

Date of Lab Feb 1<sup>st</sup>, 2017.

Date of Submission Feb 8<sup>th</sup>, 2017

Laboratory Report

Title  
表題 静電気と箔検電器

Homeroom 11-I	Section	Name 氏名 Airi Kinoshita
------------------	---------	------------------------------

Lab Partners  
共同実験者 Mayumi | Obuchi

Summary

箔検電器やヴァンデグラフ起電機などを用いて、普段目にする事の出来ない電気を観察することができた。二つの物体を摩擦させて、その時に発生した静電気を、導体や絶縁体に近づけてその時物体が引き合ったり、反発しあうことで電荷の移動、誘電分極、静電誘導が発生することを観察した。

- 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

自分で描いた図を使って、実験内容を生き生きと描写している。力作である。レポートの前後で重複しているのが、コミック風に「アハハ」と「エエ」と書いてあるところを指摘している。

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.

## 序論

目的：普段目に見えない電気を摩擦や箔検電器を使い実験をして、我々の目に見えるようにしてその反応を観察して仕組みを理解する。

Lab-1 摩擦で、静電気を発生させる

Lab-2 電気にはプラスとマイナスの二種類があることを確かめる

Lab-3 帯電体を不導体と導体に近づけた時の違い

Lab-4 箔検電器の使い方をマスターしよう

Lab-5 電気盆、ファンデグラーフ起電機

安全：1. 放電のショックに驚いて怪我をしないように気をつける

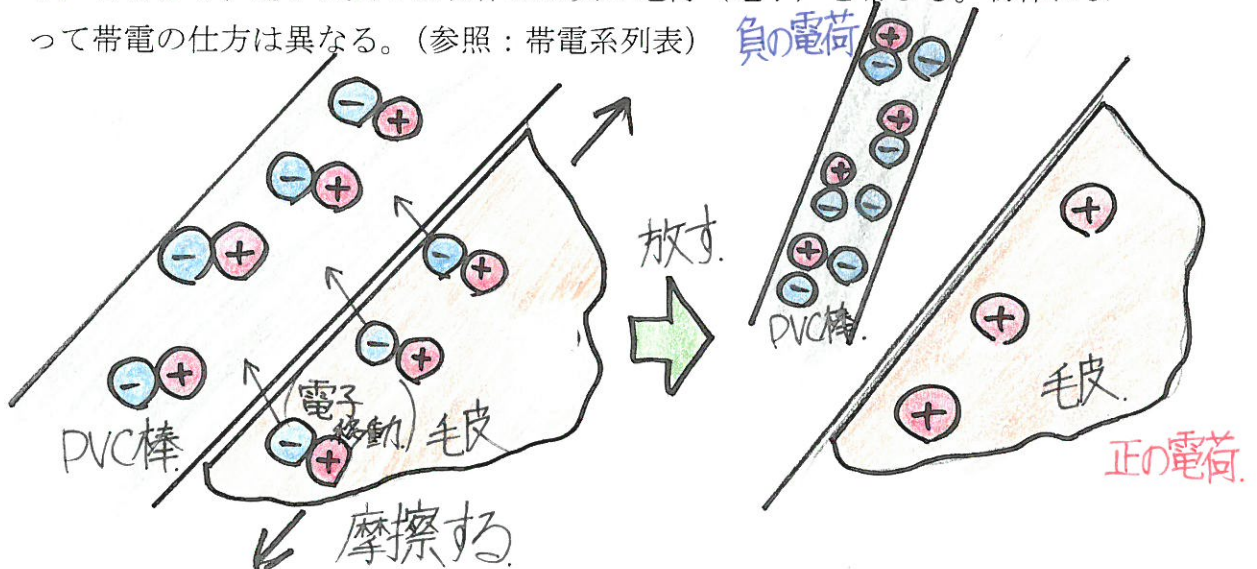
2. エボナイトやガラス棒を落とすと割れる（落とさないようにするため箱の中に入れる。）

## 理論

今回の実験により、以下の3つの理論を理解することができる。

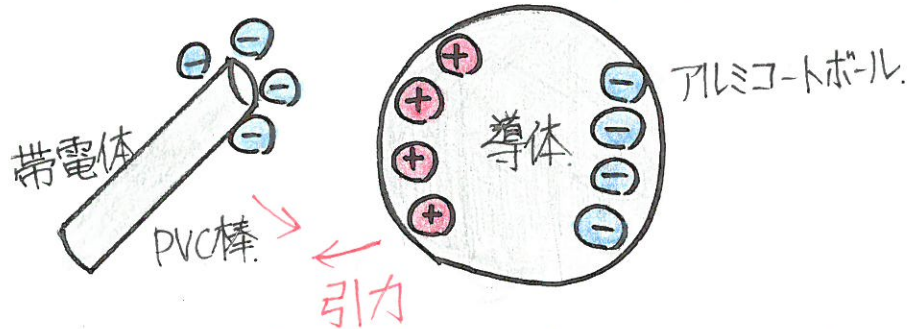
### 1. 摩擦電気

摩擦電気とは異なる二つの物体をこすって起こる電気のことである。最初、物体は正と負の電気を持っていて、擦る前では陽子と電子の数は等しく、中和している。だが、異なる二つの物をこすり合わせると、一つの物体の中に含まれた電子がもう一つの物体へと移動する。こうして、もともとは中性である物質に正と負の電荷が生まれる。電子を受け取った物体は正の電荷（陽子）を帯びて、電子を失った物体には負の電荷（電子）を帯びる。物体によって帯電の仕方は異なる。（参照：帯電系列表）



## 2. 静電誘導

金属などの導体に現れる現象である。導体に電荷を帯びたものを近づけると、帯電した物体に近い方は帯電体と反対の電荷が現れ、導体に一番遠いには、帯電した物体と同じ電荷が現れる現象である。導体が自由電子を持っていることから起こる。

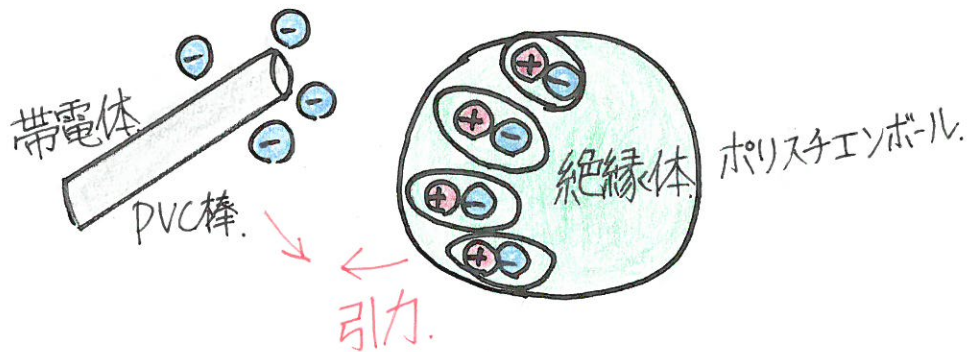


## 3. 誘電分極

帯電体を絶縁体に近づけると、絶縁体の中に存在する原子に偏りが生じ、帯電体に近い方には帯電体と反対の電荷が現れること。

疑問：静電誘導と何が違うのか？

答え：電荷が移動するのではなく、偏りが生じるだけである。



## 実験

実験器具：

PVC 棒

アクリル棒

エボナイト棒

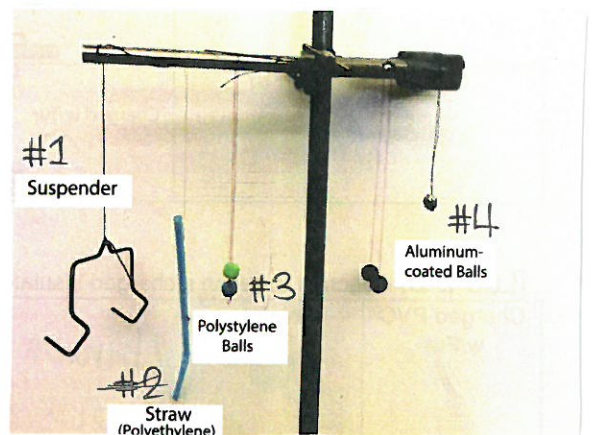
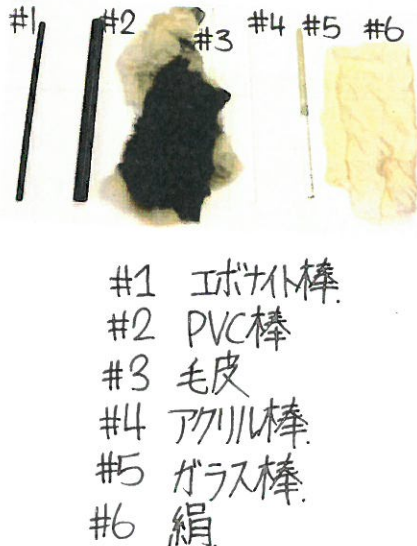
ガラス棒

毛皮

絹

スタンド

サスペンダー



#1. サスペンダー

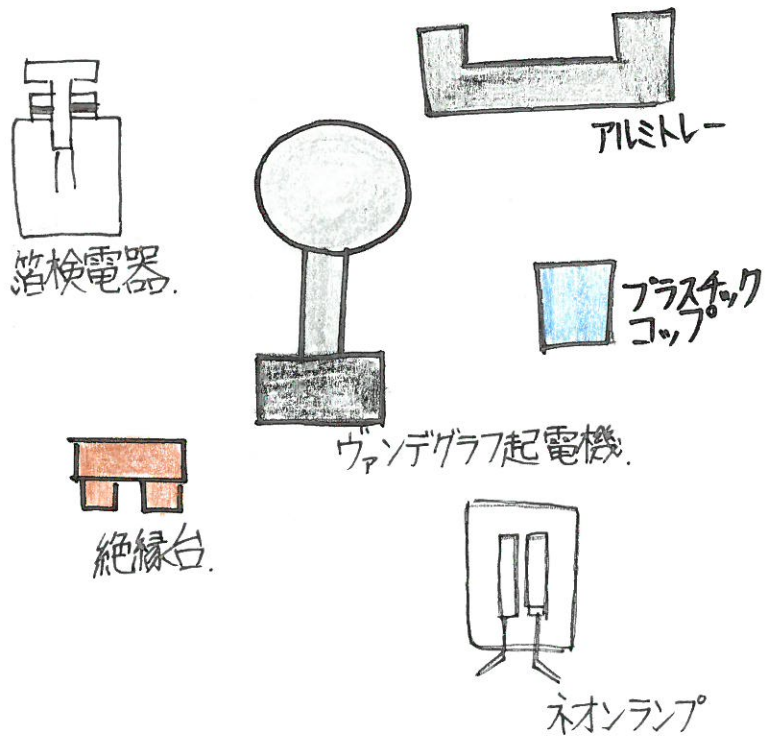
#2. ストロー (使用していない)

#3. ポリスチエンボール

#4. アルミコートボール

アルミコートボール  
 ポレスチエンボール

箔検電器  
 プラスチックコップ  
 アルミトレー  
 ネオンランプ  
 ヴァンデグラフ起電機  
 絶縁台



## 実験結果

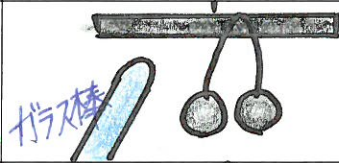
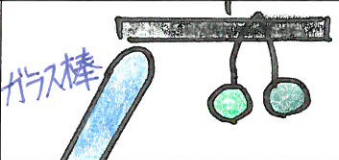
### 実験 1 PART 1

PVC 棒を毛皮で摩擦して帯電させて、それをアルミコートボールと発泡スチレンのボールに近づけた。どのように反応するか観察する。

	図	結果
吊り下げたアルミコートボール		反発する
吊り下げた発泡ポリスチレンのボール		引き合う

実験方法 1 PART 2

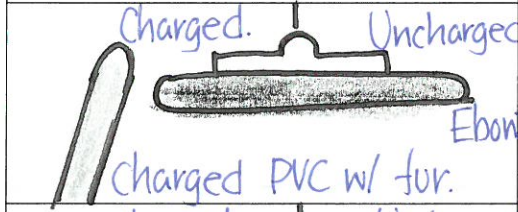
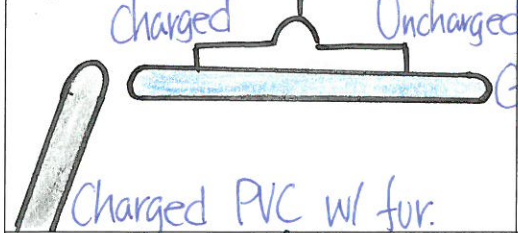
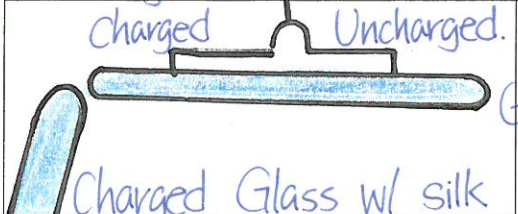
ガラス棒で絹を摩擦し帯電させ、それをアルミコートボールと発泡スチレンのボールに近づけた。どのように反応するかを検察する。

	図	結果
吊り下げたアルミコートボール		反発
吊り下げた発泡スチレンのボール		引き合う

実験 2 PART A

二個の帯電体絶縁体の中の反応を観察する

帯電体と日帯電絶縁体の中の反応を観察する

	帯電した側	帯電させていない側
	反発する	引き合う
	引き合う	引き合う
	反発する	引き合う

~KEY~

PVC: Charged with FUR.  
 Glass: Charged with SILK.  
 Acryl: Charged with SILK.

<p>Charged PVC w/ fur</p> <p>Uncharged Ebonite</p>	引き合う	引き合う
<p>Charged Acryl w/ silk</p> <p>Uncharged Ebonite</p>	反発する	引き合う

実験方法 2 PART B 帯電絶縁体と水の間での反応

哺乳瓶を逆さまにして地面に対して垂直に水を出し、帯電させた PVC 棒とガラス棒を水に近づけた時の反応を観察する。

<p>Charged PVC with fur</p> <p>Water.</p>	引き合う
<p>Charged glass with Silk</p>	無反応 実験の結果 正しい答え: 引き合う

実験方法 2 PART C 帯電絶縁体と導体 (金属) の間の反応を観察する。

<p>Charged PVC w/ fur</p> <p>Suspender</p>	引き合う
<p>Charged Glass w/ silk</p> <p>Suspender</p>	引き合う

実験方法 3 箔検電器

始める前に必ずアースを取る。

- 帯電させた PVC 棒を放電させないように箔検電器に近づけ、離し、その反応を観察する。

- b. 帯電させた PVC 棒を箔検電器に近づける。PVC 棒を近づけたまま金属板に指を乗せてアースをとる。その指を離して、箔検電器の反応を観察する。また、PVC 棒を離して箔検電器の反応を観察する。
- c. 帯電させた PVC 棒を箔検電器の金属板に近づけ放電させた後、PVC 棒を離れた時の箔検電器の反応を観察する。
- d. 帯電させた PVC 棒を箔検電器の金属板に接触させた後、離してその反応を観察する。

~ プラス電荷    ~ マイナス電荷

2a					
2b					
2c					
2d					

### 結果

- a. 手で金属板を触れると箔は閉じ、PVC 棒を近づけると箔は開いた。PVC を離すとまた箔は最初のように閉じた。
- b. 手で金属板を触れると箔は閉じ、PVC 棒を近づけると箔は開いた。PVC を近づけたまま金属板に指を乗せると箔は閉じた。指を離して、PVC 棒も離すとまた箔は開いた。
- c. 手で金属板に触れると箔は閉じ、PVC 棒を白検電器の金属板に近づけ放電させた後、PVC 棒を離れたら箔は開いたままだった。

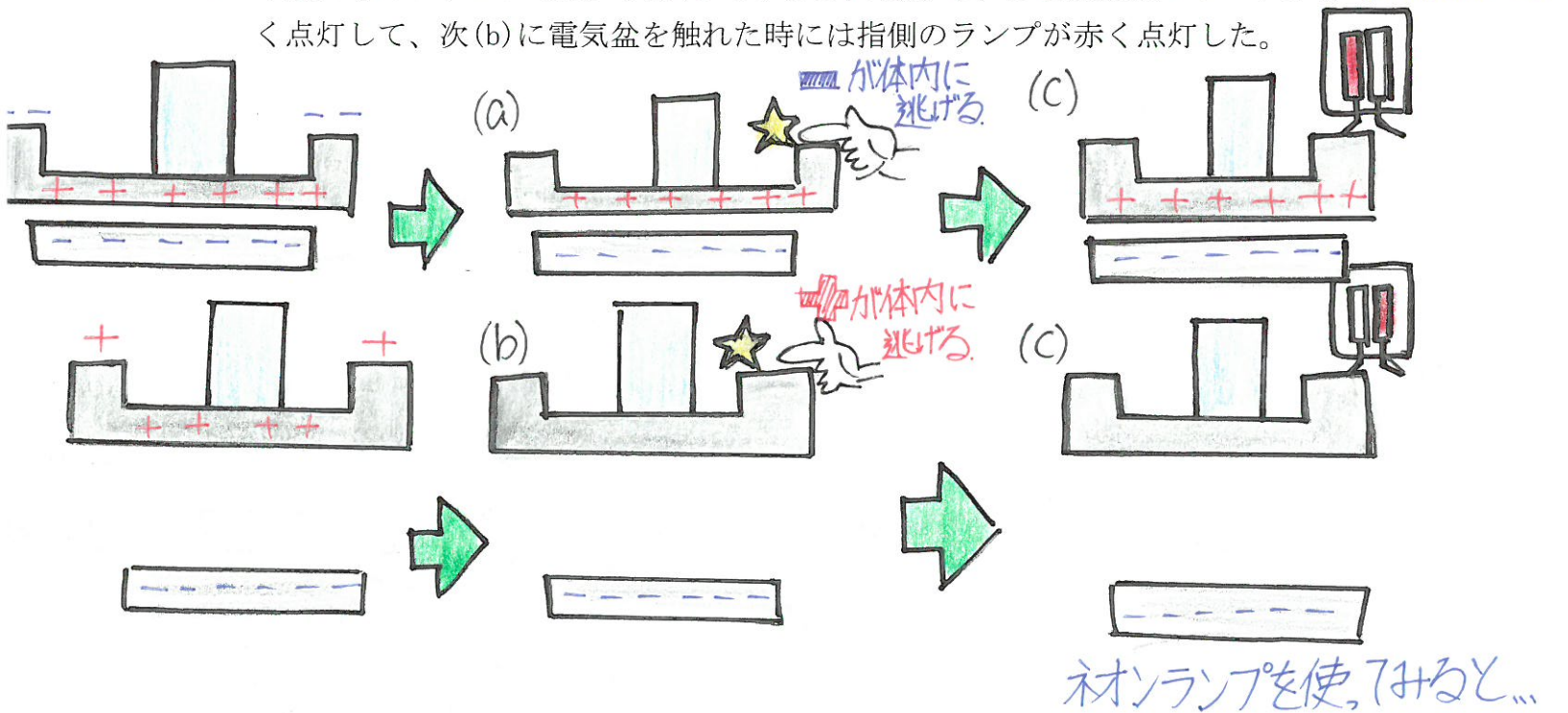
- d. 手で金属板に触れるとは箔は閉じ、PVC 棒を箔検電器の金属板に接触させた後、PVC 棒を離すと箔は開いたままだった。

#### 実験方法 4 PART A 静電気発生装置、電気盆

1. 発泡スチロールにサランラップを巻いたサランラップ静電気発生器をペーパータオルでこする。
2. 電気盆の中心にあるプラスチックコップを持ち接触させないように近づける。
3. 電気盆の端を指で触る。
4. 電気盆をサランから遠ざける。
5. 再び電気盆の端を指で触る。
6. 同じことを繰り返し、今度はネオンランプを使い負の電荷がどちらにあるのかを調べる。

#### 実験結果

- a. 電気盆がサランに近づいている状態で、電気盆の端を指で触れると、ぱちっという音がして指に軽い刺激があった。
- b. その後、電気盆をサランから遠ざけている状態で、電気盆の端を指で触れると、再びぱちっという音がして指に軽い刺激があった。
- c. 今度はネオンランプを使い実験してみると、最初 (a) は電気盆側のランプが赤く点灯して、次 (b) に電気盆を触れた時には指側のランプが赤く点灯した。





## 結論

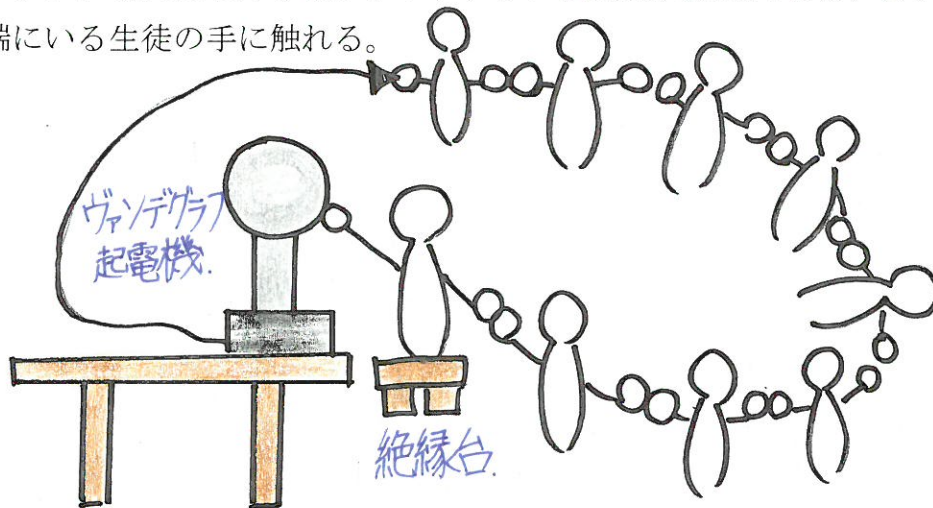
最初にサランをペーパータオルでこすることによりマイナスに帯電させ、この状態でアルミトレーに近づけ指で触ると放電が起こった。アルミトレーは静電誘導してプラスが下にマイナスが上に移るからである。

次にアルミトレーをサランから遠ざけるとアルミトレーはマイナスが減ってしまったため、プラスに帯電してしまう。この状態でアルミトレーを触ると余分なプラスが指に逃げるため、再び放電が起こる。

ネオンランプが点灯するのはマイナスの電荷がある方である。最初は電気お盆側が赤く点灯したのに、アルミトレーをサランから遠ざけると指側が赤く点灯したのはアルミトレーから移動した電子がランプを点灯させていたからである。

## 実験方法5 ヴァンデグラフ起電機

1. 生徒一人が絶縁台の上に立ってヴァンデグラフ起電機に両手で触れる。
2. 他の生徒は全員手をつなぐ
3. 東平さんがスイッチを入れる
4. スイッチが切れたら片手はヴァンデグラフ起電機に触れたまま、もう片方の手で端にいる生徒の手に触れる。



## 結果

ヴァンデグラフ起電機に触れている生徒の髪が逆立った。ヴァンデグラフ起電機に触れている生徒が端にいる生徒と指先を接触させた時、手に痛みを感じる生徒もいれば、何も感じなかったという生徒もいた。

## 考察

ヴァングラフ起電機に触れている人は絶縁台に乗っているため、電気が体から逃げていくことはない。ヴァングラフ起電機に触れている生徒の髪が逆立っているのは生徒が電子に帯電していることを示している。マイナスに帯電した生徒が、端にいる生徒と指先を接触させることにより、その他の手をつないでいる人たち全員に帯電した。全員に電流が流れた時もあれば、先頭の人たちしか感じなかった時もあった。

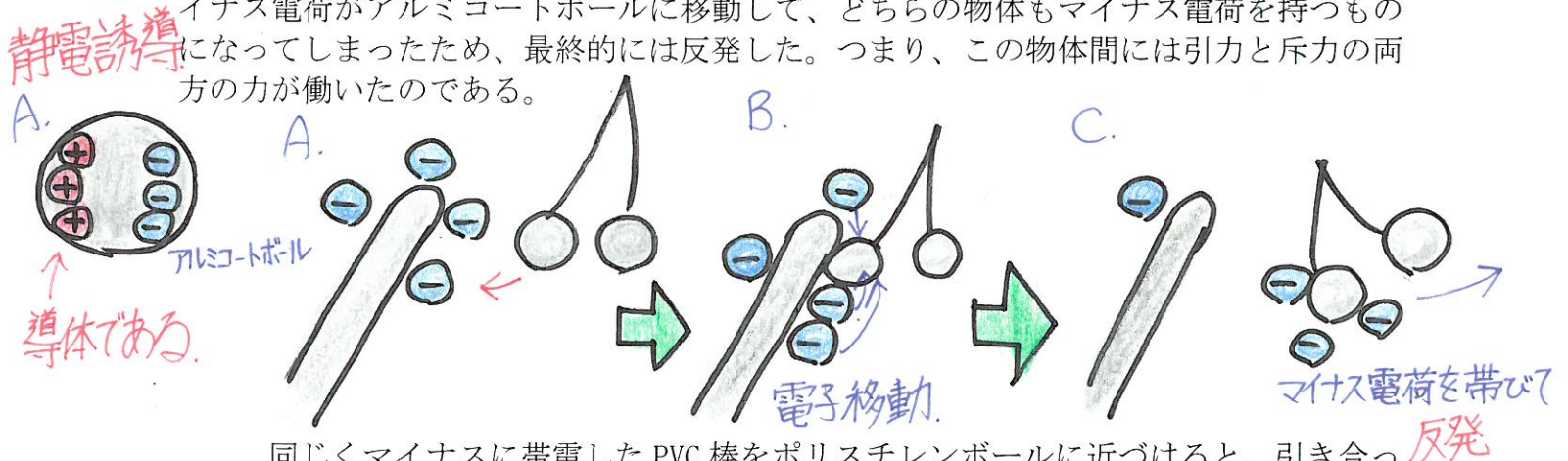
疑問：どうして全員に電流が流れた時もあれば、先頭の人たちしか電流を感じなかった時もあったのか？

答え：おそらく、手をちゃんと握っていなかった人がいたため、輪の途中で途絶え最後まで感じられなかったのであろう。もしくは、時間とともに電気が逃げてしまったのではないかと考えられる。

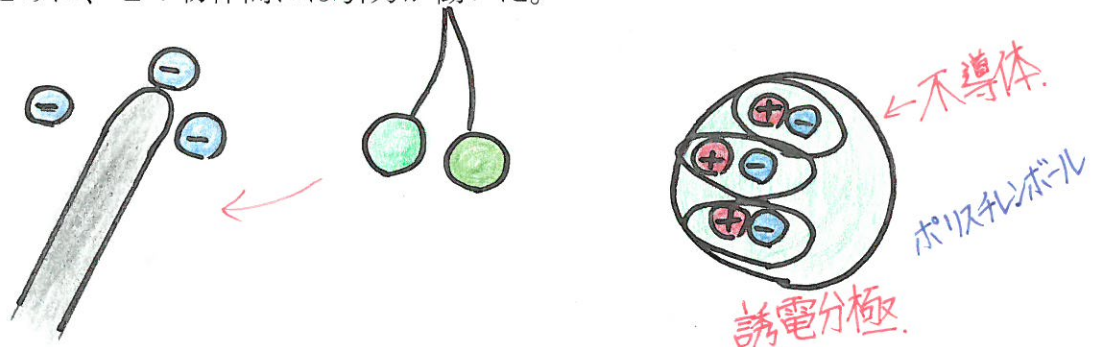
## 考察

### 実験 1 : PART 1

毛皮で摩擦することによりマイナスに帯電した PVC 棒をアルミコートボールに近づけると、反発した。中性であるアルミコートボールにマイナスしに帯電した PVC 棒を近づけることにより、導体であるアルミコートボールに静電誘導が発生して、一度は引き合うが、その際に PVC 棒とアルミコートボールが接触することで PVC 棒にあったマイナス電荷がアルミコートボールに移動して、どちらの物体もマイナス電荷を持つものになってしまったため、最終的には反発した。つまり、この物体間には引力と斥力の両方の力が働いたのである。



同じくマイナスに帯電した PVC 棒をポリスチレンボールに近づけると、引き合った。中世の不導体であるポリスチレンボールに誘電分極が起こり、その表面にプラス電荷が発生したために、この物体間には引力が働いた。



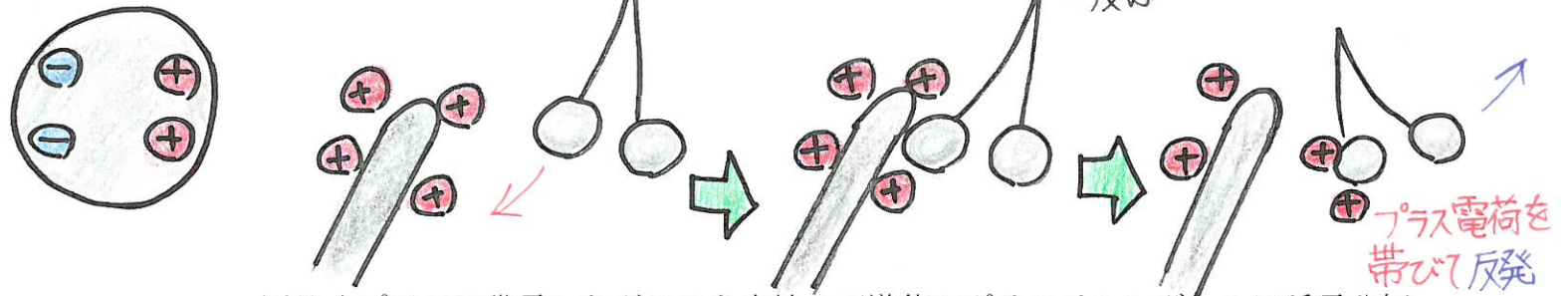
〜つけ足し〜

その際にガラス棒とアルミコートボールが接触することでガラス棒に  
あつたプラス電荷がアルミコートボールに移動して、どちらの物体もプラス電荷を

実験1 : PART 2 持つものになつた。そのため、最終的には反発した。

プラスに帯電したガラス棒をアルミコートボールに近づけると引き合つた。中性  
の不導体のアルミコートボールにガラス棒を近づけた時、アルミコートボールに静電誘  
導が発生し、マイナス電荷がアルミコートボールに現れたために引き合つた。この物体  
間には引力が働いた。

静電誘導



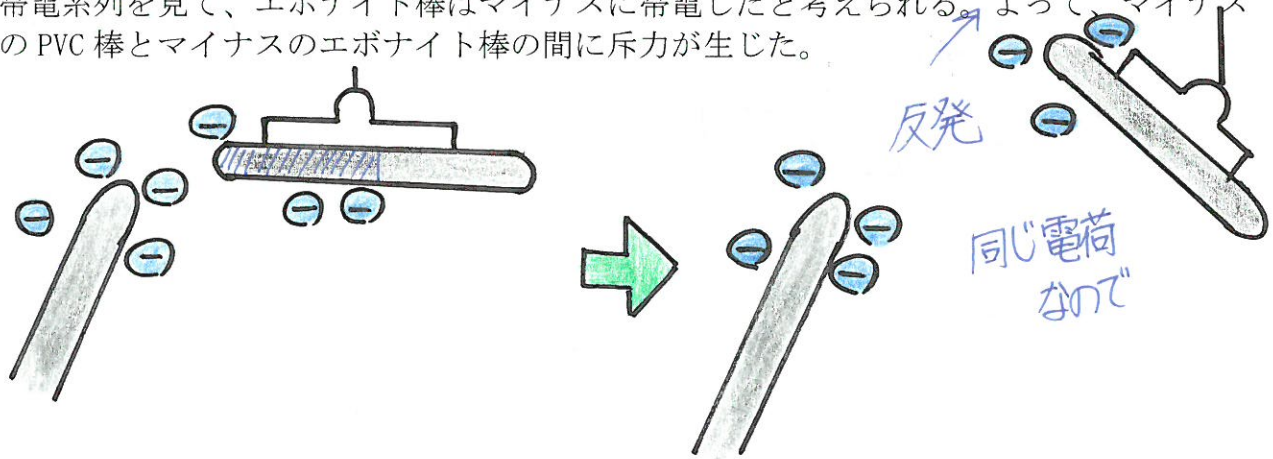
同じくプラスに帯電したガラスを中性の不導体のポリスチレンボールに誘電分極  
が働き、マイナス電荷が現れた。つまり、マイナスに帯電したポリスチレンボールとプ  
ラスに帯電したガラス棒の物体間には引力が働いた。



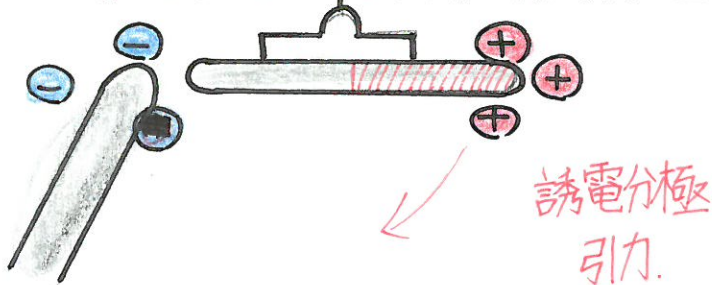
実験2 : PART A  
帯電系列

プラス (+) に帯電	帯電量とその極性	マイナス (-) に帯電
アスベスト 人毛・毛皮 ガラス 雲母 羊毛 ナイロン 鉛 絹 木綿 木材 人などの皮膚 ガラス繊維	紙 アルミニウム アセテート 亜鉛 鉄 銅 ニッケル 金 ゴム ポリスチレン 白金 ポリプロピレン ポリエチレン ポリエチレン セルロイド セロファン 塩化ビニール	テフロン 塩化ビニール セロファン セルロイド ポリエチレン ポリプロピレン 白金 ポリスチレン ゴム ニッケル 銅 鉄 エボナイト クロム 紙 アルミニウム アセテート 亜鉛 ガラス繊維 人などの皮膚 木材 木綿 絹 鉛 ナイロン 羊毛 雲母 ガラス 人毛・毛皮 アスベスト

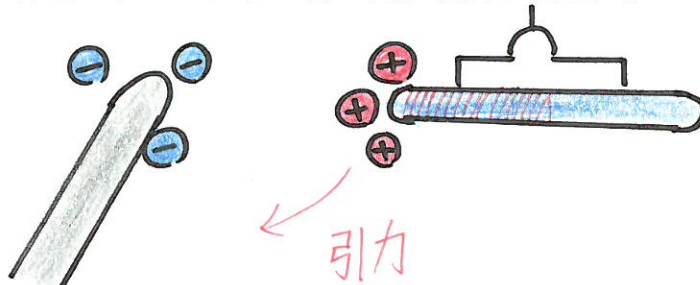
マイナスに帯電させた PVC 棒を帯電させたエボナイト棒に近づけたところ、反発した。  
帯電系列を見て、エボナイト棒はマイナスに帯電したと考えられる。よって、マイナス  
の PVC 棒とマイナスのエボナイト棒の間に斥力が生じた。



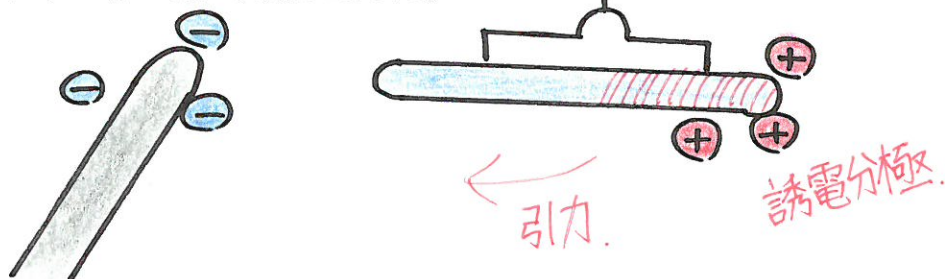
マイナスに帯電させた PVC 棒を中性のエボナイト棒に近づけたところ、引きあつた。絶縁体であるエボナイト棒の分子が誘電分極を起こし、プラスに帯電した。よって、マイナスの PVC 棒とプラスのエボナイト棒の間に引力が生じた。



マイナスに帯電させた PVC 棒を帯電させたガラス棒に近づけたところ、引きあつた。帯電系列を見て、ガラス棒はプラスに帯電したと考えられる。よって、マイナスの PVC 棒とプラスのガラス棒の間に引力が生じた。



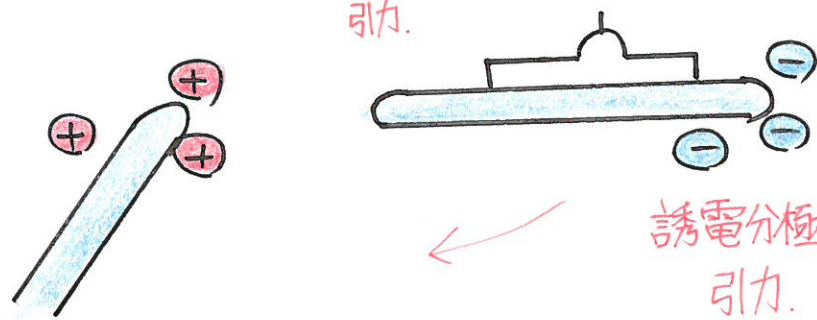
マイナスに帯電させた PVC 棒を中性のガラス棒に近づけたところ、引きあつた。絶縁体であるガラス棒の表面に近い分子が誘電分極を起こし、プラスに帯電した。マイナスの PVC 棒とプラスのガラス棒の間に引力が生じた。



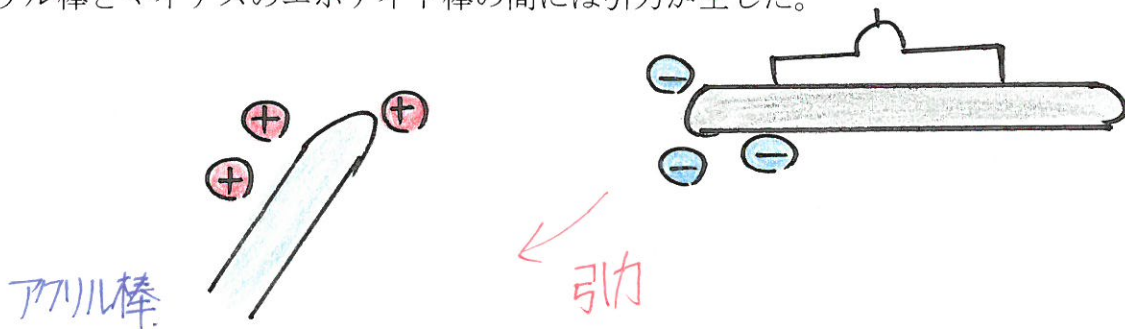
プラスに帯電させたガラス棒をもう一本 (違うもの) に帯電させたガラス棒に近づけたところ反発しあつた。帯電系列を見て、ガラスは~~マイナス~~プラスに帯電したと考えられる。よって、プラスのガラス棒と~~マイナス~~プラスのガラス棒の間には~~引力~~反発力が生じた。



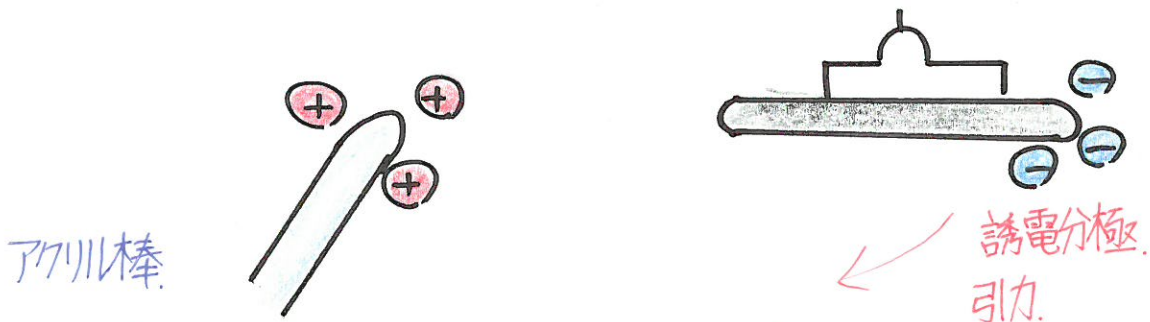
プラスに帯電させたガラス棒をもう一本の中性のガラス棒に近づけたところ引き合った。  
 絶縁体であるガラス棒の表面に近い分子が誘電分極を起こし、マイナスに帯電した。プラスのガラス棒とマイナスのガラス棒の間に斥力が生じた。



プラスに帯電させたアクリル棒を帯電させたエボナイト棒に近づけたところ引きあつた。  
 帯電系列を見て、エボナイト棒はマイナスに帯電したと考えられる。よって、プラスのアクリル棒とマイナスのエボナイト棒の間には引力が生じた。



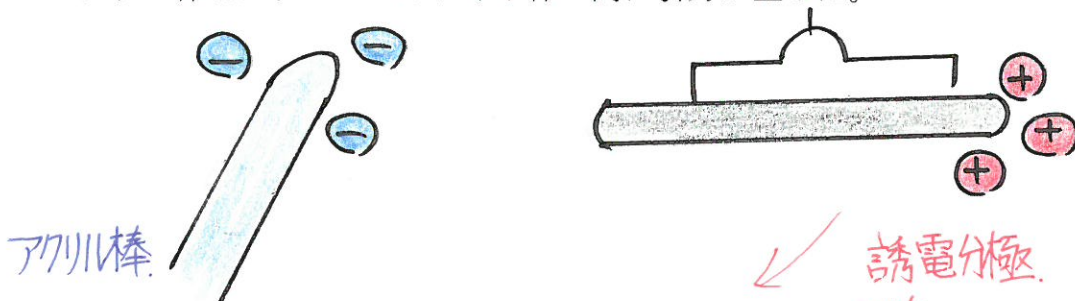
プラスに帯電したアクリル棒を中性のエボナイト棒に近づけたところ引きあつた。絶縁体であるエボナイト棒の表面に近い分子が誘電分極を起こし、マイナスに帯電した。プラスのアクリル棒とマイナスのエボナイト棒の間に引力が生じた。



マイナスに帯電したアクリル棒を帯電させたエボナイト棒に近づけたところ反発した。  
 帯電系列を見てエボナイト棒はマイナスに帯電したと考えられる。よって、マイナスのアクリル棒とマイナスのエボナイト棒の間には斥力が生じる。

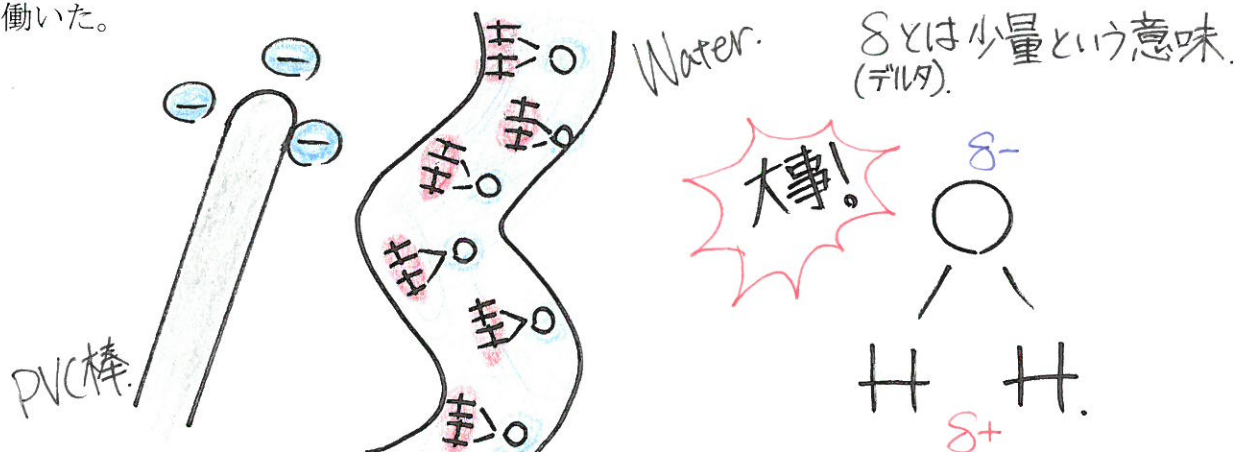


マイナスに帯電したアクリル棒を中性のエボナイト棒に近づけたところ、引きあつた。絶縁体であるエボナイト棒の表面に近い分子が誘電分極を起こし、プラスに帯電した。マイナスのアクリル棒とプラスのエボナイト棒の間に引力が生じた。



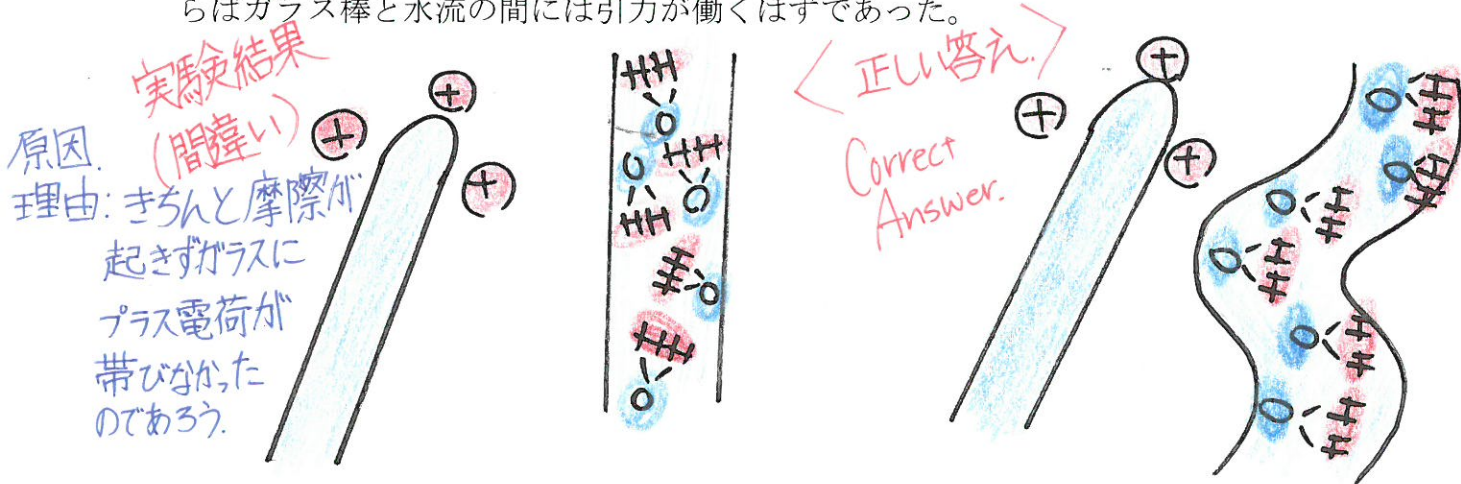
実験 2 : PART B

毛皮と PVC 棒を摩擦してマイナスに帯電した PVC 棒を水流に近づけたら引き合った。水流に誘電分極の作用が起こり、プラス電荷を持っている全ての H+ (水素) がマイナス電荷を持っている PVC 棒に反応し、引きつけられるからである。そのため、PVC と水流の間に引力が働いた。



プラスに帯電したガラスを水流に近づけても反応はなかった。しかし、授業中に解説を受け、改めて考え直したところ、これらの間には引力が働くはずである。

PVC 棒と同じ原理で、マイナスではなくプラスに帯電したガラス棒を水流に近づけたら、水流に誘電分極の作用が起こり、マイナス電荷を持っている全ての O- (酸素) がプラス電荷を持っているガラス棒に反応し、引きつけられるはずである。そのため、本来ならばガラス棒と水流の間には引力が働くはずであった。



実験結果 (間違い)  
原因理由: きちんと摩擦が起きずガラスにプラス電荷が帯びなかったであろう。

### 実験 3

#### 2-a

最初に金属板を手で触りアースを取ったのは、箔検電器中の電荷を逃して中性にするためである。こうすることで、箔は中性になり閉じる。そこにマイナスに帯電した PVC 棒を近づけると、導体である金属板は静電誘導が起こり、金属板にはプラス電荷が現れ、箔にはマイナス電荷が現れた。マイナス電荷の場合、斥力が働くため、箔は反発し、開いた。

#### 2-b

同じように、金属板を手で触りアースを取って、箔検電器中の電荷を中性にする。マイナスに帯電している PVC 棒を金属板に接触させると、金属は電荷の移動が起こり、プラス電荷を持つ。箔はマイナス電荷が現れ、マイナス電荷同士で斥力が生じる。つまり、箔は反発し、開いた状態になった。その後、再び棒を金属板から遠ざけずアースを取り、箔に帯電していたマイナス電荷は体を通り、無くなったことから、箔は閉じた。その後、PVC 棒を話すと、プラス電荷が箔に発生してプラス電荷同士になり、反発するため箔は開いた。

#### 2-c

同じように、金属板を手で触りアースを取って、箔検電器中の電荷を中性にする。マイナスに帯電している PVC 棒を金属板に近づけ、放電させる。空気中を伝って、電荷の移動が起きる。中性だった箔にマイナス電荷が移動してマイナス電荷同士になるため、箔は開く。放電させたため、箔は開いたままであった。

#### 2-d

同じように、金属板を手で触りアースを取って、箔検電器中の電荷を中性にする。マイナスに帯電している PVC 棒を金属板に近づけ接触させる。マイナス電荷が箔検電器に移動して、マイナスの電荷が全体に散らばったためマイナス電荷同士反発しあい箔は開いたままであった。

## 結論

今回の実験から普段目で見ることのできない静電気を道具を使って観察し、その働きや仕組みを理解することができた。二つの物体を摩擦すると、摩擦電気が発生する。その時に物体が帯電する電荷は帯電系列によって決まる。同じ電荷を持つもの同士には斥力が生じ、異なる電荷を持つもの同士なら引力が生じる。また、導体の中の電荷が移動して、一方にある電荷が集まり、もう一方にそれとは反対の電荷が集まる現象を静電誘導という。不導体の中の電荷に偏りが生じることを誘電分極という。

## 感想

幼い頃から冬の季節になると特に、どうして服を脱ぐ時などにぱちぱちという音がするのか、ドアノブなどに触れる際にぱちっという音がするのか不思議に思っていた。また、日本の冬に比べ、アメリカの冬のほうが静電気がひどくなるのは空気が乾燥しているからである、と私は考えていた。そこで、空気が乾燥しているのと、乾燥していないのでは体に静電気を溜めやすいことに影響があるのかネットで調べてみたところ、空気に湿気を含んでいるほうが体の中にたまっている電気が空気中に逃げやすい、ということがわかった。実験をする前では、電気に対して理解が浅いところがあり、静電誘導と静電分極の違いが明白にわかっていなかったが、実験を自分で行うことで静電気の仕組み、または電荷の種類など（同じ電化の時は反発する、違う電化の時には引き合うなど）について知ることができ、いろいろな疑問が解決した。実験を終えた次の日の授業では先生が授業中に、前日に行った実験で起きた現象についてよりわかりやすく解説してくださったので教科書で読むのとは違い、電気に対する理解が深まり、電気に対する興味が湧いた。

*toher!*

## 参考文献

静電気と箔検電器 Kyono Wang さんのレポート Yo Hagiwara のレポート  
新編 物理基礎 啓林館 z