

理科の指導計画例

指導計画例① 4年「電気のはたらき」

「風力自動車を走らせよう」(副読本P20)

▶ 単元の目標

豆電球の明るさやモーターの回り方などの変化と、電気や光の変化の要因とを関係付けながら調べ、見いだした問題を興味・関心を持って追究する活動を通して、電気や光のはたらきについての見方や考え方をつくる。

▶ 単元の展開にあたって

わたしたちの生活は、様々な電気製品などの利用で便利で豊かになっている。スイッチを入れれば、簡単に快適な生活をおくことができるなど、電気は、人々の生活に欠かすことができない存在となっている。

本単元「電気のはたらき」では、豆電球の明るさの違いやモーターの回り方から、乾電池のつなぎ方と電流・電圧の違いを関係づけて考えること、乾電池や光電池の特性を比較してとらえることを意図して設定した。

さらに、乾電池や光電池の特性を実感できるような指導の工夫として、ものづくりに重点をおいた指導計画を作成した。

▶ 単元の展開 全5時間

ねらい(時数)	主な学習活動と内容	<input type="checkbox"/> 留意点 < >評価 副読本の章(ページ)
■第1次 乾電池や光電池を 知ろう (3)	<p>①乾電池を使って、豆電球を点灯させる。乾電池のつなぎ方による豆電球の明るさの違いに気づく。 •直列つなぎだと明るい。 •並列つなぎにしたら、1個の時と変わらない。</p> <p>②乾電池を使って、モーターを回す。乾電池のつなぎ方によるモーターの回転の違いに気づく。 •モーターも、豆電球の時と同じように直列につなぐとよく回る。</p> <p>③光電池を使って、モーターを回す。 •光電池に光を集めると、よく回る。 •つなぎ方を変えたら、モーターの回り方が変わった。</p>	<p><input type="checkbox"/>乾電池のつなぎ方を工夫して、豆電球の点灯の様子やモーターの回転の違いに気づくよう活動が行われるようにする。</p> <p><直列・並列つなぎによる違いがつかめたか></p> <p><input type="checkbox"/>太陽光を連続して利用できる時間帯を設定する。 <光電池にモーターをつないだとき起こる現象の変化と、その要因との関わりについて考え、表現することができるか></p>
■第2次 風力自動車を作ろう 自動車を改造しよう (2)	<p>①モーターでプロペラを回して風力で動く自動車を作る。</p> <p>(1)乾電池と光電池のどちらを使うか、決める (乾電池の場合は1本にするか2本にするか)。</p> <p>(2)どんな自動車にするか考えて、簡単な設計図を書く。 •車体を何で作るか考えて、材料を用意する。 •車体のデザインを考える。</p> <p>(3)車体を作る。</p> <p>(4)タイヤを作る。</p> <p>②できた自動車を動かす。 •スピードレースやデザインコンテストをして遊ぶ。</p> <p>③友達の作った自動車のよい点を参考に、改造する。 •スピードの出る自動車にする。 •でこぼこ道でも走る自動車にする。 •ぐるぐる回るように走らせる。 •車体に飾りをつけるなどして、デザインを工夫する。</p>	<p>風力自動車を走らせよう(P20)</p> <p><input type="checkbox"/>風力自動車の基本的な構造を説明した上で、自由な発想で材料を選んで製作させる。</p> <p><input type="checkbox"/>どのような走り方をする車をつくるのか。 •速く走る車、坂道を上る車、など</p> <p><input type="checkbox"/>モーターと電池を乗せてもつぶれない強度がある車体になっているか。</p> <p><モーターと電池のつなぎ方を理解し、速く走らせるなどの工夫に活かすことができているか></p> <hr/> <p>※自動車の製作には図工の時間をあててもよい。 <車体の造形やタイヤの形に創意工夫が活かされているか></p>

風力自動車の作り方と指導上のポイント

▶ 狹い

電池とモーターでプロペラを回して、風の力で走る自動車のおもちゃを作ります。タイヤの大きさや厚み、車体の大きさや重さを変えることで、走る速さが変わります。

▶ 指導上の留意点

副読本20ページの作り方は一例です。リユース工作の観点から、簡単に手に入れることができる食品トレイを使用していますが、市販の材料を使ってもよいでしょう。材料に何を使うかや、車体の構造や造形、タイヤの大きさや形をどうするなど、児童の自由な発想を引き出す指導を心がけるとよいでしょう。

なお、車体の造形を工夫することに重点を置く場合は、図工の授業で製作し、走らせ方の工夫の発表を理科で取り上げてもよいでしょう。

▶ 用意する材料・道具

- 車体の材料 :段ボール板、工作用のウレタン板、発泡スチロール板、牛乳パックや菓子箱など
- タイヤの材料 :段ボール板、工作用のウレタン板、発泡スチロール板、工作用紙などの厚紙など
※車体とタイヤは同じ材料を使っても、違う材料を組み合わせてもよい。
- 車軸の材料 :竹ひご、竹串、金属棒など
- 電池・モーター :単三形1本または2本と一般用工作モーター、または光電池と光電池工作用モーターの組み合わせ
(光電池使用時には、光電池の性能によって使用できるモーターが異なります。性能によっては一般工作用モーターでも使用できます)
- 電池ボックス :単三形1本または2本用(スイッチ付きのもの) ※電池使用時のみ
- 道具など :はさみ(使用する材料によってはカッターナイフも使います)、両面テープ、接着剤

▶ 工作のポイント

速く走らせるためには、できるだけ車体を軽くし、タイヤを薄くすることで摩擦抵抗を小さくします。一方、車体には、モーターと電池の重さに耐えられる強度が必要です。またタイヤは車体を支えられるだけの強度が必要です。これらのバランスを考えながら、いかに速く走る自動車を作ることができるかがポイントになります。

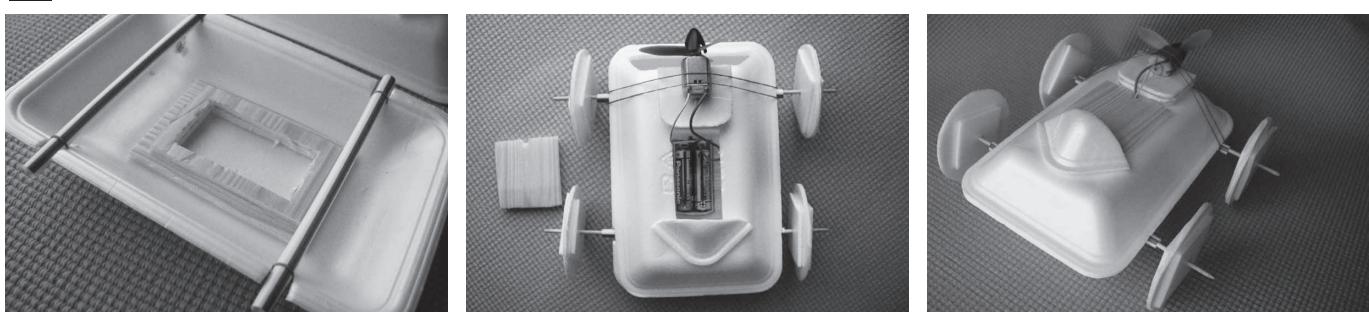
- 車軸を車体に平行に取りつける(斜めになっているとまっすぐに走らない)。
- タイヤを車軸に垂直になるようにしっかりととめる。→斜めになっているとがたがたした走りになる。
- モーターや電池ボックスをうまくとめられないときは両面テープで止める。
- プロペラが床面につかないように、車体の高さやモーターを取りつける高さを調節する。

▶ 工夫するポイント

- ①タイヤの大きさや厚さ、形を変えてみる。
 - 大きなタイヤと小さなタイヤでは、走り方はどうなるだろう。
 - 前と後ろのタイヤの大きさを変えたら、走り方はどうなるだろう。
 - タイヤの厚さを変えたら、走り方はどうなるだろう。
 - タイヤの形を四角や円形にしたら、走り方はどうなるだろう。
 - ぐるぐる回るように走らせるには、タイヤや車軸をどのように取りつければいいだろう。
- ②車体をかっこよくするために飾りをつける。(スピードは遅くなります)

ヒント 坂道を上させるには、タイヤを厚くして摩擦抵抗を大きくします。でこぼこ道を走らせるには、タイヤを厚く大きくし、回りにギザギザをつけます。

▶ 参考写真 : 食品トレイを2枚使って、電池ボックスを中心に入れた作品例



※本課題のワークシートは、ホームページ(URL <http://www.kdb.or.jp>)で紹介しています。

理科の指導計画例

指導計画例② 6年「電気の利用」

「手回し発電機で電球をつけよう」(副読本P21)

▶ 単元の目標

手回し発電機を用いて、発電のしくみ(電磁誘導)や、電気は光や、熱、動力などに変える(エネルギー変換)ことができたり、蓄えたりすることができるなどを知る。

▶ 単元の展開にあたって

わたしたちの身の回りで電気がどのように利用されているのかを興味・関心を持って調べ、わたしたちの生活が、電気を光や音、熱、動力などに変換することによって支えられていることに気づくとともに、電気をつくる大変さを実感し、電気を大切に使うこと(節電や省エネルギー)の理解に結びつけることができるよう、新しい教材である手回し発電機とコンデンサーを用いた実験を中心に構成した。

▶ 単元の展開 全6時間

ねらい(時数)	主な学習活動と内容	□留意点 < >評価 副読本の章(ページ)
■第1次 手回し発電機のしくみを知ろう (0.5) いろいろなものを動かしてみよう(発電と変換) (0.5) コンデンサーに電気をためてみよう(蓄電) (1)	①手回し発電機のしくみを知る。 ②手回し発電機の使い方を知る。(P12実験(1)) ●手回し発電機の中にはモーターが入っていること、ハンドルを回して電気をつくること。 ③手回し発電機に豆電球やLEDなどをつなぎ、ハンドルを回して作動させて、電気が光や音、動力などに変わることに気づく。 ●豆電球、LED <光> ●ICメロディー、DCブザー <音> ●プロペラ付モーター <動力> ④手回し発電機を複数台直列につなぎ、みんなで力を合わせて家庭用白熱電球をつけたり、電気製品を動かすことに挑戦する。(P12実験(3)(4)) ●ハンドルを手で回して電気をつくる(人力発電)ことの大変さを実感する。 ⑤手回し発電機を使ってコンデンサーに電気をため、豆電球やLEDを光らせる。(P13実験(5)) ●手回し発電機のハンドルを回転数を変えて蓄電し、回転数(蓄電量)によって豆電球やLEDの光る時間の変化を比べる。 ●手回し発電機のハンドルを同じ回数だけ回して蓄電したコンデンサーに豆電球とLEDをつなぎ、豆電球とLEDの光る時間の長さを比べる。	5.電気をつくるしくみ(P9、10) 手回し発電機で電球をつけよう(P21) □モーターを回して電気をつくり出すこと、ハンドルの回転数を上げるほど大きな電気がつくられることを理解させる。 □発電機に接続する機器(豆電球やLED)を並列つなぎで増やしていくと、ハンドルを回す手応え(負荷)が大きくなることを実感させる。 □1台の発電機で動かせないものを作動させるにはどうすればよいか考えさせる。 □発電所ではハンドルを回す代わりにどのようにして発電しているかを考え、発電方式の違いに気づかせる。 <電気は、つくり出したりためたりできることや、光や音を出すはたらきがあることに興味・関心を持ち、進んで調べようとしているか> □コンデンサーの蓄電量はわずかであり、家庭用の電気を大量にためる技術は確立されていない点を押さえておく。 <電気は、つくり出したりためたりできることや、光や音を出すはたらきがあることを理解し、手回し発電機やコンデンサーを正しく使うことができたか>
■第2次 電気と発熱 (1)	①電熱線の発熱を利用した電気機器にどんなものがあるか考え、発表する。 ②電熱線の太さと発熱について実験で確かめる。	<電気は熱を出すはたらきがあり、電熱線の発熱はその太さに関係していることを理解しているか>
作ってみよう (1)*	コンデンサーにためた電気で動作する工作物(電気自動車、電子オルゴールなど)、または電熱線を使った工作物(発泡スチロールカッターなど)を作る。	
■第3次 電気の利用 まとめ (1) (1)	①身の回りで電気がどのように使われているか調べ、みんなで話し合う。 ●もし電気が使えなくなったらどうなるだろう。 ②電気にはどのような性質やはたらきがあり、わたしたちの生活にどのように役立っているか、またどのように使っていくべきか、みんなで話し合い、まとめる。	1.わたしたちのくらしと電気(P1、2) 2.電気のいろいろなはたらき(P3、4) <身の回りには電気の性質やはたらきを利用した道具があり、それらがどのように電気を利用しているかを理解しているか>

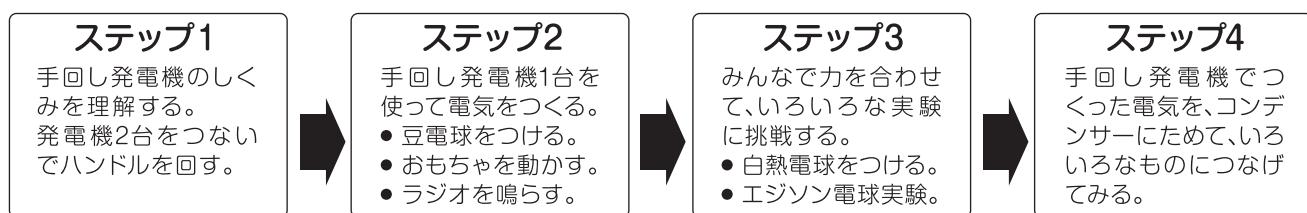
*取り上げる工作物によって、第1次または第2次の最後に組み入れる。

手回し発電機実験のポイント

▶ 手回し発電機の種類としくみ

実験用の手回し発電機には、高出力タイプ(最大出力電圧:約3ボルト)と高出力タイプ(最大出力電圧:約12ボルト)の2種類があります。どちらのタイプも、中にモーターと大小のギアが組み合わさっています。モーターに電池をつなぐとモーターが回りますが、逆にモーターを回すと電気が起きて発電機になります。ハンドルを速く回してモーターの回転速度を速くするほど発電できる電気も大きくなります。ハンドルを回す力(負荷)も大きくなります。手回し発電機では、ハンドルの回転をギアによって增幅してモーターを回すことで、ハンドルを回した力以上に効率よく発電できるようになっています。高出力タイプは、少々高速で回転させてもLEDなどを壊さないので、小学生にも使いやすいですが、高出力タイプに比べて発電時の手応えの違いがわかりにくい、コンデンサーに電気がたまりにくい、という欠点があります。

▶ 手回し発電機実験の流れ



■導入実験:簡単なモーター発電

- ①ソーラーモーターにプロペラをつけて、電池で回す。次にICメロディーを電池で鳴らす。
- ②電池をはずし、モーターにICメロディーをつなぐ。
- ③モーターにつけたプロペラを指ではじいて時計回りに勢いよく回す。うまくいくと、電池をつないでいないのにICメロディーが鳴る。

※ICメロディーの代わりにブザーやLEDをつないでもよい。



※モーターにつけたプロペラが、手回し発電機ではハンドルに、発電所ではタービンになることを理解させるとよい。

あとで便利な実験用機器

豆電球	1.5V、2.5V、3.5V用などがある。発電時の手応えを比べるには2.5V以上、蓄電には1.5Vが適している。
赤色LED (発光ダイオード)	2~2.5Vで発光するので、発電や蓄電実験に適している。白など他の色は3.5V以上で発光するものが多い。極性がある。
ICメロディー (電子オルゴール)	ちゃんと演奏できるかどうかで発電状態がわかるが、音が小さく聞き取れないことがある。極性がある。
教材用コンデンサー (蓄電器)	耐電圧2.3V、容量が4.7F(ファラッド)と10Fの2種類が教材として販売されている。極性がある。
【参考】 DC1.5Vブザー	ICメロディーより音が大きく、瞬間的な発電結果が判別しやすい。極性がある。 参考機器:久富電機産業 SMB-01

▶ 発電機を使うときの注意事項

- ①児童に手回し発電機を持たせると、はじめは力まかせに必要以上に勢いよくハンドルを回そうとしがちですが、むやみにハンドルを早く回しすぎると、発電機のギアが欠けてしまうことがあります。また接続する機器によっては、耐電圧オーバーになり機器を破損させてしまいます。実験にあたっては、あらかじめ接続機器の耐電圧に応じた回転速度を把握しておき、児童に適切に指導することが必要です。
- ②手回し発電機には極性があります。発電機本体についている矢印の方向(右回転)にハンドルを回したときに、赤い線がプラスに、黒い線がマイナスになります。(左利き用に極性を切替えられる機種もあります。)
*線の色は発電機の種類によって異なる場合がありますので、必ず発電機の説明を確認してください。
- ③発電機を実験用の装置や機器に接続するときは、極性を確認してください。機器の種類(ICメロディーや発光ダイオードなど)によっては、プラスとマイナスをつなぎ間違えると、動作しなかったり破損したりする場合があります。モーターの場合は逆に回転してしまいます。(P12 実験(2)(3))

▶ 複数の発電機をつなげて実験するときのポイント(P12 実験(3)、P13 実験(4))

- ①直列につなげて実験するときには、必ずプラスのコードとマイナスのコードを交互に組み合わせてつないでください。
- ②全員が同じ方向にハンドルを回すことが重要です。誰か1人でも回す方向を間違えると、発電されません。最初に、全員で発電機と同じ方向に向けて手に持ち、回す方向を確認してください。(左利きの場合は逆回しになります)
- ③1台で使用するときよりもハンドルを回すのに力が必要になり、全員がそろってうまく回せないことがあります。これは、1台のハンドルを回すと、発電された電気が他の発電機のモーター(ハンドル)を反対方向に回そうとする力が働くためです。最初はゆっくりハンドルを回し、全員同じ方向に回していることを確認してから、いっせいにスピードアップして回すとよいでしょう。

理科実験の解説と指導上の留意点

① 手回し発電機で電球をつけよう(副読本P21) 6年「電気の利用」

► 実験(1) 発電機とモーターは同じ(基本となる実験)

発電機2台を直列につないで、一方の手回し発電機(A)のハンドルだけを回すと、もう一方の発電機(B)のハンドルが反対の向きに回り出します。これは発電機(A)で発電された電気が発電機(B)に流れ、発電機(B)のモーターを回すからです。

※発電機とモーターでは、電流の流れる方向が逆になります。

■実験の進め方

- ① 発電機1台だけで、何もつながずにハンドルを回す。
- ② 発電機を2台つないで1台だけのハンドルを回し、ハンドルを回すときの手応えを①のときと比べる。
- ③ 発電機(A)のハンドルを回した向きと、発電機(B)のハンドルが回る向きを比べる。
- ④ 反対に発電機(B)のハンドルだけを回すと、発電機(A)のハンドルが回ることを確かめる。

<さらに実験するには>

発電機とモーターが同じしくみであることを確かめたら、豆電球やICメロディー、プロペラをつけたモーターなどをつないで、発電してみましょう。

- ① 発電機につなぐものによって、ハンドルを回すときの力の違いに気づかせる。
- ② 発電機につなぐ豆電球やLEDの数を増やしていくと、ハンドルを回すときの手応えがどのように変化するか気づかせる。
- ③ ハンドルの回転を速くしたときの、豆電球の明るさやICメロディーの音の大きさの違いに気づかせる。
- ④ 1台の発電機で動かないものを動かすには、どうすればよいか考えさせる。

► 実験(2) おもちゃを動かしてみよう

単三形乾電池1~2本で動くおもちゃを動かしたり、ラジオを鳴らしたりします。ハンドルの回転数を変えると発電力の大きさが変わり、動き方や音の鳴り方が変わる様子を確かめます。

■実験の進め方

- ① 動かしたいおもちゃやラジオなどの電池ボックスのカバーをはずして、電池を取り出す。
 - ② 電池ボックスの電極金具を、プラスとマイナスを間違えないように、発電機のコードのクリップではさむ。電池を2本以上使うおもちゃの場合は、電池の並べ方を確かめて、おもちゃの内部のコードがつながっている電極金具をクリップではさむ。
- *注意:おもちゃや機器の種類によっては、接続する電極を間違えると、破損する恐れがあります。
- ③ ハンドルを回して発電し、動かす。

ヒント モーターで前後に動くだけのおもちゃの場合には、ハンドルを回す方向を変えて動かしてみましょう。

注 意 ・おもちゃや機器の種類によっては、接続する電極を間違えると、破損する恐れがあります。
・おもちゃや機器の種類によっては、ハンドルを速く回しすぎると、中の回路(モーターやICチップ)が破損し、動かなくなったり音が出なくなることがあります。

► 実験(3) 力を合わせて電球をつけよう

グループに分かれて、複数の発電機を直列につないで発電し、電球を光らせます。グループ全員がうまく力を合わせて発電しないと、電球は点灯しません。「電気をつくる」ことがいかに大変か、自らの力で体感することで、電気を大切に使うことへの理解に結びつけます。

■実験の進め方

- ① 電球を点灯させるには何人の力が必要か、グループごとに予想させる。
- ② 発電機を直列につなぎ、コードの両端のクリップを電気スタンドのプラグにつなぐ。
- ③ 回す方向を確かめて、全員でいっせいにハンドルを回して発電する。
- ④ つないだ発電機の数や、ハンドルを回す速度によって、電球の光り方の変化を観察する。

ヒント 発電機5台で点灯しますが、さらに明るく光らせるには、発電機の台数を増やすか、ハンドルの回転速度を速くします。

■実験の注意事項

- ① 実験には必ず白熱電球を使用してください。蛍光灯では点灯しません。
- ② 発電機の台数は足りているのに、うまく点灯しないときは「P11.複数の発電機をつなげて実験するときのポイント」を確認してみてください。

▶ 実験(4) エジソンの電球をつけよう

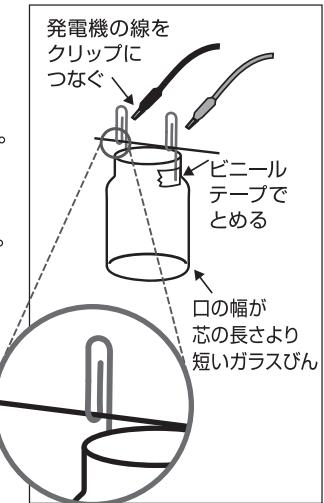
エジソンが発明した白熱電球を簡易的に再現して、電球が光るしくみを理解する実験です。実験(2)と同様にグループに分かれて行います。

■ 実験装置の作り方

- ①広口のガラスびんの口の両端に、金属製のゼムクリップを2個取り付ける。
- *被覆されたクリップやプラスチック製クリップは使用できません。
- ②シャープペンシルの芯(2B)をクリップにはさんでとめる。このとき、芯が折れないように注意する。
- *硬い芯ほど折れやすいので、B以上の柔らかい芯を使用します。

ヒント

ゼムクリップの代わりに、ミノムシクリップや発電機のコードのクリップの先端を上に向けて取り付けても、使用できます。その場合は、クリップに芯をはさみます。



■ 実験の進め方

- ①発電機を直列につなぎ、コードの両端のクリップをゼムクリップにつなぐ。
- ②回す方向を確かめて、全員でいっせいにハンドルを回して発電する。
- ③電気が流れるとき、芯がどのように変化するかを観察する。

重要 実験の注意事項

実験中のシャープペンシルの芯は数百度以上の高温になります。絶対に触らないでください。

■ 電球が明るく光る原理

フィラメントに電気を流すとフィラメントが発熱します。物体は熱を持つと光を出す性質があるので、光り出します。初めは低い温度なので光は見えませんが、数百度の温度になると目に見える赤色の光になります。そして芯が燃えて細くなるにつれてさらに高温になり、明るい白色の光に変わります。

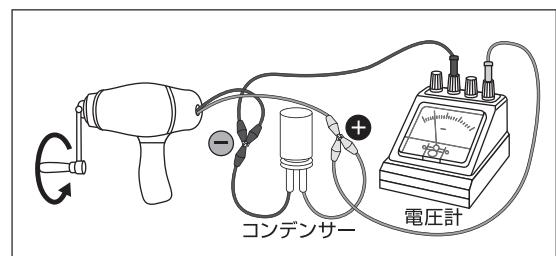
エジソンは今から130年前に白熱電球を発明しました。最も苦労したのは、熱に耐えるフィラメントを探すことでした。そしてたどり着いたのが、京都の竹を蒸し焼きにした炭をフィラメントにし、電球内を真空にすることでした。シャープペンシルの芯は竹を蒸し焼きにした炭と同じ構造になっています。今の白熱電球はフィラメントにタンゲステンという金属を用い、中には不活性ガスを入れてフィラメントの蒸発を防ぐようになっています。

▶ 実験(5) コンデンサーに電気をためよう

新学習指導要領で採用された新しい教材を用いた蓄電実験です。教材用蓄電器(コンデンサー)にはいくつか種類があり、種類によっては実験時の取り扱いに注意が必要です。

■ 蓄電実験のポイント

コンデンサーは種類によってためることができる電気の量(F : ファラッド)と耐電圧(V : ボルト)が決まっています。耐電圧は「この電圧までであれば、長時間電圧を加えても劣化しない」ということを示しており、容量は F 値が大きいほどたくさんの電気をためることができます。教材用として市販されているものは、耐電圧2.3V、容量が4.7Fと10Fの2種類です。耐電圧を大幅に超えたり、容量を超えて蓄電すると破損する場合があります。低出力タイプの手回し発電機でも、ハンドルの回し方によつては耐電圧をオーバーしてしまうことがあります。反対にゆっくり回しそうても電圧が低すぎてうまく蓄電できません。あらかじめ、図のように電圧計をつないで予備実験を行って適切な回転速度を把握しておくか、LEDやメーターが付いたコンデンサーを使うと安心です。



■ 実験の進め方

- ①手回し発電機1台に、プラス極とマイナス極を間違えないようにコンデンサーをつなぎ、ハンドルを10回くらい回して蓄電する。
(ハンドルを持った手をはなして、ハンドルが回れば、コンデンサーに電気がたまっています)
- ②うまく蓄電できたら、手回し発電機をはずして、コンデンサーにICメロディーやブザー、豆電球、LEDなどをつなぐ。
- ③ハンドルの回転数は同じで、回転速度を変えて蓄電した場合の、機器の作動具合の違いを比べる。同様に、同じ速度でハンドルを10回転させて蓄電した場合と、20回転させて蓄電した場合の機器の作動持続時間を比べる。((ハンドルを速く回すほど高い電圧の電気をつくることができ、ハンドルの回転数を増やすほど多くの電気をためることができます。))
- ④同じ速度と回転数で蓄電し、接続する機器を変えた場合の、それぞれの機器の作動持続時間を比べ、機器によって「電気の使われ方」に違いがあることを確かめる。(ワークシート参照)

重要

実験が終わったら、豆電球などをつなぎ、たまつた電気を完全に放電しておいてください。

※本書で取り上げた実験は、㈱ナリカのゼネコンV3(低出力)とミノムシクリップ付きコンデンサー(2.3V、4.7F)で検証しています。

② 参考実験：静電気であそぼう（副読本P19）

学習指導要領には含まれていませんが、静電気は身近な電気であり、児童の興味を引きつけやすいことから、簡単にできる実験を紹介します。電気学習の導入として取り上げると効果的です。

► 静電気の性質を確かめる基礎実験

児童用副読本では棒風船を使用していますが、ここでは確実に静電気を起こすために、水道管を用いています。また、アクリル下敷きなども利用できます。

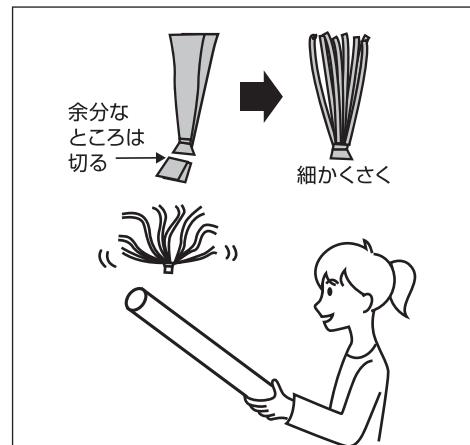
(1) ティッシュダンサー

- ①ティッシュペーパーを細長く切って絵を描き、ティッシュダンサーを作る。
- ②水道管をウールのマフラーでこすって静電気を起こす。
- ③②の水道管を①のティッシュダンサーに近づけると、立ち上がったり、飛びあがったり、ひつついでたりする。
- ティッシュダンサーがうまく動かないときは、ティッシュダンサーに息を吹きかけて軽く湿気を持たせます。



(2) 空飛ぶ電気くらげ

- ①新聞などを束ねる時に使う荷造りひも（PPロープ）を約20cmの長さに切り、ていねいに広げる。
- ②ひもの一方を結び、もう一方を3~5mm幅になるように細かくさく。
- ③机の上に②のひもを広げ、結び目を押させてウールのマフラーで結び目から先端まで何回もこすって静電気を起こす。しっかりと静電気が起きたら、ひもが机にぴったり張り付いた状態になる。
- *電気くらげの失敗の多くは、ひも（電気くらげ）に静電気が起きていないことがあります。
- ④③のくらげの結び目を持って、素速く空中に放り投げ、しっかりと静電気を起こした水道管を下から近づけると、反発して空を飛びます。
- *放り投げるとときにくらげが手にくっついてしまったら、もう一度静電気を起こし直してください。



■ 静電気実験の注意事項

- ①静電気は湿気や汚れが大敵です。ひもに手の汚れや水分が着くと静電気が起りにくくなります。ひもをさくときは手早く指先でさき、なるべく触る面積、触る時間を少なくしてください。くらげを帯電させるときも、必ず乾いたきれいなテーブルの上に置き、乾いたウールのマフラーなどで摩擦してください。
- ②アクリル製の下敷きをウールのマフラーでこするとプラスの静電気が起き、電気くらげを吸いつけてしまうことがあります。その場合は塩ビの下敷きにするか、水道管や棒風船で実験してください。
- ③湿度などの状況により、電気くらげや水道管、棒風船、下敷きが逆に帯電する場合もあります。その時は新たに電気くらげを作り直し、最初からやり直してください。

〈静電気の基本的な原理〉

- 静電気は磁石と同じように、同符号同士の電気（プラスとプラスまたはマイナスとマイナス）は反発し、異符号同士の電気（プラスとマイナス）は引き合う力が発生します。物体は常にプラスとマイナスの電気を持っていますが、通常はプラスとマイナスが同じ量だけあるので互いに打ち消しあっています。ところが物体をこすり合わせると電気の移動が起ります。水道管や棒風船、下敷きなどをウールのマフラーでこすると、水道管などにマフラーのマイナス電気が移動し、水道管などはマイナス電気が多い状態（マイナスに帯電）になります。またウールのマフラーはマイナス電気が少くなりプラスが相対的に多く（プラスに帯電）なります。
- マイナスに帯電した水道管などをティッシュペーパーに近づけると、静電誘導といってティッシュペーパー内のマイナス電気が反発して遠ざかり、ティッシュペーパーの先端にプラスの静電気が集まってきた。すると水道管などのマイナス電気とティッシュペーパーのプラス電気が引き合うので、ティッシュペーパーがひつついでくるのです。
- 電気くらげの場合は、ウールのマフラーでこすったためにマイナスに帯電しており、同じくマイナスに帯電した水道管や棒風船を近づけると、マイナス同士で反発力が働き空中に浮かびます。また電気くらげの足も1本1本がマイナスの電気を持っているので、お互いに反発して放射状に広がります。

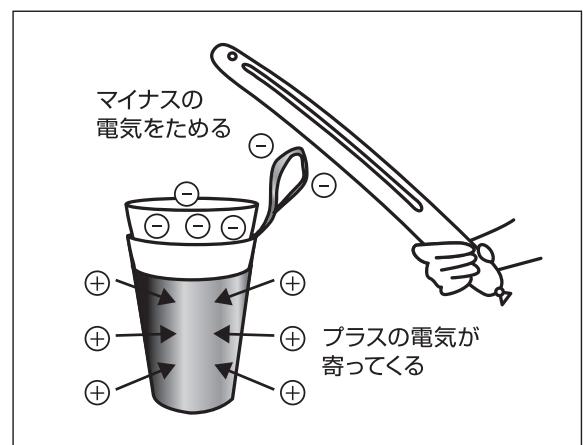
▶ 電気カップをつくろう

■電気カップの基本的な原理

- 電気カップは2枚のアルミホイル(導電体)の間にプラスチック(絶縁体)をはさんだ構造であり、1種の平行コンデンサー(蓄電器)です。ためることのできる静電気の量は、アルミホイルの面積に比例し、アルミホイル同士の距離(プラスチックの厚み)に反比例します。
- 水道管や棒風船、下敷き(以下水道管などと記す)をウールのマフラーで摩擦すると、ほとんどの場合マイナスの静電気が発生します。そして集電板に近づけると、電気を流しやすいアルミホイルの集電板に放電して静電気が水道管などから集電板に移動します。集電板は内側のプラスチックコップに巻いたアルミホイルに触れているので、内側のアルミホイルにマイナスの静電気がたまることになります。
- 内側のアルミホイルにマイナスの静電気がたまると、外側のコップに巻いているアルミホイルに、まわりからプラスの静電気が誘導されて集まってきます。これが「静電誘導」です。
- 静電気をためればためるほど内側にはマイナスの静電気、外側にはプラスの静電気が集まりお互いに引き合いますが、間に電気を流さないプラスチックコップがあるので電気は通り抜けることができずに、どんどんたまっていきます。この状態で、外側のプラス側を持ったまま、指で集電板(マイナス側)を触ると、プラスとマイナスがつながるので、電気が流れビリッ!とします。

■電気カップの作り方の注意事項

- プラスチックコップは絶縁性が重要ですので、必ず新品を使用してください。
- 電気カップを持つときは、外側に巻いたアルミホイルを持ってください。
- *プラスチックコップの縁や、プラスチック部分を触ると、手の汚れや水分などが付着し絶縁性が弱くなり静電気がたまりにくくなります。
- 市販のプラスチックコップ(容量が200CC前後)以外の大きな容器では、絶対に電気カップを作らないでください。容器が大きくなるほどたまる静電気の量(電流量)が多くなり、破裂するなどの事態が発生する場合があります。



(1) 静電気をためよう

電気カップに静電気をためるときのポイント

- 静電気をためるときは、静電気を起こした水道管などを集電板に触れながら、手元から先まで動かして静電気を送り込みます。1回送り込むと水道管などにはほとんど静電気が残っていないので、もう一度静電気を起こして送り込みます。これを数十回繰り返します。集電板に触れなくても、集電板の数cm上方で静電気を起こした水道管などを動かしても静電気をためることができます。最初のうちは触れながら動かした方が確実です。
- *静電気を送り込む時に、電気カップを倒しやすいので、だれかに持てもらうとやりやすくなります。
- 静電気をためすぎると、2つのプラスチックコップ間で「バチッ!」と音がします。これは絶縁破壊といってプラスチックコップを静電気が突き抜けて放電したためです。こうなると外側のプラスチックコップには見えない程度の小さな穴があき、静電気がほとんどたまらなくなります。このような場合は、内側と外側のコップを入れ替えるか、新しいコップをつくり直してください。

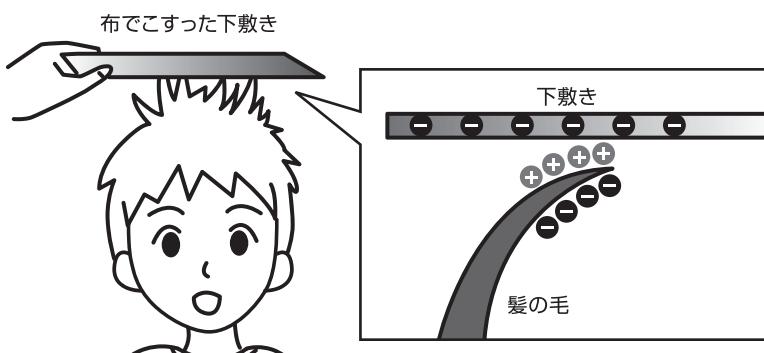
(2) 火花をとばしてみよう

実験の解説

広げたハサミなどの金属の一方の端を外側のコップのアルミホイルに触れたまま、もう一方の端を集電板に近づけていくと、パチッと音がして電気火花が飛びます。これは、たまっていた静電気が一瞬に放電されたため、雷の稲妻と同じ現象です。フランクリンは、凧とライデン瓶を使って雷の静電気を集め、雷が静電気の放電現象であることを証明しました。(副読本17ページ参照)

〈ワンポイントメモ〉

セルロイドの下敷きを布でこすると静電気が生じ、髪の毛やビニール片などを引きつけます。これは、布でこすることで下敷きがマイナスの電気を帯びるため、髪の毛を近づけると、下敷きに近い側に反対の電気(プラスの電気)が偏り、それらの引き合いで髪の毛が下敷きに引きつけられるからです。



③ 風車発電機を作ろう(副読本P22) 6年「電気の利用」

■狙い

モーターを発電機にして、風の力で風車を回して電気をつくり出します。発電のしくみや、電気をつくることの大変さ、自然エネルギーの利用、などについて実験を通じて理解を深めます。

(副読本P9・10「電気をつくるしくみ」、P13「新しいエネルギーを利用した発電」②風力発電)

■用意する材料と道具

- ソーラーモーター × 1個(タミヤ製ソーラーモーター 02型推奨)
※大型DIY店、模型店などで入手できますが、地域によっては取り寄せになります。
- 風車用の紙 × 1枚(画用紙など厚めで腰のあるしっかりした紙) □割りばし × 2膳(大きめのもの)
- ICメロディー(1.5 ~ 3.0V用)、LED(3V用)、モーター(マブチ130型)など □ミノムシクリップコード × 1組
- はさみ、またはカッターナイフ、接着剤、ビニールテープ、ピンまたはつまようじ × 1本

■作り方の注意事項

- ①よく回る風車を作ることが重要です。4枚の羽根が同じ大きさにそろうように、ていねいに折ります。
- ②風車が回転するときにモーターに接触すると効率よく発電できません。モーターと風車の間に十分な隙間をあけて、風車がモーターの軸に対してまっすぐ垂直になるように、接着剤で取りつけます。
- ③このとき、接着剤が軸の付け根(回転部分)についてしまうと、モーターが回らなくなってしまいます。
 - 接着剤をつけるのは風車の表側からだけにし、両面につけないようにします。
 - 風車の穴が大きすぎると、接着剤がきかない場合、モーターの回転部分に垂れてしまう恐れがあるので、小さく切った別の画用紙を穴の上から張り付けて穴をあけ直すか、新しく作りかえてください。
 - モーターと風車の間に、丸く切った厚紙を通してなどの工夫をするのもよいでしょう。
- ④モーターを割りばしに取りつけるときは、ぐらぐらしないように、しっかりとビニールテープを巻きつけます。

■実験の進め方

- ①風の強さや、風を当てる角度などを変えて挑戦してみてください。
- ②発電機1台では、モーターの性能によりますが、息やうちわの風力ではLEDやICメロディーは反応しません。扇風機の風をあてるときICメロディーはわずかに鳴りますが、LEDは発光しません。
- ③つぎに2台の発電機をミノムシクリップで直列(モーターの赤色の線を隣のモーターの黒の線につなげる)につないで実験してみると、ICメロディーはよく鳴り、LEDも発光することがわかります。
- ④同じように3台、4台とつなげていくとどうなるか、グループごとに挑戦してみるとよいでしょう。

■重 要

得られる電力は、発電用モーターの回転数に比例し、風力や風を当てる向き、羽根の大きさなどによって、大きく異なります。強力な送風機を使用すると、1台でもLEDの発光やモーターを回すことができますが、羽根の強度が弱いと羽根が破損することがあります。

■基本的な原理

モーターの軸を回転させると電磁誘導(副読本P18)により発電することができます。ソーラーモーターは消費電力が少ない構造のモーターなので、少ない電力でモーターが回転します。したがって、逆にモーターを回転させると簡単に発電できることになります。モーターの回転を速くするほど、発電量も増えます。

- 発電機を直列に接続すると電圧が増え、並列につなぐと電流が増えます。
- ICメロディー(電子メロディー)は低電圧・小電流で作動し、発電力に応じて音の大きさやテンポが変わるのでとてもわかりやすく、風車発電機1台でも可能なのです。
- LEDは電圧がある一定値を超えてはじめて作動し、最低作動電圧も高めなので、風車発電機1台では難しく、2台以上を直列につなぐ必要があります。

■参考:本実験の例で得ることができる電圧と電流の実測データ

○可能 △微妙 × 不可

	電圧(V)	電流(A)	LED	ICメロディー	豆電球	ソーラーモーター
風車(小)9.5cm角	1.1	0.4	×	△(弱い)	×	風の強さによる
2台直列	2	0.4	○	○	×	風の強さによる
2台並列	1	0.7	×	△(弱い)	×	風の強さによる

注)測定値は発電用モーターに電流電圧計を直接接続したときの数字です。実験用の機器(LEDなど)をつなぐと、各機器の抵抗値により電圧がこれより低くなります。また、風車発電機の場合には、機器をつなぐことで負荷がかかるため、風車の回転も遅くなります。(教師用11~13ページ「手回し発電機実験」参照)