

## 電流とその利用

## 1 単元のねらい

電流と電圧、電流の働き、静電気に関する観察、実験を行い、電流や電圧、磁界や静電気などについての基本的な性質を理解させるとともに、日常生活や社会と関連付けながら電流と磁界についての科学的な見方や考え方を養う。

## 2 単元の内容

電流回路についての観察、実験を通して、電流と電圧との関係及び電流の働きについて理解させるとともに、日常生活や社会と関連付けて電流と磁界についての初歩的な見方や考え方を養う。

- |   |       |     |          |          |             |          |         |            |
|---|-------|-----|----------|----------|-------------|----------|---------|------------|
| ア | 電     | 流   | (ア)      | 回路と電流・電圧 | (イ)         | 電流・電圧と抵抗 | (ウ)     | 電気とそのエネルギー |
|   |       |     | (エ)      | 静電気と電流   |             |          |         |            |
| イ | 電流と磁界 | (ア) | 電流がつくる磁界 | (イ)      | 磁界中の電流が受ける力 | (ウ)      | 電磁誘導と発電 |            |

小学校では、乾電池と豆電球による回路の性質、乾電池の個数やつなぎ方による豆電球の明るさの違い、光電池の働き、電流による磁化作用などについて学習している。しかし、いずれも定性的な扱いであるため、予想、定量的な実験、考察、交流という流れを通して規則性を見いだせるようにする。併わせて、誤差の扱いやグラフ化など、測定値の処理の仕方を身に付けられるようにする。

小学校では、電磁石の性質や電気は作りだしたり蓄えたりすることができることについて学習している。観察、実験を通して、電流を利用して熱や光、音などを発生させたり物体を動かしたりできることを見だし、電流の磁化作用や電流と磁界の相互作用など、電流の働きについて規則性を理解できるようにする。

この単元は、日常生活と関わりの深い内容が多い。例えば、家庭用のコンセントは並列回路になっていること、電気エネルギーを変換して様々な家電製品を利用していること、札幌市などで取り組んでいる節電と電力量の関係、電子コピー機は静電気を利用していること、モーターの原理、発電の仕組みなど、物理の規則性や原理などが日常生活や社会で活用されている。その意味から、この単元の学習内容が、極めて重要な役割を果たしていることに気付くことができるようにすることが大切である。札幌市青少年科学館には、本単元の内容（磁界、電流がつくる磁界、発電）に関連する展示物が常設されているので、効果的に活用していきたい。

## 3 評価規準の設定例

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
回路と電流・電圧、電流・電圧と抵抗、電気とそのエネルギー、静電気と電流に関する事物・現象に進んで関わり、それらを科学的に探究しようとするとともに、事象を日常生活との関わりでみようとする。	回路と電流・電圧、電流・電圧と抵抗、電気とそのエネルギー、静電気と電流に関する事物・現象の中に問題を見だし、目的意識をもって観察、実験などを行い、回路における電流や電圧の規則性、金属線に加わる電圧と電流の関係や電気抵抗、電流による熱や光の発生と電力との関連、静電気の性質や静電気と電流との関係などについて自らの考えを導き、表現している。	回路と電流・電圧、電流・電圧と抵抗、電気とそのエネルギー、静電気と電流に関する観察、実験の基本操作を習得するとともに、観察、実験の計画的な実施、結果の記録や整理などの仕方を身に付けている。	回路における電流や電圧の規則性、金属線に加わる電圧と電流の関係や電気抵抗、電流による熱や光の発生と電力との関連、静電気の性質や静電気と電流との関係などについて基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。

電流がつくる磁界、磁界中の電流が受ける力、電磁誘導と発電に関する事物・現象に進んで関わり、それらを科学的に探究しようとするとともに、事象を日常生活との関わりでみようとする。	電流がつくる磁界、磁界中の電流が受ける力、電磁誘導と発電に関する事物・現象の中に問題を見だし、目的意識をもって観察、実験などを行い、磁界の表し方やコイルの回りにできる磁界、磁界中のコイルに電流を流したときに働く力、コイルや磁石を動かすときに得られる電流などについて自らの考えを導いたりまとめたりして、表現している。	電流がつくる磁界、磁界中の電流が受ける力、電磁誘導と発電に関する観察、実験の基本操作を習得するとともに、観察、実験の計画的な実施、結果の記録や整理などの仕方を身に付けている。	磁界を磁力線で表すことやコイルの回りに磁界ができること、磁界中のコイルに電流を流すと力が働くこと、コイルや磁石を動かすと電流が得られること、直流と交流の違いなどについて基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。
--	---	---	--

## 4 単元における観察、実験の位置付け

学 習 活 動	備 考
<p>【課題】直列回路と並列回路において、電流の流れ方にはどのような違いがあるのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験①】直列回路と並列回路を流れる電流の大きさの規則性を調べる実験</p> <p>↓</p> <p>直列回路では、回路のどの部分でも電流の大きさが等しいこと、並列回路では、枝分かれする前の電流の大きさは、枝分かれした後の電流の和に等しく、合流後の電流にも等しいことを見いだしている。</p>	<p>実験前に電流計の使い方を理解し、操作に慣れておく。</p> <p>事前に豆電球1個と乾電池1個の回路で、導線を流れる電流の大きさがどうなるかを確認しておく。</p>
<p>【課題】直列回路と並列回路において、各区間に加わる電圧にはどのような違いがあるのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験②】直列回路と並列回路に加わる電圧の規則性を調べる実験</p> <p>↓</p> <p>直列回路では、各抵抗の両端の電圧の和が回路全体に加わる電圧の大きさに等しいこと、並列回路では、それぞれの抵抗の両端の電圧と回路全体に加わる電圧の大きさが等しいことを見いだしている。</p>	<p>実験前に電圧計の使い方を理解し、操作に慣れておく。</p> <p>事前に豆電球1個と乾電池1個、スイッチの回路で、各部分に電圧がどのように加わっているのかを確認しておく。</p>
<p>【課題】回路に加わる電圧と流れる電流には、どのような関係があるのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験③】抵抗器に加わる電圧と流れる電流の関係を調べる実験</p> <p>↓</p> <p>回路の中で抵抗器を流れる電流の大きさは、抵抗器の両端に加わる電圧の大きさに比例することを見いだしている。</p>	<p>実験前に電源装置の使い方を理解しておく。</p> <p>実験後に、オームの法則を活用して計算問題の演習を行う。</p>
合成抵抗、導体、不導体についての学習	

<p>【課題】電流による発熱量は、どのような場合に大きくなるのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験④】電熱線の発熱量が何によって決まるのかを調べる実験</p> <p>↓</p> <p>電圧が一定の時、電力が大きいほど、電流を流す時間が長いほど電流による発熱量は大きくなることを見いだしている。</p>	<p>電力の違いによって発生する熱量に違いがあることを見いだす目的で、本実験を行う。</p> <p>技術・家庭科で電流による発熱を利用した製品について学習している。</p>
<p>熱量、電力量についての学習</p>	
<p>【課題】静電気には、どのような性質があるのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験⑤】静電気による力の働きを調べる実験</p> <p>↓</p> <p>2種類の物質を摩擦して物体が静電気を帯びるとき、一方の物体は+の電気、他方の物体は-の電気を帯びること、同じ種類の電気の間にはしりぞけ合う力が働き、異なる種類の電気の間には引き合う力が働くこと、その力は離れていても働くことを見いだしている。</p>	<p>静電気が電流と関係があることから、静電気の性質を類推しながら探究していくことを目的に、本実験を行う。</p>
<p>放電、真空放電、電子についての学習</p>	
<p>【課題】コイルの回りの磁界の様子は、どのようになっているのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験⑥】コイルを流れる電流が作る磁界を調べる実験</p> <p>↓</p> <p>コイルに電流が流れると、コイルの内側と外側で逆向きの磁界ができ、磁界の向きは電流の向きによって決まることを見いだしている。</p>	<p>磁界は磁力線で表されること、及び、磁界の向きを見いだす目的で、本実験を行う。</p> <p>札幌市青少年科学館の常設展示</p>
<p>【課題】磁界の中に入れたコイルに電流を流すと、コイルはどうなるのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験⑦】磁界の中でコイルに電流を流したときのコイルの様子を調べる実験</p> <p>↓</p> <p>磁界の中に入れたコイルに電流を流すと、コイルは力を受けること、電流の向きや磁界の向きを変えるとコイルが受ける力の向きが変わることを見いだしている。</p>	<p>ものづくり</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・リニアモーター</li> <li>・ペットボトルモーター</li> <li>・クリップモーター</li> <li>・スピーカー</li> <li>・簡易検流計</li> </ul> <p>技術・家庭科でモーターを利用している製品について学習している。</p>
<p>【課題】コイルと磁石で電流を作り出し、その大きさや向きを変化させるにはどのようにすればよいのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験⑧】コイルと磁石による電流の発生を調べる実験</p> <p>↓</p> <p>磁石によってコイル内部の磁界を変化させると電流を作り出せることを見いだしている。また、磁石またはコイルの動かす向きや磁極を変えると電流の向きが変わること、磁石またはコイルを速く動かしたり、磁力を強くしたり、コイルの巻き数を多くすると誘導電流が大きくなることを見いだしている。</p>	<p>実験後、【実験⑦】と【実験⑧】を相互に関連付けて理解できるようにする。</p> <p>札幌市青少年科学館の常設展示</p>
<p>直流と交流についての学習</p>	
<p>技術・家庭科で直流と交流について学習している。</p>	

## 5 本単元における観察、実験例

【課題】直列回路と並列回路において、電流の流れ方にはどのような違いがあるのだろうか。

【実験①】直列回路と並列回路を流れる電流の大きさの規則性を調べる実験

### (1) 実験前の指導の手だて

小学校第3学年では、回路にすると電流が流れることについて学習している。乾電池と導線、豆電球、モーター、電子オルゴール、発光ダイオード（LED）などを用いて回路を作り、流れる電流の向きによって使えるものと、流れる電流の向きがどちらでも使えるものがあることを確認しておく。また、豆電球1個と乾電池1個の回路で、豆電球が点灯するとき、導線を流れる電流の大きさがどうなるかを確認しておく。

本実験では、日常生活で使用している電気製品に流れる電流について、導線を流れる電流の大きさの規則性を見いだせるようにする。

### (2) 実験について

[主な準備物] 電流計、豆電球2種類、乾電池（電源装置）、導線、スイッチなど

※豆電球を抵抗器に代えて実験することも可能である。

[実験の手順]

- ① 直列回路と並列回路の各点の電流の大きさの関係を予想する。
- ② 図のような回路を組み立て、点A～C、及び点D～Gの電流の大きさを、それぞれ電流計をつないで測定する。

[実験の結果]

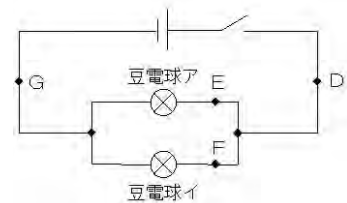
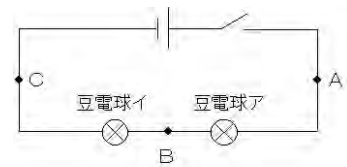
- ・直列回路では、回路を流れる電流の大きさはどこでも同じである。
- ・並列回路では、枝分かれする前の電流（点D）の大きさは、枝分かれした後の電流の和（点E+点F）に等しく、合流した後の電流（点G）にも等しい。

[安全上の注意]

- ・電流計の目盛りを読み取ったら、すぐにスイッチを切るようにする。
- ・ショート回路にならないようにする。

[指導のポイント]

- ・豆電球1個の回路では、電流の大きさが変わらなかったことから、根拠をもって本実験の予想をするように指導する。
- ・電流計が壊れることがあるので、電流計だけを回路につないだり、回路に並列につないだりしてはいけない。
- ・電流計の値を読み取る場合は、最小目盛りの1/10まで読み取る。ただし、電流計自体に誤差が2.5%程度あるので、目盛りの読み方の指導をし、生徒の実態を考慮して柔軟に対応する。
- ・測定値には誤差が生じるので、わずかな違いの場合には同じ値と判断する。



豆電球は、2.5V用と3.8V用  
抵抗器は10Ωと20Ωを使用をする

### (3) 実験後の指導の手だて

本実験の結果から、直列回路では、回路を流れる電流の大きさはどこでも同じであることを捉えるようにする。並列回路では、枝分かれする前の電流の大きさは、枝分かれした後の電流の和に等しく、合流後の電流にも等しいことを捉えるようにする。また、電流を水の流れに置き換えて考えるようにする。さらに、規則性を見いだすことへの価値意識をもたせるとともに、この規則性が今後活用できることを示唆する。

【課題解決の姿】直列回路では、回路のどの部分でも電流の大きさが等しいこと、並列回路では、枝分かれする前の電流の大きさは、枝分かれした後の電流の和に等しく、合流後の電流にも等しいことを見いだしている。

【課題】直列回路と並列回路において、各区間に加わる電圧にはどのような違いがあるのだろうか。

【実験②】直列回路と並列回路に加わる電圧の規則性を調べる実験

### (1) 実験前の指導の手だて

日常生活の中で、乾電池を使って使用する電気製品が数多く存在する。よく使用する乾電池には、1.5Vと書かれているので確認しておく。豆電球1個と乾電池1個、スイッチの回路で、豆電球が点灯するとき、乾電池の両端、スイッチの両端、豆電球の両端、導線の両端の電圧を調べ、電圧がどのように加わっているのかを確認しておく。

本実験では、回路の各区間に加わる電圧の大きさについての規則性を見いだせるようにする。

### (2) 実験について

[主な準備物] 電流計、豆電球2種類、乾電池（電源装置）、導線、スイッチなど

※豆電球を抵抗器に代えて実験することも可能である。

[実験の手順]

- ① 直列回路と並列回路の各区間に加わる電圧の大きさの関係を予想する。
- ② 図のような回路を組み立て、AB間、BC間、AC間、及びEG間、FH間、DI間に加わる電圧の大きさを、それぞれ電圧計をつないで測定する。

[実験の結果]

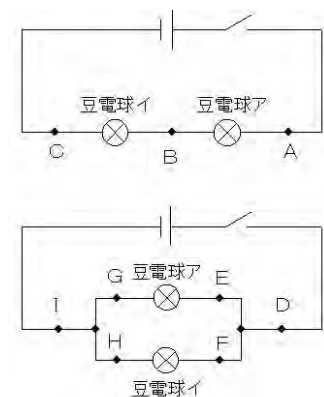
- ・直列回路では、2種類の異なる豆電球に加わる電圧の大きさは異なり、その和は全体に加わる電圧の大きさと等しくなる。
- ・並列回路では、2種類の異なる豆電球に加わる電圧の大きさは等しくなり、全体に加わる電圧の大きさと等しくなる。

[安全上の注意]

- ・電圧計の目盛りを読み取ったら、すぐにスイッチを切るようにする。
- ・ショート回路にならないようにする。

[指導のポイント]

- ・豆電球1個の回路では、乾電池の電圧は主に豆電球に加わることから、根拠をもって本実験の予想をするように指導する。
- ・電圧計を回路に直列につなぐと、回路に電流が流れなくなる。
- ・電圧計の値を読み取る場合は、最小目盛りの1/10まで読み取る。ただし、電圧計自体に誤差が2.5%程度あるので、目盛りの読み方の指導をし、生徒の実態を考慮して柔軟に対応する。
- ・測定値には誤差が生じるので、わずかな違いの場合には同じ値と判断する。



豆電球は、2.5V用と3.8V用  
抵抗器は10Ωと20Ωを使用する

### (3) 実験後の指導の手だて

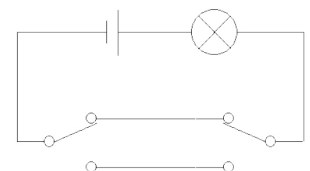
本実験の結果から、直列回路では、各区間に加わる電圧の大きさの和は、回路全体に加わる電圧の大きさに等しいことを捉えるようにする。並列回路では、各区間に加わる電圧の大きさと、全体に加わる電圧の大きさが等しいことを捉えるようにする。また、電圧を水の落差に置き換えて考えるようにする。

また、【実験①】と合わせて、家庭のコンセントにつないだ電気器具は互いに並列につながっていること、テーブルタップ等でタコ足配線にすると、定格電流を超えてしまう可能性があることなど、日常生活の事象に当てはめて説明できるようにする。

【課題解決の姿】直列回路では、各抵抗の両端の電圧の和が回路全体に加わる電圧の大きさに等しいこと、並列回路では、それぞれの抵抗の両端の電圧と回路全体に加わる電圧の大きさが等しいことを見いだしている。

### 2か所でオン・オフできるスイッチ

階段のスイッチは上の階でも下の階でもオン・オフできる。これは、図のような三路スイッチというスイッチを2か所で使っている。



【課題】回路に加わる電圧と流れる電流には、どのような関係があるのだろうか。

【実験③】抵抗器に加わる電圧と流れる電流の関係を調べる実験

### (1) 実験前の指導の手だて

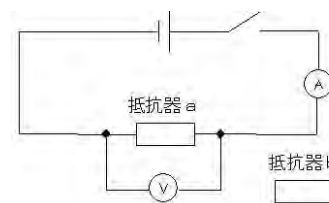
これまでの実験で、電圧が大きいほど流れる電流は大きくなり、豆電球の明るさやモーターの回転の速さは、流れる電流が大きいほど明るくなったり速くなったりすることが分かっている。本実験で電圧と電流の関係を調べるために、「独立変数と従属変数をそれぞれ何にするのか」、「実験データの処理をどうするのか」等を小グループで話し合いなどして、実験を計画する。そして、実際に実験を行い、結果をグラフ化して電圧と電流の規則性について見いだせるようにする。また、電源装置の使い方を確認しておく。

### (2) 実験について

[主な準備物] 抵抗器または電熱線（10Ωと20Ωなど2種類）、電流計、電圧計、電源装置、導線、スイッチなど

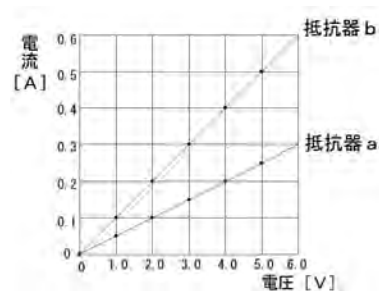
[実験の手順]

- ① 電圧と電流の間にある規則性を予想する。
- ② 抵抗器の両端に加わる電圧と流れる電流を同時に測定できる回路を作る。
- ③ 抵抗器に加える電圧を1.0Vになるように調節し、そのときの電流の大きさを測定する。
- ④ 抵抗器に加える電圧を、2.0V、3.0V、4.0V、5.0Vと変化させ、それぞれの電流の大きさを測定する。
- ⑤ 別の抵抗器に変えて、同じように調べる。
- ⑥ 抵抗器に加えた電圧の大きさを横軸に、抵抗器に流れた電流の大きさを縦軸にとって、結果を一つのグラフに表す。



[実験の結果]

- ・抵抗器の種類が違ると、グラフの傾きが違う。
- ・抵抗器の種類が違って、グラフは右上がりの直線になることから、抵抗器に流れる電流の大きさは、抵抗器の両端に加わる電圧の大きさに比例する。



結果例  
※抵抗器 a …20Ω  
抵抗器 b …10Ω

[安全上の注意]

- ・抵抗器（電熱線）が熱くなるので、火傷に注意する。
- ・電流計の目盛りを読み取ったら、すぐにスイッチを切るようにする。
- ・ショート回路にならないようにする。

[指導のポイント]

- ・電流計が壊れることがあるので、電流計だけを回路につないだり、回路に並列につないだりしてはいけない。
- ・電圧計を回路に直列につなぐと、回路に電流が流れなくなる。
- ・電流計の値を読み取る場合は、最小目盛りの1/10まで読み取る。
- ・電流と電圧の関係を捉えられるようなグラフを作成し、そこから規則性を読み取る。

### (3) 実験後の指導の手だて

本実験の結果から、抵抗器の種類が違ると、電流の流れにくさが違うことを捉えるようにする。また、この電流の流れにくさである電気抵抗（抵抗）と電圧、電流との関係であるオームの法則について理解できるように支援する。

小グループごと、既知の2個の抵抗を直列や並列につないだ場合の合成抵抗について求める実験を行うことも可能である。そしてどのような規則性が成り立つのかを小グループで話し合い、それぞれの規則性を考え、発表する活動をすることで、より実感を伴った理解につなげる。

【課題解決の姿】回路の中で抵抗器を流れる電流の大きさは、抵抗器の両端に加わる電圧の大きさに比例することを見いだしている。

【課題】電流による発熱量は、どのような場合に大きくなるのだろうか。

【実験④】電熱線の発熱量が何によって決まるのかを調べる実験

### (1) 実験前の指導の手だて

日常生活の中で、電気の働きにより、物を動かしたり、光を出したり、音を出したり、熱を発生させたりするさまざまな電気器具を使用している。例えば、ドライヤーは電力の大きい製品の方が熱量が大きく、出てくる風も強いことを想起し、髪を早く乾かすためには、どのような製品でどのように使用すればよいのかを小グループで話し合う活動を行ってもよい。「電力の大きさ」と「電流を流す時間」という二つの条件を確かめるための条件制御の方法について事前に確認しておく。そして、本実験を行い、結果をグラフ化して電力と水の上昇温度、電流を流す時間と水の上昇温度の関係について見いだせるようにする。

### (2) 実験について

[主な準備物] ヒーター3種類（電熱線）、ポリエチレンのビーカー（発泡ポリスチレンのカップ）、温度計、ガラス棒、ストップウォッチ、電源装置、電流計、電圧計など

[実験の手順]

- ① 電流による発熱量は、どのような場合に大きくなるのかを予想する。
- ② ポリエチレンのビーカー（発泡ポリスチレンのカップ）を3個用意し、それぞれに室温と同じくらいの水100gを入れる。
- ③ 図1のような装置を組み立て、ヒーター（電熱線）に6.0Vの電圧を加え、電流の大きさを測定する。
- ④ 水を時々かき混ぜながら、1分ごと5～6分間水温を測定する。
- ⑤ 別のヒーター（電熱線）についても同様に測定を行う。
- ⑥ 電流を流した時間を横軸に、水の上昇温度を縦軸にとって、結果を一つのグラフに表す。

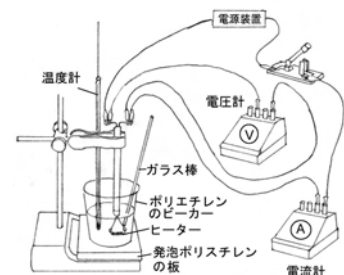
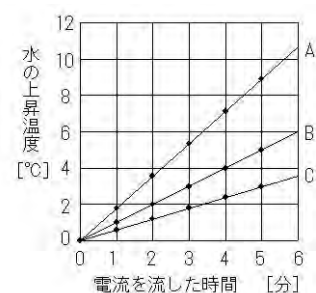


図1



結果例

- ※ヒーターA…6V-18W
- ヒーターB…6V-9W
- ヒーターC…6V-6W

図2

[実験の結果]

- ・発熱量は、電流を流す時間が長いほど大きくなる。
- ・発熱量は、電熱線の電力の値が大きいほど大きくなる。

[安全上の注意]

- ・ビーカー（カップ）や温度計にヒーター（電熱線）が付かないようにする。
- ・ヒーター（電熱線）が熱くなるので、火傷に注意する。

[指導のポイント]

- ・水をかき混ぜすぎないようにする。
- ・ヒーター（電熱線）と温度計が近くになり過ぎないようにする。

### (3) 実験後の指導の手だて

本実験の結果から、電圧が一定の時、電流を流す時間が長いほど水の温度上昇が大きく、発熱量は大きくなり、電熱線の電力の値が大きいほど発熱量が大きくなることを捉えるようにする。

熱量のSI単位はジュール（J）であるが、栄養学や生理学では熱量の単位として主にカロリー（cal）が使用されており、両方とも同じ熱量を表す単位であることを理解できるように支援する。

【課題解決の姿】電圧が一定の時、電力が大きいほど、電流を流す時間が長いほど電流による発熱量は大きくなることを見いだしている。

### カロリー（cal）について

水の温度変化を基準にした熱量の単位であり、1 calは1 gの水の温度を標準大気圧下で1℃上げるのに必要な熱量である。国際蒸気表カロリーでは、1 cal=4.1868Jである（cal<sub>IT</sub>と表記）。計量法では、1999年10月以降「人若しくは動物が摂取する物の熱量又は人若しくは動物が代謝により消費する熱量の計量」に限定して使用でき、1 cal=4.184 Jである（熱化学カロリー。cal<sub>th</sub>と表記）。

【課題】 静電気には、どのような性質があるのだろうか。

【実験⑤】 静電気による力の働きを調べる実験

### (1) 実験前の指導の手だて

髪の毛をプラスチックの下敷きでこすると髪の毛が下敷きに引き付けられたり、冬の乾燥した日に衣服などを脱ぐときにパチパチと音がしたり、金属のドアノブに触れるとき、びりっと感じたりする経験を想起する。静電気と、豆電球を点灯させたりモーターを回転させたりする電流にはどんな関係があるかを考える。

本実験では、身近な物で静電気を発生させて動きを観察し、静電気による力の働きを見いだすようにする。

### (2) 実験について

【主な準備物】 ゼムクリップ、消しゴム、プラスチックのストロー、ティッシュペーパーなど

【実験の手順】

- ① 静電気による力について予想する。
- ② ストローAをティッシュペーパーでよく擦り、消しゴムに刺したゼムクリップに被せる。
- ③ ストローBをティッシュペーパーでよく擦り、ストローAに近付ける。
- ④ ストローBを擦ったティッシュペーパーをストローAに近付ける。

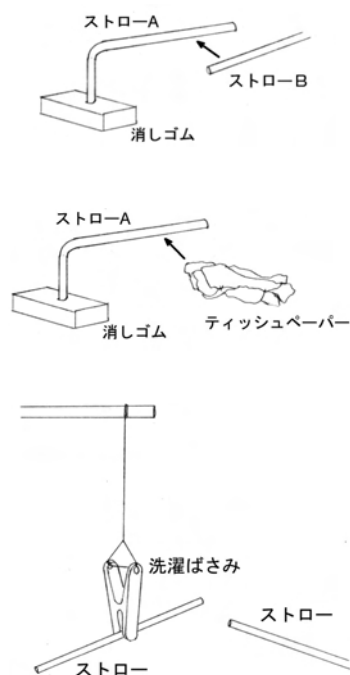
【実験の結果】

- ・ストローBをストローAに近付けると、ストローAは反発するように動く。
- ・ティッシュペーパーをストローAに近付けると、ストローAは引き付けられるように動く。

【指導のポイント】

- ・空気が乾燥している方が、結果が分かりやすい。
- ・摩擦した物同士が触れたり、摩擦した部分を手で掴んだりしないようにする。

【別法】 右図のように、ストローを洗濯ばさみで挟んで吊してもよい。



### (3) 実験後の指導の手だて

本実験の結果から、同じ種類の電気同士は反発し合い、異なる種類の電気同士は引き合うこと。また、電気の間働く力は、離れていても働くことを捉えるようにする。グループでの学び合いを通して、多様な意見を導出しながら、性質を類推できるように工夫する。

静電気と電流の関係を確認するために、小型の蛍光灯やネオン管を点灯させる実験を行う。この実験を通して、静電気にも電流のような働きがあることを見いだすようにするとともに、放電、真空放電の観察を通して電流の正体が電子の移動であることを理解できるように支援する。

【課題解決の姿】 2種類の物質を摩擦して物体が静電気を帯びるとき、一方の物体は+の電気、他方の物体は-の電気を帯びること、同じ種類の電気の間にはしりぞけ合う力が働き、異なる種類の電気の間には引き合う力が働くこと、その力は離れていても働くことを見いだしている。

### 雷の放電

先端が尖った金属棒を用いた場合、1 cmの空間に4000 V程度の電圧を加えると放電が起こる。雷は、強い上昇気流によって+に帯電した小さい氷の結晶が雲の上部に運ばれ、下部に-に帯電した大きい結晶が集まり、地面との間で放電が起こる。この時、1億V～10億Vの電圧が生じていると言われている。



【課題】コイルの回りの磁界の様子は、どのようになっているのだろうか。

【実験⑥】コイルを流れる電流が作る磁界を調べる実験

### (1) 実験前の指導の手だて

小学校第5学年では鉄心を入れたコイルに電流を流すと電磁石になることを学習している。まず、日常生活の中では、様々な場面で磁石を利用していることを想起する。そして、磁界の様子を鉄粉を使うことで観察でき、磁界の様子を磁力線で表せることを確認する。

本実験では、コイルにどのような磁界ができるかを見いだせるようにする。

### (2) 実験について

[主な準備物] エナメル線、鉄粉、磁針、電源装置、電流計、電熱線（抵抗器）、スイッチ、導線など

[実験の手順]

- ① コイルに電流を流すと、磁界はどうかを予想する。
- ② エナメル線を巻いてコイルを作り、図1のような回路を作る。
- ③ 厚紙の上に鉄粉を一様にまき、コイルに3 Aくらいの電流を流し、厚紙を軽く叩いて磁界の様子を観察する。
- ④ 図2のように、コイルの回りに磁針を置き、コイルに1 Aくらいの電流を流して磁界の向きを調べる。電流の向きを反対にして、磁界の向きを調べる。
- ⑤ 導線から磁針を遠ざけたときや電流を強くしたときの磁針の動きを調べる。

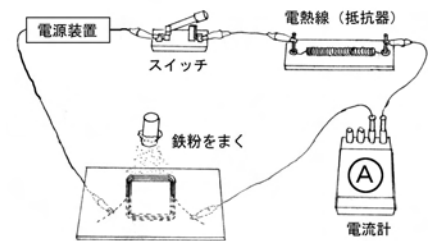


図1

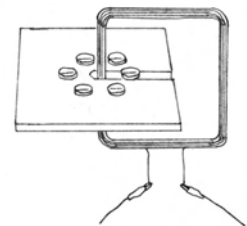


図2

[実験の結果]

- ・導線を中心とした同心円状に磁界ができる。電流の向きを反対にすると磁界の向きも反対になる。
- ・磁界の強さは、導線に近いほど強い。また、電流が大きいほど強い。

[安全上の注意]

- ・大きな電流が流れて電流計が壊れないように、回路に電熱線（抵抗器）を入れる。
- ・コイルや電熱線（抵抗器）が発熱するので、結果が確認できたらスイッチを切る。

[指導のポイント]

- ・磁針は小さなものを用いるようにする。
- ・コイルを引きのばした物なら、コイルの回りの磁界の様子が分かりやすい。

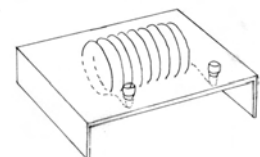
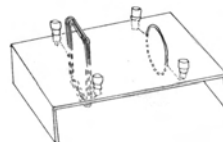


図3

【別法】 図3のような装置を利用すると、準備が省けて簡単に実験を行うことができる。

### (3) 実験後の指導の手だて

本実験の結果から、導線に流れる電流の回りに磁界ができることを捉えるようにする。また、コイルは、1本の導線に流れる電流によってできる磁界を束ねることで強めていることを理解できるように支援する。

【課題解決の姿】 コイルに電流が流れると、コイルの内側と外側で逆向きの磁界ができ、磁界の向きは電流の向きによって決まることを見いだしている。

#### 札幌市青少年科学館の展示物「電流のつくる磁界」

電流を流したときに、回りの磁界がどのように変化するかを見ることができる。また、この展示物の近くには、オームの法則について説明した展示物がある。



【課題】磁界の中に入れたコイルに電流を流すと、コイルはどうなるのだろうか。

【実験⑦】磁界の中でコイルに電流を流したときのコイルの様子を調べる実験

### (1) 実験前の指導の手だて

身の回りにはモーターを使ったものがたくさんある。模型用のモーターを分解すると磁石とコイルが使われており、コイルに電流を流すと磁界ができることから、磁界の重なりによってどのような力が働くかを考える。

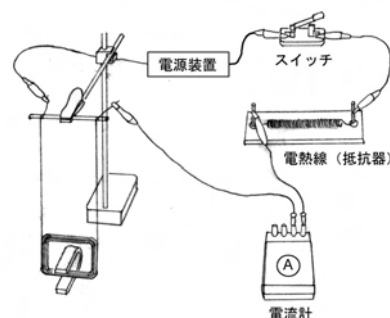
本実験では、電気ブランコを用いて、コイルが受ける力の大きさや向きが何に関係しているかを見いだせるようにする。

### (2) 実験について

[主な準備物] コイル、U字形磁石、電熱線（抵抗器）、電源装置、電流計、スイッチ、スタンド、割り箸など

[実験の手順]

- ① 磁界の中に入れたコイルに電流を流すと、コイルはどうなるのかを予想する。
- ② 図のような装置を組み立て、コイルに電流を流す。
- ③ 電流の向きや磁石の磁界の向きを反対にして、コイルの動き方を調べる。
- ④ 電流の大きさや磁石の強さを変えて、コイルの動き方を調べる。



[実験の結果]

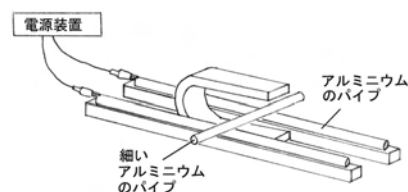
- ・磁界の中に入れたコイルに電流を流すと、コイルは力を受けて動く。
- ・電流の向きや磁石の磁界の向きを反対にすると、コイルが受ける力の向きが反対になる。
- ・電流の大きさや磁石の強さを強くすると、コイルが受ける力の大きさが大きくなる。

[安全上の注意]

- ・大きな電流が流れて電流計が壊れないように、回路に電熱線（抵抗器）を入れる。
- ・コイルや電熱線（抵抗器）が発熱するので、結果が確認できたらスイッチを切る。

[指導のポイント]

- ・コイルに電流を流すと磁界ができて磁石と同じ働きをすることから、そのコイルに磁石を近づけるとどうなるかを根拠をもって本実験の予想をするように促す。
- ・電流を大きくしないようにする。磁力の強い磁石を使うと動きが確認しやすい。



別法 図のような、アルミニウムのパイプを用いて実験することができる。

### (3) 実験後の指導の手だて

本実験の結果から、コイルが受ける力は、電流の向きと磁界の向きに関係することを捉えるようにする。また、モーターはこの力を利用して回転しており、ブラシと整流子を使って電流の流れる向きを変えて連続して回転できるようにしていることを理解できるようにするとともに、簡単なモーターやスピーカーなどの製作を通して、電流と磁界について理解を深めるように支援する。

小学校第6学年で使用した手回し発電機を想起するとともに、実物を見て、中にモーターが入っていることを確認する。モーターと発電機の間関係を考えることで【実験⑧】につなげるよう支援する。

【課題解決の姿】磁界の中に入れたコイルに電流を流すと、コイルは力を受けること、電流の向きや磁界の向きを変えるとコイルや導線が受ける力の向きが変わることを見いだしている。

【課題】 コイルと磁石で電流を作り出し、その大きさや向きを変化させるにはどのようにすればよいのだろうか。

【実験⑧】 コイルと磁石による電流の発生を調べる実験

### (1) 実験前の指導の手だて

小学校第6学年では、手回し発電機などの実験を通して、電気は作り出したり蓄えたりすることができることについて学習している。乾電池を必要としない懐中電灯を振って点灯させたり、手回し発電機の中にはモーターが入っており、手回し発電機を二つつないで、一方を回してもう一方の手回し発電機がどうなるかを調べ、発電とコイルや磁石との関連を考えられるようにする。

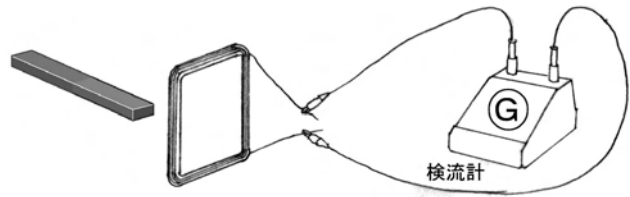
本実験では、コイルと磁石の相互運動で誘導電流が得られることを見いだせるようにする。

### (2) 実験について

[主な準備物] コイル、検流計、棒磁石、導線など

[実験の手順]

- ① コイルと棒磁石を用いて電流を作り出すとき、その大きさや向きを変化させるにはどのようにするとよいかを予想する。
- ② 図のような回路を作り、次の操作をする。
  - ・コイルに棒磁石を入れる。
  - ・コイルの中で棒磁石を入れたままにする。
  - ・コイルから棒磁石を取り出す。
- ③ 棒磁石を動かす速さを変えて②の操作を行う。
- ④ 棒磁石の極を変えて②の操作を行う。
- ⑤ コイルの巻数を変えて、②～④の操作を行う。
- ⑥ 棒磁石の磁力を変えて、②～④の操作を行う。



[実験の結果]

- ・コイルに磁石を出し入れする（コイルを磁石を近付けたり遠ざけたりする）と電流が流れる。
- ・棒磁石の動かす速さを速くすると流れる電流は大きくなる。
- ・コイルに棒磁石を入れるときと出すときとは、電流の向きが逆になる。
- ・コイルに出し入れする棒磁石の極を変えると、電流の向きが逆になる。
- ・コイルの巻数が多いほど、磁石の磁力が強いほど、電流が大きくなる。

[安全上の注意]

- ・検流計に磁石を近付けないようにする。また、検流計を保管するときは、両方の端子を導線でつないでおく。

[指導のポイント]

- ・この実験は定性的な実験であるので、棒磁石を動かしたときの検流計の針の振れ方の比較ができればよい。

### (3) 実験後の指導の手だて

本実験の結果から、電磁誘導を利用して誘導電流を発生させることができることを捉えるようにする。発電機の仕組みは、モーターと同じ仕組みであることを、手回し発電機等を実際に動かし、相互に関連付けて理解できるように支援する。

日常生活でコンセントから取り出している電流は、発電所の発電機によって作り出されており、発電所の発電機も磁石の回転によって誘導電流を発生させている。オシロスコープや発光ダイオードなどを用いて直流と交流の違いを理解できるように支援する。

【課題解決の姿】 磁石によってコイル内部の磁界を変化させると電流を作り出せることを見いだしている。また、磁石またはコイルの動かす向きや磁極を変えると電流の向きが変わること、磁石またはコイルを速く動かしたり、磁力を強くしたり、コイルの巻き数を多くすると誘導電流が大きくなることを見いだしている。