

東海大学ハイブリッドロケット打上実験計画書

2018年2月20日
東海大学学生ロケットプロジェクト
団体責任者 教授 那賀川 一郎
実験責任者 教授 那賀川 一郎
学生実験責任者 林 麻優美

1. 実験目的

ハイブリッドロケット 1 機の打上実験の目的を示す。

ハイブリッドロケット 46 号機 (TSRP-H-46)

- ・自主開発タンクの動作実証

2. 実験概要

打ち上げには、自作の地上支援設備を使用し、全長 5 m の発射台を用いて打ち上げを行う。到達高度は地上から約 840 m を予定している。ロケットは打ち上げ後、頂点付近で 1 段目小型パラシュートの開傘を行い、低高度まで比較的早いスピードで降下する。続いて、高度 200 m 付近まで降下後に 2 段目メインパラシュートの開傘を行い、1 km の指定された保安区域に減速落下させ、着地を確認後、機体に搭載されたテレメトリによって位置を特定し回収を行う。なお、ロケット発射場所の地盤高は平均海面より 3 m である。

3. 機体概要

機体は、市販の GFRP チューブを主構造としている。機体はモノコック形式を採用し、各チューブはコンポーネントごとにアルミニウム合金製プレートによって結合されている。パラシュートの放出には無火薬式の分離機構を用いる。エンジンは、当団体が開発した自作エンジンである THR-F210L 改(*1)を使用する。燃料にワックス燃料、酸化剤に亜酸化窒素を使用する。この酸化剤は自主開発タンクに充填する。搭載計器には、加速度センサ、ジャイロセンサ、地磁気センサ、気圧センサ、温度センサを搭載した慣性計測装置とテレメータ、分離には影響を及ぼさない教育用慣性計測装置を搭載している。また、機体は全機回収であり、地上への投棄物はない。表 1 に機体の仕様を示す。

*1 THR-F210L 改 : Tokai Hybrid Rocket-Flightmodel

2012 年度 1 kN 級 L 型エンジン改の略称

表 1 TSRP-H-46 仕様

名称	TSRP-H-46
全長	1.752 m
直径	154 mm
乾燥質量	13.48 kg
エンジン	THR-F210L 改
予想到達高度	840 m
回収方法	2 段階パラシュートによる減速落下
搭載物	ハイブリッドロケットエンジン 自主開発タンク 無火薬式 2 段分離機構 小型パラシュート メインパラシュート 慣性計測装置 教育計器 テレメータ (RM-92A) カメラ

4. 日程

実験日程は 2018 年 2 月 28 日(水)～3 月 7 日(水)である。

表 2

2 月 28 日(水)	大樹町到着 物品/射点確認
3 月 1 日(木)	物品受取 地上設備設営 機体組立
2 日(金)	リハーサル
3 日(土)	H-46 打上実験
4 日(日)	予備日
5 日(月)	予備日
6 日(火)	片付け 物品梱包
7 日(水)	輸送 大樹町出発 帰宅

5. 打上実施日時

打上実験は、予備日を含めて3月2日(金)から6日(火)の8:50~9:05を予定している。
この時間帯に打上実験ができなかった場合、同日の8:50~9:05,9:40~10:00,10:30~13:00,
13:20~13:40,14:00~14:20,14:40~15:00,15:20~15:40,16:00~日没(JST)に実施する。

6. 宿泊予定先

7. 安全対策

- (1) 打上げ点火作業者との距離 150 m
- (2) 指定保安区域
北緯 42° 30' 51.62" 東経 143° 26' 23.29" を中心とした半径 1 km 内(付図 1 を参照)
- (3) 風速制限
地上において 7 m/s 以下、および上空 500 m 地点で 10 m/s 以下
(なお 5 分間の平均風速を風速制限として採用し、打上げ時瞬間最大風速を測定)
- (4) 発射仰角
76° ~86° 程度
(風向と風速に応じて、事前の飛翔予測計算を参考に決定)
- (5) 立入制限区域
見学位置は射点西側、距離は射点から 560 m の位置とする。また、打ち上げ 30 分前には最後に射点に残るメンバー以外の人員の退避を開始する。(駐車場での見学は不可とする)
- (6) 打上げ時の連絡
付表 1 に記載する関係各所に、打ち上げ実験実施日前日 17 時まで、実施 15 分前、実施後に電話連絡を入れる。
- (7) その他の気象条件
雷雲等の天候及び気象条件は以下の制限を設ける。この制限は JAXA の打上げ気象制限を参考に設けた。以下の制限を満たしていなければ原則として打上げを延期または中止とする。ただし、PM 判断及び会場側の判断で行うものとする。
 - ・ 雷による制限
射点を中心として気象レーダーで半径 20 km 圏内に雷雲または稲妻が検出された場合、雷雲が半径 20 km をすぎるまで延期または中止とする。(ランチャが避雷針になるため、雷の移動量が 14 km 程度なのを踏まえて安全範囲を設けた。)
 - ・ 雨による視界遮蔽距離制限
降雨または降雪によって目視による 1 km 以内の観測が不可能であると判断される

とき、大樹町の気象観測データの単位時間あたりの降雨降雪量が 11.3 mm/h 以上を観測した場合打ち上げを中止とする。

○視程距離 (V) と光波減衰量 (σ) の関係式は

$$\sigma = 13/V \text{ dB/km}$$

で示され、10 分間降雨降雪量 (R) と光波減衰量 (σ) の関係は

$$\sigma = 4.9R^{0.63} \text{ dB/km}$$

で示されるので 1 km の視程を確保するためには 10 分間降雨降雪量が 4.7 mm/10 min である必要があり 1 時間あたりの降雨降雪量に直すと約 28.2 mm/h である。

また、10 分間平均の降雨降雪量は実際の 1 時間あたりの降雨降雪量の 2~2.5 倍となるので 28.2 mm/h の 4 割とすると 1 時間あたり 11.3 mm/h である。よって、11.3 mm/h を上限とする。それ以降増加するようならその日は延期とする(その場にて判断する)。

・地震による制限

発生時:ランチャ横転の危険性、GSE 周りのボンベがある場合その場から避難する。

震度 4 以上:ランチャが横転する可能性があるため、準備所に避難する。

→発生後、ロケット及び GSE を含む打ち上げシステムに破損がないか確認する。

・竜巻による制限

巻き込まれる危険性があるため、発生確認後は準備所に避難、規模が大きい場合は安全圏へ避難する。

・濃霧による制限

観測隊及び点火所、待避所で射点の様子が確認できない時は打上げ延期する。

・雪による制限

風雪の場合、その日の打上げを中止する。

[天候情報取得源]

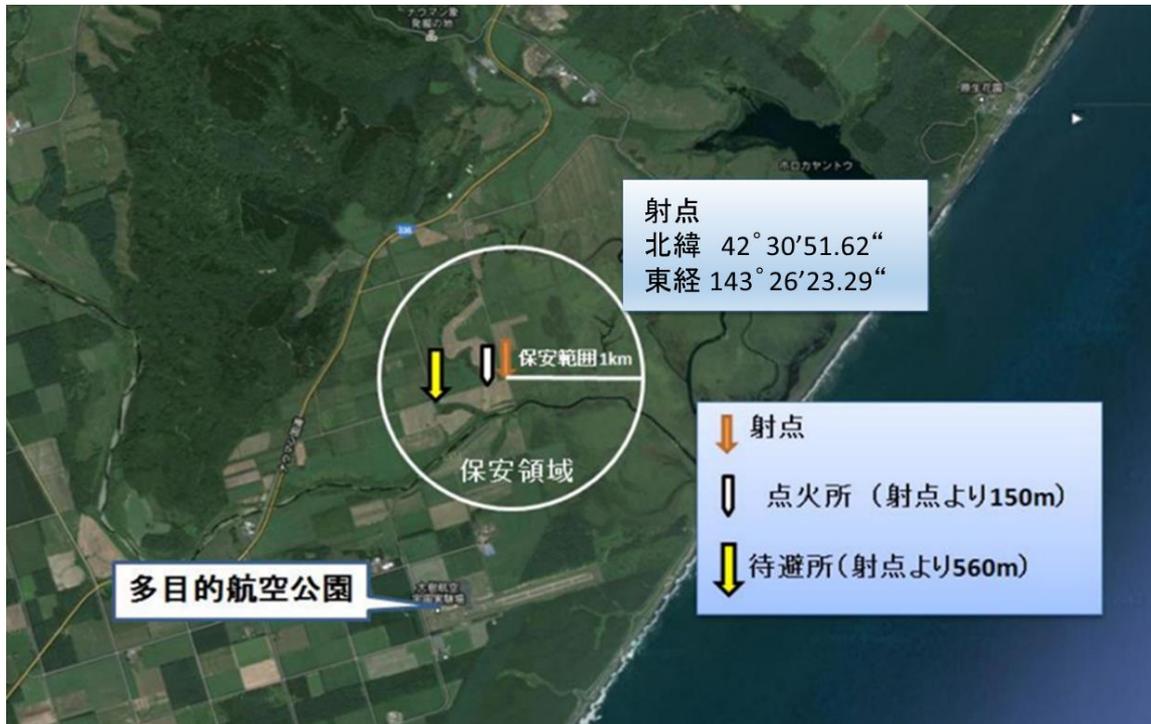
- ・気象庁 気象警報・注意報:北海道 雷注意報, 警報
- ・ウェザーニュース
- ・日本気象協会 (<http://tenki.jp/>)
- ・国際気象海洋株式会社
- ・NCEP (<http://www.ncep.noaa.gov/>)

[気象制限参照先]

- ・JAXA の打上げ気象制限 (<https://t.co/YVJtPoPwxs>)
- ・雷について (<https://t.co/LJHBB2mwSp>)
- ・視程について (<https://goo.gl/4mj7hT>)
- ・地震の制限について (<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/shindo/>)

8. 緊急連絡先

付図1 保安範囲



付表 1 打ち上げ前日及び当日事前事後連絡先 (緊急連絡も含む)

学生実験責任者 林 麻優美 090-7704-0133	実験責任者 那賀川 一郎 080-1127-8586	
		札幌航空交通管制部 管制事務室 011-787-4027 (土日も連絡可)
		帯広空港出張所 運航支援業務室 0155-64-4708 (土日も連絡可)
		航空大学校 帯広分校運用課 0155-64-5483 (訓練以外の平日のみ連絡)
		釧路空港事務所 航空管制運航情報官運用室 0154-57-6284 (土日も連絡可)
		北海道釧路方面広尾警察署 01558-2-0110 (土日も連絡可)
		北海道大樹町役場 佐藤主事 090-9088-5615 (土日も連絡可)