

宇宙開発に関する重要な研究開発の評価
H- B ロケット試験機プロジェクトの
事後評価結果
(案)

1. 評価の経緯

2. 評価方法

3. H- B ロケット試験機プロジェクトを取り巻く状況

4. H- B ロケット試験機プロジェクトの事後評価結果

参考1 宇宙開発に関する重要な研究開発の評価

宇宙ステーション補給機(HTV)技術実証機プロジェクト及び
H- B ロケット試験機プロジェクトの事後評価に係る調査審議
について

参考2 H- B ロケット試験機プロジェクトの評価実施要領

参考3 H- B ロケット試験機プロジェクトの事後評価に係る推進部
会開催状況

付録1 H- B ロケット試験機プロジェクトの評価票の集計及び意見

付録2 H- B ロケット試験機プロジェクトに係る事後評価について

付録3 H- B ロケット試験機プロジェクトの事後評価 質問に対する
回答

平成22年10月18日
宇宙開発委員会 推進部会

1. 評価の経緯

H- Bロケット試験機プロジェクトは、国際宇宙ステーションに物資を補給する宇宙ステーション補給機(HTV)を打ち上げることとともに、H- Aロケットも含めて多様な打上げ能力に対応することにより国際競争力を確保することを目的とし、宇宙航空研究開発機構(以下「JAXA」という)と三菱重工業(株)(以下「MHI」という)が共同で開発をすすめてきたプロジェクトであり、2009年(平成21年)9月11日にHTV技術実証機を打ち上げた。

今般JAXAにおいて事後評価の準備が整い、平成22年9月15日付けで宇宙開発委員会から指示があったことから、「宇宙開発に関するプロジェクトの評価指針」(以下「評価指針」という。)に基づき、宇宙開発委員会として推進部会において事後評価を行った。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

今回の事後評価は、これまでに得られたH- Bロケット試験機プロジェクトの成果について、効率性も考慮して判断するとともに、今後の研究開発への影響や波及効果について判断することを目的として、H- HBロケット試験機プロジェクトを対象とし、推進部会が定めた評価実施要領(参考2)に則して実施した。

今回は、以下の項目について評価を行った。

- (1) 成果(アウトプット、アウトカム、インパクト)
- (2) 成否の原因に対する分析
- (3) 効率性

評価の進め方は、まず、JAXAからH- Bロケット試験機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1)により、評価項目ごとに意見、判定を求めた。

本報告は、各構成員の意見、判定を集約して、事後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. H- Bロケット試験機プロジェクトを取り巻く状況

平成11年8月の宇宙開発委員会計画調整部会において、技術試験衛星 型(ETS-)や宇宙ステーション補給システム実証機(HTV実証機)に対応するため、H- Aロケット標準型より打上げ能力が必要となる、H- Aロケット増強型試験機の開発着手が了承された。しかし平成11年11月のH- ロケット8号機の失敗により開発着手が見送られ、再度、平成12年の宇宙開発委員会計画調整部会において、平成13年度から、平成15年度に試験機を打ち上げるべくH- Aロケット増強型試験機の開発に着手することが了承された。

その後、標準型H- Aロケットの打上げ計画を確実に実施するためや、第1段エンジン(LE-7A)等の信頼性向上及び試験・解析の追加実施を図る(開発強化策)ため、打上げ年度は逐次延期された。さらに平成14年に「我が国の宇宙開発利用の目標と方向性」(宇宙開発委員会)において、H- A標準型を基本に民間に主体性を持たせた官民共同開発を行うことが提言され、平成15年の「H- A民営化作業チーム最終報告書」(文部科学省)において輸送能力向上形態のあり方、官民役割分担の考え方、民間を主体とした開発の進め方等についての考え方が示されたことを受け、平成15年8月に中間評価が実施されることとなった。この中間評価において、H- Aロケット増強型からH- Aロケット能力向上型として形態を変更し、官民分担の下、平成19年度に試験機を打ち上げることを目標に開発を進めることは適切であると判断された。

その後平成15年11月にH- Aロケット6号機の打上げ失敗があったため、平成17年度に本格的な開発が開始された。

政策的な位置づけとしては、「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）において我が国の基幹ロケットとして位置づけられ、さらに「科学技術基本計画に基づく分野別推進戦略」（平成18年3月28日 総合科学技術会議）において国家基幹技術として位置づけられてきた。また「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）においても、H- Bロケットは、宇宙ステーション補給機（HTV）の運用手段を確保するとともに、基幹ロケットの能力の向上を図ることを目的に開発するものであり、H- Bロケットの開発は、H- Aロケット標準型を維持発展した形態を基本として行い、その開発に当たっては、システム仕様の決定などに民間の関与をより多くするなど、民間の主体性・責任を重視した開発プロセスを採用することとされた。さらに、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、H- A/H- Bロケットについても、「引き続き我が国の基幹ロケットとして位置付け、定常的に打ち上げに使用する。我が国宇宙開発利用の経済的な対応、及び商業打ち上げサービスにおける国際競争力を維持・向上させるため、継続的に信頼性、運用性、打ち上げ能力及び安全性等を改良すると同時に、コストを削減する取り組みを進める。」こととされている。

H- Bロケット試験機は、2009年（平成21年）9月11日に設定した打上げ日時を変更することなく打ち上げられ、宇宙ステーション補給機技術実証機を所定の軌道へ投入しミッションを完了した。

4. H- Bロケット試験機プロジェクトの事後評価結果

(1) 成果

成果についてはアウトプット（結果）、アウトカム（効果）、インパクト（波及効果）の3つに分類して評価を実施した。アウトプット（結果）は具体的にどのような結果が得られたか、プロジェクトの目標がどの程度まで達成されたのかという直接的成果であり、平成15年8月の中間評価で示された目標と、平成20年4月にJAXA総合事業計画で策定されたサクセスクライテリアの各項目について、具体的にどのような結果が得られ、目標がどの程度達成できたのかを評価した。また、アウトカム（効果）はアウトプットからもたらされた効果・効用であり、H- Bロケット試験機プロジェクトのアウトプットからもたらされた成果が、プロジェクトの目的に照らし、現時点でどのような効果をあげているかについて評価した。更に、インパクト（波及効果）は、意図していた範囲を越えた、経済的、科学技術的、社会的影響としての間接的成果であり、現時点で注目しておくべき事項について評価した。

< アウトプット（結果） >

平成15年8月の中間評価で設定された開発目標に関しては、HTV軌道に16.5トン程度の輸送能力という目標を十分に達成しており、ロケット技術の成果として高く評価できる。一方、打上げ目標年度は平成19年度の目標が平成21年度と変更になったが、H- Aロケット6号機の打上げ失敗や「きぼう」の打上げ時期の見直し等の外的要因に伴ったものである。また110億円以下を目標として設定していた定常運用段階でのロケット打上げ費用に関しては、民間移管後の受注交渉等に影響を及ぼす可能性があるとの理由で数字は開示されなかったが、約118億円の経費を想定していた

試験機は147億円と高くなった。これはH- Aロケット6号機の打ち上げ失敗の教訓及び再点検結果等の反映に伴うコスト増加や、資材の値上がり等の外的要因に影響されたものである。定常運用段階でのロケット打ち上げ費用は、同じ理由によりコストが追加となるが、外国のロケットの打ち上げ費用やその上昇傾向に比較しても妥当なレベルとのことであった。いずれもやむを得ないものであったと評価できる。

平成20年4月にJAXA総合事業計画で制定されたサクセスクライテリアに関しては、平成21年9月11日に試験機を打ち上げ、HTV技術実証機を所定の軌道に良好な精度で投入しており、運用機の運用開始に支障がないことを確認し、ミニмумサクセス、フルサクセスを達成した。また、HTV軌道に16.95トンという、要求値16.5トン以上の打ち上げ能力向上を果たしていることを確認し、エクストラサクセスを達成した。

以上のように、サクセスクライテリアに大きな問題は見つからなかったとともに、ミニмумサクセス、フルサクセス、エクストラサクセスまでの全ての評価基準を達成し、初号機の運用を成功裏に完遂しており、目標打ち上げ年度と定常運用段階でのロケット打ち上げ費用については、外的要因によるやむを得ない変更であり、その内容は妥当なものであることから、目標達成度は妥当であったと評価できる。

判定:妥当

(優れている/妥当/概ね妥当/疑問があるの4段階で評価)

<アウトカム(効果)>

H- Bロケット試験機が、国際宇宙ステーションに物資を補給す

る、宇宙ステーション補給機(HTV)を打ち上げる能力をもつロケットを実現するという目的を達成したことの意義は大きく、スペースシャトル退役後、HTVがISSへの大型カーゴの唯一の輸送手段となることから、今後ISSへのカーゴ輸送を通じて、JSS運用の中核を担い国際協力に貢献していくことが期待できる。

また、H- AロケットシリーズとH- Bロケットにより、ニーズに基づき我が国独自にGTOに約4トンから8トンまでの衛星打ち上げ能力を確保することができたことは、国際競争力を確保するための条件の一つである、多様な打ち上げ能力を確保したと評価できる。なお、国際競争力の確保という観点からは、ロケットの推進性能の増強を目指すだけでなく、顧客からみた使い高さ、衛星搬入から打ち上げまでの時間短縮などについても、今後のロケット開発の中で検討することも必要ではないかと考えられる。

H- Bロケット試験機プロジェクトでは、我が国初の試みである液体ロケットエンジンのクラスタ化の技術を確立し、将来の輸送系開発における選択候補を広げることができた。また、世界初の円周方向を含む摩擦攪拌接合(FSW)による大型タンク溶接技術を獲得して、ロケットタンク製造品質を向上・安定させ、世界最大級の国産一体型タンクドームの製造技術を獲得することで、タンク製造における自在性・自律性を確保することができた。これらにより、品質の安定とコスト低減を図ることができたとともに、海外動向に左右されること無く、安定してロケット製造および打ち上げができる基盤を確立することができ、特に大きな成果であったと評価できる。

さらに、H- Aロケット6号機失敗を踏まえて着手した、SRB-Aノズルのエロージョン対策、LE-7Aの液体酸素ターボポンプのキャビテーション対策、バルブの高信頼化等の、H- Aロケット信頼性向上に係る不断の取組みの成果や、燃焼振動を低減する改良型

LE-5Bエンジン等のH- Aロケット各号機での主要課題を、H- Bロケットに適用することで対策の有効性を実証することができ、非常に成果があったと評価できる。

判定:優れている

(優れている/妥当/概ね妥当/疑問があるの4段階で評価)

<インパクト(波及効果)>

H- Bロケット試験機の成功に対し、海外からの賞賛と今後の期待を得ることができ、その成果として国際的プレゼンスを向上することができた。また、日本産業技術大賞において文部科学大臣賞を受賞し、TV報道ではCM費換算で9月の月間ランキング6位となり、大きな効果があったと推定されている。その他、多くのインターネットアクセス等があり、非常に社会的関心が大きかったと評価できる。なお今後、さらに社会的関心を集めるような広報活動の工夫を期待する。

ただし、ここで示された波及効果の把握は部分的で、経済波及効果の分析の試みもなされたが、手法そのものが十分に熟しておらず、今後なお工夫が必要である。

判定:妥当

(優れている/妥当/概ね妥当/疑問があるの4段階で評価)

(2) 成否の原因に対する分析

既存技術の最大限の活用と、新しい要素に関する事前のリスク評価と予備試験による事前検証が、H- Bロケット開発を計画通りに進行させた要因であり、その分析は適切である。

目標とした打上げ能力を達成できたのは、H- ロケットおよびH- Aロケット開発で培ったシステム解析手法がH- Bロケットに対しても有効であったとともに、H- Aロケットと共通のコンポーネント類の特性が十分把握できていたことから、打上げ能力を適切に予測できたためであり、その成功原因の分析は適切である。

さらに、液体エンジンのクラスタ化において、横推力が大きくなる事象が発生したが、アクチュエータの許容荷重を見直す等の適切な対処がなされた。また大型軽量タンクの製造設備の導入にあたり要素試験を実施し、実際の製作時にその試験成果により製造条件・工程を確立できた。これらの事象については適切に要因分析がなされ、開発に生かされていると判断できる。

なお、大型フェアリングの強度試験において分離機構が破損する事象が発生し、機構部分の補強、試験の実施、解析ツールの改善などの対応により解決したが、既存品を改良して使用する場合、原点に立ち返って再設計を行う心構えが必要であったと考える。

判定:妥当

(妥当/概ね妥当/疑問があるの3段階で評価)

(3) 効率性

効率性の評価は、プロジェクトの効率性と実施体制の2つの観点から行った。

<プロジェクトの効率性>

H- Bロケット試験機プロジェクトは、H- Aロケットで獲得した成果の最大限の活用と、新規開発アイテムに対する徹底的な地上検証により、開発リスクの低減を行い、開発期間としては、平成17

年7月にJAXA開発移行前審査を実施した時点から、約4年という短期間での開発を完了しており、諸外国と比較しても遜色なく、効率的であったと評価できる。

開発費に関しては、平成18年に200億円から263億円に、プロジェクト完了時には271億円と二度の見直しがあり、数字としてはプロジェクト完了時の経費は当初額の1.35倍となった。しかしながら、H-Aロケット6号機失敗の教訓の反映など、プロジェクト開始以降の外的要因へのやむを得ない対応によるものであって、プロジェクトが各段階において、コスト管理、コスト削減に大きな努力を重ねたと認められる。

なお、H-Bロケット試験機プロジェクトにおけるフェアリングの問題は技術力向上に生かされた事例であり、特に次世代の若いエンジニアの教育に有効な事例であったとも言える。このような事例に対応するため、開発にはある程度のリスクを伴うことを認識し、開発費にはその分のマージンを見込んで置くことが必要である。

判定: 妥当

(優れている/妥当/概ね妥当/疑問があるの4段階で評価)

<プロジェクトの実施体制>

JAXAがプロジェクト全体を通じた技術判断、コスト・スケジュール管理、対外インタフェース調整、リスクの高い開発試験に責任を果たしつつ、詳細設計以降はMHIがシステムインテグレーション、開発試験、製造等に責任を持つという官民役割分担が採用された。結果として短期間の開発完了、予定日時での初号機の打ち上げ成功へと導かれており、H-Aロケットの民間移管と併せ、民間の活力を十分引き出すことができ、いずれも妥当なものであった。

判定: 妥当

(妥当/概ね妥当/疑問があるの3段階で評価)

(4) 総合評価

H-Bロケット試験機プロジェクトは、国際宇宙ステーションに物資を補給する宇宙ステーション補給機(HTV)を打ち上げるとともに、H-Aロケットと合わせて多様な打上げ能力に対応することにより、国際競争力を確保することを目的とした、官民共同開発のプロジェクトである。HTV軌道へ16.5トンの輸送能力を持つ、H-Aロケットの衛星打ち上げ能力から大幅に能力向上させた輸送システムを開発し、平成21年9月11日に予定通りオンタイムで打上げ、HTV1を所定の軌道に精度よく投入することができた。試験機の打上げ結果から、要求仕様を上回る打上げ能力を持ち、GTOへ8トン程度の打上げ能力を達成できる見通しを得ている。

この打ち上げ成功により、我が国の国際宇宙ステーション計画への貢献を確実なものとし、H-Aロケットシリーズとあわせたニーズに沿った幅広い輸送能力の確保により、国際競争力を確保することができた。また、液体ロケットエンジンのクラスタ化技術や、大型1段機体の製造技術など、将来の輸送系システムにつながる技術を取得し、フェアリングの開発で難航した点では、今後の教訓となる成果を得た。

成功要因としては、H-Aロケットの既存技術、主要機器を採用し、信頼性向上の取組みを適用することにより、技術開発リスクを極力低減し、新規開発技術については、徹底的に地上検証を行い、リスク低減を図ったことが挙げられ、その要因分析は適切であった。

本H- Bロケット試験機プロジェクトは、諸外国と比較しても、比較的短期間、低コストで実現し、我が国のH- ロケット、H- Aロケットの技術的蓄積、信頼性の高さ、発展性を示すことができた。また、開発体制としては、日本で初めて本格的なロケット開発として官民共同開発を採用し、民間の実力を生かした開発が有効であることを示すことができたと評価できる。したがって、全体として我が国の基幹ロケット発展の上で意義は大きかった。

なお、基幹ロケットが国際競争力を持つことが、我が国宇宙開発の発展に欠かせない。そのためにも運用面で使用し易いロケットへの絶えない改良を継続して検討すべきではないかと考える。また、輸送系技術者の技術継承については、今回のH- AロケットからH- Bロケットへの開発が円滑に進んだと同様、H- Bロケットから次期輸送システム開発の際に技術継承が途切れることの無い様、技術陣としての新しい開発に向けての準備、技術者の指導・育成を期待する。

判定:期待通り

(期待以上/期待通り/許容できる範囲/期待はずれの4段階で評価)

宇宙開発に関する重要な研究開発の評価
宇宙ステーション補給機(HTV)技術実証機プロジェクト及び
H- Bロケット試験機プロジェクトの
事後評価に係る調査審議について

平成22年9月15日
宇宙開発委員会

1. 調査審議の趣旨

独立行政法人宇宙航空研究開発機構(以下「JAXA」という。)による宇宙ステーション補給機(HTV)技術実証機プロジェクト(以下「HTVIプロジェクト」という。)は、国際宇宙ステーションに物資を補給することで国際義務を履行し、安全性・信頼性システム技術や軌道間輸送機や有人システムに関する基盤技術の取得を目的としたプロジェクトである。また、H- Bロケット試験機プロジェクトは、そのHTVを打ち上げるとともに、H- Aロケットも合わせた多様な打上げ能力に対応することにより国際競争力を確保することを目的とし、JAXAと三菱重工業(株)が共同で開発を進めてきたプロジェクトである。HTV技術実証機は、2009年(平成21年)9月11日にH- Bロケット試験機により打ち上げられ、同年11月2日に大気圏に再突入して運用を終了した。

今般JAXAにおいてHTVIプロジェクト及びH- Bロケット試験機プロジェクトについて、事後評価の準備が整ったので、「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)(以下「評価指針」という。)に基づき、宇宙開発

委員会として推進部会において次のとおり調査審議を行う。

2. 調査審議の進め方

HTV1プロジェクト及びH-Bロケット試験機プロジェクトについて、「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) 成果(アウトプット、アウトカム、インパクト)
- (2) 成否の原因に対する分析
- (3) 効率性

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10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

本調査審議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 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

(参考)

- 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。

H- B ロケット試験機プロジェクトに係る事後評価実施要領 (案)

平成 22 年 9 月 21 日
推 進 部 会

1. 概要

H- B ロケット試験機プロジェクトは、国際宇宙ステーションに物資を補給する宇宙ステーション補給機(HTV)を打ち上げることとともに、H- A ロケットも含めて多様な打上げ能力に対応することにより国際競争力を確保することを目的とし、JAXA と三菱重工業(株)が共同で開発をすすめてきたプロジェクトであり、2009 年(平成 21 年)9 月 11 日に HTV 技術実証機を打ち上げた。

今般 JAXA において事後評価の準備が整い、平成 22 年 9 月 15 日付けで宇宙開発委員会から指示があったことから、「宇宙開発に関するプロジェクトの評価指針」(以下「評価指針」という。)に基づき、推進部会において次のとおり調査審議を行う。

2. 事後評価の目的

これまでに得られた H- B ロケット試験機プロジェクトの成果について、効率性も考慮して判断するとともに、今後の研究開発や運用機への影響や波及効果について判断することを目的として、事後評価を実施する。

3. 事後評価の対象

事後評価の対象は、H- B ロケット試験機プロジェクトとする。

(別紙 1)

4. 評価項目

- (1) 成果(アウトプット、アウトカム、インパクト)
- (2) 成否の原因に対する分析
- (3) 効率性

5. 評価の進め方

時期	部会	内容
9月21日	第4回	H- B ロケット試験機プロジェクトについて
10月4日	第5回	H- B ロケット試験機プロジェクトについて
10月18日	第6回	事後評価結果について

第4回推進部会において、JAXA 説明を聴取した後、質問票により質疑を提出する。第5回推進部会において当該質疑に対する回答・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し、第6回推進部会において評価結果をとりまとめることを目指す。

6. 関連文書

H- B ロケット試験機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。

H- B ロケット試験機プロジェクト 評価票

構成員名: _____

1. 成果

(1) アウトプット

平成15年8月22日の宇宙開発委員会 計画・評価部会において中間評価が実施され、HTV軌道に16.5トン程度(静止トランスファー軌道(GTO)に換算して8トン程度)という打上げ能力、試験機の打上げ目標年度を平成19年度、定常運用段階でのロケット打上げ費用の目標を110億円以下と設定された目標について、具体的かつ実行可能性の高い目標であると評価されました。この各項目について、具体的にどのような結果が得られ、目標がどの程度達成できたのかについて評価してください。

優れている 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) アウトカム

H- B ロケット試験機プロジェクトは、国際宇宙ステーションに

(2) プロジェクトの実施体制

H- B ロケット試験機プロジェクトは中間評価の時点で、H- A ロケット民営化作業チームの検討結果を受け、民間の主体性・責任を重視した開発プロセスとなっており、開発自体を効率的かつ経済的に行うことが可能であり、技術リスクの程度に応じた適切な官民の役割分担がなされていると評価されています。この評価を考慮し、本プロジェクトの実施体制が適切に機能していたか評価してください。

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. 総合評価

上記3項目を鑑み、総合的なコメントを記入下さい。その他、助言等があれば記載願います。

期待以上 期待通り 許容できる範囲 期待外れ

(上記の評価根拠等コメントを記入下さい。)

H- B ロケット試験機プロジェクトに関する経緯

1. 宇宙開発委員会における審議の経緯

- (1) 平成 6 年 7 月 29 日 平成 12 年度試験機打上げ(H- 発展型ロケット(低軌道 20 トン、静止軌道 4 トン))、開発研究に着手(計画調整部会)
- (2) 平成 11 年 8 月 3 日 平成 14 年度試験機打上げ(H- A ロケット増強型)、開発に着手(計画調整部会)
- (3) 平成 11 年 12 月 13 日 平成 15 年度試験機打上げ(H- A ロケット増強型)、開発着手の見送り(計画調整部会)
- (4) 平成 12 年 8 月 8 日 平成 15 年度 ETS- 打上げ(H- A ロケット増強型)、13 年度から開発着手(計画調整部会)
- (5) 平成 13 年 8 月 22 日 平成 15 年度以降打上げ(H- A ロケット増強型(静止衛星 3 トン級))(計画調整部会)
- (6) 平成 13 年 8 月 22 日 平成 17 年度試験機打上げ(H- A ロケット増強型)(計画調整部会)
- (7) 平成 14 年 6 月 26 日 官民共同開発(宇宙開発委員会 我が国の宇宙開発利用の目標と方向性)
- (8) 平成 14 年 8 月 21 日 開発計画の見直し(計画・評価部会)
- (9) 平成 15 年 5 月 7 日 民間を主体とした開発プロセス(H- A ロケット民営化作業チーム)
- (10) 平成 15 年 7 月 31 日 中間評価の実施(計画・評価部会)
- (11) 平成 15 年 8 月 18 日 評価結果(H- A ロケット輸送能力向上評価小委員会)

(12) 平成 15 年 8 月 22 日 平成 19 年度試験機打上げ(H- A ロケット能力向上型((HTV 軌道 16.5 トン、GT0 8 トン)総開発費約 200 億円、試験機約 118 億円、定常打上げ費 110 億円以下(計画・評価部会 中間評価)

(13) 平成 15 年 10 月 2 日 引き続き開発(第 1 期中期計画)

(14) 平成 16 年 9 月 9 日 HTV の打上げに対応、官民共同で開発(総合科学技術会議 我が国における宇宙開発利用の基本戦略)

(15) 平成 17 年 12 月 26 日 平成 20 年度 HTV 打上げ(研究開発局)

(16) 平成 18 年 3 月 28 日 国家基幹技術として位置付け(分野別推進戦略)

(17) 平成 18 年 5 月 24 日 国家基幹技術宇宙輸送システムの推進の在り方について妥当(宇宙開発委員会)

(18) 平成 18 年 12 月 25 日 平成 21 年度 HTV 打上げ(研究開発局)

(19) 平成 20 年 2 月 22 日 HTV の打上げに対応、官民共同で開発(宇宙開発に関する長期的な計画)

(20) 平成 20 年 4 月 1 日 HTV の打上げに対応、官民共同で開発(第 2 期中期計画)

2. H- B ロケットに関する宇宙開発委員会の審議結果

(1) 平成 6 年 7 月 29 日 宇宙開発委員会 計画調整部会(第 8 回)

『「宇宙開発計画」(平成 6 年 6 月 13 日決定)に基づき関係各機関において新規に実施する予定の施設及びその見直しに関する要望事項について』(計画調整部会)

V . 宇宙インフラストラクチャーの分野

1. 輸送系

H- 発展型ロケットの開発研究

2. 審議結果

(2) 我が国がこのような宇宙開発活動を自在に展開していくためには、これらの打上げ需要に対処が可能となる低軌道 20 トン(静止軌道 4 トン)の打上げ能力を有するロケットを開発することが必要である。

(3) したがって、H- ロケットの技術的発展性を活かし、その主要サブシステムを組み合わせた H- 発展型ロケットについて、平成 12 年度ころに試験機 1 号機を打ち上げることを目標に開発研究に着手することは妥当である。

(2) 平成 11 年 8 月 3 日 宇宙開発委員会 計画調整部会(第 6 回)

『計画調整部会審議結果 関係各機関における新規施策の実施及び「宇宙開発計画」(平成 11 年 3 月 10 日決定)の見直しに関する要望事項について』(計画調整部会)

6. 宇宙インフラストラクチャーの分野

6.1 輸送系

(2) H- A ロケット開発(科学技術庁)

i H- A ロケット 3 号機(増強型試験機)

イ. 審議結果

H- A ロケット増強型試験機の開発は、平成 14 年度に打ち上げられる技術試験衛星 型(ETS -)や平成 15 年度に打ち上げられる宇宙ステーション補給システム実証機(HTV 実証機)に先立って、地上試験では確認できない技術開発要素を確認する試験機として飛行実証を行うためのものである。本試験機の開発を平成 14 年度に打ち上げること为目标に機体の開発に着手することは妥当である。

ウ. 留意事項

H- A ロケット増強型試験機を打ち上げる際に、適当なペイロードの搭載を検討することが必要である。また、搭載するペイロードについては、公募等についても検討することが必要である。

(3) 平成 11 年 12 月 13 日 宇宙開発委員会(第 47 回)

『計画調整部会審議結果 宇宙開発事業団の平成 12 年度予算に係る計画の見直しについて』(計画調整部会)

個別の審議事項について

2. 計画の見直し

(2)H- A ロケット増強型試験機「開発」着手の見送り

平成 14 年度までは標準型 H- A ロケットの打上へ計画を確実に実施することとして、H- A ロケット増強型試験機の打上げ目標年度を平成 14 年度から平成 15 年度に変更したい。

(4) 平成 12 年 8 月 8 日 宇宙開発委員会 計画調整部会(第 6 回)

『計画調整部会審議結果 関係各機関における新規施策の実

施及び「宇宙開発計画」(平成 12 年 5 月 31 日決定)の見直しに関する要望事項について』(計画調整部会)

関係各機関における新規に実施する予定の施策及び宇宙開発計画見直しに関する要望事項について

6. 宇宙インフラストラクチャーの分野

6.1 輸送系

(2)H- A ロケット増強型試験機による技術試験衛星 型の打上げ(科学技術庁)

イ. 審議結果

H- A ロケット増強型は、H- ロケットに比べてより大型の衛星の打上げに対応するものである。ETS- の打上げが平成 15 年度に予定されていること、及び、今後増加が見込まれる大型静止衛星の打上げ等の輸送需要に柔軟に対応する必要があることから、平成 13 年度から H- A ロケット増強型試験機の開発に着手し、平成 15 年度に当該試験機によって ETS- を打上げることが妥当である。

(5) 平成 13 年 8 月 22 日 宇宙開発委員会 計画・評価部会(第 8 回)

『計画・評価部会審議結果』(計画調整部会)

2. 審議の結果等

2-1. 宇宙開発活動全般の進捗状況等

(2)個別分野における取り組み

宇宙輸送システム

(H- A ロケット)

H- A ロケット増強型(静止衛星 3 トン級)は、3 機の

LE-7A エンジンを組み合わせることにより推力を増強し、商業衛星の大型化や宇宙ステーション補給システム (HTV) の打上げに対応したものである。増強型の開発では、標準型で開発した技術を最大限に利用し、平成 15 年度に試験機の打上げが予定されていた。

しかし、NASDA は、標準型の開発経験からの教訓を踏まえ、かつ、宇宙開発委員会の提言等に従い、複数を組み合わせることとなる LE-7A エンジンの信頼性向上を実施するとともに、長ノズル化等による能力の向上、試験・解析の追加実験等による開発強化策を段階的に確実に実施することとしている。そのため、試験機の打上げは、延期せざるを得ない状況にある。

一方、需要面からは、技術試験衛星 型 (ETS-) や商業衛星の打上げのために、増強型試験機の早期打上げが要望されているが、失敗を再び繰り返さないためには、必要と考えられる開発試験を十分に行った上で、これらの需要に対応していく必要がある。

(6) 平成 13 年 8 月 22 日 宇宙開発委員会 計画・評価部会(第 8 回)

『宇宙会事集団が実施する計画の見直しに関する要望事項』
(計画調整部会)

計画の見直し

(2) 宇宙輸送システム

H- A ロケット

増強型については、より確実な開発を行うため、宇宙開発委員会の助言等を踏まえた第 1 段エンジン (LE-7A) 等

の信頼性向上及び試験・解析の追加実施を図ることとし(開発強化策)、また、開発中の大型衛星等の打上げ要求に応えるとともに、H- A ロケットの国際競争力を維持する方策として、LE-7A の長ノズル化等による打上げ能力の向上を段階的に進める。

開発強化策により増強型を確実に一着実に進めるため、液体ロケットブースタ (LRB) を装備した増強型の試験機については、平成 17 年度に打ち上げる。

(7) 平成 14 年 6 月 26 日 宇宙開発委員会(第 25 回)

『我が国の宇宙開発利用の目標と方向性』別紙 1『今後のロケット開発の進め方について』(宇宙開発委員会)

3.2 H- A ロケット増強型の開発の在り方

使い切り型ロケットが宇宙輸送系の根幹であることは当分続くものと予想されることから、H- A を我が国の基幹輸送手段として、将来にわたって打上げを確実に続けていく。そのためには、ロケット開発・打上げを通じて技術水準の維持・向上、技術の伝承が肝要である。国際宇宙ステーションへの物資補給、衛星の複数打上げによるコスト低減、衛星の大型化に対応するため、H- A 標準型以上の能力を持つ輸送系 (H- A 増強型) を開発する場合には、H- A 標準型を基本に民間に主体性を持たせた官民共同開発を行う。そのため、官民の関係者からなる作業チームを文部科学省に設置し検討を行う。宇宙開発委員会はその結果報告を聴取する。

(8) 平成 14 年 8 月 21 日 宇宙開発委員会 計画・評価部会(第 5 回)

『計画・評価部会審議結果』(計画・評価部会)

2. 審議の結果等

2-2. 新規の主要な計画等

(1)H- A ロケット増強型の開発計画の変更

H- A ロケット増強型の開発の在り方については、「我が国の宇宙開発利用の目標と方向性」において宇宙開発委員会が提言しているとおおり、文部科学省内に設置された「H- A 民営化作業チーム」により検討中である。今後、その検討結果に基づき開発計画を見直す。

(9) 平成 15 年 5 月 7 日 宇宙開発委員会(第 18 回)

『H- A 民営化作業チーム最終報告書』(H- A ロケット民営化作業チーム)

H- A ロケット輸送能力向上に際しての開発の進め方

1. H- A ロケット輸送能力向上に際しての開発の進め方に対する基本的考え方

現状の H- A 標準型の輸送能力(GTO 6 トン)を向上させる場合には、H- A 標準型を基本に民間に主体性を持たせた開発のあり方が求められており、その開発の進め方については以下の点に留意して議論を進めた。

我が国の宇宙開発利用活動と整合性がとれているか

H- A ロケットの信頼性向上および自律性確保に資するものであるか

将来の市場動向を踏まえた国際競争力を確保し得るものであるか

標準型民間移管後の官民の体制において円滑に開発を進められるか

2. H- A 輸送能力向上の必要性

(1)H- A ロケットの現状

我が国の基幹ロケットとしての H- A 標準型については試験機 2 機の打上げ成功により基本的な機能・性能実証が完了し、平成 14 年度から衛星打上げの実運用段階となっており、これまで 5 機連続の成功により、世界最高水準の信頼性を持つロケット技術の確立に向けて着実に歩んでいる。

同時に、平成 17 年度打上げ予定機体から、民間移管により、民間の経営手法によるコスト低減、品質向上等を図り国際競争力の確保を図ることとしている。LE-7A エンジン等の残された技術課題については対策を取りつつあり、また H- A 標準型の一環として H- A 204 型を開発中である。

これらにより平成 16 年度には GTO 6 トン級までの打上げに対応が可能となる。

(2) 国における輸送能力向上の必要性

既存の H- A 標準型以上の輸送能力が必要な政府ミッションとしては、国際宇宙ステーション補給システム(HTV)(ISS 軌道へ 16.5 トン:標準型では最大約 13 トン)があり、JEM への補給スケジュールおよびコストに整合した輸送手段の確保が必要である。

(3) 民間における競争力確保の観点での輸送力向上の必要性

衛星打上げ市場動向としては衛星大型化に進んでいるものの GT0 3~5 トン程度の静止衛星が主流であること、当面の衛星需要の増加は見込めないことから打上げ価格競争が激化している。また、諸外国のロケットは大型化の傾向にあり複数衛星同時打上げによる低価格化を進めている。我が国においては需要の面から量産によらず、少量生産でも単位重量あ

たりの打上げコストの低減が期待できる標準型との共通化を極力進めた大型化によりコストの低減・競争力の強化を図る必要がある。

3. H- A ロケット輸送能力の向上形態のあり方

上記の必要性および我が国の状況を考慮し、既存の H- A 標準型以上の輸送能力を向上する形態は以下の点に留意して基幹ロケット(H- A 標準型)を維持発展した形態として位置づけるのが妥当である。

標準型の「国としての自律性確保に必要な宇宙輸送系に関する基幹技術」を維持する

既存の開発成果の有効活用により能力向上を図る

基本的には標準型と主要機器を共通とし、第1段の能力向上を図ること等により実現可能な範囲(技術的リスクの飛躍がない範囲)で開発する

4. H- A ロケット輸送能力向上形態の開発における官民役割分担の考え方

(1) 役割分担

民間(プライムメーカ)

- ・民間の責任体制明確化のため、開発及び試験機の製作はプライムメーカに一元化する。
- ・民間からの提案に基づく開発・運用体制を原則とし、民間はシステム仕様の提案、システム・インテグレーション、開発仕様並びに製品仕様提案の責任を担う。
- ・生産技術の研究開発及び生産設備の整備を行う。

官(NASDA)は

- ・国のミッション要求を達成するために必要な範囲において

開発を分担する。

- ・打上げ射場関連設備の整備・運用を行う。
- ・開発を検証するため試験機1機を打ち上げる。

具体的分担

具体的にどの技術開発を官民が分担するかは開発計画を立案する官民合同活動の中で決定する。

既存の開発成果の取り込み

NASDA がこれまでに蓄積してきた既存の開発成果については、H- A 標準型民間移管に係る技術移転の考え方に準拠した措置を講ずる。

開発後の役割分担

- ・NASDA は試験機の打上げ結果を評価した後、標準型に準じて、打上げ能力向上に係る技術を民間に技術移転することとする。
- ・営業、ロケット製造等、開発後の官民の役割分担については、H- A 標準型民間移管後の役割分担に準拠する。

5. 民間を主体とした開発の進め方

5.1 従来の開発

従来の H- A ロケットの開発においては、NASDA がミッション要求及びシステム仕様を定め、必要な技術分野に優れたメーカを分野ごとに選定し、選定された各々のメーカは NASDA からの業務委託(委任)契約に基づき基本設計、詳細設計、開発試験を実施し、システム全体の取りまとめ(システムインテグレーション)は NASDA が自ら実施している。

NASDA は業務委託の成果に基づき製品の詳細仕様を定め、製造請負契約により実機の調達を行っている。

5.2 民間を主体とした開発プロセス

本開発においては従来 NASDA が自ら実施していたミッション要求、システム仕様の決定に民間の関与をより多くし、かつシステムインテグレーションの責任をプライムメーカーに負わせると共に開発契約においてもより結果責任が明確となる請負契約にする等、民間の主体性・責任を重視した開発プロセスを採用する。

- (1) 「官民合同活動」により官・民の要求を考慮した「ミッション要求」を設定し、プライムメーカーは「システム仕様案」を作成する。
- (2) 「官民合同活動」により開発体制・計画(官民の分担詳細含む)を定め、合同で宇宙開発委員会にてシステム仕様及び開発計画について評価を受ける。
- (3) プライムメーカーは、システムインテグレータとして開発をとりまとめる。ただし、NASDA 分担部分については開発仕様書に基づき、NASDA との請負契約によりプライムメーカーが開発を実施する。
- (4) 開発は、原則プライムメーカーを中心に実施することとするが、標準型個別技術の変更にあたり、技術開示の制約がある場合には個別技術担当メーカーと NASDA の間で実施する。ただし、この場合にもプライムメーカーにはシステムインテグレーションのために必要な情報は開示される。

(10) 平成 15 年 7 月 31 日 宇宙開発委員会 計画・評価部会(第 6 回)

『宇宙開発に関する重要な研究開発の評価 評価結果』(計画・

評価部会)

4. 審議の結果等

4-2 中間評価

(1)H- A ロケット輸送能力向上

本プロジェクトは、H- A 増強型として開発(実施フェーズ)へ既に移行しているが、その後の環境条件の変化を受けて、宇宙開発事業団ではプロジェクトの全体像を大きく見直すこととしている。従って、開発(実施フェーズ)期間中の中間評価として、本プロジェクトの見直し内容と根拠についての妥当性に関する評価を行うものである。

本プロジェクトの評価にあたっては、計画・評価部会の下に H- A ロケット輸送能力向上評価小委員会を設けて評価を行うこととし、その報告を受けて、計画・評価部会にて本プロジェクトに関する中間評価をとりまとめることとする。

(11) 平成 15 年 8 月 18 日 宇宙開発委員会 計画・評価部会 H- A ロケット輸送能力向上評価小委員会(第 3 回)

『H- A ロケット輸送能力向上に係る評価結果』(H- A ロケット輸送能力向上評価小委員会)

総合評価

我が国が参加する ISS 計画では、ISS 日本実験棟(JEM)の運用期間を通じて定常的に HTV の運用を行うことが想定されており、このために必要なロケットの開発を行うことの意義は大きい。また、輸送能力向上により、我が国の宇宙輸送系の打上げ能力の拡大及びコスト低減による国際競争力の強化が果たされることも、本プロジェクトの重要な意義である。

本プロジェクトは、H- A 標準型を維持発展させた形態で、

必要な打上げ能力を獲得するものであり、宇宙輸送系の基幹技術の適切な維持を図りつつ、技術的に大きなリスクを伴わない範囲で開発を行うとの方針は適切である。

本プロジェクトの実施にあたっては、官民のミッション要求を考慮した上で、開発自体を効率的かつ経済的に行うため、システム仕様の決定等に民間の関与をより多くし、民間の主体性・責任を重視した開発プロセスが取り入れられている。

技術的検討においても、複数の候補形態の比較検討を踏まえた適切なシステム選定がなされており、また、主たる技術課題を明確にした上で、それらのリスク低減策を検討するなどの取組みがなされている。

このように全般として本プロジェクトの内容等は妥当なものと考えられるが、プロジェクト実施にあたって民間の主体性が適切に発揮されるために、実施体制及びプロジェクト管理において十分な対応が行われる必要がある。また、標準型の維持発展という形態であるが、第1段の変更という大きな設計変更であることを認識して、開発を着実に実施することが重要である。さらに、主要なミッションであるHTVについて、その補給計画がISS計画の中で見直されるリスクがあることにも留意しつつ、統合した開発を進めていかなければならない。一方、本プロジェクトが、民間の商業打上げ事業も考慮して行われることから、ロケット打上げ費の目標を達成するよう官民ともに十分に配慮する必要があり、また、民間は、衛星打上げ市場の動向を踏まえて、顧客の獲得に向けて不断の努力を続ける必要がある。

なお、平成15年2月に発生したスペースシャトル・コロンビア号の事故に関してNASAが行う対策及びISS計画に関す

る国際調整等を受けて、本プロジェクトに係る官民のミッション要求等を勘案しつつ、必要に応じて本プロジェクトの計画の見直しを行うこととしている。

これらの結果、本プロジェクトについて、平成19年度に試験機を打ち上げることを目標に開発を進めることは適切であると判断される。

なお、本プロジェクトの進捗に応じて、以下の事項を中心に状況の確認を行うこととする。

- ・ LE-7A エンジンのクラスタ化に伴う推進系全休としての技術的諸問題についての検討状況(別途実施されているLE-7A エンジンの改良を含む)
- ・ 技術/プロジェクト/プログラムに係るリスク管理の状況
- ・ ISS計画との整合性

(12) 平成15年8月22日 宇宙開発委員会 計画・評価部会(第7回)

『宇宙開発に関する重要な研究開発の評価結果(H-A ロケット輸送能力向上)』(計画・評価部会)

4. 審議の結果等 (経緯等)

H-A ロケット輸送能力向上に関しては、これまでH-A ロケット増強型として開発が行われ、平成11年度に、宇宙開発委員会において、平成14年度の飛行実証を目標に平成12年度からの増強型試験機の開発着手が妥当とされた。その後、平成11年11月のH- ロケット8号機の打上げ失敗等を踏まえ、計画が順次見直されてきており、当該見直しについての審議を宇宙開発委員会にて実施してきた。平成13年度の審議にお

いては、打上げ目標年度の平成 17 年度への変更を妥当とした。

また、輸送対象として想定された宇宙ステーション補給機(以下、「HTV」という。)については、国際宇宙ステーション(以下、「ISS」という。)計画の状況に応じて、技術実証機の打上げ目標年度の見直しを順次実施する一方で、米国航空宇宙局(以下、「NASA」という。)との調整を受け、搭載貨物量の設定や機体設計が進められてきた。

一方、「我が国の宇宙開発利用の目標と方向性(平成 14 年 6 月宇宙開発委員会決定)」において、「H- A 標準型以上の能力を持つ輸送系(H- A 増強型)を開発する場合には、H- A 標準型を基本に民間に主体性を持たせた官民共同開発を行う。そのため、官民の関係者からなる作業チームを文部科学省に設置し検討を行う。」とした。これを受け、文部科学省内に設置された H- A 民営化作業チームにおいて、H- A 輸送能力向上に際しての開発の進め方について検討を開始した。また、平成 14 年度の宇宙開発委員会における審議では、この H- A 民営化作業チームの検討結果に基づき、H- A ロケット増強型の開発計画を見直すとした(「計画・評価部会審議結果」(平成 14 年 8 月))。

H- A 民営化作業チームは、平成 15 年 4 月にとりまとめを行い、輸送能力向上形態のあり方、官民役割分担の考え方、民間を主体とした開発の進め方等についての考え方を示した。

(概要・意義等)

H- A ロケット輸送能力向上は、H- A 民営化作業チームの検討結果を受け、また、HTV の設計の進捗を反映し、H-

A 標準型を維持発展させた形態で必要な打上げ能力の向上を実現するとの方針のもとで、H- A ロケット増強型の開発計画を見直すものであり、宇宙輸送系の基幹技術の適切な維持を図りつつ、技術的に大きなリスクを伴わない範囲で開発を行うことが可能である。

本プロジェクトが想定する主たるミッションは、ISS の補給・運用に欠かせない HTV の運用であり、補給スケジュールに整合し、かつ適切な輸送コストによる輸送システムを実現するという大きな意義を有している。

また、この輸送能力向上は、HTV を確実に運用するという意義だけでなく、我が国の宇宙輸送系について、打上げ能力の拡大、信頼性の向上、コスト低減、国際競争力強化等の観点でも寄与するものである。

民間は、この形態のロケットを用いて、打上げサービス事業の競争力の強化を意図しており、民間による宇宙関連事業の推進の観点からも意義を有している。

本プロジェクトの総開発費は約 200 億円、試験機 1 機として約 118 億円の経費を想定している。

(目標)

HTV 軌道に 16.5 トン程度という打上げ能力の目標が明示されている。これは、静止トランスファー軌道(GTO)に換算して 8 トン程度であり、民間の衛星打上げ能力要求と合致している。また、試験機の打上げ目標年度を平成 19 年度と明確に設定している。さらに、定常運用段階でのロケット打上げ費の目標も 110 億円以下と明示されている。

本プロジェクトでは、これらの実現のための技術開発要素等

も明確にされており、いずれも具体的かつ実行可能性の高い目標であると判断される。

また、試験機の打上げ結果を評価した後、標準型に準じて、技術を民間に移転するとの目標も明確である。

(官民の役割分担)

本プロジェクトは、官民が共同で開発を行うものであるため、官民の役割分担が明確に定義されている必要がある。

本プロジェクトにおいては、詳細設計を含め、ロケット全段のシステムインテグレーションを民間が担当しており、それらを請負契約で実施するなど、民間の主体性・責任が重視されたものとなっている。一方、システムの基本設計や推進系の燃焼試験等の大きなリスクが存在する部分はNASDAが担当することとなっている。また、既に官民合同活動として実施しているシステム検討や今後の基本設計においても、官民のミッション要求を考慮した上で、民間側がシステム仕様の決定に主体的に関与する体制となっている。

このように、民間の主体性・責任を重視した開発プロセスとなっており、開発自体を効率的かつ経済的に行うことが可能であるとともに、技術的リスクの程度に応じた適切な官民の役割分担がなされている。

(期待される成果の利用等)

本プロジェクトの成果の利用に関しては、主たるミッションとしてHTVの輸送が行われることとなり、ISS計画の推進の観点からも必要不可欠なものとして期待されている。

また、本プロジェクトを通じて、我が国の宇宙輸送系として、

打上げ能力の拡大、信頼性の向上、コスト低減、国際競争力強化等が図られることとなり、民間の打上げサービス事業としても複数衛星同時打上げでのコスト低減による価格面での競争力強化が期待されている。

(開発計画等)

本プロジェクトにおいては、平成19年度に予定している試験機の飛行実証に向けて、これまでの官民合同活動を通じて、システムの基本仕様の検討を行い、技術的成立性の見通しを得ている。

本プロジェクトにおいては、第1段に用いるLE-7Aエンジンのクラスタ化技術が主たる開発要素である。これについては、H-Aロケット増強型としてのこれまでの開発成果を受けて実施するものであるが、クラスタ化に伴う推進系全体としての技術的諸問題について、早期に詳細な検討・確認を行う必要があり、今後、地上燃焼試験等が計画されている。

飛行実証に向けて、打上げまでのスケジュールを考慮しても、開発計画は妥当と考えられる。

(リスク管理)

技術的リスクについては、主要リスクが明示され、その低減策も検討されており適切である。今後、さらに詳細なリスク評価を、早期に実施する必要がある。

本プロジェクトで予定している試験機は1機のみであるため、試験機が失敗した場合には、事故調査結果に従い、官民それぞれの責任の範囲に応じて適切な対応を行うとともに、試験機の再打上げの要否についても検討の上で判断すると示されて

いる。その場合には、宇宙開発委員会としても、試験機の目標が達成されたか否かについて、またその後に必要な処置等についての必要な審議を行う。

主要なミッションである HTV について、その補給計画が ISS 計画の中で見直されるリスクがあることにも留意しつつ、本プロジェクトと ISS 計画の整合性に留意しなければならない。また、本プロジェクトにおいて開発の遅延や試験機のトラブルなどが発生し、HTV ミッションの実施に影響を与えることもプログラムリスクとして考えられており、代替手段(代替ロケット)による補給を検討するとされている。その場合には、宇宙開発委員会としても、代替手段の妥当性について必要な審議を行う。

(実施体制)

本プロジェクトの実施体制については、上述の官民分担を踏まえ、NASDA と民間の双方において体制が整備され、また、NASDA と民間の関係及び民間各社間関係が構築され、それらが明確に定義されている。既に、NASDA と民間の間ではプロジェクト調整会を、民間各社間では各社連絡会を設け、緊密な連携のもとに検討が行われている。

今後も、プロジェクト実施にあたって民間の主体性が適切に発揮されるために、実施体制及びプロジェクト管理において十分な対応が行われる必要がある。

(審議結果)

これらの結果、本プロジェクトについて、平成 19 年度に試験機を打上げること为目标に開発を進めることは適切であると判断される。

なお、本プロジェクトの進捗に応じて、以下の事項を中心に状況の確認を行うこととする。

LE-7A エンジンのクラスタ化に伴う推進系全体としての技術的諸問題についての検討状況(別途実施されている LE-7A エンジンの改良を含む)
技術/プロジェクト/プログラムに係るリスク管理の状況
ISS 計画との整合性

なお、平成 15 年 2 月に発生したスペースシャトル・コロンビア号の事故に関して NASA が行う対策及び ISS 計画に関する国際調整等を受けて、本プロジェクトに係る官民のミッション要求等を勘案しつつ、必要に応じて本プロジェクトの計画の見直しを行うこととしている。

(13) 平成 15 年 10 月 2 日

『第 1 期中期計画』(総務大臣・文部科学大臣)

(3)H- B ロケット(H- A ロケット能力向上形態)

宇宙ステーション補給機(HTV)の輸送(国際宇宙ステーション(ISS)軌道へ 16.5 トン)に必要な輸送手段を確保するため、並びに民間における競争力の確保を考慮し、基幹ロケット(H- A ロケット標準型)と主要機器を共通化し維持発展した輸送能力向上形態を開発する。

具体的には、第 1 段のタンク直径を 5 m(標準型は 4 m)とすることで推進薬を増量、LE-7A エンジンを 2 基クラスタ化することで能力を向上した形態を基本として、開発は、官民共同で実施するものとする。

民間はシステムインテグレーションを実施し、開発の効率化を

図るとともに生産技術の研究開発や生産設備の整備等を実施し、官は1段エンジンのクラスタ化の開発試験や施設の整備、試験機の打上げなどを実施する。

(14) 平成16年9月9日

『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)

【基幹ロケットの位置付け】

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。

基幹ロケットを用いて、国民生活の安心・安全に不可欠である情報収集衛星や気象衛星などを我が国が独自に打ち上げる能力を保有することは、国際社会で我が国が自律性を維持するために必要不可欠である。これは、科学技術創造立国を内外に強くアピールするものであり、国家的優先度の高い技術として位置付けられる。さらに、基幹ロケットは、巨大システムを高い信頼性を持って運用する技術で、幅広い分野に波及効果をもたらすものである。

【基幹ロケットとしてのH-IIBの開発・運用方針】

H-Aロケット能力向上型(現H-Bロケット)については、我が国のロケット開発能力維持、国際宇宙ステーションへの輸送手段としての宇宙ステーション補給機(HTV)打上げに対応するとともに、国際競争力を確保するため、その開発に取り組む。なお、能力向上型の開発計画については、今後の国際宇宙ステーション計画の動向も踏まえながら、適切に対処していく。開

発は民間を主体とした官民共同で行う。

(15) 平成17年12月26日 宇宙開発委員会(第43回)

『平成18年度文部科学省宇宙開発関係政府予算案について』
(研究開発局)

人工衛星等打上げ計画

平成20年度:H-B(H-A能力向上型)試験機

(16) 平成18年3月28日

『分野別推進戦略』(総合科学技術会議)

【国家基幹技術の位置付け】

我が国が必要な時に、独自に宇宙空間に必要な人工衛星等を打ち上げる能力を確保・維持するための宇宙輸送システムは、我が国の総合的な安全保障や国際社会における我が国の自律性を維持する上で不可欠である。宇宙輸送システムは、巨大システム技術の統合であり、極めて高い信頼性をもって製造・運用する技術が要求され、幅広い分野に波及効果をもたらすとともに、国が主導する一貫した推進体制の下で進められている。また、世界最高水準のロケットエンジン技術の開発や国際宇宙ステーションへの我が国独自の無人輸送機の開発を通じ、世界をリードする人材育成にも資する長期・大規模プロジェクトである。

さらに、総合科学技術会議は、「我が国における宇宙開発利用の基本戦略」においてH-Aロケットシリーズを我が国の基幹ロケットとし、宇宙輸送システム技術を宇宙開発利用の基幹技術として位置付けている。以上より宇宙輸送システムを国家的な長期戦略の下に推進する国家基幹技術として位置付け

る。

〔H- B ロケットに関わる成果目標〕

2008 年度までに、静止遷移軌道への衛星(約 8 トン)の打上げや宇宙ステーション補給機(HTV)の打上げを可能とするロケットを開発・運用し、国際宇宙ステーションへの継続的な物資補給を通じ、H- A とともに、我が国の基幹ロケットである H- B ロケットを、世界最高水準のロケットとして確立する。

(17) 平成 18 年 5 月 24 日 宇宙開発委員会(第 18 回)

『国家基幹技術としての「宇宙輸送システム」の運用の在り方について』(宇宙開発委員会)

宇宙開発の国家基幹技術としての位置付けについては、宇宙開発委員会は、昨年 7 月に宇宙輸送、衛星による観測監視、衛星情報の解析利用から構成される「我々の生活の安全・安心を確保するための宇宙空間利用システム技術」を国家基幹技術として推進すべきとの見解をまとめた。今般、第 3 期科学技術基本計画及びそれに基づく分野別推進戦略が決定されたことから、昨年 7 月の見解を踏まえつつ、国家基幹技術としての「宇宙輸送システム」の推進の在り方について、国家基幹技術としての一貫した推進体制・評価体制等の有効性及び効率性の観点から、宇宙開発委員会としての見解を述べる。

(1) 計画の妥当性

文部科学省においては、我が国が必要な時に、独自に宇宙空間に必要な人工衛星等を打ち上げる能力を維持するために、世界最高水準の基幹ロケットを確立・維持し、将来の基本的なニーズに対応できる自律的な技術基盤を保持すること

により、自律的な宇宙輸送システムの確立を目指している。

宇宙輸送システムは、H- A ロケット、H- B ロケット(H- A 能力向上型)、宇宙ステーション補給機(HTV)から構成されるが、各構成プロジェクトの目標は、「分野別推進戦略」、「我が国における宇宙開発利用の基本戦略」、「宇宙開発に関する長期的な計画」等を踏まえ、宇宙輸送システムの目標に則して明確に整理されている。

また、各構成プロジェクトの開発期間は、世界最高水準の基幹ロケットの確立・維持、国際宇宙ステーション(ISS)への物資の輸送という意義・必要性を満たすように設定されている。

投入資金については、過去の宇宙開発プロジェクトにおいて開発費が当初計画に比べ増大する傾向にあり、このことは、宇宙開発を行う上で往々にして起こり得る問題であるとはいえ、独立行政法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)の計画の当初見積り及びコスト管理の徹底が不十分であったことを示している。JAXA が、過去の反省に立ち、研究段階の充実による技術的リスクの低減、経営層によるプロジェクト進捗管理の監視強化等を通じての計画の当初見積り及びコスト管理の強化に組織全休で取り組んでいることについては一定の評価ができる。H- B ロケット及び HTV については、ISS 計画の今後の動向が外的要因として開発費に大きな影響を与え得る可能性があること及び我が国が知見を十分に有していない有人宇宙技術に係るリスクが存在することにかんがみ、従来のプロジェクト以上に厳しいコスト管理が必要である。

JAXA においては、H- A ロケットの基本技術の多くを H- B ロケットの開発に活用する等により効率的な実施に努めているが、上に述べた諸点を踏まえ、技術開発に係るリスクや

不測の事態への対応に係るリスクにも十分配慮し、適時に計画を見直すための限界投入資金の目安の検討・設定等を行い、一層入念かつ精緻に不断のコスト管理を実施していくべきである。

宇宙開発委員会ではこれまで、推進部会において「宇宙開発に関するプロジェクトの評価指針」に基づき H- A ロケット試験機の事後評価、H- B ロケットの中間評価を実施するとともに、安全部会において「ロケットによる人工衛星等の打上げに係る安全評価基準」に基づきロケット打上げ前の安全評価を実施しており、今後もこれらの指針・基準の下で適時適切に評価を実施する。

(2) 体制の妥当性

国家基幹技術は、国が主導する一貫した推進体制の下で実施するプロジェクトである。この点について、宇宙輸送システムは、従来からプロジェクト管理を行う文部科学省及びプロジェクトを実施する JAXA により一元的に推進する体制が構築されており、JAXA には、全体の実施責任を担う宇宙基幹システム本部長(理事)の下に H- A ロケットプロジェクト(H- B ロケットを含む)及び HTV プロジェクトのプロジェクトマネージャが配置される等、明確な責任分担がなされている。 今後は、管理階層の削減による組織の一層の平坦化を進め、担当者の責任と権限を更に明確化するとともに、責任者間の直接対話による情報伝達と意思決定の更なる迅速化を期待する。

評価体制については、宇宙開発委員会の評価のみならず、JAXA における技術評価、文部科学省独立行政法人評価委員会における JAXA の業務実績評価が行われており、それぞ

れの役割に基づく階層的な評価システムが構築されている。これらの評価には、幅広い分野の有識者が参加しており、多様な観点の意見を取り込むことが可能な体制となっている。

マネージメント体制については、宇宙輸送システムを有効かつ効率的に推進するには構成プロジェクト間の連携が重要であるが、H- A ロケット及び H- B ロケットは同一の体制で推進され、HTV についても JAXA 宇宙基幹システム本部の下で、ISS 計画との調整を含め、緊密な連携が図られている。

また、平成 16 年度には、宇宙開発委員会において「特別会合報告書」をとりまとめ、JAXA と製造企業との役割・責任を見直し、製造企業が一元的に詳細設計から製造までをとりまとめるプライム制を導入することを提言したが、JAXA においては、同報告書に沿って現在着実な取組が行われている。

さらに、JAXA においては、システムズエンジニアリング 組織を新設する等プロジェクトを組織的に支援する体制を構築しており、マネージメント体制の強化に向けて組織を挙げた取組を行っている。特に信頼性の確保は、宇宙開発委員会として一貫して宇宙開発における最重要事項として掲げてきたが、JAXA においても信頼性改革本部を設置するとともに、製造企業と協働して信頼性向上に取り組む等、体制への反映を進めている。その成果は、H- A ロケット 7 号機以降の打上げ連続成功に現れていると認められる。今後とも、JAXA においては、設計余裕の増加、実証試験の強化、作業安全の強化、自律性の向上に向けた部品の国産化等のリスク管理に継続的に取り組むことを期待する。

システムズエンジニアリングとは、ミッション要求を達成する

システムを開発するに当たって、ライフサイクル全体を見通し、定められた範囲内で品質・コスト・スケジュール的にバランスの取れた適切なシステムを得るための専門分野横断的な一連の活動のこと。開発の初期段階でシステム全体を見渡した思考や内在するリスクの識別等を体系的に行うことにより、トータルコストの低減化を図る。

(3) 運営の妥当性

我が国はこれまで、H- ロケットにより着実に国産大型ロケット技術を獲得し、更なる信頼性向上及びコスト低減を目指したH- A ロケットに発展させてきた。その過程においては、打上げ失敗を経験したが、宇宙開発委員会をはじめとする評価体制の活用により業務の在り方を検討し、改善を図ってきている。また、H- A ロケットの輸送能力向上型の H- B ロケットについては、平成 15 年度の中間評価により、民間の主体性を重視した官民共同開発に変更になった計画に基づき開発を進めることは適切であると判断した。JAXA においては、これらの評価における指摘事項に基づき、現在着実な取組を行っている。

上記の開発経緯、評価結果及び評価に対する対応を踏まえ、宇宙輸送システムについては、適切な推進体制及び評価体制により計画、実行、評価、改善のマネジメントサイクルが有効に機能していると判断できる。

宇宙開発委員会としては、宇宙輸送システムの推進の在り方については、これまでの宇宙開発委員会の提言を踏まえた取組が行われており、全体としては妥当であると判断する。ただし、ISS 計画と関連が深い H- B ロケット及び HTV のコスト管

理の強化及び管理階層の削減による組織の平坦化による責任と権限の明確化に対する取組については、一層の努力が必要である。宇宙開発委員会としては、これらについて今後も関心を持って見守ることとし、プロジェクトの進捗状況について適時適切に報告を受けるとともに、必要に応じ、厳正な評価を行っていくこととする。

文部科学省及び JAXA においては、引き続き、我々の生活をより安全で安心なものとしていくための宇宙空間の更なる利用に向けて、宇宙輸送システムと他のシステム等との連携の重要性についても十分に認識し、国家基幹技術としての位置付けに適した推進体制・評価体制等により宇宙輸送システムを推進することを期待する。

(18) 平成 18 年 12 月 25 日 宇宙開発委員会(第 46 回)

『平成 19 年度文部科学省宇宙開発関係経費政府予算案について』(研究開発局)

衛星等打上げ計画

平成 21 年度:H- B ロケット試験機・宇宙ステーション補給機 (HTV) 実証機

(19) 平成 20 年 2 月 22 日

『宇宙開発に関する長期的な計画』(総務大臣・文部科学大臣)
(基幹ロケットの維持・発展)

宇宙輸送系は、宇宙空間へのアクセスを可能とする手段として、あらゆる宇宙開発利用活動の根幹であり、その国がどのような宇宙活動を展開するかは、その国が保有する宇宙輸送系によって特徴付けられる。この意味において、宇宙輸送

系は、その国の宇宙開発、さらには、その国の科学技術力、国力を象徴するものである。

また、宇宙開発利用活動の自律性は宇宙輸送系に大きく支配されており、このような意味を持つ宇宙輸送系に関しては、以下の方針により、その維持・発展を図ることとする。

H- A シリーズを我が国の基幹ロケットと位置付け、性能及び信頼性の面から世界最高水準のロケットとして維持・発展させる。

我が国が必要な人工衛星等を必要なときに独自に宇宙空間に打上げる能力を将来にわたって維持・確保することにおいて、中核的役割を担う基幹ロケットとして、H- A ロケット及び H- B ロケットを引き続き位置付け、定常的に使用していく。

H- B ロケットは、宇宙ステーション補給機(HTV)の運用手段を確保するとともに、基幹ロケットの能力の向上を図ることを目的に開発するものである。H- B ロケットの開発は、H- A ロケット標準型を維持発展した形態を基本として行う。また、その開発に当たっては、システム仕様の決定などに民間の関与をより多くするなど、民間の主体性・責任を重視した開発プロセスを採用する。

(20) 平成 20 年 4 月 1 日

『第 2 期中期計画』(総務大臣・文部科学大臣)

(1) 基幹ロケットの維持・発展

基幹ロケット(H- A ロケット及び H- B ロケット)について

は、「第 3 期科学技術基本計画」における国家基幹技術「宇宙輸送システム」を構成する技術であることを踏まえ、信頼性の向上を核としたシステムの改善・高度化を実施する。また、H-

B ロケットについては官民共同で開発を行い、宇宙ステーション補給機(HTV)の打上げ等に供する。さらに、国として自律性確保に必要な将来を見据えたキー技術(液体ロケットエンジン、大型固体ロケット及び誘導制御システム)を維持・発展させる研究開発を行うとともに、自律性確保に不可欠な機器・部品、打上げ関連施設・設備等の基盤の維持・向上を行う。以上により、我が国の基幹ロケットについて、20 機以上の打上げ実績において打上げ成功率 90%以上を実現する。

(参考3)

H- B ロケット試験機プロジェクトの事後評価に係る 推進部会の開催状況

【第4回推進部会】

1. 日時:平成22年9月21日(火)14:00～17:00
2. 場所:文部科学省 16階 特別会議室
3. 議題:(1)宇宙ステーション補給機(HTV)技術実証機プロジェクトの事後評価について
(2)H- B ロケット試験機プロジェクトの事後評価について
(3)その他

【第5回推進部会】

1. 日時:平成22年10月1日(金)14:00～16:00
2. 場所:文部科学省 18階 研究開発局 会議室1
3. 議題:(1)宇宙ステーション補給機(HTV)技術実証機プロジェクトの事後評価について
(2)H- B ロケット試験機プロジェクトの事後評価について
(3)その他

【第6回推進部会】

1. 日時:平成22年10月18日(月)14:00～16:00
2. 場所:文部科学省 3階 1 特別会議室
3. 議題:(1)宇宙ステーション補給機(HTV)技術実証機プロジェクトの事後評価について
(2)H- B ロケット試験機プロジェクトの事後評価について
(3)その他

H- B ロケット試験機プロジェクトの 評価票の集計及び意見

評価結果

	優れている	妥当	概ね妥当	疑問がある
1. 成果(1)アウトプット	5	7	0	0
1. 成果(2)アウトカム	7	4	1	0
1. 成果(3)インパクト	3	5	4	0
2. 成否の原因に対する分析	-	8	4	0
3. 効率性(1)プロジェクトの効率性	1	8	3	0
3. 効率性(2)プロジェクトの実施体制	-	8	4	0
	期待以上	期待通り	許容できる範囲	期待はずれ
4. 総合評価	2	10	0	0

1. 成果(1)アウトプット

平成 15 年 8 月 22 日の宇宙開発委員会計画・評価部会において中間評価が実施され、HTV 軌道に 16.5 トン程度(静止トランスファー軌道(GTO)に換算して 8 トン程度)という打上げ能力、試験機の打上げ目標年度を平成 19 年度、定常運用段階でのロケット打上げ費用の目標を 110 億円以下と設定された目標について、具体的かつ実行可能性の高い目標であると評価されていました。この各項目について、具体的にどのような結果が得られ、目標がどの程度達成できたのかについて評価してください。

	優れている	妥当	概ね妥当	疑問がある
1. 成果(1)アウトプット	5	7	0	0

評価根拠のコメント

【優れている】

- LE-7A、2 基によるクラスター構造を採用し、打ち上げ能力向上を図るとともに、MHI との官民共同開発を円滑に進め、試験初号機打上げを遅滞なく遂行した。さらに打上げ能力 + 0.45 トンの余剰能力を得ることが出来た。
現時点では初号機の打上げのみで、今後打上げが継続されるなかで信頼性などが評価されると思われるが、HTV 打上げと言うミッション、打上げ時期、打上げ能力ともに充分目標を達成していると判断できる。
- 開発・運用方針の達成状況はすべて良好に完了している。
- エクストラサクセスクライテリアまで達成しており、目標は十分に達成された。
- 初期の目標を全てクリアし、HTV の成功と共に我が国の国家基

幹技術である輸送系技術のレベルの高さを内外に示した。

初号機の打上げであるにも関わらず on time での打上げ、ほぼ予測通りの軌道で HTV を打上げた事は H- B ロケットそのもののみならず打上げ管制チームの技術力の高さがうかがえる。

【妥当】

- H- A6 号機の打ち上げ失敗により打上げ費用目標が高くなったのは残念ではあるが、その分 H- B では射場整備作業や打ち上げ時の不適合件数が比較して大幅に減っており、コスト増を埋め合わせる成果が得られていると考えたい。
- 平成 15 年 8 月 22 日の宇宙開発委員会計画・評価部会において設定された開発目標に照らしてみると、HTV 軌道に 16.5 トン程度の輸送能力、という目標は十分に達成されており、ロケット技術の成果として大きく評価できるものである。一方、打ち上げ目標年度および打ち上げ費用に関しては、目標を外れたが、外的要因ないしは H- A6 号機の打ち上げ失敗に伴ったもので、やむを得ないものであったと言えよう。サクセスクライテリアに関しては、フルサクセス、さらにはエクストラサクセスに対して、十分な達成をみている。
- 既存の技術を最大限活用してリスクミニマムで設定された要求仕様を満足するロケットを当初の予定に近いコストでスケジュール通りに開発して初号機を成功裏に打上げることが出来た。後続号機の機体コストに関しては資材の値上がり等の国際的な動向にどうしても影響される面があるが、外国のロケットに比較してもほぼ妥当なレベルとなっている。
- 6 号機の失敗から更なる信頼性向上の取り組みや老朽化への対応、設計変更など適切に着手している。GTO が 8 トン対応や

中型静止衛星 2 機を同時に打ち上げられるようになったことは評価できる。しかし、当初予算の 110 億円から 147 億円となった。打ち上げ失敗となると、それに伴いコスト高になることが、これで実証されたともいえる。

- 9 打ち上げ能力については、HTV 軌道への実証を通じて、システム仕様を満足しており、また、静止軌道 8 トンについても、解析結果、試験機の打ち上げ結果を通じて、能力達成の見通しを得ており、評価できる。

1. 成果(2)アウトカム

H- B ロケット試験機プロジェクトは、国際宇宙ステーションに物資を補給する宇宙ステーション補給機(HTV)を打ち上げるとともに、H- A ロケットも合わせた多様な打ち上げ能力に対応することにより国際競争力を確保することを目的としていますが、このプロジェクトの目的に照らして、H- B ロケット試験機プロジェクトで得られた成果が、現時点でどの程度効果があるかについて評価してください。

	優れている	妥当	概ね妥当	疑問がある
1. 成果(2)アウトカム	7	4	1	0

評価根拠のコメント

【優れている】

- 1 輸送機として H- A/H- B により 2 トンから 8 トンまでの GTO 打ち上げ能力を我が国独占で持つことが出来た点は評価に値する。また、LE-7A のクラスタ化では、様々な技術問題を解決し、開発スケジュールの遅滞なく完成させた。
- 2 獲得された打ち上げ能力、運用信頼性の向上は国際競争力を確保し、ロケット開発能力の維持など、わが国のこれからの宇宙開発活動の進展に大きく貢献する成果を上げている。
- 3 H- および H- A の開発では、ロケット完成後も SRB ノズルのエロージョン、LE-7A LOX ターボポンプのキャピテーション問題、LE-5B の振動問題等の更なる改善が望ましい課題を抱えていたが、H- B の開発と並行実施していた対策を H- B 初号機に全て適用することによって対策の有効性を実証することが出来た。また推進系バルブ信頼性向上の成果の適用によって推進系の射場整備作業は殆どトラブルフリーのレベルまで品質向上出来た。これらの改善策を実証したことによって、H- A、H- B ファミリーの信頼度を格段に向上することが出来た。更に推進薬タンク溶接に摩擦攪拌溶接を導入したこと、大型タンクドームを国産化したことによって品質の安定とコスト低減を図ることが出来たと同時に、海外動向に左右されること無く、安定してロケット製造および打ち上げが出来る基盤を確立することが出来た。
- 4 H- B ロケットは、我が国初の試みである液体ロケットエンジンのクラスタ化の成功や世界に類の無い大型軽量タンクの取り組み、また、フェアリングの大型化による分離機構の開発など確実な成果をあげたといえる。さらに、6 号機失敗を踏まえて技術開発の向上と成果が見られる。

5 On time で正確な打上げは ISS 計画に於ける我が国の信頼度を高めただけでなく、打上げ市場に於ける我が国のプレゼンスを高めた。H- A 以来の各コンポーネントレベルの信頼性向上への取り組みの集大成としての自信のみならずクラスター化技術の獲得によって更なる大型ロケット(もし必要であれば)をも開発可能な事を示したものと言える。

【妥当】

6 ISS に物資を補給する HTV 打ち上げの能力をもつロケットを実現するという目的を充たしたことの意義は大きく、ISS 運用において、今後、中核的役割を担っていくことが期待できる。

ロケット技術面についてみると、1 段エンジンのクラスタ化と 1 段機体の大型化の達成は特に大きな成果であったと評価する。

7 全体として、過去の経験を踏まえ妥当な成果であると考えられる。

8 スペースシャトル退役後、HTV 打ち上げ技術が ISS への大型カーゴの唯一の輸送手段として、今後、ISS 運用の中核として、国際協力に貢献可能となったことは、評価できる。

【概ね妥当】

9 国際競争力を確保するための条件の一つである多様な打ち上げ能力はこれで確保されたと評価できる。ただ、国際競争力の確保という観点からは、ロケットの推進性能の増強を目指すだけでなく、顧客からみた使い易さ、衛星搬入から打上げまでの時間短縮などにもっと注力することが欠かせないと考えられる。今後の開発課題として取り上げて頂きたい。

1. 成果(3)インパクト

本プロジェクトで得られた成果の波及効果として、目的として設定していた範囲を超えた、経済的、科学技術的、社会的な影響等について、現時点で注目しておくべきものがあれば評価して下さい。

	優れている	妥当	概ね妥当	疑問がある
1. 成果(3)インパクト	3	5	4	0

コメント

【優れている】

- 1 海外からの賞賛と期待を集めた成果として国際的プレゼンスの向上、広報・普及面での多様な実績など一般社会からの評価も高い成果を上げている。
- 2 将来クラスター化によるロケットのラインナップが可能となった。

【妥当】

- 3 打上げがあまりにもスムーズであり、「インパクト」という言葉からイメージする「衝撃」は少なかったかもしれないが、このオンタイムの打上げ自体に込められた様々な準備、検証は評価に値すると思われる。
- 4 輸送インフラの経済的波及効果は、開発そのものによる効果だけでなく、その後の打上げに伴って発生していく効果大きい。今後、H- B での打上げが多くなって経済波及効果が膨らんでいくことを期待する。
- 5 短期間、低コストで目標どおりのロケットを開発して初号機の打上げを成功させたことは、我が国の全般的な技術力に対する信頼性を高める上で有効であったと考える。また技術力は開発作業を通じてのみ維持発展させることが出来ることは厳然たる事実

であり、その点からも我が国のロケット技術維持向上の点から H-B の開発は有効であった。

6 経費節減のために既存技術を活用し、新規開発技術を制約すればインパクトが小さくなることはやむを得ない。一方で経費削減を厳しく問いながらインパクトを過大に要求すべきではないと思います。

7 日本産業大賞において、「HTV/H-B ロケットの開発」に携わった企業 10 社が文部科学大臣賞を団体受賞した点は、評価できる。

【概ね妥当】

8 技術面での具体的な波及が、今後、関連産業分野で起こっていくことを期待する。

9 最近、JAXA はマスコミに多く取り上げられるようになり、戦略的な仕掛けができるようになってきたように思える。これにより、一般に対しても宇宙開発や宇宙飛行士が身近な存在となってきた。ロケット打ち上げの生映像を日本科学未来館だけではなく、丸の内や渋谷、新宿などの街頭電子版に映像を流すことをお勧めしたい。一般人にとっては、その方がよほどインパクトになり、宇宙開発への関心もさらに深まるだろう。

経済波及効果や地域波及効果の数字が提示されているが、三菱総研の詳しいデータが添付できなければ、ここでの数字はあまりに信憑性に乏しく提示は控えた方がよい。もう少し、数字に敏感になるべきだ。

10 このような波及効果はプロジェクト終了後数年経ってからあらわれるものであり、今の段階で評価するのは困難である。

11 海外へのプレゼンス向上等は妥当であるが、経済波及への効果等は概ね妥当であると考えられる。

2. 成否の原因に対する分析

プロジェクトの過程で明らかになった成功要因や課題に関し、要因分析が適切に実施されているか評価してください。

	優れている	妥当	概ね妥当	疑問がある
2. 成否の原因に対する分析	-	8	4	0

評価根拠のコメント

【妥当】

- 1 適切に要因分析がなされ、開発に生かされている。
- 2 液体エンジンのクラスタ化において、横推力の問題が発生したが、適切な対処がなされ、要因分析も適切に行われている。
大型フェアリングの開発において遭遇した問題は、機構部分の補強、試験の実施、解析ツールの改善などを積み重ねた対応のもとで解決したが、今後への教訓を含むものとなったと思う。
- 3 液体エンジンクラスタ化・大型軽量タンク製造技術の開発・大型フェアリングの使用、目標打ち上げ能力の達成など、目標とする課題に関わる成否の原因分析は妥当なものと評価する。
- 4 改良開発や新規開発項目も含め分析が良くなされている。
- 5 成否の要因に関する分析は適切に実施されている。
- 6 大型軽量タンクの製造技術を獲得した意義は大きいと思われる。
また大型フェアリングの更なる強度余裕の為の改良開発は是非 2 号機に間に合わせて欲しい。
冗長機器の空間冗長、ハーネス・配管等の保護方針の設定も効果があったものと思う。

映、自立性の確保等の前向きの方策によるものである。衛星フェアリングに関しては技術上の失敗ではあるが、その失敗はエンジニアにとっては貴重な経験である筈である。ミッションに重大な影響を与える失敗は何としても避けるべきであるが、失敗こそがエンジニアにとっては又とない教育の機会である。H- B プログラムにおけるフェアリングの問題は技術力向上に生かされた失敗、特に次世代の若いエンジニアの教育に有効な失敗であったとも言える。開発作業で全く問題が無く予定通り進んだのでは若いエンジニアの力が伸びないと言うデメリットが避けられない。従って開発にはある程度のリスクを盛り込むことが必要であり、開発費にはその分の予備を見込んで置くことが宇宙開発事業の基本であると考えます。

- 5 海外と比較して、低コストでの開発を達成した点は、評価できる。
- 6 従来の技術、及び実用あるコンポーネントを活用し、新規の開発要素をできるだけ少なくした事が結果として良かった。また、新規の部分については納得のゆくまで地上試験を徹底したことも良かった。

【概ね妥当】

- 7 開発費に関して二度の見直しがあり、プロジェクト完了時の経費は当初額の 1.35 倍となった。外的要因があったとは言え、これ自体は好ましいことではないが、プロジェクトが、各段階において、コスト管理、コスト削減に大きな努力を重ねたことは認められる。
- 8 常に米国の動向を探らなければならない日本の現状や 6 号機の打ち上げ失敗による影響を受けているため、そもそも、この試

験機に関しては効率的ではないスタートだったといえる。結局、開発予算を考えると打ち上げる予定のロケットは出来るだけ早く審議を通して打ち上げる方が、税金である費用が安く上がるということになるのではないか。

- 9 全体的には妥当であると考えられるが、予算に関しては、リスク配慮を徹底的に行い、コスト管理をもっとしっかりと行うべきである。

3. 効率性(2) プロジェクトの実施体制

H- B ロケット試験機プロジェクトは中間評価の時点で、H- A ロケット民営化作業チームの検討結果を受け、民間の主体性・責任を重視した開発プロセスとなっており、開発自体を効率的かつ経済的に行うことが可能であり、技術リスクの程度に応じた適切な官民の役割分担がなされていると評価されています。この評価を考慮し、本プロジェクトの実施体制が適切に機能していたか評価してください。

	優れている	妥当	概ね妥当	疑問がある
3. 効率性(2) プロジェクトの実施体制	-	8	4	0

評価根拠のコメント

【妥当】

- 1 開発プロジェクトの実行段階で民間に主体性・責任を持たせる

ことがプロジェクト遂行に有効であることは良く言われていることであるが、本プロジェクトの場合もその効果が表れているものと推測される。

- 2 官民共同開発は、適切な役割分担のもと、成功裡に行われたと認められる。
- 3 官民共同開発での役割分担、開発項目での作業分担・契約形態などは、結果として短期間の開発完了、予定日時での初号機の打ち上げ成功へと導いており、いずれも妥当なものであったと思える。
- 4 基本設計までとリスクの高い開発試験は JAXA の担当、詳細設計以降の設計と生産、打上げ作業は民間の責任体制を新たに採用することによって、民間の活力を十分引き出すことが出来た。その表れとしてスケジュールおよびコスト上もほぼ計画通りの開発が行われている。また民に主体性を持たせた開発への移行段階での民間に残された課題に関しては JAXA が適切なサポートを行っており、プロジェクトの実施体制は妥当であった。
- 5 官民共同のプロジェクトで役割分担を明確にしても、初めての試みでもあり、システムインテグレーションでは細部の情報にアクセスできないなどの結果となっている。やはり、一番重要なのは、装置やシステムではなく「人」から「人」への情報の一元化である。整備完了後の民間の活躍によって、打ち上げスケジュールがキープされたようだが、官が主導では打ち上げが遅れたのではないだろうかと予想される。官民それぞれの体制の特質があるので、充分憂慮されて今後も取り粗んで欲しい。宇宙開発での民間主導型は、日本にとって新たな一步を踏み出したといえる。
- 6 リスクの高い開発試験については国の責任で行い、その他は

ほぼ全て民間の責任で行う形の官民共同開発で、完成後スムーズに民間に任せられる体制が出来ると思われる。ただ、サブシステムメーカーの設計の細部情報にプライムメーカーがアクセスできる様にすべきである。

【概ね妥当】

- 7 H- A までと今回とではシステムインテグレーションの多くが MHI 主導で行われた点が相違点ではなからうか。今回、打上げが成功したと言う観点からすると、官民共同開発が上手く機能したと言うことが出来る。
ただ、今回一回をもって判断するのは早計であり、今後数回あるいは十数回の実績を見たうえでの最終判断が必要であろう。
- 8 プロジェクトの実施体制は、全体的に見て、概ね妥当であると考えられる。
- 9 官民の責任分担を明確にし、開発を実施したことに対しては、評価できる。

4. 総合評価

上記 3 項目を鑑み、総合的なコメントを記入下さい。その他、助言等があれば記載願います。

	期待以上	期待通り	許容できる範囲	期待はずれ
4. 総合評価	2	10	0	0

評価根拠のコメント

【期待以上】

- 1 母体となった H- A ロケットの技術レベルや信頼性の高さと発展性を示すことができたこと、官民共同による本格的ロケット開発を実施完了したことなど、本プロジェクトは、日本の宇宙開発にとって、歴史的にも重要な成果を上げたものとして評価したい。

【期待通り】

- 2 H- A の打ち上げ能力を大幅に向上させた輸送システムを比較的短期間、かつ低コストで実現した点は評価できる。また、試験初号機をオンタイムに打ち上げることが出来たことも、我が国の輸送システムの技術蓄積を物語るものであった。今後、打上げ成功が継続することを願う。

また、輸送系技術者の技術継承については、今回の H- A から H- B への開発が円滑に進んだと同様、H- B から次期輸送システム開発の際に技術継承が途切れることの無い様、技術者の指導・育成に当たって欲しい。

- 3 基幹ロケットが国際競争力を持つことが我が国宇宙開発の発展に欠かせない。そのためにも運用面で使用し易いロケットへ絶えない改良を続けていって頂きたい。
- 4 H- B ロケット試験機の成功はわが国の基幹ロケット発展の上で意義は大きい。試験機での技術成果をもとに、2 号機以降による HTV の打ち上げに高い信頼性をもって取り組み、大きな国際貢献をしていくことを期待する。
- 5 外国の例に比較しても十分低い費用で短期間の内に要求された仕様を十分に満足した新しいロケットを開発出来た。またこの開発を通じて、H- A、H- B ファミリーのロケットの信頼度を格

段に向上させることが出来、H- B の開発は当初の目的を十分に達成している。今後の課題は電子機器の信頼度の更なる向上であり、機会を捉えて是非取り組むことを期待する。

わが国のロケット技術は国際的に見ても相当なレベルに達していると評価するが、技術力は新しい開発があって初めて維持発展出来る。新たな開発機会が何時得られるかは外的要因による点大きいですが、技術陣としては常時新しい開発に向けての準備だけば怠らないよう期待したい。

- 6 民間主導型として、初のロケット打ち上げとなり大いに評価したい。JAXA 側からもコメントされていたが、改めて民間が取り組む姿勢やプロジェクト推進のスピード感や熱意を多く学べる良い機会になったといえるのではないかと。国家プロジェクトではあるが、民間企業の能力が発揮できる場やチャンスをつくつくり、民間が主導することで官の建設的な意識の向上、技術の向上へとつなげてもらいたい。
- 7 エクストラサクセスクライテリアまで達成しており、全体としてほぼ期待通りの成果が得られたと評価できる。
- 8 国際宇宙ステーションへの輸送手段としての宇宙ステーション補給機打上げに対応するとともに、静止トランスファー軌道 8 トンという国際競争力を確保に向けて開発した結果、その能力を国際的にも示すことが出来た点は、評価できる。
- 9 全体としては民間企業の実力を十分に活用した開発が出来たものと考えられるが、予定されていた開発コスト、及び初号機の打上げ費用は大幅にオーバーした。
今後、現在の信頼性を維持しつつ、通常的な打上げ費用がどこまで下げられるかによって国際競争力が試される。