

# ペットボトルロケット

52期生

## I ペットボトルロケットとは何か?

(1) ペットボトルロケットとは、ジュース等が入っている容器（主に1.5リットル）ペットボトルを2つ切って組み合わせ、同じくペットボトルで作られた羽を取り付けてロケットのような形状にしたもの。さらにボトルの口に専用の噴射口を取り付けて水と空気によって大空を飛べるようにしてある。（図1）

(2) ではなぜペットボトルロケットは飛ぶことができるのだろうか。

飛ばし方は簡単。まず、ペットボトルロケットの下部である燃料タンクに水を適量入れる。さらに噴射口から自転車の空気入れなどのポンプで空気を燃料タンクに入れる。そして噴射口のスイッチを下げると水と空気が飛び出し、ペットボトルは空高く舞い上がるのだ。

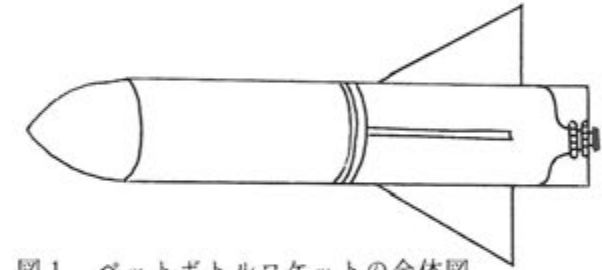


図1 ペットボトルロケットの全体図

## II ペットボトルロケットが飛ぶ原理

なぜ水と空気だけで全長1メートル近くもあるペットボトルロケットが100メートル近く飛ぶのだろうか。ロケットが飛ぶまでのプロセスを、順に追って説明していこう。

(1) ペットボトルの中に水が入っている。水の量は大体ペットボトルの3分の1が良いらしい。（図2-1）

(2) その水の入ったペットボトルに空気をポンプで強制的に送り込む。すると、ペットボトルの中に圧力がかかる。水は圧力をかけてもそれほど密度は変わらないが、分子構造の薄い空気はどんどん密度が高くなり、ペットボトルの中の空気は外の空気と同じ密度になろうとして中からペットボトルの壁を押しつぶける。（図2-2）

(3) このような状態で噴射口のバッキナを下げる（=小さい穴を開ける）と、中の空気がものすごい勢いで外に出ようとする。しかし出口付近は水が邪魔している。だから空気と一緒に水まで噴射口から飛び出して作用反作用の原理（次項で説明）によって空高く飛ぶのである。（図2-3）

\* ペットボトルロケットに使うペットボトルは炭酸飲料のものを主に使うのは気圧に耐えるためである。



図2-1

図2-2

図2-3

**\* 水と空気の役割**

じつは、ペットボトルには空気を入れるだけで、ある程度飛ぶらしい。それは、作用・反作用の法則がはたらくからである。

これはものを押し出す物体がものを押し出すとき、押し出す力と全く同じ力を逆の方向に受けるという法則である。(例を参照)

では、ロケットの燃料が空気だけだったらどうだろう。発射台を飛び出す瞬間、ロケットが押し出す力を発射台に与えるので、同時にその反作用を受ける。そのため、ロケットに空気が噴射する方向と逆の方向、つまり上に向けて飛んでいくことになる。しかし、空中に飛んでいったロケットは、すぐに押し出す力を与えるものを失ってしまうので、5秒も経たぬうちに失速してしまうのである。

ペットボトルの中に水を入れると水が噴射口から空気と一緒に出るため、ロケットは反作用を受けることになり、強い推進力を得ることが出来るのである。

**\* 身近な作用・反作用の例**

「ものを押し出す物体がものを押し出すとき、押し出す力とまったく同じ力を逆の方向に受ける」と一概に言われてもピンと来ないと思うので身近な例を紹介しよう。

A君とB君がともにスケート靴を履いて氷の上に立っています。(氷の摩擦は少ない)そしてB君がA君を押したところ、A君はB君が押した方向に動きます。そしてさらに、B君がA君を押した力とほぼ同じ力でA君が動いた方向と逆の方向、つまり後ろに動くのです。氷の上でなくても、何かを押したりしたら反動みたいなのが帰ってくる感覚があります。移動しないのは氷の方は摩擦が少ないためです。(図3)

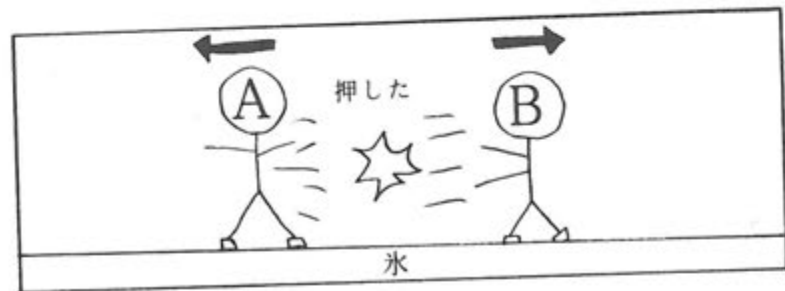


図3

**Ⅲ ペットボトルロケットを飛ばそう**

(1) 調べること

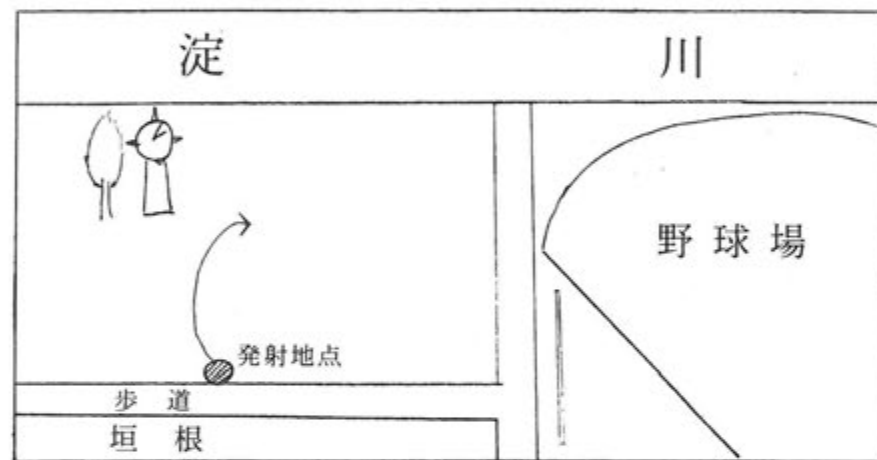
- ① 飛距離と水の量との関係
- ② 飛距離と空気の量(ポンピング回数)との関係
- ③ 飛距離と打ち上げ角度との関係
- ④ 本体の飛び方

(2) 実験に使うロケットは図1とほぼ同じ。

(3) 実験の場所は3つに分けて、異なる日に行なった。

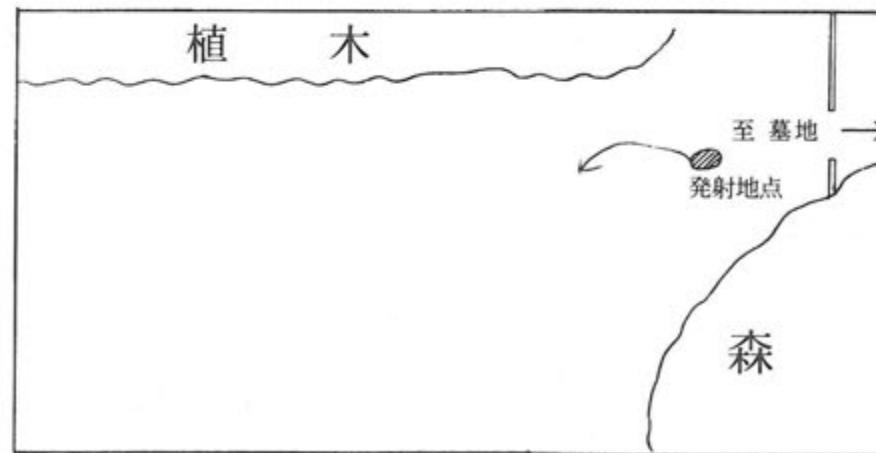
場所A：淀川河川敷公園野球場前

7月28日 快晴



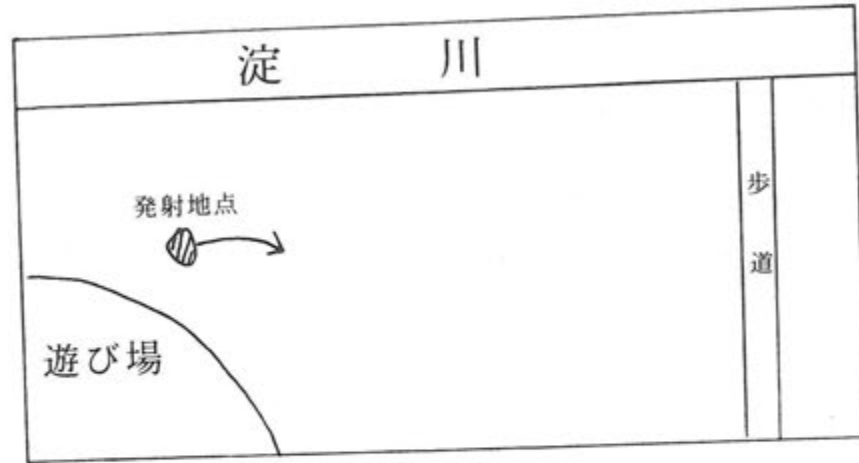
場所B：池の瀬公園

8月19日 晴れ



場所C：淀川河川敷公園遊び場横

8月26日 曇り



(4) 実験結果

表1：ポンピング40回、打ち上げ角度65度の条件で水の量を変えて飛ばした。

水の量 (g)	飛距離 (メートル)
0	2.4
100	37.0
200	39.5
300	52.0
400	58.0
500	41.5

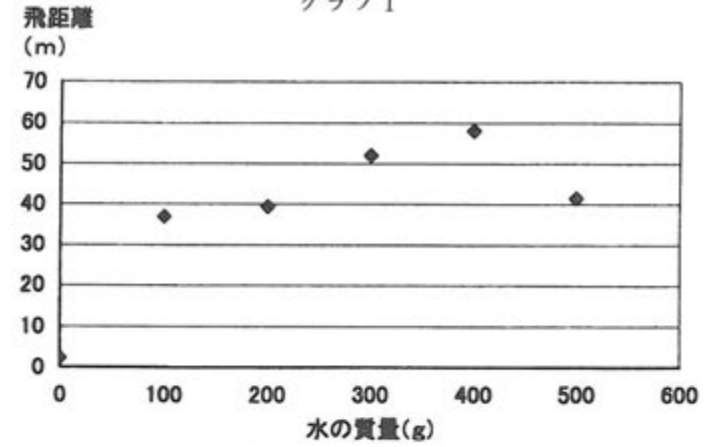
表2：水300cc、ポンピング40回の条件で打ち上げ角度を変えて飛ばした。

打ち上げ角度 (度)	飛距離 (メートル)
0 (水平)	3.1
45	11.0
55	29.5
65	52.0
75	73.0
80	44.0
90 (垂直)	6.0

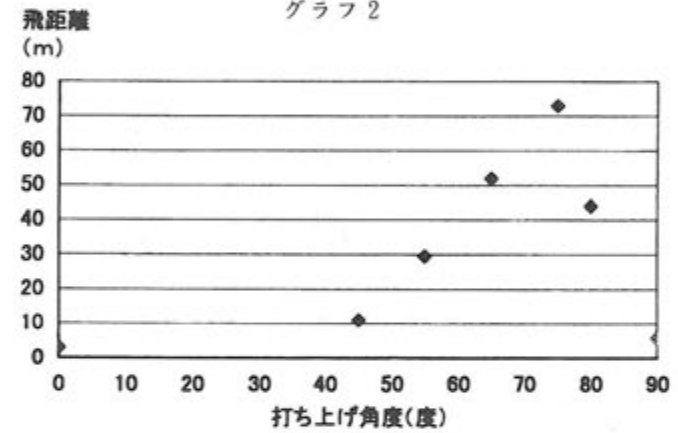
表3：水300cc、打ち上げ角度65度の条件でポンピング回数を変えて飛ばした。

ポンピング回数 (回)	飛距離 (メートル)
0	0.0
10	23.0
20	37.0
30	41.0
40	52.0
50	56.0

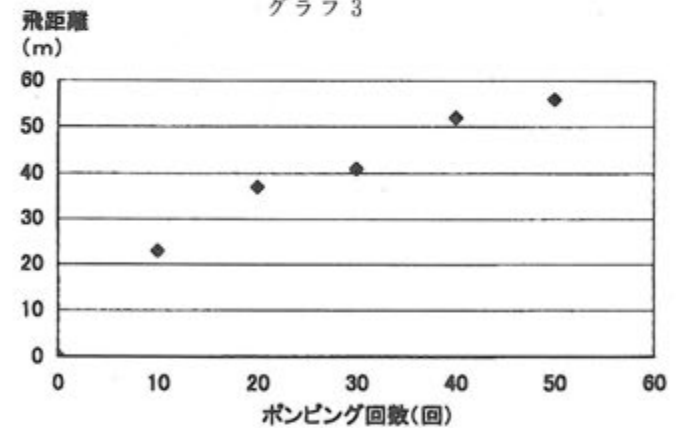
グラフ1



グラフ2



グラフ3



IV 結果と考察

(1) 表1、グラフ1について

結果：水を入れなかったら2.6メートルしか飛ばなかったが、100g入れたら37メートル

も飛ぶようになっている。しかし、それからは思ったより違いはなかった。

**疑問:**なぜ500gと400gでは、400gの方がよくとんだのか。それとなぜ100g→200g→300gと2倍、1.5倍と増えているのに飛距離はそれほど伸びなかったのか。

**考察:**普通、燃料となる水と空気が多いと、それに連れて噴出時間(=上昇時間)も長くなる。そして水が無くても空気の反作用のみで飛ぶことも出来る。

しかし、空気は抵抗にぶつかっても反作用自体が小さいのでまともに飛ばない。だから、それをカバーするため反作用の大きい水を入れるのだ。

しかし、水を入れると空気が入るスペースが小さくなる。水は自転車の空気入れごときで圧縮されない。だから機体そのものを動かす空気が少ないと、いくら水を入れても水を押す力がないのだから水を入れたら飛ぶというわけではないのだ。だが、いくら空気の入るスペースが少なくても無理にそのスペースに収まるように圧縮してしまえばいいということになる。お茶などのペットボトルでこれをやったら破裂するが、炭酸飲料のペットボトルはそう簡単に破裂しない。空気入れを無理に押す力があれば、ペットボトルの耐久力ぎりぎりまでいれて飛ばせば水が多くてもかなり飛ぶと思う。あと、水を入れたら機体そのものが重くなるので飛距離が伸びなかったとも思われる。

(2) 表2、グラフ2について

**結果:**空気に関しては、入れれば入れるほど、飛距離が伸びるようだ。

**疑問:**なぜグラフの線が徐々に緩やかになっているのか?

**考察:**空気の量が2倍、3倍になっても、飛距離は2倍、3倍にならない。(比例しない)考えられる理由はいくつかある。

- ①水に溶けた空気
- ②空気自身の重さ
- ③各所でわずかに起こるエア-漏れ
- ④推進力の持続時間

これらの中で最も大きい影響を及ぼしているのは④である。水が出る穴の大きさはどれも一定だ。だから、空気が多いとそれだけ強い勢いで水が出る。それはすさまじい勢いだが、噴出はすぐに終わる。後は風に乗って進む。空気をあまり入れなかったら、水を出す力は弱い。しかし水の量は同じなので低空で断続的に飛ぶ。風には乗らないが、空気抵抗が減り、そこそこの距離が出せる。だから空気をたくさん入れても比例したり、見違えるほど飛んだりしないのである。

(3) 表3、グラフ3について

**結果:**75度で飛ばした場合が1番よく飛んだ。

**疑問:**なぜ1番よく飛ぶとされている45度がトップでないのだろうか?

**考察:**45度が1番よく飛ぶとされているのは、放物線を描くからである。しかし、それは真空状態であって、実際は空気抵抗や風によって若干の誤差が生じる。ペットボトルロケットはそれの典型的な例であって、75度で飛ばしたら45度より高く上る。大抵上空に上がればそれだけ風が強く吹いているので風に乗る、追い風に乗る、距離が伸びたと思う。

ペットボトルロケットにおいては、風の影響は大きいと思われる。