

船はどちらに動くか

白川雄三 長岡佑典 橋本佳祐
矢部慎二 米本聖哉

概要

「舟に大型扇風機をのせて、帆に風を送ります。船はどちらに動くでしょう。」この問題を解くために僕たちは台車を作り実験を行った。その結果、帆の大きさと帆の距離によって進む方向は異なり、どちらの方向にも進むことが分かった。プロペラが単位時間当たりに送り出す風の質量を m 速さを v とする。すると、この実験における理想的なモデルは次の図のようになる。このとき、羽根が受ける力積は mv 、帆が受ける力積は最高で $2mv$ であり、右へ動くことは十分に可能である。

「A large-scale fan is put on the boat, and the wind is sent to the sail. The ship will move to either.」We made the truck and experimented to solve this problem. As a result, it has been understood that it differs, and it advances toward either direction a direction advanced according to the size of the sail and the distance of the sail. The mass of the wind that the propeller sends off to the unit time hit is assumed and m is assumed to be a speed. an ideal model in this experiment is shown in the following figure. At this time, it is possible enough rikiseki that the shuttlecock receives is mv , and to be the highest, $2mv$ rikiseki that the sail receives, and to move right.

実験方法

1) 舟をイメージした台車を作る。

(2) 電源装置を使い、モーターでプロペラを回し、台車の動きを観察する。

①帆をつけない時の運動のようす

②13 c m四方の帆をつけた時の運動のようす

③19 c m四方の帆をつけた時の運動のようす

④26 c m四方の帆をつけた時の運動のようす

⑤(2)~(4)の場合において帆の位置を変えた時の運動の変化のようす

目的

- ・ ①~⑤の場合のとき、台車の動きがどう変化するか調べる。
- ・ それぞれの結果の違いを見つけ、その理由を考える。

仮説

- ・ ①の時は台車が受ける力はプロペラが空気に及ぼす力の反作用のみなので台車は左に動くと思われ。
- ・ ②~⑤のとき帆がプロペラの風を受けるので台車には下の図のような2力が働

く。しかし、プロペラが送る風よりも帆が受ける風のほうが、弱いと考えられるので、力 $A \geq B$ となり②～⑤のいずれの場合も台車は左に動くと考えられる。

- また、帆が大きいほど、またプロペラと帆の距離が小さいほど力 B は大きくなるので台車の速さは遅くなると予想される。

距離(センチ)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
①帆無し	左に動く											
②帆 1.3cm	右に動く		静止する				左に動く					
③帆 1.9cm	右に動く						静止		左に動く			
④帆 2.6cm	右に動く											

考察

- 実験結果は予想とは大きく異なった。台車は右にも動いているので予想したような力の関係は成り立っていないことになる。そこで、いろいろ調べた結果この実験は、空気が帆に衝突している運動としてみるができるため、衝突の運動の際に用いられる力積の観点から考えてみる。
- プロペラが単位時間あたりに送り出す風の質量を m 速度を v とする。すると、この実験における理想的なモデルは次の図のようになる。このとき、羽根が受ける力積は mv 、帆が受ける力積は最高で $2mv$ であり、右へ動くことは十分に可能である。
- しかし、これはあくまでも理想的なモデルであり、実際には常にこうなる訳ではない。帆の大きさが小さいほど、前の図における風の質量 m の値は小さくなり、帆がプロペラから離れるほど、風の質量 m 、速度 v の値はともに小さくなるので、左向きに進む速度は小さくなる。

そしてその結果

力 $A (mv) < 力 B (最高で 2mv)$ の時、台車は右に進み、

力 $A (mv) = 力 B$ となった時、台車は停止、

力 $A (mv) > 力 B$ となった時、台車は左に進む。

つまり、大型扇風機を載せた舟はどちらの方向へも進む事ができる。

このような原理は飛行機のエンジン等に利用されている。この図のように、エンジンのガス排気口のすぐ後ろにあるガス遮蔽版をせり出すだけで逆推進力が生じるのだ。