

# 探究的活動へと導く数学指導

名古屋市立牧の池中学校 水谷 明敏

## I 研究のねらい

2018年高等学校学習指導要領において、数学と理科にわたる探究科目を新設し、数学的な見方・考え方や理科の見方・考え方を組み合わせるなどして働かせ、探究の過程を通して、課題を解決する力などを育成することを背景として「理数科」が新設された。中学校段階においても、探究の過程を通した数学指導を行うことは意義深いと考える。

ナゴヤ学びのコンパス(2023)では、重視したい学びの姿の1つに「夢中で探究する」が挙げられており、探究的な学びについては「子どもたちが夢中になって、またじつくりと、自分なりの問いを立て、自分なりの方法で、自分なりの答えにたどり着くことができること」が述べられている。

探究的な学習の過程は、総合的な学習の時間の学習指導要領において、①課題の設定②情報の収集③整理・分析④まとめ・表現の①～④を繰り返すものとして示されている。また、井上(2020)は数学科の授業における探究的な活動を、「問題の意識化」、「有機的な関連付け」、「振り返りと統合・発展への志向」(資料1)の3つの側面を含んだ問題解決活動と捉え、学習者によって問題が発見されることや、多様な方法から振り返ることの重要性が述べられている。

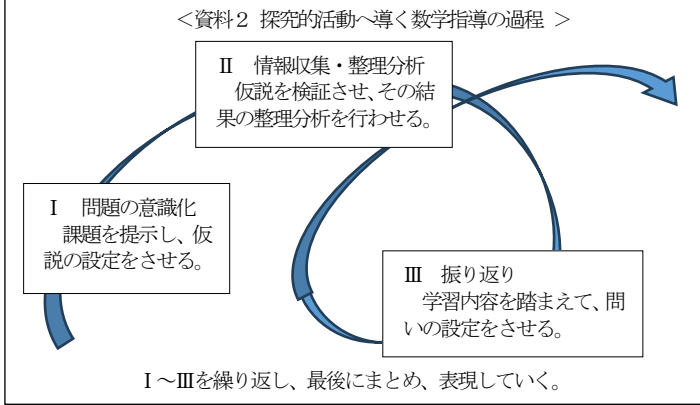
これらを踏まえて私は探究的活動へと導く数学指導の過程を、以下のI～IIIを繰り返し、最後にまとめ、表現していくものと考えた(資料2)。

本校の生徒は、問題に出会っても「解き方を教えてもらい、答えが出ればいい」と、受け身になってしまい、問題を自ら解決していこうとしない現状がある。また、問題を解くことに満足してしまい、そこから学びを広げようとする姿勢は見られない。そこで探究的活動へと導く数学指導を行い、「設定した仮説について検証方法を考え、検証した結果をもとに問いを立てる」という生徒の姿を目指し、手立てを講じていきたい。

「探究的活動へと導く数学指導」は、「文字の式」の単元を例にすると以下のような流れとなる。(資料3)

<資料1 探究的な学習活動に必要な3つの側面>

- ① 問題の意識化  
目の前の状況に提示した情報から、学習者によって問題が発見される
- ② 有機的な関連付け  
利用する知識や概念、あるいは方法に関して学習者の中で有機的な関連付けがなされる
- ③ 振り返りと統合・発展への志向  
多様な側面から解決の方法や結果を振り返ることを通して、統合的な視点を得たり発展性や新たな問題が認識されたりする。



問題の意識化	<p><b>課題提示</b> 体育大会のトラックの謎を解こう</p> <p>最初のスタート位置がまっすぐになっていないね。いろいろな長さを調べてみよう。</p> <p>計算したらレーン1周分の差が全部<math>\pi m</math>ずつだったよ。</p> <p>外のレーンの方は多く走ることになるから、同じ距離にするためにスタート位置を<math>\pi m</math>ずつずらしてスタートしているだろう。(仮説)</p> <p>それを検証する方法を「検証する視点」をもとに考えよう。</p>
情報収集・整理分析	<p>他の大きさのトラックでも同じになるか調べてみよう。</p> <p>全部文字で設定して、同じ距離になるか確かめてみよう。</p> <p>レーンの幅を変えたり、半円を大きくしたりしてみたら、半円を大きくしても差は変わらないけど、幅を半分にしたら、差が半分になったよ。</p> <p>文字を使ったら、いつでも<math>\pi \times</math>幅が差になったよ。</p> <p>情報、過程、結果などを共有して共通点や相違点を挙げよう。</p> <p>同じなのは、円周率が関わっているということ。違うのはレーンの幅によってスタート位置が変わるということだね。</p>
振り返り	<p>共有したことで気になったことをもとに新たな問いを立てましょう。</p> <p>トラック競技はいつでもスタート位置が平等になっているのか。(問い)</p>

※「問題の意識化」→「振り返り」を繰り返し、最後にまとめ・表現をしていく

## II 研究の内容

- 1 対象生徒 第3学年 (61人)
- 2 手立て

(1) 問題を意識化して、仮説を検証する場面

本時の課題について得られる情報をもとに全体で対話をしながら一つの仮説を設定させる。なお、仮説は、「〇〇は△△になるだろう」といった型に統一して設定する。その後、仮説を検証する視点を与えることで、検証方法を考えることができるようにする。

【仮説を検証する視点】  
 ・条件や場面を変えるとどうなるか  
 ・今までの学びと掛け合わせたらどうなるか

(2) 情報を整理分析して、問いを立てる場面

自ら考えた仮説を検証させ、グループで解決過程や得られた情報、検証結果を共有し、共通点・相違点として整理させる。その後、学習内容を踏まえて気になったことや、さらに調べてみたいと思ったところに着目させることで、問いを立てることができるようにする。

### 3 検証方法

(1) 問題を意識化して、仮説を検証する場面

設定した仮説について検証方法を考えることができたかを、授業プリントへの記述から検証する。

(2) 情報を整理分析して、問いを立てる場面

問いを立てることができたかを、授業プリントへの記述から検証する。

## III 授業実践1

- 1 単元 「平方根」(本時 14・15/15)
- 2 単元のねらい 身のまわりにある平方根に気付くことができる
- 3 授業の様子

教師の主な働き掛け	生徒の主な発言・活動
<p><b>問題</b> プリントの秘密を探そう</p>	
<p><b>問題を意識化して、仮説を検証する場面</b></p> <p>T: 各グループにA3・A4のプリントを何枚か配付します。どんなことに気付きますか?ただし、縦は横より長いものとします。</p> <p>T: 面積が2倍という特徴がありますね。</p> <p>T: 比がヒントになりそうですね。全体で一つの仮説を立ててください。</p>	<p>S1: A4は縦の長さが29.7cm、横の長さが21cmだね。</p> <p>S2: A4が2枚でA3と同じ大きさだね。</p> <p>S3: 面積が2倍になっているんだね。</p> <p>S4: 縦と横の比を考えると、1.414...:1になったよ。</p> <p>S5: 1.414...って、<math>\sqrt{2}</math>の値と似ているね。</p> <p>S6: プリントの縦:横=<math>\sqrt{2}</math>:1なのかな。</p>
<p><b>クラスの仮説の例</b> プリントの縦の長さとの横の長さは、縦:横=<math>\sqrt{2}</math>:1になるだろう</p>	
<p>T: それはいつでも成り立ちますか。</p> <p>T: それでは、仮説を検証するために「仮説を検証する視点」を参考に何をするか決めましょう。</p>	<p style="text-align: center;">&lt;生徒が考えた検証方法&gt;</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p>B4, B5 ぐ B紙でもできるのかやってみる。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p>紙の横と縦の比を1:2として証明</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>A4の縦:横</p> </div> <div style="margin-top: 10px; color: red; font-size: small;"> <p>場面を変えて検証しようとしたり、これまでの学びと掛け合わせて検証しようとしたりができているので、○</p> <p>仮説を設定する過程で確認した内容と同じものを検証しようとしているので△</p> </div>

【検証①】 仮説についての検証方法を考えることができたかを、授業プリントへの記述から検証する。

○	仮説についての検証方法を考えることができた。	41人
△	検証方法を考えることができなかった。	9人

<考察>

全体で一つの仮説を出させ、その仮説を検証する視点を与えることで、設定した仮説について解決の見通しをもつことができた生徒は50人中41人だった。よって、8割近くの生徒は仮説の解決の見通しをもつことができていたことが分かった。一方で、解決の見通しをもつことができなかった生徒が9名いた。これらの生徒に対しては、問題を丁寧に理解させたり、検証する視点を十分に認識させたりすることの必要性を感じた。

情報を整理分析して、問いを立てる場面

(個人で仮説を検証後)

T: グループで解決過程や得られた情報、仮説の検証結果を共有して、共通点と相違点を整理しましょう。

T: 学習内容を踏まえて気になったことや、さらに調べてみたいと思ったところに○をつけましょう。

T: ○をつけた部分を踏まえて、問いを立てましょう。

<生徒が記述した共通点・相違点>

なぜ、  
サイズが決まっていなくても√2:1にならない  
なのだろう?

なぜ、  
町中でのかん板や広告の板などの大きいもの比率は  
どうなっている  
なのだろう?

なぜ、  
台形の上底と下底は、<sup>高さを</sup>√2:1になるのだろうか?  
なのだろう?

今回の学習を踏まえて、  
問いを立てることができ  
ているので、○

今回の学習を踏まえて  
いないので、△

【検証②】 問いを立てることができたかを、授業プリントへの記述から検証する。

○	問いを立てることができた。	40人
△	問いを立てることができなかった。	10人

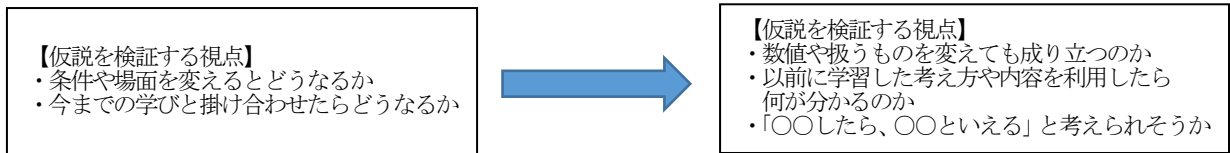
<考察>

グループで検証結果を共通点・相違点として整理させた後、学習内容を踏まえて気になったことや、さらに調べてみたいと思ったところに着目させることで、問いを立てることができた生徒が40人いた。一方で、問いを立てることができなかった生徒が10人おり、自分やグループメンバーの仮説の検証過程について、理解しきれていないことが原因と考えられる。自分の考えやグループメンバーの考えのよい点やポイントを考えさせるなど、検証の内容について振り返らせる必要があると感じた。

#### IV 研究のまとめ

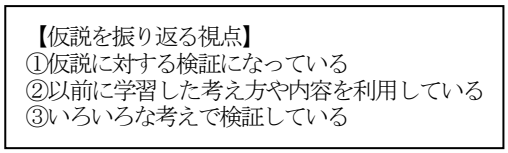
##### (1) 問題を意識化して、仮説を検証する場面

本時の課題について得られる情報をもとに全体で対話をしながら一つの仮説を設定させる。その後、仮説を検証する視点を与えることで、検証方法を考えることに効果があったと考える。今後は、検証方法を考えることができなかつた生徒に対しては、問題を丁寧に理解させたり、検証する視点を十分に認識させたりする必要があると感じた。したがって、対話を通して仮説を設定させる時間を十分に与えるとともに、仮説を検証する視点を以下のように分かりやすく、具体的にしていきたい。



##### (2) 情報を整理分析して、問いを立てる場面

自ら考えた仮説を検証させ、グループで解決過程や得られた情報、検証結果を共有し、共通点・相違点として整理させる。その後、学習内容を踏まえて気になったことや、さらに調べてみたいと思ったところに着目させることで、8割の生徒が問いを立てることができた。今後は、問いを立てることができなかつた生徒に対して、検証の内容について振り返らせる際に工夫が必要だと感じた。そこで、自分の考えやグループメンバーの考えを十分に理解させるために、振り返りの場面で「仮説を振り返る視点」をもとに相互評価をする活動を取り入れたい。



以上のように、それぞれの場面での手立ての有効性とその課題を見いだすことができた。今後は、上記のような手立ての改善を繰り返しながら、さらなる探究活動へと導く数学指導を目指していきたい。

#### (補足資料) 授業実践2

- 1 単元 「関数  $y=ax^2$ 」 (本時 1・2/16)
- 2 単元のねらい 関数  $y=ax^2$  とはどのような関数かを理解することができる
- 3 数学的に探究する様子

教師の主な働き掛け	生徒の主な発言・活動						
<p><b>問題</b> ニュートンのりんごの発見を発展させよう。</p>							
<p><b>問題を意識化して、仮説を検証する場面</b></p> <p>T: (壁に1mまでの長さが書いてあって)ものが落ちる様子を動画に撮ります。何に気がきますか。グループで分かったことをシェアし、分からないところや納得できないところは、互いに確認をしましょう。</p> <p>T: 全体で一つの仮説を立てましょう。</p>	<p>S1: 落下するものの重さはないね。</p> <p>S2: 動画を撮ったけれど何に着目して調べたらいいか分からないよ。</p> <p>S3: 時間と距離じゃないかな。</p> <p>S4: 速さはだんだん速くなっていつているね。</p>						
<p><b>クラスの仮説の例</b> 時間と距離は関数関係になっているだろう。</p>							
<p>T: 仮説を検証するために「検証する視点」を参考に何をするか決めましょう。</p>							
<p><b>検証の見通しの例</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・他のものを落として、0.1秒ずつで区切って、落ちた距離の変化を考える。</li> <li>・時間と距離との関係を表にして法則がないか考える。</li> </ul>							
<p><b>【検証①】</b> 設定した仮説について解決の見通しをもつことができたかを、授業プリントへの記述から検証する。</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;">○</td> <td style="width: 85%;">設定した仮説について解決の見通しをもつことができた。</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">人</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">△</td> <td>解決の見通しをもつことができなかった。</td> <td style="text-align: center;">人</td> </tr> </table>		○	設定した仮説について解決の見通しをもつことができた。	人	△	解決の見通しをもつことができなかった。	人
○	設定した仮説について解決の見通しをもつことができた。	人					
△	解決の見通しをもつことができなかった。	人					



<p><b>情報を整理分析して、問いを立てる場面</b> (個人で仮説を検証後)</p> <p>T: グループで解決過程や得られた情報、検証結果を共有し、共通点と相違点を整理しましょう。また、それぞれの検証過程について互いに評価をして、本時の活動を振り返りましょう。</p> <p>T: 学習内容を踏まえて気になったことや、さらに調べてみたいと思ったところに○をつけましょう。それらを踏まえて、問いを立てましょう。</p>	<p>S1: 落ちる距離は、秒数の2乗の5倍になっていた。 (共通点)</p> <p>S2: 調べ方は人によって違った。(相違点)</p> <p>S1: 表やグラフなど、いろんなとらえ方があることが分かった。</p>								
<p><b>生徒が設定する問いの例</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・他にも周りに <math>x</math> の2乗の○倍になっているものはあるのだろうか。</li> <li>・なぜ「5」倍という数字で自由落下の法則は決まっているのだろうか。</li> </ul>									
<p><b>【検証②】</b> 新たな問いを立てることができたかを、授業プリントへの記述から検証する。</p>									
<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">○</td> <td>問いを立てることができた。</td> <td style="text-align: center;">人</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">△</td> <td>問いを立てることができなかった。</td> <td style="text-align: center;">人</td> </tr> </table>	○	問いを立てることができた。	人	△	問いを立てることができなかった。	人	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">人</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">人</td> </tr> </table>	人	人
○	問いを立てることができた。	人							
△	問いを立てることができなかった。	人							
人									
人									

【参考文献】 井上芳文ら(2020)『探究的問題解決活動を位置づけることによる数学科の授業と評価の改善』