

# 日本実験棟「きぼう」を使ったLHPラジエータ軌道上実験 補足説明資料

2018年12月14日

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構  
第一宇宙技術部門技術試験衛星9号機プロジェクト  
有人宇宙技術部門有人宇宙技術センター  
研究開発部門第二研究ユニット

# ループヒートパイプを利用した宇宙機の高排熱技術

JAXAでは宇宙産業の国際競争力強化に取り組んでおり、競争が激化している商業通信衛星市場において、2020年代に国際競争力ある衛星システムを実現することを目指している。次世代通信衛星のような大電力衛星では衛星を許容温度範囲内に保つために必要となる排熱量が非常に多く、既存技術のみでは排熱要求を満たすことができないことが予想される(これまでは衛星を大型化して大きなラジエータを確保することにより対応)。技術試験衛星9号機では、そのような要求に応える技術として、ループヒートパイプを利用した展開ラジエータによる高排熱技術の技術実証を行う計画である。

## ■ループヒートパイプ(LHP, Loop Heat Pipe)とは

- 作動流体の蒸発潜熱を利用して長距離熱輸送を行う熱輸送デバイス

### 熱輸送可能距離

従来型ヒートパイプ: ~数メートル      LHP: ~10m

- 配管が可とう性(フレキシブルさ\*)を有するためヒートパイプなど従来技術では実現できなかった展開ラジエータ(収納した状態で打ち上げ、軌道上で展開することにより排熱能力を拡大)の実現が可能。

(\*): 従来ヒートパイプは剛な金属容器で構成されているため折り曲げることができないが、LHPは配管をコイルングする、もしくはフレキシブル管を用いることで折り曲げ可能

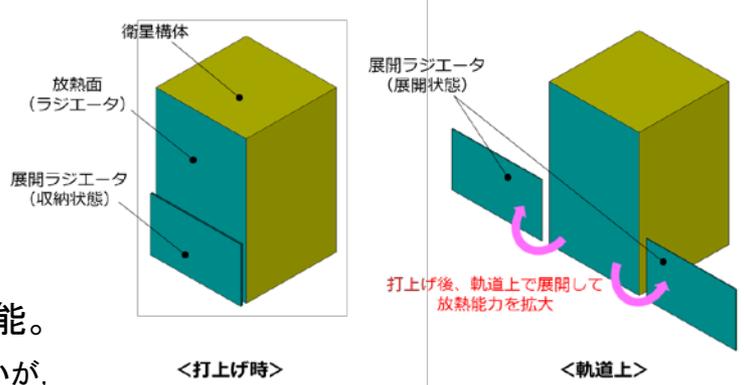
### 展開ラジエータによる衛星からの排熱可能量の増大効果

従来の技術(衛星構体表面のラジエータからの排熱): 最大5~6kW程度

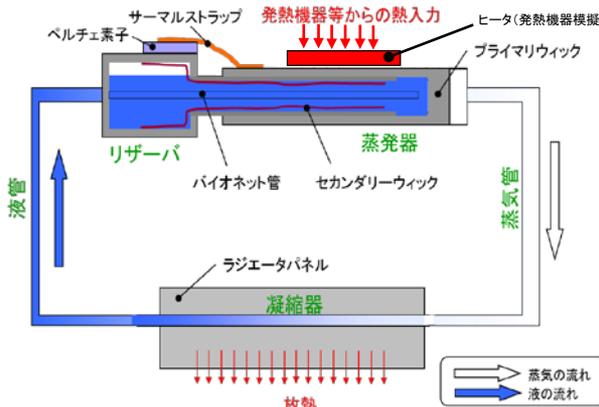
LHP展開ラジエータを併用した場合: 10kW程度

(1枚あたり1kW級展開ラジエータを4枚使用した場合)

- 外部熱環境や機器の発熱量が変化した場合にもリザーバ(右図参照)を加熱・冷却することにより熱輸送を停止したり、機器取付面の温度を制御できるという従来技術が有していない機能を有しており、それによりシステム熱設計を高度化できる機能を有している。



展開ラジエータイメージ図



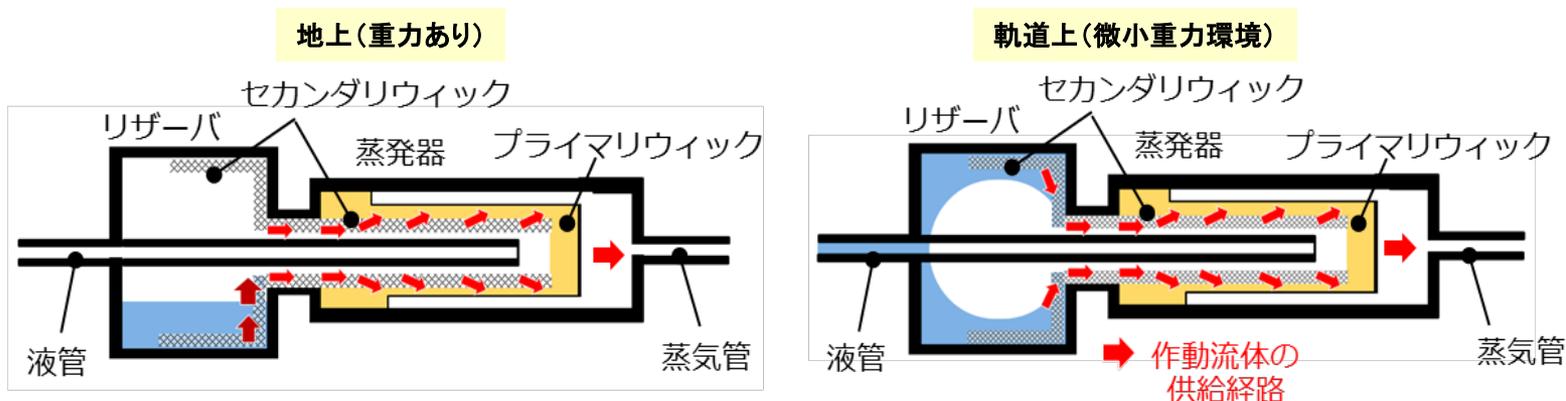
LHPの構成

## ■軌道上実験の位置付け

これまでに実施した研究開発により技術成熟度は向上したが、微小重力環境下での動作・性能は未検証。技術試験衛星9号機搭載LHP展開ラジエータの開発リスクを低減することを目的として、国際宇宙ステーション日本実験棟「きぼう」をプラットフォームとしてLHPの軌道上実験を実施した。

## ■「きぼう」を利用した軌道上実験の必要性

- LHPの安定動作にはリザーバから蒸発器への安定した液供給が必要。  
しかし、地上と軌道上では重力の有無によりリザーバ内の気液分布が異なることが予想され(下図参照)、この影響を評価するために微小重力環境下での検証が必要。
- 微小重力環境を得る方法として、落下塔、パラボリックフライトなど他の手段もあるが、得られる微小重力環境時間が短く(~30秒)、LHPの挙動を評価することができないため、長時間の評価が可能な「きぼう」で実施。



重力の有無によるリザーバ内の気液分布の違い

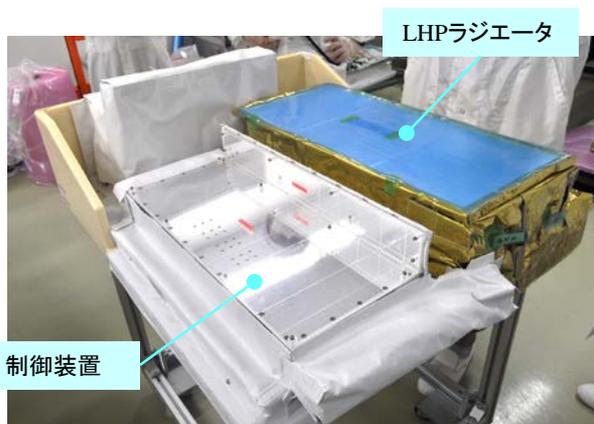
# LHPラジエータ軌道上実験概要

軌道上実験用LHP(LHPラジエータ技術実証システム(LHPR))はHTV7号機でISSに輸送され、JEMのロボットアーム先端に把持された状態(下図参照)で2018年10月22日～11月16日の約1ヶ月にわたり軌道上実験を実施した。

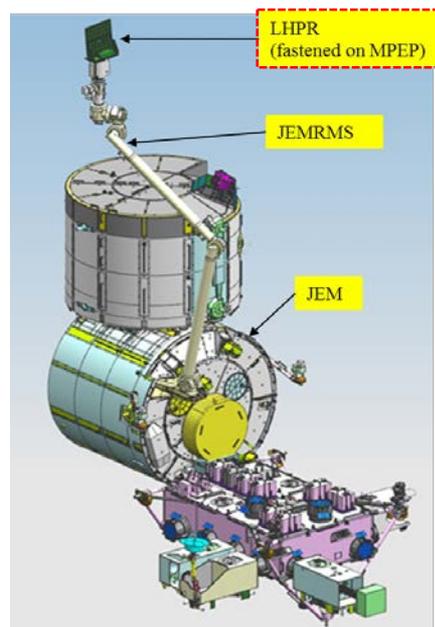
軌道上実験の結果、以下のことを確認できた。

- ①LHPは微小重力環境下において安定して起動・動作すること
- ②温度制御機能、熱輸送停止機能など新規に追加した機能が微小重力環境下でも機能すること

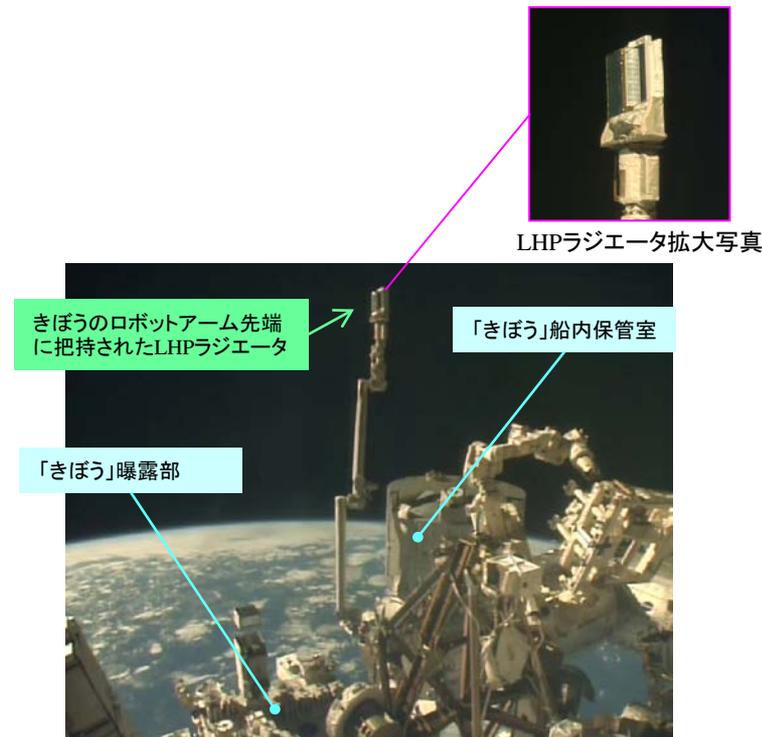
今後、軌道上実験で得られたデータを技術試験衛星9号機のLHP展開型ラジエータの設計に反映することで開発リスクの低減を行う。今回のようにJEMを衛星に搭載する技術の事前実証プラットフォームとして使用することは初めての試みであり、今後、ロボットアーム把持形態での船外実験環境の提供が期待される。



ロボットアームに把持されるLHPR実験装置  
(LHPラジエータと制御装置から構成される)



LHPラジエータ  
軌道上実験ポジション



軌道上実験実施中のLHPラジエータ