

令和6年4月

鹿児島大学理工学研究科 地域コトづくりセンター  
鹿児島ハイブリッドロケット研究会

鹿児島ロケット5号機

霧島レイ号

打上げ実験報告書

鹿児島大学大学院理工学研究科工学専攻 機械工学プログラム  
鹿児島ハイブリッドロケット研究会 代表  
片野田 洋

## 1. はじめに

鹿児島ハイブリッドロケット研究会（以下、Team KROX）は肝付町の御支援の下、令和 6 年 2 月 28 日（水）に肝付町辺塚海岸にて「鹿児島ロケット 5 号機 霧島レイ号」の打上げ実験を行いました。ここに、打上げ実験の結果についてご報告いたします。

## 2. ロケット概要

表 1 鹿児島ロケット 5 号機の主要諸元

項目	詳細
全長/直径	2.62m/140mm
燃料/酸化剤	アクリル, パラフィンワックス/液体酸素 (LOX)
質量 (乾燥)	17.3kg (擬似衛星 0.614kg + 0.016kg コーヒー豆)
質量 (LOX 充填後)	19.5 kg (17.3kg + LOX 2.2kg)
計画到達高度	2.0 km

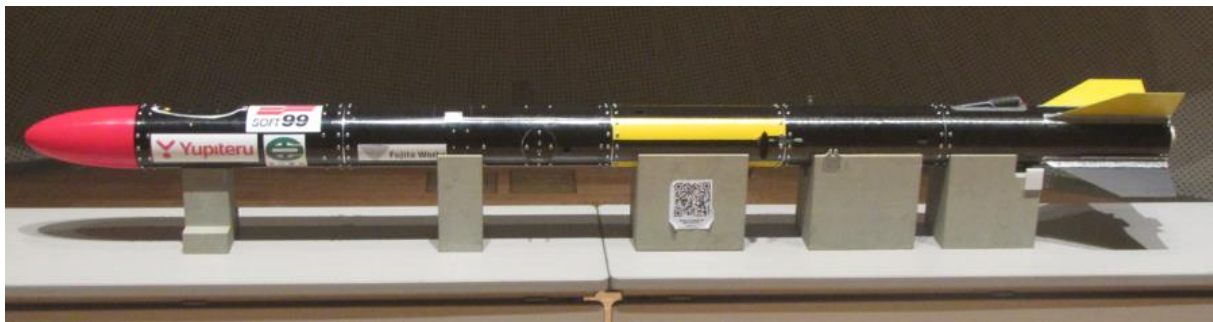
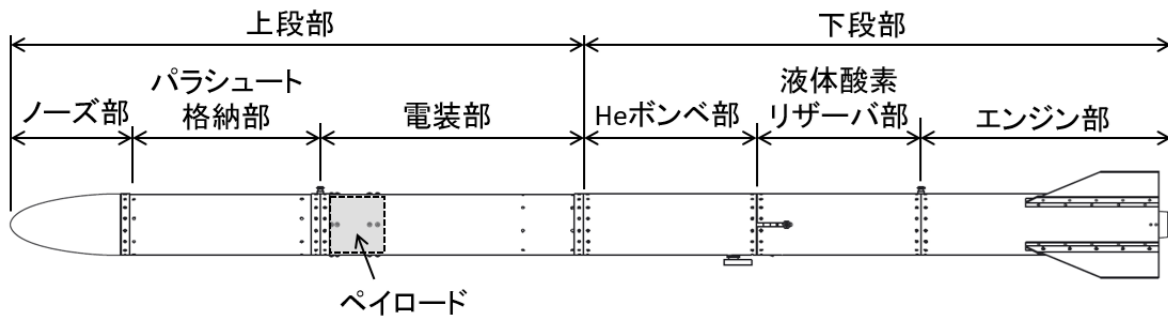


図 1 機体の外観 (令和 6 年 2 月 16 日 機体・ペイロード公開時)

## 3. 4 号機からの改良点

- 1) パラシュート 2 段階放出機構の改良 (二重ロック機構)
- 2) 2 個のモバイルバッテリーの電源投入の無順序化 (電源投入作業に関するヒューマンエラー回避策)
- 3) 液体酸素リザーバの軽量化 (ステンレスからアルミ合金に変更)
- 4) 機体搭載の気圧センサ, 加速度センサ等からの出力電圧に対するサンプリング速度の高速化

4. ペイロード (図2)

1) NPO 法人鹿児島人工衛星開発協議会製作の模擬人工衛星

- ・ 920MHz 帯特定小電力無線搭載機
- ・ 加速度, 角速度, 温度, 湿度, 気圧測定
- ・ 加速度のデータ送信 (衛星から地上へ)
- ・ 衛星と地上間で送受信可 (単信)
- ・ 寸法: 高さ 100mm×100 mm×100mm
- ・ 重量: 衛星本体 614g

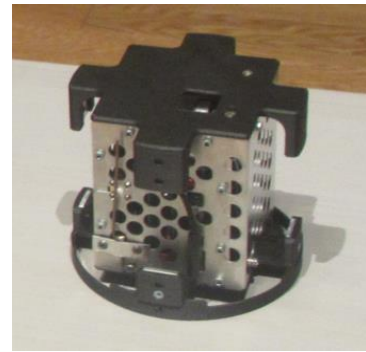


図2 模擬人工衛星

2) ノアコーヒーのコーヒー豆 16g

5. 実験に関わった人員

表2 人員数

実験隊 (25 名)	鹿児島大学 18 名 (教員 1 名, 職員 1 名, 学生 16 名) 第一工科大学 4 名 (教員 1 名, 学生 2 名, OB 1 名) Team KROX 3 名
技術支援員 (3 名)	鹿児島大学 1 名 (教員 1 名) (株) コスモテック 2 名
運営支援員 (37 名)	Team KROX 8 名 肝付町 12 名 内之浦漁業協同組合 (警戒・回収船 2 隻, 潜水士 2 名) 4 名 NPO 法人鹿児島人工衛星開発協議会 1 名 (株) 鹿児島放送 (インターネット中継) 2 名 (株) HEIYA (インターネット中継) 3 名 (合) シスルナベース (ドローン空撮) 3 名 肝付町観光協会 2 名 支援企業 2 社 2 名
計 65 名	

## 6. 射場概要

図3に示すように、肝付町辺塚海岸を射点として打上時立入禁止区域と警戒区域を設定しました。

- ①打上時立入禁止区域（打上時，実験隊を含め立入禁止区域）
- ②警戒区域
  - 〔 地上警戒区域（打上時，実験隊以外の立入禁止区域）
  - 〔 海上警戒区域（打上時，一般船舶と釣り客の退避依頼区域）

海岸に面した広場の地権者に土地の一時使用の許可を頂き、プレハブ（前方監視所）を1棟設置しました。打上げ前の海上の警戒と機体の回収のために、内之浦漁業協同組合から漁船を2隻出していただきました。

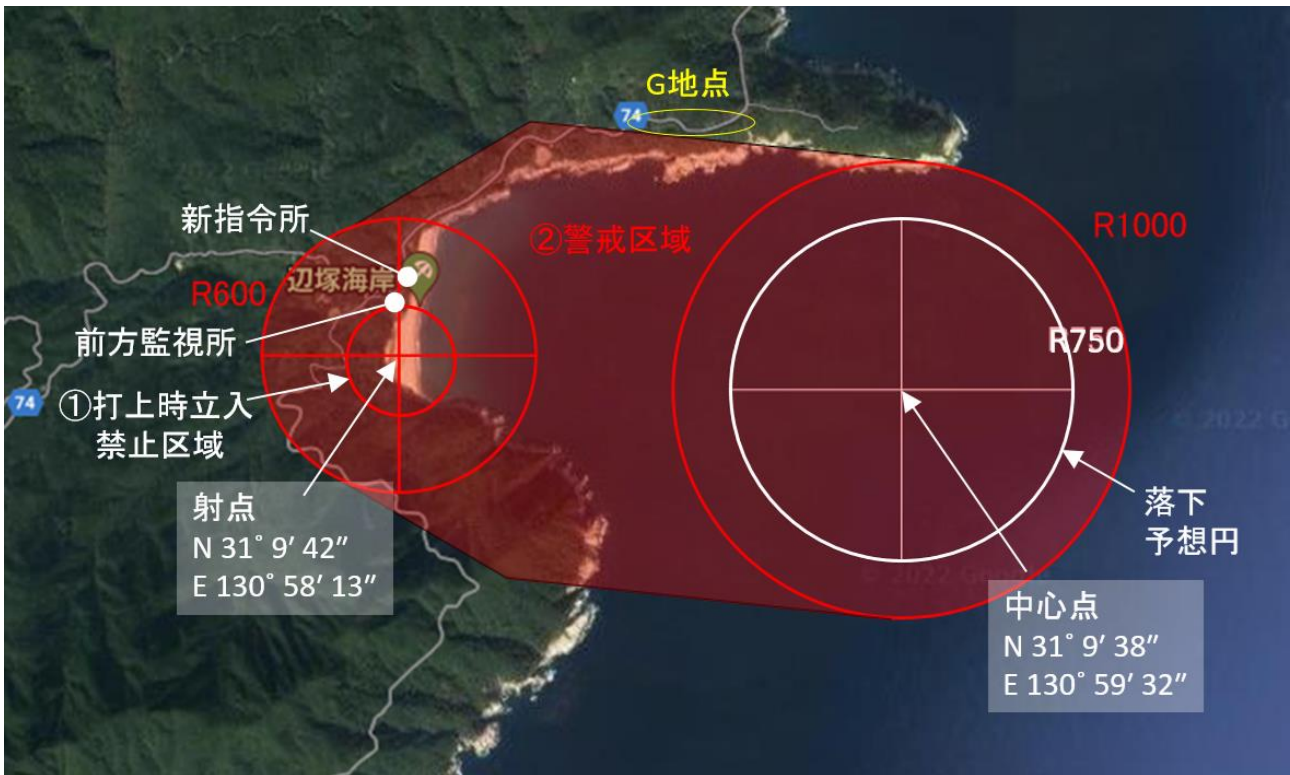


図3 射点と着水予想円

## 7. 関係各所への手続きと連絡

下記の関係各所と事前調整を行いました。

- (1) 国土交通省 大阪航空局関西空港事務所，大阪航空局鹿児島空港事務所
- (2) 防衛省 海上自衛隊鹿屋航空基地 第一航空群司令部
- (3) 第十管区海上保安本部  
鹿児島海上保安部 志布志海上保安署
- (4) 鹿児島県  
大隅地域振興局建設部管理第一係，第二係  
肝付警察署
- (5) 内之浦漁業協同組合
- (6) 大隅肝属地区消防組合指令課
- (7) 肝付町消防団



## 8. 実験関連日程

打上げ実験に係る作業工程を表3に示します。図4～9に打上げの準備状況を示します。

表3 作業工程

実施日	実施内容
2/24 (土)	辺塚海岸の海岸広場にプレハブ設置
2/26 (月) 晴れ	準備作業 (ランチャー設置, 防護壁構築)
2/27 (火) 晴れ	第3回 Go/NoGo 判断 → Go 判定 準備作業, リハーサル, 報道陣対応
2/28 (水) 曇り	打上げ, 報道陣対応, 撤収作業
2/29 (木) 雨	撤収作業, 海岸清掃



図4 海岸広場のプレハブ (前方監視所)



図5 辺塚地区多目的集会施設 (新指令所)



図6 指令所内での最終組立て



図7 ランチャーの組立て作業



図8 機体のランチャー通し確認作業

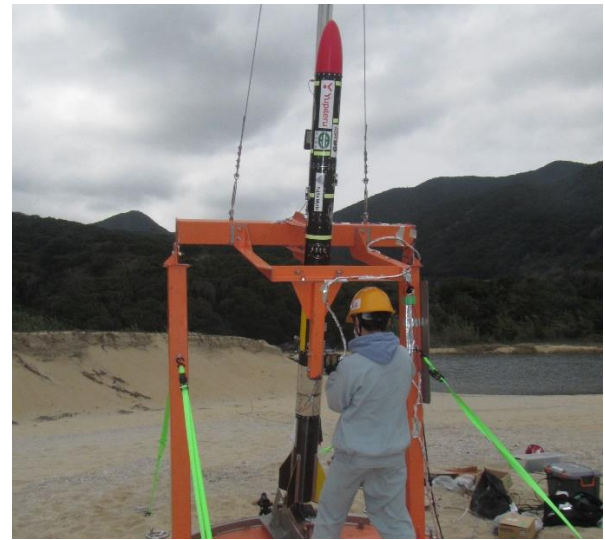


図9 打上げ前の機体の設置状況

## 9. 実験結果

### (1) 打上げ日時

令和6年2月28日(水) 14時30分

### (2) 打上げ時の天候

天気：曇り

地上の風向風速：5.2m/s 東北東(14時)

### (3) ランチャー設定条件

方位：東方向

迎角：75度(鉛直状態から海側へ15度傾斜)

### (4) 打上げ結果

打上げの瞬間の様子を図10に示します。機体は長さ約8mのランチャブームに沿って正常に離昇しました。機体は間もなく雲の中に入ってしまったため、パラシュートが開いたかどうか目視では確認できませんでした。射点の砂浜側からは落下も目視確認できませんでした。回収船が辺塚湾の南側と北側で待機しており、南側の回収船の近くに機体が落下しました。回収船がパラシュートと浮袋(図11)を回収しましたが、機体の姿はありませんでした。回収位置を図12に示します。上述の結果より、機体は海上警戒区域のほぼ南端に落下したと推察されます。



図 10 打上げの瞬間の様子



図 11 回収できた第1段パラシュートと浮袋



機体から地上に伝送されたテレメトリデータの内、気圧データから高度を算出した結果を図 13 に示します。機体の高度履歴より、頂点通過後に高度がほぼ一定になっているのは第 1 段目パラシュートが開いて減速したためであると考えられます。これは設計通りでした。また、海面上約 300m で高度がほぼ一定になっているのは、第 2 段目パラシュートが開いて減速したためであると考えられ、これも設計通りでした。以上より、パラシュートの 2 段階放出に成功したと判断しました。最高到達高度は、気圧データより約 1,080m でした。

テレメトリデータの受信頻度を図 14 に示します。4 号機では数秒に 1 回の頻度でしたが、5 号機では 0.1~0.6 秒に 1 回の頻度となり、データ取込み速度が約 10 倍向上しました。



図 12 第 1 段目パラシュートと浮袋の回収位置

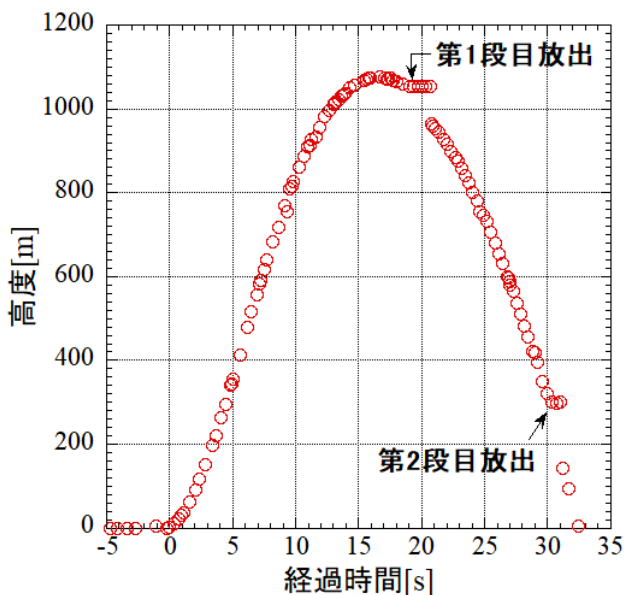


図 13 機体の高度履歴

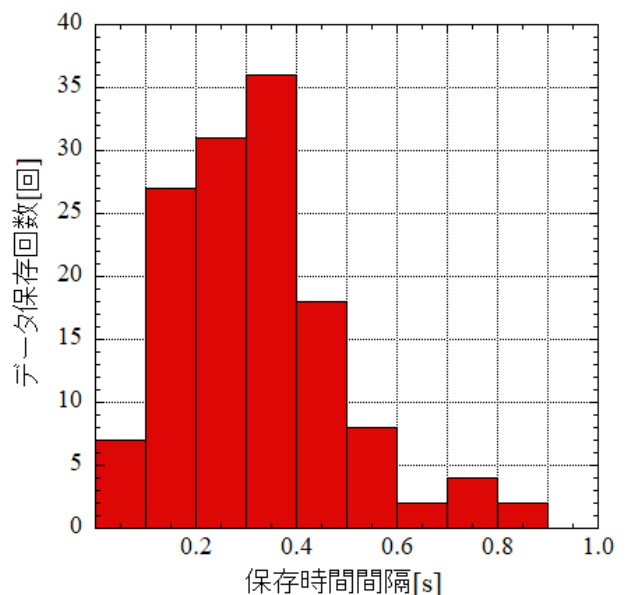


図 14 テレメトリデータの受信頻度



## 10. 打上げ結果の評価

5号機打上げ結果の評価を表4に示します。最大の課題としていたパラシュートの2段階放出に成功しました。飛行データ回収は、テレメトリで受信したデータの時間的な密度が4号機の10倍程度に増加しました。これらのことから、打上げ実験は成功と判断しました。ただし、第1段目パラシュートのシュラウドラインが破断し、ロケットの降下速度が速くなったことと、海況不良も影響し、ロケット機体は回収できませんでした。また、今回は地上局でGPSデータを受信することができませんでした。到達高度は当日の風の影響で到達高度は1.1km程度でした。

表4 5号機打上げ結果の評価表

優先順位	評価項目	評価	説明
1	パラシュートの2段階放出	◎	テレメトリデータから2段階放出に成功
2	飛行データ回収	○	テレメトリデータの高密度取得に成功。ただし、GPSデータは受信できず。オンボードデータは回収できず。
3	到達高度2km程度	△	当日の風の影響で到達高度は1.1km程度。

## 11. 5号機の開発と打上げに要した費用

表5 費用内訳（令和5年4月～令和6年2月）

	費目	費用（円）
1	5号機開発費用	1,389,117
2	5号機製作費用	1,100,958
3	旅費	328,830
4	購入物品費	477,550
5	レンタル物品費（プレハブ、レンタカー等）	439,248
6	警戒・回収船2隻、潜水士2名	198,000
7	宇宙保険	157,560
8	その他	125,850
	合計	¥ 4,217,113

## 12. 6号機の計画

- (1) パラシュートのシュラウドラインの強度向上
- (2) GPS データを確実に機体の受信機で受信し、地上に送信
- (3) 機体への浮力の付与
- (4) 資金確保
- (5) 打上げ実験（時期未定）

## 13. 現地取材を行った報道機関

テレビ局：KKB 鹿児島放送， KTS 鹿児島テレビ， KYT 鹿児島読売テレビ， MBC 南日本放送，  
NHK 鹿児島放送局

新聞社：朝日新聞， 南日本新聞， 南九州新聞

## 14. おわりに

鹿児島ロケット 5号機 ユピテル 霧島レイ号は、プライムパートナー企業4社（株式会社ユピテル様，株式会社ソフト 99 コーポレーション様，株式会社藤田ワークス様，有限会社池山建設様），三洋工機株式会社様，並びに個人2名様から頂いたご寄附により開発と製作を行うことができました。県内外の24を超える企業・団体から機体部品の製作にご協力いただきました。また，県内の7つの企業・団体には運営へのご支援をいただき，お陰様で事故・怪我等もなく無事に打上げ実験を行うことができました。実験結果として，パラシュートの2段階放出とテレメトリデータの高密度受信に成功しました。これらにより，打上げ実験は成功と判断しました。他方，パラシュートのシュラウドラインの強度を高める必要があることが分かりました。これらの成果を6号機の開発に生かしたいと考えています。

## 謝辞

この度の鹿児島ロケット 5号機 霧島レイ号の打上げ実験に際しましては，肝付町役場，内之浦漁業協同組合，辺塚在住の方々，指令所等の地権者の方，消防組合，消防団，警察署，NPO 法人鹿児島人工衛星開発協議会に多大なるご支援をいただきました。特に，肝付町役場の職員の方々には打上げのための打合せ，地元の方々との調整，関係各所および役場内での調整，打上げ実験に使用する資材の手配・準備・運搬や，打上げ実験期間中の多岐にわたる業務にお時間と労力を割いてくださり，ありがとうございました。

多くの方々に支えられて鹿児島ロケットの開発と打上げを実施できたことに心から感謝し，鹿児島ハイブリッドロケット研究会代表としてここに深くお礼申し上げます。引き続き，6号機でもご支援，ご協力を賜りたく，どうぞよろしく願いいたします。