

考えさせる授業の創造

～ 「作業」を重視して ～ (2年次／3年計画)

小松 琢朗 小松 健一 荻原 崇

1 テーマ設定の理由

本校数学科で目指す生徒像は、「問題の解決に向けて粘り強く、誠実に取り組もうとする生徒」「対話を通し、自他の考えを認め合いながら、統合させたり、発展させたりできる生徒」である。問題に対してあきらめずに、個人としても集団としても、前向きに挑戦する生徒を育てたい。そのためには、日々の授業において、生徒が考える場を設定し、教師が積極的に関わり、問題に対して誠実に向き合い、何とか解決しようと粘り強く取り組む経験を数多くさせることが大切である。そのような授業を行うために、教師は教材研究をし、授業における課題提示を工夫するなどして、生徒が主体性をもって考えたいくなるような場をつくる必要がある。また、学習の過程において、あたかも生徒が自分で学習を深化・発展させたと感じるように、教師がうまく働きかけをしなければならない。松原(1987)は、「考えさせる授業とは、子どもに活発な自己活動をさせることである。そのとき子どもは授業に夢中になる。数学を学ぶ中に、自我の自覚があり、必然的に数学を学ぶことの必要性を直観することになるのである。」と述べており、授業の在り方として「考えさせる授業」の重要性について言及している。また、杉山(2012)は「考える力を育てるには、考えさせる場を作り、実際に考えさせることが大切である」と述べている。このことをもとに本校数学科では、生徒が主体的に考えられるような場を、教師が設定することを目指し「考えさせる授業の創造」を研究主題として設定した。ただし、教師が場を設定しただけでは「考える姿勢」や「考える過程」を教えるということは難しい。したがって、具体的な方策として、作業を重視した授業作りを推進していく。「作業」によって具体的に事象を捉えることができ、観察を続けることで、先の見通しややり直しなど、絶えず思考を継続させることができる。また、生徒が作業を通して課題に集中することができるという利点も考えられる。よって、副題を「『作業』を重視して」とし、生徒の「考える力」の育成に努めたい。(本校数学科でいう「作業」は、模型をつくったり、図をかいたり、計算を繰り返したり、念頭操作をしたりするなどの意味で捉えている。しかし、松原(1987)が述べている「作業の本質は思考である」ということが原則である。)

2 本校数学科における「考えさせる授業」について

そもそも、「考える」とはどういうことか。杉山(2012)は、「もし、「考える」ということが「意識の流れ」をいうとすれば、人は誰でも、いつでも考えている。そのようなことを「考える」範疇にいれるとすると、考えないことなどできないことになるであろう。」と述べた上で、「考える」とは「ただなんとなく考えることを言うのではなく、そこから適切な行動が生まれ、何か価値あるものが生まれるような「考える力」を言っている」と述べている。したがって、本校数学科で「考えさせる授業」というときの、生徒が「考える」状態というのは、「意識の流れ」のような無目的なものは含めず、問題解決のための生徒の活発な自己活動があり、その中で数学を学ぶことの必要性を感じたり、数学の創造のおもしろさを感じたりできる状態であると捉える。このような状態を授業の中に創り出すことを「考えさせる授業」と捉えている。

さて、このような授業を創造するに当たり、もっとも重視しているのは、その授業で扱う題材である。松原(1987)は、「考えさせる授業は、子ども自身が考える授業であり、それには、考える時間を子どもに保証する必要がある。そして、対象なしで一般的な考え方を指導するような授業ではない。」「考えさせるとは、子どもを課題に当面させてその課題に集中させることである。そして、その課題とは各人にとっての課題なのである。その課題解決の過程で、直観も

論理も働く。そして、いわゆる数学的な考え方も使われるのである。その結果、関連する既習事項が思い出され解決に至るのである。」と述べている。どのような題材を用いるかによって、その授業の展開が大きく変わる。そして、その題材を用いた授業における工夫も重要である。ここではまず、授業で扱う題材について述べ、次に授業の構成について、考えさせる授業を創造するための工夫を述べる。

（１）授業で扱う題材について

「考えさせる授業」における題材については、次の２つの側面が考えられる。

１つ目は、生徒がたてた予想と知識の間にズレや矛盾が生じるような題材である。杉山(2012)は、生徒にとって解決が迫られる切実な現実問題を含む題材や、日常生活や社会の中にある数学が活用されている題材は「考えさせる授業」の題材として望ましいが、そのような題材はそうそう見つからない。そこで、「人は、知識のズレや矛盾に気がついたときには、そのままでは放っておけないという心理的傾向を持っている」という考えから、「生徒を知識のズレや矛盾に気づかせるような状況におくことができれば、その生徒はそれを解消しようと考え始める」と述べている。そのような問題場面に生徒を立たせることで、「その矛盾を何とか解消したい」「その原因を探りたい」という強い思いをもたせたい。

２つ目は、多様な解決方法があるような問題を設定できる題材である。考えさせる授業の題材は、単にその問題だけを解決することにねらいがあるわけではない。その問題に含まれる数学的な構造をつかむことに真のねらいがある。数学的な構造をつかむことができれば、数値が変わったり、問題場面が変わったりしても、数学を使って問題を解決することができるからである。時には、構造をつかむなかで、数学の美しさに気づき感動するような文化的な価値を感じさせたい。

どちらの題材であっても、「考えさせる授業」をするために、教師は、その題材の数学的な背景まで含めた全体構造について研究しておく必要がある。その上で、生徒の考え方の傾向や生徒のもつ常識などを踏まえて予想される生徒の反応について丁寧に分析しておかなければならない。すなわち、教材研究こそが「考えさせる授業」をつくる上で最も重要だといえる。このような入念な教材研究の上に立って、初めて授業の中で生徒に考えさせることができるのである。

（２）授業の構成について

半田(1995)は「よい導入は、授業の雰囲気づくりではない。課題の本質に対して深く考えさせることである。」と述べている。そのために導入の過程においては、生徒がその問題を何とかして解決したくなるように、生徒をその問題場面に引き込むような工夫が重要となる。具体的には、生徒に与える情報を、映像や写真で与えるのか、数値データで与えるのか、実際に図をかいたり、模型を作らせたりするのかなど、さまざまな要素が考えられる。さらに、数値を扱う場合には、その数値についても後の活動を想定して、吟味を重ねて設定する必要もあろう。そのためには課題の本質を教師が把握する必要がある。いずれにしても、授業の導入の過程がうまくいけば、生徒はその活動にのめり込み、教師が指示をしなくとも考え始めるであろう。

展開の過程においては、生徒が問題に取り組み、試行錯誤をしている場面が想定される。生徒が夢中になって問題に取り組んでいるときには、十分な時間を確保して生徒の思考に委ねることが大切である。生徒が誤った方向に向かっていたり、行き詰まっていたりしている様子がみられても安易にヒントを与えて誘導するようなことはせず、じっくりと粘り強く考えさせるのである。生徒の誤りや行き詰まりは必ずしも悪いものばかりではなく、それを客観的に見直すことによって正しい考えや向かうべき解決へと思考が進むこともある。この解決の過程が「考える」ことであり、生徒に活動させることが「考えさせる授業」である。また、本校数学科でこれまで研究してきた「作業」は、自分の思考を客観的に見直す上での手立てとなった。また、教師が生徒の「作業」の様子をつぶさに観察し、他の生徒にとってよい刺激となる生徒の考えを全体で取り上げて、共有することも有効である。それによって、生徒は教材について別の視点から見たり、自分の考えを改めて見直したりすることができる。生徒がお互いの考え

を共有するためには、自分で考え、試行錯誤を繰り返すことで課題に対する理解を深めている必要がある。「生徒が十分に課題に対する理解を深めているか」を捉えていなければならない。そのため、教師は生徒に自分の思考を客観視させるか、そのタイミングを見極めることが大切である。杉山(2012)は、授業は、個人内で行われる思考が外に現れたものであり、そこで行われる外的な問答、対話が内的な思考を育てると述べている。このことから、授業内で、生徒がメタ認知できるような工夫をしたり、グループやペアを活用して、他の生徒との相互作用を促すような工夫をしたり、さまざまな方法を用い、生徒の「考える力」を育てたい。

まとめの過程においては、生徒一人ひとりの考えや小グループごとの考えなどを全体で共有したり、共通点や相違点を見いだしたりして、学習内容を統合的にとらえてまとめたり、そこからさらに発展的にとらえて別の課題につなげたり、いわゆる練り上げの過程を大切にしたい。その中で、生徒が「なるほど」と感情に納得を与えられる授業が「考えさせる授業」である。

3 本校数学科の研究について

(1) 研究の目的と手立て

本研究の目的は、「考えさせる授業」を構成・実践することを通して、生徒に数学を学ぶことのよさを実感させることと、生徒の考える力を育成することである。そこで、次の2つの手立てを取り入れた授業づくりを行う。

①生徒が自ら考えたいくなるような問題（題材）を設定する

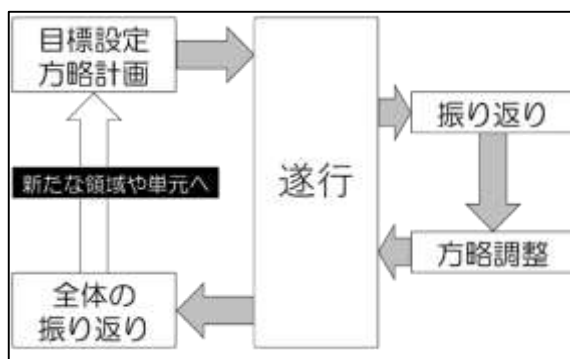
先述したように、数学の授業において、生徒に考えさせる授業を構成する場合、「問題解決型」の授業を構成する。その際、教師は、その題材の数学的な背景まで含めた全体構造や、課題に対して生徒の実態を踏まえた予想される生徒の反応例について、課題の本質をつかむまで緻密に教材研究を深めておく必要がある。

②作業を重視する

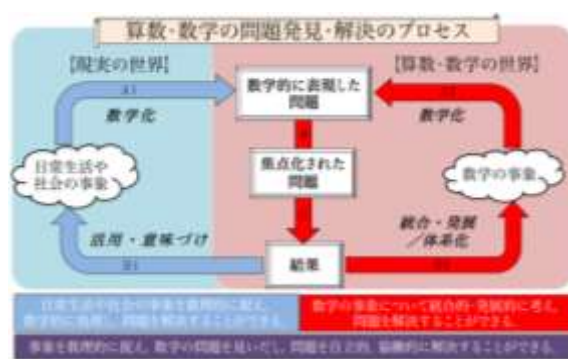
作業を重視することの利点は以下の3つが考えられる。

- ・ものをつくったり、手にとって観察したりすることで、生徒の思考が促される。また、別々に身に付いていた知識や性質の関係が結びついたり、既習の知識が新たな課題解決の手掛かりとなったりする手立ての1つとなる。
- ・作業を通して、生徒の既存の知識や知恵を総動員して考える場面を設けることで、考える楽しさや解決できたときの喜び味わうことができる。それが、課題に対しあきらめずに粘り強く取り組む姿勢を育てることにつながる。
- ・数学科の教科の特性上、抽象的な思考の場面が多く、かつ生徒の思考の様相は多種多様で、一人一人の考えを教師が把握することが困難である。しかし、作業を重視することで、生徒の思考が活動中の経過やノートの記述などに表れやすくなり、教師が把握しやすくなる。これを生徒にフィードバックすることで、生徒も自らの思考を振り返ることにつながる。

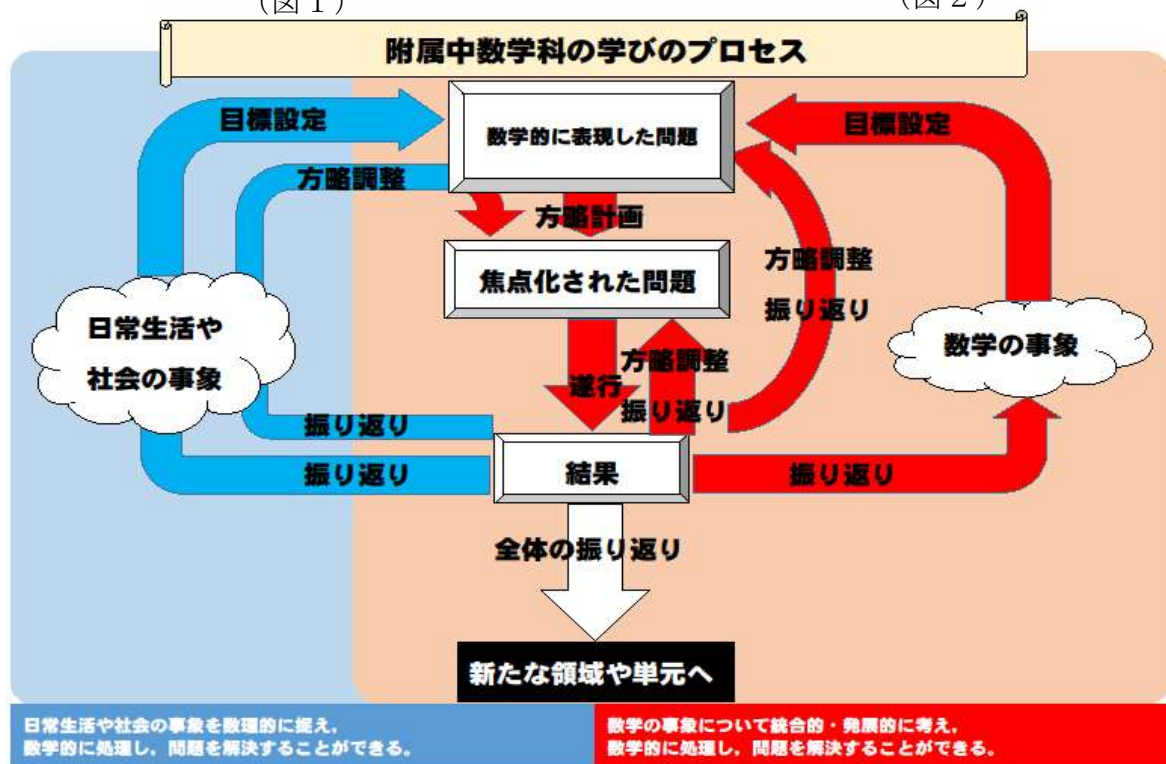
この利点をふまえ、自分の持っている力を総動員して問題解決をすることにより、一層考えることに重きを置いた指導ができると考えた。具体的な手立てとしては、昨年度までの研究成果である「附属中『主体的な学び』のプロセスモデル」(図1)を、『中学校学習指導要領(平成29年告示)解説 数学編』に示された「算数・数学の問題発見・解決のプロセス」(図2)に組み込んで「附属中数学科の学びのプロセス」(図3)を作成し、それをもとに指導計画や指導案を作成する。なお、(表1)は(図1)のそれぞれのプロセスの説明である。また、この(図2)は令和4年度第1回事前研究会においていただいた意見をもとに修正したものである。修正点はふり返りと方略調整をプロセスととらえ、矢印の形で表すことにしたことと、このプロセスを実施することによってたどりつく結果を明示したことである。



(図 1)



(図 2)



(図 3)

注：常にこの通りに進むものではなく、ときに行きつ戻りつしたり、飛ばしたりしながら進んでいくこともある。

	エンゲージメントの高まり（生徒の姿）
目標設定	・高いレベルの関心をもつ課題や日常生活で直面する課題、現実世界で解決すべき課題、自らのキャリア形成に関連する課題を選択する。 ・挑戦の感覚、知的好奇心、学習への期待感をもつ。
方略計画	・ゴールを設定し、過去の学習経験を生かしながら、課題解決のための学習方略を考える。
遂行	・計画に基づいて、学習を遂行する。 ・計画した方略や必要に応じて調整した方略に基づいて、個人やグループでの学習活動に熱心に参加する。
振り返り	・自らの学びの効果を振り返る。また、学習の進み具合を把握し、見通しをもつ。
方略調整	・必要に応じて学習方略を修正する。
全体の振り返り	・自らの学びの質や成果を振り返る。 ・学ぶ面白さや楽しさを感じたり、有能感や充実感をもったりする。

(表 1)

4 全体研究をふまえた本年度の数学科の研究について

(1) 数学科における「創造性」とは

全体研究では「創造性」とは「自ら課題を見出し、これまでに学んだことや新たな知、技術革新を結び付けることで解決して、新たな価値を創り出すための資質・能力」と定義づけている。さらにその補足として「「事象同士の新たな結び付きを見出し、それを生かしたり、表現したりすること」「事象に新たな意味を見出し、それを生かしたり、表現したりすること」が新たな「価値」を創り出すことといえる。」と述べている。それでは数学科における「創造性」とはなんだろうか。

中島(1981)では以下のように述べられている。

算数・数学の指導でいう「創造的」とはどんなことか。それは、たしかに、何かしら「新しいものをつくり出すこと」であるが、「新しいもの」といっても、小学校や中学校の段階では、世間の人が全く知らない新しい数学的な内容をはじめて創り出すことは必ずしも期待できない。実際にも、指導内容としてカリキュラムの上で取り上げられていることは、学問的にはすでによく知られた初等的な事柄に過ぎないわけである。

それでは、「創造的な指導」という場合に目指していることは、どんなことか。それは、次のようなことであるといえよう。すなわち、

「算数や数学で、子どもにとって新しい内容を指導しようとする際に、教師が既成のものを一方的に与えるのではなく、子どもが自分で必要を感じ、自らの課題として新しいことを考え出すように、教師が適切な発問や助言を通して仕向け、結果において、どの子どもも、いかにも自分で考え出したかのような感激を持つことができるようにする」(下線は加筆)

このように考えると、下線部は全体研究における「創造性」の定義と一致していることがわかる。また、中島(1981)は『「数学的な考え方」の育成とは、算数・数学にふさわしい創造的な活動が自主的にできるようにすること』と述べている。つまり「数学的な考え方」を育むことこそが数学における創造性を育むことであるということである。

さらに、中島(1981)は以下のように論を進めている。

そこで、「創造的」というからには、既習の知識や習慣的な方法だけでは処理できない、何か新しいもの、より進んだものを探りあて考え出すことが要求されているわけである。しかも「算数・数学にふさわしい」という立場で考えようとしているのであるから、そうした課題は、算数・数学の人間が作り上げた時に求めようとしていた価値観にもとづいたものであることが、要請されるといってよいはずである。

このような価値観に関しては(中略)基本的なものとして、例えばより簡潔にしたい、より明確にしたい、より統合されたものにしたい、といったことをあげてきている。このような観点からみて不都合があったら、何とか工夫改善しなければ気がおさまらないという心情にかられて構成されるのが、ここでいう算数・数学の創造的な活動を推し進める原動力としてふさわしい「課題」であると考えてるのである。

本校数学科はこのような先達の考え方を大切にしながら「考えさせる授業」を研究してきている。つまり「考えさせる授業」は生徒の創造性を育むために最適であると考えている。

さらに中島(1981)は創造的な活動を行う上で重要な学習過程として以下の2つをあげている。

創造的な活動であるから、なにかこれまでのもの(既習の知識、手法)にないものを、考えたりさぐりあてたりすることが要求されるわけである。(中略)創造的な活動をする場合には、きわめて重要な思考的態度である。(中略)日常の算数・数学のどの指導場面でも、何か新しい内容を学習させる際には、既成のもの、洗練された形式だけにこだわらないで、課題に即して、「かりにこう考えてみよう」というような取り扱いや、そうしたことにもとづいた試行錯誤の過程、さらに、どんな点をおさえれば、既習のものと「同じ考えで安心でき

るか」といった見方や活動が含まれていることが、創造的な活動として大事である。
数学的な創造を引き起こす価値観として、簡潔、明確、統合の3つをあげたが（中略）その中でも特に「統合」が大きな役割をもっている。

これらはそれぞれ、『中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 数学編』に示された「算数・数学の問題発見・解決のプロセス」（図2）におけるAとDの学習過程を示していると考えてよいであろう。

ここまでの内容を踏まえたうえで、本校数学科としてとくに育みたい「創造性」を以下のよう

- ① 日常生活や社会の問題を数理的にとらえることについて、事象の数量等に着目して数学的な問題を見いだす力や、事象の特徴を捉えて数学的な表現を用いて表現する力（事象を数
- ② 数学の事象における問題を数学的にとらえることについて、数学の事象から問題を見いだす力や、事象の特徴を捉え、数学化する力、得られた結果を基に拡張・一般化する力
- ③ 解決過程を振り返り、得られた結果を意味づけたり、活用したりすることについて、得られた結果を元の事象に戻してその意味を考える力や、様々な事象を活用する力
- ④ 解決過程を振り返るなどして概念を形成したり、体系化したりすることについて、数学的な見方・考え方の良さを見いだす力や、得られた結果を基に批判的に検討し、体系的に組み立てていく力、見いだした事柄を既習の知識と結び付け、概念を広げたり深めたりする力、統合的・発展的に考える力
- ⑤ 単元を通した学び全体を振り返り、新たな領域や単元へ学びをつなげていく力

それぞれ、『中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 数学編』に示された「算数・数学の問題発見・解決のプロセス」（図2）におけるA1が①に、A2が②に該当する。これは全体研究における「自ら課題を見だし、」の部分に当たる学習過程である。また、同様にD1が③に、D2が④に該当し、⑤は「附属中数学科の学びのプロセス」（図3）の「全体の振り返り」「新たな単元・領域へ」に該当する。これらは全体研究における「これまでに学んだことや新たな知、技術革新を結び付けることで解決して、新たな価値を創り出す」の部分に当たる学習過程である。この①から⑤を「考えさせる授業」を通して育てこそ、生徒の「創造性」は養われると考える。

（2）内発的動機付けを育むために

「内発的動機付け」とは、「学習内容そのものの面白さや学習内容がもつ価値を見だし、好奇心や興味関心、やりがいといった内的な欲求をもとに自発的にやりたいと考えること」である。これはすなわち、「考えさせる授業」において大切にしてきた「生徒が自ら考えたいくなるような問題（題材）を設定する」「作業を通して、生徒の既存の知識や知恵を総動員して考える場面を設けることで、考える楽しさや解決できたときの喜び味わうことができる。」ことで育まれるものに他ならない。数学的活動を通して生徒自身が考え、数学を創り出していく過程にこそ、「内発的動機付け」が生まれていくとあってよいであろう。

（3）メタ認知

全体総論では『「振り返り」「全体の振り返り」の学習過程において、生徒の学びを自分自身でモニタリングさせるとともに、学び方についての知識を示して、自らの学びをどのように変えれば良いかプランニングさせたい。また、「振り返り」「全体の振り返り」で行ったプランニングを生かして、次単元の「目標設定」に取り組ませたい。』としている。これらには本校数学科で取り組んでいる「学習感想」「学びの振り返り」の実践がそのまま当てはまる。また『（1）数学科における「創造性」とは』で述べた③から⑤の部分が該当する。これらの学びを通して生徒のメタ認知する力を育てていきたい。

（４）本研究における昨年度の数学科の研究内容

（１）（２）で述べたように、「創造性」「内発的動機付け」とともに先述した本校数学科の研究を進めていくことが大切であると考え。本校は昨年度より３ヵ年計画で研究を進めており、一年を区切りとして段階的に研究を進めていく。

研究初年度にあたる昨年度は、（１）で述べた創造性①と②の育成を目指して研究を進めた。昨年度の研究を通して、創造性①と②を育むためには、解決すべき課題の設定が重要であり、その課題に対する教材研究が必須であった。これは「考えさせる授業」の実践に対しても同様である。授業実践を通して、生徒自身が必要性を感じ、自らの課題として新しいことを考え出すよう課題を設定することの大切さを改めて感じた。問題解決型の授業を行う上では、まず生徒が考えたいくなるような求答問題を設定し、その値を求める過程を複数考えたり、過程をふり返って構造を解き明かしたりすることが大切である。昨年度の実践でも生徒は課題に没頭している様子があったが、よりよい課題とする余地があるとわかった。また、その課題の数学的な価値を吟味し、教材研究を入念に行っておくこと、評価規準を生徒の実態に合わせて設定しておくことも重要であると実感した。

昨年度末に１・２年生を対象として『数学の学習で印象に残っている「数学的な見方・考え方」を働かせた場面を具体的に教えてください。』という問いでアンケートを行った。その結果、昨年度重点的に研究を行った①②の場面で約４０％の生徒が数学的な見方・考え方を働かせたと回答していた。このことから、昨年度の研究は生徒の①②の場面における創造性を育むことについて一定の成果があったのではないかと考える。これに対し、③④⑤の場面について回答した生徒は約１０％であったことから、生徒の③④⑤の場面における創造性を育むことが今後の課題であることがわかった。また、残りの生徒は問題解決の場面で複数の解決方法を用いたり、数学的な説明を行ったりする際に働かせたという回答をしていた。

（５）本研究における今年度の数学科の研究内容

昨年度のまとめと生徒アンケートの結果をふまえ、今年度も引き続き課題設定を工夫し、「考えさせる授業」の実践をすることで創造性（数学的な見方や考え方）を育むために有効な手立てについての研究を進めていく。その中で、主に前述の創造性③と④の育成を目指して研究を進め、**生徒自身が課題解決の過程や結果をふり返り、新たな数学的な価値を見いだすことができるような課題について検討していく。**これは、全体研究の「主体的な学びのプロセスモデル」における、「遂行」「振り返り」「方略調整」にあたる部分である。学習方略として、本校数学科では以下のものが挙げられると考えている。

- ・他者の意見を聞いたり、取り入れたりする。
- ・前の学習を振り返る。
- ・自分の経験や生活と関連させて事象を捉える。
- ・事象を数、量、図形等に着眼して観察する。
- ・事象の特徴を的確に捉える。
- ・理想化したり単純化したりする。
- ・情報を分類したり整理したりする。
- ・筋道立てて考える。
- ・解決の方針を立てる。
- ・方針に基づいて解決する。
- ・事象に即して解決したことを数学的に表現する。
- ・数、式、図、表、グラフなどを活用して、数学的に処理する。
- ・数学的に表現したことを事象に即して解釈する。
- ・解決の結果を数学的に表現する。
- ・数学的な結果を事象に即して解釈する。
- ・必要な情報を選択し判断する。
- ・解決の過程や結果を批判的に考察する。

- ・ 解決の過程や結果を振り返り評価・改善する。
- ・ 統合的，発展的に考察する。
- ・ 事象を多面的に見る。

これらの学習方略を通して，創造性③と④の育成につながる学習活動のイメージとして，「現実世界の課題」では，解決過程を振り返り，得られた結果を意味づけたり，活用したりするような学習活動を考えている。また，「数学世界の課題」では，解決過程を振り返るなどして概念を形成したり，体系化したりするような学習活動を考えている。このような学習活動を経て，生徒は，「簡潔，明確，統合」（回り道などの無駄はないか，もっと簡単にすることはできないか，もっとうまい道具は使えないか，既有の知識と結び付けることはできないか，考える），「発展」（条件を変えたらどうか考える），「予想の重視や誤答を生かす」（ズレや矛盾はなぜ生じたか考える）といった学び方ができるようになるように授業を計画していく。

《参考・引用文献 等》

- 半田 進編著(1995)『考えさせる授業 算数・数学 実践編』東京書籍
- 松原元一編著(1987)『考えさせる授業 算数・数学』東京書籍
- 松原元一(1990)『数学的な見方考え方 子どもはどのように考えるか』国土社
- 中島健三(1981)『算数・数学教育と数学的な考え方』金子書房
- 杉山吉茂(2012)『確かな算数・数学教育をもとめて』東洋館出版社
- 岩手県立総合教育センター教育研究(2000)，創造的に考える力を育てる算数・数学科の学習指導に関する研究－自らの課題を追究する活動をとおして－（第2報）
- 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』（平成29年7月）
- 山梨大学教育人間科学部附属中学校（2005～2015），研究紀要
- 山梨大学教育学部附属中学校（2016～2019），研究紀要
- 文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センター「『指導と評価の一体化』のための学習評価に関する参考資料 中学校数学」
- 文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センター（2023）『令和4年度全国学力・学習状況調査 解説資料 中学校数学』