

補助事業番号 2023M-270

補助事業名 2023年度 小型衛星のミッションの高度化に資するレーザーで燃焼のon/off制御を実現する固体ロケット推進機の創出補助 補助事業

補助事業者名 東京都立大学 各務聡

1 研究の概要

本研究は、レーザーにより燃焼を制御する小型ロケット推進機の実現のために、1)レーザーで燃焼のon/offができ、さらに比推力(燃費の良さの指標)が高い固体推進薬を創出し、2)試作評価によってその性能を評価し、3)燃焼中の固体推進薬の熱流束のバランスを明らかにした。

2 研究の目的と背景

本研究は、レーザーにより燃焼を制御する小型ロケット推進機の実現を目的としている。現在、人工衛星や探査機には、化学推進の液体推進が搭載されていることが多い。液体推進は、ヒドラジンなどを推進剤として使用し、バルブのオンとオフで自由に作動を制御することができた。一方で、ヒドラジンは有毒で、液体はリークしその貯蔵にタンクやバルブが必要であった。それに対し、固体は、タンクやバルブが不要でリークもせず構造が簡素という長所がある。しかし、いったん点火すると燃え尽きるまで消炎しないことからon/off制御が困難であったことから、このような長所を有するにも関わらず宇宙機に搭載されてこなかった。

3 研究内容

(1)固体推進薬の製法の確立

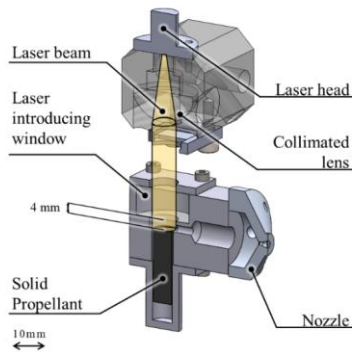


自転公転ミキサーで混練したスラリー

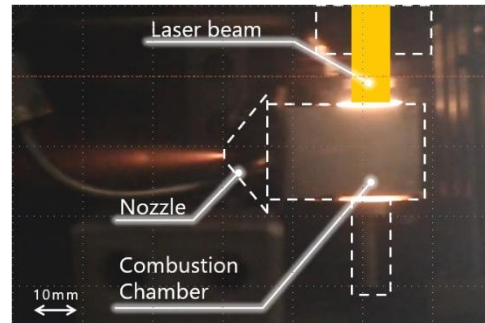


製作した固体推進薬

(2) ロケット推進機の試作評価

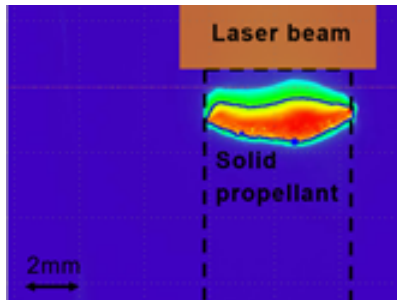


推力 0.1 級の試作機



推力 0.1 級の試作機の作動中の様子

(3) 熱バランスの評価と燃焼速度測定



サーモグラフィーによる固体推進薬の温度分布



燃焼速度測定中の様子

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

本研究の成果によって小型で簡素な推進機が実現することにより、小型衛星などの人工衛星に搭載され、従来よりも高度で複雑なミッションが可能になる。

また、現在、宇宙環境の保護のために、寿命が尽きた衛星を減速して地球に再突入させて廃棄することが義務づけられようとしている。迅速な廃棄には、推進機が必要であり、推進機は最終段階で利用されるため、構造が簡素でリークを起こさないことが望ましい。このようなミッションに固体推進薬は向いており、レーザーによる制御が可能な本推進機は有用と考えている。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

代表者は、これまで電気推進や化学推進の両方の人工衛星に搭載する推進機の研究をしてきた。固体推進薬の燃焼をレーザーで制御する研究は、2003年から着手し、燃料成分が多い推進薬を用いて、燃焼制御が可能な配合や燃焼速度を明らかにして、燃焼時の熱のバランスを解明し、試作機を用いた性能評価を行ってきた。これまでに、燃費の良さを表す比推力が140秒に達することを示したが、燃料方である故に性能の向上に上限が見えてきたことから、燃焼のon/off制御と

比推力の両立の必要性を痛感していた。そこで、LiFなどの燃焼負触媒の導入を考えていた。しかし、高い比推力が得られる推進薬の製造には高性能な混練機とノウハウが必要であった。今回、本助成のおかげで推進薬の混練のノウハウを確立し、新しい配合を挑戦することができた。よって、本研究は、開始20年目にして更なる一步を踏み出すための礎石となったと考えている。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

- Mizuki Teshima, and Akira Kakami, Effect of LiF addition on Combustion Controllable Solid Propellant Microthruster Using Laser Heating, 34th International Symposium on Space Technology and Science, 2023-a-20, Kurume, Fukuoka, Japan, June 3-9, 2023.
- 手島瑞貴, 安井颯翼, 西井啓太, 各務聡, レーザにより燃焼制御を行う固体マイクロスタへのLiF添加による影響評価, 令和5年度宇宙輸送シンポジウム, STCP-2023-006, 2024年1月18日, 神奈川県相模原市.

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

<https://sites.google.com/view/akira-kakami>

(2) (1)以外で当事業において作成したもの

なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 東京都立大学システムデザイン学部

(トウキョウトリツダイガクシステムデザインガクブ)

住 所: 〒191-0065

東京都日野市旭が丘6-6

担 当 者: 教授・各務聡(カカミ アキラ)

担 当 部 署: 航空宇宙システム工学科(コウクウウチュウシステムコウガッカ)

E - m a i l: kakami@tmu.ac.jp

U R L: <https://sites.google.com/view/akira-kakami>