

サイエンスショー「サウンド・オブ・サイエンス♪」実施報告

大倉 宏*

概要

音は身近な科学の題材である。平成 23 年度冬、音をテーマにしたサイエンスショーを実施した。音は身近なものではあるが、見えないし、触れもしないので、いざ説明せよと言われると案外難しいものである。音は発音体が振動することによって発生する。震るえるものが音を出すということから出発したサイエンスショーとなった。

1. はじめに

音は主要な理科のテーマのひとつである。音は波動として伝搬する。そのため、波としての性質によるさまざまな現象を見せる実験が多くある。当初、音はどのようにして発生するのか、音はどのように大きくなるのか、音はどのように伝搬するのか、の 3 つのテーマを扱おうとしていた。2 番目のテーマは主に共鳴に関係することであり、3 番目のテーマが波動に関することであった。しかしプレビュー会でいくつかの実験をやってみると、まずは音がどのように発生するかをしっかりとやらなければならないということになり、音の発生を主とする方向性が決まった。

2. 内容

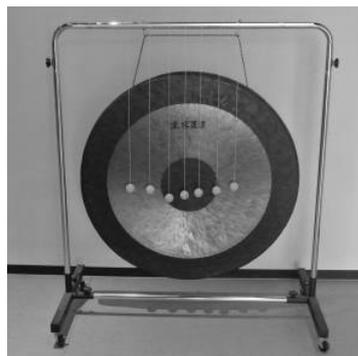
・銅鑼を鳴らそう

展示場の 2 階に直径 1 m の大きな銅鑼が常設展示されている。それを借りてきて、オープニングに使った。叩くと低くドーンと大きな音がする。敏感な人には、ビリビリと空気が震らえているのが感じられた。また、観客の座っているベンチシートが振動しているのも感じられた。

そこで、この音はどのようにして出ているのでしょうかと観客に問うた。銅鑼が震らえているからとすぐ答えが返って来るが、震えが目に見える訳ではない。そこで可視化するために、写真のような工夫をした。

ピンポン玉を紐で吊るし、銅鑼を叩けば、銅鑼の振動で弾かれ、ピンポン玉が弾き飛ばされ

るというものである。写真のようにたくさん吊るしてしまっただが、今にして思えばひとつで良かったと思う。



プレビュー会で銅鑼は真ん中を叩くのではなく、1/4 辺りを叩くのがよいとおっしゃる方がいた。銅鑼の振動はいくつものモードが重なった複雑なもので、場所によって激しく震える所とそうでない所があるに違いない。実はその違いのようなものがピンポン玉で見えるのではないかと少し期待していた。

しかし、やってみると良く分からなかった。むしろ、弾かれたピンポン玉はすぐに減衰することなくしばらく動き続け、位相の揃わない振動するピンポン玉がたくさんあるものだから、何が起きているのか混乱的で分かりづらいというマイナスの作用の方が大きくなってしまったように思う。ピンポン玉の代わりに 15 センチほどのアルミ棒をいくつも連ねた簾のようなものも作ってみたが、これもいま一つであった。

・トライアングル

トライアングルを鳴らし、水に付け、水面に立つ波でトライアングルが揺れていることを確認しようというものである。波は直接客席からは見えにくいので、カメラを使った。

トライアングルは1本の金属棒を曲げて三角形にしているが、その端と端の角、ちょうど角のようになった部分を水面に着けると大きな水波と飛沫が立つ。水波によってトライアングルが震えて音が出ていることがよく分かった。

・喉

喉に指を当て、アーと声を出すと喉（声帯）が震るえていることが分かる。逆にハーと息だけを出すと震るえない。自分たちの声も何かが震るえてでているのだということが簡単に実感できる実験である。

・ハーモニカを分解すると

分解したハーモニカをカメラで写し、リードが震るえていることを示し、次のラップへの導入とした。

・ラップ

プラスチックコップとペットボトルで作ったリード式のラップ。下記写真のようにプラスチックコップの底に幅10ミリ、長さ20ミリ程度の切り込みを入れ、リード(写真の青い部分)を作り、その上から底を切ったペットボトルを被せて重ね、隙間を息が漏れないようセロテープで止めた簡単なラップである。汽笛のような実に味のある音が出る。



ネットで見つけ参考にさせていただいたページには、ペットボトルのキャップに穴を開け、ストローを付けていたが、キャップを外して吹いても鳴るので、キャップやストローは使わなかった。

特別な機構はないので音の高さを変えることはできないが、コップ部分に何か詰めれば多少音の高さを変えることもできる。

鳴らすには、少々コツが必要だった。思いつ

きりブッと一気に吹くのではなく、ゆっくりと長く息を出すのが良い。鳴りにくい時は、コップを2つ重ねると良い。なぜこのようにすると良いのか理由はよく分からないが、おそらく圧力の具合なのだろう。

・魚洗鍋

写真のような銅製の鍋で、ときおり中華街などで見ることができる。中に水を入れ、取っ手の部分を擦ると低く唸るような音がして、水しぶきが跳ね上がる。



鍋が震るえて音を出していること、その震るえて水が揺すぶられ飛沫が上がることを解説した。

ショーでは市販の魚洗鍋を用いたが、同じことはサラダボールでもできる。飛沫が4箇所から上がることから、鍋やサラダボールは振動の節と腹がそれぞれ4箇所できている。腹がどこかに当たらないよう節の部分4箇所を鍋、あるいはボールを支えるよう特製ゴムマットを作成した。滑り止めマットの上に置いてもできるが、特製ゴムマットの上でやる方が飛沫は起こしやすい。



擦り方によっては、飛沫を6か所(サラダボールの場合)あるいは8か所から起こすことができるはずだが、そこまでは追求しなかった。

魚洗鍋の歴史を調べると漢の時代に云々と書かれたものをネットで散見するが、どこまで本当のことか分からなかった。春雷驚龍鍋として風水で用いられたり、Tibetan Singing Bowl

同様 Chinese Spouting Bowl として国内外でヒーリングツールとして用いられることもあるようである。ガラスの縁を水に濡らした指で擦って音を出すのと同じことに過ぎないが、神秘的なものを感じる方もいるようである。

・太鼓の振動

直径 20 センチほどの太鼓を机の上に置き、太鼓の皮にゴマ塩を振りかけ叩く。ゴマ塩が飛び跳ねるのが見える。叩いたら皮が震るえるのだから、今まで実験を見てきた聴衆には当たり前と言え、当たり前かもしれない。そこで、その太鼓を直接叩かずゴマ塩を飛び跳ねさせることができるか考えてもらった。答えは傍でもうひとつの同じ太鼓を叩くのである。実際、ゴマ塩が飛び跳ねる様を見いただき、こんどはなぜ飛び跳ねるのか考えていただいた。

太鼓と太鼓の間には、何もないのでしょうか？何があるのでしょうか、と問うと空気と答えていただいた。物が震るえると周りの空気も震えだし、それが音として伝わることを解説した。また音が聞こえるのも太鼓ではないが、耳の中に鼓膜があり、その膜が音の振動で震るわされることによって聞こえるのだと説明すると納得されたようであった。

・木琴、ドレミパイプ



長さが変わると音階を出せる説明で、写真のパイプをバチで叩いて音を出した。叩いているが、厳密には音を出しているのはパイプではなく、中の空気である。写真のパイプは、商品名をブームワッカーというカラフルなプラスチックパイプである。ドレミパイプと呼ばれることもある。手作りすることもできるが、カラフルでできが良いので市販品を使うこととした。

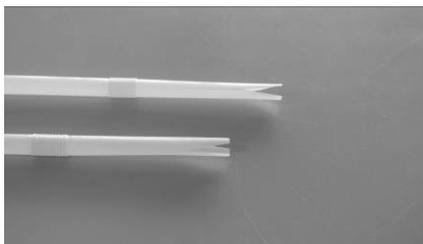


さらにドレミパイプより寄り身近親しみがあるであろう、おもちゃの木琴を叩いて、長さが変わると音の高さも変わることを説明した。

ちなみに、2つを見比べると鋭い人は、ドレミパイプのそれぞれの筒の長さが大きく変化していることに気づくだろう。ドレミパイプはパイプの中の空気の振動で音の高さが決まるのに対し、木琴は木自身が震るえ、木の長さで音の高さが変わる(木琴は、長さを半分にするとう音の高さは1オクターブ高くなるのではなく、2オクターブ高くなる。)からである。音が発生するためには、物体が震る必要はなく、空気自身が振動しても良い。しかし、話がややこしくなるので、この違いの説明は行わなかった。また、観客からこの指摘を受けたこともなかった。

・ストロー笛

ストロー笛は、ストローの先を2箇所切って2枚のリードを作って笛としたものである。安価なストローを数秒の加工であつという間に楽器に変えてしまう。



リードの部分を口に咥え、音を出しながら、端からハサミで切り落として行くとだんだんと音が高くなる。この実験は人気があった。ところが、最近のストローは、上手く鳴らなくなった。ポリプロピレンなのは同じだが、可塑材が変わったのか、どこか硬くなったように感じる。この実験をやるときは、柔らかめのストローを探してやると良い。



どうしてもならないときは、端を斜めに切って、プラスチックの蓋をつけると良い。写真はOHPフィルムを使ったが、お弁当について来るバランのようなものでも良い。

・投げ捨て楽器

長いものは低い音を、短いものは高い音を出す。真鍮製の太さ 5 ミリφ、長さ 10~20 センチほどのパイプを順に床に落として行くと「星に願いを」の曲になっているというものである。



これもアルミパイプなどを切って自作可能だが、北海道の「楽知ん研究所」が販売しているもの（商品名：バンジーチャイム）を使わせていただいた。アルミ製に比べ真鍮製の方が音はずっと良い。密度やヤング率と関係するのだろうが、理由は分からない。これも木琴と同じで、パイプの長さが半分になると 2 オクターブ音が高くなる。

3. 考察

音の実験ということであるが、ものが震るえて音が出るということをほぼ一貫して扱い、共鳴や波を扱わないサイエンスショーであった。テーマをシンプルにしたので、何を伝えたいのか観客には理解していただけたと思うが、一本調子で単純になりすぎたのではないかと思う。しかし、魚洗鍋、プラッパ、投げ捨て楽器などで楽しんでいただけたようだ。

見えない音で実験と言うのは案外難しかった。基本ということで、震えるから音が出るというテーマになってしまったが、これがまた見えるものではないので扱いにくいテーマであった。ストロボを使って弦の振動を見せるなどの工夫があって良かった。また、振動体（例えば太鼓の膜のようなものにアルミホイルをつけてもいい）にレーザーポインターの光を当て、その反射した赤い点が動くのを見ていただくなどいくつか期間半ばに思いついたが付け加えることができなかった。

クラドニ図形は、すぐ思いついたし、実はスピーカーに 12~13 センチ四方の板が付いた教材も持ってはいた。しかし、面白い図形を見せようとするキーンと高い音を出さなければならず、また板は水平に置かなければならないから図形は直接観客から見えないので上からカメラで狙わなければならないなど、いろいろな理由をつけて辞めてしまった。今思えばやるべきだったと思う。そしてできれば 30~40 センチの金属板を真中で固定し、弓のようなもので擦るやり方をすれば良かった。

4. データ

実施期間：平成 24 年 12 月 7 日~平成 25 年 2 月 24 日

実施回数：190 回

見学者数：13,713 人

5. 謝辞

サイエンスショー研究会では、参加者から様々な貴重な意見をいただきました。同僚にも助言をいただきました。感謝いたします。

6. 参考文献

- ・おもちゃおじさんのプラッパ
http://pub.ne.jp/shun2cb/?entry_id=4350468
- ・馬目秀夫 水を吹き上げる中国の鍋（魚洗）の利用
<http://www6.plala.or.jp/maamu/nabe.pdf>
- ・振動数が棒の長さの平方に反比例することは、材料力学では、梁の曲げ振動の問題としてよく知られている。微分方程式が時間に関しては 2 階だが、空間に関しては弦の時とは異なり 4 階になるからである。物理の教科書では、例えば戸田盛和「振動論」184 ページ