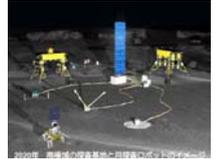




杉田研究室 宇宙機熱制御技術

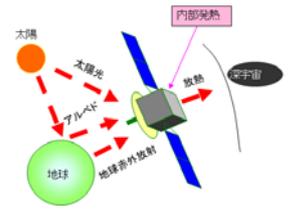
宇宙航空研究開発機構 連携大学院講座



研究内容

次世代の人工衛星や宇宙探査機などの革新的宇宙機を実現するための **先進熱制御機器の研究** および **宇宙用冷却技術の研究** に関する研究

- 熱的要求が多様化する宇宙機熱制御系の高性能化および高信頼性化
- 宇宙機搭載の高感度観測装置や望遠鏡などの冷却要求への対応



人工衛星の熱環境(地球近傍)

1. 先進熱制御機器の研究: 熱輸送・熱制御技術

平板型ヒートパイプ

- ◆ 日本発の薄板形状の **自励振動流型** ヒートパイプ。
- ◆ 高発熱・高密度実装機器の発熱拡散や排熱に利用。(次世代の情報通信衛星や放送衛星、高発熱回路基板等)。

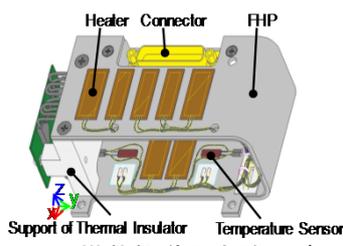
SDS-4搭載軌道上実験

(FOX: Flat-plate heat pipe for On-orbit eXperiment)

- 2012年5月に打上げ、安定かつ良好な熱輸送特性を確認(6000W/m/K: **アルミニウムの30倍**)。



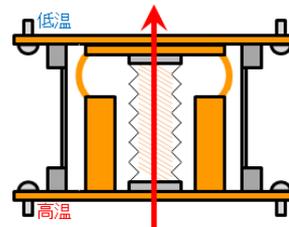
小型実証衛星4型(SDS-4)



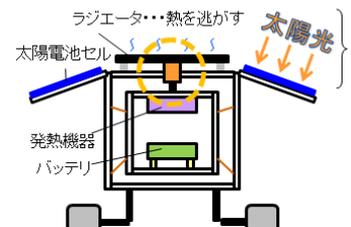
SDS-4搭載軌道上実験モデル

能動型ヒートスイッチ

- ◆ 保温用の電力確保が厳しい月面越夜ミッションなどで、**能動的に熱伝導度を変化させる熱制御デバイス**。
- ◆ 切り替え制御により、高熱伝導度または低熱伝導度を生成(熱伝導度On/Off比100以上)。
- ◆ 切り替え時以外は電力不要(省エネルギー)。
- ◆ 小型化・高性能化を目指した研究開発を実施中。



ヒートスイッチ概念図(高さ5cm)



月面ローバの熱設計イメージ

2. 宇宙用冷却技術の研究: 機械式冷凍機・断熱技術

機械式冷凍機

- ◆ 超高感度のX線検出器、赤外線宇宙望遠鏡、地球観測センサなどからの冷却要求(0.05K~150K)が増大。
- ◆ 液体ヘリウムによる受動的冷却(重量/体積や運用期間などに大きな制約)から **機械式冷凍機による能動的冷却へと技術革新**。
- ◆ 赤外線天文衛星あかり、JEM/SMILES等での開発・運用実績を基に改良を重ね、**世界最高の冷却効率**を有する機械式冷凍機(20K、4K、1K)を実現。
- ◆ X線天文衛星ASTRO-H(2015年度打上げ予定)に向けて、フライトモデルを開発中。
 - JAXA-NASA共同開発の軟X線分光観測装置SXS(Soft X-ray Spectrometer)に**4K(-269℃)級ジュールトムソン冷凍機1式**、**20K(-253℃)級2段スターリング冷凍機4式**を搭載。



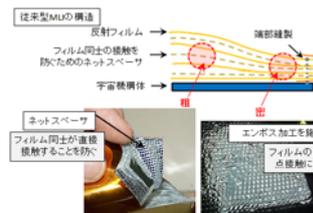
X線天文衛星ASTRO-H



ASTRO-H/SXS用冷凍機連続運転試験

高断熱システム

- ◆ 次世代赤外線天文衛星SPICA(2022年度打上げ検討中)や月面越夜ミッション(前述)では、従来の宇宙機よりも高い断熱性能を有するシステムが必要。
- ◆ 従来の多層断熱材MLI(Multi Layer Insulation)よりも高い断熱性能(実効放射率 ϵ_{eff} 0.010以下)を実現する **断熱システム** および **実装技術** の研究。
- ◆ システム設計時(実装)に使用できる試験データを蓄積し、**高性能化と予測精度向上の両立**を目指す。



層間非接触型スペーサ
フィルム同士の接触を完全に排除し、かつ大きな熱抵抗を有する新様式のスペーサを開発中。



次世代赤外線天文衛星SPICA



MLI断熱性能測定装置