

# 宇宙技術戦略(宇宙輸送)のローリングについて (文部科学省補足説明資料)

令和7年2月6日  
文部科学省 研究開発局

# 宇宙開発利用部会における議論の経緯

- 文部科学省宇宙開発利用部会において、文部科学省及び宇宙航空研究開発機構（JAXA）、宇宙輸送分野の民間企業は、今後の宇宙基本計画工程表及び宇宙技術戦略の改訂や、予算要求等に向けて、**我が国の宇宙輸送分野の研究開発の在り方について議論。**
- これまでの議論を踏まえ、第92回宇宙開発利用部会において**新たな宇宙輸送システムの実現に向けた開発方策について整理。**

2024年  
7月23日

## 宇宙開発利用部会（第88回）

（文科省） 今後の宇宙基本計画工程表及び宇宙技術戦略の改訂等に向けた宇宙輸送分野における論点整理  
（JAXA） 今後の基幹ロケット開発方策について

2024年10月7日

JAXA 革新的将来宇宙輸送システム研究開発プログラム ワークショップ  
一般社団法人 宇宙旅客輸送推進協議会（SLA） シンポジウム

2024年  
10月28日

## 宇宙開発利用部会（第91回）

（文科省） 今後の宇宙基本計画工程表及び宇宙技術戦略の改訂等に向けた宇宙輸送分野における論点整理(民間主導の新たな宇宙輸送システム開発について)  
（SLA） 新たな宇宙輸送システムの確立に向けた民間動向と重点技術について  
（JAXA） 次世代の宇宙輸送システムに向けたJAXAの基盤技術研究について

2024年  
11月22日

## 宇宙開発利用部会（第92回）

（文科省） 今後の宇宙基本計画工程表及び宇宙技術戦略の改訂等に向けた宇宙輸送分野における取組方策（案）

# 今後の基幹ロケット開発方策についての議論 (第88回宇宙開発利用部会)

宇宙開発利用部会  
(11/22 第92回)  
資料3より抜粋

## 宇宙基本計画 (抜粋) における基幹ロケットの方向性

- 基幹ロケットは、**輸送システムの自立性を確保する上で不可欠**。
- 将来にわたって、宇宙へのアクセスを確保し、拡大する宇宙利用に対応していくためには、宇宙輸送システムを担う事業者が、事業の継続性と成長性を確保できることが必須。
- 2030年代には、H3ロケットに続く**次期基幹ロケットを運用し、新たな宇宙輸送 (月周回軌道への補給機や月面への着陸機の輸送等) を行うことで、我が国の宇宙開発利用の将来像 (地球低軌道や月等における宇宙科学・探査、有人宇宙活動等を含む。) を実現していく**。
- 次期基幹ロケットでは、機体の一部を再使用化した上で、打上げ頻度や輸送能力を向上させるとともに、打上げ価格を低減する。さらに、将来的には、産学官が連携する中で、完全再使用化や有人輸送にも対応できる拡張性を持つことが期待される。

## 第88回宇宙開発利用部会でのJAXA提案内容

- 技術・人材・産業基盤の維持/向上のため、基幹ロケットの継続的な開発機会を通して、これまで熟成してきた総合システムとしての**ロケット開発技術を後世に確実に継承するとともに、新たな技術革新を可能とする裾野の拡大、次世代の人材の確保・育成を推進**しなければならない。更に、官需衛星を着実に打上げながら同時に民需も獲得していくため、基幹ロケットの強化により、社会的な要請に応え信頼を保ちながら、**将来にわたり国際競争力を保持**しなければならない。
- 打上げニーズの変化を踏まえた持続的かつ**段階的な開発プロセス (ブロックアップグレード方式) を構築**し、技術や人材の維持向上を図るとともに、**次期基幹ロケットを実現**するため、基幹ロケットを総合システムとしてアップグレードしながら各システム性能を段階的に向上させる。
- アップグレードの仕様や開発項目は、刻々の打上げ需要動向や、研究開発の技術成熟度、課題対応の緊要性等を考慮し、柔軟に検討し設定することが重要であることから、最初に全体の計画設定するのではなく、以下の方向性を考慮し**2025年度から段階的にアップグレードを立ち上げ、並行してさらに先のアップグレードを逐次設定**する流れを指向する。
- アップグレード1では、**複数衛星搭載構造や衛星の設計/検証を効率化するための国内ロケットの企画の統一化**に優先的に取り組む。

## 第88回宇宙開発利用部会での意見交換内容

- 基幹ロケットのブロックアップグレードは、技術の伝承の面からも、ニーズに柔軟に対応していく面からも非常に大切。ブロックアップグレードしやすい設計技術や製造技術も含めて意識しながら、より良いアップグレードしやすい体制に整えられていくことに期待。
- 低コスト化と信頼性向上というのは背反に見えて、実は効率化という意味においては同一ベクトル。
- ミッション要求によってロケットの性能も異なるところ、ブロックアップグレードの目標を考える上では、**ミッション側とのコミュニケーションが重要**。

# 新たな宇宙輸送システムの実現に向けて必要技術の抽出と議論概要

(第91回宇宙開発利用部会)

宇宙開発利用部会  
(10/28 第92回)  
資料3より抜粋

## 宇宙基本計画（抜粋）における新たな宇宙輸送システムの実現に向けた方向性

- 高速二地点間輸送や宇宙旅行などを実現する新たな宇宙輸送システムを、我が国の**民間事業者が中心となり開発・運用すること**で、**新たな市場が創出される**ことが期待される。
- 高速二地点間輸送や宇宙旅行のような、中長期的に大きな市場が期待される分野についても、**取組を主導する民間事業者における開発・事業化を促進**するため、国・JAXAと民間事業者が連携し、次期基幹ロケットの開発に向けた取組と連携した形で、海外の開発動向も踏まえ、有人輸送などに必要となる要素技術の開発を進める。また、**有人輸送に関わるシステムの在り方について検討**する。さらに空中発射などの多様な打上げサービスを確保する。

## SLA/JAXAからの提案

- 日本の輸送スタートアップの事業構想を踏まえると、**2040年代を見据えた宇宙輸送システムの技術開発を戦略的に考える**必要がある。
- 「インタクトアポートのシステム（搭乗員安全救助用通信・異常検知・脱出技術）」「有人輸送機の安全基準（安全性・信頼性向上に向けたシステム技術・評価技術）」は、**優先的に取り組んでいく必要がある**のではないかと。（宇宙技術戦略上、有人宇宙輸送技術は「検討が必要」と位置付けられている。）
- 新たな宇宙輸送システムの実現に向けては、**民間等が単独で開発に取り組む事が難しい要素技術が複数存在**しており、基幹ロケット開発との連携や**官民共同での研究開発**を進める。
- 我が国の宇宙輸送システムの競争力・優位性を高めるために、技術開発のみならず、**制度整備や種々の事業開発支援体制構築などの環境整備**が必要。

## 第91回宇宙開発利用部会での意見交換内容

- 次世代の宇宙輸送システムを実現するためには、研究開発の土台となることを支援していただきたい。具体的には、**長期的な発展の要は、「射場の整備」「試験場の整備維持」「多くのエンジニアを育てること」が重要**。
- 抜本的なコスト化に向けては**再使用化技術は必要**。一方で、スペースXによる再使用機体や高頻度打上げが実現されているところ、**日本らしい勝ち筋を作っていくことが必要**。
- 民間主導での飛行実証を目指す、次世代の宇宙輸送システムだが、**技術成熟度を高めるためには、JAXAのインハウス研究を強化し、要素技術研究だけでなく、システム全体を作る技術やノウハウの獲得をJAXAでも目指すべきではないか**。
- 官民共同で、需要が増えていく**小型衛星打上げ、有人輸送、高速二地点輸送等、多様な宇宙輸送**についても、**戦略を持つことが大切**。有人を含む、多様な宇宙輸送実現のための**制度整備を加速していくことが望まれる**。

今後取り組むべき技術開発項目について、民間等からの提案を踏まえ、**宇宙技術戦略のローリングにおいて反映すべく、関係府省庁間で調整を進めていく**。



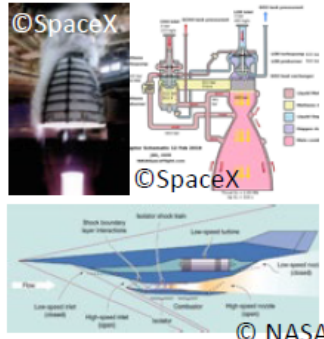
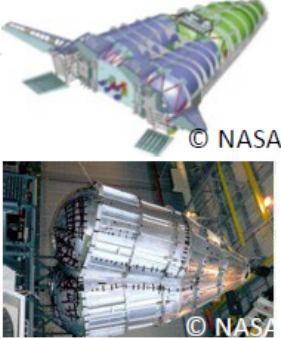
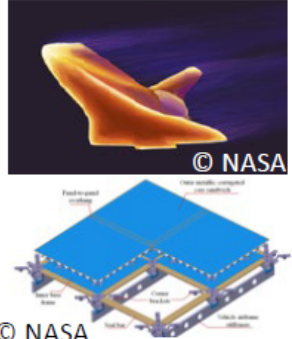


# (参考) 宇宙旅客輸送推進協議会による重点技術の抽出

(第91回宇宙開発利用部会)

## SLA 5. 民間主導の宇宙輸送の革新のための技術課題の抽出と重点化

Space Liner Association

- 3項および4項で述べた2040年代の輸送マーケット創出への段階的発展と、輸送の分野で高い競争力を持つために、取り組みが必要な技術課題を以下の5つの分野に整理。
- これらは大規模宇宙輸送事業を行う未来の乗り物として、性能面のみならず高頻度運航や安全性の意味で、格段に高いレベルが要求されるものであり、この抽出された課題を米国の先行者との差別化や競争力の源泉と捉え、戦略的に日本の勝ち技を追求することが重要。

推進系の高度化	軽量構造材料	再突入帰還飛行	再使用高頻度運航	有人輸送の技術
<p><b>ロケット推進の高度化</b>                      高圧フルフロー化                      2段燃焼複合推進                      高推重比化                      エアプリーザの進化                      推進系対応のシステム構築</p>  <p>©SpaceX ©SpaceX © NASA</p>	<p><b>機体の複合材化</b>                      ホットストラクチャ                      極低温複合材タンク                      再使用タンク断熱技術                      AMなど製造方法の革新                      材料技術の進化</p>  <p>© NASA © NASA</p>	<p><b>旅客輸送の再突入システム</b>                      耐熱材料・構造の軽量化と耐久性、整備性の向上                      極超音速再突入帰還飛行高頻度再突入運航技術                      試験設備の整備</p>  <p>© NASA © NASA</p>	<p><b>寿命管理設計と点検整備</b>                      ヘルスモニタ・予兆整備                      再使用運航とターンアラウンド性                      極低温推進剤の地上運用                      荒天耐性・定時運航                      環境負荷への配慮</p>  <p>© Virgin Galactic</p>	<p><b>インタクトアポートのシステム</b>                      高頻度往還型                      有人輸送機の安全基準                      故障許容設計と耐空性                      有人輸送の社会の受容と必要な制度整備</p>  <p>©SpaceX ©Virgin Galactic</p>

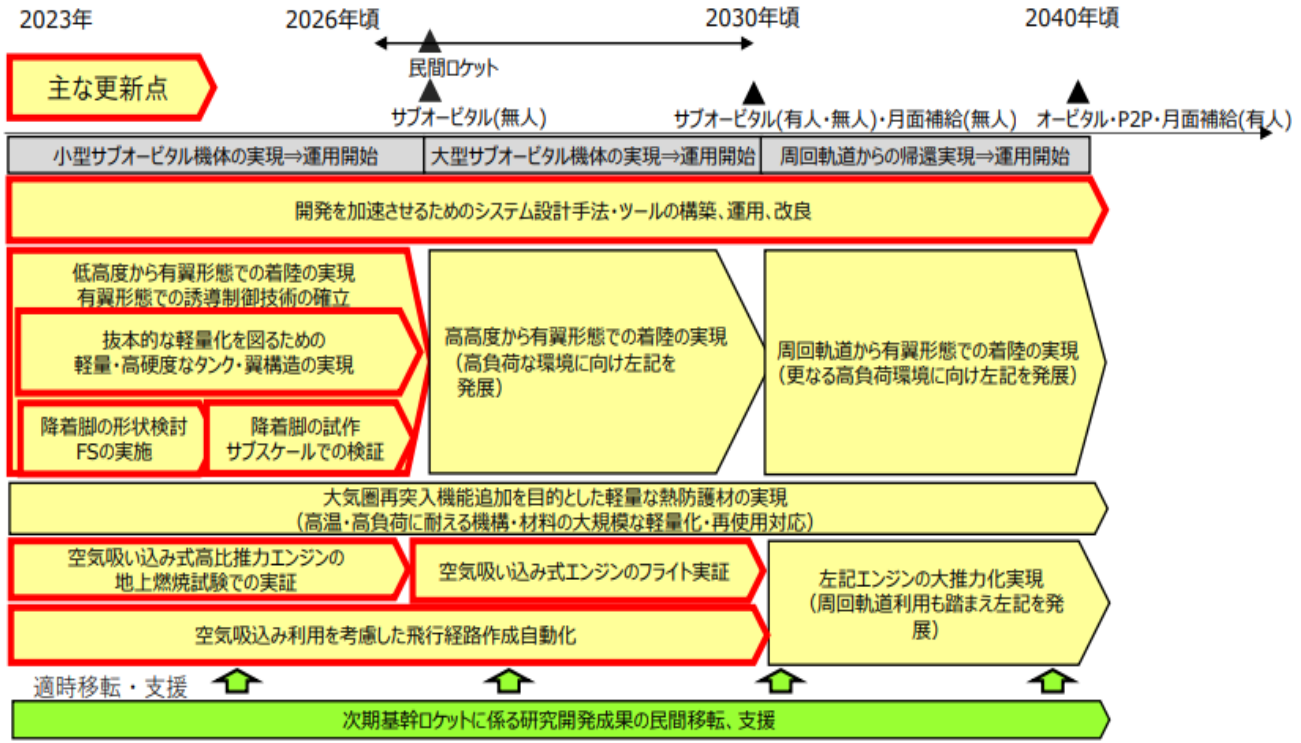
：現在の時点で重点化して取り組むべき技術課題をさらに抽出 13

# (参考) 民間事業者・アカデミア等との対話と意見の集約・確認

(第91回宇宙開発利用部会)

## 民間事業者・アカデミア等との対話を踏まえた技術ロードマップの更新(民間主導による宇宙輸送システム)

- 民間各社の技術戦略は非公開が原則であるため、公開・共有可能な範囲で必要技術及びその獲得目標時期を整理し、機体システムの設計ツール類の構築、有翼形態の機体の着陸に関する技術(誘導制御、構造)、空気吸い込み式エンジンとそれを活用した飛行経路作成等に関する計画がやや詳しく示された(下図の赤線部に更新した)。



# 新たな宇宙輸送システムの実現に向けた開発方策（案）

## 今後の基幹ロケット開発方策

- ▶ 信頼性向上や事業環境整備、打上げ高頻度化、射場設備老朽化への対応等の基盤的活動を一貫性を持って実施することにより、**基幹ロケットとしての成功実績を積み重ね、宇宙産業エコシステムの構築を継続して推進する。**
- ▶ 基幹ロケットを総合システムとして、打上げニーズの変化等を踏まえた**持続的かつ段階的な開発プロセスにより高度化する。**また、次期基幹ロケットの開発着手に向け、宇宙輸送系の**事業・プロジェクト機能と研究機能を一体化した研究開発体制を構築する。**
- ▶ 次期基幹ロケットの開発目標については、**需要動向・競合分析**などを考慮しつつ、**想定されるユーザ（利用者）等とのコミュニケーションをさらに深め、検討に着手する。**
- ▶ 基幹ロケットの高度化・次期基幹ロケットの開発にも必要な**次世代の宇宙輸送技術の獲得を目指して基盤的研究開発を継続し、民間等との連携を通じて、我が国全体の産業・人材基盤の底上げ等にも貢献する。**

## 今後の新たな宇宙輸送システムの開発方策

- ▶ **国**は、新たな輸送システムの確立に向けて、民間事業者が主体的に実施する個々の**事業構想に基づいた技術開発・システム開発に対し、支援を加速する。**
- ▶ **JAXA**は、事業化見通しや技術実現性見通し（技術成熟度）の低さから、**民間等が単独で開発に取り組むことが難しい初期段階の要素技術の開発**については、JAXA主体の取組範囲を重点化し、引き続き、**民間等と連携した研究開発に取り組む。**
- ▶ 我が国の宇宙輸送システムの国際市場における優位性や競争力の確保・向上に向け、**技術開発のみならず、制度などの環境整備**について、官民一体となった検討を進めることが必要。

# 宇宙技術戦略の改訂の方向性について

- 文部科学省宇宙開発利用部会での議論を踏まえて、今後の新たな宇宙輸送システムの実現に向けた開発方策についてまとめた。
- 基幹ロケットについては、JAXAにおいて、引き続き、開発・高度化を進める。
- 民間事業者が主体的に実施する事業構想に基づいた技術開発・システム開発について、例えば、以下のような技術が重要と認識。
  - (1) 新たな宇宙輸送システムを見据えたエンジン技術の検討
    - ✓ JAXAにおいて、民間事業者やアカデミア等との対話を踏まえた、往還型宇宙輸送サービスに適した宇宙輸送システムの実現に向けた技術ロードマップを更新し、**空気吸い込みエンジンの利用を考慮した飛行経路作成の自動化技術の検討**等について計画が詳細化した。
    - ✓ また、民間の協議会における検討の結果、「**ロケット推進の高度化**」等が重点技術として抽出された。
  - (2) 有人輸送技術
    - ✓ 民間の協議会における検討の結果、有人輸送技術のうち、「**インタクトアボートのシステム（搭乗員安全救助用通信・異常検知・脱出技術）**」「**有人輸送機の安全基準（安全性・信頼性向上に向けたシステム技術・評価技術）**」が重点技術として抽出された。
  - (3) 射場の運用等のスマート化
    - ✓ 宇宙技術戦略（令和6年3月28日、宇宙政策委員会）において、「射場設備や打上げ運用等に関する技術を実現する際には、（中略）コスト面及び納期面（リードタイム短縮など）で国際競争力を強化できる内容の技術の実現を目指すべき」と記載。
    - ✓ 上記に関する技術の**研究開発要素**としては、**複数事業者に対応したセットアップや管理・検証等のスマート化に係るシステム技術が一例として挙げられる**と認識。



# 参考資料

## 基幹ロケット開発方策検討における基本的な考え方

### ① 技術・産業・人材基盤維持

H3/イプシロンSロケットの技術・産業・人材基盤を着実に成熟させながら、次期基幹ロケットまでをシームレスかつ段階的に強化・アップグレードするとともに、多様な研究成果による新たな技術革新にも機を逃さず挑戦することにより、持続的なロケット開発機会を通じて持続的かつ安定した基盤を構築する。また、これら基盤を土台として、民間ロケット事業等との共創に貢献する。

### ② 官需衛星の着実な打上げ

工程表で示される衛星の打上げ、ならびに宇宙技術戦略で示される将来構想の実現に必要な打上能力と高い信頼性をもったロケットシステムを獲得する。

### ③ 競争力強化

市場・競合分析を踏まえ、海外競合ロケットと比肩しうる打上能力、打上能力単価、社会的需要に応えるための打上げ高頻度化、ならびに多様化/大型化する衛星I/Fへの対応等を進める。更に、①で示す段階的な開発プロセスと、研究成果によるイノベーションの両立により、常に変化する市場の需要動向変化に柔軟性とスピード感をもって対応する。競争力強化による打上げ機数の増大は①の基盤維持にも不可欠である。

## 民間事業者による宇宙輸送システムの開発・事業化の促進

- 高速二地点や宇宙旅行のような中長期的な分野の取組を主導する民間事業者の新たな宇宙輸送システムの開発・事業化を促進する事を目的に、相互の技術適用・連携を鑑みながら**技術の獲得戦略案を取りまとめていき**、宇宙利用将来像の実現を推進する。
- また、民間事業者が主導する新たな宇宙輸送システムの確立には、事業化見通しや技術実現性見通し(技術成熟度)の低さから、**民間等が単独で開発に取り組むことが難しい初期段階の要素技術**がいまだに複数存在している。こうした技術の開発に際しては、**提案に基づく官民での共同研究や今後の基幹ロケットの開発に向けた取り組み等によって技術成熟を促進する**。

