



超小型人工衛星用蓄熱器の宇宙実証にはじめて成功

研究成果のポイント

- ・結晶構造変化によって蓄熱する蓄熱材の宇宙空間での性能実証に成功。

研究成果の概要

北海道大学大学院工学研究院機械宇宙工学部門の戸谷 剛准教授のグループは、昨年度まで行われた内閣府最先端研究支援プログラムの資金で、超小型衛星用の蓄熱器の開発を進めてきました。開発された蓄熱器には、トランス-1,4-ポリブタジエン（固体から液体に相変化する時に蓄熱する蓄熱量よりも、固体から固体へ結晶構造が変化する時に蓄熱する蓄熱量の方が大きいという特徴を持つ）が使われています。この蓄熱器を結晶構造が変化する温度領域で使用することにより、蓄熱器に容器が不要になるという利点を持ちます。開発された蓄熱器は、6月20日に打ち上げられた超小型衛星HODOYOSHI4号機に搭載され、宇宙での性能実証試験が行われてきました。HODOYOSHI4号機のデータを解析したところ、蓄熱器が宇宙空間でも所定の温度で蓄熱・放熱していることが確認されました。この結果から、トランス-1,4-ポリブタジエンを用いた蓄熱器の宇宙実証に世界ではじめて成功しました。蓄熱器が所定温度で蓄熱することにより搭載機器で発生した熱を蓄熱器が吸収し、搭載機器の温度が所定温度を超えることを防ぐことができます。また、蓄熱器が所定温度で放熱することにより蓄熱器が搭載機器を温め、搭載機器の温度が所定温度を下回ることを防ぐことができます。この成果により、今後、重量制限の厳しい超小型衛星で、開発された蓄熱器の使用が加速することが予想されます。

論文発表の概要

研究論文名：結晶変化を伴う蓄熱材の蓄熱・放熱試験
著者：戸谷 剛，國 拓也，佐藤 敏文，脇田 督司，永田 晴紀（以上，北海道大学）
公表雑誌：日本機械学会 熱工学コンファレンス 2014 講演論文集
公表日：2014年11月8日（土）

研究成果の概要

(背景)

超小型衛星は、中・大型の衛星に比べて、温度が変化しやすいという欠点がありました。温度変化が大きいと、搭載機器が動作できる温度範囲を逸脱し、搭載機器の故障につながります。また、厳しい重量制限から、容器を必要としない蓄熱器の開発が望まれていました。

(研究手法)

トランス-1,4-ポリブタジエンは、固体から液体に相変化する時に蓄熱する蓄熱量よりも、固体から固体へ結晶構造が変化する時に蓄熱する蓄熱量の方が大きいという特徴を持ちます。この材料を用いて、超小型衛星の温度変化を少なくし、容器を必要としない蓄熱器の開発を行いました。開発された蓄熱器は、超小型衛星 HODOYOSHI4 号機に搭載され、6月20日にロシアのヤスネ基地より宇宙へ打ち上げられました。

(研究成果)

HODOYOSHI4 号機のデータを解析したところ、蓄熱器は 75~90℃付近で蓄熱し、-30~15℃付近で放熱していることが確認されました。蓄熱器が所定温度で蓄熱することにより搭載機器で発生した熱を吸収し、搭載機器の温度が所定温度を超えることを防ぐことができます。また、蓄熱器が所定の温度で放熱することにより、蓄熱器が搭載機器を温め、搭載機器の温度が所定温度を下回ることを防ぐことができます。この結果から結晶構造変化により蓄熱するトランス-1,4-ポリブタジエンを用いた蓄熱器の宇宙実証に世界ではじめて成功しました。

(今後への期待)

この成果により、蓄熱器に容器が不要となり、重量制限が厳しい超小型衛星に搭載しやすくなるとともに、超小型衛星の温度変化を少なくすることができます。温度変化を少なくできると、搭載機器が動作できる温度範囲を逸脱し、故障することを防ぐことができます。

お問い合わせ先

所属・職・氏名：北海道大学大学院工学研究院 機械宇宙工学部門

准教授 戸谷 剛（とたにつよし）

TEL : 011-706-7192 FAX : 011-706-7192 E-mail : tota@eng.hokudai.ac.jp

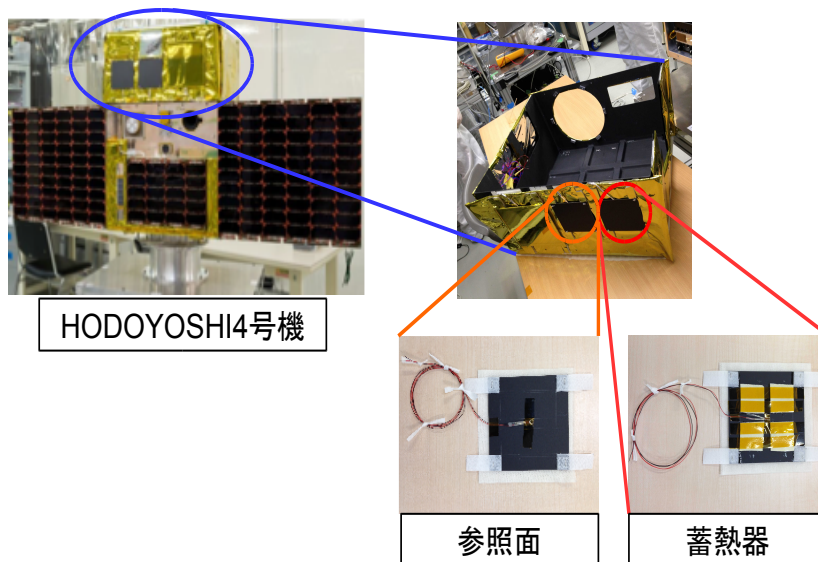


図1 HODOYOSHI4号機と蓄熱器

蓄熱器と参照面との違いは、蓄熱材の有無である。参照面は、蓄熱材を持っていないことだけが蓄熱器と違い、面の材質や表面処理は同じ。参照面と蓄熱器の温度を比べることで、蓄熱器が蓄熱したり、放熱したりしていることを確認できる。

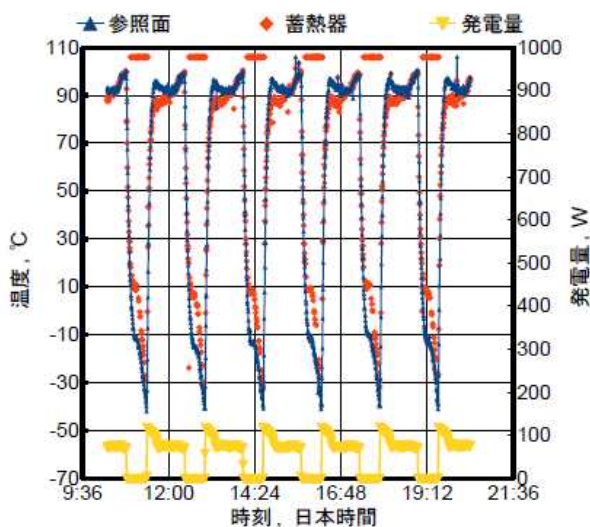


図2 軌道上データ

青色の線が参照面の温度，オレンジの点が蓄熱器の温度，黄色の線が太陽電池パネルの発電量を示す。太陽電池パネルの発電量が0になっている時刻では，HODOYOSHI4号機が地球の影（食）に入っていることを示す。発電量が0以外の時刻では，HODOYOSHI4号機に太陽光が当たっていることを示す。HODOYOSHI4号機が地球の影から出て，太陽光が当たり始めると，参照面と蓄熱器の温度が上昇する。90℃付近でオレンジの蓄熱器の温度が青色の参照面の温度よりも低くなっている。この部分で蓄熱器は蓄熱して（熱を吸収して）温度上昇を防いでいる。次に，HODOYOSHI4号機が地球の影に入ると，参照面と蓄熱器の温度ともに下降する。10℃よりも温度が低くなると，オレンジの蓄熱器の温度が参照面の温度よりも高くなっていることが分かる。この部分で蓄熱器は放熱して（熱を放出して）温度低下を防いでいる。