

Date of Lab 2/6Date of Submission 2/13

## Physics Laboratory Report

Title 表題

電荷 - 静電気と箔検電器

Author

著者

Class

K

Name

氏名

飯塚 雅子

Co-workers

水野 友佳理

共同実験者

## Summary

目に見えない電気を実験で見えるようにするため、摩擦電気や箔検電器を使って実験を行った。摩擦によって静電気を発生させ、いろいろな導体や絶縁体と近づけたり接触させたりしてその反応から誘電分極や静電誘導の仕組みを理解した。同じように箔検電器を使った実験からも静電誘導や電荷の仕組みを理解した。

*good summary*

追加/修正

・ 締切り守って    ・ 論理的に    ・ わかりやすく    ・ 自分のことばで

| 1           | 2             | 3           | 4                | 5                      | 6                | 7                       | 8                     | 9           |
|-------------|---------------|-------------|------------------|------------------------|------------------|-------------------------|-----------------------|-------------|
| Due<br>提出期限 | Summary<br>要旨 | Intro.<br>序 | Experiment<br>実験 | Results/Disc.<br>結果/考察 | Tab./Fig.<br>表/図 | Concl./Opinion<br>結論/感想 | Readability<br>わかりやすさ | Others<br>他 |
| (9)         | +             | +           |                  | +                      | +                |                         | +                     |             |

\* レポートは、日本語あるいは英語で記載すること。 \* この用紙をレポートの表紙として使うこと。

\* 実験日から一週間目にあたる日までにレポートを提出すること。ただし、その後内容を付け加えて行っても良い。付け加えたときは、上に日付と内容を書くこと。

## 2. 序

### (1) 目的

摩擦によって静電気を発生させて、導体や絶縁体に近づけたり、接触させたりして、どのように反応するか調べるため。

### (2) 理論

#### ① 摩擦電気

二つの物体を摩擦すると、正負の電気をもつようになる現象を摩擦電気という。どのように帯電するかは帯電系列によって決まっている。

#### ② 静電誘導

導体を帯電した物体に近づけると、導体の電荷に近い側には電荷と反対の電荷が現れ、導体の電荷から遠い側には電荷と同じ電荷が現れる現象を静電誘導という。

たとえば、正の電荷を帯びた物質を導体に近づける。導体の物質側に負の電荷が誘起され、導体の反対側には正の電荷が誘起され、引力がおこる。



図1：静電誘導

#### ③ 誘電分極

分極によって不導体全体の電荷が偏ることを誘電分極という。

たとえば、負の電荷を持っている物質に絶縁体を近づける。すると、絶縁体の中に存在する原子、あるいは分子が保持している電荷分布にかたよりが生じて、絶縁体の表面には、正の電荷が誘起され、引力がおこる。ただし、導体を近づけた場合とは異なり、電荷が移動するのではなく、絶縁体の中の各原子・分子の電氣的な分布にかたよりが生じるだけである。

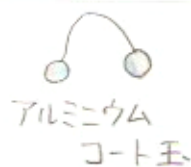


図2：誘電分極

### 3. 実験

#### (1) 使用器具

塩ビ管  
エポナイト棒  
アクリル棒  
毛皮  
ガラス棒  
絹  
ストロー  
アルミニウムコート玉  
スタンド  
はく検電器  
ヴァンデグラフ起電機  
絶縁台  
放電電極  
Flying Ball  
Silver Snake



図がわかりやすい大変良い



## (2) 実験方法

### ① 静電気

- 塩ビ管を毛皮でこすって、スタンドにつりさげたストローに近づける。
- 塩ビ管を毛皮でこすって、スタンドにつりさげたアルミニウムコート玉に近づける。
- ガラス棒を毛皮でこすって、スタンドにつりさげたアルミニウムコート玉に近づける。
- アクリル棒を毛皮でこすって、スタンドにつりさげたアルミニウムコート玉に近づける。
- 塩ビ管を毛皮でこすって、スタンドにつりさげた中性のエポナイト棒に近づける。
- 塩ビ管の片端を毛皮でこすって、スタンドにつりさげたすでに毛皮でこすってあるエポナイト棒に近づける。

### ② はく検電器

- 上の金属板を指でさわったあと、はく検電器に毛皮でこすった塩ビ管を近づける。そのあと塩ビ管をはなす。
- 上の金属板を指でさわったあと、はく検電器に毛皮でこすった塩ビ管を接触させる。そのあと塩ビ管をはなす。
- 上の金属板を指でさわったあと、はく検電器に毛皮でこすった塩ビ管を近づけ、それを近づけたまま指でプレートをさわって、指をはなし、最後に塩ビ管もはなす。
- 2つのはく検電器の上の金属板をそれぞれ指でさわっておく。2つのはく検電器の上に銅線をおき、毛皮でこすった塩ビ管を近づけ、それを近づけたまま銅線を落とす。最後に塩ビ管もはなす。

### ③ ヴァンデグラフ起電機

- ヴァンデグラフ起電機のスイッチをいれて、放電電極や Flying Ball や Silver Snake を近づける。
- スイッチをいれたヴァンデグラフ起電機の前に絶縁台にのった人がたつて起電機にさわる。みんなで手をつないで端の人が台の上の人と指先をあわせる。

## 4. 実験結果

### ① 静電気

- a. ストローは塩ビ管にひきよせられて動いた。

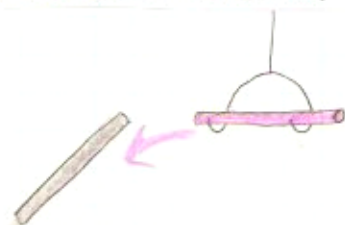


図3: 結果

- b. アルミニウムコート玉は2つとも塩ビ管にひきよせられて動いた。

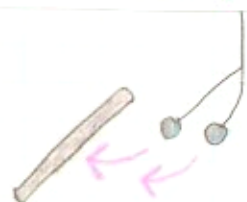


図4: 結果

- c. アルミニウムコート玉の1つの玉はガラス棒にひきよせられて動いたがもう1つの玉は反応しなかった。



図5: 結果

- d. アルミニウムコート玉はアクリル棒にひきよせられたがすぐに反発してぴよんと跳ねた。



図6: 結果

- e. 中性のエボナイト棒は塩ビ管にひきよせられて動いた。



図7: 結果

- f. 塩ビ管のこすった方の端を近づけるとエポナイト棒は反発してはなれていき、こすっていない方の端を近づけるとエポナイト棒はひきよせられて動いた。



図8：結果

## ②はく検電器

- a. 上の金属板を指でさわると箔は閉じ、塩ビ管を近づけると箔が開いた。塩ビ管をはなすと箔は最初とおなじ状態まで閉じた。

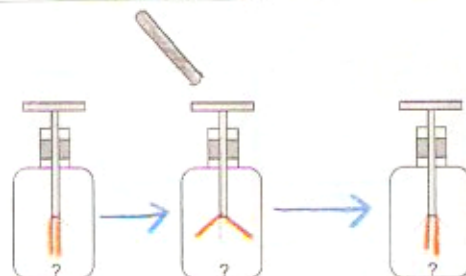


図9：結果

- b. 上の金属板を指でさわると箔は閉じ、塩ビ管を接触させると箔が大きい角度まで開いた。塩ビ管をはなすと、少し閉じるが、最初の状態よりは外に開いたままだった。(もどききらなかった。)

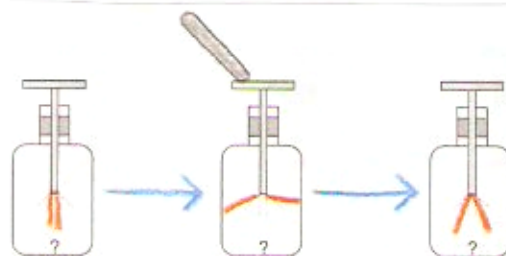


図10：結果

- c. 上の金属板を指でさわると箔は閉じ、塩ビ管を近づけると箔が開いた。それを近づけたまま指で金属板をさわると、箔は最初と同じ状態まで閉じた。指をはなしても箔の様子は変わらず、閉じたままだった。塩ビ管もはなすと、箔が開いた。

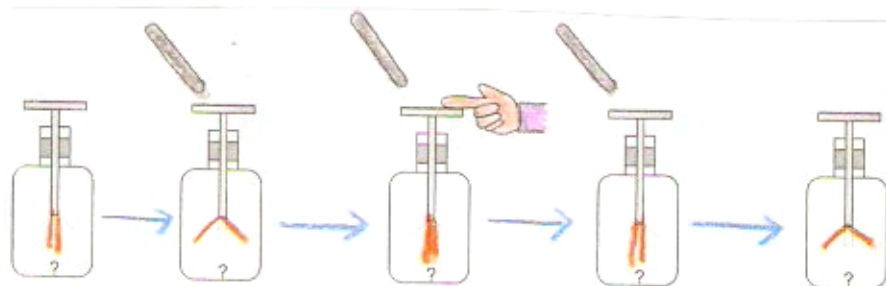


図11：結果

- d. 上の金属板を指でさわるとそれぞれの箔は閉じ、塩ビ管を近づけると、箔は2つとも開いた。それを近づけたまま銅線を落としても箔は開いたまま

めくってください

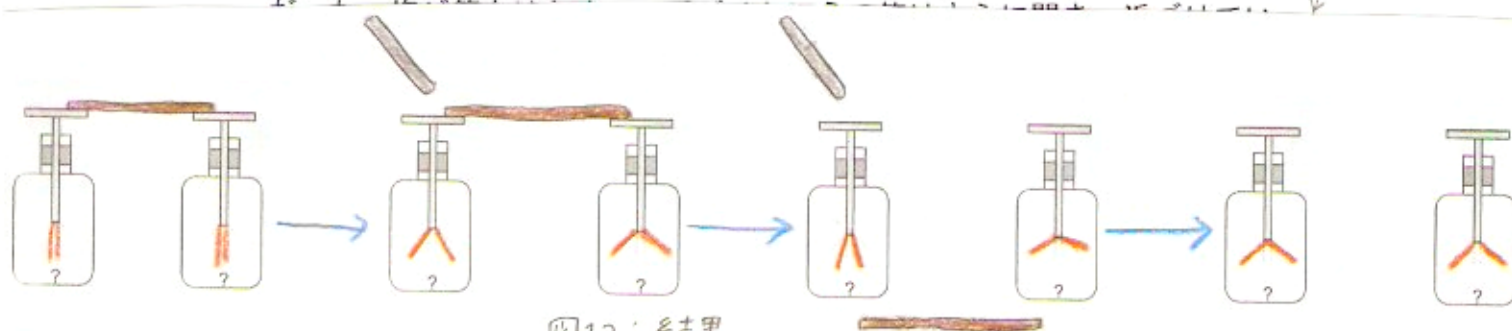


図12：結果

### ③ヴァンデグラフ起電機

- a. 放電電極を近づけると、それと起電機の間にぱちぱちという音とともに電気が見えた。Flying Ball を近づけると起電機にくっついた。Silver Snake を近づけると、起電機にくっついた。

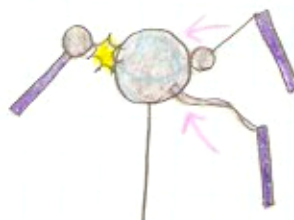


図13：結果

- b. 絶縁台にのった人がたって起電機にさわっても何も起こらず痛くなかった。台の上の人に Flying Ball や Silver Snake を近づけると起電機と同じようにその人にくっついて、痛がっていた。みんなで手をつないで端の人が台の上の人と指先をあわせると、みんなつないでいる手にびりびりという小さな衝撃を感じた。台の上の人に近い人ほど衝撃を感じていた。

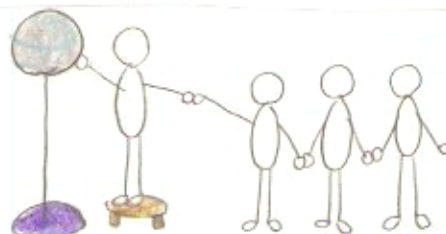


図14：結果



## 5. 考察

(1) なぜこのような実験結果が得られたのか

### ① 静電気

- a. 毛皮で塩ビ管をこすったことで摩擦により電荷の移動が起きた。帯電系列より、塩ビ管は負に帯電したことがわかる。負に帯電した塩ビ管を中性の絶縁体であるストローに近づけたので、ストローの表面付近の分子が誘電分極をおこし、正に帯電した。だから、ストローと塩ビ管の間に引力がはたらき、ひきよせられた。

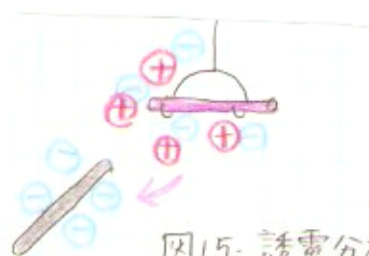


図15: 誘電分極による引力

- b. 毛皮で塩ビ管をこすったことで摩擦により電荷の移動が起きた。帯電系列より、塩ビ管は負に帯電したことがわかる。負に帯電した塩ビ管を中性の導体であるアルミニウムコート玉に近づけたので、アルミニウムコート玉が静電誘導をおこし、正の電荷がアルミニウムコート玉の塩ビ管側の表面に現れ、負の電荷が反対側に現れた。だから、アルミニウムコート玉と塩ビ管の間に引力がはたらき、ひきよせられた。

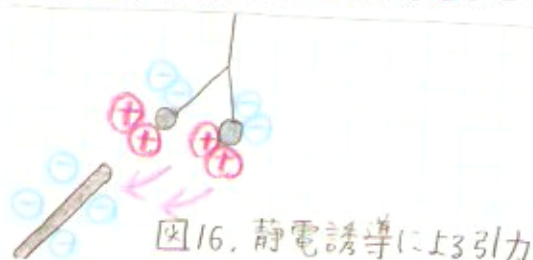


図16: 静電誘導による引力

- c. 毛皮でガラス棒をこすったことで摩擦により電荷の移動が起きた。帯電

系列より、ガラス棒は負に帯電したことがわかる。負に帯電したガラス棒を中性の導体であるアルミニウムコート玉に近づけたので、アルミニウムコート玉が静電誘導をおこし、正の電荷がアルミニウムコート玉のガラス棒側の表面に現れ、負の電荷が反対側に現れた。だから、アルミニウムコート玉とガラス棒の間に引力がはたらき、ひきよせられた。





図17: 静電誘導による引力

★なぜ2つある玉のうち1つしかひきよせられなかったのか

ひきよせる引力が弱かったため。帯電系列をみたときに、表の中の位置が離れた素材同士だと、静電気がおきやすく、近い素材同士だと、静電気がおきにくい性質がある。だから、毛皮とガラス棒では静電気がおきにくいことがわかる。(Rabbit fur と Glass はとなりあっている) 静電気がおきにくく、ガラス棒に負の電荷があまり帯電しなかったため、引力も弱くなったと考えられる。

- d. 毛皮でアクリル棒をこすったことで摩擦により電荷の移動がおきた。帯電系列より、アクリル棒は負に帯電したことがわかる。負に帯電したアクリル棒を中性の導体であるアルミニウムコート玉に近づけたので、アルミニウムコート玉が静電誘導をおこし、正の電荷がアルミニウムコート玉のアクリル棒側の表面に現れ、負の電荷が反対側に現れた。だから、アルミニウムコート玉とアクリル棒の間に引力がはたらき、ひきよせられた。

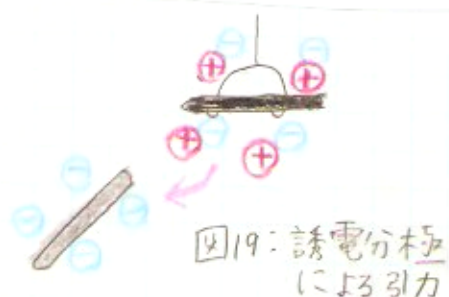


図18: 静電誘導による引力

★なぜひきよせられたあとすぐに反発してぴょんと跳ねたのか

静電誘導によりひきよせられた際にアルミニウムコート玉とアクリル棒が接触して、アクリル棒にあった負の電荷が移動して、お互いに負の電荷同士になったため、斥力がはたらいて、反発したと考えられる。

- e. 毛皮で塩ビ管をこすったことで摩擦により電荷の移動がおきた。帯電系列より、塩ビ管は負に帯電したことがわかる。負に帯電した塩ビ管を中性の絶縁体であるエポナイト棒に近づけたので、エポナイト棒の表面付近の分子が誘電分極をおこし、正に帯電した。だから、エポナイト棒と塩ビ管の間に引力がはたらき、ひきよせられた。



- f. 毛皮で塩ビ管をこすったことで摩擦により電荷が移動がおきた。帯電系列より、塩ビ管は負に帯電したことがわかる、負に帯電した塩ビ管を負に帯電したエポナイト棒に近づけたので、お互いに負の電荷同士なため、斥力がはたらいて、反発した。



★なぜこすっていない方の端を近づけるとエポナイト棒はひきよせられたのか

こすっていない中性の絶縁体である塩ビ管の片端を負に帯電したエポナイト棒に近づけたので、塩ビ管の表面付近の分子が誘電分極をおこし、正に帯電した。だから、塩ビ管の片端とエポナイト棒の間に引力がはたらき、ひきよせられた。

②はく検電器

- a. 金属板を指でさわることでアースした。(電荷を逃がして追いやること。金属のプレートに手を触れることにより、電荷を手から胴体、足を伝わって地球に逃がしてしまう。地球はあまりにも大きいので電荷をいくらかでも吸収する。) このとき箔は中性なので閉じていた。負に帯電した塩ビ管を中性の導体である金属板に近づけたので、金属が静電誘導をおこし、正の電荷が上の金属板に現れ、負の電荷が下の箔に現れた。2枚の箔はお互い負の電荷同士なので斥力がはたらいて、反発し、開いた。

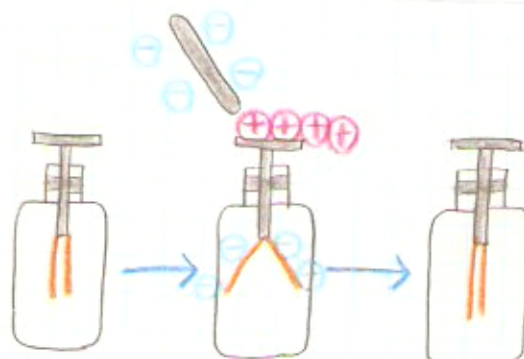


図21：静電誘導による斥力

★なぜ塩ビ管をはなすと箔はもとにもどるのか

電荷量保存則より、静電誘導ではなく検電器内で電荷の移動がおきただけで、正の電荷と負の電荷は同量で変化していないから。

- b. 金属板を指でさわることでアースした。このとき箔は中性なので閉じていた。負に帯電した塩ビ管を中性の導体である金属板に接触させたので、金属が静電誘導をおこし、正の電荷が上の金属板に現れ、負の電荷が下の箔に現れた。2枚の箔はお互い負の電荷同士なので斥力がはたらいて、反発し、開いた。

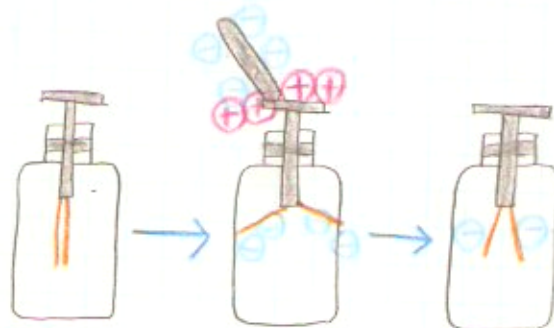


図22：静電誘導による斥力



★なぜ塩ビ管をはなしても箔は最初の状態までもどりきらなかったのか  
塩ビ管を接触させると負の電荷がはく検電器に移動し、より大きく箔が開いた。塩ビ管をはなしても、はく検電器内では正の電荷より負の電荷が多いため、負の電荷がはく検電器全体に均一に散らばり、箔は少し開いたままになる。

★電荷の種類は？

塩ビ管をはなしてからもう1度近づけてみると、箔は開いた。つまり、負に帯電した塩ビ管が金属の電荷を下に追いやったということなので電化の種類は塩ビ管と同じ負であった。

- c. 金属板を指でさわることでアースした。このとき箔は中性なので閉じていた。負に帯電した塩ビ管を中性の導体である金属板に近づけたので、金属が静電誘導をおこし、正の電荷が上の金属板に現れ、負の電荷が下の箔に現れた。2枚の箔はお互い負の電荷同士なので斥力がはたらい、開いた。アースしたことによって箔の負の電荷は体を通してなくなって、箔は閉じた。上の金属板の正の電荷は塩ビ管に引きよせられていて動かない。負の電荷がなくなって正の電荷が多いので、塩ビ管をはなすと、正の電荷が広がって、下の箔で斥力がはたらい、反発し、開いた。

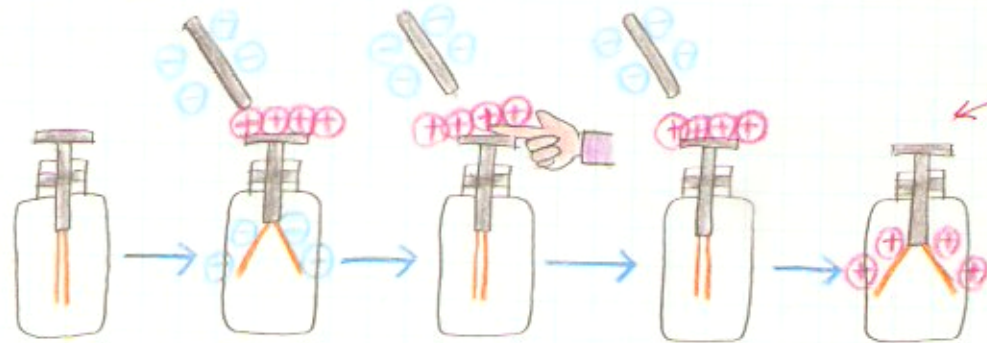


図23: 静電誘導による斥力

★電荷の種類は？

塩ビ管をはなしてからもう1度近づけてみると、箔は閉じた。つまり、負に帯電した塩ビ管に箔にあった電荷が引きよせられたということなので、電荷の種類は塩ビ管と反対の正であった。



- d. 金属板を指でさわることでアースした。このとき箔は中性なので閉じていた。金属板も銅線も中性の導体なので、おなじように静電誘導がおきて、近づけた側の金属板に正の電荷が現れた。塩ビ管をはなすと、金属板の正の電荷がおりて近づけた側の箔はもっと開いた。

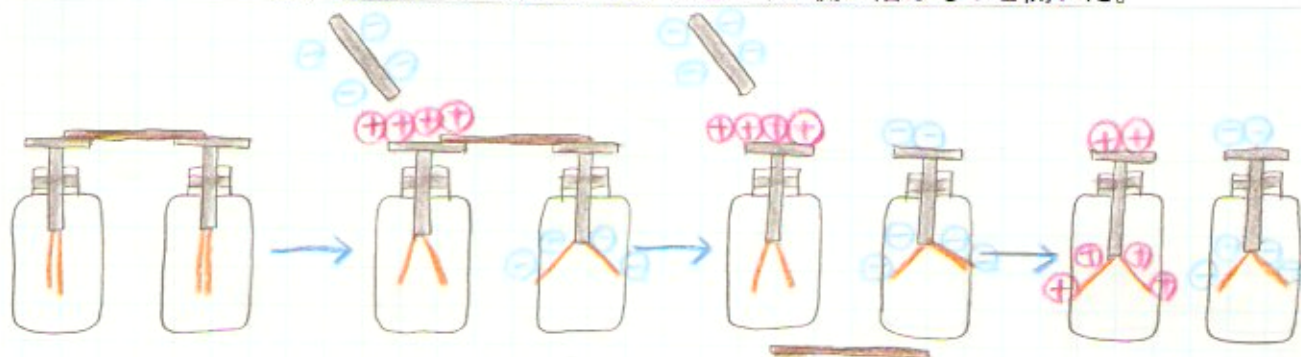


図 24: 静電誘導による斥力

★電荷の種類は？

塩ビ管をはなしてからもう1度近づけてみると、最初に近づけた側のはく検電器の箔は閉じ、近づけていない側の箔はもっと開いた。つまり、近づけた側の電荷は正で、近づけていない側の電荷は負だった。

③ヴァンデグラフ起電機

- a. Flying Ball や Silver Snake を起電機に近づけるとくっついたのは、静電誘導をおこし、起電機とそれらの間に引力がはたらき、ひきよせられたから。ひきよせられて接触すると電荷が移動して反発するのでずっとくっついたりはなれたりを繰り返していた。
- b. 絶縁体にのると、電気が逃げないから起電機と人が同じ電圧になってショックはない。もしふつうに触っていたら、放電がおこって電気が体に流れるのでショックがある。台の上の人に Flying Ball や Silver Snake がくっついたのは人の体が同じ電圧になっていたから。台の上の人が痛がっていたのは放電したから。つないでいる手に衝撃を感じたのは、放電した電気が人の体を伝わったから。起電機から遠い人ほど感じにくかったのは、手汗などの湿気が原因だと考えられる。

★どのような衝撃をどこに感じたか

両手とも人の手とつながっていたが、起電機側の手首の手のひらの下の筋あたりにびくっと小さな衝撃を感じた。

具体的で良い

## (2)工夫したところ

②のdの実験では銅線をはずすときに指でつかまないように気をつけた。  
なぜなら、指で導体をさわることになるのでアースしてしまうことになるから。

同じ実験で、銅線であるべく長く距離をとるようにした。なぜなら、塩ビ管を近づけるときに、2つの検電器が近いと正しい結果がえられないから。  
はく検電器の実験で、まず実験するまえにアースするのを忘れないようにした。なぜなら、中性の状態からはじめないと、正しい結果がえられないから。

## 6. 結論

物質同士をこすりあわせると摩擦により電荷の移動がおきて、帯電系列のしくみにそって帯電する。

正の電荷と正の電荷、負の電荷と負の電荷は斥力がはたらいて反発しあい、正の電荷と負の電荷では引力がはたらいて引きよせあう。

分極によって不導体全体の電荷が偏ることを誘電分極という。

導体の中の電荷が移動して導体の片側にある電荷があつまり、反対側に反対の電荷があつまることを静電誘導という。

## 7. 感想

授業で習ったことを実際に実験してみて、どうしてこの結果が得られたのかなど、考えることによってより理解することができた。冬になると静電気で指先にちいさな痛みを感じた経験があるが、静電気がなぜ起こるのかなど知らなかった。物質の中の正の電荷と負の電荷は中性のときつりあっているが、摩擦によって電荷の移動がおき、帯電する。そのときにほかの物質を触ると放電するため痛みを感じるということだ。たとえば、洋服を脱いだり着たりするときにぱちぱちと静電気がおこるときがある。今回帯電系列を習って、これを予防するために、表の中で近い素材同士の重ね着をするといいのかなと思った。なぜなら、離れた素材同士だと、静電気が起きやすく、近い素材同士のだと、静電気がおきにくい性質があるからだ。ヴァンデグラフ起電機で手首に衝撃を感じておどろいた。実際に体験できたので楽しかった。実験から多くのことを学ぶことができたので、授業の内容とあわせてもっと理解していきたい。

大作です。2冊にまとめています

実験結果と考察を

まとめて記述したのでわかりやすい。

when