

宇宙機の高度な熱制御を実現する先進熱制御技術 ヒートパイプによる熱制御技術

◆ 研究のねらいは？

宇宙機の熱制御とは、宇宙環境(約±200℃)から宇宙機に搭載される機器(カメラやバッテリー等)の温度を、目的の温度へと制御することです。温度が低い場合にはヒータによる加熱を行い、温度が高い場合には宇宙空間(太陽入射の無い側)へ放熱を行い温度を下げることで、熱の出入りを上手くバランスさせて温度を調整しています。一方で、将来の内外惑星探査や望遠鏡、小型衛星等のミッションでは、より厳しい熱環境の中で、少ない電力/重量制限の下で、高度な熱(温度)制御が要求されており、新たな熱制御デバイスの研究・開発を進める必要があります。

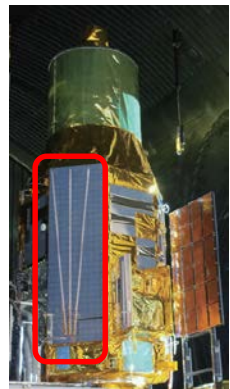
私達のグループではこの課題に対し、熱を効率良く輸送できる「ヒートパイプ」などに着目し、これら将来ミッションの要求に応えるために、新しい熱制御技術の研究・開発を大学と連携して行っています。

◆ どう役に立つの？

内外惑星探査機は、重量制限により燃料を多く搭載することが難しいために、様々な軌道を通ることで(複数フライバイ等)、目的の惑星等を目指します。そのため探査機の様々な面に太陽光が入射してしまい、探査機の温度を上昇させます。また搭載機器の高度化によって発熱密度が増大しているため、機器自身の発熱による局所的な温度上昇も、故障の原因となります。

そこで高い温度の部分と低い温度の部分(放熱面)を結ぶことで、必要のない熱を輸送し、宇宙空間へ捨てることで温度上昇を防ぎます。ここで熱を輸送するデバイス「ヒートパイプ」の効果はとて大きく、多くの熱をより低温側まで(長距離輸送)運ぶことが重要です。各要求に対応するため、様々な形状のヒートパイプの研究・開発に取り組んでいます。

- ・フレキシブル性が欲しい：
- ①ループヒートパイプ
(Loop heat pipe)
- ・輸送面積をUPさせたい：
- ②自励振動ヒートパイプ
(Oscillating Heat Pipe)
- ・もっと自由に熱制御したい：
- ③可変コンダクタンスヒートパイプ

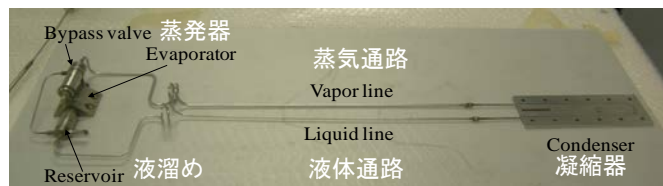


搭載されたヒートパイプ
Astro-H(ひとみ)

◆ 主な研究テーマ

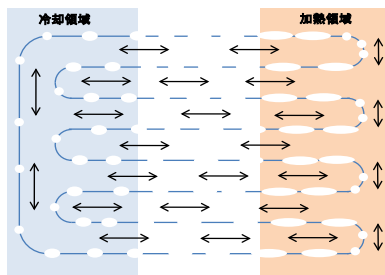
<①ループヒートパイプ>

蒸気管と凝縮器がスムーズな管で結ばれているため、複雑な経路を持つ熱輸送経路の構築が容易に可能であり、かつ軽量です。また、フレキシブルな管(プラスチックやベローズ)の採用が可能も特徴です。リザーバ(液溜め)の温度(圧力)を制御することで熱輸送効率を変えることができ、保温ヒータ電力低減が可能になります。



<②自励振動ヒートパイプ>

加熱部と冷却部とを十数回往復する細管で結んだヒートパイプで、細管の中に全内容積の半分程度の容量の作動流体が封じ込められています。加熱部では蒸発・冷却部での凝縮を繰り返し、連続的な圧力振動により作動流体が駆動されます。冷媒が自励振動によって伝熱面間を往復することにより熱輸送を行います。



<③可変コンダクタンスヒートパイプ>

管の中に作動流体を飽和状態で封じ込めた通常のヒートパイプに、非凝縮ガスを封入する事で温度制御性を有したヒートパイプです。温度によって配管の中の作動流体と非凝縮ガスの境界の位置が変化する仕組みを持っています。リザーバの温度を一定に保てば、熱負荷の変化や外部温度環境の変化に対して、温度を一定に保つことができます。

