

再使用型宇宙輸送システムの研究開発 取組状況

2016年5月19日

宇宙航空研究開発機構

海外の動向(1/2)

ロケットの再使用化に関する技術を実証中

- 米Blue Origin社は、2015年11月23日、再使用型ロケットNew Shepardを高度100kmに打上げる実験を行い垂直着陸させることに成功。2016年1月22日、4月2日に同じ機体の打上げ・着陸に成功。現在、New Shepardを足掛かりとして大型ロケットの設計を進めており、2016年後半に詳細を発表予定

3回目の着陸に成功したNew Shepard

©Blue Origin社



- 米SpaceX社は、2015年12月21日、Falcon9ロケットの1段を射点付近の陸上に、2016年4月8日、さらに5月6日、海上プラットフォームに垂直着陸させることに成功。2016年3月、同社社長は、1段再使用により打上げ価格を30%程度削減できる見込みと述べている。

海上着陸に成功したFalcon 9ロケット1段

©SpaceX社



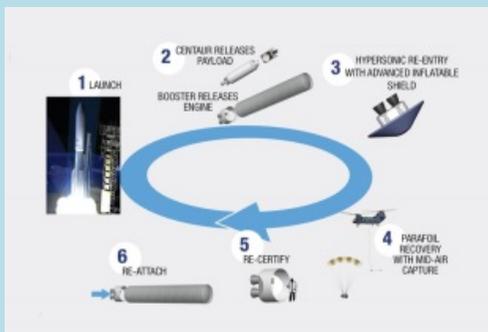
海外の動向(2/2)

現在開発中の使い切りロケットの後継機や次の段階に適用する再使用技術を研究中

- 米ULA社は、2015年4月、Atlas5とDelta4の後継となるVulcanロケットの構想を発表し、2016年3月に1形態に関する基本設計審査を完了。ロケット1段のエンジン部を回収・再使用する概念を検討中

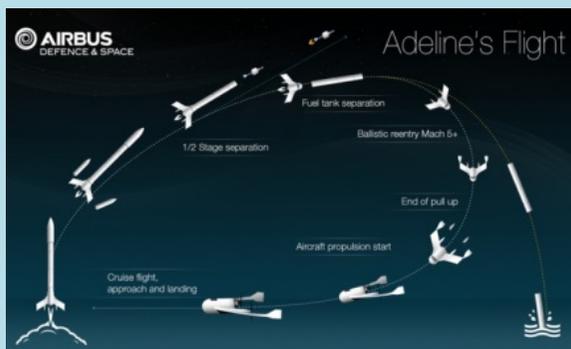
Vulcanロケットの1段エンジン部の回収方法

©ULA社



- 欧州Airbus社は、2015年6月に、Ariane6の後継として、1段エンジン部を回収・再使用する概念Adelineを発表

Adelineの1段エンジン部の回収方法



©Airbus Defense and Space社

エアブリージングエンジン搭載システムの動向

- 英Reaction Engines社は、英国政府などの資金により、単段式スペースプレーンSKYLONに用いるエアブリージングエンジンSABRE(セイバー)を開発中。2015年11月に英BAE Systems社と提携し£21Mの資金を獲得



SKYLONのイメージ図。低軌道に12~15トンのペイロードを輸送可能

©Reaction Engines社

- 米Lockheed Martin社は、極超音速偵察機SR-72の開発を進めている。また、インドとロシアが合弁事業で極超音速巡航ミサイルBrahMos2の開発を進めるなど、極超音速飛行が可能なエアブリージングエンジンは安全保障分野への応用を目的とした研究開発も進められている。

マッハ6で飛行するSR-72のイメージ図

©Lockheed Martin社



工程表における成果目標

「新型基幹ロケット」等の次の宇宙輸送技術の確立を目指して研究開発を推進し、技術を蓄積する。

JAXAの取組状況

1. 長期的なロードマップの検討

- 「宇宙輸送システム長期ビジョン(平成26年4月3日宇宙政策委員会)」で示された将来宇宙輸送システムを実現するために、使い切りロケットの次の段階として部分再使用型システムを想定した研究を進め、成果を我国の輸送システムの競争力強化に反映させつつ、段階的に、完全再使用型システムに進化させるロードマップを継続検討中。

2. 再使用型ロケットの研究

27年度までの達成状況・実績

- 宇宙科学研究所において、再使用ロケット実験機による離着陸と再使用運用の実証実験を実施。これを発展させ、再使用観測ロケット技術実証として弾道再使用システムの構築に必要な主要技術課題(エンジン繰り返し運用・寿命評価、推進剤挙動、故障許容技術等)を抽出して実証し、課題解決の見通しを得た。
- 最新の世界動向を踏まえ、JAXA横断的な体制で、H3ロケット等の次の宇宙輸送技術の確立を目指し、1段再使用による低コスト化を検討。代表的な複数のシステム形態の比較検討を行い、以下の知見を得た。
 - 比較的少ない再使用回数で低コスト化の効果を得るには、ロケットに近い形態での1段再使用化が有効。
 - 競争力のある低コスト化を実現するためには、我が国の強みである大推力エキスパンダーサイクルエンジンの再使用化、使い切り2段構造の軽量化・低コスト化、射場を含む総合的な整備・飛行運用技術等、日本の宇宙航空技術の総力を結集した取り組みが重要。
 - また、米国が先行する状況下において、システムの実現に向けた課題に早期に目途を付けるためには、宇宙研の研究実績を活用した新たな実験機による技術知見獲得が有効であり、早期に取り組む必要。

28年度以降の取組

- 1段再使用システムの検討を進めるとともに、大推力ロケットエンジンの寿命向上、軽量化技術等、競争力の源となる重点化すべき技術課題の研究に取り組む。
- これまでの成果を活用し、JAXA横断的な体制に産業界も加えて、システムレベルでの技術知見の蓄積と新規技術の実証を行うための実験機の検討を進める。



実験機による垂直離着陸およびターンアラウンド運用の実証

再使用ロケット実験機(1998-2005)



エンジンの100回以上再使用運用や帰還飛行関連技術などの実証

再使用観測ロケット技術実証(~2015)



実験機の検討例

3. エアブリージングエンジン搭載システムの研究

• 27年度までの達成状況・実績

- 将来の完全再使用型システムに向けて、高い比推力が期待できるロケット複合エンジンの研究を進め、26年度までに、単一のエンジンでスクラムジェットなど複数のモードを実現できる技術的可能性を得た。
- 27年度は、搭載エンジンとしての設計技術を高めるために、スクラムエンジン飛行実証を当面の目標と定め、必要な技術をマップ化した。

• 28年度以降の取組

- 10～15年以内の飛行実証を想定し、キーとなる技術(炭化水素燃料の適用、冷却技術、耐熱構造技術等)の獲得を目指す。
- JAXAが独自に開発した高温衝撃風洞(HIEST)内自由飛行試験法等により、エアブリージングエンジン搭載実験機の機体設計や性能評価に必要な基礎データの収集を進める。
- 互いに共通するキー技術の効率的な獲得を目指して、2016年3月に防衛装備庁航空装備研究所と研究協力協定を締結。今後、キー技術、また実証方法について研究計画を検討する。



- 機体全長4～5 m程度
- ジェット燃料を使用
- 固体ロケットで初期加速後、スクラムジェットで自力加速できることを実証

エアブリージングエンジン搭載実験機の検討例



HIESTを用いた自由飛行試験
極超音速気流中で飛行試験と全く同じ環境を再現する地上試験評価法であり、極超音速機の設計や性能評価が高精度でできるようになった。