数学的に考える生徒を育む授業づくり

－数学的な見方・考え方を創造的に用いさせることを通して－

Ⅰ　主題設定の理由

これまでになく不確実性が高まり、激しい変化が止まることのない時代の中で、「持続可能な社会の創り手」を育成することの必要性が高まっており、問題を見いだし、多様な他者との協働を通して、創造的に考えることにより、よりよい解決方法を見いだすことができるようになることが求められている。学校教育では、主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善として、概念としての知識の習得や深い意味理解をすること、教科固有の見方・考え方を自在に働かせることができるようにすることが求められている。数学教育では、「数学の学びの中で鍛えられた見方・考え方を働かせながら、世の中の様々な物事を理解し思考し、よりよい社会や自らの人生を創り出していく」[1)]ことと、「『数学的な見方・考え方』は、数学的に考える資質・能力の育成に関して、数学の様々な領域において広く働かせるものである」[2)]ことが述べられている。これらのことから、本校数学科では、数学的な見方・考え方の働きとその意図やよさを関連付けた概念を習得させ、既得の知識に関連付け再構成させることで知識を構造化させたり、その構造化された知識を活用させたりすることで概念的理解を促し、概念的思考力を育むことが重要であると考える。

数学における主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善について、齊藤一弥は「授業のゴールイメージを問いなおすこと」[3)]「数学的活動を資質・能力で分析すること」[4)]「数学的な見方・考え方を鍛えること」[5)]といった数学的活動における問題発見・解決の過程を遂行することの重要性[注1)]や、「数学を学ぶための方法であるとともに、数学的活動をすること自体を学ぶという意味で内容でもある。また、その後の学習や日常生活などにおいて、数学的活動をいかすことができるようにすることを目指しているという意味で、数学的活動は数学を学ぶ目標でもある。（中略）子どもが数学的な見方・考え方を働かせて数学的活動に取り組むわけですが、このことは数学的活動そのものを学ぶということになります」[6)][注2)]といった数学的活動を学ぶ重要性を述べている。さらに、学習指導要領解説数学編では、数学的活動を「四つの領域を包括し、学習指導要領の内容に位置付けている」[7)]と述べられており、中学校数学科において重視している主な内容としている。また、齊藤一弥は数学的な見方・考え方について「見方というのは、身に付ける知識や技能を統合・包括するような概念」[8)]「考え方というのは、教科ならではの認識や思考、表現の方法」[9)]であり「見方・考え方で数学的活動を推進し、その数学的活動によって見方・考え方が成長」[10)]するといった数学的活動を推し進める数学的な見方・考え方の重要性や、数学的活動を通して数学的な見方・考え方を育む必要性を述べている。これらのことから、本校数学科は、数学的活動における問題発見・解決の過程を遂行するにあたり、数学的な見方・考え方の働きを「中核となる概念」とし、数学的活動を推進する知識を数学的な見方・考え方の働きとその意図やよさを関連付けた知識、すなわち、「一般化された知識」として考える。そして、数学的活動における問題発見・解決の過程を繰り返し遂行させる中で、様々な「一般化された知識」を分類ごとに整理させ、構造化された知識[注3)]を形成させたり、構造化された知識を活用させたりして、概念的理解を促し、概念的思考力[注4)]を育むことに繋がったり、数学的な見方・考え方がより豊かで確かなものになったりする[注5)]

と考える。

以上のことから、本校数学科では、数学的な見方・考え方を働かせながら数学的活動における問題発見・解決の過程を繰り返し遂行させることで構造化された知識を形成させ、「新たな文脈の課題」で、それらの構造化された知識を活用させることで概念的理解を促し、概念的思考力を育むことができるようにする。そうすることで、数学的活動における問題発見・解決の過程において、構造化された知識を活用し、様々な事象から数学の問題を見いだしたり、見いだした問題に対して数学を用いて解決したり、その解決の過程や結果を振り返り考察したりすることができる生徒、すなわち、数学的に考える生徒を育むことを目指していく。

前研究シリーズ「数学的に考えることができる生徒の育成－数学的活動において『問い』を追究させることを通して－」では、数学的活動における問題発見・解決の過程において、批判的に考察させたり、問いを見いださせたりすることで、生徒が主体性を発揮して数学的活動における問題発見・解決の過程を繰り返すことができ、知識[注6)]の適用範囲を拡げたり知識を統合したりすることができた。本研究シリーズでは、より様々な事象において、数学的な見方・考え方の働きを用いて考えをもてるように、数学的な見方・考え方の働きとその意図やよさを関連付けて習得させ、分類ごとに構造化された知識を形成させていく。そして、「新たな文脈の課題」でそれら構造化された知識を活用させ数学的な見方・考え方の働きを選んだり組み合わせたりさせることで、新しいかつ適切な考えをもつことができるようにさせること、すなわち、数学的な見方・考え方を創造的に用いさせていく。これらを通して、数学的に考える生徒を育むことに繋がると考えた。

以上のことから、研究主題を「数学的に考える生徒を育む授業づくり－数学的な見方・考え方を創造的に用いさせることを通して－」とし、研究に取り組むことにした。

Ⅱ　研究の概要

１　数学科が目指す生徒像

本校数学科では、以下のような生徒を育てたいと考える。

様々な事象において数学的に考える生徒

「様々な事象において数学的に考える生徒」とは、数学的活動における問題発見・解決の過程において、数学的な見方・考え方を働かせながら、様々な事象から数学の問題を見いだしたり、見いだした問題に対して数学を用いて解決したり、その解決の過程や結果を振り返り考察したりすることができる生徒である。また、新たな事象において数学的に考えるためには、構造化された知識を活用し数学的な見方・考え方の働きを選んだり組み合わせたりすることで、新しいかつ適切な考えをもつことが重要である。

２　育みたい資質・能力

本校数学科で目指す生徒を育てるためには、次の資質・能力を育む必要があると考える。

○　批判的思考力 ○　創造性

「批判的思考力」とは、数学的活動における問題発見・解決の過程において、課題解決に使っている根拠が正しいのかや、解決方法が筋道立てて考えられているのか、課題解決で働かせた数学的な見方・考え方の働きにはどのような意図やよさがあるかを、振り返りながら考察することができる力である。この力を育むことで、数学を用いて解決した過程や結果を振り返り考察し、適切な考えをもつことができるようになる。

「創造性」とは、事象に含まれる条件を基に構造化された知識を活用し、数学的な見方・考え方の働きを選んだり組み合わせたりしながら様々な解決方法を見いだすことができる力である。この力を育むことで、事象の条件に着目して構造化された知識を活用し、様々な事象から数学の問題を見いだし、見いだした問題に対して数学を用いて解決し、新しい考えをもつことができるようになる。

これらの力は、互いに関連する資質・能力[注7)]であり、関連させることで、構造化された知識を活用し数学的な見方・考え方の働きを選んだり組み合わせたりして新しいかつ適切な考えをもつことができる、すなわち、数学的な見方・考え方を創造的に用いることができるようになる。

さらに、この批判的思考力や創造性を育む中で、概念や「一般化された知識」、構造化された知識に基づいて様々な事象を理解する概念的理解が促され、概念や「一般化された知識」、構造化された知識に基づいて様々な事象において数学的に考える概念的思考力が育まれ、総論の目指す生徒像にも近付くと考えられる。

3　資質・能力を育むための手立て

資質・能力を育むために、単元をいくつかの節に分け、「数学的な見方・考え方を習得する節」と、「数学的な見方・考え方を創造的に用いる節」を設定する。「数学的な見方・考え方を習得する節」では、各節に「課題をつかむ場」「考えをもつ場」「吟味する場」「振り返る場」の四つの場を設定し、数学的な見方・考え方の働きとその意図やよさを関連付けて「一般化された知識」を習得したり、構造化された知識を形成したりする活動を位置付ける。また、「数学的な見方・考え方を創造的に用いる節」でも、各節に「課題をつかむ場」「考えをもつ場」「吟味する場」「振り返る場」の四つの場を設定し、構造化された知識を活用し、数学的な見方・考え方を創造的に用いる活動を位置付ける。

(1) 数学的な見方・考え方の働きの分類の明示

数学的な見方・考え方のそれぞれの働きとラベリングした分類[注8)]を構造化の枠組みとして明示する。分類を明示することで、生徒は構造化された知識を意識的に活用し、数学的な見方・考え方の働きを選んだり組み合わせたりすることができるようになり、創造性を働かせて新しい考えをもつことや批判的思考を働かせて考察し、適切な考えにすることにつながる。

(2) 数学的な見方・考え方を習得する活動

「数学的な見方・考え方を習得する節」で、節ごとに包括的で本質的な課題である「節のめあて」を設定し、四つの場において以下のように数学的活動における問題発見・解決の過程に対して批判的思考を働かせたり、創造性を働かせたりする活動を「数学的な見方・考え方を習得する活動」とする。この活動を行うことで、「一般化された知識」を習得させたり、構造化された知識を形成させたりすることができるようになる。

「課題をつかむ場」では、節のはじめに、「節のめあて」を提示し、節の最後に考えをまとめる授業日記を記述することを伝える。そうすることで、節で提示された課題を解決することを通して、「節のめあて」に対する考えをもつことを意識して活動することを促す。その後、

「節のめあて」に対して考えをもつことができる課題を提示する。

「考えをもつ場」では、個人で考えをもたせ、課題に応じてペアやグループで追究する時間をそれぞれ設定し、自分の考えを学習プリントに言葉だけではなく、式や表、グラフといった数学的な表現を用いてまとめさせる。生徒一人一人に自分の考えをもたせることは、ペアやグループで追究する場面や学級全体で発表する際に、他者と自分の考えとの共通点や相違点に気付きやすくする。また、ペアやグループで追究する時間を設定することで、異なる考えをもっている生徒同士で互いの考えを共有しやすくしたり、考えに対して質問しやすくしたりする。これらの活動の際に、数学的な見方・考え方の働きについて「他にも何か」「他の方法で」用いることができるかといったことを意識させることで、創造性を働かせて新しい考えをもつことができるようになる。さらに、これらの活動の際に、数学的な見方・考え方の働きについて「何を」「どのように」「なぜ」用いるのかといったことを意識させることで、自分の考えを批判的思考を働かせて考察し、課題を解決するために用いた根拠や働かせた数学的な見方・考え方の働きとその意図やよさを振り返りながら課題解決を進め、より適切な考えにすることができるようになる。

「吟味する場」では、はじめに、「考えをもつ場」でもった課題に対する考えを学級全体に発表させる。次に、発表された考えをきいた上で、課題を解決するために用いた根拠や働かせた数学的な見方・考え方の働きについて「何を」「どのように」「なぜ」用いたかといったことに着目させ、「つかめたこと」や「疑問に思ったこと」を学習プリントに記述させることで課題解決の過程を批判的思考を働かせて考察させ、「疑問に思ったこと」に対する考えをもたせたり、「よりよくできること」を学習プリントに記述させたりすることで創造性を働かせる。そして、記述したことを発表させ、課題を解決するために働かせた数学的な見方・考え方の働きとその意図やよさを関連付けながら明らかにする。その後、明らかにした数学的な見方・考え方の働きとその意図やよさを分類し価値付けする。そうすることで、生徒に数学的な見方・考え方の働きとその意図やよさを再認識させる。

「振り返る場」では、「吟味する場」で明らかになった数学的な見方・考え方の働きとその意図やよさについて振り返らせることで、「節のめあて」に対する考えをもたせる。そして、その考えをまとめさせ、授業日記に記述させる。そうすることで、再認識した数学的な見方・考え方の働きとその意図やよさを関連付けて一般化させることができる。その際、ラベリングした分類ごとにまとめさせることで、習得した「一般化された知識」を既得の構造化された知識に関連付けて形成させることができる。

(3) 数学的な見方・考え方を創造的に用いる活動

「数学的な見方・考え方を創造的に用いる節」で、四つの場において以下のように、形成した構造化された知識を活用し、数学的な見方・考え方の働きを選んだり組み合わせたりして数学的活動における問題発見・解決の過程を遂行させ、批判的思考を働かせて考察させたり、創造性を働かせたりする。この活動を「数学的な見方・考え方を創造的に用いる活動」とする。この活動を行うことで、構造化された知識を活用して数学的な見方・考え方の働きを選んだり組み合わせたりすることができ、新しいかつ適切な考えをもつことができるようになる。また、構造化された知識を活用して事象を考察する活動の中で、概念的理解を促し、概念的思考力を育むことができる。

「課題をつかむ場」では、「数学的な見方・考え方を習得する節」で形成した構造化された

知識を活用し、数学的な見方・考え方の働きを選んだり組み合わせたりして考えをもつことができる「新たな文脈の課題」を設定する。課題に対して「用いることができそうな数学的な見方・考え方は何か」といったこと振り返らせることで、数学的な見方・考え方を働かせることを意識して活動することを促す。

「考えをもつ場」では、ペアやグループで考えをもたせる。その際、数学的な見方・考え方の働きについて「他にも何か」「他の方法で」用いることができるかといったことを意識させることで、数学的な見方・考え方の働きを選んだり組み合わせたりしやすくなり、創造性を働かせて新しい考えに気付くことができるように促す。また、数学的な見方・考え方の働きについて「何を」「どのように」「なぜ」用いるのかといったことを話し合わせながら考えをもたせることで、ペアやグループの考えを批判的思考を働かせて考察させ、課題を解決するために用いた根拠や働かせた数学的な見方・考え方の働きとその意図やよさを振り返りながら課題解決を進め、より適切な考えにすることができるようになる。

「吟味する場」では、はじめに、「考えをもつ場」でもった課題に対する考えを学級全体に発表させる。次に、発表された考えをきいた上で、課題を解決するために用いた根拠や働かせた数学的な見方・考え方の働きとその意図やよさについて「何を」「どのように」「なぜ」用いたかといったことに着目させ、「つかめたこと」や「疑問に思ったこと」をペアやグループで考えさせることで、発表された課題解決の過程を批判的思考を働かせて考察させる。さらに「疑問に思ったこと」に対する考えを話し合わせたり、「よりよくできること」をペアやグループで考えさせたりすることで創造性を働かせる。そして、ペアやグループで考えさせた「つかめたこと」を発表させ、課題を解決するために働かせた数学的な見方・考え方の働きとその意図やよさを明らかにする。それから、「疑問に思ったこと」や「よりよくできること」を発表させる。その際「他の数学的な見方・考え方の働きを選んだり組み合わせたりした他の解決方法を考えることができているか」と問い掛けることで創造性を働かせる。

「振り返る場」では、「数学的な見方・考え方を用いる節」で選んだり組み合わせたりした数学的な見方・考え方の働きとその意図やよさについて振り返らせ、授業日記を修正および追記させる。

4　資質・能力が育まれたかの評価について

資質・能力が生徒にどの程度育まれているかを、単元レポート[注9)]の課題解決の記述内容から見取り、評価指標を用いて評価する。また、学級全体の変容を捉えるための補助として、学習プリントや授業日記の記述内容から見取っていく。

5　研究の経緯

１年次では、資質・能力を育むために、単元をいくつかの節に分け「数学的な見方・考え方を習得する節」と「数学的な見方・考え方を創造的に用いる節」を設定し、各節の四つの場において、手立てを講じた。節のめあてを提示し、批判的思考を働かせて課題解決の過程を吟味させることで、多くの生徒が数学的な見方・考え方の働きを用いた意図やよさを関連付けて一般化させたり、構造化された知識を形成させたりすることができた。また、「単元レポート」の記述から自分の考えに対して批判的思考を働かせて考察し、数学的な見方・考え方の働きを用いた意図やよさを振り返りながら課題解決を進め、適切な考えをもつことができており、批判的思考力を育むことができた。

「数学的な見方・考え方を創造的に用いる節」では、創造性を働かせ、構造化された知識を活

用して考えをもつことができる「新たな文脈の課題」を設定した。そうすることで、多くの生徒が構造化された知識を活用し、数学的な見方・考え方の働きを選んだり組み合わせたりして新しい考えをもつことができた。その結果「単元レポート」では、習得した数学的な見方・考え方を選んだり、組み合わせたりして新しい考えをもつことができ、創造性を育むことができた。

一方で、「新たな文脈の課題」において考えをもつことができない生徒もいた。その原因として、概念と教科固有の知識との関連付けが十分にできておらず、構造化された知識が形成できていないことが考えられる。そのため、「数学的な見方・考え方を習得する節」において、数学的な見方・考え方の働きとその意図やよさを関連付けるだけでなく、教科固有の知識との関連付けをする手立ての見直しが必要と考える。そうすることで、より多くの生徒が創造性を働かせ、新しい考えをもつことができると考える。

６　２年次のねらい

２年次は、「数学的な見方・考え方を習得する節」における手立てを見直していく。具体的には、「振り返る場」において、授業日記の構成を工夫し、数学的な見方・考え方の働きとその意図やよさと、それらに関連付く教科固有の知識を確認できるようにさせる。そうすることで、概念と教科固有の知識との関連付けを促し、構造化された知識を形成させ、創造性を働かせて、新たな考えをよりもつことができるようにさせる。

注１）齊藤一弥は「授業のゴールイメージを問いなおすこと」について、「授業を通して思考・判断・表現してきたことを省察して学びの成果を自覚すること」[11] と述べている。このことから、生徒が働かせた数学的な見方・考え方を顕在化し、自覚させるために、数学的な見方・考え方の働きを構造された知識として形成させることが必要であるといえる。また「数学的活動を資質・能力で分析すること」について、「学習過程で思考したり判断したり、表現・処理したりしたことの価値を実感して、それを活用していくこと」[12] と述べている。このことから、生徒が数学的な見方・考え方の働きやその意図やよさを理解し、活用するために、生徒が構造化された知識を、「新たな文脈の課題」で用いさせることが必要であるといえる。さらに「数学的な見方・考え方を鍛えること」について、「数学的活動において数学的な見方・考え方の必要性、働き、よさなどを明示的に指導すること」[13] と述べている。このことから、数学的な見方・考え方の働きとその意図やよさを明らかにし、様々な事象で活用できるようにするために、数学的な見方・考え方数学的な見方・考え方の働きとその意図やよさを関連付けて「一般化された知識」として習得することが必要であるといえる。

注２）　中学校学習指導要領（平成29年告示）解説　数学編（2017）でも、数学的活動について「数学的活動は、生徒にとって数学を学ぶための方法である。また数学的活動に取り組むこと自体が、知識および技能を身に付け、思考力、判断力、表現力等を養うために必要であることから、数学的活動は指導の内容でもある。さらに、その後の学習や日常生活、社会生活において、数学に関わり自ら学び自ら考える活動ができるようにすることを目指しているという意味で、数学的活動は数学を学ぶ目標である」[14] と述べられている。

注３）　本校数学科では、「節のめあて」に応じて働かせた数学的な見方・考え方の働きとその意図やよさを関連付けた知識を「一般化された知識」と定義する。そして、ラベリングされた分類ごとに様々な「一般化された知識」を整理したものを構造化された知識と定義する。

注４）　本校数学科では、構造化された知識を基に様々な事象について思考する力と定義する。

注５）　数学的活動における問題発見・解決の過程を繰り返すことで、新たに習得した「一般化された知識」を既得の構造化された知識に関連付けることで、構造化された知識が形成されていく、すなわち、数学的な見方・考え方がより豊かなものになると考える。また、数学的な見方・考え方の働きとその意図やよさを関連付けることで、構造化された知識を転移することができるようになる、すなわち、数学的な見方・考え方がより確かなものになると考える。

注６） 前研究シリーズにおける知識は、本研究における「一般化された知識」と同義である。

注７） OECD教育研究革新センターは、創造性と批判的思考について「創造性は、目新しく適切な考えや生産物を生み出すことをめざす。批判的思考は、言説や考えや理論を、代替可能な説明や解決方法と照らし合わせて注意深く評価し、判断して（何らかの行動に向けて）自分なりの優れた立場に到達することをめざす。批判的思考は創造性において重要な役割を果たし、創造性は批判的思考において重要な役割を果たす」[15] と述べている。これら「創造性」と「批判的思考」を働かせることは、本校数学科が考える「創造性」と「批判的思考力」を働かせることと合致する。これらのことから、本校数学科が考える「批判的思考力」と「創造性」について、「創造性」働かせることでこれまでに習得した数学的な見方・考え方の働きを選んだり組み合わせたりしながら様々な解決方法を見いだし、「批判的思考力」を働かせることでそれらの解決に使っている根拠が正しいのかや解決方法が筋道立てて考えられているのか考察したり、課題解決で働かせた数学的な見方・考え方の働きとその意図やよさを考察したりすることができ、互いに関連付けながら資質・能力を育むことが重要であるといえる。

注８） 中学校学習指導要領（平成29年告示）解説　数学編（2017）では中学校数学科の内容の骨子として「①数の概念およびその範囲の拡張②ユークリッド空間③関数④不確定な事象⑤文字を用いた式⑥数学的な推論⑦数学的に表現すること⑧数学的に説明し伝え合うこと」[16] と示していることから、本校数学科では、①から④の項目に関わる数学的な見方・考え方の働きについて、片桐の「数学の内容に関係した数学的な考え方」を参考に「数学的な見方」として、⑤から⑧の項目に関わる数学的な見方・考え方の働きについて、片桐の「数学の方法に関係した数学的な考え方」を参考に「数学的な考え方」として、それぞれの働きをラベリングし、分類を設定している。

注９） 単元レポートとは、生徒一人一人が、主に単元で形成した構造化された知識を活用して数学的な見方・考え方の働きを選んだり組み合わせたりすることができるレポート課題である。批判的思考と創造性を働かせていることを記述内容から見取り、評価指標を用いて評価する。

引用文献

1)・2)　文部科学省『中学校学習指導要領（平成29年告示）解説　数学編』日本文教出版社、2017年、21・22ページ

3)・4)・5)　齊藤一弥『数学的な授業を創る』東洋館出版社、2021年、14・16・17ページ

6)　齊藤一弥『数学的な授業を創る』東洋館出版社、2021年、23･24ページ

7)　文部科学省『中学校学習指導要領（平成29年告示）解説　数学編』日本文教出版社、2017年、38ページ

8)・9)　齊藤一弥『数学的な授業を創る』東洋館出版社、2021年、18ページ

10)　齊藤一弥『数学的な授業を創る』東洋館出版社、2021年、40ページ

11)・12)・13)　齊藤一弥『数学的な授業を創る』東洋館出版社、2021年、15・17・19ページ

14)　文部科学省『中学校学習指導要領（平成29年告示）解説　数学編』日本文教出版社、2017年、59ページ

15)　OECD教育研究革新センター『創造性と批判的思考　学校で教え学ぶことの意味は何か』明石書店、2023年、24ページ

16)　文部科学省『中学校学習指導要領（平成29年告示）解説　数学編』日本文教出版社、2017年、33ー2ジ

参考文献

文部科学省中央教育審議会『初等中等教育における教育課程の基準等の在り方について』2024年

清水美憲・池田敏和・齊藤一弥『これからの算数か教育はどうあるべきか』東洋館出版社、2023年

齊藤一弥『数学的な授業を創る』東洋館出版社、2021年

西岡加名恵・石井英真『教科の「深い学び」を実現するパフォーマンス評価』日本標準、2019年

楠見孝・道田泰司『批判的思考　21世紀を生き抜くリテラシーの基礎』新曜社、2015年

OECD教育研究革新センター『創造性と批判的思考ー学校で教え学ぶことの意味はなにかー』明石書店、2019年

片桐重男『算数教育学概論』東洋館出版社、2014年

G.ｳｨｷﾞﾝｽﾞ・J.ﾏｸﾀｲ・西岡加名恵（訳）『理解をもたらすカリキュラム設計』日本標準、2012年

加古希支男『算数科の「探究的な学習」』明示図書、2025年

ｼﾞｪﾌ.ﾍﾟﾃｨ・緒方広明（監修）・岡崎善弘（訳）『科学的エビデンスに基づく最適の教え方 実践ガイドブック』東京書籍、2025年