

# 小型飛翔体の機能向上に関する研究開発

後藤 健、丸 祐介、山田 和彦、志田 真樹、福島 洋介、  
山本 高行、徳留 真一郎、野中 聡、峯杉 賢治、竹内 伸介、  
佐藤 泰貴、澤井 秀次郎、羽生 宏人、阿部 琢美

所属:宇宙航空研究開発機構

Development study on function improvement of sub-orbital small size rocket system

Ken Goto, Yusuke Maru, Kazuhiko Yamada, Maki Shida, Yosuke Fukushima,  
Takayuki Yamamoto, Shinichiro Tokudome, Satoshi Nonaka, Kenji Minesugi,  
Shinsuke Takeuchi, Yasutaka Sato, Shujiro Sawai, Hiroto Habu, Takumi Abe

Affiliation: Japan Aerospace Exploration Agency

## 1.はじめに

軌道に到達しない衛星打ち上げロケットではない小型ロケット(観測ロケット)はこれまでに様々な科学観測実験、微小重力実験、工学的実験などで幅広く用いられてきた。我が国においても、宇宙科学研究所の観測ロケットシリーズに代表される小型飛翔体は、これまでに多くの科学成果を創出してきた重要な科学インフラであるとともに、多くの工学研究の飛行実証の場となってきた。今後は科学的成果の価値向上につながるペイロードを含む飛翔機能の向上が必要とされており、小型飛翔体の機能を向上する開発研究が望まれている。一方で、小型飛翔体はサイズや重量の制約が大きく、各種機器の小型化、軽量化、低コスト化が必要となり、工学研究としての研究対象としての開発研究も必要である。

そこで、本開発研究では、今後の小型飛翔体に望まれている「ペイロード回収」、「誘導制御機能の強化」、「ポインティング精度向上」を実現するために必要な機体システム及び各機器の開発研究を行うこととし、開発研究活動を宇宙科学研究所の工学委員会のもとに研究チームを立ち上げた。図1に示すように、3つの機能を付加するために必要な開発項目の波及効果は多岐にわたっており、様々な分野での応用も見込まれる。ここでは、これから実施する予定としている3つの開発研究項目の目指すゴールと具体的な取り組みについて紹介する。

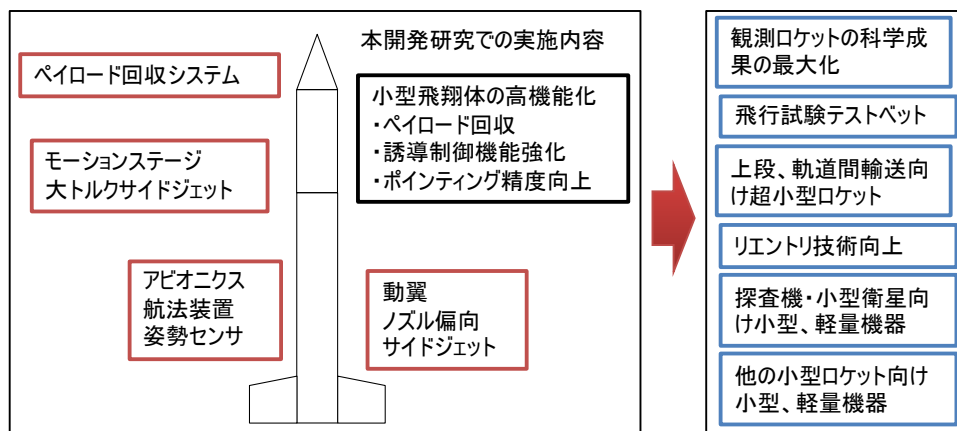


図1 本研究開発とその波及効果

## 2.各研究開発項目と研究計画

### (1) ペイロード回収システムの開発

ペイロード回収システムの開発研究では、サンプルリターンミッションのリエントリおよび回収技術の高頻度な開発につながる。現在、2021 年度に飛行実証予定の数キロのデータ回収システムの開発事例<sup>1)</sup>を検討ベースとして、S-520 ロケットのペイロード全体を回収するために必要な技術開発の検討を実施する。回収システム全体の概念検討を行うとともにクリティカルな技術に関してはBBMの試作試験を実施する。これまでに実績のあるパラシュートによる減速機構に加えパラフォイルやパラグライダーを利用したより高機能な減速装置の概念検討を実施する。パラシュート等の減速装置のロバストな放出機構の検討を実施してゆく予定である。

### (2) 誘導制御機能の強化

誘導制御機能の強化では、回収を容易にすることや保安距離の最小化につながるロケットの落下域の最小化を目指し、研究開発を行う。同時に、多彩な飛行軌道を必要とする飛行試験テストベッドとしての誘導制御機能のあり方を明確にする。落下域の半減や飛行実験テストベッドを実現するために必要な誘導制御方法の概念検討を実施し、それぞれの手法において必要な技術開発項目を明確化するとともに、必要機器の開発に着手する。誘導制御手法としては、「動翼による制御」、「サイドジェットによる制御」、「ノズル偏向機構による制御」を対象とし、機体システムの検討と合わせて機体開発メーカーと共同で検討を進める。誘導制御手法の検討においては、ハードウェアのみではなく、有効な誘導・制御則の洗い出しによるソフトウェアの検討も

合わせて実施する予定である。

### (3) ポインティング精度向上

ポインティング精度の向上では秒角オーダの制御を可能とする低コストな手法を開発する。試作試験を通じて開発される小型化、軽量化された各種機器は超小型衛星や他のロケットへの展開も可能となる。これまでに開発してきたモーションステージ(S-310-45号機で飛行実証<sup>2)</sup>)の高機能化に加えて、伸展する機能を持つスラストによるサイドジェットのトルク増加機構を検討する。大トルク発生 SJ の開発では伸展方式の基礎検討から開始し、次年度以降の試作検討に必要な一部試作等を基本検討と並行して実施する。詳細な動きを追従するモーションステージの開発では、モデル解析から開始し、原理検証のためのモデル試作を実施することで、3年後のフルスケールモデルの開発のための技術的な見通しをつける。

### (4) 機体システムの検討

終了後に飛行実証する機体として S-520 観測ロケットを念頭に置いたペイロード回収機構、誘導制御機構、ポインティング機構を統合する小型飛翔体システムを図2のように検討している。実際の機体開発メーカーと共同で実施し、3年後の飛行実証計画にスムーズに移行する。誘導制御機能強化およびポインティング精度向上に必要なアビオニクスの開発についても必要機器の洗い出しおよび構成について検討する。

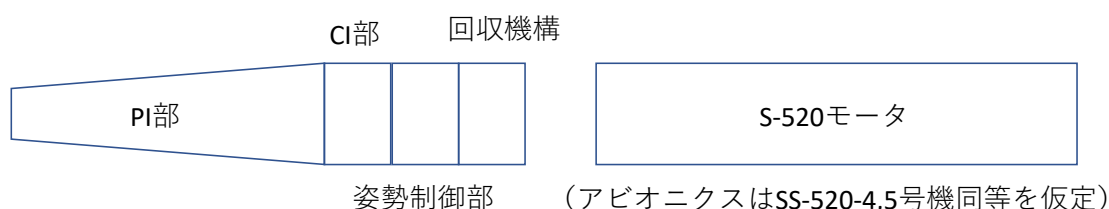


図2 想定する機体構成

## 3. おわりに

本開発研究は低コスト高頻度宇宙輸送分野のみならず様々な重点技術分野へ貢献できる(空力制御技術、高性能推進技術、小型軽量コンポーネント技術、サンプルリターン技術など)ものである。また、成果は直近では小規模飛翔体の各種ペイロード機能の向上に直接役立つほか、超小型衛星やサンプルリターン技術の向上に資する。本研究では、基礎検討から BBM 試作までの機能実証を通して、S-520 クラスの

小型飛翔体を用いた飛行実証ミッションを創出することを研究のゴールとして取り組んでいる。

以下は本研究で目指しているそれぞれの開発項目で目指しているゴールである。

- 1) 回収システムの構築では、ペイロードの全体回収システムを構築するためにクリティカルな各種研究課題を明確にし、技術的な問題解決を終了しその後の飛行実験に直ちに取りかかれるようにする。
- 2) 誘導制御機能の強化では、落下域を半減するために必要な誘導制御機能を選定し、BBMによる機能実証を完了する。
- 3) ポインティング精度の向上では BBM の試作試験により技術課題を解決し機能実証を完了する。

#### 参考文献

- 1) 菊池弘洋、風間友哉、松丸和誉、山田和彦、笠原次郎：柔軟エアロシェルを用いた大気圏突入機の観測ロケット実験のデータ回収システムへの応用，衝撃波シンポジウム，2018
- 2) 福島洋介：観測ロケット S-310-45PI 実験機器慣性プラットフォームの開発状況，第19回宇宙科学シンポジウム，2019