

サイエンスショー「びっくり！どっきり！空気のちから」実施報告

長谷川 能三*

概要

私たちは大気の中で暮らしているが、ふだんその大気圧を意識することはほとんどない。しかしその大きさは、手のひらだけでも100kgのものが乗っているのと同じくらいである。

そこで、2010年9月1日～11月28日のサイエンスショーは、「びっくり！どっきり！空気のちから」と題し、大気圧をテーマに行なった。またその期間中、特別サイエンスショーとして、大気圧によるドラム缶つぶしの実験も行なったので、ここで合わせて報告する。

1. はじめに

大気圧に関するサイエンスショーは、これまでも数年に一度行なっており、最近では2006～2007年の冬に実施している。今回、これまでに行なっていた実験を元に構成を見直し、サイエンスショーを行なった。

個々の実験については、以前と同じ内容であっても、実験をやりやすくしたり、見やすくなるように工夫を加えた。また、展示改装に伴いサイエンスショーコーナーも新しくなったため、上からものを吊り下げる実験がしやすくなっている。

2. 実験内容

前回、大気圧のサイエンスショーを行なったときには、巨大な風船を使って空気に重さがあることを感じてもらい、その空気の重さが大気圧となっていると展開していった。しかし、空気の重さを実感しにくい、重力が下方向であるのに対し圧力は全方向に働くのがわかりにくいといった指摘があり、全体の構成を見直した。

これにより、吸盤がくっつくことから始め、以下のような流れで実験を進めた。但し、演習担当者や客層などにより、実験の順序等は異なる。

(1) 吸盤の強さ①

家庭で用いられる吸盤(直径約5.5cm)がくっついていて強さがどのくらいであるか、水平面の下側に取り付けた吸盤に、水を入れた2Lのペットボトルぶらさげて

いった。吸盤の汚れ等によって多少の差はあるが、たいていの場合、ペットボトル7本、つまり約14kgまでぶら下げることができた。

ところが、吸盤は手ではずすことができることや、いつの間にかはずれてしまっているという経験もあるためか、2Lのペットボトルが7本もぶら下げられるというのは、かなり意外なようである。



写真1. ペットボトルをぶら下げた吸盤

(2) 吸盤の強さ②

さらに、一般用の吸盤ではあるが、ひとまわり大きな直径約8cmで、吸着面がゲル状、プラスチックのカバーとロック機構付きという、非常に強力な吸盤を見つけたので、この吸盤2個でブランコを吊り下げた。この吸盤は、1個あたりの耐荷重が22kg(天井ガラス面の場合)もあるため、小さな子どもならブランコに座ることができた。

*大阪市立科学館 学芸員
hasegawa@sci-museum.jp

さらに直径約16cmのガラス運搬用吸盤を用いると、大人でも十分ブランコに座ることができる。

尚、万一吸盤がはずれた時も、ブランコの座面が床まで落ちないように、吸盤部分をバイパスするような形で安全用の鎖もかけて行なった。

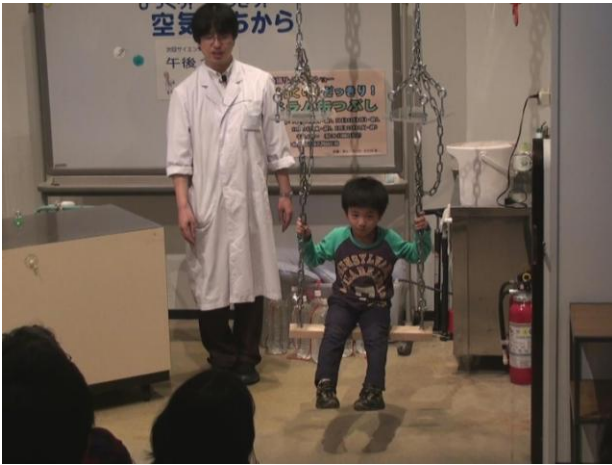


写真2. 吸盤でぶら下げたブランコ

(3) 自然に落ちる吸盤

吸盤がくっついている力が空気力であるなら、空気がなければどうなるかということで、真空鐘の内側に吸盤を多数くっつけ、真空にした。あれだけはずれなかった吸盤がポロポロ落ちていくことで、空気力を印象づけた。



写真3. 真空にすると自然に落ちる吸盤

尚、このとき1個だけ吸盤を真空鐘の外側にくっつけ、偶然落ちたのではないことも見せた。

(4) 持ち上がらないゴム板と下敷き

空気があるのは吸盤のくっついている側ではなく、反対側であることから、空気力は押し力であることを推測させた。その上で、真ん中につけ手をつけたゴム板や下敷きが、机の上にくっついて取れないことを体験してもらった。

しかし、下敷きを横に滑らせて机からはみ出したり、角を持ち上げて下敷きの下に空気が入るようにすると、簡単に持ち上げることができる。このように吸盤でなくても大気圧によってくっつくが、吸盤は空気が入らないように工夫した形であることも話した。



写真4. 持ち上がらないゴム板



写真5. 下敷きが貼り付いて持ち上がった机

(5) 勝手に膨らむ風船

空気が押しつけている力—大気圧は、 1cm^2 あたり約1kg重(約10N)もあり、例えば手の平くらいの面積ではざっと100kg重にもなる。しかしこのような力で押しつけていると感じないのは、ひとつは上からだけでなく、どの方向からも押しつけているために重さとしては感じないためである。もうひとつは、私たちの体はこのような大気圧の中で暮らしていくようになっており、体の中からも同じ圧力で押し返しているからである。このため、私たちはふだんの生活で大気圧を意識することがない。

そこで、真空鐘に少しだけ膨らませて口を縛った風船を入れ、風船のまわりを真空にすることによりどうなるかを観察した。真空鐘に入れる風船は、今回はキャラクターの絵の入ったものを使うことで、真空鐘の中に入ったのが自分だったらどうなるかを意識して観察してもらったようにした。

まわりが真空になることで膨らんだ風船が、真空鐘に再び空気を入れるとしぼんで元の大きさに戻ることから、自分たちの体が空気に押されているというイメージをもってもらった。

更におまけの実験として、シェービングクリームで模したプチケーキが、真空鐘の中で大きく膨らむのも見ってもらった。

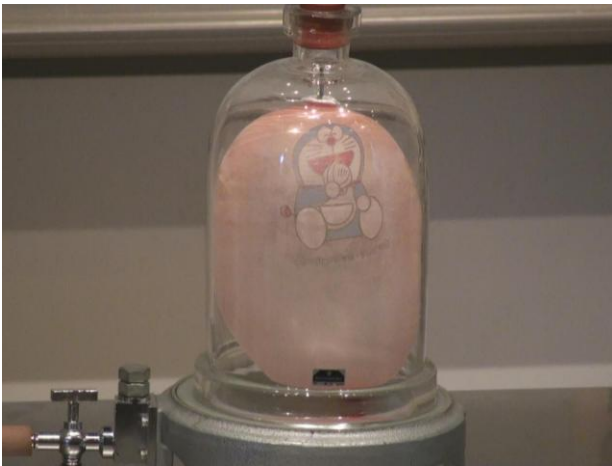


写真6. 周りが真空になると膨らむ風船



写真7. クリームが大きくふくらんだプチケーキ

(6) 浮かぶボーリングの球

大気圧の存在と、その力の大きさがおぼろげにイメージできたところで、大気圧でボーリングの球を持ち上げる実験を行なった。ボーリング球は約5kgであるのに対し、その断面積にかかっている大気圧は400kg重もあるために、ボーリング球の上側の空気圧を0.98気圧程度にするだけでボーリングの球を浮かすことができる。

そこでボーリングの球にぴったり合う筒をかぶせ、掃除機で上側の空気を薄くすることで、ボーリングの球を浮かせた。このとき、「掃除機でボーリングの球を吸っている」というイメージにならないよう心がけた。

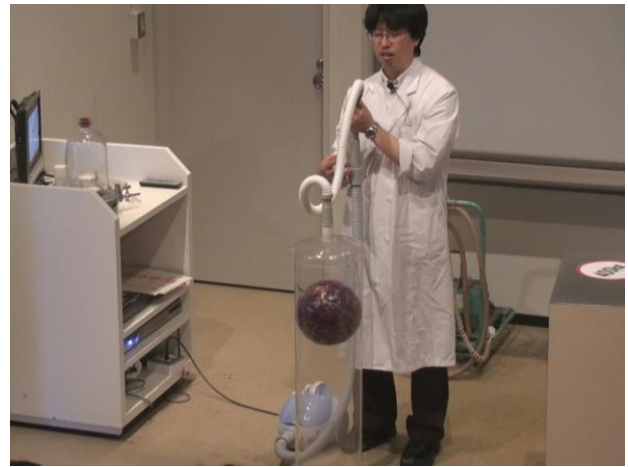


写真8. 浮かぶボーリングの球

(7) フラスコの中に膨らむ風船

ここまで大気圧を変化させるのに、真空ポンプや掃除機を使ってきたが、この後の実験で水蒸気の凝縮を用いるため、それがわかりやすいようにフラスコを使った実験を行なった。

あらかじめ少量のお湯をフラスコの中で沸騰させ、フラスコの中を水蒸気で満たしておく。お湯を捨てて風船をかぶせると、水蒸気が凝縮してフラスコ内の圧力が下がるため、風船がフラスコの中へ吸い込まれ、やがてフラスコの内側で膨らんでしまう。



写真9. フラスコの内側で膨らんだ風船

(8) 空き缶つぶし・ドラム缶つぶし

フラスコと同じように空き缶の中で少量のお湯を沸騰させ、空き缶を上下逆さまにして水につけると、水蒸気の凝縮によって空き缶がつぶれる。さらに同じことをドラム缶で行なえば、ドラム缶でもつぶすことができることを、ビデオで見てもらった。会場内には実際にこの方

法で潰したドラム缶も展示し、次にいつドラム缶つぶしの実験を行なうか案内した。

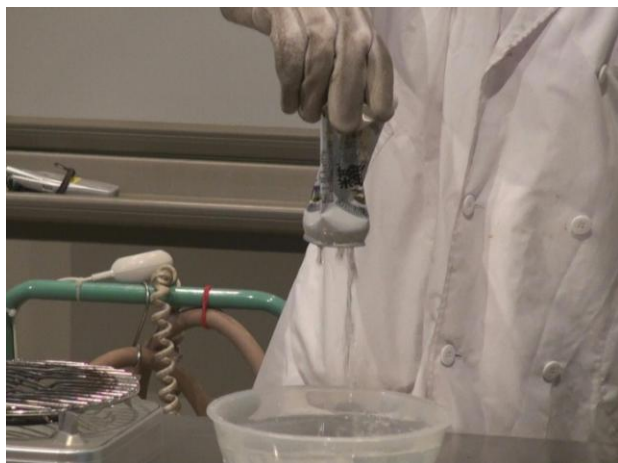


写真10. 大気圧でつぶれた空き缶

これ以外に、人間の力で人間をぶら下げる実験も用意した。これは、上から吊るした板と取っ手を付けた板の2枚の間の空気を人間が吸って圧力を下げ、取っ手を付けた板にぶら下がるというものである。しかし、実際に実験を行なうのに時間がかかる、人間が吸うことで吸ってくっつけるというイメージにならないかという指摘などがあり、サイエンスショーでは行なわなかった。ただ、ジュニア科学クラブではふだんのサイエンスショーよりも詳しく行なうことができるため、10月のジュニア科学クラブではこの人間の力でぶら下がる実験を含め大気圧に関する実験を、3月にはドラム缶つぶしの実験を行なった。

3. 特別サイエンスショー

今回のサイエンスショー実施期間中の9月20日(月・祝)、10月11日(月・祝)、11月3日(水・祝)、11月23日(火・祝)に、特別サイエンスショー「びっくり!どっきり!ドラム缶つぶし」と題して、実際にドラム缶つぶしの実験を行なった。場所は正面玄関前広場で、幅広の階段部分を客席代わりにし、いずれも通常のサイエンスショーが終わった後の16時から30分程度で行なった。

この特別サイエンスショーでは、まずドラム缶に少量の水を入れ、沸騰してドラム缶の中が水蒸気でいっぱいになるまでの間に、サイエンスショーの中からいくつかの実験を抜粋して行なった。これは、観覧者の中で

参考

小野昌弘 「サイエンスショー「空気パワー」実施報告」 大阪市立科学館研究報告13(2003)

長谷川能三 「サイエンスショー「空気パワー」実施報告」 大阪市立科学館研究報告17(2007)

サイエンスショーを見ていない方も、何のために何の実験を行なっているのかわかるようにする意味もある。

毎回、300～500人の方が集まり、ドラム缶つぶしも失敗することがなかったが、それ以外の実験が強風のため十分できなかったこともあった。また、今回は幸い雨が降ることがなかったが、屋外の実験では天気への心配もしなければならない。



写真11. ドラム缶つぶしの様子

4. 考察

今回の流れでは、前回の流れと比べて、大気圧の存在を天降り的に与えているイメージが強くなってしまったが、その代わりに全体の流れがスッキリして、観覧者にもわかりやすかったようである。20～30分で行なうサイエンスショーでは、このあたりをどうするのがいいか、このサイエンスショーに限らず、検討・議論の余地があると思われる。ただ、特に空気(大気圧、風)や電流など目に見えないものを扱う場合には、ある程度天降り的に与える方が内容をイメージしやすい傾向が強いように思われる。