

革新的将来宇宙輸送システム実現に向けた 我が国の取組強化に向けて

(将来宇宙輸送システム調査検討小委員会提言(中間取りまとめ)概要)

令和2年5月21日

文部科学省 研究開発局 宇宙開発利用課



文部科学省

MEXT

MINISTRY OF EDUCATION,

CULTURE, SPORTS,

SCIENCE AND TECHNOLOGY-JAPAN

将来宇宙輸送システム調査検討小委員会について

1. 将来宇宙輸送システム調査検討小委員会：

宇宙基本計画工程表（平成30年度改訂）を踏まえ、昨年9月26日、文部科学省 科学技術・学術審議会 宇宙開発利用部会に表記小委員会を設置。令和2年1月15日に第1回を開催し、書面審議・オンライン審議等を含めて計6回開催（親委員会である宇宙開発利用部会に3月25日に中途経過報告し、5月19日に了承・決定）。

2. 主な検討事項：

- (1) 再使用型宇宙輸送システムを含む将来宇宙輸送システムの考え方について
- (2) 再使用型宇宙輸送システムを実現するに当たっての課題（技術・コスト等）について
- (3) 国内外の将来宇宙輸送システム研究開発動向について
- (4) その他

3. 構成員：（◎；主査、○主査代理）

有田 誠	JAXA H3プロジェクトチームサブマネージャ	石井 由梨佳	防衛大学校人文社会科学群准教授
石田 真康	A.T.カーニー株式会社 プリンシパル	稲川 貴大	インターステラテクノロジズ社代表取締役社長
◎遠藤 守	日本宇宙少年団専務理事	大貫 美鈴	スペースアクセス株式会社代表取締役
神武 直彦	慶應義塾大学システムデザイン・マネジメント研究科教授	齊藤 靖博	JAXA研究開発部門CALLISTOチーム副チーム長
竹森 祐樹	日本政策投資銀行業務企画部イノベーション推進室長 兼 担当部長	○永田 晴紀	北海道大学工学研究院機械宇宙航空工学部門教授、副研究院長
中村 裕子	東京大学スカイフロンティア社会連携講座 特任准教授	野口 裕一	I H I エアロスペース宇宙輸送システム技術部主査
野中 聡	JAXA宇宙科学研究所宇宙飛翔工学研究系 准教授	兵頭 翔洋	三菱重工業宇宙事業部技術部計画課主任
松尾 亜紀子	慶應義塾大学理工学部教授	山崎 直子	スペースポートジャパン代表理事

4. 事務局：文部科学省 研究開発局 宇宙開発利用課

検討の経緯

第1回（1月15日）

- 将来宇宙輸送システム調査検討小委員会について（設置目的、委員名簿等）
- 我が国の宇宙輸送に係る国内の主要動向について
- 将来宇宙輸送システム調査検討小委員会における検討項目素案について

第2回（1月30日）

- 宇宙輸送に係る国外の主要動向について
- 宇宙輸送コミュニティにおける次の目標設定の議論及び提言について
- 将来の宇宙利用の動向
- 将来宇宙輸送システム調査検討小委員会における検討項目について

第3回（2月14日）

- 宇宙輸送システムと宇宙産業について
- 防衛省の宇宙分野における取組
- 宇宙輸送系の取り巻く状況と将来に向けた今後の取り組みについて
- 将来宇宙輸送システム調査検討小委員会の議論の方向性について

➡ 検討状況を第53回宇宙産業・科学技術基盤部会に報告（3月10日）

第4回（3月18日）（書面開催）

- 将来宇宙輸送システムロードマップ構築に向けた検討の視点
- 将来宇宙輸送システム調査検討小委員会の提言骨子案

第54回 宇宙開発利用部会（3月25日）（書面開催）

- 将来宇宙輸送システム調査検討小委員会の提言骨子案

第5回（4月27日）（オンライン開催）

- 宇宙基本計画（案）における将来宇宙輸送システム研究開発について
- 将来宇宙輸送システム調査検討小委員会提言(案)について

第6回（5月13日）（オンライン開催）

- 将来宇宙輸送システム調査検討小委員会提言(案)の中間取りまとめ



第56回 宇宙開発利用部会（5月19日）（オンライン開催）

- 将来宇宙輸送システム調査検討小委員会提言(中間取りまとめ)の了承

緒言・現状・課題

- **宇宙輸送システムは、安全保障や国民生活に不可欠な宇宙開発利用の根幹のインフラとして自立性確保が我が国の宇宙政策の基本。**
- 将来にわたり宇宙輸送システムの能力を維持・強化し、安全保障、経済成長や科学技術イノベーションにつなげるため、再使用型宇宙輸送システムを含めて**将来宇宙輸送システムの発展等により革新的な将来宇宙輸送システムの実現が必要。**

(1) 宇宙輸送システムの意義 (自立性確保)

- 宇宙輸送システムはあらゆる宇宙活動の根幹として国としての自立性確保が必要。 ➡ 将来にわたる継続と発展が必要。

(2) 内外の動向

- 国内では、自立性・競争力を確保のため、H-IIA/B、H3・イプシロンの基幹ロケットを開発・運用（技術や人材の蓄積）。小型ロケット等の民間事業者主導の取組が活性化。
- 深宇宙探査の国際的広がりや、小型衛星のメガコンステレーション、宇宙旅行、高速二地点間輸送(P2P: Point to Point)等の様々な宇宙輸送ビジネスの可能性の拡大、一方、スペースデブリ低減等周辺環境は変化。
- 先進諸国は、基幹ロケットシステムの維持・発展へ注力し、将来宇宙輸送システムの研究開発を積極的に推進。スペースX社等により国際競争は激化。市場の形成と一体化した宇宙輸送システム開発・運用が進行。
- ➡ 安全保障や国際宇宙探査、世界的な宇宙市場拡大等の政策ニーズ、市場に対応する宇宙輸送システムの発展が必要。
- ➡ 現行の基幹ロケットシステムとともに革新的な将来輸送システムの発展等に向けた取組が必要。

(3) 将来宇宙輸送システムの必要性

- 将来にわたる宇宙輸送システムの自立性確保・発展のため、革新的な技術による将来宇宙輸送システムの方向性提示が必要。
- 国主導だけでなく、民間事業者や大学等との共創関係、経済的な自立性につながる宇宙輸送システムが必要。
- 感染症等の危機的事態でも基幹ロケットの維持・強化と併せて将来宇宙輸送システムの研究開発が重要。
- ➡ 革新的将来宇宙輸送システム技術の獲得のための体制・枠組み必要。変化に対応し、非宇宙分野を含む最先端技術や多様な知見によるイノベーション創造が必要。
- ➡ 社会実装・市場の獲得・形成に向けた産学官共創の関係、自立性等に留意した海外との連携が必要。

今後の取組方策

(1) 基幹ロケット技術の維持と強化

- 現行基幹ロケットは、当面の間、宇宙空間にアクセスできる唯一の手段。技術の高度化、産業・人的・設備基盤、インフラの維持を着実にいき、革新的将来宇宙輸送システムに発展。

(2) 革新的将来宇宙輸送システムの実現

- 将来の政策ニーズへの対応や将来の需要、市場形成と一体となり、革新的将来宇宙輸送システムの実現を目指す。自立性確保と飛躍的宇宙開発利用の拡大に向け、抜本的低コスト化等を産学官が役割を果たしながら実現。

- ① (研究開発課題の設定と進捗管理) 複数の研究開発課題を設定、技術的成立性、コスト、優位性、拡張性等の観点により選択と集中で管理。将来のイノベーションを生み出す難易度の高い、挑戦的なものを含めて研究開発課題を設定。

[考えられる例：再使用技術、革新的推進系技術、革新的材料技術、革新的生産技術、有人化にも資する信頼性・安全性技術、高頻度運航管技術等]

※1) これらに限定されない。これらの技術・コストは精査が必要。 ※2) 将来の有人宇宙輸送システムの重要性に留意して検討。

- ② (ロードマップの策定) システムの目標形態、実現時期、官民分担を明らかにし研究開発の発展に応じた段階的な計画・道筋(ロードマップ)を文部科学省研究開発局が中心となり策定 ➡ ロードマップ策定の視点

- ③ (共創体制) 幅広い産学官の参画によるオープンイノベーションの共創体制を構築

- ④ (研究開発マネジメントの推進) 技術マネジメントをJAXAが担い、研究開発政策を文部科学省が担う。激しい変化に対応できる調査分析・ベンチマーキング等を実施。

(3) 革新的宇宙輸送システム発展に向けての留意事項

- ① (1)と(2)の相乗効果発揮、② 政策領域ごとに適切な関係省庁と連携・協力、③ 産学官の役割分担、④ 人材育成・国民理解の増進、⑤ 自立性や競争力を踏まえた海外との戦略的連携・協力

(4) 速やかに取り組むべき事項

- ロードマップについて本年度秋に検討着手。来年度中に初版策定。JAXAにおける調査分析・研究開発計画等の立案。JAXAで技術ロードマップを策定。
- 産学官によるオープンイノベーションの取組による共創体制を構築。
- 現行の関連施策・事業を糾合し総合的プログラムとして実施。

ロードマップ策定の視点

【目標】2040年代前半までに抜本的低コスト化等を含めた革新的将来宇宙輸送システムを実現。宇宙輸送をはじめ宇宙産業を我が国の主要産業の一つへ

【位置づけ等】2030年前頃の技術実証とその後の実用システム事業化

・産官学協力により検討・適宜見直し

添付・参考資料

■ 我が国の宇宙政策の実現、市場形成・獲得を目指した宇宙輸送産業の競争力確保

- ✓ 基幹ロケットの維持・発展（宇宙空間への自立的アクセス手段の確保）
- ✓ 新たな宇宙輸送市場の形成・獲得に向け、抜本的低コスト化等を目指した革新的将来宇宙輸送システムの実現

■ 革新的将来宇宙輸送システムの研究開発

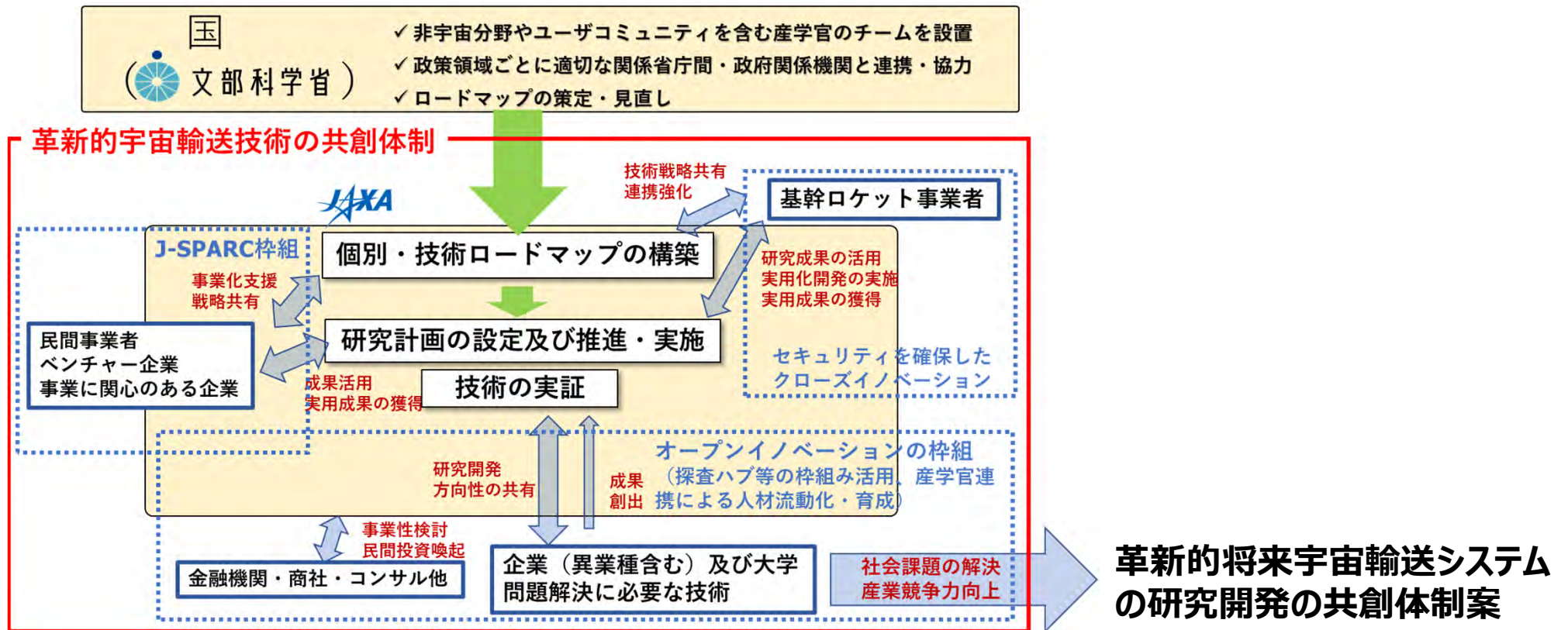
- ✓ 革新的将来宇宙輸送システムは、長期ビジョン※で示されている**輸送コストの抜本的低減、高頻度大量輸送、航空機的な繰り返し運航、民間航空機と同水準の安全性を有する宇宙輸送システムに改めて設定。**

※「宇宙輸送システム長期ビジョン」（平成26年4月宇宙政策委員会）

- ✓ 革新的将来宇宙輸送システムに向けマルチパスアプローチを基本として以下を柱として推進。時間軸を意識しながら選択と集中を図る。
 - 宇宙輸送システムとして普遍の価値を有する有望技術の発展に資する研究開発
 - 抜本的輸送コスト低減等に資する異業種・異分野と連携したイノベーション活動・挑戦的な研究開発
- ✓ 革新的将来宇宙輸送システムの実現に向けた長い道のりの中で、研究開発の段階的な成果を我が国の宇宙輸送系の国際競争力強化等（下記）に適宜反映。その際、高度な地上検証、早期・段階的な飛行実験・実証や実験機・実証機開発により、実証・実績に基づくベストプラクティスを社会に早期に示しながら、迅速な社会実装を図る。
 - 基幹ロケット等の短・中期的なニーズへの対応・課題解決
 - 民間事業者の事業化支援、国際競争力強化（デファクト・スタンダード戦略を含む）
 - 宇宙輸送産業に対する新たな民間事業者、投資家等の新規参入の促進
 - 次世代を担う若手研究者・若手エンジニアの育成・確保
 - 宇宙利用市場の形成および継続的拡大への貢献
- ✓ 有人輸送については、有人化にも資する信頼性・安全性技術を継続的に向上しつつ、民間等の宇宙市場形成状況および国際動向を踏まえ、有人輸送に関わる我が国の方向性を検討する。

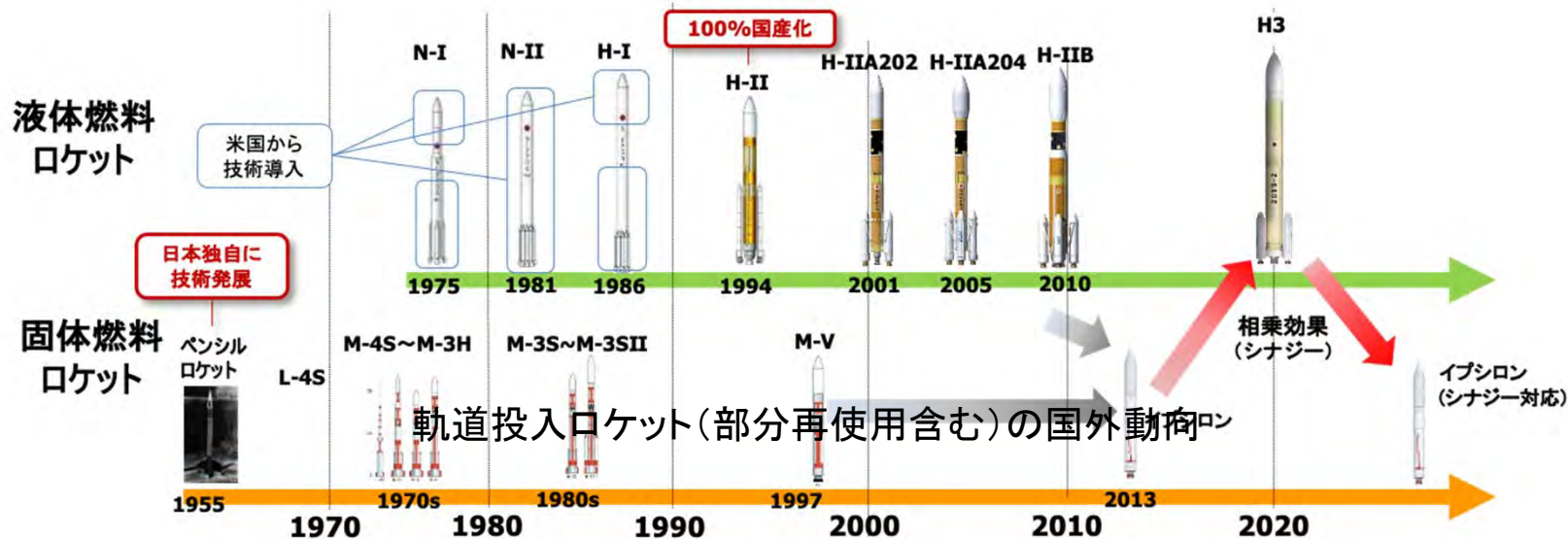
■ 研究開発の進め方

- ✓ 我が国の宇宙輸送システムの自立性を継続的な確保、革新的な将来宇宙輸送システムの実現を目指し、研究開発から実用化までの道筋とその実現方法を示すロードマップ・技術ロードマップを策定。
- ✓ JAXAが中心となり、研究開発のフェーズに応じた、異業種・異分野・産学官との共創体制の構築を図る。当該連携における研究開発の段階的な成果を我が国の宇宙輸送国際競争力強化等に適宜反映。
 - (1) オープンイノベーションによるSEEDS作り (協調領域での研究開発活動)
 - (2) 連携パートナーの明確化による研究開発の加速
 - (3) 出口戦略の明確化および官民協働開発による実用成果の獲得 } (競争領域での研究開発活動)



参考資料(国内外の宇宙輸送システム動向)

- 我が国の基幹ロケットの研究開発・運用
 - 国産技術によりロケットを開発・製造・運用。我が国の自立的持続可能な宇宙輸送システムを確保。
 - 液体燃料のH-IIA/Bロケット及びそれらの後継のH3ロケット並びに固体燃料のイプシロンロケットを我が国の基幹ロケットとして位置づけ。政府衛星の打上げに当たっては基幹ロケットを優先的に使用。



- 諸外国でも自国で宇宙にアクセスする手段として自立的持続可能な宇宙輸送システムを確保するため、主力となるロケットの開発・運用に対する政策的な支援を実施。
- 国の施策の下、将来の宇宙輸送システムに向けた中長期的な戦略的な研究開発に取り組んでおり、革新的イノベーションへの挑戦を推進しつつ、次世代を担う人材の育成にも貢献。

○米国



○欧州



○中国



1. 政府関係衛星等の今後の打上げ見通し

(現行 宇宙基本計画に基づく) ;

⇒ 低軌道： 3～4機/年

中高軌道： 1～2機/年

2. 今後の世界のロケット打上げ需要予測

商用用途として今後、年間40機以上、更に政府衛星を含めると**年間100機以上**

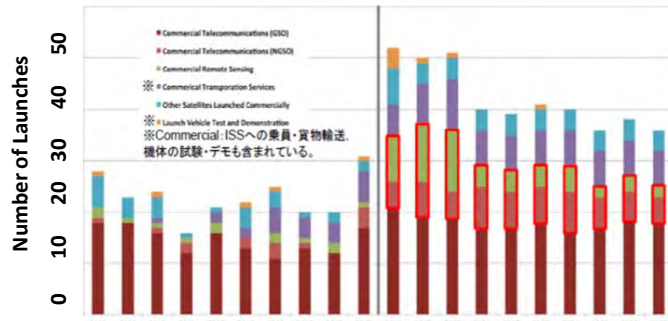


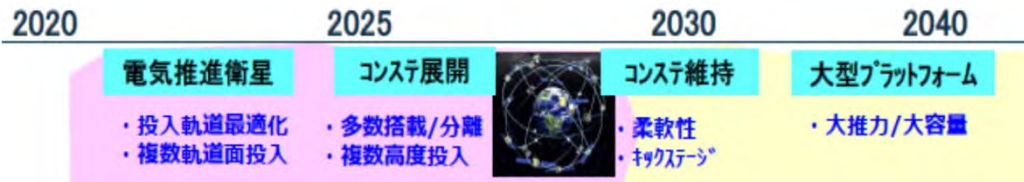
Figure 10. Historical and projected commercial orbital launches by industry segment. (野口委員発表資料)

3. 今後の世界の衛星市場の動向

① 高性能電気推進系採用により、**衛星(電気推進衛星)**

バスの小型化が可能となり、デジタルペイロード技術の発展とともに、静止衛星需要の拡大を牽引

② 小型衛星による**低軌道衛星コンステレーション**構築の機運の盛り上がりに伴い、**高頻度打上げ需要の拡大**を牽引。また、新規に**スペースデブリ**の懸念が発生



(兵頭委員発表資料)

4. 今後の宇宙ビジネス展望

- ① 世界の宇宙産業は**現在大変革期**にあり、**多様な新しい事業**が生まれつつある。
- ② 宇宙輸送サービスは**ニーズと手段が多様化**しつつあり、世界的に**ニュープレイヤー**が参入。



有人/無人輸送、宇宙旅行、宇宙探査、軌道上サービス等

(石田委員発表資料)

5. 安全保障分野における宇宙領域の重要性

- ① 宇宙空間の安定的利用の確保
宇宙作戦隊(仮称)の新編/S S Aシステムの整備等
- ② 宇宙領域を活用した**情報収集、通信、測位等**能力向上
- ③ 宇宙開発利用推進のための先進的知見を有する諸外国との協力



SSA運用 (イメージ)



Xバンド防衛通信衛星 (イメージ)

(防衛省発表資料)

6. 月探査を中心とした国際宇宙探査

- ① 各国の宇宙機関は、**国家事業**として宇宙探査にシフト
例：米国ゲートウェイ計画
- ② 民間の役割(輸送、開発等)は**増大**

(出典) 将来宇宙輸送システム調査検討小委員会委員等発表資料から作成