

考えさせる授業の創造

～「作業」を重視した探究的な学びを通して～ (1年次/3年計画)

萩原 崇 須賀 勇吾 野出 拓海

1. 研究主題の設定

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、問題を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」を研究主題とした。

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、数学における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だすことを「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」においては、「問題解決型の授業」が望ましいと考える。その際扱う題材については、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、数学の美しさに気付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てきた。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」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や、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するなど、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。

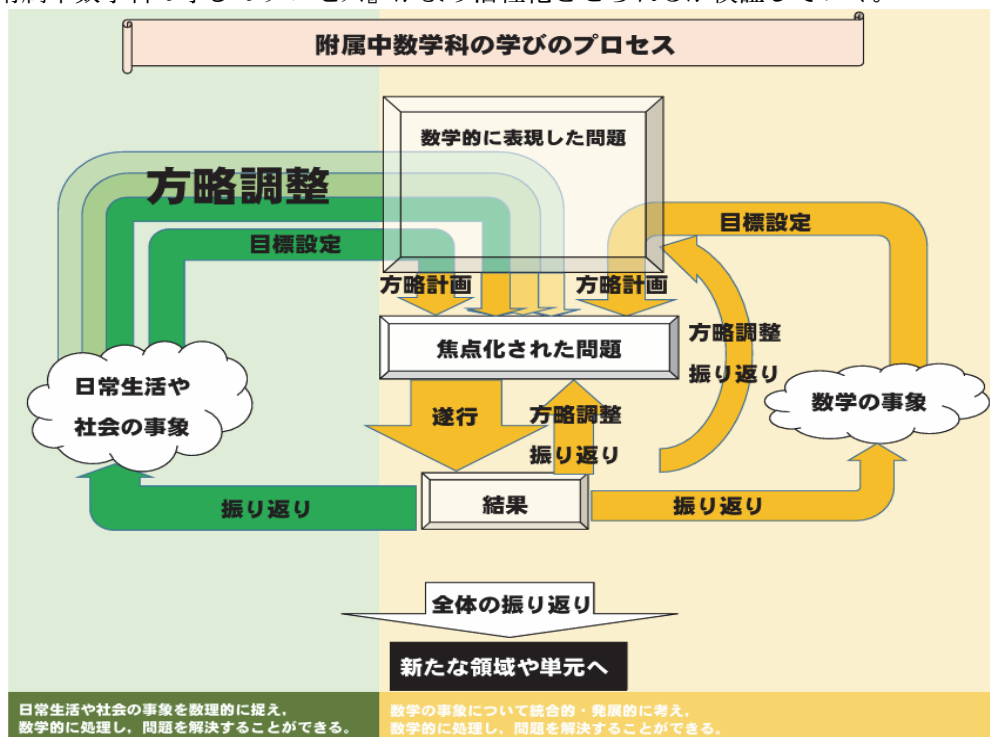
3. 全体研究をふまえた数学科の研究について

(1) 本研究の目的

先述したように、「考えさせる授業」をする場合、「問題解決型の授業」を構成する。小岩ら(2024)は、「問題解決型の授業」の中でも、「問題発見・解決の過程全体に焦点を当てた学びの授業」を「探究的な学び」の授業とし、「『探究的な学び』は、生徒が問題発見・解決の過程を自立的に遂行することを通して学びとみることができる。」と述べている。さらに、清水(2024)は、問題発見・解決の過程において、探究活動を重視するといった場合、「問題発見の活動、そして、結果を事象に戻して解釈・意味付け、統合・発展の活動に重点を置いて、このサイクルを回すことが大切になります。なぜならば、生徒の探究的な学びを促すとき、自らの問題を見いだすこと、

そして一旦解決した結果を事象に戻し、そこから新たな問題へとつながる疑問等をもつことが、自立的にこのサイクルを回す原動力になるからです。」と述べている。そこで、本校数学科では、「自立した学習者」を、「前研究で作成した『附属中数学科の学びのプロセス』(図1)を自ら回せる力をもった生徒」と仮定し、「考えさせる授業」を構成・実践することを通して、「自立した学習者」を育成することを本研究の目的とした。なお、「附属中数学科の学びのプロセス」(図1)は、「附属中『主体的な学び』のプロセスモデル」(図2)に「算数・数学の問題発見・解決のプロセス」(図3；文部科学省2017)を組み込んだものである。また、(表1)は(図1)のそれぞれのプロセスの説明である。

全体研究では今年度、「学びを深める授業の具体」を明らかにすることを目指している。そのための手立てとして、「他者(生徒同士、生徒と教師)との学び」を挙げている。数学科においても、他者との学びを授業で設定することで、『附属中数学科の学びのプロセス』がより活性化させられるか検証していく。



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。

図1 附属中数学科の学びのプロセス

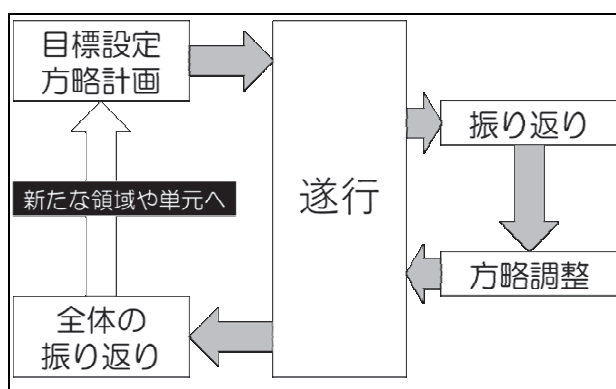


図2 附属中「主体的な学び」のプロセスモデル

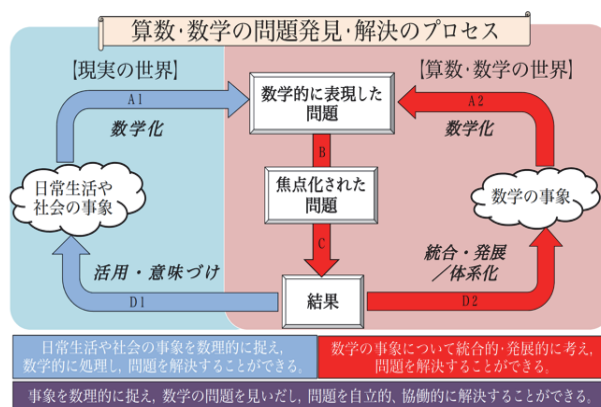


図3 算数・数学の問題発見・解決のプロセス

表1 プロセスの説明

	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。

(2) 本研究の手立て（1年次）

本研究の目的にしたがって、今年度は次の2つの手立てを取り入れた授業づくりを行うこととする。

① 主な問いを生徒に示し、結果の後に「次に何を考えるか」を促す

生徒が自ら「附属中数学科学びのプロセス」を回すような授業にするためには、まず、生徒が考えたいくなるような問題を教師が設定し、そこからどのような問いが生まれるか、題材について深く理解している必要がある。

相馬(1997)は、『考えるきっかけを与える問い』が『問題』であるが、そのためには、生徒の学習意欲を引き出すことが求められる。『問題』を通して、『おや?』『なぜ?』という気持ちを生徒にもたせたい。」と述べている。日常生活や社会の事象、または数学の事象から数学的に表現した問題にしていく「目標設定」の部分では、初発となるこの素朴な気持ちを大切にしていきたい。

また、中村(1993)は、「子供に問う力を育てるといとき、まず、教師自らが問いを構成することが前提となる。」と述べ、算数の授業過程で、教師が児童に投げかける問いを次のように示している。

- ・既習事項を問う
「今まで学習してきたことの何が使えるか」「今まで学習してきたことの何と関連するのか」
- ・他の方法を問う
「他に考えられないか」「他によい方法はないか」
- ・根拠を問う
「なにをもとにしているのか」「どうしてこうなるのか」
- ・共通点、類似点を問う
「どの方法にもいえることは何か」「この方法と似ていることは何か」
- ・相違点を問う
- ・一般性を問う
「いつでもできるか」「どんな場合でもできるか」「もっと簡単に表せないだろうか」
- ・発展性を問う
「どこまでできるか」「何かを変えても、変わらないことは何か」
- ・よさを問う

中村(1993)は、「今まで述べてきた『問い』は連続することで効果が出てくる。それぞれの問いが単独にあるのではなく、問題を解決する中で次から次へと発せられることになる。また、問いの連続は自然に生まれる。問題を解決する中で、これらの問いが関連してくる。」と述べ、問題を解決する中で、次から次へと問いが発せられるような教材や問題の条件を、

- ・既習の事項を用いて、自力解決できるもの。
- ・共通の課題を生み出すもの。
- ・解決の方法や結果に多様性があるもの。
- ・対立や協調、葛藤や納得を生むもの。
- ・新しい課題を生むもの。

とし、そのような問いを生む教材の見つけ方として、

- ・子供のつまづきを分析すること
- ・各社の教科書の単元展開を見ること

の2点を挙げている。

一方、G. ポリア(1954)は問題の区分と教師による主な問いについて、以下のリストを示し、「もしもこのリストを上手に使うと、これらの問いや注意を自分自身に与えるならば、それは自分の問題を解くのに役立つであろうし、又同じ問いや注意を学生に与えるならば、彼等が問題を解くのを助けることができるであろう。」と述べている。

問題を理解すること ◇未知のものは何か。与えられているもの（データ）は何か。条件は何か。 ◇条件を満足させうるか。条件は未知のものを定めるのに十分であるか。又は不十分であるか。又は余剰であるか。又は矛盾しているか。 ◇図をかけ。適当な記号を導入せよ。 ◇条件の各部を分離せよ。それをかき表わすことができるか。
計画をたてること ◇前にそれをみたことがないか。又は同じ問題を少しちがった形でみたことがあるか。 ◇似た問題を知っているか。役に立つ定理を知っているか。 ◇未知のものをよくみよ！そうして未知のものが同じか又はよく似ている、みなれた問題を思い起せ。 ◇似た問題ですでにといたことのある問題がここにある。それを使うことができないか。その結果をつかうことができないか。その方法を使うことができないか。それを利用するためには、何か補助要素を導入すべきではないか。 ◇問題をいいかえることができるか。それをちがったいい方をすることができないか。定義にかえれ。 ◇もしも与えられた問題がとけなかったならば、何かこれと関連した問題をとこうとせよ。もっとやさしくてこれと似た問題は考えられないか。もっと一般的な問題は？もっと特殊な問題は？類推的な問題は？問題の一部分をとくことができるか。条件の一部をのこし、他をすてよ。そうすればどの程度まで未知のものが定まり、どの範囲で変りうるか。データを役立たせうるか。未知のものを定めるのに適当な他のデータを変えることができるか。未知のもの若しくはデータ、あるいは必要ならば、その両方にかえることができるか。そうして新しい未知のものと、新しいデータとが、もっと互いに近くなるようにできないか。 ◇データをすべてをつかったか。条件のすべてをつかったか。問題に含まれる本質的な概念はすべて考慮したか。
計画を実行すること ◇解答の計画を実行するときに、各段階を検討せよ。その段階が正しいことをはっきりとみとめられるか。
ふり返ってみること ◇結果をためすことができるか。議論をためすことができるか。 ◇結果をちがった仕方で見ちびくことができるか。それを一目のうちに捉えることができるか。 ◇他に問題にその結果や方法を応用することができるか。

中村、G. ポリアの両者は、主に教師が学習者に与える問いを示しているが、数学の授業の中で生徒自身がこれらの問いをたてられるようになることで、「附属中数学科の学びのプロセス」を自ら回せるようになり、その姿こそが「自立した学習者」といえるのではないかと考えた。小岩ら(2024)の『『探究的な学び』の授業のフレームワーク』（表2）の中でも、「探究的な学び」（授業A）における学習者の姿として「事象や提示された問題について解決を目指す問いをもつことができている」「解決の結果や過程を振り返り、得たことを整理するとともに、次に考えてみたい新たな問いをもつことができる」としている。

表2 「探究的な学び」の授業のフレームワーク

	学習者が	数学の学習像	教師の行為（計画できること）
授業 A	・事象や提示された問題について解決を目指す問いをもつことができる ・自分や他者との対話による思考を繰り返し、問題解決を進めることができる ・解決の結果や過程を振り返り、得たことを整理するとともに、次に考えてみたい新たな問いをもつことができる	自ら問題や問いを見出したり、解決過程を振り返り、統合・発展してりする探求的な学び	・生徒が知的好奇心をもつような数学の場面や事象を設定できる ・生徒の疑問や問いを拾って全体に返すことを想定できる ・生徒が問題解決する際の多様な思考や表現を想定し、対話を活性化する場を設定できる
授業 B	教師から提示された問題について自ら考えをもち、さらに他者との対話により、解決を進めることができる	示された問題を解決する過程を実行し、概念や方法を創り出す問題解決的な学び	・生徒に知的葛藤をもたせる数学の問題を設定できる ・誤答や生徒が理解できていないことを予想できる
授業 C	教師から提示された問題を、示された方法で解決を進めることができる	・数学の解決方法を知る ・当てあられた手続きで解決する学び	・目標に即して数学の問題を設定することができる ・決められた手順や手続きを正しく実行するための手立てを準備することができる

ただし、はじめからこのような問いをもてる生徒ばかりではない。もちろん、そのような生徒は、問いを連続的に生みながら探究的に学んでいくことも難しい。そこで、研究1年次である今年度は、「附属中数学科の『探究的な学び』のプロセス」（図4）で主な問いを生徒に示し、結果が出た後の「振り返り」や「方略調整」の部分で、「次に何を考えるか」問うていく。このプロセスで授業を実践していく中で、どの場面でどのように生徒が自問自答していたかを記録し、「附属中数学科の『探究的な学び』のプロセス」の中で生まれてくる主な問いの仮説（表3）を検証していく。なお、「全体の振り返り」の段階については、他の段階とは異なり、単元末に行うものであるため、（表3）には含めていない。

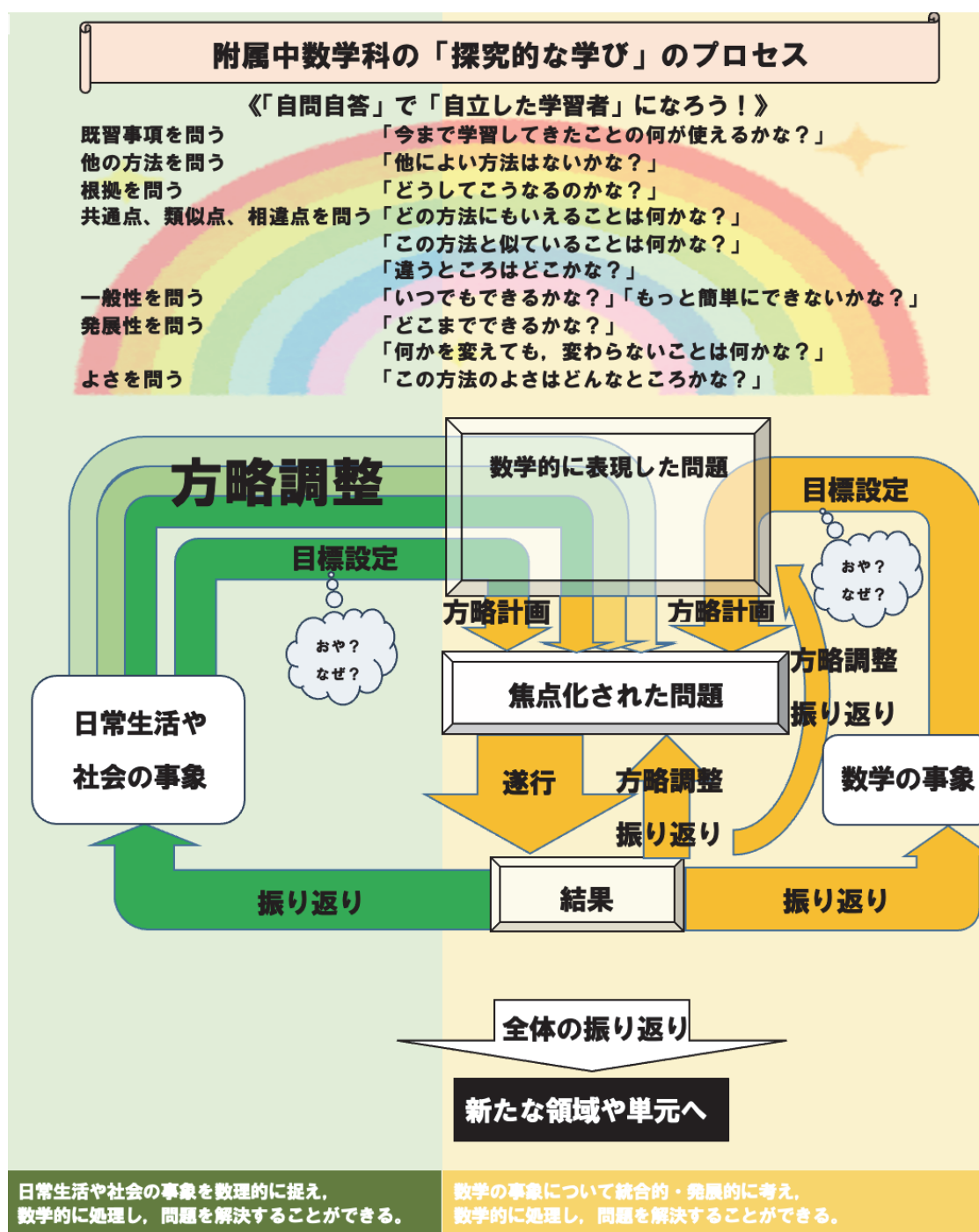


図4 「附属中数学科の『探究的な学び』のプロセス」

表3 「附属中数学科の『探究的な学び』のプロセス」の中で生まれてくる主な問いの仮説

段階	ポリアによる区分	問い
目標設定	問題を理解すること	・「おや?」「なぜ?」(素朴な気持ち) ・求めるものを問う ・条件を問う
方略計画	計画をたてること	・既習事項を問う ・根拠を問う ・相違点を問う ・発展性を問う
遂行	計画を実行すること	・既習事項を問う ・他の方法を問う ・根拠を問う ・共通点、類似点を問う ・相違点を問う ・一般性を問う・発展性を問う
振り返り	ふり返ってみること	・よさを問う ・他の方法を問う ・一般性を問う ・発展性を問う
方略調整	計画をたてること	・他の方法を問う ・共通点、類似点を問う ・相違点を問う ・一般性を問う・発展性を問う

② 作業を重視する

生徒が主体的に考えられるような場を教師が設定しただけでは「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」を重視した授業づくりを推進していく。「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。なお、本校数学科がいう「作業」とは、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として捉えている。また、生徒が思考の道具としてICTを活用し、作図や表、グラフを作成するなどもこれに含まれる。ただし、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。

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、生徒の既有的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、生徒が、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授業を構成していく。

《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
- 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として― (第2報)
- 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
- 文部科学省(2017)『中学校学習指導要領(平成29年告示)解説 数学編』
- 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』
- 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』
- 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
- 山梨大学教育学部附属中学校(2021~2024), 研究紀要
- 山梨大学教育学部附属中学校(2016~2019), 研究紀要
- 山梨大学教育人間科学部附属中学校(2005~2015), 研究紀要
- 清水宏幸(2017)「全国学力・学習状況調査「活用」の問題作成の枠組みの検討」『第5回春期研究大会論文集』日本数学教育学会
- 小岩大, 清水宏幸, 佐藤寿仁, 西村圭一(2024)「中学校数学科における『探究的な学び』の授業に関するフレームワークの作成」日本数学教育学会第12回春期研究大会論文集
- 文部科学省(2022)『今、求められる力を高める総合的な学習の時間の展開(中学校編)』
- 清水宏幸(2024)『数学教育 No.805 2024 11』明治図書
- 相馬一彦(1997)『数学科『問題解決の授業』』明治図書
- 中村享史(1993)『自ら問う力を育てる算数授業』明治図書
- G. ポリア(1954)『いかにして問題をとくか』丸善株式会社