

就実大学教育学部初等教育学科  
令和2年度

# 卒業研究

題 目

0時における原体験教育の有用性

－第4学年『空気と水』の実践を通して－

学籍番号 5117020

氏 名 片山 政和

指導教員 福井 広和

## 目次

### 第1章 序論

1. 問題の所在
2. 背景
3. 研究仮説

### 第2章 文献調査

1. 学習指導要領での位置づけと目標
2. 歴代教科書における取り扱いの調査

### 第3章 教材研究

1. ペール缶を使った実験
  - 1) 目的および研究仮説
  - 2) 調査方法
  - 3) 問題を解決するための改善実験
2. 水ロケットを使った実験
  - 1) 目的および研究仮説
  - 2) 調査方法

### 第4章 授業実践

1. レディネス調査
2. 調査授業
3. 授業後ワークシート
  - 1) アンケート結果
  - 2) 原体験について学生の考え
  - 3) 教材の適否
4. 考察

### 第5章 改善案

1. 授業の改善
2. 学習指導案の改善
3. おわりに

## 第1章 序論

### 1. 問題の所在

私は小学生のときから外で遊ぶのがとても好きであった。外で遊ぶと、家にいる時よりもより多くのことを学び感じるが多かったと大人になって思い返すことが多々ある。例えば、なんで夕焼けは赤いのだろう、どうして影は伸びたり縮んだりするのだろう。たくさんの「なんでだろう」、「どうしてだろう」という疑問が自然に対して興味を持つきっかけにつながったのだと考える。こうした体験がもとになっているからこそ、授業で扱う自分の興味があるものや不思議に思ったことが解決できた時のことは今でもより鮮明に記憶できている。これに対し自分が直接体験していない内容や座学だけの授業では、印象に残っているものが少なく、はっきりと思い出すことが難しい。私は授業を行う上で直接体験を行うことでより興味を持たせることができ、主体的に学び、考えさせることができるのではないかと考える。

しかし今の子供たちはどうだろうか。自然や公園の減少、異常な高温、スマートフォンやゲームなどの普及により、外で遊ぶ機会が減ってきているのではないだろうか。子供たちの自然離れが進み、多様な原体験が減少していくことで、身の回りの事象に対する興味や疑問を持つ機会が減少し、理科の内容に対して主体的に学ぼうとする意欲が低下してきているのではないだろうか。

本研究では、実際に現代の子供たちの原体験が変容してきているのか、また、直接体験の不足した子供たちに従来の授業方法で理科学習が成立するのかを明らかにし、原体験の少ない子供でも主体的に意欲をもって学ぶことのできる理科授業の在り方について検討していきたい。

## 2. 背景

原体験を行うことによって学習に対してより興味や関心を持つことができるのではないかと考えたが、この方法が正しいか先人の取り組みを調べてみた。まず亀山は「幼児の原体験と両親の子どもの遊びに対する養育態度と関連性」において、次のように述べている<sup>1)</sup>。

原体験は触・嗅・味の基本感覚を少なくとも1つでも含む体験であり、継続的に体験しないと忘れてしまう視・聴覚と違い、1度でも体験すれば一生残る長期記憶にものである。

また、小林は「原体験を基盤とした化学的問題解決学習のモデル化に関する研究」において、次のように述べている<sup>2)</sup>。

実物を用いた観察や実験を通して、より深く理解することができるが、知識・理解や概念の定着だけでなく、好奇心や感性をはじめ意欲や直感等もっと根源的で重要な能力や態度の育成が期待できる。つまり、原体験の教育的定義の1つとして、理性をもたらす新皮質を支える動物的な脳である大脳辺縁系の鍛錬・育成を上げることができる。

このように私と同じように、原体験を行うことによって座学よりも印象に残る深い学習を行うことができる、と考えている研究者がいることが分かった。また、原体験の効果として子供たちが自然や科学に興味を持つきっかけになることや根源的な能力や態度を育成することも述べられていた。

さらに、平成24年に中央教育審議会が出した「今後の青少年の体験活動の推進について（答申）」では次のように書かれている<sup>3)</sup>。

幼少期から青年期まで多くの人とかかわりながら体験を積み重ねることにより「社会を生き抜く力」として必要となる基礎的な能力を養うという効果があり、社会で求められるコミュニケーション能力や自立心、主体性、協調性、チャレンジ精神、責任感、創造力、変化に対応する力、異なる他者と協働したりする能力等を育むためには、様々な体験活動が不可欠である。

このように幼少期からより多くの原体験活動を行わせることで、単に知識・理解や概念の定着だけではなく、「社会を生き抜く力」として必要となる基礎的な能力まで養うことができることが分かった。これは独立行政法人国立青少年教育振興機構（2011）「子どもの体験活動の事態に関する調査研究でも裏付けられている。

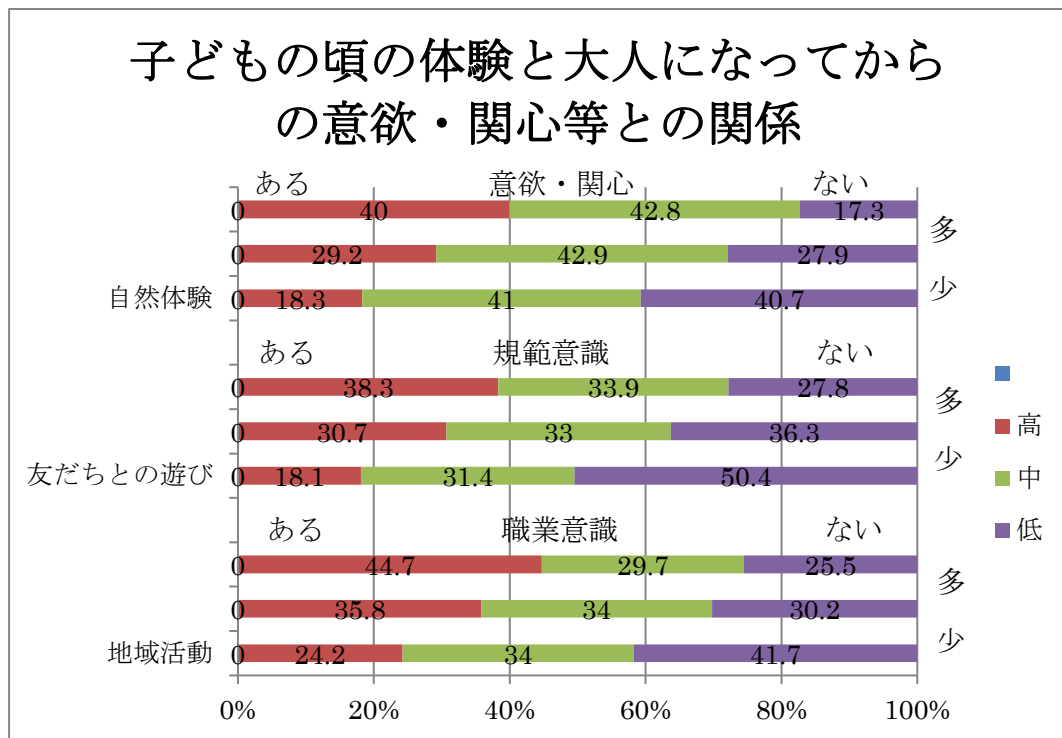


図 1. 独立行政法人国立青少年教育振興機構（2011）「子どもの体験活動の事態に関する調査研究（平成 22 年度調査）」をもとに片山が作成

図 1 から、子どもの時に子供の頃の体験が豊富な大人の方が体験活動が少ない子どもよりも意欲・感心や規律意識が高く、地域活動にも興味関心を持っており、社会を生き抜く力をも身に付けていることが分かる。

このように重要な幼少期の原体験であるが、問題の所在で述べたように最近の子供たちは体験活動が減少しているように感じる。内閣府が出した「平成 26 年版子ども・若者白書（全体版）」では次のように指摘されている。

学校以外の公的機関や民間団体が行う自然活動への小学生の参加率は、どの学年でもおおむね低下しており、特に小学 4～6 年生は平成 18（2006）年度から平成 24（2012）年度にかけて 10%ポイント以上低下している

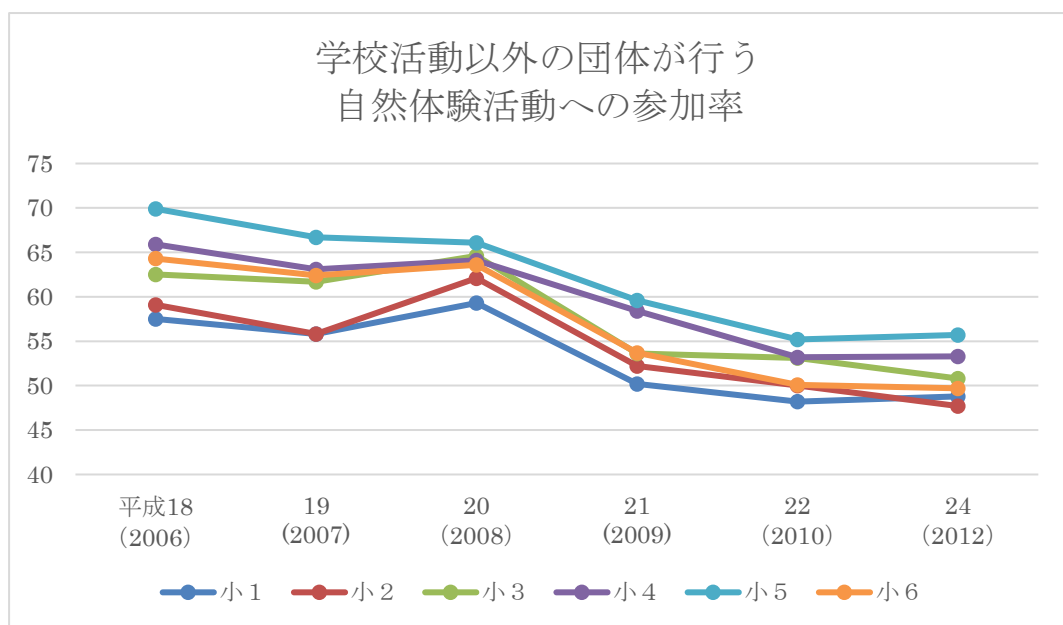


図 2. 独立行政法人国立青少年教育振興機構（2014）「青少年の体験活動等に関する実態調査（平成 24 年度調査）」をもとに片山が作成  
（注）平成 23 年度は調査が実施されていない。

このグラフからも、やはり体験活動を行っている児童の数は減少していることが分かる。また、同資料では「体験活動の機会を提供している国公立の青少年育成施設の数 は 1990 年代から横ばいで推移してきたが、平成 17 年（2005）年度以降大きく減少している。」と述べており、このような国公立の施設も減少傾向にあり、子供たちが自然体験を行える機会がますます減ってきていることが分かる。

つまり、理科の学習を行うにあたって、児童に座学や教科書だけの知識を植え付けるだけの授業を行うよりも、触・嗅・味の基本感覚を少なくとも 1 つでも含む体験や実物を用いた観察や実験を通じた授業を行うことの方が重要であることがわかる。また、昔に比べて現在では子供たちが体験活動を行う機会が減少していることから、学校で実施可能な「原体験を活用した授業」を開発していく必要があると考える。

以上から、確かな理解や知的好奇心をより高めるため、直接体験を行っていない児童にも興味を持ってもらえるような授業作りが必要であり、学校での授業の中で意図的に原体験活動を行い、知性や理性を養っていく必要があると私は考えた。

### 3. 研究仮説

前項では、今の子供たちは原体験が不足しており、直接体験を行っていない児童にも興味を持ってもらえるような授業作りが必要であり、学校での授業の中において意図的に原体験活動を行っていく必要性があることを述べた。

そこで本研究では、子供たちに原体験活動を行ってもらうために、一番身近に存在しており実感しにくい第4学年「とじこめた空気と水」の単元を扱い、子供が不思議に思う気持ちや考える力を育ませることによって、より深い学びを成立させることができるのか実践調査していこうと思う。研究仮説は以下の通りである。

1. 理科授業において、単元に入る前の0時の段階で原体験活動を行うことで、より深い学びを実現することができる。
2. 「とじこめた空気と水」の単元において、日常生活に根付いた身近な教材を体験することで、児童の本単元の学習に対する興味・関心を高めることができる。



## 第2章 文献調査

前章では、意図的に原体験活動を取り入れる授業作りを目標として第4学年「とじこめた空気と水」を取り上げることにした。本章ではこの単元に関する文献を調べることにより、課題を明らかにしたい。

### 1. 学習指導要領での位置づけと目標

平成29年3月発行小学校学習指導要領解説理科編<sup>5)</sup>によると、理科教育の内容は「A物質・エネルギー」と「B生命・地球」の二つに区分される。本研究で題材とする「空気と水の性質」の学習はこの「A物質・エネルギー」区分に該当する。本単元は「粒子」についての基本的概念のうちの「粒子の存在」に関わるものであり、第6学年「A(1)燃焼の仕組み」の学習につながるものである。また中学校第1学年「力と圧力」第2学年「物質のすがた」(イ)気体の発生と性質、第3学年「エネルギー」(ア)様々なエネルギーとその変換の学習につながるものである。これらのことから第4学年で行う「水と空気の性質」の学習は小学校高学年から中学校まで続く粒子概念の学習の導入段階として位置づけられるものであると考える。つまり身近な物質である空気についての学習の始まりである「水と空気の性質」の単元では、既習の内容や生活経験を基に、空気の性質や特徴を根拠のある予想や仮説を発想し、表現することができるようにすることが肝要である。

そこで、単元を扱う前に行う0時の際に空気の特徴や性質を体験活動によって実感させ、後の学習に対する基礎知識を理解させるとともに、物質やエネルギーの分野に対する学習意欲を高めることが重要であるのではないかと私は考える。

平成29年3月発行小学校学習指導要領解説理科編<sup>5)</sup>では、第5学年「水と空気の性質」の目標を次のように示している

空気と水の性質について、体積や押し返す力の変化に着目して、それらと圧す力とを関係付けて調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。

(ア) 閉じ込めた空気を圧すと、体積は小さくなるが、押し返す力は大きくなること。

(イ) 閉じ込めた空気は押し縮められるが、水は押し縮められないこと。

イ 空気と水の性質について追究する中で、既習の内容や生活経験基に、空気と水の体積や押し返す力の変化と圧す力との関係について、根拠のある予想や仮説を発想し、表現すること。

「空気」についての学習では、児童が見えない空気という物に着目し空気についての特徴や性質について多面的に調べる。そして活動を通して、空気の規則性についての理解を図り、観察、実験などに関する技能、知識を身に着けさせることを目標としている。また、これらの活動を行うことによって、主体的に問題解決をしようとする態度や、妥当な考え方を作り出す力を育成することも狙いとしている。

このように本単元では、ただ実験・観察などの技能を身に着け、知識理解にのみ終止するのではなく、空気が身の回りの生活に根付いていることを実感させ、理科に対する興味や関心を持たせることによって、さらなる実感を伴った理解や、学習意欲の向上につなげることが重要なのではないかと考えた。

## 2. 歴代教科書における取り扱いの調査

空気と水の単元に0時の段階で活動を導入するためには、まず空気と水の単元でどのような活動を行ってきたのか知る必要がある。

そこで、これまでの文部科学省検定教科書において空気と水の内容をどのように扱ってきたのかを、以下の43冊について調査した。

### 【調査対象】

1. 東京書籍『昭和49年度 新訂新しい理科1』
2. 東京書籍『昭和49年度 新訂新しい理科2』
3. 東京書籍『昭和49年度 新訂新しい理科3』
4. 東京書籍『昭和52年度 新編新しい理科1』
5. 東京書籍『昭和52年度 新編新しい理科2』
6. 東京書籍『昭和52年度 新編新しい理科3』
7. 東京書籍『昭和55年度 新しい理科1』
8. 東京書籍『昭和55年度 新しい理科2』
9. 東京書籍『昭和55年度 新しい理科3』
10. 東京書籍『昭和58年度 改訂新しい理科1』
11. 東京書籍『昭和58年度 改訂新しい理科2』
12. 東京書籍『昭和58年度 改訂新しい理科3』
13. 東京書籍『昭和61年度 新編新しい理科1』
14. 東京書籍『昭和61年度 新編新しい理科2』
15. 東京書籍『昭和61年度 新編新しい理科3』
16. 東京書籍『昭和64年度 新訂新しい理科1』
17. 東京書籍『昭和64年度 新訂新しい理科2』
18. 東京書籍『昭和64年度 新訂新しい理科3』
19. 東京書籍『平成4年度 新しい理科3』
20. 東京書籍『平成8年度 新編あたらしいせいかつ上』
21. 東京書籍『平成8年度 新編あたらしいせいかつ下』
22. 東京書籍『平成8年度 新編新しい理科3』

23. 東京書籍『平成12年度 新訂あたらしいせいかつ1』
24. 東京書籍『平成12年度 新訂あたらしいせいかつ2』
25. 東京書籍『平成12年度 新訂新しい理科3』
26. 東京書籍『平成14年度 あたらしいせいかつ上』
27. 東京書籍『平成14年度 あたらしいせいかつ下』
28. 東京書籍『平成14年度 新しい理科3』
29. 東京書籍『平成14年度 新しい理科4上』
30. 東京書籍『平成14年度 新しい理科4下』
31. 東京書籍『平成17年度 新編あたらしいせいかつ上』
32. 東京書籍『平成17年度 新編あたらしいせいかつ下』
33. 東京書籍『平成17年度 新編新しい理科3』
34. 東京書籍『平成17年度 新編新しい理科4上』
35. 東京書籍『平成17年度 新編新しい理科4下』
36. 東京書籍『平成23年度 新編あたらしいせいかつ上』
37. 東京書籍『平成23年度 新編あたらしいせいかつ下』
38. 東京書籍『平成23年度 新しい理科3』
39. 東京書籍『平成23年度 新しい理科4』
40. 東京書籍『平成27年度 新編新しいせいかつ上』
41. 東京書籍『平成27年度 新編新しいせいかつ下』
42. 東京書籍『平成27年度 新編新しい理科3』
43. 東京書籍『平成27年度 新編新しい理科4』

### 【調査内容】

- ・ 空気を取り扱っている学年
- ・ 单元名
- ・ 空気の单元内容
- ・ 空気の遊びを通して活動、学び

今までの教科書では「空気と水」の単元を扱う前の段階でどのような学習を行ってきたのか。昭和では生活はなく、低学年理科があり 1 学年 2 学年で理科が学習されていた。空気について初めて学習する空気鉄砲を扱うまでにどのような体験活動や学習を行っているのかについて学年ごとに行う学習ごとに色分けを行いまとめた。

	: 空気鉄砲の単元を扱う以前の学年で行っていた学習
	: 同じ学年であり、空気鉄砲以前の単元で行う学習
	: 理科に入り、空気鉄砲の単元のみ導入で行われる学習

表 1. 歴代教科書における空気を取り扱った活動と内容 (導入)

出版年度	学習内容
昭和 49 年度	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2 学年</li> <li style="background-color: yellow;">水車と風車</li> <li>・ 風車を風で回してみる。</li> <li>・ よく回るものをつくる。</li> <li>・ どんな時によく回るのか観察する。</li> <li style="background-color: yellow;">空気しらべ</li> <li>・ 風船や袋を使い空気遊びをする。</li> <li>・ 袋の中に何が入っているのか水の中に入れてたりして考える。</li> <li style="background-color: yellow;">せっけん水</li> <li>・ シャボン玉を膨らませてみる。</li> <li>3 学年</li> <li style="background-color: green;">風車</li> <li>・ 風車の回る力を調べる。</li> <li>・ 風車の形や大きさを工夫する。</li> </ul>
昭和 51 年度	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 学年</li> <li style="background-color: yellow;">水車と風車</li> <li>・ 風車を風で回してみる。</li> <li>・ よく回るものを工夫してつくる。</li> <li>・ どんな時によく回るのか観察する。</li> </ul>

	<p><b>空気しらべ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・袋を使い空気遊びをする。</li> <li>・カップに空気を入れて沈めカップの中には何が入っているのか考える。</li> </ul> <p><b>せっけん水</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・シャボン玉を膨らませてみる。</li> </ul> <p>3 学年</p> <p><b>風車</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・風車の回る力を調べる。</li> <li>・風車の形や大きさを工夫する。</li> </ul>
昭和 54 年度	<p>1 学年</p> <p><b>うごくおもちゃ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・かざわと風車を作成しあそぶ。</li> </ul> <p>2 学年</p> <p><b>水にとけるもの</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・シャボン玉を膨らませてみる。</li> </ul> <p><b>空気あつめ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・風船や袋を使い空気遊びをする。</li> <li>・袋の中に何が入っているのか水の中に入れてたりして考える。</li> <li>・空気が入っているものを見つけて水の中へ入れる。</li> </ul> <p>3 学年</p> <p><b>風車</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・風車の回る力を調べる。</li> <li>・風車をつくってみる。</li> <li>・風車の形や大きさを工夫する。</li> <li>・物を動かしてみる。</li> </ul>
昭和 58 年度	<p>1 学年</p> <p><b>うごくおもちゃ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・風で動くものを作成しあそぶ。</li> </ul> <p>2 学年</p> <p><b>水にとけるもの</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・シャボン玉を膨らませてみる。</li> </ul> <p><b>空気あつめ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・風船や袋を使い空気遊びをする。</li> <li>・袋の中に何が入っているのか水の中に入れてたりして考える。</li> <li>・空気が入っているものを見つけて水の中へ入れる。</li> </ul>

	<p>3 学年</p> <p><b>風車</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 風車の回る力を調べる。</li> <li>・ 風車をつくってみる。</li> <li>・ 風車の形や大きさを工夫する。</li> <li>・ 物を動かしてみる。</li> </ul>
昭和 61 年度	<p>1 学年</p> <p><b>うごくおもちゃ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 風で動くものを作成しあそぶ。</li> </ul> <p>2 学年</p> <p><b>水にとけるもの</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ シャボン玉を膨らませてみる。</li> </ul> <p><b>空気あつめ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 風船や袋を使い空気遊びをする。</li> <li>・ 袋の中に何が入っているのか水の中に入れてたりして考える。</li> <li>・ 空気が入っているものを見つけて水の中へ入れる。</li> </ul> <p>3 学年</p> <p><b>風と雲</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 風の強い日に外にでて風を感じる。</li> </ul> <p><b>風車</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 風車の回る力を調べる。</li> <li>・ 風車をつくってみる。</li> <li>・ 風車の形や大きさを工夫する。</li> <li>・ 物を動かしてみる。</li> </ul>
昭和 64 年度	<p>1 学年</p> <p><b>かぜにのって</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 風にのって遊ぶ。</li> <li>・ 風で動くものを作成しあそぶ。</li> </ul> <p>2 学年</p> <p><b>水にとけるもの</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ シャボン玉を膨らませてみる。</li> </ul> <p><b>空気あつめ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 風船や袋を使い空気遊びをする。</li> <li>・ 袋の中に何が入っているのか水の中に入れてたりして考える。</li> <li>・ 空気が入っているものを見つけて水の中へ入れる。</li> <li>・ 空気を使ったおもちゃを工夫して作成する。</li> </ul>

	<p>3 学年</p> <p><b>風と雲</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・風の強い日に外にでて風を感じる。</li> <li>・傘、ビニール袋などを使用し、風を感じ取る。</li> </ul> <p><b>風車</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・風車をつくってみる。</li> <li>・回る力を風の強弱によって比較する。</li> <li>・風車の形や大きさを工夫する。</li> <li>・物を動かしてみる。</li> </ul>
平成 4 年	<p>3 学年</p> <p><b>空気と水をくらべよう</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・袋やボールを使い空気遊びをする。</li> <li>・袋の中に何が入っているのか水の中に入れてたりして考える。</li> <li>・空気の詰め方でボールの手ごたえの変化を感じ取ってみる。</li> </ul>
平成 8 年度	<p>生活上</p> <p><b>わたしの ふゆやすみ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・だこで遊ぶ。</li> <li>・たけとんぼで遊ぶ。</li> </ul> <p>3 学年</p> <p><b>空気と水をくらべよう</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ボールや袋を使い空気を入れて、押してみる。</li> <li>・空気の詰め方でボールの手ごたえの変化を感じ取ってみる。</li> <li>・ボールの中に入っている空気を比べてみる。</li> </ul>
平成 12 年度	<p>生活 1</p> <p><b>わたしの ふゆやすみ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・だこで遊ぶ。</li> <li>・たけとんぼで遊ぶ</li> </ul> <p>生活 2</p> <p><b>つくってあそぼう</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ロケットをつくって遊ぶ。</li> </ul> <p>3 学年</p> <p><b>空気と水をくらべよう</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ボールや袋を使い空気を入れて、押してみる。</li> <li>・袋の中に何が入っているのか水の中に入れてたりして考える。</li> </ul>



平成 14 年度	<p>生活上</p> <p>いろいろなことに チャレンジしよう</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・たけとんぼで遊ぶ。</li> </ul> <p>4 学年</p> <p>もののかさと力</p> <p>空気をとじこめよう</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・身の回りの空気の性質を利用しているものを考える。</li> <li>・ボールや袋を使い空気を入れて、押してみる。</li> </ul>
平成 17 年度	<p>生活上</p> <p>つくってあそぼう</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ぐにゃぐにゃだこで遊ぶ</li> <li>・かざぐるまで遊ぶ。</li> <li>・袋に空気をあつめる</li> <li>・かざわで遊ぶ。</li> </ul> <p>4 学年</p> <p>もののかさと力</p> <p>空気をとじこめよう</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・身の回りの空気の性質を利用しているものを考える。</li> <li>・ボールや袋を使い空気を入れて、押してみる。</li> </ul>
平成 23 年度	<p>生活 上</p> <p>みずで あそぼう</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・水鉄砲であそぶ。</li> <li>・シャボン玉をとばす</li> </ul> <p>そとで あそぼう</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・かざぐるまで遊ぶ。</li> <li>・たこあげで遊ぶ</li> <li>・袋に空気をあつめる</li> <li>・かざわで遊ぶ。</li> </ul> <p>生活 下</p> <p>うごく おもちゃをつくろう</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ヨットカーをつくって遊ぶ。</li> <li>・ふくろロケットをつくって遊ぶ。</li> <li>・ロケットポンをつくって遊ぶ。</li> </ul> <p>3 学年</p> <p>風やゴムで動かそう</p> <p>風で動かそう</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・風で動く車をつくり。</li> <li>・風の強さを変えると物の動き方に変化があるのか、観察する。</li> <li>・身の周りの風を利用したものを考える。</li> </ul>

	<p>4 学年</p> <p><b>物の体積と力</b></p> <p>空気でっぼうで玉を飛ばそう</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・身の回りの空気の性質を利用しているものを考える。</li> <li>・ボールや袋を使い空気を入れて、押してみる。</li> </ul>
平成 27 年度	<p>生活 上</p> <p><b>みずで あそぼう</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・シャボン玉をとばす</li> <li>・水鉄砲であそぶ。</li> </ul> <p><b>そとで あそぼう</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・袋に空気をあつめる。</li> <li>・かざぐるまで遊ぶ。</li> <li>・たこあげで遊ぶ</li> </ul> <p>生活 下</p> <p><b>うごく おもちゃをつくろう</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ヨットカーをつくって遊ぶ。</li> <li>・ふくろロケットをつくって遊ぶ。</li> <li>・ロケットポンをつくって遊ぶ。</li> </ul> <p>3 学年</p> <p><b>風やゴムで動かそう</b></p> <p>風で動かそう</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・袋で風を受けて、手ごたえを感じる。</li> <li>・風で動く車をつくり。</li> <li>・風の強さを変えると物の動き方に変化があるのか、実験する。</li> <li>・身の周りの風を利用したものを考える。</li> </ul> <p>4 学年</p> <p><b>とじこめた空気と水</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・身の回りの空気の性質を利用しているものを考える。</li> <li>・ボールや袋を使い空気を入れて、押してみる。</li> <li>・水の中に空気を閉じ込めた袋を入れ、空気が入っていることを観察する。</li> </ul>

### 【考察】

生活科では教科書に多くの活動が掲載されてはいるが低学年理科とは違い、必ずしもどの子供たちも教科書の内容を学習している訳ではないため、活動を行っているのか、そうではないのかによって今後の学習に差が出てくるのではないかと考える。また、生活科の教科書では活動について具体的指示はなく、説明が少ないため、指導者がどのように指示を出すかによって学習内容が変化するのではないかと考えた。

活動総数をまとめると表2のようになる。

表2 歴代教科書における活動総数

昭和49年	3	1	0
昭和51年	3	1	0
昭和54年	3	1	0
昭和61年	3	2	0
昭和63年	3	2	0
平成4年		0	1
平成8年	1	0	1
平成12年	2	0	1
平成14年	1	0	1
平成17年	1	0	1
平成23年	4	1	0
平成27年	4	1	0

※平成4年は生活科教科書未入手のため割愛した

また、教科書に記載の体験活動をまとめたものが表3になる。

表3 空気を通しての遊び、学び

遊び	やり方	得られる感覚
水鉄砲で遊ぶ	・水鉄砲に水を入れてうつ。	・空気の圧力によりみずが押し出される。
シャボン玉	・シャボン玉を膨らませ飛ばしてみる。	・空気で物を膨らますことができる。
空気あつめ	1. ビニール袋や、瓶に空気を入れる。 2. ビニール袋の口を縛ることや、瓶を水の中に沈め観察する。	・中に何が入っているのか視覚的に空気の存在を知ることができる。
風で動くおもちゃ	・竹とんぼ、ヨットカー、凧揚げなどを作り風の力を利用して遊ぶ。	・空気の力で物を動かすことや、飛ばすことができる。

### 具体的な内容

表2から分かるように昭和の教科書では、「水と空気」の単元を扱う前の学年で空気に関する体験学習を行っており、少なくとも4つの単元が「水と空気」を扱う前に設定されている。しかし、平成になると低学年理科が生活に代わってしまい、活動自体は教科書に例示されているが、必ずしも全ての子供たちが教科書の内容を体験している訳ではないため、全員が必ず学習する活動自体が大幅に減少していることが分かる。また、昭和の頃に第3学年で取り扱っていた「空気と水」の内容が現行の学習指導要領では第4学年に移っていることが分かる。これらのことから、該当学年の前段階で事前学習を行っていなければ、十分な理解が得られないのではないかと考える。

そこで私は、学習を行う前段階での学習によって学ぶ内容の理解度を高める必要があると考えた。そのためには学習前に0時の原体験活動を行うことによって「空気と水」に関する現象や性質を体感的に経験しておく必要があるのではないだろうか。さらには学習後の第6学年で学習する「燃焼の仕組み」や中学校第1学年「力と圧力」の内容につながる活動や学習を行えば更に深い学習となり、原体験の1つになるのではないかと推測する。

では、具体的にどのような活動が考えられるだろうか。科学実験データベース (<http://www.proto-ex.com/search/index.html>) を活用し空気の原体験活動を調べた。

科学実験データベースとは、身近な生活のなかにも実は密接なかかわりを持っている科学の世界や自然や文化に関する様々な話題を「科学実験データ」および「原体験コラム」として、大人の知的好奇心や探究心を満たし、子供たちの教育や指導にも活用できるように一般に公開しているウェブサイトである。

科学実験データベースを活用し空気の原体験活動をまとめた表が以下の表4である。

表4

1	くっつきクルクル高速回転ボールの不思議を探ろう	物理	運動 流体力学	探求心
2	ペットボトル噴水実験器の仕組みを調べよう	物理	流体 運動	探求心
3	昆虫の心臓，背脈管を観察しよう	生物	生理学	探求心
4	塩化アンモニウムの，星が生まれる！降り積もる！！	化学	物質の状態	探求心
5	フーフーフックで遊ぼう	伝承遊び 物理	運動 流体力学	探求心

6	ペットボトルのキャップ投げ」に工夫	物理	運動 回転	探求心
7	水面で、ゆるゆる動く針金アメンボを作ろう	物理	物質の状態 運動	探求心
8	ノートルダムの鐘の音を聞いてみよう	物理	音	探求心
9	指先で風車（かざぐるま）を回そう	物理	運動 回転	探求心
10	空き缶で完全燃焼させよう	化学	燃焼	探求心
11	葉っぱ鉄砲を鳴らそう	原体験 伝承遊び	圧力	探求心
12	瓦でロケットストーブを作ろう	化学	熱 燃焼	感受性
13	レンガでロケットストーブを作ろう	化学	熱 燃焼	探求心
14	川面に発生する白い虹（霧虹）を見よう	物理	光 大気と水	探求心
15	CDでバブルを作ろう	化学	熱	探求心
16	太陽高度と最高気温との関係を調べよう	地学	気象	探求心
17	風船の中の水と水蒸気の平衡状態	物理	熱、物質の状態	探求心
18	フラットな荷締めベルトのムチでも衝撃波！	物理	運動 エネルギー	探求心
19	コントローラブル・アルソミトラモデル	物理	運動	探求心
20	アサガオで酸性雨を調べよう②	化学	酸アルカリ、環境	探求心
21	アサガオで酸性雨を調べよう①	化学	酸アルカリ、環境	探求心
22	バンデグラフの高電圧静電気ガス爆発！？	物理	電気	探求心
23	熱気球を作ろう	物理	熱	遊び心
24	藍の乾燥葉で染めてみよう	原体験	植物	工夫
25	木こりの口ウソクを作ろう	化学	熱	工夫
26	夕焼けをつくってみよう	物理	光	探求心
27	虹を見よう	原体験	光	感性
28	コップで大気圧のすごさを感じよう	地学	大気と水	因果関係
29	ダンゴムシが好きな落ち葉を調べよう	生物	植物	因果関係
30	miniピークを作ろう	物理	力	遊び心

31	二酸化炭素が水に溶けた体積を見てみよう	化学	化学反応	因果関係
32	一斗缶つぶしをしよう	化学	エネルギー	原理法則の理解
33	種子の発芽パワーを観察しよう	生物	植物	探求心
34	ゴムピタ君で持ち上げよう	物理	力	原理法則の理解
35	ゴム板式空き缶つぶしをしよう	物理	エネルギー	原理法則の理解
36	茶こしで綿菓子をつくろう	物理	運動	遊び心
37	簡易版「肺呼吸モデルを作ろう！」	生物	動物	探求心
38	ミニブーメラン	物理	運動	遊び心
39	ふれあい水槽	生物	動物	遊び心
40	自動式サイフォン	物理	エネルギー	工夫
41	スカイバットを飛ばそう	物理	運動	遊び心
42	リバイパブル水ロケットを飛ばそう	物理	運動	遊び心
43	鉛筆キャップを飛ばそう	物理	力	遊び心
44	ペンシルバルーン電話で遊ぼう	物理	音	遊び心
45	空気の重さを体感しよう	物理	物質の状態	原理法則の理解
46	空気の存在を確かめよう	物理	物質の状態	直感
47	プラトンボを飛ばそう	伝承遊び	力	遊び心
48	静電気で球をはりつけよう	物理	電気	遊び心
49	静電気で髪の毛を逆立てよう	物理	電気	遊び心
50	バスケットボールで静電気をためよう	物理	電気	遊び心
51	静電気で風船をくっつけよう	物理	電気	遊び心
52	吹き出しカメレオンを作ろう	物理	波動	遊び心
53	塩ビ管で噴水遊びをしよう	物理	運動	遊び心
54	ペットボトルを大気圧でつぶそう	地学	大気と水	原理法則の理解
55	フタホシコオロギを飼おう	生物	生態	探求心
56	ミミズの豪雨対策	生物	動物	探求心
57	ミミズの暮らしを見てみよう	生物	動物	遊び心
58	電球をバーナーで加熱してみよう	物理	熱	探求心
59	香りの脱出	生物, 生活	五官	原理法則の理解
60	味の体験図鑑 にかい編	原体験, 生活	五官	感性

61	メタンガスを燃やしてみよう	化学, 原体験	熱, 環境	感性、直感
62	竹鉄砲を作ろう	伝承遊び	力	遊び心
63	紙ホイッスルをならそう(1型)	物理	音	原理法則の理解
64	アメリカザリガニを飼おう	生活, 生物	生理学, 動物, 五官	感性、探求心
65	マーブリングをしよう	物理, 生活		遊び心
66	びゅんびゅんゴマを作ろう(ブンブンゴマ)	物理, 伝承遊び, 生活	運動, 力, エネルギー	遊び心
67	クルクルヘビを作ろう	物理	熱	感性、遊び心、探求心
68	割りばしで木炭を作ろう	化学	熱	遊び心、因果関係、原理法則の理解
69	ペットボトルの噴水2	物理, 生活, 地学	力, エネルギー, 大気と水	遊び心、工夫、感性
70	ペットボトルの噴水1	物理, 生活	運動, 力, 大気と水	感性、因果関係、遊び心
71	マヨネーズ容器の空気砲	物理, 生活	力, エネルギー	感性
72	ストローロケットを飛ばそう	物理, 生活	力, 運動	感性、原理法則の理解、遊び心
73	風船ロケットあそび	物理	エネルギー, 力, 運動	感性、原理法則の理解
74	アルコールロケットでロケットの仕組みを学ぼう	物理, 化学, 地学	熱, 力, 運動, 化学反応	感性、原理法則の理解、探求心
75	ドラム缶つぶし	物理, 地学	大気と水	感性、原理法則の理解、
76	アルミ缶つぶし	物理, 地学	大気と水	感性、原理法則の理解、工夫、探求心
77	テレビ石で遊ぼう	地学, 物理	光	感性、工夫、因果関係、直感、探求心
78	空気温度計を作ろう	化学, 物理	熱	原理法則の理解、工夫、因果関係、探求心
79	藍の不思議なしおりを作ろう	化学	化学反応	感性、工夫、因果関係
80	試験管で浮沈子を作ろう	物理	力	探求心



81	浮沈子レースをしよう	物理	力	探求心
82	ガラスの容器で浮沈子を作ろう	物理	力	探求心
83	浮沈子を思い通りにあやつろう	物理	力, 有機物質	探求心
84	動きそうで動かない浮沈子	物理	力	探求心
85	二度と浮かんでこない浮沈子を作ろう	物理	力	遊び心、工夫
86	音の速さはどれくらい(2)	物理	音	原理法則の理解
87	試験管で大気圧の実験をしよう	物理, 地学	力, 大気と水	原理法則の理解
88	手を使わずに浮沈子を動かそう	物理, 地学	力, 大気と水	工夫、遊び心
89	プラ板ヘリコプターを作ろう	物理	運動, 力	工夫、遊び心、直感
90	吹き上げを作ろう	伝承遊び	大気と水	遊び心、工夫
91	ホバークラフトを作ろう	物理	運動, 力	原理法則の理解、工夫、遊び心
92	噴水を作ろう(ヘロンの噴水)	物理	大気と水, 力, エネルギー	遊び心、探求心
93	熱気球を飛ばそう(燃焼タイプ)	物理	力, 熱	工夫
94	水流に近づくピンポン玉	物理	運動, 力	遊び心、工夫
95	断熱圧縮で火を起こそう	化学, 物理	力, エネルギー, 化学反応	原理法則の理解、工夫
96	スズメノテッポウの笛を作ろう	物理, 生物	音, 植物, 生態	感性、遊び心
97	空気砲で遊ぼう	物理, 地学	熱, 大気と水, 力	遊び心、原理法則の理解
98	ピークを作ろう	物理, 伝承遊び	運動, 環境	遊び心、原理法則の理解
99	サラダボールでマクデブルク半球	化学	物質の状態	原理法則の理解
100	空き缶のわたあめ機	化学	物質の状態, 有機物質, 環境	遊び心、原理法則の理解
101	空き缶つぶしをしよう	物理, 化学, 地学	大気と水, 物質の状態, 力	因果関係、原理法則の理解
102	百人おどし	物理	電磁気, 電気	因果関係、原理法則の理解、遊び心
103	水ロケットを飛ばして遊ぼう	物理	力, 運動	原理法則の理解、遊び心
104	風圧砲で遊ぼう	物理, 地学	力, 大気と水	原理法則の理解

105	風船で動物を作ろう	物理	力	感性、遊び心、工夫
-----	-----------	----	---	-----------

表4に数多くの体験活動がある中で、103の「水ロケットを飛ばして遊ぼう」では「空気と水でものが飛ぶ」という感覚が、32の「一斗缶つぶしをしよう」では「大気圧の存在と力」の感覚を得られることができる。このことから、これらの原体験活動を行くことによって第4学年、中学1学年で学ぶ内容を感覚的に知ることができているのではないかといえるのではないだろうか。

このことより、第4学年で学ぶ内容の前にこれらの活動を取り入れることは理解度を高めるために必要な活動であるといえるのではないだろうか。さらに、これらの活動により日常的に自然現象に関心を持ち、疑問をもとに問題解決的な学習を進めていけば、さらに深い学習を行うことができると考えられる。

### 第3章 教材研究

前章では授業を行う前の0時での学習において、原体験活動を行うことの必要性を述べた。ここでは児童の関心・興味を高めることができ、印象が強く残るような教材開発を行っていく。

#### 1. ペール缶を使った実験

##### 1) 目的および研究仮説

前述の科学実験データベースにある「32. 一斗缶つぶしをしよう」の実験を行うことで、硬い缶が大気圧によってへこむ様子の観察を通して目に見えない空気の動きや状態を予想し、イメージ図を描かせることによって、空気の存在や動きについての考えを持ちやすくなるのではないかと考える。

##### 2) 調査方法

以下の方法により大気圧で一斗缶（ペール缶）を潰す。

###### ① 準備物

この実験における準備物は以下のものである。

一斗缶、軍手、ジョウロなど、カセットコンロ、水 400 ml
--------------------------------

###### 缶の入手方法

まず、実験で使用する一斗缶を入手する。そのために大学付近の「田中実業 後樂園 SS」というガソリンスタンドで20lのペール缶を一斗缶の代わりに入手した。入手の際に大学名、名前、使用用途を述べるとスムーズに缶をいただくことができた。また実験で使いたいことを



図 3. 実験で使用する

伝えると、無償でペール缶をいただくことができた。ペール缶はオイルやガソリンが入っていた缶であるため、雑巾など缶を拭くものがあると持ち運びの際に便利である。

## ②ペール缶を使った実験方法

- ① ペール缶の中に水を 400 ml 入れる。
- ② 野外でガスコンロをつかってペール缶を温める。
- ③ ペール缶の中の水が沸騰し、缶の口から水蒸気がドンドン出て、中の空気がすべて追い出されてしまったところを見計らって火を止める。
- ④ 軍手をつけ、間髪入れずにペール缶のフタをする。
- ⑤ ジョウロなどで水をかけて、缶全体を急速に冷やす。
- ⑥ ペール缶を観察する。

## ③実験の様子・結果

今回は体育館裏の人気の無い屋外で実験を行った。カセット式のガスコンロにペール缶を載せ、水を 400 ml 入れて加熱した。最初は火力の小さな実験用のガスコンロを用いたが、12月の屋外は気温が低かったこともあり、水がなかなか沸騰しなかった。そこで、高出力



図 4. 実験の様子

のガスコンロに交換したところ、数分で沸騰しペール缶の口から盛んに湯気が出るようになった。缶を加熱する際は、火力の強いガスコンロを使わなければ中の水が完全に沸騰しきれないということと、過熱から沸騰するまで時間がかかりすぎるということが分かった。

ペール缶の口から盛んに湯気が出るようになって数分後に軍手をしてペール缶の口にふたをし火をとめた。1、2分後、バキバキと大きな音がして頑丈なペール缶がへこみはじめた。それから数分の間に何度かに分けてペール缶がつぶれていった。この実験は大学生である自分が見ても大きな音をたてて頑丈そうな一斗缶がつぶれていく姿に驚くほどのものであり、とても印象に残る実験になるのではないかと感じた。



図5. 沸騰の様子

#### ④ 考察及び改善点

今回は野外で実験を行ったが安全に気を付ければ、室内で実験を行うことも可能ではないかと感じた。

ただ、ペール缶はガソリンスタンドに必ずあるとは限らず、入手先を確保することが大切であると感じた。また、



図6. へこんだ缶

ペール缶の中に入っているオイルが沸騰の際噴出することがあり、児童生徒の前で実験をするには危険性を感じた。さらにペール缶の破棄方法も考えなければならぬと感じた。

- ① 安定した缶の入手方法。
- ② 缶を手軽にきれいに洗えるもの。
- ③ 缶の破棄方法。
- ④ 沸騰まで長い時間がかかってしまう。

### 3) 問題を解決するための改善実験

科学実験データベース「32. 一斗缶つぶしをしよう」は迫力ある実験であるが、多くの問題があるため、同データベースの「101. アルミ缶つぶしをしよう」の実験に替えることにした。アルミ缶つぶしは一斗缶の実験より安全に行うことができ、また実験道具の入手もペール缶より比較的容易に入手することができるのではないかと考える。

#### ①準備物

アルミ缶、カセットコンロ（火力は強くなくてもよい）、ビーカー、水槽、水 20 ml、 tong

#### 缶の入手方法

今回の実験で使用する缶は、ジュースやビールなどのアルミ缶を使うため、家庭のごみから手軽に持ってくるのができた。今後の実験の使用についても、各家庭にアルミ缶があることが予想され、一斗缶よりも実験準備がしやすいと感じた。

#### ②アルミ缶を使った実験方法

- ① ビーカーの中に水を 20 ml 入れる。
- ② アルミ缶の中にビーカーの水を灌ぐ。
- ③ 水槽の中に水を 4分の3のあたりまでたくさん入れる。
- ④ カセットコンロの上に、水を入れたアルミ缶を置き加熱する。
- ⑤ アルミ缶の中の水が沸騰し、缶の口から水蒸気がでてきて、中の空気がすべて追い出されてしまったころを見計らう。
- ⑥ tongで缶をつかみ水槽の中にさかさまにして、一気に入れる。

### ③実験の様子・観察

今回は大学の理科室で実験を行った。実験で使用するアルミ缶は家庭からでたものであり、中の汚れも容易に洗うことができた。

実験用のカセット式ガスコンロに水を20ml入れたアルミ缶を載せて加熱した。1分しない内に中の水が沸騰し、アルミ缶の口から盛んに湯気が出るようになった。 tong を逆手に持ち、アルミ缶をつかんでカセットコンロの隣に用意した水槽にいれると「バン！」ととても大きい音を立ててアルミ缶が一瞬でへこんでしまった。とても強く印象に残るものであった。

片付けをする際にはアルミ缶をそのまま廃品回収に出すことができるため廃棄場所にも困ることはなかった。



図 7. アルミ缶つぶしの実験の様子



図 8. つぶれたアルミ缶

### ④考察及び改善点

今回の実験は野外に出る必要がなく、学校の理科室などで行えるため場所を選ぶことなくできる。また、カセットコンロも火力の強いものである必要がない。アルミ缶を一人一つ家庭から持ってきてもらうことで実験材料の確保に困ることはなく、児童全員が大気圧でアルミ缶がつぶれる瞬間の衝撃を直接体験できるメリットもあると考える。

一方で、沸騰したアルミ缶を扱うため火傷の危険性がある。また、右利きと左利きでは手勝手が違うため、コンロと水槽位置を変える必要があることが分かった。

これらの問題を解決するため、次の改善方法を考えた。

1. 実験中は軍手を使用する。
2. アルミ缶をひっくり返すために最初からトングを逆手にもつ。
3. 利き手の方向によって水槽の設置場所を変える。



図 9. 左利きの配置の様子



図 10. 右利きの配置の様子

#### 《カセットコンロと水槽の位置》

右利きの場合…カセットコンロの左側に水槽を設置する。

左利きの場合…カセットコンロの右側に水槽を設置する。

これらの改善策によりペール缶の実験の時に問題点であった、①缶の安定した入手方法、②缶の内側の汚れの除去、③缶の破棄方法、④実験の所要時間という課題がクリアした。

また、原体験となる直接体験も「アルミ缶つぶし」ではすべての児童行うことが可能であり、大気圧の力の大きさを感動的に体験できることが分かった。

以上の研究結果により、子供には「アルミ缶つぶし」の実験を授業前の第0時の段階で行うべきであると考えた。



## 2. 水ロケットを使った実験

### 1) 目的および研究仮説

前述の科学実験データベースにある103の「水ロケットを飛ばして遊ぼう」の実験を行うことで、水と空気だけでペットボトルが空高くに上がっていく様子を観察し、ペットボトル内の空気の動きや状態を予想し、イメージ図を描かせることによって、空気の存在や動きについての考えを持ちやすくなるのではないかと考える。

### 2) 調査方法

以下の方法により水ロケットを飛ばす。

#### ① 準備物

この実験における準備物は以下のものである。

空気入れ、ゴムチューブ、塩ビパイプ（直径 12 cm）  
（長さ 1メートル）、水、ペットボトル 3 種類  
（炭酸用 1.5ℓ、水用 2ℓ、ジュース用 500 ml）、



図 11. 実験道具



図 12. 実験に使用した  
ペットボトルの種類



図 13. 発射口用の  
パイプ

## ②実験道具の入手方法

今回の実験で使用する道具は自転車用の空気入れ、水、ペットボトル（家庭で出るごみを利用）など比較的に入手しやすいものが多く、塩ビのパイプやゴムチューブはホームセンターで購入することができるため、入手することは容易であった。

## ③水ロケットの実験方法

- ① ペットボトルに水を3分の1程度入れる。
- ② ゴムチューブと①で水を入れたペットボトルとをつなげる。
- ③ ゴムチューブとペットボトルをつなげたものを、塩ビのパイプの中に下から入れる。
- ④ 周りに気を付け空気入れを使用しペットボトル内に空気を送る。
- ⑤ 飛んだペットボトルを観察する。
- ⑥ ペットボトルを回収する。

## ④実験の様子・結果

今回の実験ではペットボトルが飛んでいくことが予測されたため周りに人影や当ててはいけないものが少なくなるよう大学のそばにある河原で実験を行うことにした。

また、今回の実験ではペットボトル内に空気を入れる人と発射台（塩ビパイプ）を支える人の2人が最低でも必要となる実験であると感じた。



図 14. 実験場所と様子

## ⑤最もよく飛ぶペットボトルの種類を決める

最もよく飛ぶペットボトルの種類を知るための実験を行う。

ペットボトルは3種類（炭酸用 1.5ℓ、水用 2ℓ、ジュース用 500 ml）を使用することにした。また、今回の水の量は容量の半分あたりを目安として入れるようにした。炭酸用のペットボトルから水用、ジュース用のペットボトルの順で実験を行った。

### i. 炭酸用 1.5ℓの場合

高さ、飛距離ともに10メートル以上飛んだ。実験の際、水が勢い良く噴出しており、印象に残るものであると感じた。また、ペットボトルの作り自体が頑丈なため、高く打ち上げられて勢いよく落下した場合でも損傷はなく何度でも繰り返し使用することができると感じた。



図 15. 水を半分入れた物

### ii. ジュース用 500 mlの場合

水の容量が炭酸のペットボトルや水のペットボトルより少ない。また、ペットボトル自体が軽いため、飛距離は6メートル程度で迫力が感じられなかった。空気の圧力に耐えられなかったのか、ペットボトルの口が欠けてしまい、水ロケットの実験には向いていないことが分かった。

しかし、今回使用したペットボトルはラベルを付けたままで実験を行ったため、どこまで飛んだのかを見やすく、ラベルのない透明のペットボトルよりも視認することが容易だと分かった。



図 16. ジュース用 500 ml



図 17. 欠けたペットボトルの口

### iii. 水用 2ℓの場合

水用のペットボトルは一番容量が大きいいため、水と空気がたくさん入れられると考えた。しかし実際はペットボトル自体がとても柔らかく、いくら空気を入れてもペットボトルが膨らむだけとなってしまう。水ロケットが発射することはなかった。また、今回ゴムチューブを押し込み過ぎてしまいペットボトルの口から取り外せなくなってしまうことがあった。結果的に水用のペットボトルは素材自体が柔らかく変形しやすくいため、水ロケットの実験には向いていないことが明らかになった。



図 18. 水用ペットボトル



図 19. 取り外せなくなった  
ゴムチューブ

### ⑥最もよく飛ぶペットボトルの種類

上記の実験の結果をまとめた物が表 5 となる。

表 5. 各ペットボトルの水ロケットの適性

	飛距離	素材	印象
炭酸用	○	○	○
ジュース用	×	×	×
水用	×	×	×

水ロケットの実験で最もよく飛ぶペットボトルは炭酸のものであることがわかった。また、実験で使用するペットボトルの容量は 500 ml より 1.5ℓのサイズの方がより印象に残る実験を行うことが可能であることが分かった。

## ⑦最も飛ぶ水の量を知る

次に、水ロケットを最大限飛ばすため最適な水の量を調べた。実験で使用するペットボトルは①の実験で最もよく飛ぶことが分かった炭酸用の1.5ℓの物を使用した。1つ目はペットボトル内に水を8割程度入れたもの。2つ目は半分くらいの水をペットボトル内に入れたもの。3つ目は1割程度しかペットボトル内に水を入れていないものである。

### i. 1つ目

水が多いため空気があまり入らず、飛距離は2mほどであり、高さも1mほどしか飛ばなかった。また、発射時の音も小さく迫りに欠ける実験結果となった。



### ii. 2つ目

水と空気が半々入った物は飛距離も高さも10m程で高く打ちあがった。発射時の音も大きく、水も多く排出しており、かなりの迫力があった。



### iii. 3つ目

水の量が少なすぎるのか飛距離は8mほどだったが高さは10mほど飛んだ。発射時の音量も比較的大きかったが、2つ目の時より少し小さく感じた。



この3種類の水ロケットの結果より、中に入れる水の量は2つ目の半分と3つ目の1割の間あたりが適当であり、水の量を3割程度に調節することで飛距離も長く、高さも高く飛ぶ水ロケットができるのではないかと推察する。

図 20. 上から水を8割、5割、1割入れた物

### ⑧水を3分の1程度入れたペットボトル

⑦の実験で中に入れる水の量は3割程度が適量ではないかと推察したので、実際にペットボトルの容量の3分の①程度水を入れて飛ばしてみた。

結果は、やはり空気と水の量的なバランスがとても良いのか、飛距離は16m以上飛び、高さも15m以上飛んだ。発射時の音もとても大きく迫力ある発射風景となった。さらに、実験動画を見返すと図22のように発射時に噴出した水が一直線に続く美しい軌跡を観察することが可能であることが分かった。



図21. 水を3分の1程度入れたペットボトル



図22. 発射時の水柱の様子（左）と飛行の様子（右）

以上の結果より、最も飛ぶ水の量はペットボトルの容量の3分の1が飛距離・高さ・迫力のいずれにおいても最適であることが確かめられた。

## ⑨実験で安全に水ロケットを飛ばす方法を考える

### i. ビニールチューブをつける

水を3分の1入れたペットボトルにビニールチューブを付ける。この時、ペットボトルの口にゴムキャップを全体の半分以上を押し込み、空気が抜けてしまわないように注意することが大切であると感じた。

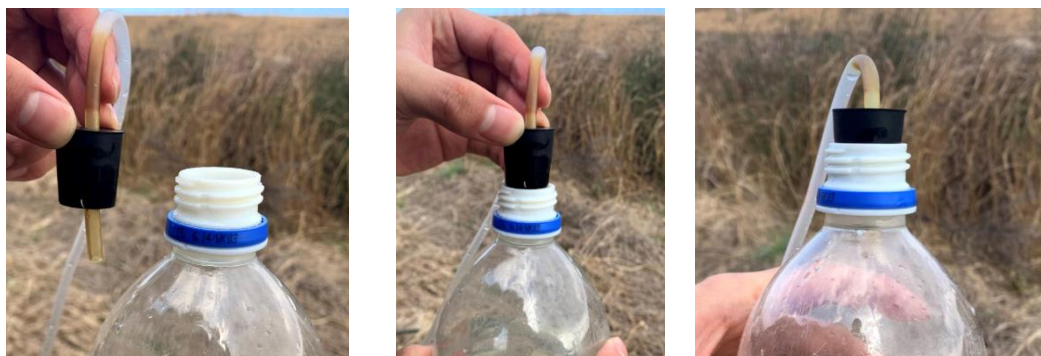


図 23. ゴム栓をしっかり押し込む

### ii. 打ち上げのセットをする

ビニールチューブとペットボトルをつなげたものを塩ビパイプの中に入れる。入れ方はペットボトルの口を下にし、逆さまの状態パイプの中に入れていく。塩ビパイプは直径が12cmあり、1.5ℓのペットボトル容量でも丁度よい大きさであることが分かった。

水ロケットをセットする際に、塩ビパイプを垂直の状態に置いてしまうとゴムチューブを踏んでしまい空気がうまく送れなくなってしまうことがあったため、角度をつけてセットする必要があることも分かった。



図 24. 塩ビパイプのセット

### iii. 打ち上げる

打ち上げの際には、水ロケットの入った塩ビパイプを持つ係、空気を入れる係の2つに分かれて発射準備を行った。水ロケット実験の一番のメイン活動である打ち上げは水ロケットの発射時に水が勢いよく噴するため、発射口の後ろ側には誰もいないようにする配慮が必要であった。さらに、水ロケットを発射する時には塩ビパイプを持っている係の人に「これから発射します」と空気を入れる係の人が声をかけてから空気を入れるようにすることで、思わぬ事故を未然に防ぐことができるのではないかと感じた。声を掛けたのちにペットボトルに空気を入れることで安全に水ロケットの打ち上げを行うことができた。

また打ち上げの際に、塩ビパイプの角度によって横方向に飛ぶのか、上方向に飛ぶのかを調整することが可能であり、実験場所での必要に応じて角度を変えながら実験を楽しむことができることが分かった。塩ビパイプを約60度の仰角にセットすることで、水ロケットの飛距離と高さの両方が最もよいことが分かった。



図 25. 約 60 度にセットした様子



図 26. 打ち上げの様子



## ⑩ 考察及び改善点

### i. ルールの徹底

今回の実験で一番守らせるべきルールとして、「水ロケットを発射する時には絶対に塩ビパイプの中は覗き込まないようにする」ことを徹底する必要があると感じた。水ロケットが発射する際にはものすごい力がペットボトルに加わっており、児童が覗き込んだ際に顔面などの体に当たってしまうと大けがにつながる可能性があると感じた。実験を行う前の段階で、このルールをきちんと説明し周知させる必要があると感じた。

### ii. 発射する際の改善

この実験を行うには地面がアスファルトなどの整地されている場所で水ロケットを打ち上げることが望ましいと感じた。グラウンドなどの土の上で実験を行うと水ロケットが飛ぶ時のバック噴射により土壌の土や砂などが水と一緒に飛び散り、衣服が汚れてしまうことや顔や目に砂利などが入る危険際があると感じた。そのため足場は土などではなくアスファルトのような水が飛んでも影響が出ない場所を選ぶことで安全管理として必要なことであると感じた。

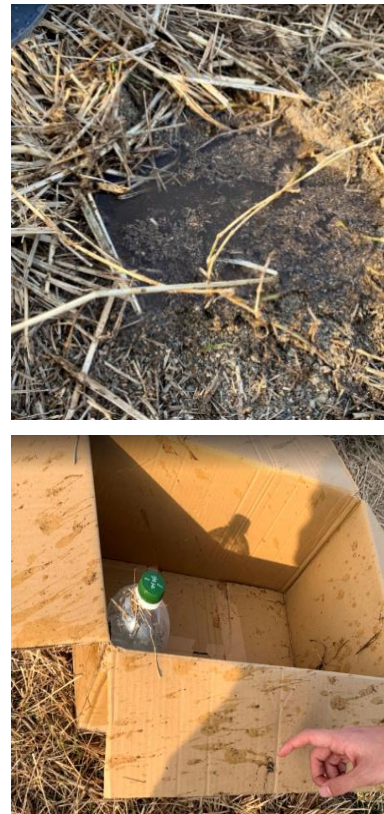


図 27. バック噴射の様子

### iii. 実験道具の改善

水ロケットを打ち上げの際に、ペットボトルが空高くに飛んでいくことで、目視することが難しくなることや、落下した水ロケットも同様に落ちた場所によっては探すのに苦労し困った。この原因は、ペットボトル自体が透明のためであり、色を付けて飛ばす工夫が必要であると考えた。また、児童に好きにペットボトルに絵をかかせることで愛着を抱かせ、より飛んでいく水ロケットに興味、関心を抱かせることができるのではないかと考えた。

#### ⑪ 発見

水ロケットを打ち上げたのちペットボトルを観察していると、中に雲ができていたことを発見した。この雲を見せることで、新しい原体験が加わるのではないかと考えた。

また、ペットボトルの中に水を入れずに空気だけで飛ばす方法も行ってみた。この方法でも約5メートル飛ぶことが分かった。雨や酷暑などの影響で野外で水ロケットの実験を



図 28. 雲ができていく様子

行えないような場合でも、多少インパクトには欠けるが、空気存在を知ることができる実験を行うことが可能であると感じた。

今回の水ロケットの実験は実験道具を容易に用意することができる、実験場所も教室や野外で場所を問わずに実験を行うことができることが分かった。また、子どもに水ロケット実験を体験させ、空気のイメージをもたせることで、今回の狙いとする目には見えない空気の存在や力を感じ取ることがより容易になるのではないかと考える。

## 第4章 授業実践

前章では、児童の関心・興味を高め、印象に強く残るような直接体験を行う教材の開発を行った。本章では調査授業を行い、開発教材を実際の教育の場で使用することで本当に関心・興味を高め、より深い学びを育むことができるのかについて調査をする。

### 1. レディネス調査

#### 1) 調査目的

本調査は、「空気と水」の学習前に児童が生活体験をもとにどのような空気のイメージを持っており、その空気のイメージが直接体験を行うことで、学習後どのように変容するのかについて調査を行う。

#### 2) 調査対象・日時

就実大学生2年生37人（男性12人 女性25人）

令和2年10月22日

#### 3) 調査方法

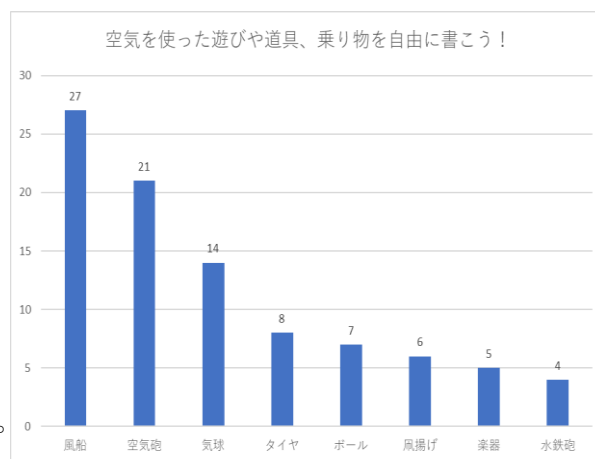
ワークシートを用いて「空気の特徴について知っていること」をリストアップしてもらおう。1行に1つの内容を書いてもらうことで、各人の原体験の量を知る。また、調査授業で行う「押し縮められた空気」に関する内容についての記述の有無、また有る場合はその内容について把握する。この項目が授業実践を通して増えるか、あるいは理解が深まるかを追跡調査する。

学籍番号	名前（ ）
調査目的 4学年で学習する「空気と水」の授業の前夜で、嵐がどのように変容するかを知るためのワークシートです。 ～これはテストではないので自由に記入してください～	
①空気を触った遊びや道具、乗り物を自由に書こう！	
<input type="text"/>	
②空気の特徴、備さについて知っていることを書こう！	
<input type="text"/>	
<input type="text"/>	
<input type="text"/>	
<input type="text"/>	
<input type="text"/>	
③空気の性質をもっと調べてみたいですか？（はい/いいえ）	
調べてみたいことや、楽しそうなもの思いついた人は書いてください。	
<input type="text"/>	

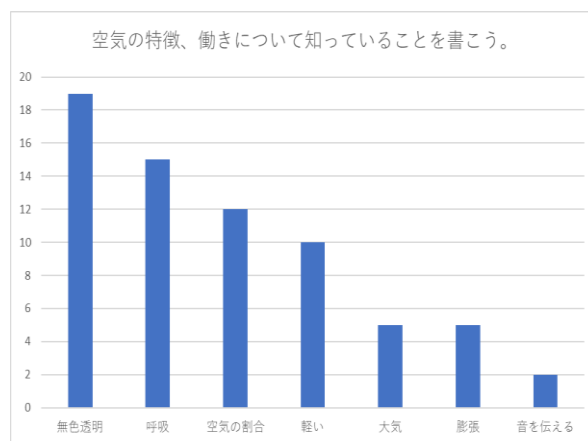
図 29. レディネス調査用紙

#### 4) 調査結果

右上図は、空気を使った遊びや道具、乗り物について自由記述で返答のあったものをピックアップしてまとめたものである。やはり身近にある道具や遊び道具を中心にあげられていることが分かった。



また下図も同様に空気の特徴や働きについて箇条書きで記入されたものを数値化した。②の質問も①と同様に日常生活の中の身近な発見や働きについての記述が中心になっていることが分かる。



#### 5) 考察

図 30 原体験調査用紙の結果より

このグラフの結果より、多くの児童が空気をつかった遊びや乗り物について知っていることが分かった。しかしながら、空気の特徴や働きについてはあまり興味を持つことがなかったのか、遊びや乗り物と関係付けて回答している人数は1割ほどであった。さらに、今回の単元で扱う「空気は押し縮めることができる」と回答できた人数は、0人であった。このことから空気に対して、身近に存在していながら興味を持つことが少なく、知識としても不足していると考えられる。つまり、単元前の原体験はほとんどの児童がないということになる。

そこで、原体験を伴う授業を0時の段階で意図的に行い児童の興味・関心や知的な好奇心を向上させる必要があるのではないかと考えた。

## 2. 調査授業

### 1) 調査目的

本調査は、開発した「水ロケット」の実験器具が実際の小学校現場において直接体験を行える場となり、知的好奇心を促し深い学びになるために適切な教材であるかを調査するために行うものとする。

### 2) 調査対象

就実大学 教育学部 初等教育学科 36名

### 3) 調査日時

令和2年10月29日(木)

### 4) 調査方法

空気と水の性質の単元において、開発した教材を取り入れて実験を行う際の授業の様子を記録する。

- ・調査授業は、単元に入る前の0次の段階を想定し作成する。
- ・「水ロケット」の実験器具を用い、平成29年度告示小学校指導要領に示された目標の前段階として学習者共通の原体験、レディネスをそろえるために行う。
- ・調査授業においては児童(学生)の動き、発言・反応、実験の際の様子、発言・反応等を記録する。
- ・授業後にアンケート調査を行う。質問紙の内容は「授業を通して空気が押し縮められた時の状態についてのイメージを持つことができたか」「空気の性質について興味を持つことができたか」とする。
- ・調査の結果から「研究した実験器具に対する児童の意見の把握」と、「0次の授業により児童が体験的に知識を身に着けることができたか」の両面から考察を行う。

本研究で用いた学習指導案及び記述式の調査用紙を次項に示す。

第4学年 理科学習指導案

令和 2年10月29日(木) 第 校時 教室 指導者片山 政和

- 1 単元名 空気と水の性質
- 2 本時案(第 0時)

目標 空気と水の性質に興味・関心をもち、空気と水に力を加え体積の変化や押し返す力について疑問や考えをもつことができる。		
学習活動	教師の指導・支援	準備物・評価
1 めあてをつかむ。	めあて ペットボトルロケットを飛ばしてみよう。	
2 どうやればペットボトルロケットがよく飛ぶのか水と空気の量を関係づけて考え・予想する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・空気の性質について知っていること箇条書きでワークシートに記入させる。</li> <li>・事前にどのペットボトルロケットが一番飛ぶのか考えを持たせることで、授業後に考えが変化したのかを気付くことができるようにする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ペットボトル(透明の口)</li> <li>12本</li> <li>・水</li> <li>・塩ビ筒</li> </ul>
3 実験の方法と注意点を確認して、ペットボトルロケットを飛ばす。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・注意事項を掲載するところで、児童がいつでも確認できるようにする。</li> <li>「①絶対に人に向けてない」②「筒の中を覗き込まない。」</li> <li>・飛ばすペットボトルの種類を「水半分」「水のみ」「空気のみ」に分け用意することで、児童が実験を比較して考察できるようにする。また、「水半分」を青色「水のみ」を緑色と「空気のみ」を黄色と色付けしておくことで、考察する際の視覚的支援とできるようにする。</li> <li>・3人×12グループを作り、3つの発射コースで通りの飛ばし方を行うことで、効率よく実験を行い小さな誤差をなくすようにする。</li> <li>・児童に記録係、発射台支え係、空気を入れる係と役割を与えることで、実験に主体的に取り組むことができるようにする。</li> <li>・毎回各班のペットボトルロケットを飛ばした際に、どのくらい飛んだのか中身の種類ごとの色シールを貼ることで、実験後にクラス全体で考察できるようにする。</li> <li>・協力して実験を行っているグループを称揚する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ゴムチューブ</li> <li>・空気入れ6台</li> <li>・シール(3色)</li> <li>・ワークシート</li> <li>・表</li> <li>・タオル複数</li> <li>・メジャー3本</li> <li>・角度台3(30度)</li> <li>・ブルーシート</li> </ul>
4 実験の結果を確認し、考察する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・グループごとに気が付いたこと・考えたことを発表することで、クラス全体で気が付いたこと、考えたことを共有できるようにする。</li> <li>・実験結果を振り返り比較することで、今後の授業により興味関心を持つことができるようにする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・空気と水の性質について考察し、興味・関心をもてる。</li> </ul>
5 振り返り。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ワークシートにこの授業を通してもっと調べたいこと・興味がわいたことについて記入することで、1時からの授業において主体的に授業に向かうことができるようにする。</li> </ul>	

## 5) ワークシート

ワークシート②では、実験を行う前の自分の考えたペットボトルロケットの飛距離予想を実験後に見返すことで新たな発見や不思議だと感じられることに着目することができ、自分の新たな考えを膨らませるように設定した。

さらに、実験中に気が付いたことを自由に記述できるメモスペースを用意することで、多様な見方・考え方があり、児童の興味・関心がどこにあるのかを把握することができるように設定した。

授業後振り返りワークシートでは0時の授業を行い、原体験活動授業の優位性を3段階で評価してもらうことを目的としている。さらに、「空気と水」の単元を扱う前の原体験がペットボトルロケットでよいのかの適否について自由に記述し改善点を見つけることを目標として設定した。

学籍番号	名前 ( )		
<b>ワークシート②</b>			
①どの水の量のペットボトルロケットが一番飛ぶだろう??			
( )の中に1位から3位を予想しよう!			
・水だけ ( )	・水半分 ( )		
・空気だけ ( )			
②飛んだペットボトルロケットを記録しよう!			
	1回目	2回目	3回目
水のみ	m	m	m
空気と水半分	m	m	m
空気のみ	m	m	m
～気が付いたこと～			
気になったこと、不思議だなぁと思ったことを自由にかいてね!			
～もっと知りたいこと・調べたいこと～			

学籍番号	名前 ( )		
<b>授業後振り返りワークシート</b>			
①以下の質問に当てはまるものに○を付けてください			
・空気と水の単元について、興味が深まりましたか?			
( より深まった ・まあまあ深まった・ 深まらなかった )			
・知的好奇心が授業の前と比べ高まりましたか?			
( より高まった・ まあまあ高まった・ 高まらなかった )			
②0時に原体験を行うことについてあなたの考えを教えてください。			
③教材としての水ロケットの適否についてお聞かせください			

図 31. 授業で使用したワークシート

## 6) 授業の様子

授業実践では前項で示した指導案に沿って①3種類のペットボトルの飛距離順位予想を立てる②実験を行う③考察をするの順番で行った。

授業では、安全性の確保のため注意点を確実に提示しすることや実験が野外での活動のため、注意事項をダンボールに貼り付け持ち運べるようにした。ペットボトルロケットを用いて行う実験に児童役の学生はとても強い興味を持っており、3種類すべての実験において主体的に取り組む姿を見ることができた。その中でも、実験中に「どうしてこのペットボトルが飛ぶのだろう」「なんでペットボトルの中に白い気体が出来たのだろう」という声が聞こえ、友達同士での考察や気が付いたことなど、考えを深めようとする様子も観察することができた。



図 32 注意事項と予想の様子

### ① 考え・予想

①の3種類のペットボトルの飛距離順位予想を立てるでは、図31のワークシートを活用し、「水だけのペットボトル」、「水と空気が半分ずつのペットボトル」、「空気だけのペットボトル」の3つの条件で予想した。予想を児童役の学生が立てやすくするために、3種類の赤、緑、青に着色した水入りのペットボトルを視覚的支援として提示した。



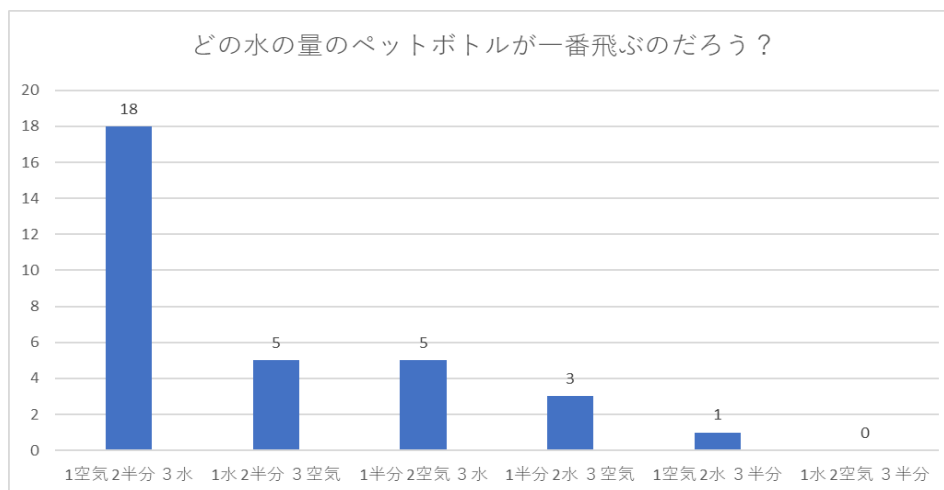


図 33 飛距離予想

予想結果は図 33 の通りである。この予想で学生からは、「空気のみ  
のペットボトル」と「水と空気が半分ずつのペットボトル」がよく飛ぶ  
のではという 2 つの考え方に分かれていることが分かった。「空気のみ  
のペットボトルが 1 番飛ぶ」の予想として「空気は軽いから遠くまで飛ぶ」  
という考え方が多かった。また「空気と水が半分のペットボトルが 1 番  
飛ぶ」の予想では「なんとなく」や「水と空気のいいところを合わせて  
いる」というあいまいな考えが多く、きちんと根拠を述べられる予想は  
なかった。さらに「水のみペットボトルが 1 番飛ぶ」の予想としては  
「ガソリンと同じように液体であるから」や「水鉄砲の水もよく飛んだ  
から」というような予想が挙げられた。この予想から根拠をもった理由  
を言うためには知識よりも、実際に行った経験のほうに説得力があるの  
ではないかと感じた。

## ②実験方法の説明

今回の実験は野外活動を中心的に行うため、事前に教室でパワーポイ  
ントを用いて実験方法について説明した。

本研究で用いたパワーポイントを次項に示す。

### グループ分け

- ・各班3人 1から12グループで実験
- ・縦のグループに分かれA・B・Cの3コースで発射していくよ！
  - Aコース1～4
  - Bコース5～8
  - Cコース9～12



手前から  
順にABC

### 役割分け

- ・発射台を支える係 ※濡れるかも
- ・ポンプを押す係
- ・記録をする係



みんなで交代しながら協力して実験をしようね！！

### ペットボトルロケットの発射方法



下に角度測り  
上にパイプ



右側に発射 左側にポンプ



キャップを口の高さま  
で押し込むこと！



水道も近くにあります！



### ★シール分け★

- ・赤→空気のみ
- ・緑→空気と水半分
- ・青→水のみ

ペットボトルロケットの発射方法は事前に検証実験を行った際、条件統制を行って発射実験をすることや、注意して実験を行うことなど多々あることが分かった。そのため使用教具が増え工程が複雑化し口頭だけの説明では不十分であると感じた。そのため ICT 機器を使い視覚的支援を行うことにした。実際に口頭で指示を行うよりも ICT 機器であるプロジェクターを活用し図や写真を使って説明を行うことで、活動場所ですムーズに児童が実験を行う様子が見られた。また、実際に活動現場で実験の説明を行うことも考えたが、周りに注意が別に向いてしまうものが多かったため行わなかった。

結果的に、教室で説明したことを再び活動場で児童に問いかけ復習することで、最終確認を行うことができ児童が自発的に実験を行い安全性も高めることができた。

### ③実験の様子

実験は②で示したような手順で行った。3人1組のグループが12個あったため、絶えずどこかのグループが実験を行うことができ活発的な活動になっていた。また、他のグループの実験を観察することで新たな発見や、飛ばし方の工夫について考えている様子も見られた。1人で行う実験よりも協力して実験を行うことで、多くの考え方や意見に触れることで自分の考えが広がったという声も聞くことができた。

事前に安全面については何度も指導



図 34. 実験の様子

していたため、注意事項で示したような危険な行為をする学生はいなく、学生同士で安全を確かめながら実験に取り組む様子が見られた。今回の実験では風向きもよく、事前におこなった飛距離よりも5メートル遠く飛んでいた。そのため、より印象に残る実験にするためには風向きも事前に調べておくことが必要で有ると感じた。

ペットボトルロケットの実験ではどの学生も興味をもち、「早く次のペットボトルロケットを飛ばしたい」という声や、「どうすればよく飛ぶだろう」と疑問を持ちながら実験を行っている様子が多く見られた。その為、学生であってもこのように主体的に活動に取り組む様子が見られることから、小学校現場での児童も同じようにワクワクすることができる実験を行うことができるのではないかと考えた。

#### ④まとめの様子

まとめでは自分のグループでの各ペットボトルロケット飛距離について飛ばした回数に応じてシールを貼った。12グループあり複数回実験を行うことでまんべんなく結果を視覚的に確認することができた。また自分の予想と反し、なぜ「空気と水半分ペットボトルロケット」が一番飛んだかについて疑問を持つ声が学生から聞こえ、自分の考える現時点での予想ワークシートに書いた。学生からは「もっと調べてみたい」「炭酸水の場合でも実験をしたい」など今回の單元についてもっと知りたいという興味・関心の声が多く寄せられ、良い導入になったのではないかと感じた。

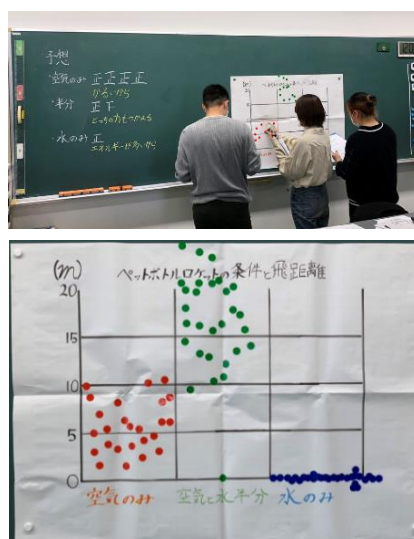


図 35. 実験のまとめの様子

### 3. 授業後ワークシート

#### 1) アンケート結果

今回授業を受講してもらった 32 名の学生を対象に、原体験授業の適否についてアンケートを行った。おこなった設問は「空気と水の単元について、興味が深まりましたか」と「知的な好奇心が授業前と比べ高まりましたか」というものであり、「より深まった・高まった」「まあまあ深まった・高まった」「深まらなかった・高まらなかった」という 3 観点からおこなった。以下の図 36 がアンケート結果である。

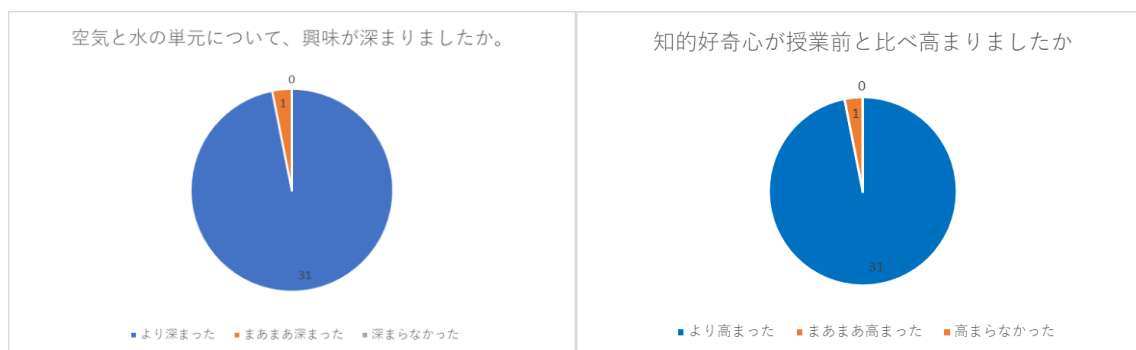


図 36. 授業後振り返りアンケート結果

このアンケート結果より、ほとんどの学生は空気と水の単元について興味が深まっており、知的な好奇心も授業前と比べ高まりことが分かった。

また、深まらなかった・高まらなかったと回答した学生は 0 名であり、やはり原体験授業は知的な好奇心や単元についての興味を深めるために効果的な方法ではないかと感じた。

#### 2) 原体験について学生の考え

0 時に原体験を行うことについて学生に考えたことを自由記述で回答してもらった。次頁は印象的であった学生の考えの一部をまとめたものである。

- ・とても良いと思った。原体験の前後で、考え方や意欲に大きな変化が生まれると思う。人は興味を持ったもの「知りたい」と思ったものに対して学ぼうとする意欲が湧く。それ無しに授業をするのは、押しつけのようなものだ。特に最近の子どもは自然の原体験が少ない。そのことから、日常でも「問い」をもつ機会が少ない。その「問い」をもつ機会を学校で設けることで、児童の学びに対する意欲を高めることができると感じた。
- ・知識 0 の状態から始まるより、ある程度これから始まる授業について理解して授業に臨めた。
- ・この 0 時がなければ、単元内容への興味や理解度などが原体験のある児童とない児童で差が生まれるだろうということも考えられた。また 0 時を取り入れることで一見授業時間を圧縮しそうだが、原体験による理解や関心がそれを補いより深い学びにつながるだろうと考えた。
- ・これからペットボトルロケットをすると聞いてワクワク感でいっぱいだった！
- ・座学だけでは想像できない部分や、そのためから頭に入ってこないといったことがあったりするので、原体験を行うことで児童たちがワクワクしたり、夢中になったりする授業になると思いました。
- ・動画などで見るよりも、実際に体験したことの方が記憶にも残りやすいし、授業の内容のすぐ前に行うことで、児童が好奇心を持ったまま学習を進めることができそうだなと思いました。
- ・原体験を行う中で「不思議だな」「なぜ？」という問いを持つことで、次の授業への意欲が高まり、自ら考えることができ深い学びへとつながると思います。
- ・原体験が少々不足してきている現代の小学生にとって、0 時に原体験を体験させてから 1 時に入る授業構成は今後行う授業に、興味や関心を持てるものだと思うし、0 時に原体験をするのとなのでは、学習意欲に大きな差がでると感じたので積極的にやるべきだと思うし、私自身とても興味がわいたので教育現場に立った際にはぜひ参考にさせていただきたいなと思いました。
- ・0 時に原体験を行うことで、児童の興味を一気につかむことができると思う。
- ・体験してみて、「楽しい」だけではなく、「なぜ？」「どうして？」がたくさん見つかりました。私は授業後この疑問を解決したくてうずうずしていました。児童の生の体験や発見を授業につなげるなんてとても素敵だと感じました。
- ・授業で学習する前に実際に水に解れ、水の力や空気の力を感じることができれば「水」や「空気」についての興味・関心が生まれるため、0 時に原体験を行うことは授業への期待や楽しみに思う児童の気持ちを育むことにつながる良い方法だと考える。0 時に原体験を行うのと、行わないのとでは、同じ授業内容でも盛り上がり方が違うと感じる。先に楽しさを味わうことができれば反応が大きくなるし、理解も深まる

学生の原体験授業の考え方として、「児童の学びに対する意欲を高めることができる」や「児童たちがワクワクしたり、夢中になったりする授業」という肯定的な意見が多いことが分かった。中には、学生自身が原体験教育に興味をいだき、学校現場に立った際に参考にしたいという声もあった。しかし逆に、「限られた授業数であるので、すべての単元で行うより狙いをもって原体験を行った方がいいのでは」という考え方もあった。確かにすべての単元で原体験を行うことは難しいであろうとも考えられるが、日常の生活からも何気ない発見を常に行うことも大切であると感じた。

### 3) 教材の適否

今回行ったペットボトルロケット教材が「空気と水」の単元の原体験教育として適しているかどうかについての意見を学生に自由記述で回答してもらった。以下は、「教材としての改善点」と「教材として適している点」についてまとめたものである。

- ・ 4年生にはペットボトルが少し大きいのではないかと感じた。
- ・ 先生目が行き届かないかもしれない。
- ・ 安全面には気を配ることが重要である。
- ・ 事故が起きないように環境設定をしておくことが大切である。
- ・ 水ロケット本体にゴム栓する作業やポンプを押す作業など、大学生でも少し力のいる活動もあつたりしたので、児童と行う上ではより一層の配慮がいと感しました。
- ・ 担任の先生のほかにも補助の先生が必要で有る。
- ・ 野外活動のため、天気によって左右されてしまう。
- ・ 発射の塩ビパイプの筒を支えるのが難しかった。
- ・ 記録する際に、ペットボトルが最初に落ちた位置がいいのか、最後に転がったところを記録するのかと疑問に思った。最初にどちらを記録するのかわもう少し説明があつたほうが良いと感じた。
- ・ 発射させる角度付きのものを三角錐の形にして安定させる方が、実験しやすいのではないかと感じた。
- ・ メジャーの0の位置と発射口がずれているグループがあり、正確な記録が測れていなかったのがもつたいないと感じた。
- ・ 靴下が一番濡れてしまったため、予備が必要で有ると感じた。

- 教材が単純な作りなので、**躓くことがなく実験できる**と感じた。
- 大学生でもはしゃいで楽しめたし、「**もっと知りたい**」と思えた。
- 活動の中で、大学生であっても自然と空気と水の関係や働きについて話をしてしまうほどでした。
- **手順も簡単で分かりやすく**、準備物も多すぎず、少なすぎずで小学生でもできると思った。普段の生活では、体験できないような教材だったので**子どもの興味を引き付けて、授業に集中させる**こともできるし、**座学で勉強するよりも空気と水の単元について興味**が深まると思いました。
- 予備をたくさん用意してあったため、スムーズに実験に取り組みえた。
- **ペットボトルに線を書きしておくこと**で、水の入れる量によって飛ぶ飛距離が違うということに一目で気が付けた。
- ペットボトルロケットは、ペットボトル内の水と空気の量をそれぞれ簡単に調節して実験することができるため、**水と空気を比較しその特性の違いに疑問を持ちやすく教材として適している**。
- ペットボトルや水・空気入れと身近にあり、手に入れやすいもので行えるのがいいと思った。
- 児童の「**どうして?**」と疑問に感じる意欲を高めるのにピッタリであると感じた。
- 角度の目安となる物差しも固定しないことで、よく飛ぶ角度があると**角度も飛距離に関係している**と学ぶことができた。
- 実験中にペットボトルの中が曇って、ペットボトルを押してみると飲み口から白い雲のようなものがでてくる発見もあり、**単元に関わる疑問ができてよかった**と思った。
- 予想と違う結果が出てきて心から驚き、**友達同士で喜びあえた**。
- 飛んでいくペットボトルロケットの勢いがとてもあり強く印象に残った。また、**飛んだペットボトルの結果が視覚的に分かる**という点が良かった。
- これからの学習で今回疑問に思ったことが解決していき**理科の面白さをより感じる**ことができると思った。
- 構造が分かりやすくシンプルで、小学生でもすぐに活動を開始することができるし、**空気と水の関係、空気と水の方などに焦点をあてながらいろいろなことを考える手掛かりになる**と思った。
- 「炭酸水を入れたらどうなるのか」「水を3分の1にしたらどうなるのか」など**新しい疑問に思うことが出てきて面白かった**。

上記の意見より教材としてのペットボトルロケットは、「理科の面白さをより感じるができる」や「どうして?と疑問に感じる意欲を高めるのにピッタリ」などという肯定の意見が多いことが分かった。その中でも、「身近にある材料から簡単に実験を行うことができるため、今度実験をしてみたい」という意見があり、原体験教育を行う意欲を掻き立て



ることもできると感じた。私自身も身近にある材料を手軽に集めることができるという観点から今回ペットボトルロケットを教材として取り入れたため、学生も同じように感じてくれているのだと分かった。そのため教材として大切なことは誰でもどこでも実験ができ、教材となる材料を簡単に集めることができることが大切になってくると実感した。

また改善するべき点としても多くの意見が寄せられた。多くは安全面についての意見であった。これは実際に児童の前で実験をしていないため詳細は不明であるが、最善の注意をはらって実験をおこなう必要があり、何度も現場での環境設定を行うことが大切であると感じた。教材に関しても発射台が不安定であったという意見があるが、反対に固定しないことでの新たな発見をすることができたという意見もあり児童の発達段階に応じて教材を工夫する必要があると考えた。

#### 4. 考察

今回ペットボトルロケットを使った原体験教育を行い非常に良い結果を得ることができた。私が予想していた原体験を行うことによって単元の内容について深く学びたいという知的好奇心を養うことができる点や理科についてもっと知りたいという意欲を掻き立てることが可能であることが分かった。また、学生が座学で学習するよりも、直接体験を伴う原体験教育を行うことで主体的に学ぶ姿勢を観察することができ、同時に興味・関心が深まったというデータも得ることができた。

しかしながら、まだ教材としては安全面の確保という点において不足している点があることも同時に分った。そのため次章では、より安全に原体験を行うことができるように指導案の改善案について述べていく。

## 第5章 改善案

調査授業・振り返りワークシートを通して、児童たちにより安全に原体験を育むことができる授業を行うためには、どのような改善が必要であるかが明らかになった。

本章ではこれらの結果をもとに授業全体を見直し、改善を図っていく。

### 1. 授業の改善

実践を通して見つかった授業内での改善点は「安全面が十分確保できていない」といったことである。安全面については、実際に授業をおこなう前の段階で何度も検証実験を繰り返すことによって、注意事項に配慮できていると考えていた。しかし授業を振り返り、児童役である学生から授業を通して感じた危険な実験個所を聞くことや、私自身も授業を行いながら危険であると感じた場面が多くあることから授業内での安全面の配慮を増やすべきではないかと感じた。

その為、指導案の改善を行い、今回の授業で見つかった危険であると感じた個所の修正を行うべきであると考えた。

### 2. 学習指導案の改善

次の視点から「空気と水」の原体験教育学習指導案を改善する。

- ・活動をする児童と、観察をする児童とに分けるといった場の環境設定を行う。
- ・安全に実験が行えるように配慮しつつも、楽しく原体験学習が行えるようにする。

上記の 2 つの視点から学習指導案の改善を行っていく。

まず危険であると感じた個所は、実験している児童と観察をしている児童とが混在しているといった点である。その為、実験する児童がいる場所と、安全に実験の様子を観察することができる場所の 2 つを設定することが必要なのではないかと考えた。活動場所を分けることで、安全に実験をおこなうことができるようになるのではないかと思う。

次にペットボトルロケットを発射する際に、周りを確認せず発射してしまうことがあった。そこで、グループの全員で声をだしながら指差し確認を行うことを考えた。その際に、注意すべき点として、①発射台周りに人がいないかの前後確認を行うこと、②発射台を支える人はきちんと支えることができているのかの確認、③ペットボトルロケットが安全にセットできているのかの確認、この 3 点を指差し確認することで楽しく安全を確認することができるのではないかと思う。

改善を行った学習指導案を次項に示す。

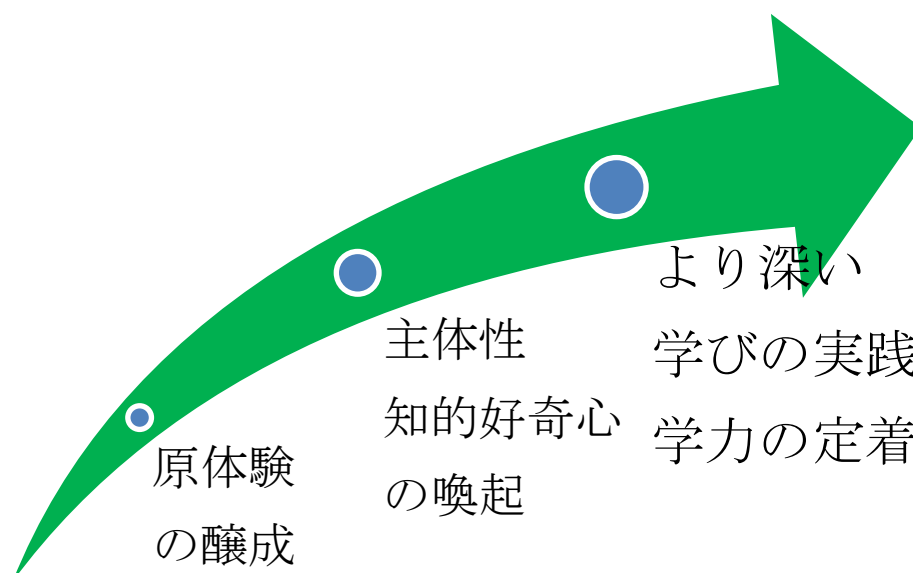


図 37. 目指す原体験授業のビジョン

- 1 単元名 空気と水の性質
- 2 本時案(第 0時)

目 標	空気と水の性質に興味・関心をもち、空気と水に力を加え体積の変化や押し返す力について疑問や考えをもつことができる。	
学 習 活 動	教 師 の 指 導・支 援	準 備 物・評 価
1 めあてをつかむ。	めあて ペットボトルロケットを飛ばしてみよう。	
2 どうやればペットボトルロケットがよく飛ぶのか水と空気の量を関係づけて考え・予想する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・空気の性質について知っていること 簡条書きでワークシートに記入させる。</li> <li>・事前にどのペットボトルロケットが一番飛ぶのか考えを持たせることで、授業後に考えが変化したのかを気付くことができるようにする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ペットボトル(透明の口) 12本</li> <li>・水</li> <li>・塩ビ筒</li> </ul>
3 実験の方法と注意点を確認して、ペットボトルロケットを飛ばす。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・注意事項をパワーポイントで示した黒板に掲載するところで、児童がいつでも確認できるようにする。</li> <li>「①絶対に人に向けない」②「筒の中を覗き込まない。」</li> <li>・見学場所を設けることで、より安全に観察することができるようにする。</li> <li>・ペットボトルロケットを発射する際に「〇〇よし」(前後や、キャップが締まっているか等の確認)と指差し確認を声を出しながらすることで、他のグループのロケット発射に気が付けるとともに安全に実験することができるようにする。</li> <li>・3人×12グループを作り、3つの発射コースで通りの飛ばし方を行うことで、効率よく実験を行い小さな誤差をなくすようにする。</li> <li>・毎回各班のペットボトルロケットを飛ばした際に、どのくらい飛んだのか中身の種類ごとの色シールを貼ることで、実験後にクラス全体で考察ができるようにする。</li> <li>・協力して実験を行えているグループを称揚する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ゴムチューブ</li> <li>・空気入れ6台</li> <li>・シール(3色)</li> <li>・ワークシート</li> <li>・表</li> <li>・タオル複数</li> <li>・メジャー3本</li> <li>・角度台3(30度)</li> <li>・ブルーシート</li> </ul>
4 実験の結果を確認し、考察する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・グループごとに気が付いたこと・考えたことを発表することで、クラス全体で気が付いたこと。かんがえたことを共有できるようにする。</li> <li>・実験結果を振り返り比較することで、今後の授業により興味関心を持つことができるようにする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・空気と水の性質について考察し、授業後にどう変わったのか気が付ける。</li> </ul>
5 振り返り。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ワークシートにこの授業を通してもっと調べたいこと・興味がわいたことについて記入することで、1時からの授業において主体的に授業に向かうことができるようにする。</li> </ul>	

### 3. おわりに

本研究の主題である「0時における原体験教育の有用性」は、これから始まる教員生活で追求し続けるライフテーマである。児童の原体験を養うことは、授業の理解度を向上させるだけでなく、身の回りの自然に興味を持ち、理科が好きになるきっかけになる。そのためには、児童たちの疑問を体験的に解決できるような実験器具や指導の手立てが必要になってくる。今回は「空気と水」の単元についての研究だけだったが、今後は別の単元の研究も行っていきたい。

この研究を通して、単元に関わる原体験活動を意図的に0時に取り入れることで、児童の興味・関心に沿った疑問を実験の中で体験的に養うことができ、知的好奇心を高め、授業により主体性が生まれることが分かった。また、実験の中に他の単元での原体験につながるような新たな発見や、あらかじめ立てた自己予想と違う実験結果になることによってまた新しい問いが生まれるといった主体性のある授業を行うことで児童はより実験に意欲的に取り組むようになり、理解度の向上や、理科好きへのきっかけ作りにつながることも分かった。

今回の教材開発や授業実践を通して自分の実力不足を痛感し、多くの知識が必要であると実感した。しかし同時に、私が作成した教材で児童が楽しく理科を学習している姿も見ることができた。児童が笑顔で学ぶ姿を思いながら教材開発することは私にとってのエネルギー源であると感じた。現場に出ても長い年月をかけ少しでも児童にとってわかりやすい授業ができるような教材開発や授業を行っていききたいと思う。

**【引用・参考文献】**

- 1) 亀山 2010『幼児の原体験と両親の子どもの遊びに対する養育態度と  
関連性』

<http://repository.hyogo-u.ac.jp/dspace/bitstream/10132/3798/1/A114330270120008.pdf>

(アクセス日 2020/12/8)

- 2) 小林 2000「原体験を基盤とした化学的問題解決学習のモデル化  
に関する研究」『兵庫教育大学大学院連合学校教育研究科 博士  
論文』、pp.16-17

- 3) 中央教育審議会, 2013, 『今後の青少年の体験活動の推進について  
(答申)』 p.5

科学実験データベース (<http://www.proto-ex.com/search/index.html>)