

実験結果を基に考察する力を育む小学校理科学習指導（第二年次）

－自由試行から問題を見いだす活動の充実を通して－

長期研究員 後藤 太成

《研究の要旨》

本研究では、小学校理科において、児童の実験結果を基に考察する力を育むことを目指した。そのためにまず、自由試行の場を工夫することで、児童が多様な気づきを得ることができるようにした。次に、共有と試行活動を繰り返し、児童が得た気づきを集約していくことで、児童が解決したい問題を見いだすことができるようにした。すると、児童は自ら解決したい問題を見いだすことができ、その結果、実験結果を基に考察する力が高まった。

I 研究の趣旨

令和4年度全国学力・学習状況調査小学校理科では、実験で得た結果を分析して解釈し、児童一人一人が自分の考えをもち、その内容を記述できるかを問う問題が出題された。しかし、この問題の正答率は、他の設問と比較して、特に低い結果であった。また、本調査を基にした福島県教育委員会による「令和4年度授業改善グランドデザイン」には、授業改善のポイントが挙げられており、問題を見いだし、主体的に追究していくことや、繰り返し自然の事物・現象に関わる実体験ができる場を意図的に設定することが示されている。これらのことから、問題を見いだし、主体的に追究し、繰り返し自然の事物・現象と関わるができる授業や、得られた結果を分析して解釈し、児童一人一人が自分の考えをもって考察する授業への変革が求められていると言える。

第一年次研究では、「実験結果を基に考察する力」を「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」と定義し、その力の育成を目指した。そのために、自然の事物・現象の性質や規則性に迫る見通しをもつための自由試行を行って問題を設定した。その後、実験の検討・改善^{※1}を行って、実験で得た結果を基に、考察を行った。その結果、実験結果を分析して解釈し、自分の考えを記述して考察することができる児童が増えた。一方、自身の実験結果に疑問をもたせることができず、それ以上検討・改善に取り組めない児童が見られ、実験結果を自分のものとして捉えることに課題が残った。これは、自由試行の際、児童が自然の事物・現象と十分関わるができなかったため、児童が解決したいと思う問題を見いだすことができなかったことが原因であると推察される。

これらを踏まえ、第二年次研究では、「実験結果を基に考察する力」を、「児童自ら問題^{※2}を見いだし、得られた実験結果を基に考察する力」と再定義し、児童が解決したい問題を見いだすまでの活動に焦点を当てて研究を

進める。まず、自由試行を、「自然の事物・現象との出会いの場において、児童の希望を優先し、自由に関わる活動（以下、自由試行）」と捉え直し、児童が多様な気づきを得ることができるようにする。次に、児童が得た気づきを繰り返し共有し、集約していくことで、児童が解決したい問題を見いだすことができるようにする。このように、自由試行を起点とした問題を見いだす活動を充実させることで、実験結果を基に考察する力を高めていく。

- ※1 本研究における実験の検討とは、「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活動」とする。また、実験の改善とは、「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活動」とする。
- ※2 本研究における問題とは、「自然の事物・現象の性質や規則性に着目したことで、解決の方向性が明確になったもの」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、児童が解決したい問題を見いだすことができれば、実験結果を基に考察する力を育むことができるだろう（図1）。

【手立て1】自然の事物・現象から気づきを引き出すための自由試行の場の工夫

【手立て2】気づきを集約し、問題を見いだすための工夫

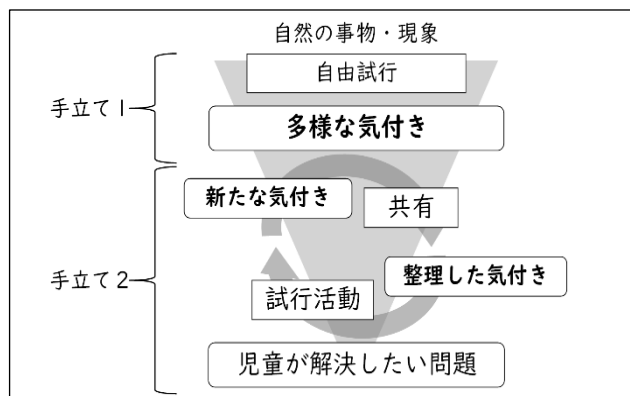


図1 問題を見いだすまでの活動と手立ての関係

2 研究の内容

(1)【手立て1】自然の事物・現象から気付きを引き出すための自由試行の場の工夫

自然の事物・現象との出会いの場面において、児童が多様な気付きを得られるように、自由試行をする環境を整える。具体的には、児童の希望に合わせて、繰り返し自由試行を行うことができるような教材・教具を準備する。そうすることで、様々な道具や条件を組み合わせた自由な発想を基に、多様な気付きを得ることができるようにする。

(2)【手立て2】気付きを集約し、問題を見いだすための工夫

児童が解決したい問題を見いだすことができるように、まず、自由試行で得た多様な気付きを全体で共有し、整理する。次に、整理した気付きを基に、さらに自然の事物・現象に働きかけ、新たな気付きを得る活動（以下、試行活動）を行う。これらの活動を繰り返すことで、自由試行と試行活動から得た気付きを集約していき、児童が解決したい問題を見いだすことができるようにする。

3 研究の実際

対象児童 第3学年 69名（2学級）
授業実践Ⅰ 「風とゴムのはたらき」（9時間）
授業実践Ⅱ 「太陽 かげと光」（14時間）

本稿では、授業実践Ⅰを述べる。また、【手立て2】については、三つの場面に分けて述べる（図2）。

場面	活動内容
手立て1 自由試行	自由な発想を基にゴムに働きかけ、多様な気付きを得る
手立て2 共有① 試行活動①	自由試行の多様な気付きを整理する ゴムの力の働きに注目して、気付きを得る
共有② 試行活動②	試行活動①の新たな気付きを整理する ゴムの力の働きに影響する条件に注目して、気付きを得る
共有③ 問題を見いだす	試行活動②の新たな気付きを整理する ゴムの力の働きに影響する条件を一つに絞り、問題を見いだす

図2 実践Ⅰにおける手立てと内容

(1)【手立て1】について

児童が試行活動を繰り返す中で、量的・関係的な見方や比較の考え方を働かせながら気付きを得ることができるように、自由試行をする環境を整えた。具体的には、児童が初めに使用するゴムの大きさと太さを基準とし、この基準と比べて大きさが異なるゴムと太さが異なるゴムをそれぞれ2種類ずつ準備した。そうすることで、大きさや伸ばす長さ、太さが変わったときの、伸びたゴムが元に戻ろうとする力（以下、ゴムの力）の働きについて比較できるようにした。また、5種類のゴムを約300本ずつ準備することで、本数が変わったときのゴムの力

の働きについても比較できるようにした（図3）。

違い	種類	ゴムの大きさ	ゴムの太さ	本数
基準	ゴムA	60mm	1.1mm	約300本 ずつ
大きさ	ゴムB	25mm	1.1mm	
	ゴムC	35mm	1.1mm	
太さ	ゴムD	60mm	3mm	
	ゴムE	60mm	6mm	

図3 準備したゴムの種類

自由試行の場面では、ゴムAやゴムD、ゴムEをそれぞれ指にひっかけ、腕に沿って伸ばし、体育館の天井へ向かってゴムを飛ばす児童Aの姿が見られた。また、ゴムEを数本まとめたものを両手で引っ張り、その手ごたえを感じる児童Bの姿が見られた。さらに、自由試行を行っている児童からは、「細いゴムは伸ばすのが楽だな」や、「伸ばしたゴムが手のひらに当たると痛いな」などのつぶやきもあり、多様な気付きを得ている姿が見取れた。

(2)【手立て2】について

① 共有①と試行活動①の場面

共有①では、自由試行で得た多様な気付きを共有した。児童Aは、「腕に沿わせたゴムをたくさん伸ばすと、天井までゴムを飛ばすことができる」、児童Bは、「太いゴムは硬いが、本数を増やすとさらに硬くなって伸ばしにくくなる」といった、ゴムの力の働きについての気付きを発言した。また、ある児童は、「ゴムは当たると痛い」という気付きを発言した。そこで、自由試行で得た気付きが、ゴムの力の働きに関係していることを捉えることができるように、共有した気付きの差異点と共通点に注目するように促した。すると、「ゴムの飛び方や伸ばすときに必要な力が変わったのは、使ったゴムの種類や本数が違うから」と、使用したゴムの種類や本数に差異点を見いだした。また、多くの気付きが、「ゴムを伸ばしたときや、戻ったときのことだ」と、ゴムの力の働きに関係しているといった共通点も見いだした（図4）。

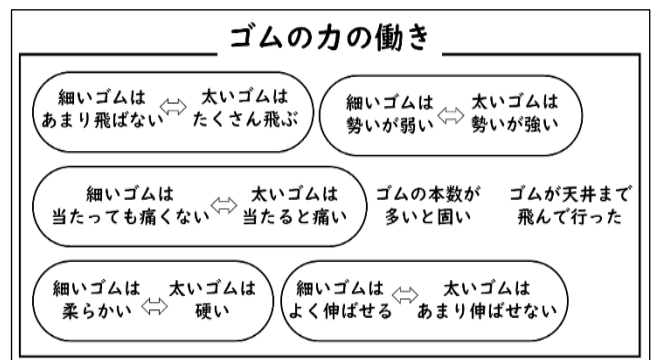


図4 共有①での気付きの整理

試行活動①では、ゴムの力の働きと車の進み方を比較できるように、ゴムの力で動く車を用いて活動を行った。初めに、車が安定して動くように確認してから、試行活動①を行った。すると、より遠くまで車を動かそうとしている児童の姿が見られた。その児童は、整理した気付きを基に、ゴムの種類や本数を変えて、車を遠くまで動かそうとしており、ゴムの力の働きに影響する条件（以下、条件）に注目した気付きを得ていることが見取れた。

② 共有②と試行活動②の場面

共有②では、試行活動①の気付きを共有した。児童たちは、「よく引っ張ったゴムがよく進む」や、「あまり引っ張らないゴムがよく進む」などといった、相反する気付きを発言した。この相反する気付きから、児童が条件と車の進み方の関係を見いだすことができるように、共有した気付きの共通点に注目するように促した。すると児童は、「車がよく進む」ということに共通点を見いだし、試行活動①の気付きが「車の進み方」についてのものであることを捉えた。また、相反する気付きの中から、「ゴムを伸ばした長さ」、「ゴムの太さ」、「ゴムの本数」という三つの条件を見いだし、それらと車の進み方に関係があるということを、図5のように児童と共に整理した。

車 の 進 み 方	車 の 進 み 方	ゴムを伸ばした長さ	ギュをたくさん引っ張る方がよく進む ギュをあまり引っ張らない方がよく進む
	車 の 進 み 方	ゴムの太さ	太いギュを使った方がよく進む 細いギュを使った方がよく進む
	車 の 進 み 方	ゴムの本数	ギュの本数が多い方がよく進む ギュの本数が少ない方がよく進む

図5 共有②での気付きの整理

共有②で整理した気付きが、相反するものであったのは、試行活動①の際、太さの異なるゴムを用い、ゴムを伸ばした長さを変えて、車を走らせるなど、条件を複数変えていたことが原因であると推察される。このことを踏まえ、試行活動②では、条件を一つだけ変えた時の、車の進み方についての気付きを得ることができるように、距離の異なる3か所のゴールを設定し、それぞれのゴールに車を停止させる活動を行った。すると、共有②で整理した気付きを基に、ゴムの伸ばす長さやゴムの太さ、本数といった条件を変えることで、車を3か所のゴールに停止させようとする姿が見られた。また、ゴムの種類を変えず、伸ばす長さのみを変えて、車を停止させようとする児童Cの姿も見られた。

③ 共有③と問題を見いだす場面

共有③では、初めに、3か所のゴールに停止させることができた児童Cの気付きを共有した。児童Cは、「同じゴムを使って、ゴムを伸ばす長さを変えたら止められた」と発言した。また、他の児童からも、「太さの違うゴムに変えたらできた」や、「ゴムの本数を変えたらできた」など、条件を一つだけ変えたことで得られた気付きについての発言があった。次に、3か所のゴールに停止させることができなかった児童の気付きを共有した。しかし、「3か所のゴールに停めたい」という思いを表出しただけで、気付きの発言はなかった。そこで、すべての児童が一つの条件と車の進み方に着目することができるように、「全員が3か所に車を停止させるようにするには、何と何の関係を調べればよいか」と発問した。すると、「ゴムを伸ばした長さを変えて、車の進み方を調べたい」といった「ゴムを伸ばした長さ」と車の進み方に着目した発言があった。この発言がきっかけとなり、「ゴムを伸ばした長さ」以外の条件と車の進み方にも着目した発言も生まれた。これらの発言を基に、試行活動②の新たな気付きを整理したところ、児童が解決したい問題を三つ見いだすことができた（図6）。

1 ギュを伸ばした長さを変えると、車の進み方はどのように変わるかな
2 ギュの太さを変えると、車の進み方はどのように変わるかな
3 ギュの本数を変えると、車の進み方はどのように変わるかな

図6 児童が見いだした三つの解決したい問題

Ⅲ 研究のまとめ

1 検証と考察

(1) 児童が解決したい問題を見いだした後の児童の様子

ここでは、自由試行から問題を見いだす活動の充実と、実験結果を基に考察する力がどのように関わっていたかを児童の姿を基に検証する。そのため、授業実践Iで見られた、児童が解決したい問題を見いだした後の児童の様子について述べる。

① 実験の検討・改善をする場面

ここでは、授業実践Iの共有③と問題を見いだす場面の後に行った、実験の検討・改善をする場面で見られた、あるグループの様子について述べる（図7）。この場面で教師は、三つの解決したい問題の中から、図6-1の問題を解決するための実験を行うように指示した。

図7のグループは、指示された問題の実験を複数回行った。しかし、実験結果にずれが生じてしまい、再実験を行おうとしていた。そこで、図7の下線部のように再実験を行おうとした理由を問うた。すると、C3の発言をきっかけに、実験を繰り返すことで、納得できる実験

C1：もう1回測ってみよう。
 C2：確かに、もう1回やってみれば分かるね。
 T：どうしても1回測ろうと思ったの。
 C2：ゴムを10cm伸ばした実験を2回やったら、車の進んだ長さが70cmも違ってしまって。70cmも違うのは変な感じがして、どちらかの結果が間違っていたかもしれないと思いました。
 C3：もう1回測ったら、どちらかに近い結果になると思うから、それをして確かめてみようと思います。
 C1：何回かやって同じような結果になれば、間違いないさそうだしね。
 C2：何回もやるのが大事だね。

図7 主体的に検討・改善をする様子

結果を得ることができるといった、再実験を行う必要性を見いだしている姿が見られた。

② 児童が実験結果を基に考察する場面

ここでは、実験の検討・改善した後に行った考察の場面について述べる。児童Dは、「5cmのばすと少し進む、10cmふつうに進む、15cmだとかなり進む」と、実験結果の事実のみを記述していた。児童Eは、「(ゴムの伸ばし方が)長いほど、(車は)遠くへいく」と、実験結果を分析し解釈したことのみを記述していた。児童Fは、「5cmで2mくらい、10cmで7mくらい、15cmで10mくらい(車が進むこと)が分かったし、(ゴムの伸ばし方が)大きくなっていくにつれてだんだん(車の進み方が)大きくなるのが分かりました」と実験結果の事実に加え、事実を分析して解釈したことも記述していた。

(2) 実験結果を基に考察する力の変容

① 児童の記述から

実験結果を基に考察する力が、どのように変容していったかについて述べる。そのため、授業実践Ⅰで行った考察の記述(4時目)と、授業実践Ⅱで行った考察の記述(13時目)を分析した^{*3}。そして、先述の児童F、児童G、児童Hの記述を参考に、記述内容を三つに分類し、それぞれ点数化した(図8)。

記述内容	具体例	点数
実験結果の事実と 実験結果を分析した解釈	<u>5cmで2mくらい、10cmで7mくらい、15cmで10mくらい(車が進むこと)が分かったし、(ゴムの伸ばし方が)大きくなっていくにつれてだんだん(車の進み方が)大きくなるのが分かりました</u>	2点
実験結果の事実のみ	<u>5cmのばすと少し進む、10cmふつうに進む、15cmだとかなり進む</u>	1点
実験結果を分析した 解釈のみ	<u>「(ゴムの伸ばし方が)長いほど、(車は)遠くへいく」</u>	1点

下線：実験結果の事実 点線：実験結果を分析した解釈

図8 考察の記述内容の分類と点数

児童Gは、授業実践Ⅰで、実験結果から気付いたことを記述するだけで、事実と解釈を述べるができなかったが、授業実践Ⅱでは、実験結果の事実について記述していた。つまり、0点から1点に記述内容が変容した。また、児童Hは、授業実践Ⅰで、実験結果の事実のみ記述することができていたが、授業実践Ⅱでは、実験結果

の事実に加え、実験結果を分析して解釈したことも記述していた。つまり、1点から2点に記述内容が変容した(図9)。

また、学年全体の記述内容を分析すると、授業実践Ⅰで行った考察の記述の平均点は0.35点であるのに対し、授業実践Ⅱで行った考察の記述の平均点は1.09点であり、平均点に有意な上昇が見られた($p < .05$)。

※3 授業実践Ⅰ(4時目)は「風の強さを変えると、車の進む距離はどのように変わるかな」という問題に対し、「風の強さを強くすると、車の進む距離も長くなる」という実験結果が得られた。また授業実践Ⅱ(13時目)は「電球の光を鏡ではね返して集めると、集めたところの温度はどのように変わるのかな」という問題に対し、「電球の光を鏡ではね返して集めても、集めたところの温度はほぼ変わらない」という実験結果が得られた。

	児童G		児童H	
授業実践Ⅰ (4時目)	みんなのとくらべてみると、 (サーキュレーター風の風)「よわい」と「ふつう」(の結果)がざやくのように思っはん がありました。	0点	<u>よわいふつうつよいで長さ がらがう</u>	1点
授業実践Ⅱ (13時目)	<u>温度計の温度はずっと20℃から 変わらないけど明るさは1枚 ごとに明るくなる</u> ことが分かつ た。	1点	ライトの近くに手をかざすと 温かい。だけど遠くから だったら温かさが分らない から各班もよがらないで温度 <u>が変わらない。</u>	2点

下線：実験結果の事実 点線：実験結果を分析した解釈

下線：実験結果の事実 点線：実験結果を分析した解釈

図9 考察の記述内容の変容

② 評価テストから

授業実践Ⅰ終了後及び授業実践Ⅱ終了後に、市販の評価テストを行った。その中で、実験結果を基にした考察に関わる設問における平均点の変容を検証した。授業実践Ⅰ終了後の平均点は14.5点であるのに対し、授業実践Ⅱ終了後の平均点は、18.6点であり、平均点に有意な上昇が見られた($p < .05$)。

2 成果と課題

(1) 研究の成果

自由試行の場の工夫をしたことで、児童は自由な発想を基に、多様な気づきを得ることができた。また、共有と試行活動を繰り返し、気づきを集約したことで、児童が解決したい問題を見いだすことができた。その結果、実験結果の事実や、実験結果を分析して解釈したことを考察に記述する児童が増加した。これらのことから、問題を見いだす活動の充実によって、実験結果を基に考察する力が高まった。

(2) 今後の課題

児童が解決したい問題を複数見いだした後、教師が問題を一つに絞ってしまい、実験の場面で教師が絞ったものではない問題に取り組む児童の姿が見られた。このことから、自由に児童が問題を選択して、解決したい問題に取り組み、それぞれの考察を一つにまとめるなど、児童が問題を見いだした後の過程を工夫する必要がある。