

空気の実験に関する教材研究と実践

Studies of Teachings for Air Experiments and Their Practice Reports

中村 文子
NAKAMURA Fumiko
(和歌山大学教育学部)

木村 憲喜
KIMURA Noriyoshi
(和歌山大学大学院教育学研究科)

2020年10月19日受理

Abstract

本稿では、空気の実験を通して小学生・中学生を対象にした教材を研究し、さまざまな科学実験教室で実践した。そして、これらの実践を通して子どもたちの理解度について考察した。

1. はじめに

身のまわりに存在する物理学的な現象というと光、音、空気などがあるが、空気に関しては無味無臭で視覚、聴覚などの五感でさえ判断できない難しい物質である。しかし、空気は我々にとっては大変重要な物質でなくてはならないものである。今回、この空気を科学的な面から理解できるように、身のまわりにある材料で安価な装置を自作し、よりわかりやすい実験教材を開発した。本研究の実践の場として2002年度から2019年度まで小学生向け出前型実験工作教室として活動していた「実験工作キャラバン隊」や和歌山市と和歌山大学の連携推進協定に基づき行われる事業「ま^どち^どか^ど土^ど曜^ど楽^ど交^ど」などを取り上げた。

2. 空気の実験の教材について

今回、空気の実験をするに当たり以下の実験教材を考案した。

①教材1 「空気天秤であそぼう！」

身のまわりにある材料で自作し、空気に重さがあるかどうかを確認した

②教材2 「風船と注射器を用いた実験」

空気がすべての方向から同じ大きさで働いていることを視覚で示した

③教材3 「気圧差の実験」

教材1、2で大気圧について学んだ後、富士山頂でポテトチップスの袋が膨らむ現象について風船と簡易真空容器を使って実験を行った

④教材4 「身のまわりに利用されている空気」

日常生活のあらゆるところで、空気の力が利用されていることを知ってもらい、科学的な面から理解を深めた

⑤教材5 「空き缶(アルミ缶)つぶし」

小学生低学年でも安全に取り組める方法を考案した

3. それぞれの教材の実験方法

3-1 教材1 「空気天秤であそぼう！」¹⁾

図1のように、てんびんばかりに2個のペットボトルをつり下げつりあうように調整した。次に一方のペットボトルに自転車用のポンプで空気を詰め込んだ。ペットボトルはパンパンになった。しばらくするとつり合いがくずれ、空気を入れたペットボトルが傾き、空気に重さがあることがわかった。このことは、空気の密度が高くなり、さらに傾くことで質量が大きくなることが理解できる。

さらに、この簡易な空気天秤は、非常に小さい重さまではかれる優れものである。今回、著者らは空気天秤を作成するにあたり、ペットボトルの蓋に自転車のバルブ(図2)と虫ゴムを取り付け、空気を詰め込みやすくした。このように、身のまわりにある部品を使用することで親しみを感じさせることができた。

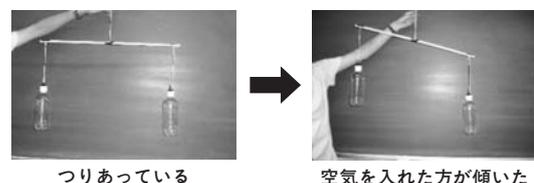


図1 空気天秤



図2 自作した空気捕集容器
ペットボトルの蓋に自転車用の
バルブと虫ゴムを取り付けた

この工作は、「空気天秤を作ろう」というタイトルで2006年8月26、27日 青少年のための科学の祭典大阪大会「サイエンス・フェスタ」²⁾に出展した。また、数多くの科学教室で実演し、空気に重さがあることに理解を深めた。

3-2 教材2 風船と注射器を用いた実験

空気も水圧と同様、すべての方向から同じ大きさの力が働いている。視覚できないと理解が非常に難しい。そこで、図3のように、注射器の中に風船を入れ上から押さえると風船はすべての方向から均一に押され全体に縮む。この実験によりすべての方向から同じ大きさの力が働くことを理解させることができた。

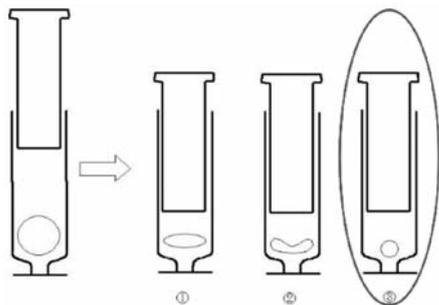


図3 大気圧が全体に働く

3-3 教材3 気圧差の実験

簡易真空容器と同じ大きさに膨らませた風船を2個用意した。1個の風船は簡易真空容器の中に、もう1個の風船は比較のために容器の外へ置いた。簡易真空容器中の空気を少なくしていくと、容器の中に入っている風船は大きくなる(富士山の頂上へ持っていったポテトチップスの袋の現象)。このことにより、風船の身のまわりの空気の圧力が小さくなると風船の中の空気の圧力の方が大きいため風船が膨らむことがわかった。さらに、あらかじめ外に置いた風船と比較し考えさせた(図4)。

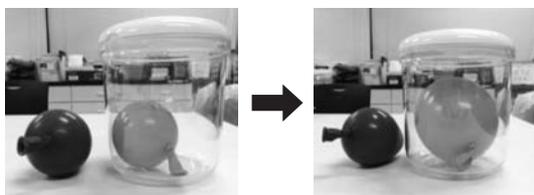


図4 簡易真空容器と風船

3-4 教材4 身のまわりに利用されている空気

空気の力の差を利用したものが、我々の身のまわりに多くあることをなかなか見つけ出すことは難しい。ここでは、何気なしに見ていたものや使っていたものを紹介することで、科学的な意味を持っていることに気づかせ、実験のしくみについて考える力を育むことができた。

例

ジュースをストローで飲む時の現象 吸盤 など

実際に大きな吸盤(ゴム板 30 cm×30 cm)を自作し、子ども達に持ち上げられるか体験してもらった(図5)。



図5 吸盤を持ち上げようとしているところ

3-5 教材5 空き缶(アルミ缶)つぶし

大気圧の実験に欠かせないのが空き缶つぶしであり、多くの教員や子ども達知っている。一方、危険性や失敗も多くあり、空き缶がつぶれなかったり、火傷の事故もある。そこで、火の扱い方、空き缶のつぶし方などに注意や工夫を加えるだけで小学生低学年にでもできる安全で簡易な方法を考えた。

実験方法

材料：家庭用カセットコンロ、網、ガスボンベ、洗面器、アルミ缶、火ばさみ

- ①家庭用カセットコンロ、網、ガスボンベをセットする(図6)。
- ②洗面器に水を7分目程入れ、カセットコンロのそばに置く。
- ③きれいに洗ったアルミ缶を洗面器に入った水にくぐらせ、すべて水は捨てる(空き缶の内壁に付着した数滴の水だけでよい)。
- ④次に、カセットコンロの網の上に空き缶の口を下にしてのせる(図6)。
- ⑤水1滴を空き缶の底に落とす。
- ⑥カセットコンロを着火する。
(着火は、教員または保護者、高学年がする)
- ⑦約20秒または空き缶の底に落とした水滴が沸々と蒸発しかけたら火を消す。
(消火は、教員または保護者、高学年がする)
- ⑧火ばさみで空き缶をしっかり挟み、空き缶の口を下にむけたまま、洗面器までスライドさせる。
- ⑨空き缶が大きな音をたててつぶれる。

これまで実践した科学教室では、この方法を用いて実験をおこなった。そして、低学年でも簡単に実験を行うことができ大変好評を得た。

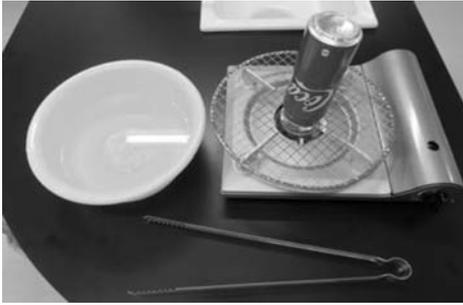


図6 空き缶つぶしの準備

次に、この実験方法で工夫した点、注意した点について述べる。

工夫した点、注意した点

1) 空き缶をスライドさせる工夫

多くの空き缶つぶしの実験は、空き缶の上下をひっくり返すことが多い。しかし、子ども達の様子を観察すると、空き缶をひっくり返す動作が非常に難しいことがわかった。この点を改良するため、空き缶をスライドさせる方法を考えた。最初から空き缶の口を下にしたまま網に載せ、加熱後水の入った洗面器へスライドさせ空き缶をつぶした。この方法では空き缶をひっくり返す動作がないので、確実に空き缶をつぶすことができた(図7)。

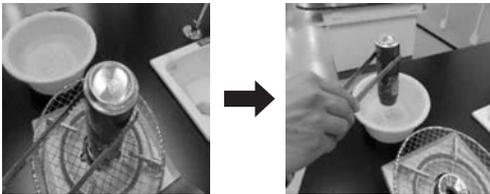


図7 スライドさせる方法

2) 空き缶の中の空気が少なくなったかどうかの判断

これまで、空き缶の中の空気が少なくなったかどうかの判断は、空き缶から発生する水蒸気の様子で判断したが、今回は空き缶の口を下にしたため確認できない。そこで、カセットコンロ上へのせた空き缶の底の部分に、数滴だけ水を落とし、水滴が沸々と蒸発したら、このタイミングで空き缶をつぶした。

また、空き缶を燃焼すると空き缶の塗料が燃え、臭いが発生する。この方法だと燃焼時間を短縮できるので臭いを軽減できた。

3) 火ばさみの使い方の練習

子ども達の中には、火ばさみを初めて見たり、使い方がわからない子どもが多い。そこで、空き缶つぶしの実験をする前に、火ばさみで空き缶をしっかり挟みスライドさせる練習が必要である。また、練習を怠ると空き缶を挟めず下に落としたり、飛ばしたりすることがあり非常に危険である。数分間の練習を行うこと

で、危険性を少なくし失敗を防ぐことができた。

4) カセットコンロの着火と消火

この実験では、カセットコンロの着火と消火の作業がある。空き缶をつぶすことだけに集中している子どもは、着火と消火の作業を忘れがちである。そこで、空き缶つぶしをしていない周囲の子ども(高学年以上)にカセットコンロの着火と消火の役割を与え共同作業をさせた。

また、この実験はカセットコンロを長時間使用しているため、ガスボンベが爆発を引き起こす可能性が高い。そこで、実験終了後は直ぐにガスボンベを取り外すことが大切である。

4. 科学教室に参加した子どもの感想

2002年度から2019年度まで活動してきた「実験工作キャラバン隊」や「まちかど土曜楽交」などの多くの科学教室で「空気と遊ぼう」と題して、空気の実験を実践した。科学教室終了後はアンケート³⁾をとり、参加した子どもたちからの感想や理解度を記述してもらった。

参加者の約70%が小学1年生～小学3年生で、低学年に集中していた。「おもしろかったですか」、「楽しかったですか」などの問いからは、約90%以上の子ども達が「おもしろかった」、「楽しかった」と回答し、大変好評を得ていることがわかった。

次に、小学4年生以上の子ども達の感想を示す。

- ・「空気天秤であそぼう」の説明で、改めて空気には重さがあることがわかった。
- ・空気は上からだけではなくて下からも横からも力がかかっていることがわかった。
- ・吸盤の中の空気がぬげ、外の大気圧に押されると吸盤がとりにくくなることがわかった。
- ・吸盤をスライドすると簡単にとることができた。
- ・周りの空気が減ることで風船がふくらんだ。
- ・当たり前なことが、科学的なことだったことがわかった。
- ・水を熱して蒸発させると、ほぼ真空状態にできるとは知らなかった。

記述のアンケートより子ども達の空気に関する理解が深まっていることがわかった。

5. 今後の課題

空気は目に見えないため普段から存在を意識することは少ない。ビニール袋を用いて空気を捕まえたり、風が吹いたり、暖かい空気や冷たい空気が流れてくる時、やっと空気の存在を感じることができる。空気だけではないが、小学生の頃から「空気」はものであることを気づかせることが大切であることが、今回の

子ども科学教室を通してよくわかった。空気の実験は工夫があれば、おもしろく、楽しい実験を行えることができる教材である。今後も空気に関するさまざまな教材開発が必要であると思われる。

本研究にあたり「実験工作キャラバン隊」の活動にご尽力いただきました、和歌山大学宮永健史名誉教授、石塚互先生他、多くの教員、卒業生、大学生の皆様方に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 青少年のための科学の祭典(近畿)実験工作教材集, 132-133(2009).
- 2) 青少年のための科学の祭典(大阪大会)ガイドブック, 60(2006).
- 3) 中村文子, 石塚互, 木村憲喜, 和歌山大学教育学部紀要(自然科学), **61**, 31-36(2011).