

科学技術·学術審議会 研究計画·評価分科会 宇宙開発利用部会 (第92回)2024.11.22

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開発方策(案)

令和6年11月22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を加速**してきた。
- これまでの議論を踏まえ、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を行う。

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)

(参考) 今後の基幹ロケット開発方策について (第88回宇宙開発利用部会)

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<u>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</u> <u>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</u> <u>た基盤を構築</u>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<u>必要な打</u> 上能力と高い信頼性をもったロケットシステムを獲得</u>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、<u>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</u>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。

(参考) 今後の基幹ロケット開発方策について (第88回宇宙開発利用部会)

基幹ロケット開発方策の検討

- 打上げ需要動向や技術動向の変化が激しい状況の中、ロケットの性能目標は 柔軟に見直し・最新化することが重要であることから、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、技術や人材基盤の維持向上を図る。
- さらに2030年代には、再使用化を軸とし、抜本的なコストダウンと打上げ頻度向上を備えた次期基幹ロケットを実現するために、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。
- 並行して、老朽化した射場設備・試験設備の刷新・拡充や、現在実施中の基幹口ケット打上げ高頻度化に向けた取組みを着実に行うとともに、将来にわたって高頻度に打ち上げ続けるための我が国の打上げ射場等のあり方について今後検討を進める。また、新たな機能を実証するための飛行実験場の検討等を併せて行うことも重要。

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)

宇宙基本計画(抜粋)における基幹ロケットの方向性

- ▶ 基幹□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。

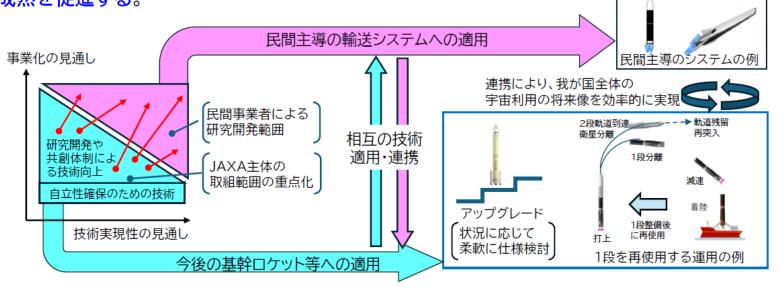


(参考)次世代の宇宙輸送システムに向けたJAXAの基盤技術研究について

(第91回宇宙開発利用部会)

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。



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)」は、優先的に取り組んでいく必要があるのではないか。(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 土台となるところ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はなく、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。

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□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□ケットの高度化・次期基幹□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

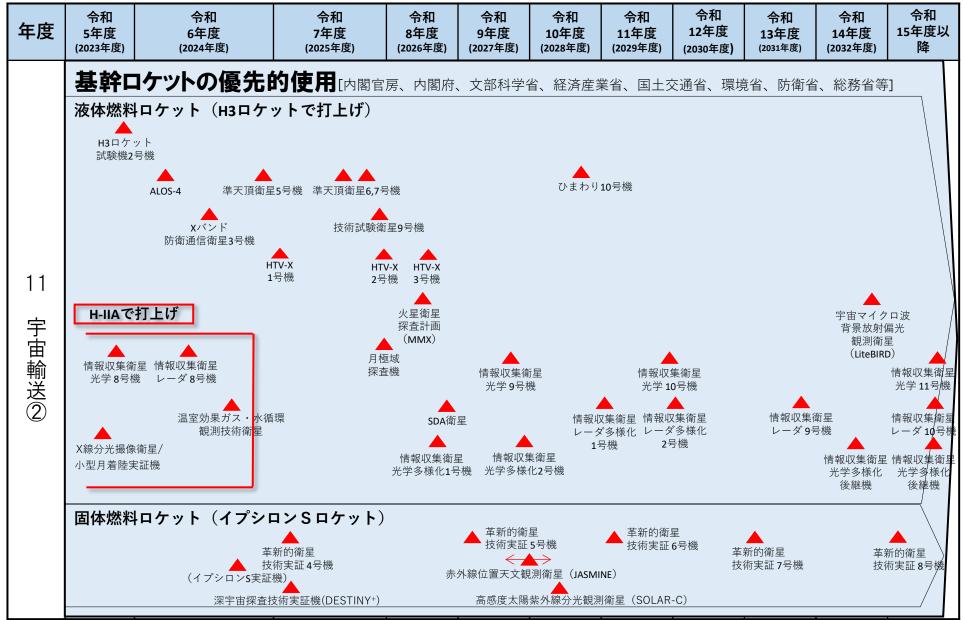
- ▶国は、新たな輸送システムの確立に向けて、民間事業者が主体的に実施する個々の事業構想に基づいた技術開発・システム開発に対し、支援を加速する。
- ▶JAXAは、事業化見通しや技術実現性見通し(技術成熟度)の低さから、民間等が単独で開発に取り組むことが難しい初期段階の要素技術の開発については、JAXA主体の取組範囲を重点化し、引き続き、民間等と連携した研究開発に取り組む。
- ▶我が国の宇宙輸送システムの国際市場における優位性や競争力の確保・向上に向け、技術開発のみならず、制度などの環境整備について、官民一体となった検討を進めることが必要。

参考資料

宇宙基本計画工程表(令和5年12月宇宙開発戦略本部決定)①

年度	令和 5年度 (2023年度)	令和 6年度 (2024年度)	令和 7年度 (2025年度)	令和 8年度 (2026年度)	令和 9年度 (2027年度)	令和 10年度 (2028年度)	令和 11年度 (2029年度)	令和 12年度 (2030年度)	令和 13年度 (2031年度)	令和 14年度 (2032年度)	令和 15年度以 降	
	基幹ロケットの継続的な運用と強化 [文部科学省] 液体燃料ロケット(H-IIAロケット、H3ロケット) [文部科学省]											
11	H3ロケットの開発・実運用 ※30形態の実証時期等は試験機2号機の打上げ結果等も踏まえ今後調整。左記を踏まえ、開発から 試験機2号機 運用段階への移行時期および民間移管の時期についても今後調整。 ※ H3ロケットに順次移行 H-IIAロケットの運用											
宇宙輸送①	In-India y Niving Trick 要求取組の実施 固体燃料ロケット(イプシロンSロケット) [文部科学省] H3ロケットとの シナジー 対応開発										用開始	
	宮民の役割分担を 含め民間移行に向けた計画の策定、必要な取組の実施 基幹ロケットの高度化、打上げの高頻度化、射場及び試験設備の適切な維持管理に向けた老朽化対策等 「文部科学省」											

宇宙基本計画工程表(令和5年12月宇宙開発戦略本部決定)②



- ※:「▲」は各人工衛星の打上げ年度の現時点におけるめど等であり、各種要因の影響を受ける可能性がある。
- ※: H3ロケット30形態の実証時期等は試験機2号機の打上げ結果等も踏まえ今後調整。

宇宙基本計画工程表(令和5年12月宇宙開発戦略本部決定)③

芰	令和 5年度 (2023年度)	令和 6年度 (2024年度)	令和 7年度 (2025年度)	令和 8年度 (2026年度)	令和 9年度 (2027年度)	令和 10年度 _(2028年度)	令和 11年度 (2029年度)	令和 12 年度 (2030年度)	令和 13年度 (2031年度)	令和 14年度 (2032年度)	令和 15年度以 降	
	政府衛星の打上げにおける民間ロケットの活用[内閣官房、内閣府、文部科学省、経済産業省、防衛省等]											
Ī	国内でロケット開発に取り組む事業者の開発・事業支援											
	宇宙輸送事業の実現・競争力強化に必要な技術研究等											
	官民共創推進系開発センターの整備											
	イノベーション創出に向けた産学官共創体制の構築・運営											
	大規模技術実証(SBIRフェーズ3)による先端技術の社会実装促進											
1				<u> </u>	**F -L- 88 +	L +D<	***					
ļ	宇宙輸送に関わる技術戦略の策定・ローリング[内閣府、文部科学省等]											
	調査分析	※国	内外の市場動向	可や技術開発動	向等を踏まえ	、適宜見直し	を実施			1	I	
	新たな宇宙輸送システムの構築に向けた研究開発 ※民間企業との対話を進めながら必要な技術開発等を実施 (次期基幹ロケット) (民間主導による新たな宇宙輸送システム)[文部科学省等]											
Г	新たな宇宙輸送システムに必要な要素技術開発											
Ĺ	①性能向上の実現を目指した技術開発(注) 											
②低コスト化の実現を目指した技術開発(注) 国際協力による1段再使用 飛行実験(CALLISTO) (注)再使用技術、革新的材料技術、革新的推進系技術 (液化天然ガス(LNG)、エアブリージング)、革新的生産技術、 有人輸送に資する信頼性・安全性技術等の技術開発												
	③往還飛行システムの実現を目指した技術開発(注)											
										T		
	空中輸送に	盟カス制 度 晋	 境の整備 [内	則広 从	│	奴 这	国土杰通名	大 防御公生1				
									· * * \	<u> </u>		
107	サノオーヒッ	/ル飛行をほし	がとした新たり	な于由쀄达に	ンネ人に送	9 合垣現祭	順 小路 村、ケ	卜 榜首、 栓 <i>角</i>	库美省、 国 T	- 父ı用有 吾 l		
							WIN ET STESSTS ()					

宇宙輸送の技術ロードマップ

	2023~2027	2028~2032	備考	
世界における技術開発の見通し	(世界)民間企業を中心としたロケットの開発		E7 /F4	
	(米)(中)超大型ロケットの開発		凡例	
	(印)(欧)有人輸送技術の開発		実装や商業化・システム整備の	
	宇宙輸送サービスの高度化(より安価)	計画		
	宇宙輸送ネット	実装や商業化・システム整備の見立て(不確定含む)		
	(米等) サブオービタル飛行等による宇宙旅行の進展			
	宇宙輸送	 ルートの多様化(高速二地点間輸送、軌道間輸送ネットワーク)	技術開発の計画	
	(世界)宇宙港の整備			
我が国における技術開発の見通し	基幹ロケット(H3ロケット、イプシロンSロケット)の運用と高度化		2040年代前半に単位質量当たりの	
	次期基幹ロケットの開発・実証		打上げコストH3ロケットの1/10程度	
	NORTHER TO NORTH AND ADDRESS OF THE PARTY OF	次期基幹口/	ケットの運用 りの打上げコストH3ロケットの1/2程度	
	民間ロケットの開発	十位公里二八	3031 E V 3 A T T T T T T T T T T T T T T T T T T	
	民間ロケットによる輸送サービスの商用化・海	外展開	2040年代前半に単位質量当たりの 打上げコストH3ロケットの1/10以下	
	サブオービタル飛行・軌道間輸送等、新たな宇宙輸送システムの	開発 民間主導で		
	国内人口眼前坦 宁宁进办关田		2030年代後半:宇宙空間での輸	
	国内の民間射場・宇宙港の活用 システム技術 (システムインテク	」 ブレーション技術、MBSE等)	送ネットワークの構築、有人輸送・宇 宙旅行の実用化	
	構造系技術(3D積層、			
	性能向上・低コスト化を目指した技術開発			
	推進系技術(メタンエンジン、デトネーションエンジン、エアフ	"リーシ"ング「エンシ"ン、固体モータ量産化技術等)		
	低コスト・軽量な高性能エンジン研究開発 固体モーケ主要材料の量産化のための技術開発	\rightarrow		
	その他の基盤技術(自律飛行安全、再位 再使用型ロケット技術の研			
	1段目再使用を目指した帰還技術実証 回収システム等の地上系技術開発	\longrightarrow		
	自律飛行安全関連技術開発			
	輸送サービス技術(モジュー			
	軌道間輸送技術、			
		宙港技術 ニノエーニッの3#は		
	宇宙輸送に係るサフ	フイチェーンの維持		