

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

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

## 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
成果 (1)アウトプット	9	3	0	0

### 評価根拠のコメント

#### 【優れている】

- 1 ISS利用の中で我が国が分担する補給業務を着実に履行した。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。
- 2 フルサクセスのクライテリアを十分に達成しており、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。
- 3 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。
- 4 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。
- 5 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の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システムの技術レベルが(H-II 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① 開発担当者が運用管制要員を兼ねる体制  
② End to End 試験の徹底した実施  
③ 国際パートナーであるNASA、ESA、CSA等による審査  
④ 実績のある第三者によるソフトウェアの検証  
⑤ 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
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
成果 (3) インパクト	6	2	4	0

#### コメント

##### 【優れている】

- 1 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。
- 2 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。
- 3 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。
- 4 米国企業が、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。  
今後と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。
- 5 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要な役割を果たした。

##### 【妥当】

- 6 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、HTV1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。
- 7 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】

- 8 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、成果が着実に波及していくことを期待したい。
- 9 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より、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。
- 10 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、この数字をみた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。

## 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。

	妥当	概ね妥当	疑問がある
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いえ、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。この変遷が、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
効率性 (1)プロジェクトの効果性	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、努力を図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、ということをお認めしておく必要はあろう。
- 7 コストは当初見積りの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、先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げている。しかし、宇宙ステーションの遅延による影響で、このHTVも影響をうけているのだから、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ほしい時代だと考える。
- 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低減され、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
効率性 (1)プロジェクトの効果性	9	3	0

#### 評価根拠のコメント

##### 【妥当】

- 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。
- 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。
- 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。
- 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ー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。
- 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】

- 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JEMI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。
- 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。
- 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
総合評価	5	7	0	0

#### 評価根拠のコメント

##### 【期待以上】

- 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。
- 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する。
- 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】

- 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。
- 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。
- 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着実に遂行し、国際貢献をしていくことを期待する。
- 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。
- 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。
- 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。