

ジュニア科学クラブ「ひんやり！涼しさの科学」実施報告

吉岡 亜紀子*、木村 友美*、林 ゆりえ*、林 陽一郎*、上羽 貴大**

概要

小学5・6年生対象のジュニア科学クラブにて、涼しさの科学に関する 60 分間の実験ワークショップを実施した。(1)水の気化熱、(2)ゴム風船のゴフ・ジュール効果、(3)尿素の溶解、(4)重曹とクエン酸の中和の吸熱反応、(5)空気の断熱膨張をそれぞれ1つずつの実験で、全員が全ての実験を体験した。解説には分子模型や図を用いて、全体を通して分子の運動を共通のトピックスにした。

1. はじめに

小学5・6年生が対象のジュニア科学クラブで、涼しさの科学に関する 60 分間の実験ワークショップを実施した。企画と準備、当日の運営、ファシリテーションは、学芸員の助言と監督の下、大阪市立科学館でサイエンスショーの実演を担当している科学デモンストレーターが担った。

2. 構成

毎回の教室は次の流れで組み立てた。時間は約 50 分間であった。それぞれ「3. 各セクションの詳細」にて詳述する。

- (1) 水の気化熱
- (2) ゴム風船のゴフ・ジュール効果
- (3) 尿素の溶解
- (4) 重曹とクエン酸の中和の吸熱反応
- (5) 空気の断熱膨張

3. 各セクションの詳細

3.1 水の気化熱

うちわであおぐと涼しくなるが、なぜ涼しくなるのだろう。最初にこのように質問すると、参加者からは「冷たい空気が肌に触れるから」「風のエネルギー」「風の分子がぶつかったときに冷たく感じる」など様々な声が上がった。ここではまず、当たり前にしてきたことに意識を向けて、なぜだろうと各自で考えてもらえればよく、正解を

説明したりはしない。参加者から出された言葉を拾って「どれも関係あるかもしれない。実験で確かめてみよう」というように進める。

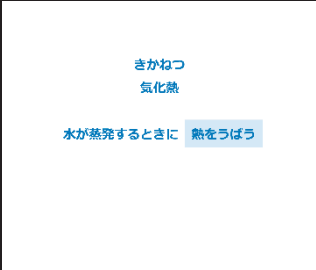
＜用意するもの＞

- ・水
- ・厚紙(うちわの代わり)

＜実験と解説＞

参加者は左手の甲だけを水で濡らし、右手の甲はそのまま、向かいの参加者にうちわ(厚紙)であおいでもらう。ただ片手に水をつけただけでは左右の温度の違いはあまり感じられないが、風が当たると、表情が明るくなったり、歓声が上ったりするほど、左右の手で感じる温度に違いがあることがよくわかる。

ここからスライドを使用して解説をした。

	「気化熱」という用語を出して説明した。水から冷たさが伝わってくるのではなく、水が蒸発するときに周囲から(参加者の手から)「熱をうばう」ことを強調した。
--	---

*大阪市立科学館 科学デモンストレーター

**大阪市立科学館 学芸員

[illegible]

3.2 ゴム風船のゴフ・ジュール効果

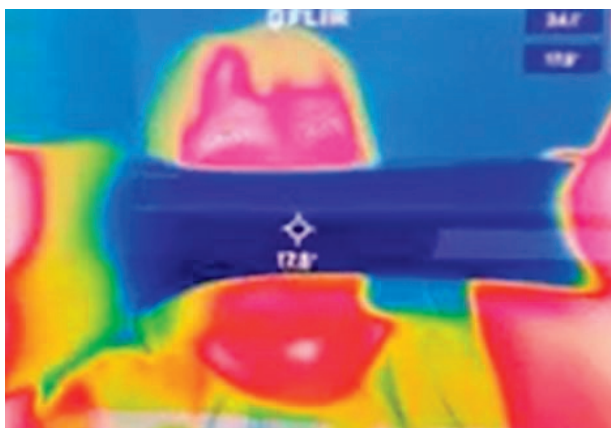
ゴムを伸ばすと発熱し、縮めると吸熱するゴフ・ジュール効果を体験する。

＜用意するもの＞

- ・ゴム風船(ラテックスアレルギーの有無を事前に参加者の保護者に確認した。)
- ・紙製の高分子の分子模型

< 実験 >

ゴム風船を両手でつまんで、まず周囲の温度になじませる。勢いよく引っ張り、引っ張ったままで、すぐさま上唇の上あたりの肌に触れさせる。熱く感じる。次に、引っ張ったままで周囲の温度になじませてから、勢いよく縮め、同じように肌に触れさせる。今度はとても冷たく感じる。錯覚ではなく実際に温度が下がっていることをサーモグラフィの前で再現して確かめる。



風船1つでひんやりするのでとても驚かれる実験である。ゴフ・ジュール効果の詳細なメカニズムは説明しなかったが、ゴムの分子を分子模型で視覚化し、絡まった分子が伸びたり縮んだりするときに熱の出入りがある、ということを伝えた。

3.3 尿素の溶解

尿素は水に溶解するときに吸熱する。これを利用して、ひんやりしたいときに使用できる瞬間冷却バックを作った。

＜用意するもの＞

(瞬間冷却パック1個分)

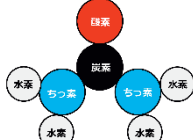
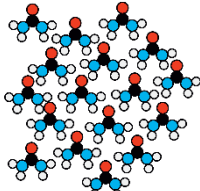
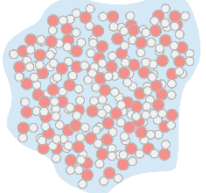
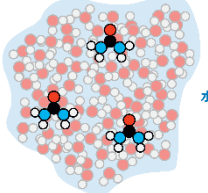
- ・尿素 10g
- ・水 30mL
- ・ポリ袋1枚
- ・チャック袋1枚
- ・食用色素
- ・はさみ

(尿素の吸熱反応の体験)

- ・アルミカップ^o1つ

- 尿素 10g
- 水 30mL

＜実験と解説＞

によろそ 尿素 	尿素も分子でできていることを説明した。複雑な形だが、よく知っている元素でできていることにも気づいてもらう。
尿素 10g 1000000000000000000000000 こ ほ　奈　純　範　万 が　い　け　い　ち　やう　き　く　まん 1000埃程 ちのちあから	水分子同様、尿素的分子もとても小さいことを伝えた。
 固体	尿素が水に溶解するとき、尿素的分子と水の分子がどのように動くのかを想像してもらうために図示した。
 液体の水	 水にとける
きゅうねつはんのう 吸熱反応 温度を　はかってみよう	参加者各自、アルミカップに尿素と水を入れて温度の変化を体感した。数秒で 10℃以上温度が下がる。
瞬間冷却パック　２つ　作ります 	瞬間冷却パック作りでは、ひんやりしたいときに尿素を水に溶かす仕組みを作ることを説明した。外袋（チャック袋）の中に、尿素と水が分けて封入されている。
水 30mL はかる 好きな色をつける	食用色素を綿棒にしみこませたものを配布し、水に溶かして好きな色を付けてもらった。

 水をふくろに入れて はしっこに集める。 なるべく空気をぬいて ふくろをねじる。 ぎゅっ!とむすぶ。ここ大事!!! よぶんなところを 切る。	水をポリ袋に密封する。この工程が非常に難しいようであった。空気を抜いて袋をねじること、袋を結ぶことができず、ファシリテータの手を借りる参加者が何人かいた。
トレイの中で ギゅっとおしてみよう!  ©2020 JICA	尿素はチャック袋の中に10g 入れて配布する。同じチャック袋の中にポリ袋に密封した水を入れる。チャック袋の外から押すと、ポリ袋が破けて水が出て、尿素が溶けて、ひんやりする。
2つ目を作ろう! つぶさないで 持って帰る 	持ち帰り用に2つ目の瞬間冷却パックを作った。どの参加者も2つ目は作業が早かった。
使い終わったら・・・ キッチンペーパーに包むてかわかすと 結晶がでる。 結晶を水に溶かすと またひんやりする。  流しにすててよい。 肥料にすると夏は 植物に食わせてうすめてください。	使い終わった瞬間冷却パックの処理について説明した。尿素は結晶化させれば繰り返し使用できる。

3.4 重曹とクエン酸の中和の吸熱反応

重曹とクエン酸の中和反応では大量の二酸化炭素ガスが発生し、溶液の温度が下がる。

＜用意するもの＞

- ・重曹 小さじ1 (約 6g)
- ・クエン酸 小さじ1 (約 5g)
- ・水 100mL
- ・ポリ袋

＜実験と解説＞

くえんさん じゅうそう クエン酸 重曹 	クエン酸と重曹も分子構造を示した。
--	--------------------------

	化学反応について説明した。クエン酸と重曹が反応すると、分子を構成していた原子がパズルのように入り替わられて、クエン酸ナトリウムと水と二酸化炭素が生じる。
こなや しぶきが 目に入ると たいへん 実験の前に！ ■ めがね かけて！ ■ かならず ふくろの中で！	気体が生じるときにしぶきが飛ぶので、実験の前に全員に保護メガネを着用させた。また、粉も飛び散ったり吸ったりしないように、ポリ袋の中で粉を混ぜ、水を入れるように指示した。

3.5 空気の断熱膨張

ペットボトルの中で空気を断熱膨張させて、温度を下げ、霧を作る。

＜用意するもの＞

- ・炭酸飲料用のペットボトル
- ・炭酸キャップ（炭酸飲料のガスが抜けないように圧力を加えるキャップ型のポンプ）
- ・エタノール1滴

＜実験と解説＞

炭酸飲料用のペットボトルと炭酸キャップを使うと、簡単に空気の断熱圧縮、断熱膨張を見せることができる。ペットボトルの中にエタノールを1滴入れておくことで、断熱膨張した際にペットボトルの中に霧を発生させることができ、温度計を人数分用意できない場合でも、温度が下がったことを効果的に見せることができる。

空気 窒素 78% 酸素 21% 水蒸気（水）	空気も分子でできていることを説明した。窒素や酸素の分子の構造を知っている参加者が多いようで、「N₂」「O₂」といった声が上がっていた。
空気 ぎゅうぎゅう押し込む → 温度が上がる 広げさせる → 温度が下がる	おしくらまんじゅうや満員電車で例えて、空気中の分子の集団が押し縮められたり、広げられたりすることで、温度が上下することを説明した。

4 次回に向けての課題

瞬間冷却パックの工作に時間がかかった。工作の手順を大画面で見せたり、よくない結び方や切り方の場合にどうなるかを見せたりして、よりわかりやすく、工作が失敗しにくい進行を考える必要がある。

また、重曹とクエン酸の中和反応でも、袋の中に粉を入れたり、そこに水を入れたりすることが難しい参加者もいた。ポリ袋よりも丈夫で自立する袋を使用するか、袋の口を開いた状態で大きなコップの中に立てておけるようにするといった工夫を考える必要がある。

5. 謝辞

ボランティアの活動を支え続けて下さっている大阪市立科学館の皆様と、試行錯誤も失敗も準備や後片付けもいつも楽しみながら一緒に取り組んでくれる科学デモンストレーターの皆様に心から感謝申し上げます。

6. 参考文献

- [1] 上羽貴大「夏休み自由研究教室「冷却パックを作ろう」実施報告」大阪市立科学館研究報告 33, 151 - 154 (2023)