

# 小型JASMINE望遠鏡の光学設計および構造設計の進捗状況

宇都宮真<sup>1)</sup>、安田進<sup>2)</sup>、矢野太平<sup>1)</sup>、鹿島伸悟<sup>1)</sup>、白旗麻衣<sup>1)</sup>、上田暁俊<sup>1)</sup>、郷田直輝<sup>1)</sup>、小林行泰<sup>1)</sup>、山田良透<sup>3)</sup>

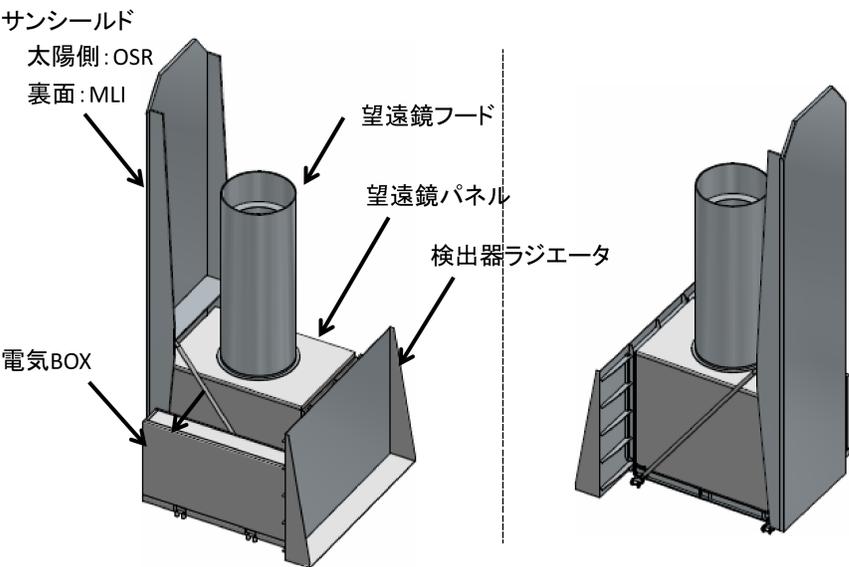
1)国立天文台JASMINE検討室、2) JAXA研究開発部門、3)京都大学理学部

小型JASMINEは、星の年周視差を最高10 $\mu$ 秒角の精度で求めることがミッション目標となっている。この精度を達成するために、望遠鏡には高度な寸法安定性が求められる。また赤外線観測のために望遠鏡と検出器を所定の温度に冷却することも必要である。これらの要求を満たす光学系基本コンセプトを検討し、設計したモデルがイプシロンロケット打上げ、小型科学衛星共通バスを前提とした要求仕様を全て満足することを解析で示した。昨年度に望遠鏡の部分モデルを試作し、設計外要因も含めて熱ひずみが要求仕様を満足することを実証中である。今年度は、製作容易性を考慮した設計の詳細化を進めている。

## 構造系への要求仕様

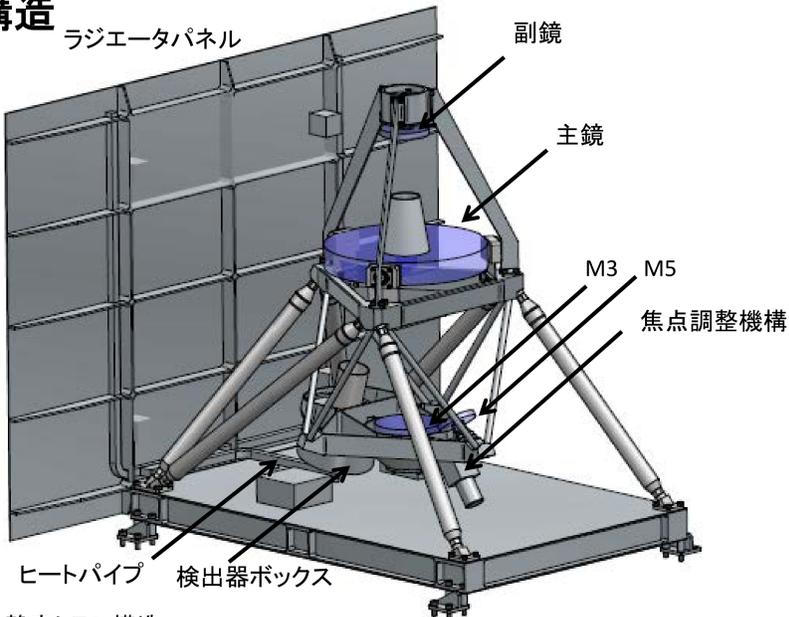
- 一般要求
- 質量特性要求、剛性要求、許容包絡域、強度要求、荷重条件(機械環境条件)等 → 全て満足
- 温度環境要求
- 検出器温度: 170K~180K → ペルチェ素子によりCCDを冷却、ラジエータパネルより放熱
  - 望遠鏡温度: 光学調整の容易さと熱雑音を考慮し、278K程度に設定 → 望遠鏡パネル温度をアクティブ制御し、大フレーム観測時間(約50分)中の温度を $\pm 0.1$ Kに制御
- 寸法安定要求(大フレーム構成時間内)
- 各画像の変形を2次式でモデル化しキャリブレーションした後の精度が、0.1nm以内になること。

## ミッション部 構造

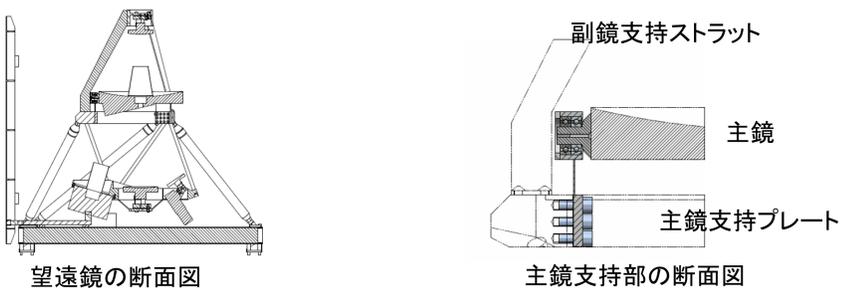


- 望遠鏡モジュールと電気BOXを独立した構造とし、それぞれを衛星バスに搭載
- 望遠鏡の光軸は、バス部のZ軸と一致
- 望遠鏡フードは、CFRP単板製。一体成形のシェル構造。迷光防止バツフルを内部に配置
- サンシールドは、CFRP製ハニカム単板構造。下端は衛星構体に直接支持、中央部はストラットにより衛星構体へ直接支持、望遠鏡部とは断熱。
- 検出器ラジエータは、検出器のペルチェ素子高温部とヒートパイプで熱結合。
- 望遠鏡本体は、望遠鏡パネル内に設置。望遠鏡パネルをヒータで制御し、望遠鏡を定温に保持

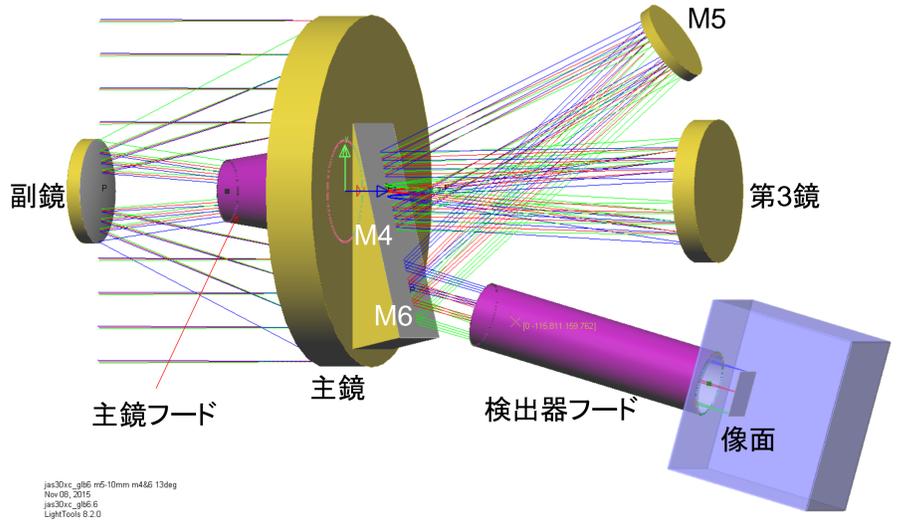
## 望遠鏡構造



- 望遠鏡構造は、静定トラス構造
- 同一材料で構成し、熱の外乱に対して変形が少ないアサーマルな設計
- 望遠鏡温度278K近傍において、ゼロ熱膨張の材料を採用
- 鏡面は、クリアセラム、フレーム、ストラット、結合金具などの構造体は、全て新規開発したスーパー・スーパーインバー(熱膨張率:  $0 \pm 5 \times 10^{-8} / K \sim$  実測値)を採用
- 主鏡保持部は、面内と面外回転をフリーとするストレスリリーフ機構を採用



## 製作容易性を考慮した光学設計



- 有効口径30cm、3枚鏡光学系(コルシュ改良系)、焦点距離3.9m(平面鏡でコンパクト化)
- M4、M6を主鏡裏面に一体化し、光学アライメント調整を部品精度で実現させ全体を容易化
- M5に焦点調整機構(ステップモータ)を付加する予定
- 検出器ボックスは望遠鏡と熱断絶し、独立温度制御
- 鏡材料は、使用温度域で熱膨張率が小さいCLEARCERAM-Z EX(オハラ)を採用
- フード内面は、炭素繊維植毛により迷光対策、赤外反射率1%未満

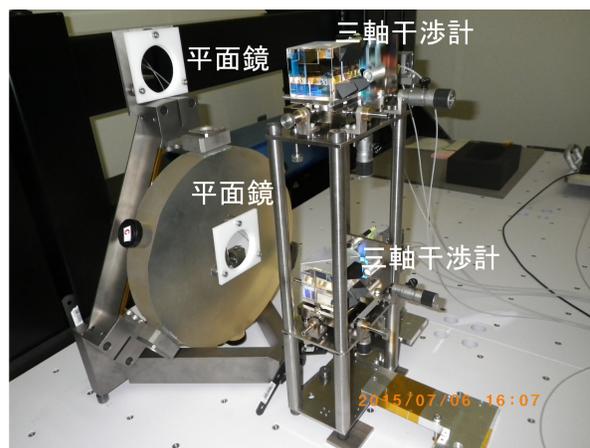
## 熱ひずみ検証試験



熱ひずみ検証モデル 外観

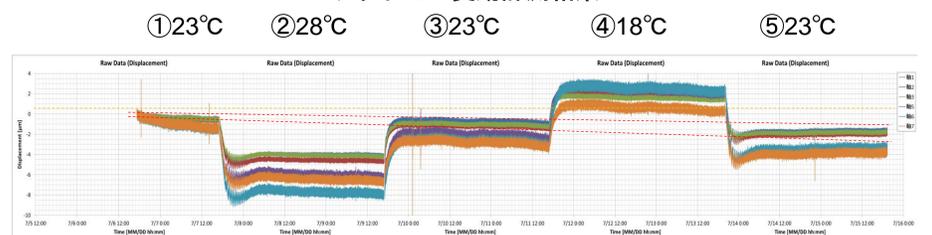
- 主鏡(球面鏡)、副鏡(平面鏡)の鏡面精度をZygoで計測
- 環境温度を変化させ、鏡面精度の変化を計測
- 鏡面を回転し、ストレスリリーフの効果を確認
- 主鏡側面へガラスボスを設けた構造とスーパー・スーパーインバー製ボスを接着した構造を比較し、鏡面精度安定に最適な構造を評価

## アライメント安定性の検証試験



アライメント変動計測レイアウト

### アライメント変動計測結果



恒温恒湿室: 5~30°C  
制御精度: 0.01°C、1%