

〈原著論文〉

「見通し」をもたせるための予想・仮説と解決の方法の発想を支援する指導方略 ～小学校第4学年「水の状態の変化」の単元における実践を通して～

Study on Teaching Strategies to Encourage Learners to Create Prediction Hypotheses and Solutions
Through the Practice of the Grade 4 Unit “State Variation of Water Molecules”

京都文教大学 大前 暁政*¹

京都文教短期大学附属小学校 岡崎 隼人*²

要約：2017年の小学校学習指導要領では、探究的な理科学習を行うことが重視されている。小学校段階で、学習者自らが探究を進めてくためには、探究が可能となる「見通し」をもたせることが必要になる。「見通し」には、予想・仮説の発想を促すことと、解決の発想を促すことの、2つの内容が含まれており、この2つを支援する指導方略の開発が必要となっている。

そこで、本研究では、小学校第4学年を対象とし、どのような活動を用意し、どの程度の知識・経験を蓄積すれば、「予想・仮説の発想」と「解決の方法の発想」ができるようになるのかを、「水の状態の変化」の単元における実践を通すことで調べることにした。

具体的には、小学校第4学年の「水の状態の変化」の単元において、「ペットボトルの水滴はどこからきて、どうやってできたのか」という問いを用意し、仮説化と解決の方法の発想を促す授業を1時間行った。具体的には、①「生活経験を思い出させる」、②「原因と結果が想起しやすい現象を提示する（温度と関係する現象を観察させる）」、③「現象に関係する既習の知識を想起させる」の順番で指導方略を取り入れることとした。今回の研究で示唆されるように、予想や仮説、解決の方法の発想を促すためには、生活体験の想起や、原因と結果が想起しやすい現象の提示、現象に関係する既習の知識・経験の想起の3つの方略を順番に示していく必要があると考えられる。

Key words：水の状態の変化、予想や仮説の発想、解決の方法の発想、探究

1. 研究の背景と問題の所在

1.1 研究の背景

2017年の小学校学習指導要領では、問題解決の力の育成が重視されており、特に「思考力・判断力・表現力等」に関しては、各学年で重点

を置いて育成したい力が明記されている。小学校第4学年では、「思考力・判断力・表現力等」として、「(関係付けて調べる活動を通して)自然の事物・現象について追究する中で、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し、表現すること。(p.26)」とされており、主に仮説を発想する力の育成が求められている。

2020年から全面实施されている小学校学習指導要領の改訂の趣旨を示した中央教育審議会答

*¹ Akimasa OMAE

Faculty of Child Education, Kyoto Bunkyo University

*² Hayato OKAZAKI

Kyoto Bunkyo Jr. College Elementary School

申（2016）においては、理科教育に関して「小・中・高等学校教育を通じて、知的好奇心や探究心をもって、自然に親しみ、見通しを持って観察・実験を行い、その結果を整理し考察するなどの探究的な学習の充実を図る。(p.20)」とされている。

また、中央教育審議会答申（2021）でも、義務教育段階において実現すべき学びの姿として、「学校ならではの児童生徒同士の学び合いや、多様な他者と協働して主体的に課題を解決しようとする探究的な学び、様々な体験活動、地域の資源を活用した教育活動などを通じ、身近な地域の魅力や課題などを知り、地域の構成員の一人としての意識が育まれている。(p.20)」と示されている。

今後重視されているのは、探究的な学習を進める中で、思考力・判断力・表現力等に代表される問題解決の力を養っていくことである。探究的な学習を進めるにあたり、重要だと考えられるのは、「見通し」をもたせた上で問題解決の活動に移ることである。先に示した答申でも、小学校学習指導要領（2017）でも、「見通しをもって観察、実験を行うことなど」を通して、資質・能力を育成するように示されている。

1.2 問題の所在

探究的な学習においては、教師が仮説を提示したり、問題解決の方法を指示したりするのではなく、学習者が見通しをもって、探究を進めていく展開にすることが望ましい。

この「見通し」に関して、小学校学習指導要領解説理科編（2017）では、「「見通しをもつ」とは、児童が自然に親しむことによって見いだした問題に対して、予想や仮説をもち、それらを基にして観察、実験などの解決の方法を発想することである。(pp.14-15)」とされている。つまり、探究的な学習のためには、「予想や仮説をもつ」ことと、「観察、実験などの解決の

方法を発想する」ことの両方が必要だということである。この2つのうち、「予想や仮説をもつ」ことは、主に小学校第4学年で育成すべき問題解決の力となり、「解決の方法を発想する」ことは、主に第5学年で育成すべき問題解決の力となる。

探究的な学習では、教師が仮説を教えたり、実験方法を指示したりすることをできるだけ避けるため、学習者に「見通し」をもたせることが重要になる。ところが、小学校段階においては、探究的な学習は未だ少なく、探究的な学習において、どのような学習活動を取り入れれば、どの程度学習者に見通しをもたせることができるのかについて研究した例は少なく、研究の余地が残されている。学習者に「見通し」をもたせることによって、小学校段階においても、より主体的な探究を行えることが期待できるため、本研究はこれからの理科授業にとって大きな意義があると考えられる。

2017年の小学校学習指導要領解説理科編では、第4学年の「水の状態の変化」の仮説化に関してのみ言及されており、「水の状態に着目して、温度の変化と関係付けて、水の状態の変化を調べる。これらの活動を通して、温度を変化させたときの水の体積や状態の変化について、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し、表現するとともに、水は、温度によって水蒸気や氷に変わることを捉えるようにする。(pp.49-50)」としている。

このように、「関係付けながら調べ」、「既習の内容や生活経験を基に」、仮説化を促すという授業の工夫の方向性は示されているが、具体的にどのような活動を、どの程度取り入れれば、どのような仮説が発想できるのかは明らかではない。また、小学校第3学年でも第4学年でも「見通し」は重要であるにも関わらず、「解決の方法の発想」の力を育てるのが主に第5学年であるために、第4学年以下の理科授業におい

で、どのような活動を、どのように取り入れれば、「解決の方法の発想」がどの程度可能なのかについて、明らかになっていない。

4学年の同単元の実践として、升岡・三田・山崎・柴・風呂(2012)のものがあり、「こどもの不思議」から課題をつくることと、4人グループごとの実験計画立案の場を設けるという2つの指導方略によって、仮説づくりや実験計画づくりを行っているが、本研究の趣旨とは異なっている。

また、仮説や解決の方法の発想に関する先行研究としては、例えば、仮説の発想を促すために、小林・永益(2006)が開発した4QSというワークシートがある。山口・田中・小林(2015)によると、4QSは、従属変数を記載させた上で、結果に影響を与えているであろう独立変数を考えさせ(これが説明仮説となる)、続いて従属変数をどう数値化し、変化させるのかを考えさせる(これが作業仮説になる)ものである。このワークシートを通すことで、解決の方法の発想も促されるとされている。このように、小学生に対して、仮説や解決の方法の発想を促すワークシートの開発は行われているが、そもそも小学生がどのような活動を用意し、どのような知識・経験を蓄積すれば、どの程度見通しをもてるのかに関しての研究ではないため、本研究とは趣旨や目的が異なっている。

また、甲斐(2011)は、小学校理科において見通しの形成を図るための方策として、実験結果の仮定の場面を明示的に位置づけることで、どのような結果になれば、自分の予想が検証されたことになるのかを認識させ、見通しをもたせられるとしている。この研究は主に、解決の方法の発想後の活動であり、本研究とは異なるものである。

安田・松本・宮原(2015)は、小学校理科において、子どもの見通しを重視した単元設計として、問いをもたせた後、自由に教材とかか

わる時間を設けて発散的に実験を行わせ、さらに実験結果を紹介する場を設けて教師が助言を行った後、収束的観察・実験の過程を踏ませることで、学習者が見通しをもつことができるとしている。この研究も、自由に教材と関わる試行活動が可能な場合の手立てであり、本研究の内容とは異なっている。

2. 研究の目的

本研究では、小学校第4学年を対象とし、「水の状態の変化」の探究活動を通して、どのような活動を取り入れ、どの程度知識・経験を蓄積すれば、どの程度「見通し」をもたせることができるのかを調べていくことを目的とする。

小学校第4学年を選択したのは、予想・仮説の発想を重点的に指導することになっている学年であり、ある程度の経験は積んでいても、まだ慣れているとは言えない学年だからである。

また、解決の発想を重点的に指導するのは小学校第5学年であり、第4学年では、解決の発想においても慣れているとは言えない学年であり、研究に適していると考えたからである。

さらに、「水の状態の変化」の単元を選択したのは、小学校第4学年において「水の性質」に関する学習内容が多くあるからである。水の性質に関して多くの内容を学習する学年において、すでに学習した知識や経験とどう関係付けていくのか思考させることができ、学習者が「見通し」をどのようにもつのかの思考過程を検証しやすいと考えたためである。

先に示したように、「見通し」は、「予想や仮

表1 仮説の発想に関する評価基準

【S評定】予想・仮説が書かれており、かつ、解決の方法も書かれている。

【A評定】予想・仮説だけが書かれている。

【B評定】「次はこんなことを調べたい」といった解決の方法だけが書かれている。

【C評定】感想などの無関係の記述しかないか、もしくは記述がない。

説の発想」と、「解決の方法の発想」の2つに分けられるため、この2点に関して、実際の授業を通して検証していくこととする。なお、「予想」には、「実験後の結果の予想」という意味と、「仮説にまでは抽象化されていないものの、現象の説明になっているもの」という意味との大きく2つの意味がある。本研究では、仮説に近い意味での後者を「予想」としてとらえることとし、問題解決の見通しをもつ上での、「現象に対する自分なりの説明」を「予想・仮説」として定義することとする。

予想・仮説を発想できれば、解決の方法を発想しやすくなるを考える。先に示したように、予想・仮説の発想を促すための指導方略の工夫は、「何かと関係付けて調べる」、「既習の内容を思い出させる」、「生活経験を思い出させる」の3点が考えられるため、用意する知識・経験もこの3点に沿って考えていく。

なお、「何かと関係付ける」とは、原因と結果がつながりやすい現象を提示することを意味するものととらえることとする。すなわち、水滴が生じるには、温度変化と関係があるため、温度変化という原因によって、水滴という結果が生じる現象を提示することが、因果関係に気付かせ、予想・仮説の発想や、解決の方法の発想を促すことにつながると考えた。

具体的な授業としては、「ペットボトルの水てきは、どこからきて、どうやってできたのですか」という問題を提示し、様々な活動を用意することで、「見通しの程度」を調べていくことにする。「水が蒸発したとき、いったん泡となって空気のように出て行ったが、最後、ビニール袋の中で水に戻った」という知識は、すでに「水の沸騰と蒸発」の単元で扱っているため、同様の知識を学習済みである。また、本時に至るまでの同単元の学習で、「水は100℃よりも低い温度で蒸発しており、空気中には、水が気体になった目に見えない「水蒸気」がある」こと

も学習済みである。さらに、日常生活で、「冷たい空気の触れると息が白くなる」ことも経験済みである。そこで、「何かと関係付けて調べる」に関しては、水滴と温度変化とを関係付けて調べる活動を用意することにする。

3. 研究の実施方法と検証方法

3.1 結果の検証方法

小学校第4学年を対象として、水に関する単元である「水の状態の変化」において実践授業を実施する。結果の検証を行うには、4学年の段階で、どのような活動を用意し、どの程度知識・経験を蓄積したら、どの程度、予想・仮説や解決の方法を発想できたのかを評価しなくてはならない。

学習者の発想する予想・仮説としては、「温度差が関係しているのではないか。(要因に目を向ける)」、「温かい空気と、冷たい空気が関係しているのではないか。(冷たい空気のところで、温かい息を吐くと白くなるから。)」などの説明がなされると想定される。

問題として、「ペットボトルの水てきは、どこからきて、どうやってできたのですか。」と問うこととし、その後、「予想や仮説」を書く欄と、「解決の方法」を書く欄に記述させていく。

学習者のワークシートへの記述を基にして、学習者がどの程度「見通し」をもてたかを判定していくこととする。予想・仮説を発想した後に、解決の方法を発想するのが通常の思考の流れであると考えたため、予想・仮説を発想できていない状態で、「調べたいこと」だけを書いている場合は、予想・仮説を発想できている状態よりは、見通しがもてていないと判断することとした(表1)。

なお、正解を学習する前の状態であるため、予想・仮説の正誤は問わないこととした。また、予想と仮説は厳密には違うものであり、仮説の

方がより抽象度が高く、自然の決まりを一般化したものであるが、今回の研究では、予想と仮説を厳密に分けることはせず、問題（現象）に対する自分なりの説明が書けていたら「予想・仮説」を考えることができていると判断することとした。

評価のための参考資料として、図1で示すワークシートを準備し、ワークシートは相談なしで個別に記入させることとした。

なお、児童の評定については、著者2名で行い、児童の記述を2名で協議を行いながら評価を行うこととした。

3.2 授業実践の概要

授業実践は、著者1名が、小学校第4学年の17名を対象として、2021年3月に実施した。授業は映像を録画し、もう一人の著者はビデオで参観する形をとった。予想や仮説を発想するためには、発想に関係すると考えられる水に関する知識を教授しておく必要がある。そのため、水の状態の変化に関連する単元を全て終え、「水滴がどこから来たか」に関して考えることができるために必要な知識の教授が終わった段階で、実践授業を行うことにした。

小学校第4学年の水の状態の変化に関連する単元は、「雨水のゆくえ」と、「すがたをかえる水」であり、それらの単元が終わった3月に実践授業を行った。具体的な授業としては、「ペットボトルの水滴はどこからきて、どうやってできたのか」という問いに関して、様々な活動を順に実施することで、予想・仮説と解決の方法の発想を促す授業を1時間行った。指導方略としては、①「生活経験を思い出させる」、②「原因と結果が想起しやすい現象を提示する（温度と関係する現象を観察させる）」、③「現象に関係する既習の知識を想起させる」の順番で知識・経験の蓄積を取り入れることとした。既習の知識を最後に用意したのは、予想・仮説や解

決の方法の発想に直接的に影響してしまうものだからである。そこで、まずは生活経験を思い出させ、現象の観察を行わせた後で、既習の知識の想起を取り入れることとした。

なお、「原因と結果が想起しやすい現象を提示する」際には、2つの現象を比較して考えることが有効であるため、指導方略としては、「原因と結果の関係を考えるように促す」ことと同時に、「比較の考え方を促す」ことも取り入れることとなる。

本授業に至るまでの、関係する単元全体の指導過程を以下に示す。

- 単元名「雨水のゆくえ」（9時間）
 - 第1次 流れる水のゆくえ（2時間）
 - 第2次 土のつぶの大きさと水のしみこみ方（2時間）
 - 第3次 空気中に出て行く水（5時間）
- 単元名「すがたを変える水」（10時間）
 - 第1次 熱したときの水のようす（4時間）
 - 第2次 冷やしたときの水のようす（2時間）
 - 第3次 温度と水のすがた（2時間）
 - 第4次 水滴のふしぎ（2時間）※本研究

3.3 児童の実態

水に関する内容に関して全て学習を終えた段階で授業を行ったため、第4学年の水に関する内容に関しての知識がないために予想や仮説を発想できなかったという児童は少ないと考えられる。ただ、「蒸発」と「結露」を夏季に学習し、実践が冬季であるため、学習時の現象を再現することはできない。そこで関係する映像を使って、実験の記憶を呼び戻すこととした。

児童は、教科書の実験前に毎回必ず「実験後の結果の予想」を立てるようにしていた。

しかし、「仮説にまでは抽象化されていないものの、現象の説明になっている考え」については、教員がまとめの時間に時間を確保して発想

を促すことが多く、本授業のように前もって「仮説を発想させる機会」や、「解決の方法の発想をさせる機会」を用意することは、これまでの理科授業においてあまり経験してきていない。

また、理科に対して特別苦手とする児童はおらず、全体的に学習意欲は高い集団である。

4. 授業の実際

以下、探究の場面において、実際にどのような授業を行ったのかの概略を紹介する。教師の発言を『』、児童の発言を「」で示した。授業時間は1単位時間である。なお、ワークシートへの記述は、班や友達との相談は行わず、あくまで個人に行わせるようにした。

1 課題をつかませる活動（活動①）

①冷たい水の入ったペットボトルを見せて説明する。

『この中には、冷たい水が入っています。教室に置いておくと、水がペットボトルのまわりにつきました。』

②ペットボトルを観察させる。

『ペットボトルには、たくさん水滴がついています。教室に置いておくと、ペットボトルの周りに勝手に水がつくのです。』

③『ペットボトルの水滴はどこからきて、どうやってできたのですか。学習したことを思い出して、ワークシートに書きましよう。』

しばらく時間を置いて、次のように尋ねた。

『その予想が正しいかどうか、どうやって調べたらよいですか。』

それぞれ、ワークシートに書かせる時間を確保した。

【仮説化・解決の方法の発想に関する調査①】

この時点では、「よくわからないなあ」、「前に学習したことを思い出したらいいんだ」などの反応が多く見られた。

2 日常生活を想起させる活動（活動②）

④『実は、これと同じような現象は、日常生活でも見られます。冬になると、窓に水滴がついていることがありますね。（教科書の写真でも確認をする。）部屋の窓、電車の窓にも、バスの窓にも、水がついていることがありますね。』

『ここに、冷蔵庫で冷やしておいた、空のビンがあります。ただの冷たいビンです。触って見て下さい。』

「あ、水滴がついてぬれている。」

『さて、もう一度尋ねます。ペットボトルの水滴は、どこからきて、どうやってできたのですか。その予想が正しいかどうか、どうやって調べたらよいですか。』

ワークシートに書かせる時間を確保した。



写真1 観察する児童の様子

【仮説化・解決の方法の発想に関する調査②】

3 気温と水滴を関係付ける活動（活動③）

⑤『もう1つ、ビンを用意しました。今度は、冷蔵庫から出したビンではありません。教室に置きっぱなしにしていたビンです。触ってみましょう。』

今度は、常温の空きビンを用意する。

当然、水滴はできていない。

『何か、先ほどのビンと違いますね。ちがいは、何でしょうか？（比較の考え方を促す）』

「全然違う！冷たくないし、水滴もついていない！」

「冷えてない物には水滴がついていない」

「あつ、わかったかも。」

『さて、ペットボトルの水滴は、どこからきて、どうやってできたのですか。その予想が正しいかどうか、どうやって調べたらよいですか。』

ワークシートに書かせる時間を確保した。

【仮説化・解決の方法の発想に関する調査③】

4 気温と水滴を関係付ける活動(2)(活動④)

- ⑥温度との関係付けを行えるようにするため、風呂の熱い湯から湯気が出ている現象と、風呂の窓に水滴がついている動画を提示した。

『お風呂場は、お風呂のお湯以外にも、ぬれている所がありますね。』

動画は2回視聴させた。

『ペットボトルの水滴は、どこからきて、どうやってできたのですか。その予想が正しいかどうか、どうやって調べたらよいですか。』

ワークシートに書かせる時間を確保した。

【仮説化・解決の方法の発想に関する調査④】

5 これまでの学習内容を思い出させる活動(活動⑤)

- ⑦最後の手立てである「これまでの学習を思い出させる」手立てを打つため、学習内容を思い出させた。

具体的には、ビデオ「NHK for School」の「2つの隣り合う部屋の温度を変え、部屋の間のガラスにつく水滴の様子」の実験動画や教科書の実験写真を使用し、「水が蒸発したときに、水蒸気を冷やすと水に戻ったこと」、「水は100℃よりも低い温度で蒸発していること」の学習の内容を思い出させた。

『2つの部屋の違いは温度でした。どちら側に水滴がついていましたか。これまでの学習を思い出しましょう。』

『保冷剤を袋に入れた実験も思い出してみよう。教科書にも載っていましたよ。』

「5℃かあ」と、ビデオの部屋の温度差に注目していた。また、教科書の保冷剤の実験を提示すると、「あー、やったなあ。」と実際に取り組んだ実験の記憶をたどっていた。

『ペットボトルの水滴は、どこからきて、どうやってできたのですか。その予想が正しいかどうか、どうやって調べたらよいですか。』

ワークシートに書かせる時間を確保した。

【仮説化・解決の方法の発想に関する調査⑤】

5. 授業の結果

問題(現象)「ペットボトルの水てきは、どこからきて、どうやってできたのですか」に対する予想・仮説を書かせ、続いて、「上の予想が正しいかどうか、どうやって調べたらよいですか。」に対して、解決の方法を書かせた。「予想・仮説」、「解決の方法」の順に、具体的な記述を以下に示す。

全部で5回の活動があり、記述も活動後の5回確保したため、何回目の活動後の記述なのかを、「番号」で示すこととする。

A 児：「①空気中にある水蒸気がとけて、水になった。」→「①ふくろの中に保冷剤を入れて調べる。」

B 児：「①空気中の水蒸気が水に冷やされてできた。」→「①水蒸気がつくものの温度を上げて調べる」、「⑤ふくろの中に冷たい物や温かい物を入れて調べる」

C 児：「①空気中の水蒸気が冷たいペットボトルについて、冷えて水蒸気が水にもどってできる」→「③冷たい部屋に、ぬるいペットボトルを置いて調べる」、「④温かい部屋に冷たいペットボトルを置いて調べる」

D 児：「②冷たい空気が温められて水になる」、「③空気中の水蒸気がつく」→「②保冷剤を温かい手で触ると、冷たいのがとけて水になる」、「④水を温めて湯気が出たら、グラスみたいなものに近づける」

E 児：「①空気中の水分が温かくなってペットボトルに水てきがついた」→「①ペットボトルを冷やして、その冷やしたペットボトルを温めたら、水ができると思います。」、「⑤外の温度が温かくて、中の温度が冷たいと、外の熱で中の冷たい空気が冷まされて、水てきがつく。」

F児：「①目に見えない水蒸気がペットボトルに冷やされて水てきになった」, 「②冷やされたペットボトルがあつくて蒸発し、水てきになった」, 「④冷たいペットボトルに、温かい空気が来て、水てきになった」, 「⑤空気中の水蒸気が冷たいペットボトルにふれて水になった」→「②ジップロックに保冷剤を入れて放置しておく、ジップロックに水てきがつくか調べる」, 「④保冷剤をジップロックに入れて、温かい日に放置して、ジップロックに水てきがついたら完璧に調べられる」, 「⑤水を沸騰させたビーカーに、アルミでふたをして、穴を空け、何も入っていない試験管に冷やされて水蒸気がついたら調べられる。」

房などをつけて温められた部屋に出して、水がつくかを調べる」というものが挙げられていた。つまり、ペットボトルから水が出てきたり、ペットボトル中の水が蒸発して出てきたりしたのだという間違いが代表的なものとして見られたということである。このような間違っ予想・仮説は、17名中5名見られた。

特徴的なこととして、予想・仮説に関しては、一度思いついたら、その後も同じ予想・仮説を書いていることが多く見られた。先に挙げた「ペットボトルから来た冷たい水」の予想・仮説を記述した児童も、5回目まで同じ予想・仮説を持ち続けていた。

一方で、解決の方法の発想に関しては、回を重ねるごとに、別の方法を発想したり、精緻な方法を発想したりする記述が見られた。

何回目で、予想・仮説と解決の方法の発想ができたのかを、予想・仮説を「仮説」、解決の方法を「解決」で表現し、表2で示すこととする。

表2 活動後の見通しの有無

	活動①後		活動②後		活動③後		活動④後		活動⑤後	
	仮説	解決	仮説	解決	仮説	解決	仮説	解決	仮説	解決
1	○	×	○	×	○	×	○	○	○	○
2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4	○	×	○	×	○	○	○	○	○	○
5	○	×	○	×	○	○	○	○	○	○
6	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○
7	○	×	○	×	○	×	○	×	○	×
8	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○
9	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
10	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
11	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○
12	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
13	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
14	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
15	○	×	○	×	○	○	○	○	○	○
16	○	×	○	×	○	○	○	○	○	○
17	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

6. 考察

活動5の後のワークシートの記述状況から言えば、17名中16名がS評定であり、1名がA評定であったことから、①「生活経験を思い出させる」、②「原因と結果が想起しやすい現象を提示する（温度と関係する現象を観察させる）」、③「現象に関係する既習の知識を想起させる」の順番で指導方略を取り入れたことは、見通しをもたせるために、効果があったのだと考えられる。

活動1の「現象を観察させて課題をつかませる」という活動後のワークシートの記述状況では、17名中、S評定は8名に留まっており、A評定が7名で、B評定は0名、C評定が2名であったことから、冷えたペットボトルに水滴がつくという1つの現象を観察させるだけでは、見通しをもたせるのは難しいことが考えられる。つまり、活動1において、単に現象を観察させる

予想・仮説が発想できない場合でも、活動を重ねるごとに、予想・仮説を発想することができるようになっていく様子が見られた。

検証実験を行う前の授業であり、最初の段階なので、自然現象を正しく説明できている予想・仮説もあれば、間違っ予想・仮説もあり、間違っものの代表としては、「ペットボトルから来た冷たい水が、見えない水蒸気になって、外の温かい空気に触れて水に戻ってペットボトルについた」というものがあった。なお、この解決の方法としては、「冷やされたものを、暖

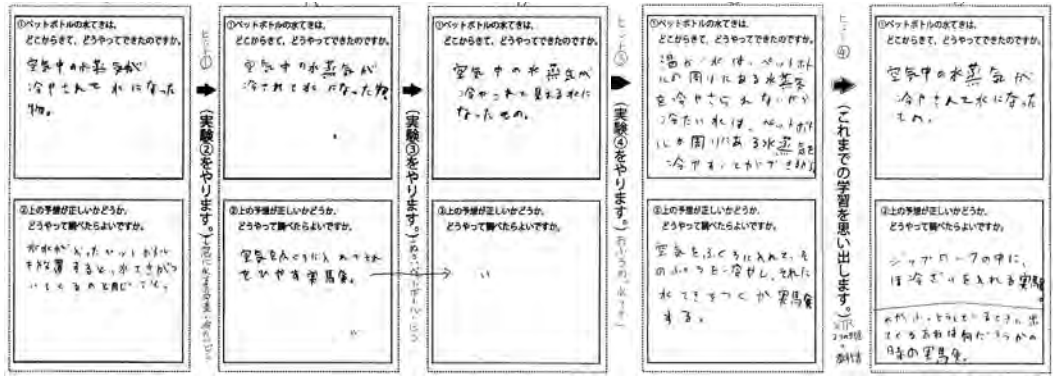


図1 予想・仮説と解決の方法の記述例

だけでは、「予想・仮説の発想」に関しては、17名中、15名ができてはいるが、「解決の方法の発想」に関しては、17名中8名しかできていないため、①の活動だけの知識・経験の蓄積では、見通しをもたせるのに不十分であると考えられる。なお、「予想・仮説の発想」の人数だけを見ると多くなるが、授業中の児童のつぶやきから、「よくわからない」という声が少なくない児童から挙がっていたため、この活動1の時点では「予想・仮説の発想」には自信が無い様子がうかがわれた。

続いて、活動2において、①「生活経験を思い出させる」という活動を用意したが、この活動2の後では、「予想・仮説の発想」に関しては、17名中、16名ができてはいるものの、「解決の方法の発想」に関しては、17名中10名に留まっているため、「生活体験を思い出させる」だけの活動では、見通しをもたせるのに不十分であると考えられる。

活動3において、②「原因と結果が想起しやすい現象を提示する（温度と関係する現象を観察させる）」という活動を用意した結果、「予想・仮説の発想」に関しては、17名中、16名が記述でき、「解決の方法の発想」に関しては、17名中14名が記述できた。また、続く活動④でも、②「原因と結果が想起しやすい現象を提示する（温度と関係する現象を観察させる）」と

いう活動を用意した結果、「予想・仮説の発想」に関しては、17名中、16名、「解決の方法の発想」に関しては、17名中15名が記述できたため、この時点で見通しをもつことが充分にできていると考えられる。

授業中の児童の様子を見ていると、活動①から④へと進むにつれて、仮説・予想、解決の方法の発想共に、自信が出てきている様子があったことから、一つの知識・経験の蓄積だけではなく、複数の知識・経験の蓄積が、見通しをもつためには必要なのだと示唆される。また、どうしても見通しをもてない児童のためには、活動⑤で示したような、③「現象に関係する既習の知識を想起させる」ことが必要なのだと考えられる。

なお、現象を間違って説明した予想・仮説でも、自分なりの現象の説明ができていたため、見通しはもっていると考えられる。現象を間違って説明していたとしても、解決の方法を発想できているため、検証することで予想・仮説が間違っていたということに気付くことができると考えられる。予想・仮説を棄却するという科学の探究の手順を踏むことで、徐々に正しく現象を説明できる予想・仮説の発想を促すことができると考えられる。

また、現象を正しく説明した予想・仮説と、間違った予想・仮説の対立に教師が着目させる

ことで、意見の相違に気付かせることができ、学習者に確かめたいという意欲を高めることになるのではないかと予想される。さらに、意見の相違が明らかになることで、解決の方法の発想も促されるのではないかと考えられる。

E児のように最初は、解決の方法を正しく発想できていなくても、徐々に予想・仮説を検証できるだけの解決の方法を発想することができるようになっていく児童が見られた。これは、様々な現象を見ながら、生活体験の想起や、温度と関係する現象の観察、学習した知識の想起を重ねるごとに、現象に対しての理解が深まっていった結果だと考えられる。F児のように、だんだんと現象を正しく説明できる予想・仮説に変化していき、解決の方法もより精緻になっていく児童が見られた。

つまり、見通しをもたせるために、仮説・予想の発想と、解決の方法を発想させる必要があるが、1～2程度の少ない現象の観察や体験だけでは、当て推量によって仮説・予想の発想はできたとしても、解決の方法を発想できるとは限らないことを示しているのだと考えられる。解決の方法を発想できるという状態は、自分の発想した予想・仮説に自信があり、「こういう原理でこういう現象が起きたのだろう」ということを思考できている必要がある、これは、解決の方法を発想するための最低条件なのだと考えられる。

授業中の児童の様子からは、もし予想・仮説に自信があったとしても、解決の方法を発想できるとは限らず、「どうやって確かめたらいいのか」を発想することは、「対照実験を用意すべきなのか」、「お風呂や電車の窓など、自然界と同じ現象を、実験室でつくり出す方法を考えたらよいか」、「1つの実験だけで明らかにする方法を考えたらよいか」など、また別の要素の思考を必要とするから、難しいのだとも考えられる。

また、そもそも「冷たいビンに水滴がつく」という現象と、これまでに学習した水の性質に関する知識とを結びつけて考える際に、一体どの「水の性質に関する知識」と結びつけたらよいか、最初は見当がつかない児童もいた。その場合、水の性質のこんな知識と結びつけて考えるといいというヒントを教師が出すことで、より「予想・仮説」を考えやすくなるのだと考えられる。

7. まとめと今後の課題

探究的な学習では、教師が答えを示す場面や、実験方法を逐一指示する場面をできる限り抑えて、学習者主体で学習を進められるようにするため、見通しをもたせることが必要不可欠になる。見通しをもたせるためには、「予想や仮説の発想」と「解決の方法の発想」の2つが必要とされている。

予想や仮説、解決の方法の発想を促すためには、今回の研究で示唆されるように、①「生活経験を思い出させる」、②「原因と結果が想起しやすい現象を提示する（温度と関係する現象を観察させる）」、③「現象に関係する既習の知識を想起させる」の順番で指導方略を取り入れる必要があると考えられる。この順番で「知識・経験」を蓄積させるのが自然と考えて今回は実践したが、生活体験の想起が難しい場合や、何かと何かの因果関係の想定が難しい場合、学習した知識がまだ少ない小学校第3学年の場合など、特別な場合に見通しをもたせるためにはどうしたらよいかの指導方略を、これから研究していく必要があると考えられる。

一方、予想や仮説を発想する力は、主に小学校第4学年で重点的に育てる力となっており、解決の方法を発想する力は、主に第5学年で重点的に育てる力となっている。学習者に、問題解決の力をつけるには、学習者自身が何らかの現象に出合った際、自分が見通しをもつために、

「生活体験を想起したらいい」、「因果関係を考えたらいい」、「学習した知識を思い出したらいい」という方略の自覚が必要だと考えられる。つまり、教師は「指導方略」を意識しておき、学習者には、「学習方略」を自覚化（メタ認知）させる必要があるのだと考えられる。それでこそ、問題解決の力がつくのだと考えられるが、今回の研究を発展させるためにも、問題解決の力がつくための、学習者自身の振り返り活動にも焦点化する必要があるだろう。

付記・謝辞

授業実践にご協力いただいた京都文教短期大学附属小学校の藤本哲也校長先生をはじめとする先生方、ならびに児童たちに感謝申し上げます。なお本研究の一部は、日本理科教育学会第71回全国大会にて発表したものである。本研究の一部は、JSPS 科研費 JP 20K03261 の助成を受けて行った。

【引用・参考文献】

- 1) 甲斐初美 (2011) 「子どもの自律的動機づけを促進する理科授業：－子どもの見通し形成のための方策－」, 『日本科学教育学会研究会研究報告』26, (4), pp.15-18
- 2) 小林辰至・永益泰彦 (2006) 「社会的ニーズとしての科学的素養のある小学校教員養成のための課題と展望－小学校教員志望学生の子どもの頃の理科学習に関する 実態に基づく仮説設定のための指導法の開発と評価－」, 『科学教育研究』30, (3), pp. 185-193
- 3) 升岡智子, 三田幸司, 山崎敬人, 柴一実, 風呂和志 (2012) 「子どもの科学的な学びを創造する理科授業に関する研究 (2)－「水のすがたとゆくえ」の単元を事例として－」, 『学部・附属学校共同研究紀要』40, pp.213-218
- 4) 文部科学省 (2017) 「小学校学習指導要領解説 理科編」

- 5) 中央教育審議会 (2016) 「幼稚園, 小学校, 中学校, 高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について」
- 6) 中央教育審議会 (2021) 「『令和の日本型学校教育』の構築を目指して～全ての子供たちの可能性を引き出す, 個別最適な学びと, 協働的な学びの実現～」
- 7) 山口真人, 田中保樹, 小林辰至 (2015) 「科学的な問題解決において児童・生徒に仮説を設定させる指導の方略－The Four Question Strategy (4QS) における推論の過程に関する一考察－」, 『理科教育学研究』55, (4), pp.437-443
- 8) 安田朋未, 松本謙一, 宮原美充 (2015) 「自然から見いだした問題に対して子どもの見通しを重視した単元設計についてのモデル化の試み－第6学年理科「てこのはたらき」の実践から－」, 『教育実践研究：富山大学人間発達科学研究実践総合センター紀要』10, pp.71-82

(令和3 (2021) 年9月1日受理)

Abstract

Study on Teaching Strategies to Encourage Learners to Create Prediction Hypotheses and Solutions Through the Practice of the Grade 4 Unit “State Variation of Water Molecules”

Faculty of Child Education, Kyoto Bunkyo University Akimasa OMAE

Kyoto Bunkyo Jr. College Elementary School Hayato OKAZAKI

According to the Elementary School Course of Study for Science, it is important to offer inquiry learning during science classes to elementary school students. At the elementary school stage, to enable learners to pursue inquiry activities on their own, teachers must encourage learners to adopt a problem-solving approach. Two measures are required to foster such an approach for inquiry activities: first, to encourage formulating predictions and hypotheses and second, to bolster seeking solutions.

Therefore, this study aimed to clarify the teaching strategy for providing learners with the correct approach in the inquiry activity. Specifically, we investigated how much knowledge and experience should be accumulated by learners to gain a problem-solving approach in inquiry activities through the practice of the Grade 4 Unit, “State Variation of Water Molecules.” The teacher made the learners aware of the problem by asking “How did the water droplets on the outside of the polyethylene terephthalate (PET) bottles appear?” To provide learners with the correct approach, three teaching strategies are prepared: (1) reminding them of their life experiences, (2) presenting a phenomenon that facilitates considering causes and effects, and (3) reminding them of the knowledge related to the phenomenon. The teaching strategies, which were implemented in order, enabled the provision of a correct inquiry approach to learners.

Key words : State Variation of Water Molecules, Ideas of predictions and hypotheses,
Ideas of solution, inquiry learning