

## [理 科]

## 実感し、学び合い、新たな思考を創造する理科学習

- 4年生「空気と水のひみつ」の実践をとおして -

湯本すみれ\*

## 1 はじめに～研究の目的～

新学習指導要領では、目標の中で『実感を伴った理解<sup>1)</sup>』という文言が明記された。私は、理科の学習には、自然の事物・現象との出会いに始まり、観察や実験を通して発見や驚きをもち、「新たな考えを創造する」おもしろさがあると考え。そのおもしろさを「実感」し、科学的思考をもって「理解」できる理科学習を目指す。

新学習指導要領解説理科編によれば、これからの理科指導は、「自然の事物・現象とのかかわり、科学的なかわり、生活とのかかわりを重視することにより、問題解決の能力や自然を愛する心情を育て、実感を伴った理解をはかり、科学的な見方や考え方もつことができるようにする<sup>2)</sup>」とある。私は、これらの「かわり」に「児童同士のかかわり」を加えることで、児童の「学び合い」が成立すると考える。「学び合い」を取り入れることで児童の思考を高め、共に課題を追求するおもしろさを実感させていくことが大切である。このような「学び合い」を理科学習の中に取り入れることを目指す。

以上のことから、「実感し、学びあひ、新たな思考を創造する理科学習」を目指す。

具体的には、以下の児童の姿を目指す。

- ① 観察や実験に興味をもって取り組み、気付きや疑問をもとに課題を追求しようとする姿。
- ② 活動や実験、観察を積み重ねることで自分の考えをもち、それを表現する姿。
- ③ 友達とかかわって考えを深め、課題を解決し、科学的思考を高める姿。

## 2 研究仮説

問題解決したくなるような対象・課題との出会いや、試行錯誤しながらじっくり観察する対象とのかかわり、考えや表現を交流する仲間とのかかわりを取り入れることによって、児童が新たな科学的思考を創造することができる。

## 3 研究の内容と方法

## (1) 対象

実施時期 2008年7月 男15名 女15名 全8時間

## (2) 研究内容

## ① 問題解決したくなるような対象や課題との出会い（提示）の工夫

児童の知的好奇心を引き出す魅力的な対象や課題提示は、学習が成立するための重要な要素である。私は、課題設定において次の2点を工夫し、単元を構成した。

1点目は、「視点をもたせた遊びを取り入れること」である。ただ道具で遊ぶのではなく、「閉じ込めた空気には、どんな力があるのか」等の視点を与えて活動に取り組みさせた。遊びを通して学習を深めようとしたものである。

2点目は、「空気鉄砲で遊ぶ」活動を十分に行わせることである。この活動の良さは、「もっとよく飛ばしたい」という児童の欲求と、「よく飛ぶのはなぜか」という課題追究の視点をもつことが一致していることである。また、空気鉄砲で十分に遊んだのち、自分で空気鉄砲を「作る」活動を計画した。「遊ぶ」、「作る」活動の関連により、対象と深くかかわって空気の性質を捉えられることをねらった。

---

\* 新潟市立桜が丘小学校

② 対象とかかわって試行錯誤しながらじっくり観察していく活動

実感を伴った理解や表現したくなるような思考をもつためには、対象と十分にかかわりながらじっくり観察させることが必要である。私は、以下の2点を工夫して観察を行わせた。

1点目は、「試行錯誤しながらの観察」である。本単元の中心は、「よく飛ぶ空気鉄砲を作る」ものづくりの活動である。この課題を追求するには、材料を試行錯誤して考えることが必要になってくる。このような対象とのかかわり方が、科学的思考を生み出す「実感を伴った理解」につながると考えた。

2点目は、「視点をもってじっくり観察すること」である。本単元では、既習事項をもとに「空気鉄砲を作る」活動を取り入れた。課題追求のために、児童は「よく飛ぶとはどういうことか」という視点や、「よく飛ぶには空気のどんな性質を利用すればよいか」という視点をもつ。よって、空気の性質に視点を絞った観察が可能となる。この、ものづくりや観察を通し、空気の性質を実感して理解することができると考えた。

③ 互いの考えをかかわらせ、表現しあい、話し合うことで、科学的な結論を導き出す活動

互いの考えをかかわらせたり表現し合ったりする「学び合いのよさ」は、「一人では達成できなかったことが、友達と話し合えばできる」という点にある。「学び合いから新たな考えを創造する」ためには、この「よさ」を児童が実感できる話し合いの手立てが必要になってくる。私は、以下の2点を重視して話し合い活動を進めた。

1点目は、話し合いの形態を段階的に広げることである。話し合いの形態を段階的に広げることによって、一人一人の考えが共通認識され、議論されるようになり、「相手意識」の広がりが生まれる。この「広がり」によって、児童が自分たちの話し合いの総合として最終的に科学的な結論や新たな考え生み出すことを目指した。

2点目は、KJ法的手法によって考えをまとめることである。科学的な結論や新たな考えを導き出すには、一人一人の考えを引き出して話し合いを深めることが大切である。その手段として、付箋紙を利用したKJ法的手法を用いて話し合いを進めさせる。本単元では、空気鉄砲を作る活動後の話し合いに、この手法を用いた。

(3) 検証方法

- 研究内容① ・視点をもたせた遊びやものづくりの体験を通して、自分の気付きをもち、図や言葉で表現している。
- 研究内容② ・対象をじっくり観察したり友達とかかわったりしたことを元に、空気や水の科学的性質に迫る発言や記述がある。
- 研究内容③ ・自分の考えを図や言葉で表現することができ、KJ法的手法による話し合いにおいて、それらをグルーピングすることができる。
- ・班で話し合ったことを全体で議論し、結論を導き出すことができる。

4 指導計画

次	時	○ 学習活動      □ 課題      ・教師の働きかけ	研究内容との関連
一次 5時間	1	○ 身近な物を使って、閉じ込めた空気で遊ぶ。 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">目に見えない空気を見たり感じたりしよう。</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・空気を見たり感じたりするには、どうすればいいかな。</li> <li>・空気を閉じ込めて遊べる身近な物には、どんな物があるかな。</li> </ul>	①身近な物を使った遊びの体験からの気付き
	2	○ 遊びを通し、閉じ込めた空気について調べる。 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">閉じ込められた空気を圧すと、どんな感じがするだろうか。</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・「空気のひみつ」を使って、何かおもしろいことができそうかな。</li> </ul>	①視点をもちた遊びの活動からの気付き
	3	○ 空気鉄砲で遊ぶ <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">玉が「よく飛ぶ」ときは、どういうときですか。</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・他の材料だったらどうだろう。</li> </ul>	①視点をもちた遊びの活動からの気付き
	4	○ 空気鉄砲で遊んだときの観察による気付きを活用して、空気鉄砲を作る。 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">材料を工夫して、よく飛ぶ空気鉄砲を作ろう！</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・作ってみて、うまくいったときの工夫、うまくいかなかったこと、分かったことや疑問を付箋紙に書きましょう。</li> </ul>	②対象とかかわって試行錯誤しながらじっくり観察していくこと ③自分の考えを付箋紙に書いて表現すること

	5	○ 友だちと話し合っ「よく飛ぶ空気鉄砲のひみつ」を考える。 付箋紙に書いたことをグループ分けして「よく飛ぶ空気鉄砲のひみつ」を考えよう。	③互いの考えをかかわらせ、表現しあう話し合い
二次 2時間	1	○ 空気と水を比べながら、どちらが縮められるか調べる。 空気と水、どちらが縮むのだろうか。	②科学的な数値と比較対象実験による観察
	2	○ 空気と水を一緒に縮めたらどうなるか調べる。 空気と水を一緒に縮めるとどうなるか調べよう。 ・なぜ、空気だけ縮んだのでしょうか。	②実験結果とそれまでの経験や気付きを関連付けながら観察すること
三次 1時間	1	○ 身の周りにおける空気や水の性質を利用した道具の仕組みを調べる。 空気と水の性質を利用した道具を集めて使ってみよう。	②学んだことを身近な生活の中で実感すること

## 5 指導の実際

### (1) 研究内容①「問題解決したくなるような対象や課題との出会い（提示）の工夫」について

〔視点をもたせた遊びによって得た実感を言葉に表現する児童の姿〕

単元の導入では、空気の実感を、性質に気付かせることをねらいとして、身の回りのものを使った遊びの活動を行った。「空気を見るにはどうすればいいか。」という視点をもたせて、水槽やペットボトル、ピン、空気入れのポンプを使わせ、空気の実感を目で見る遊びをした。

初め、児童は教師の見せた方法を真似て遊んでいた。次第に、他の班の様子を見たり聞いたりしながら、様々な遊び方を発見していった。学習後のふり返り（本学級では「キラリマーク」と呼ぶ。）では、具体的な気付きのあるノート記述が30人中19人見られた。具体的な記述ではない児童も、何かしらの記述が見られた。学級の全員が、言葉や気付きの程度はどうか、授業のふり返りを自由な図や言葉で表現することができた。

<p>T：空気は目に見えますか。見えないと思いますか。 C：空気は透明だから目に見えないと思います。 C：でも空気はそこら中にあるよ。 C：空気があるのは分かるけど、見たことないし、さわったこともない。 C：風が吹くと空気が分かる。 C：お風呂の中とか、水の中で泡が出る時は見えるよ。 T：今日は、「空気を見る」遊びをしましょう。（水槽の中で気泡を出す遊びを見せる。） C：水の中で泡が出た！空気だ！見れた！ C：ポンプを使うと、水槽に入れたピンの中に空気が入って水がなくなるよ。空気を集められた！ C：上も下も開いているもの（ろうと）は、空気を集められない。</p>	<p>「キラリマーク」の例</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・空気の入っているものは、ぶくぶくいう。</li> <li>・ジャボジャボと音がした。</li> <li>・空気は地球のすみずみにある。</li> <li>・考えたらくさん空気を見る方法があった。</li> <li>・ポンプを水の入ったビンの中に入れて押すとビンの中に空気が入った。</li> <li>・ポンプでビンの中に空気をとった。</li> <li>・なんでどこでも空気があるのか。</li> </ul>
--	--

〔それぞれの気付きをかかわらせて、空気の性質に迫る共通語を生み出す児童の姿〕

「空気は目に見ることができたが、触って感じることはできるか」という視点をもたせ、児童に家から「空気で遊べるもの」を持ってこさせた。ボールやゴム風船、ビーチボール、浮き輪などを持ってくる児童が見られた。中には、兄弟が「空気と水」の学習をした際に使ったという、空気鉄砲を持ってきた児童もいた。

活動しながら児童は「閉じ込められた空気」に注目していった。空気の性質に迫る言葉を全体で吟味し、「共通語」として単元を通して使用していくことになった。

活動後の「キラリマーク」では、20人の児童が、空気の性質（本単元では、

### 空気の性質に迫る共通語

- ・とじこめられた空気
- ・ちぢんだ空気
- ・うるちよる空気
- ・場所がせまい
- ・ぎゅうぎゅう空気
- ・空気くん「きつい！」
- ・空気くん「早く出たい！」
- ・空気くん「元にもどりたい！」

「空気のひみつ」と呼ぶ。)に迫る気付きを言葉で表現していた。多くの児童が、それぞれの実感を自分の言葉で表現することができた。

#### 「キラリマーク」の例

- ・空気をいっぱい入れれば入れるほど、かたくなって、よくはねる。
- ・空気は集まると、かたくなってちぢむ。
- ・ふうせんをわると、パンと大きな音が出て、それは、いっきに空気が出て、はじけるから。
- ・空気は、小さくなるほど、きつくなる。
- ・「空気くん」が少なければ、きつくない。多ければ、すごくきつい。
- ・ふうせんは、大きいほどかたくて、小さいほどやわらかかった。なぜだろう。

T: 空気を触って感じるには、どうすればいいと思いますか。  
 C: ボールや風船に空気を入れて閉じ込めると、触ることができる。  
 T: 空気を閉じ込めて押すと、どんな感じがしますか。  
 C: はねる感じ。  
 C: パンパンに空気を入れて押すと、固い感じがする。  
 C: 押すと元にもどろうとしてくる感じがする。  
 C: きっと、うろちょろしていた空気が、閉じ込められたからだ。  
 T: 閉じ込められていない空気は、「うろちょろ空気」なんだね。じゃあ、閉じ込められた空気は？(空気が十分入ったボールを示して)  
 C: ぎゅうぎゅう空気だ。  
 C: 中の空気君が、閉じ込められて押されると外に出ようとするからだと思う。  
 T: 空気君って何ですか。  
 C: 空気の粒のこと。  
 C: 空気君は、押されると「きつい!」「早く出たい!」「元にもどりたい!」っていう気持ちになる。

#### (2) 研究内容②「対象や仲間とかかわって試行錯誤しながらじっくり観察していく活動」について

〔材料を様々に試し、工夫して、友達とかかわりながら空気鉄砲を作る児童の姿〕

#### 「玉がよく飛ぶとき」

- ・いい音がする。・玉が遠くまで飛ぶ。
- ・玉が勢いよく飛ぶ。
- ・空気鉄砲の玉は、閉じ込めた空気力で飛ぶ。
- ・閉じ込めた空気は、押し縮められ、押し返そうとする力で飛ぶ。

空気の性質に迫る遊びを十分に経験した後、自分で空気鉄砲を作る活動をした。前時の空気鉄砲遊びでは、「玉がよく飛ぶとき」として、左記のことが挙げられていた。

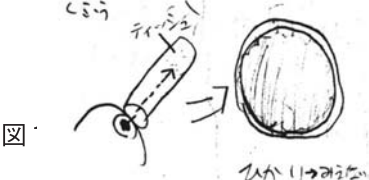


T: 材料を工夫して、空気鉄砲を作りましょう。  
 C: 空気を閉じ込めよう。  
 C: 空気を閉じ込めるために、ティッシュを玉にして詰めよう。  
 C: 筒の手前にも玉を詰めて、押し棒で押してみよう。  
 C: 全然飛ばないよ。  
 C: 新聞紙の玉も飛ばない。「ポン」といい音がしない。  
 C: 先生、水を使ってもいいですか。  
 T: いいですよ。どうして水を使うの?  
 C: 水でティッシュを濡らして詰めれば、もっと隙間を失くすことができるからです。  
 C: そうか! 隙間を失くせばいいんだ。  
 (他の児童も、ティッシュや新聞紙を水で濡らして筒に詰めるようになる。)  
 C: 「ポンッ!」飛んだ!!!先生、音がして飛びました!  
 C: やっぱり玉を水で濡らして隙間を失くすのが良かったんだ!  
 C: 水で濡らしたのに飛ばないよ。どうしてかな。  
 C: 光が見えないくらい、玉をぎゅうぎゅうに詰めるといいんだよ。  
 (他の児童も、筒を覗いて隙間を確認しながら玉を詰めるようになる。)  
 C: 飛んだ!!  
 (この後、次々と玉を飛ばすことに成功する児童が出てくる。)  
 C: もっと遠くに飛ばしたい。どうすればいいんだろう。  
 C: 押し棒を一気に押すといいよ。  
 C: 10マス飛んだ! (教室の板目で飛距離を記録しながら作っていた児童)  
 (この時間内では、30人中21人が玉を飛ばすことができた。)

児童に与えた材料は、筒と押し棒は共通のものにして、玉はティッシュと新聞紙から選択できるようにした。閉じ込められた空気の性質に気付かせるため、視点を「玉」に絞り、玉だけを選択できるようにしたためである。

この活動では、自然に児童同士の教えあいや情報交換が発生していた。席を自由に移動しながら児童同士がかかわる姿が見られた。

児童は、試行錯誤を繰り返す中で、互いの気付きや発言をもとにしながら、「空気を閉じ込めること」→「空気を閉じ込める玉の工夫」→「水でぬらして詰める」→「すきまなく詰める」→「いい音がして遠くまで勢いよく飛ばせば成功!」→「もっと飛ばすには、棒を一気に押す」という空気鉄砲作りの段階を学んでいった。

[空気鉄砲を作り、視点をもって気付いたことを記述する姿]

<p><u>うまくいった工夫</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ぬらしたティッシュを筒の先っぽと後ろにくっけると飛ぶ。</li> <li>・空気をもらさないようにする。</li> <li>・強くやると飛んだ。</li> <li>・Sさんが水をつけようと言ったから成功した!</li> <li>・わたしは、Kさんから、もっとすきまをなくすといいと教えてもらいました。</li> <li>・玉をつめて、光を見て、見えたらすきまがあるということ。</li> </ul>  <p>図</p>	<p><u>うまくいかなかったこと</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ティッシュ1枚では、ぜんぜん飛ばない。</li> <li>・玉が少しでもすきまがあると、飛ばない。わけは、とじこめられないからです。</li> <li>・最初にティッシュをぬらさないで飛ばしたら、飛ぶどころか、穴が開いた。</li> </ul> <p><u>分かったこと・疑問</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・飛ぶときは、ポン (ポン) という音がする。</li> <li>・水でぬらしたらなぜできるのか。</li> </ul>  <p>図2</p>  <p>図3</p>
---	---

空気鉄砲を作る活動後、30人中、全ての児童が何枚かの付箋紙に気づきを記述することができた。言葉だけでなく、図で表現した児童は21名いた。普段記述や図式が苦手な児童も生き生きと活動していた。

一方、児童の記述の傾向として、全体的に「工夫したこと」などの、手法的なことにに関するものが多かった。「分かったこと・疑問」のように、空気鉄砲の玉が飛ぶ仕組みを、空気の性質と関連させて説明するような、科学的根拠に基づく記述は少なかった。

(3) 研究内容③「互いの考えをかかわらせ、表現しあい、話し合うことで、科学的な結論を導き出す活動」について  
[友達と話し合いながら、付箋紙をグルーピングする姿]

一人一人が書いた付箋紙を、班の友達と話し合いながらグルーピングする活動を行った。付箋紙は、1つのグループにつき1枚の画用紙に貼り、上部に見出しを付けさせた。子どもたちは、熱心にグループ分けをしているように見えた。一方、見出しを決めるときには、話し合いが停滞している班もあった。見出しからは、空気鉄砲の科学的な原理を示す表現よりも、「玉の工夫」「棒の押し方」など、手法的なものがほとんどだった。

[グルーピングした付箋紙をさらにグルーピングする活動]

各班でグルーピングした画用紙を、全体で出し合い、さらにグルーピングする活動を行った。話し合いの段階を班から全体に広げ、「新たな科学的思考」を創造することがねらいだった。しかし、ねらいとした姿は見られず、話し合いは停滞した。グルーピングすることはできたが、それが空気鉄砲の飛ぶ原理につながるような「新たな科学的思考」に結びつく話し合いにはならなかった。



図4

## 6 考察

(1) 研究内容①「問題解決したくなるような対象や課題との出会い (提示) の工夫」について

研究内容①について見られた児童の姿から、「問題解決したくなるような対象や課題との出会い (提示) の工夫」により、児童の興味関心を高め、課題解決への意欲を高められたと考える。遊びやものづくりを通し、学級の多くの児童が自分なりの言葉や図で実感を表現することができた。児童のかかわりの中から、それぞれの実感を共通認識することもできた。学級の全員が活動に熱中する様子が見られた。具体的には、以下の点が有効だったと考える。

1点目は、対象として、児童の身近な視点と身の回りのものを利用したことである。単元導入で示した「身近な空気を目で見ると感じる」という経験や発想が児童の好奇心を高めさせた。また、「家から空気で遊ぶものを持ってくる」という投げかけも、自分から遊びの対象を見つけようとする点において、自発的に問題解決する意欲につながった。

2点目は、視点をもたせて遊ばせたことである。視点をもたせることで、児童は、遊びの中から疑問をもつことができた。その疑問を全体で共有したときに、次の課題へとつながっていき、児童の疑問と問題解決の流れを一致させることができた。

## (2) 研究内容②「対象や仲間とかかわって試行錯誤しながらじっくり観察していく活動」について

研究内容②について見られた児童の姿から、「対象や仲間とかかわって試行錯誤しながらじっくり観察していく活動」により、空気の性質について実感を伴った理解や表現したくなるような思考をもたせることができた。「かかわり」を通して児童が自然に学び合っていくことができた。具体的には、以下の点が有効だったと考える。

1点目は、空気鉄砲を作る活動の際、児童がそれぞれの発見を共有しながら進められるようにした点である。良い気付きや発言は、他の児童にも伝えた。席を自由に動きながら活動させたことで、様々な友達の工夫に触れる機会を与えた。また、「みんなで成功させよう」という課題意識を共有させることができた。

2点目は、試行錯誤を促す工夫である。空気鉄砲作りの材料で玉のみ選べるようにしたため、児童は玉の工夫に焦点を当てて試行錯誤することができた。教室の各所にテープで線を引き、玉を飛ばすコーナーを設けたことで、児童は試しながら作り、作りながら考えることができた。

3点目は、表現の方法である。付箋紙に書かせたことで、児童は自分の気付きや考えを整理しながら表現することができた。また、一人一人から多くの気付きや考えを引き出すことができたのは、「付箋紙に書く」方法が児童に合っていたからと考える。魅力的な対象との出会いや試行錯誤の楽しさにより、児童は「表現したい」という思いをもつことができた。その思いをスムーズに実現させるために、付箋紙に書かせる表現方法は適切であった。

## 7 課題

研究内容③「互いの考えをかかわらせ、表現しあい、話し合うことで、科学的な結論を導き出す活動」について、課題が残った。児童は、考えや気付きをもつことができ、表現することができた。友達と話し合っただけで考えをかかわらせることもできた。しかし、「空気鉄砲の玉が飛ぶ理由」という科学的な結論を自分たちで新たに創造するまでには至らなかった。課題意識や、「かかわり」、「実感を伴った理解」を十分に生かした話し合いを行えなかったため、最終的に科学的な結論を導き出すことができなかった。原因は、話し合いの手立てにあると考える。

話し合いの手立てとして取り入れたKJ法的手法は、考えを表現する手立てとしては有効だった。しかし、付箋紙に書かせた視点「うまくいったときの工夫」と、考えさせたい「空気鉄砲の玉が飛ぶ理由」という視点が、つながっていなかった。全体の話し合いの際、この二つをつなげる手立てが必要であった。もしくは、付箋紙に書かせる視点を、初めから「空気鉄砲の玉が飛ぶ理由」につながる具体的な発問で示すべきだった。

解決策として、一つは、班で付箋紙をグルーピングした後、「空気鉄砲の玉はなぜ飛ぶのか」という視点で班ごとに話し合ってから全体で話し合うことが考えられる。また、全体でグルーピングした際、現象について書かれたものと、原理について書かれたものに分けて提示するなど、板書の構成を工夫することも考えられる。

二つ目は、付箋紙に「何を書かせたいのか」ははっきり分かるよう発問することである。児童の発言から得た「共通語」には、「空気君」というものがあった。空気を粒子としてとらえ、空気君がどういう状態にあるのか考えさせながら授業を進めてきた。これを生かして発問するならば、「空気鉄砲の玉は誰が飛ばしているのか」、「空気鉄砲の中の空気君は、どうなっているか」といった、具体的に考えられるものが良い。

そして、原因の根幹にあるのは、児童の姿や問題意識、動きに正対して授業を進めることが弱かったことである。児童にとって話し合い活動が「話し合いたい」という必然のもとに行われるべきであった。それには、児童の問題意識に沿って話し合い活動を設定し、手立てを明確に示していく必要があった。今後は、そのことを意識しながら授業造りを進めていきたい。

## 参考文献

- 1) 文部科学省 「小学校 学習指導要領」 2008年 61pp
- 2) 文部科学省 「小学校 学習指導要領解説 理科編」 2008年
- 3) 文部科学省 「小学校学習指導要領解説 理科編」 1999年
- 3) 学校図書 「小学校理科4年 教師用指導書」2005年
- 4) 森本信也 著 「考え・表現する子どもを育む理科授業」 東洋館出版社 2007年