

Date of Lab 2/1/2017

Date of Submission 2/8/2017

Laboratory Report

Title Electric Charge - Static Electricity & Electroscope

表題 電荷 - 静電気と箔検電器

Homeroom 11 I	Section	Name 氏名	Hinako Nakayama
------------------	---------	------------	-----------------

Lab Partners Shiena Yabe  
共同実験者

Summary

2つの物体をこすり合うと摩擦電気が生じる。これによって帯電された物をアルミコートボールやサスペンダーなど様々な物に近づけて反応を見た。摩擦帯電系列より、帯電物がどちらの電荷をもつのか分かった。導体である物体では静電誘導が起こり、絶縁体では誘電分極が起きる。また、箔検電器でも電荷の移動やどの電荷で箔が開いているのかを考えた。電気盆の実験ではどちらの電荷が放電した時に移動しているのかを調べた。その結果、マイナスの電荷が移動をするということが確認できた。ヴァンデグラーフ起電機では、どうやって電気が移動するのかを体験した。

- Meet a deadline
- Write logically
- Write clearly
- Write with your own words
- 締切り守って
- 論理的に
- わかりやすく
- 自分のことばで

Teacher Comments

自分自身の図を便して描きわかりやすく説明している。検電器をどう ⊕ と ⊖ を混在し描くのは良くない。

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Due 提出期限	Summary 要旨	Intro. 序	Method. 方法	Results 結果	Table/Fig. 表/図	Discussion 考察	Clearness わかりやすさ	General 全般
+					++	++	+++	++++

\* Write your report in Japanese or in English \* Use this form as a cover sheet.  
\* Submit your reports by the seventh day after your lab.

### (3) 序

#### (3-1) 目的

見えない電気を、実験で見えるようにする

実験①- 摩擦で静電気を発生させて電気には(+)と(-)の二種類があることを確かめる

実験②- 帯電体を不導体と導体に近づけたときの違いをみる

実験③- 箔検電器を使えるようになる

実験④- 電気盆を使って電荷の種類を確認する

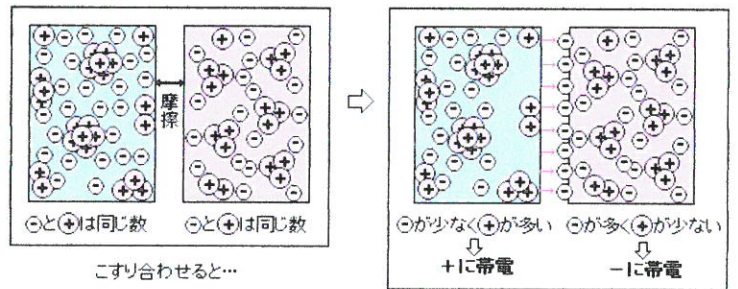
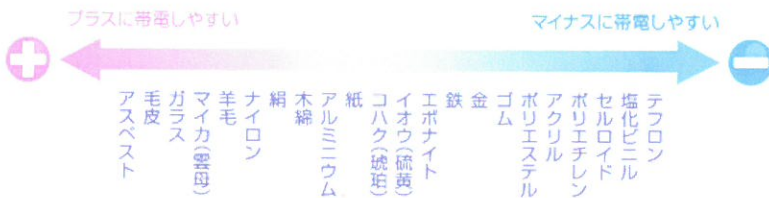
実験⑤- ヴァンデグラフ起電機を使って放電を確認する

#### (3-2) 理論

##### 1) 摩擦電気

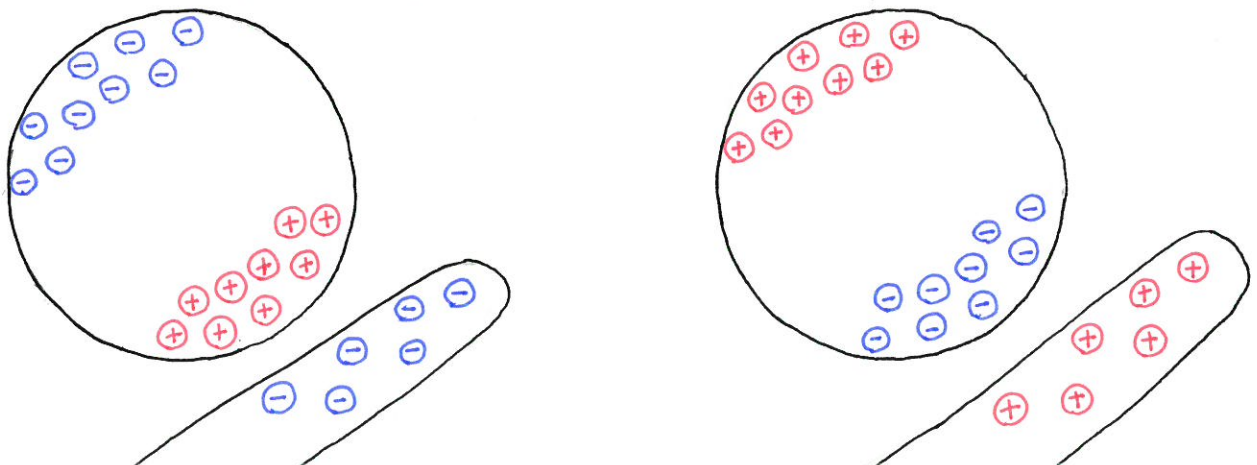
二つの物体を擦り合わせて摩擦させると電荷移動が起き、物体に正または負の電荷を持たせる現象を摩擦電気という。原子とは負電荷をもつ電子と正電荷をもつ陽子からできていて、原子のもつ電子の量は陽子の量に等しくなっている。二つの物体を擦り合わせることによってどちらかの物体内にある電子がもう片方の物体へ移り、電子の増えた方の物体は負に帯電された状態になる。電子を失った方の物体は陽子が多い状態になるので正に帯電される。擦り合わせる物体によってどちらの物体が電子を失うかは異なり、帯電系列によって決まっている。例えば、絹の布とガラス棒を摩擦すると絹はガラスよりも負に帯電しやすいので負、ガラス棒は正に帯電する。しかし、絹とエボナイトを摩擦すると絹の方がエボナイトよりも正に帯電しやすいので絹が正でエボナイトが負に帯電する。

主な物質の帯電列(摩擦帯電系列)



##### 2) 静電誘導

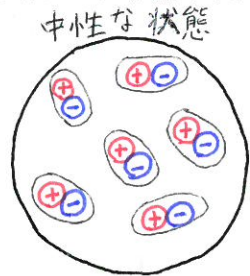
電気をよく通す導体である物体に帯電したもう一つの物体を近づけることによって、帯電体に近い側面に帯電体とは逆の電荷が引き寄せられる。一方で近づけた場所から一番遠い方へは帯電体と同じ種類の電荷が逃げる現象のことを静電誘導という。



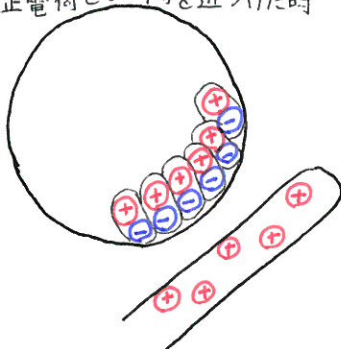


### 3) 誘電分極

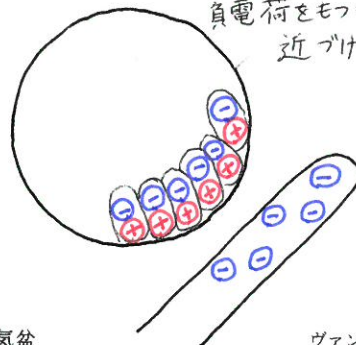
電気をあまり良く通さない物質を絶縁体という。これは導体の逆で、自由電子がほとんどない。そのため静電誘導が起こらないが、良く似た誘電分極という現象が起こる。帯電体を絶縁体に近づけたとき、帯電体に近い側面に帯電体がつ電荷とは逆の電荷が集まり、絶縁体の原子の中で電荷の偏りが起こる現象を誘電分極という。絶縁体は中性なので両方の電荷を持ち、一方で帯電体は正または負のどちらかの電荷を持っている。例えば負に帯電された物体 A を絶縁体 B に近づけると負電荷の物体 A とは逆の絶縁体内の正電荷が引き寄せられ正電荷は物体 A 側に全て集まる。静電誘導とは違い、電荷の移動はなく偏りだけが生じる。



正電荷をもつ物を近づけた時



負電荷をもつ物を近づけた時



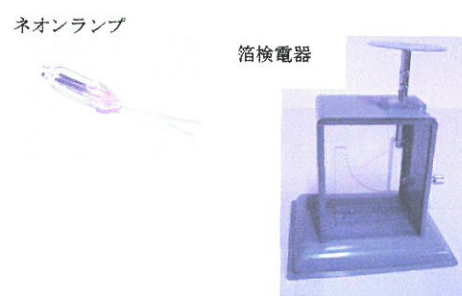
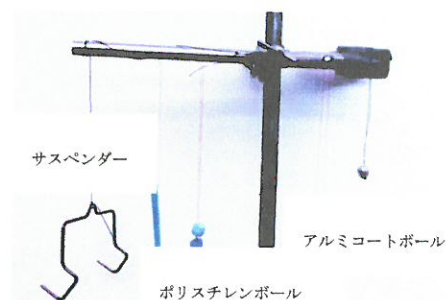
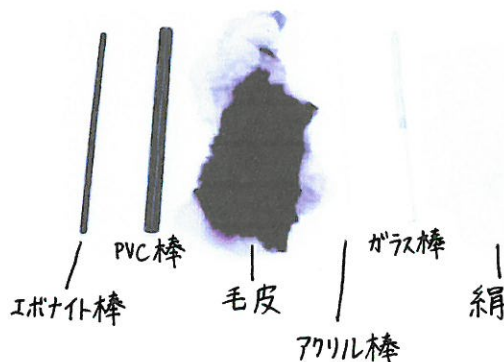
電気盆

ヴァンデグラフ起電機

## (4) 実験

### (4-1) 実験器具

- PVC
- 毛皮
- 絹
- アクリル棒
- エボナイト棒
- ガラス棒
- サスペンダー
- スタンド
- アルミコートボール
- ポリスチレンボール
- 箔検電器
- プラスチックカップ
- ポリスチレンボード
- サランラップ
- アルミトレイ
- ネオンランプ
- ヴァンデグラフ起電機
- 絶縁台



### 実験① 摩擦電気を起こす

#### 1) 実験方法

- a. スタンドにアルミコートボールと発砲ポリスチレンのボールを吊り下げる。
- b. PVC 棒を毛皮で擦り、アルミコートボールと発砲ポリスチレンのボールに近づけ、反応を見る。
- c. ガラス棒を絹で擦り、アルミコートボールと発砲ポリスチレンのボールに近づけて反応を見る。

## 2) 実験結果

棒の種類	擦りつけたもの	近づけたもの	反応
PVC 棒	毛皮	アルミコートボール	引き合ってくつついた瞬間に反発して離れる
PVC 棒	毛皮	発泡ポリスチレンのボール	引き合う
ガラス棒	絹	アルミコートボール	無反応だった。(理論上では引き合うはず。)
ガラス棒	絹	発泡ポリスチレンのボール	無反応だった。(理論上では引き合うはず。)

## 3) 考察

毛皮で PVC 棒を擦ったことによって、PVC は負に帯電された。PVC をアルミコートボールに近づけると互いに引き寄せあったが、接触した瞬間に反発しはじめた。PVC は負に帯電しているのに、負電荷をたくさん持っている。導体のアルミコートボールは中性だが、帯電体を近づけているので静電誘導が発生し、引き寄せあった。PVC を近づけた側とは反対側に負電荷が寄り、PVC に近い方に正電荷が集まった。アルミコートボールは導体なので、接触した時にアルミコートボールに PVC 棒の負電荷が移動し、アルミコートボールは PVC と同じ負電荷を所持し始めたため、負電荷同士で反発が生じた。

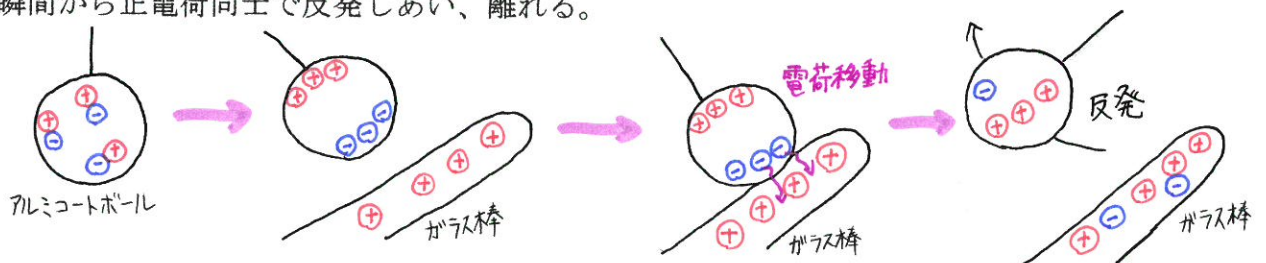


一方毛皮で擦った後に発泡ポリスチレンのボールに近づけると引き合った。発泡ポリスチレンのボールは絶縁体であるため、自由電子の移動が少ない。そこに負に帯電した PVC を近づけると、近づけた箇所の周りだけで誘電分極が起きる。発泡ポリスチレンのボールは電荷移動がないので正電荷が PVC の負電荷に引き寄せられるため接触した後も引き合い続けた。



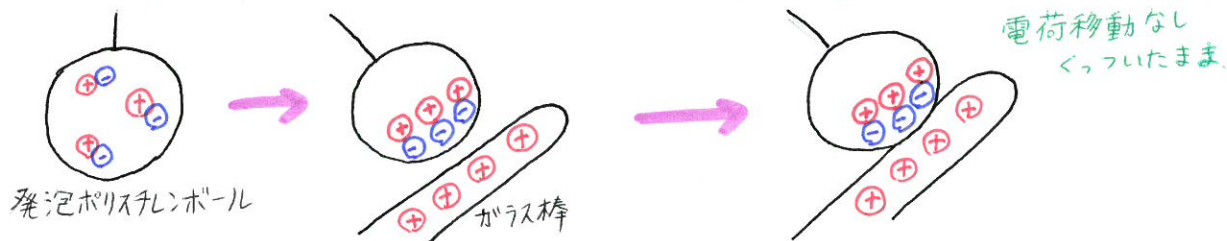
帯電させたガラス棒をアルミコートボールと発泡ポリスチレンのボールに近づけても無反応であった。これは帯電系列でガラスと絹は近い位置にあり、帯電系列で近い位置にある物体同士を摩擦したときにおこる帯電量は比較的少ないとされているため、他の物質に近づけても反応を起こすほどの正電荷を帯電することができなかつたのであろう。一方で PVC と毛皮は帯電系列でお互いから離れた位置にあるため、帯電量が多く反応が見えたのである。

理論上ではガラス棒を絹で擦るとガラス棒は正に帯電されるため中性のアルミコートボールに近づけると静電誘導で最初はお互い引き寄せ合うが、導体で自由電子をアルミコートボールは持っているため接触した際に電子がガラス棒に移ってしまう。ボールは正電荷しか持っていない状態になり、ガラス棒も正電荷なので接触した瞬間から正電荷同士で反発しあい、離れる。





また、正に帯電したガラス棒を絶縁体の発泡ポリスチレンのボールに近づけると誘電分極でお互い引き寄せあうはずである。発泡ポリスチレンのボールは絶縁体なため、電荷移動がない。そのため、正電荷であるガラス棒と発泡ポリスチレンボール内の負電荷が引き寄せあい、接触したら離れないはずである。



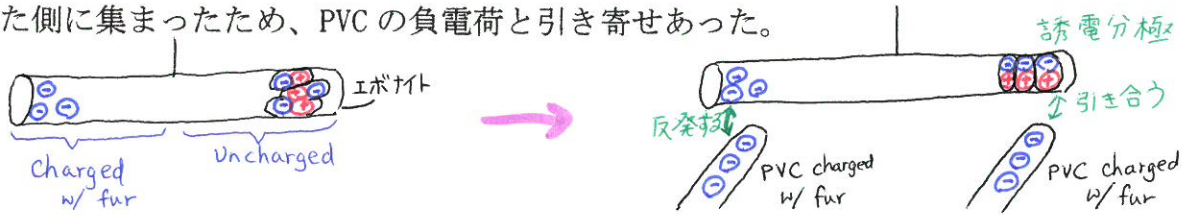
## 実験②-a 2個の帯電絶縁体の中の反応帯電体と非帯電絶縁体の中の反応

### 1) 実験方法と実験結果

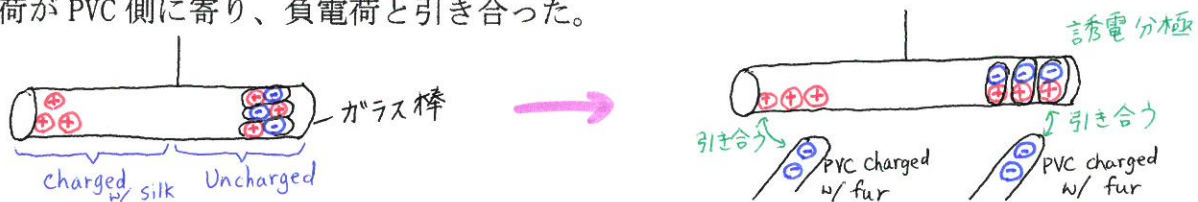
実験方法	Charged Side	Uncharged Side
① 	反発した	引き合う
② 	引き合う	引き合う
③ 	反発した	引き合う
④ 	引き合う	引き合う
⑤ 	反発した	引き合う

## 2) 考察

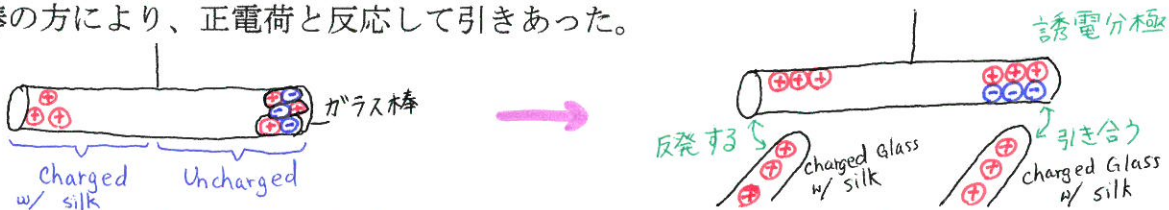
①帯電させたエボナイト棒の半分は負電荷を持っている。PVC を毛皮で摩擦すると負電荷をもつので帯電させた PVC と帯電した側のエボナイト棒を近づけると負電荷同士で反発し合う。エボナイト棒は絶縁体なので帯電してない側は中性である。なので、帯電してない側は誘電分極がおきて正電荷が PVC を近づけた側に集まったため、PVC の負電荷と引き寄せあった。



②絹で帯電させたガラス棒は正電荷を持ち、毛皮で帯電させた PVC は負電荷をもつ。ガラス棒の帯電させた側は PVC の負電荷と引き合った。帯電してない方は中性なので誘電分極がおきてガラス棒の分子の正電荷が PVC 側に寄り、負電荷と引き合った。



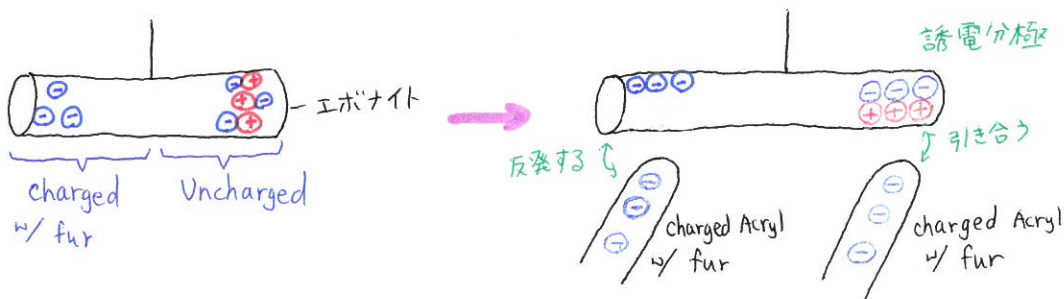
③ガラスを絹で擦ると正に電荷される。電荷した側のガラス棒にもう一本の帯電させたガラス棒を近づけると、正電荷同士を近づけているので反発する。帯電してない方は誘電分極で負電荷が帯電させたガラス棒の方により、正電荷と反応して引きあつた。



④アクリル棒を絹で擦ると正に帯電する。エボナイト棒は毛皮で擦ると負に帯電するので帯電させた側のエボナイトに正電荷をもつアクリル棒を近づけると引き合った。帯電してないエボナイト棒の中性側は正電荷のアクリル棒を近づけると誘電分極を起こし、負電荷がアクリル棒の方に寄るので引き合った。



⑤アクリル棒を毛皮で擦ると負に帯電し、毛皮で擦ったエボナイト棒は負に帯電されている。エボナイト棒の帯電した側にアクリル棒を近づけると負電荷同士なので反発した。帯電してないほうのエボナイト棒は中性なので誘電分極によって正電荷が近づけたアクリル棒側に寄り、アクリル棒の負電荷と引き合った。



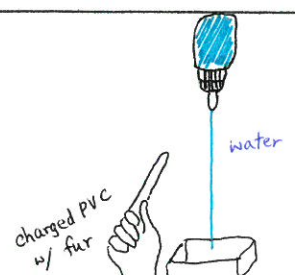

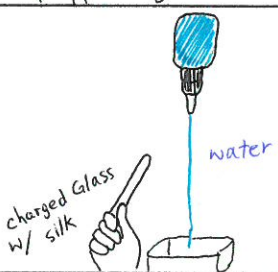



## 実験②-b 帯電絶縁体と水との反応

### 1) 実験方法

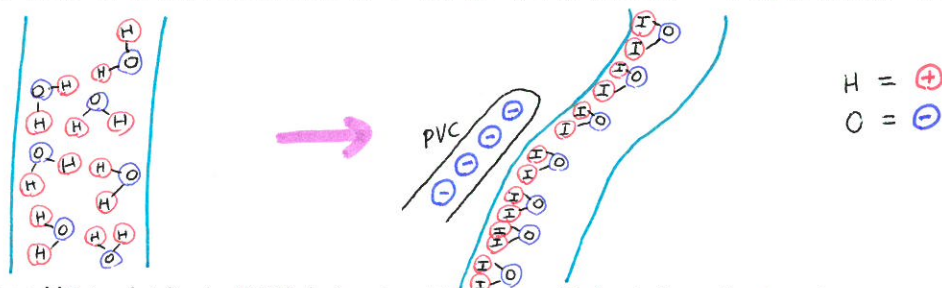
- 哺乳瓶と受け皿を用意して、哺乳瓶に水を入れる。
- PVC を毛皮で帯電させ、哺乳瓶を逆さまにして受け皿に水を流す。水に帯電させた PVC を近づけて水の反応を観察する。
- ガラス棒を絹で帯電させ、哺乳瓶から流した水に近づけて水の反応をみる。

### 2) 実験結果

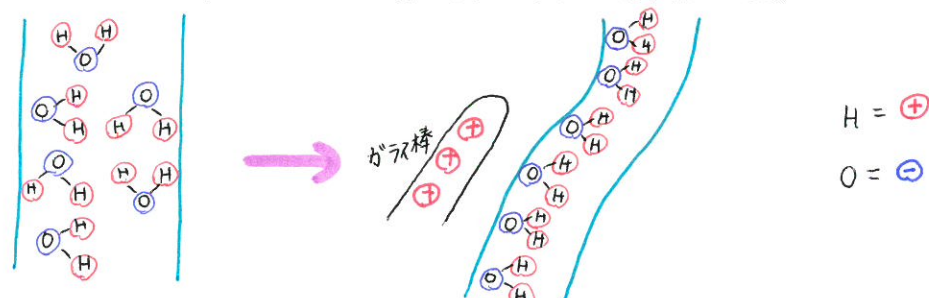
実験の様子	反応
	水と PVC 棒は引き合う 
	水とガラス棒は引き合う 

### 3) 考察

水は絶縁体で自由電子がない。一方で PVC は負に帯電されているので PVC を水に近づけることで水の原子内の電荷に偏りが生じた。水の正電荷をもつ水素原子(H+)が PVC の負電荷に反応して引力が生まれた。H+が引き寄せられたことによって水が PVC 棒の方へくねっと曲がった。



絹で擦ったガラス棒は (+) に帯電されている。この場合は水の分子である  $H_2O$  で負電荷をもつ酸素原子( $O^-$ )がガラス棒の正電荷に反応して引力が生じた。つまり、水の酸素原子の( $O^-$ )がガラス棒の正電荷に引きつけられたため、水はガラス棒の方へくねっと曲がった。

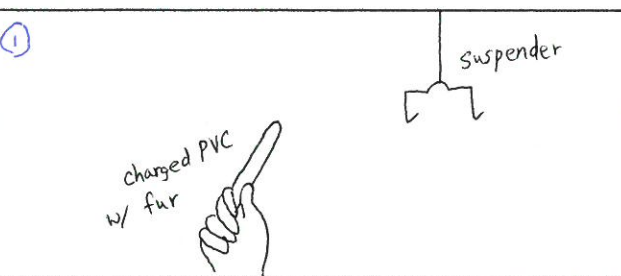



## 実験②-c 帯電絶縁体と導体（金属）の間の反応

### 1) 実験方法

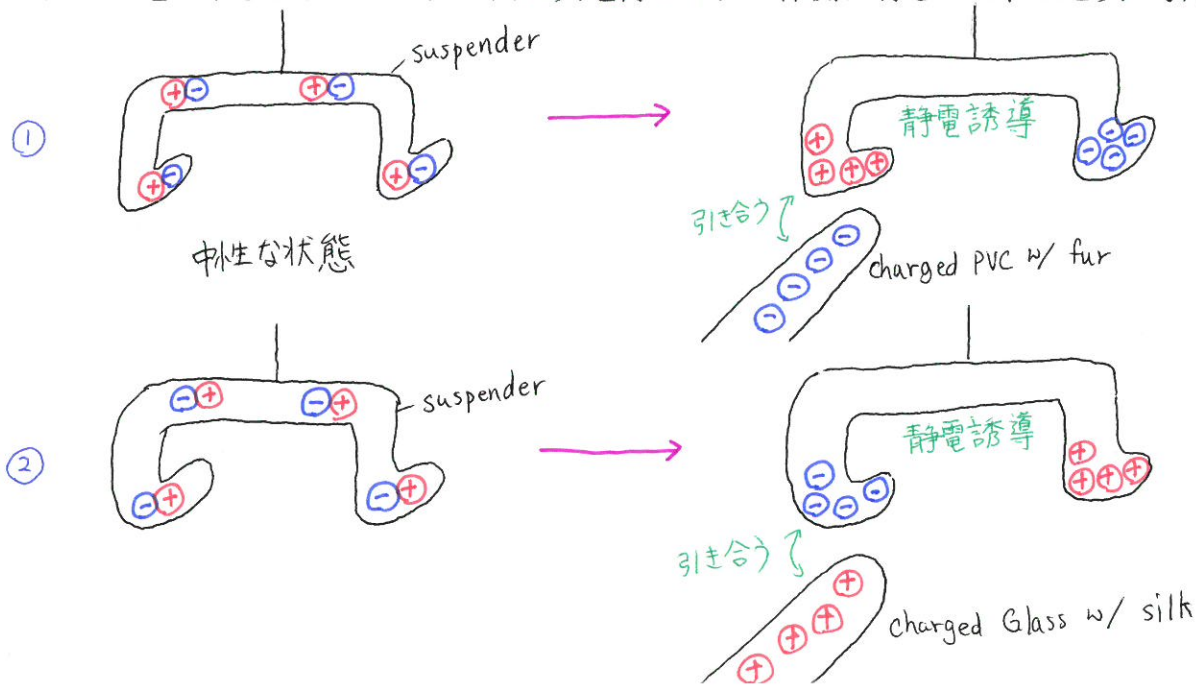
- スタンドにサスペンダーを吊るす
- PVC を毛皮で帯電させ、サスペンダーに近づけて反応をみる
- ガラス棒を絹で帯電させ、サスペンダーに近づけて反応をみる

### 2) 実験結果

実験の様子	結果
	引き合った
	引き合った

### 3) 考察

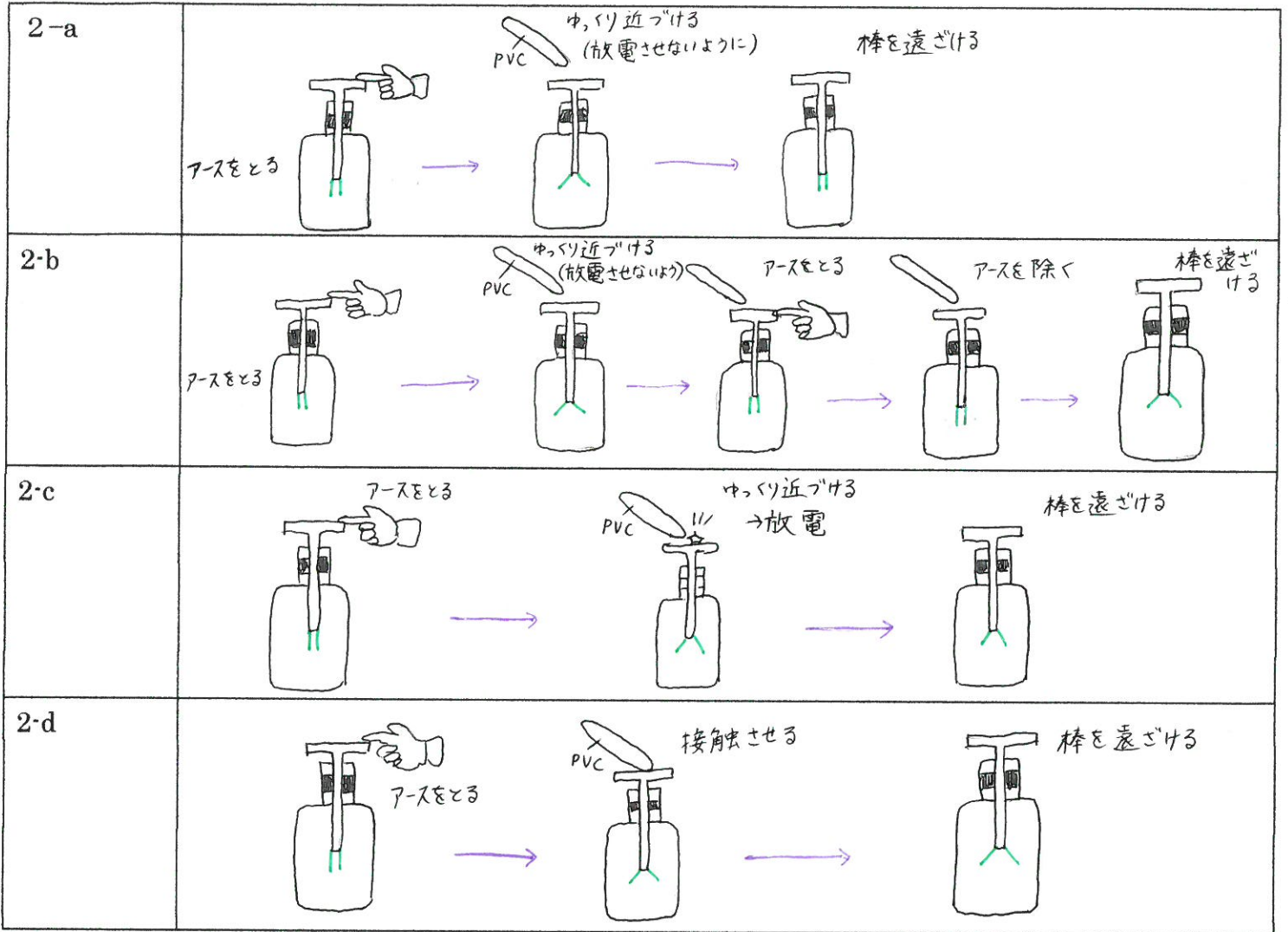
毛皮で擦った PVC は負に帯電される。また、ガラス棒を絹で擦ると正に帯電される。どちらもサスペンダーに近づけたら引き合った。これは、サスペンダーが金属なので導体且つ中性で、電荷を近づけると静電誘導が起きるからである。PVC を近づけるとサスペンダーの中の電子が不足し、+に帯電するため負である PVC と正であるサスペンダーが引き合う。正に帯電してあるガラス棒をサスペンダーに近づけるとサスペンダー内の負電荷がガラス棒側に寄るので、正と負が引き合う。





### 実験③ 箔検電器

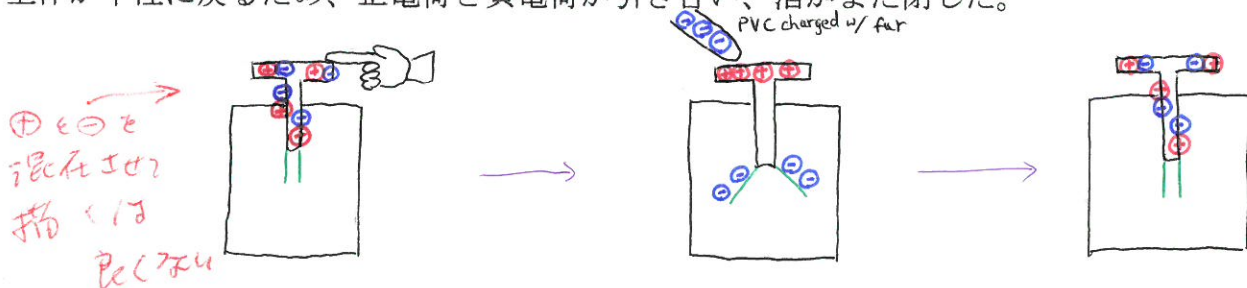
#### 1) 実験方法と実験結果



#### 2) 考察

箔検電器に帯電したものを近づけると箔は開く。近づけた物体が帯電していなければ箔は開かない。実験を始める前に箔検電器の金属板を指で触り電荷を全て取り除いた。この時、金属箔は中性なので閉じた状態である。

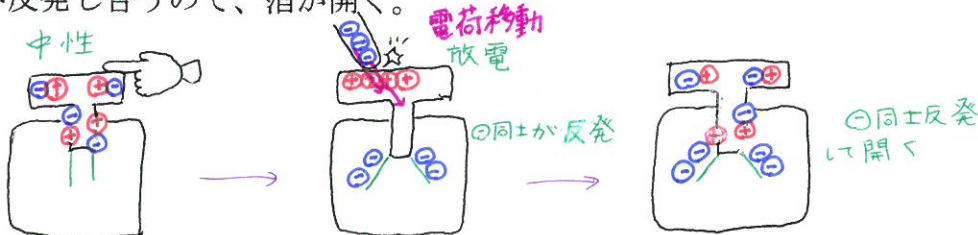
**2-a** 毛皮で擦った PVC 棒は負に帯電していて、導体である箔検電器の金属板に近づけると静電誘導が起こり、箔検電器の正電荷が金属板の方へ引き寄せられる。一方で箔検電器内の負電荷が PVC 棒の負電荷と反発しあい、箔の方へ降りていく。箔には負電荷しかなく、負電荷同士で斥力が働くため反発しあって箔が開く。PVC 棒を遠ざけると金属板の方にいた正電荷が箔の方へ降りてきて箔検電器全体が中性に戻るため、正電荷と負電荷が引き合い、箔がまた閉じた。



2-b 帯電させた PVC 棒を箔検電器に近づけると箔が開き、PVC 棒を近づけたまま指でアースを取ると箔は閉じた。PVC 棒を遠ざけると箔はまた開いた。PVC を近づけると箔が開くのは 2-a の原理と一緒である。PVC 棒を近づけたまま指先で金属板に触れてアースをとると負電荷が金属板の方に上がってきて我々の体の方に逃げ、箔検電器の中は正電荷の方が多くなる。PVC 棒を近づけたままなので正電荷が上に誘導され箔の方には電荷がないので箔は閉じる。PVC 棒を遠くに離れたら箔検電器内に残った正電荷が全体に散らばり、箔の方では正電荷同士になるので反発して箔が開いた。



2-c アースを指で取ると中性なので箔は閉じた状態になり、帯電させた PVC 棒を金属板に触れさせて放電させてから PVC 棒を遠ざけると箔は開いた。放電することで、PVC 棒内の電子が箔検電器に移り、箔検電器は電子の方が多いため負に帯電された状態になる。PVC 棒を遠ざけると箔の方では負電荷同士が反発し合うので、箔が開く。



2-d アースを指でとった後、帯電させた PVC 棒を金属板に接触させると金属箔は開いた。最初は中性なので箔は閉じている。帯電した PVC 棒を接触させているので、PVC 棒の電子が箔検電器に流れた。箔検電器全体は負電荷となり、PVC 棒を離れたとしても電子は逃げていかない。PVC 棒を遠ざけた後も箔は反発し続け、開いたままだった。



#### 実験④ 静電気発生装置

##### 1) 実験方法

- アルミ皿にプラスチックカップを取り付け、電気盆を作る
- 発泡スチロール板をサランラップで覆い、ペーパーナプキンで擦る
- 擦って帯電させたラップの上にアルミ皿を接触させないように近づける。この時、アルミ皿ではなくプラスチックカップを持つようにする。
- アルミ皿のふちを指先で触る。
- ラップからアルミ皿を遠ざけてまた指先でアルミ皿のふちを指先で触る。
- 次は指で触れる代わりにネオンランプを使ってアルミ皿の縁を触り、どのように光るかをみる。

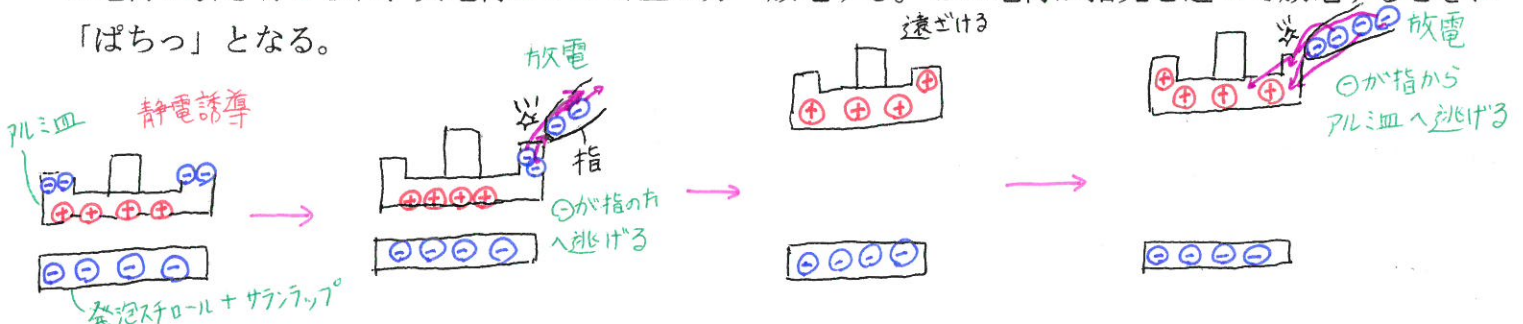


## 2) 実験結果

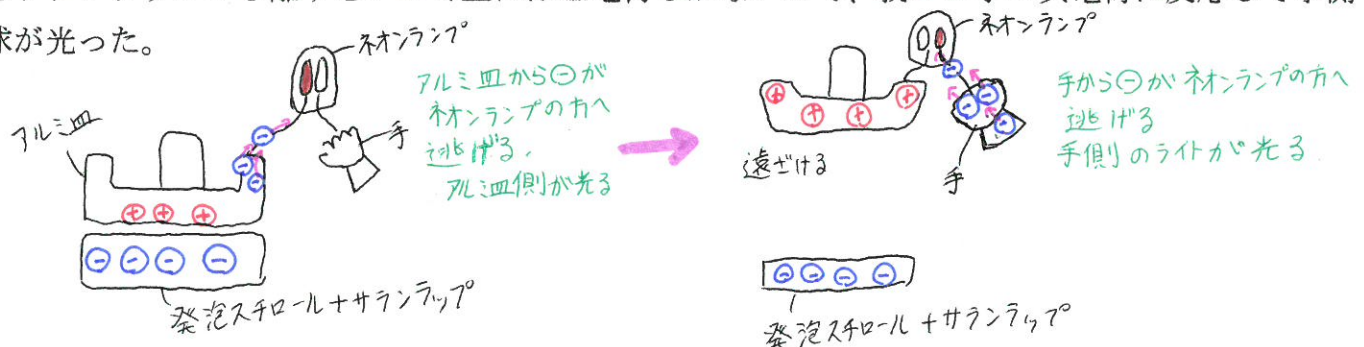
- ① 電気盆を帯電されたサランラップに近づけた状態でふちを指先で触れると「ぱち」という音と少し痛みがあった。
- ② 電気盆をサランラップから遠ざけてから指先で電気盆の縁に触れるとまた「ぱち」という音と少し痛みがあった。
- ③ サランラップを再び帯電させた後に電気盆を近づけて今度はネオンランプで電気盆の縁に触れると電気盆側のランプが赤く光った。
- ④ 電気盆をサランラップから遠ざけてネオンランプで縁に触れるとランプを持っている手の方のランプが赤く光った。

## 3) 考察

サランラップはマイナスに帯電している。そのため、中性であるアルミ皿をサランラップに近づけると静電誘導によりアルミ皿の底には正電荷が引き寄せられる。これにより、アルミ皿の負電荷はふち側に寄る。指先で負電荷が集まっているアルミ皿のふちに触れることでアルミ皿のふちにあった負電荷が指先を通して放電する。このときアルミ皿の底はまだ正電荷が引き寄せられた状態である。そして、アルミ皿をサランラップから遠ざけることで正電荷が反発しあってアルミ皿全体に散らばり、アルミ皿はプラスに帯電される。そこでまた指先で触れると今度は体内に溜まった負電荷がアルミ皿の正電荷に引き寄せられ、負電荷がアルミ皿の方へ放電する。この電荷が指先を通過して放電するとき「ぱちっ」となる。



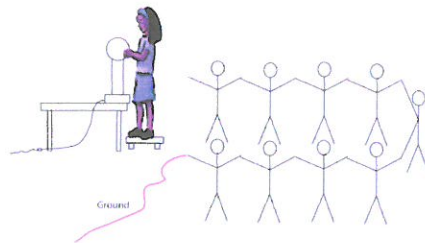
サランラップを帯電させてアルミ皿を再び近づけてからネオンランプでふちを触れるとアルミ皿側の豆電球が光った。一方でサランラップから遠ざけてからアルミ皿にネオンランプをつけると指に近い方の豆電球が光った。ネオンランプの一方の電極を手に持ち、もう一方の電極を帯電体に触れる。ネオンランプは負電荷に反応して光る性質を持っているので、アルミ皿に触れた時に光った側に負電荷があるということがわかる。アルミ皿をサランラップに近づけた時は負電荷がアルミ皿の上の方に集まっているので、アルミ皿側の電球が光った。これで負電荷が全て手の方へ逃げてしまった。アルミ皿をサランラップから離すとアルミ皿には正電荷しかないので、我々の手の負電荷に反応して手側の電球が光った。



## 実験⑤ ヴァンデグラフ起電機

### 1) 実験方法

- 絶縁台の上に一人が乗り、ヴァンデグラフ起電機を両手で触る。
- ヴァンデグラフ起電機を起動させ、一番端（ヴァンデグラフ起電機に触れている人から一番遠い）にいる人はアース線を握る
- ヴァンデグラフ起電機から片手を外し、他の人達は手をつなぎ、台に乗っている人と一番近い人が指を合わせる。

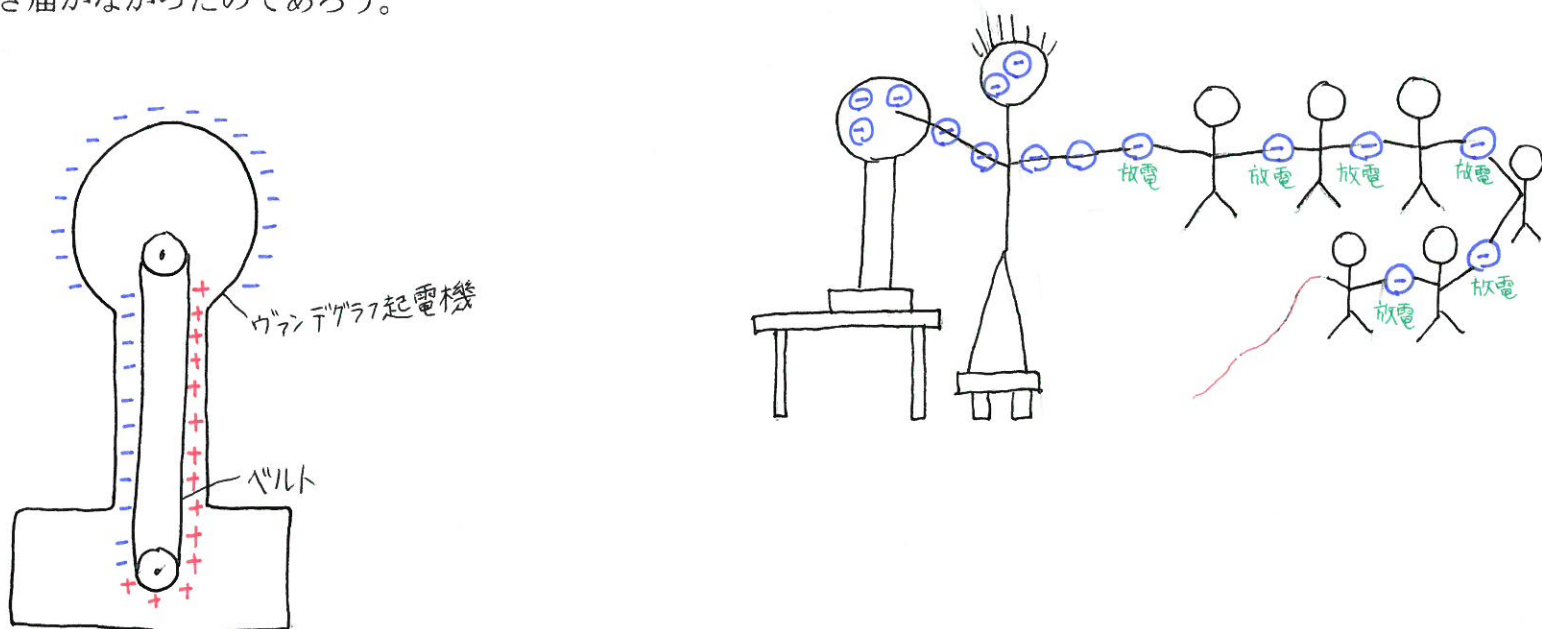


### 2) 実験結果

ヴァンデグラフ起電機に触れている生徒の髪の毛が上へ立った。そして、ヴァンデグラフ起電機に触れている生徒と輪の端の生徒が指を合わせると手に「ちくっ」とする弱い痛みを感じた。

### 3) 考察

ヴァンデグラフ起電機の中ではローラーによってゴムベルトが回転し、下の方で摩擦することによってマイナス電気が発生する。そして、そのマイナス電気はゴムベルトによって上の方へと運ばれてくる。運ばれてきたマイナスの電気は金属球の中にどんどん溜まっていく。ヴァンデグラフ起電機に触れている人はマイナスの電気が金属球から体へと逃げていく。絶縁台の上に乗っていることで電気が体から逃げず、体の中に電気が溜め込められるので、体はマイナスに帯電されている。その状態で他の人の指に触れたことで、電子が相手の方へ逃げた。そして、電気が輪になって手を繋いだ人達全員の体へ伝わっていった。ヴァンデグラフ起電機から遠い人の方がショックを感じなかったという。これは、みんなが手を繋いだときに手汗や湿気が電気の通りを弱くしたり邪魔したりしたため、電流が行き届かなかったのであろう。





## (5) 結論

物体同士を摩擦させると摩擦電気が起こり、物体がどの種類の電荷に帯電するかは帯電系列によって決まっている。同じ種類の電荷をもつ二つの物体を近づけると斥力により反発しあい、異電荷同士を近づけると引力が働きくっつく。中性の絶縁体に電荷をもつ物体を近づけると、誘電分極が起こって二つの物体の間には引力が発生する。中性の導体に電荷をもつ物体を近づけたときも、静電誘導が起こり、二つの物体の間に引力が発生して引き合う。

## (6) 感想

冬場は特に人に触れたりドアノブを持ったりした時に静電気でびりっと感じることが多い。これがなぜ起こるのか、今まであまり疑問に思わずに生きてきたが、実際に実験をして原理と学ぶととても興味深かった。また、絶縁体と導体では似てはいるが違う現象が起こっているなどといった新しいことが学べた。化学で学んだ電子や陽子について実際に実験で動きを見ることができ、理解を深めることができた。

## (7) 参考文献

Marina Sayo さんのレポート

Lisako Ishikawa さんのレポート

Takumi Motohashi さんのレポート

