

静電気を利用した卓上掃除機

抄 録

ビニル袋に消しゴムのカスが引き付けられ、簡単に掃除ができた経験をもとに、静電気を利用した卓上掃除機を作ることを目的とした。まず、ビニル袋に消しゴムのカスが引き付けられた仕組みを文献調査した。その結果をもとに、こする布とこすられる棒の種類を変え、どの組み合わせが安定して消しゴムのカスを引き付け、除電もしやすいのか実験を行った。それにより、絹布とアクリル棒の組み合わせが一番適していると分かった。そして、実際に静電気を利用した卓上掃除機を製作した。実用的な卓上掃除機ができて良かったが、除電の仕方に課題が残った。

キーワード：静電気，アクリル棒と絹布，除電

1. はじめに

1.1 研究動機

以前から、机の上の片付けをする際に、消しゴムのカスをきれいに掃除するのが面倒で、何か良い方法はないかと思っていた。ある時、机の上をビニル袋で撫でると、机の上の消しゴムのカスがビニル袋に引き付けられてきれいになくなり、簡単に掃除ができたことがあった。

そこで、この経験を活かし、掃除機として使える装置を作れないかと思った。

1.2 研究目的

ビニル袋に消しゴムのカスが引き付けられた仕組みを文献調査し、その仕組みを利用して身近な素材で簡単につくれる卓上掃除機を製作することである。

2. 研究内容

2.1 文献調査（堤井信力（2004）より）

（1）消しゴムのカスがビニル袋に引き付けられた理由

ビニル袋はプラスチックを原料としており、「絶縁体」といって電気を通しにくい性質を持っている。また、電気を通しにくいということは、静電気を帯びても発散しにくいということなので、ビニル袋は、通常電気を帯びやすい性質であると分かった。また、静電気は、「物質にくっこうとする性質」がある。湿度が高い状態だと、水分が物質の表面にたくさん付いており、静電気は物質にくっつけずに、素早く空気中に発散していく。ところが、ビニル袋は水分が付きにくい性質なので、静電気が発散せずにたまってしまう。

以上のことより、ビニル袋は静電気をためやすく、ビニル袋で発生した静電気に、消しゴムのカスが引き付けられたのだと分かった。

(2) 静電気の正体

物質に帯電した電気を「静電気」という。物質を帯電させる方法の一つに「摩擦帯電」がある。二つの物体を強くこすり合わせると、一方の物体はプラス（+）に、もう一方の物体はマイナス（-）に帯電する。これは、摩擦によって一方の物体にあった電子がもう一方の物体に移動するからである。

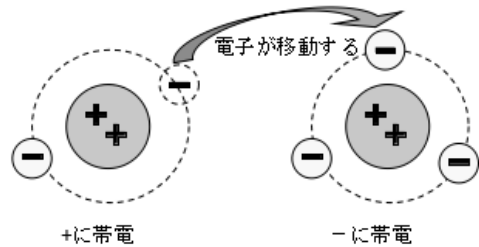


図1 静電気のしくみ

2.2 先行研究（身近な素材から大きな静電気の発生しやすいものを調査）

(1) 実験目的

どのような物質をどのような物質でこすれば、大きな静電気が発生するのか調べる。

(2) 実験手順

【用意するもの】

- ・こするもの ア. 毛皮 イ. 絹布 ウ. 眼鏡拭き エ. ティッシュ
- ・こすられるもの a. ガラス棒 b. エポナイト棒 c. アクリル棒 d. 塩化ビニル棒
- ・引き付けるもの 紙屑（穴あけパンチで作った同じ大きさの円い紙屑）
- ・その他 平皿、革手袋

【実験場所】 リビングのテーブルの上

【実験方法】

コピー用紙を使い、穴あけパンチで同じ大きさの小さな円い紙屑をたくさん作る。次に、こするものア～エとこすられるものa～dをそれぞれ組み合わせて20回こすり、こすられるものa～dに静電気を発生させる。平皿の上に円い紙屑をのせ、手に革手袋をして、静電気が発生したa～dをそれぞれ平皿の上で1回すべらせ、円い紙屑が何枚引き付けられたのか調べる。

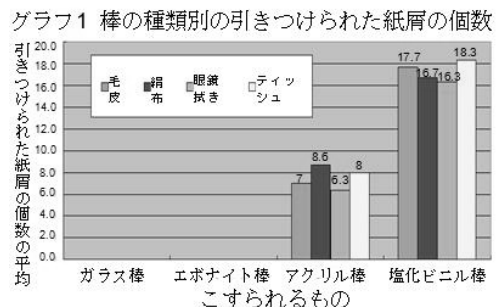
この時、手がアース（接地）をしてしまい、静電気をなくしてしまうことがあるので、手に革手袋をして行う。同様に、平皿もアース（接地）をしてしまうことがあるので、静電気が発生した棒a～dを平皿につけずに滑らすことにする。

また、誤差を減らすために、5回の結果のうち一番大きい数値と一番小さい数値を除いた3回の数値の平均値をとることとする。

(3) 実験結果

ガラス棒、エポナイト棒は、十分な静電気が発生せず、紙屑を集められなかった。

一方、アクリル棒、塩化ビニル棒は、紙屑をよく引き付けた。特に、塩化ビニル棒は、静電気が強く、バチバチという音がした。



(4) 考察

アクリル棒と塩化ビニル棒は、近づけると紙屑が跳ね、飛び散った。これは、棒だけでなく、紙も帯電し、同じ極同士だったので、退け合ったのだらうと考えられる。

また、毛皮でこすった塩化ビニル棒が、一番紙屑を引き付けたが、静電気が強すぎて退ける力になってしまい、安定しなかった。一方、数は劣るが、絹布でこすったアクリル棒は、紙があまり退けられずに引き付けられ、安定感があった。

2.3 本研究（先行研究で見付けた素材が、消しゴムのカスをうまく引き付けるのか調査）

(1) 実験目的

ビニル袋の代わりに消しゴムのカスを多く引き付けることのできる棒の種類と、こする回数を調べる。

(2) 実験手順

紙屑を消しゴムのカ스에替え、先行研究と同じ要領で実験する。(図2)

【用意するもの】

- ・こするもの ア. 毛皮 イ. 絹布 ウ. 眼鏡拭き エ. ティッシュ
- ・こすられるもの a. ガラス棒 b. エポナイト棒 c. アクリル棒 d. 塩化ビニル棒
- ・引き付けるもの 消しゴムのカス
(消しゴムのカスを集めて細長くし、
0.5CMの長さに切り揃えたもの)
- ・その他 革手袋



図2 塩化ビニル棒に引き付けられた消しゴムのカス

【実験場所】 リビングのテーブルの上

【実験方法】

消しゴムのカスを集めて細長くし、0.5CMの長さに切り揃え、テーブルの上に広げる。次に、アースしないように手に革手袋をし、こするものア～エとこすられるものa～dをそれぞれ組み合わせてこすり、静電気を発生させる。静電気を発生させた棒を消しゴムのカスに近づけ、いくつ引き付けられたか調べる。

このとき、棒をこする回数は、10回、20回、30回の3種類とし、それぞれ5回ずつ実験を行う。また、誤差を減らすために、5回の結果のうち一番大きい数値と一番小さい数値を除いた3回の数値の平均値をとることとする。

(3) 実験結果

表1 棒の種類別の引き付けた消しゴムのカスの個数の平均値

こするもの こすられるもの	(1) 10回こすった場合				(2) 20回こすった場合				(3) 30回こすった場合			
	毛皮	絹布	眼鏡拭き	ティッシュ	毛皮	絹布	眼鏡拭き	ティッシュ	毛皮	絹布	眼鏡拭き	ティッシュ
ガラス棒	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
エポナイト棒	4	1	0	1	8	1	0	1	7	15	0	10
アクリル棒	5	9	0	0	10	9	0	1	7	16	0	8
塩化ビニル棒	7	4	6	7	9	8	4	5	7	10	10	13

- ・ガラス棒は、どんな布で何回こすっても、静電気は起きなかった。
- ・エポナイト棒、アクリル棒は、安定して消しゴムのカスを引き付ける静電気を発生させるのに適していた。大きな静電気を発生しやすい性質ではないので、毛皮や絹布など静電気を発生しやすいもので30回こすると、安定して大きな静電気が発生し、とても良かった。
特に、絹布とアクリル棒は相性が良く、30回こするととてもよく引き付けられた。めがね拭きはほとんど付かなかったが、ティッシュの30回は比較的よく付いた。
- ・塩化ビニル棒は、大きな静電気を発生させるのに適していた。
毛皮20回、眼鏡拭き30回、ティッシュ 30回はよく引き付けた。
毛皮30回では、棒と消しゴムのカスが退け合い、引き付ける力が小さくなった。

(4) 考察

塩化ビニル棒は、帯電列(図3)では、一番大きな静電気を発生する棒であるが、こすってもあまりつく量が増えなかった。パチパチという音がし、静電気の力自体は強いのだが、棒と消しゴムのカ스에極ができて、消しゴムのカスを退ける力になってしまい、つく量が思っているように増えなかったのだと考えられる。

一方、エポナイト棒、アクリル棒は、もともと大きな静電気が発生する棒ではなかったため、消しゴムのカスを退けることもなく吸着し、安定感があった。そのため、こする回数を増やしていくと、退ける力はできず、引き付ける力だけが大きくなり、つく量が増えたのだろう。また、机につけると消しゴムのカスがよく落ちたので、除電もしやすいと思う。

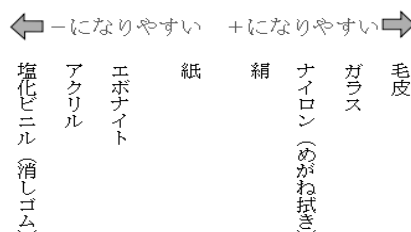


図3 帯電列

以上のことから、絹布とアクリル棒を30回こすったものが、ちょうど良い大きさの静電気を安定してつくり出すことができると考えられる。そこで、次に、絹布とアクリル棒で発生させた静電気を、ちゃんと除電できるのか確かめたいと思う。

2.4 発展研究（絹布とアクリル棒で発生させた静電気の除電の調査）

(1) 実験目的

絹布とアクリル棒で作った静電気をうまく除電できるか確認する。

(2) 実験手順

【用意するもの】 絹布、アクリル棒、消しゴムのカス（本研究でを使用したもの）、革手袋

【実験場所】 リビングのテーブルの上

【実験方法】

アースしないよう手に革手袋をし、絹布で30回こすったアクリル棒を、テーブルの上に広げた消しゴムのカスの上をすべらせ、消しゴムのカスが何個引っ付いたのか調べる。次に、アクリル棒の端を手で持ち、アクリル棒を2回回して除電し、消しゴムのカスが何個落ちたのか調べる。

この操作を10回繰り返し、何個引っ付いたのか、またそのうち何個落ちたのかを調べ、割合（除電率）を計算する。

(3) 実験結果

10回の除電できた消しゴムのカスの合計個数を、10回の引き付けた消しゴムのカスの合計個数で割ると、除電率が71.9%だと分かった。

表2 絹布とアクリル棒で発生させた静電気の除電率

回数	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	合計
引き付けた個数	19	17	15	20	24	24	10	11	16	11	167
除電できた個数	13	14	9	16	18	14	9	6	12	9	120

$$\text{除電率} = 120 \div 167 = 0.7185 \dots \rightarrow \underline{71.9\%}$$

(4) 考察

消しゴムのカスを安定してよく引き付け、除電率も71.9%と高いと分かったので、絹布とアクリル棒を使って、実際に卓上掃除機を製作してみることにした。

3. 卓上掃除機の製作

(1) 製作方法

ほこりをとるコロコロの粘着テープの上に、アクリルでできたファイルを貼り、割り箸に絹布を巻いたものを、ファイルとの間に隙間をつくれるように取り付ける。



図4 完成した卓上掃除機

(2) 掃除の仕方

絹布を巻いた割り箸を、アクリル板に触れる高さにまで上げ、転がす。すると、アクリル板と絹布がこすれ、静電気が起きる。

次に、絹布を巻いた割り箸を下げ、隙間を開けて、消しゴムのカスの上を転がす。すると、静電気に引き付けられ、消しゴムのカスが、アクリル板に引き付けられる。

最後に、ごみ箱の上で、手でアクリル板に触れて除電すると、消しゴムのカスがごみ箱に落ちる。

4. 結 論

今回、静電気の仕組みを利用した卓上掃除機の製作にあたり、身近な素材で消しゴムのカスをひきつけやすく、除電もしやすいものを探すために、それぞれ4種類の布と棒を使って実験を行った。その結果、帯電列では静電気を発生させやすいとされている塩化ビニル棒が、発生した静電気が強すぎて消しゴムのカスを退ける力となってしまう、付く量が増えなかったり、アクリル棒と普段使い慣れない絹布の組み合わせが、適度な静電気を安定して発生させ、また、除電もしやすいとわかった。このような実験を行ったことで、消しゴムのカスを引き付けられ、除電も行える、日常生活で使える卓上掃除機ができたことは、非常に意義があったと思う。

しかし、除電を手で行っていることと、除電率が100%ではないというところに、今後の課題が残った。湿度が高いと静電気がたまりにくいことなどを利用し、除電の仕方をもっと改善したいと思う。

参考文献

岸川勝由『静電気式掃除機』 <http://www.ekouhou.net.go.jp/> (2017年6月11日)

静電気ハンドブック 株式会社キーエンス

堤井信力(2004)『静電気のABC』 株式会社講談社

吉川弘之他(2015)『サイエンス2』 啓林館