

ハイブリッドロケットの 宇宙探査機と微小重力実験への応用

SATテクノロジー・ショーケース2017

■ はじめに

ハイブリッドロケットでは酸化剤に液体、燃料に固体を用いており、燃料に火薬を使用しないことから爆発の危険性が少なく、扱いが容易である。さらに燃料の材料となる石油系ポリマーや酸化剤が比較的安価に入手できることから、低コスト化が可能である。また、環境適合性が高く、再着火や推力の制御が容易であることが長所として挙げられている。このような利点を生かし、実用化に向けて国内外で研究開発が盛んに進められている。

■ 活動内容

1. 研究概要

我々は、探査機用小型ハイブリッドロケットエンジンの推力制御を簡便な手法で実現することを目標としている。方法としては、燃焼中に固体燃料へレーザー等を用いて外部から放射熱を印加し、それを変化させることで推力を制御させることを考えている。このシステムは酸化剤の流量を制御しなくても推力を変化させることができ、液体ロケットより簡素な供給系で、信頼性の高い推力制御システムを構築できる。我々は燃料後退速度と熱流束の特性について研究しており、今までの研究結果として、ワックス燃料の燃料後退速度は外部放射熱を印加するとその熱流束の大きさに応じて上昇するが、その定量的な特性について実験的に確認してきた。

また、ハイブリッドロケットの設計において燃料後退速度評価式は重要な役割を果たしているが、小型の燃焼器ではこの式の指数や係数を正確に測定することは難しい。一般的には、質量流束の高い大型の燃焼器を用いて取得しているが、これではコストと手間を大幅に要してしまう。そこで、我々はハイブリッドロケット用に新たに考案した Modulated L* Burner を用いて評価を行い、PMMAとワックス燃料において燃料後退速度の指数を簡易的に取得した。

2. 宇宙探査機への応用

重力天体での探査活動において探査機のスラスターには液体ロケットが使用されるのが一般的である。しかし、液体ロケットは周辺環境の温度変化に敏感であるため、深宇宙探査の際、極低温環境下で液相を維持するための機器の消費電力は大きな割合を占める。だが、ハイブリッドロケットを探査機用スラスターとして使用すれば電力消費を抑えることが可能である。ハイブリッドロケットの推力制

御を行う場合、バルブシステムを使用して制御を行うことが一般的だが、精密な可動部分は燃料に直接触れることもある為、信頼性が劣ってしまうこともある。先に述べたコンセプトを応用し、放射熱を印加する機構を組み込むことにより、推力制御を行うことができればより高い信頼性を得ることができると考えた。

3. 微小重力実験への応用

落下塔を用いた実験がよく行われているが、初期投資にコストがかかることが問題である。そこで、気球を使って上空で微小重力実験装置を放出するという方法を台湾の研究グループが提案している。ただし、低高度では空気抵抗で機体が減速し微小重力環境が得られないため、下向きの加速度が必要となり、装置に搭載された小型ハイブリッドロケットから上空に向かって作動ガスを噴射する。その際、微弱な燃焼振動により推力の変動が生じ、それにより微小重力環境が保たれなくなる可能性がある。そこで我々は、これを低減するために、レーザー等により燃焼室内の燃料をパルス状または周期的に加熱し、燃料後退速度を制御する。これにより、推力変動を抑えて高品位の微小重力環境を実現するための基礎研究を行っている。また、気球では大気の状態により、実験条件が変わることがあるために、我々は低コストなハイブリッドロケットを使って、実験装置を上空まで運ぶことを考えている。これにより微小重力実験が低コストになると、実験回数が増えることが予想される。そうすると、環境負荷の低減も望まれる。そこで、我々は植物性ワックスの利用によるカーボンニュートラルの実現を目指して研究を行っている。具体的には Modulated L* Burner を利用してライスワックスの燃料後退速度の指数を測定し、エンジン設計の主要なパラメータを簡易的に求めた。

■ 関連情報等

Chen, Y. S., Yang, L., Lin, J. W., Lai, A., Wu, J. S., Thruster in Microgravity Experiment using Hybrid Rocket Propulsion, International Conference on Flow Dynamics, 2016, OS8-12.

代表発表者 **伊藤 千絵 (いとう ちえ)**
 所属 **東海大学 工学部 航空宇宙学科
 航空宇宙学専攻 森田研究室**
 問合せ先 **〒259-1292 神奈川県平塚市北金目4-1-1
 TEL:0463-58-1211 (内)4460
 FAX:0463-50-2060
 tmorita@tokai.ac.jp**

■キーワード: (1)ハイブリッドロケット
 (2)深宇宙探査機
 (3)微小重力実験

■共同研究者: 鈴木 悠介
 黒澤 幸浩
 今福 成徳
 任 成旻