

## サイエンスショー「電気びりびり」実施報告

大 倉 宏 \*

### 概 要

冬場になると気になる静電気。今回は、身近な道具を使って、また科学館ならではの大型の機械を用いた迫力のある実験で静電気について理解を深め、楽しんでいただくサイエンスショーを実施した。また、静電気からの逃れ方についても少し紹介した。

#### 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、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、そして今回 07 年冬と 8 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ため、実験構成も定番になり、03 年、07 年のものと大きな変化はなかった。

#### 2. 実験内容

##### ・下敷きで髪の毛を逆立てる

導入として下敷きを擦り帯電させ、髪の毛を逆立てて見せた。また蛇口から細く出した水に帯電した下敷きを近づけて流れを曲げてみせると驚かれる方が多かった。しかし、大きく曲げるには水は細く出さなければならなかったため、少し見えづらかったかもしれない。

この髪の毛を逆立たせたり、水の流れを曲げたりする力の正体が静電気である。塩ビパイプ、アクリルパイプで



も同様のことができることも見ていただいた。塩ビパイプは東急ハンズで入手したウサギ皮 (1000 円くらいで購

入できた!) またはティッシュで負に、アクリルパイプはティッシュで擦って正に帯電させた。

##### ・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 (ウールのマフラーなどでも良いが) で擦ると強く負に帯電する。また不導体 (絶縁体) なので、一度帯電するとなかなか電荷を失うこと



がなく壁、机、人間、ガラスなどどこにでもくっつく。

ステージ脇のガラス壁の縁はスチールであった。その

スチールにもくっつくかと観客に尋ねるとつくと思う人とつかないと思う人が半々くらいだった。もちろんくっつく。

ロングバルーンは鈴木ラテックス製品の評判が良いが、館にあった他社製品を使って特に問題はなかった (厚手の方が値段は張るだろうが使用感がよく、空気も抜けにくいので翌日でも使えるくらいの差はあるだろう)。

この擦ったロングバルーンはどこにでもくっついてしまうのだが、ロングバルーンどうしたと反発した。

##### ・電気クラゲ

帯電したもののどうしでは反発することもあるという前の実験を受けて、ポリプロピレン製の荷造り紐でクラゲを作り、ロングバルーンで反発させて宙に浮かせた。

電気クラゲはガラス (代わりにアクリル板でも良い) の

\*大阪市立科学館 学芸課  
ohkura@sci-museum.jp

上に置き、ウサギ皮やティッシュで擦りつけるとガラスにぺったりと張り付いてしまう。それを引きはがすと強力に負に帯電する。

アクリルパイプは正に帯電しているので、ロングバルーンと併用して二刀流をやれば電気クラゲを自在に操ることができる。ロングバルーンで反発し、アクリルパイプに電気クラゲが吸い寄せられくっつくことから、静電気には正負の2種類があることに気づいていただく。

・百人脅し

プラスチックコップとアルミホイルで作った静電気コップ(一種のライデン瓶)を帯電させ、希望者に感電を体験していただいた。ウサギ皮で帯電させたロングバルーンを静電気コップから出た収電ヒラヒラに近づけるとパチパチと小さな音を立ててコロナ放電により静電気コップに電気が流れ込んだ。最大で30人くらいの方に手をつないでもらって行った。



・バンデグラフ登場!

先ほどはプラスチックコップだったが、もっとたくさん静電気を溜めることができる装置があるということで、大型バンデグラフ(京都府久御山町 RITEN 製。以下バンデ)を登場させた。このバンデの帯電させる金属球の直径は60センチもある。理科教材店でふつうに販売されているものが直径25センチ程度だからずいぶん大きい。ベルトはゴム製で幅は10センチである。放電の様子からすると金属球の電荷が作る電圧は20~30万ボルト程度だと思われる。

機械を動かすと、ロングバルーン、電気クラゲが吸い寄せられくっつくことから、金属球は正に帯電することが分かる。

・たこ入道

針金で直径40センチ程度の輪を作り、長さ50センチほどの紙テープをたくさんとりつけたものをバンデの金属球に乗せる。装置を作動させると金属球は帯電し、静



電気は紙テープにも乗り移る。正に帯電した紙テープどうしは反発し広がる。

ゴムベルトによって後から後から電荷が運ばれてくるので、電荷は逃げ場を求め、紙テープを通して空中にコロナ放電で逃げている。広がった紙テープに手を近づけると、紙テープは手に寄ってくる。手に電荷を引き渡し、電荷を失った紙テープは、下に垂れ下がる。アース棒近づけてもやはり下に垂れさがる。手を遠ざけると再び帯電し、持ち上がってくる。

・静電気人間

紙テープにも電気が溜まるのだからということで、絶縁台が2つあったので、2人に手をつないで絶縁台の上に立ってもらい、バンデ側の人にバンデに触ってもらった。バンデを作動させ、体に静電気が溜まった電気人間になってもらった。静電気人間の髪の毛は静電気のため逆立つ。分りにくい時は、アース棒をバンデに近づけたり遠ざけたりすると髪の毛がよく動くので分かりやすい。



必ずしも、バンデに近い方の人の髪の毛がよく逆立つ訳ではない。さらさらで細く長い人が良い。日本人の髪は太くて重いのか、あまり長いと上がり難い。そんな髪でも十分時間(2~3分)をかければかなり上がり、中には葱坊主のようになる人もいる。しかしこの実験だけ



に時間をかけることができないので、長い髪の人にはちょっと上がったぐらいで満足してもらった。

紙屑(シュレッダー屑)を持った

手を開いて差し出すと紙屑が飛んでいく(花咲かじいと呼んでいた実験)。紙屑が正に帯電し、反発するからである。掃除が大変だったが面白い実験である。



・アース棒

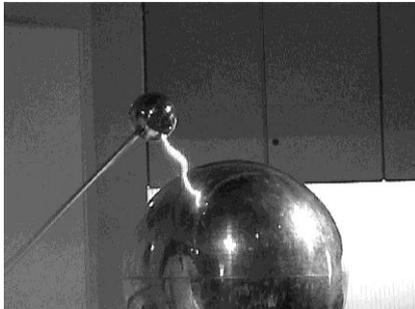
大きめのプラスドライバーをアース

ス棒として使った。ドライバーの金属部分に被覆線を付け、もう片方をテープで鉄扉に止めただけである。しかし、結構優秀でバンデを止め、ドライバーをバンデに当てるだけで簡単に静電気人間の電荷を除去することができた。演示者も感電することはない。

バンデからうっかり手を離してしまった静電気人間には、ドライバーをひっくり返し演示者が金属の部分を持ち木の柄の部分で静電気人間に差し出し、握ってもらうだけで良い。

#### ・放電

放電棒を近づけて放電させた。25センチくらいの火花が飛んでいたから、25万ボルトくらいの放電だったと思う。放電の長さ自体は小さなバンデと比べて少し長くなる程度だが、蓄えられる電荷が大きいので、放電は太くなり、部屋を暗くしなくとも遠くからでも見やすい。音も大きく迫力があつた。最初ご覧になられた方はその迫力に一樣に驚かれていた。



手を近づければ、もちろん手とバンデの間に火花が飛ぶ。慣れればさほど痛くない。しかし、なんだ大した放電ではないのかと思われるのであまりやらなかった。

#### ・花咲じい2

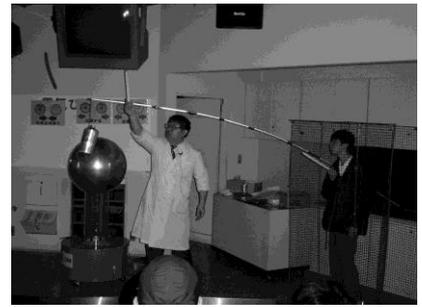
紙屑を持った手をバンデに近づけると、紙屑がバンデに吸い寄せられ、金属球にくっつく。と、その直後に今度は反発して飛び散る。バンデの作る電場により紙屑に分極が起こり、バンデに吸い寄せられる。バンデにいったんくっついてしまうと、バンデから正の電荷を受けて(負の電荷を失って)正のバンデと反発して飛び散る。強い電場の下では、紙は誘電体として振舞い、弱い電流も流すことが分かる。

分極は初めて聞く人には難しい現象だと思うが、ロングバルーンがどこにでもくっつく理由や次のファラデー籠の実験とも関係しているの、フリップを使って少し丁寧に説明した。

#### ・ファラデーの籠

鉄網で中に人が入る籠を作った。そこに釣り竿のようなステンレスアングルを突き刺し、竿の先には、針金でビール缶を吊るし、それがバンデの真上になるようセットした。

バンデを作動させるとビール缶は静電誘導を起こし、バンデに引き付けられ、ギャップが狭くなったところで放電がおこる。ビール缶は導体で籠につながっている。この籠の中に人が入ったらどうなるでしょう、という実験である。



静電遮蔽が起こるので、中の人は感電しないということなのだが、ダイナミックな実験なので人気があつた。雷の時は車の中や鉄筋コンクリートの建物の方が(現実的には微妙な問題もあるが)安全だということも紹介した。

ちなみに人体も誘電体だから、バンデに触れなくとも傍にただただで分極するようだ。蛍光灯を持ち、金属(0電位)に当てると蛍光灯が光る。バンデを放電させるとバンデの放電に合わせて蛍光灯はパシパシと光った。

以上がだいたいの流れであるが、オプションで次のようなデモンストレーションも見ていただいた。

#### ・ドアノブでバチン

バンデで演示者の体に静電気を溜められるだけ溜め、金属のドアノブに触った。10センチ以上の太い火花が指先から飛ぶ。慣れないと痛いのでお薦めの実験とは言えない。指先より第1関節で放電させた方が痛みは小さい。肘もあまり痛くない。しかしスタッフで実際にやっていたのは、この実験の開発者だけだったようだ。

#### ・木でも電気を流すの？

バンデで演示者の体に静電気を溜められるだけ溜め、いろんなものに触った。ドアノブはもちろんバチンと来る。金属は良導体である。ガラスでは何も起こらない。ガラスは絶縁体である。ゴムも同様である。実は、空気にも触っていることになる。コロナ放電が起こってはいるが、体の静電気がすべて逃げる訳ではないので、空気の絶縁性は高いと言えるだろう。

バンデに触っていた手を放し、コンクリート壁を触ると、体に溜まった静電気が逃げるのが逆立った髪の毛がシューと下がって行くので分かる。木を触っても同じことが起こる。コンクリートや木は不導体だと思われているが、高い電圧では電流を流すことが分かる。

この実験から体に静電気が溜まったときや、感電しやすい人がバチンと痛い思いをせずに静電気を逃が

すにはどうすれば良いかが分かる。コンクリートや木に触れば良いのである。

#### ・恐怖の電気人間

部屋を暗くし、片手でバンデを触り、もう片方の手に蛍光灯を握り突き出すと蛍光灯が光る。体に溜まった静電気が蛍光灯を通して空中へとコロナ放電するからである。蛍光灯を胸元に近づけると蛍光灯の光は消える。蛍光灯とは違うところでコロナ放電が起こるからだろう。

蛍光灯を床に置き、人差し指を出すと、指からコロナ放電が起き、指先が光っているのが見える。しかし、生憎演示実験を行う部屋は真っ暗にできないので、近づかないとよく見えなかった。手をグーにするとコロナ放電は消える。パーを出すと5本の指からコロナ放電が起こっているのが見える。このコロナ放電はセントエルモの火と呼ばれる。

指先に金属を近づけると、電界が強くなるのかセントエルモの火は強くなる。調子に乗り近づけすぎるとパチンと放電し、痛い思いをする。しかし、少し痛いだけで危険ではない。筆者の知る限り、人体でセントエルモの火をやる人を報告者は知らないが、慣れれば大して怖くないし危険でもない。(静電気ではなくテスラーコイルでこれをやる人がアメリカにいる。これは少し危険かもしれない。)

#### ・静電気から逃れる方法

静電気のパチンから逃れるのは、体に静電気を溜めないことと、溜まった静電気をうまく逃がすことである。溜めない工夫は絶縁性の高いゴム底の靴を避けたり、服(繊維)の組み合わせに気をつけることだろう。万が一体に溜まってしまったら、木やコンクリートに触れば良い。

しかし、街には静電気防止グッズと称し静電気を体に溜めないというグッズがいくつか売られている。その効果を確かめる実験も行った。

静電気防止効果があるというカーボン繊維(導電性繊維)が縫いこまれたミサンガのようなものを腕に付け、例の「花咲じじい」の実験を行う。製品によっていろいろだったが、中には紙屑の飛び方が少なくなるものもあった。ほつれた繊維でコロナ放電がおこり、体に静電気があまり溜まらなくなるようだ。

ミサンガが導電性であることは、例えば絶縁台に乗り手にミサンガを持って、そのミサンガをバンデ近付けると髪の毛が立ってくることで確かめられる。

#### ・電気蚤

アルミ箔を千切り、小さく丸めたものをたくさん透明な円筒に入れ、上下はアルミ箔で蓋をする。これをバンデに近づけるとアルミ箔が容器の中を飛び回る。フランクリンの電気子と同じ理屈。

#### ・ロウソクの炎

ロウソクの炎をバンデに近づけると、炎はバンデに引き寄せられるのではなく、逆にたなびく。コロナ放電が起きているためだと思われる。ハミルトンの電気車が回ると似たメカニズムであろう。

#### ・静電気人間にタッチしてみよう

絶縁台に演示者が乗りバンデに触り、もう片方の手を観客に差し出しタッチしに来てもらう。指と指の間に火花が飛ぶ。多少は痛いけど怪我をする心配はない。最初こどもはこわごわ、最後には楽しげに触りに来る。電圧は高くとも僅かな電流が僅かな時間流れるだけなので、人体には全く影響はない。百人脅しと同じである。

### 3. 考察

バンデを用いたダイナミックな演示ができたが、実はほとんど定番実験で、残念ながらオプション実験以外には新奇性はほとんどなかった。オプションはいわゆる体を張った実験が多かったが、多少は痛いので同僚には不評だった。

ロングバルーンを使うのは当館では初めてだが、広く行われていると思う。当館では今までティッシュで擦っていたが、帯電列からいっても、丈夫さ、擦りやすさからいっても、ウサギ皮の方が良い。良い改善点だったと思う。

ロングバルーンの実験や電気クラゲは、こどもたちに人気になると予想したが、果たして近年増えてきた低年齢のこどもたちに特に人気があり、楽しんでもらえたのではないかと思う。