

科学実験教室実施報告「ミニ熱気球を飛ばそう」

進 悦子

愛媛県総合科学博物館 学芸課

〒792 愛媛県新居浜市大生院2133番地の2

はじめに

1995年8月20日(日), 小学校3年生以上を対象に, 「ミニ熱気球を飛ばそう」というタイトルで科学実験教室を実施した. ここにその内容を報告する.



実施内容

1. 対象：小学校3年生以上

2. 日時：1995年8月20日(日) 13:00~15:00

3. 参加人数：18人(定員20名)

4. 目的

ポリ袋を利用したミニ熱気球を飛ばして, 温められた空気が膨張し, まわりの空気より密度が低く, 軽くなることを確かめる.

実験内容

(実験1) 熱気球を作って飛ばす

ゴミ袋(ポリエチレン系)・エナメル線を使って熱気球を作り, 燃料(メタノール)を燃やして熱気球を飛ばす.

(実験2) 熱い水と冷たい水の位置の違いを調べる.

ビーカーの水をガスバーナーで熱し, 上と下の水の温度の違いをデジタル温度計で測る.

実験方法

(実験1)

〈熱気球を作る〉

- ポリ袋の口4か所に、4等分になるようにセロハンテープを貼り、そこに穴を開けてエナメル線を4本通して固定する。
- 4本のエナメル線を、二重にしたアルミホイルのカップに結びつけて、ポリ袋が膨らんだときのちょうど中心になる所にくるようにする。
- ポリ袋の口2か所にセロハンテープを貼り、そこに穴を開けてたこ糸を通す。

〈熱気球を飛ばす〉

- 脱脂綿をアルミホイルのカップに入れて、燃料をしみこませる。
- アルミホイルのカップをおおいかぶせるように袋を広げ、アルミカップの中の脱脂綿に火をつける。
- 袋が膨らんで、浮き上がるように感じられたら、手をそっと離す。(ゆっくり上昇しだす。天井につきそうになったり、バランスを崩しそうになったらたこ糸をひっぱって調整する)
- 燃料の火力が弱くなるとゆっくりと落ちてくるので、水を濡らした雑巾を広げてキャッチし、火を包んで消す。

(実験2)

- ビーカーに水を入れて、ガスバーナーで熱する。
- 2, 3分してから温度計でビーカーの上の部分と下の部分の水の温度を測る。
- 5分後、bと同じようにして測る。(沸騰しないようにする)

原理

温度を上げると、気体を構成している原子の乱雑な熱運動がより激しくなり、原子間の距離が押し広げられる(気体の熱膨張)。よって、気体を構成する物質の密度が低くなる。ポリ袋内の温められた密度の低い空気は、まわりの冷えた密度の高い空気に比べて軽くなるため、浮き上がる。

気体の圧力を一定に保ちながら温度を変化させていく。0℃での体積を V' 、 t ℃での体積を V とする。この間の体積変化 ΔV と温度の関係は、

$$\Delta V = V - V' = k V' t = V' t / 273 \quad (k = 1 / 273)$$

$$V = V' + \Delta V = V' \quad T / 273$$

$$V / T = \text{c o n s t} \quad (\text{シャルルの法則})$$

又、気球内の平均温度を気体の状態方程式を用いて産出することができる。(この実験教室では計算はしなかった)

$$\text{状態方程式} \quad P V = n R T = (\omega / M) R T$$

P : 気圧 1 (a t m) V : 気球内体積 約85(ℓ) T : 室温 $t + 273^\circ\text{C}$

R : 気体定数 0.082(ℓ · a t m / m o l · K)

M：空気の平均分子量 28.8

上の式より気球の体積分の外部空気の質量 ω が求まる．よって，気球が空気から受ける浮力 F_1 が求まる．

次に，ポリ袋，アルミホイルカップ，エナメル線の重力を F_2 とすると，気球内の空気の重力 F_3 は

$$F_3 = F_1 - F_2$$

で求まる．

再び状態方程式に F_3 を代入すると，気球内の平均温度 T' が求まる．（燃焼ガスが加わるが，空気と同じ分子量として近似する）

考察・感想

実験1の熱気球作り・飛ばす実験は4人1グループで行った．実験でポリ袋の中に熱した空気を入れ込むのに一人では難しい．一人がポリ袋を吊り下げのように持ち，もう一人がアルミカップの火の様子を見て，あとの二人が空気が入りやすいように火がかからないようにポリ袋の口を広げた．ほとんどのグループは成功して5分近く浮上したが，2つのグループはうまく浮上しなかった．エナメル線の固定がうまくいかず，アルミカップのバランスが取れなかったからだ．アルミカップのバランスが悪いと，燃料の火が傾いてポリ袋にかかり，ポリ袋がチリチリになってしまう．そして，ポリ袋が変形すると，うまく浮上しなくなるのである．失敗したグループはもう一度作って飛ばし，二度目で成功した．アルミカップのバランスについて，注意するべきだったかも知れない．けれども子供たちが失敗した原因を知って，もう一度チャレンジできたのは結果的によかったのではないだろうか．

実験2では，数分加熱したビーカーの水の上の部分と下の部分をデジタル温度計で測定し比較した．お風呂に入るとき，上は熱いのに下の方は冷たかったという経験があると納得がいく．実生活に関連することを例にとると，理解しやすい．空気の場合，エアコンの冷気は下にいくため家の2階は冷えない．ということがいえる．しかし，加熱しすぎるとビーカー内で対流が起ってしまうので，ちょうどいい頃合いに見せるのが難しかった．

この実験は，小学生には，学習という面で難しい．熱を加えると空気が膨張することを説明するためには，原子・分子の話をしなければならないからである．なぜそうなるのか詳しく知ってもらうためには，その学年で習ったことを超える新たな知識が必要とされる．新しいことを知るのは素晴らしいことだと思う．しかし，子供たちに予備知識がない分，かなりの準備をしなければならない．今回の実験では，物質は分子から構成されていることを説明した．そして熱を加えると分子が動きまわり膨張して，一定体積での空気分子の数が少なくなり軽くなることをイラストで説明した．

一番苦労したのが，熱気球本体に使うゴミ袋探しであった．適当な袋がなかなか見つからなかった．今回の実験では，高密度ポリエチレンの袋を使用した．お店には低密度のものがよく売られていたが，これでは熱ですぐ溶けて失敗してしまう．又，袋が厚いと重すぎて浮上しない．準備実験で，厚さが0.015mm以下で高密度ポリエチレンの袋が浮上可能なことがわかった．今度は子供たちの中で，いろいろな素材で試してどういう条件のもの

で浮くのか調べたり，気球の中の温度が何度になったら浮上するかを測ったりする等の実験を行い，同じ教材でいろいろな真実を追及出来るようにアレンジしていきたい。

参考文献

愛知・岐阜物理サークル編（1988）いきいき物理わくわく実験．新生出版．東京．38－39p.

左巻健男（1993）おもしろ実験・ものづくり完全マニュアル．東京書籍．東京．91－93p.

盛口 襄・高田博志（1990）いきいき化学アイデア実験．新生出版．東京．29p. 44－66p, 66p

理科教室編集部編（1984）楽しくわかる実験・観察．新生出版．東京．28－29p.