

理 科

疑問から課題を創造し，見通しをもって進める理科学習の開発

—第4学年「水のすがたとゆくえ」の学習を通して—

升 岡 智 子

1. はじめに

理科の学習とは，子どもたちのもつ様々な自然の事物や現象についてのイメージや素朴概念を，新しいイメージや概念に科学的に更新していくことである。この繰り返しによって，子どもたちにとって不思議なことばかりだった身の回りの世界が，少しずつ説明できるものに変わっていくことを実感できる。つまり理科の学習内容と，子どもたちの生活とは，深くつながっているものと考えられるのである。そのことは，学習指導要領においても，子どもたちと自然や日常生活とのかかわりは重要視されている¹⁾ことからもうかがえる。しかし，理科で行ってきた学習と，子どもたちの日常生活がかかわっているかということについて，まだ課題が残っているといえる。TIMSS（国際数学・理科教育動向調査）2003で実施された調査問題のうち，日本の得点が国際平均を大きく下回っている問題について，堀ら（2010）は日常生活経験の不足や，問題文の内容が理解できないが原因であると述べている²⁾。また，TIMSS2003，2007の調査結果によると中学2年生を対象とした「理科を勉強すると，日常生活に役立つ」という項目については，日本は国際平均値より大きく下回っている。一方，平均得点については，TIMSS2007において小学校4年生が36か国中第4位であり，中学校2年生では第3位，PISA2009においても65か国中第5位となっている。これらのことから，子どもたちは，理科としての限定された問題は解けるものの，学習により理解した科学的な現象や事物が日常生活にどうかかわってくるのかといっ

たことについては，あまり意識できないと考えられる。

また，平成20年改訂の学習指導要領に基づく小学校理科の教科書（1社）を中山ら（2011）が調査し，教科書の記述において「問い」と見なすことのできるものを分類した結果，「はい，いいえ」で答えられる問いが全体の約34%を占めているのに対し，「なぜ（Why）」「何（What）」を問う問いは二つ合わせても約11%にとどまっている³⁾。

「はい，いいえ」は実験や観察によって確かめることができる問いである。しかし，実験や観察によって確認をしなければ分からないと子どもが考える前には，自然現象についての「なぜ」「何」という問いが必ず存在するのではないだろうか。子どもたちが，「なぜなのだろう」「これは何だろう」ということを考えないまま，教師側から与えられた学習課題に従って学習を進めた場合，子どもたちの中での学習はその時間で完結してしまう恐れがあるとも考えられる。理科の学習がその時間だけで完結してしまうことは，学習と日常生活とのつながりが十分に作れないことにもなるのである。子どもたちが学習と学習や学習と日常生活のつながりを意識できるようになるためには，子どもが自分自身で身の回りに起きている現象の何が分からないのか，今は何を確かめようとしているのかといった，図1に表すように見通しをもった学習を進めることが必要である。そこで，本研究では，「子どもたち自身が，課題づくりから考察まで主体的に学習を進めることで，見通しをもった学習を主体的に進める」ための単元開発を行う。

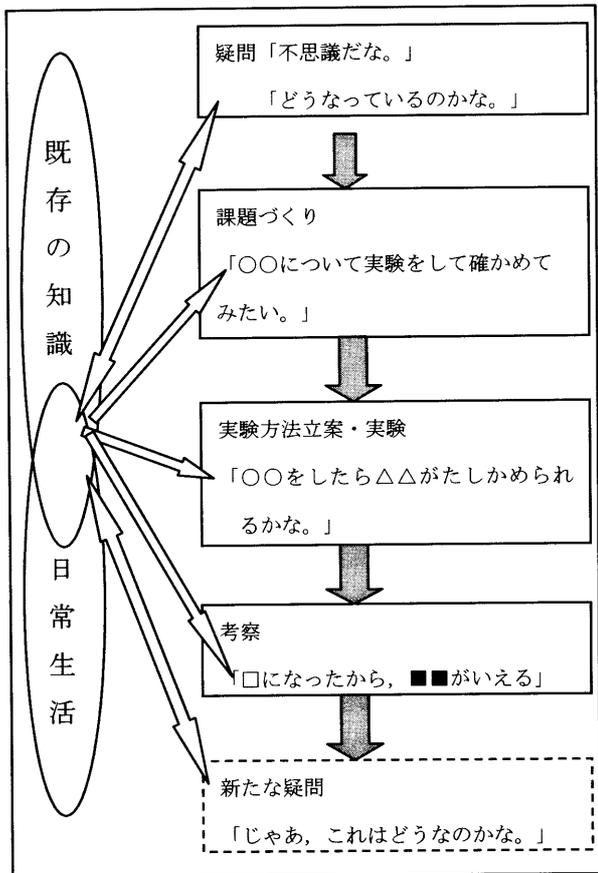


図1 子ども自身で見通しをもてる学習過程

2. 研究方法と授業構想

(1) 研究の対象

本研究で対象としたのは、広島県内の小学校第4学年の1クラス(37名)で実施された「水のすがたとゆくえ」の単元である。子どもたちの生活にとって、水は最も身近な物質であり、その状態変化の様子などは意識しているにかかわらず目にすることが多い。そのため、子どもたちが、自分たちで学習の計画を立てやすい単元であると考えられる。

この授業は、2011年11月～12月に行われ、単元の学習前に教師がたてた計画は以下の通りであった。

- 第1次 水を熱するとどうなるか調べよう (3時間)
 - 第2次 水は冷やされるとどうなるか調べよう (2時間)
 - 第3次 水じょう気をつかまえよう (3時間)
- (3)において述べる指導方略実践のため、単元導

入時に子どもたちと単元計画をたてるものの、新たな疑問が出てきた場合は、内容の追加や順番の入れ替えが必要か、その都度検討していくことを、子どもたちと確認した。

(2) 子どもの見方・考え方の事前調査

質問紙による事前調査は7月に行い、本単元に入る前の学習時において関連のある内容を授業で扱った場合に、挙手による調査を9月に行った。

まず、5月～6月に単元「天気と温度」を行った際に、「やかんから出た湯気は雲だと思う」という意見から、「沸いたやかんから出てくるものが、けむりのように白くなる前に透明な部分があるから、透明で見えない雲が空気中にあり、晴れの時の温度変化に関係している」といった考えを意見として出した子どもがいた。その意見を聞いて納得する子と、その現象自体がよく分からないという子がいた。このことに関連して、9月に「水蒸気」や「湯気」という言葉について調査を行った際に、言葉は知っている、または聞いたことがあると答えた子どもが半数であった。しかし、はっきりと内容を説明できる子どもは数名であった。



図2 特に用語の意味がはっきりしなかった場面

次に、7月に行った質問紙調査の項目「お湯をあたためるとどこまでも温度が高くなるか」については、「高くなる」「高くなる」「分からない」「別の考え」の4つで回答を求めた。その回答から「高くなる」と考えている子どもは11名、「高くなる」と考えている子どもは15名であった。「高くなる」と考えた子どもの記述としては「火でわかしていけば、あたたかくなるから」「レンジで温めると水も食べ物もあたたかくなるから、湯もわかし続けるとどこまでも温度が高くなる」などの記述がみられた。

(3) 授業構想と指導方略

指導方略として下の3点を中心に具体化をはかり、実践を試みた。

- ①子どもたちが見出した疑問をもとに、子どもたちが主体となって学習課題や単元計画を作る。
- ②子どもたちによる実験計画立案及び実験実施を行う。
- ③実験結果をもとにした全体での交流を行う際には、課題に対する考察だけでなく、新たな疑問にも着目をしていく。

方略①については、子どもたち自身が主体となった学習を行うために、自分たちが理科の学習や日常生活において「不思議だな」「どうなっているのかな」と単元に関わった疑問から導入を図る。その上で、「こうすれば確かめられそうだからやってみよう」と課題を作り上げれば、自分たちが何のためにどのような実験や観察などによる確かめを行うのか、見通しをもった学びがより成立しやすいと考えた。疑問が全員の課題となるためには、友だちが何を見つけ不思議に思っているのかを、他の子どもが理解し、子どもたちによる検討を行う必要がある。この時に、教師は話し合いが他の話題にぶれないようにすることに注意を払い、子どもたちの意見に対しては学級で受け入れられるような雰囲気づくりを行っていく。また、子どもたちの既存の知識や体験をもとにした話し合いで、子どもたちが納得できたことはその時間の課題にせず解決を図り、実験や観察をしないとよく分からないことに対しての課題づくりをしていくようにした。

方略②については、課題づくりによって、解決すべき内容を把握していれば、全員が何らかの意見をもっているはずである。そこで自分の考えを伝え合い、補い合うことができる人数となるように4人グループを基本とした。自分の考えを反映し参加していれば、実験の仕方や、結果をもとにした考察についての見通しをもって主体的に活動ができると考えたからである。なお、グループ構成については、7月に行ったアンケート項目の結

果を踏まえて、できるだけ異なる意見を持った子ども同士の組み合わせにすることで、グループ内でも自分とは違う考えに出会い自分の意見を再考することができる可能性を高めた。また男女比は、ほぼ同じようになるようにした。

方略③については、結果交流から考察を行っている段階で子どもからでた発言から取り上げる。また、実験などを行っている際に出てきた子ども同士や教師との現象へのイメージや見方や考え方のずれ、現象に対する疑問を含んだ子どものつぶやきを、発言や、記録ノートなどから取り上げていくようにした。

(4) 検証の方法

- 検証① 学習中に、生活場面や学習に関係した発言から疑問が出てくるか。
- 検証② 自分たちで実験計画をたて、結果についてグループで検討できるか。

3. 授業の概要

単元導入時に子どもたちが出してきた疑問は以下の通りである。

- ①やかんに水を入れて温めた時に出てくる物体は何か？
- ②水を温めた時に出てくるぶくぶくとした泡と、ポンプなどからでてくる泡の違いは？
- ③ふっとうとは何？
- ④水を温めた時にでてくるもあもあとしたものは何？
- ⑤お風呂に入った時に体や浴槽につくあわの正体は？
- ⑥水蒸気・湯気とは？
- ⑦あわは入浴剤の色になる？
- ⑧氷はなぜ固まるの？

これらの疑問から、子どもたちとたてた単元計画は以下の通りである。

- 第1次 水を熱するとどうなるか調べよう
(疑問①～⑦を基に)

第2次 水は冷やされるとどうなるか調べよう (疑問⑧を基に)

第1次の初めの学習課題は「水をあたためたらどうなるか調べよう」とし、水を温めた時に出てくる物体がどのようなものか、また泡の様子はどのようなものかを調べることにした。実験の方法については、グループごとにビーカーの大きさや熱源などを考えて決定していた。実験方法を決める際に子どもたちに確認を行うと、「水をあたためてどうなるかを観察するから、実験器具や水の量を全グループが同じにする必要はないが、温度計で水の温度を測ることは、どのグループでも必要である」ということになった。そこでビーカーの大きさやアルコールランプかガスコンロかなどの実験器具の選択はグループごとで行った。実験を行ううちに、「温度がずっとあがらないよ」「最初の泡は小さかったのにだんだん大きくなってきた」「初めに水を150ml入れたはずなんだけど、50ml減った。」などの気づきの声があがっていた。実験後の全体交流で沸騰の定義や、水蒸気や湯気の状態などについて確認をし、疑問①、③、④、⑥については、子どもたちは解決をしたととらえていた。しかし、疑問②について初めの課題で行った実験では、あわの正体は分からないというので次の課題が「あわの正体をたしかめよう」になってその日は終了した。

次の実験を行う日に、泡の正体をたしかめるためには、泡を集めなければならないということになったため学習課題の変更が行われた。「泡を集めてあわの正体を確かめよう」である。実験方法については、グループ毎では考えにくいから、クラスで話し合いたいという意見が多かったため、全員が話し合っただけで実験を行った。この実験と前回の実験から疑問②について、子どもたちは解決をしたととらえていた。また、第一次でビーカーに入れた水をあたため始めた際に、ビーカーの周りが曇ることに気づいていた子どもが何人かいたが、記録や気づきについて発言を行うのみで、なぜそうなるのかという疑問の形ではでなかった。空気中の水蒸気を扱う際に、関連して出

る可能性があるかとも考えていたが、結果的に第3次でも子どもたちの発言や記録の中には、でてこないままであった。

また、疑問⑤、⑦については、単元計画を作った後に複数の子どもが自宅で実験をしたと、みんなに報告したため、学習時間内には行わなかったが子どもたちは納得していた。

第2次の「水は冷やされるとどうなるか調べよう」は、「水はなぜ固まるのか」という疑問から計画を立てられたが、学習課題づくりの際に「何度で固まるのか?」「どこからどのように固まるのか」という疑問も加わり、学習課題は「水が何度で、どのように固まるのか実験をして確かめよう」というものになった。実験方法については、学習課題づくりの過程で、子どもが出した図をもとに決めたため、クラスで同じ実験を行った。この時に「何度で固まるのか」「どこからどのように固まるのか」という疑問は解決した。

実験を行って出てきた新しい疑問は「凍り始めから全部が氷になるまで、温度があまり変わらないのはなぜか」「ビーカーの周りについて雪みたいなものは何か」「試験管を氷水からあげたときについて霜みたいなものは何か」というものであった。凍り始めからの温度変化については、氷が作られることと温度が一定であることは関係あるという推測まではできたが、子どもたちが実験方法を考えつかなかったため、今後の疑問として残した。ビーカーと試験管について雪や霜みたいなものについては、ビーカーで実験を行えば同時に確認ができるということであったので、次の時間に実験を行うことにした。

第3次は、初めの学習課題は前時を受けて「ビーカーの周りについて白い雪みたいなものはどこからどのようにできるか実験をしてしらべよう」とした。実験方法については、白い雪のようなものがどこからきたかの予想が、ビーカーの中、空気中などと子どもによって異なっていたため、グループごとに話し合っただけで決定することにした。また、グループの中で異なる意見が出た場合、実験を複数行っても良いことにしていたため、お互い

の意見を素直に検討することができていた。結果的には、9グループで8通りの実験を行った。実験結果から、空気中には見えない水があるらしいが、理科室以外にもあるのだろうかという疑問から「理科室の外の空気中にも水蒸気はあるのか調べてみよう」という学習課題ができた。実験は、クラスで同じ方法を取り、場所をグループで決めて調べた。その結果、空気中には水蒸気が存在することが確かめられたが、学校以外でもあるかどうか調べてみたいという意見がでたため、子どもたちは家に帰ってから、確かめの実験を行った。

空気中には水蒸気は存在するという結論に達したあと、その水蒸気は空に上がって雲になり雨や雪となって降るところまでは、話し合いによって子どもたちは納得していた。そのときに「雨が降った時の水たまりの水はしみこむのに、海の水は全部しみこまないのか」という疑問が出た。また、多くの子どもは水たまりの水は土の上なら全部しみこみ、道路などは全部流れてしまうと考え、自然蒸発については意識できていないようであった。そこで、砂を使って水のしみ込みの実験をクラスで行った。その実験を行うことにより、しみ込みきれない水がいつのまにかなくなっていることや、他にも濡れたぞうきんが乾くことから、空気中に水蒸気がいくだらうという予想がたつた。その原因として太陽が深く関わっていると考えた子どもたちは新たな学習課題「日光が当たっていると水はへるのか実験をしてたしかめよう」を立て実験を行った。この実験はグループごとに計画を立てて実施した。9グループでたてた実験内容は、5種類であった。この時に、日向と日陰の直接的な比較実験は行われなかったため、実験後の話し合いで、日陰については改めて考える必要が生じた。

4. 考察

(1) 方略①「子どもたちが見出した疑問をもとに、子どもたちが主体となって学習課題や単元計画を作る。」ことについて

導入時のやかんの事例から疑問が発生し、確か

めていきたいと子どもたちが考えていったように、子どもたちは、自らの生活場面について考え、疑問を見出すことができていた。また、子どもたちは、疑問から学習課題を創り上げていく過程で、友だちや自分が見つけてきた疑問のうち、何が分かって何がはっきりしないのかを話し合いによって考えてきた。分かること、分からないことが明らかになることによって、実験や観察で確認をしなければならぬということが、具体的にイメージでき学習時間に何をしていけばよいか把握できている子が多かった。

(2) 方略②「子どもたちによる実験計画立案及び実験実施を行う。」ことについて

学習課題づくりの話し合いにおいて、自分たちがこの時間に確認したいことが明確になっていたため、実験計画の話し合いで自分の考えを話すことができていた子どもが多かった。また、実験方法がなかなか思いつかない場合も、グループの中で相談をしたり、他のグループの様子を見に行ったりして自分たちの納得する方法を考えていた。実験方法をグループで考えるか、クラス全員で考えるかは、学習課題によって異なっていたが、これは自分にとって解決しやすいかどうかで、判断をしていたようであった。

自分たちがたてた実験方法であるため、ほとんどの場合自分たちで実験を全て実施でき、実験についての説明も自分の言葉で説明できる子どもが多かった。また、自分たちのした実験により考えを確認できない場合、不足している部分があるため、他のグループの実験結果も活用して考えることが以前よりできるようになっていた。実験後に「もっとこうして確かめたらよかった」などと実験方法の改善について言っている子どももいたことから、適切な実験方法を模索している様子もうかがえた。

(3) 方略③「実験結果をもとにした全体での交流を行う際には、課題に対する考察だけでなく、新たな疑問にも着目をしていく。」ことについて

本単元の学習課題は、子どもたちが前の時間などで見出した疑問から全て作成したが、子どもた

ちは実験中などに多くの現象に出会った。それを「なぜなのだろう」と思うことができるかどうか、日常生活と学習との結びつきに深く関わってくる。様々な疑問が子どもたちから出てきたことで、教師側が予定していた学習内容を行うことができた。しかし、子どもの疑問をすべて拾い上げることは難しく、発言などの表現をしていない場合の疑問のつかみ方を考えていく必要がある。

5. 終わりに

単元を終えて、子どもたちは自分たちの身の回りにある現象について、少しずつ「なぜなのだろう」という疑問を持ち始めた。

第2次において出た「凍り始めから全部が氷になるまで、温度があまり変わらないのはなぜか」という疑問がある。子どもたちは、その原因の推測はしたものどうやって確かめたら良いかが分からないことから今後確かめたい疑問としてそのまま残した。資料で提示する方法も考えたが、この内容は小学校4年生にとっては難しく、また、資料を提示しても実験によって確かめたいという子どもの気持ちもあるため、今回は提示しなかった。このように子どもたちは、自分たちの疑問から確かめたいことを学習課題とすることで、実験方法を含めて、学習をどのように進めていけばよいかの見通しがたってきていると考えられる。見通しがたつからこそ、実験が可能かどうか、また実験方法を決める際の話し合いを全体とするか、グループで行うかということに、子どもたちは言及することができたのだと考えるからである。

しかしながら、グループやクラスでの話し合いを中心に学習を進めてきたため、一人ひとりが確実に、自分なりの見通しを言葉や図などを使いながら表現できるかということについては、評価できていない。今後は、個人の考えの流れを見取る方法も開発していく必要があると考える。

<引用文献>

- 1) 文部科学省：「小学校学習指導要領解説 理科編」，2008，大日本図書。
- 2) 堀哲夫，西岡加名恵：「授業と評価をデザインする理科」，2010，日本標準。
- 3) 中山迅「理科の教科書に見られる「問い」の設定」，猿田祐嗣，中山迅編著：「思考と表現を一体化させる理科授業」，pp.18-28，2011，東洋館出版社。