

指導資料



鹿児島県総合教育センター

理科 第258号

- 中学校，高等学校，盲・聾・養護学校対象 -
平成18年10月発行

電気に関する簡単な実験や教具の工夫

- 静電気実験を直流回路と関連付ける工夫と留意点 -

中学校における静電気の学習は，小学校で学んだ電流と関係があることに気付かせることが大切である。しかし，教科書での取扱いは，帯電体への接触により蛍光灯を点灯させる等，正極や負極に触れられずに行われる実験例が多いため，静電気による放電を電流と認識させることが難しい。三門^{みかど}*の棒起電器は，正極を赤の導線，負極を黒の導線で製作し，電流との関係に気付かせること目指した優れた教具である。これを静電気モーターの回転や蛍光灯の点灯実験と組み合わせることで，小学校での電池を使った豆電球や電磁モーターの回路に流れる電流との関係に容易に気付かせることができる。しかし，静電気実験を湿度が高いときに行うと，水分等による漏電のため，うまく帯電せず効果的な事象提示ができない。そこで，本稿では棒起電器に漏電対策を施した教具の工夫や，それを利用した静電気モーターの回転や蛍光灯の点灯などの静電気実験とその留意点を紹介する。

1 漏電対策した棒起電器の製作

塩化ビニル管を羊毛で擦ると，塩化ビニル管は負に帯電し，羊毛は正に帯電する。それぞれの帯電体の電気をアルミテープで

集電し，電極から取り出せるようにしたものが棒起電器である。以下，図1を参考に製作の手順を述べる。

- (1) 羊毛の布を円筒状に巻き，両面テープで留めて布筒を作る。この布筒に塩化ビニル管を のように通す。次に， の管を のように太い塩化ビニル管に通す。
- (2) のように羊毛の布にアルミテープを巻き，太い塩化ビニル管の端に付ける。

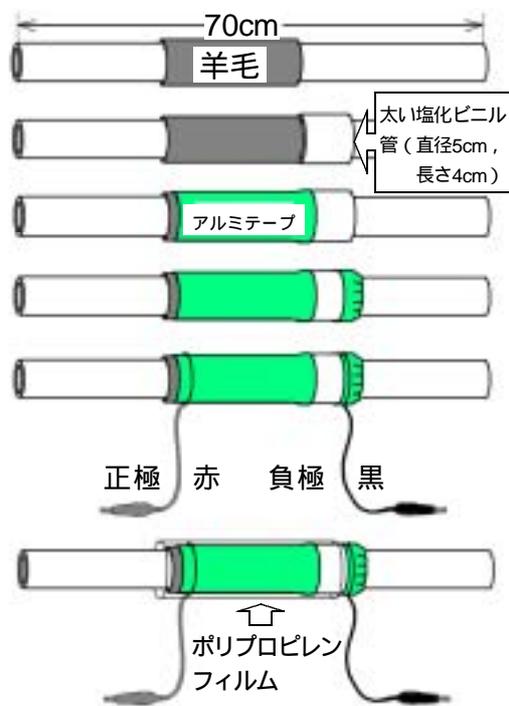


図1 漏電対策をした棒起電器の製作手順

(3) 太い塩化ビニル管の端に のようにアルミテープを巻き，集電極とする。羊毛に巻いたアルミテープが正極，太い塩化ビニル管のアルミテープが負極となるので，それぞれ のように赤と黒の導線を取り付け，棒起電器の極性を分かりやすくする。

(4) 漏電対策としてポリプロピレンフィルムを羊毛上のアルミテープの上に のように覆い，両面テープで固定する。

棒起電器を利用する際は，利き手でない手でポリプロピレンフィルムを支え，利き手で持った塩化ビニル棒を前後に往復させ摩擦電気を起こす。

2 ポリプロピレンコンデンサーの製作

静電気実験を行う際に電気を貯える装置をコンデンサーという。これは，基本的に2枚の金属板に電気を通さない絶縁体を挟む構造をしている（この絶縁体のことを誘電体という。）。古くから知られているライデン瓶は，ガラス瓶の中と外に金属箔が付いており，ガラスを誘電体としたコンデンサーの一種である。江戸時代の蘭学者平賀源内が作ったエレキテルは，静電気起電器とライデン瓶を組み合わせたもので，当時，多くの人々に感電体験をさせる「百人おどし」に用いられた。最近，プラスチックコップを利用したライデン瓶の実験が広く紹介されているが，空調設備の整っていない学校では，湿った空気等を通じて漏電するため，静電気実験がうまくいかないことも多い。

そこで，漏電を起こしにくくするために

ポリプロピレンフィルムを使ったコンデンサーを製作する。ポリプロピレンフィルムは，高電圧用の誘電体として用いるものだが，事務用品の透明紙ばさみとして出回っているため，容易に手に入る。以下，図2を参考に製作の手順を述べる。

(1) A4判の透明紙ばさみと，A4判の大きさに切ったアルミホイルをそれぞれ2枚ずつ用意する。

(2) 1枚の透明紙ばさみにアルミホイルを1枚挟む。その上にアルミホイルを重ねてコンデンサーとする。

(3) 漏電対策として，このコンデンサーをもう一枚の透明紙ばさみに入れる。電極には，アルミホイルを挟んだクリップを用いる。

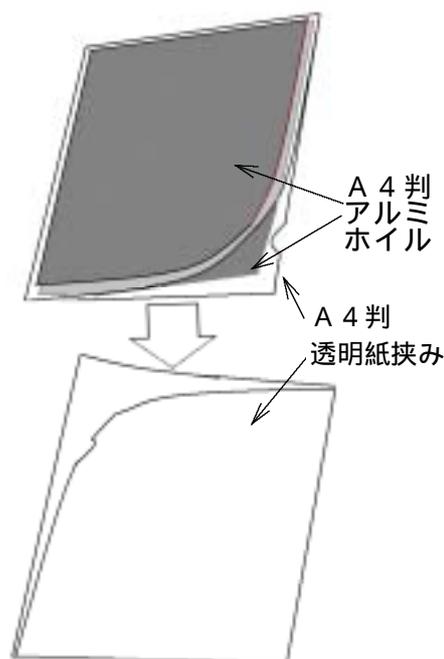


図2 ポリプロピレンコンデンサー

このようにして，漏電が少なく，1時間以上電荷を保持するコンデンサーが短時間で費用を掛けずに製作できる。

3 静電気モーターの回転と蛍光灯の点灯

静電気起電器による静電気モーターの回転と蛍光灯の点灯実験を行うことで、静電気と電流との関連付けが効果的にできる。

(1) 小型静電気モーター

静電気モーターは静電気による反発力と引力でゆっくり回転するものが多い。三門^{*}は軽量化や摩擦の軽減によって、わずかな電荷の移動で勢いよく回る小型静電気モーターを提案した。勢いよく回転するため、効果的な実験になる。以下図3を参考に製作の手順を述べる。

回転子は、直径1cmほどの発泡スチロール円柱を切り、回転軸として虫ピンを刺し、側面に短冊状のアルミホイルを両面テープで等間隔に付ける。

軸受は、プラスチックケースを丸の

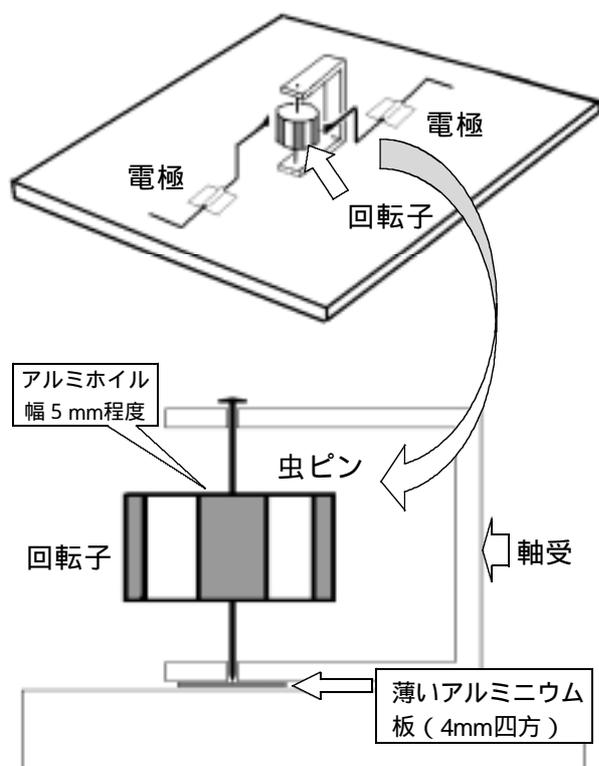


図3 小型静電気モーター

こで切り取って作る。枠の上下に虫ピンの通る穴を開け、針先を下にして回転子をセットする。針先に薄いアルミニウム板を敷き、摩擦を小さくし、回転をスムーズにする。

電極は、太めのクリップを折り曲げて作り、先端は金づちでたたき、細く平たくする。この先端を回転子側面から約1mm程離してプラスチック台（絶縁台）に固定する。

作動させる際は、静電気起電器に直列につなぐ。

(2) 蛍光灯の点灯

静電気起電器で生じる電荷が多い場合は、蛍光灯に直接つないでも発光が観察される。しかし、より明るくするためには、コンデンサーで電荷をためて一気に放電させ、一度に流す電流を多くする必要がある。そこで、空気を誘電体としたコンデンサーを三つ製作する。以下図4を参考に製作の手順を述べる。

コンデンサーの金属板として2種類の真ちゅう棒、クリップをそれぞれ2本ずつ用意し、断面を研磨し、向かい合わせる。

2本の対を3mm程度の間隔を置いて向かい合わせたコンデンサーを、絶縁

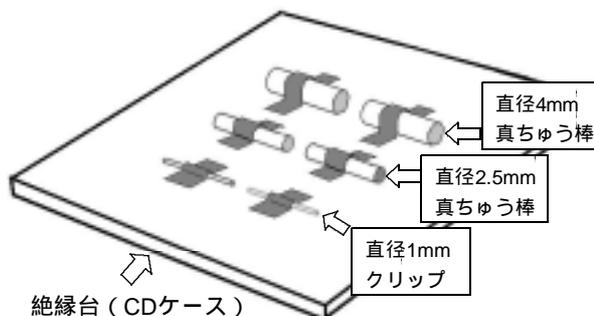


図4 蛍光灯を発光させるコンデンサー

台（CDケース）上にアルミテープで取り付ける。

断面積が大きいほど電荷は貯まるため明るいですが、発光時間が短くなる。一方、断面積が小さいと貯まる電荷量は減り暗いが、発光時間が長くなる。実験室の明るさや静電気起電器の状態に合わせて、使うコンデンサーを選択するとよい。実験は、静電気起電器、コンデンサー、蛍光灯を直列につなぎ行う。空気コンデンサーの耐電圧を越えたところで極板間に放電が起き、図5のように実験室の暗幕で十分に点灯を観察できる。また、暗幕がない教室での実験では、2で紹介したポリプロピレンコンデンサーを利用すると、明るく点灯させることができる。



図5 静電気起電器による蛍光灯の点灯

3 静電気実験を成功させる留意点

静電気実験では、数千～数万Vの高電圧が加わるため、通常絶縁体だと思われるものが電気を流す。例えば、紙や布、ほこりや手あかの付いたガラス・プラスチック・実験台、さらに正極と負極の導線が接触した部分のビニル被覆などである。これらや空気中の水分によって漏電して静電気

実験がうまくいかない原因になる。

そこで、実験を行う際には実験場所を整頓して、ノートや教科書を片付け、実験装置や実験台の上の水分やほこりなどを除くために無水エタノールを噴霧して、ちり紙等でよく拭き取る必要がある。また、箔検電器のガラス部分、高電圧発生装置の金属部を支えるプラスチック部分の表面などの水分やほこりなども同様にして除くことが大切である。また、プラスチック容器や発泡スチロール、ポリプロピレンフィルムなどを絶縁台として使うと更に有効である。

実験後の実験装置は、ほこりや水分の付着を防ぐためにビニル袋をかぶせたり、専用の入れ物を用意したりすると実験準備が効率的になるとともに静電気実験の成功率を上げることができる。

また、静電気発生装置は、感電を防ぐために必ずアースする。アース端子がない場合は、実験台の水道管を利用するとよい。

静電気は、感電体験として身近に起きる現象である。今回紹介した静電気起電器を用いて静電気モーターの回転、蛍光灯の発光などの現象を体験させ、電池を使った回路と関連付けて理解させることで、物理に親しませると同時に、生徒の驚きから興味・関心を引き出し、身近な自然現象を科学的に理解する姿勢を育てたい。

【参考文献】

*) 三門正吾，高校物理「静電気と電流を結ぶ教具の開発」，平成11年度第31回東レ理科教育賞作品集

（教科教育研修課）