

《研究動機》

物理の授業で“斜方投射”と“作用・反作用の法則”について学習した際、これらを駆使し、工夫を凝らすことで、ペットボトルロケットをより遠くへ飛ばすことが可能ではないだろうかと思い、この研究に至った。

《研究目標》

ペットボトルロケットで、横手高校の校舎の横幅約 100m の飛距離を記録する。

《実験方法》

★実験道具

- ・ペットボトル5本
- ・衝撃吸収ヘッド(プラスチック製)
- ・ペットボトル専用噴出口
- ・土台
- ・空気入れ

★ロケットを飛ばす手順

- ①水と空気を入れたペットボトルを土台のジョイント部分に差し込む。
- ②空気入れでボトル内部の圧力を高める。
- ③ジョイントを外す。
→ボトル内部で圧力が高まった空気が水を押し出し、その反作用でロケットが発射される。

★実験詳細

横手高校の裏山を実験場所とし、南方向にペットボトルロケットを飛ばした。ペットボトルロケットの機体本体に改良を加えつつ、「水量」「発射角度」「ポンピング回数」の三つの条件を変えながら、実験を行った。

《仮説》

参考文献をもとに、

水量：350～400ml 角度：65° ポンピング回数：45回
という条件で 100m の飛距離を飛ぶと予想

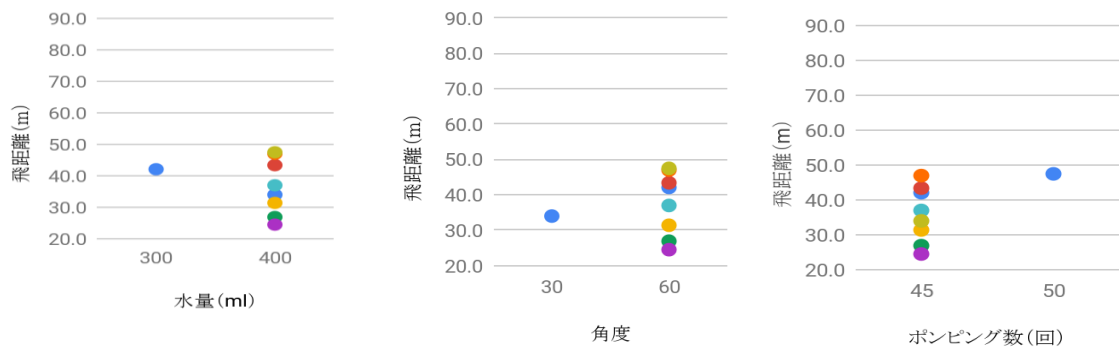
《飛距離の理論値》

射方投射の公式を駆使し「発射角度 55°、水量 400ml、ポンピング 45 回」の条件下でのペットボトルロケットの飛距離の理論値を導出したところ、**87.82m** という値が得られた。なお、ここでは空気抵抗などは無視し、理論値を求めるために行った実験から初速度 $v_0=29.4\text{m/s}$ が得られている。

《実験結果》

1号機「AKEMI」

気温:29°C 気圧:1019hPa 風速:西 3m/s 最高飛距離:47.5m

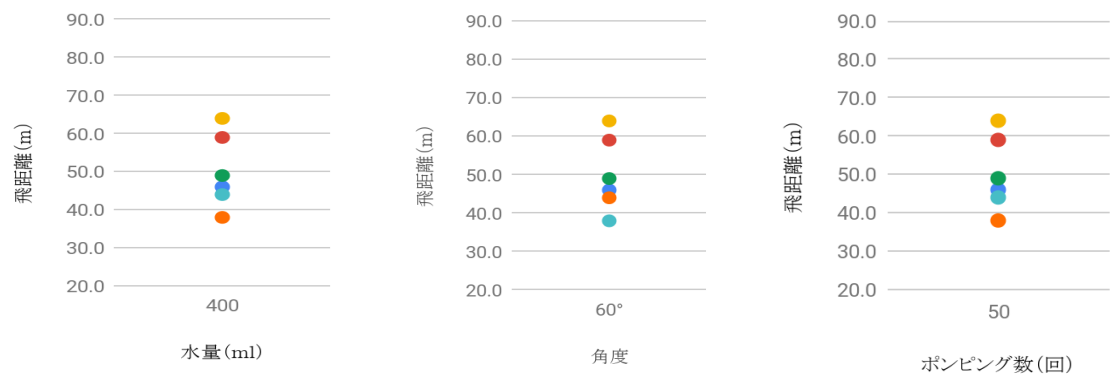


- 高記録が得られたため、水量は 400ml が適当なのではないか
- 圧力のかげすぎに伴う危険性を考慮し、ポンピング回数は 45 回が妥当

2号機「NOBUKO」(7/13)

→AKEMI と比較して 8.8%軽量化

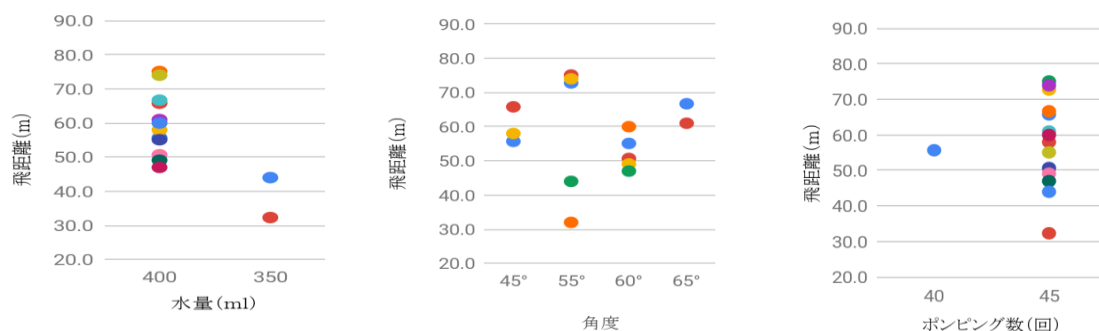
気温:25°C 気圧:1009hPa 風速:西 4m/s 最高飛距離:64.0m



- データが安定したため、水量は 400ml、ポンピング回数は 45 回に固定

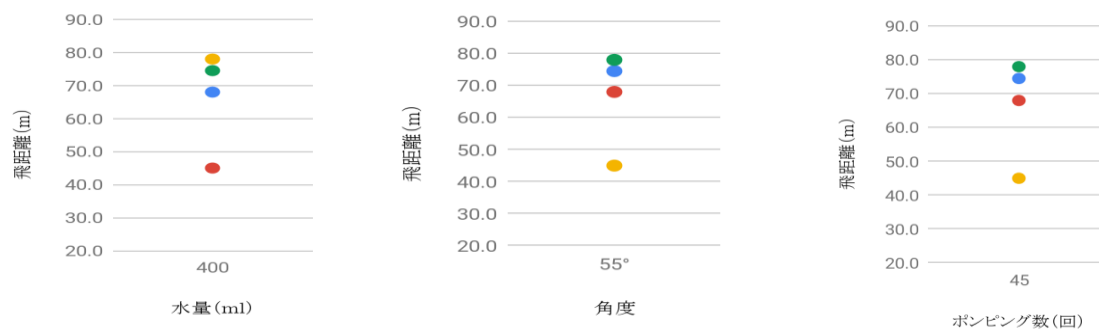
2号機「NOBUKO」(7/16)

気温:11℃ 気圧:1013hPa 風速:西北西 4m/s 最高飛距離:75.1m



2号機「NOBUKO」(8/2)

気温:31℃ 気圧:1006hPa 風速:西 5m/s 最高飛距離:78.0m

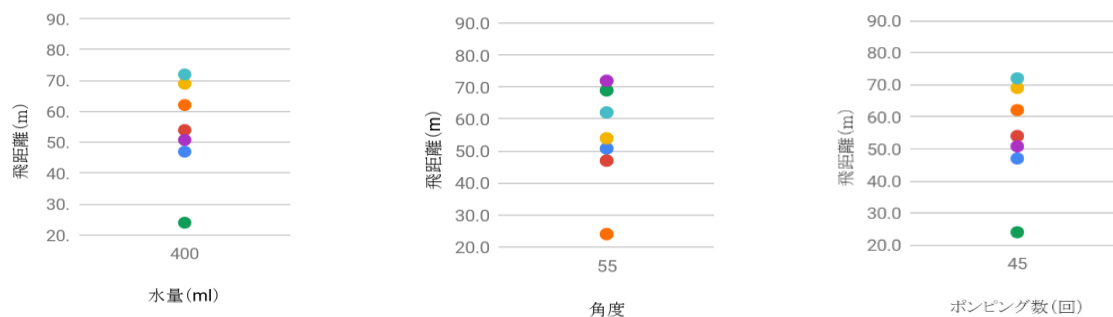


▶最高記録を更新したため、発射角度は55°がよい

3号機「SATOSHI」

→ヘッドをゴム製に変え、NOBUKOと比較して6.8%軽量化

風速:西北西 3m/s 最高飛距離:72.0m



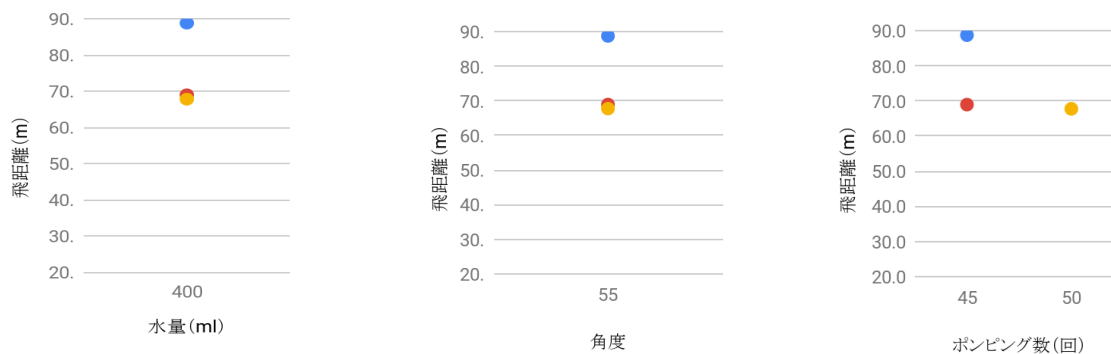
▶従来よりも飛ばなかった

▶ヘッドが柔らかいことで落下時の衝撃に耐えきれず、本体がつぶれてしまい、修理の回数が増えた

4号機「JUN」

→ヘッドをもとのプラスチック製に戻す

気温:26℃ 風速:西北西 3m/s 最高飛距離:88.8m



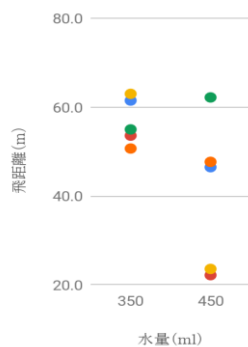
➤今までの結果を考慮して、安定した高記録が得られたため最適条件は
水量 400ml、発射角度 55°、ポンピング数 45 回なのではないか

4号機「JUN」

→最適条件の信憑性を高めるため、以下の条件で対照実験を行った

- ・発射角度 55° (固定条件)
- ・ポンピング回数 45 回(固定条件)
- ・水量は 350ml と 450ml で変化させる

気温:18℃ 気圧:1015hPa 風速:南 4m/s 最高飛距離:63.0m



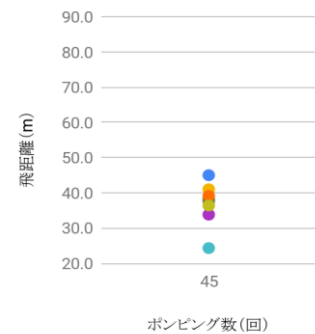
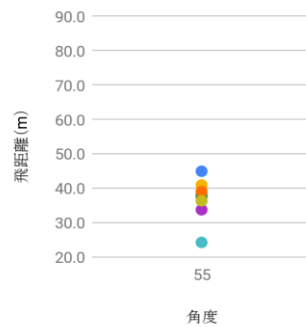
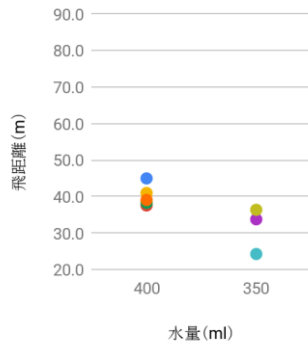
➤水量 400ml で飛ばしていた JUN や NOBUKO の結果と比較して、350ml と 450ml では飛距離が伸びなかったため、水量は 400ml が最も良い

5号機「SHO」

→ハネを斜め 60° に取り付け、機体が回転できるようにした(右写真)

気温:19° 気圧:1015hPa 風速:西 4m/s

最高飛距離:46.3m

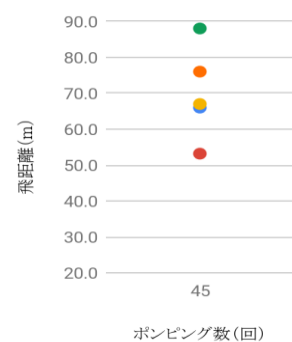
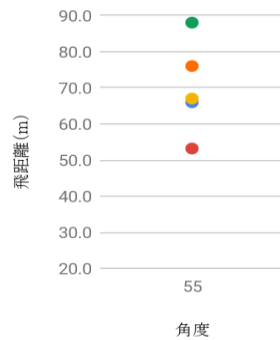
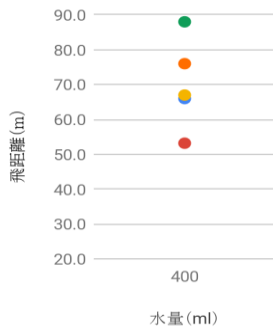


- ハネが真っすぐの従来の機体よりも飛距離が伸びない
- 飛距離のばらつきが少なくなった

6号機「NINO」

→ボトルを増やし、機体を 63cm から 79cm に長くした

気温:14° 気圧:1019hPa 風速:北北西 3m/s 最高飛距離:88.0m

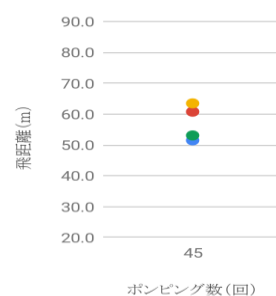
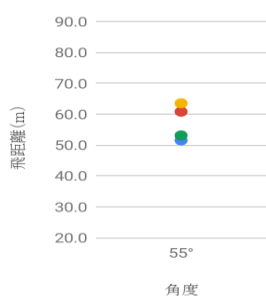
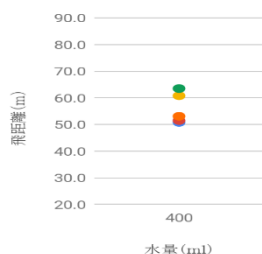


- 安定した高記録が見られた

5号機「SHO」(75°)

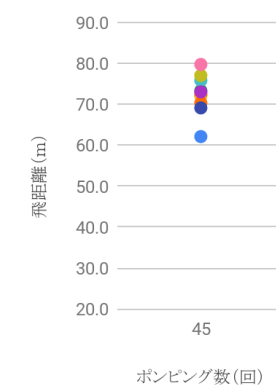
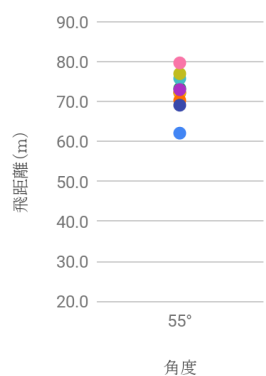
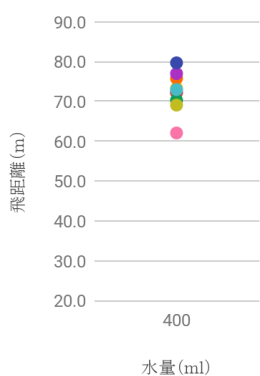
→ハネの角度を以前の斜め65°から斜め75°に変更

気温:13°C 気圧:1022hPa 風速:西 1m/s 最高飛距離:63.5m



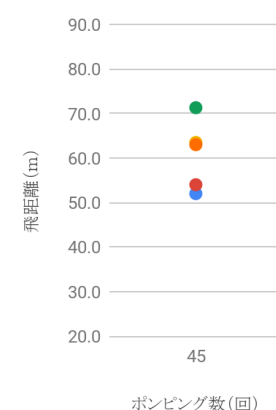
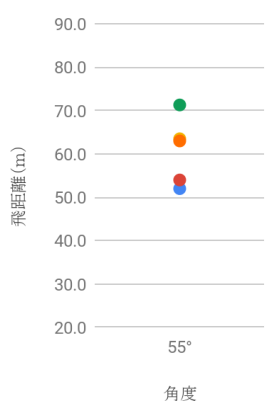
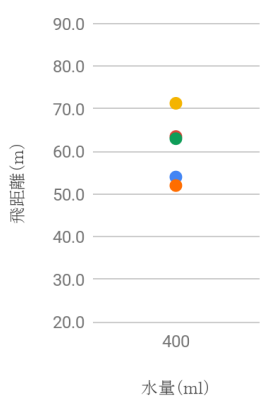
5号機「SHO」(75°)

気温:14°C 気圧:1022hPa 風速:北 4m/s 最高飛距離:79.7m



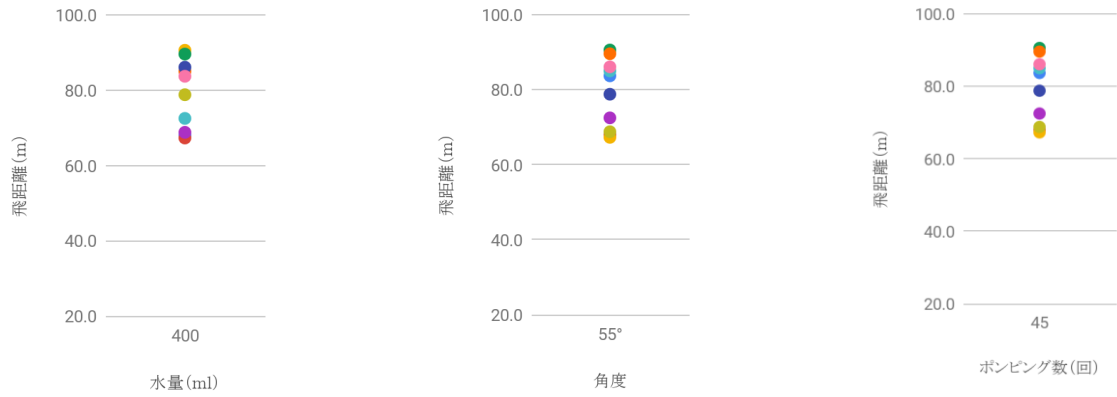
6号機「SHO」(60°)

気温:15°C 気圧:1019hPa 風速:西 4m/s 最高飛距離:71.3m



6号機「NINO」

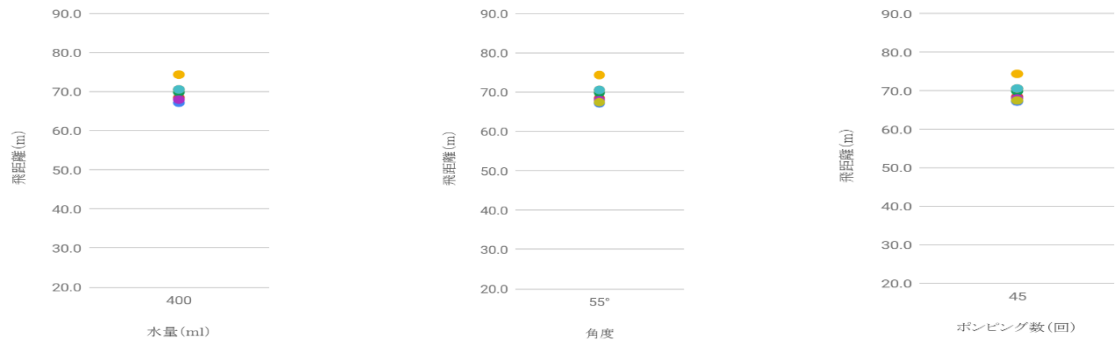
気温:15°C 気圧:1019hPa 風速:西 4m/s 最高飛距離:90.6m



7号機「BRIAN」(11/15)

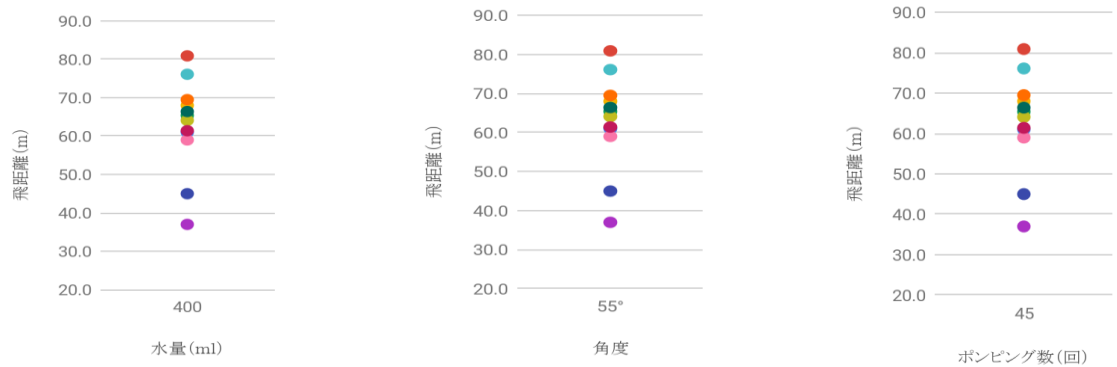
→飛距離を伸ばし、結果を安定させる目的で機体の長さを NINO と等しくし、ハネは斜め 75° に取り付けた

気温:11°C 気圧:1023hPa 風速:西北西 4m/s 最高飛距離:70.6m



7号機「BRIAN」(11/18)

気温:9°C 気圧:1020hPa 風速:北 2m/s 最高飛距離:80.9m



▶予想に反して好記録は出なかった

《最適条件についての考察》

- ・水量は多過ぎると機体が重くなり飛距離は伸びない
 - ・ポンピング回数は増やし過ぎると機体が破裂してしまう危険性が生じる
- これらを考慮したうえで私たちが得たペットボトルロケットの最も飛距離が出る最適条件は以下の通りである。

水量・・・・・・・・・・400ml

発射角度・・・・・・・・55°

ポンピング回数・・・・45回

《機体についての考察》

- ・ペットボトルロケットのヘッドは固い方が良い。
 - 落下時の衝撃に耐えるため
 - ヘッドが柔らかいと、飛行中に形が変化したり、震えたりすることで空気抵抗が増えるから
- ・ハネを斜めにつけ回転させても飛距離は伸びなかったが、飛距離は安定した。
 - ハネを斜めに取り付けたことがかえって空気抵抗の増加に繋がったから
 - 回転することでロケットの先端が安定し不規則に曲がりにくいから
- ・ハネを斜めに取り付ける角度は緩やかな方が良い。
 - そもそも円筒状のロケットに対して斜めにハネを取り付けると、ロケットの形状が変わってしまうから
 - 風がハネに垂直に当たる面積が小さくなり、空気の通りが良くなるから
- ・機体を長くすると飛距離が伸びた。
 - 重心の位置が変わり、空中でのバランスがより取れたから
 - 空気の流れが一定となり空中制御が効くようになったから
- ・BRIANについて、ハネを適当な角度(75°)で取り付け、機体を長くしたが、飛距離が出なかった。
 - ハネから先端までの長さが長くなったことで、機体が不規則に曲がることを防ぐ力が増加し、その分、飛距離を出すための力が失われたから

《今後の課題》

- ロケットの形状を保ち、また、風を受ける面積を小さくし空気抵抗を減らすために、BRIAN のハネを取り付ける角度を更に緩やかにする。
- 今回は柔らかく軽いヘッドで減量化に挑み、失敗したため、固くて軽いヘッドを使用する。

《参考文献》

- 「ペットボトルロケットを飛ばそう」 日本ペットボトル協会 編

