できる。

以上のことから、中学校数学科において、生徒が試行錯誤を重ね、学びを自覚できるように単元構想を工夫することを通して、生徒の「問題解決能力」を高めることができると考え、本主題を設定した。

II 研究のねらい

中学校数学科の学習指導において、生徒が試行錯誤を重ね、学びを自覚できるように単元構想を工夫することが、生徒の問題解決能力を高めるために有効であるかを明らかにする。

III 研究仮説（研究の見通し）

- 1 生徒が試行錯誤を重ねながら自力で問題解決に向かう活動を取り入れた「トライアルタイム」を単元内に計画的に位置付け、授業展開を工夫することにより、生徒が既習事項を基に解決策を考え、新たな知識や技能、考え方を見いだせるようになるであろう。
- 2 生徒が単元内で見いだした新たな学習内容を振り返る活動を取り入れた「ブラッシュアップタ

イム」を単元内に計画的に位置付け、授業展開を工夫することにより、生徒が自身の学びを自覚し、問題解決の場面で学習内容を自在に活用できるようになるであろう。

IV 研究の内容

1 基本的な考え方

(1) 文言の定義

① 問題解決能力とは

本研究では、「問題解決の場面で、既習事項を自在に活用しながら解決策を考え、自ら追究する力」のこととする。

② 「トライアルタイム」とは

「生徒が試行錯誤を重ねながら自力で問題解決に向かう活動を通して、新たな知識や技能、考え方を見いだせるようになることをねらいとする時間」のこととする。

③ 「ブラッシュアップタイム」とは

「生徒が単元内で見いだした新たな学習内容を振り返り、自身の学びを自覚する活動を通して、問題解決の場面で学習内容を自在に活用できるようになることをねらいとする時間」のこととする。

(2) 手立ての説明

① 各時間の授業展開の工夫（トライアルタイム）

「トライアルタイム」の主な手立てについては、以下の授業展開を基にして構想する。なお、教師は生徒の追究の様子を観察し、学習状況を見取りながら、形成的な評価を継続して行う必要がある。このことにより、教師が一人一人に応じた支援を行いながら、疑問や考えを引き出し、思考をつなぐことで、生徒が自力で問題解決に向かえるようにする。

「ミッション」の個別追究

授業の導入において、新たな問題場面を提示し、生徒との対話を通して生まれた問いを基に「学習のめあて」を設定する。めあてを達成するための問題として「ミッション」を提示し、生徒が既習事項を活用しながら自力で問題解決に向かえるようにする

(図2)。また、生徒が本時の学習の目的を意識しながら「ミッション」の解決に向かい、授業のねらいに適切に迫ることができるよう、各単位時間における学習の流れを提示する(図3)。なお、「ミッション」の設問が複数ある場合は短時間ごとに区切って取り組ませ、試行錯誤しながら個別追究に向かえるようにすることで、全ての設問に対して自分の考えをもてるようにする。さらに、全て解決した生徒に対しては、発展的な考えを促す「ミッション」に取り組めるようにすることで、問題解決能力の更なる向上を図れるようにする。

なお、「トライアルタイム」を通して、生徒が試行錯誤を重ね、新たな知識や技能、考え方を自力で見いだせるようになるためには、「ミッション」の内容を工夫することが重要である。そこで本研究での「ミッション」の作成時における視点を以下のようにまとめた。

【「ミッション」作成の視点】

ア 単元構想の際に、単元内で育てたい資質・能力を基にして、単元内で扱う問題を選ぶ。単元内の時数が、当初の指導計画より増えすぎないように精選する。

イ 「ア」の中で、以下の視点に当てはまるように、問題設定を工夫する。

- 新たな問題場面について解決に向かう際に、既習事項との違いを見いだし、それを基に、「単元の課題」を設定するための問題
- 解法や性質を見いだす過程を体験できる問題
- 単元内で見いだした学習内容を活用する問題

【ミッション】
①配られた白紙に△ABCをかきましょう。
 (形は自由です。)

②△ABCに相似で、相似比が1:2となる△DEF(拡大図)をかきましょう。
 ただし、今回は「相似の中心」は使わず、「定規、コンパス、分度器」を使って解決してください。
 どこの辺や角を測ったのかを分かるように

図2 提示するミッションの例

～ミッション～	《学習の流れ》
相似な三角形をかき「相似条件」をまとめよう 《ミッションの取り組み方》 1. 相似な三角形をかき(相似比は1:2) 2. 最少の条件でかく方法を探す 3. 全パターンを見付ける 4. 相似な三角形のかき方を自分の言葉でまとめる	①個人でミッションに取り組む
	②進捗状況確認シートに「測った辺や角の数」と「質問したいこと」を入力
	③個人or集団で解決
	④個人で再考する
	⑤一斉確認
	⑥まとめ・振り返り

図3 学習の流れの例

ウ 前ページの「イ」の観点で作成した問題について、単元内の配列を入れ替えたり、2時間計画にしたりすることで、生徒がじっくりと試行錯誤できるように位置付ける。

個別追究により生まれた問いや、解決の見通しの共有

個別追究では、各々の習熟度により、つまずいたり疑問を抱いたりする場面がそれぞれ異なると考える。そこで、「進捗状況確認シート」を用いて、一人一人の進捗状況を一覧で表示し、学級内で共有する(図4)。その際、各々が抱いた疑問を入力する欄を設けることで、他者に質問したり、考えを出し合ったりする際の視点の焦点化が図れるようになる。そのことにより、解決に困難を生じている生徒が「解決済み」の生徒に質問したり、同じ問題に挑戦している生徒同士が集まって協働的に解決に向かったりすることができるようになる。また、「ミッション」の内容によっては、各々が見いだした解決の見通しを共有できるようにすることで、その後の解決の手助けになるようにする。さらに、教師はシートの入力状況を確認しながら、個別支援の必要な生徒を判断したり、全体で練り上げる際に扱う考えを判断するための参考にしたりする。

①	②	③	質問したいこと
解決済み	解決済み	挑戦中	③どう比べればいいかわからない
解決済み	解決済み	要ヒント	
解決済み	挑戦中	挑戦中	縮図がかけません ①の式の作り方がわからない
解決済み	解決済み	解決済み	
解決済み	解決済み	解決済み	
解決済み	要ヒント	解決済み	
要ヒント	要ヒント	要ヒント	
解決済み	挑戦中	挑戦中	
解決済み	解決済み	要ヒント	
解決済み	解決済み	解決済み	

図4 進捗状況確認シートの入力例

問いを解決し、考えを深めるための追究

個別追究で生まれた問いを解決するための学び方は、生徒の習熟度や取組状況によって変化するものであると考えられる。例えば、見いだした問いについて、自己内対話を繰り返しながら粘り強く考えたい生徒がいる一方で、他者に質問し、考えを出し合うことで協働的に解決に向かいたい生徒もいる。そこで、問いを解決するため、自己内対話や他者との対話といった学習形態を各自の必要感に応じて自由に選択して追究できる時間を設定する(図5)。その結果、問題解決のために、生徒が自らにとって最適な学び方ができるように自主的に行動できるようになり、問いの解決や考えの深まりにつながると思う。



図5 各々の必要感に応じた追究の様子

解決の手順や思考過程の振り返り

生徒の追究の様子を観察する中で、全体で解法を検討したり、考えを練り上げたりする必要があると教師が判断した問題については一斉指導を行う。その際、教師は授業のねらいを明確にしておき、「ねらいを達成するため」という視点で生徒の考えを見取り、問題の扱い方を判断する必要がある。また、授業の終末の場面では、めあてに対する振り返りとして、学習を通しての新たな気づきを記述する活動を設定する(図6)。なお、生徒が記述したまとめについては、ICTを用いて共有することで多様な考えに触れ、以降の問題解決の参考になるようにする。さらに、次時の導入の場面で、各々が記述した内容を基に、問題解決の過程を説明し合う活動を設定する。なお、2時間計画の場合には、2時間目の導入の時間に、前時に記入した振り返りを互いに読み合ったり対話したりする活動を設定することで、生徒が再度試行錯誤を重ねながら追究に向かえるようにする。

「めあて」
「相似と比」の学習が、日常生活でどのように使われているのだろう…?

↓

「まとめ」
① 写真の値と実際の値は相似の関係なので、縮尺を求めて何倍の積なのかを求めた
② 自分で縮図をかくて相似な三角形を作って考えた
③ 体積比を使って考えた

【発展】
片方の値段をxにして、体積比や面積比と照らし合わせて考えた

図6 生徒が記述したまとめ

以上のように、自他の解決の手順や思考過程を振り返る活動を設定することで、生徒は新たな気づきを得ることができ、知識や技能、考え方を自ら見いだすことができるようになると思う。

② 各時間の授業展開の工夫(ブラッシュアップタイム)

「ブラッシュアップタイム」の主な手立てについては、次ページに示す授業展開を基にして構想する。なお、教師は生徒の演習問題への取組状況を観察しながら、理解が不足している問題や質問があった問題については個別支援を行い、単元内の学習内容への理解を深められるようにする。

演習問題に個別で挑戦

授業の導入では、ICTや教科書、ノート等を用いて、単元内の学習内容を各自で振り返る時間を設定する。その後、演習問題に個別で挑戦する時間を設ける。その際、自分の習熟度を測りたい生徒は自力で挑戦したり、これまでの学習内容を復習したい生徒は教科書やノート等を参考にしながら挑戦したりするなど、取り組む方法を自己決定できるようにする。そのことにより、生徒が自身の習熟度や目的に応じた学び方で挑戦することができ、単元内のこれまでの学習内容について振り返ることができるようにする。

学習内容を復習し、理解を深めるための追究

演習問題に個別で挑戦した後は、疑問に感じたことを自分で調べたり、同じ疑問をもった生徒と一緒に解決したりするなど、各自の必要感に応じて学習形態を自由に選択できるようにする。そのことにより、生徒が自分に適した進捗や学び方で単元内の学習内容を振り返り、理解を深めることができるようにする。

習熟度の自己分析

学習内容を復習し、理解を深めるために追究した後は、模範解答を配付し、各自で習熟度を自己分析させる。その際、正解か不正解かを判断させるだけでなく、自らの解決の過程について分析し記述できるようにする(図7)。また、生徒の理解が不足していると教師が判断した問題については、生徒同士で解法を説明し合う時間を設ける。以上により、生徒は学習内容の習熟度を自己分析しながら、単元内における自身の学びを自覚することにつながる。さらに、単元内の学習内容への理解が深まることにより、それらを以降の問題解決の場面で自在に活用できるようになると考える。

図7 生徒による誤答分析

③ 単元内の位置付けの工夫

生徒が試行錯誤を重ね、学びを自覚できるようにするためには、「トライアルタイム」や「ブラッシュアップタイム」を単元内で計画的に位置付ける必要がある。

「トライアルタイム」について、本研究で授業実践を実施した第3学年の「二次方程式」と「相似と比」の単元では、各領域の特徴を踏まえ、以下のような場面で位置付けをした(表1)。

表1 「二次方程式」と「相似と比」の単元における「トライアルタイム」の位置付け

領域 (単元名)	過程	追及する	つかう
A 数と式 (二次方程式)	○「数当てゲーム」で答えが一つにならない問題について、数の代入をしながら正しい答えを見付けたら、答えの個数を予想したりする場面。	○一次方程式や因数分解、平方根といった既習事項と関連付けながら、様々な二次方程式の解法を考察する場面。	○単元を通して身に付けた知識や技能、考え方を活用することで、数や図形、日常生活に関する事象についての問題解決を図る場面。
B 図形 (相似と比)	○航空写真を用いて、マラソンコースの長さの求め方を考える問題について、実際に分かる長さから縮尺を計算し、解決する場面。	○合同条件を基に相似な三角形をかくて相似条件を見いだす場面や、相似条件を基に相似な三角形を見付け、証明の方針を立てる場面。	○単元を通して身に付けた知識や技能、考え方を活用することで、日常生活に関する事象についての問題解決を図る場面。

表1のように、「トライアルタイム」については、単元内の各過程において、生徒がこれまでの既習事項を活用すれば自力解決できる問題を扱う場面で位置付ける。また、生徒にじっくりと試行錯誤させることで、新たな知識や技能、考え方を見いださせたい場面では2時間計画で設定することもある。

次に、「ブラッシュアップタイム」については、単元内で見いだした新たな学習内容を振り返る場面で位置付ける。具体的には、「二次方程式」と「相似と比」の単元では、以下のような視点で位置付けをすることが考えられる（表2）。

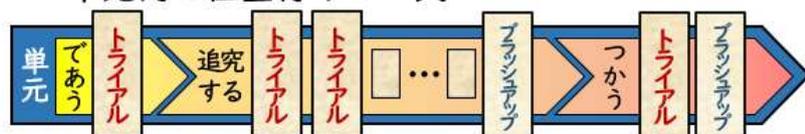
表2 「二次方程式」と「相似と比」の単元における「ブラッシュアップタイム」の位置付け

領域 (単元名)	位置付けの視点
A 数と式 (二次方程式)	<ul style="list-style-type: none"> ○「追究する」過程のうち、「因数分解による解法」と「平方根の考えを用いた解法」と「解の公式を用いた解法」を学習した後、それぞれの解法を振り返る時間として設定する。 ○「つかう」過程の学習の終了後、単元全体の学習内容を振り返る時間として設定する。
B 図形 (相似と比)	<ul style="list-style-type: none"> ○「追究する」過程の学習の終了後、「相似条件」や「平行線と線分の比についての性質」、「相似比と面積比や体積比の関係」等の学習内容をまとめて振り返る時間として設定する。 ○「つかう」過程の学習の終了後、単元全体の学習内容を振り返る時間として設定する。

2 研究構想図

手立て 「トライアルタイム」と「ブラッシュアップタイム」を位置付けた単元構想

《単元内の位置付けの工夫》



「トライアルタイム」

⇒既習事項を活用すれば自力解決できる問題を扱う場面で位置付け

「ブラッシュアップタイム」

⇒単元内で見いだした新たな学習内容を振り返る場面で位置付け

《各時間の授業展開の工夫》

トライアルタイム ※2時間計画の場合もある

①「ミッション」の個別追究

めあての設定

解決のため

ミッション
(1) (2)
(3) (4)

《ミッション作成の視点》

- 解法や性質を見いだす過程を体験できる問題
- 単元内で見いだした学習内容を活用する問題

②個別追究で生まれた問いや解決の見通しの共有

進捗状況確認シート

氏名	①	②
〇〇	解決済み	解決済み
〇〇	挑戦中	ヒント
〇〇	解決済み	挑戦中
〇〇	ヒント	解決済み

③問いを解決し、考えを深めるための追究

問いを明確化
考えを引き出す

活性化

各々の必要感
に応じた追究

自己内対話

他者との対話

④思考過程の振り返り

ICT
で共有

試行錯誤を重ねる

生徒が自力で新たな
知識や技能、考え方を
見いだす

ブラッシュアップタイム

①演習問題に個別で挑戦

単元内でこれまでに学習
した内容を振り返る問題

②学習内容を復習し、 理解を深めるための追究

友達に質問 個別で復習 教師に質問

③習熟度の自己分析

学びを自覚する

学びの
振り返り
学習内容の理解を深める

生徒が学習内容を
自在に活用できる
ようになる

学習を繰り返すことで、
問題の解法を自力で
見いだせるようになる

※ 「トライアルタイム」を2時間計画で実施する場合、1時間目に共有した振り返りを基に再度試行錯誤を重ねることで考えを練り上げていく

V 研究の計画と方法

1 授業実践の概要

(1) 授業実践 1

対 象	研究協力校 中学校第3学年 52名 (2学級)
実践期間	令和5年7月5日～9月1日 12時間
単 元 名	「二次方程式」
単元の目標	<p>(1) 二次方程式についての基礎的な概念や原理・法則などを理解するとともに、事象を数学化したり、数学的に解釈したり、数学的に表現・処理したりする技能を身に付ける。</p> <p>(2) 数の性質や計算について考察したり、文字を用いて数量の関係や法則などを考察し表現したりすることができる。</p> <p>(3) 数学的活動の楽しさや数学のよさを実感して粘り強く考え、数学を生活や学習に生かそうとする態度、問題解決の過程を振り返って評価・改善しようとする態度、多様な考えを認め、よりよく解決しようとする態度を身に付ける。</p>

(2) 授業実践 2

対 象	研究協力校 中学校第3学年 52名 (2学級)
実践期間	令和5年10月11日～11月15日 18時間
単 元 名	「相似と比」
単元の目標	<p>(1) 相似な図形についての基礎的な概念や原理・法則などを理解するとともに、事象を数学化したり、数学的に解釈したり、数学的に表現・処理したりする技能を身に付ける。</p> <p>(2) 図形の構成要素の関係に着目し、図形の性質や計量について論理的に考察し表現することができる。</p> <p>(3) 数学的活動の楽しさや数学のよさを実感して粘り強く考え、数学を生活や学習に生かそうとする態度、問題解決の過程を振り返って評価・改善しようとする態度、多様な考えを認め、よりよく解決しようとする態度を身に付ける。</p>

2 検証計画

検証項目	検証の観点	検証方法
見通し1	生徒が試行錯誤を重ねながら自力で問題解決に向かう活動を取り入れた「トライアルタイム」を単元内に計画的に位置付け、授業展開を工夫することにより、生徒が既習事項を基に解決策を考え、新たな知識や技能、考え方を見いだせるようになったか。	<ul style="list-style-type: none"> ・学習活動の観察 ・ノートへの記述内容 ・振り返りの記述内容
見通し2	生徒が単元内で見いだした新たな学習内容を振り返る活動を取り入れた「ブラッシュアップタイム」を単元内に計画的に位置付け、授業展開を工夫することにより、生徒が自身の学びを自覚し、問題解決の場面で学習内容を自在に活用できるようになったか。	<ul style="list-style-type: none"> ・授業動画の分析 ・生徒アンケートの分析

3 評価規準

(1) 授業実践 1

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
<p>①二次方程式の必要性和意味及びその解の意味を理解している。</p> <p>②因数分解や平方根の考えを用いて、二次方程式を解くことができる。</p> <p>③解の公式を知り、それを用いて二次方程式を解くことができる。</p>	<p>①因数分解や平方根の考えを基にして、二次方程式を解く方法を考察し表現することができる。</p> <p>②二次方程式を具体的な場面で活用することができる。</p>	<p>①因数分解や平方根の考えを基にして、二次方程式を解く方法を見いだそうとしている。</p> <p>②二次方程式のよさを実感して粘り強く考え、二次方程式について学んだことを生活や学習に生かそうとしている。</p> <p>③二次方程式を活用した問題解決の過程を振り返って評価・改善しようとしている。</p>

(2) 授業実践 2

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
①相似な図形の性質を基にして線分の長さや角の大きさ等を求めることができる。 ②平面図形の相似の意味及び三角形の相似条件について理解している。 ③基本的な立体の相似の意味及び相似な図形の相似比と面積比や体積比との関係について理解している。	①相似な図形の基本的な性質を見だし、論理的に確かめることができる。 ②平行線と線分の比についての性質を見だし、それらを確かめることができる。 ③相似な図形の性質を、具体的な場面で活用することができる。	①相似な図形の性質を自ら見だし、それらを確かめようとしている。 ②相似な図形の性質のよさを実感して粘り強く考え、相似について学んだことを生活や学習に生かそうとしている。 ③相似な図形を活用した問題解決の過程を振り返って評価・改善しようとしている。

4 指導計画

※授業実践 2 の「トライアルタイム」と「ブラッシュアップタイム」のみ記載。他は別添資料参照。

授業実践 2 (全18時間及び単元末テスト) ト: トライアルタイム、フ: ブラッシュアップタイム

過程	時間	■ねらい □学習活動 ★ICT活用に関する事項	知	思	態	◆評価項目<方法(観点)> [記]: 記録に残す評価 ○指導に生かす評価 ●評定に用いる評価
であう	1 ト	■縮図や拡大図と合同な図形の特徴を比較する活動を通して、新たな学習内容と既習内容を関連付け、図形の構成要素に着目して特徴を見いだせるようにする。 □縮図(航空写真)を用いて、マラソンのコースの距離を求める。 □縮図や拡大図と合同な図形の共通点や相違点を考える。		○	○	◆実際には測れない長さを、縮図を基にして求めようとしている。 <机間支援(態①)> ◆縮図や拡大図について、辺の長さや角の大きさといった図形の構成要素に着目して特徴を見いだすことができる。<机間支援・ノート(思①)>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> [めあて] 実際に測定せずに、マラソンのコースの距離をどのように調べればよいだろうか？ </div>						
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> [単元の課題] 合同な図形と同じように、縮図や拡大図になる条件があり、様々な特徴が成り立つことを示せるのだろうか？ </div>						
追究する	2 ト	■相似の位置にある図形のかき方を考える活動を通して、相似の中心から図形の頂点までの距離と、相似比との関係を見いだすことができる。 □五角形の縮図や拡大図を、定規のみで正確にかく方法を考える。 □相似や、その表し方を知る。		○	○	◆相似の中心から図形の各頂点までの距離を基にして、縮図や拡大図をかこうとしている。<机間支援・ノート(態①)> ◆相似の中心から図形の頂点までの距離と、相似比との関係を基に、相似比が1:1の図形のかき方を見だしている。<机間支援・ノート(思①)>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> [めあて] マラソンコース(五角形)の縮図や拡大図を、定規のみで正確にかくには、どうすればよいだろうか？ </div>						
	3 ト	■相似な図形の辺の長さや角の大きさの求め方を考える活動を通して、対応する辺の比や角の大きさが等しくなることを根拠として、求め方を説明できるようにする。 □相似な図形の辺の長さや角の大きさの求め方を考える。		○		◆相似な図形の対応する辺の比や角の大きさが等しくなることを根拠として、辺の長さや角の大きさの求め方を説明することができる。<机間支援・ノート(思①)>

		[めあて] 相似な図形の辺の長さや角の大きさは、どう求めたらよいだろう？		
4 ・ 5 ト	<p>■相似な三角形をかく活動を通して、三角形の合同条件と関連付けながら相似条件を見いだせるようにする。</p> <p>□三角形の相似条件を見いだす。</p> <p>□相似な三角形を見付ける。</p>	○	●	<p>◆三角形の合同条件と関連付けながら、相似条件を見いだすことができる。＜机間支援・ノート（思①）〔記〕＞</p> <p>◆三角形の相似条件について理解している。＜机間支援（知②）＞</p>
		[めあて] 相似な三角形をかくための条件は、どのようなものがあるのだろうか？		
6 ・ 7 ト	<p>■相似な三角形を見付けて証明の方針を考える活動を通して、三角形の相似条件を基にした証明の根拠を見いだすことができるようにする。</p> <p>□相似な図形を見付け、証明の方針を書く。</p>		●	<p>◆三角形の相似条件を基にした証明の根拠を見いだすことができる。＜ノート（思①）〔記〕＞</p> <p>◆相似な三角形について、相似条件を基にした証明の根拠を明らかにしながら方針を立てようとしている。＜ノート（態①）〔記〕＞</p>
		[めあて] 証明の根拠を見付けるための、自分なりのポイントは何か？		
15 フ	<p>※単位時間の後半を「ブラッシュアップタイム」とする。</p> <p>■演習問題に取り組む活動を通して単元内でこれまでに学習した内容を振り返ることができるようにする。</p> <p>□「追究する」過程で学習した内容を振り返る演習問題に取り組む。</p>	○		<p>◆相似な図形の性質を基にして、長さや角の大きさを求めることができる。＜ノート（知①）＞</p> <p>◆相似な図形の相似比と面積比や体積比との関係を理解している。＜ノート（知③）＞</p>
つか ・ 16 17 ト	<p>■相似比や縮図、体積比といった相似な図形の性質を具体的な場面で活用する活動を通して、相似な図形のよさを実感し、学習や生活に生かそうとする態度を育てられるようにする。</p> <p>□具体的な事象における問題を、相似比や縮図、体積比といった相似な図形の性質を利用して解決する。</p>		●	<p>◆相似比や縮図、体積比を具体的な場面で活用することができる。＜ノート（思③）〔記〕＞</p> <p>◆相似な図形の性質のよさを実感して粘り強く考え、図形の相似について学んだことを生活や学習に生かそうとしている。＜机間支援・ノート（態②）〔記〕＞</p> <p>◆相似な図形を活用した問題解決の過程を振り返って評価・改善しようとしている。＜1人1台端末（態③）〔記〕＞</p>
		[めあて] 相似な図形の学習は、具体的な場面で、どのように活用できるだろうか？		
フ第18時	<p>■演習問題に取り組む活動を通して、単元内で学習した内容を振り返ることができるようにする。</p> <p>□本単元で学習した内容を振り返る演習問題に取り組む。</p> <p>※上記の学習を終了後、単元末テストを実施し、評価を行う。</p>	●	●	<p>◆相似な図形の性質を基に線分の長さや角の大きさを求めることができる。＜（知①）〔記〕＞</p> <p>◆平面図形の相似の意味及び三角形の相似条件について理解している。＜（知②）〔記〕＞</p> <p>◆相似な図形の相似比と面積比や体積比との関係について理解している。＜（知③）〔記〕＞</p> <p>◆相似な図形の性質を具体的な場面で活用することができる。＜（思③）〔記〕＞</p>

VI 研究の結果と考察

1 授業の実際

(1) 授業実践1について (トライアルタイム: 第1~5時、第7~10時)

授業実践1では、特に「追究する」過程での「トライアルタイム」の位置付けや授業展開が有効に働いた。これまでの「二次方程式」の単元構想では、「因数分解による解法」や「平方根の考えを基にした解法」、「解の公式を用いた解法」のように、一つ一つ段階を追って単位時間を構成していた。本研究では、これらの二次方程式の解法を生徒が自ら考察できるようにするために、二つのミッションの中に様々な解法による問題を混ぜた状態で追究を開始した(図8)。このことにより、生徒が試行錯誤を重ねながら二次方程式の解法を自力で見いだすことができた。

まず、第2・3時の授業では「 $(x-2)(x+3)=0$ 」という設問に対して、最初は「2と-3を代入すれば0になる」という根拠で解いていた生徒が多かった。そこで、「単元の課題」を振り返り、「代入以外の根拠で解けないか」と問い掛けて追究させたところ、生徒は他者と対話することを通して、「かけて0だから、どちらかが0になる」や「一次方程式の形にすれば解くことができる」といった新たな気付きを得ながら解法をまとめることができた。その後、「 $x^2+2x-15=0$ 」や「 $x^2-14x+49=0$ 」等の設問に対して、多くの生徒が「左辺を因数分解し、一次方程式に変形する」という解法を自ら見いだすことができた。一方、「 $2x^2-3x-1=0$ 」という設問に対して、生徒たちは何度も試行錯誤を重ねながら因数分解に挑戦していたが、時間内に解決することができず、次のミッションにもち越すこととした。

次に、第4・5時では、「 $3x^2=15$ 」という設問を扱ったことで、生徒たちは平方根の考えを用いる解法に気付くことができていた。その後、「 $(x-3)^2=5$ 」という設問に対して、最初は左辺を展開した後に因数分解を試みた生徒が多かったが、徐々に「()²だから、平方根の考えが使える」と気付く生徒が増えていった。また、前回からもち越した「 $2x^2-3x-1=0$ 」に対しては、「()²の形にするためには、どうしたらよいか」と考えを出す生徒が現れ、試行錯誤を重ねた結果、第5時までには各学級で5名程度の生徒が自力で解決することができていた(図9)。その考えを基に、第6時で「解の公式」について全体で学習した後、第7・8時では、これまでに学んだ解法を基に、様々な二次方程式を効率よく解くための考え方をまとめる授業を位置付けた。

しかし、追究の様子を観察すると、これまでに見いだした解法を習得できていないことから、効率よく解くための考え方に至らない生徒が多かった。さらに、第9・10時での「つかう」過程では、問題文から立式ができて、その後の二次方程式の計算につまずき、解決に至らない生徒が見られた。以上の課題から、生徒は単元内で見いだした知識や技能、考え方について振り返り、自身の学びを自覚するための時間が必要であると感じた。このことにより、生徒は学習内容に対する理解を深め、活用問題に取り組む際に自在に活用できるようになると考え、授業実践2では「ブラッシュアップタイム」を位置付けることとした。

(2) 授業実践2について

授業実践2の「追究する」過程では、「トライアルタイム」の設定を第7時までとした。その理由として、それ以降の学習では、図形の性質を直観的に捉え、推論し、考察するという過程で学習

[ミッション1] 次の二次方程式を解きなさい。
※どれから解いてもよいです。

(1) $(x-2)(x+3)=0$
 (2) $x^2=9$
 (3) $x^2+2x-15=0$
 (4) $x^2-14x+49=0$
 (5) $x^2+8x+7=0$
 (6) $x^2-3x=0$
 (7) $x^2=-2x$
 (8) $x^2+2x+1=0$
 (9) $2x^2-3x-1=0$

[ミッション2] 次の二次方程式を解きなさい。
※どれから解いてもよいです。

(1) $x^2-3x=0$
 (2) $(x+1)(x-2)=4$
 (3) $x^2-12=0$
 (4) $3x^2=15$
 (5) $5x^2-30x+40=0$
 (6) $(x-3)^2=5$
 (7) $(x+2)^2=49$
 (8) $x^2-6x=-1$
 (9) $2x^2-3x-1=0$

図8 第2・3時と第4・5時で追究した「ミッション」

Handwritten student notes showing trial and error solutions for quadratic equations. The notes include several equations and their solutions, such as $x = \frac{3}{4}$ and $x = \frac{4}{3}$, with some corrections and annotations.

図9 生徒の試行錯誤したノート

することから、一斉指導による授業展開が適していると判断したためである。また、「追究する」過程の最後の時間には、「ブラッシュアップタイム」を位置付けることで、「つかう」過程での問題解決の際に、生徒が単元内の学習内容を自在に活用できるように単元構想を工夫した。

第4・5時では、めあてを「相似な三角形をかくための条件はどのようなものがあるのだろうか?」と設定した後、図10のように「ミッション」を提示した。これまでの自身の授業では、初めから「合同条件」を基に相似な三角形のかき方を考えさせることで「相似条件」を導いていたが、本研究では、図10のように提示することで、生徒が試行錯誤しながら追究する中で「合同条件」との関連に気づき、自力で「相似条件」を導けるように「ミッション」の内容を工夫をした。また、個別追究の後には、「進捗状況確認シート」で解決の見通しを共有することで、生徒が更に試行錯誤を重ねられるようにした。具体的には、シート上に「相似な三角形をかくために測った辺や角の数」を入力させ、学級内で共有したことで、他者の考えを参考にしながら多様なかき方を試みる生徒が多く見られた(図11)。その後は、考えを深めるために追究する時間を設け、第4時の終末には、各々が見いだした相似な三角形のかき方を自分の言葉でまとめる活動を設定した。その際、多くの生徒が「合同条件」と関連付けながら記述することができた。第5時の導入の時間には、各々の振り返りを共有した後に、それらを参考にしながら再度追究に向かい、その結果を基に一斉での練り上げを図ったことで、生徒は自力で「相似条件」を導くことができた。

また、第15時の「ブラッシュアップタイム」は、生徒が「追究する」過程で見いだした学習内容を振り返る時間として設定した。まず、単元内の学習内容を各自で振り返った後、演習問題に個別で挑戦する時間を設けた。その際、相似比と体積比の関係は理解しているが、実際に体積を求める問題への理解が不十分な生徒が見られた(図12)。その後、その生徒は他者との対話を通して、比例式を用いて求めることに気付いたが、体積比ではなく相似比を用いて立式し、結果を求めていた。終末の時間には、正答を確認することで「体積比」を用いて立式することに気づき、自身の誤答を訂正しながら理解を深める様子が見られた(図13)。

「つかう」過程での「トライアルタイム」では、体積比を活用して解決することをねらいとした問題を出題した(図14)。そのため、図の円錐には底面の半径を提示せず、生徒が体積を求めて比較するのではなく、体積比に着目できるようにした。この問題に対し、個別追究では解決できなかった生徒が、同じ疑問をもった生徒と対話しながら、図12の演習問題の解法を振り返ることにより、体積比を活用することに気づき、解決に向かう姿が見られた。その際、立式や計算方法について適切に処理することができ、単元内で学んだ学習内容を自在に活用する姿が表れた。

2 検証の観点1

生徒が試行錯誤を重ねながら自力で問題解決に向かう活動を取り入れた「トライアルタイム」を単元内に計画的に位置付け、授業展開を工夫することにより、生徒が既習事項を基に解決策を考え、新たな知識や技能、考え方を見いだせるようになったか。

(1) 生徒アンケートの結果

授業実践の前後で生徒にアンケートを実施し、その変容を比較した(次ページ図15)。その結果

【ミッション】
 ①配られた白紙に△ABCをかきましょう。(形は自由です。)
 ②△ABCに相似で、相似比が1:2となる△DEF(拡大図)をかきましょう。ただし、今回は「相似の中心」は使わず、「定規、コンパス、分度器」を使って解決してください。
 どこの辺や角を測ったのかを分かるように

図10 第4・5時で追究した「ミッション」

測った辺の数	測った角の数	合計
3	0	3
1	2	3
3	0	3
3	0	3
2	1	3

図11 進捗状況確認シートでの解決の見通しの共有

【問題①】高さが6cmと8cmである相似な二つの円錐P、Qがある。
 (1) 円錐PとQの相似比を求めなさい。
 (2) 円錐PとQの表面積比と体積比を求めなさい。
 (3) 円錐Pの体積が108πcm³のとき、円錐Qの体積を求めなさい。

図12 体積比についての演習問題

→ 体積比
 $3:4 = 108\pi : x$ $27:64 = 108\pi : x$
 $3x = 432\pi$ $27x = 108\pi \times 64$
 $x = 144\pi$ $x = 256\pi$

図13 生徒による誤答訂正

【ミッション③】
 AさんとBさんは、ジュースを買うことにした。
 A「めずらしい形のジュースだね。」
 B「円錐ですね。実に面白い。」
 A「半分ずつに分けて飲もう。」
 B「いいですね。お先にどうぞ。」
 A「ありがとう。いっぱいまで入っているから、こぼさないように...半分まで飲んだよ。どうぞ。」
 Aさんが飲んだジュースの量は、本当に半分なのでしょか?調べましょう。

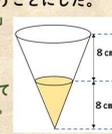


図14 第16・17時で追究した「ミッション」

①の質問から、新たな問題に取り組む際に解決策を考えられるようになったと答えた生徒は89.6%から100%に増加した。また、②の質問から、既習事項に着目して追究できるようになったと答えた生徒は89.6%から95.8%に増加した。さらに、③の質問から、自力で試行錯誤できるようになったと答えた生徒は77.1%から89.6%に増加した。

次に、授業実践後に、授業中の手立てに関するアンケートを実施し、それらの有効性を検証した(図16)。その結果、個別追究の後に各自の必要感に応じた学び方で追究する時間を設定したことは、問題の解決策を考え、追究するために有効だったと、ほぼ全員が答えた。また、「進捗状況確認シート」が、生徒同士の協働学習を活性化させたかを問うアンケートでは、81.3%が有効だったと答えた。

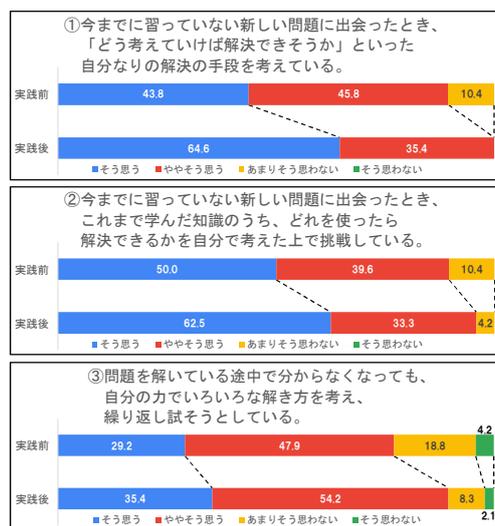


図15 アンケート結果の比較(割合)

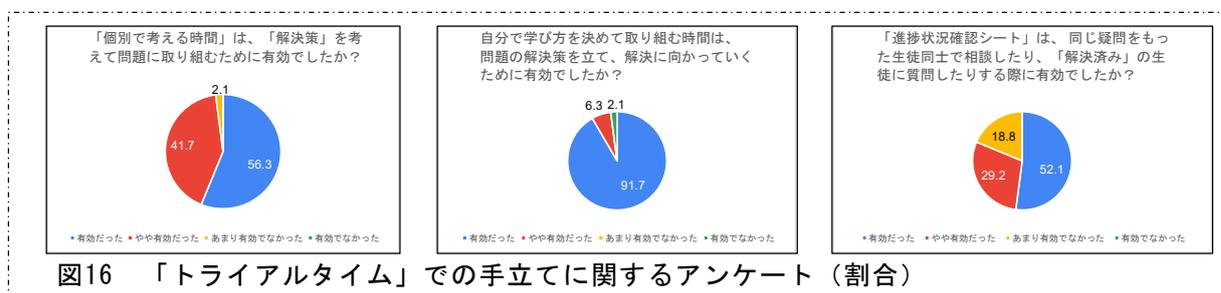


図16 「トライアルタイム」での手立てに関するアンケート(割合)

(2) 考察

「トライアルタイム」での生徒の活動の様子やアンケートの結果から、生徒が試行錯誤を重ねながら問題解決に向かう際の授業展開を工夫したことは、生徒が既習事項を自在に活用しながら問題の解決策を考え、追究する上で有効に働いたと言える。昨年度までの授業では、活用問題の解法を考える際に、全く手が付けられずに自力解決を諦め、他者から教えてもらうことを待っていた生徒が多かった。しかし、本研究での実践を通して、個別追究時に、全ての生徒が自分の考えをノートに書きながら試行錯誤する姿や、対話活動の際に同じ問いを抱いた生徒同士が解決策を出し合い、新たな気付きを得ながら追究する姿が頻繁に見られるようになった。授業実践後の生徒アンケートの記述欄からは、「今までは諦めていたような問題も、自分なりの考えがもてるようになった」や「前の勉強をどのように生かせるかを考えて取り組んだ」といった意見が挙げられたことから、生徒の「問題解決能力」の育成に迫れたことが伺える。その要因として、特に「試行錯誤を繰り返したこと」と「2時間計画でじっくりと追究したこと」が有効であったと考えられる。

「ミッション」の追究活動では、授業実践を重ね、試行錯誤を繰り返していくうちに、解決策を考えられるようになった生徒が多く見られた。特に、実践開始当初は、問題の解決策を全く考えられずに自力解決を諦めていた生徒が、実践を重ねるうちに粘り強く考えて追究する姿が見られるようになった。生徒は、他者と対話しながら解決策を考える際に、どの既習事項が使えるかについて考えを出し合い、協働的に追究する姿が表れるようになったことから、実践を通して「問題解決の際は、既習事項を活用すれば解決に迫れる」と気付くことができたと考えられる。

さらに、生徒にじっくりと試行錯誤させたい「ミッション」の場合は、2時間計画での授業を実施したことにより、各々の習熟度に応じた進捗で、一人一人の考えを深めることができた。例えば「相似条件を導く活動」では、昨年度の自身の授業では、単位時間内に一斉指導の中で相似な三角形をかかせ、相似条件としてまとめていたため、生徒が試行錯誤する時間が不十分であり、教師主導の授業展開になっていた。そこで、本研究では2時間計画で設定したことにより、追究活動終了時には、全ての生徒が自分の言葉で「相似な三角形のかき方」をまとめることができていた。さらに、相似な三角形のかき方を早く見いだせた生徒については、「『二組の辺の比と、その間でない

角』の場合の反例をかいてみよう」や「相似比を限定しない場合、『一組の辺の比と、その両端の角』は、どのように表せるだろう」のように、追究の過程で生まれた新たな問いの解決を図ることができた。また、1時間目の各々の振り返りを2時間目の導入で共有し、対話をしたことにより、その後の追究活動での生徒の考えの広がりや深まりを生むことにつながったと考える。

一方で、前ページ図15の③の質問において、「そう思わない」と答えた生徒は、他者との対話を通して新たな気付きを得ることで協働的に解決に向かう様子が見られた。そのため、他者との対話からの気付きを基に、再度自力で考え直す場面を意図的に設定することで、徐々に自力解決できる場面を増やす必要があると考える。また、前ページ図16での「進捗状況確認シート」の活用に関するアンケートで「あまり有効でなかった」と答えた生徒は、追究の際に、疑問を質問したり、一緒に考えたりする生徒が限定されていた傾向があると考え。そのため、生徒がシートの入力状況を参考にして、より多様な他者との対話を基に問題解決に向かうことができるよう、教師のファシリテートの更なる工夫が必要であると考え。

3 検証の観点2

生徒が単元内で見いだした新たな学習内容を振り返る活動を取り入れた「ブラッシュアップタイム」を単元内に計画的に位置付け、授業展開を工夫することにより、生徒が自身の学びを自覚し、問題解決の場面で学習内容を自在に活用できるようになったか。

(1) 生徒アンケートの結果

授業実践の前後で生徒にアンケートを実施し、その変容を比較した(図17)。その結果、①の質問から、解決後に自身の追究の過程を振り返っていると答えた生徒は、75%から85.4%に増加した。また、②の質問から、解決後に新たな気付きを得たり、疑問を抱いたりして、次の学習等に生かしていると答えた生徒は、77.1%から87.5%に増加した。

次に、実践後に「ブラッシュアップタイム」の位置付けに関するアンケートを実施し、手立ての有効性を検証した(図18)。その結果、「ブラッシュアップタイム」で演習問題に取り組んだことで、単元内の学習内容の習熟度の自己分析や、理解を深めるために有効だったと答えた生徒は95.6%だった。

(2) 考察

「ブラッシュアップタイム」での生徒の活動の様子やアンケートの結果から、生徒が自身の学びを自覚できるように授業展開を工夫したことは、単元内の学びを振り返り、問題解決の場面で学習内容を自在に活用するために有効に働いたといえる。特に、これまでの授業においては演習問題に取り組む際は、学習内容の定着を主な目的としていた。本研究では、「ブラッシュアップタイム」の授業展開を工夫したことにより、生徒が自身の学びを自覚することにつながったと考える。さらに、生徒が学習内容への理解を深め、問題解決の際に自在に活用できるようになったことから生徒の問題解決能力を高める上で、「トライアルタイム」と「ブラッシュアップタイム」が互いに関わり合っていることが分かった。そのため、単元構想をする際には、二つの時間の相互作用が効果的に働くように、計画的に位置付けることが重要であると考え。

また、授業中の手立てについては、演習問題に個別で挑戦した後に、疑問に感じたことを自分で調べたり、同じ疑問をもった生徒と一緒に解決したりする時間を設けた。そのことにより、生徒たちは、単元内の学習内容について、じっくりと復習しながら理解を深めていく様子が見られた。授

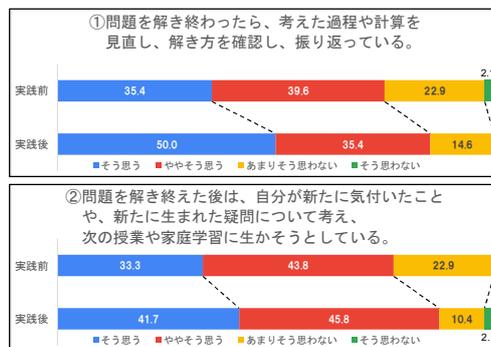


図17 アンケート結果の比較(割合)

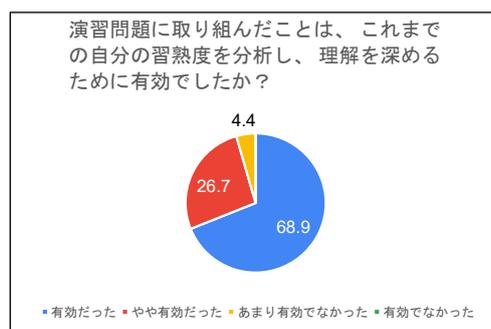


図18 「ブラッシュアップタイム」についてのアンケート(割合)

業後の生徒の振り返りからも「自分のペースで復習できて、内容が分かるようになった」や「友達に質問され、説明したことで理解が深まった」といった意見が挙げられたことから、手立てが有効に働いたことがうかがえる。また、模範解答を参考にして習熟度を自己分析したことで、生徒は自らの解決の過程を丁寧に分析することを通して、自身の学びを自覚することにつながったと考える。

つまり、本研究で示した手立てのうち、特に「各時間の単元内の位置付けの工夫によって生まれる相互作用」や、「ブラッシュアップタイムでの授業展開の工夫」が、問題解決の場面で単元内の学習内容を自在に活用するために有効に働いたと言える。

Ⅶ 研究のまとめ

1 成果

- 生徒が試行錯誤を重ねながら追究し、自身の学びを自覚できるように、各時間の授業展開を工夫したことで、生徒が問題解決の際に、自分の考えをもち、解決策を考えて追究に向かうことができるようになった。特に、そのような学びの経験を積み重ねることで、生徒は問題の解法を自力で見いだせるようになった。
- 「トライアルタイム」と「ブラッシュアップタイム」の単元内の位置付けを工夫したことにより、単元の「つかう」過程で扱う問題に対して、既習事項を自在に活用しながら追究できるようになった生徒が多く現れた。

2 課題

- 今後は、教師が「ミッション」という形で問題を提示することに加え、生徒が自ら問題を見だし、解決に向かえるような活動を取り入れた授業構想の工夫が必要であると考えます。
- 「ブラッシュアップタイム」については、授業実践2のみの位置付けだったため、本研究で示した手立てでの実践回数は少ない。そこで、今回示した手立てでの実践を今後も重ねていくことで、その有効性や改善案が更に明確になると考える。

Ⅷ 提言

生徒の「問題解決能力」を高めるためには、生徒が学びの主体となって追究に向かうことが重要である。そのため、教師は、各学校の生徒の実態に応じながら、「トライアルタイム」や「ブラッシュアップタイム」の単元内の位置付けの工夫や、各時間の授業展開の工夫をした上で、「生徒が主語となる学び」の実現に向けて、日々の授業改善を継続的に行う必要がある。

<引用文献>

- 1) 中央教育審議会(2021) 「「令和の日本型学校教育」の構築を目指して～全ての子供たちの可能性を引き出す、個別最適な学びと、協働的な学びの実現～(答申)」 文部科学省
https://www.mext.go.jp/content/20210126-mxt_syoto02-000012321_2-4.pdf (2023年5月)
- 2) 文部科学省編(2018) 『中学校学習指導要領解説数学編(平成29年7月)』 日本文教出版

<参考文献>

- ・群馬県教育委員会義務教育課編(2019) 『はばたく群馬の指導プランⅡ』
- ・国立教育政策研究所教育課程研究センター(2020) 『「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料 中学校 数学』 東洋館出版社

<担当指導主事>

新井 裕之 橋本 亮