

音に関する演示実験の考案および発表 —博物館実習報告②—

奥 末紗子*¹, 米川 剛樹*², 天川 知子*³, 木津 朝子*³, 安井 千尋*⁴

概要

平成 24 年度の博物館実習において、実習生が音に関する演示実験を一人一つ考案し、最終日に発表を行った。本稿では各実習生の実践および考察について報告する。

1. はじめに

1-1. 目的

音は日常生活の中でも身近な物理現象である。この音にまつわる現象や性質について来館者が興味を持って理解することができるような演示実験を考案することを目的とした。

1-2. 実験について

実験の条件として、来館者の安全が確保できる実験とすること、時間は一人五分間とし、その間に実験と説明を行うことが課せられた。実験や説明に必要な道具は実習生が用意し、マイクやモニター等の設備は適宜利用した。

実習 2 日目に企画書を提出し、実験内容の説明を行った。実習期間中に試行錯誤を繰り返し、最終日前日にリハーサル、最終日に発表を行った。

1-3. 実験タイトル名とその担当者

実験のタイトル名とその担当者を表1に示す。

表1 実験タイトル名とその担当者

実習生名	実験タイトル	各章
奥 末紗子	色々な電話	2章
米川 剛樹	サウンド イズ ウェーブ	3章
天川 知子	声にあわせて踊る塩	4章
木津 朝子	身近なものでできる太鼓で遊ぼう	5章
安井 千尋	音の消火器	6章

2. 「色々な電話」(奥)

2-1. 目的

一番身近にある音は声である。自分の声は空気を震わせて他人の耳に伝わっていく。さらに音は空気だけではなく、色々なものを伝えることが出来る。その代表的なものが糸電話である。糸電話は二つのコップの間を繋いでいる糸が震えて音が伝わっている。そこでさらに糸以外のもの(風船と金属線)を使って色々な電話を作ってみて、音が伝わっていることを実感してみることを目的とする。

2-2. 計画および方法

まず声の伝わり方について説明を行う。そして、糸電話を使って空気以外のものも音が伝わることを説明する。その時にマイクとスピーカーを使い、実際に音が伝わってコップの中から声が聞こえていることをすべてのお客様に聞こえるように確認する。次に風船を用いて同じように音が風船を伝わりコップから声が聞こえていることを確認し、実際に風船に触れてもらい風船が震えていることを確認してもらう。(図2-1)



図2-1 風船の電話

最後に金属線を用いて実験するが、この際に糸や風船と違い声にエコーがかかって聞こえてくることを実感してもらう。

*大阪市立科学館 平成 24 年度博物館実習生
¹⁾和歌山大学教育学部 ²⁾大阪教育大学教育学部 ³⁾奈良女子大学理学部 ⁴⁾高知大学理学部

2-3. リハーサル

一度目のリハーサルでは、あまりシナリオを考えずに話を進めてしまい、うまく解説をしながらの話が出来なかった。また、まとめも上手くいかなかった。さらに金属線が細いために見えづらかった、糸電話の糸が震えているということが分かりづらい、などという意見をいただいた。

2-4. 改良

サイエンスショーでの伝えたいポイントをまとめてみた。そして、金属線が見えにくいという意見に対しては、金属線をまとめているものを見てもらい、金属線について確認してもらうこととした。糸電話の糸が震えているのが分かりづらいという意見に対しては、糸を喋っている途中でつまんでもらい、コップの中から声が聞こえなくなってしまうことを示して、震えているために伝わっていることを実感してもらうこととした。

2-5. 本番

最初に風船を膨らませるのに時間がかかってしまい、準備不足のために手間取ってしまった。しかし、ポイントをまとめていたために伝えたいことをきっちりと伝えることが出来た。そして、マイクとスピーカーを使うことで金属線の電話のエコーもきっちりと聞き取ってもらうことが出来た。

2-6. 考察

今回は音のサイエンスショーということだったので、目に見えない音について実験を通して理解してもらうということはとても難しいことだと思った。また一からテーマ、ストーリーを考えることの難しさを実感した。さらに何度もリハーサルを重ね意見交換を行い、試行錯誤をしていくことでより良いサイエンスショーを作っていくことが出来ることを分かった。

3. 「サウンド イズ ウェーブ」(米川)

3-1. 目的

実験のタイトルは「サウンド イズ ウェーブ」で、音は波であることを伝えることを第一の目的とした。現在の音楽メディアは0と1のデジタル信号を利用しているものがほとんどだが、昔の音楽メディアであるレコードは音を溝(波)として保存していた。溝の揺れ幅が音の大きさ、間隔が音の高さを意味している。また、蓄音機を発明したエジソンのように昔の科学者によって、現在の豊かな生活ができるという点を来館者に伝えたいと考えた。

3-2. 計画および方法

4階の展示にエジソンの発明した蓄音器や筒型レコード、白熱電球などの展示がある(図3-1)。この展示を参考に、音が波として保存しているメディアのレコードに着目した。



図3-1 エジソンの展示

<実験の流れ>

身近な音楽メディアの例を挙げ、レコードとCDについて、表面を拡大した写真を見せて違いを説明する。レコードの原型を発明した人は誰か、ヒント(発明王と呼ばれる、他の発明品の例を挙げるなど)を出しながら質問する。市販のエジソン型蓄音機を用いて音を鳴らし、コップの溝の違いを拡大した写真を使用し、低い音と高い音、小さい音と大きい音の違いをクイズ形式に説明する。そして、まとめとして、エジソンのような昔の科学者によって今の便利な生活ができることを述べる。

<使用した道具>

カセットテープ、MD、CDなどの音楽メディア、CD表面の拡大写真、レコード、レコード表面の拡大写真、エジソンの写真、波の比較用紙、市販のエジソン型蓄音機

3-3. リハーサル

リハーサルでは、実験時間は4分30秒とぴったりだったのだが、説明が中心となり、蓄音機で演奏する時間が大幅に短くなり、あまり実験を行えなくなってしまった。また、発問の仕方についても「音楽を出す道具は？」という問いかけに対して、予期せぬ答え(例えばラジオなど)が返ってくることもあり、戸惑う場面があった。(図3-2)



図3-2 リハーサルの様子

3-4. 改良

リハーサルを踏まえ改良した点は、できるだけ長く実験をする時間を取るという点、ほしい答えが返ってくるような発問を行うという点、シナリオ通り進められるように柔軟に計画しておくという点の3点である。特にリハーサルでは説明が中心となってしまい、楽しい実験ではなく、科学の説明にバランスが傾いてしまった。そこで楽しい実験と科学のバランスを保つように心がけた。

3-5. 本番

楽しい実験を行うという点から、観察・実験の時間をできるだけ多くとり、実際にレコードや CD の表面を触ってもらったり、蓄音器で演奏する時間を十分に取った。また、コップの表面に本当に溝があるのか、コップをひっかいて確認した。そして、発問の内容を変更したり、具体例を提示したりして、ほしい答えが返ってくるように工夫した。しかし、実験を行う、説明をすることに集中してしまい、一方的なショーになった。その結果、来館者とコミュニケーションをとることができず、来館者主体のサイエンスショーとは言い難いものになってしまった。

3-6. 考察

サイエンスショーは来館者に科学を生の現象を通して伝えるものであり、もう一度見たい、楽しいと思ってもらうことが目的である。正確な情報(科学)と楽しい現象のバランスを保たなければならない。来館者にとって心地よい流れ、わくわくしながら科学的思考ができるという展開を考えなければならないと思った。そのために来館者の立場に立つことが非常に重要であり、今回の私の実践に欠けていた点だと思う。来館者の立場を意識して企画したが、私は理科教育を専攻しているので、来館者も知っているだろうという形で話を進めちゃう場面が多かった。さらに来館者の年齢を考えると子どもがレコードやエジソンを知っているか、興味を持つことができるか疑問が残る。このように、来館者の視点に立つということが十分にできなかった。そこで、実際に実験ショーを何度も行い、学芸員の相互評価や来館者の反応を見て、試行錯誤を繰り返してよりよいものを作るということが大切であると考えた。

3-7. 参考文献

1) 大人の科学製品版 新エジソン式コップ蓄音器株式会社学習研究社発行

4. 「声にあわせて踊る塩」(天川)

4-1. 目的

課題に本格的に取り組む前に、学芸員の方々に話を伺い、実際に来場者向けに行われているサイエンスショーを見学するうちに、楽しい実験と科学的解説のバランスがとれている事がサイエンスショーを行うにあたり、とても大切であるという事を学んだ。なので、一般の来場者の方々にもわかりやすく、かつ興味をもっていただけのサイエンスショーを行うことを常に念頭に入れて課題に取り組んだ。

実験のテーマは、音が振動によって伝わっている事を目に見える形にすることである。音は私たちにとって身近なものだが、目で見るできないため、音が振動によって伝わっている事を実感する事はあまりない。

なので、身近なものを使った実験を通して音が振動であることを伝える事にした。

4-2. 計画および方法

計画

音を視覚化する実験を色々探しているうちに、水平に置かれた振動板上に塩を撒いて、振動板の下から音を出すと、音の高さによって板の上に模様ができるという実験動画を見つけた。この実験をヒントとして、音の高さによって模様が変わることと、スピーカーから箱を浮かせても塩が動く実験を行おうとした。一般家庭でも行うことのできる実験にしようと、振動板を黒い画用紙に変えて実験を行った。しかし、前者の実験において模様が出るように試行錯誤したが、きれいに模様が表れないので、音の高さによって模様が変わる実験は諦め、後者の空気が振動している実験を中心とする事にした。

実験道具

スピーカー、黒の画用紙、塩

方法

- ① 実際に声を出して喉が震えていることを確認。
- ② マイクを通してスピーカーから声を出し、スピーカーから音が出ている事を確認。
- ③ スピーカーを上に向け、黒の画用紙でつくった箱を置き、魔法の粉と称して、塩を箱の中にまんべんなく入れる。スピーカーから声を出し、塩が動いている事を確認。
- ④ 箱をスピーカーから少し浮かし、スピーカーと箱の間に手を通して、何も無いことを確認する。この状態で声を出すと、塩は動くか、動かないか会場に質問の後、スピーカーを通して声を出し、塩が震えていることを確認。
- ⑤ 魔法の粉は塩だと種明かしを行う。スピーカーと箱の間には何も無いといったが、空気がある。ヒントを出しながら、スピーカーと箱の間にあるものについて会場に質問し、空気という答えが出た後、喉、空気、鼓膜と振動が伝わって私たちが普段会話をすることができるといふ解説を行う。

いきなり、実験に入るのではなく、喉が震えて声が出ているという身近な前置きを行う。また、③、④においてマジックの様な演出で、なぜ粉が動くのだろうと興味を引きつける事を心がける。最後にスピーカーが喉、画用紙が鼓膜といったように対応関係をつけて自分の声が相手に届く仕組みの説明を行う。

4-3. リハーサル

直前に実験内容を変更したり、演出に修正を加えた結果、話す予定の内容を言い間違えたり、主語が抜けた質問をしてしまったりした。また、実験時間をオーバーしてしまった。さらに、実験ショーであるのに実際

に実験を行う時間が短いとの指摘を受けた。

4-4. 改良

改良した点は大きく二つある。一つ目は、「震えるか、震えないか」といった様に主語が抜けている質問や説明になっているという指摘を受けて、ステージ上できちんと主語述語をはっきりした質問を行うことに気を配った。二つ目は、実験を始める前の説明が長すぎるので、声を発する仕組みを軽く行い、塩が音の振動によって動く実験が終わった後に、鼓膜が震えて声が聞こえる説明をもってきた。また、実験の時間が短いという指摘から実験の時間を長くし解説を簡略にした。

4-5. 本番

自宅等で、サイエンスショーのシナリオを書いたメモを見ながらボイスレコーダーで声を録音して確認し、イメージトレーニングしていたお陰で当日は緊張することなく発表を行うことができた。ただし、何回も実際に実験を行って練習できたわけではなかったため、魔法の粉を塩と言ってしまったり、途中で言い間違えたりしてしまった。また、実験を適切に行うことに気をとられ、会場の反応にあまり注視することができなかった。けれど、喉が震えることにより空気が震え、空気が震えることによって鼓膜が震え声が認識されるということを伝えられたと思う。(図4-1、図4-2)



図4-1 魔法の粉を入れる



図4-2 音により塩が動く様子

4-6. 考察

今回行った実験について、本番では話し方や実験を行うテンポなどを意識してできていなかった。サイエンスショーを行うにあたり、演劇などと同様に何回も実際に練習を行う必要があることを再認識した。また、来場者目線を意識してこの実験を企画したが、自身が物理を専攻しているため、一般の方の目線に立つことが十

分にできているとは思えない。また小さい子供がこの実験に興味をもつのかもわからない。なので、実際に一般の来場者の方々の前で実験を行い、反応を見て改善を行ったりしたいとも思った。

4-7. 感想

サイエンスショーを一人で企画して実演するという機会は初めてだった。企画したこの実験は今までに行ったことがなかったので、当初思い描いていた様に実験を行えず大変だった。しかし、実験器具を変えたり、他の実習生から意見を聞いたりしながら、サイエンスショーを観に来た一般の方にいかに科学の面白さを伝えたいか考えた時間は私にとって大変有意義で楽しいものだった。

4-8. 参考文献

1) 日本ガイシ NGK サイエンスサイト

<http://www.ngk.co.jp/site/noll/content.htm>

5. 「身近なものでできる太鼓で遊ぼう」(木津)

5-1. 目的

太鼓というものは子供にとっても身近な楽器であり、今までに一度は触ったことのある人が多いだろう。また、子供のころに食器を箸などで叩いて音を鳴らしてみることがある人も多いだろう。今回は、そんな身近な楽器である太鼓に見立てたものを、身の回りのものを用いて作成し、その太鼓を利用した実験を通してどうして太鼓は音が鳴るのかについて考えるとともに、音は振動で伝わるということを実感してもらうことを目的とした。

5-2. 計画および方法

まず、ボウルにラップ・ビニール袋・クリアファイルをぴったりと張り付け、割り箸で叩き、音の高低や音色の違いを比較する。次に、膜上に塩を撒いて、膜の一部を割り箸で叩く。その時、叩いている場所以外からも塩が飛び上がっていることを観察してもらい、太鼓の音が鳴るときには叩いた場所のみならず膜全体が震えていることを実感してもらう。さらに、塩を撒いた太鼓の近くからスピーカーを通して大きな声を出すことにより、手を触れることなく音による空気の振動によって膜の上の塩が動くことを観察してもらう。

5-3. リハーサル

リハーサルでは緊張して早口で話してしまい、また実験中は手元に目線がいつってしまったために、観客の目を見て実験を行うことができなかった。またシナリオを文字にして考えることをしていなかったため、必要要素を組み込んだまとまった説明をすることができなかった。実験においては、リハーサル前の準備で音の様子を確認していた太鼓をそのまま使用したため、特にラップを用いた太鼓で膜の張りが足りず、十分な音が鳴らなかった。また、塩がスピーカーの音によって震える実

験の際も膜の張りが足りなかったことと膜の色が薄いものであったために、塩の振動が見えにくい実験となっていました。さらに、「振動」などの専門用語を用いてしまい、来館者全般にとって分かりやすい説明を行うことができなかつた。(図5-1)



図5-1 リハーサルで用いた太鼓に塩を撒いた。素材が半透明で塩が見えにくい。

5-4. 改良

シナリオを作り、キーワードと順序をまとめた。専門用語は用いないように説明を改善した。また、後ろの人から見ても分かりやすいように、太鼓の膜を叩いたときに膜全体が振動していることを示す実験には色画用紙を細かく切ったものを用い、膜の上の塩を音によって振動させる実験の際は濃い色の膜の太鼓を用いた。

5-5. 本番

身振り手振りや表情の豊かさに気をつけ、手元ばかりを見ずに観客の反応を伺いながら実験を行うようにした。順序立てた説明をするように心がけ、専門用語を用いないで分かりやすい説明をできるように努めた。また、膜の素材や色、張りについても気をつけたためどの席からも音が聞こえ、見えやすい実験を行うことが出来た。(図5-2)



図5-2 本番。塩がスピーカーの音によって動く実験。膜の素材を変えて後ろからも見えやすい実験になった。

5-6. 考察

サイエンスショーは実験をいかに魅せるかが重要である。自分が話すばかりでは観客の目を惹きつけることはできない。できれば観客に体感してもらう実験を取り入れると飽きにくいショーができるのではないかと思った。また、演示実験はただすごい、で終わるのではなくちゃんと「なぜそうなるのか」を考えさせることができない

といけない。だが、すべてを種明かししてしまうと自分で考える余地がなくなってしまうため、理解の橋渡しとなる内容を伝えることができる構成が望ましいのではないかと思う。今回自分の演示実験においては、観客に体験してもらおうというものはなく、また実験自体もあまり派手なものではなかったため、観客の興味を引き付けるという点では不十分であったと思う。同じ実験を行うにしても、もう少し実験器具の素材にこだわり、より見た目にもインパクトのあるものを用意する、もう少し理解を深める橋渡しとなる説明を行うなどの改善を行うことでより興味深い実験構成となったのではないかと思う。科学館のショーは、いかに観客の興味を引き付け、科学を伝えるかを十分に練られた構成となっている。自分本位になるのではなく、観客の立場に立って企画・実験を行うことの難しさを改めて認識した。

5-7. 参考文献

1) 吉澤純夫(2006)「音のなんでも実験室 遊んでわかる音の仕組み」講談社

6. 「音の消火器」(安井)

6-1. 目的

音は振動によって空気中を伝わることを、目で見て確認してもらう。

そのことを印象づけるために、普段、吹き消すなどのイメージの強い“ろうそく”を、声の振動によって消すことを考えた。

6-2. 計画および方法

- ① 音は振動によって空気中を伝わることを確認する。
- ② のどに手をあてながら、声をだすときと息を吐くのみとのときののどの震えを比較する。
- ③ ろうそくを見せながら、ろうそくの火の消し方を発問する。
- ④ ろうそくをコップ(ワンカップの空きビン)に簡易な方法(文房具のクリップ)で固定したものを用意し、固定したろうそくに火をつける。
- ⑤ そのろうそくの火を、コップの外から音(声)を出すことで消す。

6-3. リハーサル

控室で練習していた際、火を消すのに時間がかかることを懸念されていたが、声を出してくれる実習生がこつをつかんだため、非常にスムーズにろうそくの火を消すことができた。先述した③のときに見せるろうそくが仏壇用であったため、必ずしも「吹き消す」という想定していた回答が得られるとは限らないとの指摘を受けた。

6-4. 改良

回答を求める際のろうそくとして、パーティー用の“HAPPY BIRTHDAY”のろうそくを用意し、「普段吹き消

すろうそく」を「音で消すことができる」という図式を分かりやすくした。実験中、ろうそくの火が揺らめいた際に注目させることで、注意を惹きつけるようにした。

6-5. 本番

リハーサルなどではほとんど緊張しなかったが、本番では予想以上に緊張してしまい、何度も嘔んでしまった。リハーサルのときほどには、ろうそくの火がすぐに消えなかった。その際、焦らないように気をつけつつ、炎が揺らめいたときに注目させることに専念するようになった。(図6-1、図6-2)



図6-1 火の揺らめき



図6-2 音で火を消す様子

6-6. 考察

私が今回行った『音の消火器』は、結果的に狙い通りの結果を示すことはできたが、課題に取り組んでいる際に「うまくいかないかもしれない」という危機感があった。そのようなことから、演示実験ではほぼ確実に実験結果が示されるものが適しており、その魅せ方を考えるべきものではないかと感じた。

また観客の年齢層や人数などによって、同じ実験でもストーリーを変えていくと面白いのではないかと思った。

この実験を行うにあたり、開口端補正なども考え計

算もしてみたが、必ずしも計算通りには行かないことを改めて実感した。

6-7. 参考文献

1) NHK for School 「ろうそくの炎で見る音の伝わり方」
http://cgi2.nhk.or.jp/school/movie/clipbox.cgi?das_id=D0005401354_00000&keepThis=true&TB_iframe=true&width=920&height=480

7. 考察とまとめ

本課題では5人が音に関する演示実験を行ったが、サイエンスショーを行うことの難しさを痛感した。

来館者に音という目に見えない現象について実験を通して理解してもらえるように、一からテーマやストーリーを決めて何度もリハーサルを積み重ね試行錯誤した。その際、来館者の立場に立ち、専門的な用語や概念の用法に気をつけながら企画、実験を行うという点、楽しい実験と科学の知識のバランスに注意し、来館者の興味を引きつけながら科学を伝えるという点、「すごい」ではなく「なぜそうなるか」を来館者が主体的に科学的思考をできるようなショーを行うという点が非常に大切であることを学んだ。

また、一人では見えてこないことも仲間と意見交換を行い、試行錯誤を繰り返すことによって知ることができた。その結果、良いサイエンスショーを行い、来館者の自由な学びにつなげるために工夫することができたと考える。

8. 謝辞

この課題を無事終えることができたのも、リハーサルを含めて、的確なアドバイスや資料を提供していただいた岳川学芸員、江越学芸員、科学館の学芸員やスタッフ、ボランティアの皆様のおかげです。心から感謝いたします。