資料 56-1-1
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
調査・安全小委員会
(第 56 回) R7.9.2

新型宇宙ステーション補給機初号機（HTV-X1）に係る安全対策について 調査審議結果（案）

令和7年〇月〇日
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

目　次

１．概要

２．調査審議の方法

３．調査審議の結果

参考１ 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　委員名簿

参考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 調査・安全小委員会　委員名簿

付録１ 新型宇宙ステーション補給機（HTV-X）の概要

付録２ 新型宇宙ステーション補給機初号機（HTV-X1）の係留フェーズに係る安全検証結果について（A 改訂版）

付録３ 新型宇宙ステーション補給機初号機（HTV-X1）に関する安全評価　質問に対する回答

１．概要

現在、新型宇宙ステーション補給機初号機（HTV-X1）（以下「HTV-X1」という。）のH3 ロケット 7 号機による打上げが令和 7 年 10 月 21 日に予定されている。HTV-X1 は、国際宇宙ステーション（ISS）に接近・結合して輸送物資を補給した後、ISS から回収した不要品等を搭載して ISS を離脱。その後、約 3 か月にわたる技術ミッションフェーズを経て、その大部分が大気圏で燃焼するように大気圏に再突入して太平洋に廃棄される予定である。

この HTV-X1 の ISS での係留フェーズに際しての安全対策について、JAXA（国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構）は、NASA（米国航空宇宙局）との役割分担に則して安全審査を終了した。

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（以下「宇宙開発利用部会」という。）では、上記の JAXA による安全対策の妥当性について調査審議を行った。本報告書は、その調査審議の結果を取りまとめたものである。

２．調査審議の方法

宇宙開発利用部会及び宇宙開発利用部会が設置した調査・安全小委員会は、以下の観点で調査審議を行った。

・HTV-X1 の ISS での係留フェーズに際しての安全対策の妥当性については、「宇宙ステーション補給機「こうのとり」（HTV）等物資補給機の運用に係る安全対策の評価のための基本指針（令和元年 7 月 10 日 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）」（以下「基本指針」という。）に基づいて調査審議を行った。

調査審議は以下の日程で行われた。

- 令和 7 年 07 月 25 日　調査・安全小委員会（第 55 回）（公開）
- 令和 7 年 09 月 02 日　調査・安全小委員会（第 56 回）（書面開催）
- 令和 7 年 〇月 〇日　宇宙開発利用部会（第 99 回）（公開）

３．調査審議の結果

JAXA は、HTV-X1 の ISS での係留フェーズに際して、「こうのとり」における審査・運用実績を踏まえ、新たに追加・変更された機能・仕様に対応した安全対策について、NASA との役割分担を含む所定のプロセスに則した安全審査を実施し、その妥当性が確認されたとしている。JAXA の安全対策について、調査・安全小委員会での調査検討を経て、当部会で調査審議を行った結果、基本指針に定める各要件を満たしていると判断できる。

以上のとおり、JAXA による安全審査において妥当と判断された HTV-X1 に係る安全対策は、基本指針に定める各要件を満たしており、宇宙開発利用部会はこれを妥当であると判断する。

（参考１）

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　委員名簿

（五十音順）

（委員）

部会長代理	久保田 孝	明治大学理工学部特任教授
	田中 明子	国立研究開発法人産業技術総合研究所地質調査総合センター 地圏資源環境研究部門招聘研究員
部会長	山崎 直子	一般社団法人 Space Port Japan 代表理事

（臨時委員）

秋山　文野	サイエンスライター
大貫　美鈴	スパークス・アセット・マネジメント株式会社 次世代成長投資本部 次世代成長投資部 宇宙投資チーム エグゼクティブヴァイスプレジデント
小笠原　宏	東京理科大学 創域理工学部教授
笠原　次郎	名古屋大学未来材料・システム研究所教授
金井　宣茂	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 宇宙飛行士運用技術ユニット 宇宙飛行士
木村　真一	東京理科大学 創域理工学部 教授
神武　直彦	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
高橋　忠幸	東京大学国際高等研究所 カブリ数物連携宇宙研究機構 特任教授
鶴岡　路人	慶應義塾大学 総合政策学部 教授
村松　加奈子	奈良女子大学 研究院自然科学系 環境科学領域 教授
山室　真澄	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授
吉井　信雄	東京海上日動火災保険株式会社 航空宇宙・旅行産業部 宇宙保険専門部長
吉成　雄一郎	三菱商事株式会社 スマートサービス本部 デジタル事業部長

（参考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　調査･安全小委員会　委員名簿

（五十音順）

（臨時委員）

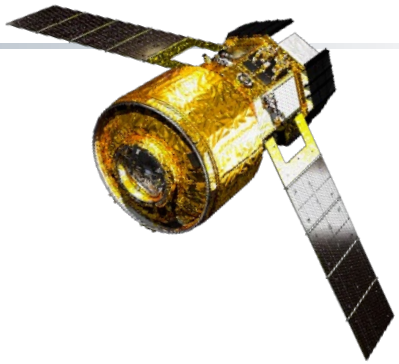
	笠原 次郎	東海国立大学機構名古屋大学 未来材料･システム研究所 教授
主査	木村 真一	東京理科大学 創域理工学部 教授
主査代理	神武 直彦	慶應義塾大学大学院 システムデザイン･マネジメント研究科 教授

（専門委員）

柿沼 志津子	国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 放射線医学研究所 放射線影響予防研究部 客員研究員
熊崎 美枝子	横浜国立大学環境情報研究院 教授
豊嶋 守生	国立研究開発法人 情報通信研究機構 ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター長
中西 美和	慶應義塾大学理工学部 教授
花本 健二	東海旅客鉄道株式会社 執行役員 安全対策部長

付録１

HTV-X



新型宇宙ステーション補給機（HTV-X）の概要

2025年7月25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チーム

目次

＜目次＞

1. HTV-X概要（ミッション概要、機体特徴）
   - ミッションの概要
   - HTV-Xシステムの主要概要・特徴
2. HTV-Xの運用概要
   - 初期軌道投入フェーズ
   - ランデブ・近傍運用（ISS接近）フェーズ
   - 近傍運用（キャプチャ）フェーズ
   - 係留フェーズ
   - ISS近傍運用（ISS離脱）フェーズ
   - 技術実証ミッションフェーズ
   - 再突入フェーズ

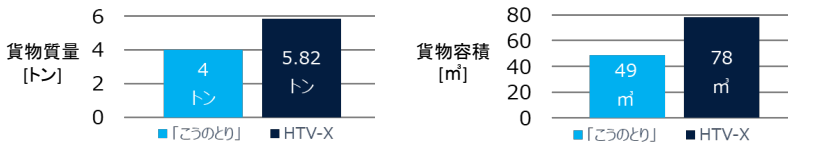
1. 新型宇宙ステーション補給機（HTV-X）の概要

ミッションの概要（国際宇宙ステーション（ISS）への物資補給）

HTV-Xは、2009～2020年において全9機の物資補給を完遂した「こうのとり」の技術を活かし、輸送能力・運用性を向上させた新たな宇宙船である。

ISSへの輸送能力・運用性を向上し、運用コストを低減

■ 輸送能力の増強



©JAXA

■ サービスの向上・改善
・カーゴ搭載時期の柔軟性向上 ・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）の提供等

将来の宇宙技術・宇宙システムへの波及性・発展性を確保

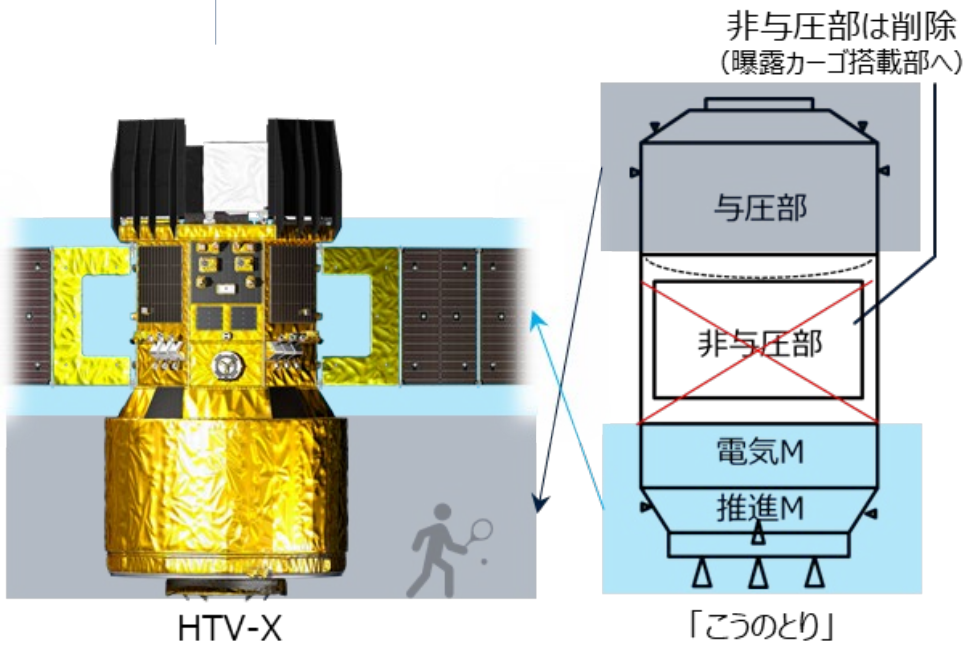
■ ISSへの物資補給機会を活用した技術実証
例：宇宙機器の搭載・実証、自動ドッキング技術実証

■ 将来の様々なミッションに活用可能なシステムを獲得
例：月周回有人拠点（Gateway）への物資補給等

曝露カーゴ搭載部
船外実験装置等を搭載するエリア。
HTVよりも大きな装置を搭載できる。

サービスモジュール（SM）
航法・誘導制御、通信・電力・推進系等、
衛星バス機能を集約したモジュール。
将来はモジュール単体で使用可能。

与圧モジュール（PM）
与圧補給物資を搭載するモジュール。
HTV与圧部を流用しつつ、搭載能力や
サービスを向上。



©JAXA

1. 新型宇宙ステーション補給機（HTV-X）の概要

ミッションの概要（技術実証ミッションプラットフォームとしての活用）

HTV-Xは、ISSへの物資補給機会を活かし、ISS離脱後から再突入までの期間において、軌道上での技術実証や実験を行うプラットフォームとして活用される。

A. 初期軌道投入フェーズ

B. ISS接近（ランデブーフェーズ）

C. ISS近傍運用フェーズ

最長6か月の係留が可能になり、輸送物資の搬出・廃棄物資の積み込み作業の柔軟性が向上。

D. 技術実証ミッションフェーズ

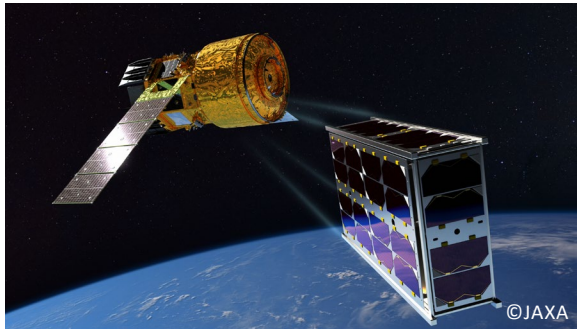
ISS離脱後から再突入までの期間において、軌道上での技術実証や実験を行うプラットフォームとして活用する。

E. 再突入フェーズ

©JAXA

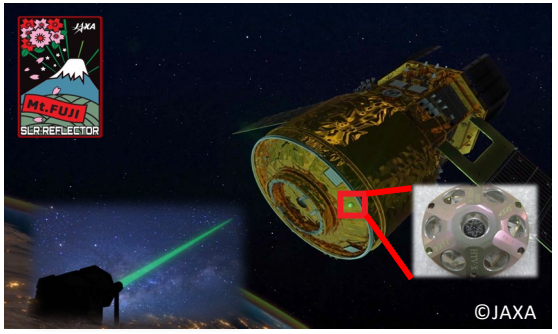
HTV-X 1号機は、ISSからの離脱後、約3か月の技術実証ミッションフェーズにおいて、3つの技術実証ミッションを実施する計画である。

超小型衛星放出 H-SSOD



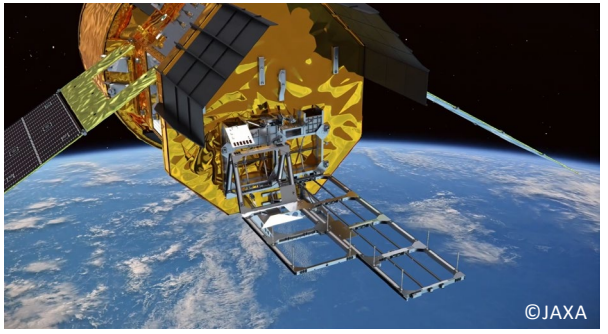
拡がる超小型衛星の可能性

軌道上姿勢運動推定実験 Mt. FUJI



衛星の姿勢を測る世界初の技術

展開型軽量平面アンテナ軌道上実証 DELIGHT
次世代宇宙用太陽電池軌道上実証 SDX

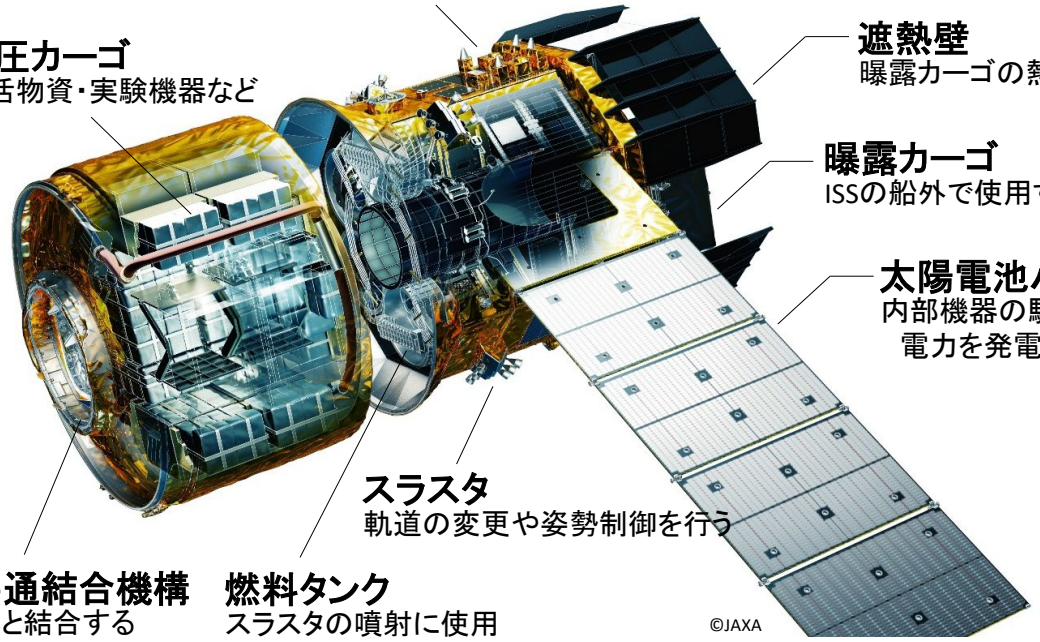


大型宇宙構造物の構築技術及び
次世代宇宙用太陽電池の軌道上実証

1. 新型宇宙ステーション補給機（HTV-X）の概要

HTV-Xシステムの主要概要・特徴

通信アンテナ・GPSアンテナ・相対航法センサなど



与圧カーゴ
生活物資・実験機器など

遮熱壁
曝露カーゴの熱環境を和らげる

曝露カーゴ
ISSの船外で使用する実験機器など

太陽電池パドル
内部機器の駆動に必要な電力を発電

スラスタ
軌道の変更や姿勢制御を行う

共通結合機構
ISSと結合する

燃料タンク
スラスタの噴射に使用

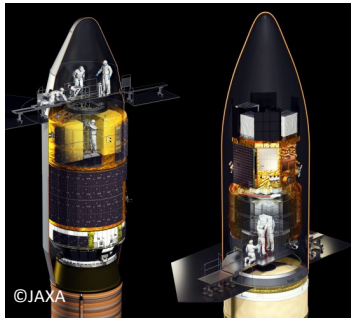
HTV-X地上システム
・運用管制システム（HTV-X OCS）と再突入安全監視設備（ROE）から構成され、HTV-X OCSでは、**ISS離脱後の技術実証フェーズで地上局との直接通信を行う。**
・**運用管制室を刷新。**

HTV-X与圧モジュール
・HTV与圧部構造設計の流用
・**環境制御系・電力通信制御系は刷新**
・**カーゴ用給電機能等の追加**
・ロケットI/F用のPAFアダプタ追加

モジュール間インタフェース
・熱、機械、電気的にシンプルなI/F
・SM下部に推進系を集約し、モジュール間を跨ぐ配管や継手を排除
・**将来、SM／PMを単独で使用・発展可能**

HTV-Xサービスモジュール
・HTVや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あり）
・**大型の曝露カーゴや（ISS離脱後の）実験装置が搭載可能**
・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次電池を不要とする**）
・（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**
・**将来ミッションや技術実証ミッションを考慮して推薬増量**

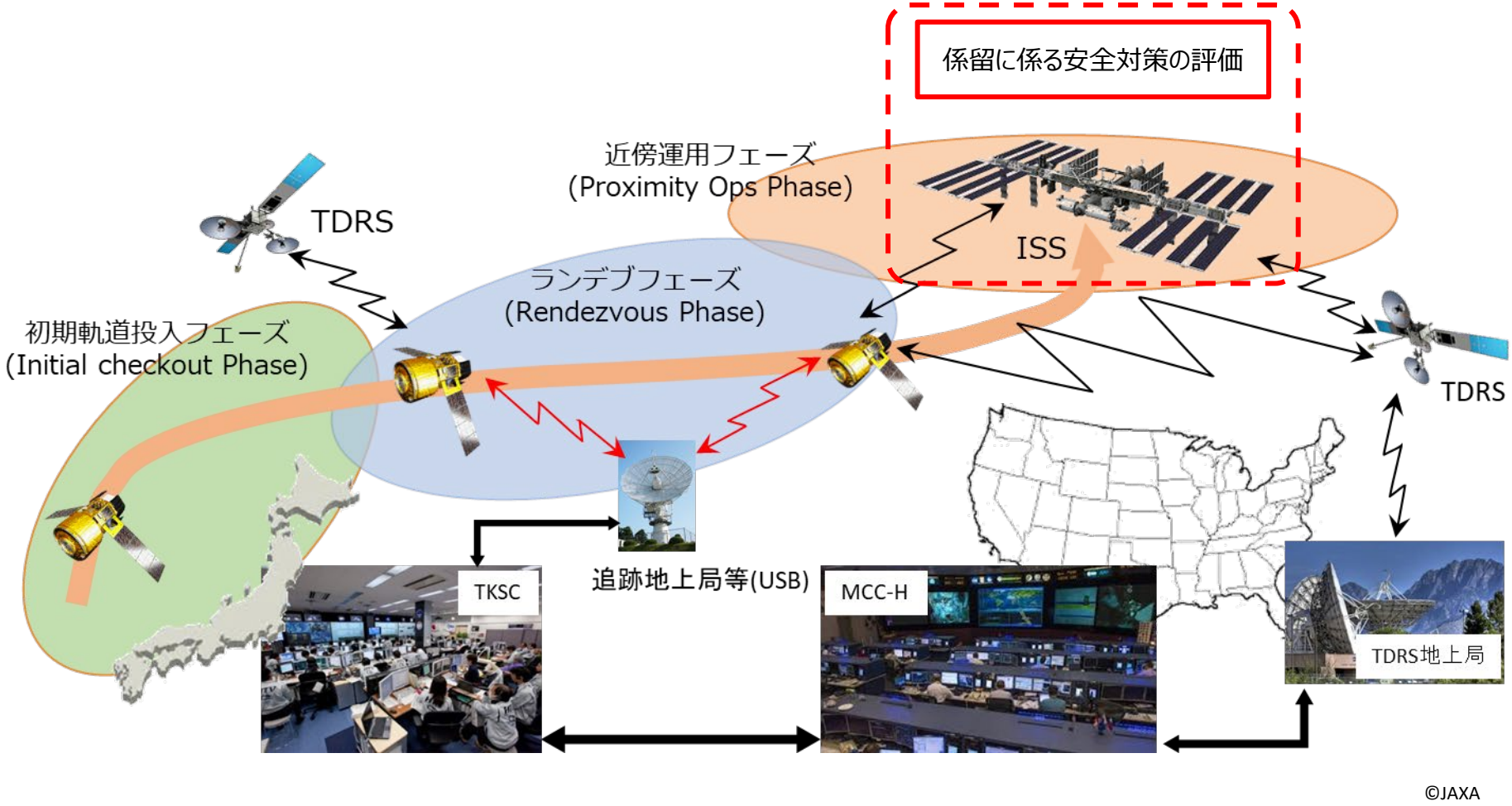
射場作業・軌道上運用性の向上
・射場での機器等へのアクセス性（点検や取り外し等）が向上
・モジュール搬入後からの**射場作業短縮（HTV 5か月 → HTV-X 2.5か月）**
・**レイトアクセス能力が向上**（HTV 80時間前 → HTV-X 24時間前）
・ロケット組立棟から射点への移動後の機体セットアップ作業短縮
（HTVでは14時間 → HTV-Xでは7時間）
・太陽指向、地球指向等、**自在な飛行能力を持つ**
・システムを簡略化したことで軌道制御や異常時対応等の運用簡略化
・**ISS離脱後の技術実証期間では地上局（JAXA GN局）と通信**



ISS搭載システム
・ISS近傍においてHTV-XがISSとの間で通信を行うためのシステム（PROX）及びISSに設置されているレーザレーダリフレクタはHTVの運用で使用されているものを流用

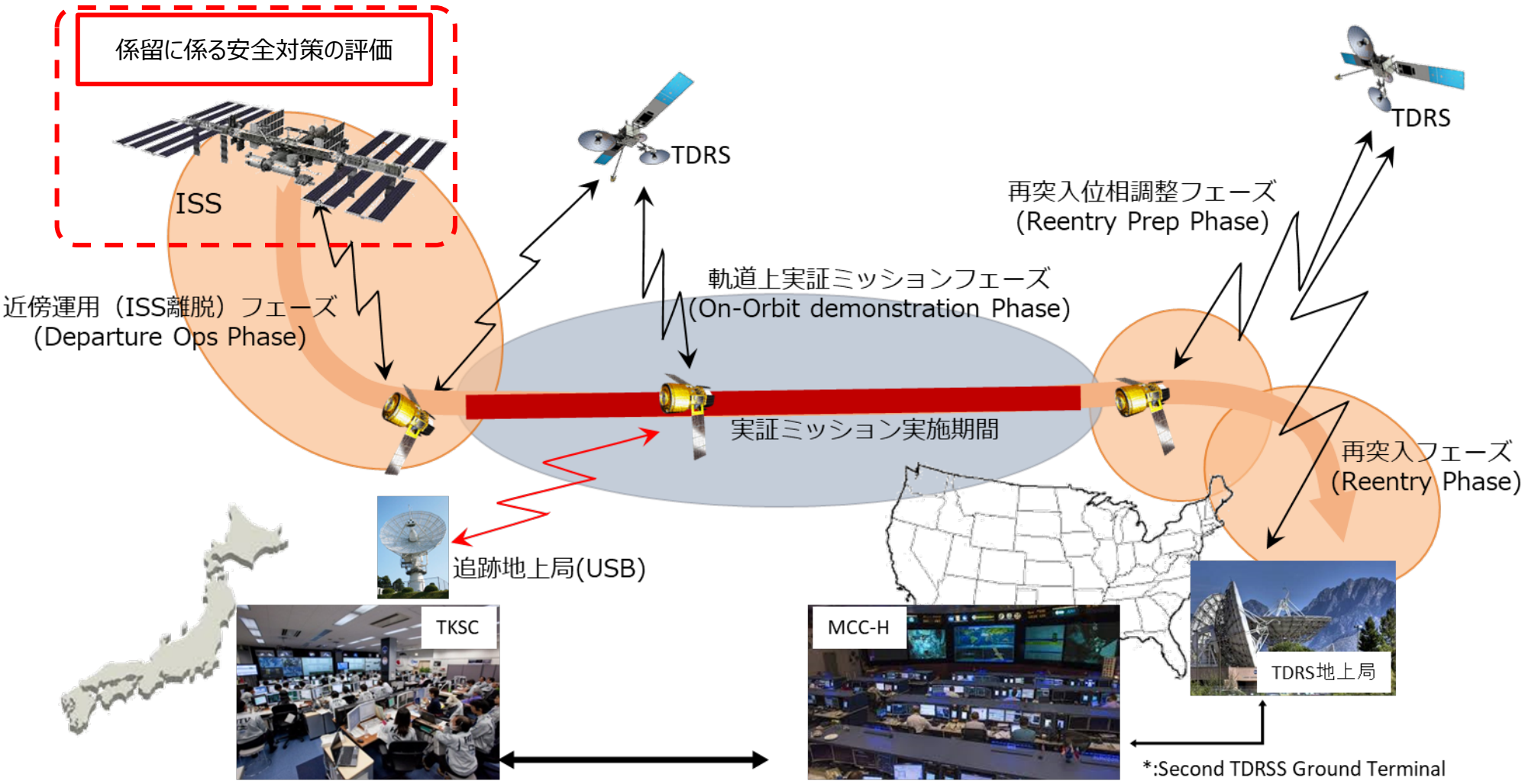
H3ロケットシステム（HTV-X対応開発）
・与圧MとI/Fするための φ4.4m ペイロード結合部（PAF）を開発
・レイトアクセスのためのアクセスドアを有するフェアリングを開発
・H3-24W形態により打上げ

2. HTV-Xの運用概要（往路）



運用概要図および安全評価の対象（往路）

2. HTV-Xの運用概要（復路）



©JAXA

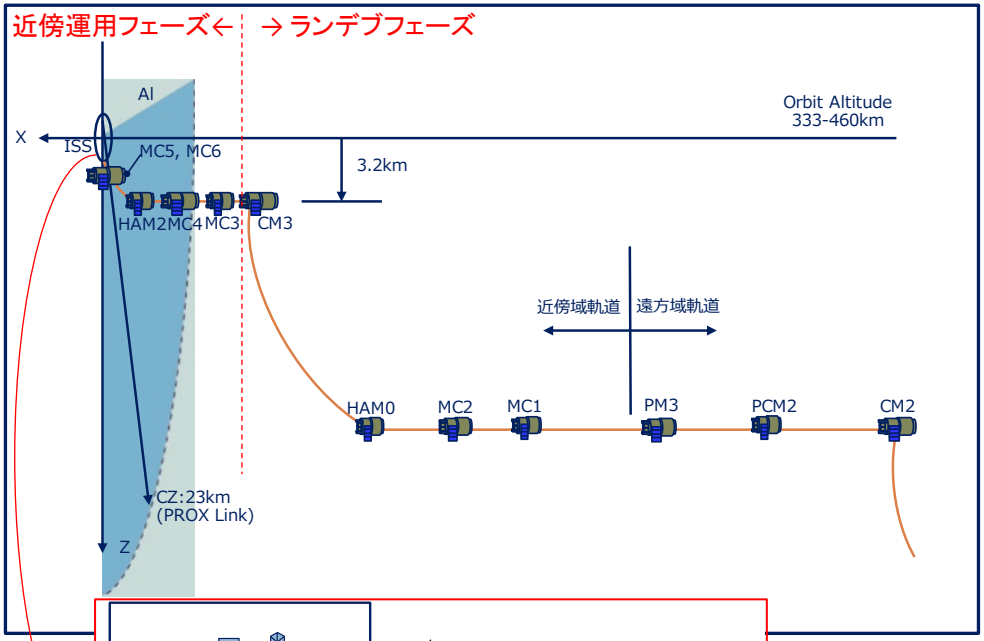
運用概要図および安全評価の対象（復路）

2. HTV-Xの運用概要　～初期軌道投入フェーズ～

- H3ロケットはHTV-Xを搭載し、種子島宇宙センターから打ち上げられる。ISSとのランデブーのため、ISS軌道面が種子島宇宙センター上空にあるときに打ち上げられ、軌道傾斜角51.6度、軌道高度200km～300kmの楕円軌道にHTV-Xを投入する。

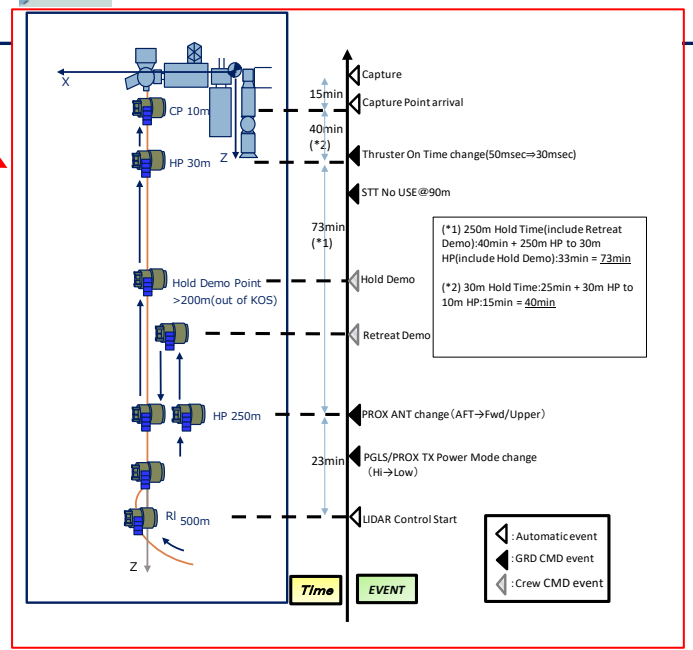
- ロケットは、以下のように順次燃焼分離を行い、HTV-Xを所定軌道へ投入する。
  - 固体ロケットブースタを打上げ約2分後に分離。
  - フェアリングを約3分後に分離。
  - 約5分後に第1段主エンジンの燃焼を停止／分離。
  - その後第2段エンジンを燃焼させ、打上げ約15分後に所定の軌道に HTV-Xを分離投入。

2. HTV-Xの運用概要　～ランデブ・近傍運用（ISS接近）フェーズ～



©JAXA/MELCO

拡大



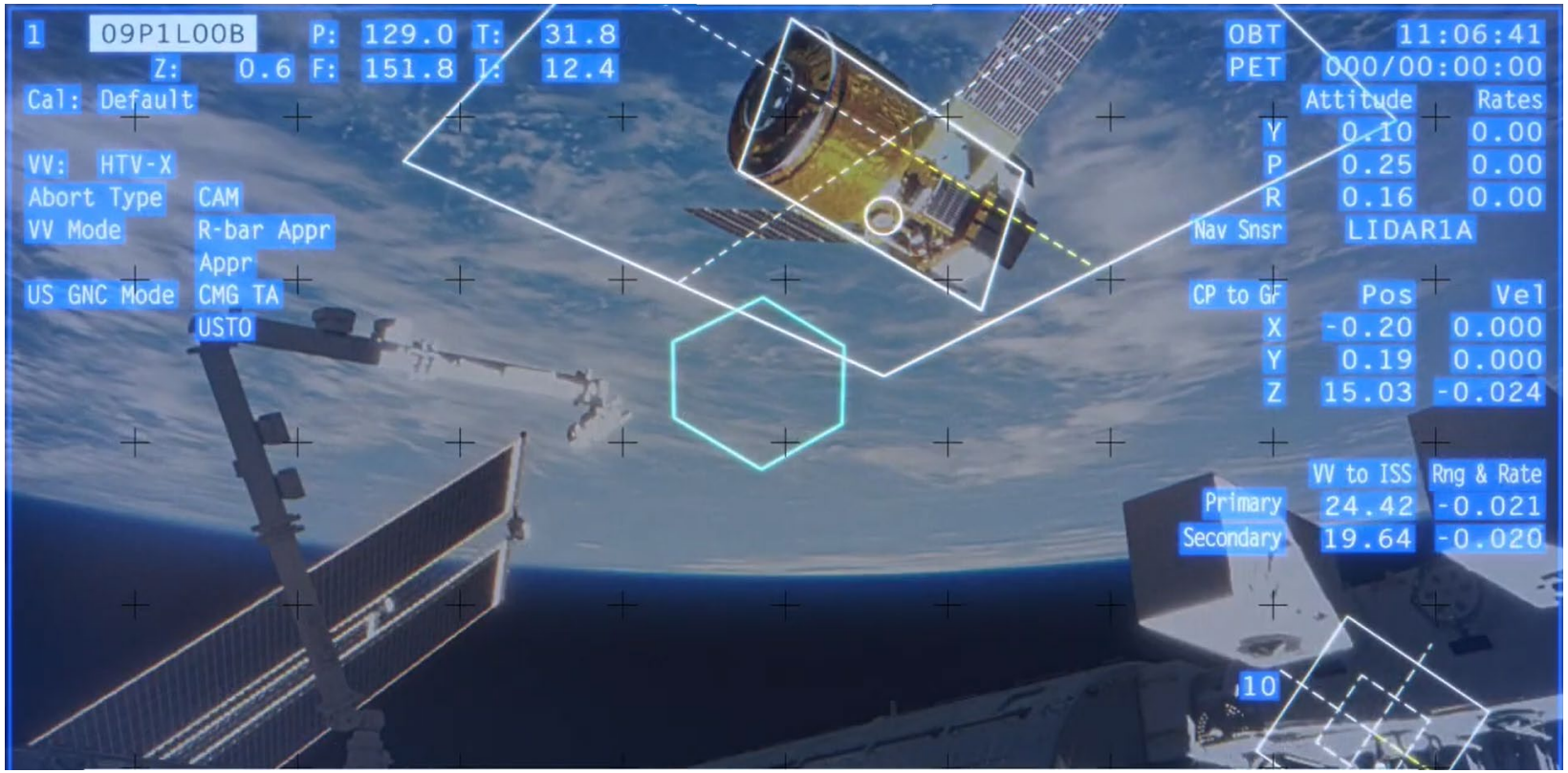
ランデブフェーズ

- ロケット分離後、GPSを使用し、位相調整、高度調整を実施。
- ISS近傍の通信領域へ到達後、ISS航法、AI点に保持。

近傍運用フェーズ

- AI点からISSへの最終接近を行う。
- ISS直下約500mへ到達後、ランデブセンサによりRバー（地球半径方向）上の接近を開始。
- ISS下方の規定点にて停止、ISSのロボットアーム（SSRMS）による捕獲を実施。

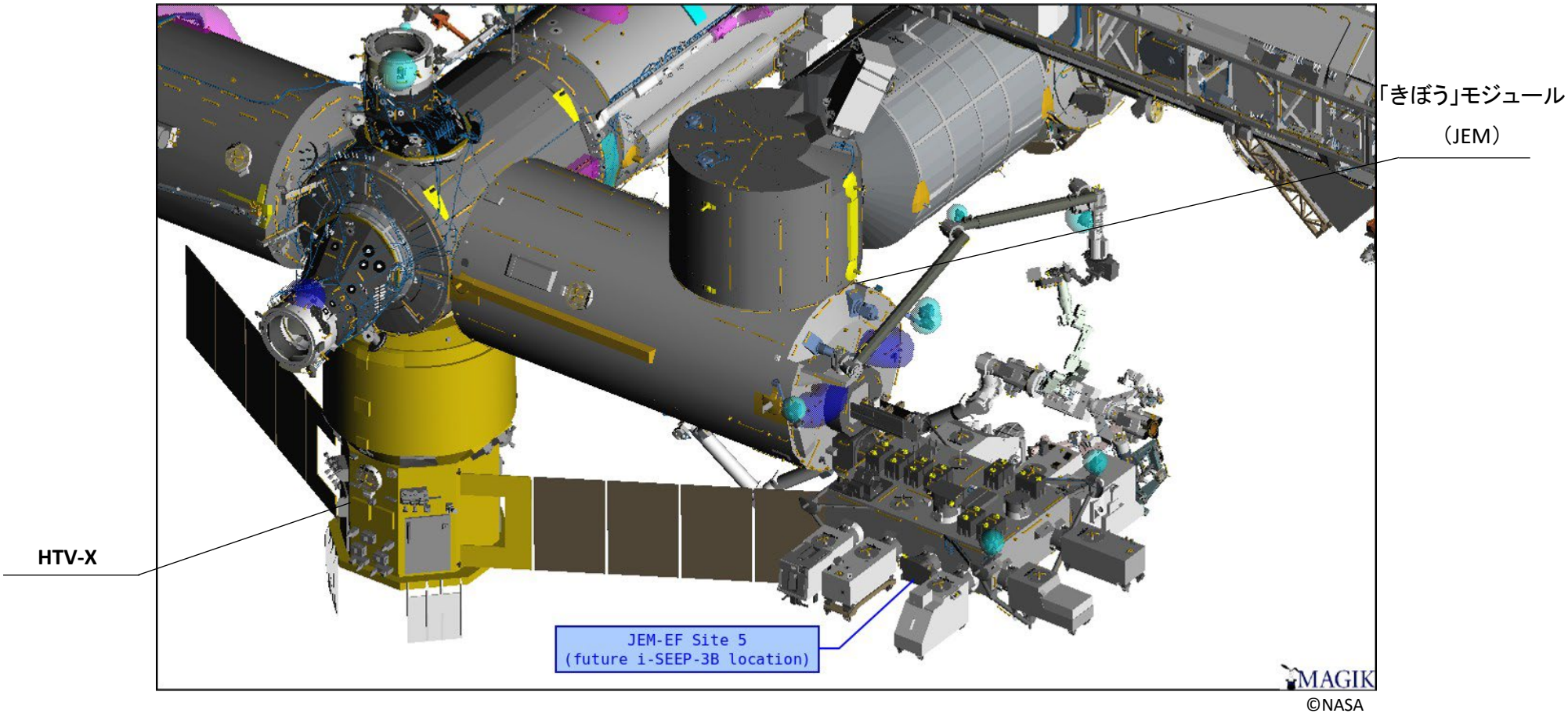
2. HTV-Xの運用概要　～近傍運用（キャプチャ）フェーズ～



©JAXA

- HTV-XはISSから約10m離れた点に相対停止。
- HTV-Xがキャプチャボックスと呼ばれる仮想インタフェースボックス内に規定通り相対停止したことを確認してHTV-X側制御を完全停止。
- クルーがロボットアームによりHTV-Xを捕獲。
- 異常時対応の運用調整が最も複雑な箇所。

2. HTV-Xの運用概要　～近傍運用（キャプチャ）フェーズ～



©NASA

- キャプチャされたHTV-Xは、そのままISSのロボットアームによって、Node2（ISSの実験モジュール結合機構）のNadirポート（地球に面したポート）にISS結合機構（CBM：Common Berthing Mechanism）を介し、結合される。

2. HTV-Xの運用概要　～係留（カーゴ類移送）フェーズ～

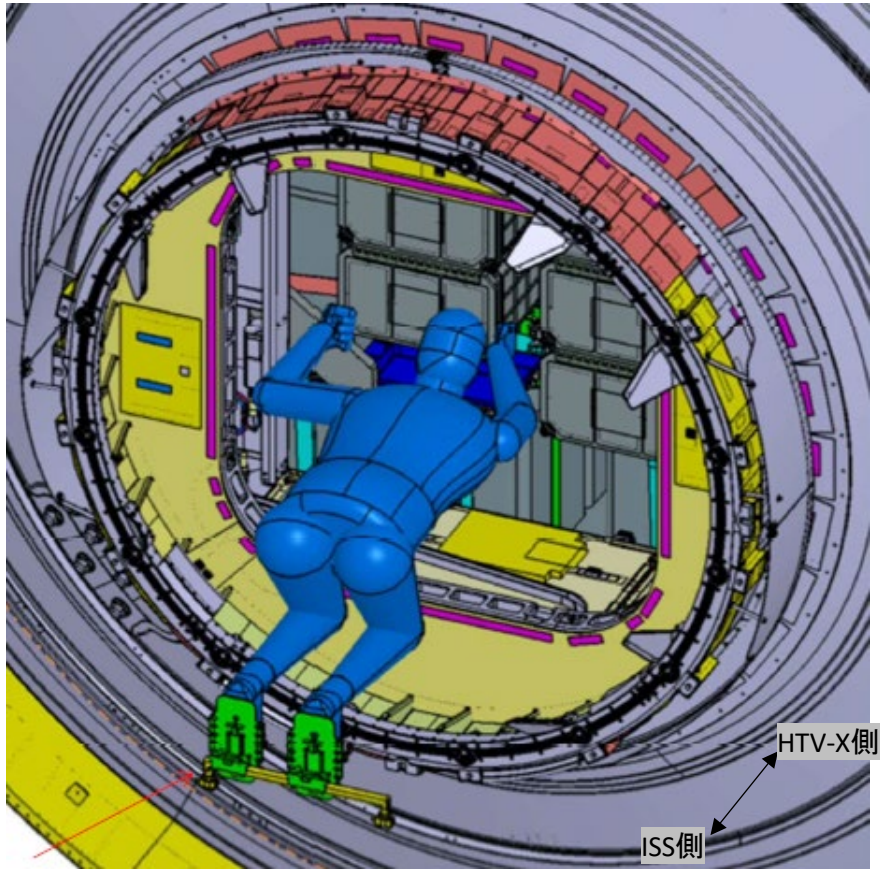
ラックをPMに搭載

HRRラック

CTBバッグに詰めた物資をラックに搭載。

CTBバッグ（左：開封時，右：外観）

HTV-Xへの与圧カーゴ搭載方法



©JAXA/MHI

ISSでの与圧カーゴ搬出(イメージ)

- クルーの船内活動により補給物資をISSに搬入。その後、不用品をISSからHTV-Xに搬入する。
- 補給ラックに取り付けられたソフトバッグ（CTB）類は、直接バッグごとラックから外して移送する。

2. HTV-Xの運用概要　～係留（カーゴ類移送）フェーズ～

代表的な与圧カーゴの種類は以下の通り

- CO2除去システム軌道上実証（DRCS）
- 生鮮食品（フルーツ・野菜）

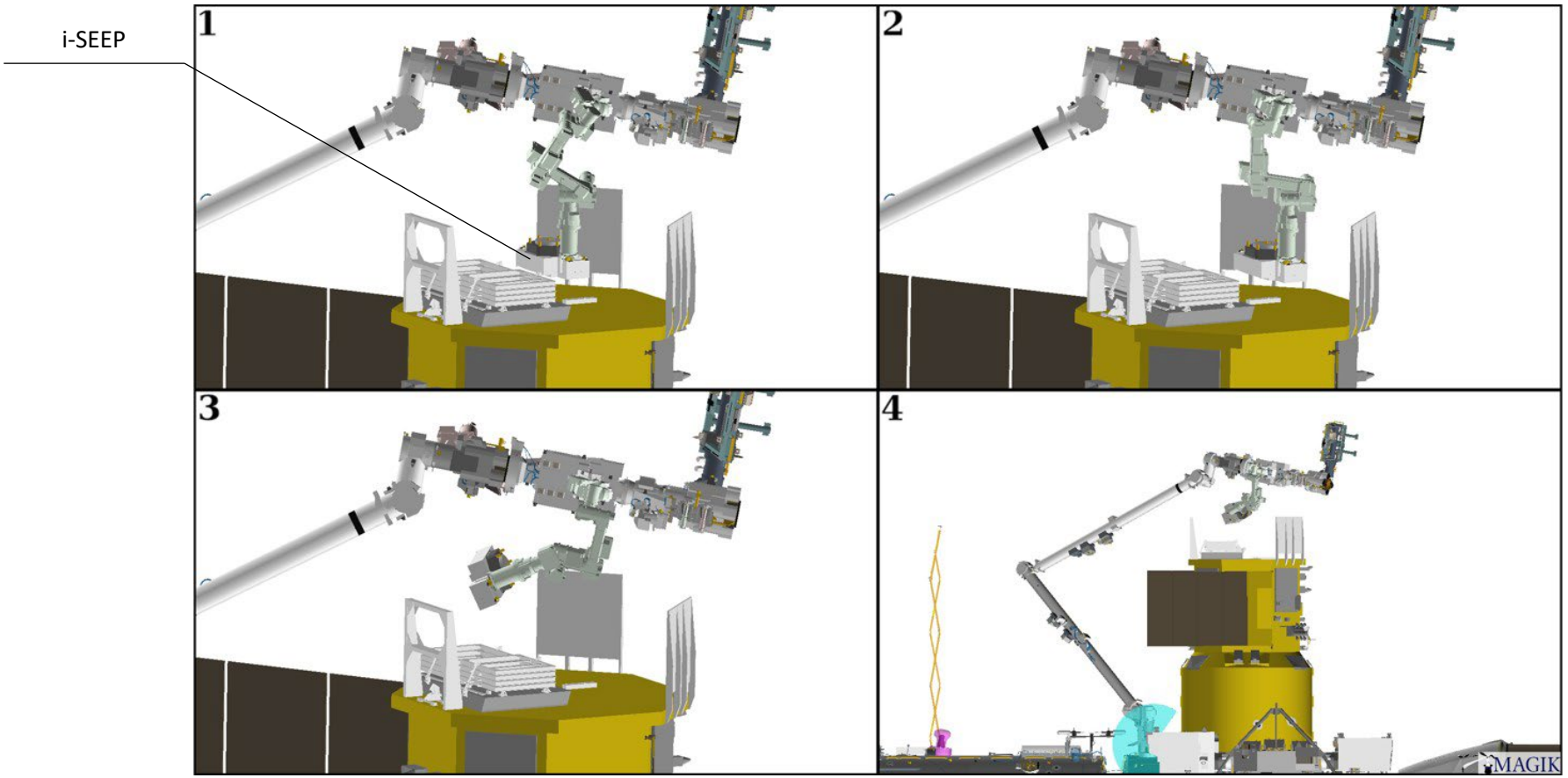
JAXA品

- 窒素・酸素補給タンク（NORS）
- 水補給タンク（RST）
- 宇宙食

NASA品

左図：宇宙飛行士によるカーゴ搬出の様子，　右図：生鮮食品を楽しむ宇宙飛行士
（HTV8, 9号機の運用時に撮影）

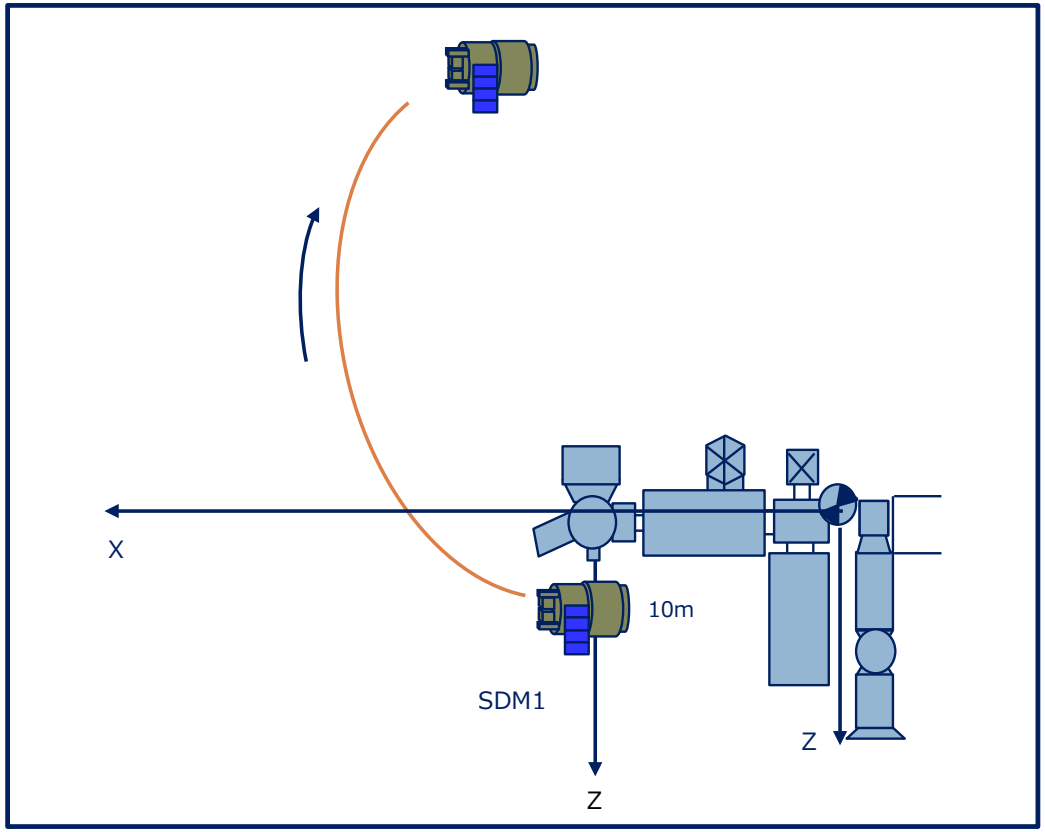
2. HTV-Xの運用概要　～係留（曝露カーゴ移設）フェーズ～

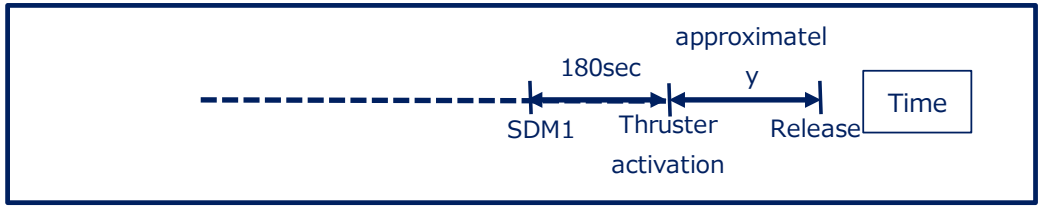


©NASA

- 係留した後に、ISSのロボットアームによって、HTV-Xから曝露カーゴを取り出す。
（図ではHTV-X 1号機において1台の曝露カーゴ（i-SEEP）を取り出す様子を示している。）

2. HTV-Xの運用概要　～ISS近傍運用（ISS離脱）フェーズ～





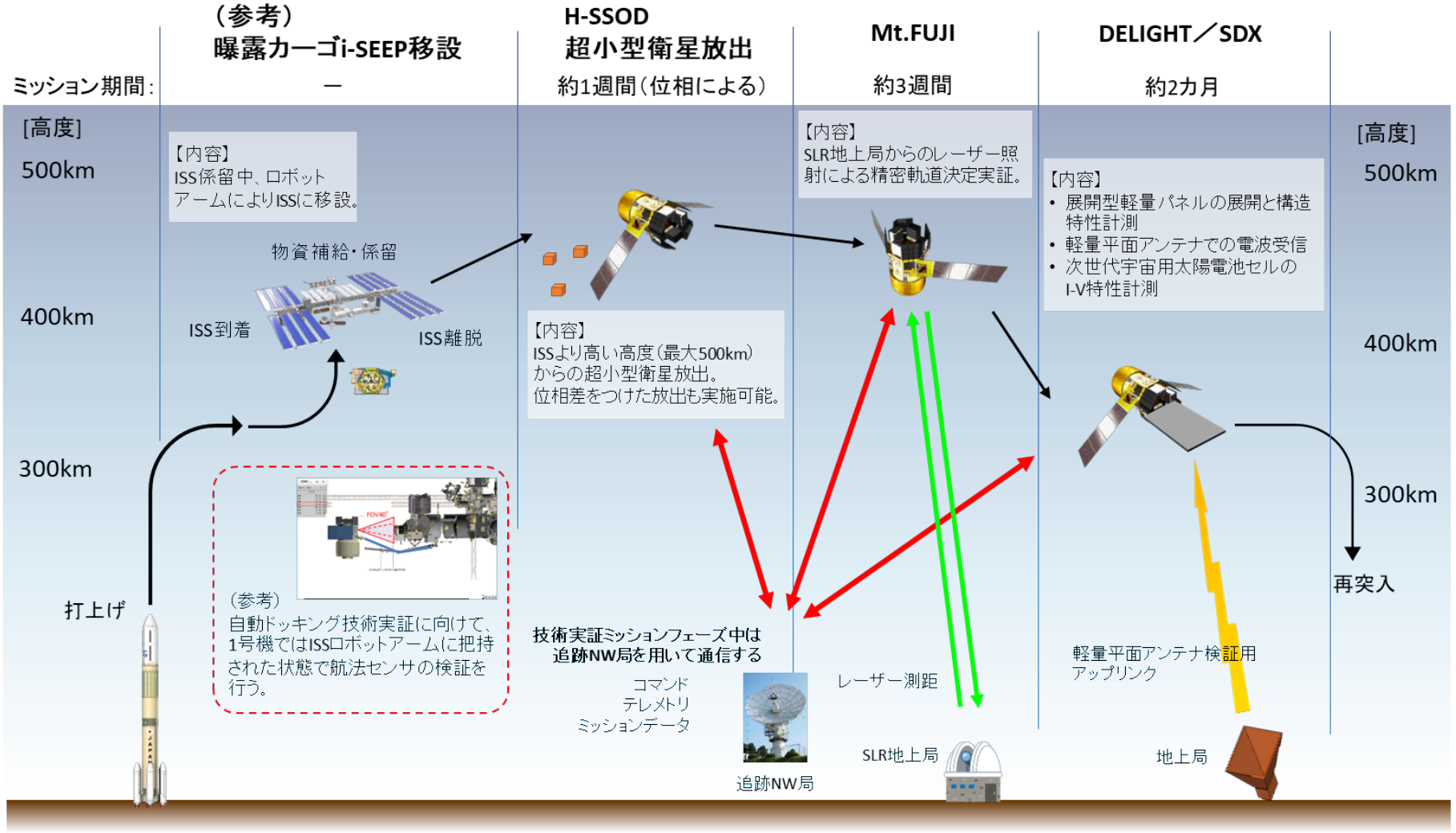
©JAXA/MELCO

近傍運用フェーズ（ISS離脱時）

- HTV-Xの航法系を動作させた状態でHTV-XをSSRMSからリリース。
- リリースを確認後、クルーコマンドによりHTV-Xを制御開始。
- HTV-Xは小さいインパルスマヌーバを1回行い、ISSから離脱していく。

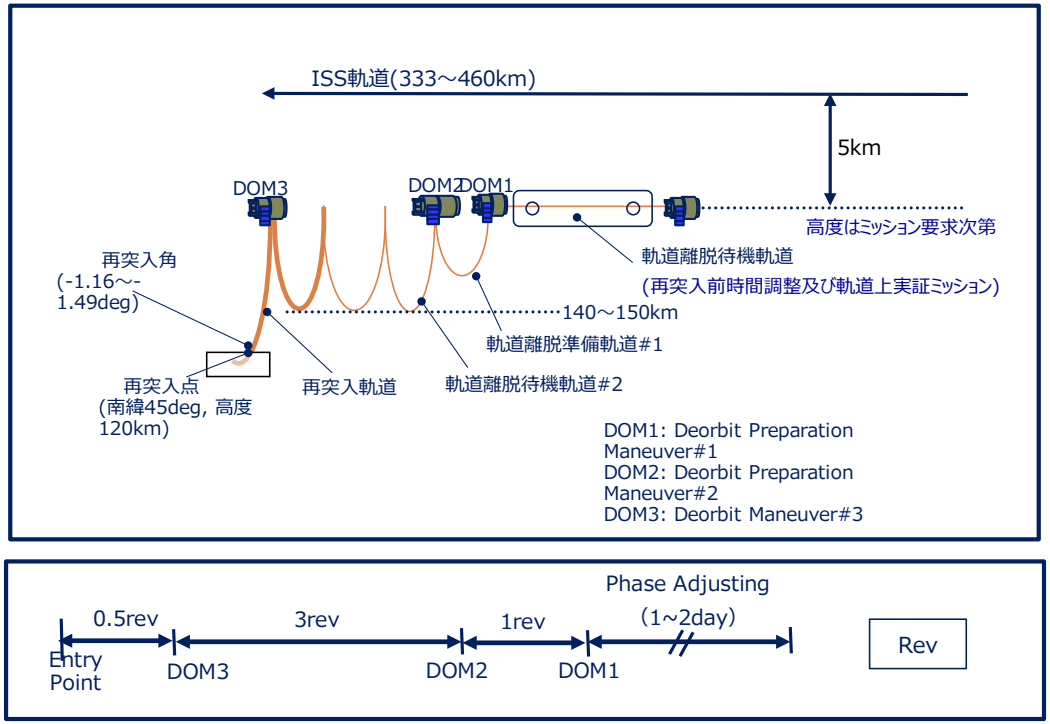
2. HTV-Xの運用概要　～技術実証ミッションフェーズ～

HTV-X 1号機は、ISSからの離脱後、約3か月の技術実証ミッションフェーズにおいて、
3つの技術実証ミッションを実施する。



©JAXA

2. HTV-Xの運用概要　～再突入フェーズ～



©JAXA/MELCO

再突入フェーズ

- 技術実証ミッションフェーズ終了後、ISS下方約5kmの軌道で、地球上に設定した落下地点へ経度方向が一致するまで待機。
- 2回のマヌーバで徐々に近地点高度を下げ、3回目のマヌーバでGPS絶対航法機能を使用し、再突入を実施。

付録2

新型宇宙ステーション補給機初号機（HTV-X1）の係留フェーズに係る安全検証結果について

令和7年7月25日
令和7年9月2日A改訂

国立研究開発法人
宇宙航空研究開発機構

説明者
有人宇宙技術部門 有人システム安全・ミッション保証室
室長　中村　裕広

目次

A改訂更新

1. 概要･目的･････････････････････････････････････P.2
   - 1.1 概要･目的
   - 1.2 適用指針、審査範囲および審査体制
   - 1.3 HTV-Xに対する安全性確認の概要および審査結果

2. HTV-Xハザードレポート一覧････････････････････････P.7
   - HR説明一覧
   - 特記事項
     1) 推進薬の漏洩
     2) バッテリの破裂
3. 基本指針に対するHTV-X初号機の適合性確認結果 ････P.21
4. 運用への準備等･･･････････････････････････････P.32
   - 運用制御合意文書
   - 安全検証追跡ログ

5. 結論･･P.34

1.1 概要・目的

- JAXAは、国際宇宙ステーション（ISS）協力の枠組みに則して、HTV-X初号機のISSへの係留フェーズの安全性について確認・審査を行った。
  主な審査結果は以下のとおり。
  - JAXA/NASA共同有人安全審査会：
    2022年（令和4年）9月12日～2025年（令和7年） 6月18日
    【結論】JAXAとしてHTV-X初号機の安全性を確認した。またISS全体の安全認証に責任を有する立場からNASAは、HTV-X初号機の安全性を確認した（全ハザードレポート（検証結果含む）の承認を完了した）。
  - JAXA安全審査委員会：2025年(令和7年) 6月23日
    【結論】JAXA経営レベルとしてHTV-X初号機に係る有人安全審査会の審議結果を了承した。

＜JAXA内での結論＞

  - JAXAは、HTV-X初号機のISSの係留に関し、所定のプロセスに則してJAXA内安全審査及びNASA安全審査を終了し、その結果、所定の安全対策が安全指針に合致したことを確認した。

- JAXAによる安全審査の妥当性について、評価をお願いする。
  - 安全性確認結果の「宇宙ステーション補給機「こうのとり」（HTV）等物資補給機の運用に係る安全対策の評価のための基本指針への適合性

1.2 適用指針、審査範囲および審査体制 (1/3)

■適用指針

「宇宙ステーション補給機「こうのとり」(HTV)等物資補給機の運用に係る安全対策の評価のための基本指針」を適用する。(以下、「基本指針」という)

■審議範囲

宇宙開発利用部会 調査・安全小委員会(以下、小委員会)での審査範囲はHTV-Xシステムの係留フェーズのみとする。なお、技術実証ミッション、ISSへの補給物資(与圧カーゴ、曝露カーゴ)は審査対象外とする。

■経緯

HTV-Xに関する安全の基本指針改訂、及び審議範囲に関する経緯は以下の通り

- 宇宙開発利用部会(第49回、2019年7月10日)にて、基本指針の改訂が審議され、「宇宙ステーション補給機「こうのとり」(HTV)等物資補給機の運用に係る安全対策の評価のための基本指針」が承認され、以下の通り進めることとされた。
  - ✓ 後続機のHTV-Xを含めるためHTV「等」と修正し、HTV-Xは、HTVと同じ基本指針を評価に用いる。
  - ✓ 宇宙活動法の施行に伴い、小委員会での審査範囲を係留フェーズのみとする(打上げと再突入は内閣府が安全管理を担当)。

1.2 適用指針、審査範囲および審査体制 (2/3)

射場作業

打上げ～
HTV-X分離

分離～
ISS近傍域＊到達

ISS

ISS近傍域

ISS係留中

ISS近傍域

ISS近傍域離脱～
軌道上実証ミッション実施
軌道離脱

軌道離脱
～HTV-X再突入

ISS安全要求: SSP51070（安全プロセス要求SSP30599含む）

有人安全審査会の審査範囲※

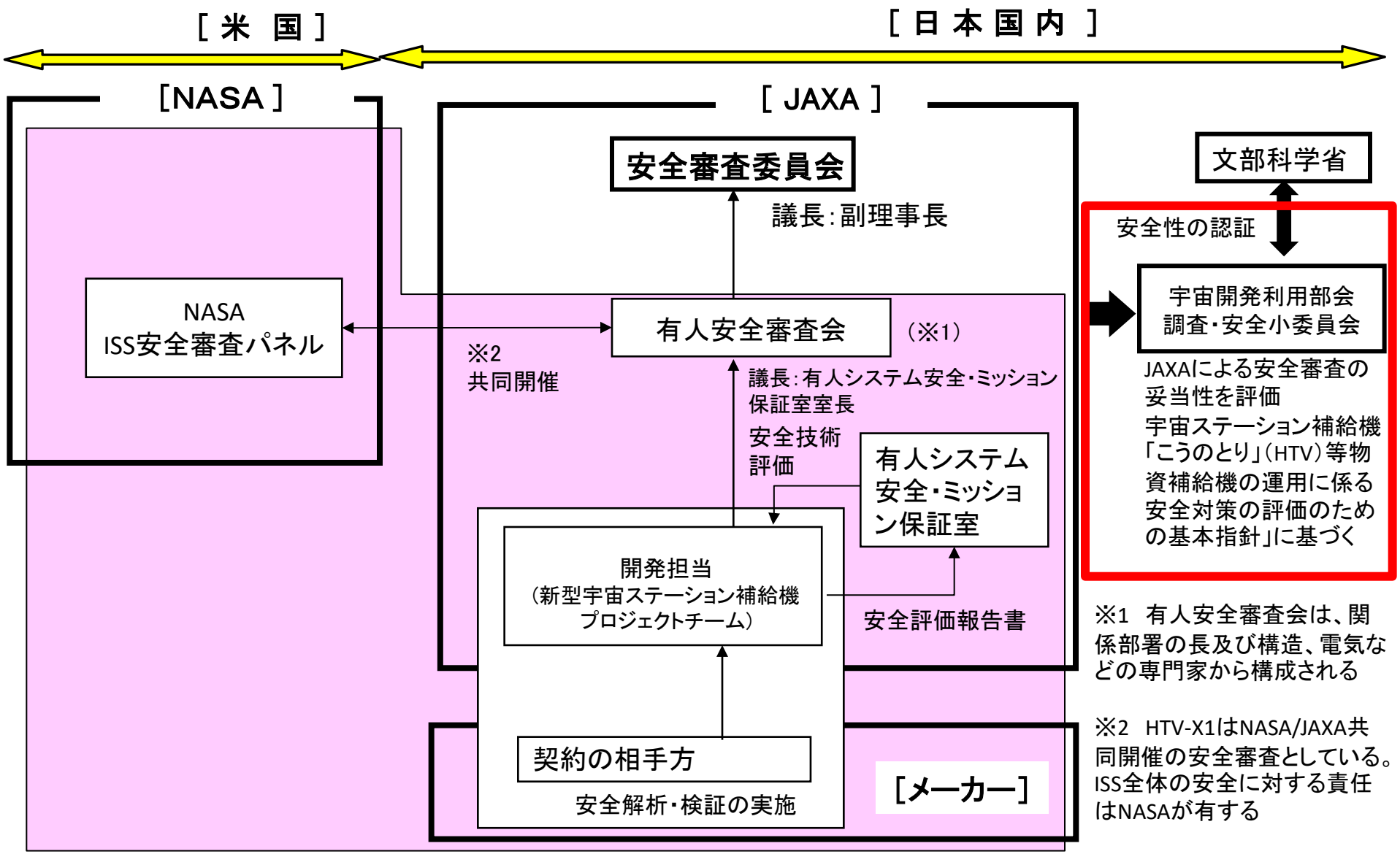
※有人安全審査会/NASA安全審査会の「打上げ～HTV-X分離」の範囲は、ISS安全に係る部分のみ審査範囲
※MOU(国際覚書き)において、NASAはISS全体の安全の責任を所掌（日本は提供機器の安全の所掌）。HTV-XのISS係留中、ISS姿勢異常等のISS全体に係るハザードに関してはNASA統合安全審査の所掌であり、有人安全審査会の範囲外
※HTV-Xに搭載するカーゴははISSへのSafe on arrival（構造等が健全な状態でISSに到着させること）の観点およびISS及び搭乗員に対する安全について打上げから廃棄まで有人安全審査にて評価を行っている。

内閣府
宇宙活動法の範囲

文科省
調査・安全小委員会

内閣府
宇宙活動法の範囲

1.2 適用指針、審査範囲および審査体制 (3/3)



※1　有人安全審査会は、関係部署の長及び構造、電気などの専門家から構成される

※2　HTV-X1はNASA/JAXA共同開催の安全審査としている。ISS全体の安全に対する責任はNASAが有する

1.3 HTV-Xに対する安全性確認の概要および審査結果

■ 安全性確認の概要

以下の作業を実施し、HTV-X初号機の安全性確認および基本指針への適合を確認した。

(1) HTV-Xによって起こりうるハザードをFTA*を基に抽出し、個々のハザードに対して、原因の抽出、制御方法の設定と検証を行った。JAXA/NASAの共同安全審査会により、ハザードの識別、制御及び検証の妥当性を確認した。(2項)

(2) 上記で識別したハザードに対して基本指針の各項目への対応を整理した。(付表-1)

(3) HTV-X初号機に対し、基本指針に対する設計・検証結果を網羅的に確認した。安全確保の方法が基本指針へ適合していることを確認のうえ、安全性が確保されていることを確認した。(3項)

故障の木解析(Fault Tree Analysis):故障の木図を作成し事故原因を分析する手法

■ 審査結果

- HTV-Xは、安全要求に適合しており、全ハザードレポート(Hazard Report:以降、「HR」)18件が承認された。
- 審査会で生じた文書修正等のアクションアイテムは全件完了した。
- 安全検証追跡ログ (SVTL: Safety Verification Tracking Log)* 22件:設定された期日までに完了予定。ログのリストは4項に示す。

*安全検証追跡ログ:種子島宇宙センターにおいてハザード制御の検証結果を確認すべき項目

2. 審査結果概要

A改訂追加

次頁で識別したHTV-XがISS係留中に発生する可能性のハザードに対しては、以下の観点で評価している。

(1) HTV-X与圧モジュール内、ISS船内・船外等でクルーに支障を与えないこと

- 火災（HTVX-0001）、汚染・空気循環停止による空気汚染（HTVX-0002）、空気漏洩による与圧モジュールの減圧（HTVX-0004）、回転体（ファン）の飛散・残存粒子の船内への飛散（HTVX-0011）、感電（0012）、接触温度異常（HTVX-0013）、シャープエッジ等（HTVX-0014）、騒音（HTVX-0015）、退避および隔離（緊急時の退避経路の確保）（HTVX-0016）、レーザによる視覚障害（HTVX-0018）

(2)ISSに対してHTV-Xが悪影響を与えないこと

- 爆発（推進系、バッテリ）（HTVX-0007）、電磁適合性（特に電磁放射）（HTVX-0017）、電源系機器故障（HTVX-0012）

(3)ISSや搭載物、軌道上環境からの影響によって、HTV-Xが問題を発生しないこと

- 構造破壊（他の宇宙機のドッキング時の荷重評価等）（HTVX-0005）、電磁適合性（特に感受性）（HTVX-0017）、内圧上昇による与圧モジュールの減圧（HTVX-0006）、デブリ（0009）

(4)輸送機特有の機能として、推進系を有した状態でISSと結合されることから、推進系がISSに対して悪影響を与えないように配慮すること

- 推薬漏洩による汚染（HTVX-0003）

2. 審査結果概要　ハザード解析結果サマリ

A改訂更新

#	ハザード（※）	制御方法	検証結果	飛行中	係留中
1	火災 （HTVX-0001）	•適切な材料選定 •適切な熱設計（温度モニタによる電力遮断）	•使用材料リストの承認 •解析及び機能試験の実施	-	○
2	汚染（オフガス等） （HTVX-0002）	•適切な材料選定	•使用材料リストの承認 •モジュールレベルのオフガス計測の実施	-	○
	空気循環停止による空気汚染 （HTVX-0002）	•キャビンファンによる適切な空気循環 •キャビンファン異常時のアラートおよびクルー退避	•キャビンファンの機能試験の実施 •キャビンファン回転数異常時のアラート発生に関わる機能試験の実施	-	○
3	推薬漏洩による汚染 （HTVX-0003）	•推薬漏洩に対し3重封入 •運用中にリークチェックを行う •ヒータ制御による推薬凍結防止	•3重封入に関し、図面確認及び検査 •推進系機能試験および漏洩試験の実施 •推進系バルブ動作及び注排弁・スラスタ弁リークチェックを実施 •リークチェックの手順への反映 •ヒータの機能試験の実施	-	○
4	空気漏洩による与圧モジュールの減圧 （HTVX-0004）	•リークパスに対して2重封入 • 排気ラインにはシリーズでバルブを設置 •3つのインヒビットによりバルブ誤動作防止 •万が一漏洩したとしても、搭乗員が退避する時間を確保できる設計	•2重封入に関し、図面確認および検査 •漏洩試験の実施 •バルブ動作の機能試験 •クルーが安全に退避できることの解析の実施	-	○
5	構造破壊 （HTVX-0005）	•ISS構造設計基準に適合した強度設計 •適切な材料選定 •破壊管理実施	•構造解析の実施 •音響試験、静荷重試験等の実施 •材料工程リストの承認 • 破壊管理解析の審査、非破壊検査の実施 係留中においては、与圧モジュールや太陽電池パネルについて、軌道上荷重や他輸送機の外乱に対する強度評価を実施	○	○

（※）カッコ内はハザードレポート番号を示す。

飛行中：打上げから飛行中に適用されるハザード
係留中：ISS係留中に適用されるハザード

2. 審査結果概要　ハザード解析結果サマリ

A改訂更新

	ハザード	制御方法	検証結果	飛行中	係留中
6	内圧上昇による構造破壊 （HTVX-0006）	• 最大設計圧力の設定 • リリーフ機能によるキャビン圧力制御 • 適切な材料選定 • 破壊管理実施	• 最大設計圧力解析の実施 • キャビン圧力制御に関わるリリーフ機能試験の実施 • 材料工程リストの承認 • 破壊管理解析の審査、非破壊検査の実施 • 係留中に熱環境や搭載カーゴであるガスボトルからのリークによる過加圧が発生した場合は、リリーフ機能によって安全化を行う。なお、ハッチが開いている間はISS側に制御を委ねている。	○	○
7	爆発（推進系、バッテリ） （HTVX-0007）	（推進系） • 最大設計圧力の設定および圧力制御デバイス（レギュレータ等）の装備 • 燃料及び酸化剤蒸気の混合防止 • スラスタの強度設計、運用中のリークチェック • ヒータ故障検知及び冗長系ヒータへの移行 （バッテリ） • セル間の空間確保等、熱暴走の防止設計 • 内部短絡、外部短絡、過充電、過放電への対応、適切なヒータ制御	（推進系） • 最大設計圧力解析の実施、圧力制御デバイスの単体試験、推進系耐圧試験の実施 • 遮断弁・逆止弁の受入試験、推進系機能試験の実施 • スラスタ動作試験、漏洩試験の実施 • ヒータ制御に関わる機能試験の実施 （バッテリ） • セル熱暴走試験の実施 • セルスクリーニング・バッテリ制御系の機能試験の実施 • 係留中は、燃料及び酸化剤蒸気の混合を防止するための機構を冗長で有し、ガス供給系の遮断弁は常時閉じるようにしている。 • 係留中も、地上から推進系の圧力、バッテリの電力や温度を常時確認している。	○	○

2. 審査結果概要　ハザード解析結果サマリ

A改訂更新

	ハザード	制御方法	検証結果	飛行中	係留中
8	ISSへの衝突 （HTVX-0008） （注）HTV-0008は主にISS近傍域での飛行に関するHRであるが、ISSへの接近・離脱は基本指針の適用範囲外	• 計算機は3系統有し、故障時は、自動で冗長系へ移行 • 推進系は3系統有し、故障時は、自動で冗長系へ移行 • 電源系は2系統有し、十分余裕のあるバッテリ容量を選定。自動で故障判断と故障分離 • センサは冗長設計とし、自動で故障判断と該当機器の分離 • センサ・ソフトウエアの共通原因故障の発生時は、アボート実施 • 太陽電池パネル（SAP：Solar Array Panel）が展開したことをヒンジステータス、カメラで確認 • ISS衝突を防ぐため、2故障発生時はアボート実施	• 計算機の故障検知・分離・回復（FDIR：Fault Detection, Isolation and Recovery）に関する機能試験の実施、計算機単体試験、ソフトウエア試験の実施 • 推進系のFDIRに関する機能試験の実施、推進系構成機器の単体試験の実施 • 電源系　機能試験、FDIR試験、バッテリ容量の解析等の実施 • センサの自己診断機能、FDIR機能試験の実施 • SAPのモニタ機能の試験の実施 • アボートに関わるモンテカルロ解析の実施	○	-
9	隕石・スペースデブリ衝突 （HTVX-0009）	• 与圧モジュールに対し、アルミ製バンパの設置 • HTV-X全体の非貫通確率（99.6%、540日間）が要求値内となる設計とする。	• 検査およびバンパの要素試験の実施 • 非貫通確率解析の実施	-	○
10	機器の誤放出による衝突 （HTVX-0010）	• 適切な構造機構設計 • 3つのインヒビットの設置により誤動作防止	• 構造解析および環境試験、機能試験の実施 • 保持解放機能の機能試験の実施 • 係留中においては、保持解放機能を操作することなく、インヒビットが有効であることを確認している。	○	○
11	回転体（ファン）の飛散 （HTVX-0011）	• 適切な材料選定 • ハウジングによる飛散防止	• 使用材料リストの承認 • 検査の実施	-	○
	残存粒子の船内への飛散 （HTVX-0011）	• 清浄度管理の実施 • 初入室時には一定時間の換気と、ゴーグルとマスクを装着する手順とする。	• 清浄度管理の実施結果の確認 • 初入室時の手順の確認	-	○

2. 審査結果概要　ハザード解析結果サマリ

	ハザード	制御方法	検証結果	飛行中	係留中
12	感電 （HTVX-0012）	•電源コネクタの着脱前の上流の電源OFF •ISS基準を満足するコネクタ選定	•電源OFF手順の確認 •適切なコネクタが選定されていることの検査	-	○
	電源系機器故障 （HTVX-0012）	• ISS基準を満足するワイヤサイズの選定、と過電流保護機能の設置 •ISS基準を満足する電気設計（ボンディング・グランディング設計と絶縁処置）の実施	• ワイヤサイズの解析、過電流保護機能の設置に関する図面確認及び検査の実施 •ボンディング、グランディングの検査および絶縁検査の実施	-	○
13	接触温度異常 （HTVX-0013）	•接触可能な温度範囲内になるように熱設計の実施 •ヒータ温度異常時に接触前の電源遮断及び冷却時間の設定（小動物向けのヒータシステム）	•熱解析の実施 •温度異常の検知に関わる機能試験の実施	-	○
14	シャープエッジ等 （HTVX-0014）	•ISS基準を満足するようにシャープエッジ等の除去 •基準を満たさないものはカバーを設置 •ISSの船外活動領域内に入る機器のうち、要求を満たせないCCU（キャビン制御装置）／インタフェースリング／Mt.Fuji等は、接触禁止エリアを設定	•図面確認及び現品検査の実施 •保護カバー施工手順の確認 •接触禁止エリアの設置に関する手順の確認	-	○
16	退避および隔離（緊急時の退避経路の確保）不能 （HTVX-0016）	•船内活動時も含め、搭乗員退避に必要な経路の確保 •緊急時のライトや非常口サインの設置 •隣接モジュールからの警告･警報音が、HTV-X内でも認識できる設計	•適切な経路確保を図面で確認 •解析により退避を妨げる船内活動がないことを確認 •ライト、非常口サインの現品確認 •警告警報音に関する解析の実施	-	○

2. 審査結果概要　ハザード解析結果サマリ

A改訂更新

	ハザード	制御方法	検証結果	飛行中	係留中
17	電磁適合性 （HTVX-0017）	•感受性の要求に対し、HTV-Xの機器が誤動作しない設計 •HTV-Xから発生する放射/伝導ノイズが、他の機器を誤作動させないよう要求値内となる設計 •ISSの船外活動中にアンテナ付近には立ち入らないよう禁止エリアを設定	•電磁適合性解析及び電磁干渉試験の実施 •立ち入り禁止エリアの設置に関する手順の確認 •係留中の状態においても、ISSとHTV-Xの双方に電磁干渉を受けないことを試験にて確認している。 •係留中は電波放射の元となる送信機の電源を遮断し、船外活動中の宇宙飛行士とアンテナ間は安全な距離を確保する運用計画を設定した。	○	○
18	レーザーによる視覚障害 （HTVX-0018）	•ANSI標準に適合するレーザー機器（LIDAR）の選定 •係留中の3つのインヒビットによる不意のレーザー発光防止 •HTV-X接近中に船外活動を計画・実施しない	•LIDARの仕様確認 •レーザー強度解析の実施 •インヒビットの機能試験の実施 •LIDARの電源OFFに関する手順の確認	-	○

2. 審査結果概要　ハザード解析結果サマリ

A改訂追加

HTVとHTV-Xの係留中に関する設計および運用の違いにより、発生しうるハザードに対しては以下のように識別し、安全対策を実施している。

#	ハザード（※）	係留中に関する設計および運用の差異	安全解析の差異
1	火災 （HTVX-0001）	なし	なし
2	汚染（オフガス等） （HTVX-0002）	• 与圧モジュールのキャビンファンを変更し、駆動回路に電解液を含むキャパシタを使用した。 • 小動物搭載のためのCO2吸着剤および乾燥剤を追加した。	• 電解液および毒性物質の漏洩のハザードを新規に識別したが、毒性評価を行い、安全要求に適合していることを確認した。またフライト品の健全性も試験で確認した。
	空気循環停止による空気汚染 （HTVX-0002）	なし	なし
3	推薬漏洩による汚染 （HTVX-0003）	なし	なし
4	空気漏洩による与圧モジュールの減圧 （HTVX-0004）	なし	なし
5	構造破壊 （HTVX-0005）	• HTV-Xでは全般、構造設計を変更しているが、特に展開型の太陽電池パドルを新規に搭載した。 • キャプチャバーシングはHTVと同様である。	• 展開状態の太陽電池パドルについて外乱や軌道上荷重に対する強度評価、機械的な干渉の有無を解析、試験で確認した。 • キャプチャバーシングについてはHTVにおいてこれまで実績のある方式であり、その実績を活用することで方式としては十分安全を確保することができる。
6	内圧上昇による構造破壊 （HTVX-0006）	• サービスモジュールの熱制御に用いるヒートパイプを追加した。	• 圧力コンポーネントとして識別し、Leak Before Burst設計（破裂する前に漏洩させる）であることを解析および試験で検証した。

（※）カッコ内はハザードレポート番号を示す。

2. 審査結果概要　ハザード解析結果サマリ

A改訂追加

	ハザード	係留中に関する設計および運用の差異	安全解析の差異
7	爆発（推進系、バッテリ） （HTVX-0007）	• 1次電源が不要となり、ISS係留中に2次電池を充電する設計とした。	• ISS系統による過充電による熱暴走に対して、セル毎に電圧をモニタするとともに、異常時は自動停止する機能を試験、解析で確認した。 • ISS係留中の過放電による熱暴走については、地上からの電圧モニタの他、異常時は自動電力削減機能に切り替わる設計を試験、解析で確認した。
8	ISSへの衝突 （HTVX-0008）	適用範囲外 （主にISS近傍域での飛行に関するHRであるため）	適用範囲外 （主にISS近傍域での飛行に関するHRであるため）
9	隕石・スペースデブリ衝突 （HTVX-0009）	• バンパの設計に変更はない、ただし、係留期間の長期化に伴い、非貫通確率が変更となった。	• 非貫通確率解析を実施し、要求値内であることを確認した。
10	機器の誤放出による衝突 （HTVX-0010）	• ISSでロボットアームでキャプチャされる際の把手および分離機構となるPVGF（Power and Video Grapple Fixture）に変更し、把持中にロボットアームから給電を受けることが可能となった。HTVでは電力供給を受けるための機能を持たないFRGF（Flight Releasable Grapple Fixture）が取り付けられていた。	• 分離に係る安全制御の変更はない
11	回転体（ファン）の飛散 （HTVX-0011）	なし	なし
	残存粒子の船内への飛散 （HTVX-0011）	なし	なし

2. 審査結果概要　ハザード解析結果サマリ

A改訂追加

	ハザード	係留中に関する設計および運用の差異	安全解析の差異
12	感電 （HTVX-0012）	•HTV-Xに対しPVGFおよびISS Node2からの同時給電の安全化のためジャンパーコネクタを追加	•軌道上で宇宙飛行士がジャンパーコネクタを着脱する運用制御を追加した。 •コネクタが安全要求を満たしていることを検査で確認した。
	電源系機器故障 （HTVX-0012）	•1次電源が不要となり、ISS係留中に2次電池を充電する設計とした。	•ISS電源系へ故障伝搬の観点で、安全制御の変更はない
13	接触温度異常 （HTVX-0013）	なし	なし
14	シャープエッジ等 （HTVX-0014）	なし	なし
15	騒音 （HTVX-0015）	なし	なし
16	退避および隔離（緊急時の退避経路の確保）不能 （HTVX-0016）	なし	なし
17	電磁適合性 （HTVX-0017）	なし	なし
18	レーザーによる視覚障害 （HTVX-0018）	•HTV-Xでは新規に開発した相対航法センサのLaser ClassがHTVとは異なる。	•ISS係留中に相対航法センサのレーザ放射に対して、インヒビット機能の試験検証を実施した。 •ISSの宇宙飛行士の視認範囲に対して、HTV-Xの相対航法センサの幾何学的な位置関係が危険な範囲にないことを確認した。

2. 審査結果概要　特記事項

■ HTV-X特有および輸送機として検討すべきハザードのうち、特にISS係留フェーズにおいて注意を要するものとして以下の2つの事項について説明する。

1）推進薬の漏洩

ハザード:　HTV-Xの推進系からの推進薬の漏洩による爆発

制御:　-推薬漏洩に対する3重封入

2）バッテリの破裂

ハザード:　HTV-Xの電池が熱暴走することによる破裂・発火

制御:　-内部短絡、外部短絡、過充電、過放電への対応、適切なヒータ制御

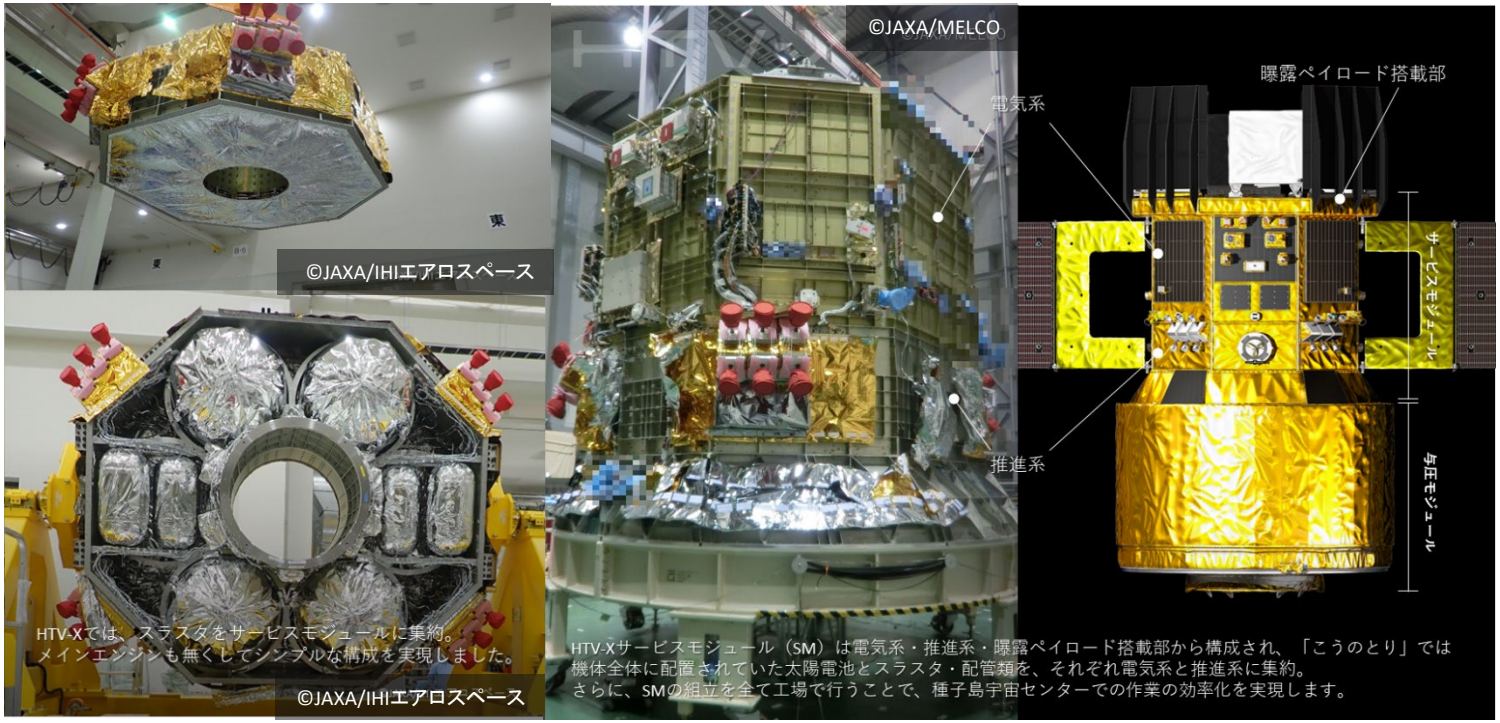
-隣接するセルへの熱伝搬の抑制

2. 審査結果概要　特記事項
1）推進薬の漏洩

ハザード概要：

ISS係留中にHTV-Xの推進系からの推進薬の漏洩による船外服への汚染もしくは爆発

- HTV-Xの推進薬（モノメチルヒドラジン：MMH）及び酸化剤（四酸化二窒素：NTO）は人体には有害であるため、船外活動中のクルーに付着し船内に持ち込みにより汚染される可能性がある。
- ISS係留期間中の推薬遮断弁からの微少な漏洩がスラスタに堆積し推薬が凍結し、その後離脱時に爆発する可能性がある。



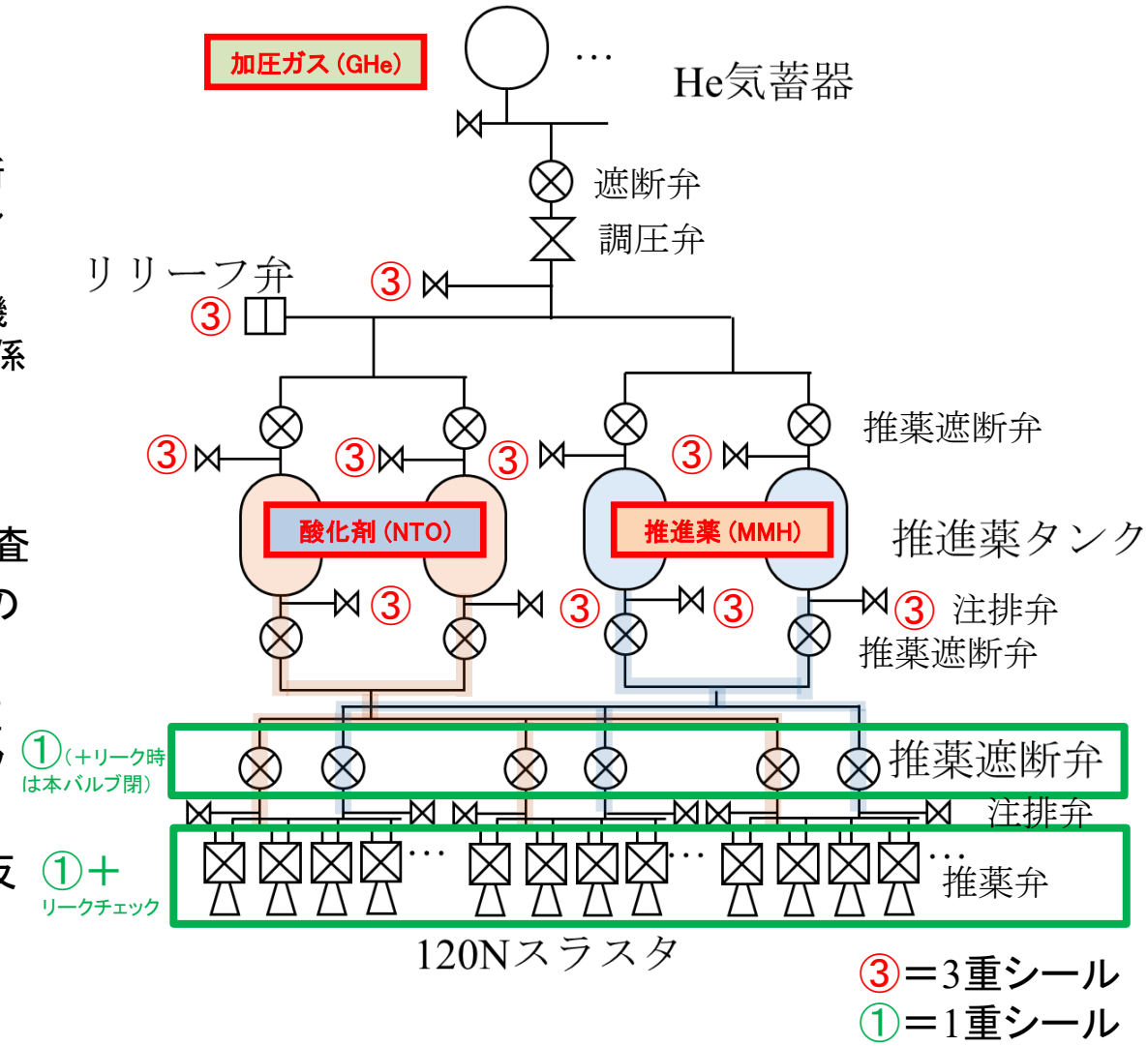
2. 審査結果概要　特記事項
1）推進薬の漏洩

制御方法：(推薬漏洩防止に対して)

- 推薬漏洩に対し3重封入
  - 推薬弁からの漏洩に対しては、遮断弁および推薬弁で3重以上のシールを有する
  - 設計上3重シールが施工できない機器(遮断弁、推薬弁等)については、係留前にリークチェックを行う

検証結果：

- 3重封入に関し、図面確認及び検査
- 推進系機能試験および漏洩試験の実施
- 推進系バルブ動作及び注排弁・推薬弁(スラスタバルブ)リークチェックを実施
- 飛行中リークチェックの手順への反映



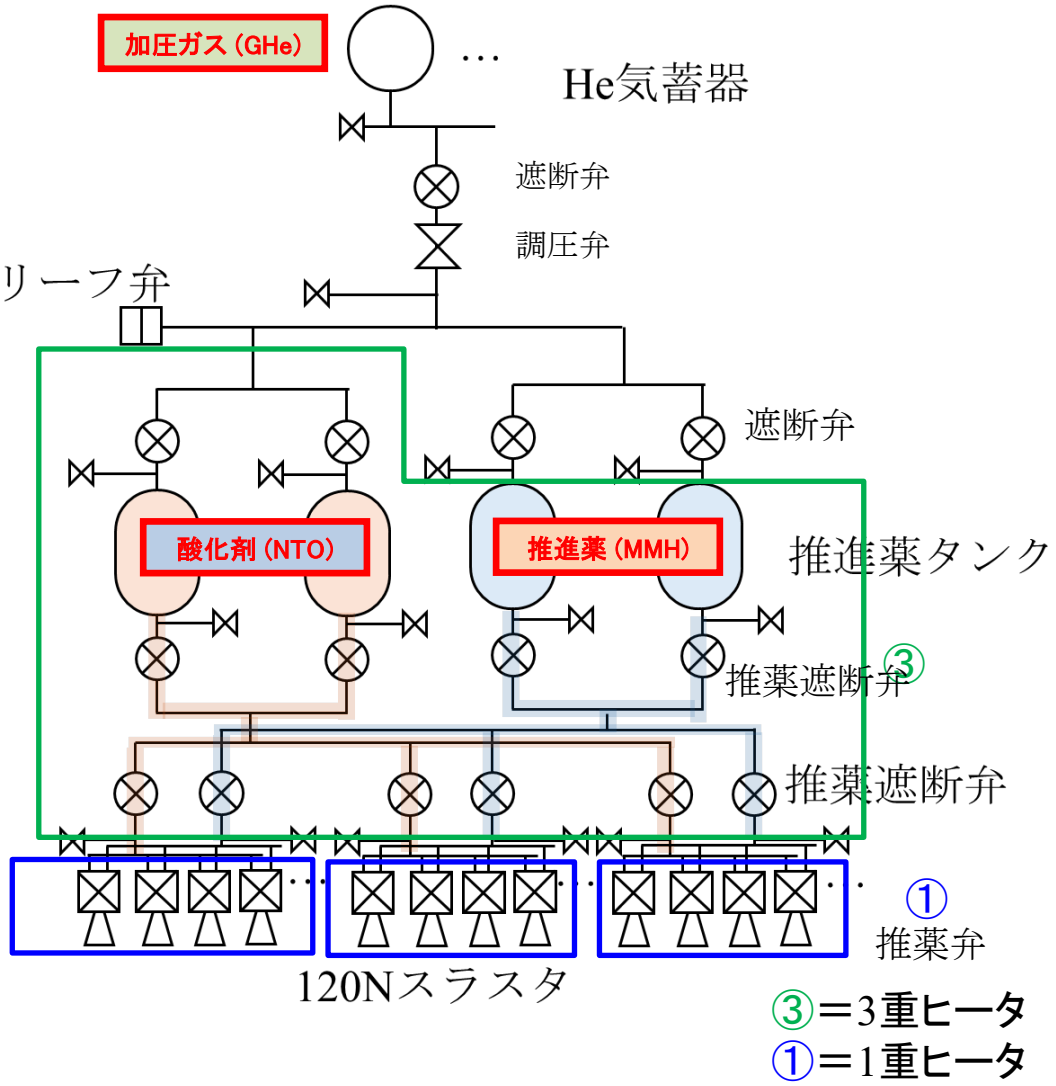
2. 審査結果概要　特記事項
1）推進薬の漏洩

制御方法：(凍結防止に対して)

- 推薬凍結防止に対し3重のヒータ制御を行う。
  - 設計上1重ヒータとなる推薬弁(スラスタバルブ)は係留中は閉じており運用しない。
  - 係留中にヒータ故障発生時は地上から冗長ラインに切り替える運用制御を行う。

検証結果：

- 3重ヒータ及びライン冗長設計による2故障許容設計の図面確認及び検査
- ヒータ性能の機能試験の実施
- 冗長ラインに切り替える運用制御の手順への反映



2. 審査結果概要　特記事項
2）バッテリの破裂

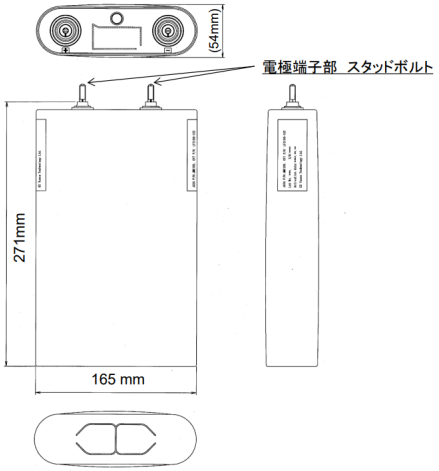
ハザード概要：

HTV-Xの電池が熱暴走を起こし破裂・発火する。バッテリの熱暴走の原因として以下が想定される。

—セルの内部短絡、外部短絡、過充電によるセルの内部の温度上昇

—過放電後の再充電によるセルの内部の温度上昇

—不適切な熱制御によるセルの内部の温度上昇



バッテリセル

制御方法：

（セル自身の熱暴走に対する制御）

- 内部短絡、外部短絡、過充電、過放電防止設計および適切なヒータ制御

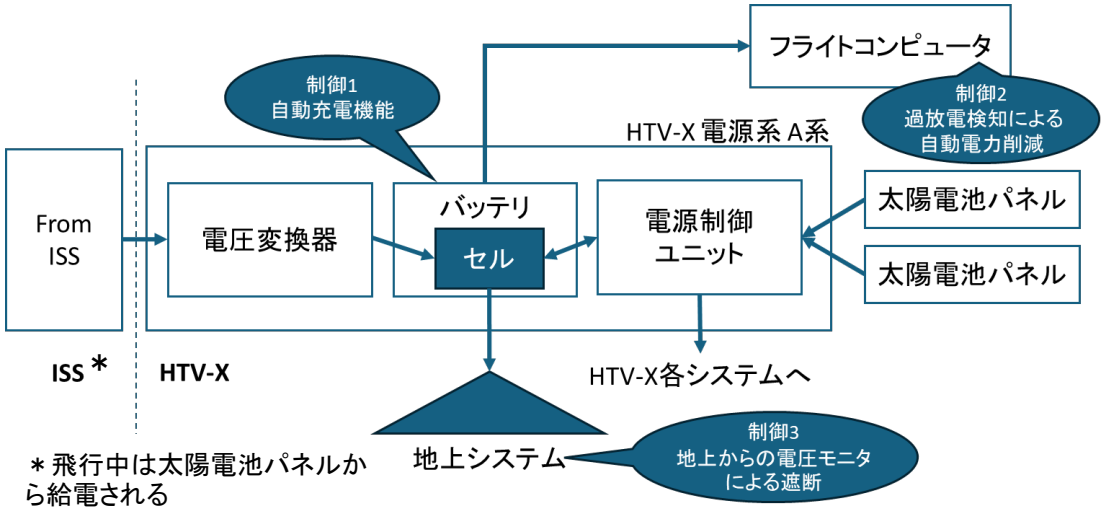
（熱暴走伝搬に対する制御）

- 隣接するセルへの熱伝搬の抑制

検証方法：

以下により適切に制御されることを確認した。

- セル熱暴走試験の実施
- セルスクリーニング・バッテリ制御系の機能試験の実施



HTV-X電源系　制御図 (過放電防止制御の例)

3. 基本指針に対するHTV-X初号機の適合性評価結果

「宇宙ステーション補給機（HTV）等物資補給機の運用に係る安全対策の評価のための基本指針」に対する評価結果を示す。詳細は付表-1参照。

基本指針項目	HTV-X号機の適合性評価結果	関連するHR番号
1. 目的及び位置付け	• 基本指針に基づきHTV-Xの安全性を確認した。	なし（定義項）
2. 適用範囲	• HTV-Xの安全性確認結果は宇宙開発利用部会調査・安全小委員会に報告する。	なし（定義項）
3. 基本的な考え方 （1）安全確保の対象 （ISS及び搭乗員）	• HTV-Xを評価し、ハザード源を新たに識別し、ハザードの制御方法およびその検証結果が妥当であることを確認した。	HR全般
（2）安全確保の方法 （ハザードの除去、リスク最小化、安全装置の不可）		
（3）有人活動の特殊性への配慮 （火災等からの搭乗員保護等）	• HTV-Xは有人活動の特殊性に配慮した設計を行っている。	なし（定義項）

3. 基本指針に対するHTV-X初号機の適合性評価結果

「宇宙ステーション補給機（HTV）等物資補給機の運用に係る安全対策の評価のための基本指針」に対する評価結果を示す。（つづき）

基本指針項目	HTV-Xの適合性評価結果	関連するHR番号
4. 宇宙環境対策 (1)自然環境からの保護 ア　隕石・スペースデブリ	• デブリバンパを取り付け、貫通防御対策が実施されていることを確認した。またデブリが貫通しない確率を解析評価した。	HTVX-0009
イ　宇宙放射線 （放射線により性能劣化、搭乗員の被爆モニタ等）	• 安全に関わる機器の耐放射線性も対策が講じられていることを放射線解析書、放射線試験報告書等で確認した。 • また、搭乗員の被爆量はモニタし、被ばく量を管理される運用となっていることを確認した。	なし
ウ　高真空、微小重力等 （特殊宇宙環境からの機器保護）	• 高真空環境の構造の健全性および搭乗員の接触部の温度に問題ないこと等について試験・解析にて確認した。	HTVX-0004 HTVX-0006※ HTVX-0013
(2)誘導環境からの保護 ア　打上げ時の誘導環境 （打上げ荷重に対する構造安全）	• H3ロケットを考慮した振動・加速度・音響・圧力等の諸条件に対して十分構造強度を有していることを確認した。	HTVX-0005※

※打上げ～ISS離脱に渡る評価にてISS係留期間の評価を包絡

3. 基本指針に対するHTV-X初号機の適合性評価結果

「宇宙ステーション補給機（HTV）等物資補給機の運用に係る安全対策の評価のための基本指針」に対する評価結果を示す。（つづき）

基本指針項目	HTV-Xの適合性評価結果	関連するHR番号
4. 宇宙環境対策 (2)誘導環境からの保護 イ　軌道上の誘導環境 (ア) 雰囲気空気 (HTV-X 内の雰囲気環境の維持)	• HTV-X与圧モジュール内に設置したファンにより係留中はISSとの空気循環が行われ、ファン停止時には搭乗員が安全な区画に退避するまでの時間内に二酸化炭素濃度が危険なレベルにならないことを解析で確認した。 • HTV-Xの構成物質に対しオフガス濃度が許容範囲内である材料で設計されていることを確認した。なお、射場にてオフガス試験結果を確認する計画である。	HTVX-0002
(イ) 汚染 (HTV-X機器からの有毒ガス等の制限)		
(ウ)振動、音響、電磁波 (HTV-X機器からの振動、音響、電磁波防止)	• 空調ダクト、ノズル等から発生する騒音がISSの設計基準以下であることを解析、試験にて確認した。 • 有害な電磁干渉がないことを機器レベルからシステム全体にわたり電磁適合性試験により確認した。	HTVX-0015 HTVX-0017※

※打上げ～ISS離脱に渡る評価にてISS係留期間の評価を包絡

3. 基本指針に対するHTV-X初号機の適合性評価結果

「宇宙ステーション補給機（HTV）等物資補給機の運用に係る安全対策の評価のための基本指針」に対する評価結果を示す。（つづき）

基本指針項目	HTV-Xの適合性評価結果	関連するHR番号
4. 宇宙環境対策 (3)軌道上環境等の保全 (HTV-Xからの廃棄物、投棄物防止)	• HTV-Xに搭載する機器等の誤放出を防止するための3つのインヒビットが適切に機能することを試験で確認した。 • スラスタバルブが意図せず開放し推進薬が漏洩することを防止するために3つのインヒビットが適切に機能することを試験で確認した。	HTVX-0003 HTVX-0010※
5. 構造及び材料 (1)構造 ア　設計 イ　強度及び剛性	• 打上げ・軌道上・帰還の定常運用における全ての荷重モードに対して、十分な剛性・静強度・疲労強度を持つよう設計し、構造解析、試験によって確認した。 • また、HTV-X与圧モジュール隔壁を含む圧力容器は、破裂の危険性に対し十分な安全性を確保した設計であることを解析、試験で確認した。	HTVX-0005※ HTVX-0006※ HTVX-0007※

※打上げ～ISS離脱に渡る評価にてISS係留期間の評価を包絡

3. 基本指針に対するHTV-X初号機の適合性評価結果

「宇宙ステーション補給機（HTV）等物資補給機の運用に係る安全対策の評価のための基本指針」に対する評価結果を示す。（つづき）

基本指針項目	HTV-Xの適合性評価結果	関連するHR番号
5. 構造及び材料 (2)材料 (HTV-Xからの可燃性、有害ガス防止)	• 使用材料リストを確認し、非金属材料には不燃性・難燃性で、有害ガスの発生が極めて少ない材料あることを確認した。 • また、十分な強度をもつ構造部材を使用していること、推進系には燃料及び酸化剤への化学的耐性を考慮した構成材料が選定されていることを確認した。	HTVX-0001 HTVX-0002 HTVX-0007※ HTVX-0009
6. 推進 (ISS係留中の推薬漏洩、爆発防止等)	• 係留中不意な作動をしないことを解析・試験にて確認した。	HTVX-0003 HTVX-0007※ (HTVX-0008)※※
7. 誘導・制御 (ISS係留中の予期せぬ誘導系動作防止)	• 係留中不意な作動をしないことを解析・試験にて確認した。	(HTVX-0008)※※

※打上げ～ISS離脱に渡る評価にてISS係留期間の評価を包絡

※※ISS係留期間は不意に作動しないことを評価

3. 基本指針に対するHTV-X初号機の適合性評価結果

「宇宙ステーション補給機（HTV）等物資補給機の運用に係る安全対策の評価のための基本指針」に対する評価結果を示す。（つづき）

基本指針項目	HTV-Xの適合性評価結果	関連するHR番号
8. 電力 （運用期間中の安全機器への電力供給）	• 係留中に使用されるISSからの120V電源供給ラインが冗長構成となっており、ISSからの給電が停止した場合でもリチウムイオン電池からの電力供給が可能であることを電力リソース解析、試験にて確認した。 • また、電源系や電池の故障に対しても冗長化等で防止していることを検査・試験にて確認した。	HTVX-0007※
9. 安全・開発保証 (1)安全性 （安全システムへの故障許容）	• 冗長設計またはインヒビット設計により故障許容設計がとられていることを確認した。	HR全般
(2)信頼性 ア システムの独立性 （冗長系の独立性）	• 安全に関わるシステムは各系統を冗長設計とし、かつ各要素を独立させていることを確認した。	HR全般

※打上げ～ISS離脱に渡る評価にてISS係留期間の評価を包絡

3. 基本指針に対するHTV-X初号機の適合性評価結果

「宇宙ステーション補給機（HTV）等物資補給機の運用に係る安全対策の評価のための基本指針」に対する評価結果を示す。（つづき）

基本指針項目	HTV-Xの適合性評価結果	関連するHR番号
9. 安全・開発保証 (2)信頼性 イ　故障検知 （安全システムの自動故障検知）	• 誘導制御計算機は故障検知・分離・回復（FDIR）機能を有することを解析・試験にて確認した。	HR全般
ウ　自律性の確保 （地上管制が受けられない場合の安全確保）	• 地上からの通信が途脱した場合でもISSからのコマンドもしくは自己故障検知機能により安全化処置可能なことを試験にて確認した。なお、HTV-X誘導制御系については1故障時運用継続が可能である。	HR全般
エ　自動機能に対するオーバーライド （安全システムに関する自動機能のオーバーライド）	• 軌道上の搭乗員、地上要員のいずれでもオーバーライドが可能である。意図せぬオーバーライド防止のため、搭乗員の独立な2つの動作が設定されていることを試験により確認した。	HR全般
(3)保全性 （安全システムの保全性の確保）	• JEMに搭載されている近傍域通信システム（PROX）、与圧モジュール内の通信機器は交換可能である。	HR全般

3. 基本指針に対するHTV-X初号機の適合性評価結果

「宇宙ステーション補給機（HTV）等物資補給機の運用に係る安全対策の評価のための基本指針」に対する評価結果を示す。（つづき）

基本指針項目	HTV-Xの適合性評価結果	関連するHR番号
9. 安全・開発保証 (4)品質保証 （製造管理、検証記録の保存等）	• 安全上重要な機能について性能等を満足していることを確認するため、試験・解析・検査による検証を実施し、記録類、解析書、試験データ、評価結果等のエビデンスの確認を通して、検証の妥当性を確認した。	HR全般
10. 人間・機械系設計 (1)搭乗員の保護 （搭乗員が接触する部位への外傷、火傷、感電の防止）	• 回転機器は破片飛散を防ぐ設計、搭乗員が接触する可能性のある箇所はISS共通の安全要求に従って、角・鋭利端部に丸みを持たせ、挟み込まれる可能性がある箇所は接触禁止領域（No Touch Area）を設定した。 • 高温・低温部、感電防止も要求に従い、適切な設計や手順の設定が実施されていることを確認した。	HTVX-0011 HTVX-0012 HTVX-0013 HTVX-0014 HTVX-0016

3. 基本指針に対するHTV-X初号機の適合性評価結果

「宇宙ステーション補給機（HTV）等物資補給機の運用に係る安全対策の評価のための基本指針」に対する評価結果を示す。（つづき）

基本指針項目	HTV-Xの適合性評価結果	関連するHR番号
10. 人間・機械系設計 (2)誤操作等の防止	• ハザーダスコマンドについては所定の手順で管理している。	HR全般
(3)共通化 （安全システムの表示ISS統一化）	• ISS全体の安全に関わるHTV-Xの構成要素は、警告・警報・火災検知・避難・非常操作・緊急処置等、原則としてISS構成要素との間で共通化、標準化されていることを確認した。	HTVX-0001 HTVX-0016
(4)異常等への対処	• 地上の管制チームがHTV-Xを監視し、地上からのコマンドで安全化を行うことを試験・手順書で確認した。	HR全般

3. 基本指針に対するHTV-X初号機の適合性評価結果

「宇宙ステーション補給機（HTV）等物資補給機の運用に係る安全対策の評価のための基本指針」に対する評価結果を示す。（つづき）

基本指針項目	HTV-Xの適合性評価結果	関連するHR番号
11. 緊急対策 (1)緊急警報 （緊急時の搭乗員への通知手段等）	• HTV-Xには緊急警報を発出する機能はないが、火災は煙センサにて検知され、ISS内に警告・警報が発せられることを試験にて確認した。 • ISS係留中のHTV-X与圧モジュール内の減圧はISSにより監視、警告・警報が発せられ、搭乗員が退避する時間が確保されていることを解析にて確認した。 • 汚染の異常がISSにより検知した場合は、ISS内に警告・警報が発せられる。	HTVX-0001 HTVX-0002 HTVX-0004
(2)アクセス （緊急時の手順書、通路の確保等）	• ISS係留後、可搬式消火器がISS側よりHTV-Xに移設されることを確認した。 • 通路にはハンドレール等が設置され、搭乗員の通路が確保されていることを艤装図、解析で確認した。	HTVX-0001 HTVX-0016

3. 基本指針に対するHTV-X初号機の適合性評価結果

「宇宙ステーション補給機（HTV）等物資補給機の運用に係る安全対策の評価のための基本指針」に対する評価結果を示す。（つづき）

基本指針項目	HTV-Xの適合性評価結果	関連するHR番号
11. 緊急対策 (3)減圧及び再加圧 （火災時の減圧、再加圧機能）	• 火災・汚染等の異常発生時は、ハッチ等を閉鎖し、HTV-X与圧モジュールの空気を排気弁により排出して減圧後、均圧弁を開くことで、再加圧できるよう設計されていることを試験・解析で確認した。 • 搭乗員がHTV-X内に移乗する前に与圧モジュール内の圧力モニタ・ガスサンプリング機能を有していることを確認した。	HR全般
12. 安全確保体制 （安全確保活動担当と開発/運用部門との独立）	• 新型宇宙ステーション補給機プロジェクトチームから独立した安全・開発保証部門である「有人システム安全・ミッション保証室」が安全、開発保証活動を実施している。 • 安全上の問題については、開発・運用の責任者まで報告・検討される体制が確立されている。 • HTV-Xの開発・運用に携わる者への安全教育・訓練が実施されるとともに、安全確保に係る事項の周知徹底が図られている。	HR全般

4. 運用への準備等 (1/2)

(1) 運用制御合意文書による管理

プロセスについては以下の通り。

・ ハザード制御手段として、地上要員あるいは搭乗員の操作（運用制御）を用いる場合には、その運用制御を運用制御合意文書に記載して管理する。

- NASAが運用を担当する場合にはNASAが運用制御合意文書に基づいて、運用手順や運用上の取り決めに反映する。

- HTV-Xに対するコマンドや状態監視を制御手段としている場合には、JAXAのHTV-X運用担当が運用制御合意文書に基づいて、運用手順や運用上の取り決めに反映する。

・ 運用手順や運用上の取り決めについては、運用実施部門とは独立したJAXA運用安全担当及びNASA内の運用安全担当が、運用開始前までにその妥当性を評価する。

(2) 安全検証追跡ログによる管理

・種子島宇宙センターにおいてハザード制御の検証結果を確認すべき項目を安全検証追跡ログ（SVTL：Safety Verification Tracking Log）に記載して管理する。HTV-X初号機の安全検証追跡ログを次ページに示す。

4. 運用への準備等 (2/2)

射場で確認するHTV-X初号機の安全検証追跡ログ（確認済みの項目は除く）

	検証項目	内容 （関連するハザードレポート番号）
1	推進系の点検	打上げ前に射場において、ハザード制御に関する以下の項目の有効性を再確認する。 ・推薬充填前の推薬の清浄度検査（HTVX-0008） ・注排弁・推薬弁（スラスタバルブ）にリークがないこと（HTVX-0008）
2	最終コンフィギュレーションの確認	機構系のクリアランス、ラックや搭乗員支援具の搭載状況の確認等、各モジュールの最終的な組立状態のチェックを行う。 ・オフガスのサンプリングチェック(HTVX-0002) ・CO2吸着剤、乾燥剤の検査（HTVX-0002） ・ハッチクローズ前のレイトアクセス品の清浄度確認（HTVX-0011） ・ロケットとHTV-Xの結合状態の確認（HTVX-0014）
3	打上前 機能確認	システムレベルの最終的な機能確認を行う。 ・バッテリ充電(HTV-0008)

5. 結　論

JAXAは、HTV-X初号機のISSの係留に関し、所定のプロセスに則してJAXA内安全審査及びNASA安全審査を終了し、その結果、所定の安全対策が安全指針に合致したことを確認した。

付表-1 「宇宙ステーション補給機（HTV）等物資補給機の運用に係る安全対策の評価のための基本指針」に対する HTV-X 初号機の適合性確認結果 （1／17）

A改訂更新

項目	HTV 等物資補給機の運用に係る安全対策の評価のための基本指針	HTV-X 初号機の適合性確認結果	関連する HR 番号
1．目的及び位置付け	本指針は、宇宙開発利用部会として、宇宙ステーションの全体計画との整合性をとりつつ、宇宙ステーション補給機「こうのとり」（HTV）等物資補給機（以下、「HTV 等」という。）の宇宙ステーションへの係留に係る安全確保を図ることを目的とする。 また、本指針は、宇宙開発利用部会において HTV 等の安全対策について総合的かつ系統的に調査審議する際の指針と位置付ける。	本指針に基づき、HTV-X の宇宙ステーション（ISS）への係留に係る安全確保を図るため、指針の各項目の要求事項に対応して、HTV-X の安全設計結果を示す。	
2．適用範囲	本指針は、HTV 等の開発及び運用において行う安全評価に適用することとし、新たに必要となる事項等については、適宜追加、改訂を行うこととする。 また、HTV 等により輸送・補給される搭載物の安全については、搭載物の内容に応じて、必要があれば、別途調査審議を行うこととする。	HTV-X の開発及び運用の安全性確認結果については宇宙開発利用部会　調査・安全小委員会に報告する。 搭載物（日本国が責任を有する物）の安全性確認結果について、必要に応じて JAXA による安全解析及び審査の結果を報告する。 なお、搭載物のうち軌道上実証ペイロード（DELIGHT）の安全性評価結果については、2025 年 1 月に報告した。	
3．基本的な考え方	HTV 等の安全確保のため、以下の基本的な考え方に従って十分な安全対策を講じ、リスクを可能な限り小さくすることとする。 （1） 安全確保の対象 宇宙ステーションは、人間をその構成要素として含むシステムであり、搭乗員の死傷を未然に防止するため、安全確保を図ることとする。	（ハザード制御の基本となるものであり、具体的な設計対応は 4 項以降を参照。） （1）安全確保の対象 本指針の対象は、ISS への係留における安全確保であり、JEM と同様に搭乗員の安全確保を図る。 HTV-X においては、直接搭乗員に被害を与えるハザード（注）、及び安全に関わるシステムに被害を与えることにより間接的に搭乗員に被害を与えるハザードを考慮し、搭乗員の死傷を未然に防止するための安全確保を図っている。 （注）ハザードとは、事故をもたらす要因が顕在又は潜在する状態をいう。	

項目	HTV 等物資補給機の運用に係る安全対策の評価のための基本指針	HTV-X 初号機の適合性確認結果	関連する HR 番号
	（２） 安全確保の方法 HTV 等の開発及び運用においては、すべてのハザードを識別し、以下の優先順位に従ってハザードを制御し、残存ハザードのリスクを評価することとする。 ア ハザードの除去 ハザードについては、可能な限り除去する。 イ リスクの最小化設計 故障許容設計、適切な部品・材料の選定等により、リスクが最小となるようにする。 ウ 安全装置 異常が発生したとしても被害を最小限にするように、安全装置を付加する。	（２）安全確保の方法 ISS の安全に関する基本思想（NASA 安全要求）と整合させる。 HTV-X は、以下に示す基本フローに従い安全設計を行っている。 A.ハザードの識別 a.対象システムの理解 安全設計を実施する前提として、①対象システム、②運用、③ミッション、④環境条件、⑤他のシステムとのインタフェース等を十分に理解する。 b.ハザードの識別 対象となるシステム及びその運用に係る予測可能な全てのハザードを、安全解析によって識別する。ここでは、対象となるハードウェア、ソフトウェア、運用、誤操作等のヒューマンエラー、インタフェース、環境条件等を考慮して、体系的かつ論理的に解析を行う。 また、解析に当たっては、故障の木解析（FTA）、故障モード及び影響解析（FMEA）を活用して、ハザードを抽出する。 c.ハザード原因の識別 識別したハザードの原因を識別する。ハザード原因の識別に際しても、対象となるハードウェア、ソフトウェア、運用、誤操作等のヒューマンエラー、インタフェース、環境条件等を考慮して、体系的かつ論理的に解析を行うとともに、FTA や FMEA 等の解析ツールを活用する。 d.ハザードの被害の度合い及び発生頻度 HTV-X システムにおいては、搭乗員の死傷、ISS システムの喪失、／損傷等の被害の度合いに応じて、以下のレベルを設定している。 Ⅰ：カタストロフィック（致命的）ハザード Ⅱ：クリティカル（重大）ハザード Ⅲ：マージナル（軽微）ハザード また、ハザードの発生頻度を以下のように 4 段階に分類し、識別している。 A：Probable（プログラム中に発生する） B：Infrequent（プログラム中に発生する可能性がある） C：Remote（可能性はあるが、プログラム中に発生するとは考えられない） D：Improbable（プログラム中に発生する可能性は極めて小さい） B.ハザードの除去・制御 a.ハザードの除去・制御方法の検討 ハザードについては、可能な限り除去する。 除去できない場合には、次の優先順位でハザードの制御を行う。 ①ハザードの最小化設計 ②安全装置 ③警報・非常設備等 ④運用手順 ⑤保全 b.ハザード制御方法の検討 設定されたハザードの制御方法の有効性を、以下のいずれか、あるいは組み合わせによって確認する。 ①試験 ②解析 ③検査 ④デモンストレーション	HR 全般

項目	HTV 等物資補給機の運用に係る安全対策の評価のための基本指針	HTV-X 初号機の適合性確認結果	関連する HR 番号
	エ　警報・非常設備等 　異常が発生した場合には、警報が作動し、また、万一緊急の措置を要する事態に至った場合には、緊急警報が作動して、搭乗員に異常を知らせる。 　さらに、異常の発生に備えて、非常設備及び防護具を備える。 オ　運用手順 　リスクが最小となるような運用手順を整備する。 カ　保全 　適切な予防保全により、異常の発生頻度を小さくする。	C.残存ハザードのリスク評価 　ハザードの制御方法の検証結果を評価して、残存ハザードのリスクが十分低いレベルに制御されていることを確認する。残存ハザードのリスクは、被害の度合い及び発生頻度のマトリクスで評価する。	
	（３） 有人活動の特殊性への配慮 　HTV 等の宇宙ステーションへの係留においては、宇宙ステーションの搭乗員による有人活動が行われるため、自然環境及び誘導環境から搭乗員及び安全に関わる機器を保護するために、十分な構造上の強度、寿命等を有するとともに、安全に関わるシステムの故障（誤操作を含む。）に対する適切な許容度の確保、容易な保全等ができるようにする。 　また、火災、爆発、危険物等による異常の発生の防止並びに外傷、火傷、感電等の傷害及び疾病の発生の防止を図るとともに、緊急対策に十分配慮する。	（３）有人活動の特殊性への配慮 　HTV-X は、有人活動の特殊性に配慮した設計を行っている。４項以降に、個々の設計の内容を示す。	
４．宇宙環境対策	HTV 等は、宇宙における自然環境並びに打上げ時及び軌道上における誘導環境から搭乗員及び安全に関わるシステムが保護されるようにしなければならない。このため、以下のような対策を講じる必要がある。 （１）自然環境からの保護 ア　隕石・スペースデブリ 　隕石・スペースデブリの衝突により、ＨＴＶ等の安全に関わるシステムが損傷し、搭乗員が危険な状態とならないよう、可能な限り防御すること。 　なお、万一隕石・スペースデブリがＨＴＶ等に衝突し、HTV 等の安全に関わるシステムが損傷した場合には、HTV 等から宇宙ステーション本体への退避により、搭乗員の安全確保を図ること。	（１）自然環境からの保護 ア　隕石・スペースデブリ 　隕石・スペースデブリの衝突により、HTV-X の安全に関わるシステムが損傷し、搭乗員が危険な状態とならないよう、次の通りの防御対策をとっている。 ①　直径 1cm 以下のデブリ等 　HTV-X 与圧モジュール及びサービスモジュールにはデブリバンパ等を設置し、デブリ等の貫通を防ぐ設計としており、 　バンパ装着による貫通防御対策が実施されていることを検査にて確認した。 ②　直径 10cm 以上のデブリ等 　直径 10cm 以上のデブリ等は米国のレーダ網で追尾して得られる軌道情報を基に、HTV-X は、打上げあるいは離脱時、隕石／デブリに衝突しない飛行経路を予め決定し飛行させるとともに、単独飛行中 ISS に到着するまでは、必要により衝突回避のための軌道変更を行う。 また、HTV-X が ISS に係留している間は、NASA が ISS 軌道制御を行うことでデブリ等の衝突を回避する。 　上記の衝突回避手順となっていることについて、それぞれ手順書（フライトルール）で確認した。 ③　直径 1～10cm のデブリ等 　この範囲のデブリ等は、上記②に示すレーダ監視による軌道変更という対応がとれない場合がある。HTV-X 単独飛行中に万一デブリ等が衝突した場合、HTV-X の健全性を確認し、飛行継続の可否を判断する。 　また、ISS に係留する前は、ISS ロボットアームで HTV-X を把持した状態で、ISS のカメラにより HTV-X	HTVX-0009 隕石・スペースデブリ衝突

項目	HTV 等物資補給機の運用に係る安全対策の評価のための基本指針	HTV-X 初号機の適合性確認結果	関連する HR 番号
		側の結合機構にデブリ等との衝突による損傷がないことを目視検査する。 ISS 係留前に目視検査が行われることについて、手順書（フライトルール）にて確認した。 係留中、HTV-X 与圧モジュールのハッチが開放された状態で、万一、デブリ等が衝突して HTV-X の与圧壁を貫通した場合、与圧壁の構造上、HTV-X 与圧モジュールが破壊することはなく、HTV-X 与圧モジュール内の空気が漏洩することが確認されている。その場合、ISS が圧力減少を検知し、搭乗員は緊急避難機へ避難する。その際、可能な限りモジュール間のハッチを閉じて避難する。 HTV-X が上記手順に対応できる（ISS が急減圧を検知した場合に、警告を受けた後 3 分以内にハッチ閉鎖及び IMV バルブの閉鎖等の HTV-X の隔離作業に対応できる）設計であることを確認した。 デブリ等が HTV-X を貫通しない確率（非貫通確率：PNP Probability of No Penetration）は、10cm 以下の全てのデブリ等に対して 0.9963（540 日の運用期間を前提）を超えないことを、ISS 共通の解析ツールを用い、実際のデブリ貫通試験の結果を反映したパラメータを使用することで PNP を評価している。 なお、現在までの ISS あるいはスペースシャトルの運用実績からは、デブリ等が貫通したという報告はない。現在、直径 10cm 以下のデブリについても認識できるよう、地上観測能力の向上、データベース充実に向けて米国で検討が進んでいる。日本ではスペースガードセンターで観測の取り組みが行われている。	
	イ　宇宙放射線 HTV 等の安全に関わる機器は、放射線による誤動作、故障及び性能劣化を可能な限り生じないこと。 また、搭乗員が搭乗期間中に受ける放射線の被曝量をモニターすること。	イ　宇宙放射線 ISS が運用される高度約 400km、軌道傾斜角 51.6 度の軌道においては、搭乗員及び機器は、太陽系外から飛来する鉄等の重粒子成分を含む銀河宇宙線、太陽フレアで発生する太陽放射線、地球磁気圏に定常的に捕捉されている捕捉放射線により被曝する。 このため、ISS の運用に当たっては、太陽フレア等の突発的な現象に備え、太陽活動の観測や ISS 船内・船外における宇宙放射線計測を実施し、搭乗員の被曝量を定常的に把握する計画となっている。さらに、搭乗員個人の被曝量を計測・記録し、宇宙放射線被曝のリスクを容認可能なレベルに保つため、搭乗期間及び船外活動（EVA：Extra Vehicular Activity）の期間を適切に管理することにより、生涯に受ける総被曝量及び一定期間内に受ける臓器・組織の被曝量を制限する計画となっている。 また、HTV-X の安全に関わる機器については、これらの放射線による誤動作、故障及び性能劣化を生じないよう、耐放射線部品、放射線シールド、ソフトウェア改善（エラー検出訂正等）等、対策を講じ、HTV-X としての耐放射線性を放射線解析書、放射線試験報告書等で評価・確認している。	
	ウ　高真空、微小重力等 HTV 等は、高真空、微小重力、電磁波、プラズマ、高温・低温、原子状酸素等の環境に対して、搭乗員の安全及び安全に関わる機器の正常な動作を確保できること。 また、与圧部に設置される安全に関わる機器は、減圧に耐え、再加圧後正常に動作すること。	ウ　高真空、微小重力等 ①　高真空 HTV-X 与圧モジュールは、搭乗員が高真空の環境に曝されないよう、ISS 本体側による圧力制御によって内部圧力を維持する設計となっている。本件については ISS とのインタフェース管理仕様書（ICD）に規定されており、HTV-X では搭乗員滞在時はハッチを開放することで、ISS 本体側の全圧制御に依存する運用となっていることを確認した。 曝露環境に設置される機器は、高真空に曝されるため、地上との気圧環境の差異を考慮した設計とされており、環境試験により、高真空下での耐環境性を確認した。（減圧・再加圧については、11(3)を参照） ②　微小重力 微小重力下での物体の浮遊による搭乗員への衝突や挟み込みを防止するため、HTV-X に持ち込まれる、又は取り外される機器は、仮置き時に拘束器具が取付け可能で、搭乗員による取扱いの作業手順が適切に設定されている。該当する機器についてはシートトラック/テザーポイントを設けることで、交換作業中に固定できる設計としていることを図面、実機検査にて確認した。なお、小型機器は、バッグに収納するか、ベルクロで固定するように、作業手順が適切に設定されていることを確認した。 また、微小重力下で搭乗員が作業を行う場合には、自身の足を固定できるよう、適切な箇所に足部固定具が設置可能となっている。 ③　電磁波 （電磁波については、４（２）イ（ウ）を参照）	HTVX-0006 内圧上昇による構造破壊※ ※打上げ～ISS 離脱に渡る評価にて ISS 係留期間の評価を包絡 HTVX-0004 空気漏洩による与圧モジュールの減圧

項目	HTV 等物資補給機の運用に係る安全対策の評価のための基本指針	HTV-X 初号機の適合性確認結果	関連する HR 番号
		④ プラズマ 軌道上の太陽光線、高速荷電粒子の衝突により発生するプラズマは、機器を帯電させ、機器の性能劣化・故障を引き起こす恐れがあるため、機器・構造物・熱制御材等に対し、電気的接地の確保・帯電防止が行われている。 これは打ち上げ前に各電気的結合部の抵抗を測定することで確認している。また軌道上で交換される煙検知器は、電気的結合部を冗長または表面処理等の追加対策を施すことで対応している。 ⑤ 高温・低温 搭乗員が地上に比べて厳しい軌道上の熱環境に曝されないよう、HTV-X の内部では、ISS 本体側と換気を行うための空気循環ファン等により、搭乗員が軽装で活動できる温度環境が提供されることを、受入試験にて確認している。 また、軌道上の熱環境により機器の性能劣化・故障が生じないよう、打上げから全運用範囲にわたって、各機器の温度を許容温度範囲内に保つため、宇宙空間との熱の授受、最低・最高温度等を解析により、多層断熱材による保温、ヒータによる加熱等の対策が十分であることを検証した。 ⑥ 酸素原子 紫外線により解離生成される酸素原子は、有機材料・金属の表面の材料特性を変化させるため、影響を受ける部分に対しては、ISS 共通の材料選定基準（実績のある材料又は部材を使用するか、適切な表面処理を施す）に従って、原子状酸素を考慮した使用材料を選定していることを確認している。	HTVX-0013 接触温度異常
	（２）誘導環境からの保護 ア 打上げ時の誘導環境 構造及び安全に関わる機器は、打上げ時における振動、加速度、音響、圧力等の誘導環境について、打上げ機搭載時の諸条件に耐えられること。	（２）誘導環境からの保護 ア 打上げ時の誘導環境 HTV-X の構造・機器は、打上げ時の誘導環境に基づいて、H3 ロケット内の HTV-X の搭載を考慮した振動・加速度・音響・圧力等の諸条件に対して、構造破壊・劣化等を起こさないよう、設計マージンが確保されている。 以下の設計検証結果について、詳細を５項に示す。 ・剛性設計 ・強度設計 ・疲労強度設計	HTVX-0005 構造破壊※ ※打上げ～ISS 離脱に渡る評価にて ISS 係留期間の評価を包絡
	イ 軌道上の誘導環境 （ア）雰囲気空気 酸素濃度、二酸化炭素濃度、一酸化炭素濃度、気圧等の環境については、宇宙ステーションの機能を利用して制御するため、HTV 等内及び HTV 等と宇宙ステーション間で適切な換気が実施できること。また、HTV 等内でこれらについての異常が発生した場合には、異常の発生を宇宙ステーションに通知し、搭乗員に知らせることができること。 さらに、HTV 等の宇宙ステーションへの結合前には、これらについての異常がないことを確認できること。	イ 軌道上の誘導環境 （ア）雰囲気空気 ① 酸素等の濃度 HTV-X 与圧モジュールは、空気の浄化機能を持たないため、酸素濃度、二酸化炭素濃度、一酸化炭素濃度等の制御は ISS の機能に依存している。ISS 本体側で酸素分圧の制御、二酸化炭素・有毒ガス等の除去が行われることを、ISS との ICD に規定されていることで確認した。 係留フェーズでは、隣接するノード 2 と HTV-X 間のハッチを開放し、HTV-X 与圧モジュール内の空気循環ファンにてノード 2 の空気を HTV-X 与圧モジュールに導入するとともに、HTV-X 与圧モジュール内部の空気の循環を行っている。HTV-X 与圧モジュールに導入された空気の一部は HTV-X 与圧モジュール中を再循環し、大部分はハッチを経由してノード 2 へ環流する。この設計については、HTV-X の与圧モジュールには ISS 本体との空気換気のため 2 つのファンが設置され、タンデム運転することにより、HTV-X と隣接するモジュール間の通風換気が可能な設計となっていることを通風量の測定により確認した。また、このファンは HTV-X 与圧モジュール内部の空気攪拌用のファンをかねているが、ファン停止時には、搭乗員退避まで CO_2 濃度が危険なレベルにならないことを解析で確認している。 なお、火災発生時には消火剤として CO_2 が噴霧される。この消火剤が放出された場合は、CO_2 濃度が上昇するが、HTV-X 内の空気循環により一時的なものであることを確認している。 係留中にハッチを閉じて HTV-X を隔離している際には、搭乗員が立ち入る可能性がないことから、HTV-X 与圧モジュール内の空気を循環しない。	HTVX-0002 汚染（オフガス等）、空気循環停止による空気汚染

項目	HTV 等物資補給機の運用に係る安全対策の評価のための基本指針	HTV-X 初号機の適合性確認結果	関連する HR 番号
		② 気圧 係留中でハッチを開放している際、HTV-X 与圧モジュール内部の圧力は ISS 全体の圧力制御の一環で制御され 1 気圧に維持されている。通常運用時、HTV-X と ISS 本体を隔てるハッチは開放されており、HTV-X 内の急激な減圧は ISS 本体で検知され、ISS 全体に警告・警報（警告音と警告灯）されることを、ISS との ICD に規定されていることを確認した。なお、HTV-X は警告・警報機能を隣接するモジュールの機能に依存している。 ハッチを閉じて HTV-X を ISS から隔離した状態では、HTV-X 与圧モジュール内圧をモニタし、空気圧力が所定の値を上回ったら、2 系統のベントリリーフバルブによって与圧空気を宇宙空間へ排出する。 ③ 温度・湿度 HTV-X 与圧モジュール内の温度・湿度の制御は ISS の環境制御機能に依存しており、HTV-X の空気循環ファンにより、HTV-X 内の温湿度維持に必要な換気が隣接モジュールとできることを解析にて確認している。 ④ 気流等 HTV-X 与圧モジュール内部では、微小重力下において特定の場所に空気の滞留が生じないように、空気循環ファンの容量・回転数・ディフューザ仕様（形状・吹き出し面積・方向・絞り量等）を最適化して人工的に適切な空気流を発生させる。無重力を考慮し、空気循環が適切であることを解析、及び可能な限り対流を抑えた空気循環試験をしている。また、ファン停止時には、搭乗員退避までは、CO_2 濃度が危険なレベルにならないことを解析にて確認している。ファン故障時は、HTV-X 制御系及び ISS 側にて検知し、搭乗員は退避する。 ⑤ 結合前の異常確認 HTV-X は、打上げ直前に HTV-X 与圧モジュール内の空気組成を分析し、適切な組成であることを確認する計画である。また、HTV-X が ISS 係留後入室前に、HTV-X 与圧モジュール内の気圧が規定値内であることを確認する手順が設定されていることを手順書にて確認した。	
	（イ）汚染 有害物質は、使用しないことを原則とするが、使用することが避け難い場合は、搭乗員の安全に影響を与えないこと。 なお、一旦発生したものの低減は、宇宙ステーション本体の機能に依存するが、大量の有害物質が発生した場合には、一旦与圧部内の空気を宇宙空間へ排出できること。	（イ）汚染 ＜有害物質の放出防止＞ HTV-X においては、ISS 計画で規定された材料選定基準（HTV-X のボリュームを考慮して、各物質の人体に対する許容量が定められている）に従って、使用する材料が選定されていることを確認している。有毒・危険な化学物質・材料は使用されていない。 構造・内装・搭載機器等に使用される非金属からのオフガスについては、製造・試験段階で必要に応じて部品・機器・ラックレベルでオフガス試験を実施し、オフガス発生量が ISS で設定される基準レベル内であることを確認している。 ＜制御＞ ISS 本体において搭乗員に影響を与えることが想定される放出物質の監視・警報発出・制御が行われる。HTV-X では、有害な水酸化リチウム（生物試料に適用する二酸化炭素吸着用）粒子や乾燥剤等については適切に封入している。また、汚染源を持つ実験装置等の搭載物は必要な制御を行う。 HTV-X 与圧モジュール内で汚染が発生し、緊急処置が必要となった場合、搭乗員は隣接するモジュールに避難し、ハッチを閉じ HTV-X を隔離する。HTV-X がハッチ及びモジュール間のバルブを閉じる能力を持つことを機能試験にて確認している。 また、汚染を ISS 本体側で除去できない場合には、HTV-X 与圧モジュール内の空気を宇宙空間へ排出して汚染物質を除去する。このための能力として、船外と HTV-X キャビン間に設置した排気バルブが有効であることを、機能試験にて確認している。 搭乗員退避路、警告警報装置が適切な設計となっていることを解析、機能試験で確認している。なお、HTV-X 隔離のため、ハッチは ISS 共通品を使用していることを確認している。（4（3）軌道上環境等の保全、11(1)ウ 汚染を参照。）	HTVX-0002 汚染（オフガス等）、空気循環停止による空気汚染

項目	HTV 等物資補給機の運用に係る安全対策の評価のための基本指針	HTV-X 初号機の適合性確認結果	関連する HR 番号
	（ウ）振動、音響、電磁波 HTV 等の機器が発生する振動、音響及び電磁波は、搭乗員及び安全に関わる機器に影響を与えないこと。 また、安全に関わる機器は、宇宙ステーションより発生するこれらの環境に十分耐えられること。	（ウ）振動、音響、電磁波 ＜振動＞ 振動源となり得る回転機器としては、空気循環ファンがあるが、当該ファンから発生する振動は、ISS の微小重力実験に影響を及ぼさないよう抑制されているため、人体あるいは搭載機器に影響を与えるレベルではない。 ISS では、ISS の軌道変更等から加速度が生じるが、これらの荷重に HTV-X の構造が耐えることを解析にて確認している。なお、この荷重は打上げ時の振動環境に比較して小さいことを確認しており、搭乗員、HTV-X、搭載機器等に影響を与えない。 ＜音響＞ 空気循環ファン、空調ダクト、バルブ、ノズル等から音を発するが、ISS 計画では、搭乗員に快適な環境を提供できるよう、騒音に対する設計基準が設定されており、HTV-X においても当該基準を適用して設計されている。 空調ダクト、ノズルから発生する騒音が、ISS 計画における騒音に対する設計基準以下であることを解析、試験にて確認している。	HTVX-0015 騒音
		＜電磁波＞ ISS の各機器、補給機等から電磁波が発生するが、電磁干渉によって機器に誤動作等を引き起こさないよう、電磁波を生じる側と受ける側の双方に対して規定が設けられている。HTV-X にもこの規定が適用され、機器レベルからシステム全体にわたって、電磁適合性（EMC）試験により規定を満足することを確認した。	HTVX-0017 電磁適合性※ ※打上げ～ISS 離脱に渡る評価にて ISS 係留期間の評価を包絡
	（３）軌道上環境等の保全 宇宙空間における不要な人工物体となるものの発生については、合理的に可能な限り抑制するように考慮すること。このため原則として、固体の廃棄物及び短期間に気化しない液体の廃棄物を軌道上に投棄しないこと。	（３）軌道上環境等の保全 HTV-X は、廃棄物は持ち帰るかあるいは HTV-X 自身で投棄するため、軌道上で放出しなければならない固体の廃棄物を持たない。搭載機器等の誤放出を防止するために、３つのインヒビットにより結合機構の不意の動作が防止できていることを試験で確認した。 また、機器の故障時には、HTV-X の推進薬が船外に漏洩する可能性があるが、スラスタバルブの意図しない開放を防止するために３つのインヒビットにより制御していることを試験で確認し、バルブシールから漏洩する少量の推進薬は短時間に気化することを要素試験にて確認している。 なお、超小型衛星放出技術実証ミッション（H-SSOD）では、個別に軌道上環境等の保全について評価している。	HTVX-0010 機器の誤放出による衝突※ ※打上げ～ISS 離脱に渡る評価にて ISS 係留期間の評価を包絡 HTVX-0003 推薬漏洩による汚染
５．構造及び材料	（１）構造 HTV 等の構造は、搭乗員及び搭載機器を宇宙環境から保護するとともに、安全に支持するため、十分な余裕度を持って設計・開発されなければならない。このため、以下のような対策を講じる必要がある。 ア　設計 不測の事態において一つの構造部材が損傷しても、搭乗員を危険な状態に陥らせないこと。 また、圧力容器（与圧部構造体を含む。）は、リークビフォアラプチャ又は安全寿命設計であること。	（１）構造 ア　設計 ＜荷重条件＞ ①　飛行荷重 打上げ・軌道上・帰還の定常運用における全ての荷重モードに対して、十分な剛性・静強度・疲労強度を持つよう設計され、その結果は解析及び強度試験によって検証され、十分な安全性を持つことが確認されている。 ②　構造損傷 搭乗員の過失等、不測の原因により HTV-X の構成機器等に構造損傷が生じた場合にも、搭乗員・HTV-X が直ちに危険な状態に陥ることのないよう、構造損傷を受けていない残りの構造で、制限荷重まで耐える設計となっている。 ＜圧力容器の設計＞ 圧力容器は、破裂の危険性に対し十分な安全性を確保するため、次の対応が取られている。 ① 最大設計圧力（MDP：Maximum Design Pressure）	HTVX-0005 構造破壊※ HTVX-0006 内圧上昇による構造破壊※ HTVX-0007 爆発(推進系、バッテリ)※ ※打上げ～ISS 離脱に渡る評価にて ISS 係留期間の評価を包絡

項目	HTV 等物資補給機の運用に係る安全対策の評価のための基本指針	HTV-X 初号機の適合性確認結果	関連する HR 番号
		HTV-X 与圧モジュール隔壁を含む圧力システムを構成する機器（圧力解放機構、減圧弁、温度制御装置等）については考えられる 2 つの故障を想定した場合の、最悪の到達圧力を MDP として設定し、さらに MDP に所定の安全係数を乗じた圧力に対して必要十分な強度を持たせた設計であることを、設計解析及び耐圧試験等で確認している。（安全係数については、イ 強度及び剛性を参照） ② リークビフォアラプチャ サービスモジュール内のヒートパイプについては、破壊靭性値の高い材料と運用圧力における適切な応力を選ぶことにより、リークビフォアラプチャ設計（容器に許容値を超える長さの亀裂が発生した場合でも、亀裂が貫通してリークが発生することで圧力を下げ、破裂を起こさない設計）としていることを解析にて確認した。	
	イ　強度及び剛性 HTV 等の構造は、打上げ時及び軌道上において想定される環境条件の下で、十分な強度及び剛性を有し、運用期間に対し十分な疲労寿命を有すること。	イ　強度及び剛性 ＜剛性＞ ① 有害な変形の防止 HTV-X には H3 ロケットによる打上げ、軌道上荷重（ISS の軌道変更等）による荷重が負荷されるため、運用中の最大荷重に対し次の剛性を持つように設計した。 (ア)　複合した環境条件の下で、結合部を含め構造物に有害な変形が生じない (イ)　変形によって構体の連接部品間の接触・干渉を生じない ② 有害な共振の防止 打上げ・軌道上運用において、HTV-X と H3 ロケット、HTV-X と ISS の間での共振により、過大な荷重が加わり、有害な変形・破壊を起こすことのないように HTV-X は設計した。 ①　および②については、以下のように構造解析、試験で検証した。 解析に使用した構造数学モデルは、与圧モジュールについては既存のデータを利用、新規開発要素であるサービスモジュールについては構造検証モデルでモーダルサーベイ試験を実施し、ハードウェアとの相関性があることを確認した。搭載機器レベル等の、ランダム振動、音響振動に敏感な部位に対しては、振動試験を実施して確認した。 インタフェース荷重の検証として、設計の進捗に合わせて軌道上柔結合解析が行われており、HTV-X の構造設計の条件が包絡されていることを確認した。これは打ち上げ前までに最終的な確認を行う。 ＜静荷重強度＞ HTV-X の構造は、打ち上げ、軌道上荷重の中で予想最大荷重である制限荷重に、安全率（打ち上げ時に対しては降伏１．０倍・終極安全率１．２５倍、軌道上荷重に対しては降伏１．１倍・終極安全率１．５倍）を乗じた、降伏・終極荷重に対し、温度等を複合した環境条件の下で、降伏・破壊を生じないように設計している。新規設計要素であるサービスモジュール等については、静荷重試験を実施した。 ＜疲労強度＞ ① 寿命 HTV-X の構造には安全寿命設計が適用され、機械的、熱的負荷サイクルに安全率を乗じた負荷サイクルを受けても構造破壊が生じないよう設計されている。HTV-X の寿命は全運用サイクルを考慮して評価しているが構造設計は最も厳しい荷重が負荷される打上時が評定となる。新規設計要素サービスモジュール等については静荷重試験で強度の確認を行い、安全寿命設計の結果についても十分な余裕があることを確認した。 ② 安全率 HTV-X の構造には安全寿命設計が適用され、機械的・熱的負荷サイクルに ISS の規定である安全率４．０を乗じた負荷サイクルを受けても構造破壊が生じないよう設計した。	

項目	HTV 等物資補給機の運用に係る安全対策の評価のための基本指針	HTV-X 初号機の適合性確認結果	関連する HR 番号
		③ 疲労寿命の確認 該当部分の破損が、搭乗員・HTV-X・ISS に重大な影響を与える HTV-X の構造要素（フラクチャ・クリティカル・アイテム）は、非破壊検査及び亀裂進展解析を実施し、欠陥が許容される範囲内であることを確認した。	
	（２）材料 材料については、可燃性、臭気・有害ガス発生、腐食、応力腐食割れ等の特性を十分考慮して使用すること。	（２）材料 ア　可燃性・有害ガス発生に対する考慮 火災防止、搭乗員の健康傷害防止のため、HTV-X 与圧モジュール内の非金属材料には不燃性・難燃性で、有害ガスの発生が極めて少ない材料が使用されていることを確認している。これは、以下のような ISS 共通の基準に従い選定し、使用されていることを、材料選定時の評価、組み付け時の検査にて確認している。 ・可燃性：材料レベルでの可燃性試験において規定値以上の可燃伝播が生じない材料（実績の無い材料は、試験を行い評価している）であるか、機器に搭載された状態で機器筐体により火炎伝播が防止されているように使用される材料。 ・オフガス：HTV-X のボリュームを考慮して、各物質が人体に対する許容量以下となるように、非金属材料の使用量を制限するか、機器レベル等でオフガス試験を実施して、ガス発生量が許容値以下であることを確認する。	HTVX-0001 火災 HTVX-0002 汚染（オフガス等）、空気循環停止による空気汚染
		イ　破壊靭性に対する考慮 デブリの衝突等によって不測の損傷を受けた場合でも致命的破壊に至らないよう、HTV-X 与圧モジュール外壁等には高い破壊靭性値（部材に潜在する初期欠陥が壁面に沿って進展しないような特性を持つ材料を、壁厚を考慮して選定）を持つ構造部材が使用されていることを、検査にて確認している。	HTVX-0009 隕石・スペースデブリ衝突
		ウ　流体適合性に対する考慮 構成材料は、推進系に使用している燃料及び酸化剤への化学的耐性を考慮して選定されたことを検査にて確認している。	HTVX-0007 爆発(推進系、バッテリ) ※ ※打上げ～ISS 離脱に渡る評価にて ISS 係留期間の評価を包絡
		エ　その他の材料特性 宇宙環境と有人活動という特殊な条件の中で、材料劣化を防止するため耐腐食性・耐応力腐食性・耐電食性等を考慮して過去の実績のある材料から選定するか、適切な表面処理をすること等の基準に従って、HTV-X 構造材料が選定されていることを検査にて確認している。	
６．推進	HTV 等は、自ら推進系を有し、宇宙ステーションに接近・係留・離脱するシステムであることから、係留中に推進薬の漏洩・爆発、推進系の予期せぬ作動・停止等が起こらないよう必要な対策を講じること。	推進系はそれぞれ３重冗長の推進系統から構成される。 （１）推進薬の漏洩・爆発 ア　推進系の耐圧設計 圧力システムの構成品は、適切な材料の選定、MDP 及び安全率の設定、フラクチャコントロール、適切な溶接等により推進系機器の耐圧設計を行っている（５（１）を参照。）。	HTVX-0003 推薬漏洩による汚染 HTVX-0007 爆発(推進系、バッテリ) ※ ※打上げ～ISS 離脱に渡る評価にて ISS 係留期間の評価を包絡
		イ　推進薬の漏洩防止 配管継ぎ手からの推進薬の漏洩を防止するため、冗長化されたシールが使用されていることを検査及び試験にて確認した。 また、配管等の凍結により配管に亀裂が生じ、推進薬が漏洩することによるハザードを防止するために、推進系に冗長化したヒータを設置し温度制御されていることを試験で確認した。	
		ウ　推進薬の混合防止 ① 燃料・酸化剤タンク上流での燃料と酸化剤の混合防止 燃料及び酸化剤蒸気が、それぞれを蓄積するタンク上流にあるヘリウム加圧ガス系統で混合し、爆発することを防止するため、遮断弁を２つずつ有していることを検査及び試験にて確認した。	

項目	HTV 等物資補給機の運用に係る安全対策の評価のための基本指針	HTV-X 初号機の適合性確認結果	関連する HR 番号
		② 推進系の過熱防止 連続通電による過熱を防止するため、故障許容性を考慮した異常モニタ及びヒータ電力遮断機能を有していることを検査及び試験にて確認した。 （２）予期せぬ作動の防止 ISS 係留中は、推進系を遮断する３重のインヒビットを設けることで予期せぬ作動を防止する。これらは、推進系設計解析及び試験で確認した。	（HTVX-0008 ISS への衝突）※※ ※※ISS 係留期間は不意に作動しないことを評価
７．誘導・制御	HTV 等は、係留中に誘導・制御系の予期せぬ作動・停止等が起こらないよう必要な対策を講じること。	係留中の対応については、６（２）の通り意図せぬ推進系の起動を防止している。 【下記は飛行フェーズの参考情報（審議対象範囲外）】 （１）HTV-X の飛行経路 HTV-X は、H3 ロケットによって ISS 軌道より低い軌道に投入された後に、スラスタを使用して徐々にその高度を上げながら ISS に後方から接近していく。HTV-X が故障しても ISS へ衝突しないよう、常に、ISS から少し離れた地点を目指し接近していく。飛行中に異常が発生した場合には、自動的に、あるいは常時モニタを行う地上からの指令により、接近を中断する。 ISS 近傍に到達した段階で、HTV-X の故障により ISS に衝突する可能性が生じた場合、自動であるいは ISS 搭乗員又は地上要員からのコマンドにより、HTV-X の接近を中断するか、あるいは安全な位置に移動する。 HTV-X 軌道解析により飛行経路が、上記の対応が可能であることを確認した。フライト機器の機能については、システムレベルの機能試験により確認した。また地上からの運用についての検証は、１０（４）を参照。 （２）誘導制御系の冗長設計 HTV-X の誘導制御系は、３台の誘導制御計算機で構成されている。３つの誘導制御計算機が同時に演算を行い、結果を比較しながら HTV-X の姿勢／位置を制御している。３つの誘導制御計算機からの出力を多数決で比較するため、誘導制御計算機の１台が故障した場合もで飛行は継続できる。３つの誘導制御計算機の内２台が故障した場合には、緊急離脱を実施する。 誘導制御系は、航法・誘導用に GPS 受信機２式、ランデブセンサ３式、姿勢制御用にスタートラッカ２式、、慣性ジャイロセンサ３式及び加速度センサ３式を装備することで冗長系を構成している。センサ１故障時には、残ったセンサを使用して飛行を続行し、同一種類のセンサが２つ以上故障した場合は、緊急軌道離脱を実施する。 これら機能は、システムレベルの機能試験により確認した。 （３）データ通信系の冗長設計 HTV-X は自動制御に加えて、ISS 搭乗員あるいは地上からコマンドを送信することによっても制御できるようにするため、通信を確保することが重要である。HTV-X は ISS 近傍ではＪＥＭ内に設置した近傍域通信システム（PROX）を介して ISS との通信を行う。PROX は２系統構成で、１系統故障時には残りの系統を用いて飛行を継続し、２系統とも故障した場合には、ISS への接近を取りやめて緊急離脱を行う。 ただし、係留あるいは離脱のために ISS ロボットアームによる把持あるいは解放操作を行う直前に PROX が１系統故障した場合には、データ中継衛星を介した衛星間通信を確立したのちロボットアームの運用を開始する。 これらは通信系の電波リンク試験、通信系の図面解析及び機能試験により確認した。	（HTVX-0008 ISS への衝突）※※ ※※ISS 係留期間は不意に作動しないことを評価
８．電力	HTV 等の安全に関わるシステムのエネルギー源は電源であることから、運用期間を通じて安全に関わるシステムへ電力が供給できるよう必要な対策を講じること。	HTV-X の電源系は、太陽電池、リチウムイオン電池、電力制御ユニット、バッテリ制御ユニット等から構成される。飛行中は 50V の電力を各機器へ供給し、係留中は ISS から 120V の電力を受電し各機器へ供給している。これらを図面の検査、システム試験にて確認した。 係留中に使用される ISS からの 120V 電源供給ラインは、２系の冗長構成となっている。また、係留中に ISS から給電が停止した場合には、リチウムイオン電池からの電力供給が可能である。これらは、電力リソース解析、システム試験における機能試験等により確認した。 地絡により電源系が全損しないようにバスを２重化し、過電流保護装置や逆流防止装置を設けることにより、機器への配電が停止することがないようにしている。 また、電池からの電力を各機器に配電するバッテリ制御ユニットを冗長化することにより、電池の故障においても	HTVX-0007 爆発(推進系、バッテリ) ※ ※打上げ～ISS 離脱に渡る評価にて ISS 係留期間の評価を包絡

項目	HTV 等物資補給機の運用に係る安全対策の評価のための基本指針	HTV-X 初号機の適合性確認結果	関連する HR 番号
		配電が停止することがないようにしている。これらを図面の検査、機器の機能試験にて確認した。 さらに、配電経路の短絡防止により電池温度の上昇を防止するとともに、逆電圧や過充電の防止のための電圧制御、あるいは電池容器の耐圧設計により、電池の破裂を防止している。これらを図面の検査、機器または電池等の部品の機能試験にて確認した。	
９．安全・開発保証	搭乗員の安全に影響を及ぼすシステムについては、安全性並びに安全性を確保するための信頼性、保全性及び品質保証を十分考慮しなければならない。このため、以下のような対策を講じる必要がある。 （１）安全性 安全に関わるシステムについては、適切な故障許容（誤操作を含む。）を確保すること。	（１）安全性 ハザードが、システム・機器の故障・誤動作や搭乗員の誤操作に起因する場合には、原則としてフォールトトレランス（故障許容）設計がとられている。 ア　ハザードの被害の度合いとフォールトトレランス数 原則として、各ハザードの被害の度合いに応じて次のフォールトトレランス設計とされている。 ①　カタストロフィックハザード ２フォールトトレランス（システム・機器の故障又は誤操作により搭乗員への傷害を引き起こさない設計） ②　クリティカルハザード １フォールトトレランス（単一のシステム・機器の故障又は誤操作により搭乗員への傷害を引き起こさない設計） 識別されたハザードに対する安全設計の概要、検証の概要を、説明資料４項に示す。 イ　冗長設計とインヒビット設計 フォールトトレランス設計として、次の２つの手法がとられている。 ・ある機能の喪失が事故に至る場合：冗長設計 ・ある機能の意図しない動作が事故に至る場合：インヒビット設計	HR 全般
	（２）信頼性 ア　システムの独立性 安全に関わるシステムについては、他のシステムの故障の影響を可能な限り受けないようにすること。 また、冗長系は、可能な限り互いに分離して配置すること。	（２）信頼性 ア　システムの独立性 推進系・誘導制御系・データ通信系・電源系等の安全に関わるシステムは、１系統が故障した場合でも、他方の１系統のみで安全な運用ができるよう、各系統を冗長設計とし、かつ各要素を独立させた。これらは図面（回路図も含む）により確認し、それぞれの系の機能、独立性、冗長系への切替等については、機能試験により確認し、システムレベルにおいても機能試験を実施し確認した。 また、デブリ衝突等の損傷を想定しても２系統が同時に使用不能とならないよう、独立した２系統の主要機器は、冗長機器の配置・リソース経路を分離し、故障の伝搬を防止するよう設計した。これら独立した系統の主要機器は別々の機器に実装され、デブリ衝突等の損傷を想定しても２系統が同時に使用できなくならないよう故障の伝搬を防止する冗長機器の配置及びリソース経路分離がなされていることを図面により確認した。	HR 全般
	イ　故障検知 安全に関わるシステムの故障は、可能な限り自動的に検知され、地上要員に通報されるとともに、緊急を要するもの等必要なものは、搭乗員にも通報されること。	イ　故障検知 搭載する誘導制御計算機は、誘導制御計算機自身、センサ、推進系、それぞれの状況を周期的に確認し、HTV-X 内の故障を検知して、所定の回復手順を自動的に実行することにより、必要最小限の HTV-X システム及び搭乗員の安全性を維持する機能（故障検知・分離・回復（FDIR：Fault Detection, Isolation and Recovery 機能）を有する設計とした。FDIR 機能については、各系毎に解析、試験を実施し、問題なく機能することを確認した。 ①　誘導制御系故障の検知 誘導制御計算機は、自身の故障を、ソフトウェア／ハードウェアによる自己故障診断機能、CPU と入出力コントローラ間の相互状態監視、入出力コントローラとの通信状態監視等により検知し、故障モードに応じて、冗長系の CPU および入出コントローラに制御権を移管することで、１故障後の運用継続、２故障後の緊急離脱を行う。 ②　センサ故障の検知	HR 全般

項目	HTV 等物資補給機の運用に係る安全対策の評価のための基本指針	HTV-X 初号機の適合性確認結果	関連する HR 番号
		各センサ単体に対する故障検知を誘導制御計算機が周期的に実施する。さらに、誘導制御計算機は、同一種類のセンサ同士の比較、異なる種類のセンサ同士の比較（例：加速度センサと GPS センサがそれぞれ出力する増速量の比較）、予測値と実測値との比較、規定値と実測値の比較等を実施することにより、故障したセンサを特定する機能を有する。 ③ 推進系故障の検知 規定の増速量、あるいは飛行経路の範囲を逸脱しているか否かを、誘導制御計算機が、予測値と実測地との比較、規定値と実測値との比較よりチェックし、推進系の故障を検知する。	
	ウ 自律性の確保 安全に関わるシステムについては、地上管制が受けられない場合においても搭乗員の安全を確保すること。	ウ 自律性の確保 地上との通信が途絶えた状態で、火災・減圧・汚染等の緊急事態が発生した場合には、軌道上搭乗員が地上に依存することなく、安全確保の処置を行う必要が有る。安全に関わるシステムについては、手動操作するもの（バルブ、ハッチ等）を除き、宇宙ステーション本体からのコマンドによっても安全化処置が可能なことを試験により確認した。	HR 全般
	エ 自動機能に対するオーバーライド 安全に関わるシステムの自動機能については、状況に応じて搭乗員及び地上操作によるオーバーライドができること。	エ 自動機能に対するオーバーライド 安全に関わる HTV-X システムの自動制御機能は、軌道上の搭乗員、地上要員のいずれでもオーバーライドが可能であり、意図せぬオーバーライド防止のため、オーバーライド・コマンドは、搭乗員の独立な２つの動作が設定されていることを、機能試験により確認した。 なお、不注意な操作が事故を引き起こす潜在的な機能に対してインヒビットをオーバーライドする場合には、各インヒビット毎に安全のための必要条件を搭乗員または／及び地上要員が確認しながらインヒビットを解除する手順とすることを確認した。	HR 全般
	（３）保全性 ア 機能中断の防止 安全上連続的に運用する必要のあるシステムは、重要な機能の中断なく保全できること。	（３）保全性 保全作業は、軌道上交換ユニット（ORU）毎に行われ、打上げ前に地上で作業性、作業時間を確認するために搭乗員による評価も含めて、デモンストレーションを実施し作業の実効性を確認した。それぞれの ORU 毎に保全に必要な保全時間等のデータについては ORU データとしてまとめられている。	HR 全般
		ア 機能中断の防止 HTV-X は、1 機当たりの運用期間が ISS 係留最長 6 カ月、離脱後運用最長 1.5 年であり、保全作業は考慮されていないが、JEM に搭載されている近傍域通信システム（PROX）および与圧モジュール内のカーゴやミッション機器の通信機器（イーサネットハブ/コンバータ）は、保全性を考慮して、ユニット単位で交換可能な設計を採用している。 PROX は、故障時も機能停止することがないように冗長構成としている。また、HTV-X が ISS へ接近する前に、PROX の健全性を確認する手順を設定し、必要な場合は機器を交換する計画である。万が一、HTV-X が ISS へ係留中に 1 系統に故障が生じた場合でも、他方の 1 系統で運転を行い、最低限の機能を止めることなく保全作業可能なことを試験により確認している。 イーサネットハブおよびコンバータは、ISS 離脱前に健全性を確認する手順を設定し、必要な場合は機器を交換する計画である。	
	イ 危険防止 保全作業については、船外活動の最小化、粉塵等の発生の最小化、流体の放出の最小化、最適な防護措置等が行われること。 また、保全に伴う機器の取付け及び取外しは、安全かつ容易にできること。	イ 危険防止 HTV-X の場合、計画された船外活動は必要としない設計としている。 船内活動による保全作業は PROX 与圧機器、イーサネットハブおよびコンバータに対する保全のみであり、以下の対応をとっている。 ① 粉塵等の発生の最小化 軌道上での保全計画に、粉塵を発生させるような加工作業を含んでいないことを IVA タスク定義書で確認した。さらに地上での組立、製造中に発生する可能性のある粉塵については、十分に洗浄、清掃することによって、軌道上での飛散を防いでいる。 また、与圧モジュール内の浮遊する粉塵等の微粒子については、空気調和装置に取り付けられたフィルタ（HEPA フィルタ）により除去されることを確認した。	HR 全般

項目	HTV 等物資補給機の運用に係る安全対策の評価のための基本指針	HTV-X 初号機の適合性確認結果	関連する HR 番号
		② 流体放出の防止 HTV-X システムの与圧モジュール内には、流体を含むシステムはない。また、曝露空間に偽装される推進薬系は保全の必要ない設計とした。JEM 内に搭載される PROX には、保全時の流体放出防止のため、熱制御系の水配管には、クイックディスコネクタ（QD）が用いられていることを検査で確認した。 ③ 防護措置 保全作業時の安全を確保するため、通常露出している箇所のみならず、パネル内の接触する可能性のある機器に対しても、表面温度、鋭利端部、電撃に対するカバーが設置され、接触の可能性がないことを実機検査により確認した。 また、パネル内機器に対して露出表面温度が許容温度を超える箇所については、熱解析結果による電源遮断後の冷却時間が設定されていることを確認した。 コネクタ着脱時の感電を防止のため、適切な手順が設定されることを確認した。 ④ 機器取付け及び取外しでの安全 PROX の軌道上交換ユニット（ORU）が無重力状態で浮遊することが無いように、ハンドレール、シートトラック、ベルクロ等を利用して一時的に固定して保管することができることを図面、実機検査、搭乗員による評価を実施し確認した。 保全時の作業については、十分な空間があり、ORU への電線・ケーブル等が取り外し等のために長さ、配置に問題のないことを、図面、実機確認、デモンストレーションにより確認した。 コネクタは、識別、着脱操作が容易にでき、誤った挿入ができないようにスクーププルーフタイプ（コネクタの先がある角度で他のコネクタのインサートの範囲に入り込んでもコンタクトを曲げることがない構造）のコネクタが使用されており、隣り合わせのコネクタに対し交換嵌合キー/キー溝を持ったタイプのコネクタを使用することを、部品リスト、実機検査により確認した。	
	（４）品質保証 安全に関わるシステムの機能、性能等を確認するため、製造管理及び十分な検証を行うとともに、その記録を保存すること。 また、HTV 等の安全確保に必要なデータは、その効率的蓄積・利用に資するために、問題報告・是正処置・予防処置、部品情報、材料・工程情報等についてデータベース化を図ること。	（４）品質保証 安全の要求を含む、機能・性能等を満足していることを確認するため、部品・材料レベル、コンポーネントレベル、サブシステムレベル、システムレベルの各段階において、試験・解析・検査・デモンストレーションにより十分な検証を実施し、各設計段階において、審査会等を開催し、各種記録類、解析書、試験データ、評価結果等のエビデンスの確認を通して、検証の妥当性を確認した。 また、HTV-X システムの構成品が仕様書の要求に合致していることを確認するため、製造会社において製造工程が管理され、製造時に得られたデータを含む製造作業の記録が HTV-X の運用期間中保存されている。さらに JAXA では、審査、監査等を行い、製造会社におけるデータ管理等の確認を実施してきた。 なお、機構/契約相手方品質保証・技術代表により処置が決定（再審）となった不具合情報については、JAXA 共有のデータベース、“不具合情報システム”にデータ入力を行っており、関係者により検索、閲覧が可能である。	HR 全般
10. 人間・機械系設計	HTV 等は、本格的な有人宇宙活動を行う場へ提供するものであり、安全確保を図る上で人的要因を十分考慮しなければならない。このため、以下のような対策を講じる必要がある。 （１）搭乗員の保護 搭乗員が触れる可能性のある部分は、適切な丸みを持たせるとともに、破損しても破片が飛散しないようにする等、外傷、火傷、感電等が生じないようにすること。 また、足部固定具、取っ手等は、荷重に十分耐えられること。	（１）搭乗員の保護 構体・機器による外傷・火傷・感電等の傷害から HTV-X 内の搭乗員を保護するため、以下の対策が講じた。 ア　外傷の防止 ① 回転機器に対する防護 与圧モジュール内に使用されているファン等の回転機器は、搭乗員が不意に接触しないようにハウジングにより覆われていることを、設計図面、製造図面、フライトハードウェアの検査を行い、確実にハウジングにより接触防止がなされていることを確認した。 また、ファンの回転部位については、破壊し飛び散ることが無いように、使用材料の選定、寿命試験により確認、回転数制御されることを機能試験により確認した。 ② 鋭利端部・突起物に対する防護 搭乗員が接触する可能性のある与圧内外の構造・装置については、ISS 共通の安全要求に従って、角・鋭	HTVX-0011 回転体（ファン）の飛散、残存粒子の船内への飛散 HTVX-0014 シャープエッジ等

項目	HTV 等物資補給機の運用に係る安全対策の評価のための基本指針	HTV-X 初号機の適合性確認結果	関連する HR 番号
		利端部に丸みを持たせる設計が行われており、設計図面、製造図面に反映され、製造中に発生する可能性のあるバリ等の有無も含めて最終的にフライトハードウェアに対し、検査を行い搭乗員に対する保護を確認した。 船外活動については、宇宙服へのダメージを与えないことを検証するために、接触する可能性のある部位全てに対し、目視、綿手袋により触診によりハードウェア検査とともに、疑わしい箇所に対する宇宙服を模擬した専門の試験片（Swatch Patch）を擦り付けてその損傷を確認する検査を行い確認した。また、構造上安全確保のために特別対応が必要となる箇所（インタフェースリング等）については、カバーの設置、適切な手順の設定、ノータッチエリアの設定を行うことを確認した。 ③ 巻き込み・挟み込みに対する防護 搭乗員が触れる可能性のある機器については、引っかかることのないように、ISS 共通の安全要求に従って、穴、すきまに対する設計が行われており、設計図面、製造図面に反映され、最終的にフライトハードウェアに対する検査を行い搭乗員に対する保護を確認した。 また、結合機構等で搭乗員が挟まれる可能性のある部位については、ノータッチエリアを設定する等、挟み込みを防止するための対応が手順に盛りこまれることを確認した。 イ　火傷の防止 露出部の表面は、火傷や凍傷を生じない温度範囲（HTV-X 与圧モジュール内にあり連続的な接触のある箇所の温度は 0℃～45℃）にあることを熱解析により確認した。ヒータ温度異常時には、適切な手順の設定を行うことを確認した。 さらに HTV-X 与圧モジュール内壁にあるヒータについてもヒータコントローラにより温度要求内に制御されることを熱解析、機能試験を実施し確認した。 同様に、船外活動についても、EVA グローブの実力を考慮した要求が設定されており、機器故障時の最悪時においても温度要求を逸脱することがないことを熱解析により確認した。	HTVX-0013 接触温度異常
		ウ　感電の防止 電力ラインについては、短絡・接続不良等による漏電を防止するため、電力リード線・接点・端子・コンデンサ等が露出していないことを実機検査にて確認した。電線・ケーブルについては、ISS の要求に従った被覆のされている部品を選定していることを部品リスト、実機検査により確認した。また、電気機器の接地が行われていることを確認するために、ハードウェアに対して絶縁抵抗試験、ボンディング・グランディング抵抗測定を実施した。 電力ラインのコネクタは、搭乗員による着脱時の感電等の防止のため、コネクタ上流に電流遮断機能をもたせており、軌道上での手順書への遮断手順の反映を図面、解析、機能試験により確認した。コネクタは、上流側にはソケットタイプの使用、スクーププルーフタイプの使用、着脱時にピンが露出しないようにハウジングをもったタイプのコネクタの使用、コネクタの適切な接地を部品リスト、図面、実機確認により確認した。 船外活動による電力コネクタのアクセスについても、溶融金属（Molten Metal）の飛散による宇宙服への損傷を防止する観点から上記同様の設計を実施し、解析、試験、フライトハードウェアの検査により確認した。	HTVX-0012 感電、電源系機器故障
		エ　作業等の安全 搭乗員の移動支援具は、シートトラックに足部固定具（フットレストレイント）、取っ手（ハンドレール）が取り付けられるようになっていることを図面、実機検査により確認した。また、支援具は、搭乗員による荷重に十分耐えられるように安全率（1.5）を持つことを強度解析による確認した。	HTVX-0016 退避および隔離（緊急時の退避経路の確保）不能
（２）誤操作等の防止 安全に関わるシステムについては、搭乗員及び地上要員の誤操作及び操作忘れの発生を防止するため、可能な限り自動化すること。 また、HTV 等の内部装飾、機器の操作手順、視野等については、誤操作等の生じにくいよう十分配慮すること。	（２）誤操作等の防止 搭乗員の誤操作及び操作忘れを防止するため、HTV-X システムは搭乗員とのインタフェースを十分確保した設計を行った。 ア　自動化 誤操作の発生を低減するとともに、搭乗員の負担を軽減することにより、誤操作が発生する可能性を少なくするように自動化が可能であることを機能試験により確認した。	HR 全般

項目	HTV 等物資補給機の運用に係る安全対策の評価のための基本指針	HTV-X 初号機の適合性確認結果	関連する HR 番号
		イ　内部装飾 搭乗員の誤認を避けるため、室内の装飾、銘板、ラベル、マーキングに対し、次のような配慮がなされている。 ①　HTV-X の内部装飾全体は、上下左右に方向性を持たせ、搭乗員に適切な視覚的手がかりを与えるような設計となっていることを実機にて確認し、搭乗員による評価を実施し確認した。 ②　データ表示、操作手順表示及びマーキングについては、英語又は国際標準シンボルを使用した表記がされていることを図面、実機検査により確認した。	HR 全般
		ウ　機器の操作手順 ①ハザーダス・コマンド（ハザード制御に関連するコマンド）については、搭乗員又は地上要員は安全のための必要条件を満足していることを確認した後、コマンドを発信することを、試験、手順への反映により確認した。特に地上からのハザーダス・コマンド送出に関しては、地上管制システム（OCS）において、2-Step アクションの処理を行うこと、OCS データベースにハザダス・コマンドリストが反映されていることを机上確認および OCS での動作試験、OCS とシミュレータとの組合せ試験により確認した。 ②安全上重要なシステム・装置については、独立したインヒビットが設定されていることを、機能試験により確認した。また、それぞれのインヒビットの確認については、手順に反映されることを確認した。	HR 全般
		エ　視野等 搭乗員の作業・操作・表示機器確認に支障がないように、ILU（Internal Lighting Unit）で十分な照度（特に指定がない限り、白色光で 108Lux 以上）が確保されていることを、照度解析、図面、実機検査により確認した。	HTVX-0016 退避および隔離（緊急時の退避経路の確保）不能
	（３）共通化 安全に関わるシステムについては、可能な限り国際的に共通化を図ること。	（３）共通化 ISS 全体の安全に関わる HTV-X の構成要素（ハードウエア・ソフトウエア・インタフェース）は、原則として ISS 構成要素との間で共通化（全く同一であること）、標準化（設計標準、設計基準等を適用すること）されていることを確認した。 この共通化・標準化には、次の通り、特に直接搭乗員の安全に関わる表示・警告・警報の統一、避難・非常操作・緊急処置等に関わる手順・対応の統一が重点的に含まれている。 ① 警告・警報 共通化：音声端末、警告・警報パネル、ラベル、マーキング 標準化：警告・警報のクラス分け ② 火災検知／消火システム 共通化：煙センサ、可搬式消火器 ③ その他 共通化：ハッチ、ハンドレール、足部固定具、取っ手、等々 標準化：配管、配線等識別用シール、銘版、等々	HTVX-0001 火災 HTVX-0016 退避および隔離（緊急時の退避経路の確保）不能
	（４）異常等への対処 HTV 等において異常等が発生した際の搭乗員及び地上要員による安全に関わる対処については、適切な指揮・命令系統の下で運用されるシステムとなるよう十分配慮すること。	（４）異常等への対処 運用中は、組織化された地上の管制チームが HTV-X の状態を監視し、必要であれば地上からのコマンドで安全化を行う。この運用が可能となるように、HTV-X の状態を地上でモニタできる機能があることをシステム試験にて確認し、異常時の手順が管制チームの手順書に記述されていることを確認した。	HR 全般
11. 緊急対策	火災、減圧、汚染等の異常が発生し、緊急を要するときにおいても、搭乗員の安全に重大な影響が及ばないようにしなければならない。このため、以下のような対策を講じる必要がある。 （１）緊急警報 緊急警報は、人命に脅威となるような異常を識別でき、安全に退避できるよう緊急、確実に通知	（１）緊急警報 HTV-X には緊急警報を発出する機能はないが、人命に脅威となる火災、減圧等の異常の発生は直ちに宇宙ステーション側に通知され、宇宙ステーションの警告・警報システムを通じて搭乗員に通知するようになっていることを ISS とのインタフェース管理仕様書（ICD）に規定されていることを確認した。 ア　火災	HTVX-0001 火災

項目	HTV 等物資補給機の運用に係る安全対策の評価のための基本指針	HTV-X 初号機の適合性確認結果	関連する HR 番号
	できること。 　また、人命への脅威に関する緊急警報は、異常を発見した搭乗員が警報ボタン等により手動で警報を発出できること。	(a) 空気循環配管中に、煙センサが配置されていることを流体系統図で確認した。煙センサが検知できることは、機能試験にて確認した。 (b)煙センサで火災発生が検知されると、ISS の警告・警報システムに通知されることをシステム試験で確認した。 (c)消火区画は，区画毎に可搬式消火器とインタフェース可能な消火用ポートを有していることを艤装図及び可搬式消火器の受入検査書で確認した。 (d)管制システムの機能により火災検知後に自動又はマニュアルで火災検知区画内への電源供給及び循環空気流を停止できることを、システム試験及びフライトソウトウェア単体試験で確認した。 （注） (a)不燃性・難燃性材料を使用していることを、材料識別及び使用リストで確認した。 (b)適切なサイズの電線を使用していることを、下記で確認した。 (ⅰ)配線設計（ワイヤサイズ、バンドル数）解析 (ⅱ)電力回路設計（過電流遮断特性）解析 (ⅲ)電力遮断特性試験 (c)リレー・スイッチは、ハーメチックシールタイプを使用していることを、図面及び検査で確認した。 (d)適切な熱設計・故障検知分離システムが適用されていることを、下記で確認した。 (ⅰ)システム、サブシステムの熱解析又は熱サイクル試験 (ⅱ)FDIR 解析 (ⅲ)機器及びヒータのワーストケース熱解析 イ　減圧 　ISS に係留中はハッチを開状態にしており、HTV-X 与圧モジュール内の圧力制御は ISS の機能に依存している。よって、HTV-X 与圧モジュール内の減圧は、ISS 本体により常時監視され、設定圧以下・設定減圧速度以上になると、ISS 内に警告・警報が発せられ、搭乗員は緊急避難機に退避する。その際、可能な限りハッチを閉じて退避する。 (a)ISS 文書で「キャビン圧は ISS 本体により常時監視され、設定圧以下・設定減圧速度以上となると、ISS 内に警告・警報が発せられる。」ことを確認した。なお、本件の検証責任は NASA 側にあり、その検証結果は JAXA も審査メンバである、NASA 安全審査で審議されることになっている。 (b)HTV-X と船内と船外の間のシール部は２重とし、船外排気用の排気弁には意図しない開放を防止するため２つのインヒビットを設けた。２重シールを用いていることを検査にて、排気弁のインヒビットは試験にて確認した。また、万が一漏洩したとしても、搭乗員が退避する時間が確保できることを解析にて確認した。	HTVX-0004 空気漏洩による与圧モジュールの減圧
		ウ　汚染 　HTV-X 与圧モジュール内の二酸化炭素・酸素分圧の異常値を ISS が検知した場合には、ISS 内に警告・警報が発せられる。 (a)ISS 文書で「HTV-X のキャビン内の空気は、ガスサンプルラインを通し ISS 本体の環境監視装置（ARS：Air Revitalization System）に送られ分析・監視され、汚染物質、二酸化炭素・酸素分圧の異常等が検知された場合には、ISS 内に警告・警報が発せられる。」ことを確認した。なお、本件の検証責任は NASA 側にあり、その検証結果は JAXA も審査メンバである、NASA 安全審査で審議されることになっている。	HTVX-0002 汚染（オフガス等）、空気循環停止による空気汚染
	（２）アクセス 　非常設備、防護具、安全上重要な手順書等は、緊急時においても、搭乗員が容易に取り出して使用できるように保管すること。 　また、通路は、搭乗員が安全かつ速やかに脱出・避難できること。	（２）アクセス ア　非常設備、防護具 　ISS に係留後、非常設備として可搬式消火器が、防護具として可搬式呼吸器がそれぞれ１式ずつ ISS 側より移設されることが手順書に記述されていることを確認した。また、これらを設置する場所が HTV-X 与圧モジュールの入り口付近に準備されいていることを検査にて確認した。 　これらの設置場所は、容易に識別できるように表示されている。なお、HTV-X のミッションを終了した後は、離脱前にこれらの可搬式消火器及び可搬式呼吸器を ISS 側へ返却する。	HTVX-0001 火災

項目	HTV 等物資補給機の運用に係る安全対策の評価のための基本指針	HTV-X 初号機の適合性確認結果	関連する HR 番号
		イ　安全上重要な手順書 軌道上で必要となる安全上重要な手順書は、軌道上で搭乗員がアクセスできるよう電子ファイル媒体及び文書として保管・掲示されることになっており、特にタイムクリティカルな手順書については、決められた場所に置くことになっていることを確認した。なお、最終的な手順書は打上げ３ヶ月から１ヶ月前までの間に準備される。 ウ　通路 (a) 搭乗員の移動及び作業を容易にするため、通路にハンドレール、フットレストレイント等が ISS の要求に従い設置されていることを艤装図、IVA トランスレーション解析で確認した。また、ラックの転倒・移動時でも、直径 81cm 以上の通路が確保される構成となっている。	HTVX-0016 退避および隔離（緊急時の退避経路の確保）不能
		(b)電源喪失時の HTV-X 与圧モジュール内の照明喪失に備えて、退避のためのハッチ開口部が容易に識別できるように蓄光テープがハッチの上下に設置されていること、及びラックの転倒・移動時の作業領域の空間確保が、ISS の要求通りであることを、艤装図及び視認性デモンストーレションで確認した。	
	（３）減圧及び再加圧 火災、汚染等の異常が発生した場合には、与圧部内の空気を排出するため、減圧及び再加圧ができること。 また、再加圧後に搭乗員が与圧部内に入る前に安全の確認ができること。	（３）減圧及び再加圧 HTV-X に火災・汚染等の異常が発生した場合には、ハッチ等を閉鎖して、ISS 本体から隔離した後、HTV-X 与圧モジュールの空気を排気弁により宇宙空間に排出して減圧し、続いて均圧弁を開くことにより、ISS 本体のキャビン空気を取り込んで再加圧できるよう設計されている。 また、HTV-X の起動・再起動に際しては、搭乗員が HTV-X 内に移乗する前に、ISS 本体側から与圧環境の安全の確保に必要な最小限の機能を立ち上げることが出来るシステム構成となっている。 (a)減圧 モジュール隔離状態で船外排気開始から 24 時間以内に、与圧モジュールを通常運用開始から 2.8KPa まで減圧できることを解析（排気弁単体性能がモジュールの容積に対して妥当であること）及び試験（排気弁単体性能の確認）で確認した。 (b)再加圧 モジュール間均圧機能を有している均圧弁操作で、再加圧性能は可能であることを、均圧・再加圧性能解析で確認した。 (c)起動・再起動 搭乗員が HTV-X 内に移乗する前に、ISS 本体側から与圧環境の安全の確保に必要な最小限の機能（電力供給系・空気調和装置・モジュール間通風換気・火災検知系等）を立ち上げることが出来るシステム構成であることをシステム試験にて確認した。また、初期起動後、搭乗員の入室前に内部環境の安全化確認のため、与圧部内キャビン圧力モニタ及びガスサンプリングの機能を有していることを艤装図で確認した。	HR 全般
12. 安全確保体制	HTV 等の安全確保に関わる活動については、開発及び運用の担当部門から独立した部門においても行うこと。 また、安全上のあらゆる問題について、開発及び運用の責任者まで報告される体制を確立すること。 さらに、HTV 等の開発及び運用に携わる者への安全教育・訓練を実施するとともに、安全確保に係る事項の周知徹底を図ること。	安全・開発保証活動のための体制については、HTV-X の開発・運用の担当である新型宇宙ステーション補給機プロジェクトチームから独立した安全・ミッション保証部門である「有人システム安全・ミッション保証室」において、方針・要求事項の設定、その履行状況の評価、必要な勧告が行われている。 また、安全上の問題については、開発・運用の責任者まで報告される体制が確立されている。 さらに、JAXA において、HTV-X の開発・運用に携わる者への安全教育・訓練が実施されるとともに、安全確保に係る事項の周知徹底が図られている。	HR 全般

付録3

新型宇宙ステーション補給機初号機（HTV-X1）に関する安全評価　質問に対する回答

令和7年9月2日

国立研究開発法人
宇宙航空研究開発機構

【本資料の位置付け】

本資料は、令和 7 年 7 月 25 日に開催された第 55 回調査・安全小委員会における新型宇宙ステーション補給機初号機（HTV-X1）に係る安全対策についての報告に対して同委員会構成員から提出された質問等に対し、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）の回答をまとめたものである。

● 1. 目的及び位置付けに関連する質問
1-1　全般　3 ページ

● 3. 基本的な考え方に関連する質問
3-1　全般　4 ページ
3-2　ハザード解析結果サマリ　5 ページ
3-3　係留可能期間の拡大　6 ページ

● 4. 宇宙環境対策に関連する質問
4-1　ハザード解析結果サマリ「ヒドラジンによる汚染」　7 ページ
4-2　デブリの評価について　8 ページ
4-3　太陽電池パドルのデブリ耐性　9 ページ

● 5. 構造及び材料に関連する質問
5-1　ハザード解析結果サマリ「7.爆発（推進系・バッテリ）」　10 ページ

● 8. 電力に関する質問
8-1　HTV-X 電源　11 ページ
8-2　適合性評価結果「8.電力」　12 ページ

● 9. 安全・開発保証に関連する質問
9-1　適合性評価結果「9（3）保全性」　13 ページ

● 10. 人間・機械系設計に関連する質問
10-1　ハザード解析結果サマリ「感電」　14 ページ

● 11. 緊急対策に関連する質問
11-1　ハザード解析結果サマリ「空気漏洩による与圧モジュールの減圧等」　15 ページ
11-2　適合性評価結果「11（2）アクセス」　16 ページ
11-3　適合性評価結果「11（3）減圧及び再加圧」　17 ページ

（注） 質問番号の項番は、「宇宙ステーション補給機（HTV）等物資補給機の運用に係る安全対策の評価のための基本指針」の項番に対応しています。

●1. 目的及び位置付けに関連する質問

【質問番号 1-1】全般
【質問内容】
今回係留フェーズが検討の対象なので、係留フェーズにおいて特に議論すべきポイントを、最初の段階で整理しておくことは、議論を進める上で効果的かと思います。7 月 25 日の委員会では、議論の最初で、以下の様に整理させて頂きましたが、他にもあるかと思います。
・国際宇宙ステーションと一体なることから、国際宇宙ステーションのモジュールとしての安全性要求を満たす必要があること
さらにこのことは、2 つの側面があり
・国際宇宙ステーションに対して、悪影響を与えない事
・国際宇宙ステーションからの影響によって、問題を発生しないこと
・与圧モジュール内に人が入って作業をすることから、人に対する影響についても考慮する必要があること。
・他の多くのモジュールと異なり、推進系を内蔵した状態で、国際宇宙ステーションと一体として機能することから、推進系が国際宇宙ステーションに対して悪影響を与えないように、考慮する必要があること。
このような整理を、資料の早い段階で含められては如何でしょうか。

【資料の該当箇所】資料 55-2-2 2 項（P.7～11）

【回答者】JAXA
【回答内容】
ご指摘に従い 2 項で識別した係留中に発生する可能性のハザードに対して、観点を整理して資料を補足します（資料 56-1-1 P.7）。

●3. 基本的な考え方に関連する質問

【質問番号 3-1】全般
【質問内容】
　HTV でのこれまでの多くの実績があり、HTV-X でもほぼ同様の運用形態をとることから、HTV での実績を最大限活用することで、安全性・信頼性を確保するという方針は理にかなっていると理解できます。ただ、類似性が高いから同様の方針で安全性が確保できるという説明だけだと、今回 HTV-X として新たな宇宙機を運用する上で、検討が十分かどうかが判断できません。
　一方において、7 月 25 日の委員会において、いくつかの例について、HTV から HTV-X への差分によって、発生しうるハザードについても適切に識別され、対策がとられていることがわかり、素晴らしいと感じました。このことが、説明資料ではあまり強調されていない印象を受けます。そこで、概ね HTV での実績を活用することで、安全性については十分確保できているが、HTV と HTV-X はこのような点で異なるので、その違いによって発生しうるハザードについて、識別し対策をとっているという説明を、入れる必要があるのではないかと考えます。
　質問させて頂いたキャプチャーバーシングを例にしますと、「キャプチャーバーシングについては HTV においてこれまで実績のある方式であり、その実績を活用することで方式としては十分安全を確保することができる。ただ、HTV-X は新たに展開型太陽電池パドルを搭載することになっているので、1）キャプチャー時に展開型太陽電池パドルが存在することで機械的な干渉や操作性に問題を生じないか、2）展開型太陽電池パドルという柔軟構造体を操作対象が持っていることで、キャプチャー後のマニピュレータの制御に影響を与えないか、といった問題が発生する可能性があり、これらについても解析により問題を発生しないことを確認した。」というような説明の仕方は如何でしょうか。ご検討頂ければと思います。

【資料の該当箇所】資料 55-2-2　2 項（P.7～11）

【回答者】JAXA
【回答内容】
　ご指摘に従い、HTV から HTV-X との設計変更部分に対する、ハザード解析の差異について識別して 2 項に表として補足します(資料 56-1-1 P.13～15)。

【質問番号 3-2】ハザード解析結果サマリ
【質問内容】
　ここで上げられている項目の多くは、打ち上げや飛行中を含めた全体としての設計に包含されていると思われるのですが、係留フェーズにおいて、特に意識すべき内容が存在するものもあります。例えば構造については、7 月 25 日の委員会で議論になったように、係留フェーズにおいては、主にドッキングポートでの構造強度が重要であり、また、他の補給機が接近した際に発生する危険性のある外乱への対応が重要になります。その意味では、各項目の説明が係留フェーズでの現象にフォーカスした形での表現の方がより望ましいと考えられます。ハザードの項目名については、識別上表現を変えるのが難しいかもしれませんので、ハザードの内容を簡単に説明するカラムを追加しても良いかもしれません。
　趣旨としては、ここでのハザード識別が、結果的に全体設計によって包含されるかもしれませんが、係留フェーズでの事象にフォーカスされているという説明になっていることが必要かと思います。

【資料の該当箇所】資料 55-2-2　2 項（P.7～11）

【回答者】JAXA
【回答内容】
　ご指摘に従い、2 項の記述について係留中にフォーカスすべき点を特記として追記します（資料 56-1-1 P.8～10, 12）。

【質問番号 3-3】係留可能期間の拡大
【質問内容】
　HTV-X の概要「C. ISS 近傍運用フェーズ」において『最長 6 か月の係留が可能になり』とありますが、その根拠はなんなのでしょうか。
　何が向上・改良されたので係留可能期間が拡大されたのでしょうか。
　（本委員会のスコープ外かと思いますが、延長が新しいハザード・リスクができる原因になるかもしれないと思い、伺いました）

【資料の該当箇所】資料 55-2-1 1 項　P.4

【回答者】JAXA
【回答内容】
　主要因として機体を覆う多層断熱材（MLI）については、原子状酸素による劣化を防ぐため、コーティングを施しております。その他、耐放射線についても十分な耐性を持つ部品を選定しております。
　また、係留期間の延長によって設計や評価を変更した部分はありますが、新しくハザードとして識別されるものはありません。

●4. 宇宙環境対策に関連する質問

【質問番号 4-1】ハザード解析結果サマリ「ヒドラジンによる汚染」
【質問内容】
・ハッチ外側に付着するヒドラジンについて
推進薬としてヒドラジンを使用されているとのことですが、分離から ISS 近傍域までアプローチするプロセスで、推進薬として使用したヒドラジンが HTV-X 外側の表面に付着すると思います。
その際に、ISS とのドッキングのためのハッチの外側部分にヒドラジンが付着していて、ドッキング後にその外側の面が ISS の与圧部との内側の面になり、ISS との係留のためにハッチをオープンすると思いますが、船内を汚染し問題になることはないでしょうか？

【資料の該当箇所】資料 55-2-2 2 項（P.7）

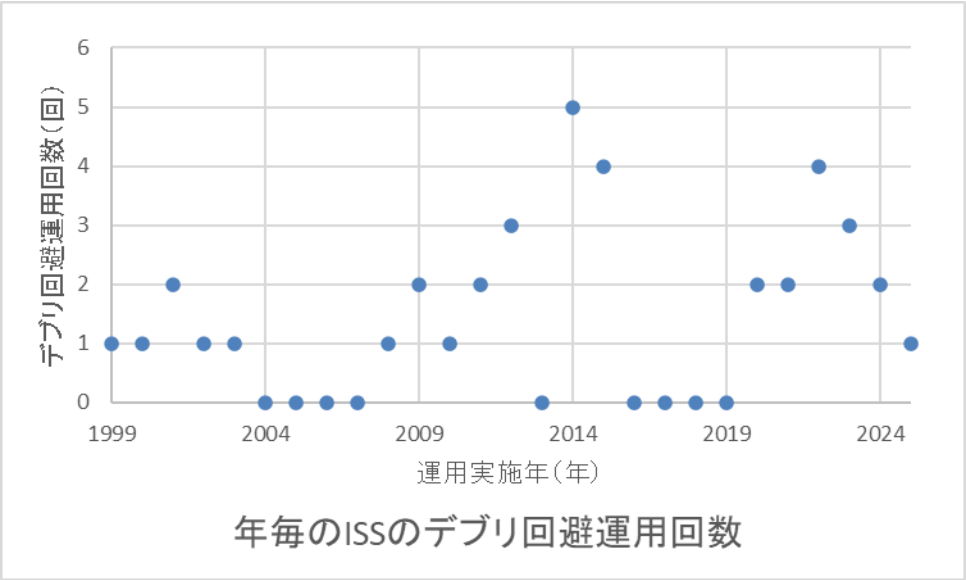
【回答者】JAXA
【回答内容】
以下のとおり問題にならないと評価しています。
HTV-Xには、軌道制御・姿勢制御用のスラスタとして、推力120Nの2液スラスタ（型式：HBT-1）が24台搭載されています。
このスラスタは推進剤として、人工衛星の姿勢制御に用いられる無水ヒドラジン（N2H4）よりも毒性や反応性の低いモノメチルヒドラジン（MMH：CH3NHNH2）を燃料とし、酸化剤として二酸化窒素（NO2）に一酸化窒素（NO）を3%混合させたMON3という液体の組み合わせを用います。
推力発生の仕組みは、これら2つの液体を燃焼室内に噴霧して混合・燃焼させ、発生した燃焼ガスをノズルから噴射して力を得るというもので、スラスタ排気に含まれる主な反応生成物は、CO2、N2、H2O、これに微量のNO、NO2、NH3となります。
実際の運用では化学等量比より酸化剤が多めの”酸化剤リッチ”の条件で燃焼させるため、未燃のMMHがスラスタ排気に含まれる可能性は非常に低いです。

従いまして通常のスラスタ運用で発生するプルーム（スラスタから排出される燃焼ガス）が、分子としてHTV-X外壁に付着・堆積し、ISSとの結合時にハッチを介して内部を汚染する、という可能性は十分に低いといえると思います。
ご懸念のように、液体のMMHあるいはMON3がHTV-X外壁に付着し、ISSとの結合時にハッチを介して与圧部内部を汚染するというハザードについては、今回ユニークハザードとして識別されている「推進薬の（外部）漏洩」に対する対策により、制御されます。

【質問番号 4-2】デブリの評価について
【質問内容】
　近年低軌道デブリは増加傾向にあるのではないかと思うが、デブリの評価はどのようになされているか。

【資料の該当箇所】資料 55-2-2　2 項（P.8）、3 項（P.17）

【回答者】JAXA
【回答内容】
　添付で示す通り、ISSでは1999年以降に年に数回の回避マヌーバを行っております（今年は4月に1回）。近年に大きく増加の傾向は現状はみられません。HTV-Xの運用に関しては、運用期間が短く、必要時には回避運用手順が準備されているため影響がありません。



【質問番号 4-3】太陽電池パドルのデブリ耐性
【質問内容】
　設計で対応できない事象に、デブリの問題があることが分かりました。
　HTV-X は、太陽電池パドルがついていることが特徴ですが、こちらにはデブリバンパーは付けることが出来ないのではないかと想像します。
　仮にデブリがぶつかった場合は、損傷部分が機能しないが全体には影響しないと考えて良いのでしょうか？
　また、ISS 本体には太陽電池パドルがありますが、そちらはかなり大きく丈夫そうですが、これまでに、問題になったことはないのでしょうか？
　HTV-X の場合は、折りたたみ式で構造的には弱いと想像してしまいます。
　勝手な想像での質問ですが、ご教授いただけますと幸いです。

【資料の該当箇所】資料 55-2-2　2 項（P.8）、3 項（P.17）

【回答者】JAXA
【回答内容】
　HTV-X では太陽電池パネルにおいて太陽電池セルをアレイ化しており、両翼で 56 回路（1 翼あたり 28 回路）搭載されております。仮に一定の大きさのデブリが太陽電池セルに衝突した場合でも 56 回路中の 1 回路を喪失するのみで、電気的にはミッションおよびハザードに影響はありません。
　ISS 側については NASA の管理になりますので、JAXA で把握している限りで恐縮ですが、これまでにデブリによって太陽電池にクリティカルな影響があったとは聞いておりません。（ご認識の通りデブリの衝突確率は面積によって大きくなりますが、伴って搭載される回路数も多くなるので影響は小さくなるのではないかと推察します。）
　構造的には、影響を及ぼすほど大きなサイズのデブリは事前に検知できますので適切に回避運用を実施いたします。また、これまで JAXA でも多く実績のある構造ですので、問題無いと考えております。

●5. 構造及び材料に関連する質問

【質問番号 5-1】ハザード解析結果サマリ「7.爆発（推進系・バッテリ）」
【質問内容】
『爆発（推進系・バッテリ）』の「バッテリ」に太陽電池が含まれていますか？太陽電池パネルの破損→短絡・火災は検討されましたか。

【資料の該当箇所】資料 55-2-2　2 項（P.8）

【回答者】JAXA
【回答内容】
破裂（爆発）ハザード上のバッテリには太陽電池は含まれておりません。
太陽電池パネルの破損について、パネルに搭載される各アレイ毎の出力電流から短絡した際の影響を評価しておりますが、ワイヤハーネスの適切な選定による故障伝搬の防止や真空中で人の触れない箇所にあること等からハザード（火災を含む）には至らないと確認しております。

●8. 電力に関連する質問

【質問番号 8-1】HTV-X 電源
【質問内容】
HTV-X の電源についてリスクで一番クリティカルだと思われるのは、HTV-X の電源が何らかの原因で落ちてしまう状況だと推測します。
以下の点について、問題ないか確認をお願いします。
(1) 電源が落ちる場合、主運用の系統から冗長系に自動的に切り替わり問題ないのか？切り替えは自動か？
(2) ISS 本体に対してショートや過電流などは問題ないか？
(3) ジョイント部の把持や、外れなどは問題ないか？
(4) HTV-X 電源が落ちた場合の船内や船外の温度制御が問題ないか？
(5) CO2 除去システム(DRCS)が停止すると思われるので、空気の制御が切れると思われるが問題ないか？ また、自動で復帰するのか？

【資料の該当箇所】資料 55-2-2 2 項（P.8,9）, 3 項（P.21）

【回答者】JAXA
【回答内容】
(1) HTV-X ではバッテリを 2 台搭載しており、2 台とも常時機体に電力を供給しております。また、片系のバッテリに異常が生じた場合でも、異常が生じたバッテリはヒューズ等の保護機能により自動的に切り離され、正常なバッテリが継続して電力を供給するため問題ありません。
(2) 電力の供給を受ける HTV-X では、受電部で過電流保護回路を備えており、HTV-X 側でショートが生じた際には ISS への過電流を規定値以下に抑えるため問題ありません。(HTV と類似の設計。)
(3) ISS から電力の供給を受けるためのケーブル/コネクタは確実な脱着のため ISS プログラムで定められた規格のものを採用しており、HTV や他補給機でも実績があります。
(4) 万が一、バッテリからの電力を喪失してしまった場合は、ヒータによる能動的な温度制御機能を喪失することになります。ただし、電源系全体としては、最低でも 3 つ以上の故障が同時に生じない限り電力を喪失することは無い設計としており問題ありません。
(5) CO2 除去システム(DRCS)は ISS 内での実験のために HTV-X が輸送する実験装置になります。従って、HTV-X の内部では使用されません。

【質問番号 8-2】適合性評価結果「8.電力」
【質問内容】
『電力』について「（電力供給が）冗長構成となっている」とありますが、それぞれの距離は独立といえる程度に離れていますか。同じ理由で両者とも同じ原因で故障するリスクはないでしょうか。

【資料の該当箇所】資料 55-2-2　3 項（P.21）

【回答者】JAXA
【回答内容】
それぞれの機器は十分に距離を確保しております。（例えば、電源系機器で冗長同士の距離が最も近いバッテリでも、その構造間で 5cm 以上の距離を確保しており、ある系の故障が他系へ波及することはありません。）
また、同じ理由で両系とも故障するのは設計や同時期の製造等に起因するものですが、解析や試験等で検証するとともに適切に製造管理を行っており、同時に同じ原因で冗長を失う可能性は非常に低いと考えております。

●9. 安全・開発保証に関連する質問

【質問番号 9-1】適合性評価結果「9(3)保全性」
【質問内容】
『保全性』にて「近傍域通信システム(PROX)、与圧モジュール内の通信機器は交換可能」とありますが、他の安全機器は交換可能なのでしょうか。これだけ書かれているのは、通信機器は重要度が高いので複数の装置を持っていくことになっているのでしょうか。

【資料の該当箇所】資料 55-2-2 3 項(P.22)

【回答者】JAXA
【回答内容】
HTV-X の安全に関する他の機器は交換可能とはしていません。これは ISS 係留期間が最大半年程度と限られていることを踏まえたものです。代わりに冗長構成としたり材料強度など充分な安全余裕を持たせたりすることで安全性を確保しています。
一方、近傍通信システム(PROX)は、HTV-X の ISS との通信のため「きぼう」(JEM)に搭載しています。これは長期に HTV-X の複数機に亘り使用するため、保全性を考慮し補用品を ISS 船内に一式保管しており、万一の故障の際は交換できるようにしています。
与圧モジュール内の通信機器は、安全性に関係するものではありませんが、離脱後の技術実証の際に使用するため、ISS から離脱する前に万一故障が識別された場合に交換できるよう補用品を ISS 船内に保管します。

●10. 人間・機械系設計に関連する質問

【質問番号 10-1】ハザード解析結果サマリ「感電」
【質問内容】
12. 「感電」
①「電源 OFF の手順の確認」とあるが、
・ 手順の確認について、どのようにクルーに教育されるか？
・ 操作については、クルーは必ず毎回手順書を確認して操作することになっているか？そうではない場合、現物のコネクタには注意喚起などの表示がされるか？
※その他の項目にもいくつか「手順の確認」とあるものがあるが、いずれもどうか？
②電力供給が増えるという説明であったが、
・ 構造が変わっている部分はあるか？
・ 故障等対応時に人が加圧部分に触れる可能性はないか？

【資料の該当箇所】資料 55-2-2 2 項（P.9）

【回答者】JAXA
【回答内容】
①
・ クルーへの教育はフライト前に行います。
手順自体の妥当性は宇宙飛行士経験者を含めたJAXA/NASAの運用関係者にて確認します。安全に関連する手順ステップには注意喚起を明示しています。その上でクルーへの教育はNASAが担当し、必要に応じJAXAはこれをサポートします。
標準・共通的な作業（ケーブル着脱など）は基礎的な訓練にて確認済のため、クルーへの手順の説明・読み合わせ確認が主な教育となります。特異な操作・取扱いが必要な場合はその程度に即して個別の訓練を行いますが、HTV-Xの手順は標準的な操作で対応できる範囲のものです。
・ 操作について、クルーは手順書を確認しながら地上管制官と連携の上行います。クルーの操作にあたり安全が確保されていること（例えばケーブル着脱の際に電源がオフされていること）を地上管制官が確認します。特異な操作・取扱いの場合は作業に先立ちクルーと地上管制官にて段取りの確認を行います。
（その他手順についても同様です。）
②
カーゴに対する電力供給機能がHTVと比較してHTV-Xでは新規の機能になります。その上で以下回答いたします。
・ 構造としては、HTV-Xから与圧カーゴおよび曝露カーゴへ電力/通信機能を提供するため、コネクタ等の配線が追加になっています。
・ 曝露カーゴについては船外搭載のため、故障時も直接人が触れることはありません。与圧カーゴについては故障時対応で給電された配線に触れる可能性はありますが、地上管制官と連携・確認のうえ進める手順であり、感電防止グローブ等で感電対策を施して実施されます。

●11. 緊急対策に関連する質問

【質問番号 11-1】ハザード解析結果サマリ「空気漏洩による与圧モジュールの減圧等」
【質問内容】
4. 「空気漏洩による与圧モジュールの減圧」 等
・「万が一漏洩したとしても」とあるが、漏洩を検知するセンサの性能や冗長系についての評価は？
・センサにより検知した場合、クルーにはどのように伝えられるか？ また、その内容や対応方法についての教育（周知）はどのように計画されているか？
※他の重要なセンサ類についての冗長系、検知した場合の通知についてはどうか？

【資料の該当箇所】資料 55-2-2 2 項（P.7）

【回答者】JAXA
【回答内容】
HTV-X は、ISS 係留中における空気漏洩の自動検知・制御は ISS の機能に依存することとしています。即ち、万一 HTV-X での漏洩しそれが安全上有意な程度の場合、HTV-X が隣接するモジュール(Node2/Node1)のセンサにて検知するか、クルーによってマニュアルボタンが押下され ISS 内で警報が発令されます。その際その隣接モジュールでの空気ダクトは遮断・HTV-X への空気供給は停止され、ISS からの制御指令により HTV-X のファンも自動停止します。
クルーは警報を受けその発令箇所をモニタ端末から確認し、HTV-X を含む隣接モジュールから退避し、隣接モジュールのハッチ扉を閉める等の対応を取ります。
漏洩時の対応手順は ISS 内で標準化されており、クルーは地上にて何度も緊急事態に対する応答訓練（Emergency 訓練）を受けます。クルーと同様に、地上管制員も緊急事態に対する応答訓練を受けています。
HTV-X も空気圧を計測する圧力センサを 3 冗長有していますが、地上管制員によるモニタ用途であり自動で減圧する機能は有していません。過加圧や減圧を判断する上で必要な検知性能を設計にて設定・評価のうえ、センサがそれを満足することを試験にて確認しています。
地上管制員により HTV-X 空気圧が所定の範囲を超えて異常値となっていることを識別した場合、クルーに連絡し対応を求めることになりますが、即時対応が必要な事態ですので上述の ISS の自動検知・警報による対応を主としています。
安全に係るクルーへの通知に関し、他の重要なセンサとしては火災に係る煙センサがあります。煙センサは 2 冗長で同時動作させており、係留中はそのどちらかが検知すると ISS 内に警報が発令、クルーのモニタ端末に HTV-X が火災源であることが示されます。なお、その際に HTV-X の与圧モジュール機器の電源は自動でオフ、隣接するモジュールの HTV-X との空気ダクトは自動で遮断・HTV-X への空気供給は自動停止されます。

【質問番号 11-2】適合性評価結果「11（2）アクセス」
【質問内容】
『アクセス』にて「可搬式消火器が ISS 側より HTV-X に移設されることを確認した。」とありますが、可搬式消火器は ISS に十分個数残っているという理解でよろしいですね（1個しかない消火器を HTV-X に移設して ISS 側に消火器が無くなる、ということは無いですね）？

【資料の該当箇所】資料 55-2-2 3 項（P.25）

【回答者】JAXA
【回答内容】
可搬型消火器は通常各 ISS モジュールに 2 個ずつすぐに使える状態で配置しています。
万一の HTV-X 内火災発生の場合、隣接する”Harmony"(Node2)モジュールに配置されているものが使用できるようにしています。
なお、消火器やマスクの可搬の緊急備品の所在はクルーと地上管制チームにより所定の様式にて厳密に管理しており、クルー交代時には現物の所在を目視確認しています。

【質問番号 11-3】適合性評価結果「11（3）減圧及び再加圧」

【質問内容】
『緊急対策』にて「火災・汚染等の異常発生時は、ハッチ等を閉鎖し、HTV-X 与圧モジュールの空気を排気弁により排出して減圧後、均圧弁を開くことで、再加圧できるよう設計されていることを試験・解析で確認」とあります。ハッチを閉鎖する場合の退避基準は設けていますか（消火器で頑張っている間にハッチを閉鎖すべき適切なタイミングを逃してしまう、という懸念からの質問です）

【資料の該当箇所】資料 55-2-2 3 項（P.25）

【回答者】JAXA
【回答内容】
HTV-X 与圧モジュールに限らず ISS 内のモジュール共通,標準化されたハッチの閉鎖・退避の緊急手順を設けています。
ポータブルの燃焼分析装置でマスク着用が必要なレベルに達している場合には、マスクを着用した状態で消火活動にあたります。また、消火剤を使用したり機器遮断をしても火災鎮火の傾向が見られない場合、モジュールから退避し隔離，したがってハッチを閉鎖することとなっています。