

液体無駄なく注ぎ隊

宮城県仙台第三高等学校

ペットボトルなどの何らかの容器から液体を注ぐとき、液体が脈動をし、着地点がずれて液体がこぼれてしまうことがある。そこで、私たちは2つの実験を行った。まず、液体を注ぐときに起きる脈動の大きさをうねりと定義し、注ぐ角度の変化によってうねりがどのように変化するかを調べた。実験1では、注ぎ口の位置が左下のときは角度が大きくなるほどうねりの平均が大きくなり、右上のときは角度によって大きな変化は見られなかったが、一貫して左下の時よりうねりの平均は小さくなった。実験2では、角度が大きくなるにつれて液体のはねた量は指数関数的に増加することがわかった。これらの実験より、私たちは液体を注ぐときの角度は、 40° が最適であると考察した。

1. 背景

私たちは、日常的にペットボトルや紙パック、あるいは他の容器から液体を注ぐ事が多くある。そこで、液体を注ぐときに液体が脈動し易い容器と脈動しにくい容器があることを発見した。また、脈動し易い容器では、着地がずれやすいために液体がこぼれてしまうことがあった。特に幼い子供や女性が液体を注ぐときは、筋力の不足と脈動によって容器が安定しなく、よりこぼれやすくなってしまうことが顕著であった。更に、注いだときに液体がはねて、コップから飛び出してしまうという問題点も上がった。私たちは、脈動しやすい容器と脈動しにくい容器についての探求と、脈動し易い容器でできるだけ脈動を抑えるための注ぎ方についての調査、液体が大きくはねる注ぎ方についての調査を行うため、複数の形状の容器を用いた実験を行った。実験1では、注ぐ角度と注ぎ口の位置を変化させる対照実験を行い、脈動の大きさの平均と注ぎ終わるまでの時間を測定した。仮説として、私たちは脈動の大きさは注ぐ角度に依存しないが注ぐ角度が小さいときには、脈動のなくなる時間があるのではないかと考えた。理由としては、液体の脈動は液体によって空気の通り道が塞がれ、液体と空気の入れ替わりが無理矢理に行われているときに起こるのではないかと考えたからである。実験2では、注ぐ角度の違いによるコップからはねて飛び出す液体の量の変化について調べる実験を行った。仮説として、飛び出す液体の量は液体の速度に依存するのではないかと考えた。

2-1. 実験1

目的: 容器の口の位置と角度による液体のうねりの変化を調べる。

これを調べるために、以下の実験を行った。

実験方法: 縦8.8cm横8.8cm高さ22.5cmの直方体の容器を用意する。(fig.1)



fig.1 使用した容器

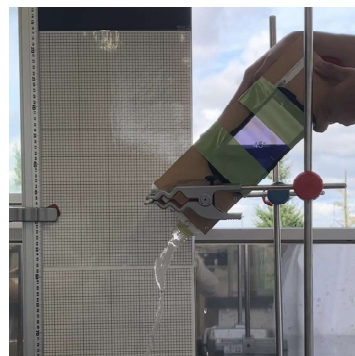


fig.2 実験装置

実験装置1(fig.2)(実験スタンドに容器の固定台と角度測定機を付けたもの)を用いて口が右上にある場合と左下にある場合それぞれについて、5度ごとの角度の変化におけるうねりの大きさの変化を比較した。

比較方法: 図のように装置の奥に1cm×1cmのラミネート加工した方眼シートを設置し、注いでいる状態を動画を撮影し、うねりの大きさを撮影した動画を用いて測定する。なお、うねりの大きさは向かって右側の端のマスを1マス目として、水が最も左に振れたときと右に振れたときの値の差によって求めた。記録した値の平均をとり、角度と口の位置それぞれによってまとめ、比較した。

2-2. 結果・考察

〈結果〉

口が左下にある場合(fig.3)は角度が小さいほどうねりが大きく、40度から60度はうねりと角度の相関は見られなかった。(fig.4)

口が右上にある場合(fig.5)は角度が小さいほどうねりのなくなる時間が長く、うねりと角度の相関は見られなかった。(fig.6)

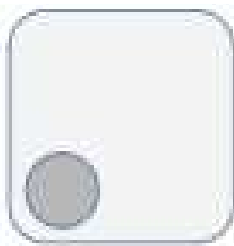


fig.3 口が左下の模式図

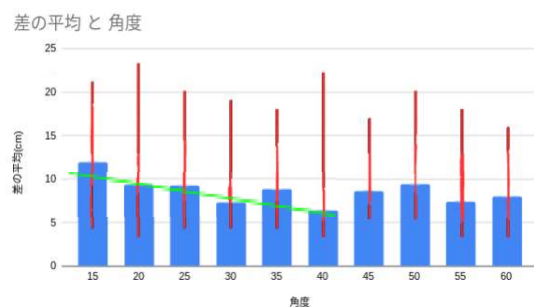


fig.4 実験2-1 口が左下の場合の実験結果



fig.5 口が右上の模式図

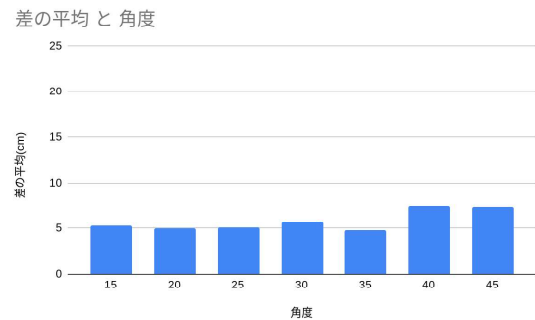


fig.6 実験2-1 口が右上の場合の実験結果

〈考察〉

- 角度が大きいときの方がうねりが小さいのは、容器から液体が出るときに角度が小さいときよりも注ぎ口が下を向いているため、液体が下向きに出やすいからではないかと考えた。
- 角度が小さいほどうねりが小さい時間が長かったのは、角度が大きいときよりも液体が液体が少なくなったときにできる空気の通り道が大きいからではないかと考えた。
- 口が右上のときに相関が見られなかったのは、角度によらず空気の通り道ができるからではないかと考えた。

3. 実験2

〈材料〉

いろはすのペットボトルをスタンドと棒を用いて角度が調整できるようにし、雑巾を下に敷き、その雑巾に液体を染み込ませたことで液体のはねる量を測定できるようにした。また、角度は三角比を用いて再現した。実際に人が注ぐときに近づけるため、実験1とは違う装置を使用した。(fig.7)



fig.7実験装置2

〈実験方法〉

コップの下から15cmの場所に注ぎ口が位置するように高さを調節し、注ぐ前と注いだ後で雑巾の質量を測り、その差を液体がはねた量とした。1つの角度につき10回測定し、はねた量の平均を記録した。

〈実験結果〉

角度が大きくなるにつれ、液体が跳ねた量が増加することが判明した。また、50度をを超えたあたりからはねる量が急激に増加することも明らかとなった。

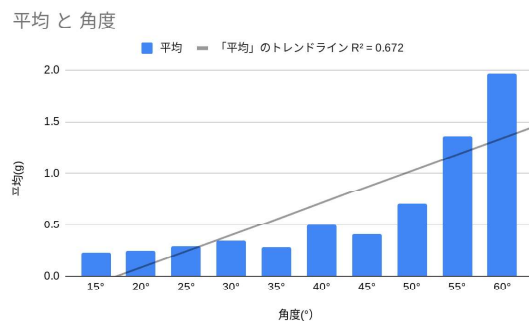


fig.8液体がはねた量の平均と角度

〈実験2-2〉

いろはすのペットボトルの中にビーズを入れ、実験2の装置を用いて角度によって初速度に違いはあるのかを確かめた。

〈実験結果〉

角度による初速度の違いは見られなかった。

〈考察〉

・角度が大きいほど速度の鉛直下向きの成分が大きくなり、液体のはねる量が増加した。

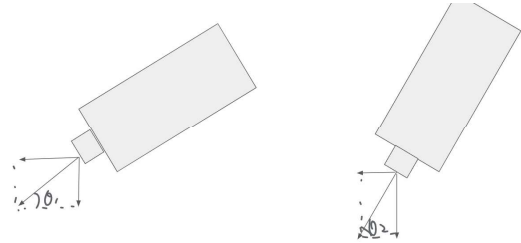


fig.9角度と成分の模式図

4. まとめ

今回の研究で次のことが明らかとなった。

- ・口が左下の場合、40° が最もうねりが少なく、45° を超えたあたりから急激にはねる量が増加する。
- ・口が右上の場合、35° が最もうねりを少なくして注ぐことができる。
- ・口が左下の容器より、口が右上の容器の方がうねりが小さく注ぎやすい。
- ・角度が大きくなるにつれ、液体のはねる量が指数関数的に増加する。

5. 展望

- ・注いでいる途中で角度を変えながら注ぎ、うねりやはねへの影響を調べる
- ・液体の粘度によるうねりやはねへの影響を調べる
- ・口が左下の容器でも注ぎやすくなるような道具の開発