

Date of Lab 1/28/2015Date of Submission 2/11/2015

Laboratory Report

Title
表題静電気の力

Homeroom	Section	Name	
11-E	11	氏名	北川 怜於

Lab Partners
共同実験者 Ryusei Hotchi
Yuki Miyata

Summary

静電気による起こる現象をいくつか観察した。++、--は反発し、+-は引き合うという単純な法則以外にも、分極や静電誘導という複雑な応答を観察する実験もした。電子の動きを理論的に理解するように努めた。

- 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

- 導体で誘導が生じている時以外は+と-の記号を混在させてはいけません。
- アクリル棒や鉛検電器の帯電状態を実験的に調べて欲しい。

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.

序

目的：静電気により発生する引き合う力・反発する力を観察し、それぞれがどのように起こる力なのかを考える。また、電子がどのように移動するのか、どのような理由で物質が電荷を持つのかを理論的に考えながら実験を行う。この実験は、日頃から見られる静電気の事象に対しての疑問を解決できるという意義がある。

理論

<摩擦電気>

2つの物体をこすり合わせると、片方の電子がもう一方の物質に移動する。この時、中性だった物質にプラスとマイナスの電荷がそれぞれ生まれる。電子を得た方はマイナス電荷（負電荷）、電子を失った方はプラス電荷（正電荷）をもつ。どちらが電子を失うかどうかは帯電系列によって決まる。



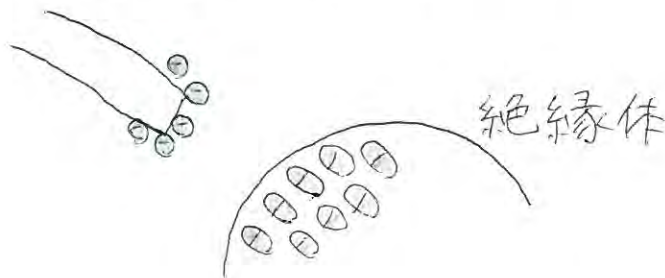
<帯電物同士の作用>

同じ帯電体同士には斥力、異なる帯電体同士には引力がはたらく。つまり、正電荷の物質と正電荷の物質は反発し合い、正電荷と負電荷の物質は引き合う。



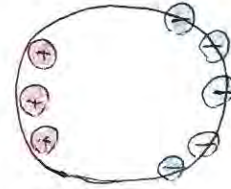
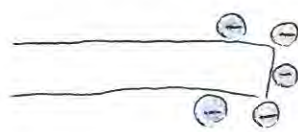
<分極>

帯電物を絶縁体などの帯電していない物質に近づけると引力が生じる。例えば、中性の物質にマイナスの電荷を持つ物質を近づけた場合、この負電荷に影響されて、中性物質の原子内で電子が帯電物とは逆の方向に偏る。このときに、中性であったはずの物質の表面にプラスの電荷が発生し、引力が発生するのである。この現象を分極という。分極は自由電子を持たない物質、つまり絶縁体に起こる現象である。



<静電誘導>

帯電物を導体である金属などに近づけると引力が生じる。これは、金属の中にある自由電子がどこかに偏ることで電荷が発生するからである。例えば、マイナスの電荷を持つ物質を近づけた時、金属の中にある自由電子はその物質と逆の方向に移動し偏る。そうすると、電子が少なくなったところにプラスの電荷が発生し、マイナスの電荷を持つ物質との間に引力が生まれる。この現象を静電誘導という。金属にこの現象が起こる理由は、金属は自由電子を持っているからである。



導体

わかややく
まじめのこ

実験

用意するもの

- ・ストロー
- ・ポリスチレンボール
- ・アルミコートボール
- ・PVC (塩ビパイプ)
- ・エボナイト棒
- ・ガラス棒
- ・アクリル棒
- ・シルク
- ・毛皮
- ・スタンド
- ・水入り哺乳瓶と受け皿
- ・サスペンダー
- ・ネオンランプ
- ・箔検電器
- ・電気盆 (アルミトレイとプラカップ)
- ・静電気発生装置 (サランラップと発泡スチロール)
- ・ティッシュ
- ・ヴァンデグラフ起電機
- ・絶縁台
- ・アース

実験①

実験方法：毛皮やシルクで帯電させた物質を、スタンドに吊るした物質に近づけてどのように反応するか観察する。

帯電させるもの（カッコ内は摩擦させる物）

スタンドに吊るすもの

PVC 棒（毛皮）

ストロー

エボナイト棒（毛皮）

ポリスチレンボール

ガラス棒（シルク）

アルミコートボール

アクリル棒（シルク）

水流

アクリル棒（毛皮）

中性のエボナイト棒

帯電させたエボナイト棒

銅線

結果：

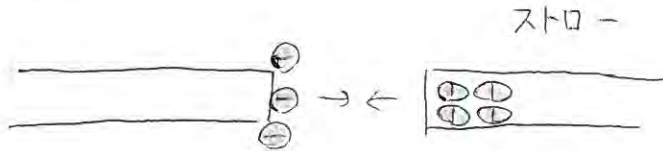
	ストロー	ポリスチレンコートボール	アルミコートボール	水流	中性のエボナイト棒	帯電させたエボナイト棒	銅線
PVC 棒	引き合う	引きあつた後に反発	引きあつた後に反発	引き合う	引き合う	反発	引き合う
エボナイト棒	引き合う	引きあつた後に反発	引きあつた後に反発	引き合う	引き合う	反発	引き合う
ガラス棒	引き合う	引きあつた後に反発	引きあつた後に反発	引き合う	引き合う	引き合う	引き合う
アクリル棒（シルク）	引き合う	引きあつた後に反発	引きあつた後に反発	引き合う	引き合う	引き合う	引き合う
アクリル棒（毛皮）	引き合う	引きあつた後に反発	引きあつた後に反発	引き合う	引き合う	反発	引き合う

考察

a. ストロー

PVC 棒・エボナイト棒・アクリル棒 (毛皮)

マイナスに帯電させた棒を近づけた時、そのマイナスの電荷と分極が起きて生じたストローのプラスの電荷の間で引力が生じた。



ガラス棒・アクリル棒 (シルク)

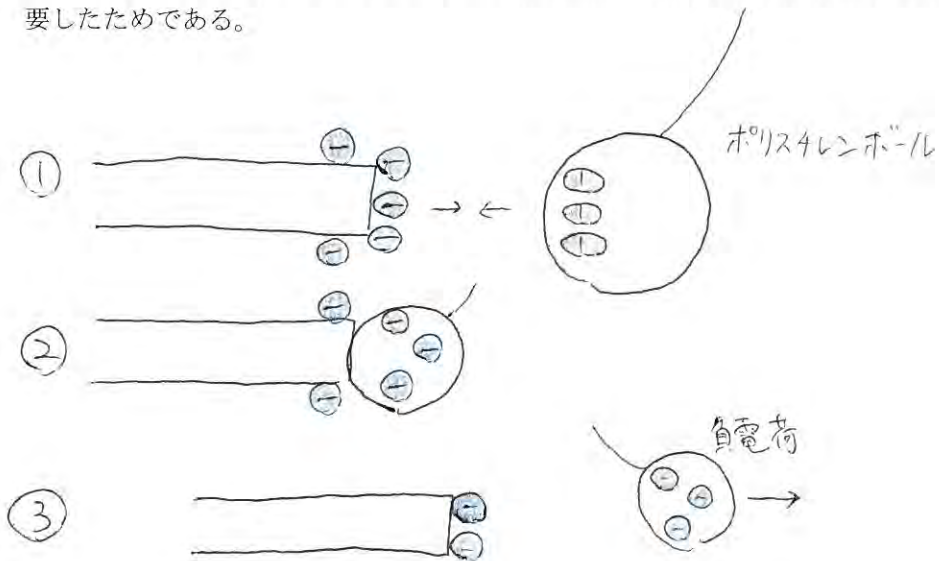
プラスに帯電させた棒を近づけた時、そのプラスの電荷と分極が起きて生じたストローのマイナスの電化の間で引力が生じた。



b. ポリスチレンボール

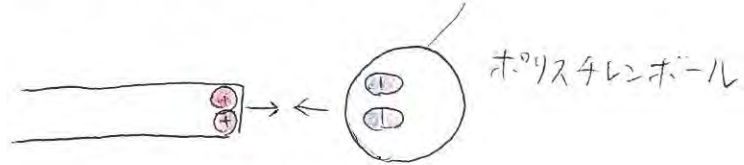
PVC 棒・エボナイト棒・アクリル棒 (毛皮)

マイナスに帯電させた棒を近づけた時、そのマイナスの電荷と分極が起きて生じたポリスチレンボールのプラスの電荷の間で引力が生じ、棒とポリスチレンボールはくっついた。その時に、マイナスの電荷をもつ棒の電子がポリスチレンボールに移動した。そのため、お互いがマイナスの電荷となり反発し合った。この反応がアルミコートボールの時より遅かったのは、ポリスチレンボールが絶縁体であり、電子が移動するのに時間を要したためである。



ガラス棒・アクリル棒（シルク）

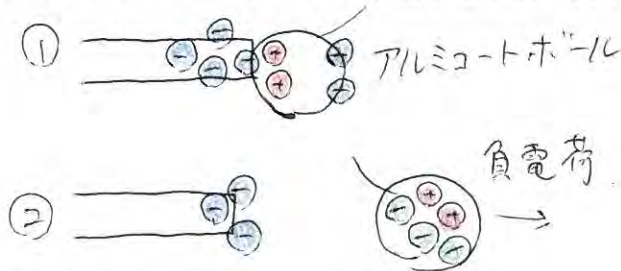
プラスに帯電させた棒を近づけた時、そのプラスの電荷と分極が起きて生じたポリスチレンボールのマイナスの電化の間で引力が生じ、棒とポリスチレンボールはくっついた。この時、絶縁体であるポリスチレンボールは自由電子を持っていないので、マイナスに帯電させた棒を近づけた時とは違い、電子の移動は起こらなかった。そのため、棒とポリスチレンボールの間で反発しあわなかった。



c. アルミコートボール

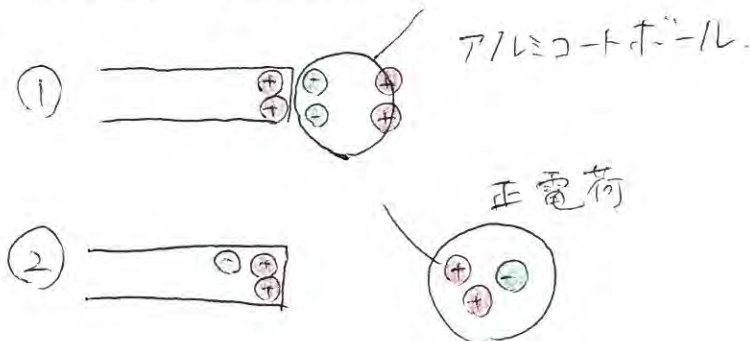
PVC 棒・エポナイト棒・アクリル棒（毛皮）

マイナスに帯電させた棒を近づけた時、そのマイナスの電荷と静電誘導が起きて生じたアルミコートボールのプラスの電荷の間で引力が生じ、棒とアルミコートボールはくっついた。その時に、マイナスの電荷をもつ棒の電子がアルミコートボールに移動した。そのため、お互いがマイナスの電荷となり反発し合った。アルミコートボールは導体のため電子が流れやすく、この反応も瞬時に確認することができた。



ガラス棒・アクリル棒（シルク）

プラスに帯電させた棒を近づけた時、そのプラスの電荷と静電誘導が起きて生じたアルミコートボールのマイナスの電化の間で引力が生じ、棒とアルミコートボールはくっついた。この時、アルミコートボール内の自由電子は正電荷をもつ棒に移動したので、お互いが正電荷となり、反発し合った。



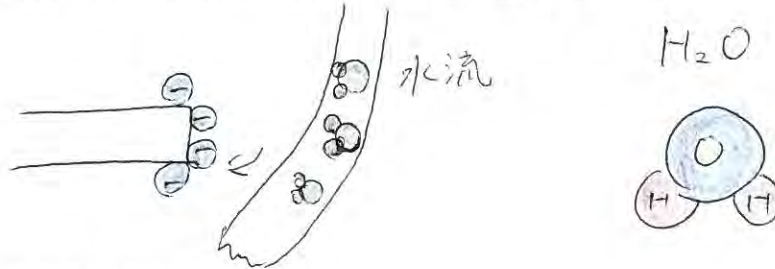
導体の
場合

誘導のほ
以外に
+と-を
混在させる
のが良い

d. 水流

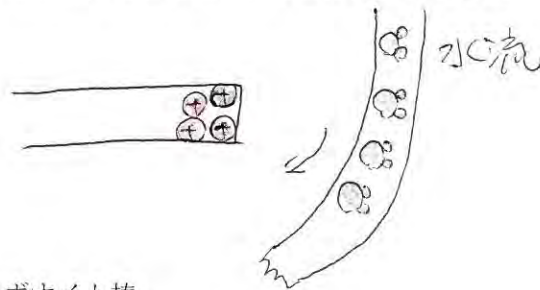
PVC 棒・エボナイト棒・アクリル棒 (毛皮)

マイナスに帯電させた棒を近づけた時、そのマイナスの電荷と水に分極が起きて生じたプラスの電荷の間で引力が生じ、水流は棒の方向に屈折した。



ガラス棒・アクリル棒 (シルク)

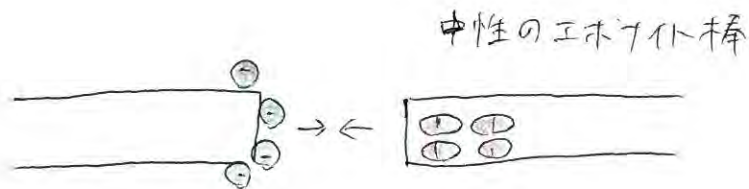
プラスに帯電させた棒を近づけた時、そのプラスの電荷と水に分極が起きて生じたマイナスの電荷の間で引力が生じ、水流は棒の方向に屈折した。このとき、水の分子はマイナスに帯電させた棒を近づけた時とは逆の方向を向いているといえる。



e. 中性のエボナイト棒

PVC 棒・エボナイト棒・アクリル棒 (毛皮)

マイナスに帯電させた棒を近づけた時、そのマイナスの電荷と分極が起きて生じたエボナイト棒のプラスの電荷の間で引力が生じ、負電荷の棒とエボナイト棒は引きあつた。



ガラス棒・アクリル棒（シルク）

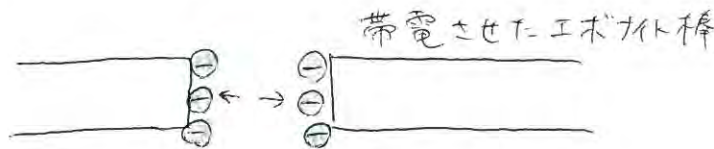
プラスに帯電させた棒を近づけた時、そのプラスの電荷と分極が起きて生じたエボナイト棒のマイナスの電荷の間で引力が生じ、正電荷の棒とエボナイト棒は引きあつた。



f. 帯電させたエボナイト棒

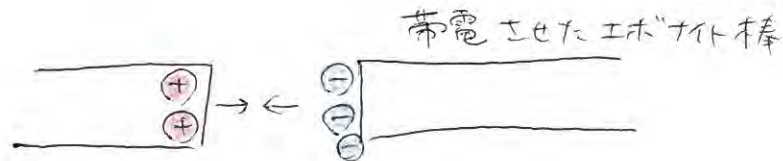
PVC棒・エボナイト棒・アクリル棒（毛皮）

マイナスに帯電させた棒を近づけた時、帯電させたエボナイト棒もマイナスの電荷をもっているため、負電荷と負電荷の間で生じた斥力で2つの物質は反発し合った。



ガラス棒・アクリル棒（シルク）

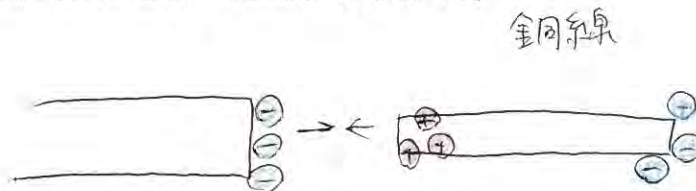
プラスに帯電させた棒を近づけた時、帯電させたエボナイト棒はマイナスの電荷をもっているため、その正電荷と負電荷の間で引力が生じ、2つの物質は引きあつた。



g. 銅線

PVC棒・エボナイト棒・アクリル棒（毛皮）

マイナスに帯電させた棒を近づけた時、その負電荷と静電誘導が起きて生じた銅線の正電荷の間で引力が生じ、棒と銅線は引きあつた。



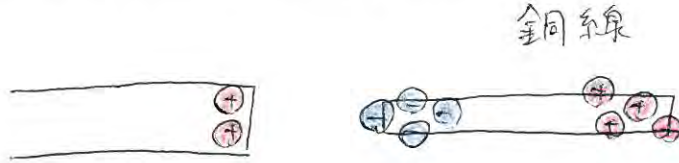
銅線は電子が流れやすいので、注意する。

大変よくまとめているが、

↑ アクリル棒の+、-をどのように調べたかが
明らかでない

ガラス棒・アクリル棒（シルク）

プラスに帯電させた棒を近づけた時、その正電荷と静電誘導が起きて生じた銅線の負電荷の間で引力が生じ、棒と銅線は引きあつた。



実験②

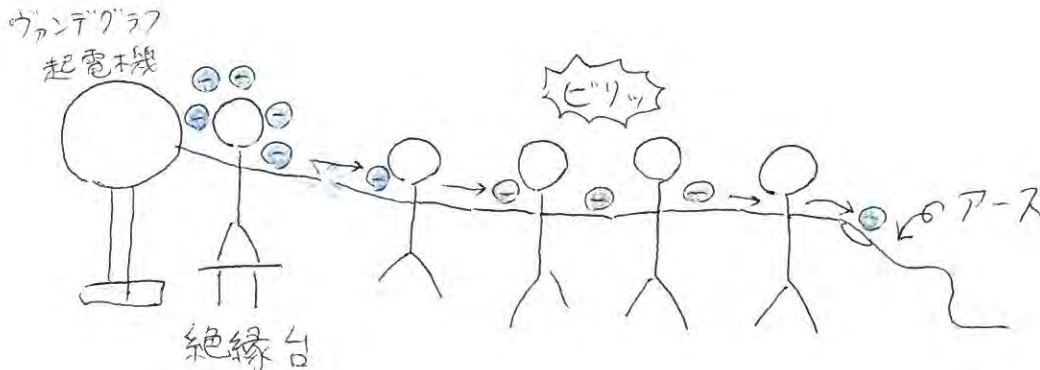
実験方法：ヴァンデグラフ起電機を使い絶縁台に乗った人を帯電させ、手をつないでつながったクラスの人みんなに電流を流す。

1. 絶縁台に人が乗ったら、ヴァンデグラフ起電機の電源を入れて、帯電させる。
2. クラスのみんなが手をつなぐ。
3. 最後に電流を受ける人がアースをもつ（電流を逃がすため）
4. 帯電した人とアースを持っていない方の端の人が手と手で触れる。

結果：手をつないでいた人みんなに電流が流れる。

考察：ヴァンデグラフ起電機によって帯電させた人はマイナスの電荷をもっているので、ほかの人と触れた時に電子が手をつないでいる人たち全員に流れ、アースをとおって逃げていく。ビリッと痛みを感じたのは、電子が身体を流れたからである。私たちの身体は導体に分類されるため電子が流れた。他の人に触れるまで電子が逃げなかったのは、絶縁台の上に乗っていたためである。

これは
どのようにして
わかったか？



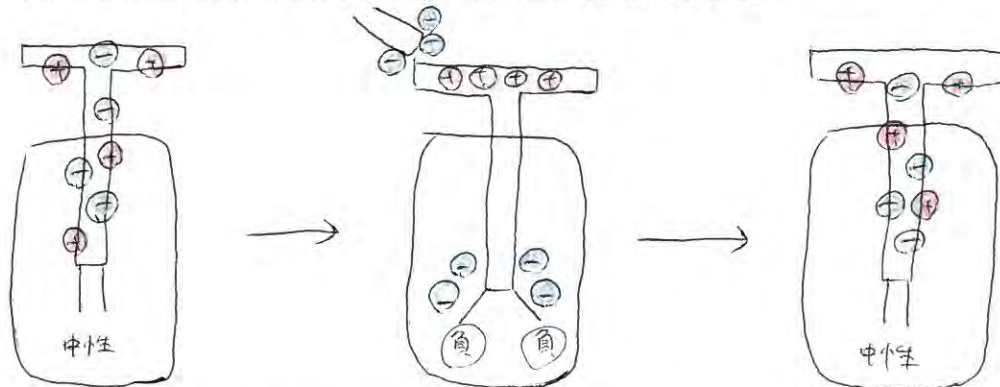
実験③

実験方法：箔検電器と帯電させた PVC 棒を使い、箔が開いているか閉じているかを観察する。

1. マイナスに帯電させた PVC 棒を箔検電器に近づけ、反応したら遠ざける。

結果：PVC を近づけているときは箔が開き、遠ざけているときは閉じた。

考察：マイナスに帯電した PVC を近づけているときは、静電誘導が起きるので箔検電器の箔の部分に電子が集まる。同じ帯電体どうしには斥力がはたらくので、それぞれマイナスに帯電した箔はお互い反発し合った。PVC 棒を離すと静電誘導も止まるので電子がもとの位置に戻り箔検電器全体が中性になる。箔は閉じる。

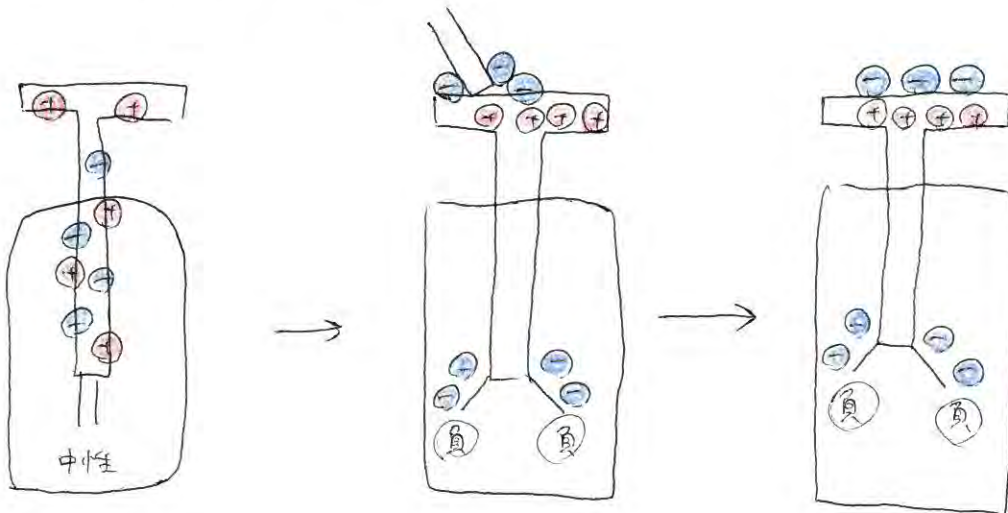


→ ⊕と⊖
を
混在
させる
ように

2. マイナスに帯電させた PVC 棒を箔検電器に接触させ反応したら遠ざける。

結果：PVC を接触させると箔は開き、遠ざけても開いたままだった。

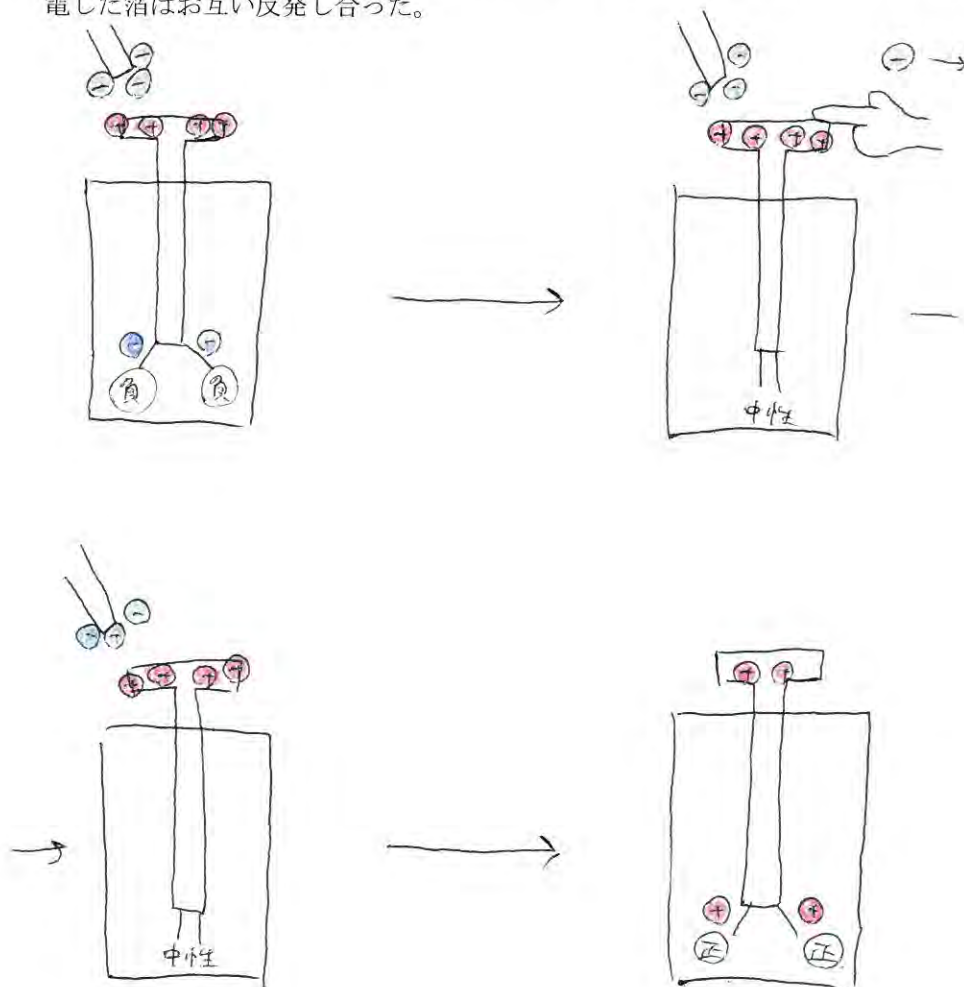
考察：マイナスに帯電した PVC を接触させているときは、静電誘導が起きるので箔検電器の箔の部分に電子が集まる。同じ帯電体どうしには斥力がはたらくので、それぞれマイナスに帯電した箔はお互い反発し合った。そして、この時 PVC 棒を接触させているので、そこに溜まっている電子が箔検電器に流れる。そうすると、箔検電器全体がマイナスの電荷になり、PVC 棒を離しても電子は逃げない。だから、PVC 棒を遠ざけたあとも箔は反発し続けた。



3. マイナスに帯電させた PVC 棒を箔検電器に近づけたあと、箔検電器に指で触れ (=アースを取る) 指、PVC 棒の順で遠ざける。

結果：PVC 棒を近づけると箔は開いた。指で触れたとき、箔は一旦閉じたが、指を離すともう一度開いた。

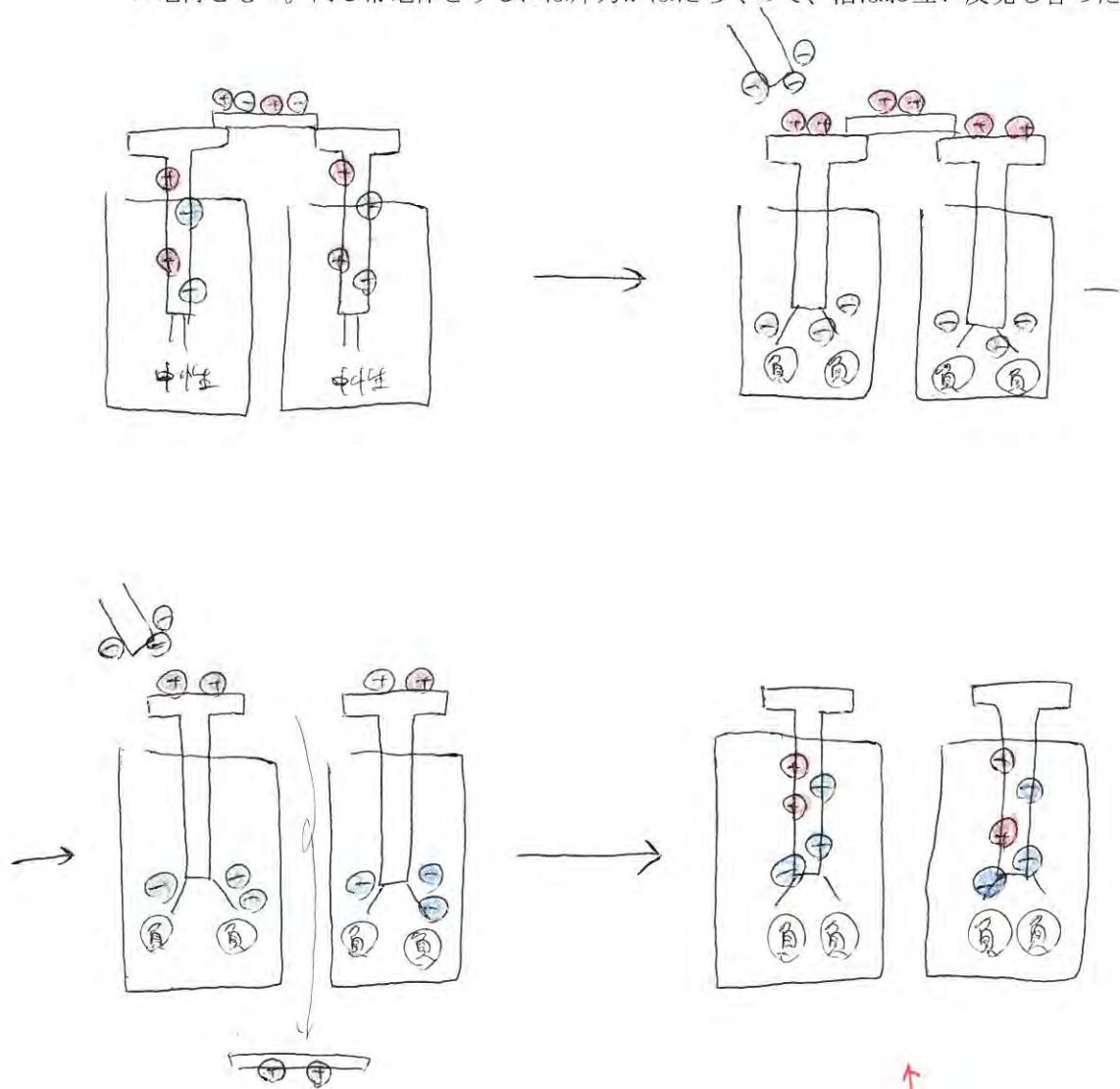
考察：マイナスに帯電した PVC を近づけているときは、静電誘導が起きるので箔検電器の箔の部分に電子が集まる。同じ帯電体どうしには斥力がはたらくので、それぞれマイナスに帯電した箔はお互い反発し合った。指を触れてアースを取ると、マイナスの電荷をつくっていた電子が体に流れ、箔検電器は中性になり箔は閉じる。しかし、静電誘導で箔の部分に電子を集めた状態でアースとったため、箔検電器全体の電子量がかかり減少してしまった。つまり、PVC 棒を遠ざけて静電誘導をやめ、箔の部分に残っていた電子が箔検電器全体に戻ったとき、電子が少ないので箔検電器はプラスの電荷をもつことになるのである。同じ帯電体どうしには斥力がはたらくので、それぞれプラスに帯電した箔はお互い反発し合った。



4. 二つの箔検電器を銅線でつなぐ。そこにマイナスに帯電させた PVC 棒を近づけ、銅線を落としたあとに、PVC 棒を遠ざける。

結果：PVC 棒を近づけると、銅線でつながった箔検電器の箔は二つとも開いた。銅線をおとして PVC 棒を遠ざけても箔は開いたままだった。

考察：マイナスに帯電した PVC を近づけているときは、静電誘導が起きるので箔検電器の箔の部分に電子が集まる。同じ帯電体どうしには斥力がはたらくので、それぞれマイナスに帯電した箔はお互い反発し合った。このとき、静電誘導により銅線に含まれていた電子も箔の部分に移動しているの、銅線を落として PVC 棒を遠ざけたとき、箔検電器全体の電子量は中性のときより多くなっている。だから箔検電器全体がマイナスの電荷をもつ。同じ帯電体どうしには斥力がはたらくので、箔はお互い反発し合った。



↑
この電荷は
実験的に調べましたか？

実験④

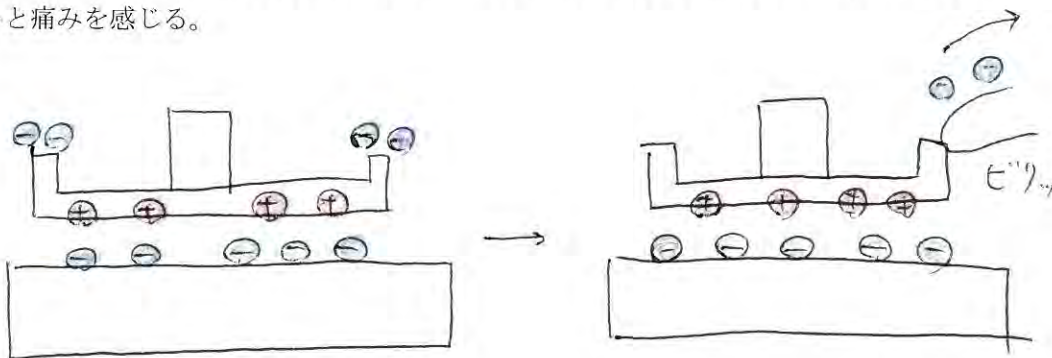
実験方法：電気盆と静電気発生器を使い、静電気をため、自分の指でそれに触れてみる。

1. 静電気発生器をティッシュでこする。
2. 電気盆のプラカップの部分を持って、静電気発生器に近づける（接触させないようにする）。
3. 指で電気盆のふちに触れる。
4. 電気盆を静電気発生器から遠ざける。
5. 再び指で電気盆のふちに触れる。

結果：指を触れたとき、どちらの場合でも静電気が流れたとき、ビリッと痛みを感じた。

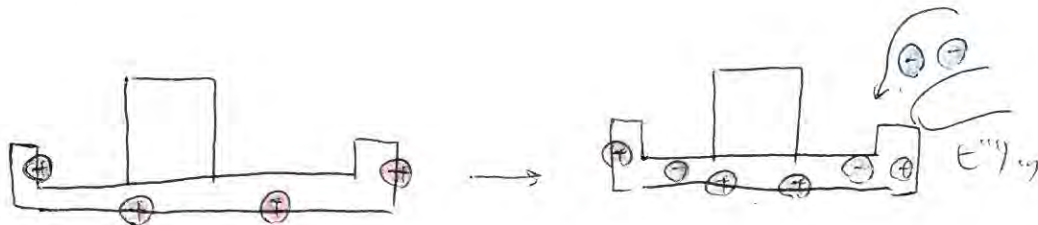
考察：一度目に指で触れたとき

マイナスに帯電させたサランラップ静電気発生器に電気盆を近づけると、静電誘導により、電気盆内の電子がふちに集まる。そこに指で触れるので、溜まった電子が一気に体に流れ、ビリッと痛みを感じる。



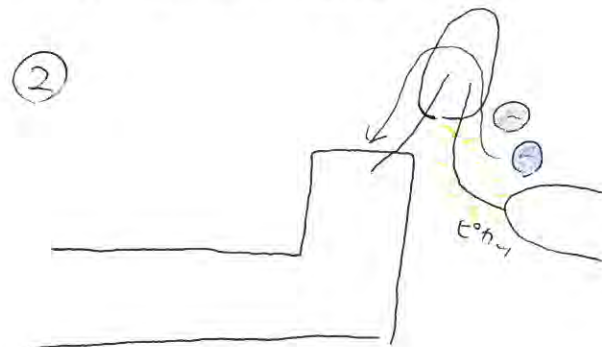
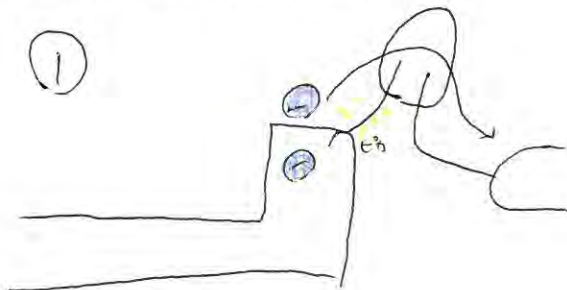
二度目に指で触れたとき

電気盆内の電子は体に流れてしまったので、電気盆を静電気発生器から遠ざけると電気盆全体はプラス電荷をもつ。そこに指を触れると、体から電気盆に電子が流れるので、再びビリッと痛みを感じる。



ネオンランプで確かめると...

一度目は電気盆から電子が流れるので、電気盆に近いほうが光る。二度目は体から電気盆に電子が流れるので指に近い方の線が光る。



結論

同じ帯電体どうしには斥力が発生し、異なる帯電体どうしには引力が発生する。また、帯電した物質を中性の物質に近づけても、分極や静電誘導により引力が発生する。

今回の実験の結果は理論と一致した。

電子の移動が、この静電気の反応のなかで大変重要な役を担っていることがわかった。

感想

小さい頃から誰もが疑問に思う静電気の正体を、今回、初めて理論的に考えることができたのでいい機会だったと思う。昨年の Chemistry の授業から、電子は原子を構成する物質の中でも最も大切だと学んではいたが、今回の実験でほとんどの反応が電子による働きであったのを見て、電子の大きな役割を体で感じることができた。また、一見起こっていることは同じことに見えても、絶縁体と導体では分極と静電誘導で違う現象が起こっているなど、今回の実験は驚かされるが多かった。今後の、実験でもこの驚きを持つという感性を大事にしていきたい。