

第6回宇宙輸送システム部会

新たな基幹ロケット開発についての見解

平成25年5月28日
(独)宇宙航空研究開発機構
(JAXA)

1. 新たな基幹ロケット開発のあり方

自律的かつ持続可能な宇宙輸送システムを実現する新たな基幹ロケットの開発について、JAXAとして重要と考える事項は以下である。

① 国によるロケット技術基盤の保持・活用

基幹ロケットは安全保障に係る国家基幹技術であり、その技術基盤を国が保持し活用する。

② 国として効率的な宇宙輸送事業の確立

厳しい財政事情の中、ロケット事業運営にかかる政府支出を抑えるため、官・民がその役割を責任をもって果たせるよう適切に分担し、我が国の総力を結集して効率的な宇宙輸送事業を確立する。

2. 新たな基幹ロケット開発におけるJAXAの役割



新たな基幹ロケット開発において、JAXAはこれまでに蓄積された経験を活かし、以下の役割を果たす。

- ① ロケット技術基盤の保持・活用
- ② 我が国の総力を結集したロケット開発のためのシステム統合
- ③ 開発における技術マネジメント

2. 新たな基幹ロケット開発におけるJAXAの役割



① ロケット技術基盤の保持・活用

- 国として自律性を確保するためには、ロケット開発能力を国として常に確保し、かつ開発・運用の不具合等を解決する技術能力を確保し打上げを安定継続することが重要であり、ロケット技術基盤を国として保持することが不可欠である。
- 「ロケット技術基盤」は、ロケットの総合システム(機体、設備)全体にわたる技術情報、地上インフラ(射場設備、試験設備、専用製造設備)、安全確保システム、およびそれらの開発・運用経験やノウハウを持つ組織や人材など、有形・無形の資産であり、それらを総合的に持つのはJAXAのみである。
- 新たな基幹ロケット開発においては、JAXAが保持するロケット技術基盤を活用し民間が実施できない高リスクの研究開発、機体と設備を含めたシステム統合、リスクに対して性能・コスト・スケジュールをバランスさせる技術マネジメントを通じ、国のロケット技術基盤をJAXAに保持・活用する。
- また、安全保障に関わるキー技術^{*1)}等について、公的機関であるJAXAがガバナンスを働かせ、技術が国内に維持されるよう図る。

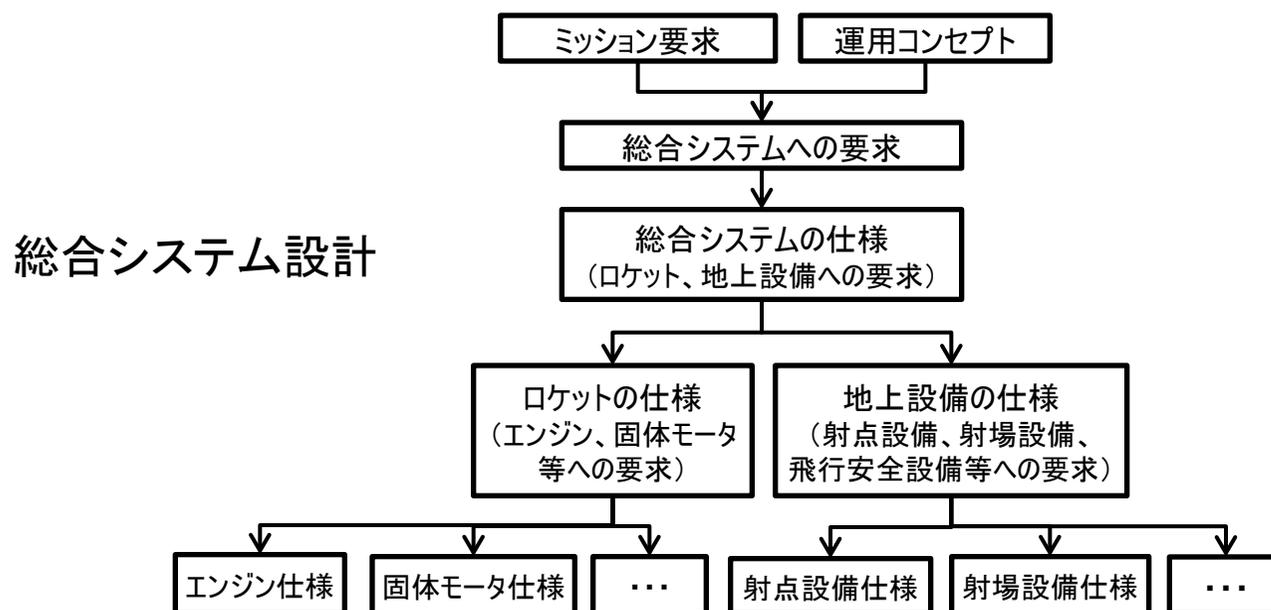
*1) キー技術とは、他の産業から転用ができないロケット固有の技術で、自律性のために他国からの影響を受けないよう国内に維持する必要のある技術のこと。液体ロケットエンジン技術、固体ロケット技術、誘導装置・ソフトウェア技術など。

2. 新たな基幹ロケット開発におけるJAXAの役割



② 我が国の総力を結集したロケット開発のためのシステム統合

- 民間企業(ロケット主要8社+設備関連企業)は、分野毎に高い技術・経験・知見・製造能力を持つが、民間企業単独の力で完成できるものではない。
- JAXAは各企業の技術力を熟知し、ロケットから設備まで総合システム全体にわたり幅広い技術・経験・知見を有する機関であり、民間企業の持つ各分野の専門技術を結集しかつ企業間の技術情報交換を管理し、機体や設備への適切な機能配分を含む総合システム設計によりシステムを統合し、効率的なマネジメントを行う。



2. 新たな基幹ロケット開発におけるJAXAの役割



③ 開発における技術マネジメント

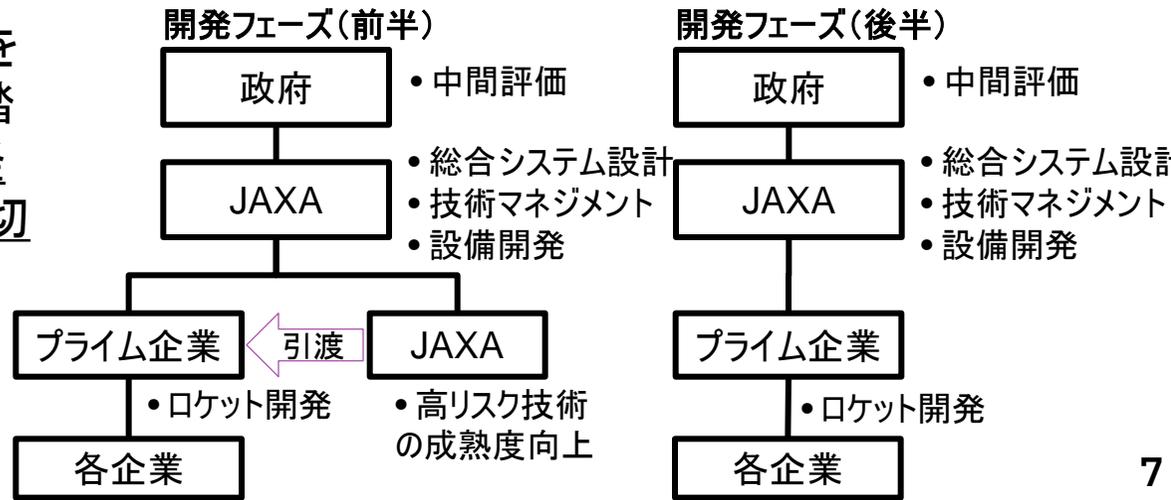
- ロケット開発のような大規模な国家プロジェクトの実施にあたっては、公的立場から効率的かつ適切にマネジメントすることが求められる。
- またその開発方針は、低コスト化など当該ロケットとしての目的だけではなく、安全保障等のための自律性確保や、他の技術開発（イプシロン・将来輸送系等）との関連による効率性への配慮など、国の宇宙輸送事業の全体戦略との整合を図る必要がある。
- 新たな基幹ロケット開発プロジェクトでは、民間の意向を含めた明確なミッション要求を設定し、設定されたリソース制約（資金、人員、期間）の中で様々な要求の対立を調整し、その成果の妥当性を確認する必要がある。
- JAXAはこれまでの開発と打上げで得られた多くの経験と技術的蓄積に基づきこれらの対応を行い、公的機関の立場で、資金面を含めて開発プロジェクトの適切な技術マネジメントを行う。

3. 官民役割分担のあり方

2章に述べたとおり、基幹ロケットは国家基幹技術として国が継続的に保持すべきものであり、かつ政府支出を抑制を目指す必要がある。これらを実現する、打上運用段階を見据えた開発における官民役割分担の基本的考え方を以下に示す。

① 開発における官民役割分担

- a. **技術マネジメント**: JAXAが技術的知見に基づき公的立場から資金面も含めてマネジメントする。
- b. **総合システム設計**: 総合システム全体に幅広い知見を持つJAXAが総合システム設計を実施
- c. **技術成熟度向上**: 高リスク技術について、開発の前半で技術成熟度を向上させ、民間のロケット開発へ引き渡す。
- d. **ロケット開発と設備開発**: 総合システム設計による機能配分に基づき、民間が打上げサービス事業を自立的にできるよう責任をもってロケットの製品化開発を実施する。JAXAはロケット開発における安全設計審査および設備開発を実施する。
- e. **中間評価**: 開発成果の中間評価を行い、合わせて最新国内外動向を踏まえ設計妥当性を確認し、政府が経費を含む次フェーズの開発計画を適切に設定する。



3. 官民役割分担のあり方



打上運用段階においては、官需に加えて民間が商業打上げを受注することで産業基盤が維持される、効率的な宇宙輸送事業を確立することが必要。このための官民役割分担の考え方を以下に示す。

② 打上運用における役割分担

- a. 打上げ輸送サービス: 民間が主体的に打上げ輸送サービスを実施する。JAXAは国の責務として安全確保業務を実施する。

- b. ロケットの維持・改良: 民間はロケット維持(信頼性向上、部品枯渇対応、製造設備等維持)や、顧客ニーズに応えるロケットの品質向上・コストダウン等の改良を行う。
JAXAは改良に必要な新規の技術を研究開発により成熟させる。

- c. 設備の維持・改良: JAXAは射場設備、試験設備の維持・改良・更新を実施する。

- d. 商業衛星等の受注促進: 民間は営業力を大幅に強化する体制を確立し、顧客ニーズに応えるサービスを提供し、かつ顧客満足を向上する改良につなげる。
官にはトップセールスやインフラ輸出などの海外政府衛星受注支援が望まれる。
このように官民が協力して競争力を強化する必要がある。

4. 今後の進め方

① これまでの検討結果

添付に示すとおり、次期基幹ロケット構想の妥当性を評価した。

② 開発の着手

次期基幹ロケットの開発に着手し、上述の検討結果を踏まえて段階的に計画を進めることとしたい。

【添付】 次期基幹ロケットの検討状況

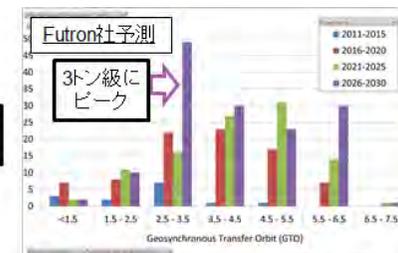
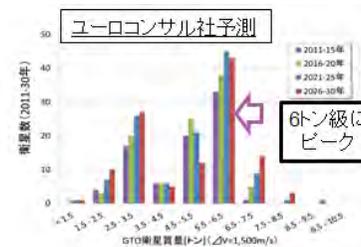
概念検討作業(現フェーズ)

【検討状況】

上位要求設定

ミッション要求の設定

- ・衛星動向/競合機種分析



システム構想設定

ファミリー構成/全段システム構想

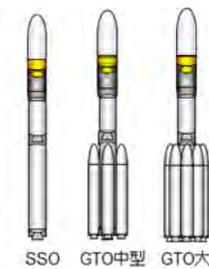
- ・全段ファミリー構成
- ・運用シナリオ/機能配分構想
- ・地上設備/機体システム構想



液体/固体組合せ構成
(現状の有望案)



液体のみの構成



固体のみの構成

システム構想を
実現する要素技術

キーとなる要素技術

- ・必要な要素技術の抽出
- ・低コスト化成立性見極め

上記検討サイクルを一巡し、現時点
のシステム構想有力候補案と共に
要素技術成立性と課題を評価。

構造系

- 低コストタンク製造技術
廃棄素材の低減/部品点数の低減
- 低コスト複合材製造技術
一体成型/
低コスト素材
を実現

アピオックス

民間技術の活用・機能適配見直し

- ネットワーク技術
- 搭載電子機器小型化
- 自律点検機能

機体に点検機能を移し、設備を簡素化

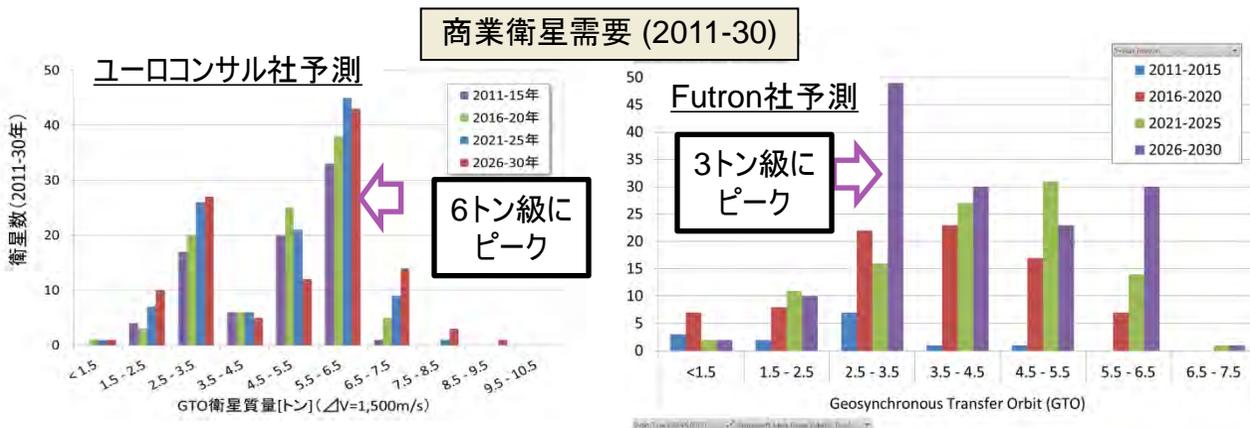
(一部検討事例を記載)

ミッション要求の設定

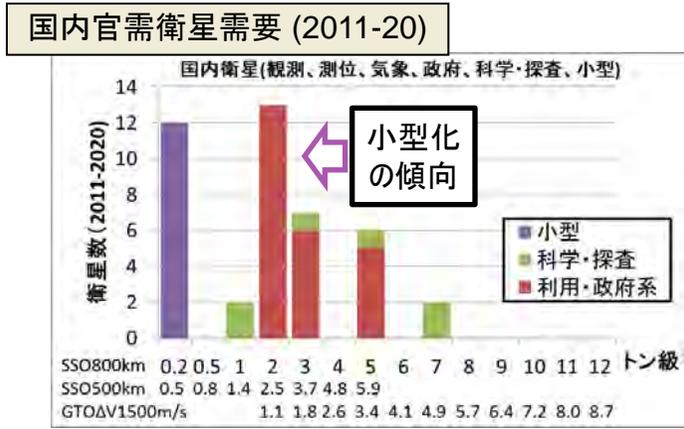
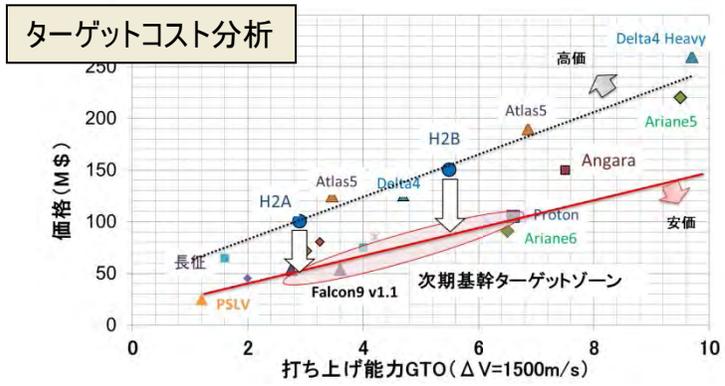


■ ロケット打上げ能力/機体ファミリー構成を設定する為に以下の検討実施。

- 衛星市場動向の長期予測分析
- 国内官需の動向調査
- 海外競合ロケット分析 (Falcon9、Ariane6 etc)



長期予測には技術革新や世界経済状況を仮定するため調査機関により予測結果は一致しない。3~6トン級まで幅広い質量レンジにばらつく結果は共通している。



ミッション要求設定の為に根拠データの収集・分析を行い、打ち上げ能力と実機コスト目標を設定した。

➤ **打ち上げ能力**

- SSO: 2~3トン級 : 官需の小型化の傾向
- GTO: 3~6トン級 : 商業市場の主力ターゲットは幅を持ち、今後30年で変動しうる

➤ **実機コスト目標**

H-IIA/Bロケットからの半減を目標とすることで、今後開発のロケットを含め市場価格にマッチする

【ファミリー構成のトレードオフ検討】

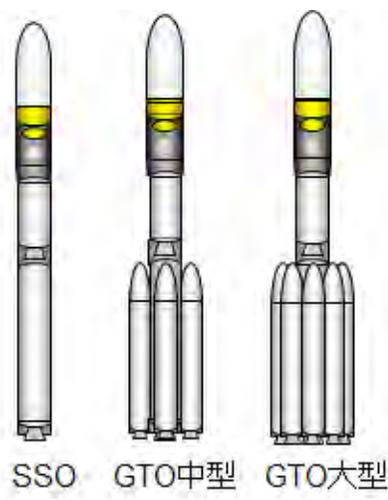
- 性能、ライフサイクルコスト、信頼性、運用性に加えて、打ち上げ能力の将来的な変動への対応能力を評価軸に設定し、各構成案のトレードオフを実施
- 液体/固体組合せ構成が、固体ブースターの本数でシームレスな打ち上げ能力設定可能であることから効率的な構成案と評価
- ファミリー構成について詳細なトレードオフ検討を進めると共にキー要素技術の詳細化を今後の検討事項として進めて行く。



液体/固体組合せ構成
(現状の有望案)

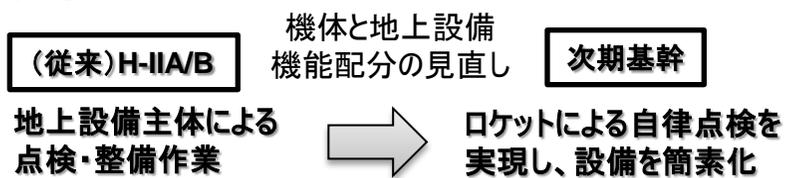
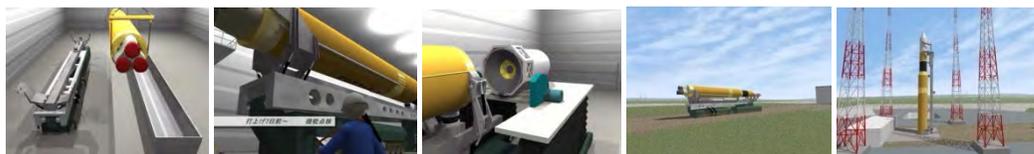


液体のみの構成



固体のみの構成

【打上げ整備構想(案)】 横置き整備をベースに他案含め方式トレードオフ検討中



キーとなる要素技術の検討



■ システム構想を実現するキー要素技術候補を抽出し、成立性評価及び課題識別を実施した

エンジン・推進

- シンプルで本質安全なエンジン
(エキスパンドブリードエンジン)
部品点数減でコスト削減



1段エンジン
LE-9



2段エンジン
LE-11

- 機体電動化による駆動源集約
(バルブ/アクチュエータの電動化)
IF削除/点検作業の容易化

- 固体ロケットへ低コスト材適用
固体推進薬の高度化

- 低コストタンク製造技術
廃棄素材の低減/部品点数の低減



- 低コスト複合材製造技術
一体成型/
低コスト素材
を実現



構造系

システムの簡素化
(機能配分見直し)

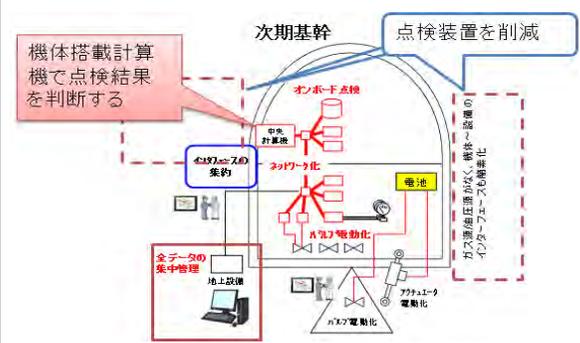
運用性の向上

民間技術の活用



民間技術の活用・機能配分見直し

- ネットワーク技術
- 搭載電子機器小型化
- 自律点検機能
機体に点検機能を移し、
設備を簡素化



設備仕様の簡素化

- 点検装置類削減
- 射場系システムの簡素化
自律点検機能により地上設備削減
- 低層建屋
横置き整備でアクセス性向上、機体整備期間短縮、設備規模も低減
- 耐腐食材料の適用
- アンビリアル損傷防止
再整備を低減、打上げ間隔短縮

アビオニクス

地上設備