

科学実験教室「ピカッ！ビリッ！電気の大実験」実施報告

久松 洋二*

A working report of "The electrification and electric discharge"

Yoji Hisamatsu

This report describes the results and the consideration about experiments of the electrification and electric discharge which was held at the science class of this museum. In this class, we electrified the things not to be electrified usually. The things were the air, the water and the human beings. We showed that electric discharges of electrified air and were experienced to electrified bodies directly and indirectly with knowledge of the electrification.

はじめに

電気について実験するときは必ず電気の通り道が用意されている。家庭でもコンセントと電線は電化製品に付き物である。電気は導線だけに流れるものでもなく、また導線を通らない電気は、時として引火や感電などの事故を引き起こす。普段電気が流れるようには、また流そうとは思わないものに電気を流してみようということがテーマである。普通行わないためにあまり見ない現象をみせることと、電気とその事故について少しくわしい知識を与えることを目的とした講座を構成した。

空気と水と人に電気を流すことによって、電気の引き起こすいろいろな姿について実感してもらうことが目的である。その電気の姿をキーワードとして「ピカッ！ビリッ！」に含めている。

本稿は愛媛県総合科学博物館科学実験室で2度にわたり対象を変えて実施した講座の報告である。2種の対象とは、平成12年6月10日（土）に小学4年生から中学生20名を対象とした120分の科学実験教室および平成12年7月27日（木）に理科教員博物館研修として愛媛県西条市の小中学校理科教員28名を対象にした210分の講座である。

実験一覧

実験項目は以下のとおり。

いろいろな電気抵抗を調べよう

- ・導線
- ・水道水

・人間と空気

空気にムリヤリ電気を流せば

- ・空中放電
- ・グロー放電
- ・アーク放電
- ・ピエゾ素子

水に電気を流してみると

- ・水を通した電球点灯
- ・水で感電

感電してみよう

- ・電気びっくり箱
- ・誘導電流の感電
- ・表皮電流
- ・静電気の感電
- ・ウソ発見器
- ・低周波治療器
- ・体脂肪計

実験の構成と内容

電荷や電流を実感することが本講座の内容である。普段、そこに電気が流れることを意識しないものに電気を流してみることをとおして、電流や電荷を感じてもらう。もちろん電荷や電流を見ることはできないので、現象に伴う発光や感電の痛みからその存在を再確認する。

導入部に電気抵抗を測定する。測定方法は単純にテスターによる測定である。導線、水、人間、空気の順番に測定する。各試料ごと測定数値に大きな差があることを確認し、空気はテスターで測定できないことを意識づけ

*愛媛県総合科学博物館 学芸課 科学技術研究科

Dept. of Science and Technology Ehime Pref. Science Museum

る。数値の比較から、日常的に放電現象もなく、静電気やカミナリに限定されること、人間も水も電気を流すことができることを確認した。

実験はまず空気に電気を流すことから始める。空気も条件によって電気が流れることは受講生も気づいている。空気に電気が流れる例として、高電圧、空気密度が小さい、間隙が狭い、熱電子が供給されるの4つを行った。それぞれ放電による発光が違うことと、印加電圧の数値や間隙の距離で放電する条件には何種類かの要素があることに触れた。

水に電気を流すことは、水を通して電球を点灯させることと水を伝って感電する2つの実験で行った。洗濯機のアースや濡れた手でコンセントの抜き差しなどによる感電の危険性を解説した。

最後に人の体に電気を流せばどうなるかを実験した。痛い感電や気づかない通電、通電を使った遊びなども取り入れた。ひととおり実験が終わったところで、人間の感電許容限界と精神的なショックとの関係について解説し、感電の注意を促した。

今回の実験は総じて正しく実験しないと重大な事故を招くおそれがあるため、受講者が行う実験については事前に十分な注意を呼びかけ、実験器具の設置が正しいか確認した後に電源を供給した。

実験機材

抵抗の測定

細かい抵抗値は必要なく、どれくらいのオーダーの抵抗値か知れたかったため、測定レンジが自動的に変化するデジタル表示のテスターを使用した。

空中放電とグロー放電

誘導コイルによる、グロー放電は1気圧から徐々に放電の変化を観察した。

アーク放電

以前報告した実験器具を使用した^[1]。炭素棒が高温になり危険であることは実験前と実験中に十分注意する。また、コンセントは全ての実験器具を確認した後に入れる。器具は4人に1つの5台で行った。実験に慣れたところで、電圧を上げてアークを確認した。

ピエゾ素子

電子ライターを分解して取り出した着火装置でクリップで作って間隙に放電させる。小さな火花を確認し、指先で2つの電極をつまんで感電を確認し、アルコールを塗ったフィルムケースを放電で破裂させる実験を行った。また、着火装置をさらに分解して取り出した素子を

確認した。

水の通電

水の入ったビーカーに極板間隔を変化できる電極をさして電球とコンセントに繋いで実験した。電極の持ち手の絶縁は充分確認してから実験を行った。極板距離で電球の明るさが変化することを確認した。コンセントには中間スイッチを取り付け、スイッチとコンセントで2重の安全対策を行った。(写真1)

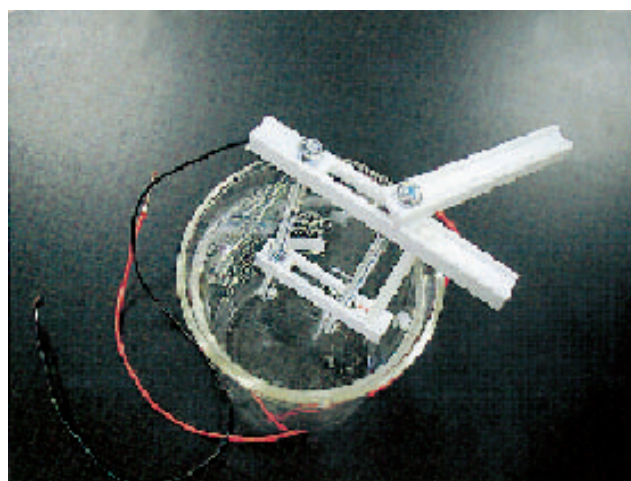


写真1 水通電実験機。ビーカーにつけて実験した。電源はコンセントから取り出す。極板間距離を変えることで電球の明るさに変化が生じることを実験した。

水からの感電

同じ装置で少し配線を変え、コンセントからの1本の線を手で持ち、他方を水につけてからその水に触ることで感電する。器具には充分な電圧降下と通電量を落とすために途中に抵抗を差し込んでいる。指をつけた瞬間にくる痛みからショックを受けないように気をつけたので、逆にあまり感じない受講者もいた。電極を持つ指を少しぬらすことと、指先に加える力の加減で全員通電を

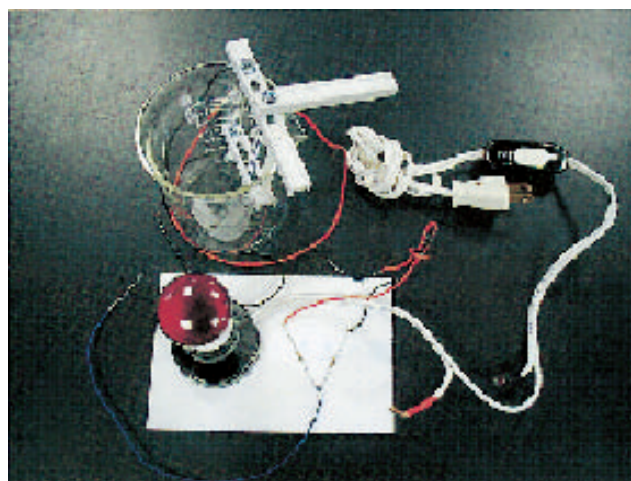


写真2 水の感電実験機。左端の青リード線をつまみ、反対の手の指を水につける。4人1組で順番に実験した。装置が完全に組みあがっていることを確かめてから実験を始めている。

確認できるようになった。実験終了後、濡れた手の危険性を解説した。（写真2）

電気びっくり箱

市販のキットを使用した。気にしながら電極に触れると痛い、思い切って強く電極に触れると以外に痛くない。感電は体の変調に加えて、精神的なショックが危険であることを解説した。

誘導電流の感電

以前報告した実験装置を使用^[1]。

表皮電流

テスラコイルを使用した。電極を手を触れることで表皮電流を体験する。落ち着いて素早く電極に触ると接点での刺激もなく、通電を感じないので、電球に接続した電極を片手で持ってテスラコイルに接し、もう片方の手でテスラコイルの電極に触れることで、通電の体感はできないが電球の点灯で体を介して電気が流れていることを確認した。そのほか、電極間に挿入した蛍光灯の中間に触れるなど、視覚中心の実験を行った。（写真3）



写真3 表皮電流確認装置、表皮電流を肌で感じるができないので、手に電極を持って電球を光らせることで確認する装置。絶縁させた2つの電極に電球を接続させて、一つはテスラコイルの電極に、他方は手で持って、もう片方の手でテスラコイルの電極に触れる。

静電気の感電

よく知られるバンデグラフ起電器を使用した。

ウソ発見器

同じく市販のキットを使用した。2人1組でお互い質問をしながら実験した。おもちゃであるから名前のとおりの機能は疑わしいが、手にかいた汗による抵抗値の変化は確認できた。始めに行った抵抗値の説明と途中の水の通電に絡めて解説する。

低周波治療器

代表者数人を選択し、電極位置をいろいろ変えて実験した。体験した受講者は実感でき、他のものは体が勝手に動くことで通電を確認する。

体脂肪計

これも代表者のみの実験であったが、受講生にも関心が高い器具らしく、実験するまでもなく体験の様子があったようだ。

ま と め

普段あまり電気を流さないものについて電気を流すことで、電気の面白さと危険性の両方を知ってもらうことを目的として作られた講座である。電気の通り道は導線であることは日常生活で実感できることである。しかし、導線以外にも電気は流れるし、それが時として危険なことを引き起こすこと意識は低い。空気に電気が流れることは大きな電圧がかかっていることや高温の場所があること、そのことが火種になることは知ってほしい。水にぬれた手が電気にとって危険であること、すなわち感電をしやすくしていることを知ることも必要である。また、感電は痛いとか危険とかだけでなくもう一步踏み込んで知ってほしい。危険だからこそこままで危険で、何が危険さを生むのかを知るべきである。そのような機会を提供した。

感電の実験ということで、その肉体的な苦痛や精神的な恐怖に伴うためどれくらいの受講者に拒否されるか不安だったが、意外に全員怖がりながらも体験してくれた。なるべく念入りな下調べと予備実験を行ったが、最終的な小中学生でのテストが十分できなく講座を迎えた。電流値的にも問題はなく、自分が被験者となって実験データは集められても、感電は精神的ショックも重要な要素であるため、本番で受講生のショックが大きいと事故に繋がる。自分で実験しすぎてあまりにもショックに鈍感になりすぎていることが今回の実験の最大の難点であった。幸運にも重大なショックを受けた受講生はいなく、実感を伴う知識を持つという当初の目的を果たせたように思われる。

危ないと一言で済まされることはあっても、どれくらい危ないか、どこに危険性が隠されているのかといった意味を知る機会は少ない。知識はある程度得ることはできるが、当館の受講者の年齢でそれを一人で検証することは難しい。危険性を測るところに科学の教材は隠れており、かつ、その知識は検証されて初めて身に付く知識である。実施するのに克服しなくてはならない点が多いが、なるべく色々なテーマについて何が危険かを問いかける講座を製作していきたい。

引用文献

- 1 久松洋二（2000）：愛媛県総合科学博物館研究報告
第5号，81-98