

世界初！宇宙を汚さないクリーンなロケット推進薬の開発に成功
-新小型固体ロケット2機の発射実験で性能を確認-

【概要】

2021年3月25日、千葉県千葉市にある千葉工業大学千種グラウンドにおいて新小型固体ロケット2機の打上実験を実施しました。この新小型ロケットには、千葉工業大学、日油株式会社、宇宙航空研究開発機構（JAXA）らが共同研究にて新たに開発した宇宙を汚さないクリーンなロケット推進薬を搭載しています。2回の打上実験が実施され、いずれも打ち上げに成功し予定通りの高度へ到達したことが確認されました。これにより、新しいロケット燃料の有用性が確認され、今後、クリーンな推進装置として人工衛星や惑星探査機などの宇宙機への搭載や宇宙ゴミ（※1）を発生しないため他の惑星を汚さない推進系としての利用が期待されます。

【詳細】

新固体小型ロケットの打上実験は、千葉工業大学、日油株式会社、JAXAの3者が進める高性能な小型推進系の研究開発と題した共同研究の一環として実施されました。3者は金属燃料を使用しないクリーンな排気ガスを持つ新たなロケット推進薬の開発に取り組んでいます。通常のロケット推進薬には、金属燃料を用いるため性能が向上する代わりに金属酸化物などが排気ガス中に含まれて排出されます。それらが宇宙ゴミ（デブリ）となり、宇宙空間を汚染してしまうことを受け、ISO-24113、Space debris mitigation requirements ではこうしたデブリの抑制を求めています。しかし、金属燃料を抜いてしまうと性能が極端に低下するため、性能を落とさず高性能でクリーンな推進薬を開発する必要があります。そこで、本研究ではロケット推進薬の燃料兼結合材として用いられている高分子材料に高エネルギー物質である Glycidyl Azide Polymer (GAP) を採用しました。これにより、金属燃料を抜いた従来推進薬よりも15%以上の性能向上（※2）を実現することができます。しかし、GAPを用いた推進薬を固体ロケットの形にして燃焼効率や推力発生効率などの性能評価を行った研究はこれまでにありませんでした。本研究では「GAP/AP推進薬」として固体ロケットの燃焼器内で燃焼させ性能評価を行う実験を複数回実施し、確実な着火と安定した燃焼を確認しました。次のステップとして小型ロケットに搭載し、打ち上げ時の加速度が生じる状況でも、正常に燃焼することを確認するために今回の打ち上げ実験を実施しました。

打ち上げたロケットは、千葉工業大学工学部機械電子創成工学科の和田研究室が設計製作した全長680mm、重さ550gの小型ロケット2機となります。表に実験成果をまとめます。本実験の成功により、GAP/AP推進薬において2回の小型ロケット打上に成功し、シミュレーションとほぼ一致する到達高度となったため、高加速度環境下においても予定通りの性能が得られることを実証することが出来ました。

今後は、宇宙空間での利用を目指し、より小型軽量化と真空環境下での着火特性を評価し、宇宙機への搭載と宇宙実証を目指します。

ロケット名	全長	重さ(打上時)	打ち上げ時刻	予想到達高度	気圧高度計
1号機	680 mm	534.6 g	3月25日 14:38	109 m	113.6 m
2号機	684 mm	552.0 g	3月25日 15:56	88 m	77.7 m



2号機の発射台設置の様子



2号機の打ち上げ

【注釈】

(※1) 宇宙ゴミ (デブリ)

宇宙空間には宇宙ゴミ (デブリ) と呼ばれる人工物が人工衛星などと同じように地球の周回軌道に存在しています。デブリの正体は、切り離されたロケットの上段や人工衛星、宇宙空間で宇宙機が破損した際に生じた部品など様々です。その中でも最近デブリの原因として固体ロケットから排出される金属酸化物が微小なスペースデブリ発生源であることが言われています。特に、1cm 以上の大きさになるデブリは国際宇宙ステーションや人工衛星などと衝突すると甚大な被害を生じさせることがありつつも、地上からの観測では小さすぎて補足が困難であるという特徴があります。そこで、ISO が固体ロケットから生じるデブリを排除する、又はデブリサイズを 1mm 以下にするよう各国に求めています。

(※2) 理論性能

推進薬の理論性能は、化学平衡計算によって求めることが可能です。ここでは、NASA が開発した化学平衡計算プログラムを用い、従来の推進薬には末端水酸基ポリブタジエンゴム (HTPB)/過塩素酸アンモニウム (AP) 推進薬を用いて GAP/AP 推進薬と燃焼圧力 5MPa (通常の固体ロケットで採用されている燃焼圧力) での性能を比較した結果を掲載しています。数%の性能向上を目指して改良を続けることが一般的な推進薬の世界において、15%もの向上は極めて高い数値です。

＜研究・開発についてのお問い合わせ＞

和田 豊 (ワダ ユタカ)

惑星探査研究センター 非常勤上席研究員

工学部機械電子創成工学科 教授

〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1

TEL: 047-478-0320(代表)

E-Mail: yutaka.wada@p.chibakoudai.jp

＜広報関連のお問い合わせ＞

大橋 慶子(オオハシ ケイコ)

千葉工業大学 入試広報部

〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1

TEL: 047-478-0222 FAX: 047-478-3344

E-Mail: ohhashi.keiko@it-chiba.ac.jp