

W20b

**SPiCA**  
Space Infrared Telescope for Cosmology and Astrophysics

## 次期赤外線天文衛星SPiCA 冷却システムの概念設計

佐藤洋一、杉田寛之、山脇敏彦、岡本篤(JAXA研究開発本部)  
中川貴雄、塩谷圭吾、村上浩、小川博之(JAXA宇宙科学研究本部)  
村上正秀(筑波大学)  
高田誠、高井茂希、吉田誠至、恒松正二、金尾憲一(住友重機械工業)  
SPiCAプリプロジェクトチーム



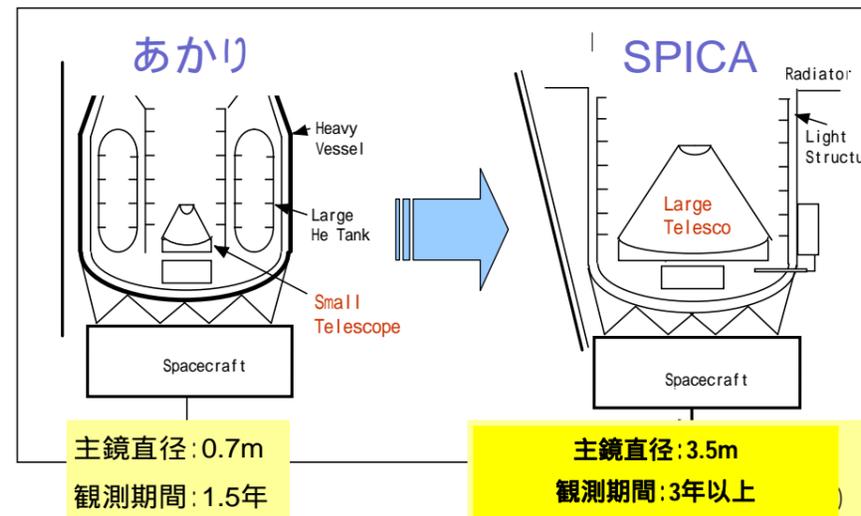
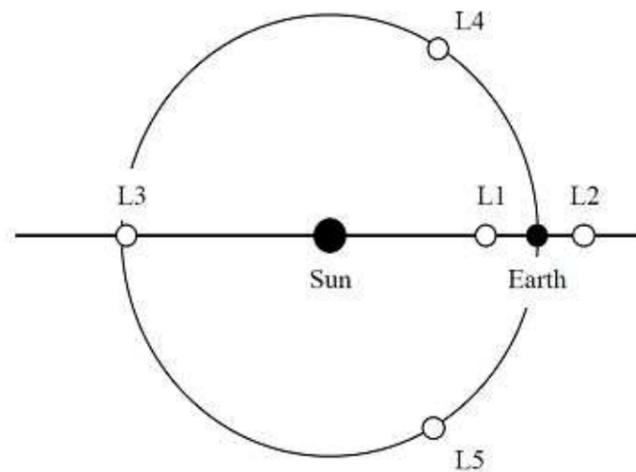
# SPICAミッション部冷却システムへの要求

- 口径3.5 mの主鏡と光学ベンチを4.5Kに冷却
  - 焦点面検出器のうち、遠赤外線検出器SAFARI, BLISSを1.7Kに冷却
- 3年以上の長期観測を実現するため、液体ヘリウムなどの冷媒を使用しない無寒剤冷却方式



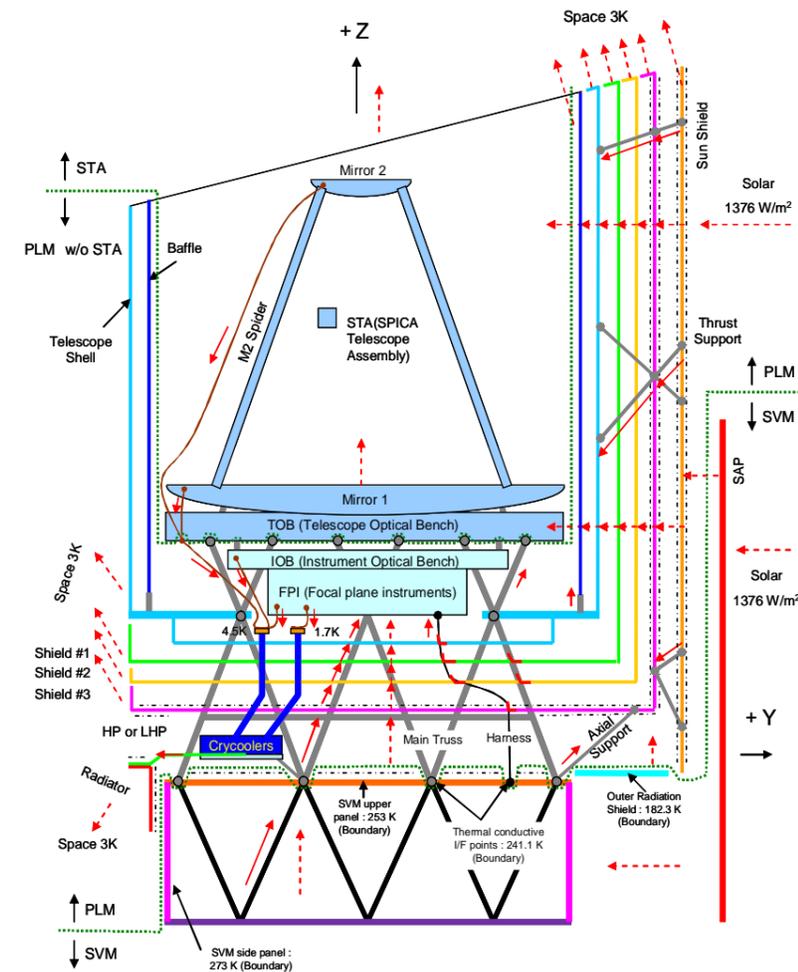
世界初の新しい冷却コンセプト！

- 太陽 地球のラグランジュ点(L2)の安定した熱環境で観測運用
- ミッション部の効率的な放射断熱構造(サンシールド、ラジエータ)
- 高性能・高信頼性の機械式冷凍機による冷却



# SPICA冷却システム熱設計検討

- **4K級ジュールトムソン冷凍機**の2式冗長構成(冷却能力**40mW@4.5K**:開発実績)
  - 4.5Kステージ(主鏡、光学ベンチ)での**焦点面検出機器発熱量を15mW以下**と仮定した場合、**外部熱侵入量25mW以下**を許容
  - 太陽光(1376W/m<sup>2</sup>)やバス部(253K)からの熱侵入を低熱伝導トラスや多層断熱放射シールドにより遮蔽
  - 高効率排熱システムによる**冷凍機総発熱量720W@273K**の深宇宙への排熱
  - 衛星バス部のI/F条件を明確にしてミッション部、バス部双方の熱的成立性を評価
- ✓ **4.5Kステージ熱侵入量39.6mWを熱解析により導出**
  - ✓ **構造的成立性(重量、強度)と併せてSPICA衛星システムの熱的成立性を見通しを得る**

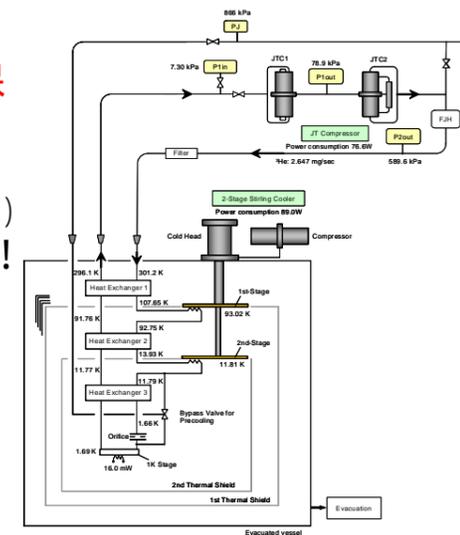


SPICAミッション部ヒートフロー概念図

# SPICA搭載機械式冷凍機の開発状況

## ● 4K級ジュールトムソン冷凍機

- 圧縮ガス( $^4\text{He}$ )をオリフィス(20-30 $\mu\text{m}$ )で膨張、低温を生成
- 国際宇宙ステーション日本実験モジュール搭載の超伝導サブミリ波リム放射サウンダ ISS/JEM/SMILES(2009)用に開発(20mW@4.5K, 1year)
- SPICA冷却系コンポーネントとして信頼性および設計マージンの確保
  - 予冷機に改良型20K級2段スターリング冷凍機を使用
  - アウトガス低減対策(作動ガス汚染防止)
  - 改良型コンプレッサ(板バネ支持、駆動周波数UP、2段一体型圧縮構造)
- 世界最高効率で50.1mW@4.4K(入力159.9W)の実証に成功(BBM)!
- 5年以上の運転寿命を目標



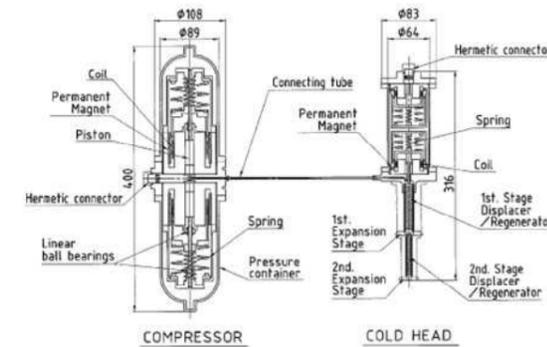
1Kジュールトムソン冷凍機

## ● 1K級ジュールトムソン冷凍機

- SPICA遠赤外線検出器の冷却用として開発、4KJTが設計のベース
- 1.7Kでより高い飽和蒸気圧を得るために作動ガスとして $^3\text{He}$ を使用
- 世界最高効率で16mW@1.7K(入力165.6W)の実証に成功(BBM)!
- ASTRO-H/SXS用としてEMを設計試作、評価試験を実施中

## ● 20K級2段スターリング冷凍機

- JT予冷機として少なくとも4台搭載する必要あり
- 赤外線天文衛星あかり搭載品をベースとした冷却性能・信頼性向上の技術検証
- 冷却能力: 0.2W@20K 15K程度(目標)
- ミッション期間: 1.5年(あかり実績) 5年以上(目標)
- ASTRO-H/SXS用としてEMを設計試作、評価試験を実施中



2段スターリング冷凍機(あかり搭載品)