

サイエンスショー「重たい&軽い」実施報告

大倉 宏*

概要

平成 21 年 3 月から 5 月まで浮力をテーマとした標題のサイエンスショーを実施した。同体積の水と比較し、重いものは沈み、軽いものは浮くことからはじめ、水だけでなく、塩水の中でのものの浮き沈みや気体中のものの浮き沈み、さらには粉流体中での浮き沈みも扱った。

1. はじめに

今回のサイエンスショーは、ものの浮き沈み、浮力に関する内容を扱ったが、浮力を全面には出さなかった。プレビュー会で浮力を全面に出してやってみると、意外と難しいことが分かったからである。そこで、「重いものと軽いものが自由に位置を変えられる状況にあるときは、重いものが下に、軽いものが上になる。」という事実を押し出す格好となった。

2. 実験内容と流れ

実際のショーでは次のような実験を行った。

2-1. 火を使わないポップコーン作り

ポップコーンの種の入った片手なべを卓上コンロの上に置き、蓋をして揺する。コンロには火がついてないので、何も起るはずがない。ところが蓋を開けるとポップコーンができています。

手品のような実験だが、ポップコーンとポップコーンの種の重さの違いを利用した実験である。最初、ポップコーンの上にそれが見えなくなるように種を乗せて置く。揺ると種は重いのでポップコーンの下に沈み、種が消えポップコーンが現れるという訳である。

タイトルが「おもたい&かるい」なので、何が起こるのか観客は大方予想がついていたであろうが、それでも楽しい実験である。バリエーションとして、お米を入れた鍋を振ると煎餅が現れるバージョンも用意した。

2-2. 糠

プラスチックケース(カブトムシ飼育用が安価であったのでそれを使った。)の中に米糠を半分ほど入れ、その上に石だとか鉛、鉄のスパナなどを置いて見せる。

ケースを振るとそれらは沈んで行き、ピンポン球、発



泡スチロール球、スーパーボールなどが糠の下から現れる。ポップコーンの実験と同じ理屈であるが、これで何が起っているのか、観客の理解がより深まったであろう。

理屈が分かったところで、中身の見えるペットボトル



*大阪市立科学館 学芸課
ohkura@sci-museum.jp

の中にポップコーンと種を入れ、競争で位置を入れ替えるゲームのようなことも行った。

2-3. バット、木片、船、ブロックなどを使った実験

船の模型や木片、スーパーボール、バルタン星人のおもちゃ、石、ブロックなどいろんなものを水の中に入れたらどうなるか予想させ、実際どうなるか確かめてみる。観客は経験的にどんなものが浮き、沈むかを知っている。



木製のバットは水に浮く。では金属バットは？木製のバットと金属バットでは素材は違うが、大きさや重さはほぼ同じである。木製のバットが水に浮くのであるから、金属バットも当然浮く。実は金属バットは中空なのである。このように浮き沈みは素材だけではきまらないこと、たとえば、鉄の塊は沈むが、鉄製の船が浮くことも理解できる。

2-3. ペットボトルに詰めて重さを比べ水の中に入れる



小麦粉、塩、ガムシロップ、サラダ油、アルコールなどをペットボトルに詰め、水の入ったペットボトルと天秤ばかりで重さを比較して、水の中に入れたらどうなるか予想していただく。水より重いものは沈み、軽いものは浮く。

今まで見てきた物の浮き沈みは、何で決まるのかがここで明らかになった。同じ大きさで比べて、重ければ沈み、軽ければ浮くのである。

2-4. ボーリングのボール

13ポンド8オンス(=6kg)のボーリングのボールが水に沈むのを見せ、「これから神秘の水をお目にかけます、はるばる中東の死海から運んだ水(実は単なる濃塩水)です。」と言って、その水にボーリングのボールが浮かぶのを見ていただく。

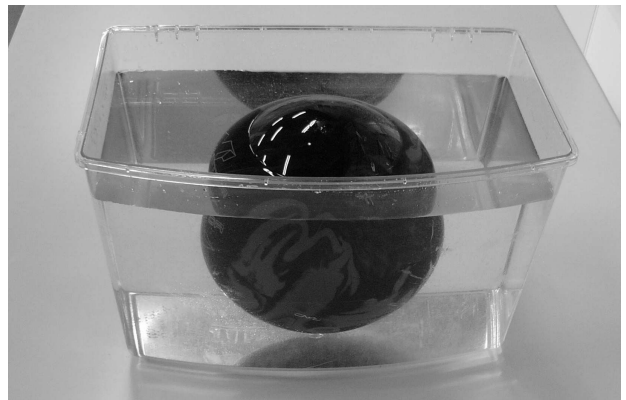
同じ体積の水と比べてボールは重いので水に沈んでしまうが、濃塩水と比べれば軽いので浮くのである。ちなみに、ボーリングボールは、こども用の4ポンドから16ポンドまでいろいろな重さがあるが、大きさは直径21.8cm、体積は5.42リットル(5424.6 cm³)で同じある。

ポンド	キロ	比重
4	1.814	0.334
10	4.536	0.836
11	4.990	0.920
12	5.443	1.003
13	5.897	1.087
14	6.350	1.171
15	6.804	1.254
16	7.258	1.338

食塩の溶解度は、砂糖やホウ酸などと違って温度を上げてあまり溶解度は上がらない。しかし、溶けるスピードは全く違う。お湯にこれでもかと塩を入れかき

混ぜ、しばらく放置して上澄みを使った。いろんな種類の塩があるが、不純物等は気にせずスーパーで売っている安い塩を使った。塩水の濃度はきちんと測ったわけではないが、もうひとつあった6.5kgのボールがぎりぎり沈んだから比重は1.2前後であったと思われる。

透明度や屈折率の違いで真水でないことはバレーの実験なのだが、観客に興味を持っていただけだ。真水と塩水で違うことは、プールと海水浴で経験のあったことだと思う。(しかし聞いてみると海で泳いだ経験のないこどもも多かった。)死海で新聞を広げて読んで



いる人の写真も見せ紹介した。

2-5. 空気に重さはあるのか

粉流体、液体の次は、気体中のものの浮き沈みをご覧いただいた。まず、キャップに自転車の車輪のムシを取り付けたペットボトルの重さを量り、空気入れて空気を押し込んだ後の重さと比較することで、空気の重さを量った。

前の実験からもものの浮き沈みには重さが重要であることを示しているので、まず準備として空気に重さがあることを示したのである。

2-5. ヘリウム風船 in ヘリウム、炭酸ガス

ヘリウムは風船に入れるガス、吸うと声が変わるガスとして観客にもお馴染みであった。また、炭酸ガスもお馴染みである。ヘリウムボンベと炭酸ガスボンベを登場させ、こちらは空気より軽いガス、こちらは空気より重いガスということを紹介し、ヘリウムで風船を膨らませる。手を離すと風船は上へ飛んでいく。それを必死で捕まえ、逃げないようにということで、高さ1mくらいのアクリルのパイプの中に閉じ込め、上に蓋をする。風船はパイプの上の方に浮いている。

そこで、この風船に触れないで風船をパイプの底に沈めるにはどうすればよいかと観客に問いかける。さらにヘリウムボンベか炭酸ガスボンベのどちらかを使うとヒントを出す。

パイプにはホースを差し込める小さな穴が空いていて、そこにヘリウムガスボンベのホースを差し込み、ガスを流すと風船はゆっくりと沈んで行く。

蓋を開けるとパイプ内のガスが空気と入れ替わるので、再び風船は逃げ出そうとする。それを捕まえ、ガムテープを少量貼り付け重くして再びパイプの底に沈める。今度は上から炭酸ガスを注入すると底に沈んでいた風船が上に浮きあがってくる。(パイプの小さな穴もテープで塞いでおくこと。また、この風船は空気で膨らませたものより軽い。空気で膨らませた風船で同じことをやると風船のゴムの重さで浮いてこない。)

2-6. ロウソク消しと水素シャボン玉

ビーカーにロウソクを入れ火をつける。対流があるので火は消えない。大きな容器に炭酸ガスを入れ上からビーカーに注ぐと火は消えてしまう。水が流れ落ちるように重い炭酸ガスが下に流れたことをイメージしていただいた。

ヘリウムは飛行船にも使われているが、昔、さらに軽い水素を使ったこともあった。しかしヒンデンブルグ号爆発事故等で使われなくなったことを紹介し、水素が軽く燃えやすいことを示した。

コップにしゃぼん液を作っておき、水素ボンベのホースをシャボン液に突っ込みブクブク泡を作る。その泡を息で吹いて舞い上げ、そこへ着火マンを持って行き、火を付けた。

2-7. 熱気球

ちょうど良い大きさのフラワースタンドの枠があったので、そこに 70 リットルのゴミ袋を被せ、卓上コンロの上に据え付けた。コンロに火をつけるとゴミ袋は気球のように飛んだ。バランスを取るために、ゴミ袋にはクリップを数個挟んでおいた。

3. 考察

「重いものと軽いものが混在している、その位置を自由に変えられる状況にあるときは、重いものが下に、軽いものが上になる」という事実は、食卓のふりかけであるとか、ドレッシングなどで我々は日常経験していることである。



今回は、液体だけでなく、気体や粉流体中の物体の浮き沈みをご覧いただくことになったが、1997 年に実施した同じタイトルのサイエンスショー¹⁾が下敷きになっている。糠を使った実験やヘリウム、炭酸ガスを使った実験は既に前のサイエンスショーで登場していた。今回新しくなったのは、ポップコーンとボーリングボールの実験である。また、天秤を使って水と重さを比較したのも今回からであった。

実は、前回から内容をがらりと変え、浮力=アルキメデスの原理を前面に押し出したものを当初考えていた。水槽に船の模型を浮かべ、溢れ出た水の重さと船の重さを比較する実験などは誰でも思いつき、また容易にできそうに思える。しかし、実際にやってみるととても難しいことが分かった。

まず、溢れ出る水のスピードである。最後はポタポタと水滴が滴り落ちることになるのだが、それが終わるのに非常に時間がかかる。さらに重さを量るとたいい両者の間で4~5%くらいの誤差が生じ、ピタリと一致することは稀であった。

小さなこどももいるので台秤の目盛りを読んでもらうのは厳しい。そこでデジタル秤となるわけだが、時間がかかる実験なのにピタリと数字が一致しないのはなんとも格好悪い。船は諦め細長い容器を使うなどの改善策がないこともないが、数字を比較するということが自体

があまりショー向きではないということで、結局役になってしまった。そこで数字は出さないことと、浮力を言わないことを基本方針にしてショーを組み立てることになった。

また、比重や密度などの概念をまだ持っていない子どももサイエンスショーを見る。「質量/体積」など大人には何の造作もないことでも、新しい概念で説明されると子どもはついてこれない。特に具体的な数字をたくさん出してしまると混乱してダメのようである。当初定量的な実験をやりたいと目指していたのであるが、定性的な現象の紹介とせざるを得なかった。

それでは、このショーで伝えられる科学的な内容はどういうことがあるのだろうか。その工夫がペットボトルであり、天秤ばかりの活用であった。ペットボトルに詰め込む＝同じ体積で重さを比べる、ということで比重だとか密度などという新概念を持ち出さないようにした。

液体だけでなく、気体や粉流体も扱ったが、このショーを通じて起こった様々な現象は、全て同体積で比べて周りの物質より重ければ沈み、軽ければ浮くのである、ということで一貫して説明したつもりである。

今回は、浮かぶか沈むかだけのことであり、派手な音や光が出るわけでもない実験である。ポップコーンやボーリングボール、風船はといった小道具は少しでも楽しくしたいという工夫であった。密度や比重が使えたらもっとすっきりしたのかもしれないが、子どもにとって新概念を使うことなくものの浮き沈みを楽しんでもらうショーとしたつもりである。

参考文献

- 1) 斎藤吉彦：大阪市立科学館研究報告 7、79-82(1997)