

空中分解型多段式ペットボトルロケットの開発

神奈川県立相模原高等学校 SS課題探究III

研究動機

ペットボトルを用いた水ロケットやエタノールロケットを実験で繰り返し飛ばしている過程で、これらの2つのロケットを組合せ、空中で分離・発射する二段式ロケットを思いついた。そのアイデアを実現しようと思い、研究を始めた。

仮説1

水ロケットとエタノールロケットを組合せた多段式ペットボトルロケットを作る事ができる。

手順

- ・水ロケット発射後、エタノールロケットを空中で発射させるため、時限式発射装置の開発を行う。
- ・装置の導火線の長さとおエタノールロケットの発射までの時間との関係性を調べる。
- ・水ロケットの滞空時間を調べ、導火線のデータから、着火後の水ロケット発射までの最適時間を決定する。

実験① 時限式発射装置の開発



案1



案2



案3

- 案1 耐久性が低い、装置が外れやすい。
- 案2 芯が外れる。
- 案3 装置が複雑で重い。
- 案4 ロウが溶けて装置が外れてしまう。
- 案5 成功率が低い、発射までの時間が安定しない。



案4



案5



案7

成功率が高く、発射までの時間も安定している案7を採用。

キャップの内側にろうそくの芯を固定し、キャップの穴から外に芯を出した。

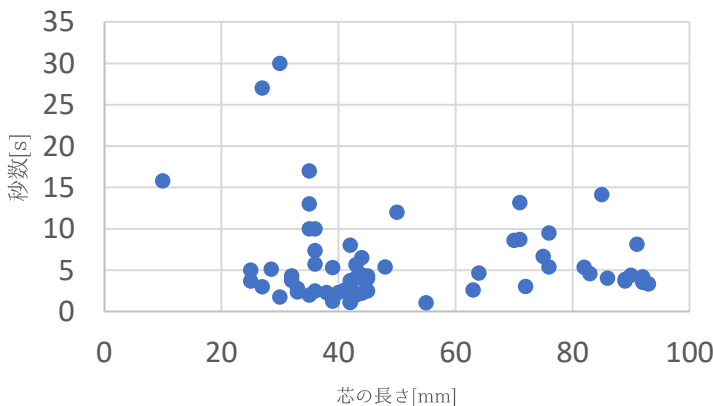
実験② エタノールロケットの打ち上げ



【エタノールロケット単体での発射実験】

簡易発射台に時限式発射装置を取り付けたエタノールロケットをセットし、芯の長さとお発射時間の関係性を調べた。全ての実験は動画で記録を行った。

結果 時限式発射装置(案7)の芯の長さとお着火からお発射までの時間



平均

4.11 [s]

外れ値を除いて考えると、芯の長さにかかわらず、装置への着火からおおよそ2~6秒でロケットが発射される事がわかった。

実験③ 水ロケットの打ち上げ



【二段式ロケットの製作】

製作に用いた材料

- ・ペットボトル
- ・紙コップ
- ・厚紙
- ・プラ板
- ・ビニールテープ
- ・アルミホイル
- ・割りばし

改良を加えながら水ロケット9機、エタノールロケット39機を製作した。

結果 水ロケットの打ち上げ後の滞空時間

回	s	回	s	回	s	回	s	回	s	回	s	回	s	回	s
1	0.67	11	2.84	21	6.00	31	5.72	41	5.09	51	4.53	61	3.93	71	4.90
2	5.00	12	1.42	22	4.59	32	2.18	42	4.44	52	5.42	62	1.38	72	4.37
3	0.55	13	3.85	23	5.15	33	1.78	43	5.23	53	2.10	63	5.41	73	3.78
4	3.55	14	2.63	24	4.00	34	0.88	44	5.76	54	2.92	64	8.72	74	3.28
5	3.05	15	2.37	25	3.61	35	4.41	45	1.96	55	4.47	65	5.06	75	3.24
6	3.18	16	1.86	26	2.66	36	5.63	46	2.22	56	5.81	66	3.73		
7	1.53	17	1.92	27	2.45	37	3.93	47	5.31	57	3.80	67	1.19		
8	1.54	18	3.83	28	2.66	38	0.83	48	3.04	58	3.10	68	2.67		
9	1.87	19	4.30	29	4.49	39	1.85	49	3.09	59	4.34	69	6.81		
10	2.81	20	3.96	30	3.13	40	1.63	50	3.69	60	3.61	70	8.62		

黄色の平均

➡ 4.14 [s]

うまく飛ばなかったもの
(滞空時間2秒未満のもの)
は平均に含めなかった。

仮説2

実験①～③の結果より、時限式発射装置(案7)への着火から2秒程度で水ロケットを打ち上げるとちょうど空中でエタノールロケットが発射される。

実験④ 二段式ロケットの打ち上げ



【方法】

- ①水ロケットに水を500mL入れ、空気入れて空気を30回入れる。
- ②時限式発射装置に火を付ける。
- ③エタノールロケットを水ロケットに取り付ける。
- ④着火から2秒後に水ロケットの発射レバーを引き、二段式ロケットを打ち上げる。

【結果】

二段式ロケットの発射に成功した。

現在二段式ロケットは155回中10回程度成功している。

8月4日現在の通算ロケット打ち上げ回数は253回である。

結論

時限式発射装置を用いることで、水ロケットとエタノールロケットを組合わせた空中分解型多段式ペットボトルロケットを作る事は可能であった。

展望

現在は暫定的な数字と経験による勘で飛ばしているので、実験を繰り返すことでより正確に発射をコントロールできるようにし、再現性を高める。

参考文献

- ・エタノールロケット <http://web.kyoto-inet.or.jp/people/ebisan/c2h5oh.htm>
- ・JAXA 基本型水ロケット <https://edu.jaxa.jp/contents/other/rocket/pdf/78832.pdf>