

OMOTENASHI固体モータの開発試験の状況について

On the current situation of OMOTENASHI's solid rocket motor's development tests

-SLS搭載超小型探査機プロジェクト-

堀恵一, 嶋田徹, 橋本樹明, 山田哲哉, 菊池隼仁, ○森下直樹(JAXA) 渡邉清幸, 早川明良, 小林由加子, 佐合芳通, 池康宏, 中本浩樹(KHI)



Surface Probe 0.7 I

➢ OMOTENASHI

SLS搭載超小型探査機OMOTENASHI(Outstanding MOon exploration TEchnologies demonstrated by NAno Semi-Hard Impactor) は、2019年 打ち上げ予定のNASA SLSロケットに相乗りする6UサイズのCubeSatで あり、月への着陸を目指している。現在、月着陸のための減速用超小 型モータの開発を進めており、その開発試験の状況について示す。 OMOTENASHIのミッション概要および着陸イメージを右図に示す。

> 固体モータ

OMOTENASHI搭載固体ロケットモータ(RM)の特徴は以下の通り。

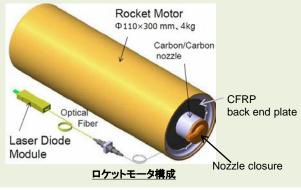
- OMOTENASHIは6UサイズのCubeSatであり、ロケットモータの寸法 はφ110mm×365mm、質量は4kg程度で計画
- ノズルはCarbon/Carbon (C/C)材を採用(軽量、耐熱複合材)
- ノズルを固定するための後部鏡板にはCFRPを採用
- レーザ着火方式を採用

Mission sequence 1. Deployment form SLS rocket 2. Spacecraft activation and sun pointing attitude acquisition 3. Orbit control to lunar impact orbit by Gas jet thrusters (10 m/s) Measuring radiation environment 4. Attitude maneuver and spin-up for the deceleration 5. Ignition of the solid motor and Orbiting Module separation 3 (DV1) 6. Deceleration just before the impact by the solid motor (2500 m/s) 7. Surface Probe separation. Semi-hard landing (about 30 m/s) 6 (DV2) Total mass 14kg

検討内容

▶ 固体モータに対する要求

- ·減速量:2500m/s(±1%)
- 重心周りの推力偏心量:1mm以下
- ・着火遅れ時間:設定値±10ms



> ロケットモータ質量の削減

RMのペイロードであるSurface Probe (SP) の設 計変更に合わせ、RMの設計を柔軟に変化させる 必要がある。また、他のミッション機器の搭載性、 Orbiting module (OM)も含めた衛星全体の厳しい 質量制限の要求から、ノズル部の補強部材等の RM構造質量は極限まで削減しなければならない。

▶ 安全性の確認

OMOTENASHIが相乗りするSLS初号機(EM-1)は、 無人で打ち上げられるが、2号機以降を見据えて ペイロードには有人想定の安全性が求められる。 また、射場での取扱い、輸送のためにも高い安 全性が要求される。

> 真空条件下の推進・レーザ着火特性の確認

Solid motor 4kg

OMOTENASHI固体モータは新規開発のC/C ノズルを採用している。大気の無い月面近くで 使用するため、真空条件下のノズル効率の確 認が必要となる。

また、RMのマスレシオの向上を実現する解 決策の1つとして、OMにレーザ光源を配置す ることによりRMに安全装置を搭載することを不 要とするレーザー着火方式を採用している。 レーザ着火の着火遅れ時間のばらつきは、月 面衝突速度の誤差に大きく影響するため、真 空環境における着火遅れ時間の確認が必要と なる。

開発試験の状況

2019年のSLS打上げに向け、フルスケールでのEM(エンジニアリング・モデル)を用いた開発試験を実施している。

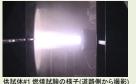
- C/Cノズルおよびノズルホルダ性能確認試験
- EM品モータによる燃焼試験
- 真空(低圧)条件下における推進性能確認・レーザー着火特性確認試験(下図)等

〇実験場所: JAXA 宇宙科学研究所 あきる野実験施設

〇実施期間: 平成29年8月2日(水)~8月10日(木)

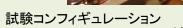
〇燃焼試験実施日時:

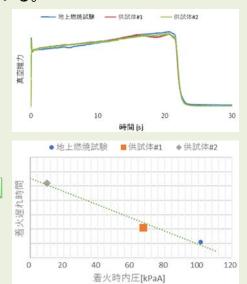
8/7(月)18時35分点火 供試体#1 (モータ内圧を保った状態で点火) 雰囲気圧力10kPa 燃焼時間 22秒 8/8(火)16時42分点火 供試体#2 (モータ内圧が低下した状態で点火) 雰囲気圧力10kPa 燃焼時間 22秒



供試体#2 燃焼試験の様子(山側から撮影)

約10kPaまで滅圧 真空チャンパ バッファタンク





試験結果(真空推力・着火遅れ)

これらの試験と併せ、耐環境性評価、NASA John F. Kennedy Space Center (KSC) への輸送・持ち込みに必要な安全性試験も実施中である。

- レーザー着火装置熱真空試験
- 国際連合危険物輸送勧告関連試験(UN**試験**)
- MSFC-SPEC-3635 (MSFC TECHNICAL STANDARDS PYROTECHNIC SYSTEM SPECIFICATION) に基づく各種安念は試験。 第 idea by JAXA.