

補助事業番号 2024M-497
補助事業名 2024年度 超小型ハイブリッドロケット向け低コスト複合構造の開発
補助事業
補助事業者名 神奈川大学 工学部 機械工学科 航空宇宙構造研究室 高野敦

1 研究の概要

近年、ベンチャー企業や研究機関によって数kgから数十kg程度の超小型衛星の開発・打ち上げが活発になっている[1]。しかしこれらの衛星は大型ロケットによる大型衛星を打ち上げに相乗として打ち上げられることが主流であるため、打ち上げ時期や軌道は大型衛星により決定されてしまい、超小型衛星側としてはこれらの選択の自由度がほとんどない。このため、超小型衛星打ち上げ専用で、かつ低コストな超小型ロケットの開発が望まれている。低コスト化のためには、火薬など爆発物を用いないため、運用管理コストが安価となるハイブリッドロケットが着目されているが、一方で衛星の軌道投入を実現するためには軽量化も重要となる。しかし、従来からロケットの軽量化のための研究は多く行われているが、低コスト化を意識した研究・開発は十分に行われて来たとはいえない。

これを受けて超小型ハイブリッドロケット向けのエンジン、タンク、機体などに適用する低コスト複合構造の研究を実施する。研究代表者は、エンジンの高性能化、大型化などの研究を推進してきたが、ロケットシステム全体の軽量化には未着手であった。そこで本研究においては、単に研究を推進するだけでなく、実際に実機的设计・製作・打ち上げ試験・データ評価・コスト分析を行う。このプロセスを通じて従来陥りがちなコストを度外視した学術的成果のみの追及を避け、コストを考慮した軽量化を達成する。

[1] UNISEC生まれの超小型衛星, <http://unisec.jp/unisec/satellites>
2022年11月8日アクセス

2 研究の目的と背景

近年、ベンチャー企業や研究機関によって超小型衛星の開発・打ち上げが活発になっている。しかしこれらの衛星は大型ロケットによる大型衛星を打ち上げに相乗として打ち上げられることが主流であるため、打ち上げ時期や軌道は大型衛星により決定されてしまい、選択の自由度がほとんどない。このため、運用管理コストが安価となるハイブリッドロケットによる低コスト化を目的とした複合構造の開発を行った。

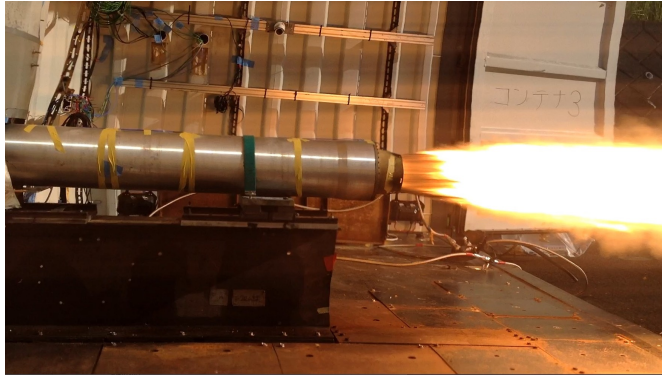
3 研究内容

(1) 低コスト複合構造ハイブリッドロケット開発

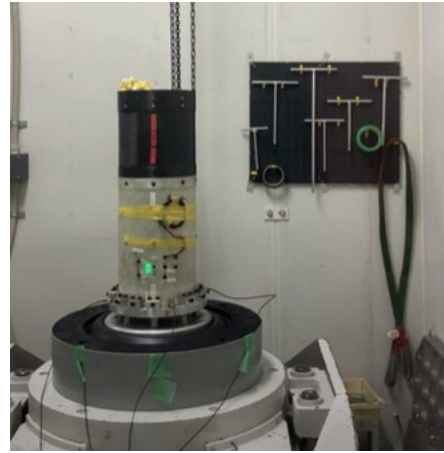
https://www.mech.kanagawa-u.ac.jp/lab/takano_lab/2024develop.html

2023年度はエンジンの異常燃焼に見舞われ、打ち上げには至りませんでした。2024年度はそれまでの知見を反映し、4回連続での正常燃焼に成功しました。

また、打ち上げ機体には、軽量複合構造を採用し、推力増大に伴う速度上昇にも耐え、かつ軽量化にも成功しました。低コスト化を実現するため、機体回収のための分離・減速機構を開発し、ランダム振動試験をはじめとした様々な試験検証を行いました。



2024年7月、4回目の燃焼試験に成功



軽量複合構造のランダム振動試験

(2) ハイブリッドロケット打上試験

https://www.mech.kanagawa-u.ac.jp/lab/takano_lab/2024launch.html

2024年12月、福島県南相馬市で打上を実施しました。高度記録の更新はならなかったものの、最高速度マッハ1.5を達成。ハイブリッドロケットの国内最速記録となりました。また、機体のほぼすべての回収に成功。これもこのクラスの規模のロケットでは国内では初とみられます。これにより、機体再利用、ひいては低コスト化の第一歩を踏み出しました。



2024年12月、打上に成功。マッハ1.5を達成 (© T. MIYAGI)



機体のほぼすべての回収に成功(撮影 道浦直人)

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

近年、ロケットベンチャーが多く設立されているが、多くはロケットエンジン・推進系の加発が中心であるため、低コスト・軽量構造の開発に取り組みは見当たらない。本研究はこれらに先んじて低コスト・軽量構造の開発に成功したため、今後これらのリードすることが可能である。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

研究代表者はロケット研究に取り組む前は人工衛星の構造設計及び開発に取り組んでいた。そのため、ロケットを利用する側の立場としての視点を有しており、その視点で衛星側に選ばれるロケットの開発につなげることができている。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

- [1] 高野他, 高度30kmを目指したハイブリッドロケットのシステム開発と結果, 1M17, 第68回宇宙科学技術連合講演会, 姫路, 2024.
- [2] 坂野皇希, 高野敦, 幡野慎太郎, 鈴木悠介, 隋与同, 高階智和, 水野谷圭紀, ゴータイン, 川村俊一, 高橋賢一, 高橋晶世, 福地亜宝郎, 船見祐揮, トータルインパルス100 kNs・最大推力7 kN級ハイブリッドロケットエンジンの改良, P005, 第68回宇宙科学技術連合講演会, 姫路, 2024.
- [3] 高階智和, 高野敦, 幡野慎太郎, 川村俊一, ハイブリッドロケット搭載用スロットリングシステムに適用するメインバルブの抵抗トルクの評価, P145, 第68回宇宙科学技術連合講演会, 姫路, 2024.
- [4] 藤田あかね, 高野敦, 幡野慎太郎, 川村俊一, 大山佳隼, 小室拓馬, 低衝撃セパレーションナットの保持軸力向上及び試験結果, P146, 第68回宇宙科学技術連合講演会, 姫路, 2024.
- [5] 坂野皇希, 高野敦, 幡野慎太郎, 鈴木悠介, 隋与同, 高階智和, 水野谷圭紀, ゴータイン, 川村俊一, 植村寧夫, 恩塚彰也, 高橋賢一, 高橋晶世, 福地亜宝郎, 船見裕揮, トータルインパルス100 kNs・最大推力7 kN級ハイブリッドロケットエンジンの改良と性能評価, HR-2024-04, 第7回ハイブリッドロケットシンポジウム, オンライン, 2025.
- [6] 高階智和, 高野敦, 幡野慎太郎, 川村俊一, ハイブリッドロケット搭載用スロットリングシステムに適用するメインバルブの抵抗トルクの評価, HR-2024-15, 第7回ハイブリッドロケットシンポジウム, オンライン, 2025.
- [7] 大内佑真, 吉瀬竜一, 高野敦, 幡野慎太郎, 國廣愛彦, 三宅真, 恩塚彰也, ハイブリッドロケット搭載機器の開発試験と打上評価, HR-2024-29, 第7回ハイブリッドロケットシンポジウム, オンライン, 2025.
- [8] 小林豪太, 高野敦, 大矢晃示, 幡野慎太郎, ハイブリッドロケットの姿勢制御のための一自由度ジンバルロボットの開発と制御試験, HR-2024-30, 第7回ハイブリッドロケットシンポジウム, オンライン, 2025.

- [9] 藤田あかね, 高野敦, 幡野慎太郎, 川村俊一, 大山佳隼, 小室拓馬, 低衝撃セパレーションナットの保持軸力向上及び改良, HR-2024-31, 第7回ハイブリッドロケットシンポジウム, オンライン, 2025.
- [10] 新井勇斗, 池田樹, 高野敦, 木原伸浩, 幡野慎太郎, 植村寧夫, 酸化分解樹脂によるCFRP板の開発と飛行実証用のハイブリッドロケット構造の製作, HR-2024-32, 第7回ハイブリッドロケットシンポジウム, オンライン, 2025.
- [11] 大山佳隼, 小室拓馬, 高野敦, 幡野慎太郎, ハイブリッドロケット搭載分離機構の改良と開発試験・打上試験, HR-2024-33, 第7回ハイブリッドロケットシンポジウム, オンライン, 2025.

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

- [1] 【マッハ1.5】大学生がロケット作ってみた！打上試験PV【神大ロケット部】 (1:21 および2:05にJKAロゴ表示、概要欄に「*この事業は、競輪の補助を受けて実施しました。」と記載)

<https://youtu.be/BOLeTXwYg9c?si=OLWB0FErKbjdC4Kc>

- [2] 【日本記録更新へ挑戦】大学生が挑むロケット開発の舞台裏【神大ロケット部・高野研究室】 (2:21及び2:45にJKAロゴ表示、概要欄に「*この事業は、競輪の補助を受けて実施しました。」と記載)

<https://youtu.be/TAWPkNUsd-1?si=BCnUZON24UV2Gcre>

(2) (1) 以外で当事業において作成したもの

飛べ!小さな機体に、大きな夢を乗せて。神奈川県による超小型ハイブリッドロケット開発 <https://www.jka-cycle.jp/ct/17753123>

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 神奈川県工学部 (カナガワダイガクコウガクブ)

住所： 〒221-8686

横浜市神奈川区六角橋3-27-1

担当者： 教授 高野敦 (タカノアツシ)

担当部署： 機械工学科 (キカイコウガクカ)

E-mail: atakano@kanagawa-u.ac.jp

URL: https://www.mech.kanagawa-u.ac.jp/lab/takano_lab/index.html