

おもしろ科学たんけん工房 アイテム交換会

実施報告

日時：2019年3月21日 13:30~17:00
会場：フォーラム南太田

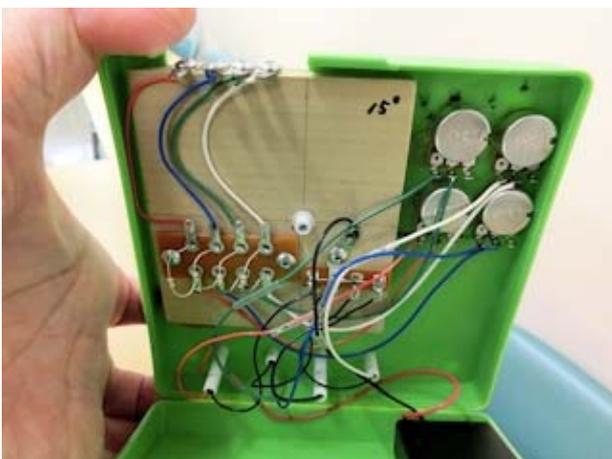
1. スプーンと水流（柴田憲男）

ベルヌーイの法則を説明するのにスプーンを使う方法を再検討したが、これは単に水の表面張力で吸い込まれるだけであることを確認した。翼型をしていても迎角のない竹とんぼは飛ばない。



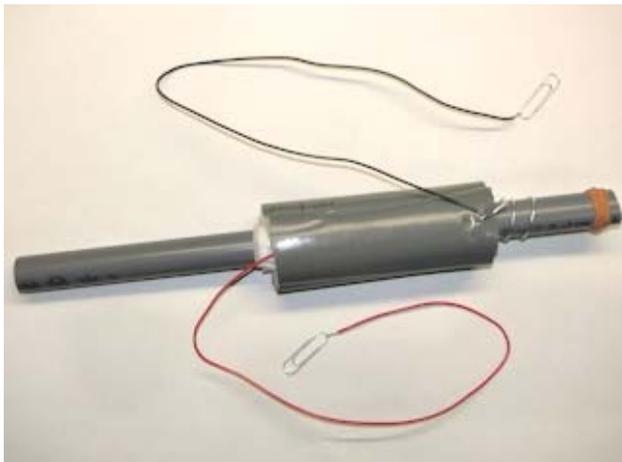
2. 光のカクテル（津田俊治）

光は、分散、回折、干渉等の現象が生じる。赤・緑・青を光の3原色という。これらの光の現象を「光のカクテル」で学ぶ。手製のロータリースイッチ付き混色装置。子ども用は紙コップで。



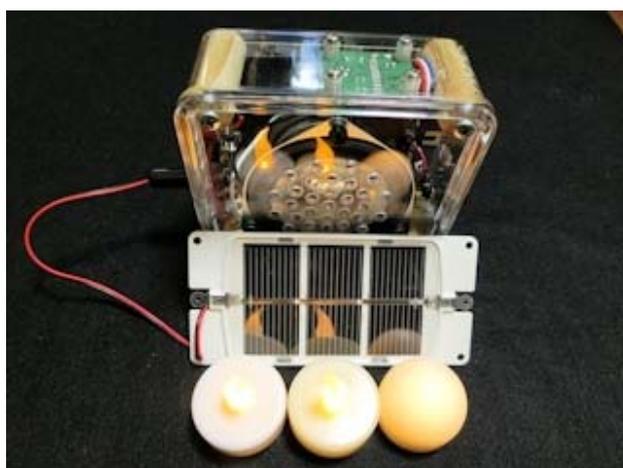
3. 三門式起電器による静電気実験 (山本明利)

改良型三門式棒起電器の製作と、起電器を使つての静電気実験。2018年1月の交換会でのアドバイスを元に改良し、藤沢市科学少年団で実施した。詳細は[後の資料](#)を参照のこと。



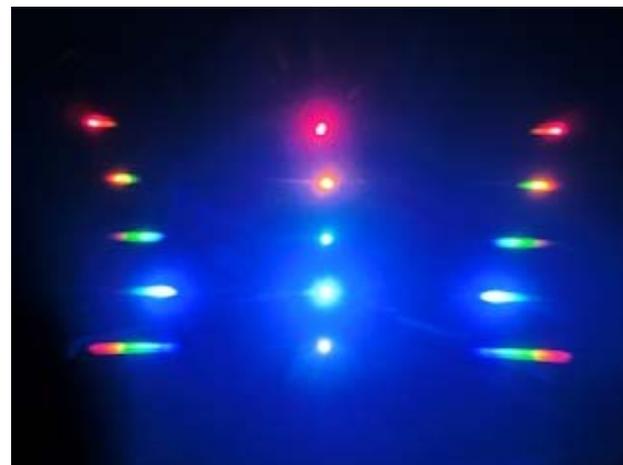
4. 太陽電池で音を聞く (山本明利)

太陽電池をアンプ (ラジカセなど) につないで光通信を行う方法はポピュラーだが、自己点滅型のロウソク LED (左) の光を当てると面白い音が聞こえる。ちなみに、左の写真の右側の2個は南太田のリサイクルショップで1個10円で売っていたもの。



5. 自己点滅型ロウソク LED 差し上げます (山本明利)

上のキャンドルライトを素材にして、下の「[5色LEDキャンドル](#)」を作る改造工作の過程で、取り外した自己点滅型のロウソク LED がたくさん余った。捨てるのももったいないので、アイテム交換会参加者にお分けした。手元に死蔵されている不要物はどんどん交換会に出してリサイクルしよう。



6. CDホバークラフトの改良 (有馬正人) : 飛び入り発表

風船に詰めた空気の圧力で気体潤滑運動する「CDホバークラフト」に、浮動弁付きの空気注入口を取りつけ、エアポンプが使えるようにした。浮動弁はビニルホースの先にビニルテープを軽く貼っただけ。



7. 空気の重さをはかる (柴田憲男) : 飛び入り発表

ペットボトルのキャップに自転車のタイヤチューブ用のバルブを取りつけた。空気を圧入する前と、圧入後で明らかに重さがちがうことがわかる。水中で蓋を開けて、空気を捕集すれば体積がわかるから密度も計算できる。圧力の違いによりボトルをたたいた時の音が変わるので、並べてうまく調圧すれば楽器も作れる。



アイテム交換会発表プログラム

実施日： 2019年3月21日

時間： 13:30～17:00

会場： フォーラム南太田

No	発表時間 (分)	分類	タイトルまたはアイテム名	提案者	概要
1	20	技術改良	スプーンと水流	柴田憲男	ベルヌーイの法則を説明するのにスプーンを使う方法を再検討したが、これは単に水の表面張力で吸い込まれるだけであることを確認した
2	20	アイデア	光のカクテル	津田俊治	光には、直進の法則・反射の法則・屈折の法則の光線の3原則がある。分散、回折、干渉等の現象が生じる。赤・緑・青を光の3原色といい、これらの光の現象を「光のカクテル」で学ぶ。
3	30	体験出前	三門式起電器による静電気実験	山本明利	改良型三門式棒起電器の製作と、起電器を使っての静電気実験 2018年1月の交換会でのアドバイスを元に改良し、藤沢市科学少年団で実施した。
4	15	情報提供	太陽電池で音を聞く	山本明利	太陽電池をアンプ（ラジカセなど）につないで光通信を行う方法はポピュラーだが、自己点滅型のロウソクLEDの光を当てると面白い音が聞こえる。
5	10	材料提供	自己点滅型ロウソクLED差し上げます	山本明利	改造工作でキャンドルライトから取り外した自己点滅型のロウソクLEDがたくさん余っていますので、差し上げます。

次回予告

次回の会場は、5月16日(木)13:30～17:00 フォーラム(戸塚・男女共同参画センター横浜)セミナールーム2 です。

アイテム交換会エントリーシート

実施日： 2019年3月21日

時間： 13:30～17:00

会場： フォーラム南太田

No	発表時間 (分)	分類	タイトルまたはアイテム名	提案者	概要
1	20	技術改良	スプーンと水流	柴田憲男	ベルヌーイの法則を説明するのにスプーンを使う方法を再検討したが、これは単に水の表面張力で吸い込まれるだけであることを確認した

<p>詳細説明 (別紙も可)</p>	<p>ヒコーキなどの講座で、ヒコーキがなぜ空を飛べるかを説明するのに、ベルヌーイの法則を強調して、その確認実験としてスプーンと水道を使った実験が頻繁に使われる。 これに疑問を感じて、スプーンに撥水处理をしたところ「浮力」が無くなった。つまりあの動きは表面張力で吸い込まれただけだった。さらに針金をスプーンのように曲げてもスプーンと同じように水流に引き込まれて動いた。その動きはスプーンと同じだった。つまりスプーンでなくても針金でも同じ動きが生まれ、その原因は水の表面張力により水流に引き込まれただけのこと、が確認できた。 従ってこれを浮力の説明に使用するのは間違いである。</p>						
<p>主な材料 (削除可)</p>	部品名	材料	仕様	入手先	材料費	数量	備考
<p>必要な工具等 (削除可)</p>							
<p>体験塾等を想定した所要時間</p>	2時間	<p>完成度 (体験塾の場合・5段階)</p>	4	備考・参考書等			

スプーンと水流の実験－5 (総まとめ)

柴田 憲男

(2004.10.01～2019.3.9)

※ 2004/10 より実験を重ねてきたものを、纏めてみた

◆目的

スプーンの背中に水を流すとスプーンが背面方向に動く、ベルヌーイの法則を説明するために使われる手法である。これに疑問を持って以下の実験をした。

※1 水道は蛇口が邪魔になって実験がやりにくいので、ビーカー又はマグカップなどが良い

※2 本稿では説明の便宜上スプーンになぞらえて左側を表、右側を裏と呼ぶこともある

※3 長さ方向について、その曲がり具合から、全体をABCの三つの部分に分けて考えることにする

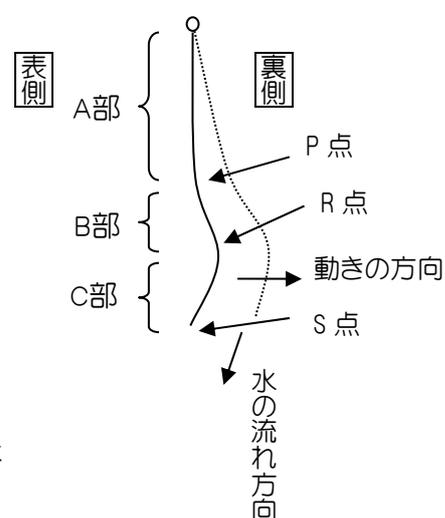
◆実験－1 スプーンの場合

1. 水道での実験と同様、スプーンの B 部の下、R 点にビーカーの水を静かに注ぐと、スプーンは裏側に大きく動く。
2. 次に B 部の上、P 点に水を注ぐと、水は表面に沿って B,C 部を流れているがスプーンはほとんど動かない。

◆実験－2 アルミ板で実験

スプーンのかわりに長さ 110 ミリ、幅 15 ミリのアルミ板をスプーンと類似の形に作成し、上部に自由に回転できるよう回転軸をもうけた。

1. 上記と同様、スプーンの R 点にビーカーの水を静かに注ぐと、スプーンは裏側に大きく動く。
2. P 点に水を注ぐと、水は表面に沿って流れているがスプーンはほとんど動かない。P 点より上からでも同様である。
3. A 部の表側に上の方から静かに水を流したところ、上記 2 と同様ほとんど動かない。



◆考察－1、2

- ①ベルヌーイの法則は両側に同じ流体を流した場合の話である。ところがここまでの実験では、表・裏とも片側に水を流した場合なので、ベルヌーイの法則を論じる実験としては不適當である。
- ②R 点に注水した場合、R 点の水に触れた瞬間に水流に引き込まれる。これは水の表面張力によると考えられる。更に C 部のみに水が流れているので、水に働く重力で C 部が下に押され、その傾斜の水平分力が右方向に動かす力として働くと考えられる。
- ③P 点に注水すると、B 部と C 部を流れる水の方向が逆なので、水平分力は打ち消して結果として動かないと理解できる。
- ④通常の水道とスプーンの実験は、上記の実験－1 の 1 のみである。つまり A 部からの注水を行っていない。最初に R 点に触れてしまうので、それ以外の実験が行われていないのが問題である。

◆実験－3

次に別の側面から確認してみよう。スプーンでなかったらどうなるかを実験した。スプーンは幅を持っているが、針金ならほとんど幅が無い。そこで 1 本の針金を、スプーンと同様の形に曲げたものを作った。

新しい針金は水をはじくので、表面がさびた鉄の針金(φ2.5)を使った。

①結果はスプーンと同じように水が触れた瞬間に水流の中に取り込まれ、右方向に動いた。

②P点より上から水を流すと、水は針金に沿って流れるが針金としては動かない。

◆考察－3

この結果はスプーンやアルミ板と同じである。

針金ではベルヌーイもコアンダも働かないはずだ、にもかかわらずスプーンと同じように動いた。

つまり原因は「表面張力により水流に吸い込まれた」と考える。

◆実験－4

上記で最初に表面張力が働いてスプーンが大きく動くと思われるので、表面張力が働かなくしたらどうなるかを実験する。

上記のアルミ板に右図のように木綿の布を貼り付け撥水処理したものを作った。

①これにR点から水を流しても、水は面に沿っては流れず図に示すように布から離れて真っ直ぐ下に流れた。

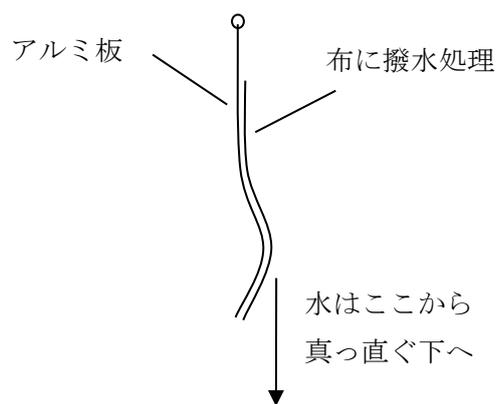
アルミ板は水が当たると水に押されて逆に少し左側に動いた。

②P点より上から水を流すと、B面が水に押されて左に大きく動いた。水はR点から下に流れて、C面に沿っては流れない。

◆考察－4

この実験と前出の実験－2との違いは、撥水処理によって水の表面張力を働かなくした事だけである。

水に押されて左には動くが決して右には動かない、つまり浮力に相当する動きは無い。



結論

- ・ 水は強い付着力（親和力）が有るので、一旦面に付着した水の幕は容易に取れない
- ・ 流れる水は表面張力によって面に付着した水の幕と一体化するので、面に沿って流れようとする。
つまり水が面に沿って流れるのは、**親和力**をベースに**表面張力**が作用するからである
これは曲面でも平面でもまた下向き傾斜面でも、更には針金でも同様である
- ・ もし表面張力が働かないと水は面に沿って流れることが出来ないので、このようなスプーンによる実験が成り立たないことが立証された。

- ・ 結論 スプーンによる実験は「表面張力によりスプーンが水流に吸い込まれた」だけのことで決して浮力が生じたわけではない。従って浮力の説明に使用することは間違いである。

アイテム交換会エントリーシート

実施日： 2019年3月21日

時間： 13:30~17:00

会場： フォーラム南太田

No	発表時間 (分)	分類	タイトルまたはアイテム名	提案者	概要
	15	アイデア	光のカクテル	北1. 津田俊治	光には、直進の法則・反射の法則・屈折の法則の光線の3原則がある。分散、回折、干渉等の現象が生じる。赤・緑・青を光の3原色といい、これらの光の現象を「光のカクテル」で学ぶ。

詳細説明 (別紙も可)	<p>光のカクテルを観察するロータリースイッチ付き光のカクテル装置を作り 1. 光のカクテル措置、2. 光の3原色、3. 色の影、4. 光のカクテル、5. 白色LEDから光の色を取出す、6. 光の種類によって色が違う 7. 光をカットする塩ビ板、8. 色がなくなる光、9. CDの分光器 などで光の様々な現象を学ぶ。*光のカクテルは、紙カップにLED（赤、青、緑、白 各々に3Vのボタン電池を繋ぐ）の色を組合せカップに入れ、光のカクテルを視る。</p>				
	 <p>(赤+青) LED</p>	 <p>マゼンタ</p>	 <p>(緑+青) LED</p>	 <p>シアン</p>	
主な材料 (光のカクテル装置)	部品名	材料・仕様			備考
	・LED	赤・青・緑・白 (高輝度・指向角度15度) 各1個			
	・保護抵抗	120Ω・1個 70Ω・3個			
	・可変抵抗器	B1KΩ4個			
	・基板2個	・配線コード	・玉子ラグ5個	・ネジ8個	
	・塩ビパイプ	・アルミ箔	・ツマミ5個	・工作木材1個	
	・CDケース1個	・電池ボックス1個	・単4電池3個		
必要な工具等 (削除可)	・ハンドドリル・ニッパー・ラジオペンチ・ハンダこて・#1ドライバー				
体験塾等を想定した所要時間		完成度(体験塾の場合・5段階)	4	備考・参考書等	・基礎物理学：(株)学術図書出版 ・光の科学、光の実験：朝倉書店 ・トコトンやさしい光の本：日刊工業新聞社

光のカクテル

光には、直進の法則・反射の法則・屈折の法則と光線の3原則がある。光は、空気とプリズムのように、屈折率が異なる媒質に光が入射すると、光線は屈折される。その際、光の波長によって屈折率が少しずつ違うために、白色光はいろいろな色の光に分解され、この現象が光の分散である。

また、光の波長と同じくらいの長さの微小な刻み目の縁などでは、光はわずかに曲げられ縁を回り込んだりする回折の現象がでる。さらに2つの波が重なりと、波が強め合ったり弱め合ったりする干渉の現象が生じる。光は物体にぶつくと、物体の表面や内部で反射されたり、吸収されたり、更には場合によっては透過することがある。反射や吸収の割合は、光の波長によって異なり、このことが物体色の生じる要因になる。赤・緑・青を光の3原色といい、赤+緑=黄色、緑+青=シアン、青+赤=マゼンタになり、他のすべての光色も3原色を適当に混ぜ合わせると明度が上がる。赤+緑+青を等しく混ぜると白色光になる。これらの、光の現象を「光のカクテル」で学ぶことにします。

1. 光のカクテル装置

光のカクテル装置は、ロータリースイッチの開発により、LEDの光色の組合せがセットされているのでとても簡単に選定できる。また、可変抵抗器を取付けたことにより、光の照度の強弱の調整が可能になり、広範囲の混合の光色をつくる事ができる。(旧)光の3原色装置は、各々のLEDにスイッチを取付けていたため、LEDの光色の組合せでスイッチを選定する必要があった。

光のカクテル装置



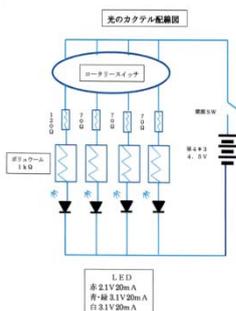
光のカクテル装置



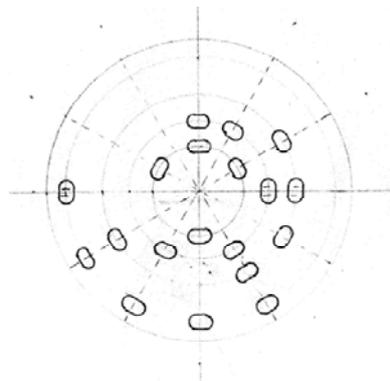
ロータリースイッチ



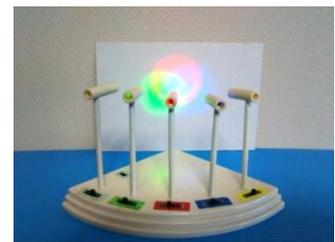
ロータリースイッチ配線



光のカクテル配線図



ロータリースイッチ基板



(旧) 光の3原色装置

2. 光の3原色 : 赤、緑、青の3色を光の3原色

・赤+緑=イエロー ・赤+青=マゼンタ ・緑+青=シアン ・赤+緑+青=白

3. 色の影

光が当たるところには、影ができる。光の3原色が当たったところには、どんな色の影ができるか？3原色のLEDを点灯し、スクリーンとLEDの間に障害物を立てスクリーンに映る影の色を観察する。また、障害物の置く位置を変化させてスクリーンに映る影の色を観察する。



- ① マゼンタ、赤、黒、緑、空色 ② マゼンタ、赤、黄、緑、空色
 ③ マゼンタ、黄、空色 (障害物により青の光がスクリーンに届かない)

障害物を置く位置を変化させる。二本障害物を置とか、障害物を変えて実験する。

光の影



(色付きの影 3色LED)

③の位置に障害物



(色付きの影 3色LED)

①の位置に障害物



(黒の影 白色LED)



(黒の影 赤LED)

障害物 (φ7、φ6、人形) 赤LED、緑LED、青LED、白LED・・・すべて黒の影

障害物 φ7 棒	赤+緑	7cm 赤、緑の影	赤+緑	2cm 赤、黒、緑の影
障害物 φ6 塩ビパイプ	赤+緑	10cm 赤、緑の影	赤+緑	2cm 赤、黒、緑の影
障害物 人形	赤+緑	10cm 赤、緑の影	赤+緑	7cm 赤、黒、緑の影
障害物 φ7 棒	青+緑	11cm 青、黄緑の影	青+緑	5cm 青、黒、黄緑の影
障害物 φ7 棒	赤+青	13cm 赤、青の影	赤+青	5cm 赤、黒、青の影
障害物 φ7 棒	赤+青+緑	11cm マゼンタ、黄、空色	赤+青+緑	5cm マゼンタ、赤、黄、緑、空色
	赤+青+緑	2cm マゼンタ、赤、黒、緑、空色		

4. 光のカクテル

紙カップにLED（赤、青、緑、白 各々に3Vのボタン電池を繋ぐ。）の色を組合せカップに入れ、光のカクテルを視る。LEDには、拡散キャプを取付ける。カップのフタを作るには、フタにトレシングペーパーを貼る。

- ・赤+緑+青=白
- ・赤+青=マゼンタ
- ・赤+緑=イエロー
- ・緑+青=シアン
- ・赤+白=ピンク
- ・青+白=シアン
- ・緑+白=シアン
- ・白 =白



赤+緑+青



白



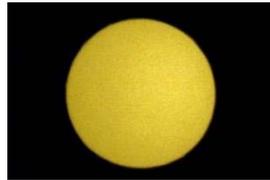
赤+青



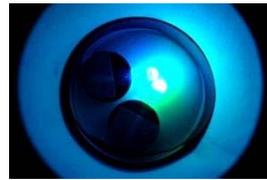
マゼンタ



赤+緑



イエロー



緑+青



シアン



赤+白



ピンク



青+白



シアン



緑+白



シアン



白

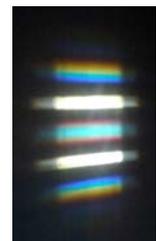


白

5. 白色LEDから光の色を取出す

- ① スリットを使って光の色を取出す。
- ② スリットにエドフレンR-300（レプリカフィルム）を貼り光の色を取出す（エドフレンR-300：光の拡散レンズシート）
- ③ 白色LEDは全ての色がでる。

*レプリカフィルムは、表面に細い凹凸があり白い光がこのスジを通ると、光が広がって含まれている光がそれぞれの別の向きに投影されて映し出される。

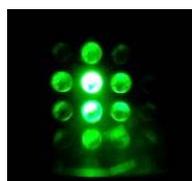


6. 光の種類によって色が違う

レプリカフィルムを通していろんな光を見してみる。白色LED以外のLEDの光には、1色しか含まれていない。いろんな光で実験して、含まれている色の割合などを確かめてみる。



白色LED



緑LED



蛍光灯



太陽

7. 色をカットする塩ビ板

色付の塩ビ板を使って光を当てると、光をカットする塩ビ板がある。(セロハン同様の結果が得られる)

塩ビ板の色		照らすLEDの色		
赤	赤	青	緑	白
(投影色)	赤	薄い紫	光カット	ピンク
青	赤	青	緑	白
(投影色)	ピンク	青	緑	薄い青
緑	赤	青	緑	白
(投影色)	光カット	薄い青	緑	薄い緑
黄	赤	青	緑	黄
(投影色)	赤	青	緑	黄

8. 色がなくなる光

単色のLEDの光を当てると含まれている色が一つなので、そのものの色が識別できない。
白色のLEDの光を当てるとすべての色が含まれているから、そのものの色が識別できる。



単色・LED



白色・LED

9. CDの分光器

CDに色の3原色の赤、緑、青のLEDを照射すると、各色の放射線状に伸びる光が観察できる。
白色光のLEDを照射するといろいろな色の光が現れる。



アイテム交換会エントリーシート

実施日： 2019年3月21日

時間： 13:30～17:00

会場： フォーラム南太田

No	発表時間 (分)	分類	タイトルまたはアイテム名	提案者	概要
	30	体験出前	三門式起電器による静電気実験	山本明利	改良型三門式棒起電器の製作と、起電器を使っての静電気実験 2018年1月の交換会でのアドバイスを元に改良し、藤沢市科学少年団で実施した。

静電気実験：カチカチ振り子（静電ベル）、フランクリンモーター、ムーアのモーター

詳しくは、下記資料をご覧ください。
藤沢市科学少年団2月活動テキスト「静電気で遊ぼう」
<http://www2.hamajima.co.jp/~tenjin/labo/seidenki2018.pdf>
交換会当日、印刷物を配布します。

詳細説明
(別紙も可)



主な材料 (削除可)	部品名	メーカー等	仕様	入手先	材料費	数量	備考
	塩ビ管	クボタケミックス	VP13X2M	コメリドットコム	¥40/人	1	2mを6等分にカット
	ライトチューブ	イノアック	LTSV-13 1m	モノタロウ	¥25/人	1	1mを10等分にカット
	ミノムシクリップ			秋月電子	¥20×2/人	2	赤黒各1
	ビニル被覆コード			秋月電子		50cm×2	赤黒各1
	アルミワイヤ			ダイソー		20cm	
	アルミテープ			ダイソー		10cm	
必要な工具等 (削除可)	ラジオペンチ	ニッパ	カッターナイフ	はさみ	セロテープ	ティッシュペーパー	
体験塾等を想定した所要時間	3時間	完成度（体験塾の場合・5段階）	4	備考・参考書等	三門正吾「静電気と電流を結ぶ教具の開発」 http://www.toray-sf.or.jp/activity/science_edu/pdf/h11_11.pdf		

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

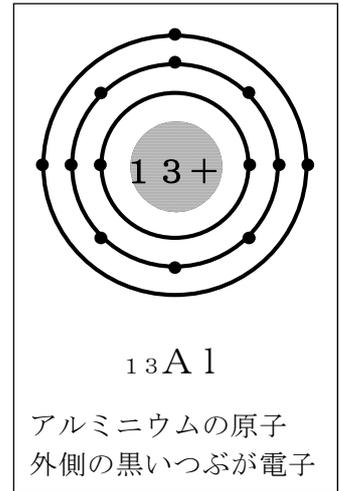
ものは電気できている

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・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良好に電気が流れます。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^{けんどんき}検電器（大阪府の山田善春先生考案）

【材料・用具】

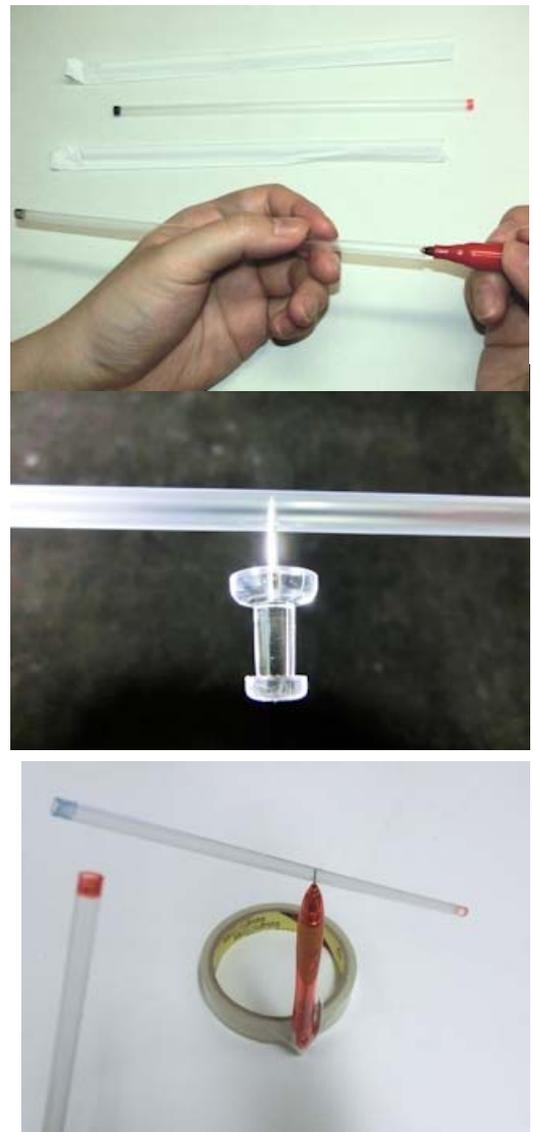
紙袋ストロー 2 本、ティッシュペーパー、塩ビシート、マジック（赤黒・共同利用）、プッシュピン、シャープペンシル（の芯）、セロハンテープ、少年団のバインダー（正しくはクリップボード）

【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。



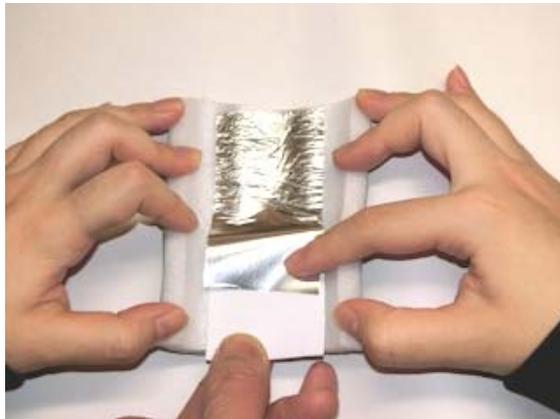
(2) 三門式・棒起電器 (千葉県の上門正吾先生が開発した、静電気発電器です)

【材料・用具】

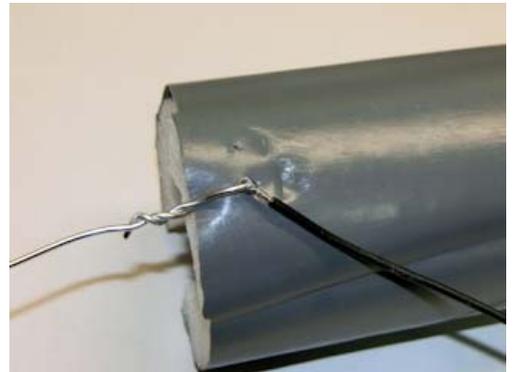
塩ビ管、ライトチューブ(10cm)、アルミテープ、アルミワイヤー(20cm)、ビニルコード(赤黒各1)、ゼムクリップ(2本)、セロテープ、ティッシュペーパー、輪ゴム(3本)、プッシュピン

【やりかた】

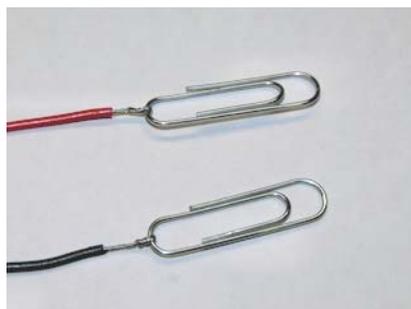
- ①ライトチューブのみみの部分をはさみで切り取る。
- ②アルミテープを長さ8cmに切る。
- ③となりのお友達と協力して、ひとりが両手でライトチューブを思い切り広げ、もうひとりがライトチューブの内側にアルミテープをはる。アルミテープの裏紙は、はじめ1cmぐらいはがして、ライトチューブのふちに合わせて位置決めをし、ゆっくりと裏紙を引いてはがしながらはっていきとよい。



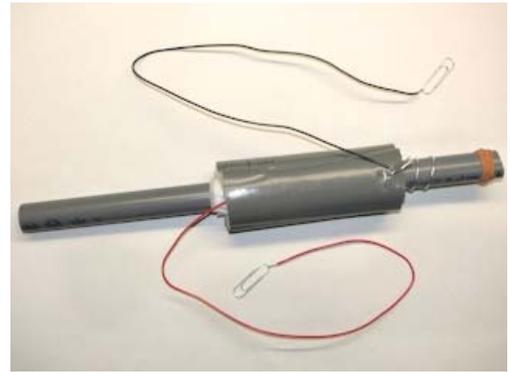
- ④プッシュピンをアルミテープをはっていない方の端から1cmのところにし、裏側に突き抜けないように、表面に沿って浅い角度で横向きに穴を開ける。
- ⑤④で開けた穴にアルミワイヤー(20cm)を通し、ねじって固定する。さらに、黒のビニルコードの端のビニルを15mmむき、アルミワイヤーにひっかけてねじって止める。
- ⑥赤のビニルコードの端のビニルを15mmむき、ライトチューブの内側にはったアルミテープに重ねて、セロハンテープで固定する。



- 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。

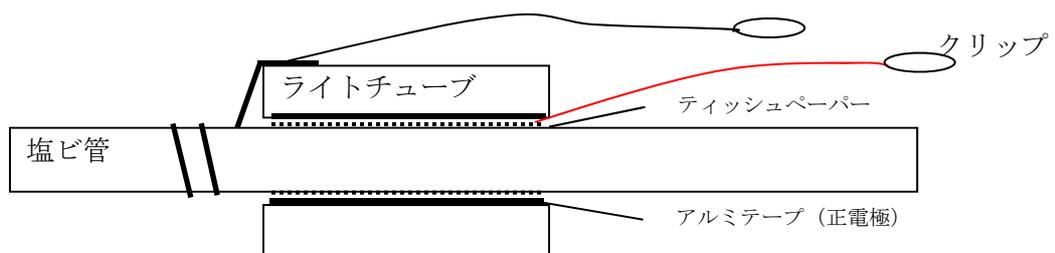


- ⑨ティッシュペーパーを二つ折りのまま塩ビ管にゆるみなくきっちりと巻き、その上からライトチューブをかぶせる。このとき輪ゴムを巻いた側が、アルミワイヤーを取りつけた側になるよう向きをそろえる。
- ⑩アルミワイヤーを塩ビ管に数回巻きつけて完成。
- ⑪ライトチューブの部分を握って、塩ビ棒を抜き差しすると電気が生じる。赤が正 (+)、黒が負 (-) となる。
- ⑫どちらかのクリップをはく検電器につけて、起電器を動かかし、電気が生じていることを確認する。



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ら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、そのまんなかになに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。



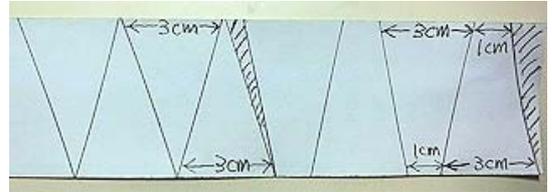
(5)ムーアのモーター

【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。

まとめとふいかえり

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。

アイテム交換会エントリーシート

実施日： 2019年3月21日

時間： 13:30～17:00

会場： フォーラム南太田

No	発表時間 (分)	分類	タイトルまたはアイテム名	提案者	概要
	15	情報提供	太陽電池で音を聞く	山本明利	太陽電池をアンプ（ラジカセなど）につないで光通信を行う方法はポピュラーだが、自己点滅型のロウソクLEDの光を当てると面白い音が聞こえる。

詳細説明 (別紙も可)	<p>ダイソーの「キャンドルライト」などに使われている、自己点滅型のロウソクLEDは、太陽電池で受光して音声信号に変えると、面白い音が聞こえる。 製品によりいくつかのパターンがある。</p>						
							
主な材料 (削除可)	部品名	材料	仕様	入手先	材料費	数量	備考
	キャンドルライト			ダイソーなど	¥108		
	太陽電池						
必要な工具等 (削除可)							
体験塾等を想定した所要時間	時間	完成度 (体験塾の場合・5段階)		備考・参考書等	http://www2.hamajima.co.jp/~tenjin/ypc/ypc17z.htm http://www2.hamajima.co.jp/~tenjin/ypc/ypc187.htm		