

グルグル ∩ ワクワク

— 数学のよさを実感する授業を目指して —

長期研修員 永井 秋菜

《研究の概要》

本研究は、数学のよさを実感する授業を目指すために、数学の問題発見・解決の過程（グルグル）を円滑に遂行することと、問題が解けた達成感だけでなく、得られた結果から学んできたことのつながりを実感し、発見や驚きを感じ、試行錯誤して考える楽しさを味わう（ワクワク）ことが相互に作用する単元構想及び授業提案である。そのために達成項目、達成度、使える考え方、振り返りを一覧にしたエージェンシートを作成・活用する。生徒自身で考えた単位時間ごとの達成項目や、生徒自身で「統合・発展／体系化」する場面で活用できる使える考え方を入力し蓄積していく。エージェンシートにより、グルグルとワクワクが相互に作用する有効性を、授業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 数学の問題発見・解決の過程 考える楽しさ 数学のよさ】

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

生徒たちに数学の問題発見・解決の過程（グルグル）（図1）を通して、数学でワクワクしてほしいと思い、主題を設定した。ワクワクしている姿とは、「数学っておもしろい」と数学のよさを実感し、意欲をもって取り組む姿のことである。多くの生徒は、問題が解けると数学がおもしろいと感じている。さらに、解けた達成感だけでなく、得られた結果から学んできたことのつながりを実感し、発見や驚きを感じ、試行錯誤して考える楽しさを味わってほしいとも考える。

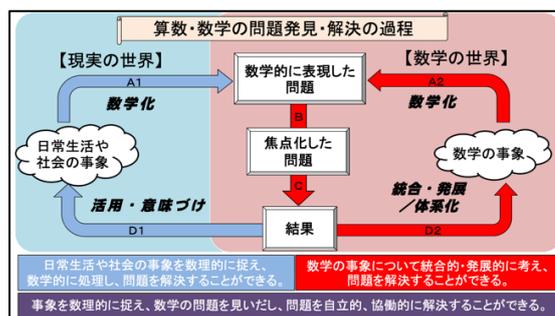


図1 問題発見・解決の過程のイメージ図

研究協力校（以下、協力校）の現状として、令和4年度全国学力・学習状況調査の生徒質問紙を利用し、第一・二学年に同じ調査を行ったところ、第三学年と比べ自己肯定感に関する項目の数値が低い生徒が多いことが分かった。特に、「自分でやると決めたことは、やり遂げるようにしていますか。」という質問内容に対する回答ポイントが低かった。原因として、生徒自身で何を行うべきか決めることが苦手だと考える。与えられたことを行い教師が正解に導いているため、生徒自身でやり遂げている実感を感じにくいと考える。協力校の教師からは、「正解を待っていて自ら問題を追究しようとしないう生徒が多く見られる。」という意見があった。おそらく、生徒が問題解決するために少しでも悩むと、教師は丁寧に教え、生徒は待っていれば正解を教えてもらえると思っているからだと考え。また、協力校の生徒に「授業において、どのようなときに数学のおもしろさを感じるのか。」と質問したところ、ほとんどの生徒が「難しい問題が解けるとおもしろい。与えられた問題を解いてもおもしろさを感じない。」という意見が多く述べられた。そのため、難しい問題が解けると達成感を感じ、おもしろいと思うが、それだけでは、得られた結果から学んできたことのつながりを実感し、発見や驚きを感じ、試行錯誤して考える楽しさを味わう機会が少ないと考える。そして、与えられた問題を解くだけでは生徒は受け身になってしまいおもしろさを感じず、問題解決後にその問題を新たな視点で捉え直したり、学んだことと結び付けたりすることができないため、「統合・発展/体系化」することまで至らない。よって、現状のままでは、数学でワクワクすることがなく、形式的な問題解決はできるが、その先の数学のよさを実感できなくなってしまうのではないかと考える。

OECDラーニング・コンパス（学びの羅針盤）2030¹⁾では、「ラーニング・コンパスという比喻は、生徒が教師の決まりきった指導や指示をそのまま受け入れるのではなく、未知なる環境の中を自力で歩みを進め、意味のある、また責任意識を伴う方法で、進むべき方向を見出す必要性を強調する目的で採用されました。」と示している。ラーニング・コンパスの中心的な概念が、生徒エージェンシーである。生徒エージェンシーとは、「変革を起こすために目標を設定し、振り返りながら責任ある行動をとる能力」のことである。答えのない、先の見えない時代だからこそ、一人一人の生徒エージェンシーが重要になってくると言われている。これらのことは、与えられた問題を解くことや、教師が丁寧に正解に導くことだけでは、十分に育成できないと考える。

中学校学習指導要領解説数学編（平成29年7月）²⁾でも、「子供たちが様々な変化に積極的に向き合い、他者と協働して課題を解決していくことや、様々な情報を見極め知識の概念的な理解を実現し情報を再構成するなどして新たな価値につなげていくこと、複雑な状況の変化の中で目的を再構築することができるようにすることが求められている。」と示している。つまり、得られた結果から学びのつながりを実感することが必要であることが分かる。そのために数学では、現実の世界と数学の世界における問題発見・解決の過程を学習過程に反映して数学的活動を充実させることが重要である。数学的活動が充実すると、どのような視点で物事を捉え、どのような考え方で思考をしていくのかという物事の特徴や本質を捉える視点である数学的な見方・考え方が豊かになる。数学的な見方・考え方が豊かになることで、生徒が目的意識をもって事象を数学化し、自ら問題を設定し、その解決のために知識及び技能を習得したり、思考力、判断力、表現力等を身に付けたり、統合的・発展的に考えて深い学びを実現した

りできるようになる。数学的活動や数学的な見方・考え方が相互に作用し、統合的・発展的に考えられるようになると、生徒は新たな視点で捉え直したり、既習の事柄と結び付けたりしたときに学びのつながりを実感し、発見や驚きを感じ、試行錯誤して考える楽しさを味わうことができるようになる。そうすることで、数学のよさを実感することができ、未知なる環境を生きる生徒にとって大事な力を身に付けることができると考える。

以上のことから、中学校数学科において、グルグルとワクワクが相互に作用することで、数学のよさを実感する授業を目指したいと考え、本主題を設定した。

II 研究のねらい

中学校数学科の学習指導において、数学のよさを実感するために、エージェンシートを活用し生徒自身がグルグルを通して学習することと、生徒自身がワクワクすることが相互に作用する授業の有効性を明らかにする。

III 研究仮説（研究の見通し）

1 エージェンシートにおける、達成項目の作成・活用

エージェンシートに入力した達成項目を、生徒自身の達成すべき目標とすることで、授業終了時の姿をイメージし、本時の学習内容が自分事となる。そうして解決できた達成感は、与えられた問題を解いた場合より強く感じ、次の問題に意欲をもって取り組むであろう。

2 エージェンシートにおける、「統合・発展／体系化」での使える考え方の活用

教師は、使える考え方の内容が、どの時間の「統合・発展／体系化」に活用できるのかなど、内容のつながりを意識し単元計画を行う。生徒は原則として、毎時間の適用問題終了後に、使える考え方を記録し蓄積していくことで、数学の問題発見・解決の過程の「結果」から「統合・発展／体系化」を生徒自身で遂行するであろう。

IV 研究の内容

1 基本的な考え方

(1) 文言の定義

① グルグルとは

本研究でのグルグルとは、中央教育審議会答申（平成28年12月）³⁾に示された「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過程」を遂行することである。前ページの図1の現実の世界と数学の世界を矢印に沿って行き来し、回し続ける様子をイメージしたものである。

② ワクワクとは

本研究でのワクワクとは、問題が解けた達成感や次の問題に向けた意欲と、問題を解いて得られた「結果」から「統合・発展／体系化」することで、学んできたことのつながりを実感し、発見や驚きを感じ、試行錯誤して考える楽しさを味わう姿のことである。

③ \cap とは

本研究の \cap とは、グルグルとワクワクが相互に作用するということである。 \cap は、共通部分を意味する記号であり、どちらにも属する要素全体の集合を表す。つまり、グルグルしながらワクワクし、ワクワクしながらグルグルするということである。

④ 数学のよさとは

本研究の数学のよさとは、自分の考えを式や図などを用いて分かりやすく伝えたり、既習事項を

のような達成項目を立てたのか共有する（図3）。

「追究する」・「つかう」過程では、本時のねらいとめあて、達成項目に一貫性をもたせる。生徒と共にめあてを設定する際に、本時のねらいが「知識・技能」なら、「どのように」などのキーワードを入れ、「思考・判断・表現」なら、「なぜ」や「どのような説明ができるだろうか」などのキーワードを入れ、生徒自身で本時の評価規準に気付けるようにする。めあての設定後、生徒はめあてを参考

1節の振り返り	2節の振り返り	3節の振り返り
・評価が上がった理由は？ ・これから自分のすること	・評価が上がった理由は？ ・これから自分のすること	・評価が上がった理由は？ ・これから自分のすること
C 計算ミスがあったので落ち着いて解いていきたい	B 平行線を使うことで、錯角などの性質を使って求めることができることを知った。どかがどの性質かまちがえないようにしたい。	A 実際に合同条件を使え、その三角形の確かめ方を学ぶことができた。共通という言葉を書き忘れないようにする。
B 外角の和と内角の和が異なることに注意した	B 求めるときの式をもう少し詳しくかけるようにしたい。	A 証明に慣れ、分りやすい方法で書くことができた。

図5 内容のまとめりで生徒の記述

にして本時の達成項目を選択する。生徒は、自ら決めた達成項目を教師に送信する（前ページ図4）。本時のねらいと一致している生徒を意図的に指名し、「なぜそう思ったのか。」を尋ね、教師はその意見を称賛する。本時のねらいと食い違う生徒は、友達の達成項目を聞くことで、ねらいとズレたことに自ら気付き、達成項目を修正できるようにする。生徒が達成項目決定までの流れに慣れてきたら、達成項目の発表後に、生徒同士で修正案などを提案できるようにしたいと考える。達成すべき項目の決定後、達成項目の修正や付け足しの時間を確保し、何を達成するか意識してから個別追究を行う。単位時間の振り返りの場面で、本時の達成項目の達成度をA B C Dの4段階で自己評価し、使える考え方も入力する。内容のまとめりや単元終了後には、エージェンシートに入力した達成項目を振り返る時間を設定する。内容のまとめりごとに練習問題などを行い、今までの学習が身に付いているかを自己評価する。評価が変わった場合に何を行ったのか、これから学習すべきことは何かをエージェンシートに入力し、自身の学びを振り返る（図5）。内容のまとめりでの振り返り後に、次のまとめりの達成項目を見直し、達成項目を再考する時間を設定する。達成項目を考え直すことで、今までの振り返りと内容のつながりが見えてくると考える。

② 活用2 数学の問題発見・解決の過程（グルグル）における使える考え方の活用

数学の問題発見・解決の過程のイメージ図（前ページ図1）を、生徒にとって分かりやすい言葉に変えることで学習活動の目的を具体化する（図6）。教師は、図6を用いて生徒に「結果」から「新たな気付き」をするためには、使える考え方を活用することが有用であることを伝えておく。図6は、生徒が授業中にいつでも確認できるように掲示しておく。生徒は授業で、数学の問題発見・解決の過程を意識しているわけではないが、目的を具体化することで数学的活動がより充実すると考える。適用問題終了後、本時の学習内容と数学の問題発見・解決の過程を対応させて振り返ることで、数学的活動を実感させる。このような活動に慣れてきたら、生徒にどの過程や活動かを問い掛けていく。

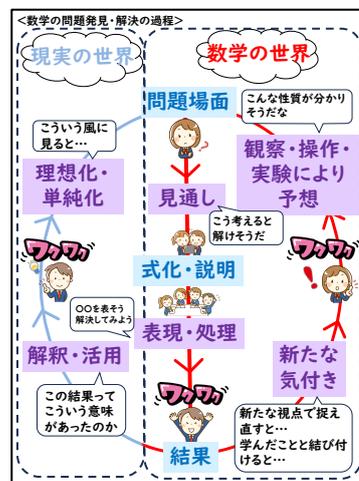


図6 生徒に提示するグルグル

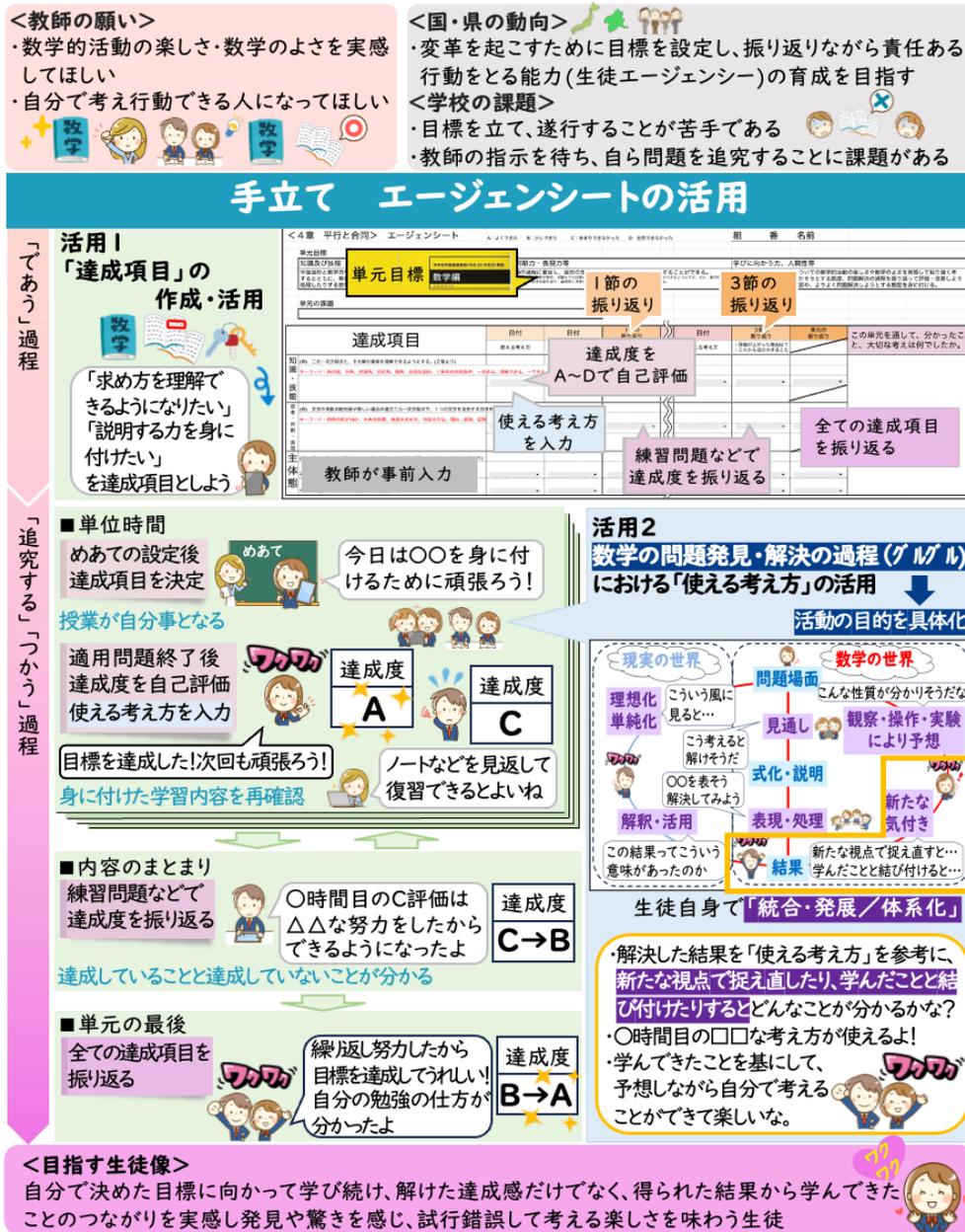
教師は、生徒が使える考え方を活用し、どの内容がどの時間の「統合・発展／体系化」で活用できるのかを考え、学習内容のつながりを意識しながら単元計画を行う。授業でその内容を生徒自ら判断し、原則として、毎時間の適用問題終了後、使える考え方を入力できるように授業を展開する。入力する際の表現は、自由でよいことを伝える（図7）。

考えを深める際には、使える考え方を活用して「統合・発展／体系化」している生徒に発言を促すことで、考え方や作成した問題、新たな疑問を全体で共有する。さらに、共有した内容や事柄について、どの使える考え方を活用したのかも問い掛ける。このように、使える考え方を活用することで、生徒は学んできたことの実感し、発見や驚きを感じ、試行錯誤して考える楽しさを味わうことができるようになる。

単語入力した生徒	文章入力した生徒
使える考え方 B 頂点、辺上、中心外	使える考え方 A 平行線の錯角は等しい。平行線を引いた。
使える考え方 A 平行線 延長線 同位角 錯角 外角の性質	使える考え方 A 三角形の外角はそれぞれとなり合わない2つの内角の和に等しい。

図7 入力した使える考え方

2 研究構想図



V 研究の計画と方法

1 授業実践の概要

授業実践

対象	研究協力校 中学校第2学年 124名(4クラス)
実施期間	令和5年10月13日~11月13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	生徒自身で達成項目を決め問題解決を行うことは、問題が自分事となり問題が解けた達成感を、与えられた問題を解いた場合より強く感じるために有効であったか。	<ul style="list-style-type: none"> ・行動観察 ・エージェンシート ・アンケート結果 ・ノート記述
見通し2	数学の問題発見・解決の過程の「結果」から「統合・発展／体系化」を、生徒自身で行うために、使える考え方を活用することは、得られた結果から学んできたことにつながりを実感し、発見や驚きを感じ、試行錯誤して考える楽しさを味わうことに有効であったか。	

3 抽出生徒

生徒A…今までの単元での「知識・技能」は十分に身に付いており、問題に対して粘り強く取り組むことができる。自身の考えを表現し説明することに関してあまり自信がない。

生徒B…今までの単元での「知識・技能」は基本的な内容については身に付いており、教師から与えられた問題で「統合・発展／体系化」をしようとするが、何をどのようににつなげればよいか考えることが得意ではない。

生徒C…今までの単元での「知識・技能」は、定着するまでに時間がかかり、問題解決に向けて見通しをもつことが得意ではない。

4 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いだし、平行線や角の性質を基にしてそれらを確認説明することができる。	①平面図形の性質のよさや証明の意味及び方法について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。

5 指導計画

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	■いろいろな多角形の内角の和の求め方を説明することを通して、相手に分かりやすく伝えるためにはどのようにしたらよいかという単元の課題を見いだせるようにする。 □いろいろな多角形の角の和を求めて、その求め方を説明し、分かりやすい説明になるよう検討する。(★) □教科書から単元全体を見て、自身の達成項目を考え、エージェンシートに入力する。(★)		○	○	◆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 ◆多角形の内角の和の求め方を説明している。 <発言、ノート(思①)> ◆単元の課題を見いだそうとしている。 <発言、ノート(態①)>
[めあて] 多角形の角の和の求め方は、どのような説明ができるだろうか。						
[単元の課題] 図形の特徴を説明するために、どのようにすれば相手に分かりやすく伝えることができるか。						
追究する	2	■多角形を一つの頂点から出る対角線で三角形に分けることを通して、 n 角形の内角の和の求め方を理解できるようにする。 □二十角形の内角の和を一つの頂点から出る対角線で三角形に分けて求め、 n 角形の内角の和の求め方を導く。(★)	○			◆多角形の内角の和は、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。 <発言、ノート(知②③)>

	<p>[めあて] 二十角形の角の和は、どのように求めることができるだろうか。</p>				
3	<p>■内角の和の求め方を基にして多角形の外角の和の求め方を考えることを通して、多角形の外角の和を理解できるようにする。 □三角形と六角形の外角の和を、内角の和を基にして求め、外角の大きさを比較する。(★)</p>	○		<p>◆多角形の外角の和は、n角形の内角の和を基にして求めることを理解している。 <発言、ノート(知①)></p>	
	<p>[めあて] 三角形や六角形の外角の和は、どのように求めることができるだろうか。</p>				
4	<p>■対頂角・同位角・錯角の位置関係を考察することを通して、その意味を知り、平行線の同位角・錯角の性質を理解できるようにする。 □練習問題後、今までの達成項目を振り返り、評価が変わったときの自身の学習方法をエージェンシートに入力する。 □直線で囲んだ三角形に表れる角に注目し、対頂角・同位角・錯角の意味を理解し、一つの直線を動かして平行線を作成し、平行線の同位角・錯角の性質を理解し、身の回りの対頂角・同位角・錯角の位置関係の場面を探す。(★)</p>	○	○	<p>◆対頂角・同位角・錯角の意味を知り、対頂角の性質、平行線の同位角・錯角の性質を理解している。 <発言、ノート(知①)> ◆身の回りにある対頂角・同位角・錯角を探し、生活に生かそうとしている。 <発言、授業観察(態②)></p>	
	<p>[めあて] 対頂角、同位角、錯角には、どのような性質があるだろうか。</p>				
5	<p>■平行線の同位角・錯角の性質を利用し、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°であることを筋道立てて論理的に説明できるようにする。 □三角形の内角の和が180°であることを、平行線の性質を基にして説明する。(★)</p>		○	○	<p>◆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している。 <発言、ノート(思①)> ◆平面図形の性質を活用して、説明する方法を考えようとしている。 <発言、授業観察、ノート(態①)></p>
	<p>[めあて] なぜ、三角形の内角の和は180°になるのだろうか。</p>				
6	<p>■三角形の内角の和が180°である証明を基にして、外角の性質を考察することを通して、三角形の外角の性質を説明できるようにする。 □三角形の内角の和が180°である証明を基にして、具体的な数を入れて三角形の外角の性質を見いだす。</p>		○	○	<p>◆三角形の外角の求め方を、平行線や角の性質を基にして説明している。 <発言、ノート(思①)> ◆三角形の外角の求め方について、今まで学んだことを生かそうとしている。 <発言、授業観察(態②)></p>
	<p>[めあて] なぜ、三角形の外角はそれととなり合わない内角の和と等しいのだろうか。</p>				
7・8	<p>■平行線と折れ線の角の大きさを考察することを通して、その角の大きさの求め方を説明できるようにする。 □平行線と折れ線の角の大きさの求め方を考え、根拠となる図形の性質を明らかにしながら説明する。(★) □練習問題後、今までの達成項目を振り返り、評価が変わったときの自身の学習方法をエージェンシートに入力する。(★)</p>	●	●	●	<p>◆平行線と折れ線の角の大きさの求め方を、根拠となる図形の性質を明らかにしながら説明している。 <発言、ノート(思①) [記]> ◆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。 <発言、授業観察、ノート(態②) [記]> ◆多角形の角、平行線や角の性質、対頂角や内角、外角の意味を理解している。 <ノート(知①②③) [記]></p>
	<p>[めあて] ∠Dの大きさの求め方は、どのような説明ができるだろうか。</p>				
9	<p>■合同な図形の敷き詰め模様から、特徴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。 □敷き詰め模様を観察し、平面図形の合同の意味や表し方を知り、合同な図形の性質を理解する。(★)</p>	○			<p>◆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。 <発言、ノート(知④)></p>

		<p>【めあて】 合同な図形には、どのような性質があるのだろうか。</p>		
10	<p>■合同な三角形をつくるには、何が分かればよいかを考察することを通して、三角形の合同条件を理解できるようにする。</p> <p>□合同な三角形をつくるために何が分かれば合同になるのかを考え、三角形の合同条件を理解する。(★)</p>	○		<p>◆三角形の合同条件を理解している。</p> <p><発言、ノート(知④)></p>
	<p>【めあて】 三角形が合同であることを確かめるには、どのようにすればよいのだろうか。</p>			
11	<p>■三角形の合同条件を根拠に、合同な三角形を見付けることを通して、二つの三角形が合同であるか判断の仕方を理解できるようにする。</p> <p>□二つの三角形が合同であることを、三角形の合同条件を利用して判断する。</p>	●		<p>◆三角形の合同条件を根拠にして、二つの三角形が合同であることを理解している。</p> <p><発言、ノート(知④) [記]></p>
	<p>【めあて】 三角形の合同条件を用いて、合同な三角形を、どのように調べたらよいのだろうか。</p>			
12	<p>■角の二等分線の作図の方法が、なぜ正しいのかを考察することを通して、三角形の合同条件を利用して証明できるようにする。</p> <p>□角の二等分線の作図の方法が正しいことを、三角形の合同条件を利用して証明の仕方について考える。</p>	○	●	<p>◆証明の根拠となる事柄を明らかにして、簡単な図形の性質を証明している。</p> <p><ノート(思①)></p> <p>◆平面図形の性質の意味及びその証明の方法を考えようとしている。</p> <p><発言、ノート(態①) [記]></p>
	<p>【めあて】 角の二等分線の作図が正しいことは、どのような証明ができるだろうか。</p>			
13 ・ 14 つかう	<p>■二つの三角形が合同であることを証明することを通して、事柄の仮定と結論の意味を理解し、根拠となる事柄を明らかにして簡単な図形の性質を証明できるようにする。</p> <p>□事柄の仮定と結論の意味を理解する。二つの三角形が合同であることを証明し、さらに簡単な図形の性質を証明する。</p>	●	●	<p>◆証明の根拠となる事柄を明らかにして、簡単な図形の性質を証明している。</p> <p><ノート(思①) [記]></p> <p>◆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。</p> <p><発言、ノート(態③) [記]></p>
	<p>【めあて】 二つの三角形が合同であることは、どのような証明ができるだろうか。</p>			
15	<p>■問題を解くことを通して、単元全体を理解し、表現できるようにする。</p> <p>□単元テスト後、単元全体の達成項目を振り返り、評価が変わったときの自身の学習方法をエージェンシートに入力する。(★)</p>	●		<p>◆証明の意味及びその方法について理解している。</p> <p><単元テスト(知⑤) [記]></p>

VI 研究の結果と考察

1 検証の観点1

生徒自身で達成項目を決め問題解決を行うことは、問題が自分事となり問題が解けた達成感を、与えられた問題を解いた場合より強く感じるために有効であったか。

(1) 結果

本時の導入場面において、めあての設定後、生徒はめあてを参考にして本時の達成項目を決めた。初めは、めあてと達成項目は似た内容になっていた。徐々に、めあてから自身で工夫した達成項目を入力できるようになっていった(図8)。

<p>2時間目のめあて 二十角形の角の和は、どのように求めることができるだろうか</p> <p>生徒の達成項目 ・二十角形の角の和を求めることができるようにする ・二十角形の角の和を求められる ・二十角形の角の和を求めることができる</p>	➔	<p>13時間目のめあて CE=EDについて、どのような証明ができるだろうか</p> <p>生徒の達成項目 ・三角形の合同条件を利用して証明できる ・仮定に平行が入ってきて証明できる ・今までやったことを使って証明しよう</p>
--	---	--

図8 達成項目決定の変容

が個別追究や全体共有するときに、意欲的に問題解決している姿が見られた。このことは、生徒が徐々に問題を自分事として捉え始め、達成項目を達成する喜びを強く感じ始めたというワクワクであると考えられる。

生徒Bは、自身の立てた達成項目の内容の変化から、6時間目までに徐々に達成項目を達成する喜びを感じてきたと見られる。7時間目の考えを深める場面で、位置を変えた形を考えるときに、生徒Bは授業前半と同様な考え方で解けるのではと学びのつながりを感じ、その問題を解決したいという気持ちが出てきたと考えられる。その結果、問題が自分事となり二通りの方法を考えて解決していた。問題解決後、周りとは教え合っている姿は、試行錯誤して考える楽しさを味わうワクワクであった。振り返りからも、「 $\angle D$ の場所を変えたとき、同じようにできるかなと思った。挑戦したくなって、考えてみたら解けたのでうれしかった。友達にも、説明することができた。次回も発展させた問題を解けるように頑張りたい。」という記述から、8時間目でも意欲的に問題を追究している姿が見られたと考える。さらに全体共有の場面では、別の生徒が黒板に提示した解法は、自身の解法と異なるものであったが、その場で理解し、式や図を用いて分かりやすく説明することができた。その姿は、友達の解法を理解し、全体の場で説明してみようと行動し、ワクワクしながら数学のよさを実感している姿であったと考えられる。つまり、自身で達成項目を決め問題解決を行うことは、問題が自分事となり問題が解けた達成感を、与えられた問題を解いた場合より強く感じるために有効であった。

2 検証の観点2

数学の問題発見・解決の過程の「結果」から「統合・発展／体系化」を、生徒自身で行うために、使える考え方を活用することは、得られた結果から学んできたことのつながりを実感し、発見や驚きを感じ、試行錯誤して考える楽しさを味わうことに有効であったか。

(1) 結果

単元の初めは、使える考え方の欄にどのような内容を入力してよいか分からない生徒が多く見られたため、入力した使える考え方を発言させ全体で共有した。その結果、自身で考え、単語や文章で入力する生徒が徐々に見られるようになった。

「追究する」過程では、生徒自身で「統合・発展／体系化」する様子はほとんど見られなかった。教師から条件を変えた問題を提示したり、考えるきっかけとなる発問をしたりすることで、生徒は使える考え方を活用し、学んできたことのつながりを実感し、発見や驚きを感じ、試行錯誤して考える楽しさを味わう姿が見られた。「つかう」過程では、生徒自身で新たな視点で捉え直したり、学んだことと結び付けたりする「統合・発展／体系化」する様子が見られた。7時間目では、平行線と折れ線の角の大きさの問題を、生徒自身で $\angle D$ を平行線の外に移動する「統合・発展／体系化」した。8時間目でも2直線が平行でなかったら「統合・発展／体系化」した姿が見られた(図10)。それらの図を提示し、移動した根拠を問い掛け、問題として全体で共有した。

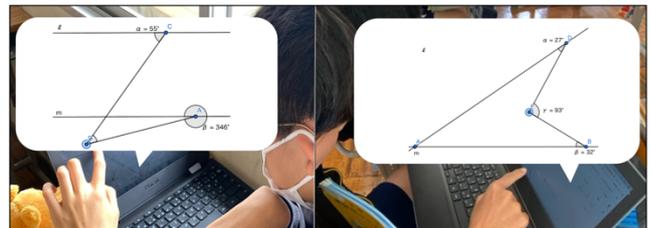


図10 生徒自身で「統合・発展／体系化」する

14時間目において生徒Cは、三角形の合同を証明した後、「辺ACと辺DBが平行に見える。」という性質に気付いた。その根拠を教師が問いかけると、生徒Cは使える考え方から「平行線の錯角は等しい」という入力内容を見付け、今考えている事象と結び付き「錯角が等しいから。」と根拠を答えることができた。その後、自身で発見した性質をノートに記述していた(図11)。その日の生徒Cの使える考え方には、「錯角が等しいと平行」と入力があった。

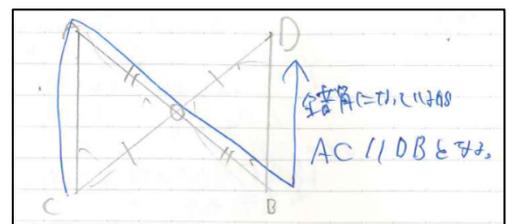


図11 自身の発見をノートに記録

15時間目において生徒Aは、班で問題の解法を教え合っている際に、外角の和は 360° であることを班員と再確認していた。再確認後、新たな視点で捉え直し、一つの外角の求め方について班員に問い掛けている場面が見られた(図12)。さらに班員に対し、常に成り立つのかと図形の性質の一般性について切り返しの質問をし、班員と共に考えを深めている様子が見られた。

単元終了後に、生徒に「エージェンシートの使える考え方を記録しておくことで、今までの単元の学習と比べどのように変化しましたか。」とアンケートを行った。結果は、表2のとおりである。

表2 学んできたことにつながりを実感し、発見や驚きを感じ、試行錯誤して考える楽しさを味わっていることが見られた生徒の記述

生徒A	使える考え方を入力することで別の視点でも考えるようになりました。新しい部分の授業に入っても、分からないと諦めずに問題を解決しようとするできるようになりました。また、先生の解説を待つのではなく、自分で考える時間も今までより格段に増えました。
生徒B	つまづいたときに今まで何をしてきたのか振り返れたので問題を解くヒントになりました。根拠を発見した時に、おーっ!となりました。
生徒C	使える考え方を記録することで、前に授業で学んだ求め方が使えることを実感することができるので、少し数学が楽しくなった。

研究に関わる事前と事後のアンケート結果から、図13の質問に対して全体での変容はあまり見られなかったが、中間層の生徒からは変容が見られた。理由は、「分からなくても自分なりに解いてみているから。」と記述があり、そのときのエージェンシートの役割は、「今まで何を学んできたのか使える考え方を見ること。」と記述があった。

図14の質問に対しても全体での変容はあまり見られなかったが、数学の得意な生徒からは変容が見られた。理由は、「新たな考え方を使って解くとミスをしていないか確かめるのに便利だから。」と記述があり、その時のエージェンシートの役割は、「エージェンシートには、それぞれの授業の重要な考え方が記入されていたので、それを使っていろいろな問題の解き方を考えることができた。」と記述があった。

図15の質問に対しては、全体での変容が見られた。とてもあてはまると回答した生徒は39%から59%に増加した。また、あてはまらないと回答した割合は、研究実践前後で12%から7%に減少した。理由として挙げられた内容が、次ページ表3のとおりである。その時のエージェンシートの役割は、次ページ表4のとおりである。

生徒1:こうやって手伸ばしてグルって回ったじゃん。
 生徒2:あーやったやった。そうか 360° だね。
 生徒A:じゃあさ、一つの外角だったらどうやって求めればよいと思う?
 生徒2:え?
 生徒A:この1個を求めるんだよ。
 (九角形をかくいて一つの外角を指す)
 生徒1:あっ!9で割ればいいんだー!
 生徒A:それっていつでも9で割ってよいの?こんな九角形でも?(歪な九角形をかく)
 生徒2:ちょっと待って。…ダメかも。
 生徒3:どんな時に割っていいの?
 生徒2:角度が同じ時だね。正九角形じゃないとダメだね。

図12 発見や驚きを感じているときの発話記録

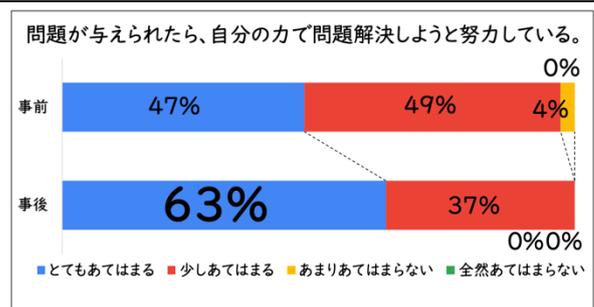


図13 事前・事後アンケート結果

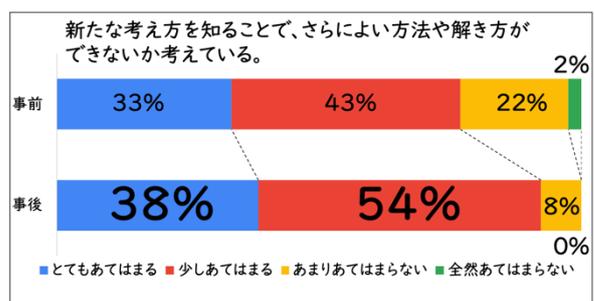


図14 事前・事後アンケート結果

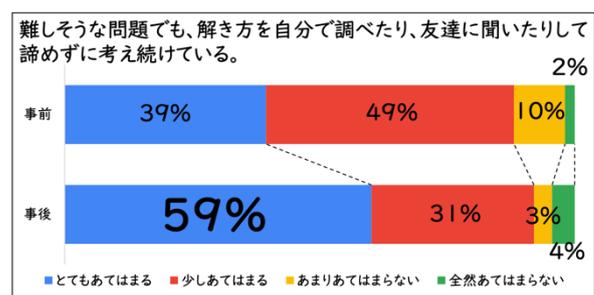


図15 事前・事後アンケート結果

表3 考え続けている理由

生徒A	問題の答えに対して納得できるし、友達のおかげで新しい考えを見付けられることが楽しいしおもしろいからです。
生徒B	最後まで諦めずに解くと自分のためになるし、達成感を得られるからです。
生徒C	分からない問題があっても友達に聞くことができたからです。

表4 その時のエージェンシーの役割

生徒A	使える考え方を活用して、友達や先生に質問した内容や、そのときの考えや気づきを残しておくことができ、忘れずにいられます。
生徒B	使える考え方から活用ができそうな考え方をうまく利用して使いました。
生徒C	今まで使った求め方を振り返ることができました。

(2) 考察

7時間目では、活用1によって問題が自分事となり意欲的に取り組もうとしたため、新たな視点で捉え直した図を作成できたと考えられる。活用1での解けた達成感だけでなく、学んできたことにつながりを実感し、発見や驚きを感じ、試行錯誤して考える楽しさを味わうというワクワクが見られた。8時間目では、前時と同様の授業展開であったため、新たな視点で捉え直した図を作成する生徒が多数見られた。つまり、7・8時間目では多くの生徒が、「結果」から「統合・発展／体系化」できたと考えられる。その結果、既習事項を使って、凹四角形の角の性質を発見するという数学のよさを実感する生徒が多数見られた。生徒Bに凹四角形を作成した根拠を尋ねると、「使える考え方に『平行』という言葉が多く記録しており、今回の問題は元々平行であったため、あえて平行ではなくしてみた。」と回答した。この回答から、「統合・発展／体系化」するために使える考え方を活用したことが分かる。しかし、他の時間では、「統合・発展／体系化」する際に、使える考え方を活用して新たな視点で捉えたり、新たな問いを見いだしたりするというよりは、「統合・発展／体系化」後の考えを深める場面で、使える考え方を積極的に活用していた様子が多く見られた。このことから、活用1が有効に働き、問題解決においても使える考え方を活用したと考えられる。

生徒Cは、新たな視点で捉え直すという「統合・発展／体系化」した際に、新たな性質に気づき、その根拠を理解するために使える考え方を活用していた。この姿は、他の性質も見付けてみようという行動し、学びのつながりを意識し始め、試行錯誤して考える楽しさを徐々に味わうというワクワクをしながら数学のよさを実感していたと考えられる。また生徒Cは、単元後半からその考えが活用できそうだと思うと、随時、使える考え方を入力していた。

生徒Aは、班員に解き方を教える際に、自身で「統合・発展／体系化」したため、新たな視点で捉え直した問題を提示したと考えられる。その結果、班員たちは正多角形の一つの外角の求め方を学び、その求め方を知って学んできたことにつながりを実感し、発見や驚きを感じた様子が発話記録から見られた。その後も班で活発に話し合い、問題を追究している様子が見られたため、試行錯誤して考える楽しさを味わっていたというワクワクが見られたと考えられる。

研究に関わる事前と事後のアンケート結果から、多くの生徒が日頃から自身の力で問題解決しようとしていることが分かる。特に、中間層の生徒にとっては前に学んだことが活用できるのではないかという実感がもてたため、使える考え方を活用することで、自身の力で解決しようとする意識が強くなったと考えられる。前ページ図14から、数学の得意な生徒にとっては、使える考え方を活用し自身の考えを確かめるためや、別の視点での問題の考え方としての役割をしていたと考えられる。しかし、数学が得意でない生徒は「使い方が分からない、活用していない」など他の方法を考える手段として活用することは難しかったようである。そこで、教師から新たな気づきを促す発問を行うことで、生徒自身で「結果」から「統合・発展／体系化」できるようになった。前ページ図15からは、多くの生徒が使える考え方を活用し考え続けられたことが分かった。つまり、使える考え方を活用することは、得られた結果から学んできたことにつながりを実感し、発見や驚きを感じ、試行錯誤して考える楽しさを味わうことに有効であったといえる。

Ⅶ 研究のまとめ

1 成果

- 生徒自身が達成すべき項目を決め問題解決を行うことで、本時の学習内容が自分事となっていく様子が見られたことから、自身で決めることは、与えられた問題を解いた場合より高い達成感を得るのに有効であった。
- 数学の問題発見・解決の過程を遂行することと、学んできたことをつながりを実感し、発見や驚きを感じ、試行錯誤して考える楽しさを味わうことが相互に作用することは、自身の考えを式や図を用いて分かりやすく伝えたり、既習事項を活用して、新たな性質を発見できたりするという数学のよさを実感する授業の実現に有効であった。
- 達成項目の活用に関しては、エージェンシートを活用し、内容のまとまりごとに振り返ることで、生徒の事後アンケートでは「自分の得意なところや苦手なところを理解し、それぞれ伸ばしたり克服したりする努力をするようになった。」「自分の中で目標を立てて毎時間取り組むことで成長を感じることができた。更に上の目標を立てるようにした。」といった記述が見られたため、生徒の自己調整力を高めることにも有効であった。
- 協力校の教師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「生徒の雰囲気が変わった。生徒がいろいろな場面でよく考えるようになった。」という回答があった。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、説明や考えることの大事さを実感することにもつながった。

2 課題

- 数学が得意でない生徒にとっては、使える考え方をどのように活用すればよいか分からない様子であった。どの生徒も活用でき学びのつながりを実感し、考える楽しさを味わうために、生徒同士で使える考え方を共有し、考えを深める時間を十分に確保していく必要がある。

Ⅷ 提言

生徒が数学のよさを実感し、意欲をもって取り組むには、生徒自身で達成すべき目標を決め、数学の問題発見・解決の過程（グルグル）を円滑に遂行するとよいと考える。そして、得られた結果を新たな視点で捉え直したり、既習の事柄と結び付けたりする活動を行い、誰もが今まで学んできたことをつながりを実感し、発見や驚きを感じ、試行錯誤して考える楽しさを味わうなどのワクワクのある授業をつくる必要がある。

<引用文献>

- 1) OECD *Future of Education and Skills 2030: Conceptual learning framework STUDENT AGENCY FOR 2030* (2019)
- 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
- 3) 中央教育審議会答申（平成28年12月）「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）」 文部科学省

<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」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 新井 裕之