

サイエンスショー「くうきフシギ発見！～シーオーターのひみつ～」実施報告

岳川 有紀子*

概要

2013年3月から5月までの3ヶ月間は、空気、なかでもCO₂(二酸化炭素)の化学的性質を紹介するサイエンスショーを企画、公開した。目に見ることができない空気やCO₂を、“もの(物質)”として実感、イメージしていただくとともに、CO₂が私たちの生活のさまざまなシーンで利用されている物質であることを、実験を通して知っていただくことを目的とした。

1. はじめに

空気は人間を含む生物にとって重要な物質であるが、普段はその存在を意識することは少ない。また空気に含まれる二酸化炭素(CO₂)は、温暖化ガスとして話題になることが少なくないが、一方で身近なものに应用されている有用な気体でもある。

今回のサイエンスショーでは、①目に見えない気体の存在をイメージできること、②CO₂の特徴的な性質と応用、の2点について、実験を通して確認、理解し、関心を持っていただくことを目標とした。

また、空気もCO₂も、通常は目に見ることはできないが、それらの存在をイメージできるようになることを導入のテーマとした。科学の分野では、無色透明の気体や、原子や分子など、目に見えないものを扱うことが少なくないが、見えないものの存在をイメージすることは科学的な素養のひとつとして大切なことであると考えているからである。

2. 実験・解説

今回は、以下の実験を約30分で展開した。

2-1. 空気は“もの”である(導入)

目に見えない空気の存在を認め、“もの”として認識していただくための実験を、導入として行なった。

空気砲(図1左)では、見えない空気の存在と動きをイメージすることを目標に、リボンやろうそくなどの的に向かって空気を打ち出した。

さらに、空気が“もの”であるならば、質量の有無につ

いて検証した(図1右)。PETボトルに空気を入れて質量が変化(増加)することで、空気は質量のある“もの(物質)”であることを示した。



図1. (左)空気砲で空気の存在をイメージ。(右)PETボトルに空気を入れて質量の変化を確かめる。

2-2. CO₂は火を消す・空気より重い

ここからは、空気の中に含まれているCO₂(二酸化炭素)に注目して実験を進めた。

ボンベより、透明バケツにCO₂を集める(下方置換)。このCO₂を、点火したろうそくが入った水槽に注ぐ。このとき、実験2-1で行なった見えない気体の存在がイメージできることが活かされてくる。CO₂を注ぐとろうそくの火が消える(図2)。

さらに、消えたろうそくに再度点火しようとする、ライターが水槽の半ばで消える(図3)。このことから、CO₂が水槽の下部に残っていることをイメージしてもらい、CO₂が空気よりも重たい気体であることを認識してもらう。

*大阪市立科学館(事業グループ)学芸員
takegawa@sci-museum.jp



図2. 透明バケツから水槽にCO₂を注ぐ



図3. 水槽のろうそくに再度点火しようとしてもライターの火が消えてしまう。

2-3. 見えるCO₂(ドライアイス)

実験 2-2 ではCO₂は見えぬその存在をイメージしてもらったが、目に見えるCO₂としてドライアイスを紹介した(図4)。ドライアイスは約マイナス 80℃で凍ったCO₂であり、ドライアイスがとけると、あとに何も残らないことを確認した。

ドライアイスがとけるとどうなるのかを調べるため、袋にドライアイスを含め、お湯で温めて変化を観察した(図5)。この実験から、ドライアイスが気体になること、体積が非常に大きくなることを示した。また、袋の中がCO₂であることを予想してもらい、袋の中を火に注いで消火してCO₂の気体に戻ったことを確認した。



図4. ボンベからドライアイスの噴射

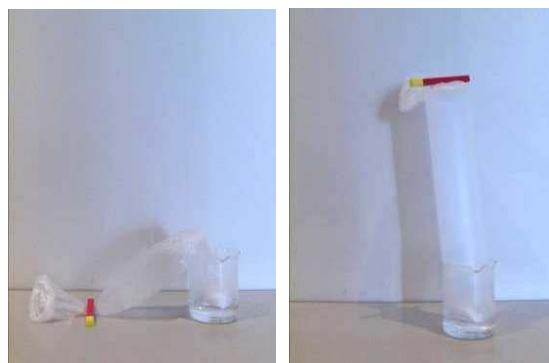


図5. ドライアイスを含めた袋を温めると袋が膨らむ

2-4. 飲むCO₂(炭酸水)

次に飲むCO₂として炭酸水を紹介した。PETボトル①に水と空気、PETボトル②に水とCO₂を入れ、良く振ると②のボトルだけ凹む。この変化からCO₂が水に溶けやすいことを示した(図5)。CO₂が水に溶けた証拠として、それぞれのボトルに酸アルカリ指示薬「フェノールレッド」を入れ、色の変化によってCO₂が溶けた水になったことを示した(図6)。

さらに、フェノールレッドを加えた水にストローで呼吸を入れ、呼吸にもCO₂が含まれていることを色の変化から示した。ただし炭酸水ほど色が変わらないことから、呼吸が100%CO₂でないことも紹介した(図6,7)。



図5. PETボトルに空気とCO₂をそれぞれ入れ振ると、CO₂の方だけボトルがぺったんこになる。



図6. フェノールレッドによる水と炭酸水の区別。右は水道水で色の変化がない(赤色)。左はCO₂がとけて炭酸水化したもので黄色に変色する。真ん中は、呼吸によって変色させたもので、中間のオレンジ色になる。



図7. フェノールレッドを加えた水道水に呼吸を入れるようす

2-5. 化学反応で発生するCO₂(発泡入浴剤)

化学反応でもCO₂を発生させることができ、その身近な例として発泡入浴剤を用いた。発泡入浴剤は実際に使ったことのない方も少なくなく、そのためにコップでお風呂を再現し発泡の様子を見ていただいた。またコップの中にろうそくを入れ火が消えることも確認した(図8)。

ショーの最後に、この発生するCO₂を利用して、フィルムケースロケットを打ち上げた(図9)。



図8. 発泡入浴剤をお湯にとかして泡が出るようす



図9. 発泡入浴剤を利用したロケットの打ち上げ

2-6. まとめ

ショーの最後に、CO₂が空気の中でどのくらいの割合で含まれているのか、円グラフを用いて紹介した(図

10)。今日の主役のCO₂は空気中では 0.03%程度と決して多くはないが、特徴的な性質があるため身近なさまざまなものに利用されていることを示した。

なお空気中に最も多い窒素については、「マイナス200℃の世界」として次回のテーマで扱うことのお知らせして次に繋げた。

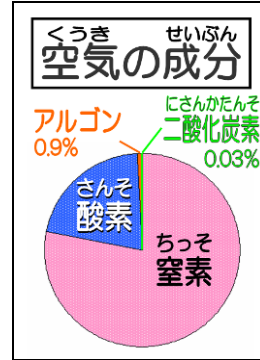


図10. 空気の組成を示した円グラフ

4. 考察

空気の成分や燃焼や呼吸によるCO₂の発生とその確認については、小学校6年の理科で学習する(図11)。また、水溶液の性質の单元の中では、炭酸水はCO₂が水にとけたものであることも6年理科で学習する(図12)。このため開発した当初は、見学者の反応が地味になるものが多いのではないかと考えていたが、実際は大人も子どももいずれの実験でも関心や驚きがあり、当初の予想以上に良いものだった。中でも、CO₂でろうそくが消える実験(図2)は多くの見学者にとって既知のものであると考えていたが、毎回、事前の予想と異なる大きな反応が返ってきた。

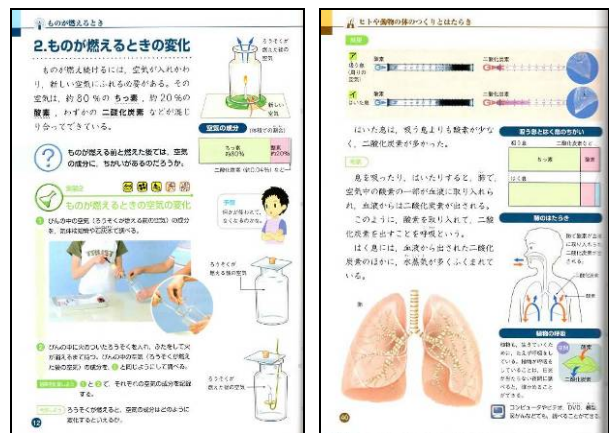


図11. 小学校6年理科の教科書¹⁾より、(左)「ものが燃えるときの变化」では、「空気は約80%のちっそ、約20%の酸素、わずかの二酸化炭素などが混じり合っていて」「ろうそくが燃えると酸素が減り、二酸化炭素が増える」と説明。(右)「呼吸のはたらき」では「酸素を取り入れて二酸化炭素を出すことを呼吸という」の説明と、吸う息と吐く息の成分の割合が棒グラフで示されている。



図 12. 小学校6年理科の教科書¹⁾より「水よう液の性質」。「水と二酸化炭素を入れたペットボトルを振ると凹む結果から、二酸化炭素は水にとけることがわかる」と説明がある。

サイエンスショーは、テーマが変わる前に事前評価としてサイエンスショー研究会、リハーサルなどを行ない、実際のお客様の反応を見て修正を加えることにしている。今回、事前の指摘等により変更した点は、以下の2点である。

- ①実験 2-1 の後に「空気の組成グラフ(図 10)」を示し、「いくつかの成分が混ざっている空気の中で、今日はCO₂に注目します」という展開。
→【多くの意見】最も多い窒素や他の成分についても実験してほしいと気になり、CO₂に集中できない。
→【改善】ショーの最後に「空気の組成グラフ(図 10)」を見せて、実はCO₂はこれだけの割合です、という見せ方をする。
- ②「ろうそくの火が消えたのでCO₂です」という説明
→【意見】空気の他の成分、窒素やアルゴンでもCO₂は消えるので語弊がある。
→【改善】目に見えない気体がCO₂であることを見学者に予想させ、「CO₂なら火はどうなるか？」と質問し「消える」ことを予想させ、確認する。

なお、温暖化のニュース等でCO₂が増加していることを懸念されている見学者からの質問や指摘もあるかと予想していたが、温暖化についてはほとんど見学者からの反応はなかった。なお、ショーの時間や回数の制限から、温暖化の証拠となる実験を示すことができないため、今回のショーでは特に温暖化については言及しなかった。

また、今回のサイエンスショーの2つの目標、

- ①目に見えない気体の存在をイメージできること
- ②CO₂の特徴的な性質と応用

の達成度については、見学者の反応によって判断するに留まるが、①は導入(実験 2-1)から気体のCO₂

(実験 2-2)まで丁寧に触れたことから、「見えないけれど見えるような気がする」という反応が感じられた。特に水槽の真ん中あたりでライターの花やろうそくが消える実験(図3)が見えないCO₂の存在を認めるのに効果的であったようである。

②についての理解度は測定できないが、それぞれの実験に見学者がよく集中していたため、関心を持って実験と説明を受けていただいたと感じた。

4. データ

「くつきフシギ発見！～シーオーツのひみつ～」

演示期間:3月1日～3月31日(～6月2日)

演示回数:89回

見学者数:5,652人(1回平均64人)

参考資料

- 1) わくわく理科6, 株式会社新興出版社啓林館, 平成23年2月10日発行