

令和4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3号機 ユピテル号

打上げ実験報告書

鹿児島大学大学院理工学研究科 機械工学専攻

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

鹿児島大学理工学研究科地域コトづくりセンター所管 鹿児島ハイブリッドロケット研究会（以下、Team KROX）は、小型ハイブリッドロケットの開発と打上げを通して、地域の発展に貢献することを目指しています。

令和4年3月16日（水）に Team KROX と肝付町が共催で実施した「鹿児島ロケット3号機 ユピテル号」の打上げ実験について、ご報告いたします。

## 2. ロケット概要

項目	仕様等
全長/直径	2.6m/140mm
燃料/酸化剤	アクリル，パラフィンワックス/液体酸素
質量（LOX 充填後）	19.3kg
加圧ガス	ヘリウム
推力	定格 70kgf
計画燃焼時間	4.5 秒
計画到達高度	1.5 km
胴体材料	ガラス繊維強化プラスチック， 炭素繊維強化プラスチック
尾翼材料	炭素繊維強化プラスチック
搭載センサー	GPS 受信機×2 個，気圧センサー×2 個，3 軸加速度， 3 軸角速度，気温，エンジン胴体温度
テレメトリデータ	GPS×2 系統，気圧×2 系統

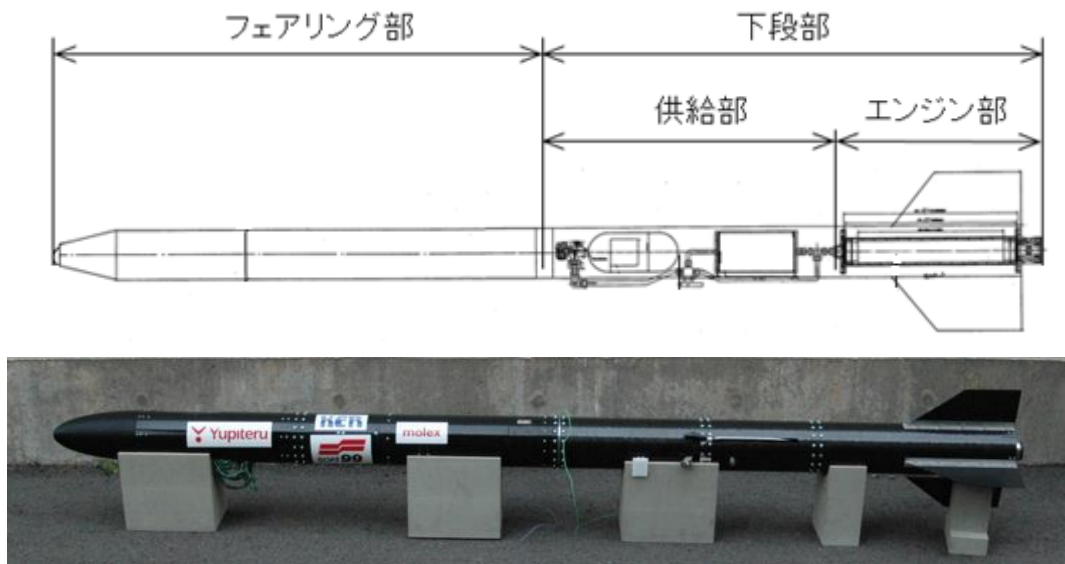


図1 機体の外観

### 3. 2号機からの変更点

- 1) パラシュートの2段階展開
- 2) GPS受信機を機体に2個搭載. 指令所と回収船で受信
- 3) 株式会社ユピテル製ドライブレコーダーBDR-1を機体内に搭載
- 4) 株式会社ユピテル製ドライブレコーダーBDR-1にてランチャブームに沿う飛行状況を撮影. 同Q-01にて砂浜上から飛行状況を撮影
- 5) 株式会社ソフト99コーポレーションの超撥水コーティングをドライブレコーダーのレンズ, ビデオカメラのレンズ, 機体外表面に施工. ノーズコーンの塗装の密着性を高めるために, 同社のフレイムボンド処理を施工
- 6) 日本モレックス合同会社のコネクタを機体内の配線に使用
- 7) ランチャブームに沿う機体の速度を測定

### 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
- 2) ノアコーヒーのコーヒー豆 30g



図2 模擬人工衛星とコーヒー豆

### 5. 実験に関わった人員

表1 人員数

実験隊 (16名)	鹿児島大学 12名 (教員1名, 学生11名) 第一工科大学 4名 (教員1名, 学生3名)
技術支援員 (5名)	鹿児島大学 3名 (教員1名, 技術職員2名) (株) コスモテック 2名
運営支援員 (41名)	Team KROX 9名 肝付町 20名 内之浦漁業協同組合 (警戒・回収船) 2名 NPO 法人鹿児島人工衛星開発協議会 2名 (株) HEIYA (インターネット中継) 2名 肝付町観光協会 2名 支援企業 4名

## 6. 射場概要

図3に示すように、肝付町の辺塚海岸に3種類の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地上警戒区域（打上時，実験隊以外は立入禁止区域）
- ③海上警戒区域（打上時，一般船舶と釣り客の退避依頼区域）

指令所とした土地の地権者に一時使用の許可を頂き、プレハブを1棟設置しました。打上げ前の海上の警戒と機体の回収用に、内之浦漁業協同組合から漁船を1隻出していただきました。

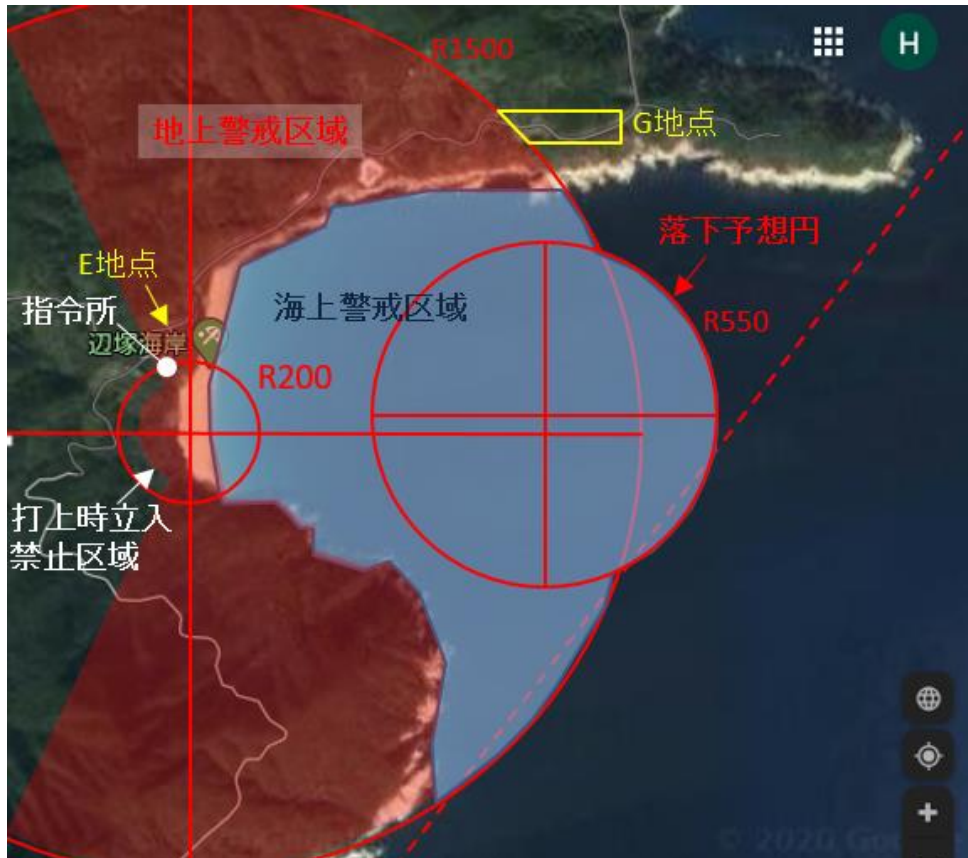


図3 射場の概要

## 7. 実験関連日程

打上げ実験に係る作業工程を表1に示します。図4～9に打上げの準備状況を示します。

表1 作業工程

実施日	実施内容
3/11（金）	辺塚海岸の指令所にプレハブ建設，配線工事
3/14（月）曇後晴れ	準備作業（ランチャー設置，防護壁構築）
3/15（火）晴れ	準備作業，リハーサル，報道陣対応
3/16（水）晴れ	打上げ，報道陣対応，撤収作業
3/17（木）晴れ	撤収作業，海岸清掃





図4 プレハブ（指令所）設置



図5 ランチャーの土台据付作業



図6 ランチャーの組立て作業1



図7 ランチャーの組立て作業2



図8 指令室内での最終組立て



図9 機体をランチャーに設置した状態

## 8. 実験結果

### (1) 打上げ日時

令和4年3月16日(水) 14時31分

### (2) 打上げ時の天候

天気：晴れ

風向風速：3.5m/s 東風(地上)～南風～6.6m/s 西風(240m上空)

### (3) ランチャー設定条件

方位角：東方向

迎角：80度(鉛直状態から海側へ10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。機体搭載の気圧センサーのデータを機体搭載の無線で発信し、指令室と回収船上の受信局で受信しました。そのデータから高度を計算した結果、機体は1km以上に達しました。映像データより、頂点到達までの飛行時間は約16.3秒でした。パラシュートは展開せず、そのまま海に突入しました。

指令室と回収船上の受信局で受信した飛行中の機体の位置情報を図11に示します。機体は真東に向けて発射しましたが、風の影響を受けてやや南側に飛行しました。これは、パラシュートが開かなかった場合の事前のシミュレーションの通りでした。着水地点は図11中の星印の西側であると考えられます。

ドローンで撮影した機体回収中の様子を図12に示します。回収できた部分を図13に示します。機体は海面への突入で破壊されており、回収できたのはエンジン部、パラシュート、電装部の一部でした。データを記録したメモリー、模擬人工衛星、ドライブレコーダー等は回収できませんでした。



図10 打上げの瞬間の様子



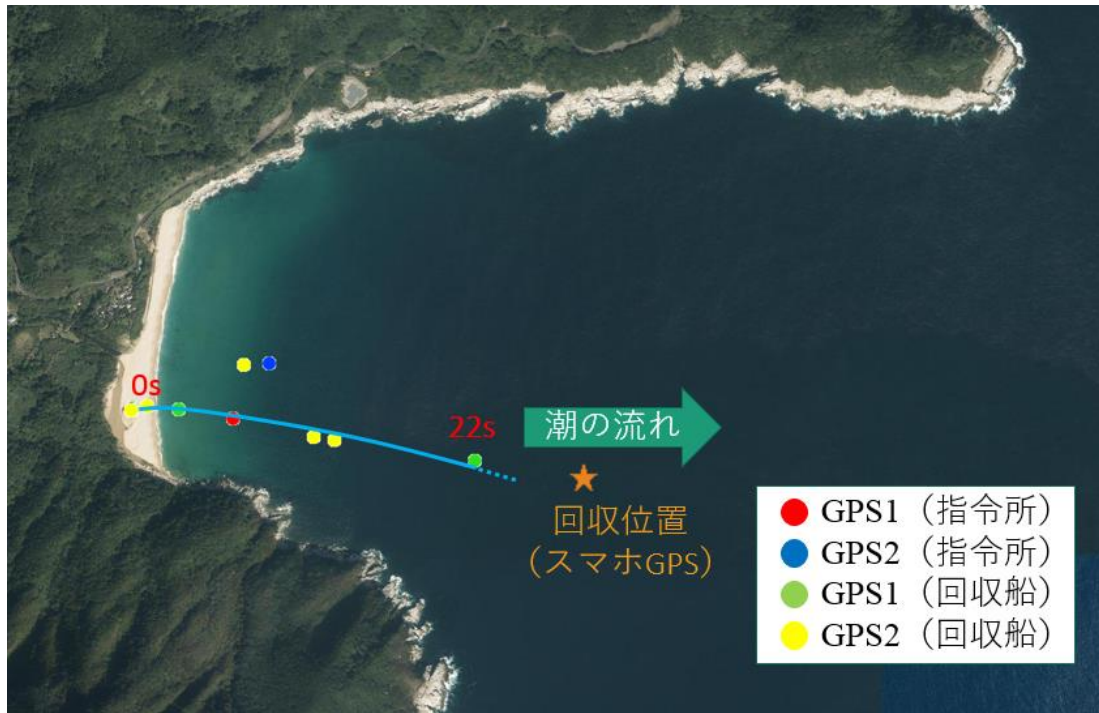


図 11 指令所と回収船で受信した飛行中の機体の位置情報



図 12 ドローンで撮影したエンジン部の回収中の様子  
(撮影協力：(株) エルム・スカイアクション)



図 13 回収できた機体部分

#### 9. パラシュート不開傘の原因

当初の計画では、機体が頂点を過ぎたときに1つ目のパラシュートを展開する予定でした。指令所の受信局で受信した機体からの送信データを調べた結果、機体搭載のコンピュータが頂点を検知していたことが分かりました。そのため、その後、パラシュート放出機構を駆動するサーボモータの動作に何らかの問題が生じたと推定しています。

#### 10. 4号機の計画

近い将来、JAXA 内之浦宇宙空間観測所で打上げ実験を実施すべく、高高度への到達に向けて令和4年度は以下の通り4号機の開発を行います。

- (1) エンジン出力の増強（JAXA 内之浦宇宙空間観測所での燃焼試験）
- (2) 機体の軽量化
- (3) 資金確保
- (4) 打上げ実験

#### 11. おわりに

鹿児島ロケット3号機ユピテル号は、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、株式会社九州経済研究所様、日本モレックス合同会社様）、およびサポーター企業の三洋工機株式会社様、並びに個人6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20を超える企業・団体には機体部品の製作にご協力いただきました。また、肝付町殿を含む県内の5つの団体・企業には運営へのご支援をいただき、無事に打上げ実験を終えることができました。パラシュートは開けなかったものの、貴重な成果が得られました。この成果を4号機の開発に生かしたいと考えています。



## 謝辞

この度の打上げ実験に際しましては、肝付町殿、内之浦漁業協同組合殿、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、鹿児島大学理工学研究科地域コトづくりセンターに多大なるご支援をいただきました。特に、肝付町の職員の方々には打上げのための打合せ、関係各所との調整、打上げ実験に使用する資材の準備・運搬・当日の多岐にわたる業務にお時間と労力を割いていただき、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ている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。4号機以降も引き続きご支援、ご協力を賜りたく、よろしく願いいたします。