

補助事業番号 2018M-179

補助事業名 平成30年度 超小型人工衛星搭載用多機能デバイスの製作および効率的なシステム検証を実現する評価系の構築 補助事業

補助事業者名 名城大学 理工学部 交通機械工学科 准教授 宮田喜久子

1 研究の概要

開発期間が短く費用対効果が高いため新たな宇宙利用手段として注目されている超小型人工衛星の開発期間の更なる短縮を目指すため、①蓄熱材と熱伝導材を組み合わせた効果的な受動的熱制御の実現(新規技術)、②限られた質量・容積リソースを有効的に利用する多機能デバイスの実現(搭載デバイス製作)、③汎用性や再利用性の高い超小型人工衛星の開発環境や開発手法の確立(製造過程の改善)を行う。それによって、超小型人工衛星の開発期間の短縮、費用対効果やミッション成功率の向上を行い宇宙利用の拡大を目指すものである。また、得られた個別技術成果に対しては他分野への応用も検討している。

2 研究の目的と背景

超小型人工衛星は、開発期間が短く費用対効果が高いため新たな宇宙利用手段として注目されている。その開発期間の更なる短縮のために標準インターフェイスをもつデバイスが多く開発されている。しかし、①デバイス化の方式によっては、電力・質量・容積リソースの有効利用が阻害される。②デバイス統合時に従来の能動的な熱制御手法を適用するとデバイス間の独立性が維持できず、開発負荷が増す可能性が指摘される③システム統合前にデバイスの環境依存性をシステムとして効果的に検証する仕組みが存在しない。という課題が存在しており、本研究ではそれらの課題を解決することを目指す。

3 研究内容

https://www.meijo-u.ac.jp/academics/sci_tech/vehicle/laboratory.html

(1)蓄熱材と熱伝導材を組み合わせた効果的な受動的熱制御の実現

(2)限られた質量・容積リソースを有効的に利用する多機能デバイスの実現

先進的熱制御材の特性を測定し、その特性を生かし受動的熱制御機能を兼ね備えた多機能デバイスの設計・製作を行った。

図1に先進的熱制御材料のひとつである、相変化蓄熱材の特性の測定結果を示す。搭載機器の適正温度域(0~30℃)付近で高い吸発熱反応を示し、本提案の狙い通りの温度域での蓄熱特性が得られていることが確認された。

図2に、軌道上機器温度環境条件シミュレータを用

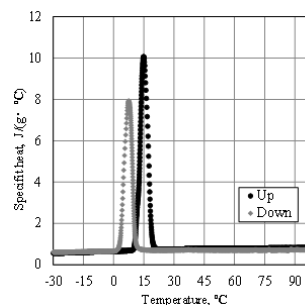


図1 相変化蓄熱材の潜熱測定結果

いて、設計したデバイスの温度安定度向上効果を数値シミュレーションにて確認した結果を示す。

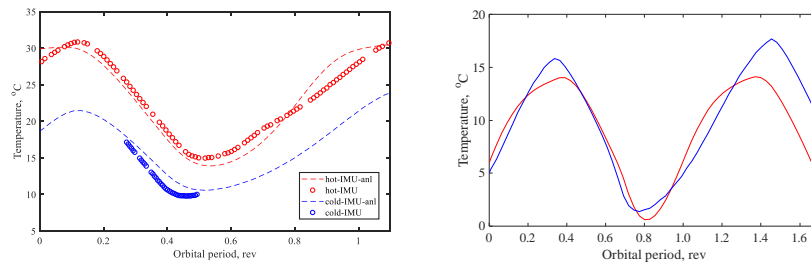


図2 外的温度環境変化がある際における提案熱制御システムの有無による軌道上想定温度履歴の変化(左: 評価システム無し, 右: 評価システム有)

(3) 汎用性や再利用性の高い超小型人工衛星の開発環境や開発手法の確立

耐環境性と性能を同時に考慮しつつデバイスを設計・試作・検証する一連の流れを確認することができた。

実機試験と数値シミュレーション技術を併用することにより、複数機器を用いた統合システムを効果的に検証する環境を実現した。図3に、試作デバイスの温度環境試験の実施状況を示す。

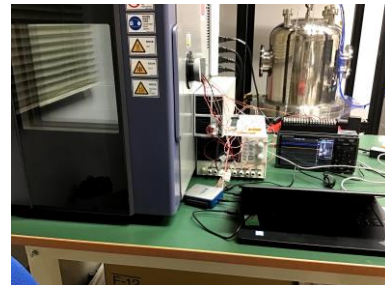


図3 温度環境試験実施状況

4 本研究が実社会にどう活かされるかー展望

全体として、機器の小型化、省電力化などが進むにつれ、超小型人工衛星をはじめとした宇宙環境下での温度環境管理はますます難易度が上がってきたという報告が増えている。このような中、機器の設計製作時の不確定性の低減による製造開発期間の短縮およびコストの低減に対する要求は増じてきている。

本事業で達成した成果は、これらの課題に対応するための解決策の一つを提示する、超小型人工衛星の達成可能ミッション拡大を可能とさせるために非常に重要な要素になるといえる。また、達成可能ミッションが拡大された状態でも超小型人工衛星の利点である安価で短開発サイクルでのミッション実現を維持することができるため、宇宙利用の拡大に大きく寄与する可能性がある。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

補助事業者は、超小型宇宙機の高機能化・費用対効果向上による宇宙利用機会拡大を主題とした研究活動を実施してきた。数値シミュレーションベースでの検討と、個別要素技術の検証を主に行ってきたが、本事業によりシステムレベルの検証を行える検証環境の構築を開始することができた。また、学会等における成果発表の際には、要素技術に対する具体的な将来ミッションへの適用を相談された事例もあり、本事業内容をきっかけに共同研究の話も進みつつある。次のステップとしては、本事業内容をもとに、提案手法・環境を発展させ実プロジェクト適用・実利用環境での技術実証を目指した研究開発を進めていく予定である。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

- Kikuko MIYATA, Hosei NAGANO and Susumu HARA, Passive Temperature Stabilization System for MEMS Sensors Performance Maintenance, Transactions of JSASS, Aerospace Technology Japan (Aerospace Technology Japan), article in press.
- Kikuko Miyata, Kazutaka Yamaoka, Hiroyasu Tajima, “Space-based Solar Neutron Observations for Cubesat Project”, 69th International Astronautical Congress, IAC-18. B4.2.4, Bremen, Germany, October 2018
- 宮田喜久子,金志勲,長野方星,青柳賢英,松本健,中須賀真一,“3U級CubeSat TRICOM-1Rの熱設計および軌道上データ評価”,第62回宇宙科学技術連合講演会,JSASS-2018-4593,2018年
- Kikuko Miyata, Jihoon Kim, Hosei Nagano, Yoshihide Aoyanagi, Takeshi Matsumoto and Shinichi Nakasuka “Thermal Design and On-Orbit Data Evaluation of the 3U-class CubeSat TRICOM-1R, Correlation Analysis between the Attitude and Thermal Measurement”49th International Conference on Environmental Systems, ICES-2019-143
- Kikuko MIYATA, Hosei NAGANO and Susumu HARA, Passive Temperature Stabilization System for MEMS Sensors Performance Maintenance, Proceedings of the 32nd International Symposium on Space Technology and Science (32nd ISTS) and the 9th Nano-Satellite Symposium (9th NSAT), 2019-f-06, 2019
- 宮田喜久子,山岡和貴,稲守孝哉,田島宏康, Park Ji Hyun, SONGS 開発チーム,“太陽中性子およびガンマ線観測衛星 SONGS—概要および開発の現状—”,第63回宇宙科学技術連合講演会,JSASS-2019-4169,2019年
- 宮田喜久子,山岡和貴,稲守孝哉,田島宏康, Park Ji Hyun, SONGS 開発チーム,“太陽中性子およびガンマ線観測衛星SONGSにおける熱設計”,第56回日本航空宇宙学会 関西・中部支部合同秋期大会, D06, 2019年

7 補助事業に係る成果物

(1)補助事業により作成したもの

- Kikuko MIYATA, Hosei NAGANO and Susumu HARA, Passive Temperature Stabilization System for MEMS Sensors Performance Maintenance, Transactions of JSASS, Aerospace Technology Japan (Aerospace Technology Japan), article in press.
- Kikuko Miyata, Kazutaka Yamaoka, Hiroyasu Tajima, “Space-based Solar Neutron Observations for Cubesat Project”, 69th International Astronautical Congress, IAC-18. B4.2.4, Bremen, Germany, October 2018
- 宮田喜久子,金志勲,長野方星,青柳賢英,松本健,中須賀真一,“3U級CubeSat TRICOM-1Rの熱設計および軌道上データ評価”,第62回宇宙科学技術連合講演会,JSASS-2018-4593,2018年
- Kikuko Miyata, Jihoon Kim, Hosei Nagano, Yoshihide Aoyanagi, Takeshi Matsumoto and

Shinichi Nakasuka “Thermal Design and On-Orbit Data Evaluation of the 3U-class CubeSat TRICOM-1R, Correlation Analysis between the Attitude and Thermal Measurement”49th International Conference on Environmental Systems, ICES-2019-143

- Kikuko MIYATA, Hosei NAGANO and Susumu HARA, Passive Temperature Stabilization System for MEMS Sensors Performance Maintenance, Proceedings of the 32nd International Symposium on Space Technology and Science (32nd ISTS) and the 9th Nano-Satellite Symposium (9th NSAT), 2019-f-06, 2019
- 宮田喜久子, 山岡和貴, 稲守孝哉, 田島宏康, Park Ji Hyun, SONGS 開発チーム, “太陽中性子およびガンマ線観測衛星 SONGS—概要および開発の現状—”, 第 63 回宇宙科学技術連合講演会, JSASS-2019-4169, 2019 年
- 宮田喜久子, 山岡和貴, 稲守孝哉, 田島宏康, Park Ji Hyun, SONGS 開発チーム, “太陽中性子およびガンマ線観測衛星SONGSにおける熱設計”, 第56回日本航空宇宙学会 関西・中部支部合同秋期大会, D06, 2019年

(2)(1)以外で当事業において作成したもの
該当なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 名城大学(メイジョウダイガク)

住 所: 〒468-8502

名古屋市天白区塩釜口1-501

担 当 者: 准教授 宮田 喜久子(ミヤタ キクコ)

担 当 部 署: 理工学部交通機械工学科(リコウガクブコウツウキカイコウガクカ)

E - m a i l: kmiyata@meijo-u.ac.jp

U R L: http://www1.meijo-u.ac.jp/~kmiyata/cms_new/jka