

# 生徒一人一人が疑問を見つけ探究のための課題を設定する中学理科授業の取組

大山 朋江\*\*\*

Tomoe OYAMA

Junior High School Science Class : Every Individual Child Finds a Learning Question and Each One Catch Up a Learning Problem of the Inquiry.

## ABSTRACT

生徒一人一人が疑問を見つけ探究のための課題を設定する3つの中学理科授業の実践を試みた。3つの授業実践を通して次の2点が考察できた。一つ目は、「自然事象の観察」段階で提示する自然事象である。これまで学んだ知識だけでは説明がつかないが単元終了後には説明ができる自然事象であること、比較ができ共通点や違いに目を向けて考えることができる要素があること、本質的かつ生徒の想定を超えるもので生徒が驚きや感動をもつことができるものであることが重要である。二つ目は、学習形態（個人、班内、クラス全体）の組み合わせである。授業実践1では「疑問の認識」段階は個人で考え、それ以外の段階はクラス全体で考える学習形態の組み合わせ、授業実践2では「疑問の認識」と「課題の発想」段階は個人で考え、それ以外の段階はクラス全体で考える学習形態の組み合わせ、授業実践3では「疑問の認識」段階は個人で、「疑問の共有」と「課題の発想」段階は班内で、「課題の共有」と「課題の決定」段階はクラス全体で考える学習形態の組み合わせであった。これら3つの学習形態のどの組み合わせの授業が「課題把握（発見）」段階に適切であるかということは一概には言えないが、それぞれの特徴を理解した上で、どの学年、どの領域、どの単元で適しているのか、どのように組み合わせていくとよいのかといったことを考えながらカリキュラムマネジメントしていくことが重要である。

【キーワード：中学校理科，探究の過程，課題の把握（発見），課題設定】

## I 問題の所在と本報告の目的

平成29年に告示された『小学校学習指導要領解説理科編』（以降、小学校解説理科編と略）では、問題解決の力の育成について「第3学年では、主に差異点や共通点を基に、問題を見いだすといった問題解決の力の育成を目指している。」「第4学年では、主に既習の内容や生活経験を基に、根拠のある予想や仮説を発想するといった問題解決の力の育成を目指している。」「第5学年では、主に予想や仮説を基に、解決の方法を発想するといった問題解決の力の育成を目指している。」「第6学年では、主により妥当な考えをつくりだすといった問題解決の力の育成を目指している。」と明記された<sup>1)</sup>。

同じく平成29年に告示された『中学校学習指導要領解説理科編』（以降、中学校解説理科編と略）では、科学的に探究する力の育成について、「第1学年では自然の自然事象に進んで関わり、それらの中から問題を見いだす活動」「第2学年では解決する方法を立案し、その結果を分析して解釈する活動」「第3学年では探究の過程を振り返る活動」などに重点を置き、3年間を通じて科学的に探究する力の育成を図るようにする。」と明記された<sup>2)</sup>。

小学校、中学校ともに、全学年を通じて理科で探究する資質・能力を育成することが重要であることが示されたといえる。加えて、小学校では、探究する基礎的な資

質・能力を、中学校では小学校で育成された基礎の上に、さらにより科学的で本質的な探究をする資質・能力を育成することが求められている。どちらの校種においても、理科学習の始まりの学年段階で「問題を見いだす」活動が取り上げられていることから、中学校解説理科編の探究の過程の例に示された「課題の把握（発見）」の段階がこれまで以上に重要視されていることが分かる<sup>1) 2) 3)</sup>。

筆者が現在の勤務校である島根大学教育学部附属中学校に赴任した平成24年度からの2年間、同附属小中学校理科部では、「科学的思考力を育む学び合いの理科学習－学んだことをいかす生徒の姿を求めて－」を目指して実践研究を進めた。この頃同附属中学校では、素朴概念調査を行い、生徒の素朴概念を捉えた上で、どのように単元を構成していくのかを吟味し、単元学習を通して生徒が科学的に探究できる学習課題を設定していた。

平成26、27年度は、生徒の活動のさらなる深化を目指し、生徒の「問い」に注目し、「問いを見いだし、見通しをもって科学的に追求する力の育成」をテーマとした実践研究を進めた。ここでいう「問い」は、学習指導要領で表現されている疑問とほぼ同じ意味である。生徒の疑問から学習課題を設定するための授業づくりを試行錯誤して行った。この時期の実践研究では、単元導入時の各単元や小単元を貫く包括的な学習課題と生徒の問いをつなげるための工夫や、各単元や小単元を貫く包括的な学習課題を解決するための日々の学習課題と生徒の問い

\* 島根大学大学院教育学研究科教育実践開発専攻院生

\*\* 島根大学教育学部附属義務教育学校

2019年10月31日受付

2020年1月30日受理

をつなぐための工夫を模索していた。

同附属小学校では、平成24年以前から理科の単元の導入では、教師が自然事象を提示し児童の疑問を引き出し、全体で共有しながらこれから行われる単元学習の問題づくりを実施していた。一方中学校では、教師が吟味した課題を生徒に提示することがほとんどであった。中学校においても生徒の疑問を引き出しながら課題設定する方略を取り入れる参考にするため、平成26年7月、同附属小学校理科教諭による第5学年「花にはどんな役割があるのだろうか－花から実へ－」単元の導入における問題づくりの授業を観察した<sup>4)</sup>。授業では、教師が「花は何のためにさくのかな？」と問いかけながら、児童に栽培経験のあるアサガオの鉢植えを提示した。教師は、児童から花の中を見てみたいという活動の願いを上手く引き出した後、児童にアサガオの観察をさせた。その後、児童はアサガオの観察結果をもとに見つけたことや気づいたこと、不思議に思ったこと、これから調べてみたいことを発表した。教師が、児童の発言をつなぎながら黒板に整理していくと、授業の終わりには、花のつくりと役割に関わる今後の単元学習の問題（課題）と今後の学習の流れが、児童の願い通りに自然と決まっていた。この授業観察をきっかけとし、中学校における生徒主体の単元や小単元を貫く包括的な課題設定の在り方を模索し始めたのが、本研究課題に取り組み始めた筆者の問題意識である。

その後平成27年度までの実践研究では、単元の学習に直接関連する自然事象を提示し、生徒から疑問や調べたいことを引き出しながら、生徒とともに単元を貫く包括的な課題を設定していた。平成25年度以前に主に行っていた教師が予め用意し生徒に提示した学習課題よりも、生徒にとって、より解決したい学習課題となり、探究への意欲も増してきたように思われた。生徒のふりかえりの記述にも、「課題が決まったので、これから解決していきたい。」「みんなで課題を決めた。これからの探究が楽しみだ。」といった記述がみられるようになった。しかし、前述した同附属小学校の教室で見られた生徒全員が手を挙げて発言をするといった状況にはなりづらかった。よく発言をする生徒によって疑問が発表されたり、学習課題が決まっていったりする傾向があった。日頃寡黙な生徒にも考えを聞くように配慮していたものの、一人一人の疑問が引き出せていないのではいかという授業者としての思いが残されていた。

平成28年度には、生徒一人一人の学びに目を向けた授業を目標として、附属学習生活支援研究センターとの連携による授業づくりを開始した。理科室には全員分のミニホワイトボードが常備され、生徒一人一人が自分の考えを表現するための手段として使える環境も整った。平成28年度からは、課題設定においても、ミニホワイトボードを活用し、生徒一人一人の疑問を引き出すための取組を試みた。本稿では、平成28、29、30年度に実施したミニホワイトボード等を活用した課題設定の授業実践を報告することを目的とする。

## II 「探究の課題」について

理科授業では、学習課題に直接関連する観察・実験を行い、その結果からいえることを考えさせることが、一つの学習のまとまりとなる。この学習課題を附属中学校理科部では、「今日の課題」とし、生徒に「～だろうか?」という疑問形で表して示している。

この学習課題のまとまりがいくつか集まって一つの小単元や単元の学習となる。これらの小単元や単元を貫く包括的な学習課題を「探究の課題」とし、生徒に「～だろうか?」という疑問形で表して示している。

## III 「探究の課題」の設定の実践例

筆者は、中学校解説理科編に示されている「課題の把握（発見）」<sup>2)</sup>段階を、次の7段階に分けて、授業を構成している（表1）。

表1 「課題の把握（発見）」の7段階

自然事象の観察
疑問の認識
疑問の共有
課題の発想
課題の共有
探究の課題の決定
探究の流れの把握

表1に基づき、生徒一人一人が疑問を見つけて「探究の課題」を設定することを目指して取り組んだ平成28、29、30年度の授業実践について述べる。

### 1 授業実践1（平成28年度の取組）

平成28年10月11日、第2学年「化学変化と原子・分子」単元において、次のような「探究の課題」の設定の授業を1時間実施した。授業のめあては「疑問をみんなで出し合おう」であった。授業の終わりに生徒達が決めた「探究の課題」は「化学変化をするときには、どんな変化が起きるのだろうか?」であった。授業展開の実際は次の通りである。

#### （1）授業展開の実際

##### ① 「自然事象の観察」段階

筆者が生徒に提示した物質は、ロウ、低融点金属（融点70℃）、スチールウール、マグネシウムの4種類であった。まず、融解した液体のロウ（自然事象1）を生徒に提示した。生徒にその液体を観察させ、それが何かを予想させた。その液体はロウであることを教えた。自然事象1の観察後に、生徒は一見、水のように見える液体が実はロウであったという事実を知り、「水なわけないと思った」「ロウっぽいにおいがしてたもん」等の意見を言った。このとき筆者は、「このように固体のロウを加

熱すると液体になる変化を何というか」と質問し、生徒が状態変化について振り返ることができるように配慮した。

次に、筆者は低融点金属の固体を生徒に提示しながら、「これを加熱したらどうなると思うか」と質問した。生徒は第1学年時の状態変化の学習から、金属は簡単に液体にはならないと予想した。筆者が湯煎で加熱をしようとする、「100℃なんかでとけるわけがない」とつぶやく生徒もあった。ところが、加熱を始めて金属が少しずつ融け始めていく（自然事象2）と、生徒から驚きの声が上がった。筆者は、この金属は合金であり、融点が70℃と低く、一般的に低融点金属と呼ばれていることを説明し、自然事象2も状態変化であることを捉えさせた。

その後、生徒にスチールウールを提示した。生徒に加熱するとどうなるかを予想させ、加熱時に赤く光り、黒色の酸化鉄に変化する事象（自然事象3）を観察させた。観察前には、鉄はとけるはずがないと予想する生徒や、鉄ならば燃えることもないと予想する生徒もいた。黒くなった酸化鉄を見て、一人の生徒が「こげただけではないか」とつぶやいた。

最後に、マグネシウムリボンを提示した。生徒にそれまでと同様に、加熱するとどうなるかを予想させ、加熱時に激しい光を出して燃焼し、白色の酸化マグネシウムに変化する事象（自然事象4）を観察させた。観察前の生徒の予想には、マグネシウムリボンはスチールウールとは形状が異なり、幅1cm弱のうすい板状の形状をしているため、加熱をしても全く変化しないという予想が多かった。実際に加熱が始まると、マグネシウムは激しい光を出して燃え始めたので、生徒から歓声が上がった。白く変化した酸化マグネシウムを見て、生徒から「灰になった」という言葉も聞かれた。

②「疑問の認識」段階

「自然事象の観察」段階の終わりに、生徒に第1学年時には状態変化の学習を行ったが、これからは化学変化について学習をすることを伝えた。その上で生徒に「自然事象の観察」段階で考えたことや疑問に思ったこと、調べてみたいことを個人で一つずつミニホワイトボードに記入するよう指示し、生徒は記入した。

③「疑問の共有」段階

ミニホワイトボードに書いた疑問とそこに表現しきれなかったことや疑問の根拠をクラス全体に発表させて共有した。生徒は状態変化との違いに目を向けたり、知っていることや聞いたことがあることと関連させたりしながら説明をした。発表する際は同様な疑問をもつ生徒が続けて発表し、ミニホワイトボードも近くに貼った。その後、分類された疑問ごとに見出しをつけた（図1）。図1に示された分類された生徒の疑問は表2の通りである。



図1 一人一人の疑問を分類した板書

表2 分類した生徒の疑問

<ul style="list-style-type: none"> <li>・物質とはそもそも何か。</li> <li>・状態変化と化学変化は何が違うのか。</li> <li>・化学変化のしくみをしりたい。</li> <li>・化学変化も、状態変化と同じように質量が変わらないのか。体積はどうなるのか。</li> <li>・化学変化には、どんな種類があるのか。</li> <li>・化学変化しない物質もあるのか。</li> <li>・身のまわりにはどのような化学変化があるのか。</li> <li>・中和も化学変化なのか。</li> </ul>
---

④「課題の発想」、「課題の共有」、「課題の決定」段階  
 クラス全体で「疑問の共有」段階で分類された疑問（表2）を解決するための「探究の課題」を考え、決定した。ここでは、表2に示された疑問に共通することは何かを生徒に問いながら進めた。その結果、一人の生徒から「化学変化するときには、どんな変化が起きるのだろうか？」という課題文が提案された。他の生徒も同意し、「探究の課題」が決定した。

⑤「探究の流れの把握」段階

「探究の課題」を解決するために、はじめに表2のどの疑問から取り上げて探究していくとよいかをクラス全体で考えた。生徒からは「化学変化には、どんな種類があるのかをまず確かめたい。」という意見が多くあがった。それを受けて、筆者は「では、いろいろな化学変化について確かめられるように、私も次までに考えてみます。」と伝え、授業を終えた。

(2) まとめ

授業実践1では、「自然事象の観察」段階で生徒に提示した自然事象は、すべて加熱により変化するものであった。生徒が、既習の状態変化（自然事象1、自然事象2）とこれから学習する化学変化のようす（自然事象3、自然事象4）を観察することにより、その違いを比較しながら、疑問を見いだせるようにと意図した。提示した自然事象には生徒の予想とは異なる結果になるものもあり、生徒の関心を集めることができたと思われる。加えて、既習事項である状態変化とこれから学ぶ化学変化を比較しながら観察できるように工夫したことで、状態変化と化学変化は何が違うのか調べたいという生徒の意欲につながったと思われる。そして、既習の知識を使えば、ある程度生徒に説明ができる事象とまだ生徒には説明でき



ないこれから学習する事象を提示することで、生徒から疑問を自然に引き出すことができたように思われる。授業実践1では生徒一人一人が、自分の疑問をホワイトボードに記入し、全体で設定した「探究の課題」に反映させることができたことが成果といえる。

一方改善の必要のある点は「自然事象の観察」、「疑問の認識」段階に時間がかかったため、「探究の課題」を設定する時間が短時間しかとれなかったことである。「課題の発想」に時間をかけることができなかつたため、一人の生徒の提案ですぐに「探究の課題」を決定せざるを得なかった。生徒も授業の終わりの時刻が近づいているのが分かっていて、すぐに同意したのではないかと思われる。今後は、設定した課題の妥当性を生徒自身が十分に吟味する必要があるのではないかと考えられる。

## 2. 授業実践2（平成29年度の取組）

平成29年4月14, 17日, 第3学年「化学変化とイオン」単元において, 次のような「探究の課題」の設定の授業を2時間実施した。授業の第1時のめあては「疑問をみんなで出し合おう」、第2時のめあては「疑問を分類し、課題設定しよう」であった。授業の終わりに生徒達が決めた「探究の課題」は「どのようなしくみで液体に電流が流れるのだろうか?」であった。授業展開の実際は次の通りである。

### (1) 授業展開の実際

#### ①「自然事象の観察」段階

導通チェッカーを用いて、岩塩、精製水、食塩水の3種類に電流が流れるかどうかを確認する実験を提示した。ここで用いた導通チェッカーは、電流が流れるとブザー音が鳴るしくみになっている。まず、岩塩および精製水に電流が流れるかどうかを確認する実験（自然事象5）を生徒に提示し、岩塩や精製水そのものだけでは電流が流れないことを確認した。次に、生徒にピーカーの水に岩塩を入れた状態で電流が流れるかどうかを予想させ、実験のようす（自然事象6）を観察させた。

この実験は教科書（東京書籍）に写真で紹介されている<sup>5)</sup>。教科書では大きな食塩の結晶が用いられているが、筆者の手元になかったため代わりに食品として売られている岩塩を用いた。身近であるという点ではよかったが、岩塩に色がついていることから、岩塩を入れた水に電流が流れ出したのは、塩化ナトリウム以外の物質がとけ出たからである可能性もあると考える生徒もいた。塩化ナトリウムと水を混ぜ合わると電流が流れることは事実として認識した上で疑問を見いだす予定が、生徒の中には塩化ナトリウムと水を混ぜ合わせたからといって電流が流れるとは限らないと考え始める生徒も少なからずいた。

#### ②「疑問の認識」段階

生徒に「自然事象の観察」段階で考えたことや疑問に思ったこと、調べてみたいことを個人で一つずつミニホワイトボードに記入するよう指示し、生徒は記入した。

#### ③「疑問の共有」段階

ミニホワイトボードに書いた疑問をクラス全体に発表させて共有した。発表する際は同様な疑問をもつ生徒が続けて発表し、ミニホワイトボードも近くに貼った。生徒の大多数が「岩塩と水を混ぜるとなぜ電流が流れたのか」といった意味合いの疑問を記述していた。その後、分類された疑問ごとに見出しをつけた（図2）。ここまですが第1時である。



図2 一人一人の疑問を分類した板書

#### ④「課題の発想」段階

第2時の初めに、筆者は前時の板書の写真を配布した。生徒は配布された前時の板書の写真を手元に置き、クラス全員の疑問を今一度分類しながら、課題文をノートに記述した（図3）。この課題文は、この後「今日の課題」や「探究の課題」になる可能性のある課題文であり、疑問の段階よりも精選されていた。この時の生徒Aのノートを図4に示した。他の生徒のノートに書かれていた課題文も同様であった。



図3 前時の写真を見ながら課題文を記述するようす

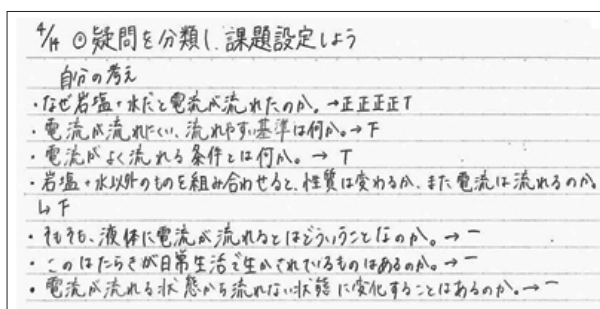


図4 生徒Aがクラス全員の疑問を基に課題文を記述したノート

#### ⑤「課題の共有」段階

「課題の発想」段階で、一人一人が記述した課題文を

クラス全体で手を挙げて順に発表し合った。その際、理科系の生徒が司会を務めた。筆者は板書をし、適宜話し合いに入った(図5)。生徒が発表した課題は表3の5つに集約された。



図5 課題文の発表と共有のようす

表3 生徒から提案され5つに集約された課題文

- a. なぜ、電流を流さないもの同士を混ぜると、電気を通すようになるのか?
- b. どういった条件で、液体に電流が流れるのか?
- c. 他に電流が流れる組み合わせがあるのか?
- d. 液体の中の電子は、どのようになっているのか?
- e. 液体に電流が流れるというのは、どのようなことか?

⑥「探究の課題の決定」,「探究の流れの把握」段階

「課題の共有」段階で集約された5つの課題文を、クラス全体で表4に示した視点で検討させた。

表4 課題を検討する視点

- |     |                             |
|-----|-----------------------------|
| 視点1 | 提案された課題に自分の解決したい内容が含まれているか。 |
| 視点2 | 黒板に書かれた課題の中に同じ意味合いのものはないか。  |
| 視点3 | 授業で解決可能な課題になっているか。          |
| 視点4 | どのような順で探究するとよいか。            |

クラス全体で発表し合ううちに、全員の疑問が網羅されなくなることがある。表4の視点1は、それを防ぐため、さらに生徒に自分の解決したいことが含まれているかどうかを自分自身で見直す力をつけたいという理由から設定した。視点2は、同じ意味を持つものが複数ある必要がないため、また生徒に出来上がった課題文にすぐに満足するのではなく、同類の表現があればまとめたり、取り下げたりしながら練り上げる力をつけたいという理由から設定した。視点3は、理科の授業で結論を導出するため、さらに生徒におおまかな見通しをもちながら探究可能かどうかを考える力をつけたいという理由から設

定した。視点4は、生徒にそれぞれの課題文の関連も意識させながら探究の見通しをもたせたいと考え設定した。これらの視点で課題と探究の流れを検討させたところ、表5のような発言があった。

表5 課題検討時の生徒の発言

- |    |   |
|----|---|
| ア. | bとcは、電流が流れる溶質の共通点は何かということなので、始めに調べる必要がある。(生徒B)                            |
| イ. | 食塩水に電流を流したときに、気体が発生していたので、どんな変化が起きたのかも調べておきたい。(生徒C)                       |
| ウ. | aとeの意味は、ほぼ同じ意味なので、一つにまとめればよい。(生徒D)  |
| エ. | aとeは、全体を通した課題なので「探究の課題」にすればいい。(生徒E)                                       |
| オ. | 2年生の電流の勉強の時に、導体に電流が流れやすいのは電子が移動しやすいからと勉強したから、水溶液の場合も電子が移動しているのか知りたい。(生徒B) |

表5のアの発言を受けて、生徒Bから表4のbとcを合わせて「食塩水の他に、電流が流れるものは何だろうか?」とし、一番初めに確かめたらいいのではないかとという提案があった。

表5のイの発言を受けて、「本当に気体が発生するのかも確かめたい」(生徒F)、「他の水溶液でも確かめておきたい」(生徒B)という発言もあり、課題を「水溶液に電流が流れる時、どのような変化が起こっているのだろうか?」と設定し、2番目に調べることになった。

表5のウの発言の後エの発言があり、この段階で、「探究の課題」はaとeを合わせた文がよいのではないかということになった。

表5のオの発言に対しては、他の生徒から実験で確かめられないのではないかという意見があった。しかし、オを発言した生徒Bが「去年勉強した電流の流れと同じなのかどうか知りたいし、これが分からないと探究の課題の結論も出ないから必要だと思う。」と主張したため、探究の最後に入れておこうということになった。このように、生徒は5つに集約された課題文(表3)を表4に示された4つの視点で検討しながら「探究の課題」だけでなく、「今日の課題」やどのような探究の流れで「今日の課題」を解決していけば「探究の課題」の結論が導出できるのかも考えながら、思考していく様子が見られた。この時の板書が図6、話し合いを通して生徒とともにまとめた「探究の課題」、「今日の課題」及び探究の流れは表6の通りである。表6の「今日の課題」1~3の並びは、探究の流れを示している。

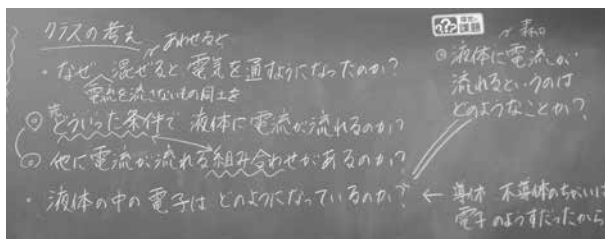


図6 「課題の共有」, 「探究の課題の決定」段階の板書

表6 生徒とともに決定した「探究の課題」と「今日の課題」

探究の課題
どのようなしくみで液体に電流が流れるのだろうか?
今日の課題1
食塩水の他に、電流が流れるもの(液体・水溶液)は何だろうか?
今日の課題2
水溶液に電流が流れる時、どのような変化が起こっているのだろうか?
今日の課題3
液体の中で、どのようなしくみで電子が移動しているといえるのだろうか?

## (2) まとめ

授業実践2は、第3学年の冒頭の単元である。第2学年時に、ミニホワイトボードを活用した課題の設定の経験も重ねてきていたので、本授業では、生徒に任せる部分を増やし、授業を構成した。授業実践1と同様に、ホワイトボードを活用することで、全員が疑問を表現することができた。そして、生徒一人一人が、全員の疑問を読み返し、もう一度自分なりに分類しながら疑問を解決するための課題文を記述する場を設けたため、一人一人が自分事として課題設定できたことが成果としてあげられる。

授業実践2の「自然現象の観察」段階で提示した自然現象は、これまで学んだ知識だけでは説明がつかないが、本単元「化学変化とイオン」の探究を終えた後は説明ができる自然現象であったため、「探究の課題」や「今日の課題」の設定、探究の流れまで、ほぼ生徒の力だけで決定していくことができた。さらに、生徒達が考えた探究の流れは教科書に記載された学習の流れと概ね同じになった。適切な自然現象を提示した上で、生徒一人一人にじっくりと考えさせ、課題を設定する授業を行えば、生徒が考える探究の流れが教科書の編集上意図された学習の流れとも同じような流れになる、つまり探究を進める上で妥当な流れになることを実感した実践となった。

授業実践2の課題は、時間がかかることである。全単元(小単元)の課題設定で2時間費やすことは難しい。今後は疑問や課題の吟味をじっくりと行う授業をどの単元で実施するとよいか、また、年に何回可能であるかといったことも考えた上で、カリキュラムマネジメントをしていく必要がある。

## 3. 授業実践3(平成30年度の取組)

平成30年12月11, 12日, 第1学年「光の世界」単元において、次のような「探究の課題」の設定の授業を2時間実施した。第1時のめあては「疑問を出し合おう」, 第2時のめあては「探究の課題を設定しよう」であった。授業の終わりに生徒達が決めた「探究の課題」は「光の性質は、状態や条件によってどのような影響を受けるのだろうか?」であった。授業展開の実際は次の通りである。

## (1) 授業展開の実際

## ① 「自然現象の観察」段階

授業実践3の前半では、光が直進することを確認するために、スモークマシンを用いて教室前方をスモークで充満させた後レーザー光を照射した。レーザー光が直進するようすを見た生徒から「お、すげえ」「ターミネーターみたい」「ライトセーバーだ」といった声や歓声があがった。

その後、光が目が届くことと物体が見えることの関係についての説明を加えた後、課題を設定するための自然現象の観察を行った。

生徒に提示した自然現象(自然現象7)は、透視手品である。教卓にお椀と猫の人形とアニメキャラクターの人形を置き、筆者から人形が直接見えないように筆者と人形の間にパネルを置いた。その後、生徒Gにお椀に人形を入れるよう指示し、筆者が生徒Gがお椀に入れた人形がどちらかを当てるという手品を行った。実際は、生徒から見えにくいところに鏡を置き、筆者には鏡を通して人形が見えるようにしておいた。筆者が「Gさんがお椀に入れた人形は猫ですね」と言うと、生徒は怪しげにあたりを見まわした。鏡の存在に気付いた生徒が「先生は(鏡を)見てます」(生徒H)「僕も当てられますよ。やりましょうか。」(生徒I)と口にした。生徒に鏡の存在を確認させた後、筆者は「人形からの光をこの障害物で遮断したんですけどね」とつぶやき、次の自然現象の提示にうつった。

二つ目に生徒に提示した自然現象(自然現象8)は、水を入れたメスシリンダーを通して紙に書かれた横向きの矢印を見ると、矢印の左右の向きが逆に見える自然現象である。初めに矢印が書かれた紙の正面にメスシリンダーを置き、生徒に矢印の向きを確認させた。次にメスシリンダーに水を注ぎ、生徒に水を介してみると矢印の向きが変化するようすを観察させた。その後、予め撮影しておいた自然現象8の動画を生徒に見せながら、再度自然現象8の変化を画面で確認させた。生徒Jから「先生、2個目って円柱のやつじゃないとできないんですか」と質問があったが、筆者は「どうだろうね」とだけ返答し「疑問の認識」段階の活動にうつった。

## ② 「疑問の認識」段階

生徒に「自然現象の観察」段階で考えたことや疑問に思ったこと、調べてみたいことを個人でノートに記入するよう指示し、生徒は記入した。ここまでが第1時であ



る。

③ 「疑問の共有」段階

第2時の初めに、生徒は前時にノートに書いた疑問を班内で共有した。そして、班のメンバーで、理科の授業で取り上げるとよいと思う疑問を4つ選択させた。4つ選択するという条件を与えたため、生徒は自然に同じ意味合いの疑問はどれか、ちがう疑問はどれか、授業で解決できそうな疑問はどれかといったことを互いの疑問を比較しながら話し合っていた。そして、選択した疑問をミニホワイトボードに一つずつ記入した。

その後、生徒はクラス全体に向けて班で話し合って選択した疑問を発表し、ミニホワイトボードを黒板に貼った。発表する際は同様な疑問をもつ生徒が続けて発表し、ミニホワイトボードも近くに貼った。分類された疑問ごとに見出しをつけた(図7)。生徒から提示された疑問は、概ね表7のようになった。



図7 班で選択した疑問を分類した板書

表7 分類した疑問

イ. なぜ煙がないと光は見えないのか。
ロ. なぜ光は直進するのか。
ハ. 本当に光がないと物体は見えないのか。
ニ. 光はどのように鏡に反射しているのか。
ホ. なぜ鏡を通して物体が見えるのか。
ヘ. 光は透明な時だけつきぬけるのか。
ト. 矢印の向きが水を通すと反対に見えるのはなぜか。
チ. 光の中には、直進せず広がるものもあるのはなぜか。
リ. 違う形の入れ物に水を入れたら矢印はどうなるか。
ヌ. 光と色の関係を知りたい。
ル. 光に強さがあるのか。

表7のニ、ホは自然現象7に関連した疑問、ヘ、ト、リは自然現象8に関連した疑問、イ、ロ、チはレーザーを用いた自然現象に関連した疑問、ハは筆者が「自然現象の観察」段階前に説明したものの見え方と光に関連した疑問、又は他教科で学んだ知識と関連させた疑問、ルは日常生活と関連させた疑問であった。このように、授業実践3では共有された疑問が「自然現象の観察」段階として提示した自然現象と関係する疑問(ニ、ホ、ヘ、ト、リ)だけではないという特徴があった。表7のヌの「光と色の関係を知りたい」という疑問を紹介した生徒に、なぜこの疑問が浮かんだのかを聞いたところ、生徒

Kは「美術で色の3原色、光の3原色について勉強したから」と答えた。

④ 「課題の発想」段階

生徒は、黒板のミニホワイトボードに書かれた疑問を踏まえて、班内で話し合いながら「探究の課題」を考え、ホワイトボードに記入した(図8)。班内でどの言葉を入れた方がよいかを話してから文をつくる班や、班の一人が「探究の課題」を提案してから、疑問と照らし合わせて妥当かどうかを話し合う班等があった。



図8 班内で「探究の課題」を考えて記入するようす

⑤ 「課題の共有」段階

クラス全体で、班で話し合って決めた「探究の課題」を発表した。その際、発表者は、なぜその課題文に決めたのか、どんな話し合いをしたのかを説明した。「課題の共有」段階で各班から提案された「探究の課題」は図9、表8の通りである。

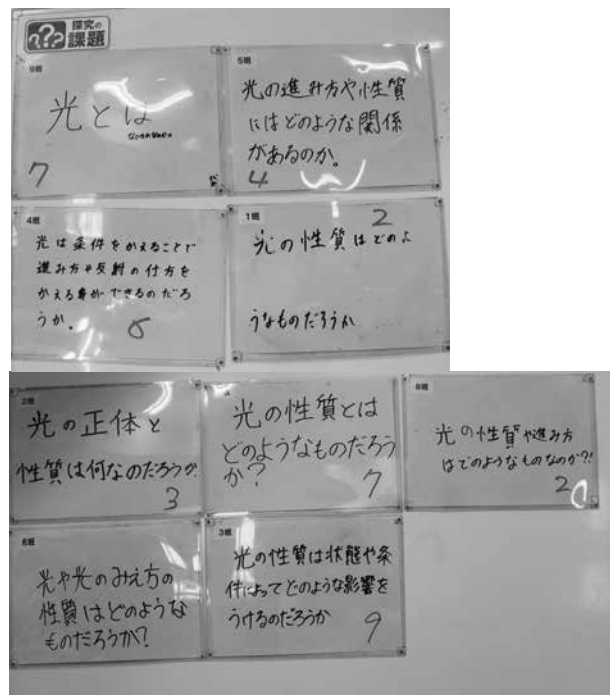


図9 班ごとと発表された「探究の課題」の課題の板書

表8 生徒から提案された課題

- |   |
|---|
| a. 光の性質はどのようなものだろうか？（1班）                  |
| b. 光の正体と性質は何なのだろうか？（2班）                   |
| c. 光の性質は、状態や条件によってどのような影響を受けるのだろうか？（3班）   |
| d. 光は条件を変えることで、進み方や反射の仕方を変えることができるのか？（4班） |
| e. 光の進み方や性質は、どのような関係があるのか？（5班）            |
| f. 光や光の見え方の性質はどのようなものか？（6班）               |
| g. 光の性質や進み方はどのようなものか？（7班）                 |
| h. 光の性質とはどのようなものか？（8班）                    |
| i. 光とはなにものなのか？（9班）                        |

それぞれの班が「探究の課題」を提案している中、生徒Jが「『性質』と『進み方』が多いなあ。あ、『進み方』はそうでもないか。」とつぶやいた。実際、「性質」という言葉が含まれる課題文は6つ（表8のa, b, c, e, g, h）であった。本単元で注目させたい「光の進み方」という言葉が含まれる課題文は4つ（表8のd, e, f, g）、「物の見え方」という言葉が含まれる課題文はなかった。

#### ⑥ 「探究の課題の決定」段階

「課題の共有」段階後、クラス全体で多数決で「探究の課題」を決定することになった。多数決の結果は表9の通りである。

表9 多数決の結果

a. 2人	b. 3人	c. 9人	d. 6人	e. 4人
f. 2人	g. 0人	h. 2人	i. 7人	

多数決の結果から、この時間に決定した「探究の課題」は、表9のcの「光の性質は、状態や条件によってどのような影響を受けるのだろうか？」であった。

#### (2) まとめ

授業実践3の対象は中学第1学年である。入学してから本実践までの間は「自然事象の観察」段階後の「疑問の把握」「疑問の共有」段階では、疑問に思ったこと等を直接発言したり、一人一人がノートに記述した後クラス全体で発表し合ったりしながら、クラス全体で一気に「探究の課題」を設定する流れで学習を進めてきた。ミニホワイトボードを活用した課題づくりは、本授業実践がはじめてであった。また、授業実践1, 2とは異なり、ミニホワイトボードに記入する疑問は、自分の疑問ではなく、理科の授業で探究可能な課題を設定するために、班で話し合って選択した疑問であった。

一人一人が自分のノートに疑問を記述する時間を確保することで、全員が何らかの疑問を表現することができ

た。また、生徒のいろいろな疑問の中から班で4つ選択するという条件を設定したことで、班ごとに、互いの疑問を比較したり、理科の時間に解決可能な課題につながる疑問はどれであるかを考えたりすることができた点も成果の一つであった。第2時の生徒Lのふりかえりには「全員の疑問を合わせたような課題を設定することができたのでよかったです。ほぼ、はじめに自分が思っていたものになったのでやる気倍増!!」と記されていた(図10)。

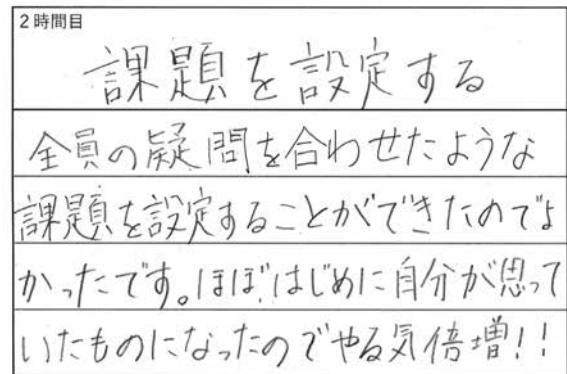


図10 第2時の生徒Lのふりかえりの記述

最後は、多数決で課題を決定したにもかかわらず、図10の生徒Lのふりかえりのように自分の疑問を基に課題が決まって嬉しいことを意味するふりかえり記述が多く見られたことから、少なからず、生徒中心に設定した達成感や設定した「探究の課題」への満足感が得られたのではないかと考えられる。

一方、設定された「探究の課題」は、筆者が期待したものとは大きく異なっていた点が課題としてあげられる。筆者が生徒に期待した「探究の課題」は、「いろいろな物体との境界で、光はどのように進むのだろうか？また、光の進み方と物の見え方にはどのような関係があるだろうか？」といった、光の進み方や光の進み方と物の見え方の関係に注目したものであった。しかし、生徒が班でつくった「探究の課題」は、文そのものの意味が分かりにくいものであったり、光の進み方に目を向けたものがほとんどなかったりしている状況であった。

生徒の設定した課題と教師が期待した課題が乖離するのは、自然事象の提示の仕方や提示した自然事象そのものが適切ではなかったためであると筆者は考えた。筆者は、生徒が驚いたり、思わずつぶやきたくなるような印象的なもので、かつ光の進み方により見え方が変わる自然事象を提示したいと意図して、この二つの自然事象（自然事象7, 8）を選択した。しかし、演示と教師の短時間の解説程度では、光の進み方と物が見えるということとを関連付けて捉えることは難しいようであった。第1時の生徒Lのふりかえりには「光が目が届いたら…みたいなことを考えると、完全に訳が分からなくなりました。次回課題を設定して、解決していきたいです。」と記されていた(図11)。



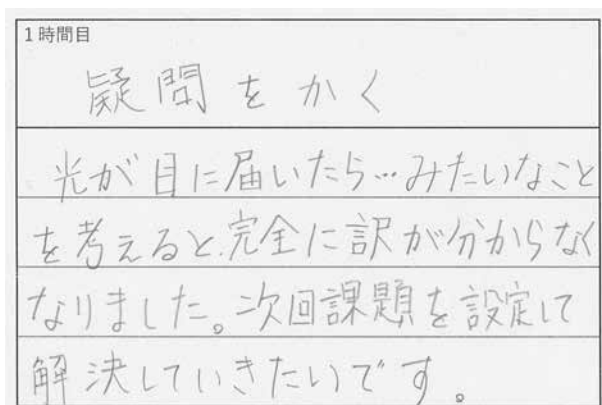


図11 第1時の生徒Lのふりかえりの記述

図11の生徒Lの記述の通り、光の進み方と物を見ることを関連付けることは、生徒にとって簡単なことではないと考えられる。この単元では、生徒は単元全体の学習活動を通して少しずつ光の進み方と物の見え方の関係をとらえていくのであり、単元の導入段階で、生徒にそのことを前提とした課題設定を期待するのは極めて難しいのではないかと考えた。そこで現在では「物の見え方は、どんなときに変わるのだろうか?」あるいは「物の見え方と光の進み方には、どのような関係があるのだろうか?」といった課題の方が生徒の実態に合い、探究する上でも適切ではないかと考えている。

次に、二つ目に提示した自然事象8についての課題を述べる。矢印の向きが水を入れることで逆向きに変わって見える自然事象は、生徒にとって今まで目にしたことのない不思議な自然事象なので、筆者は生徒が関心をもって考えようとするのではないかと考えていた。しかし、単元全体の学習が終了した後も、この自然事象を光の進み方と関連付けて説明することは生徒にとって難しい。「自然事象の観察」段階で提示する自然事象は、単元の終わりに説明ができる自然事象である必要があったと考えている。

## V 授業実践の考察

ここまで述べた授業実践の実際を通して、生徒一人一人が疑問を見つけ探究のための課題を設定するために考慮する必要があると考えたことを述べる。

一つ目は「自然事象の観察」段階で提示する自然事象についてである。筆者が現段階で考える「自然事象の観察」段階で適しているであろう自然事象の条件を表10にまとめた。

表10 「自然事象の観察」段階で提示する自然事象として適していると思われる条件

条件1	これまで学んだ知識だけでは説明がつかないが、単元終了後には説明ができる自然事象
条件2	比較ができ共通点や違いに目を向けて考えることができる要素がある自然事象
条件3	本質的かつ生徒の想定を超えるもので、驚きや感動をもつことができる自然事象

単元導入時の自然事象を提示する際に、生徒が見てわくわくするもの、思わず歓声上がるようなものは何かといった視点で自然事象を選択することもある。生徒が単元の学習に楽しみを感じることも「自然事象の観察」段階では大切なことである。教師が課題を提示して始める学習であれば、仮に提示した自然事象が単元の学習後に説明できない現象であったとしても、もっといえば中学校の学習内容では説明できないことであったとしても、問題なく学習を進めることも可能である。しかし、本授業実践のように、生徒による課題設定を目標とした場合は、まずは表10の条件1を踏まえた自然事象を提示しなければ、探究の結果結論を導出することができる課題は設定できないことが授業実践3から改めて実感できた。

表10の条件2については、授業実践1で既習の状態変化とこれから学習する化学変化の自然事象の比較、授業実践2で電流の流れない状況と電流の流れる状況の比較が課題設定に有効にはたらいたと思われることから重要な条件であると考えている。中学校解説理科編においても、「課題の把握(発見)」段階での理科における資質・能力の例に「自然事象を観察し、必要な情報を抽出・整理する力」、「抽出・整理した情報についてそれらの関係性(共通点や相違点)や傾向を見いだす力」と例示されている<sup>3)</sup>。このことから、条件2を踏まえた自然事象の提示が重要であると考えている。

条件3については、一人一人の心を揺さぶることと授業で生徒同士が驚きや感動を一緒に共有することは、その後の学習を楽しもうとする雰囲気をつくる。しかし、提示の仕方が面白おかしいだけで、理科の本質に関わる驚きや感動を引き出せていない状況では学習は機能しない。そうした意味でも、条件3も踏まえた自然事象の提示の仕方が必要であるのではないかと考えている。

二つ目は、学習形態の在り方に視点を置き考えを述べる。本研究以前の実践(平成27年度)と本稿で取り上げた授業実践1~3における「課題の把握(発見)」の7段階における学習形態を表11にまとめた。

表11は、「課題の把握(発見)」段階をさらに分けた7段階において「個人で」、「班内で」、「クラス全体で」のうち、どの学習形態で学習活動を進めたのかを○印で示している。◎印は、ミニホワイトボードを活用したことを示している。平成27年度の実践の「疑問の認識」段階と「疑問の共有」段階のように、2段階にわたり○印を示している部分は、2つの段階を同時に行ったことを示し

表11 各授業実践の7段階における学習形態

実践	平成27年度の実践			授業実践1			授業実践2			授業実践3		
	個人で	班内で	全体で	個人で	班内で	全体で	個人で	班内で	全体で	個人で	班内で	全体で
学習形態 探究の過程 課題の把握(発見)	自然事象の観察			○					○			○
	疑問の認識				◎		◎					
	疑問の共有					◎		◎		◎	◎	
	課題の発想						○		○			○
	課題の共有								○			○
	探究の課題の決定			○					○			○
	探究の流れの把握			○					○			-

ている。矢印は、学習形態が変わるところに記しており、学習の順番を表している。-印は、実施していないことを表している。

表11で示したように、平成27年度は「課題の把握(発見)」段階の7段階すべてクラス全体で進めた。実践授業1では「自然事象の観察」段階をクラス全体で行い、「疑問の認識」段階を個人で行った。その後の「疑問の共有」段階以降はクラス全体で行った。実践授業2では「疑問の共有」段階までは、実践授業1と同様「自然事象の観察」段階をクラス全体で、「疑問の認識」段階を個人で行い、「疑問の共有」段階はクラス全体で行った。しかし、「課題の発想」段階は実践授業1とは異なり、もう一度個人で行った。その後、「課題の共有」段階以降はクラス全体で行った。実践授業3は「自然事象の観察」段階と「疑問の認識」段階は、授業実践1、授業実践2と同様、個人で行った。ただし、「疑問の認識」段階はミニホワイトボードは使用しなかった。その後、「疑問の共有」段階を班で行い、生徒は班内でいったん探究可能な課題につながる疑問を選択し、班で選択した疑問をミニホワイトボードに書き、クラス全体で共有した。クラス全体で疑問を共有した後「課題の発想」段階はもう一度班内で行った。生徒は、班内で「探究の課題」を考えホワイトボードに記入した。「探究の課題の決定」段階はクラス全体で行った。

このように、授業実践1～3では、「課題把握(発見)」段階におけるいろいろな学習形態の授業を行った。それぞれの成果と課題は、Ⅲ章で述べた。どのタイプの授業が「課題把握(発見)」段階に適切であるかということは一概には言えないが、それぞれの学習形態の特徴を理解した上で、どの学年段階、領域、単元で実施するとよいのか、どのように組み合わせるとよいのかを考えながらマネジメントしていくことが重要であると考えている。

筆者の主観ではあるが、授業実践2は最も生徒が自然事象や疑問、課題と正対し、自分事として学習の計画を立てようとしていたように感じた。「疑問の認識」や「課題の発想」段階で、個人で十分に時間を取ることが当然のことながら大事であること、一人一人が考え自分事として課題を設定しようとすれば、「課題の共有」段階以降の場面がクラス全体での話し合いになっても、全員が意欲的に取り組むことができるようになって改めて

実感した。ただ、授業実践2は、対象が第3学年であったことや生徒が課題を設定する上で考えやすい単元であったこと、提示した自然事象が適切であったこと等も、生徒の課題設定の意欲につながったのではないかと考えられる。このことも考え合わせると、どのような学習形態が適しているかを考えることと同時に、一つ目で述べた提示する自然事象を検討すること、生徒による課題設定の授業経験を重ねることが重要であると考えられる。

なお授業実践3では時間がかかったことを課題の一つとしてあげたが、本附属中学校で筆者とは別の学年を担当していた理科教員は毎小単元で生徒による課題設定の授業を実践し続け、第3学年の生徒との授業では、授業実践3の学習形態を1時間で実施し「探究の課題の決定」段階まで行っていた<sup>6)</sup>。このことから、生徒による課題設定の経験を積み、生徒自身が常に学習の主体として自覚をもてるように継続的に支援していくことが大切であると考えられる。

その他、これまで述べてきた文脈とは異なるが、すべての授業実践においてミニホワイトボードを用いることは、子どもの意見を集約する上で大変有効であることも実感した。

## VI おわりに

本稿では、生徒一人一人が疑問を見つけ探究のための課題を設定する中学理科授業を目指した授業実践の取組の実際と考察を報告した。まだいろいろな方法を試行しつつある段階である。今後も実践を進めながらどの学年段階、領域、単元でどのように授業を実践するとよいのかを考えていきたい。

理科の授業は、いつも一律に探究の過程を経るものでもない。時には教師から提示された課題に対し、生徒が果敢に挑むように演繹的に思考させることも重要である。どのような探究のさせ方をどう組み合わせ生徒の資質・能力を育成するのかをじっくりと考え、理科授業のカリキュラムマネジメントを進めていきたいと考えている。

### 註

- 1) 文部科学省：『小学校学習指導要領解説理科編』, pp.17-18,2018, 東洋館出版社.
- 2) 文部科学省：『中学校学習指導要領解説理科編』, p.24,2018, 学校図書出版.
- 3) 前掲書2) p.9,2018, 学校図書出版.
- 4) 深田剛生：平成26年7月28日に行われた「第11回理科夏期授業研修会」における第5学年1組理科学習指導案である。
- 5) 東京書籍：『新編新しい科学3』, p.11,2015.
- 6) 園山裕之：「生徒自身が科学的に探究するための課題を設定する理科学習」, 『理科の教育』, 2018,10月号, pp.31-33.