

サイエンスショー「静電気なんて怖くない!？」実施報告

大 倉 宏 *

概 要

2010年12月から2011年2月まで静電気をテーマとしたサイエンスショーを行った。このテーマは冬の定番となり過去何回も行われているが、静電気の溜まり方、逃がし方などの項目を新たに加えて演示を行った。

1. はじめに

冬の静電気実験は、夏の液体窒素の実験と並んで当館のサイエンスショーの定番となっており人気が高い。これまでに89年の秋、90年の冬、92年の春、94年の冬、96年の秋、2000年の冬、03年の冬、07年冬、そして今回10年冬と9回も行われている。当館には、直径60センチの大型バンデグラフ起電機があり、迫力のある静電気実験を行うことが可能である。

既に何回も同様のことを行っているのですが、実験構成は定番になり07年、09年のものと内容的に大きな変化はなかった。以下、全体の流れも含めて実験内容を記すが、前回の報告と重複する情報はできるだけ省くのでそちら¹⁾も併せてご覧いただきたい。ここでは、実験のちょっとしたコツを中心に著す。

2. 実験内容

・下敷きで髪の毛を逆立てる

今回も導入は下敷きで髪を逆立てる実験から入った。下敷きの素材は塩ビが良いのだが、最近ポリプロピレンの下敷きが多くなり、塩ビのは探してもなかなかない。

蛇口から細めに出した水が下敷きや塩ビパイプに引きつけられる様子も演示したが、流しが客席から見づらいので天井カメラを使った。

・どこにでもくっつくロングバルーン

ロングバルーンをウサギ皮などで擦ると強く負に帯電する。バルーンは絶縁体なので一度帯電するとしば

らく帯電したままになり、どこにでもくっつく。金属にもくっつく。ヒトにもくっつく。希望するこどもに前を出てきてもらい、体中にバルーンをくっつけた。人差し指を出してもらい、演者の指を近づけるとパチンと音がする。

どこにでもくっつくバルーンであるが、当然ながらバルーンどうしは反発する。ここで静電気の正負の説明を行った。

・電気クラゲ

20~30センチのビニール紐の片端を縛り、裂いたもの(クラゲと称する)を金属やアクリル板の上で毛皮やキッチンペーパーを使って擦ると負に帯電する。

これを宙に浮かせて停電したバルーンやパイプで自在に操ることができる。この方法については稿を改めて紹介する²⁾。

・静電気コップ

静電気コップはプラスチックとアルミホイルで作ったライデン瓶の一種である。内側のアルミと導通したペロがあり、帯電させたバルーンやパイプを用いてコロナ放電により静電気を溜めることができる。

このとき、コップはプラスチックなどの絶縁体の上でなく、導体の上に置くと良い。すると外側のアルミも内



側とは逆に静電誘導により帯電する。ヒトは導体とみなせるので、人に持ってもらうのも良

*大阪市立科学館企画広報グループ
ohkura@sci-museum.jp

い。

帯電したコップで 10W の直管蛍光灯くらいなら点灯させることができる。また演台が金属だったので、コップの底を演台に付けたまま傾け、ペロを演台に接触させると小さな火花が起こった。希望者がいれば百人脅しも行った。

・バンデグラフ

当館のバンデグラフ起電器(以下バンデ)は、RITEN(京都府久御山町)製の特注品で、直径は 60 センチもある。調子のいい時には火花が 30 センチ以上飛ぶこともあるが、たいてい 10~20 センチ程度であるから、電圧では小さなバンデと大差はないかもしれない。しかし、電流は大きい。それは火花の太さからも分かる。

半径 r の金属球の静電容量は、 $4\pi\epsilon_0 r$ であるから当館のバンデは、33pF 程度と見積もれる。20 万ボルト程度の電圧が発生していたとすると $7\mu\text{C}$ 程度の電荷が蓄えられることになる。しかしこの数値は、IEC479-1 の「通常は有害な生理学的影響はない」AC-2 レベルに収まっている³⁾。

慣れてしまった筆者にとっては触って感電しても全然平気なのだが、怖いという同僚もいるので今回から市販の赤外線リモコンスイッチを取り付けた。



・導体と絶縁体

絶縁台に立ちバンデに触ると体に帯電して髪の毛が逆立つ。見やすいよう頭に「ひらひら」をつけることもあった。手にシュレッダー屑を持つとシュレッダー屑も帯電して飛び散った。



では、直接触れるのではなく、絶縁台の上で 1m ほどの金属棒を持ち、棒の端をバンデに当てたらどうなるだろう。髪の毛は直ちに立ち、シュレッダー屑も飛び散る。金属棒をバンデに当てるときは感電することはないのでバンデは運転したままで構わない。体に帯電した静電気を鍵などで逃がすのとちょうど逆の状態になるので安全である。

金属棒をバンデから外し、その先端を鉄製フレームなど大きな導体につけると髪の毛は元に戻る。先端を誰かに触ってもらうと触った人は感電するが、元々持っ

ていた人は感電しない。これはまさに鍵と同じである。これら一連の実験から金属(導体)の電気に対する性質が分かる。

金属棒を塩ビ棒(絶縁体)に持ち替えたらどうなるであろうか。塩ビ棒では絶縁台上の人を帯電させることはできない。

・木の場合

では、木の棒であったらどうであろうか。髪の毛は金属棒と比べて明らかゆっくりと立ち上がり、シュレッダー屑もゆっくりと飛び散る。高電圧では、木でも電流を流すことが分かる。木の端を大きな導体に接触させると体に溜まった静電気はゆっくりと逃げて行く。

金属棒の時とは違い、端を他の人に触ってもらってもその人は感電しない。

・人の場合

2 人並んで手をつないで絶縁台に立ってもらい、片方の人にバンデに触ってもらう。バンデを運転すると両



方の髪の毛が立つ。木の棒より早いことも分かる。このことからヒトの方が木より電流が流れやすいことが分かる。

なお、市販の絶縁台だけでは床に放電してしまことがあるので、厚さ 5 センチほどの発泡スチロールにベニヤ板を付け、その上にゴムシートを付けたものの上に絶縁台を乗せ、人と床の間で絶対に放電しないようにした。

・静電気パチンから逃れる方法

会場には大きな鉄柵があった。バンデで体に静電気を溜め、鉄柵に触ると火花が飛んで感電した⁴⁾。この時、逆立った髪の毛が元に戻ることから体に溜まった静電気が鉄柵を通じて地面に逃げることで感電したことが分かる。

鉄柵に直接触るのでなく、鍵を通じて静電気を逃がす方法を紹介した。鍵を鉄柵に当てると逆立った髪の毛が元に戻るから静電気が逃げたことが分かりやすい。また、鍵のない場合は木の柱で逃がす方法も紹介した。木に触ると体の静電気がゆっくりと逃げて行くのが髪の毛の動きで分かった。

・ファラデー籠

鉄網で中に人の入れる籠を作った。釣り竿のように

長いステンレスアングルの先に針金で大きなビール缶を吊るし、根本を籠に突き刺す。ビール缶の下にバン



デをセットした。

バンデを作動させるとビール缶は静電誘導でバンデに引きつけら

れ、ギャップが狭くなったところで放電が起こった。

籠の中の人には静電遮蔽されているので放電が起こっても感電することはない。平気である。電流は金網だけを通して大地へと流れる。中の人に小さな蛍光灯を持ってもらい、点灯しないことで籠の中ではけっして感電することがないことを視覚化した。

演者は、外から籠に蛍光灯を押しあてて点灯させることで、籠の外では感電する可能性があることを示した。

実は、籠に押し当てなくともバンデとビール缶の間で放電が起きた時、蛍光灯は光る。蛍光灯の端を床に付けたり、他の人に持ってもらうとより分かりやすい。放電により電界が変化した際、体に溜まった静電気が移動するためだと思われる。

3. 考察

前回から構成で大きく変わった所はなかったのですが、「静電気なんて怖くない」ということで、冬のパチンから逃れる方法、雷を避ける方法を拡充して紹介した。

電池を使った実験では不導体とみなせるヒトの体や木でも、電圧の高い静電気では導体とみなせることを紹介した。体に溜まった静電気程度では、木は不良導体としてふるまうので、体に溜まった静電気を逃がすのに都合の良いことを紹介した。しかし、雷に対しては

良導体であるので注意が必要である。建物や樹木からの側撃雷は直撃の10倍も被害件数を多いことなども紹介した。

他にもいくつか紹介したい実験⁵⁾の中に伝導性繊維を使った静電気防止グッズがあった。その効果は、バンデグラフを使えば簡単に検証できるたが時間の都合で割愛した。

前回から実験が増え、盛りだくさんになってしまったので、内容を整理する必要があった。ファラデー籠を説明するためには、電界中の金属の自由電子の振る舞いを本当は説明しなければならない。電界がある限り自由電子が移動するので、その結果籠の中は電界がゼロになり、電気現象が起こらなくなるのである。しかし、実験を持ってしてこの事実を示すことは容易ではないので、ファラデー籠の説明は少し困っていた。



り自由電子が移動するので、その結果籠の中は電界がゼロになり、電気現象が起こらなくなるのである。しかし、実験を持ってしてこの事実を示すことは容易ではないので、ファラデー籠の説明は少し困っていた。

どれも削りたくない内容であったが、限られた時間では説明が難しいファラデー籠を削除してしまうのも一案であったかもしれない。

どれも削りたくない内容であったが、限られた時間では説明が難しいファラデー籠を削除してしまうのも一案であったかもしれない。

参考文献

- [1]大倉宏 大阪市立科学館研究報告 18(2008)119.
- [2]大倉宏 大阪市立科学館研究報告 21(2011)23.
- [3]<http://homepage3.nifty.com/tsato/terms/electric-shock.html>
- [4]<http://www.youtube.com/watch?v=U0biyoooGuY>
- [5]<http://www.youtube.com/user/ohkura365#p/a/u/2/JH57ozHG2dk>