

01	名古屋	名古屋市立宮中学校	カリヤ エミ
			刈 谷 瑛 美

分科会番号	4	分科会名	数学教育（数学）
-------	---	------	----------

研究題目

問題解決場面において数学的な見方・考え方を働かせる生徒の育成

1 主題設定の理由

本校において数学に苦手意識をもつ生徒は少なくない。担当の1年生3クラス（98名）を対象に実施したアンケートでは、「数学に苦手意識がある」と回答した生徒は70名（72%）にのぼった。授業を観察すると、授業前半で学んだ知識を活用すれば解決できる課題であっても、自力で見通しを立てられず、演習開始と同時に「先生、どうやって解くの」と教員や級友に頼りがちな生徒（生徒A）や、「どこで分からなくなったの」と問いかけても、「最初から分からない」と答える生徒（生徒B）が各クラスに散見される。さらに、解説や例題を参考にすれば解くことができる問題であっても、既習の知識や解法をどのように活用すればよいのか分からず、手が止まってしまう生徒も見受けられた。こうした実態から、生徒には「既習の知識を活用できないか」「結論から逆算して必要な条件を探れないか」といった視点（＝数学的な見方・考え方）を働かせながら問題解決に取り組む力が十分に育っていないのではないかと考えた。

生徒が数学的な見方・考え方を身に付けるためには、数量や図形のどこに着目し、どのように論理的・発展的に考えればよいのかという視点を、生徒自身が意識して働かせられるようにすることが重要である。そのための具体的な手立てを探る中で、永田（2019）が提唱する「思考の種（以下、『種』）」に着目した。「種」とは、問題を解決したり新たな考えを見出したりする際の手がかりとなる10の視点であり、「ひろげる」「整理する」「同じようにする」「改善する」「条件をかえる」「きまりを見つける」「さかのぼる」「逆をつくる」「比べる」「学んだ形にする」で構成されている。

そこで、現在担当している生徒を中長期的に指導することを見据え、3年間を見通した研究を計画した。第1学年では、生徒に「どの『種』が、どのような場面で、どのように活用できるのか」を理解させるとともに、その有効性を実感させることを重視した。つまり、「種」の価値付けを行い、数学的な見方・考え方を意識的に活用しようとする態度を育成することが重要であると考え、本主題を設定した。

2 めざす生徒像

本研究で目指す生徒像を次のように設定した。

問題解決場面において数学的な見方・考え方を働かせることができる生徒

3 研究の仮説

目指す生徒像に迫るために、次のような仮説を立てた。

問題解決場面で働かせる「思考の種（思考の引き出し）」を可視化・共有し、解決の根拠として意識させる指導の工夫を行うことによって、生徒は数学的な見方・考え方を主体的に働かせながら問題解決に取り組めるようになるだろう。

4 研究の方法

(1) 手立て

① 生徒との協働による「思考の種」の再構成（アップデート）

生徒が「思考の種」を自分事として捉えられるよう、生徒の意見を取り入れながら「思考の種」の再構成を行う。具体的には、内容が重複する種の統合や表現の見直し、活用頻度の低い種の削除などを行い、生徒にとって分かりやすく活用しやすい形へと改善する。これにより、「思考の種」を問題解決の際に活用できる思考の手がかりとして定着させることができるようにする。

② 「思考の種（引き出し）」の価値付け

問題解決の際に活用する視点をまとめた「思考の種（引き出し）」を具体化したプリントを全生徒に配付し、常に参照できるようにする。また、問題解決の過程や解決後の振り返りにおいて、「どの『種』を活用したか」を個人・ペア・学級全体で共有する場面を設定する。解法だけでなく、その根拠となった「種」に着目させることで、「種」を活用することの有効性や価値を実感させ、数学的な見方・考え方を主体的に働かせようとするようにする。

(2) 仮説の検証方法

① 授業アンケートの結果

授業を実践する中学1年生98名に対して、単元前後におけるアンケート調査（数学への苦手意識、意識の変化）を行い、その結果から仮説の検証を行う。

② 抽出生徒の授業での変容

授業実践をするクラスで抽出した2人の生徒（生徒A、生徒B）の変容をもとに、仮説の検証を行う。

	実態	教師の思い（期待する変容）
生徒A	人に頼りがちで、問題演習に入るとすぐ「どう解くの」と質問する。見通しをもつ経験が不足していると考えられる。	「種（引き出し）」を使って自力で見通しを立て、解決できた達成感を味わわせたい。
生徒B	数学に強い苦手意識があり、「最初から分からない」と諦めて板書を写すだけで思考停止しやすい。	土台となる知識を整えるとともに、「種（引き出し）」をきっかけに一歩踏み出して解けた喜びを感じさせたい。

【表1】 抽出生徒の実態と本研究を実践するにあたっての教師の思い

5 研究の実践1

(1) 手立て① 生徒との協働による「思考の種」の再構成（アップデート）

【資料1】を全員に配付し、授業導入時には提示問題を解決するために必要な「種」

		思考の種				
種	活用場面	① 真じようにする	② 変換する	③ 書きまをまづける	④ 変をつくる	⑤ 止める
		「～と～は～のように考えられるか？」	「～と～は～のように考えられるか？」	「～と～は～のように考えられるか？」	「～と～は～のように考えられるか？」	「～と～は～のように考えられるか？」
種	活用場面	⑥ しかのぼる	⑦ 最終をかえる	⑧ 整理する	⑨ ひろげる	⑩ 早くに影にする
		「～と～は～のように考えられるか？」	「～と～は～のように考えられるか？」	「～と～は～のように考えられるか？」	「～と～は～のように考えられるか？」	「～と～は～のように考えられるか？」

【資料1】本を参考にまとめた「思考の種」

を学級全体で考え、問題解決に用いる視点を共有する形で活用していた。生徒が「種」に慣れてきた頃、「『①同じようにする』と『⑩学んだ形にする』の違いが分からない」「④逆をつくるはどのような場面で使うのか」といった疑問の声が挙がった。そこで、生徒にとってより分かりやすいものとなるよう、重複する「種」の統合や表現の見直しを生徒と協働して行うことにした。ロイロノートのアンケート機能を活用し、「どの『種』をどのような言葉に言い換えると分かりやすいか」について意見を集め、その結果を基に少人数グループで話し合いながら、言い換えた案への投票を行った。また、「新しい『種』を考えたい」「『思考の種』という名称ももっと分かりやすくしたい」といった意見も見られたため、それらも取り入れながら再構成を行った。その結果、生徒の言葉を基に作成されたのが「思考の引き出し（以下、『引き出し』）」【資料2】である。

統合・表現の改善・新設・削除したもの	
①学んだことを使う（旧①・⑩の統合）： 「前に学んだことは使えないかな？」	
④答えから導く（旧⑥）： 「何が分かれば導けるかな？」	
⑦視点を变える（旧②の再整理）： 「どこで間違えたか／別の考えはないか」	
⑧意見を交換する（新設）： 「友達の考えを聞いてみよう」	
× 逆をつくる（旧④）	
× 条件を変える（旧⑦）	

思考の引き出し		
種	① 学んだことを使う	② さまじりを見つける
イメージ	「～と同じように考えること」 「前に学んだことを使えないかな？」	「どんな視点が隠れているかな？」
使う場面	・学んだことと同じように考えるとき ・すでに学んだことや考えを使うとき	・いくつかの要素から、常に成り立つことを予想するとき
種	③ 比べる	④ 答えから導く
イメージ	「～と～を比べること」 「同じところと違うところを導くこと」	「何がわかれば、導けるのかな？」 「求めたいものから考えれば必要なことは？」
使う場面	・複数のものを比べて、共通点と相違点を見つけるとき	・答えや結論から、考え方（解法）を考えるとき
種	⑤ ひるげる	⑥ 整理する
イメージ	「～は～でも同じように成り立つのかな？」 「～は～でも成り立つのかな？」	「問題を表や図などにまとめてみよう」 「どのような場合があるかを整理してみよう」
使う場面	・考える範囲をひるげるとき ・一般化するとき	・いくつかの内容を整理するとき ・場合分けをするとき
※ 問題解決の途中や後で使える引き出し		
種	⑦ 視点を变える	⑧ 意見を交換する
イメージ	「どこで間違えたのかな？」 「もっとわかりやすい考えはないかな？」	「どうやって考えたらいいかな？ 自分だけ？」 「なるほど！ そういう考えもあるんだね」
使う場面	・間違えているとき ・より良い考え方を探するとき	・自分の意見だけでなく、ほかの人の意見を聞いて新しい考え方を知るとき

【資料2】「種」から再構成された「思考の引き出し」

(2) 手立て② 「思考の種（引き出し）」の価値付け

単元：3章 方程式 「比と比例式」

目標：比例式の性質（ $a:b=c:d$ ならば $ad=bc$ ）の導き方を、既習事項を根拠に説明することができるようにする。

授業の展開と生徒の姿：

授業冒頭では、身近な比の例としてカルピスの割合を取り上げ、「比の値」の既習内容を教科書やペア活動を通して確認した。次に、「『引き出し』の『③比べる』を使おう」と投げかけ、3つの比例式（ア $30:25=6:5$ 、イ $3:2=24:16$ 、ウ $2/3:2/5=5:3$ ）を比較させた。生徒たちは比較する活動を通して、「比例式では内側の数の積と外側の数の積が等しい」という性質に自ら気付くことができた。続いて、「この性質は常に成り立つのだろうか」という課題を設定し、数と文字を含む比例式（ $x:3=y:2$ ）の説明に取り組ませた。しかし、多くの生徒が解決の糸口を見いだせずにいたため、黒板にヒントとして「④答えから導く」を提示した。すると、「結論の $2x=3y$ を導くためには何が分かればよいか」と逆算して考え、既習事項である「比の値」や「等式の性質」と結び付けながら解決しようとする生徒が増えた。問題解決後には、活用した「引き出し」を振り返る時間を設けた。多くの生徒は、授業中に活用した「③比べる」や「④答えから導く」に加え、「①学んだ形にする」も挙げ

ていた。その理由として、「④は結論から逆算して考えたから」「①は既習の比の値や等式の性質を使ったから」といった説明が見られた。このことから、生徒は問題解決に用いた見方・考え方を意識し、その働きを説明できるようになった。

さらに、教員が「もう一つ選ぶべき『引き出し』がある」と促すと、生徒から「『⑤ひろげる』ではないか」という意見が挙がった。その理由を尋ねると、「数と文字が混ざる式から、文字だけの式として説明したから。数だけだと特定の数のときしか言えないけれど、文字に広げることでどんな数でも成り立つと言えるから。」という発言が見られた。このことから、生徒は単に「⑤ひろげる」を選択しただけでなく、その視点がもつ意味や有効性についても理解し始めていることがうかがえる。また、「ひろげる」という見方・考え方を問題解決と結び付けて捉えられるようになってきたことから、その価値付けが図られたと考えられる。

(3) 抽出生徒の変容

生徒Aの姿：数と文字の式($x:3=y:2$)では、「④答えから導く」がヒントとして提示されていたため、結論から考えようとしていたが、比の値をどう扱うか分からず手が止まり、級友の助言を得て理解した。しかし、数と文字の式で活用した説明の方法を比の値や等式の性質などの既習事項と結び付けて理解することができていたため、次の段階である文字のみを用いた比例式($a:b=c:d$ ならば $ad=bc$)の説明では、「①学んだ形にする」を働かせ、自力で解決の見通しをもち、正しく記述することができた。

生徒Bの姿：既習事項である比の値や等式の性質の知識が定着しておらず、「④答えから導く」という視点を与えられても解決の糸口を見いだすことができなかった。そのため、自ら思考を進めることが難しく、板書を写すことに終始している状態であった。

(4) 実践1の考察と課題

実践1を通じ、生徒Aのように「引き出し」を意識させることで問題解決の根拠を見出しやすくなる効果が確認できた。しかし、生徒Aも生徒Bも、既習事項に関する知識の定着が不十分な場合には「引き出し」(＝見方・考え方)を提示しても十分に活用することができないという課題が明らかになった。

以上のことから、次のように手立てを修正し、実践2を行うこととした。

① 生徒による「用語まとめ」の作成

生徒が教科書を活用しながら、用語の意味や性質を自ら整理・再構成する「用語まとめ」の時間を意図的に設定する。まとめを作成し、必要に応じて繰り返し見直せるようにすることで、「引き出し」を活用するための知識の定着を図る。

② 「思考の引き出し」の価値付け

問題解決の際に活用する視点をまとめた「思考の引き出し」を具体化したプリントを全生徒に配付し、常に参照できるようにする。また、問題解決の過程や解決後の振り返りにおいて、「どの『引き出し』を活用したか」を個人・ペア・学級全体で共有する場面を設定する。解法だけでなく、その根拠となった「引き出し」に着目させることで、「引き出し」を活用することの有効性や価値を実感させ、数学的な見方・考え方を主体的に働かせようとするようにする。

6 研究の実践2

単元名：5章 平面図形 「移動と作図」

目標：【知識・技能】平面図形に関する用語の意味を理解し、基本の作図ができるようにする。

【思考・判断・表現】作図の方法を論理的に説明できるようにする。

(1) 手立て① 生徒による「用語まとめ」の作成 (第1時)

単元導入時には、小学校と中学校における作図の違い（定規は直線を引くための道具、コンパスは円をかいたり長さを移したりするための道具）を確認した後、「教科書を使って用語を



【資料3】生徒Bによる「用語まとめ」

自分たちでまとめよう」と指示し、「用語まとめ」（【資料3】）の時間を設定した。生徒たちは、個人で教科書を読みながら整理したり、級友と協力して内容を確認したりしながらまとめを作成していた。生徒Aは、「教科書を読み取るのは難しい。今まではプリントの穴埋めが中心で、受け身に学習していたことに気付いた」と振り返っていた。また、生徒Bは、「教科書を見ながらなら自分でもできる」と前向きに取り組み、直線・線分・角などの定義を自ら整理しながら丁寧にまとめることができた。

(2) 手立て② 「思考の引き出し」の価値付け（第8時）

直線上の点Pを通る垂線の作図方法を提示せず、自力解決を行わせた。まず「④答えから導く」の引き出しを提示し、完成形（垂線が引かれた状態）を先にイメージさせた。完成形を思い描かせることで、半数以上の生徒が既習事項であるひし形や線対称な図形の性質と結び付けながら、作図の手順を見いだすことができた。次に、なぜその作図方法で垂線を引くことができるのかを隣同士で考えさせた。すると、生徒Aや生徒Bをはじめ、多くの生徒がひし形や垂直二等分線、角の二等分線など既習事項を活用して、その理由を説明することができた。このことから、「用語まとめ」などを通して既習の知識が定着し、問題解決の場面で活用できるようになってきた。

(3) 抽出生徒の変容

生徒Aの姿：普段であれば演習開始直後に質問に来ることが多かったが、本時では質問をすることなく自力で作図を完成させ、教師に報告する姿が見られた。その後の「なぜ垂線を引くことができるのか」という理由説明の場面でも、ひし形や垂直二等分線の性質といった既習事項を活用しながら「引き出し」を働かせて説明することができていた。

生徒Bの姿：完成形から逆算し、自力で作図を成功させた。さらに、手が止まっている隣の生徒に対し、「前回の授業でひし形の性質を使ったでしょ。今回もそれを使えばいいんだよ」と助言し、「①学んだことを使う」の「引き出し」を自発的に働かせている姿が見られた。

7 研究の成果と課題

(1) 事前・事後アンケート結果の比較と分析

本研究の手だてを通して、生徒の数学に対する意識は大きく改善した。

研究実践前（1学期当初）	研究実践後（実践2終了時）
72%（70名 / 98名）	41%（40名 / 98名） 【31%減少】

【表2】 「数学に苦手意識がある」と回答した生徒の割合

実践2の後、応用課題（ 30° の角の作図）を出題した際にも、「 30° を作るには、 60° の角の二等分線を引けばいいから…」と、生徒自らが「①学んだことを使う」「④答えから導く」を自然と働かせ、見通しをもって問題を解決する姿が定着してきた。単に知識や技能を習得するだけでなく、学んだ内容を関連付けて活用し、自律的に課題解決へ向かう姿勢が定着してきたと考えられる。

(2) 抽出生徒の変容のまとめ

	実践前の課題	実践後の変容と成果
生徒A	すぐ人に頼り、自力で見通しを立てられない。	「引き出し」を活用して解決の根拠を自ら発見できるようになり、最後の文字式の証明や作図も自力で解き切る自信がついた。
生徒B	知識不足から「最初から分からない」と諦め、板書書きに終始。	「用語まとめ」で知識の土台が整い、「答えから導く」等の引き出しを武器に自力で作図を成功させ、級友に助言するまでに成長した。

【表3】 抽出生徒の実践前の課題と実践後の変容と成果

(3) 本研究の成果

① 「見方・考え方」の言語化と可視化の有効性

数学的な見方・考え方をいくつかの視点に整理し、簡潔な説明や活用場面を添えて「思考の種」として提示したことで、生徒は「どの『種（引き出し）』を使えばよいだろう」と考えながら問題に向き合うようになり、数学的な見方・考え方を意識する姿が見られるようになった。また、「思考の種」から「思考の引き出し」への再構成を生徒と協働して行ったことで、捉えにくい数学的な見方・考え方が、生徒にとって使いやすい言葉となり、問題解決の根拠として価値付けることができた。

② 知識と数学的な見方・考え方のつながり

実践2を通して、「引き出し」を活用するためには、その土台となる知識の定着が不可欠であることが分かった。実践1では「〇〇ってどういうこと」という質問が多く見られたが、実践2ではそのような発言は減少し、「〇〇は～という意味だから」と自ら「用語まとめ」を見返しながら考える姿が見られた。このことから、生徒にとっては教科書から用語の意味を探し出すよりも、自分で作成したまとめを活用して振り返る方が理解しやすいと考えられる。実践1から実践2にかけての変容を踏まえると、知識の習得・定着を図る手立てとして「用語まとめ」を取り入れたことは有効であったと考えられる。

(4) 今後に向けた課題と展望（3年計画の2年目・3年目に向けて）

課題1 振り返りの深まりと発問の工夫

「⑧意見を交換する」などの「引き出し」を選択した理由の記述では、「友達の意見を聞いて何が大切だと感じたか」「共通点や相違点があるか」といった視点で振り返らせるなど、生徒の思考をより深めるための発問を工夫していく必要がある。

課題2 自律的選択と統合的活用（2年目・3年目の展望）

2年目は、生徒自身がより豊かな「引き出し」の中から状況に応じて適切な視点を自発的に選択・活用しながら思考を深められる授業づくりを進めていく。そして3年目には、複雑な問題に対しても複数の「引き出し」を統合的に働かせ、自律的に問題解決に取り組むことができる生徒の育成を目指していく。

8 引用・参考文献

永田潤一郎『数学的な見方・考え方を働かせる算数・数学授業の創造』明治図書（2019）
文部科学省『中学校学習指導要領解説数学編』（2017）