

せいでんき あそ 静電気で遊ぼう

はじめに

冬は「パチッ」としびれる電撃（でんげき）にびっくりすることが多いですね。体にたまった「静電気」がドアの取っ手などを通じて逃げるときにあの電撃を感じます。

ところで静電気ってよく聞くけど、普通の電気とどう違うのかな？それとも同じものなのかな？普通の電気は乾電池やコンセントから電線を通じて取り出すけど、静電気はどこから来るのかな？静電気であかりをつけたり、モーターを回したりできないのかな？こんな疑問を持ったことはありませんか。

電気は目に見えないので、予測できないから不意打ちを食らってびっくりするのですが、「こんな時には電気が起きる」「こんな所には電気がたまる」「こうすれば電気を逃がすことができる」とあらかじめ予測できれば、あのいまましい「パチッ」を楽しんだり、うまく避けたりすることができるようになるかもしれません。

空気が乾燥して、静電気が起きやすいこの季節に、楽しい科学工作や実験をしながら静電気の性質を学習しましょう。



静電気ってなに？

電気といえば、明かりをつけたり、モーターを動かしたり、電子レンジで調理したり、電話でお話をしたりするときに、毎日お世話になっているものですが、それらは壁のコンセントにコードをつないだり、乾電池を入れたりして電気の流れ「電流（でんりゅう）」を作って利用しています。

このような流れる電気に対して、ものがこすれ合ったりするときに、ものの表面に生じて、そこに静かにたまっているように見える電気を「静電気」といいます。静電気も電気であることに変わりはありません。たまっていた電気が体を通じて流れるときに「パチッ」「ビリッ」と電撃を感じます。電気の量は少ないものの、電気が体を通じて流れる「感電」と同じことが起こっているわけです。

電気の性質

電気には「正（プラス）」と「負（マイナス）」の二種類があり、正と正、負と負のように同じ種類の電気どうしは互いに反発してしりぞけ合い、正と負の電気は引き合う性質があります。正と負の電気が出会うと性質が互いに打ち消し合い、電気がなくなってしまうように見えます。



正と正は反発



負と負は反発



正と負は引き合う

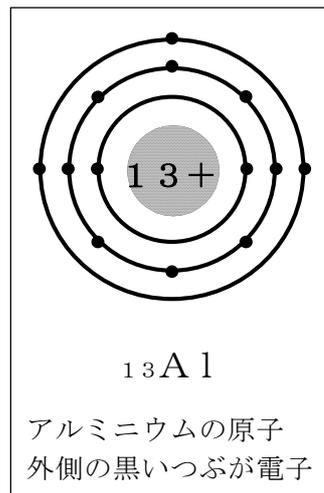
ものは電気でできている

この世界のすべてのものは「原子（げんし）」という小さな「つぶ」が集まってできています。その原子はさらに、中心の「原子核（げんしかく）」とそのまわりにある「電子（でんし）」というつぶの組み合わせでできています。原子核は正（+）の、電子は負（-）の電気をもち、互いに引き合

っています。

私たちの体もふくめ、この世界のすべてのものは、電気を持った小さなつぶの組み合わせでできていて、電気の力によって結びつき、形を保っています。ものは電気できているのです。正と負の電気は等しい量あるので、その性質が打ち消し合って、ふつうのものは電気を帯びていないように見えます。

ものともがこすれあうとき、その表面では原子が触れあうことで、外側にある電子のやりとりがちょっとだけ起こることがあります。電子は負の電気を持っていますから、電子を少し余分に受け取った方は負の電気を、電子を少し失った方は正の電気をもつこととなります。このように、ものが電気を帯びることを「帯電（たいでん）」といいます。もののこすれあいによって帯電が生じることを「摩擦帯電（まさつたいでん）」、くっついているものを引きはがすことで帯電が生じることを「剥離帯電（はくりたいでん）」とよびます。これらが静電気現象の主な原因です。



帯電列

ものによって電子を引きつける度合いが違うので、ものどうしがこすれあうときに、正に帯電しやすい（電子を失いやすい）ものと、負に帯電しやすい（電子を得やすい）ものの順位ができます。こうしてももの名前を順に並べた下のような表を「帯電列」といいます。表の中の二つをこすり合わせると、より**右のものが正に、左のものが負に帯電**します。同じものでも、こすり合わせる相手によって、正に帯電することも負に帯電することもあります。

↑ 負（-）に帯電しやすい	テフロン	シリコン	塩化ビニル	セルロイド	ポリエチレン	ウレタン	アクリル	ポリエステル	ポリプロピレン	ポリスチレン	ゴム	こはく	エボナイト	紙	アルミニウム	綿・もめん	絹	レーヨン	ナイロン	羊毛（ウール）	雲母	ガラス	↓ 正（+）に帯電しやすい
------------------	------	------	-------	-------	--------	------	------	--------	---------	--------	----	-----	-------	---	--------	-------	---	------	------	---------	----	-----	------------------

※帯電列はおおまかなめやすです。表面の状態などによって順位が入れ替わることがあります。

【問題】 次の二つをこすり合わせると、それぞれは正負どちらに帯電するでしょうか。

上の帯電列を見て考え、（ ）の中に+・-の記号を書きましょう。

- ① ポリプロピレンのストロー（ ）と 紙袋（ ）
- ② ポリプロピレンのストロー（ ）と 塩化ビニルのシート（ ）
- ③ 塩化ビニルのパイプ（ ）と ティッシュペーパー（ ）
- ④ ポリエステルのシャツ（ ）と ウールのセーター（ ）

静電気実験のコツ

人間の体はよく電気を通します。手で触れるとせっかく生じた電気が逃げてしまいます。また、手のあぶらは静電気実験の大敵です。あぶらが表面につくと、摩擦帯電が起きなくなってしまいます。こすれ合う部分に直接指を触れないように気をつけましょう。金属ほどではありませんが、紙や木やセロファンも比較的好く電気が流れます。静電気の実験では、これらも導体（どうたい・電気を通すもの）と考えて、うっかり電気を逃がさないように注意します。

それでは実験してみよう

準備

これから、いろいろな工作と実験をします。班ごとに配った袋から、それぞれの実験に必要な材料だけを、そのつど取りだして配りましょう。次の①～②の材料は、共通して使うので始めに配ります。

- ①アルミテープ（ひとり 70cm ずつ分ける。いろいろな工作で使う。）
- ②紙袋入りストロー（ひとり 4 本ずつ配る。いろいろな実験・工作で使う。）

(1) ストロー^{けんでんき}検電器 （大阪府の山田善春先生考案）

【材料・用具】

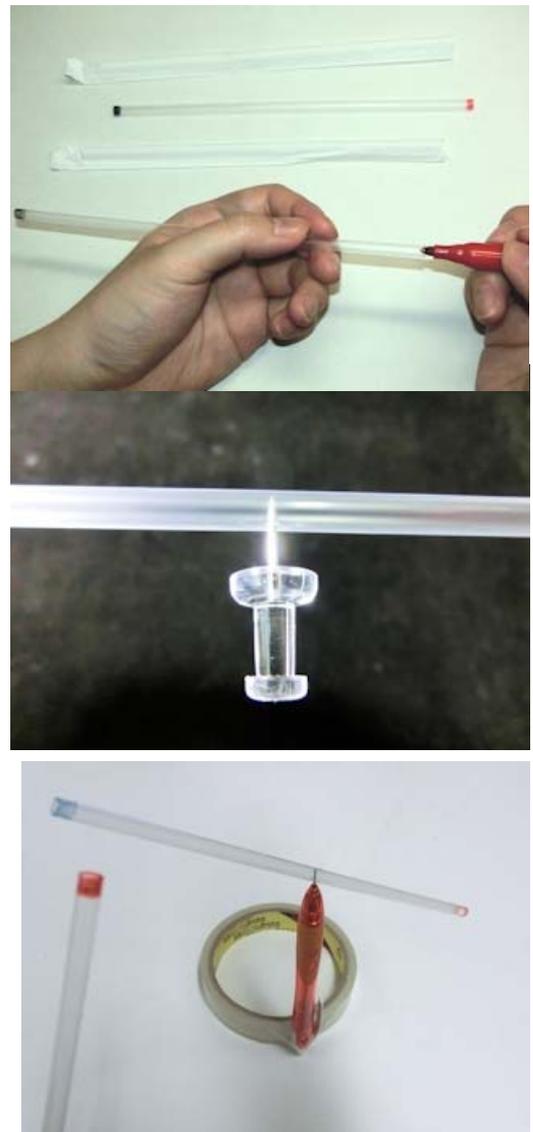
紙袋ストロー 2 本、ティッシュペーパー、塩ビシート、マジック（赤黒・共同利用）、プッシュピン、シャープペンシル（の芯）、セロハンテープ、少年団のバインダー（正しくはクリップボード）

【やりかた】

- ① 2 本のストローを袋から取りだし、それぞれ一方の端の**内側**を赤、他方の端の**内側**を黒でぬって目印とする。
- ② ①で目印をつけたストローのうち、一本の中心を定規で測って決め、そこに**一方の壁だけ**プッシュピンで穴を開ける。両方の壁を突き抜けてしまわないように注意する。
- ③ シャープペンシルの芯を 1 cm ほど出し、芯の方を上にして、筆箱など適当なものにセロテープではりつけて柱のように立てる。（次ページ写真）
- ④ その芯の先を、②のストローのまん中に開けた穴にさして、やじろべえのようにする。（次ページ写真）
- ⑤ 塩ビシート（細長い透明な厚手のビニール）をはさみで 8cm ずつ切って人数分切り分ける。
- ⑥ やじろべえのストローを一度取り外し、赤側の半分を塩ビシートで、黒側の半分を紙袋やティッシュペーパーでこすり、再びシャープペンシルの上に乗せる。**このとき指を触れるのはまん中だけ。帯電部分には触れないようにする。**
- ⑦ もう一本のストローも同じように、赤側の半分を塩ビシートで、黒側の半分を紙袋やティッシュペーパーでこする。このストローも**まん中をつまむようにし、帯電部分には触れないこと。**
- ⑧ 手に持ったストローの端を、やじろべえのストローの端に近づけ、動きを見る。赤黒の色の組み合わせと、引き合い、しりぞけ合いのちがいをよく観察する。

【考えてみよう】

- ・帯電列をもとに、ストローの赤い端、黒い端は正負どちらに帯電しているか考えよう。
- ・赤どうし、黒どうしは互いに反発し合い、違う色どうしは引き合うのはなぜか。



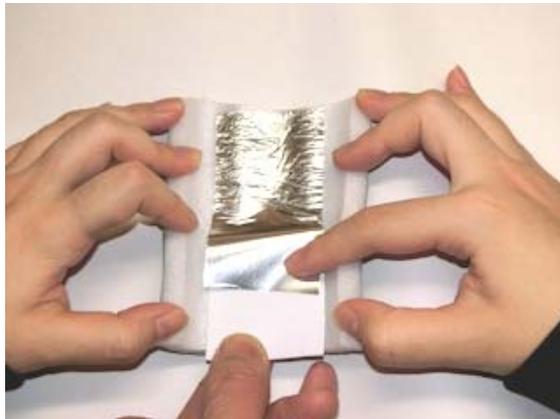
(2) 三門式・棒起電器 (千葉県の上門正吾先生が開発した、静電気発電器です)

【材料・用具】

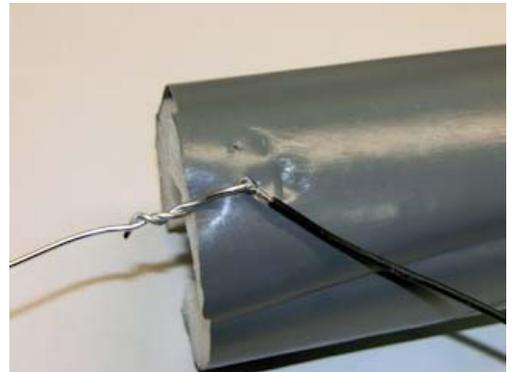
塩ビ管、ライトチューブ(10cm)、アルミテープ、アルミワイヤー(20cm)、ビニルコード(赤黒各1)、ゼムクリップ(2本)、セロテープ、ティッシュペーパー、輪ゴム(3本)、プッシュピン

【やりかた】

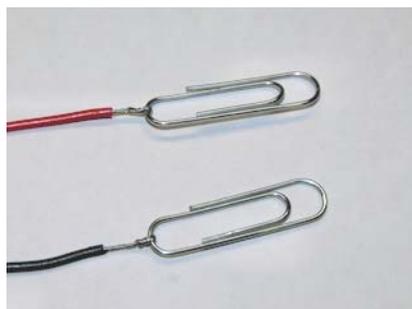
- ①ライトチューブのみみの部分をはさみで切り取る。
- ②アルミテープを長さ8cmに切る。
- ③となりのお友達と協力して、ひとりが両手でライトチューブを思い切り広げ、もうひとりがライトチューブの内側にアルミテープをはる。アルミテープの裏紙は、はじめ1cmぐらいはがして、ライトチューブのふちに合わせて位置決めをし、ゆっくりと裏紙を引いてはがしながらはっていきとよい。



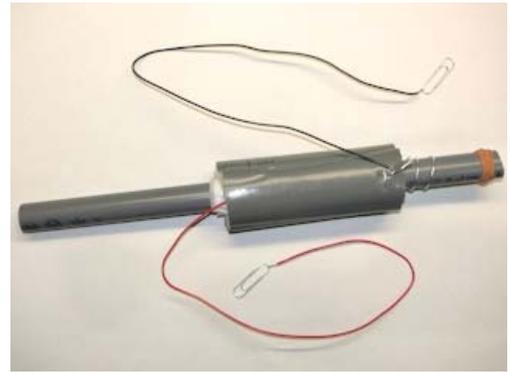
- ④プッシュピンをアルミテープをはっていない方の端から1cmのところにし、裏側に突き抜けないように、表面に沿って浅い角度で横向きに穴を開ける。
- ⑤④で開けた穴にアルミワイヤー(20cm)を通し、ねじって固定する。さらに、黒のビニルコードの端のビニルを15mmむき、アルミワイヤーにひっかけてねじって止める。
- ⑥赤のビニルコードの端のビニルを15mmむき、ライトチューブの内側にはったアルミテープに重ねて、セロハンテープで固定する。



- ⑦赤・黒両方のコードの他の端のビニルもそれぞれ15mmむき、写真のようにゼムクリップにからげて、ねじって止める。
- ⑧塩ビ管の一端に輪ゴムを3本まとめてきつく巻きつける。この輪ゴムは抜け止めのはたらきをする。

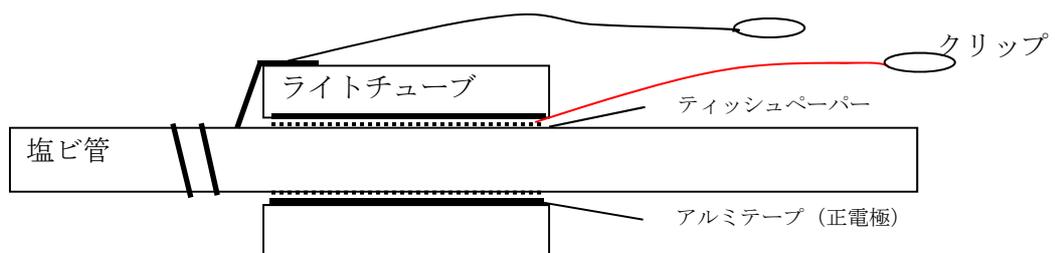


- ⑨ティッシュペーパーを二つ折りのまま塩ビ管にゆるみなくきっちり巻き、その上からライトチューブをかぶせる。このとき輪ゴムを巻いた側が、アルミワイヤーを取りつけた側になるよう向きをそろえる。
- ⑩アルミワイヤーを塩ビ管に数回巻きつけて完成。
- ⑪ライトチューブの部分を握って、塩ビ棒を抜き差しすると電気が生じる。赤が正 (+)、黒が負 (-) となる。
- ⑫どちらかのクリップをはく検電器につけて、起電器を動かかし、電気が生じていることを確認する。



棒起電器の発電のしくみ

塩化ビニルと紙がこすれると、紙から塩ビに電子が乗り移って、紙が正、塩ビが負に帯電します。紙は少し電気を通すので、紙に生じた正の電気はライトチューブの内側にはったアルミテープで集められ、赤のコードを通じて取り出すことができます。一方、塩ビの表面に生じた負の電気は、アルミワイヤーで集められ、黒のコードを通じて取り出せます。



(3)カチカチ振り子 (静電ベル)

【材料・用具】

空き缶 (同じ大きさの金属カン2個)、ワッシャ、テグス糸(20cm)、セロハンテープ、ストロー、少年団のバインダー

【やりかた】

- ①紙ヤスリを手でちぎって均等に分ける。
- ②空き缶の下から 2cm までのところを紙ヤスリでこすり、印刷の塗料を削り落として、銀色の金属面が見えるようにする。だいたいよい。二個とも同様にみがく。
- ③少年団のバインダーを机の上に置く。その上に、空き缶を二つ並べ、間を 2cm はなして、セロハンテープで固定する。このとき左右の缶がセロテープでつながないように注意すること。また、プルタブは起こし、互いに向き合うようにする。



- ④テグス糸(つり糸)をワッシャに結びつけて振り子を作る。
- ⑤ストローをプルタブの輪に通して、二つの缶を橋わたしし、そのまんなかにならセロテープで振り子を固定する。このとき、ワッシャの高さが下から 1~2cm になるように糸の長さを調節する。
- ⑥棒起電器のコードの先のクリップを、それぞれのプルタブにはさむ。
- ⑦棒起電器を動かして発電すると、振り子が二つの缶の間をカチカチと軽快な音を立てていそがしく往復する。



【考えてみよう】

- ・振り子はなぜ動き出したのだろう。
- ・棒起電器を止めても、しばらく振り子が動き続けるのはなぜだろう。
- ・振り子が動いているときに2本の指で二つの缶を結んだらどうなるだろう。

(4)フランクリン・モーター

【材料・用具】

プラコップ、アルミテープ、プッシュピン、タッピングねじ、ストロー、少年団のバインダー、ゼムクリップ(3個)、セロテープ

【やりかた】

- ①アルミテープを 15mm ずつ切ったものを 8 枚作る。裏紙に鉛筆で下書きをしてからはさみで切るとよい。
- ②写真のようにプラコップの口の近くの**外側に**、アルミテープを 5mm ぐらいずつ間をあけて、互いに**重ならない**ようにはる。一枚はったら、二枚目はその正反対の側にはるといのように、対称的にはりつけていくとよい。8枚がなるべく等間隔になるように工夫する。
- ③プラコップの底の中心(プラの「プ」の字の○のすぐ下あたり)にプッシュピンをさす。これが回転軸になる。
- ④1個のゼムクリップの内側の輪を直角に起こし、バインダーの中央にセロテープではる。
- ⑤ストローをコップの高さと同じ長さに切り、④のゼムクリップにさして柱とし、その先にタッピングねじをさしこむ。これが軸受けになる。
- ⑥プッシュピンの先が、タッピングねじの十字の穴にはまるように、コップを乗せる。
- ⑦2個のゼムクリップの内側の輪を引き伸ばし、針のようにして、写真のようにコップのそばにセロテープで固定する。針先がコップの表面から **5mm ぐらい離れていて、触れていない状態**にする。これらがモーターの電極となる。
- ⑧棒起電器のコードの先のゼムクリップを、それぞれの電極につなぐ。
- ⑨棒起電器を動かして発電する。しばらくすると、コップが回り始める。回らないときは、ちょっと指先で回してきっかけを与えるとよい。



【考えてみよう】

- ・磁石がないのにこのモーターはなぜ回るのだろう。電子の流れはどうなっているか考えてみよう。

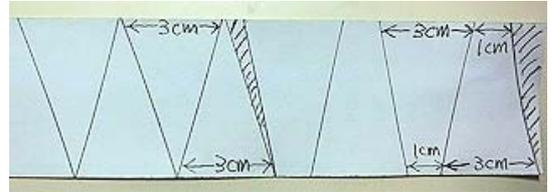
(5)ムーアのモーター

【材料・用具】

スチレンボード (15×15cm)、アルミテープ、ゼムクリップ (2個)、スチロールのドンブリを 15mm カットした輪、セロテープ、スチロール球 (墨汁で黒くぬってある)

【やりかた】

- ①アルミテープの裏紙に、右図のように下書きをする。
上底 1cm 下底 3cm の台形 4 個と、底辺 3cm の二等辺三角形 4 個を作図する。斜線部は不要な部分。
- ②鉛筆でスチレンボードに薄く対角線を引き、中心をみつける。スチロールの輪の中心を合わせ、輪の内側を鉛筆で軽くなぞって、位置決めの下書きをする。



- ③アルミテープをはさみでカットし、4 枚の台形を中心に合わせて十字にはる。
- ④同じく、4 枚の三角形を対角線に重ねてはる。このとき、となりの台形とは 5mm 以上離れるようにし、絶対に重ならないように注意する。
- ⑤アルミテープ 15cm を縦半分に切って、2.5cm 幅の長方形とし、写真のようにスチレンボードの 3 辺に沿ってはる。三角形と少しずつ重なり、台形とは重ならない。
- ⑤ゼムクリップの中の輪を直角に起こしたものを台形と三角形のそれぞれに、アルミテープではりつける。
- ⑥最後にスチロールの輪の外側をセロテープで軽く止め、輪の中に黒い球を入れる。内側にはると球が引っかかってしまうので、必ず外側にセロテープをはる。
- ⑦ゼムクリップのところに棒起電器のコードをつないで、棒を動かしてみよう。球は動くかな？



【考えてみよう】

- 棒起電器の赤いコードからたどって、アルミテープがつながっているところはすべて正 (+) になる。同じように黒いコードとつながっているところは負 (-) になる。どこが正でどこが負か確かめよう。
- 黒い球はアルミテープに触れるとそこから電気をもらう。黒い球がなぜ動くのか考えてみよう。

まとめとふいかえい

わかったこと

- どんなものでも「原子」でできているので中に電気のもとを含んでいる。
- 電気の力のおかげで、この世界は形作られている。
- 電気には正（+）と負（-）の二種類がある。
- 同じ種類の電気は反発し、ちがう種類の電気は引き合う。
- 帯電は電子が乗り移ることによって起こる。
- 電子を受け取ったり、手放したりする性質の違いで「帯電列」ができる。
- 同じものでも、こすれあう相手によって正にも負にも帯電する。
- 金属の中では電子が自由に動けるので、電気の力に対して大きく反応する。
- 人体も水を含んでいるのでよく電気を通す。
- 紙や木やセロファンも、不導体だが水分を引きつけやすいので比較的よく電気を通す。
- 静電気も普通の電気と同じ種類の電気なので、回路を作って働かせることができる。

うちに帰ったらやってみよう

- いろいろなものをこすり合わせて電気が起きるか試してみよう。
- 電気の正負は「ストロー検電器」で判定できる。
- ペンシルバルーンを紙や毛糸でこすると負に帯電し、ダイナミックな静電気実験ができる。

「パチッ」という電撃を避けるには

- 手のひらや指先を触れる前に、まず手の甲をドアノブや取っ手に触れ、うぶ毛を通じて逃がす。
- カギなどの金属をしっかりと握って、その先をドアノブや取っ手に触れ、金属を通じて逃がす。
- 車からおりるときに、体を動かす前に車体の金属部分をつかみながら、なるべく背中シートをこすらないようにおりる。
- カーペットの上を歩くときは、なるべくすり足をしない。
- 帯電列を考えて、なるべく近い素材を組み合わせる。
- 水のスプレーなどで電気が逃げやすいように湿らせる。

豆知識

- 電池や発電機が発明される前は、摩擦による静電気が主な「電源」だった。
- 昔、ヨーロッパの貴族の間で静電気の遊びが大流行した。
- 静電気は電気の量は少ないが、とても高い電圧になるので「空中放電」も起きやすい。
- 雷も大規模な静電気。
- 電気の正負の名付け親は、アメリカのベンジャミン・フランクリン。雷が電気現象であることをたこ揚げの実験で突き止めた。とっても**危険**なのでよい子の皆さんはまねをしてはいけません。

お疲れ様でした。