

水にうく力 しずむ力

松山市立北条小学校 第3学年 岡 本 大明生

1 研究の動機

1年生の理科自由研究ではゴムの力で進む船、2年生ではポンポン船を作り、長い距離を速く進む船を作る研究を行った。次に研究したいものがなかなか見つからなかったが、母と観た映画に出てきた潜水艦を見て、今年は、水中を進むかっていい潜水艦を作りたいと考えた。

2 研究の目的

水中のちょうどよい位置を走る潜水艦を作りたいと考え、研究の目的を「実際に潜水艦を作ったり、潜水艦の仕組みを調べたりして、自分だけのかっていい潜水艦を作って走らせよう」と設定した。

3 研究の内容

- (1) 設計図を考えて潜水艦を作り、走らせてみる
- (2) 水の中で浮かこうとする力（浮力）について調べる
- (3) 本物の潜水艦を見たり、仕組みを調べたりする
- (4) 研究したことを基に、潜水艦を作る

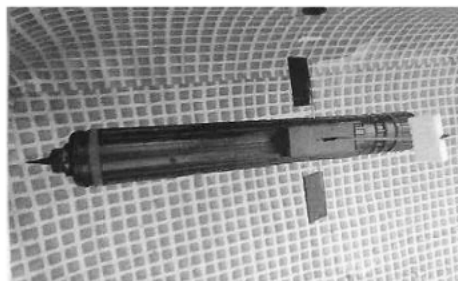


図1 自作の潜水艦

4 研究の実際

- (1) 設計図を考えて潜水艦を作り、走らせてみる

身近にある物を使って潜水艦を作り、お風呂やプールに水をためて走らせた。実験結果から改善点を考え、改良を加えた。

① 潜水艦第1号

【方法】 1.5Lペットボトル・プラダンの羽・水中モーターを使った。そのままでは水に浮くため、ペットボトルの中に水を入れて走らせた。

【結果】 はじめは水中に沈んで進み始めたが、すぐにくるくると回り出しうまく進まなかった。プラダンの羽のバランスが悪いと考え、羽を取り外してみたが、船体が傾いてしまい、中に空気が入り浮いてしまった。モーターのバランスが悪いと考え、モーターを一つから二つにしてみたが、バランスがとれなかった。

【考察】 結果から、「ペットボトルの大きさ」「モーターの固定方法」「船体の重さ」に改善が必要であると考えた。

② 潜水艦第2号

【方法】 500mLペットボトルを使い、モーターを船体の後方下部に吸盤で固定した。船体前方に取り付ける部品の素材を変える、重りを入れる等、改善方法を考え、試行を繰り返した。

【改善方法と結果】

ア 重りを12g、15g、27gと変えてみたが、

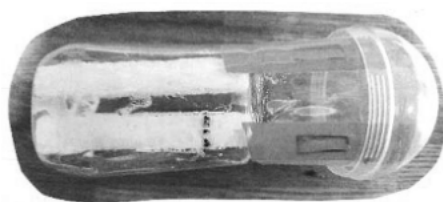


図2 潜水艦第2号（上の部分）

- どの重さでも船体前方が浮いてしまった。
- イ 前方部品の素材をペットボトルと同じプラスチック素材に変え、ペットボトルに水を全部入れると、回転してうまく進まなかった。
- ウ 水の量を少なくすると、中の空気が移動してバランスがとれなかった。
- エ 空気の代わりに発泡スチロールをペットボトルの中の上部に張り付けたところ、船体の上部が少し水面に出たが、ほとんど水中につかったまま水平を保って進んだ。
- オ 船体を重くするために、ガラスの石を入れたところ、ガラスの石が中で動いて傾いてしまった。
- カ 発泡スチロールを小さくし、バランスを取るために船体内側上部2か所に張り付けたところ、底の少し上を水平に走らせることができた。
- 【考察】 水中で船体の浮く力と沈む力がちょうどよくなったら、水中のちょうどよい所を走る潜水艦が作れるのではないかと考えた。

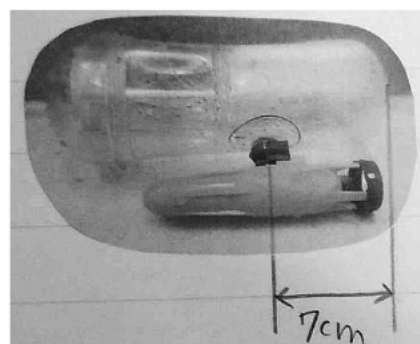


図4 潜水艦第2号(横)

(2) 水の中で浮こうとする力「浮力」について調べる

研究を進める中で知った「浮力」について、四つの実験を行った。

① 実験1「どんなものが水に浮くのか。」

【方法】 水に浮きそうなもの(ゆで卵、アルミ缶、トマト、輪ゴム等)と水に沈みそうなもの(生卵、ビン、ジャガイモ、はさみ等)を同量の水に入れ、浮くか沈むか調べる。重さとの関係を調べるため、重さを計測しておく。

【予想】 軽いものは水に浮いて、重いものは水に沈むだろう。

【結果】

水に浮いたもの(重さg)		水に沈んだもの(重さg)	
なす(176g)	凍ったバナナ(123g)	トマト(111g)	にんじん(108g)
バナナ(101g)	ドッジボール(310g)	生卵(60g)	キウイフルーツ(94g)
ろうそく(103g)	軟式ボール(129g)	ゆで卵(60g)	ジャガイモ(81g)
オクラ(8g)	硬式ボール(149g)	小石(4g)	はさみ(193g)
りんご(271g)	水を吸わせたスポンジ	ビー玉(21g)	はさみ(45g)
輪ゴム(2g)	空のスチール缶(21g)	硬貨	ガラスペーパーウェイト(158g)
わりばし(2g)	空のアルミ缶(36g)	1円玉(1g)	ガラスの置物(5g)
コルク(44g)	空のガラス瓶(ふた付256g)	5円玉(4g)	瓦の置物(24g)
スポンジ(8g)	凹面を下向きにした貝(34g)	10円玉(5g)	水が入ったガラス瓶(734g)
軽石(3g)		50円玉(4g)	消しゴム(10g)
		100円玉(5g)	スチール缶(221g)
		文鎮(24g)	アルミ缶(462g)
		硯(43g)	凹面を上向きにした貝(34g)

【考察】 水に浮くものに重さとは関係ないことが分かった。容器を使ったものは、中に液体が入ったものは沈み、空気が入ったものは浮いたことから、中に入っているものが関係していると考えられる。また、トマトのように水分の多いものやガラス・鉄でできたものが沈んだことから、水に沈むかどうかは素材が関係しているのではないかと考えた。素材について調べてみると、銅やアルミニウムなどの金属、粘土や石、土、炭酸カルシウムは、水に沈むことが分かった。

【追加実験とその結果】

ア アルミ缶、スチール缶、ペットボトル、ペットボトルのキャップの破片を水に入れた。すると、ペットボトルのキャップだけ水に浮いた。調べてみると、プラスチックの種類によって、水に浮くものと沈むものがあることが分かった。

イ 素材の大きさをそろえて、同じ大きさ（一辺1 cmの立方体）での重さを調べた。結果、水1 g、木0.7 g、消しゴム1.7 gだった。

【考察】 同じ大きさ（一辺1 cmの立方体）で比べたとき、水1 gより軽いと浮いて、水1 gより重いと沈むことが分かった。自分の体はどのくらいなのだろうと疑問が湧いた。

② 実験2 「ぼくの体は本当に浮くのか。」

【方法】 浴槽に水をいっぱいに入れ、頭までそっと入ってからそっと出る。2 Lペットボトルで浴槽いっぱいまで水を入れ、溢れた水の量を量ることで、自分の体積を出し、計算して1 cm³の重さを求める。

【結果】 溢れた水の量：2 L×14=28 L

$$28 \text{ L} = 28000 \text{ cm}^3$$

$$\text{体重} : 25.9 \text{ kg} = 25900 \text{ g}$$

$$1 \text{ cm}^3 \text{の重さ} : 25900 \div 28000 = 0.925 (\text{g})$$

【考察】 自分の体は、水より軽いから浮くはずだ。浴槽に入って試したところ、なんとか浮くことができた。

【追加実験とその結果】 自分の体を支えられるいかだを作りたいと考えた。自分の体重（25.9 kg）を支えるには、合わせて26 L以上のペットボトルが必要なので、5 Lペットボトル5本と4 Lのペットボトル1本を使っていかだを作り、浮くかどうかを確かめた。結果、自分の体を支えることができた。



図4 自作のいかだ

③ 実験3 「魚はどうして水中を上手に泳げるのか。」

【方法】 ア 飼っている熱帯魚のひれの様子を観察する。

イ 鯛の体のつくりを観察する。

ウ 浮袋についてインターネットで調べる。

【結果】 魚の体には「浮袋」があり、その中の空気の量を調整することで浮力を調整することができることが分かった。また、魚の生き方によって浮袋の大きさや形が違うことが分かった。

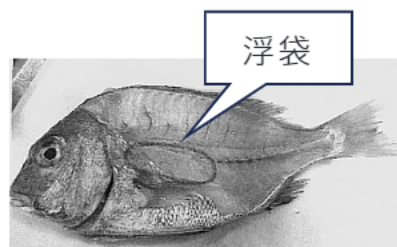


図5 鯛の体のつくり

④ 実験4 「水と海水では違いがあるのか。」

まだ泳げなかったころ、海の方が浮きやすいからと父が海に連れて行ってくれたことを思い出した。そこで、海水1 cm³の重さを調べることにした。

【方法】 ア 海水を1 L升に入れて重さを量り、計算して1 cm³の重さを求める。

イ 水に沈んだものを海水に入れて、浮くかどうかを調べる。

【結果】 ア 海水1 Lの重さ：1021 g

$$\text{海水} 1 \text{ cm}^3 \text{の重さ} : 1021 \div 1000 = 1.021 (\text{g})$$



図6 水に沈み、海水に浮く様子

イ 水には沈み、海水には浮くものがあった。

【考察】 水よりも海水の方が重いので、海水の方が浮きやすいことが分かった。

(3) 本物の潜水艦を見たり、仕組みを調べたりする

【方法】 広島県にある「てつのくじら館」に行き、潜水艦に浮力がどのように使われているのかを調べた。

【結果】 潜水艦は、タンクの中に海水を入れたり出したりして重さを変えて浮力を調節することで自由自在に沈んだり浮いたりできることが分かった。

【考察】 本物の潜水艦の仕組みは分かったが、空気や水を出し入れして浮力を調節する潜水艦を作るのは難しそうだと感じた。てつのくじら館には、これまで研究してきた浮力や水に浮くもの・沈むものについて分かりやすく展示されており、実験したことを再確認できた。

(4) 研究したことを基に、潜水艦を作る

ペットボトルだと、本体とふたの素材が違うことやその形状からバランスをとるのが難しいと考えた。そこで、同じ素材で形が筒の

ようになっているもの（書類ケース）で作ることにした。

【方法】 本物の潜水艦のように浮いたり沈んだりできるようにするため、自動浮沈装置を作り、取り付ける。

【結果】 潜水艦の中の水や空気の量を調節したり、自動浮沈装置が少しの力で動くように改良したりして、水中をうまく走らせることができた。

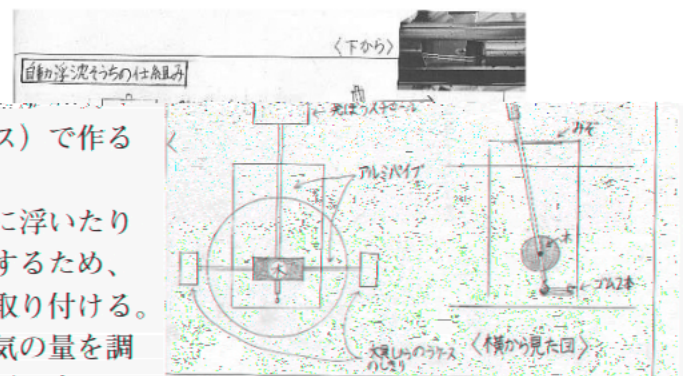


図7 自動浮沈装置の仕組み

5 感想

潜水艦を作りたいという思いでスタートしたが、初めはうまくいかないことばかりだった。特に浮力については、まだ学校で習っていないことだったので、難しくて、実験を通して少しずつ理解した。今まで全く知らなかったことを知ることができてうれしかった。今回の研究で一番大変だったことは、水中のちょうどよい位置を走る潜水艦にすることだった。本物の潜水艦を見に行ったり、その仕組みを調べたりして、身近にあるもので、できるだけリアルな潜水艦を作れないかと父と一緒に何日もかけて完成させた。水中を本物の潜水艦のように走ったときは、家族みんなで大喜びした。また、この研究を通して、ぼくの身の回りにも浮力を利用しているものがたくさんあることに気付くことができた。これからも発見の喜びや楽しさをたくさん味わっていきたい。

6 参考文献

【ホームページ】 菊間町窯業協同組合、造幣局、小学館 キッズペディア科学館
「ひれのはたらき」大淀川学習館、「うきぶくろ」魚食普及推進センター
「プラスチックのはてな」小中学生のための学習支援サイト
「ペットボトルとキャップの分別」インターネット Quarterly OCEAN Vol.2