

委 2 9 - 1 - 1

宇宙開発に関する重要な研究開発の評価
小型固体ロケット（イプシロンロケット）
プロジェクトの事前評価結果

平成22年8月11日

宇宙開発委員会 推進部会

－ 目 次 －

1. 評価の経緯	1
2. 評価方法	1
3. 小型固体ロケット（イプシロンロケット）プロジェクト を取り巻く状況.....	2
4. 小型固体ロケット（イプシロンロケット）プロジェクト の事前評価結果.....	3
参考1 宇宙開発に関する重要な研究開発の評価について	11
参考2 小型固体ロケット（イプシロンロケット）プロジェクト の評価実施要領.....	15
参考3 小型固体ロケット（イプシロンロケット）プロジェクトの 事前評価に係る推進部会開催状況	33
付録1 小型固体ロケット（イプシロンロケット）プロジェクト の評価票の集計及び意見	
付録2 小型固体ロケット（イプシロンロケット）プロジェクトについて	
付録3 小型固体ロケット（イプシロンロケット）プロジェクト の事前評価 質問に対する回答	

1. 評価の経緯

小型固体ロケット（イプシロンロケット）プロジェクト（以下、「イプシロンロケットプロジェクト」という）は、小型衛星の打上げに機動的かつ効率的に対応するとともに、これまで培った固体ロケット技術を継承し、固体ロケットシステム技術の維持・発展を図ることを計画しているロケットである。

本プロジェクトについては、「次期固体ロケットプロジェクト」として、宇宙開発委員会推進部会において、平成19年8月に「開発研究」への移行は妥当であるとの評価を行った。

一方、平成21年6月に制定された宇宙基本計画において、自立的な宇宙活動を支える宇宙輸送システム構築の推進を定めており、固体ロケットについては、これまでの技術的蓄積をいかして、小型衛星需要に機動的かつ効率的に対応するための手段の確保の一環として、同計画の中にその推進を位置付けている。また、平成22年5月に宇宙開発戦略本部により決定された「宇宙分野における重点施策について」（以下「重点施策」という）において、我が国としては宇宙活動に係る自律性の保持が必要不可欠であるとし、このため、小型固体ロケット等の技術の確立を含め、ロケット等に係る総合的な技術力を継続的に発展・向上させていくことが必要不可欠であるとしている。

今般、イプシロンロケットプロジェクトについて、独立行政法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）において、「開発」に移行する準備が整ったので、政策決定者に対して政策選択に関する決定をおこなうための基礎となる情報を提供するため、JAXAにおいて具体化された内容が、基本計画等に照らして適切であるか、「宇宙開発に関するプロジェクトの評価指針」（平成19年4月23日 宇宙開発委員会推進部会）に基づき、宇宙開発委員会として推進部会において評価を行った。推進部会の構成員は、参考1の別紙のとおりである。

2. 評価方法

今回の評価は「開発」への移行のための評価であり、推進部会が定めた評価実施要領（参考2）に則して、以下の項目について評価を行った。

- (1) プロジェクトの目的（プロジェクトの意義の確認）
- (2) プロジェクトの目標
- (3) プロジェクトの開発方針
- (4) システム選定及び基本設計要求
- (5) 開発計画
- (6) リスク管理

平成19年度に実施した「開発研究」移行時の事前評価において評価・確認した項目は、その結果を踏まえて評価した。

評価の進め方は、まず、JAXAからイプシロンロケットプロジェクトについて説明を受け、各構成員から提出された評価票（参考2の別紙2）により、評価項目ごとに意見、

判定を求めた。各評価項目に対する判定は3段階表示として集計した。

本報告は、各構成員の意見、判定を集約して、事前評価結果としてとりまとめたものである。なお、本報告の末尾に構成員から提出された全意見及びJAXAの説明資料を付録として添付した。

3. イプシロンロケットプロジェクトを取り巻く状況

固体ロケットシステム技術は、ペンシルロケットに始まり、国際地球観測年（IGY；1957年～1958年）に高層物理観測に成功したK（カッパ）ロケット、我が国初の衛星（おおすみ）を打ち上げたL（ラムダ）ロケット、その後数々の科学衛星の打上げに使用されたM（ミュー）ロケットへと独自技術が脈々と蓄積され、燃焼制御の難しい全段固体ロケットでありながら、地球周回から惑星探査軌道までの多様な軌道への打上げを可能とし、世界最高水準の軌道投入技術を有する、構造効率や比推力等の指標でも世界最高水準のM-Vロケットに結実した。しかしながら、M-Vロケットは性能最適化を追求した結果、機体及び打上げ費用が割高となり、運用性・整備性・耐候性に対して最適化がなされておらず、専用設計で特殊な機器が必要となっているという課題があり、2006年（平成18年）以降運用を中止している。

一方、「我が国における宇宙開発利用の基本戦略」（平成16年、総合科学技術会議）（以下、「基本戦略」という。）、「宇宙開発に関する長期的な計画」（平成20年、宇宙開発委員会）（以下、「長期計画」という。）等においても、固体ロケットシステム技術の維持の必要性が指摘されている。また、長期計画の検討の一環として実施された宇宙開発委員会計画部会輸送系ワーキンググループでは、「固体ロケット固有の技術の向上を図りつつ、小型衛星へ柔軟、効率的に対応することが適切」等、小型衛星への対応の必要性が指摘されている。その後、宇宙開発戦略本部により、平成21年6月2日に策定された宇宙基本計画において、我が国の宇宙開発利用に関する基本的な方向性の一つとして、21世紀の戦略的産業の育成が掲げられ、その一環として、自立的な宇宙活動を支える宇宙輸送システム構築の推進が定められている。その中で固体ロケットについては、「固体ロケットシステム技術は、我が国独自の技術の多くの蓄積があり、即応性を要求される打ち上げ技術として重要であり、M-Vロケット運用終了後も、その維持を行ってきた。固体ロケットについては、これまでの技術的蓄積をいかして、宇宙科学分野や地球観測分野などの小型衛星需要に機動的かつ効率的に対応するための手段の確保の一環として推進する。」とされている。

ここで示されている宇宙科学分野の小型衛星については、F. 宇宙科学プログラムとして、「より安く、早く、挑戦的な宇宙科学研究を実現するために、小型科学衛星を活用する。小型科学衛星は、5年に3機程度の頻度で打ち上げ、科学者の多様な要求に応じていく。」としている。また、地球観測分野については、A. アジア等に貢献する

陸域・海域観測衛星システムとして、「アジア地域の高頻度・高分解能での観測を目指して、光学、レーダセンサについて高分解能の性能を低コストで実現する戦略的な小型衛星（ASNARO（仮称））について、民間とのパートナーシップも想定した人工衛星の研究開発を進め、まず光学センサを搭載した小型光学実証機を打ち上げ、技術実証を推進する。」としている。さらに小型実証衛星については、I. 小型実証衛星プログラムとして、「我が国の宇宙開発利用を支える戦略的産業として、宇宙関連産業の競争力強化を図る一環として、我が国の強みである小型化技術を活用し、中小企業、ベンチャー企業や大学等とも積極的に連携しつつ、目的に合わせ小型衛星（100キログラム～1トン程度）や超小型衛星（100キログラム以下）を打ち上げ、人工衛星のシステム技術や部品・コンポーネントなどの最新技術の軌道上実証を行う。」としている。

したがって、今後の宇宙科学ミッションの迅速・高頻度・高効率な成果創出を目指した小型科学衛星、その波及として想定し得る、通信・地球観測・測位などの多様なニーズへの展開、さらに宇宙システムのパッケージとしての海外展開等について、今後長期的に一定の需要が見込まれている。

一方、M-Vロケットは、2006年（平成18年）の7号機の打上げを最後に運用終了となり、現時点で既に4年経過し、開発からは既に10年近く経過しており、JAXA／メーカーの固体ロケットシステム開発経験者が分散し始めている状況である。

4. イプシロンロケットプロジェクトの事前評価結果

(1) プロジェクトの目的

イプシロンロケットプロジェクトは、小型衛星の打上げに我が国として自律的に対応するための機動的かつ効率的な手段の確保、及び固体ロケットシステム技術を継承・発展させた世界一の運用性を有する小型衛星打上げシステム技術の獲得を目的としている。

小型衛星計画としては、宇宙基本計画で、「F. 宇宙科学プログラム」としては、小型科学衛星の平成24年度から5年に3機ずつ程度の打上げ、「A. 陸域・海域観測衛星システム」としては、ASNAROシリーズについて平成27年度頃から継続的に2～4機の運用、「I. 小型実証衛星プログラム」としては、平成24年度から少なくとも1年に1機ずつ程度の打上げが見込まれているように、今後とも長期的に一定の需要が恒常的にあるものと考えられる。

これらの小型衛星の打上げへの対応としては、i) H-IIAロケット等の基幹ロケットでの単独、或いは相乗り打上げ、ii) 小型衛星の打上げにふさわしい独自のロケット（イプシロンロケット）の開発、iii) 海外の適切なロケットの活用が考えられる。

i) の単独打上げについては、経済的に極めて非効率であり、選択の余地はない。

また、相乗り打上げについては、余剰能力の有効利用という観点からは効率的であるが、投入軌道に係る制約などから現実的な対応策とはなり得ない。

ii) と iii) の経済面での比較評価は以下のとおりである。

- ・ 開発費に関しては、海外ロケットの活用の場合には開発費は不要となる。
- ・ 打上げ費用に関しては、競合ロケットであるトーラスの打上げ価格(※)については、イプシロンロケットと同等、若しくはより高価と推定される((※) 打上げ価格とは、打上げプロバイダが提供する打上げサービス価格。政府支援を受けているロケットは実際に打上げに要するコストよりも廉価な値でサービスを提供する)。ロケットについては、公知情報では安価であるものの、今後の価格動向が不明であるとともに、ICBM転用であるので寿命が保証されている機数に限界があると推定される。現在開発中で今後競合関係になるベガロケットについては、伝えられている価格は安価であるが、それは多額の支援措置が付された欧州域内向けのもので、コストは講ぜられる支援措置額からしてイプシロンロケットのコストをかなり超えるものと推定されるとともに、伝えられている価格の水準で欧州域外に提供されることはないと推定される。このような状況をかながみれば、打上げ費用の面では、第一段階でのイプシロンロケットの目標値である38億円を前提としても、必ずしも経済的な面で非効率とは言えない。

また、小型衛星による科学ミッションの成果創出には機動性、即応性に優れたシステムが必要とされるケースが多いこと、先端技術を含む衛星については適切な情報管理が必要とされることなどの点からは、国産ロケットの方が好ましい。

我が国は、自律性の確保という理念の下、政府ミッションの打上げには国産ロケットを優先的に使用する(宇宙基本計画)との方針を採っているが、海外のロケットを活用し続けると言うことは、小型衛星という領域で、我が国が打上げ手段を失うことを意味する。小型衛星は前述のとおり、今後とも長期にわたって宇宙開発活動全般の中で一定のウェイトを持ち続ける領域であるが、基幹ロケットの使用も不可であり、かつ、独自の適切な打上げ手段を保有しないという状態は、我が国の宇宙開発にとって、許容し得るものとは考えられない。

さらに、小型衛星の打上げには、構造的にシンプルであるなどの理由から、液体ロケットに比べ固体ロケットの方が本質的に有利である。

そのような性質を持った我が国の固体ロケットシステム技術は実績が示すとおり世界トップレベルにあり、宇宙基本計画でも「即応性を要求される打上げ技術として重要である」と位置付けられており、固体ロケットシステム技術は、我が国として保有していくべき技術であると認められ、独自の固体ロケットによる打上げ手

段を保有しなくなれば、当然この固体ロケットシステム技術は衰退することとなる。

なお、基幹ロケットのブースターであるSRB-Aの維持を通じて、固体ロケットシステム技術の維持ができるかとの点に関しては、SRB-Aの維持のみでは、推進効率が求められる上段推進系や固体ロケット特有のトータルシステム技術を維持することは困難である。

以上のとおり、日本の宇宙開発活動にとって、今後恒常的に一定の需要が見込まれる小型衛星の打上げに自律的に対応し、機動的かつ効率的な手段を確保することは必要不可欠なものである。したがって新規の固体ロケットである本イプシロンロケットの開発に際し設定された目的は、我が国の宇宙開発利用の意義、目標及び方針に照らし、適切である。

判定：妥当

(2) プロジェクトの目標

本プロジェクトの目標として、「軌道投入能力」、「打上げコスト」、「射場作業期間」及び「衛星最終アクセスから打上げまでの時間」の四項目について具体的な数値目標が設定されている。

軌道投入能力は、中期的に見通される科学衛星、陸域・海域観測衛星、小型実証衛星への対応という観点から、小型衛星のニーズ（衛星軌道、衛星質量、軌道投入精度）をより詳しく調査・分析した結果を反映したものである。液体ロケット並みの軌道投入精度の実現のために、小型液体推進系の搭載を可能にするなど、様々な軌道投入へもきめ細かに対応できる構成としており、設定された地球周回低軌道への1200kgの投入、太陽同期軌道への450kgの投入、液体ロケット並の軌道投入精度等の目標は、適切である。

打上げコストは、平成19年の開発研究移行時の評価時点で、25億円～30億円という目標設定がなされていたが、その後のSRB-Aやアビオニクス等H-IIAロケット共通機器の価格上昇や、打上げ頻度を年間2機から年間1機程度へ見直せざるを得ないことにより、当初目標を達成するためには、アビオニクスや構造などに数年レベルの研究開発と実証を要する、先進的な低コスト化技術を開発し適用する必要があることが判明した。したがって、本プロジェクトとしては、まず運用性の改善に眼目をしぼり、M-Vロケット及びH-IIAロケットで培った技術を最大限に活用し、小型衛星の打上げ要望への対応、固体ロケットシステム技術の継承のための体制の維持、輸送系共通基盤技術の先行的実証、将来の輸送系・固体ロケット技術の人材育成に対応し、38億円の打上げコストを実現することとしている。この「38億円」という数

字は、前に述べたとおりコスト的にはトーラスや開発中のベガロケットに対し、概ね同水準にあり妥当である。しかしながら、価格面で見るときには、今後のロケットやベガロケットの動向をかんがみれば、一層の低減努力が必要とされるものと考えられる。そのため、JAXAでは小型固体ロケットの最終目標として、世界の固体ロケットに比肩するペイロード比や世界最高の構造効率の達成、ロケット搭載状態での機体健全性評価を可能とするネットワーク化・モジュール化したアビオニクスシステムの構築、ロケット管制設備のモバイル化等射場設備のコンパクト化等を実現し、更にアビオニクスや構造等の先進的な抜本的低コスト技術の研究開発に取り組み、平成29年度頃までに30億円以下を目標としている。このように2段階に分けた開発は、現実の小型衛星打上げ需要への対応の必要性、人材を含めた固体ロケット技術の継承のためのタイミング等から、適切である。

射場作業期間及び衛星最終アクセスから打上げまでの時間において、既存のロケットを大きく上回る「7日」、「3時間」を達成しようとしている。この目標は、従来のロケット本体の飛翔性能重視から、ロケット運用の簡素化・容易化を重視することを明確に示しており、世界一の運用性を有するシステムの実現を目指すという目的に対し、画期的な目標設定となっており、諸外国の比較図でも世界一の機動性と即応性を目標としていると評価できる。

以上のとおり、設定された目標は、小型衛星需要に機動的かつ効率的に対応するという目的と、固体ロケット技術を適切に維持継承するという目的に的確に対応しており、本プロジェクトの目標として適切である。

なお、今後に向けた助言は以下のとおりである。

- ・小型固体ロケットの最終目標を達成するための、抜本的低コスト技術の研究開発については、ロケット技術の革新及び将来に向けた人材育成のためにも極めて重要であり、JAXAの技術開発ロードマップ等に確実に取り上げられ、方針どおりにその目標を達成することが強く望まれる。

判定：妥当

(3) 開発方針

本目標を達成するための開発方針は、小型衛星への柔軟な対応、信頼性の向上、コスト低減、運用性向上の四つの事項に即して示されている。

小型衛星への柔軟な対応に関しては、多様な軌道へ対応できるようにすること、音響環境・分離衝撃等のペイロード搭載環境を緩和すること、短期間・高頻度打上げに対応できるようにすることとしており、これらは小型衛星のニーズを分析・反映したものであり妥当である。

信頼性の向上に関しては、基幹ロケットとの基盤共有化・強化を図るとしているが、新技術の導入や新手法の活用、運用の効率化等の各技術全般についても、信頼性の観点が伴っていることと認められ適切である。

コスト低減に関しては、汎用性・共通性に十分配慮した地上設備簡素化と整備性・耐候性を考慮した運用効率化を追求している。また、既存のコンポーネントを活用しつつ、性能に大きな影響を与える要素を抽出し適切な改良を施し、トータルシステムとしての性能向上とコストの低減を同時に図っている。これらの方針は、運用における汎用性、共通性にも配慮しつつ、ロケットシステムにおける、性能とコストのバランスを図るものであり、妥当である。

運用性向上に関しては、射場作業や打上げにおける安全性確保を前提としつつ、打上げシステムの革新的な向上のために、点検機能の自律化、運用の最適化や地上系のコンパクト化等の次世代標準技術を取り入れること、ロケット整備の短期間化による機動性の高い運用手法を実現すること、高度電子情報網を活用することとしている。これらは、次世代の打上げシステム（低コストで運用性、機動性の良い打ち上げシステム）の標準になると想定され、我が国の固体ロケットシステムを世界最高レベルに維持するために不可欠なものであるとともに、将来の基幹ロケットなど我が国の次世代の輸送系にも適用可能なものとして、輸送系の将来に向けて先導的な役割を担い、我が国の宇宙開発のレベルをさらに上げることにも貢献するものであるため、高く評価される。

このように、小型衛星への多様な対応を可能にし、信頼性の向上、コストの低減化、運用性の向上を図るなど、考慮すべき不可欠で基本的な方針が設定されており、本プロジェクトの開発方針は妥当である。

また、要素技術としては従来のMシリーズの技術蓄積が最大限生かされる一方、ミッション要求をベースとして個々のサブシステムの基本仕様を設定する、航空宇宙の標準手法に基づいたオーソドックスな設計手法が採用され、また技術標準、技術管理、プログラム管理等はHシリーズのロケット開発と同じJAXAスタンダードが適用される計画となっており、開発研究移行時の助言にも沿った開発手法となっていて、この点においても開発方針は妥当である。

判定：妥当

(4) システム選定及び基本設計要求

基本設計要求のうち、打上げ時の環境条件、打上げ軌道精度等に関しては、このクラスのロケットで打ち上げられる衛星の特性及び衛星側の要望を検討した上で、ロケット設計上の要求仕様として設定されており、適切なものとなっている。

システム選定として、第1段モーターについて、M-Vロケット用第1段モーターとH-IIAロケット用ブースター（SRB-A）を比較評価し、コスト、運用性、基幹ロケットとの基盤技術共通化等でメリットがあるため、SRB-Aを採用することとしている。また、高精度の軌道投入のためには、小型液体推進系が衛星かロケットのどちらかに必要であるが、検討の結果、オプションでロケットに搭載することとしている。新規開発の項目を運用性の改善に重点化し、M-VロケットとH-IIAロケットの既存技術を最大限活用し、段階的な開発を進めるとしている。これにより、運用性向上などの新たな技術を早期に実証してリスクを低減するとともに、初期開発コストの低減をはかる開発手順となっている。この手順は、小型科学衛星の打上げ需要のタイミングに的確に対応するものであると同時に、技術及び人材の継承、維持の観点からも適切なものといえる。また、システム全体として見たとき、我が国が独自に蓄積してきた固体ロケットシステムの技術が、十分に継承されかつ発展が図られていると認められる。

運用条件に関しても、簡便な設備での速やかな打上げを前提とするほか、ミッション側からのレイトアクセス要求等の分析結果に基づいて、ロケット及び射点系設備の設計構想が設定されている。射場での1段据付けから打上げ翌日までの射場作業期間について、モーターケースの一体化、ロケット系アンビリカルの1段射座部への集約化、アビオニクスや設備の点検の自動化・自律化及び点検機能の機体搭載化により、点検準備・撤収期間を短縮することとしている。また衛星系最終アクセス完了から打上げまで3時間を満足するために、短時間で確実にアクセスドアを閉められるようにし、さらに点検の自動化・自律化を実施することで点検時間を短縮することとしている。これら運用性に関する基本設計要求も、プロジェクトの新規性への意欲を示すものとして着目しておきたい。

上記の基本設計要求の実現のために、サブシステムにおいても、推進、構造、アビオニクス、運用・設備、情報の各系において、技術の成熟度の分析やコスト面・技術面で、複数のオプションについてさまざまな比較検討がなされた上で、性能向上や新技術の採用が多面的に図られており、プロジェクトの目標にかなうものとなっている。

なお、今後に向けた助言は以下のとおりである。

- ・機体の設計を具体的に進めるに当たっては、地上設備との関連性を早期に具体化することが重要であり、また設備建設或いは改修には予想以上の期間を要することも多いため、射点の具体的設計計画を早急に明確にすることが肝要である。

判定：妥当

(5) 開発計画

資金計画については、「開発研究」移行時には約200億円と見込んでいた開発資金が205億円とわずかな増額になっている。これは、既存技術を最大限利用し、段階的に開発を進めるとの方針に基づき、当初計画案で実施しようとしていた新規開発項目のいくつかを、後に送ったことにより低減を図った結果であり、その意味では、開発資金は実質的には増額となっている。しかし、この増額は、諸機材の高騰等によるものでやむを得ないと認められる。

開発計画については、既存の技術を最大限に生かして開発コスト及び開発期間を最小限に抑える計画となっており、適切である。固体モータの変更点に関しては、小型モータの燃焼試験でより安全側の確認を行う等、従来 of 技術実績を最大限いかして確実な開発を行う計画となっており、開発計画は妥当である。

実施体制については、JAXAの宇宙輸送ミッション本部の中に、イプシロンロケットプロジェクトチームが設置され、基幹ロケットの開発・運用主体である宇宙輸送ミッション本部と、M-Vロケットの開発担当であった宇宙科学研究所担当部署、経験者との間で連絡を密に取るなど、共通技術の標準化、最新の技術導入、問題点の共有、技術者の育成など技術陣が一体となった体制となっている。過去の経験のある技術者を再結集・再教育するだけでなく、将来、我が国のキーパーソンとなり、長くリーダーとなり得る若手研究者・技術者の参加・育成も積極的に実施して欲しい。

なお、今後に向けた助言は以下のとおりである。

- ・開発資金の妥当性に関して、より明確に説明するための方途について検討すること。

判定：妥当

(6) リスク管理

リスク管理の方針は適切にまとめられており、現在までに予測されているリスクに関しては、開発研究段階で評価され、開発段階での対処を設定する等の対策がとられており、大きなリスクは残されていないと評価できる。

ロケット本体に関しては、M-VロケットやH-IIAロケット等の既存技術を最大限に活用しリスク低減を図る方針であり、M-VロケットとH-IIAロケットの両関係者を含むJAXA総力を挙げてのリスク低減に努めることが求められる。

また、開発作業には予期されないトラブルが発生することは避けられないが、トラブルには多くの場合予兆があるので、早期に予兆を察知する方策を採用する等、

今後もリスク対策を具体的に実施することが重要である。

判定：妥当

(7) 総合評価

イプシロンロケットプロジェクトは、今後恒常的に一定の需要が見込まれる状況において、我が国として自律的に対応し、機動的かつ効率的な小型衛星の打上げ手段を確保するとともに、我が国が独自に培った固体ロケットシステム技術を継承・発展させ、自律点検等先進的技術により世界一の運用性を有する小型固体ロケットを開発するプロジェクトである。

本プロジェクトの打上げコストについては、平成19年の開発研究移行時の評価時点で、25億円～30億円という目標設定がなされていたが、その後のSRB-Aやアビオニクス等H-II Aロケット共通機器の価格上昇や、打上げ頻度を年間2機から年間1機程度へ見直せざるを得ないこと等により、当初の目標を達成するためには、アビオニクスや構造などに数年レベルの研究開発と実証を要する、先進的な低コスト化技術を開発し適用する必要があることが判明した。このため、価格水準でも世界に比肩することができるよう、将来の輸送系に繋がる革新的な技術開発を行い、平成29年度頃を目途に30億円以下の打上げコストを実現することを最終目標に置いた上で、今回の本プロジェクトとしては、まず運用性の改善に眼目をしぼり、M-Vロケット及びH-II Aロケットで培った技術を最大限に活用し、リスクの低減と初期開発コストの低減を図り、この段階では38億円の打上げコストを実現することとした。その結果、小型衛星の打上げ需要への対応、固体ロケットシステム技術の継承のための体制の維持、輸送系共通基盤技術の先行的実証、将来の輸送系・固体ロケット技術の人材育成といった、直面する課題には十全に対応することが可能となり、意義のあるプロジェクトとなっている。

今回の事前評価では、イプシロンロケットプロジェクトの目的、目標、開発方針、システム選定及び設計要求、開発計画、リスク管理について審議を行った。その結果、現段階までの計画は、具体的かつ的確であり、「開発」に移行する準備が整っていることを確認した。

なお、開発に向け配慮すべきこととして、小型固体ロケットの最終目標をJAXAの技術開発ロードマップ等に位置付け確実に実施すること、射点の具体的設計計画を早急に明確にすること、開発資金についての説明の方途の検討等の意見が提出された。JAXAにおいては、これらの助言について今後適切な対応がなされることを望む。

(参考1)

宇宙開発に関する重要な研究開発の評価 小型固体ロケット（イプシロンロケット）プロジェクトの事前評価 に係る調査審議について

平成22年7月14日
宇宙開発委員会

1. 調査審議の趣旨

小型固体ロケット（イプシロンロケット）プロジェクト（以下、「イプシロンロケットプロジェクト」という）は、これまで培った固体ロケット技術を継承し、固体ロケットシステム技術の維持・発展を図るとともに、小型衛星の打上げに機動的かつ効率的に対応することを計画しているプロジェクトである。

本プロジェクトについては、「次期固体ロケットプロジェクト」として、宇宙開発委員会推進部会において、平成19年8月に「開発研究」への移行は妥当であるとの評価を行った。

一方、平成21年6月に制定された宇宙基本計画において、自立的な宇宙活動を支える宇宙輸送システム構築の推進を定めており、固体ロケットについては、それまでの技術的蓄積をいかして、小型衛星需要に機動的かつ効率的に対応するための手段の確保の一環として、同計画の中にその推進を位置付けている。また、平成22年5月に宇宙開発戦略本部により決定された「宇宙分野における重点施策について」（以下「重点施策」という）において、我が国としては宇宙活動に係る自律性の保持が必要不可欠であるとし、このため、小型固体ロケット等の技術の確立を含め、ロケット等に係る総合的な技術力を継続的に発展・向上させていくことが必要不可欠であるとしている。

今般、イプシロンロケットプロジェクトについて、独立行政法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）において、「開発」に移行する準備が整ったため、JAXAにおいて具体化された内容が、宇宙基本計画や重点施策等に照らして適切であるか、「宇宙開発に関するプロジェクトの評価指針」（平成19年4月23日 宇宙開発委員会推進部会）に基づき、宇宙開発委員会として推進部会において評価を行う。

2. 調査審議の進め方

イプシロンロケットプロジェクトについて、JAXAが策定した内容が宇宙基本計画等を適切に具体化したものとなっていることを確認するため、「評価指針」に基づき、以下の項目について調査審議を行う。

- (1) プロジェクトの目的（プロジェクトの意義の確認）
- (2) プロジェクトの目標
- (3) プロジェクトの開発方針
- (4) システム選定及び基本設計要求
- (5) 開発計画
- (6) リスク管理

なお、評価に当たっては、「評価指針」に基づいた評価実施要領を事前に定め、それに従って行う。

3. 日程

調査審議の結果は、8月中を目途に宇宙開発委員会に報告するものとする。

4. 推進部会の構成員

本事前評価に係る推進部会の構成員は、別紙のとおり。

宇宙開発委員会推進部会構成員

(委員)

部会長	青江 茂	宇宙開発委員会委員
部会長代理	井上 一	宇宙開発委員会委員
	森尾 稔	宇宙開発委員会委員 (非常勤)

(特別委員)

栗原 昇	社団法人日本経済団体連合会宇宙開発利用推進委員会企画部会長
黒川 清	国立大学法人政策研究大学院大学教授
小林 修	神奈川工科大学工学部機械工学科特任教授
佐藤 勝彦	大学共同利用機関法人自然科学研究機構長
澤岡 昭	大同大学学長
鈴木 章夫	東京海上日動火災保険株式会社顧問
住 明正	国立大学法人東京大学サステナビリティ学連携研究機構 地球持続戦略研究イニシアティブ統括ディレクター・教授
高柳 雄一	多摩六都科学館館長
建入ひとみ	アッシュインターナショナル代表取締役
多屋 淑子	日本女子大学家政学部教授
中須賀真一	国立大学法人東京大学大学院工学系研究科教授
中西 友子	国立大学法人東京大学大学院農学生命科学研究科教授
永原 裕子	国立大学法人東京大学大学院理学系研究科教授
林田佐智子	国立大学法人奈良女子大学理学部教授
廣澤 春任	宇宙科学研究所名誉教授
古川 克子	国立大学法人東京大学大学院工学系研究科准教授
水野 秀樹	東海大学開発工学部教授
宮崎久美子	国立大学法人東京工業大学大学院イノベーションマネジメント研究科教授
横山 広美	国立大学法人東京大学大学院理学系研究科准教授

●宇宙開発委員会の運営等について (平成十三年一月十日宇宙開発委員会決定)
文部科学省設置法及び宇宙開発委員会令に定めるもののほか、宇宙開発委員会(以下「委員会」という。)の議事の手続きその他委員会の運営に関して、以下のとおり定める。

第一章 本委員会

(開催)

第一条 本委員会は、毎週1回開催することを例とするほか、必要に応じて臨時に開催できるものとする。

(主宰)

第二条 委員長は、本委員会を主宰する。

(会議回数等)

第三条 本委員会の会議回数は、暦年をもって整理するものとする。

(議案及び資料)

第四条 委員長は、あらかじめ議案を整理し必要な資料を添えて本委員会に附議しなければならない。

2 委員は、自ら必要と認める事案を議案として本委員会に附議することを求めることができる。

(関係行政機関の職員等の出席)

第五条 委員会の幹事及び議案に必要な関係行政機関の職員は、本委員会の求めに応じて、本委員会に出席し、その意見を述べることができる。

2 本委員会は、必要があると認めるときは、前項に規定する者以外の者の出席を求め、その意見を聞くことができる。

(議事要旨の作成及び配布)

第六条 本委員会の議事要旨は、本委員会の議事経過の要点を摘録して作成し、本委員会において配布し、その確認を求めるものとする。

第二章 部会

(開催)

第七条 部会は、必要に応じて随時開催できる。

2 部会は、部会長が招集する。

(主宰)

第八条 部会長は、部会を主宰する。

(調査審議事項)

第九条 部会において調査審議すべき事項は、委員会が定める。

(関係行政機関の職員等の出席)

第十条 委員会の幹事及び議案の審議に必要な関係行政機関の職員は、部会の求めに応じて、部会に出席し、その意見を述べることができる。

2 部会は、必要があると認めるときは、前項に規定する者以外の出席を求め、その意見

を聞くことができる。

(報告又は意見の開陳)

第十一条 部会において調査審議が終了したときは、部会長は、その結果に基づき、委員会に報告し、又は意見を述べるものとする。

(雑則)

第十二条 本章に定めるもののほか、部会の運営に関し必要な事項は、部会長が定める。

第三章 会議の公開等

(会議の公開)

第十三条 本委員会及び部会の議事、会議資料及び議事録は、公開する。ただし、特段の事情がある場合においては、事前に理由を公表した上で非公開とすることができる。

(意見の公募)

第十四条 本委員会又は部会における調査審議のうち特に重要な事項に関するものについては、その報告書案等を公表し、国民から意見の公募を行うものとする。

2 前項の公募に対して応募された意見については、本委員会又は部会において公開し、審議に反映する。

(雑則)

第十五条 本章に定めるもののほか、公開等に関し詳細な事項は、委員長が委員会に諮って定める。

第四章 その他

(雑則)

第十六条 前条までに定めるもののほか、議事の手続きその他委員会の運営に関し必要な事項は、委員長が委員会に諮って定める。

(参考2)

小型固体ロケット（イプシロンロケット）プロジェクトの評価実施要領

平成22年7月16日
推 進 部 会

1. 趣旨

小型固体ロケット（イプシロンロケット）プロジェクト（以下、「イプシロンロケットプロジェクト」という）は、これまで培った固体ロケット技術を継承し、固体ロケットシステム技術の維持・発展を図るとともに、小型衛星の打上げに機動的かつ効率的に対応することを計画しているプロジェクトである。

本プロジェクトについては、「次期固体ロケットプロジェクト」として、宇宙開発委員会推進部会において、平成19年8月に「開発研究」への移行は妥当であるとの評価を行った。

一方、平成21年6月に制定された宇宙基本計画において、自立的な宇宙活動を支える宇宙輸送システム構築の推進を定めており、固体ロケットについては、それまでの技術的蓄積をいかして、小型衛星需要に機動的かつ効率的に対応するための手段の確保の一環として、同計画の中にその推進を位置付けている。また、平成22年5月に宇宙開発戦略本部により決定された「宇宙分野における重点施策について」（以下「重点施策」という）において、我が国としては宇宙活動に係る自律性の保持が必要不可欠であるとし、このため、小型固体ロケット等の技術の確立を含め、ロケット等に係る総合的な技術力を継続的に発展・向上させていくことが必要不可欠であるとしている。

今般、イプシロンロケットプロジェクトについて、独立行政法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）において、「開発」に移行する準備が整ったため、JAXAにおいて具体化された内容が、宇宙基本計画や重点施策等に照らして適切であるか、「宇宙開発に関するプロジェクトの評価指針」（平成19年4月23日 宇宙開発委員会推進部会）に基づき、宇宙開発委員会として推進部会において評価を行う。

2. 評価項目

イプシロンロケットプロジェクトについて、JAXAが策定した内容が宇宙基本計画等を適切に具体化したものとなっていることを確認するため、「評価指針」に基づき、以下の項目について調査審議を行う。

- (1) プロジェクトの目的（プロジェクトの意義の確認）
- (2) プロジェクトの目標
- (3) プロジェクトの開発方針
- (4) システム選定及び基本設計要求
- (5) 開発計画
- (6) リスク管理

評価票は別紙1のとおりとし、構成員はJAXAからの説明を踏まえ評価票へ記入を行う。

3. 評価の進め方

時期	部会	内 容
7月16日	第1回	イプシロンロケットプロジェクトについて
7月26日	第2回	イプシロンロケットプロジェクトについて
8月5日	第3回	事前評価結果について

なお、第1回推進部会におけるJAXAからの説明に対し、別途質問票による質疑を受けるものとし、第2回推進部会にて回答・審議を行う。評価票への記入はその質疑応答を踏まえて実施することとする。

4. 関連文書

イプシロンロケットプロジェクトの評価に当たっての関連文書は、別紙2のとおりである。

小型固体ロケット（イプシロンロケット）プロジェクト 評価票

構成員名： _____

平成 21 年 6 月に制定された宇宙基本計画において、自立的な宇宙活動を支える宇宙輸送システム構築の推進が定められており、固体ロケットについては、これまでの技術的蓄積をいかして、小型衛星需要に機動的かつ効率的に対応するための手段の確保の一環として、同計画の中にその推進を位置付けています。また、平成 22 年 5 月に宇宙開発戦略本部により決定された「宇宙分野における重点施策について」（以下「重点施策」という）において、我が国としては宇宙活動に係る自律性の保持が必要不可欠であるとし、このため、小型固体ロケット等の技術の確立を含め、ロケット等に係る総合的な技術力を継続的に発展・向上させていくことが必要不可欠であるとしています。

今般、実施機関である JAXA において「開発」への移行の準備が整ったため、具体化された当該プロジェクトが、宇宙基本計画や重点施策等に照らして適切であるか、以下について確認し、助言して下さい。

1. プロジェクトの目的（プロジェクトの意義の確認）

本プロジェクトについては、宇宙開発委員会 推進部会において、平成 19 年度に実施した「開発研究」への移行時に、本プロジェクトの目的については、「妥当」と評価されました。今回、開発移行にあたり、より具体的に目的を見直しています。

「開発研究」移行時の事前評価結果を踏まえた上で、宇宙基本計画等において規定されている我が国における宇宙開発利用全体の意義、目標及び方針等に照らし、的確に詳細化、具体化されているかについて、これまでの経緯を考慮した評価をして下さい。

妥当 概ね妥当 疑問がある

（上記の評価根拠等コメントを記入下さい。）

2. プロジェクトの目標

本プロジェクトについては、宇宙開発委員会 推進部会において、平成 19 年度に実施した「開発研究」への移行時に、本プロジェクトの目標については、「妥当」と評価されました。今回、開発移行にあたり、目標を見直しています。

上記を踏まえ、

- i) 設定された目標が具体的に（何を、何時までに、可能な限り数値目標を付してどの程度まで）明確となっているか、
 - ii) 設定された目標が設定された目的に照らし、要求条件を満たしているかを含め的確であるか、
 - iii) その目標に対する成功基準が的確であるか、
- について評価して下さい。

目標が複数設定される場合にはそれらの優先順位及びウェイトの配分が的確であるかを評価して下さい。

妥当 概ね妥当 疑問がある

(上記の評価根拠等コメントを記入下さい。)

3. プロジェクトの開発方針

本プロジェクトについては、宇宙開発委員会 推進部会において、平成 19 年度に実施した「開発研究」への移行時に、本プロジェクトの目標については、「妥当」と評価されました。本プロジェクトの開発活動全体を律する基本的な考え方や方針が設定された目標の達成に対する確であるかを評価して下さい。また、「開発研究」移行時に提示された助言に対する確に対応しているかも考慮して下さい。

妥当 概ね妥当 疑問がある

(上記の評価根拠等コメントを記入下さい。)

4. システム選定及び基本設計要求

システム（ロケットを実現する技術的な方式）の選定及び基本設計要求（基本設計を固めるに当たっての骨格的な諸条件）が設定された目標に照らし的確であるかを評価して下さい。評価に当たっては、特に次の点に着目して下さい。

- i) 関係する技術の成熟度の分析が行われ、その結果が踏まえられているか
- ii) コストも含めて複数のオプションが比較検討されているか
- iii) システムレベル及びサブシステムレベルで、どの技術は新規に自主開発を行い、どの技術は既存の成熟したもの（外国から調達するものに関しては、信頼性確保の方法も含めて）に依存するか、という方針が的確であるか

なお、上記諸点の検討においては、国内で実現可能な技術のみでなく、海外で開発中の技術をも検討の対象に含めます。また、「開発研究」移行時に提示された助言に対する確に対応しているかも考慮して下さい。

妥当 概ね妥当 疑問がある

(上記の評価根拠等コメントを記入下さい。)

5. 開発計画

スケジュール、資金計画及び設備の整備計画等については、設定された目標に照らし的確であるかを評価して下さい。

実施体制については、「開発研究」移行時の評価で「妥当」と評価されました。その後の進捗を踏まえ、今回の「開発」移行時の判断として、実施体制が適切であるかを評価して下さい。また、「開発研究」移行時に提示された助言に対する確に対応しているかも考慮して下さい。

妥当 概ね妥当 疑問がある

(上記の評価根拠等コメントを記入下さい。)

6. リスク管理

プロジェクトの可能な限り定量的なリスク評価（リスクの抽出・同定とそれがどの程度のものかの評価、リスク低減のためのコストと成功基準との相対関係に基づく許容するリスクの範囲の評価）とその結果に基づくリスク管理について、採られた評価の手法、プロジェクトの初期段階で抽出された開発移行前に処置すべき課題への対処の状況、実施フェーズ移行後に処置する課題に対する対処の方向性が明確であるかを評価して下さい。また、「開発研究」移行時に提示された意見に対する的確に対応しているかも考慮して下さい。

なお、リスクを低減するための方法として、全てのリスクをそのプロジェクトで負うのではなく、プログラムレベルで、他のプロジェクトに分散し、吸収することも考慮して評価して下さい。

妥当 概ね妥当 疑問がある

(上記の評価根拠等コメントを記入下さい。)

小型固体ロケット（イプシロンロケット）プロジェクトの評価に当たっての 関連文書（抜粋）

●宇宙基本計画

（平成21年6月2日 宇宙開発戦略本部決定）

第3章 宇宙開発利用に関し政府が総合的かつ計画的に実施すべき施策

1 9つのシステム・プログラム毎の開発利用計画

(1) 利用システムの構築

A アジア等に貢献する陸域・海域観測衛星システム

② 5年間の開発利用計画

- ・ アジア地域の高頻度・高分解能での観測を目指して、光学、レーダセンサについて高分解能の性能を低コストで実現する戦略的な小型衛星（ASNARO（仮称））について、民間とのパートナーシップも想定した人工衛星の研究開発を進め、まず光学センサを搭載した小型光学実証機を打ち上げ、技術実証を推進する。

(2) 研究開発プログラムの推進

F 宇宙科学プログラム

② 5年間の開発利用計画

- ・ より安く、早く、挑戦的な宇宙科学研究を実現するために、小型科学衛星を活用する。小型科学衛星は、5年に3機程度の頻度で打ち上げ、科学者の多様な要求に応じていく。

1 小型実証衛星プログラム

以下の主な社会的ニーズと今後10年程度の目標に対応するプログラムとして、小型実証衛星プログラムを設定し、5年間の開発利用計画を推進する。

① 社会的ニーズと今後10年程度の目標

(A) 持続的な産業の発展と雇用の創出

「新産業と宇宙関連産業の拡大と雇用の創出」というニーズに対しては、現状では、宇宙機器産業のみならず、利用産業など幅広い産業の裾野の拡大が必要な状況である。また宇宙産業は、A～Hのシステム・プログラムを確実に推進するために重要な我が国の戦略的産業である。これらを踏まえて、一層の産業基盤の強化、国際競争力の向上や、今後の宇宙開発利用を確実に進める観点で、新規技術等の技術リスクを排除することなどが重要である。このため、小型衛星等を活用した先端的技術の実証等の推進や、中小企業、ベンチャー企業や大学等が取り組む超小型衛星等への支援の推進を通じて参入促進を図り、新産業と宇宙関連産業の拡大、雇用の創出に資することを目標とする。

② 5年間の開発利用計画

上記目標の実現に向けて、以下の施策を推進する。

- ・ 我が国の宇宙開発利用を支える戦略的産業として、宇宙関連産業の競争力強化を図る

一環として、我が国の強みである小型化技術を活用し、中小企業、ベンチャー企業や大学等とも積極的に連携しつつ、目的に合わせ小型衛星（100キログラム～1トン程度）や超小型衛星（100キログラム以下）を打ち上げ、人工衛星のシステム技術や部品・コンポーネントなどの最新技術の軌道上実証を行う。

- ・ また、中小企業、ベンチャー企業や大学等が取り組む超小型衛星等について、製造支援や打ち上げ機会の拡大を図る。

2 各分野における具体的施策の推進

(5) 戦略的産業としての宇宙産業育成の推進

② 自立的な宇宙活動を支える宇宙輸送システム構築の推進

(A) 人工衛星等の開発利用計画・先端的研究開発と世界の衛星需要に対応したロケット開発利用の推進

(1) 人工衛星等の開発利用計画に対応した輸送システムの構築

・ 固体ロケット

固体ロケットシステム技術は、我が国独自の技術の多くの蓄積があり、即応性を要求される打ち上げ技術として重要であり、M-Vロケット運用終了後も、その維持を行ってきた。固体ロケットについては、これまでの技術的蓄積をいかして、別紙2のような宇宙科学分野や地球観測分野などの小型衛星需要に機動的かつ効率的に対応するための手段の確保の一環として推進する。

別紙1「9つの主なニーズと衛星開発利用等の現状・10年程度の目標」

《主なニーズ》

アジア地域における災害時の情報把握

《現状》

【アジア地域における災害】

センチネルアジア等の枠組みにより、「だいち」の画像を被災国に提供（これまで100回程度の実績）

【我が国における災害】

地震等の災害発生後、情報収集衛星、「だいち」等の画像等の情報を活用。ただし、「だいち」は、防災機関に情報提供できるまでに、早くても発災後1日程度かかっており、初動対応への活用は不十分。また、洪水・土砂災害等における人家被害や道路被害等の詳細状況の把握が可能な画像解像度には至っていない。また、情報収集衛星は保全上画像の提供先が限定されていることもあり、ニーズの全てを満たすには制約がある。

《ニーズに対応した今後10年程度の目標》

【アジア地域における災害】

被害想定域の把握、タイムリーな初動対応等のため、被災国等と連携し、航空機等による撮影と相まって地震等の災害発生後基本的には3時間以内に被災地域の画像を撮影し、被災国に提供するとともに、我が国による救援活動に活用する。

【我が国における災害】

同様に、航空機等による撮影と相まって、災害発生後基本的には3時間以内に被災地域

の画像を撮影し、過去のアーカイブとして継続的に観測している最新の画像とともに、情報を防災機関に提供する。その後、数日に亘って、詳細被害状況、二次災害危険状況、復旧・復興状況の把握のために、画像情報や地殻変動の情報等を提供する。被災地域を広域に把握するとともに、洪水・土砂災害等における人家被害や道路被害等の詳細状況の把握も可能とする。

《今後10年程度の目標のためにセンサや衛星等が達成すべき主要な目標》

【アジア地域における災害】

○解像度向上；洪水・土砂災害等における人家被害や道路被害等の詳細状況把握のため光学、レーダとも1M程度（50KM程度の撮像幅と両立）

○観測頻度向上；夜間・悪天候時に撮影可能なレーダ衛星により3時間以内に画像を撮影（画像提供は4時間以内）。光学衛星は、被災地の状況をより詳細に把握するために補完的に使用。

・昼夜間を問わずに3時間周期を実現⇒レーダ4機（光学は補完的に4機）

（注1）「だいち2」が撮影から配信までの時間を1時間に短縮することを目標としている。

（注2）上記は機数のみにより頻度向上させる考え方であり、軌道を傾斜させることにより、我が国上空の撮像頻度を向上させることも考えられる。

○分析方法の高度化（最新データとの比較）、処理時間の短縮（1時間程度）

【我が国における災害】

情報収集衛星及び上記衛星を利用することにより、更に短時間での被災地画像の撮影を実現する。

《利用省庁・機関》

【アジア地域における災害】

外務省、警察、消防、防衛等の国際緊急援助隊関係行政機関

【我が国における災害】

内閣府（防災）、内閣情報調査室、警察庁、総務省（消防庁）、国土交通省、防衛省など

《10年程度の想定衛星》

【アジア地域における災害】

「だいち2、3号」（光学、レーダ）。その後も「だいち」シリーズとして継続的に2～4機運用

ASNARO（仮称）実証機（光学、レーダ）。その後も継続的に2～4機運用

データ中継衛星として継続的に1～2機運用

【我が国における災害】

情報収集衛星（光学、レーダ）及び、上記衛星を利用

《主なニーズ》

地殻変動の予測・監視

《現状》

我が国は世界有数の地殻変動（地面の動き）が活発な地域に位置するため、地震や火山活動が頻発し、国民の生命・財産が脅威にさらされている。地殻変動を正確に捉えるため、国土地理院により全国約1,200箇所（平均約20KM間隔）に設置された電子基準点（GPS衛星データを受信）による地殻変動の監視が行われている。一方、Lバンドレーダセンサ

による衛星画像を用いて地殻変動を面的に把握する実証的な取組を15年ほど前から進めてきたが、衛星の更新に間が空いたために数年間観測できない期間があったこと、また撮影頻度が少なく、地震発生直後の対応に遅れが生じたり、火山活動の推移を十分把握できていないことなどから、まだ予測や監視に十分に活用できていない。

また、海底火山の活動状況把握についても光学センサの利用実証を行い、噴火に伴う大規模な海水の変色があればモニタリングに有効であることが確認できた。

《ニーズに対応した今後10年程度の目標》

地殻変動の検出、火山湖の色の検出及びこれらの地殻変動メカニズムの解明のため、地表面の情報を広域かつ長期間にわたり継続的・高頻度で取得する。これにより得られる画像情報の解析結果を電子基準点等による特定の地点の情報と組み合わせることで、地殻変動を10M程度の精度で面的かつ稠密に監視し、特に大規模な地殻変動の予兆が認められたり火山の活動度が高まったりした場合には、GPSによる現地での臨時観測等と合わせ、少なくとも3時間毎に対象地域の監視を行い、今後の地殻変動や火山活動の推移に関する予測精度を向上させる。また、海色変化の情報等を含む画像情報を可能な限り早く提供することにより、海底火山活動のモニタリングの手段として活用する。

《今後10年程度の目標のためにセンサや衛星等が達成すべき主要な目標》

現状に比べ、以下の主要な点を改善することにより、予測精度の向上などに資する。

○センサ性能向上等；精度の高い観測のため、以下のようなセンサの性能向上等を図る。

①Lバンドレーダセンサの継続的な運用

②光学センサの空間分解能の向上（カラー、10M→5M以下）

○観測頻度の向上；画像情報（光学、レーダ）の迅速な提供体制の整備（通常数日以内→1日1回以上）

○分析方法の高度化；データ処理体制の高度化、他の地上観測手段と連携した予測手段の高度化

《利用省庁・機関》

【地震】

国土交通省（国土地理院、気象庁）及び文部科学省（地震調査研究推進本部）

【火山】

国土交通省（気象庁、海上保安庁、国土地理院）

《10年程度の想定衛星》

「だいち2、3号」（光学、レーダ）。その後も「だいち」シリーズとして継続的に2~4機運用

ASNARO（仮称）実証機（光学、レーダ）。その後も継続的に2~4機運用

《主なニーズ》

国土情報の蓄積（地図作成、国土変化の把握等）

《現状》

国土の7割が山林で長大な海岸線と数千に上る離島を有する我が国は、これまでも衛星によりその姿が記録され、データが蓄積されてきたものの、衛星の運用が単発的であり、継続的かつ統合的なデータの蓄積・提供も行われなかった。このため、縮尺2万5千分1地形図の更新などいくつかの実証的な取組を除き、総じてまだ不十分な利用状況である。海外においても「だいち」による森林の違法伐採の監視や世界遺産のモニタリング等が

始められつつあるが、まだ一部の情報しか提供されていない。

《ニーズに対応した今後10年程度の目標》

国土の現況を広範囲かつ継続的に光学及びレーダセンサで観測し、体系的に蓄積・提供することで、国土開発・保全、農林業、環境等に関する基本的な情報として活用する。例えば光学立体視センサの分解能を2倍以上に高める等により画質を総合的に向上させることでより詳細な地図の作成を実現し、森林管理や環境管理等の分野と合わせて地方公共団体、民間等への利用の拡大を目指す。

また、海外へ画像も提供することにより、我が国の衛星画像の海外での利用の拡大を図る。

《今後10年程度の目標のためにセンサや衛星等が達成すべき主要な目標》

現状に比べ、以下の主要な点を改善することにより、国土に関する情報が随時提供され、利用が容易な環境を整える。

○センサ性能向上； 国土情報の詳細な把握のため、立体視機能を有した光学センサの空間分解能2.5M→1Mへ改善

○観測頻度の向上； 画像情報（光学、レーダ）の迅速な提供体制の整備（数日以内→1日1回以上）

○利用体制の向上； これまでの衛星データと今後取得される衛星データを継続的に管理し、国内外のユーザに継続的に使い易い提供体制の整備

《利用省庁・機関》

国土交通省、農林水産省、環境省、地方公共団体、民間等（衛星画像の海外での利用拡大支援）、外務省

《10年程度の想定衛星》

「だいち2、3号」（光学、レーダ）。その後も「だいち」シリーズとして継続的に2～4機運用

ASNARO（仮称）実証機（光学、レーダ）。その後も継続的に2～4機運用

《主なニーズ》

穀物等の生育状況や品質等の把握

《現状》

国内の耕地面積や水稲作付面積の把握、災害時の水稲被害把握のための準備作業に活用を開始した段階。米の生育状況の把握について実用化され始めた段階。その他の作物の品質や生育状況などの把握に利用するためには、作物や品種毎の検証などにより推定精度を高めることが必要。

また、災害時の水稲被害の損害評価は、現在目視すること等により行っているが、今後農家の減少に伴い損害評価員の減少が予想されるため、評価手法の改善が課題となっている。

《ニーズに対応した今後10年程度の目標》

衛星画像の解析により、我が国の米等の生育状況や品質（タンパク質、水分等の含有量）を推定し、農業経営の高度化を図る。

また、災害時の水稲被害の損害評価については、農家減少に伴う損害評価する者の減少等に対応するため、全国の水稲に対する評価が可能となる高解像度の衛星画像を用いた評価手法を確立して、現在14道県で実証段階にある当該手法を全都道府県において用

いる体制の整備を図る。

さらに、世界の主要な穀倉地域における穀物生産に関する状況等を常時観測し、我が国の食料供給戦略上の基本的な情報として活用する。

《今後10年程度の目標のためにセンサや衛星等が達成すべき主要な目標》

現状に比べ、以下の主要な点を改善することにより、農業の高度化・持続的発展に資する。

○センサ性能向上；以下のようなセンサの性能向上を図る。

- ①（耕地の詳細な把握）光学センサの空間分解能の向上（2.5M→1M）、及びLバンドレーダセンサの空間分解能の向上（10M→1～3M）
- ②（穀物の生育や品質の把握）より多くの周波数による観測により分類能力の向上（ハイパースペクトル、14バンド→185バンド程度）
- ③（多波長光学放射計）耕地の広域かつ詳細な把握のため、観測メッシュ1KM→250Mへ改善

○撮像要求；収穫期に撮像要求が確実に入れられる運用体制

○分析手法の高度化；データ分析手法の確立

《利用省庁・機関》

農林水産省、地方公共団体、民間

《10年程度の想定衛星》

「だいち2、3号」（光学、レーダ、ハイパースペクトル）。その後も「だいち」シリーズとして継続的に2～4機運用

ASNARO（仮称）実証機（光学、レーダ）。その後も継続的に2～4機運用

GC0M-C（多波長光学放射計）。その後も継続的に1機運用

《主なニーズ》

陸域及び海底の石油・鉱物等の調査

《現状》

衛星データを陸域の資源探査には活用しているものの、いまだ分析能力は十分でない。また、世界第6位の広さと言われる我が国の領海及び排他的経済水域並びに200海里を超えて延長の可能性がある大陸棚には、様々な資源・エネルギーが存在しており、その確保が期待されるが、「だいち」によるオイルスリック（海底から湧出する原油が海表面で油膜となる現象）のモニタリングの実証を行っているなど限定的である。

《ニーズに対応した今後10年程度の目標》

石油の存在する地層を構成する鉱物やレアメタル等の鉱物の判別性能を現行の10種類程度から3倍の30種類程度へ向上させた、より分類能力の高いセンサによる観測を継続的・広範囲に実施することにより、人工衛星を活用した人工衛星を活用した石油や鉱物等が存在する可能性の高い地域を高精度かつ効率的に選別、特定する陸域資源探査方法の高度化等を図ることを目標とする。

また、センサの高分解能化によりオイルスリックの判別性能を上げることにより、我が国周辺海域を始めとする海底資源の発見に資することを目標とする。これらを我が国の資源・エネルギー確保戦略上の基本的な情報として活用する。

《今後10年程度の目標のためにセンサや衛星等が達成すべき主要な目標》

現状に比べ、以下の主要な点を改善することにより、資源探査方法の高度化に資する。

○センサ性能向上；

①（地質や鉱物の詳細な把握）より多くの周波数による観測により分類能力を向上（ハイパースペクトル、14バンド→185バンド程度）

②（陸域及び海底資源の詳細な把握）Lバンドレーダセンサの継続的な運用及び空間分解能の向上（10M→1～3M）

③熱赤外センサの開発（5バンド、30M）

○分析手法の高度化；資源等判別のデータ分析手法の確立

《利用省庁・機関》

経済産業省

《10年程度の想定衛星》

「だいち2、3号」（光学、レーダ、ハイパースペクトル）。その後も「だいち」シリーズとして継続的に2～4機運用

ASNARO（仮称）実証機（光学、レーダ）。その後も継続的に2～4機運用

《主なニーズ》

世界トップレベルの科学研究成果の継続的な創出等

《現状》

宇宙天文学や太陽系探査などの宇宙科学で世界を先導する成果を上げているとともに、太陽系探査と国際宇宙ステーションの活動により、人類の活動領域拡大に向けた取組を進めている。

《ニーズに対応した今後10年程度の目標》

宇宙科学の枠を超えた他分野・異分野との連携も含め、大学等の優れた研究者の参画の促進による体制の強化も踏まえて宇宙科学を推進し、世界最先端の成果を継続的に創出する。また、有人やロボットを活用した宇宙活動の推進により、人類の活動領域を拡大することを目指すこととし、長期的にロボットと有人の連携を視野に入れた、平成32年（2020年）頃のロボット技術を活かした月探査の実現を目指した検討を進める。

《今後10年程度の目標のためにセンサや衛星等が達成すべき主要な目標》

世界をリードする科学的成果を目指して理工一体となって推進するとともに、人類の活動領域の拡大に向けた取組を進める。

○宇宙天文学（X線観測、赤外線観測、電波観測）

○太陽系探査（水星、金星、小惑星探査）

○将来のロボット・有人連携月探査に向けた無人月探査

○小型科学衛星による、先進的なミッション、新しいセンサや技術の実証など（テーマは科学コミュニティで選定）

○「きぼう」等の微小重力環境等を利用した生命科学や材料・流体科学等、宇宙環境利用科学

など

《利用省庁・機関》

文部科学省/JAXA

大学

《10年程度の想定衛星》

ASTRO-G（電波）及びその他宇宙天文学ミッション（ASTRO-H（X線）、SPICA（赤外）など）、
PLANET-C（金星）、BEPICOLMBO（水星）及びその他太陽系探査ミッション（SCOPE（磁気圏）、
小惑星探査衛星（はやぶさ後継機）など）、
月面着陸・探査ミッション、
IKAROS他 小型科学衛星（3機／5年）

《主なニーズ》

新産業と宇宙関連産業の拡大と雇用の創出

《現状》

宇宙機器産業のみならず、利用産業など幅広い産業の裾野の拡大が必要。宇宙産業の国際競争力は十分ではなく、我が国の宇宙開発利用を支える戦略的産業として、競争力の向上が必要。

《ニーズに対応した今後10年程度の目標》

衛星データ等の新しい利用開拓や宇宙科学等の最先端技術開発の推進を通じて新産業の創出により売上高の倍増を目指すと共に、宇宙機器産業の競争力強化により雇用の創出に資する。

《今後10年程度の目標のためにセンサや衛星等が達成すべき主要な目標》

○政策目標

- ・衛星データの利用促進による新産業の創出
- ・宇宙科学ミッションからの最先端技術のスピノフによる宇宙科学以外の宇宙開発利用分や産業への展開
- ・衛星やセンサの競争力強化（研究開発の推進、計画的調達への配慮など）や市場開拓への取組による世界のマーケットへの参入拡大
- ・小型衛星等を活用した先端的技術の実証等の推進や、中小企業、ベンチャー企業や大学等が取り組む超小型衛星等への支援の推進を通じ、新産業と宇宙関連産業の拡大や雇用の創出
- ・宇宙開発利用の拡大による宇宙関連産業における売上高の倍増と雇用の拡大を目指す

《利用省庁・機関》

文部科学省/JAXA

経済産業省/NEDO, AIST, USEF、総務省/NICT、国土交通省（国土地理院）、大学、民間等

《10年程度の想定衛星》

SERVIS-2、SDS-2他 技術実証衛星（1機／1年）

別紙2「9つの主なニーズに対応した5年間の人工衛星等の開発利用計画」

5つの利用システムの構築

A アジア等に貢献する陸域・海域観測衛星システム

平成30年度から運用予定だが、適時、適切に判断：

ASNARO（仮称）として、光学衛星、レーダ衛星で継続的に2～4機運用

F 宇宙科学プログラム

平成24年度から運用：

5年に3機ずつ程度、小型衛星を打ち上げる。

候補ミッション： 編隊飛行による広天走査衛星、精密測位衛星、高感度ガンマ線望遠鏡、重力波観測衛星、ダークバリオン探査衛星、地球電磁環境モニター衛星、低弾道係数衛星など

I 小型実証衛星プログラム

平成24年度から運用：

少なくとも1年に1機ずつ程度、小型衛星等を打ち上げる。

候補ミッション： 超低高度衛星技術、コンタミセンサ、屈折式光学センサ、非冷却赤外検出器、高感度撮像素子、加速度計、多衛星追跡システム、超小型マイクロ波イオンエンジンなど

●宇宙分野における重点施策について

(平成22年5月25日 宇宙開発戦略本部決定)

1. 世界に冠たるマーケット・コミュニティの創出

～利用（科学・公共・教育・ビジネス）がドライブする成長の実現～

(1) ユーザーのニーズにきめ細かく応えるユーザー本位で競争力を備えた宇宙開発利用

① 小型衛星（含：超小型衛星）・小型ロケットによる新たな市場の開拓

これまでの我が国の宇宙機器産業は、主にJAXAが進める研究開発に因るところが大きかったが、近年、東大阪市の中小企業や、気象予報などを行っている民間企業が小型衛星の開発・運用を計画するなど、中小企業や大学が徐々に参入を試みる段階に至っている。同時に、搭載されるミッション機器の小型化も進展しており、小型衛星であっても、その機能の高性能化が図られ、通信、観測等の実用に利用できる目途が立ってきている。このような動きは、納期が短く比較的少ない資金で製作できる「小型衛星」による宇宙利用を可能とし、また、衛星機器の標準化、それに伴う製造数の増加・低価格化の実現などによる宇宙利用における新たな需要、市場が生まれる大きな可能性を示している。

今後、我が国宇宙機器産業全体の活性化に繋げていくためには、このような取組みを後押しし、その裾野を拡大することにより、新たなプレイヤーを増やしていくことが不可欠である。

そのためには、中小企業や大学がより参入しやすい環境を整備することが肝要であり、長期的な視点に立ったリスク・マネーの供給などの関連施策の活用は元より、

- ・ より容易かつ安価に宇宙へのアクセスを実現するための小型衛星の開発・利用支援
- ・ 小型衛星用の効率的・低コストな打上げ手段の開発（小型固体ロケット、空中発射など）
- ・ 衛星取得データを効率よく地上に送信するための通信装置の開発

・ 部品・コンポーネントの標準化
などを進め、競争力の強化を図る。

3. イノベーションエンジンとしての最先端科学・技術力の強化

(1) 我が国の自律性確保に必要な基盤技術（輸送系・衛星系など）の獲得・確保

今後の宇宙の重要性に鑑みれば、我が国として、宇宙活動に係る自律性を保持し続けることが必要不可欠である。具体的には、宇宙空間へのアクセスを可能とする輸送系（H-IIAロケット、小型固体ロケットなど）や、人工衛星に共通的な部分であるバス、様々な観測を行うセンサーに係る技術などが該当するが、今後とも、我が国が、これらの技術を確立し、自律性を確保していくためには、長期的な視点に立った弛まない新たな技術開発を継続的に行い、人材の育成や経験・知見の蓄積を図ることによってロケットや衛星に係る総合的な技術力を継続的に発展・向上させていくことは必要不可欠である。

その際、それらの技術を支えている戦略的な部品を開発・確保することについても留意することが必要である。特に、これまで海外からの輸入に依存している部品の中には、今後、その輸入が困難になることが見込まれるものもあり、早急な対応が必要である。また、シングルソースになっている部品などのセカンドソースの確保、中小企業や大学などの優れた技術の活用も含めた民生部品の適用拡大を図ることも重要である。

●我が国における宇宙開発利用の基本戦略

（平成16年9月9日 総合科学技術会議）

2. 宇宙開発利用の意義、目標及び方針

(1) 意義

①国家戦略技術としての重要性

宇宙開発利用で必要とされる技術は、さまざまな高度技術の統合の上に成立つ代表的な巨大システム技術であり、科学技術創造立国を標榜する我が国にとって、国の持続的発展の基盤となる重要な国家戦略技術として位置付けられる。さらに宇宙開発利用は、第2期科学技術基本計画の重点4分野である情報通信分野、環境分野の推進に不可欠である。また、宇宙開発利用における技術は多くの工学分野における極限技術の集大成とも言える領域であり、その技術力の向上活動自体が広範な分野における技術の飛躍的進歩をもたらし、これらを通じて幅広い技術革新の進展を促すことになる。

②我が国の総合的な安全保障への貢献

宇宙開発利用は、近年の国内外における政治・経済・社会の急激な情勢変化を踏まえ、我が国の総合的な安全保障に重大な影響を及ぼすさまざまな情報・事象を正確かつ迅速に収集、伝達するために、もっとも有効な手段のひとつである。

③地球・人類の持続的発展と国の矜持への貢献

宇宙開発利用は、長期的視点から地球システムの持続的発展を目指すため、地球環境の現状と人類活動の及ぼす影響を全地球的規模で把握するために、もっとも有効な手段である。また、フロンティアとしての宇宙への挑戦を続けることは、国民に夢と

希望を与えるとともに、国際社会における我が国の品格と地位を高めることにも大きく貢献する。

(2) 目標

①国民の安全の確保

人々が安心して心豊かに生活を営むためには、紛争や災害などから国民の生命や財産を守り、我が国の安全の確保を図る責務が政府にはあり、そのため、宇宙という場の活用を図る。

②経済社会の発展と国民生活の質の向上

国際競争力の強化などを通じた宇宙産業の基幹産業への成長促進や、宇宙という特殊環境を舞台にした活動を通じた革新的な技術や新たな付加価値とビジネスチャンスの創出により、我が国の経済の活性化に貢献する。同時に、研究開発の成果を踏まえ、宇宙インフラと地上インフラの各々の特徴を活かした最適なシステムを構築し、効率的かつ効果的な利用の促進により、国民生活に真の豊かさをもたらす。

③知の創造と人類の持続的発展

多くの人々に夢や希望を与えるべく、未知のフロンティアとしての宇宙に挑む。宇宙空間を探索し、利用することにより、宇宙の起源、地球の諸現象などに関する根源的な知識・知見を獲得する。さらに、地球の有限性が語られるようになった今日、宇宙からの視点を活用して、人類の活動と地球環境との共生を旨とするとともに、更なる飛躍を求めて、宇宙における人類活動の場を拡大する。

(3) 方針

我が国の国際的地位、存立基盤を確保するため、諸外国における宇宙開発利用の状況を踏まえつつ、我が国は人工衛星と宇宙輸送システムを必要な時に、独自に宇宙空間に打ち上げる能力を将来にわたって維持することを、我が国の宇宙開発利用の基本方針とする。

そのため、技術の維持・開発においては、信頼性の確保を最重視する。また、重要技術の自律性を高めるため、適切な選択と重点化を行った上で、ソフト面も含めた基盤的技術を強化するとともに、技術開発能力を維持する。

なお、研究開発目標の設定や研究開発計画の策定に関しては、利用者の要求を十分に反映することが可能となる仕組みを構築する。

4. 分野別推進戦略

(2) 輸送系

②ロケット開発・運用方針

(B) M-Vロケット

固体ロケットシステム技術は、我が国独自の技術の多くの蓄積があり、即時打上げ要求に対応可能な特徴を持つ技術として、我が国がその自律性を確保する必要がある。M-Vロケットについては、技術開発は終了した、打上げ実績のあるロケットであることを踏まえ、固体ロケットシステム技術の維持を図るとともに、我が国の小型衛星

(科学衛星を含む) 打上げ手段を確保するため、当面運用を継続する。

なお、固体ロケットシステム技術の維持方策としては、M-Vロケットのみによる対応だけではなく、H-IIAロケット固体ロケットブースタの技術維持による対応や、M-Vロケットのコスト削減方策の検討を含め将来における民間移管の可能性を視野に入れた対応の検討が必要である。

●宇宙開発に関する長期的な計画

(平成20年2月22日 総務大臣、文部科学大臣)

2. 宇宙開発利用の戦略的推進

(5) 宇宙輸送系の維持・発展

(打上げ需要の多様化への対応)

今後の我が国における衛星打上げ需要は、中規模のものが増大すると予測されるとともに、宇宙科学の分野を中心に小規模のもの活用が指向されている。このような打上げ需要の多様化に対してより柔軟かつ効率的に対応することができる宇宙輸送系の構築を目指すこととする。なお、このような宇宙輸送系の構築により、基幹ロケットの代替手段の確保や、将来に向けてのより多様なロケットシステム技術の向上が図られることとなる。

このため、中型ロケット及び小型ロケットについて、それぞれ次の取組を進めていくこととする。

中型ロケットについては、官民協力の下、民間主導により開発計画が進行中のGXロケットについて、我が国が保有すべき中型ロケットとして位置付けられていることから、第二段に搭載する液化天然ガス(LNG)推進系の開発及び飛行実証を進めるなど開発計画を支援してきているが、LNG推進系を含めGXロケットの今後の進め方については、現在行っている評価の結果等を踏まえ進める。

小型ロケットについては、新たに小型固体ロケットの開発を目指すこととする。その際は、小型衛星の打上げ需要動向を含めて適時適切に評価を行い、その結果を踏まえつつ、これまで我が国が蓄積してきた固体ロケットシステム技術の知見を最大限活かし、単なる既存技術の組み合わせでは達成し得ない高品質の固体ロケットシステムを構築するとともに、低コストかつ短期間での打上げなど革新的な運用性の向上を目指す。なお、小型固体ロケットの開発に伴い、M-Vロケットの運用を終了する。

●独立行政法人宇宙航空研究開発機構が達成すべき業務運営に関する目標(中期目標)

(平成20年4月1日 総務省、文部科学省)

II. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する事項

5. 宇宙輸送

(3) 固体ロケットシステム技術の維持・発展

我が国が蓄積してきた固体ロケットシステム技術を活用しつつ、新たな技術の適用や技術基盤の基幹ロケットとの共通化等により、打上げ需要に柔軟かつ効率的に対応でき、低コストかつ革新的な運用性を有する次期固体ロケットの研究開発を行う。

●輸送系ワーキンググループ報告

(平成19年1月31日 宇宙開発委員会 計画部会 輸送系ワーキンググループ)

6. 小型ロケット

我が国の衛星ミッションとして重要性を増す1トン級以下の小型衛星に対しては、柔軟、効率的に対応していく必要がある。とりわけ、宇宙科学の分野においては、小型ロケットは大きな需要があると見込まれる。また、固体ロケットシステム技術は、我が国がペンシルロケット以来50年間にわたって独自に培ってきた重要な技術であり、シンプルな構成で利便性に優れ、今後とも維持・向上を図ることが必要である。これまで運用されてきたM-Vロケットは、性能を重視してきたために運用コストが割高であり、上記の必要性を考慮すれば、固体ロケット固有の技術の向上を図りつつ「次期固体ロケット」を開発し、小型衛星へ柔軟、効率的に対応することが適切である。本ロケットの開発は、宇宙科学にとって有用な輸送手段を提供するという意味で極めて重要であるのみならず、ロケット工学の発展を図るものでもある。

「次期固体ロケット」は、これまで我が国が培ってきた固体ロケットシステム技術の知見を最大限生かしつつ、短期間・低コストの打上げオペレーションや、簡素性を徹底的に追求した射場設備などの新しい設計思想を採用し、単なる既存コンポーネントの組合せでは及ばない高品質のシステムを構築するとともに、革新的な運用性の向上を目指す。具体的には、基幹ロケットと基盤（技術、技術者、技能者、設備）、機器を共通化するなどにより、短期、低コストでの開発や、基幹ロケットと一体となった信頼性向上、コストダウンを図る。こうした設計思想は、運用フェーズにおいても基盤を維持するための負担を抑えることとなり、低コスト、短期間での打上げに対応することによって、より多くの打上げ機会を確保することが可能となる。なお、「次期固体ロケット」の開発に伴い、M-Vロケットの運用を停止する。

小型固体ロケット（イプシロンロケット）プロジェクトの評価に係る 推進部会の開催状況

【第1回推進部会】

1. 日 時： 平成22年7月16日（金） 10：00～12：00
2. 場 所： 中央合同庁舎4号館 1階 全省庁共用108会議室
3. 議 題： (1) はやぶさ2プロジェクトの事前評価について
(2) 小型固体ロケット（イプシロンロケット）プロジェクトの事前評価について
(3) その他

【第2回推進部会】

1. 日 時： 平成22年7月26日（月） 13：00～16：00
2. 場 所： 科学技術政策研究所会議室（霞が関ビル 30階 3026号室）
3. 議 題： (1) 小型固体ロケット（イプシロンロケット）プロジェクトの事前評価について
(2) はやぶさ2プロジェクトの事前評価について
(3) その他

【第3回推進部会】

1. 日 時： 平成22年8月5日（火） 10：00～12：00
2. 場 所： 科学技術政策研究所会議室（霞が関ビル 30階 3026号室）
3. 議 題： (1) 小型固体ロケット（イプシロンロケット）プロジェクトの事前評価について
(2) はやぶさ2プロジェクトの事前評価について
(3) その他

小型固体ロケット(イプシロンロケット)プロジェクトの
評価票の集計及び意見

評価結果

	妥当	概ね妥当	疑問がある
1. プロジェクトの目的 (プロジェクトの意義の確認)	13	1	0
2. プロジェクトの目標	11	3	0
3. プロジェクトの開発方針	10	4	0
4. システム選定及び基本設計要求	10	4	0
5. 開発計画	9	5	0
6. リスク管理	8	6	0

1. プロジェクトの目的（プロジェクトの意義の確認）

本プロジェクトについては、宇宙開発委員会 推進部会において、平成19年度に実施した「開発研究」への移行時に、本プロジェクトの目的については、「妥当」と評価されました。今回、開発移行にあたり、より具体的に目的を見直しています。

「開発研究」移行時の事前評価結果を踏まえた上で、宇宙基本計画等において規定されている我が国における宇宙開発利用全体の意義、目標及び方針等に照らし、的確に詳細化、具体化されているかについて、これまでの経緯を考慮した評価をして下さい。

	妥当	概ね妥当	疑問がある
プロジェクトの目的	13	1	0

評価根拠のコメント

【妥当】

- 1 詳細な検討がなされている。
- 2 我が国の宇宙基本計画では、宇宙科学分野や地球観測分野などの小型衛星需要に機動的かつ効率的に対応する手段として固体ロケットをベースとした人工衛星打ち上げロケットを開発するとされており、イプシロンロケットはこの国の方針に沿ったプロジェクトである。またこの開発を通じて、固体ロケットに関する技術の発展と維持および自律性の確保を目的とすると同時に、長期的視野に基づいて人材の育成を図る計画となっており、プロジェクトの目的は妥当である。
- 3 本プロジェクトは、日本が国産固体ロケットM-Vで培ったシステム技術を継承し、それに伴う人材育成を図り、世界一の運用性を有する小型固体ロケット打ち上げシステム技術の確立を目指している。日本の宇宙開発活動にとって、小型衛星の打ち上げに自律的に対応し、機動的かつ効率的な手段を確保することは必要不可欠なものであり、本プロジェクトの目的は、我が国の宇宙開発利用の意義、目標及び方針に照らし、的確に詳細化、具体化されていると判断できる。
- 4 本プロジェクトは、単独での打ち上げや即応性が要求される小型衛星の打ち上げのために、わが国として自律的に対応できる機能的・効率的な打ち上げ手段を確保することを目指すものであり、わが国が独自に培ってきた固体ロケットシステムの技術を継承し、運用性の高い小型衛星打ち上げシステムを実現・発展させる、というプロジェクトの目的は、意義が大きく、妥当である。
- 5 固体ロケットが必要ということは理解できるし、研究を継続するということは必要であろう。後は、コスト意識と信頼性管理であろう。
- 6 妥当であるものの、「いつでも、どこでも、ノートパソコンで打上げ制御ができる」ことを強調されたが、見方によっては、ミサイル売り込みキャッチコピーそのものであり、説明の表現に工夫すべきと考える。
- 7 小型衛星の需要は多方面にわたって極めて広い。地球観測など実用衛星につながる応用も多用であると期待される。ISASで広く研究者にむけ小型衛星のニーズ調査を行っていることに対して日頃から評価している。多くの需要に迅速に対応するための手段として小型固体ロケットの開発は意義がある。
- 8 「開発研究」への移行時に設定された計画がほぼ実行されており、大変結構です。
変更点として軌道精度向上の為にオプションとして小型液体推進系を搭載するタイプをラインアップに加えた事も評価できる。
- 9 M-V開発までの過程で培った、我が国独自の高水準固体ロケットの技術をさらに継承・発展し、小型衛星の打上げの自律性を確保するとともに、人材の育成を図り、経済性、機動性の面で優位に立つ小型打ち上げシステム技術を得る、とするプロジェクトの目的・意義は妥当である。
- 10 小型衛星向けに、より安く、より早く容易に打ち上げることができる宇宙インフラとしての固体ロケットを開発するという目的は明確に示されている。時勢に即した方向性を有するプロジェクトであると評価できる。
- 11 我が国が独自に培った固体ロケット技術を継承発展させ、今必要とされる小型衛星打ち上げ用ロケットの開発を進めるものであり極めて妥当である。
- 12 通信や観測など実用に即した小型衛星や小型ロケット類は、小型ゆえの「経済性」「運用性」、いつでもどこからでも打ち上げられ観測できる「即応性」を課題としながら、民間企業や大学が独自に参入できる分野になってきた。宇宙産業の裾野を広げることが日本の産業の活性化になり、固体ロケット技術者の確保と能力向上にもつながっていく。
- 13 今後、小型の衛星の需要が大きくなるとの見込みの中で、我が国として低コストで信頼性かつ独自性の高い固体ロケットの開発を行うことには意義があると思われる。

【概ね妥当】

14 小型衛星の効率的な打上げ手段の確保が必要である。

2. プロジェクトの目標

本プロジェクトについては、宇宙開発委員会 推進部会において、平成19年度に実施した「開発研究」への移行時に、本プロジェクトの目標については、「妥当」と評価されました。今回、開発移行にあたり、目標を見直しています。

上記を踏まえ、

i) 設定された目標が具体的に(何を、何時までに、可能な限り数値目標を付してどの程度まで)明確となっているか、

ii) 設定された目標が設定された目的に照らし、要求条件を満たしているかを含め的確であるか、

iii) その目標に対する成功基準が的確であるか、

について評価して下さい。

目標が複数設定される場合にはそれらの優先順位及びウェイトの配分が的確であるかを評価して下さい。

	妥当	概ね妥当	疑問がある
プロジェクトの目標	11	3	0

評価根拠のコメント

【妥当】

- 1 ミッションに対する要求仕様は今後予測される打上げ需要の調査結果に基づいて設定されており、また科学ミッションからの強いニーズであるレートアクセスを前提とした開発目標が設定されている。更にM-Vの最終号機打上げから既に4年を経過しており、従来からの技術の伝承の点からおよび打上げミッション上の要求からも次期固体ロケットの迅速な開発が求められている。その意味から、既存技術を最大限活用して開発移行からほぼ3年で初号機を打上げる計画となっている。長期的には新たな技術開発に基づいて打上げコストを30億円に下げる目標も明確になっており、目標は明確でありまた妥当である。
- 2 小型衛星のニーズ分析などで行われた前回評価時の設定目標の変更は妥当なものであり、それぞれ具体的に明確に表記されている。目的に照らし要求条件を満たした目標が設定されており、成功基準も的確なものであるとみなせる。
- 3 小型衛星をあげる、安価で機動的な輸送手段を手にするという目標は理解できる。
- 4 これまでの蓄積技術があり、目標設定は具体的で説得力がある。
- 5 「開発研究」移行時と比べて軌道投入能力に変更があるが、実用性に即しての変更であると考えられるので問題ない。
軌道投入精度の向上はニーズを反映したものであり、機体製造期間よりも衛星最終アクセス時間を重視するのも当然の変更と考えられる。
諸般の事情によりコストが当初の目標を大幅に上まわったが、今回計画のように2段階に分けて平成29年度に最終目標を達成するというのは現実的な対応策であると思う。
- 6 軌道投入能力、打上げコスト、射場作業期間、など目標は具体的であり、妥当である。また、液体ロケット並みの軌道投入精度の実現、4段ロケットに小型液体推進系の搭載を可能とするなど、様々な軌道投入へもきめ細かに対応できる構成としている。サクセスクライテリアも明確である。
- 7 M-Vロケットで培った全段固体ロケットによる世界最高水準の軌道投入技術を液体ロケット並みに精度を上げ、諸外国の比較図でも世界一の機動性と即応性を目標としていることが判る。
- 8 小型衛星のニーズ分析やベンチマークをもとに、諸外国の固体ロケットと比較して十分比肩しうる目標値を掲げており、本プロジェクトの目標として適切であると考えられる。

【概ね妥当】

- 9 前回評価以降、目標に関して、幾つかの重要な変更がなされている。それらを見ると、軌道投入能力の変更、軌道投入精度の追加、衛星最終アクセス時間の追加、の3点は、小型衛星のニーズをより詳しく調査・分析した結果を反映したもので、変更は妥当と見なされる。
他方、打ち上げ費用に関しては、SRB-AやアピオニクスなどH2A共通機器の価格上昇等があるが、当初の低コスト化の目標(30億円以下)を満たすことは出来なくなった。低コスト化(30億円以下)に関しては、平成29年度頃の実現を目指して、抜本的低コスト技術の研究開発に取り組んでいく、としている。これらは当初計画への期待に合致しないものではあるが、わが国としての小型衛星打ち上げ手段保持の必要性、固体ロケット技術の継承・維持の重要性、提案されている新規採用技術の斬新性と発展性等を勘案し、現段階で開発に移行することは適切であると考えたい。なお、抜本的低コスト技術の研究開発については、JAXAの技術開発ロードマップに確実に取り上げられ、方針通りにその目標を達成することが強く望まれる。

- 10 宇宙インフラの一つとして生き残るために、従来のロケット本体の飛翔性能重視から、ロケット運用の簡素化・容易化を重視することが明確に目標として示されている。ロケット性能の総合指標が飛翔性能ではなく、打ち上げのコスト効率や短い期間打ち上げなどの運用性能力にあることが明確に意識されており、使い易いロケットの誕生に期待を寄せたい。
- ただ、29年度ごろ想定 of 最終的なロケット打ち上げコスト目標値については、ベガ打ち上げの低価格の影響などをみながら、今後さらに詰めていっていただきたい。

3. プロジェクトの開発方針

本プロジェクトについては、宇宙開発委員会 推進部会において、平成19年度に実施した「開発研究」への移行時に、本プロジェクトの目標については、「妥当」と評価されました。本プロジェクトの開発活動全体を律する基本的な考え方や方針が設定された目標の達成に対する確実性を評価して下さい。また、「開発研究」移行時に提示された助言に対する確実性に対応しているかも考慮して下さい。

	妥当	概ね妥当	疑問がある
プロジェクトの開発方針	10	4	0

評価根拠のコメント

【妥当】

- 1 要素技術としては従来のMuシリーズの技術蓄積を最大限生かす一方、ミッション要求をベースとして個々のサブシステムの基本仕様を設定する航空宇宙の標準手法に基づいたオーソドックスな設計手法が採られている。また技術標準、技術管理、プログラム管理等はHシリーズのロケット開発と同じJAXA標準を適用する計画となっており、開発研究移行時の助言にも沿った開発手法を採用する計画となっており、開発方針は妥当である。
また将来的に目標コスト30億円を達成するために実機開発と並行して、コストダウンおよびロケット技術向上のための研究を実施する計画となっているが、本件はロケット技術の革新および将来に向けた人材育成のためにも極めて重要な作業である。JAXAの中期計画に反映して、着実に実行することを期待する。
- 2 小型衛星への多様な対応を可能にし、信頼性の向上、コストの低減化、運用性の向上を図るなど、考慮すべき不可欠で基本的な方針が設定されており、本プロジェクトの開発方針は妥当である。
- 3 開発方針は適切に提示されている。「信頼性向上」に関しては、基盤ロケットとの基盤共有化・強化を図ること、とのみ記されているが、新技術の取り入れや新手法の導入・活用、運用の効率化、等々の各技術全般に、信頼性の観点が相伴しているものと理解したい。
- 4 31ページに示されている4項目の基本的な開発方針は「開発研究」移行時の考え方、及び助言にも的確に対応したものになっている。
- 5 平成19年度に実施された「開発研究」への移行審査では、多様な軌道への対応、搭載系のネットワーク化、自己診断機能具備とそれら技術の基幹ロケットへの技術標準化、などが指摘されたが、3年後の「開発」移行審査ではこれら指摘を最大限盛り込んでいる。
また、打上げの自在性確保の観点から、部品選定、高頻度打上げの実現要求などに配慮し、さらに技術の継承、人材育成なども充分考慮した開発方針であり、妥当と判断できる。
- 6 本プロジェクトの開発は小型衛星のニーズの反映/取り込みが積極的に行われているとともに、基幹ロケットとの基盤共有化などの促進など、着実な信頼性や運用性の向上の方針は評価できる。
- 7 方針に示されている、小型衛星への柔軟な対応、信頼性の向上、コスト削減、運用性の向上の4つの開発方針は、本プロジェクトの開発に関わる活動全体の基本方針として適切であり、妥当なものであると考えられる。

【概ね妥当】

- 8 アビオニクスなど開発要素もあり、打ち上げシステムの高度化など、成果を見守りたい。
- 9 信頼性、運用性の向上、コスト低減とあるが、もう少し具体性のある内容が望ましい。

4. システム選定及び基本設計要求

システム(ロケットを実現する技術的な方式)の選定及び基本設計要求(基本設計を固めるに当たっての骨格的な諸条件)が設定された目標に照らし的確であるかを評価して下さい。評価に当たっては、特に次の点に着目して下さい。

- i) 関係する技術の成熟度の分析が行われ、その結果が踏まえられているか
 - ii) コストも含めて複数のオプションが比較検討されているか
 - iii) システムレベル及びサブシステムレベルで、どの技術は新規に自主開発を行い、どの技術は既存の成熟したもの(外国から調達するものに関しては、信頼性確保の方法も含めて)に依存するか、という方針が的確であるか
- なお、上記諸点の検討においては、国内で実現可能な技術のみでなく、海外で開発中の技術をも検討の対象に含めます。また、「開発研究」移行時に提示された助言に対的確に対応しているかも考慮して下さい。

	妥当	概ね妥当	疑問がある
システム選定及び基本設計要求	10	4	0

評価根拠のコメント

【妥当】

- 1 打上げ時の環境条件、打上げ軌道精度等に関しては、このクラスのロケットで上げられる衛星の特性および衛星側の要望を検討した上で、ロケット設計上の要求仕様として設定されている。また運用条件に関しても、簡便な設備での速やかな打上げを前提とする他、ミッション側からのレートアクセス要求等の分析結果に基づいて、ロケット及び射点系設備の設計構想が設定されている。またその実現のために既存技術を最大限活用することが前提となっているが、新たな要素に関しては技術上のリスク評価、コスト上のトレードオフ等を実施してシステムおよび開発試験内容等の選定を行っており、プロジェクトの基本計画は妥当である。ただし機体の設計を具体的に進めるに当たっては地上設備との関連性を早期に具体化することが重要であり、また設備建設或いは改修には予想以上の期間を要することも多い。射点の具体的設計計画を早急に明確にすることが肝要である。
- 2 関係技術の成熟度分析を実施し、その結果を反映したものになっている。複数のオプションの比較検討、新規自主開発の実施判断、既存の成熟技術への依存方針など、全体として妥当なものだとみなせる。
- 3 今回提案されたM5・H2A技術最大活用案は既存技術を活用してリスクと初期コストの低減を図るもので、早期における小型衛星打ち上げ手段の実現というプロジェクトの目的に適合しており、現段階では妥当なものと言える。システムを全体として見ると、わが国が独自に蓄積してきた固体ロケットシステムの技術が十分に継承され、かつ発展が図られていることが理解される。
サブシステムにおいても、推進、構造、アビオニクス、運用・設備、情報の各系において、性能向上や新技術の採用が多面的に図られており、プロジェクトの目標に適合したものとなっている。一例として、アビオニクスにおける点検の自動化・自律化は従来にない革新的な試みで、将来共通基盤技術の先行的実証の一つとして期待したいものである。射場作業期間7日、衛星最終アクセスから打ち上げまでの時間として3時間、という運用性に関する設定も、プロジェクトの新規性への意欲を示すものとして着目しておきたい。
- 4 新しい個体ロケットを開発するに当たって、
 - ・打上能力に見合うコストの実現
 - ・固体ロケットシステム技術の維持・強化
 - ・国としての自律性の確保
 等が必須の課題であるが、これらの他にも
 - ・基幹ロケットとの共通性、親和性
 - ・M-V、H2Aの技術の活用等による信頼性の向上
 - ・運用性、整備性の向上
 - ・次期輸送系にも適用可能な技術の発展性
 等、幅広い検討がなされている。
- 5 M-V技術の積極的な継承・活用、H2A技術の個体ロケットへの活用を検討し、コスト面、技術面でさまざまな比較検討がなされている。これらの技術検証は、推進系、構造系、アビオニクス系、情報系など様々な分野で詳細になされており、システム選定及び基本設計要求は妥当と判断できる。
- 6 技術の成熟度の分析や複数のオプションの比較検討を含め、的確になされている。
- 7 当初計画の実機コストを検討し、打ち上げ頻度の見直しやM-Vロケットで我が国が独自に蓄積した技術など各所の変更を入れて取り組んだことは評価すべきである。今後は、さらにロケットの各機器や部品、技術の共有化を積極的に推進していくことも重要だ。

8 システムの選定や基本設計は、関連する技術の分析を踏まえて設定されており確と考えられる。但し、実機コストに関しては、現状では優位性があると思われるが、その開発費も含め、海外の小型ロケット開発の今後の動向を常に詳細に把握しつつ、適切な競争力を持った値を目指していただきたい。

【概ね妥当】

11 今までの実績を踏まえて、一応の検討がなされている。

12 開発資金として提示された金額が妥当かどうかの判断が困難ですので概ね妥当と記載させていただきます。

5. 開発計画

スケジュール、資金計画及び設備の整備計画等については、設定された目標に照らし的確であるかを評価して下さい。

実施体制については、「開発研究」移行時の評価で「妥当」と評価されました。その後の進捗を踏まえ、今回の「開発」移行時の判断として、実施体制が適切であるかを評価して下さい。また、「開発研究」移行時に提示された助言に対する確に対応しているかも考慮して下さい。

	妥当	概ね妥当	疑問がある
開発計画	9	5	0

評価根拠のコメント

【妥当】

- 既存の技術を最大限生かして開発コストおよび開発期間を最小限に抑える計画となっている。固体モータの変更点に関しては、小型モータの燃焼試験で要素別により安全側の確認を行なう等、従来の技術実績を最大限生かして確実な開発を行なう計画となっており、開発計画は妥当である。実施体制に関してはJAXAが全体システムを取り纏めるインテグレート方式となっているが、従来のMuロケットまでの経緯を考えると、実態に即した体制である。プロジェクトチームが主体性を持ち、且つJAXAの全部門の力を統合して、システムインテグレーションの実を上げると同時に、次世代に向けた人材育成に努めることを期待したい。
- 開発スケジュール、JAXA内の実施体制、固体ロケットシステム技術の継承を図る実施体制、世界最先端の宇宙輸送系技術基盤を担う人材育成に貢献する実施体制、メーカー開発体制などどれも適切なものと思われる。開発資金に関しては移行後、ある程度は詳細の明示が望ましい。
- 実機コストについて、欧州のベガと比較すると低コストであることは理解される。開発資金に関しては、部会で議論があったように、内訳の概要が、将来、何らかの形で提示される、ことが望ましい。
実施体制に関連して、わが国の宇宙輸送系技術基盤を担う人材の育成に貢献する、ということが強調されている。宇宙科学研究所における宇宙工学の研究(固体ロケットシステム技術の研究)の場と宇宙輸送系ミッション本部における宇宙輸送系開発の現場の両者において、人材育成のための実践の場となる、という観点は意義深いものと思う。
- 自信を持っていると感じられた。結果を見守っていきたい。
- 提出された資料では、計画を具体的かつ適切に示している。
- 開発スケジュール、資金計画は、途中の中断があったにも拘らず、短期間かつ効果的な計画となっている。また、実施体制についても基幹ロケットの開発・運用主体である宇宙輸送ミッション本部と、M-Vの開発担当である宇宙科学研究所担当部署、経験者との間で連携を密に取るなど、共通技術の標準化、最新の技術導入、問題点の共有、技術者の育成など、推進系技術陣が一体となった体制となっている。
- 実施スケジュール、実施体制等は妥当である。但し、人材リソースと育成に関しては、過去の経験ある技術者を再結集・再教育するだけではなく、将来のわが国にキーとなり、長くリードできる若手の研究者の参加・育成も合わせて積極的に行っていただきたい。

【概ね妥当】

- 燃焼時の振動発生問題の克服について、その妥当性について、説明が理解できなかった。
- 今回、全体計画が2段階構成になっているために、平成29年度までの総開発コストは膨れた事になるが止むを得ないと思われる。
- 毎度のことながら、本プロジェクトにおいても開発費用についての内容やデータの提示が不足していて、コストに関わる評価はいつも悩みです。打ち上げコストの低価格化をより目指せば目指すほどに開発費用の増大が避けられないと考えますが、こうしたデータなどが示されれば、これまで以上に議論も理解も深まるように思います。
- 実施体制ではJAXAインテグレート方式でマネジメントをしているようだが、これを評価する機関があるのか。JAXAが優れたマネジメント能力を発揮できるのであれば、国内でコスト削減の近道はできるだけ大企業を使わないことだ。

6. リスク管理

プロジェクトの可能な限り定量的なリスク評価(リスクの抽出・同定とそれがどの程度のものかの評価、リスク低減のためのコストと成功基準との相対関係に基づく許容するリスクの範囲の評価)とその結果に基づくリスク管理について、採られた評価の手法、プロジェクトの初期段階で抽出された開発移行前に処置すべき課題への対処の状況、実施フェーズ移行後に処置する課題に対する対処の方向性が明確であるかを評価して下さい。また、「開発研究」移行時に提示された意見に対し的確に対応しているかも考慮して下さい。

なお、リスクを低減するための方法として、全てのリスクをそのプロジェクトで負うのではなく、プログラムレベルで、他のプロジェクトに分散し、吸収することも考慮して評価して下さい。

	妥当	概ね妥当	疑問がある
リスク管理	8	6	0

評価根拠のコメント

【妥当】

- 1 カテゴリに分類されたリスク内容、考慮された開発研究段階での処置、開発段階での対処計画は、いずれも妥当なものとならせる。
- 2 リスク管理の方針は適切にまとめられている。主要リスクの洗い出し、ならびにそれらの研究開発段階での処置及び開発段階での対処も妥当なものである。
- 3 具体的なリスク管理については言及が少なく判断がしにくいですが、今までの経験に基づき着実に実施されるであろうと思う。
- 4 特に今回新規に採用される技術に関連しては、開発の各段階で採用するか否かの無理のない判断が望まれる。
- 5 各リスクにそれぞれの対応策が出されている。

【概ね妥当】

- 6 現状までに予測されているリスクに関しては評価および対策が採られており、大きなリスクは残されていないと評価出来る。ただし開発作業には予期されないトラブルが発生することは避けられないが、トラブルには必ず予兆があるので、早めに予兆を察知する方策を採る等の、今後のリスク対策を具体化することも重要である。
- 7 リスク管理については、様々な観点からリスク低減のための対処が示されている。
- 8 M-5以来の新規開発ということで開発技術の継承に多少気になるところはありますが、ロケット本体に関してはM-VやH-2A技術の最大限活用という着実な取り組み方針は安心感を与えてくれます。M-5とH-IIの両関係者を含むJAXA総力を挙げてのリスク低減に努めて頂きたいと思います。
- 9 リスク管理の手法は的確であり、取り上げられているリスク項目の処置と対処計画は妥当である。但し、リスク管理に関しては、さらに可能な限り詳細に現場レベルまで落としこんで潜在するリスクの精査を徹底的に行い、その対処方法を事前に組み上げ、整理しておいていただきたい。