

事業報告

サイエンスショー「大気圧と真空のおもしろ科学実験」実施報告

篠原 功 治*

A working report of "Interesting Scientific Experiments of Atmospheric Pressure and Vacuum"
Koji Shinohara

ABSTRACT

This paper reports the essential part of the demonstration to explain "Interesting scientific experiment of atmospheric pressure and vacuum" which was carried out as one of the science-show programs at the Ehime prefectural science museum. This science-show was organized by three elements. Those were "the weight of air" and "the characteristic airflow", "the change of matters on the vacuum". And we prepared the handmade science-playthings for visitors. This paper describes the outline of experimental items with the photos of demonstrating scenes.

はじめに

愛媛県総合科学博物館では、平成21年9月11日(金)から平成21年12月13日(日)の約3カ月間にわたって、「空気」をテーマとしたサイエンスショーを行った。1回20分程度で行われ、来館者一般が対象で、約70回実演された。過去に実施し、「空気」に関する実験項目を含んでいるサイエンスショーは7タイトルあり(表1)、平成7年度にはサイエンスショー「真空の実験」から減圧沸騰を、平成8年度にはサイエンスショー「空飛ぶ方法」から大型の送風機から吹き上がる風によってビーチボールを浮かせる実験を、本サイエンスショーに取り入れた。今回のサイエンスショーは、前半で空気の重さを実感するための大気圧の実験を行い、次に、空気の流れを利用した実験を行った。最後は、真空下でみられる不思議な現象の観察を行った。

なお、平成21年度から博物館運営は、学芸部門を除き、愛媛県から指定管理者へと変わり、原則として、愛媛県の学芸員がサイエンスショーを企画し、指定管理者が実施することとなった。

本稿では、サイエンスショー「大気圧と真空のおもしろ科学実験」の構成と各実験項目について、実施風景写真を交えて報告する。

表1 「空気」に関する実験項目を含んでいる過去に当館で実施されたサイエンスショー

Table with 2 columns: 開催年度, タイトル. Rows include: 平成7年度 真空の実験(篠原,1996), 平成8年度 空飛ぶ方法(久松,1997), 平成10年度 すごいぞ!うずまきパワー, 平成11年度 風パワーと空気の流れ, 平成14年度 空飛ぶ種ってなんだ!?! グライダーの実験, 平成20年度 クイズ風船でサイエンスショー

実験項目

大気圧ってなに? ~空気の重さを実感!~
・水の入ったペットボトルと鉄アレイ
・大気圧を利用した商品
・アルミ缶潰し

空気の流れの不思議

・ペットボトルとロウソクの炎
・送風機でビーチボールを浮かす
・ブロアーで様々なものを浮かす

真空ってなに? ~空気が無くなるとどうなる?~

・減圧沸騰
・風船
・ブザーとピンマイク
・プロペラ

*愛媛県総合科学博物館 学芸課 科学技術研究科 主任学芸員
Curatorial Division, Ehime Pref. Science Museum

実験の構成と内容

水の入ったペットボトルと鉄アレイ

空気の重さは意外に大きいことを体験するための実験である。2リットル用のペットボトルに水を入れて蓋をする。蓋側を下にして、来館者の掌に置く。さらに、この上へ5kgの鉄アレイを置く。蓋の表面積は約7cm²である。水入りの2リットル用のペットボトル1本が約2kgとなる。空気の重さ（大気圧）は、地球上では、1cm²（単位面積）あたり1kgなので、蓋を通じて掌で感じる水入りの2リットル用のペットボトル1本と鉄アレイの重さは、大気圧とほぼ同じとなる（図1）。



図1 水の入ったペットボトルと鉄アレイで空気の重さを実感する来館者。演示者は指定管理者職員

大気圧を利用した商品

大気圧の差を利用した日常用品として、自動車や電車内でのアルミ缶の固定具などとなる商品「どこでも吸盤」と「トンでも吸盤」や、簡易体験実験装置「マグデブルグ体験カップ」と「大気圧体験ゴム板」を紹介する（図



図2 大気圧を利用した商品「どこでも吸盤」と「トンでも吸盤」, 「マグデブルグ体験カップ」, 「大気圧体験ゴム板」

2～6)。これらの商品は、隙間無く接することで空気を追い出し、内部の気圧を下げることで発生する吸着力を利用している。素材は柔らかいゴムでできており、吸着面をめくって空気が入れば、吸着力はなくなる。



図3 実演している「どこでも吸盤」。演示者は指定管理者職員



図4 実演している「トンでも吸盤」。演示者は学芸員（著者）



図5 「マグデブルグ体験カップ」を体験中の演示者と来館者。演示者は指定管理者職員



図6 来館者が持ち上げようとしている「大気圧体験ゴム板」。演示者は指定管理者職員

アルミ缶潰し

大気圧の差を利用してアルミ缶を潰す。空のアルミ缶に水を少量入れて、ガスコンロで加熱する。アルミ缶から水蒸気が噴き出してきたら、火ばさみで素早く180℃回転させて水槽の水に入れる。アルミ缶の内側では、水蒸気が冷やされて水となり、減圧するため、力のつり合い崩れて、外側の空気の重さによってアルミ缶は潰れる(図7)。



a. アルミ缶が潰れる前



b. アルミ缶が潰れた後

図7 大気圧によってアルミ缶を潰す実演風景。演示者は指定管理者職員

ペットボトルとロウソクの炎

炭酸用1.5リットルの丸いペットボトル2本を立て、5～10mm程度の間隙を開けて置く。隙間から200mm程度離れたところにロウソクを置き、炎を灯す。ロウソクの反対側から、ペットボトルの間隙に向かって、ドライヤーで空気の流れを発生させる。ペットボトルの壁面に沿って外側に流れるので、ロウソクの炎は消えない(図8a)。空気には粘性があり、この粘性によって流れが回り込む。流れが回り込むことをコアンダ効果という。ロウソクの炎を消すためには、左右のペットボトルのどちらか片方向にドライヤーを向けて空気の流れを発生させるとよい(図8b)。この実験は、クイズ形式で来館者に紹介し、風向きをペットボトル2本の垂直上方向、隙間中央方向、左右片方向の中から選んでもらった(図9)。

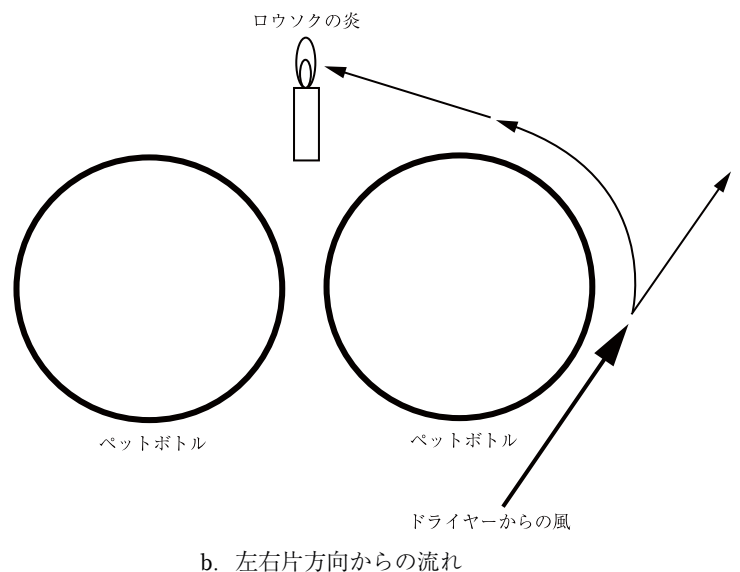
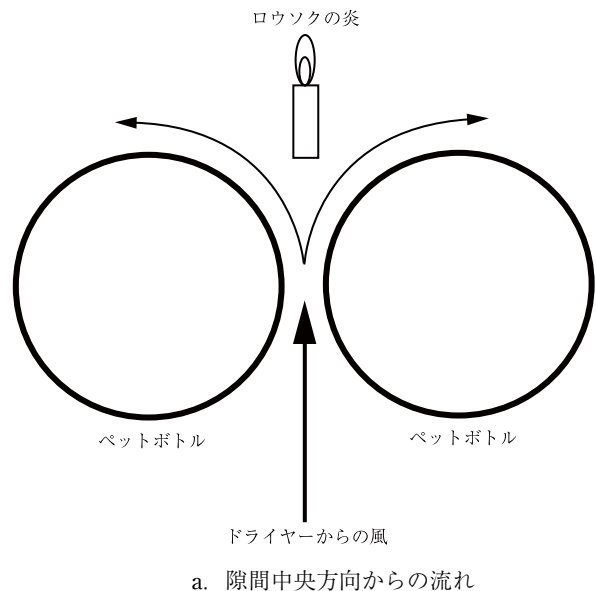


図8 ペットボトルと空気の流れ



図9 実演風景. 演者は学芸員(著者)

送風機でビーチボールを浮かす

送風機から発生する上向きの風を利用して、空中にビーチボールを浮かす。次に送風機を傾けて、発生する風の向きを変える。風の向きが斜め上方向に変わっても、空中にビーチボールが浮く。

まず、送風機から発生する上向きの風でビーチボールが浮くのは、ビーチボールは重力によって下へ落ちようとするが、送風機から発生する上向きの風が抵抗となってビーチボールを持ち上げるためである。

次に、発生する風の向きを斜め上方向に変えてもビーチボールが浮くのは、ビーチボールの下側では空気の流れが遅くなり、ビーチボールの上側では空気の流れが速くなる。このことにより相対的にビーチボールの下側では圧力は大きくなり、ビーチボールの上側では圧力は小さくなる。そのため斜め上方向の空気の流れに対して垂直方向に、ビーチボールを持ち上げる力(揚力)が生じて、重力との力のつり合いが保たれる(図10)。



図10 斜めからの風でも浮くビーチボール

ブロアーで様々なものを浮かす

ブロアーから風を発生させて、カップ麺の容器や500ミリリットルの空のペットボトルを空中に浮かす。この

際、スライダックを用いて風の強さを調整する。この実験は、イベントやメディアで取り上げられており、本サイエンスショーにも取り入れてみたものである。ペットボトルは様々な向きに回転するが、バランスが保たれれば落下しない(図11, 12)。ブロアーは送風機と比較すると、強い風が小さい風口部分から発生するため、小さなものを空中に浮かす実験に適している。また、実験時にブロアーを手で持つとブレが生じてしまうために、支持台で固定して実験の成功率を高めた。



図11 ブロアーの下から吹き上がる風によって浮くカップ麺. 演者は指定管理者職員



図12 ブロアーの下から吹き上がる風によって浮く500ミリリットルの空のペットボトル

真空ってなに? ~空気が無くなるとどうなる?~

真空デシケーター内部に、モーターで回転する小型のプロペラと風の流れが分かる工作物、ブザーとピンマイク、空気を入れて膨らませた風船、コップに入れた約80℃の湯を入れて真空ポンプで減圧する。

プロペラから風は発生しなくなる。音は空気の振動によって伝わるため、真空中では伝わらない。そのため、ブザーの音は空気を真空ポンプで真空デシケーター外部へ排気するのに伴い、徐々に聞こえなくなり、真空ポンプを止め、空気を真空デシケーター内部へ入れれば再び

聞こえ始める。風船は内側の大気圧が外部より高くなり空気が膨張するため膨らみ、やがて破裂する（図13）。来館者は、風船が膨らむにつれて、大きな音と共に風船が割れると思い、両手で耳を押さえて風船の破裂に備えるが、真空デシケーター内部は減圧しており空気が少ないので破裂音はほとんど聞こえない（図14）。水の沸点が下がるため、湯は沸騰して水温を下げる（図15）。



図13 真空ポンプと真空デシケーターと膨らむ風船。演示者は指定管理者職員



図14 風船の破裂に備えて両手で耳を押さえる来館者



図15 水の減圧沸騰

ま と め

体験できる実験項目が少なかったこともあり、来館者に対して受動的ではなくもっと能動的に体験してもらうことを目的として、触れることのできる逆さコップや浮沈子（進，2004）、噴水、穴が開いているけど水のこぼれないペットボトルなどの科学おもちゃを用意しておいた。

穴が開いているけど水のこぼれないペットボトルとは、2リットルの四角い形をしたペットボトルの側面の下側に、一辺5cm くらいの正方形の穴を開け、縦に切断したプラカップを大きな穴の開いているところに取りつけたものである。ペットボトルに蓋をしてから横にして、水を入れ、ペットボトル内に空気が入っていない状態にした後に、ペットボトルを立てても、大気圧によってプラカップからは水がこぼれないという特徴がある。

サイエンスショー終了後、来館者が興味を示した実験は、送風機でビーチボールを浮かす実験やブローアード様々なものを浮かす実験であった。

学校の理科の単元にもあるテーマなので、学校団体などからの依頼により、通常のサイエンスショー実施日の金曜日、土曜日、日曜日以外の実演も多くあった。

本稿をまとめて、「空気」をテーマとしたサイエンスショーは、表1のとおり当館でも過去に幾度となく趣旨を変えたりみせ方を変えたりして実施しており、人気のあるテーマであることを再認識した。今後とも情報収集や予備実験を継続して行い、サイエンスショーをはじめとして、教育普及活動や展示物などにも積極的に取り入れていきたい。

引用文献

- 篠原功治（1996）：サイエンスショー実施報告「真空の実験」。愛媛県総合科学博物館研究報告，1。愛媛県総合科学博物館，愛媛。69-72。
- 久松洋二（1997）：浮く実験の演示報告。愛媛県総合科学博物館研究報告，2。愛媛県総合科学博物館，愛媛。45-48。
- 進 悦子（2004）：科学実験教室実施報告「どっちがおも～い？比重の実験」。愛媛県総合科学博物館研究報告，9。愛媛県総合科学博物館，愛媛。51-57。
- 渡辺儀輝（2009）：ベルヌーイの定理。揚力の発生。おもしろ実験と科学史で知る物理のキホン。ソフトバンククリエイティブ，東京。pp. 196-207, pp. 208-213。