

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

理科が日常生活において役立つことを実感できる  
授業づくり

—電流がうみ出す力の実践を通して—

学籍番号 5117067

氏名 三宅 健太

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 予備調査・教材研究

1. 学習指導要領での位置づけ
2. 教科書調べ
3. 歴代教科書における電磁石の実験と追試

### 第3章 教材開発

1. 教材①コイルトレイン
2. 教材②モーターの仕組みが見える教材
3. 教材③学習マンガ
4. 教材④リードスイッチモーター
5. 教材⑤鉄拾い機
6. 教材⑥シンプルモーター
7. 教材⑦モーターの仕組みを説明する道具
8. 教材⑧魚釣りゲーム
9. 教材⑨リニアモーターエクスプレス

### 第4章 授業実践

1. レディネス調査
2. 調査授業
3. 事後調査
4. 考察

### 第5章 考察および改善案

1. 教材の改善
2. 学習单元案・指導案改善
3. 実験の手順書の作成

【引用・参考文献】

## 第1章 序論

### 1. 問題の所在

現代の理科教育には「理科嫌い・理科離れ」などの様々な課題が存在する。その原因について、私は理科が日常生活に役立つと実感できず感じる子どもの多いからではないかと考える。こう考える理由として、私が小学生の頃、友達と「理科の実験は楽しいけど、生活に役に立たないから習っても意味ないよね」と話したという経験がある。授業のうち実験以外はただテストの点をよくするために受けていたことを今でも覚えている。多くの小学生にとって理科の授業は楽しくてワクワクするものである。しかし、理科で学んだことが日常生活に役立つかと問われた時に明確に肯定できる子供や大人がどれだけいるだろうか。役に立っていることを実感できないがために、理科の勉強は楽しいけど学ぶ意味を見いだせないという子供がいるのではないだろうか。そして、「理科は役に立たない、学ぶ意味を見いだせない」と感じた子供が大人になることで理科離れが進み、科学的リテラシーが低下していくのではないかと考える。

理科を楽しくワクワクするような授業にするだけでなく、日常生活に関連し、理科が私たちの生活の役に立っていることが実感できる授業を創ることができれば、理科の学習への意欲が高まり、理科を好きな児童が増えるのではないかと考える。また、理科好きの児童が増えることで、理科を得意と感じる児童も増え、成人の科学的リテラシーの向上も図れるのではないかと考える。

そこで私は、理科の有用感が感じられるような授業・教材を研究していきたいと考えた。

## 2. 背景

小学校理科を教える目的は何だろうか。文部科学省の『小学校指導要領解説理科編』（2018）<sup>1)</sup>では、小学校理科の目標を以下のように定めている。

自然に親しみ、理科の見方、考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事象・現象についての問題を科学的に解決するために必要な資質・能力を次の通り育成することを目指す。

また、同解説では『見通しをもって観察、実験を行う意義』を以下のように述べている。

児童は、既習の内容や生活経験を基にしながら、問題の解決を図るための根拠のある予想や仮説、さらには、それを確かめるための観察、実験の方法を発想することになる。これは、児童が自分で発想した予想や仮説、そしてそれらを確かめるために発想した解決の方法で観察、実験などを行うということであり、このようにして得られた観察、実験においても、自らの活動としての認識をもつこととなる。このことにより、観察、実験は児童自らの主体的な問題解決の活動となるのである。

このように児童が既習事項や日常の中にある経験を基にして問題の解決を図るために予想、仮説、観察、実験の方法を確かめることにより学習を「自らの活動である」と認識することができる。それには日常生活と理科が関連しているということが実感でき、問題に対して主体的に予想、仮説を立て、それを自分で発想した解決方法で確かめることができるような授業づくりが必要であることが分かる。

次に観察・実験が児童自らの主体的な問題解決の活動となるということから、問題解決的な学習の効果について調べてみた。

文部科学省の『小学校指導要領解説理科編』（2018）<sup>1)</sup>では、小学校理科の具体的な改善事項を以下のように示している。

生徒自身が観察、実験を中心とした探求の過程を通じて課題を解決したり、新たな課題を発見したりする経験を可能な限り増加させていくことが重要であり、このことが理科の面白さを感じたり、理科の有用性を認識したりすることにつながっていくと考えられる。

日置、村山らは『実感を伴った理解を図る理科学習小学校第6年』<sup>2)</sup>において、次のように述べている。

問題解決の過程を重視することにより、授業の中で「情報の伝達」ではなく、「知の創造」が行われることになる。このようにして、「創造」された理解は、子どもにとって確かなものであり、意味のあるものとなる。断片や破片としての知識ではなく、既知との関連性をもった必然性のある知識となるのである。それは、長期記憶として子どもの身に付き、子どもの明日を保証するものとなる。

つまり、児童が既習事項や日常の中にある理科の経験を基にして、問題解決的な学習をすることによって、理科の面白さや有用性を感じ、そこで行った「知の創造」による理解は、子どもにとって確かなものとなり、断片や破片としての知識ではなく日常生活や既に知っていることとの関連性をもつ実感のある長期記憶として子どもの身につくことが分かる。このことから私は日常生活を基にした問題解決の学習をし、有用性を感じるような授業作りが必要であると考えた。

さらに児童が理科と日常生活の関連性についてどのように考えているのかについての実態を調べてみた。<sup>3)</sup>

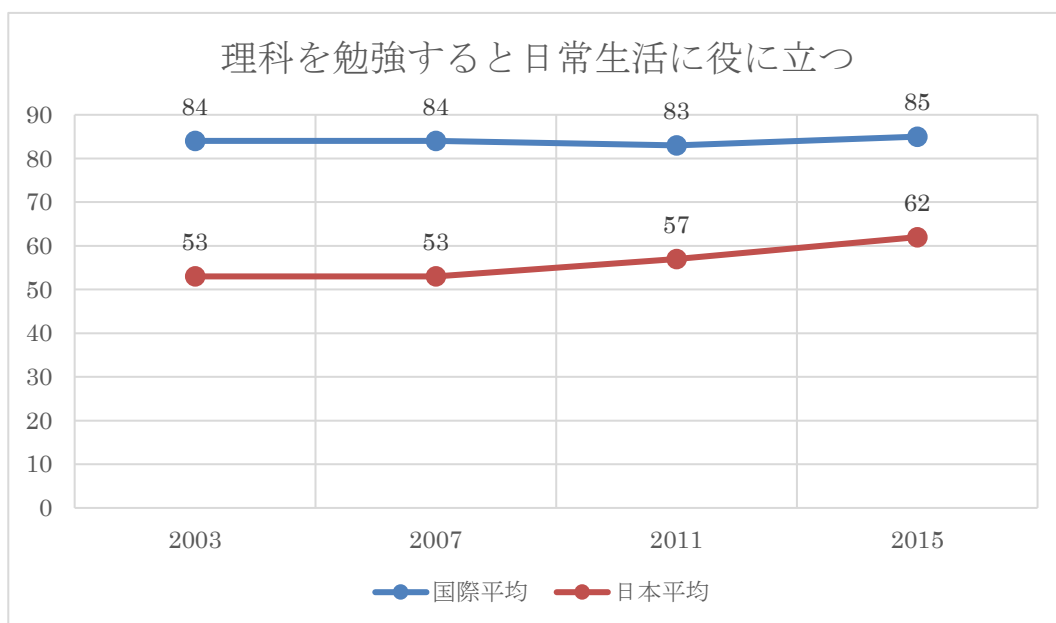


図1. TIMSSによる理科の有用性の国際調査  
(文部科学省国際数学・理科動向調査 (TIMSS2015)  
のポイントを基に三宅が作成)

図1は、文部科学省が過去4回実施した国際数学・理科動向調査 (TIMSS2015)<sup>3)</sup>の結果である。この調査結果によると中学2年生の理科の平均得点は571点であり、参加39か国中2位なのに対し、質問紙調査の結果では、「理科を勉強すると日常生活に役に立つ」と回答した中学生が66%しかおらず、国際平均の85%と比べて大変低い数字である。日本の中学生は成績がよいのにも関わらず、学習内容が役に立つとは考えていないのである。自分自身を振り返ってみても義務教育で7年間、高校で3年間理科を勉強したが、理科を勉強すると日常生活に役立つと頭の中では理解していても、実感できていないがために理科を勉強しても役に立たないと感じていたことをはっきりと覚えている。

加えて平成 30 年度全国学力・学習状況調査を調べてみた。<sup>4)</sup>

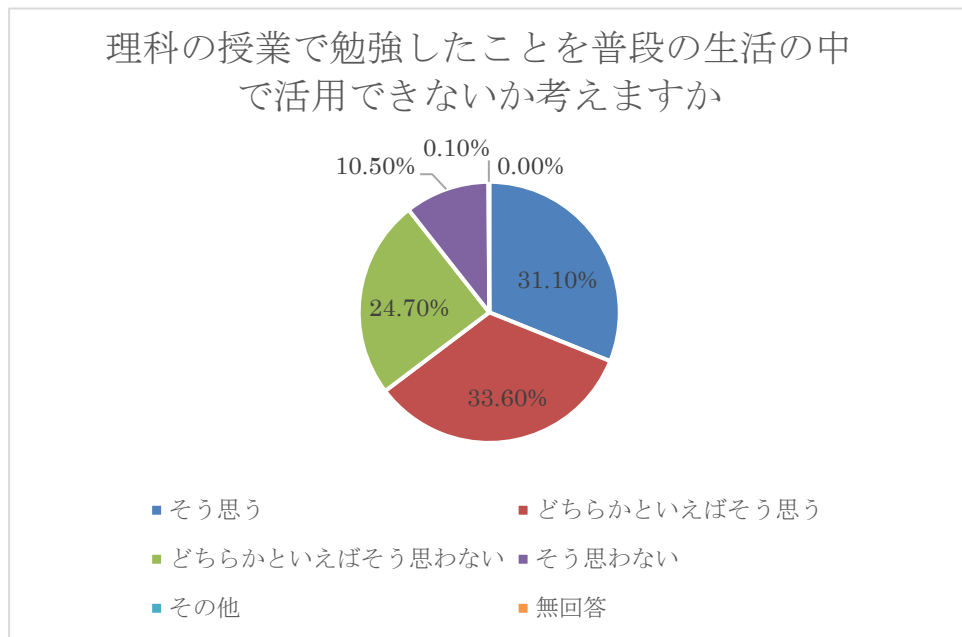


図 2 . 小学生が考える理科の有効性  
(平成 30 年度全国学力・学習状況調査を基に  
三宅が作成)

平成 30 年度全国学力・学習状況調査では、「理科の授業で勉強したことを普段の生活の中で活用できないか考えますか」という質問に対して、「どちらかといえばそう思う」と回答した児童が 33.60%、「どちらかといえばそう思わない、そう思わない」と回答した児童が 35.2%いるということがわかる。つまり、約 70%の児童が、理科が普段の生活で理科が活用できると言い切れるほど理科が日常生活に関連しているということが実感できていないことがわかる。

上記の中学校、小学校のデータを見ても分かるように、やはり義務教育期間中から理科が日常生活に関連しているということを実感できていないことが分かる。義務教育期間中の科学的リテラシーが高くても理科の有用感が感じられなければ大人になっていくうちに科学的リテラシーが下がっていくのではないだろうか。

そこで大人の科学的リテラシーについて調べてみた。<sup>5)</sup>

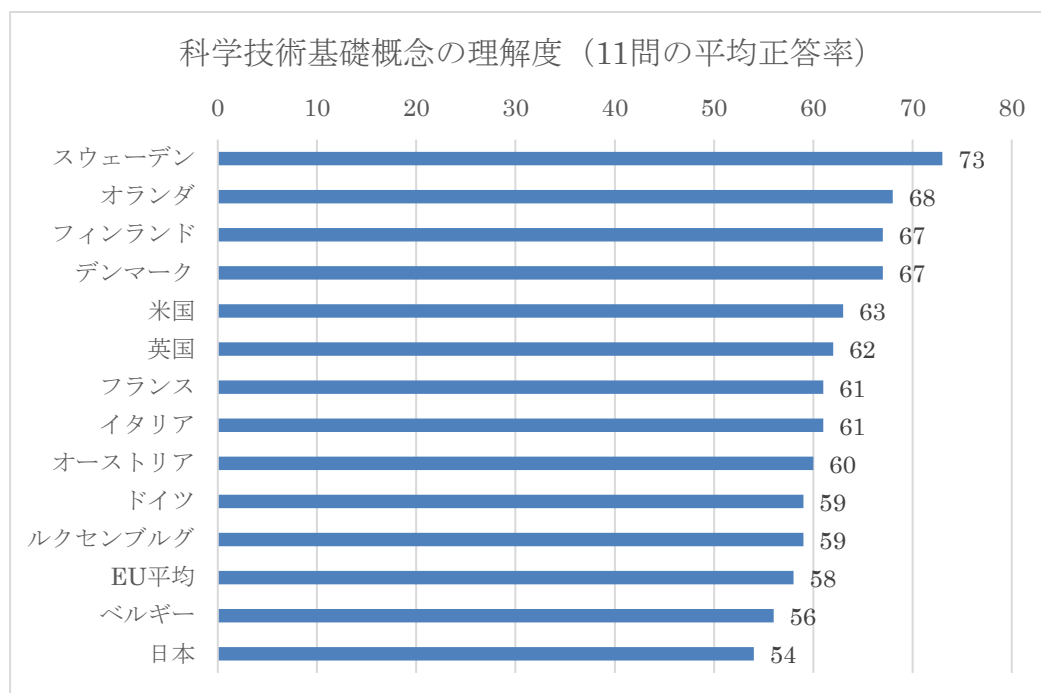


図3. 大人の科学的リテラシーに関する調査結果  
(科学技術政策研究所「科学技術に関する意識調査  
(平成13年)」を基に三宅が作成)

大人の科学的リテラシーはEUの平均を除いても調査対象国の中で13位であり、TIMSSで小学4年生、中学2年生ともに世界でも高い数字を残していることを考えれば明らかに低い数字であるといえる。義務教育期間中の学力が高いにも関わらず、成人の科学リテラシーが低いという問題が生じている原因として、科学に対する有用感の低さ、「理科を学び続けても役に立たない」という人々の意識が影響しているのではないかと推察する。

これらのデータから、生涯にわたって自然を愛し、問題解決的に生活をより良くしていく人を育てるには、義務教育期間において理科が日常生活で役に立つという有用感の感じられる学びを成立させなければならないことが分かる。



小学校で習う理科の中で、日常生活中に欠かせないにも関わらず「電磁石」の分野は有用感を感じにくいのではないかと推察したので調べてみた。

木畑は『理科を学ぶ有用感を高める指導の工夫～第5学年「電磁石の性質」の実践を通して～』において次のように述べている。<sup>6)</sup>

電磁石は、今や現代生活に欠かせない存在である。しかし、主に製品の内側や工場内で使われているため、その有用性を意識している児童は少ない。それどころか、電流が磁力を生む働きは生活の中で実感する機会がほとんどないため、大部分の児童が認識していない

加えて、同論文では図4のような調査結果が報告されている。<sup>6)</sup>

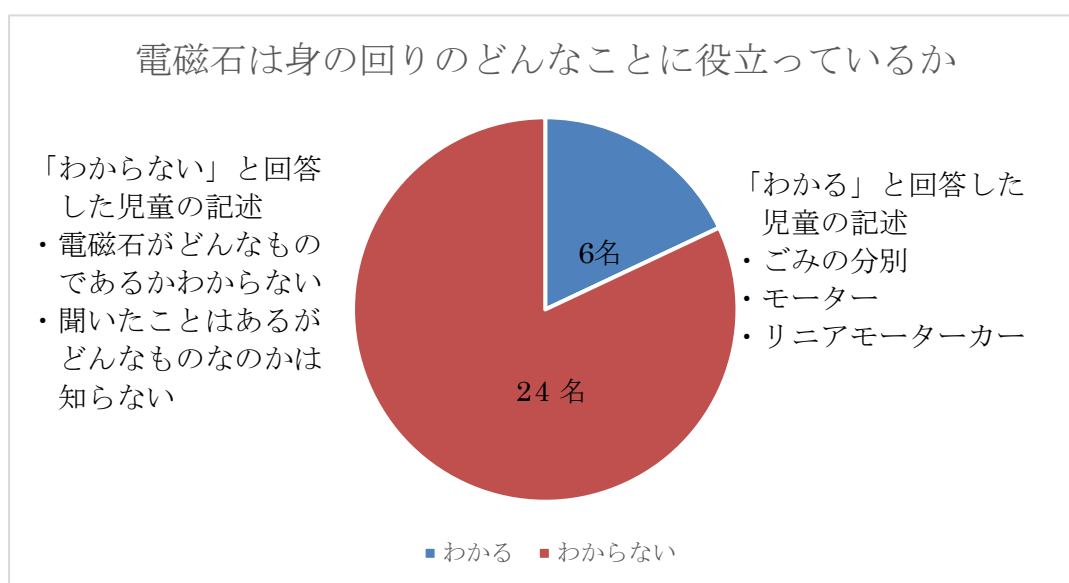


図4. 電磁石の有用感に関する調査結果  
(木畑『理科を学ぶ有用感を高める指導の工夫』を基に三宅が作成)

小学生は電磁石が日常の中にたくさんあるにも関わらず、役立っていることが理解できていないことがわかる。これらの背景をもとに私は、本研究での問題解決型学習を伴った理科の有用感を感じられる教材開発を5年生の「電磁石の資質」を通して検討していくことにした。

### 3. 研究仮説

前項では、科学に対する有用感の欠如により、「理科嫌い」や義務教育期間中の科学的リテラシーが高いにも関わらず成人の科学的リテラシーが低いという問題が生じており、日常生活に関連していることが意識づけられるような授業作りが必要であることを述べた。

そこで本研究では第5学年「電磁石の性質」の単元を対象として日常生活と関連していることを意識させる授業作り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. 理科の授業において、科学が日常生活に関連していることを実感できるような活動を取り入れることで、科学の有用性を感じ生涯にわたって学び続けることができる
2. 「電磁石の性質」の単元において、身近な教材を用意することやどんなことに使われているかを表す資料を用意することで児童の科学が日常生活に関連していることを理解し、学ぶことに関する興味・関心を高めることができる。

「電磁石の性質」の単元では、「電磁石」が活用された身近な教材や資料を取り扱うことや問題解決的な学習を行うことで児童の科学に対する有用感を感じさせることができる。しかし、前述したように電磁石が今の社会に必要不可欠であるにも関わらず、その有用性を理解できている児童は少なく電流が磁力を生む働きは大部分の児童が認識していない。そのため日常生活に関連づけた教材や資料を用意することや問題解決的な学習を行うことが必要であると考え。そこで、科学と日常生活との関連性が実感でき、児童の科学に対する有用感、興味・関心を高めることができる教材開発を進めていこうと思う。

## 第2章 文献調査

前章では児童が理科に対して有用感をもつことができる授業作りを目指し「電磁石の性質」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

平成29年6月発行小学校指導要領解説理科編<sup>1)</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「電磁石の性質」単元は様々な内容項目のなかでも「エネルギーの変換と保存」についての内容として位置づけられている。これは、小学校第4学年「A(3)電流の働き」の学習を踏まえた単元であり、その後の小学校第6学年「A(4)電気の利用」の学習につながるものである。第5学年「電磁石の性質」の目標は以下の通りである。

電流がつくる磁力について、電流の大きさや向き、コイルの巻数などに着目して、それらの条件を制御しながら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に指導する。

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) 電流の流れているコイルは、鉄心を磁化する働きがあり、電流の向きが変わると、電磁石の極も変わることを。

(イ) 電磁石の強さは、電流の大きさや導線の巻数によって変わることを。

イ 電流がつくる磁力について追究する中で、電流がつくる磁力の強さに関係する条件についての予想や仮説を基に、解決の方法を発想し、表現すること。

「電磁石の性質」についての学習では、児童が電流の大きさや向き、コイルの巻数に着目し、これらの条件と電磁石の働きについて多面的に調べる。そして活動を通して、電磁石の特性について理解を図り、観察、実験などに関する技能を身に付けさせることを目標としている。また、これらの活動を通して、予想や仮説を基に解決の方法を発想し表現する問題解決的な学習を行うこともねらいとしている。さらに本単元では、導線の巻数を固定したまま電流の大きさを変えて電磁石の強さを調べるなど変える条件と変えない条件を制御しながら実験を行い、実験の結果を適切に処理して、考察することができるようにする。条件を制御しながら実験することが第5学年の問題解決の課題である。

加えて、平成29年6月発行小学校指導要領解説理科編<sup>1)</sup>では、次のように述べられている。

身の回りでは、様々な電磁石が利用されていることを日常生活と関連させて取り上げたり、科学館などを利用して調べたりすることが考えられる。

このように本単元では、ただ問題解決的な学習を行うことではなく、日常生活と関連付けて問題解決的な学習を行うことで、科学が日常生活と関連しているという有用感を感じさせ、実感を伴った理解や学習意欲の向上につなげることが求められている。

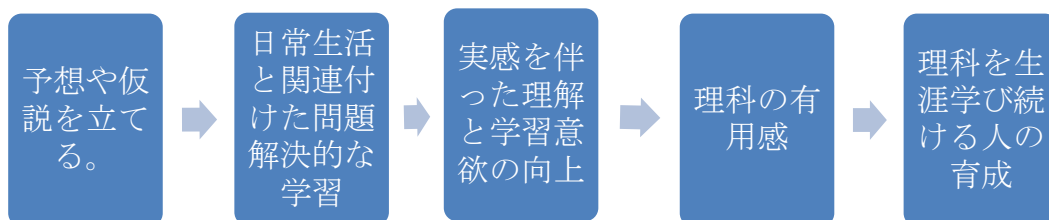


図5. 理科を生涯学び続けるためのプロセス

## 2.教科書調べ

教科書の記述や図をもとに実験内容を整理して、活動方法や実験内容ごとに色分けした。

### 【実験】電磁石の実験

●：実験の具体的な内容

※：実験に使われた道具

○：電磁石を使った身近な物の紹介

表 1 . 歴代教科書における実験・道具等の変遷

S49	<p>【実験 1】エナメル線に電流を流したり、切ったりして、鉄くぎやゼムクリップなどがつくかどうか調べよう。</p> <p>●エナメル線に電流を流したり、切ったりして、鉄くぎやゼムクリップなどがつくかどうか調べる。</p> <p>※ねじ（5 cm）、エナメル線（6 m）、ポリエチレン管</p> <h3>1. 電磁石の極</h3> <p>【実験 2】電磁石にも、永久磁石のように S 極と N 極があって、たがいに引き合ったりしりぞけたりするのだろうか。</p> <p>●①電磁石に電流を流し、永久磁石や方位磁針を近づけてみる。</p> <p>②電磁石どうしで、同じようにして調べる。</p> <p>③かん電池の極を入れかえると、電磁石の極はどうなるか、調べる。</p> <p>※電磁石、方位磁針、磁石</p>
-----	---

## 2. 電磁石の磁力

【実験 3】電磁石はもくねじや鉄くぎを入れないと、磁力がはたらかないのだろうか。もくねじや鉄くぎなどの鉄心は、どんな役目をしているのだろうか。

●①もくねじをとり除いた電磁石のまき線（コイル）に電流を流し、コイルに方位磁針を近づけて、磁針の動き方を調べる。

②電流の流れているコイルを虫ピンに近づけたり、コイルの中に虫ピンを入れたりしてみる。

※コイル、方位磁石、虫ピン

【実験 4】コイルのまき数と磁力には、どんな関係があるのだろうか。

●①エナメル線を磁針に平行にして磁針の上や下に置き、電流を流して磁針のふれを見る。また、電流の向きを逆にして、同じようにやってみる。

②エナメル線を輪の形にして電流を流し、ふれの大きさを見る。

③輪を2重、3重にして電流を流し、ふれの大きさを見る。

※エナメル線、電磁石、方位磁針

【実験 5】コイルのまき数が多くなると、磁力はどれだけ大きくなるか、調べよう。

●①同じ長さのエナメル線で、50, 100, 150 回まきの電磁石をつくる。

②同じ電流が流れるようにして、それぞれの磁力の強さを調べる。

※エナメル線、コイル、電磁石、ねんど、くぎ

	<p>【実験 6】 コイルに流れる電流と磁力には、どんな関係があるのだろうか。</p> <p>● 電源そうちを使い、電磁石のコイルに流れる電流をすこしずつ変えて、磁力の変わり方を調べよう。</p> <p>※ 電源装置、電磁石</p> <p><b>3. 電磁石を利用したもの</b> 実験なし</p> <p>電流計の仕組みの説明、ブザーの作り方が紹介されている。</p> <p>○ 電流計、ブレーカー、ブザー</p>
S52	<p><b>1. 電流の流れかたと磁針のふれかた</b></p> <p>【実験 1】 同じ大きさの電流が流れているとき、導線の位置によって、磁針のふれかたはどうちがうだろうか。</p> <p>● ① 導線を磁針のまわりのいろいろな位置に置き、電流を流したときの磁針のふれかたを調べる。</p> <p>② かん電池の向きを変え、電流の向きを逆にして、磁針のふれかたを調べる。</p> <p>※ 方位磁針、導線、回路</p> <p>【実験 2】 導線を折り曲げ、電流を流すと、磁針のふれかたはどうなるだろうか。</p> <p>● ① 導線を折り曲げ、電流を流して磁針のふれかたを調べる。</p> <p>② かん電池の向きを逆にして調べる。</p> <p>③ かん電池 2 個を直列につないで調べる。</p> <p>※ 方位磁針、かん電池、回路</p>

【実験 3】電流が何度も磁針のまわりを通るようにすると、もっと磁針がふれるようになるだろうか。

●①導線の巻き数を変えて調べる。

②かん電池 2 個直列につなぎ、電流の大きさを変えて調べる。

※方位磁石、かん電池、導線、スイッチ

## 2. 電磁石のはたらきを調べよう。

【実験 4】コイルをつくり、かん電池につないで、磁石の性質があるかどうかを調べよう。

●①コイルのはしを、鉄粉や虫ピンなどに近づけてみる。

②コイルのはしを磁針に近づけてみる。

③コイルの中に鉄くぎや虫ピンを入れて、磁力の強さを調べる。

※コイル、スイッチ、かん電池、鉄粉、鉄くぎ、虫ピン、エナメル線

【実験 5】ポリエチレン管の中に、いろいろな物を入れてコイルに電流を流し、磁力を調べよう。

●ポリエチレン管の中に、いろいろな物を入れてコイルに電流を流し、磁力を調べる。

※鉄のはりがね、ぬいばり、銅のくぎ、銅のはりがね、水竹

【実験 6】電磁石のコイルの巻き数や流れる電流の大きさが変わると、磁力はどうなるだろうか。

●①同じ長さのエナメル線で、50, 100, 150 回まきの電磁石をつくる。

②かん電池の数を変えることによって、コイルに流れる電流の大きさを変え、電磁石の磁力を調べる。

※電流計、エナメル線、電磁石、スイッチ



S61

## 1. コイルのはたらき

【実験 1】電磁石には、鉄心と導線を巻いたコイルが使われている。コイルだけに電流を流しても磁石のようなはたらきをするのだろうか。

●①コイルをつくり、かん電池につなぐ。

②コイルのはしを、鉄くぎを近づける。

・かん電池をはずすと、鉄くぎはどうなるのか。

③コイルのはしを方位磁針に近づける。

※エナメル線、コイル、かん電池、鉄くぎ、方位磁石

【実験 2】コイルと鉄心をいろいろ組み合わせたり、鉄心以外のもをコイルの中に入れて、磁石の強さを調べてみよう。

●①鉄心がコイルのどこにあるとき、磁石のはたらきが強くなるか調べる。

②コイルの中に鉄心以外のもを入れて、磁石の強さを調べる。

※コイル、鉄くぎ、アルミニウム箔、ガラス棒、エナメル線

【実験 3】電磁石にも N 極、S 極があるか調べよう。

●①つるした電磁石に棒磁石を近づけ、電流を流したり、止めたりしてみる。

②かん電池の＋、－のつなぎかたを変えると、電磁石の極はどうなるのか

※スイッチ、電磁石、磁石、かん電池、エナメル線、鉄釘

## 2. コイルの巻き数

【実験 4】コイルもの巻き数によって、電磁石の強さが変わるか調べよう。

●①実験 3 で使った電磁石に電流を流し、電磁石の強さを調べる。

②コイルのエナメル線を半分ぐらいほどき、電流を流して、電磁石の強さを調べる。

※かん電池、コイル、鉄くぎ、ねんど、スイッチ

## 3. 電流の大きさと磁石の強さ

【実験 5】かん電池をふやして、電流の大きさや電磁石がどう変わるのか調べてみよう。

●①かん電池 1 個のときにコイルに流れる電流の強さを調べる。

②かん電池を 2 個、3 個とふやして、コイルに流れる電流の大きさと電磁石の強さを調べる。

※かん電池、コイル、電流計、スイッチ

## 4. 強い電磁石づくり

【実験 7】かん電池 1 個で、できるだけ強い電磁石をつくるにはどうしたらよいだろうか。材料や作り方を工夫してみよう。

●①コイルの巻き数を変える。

②エナメル線の太さを変える。

③コイルの巻く位置を変える。

④鉄心の長さを変える、

⑤鉄心の太さや形を変える。

※かん電池、コイル、エナメル線、鉄心

○ごみ処理場、リニアモーターカー

S64

## 1. 導線をまいたものはどんなはたらきをするか

【実験 1】コイルをつかって電流を流し、鉄を引きつけるか調べよう。

- ①ストローやポリエチレン管に導線を巻く。
- ②エナメル線の両はしを紙やすりでみがいてかん電池につなぎ、虫ピンの先をコイルの口に入れて、手をはなしてみる。
- ③かん電池を外して②と同じようにしてみる。

※ストロー、ポリエチレン管、かん電池、エナメル線、コイル

【実験 2】コイルの中にいろいろなしんを入れ、磁石が強くなるか調べよう。

- いろいろなものをコイルの中に入れて、小さいくぎに近づける。

※鉄のくぎ、鉄の木くぎ、銅のくぎ、針金、エナメル線、アルミニウムはく、スチールウール

【実験 3】つくった電磁石に N 極と S 極があるか。方位磁針を近づけて調べよう。

- ①電磁石の両はしに方位磁針を近づける。
- ②かん電池の + 極と - 極のつなぎかたを反対にし、電流の流れる向きを変えてみる。

※かん電池、鉄のくぎ、エナメル線、方位磁針、コイル

## 2. 電磁石の磁力は変えることができるか。

【実験 4】電磁石に流す電流を大きくすると磁力が強くなるか調べよう。

- かん電池が 1 個のときと 2 個、3 個とつないだ時の電流の大きさと電磁石の磁力の強さを調べる。

※かん電池、電流計、スイッチ、釘、ねんど、電磁石

	<p>【実験 5】コイルのまき数を多くすると、磁力が強くなるか調べよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●①長い導線を半分ぐらいでまいて、磁力の強さを調べる。</li> <li>②導線を全部まいて、磁力の強さを調べる。</li> </ul> <p>※電磁石、かん電池、スイッチ、くぎ、ねんど、電流計</p> <p><b>3. モーターをくふうしてつくる。</b></p> <p>【実験 6】いろいろなモーターをつくってみよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●①ゼムクリップに太いエナメル線をまいて、コイルをつくる。</li> <li>②ゼムクリップのばしてモーターのじく受けをつくり、板の上に立てる。</li> <li>③円形の磁石を台につけ、コイルをじく受けにとりつける。</li> </ul> <p>※ゼムクリップ、エナメル線、コイル、かん電池、円形の磁石、円形の磁石、セロハンテープ</p> <p>○リニアモーターカー、ドライヤー、電熱器、ホットプレート、アイロン、電気カーペット</p>
H4	<p><b>1. 導線をまいたものはどんなはたらきをするか</b></p> <p>【実験 1】コイルをつくって電流を流し、鉄を引きつけるか調べよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●①ストローやポリエチレン管に導線をまく。</li> <li>②エナメルの両はしを紙やすりでみがいてかん電池につなぎ、虫ピンの先をコイルの「口に入れて手をはなしてみよう。</li> <li>③かん電池を外して②と同じ実験をする。</li> </ul> <p>※かん電池、導線、エナメル線、くぎ</p>

【実験 2】 コイルの中にいろいろなしんを入れ、磁力が強くなるか調べよう。

● いろいろなものをコイルの中に入れて小さいくぎに近づける。

※かん電池、導線、鉄の釘、鉄の木ねじ、銅くぎ、針金、エナメル線、アルミニウムはく、スチールウール

【実験 3】 つくった磁石にN極とS極があるか、方位磁針をつけて調べよう。

● ①電磁石の両はしに方位磁針を近づける。

②かん電池の+極と-極のつなぎ方を反対にし、電流の流れる向きを変えてみる。

※方位磁針、鉄のくぎ、電磁石、かん電池

## 2. 電磁石の磁力は変えることがえるか。

【実験 4】 電磁石に流す電流を大きくすると磁力が強くなるか調べよう。

● かん電池が1個のときと2個、3個とつないだ時の電流の大きさと電磁石の磁力の強さを調べる。

※かん電池、電流計、スイッチ、釘、ねんど、電磁石

【実験 5】 コイルのまき数を多くすると磁力が強くなるか調べよう。

● ①長い導線を半分ぐらいでまいて、磁力の強さを調べる。

②導線を全部まいて、磁力の強さを調べる。

※電磁石、かん電池、スイッチ、くぎ、ねんど、電流計

	<p><b>3. モーターを工夫してつくろう</b></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>●①ゼムクリップに太いエナメル線をまいて、コイルをつくる。</p> <p>②ゼムクリップのばしてモーターのじく受けをつくり、板の上に立てる。</p> <p>③円形の磁石を台につけ、コイルをじく受けにとりつける。</p> <p>※ゼムクリップ、エナメル線、コイル、かん電池、円形の磁石、円形の磁石、セロハンテープ</p> <p>○自転車の発電機、リニアモーターカー、ドライヤー、電熱器、ホットプレート、アイロン、電気カーペット、鉄くずを引きあげるクレーン</p>
H8	<p><b>1. 導線をまいたものはどんなはたらきをするか。</b></p> <p>【実験1】コイルをつくって中にしんを入れ、電流を流すとどうなるか調べよう。</p> <p>●①コイルをつくる。</p> <p>②コイルの中にいろいろなしんを入れて電流を流し、鉄のゼムクリップを近づけてみる。</p> <p>③磁石になるしんを見つけたら、方位磁針を近づけてN極とS極があるか調べる。</p> <p>④コイルだけでも磁石のはたらきをするか調べてみる。</p> <p>※鉄と銅のくぎ、電磁石、木、針金、アルミニウム、エナメル線</p>

## 2. 電磁石のはたらきは変えられるのか。

【実験2】電磁石のはたらきを強くするにはどうしたらよいか、調べる方法と順序をグループや個人別に決めて、実験しよう。

● (ア) かん電池を2個、3個と直列につなぎ、電流を大きくして、1個のときとはたらきの強さをくらべる。

(イ) 導線をたくさんまいたものと、その半分くらいまいたものとの、はたらきの強さをくらべる。(導線の全部の長さを同じにする。)

※電磁石、スイッチ、かん電池、電流計

## 3. 電流は導線を発熱させるのか

【実験3】電熱線（ニクロム線）に流す電流の大きさを変えて発熱のしかたを調べよう。

● ①電熱線、スイッチ、かん電池、検流計をつなぎ、電熱線に発泡ポリエチレンやろうをふれさせてとけかたを見る。

②かん電池を2個、3個とふやし、電流を大きくしてとけかたをしらべる。

※電熱線、かん電池、スイッチ、検流計

◎電磁石や電熱線を使ったものを調べよう。

○リニアモーターカー、ドライヤー、電熱器、ホットプレート、アイロン、電気カーペット、水力発電、風力発電、鉄くずを引き上げるクレーン

H12

### 1. 導線をまいたものはどんなはたらきをするか

【実験1】コイルをつくって中にしんを入れ、電流を流すとどうなるか調べよう。

- ①コイルをつくる。
- ②コイルの中にいろいろなしんを入れて電流を流し、鉄のゼムクリップを近づけてみる。
- ③磁石になるしんを見つけたら、方位磁針を近づけてN極とS極があるか調べる。
- ④コイルだけでも磁石のはたらきをするか調べてみる。

※鉄と銅のくぎ、電磁石、木、針金、アルミニウム、エナメル線

### 2. 電磁石のはたらきは変えられるのか

【実験2】電磁石のはたらきを大きくするにはどうしたらよいか、調べる順序をグループや個人別に決めて、実験しよう。

- (ア) かん電池を2個、3個と直列につなぎ電流を強くして1個のときとはたらきの大きさをくらべる。
- (イ) 導線をたくさんまいたものと、その半分ぐらいをまいたもので、はたらきの大きさをくらべる。  
(導線の長さは同じにする。)

※スイッチ、かん電池、検流計、導線(4m)、鉄のゼムクリップ

### 3. 電流は導線を発熱させるのか

【実験3】電熱線(ニクロム線)に流す電流の強さを変えて、発熱のしかたを調べよう。

- ①電熱線、スイッチ、かん電池、検流計をつなぎ、電熱線に発泡ポリスチレンや、ろうをふれさせてとけかたを見る。
- ②かん電池を2個、3個とふやし、電流を強くしてとけかたをくらべる。

※電熱線、検流計、発砲ポリスチレン、スイッチ



	<p><b>4. 電磁石や電熱線を使った道具やおもちゃをつくろう</b></p> <p>実験なし</p> <p>電磁石を使っているおもちゃが4つ紹介されている。</p> <p>○リニアモーターカー、ドライヤー、電熱器、ホットプレート、アイロン、電気カーペット、鉄くずを引き上げるクレーン</p>
H14	<p><b>1. ものの性質を調べよう。</b></p> <p>【実験1】コイルに鉄しんを入れて電流を渡し、そのときの性質とはたらきをもっているのだろうか。</p> <p>●①コイルをつくり、鉄しんを入れて、電流を流し、鉄のゼムクリップを近づける。</p> <p>②コイルに鉄しんを入れて電流を流し、方位磁針を近づけてN極とS極があるか調べる。</p> <p>※方位磁石、検流計、スイッチ、かん電池、コイル 鉄しん</p> <p><b>2. 電磁石のはたらきを大きくしよう。</b></p> <p>【実験2】電磁石のはたらきは、どのようにすると大きくなるか調べよう。</p> <p>●（ア）電流の強さを調べて調べる。 （イ）導線のまき数を変えて調べる。</p> <p>※電流計、電磁石、かん電池、スイッチ、導線（4m） 鉄のゼムクリップ</p> <p><b>3. 電じしゃくを利用した道具やおもちゃをつくろう</b></p> <p>実験なし</p> <p>電磁石を使っているおもちゃが三つ紹介されている。</p> <p>○扇風機、鉛筆削り器、電動車いす、電気掃除機、リニアモーターカー、電磁石のクレーン</p>
H17	<p><b>1. 電磁石の性質を調べよう。</b></p> <p>【実験1】電流を流したときの、電磁石の性質とはたらきを調べよう。</p> <p>●①コイルをつくり、鉄しんを入れて電流を流し、ゼムクリップ（鉄）に近づける。</p>

	<p>②電磁石に電流を流し、方位磁石を近づけて N 極と S 極があるか調べる。</p> <p>※方位磁針、検流計、電磁石、かん電池、スイッチ、ゼムクリップ</p> <p>2. 電磁石のはたらきを大きくしよう。</p> <p>【実験 2】電磁石のはたらきは、どのようにすると大きくなるか調べよう。</p> <p>●（ア）電流の強さを変えて調べる。</p> <p>（イ）導線のまき数を変えて調べる。</p> <p>※電じしゃく、導線（4 m）、かん電池、スイッチ 鉄のゼムクリップ、検流計</p> <p><b>3. 電じしゃくを利用した道具やおもちゃをつくろう</b></p> <p>実験なし</p> <p>電磁石を使っているおもちゃが三つ紹介されている。</p> <p>○扇風機、鉛筆削り器、電動車いす、電気掃除機、リニアモーターカー、電気自動車、おもちゃの自動車、駅の昇降機、水力発電、風力発電、太陽光発電</p>
H23	<p><b>1. 電じしゃくにはどんな性質があるか。</b></p> <p>【実験 1】電じしゃくの性質とはたらきを調べよう。</p> <p>●コイルをつくり、鉄しんをいれて電流を流し、ゼムクリップ（鉄）に近づける。</p> <p>●方位じしんに近づける。</p> <p>●かん電池の向きを変える。</p> <p>※コイル、鉄しん、かん電池、スイッチ、導線、鉄のゼムクリップ、検流計、方位じしん</p>

	<p><b>2. 電じしゃくのはたらきを大きくするにはどうしたらよいか</b></p> <p>【実験2】電じしゃくのはたらきはどのようにすると大きくなるか調べよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●電流の強さを調べて調べる。</li> <li>●電流のまき数を変えて調べる。</li> </ul> <p>※電じしゃく、導線、かん電池、スイッチ、鉄のゼムクリップ、検流計</p> <p><b>3. 電じしゃくを利用した道具やおもちゃをつくろう</b></p> <p>実験なし</p> <p>電磁石を使っているおもちゃが三つ紹介されている。</p> <p>○電磁石のクレーン、電車、ミシン</p>
H27	<p><b>1. 電磁石にはどんな性質があるのだろうか。</b></p> <p>【実験1】電磁石の性質を調べましょう。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●電磁石とかん電池、スイッチを使って回路をつくり、電流を流して鉄に近づける。</li> </ul> <p>※電磁石、検流計、かん電池、スイッチ、方位磁石、鉄のゼムクリップ</p> <p><b>2. 電磁石を強くするには、どうすればよいのだろうか。</b></p> <p>【実験2】電磁石を強くする方法を調べましょう。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●回路を作り電流の強さを変えたときの電磁石の強さを調べて記録する。</li> <li>●導線のまき数を変えた時の電磁石の強さを調べて、記録する。</li> </ul> <p>※電磁石、かん電池、スイッチ、導線、検流計、鉄のゼムクリップ</p> <p><b>3. 電じしゃくを利用した道具やおもちゃをつくろう</b></p> <p>実験なし</p> <p>電磁石を使っているおもちゃが三つ紹介されている。</p> <p>○鉛筆削り器、電気自動車</p>

表 1 での結果を「電磁石を利用した道具として紹介されているもの」だけに着目してみると表 2 のようにまとめることができる。

表 2 . 電磁石を利用した道具として紹介されているものの分類

<p>モーターを利用しているもの</p>	<p>扇風機、鉛筆削り器、電動車いす、電気掃除機、電気自動車、おもちゃの自動車、駅の昇降機、水力発電、風力発電、太陽光発電、自動車の発電機、ミシン</p>
<p>磁力を利用しているもの</p>	<p>電磁石のクレーン、リニアモーターカー、ブザー</p>

表 2 より、電磁石を利用した道具として計 15 種類の道具が紹介されている。道具の種類ごとに分類すると、磁力を利用したものがモーターを利用しているものと比べて少ないことが分かった。その中でも特にリニアモーターカーに関する記述がほぼすべての教科書に掲載されているにも関わらず、その有用感を感じられるような実験やおもちゃの紹介が少なかった。

表 3. 予想を立てる場面や自分で工夫して実験をする場面がある教科書

<p>s 6 1</p>	<p><b>4. 強い電磁石づくり</b></p> <p>【実験 7】 かん電池 1 個で、できるだけ強い電磁石をつくるにはどうしたらよいだろうか。材料や作り方を工夫してみよう。</p>
--------------	---

h 8	<p><b>2. 電磁石のはたらきは変えられるのか。</b></p> <p>【予想】電磁石のはたらきは、強くすることができるのだろうか。それには、どうしたらよいのだろうか。</p> <p>【実験2】電磁石のはたらきを強くするにはどうしたらよいか、調べる方法と順序をグループや個人別に決めて、実験しよう</p>
h 1 2	<p><b>2. 電磁石のはたらきは変えられるのか</b></p> <p>【予想】電磁石のはたらきは、大きくすることができるのだろうか。また、それにはどうしたらよいのだろうか。</p> <p><b>3. 電流は導線を発熱させるのか</b></p> <p>【予想】電流には、導線を発熱させるためのはたらきがあるのだろうか。また、電流の強さを変えると、どうなるのだろうか。</p>
h 1 4	<p><b>1. ものの性質を調べよう。</b></p> <p>【予想】コイルに鉄しんを入れたものは、どんな性質とはたらきをもっているのだろうか。</p> <p><b>2. 電磁石のはたらきを大きくしよう。</b></p> <p>【予想】電磁石のはたらきを大きくするには、どのようにしたらよいのだろうか。</p> <p>【実験2】電磁石のはたらきは、どのようにすると大きくなるか調べよう。</p>
h 1 7	<p><b>1. 電磁石の性質を調べよう。</b></p> <p>【予想】電磁石は、どんな性質とはたらきをもっているのだろうか。</p> <p><b>2. 電磁石のはたらきを大きくしよう。</b></p> <p>【予想】電磁石のはたらきを大きくするには、どのようにしたらよいのだろうか。</p> <p>【実験2】電磁石のはたらきは、どのようにすると大きくなるか調べよう。</p>

h 2 3	<p><b>1. 電じしゃくにはどんな性質があるか。</b></p> <p>【予想】電じしゃくにはどんな性質とはたらきがあるのだろうか。</p> <p><b>2. 電じしゃくのはたらきを大きくするにはどうしたらよいか</b></p> <p>【予想】電じしゃくのはたらきを大きくするには、どうしたらよいのだろうか。</p> <p>【実験 2】電じしゃくのはたらきはどのようにすると大きくなるか調べよう。</p>
h 2 7	<p><b>1. 電磁石にはどんな性質があるのだろうか。</b></p> <p>【考えよう】実験 1 の結果から、電磁石の性質についてどんなことがわかるか考えよう。</p> <p><b>2. 電磁石を強くするには、どうすればよいのだろうか。</b></p> <p>【予想】電磁石を強くするにはどのようにすればよいか考えましょう。</p> <p>【計画しよう】自分の予想を確かめるためにはどのような実験をすればよいか考え、実験の計画を立てましょう。</p> <p>【実験 2】電磁石を強くする方法を調べましょう。</p>

また、問題解決的な学習に関しては、昭和、平成の初期に作られた教科書は実験が細かく細分化されており、子どもが、予想や仮説を立ててそれを実践するという問題解決的な学習の幅が狭かったが、教科書が改訂されるにつれて実験が統合され、子どもが実験前に予想や仮説を立てて問題解決的な学習を行う幅が広がり問題解決的な学習が行われるようになっていく。

これらのことから、予想や仮説を立て、問題解決的な学習を行い、リニアモーターカーの仕組みについて理解するだけでなく、有用感を感じられるような教材開発が必要であると考えられる。

### 3. 歴代教科書における電磁石の学習と追試

#### 1) 東京書籍 昭和49年度『新しい理科6下』

この年の教科書において実験と呼べるものは7つある。それぞれ追試して明らかになったメリット・デメリットをまとめる。

##### 【実験①】

図6のような回路をつくり鉄くぎやゼムクリップがエナメル線につくか調べる。

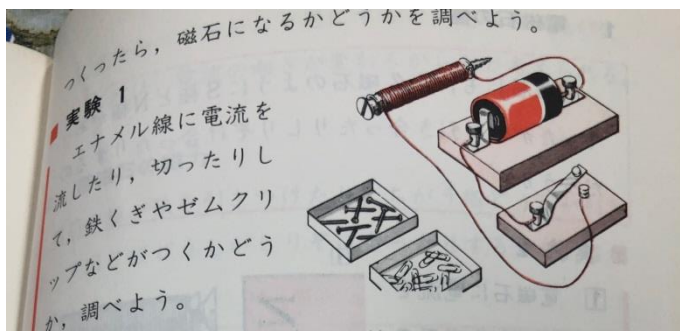


図6. 教科書の記述

##### 【実験結果】

エナメル線を鉄くぎに巻きつけて作った回路に電流を流すと鉄くぎやゼムクリップがエナメル線についた。電流を流さないと、つかなかった。

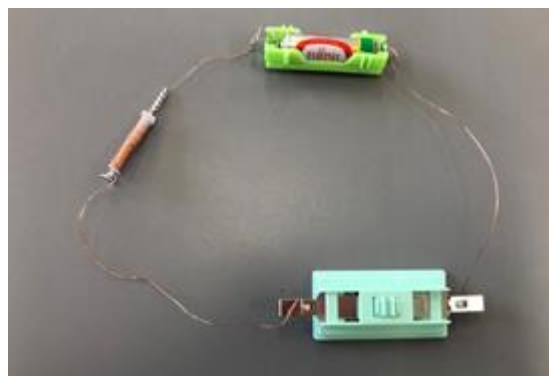


図7. 作成した回路

##### 【考察】

- ・電流を流している間と流していない間を比較することによって、電磁石の仕組みを理解することができた。
- ・エナメル線の長さが指定されているのでエナメル線の巻き数によって電磁石の強さが変わることには気づきにくい。
- ・実験結果で分かったことが日常生活のどこに生かされているのかに気付くことは難しい。

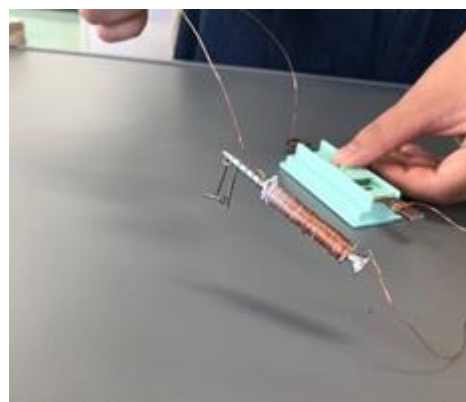


図8. 実験結果

【実験②】

図のように電気回路をつくり永久磁石や電磁石、方位磁針を近づけた時、かん電池の向きを入れかえるとどうなるのか調べる。

【実験結果】

永久磁石を電磁石に近づけるとついた。方位磁針を近づけた時は磁針の先が電磁石の方を向いた。乾電池の向きを入れかえると電磁石の極が変わることが分かる。

【考察】

- ・ 図 10 は教科書の実験 1 の追試である。

永久磁石を電磁石に近づけると、電磁石に電流が流れている時は磁力が発生して永久磁石が引き寄せられ、電流が流れていない時には磁力が発生しないので永久磁石は引き寄せられないことが分かる。

- ・ 図 11 は教科書の実験 2 の追試である。

2つの電磁石を互いに近づけた時、両方とも電流を流していれば永久磁石と同じように互いに引きつけ合ったり、しりぞけ合ったりする。このことから電磁石には永久磁石と同様に極があるということが分かる。

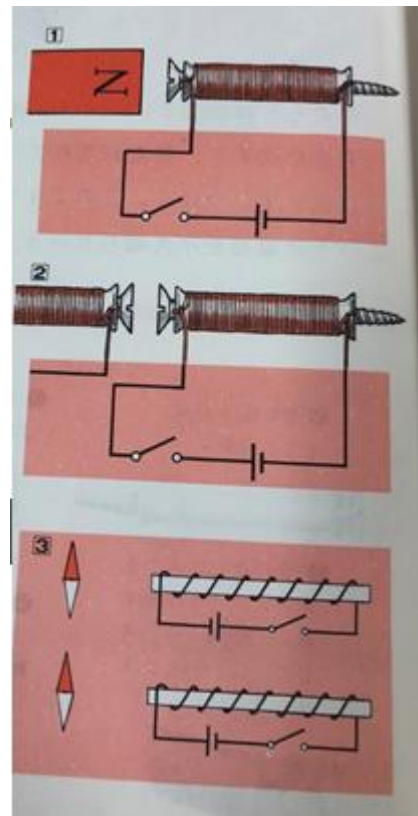


図 9 . 教科書の記述

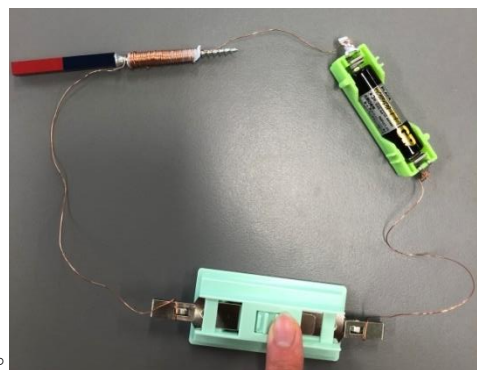


図 10. 電磁石に永久磁石を近づける

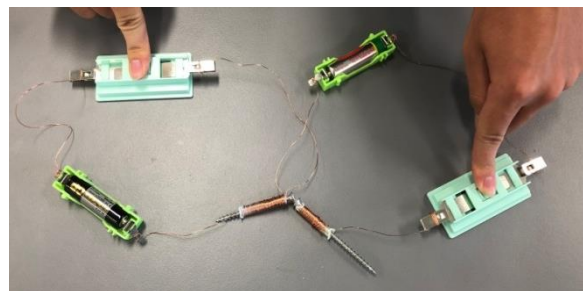


図 11. 電磁石と電磁石を互いに近づける



- ・ 乾電池の向きや電流の向きが磁力の向きに関係していることが分かるが他の実験と重複している部分があるので省けるのではないかと。
- ・ 実験結果で分かったことが日常生活のどこに生かされているか気づくのは難しい。

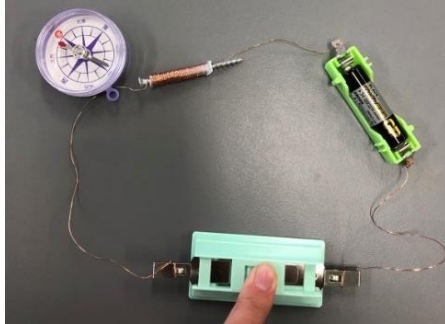


図 12. 乾電池の向きを変えることで電流の向きが変わるのか調べる

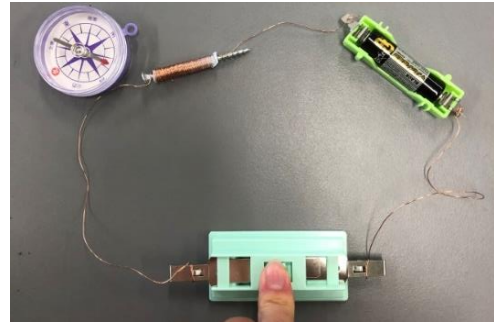


図 13. 乾電池の向きを変えることで電流の向きが変わるのか調べる

【実験③】

もくねじを取り除いた時、電磁石がどうなるのかを調べる。

【実験結果】

もくねじを電磁石から取り除くと電磁石としての機能が弱くなった。虫ピンをいれるともくねじを入れていた時ほどではないが磁力があった。

【考察】

- ・ 鉄心があることで電磁石が強くなることが分かる。
- ・ 磁力がほぼないことから鉄心が無いと磁力が発生しないと児童が勘違いをしてしまう。

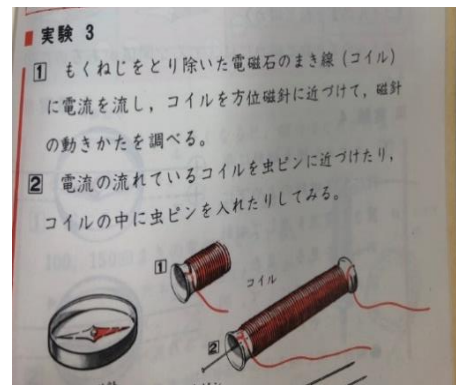


図 14. 教科書の記述



図 15. もくねじを鉄心にして磁力を調べる。



図 16. 鉄心に何も入れずに磁力を調べる。

#### 【実験④】

エナメル線を方位磁針の周りに巻いて、電流を流すと磁針はどのようなのかを調べる。

#### 【実験結果】

- ・エナメル線を方位磁針に対して平行に巻くことで電流が流れている間磁力が発生していることが分かる。
- ・エナメル線を輪にする実験では平行にする実験よりも磁針のふれの大きさが大きかった。
- ・エナメル線を二重三重に巻くことで磁力が強くなるということが分かる。

#### 【考察】

- ・エナメル線を方位磁針に平行にして設置し、電流を流すことによって電磁石には磁力が発生していることを再認識することができるとともに永久磁石と同様に極があるということが分かる。
- ・乾電池の向きを変えて実験することで電流の向きが変わると電磁石の極の向きも変わるということが分かるが実験②と実験で理解することができる内容が被ることから省略できるのではないだろうか。

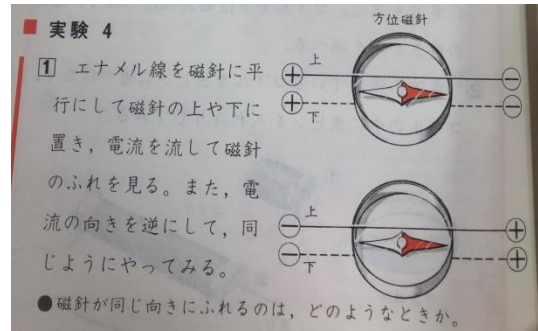


図 17. 教科書の記述

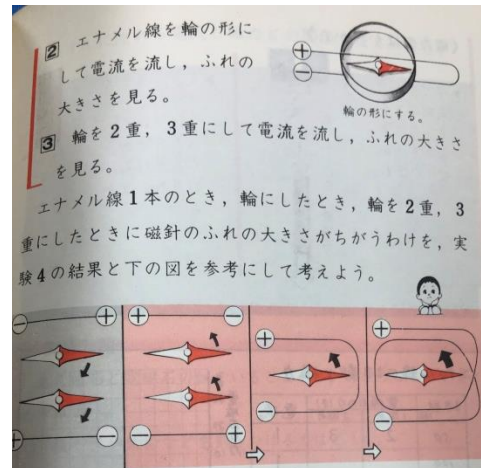


図 18. 教科書の記述



図 19. エナメル線を磁針に平行にした実験

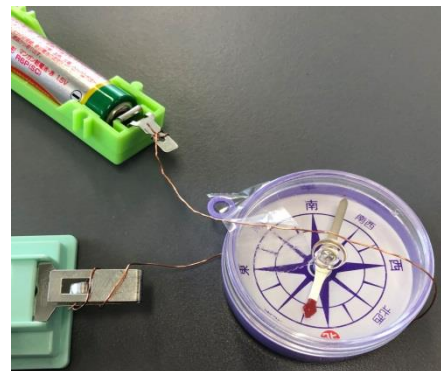


図 20. エナメル線を輪にした実験

- ・エナメル線を巻きつけて実験する際に、通常の状態と二重、三重に巻いた状態と比較することによって磁針のふれの大きさが変わり、エナメル線の巻き数を増やすことによって電磁石の強さが変わるということが分かる。



図 21. エナメル線を二重の輪にした実験

- ・エナメル線の巻き数を変えて実験後、実験①と関連づけることによってより電磁石の巻き数を増やすことによって電磁石が強くなるということが分かりやすくなるのではないかと考えた。

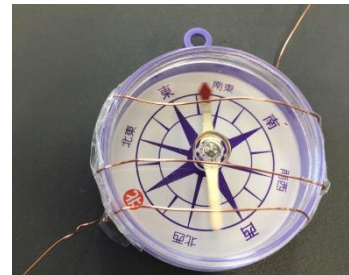


図 22. エナメル線を三重の輪にした実験

【実験⑤】

コイルの巻き数と磁力の関係をばねばかりを使って調べる。

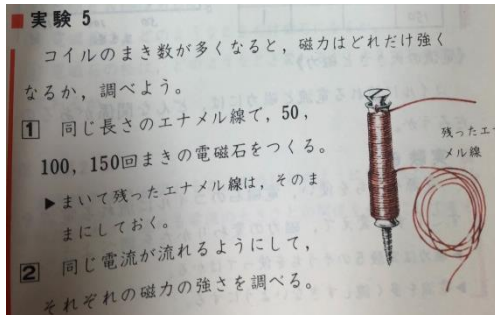


図 23. 教科書の記述

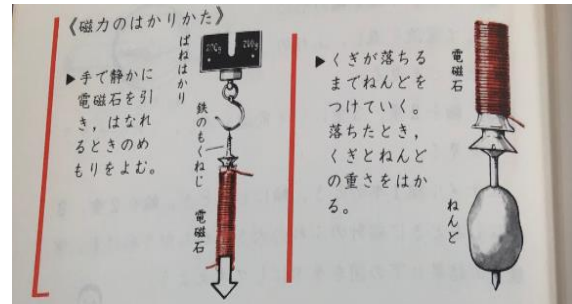


図 24. 教科書の記述

【実験結果】

コイルの巻き数 (回)	1 回目	2 回目	電流
50	2 g	0 g	1
100	4g	4g	1
150	12 g	12g	1

【考察】

- ・ばねばかりで磁力を量ることが非常に難しく、これを学校の授業で実験として行うことは難しい。

- ・ばねばかりを使って磁力を測る際に教科書にも記述があるように手で静かに引くという要素があり、実験結果にばらつきが出ることや個人差が出てしまうことが危惧される。

## 2) 東京書籍 昭和 52 年度『新しい理科 6 下』

以下、内容が異なる実験についての追試結果をまとめる。

### 【実験②】

エナメル線を方位磁針の周りに巻いて電流を流すと磁針はどうなるのかを調べる。

### 【実験結果】

- ・導線を方位磁針にアのように巻くことで電流が流れている間磁力が発生していることが分かる。
- ・導線を方位磁針にイのように巻くと方位磁針の動きにあまり変化が見られない。
- ・乾電池を逆向きにする実験ではアの導線の巻き方をすると方位磁針のふれかたは逆になる。
- ・乾電池を直列につなぐ実験のアの巻き方では方位磁針のふれ方が大きくなり電球の光も大きくなった。
- ・乾電池を直列につなぐ実験のイの巻き方では方位磁針のふれ方は変わらず、電球の光だけが大きくなった。

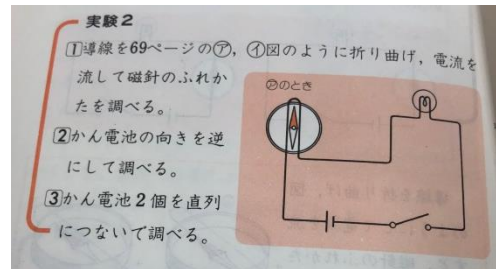


図 25. 教科書の記述

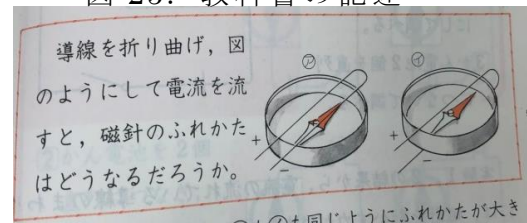


図 26. 教科書の記述

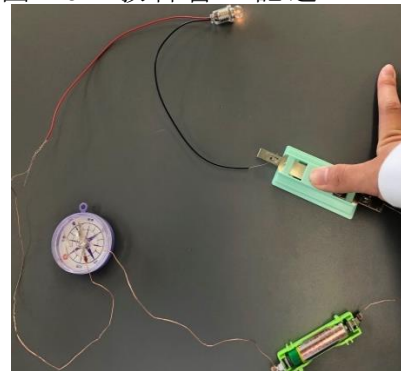


図 27. アの巻き方の実験

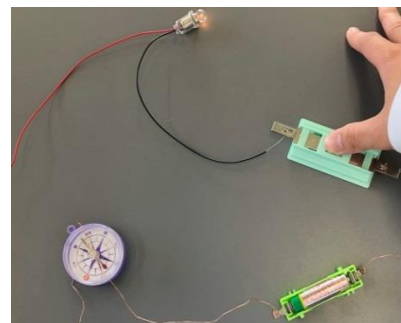


図 28. イの巻き方の実験

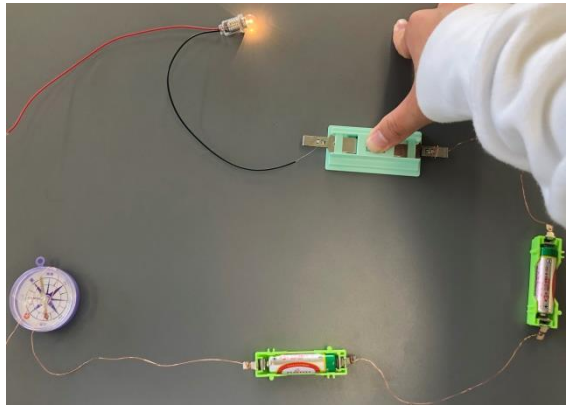


図 28. アの巻き方で乾電池を直列つなぎにした実験

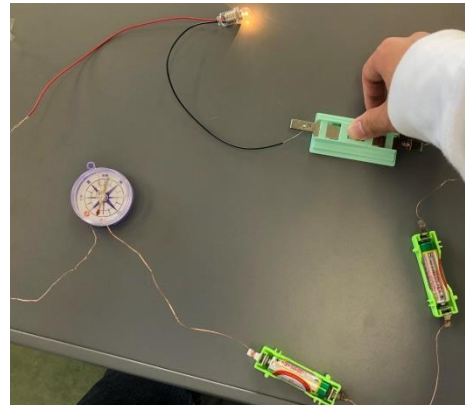


図 29. イの巻き方で乾電池を直列つなぎにした実験

【考察】

- ・ 実験に今までなかった電球を取り入れることで実験結果が回路の問題によるものということが無くなり教師も児童も実験をやりやすく、予想が外れた際に素直に結果を受け止めることができるのではないかと考える。
- ・ 昭和 49 年度にはなかった電池の直列つなぎを取り入れることで電流の強さが磁力の強さに関わるということが分かりやすくなっているととも電球があることで直列つなぎをするときに方位磁針に変化がなくても電球の光が強くなっているので導線の巻き方によっては磁力が強くなったということが実感できないということが分かる。
- ・ アの巻き方では方位磁針の動きが分かりやすいが、イの巻き方では磁力の方向が違うので方位磁針をななめから見るなどの視点を児童に与えてあげることにより磁力についての理解が深まるのではないかと考える。
- ・ 上記のようにイの巻き方では磁力が発生しているにも関わらず方位磁針の動きでは変化を実感しにくいので他の方位磁針を、導線を巻きつけた方位磁針の隣に設置することでイの巻き方でも磁力が発生しているということが視覚的に分かりやすいのではないかと考える。

### 3) 東京書籍 昭和 61 年度『新しい理科 6 上』

#### 【実験②】

1. 鉄心がコイルの中、外、無い時の磁力を比べる。
2. 鉄心をエナメル線のたば、アルミニウムはくをまるめた物、ガラス棒に変えて実験する。

#### 【実験結果】

- ・ コイルだけの実験では電流を流してもコイルに鉄くぎが付かないことから磁力がほとんど発生していないことが分かる。
- ・ コイルの中に鉄心がある実験では、鉄くぎが3つついたということから磁力が発生しているということが分かる。
- ・ コイルの外に鉄心がある実験では、電流を流しても鉄くぎがコイルにつかないということから磁力がほとんど発生していないということが分かる。
- ・ 三つの実験を比較して電磁石が、鉄くぎがコイルにつく磁力を発生させるにはコイルの中に鉄心があることが必要であるということが分かる。



図 30. 教科書の記述

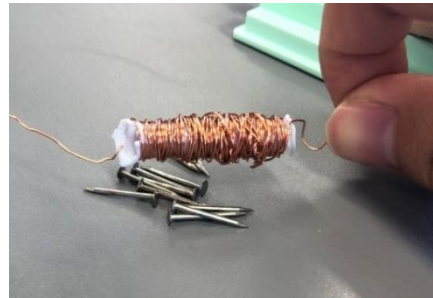


図 31. コイルだけの実験

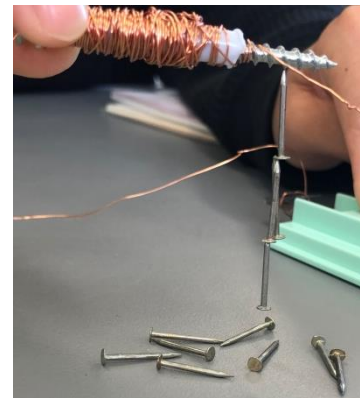


図 32. 鉄心がコイルの中にある実験



図 33. 鉄心がコイルの外にある実験

- ・エナメル線のたばを鉄心にする実験では電流を流しても鉄くぎがコイルにつかないということから磁力が、ほとんど発生していないことが分かる。



図 34. エナメル線のたばを鉄心にする実験

- ・アルミニウムはくをまるめたものを鉄心にする実験では電流を流しても鉄くぎがコイルにつかないことから磁力がほとんど発生していないことが分かる。

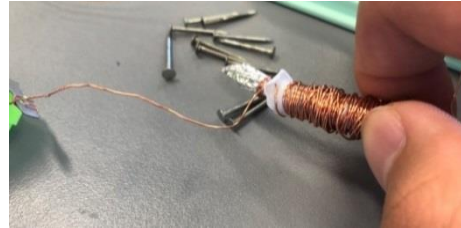


図 35. アルミニウムはくをまるめたものを鉄心にする実験

- ・ガラス棒を鉄心にする実験では電流を流しても鉄くぎがコイルにつかないことから磁力がほとんど発生していないことが分かる。



図 36. ガラス棒を鉄心にする実験

### 【考察】

- ・鉄心がコイルの鉄心がコイルの中、外、無い時の磁力を比べる実験ではコイルの中に鉄心が無いと磁力が発生しないと勘違いしてしまう児童が出てきてしまうのではないかと考える。
- ・鉄心を鉄から変えて磁力を測る実験では鉄心の中身を変えても磁力が変わらないという実験結果になった。この結果から鉄を鉄心に入れると磁力が強くなるということは分かるが、鉄以外のものを入れても磁力が変わらないということが分かりにくいと感じたので授業で実験する際には、流す電流の強さを強くするか鉄くぎを虫ピンに変更することが必要であると考えた。

#### 4) 東京書籍 昭和 64 年度『新しい理科 6 上』

##### 【実験③】

1. 電磁石に S 極と N 極があるか方位磁針を近づけて調べる。
2. 乾電池の + 極と - 極のつなぎ方を反対にして調べる。

##### 【実験結果】

- ・ 電磁石に方位磁針を二個近づけることによって電磁石には磁力が発生していることが分かる。
- ・ 乾電池を逆にすると磁力が逆になっていることが分かる。

##### 【考察】

- ・ 今までの実験と違い、電磁石の両脇に方位磁針があることで磁力が発生しているということが分かりやすくなった。また、乾電池を逆にする実験でも方位磁針が両脇にあることで、磁力が逆になっているということが分かりやすく電流の方向に磁力が左右されるということが分かりやすい。
- ・ 「モーターは回る向きが変わったよ」という教科書の記述から児童が実験の予想が立てやすくなっている。



図 37. 教科書の記述

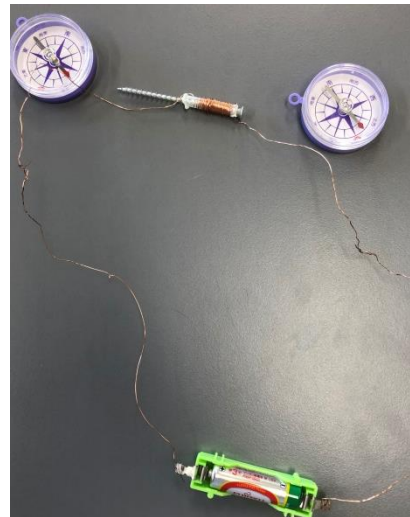


図 38. 磁力が発生しているか調べる実験

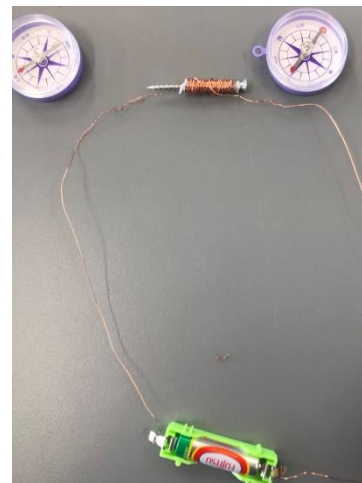


図 39. 電池を逆にした実験



5) 東京書籍 平成4年度『新しい理科6下』

【実験⑥】

エナメル線で作る。

【実験結果】

- ・電磁石の磁力と永久磁石の磁力が反発しあひ、エナメル線を巻いたゼムクリップがモーターのように回った。

【考察】

- ・この実験を通してモーターがどのように回るのかということは理解できるが、実験をする際、ゼムクリップにエナメル線を巻く部分でエナメル線の横軸を平行にすることがとても難しかった。電磁石の有用感を感じることに出来る実験であるにも関わらず難易度がとても高いので授業で行うには児童でも簡単に再現できる仕組みが必要であると考え。
- ・実際にモーターを隣に置いて動かしながら実験することによって児童がより電磁石の有用感を感じてくれるのではないかと考える。
- ・丸型のエナメル線をまいてモーターを回す実験はとてもやりやすかった。



図 40. 教科書の記述

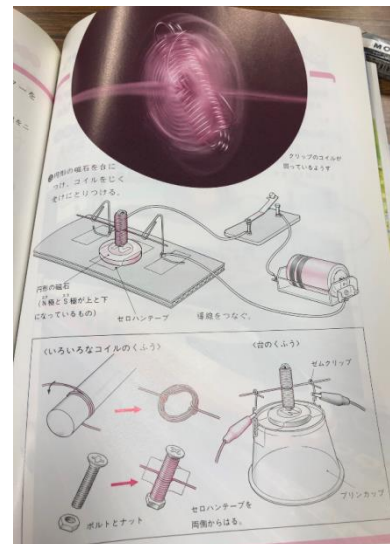


図 41. 教科書の記述

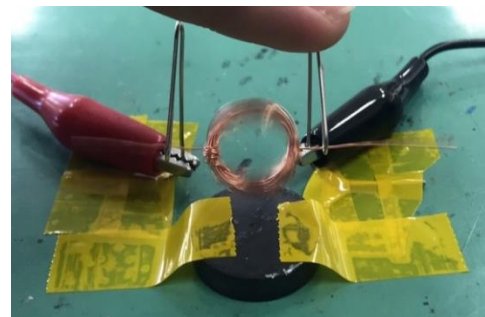


図 42. モーターをつくり回す実験

6) 東京書籍 平成8年度『新しい理科6下』

【実験③】

1. 電熱線をポリエチレンにふれさせとけかたを見る。
2. 乾電池を増やしてとけかたを見る。

【実験結果】

- ・電流を流した電熱線をポリエチレンにふれさせるとポリエチレンがとけた。
- ・乾電池を増やして電流を流した電熱線をポリエチレンにふれさせるとよりとけた。

【考察】

- ・電熱線をポリエチレンにふれさせることで、電熱線は熱を発生させることが理解できる。
- ・電熱線の仕組みについて理解することができるが、日常生活のどこに役立っているか児童が理解できるような活動を授業に取り入れる必要があると考える。
- ・乾電池を増やした実験ではポリエチレンがとけるスピードがさらに速かった。
- ・電熱線を扱う授業では児童が火傷をする危険性があるので留意する必要がある。また、ポリエチレンをとかすのではなく電熱線を利用しているホットプレートなどを利用して実験をするのが良いのではないかと考える。



図 43. 教科書の記述

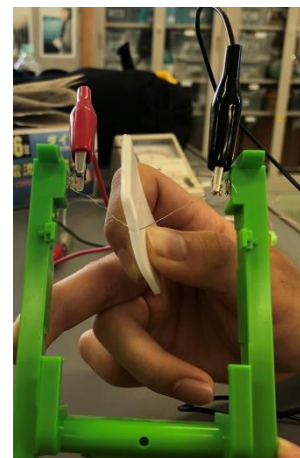


図 44. 電熱線の実験

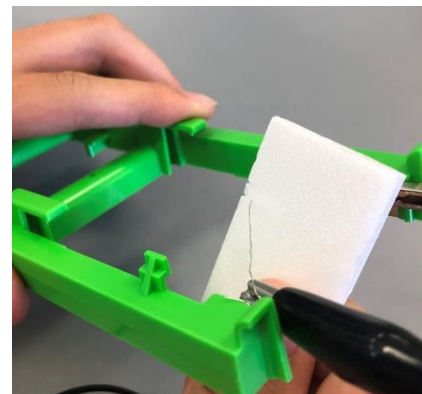


図 45. 電池を増やした電熱線の実験

## 【結果】

これらの結果を3つの観点から評価し、表にまとめた。

1. 児童にとって日常との関連性が見いだせる内容であったか。
2. 実感を伴った理解が出来る内容であったか。
3. 今後の日常生活において、科学を学びたいと思える内容や驚きはあったか。

表 3. 観点別評価

	1	2	3
S49 実験①	◎	◎	◎
実験②	△	△	△
実験③	△	△	△
実験④	△	△	△
実験⑤	△	△	○
S52 実験②	△	△	△
S61 実験②	△	○	△
S64 実験③	△	△	△
H4 実験⑥	○	○	◎
H8 実験③	△	◎	△

◎当てはまる

○やや当てはまる

△当てはまらない

表 3 の 1～3 は上記の観点の数字と対応

評価の3つの観点はいずれも主観的なものではあるが、追試の結果をそれぞれの観点により評価し、まとめてわかったことを記述する。

この評価により感じたことは4つある。

一つ目は、電磁石を利用した鉄を釣り上げる実験に関してすでに三つの観点を満たしているため、新たな要素を加える必要はないことである。

二つ目は、磁力が電流の向きとの関連性を調べる実験では有用感を感じることができないのではないかと感じたことだ。その理由は、磁力が発生していることを方位磁針で確認しても日常生活にどう役立っているのか分かりにくいからである。電流の向きを変えることで磁石の向きを変える技術がリニアモーターカーに応用されているにも関わらず有用感を感じることが出来ないのは非常にもったいないと感じた。リニアモーターカーの仕組みと合わせてこの実験をすることができればより有用感や日常との関連を感じることができるかもしれない。

三つ目は、モーターの有用感である。モーターを作る実験が行われていたのは東京書籍平成4年度『新しい理科』の実験⑥であるが、考察で述べた通り、実験をするにあたって児童がモーターの代わりとなるゼムクリップにエナメル線を巻いた電磁石の再現が難しいと感じた。一方でエナメル線を丸型に巻くものは再現しやすかった。エナメル線を丸型にしやすくなるような実験器具を開発することができればもっとモーターに電磁石が使われていることに関して有用感を感じさせることができるような実験が行いやすくなるかもしれないと考えた。

四つ目は、電熱線を使ってポリエチレンを切る実験についてである。この実験は東京書籍平成8年度『新しい理科5』の実験③である。電熱線を使ってポリエチレンを切るだけでは日常生活にどう役立っているか感じにくいと感じた。電熱線を使って料理をすることやドライヤーとして風を温める器具を開発することができれば有用感が感じやすくなるのではないだろうか。

この中でも電流の向きを変えるという実験を利用したリニアモーターカーの仕組みについての実験とモーターについての実験で児童が3つの観点を満たすことのできるような教材開発を行おうと思う。

### 第3章 教材開発

教科書の追試で明らかになった問題点と改善点は以下の通りである。

1. 磁力が発生していることを方位磁針で確認しても日常生活にどう役立っているのかということが分かりにくい。  
→電磁石が日常生活のどこに利用されているのかを発見することができる読み物教材を開発して普段目に見えにくい電磁石がどこに役立っているのかが分かるようにする。  
また、磁力が発生していることによって物体を拾うことができたり物を動かすことができる教材を開発することにより電磁石の磁力が見えるようにする。
2. モーターの仕組みの実験は有用感を感じる実験であるのに再現が難しい  
→モーターの仕組みを説明した模型を作りモーターの中で電磁石が使われ役立っているということを分かる教材を開発する。

開発した教材を使うことによって児童は日常生活の中に理科が活かされていること、有用感を感じ生涯学習するようになっていくと考える。

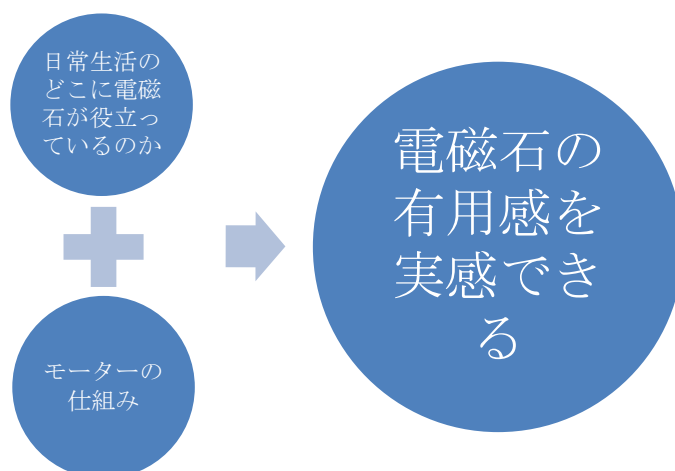


図 46. 電磁石の有用感を感じるプロセス

## 1. 教材①コイルトレイン

教科書教材のほとんどが磁力が引き合う力を利用したものであるのでしりぞけ合う力を利用した教材を開発する。

### (1) 使用材料

教材開発にあたって次の材料を使用した。

- ①銅線 2 m    ②単 4 電池 1 本    ③ネオジウム磁石 8 つ
- ④伸縮式つっぱり棒 (太さ 1 c m)

以上の材料を用いて磁石を付けた電池がコイルの中を進む教材を開発した。導線はコイルを作るために、電池と磁石はコイルトレインのトレインの部分を作るため、伸縮式つっぱり棒は銅線を巻いてコイルにするために使用した。

### (2) 作成手順

- ①つっぱり棒に導線を間隔をあまり開けずに巻いていく。
- ②ネオジウム磁石を 4 つずつに分け、4 つ重ねてお互い反発するような向きに向け電池のプラスとマイナスにつける。
- ③つっぱり棒からコイルを取りだす。
- ④②で作った電池をコイルに入れる。
- ⑤動かない時はコイルの反対側から入れるか磁石の向きを変える。



図 47. コイルトレインの作成材料

### (3) 追試

コイルトレインの追試をし、その結果と考察をまとめた。

#### 【実験結果】

- ① 右ねじの法則に従ってコイル、磁石の向き、電池の向きを合わせるとコイルの中を電池が進む。
- ② エナメル線の間隔が離れすぎていると電池が進まなくなる。

#### 【考察】

- ・この教材を通して、電磁石の有用感を感じることは難しいと考える。しかし、教科書ではあまり扱われていない磁力の反発を体感できるということや中学で習う「右ねじの法則」を体験を通して学べるという利点があると考え。
- ・リニアモーターカーとしりぞけ合う磁力で動くという点では似ているが、あくまで「右ねじの法則」で動いているのでこのコイルトレインをリニアモーターカーの原理と説明してしまわないように注意する必要がある。
- ・電池が熱くなるので取扱いには十分注意する必要がある。



図 48. コイルトレイン



図 49. コイルトレインが動いている様子

## 2. 教材②モーターの仕組みが見える教材

モーターの仕組みが理解できるような教材を開発する。

### (1) 使用材料

教材開発にあたって次の材料を使用した。

- ① モーター ② 割りばし ③ ペンチ ④ 超強力両面テープ
- ⑤ かまぼこ板 ⑥ 乾電池 ⑦ スイッチ

以上の材料を使ってモーターの仕組みが見える教材を開発した。ペンチはモーターを分解するために、割りばしは分解したモーターの永久磁石を取り付けるために、かまぼこ板と超強力両面テープはモーターを固定するために、乾電池とスイッチは回路を作るために使用した。

### (2) 作成手順

- ① モーターを分解し中身をすべて取り出す。
- ② 永久磁石を割りばしに接着する。
- ③ 超強力両面テープでモーターの外の部分を固定する。
- ④ モーターの軸を合わせながら他の部分を③の要領で固定する。
- ⑤ 回路を作る。
- ⑥ スイッチを入れ割りばしの先の磁石を電磁石に近づける



図 49. モーターの仕組みが見える教材の作成材料



### (3) 追試

モーターの仕組みが見える教材の追試をし、結果と考察をまとめた。

#### 【実験結果】

- ① モーターの仕組みが見て分かるようになっている。
- ② 永久磁石を近づけるとモーターが速く回り、遠ざけると遅く回る。

#### 【考察】

- ・モーターの仕組みが見えるようになっており、モーターには電磁石が使われているということを見童が理解できるような教材になっている。
- ・モーターには電磁石が使われているということを見童が理解することで電磁石の有用感を感じることができる。
- ・割りばしにつけた磁石は取れやすく、学校で実験する際には予備を用意しておく必要がある。
- ・モーターの軸がまっすぐになっていないと回らないので確実に固定しておく必要がある。
- ・軸がまっすぐになっていない場合熱を発するので注意する必要がある。
- ・モーターがどんなものに使われているのかを見童が理解しておく必要がある。
- ・モーター自体が小さいので授業では見にくくなる。見童が見やすくなるような配慮が必要である。



図 50、モーターの仕組みが見える教材完成図

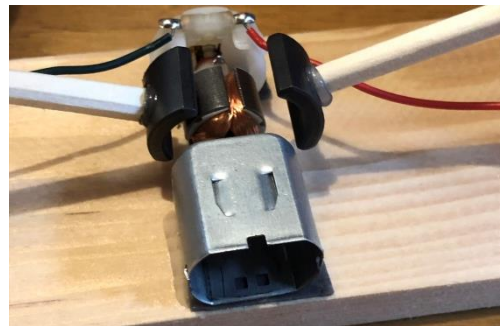


図 51、モーターの仕組みが見える教材の実験の様子

### 3. 教材③学習マンガ

電磁石の有用感を感じることができるような学習マンガを開発した。

#### (1) マンガの留意点

マンガにおいては以下の3点に留意した。

- ① 電磁石は身の回りの多くのものに利用されていること。
- ② モーターには電磁石が使用されているということ
- ③ 科学は、昔から脈々と受け継がれてきており、身の回りや宇宙で役に立ち、人々の生活を豊かにしていること。

#### (2) 作成手順

- ① 手書きでイラストを描き、プリンターでスキャンしてパソコンに取り込む。
- ② 取り込んだイラストに word で文章をつける。

#### (3) 考察

この教材を通して、児童に掴ませたいことは上記の留意点で記述した3点である。この中で特に掴ませたいのは留意点の③である。身の回りで多くのものに利用されているにも関わらず役立っていると分かりづらい電磁石がモーターとして生活の様々なところに役だっていることを分かりやすくする。そして、電磁石が発展すると宇宙で使われている理論にたどり着くということから科学は、身の回りや宇宙で役立っており、人々の暮らしを豊かにしているということを理解できると考える。

また、モーターを動かすのになぜ電磁石が必要なのかをイラストで分かりやすく説明してあることから電磁石の有用感が感じられる。  
次ページより今回作成した教材を掲載する。

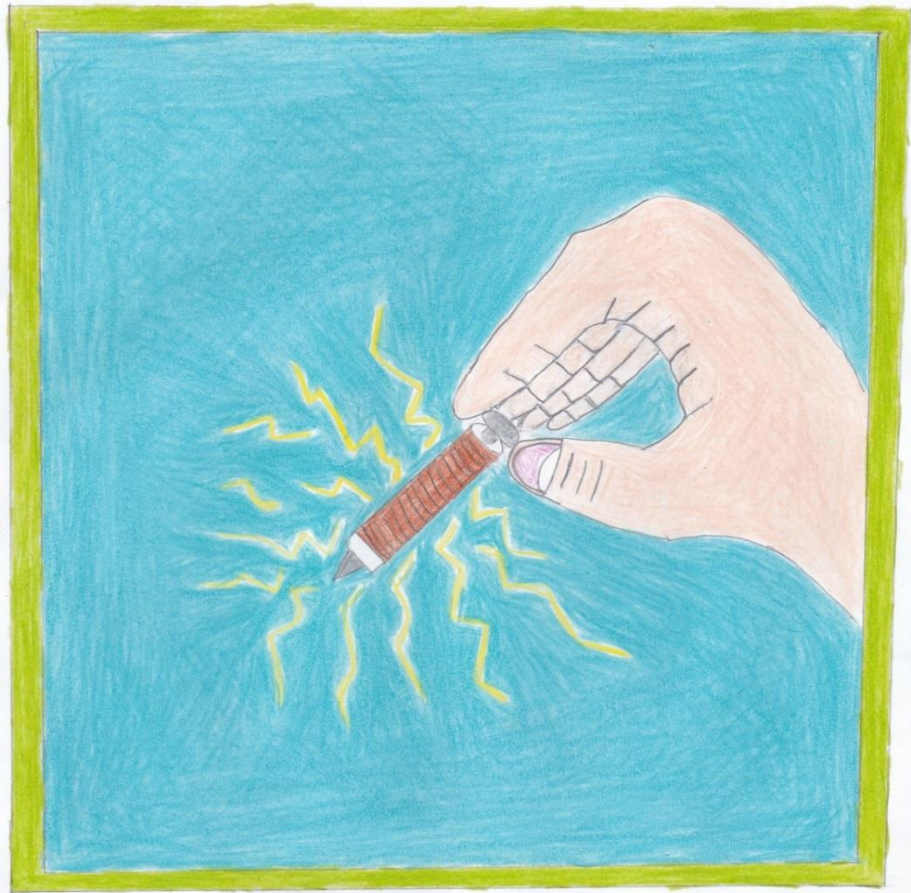
電

磁石

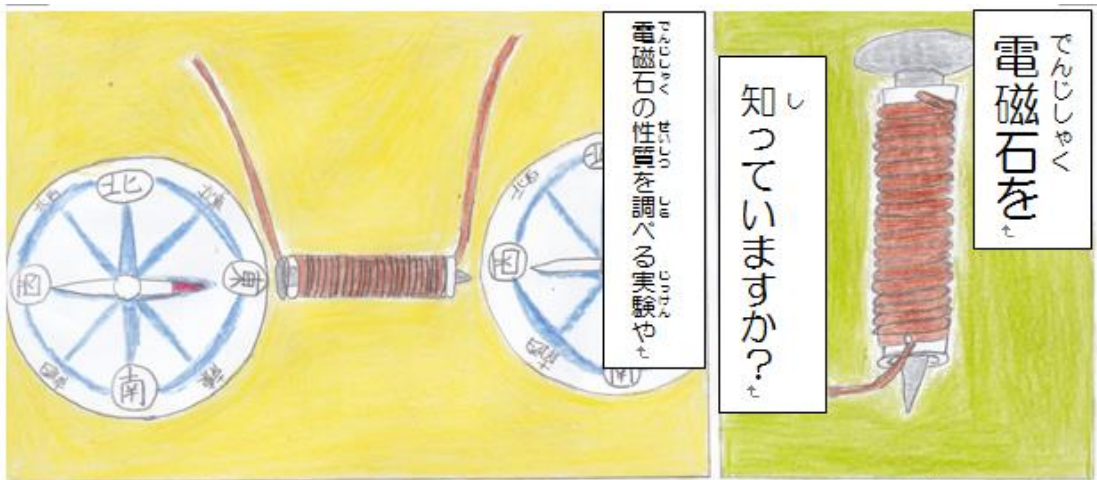


の

秘密



三	宅	健	太
---	---	---	---

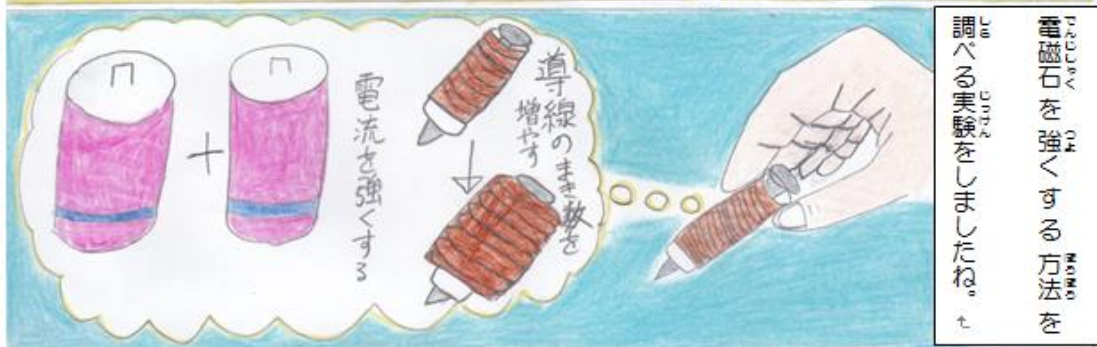


電磁石の性質を調べる実験をやった

知っていますか?



でんじしちを  
電磁石を

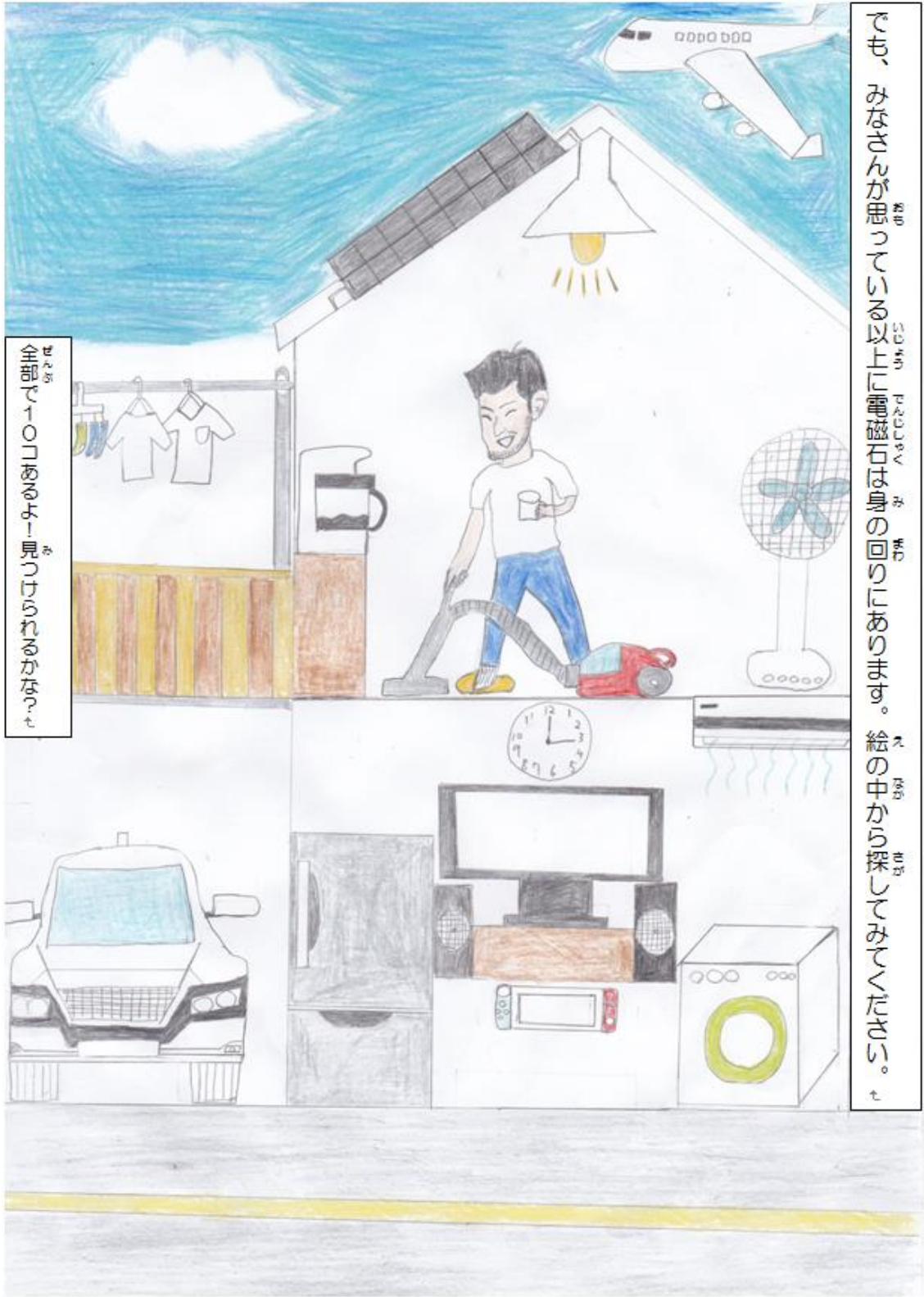


電磁石を強くする方法を調べる実験をしましたね。

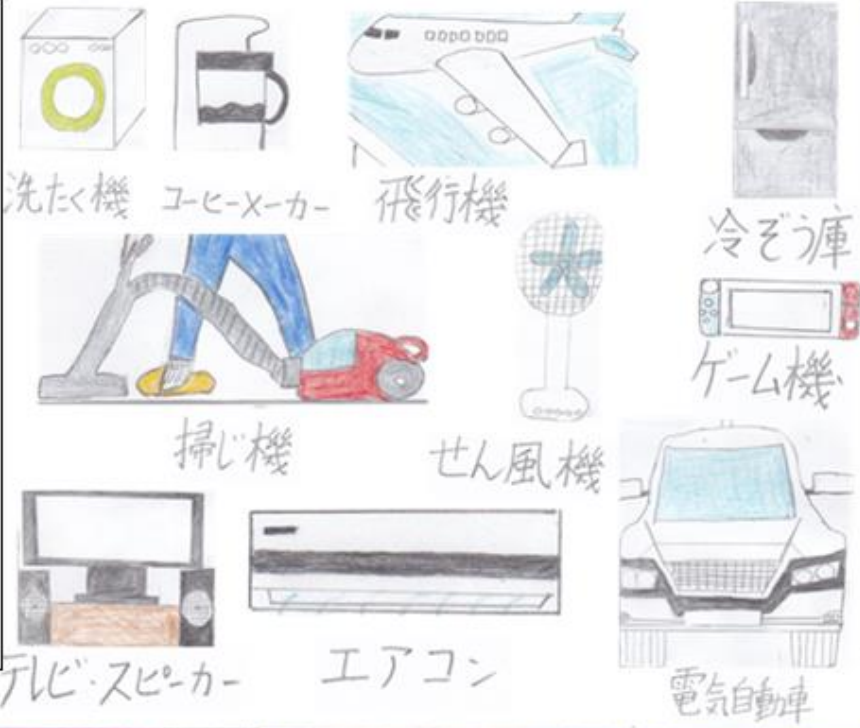


そう思っている人もいないと思います。

「でも電磁石を習ったところで今の生活に関係ないけん」

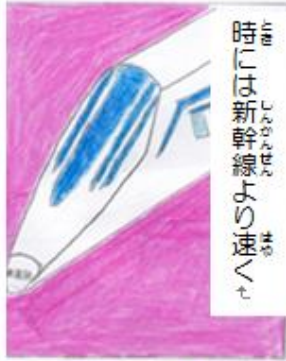


身の回りにはいろいろな電器が使われていますが、そのなかで、全部見つけることができただけですか？



全部見つけることができただけですか？

物を動かすにはどうやって動かすか。



時には新幹線が速くなる。



物を動かすため。



音をたすため。

先生の勉強してどうやって動かすか。



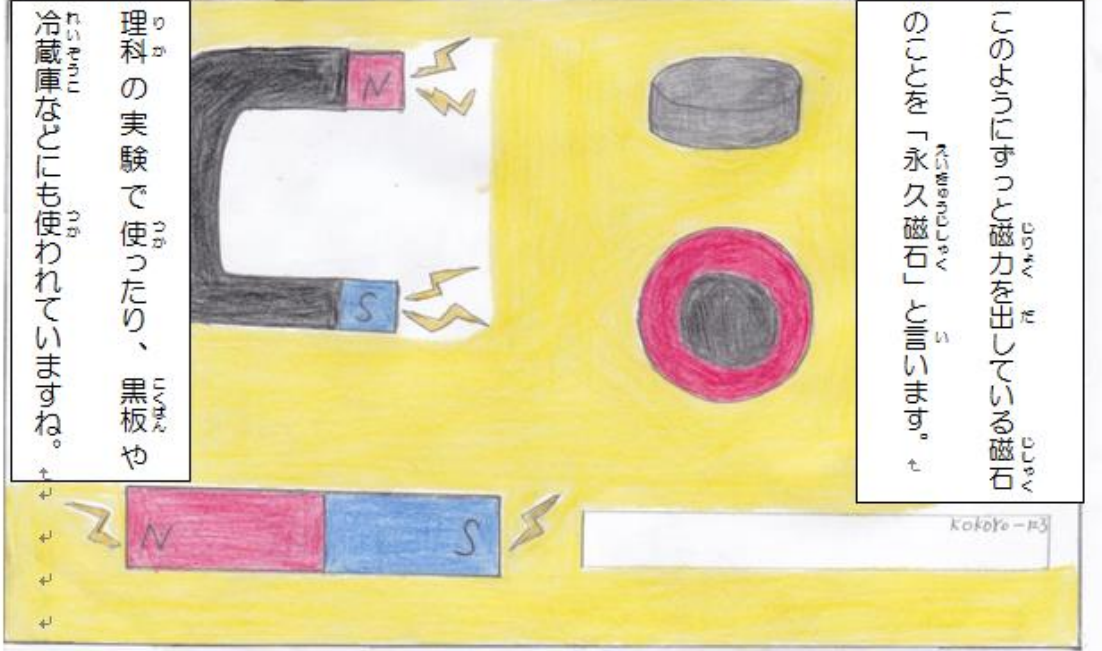
今回はモーターの仕組みについて。

分かりますか？



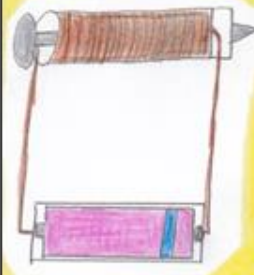
けど電石がどんな風に使われているか。

しくみ せつめい  
モーターの仕組みについて説明します。



導線をまいたものを

「コイル」と言います。



そのコイルに鉄しんを入れて

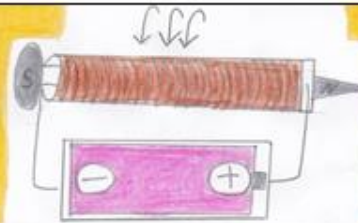
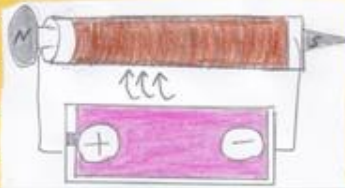
電流を流すと鉄しんが鉄を  
引き付けるようになります。



これを「電磁石」と  
言いましたね。

### 電磁石の性質

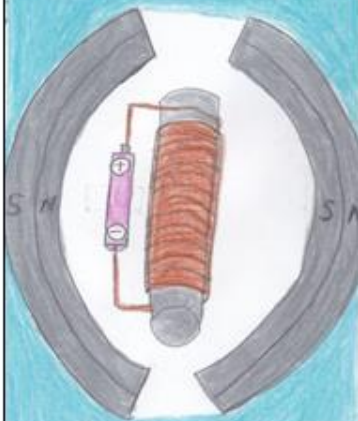
- コイルに電流が流れている間だけ磁石の性質をもつようになる。
- 電磁石にもN極、S極がある。
- 電流の向きが反対になると極の向きが反対になる。



モーターは永久磁石と電磁石の性質を利用した  
ものです。モーターの外側には永久磁石があります。



その中心にクルクル回るように電磁石を置きます。



これでモーターと同じ構造のものができあがりです。





しかし、どちうほうにまわってしまします。



電流を流すと時計回りに動きまします。

このままではモーターになりません。どうしたらよいのでしょうか。

モーターは回りの線を切るので、



中心の線で電流の向きを変えれば

止まってしまう前に電池を切ればよいのです。



電磁石の性質を利用して、スイッチでモーター

みんなが理科で使ったモーターは、どんな風になっているのか、見ていきましよう。



モーターを使うとき、電池は外にありましたよね？



電流の向きを変えるために



2つの部品を使います。

次に、コミテーターにコイルの導線をひきます。



そしてブラシをつけて電流の入り口を作ります。



こうすると電流の向きの切りかえがスムーズになります。

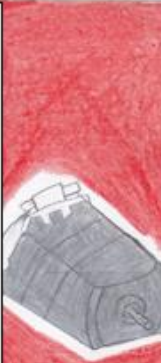


さらに電磁石をつくと本物のモーターと同じ構造になります。



上半分がN極、下半分がS極に保たれているので回転し続けます。

これがモーターの仕組みです。



電磁石はいいのちひいてついでに作ります。

最後に、昔話をします。

1864年マクスウェルという人が



電磁石から出る磁力をもとにマクスウェル方程式を作りました。

1905年アインシュタインが

マクスウェルの方程式をもとに特殊相対性理論を作りました。



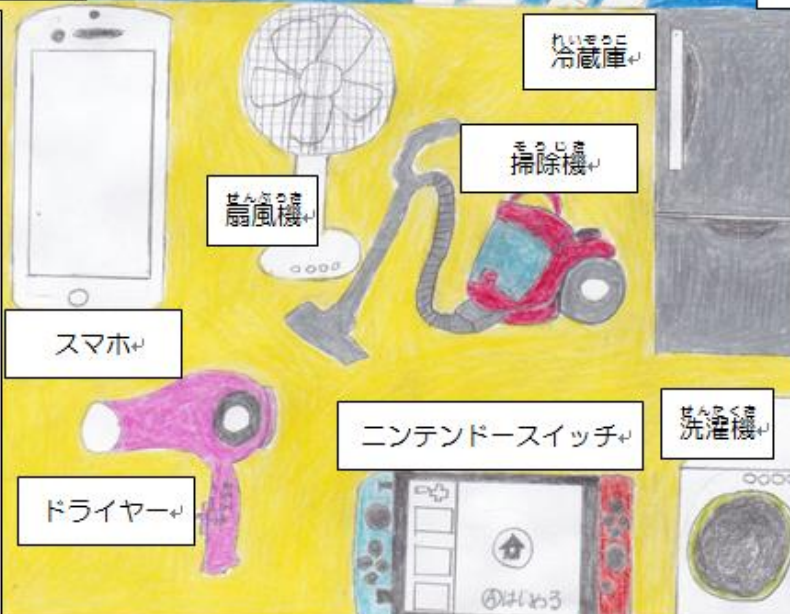
特殊相対性理論は現在宇宙で欠かさないものになっています。

このように学校で習う理科が宇宙で使われていたり



車やエアコンなどに使われていると分かったらもっと理科が楽しくなりませんか？

身の回りには、理科が様々なところに使われています。



身の回りの理科をたくさん発見してみてください。

#### 4. 教材④ リードスイッチモーター

電磁石と永久磁石が反発して物が回転するモーターの原理と同じ教材を開発した。

##### (1) 使用材料

教材開発にあたって次の材料を使用した。

- ① 油粘土 ② 焼きなましした鉄くぎ ③ 銅線 ④ 永久磁石
- ⑤ 工作用紙 ⑥ コルク ⑦ アクリル板 ⑧ リードスイッチ

以上の材料を用いてリードスイッチモーターを作成した。

油粘土は電磁石の固定のために、鉄くぎと銅線は電磁石を作るために、永久磁石と工作用紙とコルクは電磁石に反発して回る道具を作るためにアクリル板は軸を固定するために使用した。

##### (2) 作成手順

- ① アクリル板を組み立てる
- ② 電磁石を作る
- ③ 反発して回る道具を作る
- ④ 反発して回る道具をアクリル板に固定する。
- ⑤ リードスイッチを回路に組み込む。
- ⑥ リードスイッチを永久磁石が真上を通る場所に固定する。
- ⑦ 電磁石を反発する道具に反発するように固定する。



図 52. 使用した材料



図 53. 反発する道具

### (3) 追試

リードスイッチモーターの追試をした。

#### 【実験結果】

- ・電流を流している間、電磁石と永久磁石が反発しあいモーターの仕組みのように回転する。
- ・リードスイッチがあることにより電流が流れている間と流れていない間がある。

#### 【考察】

- ・電磁石と永久磁石が反発して物が回転するというモーターの仕組みに近い構造をしているので児童がモーターの仕組みを理解しやすくなる。
- ・リードスイッチを使用しているので、常時電流が流れているわけではなくリードスイッチが磁力を感知したときのみ電流が流れているので児童にそのことを説明することで、さらにモーターの仕組みについて分かりやすくなる。
- ・永久磁石の重さに耐えられず工作用紙が曲がってしまうことがあるので時間が経過するとうまく機能しない可能性があることからこまめに教材を整備する必要がある。



図 54. リードスイッチモーター



図 55. リードスイッチモーターの実験

## 5. 教材⑤鉄拾い機

教科書の中で私が最も電磁石の有用感を感じた教材を作成してみた。

### (1) 使用材料

- ①エナメル線 ②ビニールテープ ③ボルト ④ナット ⑤木材
- ⑥スイッチ ⑦電池入れ

以上の材料を用いて教材を開発した。

エナメル線、ボルト、ナットは電磁石を作るために、ビニールテープは木を巻くためやエナメル線を巻くために、木は手で持つ所を作るためにスイッチと電池入れは回路を作るために使用した。

### (2) 作成手順

- ①エナメル線、ボルト、ナットを使って電磁石を作る。
- ① 電磁石と木をビニールテープで固定する。
- ② 持つ部分をビニールテープで巻く
- ③ エナメル線をビニールテープで巻く。
- ④ スイッチと電池入れを固定する。



図 56. 使用した材料

### (3) 追試

鉄拾い機の追試をした。

#### 【実験結果】

- ・ スチール缶を持ち上げることができた
- ・ 持ち上げた後落としたい位置でスイッチを切ればスチール缶を落とすこともできる。

#### 【考察】

- ・ 鉄を持ち上げる、落とすという永久磁石では出来ない電磁石ならではの機能を取り入れた教材であるので児童が電磁石の有用感を感じることができる。
- ・ スチール缶を持ち上げて所定の場所に落とすという活動を行うことでごみ処理場でどのように電磁石が使われているのが分かり電磁石の有用感を感じることができる
- ・ 電磁石が熱くなるため十分に注意する必要がある。



図 57. 鉄拾い機



図 58. 鉄拾い機を使ってスチール缶を持ち上げている様子

## 6. 教材⑥シンプルモーター

簡単な作りのモーターを開発した

### (1) 使用材料

①銅線 ②永久磁石 ③アルミテープ ④電池⑤ナット

以上の材料を用いてシンプルモーターを作成した。

### (2) 作成手順

- ① 永久磁石にアルミテープを巻く
- ② 電池の+極にナットを取り付ける。
- ③ 銅線に形をつける
- ④ 電池に永久磁石をつける
- ⑤ ナットの上に導線を置く。

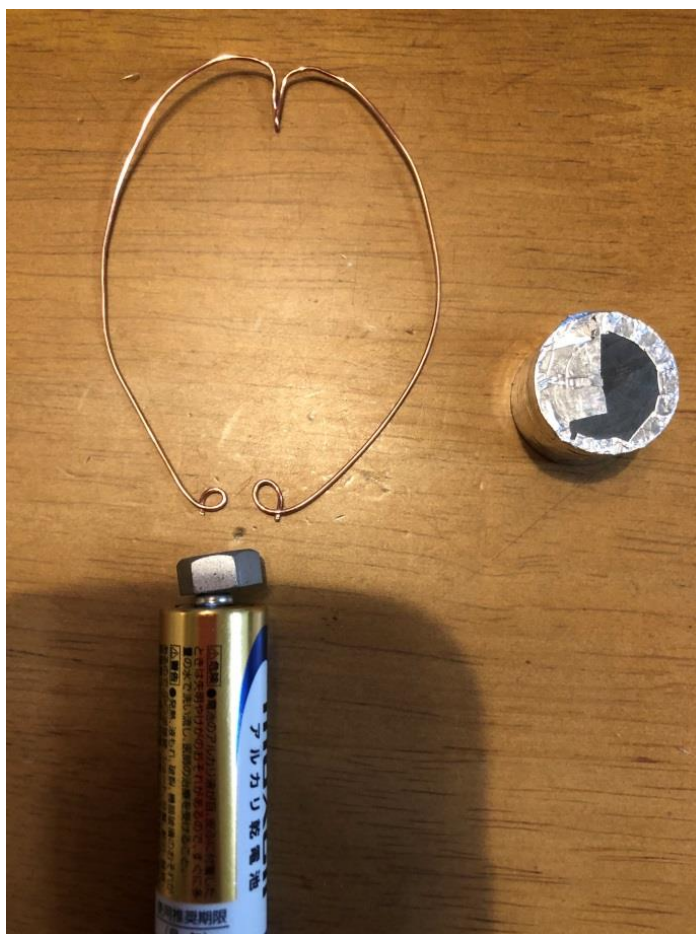


図 59. 使用した材料



### (3) 追試

シンプルモーターの追試をした。

#### 【実験結果】

- ・ 導線が磁石と反発して電池の+極につけたナットを支点としてクルクルと回った。

#### 【考察】

- ・ 銅線が熱くなるので注意することが必要。
- ・ 銅線が回る際に児童の目に入らないようにする必要がある。
- ・ 銅線の太さが細く形が変わりやすいので形が変わらないように持ち運ぶ必要がある。
- ・ 磁力が反発して物が動くということを理解することができる。



図 60. シンプルモーター



図 61. シンプルモーターが回っている様子

## 7. 教材⑦ モーターの仕組みを説明する道具

### (1) 使用材料

- ①段ボール ②お菓子の箱 ③画用紙 ④突っ張り棒

以上の材料を用いてモーターの仕組みを説明道具を作成した。

### (2) 作成手順

- ①お菓子の箱を電磁石に見えるように中心に穴をあけ画用紙を貼り付け色を塗る。
- ②画用紙に永久磁石の極が分かる絵を描く
- ③ 突っ張り棒を段ボールに接着する。
- ④ 突っ張り棒にお菓子の箱をはめる
- ⑤ その周りに永久磁石の絵が描いてある画用紙を貼る。

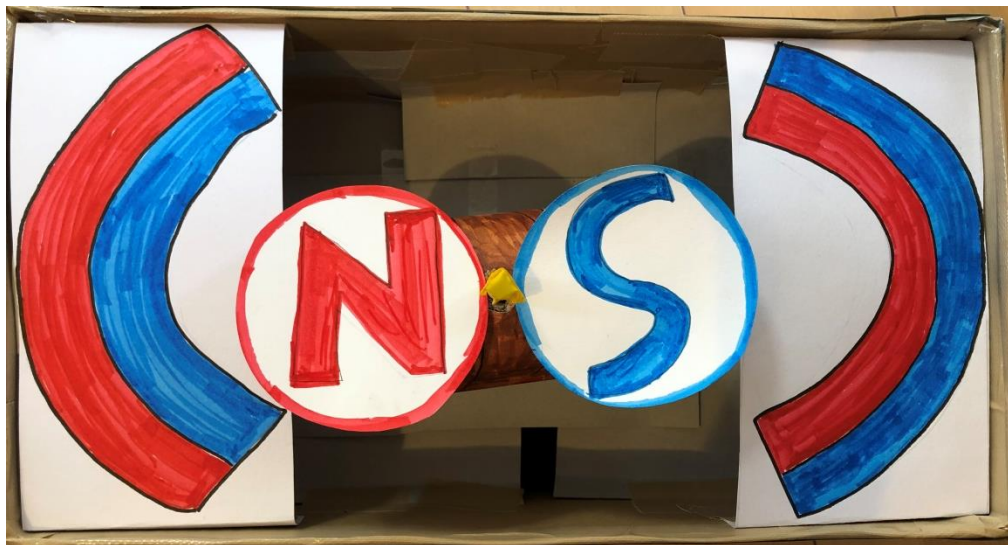


図 62. モーターの仕組みを説明するための道具

### 【考察】

電磁石に見立てた箱が回転するのでモーターの仕組みが読み取り教材だけでは分からない児童に対して電磁石の働きを説明する時に有効な教材である。

## 8. 教材⑧魚釣りゲーム

授業中に使う魚釣りゲームの魚の絵を描いた。

### (1) 使用材料

①色鉛筆 ②ゼムクリップ ③磁石 ④セロハンテープ

### (2) 作成手順

①紙に魚の絵を描く。

②適当な大きさに切ってゼムクリップや磁石を張り付ける。

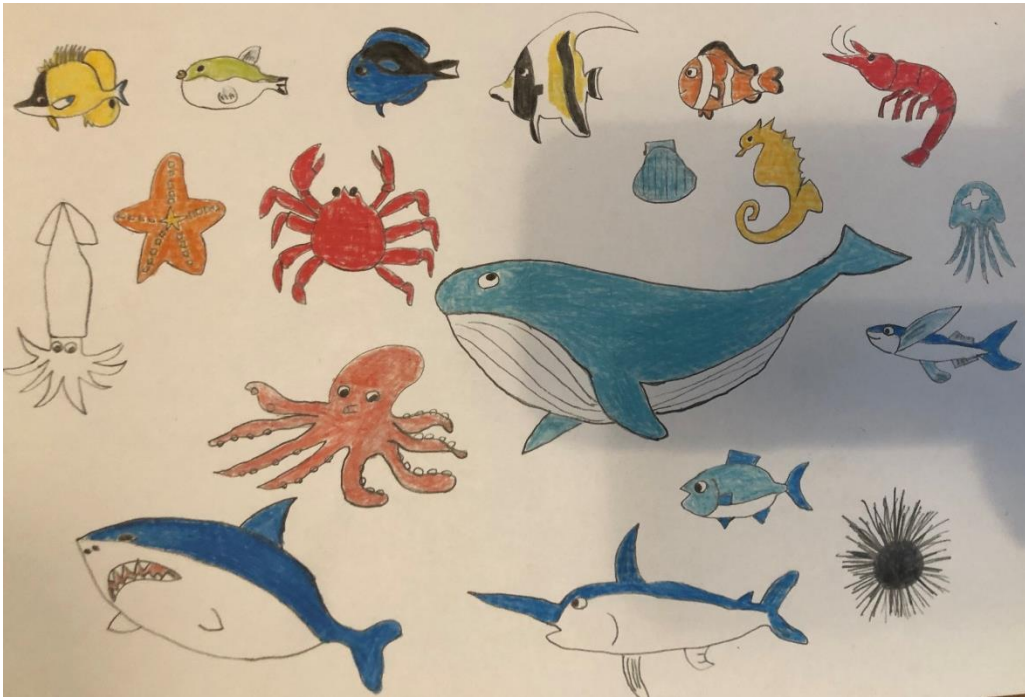


図 63. 魚釣りゲームの絵

### (3) 追試

魚釣りゲームの追試をした。

#### 【実験結果】

- ・ゼムクリップや磁石のついた魚を釣り上げることができた。
- ・釣れないときは電磁石を強くする方法を使い電磁石の磁力を強くすると釣ることができた。

### 【考察】

- ・ 児童が問題解決的な学習を楽しんで行うことができる。
- ・ 磁石をつけて電池の向きを変えなければ魚を釣ることができないという状況を作り出そうとしたが、電磁石の中の鉄心に反応してどちらの極でも引き合ってしまうので本番では磁石を使わないようにする。
- ・ 魚の重さが重く持ちあがらないときは電磁石の磁力を強くする方法を使うと持ち上げることができるので児童の体験的な学習を行うことができる。
- ・ 現実の魚とりと同じようにスイッチを切ることによって魚が下に落ちるので分かりやすい。
- ・ 鉄拾い機と同様にごみ処理場でどのように電磁石が使われているのが分かり電磁石の有用感を感じることができる。
- ・ 魚のゼムクリップの位置を工夫することによって魚の持ち上がりやすさが変わるので同じゼムクリップの数でも持ちあがりにくいものを用意することで児童が楽しんで活動することができる。

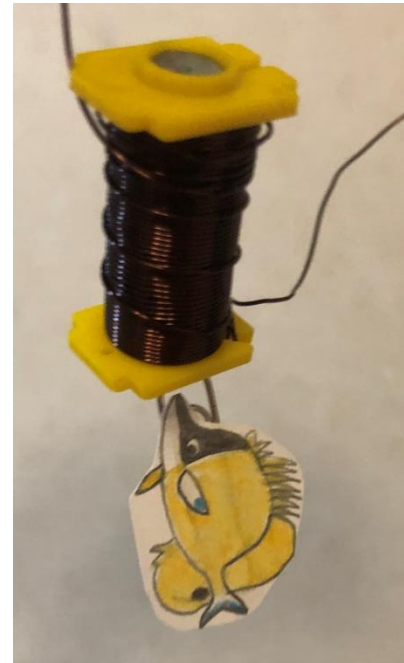


図 64. 魚釣りゲームの様子



図 65. 魚釣りゲームの魚

## 9. 教材⑨リニアモーターエクスプレス

授業の中でリニアモーターカーについても学習してほしいと考えたが、教材開発が現実的ではないので市販の教材を使うことにした。

### (1) 追試

#### 【考察】

- ・側面から観察をするようにすることで浮いていることを確認でき、磁石同士の反発する力によって浮き上がり進んでいることを実感することができる。
- ・磁力で浮いて進むので電磁石が今後このような形で使われるようになれば大人になっても有用感を感じることができるので生涯学習の基礎を担うことができる。
- ・脱線してしまうときがあるので安全には十分注意するようにする。
- ・仕組みがよく分からない  
児童がいた場合教材①コイル  
トレインと組み合わせて使用  
することでより電磁石の  
有用感を感じることが  
できると考える。



図 66. リニアモーターエクスプレス



図 67. リニアモーターエクスプレスを動かしている様子

## 第4章 授業実践

前章では研究仮説に基づき教科書実験の追試を行い、改善策を提案した。本章では調査授業を行い、開発教材が実際の教育の場において適切であるか調査・検討する。また、「電磁石」に対する有用感がどのように変化するのか調べる。

### 1.レディネス調査

#### ①調査目的

「電流がうみ出す力」学習前の児童が電磁石に関してどのような素朴概念を形成しているのか、実態把握のアンケートを行った。

#### ②調査対象

岡山県 K 市立 O 小学校 30 名（男子 14 名女子 16 名）

#### ③調査方法・調査項目

「電磁石の性質」の学習と関係する素朴概念や興味に関して A~D の選択、もしくは自由記述で示すアンケート調査を行った。以下、その調査結果をまとめる。

#### ④調査内容

- (1) 電磁石の性質や働きに興味がありますか？（4件法）
- (2) 今までに電磁石を使ったおもちゃをつくったことがありますか？  
ある人はどんなおもちゃを作ったことがあるかありますか？  
（2件法・「ある」と応えた児童はその内容を記述）
- (3) 身の回りで電磁石が使われているものには、どんなものがあるか  
知っていますか？（2件法・（4）内容を記述）
- (5) 電磁石と普通の磁石の違いを下のわくに書いてください。

## ⑤ 調査結果

(1) 電磁石の性質や働きに興味がありますか？

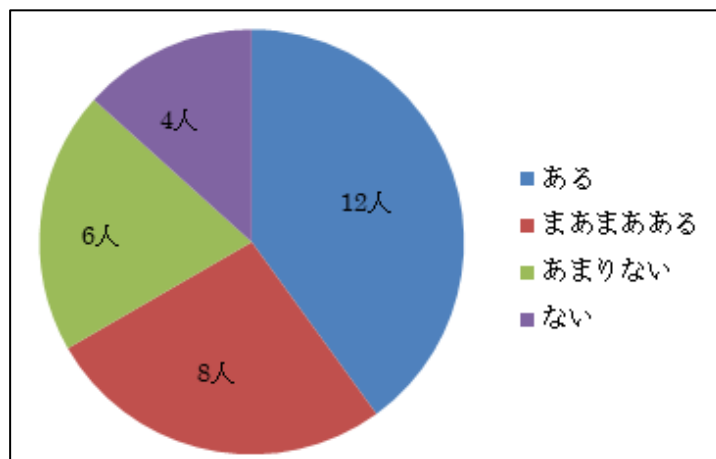


図 68. (1) 電磁石の性質や働きに興味がありますか？

結果から電磁石に興味を持っている児童が 66%おり、クラス半分以上の児童が興味を持っていることが分かる。逆に 33%の児童が興味をもてていないことが分かる。

(2) 今までに電磁石を使ったおもちゃをつくったことがありますか？

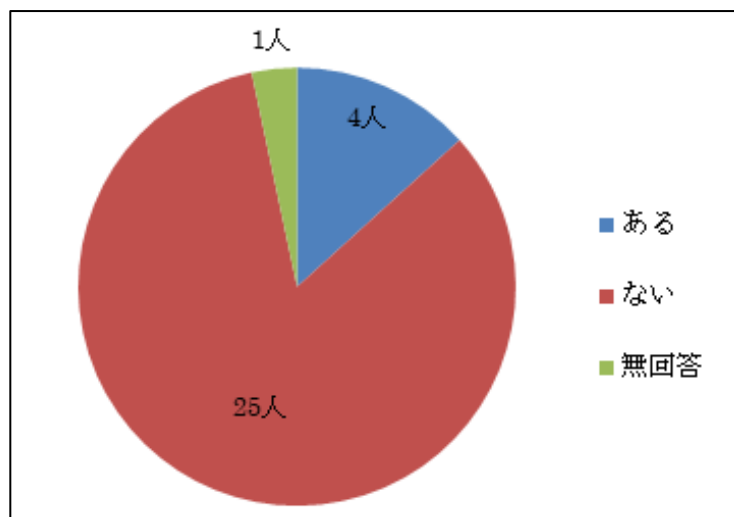


図 69. (2) 今までに電磁石を使ったおもちゃをつくったことがありますか？

おもちゃを作ったことがあると回答した児童は磁石を動かすおもちゃや釣竿や車、コマを作ったことがあるとの回答があった。クラスの児童のほとんどが電磁石のおもちゃを作ったことがないことが分かった。

(3) 身の回りで電磁石が使われているものを知っていますか？

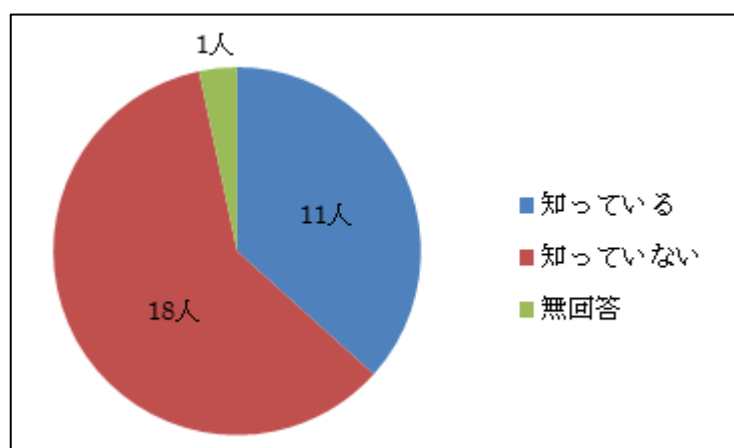


図 70. (3) 身の回りで電磁石が使われているものには、どのようなものがあるか知っていますか？

過半数の児童が電磁石を利用した物を知らず、有用感を感じていないことが分かった。知っていると回答した児童はごみ処理場のクレーンや掃除機や洗濯機、テレビなどの電化製品への利用についての知識をもつことが分かった。一方で、マグネットや黒板と回答した児童もいたことから永久磁石と電磁石を混同している児童がいることも分かった。

(5) 電磁石と普通の磁石の違いを下のわくに書いてください。

違いについて「分からない」と回答した人・・・10 / 30人

電磁石と永久磁石との違いの記述では多くの児童が電気を使うことスイッチを切り替えることに代って物を離すことができること、極を変えられることを記述した。このことから、電磁石について既習事項について理解の定着が図れていることが分かる。一方で 33%の児童が分からないと記述したのは質問の意味が分からなかったからであると推測する。「性質」という単語を使うことでより児童が電磁石と永久磁石の違いを記述することができたのではないかと考える。



表 4. アンケートの記述

電磁石と永久磁石との違いの回答
<ul style="list-style-type: none"><li>・ 磁石は普通の磁石で電磁石は電池を入れないと動かない。</li><li>・ 磁石はくっついたら手で取るけど電磁石はスイッチがあるからオンオフにすればよい。</li><li>・ 電磁石は N 極と S 極を変えられるけど磁石は変えられない。</li><li>・ 電磁石は回路を作らないといけない。</li><li>・ 電磁石は強さを変えることができる。</li><li>・ 電磁石には鉄しんが必要。</li></ul>

#### ⑥ 考察

事前アンケートから次の 3 点が明らかになった。

- ①多くの児童が電磁石に興味があるにも関わらず電磁石が日常のどこに使われているかなどの有用感を感じることができていない。
- ②自由研究や科学教室などで電磁石を使ったおもちゃを作ったことのある児童は少ない。
- ③電磁石を使うものの中にモーターがあることを知っている児童がいない。

このことから電磁石の有用性を実感できる教材を用いた授業づくりをする必要があることが分かる。また、自由研究などで電磁石のおもちゃを作ったことのある児童が少ないことから、手作りの教材を使うことで児童が楽しく学ぶことができると考える。加えて、電磁石を使った物の中にモーターを挙げる児童がいなかったことから、モーターについて説明する教材を使うことで有用感を感じることができると考える。

## 2. 調査授業

### ① 調査目的

本調査は、開発をした 9 つの教材が実際の小学校現場において児童の理科に対する有用感の醸成に繋がる適切な教材であるかを調査するために行う。

### ② 調査対象

岡山県 K 市立 O 小学校 32 名（男子 16 名 女子 16 名）

### ③ 調査日時

2 月 5 日（水）、2 月 7 日（金）

### ④ 調査方法

「電磁石の性質」の単元に開発した教材「コイルトレイン」「モーターの仕組みが分かる教材」「学習マンガ」「リードスイッチモーター」「鉄拾い機」「シンプルモーター」「モーターの仕組みを説明する道具」「魚釣りゲーム」「リニアモーターエクスプレス」を取り入れ、効果を検証する。

授業は学級担任の先生に東京書籍平成 27 年度版『新編新しい理科 5』の教科書の流れに沿って一通り行っていただき、2 次の 1.2 時から授業を行う。また、単元終了後、児童に事後アンケートを記入してもらい、その結果から、開発した教材に対する児童の実感の把握と、児童のもつ電磁石の有用感に関する意識の変容やモーターの仕組みについての理解の程度を確認、分析し、教材が実際の小学校現場において適切であるか検証する。

#### ① 授業実践

第二次 1, 2 時 問題解決的な学習と魚釣りゲームの実験

第三次 1 時 8 つの道具を用いた実験

#### ② 事後アンケート 電磁石の有用感についてのアンケートの実施

## ⑤授業の様子

### 第二次 1, 2 時

本時は、東京書籍平成 27 年度版『新編新しい理科 5』教科書の流れに沿って、①電流の強さを変える、②コイルのまき数を増やす、③魚釣りゲームをするという順番で行った。授業の導入の部分では、電池を単三電池に変え、電磁石の巻き数を少なくした鉄拾い機を使い、スチール缶が持ち上げられない様子を見せた。そこから児童はどうしたら電磁石を強くできるのか予想を立てて実験を行った。どの実験にも意欲的に取り組み、楽しみながら実験をしている児童の姿を観察することができた。

①の電流の強さを変える実験では電池が一つの時と比べて二つの時の方が、釘がたくさん持ちあがる様子を見て「やっぱり電池を直列にするのが一番持ち上がるわ」と喜ぶ様子や実験を一通り終えてワークシートに記入後も時間のある限り釘をつけられる最大の数を目指して実験を続けている姿が見られた。電流を強くすることで電磁石が強くなることを捉えられている様子だった。一方で、回路を作るのに時間がかかったり、エナメル線がからまって実験に取り掛かるのが遅れたりする班があったのでもっと指示を明確にする必要があったと感じた。

また、班で二つの電磁石を使って実験をした。検流計を班に一つしか準備することができなかったので仲良く使うように指示したところ協力や相談をしながら実験を行う様子を見ることができた。



図 71. 電流を強くする実験の様子

②のコイルの巻き数を増やす実験では、①の実験の乾電池 1 個の時の実験と比較をして実験を行った。実験の最中には「コイルのまき数を変えてもかわるんじゃ」という発言から、コイルの巻き数を増やすことで電磁石が強くなることを捉えられている様子だった。「はやくコイルの巻き数 200 と乾電池 2 個で実験したい」という発言があった。①の実験と同様に時間いっぱいまで実験を繰り返している様子も見られた。この実験でも意欲的に実験することができていた。

③の実験では、班に 2 つ魚釣りゲームの魚を用意して実験を行った。児童は強い電磁石で軽い魚を複数持ち上げる様子や協力しながら魚を持ち上げている様子が見られた。

さらに、大きな魚を釣る為に①②の実験で学習したことを工夫しながら魚釣りゲームをする姿が見られた。このことから魚釣りゲームは問題解決的な学習を通して学習したことを定着するための教材として適切であるということが言えると考えられる。

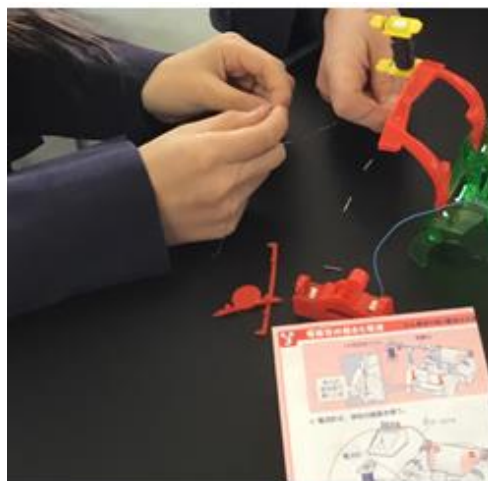


図 72. コイルの巻き数を増やす実験の様子



図 73. 魚釣りゲームの様子



図 74. 魚釣りゲームで工夫する様子

### 第三次一時

本時は、導入で学習マンガの 2 ページ目を用いて身の回りの電磁石を使っているもの探しを行った。学習漫画を配った際に「このマンガ先生が描いたん？ など学習漫画に興味をもってきている様子が見られた。児童は「車は違うやろ」「エアコンもそうなんかな」「冷蔵庫のドアの部分かな」など日常生活と関連付けながら考えることができていた。

その後、学習マンガの 3 ページを開くことによってすぐに答え合わせを行った。児童は日常生活のどこに電磁石が使われているのかを真剣な表情で見っていた。レディス調査での回答があった扇風機などではあまり驚きが見られなかったがゲーム機や電気自動車など思いもよらない場所で使われていることを知ると驚きが見られた。児童が日常生活のどのようなところに磁石が使われているのかをアンケート結果からも理解できたと考える。



図 75. 学習マンガを読む様子

二番目に「コイルトレイン」「リードスイッチモーター」「鉄拾い機」「シンプルモーター」を使った体験的な活動を行った。

「コイルトレイン」では、児童がただコイルの中に通して動かすだけでなく、コイルの入口と出口をつなげてコイルトレインをぐるぐる回すなど工夫しながら楽しんで活動することができていた。しかし、実験の途中でコイルがぐちゃぐちゃになったり、ネオジウム磁石が真っ二つになったりするという問題が起きた。これは実験をする前に「なにかトラブルが起きたら先生を呼んでください」や「手作りで壊れやすいので大切に扱ってください」などの指示が抜けていた結果だと思われる。予備を用意していたのですぐに対応できたが、これから教師として活動していく中で十分に留意しなければいけないと考える。

コイルトレインをする際、「もっと長いコイルで行いたかった」などの会話が聞こえてきたので、次回行うときには長いコイルも用意し児童がもっと工夫して学ぶことができるようにしたい。



図 76. コイルトレインをする様子



図 77. 工夫する様子

「リードスイッチモーター」では児童が、電磁石が反発して物が動く様子を楽しんでいる様子が見られた。また、電池を抜いても少しの間動き続ける様子を見て、なぜそうなるかを不思議がる様子も見られた。電磁石と磁石が反発している様子を見て「すげえこんな風に動くんや」などの発言もあり、電磁石を用いることでモーターとして利用することができることを理解できていたと推察する。

しかし、授業終盤で竹串が折れてしまった。竹串の予備は用意していなかったため、全員が活動を行うことができなかった。リードスイッチモーターで電磁石の有用感を感じることができた児童がいた一方で活動ができていないために有用感を感じることができなかった児童がいることが推測される。コイルトレインの活動でもあったように声かけが十分でなかったことからこのような事態が起こったと考える。竹串はすぐに交換することができるので、次回学校現場で扱う際には予備を用意しておくとともに、声掛けをしっかりとって活動できない児童がいないように十分注意したい。



図 78. リードスイッチモーターで活動する様子

「鉄拾い機」では前時の導入で使ったものとは違うものを使用したことによって児童から「何回巻き？」などの質問が出た。これは電磁石を強くする実験から得た知識の定着ができているのだと考えられる。

また、スチール缶を持ち上げる活動を通して電磁石の有用感を感じることができたと推測することができる。

しかし、図 79 にもあるように座って  
する活動にも関わらず紐が長すぎた。  
そのために、児童が紐を巻くなど工夫  
して活動せざるをえない状況を作って  
しまった。学校現場で取り扱う際には  
活動する状況等を踏まえて鉄拾い機の  
長さを調整する必要があると考える。



図 79.スチール缶を拾う様子

「シンプルモーター」では、児童が銅線と磁石が反発して回る様子を見て不思議そうにする姿が見られた。このことから教科書にはあまり載っていない磁力の反発について学ぶことができたと推測する。しかし、一人一人活動を行うことで活動に時間がかかりすぎてしまった。すぐに他の人に交代するという声かけを行うべきだったと思った。

児童が教材を扱うと銅線の  
部分が段々変形していったが、  
予備を用意していたので対応  
することができた。実験では  
教材を必要数ちょうどでなく、  
予備を複数準備しておくこと  
が児童の探求的学習において  
大切な支援であると感じた。



図 80. シンプルモーターの活動の様子



その後モーターの仕組みについて説明・体験する活動を行った。学習マンガの4ページを開きマンガでモーターの仕組みを説明した。そして、モーターの仕組み説明用教具を使って再度説明した。児童からは「極が引き付けあったりしりぞけ合ったりしとるから動く」という発言が出たことから、モーターの仕組みを理解できた児童がいることが分かった。一方で、不思議そうな顔から理解出来ていないと推測される児童もいた。説明が終わった後に映像教材を見せた。映像教材を見せた後モーターの仕組みが見える教材3つを使い、3列で一人一人体験できるようにした。児童は楽しみながら活動していたとともに「中身こんなになつとるんや」とモーターの中身が見えることで興味津々に活動していた。中には一人1回と言っていたにも関わらず2回目に並ぶ児童もいた。児童の興味を引き、電磁石やモーターの仕組みを理解できる教材であったと推察する。

最後に、リニアモーターエクスプレスを教室の中央に持っていき観察する活動をした。児童からは「すげえ浮いとる」「こんな風に動くんや」という発言があった。このことからリニアモーターカーには電磁石が使われていてその反発によって物が浮き、動くということを視覚的に分かりやすく説明することができた教材であったと言える。

しかし、給食台の上で動かしていたため、児童が途中で脱線してしまわないように支えてくれた手が当たりリニアモーターカーが吹き飛んでしまった。教室でやる時は水平な台に置き、安定して動作するよう調整する必要があると言える。

以上が実際の教室で行った授業の様子と所感である。

次項から事後アンケートの結果と分析についてまとめていく。

### 3. 事後調査

#### ① 調査目的

本授業実践を通して電磁石に対する興味や素朴概念がどのように変容したか、また理科に対する有用感が増大したか調査を行った。

#### ② 調査対象

岡山県 K 市立 O 小学校 31 名（男子 15 名女子 16 名）

#### ③ 調査方法・調査項目

「電磁石の性質」の学習と関係する素朴概念や興味に関して A~D の選択、もしくは自由記述で示すアンケート調査を行った。

#### ④ 調査内容

- (1) 今日の授業は楽しかったですか？（4 件法）
- (2) あなたは電磁石に興味がありますか？（4 件法）
- (3) 電磁石を利用したものには、どんなものがあるか分かりましたか？  
(2 件法)
- (4) モーターがどんなもので作られているか分かりましたか？  
(2 件法)
- (5) 理科で学んだことは普段の生活に役立っているとおもいますか？  
(2 件法)
- (6) これからも理科の不思議さについて学びたいと思いますか？  
(2 件法)
- (7) 電磁石の他にどんな理科の不思議さについて学びたいですか？  
(自由記述)
- (8) 電磁石の実験を通して分かったことやおもしろかったこと、  
難しかったことがあれば書いて下さい。（自由記述）

## ⑤ 調査結果

(1) 今日の授業は楽しかったですか？

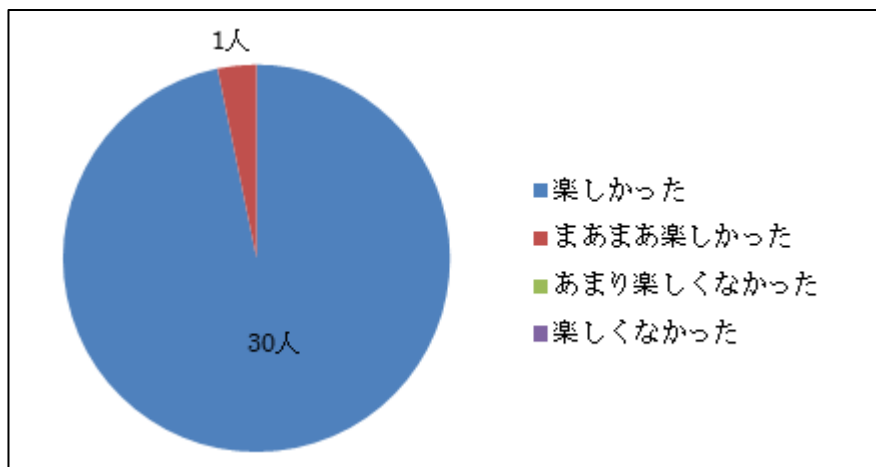


図 81. 今日の授業は楽しかったですか？

この結果から今回の授業が楽しく学ぶことができ、児童の興味を引くような授業であったと分かる。

(2) あなたは電磁石に興味がありますか？

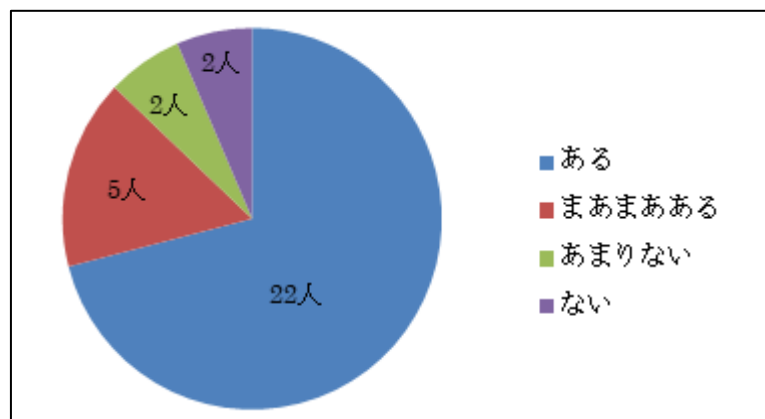


図 82. あなたは電磁石に興味がありますか？

レディネス調査と比較すると興味がある、まあまああるの回答が7人増えており日常生活と関連付けて授業することによって電磁石に興味を持った児童が増えたのではないかと推測する。このことから児童の興味を引くような授業であったことが分かる。

(3) 電磁石を利用したものには、どんなものがあるか分かりましたか？

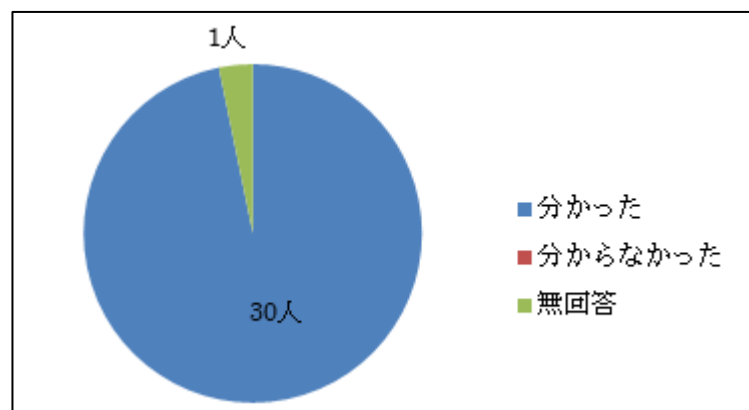


図 83. 電磁石を利用したものにはどんなものがあるかわかりました

事前調査では 11 人の児童しか身の回りの電磁石を使っているものを分かると回答しなかったが授業後は無回答以外の全員の児童が分かったと答えた。このことから、学習マンガが有効に働き、児童が身の回りの電磁石を使ったものについて理解できたのではないかと推測する。

(4) モーターがどんなもので作られているか分かりましたか？

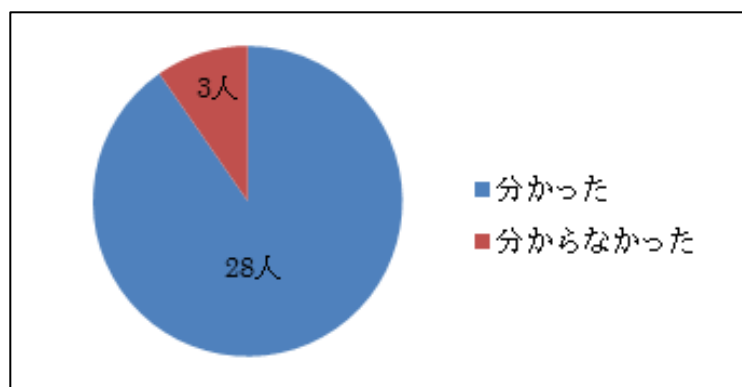


図 84. モーターがどんなもので作られているか分かりましたか？

この結果からほとんどの児童がモーターが電磁石を利用して作られていることを理解したと言える。一方分からない児童が 3 人もいることからもう少し時間をかけてゆっくり説明することがあるのではないかと考えた。加えて、学習マンガを熟読できるように朝の時間などに読むことができるようにする必要があると考える。

(5) 理科で学んだことは普段の生活に役立っているとおもいますか？

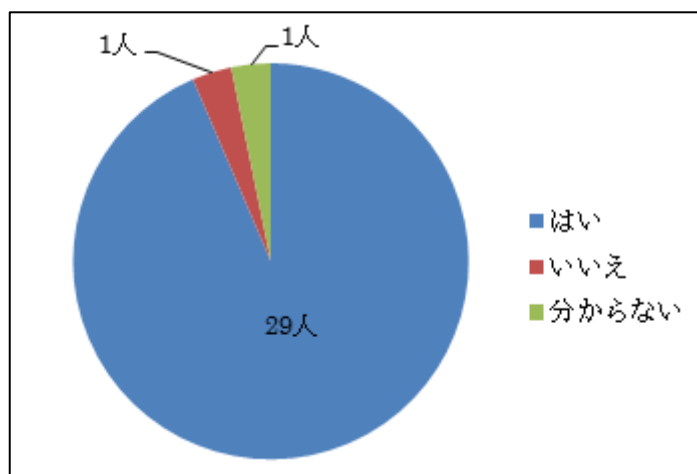


図 85. 理科で学んだことは普段の生活に役立っていると思いますか？

この結果からもほとんどの児童が理科の有用感を感じることができていると言える。9つの教材が上手く作用した結果だと考えられる。

(6) これからも理科の不思議さについて学びたいと思いますか？

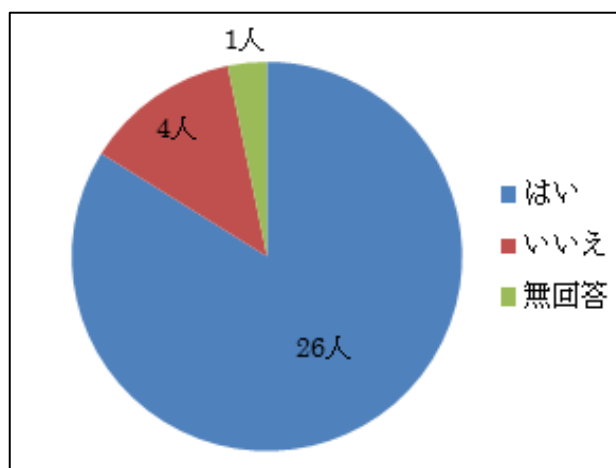


図 86. これからも理科の不思議さについて学びたいですか？

この結果から、ほとんどの児童が理科を学び続けたいと思ったことが推察される。いいえと回答した児童が理科を学び続けたいと思うようにこれからも有用感を感じる授業を展開していく必要があると考える。次項からは自由記述を表でまとめる。

電磁石の他にどんな理科の不思議さについて学びたいですか？

の自由記述について以下のような回答があった。

**【男子】**

- ① 気象、宇宙、海中について知りたい。
- ② 生物学について学びたい。
- ③ 動物の体の不思議を学びたいです。
- ④ なぜ空気は水の中で出来ないのか学びたいです。
- ⑤ 磁石だけでも身の回りの物を作れるのか  
幼虫はどうやって体の形を変えるのか知りたいです。
- ⑥ マグマについて知りたい。
- ⑦ 磁石で、なんでいろいろな物が動くのかを知りたいです。
- ⑧ 太陽の不思議について学びたいです。
- ⑨ 生き物の不思議について知りたいです。
- ⑩ 磁石はどのようにして物を引き付けたりするのか。
- ⑪ 石について知りたい。指紋がなぜつくのかも知りたい。

**【女子】**

- ① 宇宙は謎が多いから少しでも学びたいです。
- ② 宇宙のことで宇宙はどのようにして始まったのかや地球はなぜ浮  
かんでいて全ての星が規則正しく動いているのかを学びたいです。
- ③ ふりこです。内容はよく分かりませんがすごい人が見つけたことな  
ので面白そうです。
- ④ どうしてデンプンがあるのか栄養は何なのかを知りたいです。
- ⑤ 血液にはどんな成分が入っているのか学びたいです。
- ⑥ コイルの S 極と N 極がどのようにして決まっているのか知りたい。

- ⑦磁石は何から出来ているのか知りたい。
- ⑧永久磁石が生活の中でどのように工夫されて生かされているのか。
- ⑨さなぎの中で何をしているのか。
- ⑩生命の誕生の不思議について知りたい。
- ⑪地球の仕組みについて知りたい。

**【男女欄無記入】**

- ①理科の由来について学びたいです。

アンケート結果から、児童は理科の様々なところで不思議だと感じているということが分かる。男女で興味の傾向に差はないと考える。今回のこのアンケート調査の結果を参考にして教師になった時に同じような興味を示している児童に対して疑問を解決できるように勉強していかなければいけないと感じた。

電磁石の実験を通して分かったことや面白かったこと、難しかったところがあれば書いて下さいに対する自由記述は以下の通りである。

**【有用感に関する記述】**

- ・電磁石の性質を使って身近な物、生活が成り立っていることが分かったのがよかったです。
- ・身の回りにはたくさんの電磁石をつかった便利な道具などがあふれていることを知り、私たちの生活には電磁石が欠かせないことが分かりました。たくさんの実験道具などがあってとても面白かったです。
- ・電磁石の実験をしているのが苦手でも作れたし実験をして電磁石が私たちの生活に役立っているということが分かりました。
- ・身の回りにはたくさんの電磁石があることが分かりました。
- ・気づかないけれど身の回りにはたくさん電磁石が使われていることが分かりました。

- ・電磁石は生活になければならないものだと分かりました。
- ・「テレビ」や「エアコン」など電磁石を使っていると分かりました。

#### 【モーターに関する記述】

- ・モーターがどのように動いているのか分かりました。
- ・あまりモーターがどのように動いているのか分かりませんが実験は楽しかったし面白かったです。
- ・電磁石でモーターが作られていることが改めて分かりました。
- ・モーターの仕組みが分かりました。お母さんに教えたいです。

#### 【教材に関する記述】

- ・実験装置がすごく分かりやすかった。
- ・シンプルに楽しかったです。
- ・どんどん理解できていくのが楽しかったです。
- ・色々な実験道具を使って体験するのは面白かったしマンガで見るとい  
うのはすごく面白くて覚えやすいと思いました。
- ・なぜ磁石は物を引き付けあったりするのか分からなかったけど楽しか  
ったです。
- ・プラレールみたいな電車が面白かったし、マンガで勉強できるし面白  
い。電池の向きを変えるのと永久磁石が難しかった。
- ・おもちゃで遊べたのが楽しかった。
- ・実験は楽しかったです。新幹線が面白かったです。
- ・先生と一緒にやる実験は楽しかったです。
- ・先生が楽しく面白く実験出来るようにいろいろ工夫してくれていてす  
ごかったし楽しかったです。
- ・先生がたくさんの実験のものを持ってきてくれたので分かりやす  
かった。



- ・初めてマンガ系みたいなのが分かりやすい道具があったので興味があつて楽しかったです。
- ・先生の作ったマンガが面白かったです。
- ・犬が電磁石の反発によって回るのが面白かったです。
- ・電磁石と磁石の反発で犬がとても速く回っているのが面白かったです。
- ・反発が大きくなっていくのが楽しかった。

#### 【電磁石の実験に関する記述】

- ・図を実際に作るのは難しかったです。
- ・電磁石の作りが分からない。
- ・いまいち電磁石の仕組みが分からない。
- ・電磁石は電気を流している時だけ磁石の性質を持つということが分かりました。でも、電気が流れるとなぜ磁石の性質をもつようになるのか知りたいと思いました。
- ・自動車を作ったり、電流を強くする方法について実験するのも楽しかったです。
- ・電気を通さないとくっつかないのが不思議。

担任の先生からは以下のようなアドバイスをいただいた。

- ・「手作りで壊れやすいので大切に扱ってください」などの指示をおこなうことや児童が実験中に夢中になって話を聞かない時に聞くことができるよう指示を明確かつ指示をするタイミングを考えて的確に行わなければならない。

#### 4. 考察

調査結果から分ったことは4つある。

1つ目は、理科の有用感の大切さである。「気づかないけれど」と回答した児童がいるように、普段何気ない生活の中で理科が生かされていることを知ることで理科の有用感を感じることができる。理科の有用感を感じた児童はこれからも学びたいと感じることができると考える。

2つ目は、「教材」についてである。「どんどん理解できていくのが楽しかったです」「モーターがどのように作られているのか分かりました」という回答から、9つの教材それぞれが効果的に働き、電磁石の有用感を感じることができる教材として適切であったことが分かる。しかし、鉄拾い機の長さなど課題も明らかになったので、そこは改善したい。

3つ目は、「電磁石の実験」についてである。指示不足な部分があり、児童が混乱してしまったことが「図を実際に作るのは難しかったです」という記述からも確認できる。実践前に予備実験では1分程度で作ることができたが、それはあくまで大学生がやったからできたわけであって児童ができたわけではなかった。一緒になって回路を作ることや実験の手順ワークシートを作ることが求められると考える。

4つ目は、授業全体について活動が多い分しっかり時間を考えて授業をしなければならないこと、物を扱うときにどのように扱うのか的確な指示を行う必要があることである。モーターの仕組みが分かっていない児童が分かるようにするため時間配分を考え直すこと、円滑に活動するために視覚的な支援が必要であると考え。指示に関しては児童を行う前、行っている最中、終わった後に的確に指示できるようにもっと児童の活動をよく見て声色を変えるなど、教師としての技術をつけなければいけないことが再確認できた。以下改善案について述べていく。

## 第5章 改善案

教材開発・授業実践・調査を通して児童の理科の有用感を高めるためにはどんな改善が必要であるか明らかになった

本章ではこれらの結果を基に教材を見直し、改善を図っていく。

### 1. 教材の改善

「鉄拾い機」の活動に対して次の視点から改善を行う。

- ・児童の活動する場所を座ったまま机の上で活動すると想定して鉄拾い機の長さを改善する

改善前の鉄拾い機は紐の長さが 45 cm あり、児童が取扱いに困っている様子が見られた。そこで、改善後の紐の長さは 10 cm に改善した。

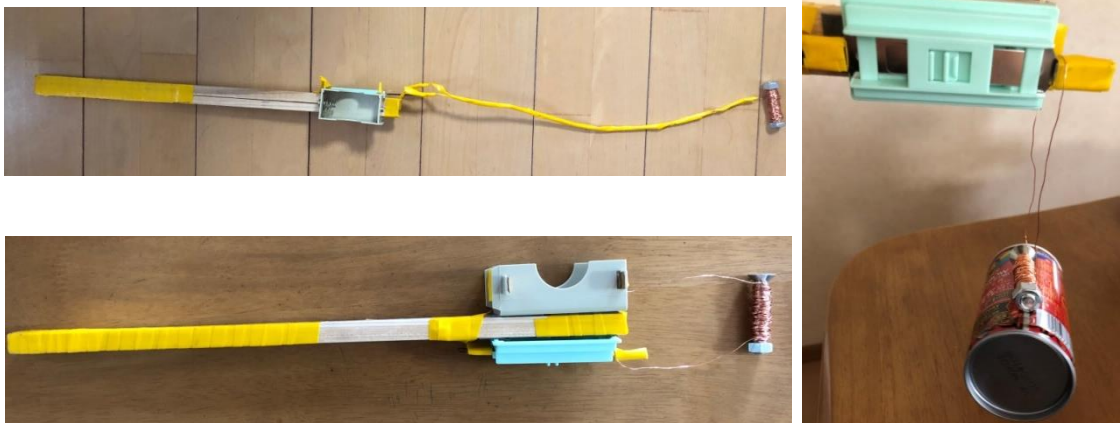


図 87. 鉄拾い機の改善

上：改善前 下：改善後 右：実際に金属を引きつけているところ

#### 【考察】

改善後の教材は実際の児童で試してはいないが、紐の長さを短くすることで児童にも取り扱いやすい鉄拾い機になったのではないかと考える。また、改善した教材を使うことによって一人一人の活動時間も短くなり、より多くの児童が様々な教材で遊ぶ時間を長くすることができると思う。

## 2. 電磁石単元案指導案改善

調査結果を基にして教師の支援が足りない部分があった。

改善した教材や調査授業の児童の様子も踏まえ「電流が生み出す力」の単元案指導案を改善し、以下に示す。

第5学年〇組 理科学習指導案				
令和二年2月〇日(〇)第〇校時 〇〇教室 指導者 三宅 健太				
1 単元名 電流が生み出す力				
2 単元の目標 導線を巻いたものの中に入った鉄のくぎに、鉄が引き付けられる様子に興味をもち、電磁石を作 って調べ、その仕組みやはたらきを捉えることができるようにする。また、電磁石を強くすること に興味をもち、電流の強さや導線の巻き数などの条件を制御して電磁石の強さの変化を調べ、電流 のはたらきについて捉えることができるようにする。さらに、身の回りの電磁石の利用についてし らべ、電磁石を利用した道具やおもちゃを作ることができるようにする。				
3 単元の評価規準				
自然事象への 関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察・実験の技能	自然事象についての 知識・理解	
・導線を巻いたものの中に入 った鉄のくぎに、鉄が引き付 けられる様子に興味をもち、 電磁石を作った仕組みやは たらきを捉えようとする。	・電磁石の磁力の強さが何 によって変わっているのかを 考え、自分の考えを表現し ている。	・電流がつくる磁力について 追究する中で、電流がつくる 磁力の強さに関する条件につ いての予想や仮説を立てるこ とができる。	・電磁石の強さは電流の強 さとコイルの巻き数を変え ることによって変わること を理解している。	
4 指導と評価の計画(全11時間)				
次	時	主な学習活動	教師の指導・支援	評価規準及び評価方法
—		めあて 電磁石の性質を調べよう。		
	1 ・ 2	・電磁石を作った電流を流し、電磁石と棒磁石とを比べながら、電磁石の性質について考える。	・電磁石がゼムクリップを引き付けている写真から電磁石がどのようなものか見通しを持つことができるようにする。 ・電磁石と永久磁石を比べその違いに気づき電磁石の性質について興味を持つことができるようにする。	・電磁石の性質に興味をもち、進んでその仕組みとはたらきを調べようとしている。 (関心・意欲・態度) 【発言・行動観察】
	3	・電磁石の性質を実験を通して調べる。	・電磁石を作り、鉄に近づけることや、電流を流した時方位磁針がどのような動きをするのかを調べることで電磁石の性質を理解することができるようにする。	・電磁石を作り、磁石と比べながら引き付けられる物や極性についてしらべることができる。 (観察・実験の技能) 【行動観察・記録】
	4	・電磁石の性質についてまとめる。	・実験の結果から児童の表現を基に電磁石の性質をまとめることができるようにする。 ・実験結果と永久磁石の性質を比較して電磁石の性質を考えることができるようにする。	・電磁石に電流をながしたときの電流の向きと極の変化とを関係付けて考え、自分の考えを表現することができる。 (思考・表現) 【発言・記録】
		まとめ 電磁石は、コイルに電流が流れている間だけ電磁石の性質をもつようになる。 電磁石にはN極とS極がある。 コイルに流れる電流の向きが反対になると電磁石のN極とS極が反対になる。		

次 時	主な学習活動	教師の指導・支援	評価規準及び評価方法
二	<b>めあて 電磁石を強くするにはどうしたらよいのだろう</b>		
1 ・ 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>電磁石を強くする方法について話し合い、調べる計画を立てる。</li> <li>電流の強さを変えたり、コイルの巻き数を変えたりしたときの、電磁石の強さを調べる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>児童が電流の大きさや向き、コイルの向きなどに着目して、これらの条件を制御しながら、電流が作る磁力を調べる活動を通して、それらについての理解を図り観察、実験などに関する技能を身に付けることができるようにする。</li> <li>電流の強さを変えた時と巻き数を変えた時の結果を比較して実験結果を捉えることができるようにする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電磁石を強くするにはどうしたらよいかを考え、それを調べる方法を計画して、自分の考えを表現している。 (思考・表現) 【発言・記録】</li> <li>電磁石の強さを電流の強さや導線の巻き数などの条件に注意しながら定量的に調べ、結果を記録している。 (観察・実験の技能) 【行動観察・記録】</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>電磁石の強さを変えたり、コイルの巻き数を変えたりしたときの、電磁石の強さについてまとめる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>予想と実験結果を比較しながら電磁石を強くする方法を考えることができるようにする。</li> <li>エネルギーをより使わない磁力の強く仕方についても触れ、エネルギーについても考えることができるようにする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電磁石の強さの変化を電流の強さや導線の巻き数の変化と関係づけて考え、表現している。 (思考・表現) 【発言・記録】</li> </ul>
4	<b>まとめ</b> 電磁石は電流を強くすると強くなる。 電磁石は導線の巻き数を多くすると強くなる。		
三	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 モーターの仕組みを読み物教材を通して学習する。</li> <li>2</li> <li>3 電磁石を利用したおもちゃを作る。</li> <li>4 電磁石のはたらきについて学習したことをまとめる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>読み物教材を通してモーターは永久磁石と電磁石の性質を利用したものであるということを理解することができるようにする。</li> <li>電流を流すことによって極ができたこと、電流の向きを変えることによって極が変化したりする性質を利用することができることを助言する。</li> <li>これまでの学習を振り返って、電磁石の性質について学習したことをまとめることができるようにする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>身の回りには電磁石を利用したものがあることを理解できる。 (知識・理解) 【行動観察・記録】</li> <li>電磁石を利用した道具やおもちゃ作りに興味をもち、進んで制作しようとしている。 (関心・意欲・態度) 【行動観察】</li> <li>電磁石を利用した道具やおもちゃを工夫して作っている。 (技能) 【作品】</li> </ul>

#### 5. 指導上の立場

・本単元「電磁石の性質」についての学習では、児童が電流の大きさや向き、コイルの巻き数に着目し、これらの条件と電磁石の働きについて多面的に調べる。そして活動を通して、電磁石の特性について理解を図り、観察、実験などに関する技能を身に付けさせることを目標としている。また、これらの活動を通して、予想や仮説を基に解決の方法を発想し表現する問題解決的な学習を行うこともねらいとしている。さらに本単元では、導線の巻き数を固定したまま電流の大きさを変えて強さを調べるなど変える条件と変えない条件を制御しながら実験を行い、実験の結果を適切に処理して、考察することができるようにする。さらに、電磁石が活用された身近な教材や資料を取り扱うことや問題解決的な学習を行うことで児童の科学に対する有用感を感じさせることができるようにすることがねらいである。

#### ○児童の実態 略

6 本時案 (第2次 第1、2時)

(1) 本時の目標

電磁石を強くする方法を予想し、結果から電磁石を強くする方法を理解することができる。

(2) 展 開

学習活動	教師の指導・支援	学習評価
1. 本時の課題とめあてをつかむ	・鉄拾い機を使いスチール缶を持ちあげられない様子を見せ、学習問題を立てる。	
めあて 電磁石を強くする方法を調べよう		
2. 予想を立てる。 (1) 個人で予想する。 (2) 班で共有する。 (3) 全体で共有する。	予想される児童の反応 ・導線の巻き数を増やす ・電流の量を大きくする。	・電磁石を強くするにはどうしたらよいかを考え、それを調べる方法を計画して、自分の考えを表現している。 (思考・表現)
3. 実験書を使いながら実験をする。 (1) 電磁石の強さを変えた時の電磁石の強さを調べる。 (2) 導線の巻き数を変えた時の電磁石の強さを調べる。	・児童から予想が出てこなかった場合電磁石と永久磁石を比較することや、既習の電気の学習を基に児童が違いに気づくことが出来るようにする。 ・くぎを何個持ち上げられるのかを実験で比較する。 ・実験書を見ながら班で協力して実験するよう促す。 ・その際、検流計を使うことで回路に問題はないことや、流れている電流の強さを測ることができるようにする。 ・実験をする際、回路が変わらないようにするように実験書の手順を確認するようにする。 ・巻き数や電流の強さを変える際、児童が班で相談して巻き数や電流の強さ(直列、並列など)を決めることができるようにする。 ・班ごとに実験結果(電流の強さ、巻き数)を発表するようにする	【発言・記録】 ・電磁石の強さを、電流の強さや導線の巻き数などの条件に注意しながら定量的に調べ、結果を記録している。
4. 実験結果を班ごとに発表する。	まとめ 導線の巻き数を増やしたり、電流を強くすると電磁石を強くすることができる。	(観察・実験の技能)
5. まとめ ・まとめを実験結果から考える。		【行動観察・記録】
6. 魚釣りゲーム ・魚釣りゲームを個人で行う。	・魚釣りゲームを通して、立てた予想を検証できるようにする。 ・その際、魚の裏に着けたクリップの数で工夫するだけでなく、磁石もつけておくことで児童が電池の向きにも目が向くようにする。 ・魚釣りゲームをする時の電磁石の使い方を児童の前でキットを使って示す。	
7. ふりかえり	・本時の振り返りをする。	

◎「おおむね満足できる」状況(B)と判断する児童の姿の例  
電磁石を強くする方法を理解することができる。

準備物 電磁石、魚、実験手順書、検流計

6 本時案（第3次 第1, 2時）

(1) 本時の目標

電磁石が身の回りに活用されていることやモーターの仕組みについて理解することができる。

(2) 展 開

学習活動	教師の指導・支援	学習評価
<p>1. アンケートに回答し、電磁石を使った身の回りの物を予想する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電磁石を使ったものを予想することによって後の学習マンガでどんなものに電磁石が使われているのか知った時により有用感を感じることができるようにする。</li> <li>分からない場合は分からなくてもいいということを伝えるようにする。</li> </ul>	
<p>電磁石の秘密を知ろう。</p>		
<p>2. 学習マンガの電磁石を使っているもの探しをする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>日常にある電磁石を知る。</li> </ul> <p>3. 軍手をつけて電磁石を利用した教材を児童が体験する活動を行い電磁石の反発を体感する。</p> <p>(1) リードスイッチモーター (2) コイルトレイン (3) 鉄拾い機 (4) シンプルモーター</p> <p>4. 学習マンガを使いモーターの中の電磁石がどのように動くのかを理解する。</p> <p>5. モーターの仕組みが見て分かる教材を体験できる活動を行い電磁石の有用感を体感する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>前と後ろに場所を分かれて体験を行う。</li> </ul> <p>6. リニアモーターカーの模型を見る。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>電磁石の力によってリニアモーターカーが動いていることを見る。</li> </ul> <p>7. 本時の感想とアンケートを書く。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>今日学んだこと</li> <li>学びたいこと</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電磁石を使っているものを探すことによって電磁石が身近に存在することを理解できるようにする。</li> <li>電磁石が身近にあることからどのように電磁石が日常生活に使われているのか興味を持つことができるようにする。</li> <li>教科書ではあまり扱われていない磁力の反発を体験できる活動を行うことで磁力の反発で物が動くことを理解できるようにする。</li> <li>中学で習う「右ねじの法則」を使って体験して学べる活動を行うことによって学習意欲を高めることができるようにする。</li> <li>スチール缶を拾う活動を行うことで電磁石の有用感を感じることができるようになる。</li> <li>熱くなる教材を扱う際、児童に軍手を付けるなどの安全対策を行う。</li> <li>モーターの中には電磁石があり、磁石の反発によってモーターが動いていることを理解できるようにする。</li> <li>学習マンガと並行してモーター模型を利用してモーターの仕組みが理解できるようにする。</li> <li>モーターの仕組みが見て分かる教材を使いモーターの中の電磁石がどのように動いているのかを理解できるようにする。</li> <li>この時、教材が小さいので、すべての児童が教材にふれることができるように指導形態を工夫する。</li> <li>教材が熱くなることに注意する。</li> <li>リニアモーターカーの模型が実際に動いている場面を見ることによって電磁石の有用感を感じることができるようになる。</li> <li>リニアモーターカーや今までの教材、学習マンガの宇宙の記述から、理科が世の中にあふれていることを伝える。</li> <li>ふりかえりを行う中でふりかえりの観点を与えることで児童にとって学びを深める場とする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>身の回りには、電磁石を利用したものがあつて、これを理解することが出来る。</li> </ul> <p>(知識・理解)</p> <p>【行動観察・記録】</p>

◎「おおむね満足できる」状況(B)と判断する児童の姿の例

電磁石は身の回りで活用されていることやモーターの仕組みについて理解することができる。

準備物

リードスイッチモーター、鉄拾い機、コイルトレイン、シンプルモーター

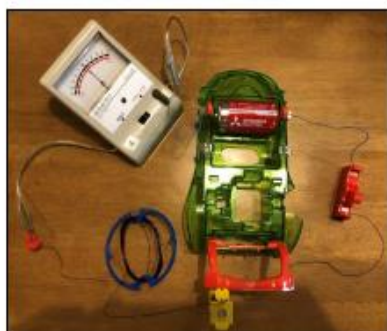
### 3. 手順書の作成

加えて指示不足を補うために手順書を作成した。

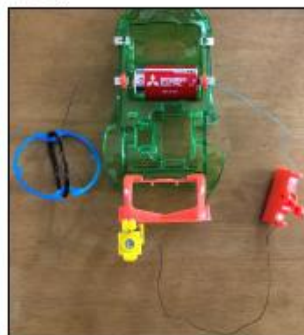
以下実験の手順書を示す。

## 実験の手順

□①電流を増やす実験の回路を作る。



検流計を使う場合



検流計を使わない場合

□②乾電池 1 個とコイル 100 回まきの電磁石で実験する。

・右の図のように電磁石の下側を使って一つのくぎに他のくぎをつけて実験しましょう。



□③乾電池 2 個の回路を作る。



検流計を使う場合



検流計を使わない場合



## 実験の手順

□④乾電池 2 個とコイル 100 回まきの電磁石で実験する。

- ・同じように電磁石の下側を使って  
一つのかぎに他のかぎをつけて実験  
しましょう。



□⑤結果を発表する。

□⑥コイル 200 回まきの回路をつくる。



検流計を使う場合



検流計を使わない場合

□⑦コイル 200 回まきの実験をする。

- ・今までの実験と同じやり方でやりましょう。

□⑧結果を発表する。

□⑨検流計を片付ける。

□⑩魚釣りゲームをする。

□⑪すべて片付ける。

☆検流計が班に 1 個しかないので相談して使いましょう。

☆班の人全員が実験出来るように交代で実験しましょう。

#### 4. おわりに

今回の研究テーマである「理科が日常生活において役立つことを実感できる授業づくり」は、これから始まる教員生活で追究し続けるライフテーマである。理科の授業は「実験が楽しい」で終わらせるだけでなく日常生活とのつながりを見出すように「有用感」を感じることができるようになることが大切である。本研究は、電磁石の教材開発であったが他の単元においても児童の「理科の有用感」を高めることができるようより良い教材を目指して教材や指導法を改善するようにしたい。

この研究を通して日常生活のどこに理科が使われているのかを児童が理解することで児童が理科の有用性を感じ、学習意欲が高まり、知識も定着しやすくなるということを学んだ。実験器具は児童の実態に即し、操作が簡単なものがよいこと、実験をする際児童と共通認識するために確認を何度も行うことの大切さも学んだ。理科の実験では特に予期していないアクシデントや児童が教師の想像を超えてくることも学ぶことができた。そういう事態をも想定して教材を準備しておくようにしたい。

また、今回たくさんの先生方にお世話になりその方々の協力なしではこの研究は成り立たなかった。関わってくれたすべての人に感謝したい。人とのつながりの大切さも改めて学ぶことができた。

今回、調査授業の際に発見した問題点をもとに改善した教材や指導方法の改善点を実際の児童に行うことができていないため、私も全国の先輩教員に負けないよう、児童の理解向上を目指してより良い改善を行っていききたい。

**【引用・参考文献】**

- 1) 文部科学省 『小学校指導要領解説理科編』(2018), p7.12.15
- 2) 日置・村山, 2009, 『実感を伴った理解を図る理科学習 6年』, p  
.12
- 3) 文部科学省国際数学・理科動向調査 (TIMSS2015)  
のポイント
- 4) 平成 30 年度全国学力・学習状況調査
- 5) 科学技術政策研究所「科学技術に関する意識調査  
(平成 13 年)
- 6) 木畑, 『理科を学ぶ有用感を高める指導の工夫～第5学年「電磁石  
の性質」の実践を通して～』