

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技術実証機(HTV1)
プロジェクトの事後評価結果
(案)

平成 22 年 10 月 ~~18~~20 日
宇宙開発委員会 推進部会

1. 評価の経緯
 2. 評価方法
 3. 宇宙ステーション補給機技術実証機(HTV1)プロジェクトを取り巻く状況
 4. 宇宙ステーション補給機技術実証機(HTV1)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 宇宙ステーション補給機(HTV)技術実証機プロジェクトの評価実施要領
- 参考 3 宇宙ステーション補給機技術実証機(HTVI)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 宇宙ステーション補給機技術実証機(HTV1)プロジェクトの評価票の集計及び意見
- 付録 2 宇宙ステーション補給機技術実証機(HTV1)プロジェクトに係る事後評価について
- 付録 3 宇宙ステーション補給機技術実証機(HTV1)プロジェクトの事後評価 質問に対する回答

1. 評価の経緯

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「HTV1 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を取得することを目的としたプロジェクトである。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、11 月 2 日に大気圏に再突入して運用を終了した。

今般、宇宙航空研究開発機構 (以下「JAXA」という) 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」(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 HTV1 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、HTV1 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 HTV1 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. HTV1 プロジェクトを取り巻く状況

1994 年 (平成 6 年) 7 月の宇宙ステーション計画の了解覚書 (MOU) 協議において、宇宙ステーションへの輸送について、国際パートナーがシャトルの輸送経費を実費支弁する方式から、各パートナーが輸送能力を提供することを原則とする方式への変更がアメリカ航空宇宙局 (NASA) から提案された。それを受けて我が国でも検討が進められ、平成 8 年の宇宙開発委員会計画調整部会において、宇宙ステーション運用における対等な国際協力の維持・発展及び自在性の確保の観点から、宇宙ステーションへの物資の補給を行う輸送手段を提供することが必要であり、整備に着手することは妥当であるとされた。その時点では、日本実験棟「きぼう」(JEM) の運用開始が平成 12 年度から予定されていたため、平成 13 年度に H- A ロケットにより技術実証機を打ち上げることが目標とされた。

その後、ロシア・サービスモジュールの遅れ、スペースシャトルコロンビア号の事故などにより、国際宇宙ステーションの組立スケジュールが逐次見直され、JEM の組立が完了したのは 2009 年 (平成 21 年) 7 月となり、JEM の運用開始は平成 8 年の評価時点から約 8 年遅れることとなった。

その間、プログレス衝突事故等を反映した追加安全要求の取り込みや、大型船外物資輸送要求によるコンフィギュレーションの変更の検討等が実施され、直径約 4 m、全長約 10 m で、船内用・船外用のどちらの物資も輸送可能な総重量 16.5 トンの無人宇宙船が開

発された。

政策的な位置付けとしては、「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、国際宇宙ステーションの JEM において必要となる我が国の物資輸送と、我が国が国際約束で分担している国際宇宙ステーションへの補給義務の履行のため、宇宙ステーション補給機 (HTV) の開発を引き続き進めることとされており、有人施設である国際宇宙ステーションに接近することから、有人宇宙機に相当する安全性設計がなされ、これを着実に開発、運用することにより、将来の軌道間輸送や有人化に関する基盤技術の習得が図られるとされた。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、宇宙外交の推進として、「国際宇宙ステーションにおいては、日本の実験棟「きぼう」における活動のみならず、宇宙ステーション補給機を用いた物資輸送等により国際宇宙ステーション全体の活動を支える重要な役割を果たすこと」とされている。さらに、有人宇宙活動プログラムとして、HTV についても、「「きぼう」の利用を着実に進めるとともに、国際約束に基づき、「きぼう」の維持・運用を確実に進めつつ、国際宇宙ステーションの運用に必要な物資輸送(実験装置、水、食料等)を行うために、宇宙ステーション補給機を年に 1 機ずつ打ち上げる。」こととされている。

2009 年(平成 21 年)9 月 11 日に、HTV1 は H- B ロケット試験機により所定の軌道へ投入され、ISS に向けて自律飛行を実施し 9 月 18 日に ISS へ結合した。その後 43 日間に及ぶ ISS 係留期間において、ISS への物資補給やロボットアームによる実験機器の移送を実施し、廃棄物を搭載後、ISS を離脱して 11 月 2 日に大気圏に再突入し、53 日間に及んだミッションを完了した。

4. HTV1 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 21 年 9 月 2 日の第 26 回宇宙開発委員会において JAXA から提示された、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、HTV1 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)>

HTV1 は、平成 21 年 7 月の JEM 組立・点検直後の時期に遅れることなく、平成 21 年 9 月 11 日に打ち上げられてから、9 月 18 日までに ISS にランデブ飛行し、ISS ロボットアームで把持可能領域まで最終接近できることを実証して、運用機の運用開始に支障が無いことを確認し、ミニマムサクセスを達成した。さらに、ISS ロボットアームで把持された後、ISS と結合され、与圧カーゴ及び曝露カーゴとして搭載されていた、JEM の子アーム、与圧補給ラック 1 基、宇宙飛行士の食料、衣類、曝露実験装置 2 基等約 4.5 トンの物資を ISS へ移送した。その後、廃棄物資の積み込みを完了

し、JSS から分離・離脱した後、大気圏へ再突入し、安全に洋上投棄を行い、フルサクセスのクライテリアを十分に達成した。

実運用結果に基づいて再評価をした結果、運用機において、我が国が国際約束で分担している6トンの貨物を輸送できる解析結果を得ることができた。さらに、ヒータ消費電力削減の可能性、ロケットとのインタフェース条件を0.3トン低くできる見込みの余裕、仕様と異なる高度へのランデブ要求への対応や係留期間の延長等の運用の柔軟性、カーゴに対する環境条件のシャトル相当のレベルへの緩和等について実現の見通しを得た。これらはエクストラサクセスを達成した有意義な成果と認められる。

さらに、輸送コストについては、カーゴ質量1トンを打ち上げるのに必要なコストが約47億円となり、ATV やプログレス等の諸外国の輸送機より安価なコストを達成した。

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、ミニマムサクセス、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、目標達成度は極めて高いと評価できる。

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)

<アウトカム(効果)>

HTV1 プロジェクトにより、JEM において必要となる我が国の物資輸送と、我が国の国際宇宙ステーションへの補給義務を履行することが可能となった。今後スペースシャトルが退役した後では、曝露機器及び大型与圧機器を宇宙ステーションへ輸送できるのは HTV のみであり、宇宙ステーションの維持に不可欠な補給手段である。

これを保有することによって、宇宙ステーション計画における国際的プレゼンスを向上することができるようになった。

また、HTV1 は人工衛星、ロケット、宇宙ステーションの技術を統合した我が国初めての有人施設対応の無人輸送機であり、今後計画されている HTV の量産により、宇宙船量産化の技術と経験を蓄積していくことが可能となった。

さらに、この HTV1 の開発を通じて、有人宇宙ミッションの安全性・信頼性システム技術に関する米国の技術を吸収し、有人宇宙システム技術の範囲を、リソースを提供してもらう「実験棟」から、自立して単独飛行できる与圧部を保有する無人の「宇宙船」に拡大し、将来の有人宇宙システム技術の獲得に繋がる、自立飛行、有人対応ランデブーキャプチャ、大型物資輸送、有人施設からの離脱、再突入制御等の宇宙開発技術を蓄積することができた。

HTV はロケット、衛星、宇宙ステーションの技術の集大成であり、それぞれ独立して育成されてきた JAXA や各企業の技術者が、開発を通して互いの設計思想に触れ、技術を共有することができた。また、国際会議、審査会等において他国の技術者と設計、検証に関する議論を実施し、技術の向上を図ると共に国際感覚も養うことができた。さらに運用管制要員を育成し、国際的にも高い評価を獲得し、NASA より今後計画されている他の宇宙船の実運用の支援や運用訓練の協力を求められている。このように HTV の開発及び運用準備作業等を通じて、国際共同プログラムで対等に渡り合えるエンジニアの育成をすることができた。

上記のように、国際的プレゼンスの向上、宇宙開発技術の維持発展、有人宇宙システム技術の獲得、人材育成いづれについても非常に効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)>

HTV が初めて実証したキャプチャ・バーシング方式がアメリカの商業民間輸送機でも採用され、アメリカ民間企業へ近傍通信機器等が輸出されることとなっており、NASA への運用支援の契約が検討されている。このように宇宙先進国である米国に技術提供することで、この分野での技術の優位性をアピールすることができ、宇宙産業活性化へ繋げることができた。

また、日本産業技術大賞や、科学技術への顕著な貢献 2009 (ナイスステップな研究者)を受賞し、TVでの延べ3時間を超える報道や、200件を超える新聞報道、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。また、関連メーカーが企業イメージアップのために HTV1 の技術を採用したことも評価に値する。

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: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)

(2) 成否の原因に対する分析

開発段階においては、ロケット・衛星などの事故を踏まえた信頼性向上活動、単一故障点を排除した多重化設計の実施、飛行実績のあるコンポーネントの採用、独自の GPS 受信機の JEM への搭載、インタフェース確認試験の重視、検証試験の充実、組立て状態での試験の徹底、点検用の地上局を準備して事前に軌道上

機器の点検を行ったこと、幅広い分野の有識者による審査などに加え、有人システム技術に関する検証活動などの NASA の経験の適切な反映等により、設計や製造に起因する大きな不具合を出すことなく、ミッションを遂行することができた。

また、GPS 受信機のような海外調達コンポーネントについては、飛行実績がある調達品であったとしても、実運用条件を十分模擬した試験を実施して、その特性を徹底的に把握すべきという教訓を得ることができた。

さらに、軌道上での不具合発生を模擬した運用要員の訓練を徹底して行ったことが、確実な運用を進めることができた成功要因である。

加えて、詳細設計がほぼ完了し、実機製作・試験・運用訓練を開始する時期に、適切な体制強化を行ったことや、国際パートナーとの技術協力が極めて有効に実施されたこと、コスト・スケジュールにインパクトを与える恐れのある要因をリスト化し、適切なコスト・スケジュール管理を実施できたことも成功要因としてあげられており、妥当である。

また、軌道上での問題についても発生した問題点とその原因が考察されており、次号機に向けた分析が行われている等、成功の原因に関する分析は妥当である。

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 >

ロシア・サービスモジュールの遅れやアメリカのコロンビア号事故の影響などにより、ISSの全体の組立スケジュールが遅れることとなり、当初計画の2001年から2009年へ約8年打ち上げが延長された。その延長された開発期間を活用し、安全・信頼性向上が図られ、効率化に向けた努力が図られたと認められる。また、総開発費が平成9年度に開発着手した時点の280億円から、平成18年のプロジェクト資金の見直し設定時点で677億円と、数字としては当初より2.42倍になった。その内容は、プログレス衝突事故等を反映した追加安全要求の取り込み、大型船外物資輸送要求によるコンフィギュレーションの変更、機器価格上昇など外的要因によるやむを得ない変更であり、ATVとの比較では、効率の良い開発・運用がなされていることが示されている。したがって、総開発費の増加は理解可能な範囲であったと言える。

また、平成18年度以降は、マイナーな設計変更や打ち上げ延長があったが、強化した体制で適切なコスト管理を実施し、効率的にプロジェクトが進められたと考えられる。さらに、技術実証機での物資輸送をロケット試験機による打ち上げで実現したことは、効率化を図ったと評価できる。

なお、外的要因によるスケジュールの遅れがプロジェクトにどのように影響を与えるかの分析を含め、今後、本プロジェクトの総開発費に係る、分かりやすい対外的な説明振りを工夫することも必要ではないかと考える。

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における開発体制としては、開発初期は打上げロケットとの機能分担などを重視して輸送系プログラム内で開発を進め、平成18年には理事長直轄の「HTV開発チーム」を発足し、管理階層の削減を図るとともに、責任と権限の明確化を図った。

その後実際の運用時期となる平成20年からJEMの運用との協調を重視して有人宇宙環境利用ミッション本部内に組織において効率化を図った。またJAXA内外の組織はそれぞれの経験と実績を十分考慮・活用してプロジェクトの成功へ貢献できた。

以上のように、HTV1プロジェクトの実施体制は適切に機能していたと評価できる。

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

HTV1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を取得することを目的としたプロジェクトである。平成13年度に打ち上げを目標に平成9年度から開発に着手したが、開発期間は約8年延長され、最終的に要求仕様を完全に満足した、直径約4m、全長約10mで、船内用・船外用のどちらの物資も輸送可能な総重量16.5トンの無人宇宙船が開発された。平成21年9月11日に、HTV1はH-Bロケット試験機により所定の軌道へ投入され、ISSに向けて自律飛行を実施し、9月18日にISSへ結合した。その後43日間に及ぶISS係留期間において、ISSへの物資補給やロボットアームによる実験機器の移送を実施し、廃棄物を搭載後、ISSを離脱

して11月2日に大気圏に再突入し、53日間に及んだミッションを完了し、設定された目標を十分に達成することができた。

このHTV1プロジェクトの成功により、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するとともに、国際的なプレゼンスを高め、また将来の有人宇宙活動に必要な技術の蓄積を果たした成果は高く評価できる。

さらに、HTV1プロジェクトは、開発時点から運用中に至る技術的問題点への対応について、適切に成否の要因分析がなされ、HTV1プロジェクトの遂行に活かされるとともに、他プロジェクトへ適切に展開され、将来の軌道間輸送や有人化に関する基盤技術の習得を図る上でも教訓として有効なものとなっていると評価できる。

一方、プログレスのミールへの衝突事故、ロシア・サービスモジュールの遅れ、スペースシャトルコロンビア号の事故などにより、計画が逐次見直され、開発期間は8年程度延長し、開発費は数字としては大きく増加した。しかしながら、外的要因によるやむを得ない変更であり、それへの対応内容は妥当なものであることから、全休としては効率的であったと評価できる。今後、次号機以降のHTVによる物資の輸送を着実に遂行し、国際貢献を実施していくことを期待する。

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「HTV1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、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イ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)

宇宙ステーション補給機(HTV)技術実証機プロジェクトに係る 事後評価実施要領

平成22年9月21日
推進部会

5. 概要

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「HTV1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を取得することを目的としたプロジェクトである。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、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。

6. 事後評価の目的

これまでに得られたHTV1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、事後評価を実施する。

7. 事後評価の対象

事後評価の対象は、HTV1プロジェクトとする。

8. 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

宇宙ステーション補給機技術実証機プロジェクト
(HTV1 プロジェクト) 評価票

9. 評価の進め方

推進部会を以下のとおり開催する。

時期	部会	内 容
9月21日	第4回	HTV1 プロジェクトについて
10月4日	第5回	HTV1 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。

10. 関連文書

HTV1 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。

構成員名: _____

1. 成果

(1) アウトプット

平成 21 年 9 月 2 日の宇宙開発委員会において、打上げ前の準備状況とともに、JAXA として設定したミッションサクセスクライテリアが提示されています(別紙 2 参照)。この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

HTV1 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

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を取得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、HTV1 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

(上記の評価根拠等コメントを記入下さい。)

(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

(上記の評価根拠等コメントを記入下さい。)

2. 成否の原因に関する分析

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。

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. 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つの観点から行います。

(1) プロジェクトの効率性

HTV1 プロジェクトは平成8年8月の開発移行時時点で、平成13年度に打上げ年度が設定されていましたが、平成21年度の打上げに変更され、予算やスケジュールが見直されています(別紙2参照)。このような変遷がありましたが、予算やスケジュールに関し、効率的であったか評価してください。また、その他特段の問題点が認められ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

(上記の評価根拠等コメントを記入下さい。)

(2) プロジェクトの実施体制

HTV1 プロジェクトは、全体の実施責任を担う宇宙基幹システム本部長(理事)の下にプロジェクトマネージャーが配置され、明確な責任分担がなされていましたが、「宇宙開発に関する国家基幹技術の推進の在り方に関する見解の策定について」(平成18年5月24日 宇宙開発委員会)において、管理階層の削減による組織の一層の平坦化による担当者の責任と権限の更なる明確化とともに、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提言され、組織を見直しました。その後も体制の変遷がありましたが、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。)

宇宙ステーション補給機(HTV)技術実証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 研究に着手(計画調整都会)
- (2) 平成7年8月1日 国際的な補給計画の設定に必要な準備に着手(計画調整部会)
- (3) 平成8年8月5日 平成13年度打上げ、整備に着手(計画調整部会)
- (4) 平成10年8月4日 平成14年度打上げ(計画調整部会)
- (5) 平成11年8月3日 平成15年度打上げ(計画調整部会)
- (6) 平成12年8月8日 平成16年度打上げ(計画調整部会)
- (7) 平成13年8月22日 平成17年度打上げ(JAXA)
- (8) 平成13年8月22日 引き続き開発(計画・評価部会)
- (9) 平成14年8月21日 平成19年度打上げ(計画・評価部会)
- (10) 平成15年7月31日 引き続き開発(計画・評価部会)
- (11) 平成17年12月26日 平成20年度打上げ(研究開発局)
- (12) 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)
- (13) 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)
- (14) 平成18年12月25日 平成21年度打上げ(研究開発局)
- (15) 平成20年2月22日 引き続き開発(宇宙開発に関する長期的な計画)
- (16) 平成21年9月2日 ミッションサクセスクライテリア(JAXA)

2 宇宙ステーション補給機(HTV)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)

・宇宙環境利用の分野

宇宙ステーション補給システムの研究

2. 審議結果

(3)したがって、H- 発展型ロケット等の利用による宇宙ステーション計画に対する我が国の貢献方策として、宇宙ステーション全休に対する運用を考慮した効率的な補給を行うシステムに関する研究に着手することは妥当である。

(2) 平成7年8月1日 宇宙開発委員会 計画調整部会(第9回)

『関係各機関における「宇宙開発計画」(平成7年3月29日決定)に基づいた新規施策の実施及び同計画の見直しに関する要望事項について』(計画調整部会)

・宇宙環境利用の分野

宇宙ステーション補給システムの研究

2. 審議結果

(3)したがって、宇宙ステーションの運用準備の一環として、我が国の輸送系を含めた国際的な補給計画の設定を行うために必要な準備に着手することは妥当である。

(3) 平成8年8月5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「宇宙開発計画」(平成7年3月29日決定)に基づいた新規施策の実施及び同計画の見直しに関する要望事項について』(計画調整部会)

・宇宙インフラストラクチャーの分野

[拠点系]

宇宙ステーション補給システムの整備

2. 審議結果

平成12年度にJEMの運用開始が予定される中、我が国としては、宇宙ステーション運用における対等な国際協力の維持・発展及び自在性の確保の観点から、宇宙ステーションへの物資の補給を行う輸送手段を提供することが必要である。したがって、平成13年度にH- Aロケットにより、宇宙ステーション補給システムの技術実証機を打ち上げることを目標に整備に着手することは妥当である。

3. 留意事項

宇宙往還機との役割分担や宇宙ステーション補給システムの発展性等についても検討することが必要である。

(4) 平成10年8月4日 宇宙開発委員会 計画調整部会(第8回)

『計画調整部会審議結果 関係各機関における新規に施策する予定の実施及び「宇宙開発計画」(平成10年4月8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)

8. 宇宙インフラストラクチャーの分野

8.2 拠点系

(3)宇宙ステーション補給システムの整備スケジュールの変更(科学技術庁)

ア. 審議事項

宇宙ステーション補給システムの整備については、平成13年度にH- Aロケットにより技術実証機を打ち上げる計画であったが、国際宇宙ステーションの組立スケジュール変更にあわせ、打上げ年度を平成14年度に変更し、引き続き整備を進めたい。

イ. 審議結果

他国機関の開発計画の遅れによる JEM 打上げスケジュール変更に伴うものであり、妥当である。

(5) 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

6.2 拠点系

(2) 宇宙ステーション補給システム整備スケジュールの変更
(科学技術庁)

ア. 審議事項

国際宇宙ステーション補給システムについては、平成 14 年度に技術実証機を打ち上げることを目標に整備を進めてきたが、国際宇宙ステーションの組立スケジュール見直しに伴い、平成 15 年度に打ち上げることを目標に引き続き整備を進めるよう計画変更したい。

また、このスケジュール見直しを踏まえつつ、技術試験衛星 型(ETS-)の運用経験や NASA からの宇宙ステーション安全確保のための新たな要求を反映した開発強化を実施することにより、より確実な開発を行いたい。

イ. 審議結果

他国機関の開発計画の遅れに伴う組立スケジュールの変更であり、開発計画の変更は妥当である。また、このスケジュールの遅れを有効に利用して、より確実にプロジェクトを遂行するための追加施策を実施することは有意義であり、妥当である。

(6) 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)

II 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

6.2 拠点系

(2) 宇宙ステーション補給システム整備スケジュールの変更
(科学技術庁)

ア. 審議事項

ISS 計画において、我が国が ISS へ物資を輸送する業務を提供するための宇宙ステーション補給システム(HTV)については、平成 15 年度に H- A ロケットにより技術実証機を打ち上げることを目標に整備を進めてきたが、ロシアの提供要素の打ち上げ遅れの原因により ISS の組立スケジュールが変更されたこと及び HTV の ISS との相対航法に係る GPS 精度向上策等の施策により確実な開発を図ることを踏まえ整備スケジュールを見直し、平成 16 年度に打ち上げることにしたい。

イ. 審議結果

HTV の打上げ年度の変更は、ロシアのサービスモジュールの打上げが遅れたことによる ISS の組立スケジュールの変更に伴うものである。また、HTV の ISS との相対航法に係る GPS 精度向上策等の施策を追加することは、HTV の確実な開発に資するものである。従って、審議事項(見直し要望)のとおり開発計画を変更することは妥当である。

(7) 平成 13 年 8 月 22 日 宇宙開発委員会 計画調整部会(第 8 回)

『宇宙開発事集団が実施する計画の見直しに関する要望事項』

(宇宙開発事業団)

計画の見直し

(3) 国際宇宙ステーション (ISS) 計画

宇宙ステーション補給システム (HTV)

JEM 及び H-A ロケット増強型の打上げスケジュールとの整合をとるため、HTV 技術実証機の打上げを平成 16 年度から 17 年度に変更する。

(8) 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・評価部会)

2. 審議の結果等

2-1. 宇宙開発活動全般の進捗状況

国際宇宙ステーション計画

また、国際宇宙ステーションへの物資の補給に対して、我が国の輸送系により応分の貢献を行うことを目的に、H-A ロケット増強型によって打ち上げる予定の HTV の開発も進めている。

(9) 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

(2) 国際宇宙ステーション (ISS) の日本の実験棟 (JEM) 等の

開発計画の変更

米国の ISS 計画の見直し、ISS 利用の準備の進展と利用拡大・多様化への対応、宇宙 3 機関統合等により想定される状況の変化に余裕をもって対応するとともに、宇宙開発予算全体の中での資金規模の適正化を図るため、次のとおり開発計画を変更し、JEM 等の安全確実な打上げに備えることは妥当である。

平成 17 年度に技術実証機を打ち上げることを目標に開発を進めている宇宙ステーション補給システム (HTV) について、平成 19 年度に打上げ目標を変更する。

(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

4-4. 進捗状況等を確認する重要な研究開発

(16) 宇宙ステーション計画

(開発計画等)

宇宙ステーション補給機(以下、「HTV」という。)は、ISS 共通運用経費分担分の物資補給サービスの提供と、我が国の JEM 運用・利用に必要な物資輸送を行うために開発を進めている。さらに、有人安全要求に対応した貨物輸送機開発及びその運用の実現等の技術的意義も有するものである。HTV については、平成 19 年度という現行の打上げ目標年度に向けて、システム詳細設計を実施中であるとともに、構成要素のエンジニアリングモデル試験を

経て、システムとしてのエンジニアリングモデル試験に着手している。また、それらに引き続いて、プロトフライトモデルに係る作業に移行するとともに、貨物とのインターフェース部の開発に着手するなど、運用に向けた準備も開始する計画である。

(11) 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:宇宙ステーション補給機(HTV)実証機

(12) 平成 18 年 3 月 28 日

『分野別推進戦略』(総合科学技術会議)

1 フロンティア分野

3.戦略重点科学技術

(国家基幹技術)

宇宙輸送システム

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。

国家基幹技術としての宇宙輸送システムは、基幹ロケットである H- A ロケットを中心とした以下の技術等により構成される。

H- A ロケットの開発・製作・打上げ

H- B ロケット(H- A ロケット能力向上型)

宇宙ステーション補給機(HTV)

別紙 -2 重要な研究開発課題の概要及び目標

宇宙輸送システム

宇宙ステーション補給機(HTV)

2008 年度までに、国際宇宙ステーションへの我が国独自の補給(HTV)を開発し、自律性ある輸送手段として着実な運用を行う。【文部科学省】

(13) 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体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(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 n 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 と製造企業間の役割・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、改善のマネー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。

(14) 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

(15) 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)
2. 宇宙開発利用の戦略的推進
(5) 宇宙輸送系の維持・発展
(HTV の開発)

国際宇宙ステーションの日本実験棟「きぼう」(JEM)において必要となる我が国の物資輸送と、我が国が国際約束で分担

している国際宇宙ステーションへの補給義務の履行のため、宇宙ステーション補給機(HTV)の開発を引き続き進める。HTV は無人輸送機であるが、有人施設である国際宇宙ステーションに接近することから、有人宇宙機に相当する安全性設計がなされておらず、これを着実に開発、運用することにより、将来の軌道間輸送や有人化に関する基盤技術の習得が図られることとなる。

(16) 平成 21 年 9 月 2 日 宇宙開発委員会(第 26 回)

『宇宙ステーション補給機(HTV)技術実証機の打上げ準備状況について』(JAXA)

HTV 技術実証機のミッションサクセスクライテリア
ミニマムサクセス

- ・ 軌道間輸送の技術実証として、HTV 技術実証機が ISS にランデブ飛行し、ISS ロボットアームで把持可能領域まで最終接近ができ、運用機の運用開始に支障がないことが確認できること。

フルサクセス

- ・ HTV 技術実証機が ISS ロボットアームにより把持された後、ISS との結合ができること。
- ・ ISS と結合した後、与圧カーゴ及び曝露カーゴの ISS への移送ができること。
- ・ ISS から HTV 技術実証機が分離・離脱した後、再突入させ、安全に洋上投棄ができること。

エクストラサクセス

フルサクセスに加え、以下のいずれかを達成すること。

- ・ 実運用結果に基づき、余剰能力を再配分し、運用機的能力向上の見通しが得られること。

前提とする運用条件以外での運用実証等を通じて、運用機の運用の柔軟性を拡大できる見通しが得られること。

(参考3)

宇宙ステーション補給機技術実証機(HTVI)プロジェクトの 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

宇宙ステーション補給機技術実証機(HTV1)プロジェクトの
評価票の集計及び意見

1. 成果(1)アウトプット

平成21年9月2日の宇宙開発委員会において、打上げ前の準備状況とともに、JAXAとして設定したミッションサクセスクライテリアが提示されています。この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	9	3	0	0

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	9	3	0	0
1. 成果(2)アウトカム	7	5	0	0
1. 成果(3)インパクト	6	2	4	0
2. 成否の原因に対する分析	-	7	5	0
3. 効率性(1)プロジェクトの効率性	0	7	5	0
3. 効率性(2)プロジェクトの実施体制	-	9	3	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	5	7	0	0

評価根拠のコメント

【優れている】

- ISS 利用の中で我が国が分担する補給業務を確実に履行した。このなかで、与圧部、曝露部それぞれにカーゴを搭載してISSへ移送するとともに、ISSからの廃棄物を洋上投棄するなど、スペースシャトル退役後の輸送機として期待に充分応える成果を上げた。
- フルサクセスのクライテリアを十分に速成しており、本ミッションの成果は極めて大きなものであると認められる。さらに、エクストラサクセスとして挙げられている事柄も有意義なものと認められ、次号機以降において役立てられるであろう。
- 国からの要求条件、開発基本方針、ミッションサクセスクライテリアの全てにおいて、いずれの目標も達成されている。
- 曝露部搭載の地球観測センサーが問題なく稼働できたことにつながり、広い分野にわたる科学的貢献があった。
- 目的のミッションサクセスクライテリアに対して、エクストラサクセスの内容を達成しており、優れた成果であると判断する。

6 ミニマムサクセスとして、ISSにランデブ飛行し、所定の領域まで最終接近が可能であることを実証するだけでなく、エクストラサクセスとして運用機的能力向上の見通しを得たこと、また、係留期間を延長し廃棄品を搭載するなど、運用機の運用の柔軟性を拡大できる見通しを得たことは、大いに評価できる。

7 本プロジェクトは「宇宙開発に関する長期的な計画」(平成20年2月22日)に於ける要求、及び、それに基づくJAXA有人宇宙環境利用ミッション本部事業計画書【平成20年9月】にて設定された開発方針は全て達成されたものと考えられる。また、平成21年9月2日、宇宙開発委員会で議論された「HTV技術実証機のミッションサクセスクライテリア」についても期待以上のレベルで各項目ともにクリアされている。我が国が国家基幹技術としている宇宙輸送系システムの技術レベルが(H- Bの打上げ成功も含めて)如何に高いものであるかを内外に示したと言える。

特に 開発担当者が運用管制要員を兼ねる体制

End to End 試験の徹底した実施

国際パートナーであるNASA、ESA、CSA等による審査実績のある第3者によるソフトウェアの検証

運用管制要員のシミュレーションによる徹底した模擬訓練など、チームとしての事前の体制作りが、いくつかの予期せざる機器の不具合を乗り越えてプロジェクトを成功へと導いた。今後の運用にも是非生かして頂きたい教訓である。

一方で宇宙開発委員会は一貫して「信頼性の確保は宇宙開発に於ける最重要事項」と掲げ、JAXAに於いても相応の努力がなされているにも関わらず、今回も予期せざる機器の不具合があったことは遺憾である。

今後一層の努力を望むところである。

【妥当】

8 設定された成功基準を十分に満たしており、妥当である。

9 Space Shuttleの事故によるISS建設遅延、安全性設計に関連したミッション要求の大幅変更等の外的要因によって開発スケジュールが大幅に延引すると共に開発費用も大幅に増加したが、それでも外国の例に比較して低い費用で要求仕様を満足する機体と地上管制系の開発に成功した。またサクセスクライテリアを完全に満足して初号機の運用を成功裡に完遂している。

10 ミニマムからフルサクセスまでで、ISSロボットアームで与圧カーゴ等への移送を完了し、ISSからHTV技術実証機が離脱し、洋上投棄まで成功している。

エクストラではヒータ消費電力の削減やランデブの日数は超過したが、当初の計画より予想以上の結果を生み出している。

1. 成果(2)アウトカム

HTV1 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を取得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、HTV1 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	5	0	0

評価根拠のコメント

【優れている】

- 1 国際義務の履行、有人施設対応の輸送機に関する技術開発等の観点からみて、成果の内容は十分すぐれたものである。
- 2 わが国の補給義務を履行し、国際ステーションの今後の活動を維持する上で、不可欠な補給手段を手に入れたことは、国際的プレゼンスの向上のみならず、わが国の宇宙開発技術の維持発展に貢献する成果と言える。将来の有人宇宙技術システムの獲得にも繋がる宇宙開発技術の蓄積として評価したい。
- 3 HTV で一番注目したいのは無人補給技術であり、有人対応で安全に配慮され自立飛行を実現できるシステムとなっている。国際宇宙ステーションの補給機として唯一の大型物資輸送技術も獲得し、世界に先駆けてキャプチャ方式によるドッキングも実証された。今後の有人施設対応輸送機にむけての人材育成の成果も大いに期待できる。
- 4 HTV 技術実証機によって、我が国が、国際宇宙ステーションへ

の補給義務を履行したことにより、今後、宇宙ステーションの維持に不可欠な補給手段として、国際的プレゼンスの向上に繋げることができた。更に、世界に先駆けて、有人安全要求を満足したキャプチャ方式によるドッキングを実証し、日本の技術の高さを示すことが出来たことは、高く評価できる。

- 5 今回の成功により日本の宇宙輸送技術システムに対する内外の信頼度は格段に上がったものと思う。また日本自身の輸送手段による有人宇宙活動にも一歩近づいた。宇宙活動の運用管制要員の育成にも大きな貢献をした。

【妥当】

- 6 HTVの基本技術であるISSとのランデブー、ドッキング、離脱技術を可能とする実時間運用完成技術を獲得するとともに、特に与圧部に関する技術として宇宙空間での生命維持に関する基本技術を修得し今後繋げる技術を得たことは評価できる。
- 7 国際宇宙ステーションに関わる国際義務を有効に果たせることを実証し、無人軌道間輸送機の基盤技術の取得や今後の開発における人材育成にも効果があったと評価できる。
- 8 HTVの開発を通じて有人宇宙ミッションの安全性設計に関する米国の技術の吸収が出来、将来の宇宙機器の安全設計の技術向上に有用であった。また将来わが国独自で有人ミッションの開発に乗り出せる素地が出来た。更に HTV の開発および運用準備作業等を通じて国際共同プログラムで外国と対等に渡り合えるエンジニアの養成をすることが出来た。
- 9 プロジェクトの目的に対するアウトカムは全体的に妥当である。

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	6	2	4	0

コメント

【優れている】

- ISS などとのランデブー・ドッキング技術に対し、宇宙先進国である米国に技術提供するなど、この分野での技術力の高さをアピールすることが出来た。
- 米国民間輸送機のみならず、NASA への技術成果の波及もあり、外部からの表彰、普及・広報に現れた実績など優れた成果を達成している。
- 宇宙環境下 (ISS など) で人間が活動するための重要な基礎技術を提供したことは現段階で評価しきれないインパクトの可能性を将来に秘めていると思われる。
- 米国企望が、開発中の Cygnus 輸送機に搭載する為、HTV と同等の近傍通信機器を担当メーカーから 9 機まとめて購入したこと、また、NASA が JAXA に対して、Cygnus 輸送機ミッションの近傍通信システム運用支援を有償にて依頼されたこと。これらの活動は、HTV1 で習得した我が国の技術の優位性を国内外へ示すとともに、宇宙用国産コンポーネント量産品の米国への販売実績となり、宇宙産業活性化へ繋がるものであり、大いに評価できる。
今後も日本で開発した技術が海外輸出に展開できることを念

頭に置いた技術開発、プロジェクト立案、必要な支援策等を国として推進・拡大していくべきと考える。

- 日本製の宇宙機器、システム、コンポーネント等の国際的な認知度が上がったものと思われる。将来の我が国の宇宙産業の発展のためには極めて重症な役割を果たした。

【妥当】

- 示された経済効果分析の結果にどれほどの意味があるのか疑問であるが、HTV におけるいくつかの技術や機器が海外で利用されるという実績は大いに評価できる。
- 科学的、社会的な影響に対して一定の成果を挙げており、妥当であると考えられる。

【概ね妥当】

- インパクトの記述は分析、あるいは断片的なものにとどまっている。今後、成果が確実に波及していくことを期待したい。
- HTV の打上げ運用を通じて、若者および子供に宇宙開発、更に広くは科学技術に対する興味と関心を高めることが出来たのではないかと。また初号機を完璧に成功させることにとって、わが国の技術全般に対する信頼性を高めることが出来たと共に、HTV で開発した機器の輸出に繋げることが出来た。
- 日本の HTV 技術を米国が導入するだけで大きな実績となり成果といえる。

しかし、広報の箇所ではインターネットのアクセス数が大きく、この数字をみるだけで単純に反響が大きいと思いがちだが、実は内部や関係者からのアクセスが多いことがよくあり、あまり信憑性がないのが実態である。アクセスがどこから来ているのか分析できるので一度調査すると良い。メーカーの CF などに採用されて

いるのは評価に値する。これを広告費として数値化したほうがよりインパクトがでる。経済波及効果については、討議で取り上げた通りで情報は古く、分析についてもあまり信憑性がない。

11 このような波及効果はプロジェクト終了後5年～10年後経たないと評価することは困難である。

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	-	7	5	0

評価根拠のコメント

【妥当】

1 開発・運用のさまざまな段階において国際パートナーとの技術

協力が極めて有効になされたことが、プロジェクトの過程全体を見て、推察される。

2 開発段階、運用段階、開発・運用の確実な推進、軌道上で生じた問題など、いずれの時点で実施された成否の要因分析も妥当なものと思われる。

3 開発段階における設計、試験、審査や運用段階での多くのシミュレーションや異常事態の対応策など明確に分析されている。

4 将来の実用化を踏まえた技術開発を推進していく上で、重要なことは、設計、製作、試験、運用の各フェーズにおいて、過去の教訓、知見を十分に反映させ、開発リスクを最小化するために、設計、試験検証等、必要な措置を徹底的に実施することであると考える。特に、新規開発技術、運用に必要な分散シミュレーションの開発、運用管制要員の習熟のため、92回のシミュレーション訓練を行い認定するなど徹底した訓練が、異常事象においても的確な対応がとれたものとする。開発途中における、要求事項変更においても、適切な対応を行った。更に、第三者による審査、点検の充実も実施している。このような開発を進めるに当たり、必要な経費、必要な開発期間をとって、成功に向けて確実なプロジェクト開発を推進してきたことは、大いに評価できる。

5 今回のプロジェクトは外的要因の為とは言え、打ち上げまでの時間が当初計画よりは大幅に遅れた。

成功の要因のひとつである徹底した End to End 試験とかシミュレーションによる訓練等は、当初計画でも十分に行えたのか否かは甚だ疑問である。

【概ね妥当】

6 開発段階では様々な試験を通じて問題点を抽出し、さらに一部回路の誤配線を発見し対策を施すなど、ハード面での原因分

析を的確に行っている。また、軌道上での問題についても発生した問題点とその原因を考察し、次号機に向けた分析を行うなど、成否の原因に関する分析は概ね妥当と判断できる。

- 7 開発及び運用段階ともに全体的に適切に行われている。但し、海外調達品の特性把握が不十分であったという反省については、反省だけで終わらずに、JAXA 組織としての具体的な対応策を講じて頂きたい。本プロジェクトが有人システムに必要な安全性・信頼性技術の修得を目的としているというのであれば、尚更のことである。
- 8 開発規模に見合った要員を配置出来たこと、開発作業の基本である個々の要素毎の確認から最終的には End to End の確認作業を徹底して実施したこと、各分野の専門家および経験者を集めて密度の高い審査を実施したこと、軌道上での不具合発生を模擬した運用要員の訓練を徹底して行ったこと等、成功要因の分析は適切に行なわれている。ただし早い時期から射場運用および軌道上運用のプランニングに着手したこと、開発から運用に同じ人間の移動を行ったことも、意義のある成功要因であると考えられる。
- 9 想定した通りに機能しない問題もいくつか発生したが、全体として概ね適切に分析、対処していると考えられる。

3. 効率性(1)プロジェクトの効率性

HTV1 プロジェクトは平成8年8月の開発移行時時点で、平成13年度に打上げ年度が設定されていましたが、平成21年度の打上げに変更され、予算やスケジュールが見直されています(別紙2参照)。このような変遷がありましたが、予算やスケジュールに関し、効率的であったか評価してください。また、その他特段の問題点が認められ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
3. 効率性(1)プロジェクトの効率性	0	7	5	0

評価根拠のコメント

【妥当】

- 1 当初計画から約8年打上げが延期されたが、平成18年のベースライン見直し後は殆ど経費の上積みもなく、効率的にプロジェクトが進められたと考えられる。
- 2 コストとその効率性についての説明はかなり丁寧になされており、欧州 ATV との比較で効率の良い開発・運用がなされていることが理解できる。
- 3 効率性の分析は、打ち上げ/開発スケジュールの変遷に的確に対応しており、コスト分析、輸送コストの比較などにおいても妥当なものになっている。
- 4 ISS 全体計画の遅れなど、紆余曲折あったにも関わらず成功を修めたことは高く評価すべきである。
- 5 実用化に繋がる実証プロジェクトを推進していく上で、新規性故の想定以上の開発リスク、新規な要求等においても、ミッション

成功のため、設計、製作、試験、運用フェーズにおいて、開発リスクを最小化させる為の必要な措置を講じたことは、重要である。これらの開発を通じて、開発総額は、海外と比較しても効率的な開発を推進したものであり評価できる。

【概ね妥当】

- 6 開発の過程で開発経費やスケジュールの大幅な変更があった。これらはほとんど全てが外的な要因によるものであり、変更を余儀なくされたそれぞれの段階において、プロジェクトが効率化に向けて、努力を払ったことは認められる。ATV の開発経費との比較も参考にできるものである。しかし、総開発経費が、最終的に、当初の 2.4 倍になったということは、プロジェクトとして、異例のケースであった、ということを知っておく必要はある。
- 7 コストは当初見積り 280 億から 677 億に増加しており、またスケジュールは初号機打上げが当初計画の 2001 年から 2009 年へと大幅に遅延しているが、その原因は Space Shuttle 事故による宇宙ステーションの建設遅れ、プログレスの衝突事故による安全性要求の変更等の外的要因によるものであり、止むを得ない面が強い。そのため基本設計段階で何度か大幅な設計変更が行われているが、ハードウェアの開発着手は仕様確定するまで控えていた由であり、ハードウェアのやり直しは無かったので、まずは効率的に開発が進められたと評価出来る。
- 8 打ち上げが遅れると、必ず予算が増えることになる。総開発経費が 280 億から 677 億円で 2.42 倍とは、内訳を聞いても納得できないが、打ち上げが約 8 年延長されたことで曝露輸送など、HTV の信頼性の向上につながっている。しかし、宇宙ステーションの遅延による影響で、この HTV も影響を受けているのだろうが、遅延による損害を改めて研究し、数値化することも必要なのではないか。予算を取って研究開発するだけでなく、いかに遅延が

デメリットになるのか開発・研究者側から声を上げてもいい時代だと考える。

- 9 全体的には妥当であると考えられるが、理由は当然あるにせよ、予算が当初の 2.4 倍と大きくオーバーした点に関しては、国家予算を用いるプロジェクトとしては、今後へ向けて大いに反省を行うべきである。
- 10 外的要因による遅延があり全体の効率性を議論するに無理がある。但し、計画が確定した平成 18 年度以降は妥当と思われる。それ以前については、コスト UP の分は全て外的要因に基づくものによるという説明には説得力が無い。今後はむしろ予算を立てる時に、(全てがプロジェクト期間内に変更無しと言う事が非現実的なので)条件がどう変わればどれ位の up/down が見込まれるのかという事を考えておく事が必要ではないか。

3. 効率性(2) プロジェクトの実施体制

HTV1 プロジェクトは、全体の実施責任を担う宇宙基幹システム本部長(理事)の下にプロジェクトマネージャーが配置され、明確な責任分担がなされていましたが、「宇宙開発に関する国家基幹技術の推進の在り方に関する見解の策定について」(平成 18 年 5 月 17 日 宇宙開発委員会)において、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提言され、組織を見直しました。その後も体制の変遷がありました。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	-	9	3	0

評価根拠のコメント

【妥当】

- 1 責任と権限の明確化を意識した実施体制が適切に機能したと認められる。
- 2 JAXA 内での組織上の変遷はあったようであるが、プロジェクトチームの構成メンバーの努力とスキルが総合してプロジェクトを成功に導いたと思う。
- 3 実施体制の分析は、ほぼ的確になされており、全体として妥当なものと評価する。
- 4 HTV は広い意味では ISS システムの一部を構成するサブシステムであるので、JAXA 内の体制として ISS のプログラムマネージャ

一の統一的な管理下で開発を進める体制は妥当であった。また製造メーカーはプライム制として、その下に主要なモジュールの取りまとめメーカーを置いた体制は、ハードウェアおよびソフトウェア製作に関して異なるメーカーの目からダブルチェックが出来、HTV 完成にとって有効であったと評価する。

- 5 理事長直轄のプロジェクトから、平成 20 年にはシンプルでフラットな組織形態に改変されている。現場の開発者にとってはさらに動きやすくなったのではないか。

この HTV では、複雑なシステムで瞬時の判断力や会話力が必要とされる NASA と同等の運用管制要員を 67 名育成している。さらに、開発メンバーをこの運用管制要員としたことは、おおいに評価できる。

【概ね妥当】

- 6 平成 15 年の JAXA 発足時から、幾つか体制の変遷があったものの、現在は、ISS プログラムの下、JEM プロジェクトと HTV プロジェクトが互いに補完する形で存在しており、先行する JEM に予め HTV で使用する PROX 機器を搭載するなど、おなじグループにあって初めて意思疎通が充分はかれたのではないかとと思われる。
本プロジェクトの実施体制が適切に機能していたと思われる。
- 7 組織変更に応じて、適切な実施体制のもと、開発が進められたと考える。
- 8 実施体制は概ね機能していたと考えられる。

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	5	7	0	0

評価根拠のコメント

【期待以上】

- 1 HTV 技術実証機の開発・運用を実施し、エクストラサクセスクライテリアの目標まで達成したことは、わ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にした。将来の有人宇宙活動にも必要な技術の蓄積を果たした成果も高く評価したい。
- 2 HTV 技術実証機の開発・運用を行い、エクストラサクセスクライテリアまで達成することが出来たこと、国際的に日本の地位向上に繋がるなど、期待以上の成果である。このような成果は、開発を進める上で、確実な開発に向け必要な措置を講じた結果であるものと考え。
- 3 プロジェクトのチーム一人一人の自覚のみならず、チームとしての capability が素晴らしい成果に結びついた。十分なる事前準備、事前訓練の賜物である。

【期待通り】

- 4 ISS が国際協力の下で運用されており、我が国が果たす輸送ミッションはこのなかで重要な役割を果たす。今回、HTV 初号機で期待通り、あるいはそれ以上の成果を収めたことは、これまでの技術蓄積、運用技術、また関係者のチームワーク、等が素晴らしいものであったことを証明している。

今後の HTV 輸送を遅滞なく進めるとともに、その経験を通じてさらなる技術開発、高信頼性に挑戦して欲しい。

- 5 HTV1 プロジェクトの成果を反映することによって、今後の実用機がより安全かつ効率的に国際宇宙ステーション任務に貢献していくことを期待したい。
- 6 HTV 技術実証機の開発と運用の技術的成果は大きい。本号機での技術成果をもとに、次号機以降の HTV の打ち上げと運用を確実に遂行し、国際貢献をしていくことを期待する。
- 7 外的な要因によって開発スケジュールおよび費用は当初の予定を大幅に上回ったが、要求仕様を完全に満足した機体と地上管制システムが計画通りに開発出来た。更に初号機が完全に成功したこと、また副次的効果として有人ミッションの安全性技術が習得出来たことで、HTV プログラムは当初の目的を期待通りに達成出来たと考える。

開発作業は途中段階から種々の分野の経験者および識者の助言を得ながら行われたが、本来はそのような作業は基本仕様確定段階から始めるべきである。HTV 開発では開始時期が多少遅すぎた嫌いがあり、今後の課題として検討すべきである。

- 8 これからの宇宙ステーション時代に、無人・有人含めた輸送機は必要不可欠な存在となってくる。日本独自の無人補給技術による自立飛行の成功に期待したい。
- 9 当初設定された開発費を大きくオーバーすることにはなったが、エクストラサクセスクライテリアまで達成できており、プロジェクトとしては評価できる。