

中間とりまとめ（案）~~（一部、論点整理の位置づけ）~~

平成25年5月28日

宇宙輸送システム部会

1. 世界の宇宙輸送システムの動向

世界で宇宙輸送システムを保有している国は、米国、欧州、ロシア、中国、インド、日本を含めて10カ国・地域程度に限られており、各国とも国策として宇宙輸送システムの開発に取り組んでいる。

(1) 固体燃料ロケット

固体燃料ロケットは、小型衛星の打ち上げ手段として効率的であることから、世界の主要国において、輸送手段のひとつとして開発、運用されている。

世界的な需要は、政府ミッションを中心に年間10回程度で、今後、新興国における小型リモートセンシング衛星に対応した打ち上げ機会が拡大すると見込まれている。

また、固体燃料ロケットは、戦略的技術であり、需要が限定されている中でも、米、露、欧、中などの主要国は開発に取り組んでいる。

その中で、欧州の次期輸送システムとして開発計画中のアリアン6が固体燃料ロケットをベースとすることを検討している背景には、ESAが保有する技術の中で他の技術と比較してを利用して安価に開発でき、米国のファルコン9にコスト的に競争し得るシステムであること等から固体燃料ロケットが有利と判断したとの報告がある。

なお、固体燃料ロケットは、燃焼途中で停止できないことから、液体燃料ロケットに比べて軌道投入精度が低いと言われるが、我が国~~の~~では固体燃料ロケット~~を活用した技術では~~惑星間飛行など、高精度な軌道投入を要するミッションも実現している。

(2) 液体燃料ロケット

液体燃料ロケットは、通信・放送衛星を中心とする商業衛星や、大型の政府衛星（政府が主体となって開発、整備する衛星）の打ち上げ、国際宇宙ステーションへの人や物資の輸送、将来有人輸送計画を目的として、各国ともに開発を行っている。

米国は、輸送手段の開発のほか、長期調達保証、年間約10億ドルにのぼる射場などの施設・設備の維持費の負担等により民間の宇宙開発を支援している。また現在、国防省やNASAが次期ロケットの開発に向けて検討を開始し

ている。

欧州は、EGAS (European Guaranteed Access to Space) 等により、基盤維持の面で民間を支援し、年間6回の打ち上げを行うことで、宇宙へのアクセスを確保する政策を執っており、アリアン5の後継機としてアリアン5Meやアリアン6の開発を進めている。

ロシアは、冷戦時代に開発したロケットを活用し、官民の需要で打ち上げ基数を確保しているが、それらを刷新すべくアングラロケットを開発中である。

中国やインドは、国家主導で、ロケットを開発し、自国衛星の打ち上げのほか、商業打ち上げサービス市場にも参入してきている。

(3) 商業打ち上げサービス市場

商業打ち上げサービス市場は、従来、アリアン(欧)とプロトン(露)に二分されていたが、中国やインドも低価格の打ち上げサービスを開始するとともに、米国政府の支援の下で低価格を武器にしたベンチャー企業SpaceX(米)が急速に台頭し、過当競争の状況にある。

今後の商業打ち上げサービス需要の見通しとしては、今後10年間で静止衛星が年間20回程度で横ばい、周回衛星が年間10回程度で微増と予測されている。

我が国においては、1990年代、世界的な通信・放送衛星の需要増を背景として、1996年に計30機の商業打ち上げ受注をした実績を有するが、その後の打ち上げ失敗により契約条件に基づき一部が受注がキャンセルされた経緯がある。現在は、H2A及びH2Bロケットが民間打ち上げサービスに移行している。

2. 欧米の民間活力を活用した宇宙輸送システム政策

(1) 欧州の商業化政策

欧州は、1960年代の米ソ宇宙競争とは一線を画し、通信衛星を中心とする宇宙の商業的利用に着目し、1975年には欧州宇宙機関(ESA)を設立、米ソのハードパワー競争を放棄し、社会インフラとしての宇宙開発に大きくシフトした。1979年にはアリアンロケット1号の打ち上げに成功したが、欧州が米ソ並に打ち上げ機会を確保することは難しいこと、インテルサットの通信衛星の打ち上げ需要が拡大しつつあること等を背景に、欧州は1970年代にアリアンスペース社を設立し、打ち上げサービスの商業化を決定した。これにより、1960年代欧州の通信放送衛星を打ち上げるために、米国のロケットに依存せざるを得ないいかった状況から脱却し、「欧州の

宇宙への独自のアクセス」がアリアンスペース社により実現されることになった。

アリアンスペース社は、ESAから「欧州の宇宙への独自のアクセスを保証」するために必要な政府支援を受けるとともに、アリアンロケットを製造するEADS社からロケットを調達し、世界の衛星オペレーターに打ち上げサービスを提供する会社である。

我が国同様、欧州も「国のプログラムに関わる打上げを定義あるいは実施するにあたっては、ESAの打上げ機の使用を考慮する」としているが、アリアンスペース社の商業的な営業活動が重視されており、価格、為替変動等のビジネスリスクや赤字発生の際の経営責任は、アリアンスペース社が負っている。

(2) 米国の商業化政策

米国では、1988年の商業打ち上げ法を契機に、商業的な有人宇宙旅行等の活動が活発化しており、機体開発、スペースポートの整備が進んでいる。

この分野でNASAは、予算減少の背景等を踏まえ、国際宇宙ステーションへの物資輸送サービスを民間主体で開発、運用し、NASAは開発支援やサービス購入を担うという方式を採用した。また、各ステップの開発目標を達成した段階で開発費を交付するマイルストーン方式や打ち上げ輸送サービスの一括調達等、契約方式の見直しを行っている。

米国ではこうした商業化政策により、民間資金の活用やベンチャーの参入が進み、それに応じて企業の古い体質が改善され、より効率的な開発が進められているとの評価がある。

3. 我が国輸送システムの現状

我が国は、1950年代から独自開発に取り組み、固体燃料ロケットとしてMシリーズ、直近ではイプシロンロケットを開発するとともに、液体燃料ロケットとしては1960年代に始まり、1986年のH1、その後継機H2、H2A/Bを開発してきたが、いずれも世界の商業打ち上げサービス市場では十分な競争力を有していない状況にある。

(1) 固体燃料ロケット

我が国の固体燃料ロケット開発は、挑戦的な科学ミッションを実現するため、高い技術目標を設定し、高頻度で開発を繰り返してきた。

また、予算の制約がある中で打ち上げ能力とロケット技術の向上を優先してきたため一方で、射場で のより効率的な作業への投資が十分に行われなかったは極力抑える方針を執ってきた結果、世界トップレベルの固体燃料ロケットである M-V ロケットの開発に成功（1997年）したが、打ち上げ費用が高いシステムとなったと評価されている。

そのため、H2A のブースターや M-V ロケットの既存技術を活用し、低コスト化を目指して、現在イプシロンロケットを開発中である。

（2）液体燃料ロケット

H2A は、液体酸素と液体水素を燃料とした高性能エンジンを有するロケットで、H2 の後継機として1996年に開発に着手され、2001年に初号機の打ち上げに成功した。

2007年に H2A、2012年に H2B が民間事業者による打ち上げサービスに移行し、現在、世界最高水準の打ち上げ成功率に至っている。

H2A では開発当初の目標であった製造費用の低減は実現したが、打ち上げサービスを受注し得る競争力を有していないのが現状である。

4. 我が国宇宙輸送システムの課題

（1）政府衛星の打ち上げ需要の観点

政府衛星の打ち上げには、国内ロケットを優先的に使用することを基本としている。特に、安全保障に関わる衛星の打ち上げには、国内ロケットを利用することが重視されている。その輸送能力に関しては、現時点では H2A で十分と評価されており、更なる市場での信頼性向上のため、打ち上げ実績の拡大が必要である。

（2）輸送システム技術の維持・向上の観点

我が国は H2A の開発に着手した1996年以降、15年以上大型ロケットの本格的開発を行っていないため、実際の開発に従事した経験者が減少しており、開発能力の維持、向上が課題となりつつある。

（3）国際的な打ち上げサービス市場の観点

打ち上げサービス市場では、コスト、信頼性、フレキシビリティ、ユーザーとのコミュニケーションの観点が重視される。

保険市場では信頼度（成功率、打ち上げ実績）、認知度、技術が主な評価軸となっており、我が国のロケットは、成功率や技術での評価は高いが、認知度が低いこと及び打ち上げ成功回数が少ないことが課題とされている。また、

利用ニーズとしても打ち上げ実績に基づく高い信頼性と価格の低減が求められている。

(4) 打ち上げ関連設備の観点

我が国の射場等の輸送システム関連のインフラについては、老朽化が進み、毎年多額の維持運用費を要しており、長期的な視点での検討が必要である。

5. 我が国が宇宙輸送システムを保有する意義

我が国が宇宙輸送システムを保有する意義は、宇宙開発利用の自律性を確保する上で不可欠であることに加えから、以下のような観点が挙げられる。

(1) 政府衛星の打ち上げ能力の確保

政府衛星を他の影響を受けず独自に打ち上げる能力の保持、とりわけ、我が国の安全保障に関わる衛星（情報収集衛星等）を独力で打ち上げる能力を保持すること。

(2) 海外打ち上げサービスに対するバーゲニングパワーの確保

我が国独自のロケットを我が国の射場から打ち上げる能力を保持することによって、海外の打ち上げサービスへの対抗力を維持すること。

(3) 固体燃料ロケット技術の確保

固体燃料ロケットは即時性が高く、戦略的技術として重要であるとともに、小型衛星用の輸送手段として適していること。

6. 宇宙輸送システムの今後の在り方

(1) 基幹ロケットの考え方

これまで我が国においては、液体燃料の H2A/H2B ロケット を基幹ロケットとして開発・運用してきた。

これまで基幹ロケットの定義は「我が国における宇宙開発利用の基本戦略（総合科学技術会議、平成 16 年 9 月 9 日）」において、「基幹ロケットとは、我が国が必要な時に、独自に宇宙空間に必要な人工衛星などを打ち上げる能力を維持することに資するロケットである」と定義されていたが、当部会の審議を踏まえ、より基幹ロケットの定義を明確にするため、今後は、基幹ロケットとは、「安全保障を中心とする政府の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律性を 実現確保 する上で不可欠な輸送システム」と

定義し、大型衛星と小型衛星双方に対応すべく、液体燃料ロケットと固体燃料ロケットの双方を我が国の基幹ロケットとして位置付けることとするべきであるではないか。

今後、新たな定義の下、液体燃料ロケットの H2A 及び H2B ロケットと固体燃料ロケットのイプシロンロケットを基幹ロケットに位置付け、我が国の宇宙開発利用の自律性の確保のため、双方の産業基盤を確実に維持することとする。

特に、固体燃料ロケットの産業基盤の維持は、固体推進薬を液体燃料ロケットの補助ブースタとして用いること等により行うこととする。

また、輸送システムの要素技術の開発実証に当たっては、固体燃料ロケットと液体燃料ロケットの開発を連携させることで、効率的に実施する。

(2) 基幹ロケットの優先的使用

我が国宇宙輸送システムの自律性を確保するため、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ことを基本とする。

また、基幹ロケットの産業基盤の維持と量産効果によるコスト削減を実現し、海外需要を取り込むことによって打ち上げ機会を確保するため、我が国宇宙システムのインフラ輸出の際には、打ち上げサービスも併せて提供することで打ち上げサービスの海外展開を推進する。

(3) 現在の基幹ロケットの継続的な高度化

基幹ロケットに求められることは、主に i) 多くの打ち上げ成功実績に基づく高い信頼性、ii) 安全保障関係衛星に必要な打ち上げ能力、iii) 適切な価格の3点であり、以下の取組を行う。

① H2A ロケット

H2A ロケットは、安全保障関係の政府ミッションを達成する輸送システムとして、現時点では一部の例外を除き、衛星の輸送能力は十分と評価される。しかしながら、信頼性については、成功率は現在世界最高レベルであるが、打ち上げ成功実績は20回を超えたところであり、他国の主要なロケットと比べて依然として実績不足である。

そのため、今後更なる成功実績を蓄積するとともに、信頼性を高めるための技術開発等の取組を行う。

H2A の輸送サービス価格については、商業的に調達できる海外のロケットと比べて高いことから、民間運用を前提として、価格低減のための民間事業

者の取り組みを促進する制度の在り方を検討する。

② イプシロンロケット

イプシロンロケットは、現在開発中であり、当面は、小型衛星の政府ミッションを中心に打ち上げ機会を確保することにより、ロケットの信頼性を獲得することを目指す。

また、イプシロンロケットの打ち上げ能力については、今後、政府ミッションを担う小型衛星の動向を踏まえ、必要な能力の確保を図る。

現在、予定されているイプシロンロケットの価格は、商業的に調達できる海外のロケットと比べて高いことから、適切な時期の民間移管を念頭に置きつつ、価格低減のための高度化技術開発等の措置を推進する。

また、宇宙システムのインフラ輸出等の海外展開の際には、イプシロンロケットの使用も検討する。

このようなイプシロンロケットの開発や運用を通じて、固体ロケット技術の産業基盤の維持、向上を図る。

(4) 新たな基幹ロケット開発の要件論点(論点整理)

長期的な視点(10年程度を目途)からは、宇宙輸送の実用システムとして他の主要国と同水準の打ち上げ能力を確保サービスを提供するための産業基盤や技術力を、如何に国内に保持、向上させるかが課題である。

他国と同水準の打ち上げサービスを提供できるようになるためには、欧米の事例も参考にしつつ、迅速な意志決定や効果的な営業体制を構築できるような民間がより主体性を持ったよう、事業の実施体制とすることや、やロケットの運用体制を含めた抜本的な見直しが必要であるはないか。

輸送系の全体像を明らかにするとともに、我が国の総合力を結集して、新型基幹ロケットの開発に着手する。

そのために効率的な開発機会の獲得や確実な事業の実施等のためには、以下の論点を含めた検討が必要である。

○開発着手に当たり、確認すべき事項

① 液体燃料ロケットに関する論点

A) 実用システムとしての位置づけ

今後我が国に求められる宇宙輸送システムは実用であることが前提となることから、利用ニーズを踏まえた高い信頼性、低価格、柔軟な顧客対応

等を可能とする実用システムによるサービス提供として位置づけること。

B) 民間事業者の役割

開発責任は JAXA、製造責任は民間というこれまでの官民の役割分担を改め、民間事業者がより主体性を持って開発及び製造を行う体制を確保すること。

C) JAXA の役割

JAXA の役割と JAXA に蓄積されたノウハウや人材を活かす方策を明らかにすること。

D) 政府の役割

実用システムの開発、運用として位置づけることから、それに応じた実施体制とすること。その際、政府は、コスト削減へのインセンティブの付与や定額でのまとめ調達など政府支出の圧縮につながる方策を明らかにすること。

E) 適切な開発の管理

コストオーバーランの歯止め措置や中間評価の適切な実施等により、厳格な開発管理を行うこと。

F) 国際協同開発の推進

効率的な開発や関係国との協力のため、ロケットエンジンなどの主要コンポーネントの国際共同開発を目指すこと。

A) 実用システムとしての位置づけ

今後我が国に求められる宇宙輸送システムは実用であることが前提となることから、事業の目的は、先端技術の追求ではなく、利用ニーズを踏まえた高い信頼性、低価格、柔軟な顧客への対応等を可能とする実用システムによるサービス提供として位置づけるべきではないか。

B) 民間事業者の役割

開発責任は JAXA、製造責任は民間というこれまでの官民の役割分担を抜本的に見直し、民間事業者を主体とした開発体制とするべきではないか。

—その場合、民間事業者は以下の措置を検討するべきではないか。

開発及び製造責任を負うこと、コストオーバーランへの歯止め措置

~~（例：政府負担の仕組み、コスト削減へのインセンティブ等）、販売と製造の分離の是非等。~~

~~C) JAXA の役割~~

~~JAXA の中核的実施機関としての役割をどのように考えるべきか。~~

~~JAXA は民間事業者への技術支援や基盤整備を積極的に行うべきではないか。具体的には、射場の整備、施設や設備の維持管理、試験設備の提供等を行うべきではないか。~~

~~D) 政府の役割~~

~~事業を実用システムの開発、運用として位置づけることから、それに
応じた実施体制とすべきではないか。~~

~~—また、政府による開発投資効果を確実に享受できるよう、開発目標
設定時に打ち上げサービス価格を明確にするとともに、当該価格による
政府による複数の打ち上げサービスの一括調達などを検討するべき
ではないか。~~

~~E) 合理的な開発手法の導入~~

~~開発に際しては、ロケット全体の総合設計を実施した上で、エンジ
ン、燃料容器、躯体などの重要なコンポーネントからマイルストーン方
式により計画的に開発されるべきではないか。~~

~~F) 国際共同開発の推進~~

~~国際的な協力の下で効率的に事業を実施するべきではないか。当面、
主要なコンポーネント開発の効率化、日米宇宙協力等を目的として、
米国防省の次期ロケットと共通の第 2 段エンジンの開発を日米共同で
行う可能性を官民で協力して追求するべきではないか。~~

② 固体燃料ロケットに関する論点

小型衛星の効率的な打ち上げに資する輸送システムの自律性の確保の観点から、当面は、イプシロンロケットの開発及び高度化を推進するべきではないか。

(5) 射場等宇宙輸送関係のインフラの在り方

種子島宇宙センター等の施設老朽化等が、打ち上げサービスへの制約や負担増加の要因となることのないよう、施設の更新、高度化を着実に進め、長期的な視点でインフラ維持運用費を抜本的に低減するような取組について検

討する。

7. 我が国宇宙輸送システムに関する今後の検討の在り方

上記の基幹ロケットに関する具体的な開発計画の策定等の他、物資補給や再突入、サブオービタル飛行、極超音速輸送、有人宇宙活動、再使用ロケット等を含め、我が国の宇宙輸送システムの在り方について、引き続き検討を進めることとする。