

## ボトルフリップの成功条件～ペットボトルの大きさから考える～

物理班:野口 翔生、湯川 竜慈、福本 侑生

### Abstract

We investigated the feasibility of performing bottle flips with various PET bottle volumes and to improve the success rate of PET bottle flips with 500 ml in this study. In conducting the experiment, we made our own bottle flip device. In "Experiment 1," the experiment was conducted under the same conditions as in the previous study except for the device, but because the success rate was low, we believed that there was a problem with the device. Investigation revealed problems with friction, angles, and height related to the device. Therefore, the above points were improved and a new device was created. In "Experiment 2," it was found that success is likely to be achieved at  $65.5^\circ$  for a 500 ml PET bottle. "Experiment 3" showed that there is an appropriate amount of water for each PET bottle. From the above, we can say that the conditions for a successful bottle flip are a combination of the potential energy used to rotate the bottle and the height at which the center of gravity of the water is at the bottom of the bottle and at the same time the bottle reaches the ground.

### 要約

本研究では、様々な容量のペットボトルを用いたボトル・フリップの実現可能性を調査し、500mlのペットボトルを用いたボトル・フリップの成功率を向上させることを目的とした。実験を行うにあたって、独自のボトルフリップ装置を作成した。《実験1》で装置以外は先行研究と同じ条件で実験を行ったが、成功確率が低かったため装置に問題があると考えた。調査したところ装置に関する摩擦、角度、高さの問題が生じていた。そのため以上の点を改善し、新たな装置を作成した。《実験2》では、500mlのペットボトルに対して $65.5^\circ$ で成功しやすいことがわかった。《実験3》では、それぞれのペットボトルに対して適切な水の量があることがわかった。以上のことからボトルフリップを成功させる条件は、回転するために用いられる位置エネルギーと、水の重心がボトルの下部になるとボトルが地面に着くのが同時になる高さの兼ね合いであるといえる。

### 1. はじめに

友達とボトルフリップをしているときに、もっと成功率を上げたいと思ったことはないだろうか。ボトルフリップとは、ボトルの中に水を入れ、それを回転させて立たせるという遊びである。ボトルフリップでは、流体力学や、斜方投射、角運動量、向心力、重力の概念を含む複雑な物理現象が働いている。私達は、この遊びの中で、ボトルの大きさによって、確率の高い水の量が変わってくるのではないかと考えた。そこで、ボトルフリップの装置を作成し、ボトルの大きさに対する確率の高い水の量を調べ、ボトルの大きさと水の量の関係を明らかにする。

### 2. 研究手法

人が行うとどうしてもブレが生じてしまうため、我々は実験装置を作成した。

【図1】

制作方法は以下の通りである。

・材料(力学スタンド、木材、椅子)、フックを用意する。

《実験1》

①500mlの底が四角いペットボトルを用意する。

②ペットボトルに150mlの水を入れ、実験装置【図1】を用いて【図2】の位置関係で300回ボトルフリップを行う。

《実験2》

①500mlの底が四角いペットボトルを用意する。



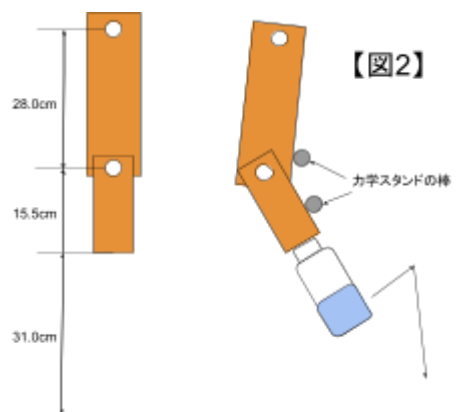
・材料(力学スタンド、木材、椅子、金属棒、分度器)、フックを用意する。

・【図2】のような位置関係で組み立てる。

②実験装置【図3】(【図1】では摩擦などにより正確に測れないため改良した)を用いて300回ボトルフリップを行う。

③ペットボトルを放す角度を変化させ、成功する確率の高い条件を調べる。

【図3】



#### 《実験3》

①350ml,500ml,600ml,1000mlのペットボトルを用意する。

②実験2で調べた成功する確率の高い条件で、実験装置を用いて100回ボトルフリップを行う。

③また、容量の大きいペットボトルの成功率を検証するために、装置全体の台に乗せて高さを変え、実験を行った。

### 3. 結果

#### 《実験1》

500mlのペットボトルでの成功した数は300回中4回で1.3%という結果になった。

先行研究では、同じ水の量の入った500mlのペットボトルでの成功確率が約60%であったため、実験装置に問題があるのではないかと考え、装置の改良を行うことにした。

#### 《実験2》

成功しやすい角度は65.5°ということがわかった。また、成功した数は300回中57回となり、確率は19%だった。

#### 《実験3》

高さ*体積	350ml	500ml	600ml	1000ml
0.7倍	10%	0%	0%	0%
1.0倍	8%	19%	0%	0%
1.2倍	12%	6%	18%	0%

### 4. 考察

#### 《実験1》

1. 腕の関節部分と腕を取り付ける部分の摩擦によってペットボトルを回転させる速度が足りなかった。※腕とは、回転するために必要な、ペットボトルをぶら下げる2つの板を指し、関節部分とは、それをつなげるために板に穴を開けネジを挿した部分のことを指す。

2. 腕と木材の当たる部分の角度が大きすぎるとこの木材にあたってしまったり、小さすぎると、前に飛んでいったりしてしまった。

3. 腕を放す角度が毎回異なったため、成功して、同じ条件でやろうとしても、同じ結果にならなかった。

#### 《実験2》

1. 円板を固定できなかったために、角度の正確な固定ができなかった
2. 木材間に距離があった。

#### 《実験3》

0%になっているのは、その大きさのペットボトルを着地までに回転させる力と高さが足りていない。  
500ml、600mlは、それぞれ適した高さがある。  
350mlは、容積の小ささから、水による重心の位置変化が小さく、どの高さでも立ちやすい。

### 5. 結論

実験②、③より、ボトルフリップを立たせる条件は、

- ・65.5° の角度で行う
- ・体積に対して適切な高さで行う

であると考えられる。今回の実験では、底面積を考慮せずに実験を行った。今後は底面積も考慮してより大きさの関係性について研究したい。また、水に色をつけて、水の動きについても調べたい。

### 6. 参考文献ならびに参考Webページ

“ペットボトルフリップ成功率向上のための条件の検討.” 宮城県仙台第三高等学校,

[https://sensan.myswan.ed.jp/cabinets/cabinet\\_files/download/15714/01fadb715d9b8671519c90051f6ee0c9?frame\\_id=504](https://sensan.myswan.ed.jp/cabinets/cabinet_files/download/15714/01fadb715d9b8671519c90051f6ee0c9?frame_id=504). Accessed 7 February 2024.