

ペットボトルキャップを飛ばしてみよう！！

物理 1 班 大阪府立生野高等学校

1、先行研究との比較

静岡県立科学技術高等学校の先行研究「ペットボトルキャップ飛ばしについての研究」では、ペットボトルキャップをゴムを利用して真すぐに飛ばす研究であった。そこで、私たちは先行研究を参考にしてペットボトルキャップを飛ばして空中で軌道を変化させることについて研究することになった。ただ、ゴムを用いると回転数が安定せず良いデータが得られないため、本実験では、モーターを使用したオリジナルの実験装置を作成し、先行研究と同様に真すぐに飛ばすことができるのかを調査する実験を行った。

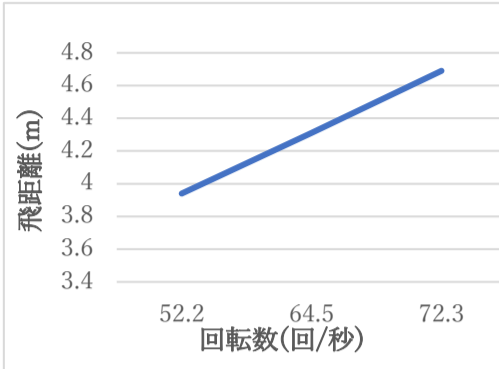


図2 回転数と飛距離の関係

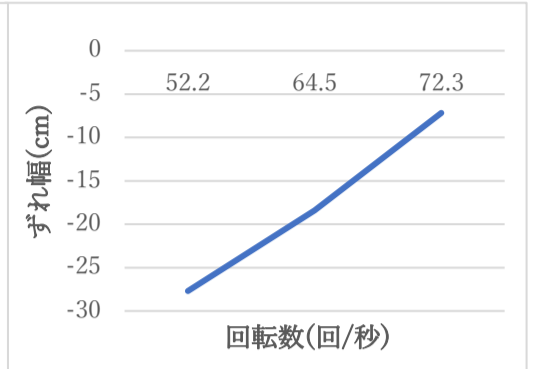


図3 回転数とずれ幅の関係

2、仮説

これまでの私たちの実験結果より、電圧を 3.30～3.60V にした時、キャップを真すぐに飛ばす最適条件があり、3.90V ではマグナス効果が他2つの電圧の場合より特に大きく働くことで、右向きに変化していくと考えた。

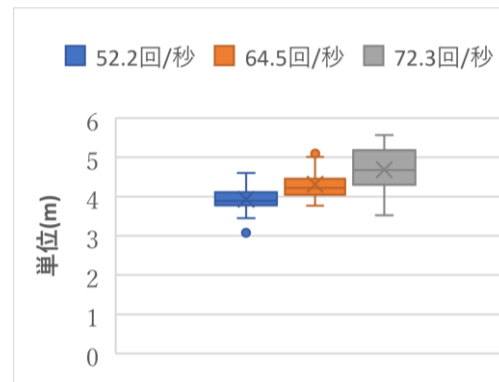


図4 飛距離の箱ひげ図

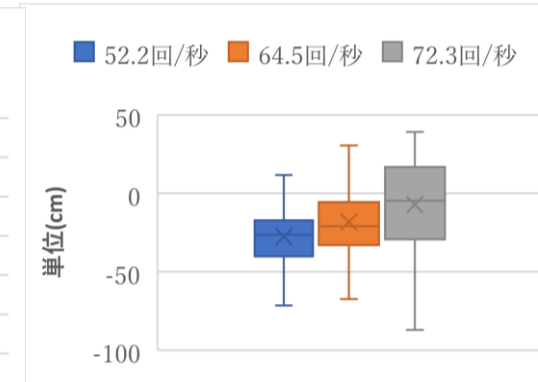


図5 ずれ幅の箱ひげ図

3、実験

まず電圧と回転数の関係を知るために、以下の実験装置(発射点は床から 114cm、仰角は 20°)を用いて、ペットボトルキャップを飛ばした。次に、1200fps のハイスピードカメラを机から 80cm の位置にセットし、電圧が 3.30, 3.60, 3.90V における、1 秒あたりの回転数を半回転にかかるフレーム数を 600 で割ることで求める計測をそれぞれ 10 回ずつ行い、それらの平均を求めた。その後、それぞれの電圧でペットボトルキャップを 50 回発射させ、落下地点にガムテープを貼る。発射点を基準としてメジャーを真すぐに伸ばし、貼ったガムテープまでの飛距離とメジャーから垂直に離れたずれ幅のデータを取る。(ずれ幅は、発射方向から見てメジャーを境に左を-、右を+とした。)

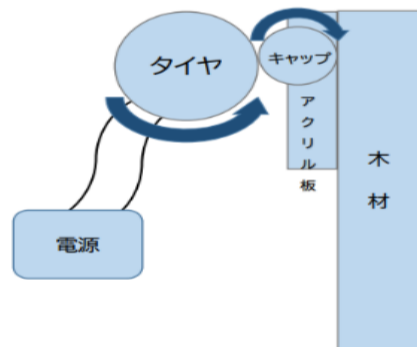


図1 実験装置

4、結果

	飛距離(平均)(m)	ずれ幅(平均)(cm)	回転数(回/秒)
3.30V	3.94	-27.7	52.2
3.60V	4.31	-18.4	64.5
3.90V	4.69	-7.12	72.3

結果より、3.30, 3.60, 3.90V の回転数は 52.2, 64.5, 72.3(回/秒)であると分かった。図 2,3 は、横軸を電圧から回転数に置き換えた。図 3,4 は飛距離とずれ幅のばらつきを箱ひげ図で視覚的に表した。

5、考察

図 2, 3 より、飛距離とずれ幅と回転数には正の相関関係がある。仮説では、3.30V～3.60V の間で真すぐに飛ばす最適条件があると考えたが、大きく負に偏った状態から回転数が増えるにつれて正の向きにずれた。初め負に偏った原因は、発射点の側面による負の向きの垂直抗力が作用したこと。また正にずれた原因は、回転数が増えるにつれて初速度が大きくなり飛距離が伸びることでマグナス効果が働く時間が長くなること。そして、回転数が増えたことで空中で働くマグナス効果が大きくなったことだと考えられる。さらに、図 4, 5より、回転数を大きくするほど実験中の装置の振動も大きくなることで飛距離とずれ幅のばらつきが大きくなると思った。

6、結論

電圧と飛距離、ずれ幅はそれぞれ回転数と正の相関関係がある。そして、空中ではマグナス効果が働いて軌道が変化していることが分かった。この実験装置ではキャップを発射するときにアクリル板の壁から負の向きの垂直抗力を受けているため、回転数が低い状態では負の向きに偏ってしまうが、回転数が増えることで空中で働くマグナス効果の時間が長くなったり、マグナス効果が大きくなることで正に偏っていくことが分かった。

7、今後の展望

考察と結論から、回転数が増えるほどずれ幅が大きくなることが分かった。また、実際に右手を用いた投射でも中指が親指よりも遅れてキャップから離れるため負の向きの垂直抗力が働いていることを踏まえて、発射する左右の角度を変えた時の軌道の変化を明らかにしたい。

8、参考文献

静岡県立科学技術高等学校 ペットボトルキャップ飛ばしについての研究