

104-3-5

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104回) 2026.4.9

# JAXAにおける宇宙輸送に係る 基盤技術研究の進め方

令和8年(2026)年4月9日

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 研究開発部門  
理事 稲場 典康

はじめに	…	3
次世代の宇宙輸送技術の基盤技術研究	…	4
①宇宙輸送の将来像とJAXAにおける宇宙輸送に係る基盤技術研究	…	4
②再使用技術の飛行実験(RV-X、CALLISTO)の状況	…	8
③基礎的な基盤技術研究から技術検証目的の基盤技術研究への移行	…	9
民間等との連携を通じた産業・人材基盤の底上げ	…	12
今後の基盤技術研究の進め方	…	14
<b>【参考】官民共創推進系開発センターについて(補足説明)</b>	…	18
<b>【参考】基幹ロケット開発方策と基盤技術研究の関係</b>	…	19

- 宇宙航空研究開発機構(JAXA)においては、宇宙基本計画や宇宙技術戦略に基づき、2040年代までの輸送ニーズの多様化などを見据え、将来の宇宙利用市場及び継続的な我が国の宇宙輸送システムの自立性確保と宇宙産業の発展に向けて、抜本的な宇宙輸送能力の強化やライフサイクルコストの低減などの次世代宇宙輸送の競争力の獲得を目指した基盤技術研究を推進している。
- 基盤技術研究の推進にあたっては、技術課題の解決を通して、事業化による市場創出やブレークスルーをもたらす可能性のある、初期段階の技術アイデアや事業構想を広く非宇宙産業からも発掘し、民間企業等とJAXAの双方のノウハウを生かした共同研究によって技術成熟を促す活動も行っている。これにより、その技術実現性と事業化見通しを高めるなど、民間等との連携を通じて我が国の宇宙活動を支える技術・人材・産業基盤の底上げ等を図っている。
- このような基盤技術研究の取り組みは、H3ロケット高度化開発をはじめとした国内宇宙輸送システムの開発における技術や人材基盤の育成に貢献している。
- 本日は、宇宙輸送に係る基盤技術研究の現状及び今後の取り組みについて報告する。

# 宇宙輸送の将来像(基盤技術の視点)

## 宇宙輸送の将来像(出典:宇宙技術戦略(令和8年2月24日))

- **人類の活動領域は**、地球低軌道を越え、月、更に火星等の深宇宙へと、**本格的に宇宙空間に拡大する**。それに伴い、**宇宙空間への輸送ニーズが多様化**し、その輸送ニーズに対応した柔軟性の高い宇宙輸送サービスが実現される。具体的には、宇宙空間へ輸送されるペイロードは、これまでは人工衛星や探査機が中心であるところ、宇宙における人類の活動拠点(宇宙ステーションやゲートウェイ、月面基地等)に向けて、その構築に必要な構造物、活動に当たっての物資・食料やローバ、ロボット、そこで活動する人員など、**従来以上に多様かつ大量のペイロードの輸送ニーズが生まれる**。

## 宇宙輸送に関する基盤技術研究の目的

- **輸送ニーズの多様化や拡大**などの将来の宇宙利用市場も見据えて、宇宙輸送の国際的な競争が激化している。継続的な我が国の宇宙輸送システムの自立性確保に加え、宇宙産業の発展に向けて、国と民間が連携して**抜本的な輸送能力の強化、高頻度化、及びライフサイクルコストの低減の実現に資するために、我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化**を図る。

### 輸送能力の強化

2030年代の月・ゲートウェイ等への輸送には、H3ロケットの2倍程度の打上能力が必要

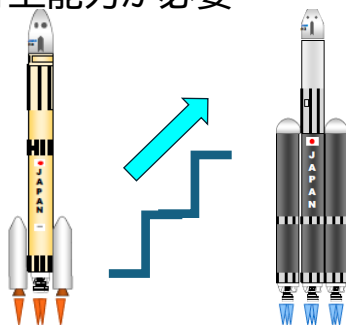
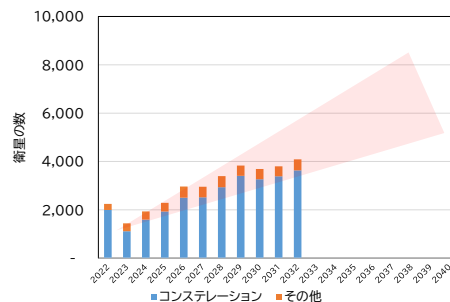


図:宇宙技術戦略(令和8年2月24日)より引用

### 打上げの高頻度

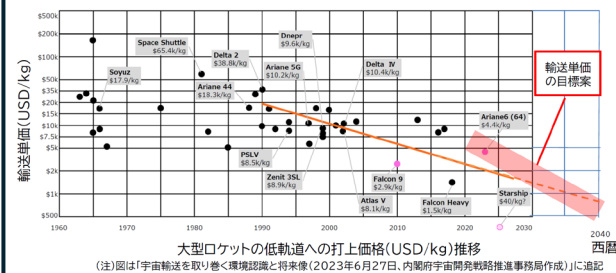
2030~40年代には世界の衛星打上数が数倍に増え、日本でも同程度の打上頻度増加の可能性



出典:Satellite manufacturing and launch markets, 13<sup>th</sup> edition

### ライフサイクルコストの低減

2030~2040年代の国際競争力維持のために、質量当たりの輸送費をH3比で1/2~1/10程度へ低減(出典:宇宙技術戦略(令和8年2月24日))



大型ロケットの低軌道への打上価格(USD/kg)推移  
(注)図は「宇宙輸送を取り巻く環境認識と将来像(2023年6月27日、内閣府宇宙開発戦略推進事務局作成)」に追記

# JAXAにおける宇宙輸送に係る基盤技術研究の全体像

- 将来の**輸送ニーズの多様化や拡大などに応える**ためには、以下のような民間事業者やアカデミアだけでは難しい新しい技術(宇宙輸送システムの運用の観点で整理した例)が必要である。
- これらの新技術は**将来考えられる輸送システム(使切型・再使用型・有人輸送)に広く有効**であることから、主に新技術の基盤的かつ技術難度の高い技術に関して研究に取り組み、技術成熟度を向上させることによって開発リスクを軽減し、将来の国内宇宙輸送システム開発における新技術導入の促進をはかっている。

## 次世代宇宙輸送システム技術

国際的な宇宙輸送市場の動向に対応するためのシステム等に関する基盤技術研究

- 衛星搭載方式の多様化に係る技術
- 機体を再使用化するロケットのシステム(高信頼性含む)に関する研究
- メタン推進剤を採用する機体の保安距離(爆発威力)の研究
- 有人宇宙輸送システムの要素技術に関する検討 等

技術活用可能なシステム  
使切型、再使用型、有人

## 高性能・軽量化・低コスト化技術

国際的なロケット推進系の高性能化、帰還用燃料や着陸脚等の追加装備による構造効率低下を抑制するための基盤技術研究

- 大型低コストタンク技術(複合素材成型技術、3D積層技術)
- 大型大推力エンジン技術(メタンや水素)
- ロケット/ジェット複合エンジン技術 等

技術活用可能なシステム  
使切型、再使用型、有人

## 高高度からの帰還技術

国内事例として少ない極超音速での帰還飛行、回収船等への定点着陸の実現に向けた基盤技術研究

- 帰還時誘導飛行制御技術(アビオニクス技術等)
- 着陸機構や洋上回収技術
- 再使用ロケット自律飛行安全技術
- 極超音速(再突入)空力特性の予測・検証技術 等

技術活用可能なシステム  
再使用型、有人

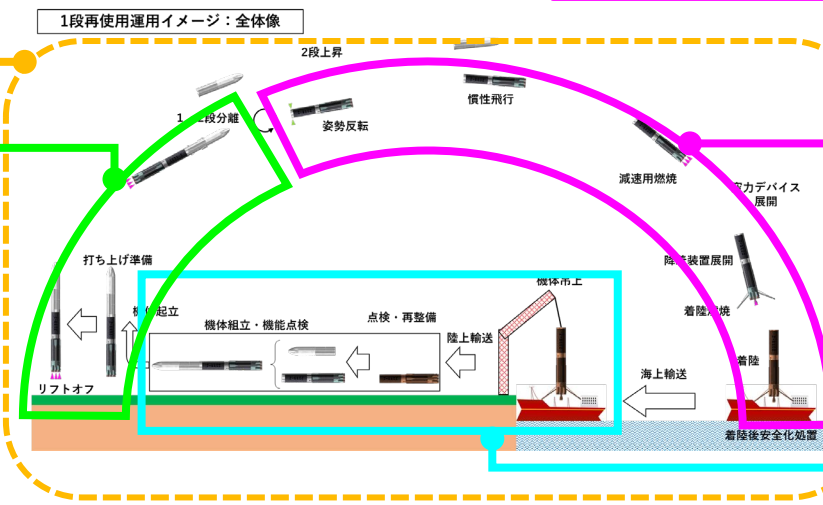
技術活用可能なシステム  
使切型、再使用型

## 再整備効率化技術

機体回収後の再整備期間及び費用を低減するための地上系の基盤技術研究

- 機体点検・整備技術
- ヘルスマニタ技術<sup>注</sup> 等

(注)機体の健全性の確認や故障の予兆の検知等に関する技術



1段機体を再使用する場合の運用の例と主な基盤技術研究の関連

## • ロケット機体の一部を再使用化する場合の課題と研究事項の例

- 打上の高頻度化やライフサイクルコストの低減に対し、機体の再使用化は有効な手段であるものの、日本においては技術難易度が高い新しい技術(以下、例)が多数含まれる。
- 使切型ロケットに比べて開発リスクが大きいことから、開発着手に向けた取り組みとして技術成熟度(TRL)の向上に向けたフロントローディング研究を推進するとともに、一部の事項については開発リスクを低減したうえで民間企業主体の技術開発を促すなど結節点の役割も果たしている。
- なお、我が国では、仏・独の宇宙機関との共同プロジェクト(CALLISTO)において機体再使用に必要な技術獲得を目指すなど、要素レベルだけではなくシステムレベルの技術検証活動も実施中。

### 高高度からの帰還技術

ロケットの打上飛行時において、高い高度(およそ100km)で分離した1段機体を所定の場所へ着陸させ、機体を回収する技術

- 帰還時誘導飛行制御技術
- 着陸機構技術
- 洋上回収技術※1



着陸機構の例

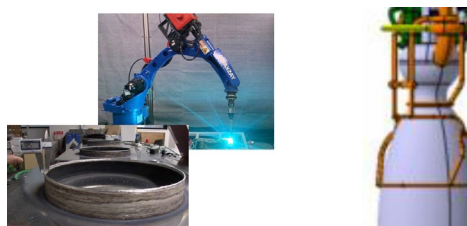


洋上回収の例  
(Space-Xの例※2)

### 高性能・軽量化・低コスト化技術

帰還用燃料や着陸脚等の追加により機体が使切型より大きくなり運用性が悪くなることを回避するため、機体の小型化に資する技術

- 複合素材成形技術※1
- 3D積層技術※1
- メタンや水素エンジン技術

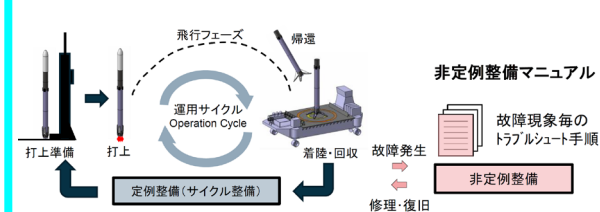


大型3D積層の例 エンジン検討の例

### 再整備効率化技術

回収後の機体再整備期間及び費用を低減するために長寿命化等による点検項目・回数の低減や作業の効率化に資する技術

- 回収した機体の点検・整備技術
- 長寿命液体エンジン技術
- ヘルスモニタ技術※3



点検・再整備に関する検討の例

※2引用: <http://tokyoexpress.info/wp-content/uploads/2016/04/d8ca484b6f2350cba6e1fd72b6302d13.jpg>

※1: 技術の一部が宇宙戦略基金研究テーマとなっている事項(参考)

※3: 機体の健全性の確認や故障の予兆の検知等に関する技術

# 将来の有人宇宙輸送にも貢献する基盤技術研究の例

## ・ 有人宇宙輸送に必要な技術開発のイメージと基盤技術研究の関係性

- ・ 有人宇宙輸送技術については、現在JAXAは経験が限定的であるため、幅広い技術獲得に向けて初期段階からの検討を行っている。技術的知見を得るためには多大な研究開発活動が必要な状況である。
- ・ なお、取り組み中の基盤技術研究の一部の項目は、様々な形態が想定される将来の有人宇宙輸送の実現にも有効な共通基盤技術であり、開発リスクを低減したうえで民間企業主体の技術開発を促すなど、引き続き民間事業者との連携の仕方を調整するとともに、必要な要素技術研究を着実に進める。

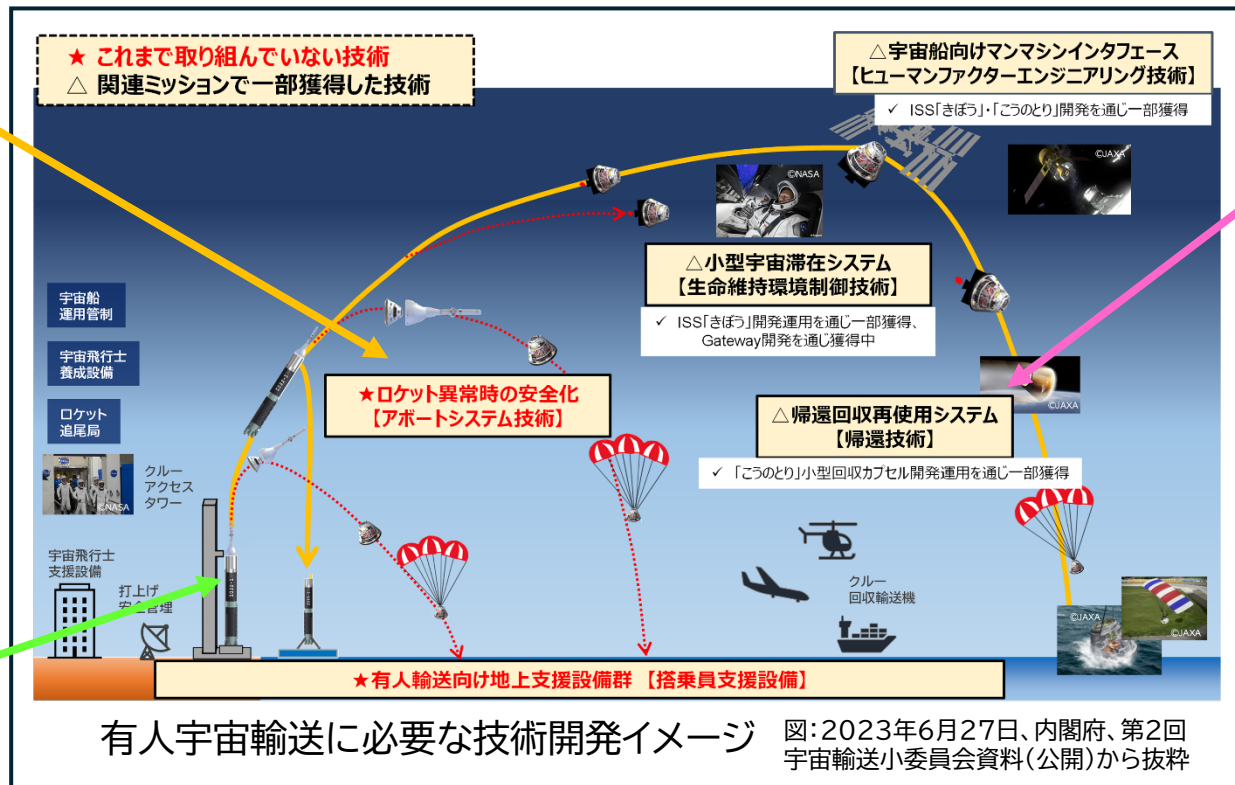
### 次世代宇宙輸送システム技術

有人宇宙輸送システムの要素技術検討の例

- 海外の有人ロケット等の信頼性設計の調査、信頼性設計手法とその検証・実証に関する基礎研究
- 有人安全確保のためのアボートシステムに関する解析方法検討等の基礎研究

### 高性能・軽量化技術

有人宇宙輸送に必要な追加装備による構造効率低下の抑制に貢献する基盤技術研究



### 高高度からの帰還技術

極超音速での帰還飛行、回収船等への定点着陸の実現に向けた基盤技術研究

- 帰還時誘導飛行制御技術
- 着陸機構や洋上回収技術
- 極超音速(再突入)空力特性の予測・検証技術

# システムレベルの再使用化技術検証(実験機)の状況

- ・ JAXAでは、再使用型輸送システムに共通的に必要となる技術のうち、システムレベルのキー技術について、2段階の飛行実験(RV-X、CALLISTO)により、データ蓄積と技術成熟度の向上を目指すとともに、再使用による経済的な効果を評価する計画を進めている。
- ・ 「革新的将来輸送システムロードマップ」では、RV-X/CALLISTOは次期基幹ロケット実現に向け、低コスト化実現の重要な技術開発と位置付けられている。

先行としてRV-Xを実施し、地上燃焼試験などで取得したデータをCALLISTOの設計に反映し、技術的リスクを低減

## RV-X(飛行実験フェーズ1)

### 計画概要

- ・ 2025年度に飛行試験を予定
- ・ 日本単独の研究として、能代ロケット実験場で実施

### 目的

- ・ 再使用エンジン技術(液体酸素/液体水素)の熟成や着陸段階での誘導制御技術に関する基礎データの取得等

### 諸元

- ・ 全長約7.3m、直径約1.8m、質量約3.1トン



## CALLISTO(飛行実験フェーズ2)

### 計画概要

- ・ 2026年度に飛行試験開始を予定
- ・ 南米ギアナ宇宙センターで実施
- ・ 仏CNES、独DLRの3機関共同で実施し、早期かつ効率的に技術獲得
- ・ RV-Xと同型のエンジン1基を搭載

### 目的

- ・ 大気上層・超音速域まで飛行範囲を広げ、キー技術の実証および再使用化の経済性に関するデータを蓄積

### 諸元

- ・ 全長約13.5m、直径約1.1m、質量約3.6トン



【略語】RV-X : Reusable Vehicle eXperiment

CALLISTO: Cooperative Action Leading to Launcher Innovation for Stage Toss-back Operation

# 基礎的な研究から技術検証目的の研究への移行

- 現在まで、本研究開発プログラムでは、将来宇宙輸送技術の一つとして、ロケットの再使用化や低コスト化に向けた機体の軽量化や高性能化などについて基礎的な基盤技術研究を進めてきた。
- 基礎的な基盤技術研究の進捗・成果等を踏まえると、一部の研究について次の検証目的の研究に進む段階にきており、特に、環境条件が特殊で、既計画の飛行実証(RV-X、CALLISTO)では検証できない「高高度(極超音速飛行)からの帰還」に関しては基盤技術の検証の難易度が高い。このため、今後の研究活動では2030年代の基幹ロケットでの実用化の判断に資することができるように、これまでの研究に加えて「高高度(極超音速飛行)からの帰還」等に関する技術検証目的の基盤技術研究へ移行する。
- なお、この技術検証には、民間単独での実施が難しく高いコストを要する極超音速環境等での試験が必要であり、JAXAにおけるこれらの基盤技術獲得は、国内企業への技術供与等によって、民間企業における再使用ロケットや帰還を要する有人輸送機の開発推進にも貢献すると考えられる。

			RV-X	CALLISTO	今後必要	
次世代宇宙輸送システム技術	システム	再使用機体設計	△(部分)	△(部分)	○(大規模)	
		環境条件予測	○(小規模)	○(中規模)	○(大規模)	
高性能・軽量化・低コスト化技術	推進系	高性能化	×	×	○	
		再使用化	○	←	←	
高高度からの帰還技術	構造系	軽量化	×	×	○	
		誘導飛行制御系	着陸(低高度)	○	←	←
			中速帰還飛行(中高度)	×	○	←
		高速帰還飛行(高高度)	×	×	○	
	構造系	空力フィン	×	○(小規模)	○(大規模)	
		着陸機構	○(小規模)	○(小規模)	○(大規模)	
		熱防護システム	○(部分的)	○(広範囲・中性能)	○(広範囲・高性能)	
再整備効率化技術	地上系	洋上回収技術	×	×	○	
		点検・整備効率化技術	○(小規模)	←	○(大規模)	
		安全接近技術	○(人員接近の知見)	○(ロボットの知見)	←	

地上環境での検証が可能

極超音速環境での検証が必要

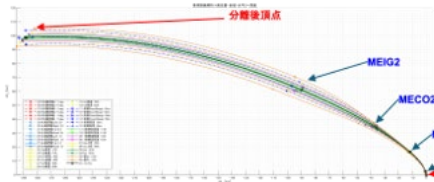
地上環境での検証が可能

# 高高度(極超音速飛行)からの帰還に関する基盤技術研究の例

- 高高度(極超音速飛行)からの帰還に関する基盤技術研究の例を以下に示す。
- 環境条件が特殊で、既計画の飛行実証(RV-X、CALLISTO)では検証できない事項であり、特に検証段階(フェーズ2)に移行することが必要な基盤技術研究である。

## 帰還時の誘導飛行制御技術

高高度からの帰還時において、機体の姿勢、空力フィンやエンジン逆噴射によって、逆噴射用推進剤を最小としつつ、飛行経路や速度を制御して目標地点への定点着陸を実現。



帰還時の経路誤差を踏まえた誘導制御シミュレーションの結果の例

形状・運用  
要求



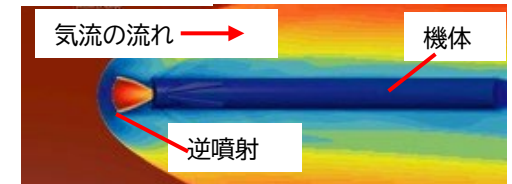
機体特性

## 極超音速環境での機体空力特性やエンジン逆噴射時の特性の予測・検証技術

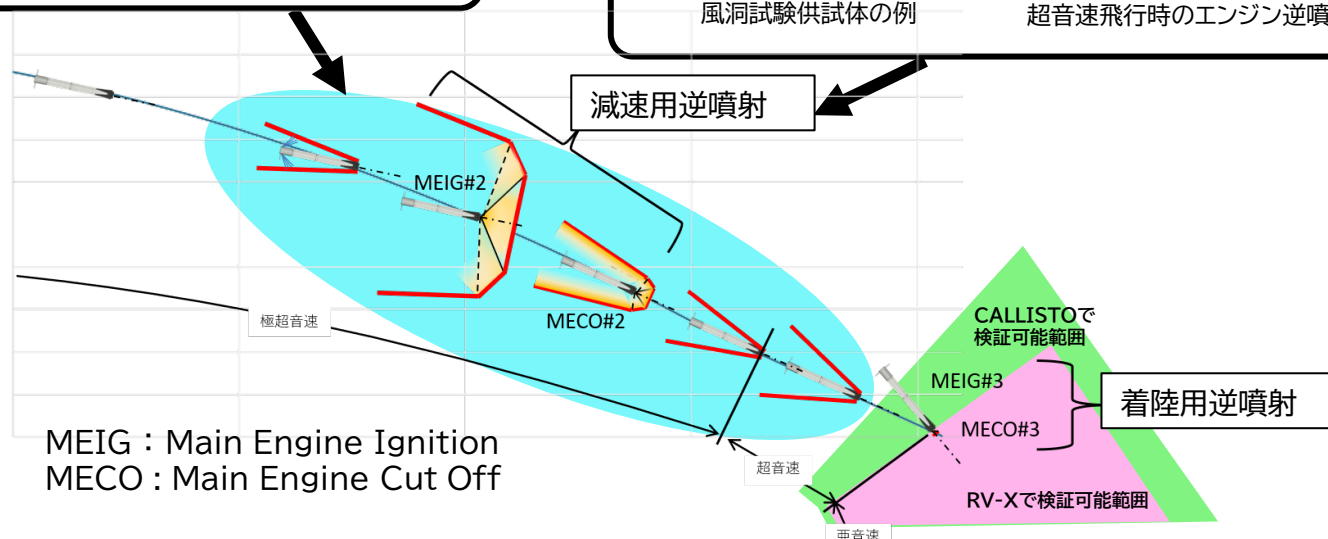
極超音速環境における、空力制御用の機器(空力フィン)の効果を加味した機体空力特性や、エンジン逆噴射時の機体空力特性の変化や機体への入熱評価などを予測・検証し、機体システム検討に反映。



風洞試験供試体の例



超音速飛行時のエンジン逆噴射シミュレーションの結果の例



MEIG : Main Engine Ignition  
MECO : Main Engine Cut Off

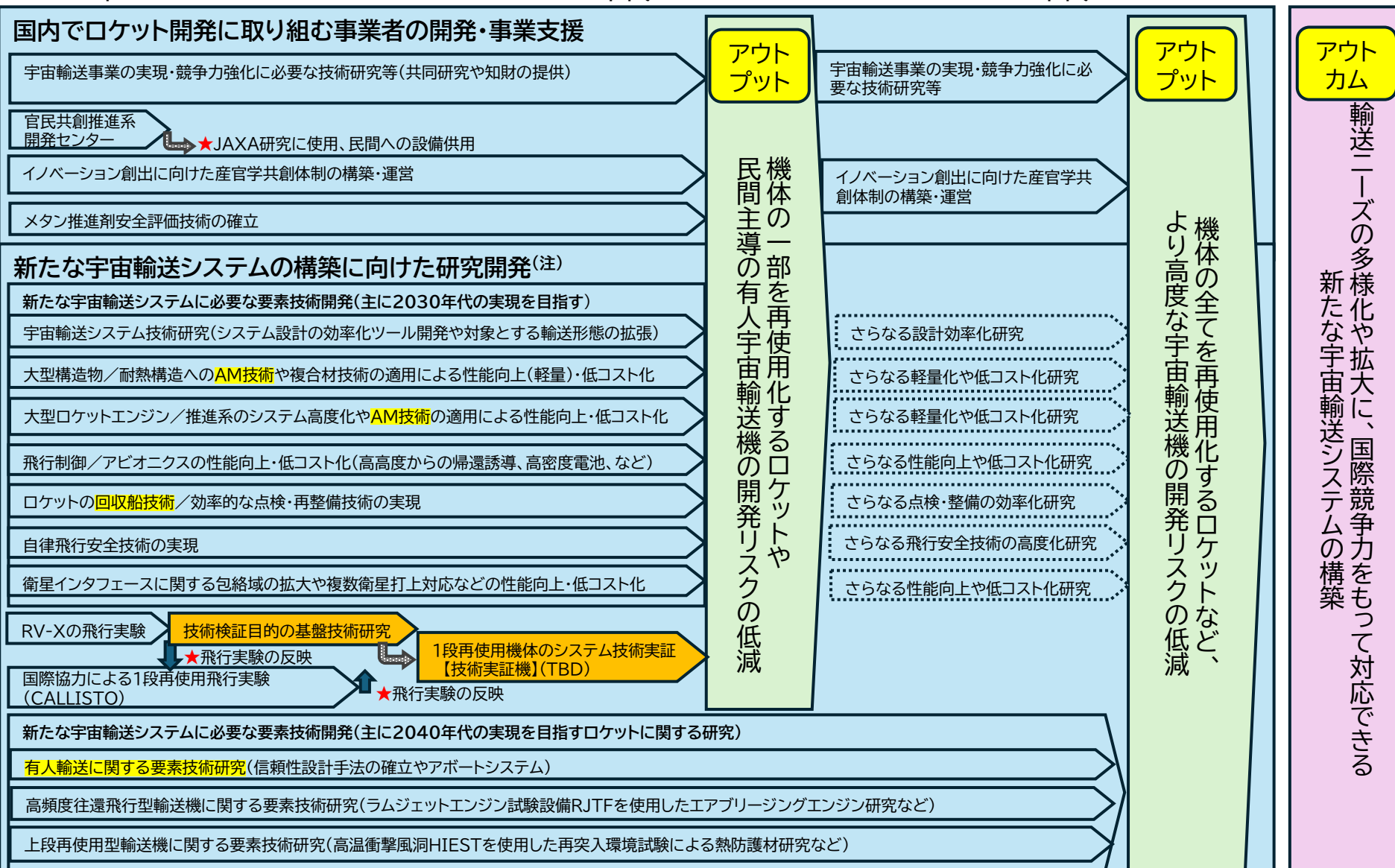
高高度からの帰還の概念の例と飛行実証(RV-X、CALLISTO)との関係

# 宇宙輸送に係る基盤技術研究とアウトプット・アウトカム案

2025年

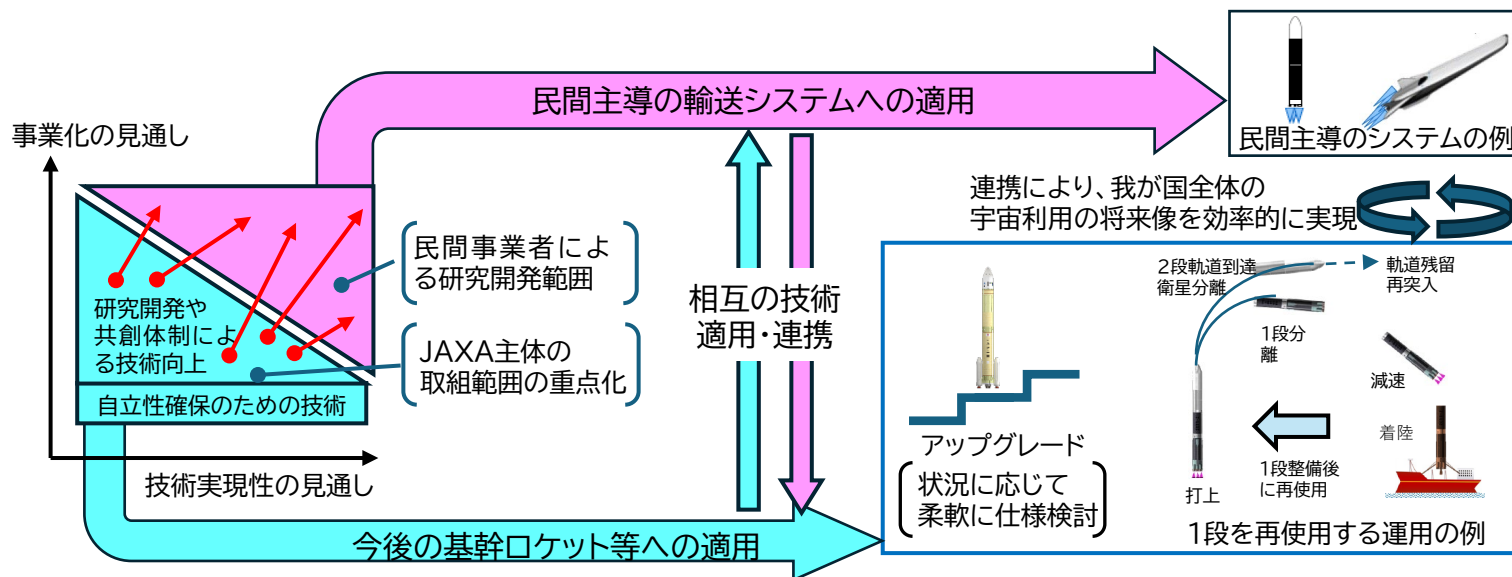
2030年代

2040年代



(注)研究開発は開発リスクを低減したうえで民間企業主体の技術開発を促すなど結節点の役割も果たしつつ効率的に進める。(例を黄色で示す)

- 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。**



## ①民間事業者・アカデミア等との対話と意見の集約・確認(技術ロードマップワークショップ)

民間主導による新たな宇宙輸送システムの実現に向けて、年に1回程度の技術ロードマップワークショップWSを開催し、**アカデミアを含む宇宙輸送業界関係者、宇宙輸送民間事業者との対話と意見の集約・確認**を行う。2025年のWSでは官民共同研究開発の利用促進展を合同開催し120名を超える参加を得た。

## ②民間事業者等の提案に基づく官民共同での研究開発(オープンイノベーション共創体制による要素技術開発)

従来概念にとらわれず**広く民間企業の技術の情報や提案を募集し、性能向上や低コスト化等のブレークスルー技術開発を実施**するとともに、官民共同研究を行うための体制を整備する。共創体制により、2021年度から4回のRFI/RFPを行い計55件の研究テーマを採択し、非宇宙産業を含めた民間企業等との共同研究を実施中。民間等との連携を通じて官民両方に裨益する技術を生み出すなど、我が国の宇宙活動を支える産業・人材基盤の底上げを図る重要な活動であり、JAXAの強みを活用できる等の条件を前提にRFPの応募数に対する採択の割合を増やすなどの強化を図る。

## ③民間主導の開発体制を支える環境の整備(官民共創推進系開発センター)

エンジン開発に必須であるエンジン燃焼試験を複数同時に実施可能な官民共創推進系開発センターの整備や、JAXAのコーディネーターによるサポートを受けることにより、**民間事業者に試験準備の予見性を持たせ、民間における開発機会の拡大**を図る。官民共創推進系開発センターはほぼ完成しており、2026年度から設備ユーザーが参加する総合検証試験等の実運用を開始する。



JAXA角田宇宙センターに整備した官民共創推進系開発センター

- JAXAは、強みである専門人材、設備、知財、研究協力網などの技術基盤を活用して、民間事業者やアカデミアだけでは難しい研究開発を行うことが求められている。このため、JAXAは、民間事業者やアカデミアとの対話や意見収集(RFI、RFP)、さらには双方の強みを活用する共同研究等を通じて、性能向上や低コスト化等のブレークスルー技術開発を効率的に推進するなど、結節点の役割を積極的に担う。



短絡移行方式MIG溶接を用いた軽量かつ低コストな大型極低温推進薬タンクの製造技術研究

金属AMによる大型極低温推進薬タンク/一般構造の製造技術研究  
H 1.1 m  
Φ 1 m  
板厚: 5 mm程度

振動に強く小型軽量(高エネルギー効率)な低コスト電池の研究

液体燃料を簡略な操作で予測可能なシミュレーションツール

**RFPによる共同研究成果の例**



### アウトカム

- 次期基幹ロケットへの適用検討
- 民間による事業化
- 宇宙戦略基金への移行 など

### 成果の最大化に向けて

- ブレークスルーにつながる、よりチャレンジングな技術開発の募集と推進
- JAXAの専門人材・人員を強化し、手厚い研究指導・支援等による、ロケット実機への適用や事業化の促進(結節点機能の強化)

# 今後の基盤技術研究の進め方(2/3)

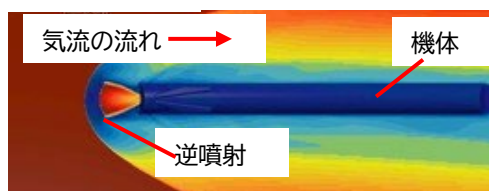
- 2030年代に向けて、JAXAはロケットの再使用化や低コスト化に向けた基礎的な基盤技術研究を進めているところ、必要なリソース(予算や人員)の追加を前提に、今後は環境条件が特殊で基盤技術の検証の難易度が高い「高高度(極超音速飛行)からの帰還」等に関する技術検証目的の基盤技術研究へ移行していく。その過程で必要となる、民間単独での実施が難しく高いコストを要する極超音速環境での試験データの蓄積などを通じて、JAXAの技術基盤を強靱化させ、その次のシステム技術実証に確実につなげるとともに、再使用ロケットや帰還を要する民間主導の有人宇宙輸送機の実現を促進する。

## 極超音速環境での機体空力特性やエンジン逆噴射時の特性の予測・検証技術

極超音速環境における、空力制御用の機器(空力フィン)の効果を加味した機体空力特性や、エンジン逆噴射時の機体空力特性の変化や機体への入熱評価などを予測・検証し、機体システム検討に反映。



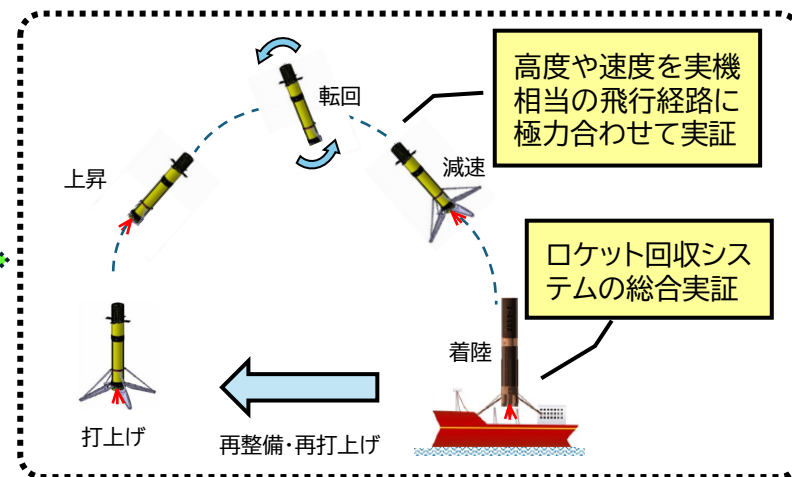
風洞試験供試体の例



超音速飛行時のエンジン逆噴射シミュレーションの結果の例

## 技術検証目的の基盤技術研究の例

次のステップ

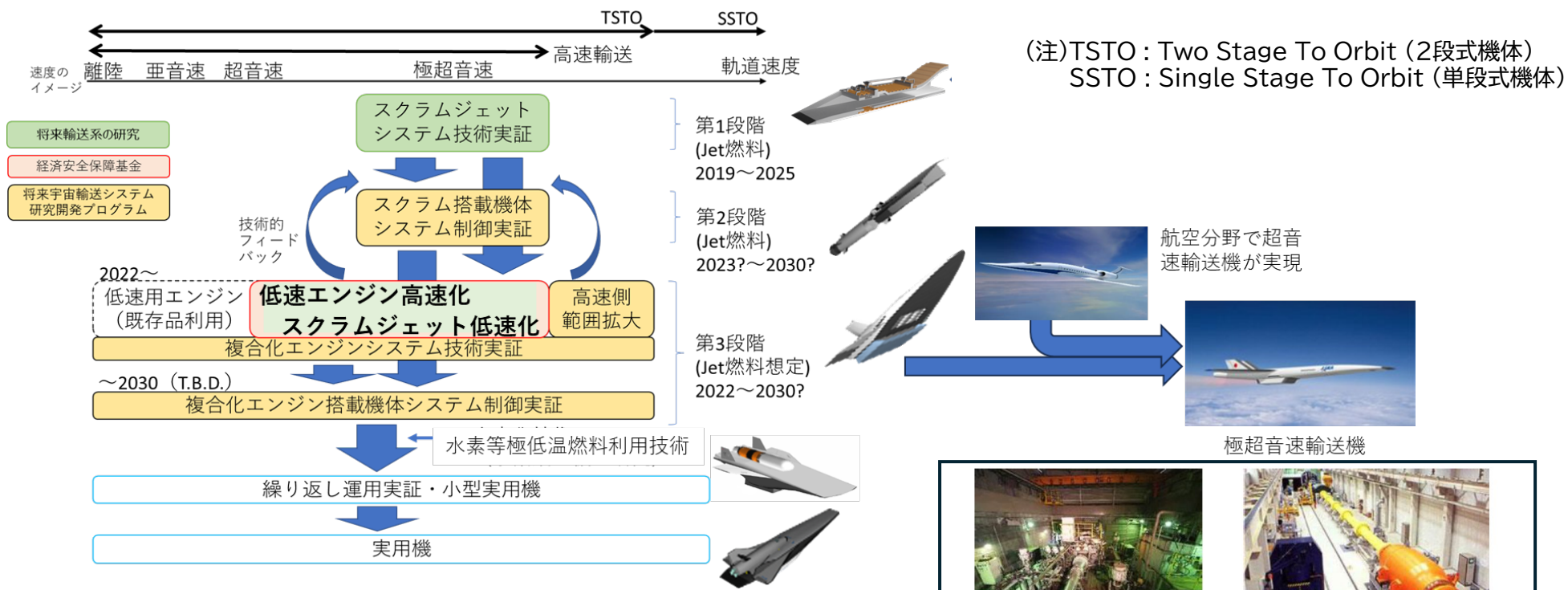


## 1段再使用機体のシステム技術実証【技術実証機】の例

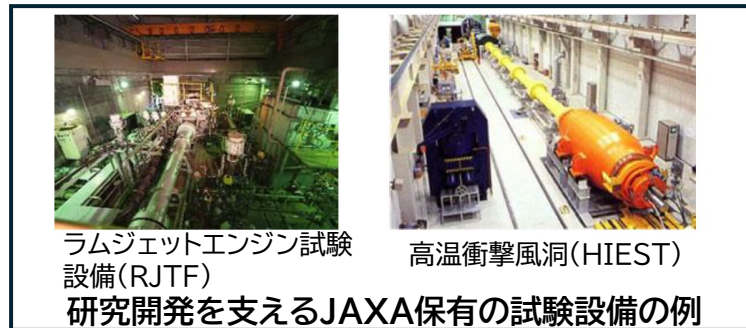
次々のステップ

# 今後の基盤技術研究の進め方(3/3)

- 2040年代に向けては、民間が主導する高速二地点間輸送や宇宙旅行のような新たな宇宙輸送システムの開発・事業化の促進に資するため、JAXAはエアブリージングエンジンのような、より高度な基盤研究を着実に進める。また、それらの研究に必要なJAXAが保有する超音速用風洞(RJTFやHIEST)や官民共創推進系開発センター等の試験研究設備と試験技術の維持・発展を行うなど、継続的にJAXAの技術基盤の強靱化をはかり、民間企業による開発拡大に貢献していく。



エアブリージングエンジンを搭載する宇宙輸送機の研究開発シナリオの例



# 參考資料

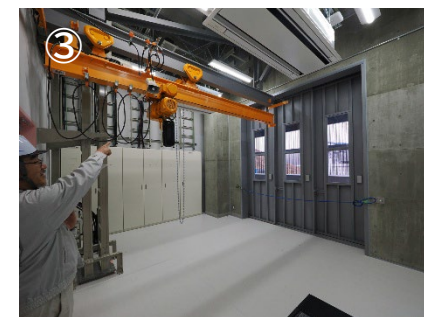
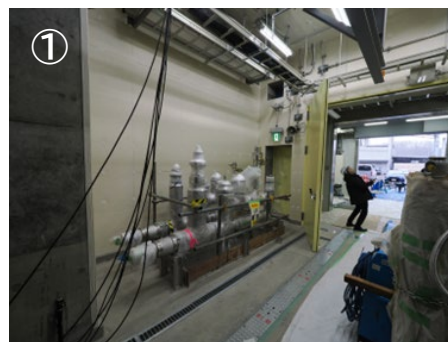
---

# 官民共創推進系開発センターについて(補足説明)

- JAXA角田に整備中の官民共創推進系開発センターは、民間事業者・JAXAのロケットエンジン開発機会を拡大するため、設備と技術の両面で支援するものである。推力100 kN(10トン)までのロケットエンジンシステム、ターボポンプ、燃焼器やそのサブコンポーネントなど多様な供試体の試験が可能である。
- また、試験頻度を増やすため試験棟の占有期間を極力短くする設計とし、試験準備作業等において供試体を艤装するテストベンチ(Mobile Test Bench)を別の場所で組立てて試験棟へ移動後にインタフェイスを結合し速やかに試験を行い、一連の試験後はMTBを速やかに移動・撤収するなどの工夫を施している。
- すでに12社以上から15件の利用相談を受けており、4月1日からは正式に設備利用(試験実施)の申し込みを受け付ける。さらには、民間事業者も参加する総合検証試験を8月中旬から開始する予定である。



試験棟正面



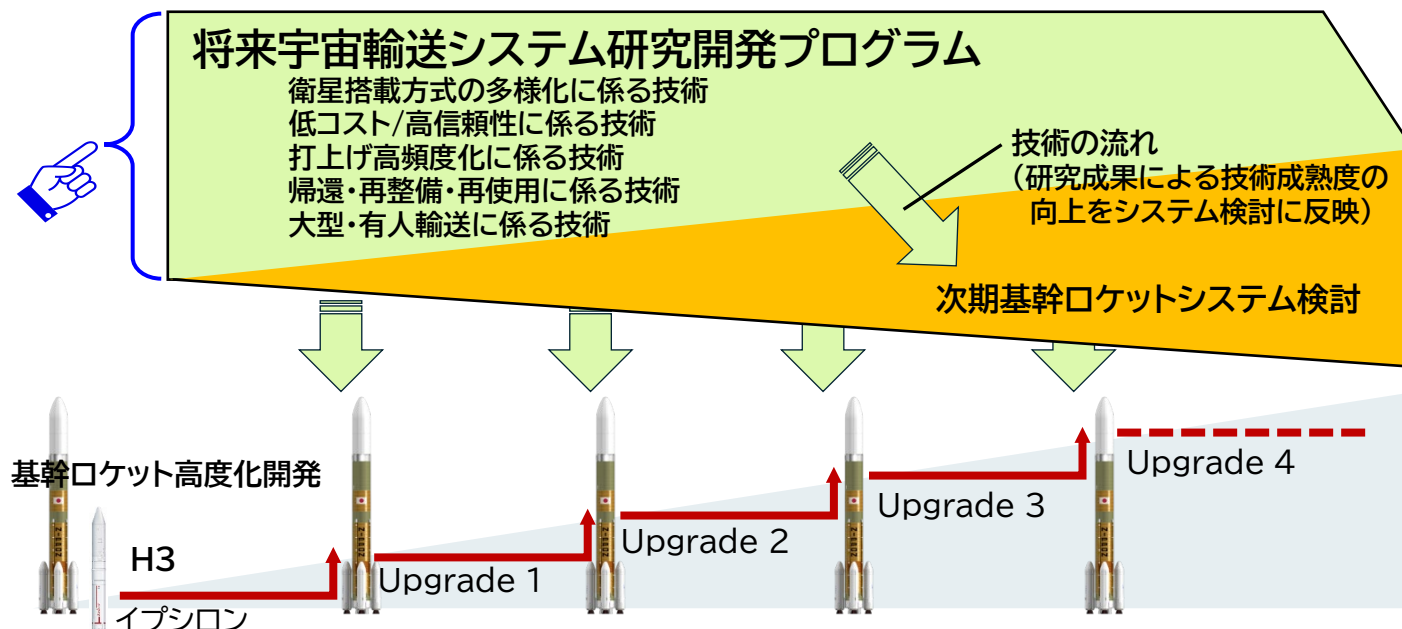
- ① 試験棟内のユーザ試験室入口(推進剤供給バルブ)
- ② ユーザ試験室内(この中にMTBを据え付けて試験)
- ③ ユーザ電源室(電動モータ用の持込電源などを設置)

- 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、現在実施中の基幹ロケット打上げ高頻度化に向けた取組みを着実にを行うとともに、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。

2020年代後半～

2030年代～

2040年代～



(注)下図は例であり、未確定。



次期基幹ロケット実現  
(さらなる高頻度打上、大幅な低コスト化)

# H3高度化の開発計画(案)と基盤技術研究の関係

- H3高度化開発計画(案)における基盤技術研究成果の活用の可能性がある例(現時点)を以下に示す。

