

# パイロード搭載型モデルロケットの製作

3618 佐藤啓太 3608 岡崎未奈 3635 堀晃輔 3637 水野昌人

## 要旨

パイロードを搭載しそれを高い高度まで運ぶことができるモデルロケットの製作を目的とした。

事前実験を行い、安全に飛行できることを確認したモデルロケットを打ち上げた。その結果、モデルロケットが真下を向いてしまいうまく打ち上がらなかった。そこで質量を小さくした新しい機体を製作し打ち上げた。初号機よりも安定して飛行した。今後はシミュレーションとの差を小さくし、より高い高度に飛ばすことのできる機体の製作を行っていく。

## 1. 目的

パイロード（荷物）を搭載し、それを高い高度まで運ぶことができるモデルロケットを製作する。

## 2. 研究・実験の手順

- ① モデルロケットの4級ライセンス取得
- ② 機体の設計・製作
- ③ 事前実験（スイングテスト パラシュート開傘実験 パラシュート放出実験）
- ④ シミュレーション
- ⑤ 打ち上げ
- ⑥ 打ち上げの結果を基に新しい機体を製作
- ⑦ ②～⑥を繰り返す

## 3. 1号機の実験

### I. 機体の製作

<使用した材料・器具・装置>

- ・カレンダー
- ・段ボール
- ・ノートの表紙
- ・木工用ボンド
- ・傘の骨組
- ・ペットボトル
- ・ゴム紐
- ・ビニール袋
- ・グルーガン
- ・ストロー

<製作した機体の構造>



表1 各パーツの名称

①	ノーズコーン	②	パイロード（おもり）
③	パラシュート	④	インナーチューブ
⑤	カプラー	⑥	フィン
⑦	ランチングパイプ		

製作した機体のサイズは表 2 のとおりである。

表 2 機体のサイズ

全長	54cm
質量	221.6g
直径	5cm

本機体には市販のモデルロケットエンジンを使用し実験を行った。  
使用したエンジンは表 3 のとおりである。

表 3 使用したエンジンとその性質

エンジンの種類	力積(Ns)	燃焼時間(秒)	延長時間(秒)
B4-4	5.0	1.25	4
C6-3	10	1.67	3



図 1 製作した機体

## II. 事前実験

以下の事前実験を行った。

### ①スイングテスト

結果：機体がまっすぐ回転したので安定して飛行する。

### ②パラシュート開傘実験

結果：パラシュートが開くことが確認された。

### ③パラシュート放出実験

結果：一回目はペイロード格納部が放出されなかった。そのため格納部とインナーチューブをつなぐ接続部を短くし再度実験を行った。結果、放出が確認された。

## III. 打ち上げ

「Open Rocket」と呼ばれるシミュレーションソフトを用いてシミュレーションを行った。予測最高高度は約 10m であった。

### <使用した材料・器具・装置>

- ・高度測定機
- ・発射コントローラー
- ・モデルロケット用エンジン (B4-4)
- ・発射台
- ・イグナイタープラグ
- ・イグナイター
- ・メジャー

### <実験>

B4-4 エンジンを使用

風向き 南西

風速 3.2m/s

風上に向けて打ち上げる。

ランチロッドを 10 度傾け打ち上げた。

### <仮説>

事前実験の結果からこの機体は安定して飛行すると考えられる。

シミュレーションより最高高度は約 10m になると考えられる。

ランチロッド



図 2 打ち上げ前の様子

### <結果>

約 3m しか上がらず、エンジンの逆噴射の前に機体が落下した。

パラシュートが放出されなかった。

逆噴射の熱をタコ糸が直に受け、パラシュートに取り付けたタコ糸が焦げて千切れてしまった。

最高点で急に下を向き落下した。

### <考察>

シミュレーションと打ち上げ結果の最高高度に大きな違いが出たのは、本機体には凹凸や隙間があるがシミュレーションではそれを考慮していなかったため抵抗係数、CP(圧力中心)の位置に違いが生まれバランスが悪くなりシミュレーション結果と違いを生んだと考えられる。

1号機の総重量が B4-4 エンジンの最大積載量である 113g を大幅に超えているため、高く打ち上がらなかった。

### <結論>

この機体では質量が大きく、バランスが悪いため、ペイロードを高く飛ばすのが困難である。

## 4. 2号機の実験

### I. 機体の製作

1号機の結果を踏まえて軽量化した機体を製作する。

#### <使用した材料・器具・装置>

- ・カレンダー
- ・段ボール
- ・ノートの表紙
- ・木工用ボンド
- ・輪ゴム
- ・傘の骨組
- ・ペットボトル
- ・ゴム紐
- ・ビニール袋
- ・グルーガン

#### <機体の概形>

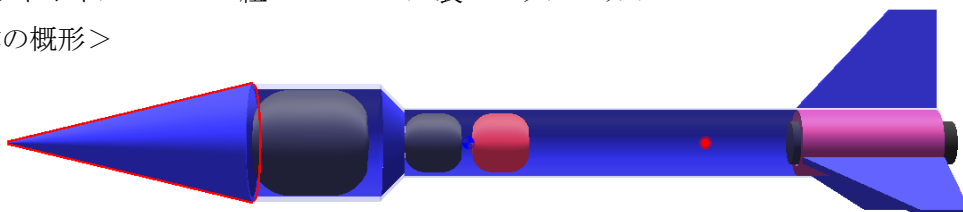


表 5 使用したエンジンとその性質

エンジンの種類	力積(Ns)	燃焼時間(秒)	延長時間(秒)
A8-3	2.5	0.32	3
B4-4	5.0	1.25	4

表 6 機体のサイズ

全長	41.5cm
質量	124g
直径(上部)	5cm
直径(下部)	3cm

### II. 事前実験

1号機と同様に事前実験を行った。

#### ①スイングテスト

結果：機体がまっすぐ回転したので安定して飛行する。

#### ②パラシュート開傘実験

結果：パラシュートが開くことが確認された。

#### ③パラシュート放出実験

結果：放出は確認されなかった。これは、図 3 の灰色部分に隙間が開いていたためだと考えられる。そのため隙間をボンドで塞ぎ、再度実験を行った。結果、放出が確認された。

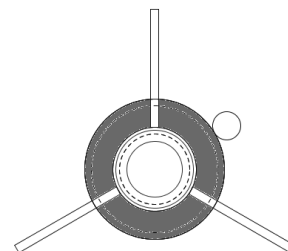


図 3 2号機の背面図

### III. 打ち上げ

<使用した材料・器具・装置>

- ・タイヤ ・高度測定機 ・発射コントローラー ・モデルロケット用エンジン (A8-3,B4-4)
- ・発射台 ・イグナイタープラグ ・イグナイター ・メジャー ・リカバリーワディング

<実験 1>

「Open Rocket」によるシミュレーション結果より、A8-3 エンジンを使用すると 2 号機の最高高度が約 9.5m になり、B4-4 エンジンを使用すると約 33m になる。この 2 つのエンジンを使用して実験を行った。

風向き 南

風速 1.3m/s

風上に向けて打ち上げる。

<仮説>

CP の位置を実験で求めた結果シミュレーションの位置よりも CG(重心)側にあった。そのためシミュレーションの結果よりも高度が低くなる。機体は左右にぶれずに飛行する。

<結果>

エンジン	A8-3	B4-4
最高高度	8.1m	16m
結果	・パラシュートが放出される前に落下した ・機体は左右にぶれず飛行した	・パラシュートが放出される前に落下した ・機体は進行方向に対し左にそれた

<考察>

パラシュートが放出される前に機体が落下したのは、高度が足りず飛行時間が短かったためである。

A8-3 エンジンを使用した時はシミュレーションに近い高度が測定された。

B4-4 エンジンを使用した時シミュレーション結果と高度に違いが生じた理由には風向きが A8-3 打ち上げ時と変わってしまったためだと考えられる。

1 号機のように急に下に向くようなことはなかったことから、1 号機よりも 2 号機のほうがより安定性があるといえる。

<結論>

1 号機よりも 2 号機の実験結果のほうがシミュレーション結果と似ており、安定して飛んでいた。よってこの機体をベースにして新しい機体を作っていく。

高度が低かったので、次の機体では高出力のエンジンが使えるように安定性を高めることを重視して製作する。

### 5. 3 号機の実験

#### I. 機体の製作

2 号機の結果を踏まえ、安定性のある機体を製作する。

CP と CG の距離が長いほうが安定するという仮説を立て、それをもとに製作する。

2 号機よりもフィンを大きくしボディと格納部の調節部分を長くすることで、CP の位置が 2 号機の時よりも下に来るようにした。全長、質量はほぼ同じになるよう製作した。

<使用した材料・器具・装置>

- ・カレンダー ・ ノートの表紙 ・ 木工用ボンド ・ 傘の骨組 ・ ゴム紐 ・ ガムテープ
- ・ ペットボトル ・ ビニール袋 ・ グルーガン ・ 工作用紙



図4 製作した3号機

表7 使用したエンジンとその性質

エンジンの種類	力積(Ns)	燃焼時間(秒)	延長時間(秒)
A8-3	2.5	0.32	3
B4-4	5.0	1.25	4

表8 機体のサイズ

全長	40.4cm
質量	125.9g
直径(上部)	5cm
直径(下部)	3cm

## II. 事前実験

### カットボード実験

2号機との安定性を比較するためにカットボード実験を行い、CGとCP間の距離を測った。

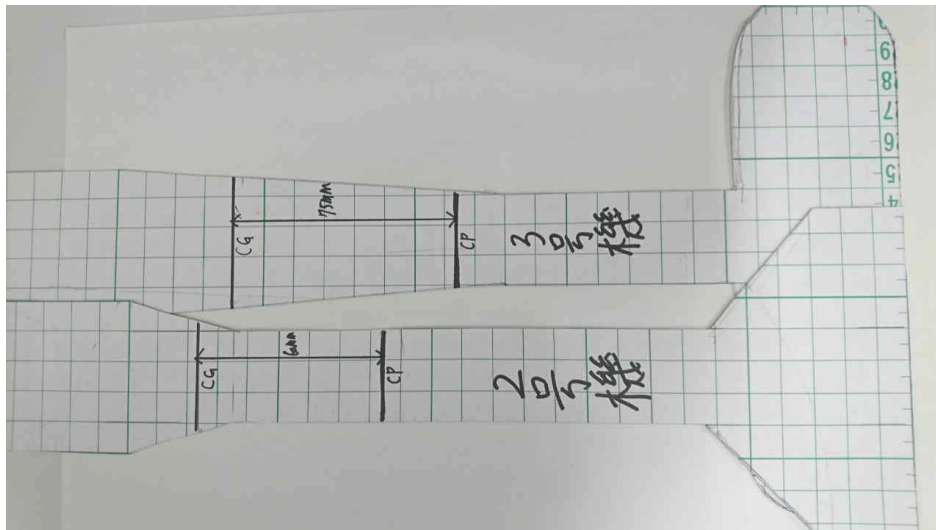


図5 カットボード実験

結果：2号機は60mm、3号機は75mmだった。

考察：距離は2号機のとときの1.25倍になり長くなったので、CP,CG間の距離は、安定性に影響を与える程度には長くなったと考えられる。よって3号機は2号機よりも安定性があると考えられる。

## 6. 結論

1号機と2号機はシミュレーション通りに飛ばなかった。これは、シミュレーションと実際の機体の形や材質の違いにより発生したCPの位置のズレが理由の一つとして挙げられる。そのため機体の性質をより正確に測り、シミュレーションのずれを小さくしていく。

1号機よりも質量の小さい2号機のほうが高く上がった。よって質量が小さいほうが高く上がる。

今後は3号機の打ち上げを行いCPとCG間の距離が長いほうが安定するという仮説を検証する。また複数回の実験を行い、正確なデータを収集し、高い高度までペイロードを運ぶことのできる機体を製作していく。

## 7. 参考文献

- ・第4級講習テキスト「モデルロケットを飛ばそう！」 NPO法人 日本モデルロケット協会
- ・手作りロケット完全マニュアル (株) 誠文堂新光社