

## 統合的・発展的に考察する力を育成する算数科・数学科授業の在り方（第二年次）

－「系統図」を活用した数学的な見方・考え方の成長を促す学習サイクルの工夫を通して－

長期研究員 佐藤 翔 英  
 長期研究員 齋藤 真実  
 長期研究員 白石 裕太

### 《研究の要旨》

本研究は、小中高の算数科・数学科で統合的・発展的に考察する力の育成を目指した。子供が学びに関連性を見いだしてまとめたり、考察の範囲を広げようとしたりできるように、数学的な見方・考え方のつながりを探る教材研究を行い、「系統図」を作成した。授業では、子供が数学的な見方・考え方を自覚して働かせ、数学的な見方・考え方を手掛かりに統合的・発展的に考えることができるようにした。その結果、統合的・発展的に考察するための3ステップが明らかになった。そして、3ステップを踏んだことで統合的・発展的に考察する子供が多く見られた。

### I 研究の趣旨

学習指導要領解説算数編・数学編（以下、基準）からは、数学的に考える資質・能力を育成するためには、数学的な見方・考え方を働かせた数学的活動が欠かせないことが読み取れる。数学的活動は、算数・数学の問題発見・解決の過程（以下、学習サイクル）のイメージ図（図1）<sup>\*1</sup>として示されており、六つの局面が位置付けられている。

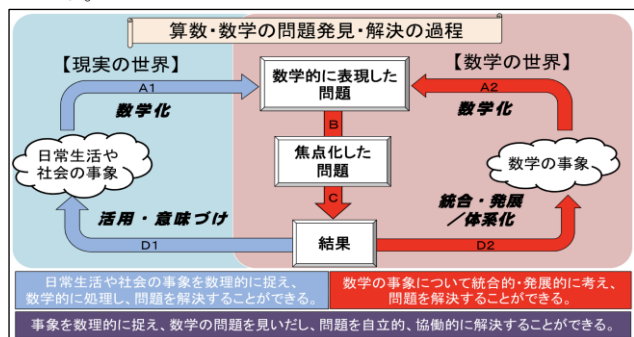


図1 算数・数学の問題発見・解決の過程のイメージ図

また、育成を目指す資質・能力である思考力、判断力、表現力等の一つに、「統合的・発展的に考察する力」が示された。これは、系統性が強いという算数科・数学科の教科特性と合致しており、従来から大切にされてきた算数科・数学科を学ぶ価値を、改めて強調しているものであることが読み取れる。

そこで、「統合的・発展的に考察する力」に関わる本県の実態や現状を分析した。小学校では、統合的・発展的に考察する力が求められる問題が出題された平成31年度全国学力・学習状況調査において、本県正答率が29.2%であり、すべての問題の中で最も低かった。高等学校でも、令和5年度大学入学共通テストにおいて、解決過程を振り返って統合的・発展的に考える力を問う設問の正答率が1割程度であった。中学校では、福島県教育委員

会による「令和5年度授業改善グランドデザイン」において、振り返りの場面で条件変えを促す発問等を通して生徒自身が新たな問題を発見するような授業、つまり、統合的・発展的に考えることで、数学を創造することができるような授業への改善が求められている。

以上を踏まえ、本研究では、「統合的・発展的に考察する力」を育成することができる授業の在り方を探ることとした。第一年次研究では、「統合的・発展的な考察につながる視点や考え方」を「統合・発展の芽」とし、それを学習サイクルの六つの局面で引き出し、子供が繰り返し働かせることができる単元・授業をデザインして実践した。その結果、統合的・発展的に考察する力が有意に上昇した（ $p < .05$ ）。さらに、「統合・発展の芽」を自覚して働かせることと統合的・発展的に考察する力に、正の相関<sup>\*2</sup>が見られた。その一方で、学習サイクルで働かせる「統合・発展の芽」を、教師が十分に把握しきれなかったことが影響し、Bの局面で、「統合・発展の芽」の働かせ方やその目的を子供と共有することができなかった。さらに、D2の局面では、何を視点に振り返ればよいのかが分からない子供の姿が見られた。

これらの成果と課題を踏まえ、第二年次研究では、数学的な見方・考え方に焦点を当て、BとD2の局面で手立てを講じることにした。数学的な見方・考え方は、基準に「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、根拠を基に筋道立てて考え（論理的）、統合的・発展的（、体系的）に考えること」、「数学的に考える資質・能力を支え、方向付けるものであり、算数（数学）の学習が創造的に行われるために欠かせないもの」と示されている。このことから、BとD2の局面において、数学的な見方・考え方が、問題解決や解決過程の振り返りの方向性を決める手掛かりとなり、統合的・発展的に

考察することができるのではないかと考えた。本研究では、「数学的な見方・考え方（以下、見方・考え方）」を「思考の方向性を決める、一歩目となる視点や考え方」とした。また、「統合的に考察する力」を「新しく生み出したものと既習のものに関連性を見いだしてまとめる力」、「発展的に考察する力」を「考察の範囲を広げ、数学を創造しようとする力」と定義した。そして、見方・考え方を自覚して働かせながら見方・考え方のつながりを探ること、つまり、見方・考え方を手掛かりに統合的・発展的に考えることで、統合的・発展的に考察する力を育成することができると考えた<sup>※3</sup>。

- ※1 「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過程」という、算数・数学の問題発見・解決の過程（平成28年12月中央教育審議会答申）。以下のA1～D2が六つの局面とされている。A1「日常生活や社会の問題を数理的に捉える局面」、A2「数学の事象における問題を数理的に捉える局面」、B「数学を活用した問題解決に向けて、構想・見通しを立てる局面」、C「焦点化した問題を解決する局面」、D1「解決過程を振り返り、得られた結果を意味付けたり、活用したりする局面」、D2「解決過程を振り返るなどして概念を形成したり、体系化したりする局面」
- ※2 相関係数  $r = 0.58$ 。相関係数の目安として、 $0.20 \sim 0.40$ ：やや正の相関、 $0.40 \sim 0.70$ ：正の相関、 $0.70 \sim 1.00$ ：強い正の相関とした。
- ※3 本研究では、数学的に考える資質・能力である「統合的・発展的に考察する力」と、数学的な見方・考え方である「統合的・発展的に考察すること」を次のように捉える。前者は、「学びをまとめたり、広げたりすることを『やり遂げる力』」、後者は、「学びをまとめようとしたり、広げようとしたりする『思考の一歩目』」である。

## II 研究の仮説

算数科・数学科の授業において、以下の手立てを講じれば、子供の統合的・発展的に考察する力を育成することができるだろう。

【手立て1】学びをつなげる数学的な見方・考え方に関わる「系統図」の作成

【手立て2】数学的な見方・考え方の成長<sup>※4</sup>を促す学習サイクルの工夫

- ① 数学的な見方・考え方を自覚するための、見通しの場の工夫
- ② 数学的な見方・考え方のつながりを探るための、振り返りの場の工夫

※4 数学的な見方・考え方の成長とは、「子供が見方・考え方を自覚して働かせたり、見方・考え方のつながりを探ったりすること」である。

## III 研究の内容と実際

本研究では、小中高で以下の手立てを講じる。

1 【手立て1】学びをつなげる数学的な見方・考え方に関わる「系統図」の作成

見方・考え方に焦点を当てた教材研究を基に、「系統図」（図2）には、以下の五つを記載する。そうすることで、見方・考え方のつながりと、子供が見方・考え方を働かせる姿、統合的・発展的に考察する姿を明確にできるようにする。

一つめは、どの領域でも働かせることができる汎用的な見方・考え方である。基準を参考に、帰納（いくつか

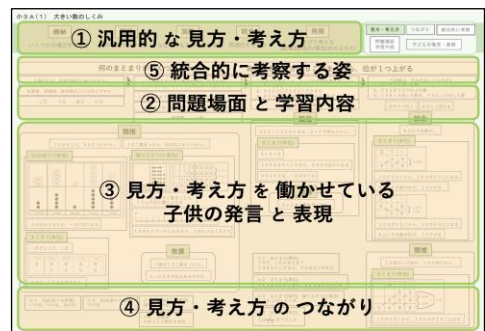


図2 「系統図」の概観

の場合を考える), 類推 (同じように考える), 演繹 (なぜそうなるのかを考える), 統合 (関連性を考える), 発展 (広げて考える) といった見方・考え方を載せた (図2-①)。

二つめは、問題場面と学習内容である。教科書を基に、主な学習場面と、教えるべき学習内容を載せた (図2-②)。

三つめは、見方・考え方を働かせている子供の発言と表現である。予想される子供の発言と表現を想定し、それらほどの見方・考え方を働かせているものなのかを明記した (図2-③)。

四つめは、見方・考え方のつながりである。本単元で働かせる見方・考え方を、これまでどのように働かせ、これからどのように働かせていくのかを明記した (図2-④)。

五つめは、統合的に考察する姿である。本単元で目指す統合的に考察する姿を明記した (図2-⑤)。

2 【手立て2】数学的な見方・考え方の成長を促す学習サイクルの工夫

(1) 数学的な見方・考え方を自覚するための、見通しの場の工夫

見通しの場面で、本時の問題解決で働かせそうな見方・考え方を引き出し、板書などで可視化する。そうすることで、無意識に働かせている見方・考え方を子供が自覚して、問題解決に動き出すことができるようにする。

(2) 数学的な見方・考え方のつながりを探るための、振り返りの場の工夫

振り返りの場面で、過去と未来の視点を明示して学習サイクルを振り返る。過去視点とは、本時で働かせた見方・考え方をこれまでに働かせたことがないかと関連性を探る、統合的に考える視点である。また、未来視点とは、本時で働かせた見方・考え方を基に考察の範囲を広げて新たな問題を考える、発展的に考える視点である。これらの視点で振り返ることで、見方・考え方を手掛かりに、統合的・発展的に考えることができるようにする。

#### IV 小学校における実践と考察

研究対象	第3学年24名（1学級）
授業実践Ⅰ	「たし算とひき算の筆算」（9時間）
授業実践Ⅱ	「大きい数のしくみ」（12時間）
研究対象	第5学年30名（1学級）
授業実践Ⅰ	「小数のかけ算」（10時間）
授業実践Ⅱ	「図形の角」（7時間）
研究対象	第6学年32名（1学級）
授業実践Ⅰ	「分数のかけ算」（14時間）
授業実践Ⅱ	「拡大図と縮図」（8時間）

本章では、第6学年の授業実践Ⅱを述べる。

##### 1 研究の実際

###### (1) 【手立て1】に関わる教材研究の過程

初めに、本単元で働かせる主な見方・考え方を明確にした。基準（小学校）第6学年の内容、B図形、B（1）縮図や拡大図、対称な図形（1）イ（ア）には、「図形を構成する要素及び図形間の関係に着目し、構成の仕方を考察したり図形の性質を見いだしたり……」と示されている。また、「第5学年では、図形の合同については、図形間の関係に着目し、与えられた図形と合同な図形を構成する活動を通して……」と、第5学年で学習した図形の合同とのつながりも明記されている。これらの記述から、「図形の構成要素」と「図形間の関係」を、本単元で働かせる主な見方・考え方とした。

次に、本単元で働かせる見方・考え方をより具体的に捉えるため、先述の二つの見方・考え方を働かせている子供の姿を、教科書にある問題場面を基に考えた。例えば、図3を提示し、

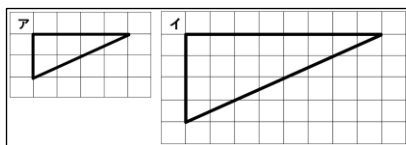


図3 思考の対象となる図形

「アとイは同じに見えるかな」と問う問題場面を考える。すると、「同じに見えない」や「同じに見える」という児童の発言が想像できる。前者は、第5学年「合同な図形」の学習を基に、図形の構成要素である辺と角に着目して、「対応する角の大きさがすべて等しいが、対応する辺の長さは等しくないから、アとイは合同な図形ではない」と、図形間の関係を判断していると言える。後者も、辺と角に着目しているが、「対応する角の大きさがすべて等しいし、アの辺の長さの2倍が、イの辺の長さになっている」ことを見だし、図形間の関係を判断していると言える。つまり、様々な図形の構成要素のうち、辺と角に着目して、図形間の関係を判断する姿である。また、このような姿は、拡大図と縮図を作図するときや、地図上の長さから実際の長さを求めるときにも見られるだろう。この

ことから、図形の構成要素である辺と角に着目し、図形間の関係を判断しようとする姿を、本単元で見方・考え方を働かせる姿とした。

最後に、先述の二つの見方・考え方を手掛かりに統合的・発展的に考察する姿を明確にした。基準（中学校）第1学年の内容、B図形、B（1）平面図形には、「小学校算数科では、ものの形についての観察や構成などの活動を通して、…（中略）…このように、図形の構成要素、それらの相等や位置関係を考察することにより、図形に対する見方が次第に豊かになってきている」、「中学校算数科において第1学年では、…（中略）…二つの図形の関係について調べることを通して、図形に対する見方を一層豊かにする」と明記されている。これらの記述から、図形の構成要素である辺と角に着目し、図形間の関係を判断しようとする姿は、図形に対する見方について統合的・発展的に考えることにつながる事が分かる。このことから、「図形を観察するときは、図形の構成要素に着目すればよい」と、図形の見方に関連性を見いだしてまとめる姿、「図形の構成要素に着目して、三角形や四角形などの様々な図形を観察したい」と、観察する図形を広げる姿を、本単元で統合的・発展的に考察する姿とした。

以上のような、見方・考え方のつながりを探る教材研究（図4）を基に、「系統図」を作成した。

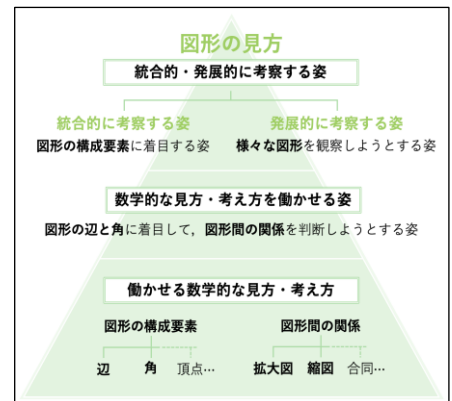


図4 本単元で目指す児童の姿

###### (2) 【手立て2】①について

第1時について説明する。初めに、本単元で働かせる見方・考え方である、辺と角に着目する姿を引き出した。そして、無意識に働かせていた見方・考え方を黒板に可視化することで、見方・考え方の自覚を促した。本時で働かせる見方・考え方について、提示する三角形にマス目があるため、辺の長さの相等には着目しやすいが、角の大きさの相等

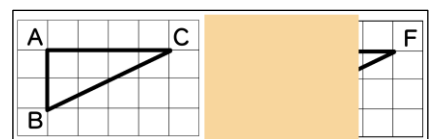


図5 三角形の提示方法の工夫

には着目しづらいたと考え、図5のように、角Fだけが提示した（図6）。図中のTは教師、Cは子供、Csは多人数の発話やつぶやきを示している。

T : 三角形ABCと同じ形か判断してください。  
(図5のように封筒の中から三角形DEFを提示する)

C1 : まだ分からない。  
C2 : 全部見せて。  
T : これで見分けるかな?  
(三角形DEFの全体を見せる)

C3 : 同じ形だ。  
T : どうして同じ形と思ったんだろうね。  
C4 : ここ(辺AB)とここ(辺DE)が同じ。  
C5 : そっだけじゃない。すべての辺が同じだよ。  
C6 : ぴったり重なる。  
T : ① C5は、どこを見て判断したのかな?  
Cs : 辺の長さ。  
T : 辺の長さがすべて等しいから同じ形と判断したんだね。  
そうしたら、三角形ABCと三角形DEFはどんな関係と言えるかな?  
Cs : 合同な図形。  
T : ② 合同な図形は、辺の長さだけが等しいんだね。  
C6 : いや、角度も同じになる。  
T : そうか。辺と角が等しくなるんだね。

図6 見方・考え方を可視化した過程

三角形DEFを見ると、C5のように、すべての辺の長さに着目する姿が見られた。そこで、下線部①のように、着目した図形の構成要素を問い返した。そして、C5が働かせた見方・考え方を全体で共有し、図7のように可視化した。しかし、図5のように提示方法を工夫し、角の大きさに着目する

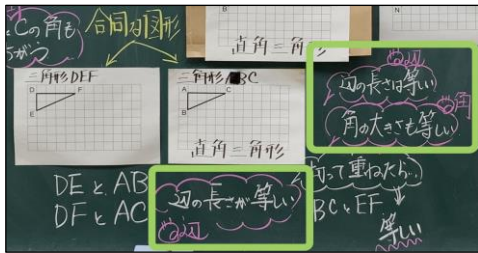


図7 見方・考え方を可視化した板書

姿を引き出そうと考えていたが、その姿は見られなかった。そのため、下線部②の「辺の長さだけが」のように、あえて限定するような問い返しをした。すると、既習である合同な図形の学習を想起できたためか、角の大きさにも着目する姿が見られたため、同様に可視化した。

次に、黒板に可視化した見方・考え方を自覚して働かせることができるように、図8を提示した。先程

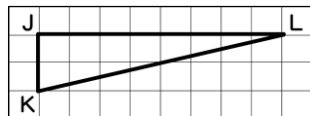


図8 三角形JKL

とは違い、図形間の関係を判断するときは、辺の長さや角の大きさに着目すればよいと、解決方法の見通しをもって動き出すことができると考えた(図9)。

T : 三角形ABCと同じ形かな?  
(図5のように、角Lだけが見えるように提示する)

C7 : もう違う。  
T : もう分かったの?  
Cs : まだ分からない。  
T : まだ分からない人もいるから、もう少し見せるね。  
(三角形JKLの全体を見せる)

T : 三角形ABCと三角形JKLは同じ形かな?  
C8 : 違う形。  
T : 理由も教えて。  
C8 : 他の図形と、JL, KLが違うから。  
T : どういうこと?  
C8が言ってくれたことを、もう一度話せる人はいるかな?

C9 : JLとKLの長さが違う。  
T : C8とC9は、何に注目して判断したのかな?  
Cs : 長さ。辺の長さ。  
C10 : 2倍になっている。4マスと8マス。  
T : また辺の長さに注目したんだね。2倍になっているの。  
③ だけど、JKの長さは同じだよ。同じ形なんじゃないか?

C11 : 角度も違う。  
T : どの角度が違うの?  
C12 : LとCの角度が違う。  
T : ④ 角度も違うんだね。どうして角度に注目したのかな?  
C13 : さっき、角にも注目して判断したから。  
T : 辺と角に注目すると、同じ形かどうかを判断できるんだね。

図9 見方・考え方を自覚して働かせた過程

C7の発言からは、角の大きさに着目して同じ形かどうかを判断しようとしていることが分かる。しかし、辺の長さの相等については判断できないため、三角形JKLの全体を見せた。すると、C8やC9のように、辺の長さに着目して判断する姿が見られた。そして、下線部③のように問い返したことで、角の大きさに着目していたC7の姿を共有することができた。その後、図形間の関係を判断するために働かせた見方・考え方を想起するために、下線部④のように問い返した。C13の発言にある「角にも」という言葉からは、角の大きさだけではなく、辺の長さにも着目する必要があるということを見取れる。また、「さっき」という言葉からは、着目すべき図形の構成要素を自覚して図形間の関係を判断したこと、つまり、見方・考え方を自覚して働かせていたことも見取れる。

(3)【手立て2】②について

板書写真を基に、三つの視点(以下、3要素)で振り返ることができるようにした(図10)。児童は、板書写真を基に、本時で働かせた見方・考え方に丸をつけ、どのように働かせたのかを再現する(図10-[要素1]) (以下、[要素1])。そうすることで、統合的・発展的に考察する手掛かりとなる見方・考え方を、自覚できると考えた。そして、その見方・考え方を、これまでの学習で同じように働かせたことがないか、関連性を見いだそうとしたり(図10-[要素2]) (以下、[要素2])、同じように働かせて解決できる問題を、考察の範囲を広げて考えたり(図10-[要素3]) (以下、[要素3])できるようにした。

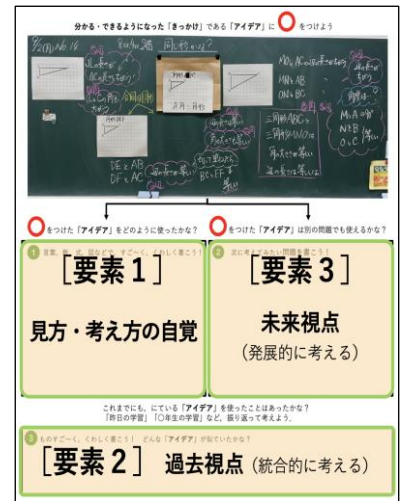


図10 振り返りカードの3要素

図11は、児童2名の〔要素1〕の記述である。辺の長さや角の大きさに着目して解決したことを、言葉や図を用いて再現している。見方・考え方を自覚して働かせた姿が読み取れる。

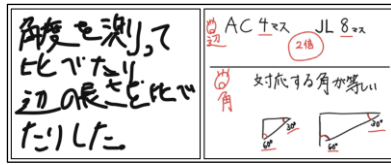


図11 〔要素1〕の記述

図12は、第2・3時の〔要素2〕の変容が見られた児童の記述である。第2・3時は、拡大図

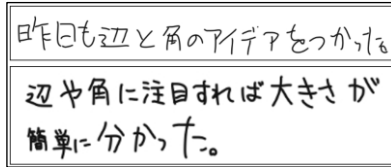


図12 〔要素2〕の記述

と縮図の意味と性質について考えた。第2時の記述※5 (図12-上)からは、図形の見方に関連性を見いだしていることが読み取れる。さらに、第3時の記述 (図12-下)にある「簡単に」という言葉からは、様々ある図形の構成要素のうち、辺と角に着目すれば、図形間の関係を判断できることに気付く姿、つまり、図形の見方について、働かせた見方・考え方を手掛かりに統合的に考えた姿が読み取れる。

※5 実践中は、見方・考え方を「問題を解くときに使ったアイデア」という言葉で、児童と共有した。

図13は、第4時の〔要素3〕の記述である。第4時は、三角形ABCの2倍の拡大図の作図方法について考えた。図13からは、考察の範囲を三角形から四角形に広げていることが読み取れる。また、正方形への書き込みからは、これまでと同じように辺と角に着目していることが読み取れる。

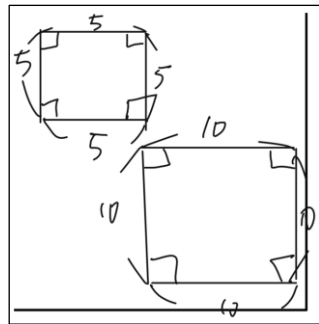


図13 〔要素3〕の記述

つまり、図形の見方について、働かせた見方・考え方を手掛かりに発展的に考えた姿が読み取れる。

## 2 研究の考察

### (1) 統合的・発展的に考察する力の向上

平成31年度全国学力・学習状況調査小学校算数大問3を参考に、統合的・発展的に考察する力を測定する問題を作成し、実践前と実践後に評価テストを実施した。学級平均が、実践前は4.03点であったのに対し、実践後が4.86点であった。t検定の結果、学年平均0.83点、有意に上昇した ( $p < .05$ )。

### (2) 仮説設定の論理的背景の確立

上記の(1)で述べた主題の力の向上と本研究で設定した仮説が、どの程度影響し合っているのかを検証するために、毎時間記入した振り返りカードを分析し、3段階

の水準を設定した。水準について、第2水準は、見方・考え方を自覚して働かせ、統合的・発展的に考えている記述である。第1水準は、見方・考え方を自覚して働かせていないが、統合的・発展的に考えている記述である。第0水準は、見方・考え方に気付かず、統合的・発展的に考えていない記述である。

児童の記述を九つに類型化し、どの水準に含まれるかを示したものが図14である。なお、図14内の「見方・考え方」とは、「黒板に可視化した見方・考え方」のことを示し、A1とB1は〔要素1〕、A2とB2は〔要素2〕、A3とB3は〔要素3〕と対応している。

水準		類型
第2水準	A1	見方・考え方を具体的に働かせている
	A2	働かせた見方・考え方を手掛かりに、関連性を見いだそうとしている
	A3	働かせた見方・考え方を手掛かりに、新たな問題を設定しようとしている
第1水準	B1	見方・考え方を記述している
	B2	見方・考え方についての記述がないが、関連性を見いだそうとしている
	B3	見方・考え方についての記述がないが、新たな問題を設定しようとしている
第0水準	C1	見方・考え方についての記述がない
	C2	その他
	C3	無記述

図14 振り返りの記述の水準と類型

以下では、類型A1、A2、A3、B1、B2、B3について、実際の児童の記述を基に説明する。

図11はA1の例で、本時で働かせた見方・考え方で、辺の長さや角の大きさに着目して、図形間の関係を判断している。

図12はA2の例で、これまでの学習サイクルを振り返り、辺と角に着目したことを手掛かりに、図形の見方に関連性を見いだしている。

図13はA3の例で、辺と角に着目したことを手掛かりに、三角形から四角形に考察の範囲を広げて新たな問題を設定している。

図15-①はB1の例で、見方・考え方がキーワードとして記述されているが、具体的に働かせることまでは至っていない。

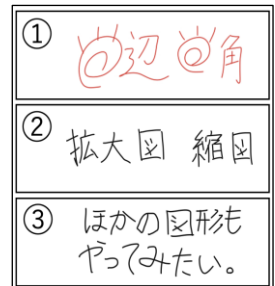


図15 B1、B2、B3の例

図15-②はB2の例で、前時で学習した内容に関連性を見いだしているが、見方・考え方に関連性を見いだせていない。

図15-③はB3の例で、他の図形で考えたいと、新たな問題を設定しているが、見方・考え方をどのように働かせるかなど、見方・考え方についての記述がない。

このように類型化し、図14の第0水準を0点、第1水準を1点、第2水準を2点とし、各要素の平均点を算出した。そして、3要素それぞれの平均点と主題の力の合

計点の相関を調べた。結果は、3要素それぞれの平均点すべてと主題の力の合計点に、正の相関が見られた(図16)。このことから、見方・考え方を自覚して働かせることと、統合的・発展的に考えることは、主題の力と関係があることが分かった。

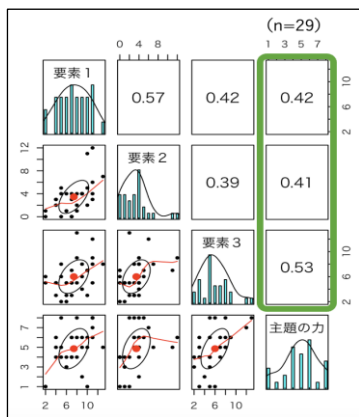


図16 各要素の有効性

ここで、[要素1]と、[要素2]、[要素3]のすべてを合わせた3要素に着目した。すると、主題の力と強い正の相関が見られ、3要素の主題の力の説明率は約57%であった(図17)。このことから、見方・考え方を自覚して働かせること、かつ、見方・考え方を手掛かりに統合的・発展的に考えることが、統合的・発展的に考察する力の育成を支えるもの一つになって

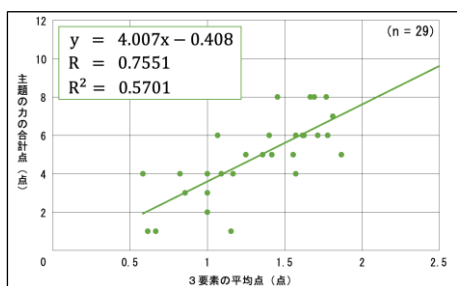


図17 3要素の主題の力の説明率

いたと考えられる。これは、見方・考え方とその成長に焦点を当てて研究を進めた、本研究の論理的背景となり得る。

### 3 成果と課題

#### (1) 研究の成果

「系統図」を作成するときに行った、見方・考え方のつながりを探る教材研究によって、児童から見方・考え方を引き出し、自覚して働かせることができるように促すことができた。そして、見方・考え方を可視化したことで、児童が見方・考え方を手掛かりに、統合的・発展的に考えることができ、統合的・発展的に考察する力を育成することができた。また、統合的・発展的に考察する力を育成するためには、見方・考え方を自覚して働かせること、かつ、見方・考え方を手掛かりに統合的・発展的に考えること、つまり、見方・考え方の成長が強く関係していることが分かった。

#### (2) 今後の課題

児童が働かせた見方・考え方を、どのような表現で可視化すればよいかを考える必要がある。言葉や記号といった表現だけではなく、児童が描いた図や操作、ジェスチャーなどの表現も用いて可視化することが、見方・考え方の自覚を更に促す一助になると考える。

## V 中学校における実践と考察

研究対象 第3学年92名(3学級)

授業実践Ⅰ 「2次方程式とその解き方」(11時間)

授業実践Ⅱ 「関数 $y = ax^2$ の性質と調べ方」(10時間)

本章では、授業実践Ⅱについて述べる。

### 1 研究の実際

#### (1) 【手立て1】に関わる教材研究の過程

授業実践Ⅱは関数領域である。そのため、第一年次研究で作成した、関数(変化と関係)領域における小中高の学びのつながりが見える二つの「系統表」を活用して「系統図」を作成した。まず、『統合・発展の芽』系統表<sup>※6</sup>から、「表の横」、「表の間」などの、表、式、グラフという三つの数学的表現で見方・考え方を働かせている生徒の姿を捉えた(図18)。そして、それらを「関数関係」、「変化」、「対応」といった見方・考え方としてまとめた。そうすることで、見方・考え方を手掛かりにして、表、式、グラフの関連性が見だしやすくなると思った。

見方・考え方	具体的な見方・考え方		
関数関係	・・・が決まれば・・・も決まる		
変化	表	式	グラフ
	表の横 表の間	比例定数 変化の割合	形 開き方 増減 最大値・最小値 傾き 変域
対応	表	式	グラフ
	表の縦	式の形	点の集合
類推	・・・と同じように		
発展	・・・を変える(数、符号、範囲、場面)		
統合	・・・と関連付ける/・・・でみると(表、式、グラフ)		

図18 本単元で成長を促す見方・考え方

次に、「関数(変化と関係)領域における系統表」<sup>※7</sup>から、統合的・発展的に考察する生徒の姿を捉えた。その際、第一年次研究で分類した「子供が統合的・発展的に考察する姿」を

ア	既習の学習と関連性を見いだす
イ	数学的表現の関連性を見いだす
ウ	問題解決の方法の共通点を見いだす
エ	考察の範囲を広げて考える

図19 子供が統合的・発展的に考察する姿

に基づいた(図19)。ただし、本実践は、「関数の利用」の学習を含まないため、図19-ウの姿は除いた。

図19-アは、比例や反比例、1次関数での学習を基にして、変化や対応に着目し、関数 $y = ax^2$ の特徴を見いだす姿である。これまでに生徒は、表を横や縦に見て、関数の特徴を見いだしてきた。また、式やグラフの形に着目し、関数を捉えてきた。この経験を踏まえ、これらの見方・考え方を自覚することで、生徒自ら、これまでと同じように、表、式、グラフを用いて関数の特徴を調べたり、既習の関数と比較したりして、関数 $y = ax^2$ の変化や対応の特徴を見いだすことができると考えた。

図19-エは、比例定数や変数などの条件を変え、関数 $y = ax^2$ の変化や対応に着目し、その特徴を見いだす姿である。第1学年「比例、反比例」の学習では、小学校での学習を基に、数の範囲を負の数まで拡張し、変化や

対応の特徴を見いだした。また、第2学年「1次関数」の学習では、比例の関係にある日常の事象の条件を変え、1次関数を捉えた。これらの見方・考え方を自覚することで、関数  $y = ax^2$  についても同じように、比例定数や変数の値を変え、考察の範囲を広げながら、変化や対応に着目し、その特徴を明らかにすることができると考えた。

図19-イは、関数  $y = ax^2$  の変化や対応の特徴を、表、式、グラフを相互に関連付け、説明する姿である。1次関数の学習では、グラフが直線であることを変化の割合と関連付けて説明するなど、グラフと式や表を関連付けることで、理解を深めた。このような見方・考え方を自覚することで、これまでと同じように、グラフから捉えた関数の特徴について、他の数学的表現と関連付け、理解を深めることができると考えた。

以上の三つの姿から、本単元で統合的・発展的に考察する姿を、「関数関係を捉えるときには、二つの数量の変化や対応の特徴を調べればよい」と解決過程をまとめる姿、「変化や対応に着目して、既習の関数関係では捉えられない関数関係の特徴を見いだしたい」と考察の対象とする関数を広げる姿とした。

- ※6 基準を基に、関数（変化と関係）領域における統合的・発展的な考察につながる視点や考え方をまとめたもの  
<https://center.fcs.ed.jp/file/12475>
- ※7 基準を基に、関数（変化と関係）領域における資質・能力の思考力、判断力、表現力等のつながりをまとめたもの  
<https://center.fcs.ed.jp/file/12474>

(2)【手立て2】①について

第1時では、本単元につながる見方・考え方を引き出し、発問や板書で自覚を促した。まず、「1次関数はどちらかな」と問い、ジェットコースターの上りと下りの進む様子を各自のタブレット端末で観察させた。次に、判断とその根拠を問うた（図20）。

T : 1次関数はどっちかな？

Cs : のぼり。

T : どうしてそう思ったの？

C1 : 速さが一定だから。  
一定の割合のときに1次関数だったから。

T : ① 速さが一定ってどういうこと？

「関数関係」を引き出す発問

C2 : 時間と距離の関係が一定ってこと。

C3 : 1秒あたりに進む距離が一定ってことで、昨年の水の増え方と同じで、こう（同じ速さで手を動かすジェスチャー）進んでいる。

T : 確かに、進み方が1次関数のときのプールの水の増え方と似てるね。似てるけど、②「絶対に1次関数だ」っていうためには何を調べればいいの？

C4 : 表を調べる。  
解決の見通しを問う発問

T : C4は、③ 表の何を調べようとしてるのか分かる？

C5 : 表の間を調べると思う。  
解決の見通し・「表の間 縦 横」を引き出す発問

C6 : 表の縦とか横とかに矢印をかくて調べれば分かると思う。

C7 : グラフの形でも判断できると思う。

図20 見方・考え方を引き出す発問

すると、C1のように、二つの数量の捉えが曖昧で、感覚的に判断している生徒が多く見られた。そこで図20-①のように、速さの意味を問い返し、時間と距離の関数関係に着目させた。その後、図20-②、③のように解決の見通しを問うことで、表の間、横、縦、グラフの形といった見方・考え方を引き出し、板書で可視化した。上りの進み方を調べた後で、「下りの進み方はどのように調べればよ

いか」解決の見通しを問うと、「上りと同じように、時間と距離の関係を表にまとめ、表の縦や横、間を調べればよい」と見方・考え方を自覚し、解決に動き出した。

第2時は、表の横に着目し、変化の特徴を見だし、第3時は、表の縦に着目し、対応の特徴を見いだすなど、自覚した見方・考え方を手掛かりに、既習の関数の特徴を基に、関数  $y = ax^2$  の特徴を見いだす姿が見られた。

一方、解決に動けない生徒については、「表に矢印を書き込めるかな」と教師が問うたり、ペアでノートの記事を指し示しながら、表の見方を説明し合ったりすることで動き始めた。「表の横」のような言葉による表現の理解が難しい生徒も、表現方法を変えることで見方・考え方を共有できた（図21）。

図21 見方・考え方の多様な表現

第4時から第6時は、関数  $y = ax^2$  のグラフの特徴を見いだすことを目指した。第4時、「どんな式のグラフから調べたいかな」と問うと、多くの生徒が「 $a$ が1の場合」と答えた。その理由や、見方・考え方を同じように働かせた過去の学習を問うことで、生徒は、1次関数の学習で、 $a$ の範囲を正の数から負の数に広げたことや、2次方程式の学習で、考察の対象とする式の形を、係数が簡単な場合から一般化できる形に広げたことを想起した。そして、同じように考えればよいと、見方・考え方のつながりから、問題解決の見通しをもつことができた。次に、 $y = x^2$  のグラフの特徴を見いだすための見通しを問うと、「点をとる」、「線でつなぐ」といった方法は挙がったが、その方法を選んだ根拠や目的が曖昧であった。そのため、表を基に点をとったものの、グラフが直線か曲線かで疑問をもち、活動が停滞する様子が見られた。そこで、点を線でつなぐ根拠を図22-①のように問い、見方・考え方を引き出した。そして、図22-②のように、見方・考え方を同じように働かせた過去の学びを問うことで、見方・考え方のつながりに気付く生徒の姿が見られた。

T : ① なんでも線になるの？

C8 : 点が集まる。細かくかいたら点が集まる。

C9 : 点が集まるというか…、点がいっぱい。

T : もともとは線ではないの？

Cs : はい。

T : 線ではなくて、なんなの？

C9 : 点の集まり。

C10 : いっぱい点が集まって…最後は線に見えた。

T : ② それは、どこで習った？

C10 : 1年生のとき…

C11 : 比例のグラフのときにやった。

C12 : 1次関数でもやった。

C13 : 反比例のグラフでも同じように調べた。

「点の集合」を引き出す発問

「見方・考え方のつながりを探らせる発問」

図22 見方・考え方を引き出し、つながりを探らせる発問

第5時は、前時の課題とそれを解決した過程を想起させ、次に調べたい式を問うた。生徒は、「2次方程式のときも係数を変えて考えたから、 $a$ が2の場合を考えた」、「1次関数のときみたいに、 $a$ が負の場合を調べたい」というように、他領域を含め、過去に働かせた見方・考え方を手掛かりに、 $a$ に着目し発展的に考えて新たな問題を見いだした。その後、 $a$ の値を変えグラフをかき、共通点や相違点を見だし、問題を解決した。

第6時は、 $a$ の値を負の数まで広げて、グラフの特徴を見いだすことを目指した。まず、2時間分の学習課題とそれを解決した過程を想起させた。次に、これまでに見いだしたグラフの特徴について、「この特徴はいつでも成り立つのかな」と問い、条件変えを促した。生徒は、「負の数の場合は成り立たないと思う」と $a$ の範囲を広げて考えたため、

グラフの形を個人で予想させた。予想を、言葉や図、ジェスチャーなど様々な表現方法で共有しながら、見方・考え方を黒板に可視化した(図23)。その際、予想の根拠

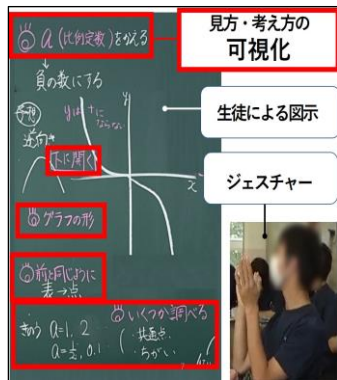


図23 板書による見方・考え方の可視化

や、既習との違いを問うなどし、過去の学びを基に考えるように促したことで、生徒が見方・考え方のつながりに気付くことができた。このことにより、その後は、班ごとに $a$ の値を自由に設定し、グラフの変化を調べ、その特徴を見いだすことができた。

(3)【手立て2】②について

毎時間の授業の終末に、小学校と同様の3要素で振り返りを行った。単元を通して1枚の振り返りシートに記入することで、生徒が見方・考え方のつながりに気付けるようにした。ここでは、第4時から第6時までの生徒Aの振り返りシートについて述べる(図24)。

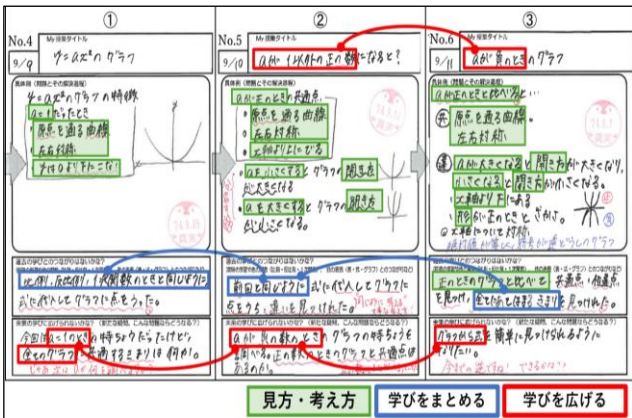


図24 生徒Aの学びをつなぐ振り返りシートの記述

第4時(図24-①)は、解決過程を振り返り、 $a$ の範囲を広げて新たな問いをもった。第5時(図24-②)は、その問いを解決し、解決過程で働かせた見方・考え方に共通点を見いだした。第6時(図24-③)も同様にして、振り返りシートに記述した見方・考え方を手掛かりに、学びをまとめたり、広げたりした。その結果、3時間分の学びをつなげて、グラフの特徴とそれを見いだす過程をまとめることができた。

単元のまとまりで既習の関数との見方・考え方のつながりを自覚することが、今後出合う関数での問題解決につながると考え、単元全体の学習サイクルを振り返り、過去・未来視点で振り返る場を設定した。生徒の記述からは、解決過程で働かせた見方・考え方のつながりを見いだしたり、未習の関数への問いをもち、見方・考え方を手掛かりに解決の見通しをもったりするなど、新たな数学を創造する姿が見取れた(図25)。

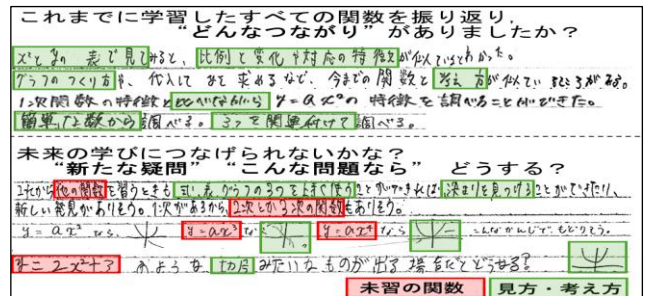


図25 単元末の生徒の振り返りの記述

2 研究の考察

(1) 統合的・発展的に考察する力の向上

統合的・発展的に考察する力を測る問題を作成し、実践前後に評価テストを実施した。内容は、既習の学習を基にして、未習の学習内容についての新たな解き方やきまりを見いだす問題(「統合的に考察する力」を測る設問)と、次に考えたい問題や新たに調べたいことを考える問題(「発展的に考察する力」を測る設問)とし、合計点で統合的・発展的に考察する力を測った。学年平均は、実践前2.38点であったのに対し、実践後は3.17点であり、t検定の結果、有意差が認められた( $p < .05$ )。

(2) 見方・考え方の成長と統合的・発展的に考察する力との関連

評価テストの設問ごとに、既習の学習との関連を記述させた。見方・考え方のつながりを探り、問題解決しようとした生徒は、見方・考え方を具体的に記述すると考え、見方・考え方の個数を集計し、分析した。学年平均は、実践前1.43個であったのに対し、実践後は2.86個であり、t検定の結果、有意差が認められた( $p < .05$ )。さらに、統合的・発展的に考察する力と見方・考え方に

関する記述の個数には強い相関<sup>\*8</sup>も確認できた。このこ



とから、学習サイクルの工夫が、見方・考え方の成長につながり、生徒の統合的・発展的に考察する力を高めるために有効であったと考える。

※8 相関係数  $r = 0.71$ 。

### (3) 数学を創造しようとする意識の変容

見方・考え方の成長を促す学習サイクルを、生徒が繰り返し遂行することで、統合的・発展的に考察し数学を創造しようとする意識も変容すると考えた。そこで、実践前後の生徒の意識調査の「問題を解決した後、どんなことをしますか」という質問に対して自由記述させ、その全記述についてテキストマイニングを用いて分析した(図26)。実践後は、「振り返る」、「変える」、「新たな」といった、解決過程を振り返って新たな疑問を考えようとする記述が増加した。また、実践前後ともに出現頻度が高い「問題」という語句について、共起ネットワークを調べたところ、実践前は「解く」、「復習」、実践後は「新たな」、「変える」が多かった。このことから、「問題」が「与えられるもの」から「自ら見いだすもの」という捉えに変化したと考えられる。さらに、頻出語句を調べると、「他の方法はないか」、「本当によいのか」、「いつでもいえるのか」などの視点で、新たな問題を見いだそうとする生徒の姿が読み取れた。

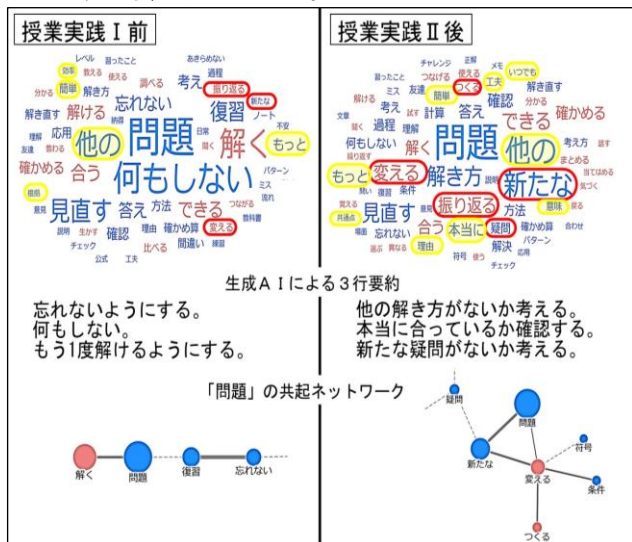


図26 数学を創造しようとする意識の変容

## 3 成果と課題

### (1) 研究の成果

「系統図」の作成を通して、学びをつなぐための見方・考え方を教師が捉え、それらを働かせ統合的・発展的に考察する生徒の具体的な姿を明確にすることができた。そのため、既習の見方・考え方を想起する単元導入の工夫や、見方・考え方を引き出し、意識付けるための意図的な発問により、生徒はそれらを働かせて統合的・発展的に考察することができた。

### (2) 今後の課題

多様な表現で表出される見方・考え方について、言葉による表現だけでは理解できないなど、捉えやすさは生徒によって様々であった。そのため、生徒の見方・考え方を引き出す際には、多様な数学的表現による見方・考え方を説明させ合ったり、実態に応じて具体化、または抽象化し共有したりするなど、対話の形態の工夫や対話の目的の明確化が必要であると考えられる。

## VI 高等学校における実践と考察

研究対象 第1学年29名(2学級)

授業実践Ⅰ 「方程式と不等式」(7時間)

授業実践Ⅱ 「2次関数の値の変化」(12時間)

本章では、授業実践Ⅱについて述べる。

### 1 研究の実際

#### (1) 【手立て1】に関わる教材研究の過程

初めに、本単元で働かせる主な見方・考え方を明確にした。基準(高等学校)数学Ⅰの内容と内容の取扱い、(3)2次関数、(3)ア(ア)には、「2次関数の値の変化やグラフの特徴について理解すること」、ア(ウ)には、「2次方程式の解と2次関数のグラフとの関係について理解すること。また、2次不等式の解と2次関数のグラフとの関係について理解し……」と示されている。また、数学的活動の中で、グラフの軸や頂点、係数の変化に伴うグラフの変化や、グラフと $x$ 軸との位置関係に着目する必要性も示されている。これらの記述から、「変化」及び「式とグラフとの関係」の二つを本単元で働かせる主な見方・考え方とした。

次に、これまでの学びから、本単元で見方・考え方を働かせる生徒の姿を具体的に想像した。基準(中学校)第3学年の内容C関数、C(1)関数 $y = ax^2$ には、「…関数 $y = ax^2$ の特徴を表、式、グラフで捉えるとともに、それらを相互に関連付ける……」と示されている。このことから、本単元で、2次関数の特徴について考えるときも、表、式、グラフを関連付けながら、グラフの頂点や軸に着目し、最大値や最小値、グラフが軸に対して対称となることを捉えようとする姿が想像できる。また、基準(中学校)第2学年の内容C関数、C(1)1次関数には、「グラフを用いることにより、連立2元1次方程式の解の意味を視覚的に捉えて理解することができる」と示されている。このことから、本単元で、2次方程式や2次不等式の解と2次関数のグラフとの関係を考えるとき、グラフと $x$ 軸との位置関係に着目して、解の意味を視覚的に捉え、2次方程式の解が2次関数のグラフと $x$ 軸との共有点の $x$ 座標と一致することを見いだし

たり、2次不等式の解を求めようとしたりする姿が想像できる。具体的に想像した生徒の姿から、本単元で成長を促す見方・考え方を、図27のようにまとめた。

見方・考え方	具体的な見方・考え方
変化	軸 頂点 平行移動 グラフの向き 増減
式とグラフとの関係	方程式の解 ⇔ グラフとx軸との共有点のx座標 方程式の実数解の個数 ⇔ グラフとx軸との共有点の個数 不等式の解 ⇔ グラフとx軸との位置関係

図27 本単元で成長を促す見方・考え方

最後に、統合的・発展的に考察する姿を考えた。基準(高等学校)数学Ⅱの内容と内容の取扱い、(1)いろいろな式には、「……2次方程式が虚数解をもつ場合も含めて2次関数のグラフと2次方程式の解との関係を統合的に考察する力を養う」と示されている。この記述から、式とグラフとの関係に着目し、方程式や不等式の解を考えることが、統合的・発展的に考察することにつながる事が分かる。このことから、統合的・発展的に考察する姿を、「式とグラフとの関係に着目すれば、方程式や不等式の解を求められる」と、方程式や不等式の解を求める方法をまとめる姿、「式とグラフとの関係に着目して、新たな方程式や不等式の解を求めたい」と、考察する範囲を広げる姿と考えた。

## (2)【手立て2】①について

ここでは、2次方程式や2次不等式の解と2次関数のグラフとの関係について考えた、第5時から第8時までの授業について述べる。

第5時は、2次方程式の解と2次関数のグラフとの関係について考えることを通して、式とグラフとの関係に着目する姿を引き出し、板書や発問でその自覚を促した。まず、2次方程式の実数解の個数について問い、方程式とグラフを関連付けて考える姿を引き出した(図28)。

T	: 2次方程式の解は、2個よりも多くなることはあるのかな?
Cs	: 2個までしかないと思う。
T	: なんでそう思うの?
C1	: 2乗の式、2次式だから。
T	: 次数を見て、答えが2個しかないと考えたんだね、もしかしたら、もっと答えがあるかもしれないよね、どうすれば、2次方程式の解の個数が2個よりも多くなることを説明できるかな?
C2	: グラフを使えば…
T	: なんでグラフで考えようと思ったの?
C2	: 今まででもグラフで考えたから、方程式の解とも関係があるかもしれないと思ったから。

## 図28 方程式の解とグラフを関連付けた過程

生徒は、C1のように次数を根拠として、実数解の個数は2個を超えないと考えた。そこで、下線部のように、方程式の実数解の個数を判断する方法を問うことで、C2のように、グラフと関連付けて考えようとする姿が見られた。C2の「今までも」という発言からは、第1時から第4時まで、2次関数の最大値や最小値を、グラフを用いて求めてきたことを想起したと考えられる。次に、2次方程式の解と2次関数のグラフを提示し、方程式とグラフとの関係を問うことで、式とグラフとの関係

に着目する姿を引き出そうと考えた。すると、生徒は、グラフを指し示しながら、「方程式の解が、x軸上にある」、「グラフとx軸の交点の座標が、方程式の解」と発言するなど、グラフとx軸との共有点に着目する姿を引き出すことができた。そこで、図29のように、グラフとx軸との関係を、生徒の言葉を用いて可視化した。その後は、生徒と共に、方程式の解の意味や、xの値に対応するyの値を考え、2次方程式の解が2次関数のグラフとx軸との共有点の

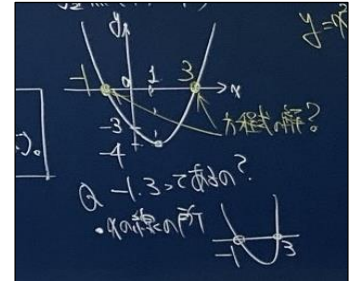


図29 見方・考え方の可視化

x座標と一致することを確認した。授業終末で、2次方程式の実数解の個数が2個を超えない根拠を問うと、「2次関数のグラフはx軸と2回しか交わらない」と答えた。この「2回しか交わらない」という発言からは、方程式の解をグラフとx軸との共有点、つまり式とグラフとの関係に着目し、考えたことが分かる。また、生徒のノートには、図30のように、グラフとx軸との共有点を手掛かりに、x軸と共有点をもたない2次関数のグラフと2次方程式の解の関係について、発展的に考え、疑問をもった記述が見られた。

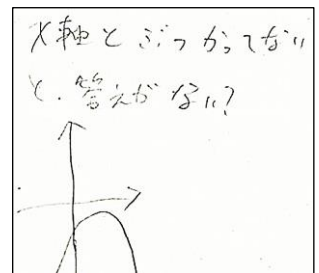


図30 生徒の疑問

第6時は、2次関数のグラフがx軸と接する場合と、共有点をもたない場合の、2次方程式の実数解の個数を考えた。生徒は、実数解の個数と共有点の個数を関連付け、方程式の実数解は、接する場合は1個、共有点がない場合は0個と予想した。その後、2次方程式の解を求め、2次関数のグラフを用いて視覚的に捉えることで、方程式の実数解の個数とグラフとx軸との共有点の個数の関係を明らかにした。

第7時は、2次方程式の解と2次関数のグラフとの関係を考えた過程を基に、2次不等式 $x^2 + 2x - 3 > 0$ の解の求め方を考えた。まず、2次方程式の解と2次関数のグラフとの関係を想起させた。そうすることで、生徒が、不等式の解を求めるときも、グラフとx軸との位置関係に着目すればよいと考え、問題解決の見通しをもつことができると想定していたが、その姿は見られなかった。そのため、「x軸を方程式で表すと、どうなるか」と問い、表現を変えることを促し、式とグラフとの関係に着目する姿を引き出そうと考えた(図31)。

T : 2次方程式と2次関数のグラフにはどんな関係があった?  
 C3 : グラフとx軸の共有点が、2次方程式の解。  
 T : 方程式の解がグラフとx軸との共有点ということから考えると、  
 不等式の解はどう考えられるのかな?  
 Cs : .....  
 T : x軸を式で表すと、どうなるかな?  
 C4 :  $y=0$ になる。  
 C5 : ということは、yの値が0よりも大きくなるのは、x軸よりも上側の部分になる。  
 C6 : 不等号の向きを変えて、0より小さい値を考えると、x軸よりも下側の部分だ。

図31 表現を変えて、見方・考え方の自覚を促した過程

すると、x軸を  $y=0$  と表現を変えて表すことで、C5やC6のように、グラフとx軸との位置関係に着目する姿を引き出すことができた。そこで、生徒が着目した見方・考え方を板書で可視化し、学級全体で共有して、その自覚を促した。

第8時は、様々な2次不等式の解を求めることを通して、これまでに働かせてきた式とグラフとの関係を手掛かりに、不等式の解の求め方を統合的に考察することを目指した。授業では、生徒自らが、2次不等式の問題をつかって考えたり、教師が提示した2次不等式の問題を選択して考えたりできるようにした。ある生徒は、グラフとx軸との共有点の個数に着目し、1個や0個の場合でも、2個の場合と同じように解が求められるのではないかと、考察の範囲を広げて問題をつくった。また、問題を選択して解決した生徒は、前時の問題との違いや、解の求め方の共通点を探っていた。そして、生徒たちは、グラフとx軸との共有点の個数に関わらず、どんな不等式でも、グラフとx軸との位置関係に着目すれば、解を求めることができると、不等式の解を求める方法をまとめることができた。

### (3)【手立て2】②について

毎時間の終末に、小・中学校と同様の3要素で振り返りを行った。

図32は、第6時の「要素1」の記述である。方程式の解が、グラフとx軸との共有点のx座標と一致することを、方程式の解の意味やx軸を  $y=0$  という式を用いて表現した。さらに、グラフとx軸との共有点の個数に着目して、「2次方程式は3種類」とまとめ、三つのグラフで表現している。この記述から、式とグラフとの関係に着目し、方程式の解を考えたと読み取れる。

図33は、第7時の「要素2」の記述である。2次不等式の解を求める過程を、「2次方程式と同じ解き方で考える。」

2次方程式の解  
 ・方程式をみたす値  
 ⇒代入すると0  
 グラフとx軸との  
 共有点のx座標  
 $y=0$   
 一致  
 共有点2つ ⇒ 1つや0つ  
 2次方程式 ⇒ 3種類  
 グラフとx軸との共有点  
 1つ 2つ 0つ

図32 「要素1」の記述

2次方程式と同じ解き方で考える。  
 図33は、第7時の「要素2」の記述である。2次不等式の解を求める過程を、「2次方程式と同じ解き方で考える。」

図33 「要素2」の記述

式と同じ解き方で考える」と振り返っている。また、方程式と不等式の解をどちらもグラフで表現している。これらの記述からは、方程式と不等式の解の求め方を、式とグラフとの関係に着目すればよいとまとめ、統合的に考察していることが読み取れる。

図34は、第6時の「要素3」の記述である。「3次方程式のグラフ」という記述からは、2次方程式の解と2次関数のグラフとの関係を考えたことを基に、3次

3次方程式のグラフ  
 は、0個しかなくて、  
 3個以上とあるの  
 が、

図34 「要素3」の記述

方程式や3次関数のグラフへと、考察の範囲を広げようとしたことが読み取れる。また、「1個、0個ではなく3個以上あるのか」という記述からは、グラフとx軸との共有点の個数や3次方程式の実数解の個数を考えようとしたことが推察される。つまり、式とグラフとの関係を手掛かりに、考察の範囲を広げようとしたと考えられる。

単元の終末に、式とグラフとの関係を手掛かりに、不等式の解の求め方を統合的に考察する姿を見取るため、3次不等式の解を求めるレポート課題を課した。すると、生徒は、いくつかの数を代入し、xとyの値の対応を求め、図35のようなグラフを考えた。さらに、グラフとx軸との位置関係に着目し、3次不等式の解を予想した。この記述から、3次不等式でも、2次不等式と同じように、式をグラフで表し、グラフとx軸との位置関係に着目すれば、解を求めることができると考えたことが分かる。つまり、不等式の解の求め方を、式とグラフとの関係に着目すればよいと、統合的に考察した記述と言える。

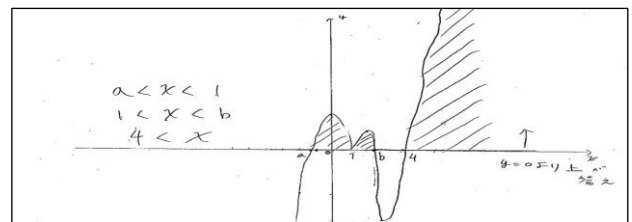


図35 3次不等式の解を予想した記述

## 2 研究の考察

### (1) 統合的・発展的に考察する力の向上

平成27年度全国学力・学習状況調査中学校数学B大問2を参考に、統合的・発展的に考察する力を測定する問題を作成し、実践前後に評価テストを実施した。学年平均が、実践前1.54点であったのに対し、実践後2.04点であり、t検定の結果、有意差が認められた ( $p < .05$ )。

### (2) 見方・考え方と統合的・発展的に考察する力の関係

見方・考え方の自覚が、統合的・発展的に考察する力の向上につながったと考え、毎時の振り返りの「要素1」に記述された見方・考え方の個数を集計した。すると、

見方・考え方の個数と実践後の評価テストの得点には、正の相関<sup>※8</sup>が確認できた。ここで、実践後の評価テストの得点の高い生徒と低い生徒の見方・考え方の自覚に、どのような違いがあるかを調べた。そのために、得点の高い順に、生徒を三つのグループに分け、得点が高いグループから、A層、B層、C層とし、毎時間の振り返りの記述内容を分析した。C層は、[要素1]において、見方・考え方に関する記述がなかったり、板書された見方・考え方を、そのまま記述したりするだけであった。それに対して、A層の[要素1]の記述は、図32のように、言葉だけでなくグラフを用いるなどして、見方・考え方を様々な表現で捉えたり、自らの解釈とともに、記述したりしていた。

さらに、上記の見方・考え方の自覚の違いが、統合的・発展的に考えることに、どのような影響を与えていたかを調べるため、毎時の振り返りの[要素2]や[要素3]、レポート課題の記述を分析した。まず、C層の、[要素2]、[要素3]は、「グラフ」、「共有点」といった、見方・考え方のキーワードをそのまま記述しているだけであり、レポート課題は無記述が多い。次に、B層は、[要素2]、[要素3]はC層と同様に、キーワードのみの記述が多いが、レポート課題の記述は、「2次不等式と同じようにグラフを用いて考える」のように、式とグラフとの関係に着目し、統合的に考えようとしたことが読み取れる。最後に、A層は、[要素2]、[要素3]、レポート課題のそれぞれで、図33や図34、図35のように、見方・考え方を手掛かりに、これまでとの関連性を探ったり、考察の範囲を広げたりしようとしたことが読み取れた。このことから、見方・考え方を様々な表現で捉えたり、まとめたりしたことで、学びのつながりが探りやすくなり、統合的・発展的に考察することにつながっていたと考える。

※8 相関係数  $r = 0.63$ 。

### 3 成果と課題

#### (1) 研究の成果

「系統図」を作成する際に行った教材研究を通して、見方・考え方を働かせる姿や、統合的・発展的に考察する姿を明確に捉えることができた。また、見方・考え方を引き出し可視化したことで、生徒は見方・考え方を手掛かりに、学びをまとめたり、広げたりすることができた。その結果、統合的・発展的に考察する力の育成につながった。

#### (2) 今後の課題

見方・考え方のつながりを探ることができない生徒の姿が見られた。そのため、働かせた見方・考え方を、自分なりに理解できるように、生徒同士で説明し合うなど、

生徒が自らの言葉や表現で見方・考え方を振り返ることが必要である。また、教師が、過去の学びを想起させる機会や、これからの学びを想像させる機会を、学習内容に応じて、適切に設定することで、生徒が見方・考え方のつながりを探ることができる機会を増やす必要があると考える。

## VII 成果と課題

### 1 研究の成果

小中高の実践を通して、子供が統合的・発展的に考察するために、三つのステップを踏んでいたことが分かった(図36)。三つのステップとは、子供が無意識に働かせている素朴な見方・考え方の存在に気付くステップ、その見方・考え方を自覚して働かせるステップ、そして、見方・考え方を手掛かりに学習サイクルを振り返るステップである。このステップを踏んだことで、小中高で統合的・発展的に考察する姿が見られた。また、本研究で講じた手立てが、子供がステップを踏みやすくなるような働きかけになっていた。教師の働きかけによって、見方・考え方が成長し、統合的・発展的に考察する力を育成することができた。

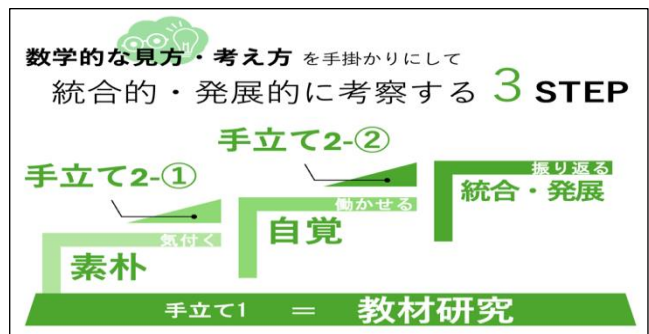


図36 統合的・発展的に考察する3ステップ

### 2 今後の課題

見方・考え方を自覚していく過程に課題が見られた。見方・考え方の捉えは子供によってそれぞれである。具体的な表現だけで自覚していくと、見方・考え方の種類が煩雑になってしまい、統合的・発展的に考察するための手掛かりが見えづらくなる。逆に、抽象的な表現だけで自覚していくと、見方・考え方を、どのように働かせればよいのか分からなくなってしまう。そのため、具体と抽象を行き来しながら、見方・考え方の自覚を促す必要があった。

また、本研究は、小中高それぞれ2単元約20時間の実践であった。そのため、統合的・発展的に考察した内容は限られている。見方・考え方を手掛かりに、統合的・発展的に考察したことを、この先の学年や他の単元でも生かせるような、継続した取組が必要である。