

資料39-2

科学技術・学術審議会
研究計画・評価分科会
宇宙開発利用部会
(第39回) H29.12.6



新型宇宙ステーション補給機 (HTV-X (仮称)) プロジェクト移行審査の結果について



平成29(2017)年12月6日

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構

有人宇宙技術部門

新型宇宙ステーション補給機プロジェクトマネージャ 伊藤 徳政

プロジェクト事前評価と本資料の位置づけ

- 当報告は、宇宙開発利用部会が実施フェーズ移行に際して実施する「事前評価」に資するものである。

JAXAは、プロジェクトの企画立案と実施に責任を有する立場から、JAXA自らが評価実施主体となって評価を行うことを基本とする。これを踏まえ、宇宙開発利用部会では、JAXAが実施した評価の結果について、調査審議を行う。

「宇宙開発利用部会における研究開発課題等の評価の進め方について(改訂版)」(平成29年5月9日改訂)

- JAXAは平成29年8月31日に実施したプロジェクト移行審査の結果、プロジェクト移行を判断した。審査における主たる審査項目は以下のとおり。

【審査項目①】プロジェクト目標(ミッション要求、成功基準の設定を含む)が、適切かつ明確に設定されているか。

【審査項目②】実施体制、資金計画、スケジュールの妥当性

【審査項目③】リスク識別とその対応策の妥当性

本資料では、これらの審査項目の内容について1～3章に、JAXAのプロジェクト移行審査の判定について4章に記載する。また、外部評価(外部専門家)による評価を参考に示す。

目次

1. プロジェクトの目標の設定

- 1.1 HTV-Xの位置付け
- 1.2 HTV-Xのミッション要求
 - 1.2.1 HTV-Xのミッション要求
 - (A) ISSへの物資輸送要求
 - 1.2.2 HTV-Xのミッション要求
 - (B) 発展化要求
- 1.3 成功基準

2. HTV-Xの概要

- 2.1 HTV-Xの特徴及び仕様概要
- 2.2 HTV-Xの運用概要
- 2.3 HTV-X総合システムの構成

3. HTV-Xの開発計画

- 3.1 資金計画及びスケジュール
- 3.2 プロジェクトの実施体制
- 3.3 リスクと対応策

4. プロジェクト移行審査結果

補足及び参考資料

1. プロジェクトの目標の設定

1.1 HTV-Xの位置付け

政府における検討および文書において、以下のとおりHTV-Xの開発が位置付けられている。

●平成27年8月18日 宇宙政策委員会宇宙産業・科学技術基盤部会

(1)「国際宇宙ステーションの新たな運用の在り方等について」(内閣府、外務省、文科省クレジット資料)

HTV-XをISSを構成するシステムの一要素と捉えて、その運用機会を通じて、宇宙基本計画の具体化に資する。

例えば、**小型回収カプセルの継続的利用による回収技術確立、デブリ除去の基盤技術開発・実証、宇宙機器・センサの搭載・実証**するなど。

(2)「国際宇宙ステーション計画の検討について」(山川部会長資料)

費用対効果を最大化すべく、ISSへの輸送手段としてだけでなく、**物資回収機能の保持、将来輸送系開発への貢献**(ISS離脱後にLNGエンジンの宇宙実証機会の提供可能な仕様に変更)、および、**軌道上の技術実証プラットフォームの機能**を保持する等の技術的波及効果を検討し、その成果を十二分に活用すること、部品のまとめ発注、部品点数の削減、作業工程の短縮等によりコスト削減を行うこと。

●平成27年12月8日 宇宙基本計画工程表(平成27年度改訂)

「新たな日米協力の枠組みの合意を得て**HTV-X開発着手**」することを記述。

●平成27年12月22日ISS延長決定(日米政府間合意)と併せて、新たな日米協力の枠組として「日米オープン・プラットフォーム・パートナーシップ・プログラム(JP-US OP3)」を日米両国政府で取り交わした。その中で、HTV-Xについて以下のとおり記述され、HTV-X開発着手が決定した。

3. ISSの新たな活用の推進

(b) 宇宙ステーション補給機(HTV)や**HTV-Xの運用機会の活用**

●平成29年6月28日 宇宙開発利用部会 国際宇宙ステーション・国際宇宙探査小委員会

「国際宇宙探査の在り方(中間とりまとめ)～新たな国際協調体制に向けて～」の中で、「ISSへの効率的な物資輸送を行いつつ、国際宇宙探査など将来につながる技術を盛り込んだ新たな宇宙機「HTV-X」の開発を着実に進める」との方向性が示された。

1.2 HTV-Xのミッション要求

HTV-Xのミッション要求を以下のとおり分類する。

(A) ISSへの物資輸送要求

HTVの物資輸送能力と運用性を向上するとともに、機体コスト及び運用コストの費用対効果を最大化すること。これにより、2024年までのISS計画への参加のために我が国が義務として分担すべきISS共通システム運用経費(CSOC)の分担に効率よく対応すること。

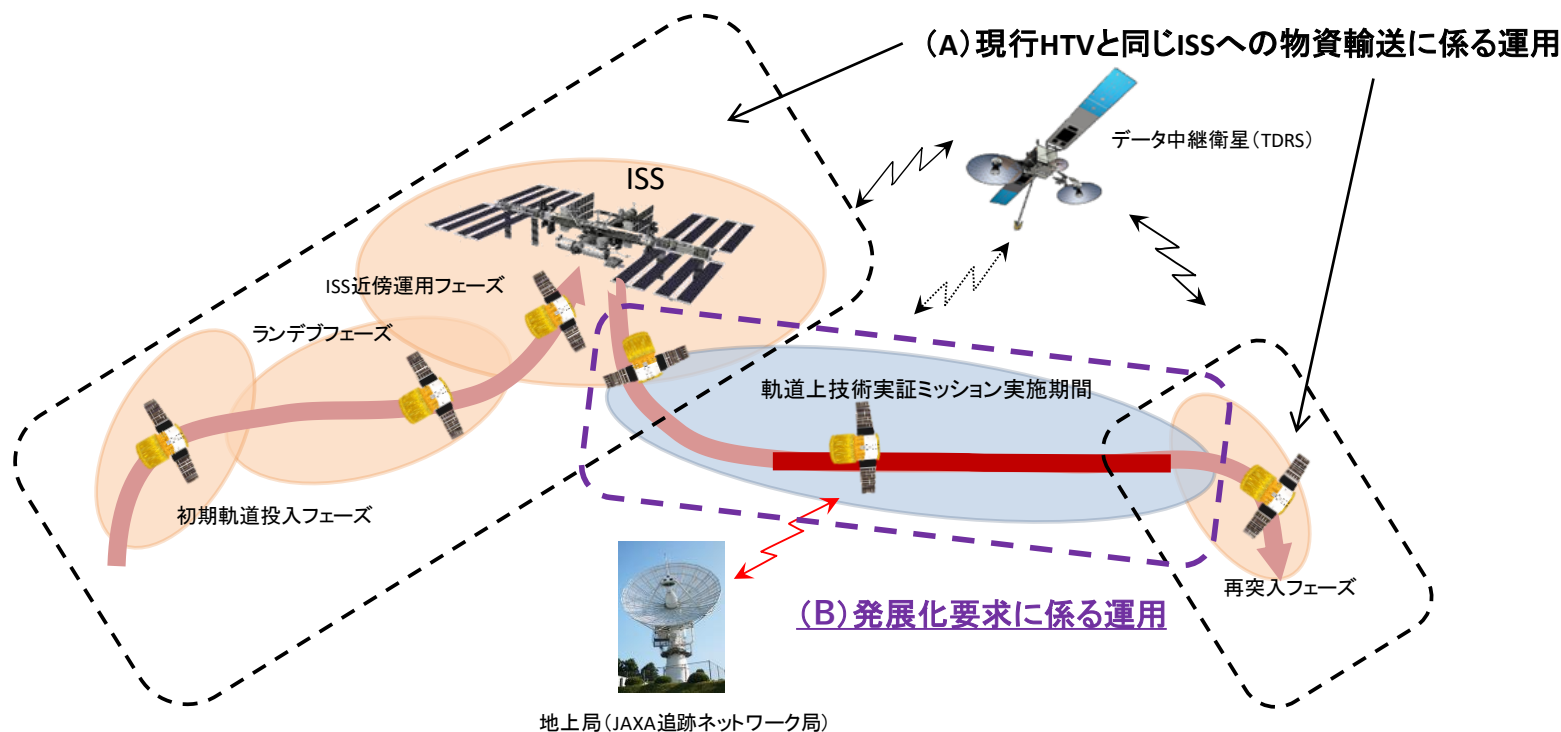
(B) 発展化要求

a. 技術実証ミッション

ISSへの物資輸送の機会を活用して、HTV-Xを技術実証のためのプラットフォームとして用い、先進的技術の実証を行うこと。

b. 国際宇宙探査/ポストISSへの活用

開発するHTV-X全体もしくは主要部の技術が、国際宇宙探査やポストISSにおける有人宇宙活動等の将来ミッションに活用できること。



1.2.1 HTV-Xのミッション要求 (A)ISSへの物資輸送要求

○ISSへの輸送能力・運用性を向上し、費用対効果を最大化する。

■ 輸送能力の増強

- 質量：4トン⇒5.82トン(45%増)
(HTV-Xでは技術実証ミッション用に上記以外に0.25トンを更に搭載可能)
- 容積：49m³⇒78m³(60%増)

■ サービスの向上・改善

- 「きぼう」利用ユーザへのサービス向上
(カーゴへの電源供給、レイトアクセス(打上げ間近の荷物搭載)など)
- 現行HTVの運用経験に基づく改善
(カーゴ搭載時期の柔軟性向上など)

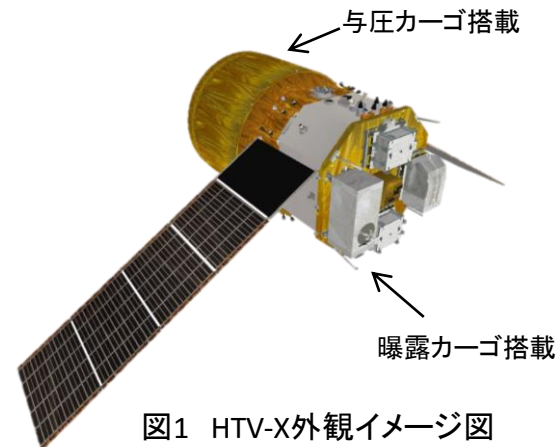


図1 HTV-X外観イメージ図

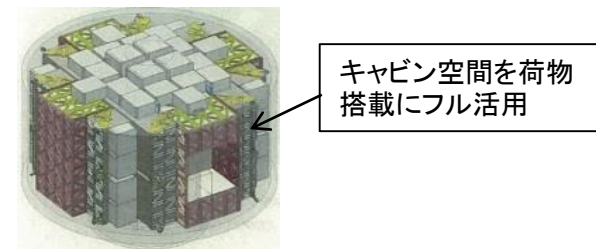


図2 与圧モジュール内の荷物の搭載性向上

表1 ISSへのカーゴ輸送量及びサービスに関する現行HTVとHTV-Xとの比較

輸送機	打上げ時質量(ton)	カーゴ搭載能力(ton) (*1)			カーゴ引渡し時期	その他特徴(例)	ISS係留期間
		与圧カーゴ	曝露カーゴ	合計			
HTV	16.5	3.0 CTB 248個相当	1.0	4.0	打上げ5か月前(実験ラック、大型カーゴ等) ～打上げ3日前(レイトアクセス)	—	最長45日間
HTV-X	15.5	4.07 CTB 313個相当	1.75(*2)	5.82	打上げ2.5か月前(実験ラック、大型カーゴ等) ～打上げ24時間前(レイトアクセス)	給電状態での与圧カーゴの輸送が可能	最長6ヶ月

(*1) 棚構造質量を除いた輸送量、1CTB(Cargo Transfer Bag) 分は502mm × 425mm × 248mm

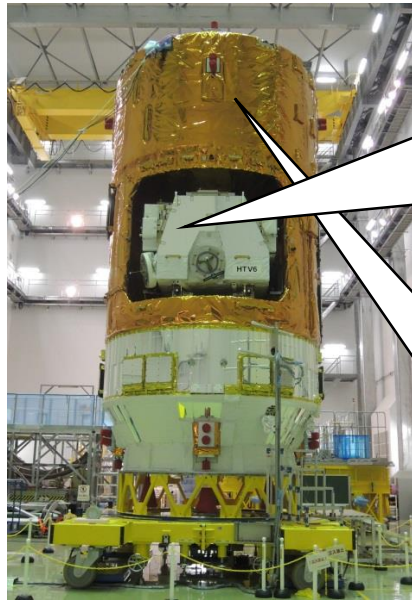
(*2) 技術実証ミッション用の0.25tonを除く

1.2.1 HTV-Xのミッション要求 (A)ISSへの物資輸送要求(続き)

■ ISSへのカーゴ輸送量及びサービスに関する現行HTVとHTV-Xとの比較

HTV6号機(平成28年12月打上げ)

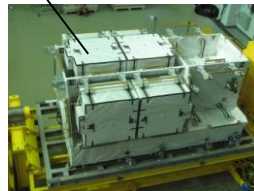
HTV-X



打上げ時質量16.5トン
(内、カーゴ合計4トン)

船外搭載物資(曝露カーゴ)

Li-Ion バッテリ(6式)



船内搭載物資(与圧カーゴ)



補給物資

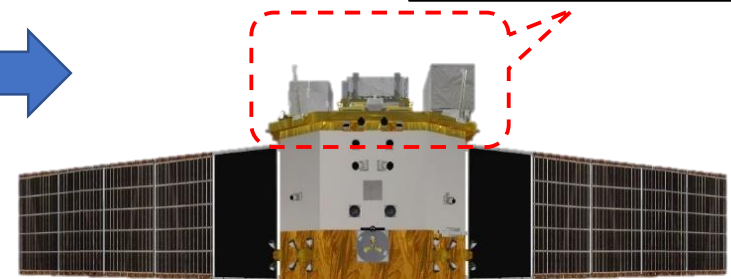
(搭乗員用食料・衣服・保全身等)



与圧カーゴ
CTB (Cargo Transfer Bag)



搭載用ラック
HRR (HTV Resupply Rack)

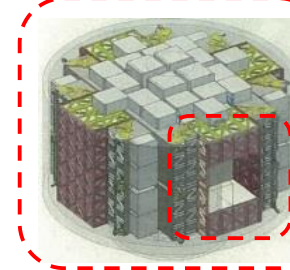


特長1

曝露カーゴ搭載部に、
より大型のカーゴを搭載可能

特長2

サイドハッチから
打上げ24時間前に
カーゴを搭載可能
(給電も可能)



特長3

キャビン空間を
荷物搭載に
フル活用

打上げ時質量15.5トン
(内、カーゴ合計5.82トン)

カーゴ搭載能力向上

【補足】 HTV-Xと米国民間輸送機の比較

■ 物資補給に係るISSの要求

HTV-Xが物資輸送を行う2022年～2024年には、CRS2 (Commercial Resupply System 2、2018～2024年が対象) がHTV-Xの輸送に対する要求の源泉であるため、その要求に対する妥当性、及びCRS2で選定された3機の米国民間輸送機との比較を以下に示す。

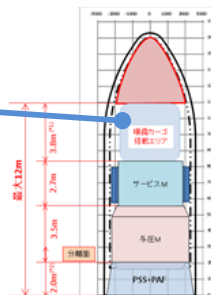
(CRS2要求に対するHTV-Xの評価) ◎: CRS2要求を超える機能性能、○: 要求を満たす (NASAと調整済み)、△: 要求を部分的に満たす

	CRS2要求	HTV-X	Cygnus (Orbital ATK 社)	Dragon (Space X社)	Dream Chaser (SNC社)
カーゴ輸送・廃棄 (与圧・曝露合計)		5820kg 【No.1】	3500kg	3310kg (現Dragon)	5500kg
(与圧カーゴ)	2500～5000kg	○(4069kg) ★特長: ISPR輸送・廃棄 【Only1】	3500kg 現Cygnus	現Dragon	5000kg
(曝露カーゴ)	500～1500kg (1～3個)	◎(1750kg、4個) ★特長: 大型カーゴ搭載 【No.1】	計画はあるが具体案は明確でない	合計で3310kg	500kg
カーゴ回収	1500kg	△HTV7搭載と同じ小型回収カプセルで対応可能	不可	可能	可能
係留期間	最低45日	◎最長6ヶ月	長期係留も可能と想定	早期回収のため長期係留はないと想定	早期回収のため長期係留はないと想定

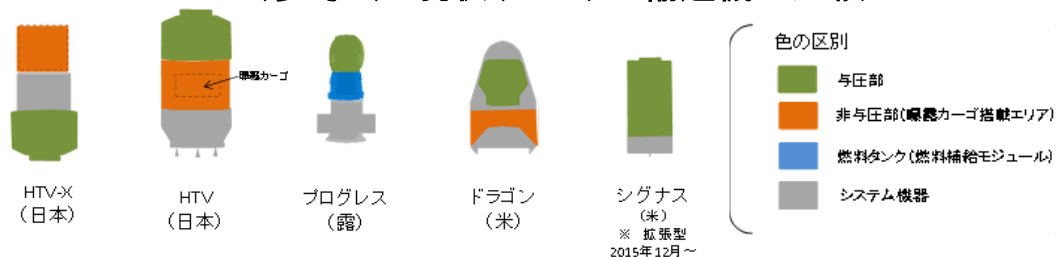
(ISPR: International Standard Payload Rack, 2m × 1.05m × 85.9cm)

(参考1) HTV-Xフェアリング収納図

曝露カーゴ搭載エリアに
大型のカーゴの搭載が可能



(参考2) 現状(CRS1)の輸送機の比較

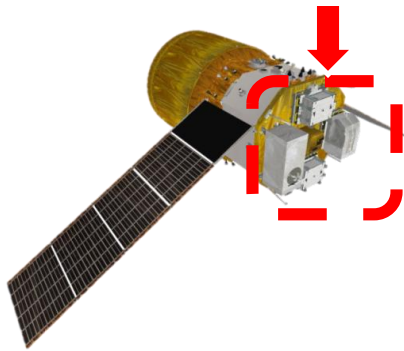


1.2.2 HTV-Xのミッション要求 (B) 発展化要求

○ 将来の宇宙技術・宇宙システムへの波及性・発展性を考慮する。

標準機能として具備

曝露カーゴ搭載部の余剰スペースを利用し宇宙機器・センサ等を搭載
(プラットフォーム機能を実現)



◆ 宇宙機器の搭載実証

- 地球環境観測センサの例

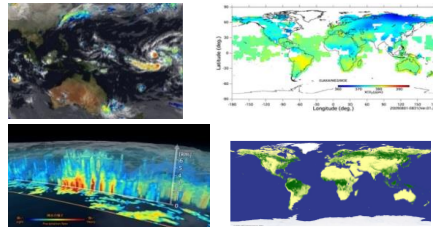


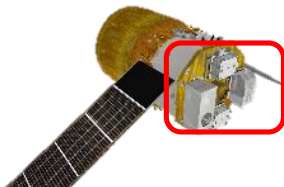
表2 軌道上技術実証のためのプラットフォーム機能に関する
現行HTVとHTV-Xとの比較

輸送機	搭載機器質量	供給電力	地上へのデータ伝送能力(バンド)
HTV	最大100kg	最大200W	最大8kbps(TDRS経由)
HTV-X	最大250kg	最大1kW	最大1Mbps(追跡NW局経由) (Xバンドで200Mbpsもオプションとして可)

搭載スペース



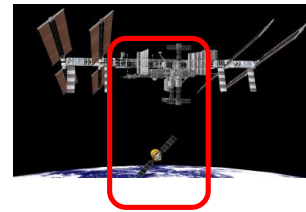
HTV6号機の例



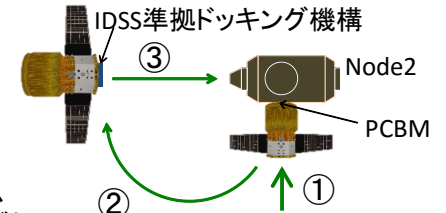
技術実証ミッションの候補

◆ 自動ドッキング

- 実証ミッションの例



- ① 従来のHTVと同じ方式で、ISSに接近後にロボットアームでISSに結合(PCBM)
- ② ISSへの物資輸送後にISSから離脱
- ③ 自動でISSにドッキング



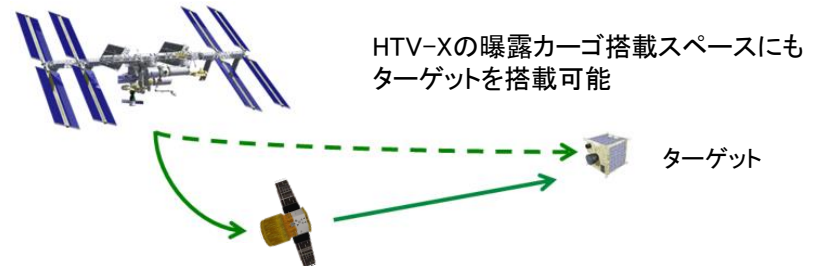
IDSS:国際標準ドッキングシステム
PCBM: ISS共通結合機構(パッシブ側)

技術実証ミッションの候補

◆ 非協力物体へのランデブ機能

- 実証ミッションの例

JEMから放出したターゲット(小型衛星等)へのランデブ
(将来のデブリ除去につながる技術)



HTV-Xの曝露カーゴ搭載スペースにも
ターゲットを搭載可能

ターゲット

1.2.2 HTV-Xのミッション要求 (B) 発展化要求(続き)

● 発展化要求の進め方

発展化要求として実施する技術実証ミッションについては、軌道上実証に関する技術ニーズ、並びに、国際宇宙探査やポストISS計画等の周辺情勢を踏まえ、段階的に取り組んでいく。

JAXAにおけるプロジェクト移行時において、JAXAが発展化要求として識別した項目を表3に示す。また、HTV-X機体システムの仕様としての取り込み方針は以下のとおりである。

- 政府要求である技術実証ミッション機器を搭載する「プラットフォーム」としての機能(搭載スペース、電力、通信等の実証機器への提供、地上局との通信機能、小型回収カプセル搭載機能)、並びに、将来の宇宙機として必要となる「インフラ機能」(モジュール単独での使用を考慮した設計など)については、機体システムの共通仕様に取り入れる。
- 個別の技術実証ミッションについては、具体的な案が出た段階で、機体システムの共通仕様に追加が必要な仕様について該当号機向けの機体システムに取り入れる。

1.2.2 HTV-Xのミッション要求 (B) 発展化要求(続き)

表3 発展化要求の概要

標準機能として具備

技術実証ミッションの候補

	項目	概要
①	技術実証ミッションのためのプラットフォーム機能	HTV-Xの各種余剰リソース(曝露ペイロード搭載部のスペース、推薬、電力、通信等)をペイロード向け標準リソースとして供給することで、将来衛星用機器の実証やランデブ技術実証などの新規技術ミッションの機会を提供する。
②	地上局との通信I/F	TDRSのみならず、JAXA追跡地上局とのテレコマ通信ができるようにする。
③	モジュール化アーキテクチャの採用	与圧モジュールとサービスモジュール間のインターフェースを簡素化し、サービスモジュール単体でも飛行が可能ないように設計する。(他ミッションにも活用可能なサービスモジュール)
④	サービスモジュール軽量化	サービスモジュールを軽くする。
⑤	MMOD防御増強	Cis-Lunar軌道やミッション長期化を想定し、MMOD(Micrometeoroid and Orbital Debris(微小デブリ))防御機能増強の検討・実装を行う。
⑥	回収・帰還機能	超小型カプセルやHTV搭載型小型カプセルなどを搭載し、ISSからの物資回収を実現する。
⑦	サービスモジュール貫通与圧トンネル	HTV-Xを複数結合するなどして実現を検討している独自の地球低軌道ステーションを想定し、複数HTV-Xの間を行き来できるようなサービスモジュールの貫通トンネルが実装できるような検討を行う。
⑧	非協力物体へのランデブ機能	HTV-X曝露ペイロードに搭載した非協カターゲット用センサを用いて、非協力物体への接近・ランデブの技術実証を行う。
⑨	自動ドッキング機能	HTV-Xに自動ドッキング機能を搭載し、軌道上での実証を行う。(ISSへのドッキングやHTV-XのSM-与圧モジュール間など)
⑩	低重力生成・実験	月(0.16G)、火星(0.38G)の重力を模擬し、生命に対する重力影響を評価する。
⑪	推薬供給機能	HTV-Xに推薬補給機能を持った実証モジュールを搭載し、ISSへの輸送ミッション完了後に推薬補給技術の実証を行う。
⑫	モジュール間分離・結合機能	サービスモジュールと与圧モジュール間の分離・結合ができるようにする。
⑬	デブリ除去機能	非協カターゲットへの接近・観測を行い、デブリ捕獲・除去を行う。
⑭	軌道変換用大型エンジンとのI/F	Cis-Lunarへの飛行を想定し、軌道変換用大型エンジンをHTV-Xに追加実装する。
⑮	Cis-Lunar軌道対応化	HTV-XでCis-Lunarまで飛行するために必要なシステム機器の追加・変更を行う。
⑯	ステーションへの電力供給・排熱I/F機能	HTV-Xを複数結合するなどして実現を検討している独自の地球低軌道ステーションを想定し、HTV-Xからの電力供給、排熱を可能とする機能検討を行う。
⑰	ステーション軌道・姿勢制御機能	HTV-Xを複数結合するなどして実現を検討している独自の地球低軌道ステーションを想定し、HTV-Xでステーション全体の軌道・姿勢制御機能の検討を行う。
⑱	与圧モジュールECLSS化	別途検討中のCis-Lunarステーションを想定したECLSSモジュールの搭載先としてHTV-Xの与圧モジュールをECLSS化する。

1.3 成功基準

JAXA内の審査会を経て、HTV-Xの成功基準を以下のとおり設定した。

HTV-Xアウトプット目標(サクセスクライテリア) (A)ISSへの物資輸送要求

	ミッション目標	アウトプット目標 (サクセスクライテリア:実証機、運用機を含むHTV-Xプロジェクト全体)		
		ミニマム	フル	エクストラ
(A)ISSへの物資輸送に関する要求	ISSへの輸送能力・運用性の向上と運用コストの低減(ISS共通システム運用経費分担に効率よく対応)	<p>フルサクセスのうち、①②の能力を有することをミニマムサクセスとする。</p> <p>(補足)ISSへの物資輸送要求のうち、最も重要な物資補給量等に関する要求をミニマム成功基準とした。</p>	<p>ISSへの物資輸送要求について、以下を満たす能力を有すること。また、実証機にマニフェストされたカーゴ輸送及び廃棄を成功すること。【評価時期:能力については開発完了審査時、輸送・廃棄については運用終了時】</p> <p>①与圧カーゴ補給量並びに補給量と同等容積の廃棄能力・4,069kg、CTB313個相当(搭載構造は含まず) ・ISPR最大2台(搭載時は相当のCTB搭載数を減ずる)</p> <p>②曝露カーゴ補給量並びに補給量と同等容積の廃棄能力・1,750kg(カーゴ搭載機構を含む)</p> <p>③カーゴ引渡し時期 (a)打上げ2.5ヶ月前: ISPR、大型与圧カーゴ(M01-compサイズ相当)、シングルCTB30個相当、非与圧カーゴ (b)打上げ6週間前: 与圧カーゴ(a)(c)(d)以外 (c)打上げ3日前: シングルCTB10個相当以内(ダブルCTBサイズ以下) (d)打上げ24hr前: 要冷蔵品CTB3個相当、要給電品CTB2個相当(ダブルCTBサイズ以下)</p> <p>④係留期間最長6ヶ月(解析もしくは実績にて)</p>	<p>以下のうち、1つ以上達成すること。 【評価時期:運用終了時】</p> <p>①②ISSへの物資輸送要求を超える特殊ユーザ要求へ対応し、大型あるいは特殊カーゴを搭載できたか。</p> <p>③ISSへの物資輸送要求を超えるレイトアクセス((c)打上げ3日前、(d)打上げ24hr前)を達成できたか。 (以下の判定基準に対して総合評価 ・搭載数量の増加 ・搭載後打上げ遅延への対応能力 ・引渡し時間の後倒し)</p>

・CTB: 物資輸送用バッグ(Cargo Transfer Bag) ・M01-compサイズ: シングルCTB6個分相当の大型バッグ
・ISPR: 国際標準ペイロードラック(International Standard Payload Rack)

1.3 成功基準(続き)

HTV-Xアウトプット目標(サクセスクライテリア)(B)発展化要求(技術実証機向け(1/2))

	ミッション 目標	アウトプット目標(サクセスクライテリア:技術実証機(1号機))		
		ミニマム	フル	エクストラ
(B) 発展 化 要 求	a. 技術実 証機会とし てのHTV-X の活用	—	<p>以下の2項目を設定する。具体的な達成条件は表2/2に示す。</p> <p>1. 以下に示す機能・性能を有し、実証すること。【評価時期:1号機運用終了時】</p> <ul style="list-style-type: none"> ①技術実証ミッションのためのプラットフォーム機能 ②地上局との通信I/F <p>2. HTV-X自らの機能を活用した1号機の技術実証ミッションとして以下の機能を実証すること。 【評価時期:1号機運用終了時】</p> <p>TBD (技術実証項目は、ΔMDR及び経営判断の結果を踏まえて設定する)</p>	<p>1. —</p> <p>2. 左記で実証した技術が、他のミッションで採用されること。</p>
	b. 国際宇 宙探査/ ポストISSへ のHTV-Xの 活用	—	<p>以下に示すHTV-X本体の機能・性能向上に関する設計を行い、将来の有人宇宙活動にHTV-Xが活用できるように以下の拡張性を持つこと。具体的な達成条件は表2/2に示す。 【評価時期:開発完了時】</p> <ul style="list-style-type: none"> ③モジュール化アーキテクチャ、④SM軽量化、⑤MMOD防御増強機能(うち、防御構造取付けIF対応)、⑥回収・帰還機能(うち、小型回収カプセルIF対応)、⑦SM貫通トンネル(うち、SM構造設計及び内部スペースの確保) 	HTV-Xで開発したコア技術が他の探査/ポストISSミッションで採用されること。

(注)2号機、3号機についても、各号機の開発開始前のデルタミッション定義審査(ΔMDR)で設定予定

1.3 成功基準(続き)

HTV-Xアウトプット目標(サクセスクライテリア)(B)発展化要求(技術実証機向け(2/2))

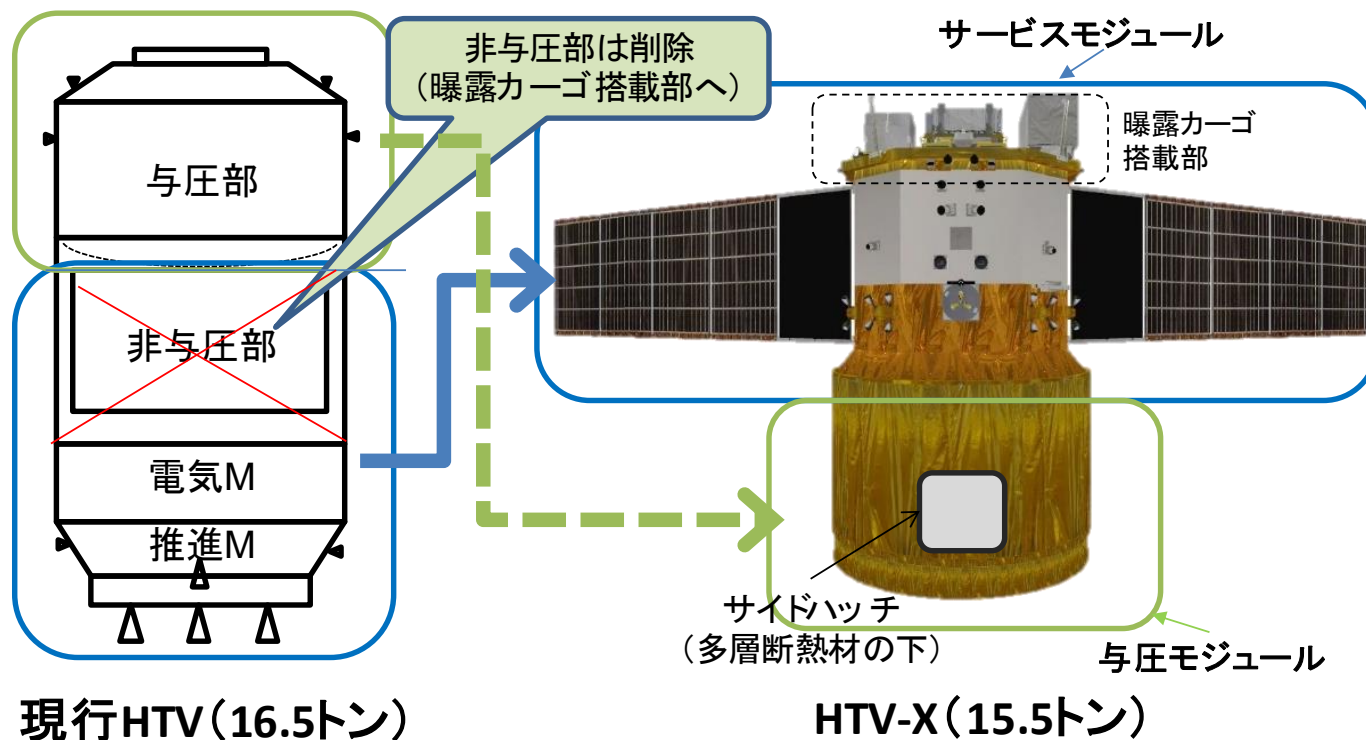
	ミッション 目標	アウトプット目標(サクセスクライテリア:技術実証機(1号機))の フルサクセスの達成条件	
		フルサクセス設定する発展化要求	達成条件
(B) 発展 化 要 求	a. 技術実証 機会としての HTV-Xの活用	①技術実証ミッションのためのプラットフォーム機能	HTV-Xに搭載される各種軌道上実証ミッションペイロードに対して、ISS離脱後最大1.5年の実証機会、最大250kgのペイロード質量搭載、1kW以上の電力を提供できること。 なお、推薬については、輸送ミッションにおいて(ロケット投入異常等の)異常時運用による推薬消費が無いことを前提とする。【1号機運用終了時に達成確認】
		②地上局との通信I/F	JAXA地上局との直接通信の機能(S帯で最大300kbps)を有すること。【1号機運用終了時に達成確認】
	b. 国際宇宙 探査/ポスト ISSへのHTV-X の活用	③モジュール化アーキテクチャ	サービスモジュールが単独で使用でき、機器の接続の追加・削除が容易に可能となるネットワーク機能および搭載ソフトウェア構造とすること【開発完了時に達成確認】
		④SM軽量化	SM質量(推薬除くドライ質量)を2,700kg(*1)以内【開発完了時に達成確認】 (*1) 将来ミッションに向けた定量的目標設定が現状できないため、以下を前提とする。 ・ロケット打上げ能力、与圧モジュール等の質量を考慮の上、曝露・与圧合計質量で現行HTV比1.5倍のカーゴが搭載できるようにSMの質量を設定
		⑤MMOD防御増強機能(うち、防御構造取付けIF対応)	地球低軌道ステーションやCis-lunarステーションにおける長期間(10年)使用の発展性を考慮したMMOD防御機能を増強するインタフェースを持つ設計とすること(必要時に容易に具備可能であること)【開発完了時に達成確認】
		⑥回収・帰還機能(うち、小型回収カプセルIF対応)	小型回収カプセルを搭載できるインタフェースを持つ設計とすること(必要時に容易に具備可能であること)【開発完了時に達成確認】
		⑦SM貫通トンネル(うち、SM構造設計及び内部スペースの確保)	SM構造内に内径1m(*2)以上の与圧トンネルを配備できるだけのスペースを確保すること【開発完了時に達成確認】(*2) EVAスーツを着た宇宙飛行士が通れるサイズ

2. HTV-Xの概要

2.1 HTV-Xの特徴及び仕様概要

(1) 特徴

- ① 飛行機能をサービスモジュールとして集約、将来はモジュール単独で使用可能
 - 推進系モジュールと電気系モジュールを統合
 - 機体全体に配置されていた姿勢制御用スラスタや太陽電池パネルを集約
- ② 与圧モジュールを最下部に配置 ⇒ 与圧モジュール以外の構造を軽量化
- ③ 曝露カーゴ搭載部を最上部に配置 ⇒ 大型曝露カーゴ搭載を可能に
- ④ 与圧モジュールにサイドハッチを設置 ⇒ 打上げ間近の与圧物資搭載を可能に



2.1 HTV-Xの特徴及び仕様概要(続き)

(2) 仕様概要

HTV-X与圧モジュール

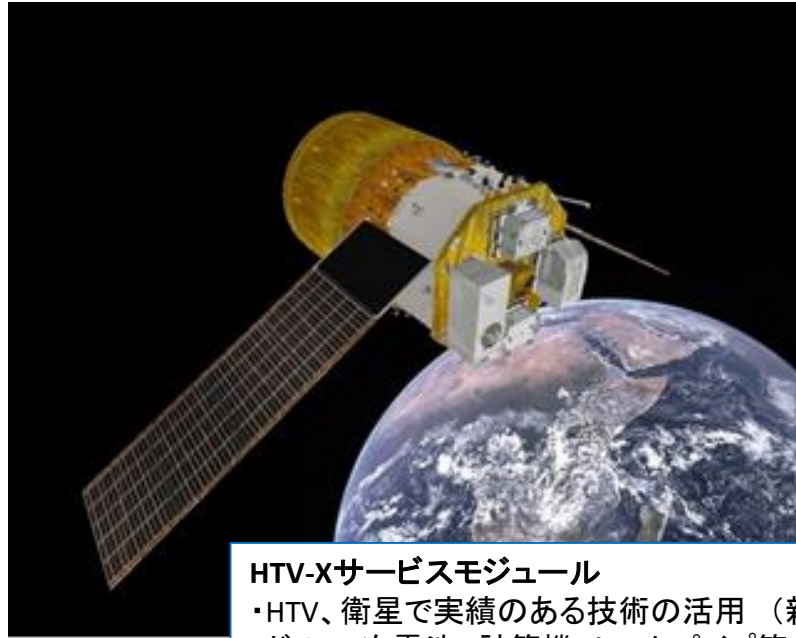
- ・HTV与圧部の流用
- ・サイドハッチ追加(24時間前レイトアクセスに対応)
- ・**カーゴ用給電機能追加**
- ・ロケットI/F用のアダプタ追加

モジュール間インタフェース

- ・熱、機械、電氣的にシンプルなI/F(★)
- ・モジュール間を跨ぐ配管や継手無し(サービスモジュール下部に推進系を集約)(★)
- ・**将来、サービスモジュール、与圧モジュールを単独で使用可能(★)**

射場作業・軌道上運用性の向上

- ・射場での機器等へのアクセス性(点検や取り外し等)が向上(★)
- ・モジュール搬入後からの**射場作業短縮(HTV 5か月→HTV-X 2.5か月)**(★)
- ・ロケット組立棟から射点への移動後の機体セットアップ作業短縮(HTVでは14時間→HTV-Xでは7時間)(★)
- ・太陽指向、地球指向等、自在な飛行能力(★)
- ・システムを簡略化したことで軌道制御や異常時対応等の運用簡略化(★)
- ・**ISS離脱後の技術実証期間では、地上局(JAXA GN局)との通信機能、自律軌道制御機能**



HTV-Xサービスモジュール

- ・HTV、衛星で実績のある技術の活用(新規搭載の太陽電池パドル、2次電池、計算機、ヒートパイプ等も実績有)
- ・**大型の曝露カーゴが搭載可能**
- ・展開式・キャント型パドル採用(HTV 2kW→HTV-X 3kW(@周回平均)、β角変化に対応)
- ・把持、ISS係留中に2次電池を充電(1次電池が不要となる)
- ・(MPU枯渇・置換に伴い)航法誘導制御系とデータ処理系の計算機統合
- ・メインエンジンを削除し同一3系の推進系
- ・**技術実証ミッションのために推薬増量**

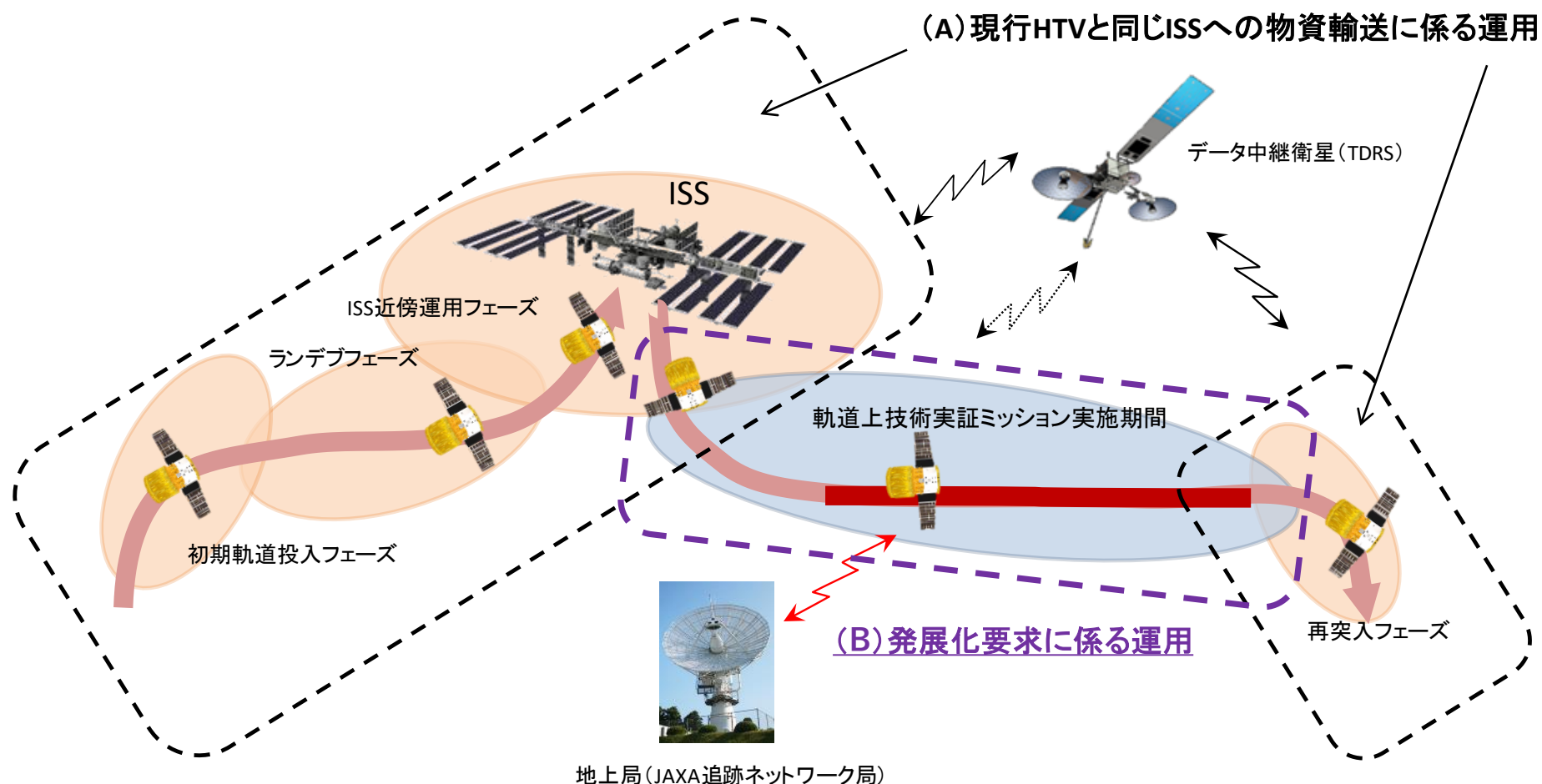
H3ロケット

- ・与圧モジュールとI/Fするためのφ4.4m ペイロード結合部を開発
- ・レイトアクセスのための1.8m×1.4mフェアリングアクセスドアを開発
- ・H3-24L形態でHTV-X 15.5トンを打上げ

(注)(★)は現行HTVからの教訓を反映したもの

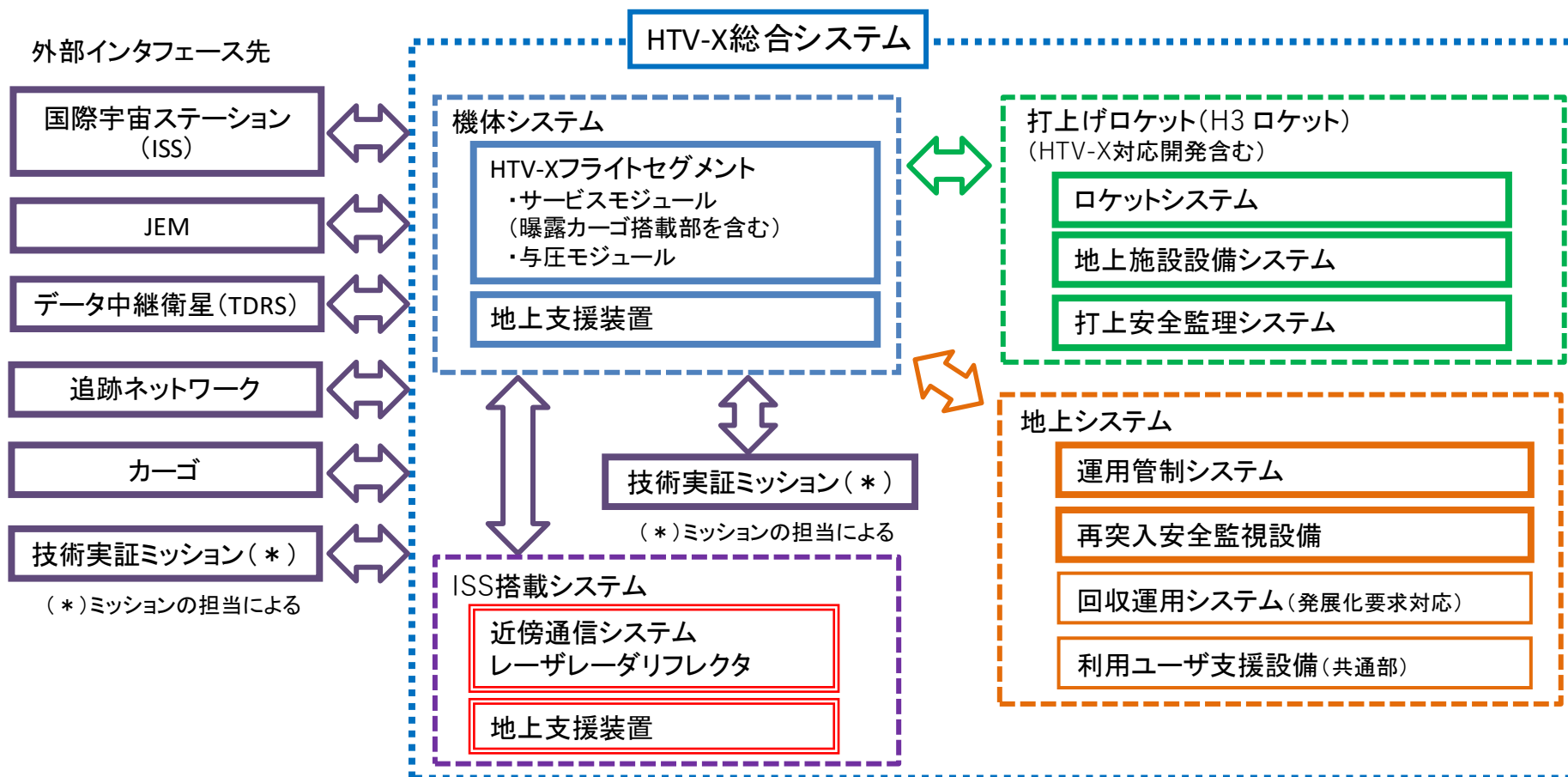
2.2 HTV-Xの運用概要

- ① 2021年度に1号機(技術実証機)をH3ロケットにて打上げ予定。
- ② ISSへの物資輸送に係る運用(初期軌道投入～ISS近傍運用)及び再突入はHTV運用を踏襲する。
- ③ ISSから離脱後、再突入するまでの間(最大1.5年)、技術実証ミッションの実証を実施する。



2.3 HTV-X総合システムの構成

HTV-X総合システムの構成と、総合システム内部及び外部とのインタフェースは下図のとおり。



3. HTV-Xの開発計画

3.1 資金計画及びスケジュール

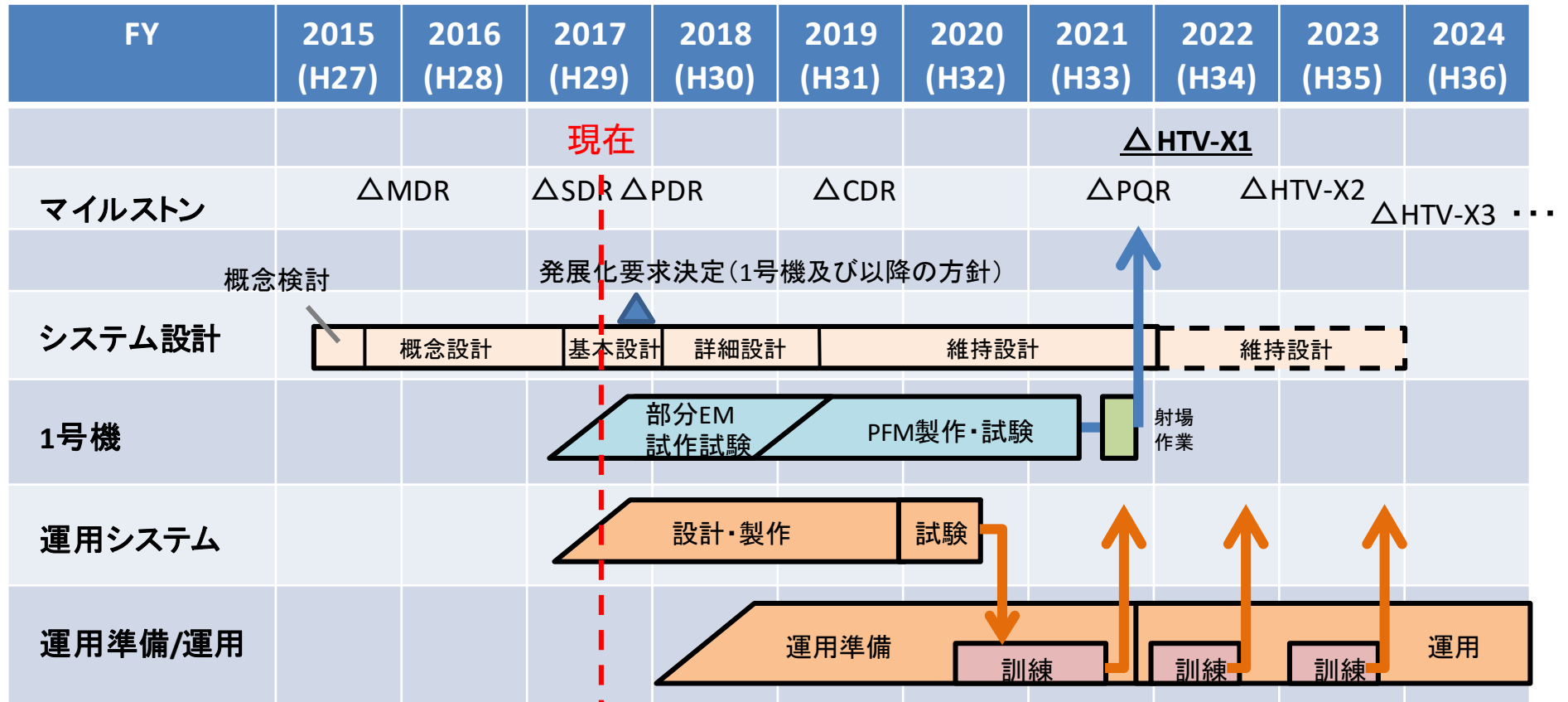
(1) 資金計画

HTV-Xプロジェクトの開発費(1号機)は350億円(目標)とする。

(注1) 打上げロケット及びロケットのHTV-X対応開発の費用は除く。

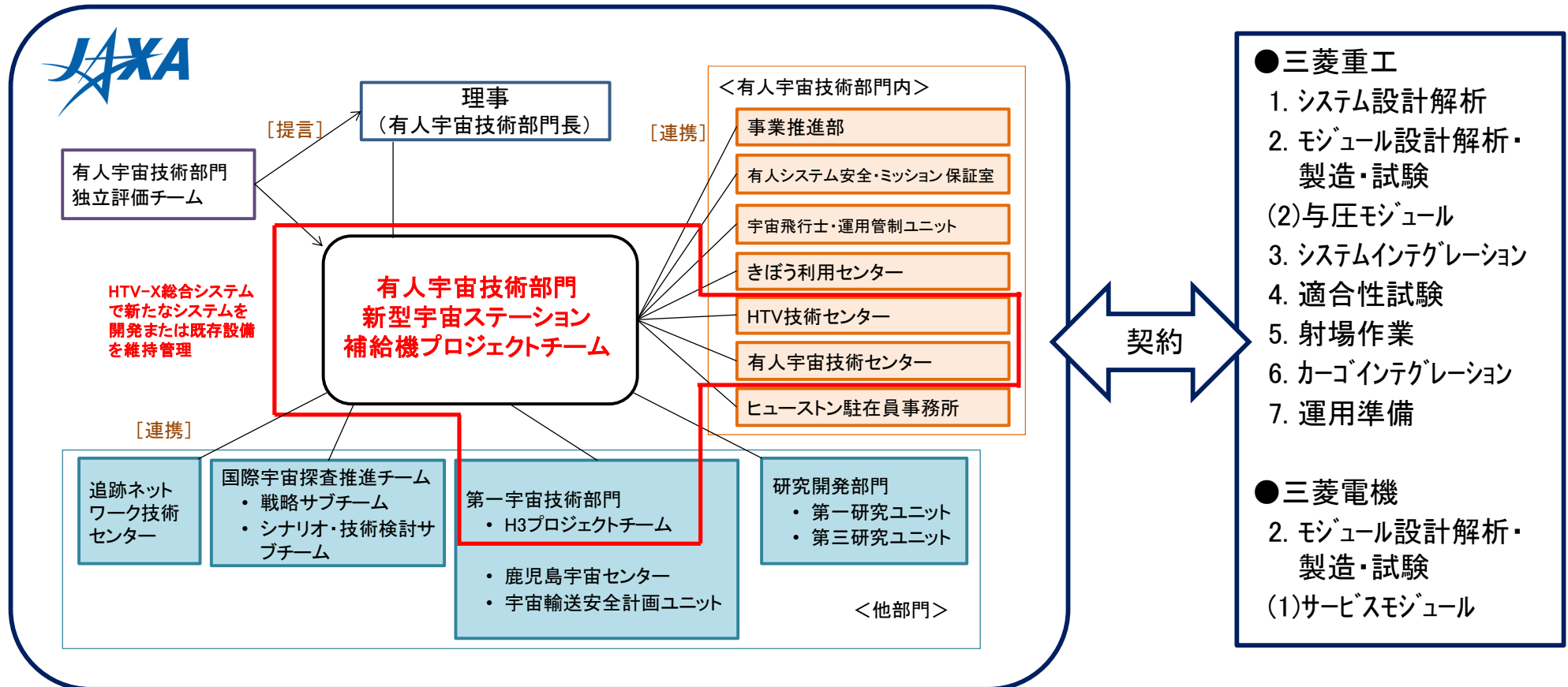
(注2) 発展化要求として実施する技術実証ミッションの費用は除く。

(2) スケジュール



3.2 プロジェクトの実施体制

- JAXA有人宇宙技術部門に「新型宇宙ステーション補給機プロジェクトチーム」を設置する。プロジェクトはHTV-X総合システムの開発要求及び仕様設定、内外のインタフェース要求の定義、ISSプログラムに関するNASAとの調整、搭載カーゴ及び技術実証ミッションとの調整、実運用等を担当する。
- 機体システムについては、三菱重工株式会社(全体システム(与圧モジュール含む)と三菱電機株式会社(サービスモジュール)の2者で開発する体制としている。



3.3 リスクと対応策

■ リスク識別レベルの定義

	発生の可能性 大	発生の可能性 中	発生の可能性 小
発生の影響度 大	大	大	中
発生の影響度 中	大	中	小
発生の影響度 小	中	小	小

■ 発生の影響度(技術、スケジュール、コストはor)

レベル	技術	スケジュール	コスト
小	軽微	軽微	軽微
中	許容可能、次善の策あり	1ヶ月以下の遅延	数千万円
大	許容不可能	6ヶ月以上の遅延	1億円以上

■ 発生の可能性

レベル	定義
小	発生の可能性は低く、このリスクは避けられる。
中	発生の可能性があり、リスクを避けるための処置が必要である。
大	発生の可能性は高く、代替手段が無い可能性がある。

■ 主要なリスクと対応方針(抜粋)

No.	リスク件名	リスク内容	発生可能性	発生影響度	リスクレベル	対応方針
1	新規技術に関する開発リスク	以下の新規技術に関して開発リスクが内在している ① MPU枯渇に伴う新規計算機 ② 与圧モジュール構造系(サイドハッチ対応設計) ③ H3におけるHTV-X固有設計コンポーネント(ペイロード結合部、フェアリング)	中	中	中	リスク内容の①～③について、早期に要素試作(BBM)等を実施し、実現性を確認する。基本設計終了時で結果または途中経過を報告する。
2	スケジュール	1号機のフライトモデルのスケジュールが遅れる	中	大	大	①新規技術については要素試作・開発試験等を早期に実施して結果をフライトモデルの製作に反映する。 ②製造設備等の使用計画を早期に立て、スケジュールを確保する調整を行う。

4. プロジェクト移行審査結果

4 HTV-X(仮称)プロジェクト移行審査における主たる判定内容

HTV-Xプロジェクトは、2024年度まで継続される国際宇宙ステーション(ISS)計画において、その間に我が国の役割となっているISSへの物資補給を完遂するとともに、総運用費の低減にも寄与し、更には、将来の宇宙探査計画での活用等、発展性・拡張性を有した計画としてプロジェクトへの移行の可否を判断するための審査を実施した。

1. 審査の主要項目は以下の通り:

- (1) プロジェクト目標(成功基準の再確認を含む)、プロジェクト範囲が適切かつ明確に設定されているか。
- (2) プロジェクトの実施体制の妥当性、(3) 資金計画の妥当性
- (4) 人員計画の妥当性、(5) 開発スケジュールの妥当性
- (6) 調達計画・調達マネジメントの妥当性、(7) プロジェクトのリスク識別・対処方策の妥当性

2. 主たる判定内容

上記1項の項目に沿って審査した結果、下記(a)～(c)を確認した。また、下記(d)～(e)を主要な要処置事項として、実施部門が適切に処置することを条件に、プロジェクトへの移行は妥当と判断した。

<確認事項>

- (a) 本プロジェクトに取り込む発展化要求の範囲が明確になっていること。(=本プロジェクトの範囲が明確になっていること)
- (b) 本プロジェクトによって、国際約束で求められている、2024年度までの全ての補給機運用を効率的に実現できること。
- (c) 請負契約に向け明確な仕様が設定され、選定企業と契約調整が進められていること。(=全社の調達改善の取組に沿って進められていること)

<主な要処置事項>

- (d) JAXAの予算は限られており、HTV-Xを含むISS計画では資金の低減が求められているため、プロジェクト総資金について、引き続き実施部門で経費削減の検討を行うこと。
- (e) 開発スケジュールは現状で成立しているものの、より確実性を向上させるために、適切なマージンを確保するよう引き続き検討すること。

補足及び参考資料

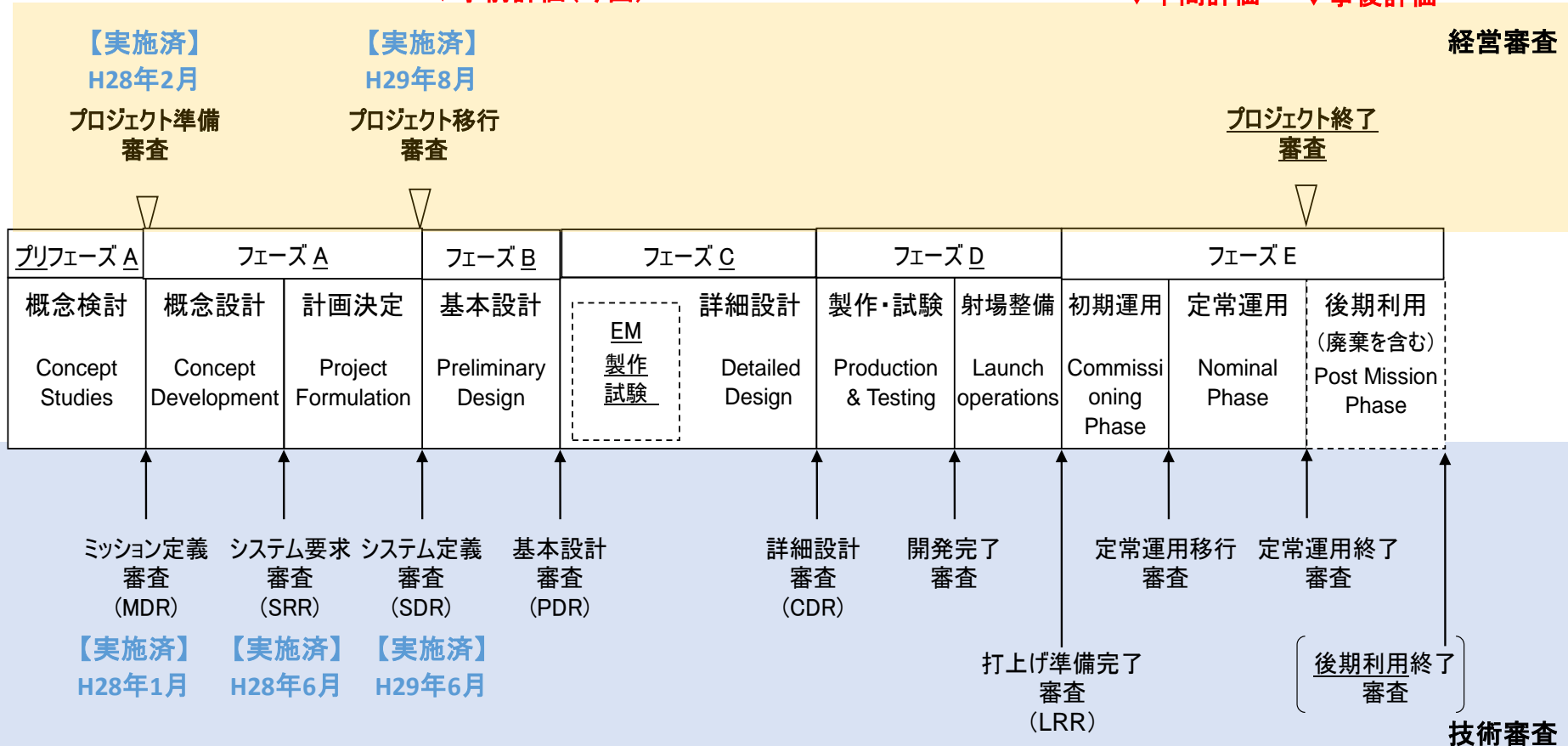
【補足】宇宙開発利用部会事前評価とJAXA内審査との関係

- JAXAが実施する宇宙に関する開発プロジェクトのフェーズとJAXAプロジェクトマネジメント規程に基づいて実施した審査会の受信実績との関係を以下に示す。

▼事前評価(今回)

▼中間評価

▼事後評価



【補足】プロジェクト移行審査の審査委員構成

【審査委員長】

経営推進担当理事 山本 静夫

【審査委員】

理事	坪井 裕	
理事	布野 泰広	
理事	浜崎 敬	(代理: 上森有人宇宙技術部門事業推進部長)
理事	伊藤 文和	
理事	今井 良一	
執行役	伊東 康之	
執行役	中道 正仁	
技術参与(安全・信頼性統括)		宇治野 功
技術参与(衛星システム開発/宇宙利用統括)		舘 和夫
技術参与(統括チーフエンジニア)		中川 敬三

【監事(オブザーバ)】

監事 高橋 光政

【参考】プロジェクト移行審査の外部評価結果

プロジェクト移行審査に先立ち、プロジェクトの目的・目標や成功基準などに対し、外部の専門家の視点から評価を実施した。

1. 日時：平成29年8月24日（木） 16:00～17:30

2. 評価委員及びオブザーバの構成

【外部評価委員】(50音順:敬称略)

東京理科大学 工学部 電気電子情報工学科 教授

木村 真一

慶應義塾大学大学院 システムデザイン・マネジメント研究科 教授

白坂 成功

政策研究大学院大学 教授、副学長

角南 篤

【外部評価オブザーバ】(敬称略)

内閣府 宇宙戦略推進事務局 参事官

山口 修治

総務省 情報通信国際戦略局 宇宙通信政策課 衛星開発推進官

中谷 純之

文部科学省 研究開発局 宇宙開発利用課 宇宙利用推進室長

庄崎 未果

経済産業省 製造産業局 宇宙産業室長

轟田 将範

【参考】プロジェクト移行審査の外部評価結果(続き)

3. 評価結果

評価委員から頂いた評価結果について以下に示す。

HTV-X(仮称)プロジェクト移行 外部評価結果

平成29年8月24日
外部評価委員

HTV-Xプロジェクトについて、提示された外部評価資料に基づき以下のA)からC)の観点で評価を行った。本計画の目標・目的・成功基準等は適切に設定されており、HTV-Xのプロジェクト移行に賛同する。また、次頁以降に示す項目を今後検討いただくことを推奨する。

なお、HTV-Xが将来に渡って企業や研究者の方にプラットフォームを提供し、そこで魅力あるアプリケーションが実現されるよう、利用の掘り起こしがさらに重要となっていくと考えられる。今後も関係府省との協力の中で、議論が進められることを期待する。

<評価の観点>

- A) ISS計画の要求、および政策要求に基づき設定されたプロジェクト目標・技術仕様(成功基準を含む)が明確で、以下の視点で適切なベンチマークによる評価が行われており、その内容は妥当か。
 - (ア) 物資補給に係る国際競争力の観点から優位性が示されているか。
 - (イ) 国際宇宙探査・ポストISS低軌道活動につながる適切な技術開発計画となっているか。
- B) 国際宇宙探査・ポストISS低軌道活動に係るアウトカム目標について、達成に向けた実現方策が具体化されており、その内容は適切か。
- C) 発展性・波及性のある宇宙機システムの段階的な開発、及びアウトカムの達成に向けた実現方策と、プロジェクトの範囲が矛盾なく設定されているか。

【参考】プロジェクト移行審査の外部評価結果(続き)

4. 外部評価における検討推奨項目への対応方針

No.	検討推奨内容	対応方針
1	HTV-X計画をきっかけとして、今後の国際探査におけるドッキングの国際標準化で、航法センサやドッキング機構の国産化も含め、技術を日本が主導できるよう技術実証計画を検討する。	ドッキング技術の国際標準化についてはJAXAも国際メンバーに入って検討に貢献しているが、開発では欧米が進んでいるのは事実である。将来の宇宙活動において重要な技術であるため、有人宇宙技術部門のみならず研究開発部門も含め研究を進めているところ。当該技術は日本が得意にできる分野であり、技術を主導出来るように取り組んでいく。
2	HTV-Xの与圧モジュールを活かし、ライフサイエンス系の実験、低重力実験等、日本だけが実現できる実験施設としての可能性を検討する。	現在の発展化要求はハードウェアに偏ったものであると外部評価を通じて認識しており、今後、アプリケーションの観点から、HTV-Xの特有な機能を生かした技術実証の可能性を検討する。
3	HTV-Xでの技術実証機会を手軽に活用したいユーザに対して、有人安全要求等の直接的影響を緩和するための方策を検討する。	HTV-Xの開発に当っては、技術実証ミッションは物理的、時間的に、ISS輸送ミッションから切り離せるように設計をしている。NASAとも調整を進め、実証ミッションに対する安全要求が過剰にならないようにしていく。
4	輸送コストの低減や波及効果を生む新規技術の採用に取り組むにあたって、費用対効果の全体像をわかりやすく示す。	システム簡素化と質量削減、プラットフォーム機能の増強、組立や射場作業の効率化等を考慮して新たにHTV-Xを開発することで、カーゴ搭載能力の向上、ISSへの輸送機会を活用した先進的な技術の実証が可能となるとともに、2号機以降のコストを現行HTVよりも低減できる。併せて、モジュール単独での利用や大型エンジン等の追加による機能拡張性を予め考慮した設計とすることで、将来の宇宙機としての発展性を有する。
5	HTV-Xの同時運用機数が現在2機前提となっている。価値をより向上させることを目指して、早期の時点で3機以上の複数機の同時運用が可能となるよう、将来の拡張性を念頭に置いた地上システムの開発を検討する。	HTV-Xの同時運用については、1号機から3号機のミッションにおいて3機同時運用として仕様設定する前に、まず1号機で再突入機能の実証をしておく必要があると整理し、2機までの同時運用を基準として仕様設定している。 今後の地上システムの検討において、複数機の運用が可能となるように、将来の拡張性を考慮した開発を検討していく。