

ペットボトルロケットによる運搬の限界を探る

～空飛べ救援物資～

4班 小椋莉子 影山栞 鳴海裕生

星崎優希 矢吹風海也

### 1. 研究の動機

昨年度までのペットボトルを使用した課題研究物理班の研究結果を生かし、飛距離の出る条件を更に研究したいと考えた。また、昨年度救援物資として使用していたホッカイロを様々な救援物資に変更することで活用の幅が広がると考えた。

〈仮説〉

重りなしの時よりも、重りを入れた時の方が風などの影響を受けにくく、飛距離が伸びると考えた。また、ロケットの頭部に入れるものを重りから重りと同じ質量の救援物資に変えても、質量が同じなら飛距離も同じになるのではないかと考えた。

### 2. 研究の方法

ペットボトルで作成したロケットに水を加え、空気入れで空気を入れて発射し、飛距離を測定した。昨年の実験結果から、以下の条件が最も飛距離が伸びると分かっているため、初期条件は次のように設定した。

初期条件 1 ペットボトルは、容量 1.5L のものを用いる。

初期条件 2 発射角度を  $65^\circ$  にする。

初期条件 3 水の量を 400mL にする。

初期条件 4 空気入れのプッシュ回数を 40 回にする。

以上を前提として、以下のようにロケット頭部内を変え、飛距離を測定した。1つの実験につき、飛距離測定は 5 回ずつ行った。

- ・重りなし
- ・重り 1 個(約 40g)
- ・重り 2 個(約 80g)
- ・単 3 電池 2 本(約 40g)
- ・単 4 電池 4 本(約 40g)

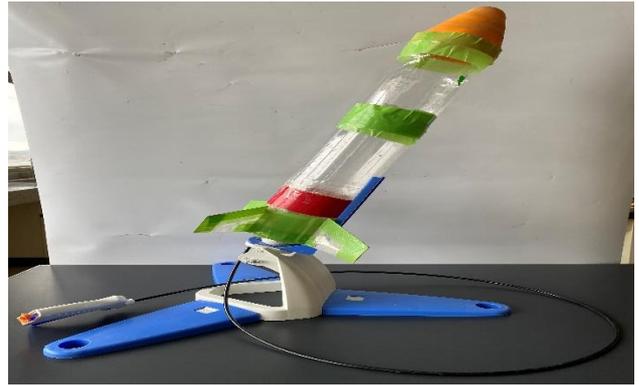


図 1 ロケットを発射台に接続した時の様子

### 3. 研究の経過

- ① 昨年の実験結果から容量 1.5L のペットボトルを使用したロケットが装着物や風の影響を受けにくいことが分かった。このことから、容量 1.5L のペットボトルを使用し、ロケットの破損等に備えロケットを 2 体作成した。
- ② ロケットの頭部に重りを入れず、空気量を 20、30、40 回と変えて実験を行った。  
→空気量を増やすことで飛距離が伸びることを確認した。
- ③ 空気量を 40 回と固定し、ロケットの頭部に重りを入れず、飛距離を測定した。  
→ロケットの飛距離、飛ぶ方向が風に大きく左右された。
- ④ ③と水量、空気量、発射角度を変えず、ロケットの頭部に重りを 1 個入れ、飛距離を測定した。  
→重りなしよりも飛距離は落ちてしまったが、記録の差が小さくなった。
- ⑤ ロケットの頭部に重りを 2 個入れ、飛距離を測定した。  
→飛距離が大きく落ちてしまった。また、発射時にぶれが見られるようになった。
- ⑥ ロケットの頭部に単 3 電池 2 本を入れ、飛距離を測定した。
- ⑦ ロケットの頭部に単 4 電池 4 本を入れ、飛距離を測定した。  
→⑥、⑦ともに重り 1 個を入れた時と飛距離に大きな差がないことを確認することができた。

- ⑧ ④の実験の時に強い向かい風が吹いていたことから、重り 1 個を入れ、飛距離を測定し直した。  
→この日はほぼ無風であったが、飛距離にほとんど変化が見られなかった。しかし、空気入れの不備を確認することができた。
- ⑨ 空気入れを改善し、重り 1 個を入れ、さらに飛距離を測定し直した。  
→この日もほぼ無風であったが、記録が平均 3.81m 伸びたため、不備無く飛距離を測定することができたと考えられる。

#### 4. 研究の結果

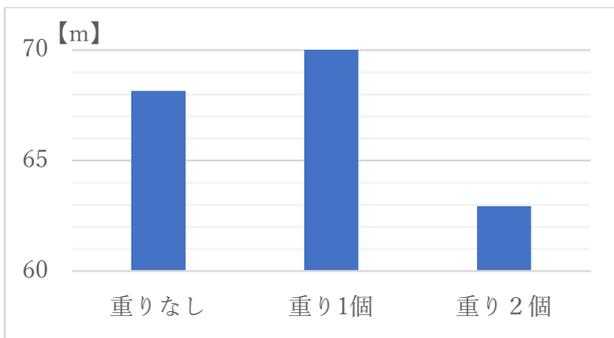


図2 重りの個数ごとの飛距離の平均値

重り 1 個を入れた時が最も飛距離が伸びた。重り 2 個を入れた時は、大きく飛距離が落ちた。

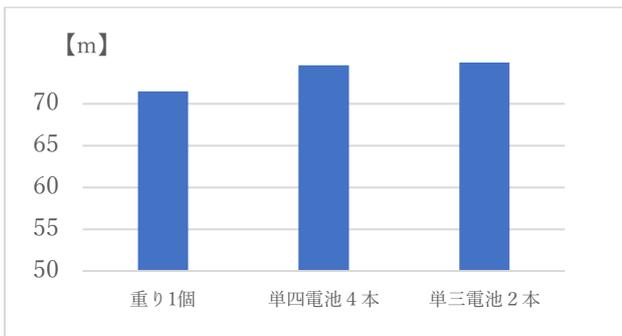


図3 重り 1 個と救援物資ごとの飛距離の平均値

重りと救援物資で飛距離に大きな差は見られなかった。

#### 5. 研究の考察

- これまでの実験の結果から、重り 1 個、容量 1.5L、発射角度  $65^\circ$ 、水量 400mL、空気量 40 回が最も飛距離が出る条件であると考えられる。

- 重り 1 個の時と単 3 電池 2 本、単 4 電池 4 本の時で飛距離に大きな差は見られなかったため、重さが同じなら飛距離もほぼ同じになるのではないかと考えられる。しかし、重りを入れる場所を変えれば重心の位置も変わるため、飛距離により差が見られるのではないかと。
- ロケットの初速度をスピードガンで計測したところ、時速 115 km であることが分かった。これと発射角度の  $65^\circ$ 、重力加速度  $9.8 \text{ m/s}^2$  を

$$l = \frac{v^2}{g} \sin 2\theta$$

( $l$ : ロケットの飛距離、 $v$ : 初速度、 $g$ : 重力加速度、 $\theta$ : 発射角度) の公式に代入し理論値を計算すると、79.8m と求められた。しかし、実際は平均 70.3m しか飛ばなかった。予想飛距離を求めた時は空気抵抗を無視したが、実際は空気抵抗があり、また重心の位置が異なることで軌道が変わってくるため、この差が生まれたのではないかと。

重力加速度、 $\theta$ : 発射角度) の公式に代入し理論値を計算すると、79.8m と求められた。しかし、実際は平均 70.3m しか飛ばなかった。予想飛距離を求めた時は空気抵抗を無視したが、実際は空気抵抗があり、また重心の位置が異なることで軌道が変わってくるため、この差が生まれたのではないかと。

#### 6. 今後の課題

- 電池のみではなく、葉やばんそうこうなど他の救援物資を装着して実験を行いたい。
- 天候に恵まれず実験が中止になってしまうこと、風の影響で飛距離にばらつきが出てしまうことがあったため、飛距離の測定回数を増やし、再現性を高めたい。

#### 7. 参考文献

- 平成 30 年度課題研究物理班研究結果
- 令和 2 年度課題研究物理班研究結果
- ke!isan 生活や実務に役立つ計算サイト  
<https://keisan.casio.jp/exec/system/1204532031>

#### 8. 謝辞

今回の研究にあたり、ご指導いただいた熊田先生をはじめとした先生方に心より感謝申し上げます。