

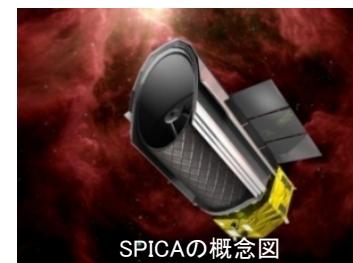
P4-014

# 次世代赤外線天文衛星SPICA 冷却システムの熱設計

杉田 寛之、篠崎 慶亮、佐藤 洋一 (宇宙航空研究開発機構 研究開発本部)

岡崎 峻、小川 博之、松原 英雄、中川 貴雄 (宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所)

SPICAプリプロジェクトチーム



次世代赤外線天文衛星SPICAは、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実現するため、現在、SPICAプリプロジェクトチームを中心に検討を進めている国際共同ミッションである。画期的な口径3.2mの大型赤外線望遠鏡、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以下に冷却するためには、断熱放射冷却構造(TIRCS: Thermal Insulation and Radiative Cooling System)と機械式冷凍機(MCS: Mechanical Cooling System)から成るミッション部冷却システム(CRYO: Cryogenic assembly)の開発が必要不可欠となる。本報告では、SPICA冷却システムの概要、断熱放射冷却構造の熱設計状況、機械式冷凍機の開発状況、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。

## ミッション部冷却システム(CRYO)のシステム要求

### 前提条件

#### ◆IOB (Instrument Optical Bench) 上のFPI (Focal Plane Instrument) 発熱量

- 4.5Kステージ: 最大15 mW
- 1.7Kステージ: 最大5 mW

#### ◆打上げ後180日(TBD)以内に上記の温度に冷却し、定常状態に到達すること。

### 機能要求

- ◆SIA(Scientific Instrument Assembly)への熱侵入量を25mW以下とすること。
- ◆SIAを6K以下に冷却すること。
- ◆鏡筒パツフル温度を19K以下にすること。
- ◆IOB上のFPI発熱を吸熱し、4.5Kステージと1.7Kステージの温度を維持すること。

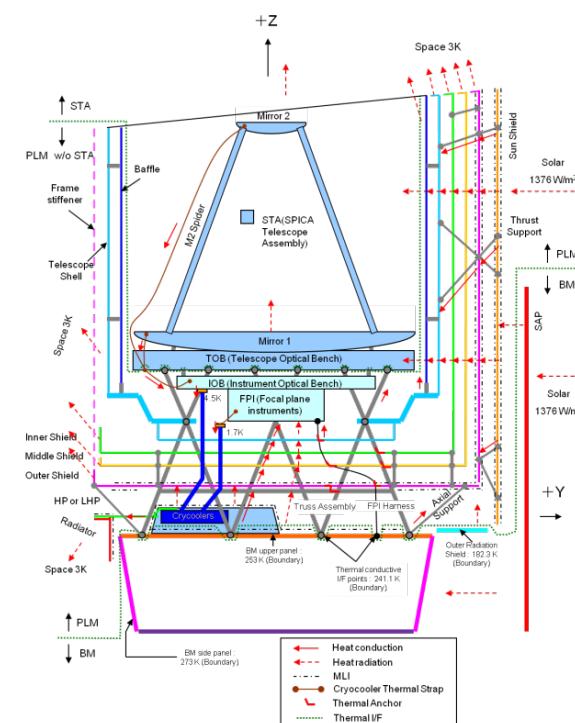
### 設計要求

#### ◆機械式冷凍機の冷却能力

- 4K級冷凍機1式: 40mW@4.5K(EOL)、駆動電力160W(予冷機分を含む)
- 1K級冷凍機1式: 10mW@1.7K(EOL)、駆動電力180W(予冷機分を含む)

#### ◆CRYO各部から深宇宙への放熱視野にバス部(SAP、STT、RCS等)が極力入らないようにすること。

- ◆機械式冷凍機の故障を想定し、冗長設計とすること。
- ◆機械式冷凍機の発生擾乱およびその伝達を低減し、姿勢・指向制御の要求を満たすこと。
- ◆熱制御材料の経年劣化やコンタミネーション(汚染物質)付着の影響を考慮した設計とすること。
- ◆多層断熱材(MLI)の剥離や帯放電を考慮すること。
- ◆SAPがサンシールド外側MLIの放熱視野を極力遮ることを考慮すること。また、SAP自身からCRYOへの伝熱(輻射、伝導)の影響を考慮すること。



SPICAミッション部の基本構造

## 断熱放射冷却構造の熱設計状況

- ◆上記のシステム要求に基づき、熱・構造・指向擾乱・システムなどの観点から概念設計を実施。
- ◆SIA(4.5Kステージ)への熱侵入量が26.4mW(機能要求値25mW以下を超過)。
- ◆IOB上の各FPIは、前提条件(最大15mW@4.5Kステージ、最大5mW@1.7Kステージ)に基づき、開発が進められている。
- ◆4K級冷凍機と1K級冷凍機は各2式搭載。4.5Kステージの冷却能力はノミナルで80mW@EOL(100mW@BOL)となり、熱設計成立。ただし、4K級冷凍機1式が故障停止した場合、EOL(運用末期)でのマージンがなくなる状況。

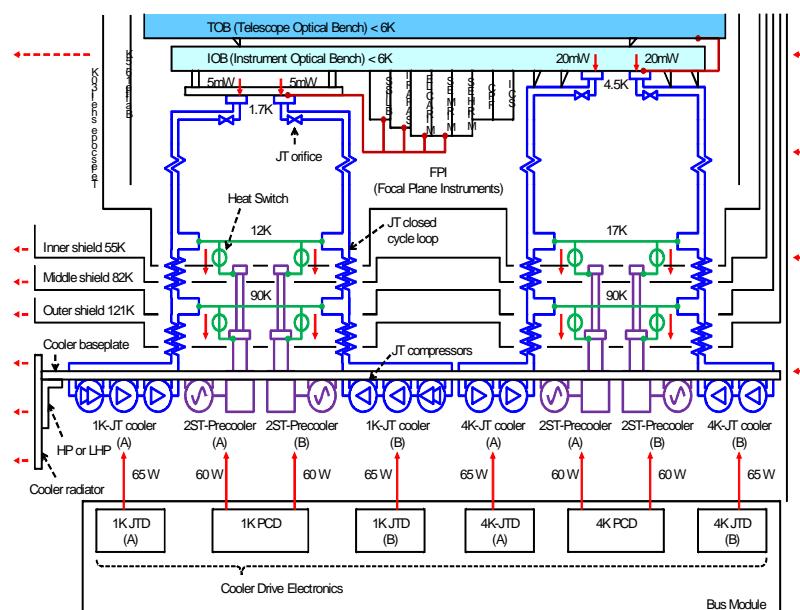
## 機械式冷凍機の開発状況

### 4K級冷凍機

- ◆EM連続運転による寿命試験を実施中。試験開始から1年が経過したが、劣化の兆候も見られず、順調に稼働中。(予冷機の2段スターリング冷凍機も同様)。
- ◆ASTRO-H/SXS搭載品として、軌道上実証予定(2013年度に打上げ予定)。

### 1K級冷凍機

- ◆JAXA戦略コンポーネントに選定され、開発スタート(2011年5月)。
- ◆BBM開発成果(16mW@1.7K)に基づき、EM設計完了(2012年3月頃予定)。
- ◆EM製作・性能評価試験(2012年度～)と寿命評価試験(2013年～)を実施予定。



機械式冷凍機システムの全体構成

リスク低減フェーズ(2012年1月～12月予定)では、「十分な熱設計マージンを確保する方式の確立」を獲得目標として、SPICA構造チームなどとの緊密な連携のもと、①メインラスの軌道上分離などによる熱侵入量低減、②MLI最適化や低温ラジエータ検討、材料物性評価などによる熱設計の具体化・詳細化、③冷凍機用ヒートスイッチを含む冷凍機システムの高信頼化、④地上試験の具体化や部分試作、等に取り組む予定である。