

## 5年 理科学習指導案

### 1 単元名 電磁石の性質

#### 2 単元について

本単元は、第4学年「A(3)電流の働き」の学習を踏まえて、「エネルギー」についての基本的な概念等を柱とした内容のうちの「エネルギーの変換と保存」に関わるものであり、第6学年「A(4)電気の利用」の学習につながるものである。ここでは、児童が、電流の大きさや向き、コイルの巻き数などに着目して、これらの条件を制御しながら、電流がつく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とともに、主に予想や仮説を基に、解決の方法を発想する力や主体的に問題解決しようとする態度を育成することがねらいである。

児童はこれまでに、第3学年の「電気の通り道」で回路や電気を通すものについて、また「磁石の性質」では、磁石に引き付けられるものや、磁石に近づけると磁石になるものがあることについて学習してきた。また、第4学年「電流の働き」では、電池の数やつなぎ方を変えると、電流の大きさや向きが変わることを学習してきた。このように、児童は、電気や磁石に関する学習経験を積んできた。

しかし、それらについて単独で学習してきたため、両者を別のもので意識しており、電磁石とは鉄心に電流が流れると考える児童も多いだろう。本単元では児童が鉄心ではなくコイルに電流を流すと磁場ができ、この中に鉄心を入れると鉄心が磁化されて磁石になることを理解し、電磁石の仕組みを捉えられるようにしたい。また、平成29年度の小学校学習指導要領より、コイルに鉄心を入れた場合のみを電磁石と定義している。しかし、多くの教科書ではなぜ鉄心が必要であるかの解説がほとんど載っていない上、中学校2年生の教科書でも鉄心の必要性についての記述がほとんど無い。そこで、教科書では前提として提示されていた鉄心の必要性について児童が思考できる単元構成とする。単元の導入では、シンプルな一本の導線に電流を流したときに導線が磁石と反発したり引き付けられたりする現象を児童一人一人が実験を行うことで、児童が電流によって一本の導線からでも磁力が生じていると捉えられるようにする。その後、どうすれば磁力が強くなるか考える。自分たちで一本の導線をまとめたり、形を変えたりしながら、何回も

同じ向きに巻いて導線を集めることで、磁力が強くなることを考えられる。最終的にコイルの形に巻くことで磁力が強くなることを確認できるようにする。コイルの状態の磁力は、磁石の力と比べると遥かに弱いため、児童は「どうすれば磁石の力が強くなるのか」という問題意識をもつだろう。そこで、児童の興味や関心を大切にしながら単元を構成したり、児童の考えた方法を試したりする場を設けることで、問題意識をもって実験に取り組み、そこから新たな問題を見出すことのできるような児童を育てていきたい。

#### 3 単元の目標

電流の大きさや向き、コイルの巻き数などに着目して、これらの条件を制御しながら、電流がつく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とともに、主に予想や仮説を基に、解決の方法を発想する力や主体的に問題解決しようとする態度を養うことができるようにする。

#### 4 単元の評価規準

知・技	<ul style="list-style-type: none"> <li>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理解している。</li> <li>電磁石の強さは、電流の大きさや導線の巻き数によって変わることを理解している。</li> <li>電流がつくる磁力について、観察、実験などの目的に応じて、器具や機器などを選択して、正しく使いながら調べ、それらの過程で得られた結果を適切に記録している。</li> </ul>
思・判・表	<ul style="list-style-type: none"> <li>電流がつくる磁力について、差異点や共通点を基に、問題を見だし、表現するなどして問題解決している。</li> <li>電流がつくる磁力について、予想や仮説を基に、解決の方法を発想し、表現するなどして、問題解決している。</li> <li>電流がつくる磁力について、観察、実験などを行い、得られた結果を基に考察し、表現するなどして問題解決している。</li> </ul>
主・態	<ul style="list-style-type: none"> <li>電流がつくる磁力についての事物・現象に進んで関わり、粘り強く、他者と関わりながら問題解決しようとしている。</li> <li>電流がつくる磁力について学んだことを学習や生活に生かそうとしている。</li> </ul>

調和を図る際の留意点

◆導入の事象提示の工夫

1本の導線からできた電気ブランコに電流を流すと導線が動く様子を確認できる。この現象から、児童が導線に発生した磁力に着目できるようにする。

◆自由試行の場の保障

導線を自分たちで巻きたり束ねたりする自由試行の時間を十分に保障する。導線の巻き方を変えることで磁力が変わることから、磁力の強弱を決めている要因について、考えることができるようにする。

5 児童の姿を想定した単元の構成図 (11時間扱い)

1次 電磁石の定義

①②一本の導線で作った電気ブランコに電流を流すとどうなるか考える。  
 ・電気を流すと動いた  
 ・磁石としりぞけあっているのかな  
 ・電気を流すと導線が磁石になるのかな  
 ・同じ向きにぐるぐる巻くと磁石の力が強くなった  
 ・ぐちゃぐちゃに巻いても磁石の力は強くなかった  
 導線に電流を流すと磁石のような力が生まれる。導線を巻いてコイルにすると、更に強くなる。

磁石のような力がまだ弱いからもっと強くしたい

③コイルの磁石のような力をもっと強くするには、どうすればよいだろうか？  
 ・コイルをきれいに巻くためになにかしんを入れよう  
 ・磁石の力が強くなる金属とそうでない金属がある  
 ・どんな金属ならいいか、条件をそろえて実験する必要があるね

しんの素材は何かいいかな

本時

④磁石の力を強くするには、どのようなしんがよいだろうか？  
 ・電気が通る金属ならいいのかな  
 ・鉄は磁石につくと磁石になる性質が関係するかな  
 コイルの中に鉄心を入れると磁石のような力が強くなる。  
 コイルに鉄心が入ったものを電磁石という。

普通の磁石との違いはあるのかな

⑤今までの実験から電磁石と永久磁石の性質を比べよう  
 ・電気が流れていることと、磁石の力には関係があるよ  
 ・方位磁針が引き付けられる時としりぞけあう時があったよ  
 ・電流が流れている時だけ磁石の力が働いたよ  
 電磁石は永久磁石と同じように極がある。  
 水に浮かべると北を向いて止まる性質や、離れていても力がはたらく性質がある。

モーターみたいに電流の向きで極も変わるのかな

⑥電じ石の極を変えるには、どうすればよいだろうか？  
 ・+と-を入れ替えて電流の向きを変えるとモーターの動く向きが変わったよ  
 電流が流れる向きを反対にすると、電磁石のN極とS極は反対になる。

2次 電磁石の強さ

電流の大きさを  
変えよう

巻き数を  
増やしてみよう

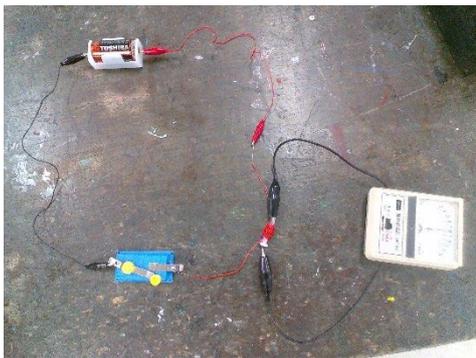
⑦⑧電磁石に流れる電流を大きくすると、電磁石の強さは強くなるのだろうか？  
 ・乾電池を直列つなぎにすると、モーターが早く回ったよ。  
 直列つなぎにして、電流が大きくなると電磁石の強さは強くなる。

⑨⑩電磁石の巻き数を多くすると、電磁石の強さは強くなるのだろうか？  
 ・1本の導線よりも、束ねた方が磁石の力は強くなったよ  
 巻き数を増やすと電磁石の強さは強くなる。

⑪電磁石の性質を生かしたおもちゃを作ってみよう  
 ・電磁石はスイッチでオンオフできることを利用して魚釣りゲームをしよう。

◆児童の思いに沿った実験の工夫

きれいなコイルの形を作るためにしんを用いる必要感が出る。その中で、磁石のような力が強くなる素材とならない素材があることに気付かせる。正確な実験のため、主体的に条件をそろえた実験計画を立てていくようにする。



本時の実験に使う回路。

ストローに巻いたコイルの中にしんを入れ、しんには検流計をつなぐ。



上から銅、鉄、アルミニウムのしんを細いストローに入れたもの。これを一番下の太いストローに巻いたコイルに入れ、それぞれクリップを引き付けるか実験する。



コイルの中心に鉄のボルトを近づけることで磁化し、砂鉄を引き付けるようになる演示実験。コイルに鉄心が触れていない=鉄心に電流が流れないことがわかる。

## 6 本時について

### (1) 目指す学びの姿

本時に目指すのは、既習事項である鉄が強い磁性をもつことや、電流を流しやすい金属の性質と関連付けながら、コイルのしんとして磁束を効率よく集中させることができる鉄を用いるのが妥当であるという考えを導き出す姿である。

### (2) 指導の問題点

本単元の学習は、一般的に電磁石の作成から始まることが多い。児童は与えられたままにコイルと鉄心を組み合わせて電磁石を作り、電流を流すことで磁石の力が発生することに気付く。しかし、なぜコイルの中に鉄心が入っているのか、なぜコイルを多く巻くと磁力が強くなるのかなど、電磁石の仕組みに関する部分については触れられずに学習を終えることが多い。これでは、今まで考えてこなかった電磁石の仕組みや電磁誘導について急に中学校で学習することになる。「一本の導線に電流を流すことで磁界が発生し、それを束ねたコイルが鉄心を磁化させる」といった電磁石の仕組みについて理解することで、中学校の電磁誘導の学習につながっていくと考える。

しんの素材として調べるのは、鉄、銅、アルミニウムとする。児童に掲示する電磁石の見た目から、しんが金属であることは予想がつくが、電気を通すことと磁石につくことのどちらがしんの条件であるかは判断に迷うであろう。

学習指導要領では、コイルに鉄心を入れた場合のみを電磁石と定義している。そのため、教科書(大日本図書)でも単元の導入の段階でコイルに鉄心を入れたものを電磁石であると紹介している。しかし、なぜ鉄である必要があるのかは触れておらず、中学2年生の教科書でも「鉄心を入れると磁界が強くなる」としか触れていない。そのため、児童はしばしば「鉄心に電流が流れている」と誤った認識をすることが多い。なぜコイルの中に鉄を入れる必要があるのか、金属なら鉄以外でもよいのかを既習事項と関連付けて推論していくために、以下の手立てを講じる。

### (3) 学びと指導の調和

#### 視点1 電磁石の仕組みを理解させるための事象提示の工夫

単元の導入で初めから電磁石を与えてしまうと、児童は一本の導線の与える影響には目が向きにくくなり、導線から発生する磁力には気付くことができない。そこで、本単元の導入では、一本の導線から

発する磁力について考える時間を設定する。まず、一本の導線(ビニル導線)で作ったブランコに電流を流し、そこに磁石を近づけて導線が揺れる現象を提示し、児童に「どうして電流を流すと揺れるのだろう」「導線に磁石の力が生まれたのかな」という疑問をもたせたい。そして、児童が質的・実体的な見方や、関係付けの考え方等を働かせて、電流を流した一本の導線に近づけた方位磁針の針は揺れるが、砂鉄は引き付けられない現象を観察することで、磁石の力の様子に目を向けられるようにする。「どうすればもっと磁石のような力を強くできるか」について自分たちで考えながら導線を束ねたり巻いたりする活動を通し、コイルのように導線を巻くことで磁力が強くなることに気付かせ、実際にコイルを作成する。磁界はコイルの形にすることで強くなることに気付かせたい。それが、鉄を入れて磁束を束ねると磁力が強くなるという考えにつながるだろう。

#### 視点2 鉄心の必要性についての考察の工夫

コイルの磁力を更に強くしようとした児童は、きれいに巻くためにしんが必要であると考え。この際、形や材質、塗装の有無など様々なしんを用意しておく。こうすることで、児童は鉄をしんにした際に磁力が強くなること、金属でも磁力が強くないものが存在することに気付くだろう。そうすることで、5年生の条件制御の考え方から、しんの素材だけ変えて形や太さといった条件を統一する実験方法が導き出されるだろう。実験に使用する金属は、3、4年次に理科の学習で使用した金属として、アルミニウム、銅、鉄の3種類を準備する。そして、しんと導線はストローにより直接接触していないことから、鉄心に電流が流れているわけではないことを、実験結果をもとにして理解できるようにしたい。

このことを証明するために検流計も用意しておく。しんにつなげても電流は流れていないことから、しんには電気が通っていないことに気付かせたい。また、演習実験では大型のコイルを使用することで、コイルではなく中央に入れた鉄心に釘が引き付けられていることに注目させる。コイルで発生した磁界に入った鉄が磁化される性質が、しんの素材が鉄であることの原因であることを理解させたい。

**(4) 本時の目標**

- ・電流の流れているコイルは、鉄心を磁化する働きがあることを、しんを他の素材に変えた場合の実験結果と関係付けて問題解決する。【思考・判断・表現】

**(5) 本時の展開 (4/11)**

○主な学習活動 ・児童の学びの姿	○教師の指導・支援 ☆評価
<p>○前時を振り返り、本時の見通しをもつ。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・同じ金属でも、磁石の力が強くなったものもあればそうでないものもあった。</li> <li>・それぞれ条件が違ったから、しんの条件をそろえて実験しないとイケないね</li> </ul>	<p>○本時の見通しがもてるよう、前時の結果を掲示しておく。</p> <p>○前回の実験では形や塗装の有無、太さなどの条件がばらばらであった点に注目させる。</p>
<p>コイルの中にどんな金属を入れたら、磁石のような力が強くなるだろうか</p>	
<p>○予想を立てる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電気が流れる金属なら、何でもいいと思う。</li> <li>・鉄は磁石に引き付けられるから鉄かもしれない。</li> </ul> <p>○実験方法を考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・変える条件はしんの素材だけで、コイルの巻き数や形は変えてはイケないね。</li> <li>・しんに使えそうな金属はどんなものがあるかな。</li> <li>・検流計でしんに電流が流れているかわかるね。</li> </ul> <p>○実験をし、結果をまとめる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・鉄をしんにしたときだけ引き付けられたね。</li> <li>・コイルではなく、鉄心に引き付けられているね。</li> <li>・しんの部分には電流が流れていないのかな？</li> <li>・しんの部分に検流計をつなげてみたけど、電流は流れていなかった。</li> </ul> <p>○実験結果を共有し、結果から考察をする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・コイルだけだとクリップを引き付けなかったのに、コイルに鉄心を入れた途端に引き付けるようになったよ。</li> <li>・鉄をしんにしたときだけ鉄を引き付けたよ。</li> <li>・コイルではなく、鉄心に引き付けられたよ。</li> <li>・鉄は磁石につくと磁石になる性質があったから、鉄心が磁石になったのかな。</li> <li>・コイルの磁石の力を鉄心が集めたのかな。</li> </ul>	<p>○3年生で学習した、電気の通るものと通らないものの経験や、磁石に引き付けられるものと引き付けられないものの違いについて着目できるように促す。</p> <p>○変える条件と変えない条件の確認をする。</p> <p>○児童に身近な金属素材として、「鉄」「銅」「アルミニウム」のしんを用意する。</p> <p>○コイル単体ではクリップは引き付けられないことを確認させる。</p> <p>○クリップが引き付けられている場所にも着目させる。</p> <p>○コイルに電池をつないだままだと熱くなる上に電池がすぐ消耗することを伝え、反応するか確認したらすぐにスイッチを切るように声をかける。</p> <p>○鉄心に電流が流れるのではなく、鉄心が磁石になり、鉄心に引き付けられていることを確認させる。</p> <p>○演示実験で、大きなコイルの中に入れた鉄心は導線に触れていないが磁石になることを確認させる。</p> <p>○電流の流れているコイルは、鉄心を磁化する働きがあることを、しんを他の素材に変えた場合の実験結果と関係付けて考えている。</p> <p style="text-align: right;">☆【思考・判断・表現－発言・ノート】</p>
<p>コイルの中に鉄心を入れて電流を流すと、磁石のような力が強くなる。 これを電磁石という。</p>	
<p>○本時の振り返りをする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・鉄心には電流は流れておらず、コイルに発生した磁石のような力が鉄心を磁石に変えた。</li> </ul>	<p>○永久磁石との違いは何かを考えさせて、次時の学習につなげられるようにする。</p>