

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やアビオニクスなど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
プロジェクトの開発方針	10	4	0

#### 評価根拠のコメント

##### 【妥当】

- 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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】

- 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。
- 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させる。
- 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箇所はありますが、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。