

中間取りまとめ以降の検討結果（案）

令和 3 年 6 月に、革新的将来宇宙輸送システム実現に向けたロードマップ検討会中間取りまとめが行われ、市場規模が大きく、民間が関心を持つミッションにも適用できる将来宇宙輸送システムの開発を国と民間が連携して取り組む必要があり、ミッションに応じて「基幹ロケット発展型宇宙輸送システム」と「高頻度往還飛行型宇宙輸送システム」の二本立ての研究開発を進めていくことが示された。

今後官民が連携し、予見性を持って開発を進めていくため、官民の役割分担や長期（20 年程度）にわたる研究開発期間に対して民間事業者に予見性を持たせる方策、必要な環境整備、制度的課題等の中間取りまとめにおいて「引き続き検討事項」と整理された事項について、令和 3 年 12 月から令和 4 年 6 月に掛けて検討を行い、その検討結果について以下のように取りまとめた。

（1）官民の役割分担

- 「高頻度往還飛行型宇宙輸送システム」の開発を官民共同で推進していくための、官民の協議体制、官の支援方策等

令和 3 年 5 月に、サブオービタルの有人飛行、宇宙空間を利用した高速二地点間旅客輸送、低軌道における一般大衆の宇宙旅行、などの大きなマーケットポテンシャルのある事業を民間主導のビジネスとして実行することのできる環境を作るため、一般社団法人宇宙旅客輸送推進協議会が発足する等、本検討会で示された「高頻度往還飛行型宇宙輸送システム」の開発・事業の担い手が現れるための環境醸成が進んでいる。

そのような中で、まずは「高頻度往還飛行型宇宙輸送システム」の開発・事業を行う者が JAXA の支援（解析モデル検討）も受けて、事業成立性を前提とした飛行形態や機体の規模等を検討し、更に今後必要となる技術を示す。JAXA では、開発・事業を行う者が提案している飛行形態、規模に技術成立性があるのか、今後必要となる技術が（どの程度、どのくらいの期間で）獲得できるのかの見込みについて、開発・事業を行う者と対話を行う。技術成立性を評価するに当たっては、現時点からの技術見込みだけでなく、将来の技術的ブレークスルーの可能性も見込んで対話を行う。これらの JAXA との対話を通じて、開発・事業を行う者は事業成立性を前提とした範囲内で、技術的に成立する飛行形態、規模に収れんさせていく。仮に、開発・事業を行う者が必要とする技術が、JAXA との対話において技術成立性が見込めないものや今後必要となる技術

の獲得が困難だとしても、開発・事業を妨げるということにはならない。JAXA が「基幹ロケット発展型宇宙輸送システム」との共通技術等も踏まえた一定の範囲内で要素技術のレベルを上げる中で、不足する分については、開発・事業を行う者の責任・投資でその差を埋めるという進め方も考えられる。

開発が始まった後、開発・事業を行う者の技術実証への取組状況については、専門家等も含めて（開示できる範囲で）途中段階でも開発状況の報告を国は受け、必要に応じて官民の役割分担や革新的将来宇宙輸送システムロードマップの見直しを行う。

- 国と民間の研究開発の分担（知財の持ち方に係るものを含む。）

JAXA において、個別の要素技術についてのオープンイノベーション共創体制により情報提供要請（RFI）を行い、それにより、オープン/クローズの要素技術の研究開発を進めている。また、JAXA が策定し今後将来宇宙輸送システムを実現するために必要となる技術ロードマップを提示し、その実現に向けた要素技術を獲得するとともに、JAXA の既存技術の活用や既存技術を踏まえた民間企業等からの技術提案の対話を通じて、宇宙輸送業界関係者、宇宙輸送事業者らの意見を集約・確認した上で、官民共同研究による必要な要素技術を獲得していく。

「高頻度往還飛行型宇宙輸送システム」の開発・事業を行う者（検討中のものを含む）が更に必要とする要素技術について、革新的将来宇宙輸送システムロードマップを踏まえつつ、宇宙輸送業界関係者、宇宙輸送事業者らの意見を集約・確認した上で、技術ロードマップへ反映を行う。開発・事業を行う者は、主体的技術開発を進めていく上で、JAXA が実施するオープンイノベーション共創体制で得られた将来輸送系の要素技術研究※や CALLISTO 等で得られた技術の提供を受けることができる。それを踏まえ、開発・事業を行う者は、実証機等の開発、試験、機体のインテグレーション、地上系も含めた再使用を伴うシステムの運用方法を開発する。

※個別の要素技術の研究開発は、民間企業等と JAXA が共同研究を行い、知財等の保有割合は、資金、人員等の分担等の貢献に応じて設定される。民間企業側は主に自らの製品（地上分野）にその技術を適用し、将来宇宙輸送に係る分野への適用は非独占とし、「高頻度往還飛行型宇宙輸送システム」の開発・事業を行う者が使用できるものとする。

- これまでの我が国の宇宙開発で、JAXA や民間の培われた技術や知見などの効率的活用のための仕組みづくり

開発・事業を行う者が、飛行形態や規模等を検討するに際し、JAXA で保有、実施している要素技術研究の状況把握が必要となる。そのため、これに対応する国/JAXA 側の窓口を整備し、開発・事業を行う者とのヒアリング・意見交換を定期的に行う。その際、開発・事業を行う者との対話を通じて必要な技術を絞り込み、JAXA がこれまでの研究開発を通じて得られた成果から活用できる既存技術を提供する。

- 開発を担う民間事業者の選定方法

「高頻度往還飛行型宇宙輸送システム」の開発・事業を行う者の飛行形態、規模がまとまった後、国/JAXA と議論を行い、段階的に技術実証ステージゲートを設ける開発支援について協議を行う。2040 年代前半までを現時点から見た場合、開発・事業を行う者にとっては、非常に長い期間であり、事業の予見性が見通しにくく、民間でのファイナンスを措置することが難しいと想定される。段階的に技術実証のステージゲートを設けることにより、その都度一定の期間を区切り、事業の予見性も得て、段階的に将来宇宙輸送システムに向けての技術を獲得していく。開発・事業を行う者が段階的な技術実証を行うことにより、市場等からも技術・能力を保持する等の信頼、実績を得て、開発・事業を行う者が市場からの資金集めが進むことが期待される。

段階的な技術実証のステージゲートの設定は、最終的に高頻度往還飛行型の開発・事業を行う者が出そろい、各者の飛行形態、規模等が出そろった上で、国が設定する。

本検討会で示した技術実証方策は、4 段階のステージゲートを数年おきに設け、まずは、再使用技術を盛り込んだ小規模な機体を開発し、次いで有人飛行技術を盛り込んだ機体、大型化を行い、2040 年代の二地点間高速輸送等の実用機につなげるものである。現下の国際情勢等も踏まえ、第 1 段階の技術実証ステージゲートで開発される宇宙機は、2040 年代前半を待たずに打ち上げの低コスト化の早期実装につなげる。

技術実証ステージゲートの具体的な進め方について、国は、開発・事業を行う者が作成した事業成立性を前提とした「飛行形態」、「規模」についての技術成立性を評価し、協議を通じて、飛行形態、規模を収れんさせていく。その後、外部専門家等からのコメント等も踏まえた上で、

第1段階の技術実証のステージゲートを示して、RFPを行う。開発・事業を行う者は、この提案に応じ、飛行形態、規模を示す。国は示された飛行形態、規模、必要となる技術を確認し、ステージゲート参加者を選定する。(この段階での選定は、参加する者が技術的な能力を持っているか否かの予選的選考を想定)その後、契約を締結し、JAXAが保有する要素技術/今後得られる予定の要素技術について対話を通じて提供するとともに、マイルストーンペイメント方式による支援を行うことが考えられる。マイルストーンペイメント方式での支払は、一例として、基本設計/詳細設計/製造/技術実証等の各段階で行うことを想定している。

技術実証ステージゲートの技術実証を確認できる手段としては、デモンストレーション飛行等、明確な形で行う。技術実証を成功した際には、一定の打ち上げ枠の買取りであるアンカーテナンシーを検討する。これらを通じて初期運用段階の実績作りを行うとともに、早期の実装化を図り、2040年代前半を待たず、国として低コスト化した宇宙アクセス手段を活用する機会の創出に努める。開発・事業を行う者は、開発した宇宙機の初期の運用実績をアンカーテナンシーで確保することにより、その後は自らその宇宙機を活用した輸送、宇宙旅行等のビジネス展開を図ることが期待される。

- 我が国の宇宙輸送システムの自立性を確保するために、国が責任を負うべきキー技術の維持方策

衛星の打ち上げ等、基幹ロケットは宇宙へアクセスするための根幹のインフラとして、宇宙活動の自立性を確保することが我が国の宇宙政策の基本となっており、基幹ロケットの開発・高度化を継続的に進める必要がある。そのため、JAXAにおいて、これまでのH-IIA/B、H3ロケットでの開発・運用で培われた技術を継承し、主にロケット機体の再使用化をはじめとした低コスト化技術を適用する「基幹ロケット発展型宇宙輸送システム」の開発を進める。なお、我が国が自立的な宇宙活動を行うために、他の産業技術からの転用ができないロケット固有の技術(キー技術:液体ロケットエンジン技術、誘導制御技術、飛行安全関連技術等)で、他国からの影響を受けることのないよう国内に維持する必要があるロケットに関する基幹技術については、国が責任を負うべき分野の技術として、官民の役割分担(H3ではJAXAが開発)を明確にした上で開発を進める。

- 機体以外のシステム（地上施設設備・打上安全監理）の開発、運用主体と役割分担

民間主導の開発体制を支えるために、民間も利用できる、燃焼試験場を開発段階に合わせて、JAXA において整備を行う。具体的には、エンジン開発に必須であるエンジン燃焼試験を行い、かつ、試験の際に民間側のエンジンと施設とのインターフェースの負担を下げた官民共創推進系開発センターの整備が今年度より開始されている。

また、開発・事業を行う者が自ら活用できるようシステム検討ツールの整備やモデルベース開発環境の整備を行いつつ、開発・事業を行う者の求めに応じて、開発の効率化に向け、モデル較正に必要な要素試験やモデルベース開発環境の更新等を進める。

既にニュースペース事業者では安全監理や宇宙活動法対応を自ら実施していることから、今後「高頻度往還飛行型宇宙輸送システム」の事業化等を見据えると、開発・事業を行う者が安全監理を担っていくことが考えられる。

（2）射場・スペースポート

「基幹ロケット発展型宇宙輸送システム」、「高頻度往還飛行型宇宙輸送システム」のいずれにおいても、再使用の機体を開発することにより打ち上げコストを抜本的に低下させることを想定しているが、現在、JAXA が打ち上げを行っている種子島、内之浦のどちらの射場においても、機体の再使用によって、機体が射場に戻って運用するような仕様とはなっていない。再使用を伴う飛行試験を行う試験場のスペックや再使用機の回収方策、整備方策について検討を開始する。その飛行試験場については、「高頻度往還飛行型宇宙輸送システム」の開発に取り組む者も試験で活用することも想定される。

（3）制度的課題（法律・条約事項等）

一定期間ごとの技術実証ステージゲート等の開発進捗に伴い、想定される開発の技術パスが、再使用を伴う小型ロケット→有人対応→大型化→高頻度化（地上も含めた運用体制が整う）が想定され、（開発の進捗と

制度の検討、設置等はリンクすることから) この開発ペースを踏まえた上で機体への対応、人への対応、商業化の認定等、段階的に明確な期限を区切って、関係機関と連携し、実現に必要な環境の検討・整備を進める。現段階で考えられる制度的課題例としては、以下が挙げられる。

○再使用技術の獲得：

- ・飛行実験実証を多頻度を実施するための手続緩和

○機体等への対応：

- ・宇宙機の航行安全等を図る法令
- ・スペースポート設置基準を定める法令
- ・再突入の許認可

○有人飛行への対応：

- ・宇宙機への搭乗資格/医学的基準
- ・有人飛行の許認可
- ・有人飛行事故の責任区分/補償

○商業化への対応：

- ・宇宙機を操縦する資格
- ・宇宙機を整備する資格
- ・安全運航管理する資格
- ・宇宙旅客運送事業の許認可
- ・高頻度大量輸送の国際的なルール

(4) 国際協業の在り方

我が国では、第1段再使用型宇宙輸送技術について、欧州の宇宙機関との国際共同実証実験に向けた取組(CALLISTO)を推進している。開発・事業を行う者においても、検討する事業計画によっては、材料、機器等の宇宙輸送システムに使用される共通的な製品に関して、国際企業間で製品の共同調達、技術協力を推進して、個別発生費用の削減を図り、宇宙輸送システムの大幅な低コスト化を実現することも想定される。

(5) 利用ミッション動向を含む将来市場環境及び宇宙輸送事業者に関する継続的な分析・評価

「高頻度往還飛行型宇宙輸送システム」の研究開発プロジェクトの進捗について市場環境や海外競合の動向等も踏まえ、引き続き専門家等も

加え、文部科学省によるレビューを行い、官民の役割分担等の見直しを行う。

将来輸送系に関わるロードマップは、研究開発プロジェクトにとどまらず、宇宙輸送系は我が国が自立的に宇宙活動を展開する上で必須のインフラであり、また、低コストの宇宙アクセスは、宇宙利用の更なる拡大、宇宙産業発展にもつながることから、関係機関と連携し、分析・評価を行っていく。

以上