

水ロケットをより遠くに飛ばせ

静岡大学教育学部附属静岡中学校

1 年 海野遙光

1 動機

僕は、小学 4 年生の頃から、空気を閉じ込めた時の元の体積に戻ろうとする力を利用して水やストローロケットを飛ばす実験をしてきた。しかし、ストローロケットは空気を入れ切らないうちに飛んでしまう事があり、閉じ込めた空気の力を最大限利用できていないと考えた。そこで、水ロケットを使って空気の力について調べることにした。また、僕の将来の夢は、ロケットの開発者である。水ロケットを使うことは、僕の夢に直結するのではないかと考えている。

2 研究の目的

(1) 遠くへ水ロケットを飛ばすために、「空気の量:水の量」はどれくらいがよいのかを見つける。

3 研究の予想

(1) 約 6:4 がよい。… 今までの実験から、空気の量を多くすればよいと考え、また水も少し入っていた方がよいと考えた。

4 研究の方法

(1) 従来の実験方法を改善する。従来、水ロケットは打ち上げて実験するのが普通であるが、打ち上げるとなると天候、特に風に悩まされたり、水が飛び散るため地域へ迷惑がかかったりといった課題があるため、水ロケットを打ち上げずに測定する地上実験の形をとることにした。

実際の宇宙開発の場合でも、先日カプセルが帰還したはやぶさ 2 のイオンエンジン(図 1)などで地上試験が行われていることも分かった。

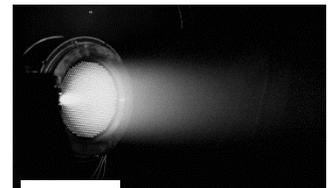


図 1

5 実験装置

(1) 測定するための装置

- ア. はじめは水の勢いを水車で受け、水車の回転数を microbit センサーで数値化しようと考えていたが、静岡 STEM アカデミーの袴田先生に伺ったところ、水車の回転量が多すぎて、測定できないだろうということだった。
- イ. 次に圧力センサーを使うことを考えたが、耐水性があるのか、どのようにして数値化されるのか分からなかった。
- ウ. そこで、手軽なキッチンスケールで測定し、スマートフォンに記録することにした。

(2) 水ロケットを作る

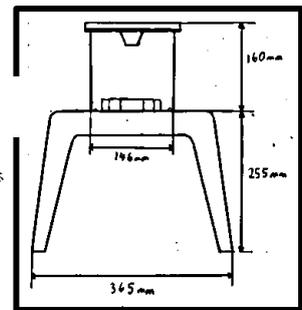
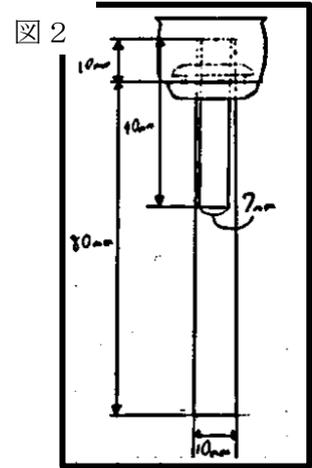
- ア. 1 回目は、空気を入れる時のことを考慮せずに水ロケットを製作してしまった。
- イ. 2 回目は、空気が入られるようにしたが、結合部に大きな力がかかってしまい、水ロケットが壊れてしまった。
- ウ. 3 回目は、空気が漏れてしまった。そこで、その部位にラップや、輪ゴムを巻いて対応したが、やはり漏れてきてしまった。
- エ. そこで、配線保護用のゴムを用いて、漏れを防いだところ、接着剤不使用にもかかわらず、水の漏れない水ロケットが完成した。

(3) 測定装置を作る

- ア. 風呂場の椅子にプラスチックビスケースをビスで止めた。ビスで止めるための穴をあける段階で、あけにくかったため、ハンドドリルを用いた。以後、穴をあける際にはハンドドリル

ルを使用することにした。

<p>実験で使用するもの</p> <p>～水ロケット～</p> <p>炭酸ゼリー飲料(250g)ペットボトルのキャップに穴をあけて配線保護用のゴムをはめ、そこに真鍮パイプとシリコンチューブを差し込んだものをノズルに、炭酸ゼリー飲料ペットボトルの本体をそのまま胴体を使用した(図2参照)。</p> <p>～測定装置～</p> <p>両方とも中心に穴をあけた風呂場の椅子とプラスチックビスケースを接合し、上部に乳酸菌飲料の容器の上部を貼り付けたもの(図3参照)。力の測定は、キッチンスケールで行う。</p>



(4) 実験の手順

- ア. キッチンスケールの表示を 0.0 にしてから実験を開始する。
- イ. スマートフォンでキッチンスケールの表示の変化を実験中に動画で撮影する。
- ウ. その後、動画を見て、その中で最高値を調べる。
- エ. 最高値の表示が映っているところで、スクリーンショットを撮る。
- オ. その後、パソコンに記録する。

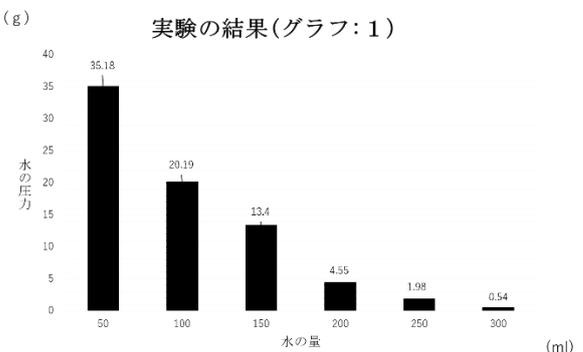
条件をそろえるため、水の量を 50ml, 100ml, 150ml, 200ml, 250ml, 300ml の順にこれを 1クールとし、1クールは、同じ時間内で行うようにする。また空気を入れる量は、以下の表に従う。

水の量	50	100	150	200	250	300	(ml)
回数	1	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2	(回)
空気の量	130	75	43.3	32.5	26	21.7	(ml)

6 実験結果

実験結果は次の表のとおりである。また、平均値をとってグラフに表した。

	50	100	150	200	250	300	(ml)
1	38.2	10.5	8.3	7.1	7.3	0.1	
2	44.1	11.6	7.4	0.9	0.6	0.5	
3	31.8	19.7	14.3	4.4	0.7	0.2	
4	40.4	27.2	14.8	4.5	0.3	0.1	
5	27.7	17.5	15.3	2.2	1.3	0.6	
6	31.8	16.5	14.2	2	1.5	0.3	
7	35.9	23.7	13.8	1.6	0.9	0.5	
8	39.2	25.7	15.1	1.4	1.1	0.2	
9	30.6	28.9	15.2	10.2	2.9	0.8	
10	32.1	20.6	15.6	11.2	3.2	2.1	
平均	35.18	20.19	13.4	4.55	1.98	0.54	



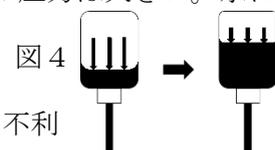
今回の実験では、空気の量と比較して水の量が多い方が水の出てくる際の圧力が大きかった。

7 考察

ペットボトルの中で空気の割合が多いほど、水ロケットのノズルから出る水の圧力は大きい。水に対して、空気の量が多く、より大きな力が水にかかるためだ(図4)。

8 新たな疑問(次の実験の目的)

- (1) 水の吹き出る勢いが強い分、水の吹き出る時間も弱く、実際に飛ばすとき不利ではないか調べる。



9 予想

- (1) 水の量が 50ml の時に水ロケットは最も遠くまで飛ぶ。… 水が勢いよく吹き出た方が遠くまで飛びやすいと考えたためだ

10 実験の方法

- (1) 水ロケットは今回も飛ばさずに測定する。しかし、ロケットが浮上する過程でのデータを取りたいので、限られた長さの中で打ち上げることにした。

11 実験装置

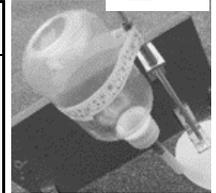
(1) 測定装置を作る

- ア. 1 回目は、発射角を 75 度としていて支えも不十分だったため、発射するとすぐに倒れてしまった。
- イ. 2 回目は、支えを強くして 75 度でも耐えられるようにした。
- ウ. 3 回目は、発射角を 75 度ではなく垂直にしたが、水ロケットのノズルが地面についてしまった。
- エ. 4 回目は、装置自体の高さを上げたところ、ノズルがつかないようになった。

(2) 水ロケットを測定装置に合わせて改良する

- ア. 真鍮パイプにコルク片を固定し、水ロケットに固定する。

図 5



実験で使用するもの

～水ロケット～

炭酸飲料ペットボトルのキャップに穴をあけて配線保護用のゴムをはめ、そこに真鍮パイプとシリコンチューブを差し込んだものをノズルに、炭酸飲料ペットボトルの本体をそのまま胴体で使用した(図 2 参照)。これに真鍮パイプとコルク片をつけたもので下記の測定装置に合わせたもの(図 5 参照)。

～測定装置～

L 字金具などの支えを付けた台に L 字金具でアルミパイプを取り付け、動かないよう固定したもの(図 6 参照)。アルミパイプは、真鍮パイプにちょうど通せる外径になっている。

図 6



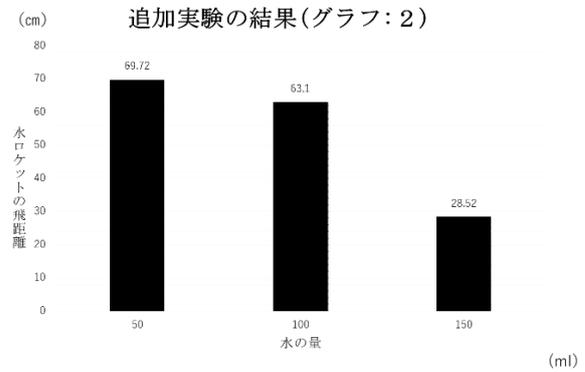
(3) 実験の手順

- ア. 水を入れる。
- イ. 水ロケットが飛ぶまで空気を入れる。
- ウ. 水ロケットが飛ぶ様子をスマートフォンで録画する。
- エ. その後、動画を見て一番高くまで飛んでいるときをスクリーンショットに撮る。
- オ. スマートフォンの画面上で、定規を使ってアルミパイプ何センチのうち何センチ飛んでいるかを測定する。
- カ. その結果を、パソコンに記録する。

12 実験結果

実験結果は次の表のとおりである。また、平均値をとってグラフに表した。

	50	100	150	(ml)
1	70	70	45.5	
2	70	70	29.8	
3	70	49	52.8	
4	68.6	70	10.5	
5	70	56.5	4	
平均	69.72	63.1	28.52	
(回)				



13 考察

水の量に対して、空気の量が多い方が水ロケットは遠くまで飛ぶ。最初の実験の考察でも書いたように、水に対してより多くの圧力がかかるためだ。水の量が少なすぎても上へ行くための力が足りないかとも考えたが、今回は長さも短く、問題なかった。

表において70と表記してあるものの全てが、上まで行ったときに少しの間上にとどまっていた。このことから、50mlの量の時は、70cm以上飛ぶということも分かった。

14 感想

小学4年から続けてきた空気の圧力についての自由研究は、今年は大掛かりな形でさらに深めることが出来た。今年、水ロケット、さらに飛ばさずに実験したため、装置がより複雑なものとなった。特に、水ロケットについては、空気の漏れが相次ぎ、何度も作り直した。市販の水ロケットキットを購入して使えば、簡単に飛ばすことが出来るが、自作ロケットを「1」から作ることにこだわって水ロケットを飛ばすための基礎実験を繰り返し行って来た。今年、自由研究から来年、実際に水ロケットを飛ばすための重要なベースを手にすることが出来たと思っている。

だから来年も、水ロケットで研究を続けていきたい。水ロケットを遠くまで飛ばすためには、発射角度など、様々な条件が必要である。飛ばす距離を長くし、発射角度によって水ロケットがどう飛ぶか調べたい。また、空気の量と水の量の関係についても、今年、小さいペットボトルで行ったが、大きいボトルでも水ロケットを作り、計測してみたい。来年度は、こうした一歩進んだ実験を考えて、行いたいと思う。

また、実験の方法も実際の開発現場と同じような形で行うことが出来、僕の夢であるロケットの技術者としての体験のような事ができたと思う。水ロケットをよく飛ばすことを目標に来年も改良を行い、実験で得たデータを集めて本当によく飛ぶ水ロケットを作りたい。そうした水ロケットの完成度を上げていく過程で、ロケットの技術者になるという夢につなげていこうと思う。

ご指導をいただいた静岡STEMアカデミーの先生方に、心から感謝したいと思う。

1. 水ロケットを改良する
2. 発射台を作る
3. 水ロケットを飛ばす

- ・水と空気の割合
- ・大きさ
- ・ノズコーン
- ・フィン
- etc...



図7

- ・発射角度 etc...



図8



図9