

身近にある不思議を理科の学習で解明する教材 ～「崖の上のポニョ」からつながるエネルギー領域の学習～

1 ポンポン船とは？

1950年代から1960年代にかけて、ブリキ（スズをメッキした鉄板）を用いて作られた玩具が流行しました。その一つがポンポン船です。縁日や駄菓子屋などでよく売られていて、お風呂に水を入れて遊んだそうです。

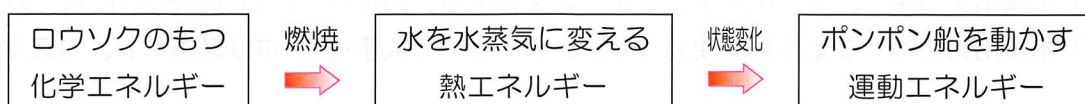


(市販品は1,000円程度)

2 ポンポン船はなぜ動く？

【エネルギー面】（難易度★☆☆）

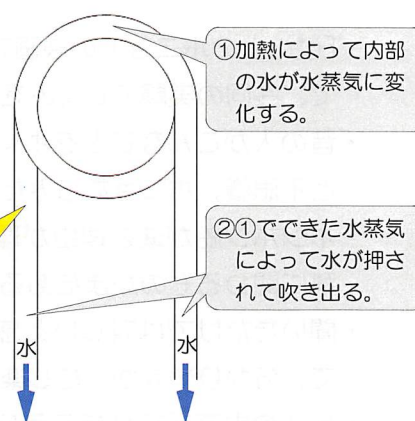
ポンポン船は、船底で燃料であるろうそくを燃やし、エンジン部に入っている水を水蒸気にして押し出すことで進みます。したがって、「エネルギーの変換」という点で考えると次のような流れになります。



【力学面】（難易度★☆☆）

エンジンの噴出口からエンジン内部の水を後方に吹き出します（作用の力）。すると、ポンポン船を浮かべている水槽の水から押し返される力が働きます（反作用の力）。ポンポン船が前進する理由は、この「作用・反作用の法則」によって説明できます。

耐熱ガラスで製作できると、内部の様子が観察できるのですが、特注になってしまいます…普通のガラス管は割れてしまうのでNGです。



【水の補給面①】（難易度★★☆）

エンジン内部の水を吹き出して進みますが、当然水がなくなると進めなくなります。しかし、ポンポン船は燃料がある限り前進します。なぜでしょうか？

加熱されてできた水蒸気は、パイプ内部の水やパイプが触れている空気によって冷やされて水に戻り、圧力が下がって水槽の水を吸い込みます（さらに、「慣性によって水が出過ぎてしまい、内部が陰圧になる」という要因もあります）。これによって水が補給されます。ポンポン船が振動しているのは、「水を吹き出す」→「水を吸い込む」という運動を繰り返しているためです。

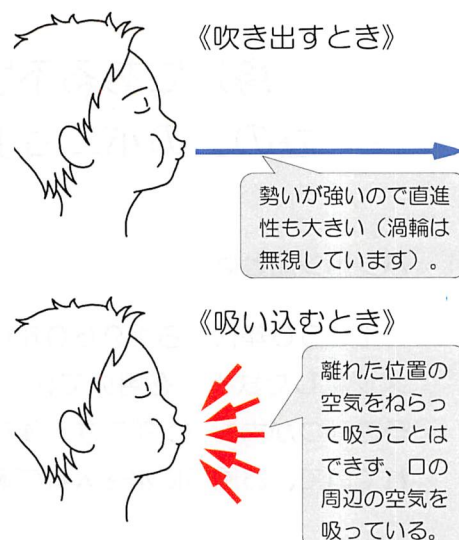
説明はなかなか難しいですが、大科学実験「進め！ポンポン船」（NHK）でエンジンのしくみを解説する実験を見ると、原理を直感的に理解することができます。

【水の補給面②】（難易度★★★）

さらに深く考えます。ポンポン船は水を吹き出すときに前進します。では、水を吸い込むときに後退しないのはなぜでしょうか？

手のひらを顔の前に出して、息を吹きかけてみましょう。手に息が当たるのを感じます。では、吸い込んだときはどうでしょう。手の周辺の空気が吸われているように感じますか？このときは、手の位置がよっぽど顔に近くなければそのように感じません。これは、離れた位置にある手の周辺の空気ではなく、口の周辺の空気が吸われるからです。

ポンポン船も同様に、吹き出すときはまっすぐ後ろに水が出ますが、吸い込むときは噴出口周辺の水が入るため、ポンポン船に働く後ろ向き力は前向きに働く力に比べてとても小さいものになり、結果として後退はしないのです。



3 ポンポン船の作り方（ショットボトル缶が0円なら、単価は70円程度です。）…別紙参照

〔材料〕ショットボトル缶（口は広くても可）

- 銅orアルミニウムパイプ ・直径3mm×25cm。切断には金属用のノコギリを使用。
- ・アルミニウムは安価だが、曲げるときに潰れやすいので注意。

エナメル線（銅線でも可）、画鋸

〔工具〕金属用ノコギリ、金属用ヤスリ、^{きり}錐、単2乾電池、油性ペン、カッターナイフ、はさみ

〔他〕木炭用着火剤（ジェル状が使いやすい、ダイソーで入手可）、ポリスポイト、ガスマッチ

4 授業を受けた本校生徒の感想

- ・「崖の上のポニョ」の映画を見たときに、この船はどうなっているんだろう？と疑問を感じたので、今回の実験でしくみを知ることができて良かったです。
- ・昔の人がこんなことをよく思いつくなと感心した。このような簡単なつくりで船が進むと思うと不思議。ポニョたちみたいに乘ってみたい。
- ・ポンポン船が進む理由が理科とすごく関係していて驚いた。何気なく見ているものの中に、理科に関わるものがまだあるのではないかと思った。
- ・聞いただけでは難しいと感じる内容だったが、おもちゃという自分に近いもので実験できたので、分かりやすかったし楽しかった。
- ・生活の中で「なぜだろう？」と思ったことを、実際に実験で確かめることにより理解が深まった。また、いろいろなことに興味をもとうと思った。

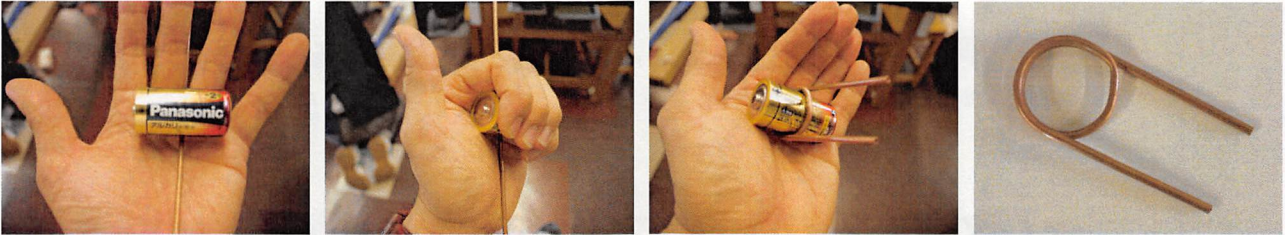
「授業で使いたい！」というご要望があれば、大科学実験「進め！ポンポン船」を収めたBD-Rをお貸しします（著作権法により複製はできません）。吉田までご相談ください。

3 ポンポン船の作り方（ショットボトル缶が0円なら、単価は70円程度です。）

〔作り方〕

- ① 銅パイプの中央に単2乾電池を当て、てこの原理を利用して1回転させた輪（スターリングエンジン）をつくる。

※写真のように、利き手と反対の手で乾電池を握り、中指と薬指の間から銅パイプを出し、銅パイプを折るようになって曲げていくと綺麗な曲線になります。



- ② ショットボトルの底面に油性ペンで固定用のエナメル線用とエンジン用の穴を開ける位置の目印を書き、錐を使って穴を開ける。

※エナメル線用の穴は小さくてもよい。エンジン用側は、まずエンジンと同じ幅に印をつけてから、エンジンの直径（3mm）とほぼ同じ大きさの穴を開ける。



- ③ ショットボトルの側面（ポンポン船の上部、中央はエナメル線固定用の穴）に油性ペンで切り取り用のガイドライン（側面の半分程度）を書く。

- ④ ガイドラインにカッターナイフで切れ込みを入れ、そこにはさみを入れて側面を切り取る。

※ケガ防止のために、切断面は金属ヤスリで削っておくとよい。

- ⑤ ショットボトルの内側から、①のエンジンを差し込む。



- ⑥ エナメル線を適当な長さに切り、エナメル線用の上部の穴を通してエンジンの両側面を結び、エンジンを斜め上向きにして固定する。

- ⑦ ④で切り取ったショットボトルの側面を適当なサイズに切り、フタを画鋏で固定して、燃料入れを作る。

- ⑧ スポイトでエンジンに水を入れる。片側から水を入れて、反対側からあふれ出させるとよい。

- ⑨ ⑦に木炭用着火剤を入れ、本体を水に浮かべる。

- ⑩ ガスマッチで着火し、ポンポン船が運動する様子を観察する。



豊島区立駒込中学校
主幹教諭 吉田 勝彦
progress_ky75
@yahoo.co.jp