

# 次世代赤外線天文衛星 (SPICA) ミッション部構造設計

○山脇敏彦、水谷忠均、清水隆三 (JAXA 研究開発本部)

竹内伸介、後藤健、小松敬治 (JAXA 宇宙科学研究所)



次世代赤外線天文衛星SPICAは、口径3.2mの大型赤外線望遠鏡を用いて中間赤外～遠赤外領域において世界最高の感度と分解能の天文観測を行うため、SPICAプリプロジェクトチームを中心に概念設計を進めている国際共同ミッションである。SPICAでは、従来になかった画期的な大型極低温望遠鏡を実現するために、断熱放射冷却構造と機械式冷凍機とを効率的に組み合わせ、望遠鏡と光学ベンチおよび各観測装置等から構成されるSIA (Scientific Instrument Assembly) を6K以下に冷却する必要がある。このためミッション部構造設計では、伝導による外部から侵入熱を抑制するとともに、観測装置の指向精度要求を満足するため機械式冷凍機等が発生する擾乱伝達を抑制する必要がある。本報告では、SPICAミッション部構造設計の状況、およびリスク低減フェーズにおける課題について報告する。

## ミッション部構造設計に対する要求

### 前提条件

#### ◆ H-IIA204による打上

- フェアリング: 5S (衛星包絡域を最大化)
- PAF: 2360SA

### 機能要求

- ◆ SIA (Scientific Instrument Assembly) を支持できること。
- ◆ 断熱放射冷却構造 (シールド) を支持できること。
- ◆ 機械式冷凍機を支持できること。
- ◆ 低温ステージへの伝導による熱侵入および機械式冷凍機等の擾乱伝達を抑制できること。
- ◆ 熱ひずみにより望遠鏡の光学性能を劣化させないこと。

### 設計要求

#### ◆ 機械環境条件 \*

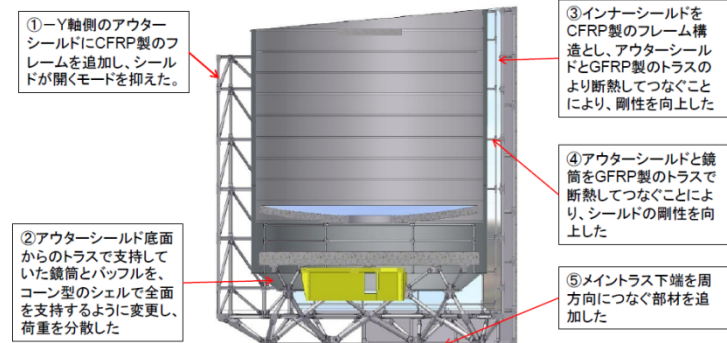
- 安全係数を考慮したうえで、所定の機械環境条件を満足すること。  
( \* システム設計により値が異なるが、現状どちらも満足することを確認している )
- 望遠鏡および各観測装置を所定の機械環境条件以内で保持すること。  
( 調整中 )

#### ◆ 剛性要求: 機軸方向 $\geq 36\text{Hz}$ 、機軸直角方向 $\geq 18\text{Hz}$ (ミッション部下端固定)

### リスク低減フェーズの課題

- ◆ 低温ステージへの侵入熱を減少させる構造設計
- ◆ 擾乱伝達抑制のためのアイソレータ検討詳細化

● 熱設計の範囲内で以下の検討を行い、座屈強度、剛性要求を満足する設計とした。



SRR時点のSPICAミッション部構造設計概要

# リスク低減フェーズの主な活動

## ◆SIA軌道上分離案の検討

**4K級機械式冷凍機1式の冷却能力40mW@4.5K(EOL)**に対して、SIAを支持するメイントラスからの伝導による熱侵入量が約23mWと大きい。

(SPICAには冗長系として4K級機械式冷凍機2式(TBD)を搭載予定)

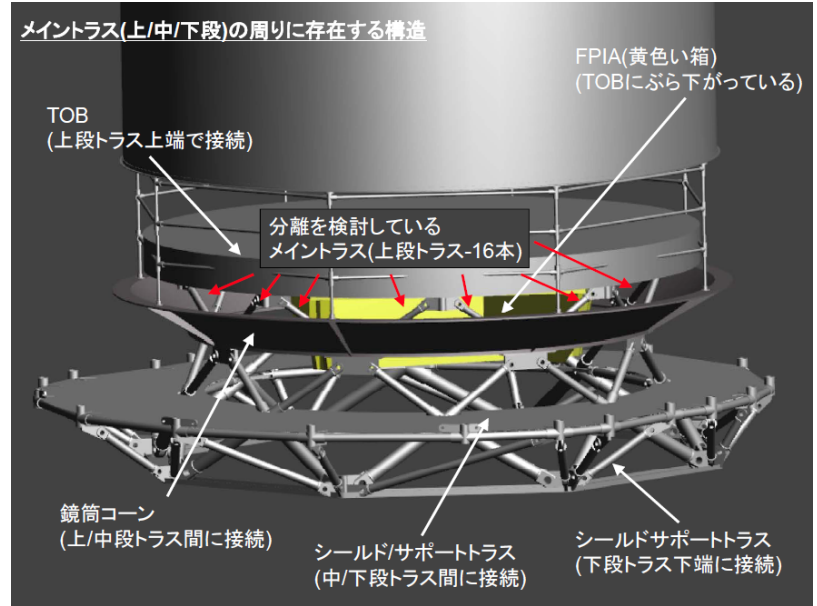
メイントラス断熱性能向上の検討とともに、SIAを軌道上で分離し、断熱性能を優先した支持構造に置き換える方式の検討を進めている。

□鏡筒(30K)からSIA(4.5K)を支持するトラスからの熱侵入量が大いため、ここを分離し、断熱性能を優先した軌道上支持構造に置き換える検討を進める。

□具体的な分離箇所等については、擾乱対策を含めて今後検討を進めるが、熱侵入量1/2以下、擾乱伝達はこの部分で1/10程度にすることが可能と見積もっている。(分離後の結合剛性は、指向系とのI/Fを含めて検討する必要がある)

□例えばNEA(Non Explosive Actuator)を分離部に使用した場合、NEAハーネス等新たな熱侵入パスを導入することになるため、この見積もりと対策が必要となる。

□分離部の検討にあたっては、ミッション部極低温試験後の再組み立て手順等についても考慮しなければならない。



軌道上分離の検討

## ◆擾乱伝達の抑制

20K級スターリング冷凍機の駆動周波数15Hzにおいて擾乱伝達を1/100にすることを目標にアイソレータの検討を進めてきた。

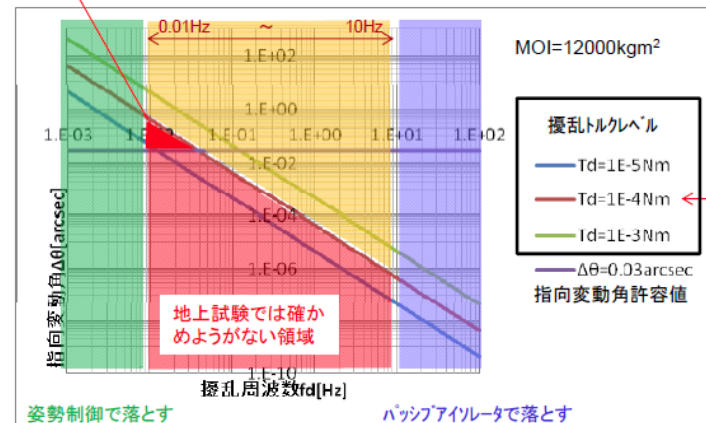
またリアクションホイール(RW)の擾乱についても同程度の低減を目指している。

リスク低減フェーズでは、

- 高周波数領域(概ね10Hz以上)はパッシブアイソレータにより擾乱伝達を抑制する
- 姿勢制御帯域(概ね0.01Hz)から10Hzの中間周波数領域に擾乱源が存在した場合、指向精度要求を満足できないため、
  - 擾乱源の同定
  - TTM等アクティブ制御要素の導入可否の検討

等を姿勢系と協力して進めることとしている。

軌道上で発生すればアウト  
地上試験により、存在しないことを確かめる  
(この領域の擾乱が発覚し低減できなければ、開発途中でアウト)



※冷凍機等の測定時の駆動条件/制約条件によってはもっと悪い可能性や、測定周波数下限にも限界がある

擾乱抑制方針