

就実大学教育学部初等教育学科

令和5年度

# 卒業研究

題目

実生活で理科の有用性を感じることができる教材開発

－第6学年『電気とわたしたちの暮らし』を通して－

学籍番号 5120060

氏名 別役由佳

指導教員 福井広和

# 実生活で理科の有用性を感じることができる教材開発

－第6学年『電気と私たちの暮らし』を通して－

別役 由佳

## 目次

### 第1章 序論

1. 動機.....	1
2. 背景.....	2
3. 研究仮説.....	4

### 第2章 文献調査

1. 「電気の利用」の単元の学問的背景の調査	
(1) 「電気の利用」に関する教育の系統.....	5
(2) 学習指導要領における目標.....	6
2. 教科書における取り扱い.....	7
3. 先行研究.....	19

### 第3章 教材研究

1. 教科書・先行研究の追試	
(1) ゆらゆらおもちゃ.....	21
(2) 手回し発電機による発電.....	22
(3) 光電池による発電.....	23
(4) 追試の考察.....	24

2. 実生活で理科の有用性を感じることができる教材の開発に向けて	
(1) 一次電池の仕組みを学ぶ「33円電池」の制作.....	26
(2) 二次電池の仕組みを学ぶ「鉛筆蓄電池」の制作.....	27
(3) 実生活と学習を結びつけるための「スピーカー」の制作...	28

#### 第4章 授業実践

1. 目的および研究仮説.....	31
2. 調査方法.....	31
3. 事前調査.....	32
(1) 電気に関する内容の勉強は得意か.....	33
(2) 電気に関する内容の授業は好きか.....	33
(3) (1)、(2)の回答理由について.....	34
(4) 電気の単元の有用性を感じた出来事について.....	37
(5) 現時点で知っている発電方法について.....	38
4. 授業実践.....	39
5. 調査結果.....	41
(1) 今回の実験の中で印象に残っている実験.....	42
(2) (1)の回答理由について.....	42
(3) 今回の授業から、電気に関する内容 に対してどう変化したか.....	44
(4) (3)の回答理由について.....	44
(5) この授業から「もっと詳しく知りたい！」 と興味を持ったこと.....	46

## 第5章 改善案

1. 二次電池の仕組みを学ぶ「鉛筆蓄電池」の改良.....	4 7
(1) 設計図の作成.....	4 8
(2) ミノ虫クリップ付きリード線のはんだ付け.....	4 8
(3) リード線とスイッチのはんだ付け.....	4 9
(4) 回路を見やすくするためのボックスの作成.....	4 9
(5) 再改善と実験の実践.....	5 0
2. おわりに.....	5 1
<b>【引用・参考文献】</b> .....	5 4

## 第1章 序論

### 1. 動機

本論文は「実生活で理科の有用性を感じることができる教材開発」を主題としている。私がこの研究に取り組もうと考えた理由は、「どうしてこれを学ばなくてはならないのか」「これを学んで今後いつ役立つときが来るのか」などの児童の中から必ず生まれるだろう疑問が解消されない限り、主体的に学習に取り組む態度を養うことはできないのではないかと考えたからである。

次に児童が理科の有用性を感じられる授業を考えるにあたって、まず一番に電気の単元は最も児童の生活と関連づけやすいのではないかと考えた。私自身もオール電化の住宅に住んでおり、加熱調理をするにしても部屋を暖めるにしても全て電気頼りの生活を送っている。音楽の授業で使っているスピーカーをはじめとした、電気で動いているということまでは分かっている、実際学校で習ったコイルなどはそれらの中身としてどのようなはたらきをしているのか、またそれらを動かすためにはどのくらいのエネルギーが使われているのか、それは電気のどのような性質を利用してつくられたものなのかなどは、ほとんどの児童が分かっていない、というものもたくさんあるであろう。身近にあるものと授業を切り離して考える児童ではなく、学習内容からそれらを実生活に紐付けて考えることのできる児童を育成できるような教材を開発したいと考えた。

本研究では、自分自身が最も印象に残った単元である小学校第6学年「電気と私たちの暮らし」を題材にして教材開発の検討等に取り組んでいきたい。

## 2. 背景

前節では今回の研究の動機として「これを学んで今後いつ役立つときがくるのか」が明らかでない、児童たちが主体的に学習に取り組む態度を養うことはできないのではないかと述べた。ここでは実際に児童・生徒たちの学習意欲に関する現状を調べてみた。

まず、日本の理科教育における課題として、齋藤、片平は『理科教育におけるレリバンスに関する研究』において次のように述べている。<sup>1)</sup>

日本の理科教育における課題として、平成17年度高等学校教育課程実施調査の質問用紙調査から、理科に関しては、「勉強が入学試験や就職試験に関係なくても大切だ」と回答する割合は他教科に比べて圧倒的に低く、また、「理科の勉強は大切だ」と回答する生徒も同様の割合である。このことから、日本の生徒は、理科の勉強は大切だと思っても、理科を学ぶことの意義が、入学試験や就職試験に役立つからという観点からしか捉えられていない。

また、石井、八朝、伊東は『小学校理科に電圧概念を導入することの効果～電気学習の新たな試み～』において次のように述べている。<sup>2)</sup>

小・中学生における電気の認識や理解に関する報告は数多い。平成15年度小中学校教育課程実施調査によると、小学5年、6年履修の14項目中で、「よく分からなかった」と回答した児童の割合が5番目に高かった項目が「電磁石のはたらき」であり、中学1年～3年履修の27項目中で、「よく分からなかった」と回答した生徒の割合が1番高かった項目が「電流の利用」で、2番目に高かった項目が「電流」であった。

さらに文部科学省も理科授業における有用性の実感の重要性を『中学校学習指導要領解説理科編』の中で次のように述べている。<sup>3)</sup>

理科で育成を目指す資質・能力を育成する観点から、自然の事物・現象に進んで関わり、見通しをもって観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈するなどの科学的に探究する学習を充実した。また、理科を学ぶことの意義や有用性の実感及び理科への関心を高める観点から、日常生活や社会との関連を重視した。

また、同じく文部科学省の『小学校学習指導要領解説理科編』の中で次のように述べている。<sup>4)</sup>

身の回りにある、電気を利用している道具の働きに着目して、電気の利用の仕方を多面的に調べる。これらの活動を通して、発電や蓄電、電気の変換について、より妥当な考えをつくりだし、表現するとともに、発電したり、蓄電したり、変換させたりしながら利用していることを捉えるようにする。その際、身の回りには、電気の働きを目的に合わせて制御したり、電気を効率よく利用したりしている物があることを捉えるようにする。

このように、日常生活や社会との関連を文部科学省からは重視するよう求められているものの、現状として児童生徒らは「理科を入学試験や就職のために学ぶもの」として捉えている。また、電気の分野に関しては彼らの理解も低い。これらの背景を踏まえ、本研究では児童らが主体的に学習に取り組んでいく態度を養うために、日常に溢れている電化製品等と関連付けた学習から、有用性を実感できる授業を構想する段階まで考え、実際に授業を行う中で有用性の実感がいかに理科学習において重要な役割を担っているのか明らかにしていく。

### 3. 研究仮説

前項では、児童・生徒たちの学習意欲に関する現状について述べ、文部科学省からは日常生活や社会との関連を重視するよう求められているのに対し、児童生徒らは「理科を入学試験や就職のために学ぶもの」として捉えていることについて述べた。

そこで本研究は、小学校第6学年「電気と私たちの暮らし」の単元を対象とし、有用性の実感によって児童らの学習効果や学習意欲の向上につながっていくかどうかについて研究していこうと思う。研究仮説は以下の通りである。

1. 理科授業において、有用性を実感できる内容を組み込むことで、学習効果を高めることができる。
2. 第6学年「電気と私たちの暮らし」の単元において、日常的に使用する家電などの仕組みを題材に授業を展開することで、理科の日常生活での有用性を実感しながら学ぶことができ、より児童が主体的に授業に参加するようになり、学習効果の向上につながる。

児童らに対してただただ有用性を実感できるモデルの提示などを行うだけではなく、実際に触ったり手を動かしたりすることから、理科と日常生活との結びつきに気付き、学校で今学んでいるこれらのことは、自分たちの生活の中で実際にこうして生かされているのを知ることから、児童らが以前よりもより意欲的に授業に参加できるようになると考えた。

これらの背景をもとに授業開発を進めていくことにする。

## 第2章 文献調査

前章では、日常的に使用する家電などの仕組みを題材に授業を展開することで、理科の日常生活での有用性を実感しながら学ぶことができ、より児童が主体的に授業に参加するようになり、学習効果の向上につながるのではないかと考え、「電気の利用」の単元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ていく。

### 1. 学問的背景

#### (1) 「電気の利用」に関する教育の系統

平成29年度公示の小学校学習指導要領解説理科編<sup>4)</sup>において理科は「A物質・エネルギー」と「B生命・地球」の2つに区分されている。本研究で題材とする「電気と私たちの暮らし」は、「A物質・エネルギー」の中の「電気の利用」に該当する。その中でも発電と蓄電、それらの電気の変換、電気の利用についてが主な学習内容であるとして記されている。

本単元は、「エネルギー」についての基本的概念を柱とした内容のうちの「エネルギーの捉え方」に関わるものであり、電気の量や働きに着目し、それらを多面的に調べ、発電や蓄電、電気の変換を捉えるようにする。

ここでの指導に当たっては、児童が手回し発電機や光電池などを使って自分で電気をつくりだし、その電気を蓄えたり、変換したりする活動をすることにより、エネルギーが蓄えられることや変換されることを体験的に捉えるようにする。

## (2) 学習指導要領における目標

平成 29 年度 6 月発行小学校学習指導要領解説理科編<sup>4)</sup>では第 6 学年「電気の利用」について次のように示している。

発電や蓄電、電気の変換について、電気の量や働きに着目して、それらを多面的に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) 電気は、作りだしたり蓄えたりすることができること。

(イ) 電気は、光、音、熱、運動などに変換することができること。

(ウ) 身の回りには、電気の性質や働きを利用した道具があること。

イ 電気の性質や働きについて追究する中で、電気の量と働きとの関係、発電や蓄電、電気の変換について、より妥当な考えをつくりだし、表現すること。

「電気の利用」についての学習では、手回し発電機や光電池などを用いて蓄電や発電を行う活動から、電気がつくりだしたり蓄えたりできるものであるということを捉えるようにしている。

また、豆電球や発光ダイオードを点灯させたり、電子オルゴールを鳴らしたりするなどの活動を通して、電気は光、音、熱、運動などに変換できることを捉えるようにしている。

また、身の回りにある、電気を利用している道具の働きに着目し、電気の利用の仕方を多面的に調べる活動から、電気はつくったり蓄えたり、変換したりしながら利用していることを捉えるようにしている。

このように「電気の利用」の単元では、電気の発電や蓄電、変換について学習することが分かった。

## 2. 教科書における取り扱い

小学校指導要領の目標を受けて、これまでの文部科学省検定教科書において「電気」の単元をどのように扱ってきたのか、以下 13 冊について調査した。

### 【調査対象】

- ① 『昭和 49 年度新訂新しい理科 6 下』 東京書籍
- ② 『昭和 52 年度新編新しい理科 6 下』 東京書籍
- ③ 『昭和 55 年度新しい理科 6 上』 東京書籍
- ④ 『昭和 63 年度新編新しい理科 6 上』 東京書籍
- ⑤ 『昭和 64 年度新訂新しい理科 6 上』 東京書籍
- ⑥ 『平成 4 年度新しい理科 6 下』 東京書籍
- ⑦ 『平成 8 年度新編新しい理科 6 下』 東京書籍
- ⑧ 『平成 12 年度新訂新しい理科 6 下』 東京書籍
- ⑨ 『平成 14 年度新しい理科 6 下』 東京書籍
- ⑩ 『平成 17 年度新しい理科 6 下』 東京書籍
- ⑪ 『平成 23 年度新しい理科 6』 東京書籍
- ⑫ 『平成 27 年度新編新しい理科 6』 東京書籍
- ⑬ 『令和 2 年度新しい理科 6』 東京書籍

### 【調査内容】

今回研究で取り扱う単元である、「電気の利用」についての過去の単元構成や実験内容を調べた。電気の利用に関して重要事項である、「身の回りでの電気の利用」「発電」についてそれぞれ下記の通り色分けをしていく。

①身の回りでの電気の利用についての内容	緑色の塗りつぶし
②電気を利用したものづくりに関する内容	黄色の塗りつぶし
③運動エネルギーによる発電についての内容	桃色の塗りつぶし
④運動エネルギー以外による発電についての内容	水色の塗りつぶし

表.1.出版年ごとの電気の利用の取り扱い学年と遊びを除く単元内容

出版年度	単元内容
昭和 49 年度	<p>3 電磁石を利用したもの</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・小さな電流や電流の向きを調べる電流計</li> </ul> <p>この電流計はコイルに電流が流れると、はりが右から左にふれるようになっている。電流の向きが変わると、はりのふれかたが反対になる。下の図からそのわけを考えてみよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電磁石の磁力の変化を利用したブレーカー</li> <li>・ブザー</li> </ul> <p>《電流計づくり》</p> <p>かんたんな電流計をつくって、つぎのことを調べてみよう。</p> <p>①電流を通すと、どうしてはりがふれるのか。</p> <p>②かん電池のつなぎかたを変えると、どうしてはりのふれが逆になるのだろう。</p> <p>③まめ電球やかん電池を直列につないだりへい列につないだりすると、はりのふれかたはどう変わるか。</p>
昭和 52 年度	調査内容に該当する内容はなし
昭和 55 年度	<p>3 電磁石の応用</p> <p>わたしたちの身のまわりには、電磁石がたくさん使われている。どんなところに使われているだろうか。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ブザー、電流計、モーター、リニアモーターカー</li> </ul> <p>参考：モーターのつくりかた</p> <p>コイルのモーターをつくって、回るわけを考えてみよう。</p> <p>参考：電流計のつくりかた</p>
昭和 63 年度	<p>研究：わたしたちの身のまわりでは、モーターなどに電磁石が使われている。図を参考にして、コイルのモーターをつくってみよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・リニアモーターカー(写真資料と解説)</li> </ul>
昭和 64 年度	<p>研究：わたしたちの身のまわりでは、モーターなどに電磁石が使われている。図を参考にして、コイルのモーターをつくってみよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・リニアモーターカー(写真資料と解説)</li> </ul>
平成 4年 度	<p>3.モーターをくふうしてつくろう</p> <p>実験 6：いろいろな形のモーターをつくってみよう。</p>

	<p>読み物：リニアモーターカー(挿し絵と解説)</p> <p>やってみよう：電熱線でフォームポリスチレンを切る道具（ポリスチレンカッター）をつくってみよう。材料や形をくふうして、いろいろなものをつくろう。</p> <p>[身のまわりの電熱線器具]</p> <p>電熱線は、電流が流れたとき、特に発熱しやすい金属でできている。身のまわりにある電気器具で、電熱線が発熱することを利用したものにどんなものがあるか、さがしてみよう。また、電熱線がどこに入っているかを調べたり、予想したりしてみよう。</p> <p>・ホットプレート、電気カーペット、ドライヤー、電熱器、アイロン</p> <p>読み物：モーターは、電気で電磁石を回しましたが、逆に、磁石に囲まれた電磁石を回転させることによって、電気を起こすことができます。</p> <p>模型用のモーターに豆電球をつなぎ、じくに糸を巻いて強く引くと、じくが回って明かりがつきます。</p>
平成 8 年度	<p>◎電磁石や電熱線を利用したものを調べよう</p> <p>身のまわりに、電磁石や電熱線を利用したものにどんなものがあるか、さがしたり、しくみを調べたりしてみよう。</p> <p>電磁石…モーター、リニアモーターカー、電磁石のクレーン</p> <p>電熱線…電熱器、ホットプレート、電気カーペット、ドライヤー、アイロン</p> <p>4 電磁石や電熱線を使った道具やおもちゃをつくろう</p> <p>・キャッチャーゲーム、コイルのモーター、かん電池チェッカー、発泡ポリスチレンカッター</p> <p>読み物：電気とわたしたちの生活</p> <p>・水力、火力、原子力のエネルギーを利用した発電について(写真資料と解説)</p>
平成 12 年度	<p>◎電磁石や電熱線を利用したものを調べよう</p> <p>身のまわりに、電磁石や電熱線を利用したものにどんなものがあるか、さがしたり、しくみを調べたりしてみよう。</p> <p>・電磁石…モーター、リニアモーターカー、電磁石のクレーン</p> <p>・電熱線…電熱器、ホットプレート、電気カーペット、ドライヤー、アイロン</p>

	<p>4.電磁石や電熱線を使った道具やおもちゃをつくろう</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・キャッチャーゲーム、コイルのモーター、かん電池チェッカー、発泡ポリスチレンカッター</li> </ul> <p>資料：発電と電気の利用</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○電気を起こす…火力発電、水力発電、風力発電、太陽光発電 についての写真資料と解説</li> <li>○電気の利用：わたしたちの身のまわりにある電気器具について、それが、電気をどのようなはたらきに変えて利用しているものか、考えてみましょう。</li> <li>・光：かい中電灯、照明器具など</li> <li>・熱：電気ストーブ、すい飯器など</li> <li>・磁力：せん風機、そうじ機など</li> <li>・そのほか：コンピュータ、電話機、ラジオなど</li> </ul>
平成 14 年度	<p>資料：モーターの利用</p> <p>モーターは、磁石と電磁石の性質を利用して、回転し続けるようにしたものです。身のまわりには、モーターを使ったさまざまな道具や機械があります。どんなものがあるか、探してみましょう。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電動の車いす、えん筆けずり機、せん風機、電気そうじ機、リニアモーターカー、電磁石のクレーン</li> </ul> <p>3 電磁石を使った道具やおもちゃをつくろう</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ゆらゆらおもちゃ、鉄ひろい機、モーター</li> </ul>
平成 17 年度	<p>理科の広場：電磁石のはたらきを利用したもの。</p> <p>わたしたちの身のまわりには、モーターを使ったものなど、電磁石のはたらきを利用したさまざまな道具や機械があります。どんなものがあるか、さがしてみましょう。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・モーター、電動の車いす、駅のしょうこう機、えん筆けずり機、せん風機、電気そうじ機、リニアモーターカー、電気自動車、おもちゃの自動車</li> </ul> <p>3.電磁石を使った道具やおもちゃをつくろう。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ゆらゆらチョウ、鉄ひろい機、モーター</li> </ul> <p>とびだせ！：鉄しんのないモーターをつくろう</p> <p>理科のひろば：発電（電気を起こす）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・火力発電、水力発電、風力発電、太陽光発電</li> </ul>

	<p>について写真資料と解説</p> <p>とびだせ！：電気の利用</p> <p>わたしたちは、生活を便利で豊かなものにするために、電気のエネルギーを、光や熱、運動（電磁石でものを動かすはたらき）などに変えて、利用しています。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・光…かい中電灯、照明器具など</li> <li>・熱…電気ストーブ、すい飯器など</li> <li>・運動…せん風機、そうじ機など</li> <li>・そのほか…コンピュータ、電話機、ラジオなど</li> </ul> <p>とびだせ③</p> <p>2.磁石に囲まれたコイル（モーター）を回転させて、電気を起こそう。身近な材料を使って、発電機をつくろう。（水力発電機）</p>
<p>平成 23 年度</p>	<p>自分で電気をつくって、使うことができるのだろうか。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・豆電球をつないだモーターのじくを回して、明かりがつくか調べよう。</li> </ul> <p>実験 1：手回し発電機で電気を作ろう</p> <p>やってみよう：電球に明かりをつけてみよう</p> <p>手回し発電機を使って、家庭用の電球に明かりをつける。</p> <p>理科のひろば：回す動きで電気をつくる</p> <p>自転車の発電機やモーター、手回し発電機は、どれも、じくを回すことによって、電気をつくることができます。家庭で使っている電気も、発電所の大きな発電機のじくを回して、つくられています。また、科学館や博物館には、発電を体験できるところがあります。いろいろな方法で電気をつくってみましょう。</p> <p>話し合おう：身のまわりで、電気をためて使っている器具にはどんな物があるか、話し合おう。</p> <p>理科のひろば：いろいろなところで利用されている発光ダイオード</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・発光ダイオードについての写真資料と解説</li> <li>・身のまわりで、発光ダイオードが利用されている電気製品があるか探す。（かいちゅう電灯、信号機、駅の電光けい示板など）</li> </ul> <p>生活に広げよう：「電気を効率よく使う照明を開発しています」</p>

	<p>…照明の開発をしている棚橋さんに聞きました。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・照明の開発についての写真資料と説明</li> </ul> <p>4 電気を利用した物をつくろう：これまでに学習したことをもとに、電気を利用したおもちゃをつくろう。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・手回し発電機のロープウェー、発光ダイオードの家、電気自動車活用しよう</li> </ul> <p>①電気は、どのようにしてつくられているか、いろいろな発電のしくみを調べよう。</p> <p>②身のまわりの電気製品を調べて、電気を何に変えて使っているか、説明しよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ゲーム機…電気を光や音に変えて使っている。</li> </ul> <p>学びをつなごう③：電気のはたらきについて考えよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電気をつくる（発電） わたしたちが使っている電気は、どのようにしてつくられているか、考えよう。</li> <li>・水力発電、火力発電、風力発電、太陽光発電の写真資料と解説 これまでに学習してきた内容で、発電と関係しているものにはどんなものがあるか、考えよう。(写真資料)</li> <li>・3年 風のはたらき</li> <li>・4年 光電池のはたらき</li> <li>・5年 流れる水はたらき</li> <li>・6年 物が燃えるはたらき（熱の利用）</li> <li>・電気を使う わたしたちは、生活のなかで、電気をどのようなものに変えて利用しているか、考えよう。 図や写真の□に当てはまることばを、下から選んでかき入れよう。</li> </ul>
平成 27 年度	<p>①電気を作る</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・問題をつかもう 発電所では、どのようにして電気がつくられているか、調べましょう。</li> </ul> <p>問題：自分たちで発電することができるのだろうか。</p> <p>実験1：モーターのじくを回して、豆電球の明かりをつけましょう。</p> <p>理科のひろば：回す動きで電気をつくる</p>

・火力発電についての写真資料と解説

実験 2：手回し発電機で電気をつくり、  
つくった電気を利用しましょう。

・ハンドルを回すと、つないだ器具はどうなるだろうか。

・ハンドルを回すのをやめると、どうなるだろうか。

考えよう：私たちは、くらしのなかで、電気をどのように  
利用しているか、考えましょう。

・テレビゲームをする、洗たく機を回す、  
電気をためて走る自動車を使う

理科のひろば：発光ダイオードを使った照明を開発しています。

・発光ダイオードの照明の開発が、  
地球の資源を守ることにもつながっていることなど

電気を利用したおもちゃ：これまでに学習したことをもとに、電気を  
利用したおもちゃをつくりましょう。

・発光ダイオードの家、電気自動車

理科のひろば：電気を効率的に使うこれからのくらし

○スマートハウスについての図と解説

・例…ソーラーパネルで発電、照明はすべて発光ダイオード、  
電気自動車

ふだんのくらしのなかで、どうすれば電気を効率的に使うことが  
できるか、考えてみましょう。

学びをつなごう④：電気のはたらきについて考えよう。

①電気を作る：私たちが、くらしのなかで使っている電気は、  
どのようにしてつくられているのかを考えて、  
説明しましょう。これまでに学習したことで、  
発電と関係していることには、どのようなことが  
あるだろうか。

・3年 風力発電

・4年 太陽光発電

・5年 水力発電

・6年 火力発電

②電気を使う：私たちは、くらしのなかで電気をどのようなものに  
変えて利用しているかを考えて、説明しましょう。

令和 2 年 度	<p>レッツスタート！：右の絵を見て、電気がつくられたり、利用されたりしている場所を探してみましょう。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・風力発電所、火力発電所、水力発電所、太陽光パネルのある住宅など、発電に関する挿し絵</li> <li>・電化製品の挿し絵</li> </ul> <p>1.電気をつくる</p> <p>私たちが、くらしのなかで利用している電気の多くは、発電所でつくられています。電気をつくることを、発電といいます。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・火力発電所、水力発電所、風力発電所の挿し絵</li> </ul> <p>問題をつかもう</p> <p>身の回りで、発電しているものがあるか、さがしましょう。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・自転車の明かり</li> <li>・学校の屋上にとりつけられた太陽電池</li> </ul> <p>実験 1：手回し発電機や光電池で電気をつくり、つくった電気を利用しましょう。</p> <p>ア.手回し発電機で発電する</p> <p>イ.光電池で発電する</p> <p>理科のひろば：回す動きで電気をつくる</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・発電所の写真資料と火力発電のしくみについての挿し絵・解説</li> </ul> <p>私たちは、くらしのなかで、電気を熱に変えて利用することがあります。(ドライヤーの挿し絵)</p> <p>学びを生かして深めよう：豆電球の発熱と発光ダイオードの特長</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・豆電球、発光ダイオード、電気ストーブの写真資料と解説</li> </ul> <p>3.電気の有効活用</p> <p>発光ダイオードは、豆電球に比べて、電気を効率的に使えることが分かりました。</p> <p>問題をつかもう：私たちがくらしのなかで、電気を効率的に使うためのくふうをしているのは、どうしてでしょうか。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・発光ダイオードの写真資料</li> </ul> <p>問題：私たちは、電気を効率的に使うために、どんな工夫をしているのでしょうか。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・暗いところで漕ぐと電気がつく自転車</li> <li>・昼の間にためた光電池で光る街灯</li> </ul>
-------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

・人感センサーで動き出すエスカレーター
4.電気を利用した物をつくろう
これまでに学んだことをもとに、電気を利用した物をつくりました。
・電気自動車(コンデンサーにためた電気でモーターを動かし走る車)
・電気を効率的に使う家(光電池でつくった電気をコンデンサーにため、発光ダイオードや人感センサーに利用する家)

以下では教科書の学習内容ごとに色分けしたものを①から④までそれぞれ整理し、それらを①と②、③と④に分けて考察していく。

まず①から④をそれぞれ整理していく。

### ①身の回りでの電気の利用についての内容

<p>【 光 】</p> <p>かい中電灯、照明器具、信号機、駅の電光けい示板</p> <p>【 熱 】 (平成4年度～)</p> <p>ホットプレート、電気カーペット、ドライヤー、電熱器、アイロン、電気ストーブ、すい飯器</p> <p>【 運動 】</p> <p>電流計、ブザー、ブレーカー、モーター、リニアモーターカー、電磁石のクレーン、電動の車いす、えん筆けずり機、せん風機、電気そうじ機、駅のしょうこう機、電気自動車、洗たく機</p> <p>【 その他 】</p> <p>テレビゲーム、コンピュータ、電話機、ラジオ、スマートハウス</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

身の回りの電気の利用についての内容をまとめると、上記の表の通り「光」・「熱」・「運動」どれについても触れられているが、中でも電磁石を利用する「運動」の部分についての記述が多く見られた。また、熱については平成4年度[身のまわりの電熱線器具]から扱いが始まった。その後「電気による発熱」が平成29年から中学2年生に移行になったものの、省略は電熱線の太さによる発熱のちがいのみで、現在も電気を熱に変えて利用できることとその使用例としての家電の紹介等については引き続き掲載されている。

### ②電気を利用したものづくりに関する内容

【 実験道具に近いもの 】(昭和 49 年度～平成 4 年度)

電流計づくり、モーターづくり、コイルのモーターづくり、鉄心のないモーター、ポリスチレンカッターづくり、発ぼうポリスチレンカッターづくり、かん電池チェッカー、

【 実生活に近いもの 】(平成 8 年度～)

ゆらゆらおもちゃ、キャッチャーゲーム、発光ダイオードの家、手回し発電機のロープウェー、鉄ひろい機、電気自動車

電気を利用したものづくりについては、昭和 49 年度から平成 4 年度までの教科書に掲載されていた、電流計やモーターなどのいわゆる学校の理科室で使うような【 実験道具に近いもの 】と、平成 8 年度以降の教科書に掲載されている、児童らにとり身近な存在である玩具などの【 実生活に近いもの 】の大きく 2 つに分けることができると考えた。

ただ児童の実生活に近いものとは言っても、ごみ処理場でアルミ缶とスチール缶を仕分ける際に用いるクレーンを模したキャッチャーゲームや、自分で運転しない上に未だ普及していない電気自動車を模した玩具では児童の実生活に近いとは言えず、本単元のために考え出した教材という印象を受けた。

### ③運動エネルギーによる発電についての内容

【 運動エネルギーによる発電についての内容の内訳 】

水力発電、火力発電、風力発電、原子力発電、手回し発電機による発電

発電については平成 4 年度の教科書から扱いが始まり、運動エネルギーによる発電については扱いが始まったその年から掲載されている。その後は平成 14 年度を除き現在まで掲載は続いている。内訳を見ていくと、運動エネルギーによる発電については水力発電、火力発電、風力発電、原子力発電など複数の発電方法に触れている。どれもそこに至るまでのプロセスは様々だが、最終的にはモーターやタービンを回転させることによる運動エネルギーから電気をつくる仕組みとなっている。

#### ④運動エネルギー以外による発電についての内容

##### 【 運動エネルギー以外による発電についての内容の内訳 】

##### 光電池による発電

発電については平成4年度の教科書から扱いが始まっているものの運動エネルギー以外による発電については扱いが始まったのは平成12年度からである。その後平成14年度を除き現在まで掲載は続いている。内訳を見ると運動エネルギー以外による発電についての紹介は光電池を利用して発電する太陽光発電の1種に留まっている。

次に①と②、③と④についてそれぞれまとめていく。

まず①と②から、家電製品をはじめとした児童の日常生活にあるものをモデルにしたものづくりやそれらを動かしたり分解したりという活動などを通して、それらの構造を理解し、学習した内容が実際に私たちの生活の中でどのように活かされているのかを学ぶ時間を取ることが今後大切になってくるのではないかと考えた。①では表1の通り、身の回りでの電気の利用について、教科書内で扇風機や電気ストーブなど児童が普段の生活の中でよく目にするであろうものを取り上げ、写真資料等を用いながら紹介がなされている。しかし②のものづくりの段階になると実験道具など児童らの普段の生活とは少し離れた話になっているように感じる。平成8年度以降についても、電気を利用したものづくりではそれ以前よりは児童の生活との関連づけが近くなってきているように感じるが、まだ十分とは言えない。児童が学習内容と普段の生活の結びつきをより深く感じられる内容になるために、またそれによって学習意欲を高められるようにするためにも、私はものづくりの部分も①のようによく普段の生活の中でも児童が実際に手にしていたり、頻繁に目にしていたりするようなものを題材に用いるべきではないかと考えた。

次に③と④について、教科書で紹介された発電方法を運動エネルギーによる発電・運動エネルギー以外による発電の2種に分類し、それぞれの掲載頻度をグラフにまとめた。

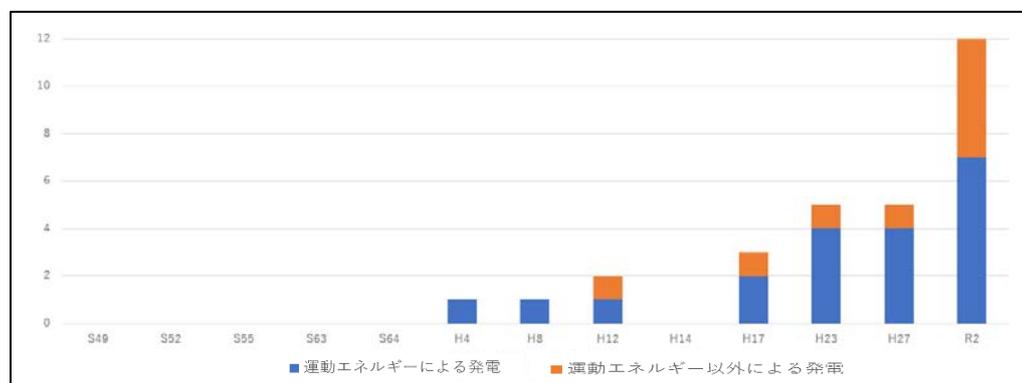


図1. 運動エネルギーによる発電・運動エネルギー以外による発電に関する内容の推移

上記のグラフにある通り、発電については平成4年度の教科書から掲載されている。それぞれの内訳を見ていくと、運動エネルギーによる発電については水力発電、火力発電、風力発電、原子力発電など複数の発電方法に触れているが、運動エネルギー以外による発電については光電池を利用して発電する太陽光発電の1種に留まっている。ここから私は、運動エネルギー以外による発電についてももっと時間を取ってもよいのではないかと思い、中学校学習指導要領の範囲である「化学変化と電池」などに関連づけた実験を取り入れたいと考えた。また乾電池は光電池よりも児童らの身近にあり、授業に対する関心を持たせるためにも取り上げる意義があると考えた。

以上のことを踏まえ、今後第6学年「電気とわたしたちの生活」では家電製品をはじめとした児童の日常生活にあるものをモデルにしたものづくりや、それらを動かしたり分解したりする活動を通して、それらの構造を理解することで、学習した内容が実際に私たちの生活の中でどのように活かされているのかを学ぶ時間を取る必要があるのではないかと、また中学校学習指導要領の範囲である「化学変化と電池」と関連づけた実験等を取り入れ、化学的な発電についての学習の時間をもっと取っていくべきなのではないかということ考えた。

### 3. 先行研究

前項では電気についての単元内容から、小学校学習指導要領の範囲内では運動エネルギーによる発電については水力発電、火力発電、風力発電、原子力発電など複数の発電方法に触れているが、運動エネルギーによるものでない発電については光電池を利用して発電する太陽光発電の1種に留まっていることが分かった。ここから私は、運動エネルギーによるものでない発電について、化学的な発電のものなど、よい良い方法で児童に探求させることができないか、また第6学年「電気とわたしたちの生活」などでの学習と関連させ、家電製品をはじめとした児童の日常生活にあるものをモデルにしたものづくりをすることはできないか、という2点について、先行研究を調べてみた。

①八島弘典『「木炭電池」や「人間電池」などを通して、楽しく電池の本質を学べる実験教材の開発と授業プランの検討』(2000)<sup>5)</sup>

この論文では、さまざまな電池をつくり、その仕組みを考えながら楽しく電池の本質を学べる実験教材の開発と授業プランについて検討されており、身近な金属を用いた電池の実験など、生徒らは実に熱心に実験に取り組んでいたことが報告されている。

この論文より、身近なものを使った化学的な発電に関する実験は、子どもたちに興味・関心を持たせることができ、よりよい学びにつながるのではないかと考えた。中でも一次電池の仕組みを学ぶ33円電池の実験と、二次電池の仕組みを学ぶ鉛筆蓄電池の実験を特に行いたいと考えているが、この論文ではイオン化傾向を学んでいる中学生に対して行っている実験であり、小学校で行う場合にはどこまでを児童に教えるのか、またどのように説明をするのかなどについても検討を行う必要がある。

②山本広樹「紙コップを用いたスピーカー工作教材」(2012)<sup>6)</sup>

この論文では、児童らの生活とも近い家電であるスピーカーを製作している。スピーカーの工作は小中学生から大人まで幅広く楽しめる趣味であるとし、このスピーカー自体の仕組みも小学校5年生の理科の電磁石の単元での学習内容で理解することのできるものとなっている。

この論文の後半では、実際に高専祭で「スピーカーを作ろう！」と題し、児童・生徒らもスピーカーの製作を行っており、その際の児童らも熱心に集中して取り組んでいたことが報告されている。

以上のことから私は、運動エネルギーによる発電のもの以外として今回化学的な発電に関する実験を取り上げ、一次電池の仕組みを学んでもらうための33円電池の実験、二次電池の仕組みを学んでもらうための鉛筆蓄電池の実験の計2つについて次章で教材研究を行っていききたい。これらの実験から、普段よく使っている乾電池や充電式の電池の仕組みについて興味を深めてもらい、中学校の「化学反応と電池」の単元をはじめとした化学の授業により意欲的に取り組んでもらえるようにしたいと考えている。

また、児童らの生活に身近な存在である家電を取り上げて実際に電気を使う場面を想定した実験としては、②の論文よりスピーカーの製作を行いたい。児童が自分の学校で学習した内容は実生活で活かされているのだということをこの実験から感じ取ってもらえるようにしたいと考えている。以上計3点について第3章の教材研究で実際に製作していく。一次電池・二次電池に関する実験については小学校学習指導要領の範囲外になるため、児童への説明方法等についても検討していききたい。

### 第3章 教材研究

前章では教科書調査・先行研究の結果をもとに、運動エネルギー以外による発電のものとして化学的な発電の仕組みである一次電池・二次電池のつくりを学ぶ実験を行うための教材開発、また児童にとって身近な存在の家電を取り上げ、実際に電気を使う場面を想定した実験を行うための教材開発をすることにした。

#### 1. 教科書・先行研究の追試

まず、これまでの小学校理科の教科書で取り上げられた「電気」単元の実験を追試した。今回は教科書調査の際の色分けに用いた項目を基に、電気を利用したものづくりに関する内容からは「ゆらゆらおもちゃ」、運動エネルギーによる発電についての内容からは「手回し発電機による発電」、運動エネルギー以外による発電についての内容からは「光電池による発電」、以上の計3つの実験について検証していく。

##### (1) ゆらゆらおもちゃ

まず電磁石を利用したものづくりである「ゆらゆらおもちゃ」を制作した。これはチョウの形に切った画用紙の裏に磁石を貼りつけ、その下の位置に貼りつけた電磁石に電流を流すことで、磁石同士が反発し合いゆらゆらとチョウが動く工作である。



図2. 東京書籍『平成14年度新しい理科6下』より「ゆらゆらおもちゃ」

実際に東京書籍『平成 14 年度新しい理科 6 下』に記載されている物と同じ物を作成してみると、チョウに付ける磁石の大きさや磁力、糸を通せる程度の程良い大きさの穴を開ける方法、チョウを吊るす際の糸の長さや縛る位置によるバランス調整についてなど、児童が判断して制作するには難しい

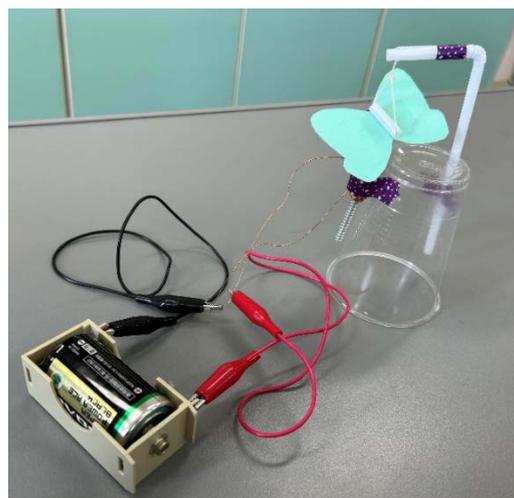


図 3. 「ゆらゆらおもちゃ」の制作と動く様子

であろうと感じる部分が数点見つかった。教師側でどこまでの準備を行い、どこから児童らに取り組んでもらうのかを事前にしっかりと考えておく必要があることが分かった。

## (2)手回し発電機による発電

次に運動エネルギーによる発電に関する内容から東京書籍『令和 2 年度新しい理科 6』に記載されている「手回し発電機で発電」の実験を実際に行ってみた。

手回し発電機につなぐ器具の例として「モーター」「電子オルゴール」「豆電球」「発光ダイオード」が挙げられており、その中で自分が経験していないモーターを使用してみた。



図 4. 東京書籍『令和 2 年度新しい理科 6』より「手回し発電機で発電」「光電池で発電」

実験を実際に行ってみると、プロペラ付きのモーターを動かすために必要な手回し発電機を回す力や回転数は児童でも行いやすい程度のものであり、ごく簡単に回った。

その分手回し発電機を回しすぎることによる故障等は生

じやすいのではないかと感じたため、怪我を防止するための指示に加えて、このような壊れやすい実験道具を扱う際には、正しい使い方を前で説明する時間を設けたり、正しく使えているか机間指導を行って教師の目でも確認したりすることが必要であるということを改めて感じた。

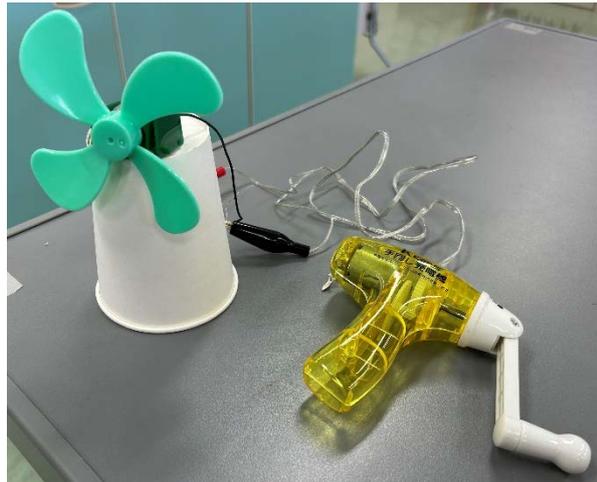


図5. 手回し発電機とモーター

### (3)光電池による発電

運動エネルギー以外による発電についての内容から、「光電池で発電」を実際に行った。光電池が生み出す電気はそう多くないため、使用する器具は微量の電気でも動く電子オルゴールを用いた。この日は晴れていたため結果として大きな音でオルゴールが鳴ったが、天気が悪い日や教室に日が入りにくい時間帯に授業を行う際の対応を考えておく必要があることが分かった。

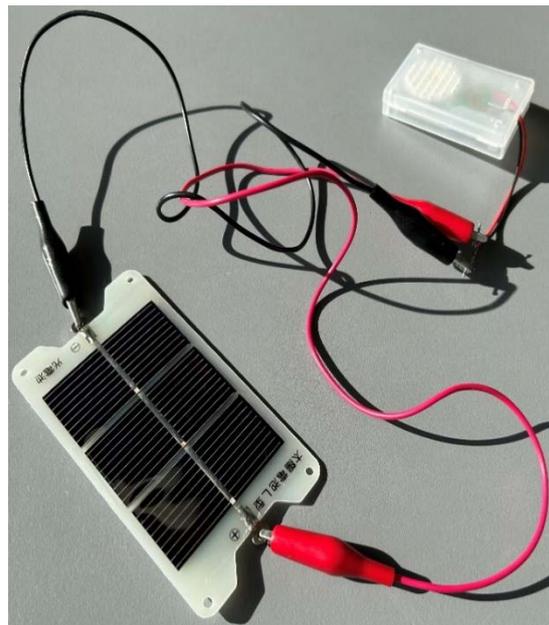


図6. 光電池で発電をし、オルゴールを鳴らしている様子

#### (4)追試の考察

以上、3つの実験の追試を行い、問題点がいくつか見つかった。発見した問題点は以下の2点である。

1. 児童の生活に身近な化学的発電の内容が含まれていない。
2. 児童が実生活で用いている電化製品との結びつきが見えづらい。

問題点1は電気のつくり方に関するものである。手回し発電機の仕組みから考えると、運動エネルギーを用いて発電するという点では火力発電や風力発電と同じであるものの、まずそれらの発電所に馴染みがある児童は少ないのではないかと考える。また光電池を用いた実験に関しても、太陽光パネルを設置している家ばかりではないと思う。児童が遊ぶ市販の電動おもちゃは大半が乾電池で動くものなのではないかと考えるため、身近な乾電池の仕組みについて学ぶことができる実験を行うことで、より児童の関心を引くことができるのではないかと考える。

問題点2は電気の利用に関するものである。電気を利用したものづくりの「ゆらゆらおもちゃ」の制作などはその場では楽しく学ぶことができるものの、実際に自分たちの生活の中で電磁石の性質がどのように使われているのかを具体的に知ることはつながりにくいのではないかと考える。そこで私は、先行研究を調べた際に見つけたスピーカーの制作など、実生活にあるものを集めやすい材料で作成し、仕組みを学んでもらうことで実生活での理科の有用性を実感してもらいたいと考えた。

以上の考察をもとに、問題点を解決することで、児童らが自分自身で授業内の学習内容は実生活でも使われているのだということに気づき、学習に対してより興味・関心を持って学習に取り組んでいくことを可能にする教材を開発することができるよう、研究を進めていく。

## 2. 実生活で理科の有用性を感じることができる教材の開発に向けて

追試の3つの実験を行ったことで得た考察をもとに、一次電池の仕組みを学ぶための教材開発として「33円電池」の実験、二次電池の仕組みを学ぶための教材開発として「鉛筆蓄電池」の実験、児童にとって身近な家電製品を再現し、実生活と関連づけて考えることでより理科に対する興味・関心を深めてもらうための教材開発として「スピーカーの制作」を行いたいと考えた。

開発の視点は以下の2点である。

1. 化学的な発電の仕組みについて興味を持てること
2. 実生活との関連を感じ、理科への興味・関心を持てること

視点1に関して、化学的な発電に関しては中学校の学習内容である。この研究での対象は小学生であるため、目的は深い理解ではなく、身近な電池の仕組みについて簡単に学ぶことで理科への興味を持ってもらうというところにあるため、児童にいかに分かりやすく簡潔に伝えるか、楽しく実験を行うことができるかというところを重視していきたい。

視点2に関しては、電気をつくる一次電池・二次電池の実験にも、実生活で使用する家電製品を再現した電気を使う実験にも言える。

以上2点の視点を取り入れた教材を開発することで、児童が電気をつくること・使うことの両面に対して、学習内容が実生活の中でも活かされているということに気づき、児童が理科への興味・関心をより持つてくれるのではないかと考える。

以下では「33円電池」、「鉛筆蓄電池」、「スピーカーの制作」について、それぞれに適した材料の収集を行った上で実験を行い、最も適した組み合わせを明らかにしていく。

## (1)一次電池の仕組みを学ぶ「33円電池」の制作

「33円電池」は、1円玉と10円玉の間に食塩水に浸したろ紙を挟むことで、アルミニウムである1円玉と銅である10円玉との間で電気が生まれる、という一次電池の仕組みを簡略化した実験である。

ろ紙に浸すものとしてレモン果汁を使用する例もあり実際に試してみたが、食塩水の方がより反応がよかったため今回は食塩水を使用する。また、この反応で生み出すことのできる電気はそれほど多くないため、使用する器具は微量の電気でも動く電子オルゴールを用いた。

その他にも、10円玉の表面に錆や汚れが残ったままの状態で行うと反応が弱くなってしまうため、予めレモン果汁で表面をきれいにしておく必要があることや、硬貨同士が触れ合ってしまうと反応が得られなくなってしまうため、硬貨よりも大きいろ紙を切っておき、触れないようにしておく必要があるとあること、などの注意点を実際に実験してみる中で発見することができた。

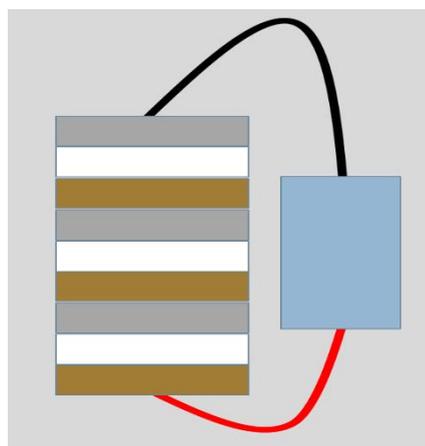


図7. 33円電池の重ね方を図に示したもの



図8. 33円電池の実験を行う様子

## (2)二次電池の仕組みを学ぶ「鉛筆蓄電池」の制作

「鉛筆蓄電池」は、両端を削った鉛筆2本を電極として食塩水の中に入れ、手回し発電機の導線をそれぞれの鉛筆の先に繋いで回すことで電気分解をすると、陰極の芯先には水素の泡、陽極の芯先には酸素の泡が付着する。そこに手回し発電機を外して電子オルゴールを繋ぐと、水素を負極・酸素を正極とした電池になり音楽が鳴る、という二次電池の仕組みを簡略化した実験である。

実際に実験を行ってみたところ、手回し発電機を外して電子オルゴールに繋ぐという手順を間に挟むことで、手回し発電機を使ってためていた電気がそのタイミングで逃げていってしまい、思うような結果を得ることができなかった。そのため、発電した後すぐに発電機のスイッチを使ってオルゴールへと切り替えを行うことができるような配線に変更したところ、より大きな音で長時間オルゴールを鳴らすことができた。

その他にも使用する2本の鉛筆の長さが同じくらいであると、陰極と陽極の導線が近すぎて触れてしまうことでショートしてしまうため、三角フラスコから芯先を出すことができる状態は維持しつつ、長さに差をつけておく必要があるということが分かった。

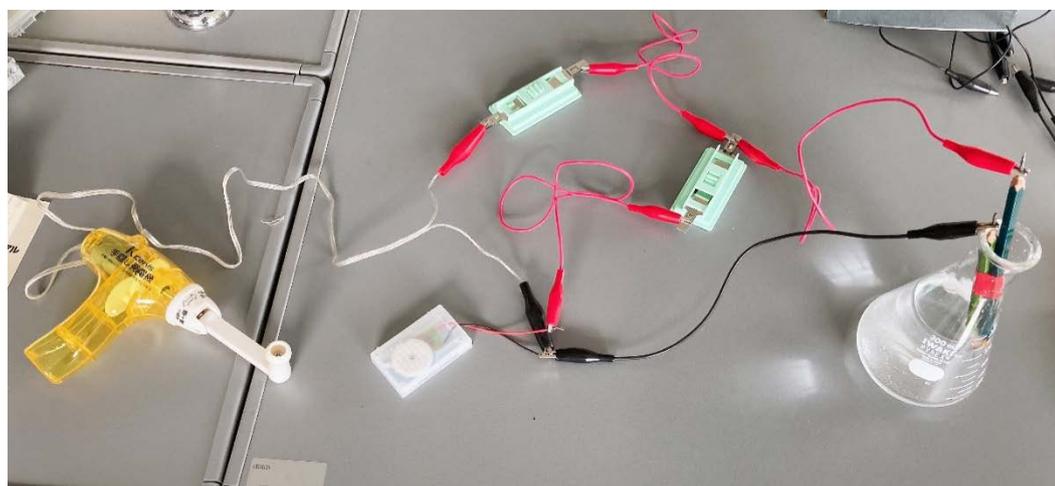


図9. 鉛筆蓄電池の実験を行う様子

### (3)実生活と学習を結びつけるための「スピーカー」の制作

電磁石が用いられている児童の実生活の中で身近な家電製品の一例として今回はスピーカーの制作を行う。この実験は電磁石を用いた実験のため、「33円電池」「鉛筆蓄電池」と違って小学校5年生の学習内容で行うことができる。「スピーカー」は音を響かせるための「本体」、電磁石となる「エナメル線」と「磁石」、スピーカーと電子機器を繋ぐ「導線」計4つのパーツから形成されている。今回は各部分の材質や大きさなどを変えることで、最も効率的な組み合わせを明らかにする。

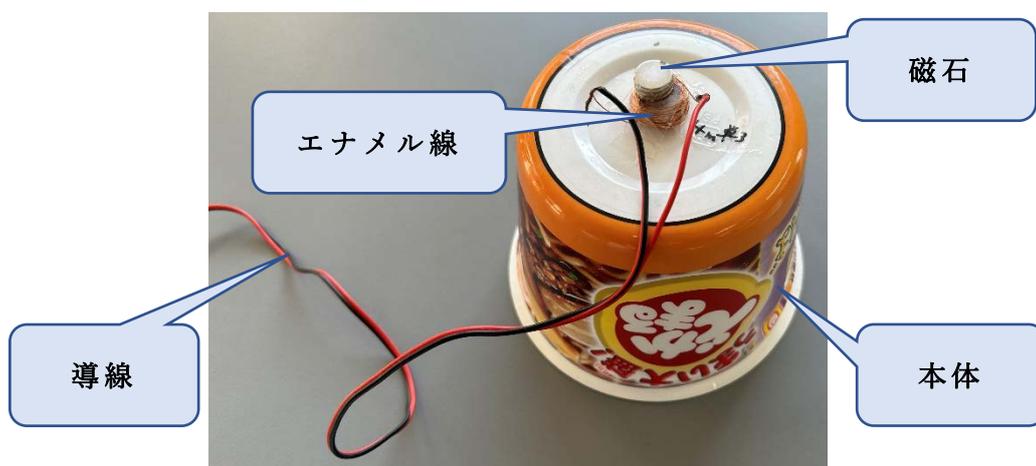


図 10. スピーカー

#### ①「本体」の素材と大きさ

音を響かせるための「本体」部分を紙コップ、プラスチックコップ、カップラーメンの容器に換え、どれが最も効率的に音を響かせることができるのかを調べた。

##### ① - 1 紙コップ

まず紙コップを本体にして実験を行った。結果としては音を聴くことができたが、電磁石の振動を伝える際のノイズの入り方が気になった。



図 11. 実験に使用した紙コップ

### ① -2 プラスチックコップ

次にプラスチックコップを本体にして実験を行った。こちらも音は聴こえたものの、紙コップで行った時以上に電磁石の振動によるノイズを大きく拾ってしまっており、音楽よりもノイズが目立って聴こえてしまっているように感じた。



図 12. 実験に使用したプラスチックコップ

### ① -3 カップラーメンの容器

今度はカップラーメンの容器を本体にして実験を行った。その結果、この容器が他に試したものと比較していった中で1番ノイズを拾いづらく、音楽を明瞭に聴くことができるように感じたので、今回はこれを本体にして教材を作成していく。



図 13. 実験に使用したカップラーメンの容器

### ② エナメル線の巻き方・長さ

「スピーカー」は電磁石の振動によって音が鳴る仕組みであるため、エナメル線の巻き方が重要である。今回はエナメル線を巻き付けていく際の芯として、単1形から単4形の乾電池を使用した。

エナメル線の長さは2m、4m、10mでそれぞれ巻いていった。



図 14. エナメル線を巻く際に使用した乾電池

単1形や単2形では巻きが大きすぎたため磁石との反応が悪く、振動が得られなかったことから音を鳴らすことができなかった。

長さについても、長すぎると巻いたエナメル線に厚みが出過ぎてしまうことから、ノイズが大きくなっているように感じた。

最終的にこれらを踏まえた結果として、4m分のエナメル線を単3形の乾電池を芯にして巻き付け、磁石と同じくらいの直径になるように作成したものが1番良く音が鳴った。

### ③磁石の種類

エナメル線と共に電磁石の部品として重要な磁石については、まず一般家庭や学校現場でもよく見かける最も主流の磁石であるフェライト磁石を使用した。しかし、この磁石では磁力が弱すぎたようで、振動を得ることができなかった。そのため、より強い磁力を持つネオジム磁石に変更し、カップラーメンの容器に貼り付けたエナメル線に押し付けると、音を鳴らすことができた。

ただ、これだけでは音量が小さいため、機械とスピーカーの間にボリュームアンプを繋いで使用する。



図15. 乾電池を使用して巻いた直径・長さの違うエナメル線



図16. フェライト磁石(左)とネオジム磁石(右)



図17. ボリュームアンプ

## 第4章 授業実践

### 1. 目的および研究仮説

前章では教科書調査・先行研究の結果に基づいた追試をし、教材開発を行った。本章では開発した教材を用いて調査授業を行い、開発教材が実際の教育の場において適切であるか調査・検討をしていく。

### 2. 調査方法

#### ①調査目的

本調査は、教材開発を行った実験道具が実際の小学校現場において、実生活で理科の有用性を感じることができたために適切な教材であるか調査するために行うものとする。

②調査対象 岡山県 S 小学校 5 年生 29 人

③調査日時 令和4年10月25日（火）

#### ④調査方法

授業実践を行う前に、まず児童らが電気の単元に対してどのような思いを持っているかを知るための授業前アンケートを行う。

授業では、実験器具「33円電池」、「鉛筆蓄電池」、「麵カップスピーカー」を使って行う。またワークシートも配布し、実験を行って感じたことや学んだことを自由に書き記してもらう。中学校の学習内容を一部含むため特別活動で行うが、一部小学校の電気の単元とも関連づけ、教材開発を行った実験器具を用いて授業を行い、その際の児童らの実験・観察の様子を観察・記録する。

授業後には電気の単元に対する気持ちの変化の有無、印象的な実験についてなどを知るために授業後アンケートを行い、改善へつなげる。

### 3. 事前調査

授業前アンケートでは以下の5点についてアンケートを行った。

<p>1. あなたは今まで受けた理科の授業の中で、電気に関する内容の勉強は得意でしたか。</p> <p>2. あなたは今まで受けた理科の授業の中で、電気に関する内容の授業は好きでしたか。</p> <p>3. 1. 2. の回答理由を下の□の中に入れてください。</p> <p>4. あなたが今まで受けてきた電気に関する内容の授業で、習ったことが実生活でつながっている・役に立っているなど感じた出来事を下の□の中に入れてください。</p> <p>5. あなたの知っている発電(電気をつくりだす)方法について下の□の中に入れてください。</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

アンケート用紙は図 18 のものを印刷し、配布した。

次頁からは、「電気に関する内容の勉強は得意か」と「電気に関する内容の授業は好きか」について、グラフにまとめたものから分析を行い、それ以降の「電気に関する内容の授業で、既習事項が実生活につながっていると感じたことはあるか」などの3つの記述式の問いについては、カテゴリ別に分け、児童らの言葉から現状を知っていきたい。

<p style="text-align: center;"><b>電気に関するアンケート</b></p> <p style="text-align: right;">5年A組【男・女】</p> <p>このアンケートはテストではありません。自由に答えてください。</p> <p>①あなたは今まで受けた理科の授業の中で、電気に関する内容の勉強は得意でしたか。 例→3年：電気の通り道、4年：電流の働き、5年：電流がつくる磁力など</p> <p>A.得意    B.まあまあ得意    C.ちょっと苦手    D.苦手</p> <p>②あなたは今まで受けた理科の授業の中で、電気に関する内容の授業は好きでしたか。</p> <p>A.好き    B.まあまあ好き    C.ちょっと嫌い    D.嫌い</p> <p>①・②の回答理由を下の□の中に入れてください。</p> <table border="1"><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr></table> <p>③あなたが今まで受けてきた電気に関する内容の授業で、習ったことが実生活でつながっている・役に立っているなど感じた出来事を下の□の中に入れてください。</p> <table border="1"><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr></table> <p>④あなたの知っている発電(電気をつくりだす)方法について下の□の中に入れてください。</p> <table border="1"><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr></table> <p style="text-align: right;">ご協力ありがとうございました。</p>									

図 18. 授業前アンケート用紙

ここからは、実際に児童らに対して授業前アンケートを行った結果をもとに、グラフ等にまとめながら分析を行っていく。

### (1) 電気に関する内容の勉強は得意か

授業を行う前の調査として、電気に関する内容の勉強は得意か児童ら 29 人にアンケートをとったところ、3分の1以上にあたる 11 人が「ちょっと苦手」と答えた。その次は「得意」であり、人数は 8 人であった。

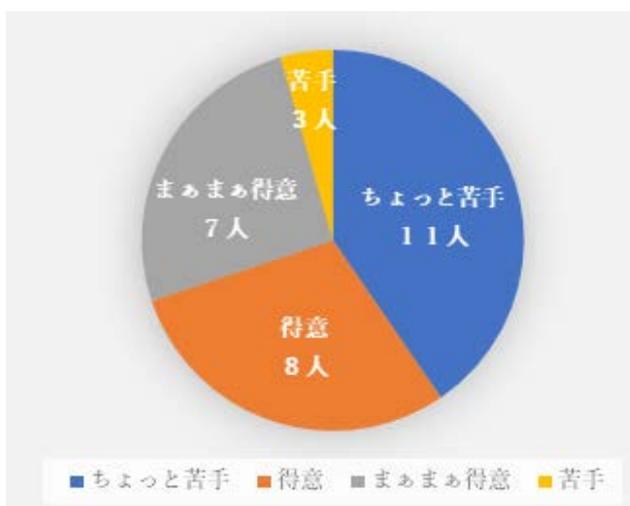


図 19. 授業前アンケート結果①

### (2) 電気に関する内容の授業は好きか

次に電気に関する内容の授業が好きであるかどうかについて尋ねてみると、このような結果となった。1番多いのは 16 人の「好き」で、半数以上を占める結果となった。

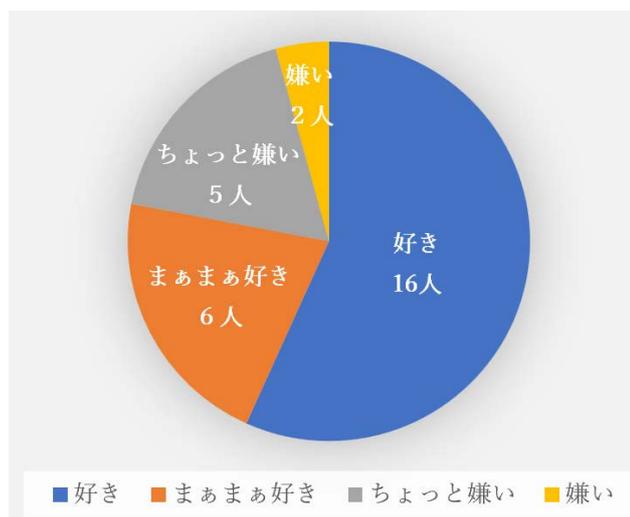


図 20. 授業前アンケート結果②

これらの結果をまとめていった中で、電気に関する

内容の勉強に対して若干の苦手意識を持っている児童が多い一方で、電気に関する内容の授業自体は好きであると答えた児童も多かったことに疑問を感じた。そのため、次頁ではこの 2 つの問いに対する児童の記述回答を分類しつつ、それぞれ分析を行っていく。

### (3) (1)、(2) の回答理由について

ここでは2つの問いへの回答から以下のように児童の記述を分類した上で、分析をしていく。

#### ① 得意/まあまあ得意・好き/まあまあ好きと答えた児童の記述内容

- ・並列つなぎ、直列つなぎなど、導線のつなぎ方に興味があったから。
- ・電気はいろいろなはたらきや工夫があったからおもしろかった。
- ・色んな素材を使って実験を行うのが楽しかったから。
- ・電気の性質に興味があるから好き。
- ・電気に関するテストはだいたい100点を取れるから。
- ・実験をすることで楽しく覚えられたから。
- ・電流を覚えていると、将来に役立ちそうだから。
- ・元々理科が好き・得意だったから。(3人同様の回答あり)
- ・理科の実験が好きだから。
- ・理科の実験は楽しいし、興味があるから。
- ・実験をすることで楽しく覚えられたから。

まず電気に関する勉強が得意/まあまあ得意であり、授業も好き/まあまあ好きであると答えた児童の理由をまとめた。

テストで良い点数が取れたから、実験が楽しいからなどさまざまな理由があった。授業を行っていくにあたって、いかに児童に楽しいと感じてもらおうか、また良い点数を取って成功体験へとつなげてもらい、苦手意識を持たないようにさせるか、ということが大切であるということが分かる。それらの意見の中でも「電流を覚えていると、将来に役立ちそうだから」という意見があるように、やはり児童らにとって「学習して得ることのできた知識が将来に役立か」というところは重視されているということがこの記述の結果からも感じられた。

## ② 苦手/ちょっと苦手・嫌い/ちょっと嫌いと答えた児童の記述内容

- ・電流の流れ方(向き)などが分からない。
- ・電気について詳しくないし、電流のはたらきなどは区別がつかないから、あまり好きではありません。
- ・いろいろな名前がたくさんあるから覚えにくくて、ちょっと苦手。
- ・並列並びと直列並びが苦手だから。
- ・苦手なので、電気に関する内容の勉強はあまり好きではない。
- ・電気のことって将来に関係するの?って思っちゃうから。
- ・理科の授業自体があまり得意でない。

次は電気に関する勉強が苦手/ちょっと苦手であり授業も嫌い/ちょっと嫌いであると答えた児童の理由をまとめた。

電流の流れ方が分からない、覚えることがたくさんある、理科の授業自体があまり得意でないなどの意見があり、児童らは学習面でのつまずきがあると、それをきっかけに理科へ苦手意識を持つようになり、そのまま理科自体を嫌いだと思ってしまうことにつながってしまっている、ということがこのアンケートの結果から分かった。

また、①の電気に関する勉強が得意/まあまあ得意であり、授業も好き/まあまあ好きであると答えた児童の記述と対になる意見として、「電気のことって将来に関係するの?って思っちゃうから。」というものがこちらの児童からは出ていた。学習に対する意欲を上げてもらうためにも、学習した内容が生活の中でいかに役立っているか、また今後の生活でいかに役立つものなのかということを経験から学び取れ、感じる内容にすることが大切であるところの意見から改めて感じられた。

### ③ 苦手/ちょっと苦手・好き/まあまあ好きと答えた児童の記述内容

- ・ 道具の名前がちょっと分かりづらい。  
ですが、理科の授業は楽しいので好きです。
- ・ 回路の名前や形が覚えられなかったからです。  
でも感電などには興味があったから好きです。
- ・ 電気の実験結果は見えるけど、実際の電気は見えないからちょっと  
苦手。でもだからこそどうなっているか不思議だから好き。
- ・ 理科などで実験をすることは好きだから。
- ・ 実験は楽しいから。
- ・ 授業では良い発表ができたけど、テストで点が少し低かったから。

次に電気に関する勉強が苦手/ちょっと苦手であり、授業は好き/まあまあ好きであると答えた児童の理由をまとめた。

実験をすることは好き、興味はある、不思議だから好きなど、理科の授業を受けること自体に対しては前向きな意見が多かったが、その一方で「授業では良い発表ができたけど、テストで点が少し低かったから」など、やはり成績不振の面などから苦手意識を感じている児童がいるということが分かった。

①～③のアンケート結果より、児童らの学習意欲を上げるためには「今学習していることは実生活に生かされていることなんだ・将来に役立つことなんだ」と実感できる授業にしていくことが大切であるということ、その他にもせっかく理科の授業を受けて実験をすることなどは好きであっても、成績面で思うようにいかないことによって理科自体に苦手意識を持ってしまう児童を減らすためにも、分かりやすい・覚えやすい・理解しやすい工夫を施していく必要があるということも分かった。

#### (4) 電気の単元の有用性を感じた出来事について

児童に電気の単元の実生活とのつながり・有用性を感じた出来事について尋ねてみると、以下のようなものが挙げられた。

- ・ なにが電気を通して、なにが電気を通さないかがわかった。(2人)
- ・ 電池の向きを変えると、電流が流れる向きも反対になること。
- ・ 電池を長持ちさせるやり方・強くするやり方(直列・並列つなぎ)
- ・ 家で回路の装置で遊んでいた時に、直列・並列つなぎが分かってよかった。(3人)
- ・ どのように電気がつくのかという実験をして、いろいろな方法で試してみたけれど、決まった通りにしか電気につかないということが分かった。
- ・ 低学年に教えられるようになった。
- ・ お母さんが知らないことも教えてあげられるようになったから。
- ・ 電気につかない時に役に立った。(3人)
- ・ 電気のスイッチを押しただけでつくのがすごい。
- ・ 扇風機や電球の仕組みがわかった。
- ・ 豆電球の仕組みは、懐中電灯につながっていることが分かった。
- ・ 懐中電灯や電球に使われていそうだなと興味を持った。

これらの児童に記述してもらった意見を大きく3つに分けていった。

1つめは学習内容をもとに自分の手を動かし実感を伴って復習できた時  
2つめは学校で学習した内容をもとに自分の身の回りの人に向けて説明することができるようになった時、3つめは自分の身の回りにある電化製品に学習した知識が生かされているということを実感できた時という結果になった。

### (5) 現時点で知っている発電方法について

児童に現時点で知っている発電方法について尋ねてみたところ、以下のようなものが挙がった。またこの問いは複数回答可となっている。

～運動エネルギーによる発電～

火力発電(16人)、水力発電(13人)、原子力発電(7人)

風力発電(6人)、潮力発電、バイオマス発電

自転車での発電、車で走っている時に発電、手回し発電

～運動エネルギー以外による発電～

太陽光発電(5人)、宇宙太陽光発電

電池/乾電池(3人)、充電電池

上記の通り多くの児童から出たのは、火力発電や水力発電を中心とした運動エネルギーによる発電に分類されるものであった。対して児童の生活によく登場しているであろう乾電池や充電電池についての意見はわずかであった。この結果から、やはり学校での学習内容が児童に与える影響はとても大きいのだろうと感じた。運動エネルギーを利用して行う発電方法に関しては小学校の授業内で取り上げられるものの、乾電池や充電電池などの仕組みである科学的な発電方法については中学校の授業内で取り上げられる内容のため、これらについてはこの時点ではまだまだあまり出てこなかったのであろうと考えられる。

このアンケートの結果から、児童らに運動エネルギーを利用した発電以外の方法についても知ってもらうために、一次電池・二次電池の仕組みを簡略化した実験を行い、これらについて学んでもらうことが改めて必要であろうと考えた。

#### 4. 授業実践

授業実践では、パワーポイントをモニターに映し出しながら行った。

以下は実際に使用したパワーポイントの抜粋である。

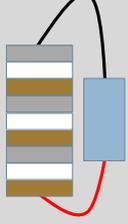
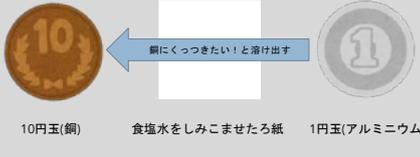
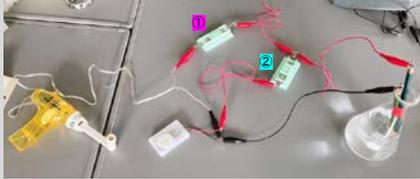
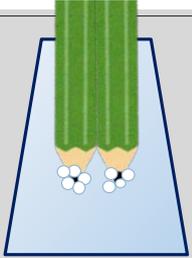
<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンセントを差して動くもの</li> <li>・電池で動くもの</li> <li>・太陽光パネルで動くもの</li> </ul> 	<p>タービンを回転させる力で発電するもの</p> 
<p>めあて：私たちの身の回りには、どのように電気をつくり、ためたものを利用しているのか。</p>	<p>一次電池 使い切りの電池</p> <p>二次電池 充電することで繰り返し使うことのできる電池</p> 
 <p>オルゴールの導線(赤)の上に10円玉、ろ紙、1円玉の順で三回重ねたら、オルゴールの導線(黒)を少しだけ押し付ける (貨幣同士の触れているところがないようにろ紙を挟む！)</p>	<p>電気が起こる仕組み</p>  <p>10円玉(銅)      食塩水をしみこませたろ紙      1円玉(アルミニウム)</p>
<p><b>注意！</b> 発電機を力いっぱい回しすぎると壊れてしまいます！ 線を引っ張って鉛筆の芯を折ってしまわないように気をつけよう</p>	<p><b>注意！</b> 発電中は①のスイッチだけをON ①をOFFにしてから②のスイッチをON</p> 
 <p>回していた間に鉛筆の芯にたまってた泡が今回のポイント！ 陽極(+)に酸素 陰極(-)に水素の泡 これが電池となりオルゴールを鳴らしています</p>	<p>まとめ：私たちの身の回りには、化学反応を用いて電気をつくり、ためたものを利用している。</p>

図 21. 授業で使用したスライド(抜粋)

実際に開発した教材を用いて授業を行うことで課題が見つかった。

33円電池の実験は、オルゴールの反応が悪かった班のろ紙を取り替える等のトラブルが若干あったものの、最終的にはどの班も実験を行うことができた。しかし、二次電池の仕組みを知るための鉛筆蓄電池の実験では、使用した導線が多かった影響で手回し発電機を回している際に導線同士が触れてしまい、それによりショートを起こしたことで電気を蓄えることができなかつたからか、うまくいかない班が出てしまった。その時点では原因が分からなかつたため、教卓に用意した教師用のものを使用して一緒に確認しながら行うことで、どの班も実験結果を確認することができたものの、本来であれば班ごとですべて行うことでもっとじっくりと実験の時間を取ることができたはずなので、この反省をもとに再度教材作成をしていきたい。

発電した後すぐにオルゴールへ回路を切り替えるためのスイッチは残しつつ、配線を工夫することで、どの児童がどのように行っても同じような実験結果が出るような教材に改善していきたいと考えている。

教材開発に移る前に、実際に授業を行った際の児童の感想等を詳細に知るため、次頁では授業後のアンケート結果の分析を行いながら、それらについてまとめていく。



図 22. 鉛筆蓄電池の実験を行う様子



図 23. スピーカーの実験を行う様子

## 5. 調査結果

児童らの反応をより詳しく知るべく、授業後に以下の5点についてのアンケートを行った。

<ol style="list-style-type: none"><li>1. あなたが今回の授業の中で特に印象に残っている実験はどれですか。</li><li>2. 1. の回答理由を□の中に入れてください。</li><li>3. あなたは今回受けた授業で、電気に関する内容に対してどう変化しましたか。</li><li>4. 3. の回答理由を□の中に入れてください。</li><li>5. 今回の授業から「もっと詳しく知りたい!」と興味をもったものやことがあれば教えてください。</li></ol>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

アンケート用紙は図 24 のものを印刷し、配布した。

次頁からは、「今回の授業で印象に残った実験」と「今回の授業を受けたことによる電気の内容への印象の変化」について、グラフにまとめたものから分析を行っていく。

また、その他の3つの記述式の問いについては回答内容別に分けていき、児童らの言葉からより詳しい分析へとつなげていく。

<p style="text-align: center;"><b>授業後アンケート</b></p> <p style="text-align: right;">5年A組【男・女】</p> <p>このアンケートはテストではありません。自由に答えてください。</p> <p>①あなたが今回の授業の中で特に印象に残っている実験はどれですか。</p> <p>A.10円玉・1円玉を使った電池    B.えんぴつを使った蓄電池</p> <p>C.種カップを使ったスピーカー</p> <p>回答理由を下の□の中に入れてください。</p> <table border="1" style="width: 100%;"><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr></table> <p>②あなたは今回受けた授業で、電気に関する内容に対してどう変化しましたか。</p> <p>A.もっと好きになった    B.好きになった    C.変化なし    D.嫌いになった</p> <p>回答理由を下の□の中に入れてください。</p> <table border="1" style="width: 100%;"><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr></table> <p>③今回の授業から「もっと詳しく知りたい!」と興味を持ったものやことがあれば教えてください。</p> <table border="1" style="width: 100%;"><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr></table> <p style="text-align: right;">ご協力ありがとうございました。</p>								

図 24. 授業後アンケート用紙

ここからは、実際に児童らに対して授業前アンケートを行った結果をもとに、グラフ等にまとめながら分析を行っていく。

### (1) 今回の授業の中で印象に残っている実験

授業後に特に印象に残った実験について、実際に授業に参加してもらった児童 29 人に尋ねてみたところ、図 25 のような結果となった。

若干 33 円電池を選んだ児童が多かったものの、想定以上に意見がかなり均等に割れ、

このアンケートの結果から、どの実験にも児童らは退屈することなく、興味を持って取り組んでもらうことができたのではないかと考える。



図 25. 授業後アンケート結果①

### (2) (1) の回答理由について

ここからは児童の記述を (1) の問いで選択した実験に合わせて 3 つに分類し、それらの感想の分析を行っていく。

#### ① 33 円電池を選んだ児童の感想

- ・アルミニウムの 1 円玉が少しずつ溶けているという一次電池の仕組みが面白かったから。(3 人)
- ・1 円玉と 10 円玉と塩水の紙で電池が作れるのはびっくりしたから。
- ・10 円玉と 1 円玉を使うと曲が流れるのが、不思議で面白かった。
- ・1 円と 10 円で電池ができて感動した。家でやりたくなった。
- ・楽しかったし、大きな音が鳴った(電子オルゴール)から。(3 人)
- ・1 円と 10 円でこんな実験ができると知らなかったから。

## ②鉛筆蓄電池を選んだ児童の感想

- ・発電すると鉛筆にあわがついていく様子が面白かったし、それが電気になることが驚きだったから。(4人)
- ・鉛筆が蓄電池になるのがびっくりした。あと回すのが楽しかった。
- ・身近な鉛筆を使った実験だったから。
- ・効果を1番実感できる実験だったから。目に見えるとよく分かる。
- ・仕組みが分かりやすく、面白かったから。

## ③麵カップスピーカーを選んだ児童の感想

- ・実際にパソコンから流した音楽が、電流と磁石の関係でめんカップのスピーカーから流れていて、びっくりしたから。(2人)
- ・電磁石の震えがカップに伝わってスピーカーになるのが面白かった。そして自分も作りたいと思ったから。(2人)
- ・電磁石でスピーカーができるということにびっくりしたから。
- ・電磁石で音を出せるということを知らなかったから。
- ・机からカップを離してこっちに向いた時に、大きな音が聞こえて驚いたから。

これらの回答結果から、児童にとって身近なものを使いつつ、かつ少ない準備物で実験を行うことは、児童の関心を引くにあたって大切なことであると感じた。その他にも「実際に音が聞こえた」「反応の様子が見れた」など、体験活動を通しての学びはやはり児童にとって印象に残りやすい、ということも分かった。

また①・③の感想にあったように、「実際に自分で作ってみたい」と回答してくれていた児童が数名いたため、作り方やそれらの仕組みをまとめた資料を作成しておき、児童らに授業の最後に配布する、ということを行ってもよかったなとこれらの意見から感じた。

### (3) 今回の授業から、電気に関する内容に対してどう変化したか

次に今回の授業を受けたことによる電気の内容に対しての心境の変化について尋ねてみたところ、図 26 のような結果となった。

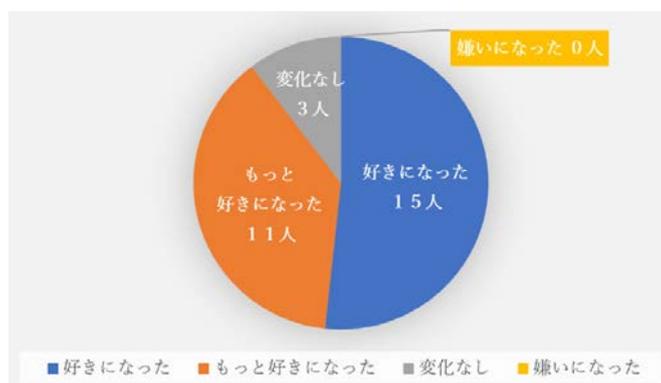


図 26. 授業後アンケート結果②

29 人のうち半数以上となる 15 人が「好きになった」と答え、11 人が「もっと好きになった」、3 人が「変化なし」。「嫌いになった」と回答した児童はいなかった。

### (4) (3) の回答理由について

ここからは児童の記述を (3) の問いで選択した回答から「もっと好きになった」と「好きになった」と「変化なし」の 3 つに分類し、それらの感想の分析を行っていく。

#### ①もっと好きになったを選んだ児童の感想

- ・電気のはたらきに興味を持てたから。
- ・他のお金や金属を使ったらどうなるのか？とか、なんでできるんだろうと思って興味が持てたから。そしてすごく楽しかったから。
- ・色んな不思議な実験を体験ができたから。(2人)
- ・たくさんの知らなかったことを知れたから。(4人)
- ・もともと電気が好きで、電気をためる方法も分かったから。
- ・苦手だからきらいだったけど、おもしろいなと思ったから。
- ・身近な電池の仕組みについて知れたから。
- ・本よりも説明が分かりやすかったから。

## ②好きになったを選んだ児童の感想

- ・実験をするのが楽しかったから。(3人)
- ・実験がとてもふしぎだったから。
- ・今まで知らなかった電池の仕組みが分かったから。
- ・電気の他のでき方も気になったから。
- ・もともとは好きじゃなかったけど、興味がわいたから。(2人)

①・②は似た感想を持つ児童が多かった。「実験が楽しかったから」、「電池の仕組みについてなどの新たな知識を得ることができたから」という意見が多かったように、子どもたちに興味や関心を持ってもらうには、楽しいと思ってもらえるような実験を用意し、その中から新たな知識を得られるような授業づくりをしていくことが大切であると感じた。

## ③変化なしを選んだ児童の感想

- ・もともと理科が好きだったから。
- ・「すごいなあ。」とは思ったけど、電気の勉強に対しての変化はなかったから。
- ・おもしろそうだけど、くわしくは大変そうだから。

③の感想をまとめていく。「もともと理科が好きだったから変化がない」という児童もいる中、特気になったのが「実験を行うこと自体には関心を持ったものの、それによる理科の学習への苦手意識の払拭までにはならなかった」という児童と、「ここまではおもしろそうだったが、これ以上突き詰めるとなると難しそう」という児童である。実験を行って興味・関心を持ってもらった後、いかにその熱量をその後の授業につなげていくことができるか、ということを考える必要があると感じた。

(5) この授業から「もっと詳しく知りたい!」と興味を持ったこと

次にこの問いでは、授業内の実験や説明の中からより詳しく知りたいと思ったことについて、児童に書いてもらった。

- ・電磁石の原理について
- ・他の発電方法について(3人)
- ・他の電池の仕組みについて(2人)
- ・1円玉はどのくらいのはやさで溶けていくのか。
- ・銅と他の金属で電気をつくる実験
- ・鉛筆以外のものでも電気をためることはできるのか。
- ・鉛筆蓄電池は色鉛筆でもできるのか。
- ・めんカップじゃないものを使ったとしてもスピーカーにすることはできるのか。(2人)
- ・スピーカーのカップを大きくしたら音も大きくなるのか。
- ・なぜ磁石は震えていたのか(2人)
- ・電磁石は他になにができるのか。
- ・電磁石は他にどんなところで使われているのか。

まず「電磁石の仕組みについて」という意見については、私が授業をさせていただいたのが10月だったため、3学期に電磁石について学習する5年生にとって、結果としてスピーカーがこれからの学習内容に対して興味を持ってもらえるきっかけ作りになったのではないかと考える。

また、33円電池の実験から「他の金属同士ならどうなるか」、鉛筆蓄電池の実験から「色鉛筆に変えたらどうなるか」、麺カップのスピーカーの実験から「カップの材質・大きさを変えるとどうなるか」など、他のもので行うとどうなるのか試したい、という意見が多く見られた。

## 第5章 改善案

ここでは授業実践での学びを参考に、開発した教材「鉛筆蓄電池」の改良を行う。前章でも触れていた通り、手回し発電機で発電を行っている際に導線同士が触れてしまうことでショートを起こしてしまい、うまく電気を蓄えることができなかった班があり、いくつかの班は前で教師用のものを使ってもらいながら一緒に行ったことで、若干のロスタイムが発生してしまった。準備ではなく実験にできるだけ多くの時間を割くためにも、また実習の際の担当の先生からいただいたアドバイス「実験道具の後片付けなどを児童自身の手で普段から行ってもらい、後片付けの習慣づけや実験道具の扱いへの慣れにつなげていく必要がある」ということのできる時間を残すためにも、各班に配ったもので確実に実験を滞りなくできるように、配線を工夫したシンプルなものを作成していく。

### 1. 二次電池の仕組みを学ぶ「鉛筆蓄電池」の改良

手回し発電機を回している間に導線同士が触れないようにするほかに、もう1つ改善点がある。それは、鉛筆蓄電池の実験が「電気をつくる」ための手回し発電機と鉛筆をつなぐ回路と、「電気を使う」ための電子オルゴールと鉛筆をつなぐ回路を切り替える複雑な配線となるため、授業では事前に私が全ての机の配線をほぼ終わらせた状態で置いていたことについてである。今回この教材を改善するにあたって、児童が自分達で行えるものにしたいと考えている。そのため、児童が見て簡単にそれらをつなぐことができ、かつ配線が見やすく児童が仕組みを見て分かりやすいものにしていきたい。

## (1) 設計図の作成

教材を改善するにあたって、前頁で挙げた点についての配慮をしながら作成していく。図 27 は作成にあたって描いたものである。回路が見えやすいよう透明の箱を使用して、手回し発電機を回して

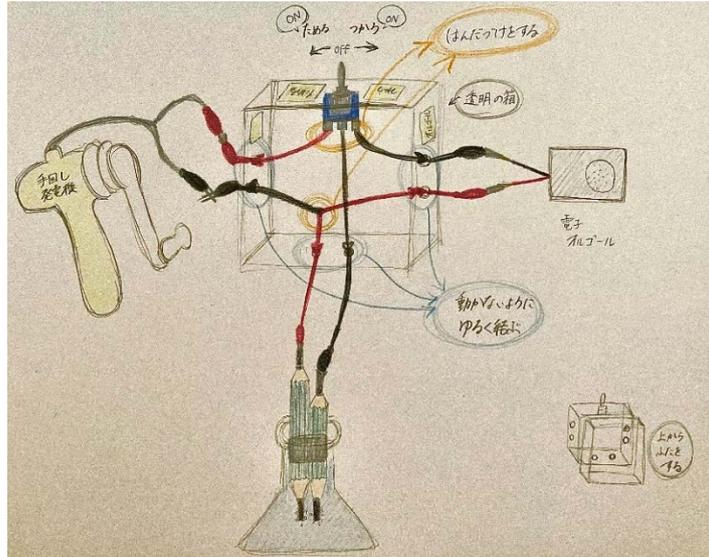


図 27. 変更後の鉛筆蓄電池の設計図

いる際にもリード線が動きすぎることをないように箱の中で緩く結んでおく。また児童らが自分でつなぐことのできる簡単なものにするため、切り替え式スイッチに変更したり、手回し発電機と電子オルゴールにつなぐリード線の色はそれぞれ揃うようにしたりなどの変更を加えている。

## (2) ミノ虫クリップ付きリード線のはんだ付け

まず、蓄電池となる鉛筆と手回し発電機、電子オルゴールの3つをつなぐため、ミノ虫クリップ付きリード線を二股のものに作り替える。ここでは赤2本・黒1本のリード線を使用する。赤の線のうち1本は鉛筆につなぐ方になるため、そちらは片方のクリップの頭を落としてできるだけ長くとる。残りの赤と黒の各1本ずつのコードは、どちらも箱から少し出ていけばよいため半分に切り、残りはスイッチの方で使用する。

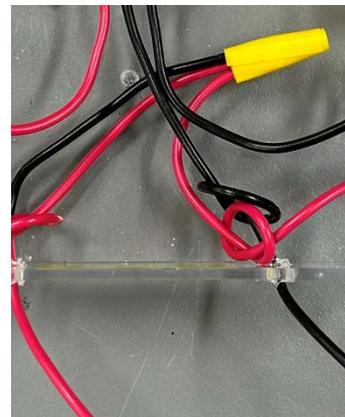


図 28. はんだ付けをしてビニールテープを巻いたミノ虫クリップ付きリード線

### (3) リード線とスイッチのはんだ付け

リード線とスイッチのはんだ付けは、先ほど半分に切った赤と黒のリード線各1本ずつと、新たに片方のクリップを落とした黒の線を用意し、それらを付けていった。スイッチが小さいことではんだ付けした線と線は距離が近いため、それらの上からビニールテープを被せ、それらが触れるのを防ぐこととした。



図 29. はんだ付けをした  
リード線とスイッチ

### (4) 回路を見やすくするためのボックスの作成

設計図の通り、中に線を通してスイッチを固定するためのボックスを作成する。中の配線が見えるよう、ボックスにはポリスチレン製のクリアケースを使用した。7箇所穴を開け、各2箇所ずつ手回し

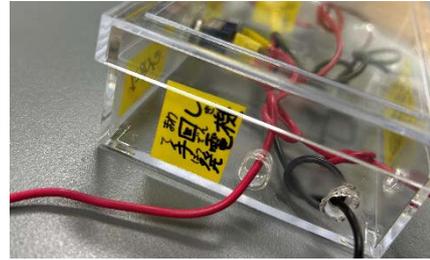


図 30. 操作を分かりやすく  
するためのテープ

発電機と鉛筆と電子オルゴールへつながるように線を通し、手回し発電機の使用中などに中で線がぐちゃぐちゃにならないよう、ボックスの内側で引っかかる大きさにそれぞれの線をゆるく結んだ。残る1箇所の穴

にスイッチを取り付けた後、どちらに倒すかが分かりやすいように、手回し発電機側に「ためる」、電子オルゴール側に「つかう」と書いたテープを貼り付けるなどし、児童が分かりやすいものになるよう作成していった。

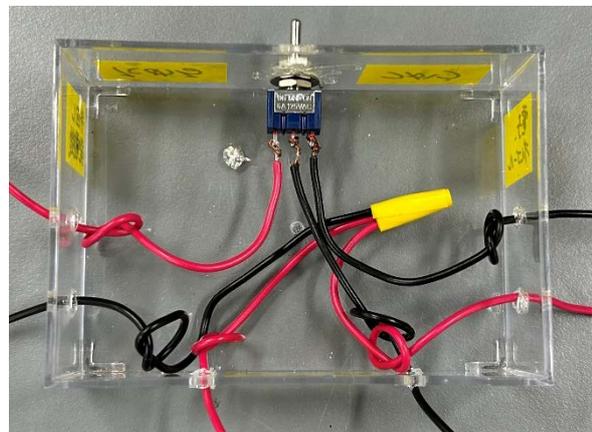


図 31. 改良後の鉛筆蓄電池①の  
制作過程

## (5) 再改善と実験の実践

(1) の設計図通りに教材を組み立てたところ、2点の新たな改善点が生まれた。1つめはスイッチの向きである。使用したいものが繋がれている方へスイッチを倒すことで作動するようにしたかったものの、使用したスイッチの特性か、倒した方と反対のものへつながるようになっていた。そのため箱の中でスイッチを半回転させて取り付け、つないでいるものとスイッチの向きを揃えることとした。2つめは電子オルゴールにつなぐリード線の色が

逆になっていたことである。これはスイッチから引っ張る線と二股にした線の色を反対にして取り付けることで解決するため、変更する。

これらの変更を加えたものを実際に使用して実験を行ったところ、つなぎ方が複雑なところもなく、これを使うことで児童らも回路をつないだり、道具を片付けたりなどをスムーズに行うことができると考える。

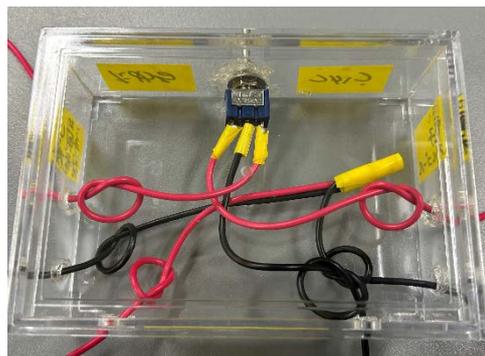


図 32. 改良後の鉛筆蓄電池②の回路

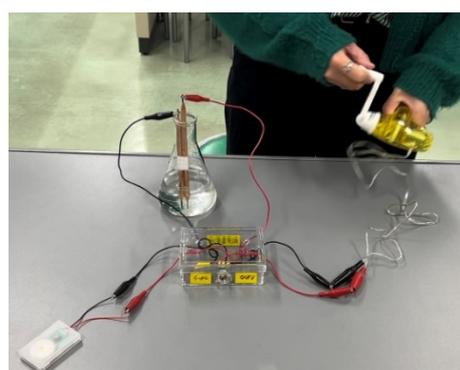


図 33. 実験を行う様子

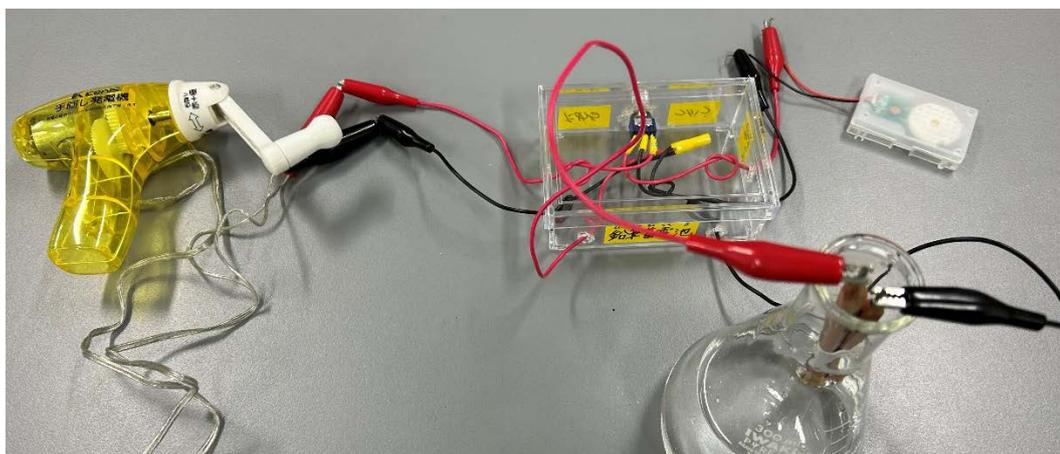


図 34. 改良後の鉛筆蓄電池②

## 2. おわりに

今回の研究テーマである「実生活で理科の有用性を感じることができ  
る教材開発」については、これから始まる教員生活でより追究し続けて  
いく必要があると考える。児童らへのアンケート調査の結果からも分か  
ったように、学習に対する意欲を上げてもらうためには「学習した内容  
が生活の中でいかに役立っているか、また今後の生活でいかに役立つも  
のなのかということ授業から学び取れ、感じることができている内容にす  
る」ということが大切であり、そのためには今回行ったような児童にと  
って身近なものに関連づけた実験を行うことができる教材の開発は、そ  
のような授業づくりをしていくにあたってとても重要なことであると思  
える。この度は第6学年の「電気と私たちの暮らし」の単元を中心とし  
た小学校から中学校の電気に関する内容での教材研究であったが、他単  
元においてもこの視点を意識し、児童が学習内容に対して興味・関心  
を持つことのできるような授業づくりをしていきたい。

また鉛筆蓄電池の実験に関しては、授業実践後に「児童が手回し発電  
機を回した時に導線同士が触れたりすることなく、確実に実験を成功さ  
せることができるよう、工夫したものにする必要がある」「児童が自分  
自身で実験道具の準備・片付けまでをできるような簡単なものにする必  
要がある」などの課題が見つかり、教材の改善を行ったように、実際に  
児童の前で使ってみないと分からないこともたくさんあるということ  
を今回の研究から改めて知ることができた。今後も児童にとって学びやす  
い教材を作っていくために、児童の動きや考え・反応などをある程度予  
測した上で、それを使ってどのようなことを学び取ってほしいのか、ま  
たそれを行うための準備や片付け等々をどこまで教師側で行い、どこか  
ら児童に任せるか、なども検討していくことが大切であると感じた。

1. 本時の目標

身の回りにある電気をつくる・ためる・使うものの仕組みについて、興味を深めることができる。

2. 目標の設定理由

現在小学校で扱われている教科書では、モーターやタービンを回転させることによる運動エネルギーから電気をつくる「物理的発電」を扱った内容がほとんどである。しかし、児童の身の回りには一次電池や二次電池など「化学的発電」によって電気を生み出している物が少なくない。そこで、電池の実験を取り上げることで発電に対する見方を広げたいと考えたからである。

3. 本時案

学習活動	指導上の留意点	評価・準備物
<p>1. 今回の授業内容について知る</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・教室にあるものや自分の持っているもの、家にあるものなど、電気を使って動いているものを発表する。</li> <li>・それらの電気はどこからきているのか、どのようにつくられているのか、知っているもの、または予想を発表する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電池で動くもの、コンセントを差して動くもの、太陽光パネルで動くもの(懐中電灯やラジカセ)など、電動のものの中でもさまざまな意見を出してもらい、次の質問につなぐ。</li> <li>・一通り発表をしてもらった後に意見をカテゴリー化し、風力発電、火力発電などモーターを動かすことで発電する内容については6年生で習うため、この度は小学校で本来扱わない電池について学習していくことを伝え、めあてを提示する。</li> </ul>	<p>○電気の利用の仕方に興味を持ち、積極的に発言することができる。(関・意・態)</p> <p>○10円玉・1円玉を使った電池の実験</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・10円玉(3枚×9班分)</li> <li>・1円玉(3枚×9班分)</li> </ul>
<p><b>めあて：私たちの身の回りには電池は、どのように電気をつくり、ためたものを利用しているのか。</b></p>		
<p>2. 10円玉・1円玉を使った電池の実験と次の実験の導入</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・乾電池をはじめとした一次電池の仕組みを知るための実験を行う</li> <li>・実験の後に実験で起こったことを発表して全体共有し、教師と対話をしながら簡単にこの実験についてと乾電池の仕組みについての説明を聞き、それを基にワークシートを埋めていく。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・右記の道具を1班分ずつまとめておき各班の代表者に渡す。</li> <li>・実験上での注意を説明             <ul style="list-style-type: none"> <li>・重ねる順番は前のスライドを見て正確に行う(オルゴールの導線(赤)の上に10円玉、ろ紙、1円玉の順で三回重ねたら、オルゴールの導線(黒)を少しだけ押し付ける)</li> <li>・重ねる時にはろ紙を挟んだ硬貨同士が触れないように注意する。</li> <li>・なるべくスムーズに重ねてオルゴールを繋ぐ</li> </ul> </li> <li>・実験が上手くいっていない班の補助に入る</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ろ紙(3枚×9班分)</li> <li>・電子オルゴール(1つ×9班)</li> <li>・ろ紙を浸すビーカー(1つ)</li> <li>・食塩(適量)</li> </ul> <p>○電気はつくりだすことができることを理解している。(知・技)</p>
<p>3. 鉛筆を使った蓄電池の実験</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・回路をつなぐところからは時間がかか</li> </ul>	<p>○鉛筆を使った</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>・スマートフォンのバッテリーをはじめとした二次電池の仕組みを知るための実験を行う</li> <li>・実験中に起こっていたことなどを児童に発表してもらいながら実験の振り返りと二次電池についての簡単な説明をし、ワークシートを埋めていく。</li> </ul>	<p>るためセットしておき、授業では鉛筆に蓄電をするところから行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実験上での注意をスライドで説明 <ul style="list-style-type: none"> <li>・手回し発電機を力いっぱい回しすぎない(どのくらいのペースがよいかを前で見せるか、回すときに全班で一斉にペースを揃えて行う。)</li> <li>・手回し発電機を使っている間は電子オルゴール側の回路のスイッチを切っておく。(その逆も然り)</li> </ul> </li> <li>・実験が上手くいっていない班の補助に入る</li> </ul>	<p>蓄電池の実験</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・長さの違うHB鉛筆(2本×9班分)</li> <li>・ビニールテープ(適量)</li> <li>・赤色のリード線(3本×9班分)</li> <li>・黒色のリード線(1本×9班分)</li> <li>・スイッチ(2つ×9班分)</li> <li>・手回し発電機(1つ×9班分)</li> <li>・電子オルゴール(1つ×9班分)</li> </ul>
<p><b>まとめ：私たちの身の回りには電池は、化学反応を用いて電気をつくり、ためたものを利用している。</b></p>		
<p>4. 番外編 麵カップ・スピーカー</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・第5学年「電流がつくる磁力」の範囲で習う電磁石を利用した麵カップ・スピーカー(麵カップを使ったスピーカー)の音を聴いたり装置を触ったりすることから装置の仕組みを考え、電気分野への興味・関心を深める。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・つくる、ためるについてを本編で取り上げたため、ここでは電気の使い方の1つ、その中でも五年生で習う電磁石を利用した身近な物の例として、スピーカーの簡単なモデルを提示する。</li> <li>・1班ずつ前に呼び、音を聴いたりコイルを触ったりしてもらい、仕組みの予想を立ててもらう。</li> </ul>	<p>○電気はためることができることを理解している。(知・技)</p> <p>○麵カップのスピーカー(教師実験のみ)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・CDプレイヤー</li> <li>・カップ麵の容器</li> <li>・エナメル線</li> <li>・イヤホン(装着部分を加工したもの)</li> <li>・磁石(2つ)</li> </ul>

### 【引用・参考文献】

- 1) 齋藤正義、片平克弘 (2012) 『理科教育におけるレリバンスに関する研究』、日本科学教育学会研究会研究報告 27 巻 3 号 p.61-64
- 2) 石井俊行、八朝陸、伊東明彦 (2016) 『小学校理科に電圧概念を導入することの効果～電気学習の新たな試み～』、科学教育研究 40 巻 2 号 p.222-233
- 3) 文部科学省、(2017) 『中学校学習指導要領解説理科編』
- 4) 文部科学省、(2017) 『小学校学習指導要領解説理科編』
- 5) 八島弘典(2000) 『「木炭電池」や「人間電池」などを通して、楽しく電池の本質を学べる実験教材の開発と授業プランの検討』
- 6) 山本広樹(2012) 「紙コップを用いたスピーカー工作教材」