

基幹ロケット開発に係る有識者検討会

これまでの検討の整理(案)

令和7年6月27日

文部科学省 研究開発局

基幹ロケット開発に係る有識者検討会

■趣旨

我が国の基幹ロケットについて、今後の開発の方向性等に関し有識者による検討を行う。

「宇宙基本計画」(令和5年6月)においては、他国に依存することなく、宇宙へのアクセスを確保し、自立的な宇宙活動を可能にすることで、我が国の安全保障、国土強 靱化や地球規模課題への対応、イノベーション、新たな知・産業の創造等を持続的に実現することが必要であること、また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ていく旨が記載されている。打上げの高頻度化と、安全保障上必要となる宇宙システムの打上げや国際市場に対応する打上げ能力の獲得を目指した高度化、さらに、基幹ロケット・射場及び試験設備の適切な維持・管理に向けて、老朽化対策等の必要な措置の実施、高頻度打上げ対応に向けた射場の在り方についての検討と取組を継続的・計画的に進めることが指摘されている。

■構成員 名簿 (五十音順)

五十嵐 巖	三菱重工業株式会社 防衛・宇宙セグメント 宇宙事業部 事業部長
石田 真 康	一般社団法人 SPACETIDE 代表理事 兼 CEO
岡田 匡 史	国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 理事 宇宙輸送技術部門長
笠原 次 郎	東海国立大学機構名古屋大学未来材料・システム研究所 教授
中須賀 真一	東京大学大学院工学系研究科航空宇宙工学専攻 教授
丹生 謙 一	日本文理大学工学部航空宇宙工学科 教授
矢木 一 博	株式会社 IHI エアロスペース 取締役 兼 宇宙輸送事業推進部 部長
吉井 信 雄	東京海上日動火災保険株式会社 航空宇宙・旅行産業部 宇宙保険専門部長
若田 光 一	アクシオム・スペース宇宙飛行士 兼 アジア太平洋地域担当最高技術責任

■基幹ロケット開発に係る検討会(中間まとめ)【案】

1. 宇宙政策は世界が凌ぎを削る国家戦略であり、宇宙活動の自立性の確保は日本の宇宙政策の基本。
基幹ロケットは我が国の自立的な宇宙活動の根幹をなすものであり、激変する国際的な宇宙輸送を巡る環境の中、継続的な高度化と打上げの高頻度化は喫緊の課題。
2. 環境変化及びニーズの多様化に対応できる、輸送能力・利便性の向上、価値の最大化をブロックアップグレードによる高度化で進めるとともに、年間6～8機以上、最短2週間での打上げ高頻度化を目指す。
3. H3ロケットは、自立性の確保の観点から持続性と成長性を確保しつつ、強みを生かして国際競争力を保持しながら高度化することが重要。特に、喫緊のニーズに対応するライドシェア開発(ブロック1)、打上げサービスを向上する高頻度化に必須のH3ロケット2機同時期整備等の環境構築(ブロック2)、新型2段エンジンの開発等による打上げ能力向上(ブロック3)は、スピード感を持って取り組むことが必要。
4. ブロックアップグレードによる高度化は、これまでに無い新たなチャレンジであり、2030年代に向けて我が国の基幹ロケットの今後を左右する極めて重要な取組。
5. また、**自立性と持続性**を支えるため老朽化した射場設備・試験設備を刷新・拡充するなど**信頼性・安全性の向上**を推進するとともに、次期基幹ロケットに向け、再使用技術など先端・基盤技術の着実な推進が必要。
6. 文部科学省及びJAXAにおいては、検討会での議論を踏まえ、その実現に向けて必要となるJAXAの技術基盤や人的資源を強化しつつ、具体的な取組を強力に推進することを期待。

H3ロケット高度化の進め方について（これまでの検討の整理）【案】



文部科学省

趣旨

我が国の基幹ロケットについて、今後の開発の方向性等に関し検討を行うため検討会を設置。H3ロケットについて、環境変化及びニーズの多様化に対応できる、輸送能力・利便性の向上、価値の最大化をブロックアップグレードによる高度化で進めるとともに、年間6～8機以上、最短2週間での打上げ高頻度化を目指す。

現状と課題等

- **自立性の確保**は日本の宇宙政策の基本であり、宇宙輸送システムの保有は不可欠。2030年代前半までに官民合わせ打上げ能力を年間30機程度確保する方針。
- **現状の課題**は、外部動向の変化に開発が追いつかないこと、需要動向に応じたタイムリーな市場投入ができていないこと。
- 激変する国際的な宇宙輸送を巡る環境の中、**国際競争力**（技術的観点/事業モデルの観点）を再確認し、高度化と高頻度化に**スピード感**を持って取り組む必要。
- 信頼性等の**強み**を生かし、需要動向に柔軟かつ迅速に対応できる打上げ能力が必要。また、**勝ち筋**を見通した市場戦略が重要。更に、**挑戦的**な技術開発も重要。
- H2Aロケットは20年間で50機打上げ（年間5機が実績）。事業の**継続性・成長性**の確保、運用環境の整備が必要。
- 2030年代の次期基幹ロケット運用に向け、**再使用技術**など**先端・基盤技術**の推進が必要。
- リソース確保が極めて重要。**JAXAの技術基盤及び人材資源の強化**は喫緊の課題。

■ブロックアップグレードの推進

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**）により、外部動向やニーズヘタイムリーに対応するため**開発を短サイクル化**して、**フロントローディング**で見極めながらミッション要求とシステム定義を更新し、**スピード感**を持って柔軟なシステム開発を進め、段階的な市場投入を目指す。総合システム開発により、技術継承・人材育成・産業基盤の維持も同時に図る。

ブロック1：打上げ対応ミッションの拡大

- 顕在化したニーズの変化により対応が急務な**ライドシェアミッション**対応を短期間で実現する。需要が増大している小型衛星について、複数衛星のライドシェアによる打上げ機会を実現し、**多様な衛星打上げニーズ**に対応する（これにより、宇宙戦略基金等の新たな国内民間事業者の需要に対しても安定して打ち上げ機会を提供）。
- 併せて、H3ロケットを運用しながら高度化を図るブロックアップグレードの**スキームを確立**する。

ブロック2：打上げサービスの高度化

- 打上げ運用課題を継続的に改善し適時反映することで、国際競争力を維持しながら、**魅力あるロケット**として安定した打上げを実現する。オンタイム打上げ率や打上げ自由度の向上など顧客にとっての利便性の高い打上げ運用と事業性を確保するため、**運用改善**と**環境整備**等により、年間6機から8機以上の打上げ、最短2週間での連続打上げを実現し、**高頻度打上げ運用**を確立する。
- 自立性と持続性を支えるため、老朽化した射場設備・試験設備の刷新・拡充を推進するなど**信頼性・安全性の向上**を推進する。これらにより、**総合システム**として進化させ、政府ミッションを確実に打上げつつ、商業ミッションの受注機会を拡大する。

ブロック3：打上げ能力の向上

- 海外競合ロケットに伍する打上げ能力の向上（**新型2段エンジンの開発等**）に向けて、フロントローディングにより見極め、短期間での市場投入を目指す。輸送能力向上でミッションの裾野を広げ、新たなニーズに繋げることで、**商業打上げ市場の受注機数を増大**する（目標：毎年複数機受注）。

（※）ブロック4（大型輸送対応を想定）については、今後の検討課題。

ブロック1：打上げ対応ミッションの拡大

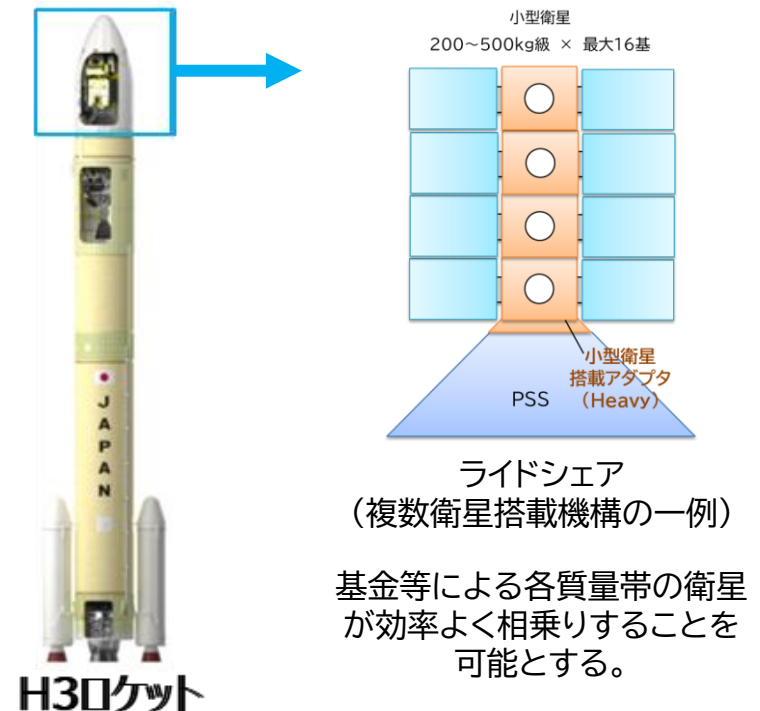
- ① 国内外で顕在化しているニーズの変化(小型衛星のコンステレーション等)に対応するため、ライドシェアミッションを短期間で実現するとともに、多様な衛星打上げニーズに対応する。
- ② 併せて、H3ロケットを運用しながら、並行して高度化を図るブロックアップグレードのスキームを確立する。
- ③ 市場拡大・喫緊のニーズ動向に対し、サブシステムレベル(**複数衛星搭載機構**)を短期間で開発することで、2027年以降に増大していく宇宙戦略基金等の衛星開発事業者に国内打上げ手段を提供する。

■ライドシェアミッションの実現

- 複数衛星搭載可能なライドシェア技術の開発
- 分離信号の増加・供給への対応に係る開発
- 飛行安全管制の成立性の検討 等

■アップグレードスキームの確立

- H3の運用と高度化開発の並行実施を実現するための運用・開発制度の設計構築
- システム変更時の影響評価プロセスを検証することで、短期間でフライトに適用するスキームを構築



ブロック2：打上げサービスの高度化

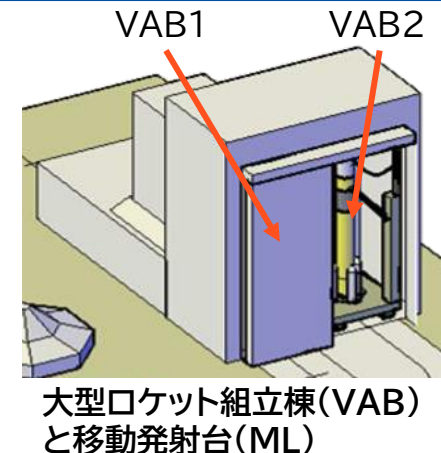
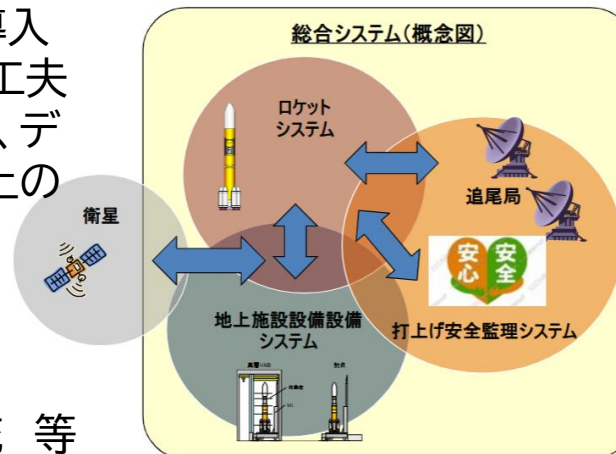
- ① 打上げサービスの高度化に向けて、打上げ運用課題を継続的に改善し適時反映することで、国際競争力を維持しながら、魅力あるロケットとして安定した打上げを実現する。
- ② オンタイム打上げ率や打上げ自由度の向上など顧客にとっての利便性の高い打上げ運用と事業性を確保するため、運用改善と環境整備等により、年間6機から8機以上の打上げとともに、最短2週間での連続打上げを実現し、柔軟性のある高頻度打上げ運用を確立するとともに、量産課題への対応など長期運用性の獲得を目指す。
- ③ 顧客サービスを向上するとともに自立性と持続性を支えるため、老朽化した射場設備・試験設備を刷新・拡充するなど信頼性・安全性の向上を推進する。
- ④ これにより、ロケット・地上施設設備・打上げ安全監理を総合システムとして進化させ、政府ミッションを確実に打上げつつ、商業ミッションの受注機会を拡大する。

■高頻度打上げ運用の確立

- ・ 打上げの柔軟性確保に向けたH3ロケット2機同時期整備環境の構築(大型ロケット組立棟(VAB)の改修と移動発射台(ML)増設による2ライン化)
- ・ 高頻度打上げに向けた技術的運用方法の導入(技術的に定期的な打上げ機会を準備する工夫や天候制約緩和の検討、保全作業の効率化、デジタル化適用などにより、年間一定機数以上のオンタイム打上げの実現を目指す)
- ・ 量産課題への対応など長期運用性の獲得

■信頼性・安全性の向上

- ・ 老朽化した射場設備・試験設備の刷新・拡充 等



現在は、H3用(VAB2)とH2A用(VAB1)となっているが、H3が2機同時に整備できるよう改修・増設する。

ブロック3：打上げ能力の向上

- ① 国際競争力・市場競争力の強化に必要な打上げ能力向上を実現するため、**2段機体を増強**するとともに信頼性・品質の強化を図る。
- ② 海外競合ロケットに伍する打上能力の向上(新型2段エンジンの開発等)に向けて、システム開発では十分な**フロントローディング**により見極め、短期間での市場投入を目指す。
- ③ 市場競争力を有する能力の獲得により、輸送能力向上でミッションの裾野を広げ、新たなニーズに繋げることで、商業打上げ市場の受注機数を増大する(目標:毎年複数機受注)

■打上能力の向上(2段機体の能力向上)

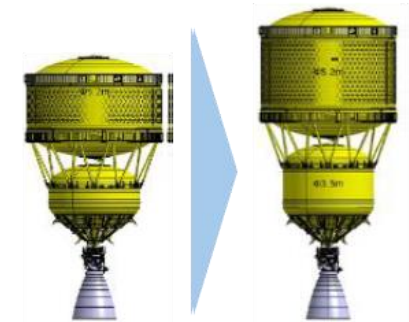
- ・ 新型2段エンジンの開発
- ・ 推力増強/推進薬搭載量増強に伴う2段機体の開発

■信頼性・品質の強化

- ・ システムインテグレーション技術の向上(顧客ニーズ対応強化に向けた総合システムとしての設計・検証)
- ・ アビオニクスシステムの高度化やデータ計測の充実化等の検討(上段システムの高度化等)



例：2段機体の大型化（推薬増量）



(2段機体開発のイメージ)

■基幹ロケットの基本的な考え方について(ご意見等の整理)

- ① 人工衛星等を他国に依存することなく打上げる能力を保持すること(自立性の確保)は、日本の宇宙政策の基本であり、日本が宇宙輸送システムを保有することは、自立性の確保の観点から不可欠である(※1)。国際的に宇宙輸送を巡る環境が激変し、官民の役割も変わりつつある中においても、この基本的な考え方が変わるものではない。
- ② 基幹ロケットは、安全保障を中心とする政府ミッションを達成するため、国内に保持し輸送システムの自立性を確保する上で不可欠な輸送システムであり、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である。そのためには、政府衛星の打上げに加え、国内外の政府・商業需要を取り込み、打上げ数を拡大することが求められる(※2)。
- ③ 引き続き、日本として強い宇宙輸送システムを保持することは、自立性の観点からも産業競争力の観点からも極めて重要であり、打上げに様々な制約等がある中でも、事業の成立性を維持すること、政策としての基幹ロケットの意義・必要性を継続して説明していくことが重要である。
- ④ また、必要となる人材の育成には時間がかかるものであり、技術や知見の継承を含め、予見性を持って事業の継続性と成長性を確保できる環境を構築していくことや、観測ロケット等で実際に経験する機会を作っていくことなどが重要である。
- ⑤ ロケット打上げは未だリスクの高い事業であり、官民ともにチャレンジしているものであるが、政府としては2030年代前半までに我が国としての打上げ能力を年間30機程度確保するとしており(※3)、基幹ロケットの継続的な高度化や打上げの高頻度化、更には次期基幹ロケットも見据えた検討等を着実に進めていくことが必要である。

(※1)「新型基幹ロケット開発の進め方」(平成26年4月、宇宙政策委員会)

(※2)「宇宙基本計画」(令和5年6月)

(※3)「宇宙戦略基金基本方針」(令和6年4月)、「宇宙基本計画工程表改訂に向けた重点事項」(令和7年5月 宇宙開発戦略本部決定)

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。
- 次期基幹ロ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。
- 基幹ロケットの高度化・次期基幹ロ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。

■ H3ロケット運用段階における現在の状況

- 運用継続には、量産体制を維持するため**一定の打上げ機数確保**が必須
- 宇宙利用が民需を中心に広がりを見せている中、必要な打上げ機数を**民需を中心にカバー**しなければならない可能性

運用段階の**打上げサービス継続**が必要

- 宇宙輸送をめぐる**環境の激変**
- 宇宙基本計画で「**基幹ロケットの継続的な運用と強化**」を行う方針
- 打ち上げの高頻度化と高度化にスピード感をもって取り組む必要性

総合システムの継続的な強化が必要

以上を踏まえた基幹ロケット事業のあり方のまとめ

自立性の確保および国際競争力の保有のために、以下の両輪を事業として推し進める。

- 射場・試験設備等のインフラ整備やキー技術を含む**ロケット総合システムの開発・維持**
- 官需と民需獲得によって打上げ機数を確保するための**打上げサービス**

3. H3ロケット高度化の意義・必要性

3.3 技術・人材・産業基盤維持向上

(※1) 技術・人材基盤の育成に関する基幹ロケットの役割

我が国の宇宙輸送に関する技術・人材基盤を維持・向上し、宇宙輸送ニーズの多様化に対応する各種の宇宙輸送システムを実現するために、ロケット総合システム開発に必要な様々な技術を持つ人材を、下記のあらゆる研究開発の機会を活用して育成する必要がある。

- **<総合システム開発>** 基幹ロケットは、H3高度化等による継続的な開発機会を確保し、新マネージャや若手担当者が開発に従事することを通じて技術を継承し、人材を育成する役割を担う。ロケットのようなSystem of Systemsをニーズに合わせてブロックアップグレードする取り組みはSE人材育成の観点でも非常に効果的である。
 - ・ H3開発で再び構築した技術・人材基盤を維持・向上し、将来の宇宙輸送系開発に向けて継承。
- **<基盤技術開発>** 同時に、第91回宇宙開発利用部会で報告した以下の研究開発プログラムなどを用いた官民連携を通じて我が国の輸送系全体としての技術・人材基盤の底上げを図る。
 - ・ 次世代の宇宙輸送技術の獲得を目指した基盤的研究開発の推進(将来宇宙輸送システム研究開発プログラム)
 - ・ 民間事業者・アカデミア等との対話と意見の集約・確認(技術ロードマップの策定・見える化)
 - ・ 民間事業者の提案等に基づく官民共同での研究開発の推進(オープンイノベーション共創体制)
- **<ミッション企画・立案>** これらの研究開発の出口となる次期基幹ロケットのシステム検討等の取り組みにより、大規模な将来の輸送システムを構想できる人材を長期的な視点で育成していく。

さらに、大規模システムであるH3ロケットやイプシロンSロケットの開発経験のみでは得られない、システム全体を理解し経験を積む活動を短期的・効果的に行う。例えば若手職員による観測ロケットを使用した宇宙実証装置の実証研究等の取り組みを今後推進する。

■H3ロケットの国際競争力の考え方について(ご意見等の整理)

- ① 激変する国際的な宇宙輸送を巡る環境に対応できるようにするためには、我が国として打上げ成功の実績を着実に積み重ねることが不可欠であり、さらに、スピード感を持って、宇宙輸送システムの国際競争力を向上し続けねばならない。
- ② 内外の動向等を十分に考慮しつつ、利用ニーズを踏まえた高い信頼性及び競争力のある打ち上げ価格を実現し、柔軟な顧客対応等を可能とするような国際競争力のあるシステムとするとともに、打ち上げスケジュールの柔軟性及び確実性の向上にも取り組む必要がある(宇宙基本計画)。
- ③ 国際競争力として、打上げ能力やコスト、打上げ頻度も重要な観点となるが、一方で、海外競合ロケットとの比較においては、技術的な観点のみならず、H3ロケットが基幹ロケットであることから事業モデルの相違等についても考慮して行うことが適切。
- ④ 技術的な観点からは、信頼性や独自性などの強みを作り、運用面を含め、出来ることの幅を広げるなど需要動向に柔軟かつ迅速に対応できる打上げ能力の獲得に向け、ロケットの高度化・高頻度化を進めることが重要である。
- ⑤ 事業モデルの観点からは、基幹ロケットの年間打上げ機数の当面の目標を踏まえつつ、海外を含めた民需獲得に向け、強みや独自性を生かして勝ち筋を見通し、世界で存在感を持って狙っていく市場等を戦略的に検討して行くことが必要である。
- ⑥ また、打上げはリスクの高い事業であり、世界の商業市場においては保険は重要な要素となるため、飛行実証を進める際にはアンカーテナントも重要になる。

2. 【論点①】 H3ロケットの国際競争力について

■ H3ロケットにおける国際競争力の定義

官需をベースロードとしつつ、必要な打上げ機数確保のために民需を獲得できること
⇒これによって効果的に産業基盤の維持および向上を目指すことが可能

- H3ロケット開発時に、ベースロードとなる官需が安定的に年間3機程度という前提で、「商業衛星を年間3機程度以上受注できること」を国際競争力の目標とした。
- 一定の生産規模を維持できる打上げ機数を確保することは、基幹ロケット製造メーカー/サプライヤの製造基盤や品質を維持するためにも極めて重要な要素。
- 同時に、コンスタントに一定の打上げ機数の製造・打上げができるインフラ維持も必要。
- このような国際競争力をもって、自立的かつ持続可能な基幹ロケットの事業基盤を保持することで、安全保障をはじめとする政府衛星の打上げ需要に的確に応えることができる。

2. 【論点①】 H3ロケットの国際競争力について

■ まとめ

- 以上の分析を踏まえた、H3高度化の国際競争力を確保する方向性

打上げ市場でのH3独自のポジションを確立する

- ➔ 必要な機数を確保するために、H3の強みを活かした付加価値を求める顧客をターゲットとし、定期的に安定した商業打上げ機数を確保すること

- ① H3の強みである投入軌道への指向性が高い顧客を獲得
 - ➔ 年間1～2機の海外商業静止衛星等
- ② H3の信頼性と事業安定性で、1社独占を嫌い2社以上の打上げ事業者を指向する顧客を獲得
 - ➔ 年間2～3機の海外通信コンステレーション等
- ③ 基金等による国内外小型衛星事業者の打上げ需要への対応
 - ➔ 年間1機程度のライドシェア複数小型衛星
- ④ 能力増強、連続打上げ対応等によるコンステレーションや探査ミッションへの対応
 - ➔ 上記②への貢献
- ⑤ 安定した打上げ運用継続による政府ミッションへの対応
 - ➔ 年間2機程度の官需衛星

- 合計で年間6～8機以上の安定した打上げ機会の獲得を可能とする国際競争力を目指す。

■H3ロケットの高度化について(ご意見等の整理)

- ① 宇宙活動が活発化し、競争環境が厳しくなる中、我が国の宇宙活動の自立性を将来にわたって維持・強化していくため、宇宙輸送システムの高度化等によって、我が国の宇宙活動を支える総合的基盤を強化することが必要。政府衛星を打ち上げる場合には、基幹ロケットを優先的に使用するとともに、打上げの高頻度化と、安全保障上必要となる宇宙システムの打上げや国際市場に対応する打上げ能力の獲得を目指した高度化(輸送能力の強化・衛星搭載方式の多様化・打上げ価格の低減等)にスピード感を持って取り組むことが必要(宇宙基本計画)。
- ② 高度化においては、勝機を得る方策を考え、事業展開を踏まえた充実した開発が必要であり、顧客のニーズをプロジェクトに盛込みつつ、事業として成立するよう維持・成長していくことが重要。
- ③ 一方、世界でも初号機から打上げに成功した新規ロケットベンチャーはなく、ロケット開発は非常に難しい。そうした中、ロケット開発では、実験やチャレンジを何度も繰り返すことで開発スピードを速めコストも低減させるといったスピード感を持って挑戦的な技術開発を進める開発手法が進んできている。
- ④ そのため、ブロックアップグレードにおいては、ニーズや課題に対し、短いサイクルで小回りを利かせながら様々な機能・能力を獲得していく方法が有効であり、技術に磨きをかけて、オリジナリティや強みを強化していくことが重要。また、当初想定していなかったところに、大きな成果が出ることもある。
- ⑤ 世界的な競争環境の中で、開発のスピードアップは必須であり、技術実証とフィードバックを繰り返しできる環境を作っていくこと、ある程度の実験的要素をプログラムの中に考慮して複数の対策等を持ちながらリスク対応を図ることが重要となる。
- ⑥ また、高度化で技術を獲得して運用段階に持って行く際にはシステムレベルでの実証が大変重要であり、H3の運用機会を活用して、高度化の技術・機能の事前実証・改善を図っていくことも重要。
- ⑦ さらに、高度化のプロセスの中で実験に失敗が起きたとしても、コンティンジェンシープランを持ち、ミッションアシュアランスの観点からリスク評価を行う独立した組織を持つ等の体制づくりが必要。開発においては失敗のリカバーが重要であり、実験情報をしっかり取り、スピード感を持って次に生かしていける仕組みが大切。一方で、過剰な冗長化等によりコンセプトがずれる危険性を伴うことも考えながら対応することが必要。
- ⑭ 計算機能力の向上に合わせ解析技術が進歩し、より詳細・厳密な評価が可能となったことから、従前より打上げに向けた検討事項が増えており、高頻度化を進めるためにも、ミッション解析の短縮なども重要な技術課題。

【参考】H3ロケットについて

検討会(第1回)
資料より

- 我が国の宇宙活動の自立性確保、国際競争力強化に向け開発中の次期基幹ロケット。
- 打上げニーズへの柔軟な対応や大幅な低コスト化を目指す。

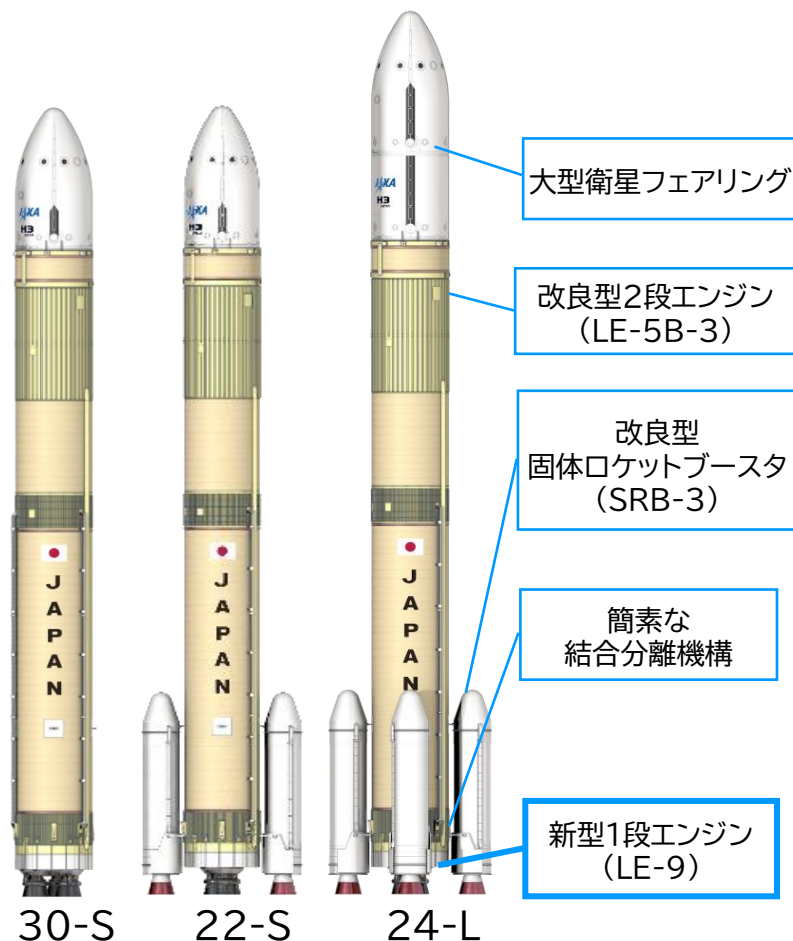
■ 主な開発事項

■ 目指す姿

- ✓ コスト削減
ロケットと射場の一体的・効率的な開発により、運用コストを削減
- ✓ 衛星打上げニーズへの柔軟な対応
複数の機体のラインアップを活用し、中型から大型まで種々のサイズの衛星を効率的に打上げ可能
- ✓ 信頼性の向上
高信頼性・低コストの新型1段エンジン(LE-9)の開発

■ これまでの開発状況

- ・ 2014年 4月 H3ロケットの開発に着手
- ・ 2017年12月 JAXAにおいて、総合システム詳細設計審査を実施し 製作・試験フェーズへの移行が可能と判断。
- ・ 2020年 9月 最大の開発項目であるLE-9エンジンにおいて、課題が生じたため、試験機1号機の打上げを延期。
- ・ 2022年 1月 上記について、一部対策を確立したが、一部新たな対応が必要であることが確認され、再度延期。
- ・ 2023年 3月 対応策を順次具体化し、試験機1号機の打上げを実施。
第2段エンジンが着火しなかったことにより、打上げ失敗。
文部科学省有識者会合(調査・安全小委員会)を立ち上げ、原因究明作業に着手。
- ・ 2023年10月 打上げ失敗の原因究明結果について、直接要因として故障シナリオを3つ抽出。これら全てに再発防止策を策定するとともに、背後要因と信頼性向上に資する改善策を抽出し、全9回の有識者会合を経て、報告書を取りまとめ。
- ・ 2024年2月 再発防止策等を講じ、試験機2号機の打上げに成功。
- ・ その後、3号機、4号機、5号機で打上げ成功し、現在4機連続成功中。

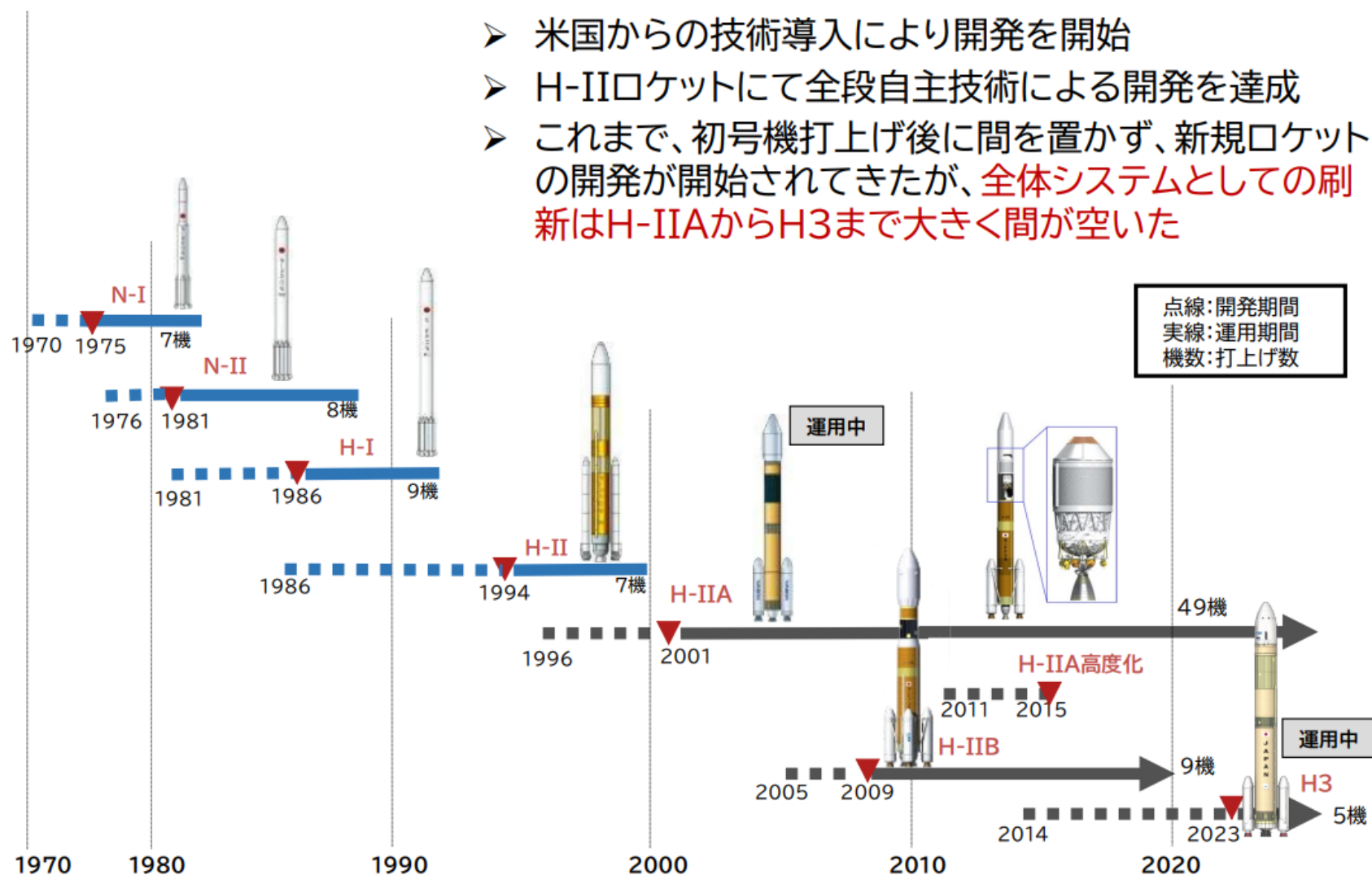


2. 我が国の今後の基幹ロケット開発方策

2.1 我が国の液体ロケットの開発経緯

2024年7月23日
第88回宇宙開発利用部会
資料88-3-2 より抜粋

- 米国からの技術導入により開発を開始
- H-IIロケットにて全段自主技術による開発を達成
- これまで、初号機打上げ後に間を置かず、新規ロケットの開発が開始されてきたが、**全体システムとしての刷新はH-IIAからH3まで大きく間が空いた**



■ 官需衛星の着実な打上げに関する課題認識

- 宇宙活動の自立性を確保するためにも、**基幹ロケットの着実な打上げと国際競争力の強化**を進めることが重要。
- 需要/動向変化を捉え、**必要な打上能力と高い信頼性を維持するとともに、打上げ高頻度化に向けた取組み**を着実に進めることが重要。

■ 国際競争力強化に関する課題認識

- **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。
- **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)**を構築することが重要。

■ 技術・人材・産業基盤維持向上に関する課題認識

- 技術や人材の基盤を維持するためには、継続的なロケット開発機会の確保が不可欠であり、**技術継承のためにも間を置かずにロケット開発を行うことが重要。**
- 産業基盤の維持には、事業として成立するために必要な**打上げ機会の確保**および**打上げ・試験設備等の更新/拡充**が不可欠。基盤的な課題に対処しながら、打上げ需要に適切に応え、カスタムの信頼を保ち続けることが重要。

4. H3ロケット高度化の成果目標

4.1 H3ロケット高度化が目指す姿

■ H3ロケット高度化の目的

H3の潜在能力を引き出すことにより、変化する市場への対応力を強化するとともに高頻度打上げと打上げ時期要求を高いレベルで両立する打上げ運用構想に進化させ、顧客にとっての価値最大化を図る。

■ 高度化プログラム全体を通して達成すべき成果目標

① 変化する市場への対応力を強化

→ 環境変化に対応した強固な自立性と持続可能性の獲得

② 高頻度打上げと打上げ時期要求を高いレベルで両立する打上げ運用構想

→ 多様化する顧客ニーズ(ミッション、打上げ頻度、打上げ時期)への対応の柔軟性向上



顧客にとっての価値最大化

4. H3ロケット高度化の成果目標

4.1 H3ロケット高度化が目指す姿

- H3ロケット高度化全体の目的・成果目標を実現するために、各目標をロケットに付加する機能と関連付けることにより、高度化プログラム全体で達成すべき成果目標のブレークダウンを行った。この4つの成果をプログラムとして創出することを目指す。

<H3高度化の成果目標>

<高度化で達成すべき成果目標のブレークダウン>

<ロケットに付加する機能>

①変化する市場への対応力を強化

→ 環境変化に対応した強固な自立性と持続可能性の獲得

・打上げ能力の向上

・衛星インタフェースの追加

打上能力の向上

・市場競争力を有する能力の獲得
・自立性維持/デブリ防止等に必要な余裕確保

対応可能なミッションの拡大

・市場拡大・ニーズ動向への対応
・大型探査等、将来ニーズへの対応

②高頻度打上げと打上げ時期要求を高いレベルで両立する打上げ運用構想

→ 多様化する顧客ニーズ(ミッション、打上げ頻度、打上げ時期)への対応の柔軟性向上

・打上げ可能機数の増加

・顧客キックオフ～打上げの短縮

・打上げスロットの増加

・打上げ運営の効率化

高頻度打上げ運用構想の実現

・顧客にとって利便性の高い打上げ運用
・事業性を確保する頻度と打上げ自由度

・長期運用性の確立

長期運用性の獲得

・自立性・持続性を支えるための
長期運用の課題解決

■ H3高度化が目指す開発手法(つづき)

● 課題解決の方針

① 開発の短サイクル化(ブロックアップグレード)

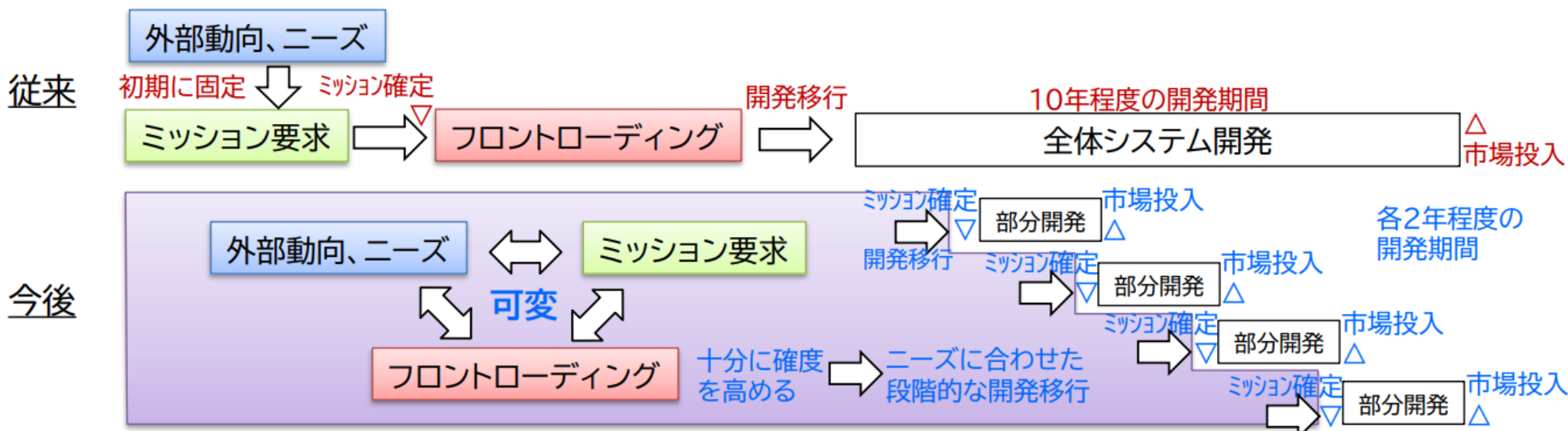
- 外部動向変化にタイムリーに対応するには、変化への対応開発を部分的な改良により短サイクルで繰り返していくことが必要。長期間に1回の全体開発をするのではなく、短期間の部分開発を段階的に複数回実施する。

② ミッション要求とシステム定義をタイムリーに更新

- そのためには、ミッション要求とシステム定義は可変の状態フロントローディングを行いながら、外部動向やニーズの変化を見極め、実機設計・製作・試験フェーズ直前まで更新する必要がある。

③ 市場投入スピード重視

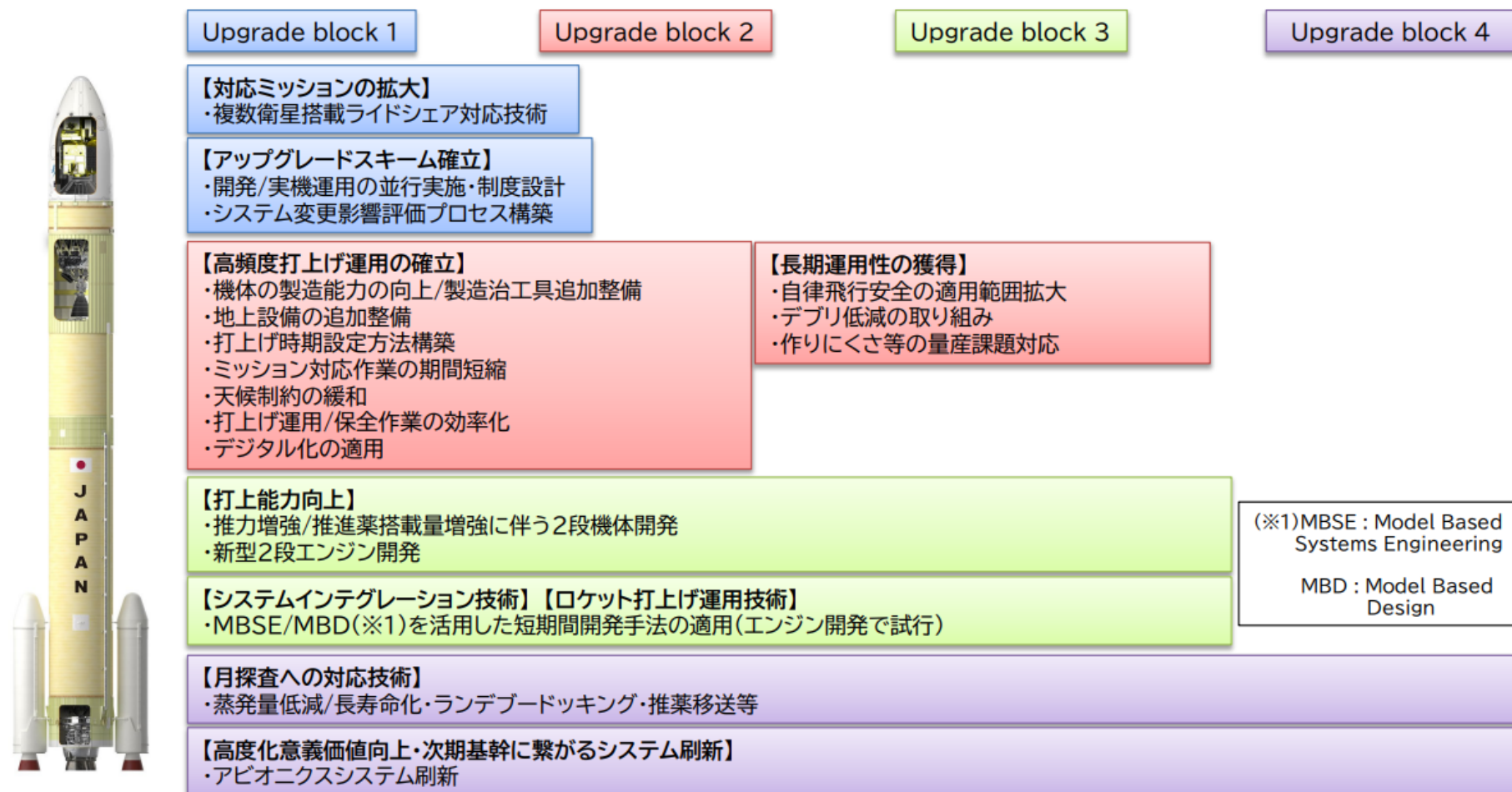
- ミッションを定め、ひとたびミッション要求とシステム定義を固定して開発に移行したミッションは、確度の高いベースライン仕様で手戻りのないようウォーターフォール開発を行い、2年程度で市場投入するスピード感を重視する。それにより、ユーザや市場の動向変化に対してタイムリーな市場投入を実現する。



5. H3ロケット高度化の開発計画(案)

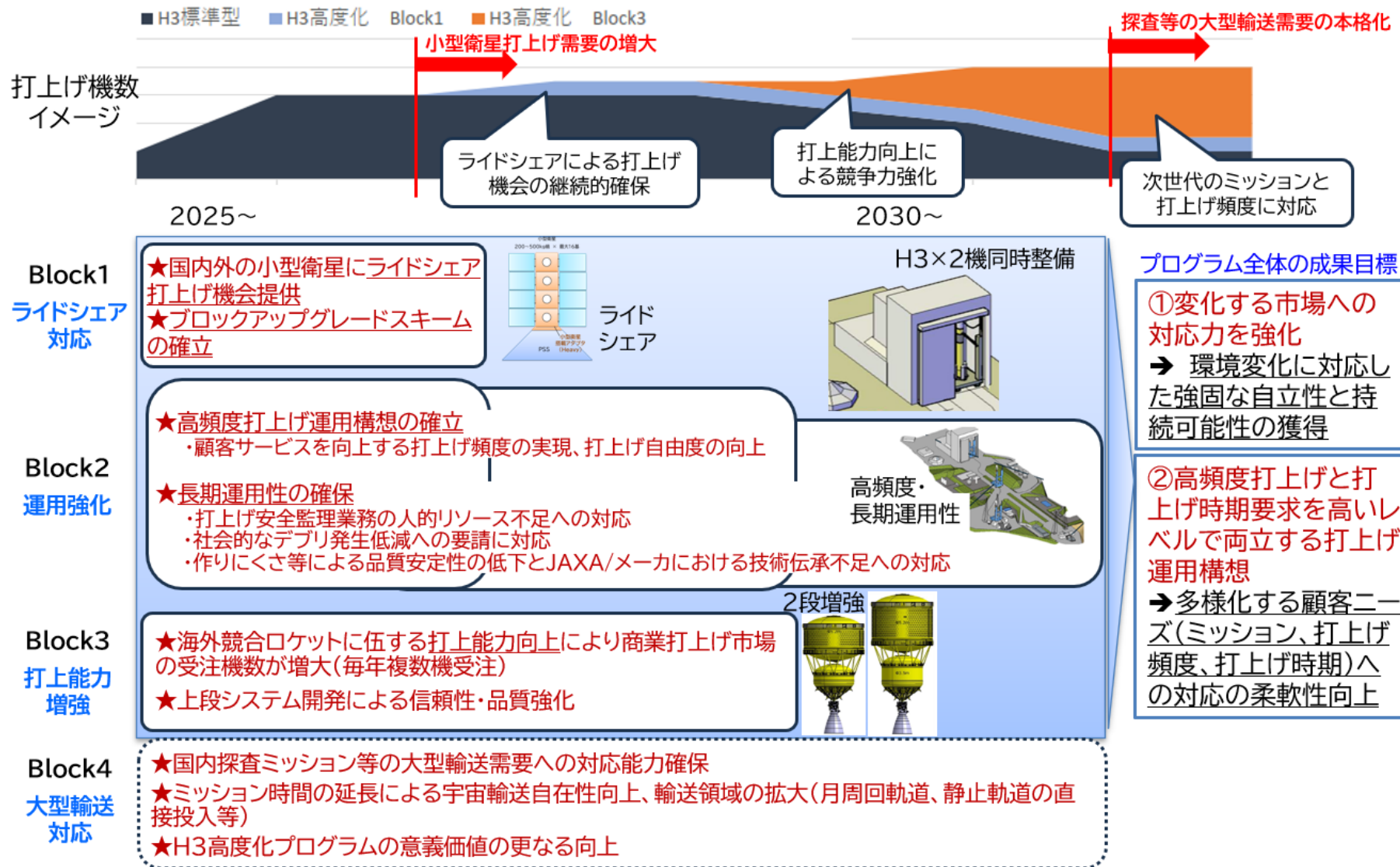
5.1 開発項目案

- 3.3項の成果目標を達成するための開発項目案として、WBS大項目ベースで整理した全体構想を示す。



4. H3ロケット高度化の成果目標

4.3 各ブロックで達成する成果 -まとめ



■H3ロケットの打上げ高頻度化について(ご意見等の整理)

- ① 世界的な宇宙空間の利用の高まりを背景にして、ロケットの打上げ需要が拡大している。基幹ロケットについては、打上げの高頻度化と高度化にスピード感を持って取り組むことが必要。また、基幹ロケット・射場及び試験設備の適切な維持・管理に向けて、老朽化対策等の必要な措置を実施するとともに、高頻度打上げ対応に向けた射場の在り方についての検討と取組を継続的・計画的に進めることが必要(宇宙基本計画)。
- ② 高頻度化においては、ユーザーの利便性や価値を高めていくことなど、サービスの高度化と信頼性・安全性の向上が重要。衛星コンステレーションのニーズが増加するなど、ロケットの打上げ機数が1機でも2機でも増えればその効果は大きい。他方、H3ロケットを取巻く様々な条件を踏まえると限界もある。
- ③ そのため、高頻度化も踏まえた余裕を持った運用ができる環境を整備していくことも大切。HⅡ-Aでは、VAB(大型ロケット組立棟)とML(移動発射台)が2ラインあり、年間4機程度、25年間で50機が実績。H3では、現状1ラインで年間6機が目標となっており、オンタイム打上げの実現には厳しい環境。
- ④ そうした中、現在の需要予測に間に合わせるためには、できるだけ早期にVAB／MLを追加整備(VABの改修とMLの増設)して2機同時にロケットを整備できるようにすることや、運用面含め様々な工夫により、連続打上げ含め、安定的に打上げ機数の増加を図っていくことが必要。
- ⑤ スピード感を持って進めて行くためには、早めに目標を決め、予見性を持って、サプライチェーンの維持向上、生産基盤の整備等を進めることが必要。また、プライムコントラクターや保険業界のアンダーライター等のステークホルダーとの連携についても、より高度化していくことが必要。
- ⑥ また、燃焼試験も増えるため、射場設備・燃焼設備等も拡充が重要。射場設備以外にもシングルポイントやボトルネックがないか、衛星側も含めよく分析しながら対応していくことが必要。
- ⑦ そのため、中長期的観点で、高頻度化の将来の理想的な姿と、必要となる金額等を明確にして総合的に検討していくことが必要(予算面では物価上昇が課題の一つ)。

3. 【論点②】 高頻度打上げ運用構想について

■ 「高頻度打上げ運用構想」で目指す世界

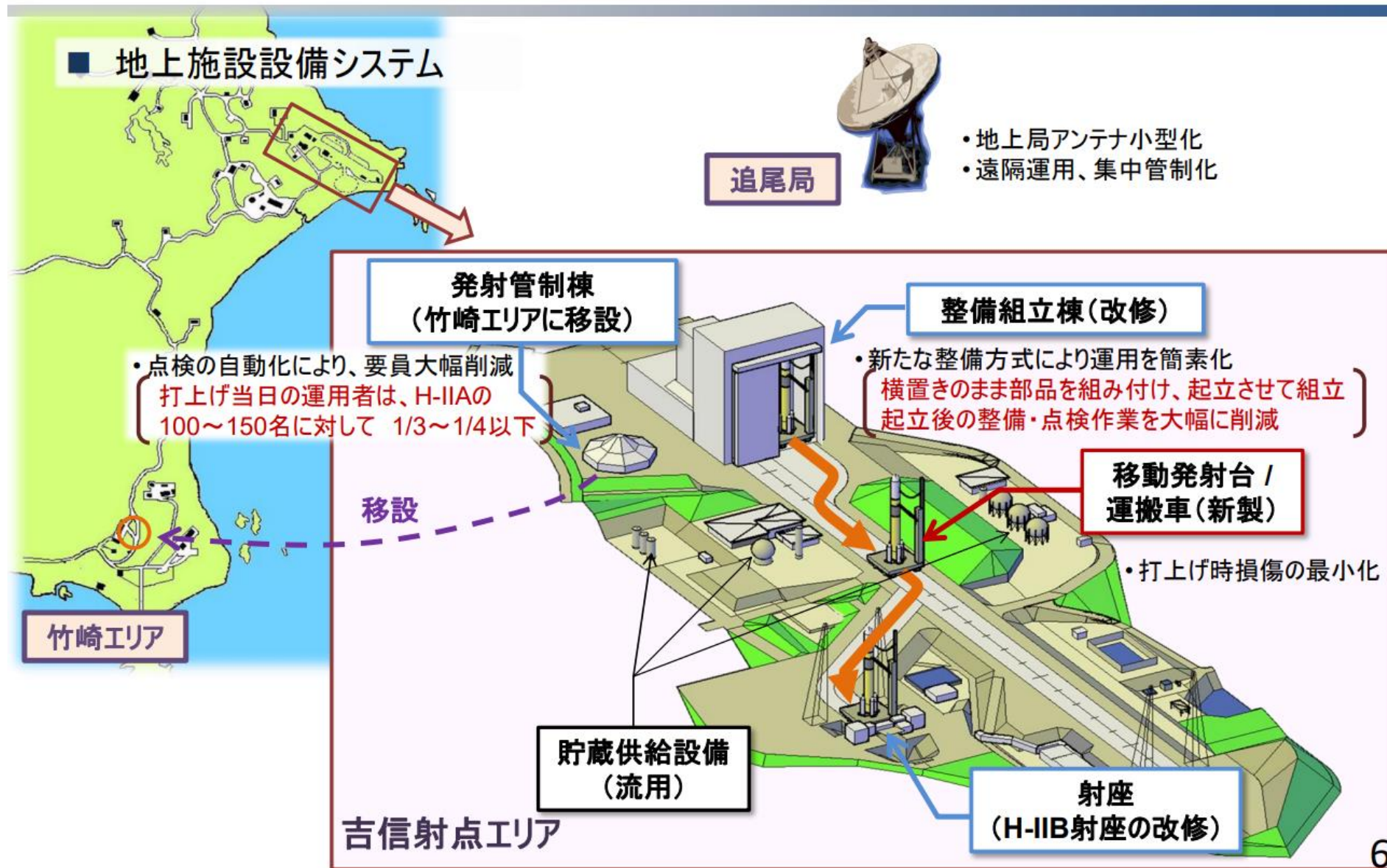
政府のミッションを定められた時期に確実に打上げつつ、商業ミッションの受注機会を拡大して一定の打上げ機数を確保するため、下記を目標に定める。

- 当初計画した日時に打上げを行う。【オンタイム打上げ率の向上】
- 顧客都合による打上げ時期の変更に、柔軟に対応できる環境を整備する。【顧客サービス向上】

上記を達成するために…

- 高頻度打上げに向けた技術的運用方法の導入
現行、個別顧客の計画に応じて打上げ日時を設定している。今後は、例えば、技術的に、定期的な打上げ機会を準備できるようにすること等により、年間一定機数以上のオンタイム打上げの実現を目指す。
- 打上げの柔軟性の確保
設備の追加整備により、H3ロケットの2機同時期整備を可能とし、最短2週間間隔での打上げを実現する。

2. H3ロケットのシステム概要



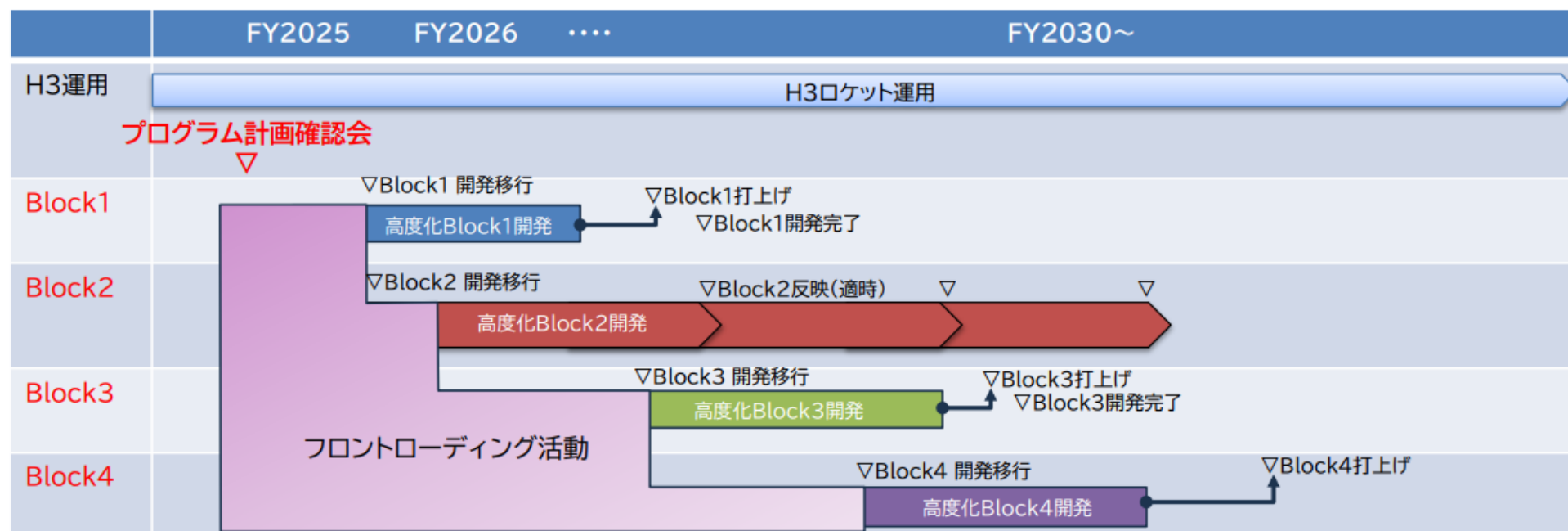
■フロントローディングと基盤技術開発について(ご意見等の整理)

- ① プロジェクトリスク軽減のため、プロジェクトに着手する前に技術成熟度を引き上げる技術開発(フロントローディング)を強化することで、開発段階で大きな技術的課題に直面するリスクを軽減することが重要(宇宙基本計画)。また、いわゆる“キー技術”やアビオニクスなど、我が国の宇宙活動の信頼性と自立性の確保に欠かせない技術については、JAXA が中心となって技術基盤を保持し活用することが有効である。
- ② ブロックアップグレードにおいては、フロントローディングによってどこまで技術成熟度を上げて行けるかが鍵であり、フロントローディングを進めながら技術を着実に立ち上げていく考え方が重要。
- ③ 一方、スピード感を持った開発において、フロントローディングで検討を詰め過ぎてしまい、本格開発時に負荷がかかり過ぎることは避けるべきであり、限界点を見極めながら、重点化を含め効果的に、課題毎に短いサイクルでフロントローディングを進めることが重要。
- ④ また、スピード感を持った開発アプローチとして「フロントローディングの充実化」と「効率化した1サイクルでの確実な開発」を行うこと相反する面があるため、時間・マンパワー・コスト等含めバランスの良い開発を進めることが必要。
- ⑤ こうした取組を進めるためには、将来に見据えて先端・基盤技術を着実に高めて行くためことが重要であり、JAXAの研究力・技術力の強化が不可欠。また、失敗を恐れず、タイムリーに先端・基盤技術の実証を行うことが必要であり、H3ロケットの飛行機会を活用した各種実験も重要。
- ⑥ 加えて、競争力の観点からも事業の安定性は重要な点であり、その基盤となるインフラ維持は長期的視点で極めて重要な課題。多くのリソースを投入できる方策を準備していくことが必要。
- ⑦ なお、民間との共創について、JAXAが行っているJ-SPARC、CRDS2、宇宙戦略基金などの経験を踏まえ、H3ロケットの高度化をはじめ輸送プログラムにも生かしていくことが大切。また、JAXA角田宇宙センター「官民共創推進系開発センター」の早期完成及び利用促進が期待される。

5. H3ロケット高度化の開発計画(案)

5.2 開発スケジュール案

- 現時点で想定する開発全体スケジュールを以下に示す。
 - 2020年代後半に段階的なアップグレードを実現しながら、2030年代初頭にはプログラム全体としての成果目標達成を目指す。
 - フロントローディング期間に開発計画を詳細化し、各Blockの開発移行時点においてベースラインのスケジュールを設定する。



基幹ロケット開発方策と基盤技術研究の関係

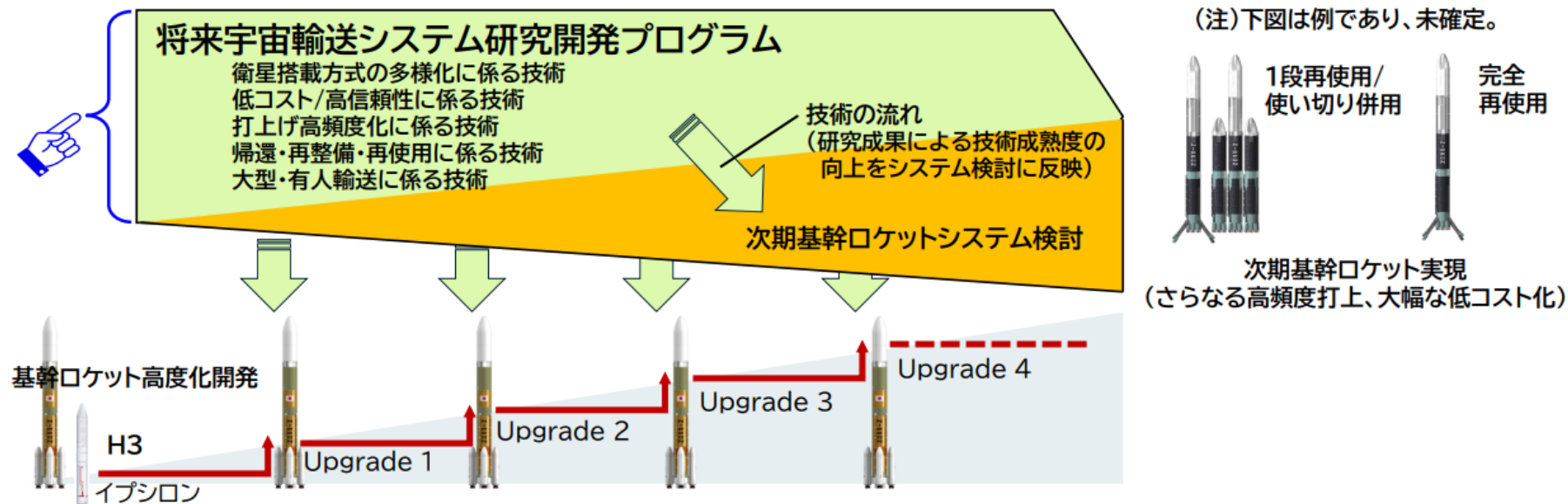
2025年3月26日
第1回基幹ロケット開発に関する有識者会合資料より抜粋

- 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～



■今後の課題等について(1/3)

(1)JAXAの基盤強化について

- ① JAXAの役割が近年大幅に拡大し、産学官の結節点として日本の宇宙産業の進展に向けて期待される役割も多様化・増加(アルテミス計画や宇宙戦略基金に加え、近年、安全保障や防災分野等での役割も増大)。事業規模が増大する一方、JAXAの基盤を支える当初予算は減少しており、物価・人件費上昇なども含め基盤的経費は危機的状況。
- ② 基幹ロケットの開発・高度化には、設備設備等の基盤強化に加え、人も資金もパワーも必要であり、JAXAの技術基盤及び人的資源を強化し、リソースを確実に確保していくことが不可欠。

(2)固体燃料ロケットについて

- ① 今回のH3ロケット(液体燃料ロケット)の高度化等の検討と併せて、もう一つの基幹ロケットであるイプシロンSロケット(固体燃料ロケット)の長期的な戦略についても、適切な時期に検討が必要。
(※)イプシロンSロケットについては、地上燃焼試験の燃焼異常を踏まえ、現在、原因調査及び対策の検討を進めている状況。

(3)ロケットの大型輸送能力について

- ① 日本においても民間ロケット開発が進み、将来、大型輸送に対応できる民間ロケットが運用される可能性もある。(※)SBIRフェーズ3基金事業においては2027年度の飛行実証が目標となっている。
- ② H3ロケットの高度化(特にブロック4)や次期基幹ロケットの方向性については、こうした動向等も参照しつつ、その役割や能力等を検討していくことが必要である。
- ③ 現時点においては、民間ロケットによる大型輸送は確実では無いため、官需への迅速・確実な打上げ確保の観点から、当面(2030年度前半頃まで)官需に対する基幹ロケットの大型輸送能力の確保は必要ではないか。

■今後の課題等について(2/3)

(4)ロケットの再使用技術について

- ① 宇宙基本計画においては、「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。」とされている。
- ② 再使用技術については、JAXAが2003年に再使用ロケット実験機(RVT-9)の実験を行っているなど歴史的には世界を牽引してきたところがあるが、現状では、海外で再使用化が実現している中、開発のスピード感が足りない。技術実証については、RV-XやCALLISTOに続く実験機や基幹ロケットの飛行機会を活用した実証実験など、産官学の取組みや動向を踏まえ、今後の推進方策について検討していくことが必要。

(5)有人宇宙輸送技術について

- ① 宇宙基本計画においては、(将来像として)次期基幹ロケットに関し、有人輸送にも対応できる拡張性を持つことの期待が示されており、必要となる要素技術の開発を進めること、システムの在り方について検討すること、とされている。
- ② (これを前提に)将来の有人輸送への技術的な拡張も視野にしつつ、ロケットの信頼性の向上に向けた取組を進め、要素技術を磨き、技術レベルを引き上げ、段階的な技術獲得を進めていくことが必要。
- ③ 特に、将来の有人宇宙輸送システムの実現に向けては、地球低軌道拠点や今後の月面での活動との連携等も考えられる。他方、技術実証等をどのような形態で実施するかは今後の課題。
- ④ 海外や民間企業の動向等も踏まえつつ、宇宙戦略基金での取組等も通じ、技術を着実に磨いていくこと、一定のレベルに技術を引き上げていくことが重要。

■今後の課題等について(3/3)

(6)次期基幹ロケットについて

- ① 次期基幹ロケットの開発に向けては、H3ロケットの開発を念頭に示された「新型基幹ロケット開発の進め方」(平成26年3月、宇宙政策委員会)の基本的考え方は大きく変わるものではないが、内外の動向等を踏まえ、検討の進め方などを整理して行くことが必要。
- ② 次期基幹ロケットのシステムは、ニーズや研究開発などの動向を見定めながら検討することが必要であり、ミッション主導を基本に、要素研究を進めながらシステムレベルの検討と密に連携させながら、システム概念を作っていくことを必要。
- ③ こうした取組の中で、ロケットの再使用化技術や有人宇宙輸送技術などを取り入れるのか否か検討していくこと適当であり、フロントローディングが重要な取組となる。
- ④ また、将来、ロケットの大型化や再使用化等を進める場合、射場の在り方などについても、併せて検討していくことが必要ではないか。

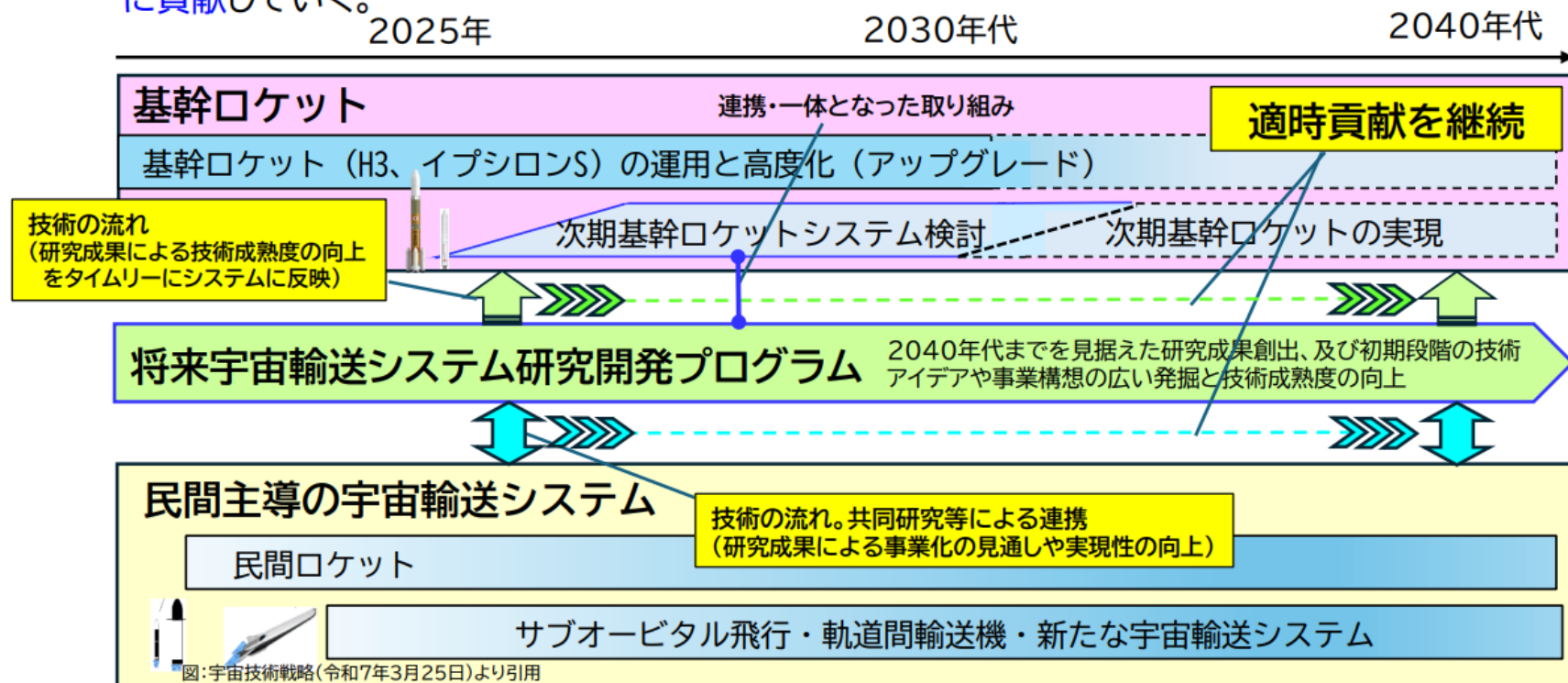
■JAXA第五期中長期目標(抜粋)

- ✓ 次期基幹ロケットについては、基幹ロケットの高度化の成果等も踏まえつつ、ミッションの明確化を含め必要な検討を進め、研究開発体制を構築し、開発に着手する。なお、基幹ロケットの高度化については次期基幹ロケット開発を実施するに当たっては、Ⅲ. 1. 6項及びⅢ. 2項の目標に掲げる取組の成果を活用し、常に変化する需要動向・競合分析を踏まえた開発目標を設定する。また、開発リスクを十分に評価し、適切な開発計画を設定することで、我が国の基幹ロケット開発に対する信頼性を高めることに留意する。

基幹ロケット及び民間主導の宇宙輸送と基盤技術研究の関係(1/2)



- 宇宙基本計画や宇宙技術戦略に基づき、2040年代までを見据えて基盤技術研究を継続し、研究成果である技術成熟度の向上によって、外部動向や多様なニーズにタイムリーに対応する基幹ロケットのシステム検討及び基幹ロケットを含む国内宇宙輸送システムの実現に貢献していく。
- 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度の向上を促し、官民双方の技術・人材基盤の底上げに貢献していく。



基盤技術研究の全体像

- 宇宙基本計画や技術戦略に示される将来の輸送ニーズの多様化等に応えるためには、以下のような新しい技術(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。
- 新技術は将来考えられる輸送システム(使捨て型・再使用型・有人輸送)に広く有効であることから、主にこれら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
使捨て型、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
使捨て型、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

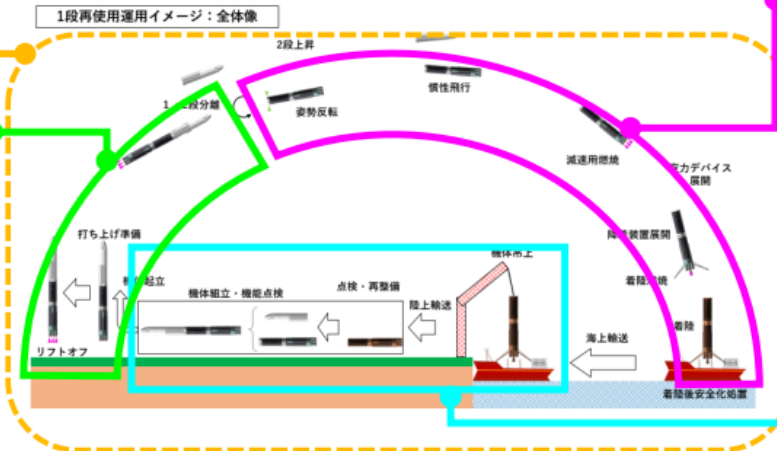
技術活用可能なシステム
使捨て型、再使用型

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
- ヘルスモニタ技術^注 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

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、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。

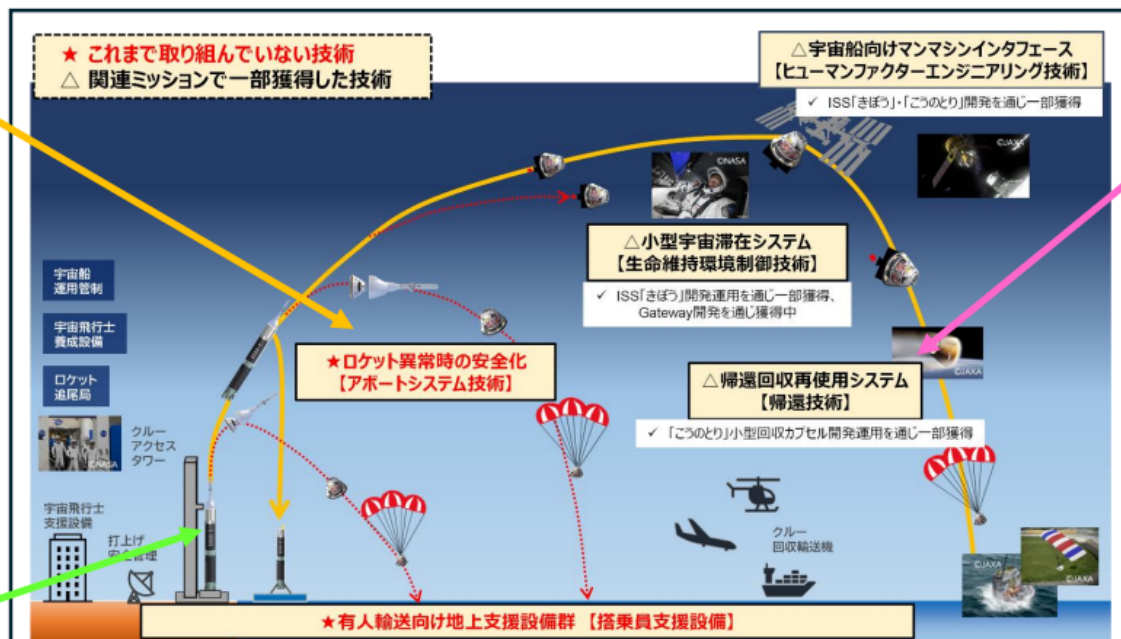
次世代宇宙輸送システム技術

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



有人宇宙輸送に必要な技術開発イメージ

図：2023年6月27日、内閣府、第2回宇宙輸送小委員会資料(公開)から抜粋

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

【参考】宇宙輸送の将来像

宇宙技術戦略
(令和6年3月28日宇宙政策委員会
より抜粋)

