

# 実験結果を基に考察する力を育む小学校理科学習指導（第一年次）

－問いの視点をもつ自由試行と、実験方法について検討・改善する活動を通して－

長期研究員 後藤 太成

## 《研究の要旨》

本研究は、小学校理科において、児童が実験結果を基に考察する力を育むことを目指したものである。そのために、自然の事物・現象を体験する自由試行を行い、児童の気付きから問いの視点をもてるようにした。また、問いの視点を基に問題解決を行う中で、実験の前後で実験方法について検討・改善を行うことができた。その結果、実験結果を予想や仮説と比べ、分析して解釈する児童が増え、実験結果を基に考察する力を高めることができた。

## I 研究の趣旨

令和4年度全国学力・学習状況調査における小学校理科の調査問題において、問題に対する予想や仮説を基に、解決の方法を発想し、観察、実験などを行った結果を分析して、解釈したことを結論の根拠として表現できるかを問う問題が出題された。正答率は、全国35.3%、本県37.2%と、特に低い結果だった。このことから、実験結果を分析して解釈し、自分の考えをもったり考察したりする力を育成することは、喫緊の課題であると言える。

このことを踏まえ、自身の授業を振り返ると、二つの課題が見えてくる。一つめは、児童が自然の事物・現象に働きかける中で得た気付きを問いに昇華させないまま問題を与えてしまったこと、二つめは児童が実験結果を予想や仮説と比べて分析して解釈し、考察するよう促す指導が不十分であったことである。そのため、児童は、主体的に問題解決の過程を遂行できなかつたり、どんな実験結果も安易に受け入れてしまつたりしていた。

これらの課題解決に向け、二つの学習活動を工夫する。一つめは、児童の自然の事物・現象に対する気付きを問題につなぐ場とする自由試行である。二つめは、実験方法を立案したり実験結果を予想や仮説と比較したりする場とする、実験方法について検討・改善する活動である。自由試行は、児童の気付きを整理することで得られる、自然の事象・現象の性質や規則性に迫る見通しをもつことである。また、実験方法について検討・改善する活動は、実験前に実験方法が問題を解決するのに妥当な方法かどうかを話し合い、必要に応じて見直すこと、予想とは異なる結果を得た際に実験の方法や操作が正しかったかを話し合い、必要に応じて再実験することである。

この二つの学習活動の工夫により、実験結果を自分のものとして捉え、それを基に考察する力を育成したい。本研究では、この力を実験結果を基に考察する力と定義し、以下の手立てを講じて研究を進めることとする。

## II 研究の概要

### 1 研究仮説

小学校理科の授業において、以下の手立てを講じれば、実験結果を基に考察する力を育むことができるだろう。

【手立て1】問いの視点につながる気付きを得るための自由試行

【手立て2】実験方法について検討・改善する場の工夫

- ① 実験方法を立案する場における検討・改善
- ② 実験結果を予想や仮説と比較する場における検討・改善

### 2 研究の内容

本研究では、小学校学習指導要領解説理科編で述べられている八つの問題解決の過程を重視する。その八つの問題解決の過程と、上記の手立てとの関連については、図1のとおりである。

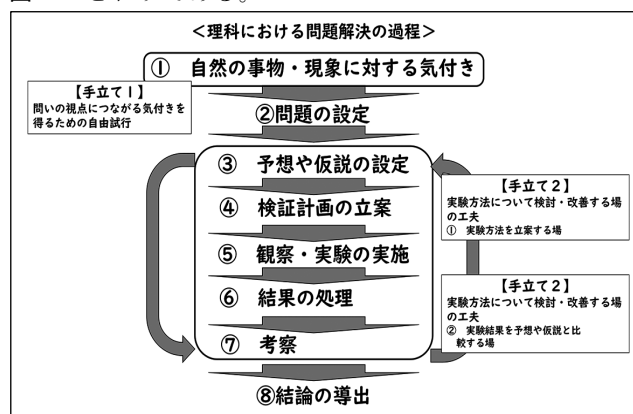


図1 問題解決の過程と手立ての関連

この過程を経た問題、予想や仮説等は児童主体のものとなり、実験結果を基に考察する力につながると考える。

### (1) 【手立て1】問いの視点につながる気付きを得るための自由試行

児童の気付きを問題につなげるためには、児童が問題につながる見通しとして、問いの視点をもつことが重要であると考えた。そこで、児童が自然の事物・現象に働

きかけ、気付きから問いの視点につながるような自由試行を単元導入時に設定する。

まず、教材や事物・現象の提示の仕方や、発問等を工夫し、児童が試行錯誤をして活動したり、既習事項と比較したりできるようにする。次に、試行錯誤の中で表出した児童の様々な気付きについて、共通点や差異点を基にしながら、自然の事物・現象の性質や規則性について見通しをもたせる。このようにして、単元導入時に児童に問いの視点をもたせ、問題解決を進めていく。

## (2) 【手立て2】 実験方法を検討・改善する場の工夫

実験結果を基に考察するためには、児童自身が結果にこだわり、実験方法を検討・改善する必要がある。そこで、問題解決の過程に、実験方法を立案する場、実験結果を予想や仮説と比較する場を設定し、実験方法について検討・改善できるようにする。そうすることで、実験結果を自分のものとして捉えられるようにする。

### ① 実験方法を立案する場における検討・改善

ここでは、児童が立案した実験方法を検討・改善する活動を行う。

まず、問いの視点を基にして仮説を設定し、実験方法を立案する。次に、目的の実験結果が得られる実験になっているか、実証性のある実験になっているか等について、対話を通して自分の計画を見つめ直し、検討・改善を行っていく。このように、児童自身が実験方法を立案することで、児童が自分のものとして捉えることのできる実験結果を得るための実験方法に練り上げていく。

### ② 実験結果を予想や仮説と比較する場における検討・改善

実験結果が得られた段階で、実験方法の検討・改善を行うことで、児童がそれにこだわり、より自分のものとして捉えることができるようなものにしていく。

まず、得られた結果と、予想や仮説とを比較する。もし、自分の予想や仮説どおりの結果になっていたら、他者の実験結果と比較し、実験結果の客観性を高めるようにする。自分の予想や仮説どおりの結果とならなかったり、他者の実験結果と異なっていたりした際は、その原因について考える。ここでは、「実験の方法が間違っていたのか」、「自分の予想や仮説が間違っていたのか」を中心に検討させる。この時、自由試行で得た問いの視点を想起して、実験方法や、予想や仮説を検討することができるように促す。そして、検討したことを基に、実験方法を改善し、再実験を行う。児童が実験結果に納得した理由を説明できるようになるまで、問題解決の過程を繰り返し、実験結果を自分のものとして捉えさせ、それを基にした考察ができるようにする（図2）。

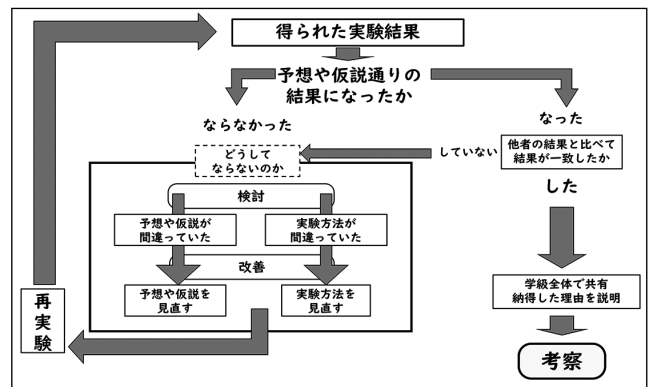


図2 検討・改善の過程

## 3 研究の実際

対象児童 第4学年77名(3学級)  
授業実践Ⅰ「電流のはたらき」(10時間)  
授業実践Ⅱ「ものの体積と温度」(9時間)

授業実践では、図3のとおり自由試行①と②、実験①から⑤を位置付けて行った。本稿では、【手立て1】については授業実践Ⅰと授業実践Ⅱの実際で、【手立て2】については授業実践Ⅱの実際で述べる。

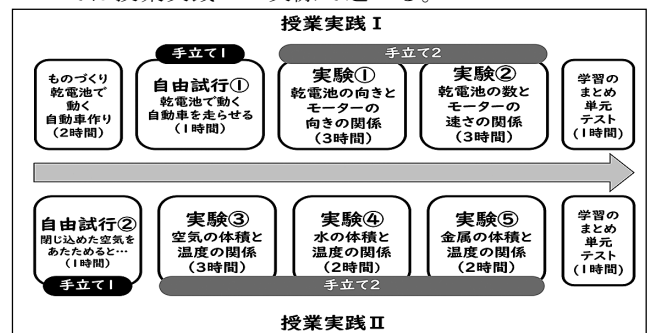


図3 授業実践の単元と手立て

### (1) 【手立て1】について

授業実践Ⅰは、回路に流れる電流とモーターの動き方の関係について学習する単元である。自由試行①を行うことで、乾電池とモーターを使って動く車の様子から気付きを得て、問いの視点をもてるようにした。

まず、車を児童に提示した。試行させる時には回路のつなぎ方や乾電池の数について制限をしなかった。これは、車の様子について児童が試行錯誤を重ねることで、様々な気付きを得ることができると考えたからである。自由試行の際、ある児童は、試行錯誤をする中で後退していた車を前進させることができるようになった。その児童が気付きを言語化して表出できるようにするために、その児童に「どんなことをしたら車は前に進むようになったのか」と問うと、児童は「乾電池を反対向きにして電池ボックスに入れたら、前に進むようになった」と答え、試行錯誤して車の様子と向き合う姿が見られた。

その他の児童は、「前に進ませたいのに、後ろに進んでしまった」、「乾電池の数を増やしたら、速く走った」な

どの様な気づきを得ることができ、それらを共有した際には、図4のようなやり取りが行われた。児童が気づきの共通点の中から、「乾電池の数と車の速さに関係がありそうだ」と見いだしたことを教師が価値付け、問いの視点とした。問いの視点をもったことで、「乾電池の数が変わると本当に車が速く走るのか、モーターが速く動くのか、自分も確かめたい」という児童の発言が表出し、児童の問題解決の意欲の高まりが感じられた。そして、この問いの視点から、「乾電池の数とモーターの動き方には関係があるのだろうか」という問題を設定し、次時以降に実験を行うこととした。

<p><b>T:車を走らせて、何か気付いたことはあった？</b>  <b>C:乾電池を1本で走らせた時よりも、2本で走らせた方が、車は速く走ったよ。</b>  <b>C:同じようにやってみただけ、確かに2本の方が速く走った。</b>  <b>C:私もなった。</b>  <b>C:なんか乾電池の数が増えると、車も速く走りそう。</b>  <b>T:みんなは、乾電池の数と車の速さに関係がありそう、ということに気付いたんだね。</b></p>	<p>気づきの共有 ↓ 共通点の見だし</p>
	<p>教師の価値付け</p>

図4 児童の気づきの集約の場面

授業実践Ⅱは、空気、水、金属など、身の回りの物の温度と体積の関係についての単元である。まず、空気を温めると体積が大きくなることに気付かせるために、スポンジの玉をつめた丸底フラスコをお湯に入れると、スポンジの玉が飛び事象を演示した。この時、より多くの気づきを引き出すために、既習事項である空気鉄砲の「空気を押し縮めることでスポンジの玉が飛ぶ」という事象と比較させた。すると、児童は「今回は力で空気を押したのではなく、空気を温めたことで玉が飛んだ」と発言し、既習事項との違いに気付いていた様子だった。次に、提示した事物・現象の気づきのほかにも、様々な気づきを得ることができるように、ペットボトル、シャボン液など、空気を閉じ込めて温めることができるものを用意し、自由試行②を行った。その際、児童は様々な事象と出合うことで、「フラスコの口に付けたシャボン玉が膨らむ」、「へこんでいたペットボトルが膨らむ」ことなどを確認していた。そこで、中の空気に起きた変化に迫るために、教師が「どうしてスポンジの玉が飛んだり、シャボン玉が膨らんだりしたのだろうか」と発問したところ、児童は「温まった空気が上に行ったからだと思う」、「温まって空気が膨らんだからだと思う」などと、温度変化によって空気が何らかの変化や動きをしているのだろう、という問いの視点を見いだした。その後、問いの視点を見いだした過程を教師が価値付けた。また、「空気を温めた時に、どうしてこんなことが起きているのだろう」と

いう発言から、児童の問題解決への意欲の高まりも感じられた。これらの問いの視点を基に、「空気を温めると、空気はどのように変化するのだろうか」という問題を設定し、実験を行っていくこととした。

## (2)【手立て2】について

### ① 実験方法を立案する場における検討・改善

実験③で、問題解決のため、実験方法について考えた。まず、問いの視点をもって予想を基に仮説を発想するよう促すと、児童は、「空気が上に行っているのであれば、スポンジの玉は上だけに飛ぶはずだ」、「空気が膨らむのであれば、ペットボトルをつぶして蓋を閉めて温めると、膨らむはずだ」などの仮説をそれぞれ考え、実験方法を立案した。次に、予想や仮説が似ている児童同士で、実験方法について共有し合い、実験方法を検討・改善する場を設けた。そして、児童同士で意見の共有をし、実験方法を見直すよう促すと、児童は「シャボン玉が上に膨らむかも実験で確かめればよい」、「ペットボトルを縦や横で入れてみて、膨らみ方が同じになるかも実験で確かめればよい」など、児童は問題の解決につながるように自身の実験方法を検討・改善することができた。

### ② 実験結果を予想や仮説と比較する場における検討・改善

実験③で、児童は、前述した実験方法を基に実験を行った。実験結果を自身の予想や仮説と比較した時、それらが一致しない児童がいた。そこで、児童にその理由を聞いたり、問いの視点を振り返らせたりして、実験方法を見直せるよう促した。すると、児童はスポンジの玉の詰め方やシャボン液の付け方、フラスコを温める時間など、実験方法を検討・改善し、再実験を行った。また、結果と予想や仮説が一致した児童は、予想や仮説が類似している児童の結果を確認することで、自身の結果の客観性を高めていた。

次に、児童が実験結果を得た後、学級全体で結果を共有したところ、児童は、「空気を温めるとスポンジの玉が上に飛んだから、空気は上に行った」、「空気を温めるとスポンジの玉が飛んだから、空気は膨らんだ」など、類似した実験結果に対して異なる解釈を行っていた。これは、問いの視点が児童ごとに異なったことで、実験結果と予想や仮説の比較が児童ごとに異なっていたことと、児童同士での結果の確認が、予想や仮説が類似した児童間のみで行われていたことが原因である。そこで、実験結果が類似していても、解釈が異なることを受け入れられない児童が多くいたことから、実験方法の検討・改善の過程に戻ることを促した。まず、各々の実験結果を分類し、共通点や差異点に気付かせた。すると、児童が「空

気がすべての方向に動いていれば、すべての結果について説明できる」ことに気付いた。それを基に、児童の予想や仮説を見直し、検討・改善を行い、全員が「横や下方向でも同様の結果となるかどうか」を検証する実験を行った。実験後に、実験結果から、「閉じ込めた空気は温めると膨らむ」という結論を得ることができた。

実験④では、水の体積と温度の関係を調べた。ここでは空気の事象と水を比較し、空気の時と同様の事象が観察できるか実験を計画した。そして、実験を行って得られた結果を予想や仮説と比較した。結果が予想や仮説と異なる児童に対して、実験に不備はなかったかという点や、空気と水の共通点や差異点に注目させるようにしたところ、児童は実験方法や予想、仮説について検討し、それらを改善し、再実験を行っていた。これらの検討・改善の過程を、児童一人一人が実験結果に納得できるまで行っていた。

次に、児童が実験結果を得た後、全体で結果の共有をすると、相反する二つの結果が挙がった。これは、児童一人一人が他者と結果を共有する際、自身と同様の結果になった児童のみと結果を確認させていたことで、客観性が低かったことが原因であった。実際に自身とは異なる結果が挙がったことに児童は困惑していたため、実験方法の検討・改善を促す発問をした。すると、児童からは、実験方法がそろっていない旨の発言や、予想や仮説を見直すなどの発言が挙がった。そして、児童の多くが自身の実験を振り返っていたため、再実験の必要があるか問いかけると、「もう一度実験をして、確かめてからがよい」という意見が挙がった。実験方法の改善について尋ねると、温める前の基準の位置を確認したり、温める時間を統一したりする方法が挙げられた。これらを基に実験方法を改善し、再実験をすると、すべての班で同じ結果が出た。このことを通して、「水の体積は温めると大きくなる」という結論を導き出すことができた（図5）。

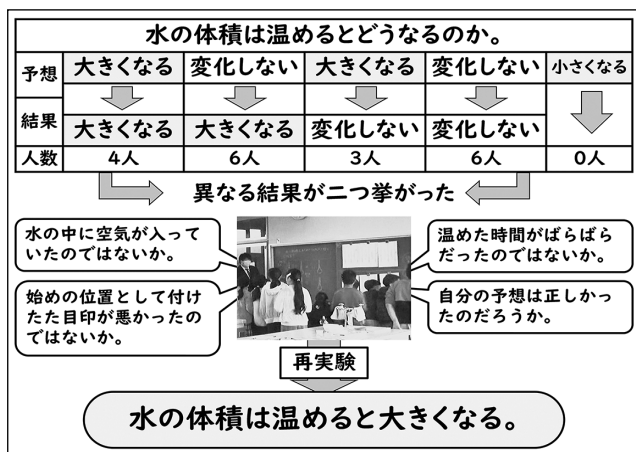


図5 学級Aの再実験までの流れ

### III 研究のまとめ

#### 1 研究の検証

授業実践Iと授業実践IIで行った考察の記述のうち、「実験の結果について」と「実験結果から分かること」の二つについて注目した。児童Cは、授業実践Iにおいて、実験結果についての事実のみ記述していたが、授業実践IIでは、事実に加え、そこから分かる解釈についても記述できるようになった。このように、児童が問いの視点を基に課題を設定し、実験結果と向き合ったことで、考察の内容が問題に迫っているものに変容していることが確認できた（図6）。

	児童A	児童B	児童C
授業実践Iの考察 (実験① 乾電池の向きと電流の向き)	すごく回っていて、いりよく強い。	乾電池を2本にしたから、モーターは速く回った。	(乾電池の+極を左側に繋ぐ図での記入)プロペラは時計回りで回った。 (乾電池の+極を右側に繋ぐ図で記入)プロペラは反時計回りで回った。
授業実践IIの考察 (実験③ 空気の体積と温度の関係)	温めると、(空気の)体積が変わる。	空気を温めると膨らむ。冷やすと縮む。	温めると、ゼリーが下から上へ押されたから、空気の体積は大きくなる。 冷やすと、ゼリーが上から下へもどったから、空気の体積は小さくなる。

実験結果について: 下部破線 実験結果から分かること: 上部破線

図6 具体的な考察の変容

この項目をそれぞれ1点として点数化を行ったところ、授業実践Iから授業実践IIにかけて、その平均点が有意に上昇したことが分かった（図7）。二つの手立てによって、実験結果を自分のものとして捉え、それを基に考察する力が高まったと言える。

	授業実践I	授業実践II	有意差	効果量
記述の平均点	0.39	0.85	有 ( $p < .05$ )	大 ( $d = 0.81$ )

図7 考察についての検証

#### 2 成果と課題

##### (1) 研究の成果

児童が問題につながる見通しをもつための自由試行を行い、実験方法を立案したり実験結果を予想や仮説と比較したりする場を工夫することで、児童の考察に関する記述の内容が変容した。以上のことから、問いの視点をもつことや、実験方法を検討・改善することで、実験結果を基に考察する力が高まったと言える。

##### (2) 今後の課題

実験結果を全体で共有する際、児童から複数の結果が挙がったのは、その前の場面で自身と類似した予想や仮説、結果をもつ児童のみで確認し合っていたからと考えられる。今後は、自身の予想や仮説、結果とは異なる児童とも意図的に交流させるなど、共有のさせ方の工夫を行うことで、より実験結果を基に考察する力が高まっていくだろう。