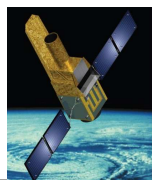


P-119 小型JASMINEの望遠鏡構造と熱試験について

The study of Mechanical structure and Thermal characteristics for the Small JASMINE

間瀬 一郎, 上田 暁俊, 宇都宮 真, 鹿島 伸悟, 矢野 太平, 井上 登志夫, 郷田 直輝 (国立天文台),
山田 良透 (京大理) 小型JASMINEワーキンググループ.

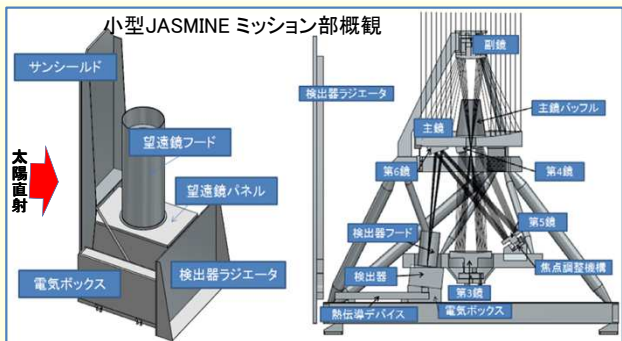
自然科学研究機構 国立天文台 JASMINE検討室



Abstract

小型 JASMINE (Japan Astrometry Satellite Mission for Infrared Exploration) 計画は、日本が主導する次期位置天文観測衛星であり、銀河系中心領域の星の年周視差を 10-20 μ秒角の精度、固有運動を 10-50 μ秒/年の精度で決定することを目標としている。観測波長帯は近赤外 Hw バンド (1.1-1.7 μm) である。

小型JASMINEのミッション成立を目指し、これまでは各部分の要素技術についてその成立性の確認や開発を行ってきた。今年度からは、部分要素技術を組み合わせ、より衛星に近い形での、技術検証を推進している。その経過について報告する。



望遠鏡の構造・熱設計へのs主課題と対策

小型JASMINEでは、高度寸法安定性と、それを実現するための熱安定性が技術的なカギとなる。最大の不安定性要因である熱歪を抑制することが、望遠鏡構造・熱設計への主要課題である。
熱歪 = ① CTE(熱膨張率) × ② ΔT(温度変動) なので、この①②を抑制する。

① CTE(熱膨張率)の抑制
 <対策> CTEゼロ材料を使用
 ・主構造: スーパーインバーを新開発 (CTE=0±5E-8/K、マルテナイト偏移温度<180K)
 ・鏡面材: CREARCERAM®-Z EXを採用 (CTE=0±1E-8/K)

② ΔT(温度変動)の抑制
 ヒータで定温制御するパネルBOXで望遠鏡を覆って外部熱環境変動を遮断する、「遠火でジンワリ」制御を採用。
 要求: 望遠鏡温度変動: ΔT < 0.1K / 観測50分間

波面収差から要求される望遠鏡精度要求値

鏡面精度: 10nmRMS ← 回折限界 λ/20~70nm, PVとRMSの関係~経験値5倍程度
組立精度: 50 μm/50arcsec ← 第三鏡をコンペンセーターとした場合の精度要求

種別	項目	設計要求	見込み値*	根拠
製造誤差	鏡面精度	5nmRMS	3nmRMS	RSSで設計要求精度10nmRMSを満足
	アライメント精度: 主鏡・副鏡	30arcsec	30arcsec	RSSで設計要求精度50arcsecを満足
	組立精度: 主鏡・副鏡	50μm	20μm	
打上げ時変動	アライメント精度	20arcsec	N.A.	RSSで設計要求精度50arcsecを満足
	地上→軌道上	5nmRMS	2nmRMS	
熱ひずみ	鏡面精度	10nmPV	<1nmRMS	20nmRMS/15K→0.13nm/0.1K
	撮像時間 7.1sec	20arcsec	<2arcsec	2arcsec/15K→0.7arcsec/5K
	周回 50min	27mas	<3mas	2arcsec/6000sec→2.3mas/7sec
	季節変動	20arcsec	1arcsec	2arcsec/15K→0.7arcsec/5K
ゼロG効果	鏡面精度	5nmRMS	3nmRMS	RSSで設計要求精度10nmRMSを満足
経年変化	鏡面精度	5nmRMS	N.A.	
	アライメント変動	20arcsec	N.A.	
機械環境ヒステリシス	組立精度	50μm	N.A.	

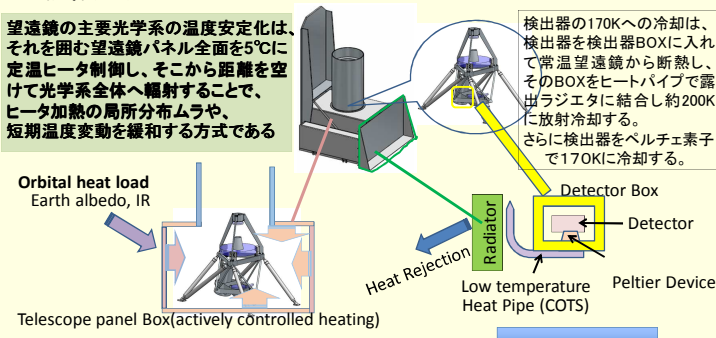
観測中の望遠鏡の熱ひずみ安定性要求

設計要求	見込み値	
焦点距離変動	10μm/50min	<2μm
鏡面ゆがみ	10nmPV/50min	<2nmRMS
アライメント精度	27mas/7.1sec	<3mas

望遠鏡の熱設計

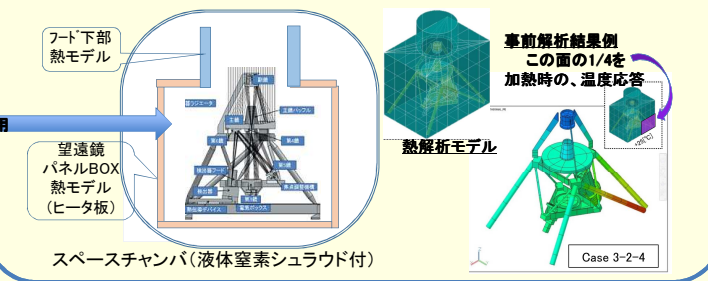
昨年度までは赤外検出器の170Kへの冷却性を、検出器BOX熱モデル試験で検証した。今年度からは、望遠鏡主構造部の温度安定性を、主構造BBMと望遠鏡パネルBOXの熱モデルにより検証する。(試験計画まで終了した。)

熱設計方式



望遠鏡の熱制御開発状況

今年度から望遠鏡主構造部の構造モデルに、パネルBOXとフード下部の熱モデルを付け熱平衡試験を実施して、主構造部の温度制御性を実証する。(ヒータ板の温度を振り、光学系各部の温度分布と温度安定度の感度を測定する)



望遠鏡の構造設計

昨年度までは主鏡、副鏡を含む部分構造を製作し、温度変動を与えて鏡面精度の変動および主鏡/副鏡アライメントの変動を調べ、十分に小さいことを検証し、新規に設計した主鏡支持部のストレスリリーフ機構が有効であることを間接的に示した。今年度は、望遠鏡主構造部の構造モデルを製作して機械環境試験を行い、試験前後で生じる主鏡/副鏡/検出器間のアライメント変動を計測する。主鏡/副鏡/検出器間のアライメント計測は、望遠鏡構造組立にも必要な手順であり、光学組立の手順の確認にもなる。

Design results of eigen-frequency of the telescope

望遠鏡の構造設計結果: 固有振動数

Direction	Requirement	Design results
Z-direction	10 Hz	235 Hz
X-direction	30 Hz	123 Hz
Y-direction	30 Hz	78 Hz

* The telescope structure is designed to have sufficiently high eigen-frequency than requirements to avoid sympathetic vibrations.
 * Eigen frequency is much higher than rotation frequency of Reaction Wheel Assembly (RWA) of 20~50 Hz.
 * Eigen frequency and 2nd mode avoids frequency of Inertial Reference Unit (IRU) of 143~150 Hz. (Resonance frequency must be measured in a real satellite structure.)

First mode of X-direction

望遠鏡の構造 開発状況

