

# CLASP主構造におけるクリティカル要素の試作・検証結果

2015年、打上げ予定

坂東貴政, 鹿野良平, 勝川行雄, 木挽俊彦, 成影典之(国立天文台),  
Gabriel GIONO(総研大, 国立天文台), 岩村哲((株)MRJ), 他 CLASPチーム

## 1. CLASP計画の概要

日米欧共同観測ロケット実験 CLASP(Chromospheric Lyman-Alpha Spectro-Polarimeter) は、Ly $\alpha$ 輝線(121.567 nm)で太陽彩層・遷移層の偏光分光観測を行う観測ロケット実験である。日本はカセグレン望遠鏡・偏光解析装置・モニタ光学系とそれらを支える主構造を担当。観測装置は組立て・アライメント、性能検証を日本で実施した後に米国へ輸送し、NASA 供給のロケットに搭載する。

## 2. CLASPにおける振動試験の実施方針

- 打上げ振動環境耐性の検証のため、CLASP観測装置部全体の振動試験を米国出荷前に日本で行う。(射場にて最終の振動試験)
- ただし、最重量光学素子である主鏡( $\phi 300$ , t50)とその支持機構については、事前にコンポーネントレベルでも振動試験を実施。

主鏡および支持機構(主鏡セル)

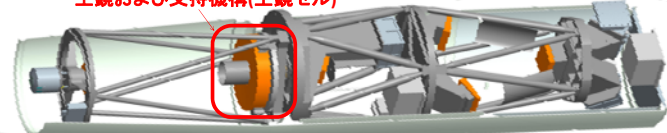


図1 CLASP観測装置部全体

## 3. 主鏡支持機構の特徴

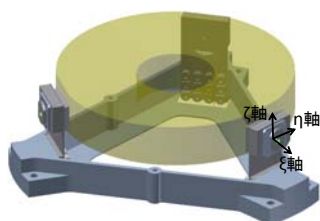


図2 主鏡および支持機構

| 拘束方向 |             |     |
|------|-------------|-----|
| 並進   | $\xi$ 軸方向   | フリー |
|      | $\eta$ 軸方向  | 拘束  |
|      | $\zeta$ 軸方向 | 拘束  |
| 回転   | $\xi$ 軸回り   | フリー |
|      | $\eta$ 軸回り  | フリー |
|      | $\zeta$ 軸回り | フリー |

- 主鏡側面3か所に接着したパッド
  - アンギュラーベアリング
  - ストレスリリーフの板バネ
  - ベースフレーム
- で構成される、シンプルな設計に徹したキネマティックマウント。

## 4. 試験条件・検証項目

### 試験・検証項目:

フライト荷重相当※の2倍の30G程度の振動を主鏡に掛け、以下の3点を検証する。

- (1) 物理的な破損がないこと
- (2) ベースプレートに対するダミー主鏡位置(変位と傾き)の変化がないこと
- (3) 鏡面形状の変化がないこと

※主鏡支持機構の取付け位置が類似であったSUMIロケット実験(2010, 2012年に実施)より

### 供試体:

フライト用と同一口径のダミー主鏡(球面鏡)を支持機構にマウントした、ダミー主鏡アセンブリ

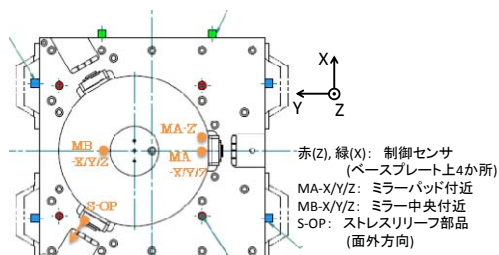


図3 センサ取付け位置

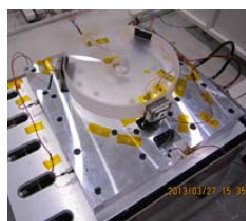


図4 振動試験の様子

### 加振条件:

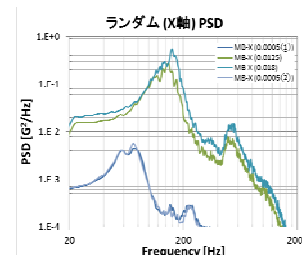
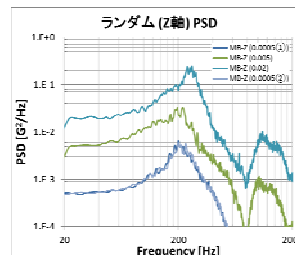
- ランダム振動(Z軸, X軸)とサイン掃引(Z軸のみ)の2種類。
- 応答を捉えやすくするために加振プロファイルは平坦なスペクトル。
- CLASP主鏡支持機構の取付け点の加振レベルは、米国ロケット側から与えられていないため。

## 5. 加振結果・光学検証結果

### 検証(1): 振動試験(破損の有無):

ランダム振動試験時のミラー中央付近の応答(PSD)を以下に示す。

- 時系列データにて、**主鏡に30G以上が負荷**されたことを確認。
- 各加振前後の目視確認・トルク確認、およびモーダルサーベイ時の波形に変化がないことから、**物理的な破損やボルトの緩みがない**ことを確認。
- 主鏡支持機構の1次固有振動数は、 $\sim 260\text{Hz}$ (Z),  $\sim 160\text{Hz}$ (X)であった。(Full加振時)
- 柔結合解析によるロケットの1次固有振動数は5Hz程度と低く、主鏡支持機構のそれとは重ならないことを確認した。



### 検証(2): 主鏡位置の変化:

3次元測定機での計測点と解析結果を以下に示す。最もクリティカルな要求は、焦点位置安定性から要求される**主鏡・副鏡間距離**許容量の $20\mu\text{m}$ (Z方向)であり、**振動試験前後でその変化がない**ことを確認した。

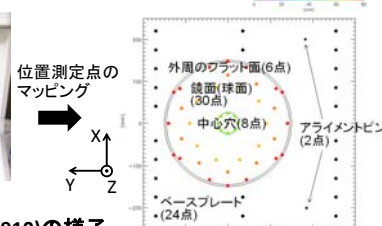
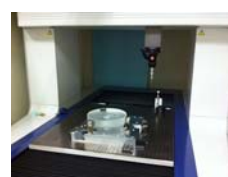


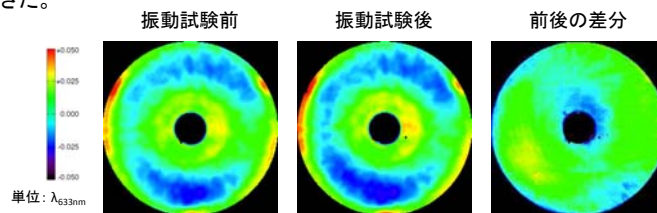
図5 3次元測定(LEGEX910)の様子

表2 3次元計測の結果から求めた主鏡位置の変化量

|          | ( $\mu\text{m}$ ) |                 |                 | (arcsec)           |                    |
|----------|-------------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|
|          | X                 | Y               | Z               | $\theta_x$         | $\theta_y$         |
| 中心穴      | -4 ( $\pm 5$ )    | -10 ( $\pm 5$ ) |                 |                    |                    |
| 外周フラット面  |                   |                 | 0 ( $\pm 0.8$ ) | -4.6 ( $\pm 1.6$ ) | -5.3 ( $\pm 1.6$ ) |
| 球面(曲率中心) | -2 ( $\pm 3$ )    | 20 ( $\pm 3$ )  | 0 ( $\pm 1$ )   |                    |                    |

### 検証(3): 鏡面形状の変化:

干渉計測定の結果、**鏡面形状の変化は $0.010\lambda_{633\text{nm}}$ (6.6nm)RMS**、支持機構マウント時の変化 $0.012\lambda_{633\text{nm}}$ (7.6nm)RMSであった。鏡面形状に割り振られた公差 $26\text{nm}$ RMSのうち、鏡面製造に対して $24\text{nm}$ RMSを、マウント時および打上げ時変形に $10\text{nm}$ RMSを配分し、十分成立する公差配分を確立することができた。



(注) チルト成分/デフォーカス成分を除去

図6 振動試験前後の鏡面形状変化

## 6. 本報告のまとめ

- ダミー主鏡アセンブリを用いてコンポーネントレベルでの振動試験を実施した。
- 物理的な破損やボルトの緩みはなく、**主鏡位置の変化・鏡面形状の変化ともに許容範囲内**であった。
- 上記結果より、**主鏡支持機構の打上げ時振動に対する健全性を実証**できた。

This document is provided by JAXA.