

科学館ボランティアによるサイエンスショー「手作りでんきの大実験！」制作

吉岡 亜紀子^a, 林 ゆりえ^b, 木村 友美^b, 上羽 貴大^c

概 要

サイエンスショーを実演するボランティアの有志が発電に関するサイエンスショーを制作・実演した。誰もが毎日使う電気を手作りできれば便利だという動機の共有から始まり、①静電気、②電磁誘導、③より大きな電流を流す方法、④市販のモーターを利用した発電、⑤風力発電、⑥水力発電、⑦火力発電の7つのセクションによって構成した。各セクションが有機的に関連付けられた一連の流れで理解されるよう、キーワードを「磁石」「コイル」「動かす」に絞って、これらを繰り返した。見学者が家庭で自分で試すことができるよう、専門的な実験器具ではなく一般的な台所用品や文具を利用するよう心掛けた。

1. はじめに

大阪市立科学館は、1937 年に開館し 1989 年に閉館した大阪市立電気科学館を前身とする¹。電気科学館時代だけでなく、現在でも、電気に関する実物資料や体験型の展示が多数ある²。また電気を扱うサイエンスショーも繰り返し上演されてきた³⁻⁷。

電気は言うまでもなく現代の毎日の生活に欠かせないものであり、誰にとっても最も身近な科学技術の1つである。自然災害が発電所や送配電システムを含むライフラインに甚大な影響を与えてきたことや、2015 年に国連で持続可能な開発目標 (SDGs) が採択されたこともあり、近年は、従来の発電方法の課題や再生可能エネルギーがお茶の間に流れるニュースで話題になることも多い。科学館の来館者も、電気やエネルギーに従来よりも高い関心を持っているだろう。

そこでサイエンスショーを実演するボランティア「科学デモンストレーター」の有志によるチーム「大阪市立科学館ボランティア SCIENCE de DOYA (サイエンスでドヤ)」が発電に関するサイエンスショーを制作・実演した。誰もが毎日使う電気を手作りできれば便利だという動機の共有から始まり、見学者に問いかけ、疑問を共有し、見学者の声に応えながら、様々な方法で電気を

手作りするサイエンスショーとなった。

2. 構成

サイエンスショーを構成する実験は次の流れで組み立てた。上演時間は、見学者に実験を手伝ってもらう場合には約 30 分間、実演者がひとりで完結させる場合には約 20 分間である。

(1) 静電気

- ・静電気を手作りする。
- ・静電気と普段使っている電気の違いは？

(2) 電磁誘導

- ・流れ続ける電気を手作りすることができる？
- ・「磁石」と「コイル」を「動かす」

(3) より大きな電流を流す方法

(4) 市販のモーターを利用した発電

(5) 風力発電

(6) 水力発電

(7) 火力発電

各セクションが有機的に関連付けられた一連の流れで理解されるよう、特に後半はキーワードを「磁石」「コ

^a 大阪市立科学館 科学デモンストレーター
akiko.osaka.science@gmail.com

^b 大阪市立科学館 科学デモンストレーター

^c 大阪市立科学館 学芸員
ueba@sci-museum.jp

イル」「動かす」に絞って、これらを繰り返した。

また、見学者が能動的にサイエンスショーを楽しむことができるよう、見学者に問いかけ、見学者から返ってくる声に応じてショーを進めるように心掛けた。

以下、各セクションについて詳細に説明する。

3. 各セクションの詳細

3.1 静電気

下敷き、風船、薄いスチレンボードで髪をこすったり、塩ビパイプやアクリルパイプをティッシュペーパーでこすったりして静電気を発生させる。髪を逆立たせることができたり、ティッシュペーパーを釣り上げたりすることができる。このように静電気であれば簡単に手作りでできることを見学者に思い出してもらった上で、「いろんなものがくっついておもしろいかもしれないが、何の役に立つだろうか。静電気は、照明をつけるような電気と同じ電気だろうか」という疑問を見学者と共有する(問いかけ1)。

この疑問に応えるため、静電気で実際に明かりをつけることができるかどうか試す(応答1)。アルミ箔を巻いたプラスチックコップを2つ重ねて作ったライデン瓶に静電気を貯めて、蛍光灯に接続する。蛍光灯は点灯する(見学者からは歓声が上がる)が、明かりは一瞬で消えてしまう。同じライデン瓶に蛍光灯を再度接続しても、もう点灯しない。この実験を通して、見学者に、静電気でも蛍光灯を光らせることはできるが、貯めるのが大変な上、一回使用の使い切りの電気であることを納得してもらおう。そして「どうすれば、いつでも、いつまでも使える、普段使っているような電気を手作りにすることができるだろうか」という次の疑問を共有する(問いかけ2)。



写真1. 静電気で蛍光灯を点灯させる。

3.2 電磁誘導

使い切りではなく流れ続ける電気を手作りにするために電磁誘導を利用する。

強力磁石(一辺約15cmの略立方体のネオジム磁石)を登場させ、スチール缶とアルミ缶を近づけて反応の違いを見せる。磁石にくっつくのは鉄だけであることを思い出してもらおう。次に電線の例として市販の電源コード(銅線がプラスチック皮膜で覆われているもの)を強力磁石に近づけ、くっつかないことを確かめる。そして、鉄以外の金属は磁石にくっつかないが、磁石の近くで動かすとすごいことが起きる、とあって、電線を検流計に接続する。

強力磁石の上で電線1本を動かすだけでも検流計の針が触れる。磁石の近くで鉄以外の金属(この電源コードの場合は銅)を動かすと電気を手作りすることができることがわかった(応答2)。

3.3 より大きな電流を流す方法

しかし、電線1本で手作した電流はあまりに小さい。手元カメラで拡大して写さなくては検流計の針の動きが見えないほどである。そこで、どうすればもっとたくさん電気を作ることができるか、見学者に問いかける(問いかけ3)。見学者からは、もっとたくさん動かす、もっと大きく動かす、もっと大きな電線にする、もっと電線を増やす、などの声が返ってくるので、見学者の声に従って電流を増やすことを試みる(応答3)。最終的には電線をペットボトル(電線を巻いたときに電線の直径が磁石の一辺の長さと同程度になるもの)に30周程度巻いておいたものを強力磁石の上で動かして、検流計の針を大きく振れさせることに成功する(見学者からは驚きの声と歓声が上がる)。



写真2. 電線を動かすと検流計の針が振れる。

さらに、ポリウレタン銅線が何千回も巻いてある巨大コイルにLED電球が接続されたものを強力磁石の上で動かし、LEDを点灯させ、電線の巻き数を増やすと電流を増やすことができることを納得してもらおう。また、コイルを静止させて強力磁石を動かしたときにもLED

が点灯すること、LEDを点灯させ続けるためには動かし続けられないといけないことを覚えておく。

次に、強力磁石がない普通の家庭でも電気を手作りすることができるかどうか試す。直径 3cm、厚さ 2mm の市販のネオジウム磁石の上で、ポリウレタン銅線を 100 回程度巻いて作ったコイルを動かし、検流計の針が振れることを見せる。

ここで、「磁石」の近くで「コイル」を「動かす」と電気を手作りできることを確認し、キーワードを強調しておく。

3.4 市販のモーターを利用した発電

電気を手作りする仕組みがわかったところで、「電気を使いたいとき、コイルや磁石を自分の手で動かし続けるのは不便である。もっと簡単に動かし続けることはできないだろうか。勝手に動いてくれないだろうか。」という疑問を見学者と共有する(問いかけ4)。

自転車の車輪にネオジウム磁石を貼り付け、コイルの上で車輪を回転させると、検流計の針が振れる。車輪を使えば、磁石を楽に動かすことができることを納得してもらう(応答4)。



写真3. 磁石を貼り付けた車輪を回転させる。

ここで市販のモーターを登場させる。分解したモーターを見せ、コイルと磁石が揃っていること、コイルが磁石の近くで回るようになっていていることを見せる。市販のモーターを使えば、磁石とコイルを別々に入手する必要がないし、楽に動かし続けられて、楽に電気を作り続けられるのではないだろうかという期待を見学者と共有する(問いかけ5)。

市販の発電キットを利用して、モーターの回転軸にタービンを取り付ける。モーターの出力側には電子オルゴールを接続する。接続前に、電子オルゴールを乾電池で鳴らし、音が鳴れば電気が流れたことが分かることを確認しておく。タービンを指で回すと電子オルゴールから音が鳴る(応答5)。

しかし、指で回すならば大して便利になっていないし、指が羽根に当たると危ないので連続して回すことができない。もっとよい回し方はないか、見学者に尋ねる(問いかけ6)。以後、風、水、水蒸気を使ってタービンを回転させる(応答6)。

3.5 風力発電

タービンを風の力で回す。見学者に協力してもらい、息で吹く、うちわであおぐ、空気ポンプを使う、ドライヤーの風を当てるといったことを試す。息、うちわ、空気ポンプでは、タービンの回転数が少なく、また回転が続かないため、電子オルゴールの音は弱々しく、何の曲であるかも判別できない。一方ドライヤーでは、タービンが勢いよく回転し、電子オルゴールからはうるさく感じるほどの音量が出る。

ただしドライヤーでタービンを回すということは、消費電力が 0.8mW 程度の電子オルゴールを鳴らす電気を手作りするために 600W~1000W 以上もの電気を使ってしまうことになる。自然の風を使えば、電源がなくてもドライヤーのような強い風を使わずでタービンを回すことができ、それが風力発電であることを知ってもらう。

3.6 水力発電

タービンを水の力で回す。タービンにペットボトルから水を落とし掛ける。タービンは水を周囲に跳ね散らかしながら回転するが、水しぶきが派手な割に音量は小さいこともある。

水力発電にはどのような場所が向いているか尋ねる。水力発電には川やダムなど大量の水が必要であることを知ってもらう。

3.7 火力発電

火力発電では何を使うかと見学者に尋ねると、火を使う、と答えてくれる。そこで、アルコールランプに火をつけて見せ、火をどのように使えばタービンが回るか尋ねる。熱で回す、羽根に火をつける、という答えが出ることもよくあり、火力発電の仕組みは知らない、想像もつかない見学者もいることが分かる。

そこで圧力鍋を見せ、水蒸気押し込めておくことができることを説明する。圧力鍋で湯を沸かし、調圧弁の錘を外すと調圧弁から一気に水蒸気が噴き出す。この水蒸気をタービンに当てると、目にも止まらぬ速さでタービンが回転し、電子オルゴールがけたたましい音を鳴らす(見学者からは笑い声や歓声が上がる)。

火力発電はこのように、火で湯を沸かして水蒸気を作り、水蒸気でタービンを回していることを紹介する。

また、原子力発電は核分裂を利用して大量の熱を作り、その熱でお湯を沸かして火力発電と同じように水

蒸気でタービンを回していることを紹介する。

最後に、大阪市立科学館1階の体験型展示（風力発電、水力発電）と実際の火力発電のタービンの展示を紹介してショーを締めくくる。



写真4. 圧力鍋で火力発電。

4. 結び

大阪市立科学館のサイエンスショーでは伝統的に、見学者が現象を観察すること、見学者が主体的に疑問を持つこと、見学者が自分の力で疑問に答えようとすること、これらを楽しみながら体験することが重視されている^{8, 9}。

本サイエンスショーでも、発電の仕組みを単に知るところをゴールにするのではなく、つまり、発電の仕組みをわかりやすく伝えることをゴールにするのではなく、見学者が能動的に知りたいと思い、能動的に考えることを楽しむことを重視して、問いかけと応答を重ねながら進めるようにした。具体的には、上述の詳細中に「問いかけ」と「応答」と示した、少なくとも6つの重要な問いかけと応答を組み込んだ。（もちろん、この6つ以外に対話をしないということではなく、見学者からのその他の発言にも答えながらショーを進めるのは当然のことで

ある。）

また、見学者が家庭で自分で試すことができるよう、発電の科学を身近に感じられるよう、専門的な実験器具ではなく一般的な台所用品や文具を利用するよう心掛けた。

5. 謝辞

ボランティアの活動を支え続けて下さっている大阪市立科学館の皆様と、試行錯誤も失敗も楽しみながら一緒に取り組んでくれた科学デモンストレーターの皆様に心から感謝申し上げます。

6. 引用文献

- [1] https://www.sci-museum.jp/about/history/denk_i_kagakukan/
- [2] <https://www.sci-museum.jp/exhibit/fl/>
- [3] 上羽貴大「サイエンスショー「電気 ふるえる きこえる」実施報告」大阪市立科学館研究報告 31, 33-36 (2021)
- [4] 上羽貴大、大倉宏「サイエンスショー「ビリッとびっくり静電気！」実施報告」大阪市立科学館研究報告 31, 43-48 (2021)
- [5] 大倉宏「「静電気なんてこわくない!？」実施報告」大阪市立科学館研究報告 27, 117-120 (2017)
- [6] 大倉宏「サイエンスショー「静電気なんて怖くない!？」実施報告」大阪市立科学館研究報告 21, 83-86 (2011)
- [7] 小野昌弘「サイエンスショー「電池のヒミツ」実施報告」大阪市立科学館研究報告 20, 137-139 (2010)
- [8] 斎藤吉彦「自然が語るサイエンスショー」大阪市立科学館研究報告 26, 7-10 (2016)
- [9] 斎藤吉彦、上羽貴大、吉岡亜紀子「自然現象と対話するサイエンスショー」博物館学雑誌 46(1), 143-154 (2020)