

ペットボトルフリップ成功の秘訣

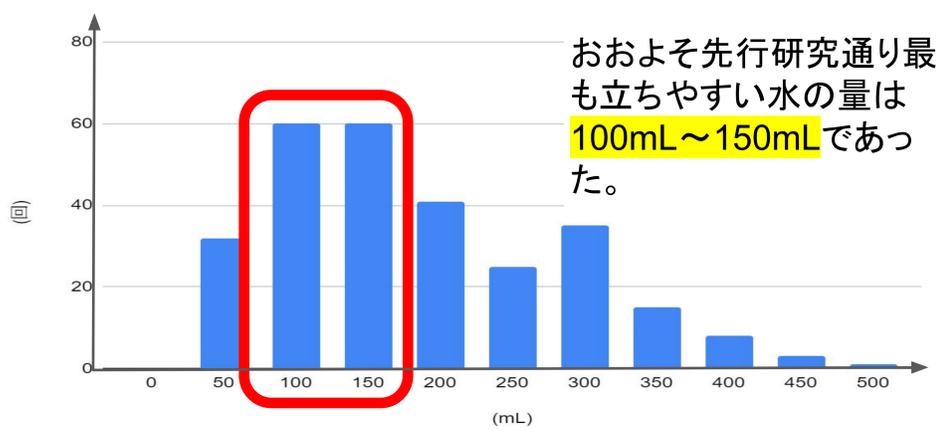
～成功のカギは重心にあり～

1. 研究目的

学校でペットボトルフリップが遊ばれており、自分たちでやってみると成功時と失敗時で差が出た。私たちは成功するときどのような力が働いているのか、また、どのような状況なら成功率を上げることができるのかに着眼し、**ペットボトル内の水の量を変化させて、重心の位置と成功率の関係**について調べることにした。

2. 予備実験

先行研究からペットボトルに対して $\frac{1}{4}$ ~ $\frac{1}{3}$ (500mLの場合125~166mL)の量の水が入っている場合に成功しやすいことが知られているので、検証するため0mLから500mLまで50mL間隔で水の量を変え、各100回ずつ投げる実験を行った。



3. 仮説①

「ペットボトル全体の重心が低いときに立ちやすい」と考えると、重心が最も低くなるのは100mL~150mLのときである。この仮説を検証するために、**実験①**では、ペットボトルの水の量と重心の位置をシミュレーションした。

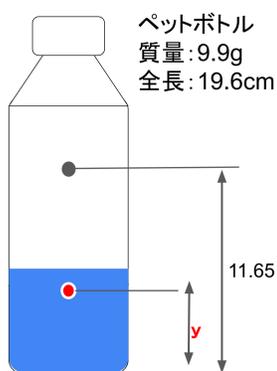
4. 実験①

500mLペットボトルに水を入れ立たせた状態をモデル化し、ペットボトルの重心の位置をシミュレーションした。

<重心の位置を求める式>

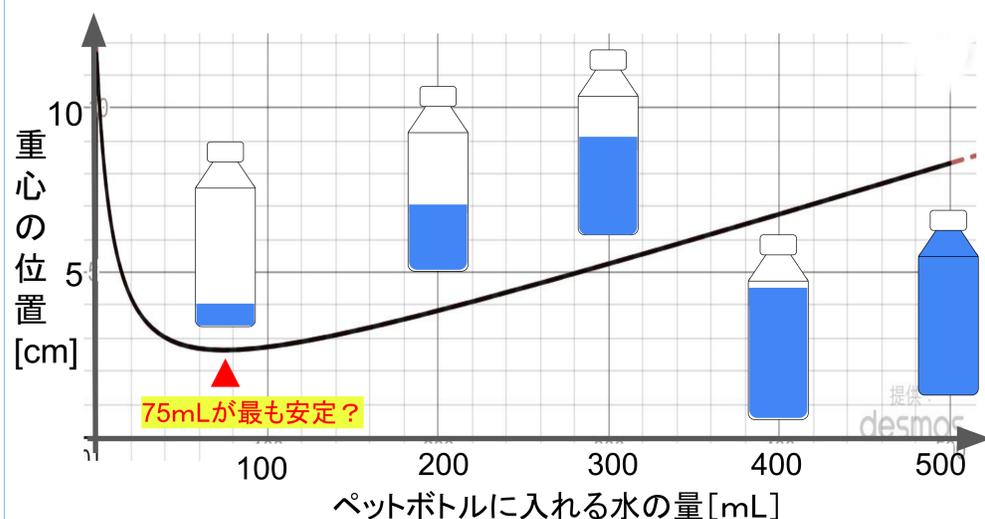
$$y = \frac{9.9 \times 11.65 + x(x/50 \times 0.8 + 0.25)}{9.9 + x}$$

※ yは全体の重心, xは水の量(mL)



【シミュレーションの結果】

使用ソフト: Desmos



水の量が**75mL**前後の時、重心が最も低くなる。

5. 仮説②

「一定の力でペットボトルフリップをしたら、理論値の75mLのときに最も成功率が高くなる。」と考え、一定でペットボトルを投げることができるペットボトルフリップ装置を作成して、検証実験した。

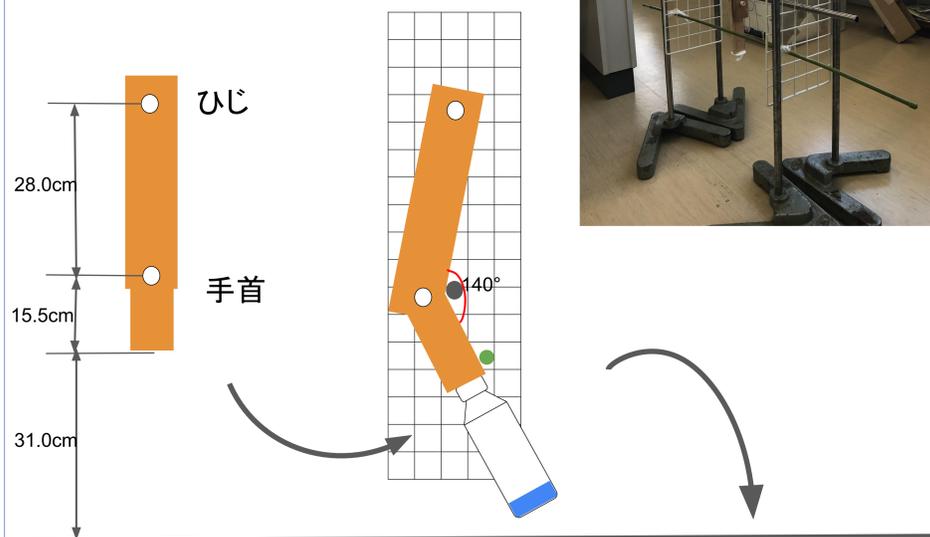
6. 実験②

ペットボトルフリップをする際の力を一定にできる機械を作成し、それを用いてペットボトルを投げ運動の様子を観察し、どの水の量が最も立ちやすい量となるのか検証した。

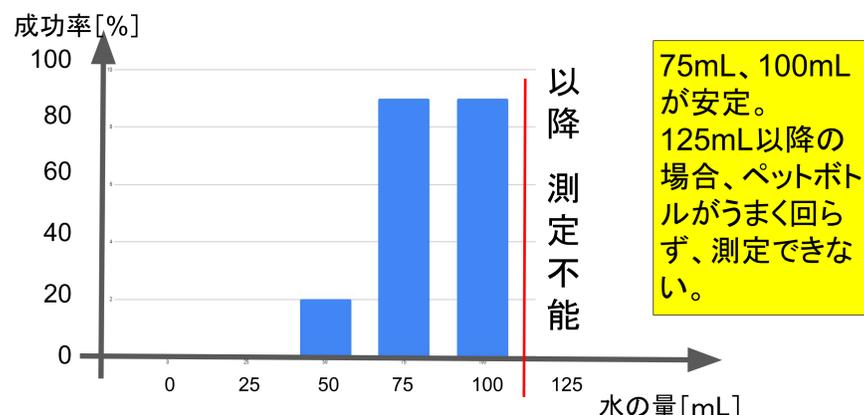
ペットボトルフリップ装置の作成

肘から指先までの長さをもとに腕をモデル化したペットボトルフリップ装置を設計して、作成した。

設計図



実験結果



7. 考察

おおむね仮説通りの結果となったので、実際に重心の位置の低さが立ちやすさの要因になっていると考えられる。しかし、**実験②**で装置を作って何度か投げたが、必ず成功する状態にはできなかったことから、水の動きも成功に影響する重要な要素であると考えた。**実験②**の装置で測定限界があるので、人間の手ではスナップ時に力を加えていることが考えられる。また、ボトル全体も回転運動していることから、成功のための要素が複数あると考えられる。

8. 参考文献

<https://www.desmos.com/calculator/pkisdjsj63y>
[Water Bottle Flipping – Bottle Flip Challenge Drives Parents Crazy 科学実験データベース https://www.proto-ex.com/data/810.html](https://www.proto-ex.com/data/810.html)
[Water Bottle Flipping Physics American Journal of Physics 86 \(10\): 733-739.](https://doi.org/10.1119/1.15111)