

補助事業番号 2023M-355

補助事業名 2023年度小型衛星用ニトロメタン推進剤の開発と実用化に関する研究補助事業

補助事業者名 室蘭工業大学 湊 亮二郎

1 研究の概要

本研究では、ニトロメタンを小型人工衛星用推進剤に活用することを提案し、低毒かつ安全で取り扱いに優れた推進剤を実証、実用化を目指す。従来、人工衛星の姿勢制御用スラスターの推進剤は、貯蔵性を考慮してヒドラジンのような常温で液体の推進剤が多用されてきたが、それらは毒性が高く取扱いが困難であった。そこで本研究では毒性が低く、常温で液体のニトロメタンに着目し、その高圧燃焼試験を通じて人工衛星用推進剤としての実用化を目指す。

2 研究の目的と背景

本研究では、ニトロメタンの高圧条件下(1.0MPaG以上)での燃焼試験を行い、ニトロメタンを人工衛星用スラスターの推進剤として実用化することを目的とする。従来の人工衛星用スラスター推進剤には、貯蔵性や燃焼性の面からヒドラジン系の物質が用いられてきたが、それらは毒性が強く、民間衛星市場に参入するベンチャー企業にとっては、おおきな技術的課題となっている。

ニトロメタンは、メチル基(CH₃-)とニトロ基(-NO₂)が結合した最も簡単なニトロ化合物であり、空気無し状態で燃焼し得るため、ロケットの黎明期に推進剤として研究されてきたこともある。しかし実際には空気が無い場所での燃焼がし難かったため、その後開発されたヒドラジン系推進剤に取って代わられた。ヒドラジンは常温下で液体であるため貯蔵性に優れているが、毒性が高く取扱いが難しいという問題がある。

そこで、本研究では、ニトロメタンの着火・燃焼性能を改善するため、噴射孔の形状条件を変えることで噴霧状態を変化させて燃焼試験を行い、安定な燃焼状態の実現を目指す。また、過去の文献から何種類かの金属酸化物(酸化マグネシウム等)を加えると反応性が高くなったという研究報告があることから、本研究でもニトロメタンに金属酸化物を混入させて燃焼試験を行う。これらのアプローチから小型衛星用ニトロメタン推進剤の実用化を目指す。

3 研究内容

(1)ニトロメタン推進剤の開発・燃焼試験(URL)

<https://u.muroran-it.ac.jp/aero/research/staff/Minato/Minato.html>

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

本技術は、人工衛星の姿勢制御用スラスターや軌道投入用のキックモーター(ロケットエンジン)の推進剤に応用できる。従来、姿勢制御用スラスターには有毒のヒドラジン、キックモーターに

は固体推進剤が使用されてきた。ヒドラジンは有毒で地上での充填作業に多くの手間がかかり、コスト増を招いていた。またキックモーター用固体推進剤は、精密な噴射制御が困難で、正確な軌道投入を行うために余分な推進剤を必要としていた。

ニトロメタンはこうした欠点を克服することが可能で、これが実用化されることで宇宙利用、深宇宙探査がより容易になると考えられる。特に近年では、小型衛星による宇宙利用が拡大しており、ニトロメタン推進剤が実用化されることで、推進機能、姿勢制御機能を有する小型衛星がより一般化するものと考えられる。これにより宇宙からの観測や、宇宙と地上の双方向から情報伝達が容易になり、測地、位置情報、交通情報、農業、防災といった方面で活用されると予想される。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

これまで提案者は、小型無人超音速機用エアターボラムジェット(ATR)エンジンの研究を中心に、研究を行ってきた。ニトロメタン推進剤のシーズはこのATRエンジンから着想を得たもので、本補助事業は我が国におけるニトロメタン推進剤研究の出発点に位置付けられる。今後は本事業を起点として、ニトロメタン推進剤研究を加速していく予定である。

ニトロメタン推進剤の研究は、日本国内で本格的な燃焼試験を伴う研究は本件が初めてであり、海外の先行研究を見てもドイツなど限られた事例しか存在しない。ニトロメタン推進剤を世界に先んじて実用化するためにも、今後の取り組みは重要である。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

【特許】

特開2020-50721 タービン駆動用ガスジェネレータの推進剤及びその製造方法

【査読付き論文】

R. Minato, “Low Toxic Nitromethane Based Monopropellant for Gas Generator Cycle Air Turbo Ramjet Engine” Propulsion and Power Research, Vol. 11, Issue 3, (2022), pp. 311-324.

R. Minato, S. Tanaka “Fluid Hammer Phenomena for Nitromethane Propellant Feed System” Science and Technology of Energetic Materials Vol. 83 No. 4 (2022) pp. 111-116.

【国際会議発表】

R. Minato, D. Nakata, K. Higashino, S. Nakamura, “Application and Testing of Nitromethane Monopropellant -From Rocket to Air-Breathing Engine” ISABE 2024 Toulouse France.

7 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 室蘭工業大学(ムロランコウギョウダイガク)

住 所: 〒050-8585

北海道室蘭市水元町27-1

担 当 者: 准教授 湊亮二郎(ミナトリョウジロウ)

担 当 部 署: 大学院工学研究科 生産システム工学専攻

(ダイガクインコウガクケンキュウカセイサンシステムコウガクセンコウ)

E - m a i l: r-minato@muroran-it.ac.jp

U R L: <https://u.muroran-it.ac.jp/aero/research/staff/Minato/Minato.html>