

中学校数学科において試行錯誤しながら問題解決し、 思考力、判断力、表現力等が高まる生徒の育成 — 図形領域での単元パッケージの作成と活用を通して —

長期研修員 荻野 和明

《研究の概要》

本研究は、中学校数学科第2学年の図形領域である「平行と合同」を実践例にして、生徒が試行錯誤しながら問題解決し、思考力、判断力、表現力等を高めるための単元構想及び授業提案をしたものである。その手立てとして、「であう」過程では、単元の本質に迫る問題の工夫、「追究する」過程では、対話による考えを深める活動の工夫、「つかう」過程では、育成してきた思考力、判断力、表現力等を発揮する活動の工夫、さらに、単位時間ごとの「試行錯誤シートの活用」を提案する。単元を通して学習内容のつながりを意識し、対話を通して新たな考えや解き方を身に付け、それらを利用し、本時の学習に関する問題づくりを行うことに重点を置いている。これらの有効性を、研究実践を通して明らかにしたものである。

キーワード 【数学—中 試行錯誤 思考力、判断力、表現力等 単元パッケージ】

群馬県総合教育センター

分類記号：G03-03 令和4年度 279集

I 主題設定の理由

現代社会は急激に変化を遂げており、予測が困難な時代になると言われている。これからの時代を切り拓く子供たちには、社会の変化に適応するのみならず、自立して主体的に他者と関わり、よりよい生活や社会を創り出していく力が必要になると考える。

中学校学習指導要領解説数学編（平成29年7月）の改訂の趣旨及び要点において、これまでの成果と課題の中で、数学の学習に対し肯定的な回答をする生徒の割合が低下する傾向にあることや、数学的な表現を用いた理由の説明に課題があることが指摘されている。また、資質・能力の育成に向けて、数学的活動を通して、生徒の主体的・対話的で深い学びの実現を図るようにすることが示されている。

第3期群馬県教育振興基本計画の基本施策2においては、確かな学力の育成が掲げられており、現状と課題に対応する取組の方向には、児童生徒の思考力、判断力、表現力や読解力、物事を多面的に捉える力、学習を日常生活と結び付ける力などを育成すると示されている。さらに、令和4年度学校教育の指針では、ICT活用の特性・強みを最大限に生かし、学校、放課後・家庭、オンラインによる学びを関連付けながら、個別最適な学びと協働的な学びの一体的な充実を図り、ICTを活用した群馬ならではの学びを推進していくことが示されている。また、各教科等で学びを深める授業改善のポイントとして、算数・数学科では、問題発見・解決の過程で生じる気づきや方法、理由等を表現させ、問題場面や言葉、数、式、図、表、グラフなどを関連付けながら自他の考えを学び合う活動を設定していくことが示されている。

国や県の課題となっている資質・能力を育成していくためには、生徒一人一人が事象を数理的に捉え、数学の問題を見だし、問題を自立的、協働的に解決し、解決過程を振り返って概念を形成したり体系化したりする数学的活動をより一層充実させていくことが必要であると考えられる。

研究協力校（以下、協力校）での数学の授業を振り返ってみると、授業へ静かに集中して取り組むことはできるが、自分の思いや考えを進んで発言したり、かき表したりすることには消極的であり、教師が出した問題に答えればよいと思っている生徒も多く、学習に対して受け身の姿勢が見られる。また、個別追究後、教師の発問に応じて活発に発言し、学習を進める生徒がいる一方で、自分の答えが一つ出せば、満足してしまう生徒の姿も見られる。生徒が自らの学習状況を把握し、自他の多様な考え方に触れ、自分の考えを修正したり、更により方法を見付けたりして、自分の考えを広げ深めていくことなどがあまりできていないという課題がある。その原因としては、授業が教師主導型のため、知識及び技能の習得が授業の中心になっていることや個別追究後に、生徒一人一人が自分の考えを表現し、自他で互いの考えを認め合える機会が少ないことが考えられる。また、数研式CRT検査結果を踏まえた数学科の課題は、大領域別集計で分析すると、図形領域の得点率が全国より2.1ポイント低くなっている。出題された問題から分析すると、一つの図形を移動する前と後で比較して図形の性質や関係を捉える問題に課題があると考えられる。その原因としては、図形領域では、単位時間ごとの図形の性質を理解させることばかりに指導がいき、生徒が単元を通して学習内容のつながりを意識して問題解決していく単元構想ができていなかったことが考えられる。

本研究では、生徒が単元における学習内容のつながりを意識して問題解決する授業を継続することで、知識及び技能の習得とともに、試行錯誤しながら問題解決し、思考力、判断力、表現力等を高めることができる。そのために、まず、単位時間ごとに、生徒自身が問題場面から問いを見だし、その問いを追究していく。自らが見いだした問いであるため、解決したいという必要感をもって問題解決する。そして、解決の過程や結果を、対話を通して共有し、自身の学びを振り返って、次の解決へとつなげていく生徒主体の授業を目指していく。

以上のことから、本研究を通して、中学校数学科の学習指導において、図形領域での単元パッケージの作成と活用をすることで、試行錯誤しながら問題解決し、思考力、判断力、表現力等が高まる生徒を育成したいと考え、本主題を設定した。

II 研究のねらい

中学校数学科の図形領域での学習指導において、試行錯誤しながら問題解決し、思考力、判断力、表現力等が高まる生徒を育成するために、図形領域における単元パッケージを作成し、活用することの有効性を明らかにする。

III 研究仮説（研究の見通し）

中学校数学科の図形領域の学習指導において、第2学年「平行と合同」での学習を例にして、図形領域での単元パッケージを作成し、四つの手立てを講じて活用することで、試行錯誤しながら問題解決し、思考力、判断力、表現力等が高まる生徒を育成することができるであろう。

- 1 「である」過程では、単元の本質に迫る問題の工夫を行う。単元の本質に迫る問題を提示し、既習事項だけでは上手く解決できないことで困り感を味わわせ、学習する必要性に気付くことができるであろう。そして、生徒は問題解決に向けて、観察、操作、実験的な活動を繰り返すことで、図形に対する興味・関心を高めるとともに、単元の課題を見だし、学ぶ必要性に気付くことができるであろう。
- 2 「追究する」過程では、対話による考えを深める活動の工夫を行う。既習の図形の性質とのつながりを意識して、自他の解決方法の過程を説明し合い、それぞれの解決方法を共通点・相違点や簡潔・明瞭・的確さを視点に比較・検討させる。さらに、対話を通して得た新たな考えを生かし、自分の考えを修正したり、更によりよい方法がないか再考したりすることで、思考力、判断力、表現力等が高めることができるであろう。また、授業の終末に、問題の図の形や位置関係、数値などに着目させ、条件を変えて問題づくりに取り組ませることで、自分の考えを深めることができるであろう。
- 3 「つかう」過程では、育成してきた思考力、判断力、表現力等を発揮する活動の工夫を行う。単元の学習内容が総合的に含まれる問題に取り組んだり、「追究する」過程で積み重ねてきた生徒自作の問題を解き合ったりする。そして、その解決の過程を説明し合い、互いの考えのよさを学び合うことで、自分の考えを簡潔・明瞭・的確に表現し、図形の性質を、図や式、言葉などを用いて、根拠を明らかにして論理的に説明することができるなど、思考力、判断力、表現力等を更に高めることができるであろう。
- 4 単位時間ごとに、表計算ソフトで作成した「試行錯誤シート」へ、問題解決のために試行錯誤したことを、1人1台端末を使って入力させる。各自がこのシートの入力内容をいつでも見返して問題解決したり、後から気付いたことを入力したりできるようにすることで、生徒が単元を通して学習内容のつながりを意識し、考えを深める補助ができるであろう。また、単元の終末では、試行錯誤シートに単元の学習における自己の学びの高まりについて入力させることで、生徒自身が学びの高まりを自覚したり、学んだことを次の学習へつなげたりすることができるであろう。

IV 研究の内容

1 基本的な考え方

(1) 文言の定義

① 試行錯誤とは

本研究で、生徒が試行錯誤する場面とは、問題解決に向けた個別追究、ペアやグループでの対話、問題解決後の適用問題や問題づくりに取り組む場面である。生徒が試行錯誤するとは、自他の考えや解決方法を比較・検討し、互いの考えのよさを学び合い、対話を通して得た新たな考えを生かして、自分にとってよりよい解決方法を見付けようとすることである。また、自分の解決方法や結果が正しいかを確かめるために別の方法でも考えようとすることや解決が上手くいかなかったときには学習プリントや試行錯誤シートを見返して、学習内容のつながりの確認や解決方法の修正を行うなど、自分の思いや考えを練ったり、練り直したりしていくことの総称である。

② 思考力、判断力、表現力等が高まるとは

本研究では、数学を活用して事象を論理的に考察する力、図形の性質を見いだし統合的・発展的に考察する力、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力を踏まえて、「思考力、判断力、表現力等が高まること」を、以下のア～ウを行うことができるようになった姿と捉えることとした。

- ア 既習の知識及び技能を活用して、問題解決に必要な図形の性質をかいたり、図に補助線をひいたりするなど、多様な視点から問題を捉え、解決に向けて筋道を立てることができている姿
- イ 対話を通して得た新たな考えから、自分の考えを修正したり、更により方法がないか再考したりすることで、自分に適した問題解決の方法を見いだす。また、それらを生かして、問題の条件を変えて本時の学習に関する問題づくりを行うことができている姿
- ウ 図形の性質を、図や式、言葉などを用いて、根拠を明らかにして論理的に説明することができる姿

③ 図形領域での単元パッケージとは

本研究では、はばたく群馬の指導プランⅡを基に、単元構想、授業構想として学習指導案、学習プリント（実践例である第2学年の単元「平行と合同」やそれと系統性のある第3学年の単元「円」）を作成した。また、図形領域の各過程での指導のポイントをまとめた授業指導プランや学習内容のつながりを意識し、考えを深める補助を行う試行錯誤シートを作成した。それらを活用して、生徒の思考力、判断力、表現力等を高めるために、単元を構成したものである。

(2) 手立ての説明

図形領域での単元パッケージを活用した単元構想及び授業を提案する。具体的には、第2学年の単元「平行と合同」での学習を例にして、以下の手立てを設定する。

① 「であう」過程での単元の本質に迫る問題の工夫

生徒に身近な図形を扱い、単元の本質に迫る問題を工夫する。平行と合同では、ペアでの図形の伝言ゲームを設定し、相手に背を向け、相手が伝えた図形の構成要素を基とした情報だけを手掛かりに図をかかせることで、生徒は正確に図がかけない困難さを味わうことができると考える。そして、より正確な図をかくためにはどのようにすればよいか考えさせる。ポイントとなる考え方（図形の形や大きさ、位置関係、伝える順序など）を確認し、観察、操作、実験的な活動を試行錯誤しながら繰り返すことで、生徒の図形に対する興味・関心を高めるとともに、単元の課題を見だし、本単元を学ぶ必要性に気付くことができると考える。

② 「追究する」過程での対話による考えを深める活動の工夫

個別追究前では、生徒が学習プリントへ問題解決に必要な既習の図形の性質をかき込むことで、各単位時間での学習内容のつながりを意識して、解決の見通しをもつことができると考える。また、個別追究後にはペアになり、自分の解決方法の根拠を説明し合う活動を行うことで、試行錯誤した自分の考えを表現できると考える。理解が不十分でも途中まで説明し、問題を解決できている生徒が続きを説明するなど、対話のルールを作っておくことで、生徒一人一人が試行錯誤したことを表現できると考える。また、多様な考えが出てくる問題ではグループになり、それぞれの解決方法の共通点・相違点や簡潔・明瞭・的確さを視点に比較・検討を行う。ペアやグループで考える活動により、自分の考えを広げ深めることができると考える。また、対話によって得た新たな考えを生かして、本時の学習に関する問題づくりを積み重ねることで、思考力、判断力、表現力等を高めることができると考える。

③ 「つかう」過程での育成してきた思考力、判断力、表現力等を発揮する活動の工夫

既習の図形の性質を利用して、矢じり形や星形五角形の角の性質を導いたり、「追究する」過程で積み重ねてきた生徒自作の問題を解き合ったりすることで、自分の力で問題解決できた喜びを実感することができる。さらに、自分の解決過程や結果の根拠となる図形の性質を学習プリントにかき加えさせ、その解決過程を図や式、言葉などを用いて説明し合い、互いの考えのよさを学び合うことで、自分の考えや解き方を簡潔・明瞭・的確に表現し、思考力、判断力、表現力等を更に高めることができると考える。

④ 単元を通した「試行錯誤シート」の活用の工夫

問題解決に向けて考えたことを、単位時間ごとに、表計算ソフトで作成した試行錯誤シートへ1人1台端末を使って入力させる。解決が上手くいかないときには、試行錯誤シートへの入力内容を見返して自分の考えの練り直しをさせたり、後から気付いたことを入力させたりして、よりよい考えや解き方を見いだす。これらのことから、生徒が単元を通して学習内容のつながりを意識し、考えを深める補助を行うことができると考える。また、単元の終末では、単元の学習を通した自己の学びの高まりについて入力させることで、生徒自身が学びの高まりを自覚したり、学んだことを次の学習へつなげたりすることができると思う。

2 研究構想図



V 研究の計画と方法

1 授業実践の概要

対 象	研究協力校 中学校第2学年 140名(4クラス)
実践期間	令和4年10月11日～11月18日 15時間
単元名	「平行と合同」
単元の目標	<p>(1) 平面図形と数学的な推論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) 数学的な推論の過程に着目し、図形の性質や関係を論理的に考察し表現することができる。</p> <p>(3) 基本的な平面図形の性質や図形の合同について、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、よりよく問題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	検証の方法
見通し1	「であう」過程において、単元の本質に迫る問題を工夫し、既習事項だけでは上手く解決できない問題に取り組ませることで、困り感を味わわせる。そして、問題解決に向けて、観察、操作、実験的な活動を繰り返したことは、生徒が単元の課題を見だし、本単元を学習する必要性に気付かせるために有効であったか。	<ul style="list-style-type: none"> ・行動観察 ・学習プリント ・試行錯誤シート ・授業ビデオ分析 ・アンケート結果
見通し2	「追究する」過程において、個別追究後、ペアで自分の考えを表現させる。多様な考えが出てくる場合には、グループで自他の考えを比較・検討させる。また、対話を通して得た新たな考えを生かして、本時の学習に関する問題づくりの積み重ねをさせる。これらのことは、生徒の思考力、判断力、表現力等を高めるために有効であったか。	
見通し3	「つかう」過程において、単元の学習内容が総合的に含まれる問題や「追究する」過程で積み重ねてきた生徒自作の問題を解き合う。そして、その解決の過程を説明し合う活動を行うことは、育成してきた思考力、判断力、表現力等を発揮し、図形の性質を、根拠を明らかにして論理的に説明できるなど、思考力、判断力、表現力等を更に高めるために有効であったか。	
見通し4	「試行錯誤シート」へ単位時間ごとに、問題解決のために試行錯誤したことを、1人1台端末を使って入力させる。解決が上手くいかないときには、入力内容を見返して自分の考えの練り直しをさせる。そして、単元の終末では、自己の学びの高まりについて入力させる。これらのことは、単元を通して学習内容のつながりを意識したり、生徒自身が学びの高まりを自覚したりするために有効であったか。	<ul style="list-style-type: none"> ・行動観察 ・学習プリント ・試行錯誤シート ・アンケート結果

3 評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
①平行線や角の性質を理解している。 ②多角形の角についての性質を見いだせることを知っている。 ③対頂角や内角、外角、≡の記号の意味を理解している。 ④平面図形の合同の意味及び三角形の合同条件について理解している。 ⑤証明の意味及びその方法について理解している。	①基本的な平面図形の性質を見だし、平行線や角の性質を基にしてそれらを確かめ説明することができる。	①平面図形の性質の必要性和意味及び方法を考えようとしている。 ②平面図形の性質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平面図形の性質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（全15時間）

過程	時間	ねらい	重点	評価項目<方法（観点）> [記]：記録に残す評価
であう	1	●生徒の身近な図形を組み合わせた図を、相手が伝えた情報だけを基に図をかく活動を通して、図形に対する興味・関心を高めるとともに、単元の課題を見だし、学習の見通しをもつことができるようにする。	思 態	◇身近な図形を組み合わせた図を、図形の特徴や位置、伝える順番などに着目し、論理的に筋道立てて説明することができる。 <行動観察・学習プリント（思①）> ◇図形の特徴や位置、伝える順番などに着目し、論理的に筋道立てて説明することの必要性を感じ、単元の課題を見いだそうとしている。 <行動観察・学習プリント・試行錯誤シート（態①）>
追究する	2	●多角形の内角の和を求めるために、いくつかの三角形に分けて考えていくことを通して、その求め方を説明できるようにする。	知	◇多角形の内角の和の性質は、三角形の内角の和を基にして見いだせることを理解している。 <行動観察・学習プリント（知②） [記]>
	3	●多角形の外角の和の求め方を考えることを通してn角形の外角の和は 360° になることを説明できるようにする。	思	◇n角形の外角の和の求め方を、基にしていることがらを明らかにして説明することができる。 <行動観察・学習プリント（思①）>
	4	●図形作成ソフトを操作し、2本の直線が交わる時にできる対頂角について考察することを通して、平角が 180° であることを基に、対頂角は等しくなることを、論理的に筋道立てて説明できるようにする。	思	◇対頂角が等しくなることを、論理的に筋道立てて説明することができる。 <行動観察・学習プリント（思①）>
	5	●図形作成ソフトを操作し、同位角や錯角について考えることを通して、同位角、錯角の関係を理解し、平行線の錯角が等しくなることを論理的に筋道立てて説明できるようにする。	思	◇平行線の錯角が等しくなることを、論理的に筋道立てて説明することができる。 <行動観察・学習プリント（思①）>
	6	●平行線の同位角、錯角の性質を利用するための補助線をひき、三角形の内角の和について考察することを通して、三角形の内角の和が 180° であることを、論理的に筋道立てて説明できるようにする。	思	◇三角形の内角の和が 180° であることを、論理的に筋道立てて説明することができる。 <行動観察・学習プリント（思①）>
	7	●既習の図形の性質を利用する問題に取り組むことを通して、三角形の内角と外角の性質や多角形の内角の和、外角の和の性質を理解し、角の大きさを求めることができるようにする。	知	◇三角形の内角と外角の性質を理解し、既習の図形の性質を利用して角の大きさを求めることができる。 <行動観察・学習プリント（知①、③） [記]>
	8	●図形の性質を踏まえた補助線を生かして、平行線と折れ線の角の大きさを考察するとともに、角の大きさの求め方を説明できるようにする。	態 思	◇平面図形の性質について学んだことを学習に生かそうとしている。 <行動観察・学習プリント・試行錯誤シート（態②） [記]> ◇平行線と折れ線の角の大きさの求め方を、補助線や根拠となる図形の性質を明らかにして説明することができる。 <行動観察・学習プリント・試行錯誤シート（思①） [記]>
	9	●いくつかの平面図形について、線分の長さや角の大きさを考察することを通して、平面図形の合同の意味と表し方や合同な図形の性質を理解できるようにする。	知	◇平面図形の合同の意味と表し方や合同な図形の性質を理解している。 <行動観察・学習プリント（知④）>

つかう	10	●ある三角形と合同な三角形をかくための方法を考えることを通して、三角形の合同条件が成り立つ理由を理解できるようにする。	知	◇三角形の合同条件が成り立つ理由を、三角形の決定条件を基にして考え、理解することができる。 ＜行動観察・学習プリント（知④）＞
	11	●二つの三角形について、合同条件に当てはまる辺や角を明らかにすることで、三角形の合同条件を基に合同を判断する方法を理解することができるようにする。	知	◇三角形の合同条件を根拠にして、二つの三角形が合同かどうかを判断する方法を理解することができる。 ＜行動観察・学習プリント（知④）（記）＞
	12	●角の二等分線の作図方法が正しいことを、証明することを通して、証明の進め方とことがらの仮定と結論の意味を理解できるようにする。	態 知	◇証明の必要性と意味及びその方法を考えようとしている。＜行動観察・学習プリント・試行錯誤シート（態①）（記）＞ ◇証明の進め方とことがらの仮定と結論の意味を理解している。 ＜行動観察・学習プリント（知⑤）（記）＞
	13	●既習事項を利用して簡単な図形の性質を証明することを通して、仮定と結論を区別し、根拠となることがらを明らかにして結論を導くことができるようにする。	思	◇証明の根拠となることがらを明らかにして、簡単な図形の性質を証明することができる。 ＜行動観察・学習プリント・試行錯誤シート（思①）（記）＞
	14	●既習の図形の性質を生かして、矢じり形の角について考えることを通して、根拠となることがらを明らかにして、解決の過程を説明できるようにする。	思	◇根拠となることがらを明らかにして、矢じり形の角の性質を説明することができる。 ＜行動観察・学習プリント・試行錯誤シート（思①）（記）＞
15	●生徒自作の問題について、既習の図形の性質を利用して問題を解き合い、解決の過程を振り返る活動を通して、自分の考えをよりよいものに改善することができるようにする。	態 思	◇既習の図形の性質を利用して問題を解き合い、解決の過程を振り返って評価・改善しようとしている。＜行動観察・学習プリント・試行錯誤シート（態③）（記）＞ ◇生徒自作の問題を既習の図形の性質を利用し、根拠を明らかにして説明することができる。 ＜行動観察・学習プリント・試行錯誤シート（思①）（記）＞	

VI 研究の結果と考察

1 検証の観点 1

「でよう」過程において、単元の本質に迫る問題を工夫し、既習事項では上手く解決できない問題に取り組ませることで、困り感を味わわせる。そして、問題解決に向けて、観察、操作、実験的な活動を繰り返したことは、生徒が単元の課題を見だし、本単元を学習する必要性に気付かせるために有効であったか。

(1) 結果

第1時では、ペアでの図形伝言ゲームの活動を提示した。図形伝言ゲームとは、相手が伝えた図形の構成要素を基とした情報だけを手掛かりに図をかく活動で、友達が伝えた図と同じ図をかくという問題を設定した。生徒は学習内容の説明を聞いた後に、「上手く説明できるか心配」、「相手が分かりやすいように伝言したい」、「相手が伝えたことをしっかり理解してかけるようにしたい」という思いをもっていた。聞いている側は質問ができないので、伝える側はどのようにすれば相手が正確に図をかけるようになるかを念頭に、1回目の活動から伝えるポイントを考えていた。それを踏まえて2回目の活動では伝言の仕方を工夫し、正確な図がかかるように何度も表現を変えて伝言する様子が見られた。

第1時の生徒の振り返りの記述内容は、以下のとおりである。

表1 第1時の生徒の振り返りの記述内容

生徒A	相手に上手く伝えることは難しかったけど、図形の性質や形をよく理解し、伝えることが大切だった。また、図形と図形が接する部分を詳しく伝えるのもとても重要だった。
生徒B	分かりやすく伝えるためには、プリンのような台形、ダイヤのようなひし形など、辺の長さに着目して、～のような、例えを使って表現することも、伝えるときに必要だなと思った。
生徒C	最初は、図形の位置を下から順にどんな図形が作られているか伝えたが、いろいろな図形に接している真ん中の図形から伝えた方が相手に説明が伝わりやすかった。

(2) 考察

生徒の振り返りの記述内容（前ページ表1）や研究実践の行動観察から、既習事項だけでは上手く解決できない問題に取り組ませた。生徒は図を正確にかけない困り感を味わうため、それを解決したいという意思が働き、解決するための方法を試行錯誤しながら身に付ける努力につながる事が分かった。

「である」過程において、単元の本質に迫る問題の工夫を行うことで、生徒が図形領域を学習する興味・関心を高め、どのようにすれば相手に分かりやすく説明できるかという問いをもつことができた。そして、生徒は「図形の性質を、相手に分かりやすく説明する力を身に付ける」という単元の課題を見だし、本単元を学習する必要性に気付くことに有効であったと考える。

さらに、単位時間の導入時に問題場面の工夫を行い、生徒の問いや疑問を基に、めあてを設定したことで、生徒は毎時間のめあての達成に向けて、見直しをもって学習に取り組むことができるようになった。つまり、「である」過程だけでなく導入時に問題場面の工夫を行うことが、生徒が本時の学習内容を学ぶ必要性に気付く上で重要であると考えられる。

2 検証の観点2

「追究する」過程において、個別追究後、ペアで自分の考えを表現させる。多様な考えが出てくる場合には、グループで自他の考えを比較・検討させる。また、対話を通して得た新たな考えを生かして、本時の学習に関する問題づくりの積み重ねをさせる。これらのことは、生徒の思考力、判断力、表現力等を高めるために有効であったか。

(1) 結果

第8時では、平行線と折れ線の角の大きさの求め方を、既習の図形の性質を踏まえて補助線をひいて考察した。個別追究後、ペアになり、図を指し示しながら根拠を明らかにして、互いに求め方を説明し合った。その後、グループで自他の求め方の共通点や相違点を視点に比較・検討を行った。友達との対話後、自分の考えや解き方を再考し、新たに得た考えを生かして、適用問題や問題づくりに取り組むことができた。

生徒は対話による考えを深める活動を生かし、自分の考えを修正したり、更により方法がないか再考したりした。個別追究後の取組では、式のみで表現していた生徒が、適用問題において、ペアで解き方を説明しようという指示に対し、既習の図形の性質を使いながら根拠を明確にして、筋道立てて表現していた（図1）。また、条件を変えて問題づくりに取り組もうという指示に対し、ある生徒は点Pの位置を動かして問題づくりを行い、他のある生徒は直線 l の傾きを変えて問題づくりを行うなど、対話を通して得た三角形の内角と外角の性質を生かして、平行線の性質だけでなく、複数の図形の性質を組み合わせ問題づくりを行うことができた（次ページ図2）。生徒は対話を通して得た新たな考えを生かし、適用問題や問題づくりで、思考力、判断力、表現力等を高める様子が見られた。

・平行線と折れ線の角の問題	・個別追究後の考え	・適用問題での取組（求め方をペアで説明）
		<p> $\angle a$ は、47° と、全角 の 97°。 47° に対する。 $\angle b$ は、$100 - 47 = 53^\circ$ $\angle c$ は、$\angle b = 53^\circ$ と 錯角 の 53°。 $\angle c = 53^\circ$ したがって、$x = 180 - 53 = 127^\circ$ </p>

図1 適用問題での取組の様子

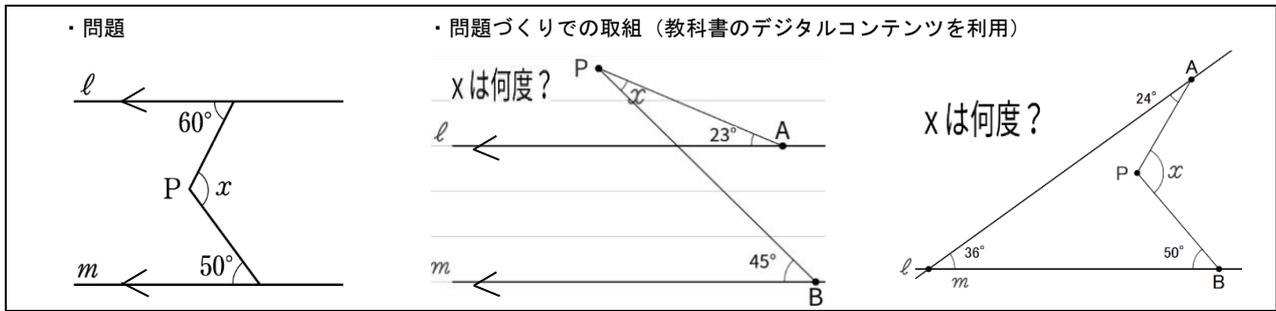


図2 問題づくりでの取組の様子

また、第8時での、生徒の試行錯誤シートへの入力内容は以下のとおりである。

表2 第8時の試行錯誤シートへの入力内容

生徒A	平行線の性質を利用した求め方が一番使いやすかった。他にも、五角形にして求める方法や平行線の性質、三角形の内角と外角の性質を利用して求めることもできる。その時の問題によって自分に適した方法で角の大きさを求めていけるとよい。
生徒B	前回習った三角形の内角と外角の性質を利用し、図に補助線を引いて三角形をつくって求めた。また、友達の意見を参考にし、平行線を生かして求める方法もあることが分かった。
生徒C	班での活動や隣の席の人との交流で自分の意見を言うことができた。また、友達との意見交流を通して新しい考えを導き出すことができた。

研究に関わる事前と事後のアンケート結果を見ると、「自分の考えと友達の考えを比べ、友達の考えのよさを生かして問題に取り組むことができる」という質問に対して、肯定的な回答をした割合は、研究実践前後で85%から91%に増加し、肯定的な回答が研究実践前後で6ポイント増えた。また、否定的な回答をした割合は、研究実践前後で15%から9%に減少した(図3)。

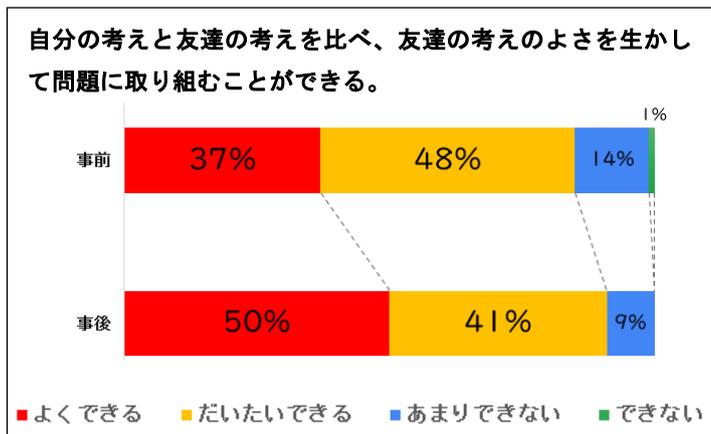


図3 事前・事後アンケート結果

(2) 考察

生徒の適用問題(前ページ図1)や問題づくり(図2)での取組の様子から分かるように、対話を通して得た新たな考えを生かして、適用問題や問題づくりに取り組むことで、生徒は自分の考えや学んだことを明確にでき、図形の性質の理解を深め、根拠を明確にして問題解決することができた。そして、学んだことを生かし、問題の数値を変えるだけでなく、点Pの位置を変えることで、三角形の内角と外角の性質を関連付けることができるようになった。こうしたことから、対話による考えを深める活動の工夫を行うことは、生徒が新たな図形の性質を、根拠を明確にして論理的に説明できるなど、自分の考えを広げ深めることにつながり、思考力、判断力、表現力等を高めることに有効であったと考える。

生徒の試行錯誤シートの入力内容(表2)から分かるように、生徒は学習内容のつながりを意識し、見通しをもって問題解決できるようになった。また、生徒は、学年の初めの頃、答えを一つ出せば満足していたが、対話を通して、図形問題の解き方について多様な見方ができるようになり、別の解き方についても考え、自分に適した問題解決の方法を見いだすことができるようになってきた。

単元を通して、問題解決に必要な既習の図形の性質を考えてから個別追究する。その後ペアになり、根拠を明確にして互いに自分の考えを説明し合う。多様な考えが出てくる問題ではグループになり、求め方の共通点・相違点や簡潔・明瞭・的確さを視点に比較・検討する。こうした活動を繰り返してきたことで、生徒は新たな考えを見いだしたり、自分の考えを修正したりすることで、自分の考えを広げ深めていった。

また、研究実践前後に行ったアンケート結果(図3)や研究実践の行動観察から、友達の考えや発表

を聞くとき、自分の考えとの共通点や相違点を考えながら聞いて、自分の考えをよりよくする必要性に気付いていることが分かった。このことから、試行錯誤シートを活用しながら、対話による考えを深める活動を工夫していくことは、生徒の思考力、判断力、表現力等を高めるだけでなく、主体的に学習に取り組む態度を育成する上でも有効であると考えられる。

3 検証の観点3

「つかう」過程において、単元の学習内容が総合的に含まれる問題や「追究する」過程で積み重ねてきた生徒自作の問題を解き合う。そして、その解決の過程を説明し合う活動を行うことは、育成してきた思考力、判断力、表現力等を発揮し、図形の性質を、根拠を明らかにして論理的に説明できるなど、思考力、判断力、表現力等を更に高めるために有効であった。

(1) 結果

第14時では、矢じり形や星形五角形の角の性質について、根拠となる既習の図形の性質を基に、補助線をひいて考察した。「追究する」過程と同様に、個別追究後、ペアで対話を行った。次に、グループになり、図や式、言葉などを用いて、解決の過程を説明し合い、互いの考えのよさを学び合った。

生徒は問題解決に向けて試行錯誤した考えを表現したり、対話を通して得た新たな考えを生かして、様々な問題を解決したりする経験を積み重ねてきた。「つかう」過程では、矢じり形や星形五角形の角の性質を角の性質を導いた。ある生徒のこれまでの解き方は平行線の性質を生かさず、五角形の内角の和を利用して求めるなど、簡潔とはいえない表現で問題解決していた。生徒は問題解決に向けて試行錯誤したことを表現し、対話を通して得た新たな考えを生かして問題解決する経験を積み重ねてきたことで、平行線の性質を使うことよき気づき、新たな問題である矢じり形に対して、図に平行線をひき、平行線の性質を利用して求めることができた。また、星形五角形の問題に対しても、矢じり形や三角形の内角と外角の性質などの、既習の図形の性質を生かして問題解決していた。このように、生徒は新たにであった問題に対して、既習の図形の性質を適切に選択して簡潔に問題解決できるなど、学習プリントに思考力、判断力、表現力等を発揮して表現している様子(図4)が表れていた。

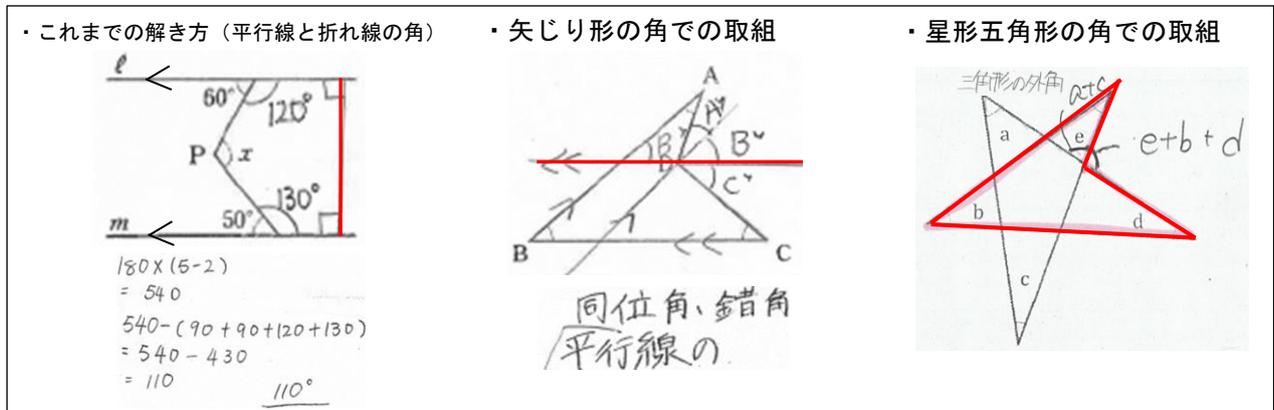


図4 育成してきた思考力、判断力、表現力等を発揮して表現している様子

また、第14時での、生徒の試行錯誤シートへの入力内容は以下のとおりである。

表3 第14時の試行錯誤シートへの入力内容

生徒A	学んだ図形の性質を生かすためには、どこに補助線を引いて求めるのか、試行錯誤シートを振り返ってから考え、班で意見を出し合い自分なりの答えを導き出すことができた。まずは分からなくても試行錯誤シートや友達との意見交流を参考にしながら問題を解いていくことが大切である。
生徒B	角の大きさを求めるときに、平行線の同位角や錯角が等しいことや三角形の内角と外角の性質を利用することで求められる。私は、平行線をひいて、図形の性質である平行線の同位角と錯角は等しいことを使って求めたけど、友達の意見を聞いて、三角形の外角はそれととなり合わない二つの内角の和に等しいことを使って求める方法が分かりやすかったと思った。
生徒C	矢じり形の問題でも、色々な解き方があるので、補助線を生かすことが大切。特に最後に友達が説明した式で解くのはおもしろかった。解き方が分からない問題を試行錯誤して解くのは楽しいし、考えが深まる。同じ数学なのに単純な計算とはまた違った感じがする。

研究に関わる実践前後のアンケート結果を見ると、「問題の解き方が分からないとき、今まで学んだことが利用できないかを考え、教科書やノート、試行錯誤シートなどを見直しながら問題に取り組むことができる」という質問に対して、肯定的な回答をした割合は、研究実践前後で82%から93%に増加し、肯定的な回答が研究実践前後で11ポイント増えた。また、否定的な回答をした割合は、研究実践前後で18%から7%に減少した（図5）。

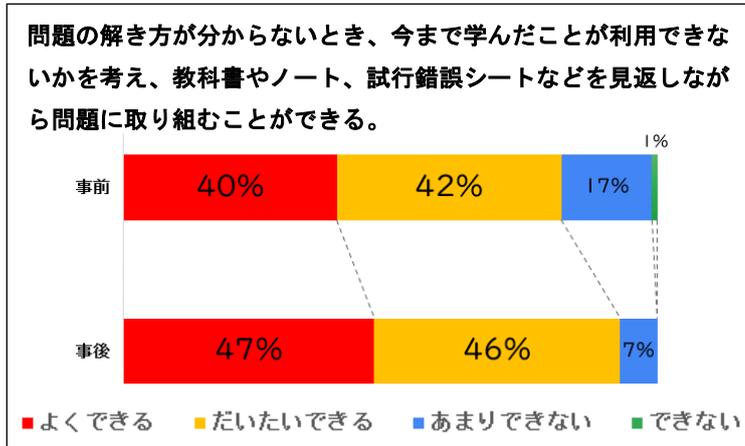


図5 事前・事後アンケート結果

(2) 考察

育成してきた思考力、判断力、表現力等を発揮して表現している様子（前ページ図4）や生徒の試行錯誤シートへの入力内容（前ページ表3）から、矢じり形や星形五角形の角の性質について、根拠となる既習の図形の性質を適切に選択し、簡潔に問題解決していた。グループで、自分の考えと異なる求め方を互いに説明し合う中で、筋道を立てて考えを進め、新たな考えやよりよい解き方を見いだすことにつながった。また、対話を通して得た新たな考えを生かし、自分の考えを再考することで、問題解決の根拠を明確にして説明できるようになり、生徒の思考力、判断力、表現力等を高めることにつながることが分かった。新たな問題に対し解決が上手くいかないときには、試行錯誤シートや学習プリントなどを見返してから問題を解くように言葉掛けを行った。これらのことが、単位時間ごとの学習内容のつながりを意識して、問題解決することに有効であったと考える。したがって、単元の学習内容が総合的に含まれる問題に取り組み、グループで、その解決の過程を説明し合う活動を行うことは、生徒一人一人が自分の考えを簡潔・明瞭・的確に表現し、図形の性質を、根拠を明らかにして論理的に説明できるなど、思考力、判断力、表現力等を更に高めるために有効であったと考える。

また、研究実践前後に行ったアンケート結果（図5）から分かるように、研究実践前に比べて、生徒は問題の解き方が分からなくても、試行錯誤シートなどを見返して、既習の図形の性質や解き方の手掛かりになるものを得て、粘り強く学習に取り組むことができるようになっていった。これらのことから、上手く問題が解決できなくても、試行錯誤しながら問題解決できた経験を積ませ、蓄積していくことは、既習事項とのつながりを意識して、問題解決できるようになると考える。この効果は、生徒が育成してきた思考力、判断力、表現力等を発揮して、自分の考えをより簡潔・明瞭・的確に表現し、思考力、判断力、表現力等を更に高める上でも重要であると考えられる。

4 検証の観点4

「試行錯誤シート」へ単位時間ごとに、問題解決のために試行錯誤したことを、1人1台端末を使って入力させる。解決が上手くいかないときには、入力内容を見返して自分の考えの練り直しをさせる。そして、単元の終末では、自己の学びの高まりについて入力させる。これらのことは、単元を通して学習内容のつながりを意識したり、生徒自身が学びの高まりを自覚したりするために有効であったか。

(1) 結果

試行錯誤シートの活用では、教師は導入時に試行錯誤シートへの入力内容をモニターに提示し、ねらいに迫っていた生徒の考えを紹介して、生徒によりよい表現の仕方を学ばせることができた。また、生徒は、自分の試行錯誤シートへの入力内容を見返したり、友達の入力内容を参考にしたりすることで、既習の図形の性質の組み合わせで新しい考えを形成し、問題解決している様子が見られた。

単元の終末での、単元の学習を通じた自己の学びの高まりに関する試行錯誤シートへの入力内容は、以下のとおりである（次ページ表4）。

表4 試行錯誤シートへの入力内容（単元の学習を通じた自己の学びの高まりについて）

生徒A	今まで図形に若干苦手意識があったが、たくさん問題を解いて、勉強する前より好きになった。今回勉強したことを応用問題にも生かせるようにしていきたい。難しい問題でも、分かったときの達成感がすごかった。色々な解き方や考え方が見つかっておもしろかったし、前よりも自力でできて得意になった気がする。これからもこの調子でこの図形分野だけでなく他の分野もやっていこうと思った。
生徒B	今までは図形の苦手意識が高く、あまりやる気が出なかったが、今回の学習を通して、図形の角の大きさを求めることや証明ができるようになり、もっとたくさん問題を解いてみたいと思うようになった。最初は自力で解くのが難しかったが、最近では学んだ図形の性質を生かして解くことができる。また、三角形の合同条件は、これからの授業でも大切になってきそうなので、きちんと覚えて理解しておく。
生徒C	証明方法が分からなかったときは、友達と相談しながら一緒に協力して考えたり、もう少しで解けそうというときは、自分で考えたりするなどの工夫をした。授業でやったことは家に帰り、一人でもう一度自宅学習し、理解を深めた。今回の授業は、この後の証明問題にも使えそうなものがたくさんあった。図形の数学のおもしろさに気付くことができた。

研究に関わる事前と事後のアンケート結果を見ると、「数学の授業で、自分の考えを、図や式、言葉などを使いながら説明できる」という質問に対して、肯定的な回答をした割合は、研究実践前後で67%から75%に増加し、肯定的な回答が研究実践前後で8ポイント増えた。また、否定的な回答をした割合は、研究実践前後で33%から25%に減少した。しかし、言葉で説明するのが苦手、説明が難しいなどという理由から、支援が必要な回答が25%あった（図6）。

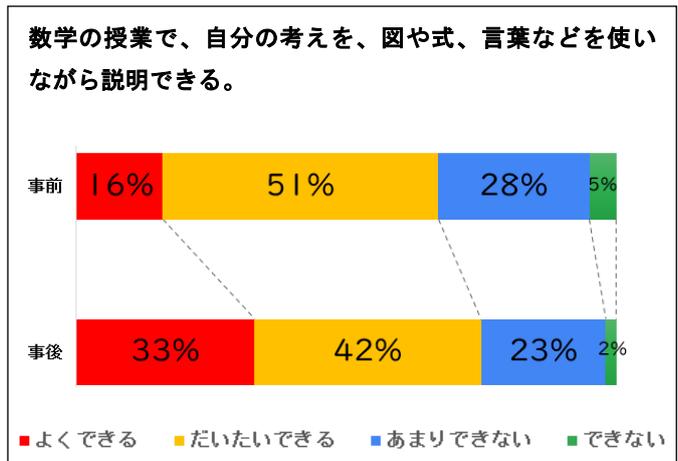


図6 事前・事後アンケート結果

(2) 考察

生徒の試行錯誤シートへの入力内容（表4）やアンケート結果（図6）、研究実践の行動観察から、単元を通して、試行錯誤シートへ問題解決に向けて考えたことの入力を積み重ねてきたことで、生徒は毎時間のめあての達成に向けて見通しをもち、既習事項とのつながりを意識しながら、図形の性質を論理的に説明することができるようになった。しかし、支援が必要な回答が25%もあり、今後も対話の中で説明する機会を意図的に取り入れ、表現力等を伸ばしていく必要がある。また、単元の終末に自己の学びの高まりについて記述させたことで、生徒は達成感や自己有用感をもち、学んだことを次の学習へつなげようという意欲喚起や自己の学びの高まりを自覚することができたと考えられる。こうしたことから、単元を通して試行錯誤シートを活用することは、生徒が単元を通して学習したことのつながりを考え、自己の学びの高まりを自覚することに有効であったと考える。

VII 研究のまとめ

1 成果

(1) 図形領域での単元パッケージを基にして、「である」過程での単元の本質に迫る問題の工夫、「追究」する過程での対話による考えを深める工夫、「つかう」過程での育成してきた思考力、判断力、表現力等を発揮する活動の工夫を行うことは、図形の性質を、根拠を明確にして論理的に説明することができ、生徒の思考力、判断力、表現力等を高めることに有効であった。また、単位時間ごとの試行錯誤シートの活用では、問題解決に向けて考えたことの入力を積み重ねたことで、既習の自分の考えを練り直し、新たな気付きや他者の考えを踏まえ、既習の図形の性質を適切に選択して簡潔に問題解決することができた。

(2) 協力校の教員への聞き取り調査で、単元前後の生徒の変容について尋ねたところ、「生徒がよく発表するようになった」という回答が真っ先にあった。さらに、ペアやグループで考える活動において、互いの意見や考えを尊重しながら取り組んでいたため、生徒の自信や自己有用感の高まりにもつながった。個人で考える活動、対話による考えを深める活動を繰り返すことは、生徒たちに自分の考えに自信をもたせ、図形の性質を論理的に説明することにつながったという意見があった。

2 課題

(1) 図形領域での単元パッケージの活用として、どの生徒にとっても思考力、判断力、表現力等を高めていくことができるようにするために、対話の形態をどのようにするのか、対話でどのような視点で比較・検討し、表現させるのかなどをより明確に示し、生徒の実態や学習内容に合わせて工夫していく必要がある。また、生徒の考えを更に深めるためには、対話後、個に戻して自分の考えを再構成する時間を確保する必要がある。教師はねらいに迫るための授業構成を行い、各単位時間内の個別追究や対話で考える時間をしっかりとマネジメントしていく必要がある。

(2) 協力校の教員への聞き取り調査で、図形領域での単元パッケージを生かした授業は、生徒主体であり、数学の必要性や数学の楽しさを実感できるという意見があった。一方で、1 単位時間の中で、個別追究、ペアやグループでの活動、適用問題、試行錯誤シートへの入力、問題づくりと、学習活動が多く、ねらいに迫るための活動を絞り込む必要があるという意見があった。学習内容や生徒の実態を考慮して授業構想を行い、どの授業もねらいを達成できるよう工夫していく必要がある。

Ⅷ 提言

生徒が育成してきた思考力、判断力、表現力等を発揮していくためには、問題解決に向けて見通しをもち、試行錯誤を基に個人で考える活動を設定する。そして、ペアやグループで自分の考えを表現し、自他の考えを比較・検討する活動を設定する。そうした生徒一人一人が試行錯誤と表現を繰り返し、互いの考えのよさを学び合う活動を積み重ねていく必要がある。これらのことが、生徒一人一人が解決したいという意欲喚起や問題解決できた喜びにつながり、教師の指導の手立てや支援の工夫によって、生徒の思考力、判断力、表現力等が高まる姿に近づくと考える。

本研究では、第2学年の図形領域である「平行と合同」の実践とともに、資料として、全学年の図形領域での単元構想で活用できる「である」「追究する」「つかう」過程における図形領域の授業指導プラン、全学年の「である」過程での授業展開例、第2学年の単元「平行と合同」とそれと系統性のある第3学年の単元「円」における全授業の学習指導案、学習プリントを作成した。先生方の教材研究の一助になればと考える。

<参考文献>

- ・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
- ・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」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>

橋本 亮 太田 紀子