



安全5-1-2

---

# 宇宙ステーション補給機 「こうのとり」3号機 (HTV3) の 再突入に係る安全評価について

平成 24年 3月 16日(金)

宇宙航空研究開発機構

有人システム 安全・ミッション保証室長

小沢 正幸



# 目次

---

1. はじめに
2. HTV3号機の主要諸元
3. 評価基準に対する適合性評価結果
4. HTV3号機の再突入計画
  - 4.1 再突入までの運用計画
  - 4.2 再突入の実施条件
  - 4.3 再突入の飛行経路と着水予想区域
  - 4.4 航空機及び船舶に対する通報
5. 安全管理体制
  - 5.1 組織及び業務
  - 5.2 安全教育訓練の実施状況
  - 5.3 緊急事態への対応
6. その他安全対策実施に当たっての留意事項
7. 結論



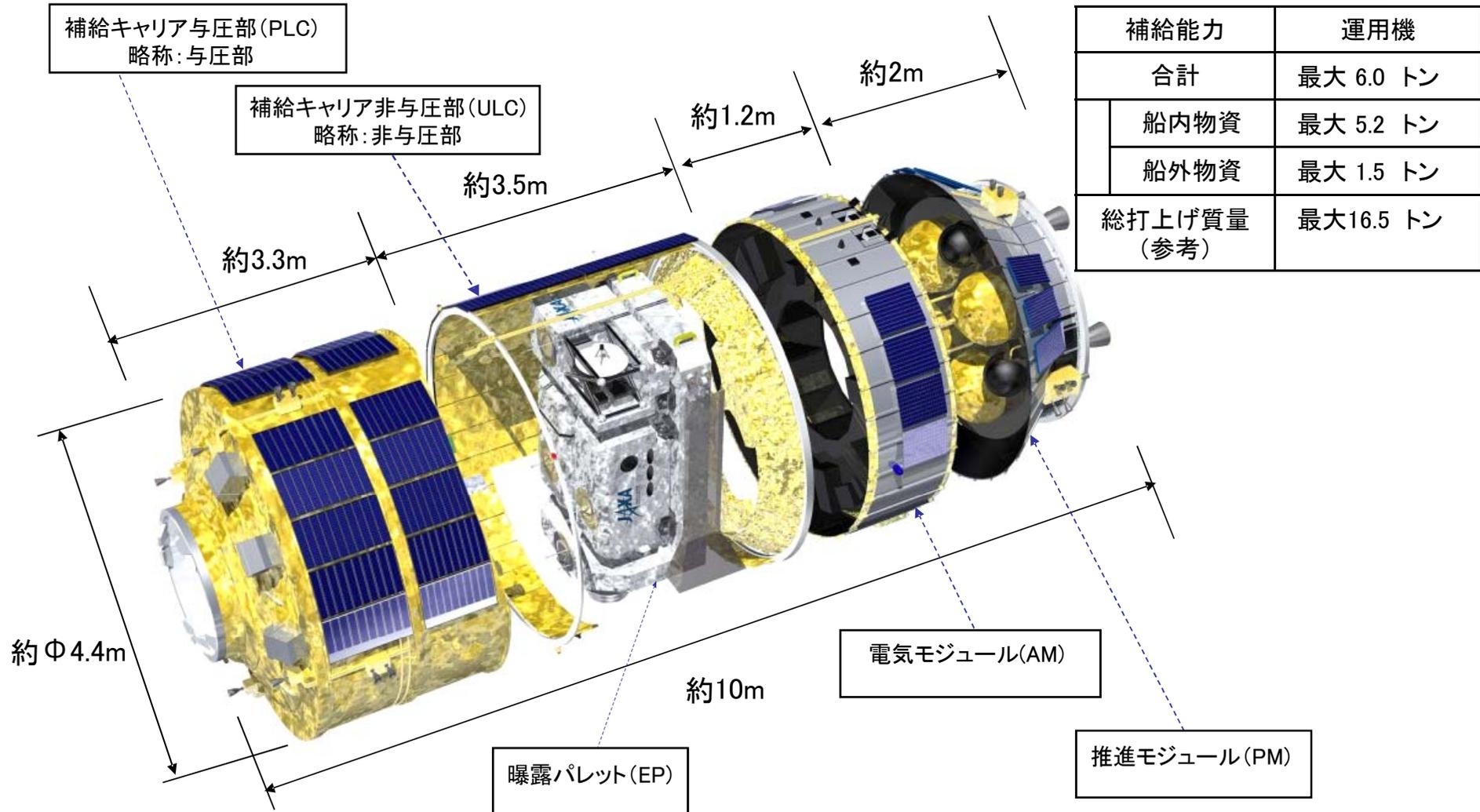
## 1. はじめに

---

- 宇宙ステーション補給機「こうのとり」(HTV)の打上げ及び再突入に係る安全評価については、平成17年10月の宇宙開発委員会において、以下の基準により調査審議されることとなった。
- 「ロケットによる人工衛星等の打上げに係る安全評価基準」(平成16年12月)
- 今回、HTV3号機の再突入に関する各種安全評価結果の妥当性確認が完了したため報告する。
- なお、打上げ時の安全評価についてはH-IIBロケットの飛行安全計画及び地上安全計画に含めて報告した。



## 2. HTV3号機の主要諸元(1/5)



注: 本構成は前号機までと同一である。



## 2. HTV3号機の主要諸元(2/5)

項目	HTV3号機の諸元
名称	宇宙ステーション補給機「こうのとり」3号機 (HTV3号機)
形状・寸法	ISSとの結合のため端面に共通結合機構(PCBM)を有し、側面に曝露パレット取り出しのため大開口部を有する円柱形高さ約10.0m × 直径約4.4m (非与圧開口部:2.5m × 2.96m)
システム構成	<p>◆ 与圧部 与圧維持機能、空調機能、熱制御機能、ISSからの電力伝送機能、通信データ処理機能、補給作業支援機能を有する。主な輸送物資については6ページに示す。一部の物資はレイトアクセス時に搭載する。</p> <p>【前号機からの主な変更点】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・船内側ハッチ二重窓の材質をガラスからポリカーボネートに変更</li> <li>・前号機で打ち上げたものがISSに保管されているため、軌道上支援装置および搭載構造は不要になり削除</li> <li>・打上げ予定のカーゴ総量から物資輸送バッグ(CTB)用スタンドオフコンテナが必要なくなり削除</li> </ul>
	<p>◆ 非与圧部 輸送物資を搭載した曝露パレットの搭載、引出し、挿入に必要な空間と機能を有する。曝露パレットへの電力供給機能、再挿入時のカメラによるクルー操作支援機能、並びに航法灯を有する。</p> <p>【前号機からの主な変更点】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・曝露パレットをISSロボットアームで最後まで搭載可能になり、捕捉機能が不要になり削除し位置検出機能のみ残した。</li> </ul>
	<p>◆ 電気モジュール 航法誘導制御系、通信系、データ処理系、電力系、太陽電池パネル系、熱制御系、構造系、計装系から構成される。初期軌道投入後、航法誘導制御系はISSへの接近に必要な推進系の駆動信号を生成する。通信系、データ処理系はTDRS経由もしくはISS経由のコマンド信号を受信して各部へ配信し、テレメトリ信号の送信を行う。電力系は太陽電池、二次電池、一次電池及びISSからの電力を各機器へ供給する。キャリア監視制御・推進系監視制御機能を有する。</p> <p>【前号機からの主な変更点】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・運用機のコスト削減のため、通信装置(トランスポンダ、ダイプレクサ)を国産化</li> <li>・一次電池搭載台数は11台と7台で選択できたが、今後は7台に限定したため不要な中継コネクタブランケット、ハーネス類を削除</li> <li>・前号機までの電磁適合性(EMC)要求逸脱に対し、発生機器が特定され改善のため回路変更</li> <li>・前号機までの運用結果を受けて、運用性向上改善等に対応したソフトウェアの変更</li> </ul>



## 2. HTV3号機の主要諸元(3/5)

項目	HTV3号機の諸元 (続き)
システム構成(続き)	<p>◆ 推進モジュール            推進薬 燃料 : MMH(モノメチルヒドラジン) 最大搭載 918kg (HTV3搭載予定量:917.7kg)            酸化剤: MON3(四酸化二窒素) 最大搭載 1,517kg (HTV3搭載予定量:1,514.3kg)            メインスラスタ 4基 500N ミニマムパルス200msec            RCSスラスタ 28基 120N ミニマムパルス30msec            加圧ガス: GHe</p> <p>【前号機からの主な変更点】            ・運用機のコスト削減のため、RCS、メインスラスタを国産化、及びメインスラスタへの温度センサ、RCSスラスタへのNextelカバー追加</p>
	<p>◆ 多目的曝露パレット(EP-MP)型            輸送物資は6ページによる。</p> <p>【前号機からの主な変更点】            ・様々なタイプの輸送物資を搭載可能とするため、多目的曝露パレット(EP-MP)へ変更</p>
宇宙ステーション軌道	軌道高度 :350km~460km 軌道傾斜角 :51.6度 周期 :約90分
質量	打上げ時全備質量:最大16.5トン、輸送物資質量:最大6.0トン
ミッション時間	係留まで:約7日、係留期間:約30日、離脱・再突入:約1日
ロンチウィンドウ	ウィンドウ幅を設定しない。設定時刻に打上げる。



## 2. HTV3号機の主要諸元(4/5)

項目	HTV3号機の諸元 (続き)
輸送物資 (曝露パレット)	<p>ポート共有実験装置(MCE)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 4つのミッション機器を搭載               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ REXJ(有人宇宙活動支援ロボットの技術実証)</li> <li>➢ SIMPLE(形状記憶ポリマの軌道上伸展実験及び紫外線硬化樹脂の軌道上硬化実験)</li> <li>➢ IMAP-GLIMS(地球超高層の光学現象の観測)</li> <li>➢ HDTV-EF(民生品ハイビジョンカメラによる観測)</li> </ul> </li> </ul> <p>SCAN Testbed(NASAの貨物)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 次世代のSDR(Software Defined Radios:ソフトウェア無線)の試験を行うNASAの実験装置</li> </ul>
輸送物資 (与圧部)	<p>物資輸送用バック(CTB)／HTV補給ラック(HRR)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ CTBは直方体のソフトバッグであり、内部に衣類、食料、日用品、消耗品などの貨物を収納する。</li> <li>○ HRRはCTBを収容して与圧部へ搭載される。</li> </ul> <p>水棲生物実験装置(AQH)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 軌道上で水棲生物の実験を行う。</li> </ul> <p>小型衛星及び放出機構</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ きぼうのロボットアームを使用して小型衛星を放出し、撮影や通信試験等を行う。</li> </ul> <p>再突入データ収集装置</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ REBR(米国製)とi-Ball(国産)を搭載し、再突入時の様々なデータ収集を行う。</li> </ul>
接近・係留・離脱及び再突入運用に係る主要変更点	<p>【前号機からの主な変更点】</p> <p>運用方法は前号機同様。</p>



## 2. HTV3号機の主要諸元(5/5)

---

- 前号機からの変更点等が接近、係留、離脱フェーズの安全に与える影響については、以下の安全審査等を通して全て評価済みである。
- 新たなハザードは識別されておらず、安全設計についてはHTV1号機から変更は無い。仕様変更に係る部分の検証を改めて行い、仕様を満足する結果が得られていることを確認した。(詳細は別紙参照)
- これらの審査の結果に基づき、HTV3号機の接近・係留・離脱フェーズにおける安全性は、平成21年6月に安全部会にて審議した安全対策の範囲内で確保されていると判断している。

JAXA有人安全審査会:平成 23年 10月 7日

【結果】ハザードレポート全件承認

NASA SRP:平成 23年 11月 1日～ 3日

【結果】ハザードレポート全件承認

JAXA安全審査委員会:平成 24年 2月 7日

【結果】承認



### 3. 評価基準に対する適合性評価結果(1/5)

---

HTV3号機の再突入に関する安全評価は、以下の安全審査等を通して評価済みである。これらの審査結果に基づき、「ロケットによる人工衛星等の打上げに係る安全評価基準」に対する適合性評価を次項以降に示す。

JAXA有人安全審査会：平成 24年 2月 16日

【結果】承認

JAXA安全審査委員会：平成 24年 3月 6日

【結果】承認



### 3. 評価基準に対する適合性評価結果(2/5)

表1 「ロケットによる人工衛星等の打上げに係る安全評価基準」に対する適合性評価結果(1/4)

項番	基準内容(必要部抜粋)	前号機の評価結果	HTV3号機
I	目的・適用	—	
II	保安及び防御対策	N/A	
III	地上安全対策	N/A	
IV	飛行安全対策 ロケットによる人工衛星等の打上げに伴い発生する落下物等及びロケットの飛行、及び再突入機の再突入飛行に対する安全対策、並びに航空機及び船舶の安全確保について、以下に示すとおり、適切な方策を講じることが必要である。	以下に示す通り、適切な方策を講じている。	
	1 打上げ時の落下物等に対する安全対策	N/A	
	2 打上げ時の状態監視、飛行中断等の安全対策	N/A	
	3 再突入機の再突入飛行の安全対策 再突入飛行に関しては、以下に示す適切な方策を講じることにより、安全を確保すること。 (1) 正常飛行時の再突入着地予想区域の設定 正常飛行時の着地予想区域は以下のいずれかを満たすこと。 ① 陸地及びその周辺海域にないこと ② 陸地及びその周辺海域に設定する場合には、当該国の了解を得ること	HTV2号機の着水予想区域は他国の排他的経済水域外(公海上)に設定した着水予定区域内としており①を満足している。	同左 【本資料4.3項】



### 3. 評価基準に対する適合性評価結果(3/5)

表1 「ロケットによる人工衛星等の打上げに係る安全評価基準」に対する適合性評価結果(2/4)

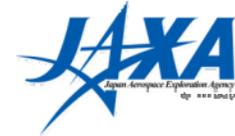
項番	基準内容(必要部抜粋)	前号機の評価結果	HTV3号機
	(2) 飛行経路の設定 再突入飛行中の再突入機に不具合が発生したことによる着地点分散域については、人口稠密地域から可能な限り離れて通過するよう飛行経路を設定すること。	HTV2号機の軌道離脱マヌーバに異常が生じた場合でも極力人口稠密地域を避けるよう、陸域から離れた公海上に着水する経路としている。	同左 【本資料4.3項】
	(3) 再突入飛行の可否判断の実施 再突入飛行に際しては、次の情報等により再突入飛行の実施の可否を判断すること。 ① 軌道、位置、姿勢 / ② 姿勢制御系機能 / ③ 推進系機能	HTV2号機の左記基準に規定された各種テレメトリに係る通信機能の検証は完了しており、これらのデータから再突入飛行の実施の判断を適切に行うことが可能である。	同左 【本資料4.2項】
	4 航空機及び船舶に対する事前通報 ロケット打上げ及び再突入機の再突入飛行に際して、航空機及び船舶の航行の安全を確保するため、打上げ前及び再突入飛行前の適切な時期に必要な情報が的確に通報されるよう措置すること。	HTV2号機の再突入に関し、国内及び関係国の関係機関に対し、航空機及び船舶の安全確保に必要な情報を適切な時期に通知する予定である。	同左 【本資料4.4項】
	5 軌道上デブリの発生の抑制	HTV2号機には衛星の展開部品に相当する部品は無く、破片の放出も無い。	同左



### 3. 評価基準に対する適合性評価結果(4/5)

表1 「ロケットによる人工衛星等の打上げに係る安全評価基準」に対する適合性評価結果(3/4)

項番	基準内容(必要部抜粋)	前号機の評価結果	HTV3号機
V	<p>安全管理体制 地上安全対策、飛行安全対策を確実に遂行するため、以下のとおり、適切な体制が整備されていること。 なお、機構が委託に応じてロケットの打上げ及び再突入機の再突入に係る業務を行うときは、委託者及びその関係者が実施する作業並びに機構との責任分担を明確にするとともに、機構において委託者及びその関係者を含めた安全管理体制を確立すること。</p>	<p>以下に示す通り、適切な体制が整備されている。なお、HTV2号機の再突入に関し、機構への委託者は無い。</p>	同左
	<p>1 安全組織及び業務 専ら安全確保に責任を有する組織を整備し、これが緊密な通信手段により有機的に機能するように措置すること。 また、安全上のあらゆる問題点について、打上げ及び再突入飛行の責任者まで報告される体制を確立すること。</p>	<p>HTVの運用体制において安全確保に責任を有する組織を設置しており、また本体制は安全上のあらゆる問題点について責任者まで報告される仕組みとなっている。 再突入運用についても、この枠組みの中で実施する計画である。</p>	<p>同左 【本資料5.1項】</p>



### 3. 評価基準に対する適合性評価結果(5/5)

表1 「ロケットによる人工衛星等の打上げに係る安全評価基準」に対する適合性評価結果(4/4)

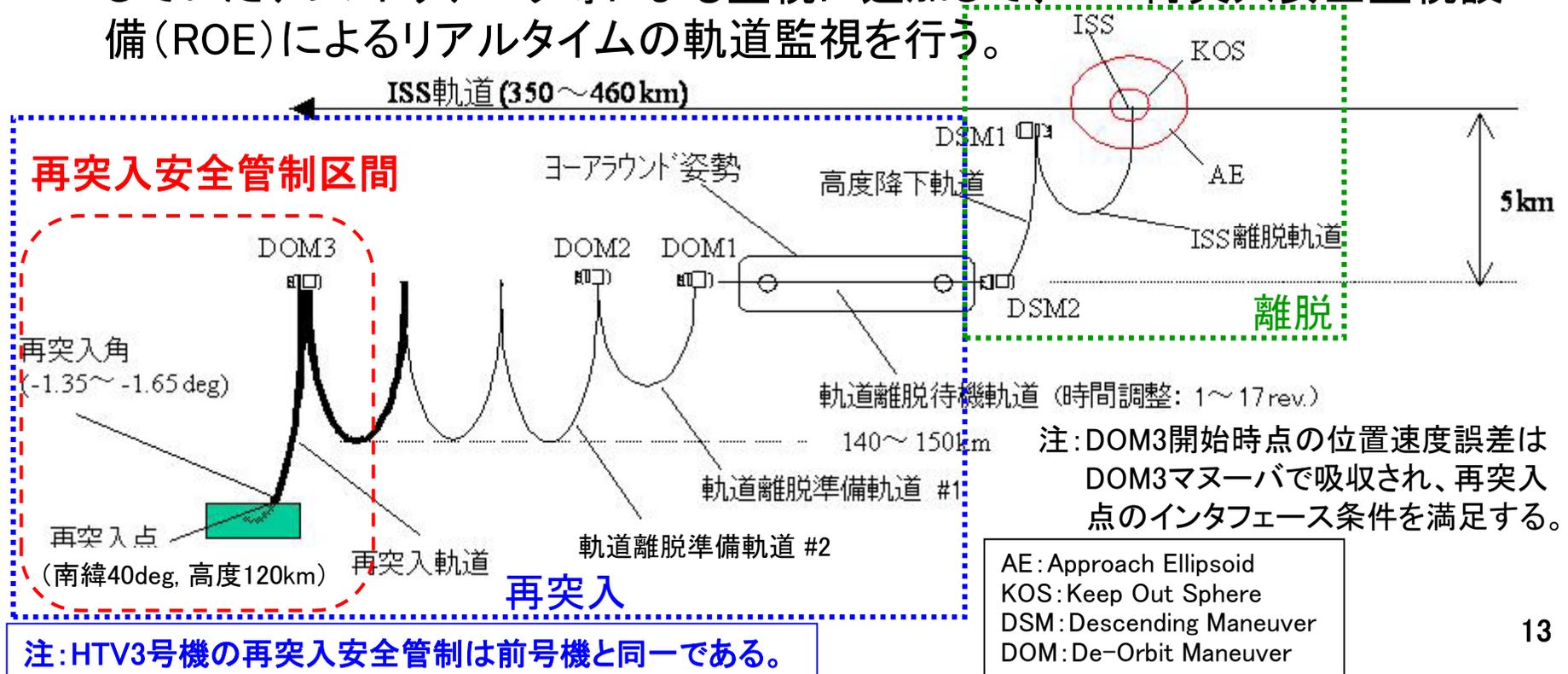
項番	基準内容(必要部抜粋)	前号機の評価結果	HTV3号機
	2 安全教育訓練の実施 ロケットの打上げ及び再突入機の再突入飛行作業に携わる者への安全教育・訓練を実施するとともに、安全確保に係る事項の周知徹底を図ること。	HTVの運用管制については、ISSへの接近及び離脱運用も含めて各種故障を模擬した運用シミュレーション訓練を実施している。運用シミュレーションにはJAXAの運用管制班の他、必要に応じてNASAの運用チームも参加し、運用時の情報伝達、指揮系統の確認の他、異常時の対応も含めた総合的な訓練を実施している。また、安全確保に係る事項についてはフライトルール等により明文化し周知徹底している。	同左 【本資料5.2項】
	3 緊急事態への対応 打上げ作業期間中に事故が発生した場合等の緊急事態等に的確に即応するための体制を確立すること。	緊急事態への即応については通常の運用体制で対応可能である。また、事故発生時の体制は既に確立している。	同左 【本資料5.1項/5.3項】
VI	その他安全対策実施に当たっての留意事項 個々のロケットの打上げ及び再突入機の再突入飛行に係る安全対策実施に当たっては、関係法令を遵守する他、手順書等に基づき安全を確認しつつ実施するとともに、過去におけるロケットの打上げ及び再突入機の再突入の経験等と打上げ及び再突入に関する最新の技術的知見を十分に踏まえて必要な措置をとり、安全確保のため万全を期すること。	HTV2号機の再突入に当たっては、関係法令を順守すると共に予め手順書で規定した手順に沿って安全を確認しつつ実施する予定である。また、再突入に係る機能を冗長化する等、ISSの知見も踏まえ安全確保に万全を期している。	同左 【本資料6項】



## 4. HTV3号機の再突入計画

### 4.1 再突入までの運用計画(1/3)

- HTVは、ISSへの物資輸送を完了するとISSから離脱し、軌道制御しながら大気圏へ再突入し、計画された海域に落下する。これは軌道上のデブリ抑制の観点からも重要である。
- 再突入の際は、ISSからの軌道離脱待機後、2回の軌道離脱準備マヌーバを経て再突入の安全管制に移行する。安全管制区間では、それまで実施していたテレメトリデータ等による監視に追加して、HTV再突入安全監視設備(ROE)によるリアルタイムの軌道監視を行う。





## 4. HTV3号機の再突入計画

### 4.1 再突入までの運用計画(2/3)

HTV3の打上げからISSへの飛行・係留・離脱及び再突入までの運用計画を以下に示す。

イベント	打上げ後経過時間	周回数	中継衛星
①打上げ	0分	0	-
②HTV3 分離/ TDRS初期捕捉	約16分	0	TDRS-W
③2軸姿勢確立	約56分	0	TDRS-E
④3軸姿勢確立	約1時間26分	1	TDRS-Z
⑤初期高度調整マヌーバ(PM1)	約7時間32分	5	TDRS-E
⑥第1回高度調整マヌーバ(HAM1)	約4日15時間6分	74	TDRS-W
⑦第2回高度調整マヌーバ(HAM0)	約5日19時間10分	93	TDRS-Z
⑧第3回高度調整マヌーバ(HAM2)	約5日22時間16分	95	TDRS-Z
⑨ISS後方保持点(A)到着(T1)	約5日23時間2分	95	TDRS-W
⑩SSRMS(ISSロボットアーム)による把持	約6日4時間41分	99	TDRS-E
⑪ISS結合	約6日9時間41分	-	-
⑫ISS離脱	約36日9時間16分	0	TDRS-E
⑬軌道離脱準備マヌーバ#1(DOM1)	約37日3時間17分	12	TDRS-W
⑭軌道離脱準備マヌーバ#2(DOM2)	約37日4時間48分	13	TDRS-W
⑮再突入マヌーバ(DOM3)	約37日9時間18分	16	TDRS-Z/W
⑯再突入インタフェース点(高度120km)	約37日9時間48分	16	-

再突入  
フェーズ

※上記時間は、打ち上げ前のISS軌道に合わせて最終的に更新される予定。

※③～⑮の中継衛星については、変更の可能性がある。



## 4. HTV3号機の再突入計画

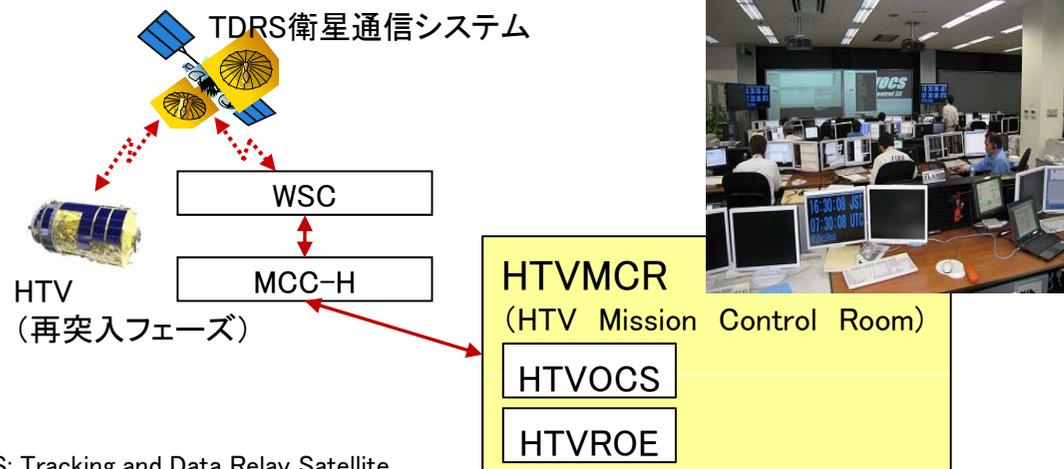
### 4.1 再突入までの運用計画(3/3)

再突入時の監視及びコマンド発行に必要なTDRSとの通信リンクについては、実際の再突入時の軌道や条件(以下)を考慮して可視性を確認済みである。

- (1)ISS高度460/407/350kmのそれぞれの場合に対して、着水予定区域の西側・東側に着水する両再突入軌道について確認
- (2)機体質量16500kg;メインスラスタ2基運用ケース
- (3)姿勢制御誤差を考慮し、「TDRSに対するアンテナ上下角75deg以上で可視」という前提条件を設定

#### 評価結果

軌道離脱マヌーバおよびその開始5分前～終了70秒後における区間において、1局のTDRSのみで可視区間が設定できることを確認した。



TDRS: Tracking and Data Relay Satellite  
WSC: White Sands Complex  
MCC-H: Mission Control Center - Houston  
HTVOCS: HTV運用管制システム  
HTVROE: HTV再突入安全監視設備

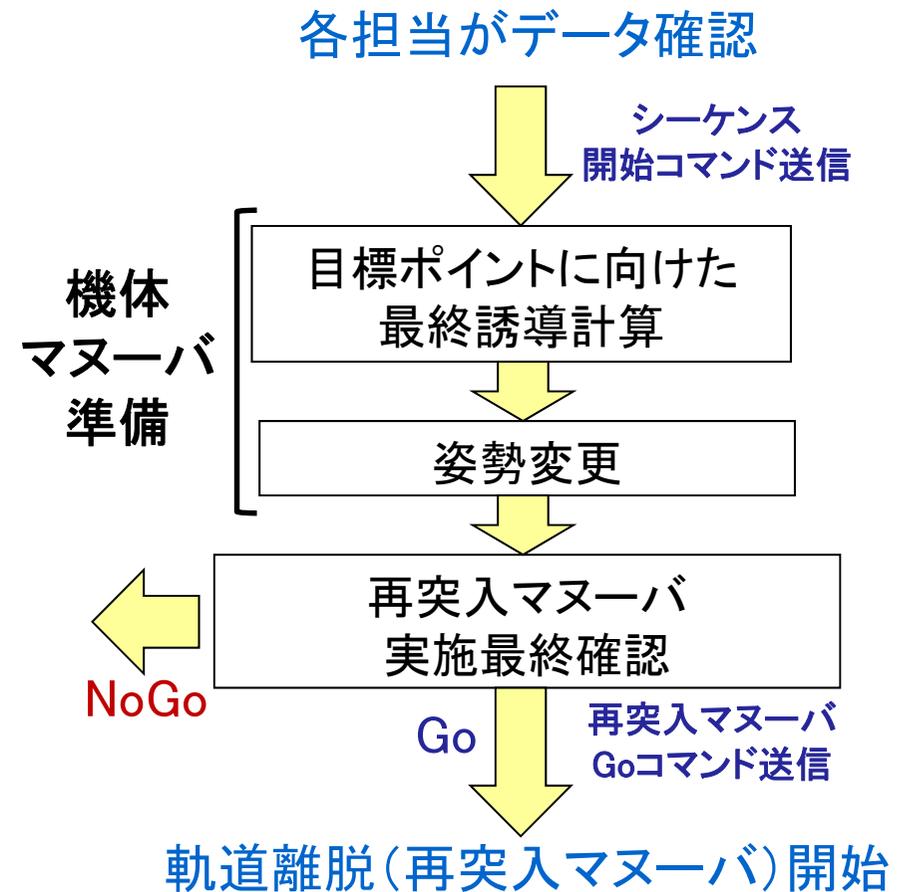


## 4. HTV3号機の再突入計画

### 4.2 再突入の実施条件

HTVの再突入飛行に際しては、以下の条件を考慮して可否判断を行う。

- ① 再突入マヌーバ前に、飛行位置及び姿勢の妥当性が確認できること。
  - ・ 計画した軌道に沿って飛行を続けていること。
  - ・ マヌーバ前姿勢が確立できたこと。
- ② 航法誘導制御系(GNC、姿勢制御機器)が最低限の機能を果たしている状態であること。
- ③ 推進系(推力及び再突入時に使用する機器等)が最低限の機能を果たしている状態であること。



GNC: Guidance Navigation and Control

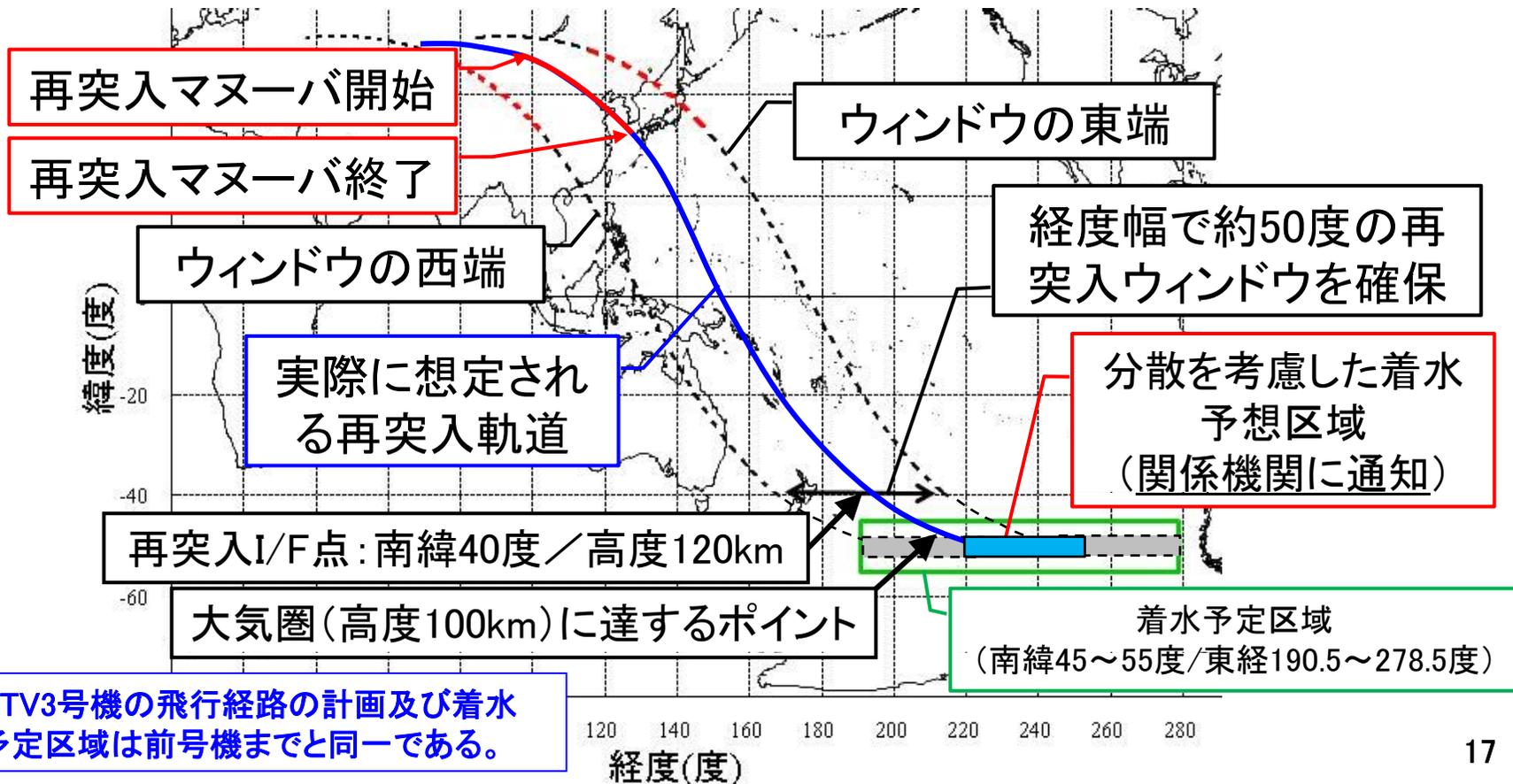
注: HTV3号機の再突入の実施条件や手順は前号機と同一である。



## 4. HTV3号機の再突入計画

### 4.3 再突入の飛行経路と着水予想区域

- HTVの再突入経路は最終的にISSから離脱する際の条件(機体質量、推力及び離脱時のISS高度等)を踏まえて以下のウィンドウに入るように設定する。
- 飛行経路がウィンドウの西端に近い場合でも大気圏(高度100kmと想定)に進入した段階で海上となるように計画している。





## 4. HTV3号機の再突入計画

### 4.4 航空機及び船舶に対する通報

---

#### 【航空機】

- 4.3項に示した着水予定区域は日本の国土交通省が所管する領域外であるため、ノータムの通知及び調整は直接影響国（ニュージーランド及びチリ）の関係機関に行う予定である。

#### 【船舶】

- 海上保安庁が行う日本航行警報及び水路通報のため、必要な情報を所定の手続きに従って海上保安庁に通知する予定である。
- 4.3項で示した着水予定区域はチリとニュージーランド当局の所管であるため、両国関係当局が実施するNAVAREA航行警報（インマルサットによる情報配信）のために、5日以上前に両国当局に情報通知を行う予定である。

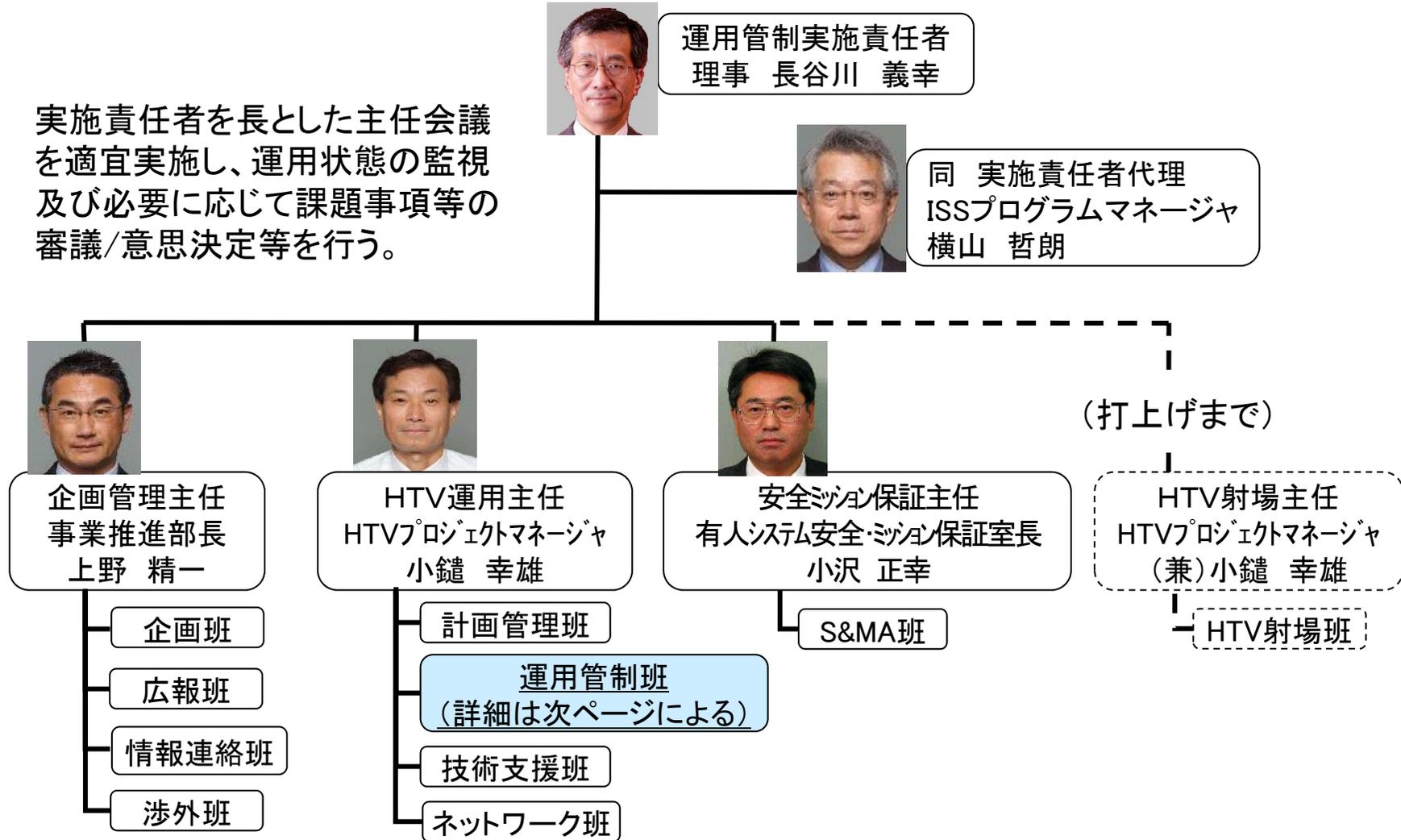
注：航空機及び船舶に対する通報手続きは前号機までと同一である。



# 5. 安全管理体制

## 5.1 組織及び業務(1/2)

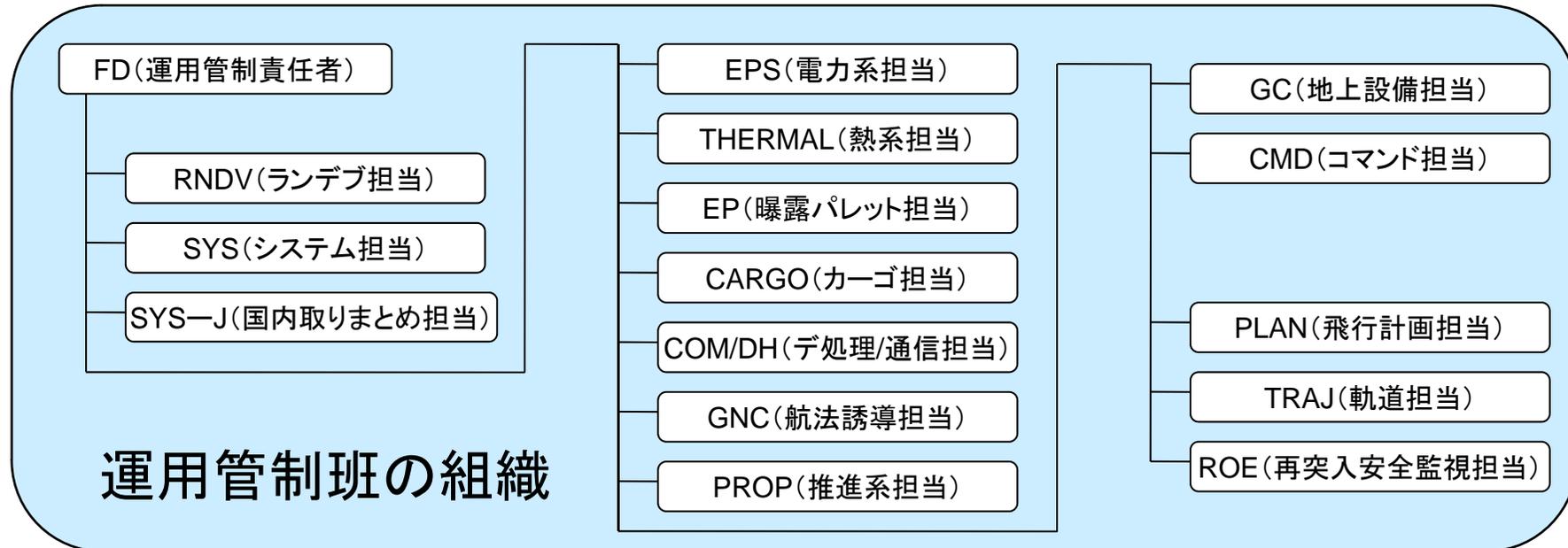
実施責任者を長とした主任会議を適宜実施し、運用状態の監視及び必要に応じて課題事項等の審議/意思決定等を行う。





## 5. 安全管理体制

### 5.1 組織及び業務(2/2)



- 運用管制要員になるためには、各ポジションでの役割に応じた所定の訓練及び試験等をクリアし、認定を受ける必要がある。
- 認定には、HTVや地上システムに関する知識だけでなく、担当するシステムがインタフェースするISSシステム等に係る幅広い知識、また英語も含むコミュニケーション能力等が要求される。

注:HTV3号機の運用管制班は前号機までと同一の構成である。



## 5. 安全管理体制

### 5.2 安全教育訓練の実施状況

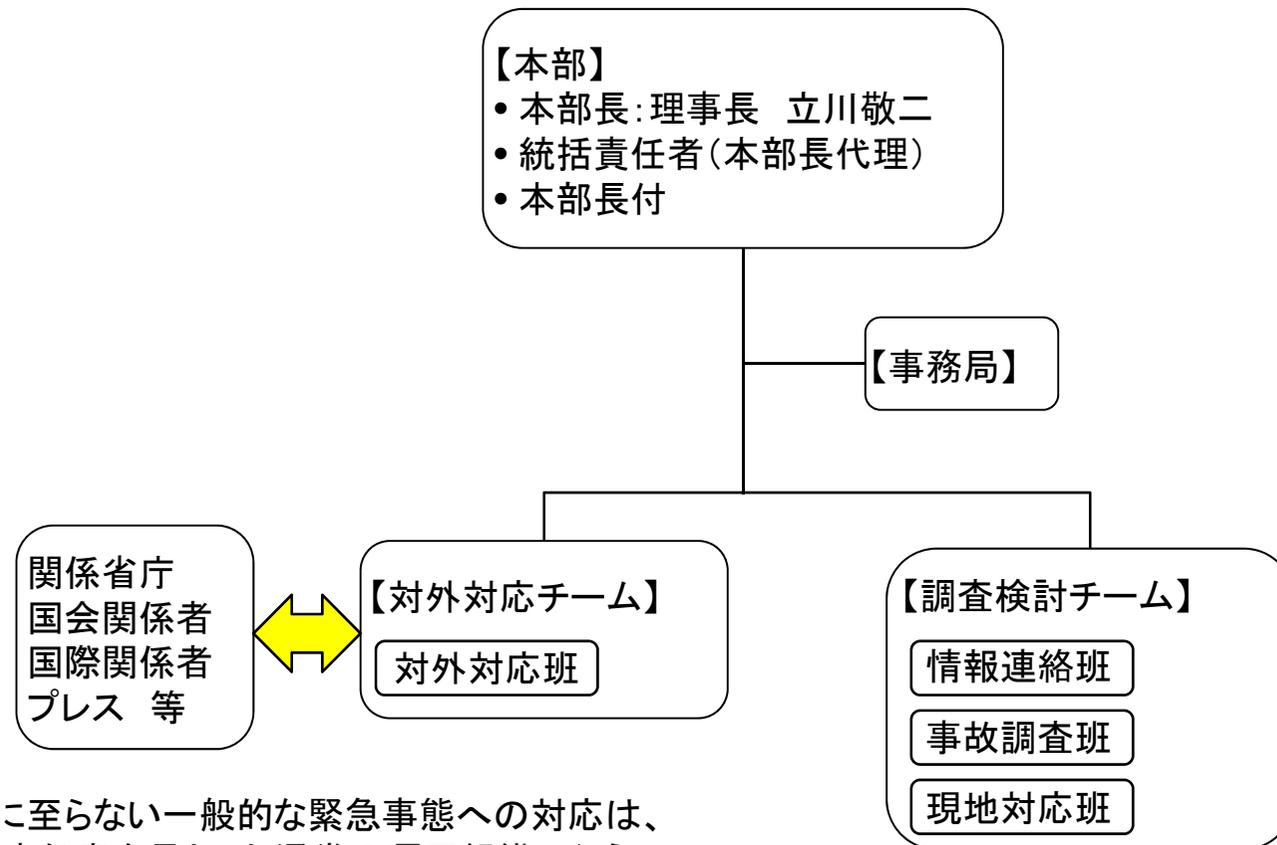
---

- 約8割の人員がHTV1/2ミッション経験者である。2割の新人は全員決められた教育・訓練を経て認定された者である。
- HTV2ミッション以降も、技量維持や新人訓練のために各種故障の模擬も含めた運用シミュレーション訓練を継続している。  
＜HTV2ミッション以降の訓練実績(平成24年2月27日時点)＞  
飛行訓練: 国内訓練7回、日米合同訓練8回。計15回 (全17回の予定)  
係留訓練(参考): 国内訓練17回、日米合同訓練4回。計21回(全て完了)  
※打上げ時期変更に伴い、上記に加えて追加訓練を準備中。
- ISSへの接近、離脱及び再突入のいずれの運用においても飛行訓練の内容自体に大きな差異は無く、全ての飛行訓練が再突入運用の訓練としても有効である。また、再突入フェーズに特化した追加訓練も含め今後も飛行訓練を継続する予定である。



## 5. 安全管理体制

### 5.3 緊急事態への対応



事故に至らない一般的な緊急事態への対応は、  
実施責任者を長とした通常の運用組織で行う。

### 事故対策本部体制

注: 本体制は前号機までと同一である。



## 6. その他安全対策実施に当たっての留意事項

---

HTV3号機の再突入の安全対策実施に当たっては、以下を留意する。

### (1) 法令、条約等の遵守

再突入実施にあたっては以下の基準、条約等を遵守する。

- 宇宙開発委員会基準  
ロケットによる人工衛星等の打上げに係る安全評価基準
- 宇宙条約第7条  
他の当事国、その自然人、法人に与える損害についての国際的責任
- 宇宙損害責任条約第2条  
打上げ国は、自国の宇宙物体が地表において引き起こした損害又は飛行中の航空機に与えた損害の賠償につき無過失責任を負う

### (2) 手順書に基づく再突入の実施

再突入の実施に必要な手順については、その内容を予め手順書化し、5.2項で示した訓練等で十分な確認を行う。

### (3) 経験及び最新の知見に基づく措置

再突入に必要な機能については冗長性を有する等、ISSに関する知見も踏まえ安全確保のために万全を期している。

注:本ページに示す事項は全て前号機までと同一である。



## 7. 結 論

---

JAXAは、宇宙ステーション補給機「こうのとり」3号機 (HTV3)に関する安全審査を終了し、各種安全評価結果が安全評価基準に合致していると判断した。



## 補足:HTV3号機輸送物資

### 与圧部輸送物資



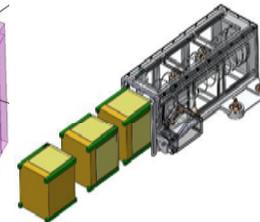
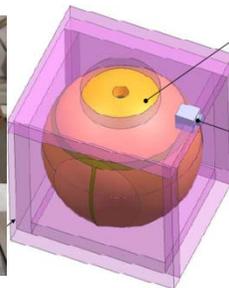
補給物資  
(搭乗員用食料・衣服・保用品等)



水棲生物実験装置  
(AQH)



再突入データ収集装置  
(REBR、i-Ball)



小型衛星及び  
放出機構

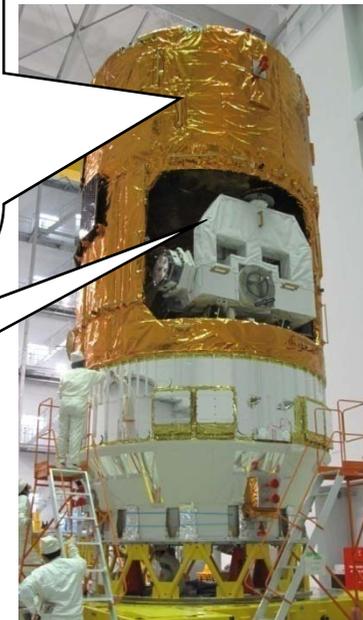
### 曝露パレット輸送物資



ポート共有実験装置  
(MCE)



SCAN Testbed  
(NASA物資)



宇宙ステーション補給機(HTV)  
(写真はHTV2号機)



## 補足：HTV3号機曝露パレットにより輸送される物資(1/2)

### ポート共有実験装置 (MCE)



重量	打上げ時 450kg
寸法	1,000(高さ) x 800(幅) x 1,850(奥行) [mm]
消費電力	435W(最大)

以下の4つのテーマの実験を「きぼう」船外実験プラットフォームで実施する。

- REXJ: 伸展式のアームとテザーを内蔵する有人宇宙活動支援ロボットの技術実証。
- SIMPLE: インフレータブル伸展構造物の技術実証。形状記憶ポリマの軌道上伸展実験及び紫外線硬化樹脂の軌道上硬化実験。
- IMAP-GLIMS: 地球超高層における大気光及びプラズマ共鳴散乱光の光学現象を観測する。また高高度放電発光現象、雷放電の全球分布とその変動の観測及びスプライト水平構造の観測。
- HDTV-EF: 民生品ハイビジョンカメラの曝露環境での宇宙実証を行う。



## 補足: HTV3号機曝露パレットにより輸送される物資(2/2)

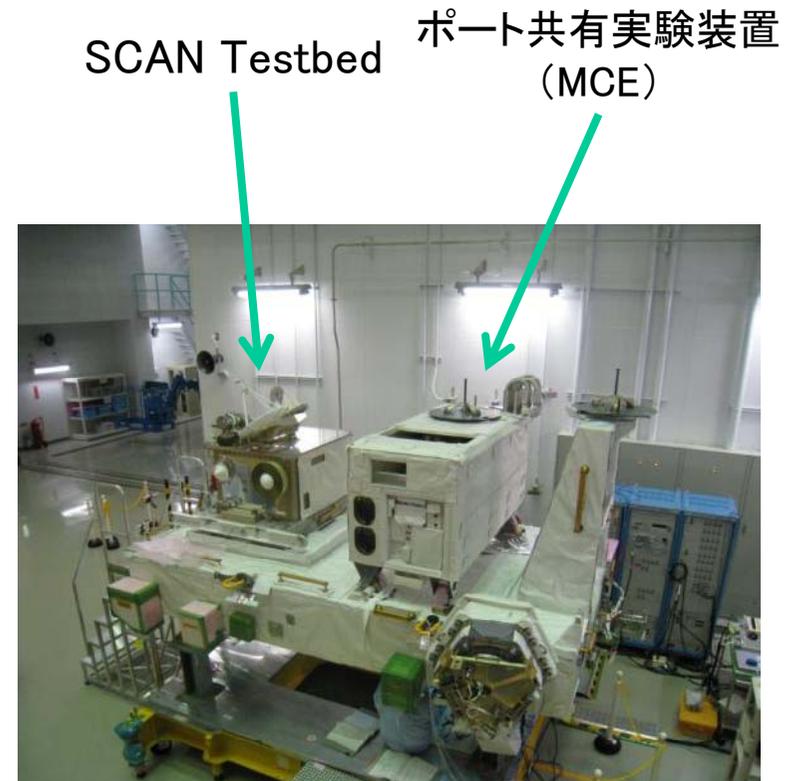
### SCAN Testbed (NASA物資)



宇宙空間通信手段の一つである次世代のSDR (Software Defined Radios: ソフトウェア無線) の試験を行うNASAの実験装置

SDR  
(ソフトウェア無線):  
携帯電話、PHS、無線LANなど、出力や周波数帯、変調方式などが異なるさまざまな無線通信手段を、1台の無線機のソフトウェアを書き換えることで対応させる技術

質量	打上げ時360kg
寸法	1,300(高さ) x 1,350(幅) x 1,250(奥行) [mm]
消費電力	500W



曝露パレット搭載コンフィギュレーション



## 補足: HTV3号機与圧部により輸送される物資(1/5)



重量	打上げ時75kg
寸法	約600(高さ) x 900(幅) x 700(奥行) [mm]
消費電力	180W(最大)

水棲生物実験装置(AQH)



物資輸送用バッグ(CTB)

約3.3トンの物資を搭載

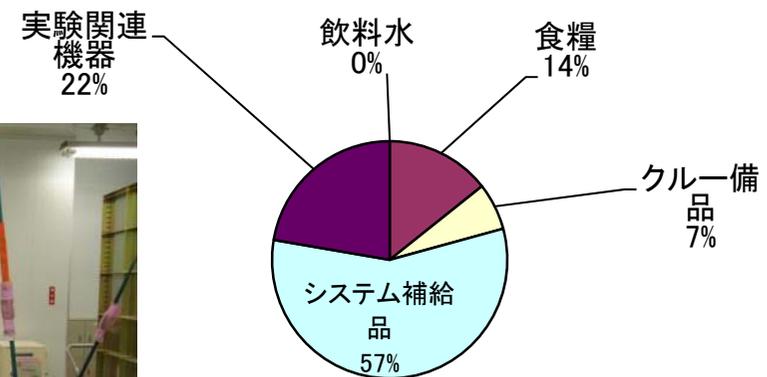
- ・HTV補給ラック(HRR:HTV Resupply Rack) 8台

以下の物資が詰められた物資輸送用バッグ(CTB: Cargo Transfer Bag)をHRRへ搭載

- ・食料品: レトルト品、乾燥食品、菓子類、飲料、日本食等
- ・宇宙飛行士用(クルー)備品: 衣類、日用品等
- ・システム補給品: NASAおよび「きぼう」の保全用品
- ・実験関連機器: NASAや「きぼう」実験用装置・試料(水棲生物実験装置(左記参照))、「きぼう」搭載用小型衛星及び放出機構(後掲)等



HTV補給ラック(HRR)



CTB搭載品割合

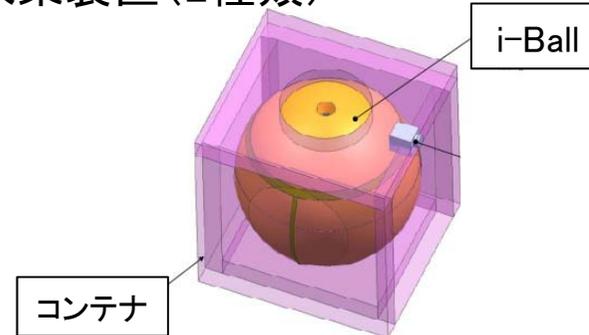


## 補足: HTV3号機与圧部により輸送される物資(2/5)



HTV2号機の  
搭載状態

### 再突入データ収集装置(2種類)



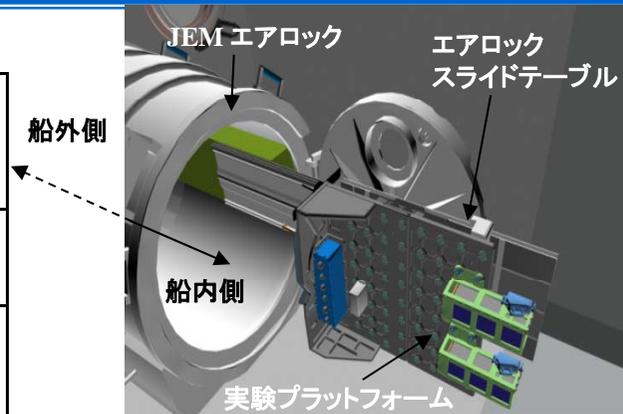
名称	REBR (Reentry Breakup Recorder)	i-Ball
開発元	Aerospace Corporation (米)	IHIエアロスペース
取得データの特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・温度データ(ただし開示不可)</li> <li>・加速度/角速度データ</li> <li>・画像撮影機能なし</li> <li>・GPS航法データ: 高度18km以下</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・温度データ</li> <li>・加速度/角速度データ</li> <li>・カメラ静止画データ</li> <li>・GPS航法データ: 高度50km以下</li> </ul>
サイズ	重量: 4kg(8kg) 直径: 300mm(360mm)、高さ: 230mm (280mm) ※()内はハウジング込みの値	重量: 22kg(カバー込: 24kg) i-Ball外径: $\phi$ 400mm コンテナ込み: 410 × 440 × 435mm
着水方式	弾道飛行のまま落下し着水	パラシュート開傘により減速し着水



## 補足: HTV3号機与圧部により輸送される物資(3/5)

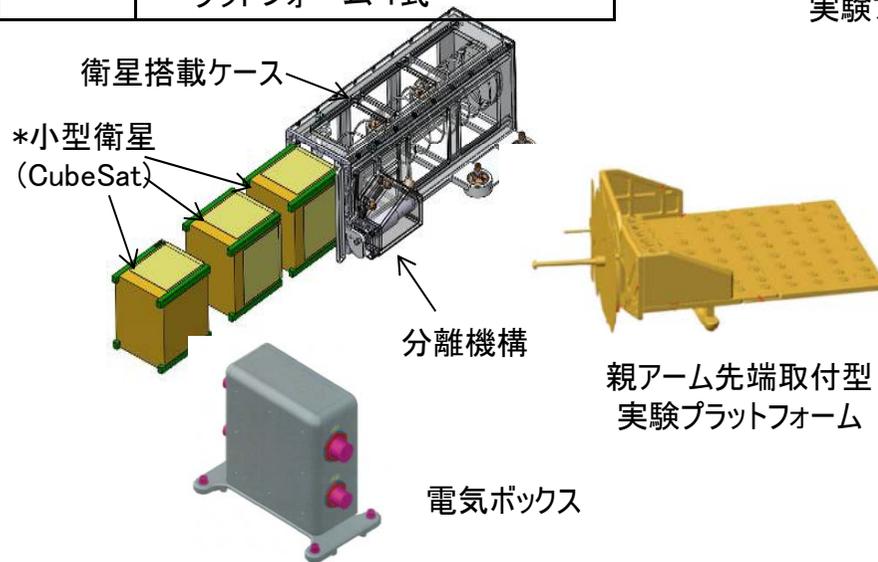
### 小型衛星及び放出機構

名称	小型衛星放出機構 (J-SSOD) 及び親アーム先端取付型実験プラットフォーム
開発元	IHIエアロスペース (構成(a)~(c)) NEC (構成(d))
構成	(a) 電気ボックス 1式 (b) 分離機構 2式 (c) 衛星搭載ケース 2式 (d) 親アーム先端取付型実験プラットフォーム 1式



①「きぼう」船内で開梱した衛星搭載ケースを、親アーム先端取付型実験プラットフォームに設置。

②放出機構をエアロック経由で船外に搬出し、ロボットアームで把持。



③放出機構を放出方向に向け、小型衛星を放出。

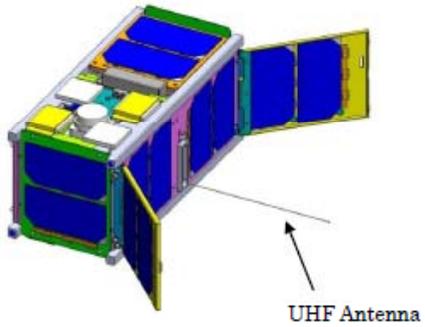
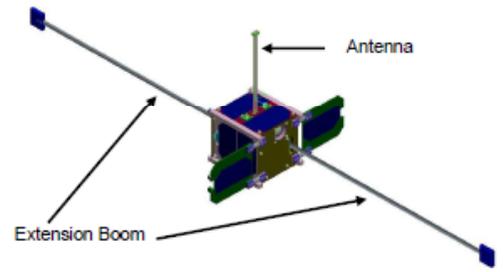
(\*)放出する小型衛星の詳細は次項

J-SSOD: JEM Small Satellite Orbital Deployer



## 補足: HTV3号機与圧部により輸送される物資(4/5)

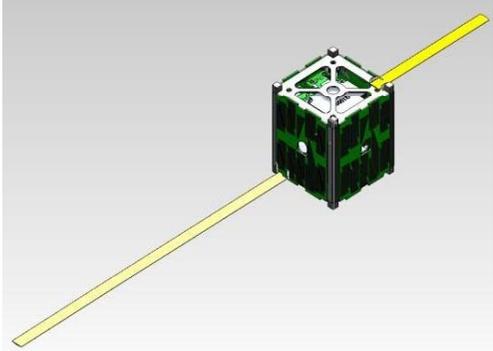
### 放出される小型衛星 (1/2) -JAXA公募衛星-

衛星名	RAIKO	FITSAT-1	WE WISH
外観			
サイズ	2U	1U	1U
機関	和歌山大/東北大	福岡工業大	明星電気
ミッション	<ul style="list-style-type: none"> <li>①魚眼カメラによる地球撮像</li> <li>②カメラ撮像によるISS放出時の相対運動計測</li> <li>③スターセンサの宇宙実証実験</li> <li>④膜展開による軌道降下実験</li> <li>⑤小型衛星可搬地上局の開発及び国際共同受信</li> <li>⑥Ku帯ビーコン電波のドップラ周波数計測による軌道決定実験</li> <li>⑦Ku帯通信機による高速データ通信実験</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①小型衛星用高速送信モジュールの実証実験</li> <li>②高出力LEDによる可視光通信実験</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①地域技術教育への貢献と小型衛星取得データの利用促進</li> <li>②超小型熱赤外カメラの技術実証</li> </ul>



## 補足: HTV3号機与圧部により輸送される物資(5/5)

### 放出される小型衛星 (2/2) -NASA公募衛星-

衛星名	F-1	TechEdSat
外観		
サイズ	1U	1U
機関	NANORACK社 /FPT Univ/UPPSALA Univ	NASA Ames Research Center/San Jose State Univ
ミッション	<ul style="list-style-type: none"> <li>① CubeSat Magnetometer実証実験</li> <li>② C328低解像度カメラの実証実験</li> <li>③ 温度センサの実証実験</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① SPA Hardware/Softwareの実証実験</li> <li>② Iridium 又はOrbComm衛星を介した衛星間通信実験</li> </ul>

## 別紙 前号機からの仕様変更に対する「基本指針への対照表」への影響

前号機からの仕様変更点	変更の背景	「基本指針に対する対照表」への影響有無	ハザードタイトル	ハザード内容	安全設計(制御方法)	検証方法及び結果	指針の対応項目 /該当ハザードレポート
<b>与圧部</b>							
船内側ハッチ二重窓の材質をガラスからポリカーボネートに変更	飛行中のデブリ衝突により、ISS係留後船内へのガラス飛散を防止するために変更された。	【影響なし】 ガラスが無くなったため、破片の飛散がハザード原因から除去された。	-	-	-	-	-
軌道上支援装置(スタンドオフOSE)および搭載構造削除	前号機で使用したものがISSに保管されているため、毎号機打ち上げる必要が無くなった。	【影響なし】 ISS係留後には前号機で打ち上げ保管されていたものが設置されるため、安全設計に影響なし。	不適切な人間工学設計(船内搭乗員退避不能)	減圧、火災等の発生時に船内搭乗員の退避路、HTVの隔離ができず、搭乗員の死傷に至る。	【リスク最小化設計】 足部固定具(フットレストレイント)、取っ手(ハンドレール)等の移動支援具は、荷重に十分耐えられるように適切な安全率を持った構造設計が行われ、搭乗員の移動・作業場所を考慮した適切な位置に配置されている。	搭乗員の移動支援具は、シー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、十分な安全余裕を持つことを強度解析により確認した。	10. (1)エ /HTV-0016 退避不能
物資輸送バッグ(CTB)用スタンドオフコンテナ削除	打ち上げ予定のカーゴの総量から、追加のコンテナは必要なくなったため、削除した。	【影響なし】 コンテナの削除であり、ハザードへの影響はない。	-	-	-	-	-
<b>非与圧部</b>							
曝露パレット搭載方法変更により捕捉機能を削除し、位置検出機能のみに変更	ISSのロボットアームで最後まで搭載可能になり、パレットを捕捉する機能が必要無くなり削除した。パレットの搭載完了を確認する位置検出機能のみ残した。前号機までに、ロボットアームによる搭載運用は実証済み。	【影響なし】 ISSのロボットアームによる搭載は前号機で実証済み。捕捉機構の誤動作に起因するハザードは除去された。	-	-	-	-	-
<b>電気モジュール</b>							
通信装置(トランスポンダ、ダイプレクサ)を国産化	運用機のコストダウンのため、海外調達品から国産化に変更した。	【影響なし】 右記のとおり安全設計され、検証が完了(注)しており、指針に対する対照表の変更はない。  (注)システムレベルの検証として、射場での全体系統試験(END-TO-END試験)を除き完了。(3/16完了見込み)	HTVのISSへの衝突	通信システムの遮断により、HTVがISSに衝突しISSを損傷することで船内の空気が抜け、搭乗員の死傷に至る可能性がある。	【2故障許容設計】 HTVは、ISS近傍運用段階になると「きぼう」に設置されたPROXとの通信を実施しながら接近をする。PROX側、HTV側ともに各機器は冗長化されているため、1故障時には接近を継続する。その場合、バックアップとして衛星間通信衛星とのリンクを確保することによって、PROX通信系統の機器が2重故障を起こしても通信手段を失うことはない。なお、HTV側で2故障を検知した時は自動で接近を中止し、緊急離脱を行う(2故障許容)	a1. 個々のコンポーネントの製造工程の検査、図面確認等により品質に問題ないことを確認した。 a2. 機能試験により性能に問題ないことを確認した。 a3. 通信・伝送性能の確認として以下の試験を実施した。 - きぼうに搭載するPROXコンポーネントとHTVに搭載する通信・データ処理系との間で通信試験を実施し、問題なく通信できることを確認した。また、故障状態を模擬して系統切り替えできることを機能試験で確認した。 - 通信・伝送系統の全体の確認として、NASA側の協力の下、NASAの地上局やISS側の通信装置を模擬した設備を用いて、HTVとの全体的な系統試験(END-TO-END試験)を射場にて実施する予定。(2012/3/16予定)	7. (3) /HTV-0008 ISSへの衝突

## 別紙 前号機からの仕様変更に対する「基本指針への対照表」への影響

前号機からの仕様変更点	変更の背景	「基本指針に対する対照表」への影響有無	ハザードタイトル	ハザード内容	安全設計(制御方法)	検証方法及び結果	指針の対応項目 /該当ハザードレポート
一次電池の搭載台数を7台固定化による中継コネクタブラケット、ハーネス等の削除	搭載可能な一次電池台数はこれまで11台と7台で選択可能であったが、今後7台で十分運用可能であることが確認されたため、余った中継コネクタブラケット、ハーネス等を削除した。	【影響なし】 7台で電力余裕が十分であることは前号機までに評価済み。右記のとおり安全設計され、検証が完了しており、指針に対する対照表の変更はない。	HTVのISSへの衝突	電源系異常が原因で、HTVがISSに衝突しISSを損傷することで船内の空気が抜け、搭乗員の死傷に至る可能性がある。	【2故障許容設計】 単独飛行中は、太陽電池及び二次電池並びに一次電池からの供給電力で飛行する。一次電池の個数は、2故障許容となる数を搭載する。	a1. 一次電池の容量が十分なマージンを有していることを解析で確認した。 a2. 電池を含む電力系の素材等が有人宇宙機の要求に適合していることを確認した。 a3. 製品検査等により電池やハーネス等の品質に問題が無いことを確認した。 a4. バッテリの性能が良好であることを単体試験で確認した。 a5. 電源系統に異常が発生した場合に冗長系への切り替えが実行されることをシステム試験で確認した。	8. /HTV-0008 ISSへの衝突
電磁適合性(EMC)要求逸脱改善のための回路変更	前号機で確認された電界放射レベルの要求逸脱に対し、発生原因の機器が特定されたため改修した。 (逸脱したのはロケット側の要求であり、ISSの要求は満足)	【影響なし】 右記のとおり安全設計され、検証が完了しており、指針に対する対照表の変更はない。	電磁放射	ISSからの電磁波による電磁干渉により、安全上の機器が誤動作する。またHTVから発せられる電磁波により、ISS或いは他装置の安全上重要な機器が誤動作する。	【リスク最小化設計】 ISS或いは他装置の放射・伝導電磁環境にマージンを加えた環境に対し、誤動作しないように設計する。発生する放射・伝導による電磁波が、ISS或いは他装置が許容できる電磁環境レベルより十分に低くなる設計とする。	電磁干渉試験(放射・伝導雑音試験)及び放射・伝導感受性試験により、要求値内であることを確認した。	4. (2)イ /HTV-0017 電磁放射
運用性向上改善等に対応したソフトウェア変更	前号機での運用結果から変更した。	【影響なし】 ソフトウェアは、右記のとおり安全設計され、検証が完了しており、指針に対する対照表に変更はない。	ソフトウェア	飛行管制、分離機構等のHTVの安全上重要なソフトウェア機能の誤動作により、HTVのISSへの衝突、機器の意図しない分離により他のISS機器へ衝突し、居住モジュールの破損による搭乗員の死傷にいたる。	【故障許容またはリスク最小化設計】 機能喪失がハザードとなる場合、独立した複数機能の搭載する。不意起動がハザードとなる場合、危険な機能の起動に対する複数3重インヒビットをもうける。	ソースコードの審査、ソフトウェア単体試験、シミュレータによる試験により機能を確認した。また、開発部門とは独立した部門による独立評価を実施した。 また、検証後のフライトソフトウェア、フライトハードウェアに搭載し、システムとしての機能試験を実施した。	9. (2) 10. (2)ア 10. (2)ウ /HTV-0008 ISSへの衝突
<b>推進モジュール</b>							
RCS、メインスラスタの国産化、及びメインスラスタへの温度センサ、RCSスラスタへのNextelカバー追加	運用機のコスト削減のため、RCS、メインスラスタを国産化した。 メインスラスタについては、温度モニタのため温度センサを追加した。 RCSスラスタへのNextelカバーについては、軌道上環境条件により、必要以上にスラスタの温度が上昇することを防ぐために追加した。	【影響なし】 スラスタは、右記のとおり安全設計され、検証が完了(注)しており、指針に対する対照表に変更はない。  (注)射場での推進系ラッチバルブ動作及び継手部リークチェックを除き完了。(4/28完了見込み)	推進薬漏洩	HTVの推進薬燃料(モノメチルヒドランジン：MMH)、酸化剤(四酸化二窒素：NTO)共に人体には有害であるため、宇宙飛行士の推進薬への接触は、推進系を有するHTV固有のハザードとなる。即ち、HTVから大量に推進薬が漏洩した場合、一部が宇宙服に付着し、船内に持ち込まれる可能性がある。	【2故障許容設計】 a. 前方スラスタ設置近辺は船外活動が想定されるため、バルブを3重に設置し、大量漏洩を避ける。 b. 船外活動中に不意のスラスタ開放指令を出さないよう、制御系を停止させる。	a1. バルブが図面通り(リークパスに対して3重に)施工されていることを製品検査で確認した。 a2. バルブ単品及び配管システムの漏洩性能試験により、規定を超えた漏洩が無いことを確認した。 a3. 射場において推進系ラッチバルブ動作及び継手部リークチェックを実施する。(2012/4/28予定) b. 船外活動中は制御系を停止させることを運用制御として識別し、手順に反映した。	4. (3) 6. (1) /HTV-0003 推進薬漏洩による汚染
		【影響なし】 スラスタは、右記のとおり安全設計され、検証が完了しており、指針に対する対照表に変更はない。	爆発	HTVの推進系の設計圧より高圧に至る場合には、最悪、爆発に至り、ISSへの構造破壊を引き起こし、宇宙飛行士が死傷する可能性がある。	【リスク最小化設計】 圧カシステムの構成品は、適切な材料の選定、最大設計圧及び安全率の設定、破壊管理、適切な溶接等により推進系機器の耐圧設計を行う。	適切に最大設計圧、及び安全率が設定され、試験により耐圧設計の妥当性を評価した。 材料識別使用リスト(MIUL)により適切な材料が使用されていることを評価した。 フライト品については、製造工程の検査、図面確認、製品検査による品質検査を実施し、品質に問題が無いことを確認した。	5. (2) 6. (1) /HTV-0007 爆発

別紙 前号機からの仕様変更に対する「基本指針への対照表」への影響

前号機からの仕様変更点	変更の背景	「基本指針に対する対照表」への影響有無	ハザードタイトル	ハザード内容	安全設計(制御方法)	検証方法及び結果	指針の対応項目 / 該当ハザードレポート
		【影響なし】 スラスタは、右記のとおり安全設計され、検証が完了しており、指針に対する対照表に変更はない。	HTVのISSへの衝突	スラスタの異常が原因で、HTVがISSに衝突しISSを損傷することで船内の空気が抜け、搭乗員の死傷に至る可能性がある。	【2故障許容設計】 a. ランデブー飛行/ISS近傍運用では姿勢制御系統にて接近する。姿勢制御系統を構成するバルブ・推進系の圧力、温度センサ等の機能部品が故障した場合、別系統に切り替える。(1故障許容) b. 更に、別系統も故障した場合(2故障時)は、メインエンジン系に切り替え、緊急離脱機能により緊急離脱を実施する。(2故障許容)	a1. バルブやスラスタ等の性能がシステム要求に適合できることを試験で確認した。 a2. 単体の品質が良好であることを製造工程及び製品の検査等で確認した。 b. サブシステム及びシステムレベルの試験を実施し、適切に緊急離脱系に切り替えが実行されることを確認した。	6. (2) 10. (4) / HTV-0008 ISSへの衝突
曝露パレット							
多目的曝露パレット(EP-MP)への変更	多種多様なカーゴの搭載を可能とするため変更	【影響なし】 右記のとおり安全設計され、検証が完了しており、指針に対する対照表の変更はない。	構造破壊	軌道上荷重(リブーストによる荷重、圧力荷重等)により構体の破損や把持構造の損傷によりISSを損傷し搭乗員に致命的な影響を与える。	【リスク最小化設計】 打上げ・軌道上・帰還等の定常運用における全ての荷重モードに対し十分な剛性・静強度・疲労強度を持つよう設計する。 運用中の最大荷重またはH-IIBとの共振を防止するため、規定の剛性・強度を持つよう設計する。 耐熱性・耐食性・耐応力腐食性・耐電食性等を考慮し、過去の実績のある構造材料を選定する。	主構造は前号機までの曝露パレットと類似設計のため、構造解析により十分な強度を有していることを確認した。 材料識別使用リスト(MIUL)により構造材料を評価した。	4. (2)ア 5. (1) / HTV-0005 軌道上荷重による構造破壊