

# 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10月28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

- 2024年7月23日に開催された第88回宇宙開発利用部会において、文部科学省より以下の3つの論点を示され、JAXAからは①②について、基幹ロケットが果たすべき役割や今後の基幹ロケット開発方策について検討状況を報告した。
  - ① 基幹ロケットの高度化、打上げ高頻度化に向けた具体的な取組
  - ② 次期基幹ロケットに向けた具体的な取組
  - ③ 次世代の宇宙輸送システムに向けた具体的な取組
- 本日は上の③である次世代の宇宙輸送システムに向けた以下のJAXAの取組み状況を報告する。
  - 次世代の宇宙輸送技術の基盤技術研究
  - 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

新たな宇宙輸送システムの構築に向けたJAXAの役割	・・・4
次世代の宇宙輸送技術の基盤技術研究	・・・5
将来宇宙輸送システム研究開発プログラムの基盤技術研究	・・・6
再使用技術の飛行実験(CALLISTO等)の状況	・・・9
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	・・・12
①民間事業者等との対話と意見の集約・確認	・・・15
②民間事業者の提案等に基づく官民共同での研究開発	・・・19
③民間主導の開発体制を支える環境の整備	・・・22
民間事業者による宇宙輸送システムの開発・事業化の促進に関する気付き事項	・・・23

宇宙基本計画(令和5年6月13日閣議決定)

4. 宇宙政策に関する具体的アプローチ (4)宇宙活動を支える総合的基盤の強化に向けた具体的アプローチ

(a) 宇宙輸送

## 【新たな宇宙輸送システムの構築】

将来にわたって我が国の宇宙活動の自立性を確保するため、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)にも対応する**次期基幹ロケットの開発に向けた取組**を進める。そのため、産学官の連携の下、JAXAが中心となり、輸送能力の大型化・再使用化・低コスト化などに必要な**次世代の宇宙輸送技術の研究開発**に取り組む。

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。

新たな宇宙輸送システムの構築に向けたJAXAの役割

## 次世代の宇宙輸送技術の基盤技術研究

将来宇宙輸送システム研究開発プログラムの基盤技術研究

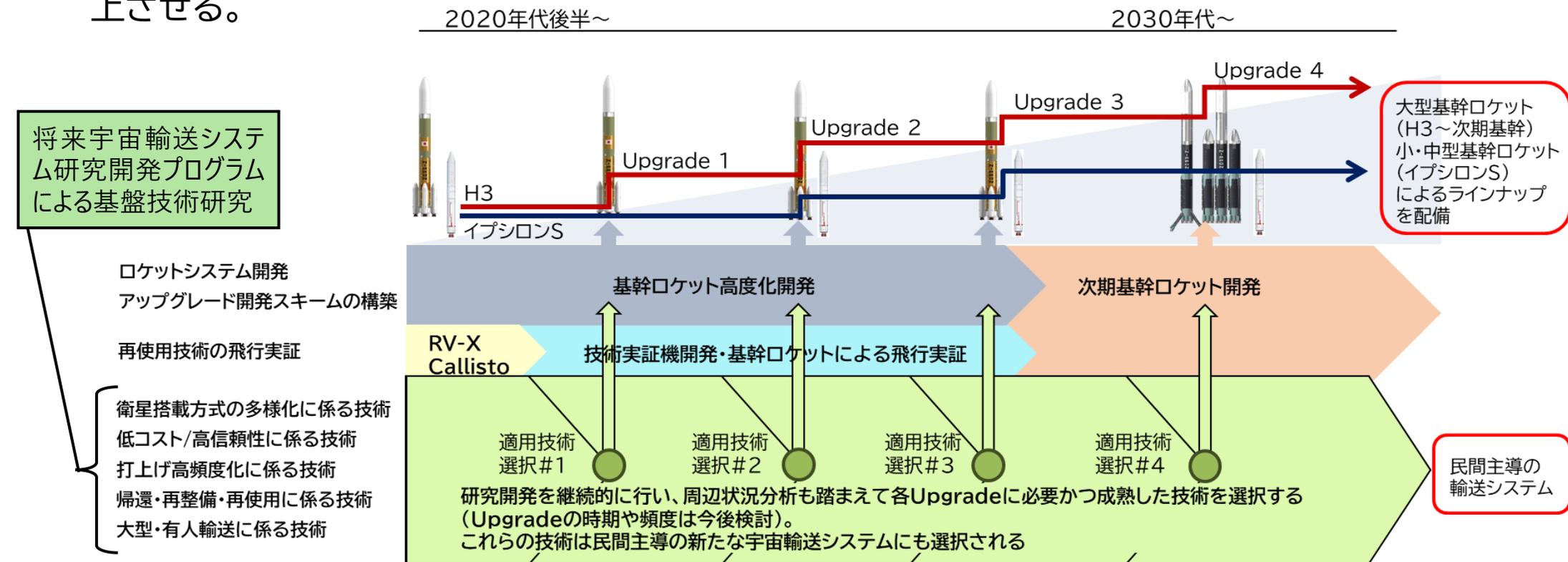
再使用技術の飛行実験(CALLISTO等)の状況

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

- ①民間事業者等との対話と意見の集約・確認
- ②民間事業者の提案等に基づく官民共同での研究開発
- ③民間主導の開発体制を支える環境の整備

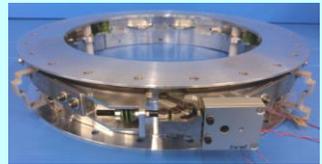
民間事業者による宇宙輸送システムの開発・事業化の促進に関する気付き事項

- 基幹ロケット開発方策の検討と将来宇宙輸送システム研究開発プログラムの基盤技術研究の関係**
  - 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、抜本的な低コストと高い打上げ頻度を実現する次世代の宇宙輸送技術の獲得に向けて、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。**



## □ 次世代の宇宙輸送技術に必要な基盤技術研究の例

- 再使用化を軸とし、抜本的な低コストと高い打上げ頻度を実現する次世代の宇宙輸送技術の獲得に向けて、基盤技術研究を実施中。
- 技術成熟度や周辺状況を踏まえて選択されるシステム仕様に研究開発成果を適時適用していく。



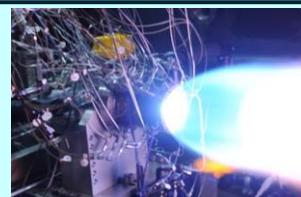
小型衛星向け非火工品  
低衝撃分離機構の例  
(Simple PAF)



大型3D積層の例



衛星の汎用搭載構造の例

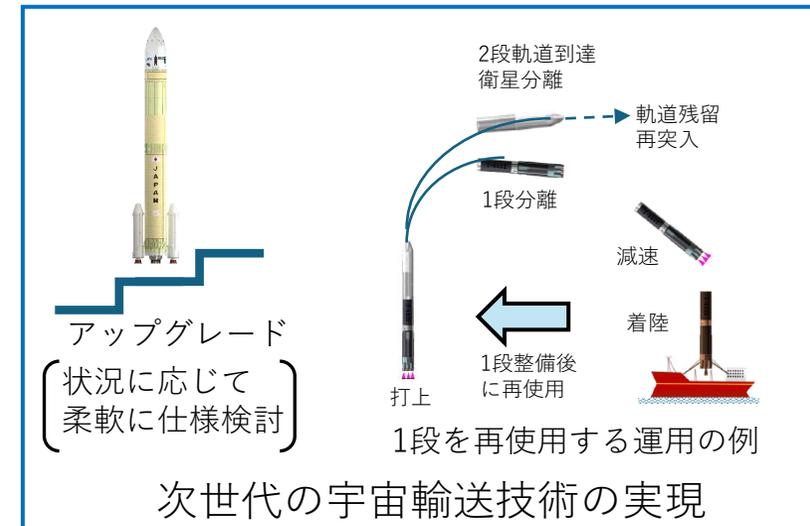


金属積層技術によるエンジ  
ン造形プロセス改善の例

研究開発プログラムにおける成果 (例)

### 成果の選択

- ・ 研究開発の技術成熟度
- ・ 変化する打上げ需要動向
- ・ 課題対応の緊要性 等



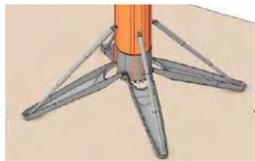
## □ ロケット機体の一部を再使用化する場合の課題と研究事項の例

- 打上の高頻度化や低コスト化に対し、機体の再使用化は有効な手段であるものの、技術難易度が高い新しい技術(以下、例)が多数含まれる。使捨て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**を推進中。
- 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等)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



着陸機構の例



洋上回収の例  
(Space-Xの例※)

### 高性能・軽量化技術

帰還用燃料や着陸脚等の追加により機体が使捨て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
- ・3D積層技術
- ・メタンや水素エンジン技術



大型3D積層の例

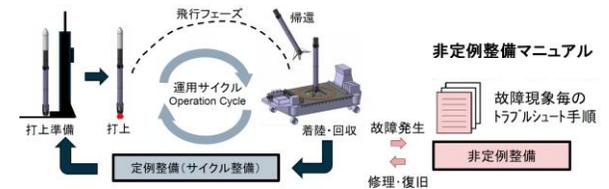


エンジン検討の例

### 再整備効率化技術

回収後の機体再整備期間及び費費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
- ・ヘルスマニタ技術



点検・再整備に関する検討の例

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

# 再使用技術の飛行実験(CALLISTO等)の状況(1/3)

- 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である、①誘導制御技術、②推進薬マネジメント技術、③ヘルスマネジメント技術について、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、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)

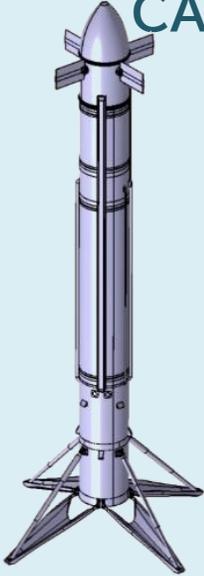
計画概要

- 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

※飛行試験の安全に関わる追加検討等のため  
2024年度予定を2025年度予定に変更

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



### CALLISTO(飛行実験フェーズ2)

計画概要

- 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

【略語】RV-X : Reusable Vehicle eXperiment  
CALLISTO: Cooperative Action Leading to Launcher Innovation for Stage Toss-back Operation

# 再使用技術の飛行実験(CALLISTO等)の状況(2/3)

## □ 進捗状況と飛行試験の予定

- 2024年10月現在、詳細設計の終盤作業、機体および搭載機器の開発試験(右写真)等を進めている。
- 共同開発している国際パートナーと開発計画を再検討した結果、**飛行試験開始を2025年度から2026年度へ変更する。**

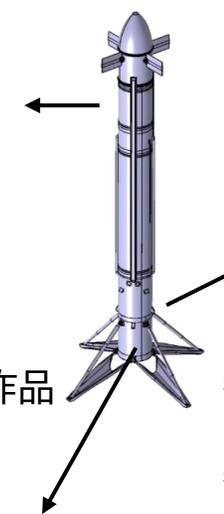
## □ これまでに得た主な成果の例

- キー技術
  - ① 誘導制御技術:**フィン**の力と推力を飛行経路の制御に利用する**高精度着陸制御技術**(特許取得)等
  - ② 推進薬マネジメント技術:表面張力を利用した**メッシュ型推進薬管理デバイス**(右下図)、スロッシングモデル等
  - ③ ヘルスマネジメント技術:**エンジン燃焼器非破壊検査装置**(次ページ)、電動・電磁バルブの故障診断技術等
- また、中間成果として、飛行試験の完了を待たずに、**設計フェーズで得た知見をモデル・ツール・データベース**等として次期基幹ロケットなど将来戦略に活かせるような形でまとめた。今後、地上試験、飛行試験により検証や反映を進める。

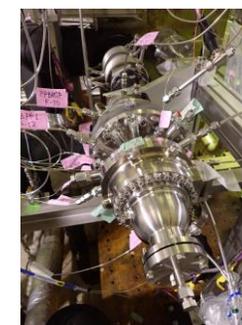
### 開発試験の例



液体酸素タンクの試作品



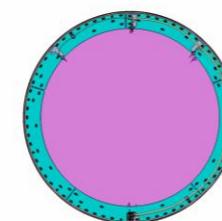
後部胴体構造の実スケールモックアップ。搭載機器の組立手順を確認



エンジンに液体水素を送るターボポンプ(フライトモデル)。性能を確認する試験を実施中

### メッシュ型推進薬管理デバイス

液体酸素タンク内に設置し、微小重力下で気液混合を抑制する効果を確認



メッシュがない場合、液体が飛散し、加圧ガスの温度・圧力が低下

# 再使用技術の飛行実験(CALLISTO等)の状況(3/3)

## □ 成果展開の取り組み ⇨ 飛行試験の遅れの影響を最小化

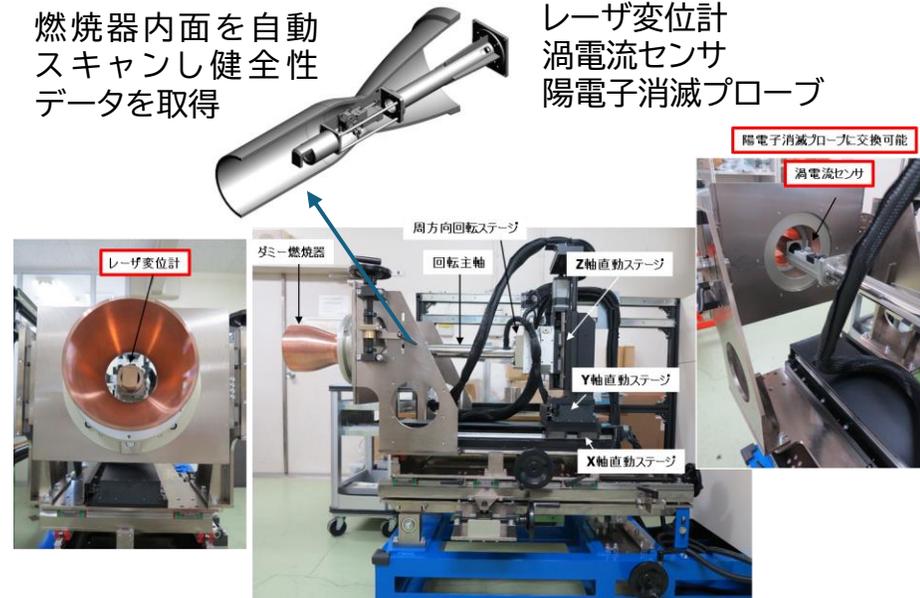
- JAXA内において、RV-X/CALLISTO/将来宇宙輸送システム研究開発プログラムの**3事業連携を進めており、RV-X/CALLISTOで得た知見の共有**を図っている。
- **モデル・ツール・データベースをJAXA内外へ既に展開**している。

## □ CALLISTO後に獲得すべき主な技術等の例

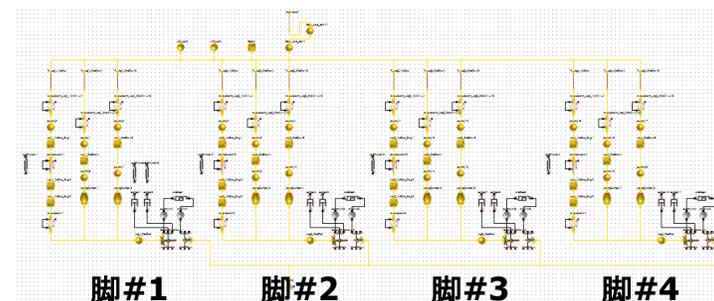
- CALLISTOの飛行領域は、マッハ1以下・高度20km以下であり、また着陸は地上に限定されている(洋上回収はしない)
- **マッハ1~5を越える高速飛行時の空力加熱への対応や、より高い高度・速度領域での飛行経路・誘導制御設計技術、海上プラットフォームへの着陸やその後の運用技術**などを獲得することが必要
- 機体やエンジンが次の飛行に耐えるかどうかを効率的に判断する情報処理技術や、その研究開発のために、機器の劣化がどのように進むかというデータや故障時のデータを蓄積していくことが必要

燃焼器内面を自動  
スキャンし健全性  
データを取得

レーザ変位計  
渦電流センサ  
陽電子消滅プローブ



エンジン燃焼器非破壊検査装置



Modelica言語による脚モデル。  
システム設計の一環である着陸条件を決める転倒解析に有効

新たな宇宙輸送システムの構築に向けたJAXAの役割

次世代の宇宙輸送技術の基盤技術研究

将来宇宙輸送システム研究開発プログラムの基盤技術研究

再使用技術の飛行実験(CALLISTO等)の状況

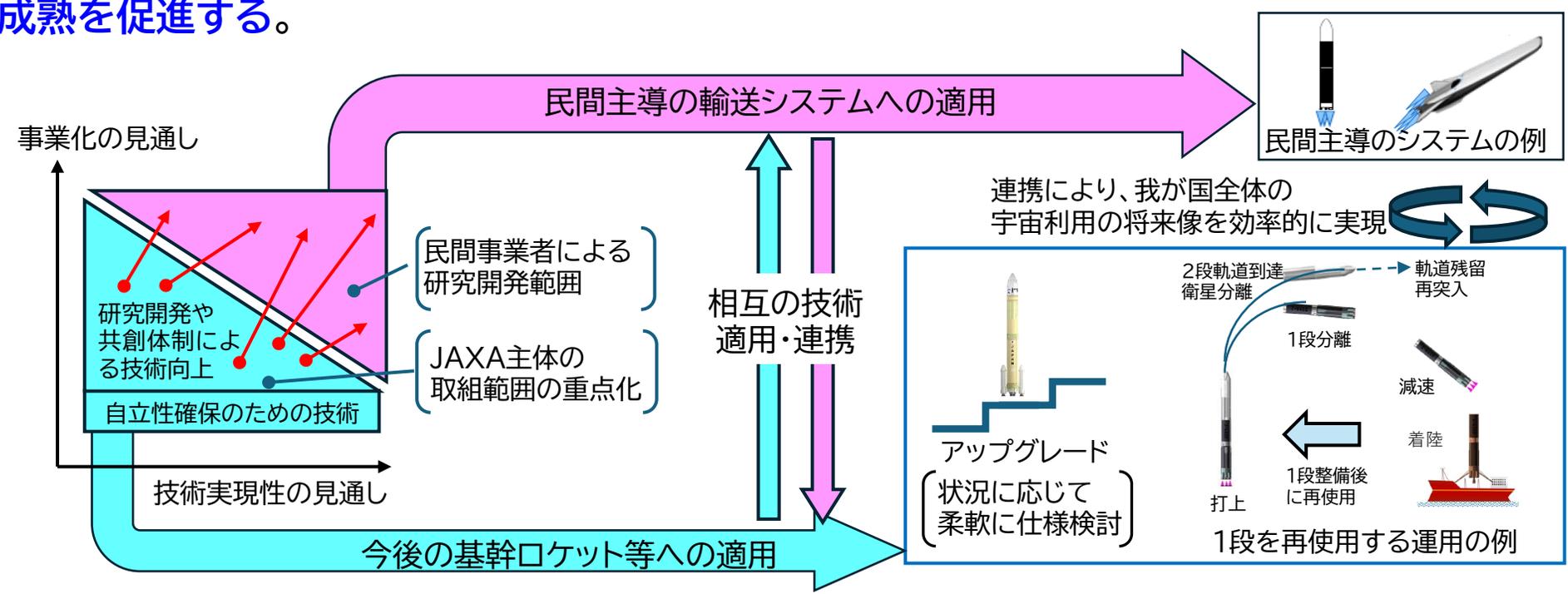
民間事業者による宇宙輸送システムの開発・事業化の促進

- ①民間事業者等との対話と意見の集約・確認
- ②民間事業者の提案等に基づく官民共同での研究開発
- ③民間主導の開発体制を支える環境の整備

民間事業者による宇宙輸送システムの開発・事業化の促進に関する気付き事項

# 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。**



## ①民間事業者・アカデミア等との対話と意見の集約・確認(技術の獲得戦略案のとりまとめ)

新たな宇宙輸送システムの実現に向けて、**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**を行い、一民間企業に限らず我が国全体の宇宙輸送システムの振興に重要な**技術のロードマップ(詳細)を策定・見える化**する。これに基づき要素技術の獲得を進めるとともに、対話等は継続的に行うことにより**技術ロードマップ(詳細)へ適時反映し、最新化を図る**。

【補足】技術ロードマップ(詳細)とは、宇宙技術戦略に掲載される技術ロードマップの項目を詳細化したもの

## ②民間事業者の提案等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。

## 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の整備)

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設備の整備や、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。

# ①民間事業者・アカデミア等との対話と意見の集約・確認(1/4)

## □ 民間事業者・アカデミア等との対話と意見の集約・確認の主なツールや方法

### □ 宇宙輸送の技術ロードマップ(詳細版)

- 宇宙技術戦略(令和6年3月28日 宇宙政策委員会決定)」などを踏まえてアップデートし、勝ち筋を見据えた宇宙技術戦略を実現していく補助的なツールとする。
- 宇宙輸送事業者の動向や要望を踏まえて、官民双方が必要とする技術を可視化するとともに、宇宙輸送事業者と共有し、オープンイノベーション共創体制やJAXA基金を活用した民間による研究開発を後押しする。
- 宇宙輸送事業者以外に広く産業界とも共有し、技術SEEDSの発掘や、宇宙分野以外の事業者・投資家等の新規参入を促進する。

### □ 宇宙輸送の技術ロードマップワークショップ

- 宇宙輸送の技術ロードマップ(詳細版)等を題材として、産官学からのワークショップ参加者からご意見を広く賜り、技術ロードマップへ反映し所定の業務を進めることによって、産官学の連携推進に資することを目的とする。
- 技術ロードマップ(詳細版)が整いつつあることから、今後は宇宙技術戦略のローリングに資するために、年に1回程度ワークショップを行い、技術ロードマップ(詳細版)を改訂していくことを検討中。

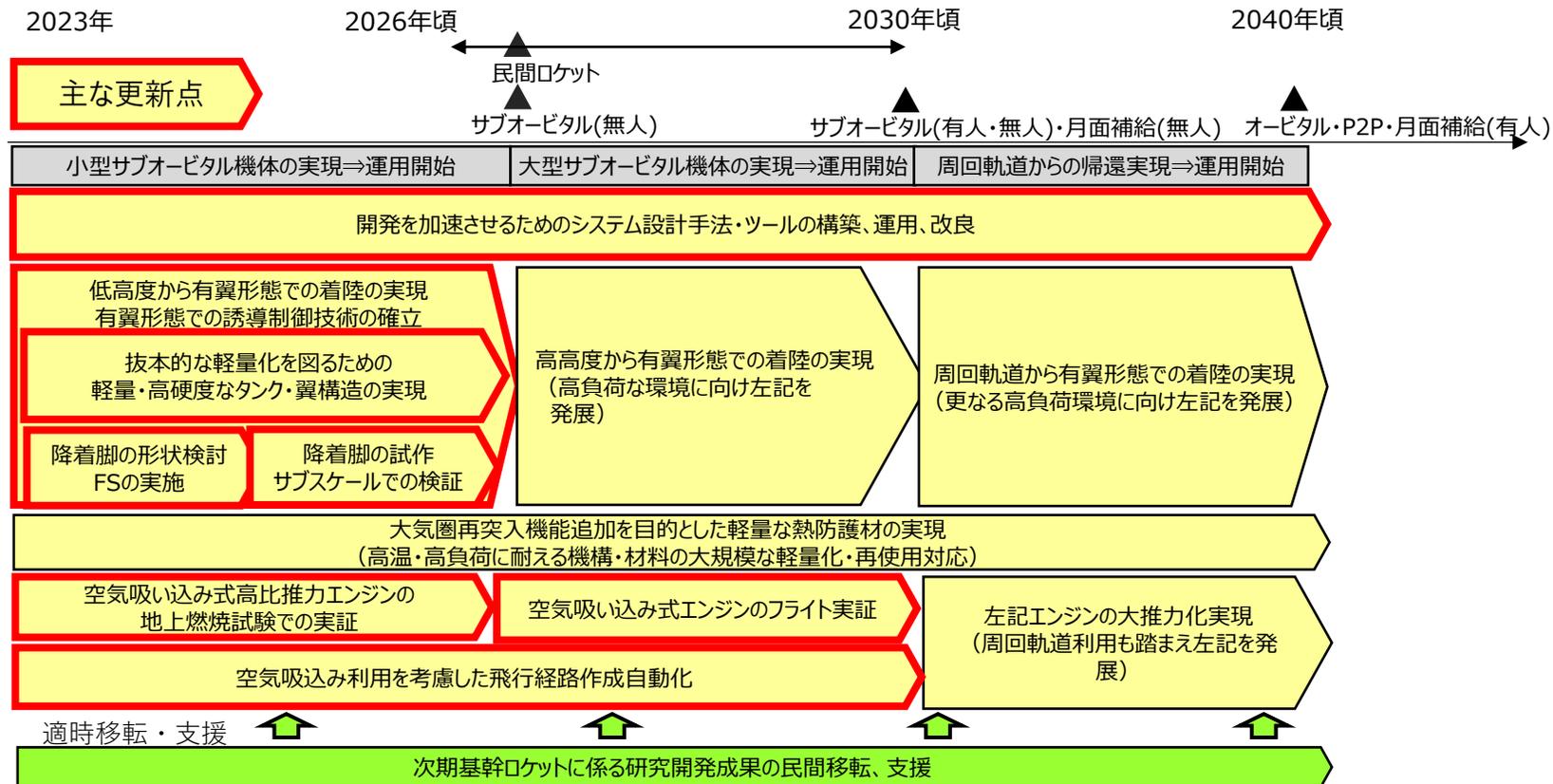
# ①民間事業者・アカデミア等との対話と意見の集約・確認(2/4)

- これまで4回の技術ロードマップワークショップ(のべ79機関193名が参加)を行い、産官学の意見を集約・確認してきた。
  - 第1回(2022年11月11日、10機関43名が参加)  
事業コンセプト共創から技術ロードマップをまとめるまでの工程と進め方、技術ロードマップに基づく研究の進め方を議論
  - 第2回(2023年3月5日、20機関約40名が参加)  
意見募集(A.O.)選定企業による高頻度往還飛行型システムの目標を技術ロードマップ(案)として共有し議論
  - 第3回(2024年3月6日、15機関36名が参加)  
2024年2月下旬の政府の宇宙技術戦略(案)の更新や、民間の計画の最新化等を受けて更新した技術ロードマップの議論
  - 第4回(2024年6月10日、17機関34名が参加。分科会を2024年10月7日に開催、17機関40名が参加)  
第3回の議論と、第3回以降に実施した意見募集(A.O.)選定企業等との対話の結果を反映した技術ロードマップを提示し、議論。未了だった旅客サービスを目指す新たな宇宙輸送システムについては分科会にて技術ロードマップを提示し、議論。

# ①民間事業者・アカデミア等との対話と意見の集約・確認(3/4)

## 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)

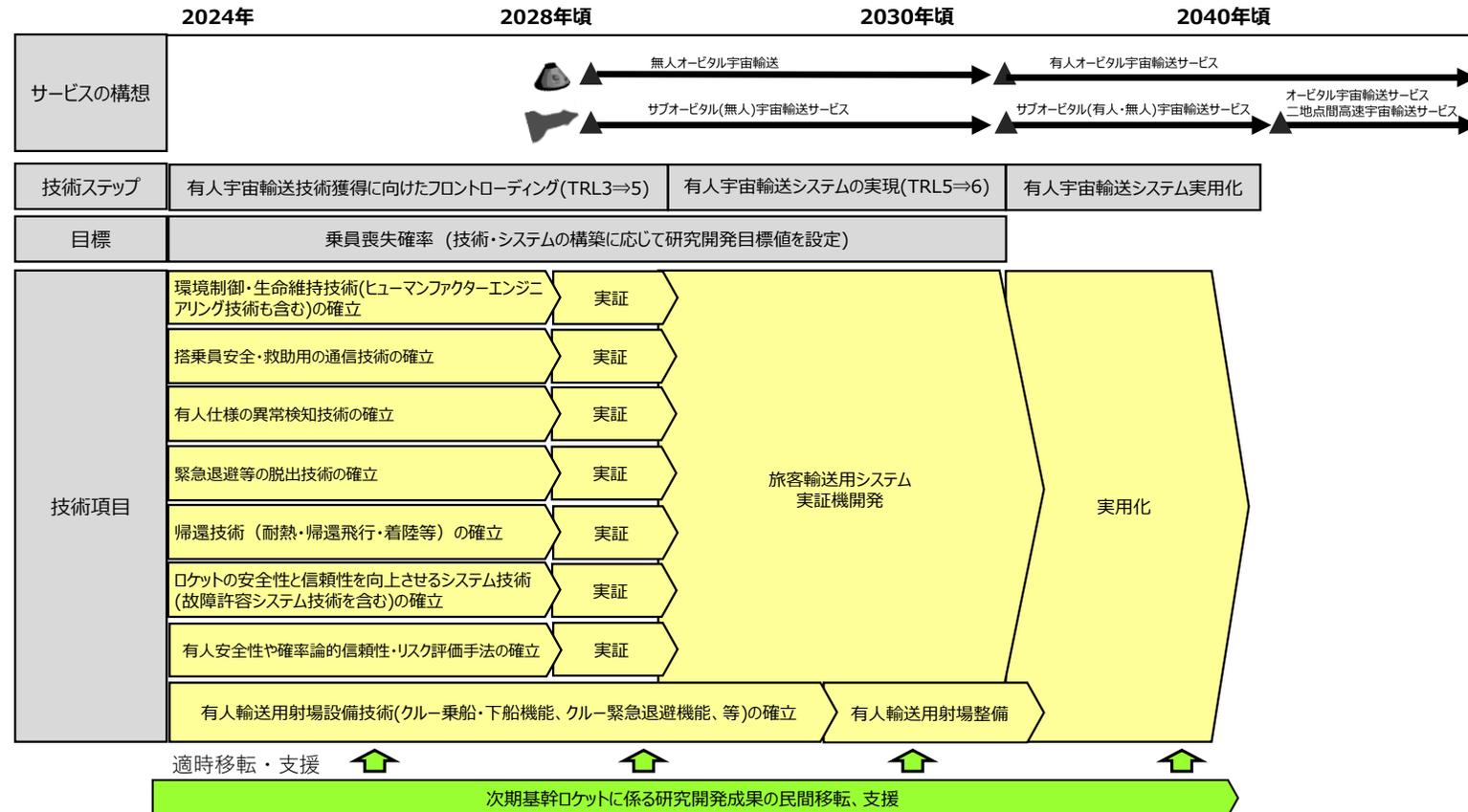
- 民間各社の技術戦略は非公開が原則であるため、公開・共有可能な範囲で必要技術及びその獲得目標時期を整理し、機体システムの設計ツール類の構築、有翼形態の機体の着陸に関する技術(誘導制御、構造)、空気吸い込み式エンジンとそれを活用した飛行経路作成等に関する計画がやや詳しく示された(下図の赤線部に更新した)。



# ①民間事業者・アカデミア等との対話と意見の集約・確認(4/4)

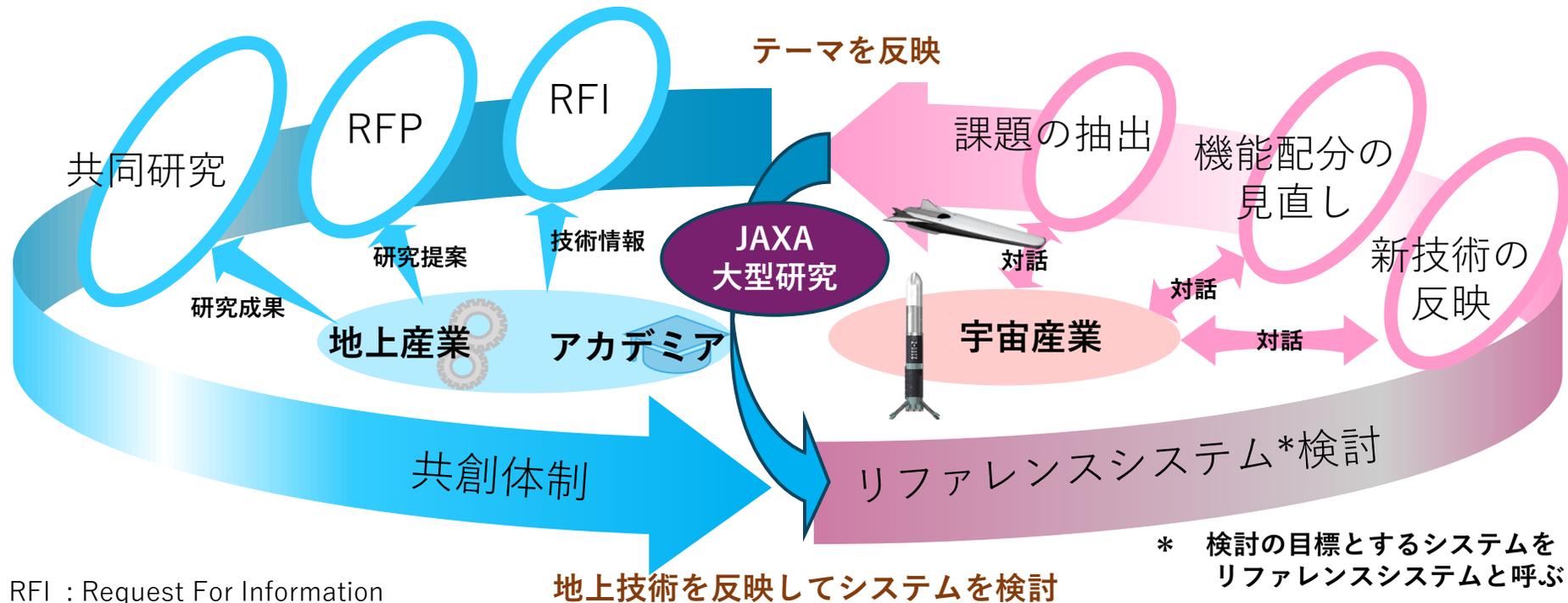
## 民間事業者・アカデミア等との対話を踏まえた技術ロードマップの策定(民間主導による**有人宇宙輸送技術**)

- 民間主導による有人宇宙輸送技術について、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、下図の技術ロードマップ案を**新たに策定**した。
- 国内における有人宇宙輸送の技術開発や事前実証に向けて、**環境制御・生命維持、通信、異常検知、脱出、帰還**等に関する信頼性を向上させることが重要と考えられる。



## ②民間事業者の提案等に基づく官民共同での研究開発(1/3)

- 性能向上や低コスト化等の課題解決において優先度の高い技術提案を広く募集し、民間企業等とJAXAの双方のノウハウを活用した共同研究を実施。
- 非ロケット産業等からの提案も受け付け、事業化や課題解決の実現性が低く、構想段階にある研究やブレークスルーとなる技術を広く発掘するとともに、その技術実現性と事業化見通しを高める。



RFI : Request For Information  
RFP : Request For Proposal

\* 検討の目標とするシステムを  
リファレンスシステムと呼ぶ

# ②民間事業者の提案に基づく官民共同での研究開発(2/3)

- ◆ 共創体制により、2021年度以降、3回のRFI/RFPを実施。[計48件の研究テーマ](#)を採択して共同研究を実施。
- ◆ 第3回は(緑背景)は、2022年10月～2023年9月に実施した「[高頻度往還飛行型宇宙輸送システム](#)」に係る事業コンセプト共創活動(AO)」を受けて課題を設定。
- ◆ 宇宙輸送システムのスタートアップ企業も複数参加(○印)。

No.	区分	研究テーマ	企業・機関名 (★は提案者)
1	アイデア	AM熱交換器の構造・流体・プロセス最適化の研究	(株)NTTデータザムテクノロジーズ★/大阪大学/中央エンジニアリング
2	アイデア	Additive Manufacturingを活用した小型・軽量熱交換器の提案	三菱重工業(株)★
3	アイデア	作業効率化の改善に資するXR技術の機能研究	キヤノンITソリューションズ(株)★/立命館大学
4	アイデア	シルセスキオキサン樹脂をマトリックスとする400°C連続使用可能CFRPの開発	金沢工業大学★
5	アイデア	低コスト繊維強化セラミックス材の中温度域での宇宙輸送系機体構造への適用性検討	(株)湘南先端材料研究所★
6	アイデア	溶融合浸法と膜沸騰法による低コストセラミック繊維/シリサイド複合材料の開発	東京農工大学★/(株)IHIエアロスペース
7	アイデア	極低温CFRP配管の研究	(株)テックラボ★
8	アイデア	ATL成形による極低温対応配管製造のための炭素繊維強化液晶ポリマーの開発および金属製継手最適設計シミュレーション技術の開発	丸八(株)★/東京大学
9	アイデア	液体燃料挙動を簡略な操作で予測可能なシミュレーションツール開発	アドバンスソフト(株)★
10	アイデア	ロケットエンジン用小型低コスト電動ポンプの研究	千葉工業大学★/(株)黒磯製作所/宇部興機(株)
11	アイデア	宇宙民生用情報通信エネルギーエレクトロニクスによるワイヤレス通信センサ用フェーズドアンテナ	スペース&モバイルワイヤレステクノロジー(株)★/鹿児島大学/(株)エフ・アイ・テック
12	アイデア	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	名古屋大学★
13	アイデア	宇宙適用可能な低コストソフトウェア無線機の研究	インターステラテクノロジズ(株)★/三菱プレジジョン(株)
14	アイデア	トランシーバIC及び書き換え可能FPGAを活用したロケット搭載/衛星搭載ソフトウェア無線機の開発	NECSスペーステクノロジ(株)★
15	アイデア	ガス圧利用による非火工品方式の結合/分離機構の研究	川崎重工業(株)★
16	チャレンジ	FRPヒンジ技術を使った着陸脚機構の研究	(株)ジーエイテクラフト★/帝人(株)
17	チャレンジ	テレスコピック式伸縮ロッドの着陸脚への適用研究	日本飛行機(株)★
18	アイデア	再使用輸送機の構造健全性評価のための欠陥検出技術の研究	三菱重工業(株)★
19	チャレンジ	再使用輸送機の運用整備計画構築手法に関する研究	三菱重工業(株)★
20	チャレンジ	航空機の整備計画策定手法の再使用ロケット整備への応用	ANAホールディングス(株)★
21	チャレンジ	洋上回収技術研究	三菱重工業(株)★/日本郵船(株)

22	アイデア	CFRP大型極低温推進薬タンク製造技術の研究	東京大学★/丸八(株)/津田駒工業(株)
23	アイデア	炭素繊維強化熱可塑性樹脂を用いたオートテーププレースメントによる液体酸素に適合する複合材製酸素タンクの試作	(株)SPACE WALKER★/(株)KADO/(株)富士インダストリーズ/東京理科大学
24	課題解決	熱可塑性CFRPによる先端技術を用いた低コスト極低温推進薬タンクの研究	三菱重工業(株)★
25	アイデア	電子線硬化モノマーとのハイブリッド化による推進薬用炭素繊維強化スーパーエンブラ製圧力容器の製造技術	金沢工業大学★/岡山県立大学/(株)KADO/(株)UCHIDA/物質・材料研究機構(NIMS)
26	課題解決	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	清水建設(株)★
27	課題解決	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	三菱重工業(株)★
28	アイデア	拡張可能なツールチェンジ複合材料3Dプリンター	東京理科大学★/早稲田大学
29	アイデア	*あやとり*成形技術によるCFRPラティス構造の低コスト・大型構造製造技術の開発	(株)ジーエイテクラフト★/帝人(株)
30	アイデア	短絡移行方式MIG溶接を用いたWAAMプロセスの造形シミュレーション技術の開発	大阪大学★/三菱重工業(株)
31	アイデア	マグネシウム合金ワイヤーを材料に用いたレーザーワイヤーDED方式AM造形技術の研究	三菱電機(株)★/熊本大学/東邦金属(株)
32	アイデア	WAAM向け高強度アルミニウム合金ワイヤーの開発	(株)UACJ★/三菱重工業(株)
33	アイデア	高比剛性と振動透過抑制性能を両立した弾性波メタマテリアルの設計と3Dプリンティング	(株)3D Printing Corporation★/愛媛大学
34	チャレンジ	超音波モータを用いた極低温バルブの研究	三菱重工業(株)★/(株)Piezo Sonic
35	アイデア	蛇腹構造を有する極低温用フレキシブルCFRP配管の研究	(株)テックラボ★
36	アイデア	エッジコンピューティング技術を活用した軽量型オンボード制御ソフトウェア技術の研究	ラトナ(株)★
37	チャレンジ	水平着陸式宇宙輸送システム用の軽量な降着装置の設計・製造の研究	将来宇宙輸送システム(株)★
38	チャレンジ	大陸陸重量に耐える革新的降着システムのコンセプト検討	PDエアロスペース(株)★/原田車両設計(株)
39	チャレンジ	軽量な複合材製降着装置に関する研究	(株)SPACE WALKER★/東レ・カーボンマジック(株)/東京理科大学
40	アイデア	超音波非破壊検査を用いたCFRP機体の効率的な点検・整備に関する研究	コニカミノルタ(株)★
41	チャレンジ	受動変化する基準準との差分測定を利用した高精度・耐故障フラッシュエアデータセンシングシステム	東京理科大学★/(株)SPACE WALKER
42	チャレンジ	水平着陸式宇宙輸送システムの軽量機体の設計・製造の研究	将来宇宙輸送システム(株)★/東京理科大学
43	アイデア	低コストかつ軽量な推進薬対応モータ駆動バルブの研究	伸和コントロールズ(株)★
44	チャレンジ	TVC機器のコスト低減に向けた品質保証プロセスの改善研究	シンフォニアテクノロジ(株)★/インターステラテクノロジズ(株)
45	アイデア	メタン/酸素を用いた燃焼器の繰り返し点火に用いるレーザ点火技術の研究	(株)IHIエアロスペース★/(株)IHI
46	アイデア	メタン/酸素統合推進系の実現に向けたレーザー生成プラズマ着火システム	名古屋大学★/東京理科大学/(株)SPACE WALKER/(株)IHI
47	アイデア	耐熱合金(ニオブ系合金)を用いた積層造形および耐酸化コーティング技術	(株)ディ・ビー・シー・システム研究所★
48	アイデア	ロケット及び地上設備に向けた極低温流体対応液位計測システム技術の研究	三菱重工業(株)★

## ②民間事業者の提案に基づく官民共同での研究開発(3/3)

- 共創体制による共同研究によって、今後の基幹ロケットと民間主導の輸送システムの両方に裨益する技術を生み出した事例を以下に示す。

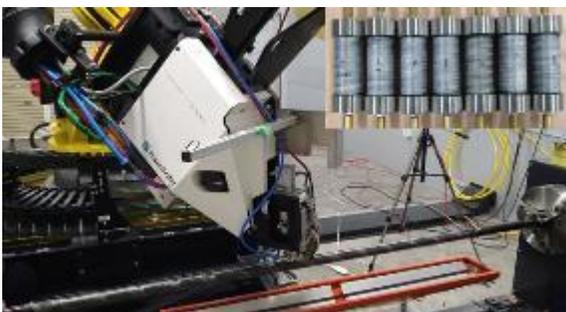
### 製造技術

#### 宇宙輸送機の革新的な軽量・高性能化及びコスト低減技術

2022年RFPにより以下を採択し共同研究を推進

- ATL成型による極低温対応配管製造のための炭素繊維強化液晶ポリマーの開発および金属製継手最適設計シミュレーション技術の開発(前頁No.8)
- AM熱交換器の構造・流体・プロセス最適化の研究(前頁No.1)

本研究により得られる極低温仕様の部品製造の低コスト化に関する技術成果が今後の基幹ロケットの軽量化や低コスト化に資する予定。また、当該技術は民間ロケットでの利用が検討されており、その促進に向けて小型ロケット規模の試作等が行われる予定。



極低温対応複合材配管の自動積層の様子



効率的熱交換器の試作例

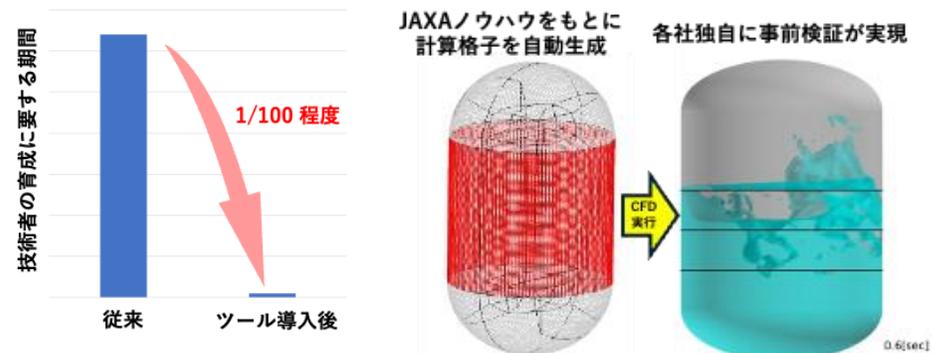
### シミュレーション技術

#### 将来宇宙輸送系設計に向けたシミュレーション技術

2022年RFPにより以下を採択し共同研究を推進

- 液体燃料挙動を簡略な操作で予測可能なシミュレーションツール開発(前頁No.9)

本研究によりJAXAが有する液体燃料挙動に関する解析技術ノウハウをソフトウェアに組み込むことによって、技術導入や解析の時間や精度の点で大幅な解析の効率化を実現する予定。本成果は、今後の基幹ロケット開発で活用するとともに、民間ロケット開発においても利用される予定。

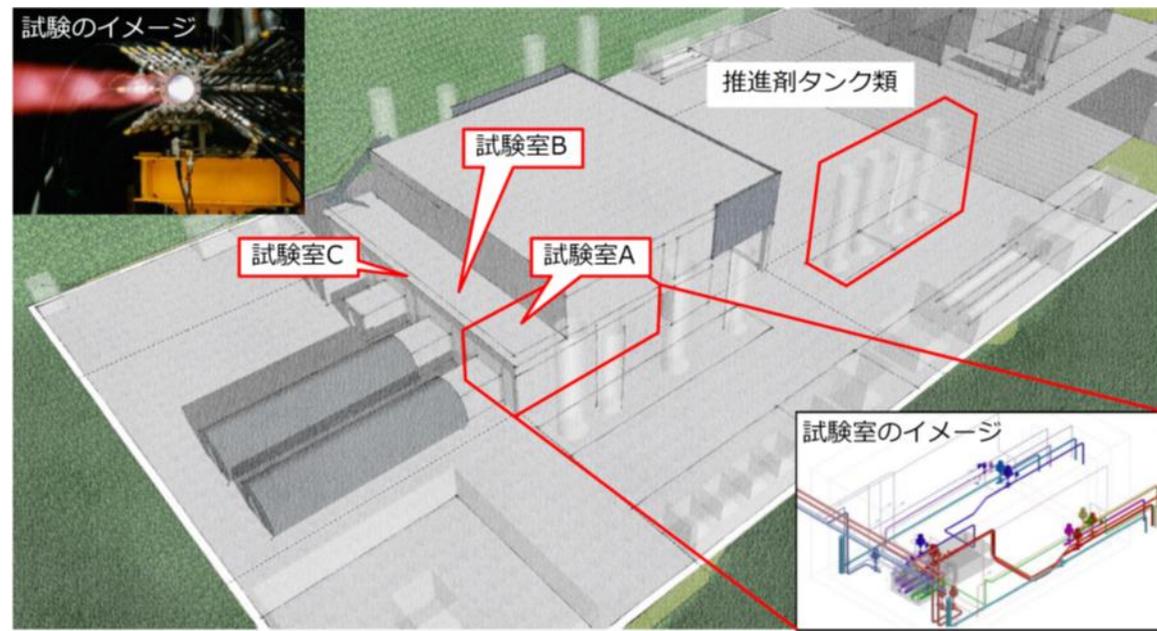
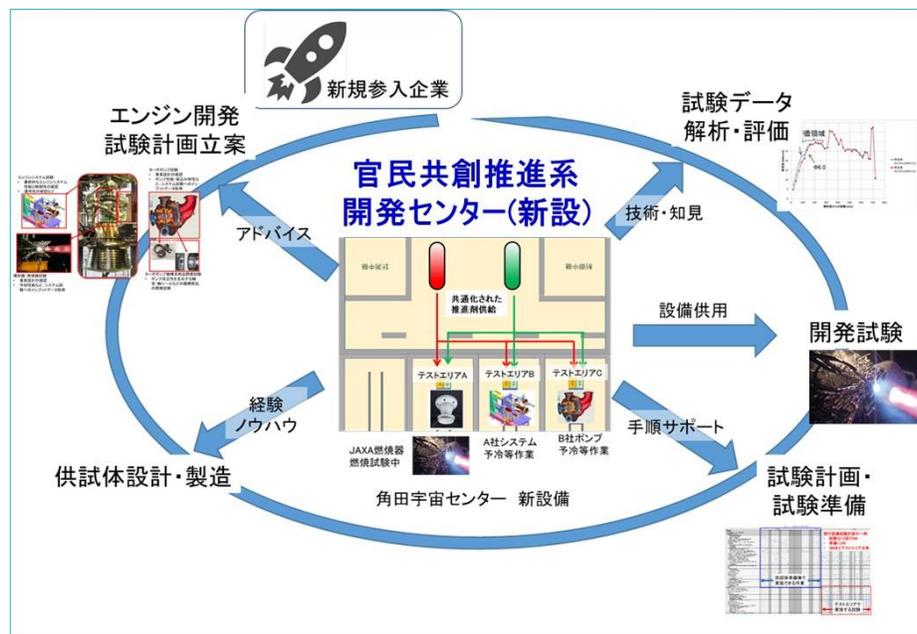


研究の効果の例

計算格子作成とシミュレーションの例

# ③民間主導の開発体制を支える環境の整備(1/1)

- JAXA角田宇宙センターに官民共創推進系開発センター(ロケットエンジン等の試験設備)を整備中。
- 推進系(ロケットエンジン等)の専門知識を有するJAXAが試験設備と試験実施ノウハウ等を提供することで、民間事業者の参入初期や開発初期のリスクを低減し、開発を効率的に後押しする。また、本支援活動を通してJAXAは試験実績・専門知識の更なる蓄積を行う。
- ユーザー説明会には、これまで36機関が参加し、現在のところ大学、企業含めて13機関が整備後の利用を希望するなど、大学や民間企業の関心は高い。



# 民間事業者による宇宙輸送システムの開発・事業化の促進に関する気付き事項

- JAXAは民間事業者による宇宙輸送システムの開発・事業化の促進として、これまで①技術ロードマップワークショップ等に基づく意見集約、②RFIやRFPを活用したオープンイノベーション共創体制、③官民共創推進系開発センターにおけるユーザ説明会等を通じて民間事業者・アカデミア等と対話を重ねてきた。
- 2024年10月までに、主に以下の技術事項について研究開発の加速や支援に関する意見を頂いている。意見を踏まえ、宇宙技術戦略における関連項目の重要性を整理すると以下の通りとなる。

民間事業者等からの研究開発加速や支援依頼のご意見	現時点(2024年10月時点)の政策的位置付け	
技術ロードマップ(詳細版)	宇宙技術戦略(令和6年3月28日決定)	
①システム技術		
開発加速用システム設計ツール等技術	システムインテグレーション技術・MBSE技術	非常に重要
空気吸込み利用を考慮した飛行経路作成自動化技術		
②構造系技術		
軽量・高硬度なタンク・翼構造技術	3D積層技術・複合素材成型技術	非常に重要
③推進系技術		
空気吸込式エンジン技術	エアブリージングエンジン技術	非常に重要
④その他の基盤技術		
着陸技術(降着脚)・誘導制御技術	着陸機構技術・帰還時誘導飛行制御技術	非常に重要
⑤輸送サービス技術(有人輸送技術)		
環境制御・生命維持技術・ヒューマンファクタエンジニアリング技術	環境制御・生命維持技術・ヒューマンファクタエンジニアリング技術	検討が必要
搭乗員安全救助用通信・異常検知・脱出技術	アポルトシステム技術	
帰還技術	帰還技術	
安全性・信頼性向上に向けたシステム技術・評価技術	総合的なシステム安全性評価技術	
有人輸送用射場整備技術	往還型宇宙港技術	重要

活動の具体化に向けて技術ロードマップ(詳細)を補強した。研究開発を推進中。

活動の具体化に向けて技術ロードマップ(詳細)を策定した。従来より重要性を高くする意見が出ている。

- 上の⑤輸送サービス技術(有人輸送技術)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り、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。