

静電気の性質

3604 岩城祐典 3613 佐藤岬 3621 塚本翔星

この研究の目的は静電気の発生条件、湿度や気温のちがいによる静電気の発生しやすいさについて、科学的な根拠をもとに理解することである。そのために私たちは静電気の放電によって測定される電圧の大きさは帯電体の電荷と相関関係をもつと考え、自作のライデンビンとテスターを用いて実験を行った。結果としては湿度や気温と静電気から得られる電圧の間に相関関係は見られなかった。このことから静電気の測定の仕方に問題があると考え、静電気測定器を用いて実験を行った。

キーワード 静電気, 布の素材, 電荷

1. 目的

静電気の発生条件、湿度や気温と静電気の発生しやすいさや電圧の大きさの関係性、静電気を帯電する素材の違いによる静電気の発生しやすいさの違いについて科学的な根拠をもとに理解する。

2. 仮説①

気温や湿度の違いによって、静電気の電圧の大きさが変化する。

→寒くて乾燥している冬は静電気が発生しやすく、ドアノブなどで放電するから。

仮説②

帯電させる物質の素材の違いによって、静電気の発生しやすいさが変わる。

→セーターは静電気が起こりやすいが、綿の肌着は静電気が起こりにくいから。

3. 器具・材料

- ・塩化ビニルパイプ
- ・ガラス棒
- ・アクリル棒
- ・テスター
- ・気温計, 湿度計
- ・静電気測定器
- ・自作のライデンビン
- ・猫皮
- ・絹 (布)

4. 実験①

I. 実験①-1

布の素材による静電気から得られる電圧の差

(1) 目的

布の素材の違いによる静電気から得られる電圧の差を調べる。

(2) 実験方法

- i) 塩化ビニルパイプを 50 cmの幅で 10×10 回の計 100 回猫皮と絹でそれぞれ擦る。(10 回擦ったら塩化ビニルパイプをライデン瓶の接続部分に近づけてライデンビンに帯電させる。)
- ii) 100 回擦り終えたら、気温湿度を記録しライデン瓶の接続部分に接続してないほうのリード線をつなぐ。
- iii) 接続したら一瞬だけテスターが反応するのでその時の電圧を記録する。

(3) 結果

実験①で得られた電圧の大きさ (絹)

1	10.00 (V)	13	1.196
2	0.594	14	0.497
3	16.31	15	17.27
4	1.67	16	10.00
5	12.95	17	1.833
6	10.00	18	1.622
7	0.937	19	11.27
8	14.67	20	0.437
9	10.00	21	0.240

10	15.64	22	18.39
11	0.648	23	1.091
12	16.61		

実験①で得られた電圧の大きさ (猫皮)

1	0.887 (V)	13	0.550
2	13.40	14	0.630
3	0.763	15	16.98
4	14.67	16	0.835
5	10.00	17	1.503
6	16.56	18	17.78
7	10.74	19	0.459
8	12.86	20	1.799
9	0.517	21	1.019
10	15.93	22	10.00
11	15.58	23	1.617
12	1.997		

(4) 考察

平均値を比較してみると、絹のほうが猫皮よりも大きい電圧を得られた。

猫皮も絹も結果のばらつきが大きく正確な電圧を測定することができていないため、比較することが困難である。

II. 実験①-2

(1) 目的

気温、湿度の変化による静電気から得られる電圧の差を調べる。

(2) 実験方法

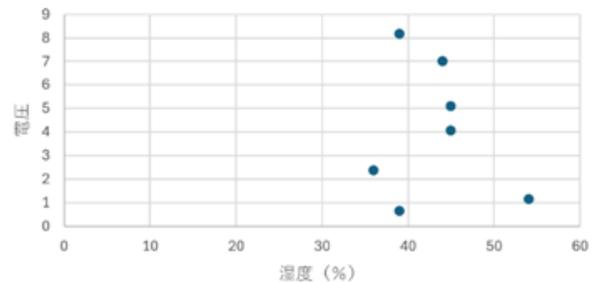
実験①-1と同様に行うが、布の種類を絹のみで実験を行い、測定時の気温と湿度それぞれ記録する。

(3) 結果

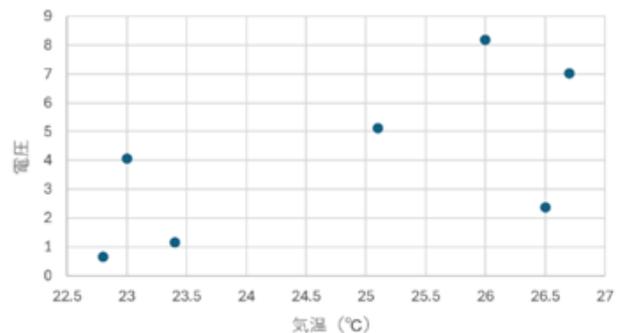
実験①-2での平均気温、平均湿度、平均電圧

試行日	試行回数	平均気温	平均湿度	平均電圧
4月25日	3	22.8	39	0.647
5月8日	3	23.4	54	1.162
5月15日	10	23.0	45	4.058
5月22日	9	25.1	45	5.113
5月29日	7	26.0	39	8.175
6月5日	8	26.5	36	2.364
6月12日	8	26.7	44	7.005

湿度と電圧の関係



気温と電圧の関係



(4) 考察

気温や湿度と電圧の関係の間に相関関係や法則を見出すことができない。

→放電は一瞬で終わってしまうためテスターがうまく電圧を計測できない。

→同じ条件での試行回数が少なく外れ値の影響が大きくなっていることが考えられる。

III. 実験①の結論

実験①-1, ①-2ともに結果にばらつきがあり正しい結果を得られているとは考えにくい。静電気の電圧の大きさと、湿度・気温や静電気を発生させる素材の関係性を調べるには、静電気の電圧を直接測定する必要がある。

5. 実験②

帯電体の種類による静電気の大きさの差

(1) 目的

実験①で得られなかった結果を得るために帯電体の静電気を直接測定する。

(2) 実験方法

i) 塩化ビニル、ガラス棒、アクリル棒を絹で擦る。(擦る回数は5回を最小に、50回まで5回ずつ増やしていく。また100回擦った状態も計測する。)

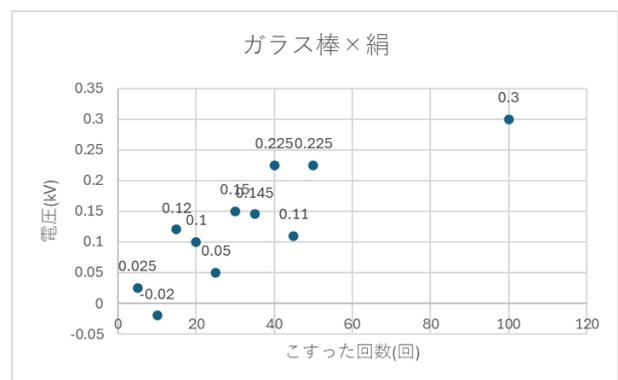
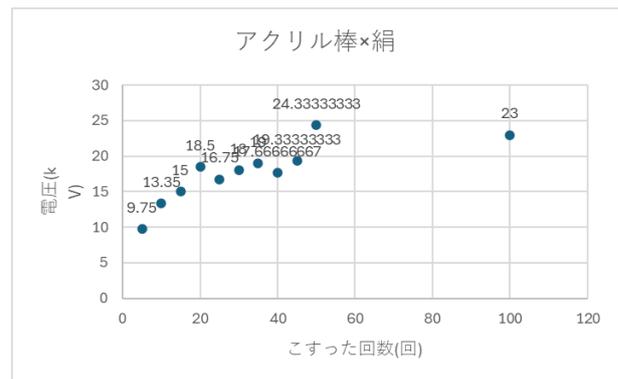
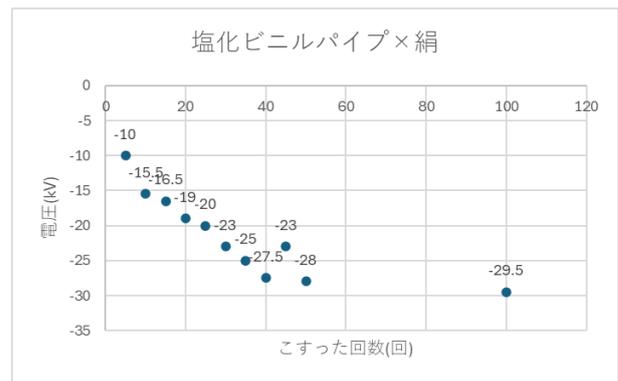
ii) 静電気測定器を用いて静電気の電圧を計測する。

(3) 結果

(値はすべて平均値)

塩化ビニル×絹		アクリル棒×絹	
回数(回)	電圧(kV)	回数(回)	電圧(kV)
5	-10	5	9.75
10	-15.5	10	13.35
15	-16.5	15	15
20	-19	20	18.5
25	-20	25	16.75
30	-23	30	18
35	-25	35	19
40	-27.5	40	17.66667
45	-23	45	19.333333
50	-28	50	24.333333
100	-29.5	100	23

ガラス棒×絹	
回数(回)	電圧(kV)
5	0.025
10	-0.02
15	0.12
20	0.1
25	0.05
30	0.15
35	0.145
40	0.225
45	0.11
50	0.225
100	0.3



(4) 考察

3つの組み合わせの結果を比較してみると、どの実験もこする回数が増えるにつれて電圧の絶対値も大きくなっていることが分かった。このことから物質をこする回数と電圧の大きさには相関関係が有ると考えられる。またガラス棒で特に電圧の大きさが極端に大きくなったり小さくなったりしていることから電圧の大きさの変化の割合は一定ではないと考えられる。

6. 実験③

素材の組み合わせによる電圧の差

(1) 目的

どの素材の組み合わせがより大きい電圧を得ることができるかを測定する。

(2) 実験方法

30回こすって静電気測定器で測定するのを、こする素材、こすられる素材を変えながら繰り返す。

(3) 結果

アクリル棒×絹		ガラス棒×絹	
試行回数(回)	電圧(kV)	試行回数(回)	電圧(kV)
1	1	1	1.5
2	1.5	2	2.5
3	2.8	3	2.5
4	2.9	4	2.5
5	3.9	5	2.7
6	5	6	4.1
7	7.5	7	5
8	7.9	8	5
9	10	9	6
10	11	10	15
平均	5.35	平均	4.68

塩化ビニル×絹		アクリル棒×猫皮	
試行回数(回)	電圧(kV)	試行回数(回)	電圧(kV)
1	-35	1	2.4
2	-35	2	10
3	-35	3	25
4	-30	4	25
5	-30	5	29
6	-26	6	30
7	-25	7	30
8	-25	8	33
9	-25	9	33
10	-13	10	36
平均	-27.9	平均	25.34

ガラス棒×猫皮		塩化ビニル×猫皮	
試行回数(回)	電圧(kV)	試行回数(回)	電圧(kV)
1	-2.2	1	-37
2	-1.4	2	-31
3	-1	3	-22
4	-0.39	4	-22
5	-0.1	5	-21
6	1.2	6	-21
7	1.5	7	-20
8	1.5	8	-20
9	1.9	9	-19
10	2.8	10	-16
平均	0.381	平均	-22.9

(4) 考察

猫皮を用いた実験では電圧の大きさに桁がずれるほどの差が生まれた試行があった。この結果に対して、絹での実験ではここまで大きな差は生じなかったことから、猫皮は自然物であるため、個体差が大きかったのではないかと考えられる。また電圧の絶対値の差から、塩化ビニルと絹の組み合わせが最も静電気が起こりやすいという事が分かった。塩化ビニルはいずれの実験でもマイナスに帯電していることから塩化ビニルは絹、猫皮のどちらよりもマイナスに帯電しやすい。絹でこするとアクリル棒、ガラス棒はいずれもプラスに帯電することから、絹はアクリルとガラスは絹よりもプラスに帯電しやすいという事がわかる。これらのことからマイナスに帯電しやすいものから順に並べると、塩化ビニル、猫皮、絹、ガラス、アクリルの順になると考えられる。

7. 結論

実験①では、静電気の大きさを静電気から得られる電圧を使って測定をしようとした。しかし、気温、湿度、布の素材どの実験においても結果にばらつきがみられた。そこから、ライデンビンを使っての実験は難しいと考え、実験②を行った。実験②では、静電気測定器を活用し、帯電体自体が持つ静電気の大きさを測定することで実験①よりも精度の高い結果が得られると考えた。その

結果、相関関係がみられた。実験③では、素材による帯電のしやすさの違いを、静電気測定器を用いて調べた。その結果塩化ビニルと絹の組み合わせが最も大きな電圧を得ることができた。

8. 展望

2つの物体をこすり合わせる実験を通して2つの物体間のどちらがプラスに帯電しやすくどちらがマイナスに帯電しやすいかの関係を調べることができた。また、これを複数の物体で記録を取り、合わせて比較することで、2物体以上の間の帯電のしやすさについての関係も調べることができた。なので、実験に用いる物体を増やして、比較することでより、正確な関係性を調べたい。また、実験③を通して二物体間でどちらがプラスに帯電しやすく、どちらがマイナスに帯電しやすいかは分かったが、その結果になる要因については分からなかったので、物体の性質と静電気の発生条件の関連性を調べて、因果関係を見つけたい。

9. 謝辞

お世話になった先生方に感謝申し上げます。

10. 参考文献

静電気とは？静電気発生の原因とメカニズム

<https://www.vessel.co.jp/btob/knowledge/4462.html>