

5 ペットボトルロケット

1 目的

物体の運動について、ペットボトルロケットを題材に、羽根の形状・ロケットに入れ込む水量と圧力・発射角度による飛距離の変化を測定することにより、最もよく飛ぶロケットの条件を研究する。

2 予備考察

(1) よりよく飛ばすためのポイント

ア 機体は、軽ければ軽いほうが、やはり飛距離が伸びるだろう。

イ いかに機体を安定させ、かつ無駄な力がかからないようにするか。

(2) 羽根の形状によつての飛距離の変化を研究するため、圧力・水量・温度・ペットボトル本体の形状は一定のものとして、比較実験を行う。

ア 圧力 自転車空気入れ 20 回

イ 水量 250ml

ウ 水温 17℃

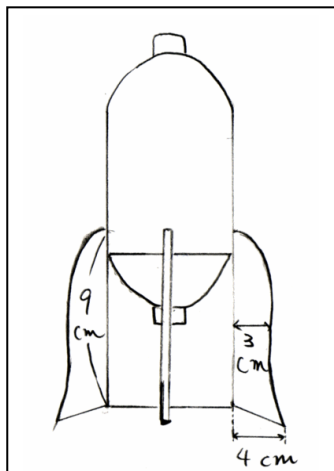
また、実験日の状況は、曇り・追い風・気温7℃であった。

3. 実験1 羽根の形状について

(1) 製作理論

ア 弓道の矢の羽根型ロケット

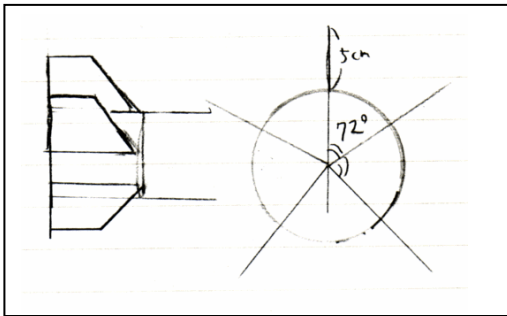
翼の部分の長さを長くすることに、空気による外力をより多く受け、機体全体が安定すると思った。そして、翼の幅を小さくすることにより余分な空気の抵抗を受けないようにした。また、翼のデザインは、弓道の矢の羽根の形から取ったものである。



イ 5枚翼ロケット

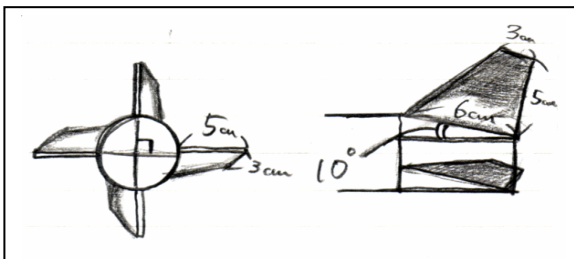
スタンダード型(4枚翼)よりも、風を受ける面積が多くなり、滑空時間がより長くなると

考えた。また、むやみに翼を大きくしたりするよりもバランスがとり易く、空中での姿勢が保たれると考えた。



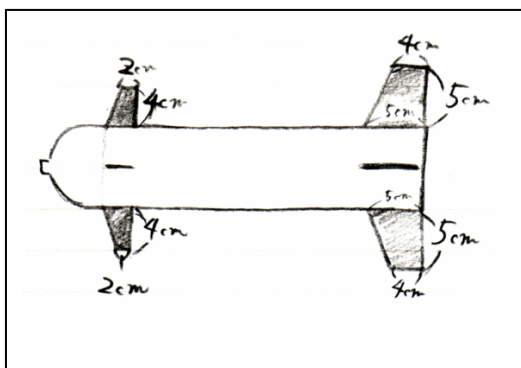
ウ スクリュー形状ロケット

スタンダード型の翼をすべて 10° 斜めに傾け、上空で鋭く回転するように設計した。回転が少ない、あるいはまったく回転しない機体は、ロケットの先端が上下左右に振れてしまい、ぶれが生じることによって、そこに空気抵抗が多くかかってしまうと考え、逆に機体を鋭く回転させることによって、ロケットの先端を安定させることを考えた。



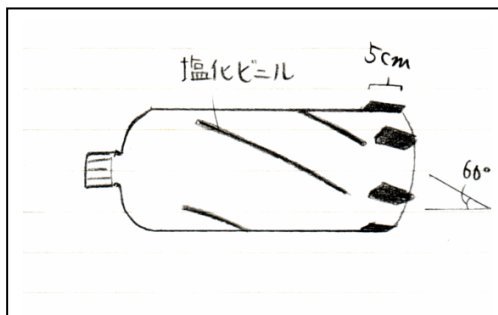
エ 前後羽根付き形状ロケット

機体が軽ければ遠くに飛ぶと思ったため、羽根はスタンダード型よりも一回り小さくした。また、前後のバランスを均一にしてより遠くに飛ばそうと考え、機体の先端近くに羽根をつけた。羽根の数は前後ともに4枚にした。



オ 螺旋形状ロケット

回転型。ペットボトル胴体に塩化ビニル製の棒状のものを等間隔に曲線を描くようにしてとりつけた。また、本体後部に羽根を5枚、 60° の角度をつけて取り付けた。ペットボトルロケットを意図的に回転させることにより、風によって生じる機体のぶれを最小限抑えようと考えた。また、他のペットボトルのように羽根を2枚重ねにせず、1枚にすることにより、機体全体を少し軽くした。



(2) 実験風景



(3) 結果

ア：弓道の矢の羽根型ロケット	30.15m
イ：5枚羽根ロケット	92.90m
ウ：スクリュー形状ロケット	103.75m
エ：前後羽根付き形状ロケット	32.50m
オ：螺旋形状ロケット	33.65m
参考：スタンダード型ロケット	61.55m

ア 第1位：スクリュー形状ロケット

製作理論が予想以上の効果を発揮し、鋭い回転で、きれいな放物線を描いていた。また、

翼の傾きを 10° としたことが、回転数と空気抵抗のちょうどいいバランスを保っていたと思う。強いていえば、もう少し角度を緩やかに (8° , 9° ?) にしたほうが、空気抵抗が少なくなり、より遠くに飛ぶのかもしれない。ただ、機体を回転させる形状の翼を使用し、機体を安定させるということに関しては、正しかったといえるのではないかな。

イ 第2位：5枚羽根ロケット

考えたとおり、非常によく飛んでいった。実験で、落下した衝撃で機体が縮んでしまうというハプニングがあったが、これはきれいな放物線を描いていたことを意味していると考えられる。結果的にスタンダード型よりも飛んだわけだが、5枚の翼によってうまく風に乗ったからだろう。

ウ 第3位：螺旋形状ロケット

当初の狙いどおり、ペットボトル本体を回転させることは成功した。しかし、羽根があまりにも軽すぎたので、ペットボトル本体が安定せず、ぶれながら飛ぶこととなった。羽根を2枚重ねにし、安定をもたせていたらもっと飛んでいただろう。

エ 第4位：前後羽根付き形状ロケット

羽根が小さすぎたので安定して飛ばなかった。飛距離もスタンダード型を下回る結果となってしまった。風の抵抗があったものの、機体の前後の重さを均一にしたところで安定して飛ぶわけでもなさそうだった。

オ 第5位：弓道の矢の羽根型ロケット

機体は安定して飛んでいったが、翼の長さが長すぎ、機体全体が重すぎたため飛距離が伸びなかった。(としか言えない・・・)

4 実験2：水量・圧力・発射角度の理想

(1) ポンプ10回の場合 (単位：メートル、実験日の天候：晴れ、ほぼ無風)

100 ml		65°	70°	80°	60°
	1回目	21.20	11.50	10.50	17.30
	2 "	19.40	14.50		
	3 "	18.48	18.67		
	4 "	20.56	12.69		
	5 "	23.55			
200 ml	1回目	29.43	12.00		
	2 "	27.00			
	3 "	29.33			
300 ml	1回目	25.75	35.20		
	2 "	26.50	30.65		
	3 "	31.55	33.64		
400 ml	1回目		13.95		

(2) ここから先はポンプ 10 回の時のデータを基にして、100~200 mlでは角度 65°、300~400 mlでは角度 70° で実験を続けた。

ア

100 ml	1 回目	46.32	200 ml	1 回目	39.27
	2 〃	37.55		2 〃	61.90
	3 〃	44.00		3 〃	56.50
300 ml	1 回目	65.70	400 ml	1 回目	45.80
	2 〃	69.43		2 〃	41.35
	3 〃	56.49		3 〃	48.94

〈ポンプ 20 回の場合〉

イ

300 ml	1 回目	71.10	400 ml	1 回目	62.90
角度 65°	2 〃	71.75	角度 65°	2 〃	50.20

〈ポンプ 30 回の場合〉

ウ

300 ml	65°	70°
	94.65	53.40

〈ポンプ 40 回の場合〉

(3) これらの結果より、500 mlのペットボトルロケットを遠く飛ばす条件は、水 300 ml、角度 65° が最も良いと思われる。

5 まとめと反省

揚力を生むには羽根が大きいほうが良いと考えがちだが、羽根が大きすぎると機体が重くなってしまふので、逆に飛ばない。また、羽根が小さすぎると機体が安定しないので、これもまた飛距離が伸びない。前後の重さを均一にしたとしても、飛距離に何の関係もなさそうである。このことから、羽根のつける位置は後部がベストだということがわかる。水温の温度変化にも着目してみたのだが、これも実験結果から無関係だとわかった。また、実験結果から機体が回転すると飛距離が伸びることがわかった。実験全体から見て、機体が安定していてかつ飛距離が長いのは、スタンダード型だということがわかった。

今回の課題研究を終えて、自らが設計・製作・実験をしたことで、実験を行うことの楽しさと難しさを感じることができた。

ペットボトルロケットのほかにも、身近なもので物理に関係することはいくらかもある。これを機に、いろいろな実験をしてみることで、さらに物理に興味・関心が持てると思う。