

# 東海大学ハイブリッドロケット打上実験計画書

2014年 3月 2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 坂野 文菜  
(学生番号:1BEU2113)

## 1. はじめに

本年度3月、北海道広尾郡大樹町において、ハイブリッドロケット1機の打上実験を行う。今回の打上げは来年度夏に打ち上げる機体の技術試験を目的としており、本書はその実験計画を示したものである。

## 2. 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33号機 (TSRP-H-33)

- ・分離回路の技術実証
- ・大型エンジンの開発に向けたL型エンジンの技術実証

## 3. 実験概要

下記に打上実験を行うハイブリッドロケットの機体の説明、およびその実験概要を説明する。また、機体の仕様については付表1を参照のこと。

### TSRP-H33

機体：機体には、外径154 mmである市販のGFRP（ガラス繊維強化プラスチック）を使用する。機体はモジュール形式を採用し、各チューブはアルミニウムプレートによって結合されている。エンジンは、当団体が開発した自作エンジンであるTHR-X210L(\*1)を使用する。燃料は、ワックス燃料を主燃料とし、亜酸化窒素を酸化剤として使用する。搭載計器には、加速度センサ、気圧センサ、温度センサを標準計器として搭載している。

実験概要：打ち上げには、自作の地上設備支援を使用し、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940 mを予定。打ち上げ後、頂点付近で一段目パラシュートの開傘を行い、高度200 m付近まで降下後

に二段目パラシュートの開傘を行う。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、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。

\*1THR-X210L : Tokai Hybrid Rocket-Flightmodel

2012 年度 1000N 級 L 型エンジンの略称

#### 4. 日程

現地での日程表を表 4.1 に示す。日程は 2014 年 3 月 10 日(月)~18 日(火)である。

表 4.1

日にち	活動予定
3 月 10 日(月)	大樹町到着 物品・射点確認
11 日(火)	物品受取 ランチャ組立 機体組立 搭載計器動作確認
12 日(水)	リハーサル
13 日(木)	H-33 打上実験
14 日(金)	予備日
15 日(土)	〃
16 日(日)	機体捜索日
17 日(月)	後片付け 物品梱包・輸送
18 日(火)	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 13 日(木)から 15 日(土)の 10:15~12:30 を予定している。この時間帯内に打上実験が出来なかった場合、同日の 16:10~日没に実施する。

13 日(木)は H-33 の打上実験を予定する。14 日(金)、15 日(土)は予備日である。

また、打上実験を行う際には、実験実施の前日、打上げ 15 分前、打ち上げたロケットの着地を確認後に、付表 2 に示す関係各所への連絡を行う。

#### 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' 51.56" 東経 143° 26' 22.34" を中心とした半径 1 km 内(付表 1 を参照)                          |
| (3) 風速制限         | 地上において 5 m/s 以下、および上空 500 m 地点で 7 m/s 以下  |
| (4) 発射仰角         | 76° ~86° 程度<br>(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 2 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ない、気象レーダーで検出された場合、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 程度なので安全範囲を設けた)

### ・ 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

○ 視程距離 (V) と光波減衰量 ( $\sigma$ ) 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 ( $\sigma$ ) 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 時間当たりの降雨降雪

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(その場判断)

- ・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

震度 4 以上：ランチャが横転する可能性があり、準備所に避難

→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避難

- ・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ときは打上げ延期

- ・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

- ・国際気象海洋株式会社

- ・NCEP (<http://www.ncep.noaa.gov/>)

- ・大樹町公式ホームページ/気象観測データ

(<http://www.town.taiki.hokkaido.jp/mamedasu/index.html>)

## 8. 連絡先

東海大学チャレンジセンター学生ロケットプロジェクト

Email : tokai.srp(a)gmail.com ※(a)を@に置き換えてください。

東海大学工学部 航空宇宙学科 航空宇宙学専攻 事務室

電話 : 0463-58-1211 内線 4451

付表1 ハイブリッドロケット機体仕様

◇H-33

名称	TSRP-H-33
実験目的	・標準計器の技術実証 ・L型エンジンの技術実証
全長	2300 mm
直径	154 mm
乾燥質量	13.39 kg
エンジン	THR-X210L
回収方法	二段階パラシュートによる減速落下
予想高度	地上より 940 m
落下範囲	射点より半径 1 km 以内
搭載物	ハイブリッドロケットエンジン 標準計器 デジタルセンサ回路 無火薬式分離機構 一段目パラシュート 二段目パラシュート

付表 2 打ち上げ前日及び当日事前事後連絡先 (緊急連絡も含む)

付図 1 保安区域図

