



宇宙ステーション補給機 「こうのとり」4号機 (HTV4) ミッションプレスキット



2013 年 8 月 2 日 A 改訂版
2013 年 7 月 23 日
宇宙航空研究開発機構

<http://iss.jaxa.jp/htv/mission/htv-4/library/presskit/>
(上記サイトで本プレスキットをご覧いただけます。
また、今後、改訂の都度、改訂版に差替え掲載いたします)

改訂履歴

訂符	日付	改訂ページ	改訂理由
初版	2013.07.23	—	
A改訂	2013.08.02	P2-1, 3-2, 4-3, 4-4, 4-6～4-16 (1 ページ増), 5-1, 5-2, 付録 1-1, 付録 1-13, 付録 1-15, 付録 3-1, 付録 3-9	4K カメラの搭載情報を追記 打上げ時刻を詳細化 NASA の RRM 実験装置の情報を追加 図 5.1-2 として再突入前の軌道図を追加。 その他、新たな情報で更新、情報を補足、図の入れ替え、写真の追加など

目 次

1. 「こうのとりの概要」	1-1
1.1 「こうのとりの目的」	1-1
1.2 「こうのとりの4号機の特徴」	1-2
1.3 「こうのとりの4号機のミッション概要」	1-2
2. 「こうのとりの4号機の打上げ／飛行計画概要」	2-1
3. 「こうのとりの4号機(HTV4)運用スケジュール」	3-1
4. 「こうのとりの4号機(HTV4)での物資輸送」	4-1
4.1 補給キャリア与圧部搭載品(船内物資)	4-1
4.1.1 システム関連品	4-3
4.1.2 搭乗員関連品	4-4
4.1.3 利用実験関連品	4-5
4.1.4 民間利用の搭載品	4-7
4.1.5 レイトアクセスについて	4-8
4.2 補給キャリア非与圧部搭載品(船外物資)	4-10
4.2.1 ISS システム補用品	4-11
4.2.2 NASA 船外実験装置	4-14
4.2.3 曝露機器の移動作業	4-15
5. 「こうのとりを活用した技術の蓄積」	5-1
5.1 再突入観測	5-1
5.2 表面電位計測	5-2
6. 「こうのとりにより得てきたもの」	6-1
付録 1 「こうのとりの4号機(HTV)の構成」	付録 1-1
A1.1 補給キャリア与圧部(PLC)	付録 1-4
A1.2 補給キャリア非与圧部(ULC)	付録 1-6
A1.3 曝露パレット(EP)	付録 1-8
A1.4 電気モジュール(AM)	付録 1-12
A1.5 推進モジュール(PM)	付録 1-14
A1.6 近傍通信システム(PLOX)	付録 1-16
A1.7 反射器(レーザレーダリフレクタ)	付録 1-17
【参考】ISS 補給機の比較	付録 1-18
付録 2 ランデブ概念	付録 2-1
付録 3 「こうのとりの4号機(HTV)の運用概要」	付録 3-1
付録 4 i-Ball と超小型衛星に関する参考情報	付録 4-1
付録 5 HTV／ISS 関連略語集	付録 5-1

1. 「こうのとり」の概要

宇宙ステーション補給機(H-II Transfer Vehicle: HTV)は、国際宇宙ステーション(International Space Station: ISS)に補給物資を運ぶための輸送手段として、日本が開発した有人対応型の無人の物資補給船で、初号機の技術実証機(HTV1)は2009年9月11日、2号機(HTV2)は2011年1月22日、3号機(HTV3)は2012年7月21日にH-IIBロケットで打ち上げられました。なお、2号機からは「こうのとり」という愛称が使われています。

「こうのとり」の構成や仕様等、詳細は付録1をご参照下さい。

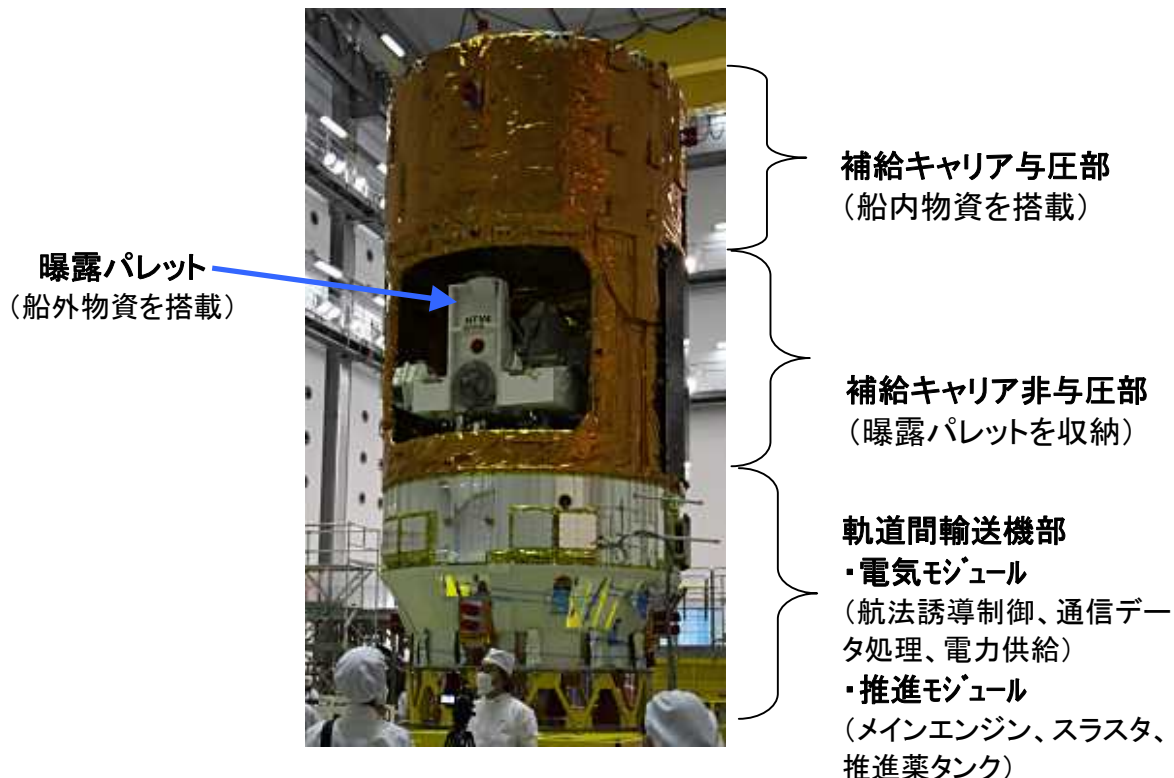


図1.1-1 「こうのとり」の構成 (写真はHTV4)

1.1 「こうのとり」の目的

国際宇宙ステーション(ISS)における補給システムの一環として、国際宇宙基地協力協定に基づき、ISS共通システム運用経費の我が国の分担義務に相応する物資及び、「きぼう」(Japanese Experiment Module: JEM)の運用・利用に必要な物資を輸送・補給します。

ISS計画では、参加各極の必要物資を各極の輸送機で分担して輸送するため、「こうのとり」も「きぼう」で必要な物資の他、ISS共通品やNASA等の物資の輸送の役割を担っています。

1.2 「こうのとり」4号機の特徴

1号機～3号機のミッションを通じ、メインエンジンをはじめとするさまざまな主要機器の国産化を進めて「こうのとり」の開発は完了しました。軌道間輸送の鍵となる技術を獲得したことにより、4号機からはミッション運用の安定・着実な遂行をはかります。

- ・3号機に引き続き、輸送機としての利便性を改善しています(レイトアクセス量増加や保冷ボックスの搭載など)。
- ・今回運ぶ船外物資はすべてNASA物資(システム補用品と実験装置)です。また、実験の運用が終了した船外実験装置の廃棄を初めて行います。
- ・「こうのとり」の運用改善のための技術データの取得(再突入観測や表面電位計測など)を行います。

1.3 「こうのとり」4号機のミッション概要

(1) ISSへの物資輸送

「こうのとり」4号機では、約3.9トンの船内物資と、約1.5トンの船外物資を輸送します。輸送物資の概要を以下に記します。詳細は4章をご参照下さい。

● 船内物資

補給キャリア与圧部に搭載する船内用物資の約3/4がNASA等の国際パートナーの船内物資で、約1/4がJAXAの物資となります。

分類	物資の例	機関
システム関連品	ISSシステムの補用品、宇宙服用高圧ガスなど	NASA
	きぼう補用品、きぼう搭載冷凍庫(FROST)など	JAXA
搭乗員関連品	飲料水(水バッグ24個)	NASA
	食料(レトルト品、乾燥食品、宇宙日本食など)	NASA/JAXA
	生活用品(衣類、シャンプーなど)	NASA/JAXA
利用実験関連品	実験機材、実験試料(植物、細胞など)、超小型衛星など	NASA/ESA/JAXA
民間利用の搭載品	KIROBO(Kibo Robot Project) DVD(地球人の心プロジェクト)	JAXA



図 1.3-1 HTV4 船内の様子(レイトアクセス前)

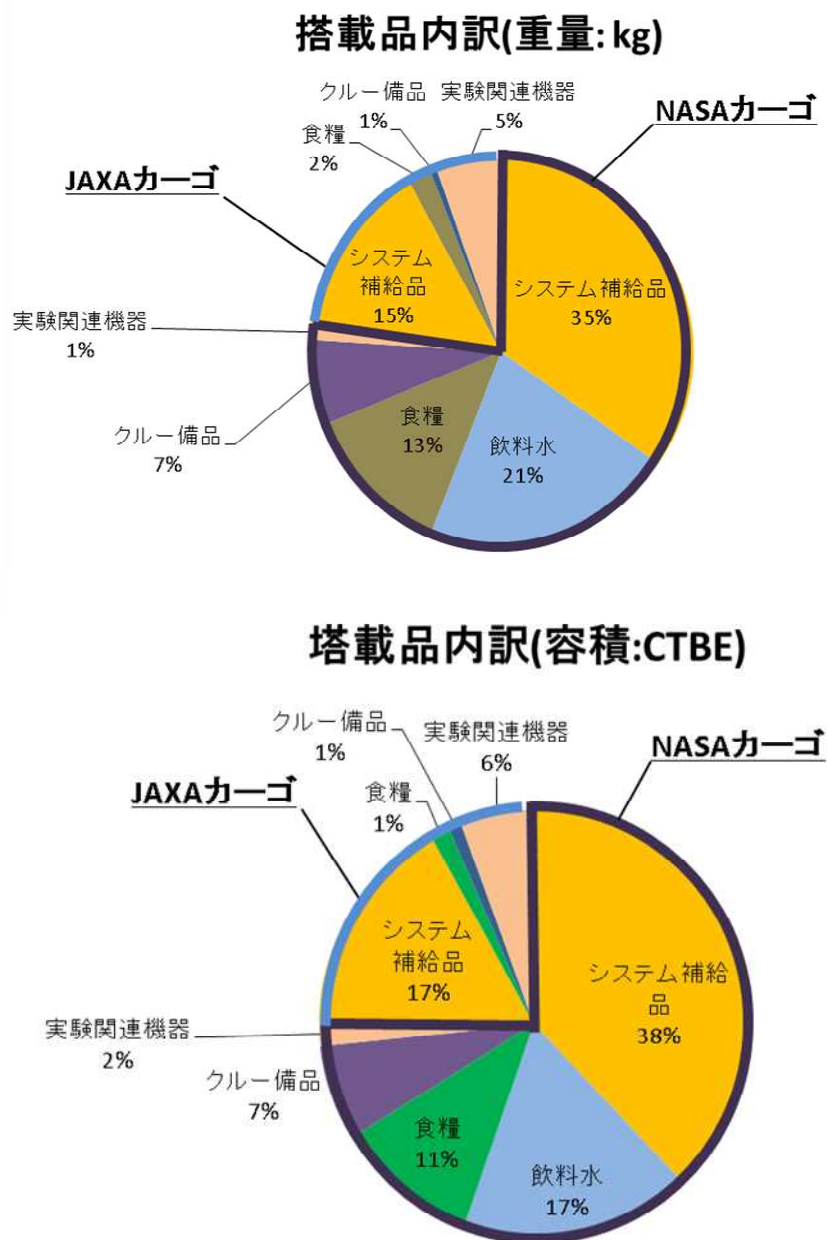


図1.3-2 HTV4搭載品の内訳(重量、容積別グラフ)

● 船外物資

ISSシステム共通品である、電力系インフラの主要機器の予備品と、米国の実験装置を輸送します。

分類	物資例	機関
システム補給品	ISSシステムの補用品 (ISS電力システム切り替え装置: MBSU、ISS電力システム通信機器: UTA)	NASA
利用実験関連品	NASA船外実験装置 (STP-H4)	NASA

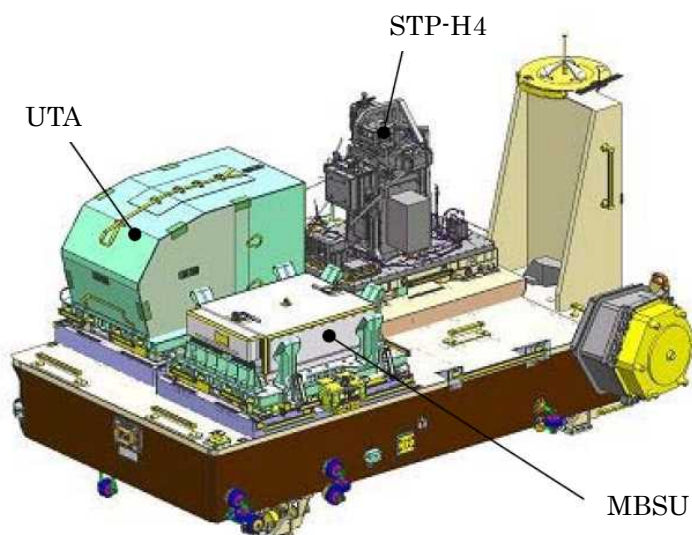


図1.3-3 HTV4打上げ時の曝露パレット上の搭載イメージ (NASA/JAXA)

(2) 不用物資の廃棄

「こうのとりの」は、最大約6トンの不用品を搭載して再突入・廃棄することができます。HTV4では、HTVとしては初めて実験運用が終了した実験装置(米国のSTP-H3)を曝露パレットに搭載して廃棄を行います。

STP-H3は、2011年5月にSTS-134でISSに運ばれた実験装置(319kg)で、熱制御機器やセンサの試験、宇宙環境計測実験に使われました。

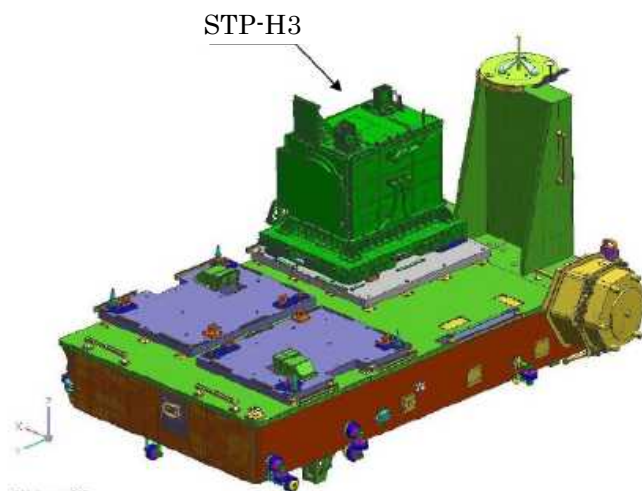


図1.3-4 廃棄時の曝露パレットの搭載イメージ (NASA Press kitより)

2. 「こうのとり」4号機(HTV4)ミッションの打上げ／飛行計画概要

表2-1 HTV4ミッションの打上げ／飛行計画の概要

2013年8月2日現在

項 目	計 画	
HTVフライト名称	宇宙ステーション補給機「こうのとり」4号機(HTV4)	
打上げ日時(予定)	2013年8月4日 04時48分46秒 ※打ち上げ前の最新のISS軌道に基づいて決定されます。	
打上げ予備期間	2013年8月5日～9月30日	
打上げ場所	種子島宇宙センター 大型ロケット発射場 第2射点(LP2)	
ISSとの結合日時(予定)	2013年8月 9日20時29分頃 ISSのボットアームで把持 8月 9日22時30分頃から結合作業を開始 8月10日早朝 結合 (注:電力・通信ラインの結合完了を持って、「HTV結合完了」となります。)	
ISSからの分離日時(予定)	2013年9月5日 ※ミッションの状況によっては変更される可能性があります。	
再突入日時(予定)	2013年9月7日 ※ミッションの状況によっては変更される可能性があります。	
軌道高度	投入高度: 約200×300km(楕円軌道) ISSとのランデブ高度: 約410km	
軌道傾斜角	51.6度	
主要搭載品	補給キャリア 与圧部	船内物資 (HTV補給ラック8台)
	補給キャリア 非与圧部	米国の予備品2台と実験装置1台 (MBSU, UTA, STP-H4)

※: 日時はすべて日本時間

HTV4ミッションに関する最新情報及び飛行中の情報につきましては、次のJAXAのホームページで見ることができます。

<http://iss.jaxa.jp/htv/mission/htv-4/> (HTV4の情報)

<http://fanfun.jaxa.jp/countdown/htv4/index.html> (主に H-IIB ロケット中心の情報)

注:スケジュールはISSの運用状況に応じて変更されますので御注意下さい。
また、ISSに結合されている期間(係留期間)は変更になる可能性があります。

3. 「このとり」4号機(HTV4)運用スケジュール

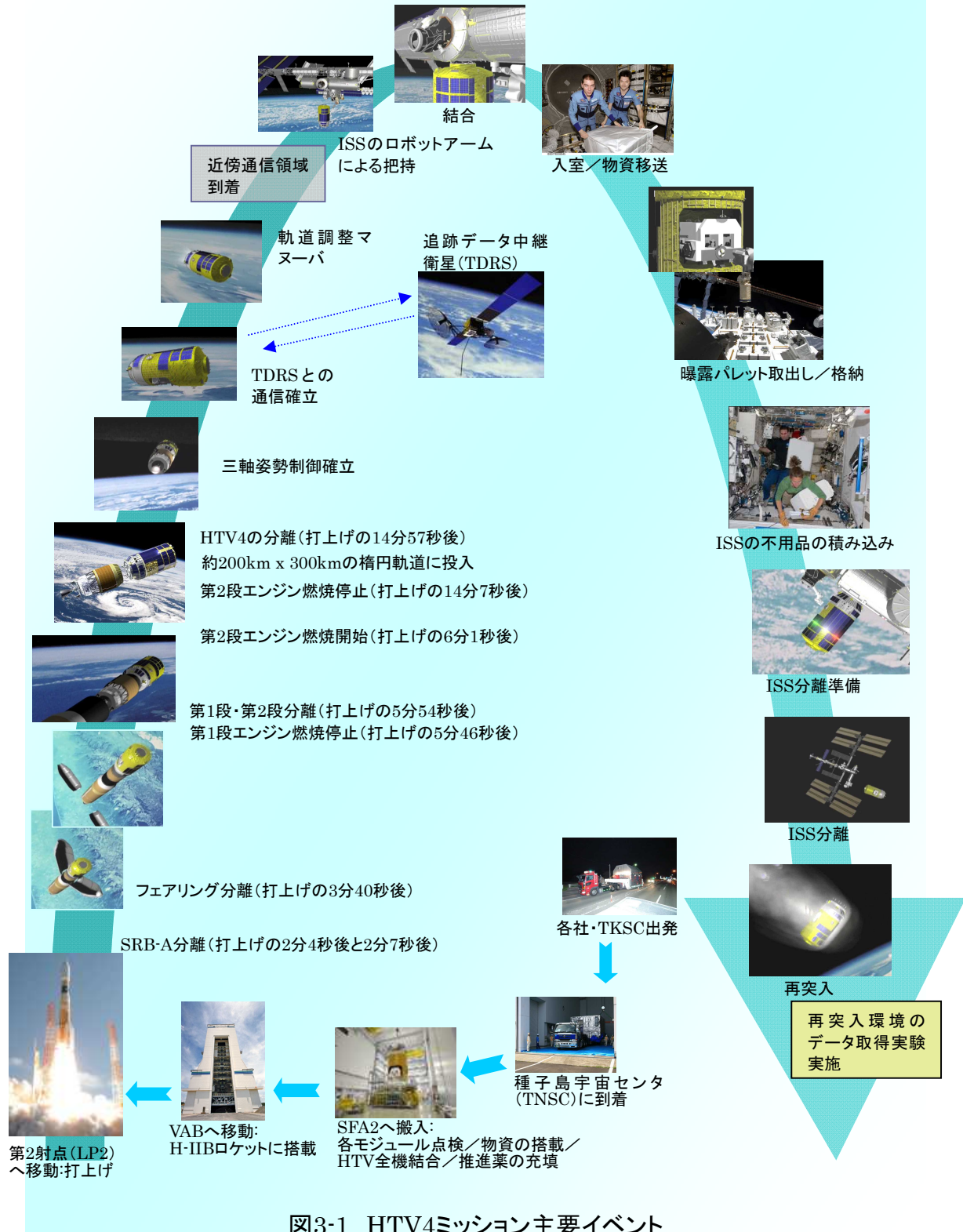
表3-1 HTV4運用スケジュール

飛行日	HTV関連主要作業
1日目	打上げ／軌道投入、HTVの自動シーケンスによる軌道投入後の運用(サブシステムの起動、三軸姿勢制御確立、機体の異常点検、追跡データ中継衛星(Tracking and Data Relay Satellite: TDRS)との通信確立、筑波のHTV運用管制室との通信接続)、ランデブ用軌道制御開始
1～5日目	ISSとのランデブ・フェーズ
5日目	<u>最終接近</u> <u>ISSのロボットアームでの把持</u> <u>ISSとの結合(係留)</u> <ul style="list-style-type: none"> ・ ハーモニー下側の共通結合機構(CBM)への結合 ・ 結合部の艀装(配線・ケーブル設置等) ・ 係留電力系起動、通信経路の切替(電波→有線)など
6日目	<u>HTV補給キャリア与圧部への入室</u> <ul style="list-style-type: none"> ・ CBMの制御装置の取外し ・ ハッチ開 ・ モジュール間通風換気(Inter-Module Ventilation: IMV)起動 ・ ISSの消火器、可搬式酸素マスクなどの HTV船内への移設
	HTVからISSへの船内物資の運び出し
	曝露パレットのHTV補給キャリア非与圧部からの引き出し／きぼうの船外プラットフォームへの移送・取付け
	曝露パレットで運搬した米国の船外実験装置(STP-H4)・システム予備品をロボットアームで移設 ISSから廃棄する米国のSTP-H3をロボットアームで移設し、曝露パレットに搭載
	廃棄品を搭載した曝露パレットをHTV補給キャリア非与圧部へ回収
	物資の移送作業／廃棄品の積み込み
ISS分離 前日	<u>HTVの分離準備</u> 照明、消火器、可搬式酸素マスクなどの取外し(ISSへ保管)、CBMの制御装置の取付け、モジュール間通風換気(IMV)の停止、ハッチ閉鎖、通信経路の切替(有線→電波)
ISS分離日	<u>HTVのISSからの離脱</u> <ul style="list-style-type: none"> ・ 係留電力系の停止 ・ 結合部の配線・ケーブルの取外し ・ ISSのロボットアームでHTVを把持 ・ 共通結合機構(CBM)のボルト解除 ・ ISSのロボットアームでHTVを放出ポジションへ移動 ・ 誘導・航法及び制御(Guidance Navigation Control: GNC)の起動、スラスト噴射準備 ・ ISSのロボットアームの把持を解放、ISS軌道からの離脱噴射
再突入	軌道離脱制御、再突入

注:スケジュールはISSの運用状況に応じて変更されますので御注意下さい。

【参考】主要イベント

HTV4ミッションでは、飛行5日目にISSに結合する予定です。係留期間中に補給物資の移送を行い、補給物資の移送が終了すると、ISSの不用品を積み込みます。その後、ISSから分離して大気圏に再突入する予定です。



4. 「こうのとりの」4号機での物資輸送

4号機では船内物資、船外物資を含めて合計で約5.4トンの物資をISSに運びます。

4.1 補給キャリア与圧部搭載品（船内物資）

HTV4では補給キャリア与圧部には約3.9トンの貨物を搭載します（HTV1では3.6トン、HTV2では約4トン、HTV3では約3.5トンの船内用物資を搭載）。

HTVで運ぶ船内物資は、計8台搭載されているHTV補給ラック（HTV Resupply Rack: HRR）に収めて運搬します。

食料、NASAおよび「きぼう」の保全品・補用品、宇宙飛行士の日用品、超小型衛星（CubeSat）等を収納した様々なサイズの輸送用バッグ（Cargo Transfer Bag: CTB）が、このHRRに収納されます。HTV内の搭載可能な容積を最大限に活用するため、これらのCTBはHRRの前面にも張り出す形で、ストラップで固定されて運ばれます。

HTV4では標準サイズのCTB約230個分の容積に相当するCTBを運搬します。そのうち72個分は打上げ1週間前頃に積み込みを行うレイトアクセス時に搭載します。

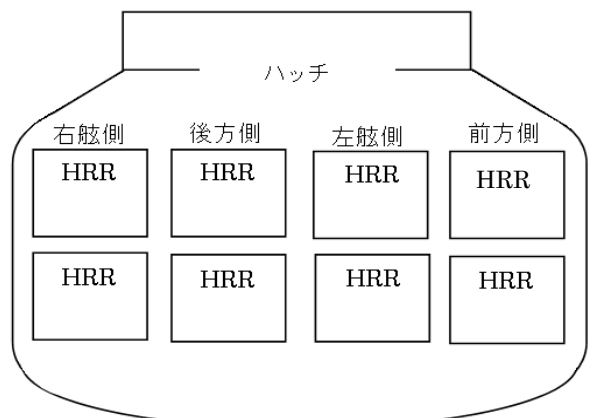


図4.1-1 HTV4の補給キャリア与圧部のラック搭載状況



HTV補給ラック(HRR)



食料、日用品、実験用品などを輸送用バッグに詰めてHRRに搭載

図4.1-2 HTV4に搭載される船内物資の例

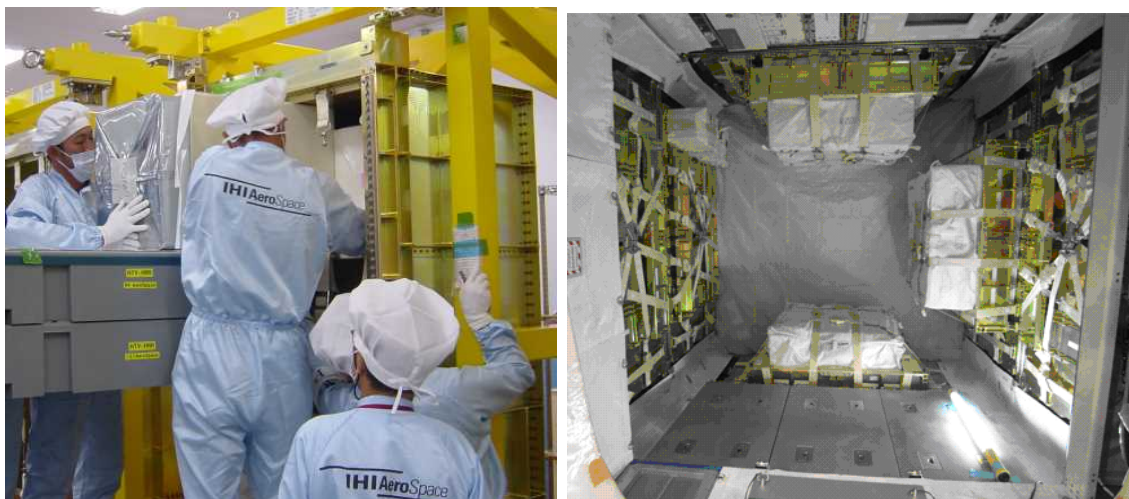


図4.1-3 HTV補給ラック(HRR)に搭載される物資輸送用バッグ(CTB)
 右: HRRの補給キャリアと圧部への搭載状況 (HTV2)
 *この写真は積み込み途中のもので、HRRの前面にはCTBがさらに搭載されます。



図4.1-4 ラック前面へ搭載された物資輸送用バッグ(CTB)の例 (HTV2)
 (右側は温度勾配炉(KOBAYASHI)ラック)



図4.1-5 物資輸送用バッグ(CTB) (写真はシングル(標準サイズ)とハーフ(1/2)サイズ)
 *CTBは様々な大きさの物資の運搬ができるよう、複数のサイズが存在します(付録3-8ページに各サイズの図を紹介していますので参照下さい)。

4.1.1 システム関連品

(1)ISS共通品／NASA物品

充電池/充電器、分岐器等の ISS システムの維持に必要な補用品や、呼吸用カートリッジ等の船外活動関連補用品、船外活動用簡易セルフレスキュー装置(SAFER)など、ISS 共通で必要となる NASA 物品を運搬します。

(2)「きぼう」システム品

①キャビン環境モニタリング・ネットワークシステム(CANA) (初打上げ)

CANAは、環境制御・生命維持システムの設計に必要な実環境データを、ISSを活用して蓄積するために開発されたシステムで、JEM船内の環境指標データの取得を行います。現在のJEM内では温度と圧力センサが2式設置されていますが、センサとデータ収集システムを追加で設置し、環境データの充実をはかり、有人宇宙技術の向上につなげます。

HTV4では、温度・湿度・風速・照度・気圧などのデータを収集するシステムを運搬し、次のHTV5で様々なガスや臭気を測定するセンサを追加で運搬する予定です。

②JEM搭載用ポータブル冷蔵・冷凍庫(FROST)(初打上げ)

スターリング冷却器を使い、 -70°C まで冷却可能にしたJEMで使用する冷蔵・冷凍庫で、停電時でも保冷できるよう国産の新たな保冷剤を開発しました。ISSにも冷凍・冷蔵庫はありますが、各国が共用しているため自由に使えるほどの空きはないことから、日本も独自に用意することになりました。



図4.1.1-1 FROST

③JEM輸送用ポータブル保冷ボックス(ICE Box)(初打上げ)

HTVで打上げ、ISS到着するまでの間に使用する電源がなくても長期間の保冷が可能な保冷ボックスを開発しました。保冷材はFROSTのものを一部改良し、高性能な断熱箱と組み合わせることで10日間の保冷(約 4°C)を実現しています。

今回は実証フライトのため、内部には温度計測用のデータロガーと実験試料を搭載する予定です。



図4.1.1-2 ICE Box

④その他、きぼうシステムのメンテナンス、故障対応品

「きぼう」のメインプロセッサの予備品や、「きぼう」衛星間通信システム(ICS)の電力系機器などを輸送します。ICSの機器は、2011年8月に故障したため一度地上に戻して修理を行ったものです。従来の宇宙機と異なり、故障しても修理して機能を維持できるのは有人システムであるISSならではの強みでもあります。

4.1.2 搭乗員関連品

食料(レトルト品、乾燥食品、菓子類、乾燥させた飲料、宇宙日本食など)や、飲料水(480リットル)、宇宙飛行士の日用品(衣類、衛生用品など)が運ばれます。

表4.1.2-1 HTV4に搭載される宇宙日本食の例

分類	食品名	製造メーカー
宇宙日本食	しょうゆラーメン	日清食品ホールディングス㈱
宇宙日本食	シーフードラーメン	日清食品ホールディングス㈱
宇宙日本食	カレーラーメン	日清食品ホールディングス㈱
宇宙日本食	白飯	尾西食品㈱
宇宙日本食	赤飯	尾西食品㈱
宇宙日本食	山菜おこわ	尾西食品㈱
宇宙日本食	おにぎり 鮭	尾西食品㈱
宇宙日本食	サバの味噌煮	㈱マルハニチロ食品
宇宙日本食	イワシのトマト煮	㈱マルハニチロ食品
宇宙日本食	サンマの蒲焼き	㈱マルハニチロ食品
宇宙日本食	レトルトビーフカレー	ハウス食品㈱
宇宙日本食	レトルトポークカレー	ハウス食品㈱
宇宙日本食	レトルトチキンカレー	ハウス食品㈱
宇宙日本食	わかめスープ	理研ビタミン㈱
宇宙日本食	羊羹(栗)	山崎製パン㈱
宇宙日本食	キシリトールガム(ライムミント)	㈱ロッテ
宇宙日本食	粉末緑茶	三井農林㈱
宇宙日本食	粉末ウーロン茶	三井農林㈱
宇宙日本食	マヨネーズ	キュービー㈱

宇宙日本食については、以下をご参照下さい。

<http://iss.jaxa.jp/spacefood/about/japanese/>

4.1.3 利用実験関連品

NASAやESAの利用実験に使用する物品や、「きぼう」で継続的に行っているJAXAの利用実験に関連する実験機材や実験試料を輸送します。

①ライフサイエンス実験や材料実験用品

(1)生命科学(ライフサイエンス)実験用品

テーマ名	テーマ略称	サンプル	見どころ	URL
Aniso Tubule	茎の形態と微小管動態	シロイヌナズナ	水棲実験用に開発した新型顕微鏡を使つての初めての実験。8月末には蛍光観察を実施。細胞の形を決める決め手になる微小管という物質の方向を観察する。	http://iss.jaxa.jp/kiboexp/the/me/second/anisotubule/
Space Pup	凍結乾燥生殖細胞の宇宙保存実験	ネズミの凍結乾燥精子	遺伝資源としてネズミのフリーズドライ精子を宇宙で保存し、放射線影響を調べる。MELFIに保存する。ガラスのアンプルをカプトンテープで保護してケースに収納。	http://iss.jaxa.jp/kiboexp/the/me/second/spacepup/
Resist Tubule	植物の抗重力反応シグナル応答	シロイヌナズナ	2012年10月の星出さんが担当した実験の続き。細胞培養装置とPEUでシロイヌナズナを育て、化学固定して帰還。植物が重力に逆らって成長する仕組みを調べる。	http://iss.jaxa.jp/kiboexp/the/me/second/resisttubule/
Asian Seed 2013	アジアの種子 2013 宇宙発芽観察	アズキ	重力も、光もないところでアズキの形はどう育つのか、ダウンリンク画像をアジアの国々に配信、地上と比べてみる教育的ミッション。	http://iss.jaxa.jp/en/kuoa/kiboabc/ssaf_event.html

各実験の主な打ち上げ品(ほかにもあります)



AnisoTubuleチャンバー(種子をセットした蛍光顕微鏡用容器)



Resist Tubule 植物実験ユニット(PEU)



Space Pupサンプルケースと中身



Asian Seed2013(生育例)とアズキ

(2)物質・物理科学実験用品

Ice crystal2(生体高分子の関与する氷結晶成長実験)の実験機材

- 氷の結晶成長の様子を詳しく調べる実験。
- 水に微量の不凍糖タンパク質を溶かしこんだ水溶液を冷やして氷の結晶を成長させ、複数の温度条件で氷の成長速度や界面での様子を観察します。多方面からの観察によって、不凍糖タンパク質が氷結晶の成長にどのように影響を及ぼすかを調べます。
- 不凍糖タンパク質を持つ魚や昆虫が、どのようにして低温から身を守っているのかなど、その生体反応をより深く理解することができます。
- 成果は、臓器移植分野において、損傷ないように臓器をできるだけ低温で凍らせずに保存する技術や、おいしい冷凍食品の開発など、生活に密着した分野にも活かされます。

②超小型衛星（「きぼう」より放出）

ISSの中では「きぼう」だけがエアロックとロボットアームを装備しています。これらを使うことにより、船外活動をしなくても超小型衛星(CubeSat)を放出できます。超小型衛星とその放出機構はHTV3で初めて運ばれ、ISSからの放出に成功しました。HTV4でも再び超小型衛星(CubeSat)4機を運びます。

超小型衛星(CubeSat)に関しては、付録4をご参照下さい。

表4.1.3-1 HTV4で運ぶ4機の超小型衛星

衛星名	Pico Dragon	Ardusat-1 (アーデュサット1)	Ardusat-X	TechEdSat-3
外観				
サイズ	1U	1U	1U	3U
機関	東京大学/ Vietnam National Satellite Center(ベトナム)/IHIエアロスペース	Nanorack社(米)／ NanoSatsifi社(米)		NASA エイムズ研究センター
ミッション	地球撮像	プログラム書き換え機能を有する Openプラットフォームの技術実証 クラウドファンディングで集めた資金 を基に開発(出資者はこの衛星にア クセスし、写真撮影を行うなどの機 会が得られる。) http://www.kickstarter.com/projects/ 575960623/ardusat-your-arduino-ex periment-in-space		Exo-brakeと呼ばれるブレーキ機構 の軌道離脱技術実証
提供機関	JAXA公募衛星	NASA公募衛星		

③宇宙用超高感度4Kカメラ

この超高感度4Kカメラが狙うのは、12月に地球に接近し、世紀の大彗星になると期待されている“アイソン彗星”です。彗星が接近する今年12月には、若田光一宇宙飛行士がISSに滞在しているため、若田飛行士がこの超高感度4Kカメラを使って彗星を撮影します。

ISSに4Kカメラを持ち込み、撮影するのは世界初の試みです。このカメラは4Kという、現行のハイビジョンの4倍の画素数を擁する高解像度カメラで、さらに従来機の8倍を超える超高感度化はじめ彗星撮影のために特別な改造がなされた物です。

・世界初！超高感度4Kカメラ宇宙へ！！ http://www.jaxa.jp/press/2013/08/20130801_4kcamera_j.html

④NASAの実験装置の例

NASAが船外で実験を行っているロボット燃料補給ミッションRRM (Robotic Refueling Mission)を改良するためのフェーズII実験装置がHTV4で運ばれます。この装置は船内貨物として運ばれて、きぼうのエアロックから船外へ移動した後、カナダのロボットアームでRRMに設置される予定です。

http://ssco.gsfc.nasa.gov/rrm_phase2.html

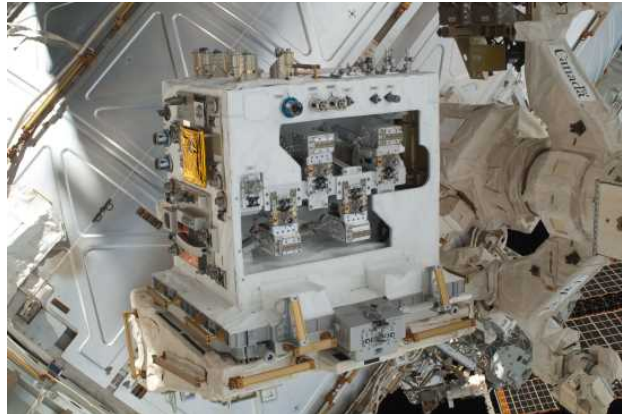


図4.1.3-1 RRMの外観

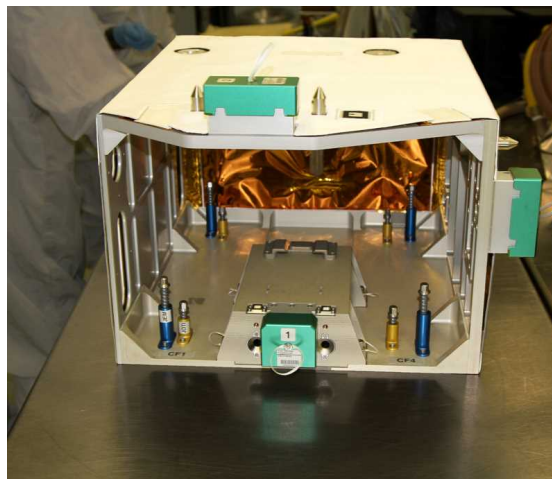


図4.1.3-2 HTV4で運ぶRRMフェーズII実験装置RRM On-orbit Transfer Cage (ROTC)

4.1.4 民間利用の搭載品

- ①KIBO ROBOT PROJECT 「KIROBO」(若田宇宙飛行士の滞在期間中に会話実験を行う)

KIBO ROBOT PROJECTのホームページ

<http://kibo-robo.jp/robot/>

- ②地球人の心プロジェクト(DVD一式)

地球人の心プロジェクトホームページ

<http://www.jsforum.or.jp/event/education/teraheart/>

4.1.5 レイトアクセスについて

7月下旬に、ロケットのフェアリングにあるアクセスドアを開いて、HTVのハッチを再度開き、物資の最終積み込み(レイトアクセス:Late Access)を行う予定です。レイトアクセスは、フェアリング内の限定された空間の中での作業であり、狭い開口部の中に足場となるキットや梯子を設置して行うため、細心の注意を払いながらの搭載作業となります。

HTV3以降、物資の最終積み込み可能量を増やしていましたが、HTV4ではさらに搭載可能バッグの許容上限を広げ、大型バッグにも対応できるように能力向上を図っています。バッグサイズは、従来のダブルCTB(約50×43×50cm)上限から、約2倍の体積であるM02バッグ(約90×51×54cm)上限まで対応可能になり、またバッグ質量も従来の20kg上限から、50kg上限に引き上げることができました。

貨物の搭載制約が緩和されたことで、幅広い貨物の搭載依頼に対応することができ、またタイムリーにISSに運べるようになりました。超小型衛星や、ICEBox、i-Ballなどもこの時点で搭載します。

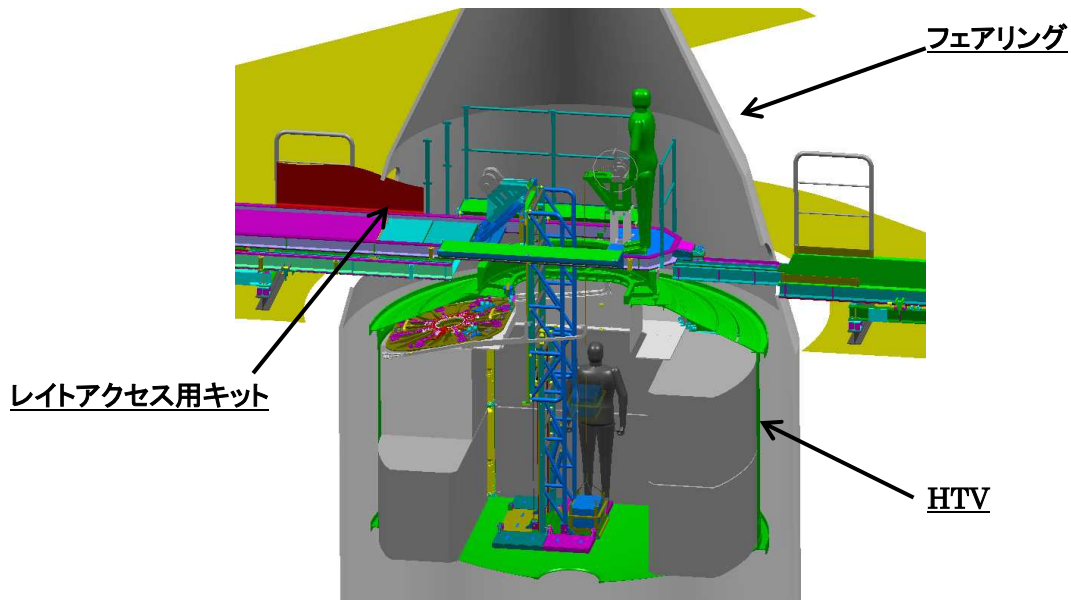


図4.1.5-1 レイトアクセス模式図



図4.1.5-2 レイトアクセス作業風景



図4.1.5-3 ダブルCTB



図4.1.5-4 M02バッグ

4.2 補給キャリア非与圧部搭載品（船外物資）

HTV4ミッションでは、補給キャリア非与圧部の曝露パレットにはISSのシステム補用品2台と、米国の実験装置1台の計3個の物資が搭載されます（約1.5トン）。



図4.2-1 HTV3の曝露パレット(実験装置を搭載する前の写真)

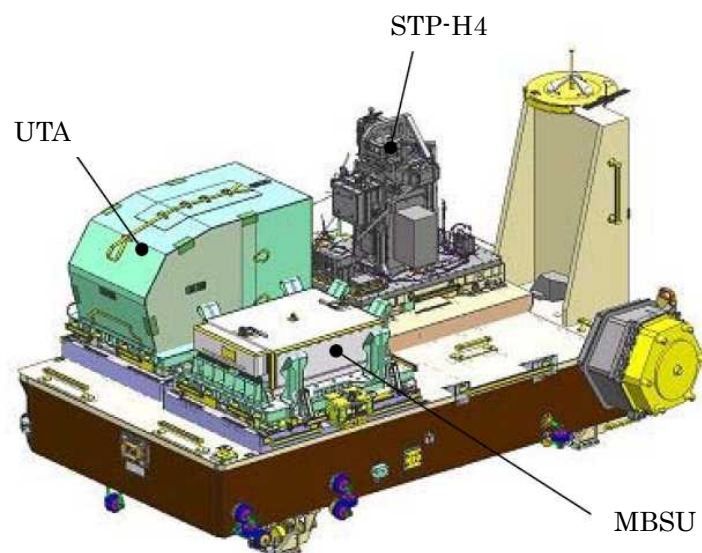


図4.2-2 HTV4打上げ時の曝露パレットの搭載イメージ



図4.2-3 HTV4の曝露パレットに搭載された船外物資

4.2.1 ISSシステム補用品

(1)ISS電力システム切り替え装置:MBSU (Main Bus Switching Units)

MBSUはS0トラス上に4基が設置されており、ISSのメインバス電力システムを切り替え(P6, P4, S6, S4トラスの太陽電池で発電したメインバス電力を、上流側の機器が故障した場合にクロスストラップで切り替えて暫定的に復旧させることが可能)、下流側の機器に配電するのに使われる電力系の機器です。MBSU自体が故障すると、ISSの米国側の供給電力の1/4が失われることになることから船外活動(EVA)を行って交換する必要があります。

MBSUの予備品は、船外保管プラットフォーム2(ESP-2)に2個が保管されていましたが、MBSU-1が故障して、2012年8月から9月にかけて星出宇宙飛行士達が交換したため、ISS上の予備品は1個だけになっていました。このため今回補充します。

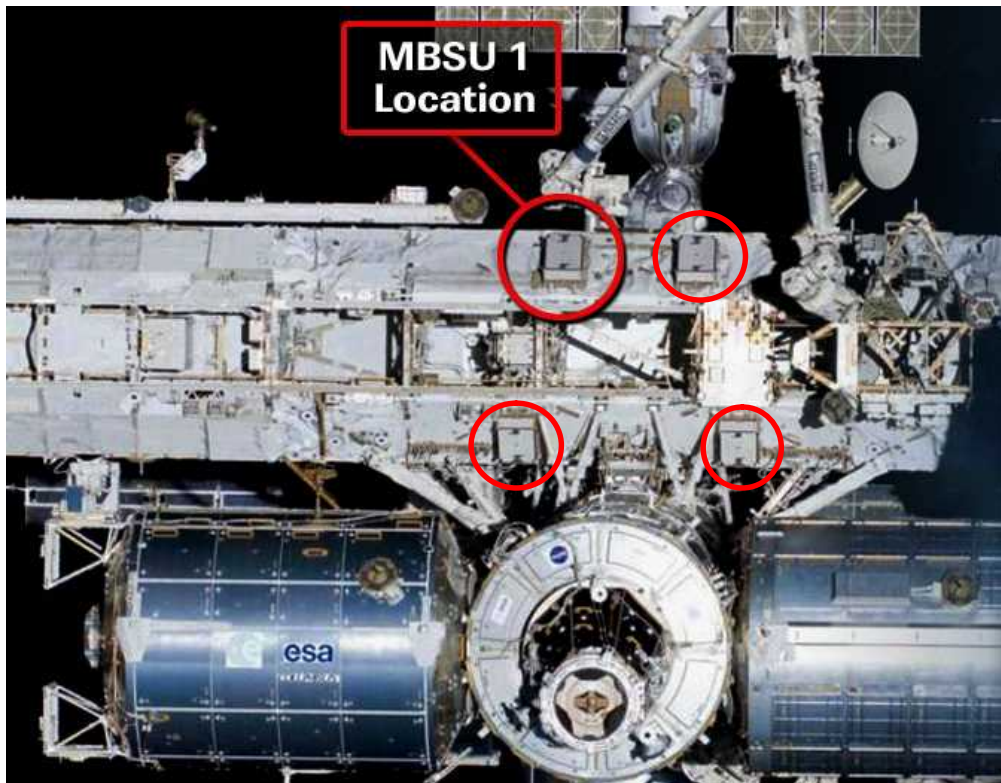


図4.2.1-1 ISSのS0トラスに設置された4台のMBSU (NASA提供)

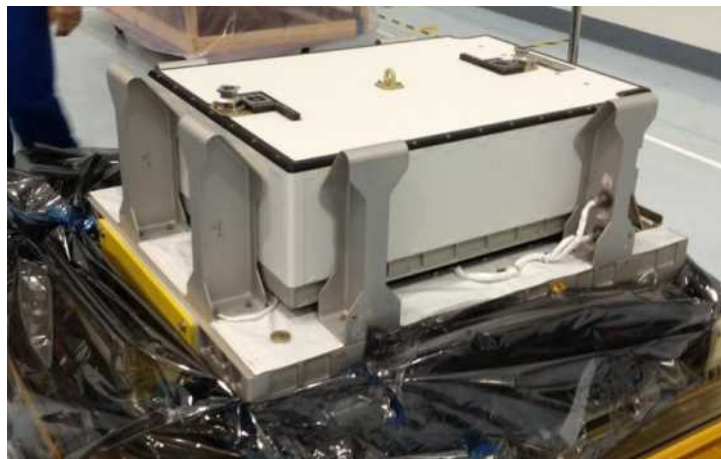


図4.2.1-2 HTV4で運ばれるMBSUの写真 (宇宙飛行士Mike HopkinsのTwitterより)

(2)ISS電力システム通信機器:UTA(Utility Transfer Assembly)

UTAは、P3/P4及びS3/S4トラスの回転するSARJ(Solar Array Rotary Joint)機構の中心部で、配線が絡まることなく電力、通信インタフェースを提供するために使われている機器であり、これが故障するとISSの米国側の電力の半分以上が失われてしまう重要な機器です。現在、ISS上の予備品は1台しかないため、今回、もう1台を運びます。

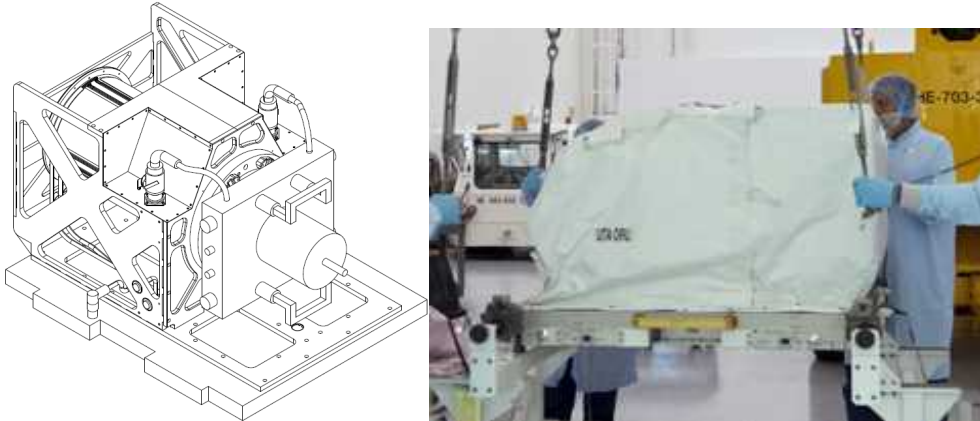


図4.2.1-3 UTA (右は日本へ輸送する前に撮られた写真) (NASA提供)

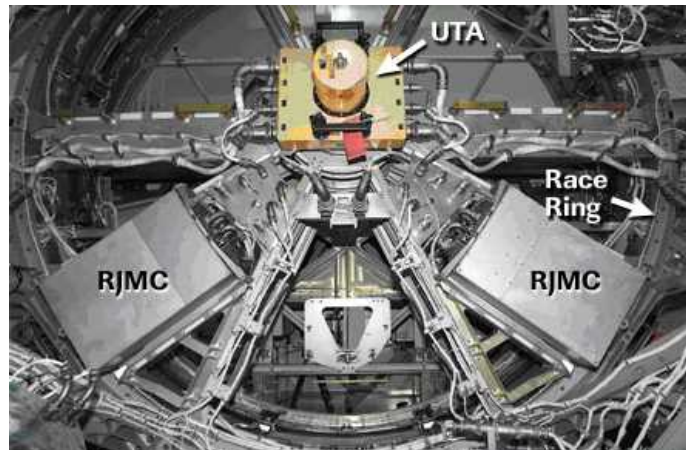


図4.2.1-4 SARJの中央部に取り付けられたUTA (NASA提供)

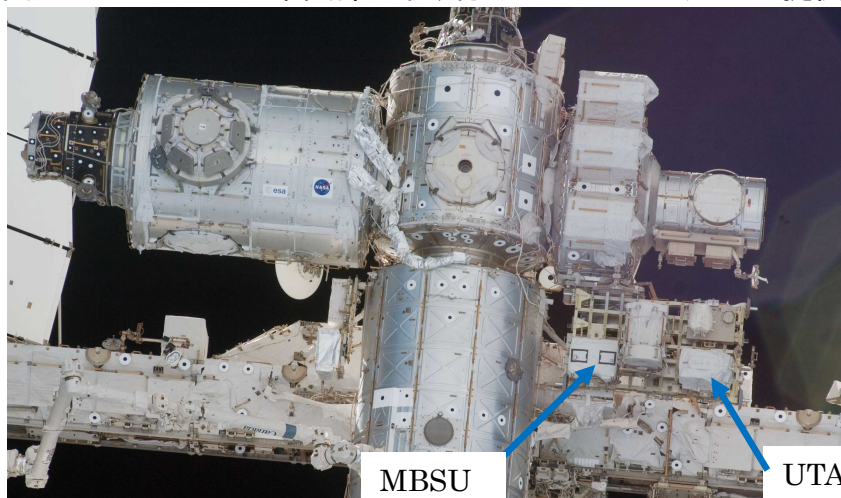


図4.2.1-5 ISSのESP-2に現在保管されているMBSUとUTA(断熱カバーで覆われた状態)(NASA提供:STS-130ミッション後に撮影)

【参考】SARJ(Solar Alpha Rotary Joint) (サージ)

SARJは、S4トラスとS6トラス、及びP4トラスとP6トラスの太陽電池パドルを太陽方向へ指向するのに使われる回転機構であり、直径は約3.5m、重量は約1,134kgあります。ISSが地球を1周する間にSARJも1回転することで太陽を追尾します(注:太陽電池パドルはこのアルファ軸周りの回転に加えて、ベータ軸周りにも回転できるようになっており、2軸方向の制御ができます)。SARJは、S3/S4トラスとP3/P4トラスに各1基装備されています。

発電した電力や通信データは、回転するSARJの中央部にあるUTA(Utility Transfer Assembly)を通して、ISS本体へ送られます。

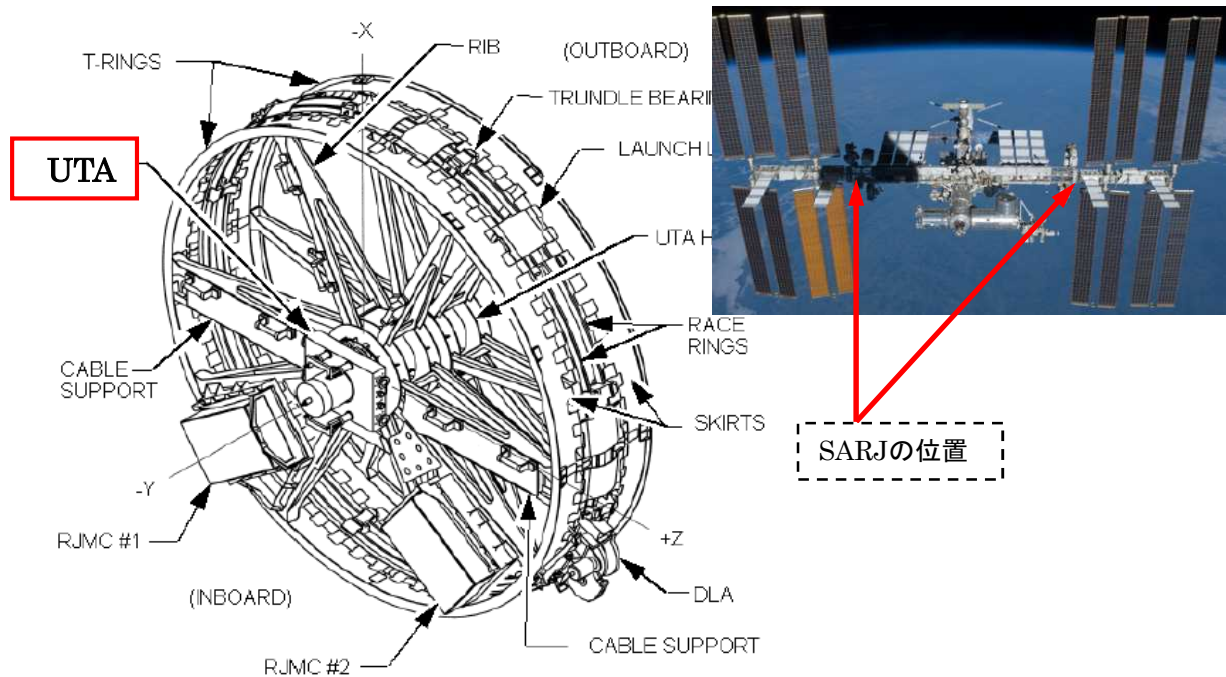


図4.2.1-6 SARJの構造 (NASA STS-115 Press kitより)

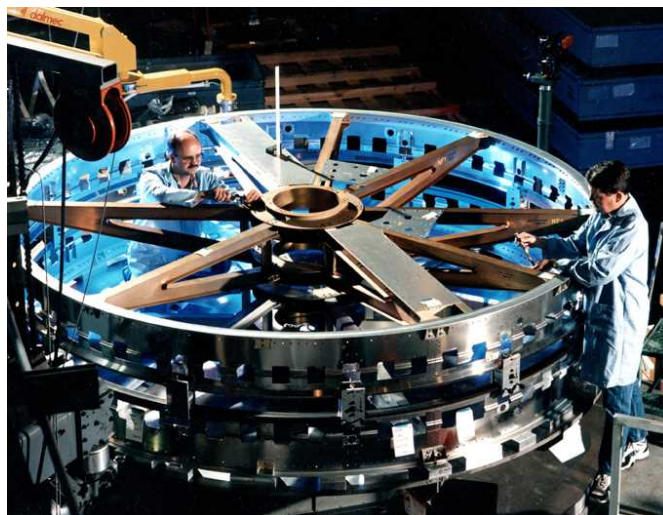


図4.2.1-7 SARJの回転リング (ロッキードマーチン社提供)

4.2.2 NASA船外実験装置

(1)STP-H4(Space Test Program – Houston 4)

STP-H4は米国の実験装置で、計8個の実験装置が搭載されています。気象観測、熱制御実験、放射線計測、データ処理モジュールの試験、雷によって生じる現象の観測などを行います。

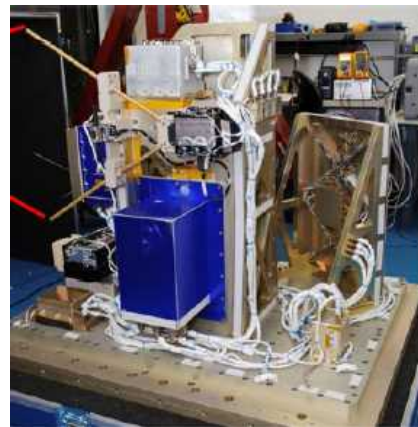
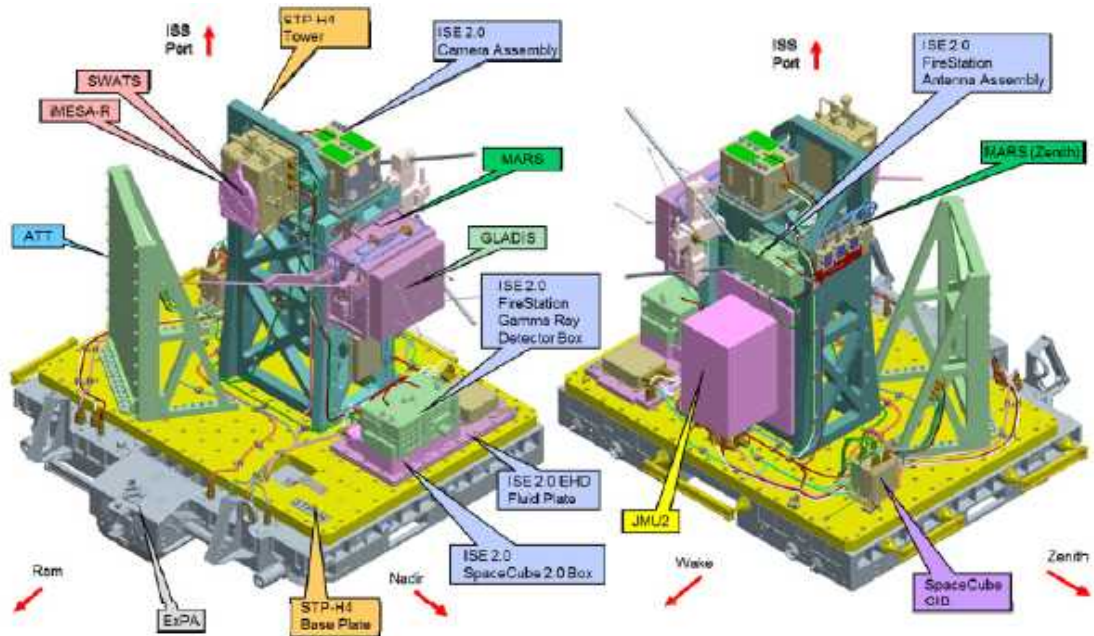


図4.2.2-1 STP-H4 (NASA Press kitより)

4.2.3 曝露機器の移動作業

HTV4の曝露パレットに搭載された機器は、ISSのロボットアーム(Space Station Remote Manipulator System: SSRMS)を使って、HTV4の補給キャリア非与圧部から引き出され、ISS上に仮設置されます。曝露パレット上に設置された各搭載機器の移動は、SSRMSで特殊目的ロボットアーム(Special Purpose Dexterous Manipulator: SPDМ)「デクスター」を把持し、その「デクスター」を使って行われます。運搬した各機器はELC(Exposed Logistic Carrier)に設置する予定です。最後に廃棄するSTP-H3実験装置を移動して曝露パレットに固定します。

これらの移動が終わると、SSRMSから「デクスター」を外して、SSRMSで曝露パレットを再び把持してHTV4の補給キャリア非与圧部に戻します。

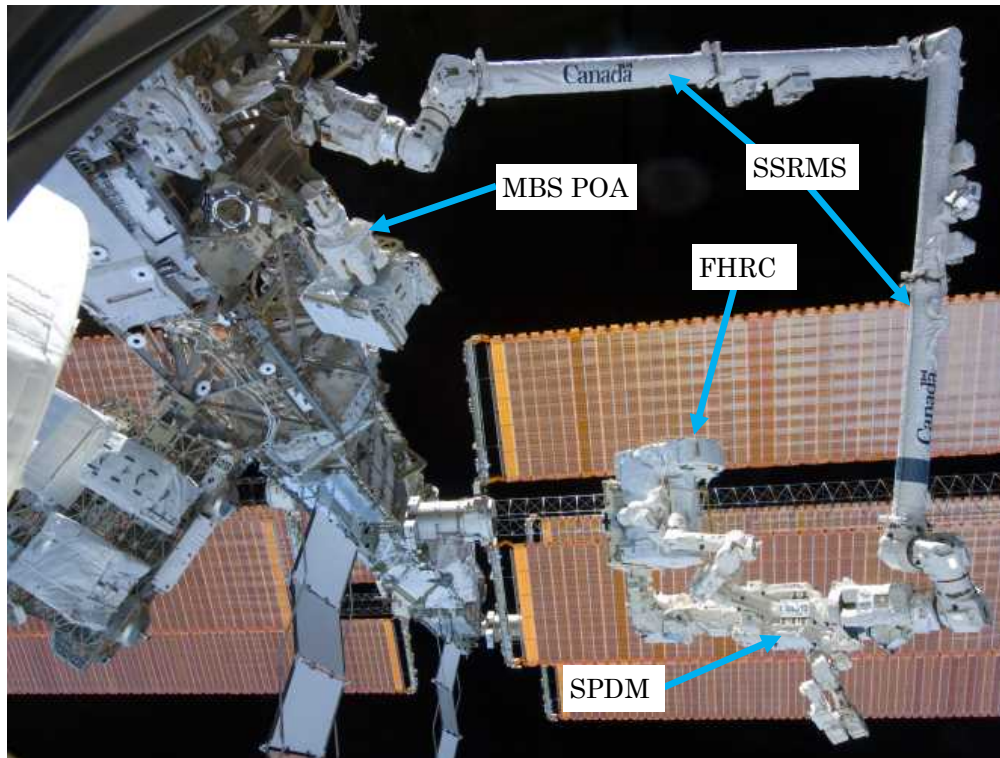


図4.2.3-1 SPDМを使って米国の船外物資を運搬する様子
(HTV2で運搬したFHRCの移動) (NASA提供)

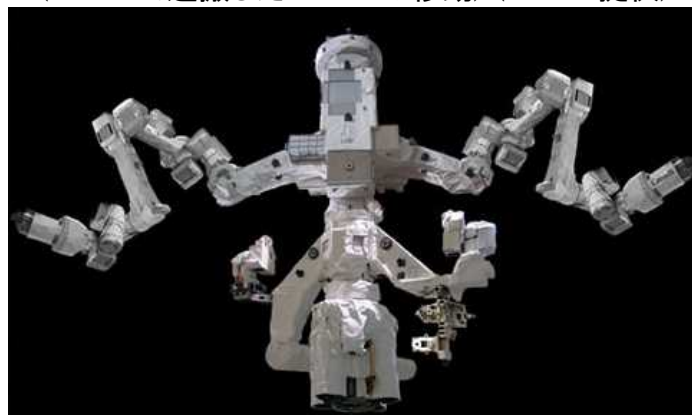


図4.2.3-2 SPDМ「デクスター」 (NASA/CSA提供)

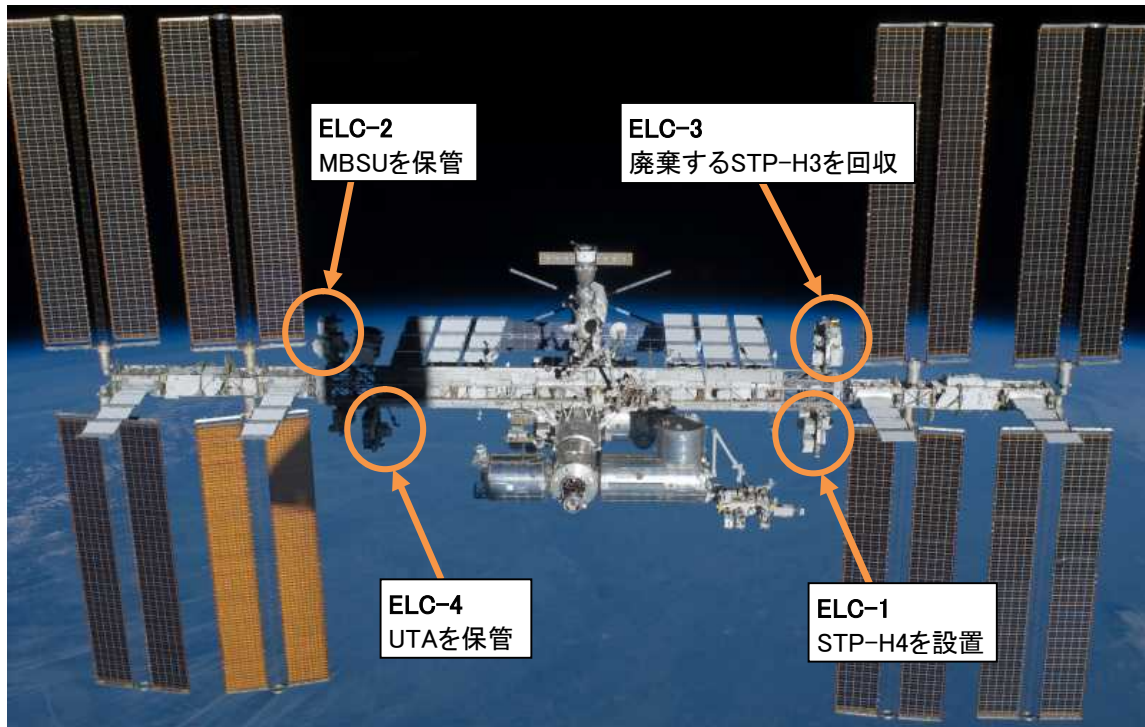


図4.2.3-3 HTV4で運搬する機器の保管先と廃棄する実験装置の場所(NASA提供)



図4.2.3-4 HTV4に載せて廃棄する予定のSTP-H3
(NASA提供: STS-134打上げ前に撮影した写真)

5. 「こうのとりの」を活用した技術の蓄積

「こうのとりの」はISSへの物資運搬だけでなく、今後の宇宙機開発に役立つ技術の蓄積にも活用されます。4号機では以下の2つの技術蓄積に使われます。

5.1 再突入観測

HTV3では、再突入データ収集装置 (i-Ball)を搭載して再突入時のデータ取得に成功しました。HTV4でもi-Ballを再び搭載して再突入時のデータ取得を行います。また、今回はHTV4が再突入する様子を、新たにISSから撮影します(図5.1-2参照)。

本データ取得の目的は、再突入する宇宙機の破壊現象を把握することにより、落下予測精度を高めて着水警戒区域の縮小につなげると共に、大気・加熱率等の再突入機の設計(回収機であれば耐熱性の検証、廃棄する機体であれば耐熱性や強度の余裕を減らして燃え尽きやすい設計)に役立てるためのデータ取得を行うものです。1回だけのデータ取得では精度が出せないため、数回の試験を行って測定精度を高める必要があります。

今回は前回得られたデータを基に、重点的にデータを取得するポイントを絞り込んで詳細にデータを取得するなどの改善が行われます。

i-Ballに関しては、付録4に追加情報を紹介していますので、ご参照下さい。

表5.1-1 再突入データ収集装置(i-Ball)の仕様概要

開発元	IHIエアロスペース
取得データ	<ul style="list-style-type: none"> ・温度データ(i-Ball内部及びHTV与圧部) [測定範囲を拡大] ・加速度/角速度データ [データ収集頻度を強化。 毎秒1回から毎秒20回へ] ・カメラ静止画データ ・GPS航法データ ・HTV与圧部圧力データ [新たに追加]
サイズ	重量: 22.1kg(コンテナ込: 24.9kg) i-Ball外径: ϕ 400mm コンテナ外形: 410×440×435mm
着水・データ送信	パラシュート開傘により減速し着水。フローテーションバッグにより浮遊した状態で、イリジウム衛星経由でデータを送信

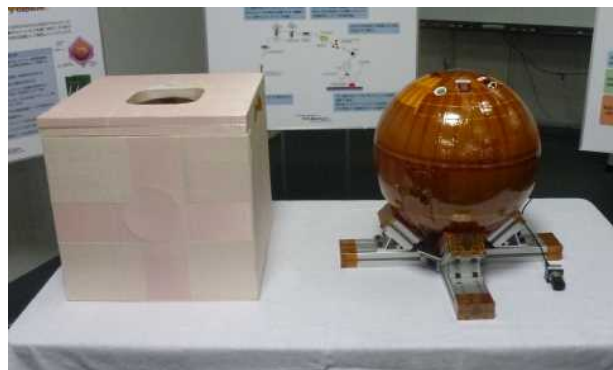


図5.1-1 i-Ballと収納用のボックス

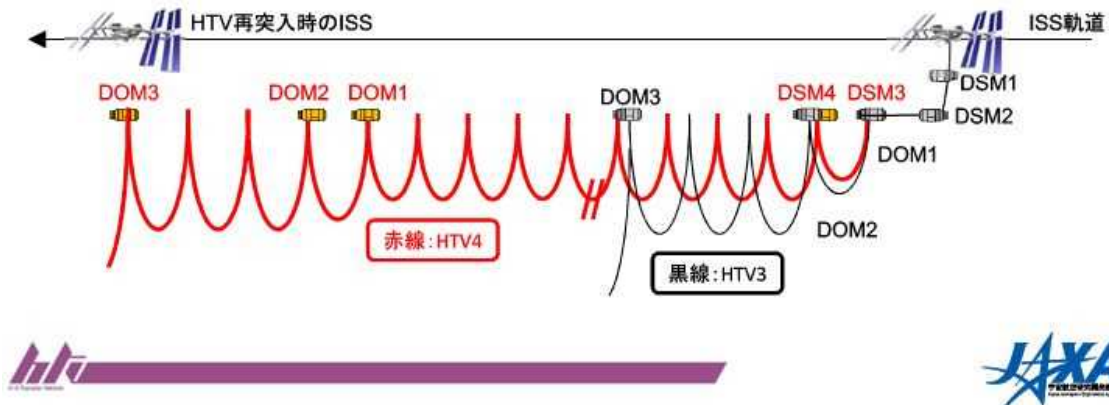


図5.1-2 HTV3とHTV4の再突入前の軌道の違い

HTV4では再突入の様子をISSから撮影できるようにするために、DSM3,4を追加して待機軌道高度を下ることでHTVを地球一周分先行させ、一周して戻ってきたタイミングで軌道離脱マヌーバ (DOM: De-Orbit Maneuver)を実施します。

5.2 表面電位計測（初実施）

ISSは太陽電池を使って160Vで発電していますが、プラズマコンタクトユニット (PCU)を使用することでISS本体の電位をほぼ周辺のプラズマ電位レベルに維持しています。50Vで発電を行なっているHTVがISSに結合する際に電位がどのように変化するかを明らかにすることは、ISSの安定運用の観点からは非常に重要です。このため、HTV4では太陽電池パネル1枚を外して、そこに表面電位センサを搭載してデータの収集を行います。



図5.2-1 表面電位センサ(ATOTIE-mini)の設置場所

ATOTIE-mini (Advanced Technology On-orbit Test Instrument for space Environment - mini)

6. 「こうのとりの」により得てきたもの

- 国内宇宙企業の技術を結集し、大型ロケット技術や宇宙船のランデブー・ドッキング技術を国の基幹技術として獲得(国内産業のものづくり技術と人材の継承)

「こうのとりの」計7機により継続してISSに物資補給することにより、宇宙産業のみならず中小企業を含む国内約350社による自前のモノづくり技術の発展と人材の継承に繋がっています。

- 大型船外・船内機器を輸送できる唯一の補給船として、国際宇宙ステーションの運用に不可欠な役割を発揮

スペースシャトルが退役した今、「こうのとりの」は船内・船外の大型貨物(船内実験ラック、船外の大型ISSシステム補用品・実験装置等)を輸送できる世界で唯一の手段となり、今やISS全体の運用を支える必要不可欠な存在となっています。

3回連続の正確な打上げ・ドッキングとパワフルな輸送能力は、日本の存在感を一気に押し上げました。



図6-1 2011年と2012年にISSに運搬された物資補給における国別の貢献割合

- 日本の技術が国際間で標準的な方式として採用。国内の民間受注の促進にも。

ISS近傍で安全に相対静止しロボットアームで把持するという、宇宙先進国の米露に比肩する我が国独自の新しいランデブードッキング方式を確立しました。

日本が獲得した安全性の高いランデブードッキング方式は、国際間で標準的な方式として認められ、米国の民間宇宙機ドラゴン宇宙船やシグナス宇宙船にも採用されており、国内の民間企業の機器受注にもつながっています。また、米国民間宇宙船のランデブードッキング運用を、NASAを通じてJAXAが技術支援します。



シグナス

(Orbital Sciences 社 HP より)



電池セル(類似品)



メインスラスタ(類似品)



搭載機器



ISSへの近傍接近システム

「こうのとりの」技術が米国の宇宙船「シグナス」に採用

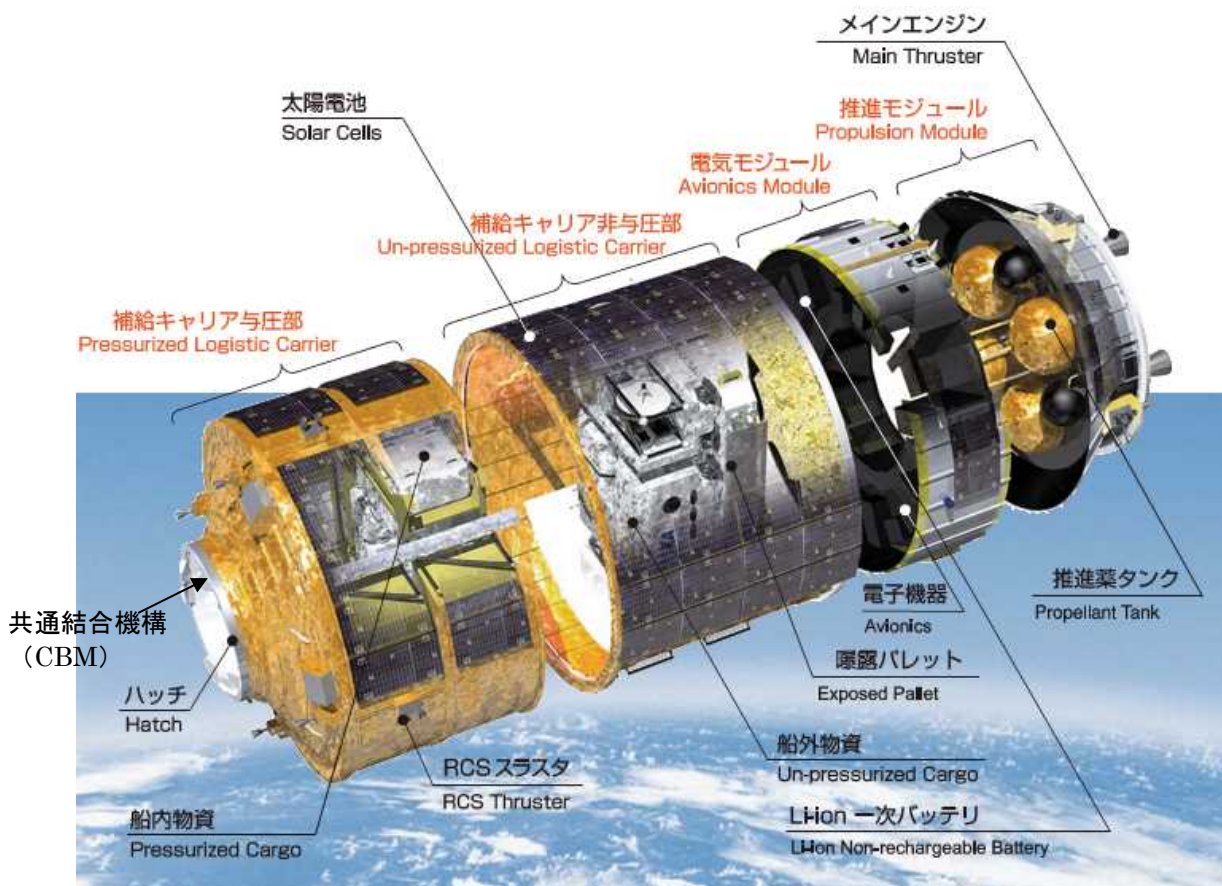
図6-2 シグナス宇宙船と、そこに搭載される日本製の機器

付録3-20～付録3-22ページに、「こうのとりの」でこれまでにISSに運搬した主な貨物を参考として示していますので、そちらもご参照下さい。

付録1 「こうのとり」(HTV)の構成

HTVは、「補給キャリア与圧部」、「補給キャリア非与圧部」、「曝露パレット」、「電気モジュール」、「推進モジュール」から構成されます。物資は、「補給キャリア与圧部」と、船外実験装置などを搭載した曝露パレットを運ぶ「補給キャリア非与圧部」の2つの貨物区画に搭載します。

HTVがISSに接近したときに双方向通信を行うための近傍通信システム (Proximity Communication System: PROX) やアンテナ、反射器 (レーザレーダリフレクタ) などは、ISSの「きぼう」日本実験棟に設置されています。



図A1-1 HTVの全体構成

表A1-1 HTV運用機の主要諸元

項目	仕様	
全長	9.8m(メインスラスト含む)	
直径	約4.4m	
補給品を除いた機体の質量	約10.5トン	
総質量	最大16.5トン	
推進薬	燃料	MMH(モノメチルヒドラジン)
	酸化剤	MON-3(一酸化窒素添加四酸化二窒素)
補給能力 ^(※1)	合計 最大約6.0トン	
	与圧部: 船内物資 最大約5.2トン (ISSクルーの食料・衣服、飲料水、実験ラック、実験用品など船内で使用する物資等を搭載)	
	非与圧部: 船外物資 最大約1.5トン (船外実験装置やISS船外で使用される交換機器等を搭載)	
廃棄品搭載能力	最大約6トン	
目標軌道	高度: 350km～460km 軌道傾斜角: 約51.6度	
ミッション期間	ランデブ飛行期間: 約5日間 ISS滞在期間: 約45日間 軌道上緊急待機期間: 約7日間	

注*1: ISSへの補給能力は、船内物資と船外物資の最大搭載量を足すと6.0トンを超えますが、合計で最大6.0トンとなるように計画段階で調整されます。

表A1-2 HTVミッションの実績

	技術実証機 HTV1 (実績値)	HTV2 (実績値)	HTV3 (実績値)	HTV4 (計画値)
打上げ日	2009年9月11日	2011年1月22日	2012年7月21日	2013年8月4日予定
再突入日	2009年11月2日	2011年3月30日	2012年9月14日	2013年9月7日予定
ISSへの補給量				
(うち)船内物資	3.6トン	約4トン	約3.5トン*2	約3.9トン
(うち)船外物資	0.9トン	約1.3トン	約1.1トン	約1.5トン
合計	4.5トン*1	約5.3トン	約4.6トン*2	約5.4トン
総質量	約16トン	約16トン	約15.4トン	約16トン
目標軌道				
高度(円軌道)	330×347km	352km	約400km	約400km
軌道傾斜角	51.6度	51.6度	51.6度	51.6度
ミッション期間	約53日間 (計画37日)	約67日間 (計画37日)	56日間 (計画49日)	計画35日間
ランデブ飛行 期間	7日間	5日間*3 (計画7日間)	6日間	5日間
ISS滞在期間	43日間 (設計要求は 30日間)	60日間*4 (HTV2以降 設計要求は 45日間へ)	48日間	27日間 注：ミッションの 状況に応じて変 更の可能性あり
離脱・ 再突入期間	3日間	2日間	2日間	3日間

HTV2以降は、技術実証機(HTV1)を運用機に改良したため、物資の補給能力が異なっています。

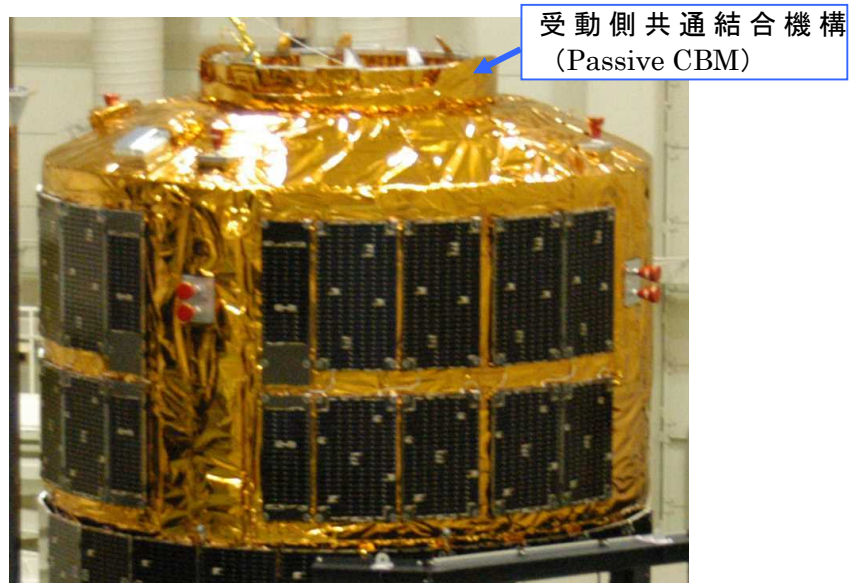
- *1) 技術実証機は、運用機と比較して一次電池4個分と推進薬等を追加で搭載したため、カーゴ重量は4.5トンとなりました。
- *2) 補給重量に関しては、質量は小さくてもかさばる装置もあるため、重量だけでは単純比較できません。HTV3では船内物資に関しては容積的には十分搭載されました。
- *3) 悪天候で打上げを2日延期した関係で短縮しました。
- *4) STS-133の打上げ延期に伴い、STS-133とミッション期間が重なったため、NASAとの調整に基づいて係留期間を延長しました。

A1.1 補給キャリア与圧部 (PLC)

補給キャリア与圧部は、ISS船内用の補給物資(実験ラック、物資輸送用バッグ(CTB)、飲料水、衣料など)を搭載します。内部は1気圧に保たれ、内部温度は単独飛行中、ISS結合中ともに制御されます。またISS結合後はファンを使ってISSとの間で換気を行います。

補給キャリア与圧部前方には、ISSとの結合部となる共通結合機構(Common Berthing Mechanism: CBM)およびハッチが設置されています。

ISS結合中は、ISSクルーがこのハッチ(1.27m×1.27m)から内部に乗り込み、荷降ろしを行います。補給品を運び出した後は、ISSで使用済みになった不用品などを搭載します。



図A1.1-1 補給キャリア与圧部の外観(HTV1)



図A1.1-2 軌道上で撮影された補給キャリア与圧部の内部(左:HTV1、右:HTV2)

補給キャリア与圧部の内部は、ハッチ側から第1ラックベイ(Bay#1)、第2ラックベイ(Bay#2)と呼ばれています。それぞれの区画には、ラックを4台ずつ搭載することができ、合計8台のラックを搭載できます。HTVに搭載するラックは、ISSのラックと同じ大きさであり、長さ約2m、幅1.05mです。



図A1.1-3 HTV2内部のラック配置(ハッチ側から撮影:積み込み途中)

第1ラックベイ (Bay#1)	ハッチ側の第1ラックベイには、ISSの国際標準ペイロードラック(ISPR)または固定型の貨物収納ラック(HRR)を搭載することができます。ISPRは取り外し可能で、HTVがISSに到着した後にISS船内に移送され、設置されます。空いたラックベイには、軌道上で不要になったISPRを搭載して廃棄することができます。
第2ラックベイ (Bay#2)	第2ラックベイは固定型の貨物収納ラック(HRR)専用です。HRRはISS内には移送しません。HRRに搭載した物資輸送用バッグ(CTB)単位で取り出されてISS船内に移送された後、ISSで使用済みとなった物品や廃棄物を搭載します。

HRR (HTV Resupply Rack) : HTV補給ラック

A1.2 補給キャリア非与圧部 (ULC)

補給キャリア非与圧部は、側面に2.9×2.5mの大きな開口部があり、その中に船外実験装置や交換機器などをISSに運搬するための曝露パレットを搭載します。側面に大きな開口部を持ち、打上げ時に大きな荷重が集中する部分が出るため、構造設計の難易度は高くなっています。

補給キャリア非与圧部の外壁には、HTVがISSに結合する際にISSのロボットアームでHTVを掴むための把持部となるグラブルフィクスチャ(FRGF)が装備されています。



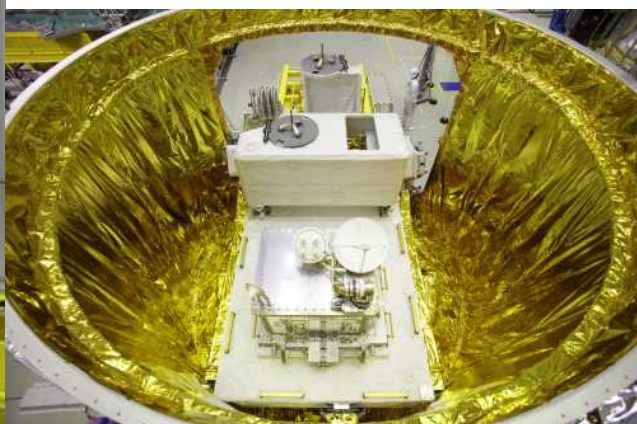
図A1.2-1 補給キャリア非与圧部(HTV1)(左は曝露パレット搭載前)

ISS結合後は、曝露パレットに搭載して運んできた船外実験装置等をISS側に移送するために、ISSのロボットアームで曝露パレットを補給キャリア非与圧部から引き出し、ISS側(「きぼう」の船外実験プラットフォームか、ISSのモバイル・ベース・システム(Mobile Base System: MBS))に仮置きします。

曝露パレット上に搭載していた船外実験装置や曝露機器の移送が終了すると、曝露パレットは、補給キャリア非与圧部に戻されます。



図A1.2-2 曝露パレットの積み込み(HTV3)



図A1.2-3 曝露パレットを搭載した状態(HTV3)

補給キャリア非与圧部の機構

● 打上拘束分離機構 (Tie-down Separation Mechanism: TSM)

補給キャリア非与圧部内には、打上拘束分離機構4個が設置されています。打上拘束分離機構は、曝露パレットを拘束／分離する機構で、HTVの打上げ時に曝露パレットを安全に固定します。ISSのロボットアームによる曝露パレットの引き出し／再取付け時にこの機構を動作させます。

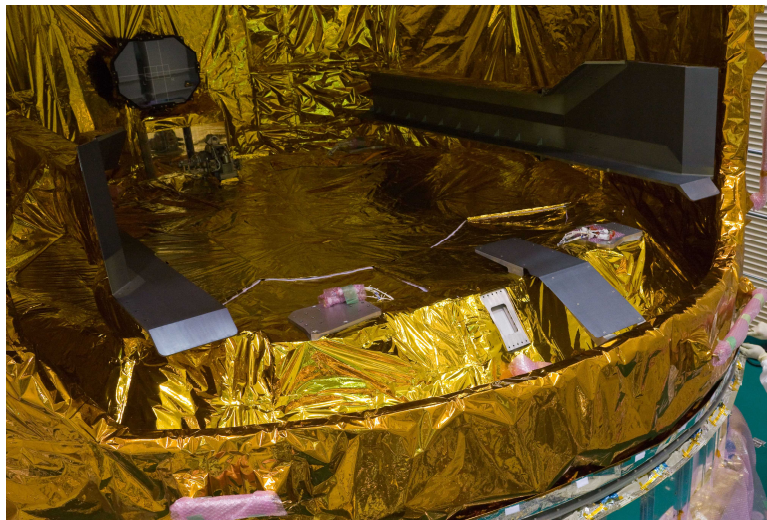
● ハーネス分離機構 (Harness Separation Mechanism: HSM)

ハーネス分離機構は、非与圧部の開口部付近に装備されており、曝露パレットを引き出す際に、非与圧部と曝露パレット間の電力およびデータ通信ラインを分離する機構です。

● ガイドレール／ホイール

ISSのロボットアームで曝露パレットを補給キャリア非与圧部に戻す際に、抵抗を最小に、正確な位置に調整するための機構で、非与圧部側にはガイドレールが、曝露パレット側にはホイール(ローラー)が装備されています。

ガイドレールは、非与圧部の開口部内の左舷、右舷、下方側の3箇所に装備されています。ローラーは、曝露パレットの左舷・右舷と下方に装備されています。



図A1.2-4 (上)補給キャリア非与圧部の内部(HTV1)、
(下)曝露パレットのローラー(HTV2)【参考】

A1.3 曝露パレット (EP)

曝露パレットは、船外実験装置やISSの船外交換機器などの船外貨物を搭載して運ぶためのパレットです。貨物をISSに移送する間は、曝露パレットは、補給キャリア非与圧部から取り出されて、ISS側に一時的に仮置きされます。貨物を移送した後は、再び補給キャリア非与圧部に格納され、HTVとともに大気圏に突入して運用を終了します。曝露パレットはペイロードを最大約1.5トンまで搭載可能です。

曝露パレットは、打上げからISS係留までの期間、補給キャリア非与圧部から電力供給を受けます。船外実験プラットフォームに結合している間は船外実験プラットフォーム側から電力供給を受けられます。

多目的曝露パレット型(Exposed Pallet - Multi-Purpose: EP-MP)は、HTV3から使用を開始しました。

曝露パレットのサイズは、(縦)約2.8m×(横)約4.1m、(高さ)約2.3m、重量は約0.6トンです。

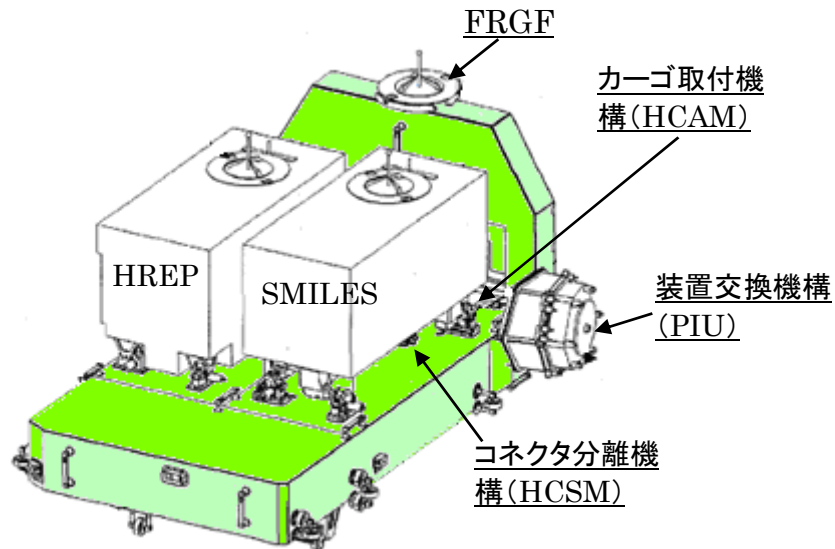


図A1.3-1 曝露パレット (HTV3用のEP-MP)

曝露パレットには以下のタイプがあり、ミッションに応じて使い分けます。

「きぼう」船外実験プラットフォーム係留専用型 (I型)

このタイプは船外実験プラットフォームに仮置きされます (HTV1ではこのI型を使用し船外実験装置2台を搭載、HTV2ではI型に米国製の取付け機構を設置して米国の曝露機器の予備品2台を搭載しました)。

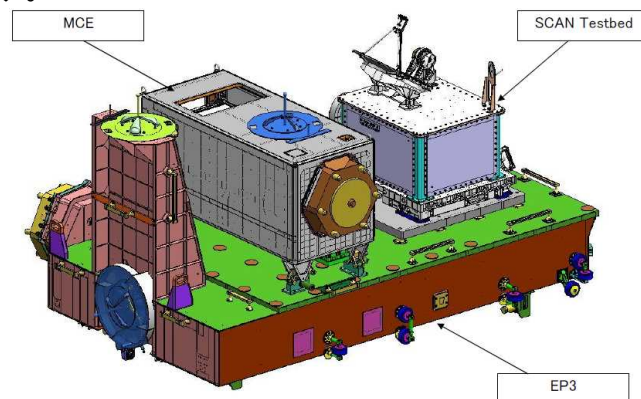


図A1.3-2 「きぼう」船外実験プラットフォーム係留専用型(I型)
(図はHTV1のコンフィギュレーション)

● **多目的曝露パレット型 (EP-MP型)**

多目的曝露パレット(Exposed Pallet - Multi-Purpose: EP-MP)型は様々な船外機器や船外実験装置の組合せでも運搬できるような仕様になっており、船外実験プラットフォーム(JEM Exposed Facility: JEF)に仮置きするタイプ(HTV3で初使用)と、ISSのモバイル・ベース・システム(Mobile Base System: MBS)に仮置きするタイプがあります。

船外実験プラットフォームに仮置きするタイプは船外実験装置1個とISS共通の船外機器の組み合わせを運搬することができます。モバイル・ベース・システムに仮置きするタイプはISS共通の船外機器のみ運搬する場合に使用されます。バッテリーORU搭載時であれば6個まで搭載できます。



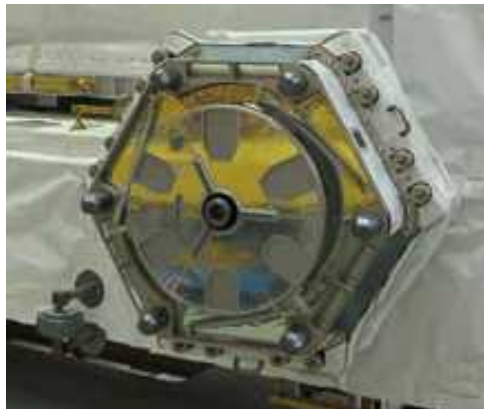
図A1.3-3 多目的曝露パレット型(EP-MP型)
(図はHTV3のEP-MPでJEF仮置きタイプ)

曝露パレットの機構

曝露パレットには、カーゴ取付け機構、コネクタ分離機構、取り外し可能型グラブルフィクスチャ(Flight Releasable Grapple Fixture: FRGF)、電力・映像グラブルフィクスチャ(Power& Video Grapple Fixture: PVGF)、カメラなどが装備されています。これらの機構は、運搬した船外実験装置や船外用交換機器を安全にISS側に移送するための役割を果たします。

- 簡易型ペイロード側装置交換機構(HTV Payload Interface Unit: HPIU)

簡易型ペイロード側装置交換機構は、曝露パレットを「きぼう」船外実験プラットフォームに取り付けるための機構です。



図A1.3-4 簡易型ペイロード側装置交換機構(HPIU)

- カーゴ取付機構(HTV Cargo Attachment Mechanism: HCAM)

カーゴ取付機構は、曝露パレットに船外実験装置を固定する機構で、船外実験装置の四隅を固定します。

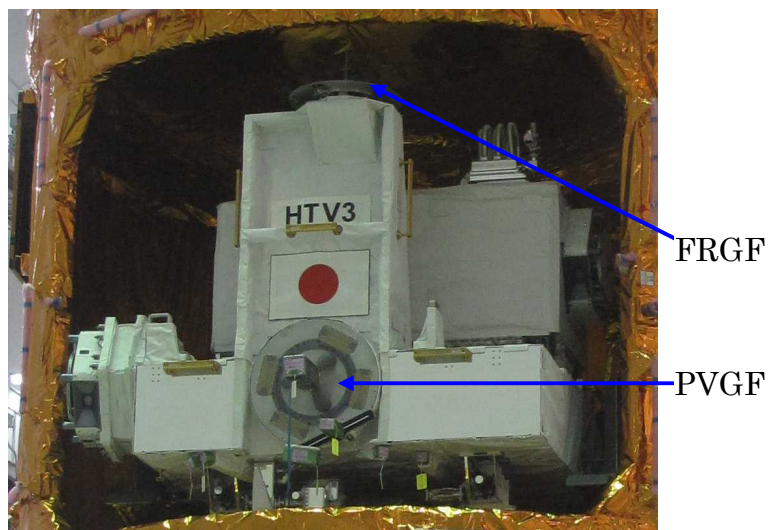
- コネクタ分離機構(HTV Connector Separation Mechanism: HCSM)

コネクタ分離機構は、船外実験装置や船外用交換機器にヒータ電力を供給するコネクタを分離するための機構です。

- グラブルフィクスチャ(FRGF/PVGF)

グラブルフィクスチャは、ISSのロボットアーム(SSRMS)や「きぼう」ロボットアームで把持するための把持部で、ISSで標準的に使用されている機構です。

電力・映像グラブルフィクスチャ(PVGF)は、SSRMSを経由して電力と映像データをやり取りするためのインタフェースを有しています。



図A1.3-5 曝露パレット (HTV3)

● HTVバーシングカメラシステム (HTV Berthing Camera System: HBCS)
SSRMSを操作して曝露パレットを非与圧部に戻す際の位置決め作業を支援するためのカメラを、曝露パレットの先端に装備しています。また、カメラで位置決めする際の標的(ターゲット)を補給キャリア非与圧部に搭載しています。



図A1.3-6 HTVバーシングカメラシステム (HBCS)

A1.4 電気モジュール (AM)

電気モジュールは、誘導制御、通信、電力系などの電子機器を搭載し、自律的に、あるいは地上からの指令に従ってHTVの航法制御を行います。また、HTV各部への電力供給を行います。電気モジュールは直径約4.4m、高さ約1.2mのモジュールで、質量は約1,700kg。そのサブシステム概要を表A1.4-1に示します。




図A1.4-1 電気モジュール(横からの外観)(HTV1)



図A1.4-2 電気モジュールの内部 (HTV2)

電気モジュールは、地上からのコマンドを、NASAの追跡・データ中継衛星(TDRS)および国際宇宙ステーションに搭載した近傍通信システム(PROX)を経由して受信し、HTVの各機器に送ります。また、TDRS及びPROXを経由して、HTVのデータを地上に送信します。

表A1.4-1 電気モジュールのサブシステムの概要

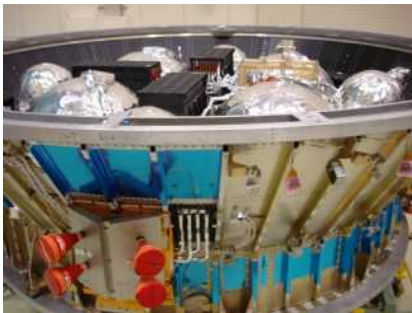
<p>航法誘導制御系</p>	<ul style="list-style-type: none"> HTVの軌道投入後、誘導制御系の位置・姿勢センサを用いて航法情報を入手し、地上からのコマンドで、HTVの単独飛行を実施するためのシステムです。 主に、GPSアンテナ、ランデブセンサ、地球センサ、誘導制御コンピュータ、アポート制御ユニットから構成されます。 ロボットアームで把持される直前には、ISSとの相対位置を76cm以内、相対速度を秒速7mm以内に制御します。ISSおよびHTVはそれぞれ秒速約8,000mで飛行しており、相対速度をその0.0001%にまで制御します。
<p>通信系</p>	<ul style="list-style-type: none"> HTVの通信系サブシステムは、NASAの追跡・データ中継衛星(TDRS)を介して通信を行うための衛星間通信装置(Inter-Orbit Link System: IOS)と、ISS近辺にてISSと通信を行うための近傍通信装置(Proximity Link System: PLS)から構成されます。いずれの通信にもSバンドを使用します。 PLSに関しては、ISS近傍約200kmで通信確立し、ISS直下10mのキャプチャ点に到達するまで使用されます。
<p>データ処理系</p>	<ul style="list-style-type: none"> データ処理サブシステムは、コマンド受信、テレメトリ送信機能を有しています。 電気モジュール・推進モジュールの熱制御、補給キャリア与圧部の環境制御、HTV各所の異常検知・通知等、他サブシステムのデータ処理・制御をサポートします。
<p>電力系</p>	<ul style="list-style-type: none"> バッテリーは1次電池(Primary Battery: P-BAT)7個と、2次電池(Secondary Battery: S-BAT)1個が搭載されています。 日照時に太陽電池パネルで発電した電力を電力制御器(Power Control Unit: PCU)で制御して供給すると共に、余剰電力を2次電池(S-BAT)に蓄電します。 単独飛行中の日陰時には、2次電池(S-BAT)に蓄電された電力および1次電池(P-BAT)の電力を各システムに供給します。 ISS結合中にISSからの電力供給が途絶えた場合は、1次電池(P-BAT)の電力を各システムに供給します。 HTVのISS結合中は、ISSから供給される電力(120V)をDC/DCコンバータで所定の電圧(50V)に変換／安定化してHTVの各機器類に供給します。
<p>太陽電池</p> 	<ul style="list-style-type: none"> HTVの外壁には、電気モジュールの外壁の8枚を含めて、計56枚の太陽電池パネルが搭載されています。 <ul style="list-style-type: none"> 補給キャリア与圧部の外壁: 20枚 非与圧部の外壁: 23枚 電気モジュールの外壁: 8枚 推進モジュールの外壁: 4枚(注) <p>注) HTV3では作業干渉の観点から1枚削除。HTV4では表面電位センサを搭載するために追加で1枚削除。 [HTV1, 2: 6枚、HTV3: 5枚、HTV4: 4枚]</p>

A1.5 推進モジュール (PM)

推進モジュールは、4基の球形の推進薬タンクに、通常2トンの推進薬を搭載します。推進薬は、モノメチルヒドラジン (MMH) と一酸化窒素添加四酸化二窒素 (MON3) を使用します。

推進薬タンクから、4基のメインエンジン (2基×2系統) および28基の姿勢制御用スラスタ (14基×2系統) に推進薬が供給され、電気モジュールから送られてくる信号に従って、軌道変更や姿勢制御のための推力を発生します。

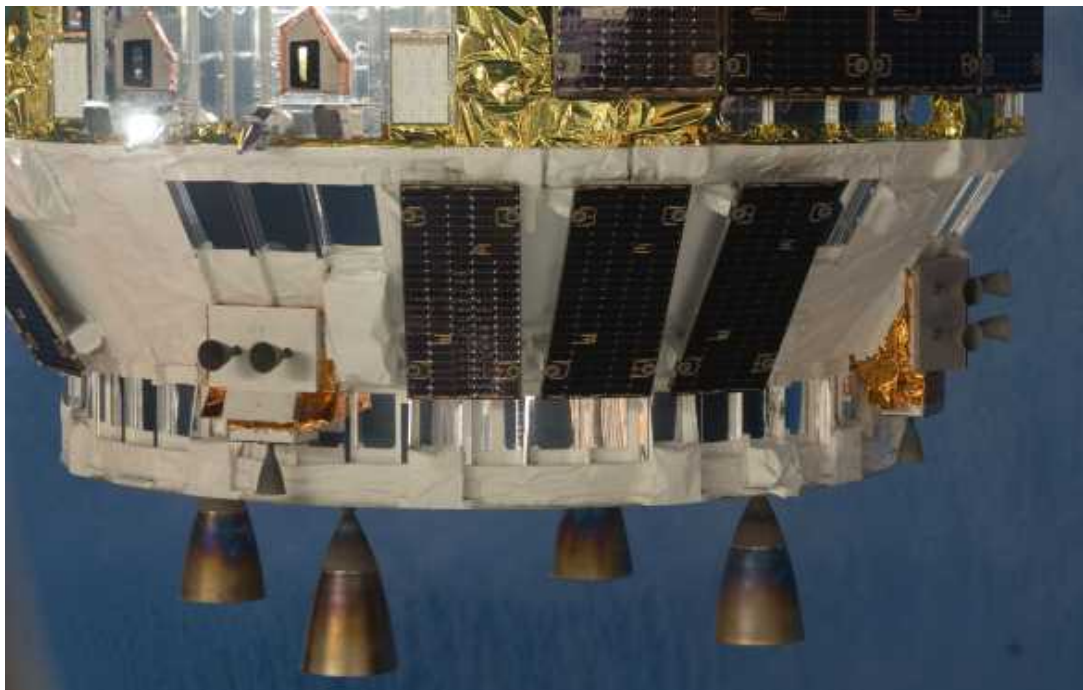
HTV3号機からは、メインエンジンと姿勢制御用スラスタを国産品に切り替えました。



図A1.5-1 推進モジュール
(多層断熱カバー取付け前)



図A1.5-2 推進薬タンク



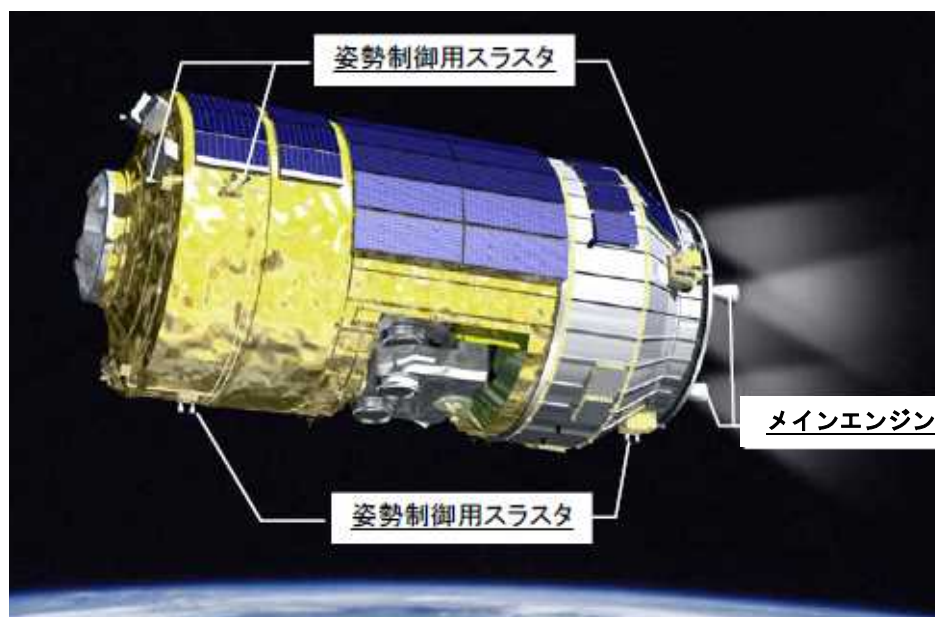
図A1.5-3 軌道上で撮影された推進モジュール (HTV1)
(写真下部に見える4基のノズルがメインエンジン)

表A1.5-1 HTVのスラスト構成

	仕様	
	メインエンジン	姿勢制御用スラスト (RCSスラスト)
数量	2基 × 2系統(冗長構成) 計4基	14基 × 2系統(冗長構成) 計28基 *
推力/1基	IHIエアロスペース社HBT-5 500N(ニュートン)級 (HTV3以降※) Aerojet社R-4D 500 N(ニュートン) (HTV1, 2, 4)	IHIエアロスペース社 120N(ニュートン)級 (HTV3以降※) Aerojet社R-1E 120 N(ニュートン) (HTV1, 2, 4)

* 全28基のうち、12基は補給キャリアと圧部外壁に設置されています

※ HTV4は輸入品(予備品として残っていたもの)を使用します



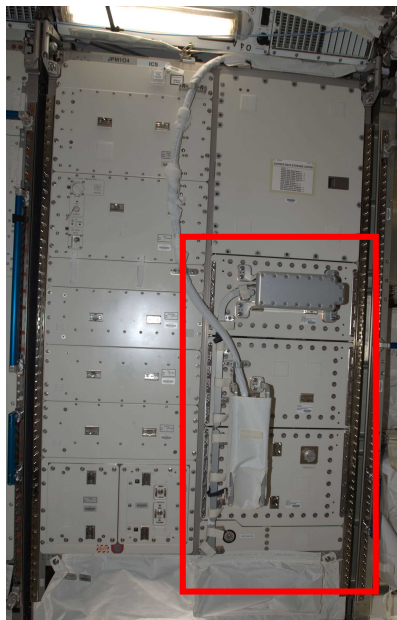
図A1.5-4 メインエンジンと姿勢制御用スラストの位置

A1.6 近傍通信システム(PROX)

HTV近傍通信システム(Proximity Communication System: PROX)は、HTVがISSと通信するための、HTVに対向する無線通信装置であり、ISS側に設置されています。

PROXは、通信、データ処理、GPS各機器、搭乗員用コマンドパネル(Hardware Command Panel: HCP)、通信アンテナ、GPSアンテナで構成されており、「キューポラ」内のロボットアーム用ワークステーションに設置されるHCP以外の船内機器は、「きぼう」船内実験室内の衛星間通信システム(Inter-orbit Communication System: ICS)ラック内に搭載されています。

PROX通信アンテナは、「きぼう」船内実験室の側面の外壁に設置されており、PROX GPSアンテナ2基は「きぼう」船内保管室の天頂部に取り付けられています。

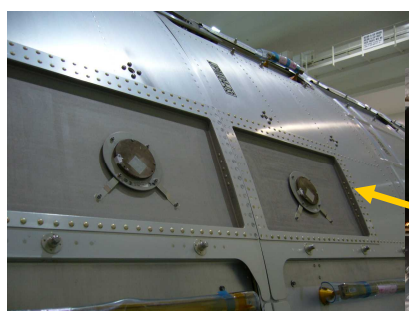


「きぼう」船内実験室の天井に設置されているICS/PROXラックの右半分(赤枠で示した部分)にPROX通信機器は搭載されています。

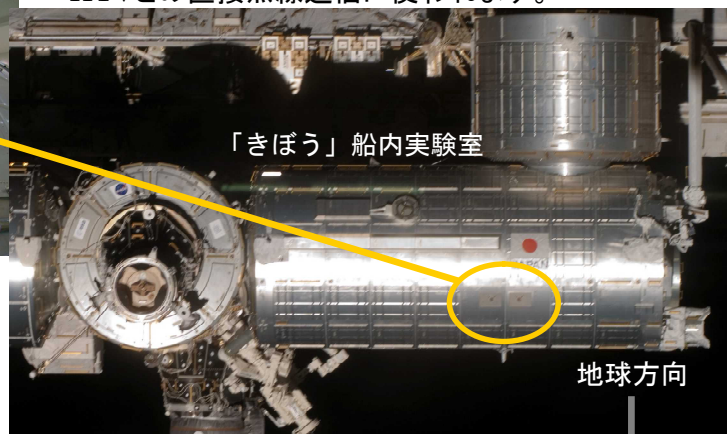
【参考】米国Orbital Sciences社は、同社が開発中のシグナス(Cygnus)輸送機で使用するため、HTVと同等の近傍通信機器を三菱電機(株)から購入(9機分:約60億円(6,600万米ドル))しました。

日本の宇宙技術(ISSでの成果)が海外への輸出と産業化につながった最初のケースです。

図A1.6-1 PROX通信機器



PROX通信アンテナは、ISS近傍に接近したHTVとの直接無線通信に使われます。



図A1.6-2 PROX通信アンテナ

● 搭乗員用コマンドパネル(HCP)



図A1.6-3 搭乗員用コマンドパネル(HCP)

- ABORT(強制退避)
アボート、緊急退避

- FRGF SEP(アームからの強制分離) SSRMSのトラブルで把持が開放できなくなった場合に、HTVのFRGFを分離する事で強制的に分離

- RETRACT(一時後退)
30mまたは100m点へ後退

- HOLD(相対位置保持)

- FREE DRIFT(制御停止)
HTV把持のため、HTVの制御をオフにする

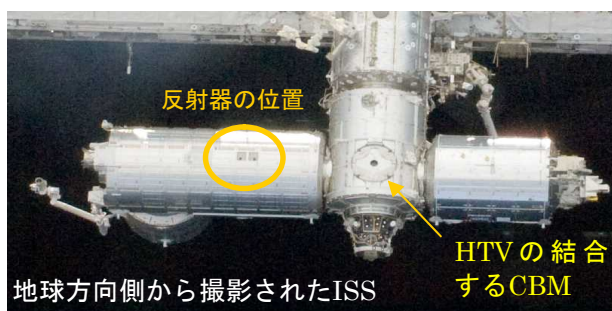
搭乗員用コマンドパネル(Hardware Control Panel: HCP)は、異常時にHTVに接近中止コマンドを送信するなど、緊急性の高いコマンドを、ISSクルーが押しボタンで実行できる操作パネルです。HCPは、HTVの近傍運用中、ISSのロボットアームのワークステーションに取り付けておきます。

右に示す写真はSpace X社のCCP(Crew Command Panel)です。HTVでの経験が米国の商業宇宙機にも活かされていることがここからも分かります。PROXを使用するシグナス補給船では、HTVと同様にHCPが使われます。



図A1.6-4 Space X社のドラゴン用の搭乗員用コマンドパネル(CCP)

A1.7 反射器(レーザレーダリフレクタ)



反射器(レーザレーダリフレクタ)は、「きぼう」の下部に設置されたレーザ反射鏡です。HTVがISSの下方(地球方向)から接近する際にHTVのランデブセンサ(Rendezvous Sensor: RVS)から照射されたレーザ光を反射します。

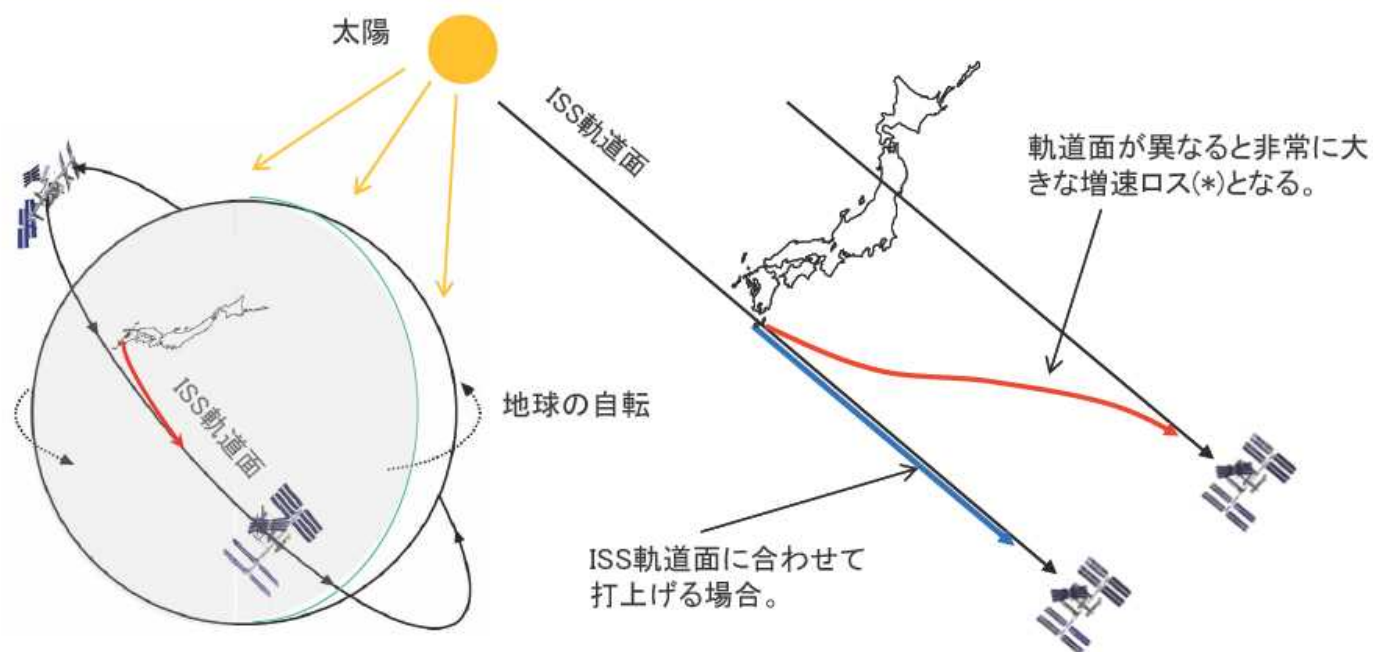


図A1.7-1 「きぼう」に設置されたHTV用の反射器

【参考】ISS補給機の比較

補給機	総重量	ISSへの補給能力	打上げロケット	特徴
HTV(日本) 	約16.5トン	約6トン	H-II B	2009年～ ・ハッチ開口部が1.27×1.27mと大きい ・曝露貨物を搭載
ATV(欧州) 	約20.5トン	約7.5トン	アリアン5 (ES-ATV)	2008年～2014年(5号機で終了) ・ズヴェズダ後方ヘドッキング ・ハッチ開口径0.8m ・ISSリブースト、燃料補給が可能
プログレス(ロシア) 	約7.2トン	約2トン	ソユーズ U	1978年～ ISSミッションには2000年から使用。 ・ハッチ開口径0.8m ・ISSリブースト、燃料補給が可能
スペースシャトル(米国) 	約120トン (オービタ及び貨物)	約14トン	スペースシャトル	1981年～2011年退役 ・有人機 ・ハッチ開口径0.8m ・多目的モジュールを使えば、1.27×1.27mのハッチに結合可能 ・曝露貨物を搭載 ・ISSリブーストが可能
ドラゴン(米国Space X社)  ESA/NASA	約8.7トン	約3トン※ ※輸送計画から想定される輸送カーゴ質量	ファルコン9	商業輸送機として開発 2012年10月から商業補給飛行を開始(2010年12月試験飛行・回収に成功、2012年5月の2回目の飛行でISS結合に成功)。 ・ハッチ開口部が1.27×1.27mと大きい ・曝露貨物を搭載可能 ・与圧貨物の回収が可能
シグナス(米国Orbital社) 	約5.3トン	約2トン	アントレス	商業輸送機として開発 2013年補給飛行を開始予定。 日本メーカーも開発に参加。 ・ハッチ開口部は0.94×0.94m

付録2 ランデブ概念1 – 打上げのタイミング



H-IIBロケットは、ISS軌道面が種子島宇宙センタ上空にあるときに発射しなければならない

(*) 例えば、打上げ時刻が10分前後するだけで、HTVがISSの軌道面に合わせるためには搭載した推進薬の大部分を使ってしまう。

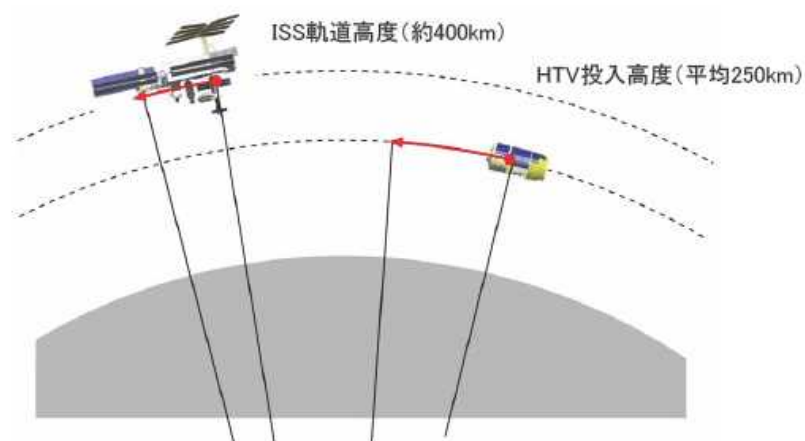


付録2 ランデブ概念2 － 位相調整

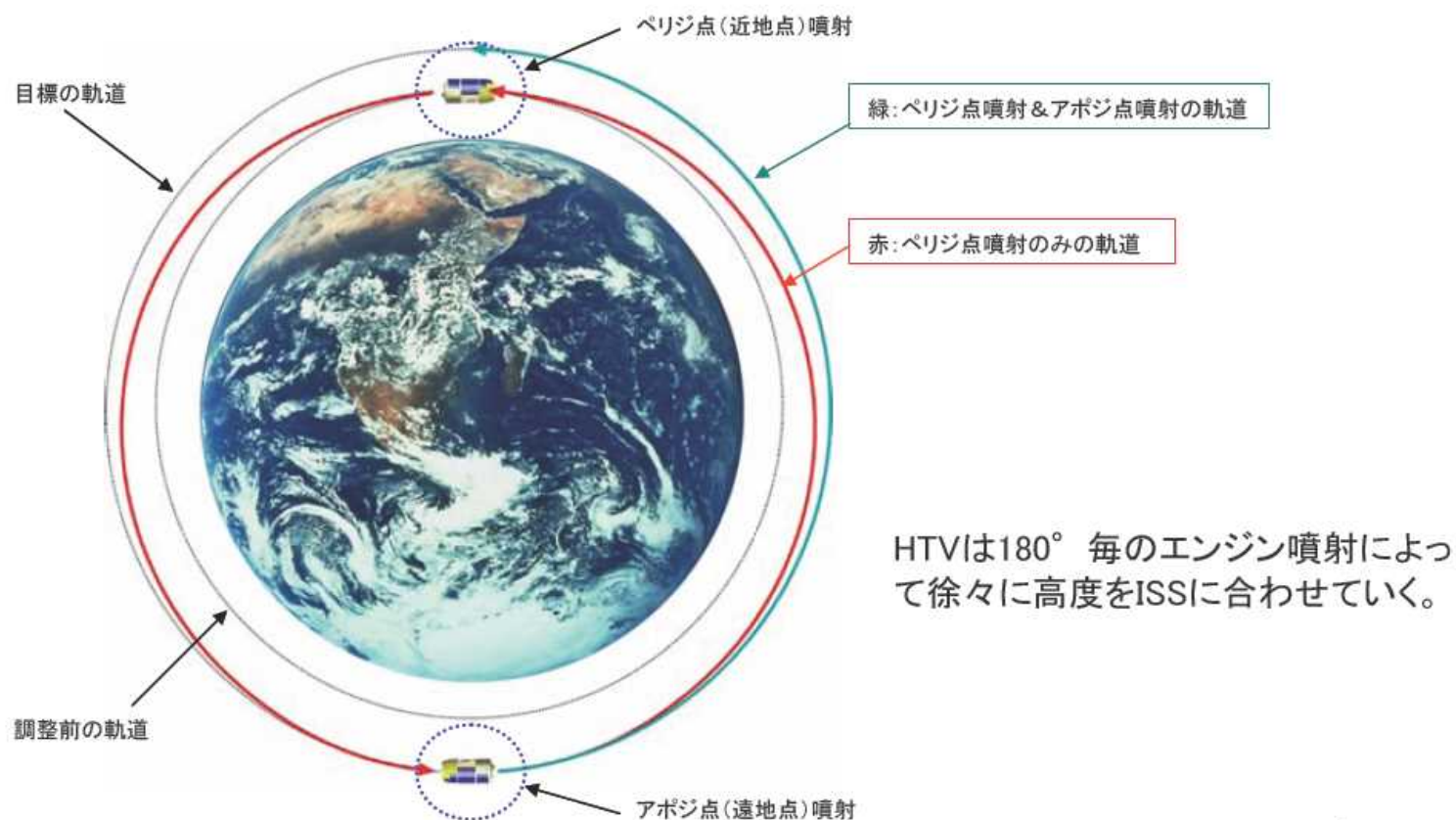


HTVがISSと同じ軌道面に入った時点で、位相を合わせる必要がある。

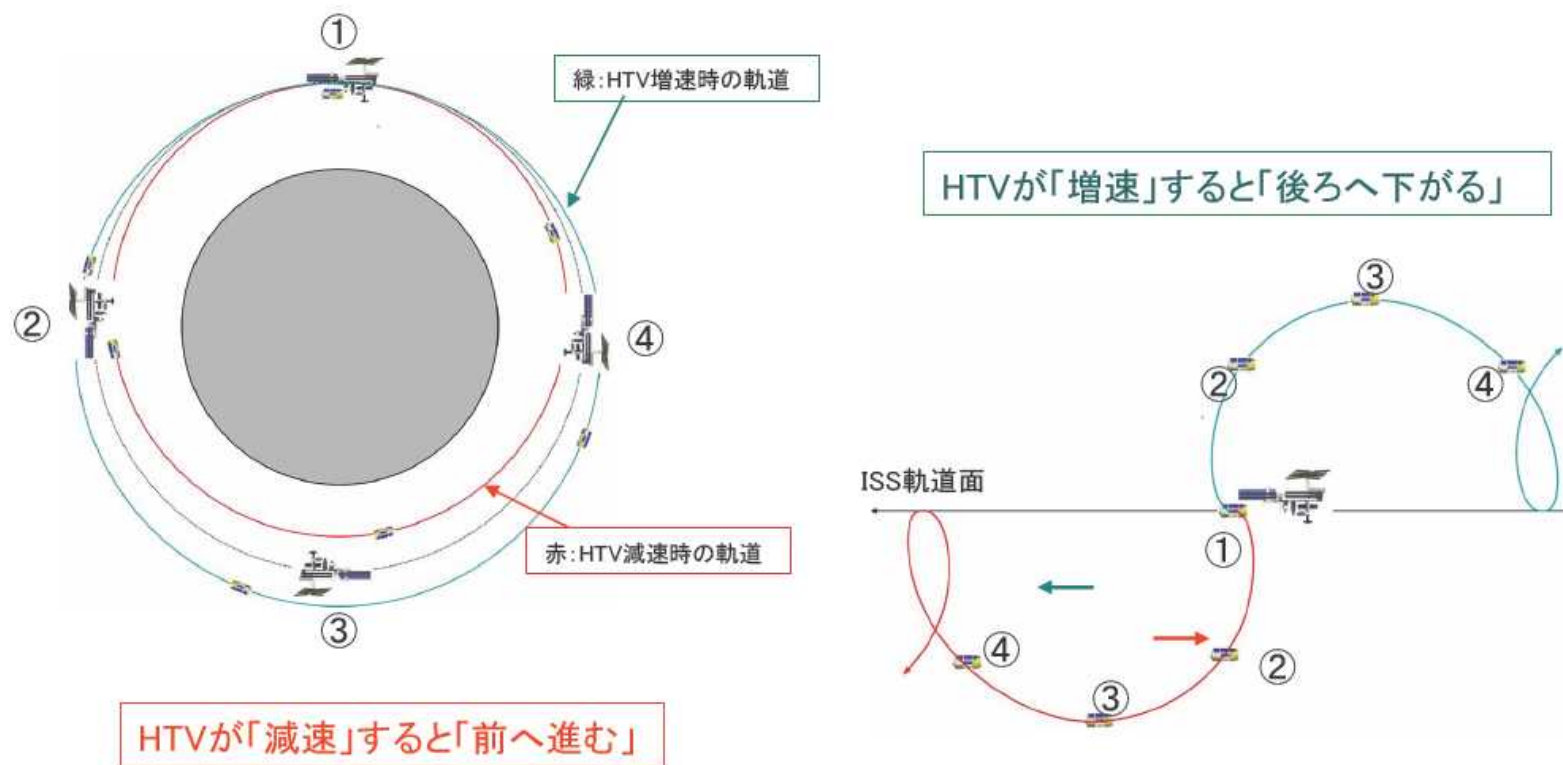
ケプラーの第3法則
「軌道半径の3乗と軌道周期の2乗は比例する」
＝ 軌道高度の低いHTVは、ISSより角速度が速い



付録2 ランデブ概念3 – 高度調整



付録2 ランデブ概念4 – 相対位置調整



付録3 「こうのとりの」(HTV)の運用概要

HTVミッションで共通的に行われる運用の概要を以下に示します。

FD1(飛行1日目)の運用

ミッション概要

- ・ 打上げ／軌道投入
- ・ 自動シーケンスによる軌道投入後の運用 (HTVサブシステムの自動起動、三軸姿勢制御確立、機体の異常点検、HTV運用管制室との通信接続)
- ・ ランデブ用軌道制御

●打上げ／軌道投入

HTVは、H-IIBロケットに搭載されて種子島宇宙センターから打ち上げられます。ISSの軌道面が種子島の上空を通過する時間帯に合わせて打ち上げられるため、打上げ機会は1日に1回となります。



H-IIBロケットの機体移動と打上げ (HTV2)

打上げから約2分後に計4基の固体ロケットブースタ(SRB-A)が2基ずつ分離され、約3分40秒後にはフェアリングが分離されます。打上げから約5分46秒後に第1段エンジンの燃焼を停止し、第1段が分離されます。その後第2段エンジンが始動され、HTVを高度200km×300km、軌道傾斜角51.6度の所定の楕円軌道に投入します。第2段エンジンは打上げの約14分後に停止し、打上げから約14分後にHTVを分離します。



フェアリング分離



第1段分離



第2段分離

● 軌道投入後の運用

HTVはロケットから分離すると、自動的にサブシステムを起動し、機体の姿勢を安定させ、機体の異常の有無を点検します。その後NASAの追跡データ中継衛星(TDRS)との通信を確立することで、筑波宇宙センター(Tsukuba Space Center: TKSC)にあるHTV運用管制室との通信を開始します。

ランデブ運用

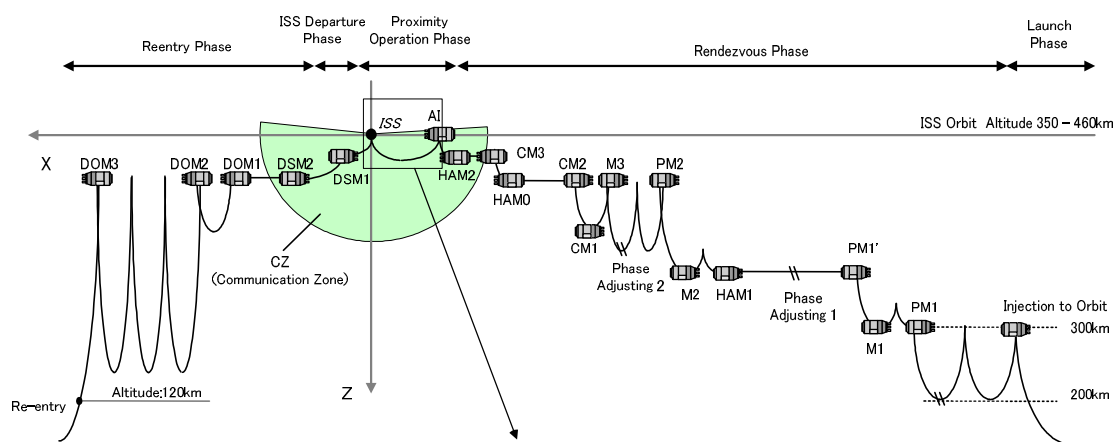
ミッション概要

- ・ ランデブ用軌道制御

- ランデブ用軌道制御
約5-6日かけて高度を徐々に上げながらISSに接近します。



飛行中のHTV2



付録3-4ページにこの部分
の拡大図を示します

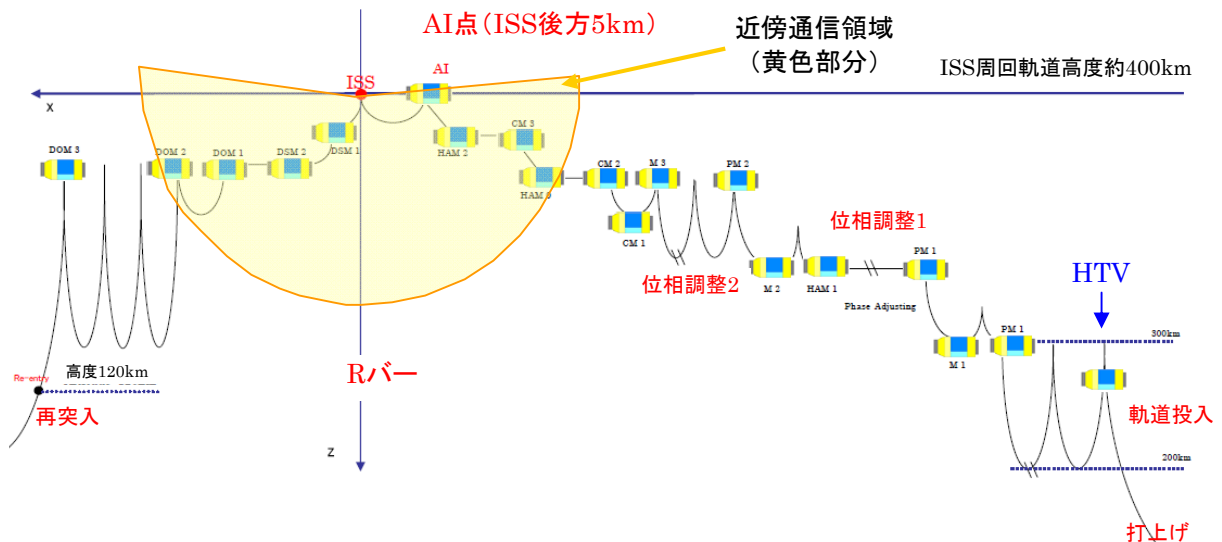
近傍運用

ミッション概要

- ・ 近傍運用
- ・ ISSへの最終アプローチ
- ・ ISSのロボットアームによる把持
- ・ ハーモニー（第2結合部）下側の共通結合機構（CBM）への結合
- ・ 結合部の艀装（配線・ケーブル設置等）
- ・ 係留電力系起動、通信経路の切替（電波→有線）など

● 近傍運用

ISSとの直接通信が可能な近傍通信領域（近傍通信領域）に到達すると、HTVは、ISSに搭載されている近傍通信システム（Proximity Communication System: PROX）との通信を確立し、GPS相対航法を開始します。その後、GPS相対航法を用いたマヌーバを実施して、ISSの後方約5kmの接近開始点（Approach Initiation: AI）で、ISSに対して相対停止を行います（ISSもHTVも秒速約7.8kmという速度で飛行していますが、互いの速度差を0にするよう調整すれば、相対的に停止した状態になります）。



AI点に到達する90分前から、米国ヒューストンにあるISSミッションコントロールセンター（MCC-H）とHTV運用管制室との統合運用が開始されます。HTVは、AI点に到達する90分前からISSへの結合終了までの運用をクルーの活動時間内に実施するため、ランデブ・フェーズにおいて、最大24時間の時刻調整を行います。

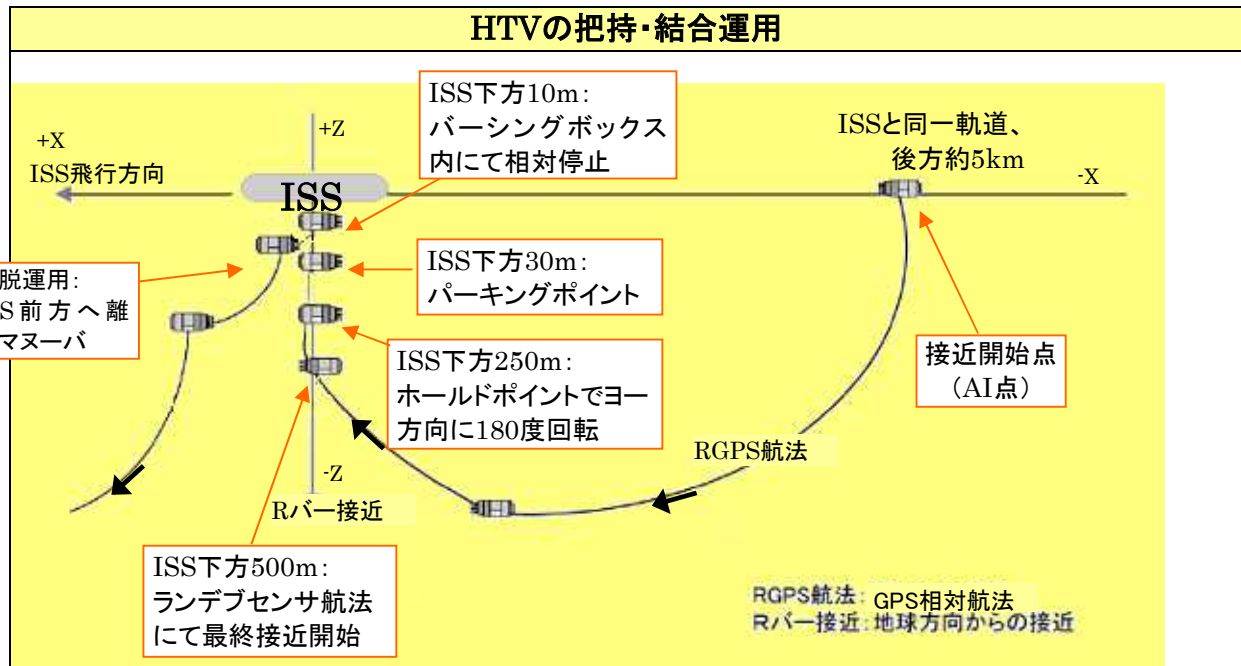
● ISSへの最終アプローチ（次ページの図参照）

ISSミッションコントロールセンターからHTVのISSへの接近が許可されると、HTV運用管制室からのコマンドでAIマヌーバを実施します。

HTVは、GPS相対航法でISSの下方（Rバー上）約500m（RI点）まで移動し、そこからはランデブセンサ（Rendezvous Sensor: RVS）から照射したレーザ光を、「きぼう」船内実験室の下側に設置された反射器（レーザレーダリフレクタ）に反射させて位置を確認しながら下方からISSに接近します。ランデブセンサ航法中の接近速度は1分間に1～10m程度です。

ISSの下方250m（ホールドポイント）および30m（パーキングポイント）の2点で自動的に停止を行い、最終的に、ISSの下方10m付近で相対停止します。この最終アプローチ中、緊急時には、ISSクルーは搭乗員用コマンドパネル（HTV Hardware Command Panel: HCP）で、相対位置の保持（HOLD）、一時後退（RETREAT）、強制退避（ABORT）などのコマンドを送信してHTVを制御することができます。

なおHTVは、ISS下方250m地点で、ヨー方向（横方向）に姿勢を180度回転してメインエンジンの方向を変更します。これは衝突回避運用に備えた姿勢変更で、緊急時に、安全にHTVをISSの前方に退避させるために実施するものです。



- ISSのロボットアームによる把持

HTV運用管制室は、HTVがISSの下方10m付近でISSに対して相対的に停止したことを確認すると、HTVのスラスタを停止します(フリードリフト状態)。

その後、長さ17.6mのISSのロボットアーム(SSRMS)でHTVのグラプルフィクスチャ(FRGF)を把持します。



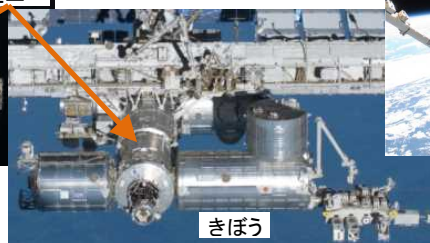
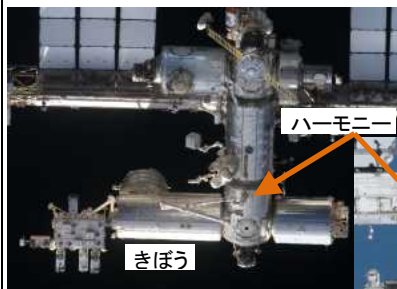
HTVの把持(HTV1)



FRGF

- ハーモニー(第2結合部)への結合

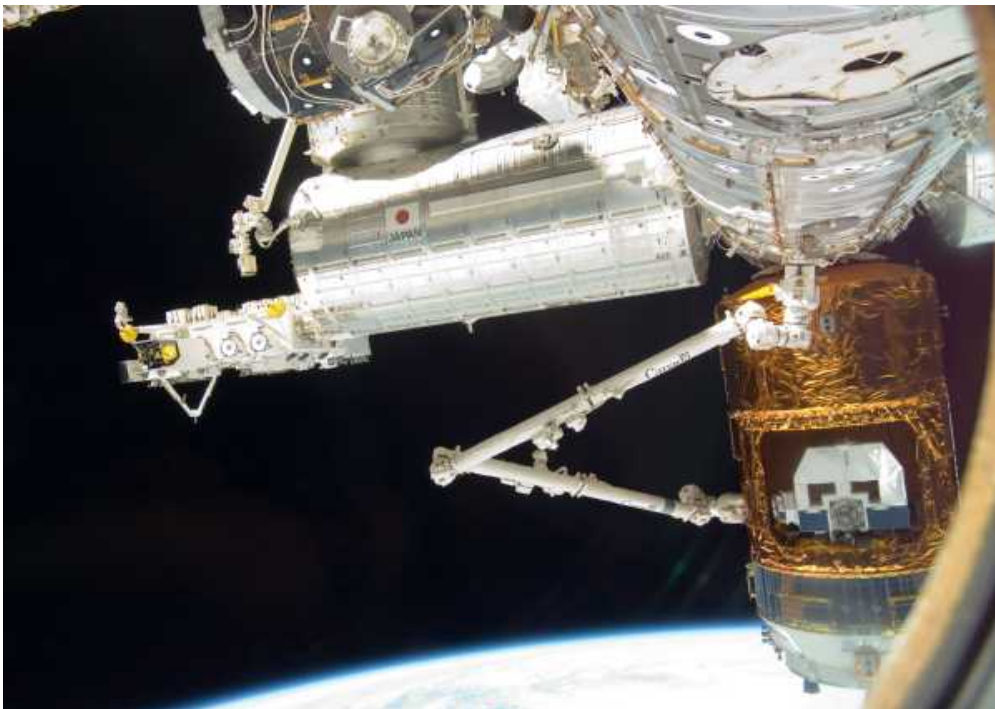
ISSのロボットアームで把持されたHTVは、「ハーモニー」(第2結合部)の地球側の共通結合機構(Common Berthing Mechanism: CBM)に結合されます。



HTVの把持・結合運用(続き)



HTVを把持する際に使われるロボットアーム操作卓(HTV1) (NASA提供)



ISSへ結合したHTV1 (NASA提供)

HTV入室運用

ミッション概要

- ・ HTV補給キャリア与圧部への入室
 - ・ CBMの制御装置の取外し
 - ・ ハッチ開
 - ・ モジュール間通風換気(Inter-Module Ventilation: IMV)起動
 - ・ ISSの消火器、可搬式酸素マスクなどの HTV船内への移設

● HTV補給キャリア与圧部への入室

入室前の準備として、ISSクルーは結合部の艀装(断熱カバーの取り外し、共通結合機構(CBM)の制御装置の取外し、電力と通信配線・空気配管の設置)を実施します。ISSに結合中は、ISSからHTVに電力が供給されます。

その後、ISSクルーにより補給キャリア与圧部の均圧化が、またHTV運用管制室のコマンドにより内部照明の点灯が行われ、ハッチが開かれます。クルーはCBMハッチ中央の窓から内部を確認し、浮遊物の飛散などの異常がない事を確認します。

ハッチが開かれると、循環ファンユニットで「ハーモニー」(第2結合部)とのモジュール間通風換気(Inter-Module Ventilation: IMV)および与圧部内部での空気循環が行われます。その後、ISSクルーがHTV補給キャリア与圧部に入室(最初は安全のために、マスクとゴーグルを装着)し、空気サンプルを取得して異常がない事を確認し、消火器、可搬式酸素マスクの設置を行います。



補給キャリア与圧部の内部(HTV2)

HTV入室～HTV分離前までの運用

ミッション概要

- ・ HTVからISSへの物資の搬入作業
- ・ 搬入終了後のHTVへの廃棄品の積み込み作業

● HTVからISSへの物資の搬入作業

HTV補給キャリア与圧部内に搭載して運んだ物資輸送用バッグ(Cargo Transfer Bag: CTB)等をISS内に搬入する作業を行います。



ハッチを開ける星出宇宙飛行士(JAXA/NASA)



食料、日用品、実験用品などを
梱包したCTB



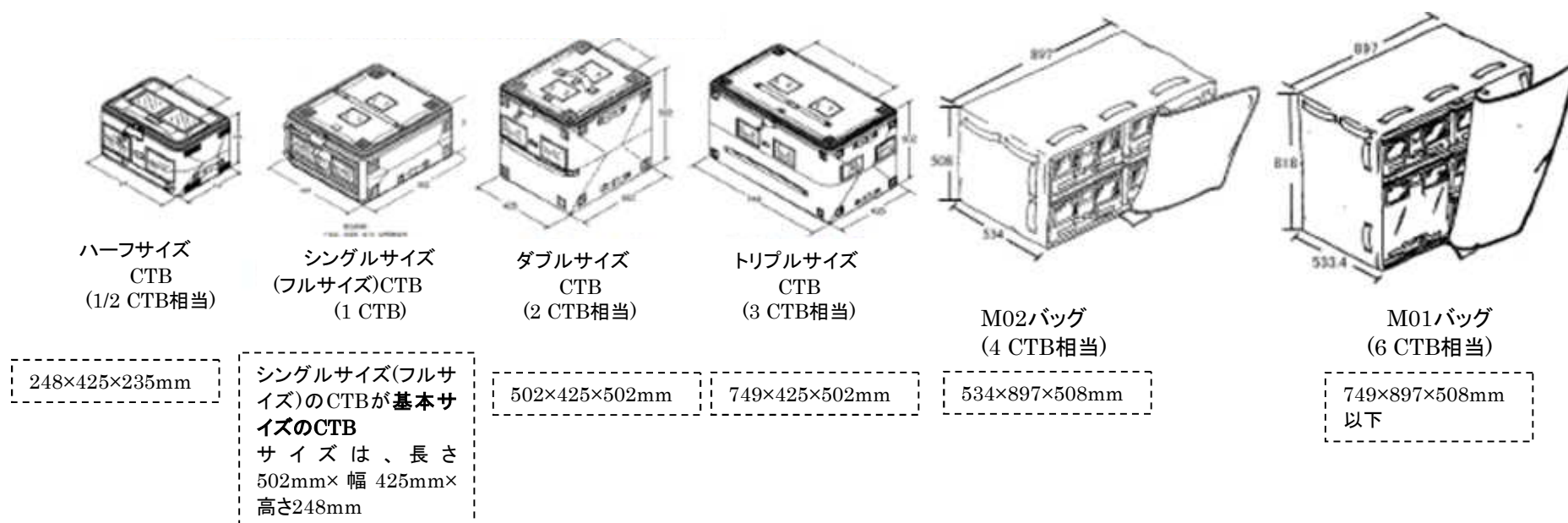
左:HTV2入室時の写真 (ESA/NASA)



右:HTV3入室時の様子、星出宇宙飛行士がマスクとゴーグルを装着して内部を点検 (NASA/JAXA)

● 搬入終了後のHTVへの廃棄品の積み込み作業

→「HTVへの不要品の積み込み運用」を参照の事。廃棄品は、物資のISSへの搬入がすべて終わり、空になってから行うのではなく、搬入途中でも適宜実施していきます。



図A3-1【参考】 ISSへの輸送に使われている物資輸送用バッグ(CTB)の各種サイズ

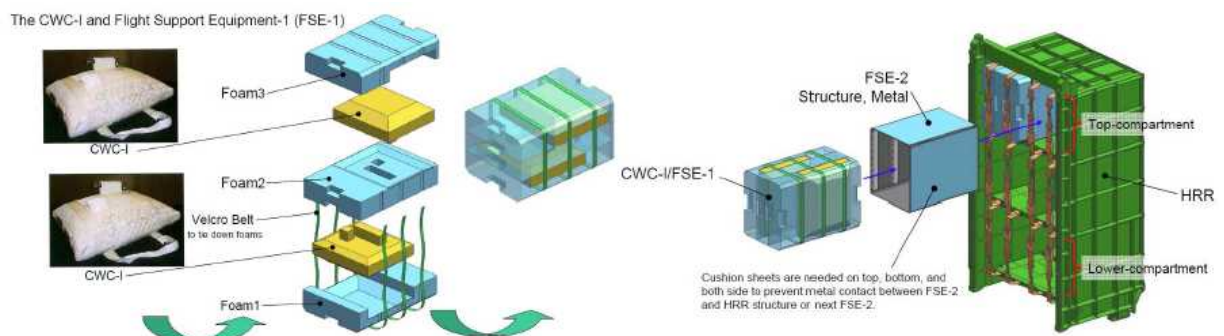
【飲料水の運搬】

HTVによる飲料水の輸送はHTV2号機で初めて行われました。HTV4では2回目の運搬が行われます。

HTV4では、HTV2と比べて水バッグ(Contingency Water Container-Iodine: CWC-I)の 搭載量が4袋(80リットル)から24袋(480リットル)に増やされています。水は NASAの飲料水基準を満たすものを種子島の水道水から精製し、殺菌成分として微量の ヨウ素を添加したものを水バッグに充填しています。



図A3-2 飲料水を充填した水バッグ(CWC-I)と梱包材(上:HTV2、下:HTV4)
(上の写真で紫色のラベルがつけられた袋が水バッグで、周りは梱包材です)



図A3-3 飲料水の搭載イメージ

曝露パレットの移動運用

ミッション概要

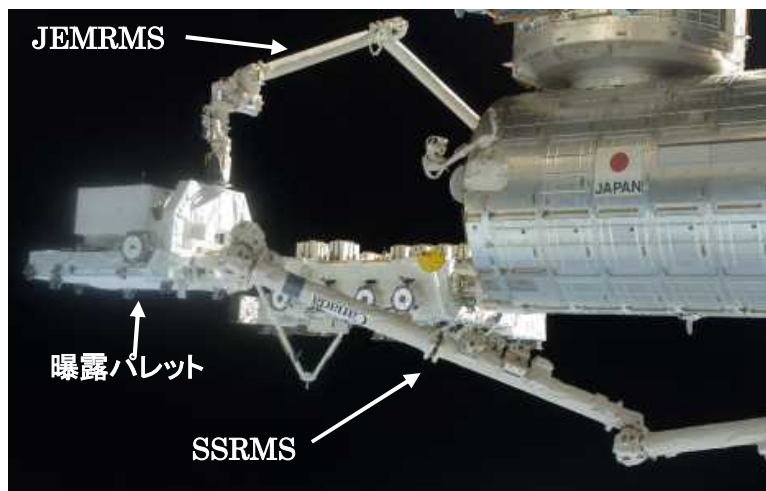
- ・ 曝露パレットのHTV補給キャリア非与圧部からの引き出し／「きぼう」船外実験プラットフォームへの仮置き

- 曝露パレットのHTV補給キャリア非与圧部からの引き出し／「きぼう」船外実験プラットフォームへの仮置き

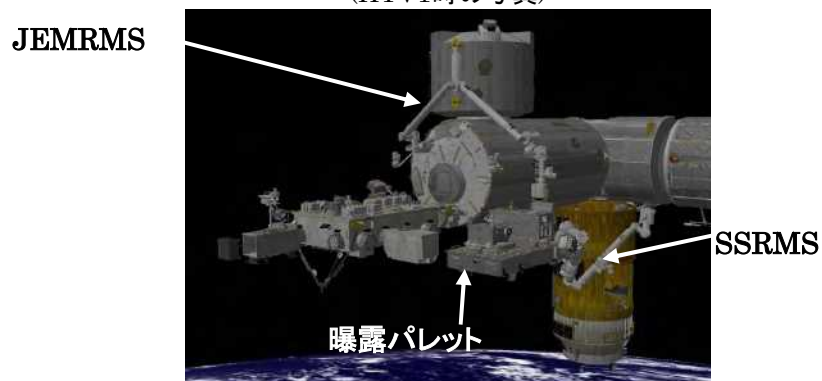
HTV補給キャリア非与圧部に格納されていた曝露パレットが、ISSのロボットアーム(SSRMS)で引き出され、「きぼう」のロボットアーム(JEMRMS)に受け渡された後、「きぼう」船外実験プラットフォームに仮置きされます。



ISSのロボットアームで、曝露パレットをHTV補給キャリア非与圧部から取り出す写真



曝露パレットはSSRMSから、JEMRMSに受け渡され、船外実験プラットフォームに取り付けられる
(HTV1時の写真)

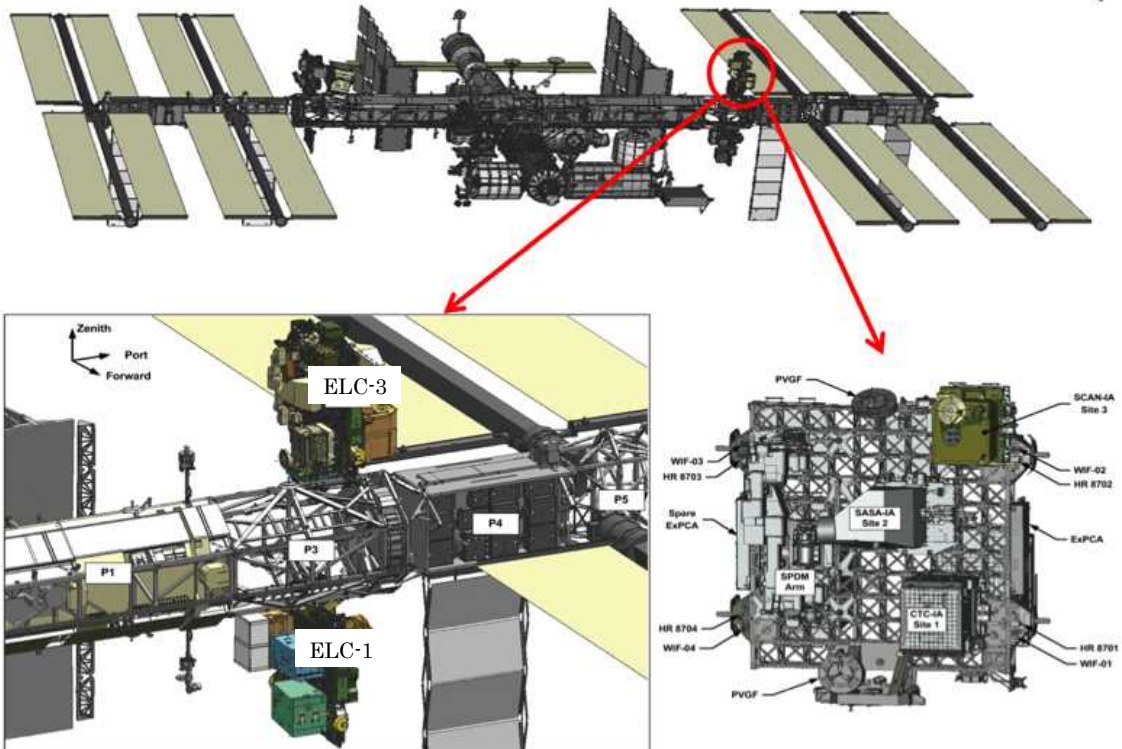


SPDM「デクスター」とJEMRMS運用

ミッション概要

- HTVの曝露パレットに搭載して運んだNASAの実験装置、システム予備品を設置場所に移設

- HTVの曝露パレットに搭載してJAXAの実験装置を運搬した場合は、JEMRMSを使って「きぼう」船外プラットフォームに設置します(注: HTV4はNASAの装置のみを運搬するが、こちらを利用)。
- NASAの実験装置やシステム予備品を運んだ場合は、カナダ製の特殊目的ロボットアーム(Special Purpose Dexterous Manipulator: SPDM)「デクスター」をSSRMSの先端に把持させた状態で使用してトラス上の保管場所に運搬・設置します。
- この時のJEMRMS運用とSPDM運用は地上からの操作で行われます(JEMRMSを地上から操縦して実験装置を移動するのはHTV3から導入されました)。
地上では、NASA、カナダ、日本の管制センターが調整を行いながらこのような国際的な運用が行われます。



トラス上の曝露機器の保管場所の例 (ELC-3) (NASA提供)

曝露パレットの回収運用

ミッション概要

- ・ 曝露パレットのHTV補給キャリア非与圧部への収納

● 曝露パレットのHTV補給キャリア非与圧部への収納

曝露パレットからの船外物資のISS側への移送作業が終了すると、空になった(または廃棄装置を搭載した)曝露パレットはHTV補給キャリア非与圧部へ戻されます。

「きぼう」ロボットアームで曝露パレットを「きぼう」船外実験プラットフォームから取り外し、ISSのロボットアーム(Space Station Remote Manipulator System: SSRMS)に受け渡します。その後、ISSのロボットアームで曝露パレットを補給キャリア非与圧部へと収納します。

【参考】 このSSRMSを使用した、補給キャリア非与圧部からの曝露パレットの引き出し／収納作業は、計画変更時の代替場所としてHTVが利用可能な「ハーモニー」上側のCBMに結合した状態ではできないため、「ハーモニー」下側のCBMにHTVが結合した状態でのみ行います。



船外プラットフォーム先端に仮置きされた曝露パレット(HTV1)



HTV補給キャリア非与圧部に収納される曝露パレット(HTV3)

HTVへの廃棄品の積み込み運用

ミッション概要

- ISSからHTVへの廃棄品の積み込み

● ISSからHTVへの廃棄品の積み込み

HTV補給キャリア与圧部に搭載して運んできた物資をISS側に運び出した後は、ISS内で不用になった物資をHTVで廃棄するためにHTV内に積み込みます。

なお廃棄する品目は、ISS出発の数週間前に最終決定されます。積み込みにあたっては、重心位置の要求を考慮する必要があるため、搭載する品目は、NASA/JAXA間で調整する必要があります。



廃棄品の積み込みとi-Ballを設置する様子（JAXA/NASA）
（星出宇宙飛行士が手に持っているのがi-Ball）

ISS分離前日の運用

ミッション概要

- ・ HTVの分離準備(照明、消火器、可搬式酸素マスクなどの回収、CBMの制御装置の取付け、モジュール間通風換気の停止、通信経路の切替 (有線→電波))
- ・ HTVのハッチ閉鎖

- HTVの分離準備

HTVの分離に先立ち、HTVの照明などISSで再利用できるものは外して回収されます。安全を確保するためにISS結合中にHTVの与圧部に仮設置してあった消火器(Portable Fire Extinguisher: PFE)と、可搬式酸素マスク(Portable Breathing Apparatus: PBA)もISS内に戻します。

最後にハッチを閉鎖し、結合部の配線・ケーブルの取外しを行い、モジュール間通風換気(IMV)を停止します。HTV運用管制室からのコマンドによりHTVは内部電源への切替えなどが行われます。



左: 消火器(PFE)

右: 可搬式酸素マスク(PBA)



- CBMの制御装置(Controller Panel Assemblies: CPA)の取付け

CBM結合に使われていた16本のボルトをモータ駆動するための制御装置4基を取り付けます。



四角い箱がCPA

(写真はNASA提供)

ISS分離日の運用

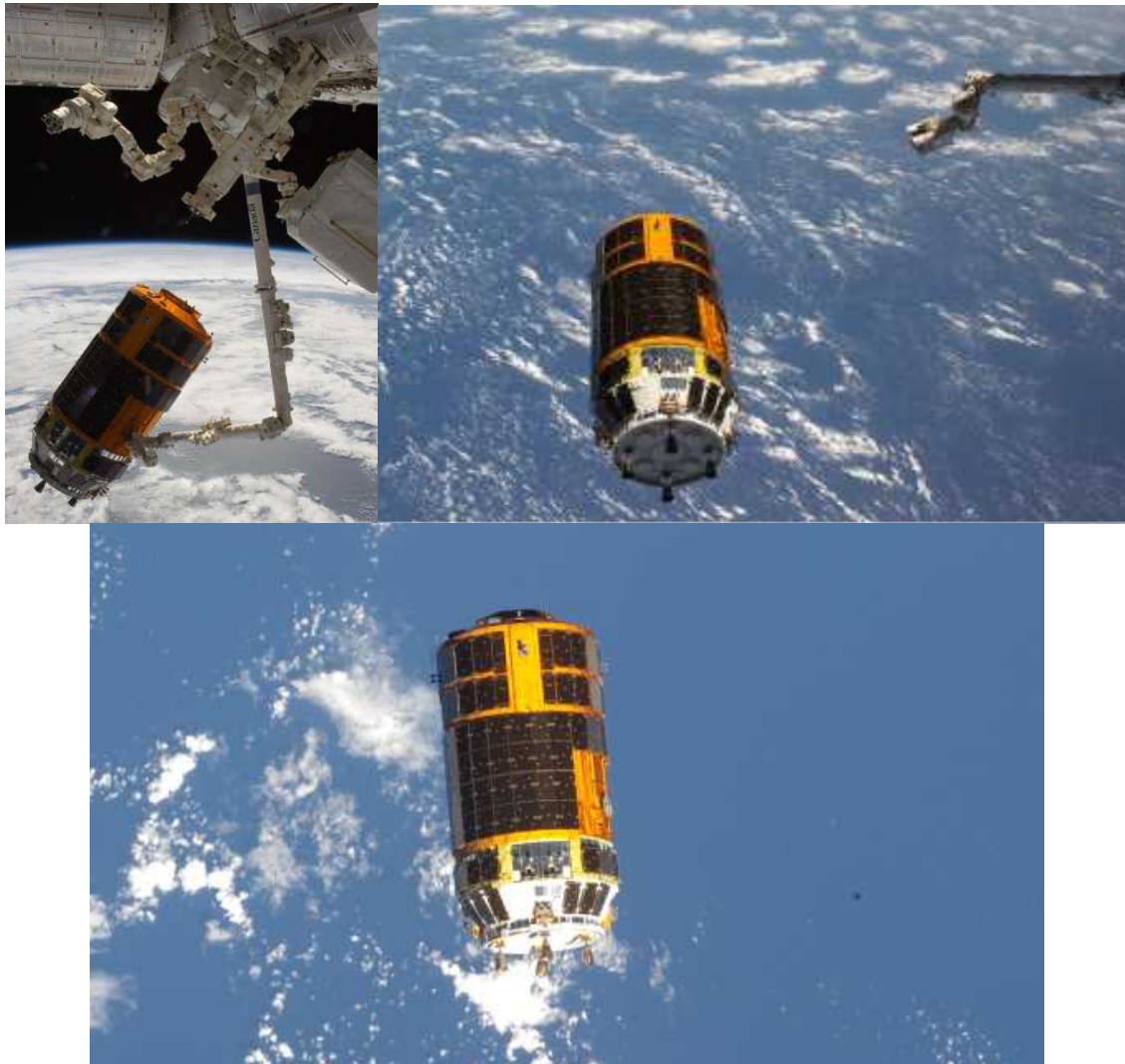
ミッション概要

- ・ 係留電力系の停止
- ・ 結合部の配線・ケーブルの取外し
- ・ HTVの分離

● HTVのISSからの分離

HTVは、次の手順でISSから分離します。

- 1 ISSのロボットアームでHTVを把持
- 2 共通結合機構(CBM)の解除(2枚のハッチ間の空気を真空引きして減圧したのち、CBM制御装置に16本のボルトを緩めるコマンドを送信(通常はクルーがラップトップPCから送信)し、CBMの固定を解除します)
- 3 ISSのロボットアームでHTVを放出ポジションへ移動
- 4 誘導・航法及び制御装置(Guidance Navigation Control: GNC)の起動
- 5 推進スラスタ噴射準備(スラスタの噴射停止から、噴射が可能な状態に切り替え)
- 6 ISSのロボットアームの把持を解放、ISS軌道からの離脱噴射



HTV2の放出

再突入運用

ミッション概要

- ・ 軌道離脱制御
- ・ 再突入、再突入環境のデータ取得

- 再突入、再突入環境のデータ取得
減速させるための軌道離脱マヌーバを実施し、大気圏に再突入します。

HTV3号機以降は、再突入データ収集装置i-Ballを搭載し、再突入・分解時の環境データの取得を行っています。これらの再突入データ収集装置で、HTVが再突入し、破壊される様子を記録することにより、どのように破壊されるのか理解できるようになり、落下時の警戒区域の縮小に役立てることができると期待されています。また、HTV-Rなど今後開発を行う再突入機の設計データ取得につながります。



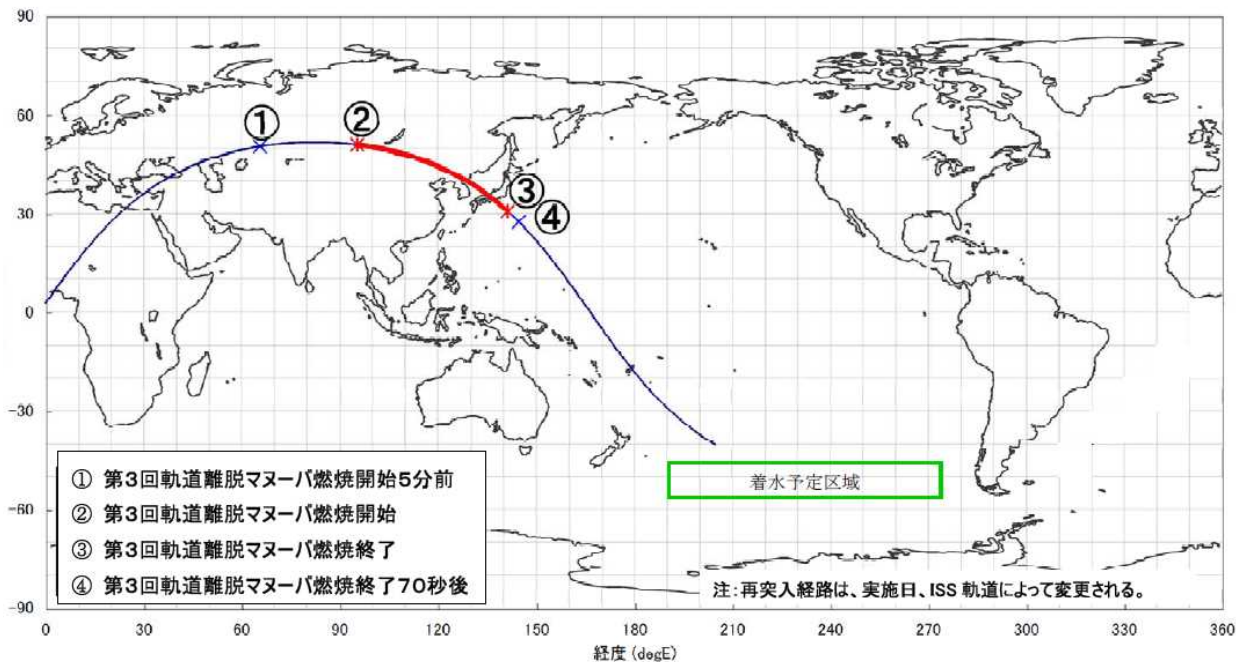
【参考】ATV-1再突入時にNASAの航空機から撮影された画像 (<http://atv.seti.org/>)



i-Ballで撮影したHTV3が火の玉になる様子 (JAXA/IHIEアロスペース)

ISSから離脱したHTVは2回の軌道変更を行い、軌道離脱準備軌道へ投入されます。そして、軌道離脱準備軌道において再突入に向けた軌道変更のタイミングを調整し、最後の軌道変更を行うと、大気圏へ再突入し燃焼廃棄されます。HTVの着水予定区域は南太平洋であり、ここはミールを制御落下させる際にも使われた他、ロシアのプロGRESS補給船と欧州補給機(ATV)の廃棄にも使われている、人が居住している島から離れたエリアで船舶の航行も少ない海域です(他国の排他的経済水域外)。

これらの宇宙機を廃棄する際には、事前にノータム(NOTAM)の通知を行って、船舶・航空機が進入しないようにしておくのが国際的なルールになっています。



図A3-4 HTVを再突入・廃棄する予定域

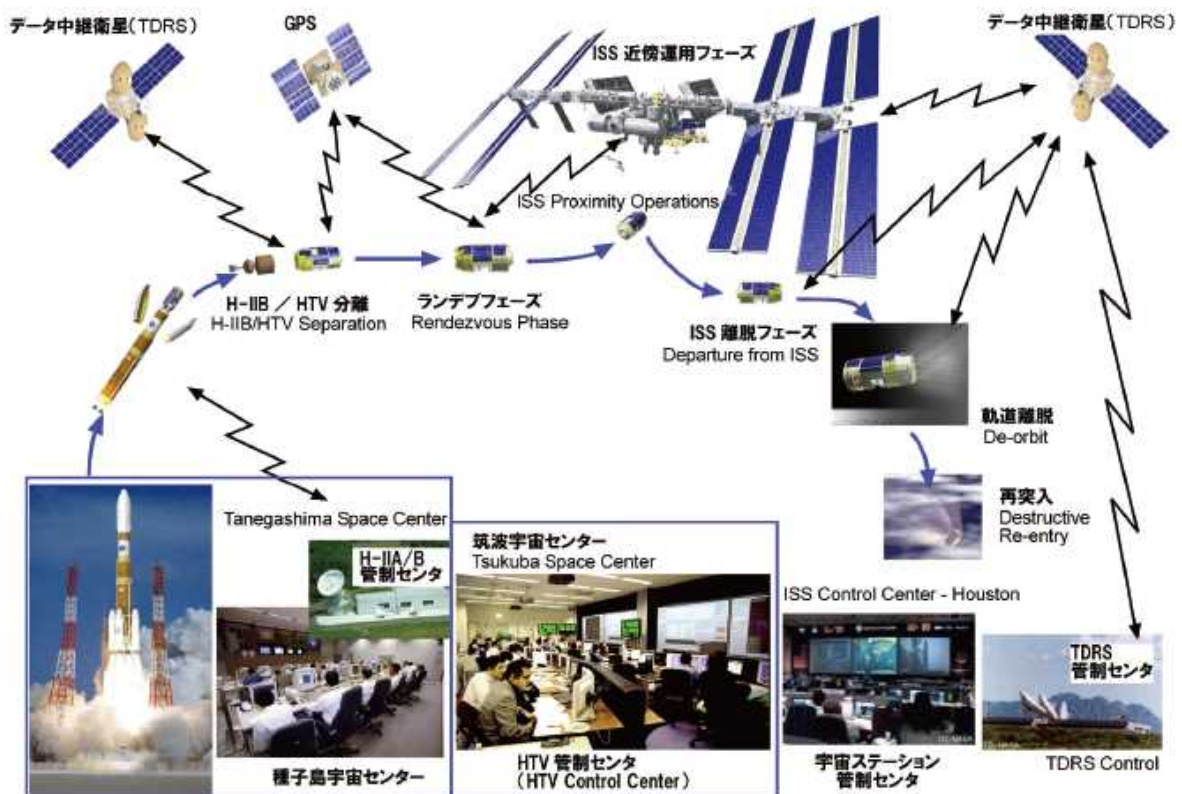
【参考】宇宙ステーション補給機「こうのとり」3号機(HTV3)の再突入に係る安全対策について
 平成24年4月4日 宇宙開発委員会 安全部会
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/uchuu/reports/1321150.htm

「このとり」(HTV)の運用管制

HTVはH-IIBロケットから分離すると、自動的にサブシステムを起動し、機体の姿勢を安定させます。その後NASAの追跡・データ中継衛星(TDRS)との通信を確立し、NASAセンター経由で筑波宇宙センター(Tsukuba Space Center: TKSC)の宇宙ステーション運用棟内に設置されているHTV運用管制室との通信を開始します。

その後のHTVの運用・制御は、HTV運用管制室により行われます。HTV運用管制室は、HTVの飛行中のデータを監視し、地上からコマンドを送信してHTVの軌道調整や、サブシステム類の制御を行います。

HTVがISSの後方5kmに到達する90分前から、NASAジョンソン宇宙センターのISSミッション管制センタ(MCC-H)とHTV運用管制室との統合運用が開始されます。



図A3-5 HTVの運用管制概要

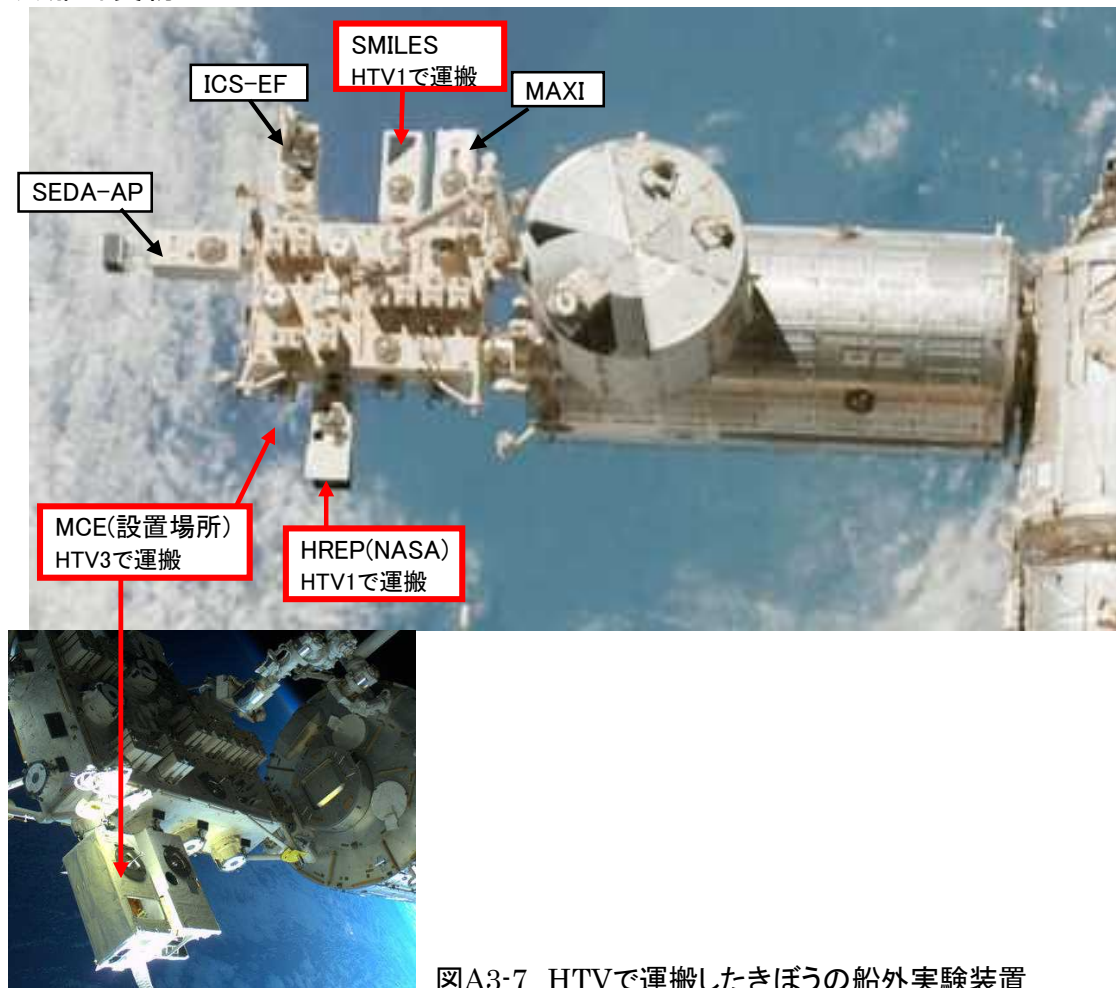


図A3-6 HTV運用時のNASAとの協調運用イメージ

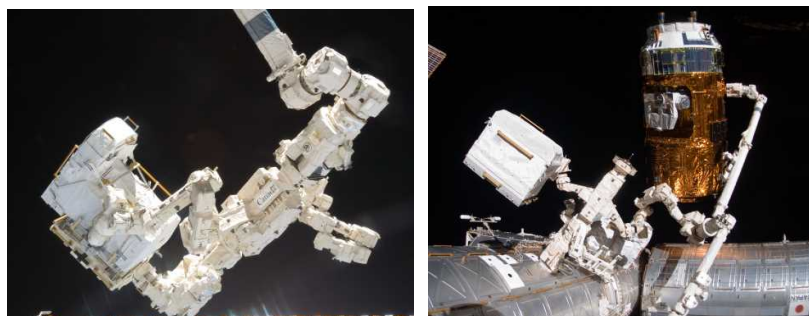
【参考】「こうのとりの」(HTV)でISSに運搬した主な貨物

HTV1~3号機でISSに運搬した主な貨物を参考までに以下に示します。

(1)船外貨物



図A3-7 HTVで運搬したきぼうの船外実験装置



図A3-8 米国の予備機器 FHRCとCTC (HTV2で運搬)



図A3-9 米国の実験装置 SCAN Testbed (HTV3で運搬)

(2)船内貨物

宇宙食、飲料水、衣服などの一般的な物資以外で、主要なものを以下に示します。



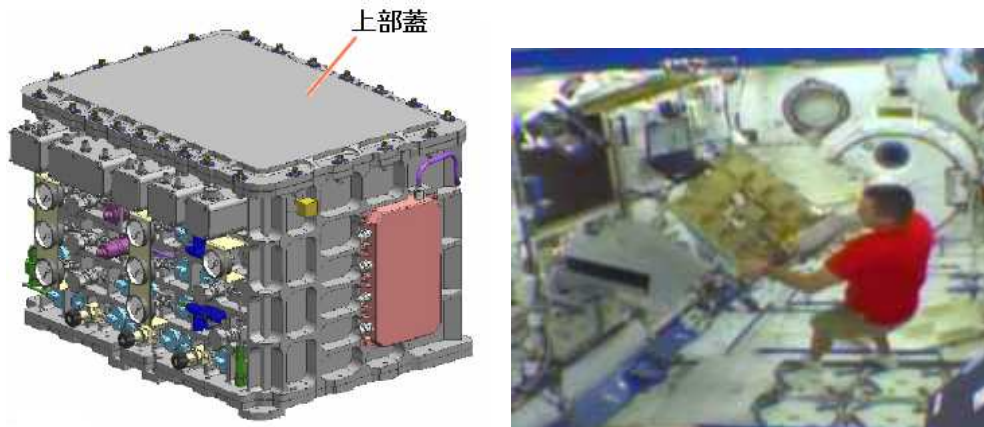
図A3-10 きぼうのロボットアームの子アーム(SFA) (HTV1で運搬)



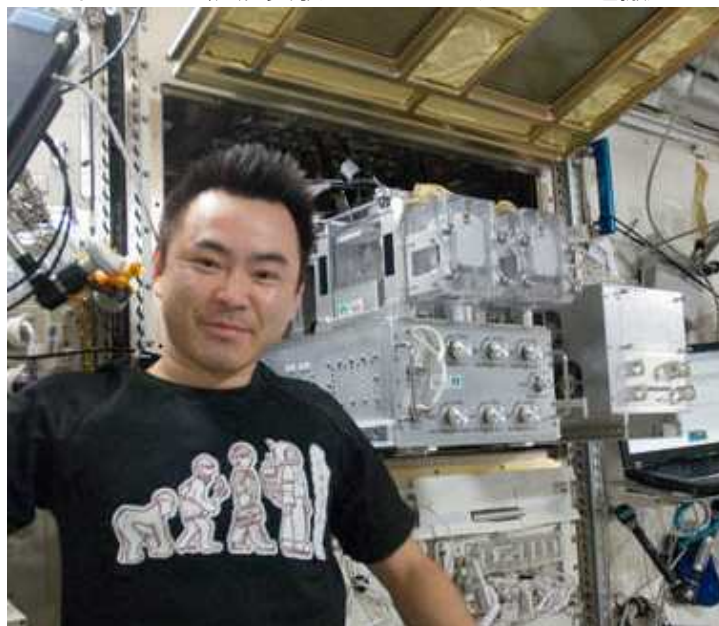
図A3-11 温度勾配炉(GHF)ラック、多目的実験ラック(MSPR) (HTV2で運搬)



図A3-12 小型衛星放出機構 (HTV3で運搬)



図A3-13 燃焼実験チャンバー (HTV2で運搬)




図A3-14 水棲生物飼育装置(AQH) (HTV3で運搬)

緊急輸送一触媒反応器(水再生システム) NASA

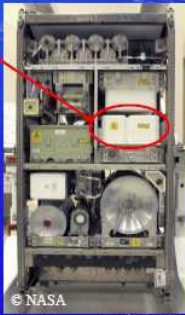
1. 水再生システム
軌道上で尿や水を再生処理することが可能なシステム。尿を加熱して蒸留することで水分を抽出する尿処理装置(UPA)と、その水分と他の排水から有機物や微生物などを除去する水処理装置(WPA)から構成。

2. 触媒反応器
WPAの主要部品で、質量57 kg、寸法83 cm x 43 cm x 33cm。WPA初期処理(イオン交換)では除去できない揮発性有機物や微生物を触媒酸化反応(反応温度 約130℃)によって除去する機器。

3. 「こうのとりの3号機」での緊急追加搭載
3月9日にISS軌道上の予備品を使い果たしたため、NASAから、地上にある予備品を搭載して欲しいという緊急要請があった。搭載品の受領期日を3週間も過ぎていたが、作業を中断し、3月26日に搭載。



搭載中の触媒反応器



触媒反応器

水再生システム水処理装置

図A3-15 米国から輸送を依頼された緊急輸送品の例 (HTV3で運搬)

付録 4 i-Ball と超小型衛星に関する参考情報

(1)再突入データ収集装置 (i-Ball)

HTV2 ではアメリカが開発した REBR(Reentry Breakup Recorder)「リーバ」を運び、世界で初めて再突入して分解する宇宙機のデータ取得に成功しました。HTV3 では、この REBR に加えて、国産の i-Ball を搭載して再突入時のデータ取得を行い成功しました。HTV4 でも i-Ball を再び搭載して再突入時のデータ取得を行います(HTV4 では REBR は搭載しません)。

i-Ball は球形をしており、耐熱材であるアブレータで高熱に耐えたのち、パラシュートを使って降下し、着水してからイリジウム衛星経由でデータを送信します。データ送信を行うためにしばらくは浮いていますが、いずれ沈む設計となっており回収はしません。

i-Ball は、HTV の与圧部から放出される機構を持っているわけではなく、HTV の破壊と共に外へ放出されます。放出後しばらくは、姿勢が安定しない状態になるため、落下中に複数枚の写真を撮ることにより、HTV が破壊される状況の撮影を試みます。i-Ball は 2 台のカメラを搭載しており、与圧部内カメラは、HTV 与圧部内の温度分布の把握に使います。ハッチ周辺から破壊が進んでいくと思われるので、ハッチ方向に向けて撮影します。

i-Ball の HTV への積み込みは、レイトアクセス(最終積み込み)時に行われます。

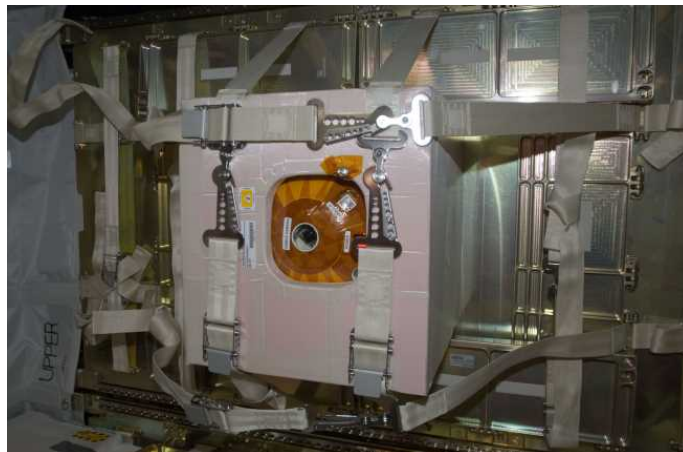


図 A4-1 ISS からの分離前に HTV3 内に設置された i-Ball
(ハッチを閉じる前に宇宙飛行士がストラップで i-Ball を固定し、電源スイッチを ON にします)

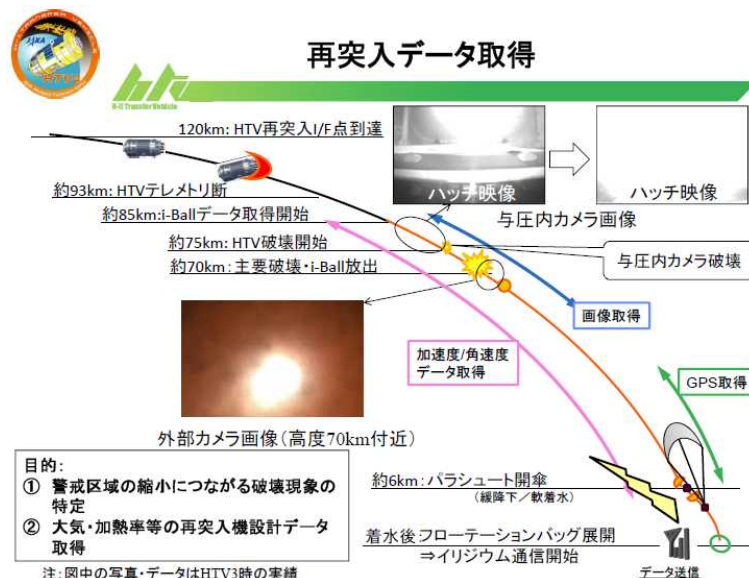


図 A4-2 i-Ball 再突入時のデータ取得イメージ

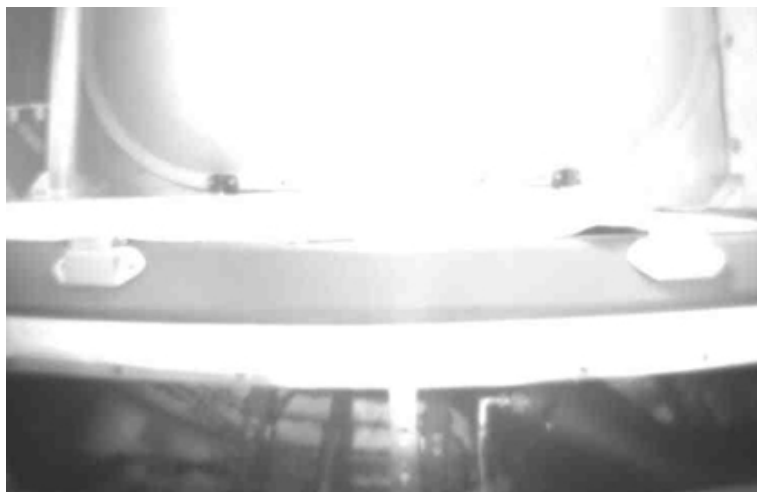


図 A4-3 与圧部内カメラで撮影した船内ハッチ付近の様子(高度約 80km 付近)
(JAXA/IHI エアロスペース)



図 A4-4 カプセル後方カメラで撮影した「こうのとり」の一部(高度約 70km 地点)
(JAXA/IHI エアロスペース)

【参考】「こうのとり」3 号機に搭載した再突入データ収集装置(i-Ball)のデータ取得について(2012 年 9 月 14 日)

http://iss.jaxa.jp/htv/120914_iball.html

(2)超小型衛星(CubeSat)

ISS の中では「きぼう」だけがエアロックとロボットアームを装備しています。これらを使うことにより、船外活動をしなくても超小型衛星を放出できます。超小型衛星とその放出機構は HTV3 で初めて運ばれ、2012 年 10 月に ISS からの放出に成功しました。

(2-1)超小型衛星の放出手順の概要

- ①超小型衛星は、衛星搭載ケースに収納した後、ソフトバッグに梱包して輸送機で ISS に運ばれます。これまでは HTV で運搬しましたが、ロシアや米国、欧州の補給機でも運搬可能です。



- ②ISS 到着後、ソフトバッグは「きぼう」内に搬入されます。
- ③「きぼう」のエアロックの内側ハッチを開けて、エアロック・スライドテーブルを船内側に伸展させます。
- ④衛星を搭載した小型衛星放出機構(J-SSOD)及び、親アーム先端取付型実験プラットフォームをエアロック・スライドテーブルのアダプタに取り付けます(この状態で、放出機構の動作確認を行い、問題ない事を確認します。最後にロンチカバーの取り外しなど放出前の最終作業を実施)。
- ⑤スライドテーブルをエアロック内に収納し、エアロックの内側ハッチを閉鎖し、内部を減圧します。
- ⑥エアロックの外側ハッチを開けて、エアロック・スライドテーブルを船外側に伸展させます。
- ⑦「きぼう」のロボットアームで親アーム先端取付型実験プラットフォームを把持し、スライドテーブルから外します。
- ⑧ロボットアームで放出位置まで移動し、位置決めを行います。
- ⑨軌道上もしくは地上からのコマンドで、放出機構から衛星を放出します。放出は、分離機構のカムを回転させると正面の蓋が開き、バネの力で押し出される仕組みです(1U タイプなら 3 個まとめて放出)。
- ⑩ロボットアームで親アーム先端取付型実験プラットフォームをエアロック・スライドテーブルに戻し、ハッチを閉じて内部を再加圧して、船内に放出機構を戻します。
- ⑪衛星は放出から 30 分が経過するまではアンテナなどの展開はせず、電波の放射も行わないよう設定されます。



図 A4-5 きぼうのエアロック内に設置された小型衛星放出機構(J-SSOD)

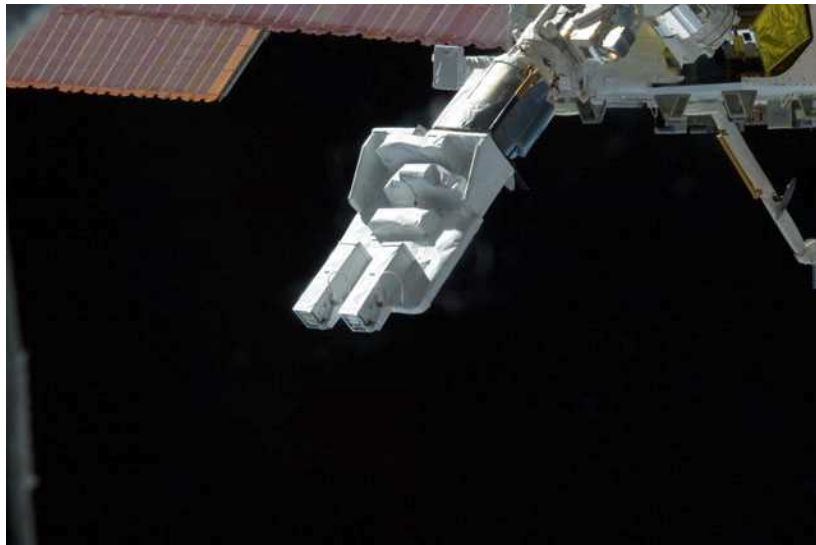


図 A4-6 きぼうのロボットアームで把持され放出準備が整った小型衛星放出機構

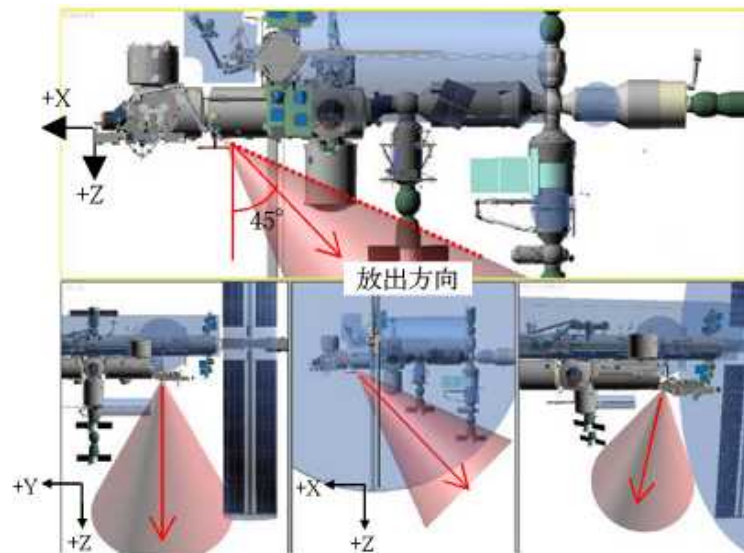


図 A4-7 超小型衛星の放出運用イメージと放出方向



図 A4-8 HTV3 で運び、2012 年 10 月に放出された 3 機の CubeSat

(2-2) 超小型衛星(CubeSat)について

小型衛星にもいろいろ種類がありますが、きぼうのJ-SSODで放出するものはCubeSatと呼ばれる10cm四方の大きさの片手で持てるサイズの超小型衛星です。CubeSatは、サイズや仕様が国際的に決められており、10×10×10 cm サイズ(重量は1.33kg以下)のものを1U、20×10×10 cm サイズのものを2U、30×10×10 cm サイズのものを3Uと呼びます。CubeSatは、通常の衛星と比べると短期間で開発でき、費用も安いことから主に大学や企業などが教育や人材育成、技術実証などの目的で利用しています。

J-SSODの衛星搭載ケースには、1Uサイズであれば3機、2Uと1Uサイズであれば2機、3Uサイズであれば1機が搭載可能で、バネの力で放出されます。



図 A4-9 CubeSat(星出宇宙飛行士が手に持っているのが1UサイズのCubeSat)
(提供 JAXA)

超小型衛星は、高度400kmで放出した場合、250日程度で大気圏に突入し、ミッションを終了します。重量が軽いほど、そして大気抵抗を受ける突起物がある衛星ほど早く落下します。

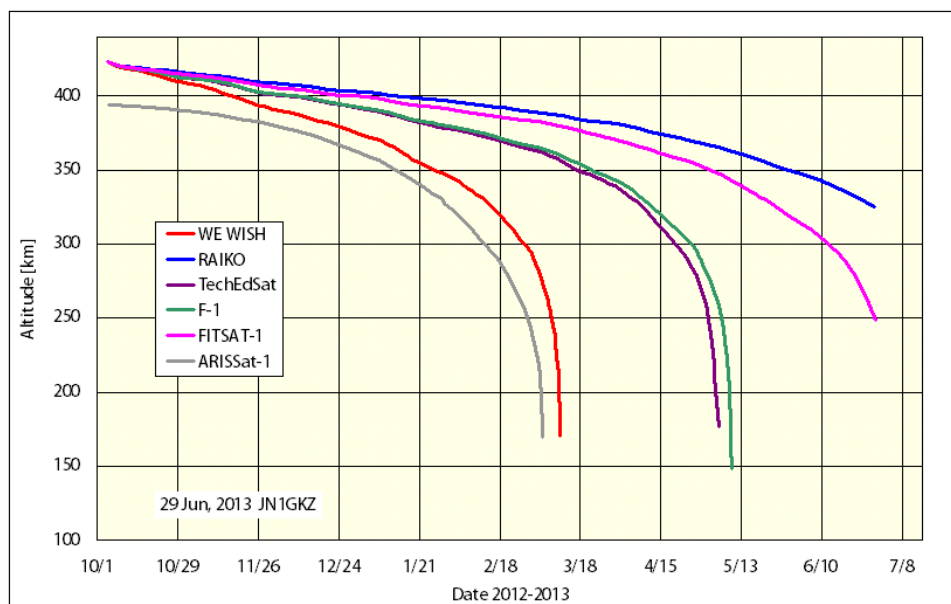


図 A4-10 2012 年 10 月に「きぼう」から放出された超小型衛星の高度の低下状況
(Masahiro Arai JN1GKZ)

<http://amsat-uk.org/2013/06/29/fitsat-1-ham-radio-cubesat-to-de-orbit-reports-requested/>
(比較用に示されている ARISSat-1 は 2011 年 8 月のロシア EVA 時に ISS から放出された 30kg の衛星)

付録 5 HTV／ISS 関連略語集

略語	英名称	和名称
ACU	Abort Control Unit	アボート制御ユニット(HTV)
AI	Approach Initiation	接近開始点(HTV)
AM	Avionics Module	電気モジュール(HTV)
AQH	Aquatic Habitat	(JAXA)水棲生物実験装置
ARO	—	(JAXA の HTV 運用管制チーム)
ATOTIE	Advanced Technology On-orbit Test Instrument for space Environment	
ATV	Automated Transfer Vehicle	(ESA)欧州補給機
BCS	Berthing Camera System	係留用カメラシステム(HTV)
BDCU	Battery Discharge Control Unit	バッテリー放電制御器(HTV)
CALET	Calorimetric Electron Telescope	(JAXA)高エネルギー電子、ガンマ線観測装置
CAM	Collision Avoidance Maneuver	衝突回避マヌーバ
CANA		キャビン環境モニタリング・ネットワークシステム
CAPCOM	Capsule Communicator	キャブコム(NASA)
CARGO	—	(JAXA の HTV 運用管制チーム)
CBM	Common Berthing Mechanism	共通結合機構
CCE	Chamber for Combustion Experiment	(MSPR)燃焼実験チャンバ
CG	Computer Graphics	コンピュータグラフィックス
CG	Center of Gravity	重心
CM	Co-elliptic Maneuver	共軌道マヌーバ(HTV)
CMD	Command	(JAXA の HTV 運用管制チーム)
COMM／DH	—	(JAXA の HTV 運用管制チーム)
COTS	Commercial Orbital Transportation Services	商業軌道輸送サービス
COTS	Commercial off - the - shelf	民生品
CPA	Controller Panel Assemblies	(CBM)制御パネル
CRS	Commercial Resupply Services	商業補給サービス
CTB	Cargo Transfer Bag	物資輸送用バッグ
CTC	Cargo Transport Container	曝露カーゴ輸送用コンテナ
CWC-I	Contingency Water Container-Iodine	水バッグ(ヨウ素添加型)
CZ	Communication Zone	通信領域(HTV)
DH	Data Handling	データ処理
DMS	Data Management System	データ管理システム
DOM	Deorbit Maneuver	軌道離脱マヌーバ(HTV)
DSM	Descending Maneuver	高度低下マヌーバ(HTV)
ECLSS	Environmental Control and Life Support System	環境制御・生命維持システム
EF	Exposed Facility	「きぼう」船外実験プラットフォーム
EFU	Exposed Facility Unit	船外実験プラットフォーム側装置交換機構
ELC	EXPRESS Logistics Carrier	(NASA)エクスプレス補給キャリア
EMC	Electro-Magnetic Compatibility	電磁適合性
EP	Exposed Pallet	曝露パレット(HTV)
EP	—	(JAXA の HTV 運用管制チーム)
EPC	Exposed Pallet Controller	曝露パレット制御装置(HTV)
EP-MP	Exposed Pallet - Multi-Purpose	多目的曝露パレット
EPS	Electrical Power System	電力系
ESA	Earth Sensor Assembly	地球センサ(HTV)
ESP-2	External Stowage Platform-2	船外保管プラットフォーム 2 (ISS)
EUVI	Extreme Ultraviolet Imager	(IMAP)極端紫外線撮像装置

略語	英名称	和名称
ExHAM	Exposed Experiment Hadrail Attachment Mechanism	汎用宇宙実験用ハンドレール取付機構
FD	Flight Day	飛行日
FD	Flight Director	フライト・ディレクタ
FDS	Fire Detection and Suppression	火災検知・消火
FHRC	Flex Hose Rotary Coupler	フレックス・ホース・ロータリー・カプラ
FOR	Flight Operations Review	飛行運用審査会
FRAM	Flight Releasable Attach Mechanism	(NASA の)取付機構
FROST	Freezer-Refrigerator of Stirling Cycle	JEM 搭載用ポータブル冷凍・冷蔵庫
FRR	Flight Readiness Review	飛行審査会
FRGF	Flight Releasable Grapple Fixture	グラブルフィクスチャ
FWD	Forward	進行方向側、前方
GCC	Guidance Control Computer	誘導制御コンピュータ(HTV)
GF	Grapple Fixture	グラブルフィクスチャ
GHF	Gradient Heating Furnace	温度勾配炉
GHF-MP	GHF-Material Processing Unit	GHF 炉体部
GLIMS	Global Lightning and Sprite Measurement Mission	スプライト及び雷放電の高速測光撮像センサ(MCE)
GMT	Greenwich Mean Time	グリニッジ標準時(世界標準時)
GNC	Guidance Navigation Control	誘導・航法及び制御
GNC	—	(JAXA の HTV 運用管制チーム)
GPS	Global Positioning System	GPS アンテナ
GPSR	GPS Receiver	GPS 受信機
GSE	Ground Support Equipment	地上支援装置
GTO	Geostationary Transfer Orbit	静止トランスファ軌道
HAM	Height Adjusting Maneuver	高度調整マヌーバ(HTV)
HBCS	HTV Berthing Camera System	HTV バーシングカメラシステム
HC	Hand Controller	ハンド・コントローラ(HTV)
HCAM	HTV Cargo Attachment Mechanism	カーゴ取付機構(HTV)
HCE	Heater Control Electronics	ヒータ制御装置(HTV)
HCSM	HTV Connector Separation Mechanism	コネクタ分離機構(HTV)
HCP	Hardware Command Panel	搭乗員用コマンドパネル(HTV)
HDEV	High Definition Earth Viewing	(NASA)高精細度地球撮像装置
HDM	Holddown Mechanism	軌道上捕捉機構(HTV)
HDTV-EF	High Definition TV Camera-Exposed Facility	船外実験プラットフォーム用民生品ハイビジョンカメラシステム(MCE)
HEFU	HTV Exposed Facility Unit	簡易 EFU(HTV 曝露パレット)
HGA	High Gain Antenna	高利得アンテナ
HGAS	HTV GPS Antenna Subsystem	HTV アンテナサブシステム
HPIU	HTV Payload Interface Unit	簡易型ペイロード側装置交換機構
HRR	HTV Resupply Rack	HTV 補給ラック
HREP	Hyperspectral Imager for the Coastal Ocean (HICO)&Remote Atmospheric & Ionospheric Detection System (RAIDS) Experimental Payload	沿岸海域用ハイパースペクトル画像装置および大気圏ノ電離圏リモート探知システム実験装置
HSM	Harness Separation Mechanism	ハーネス分離機構
HTV	H-II Transfer Vehicle	宇宙ステーション補給機「こうのとり」
HTV-FLIGHT	HTV Flight	(JAXA の HTV 運用管制チーム)
HTVGC	—	(JAXA の HTV 運用管制チーム)
HTV OCS	HTV Operations Control System	HTV 運用管制システム
HTVPLAN	—	(JAXA の HTV 運用管制チーム)

略語	英名称	和名称
HTVSYS	—	(JAXA の HTV 運用管制チーム)
i-Ball	—	再突入データ収集装置
ICE Box	ISS Cryogenic Experiment Storage Box	JEM 輸送用保冷ボックス
ICS	Inter-orbit Communication System	「きぼう」衛星間通信システム
IMAP	Ionosphere, Mesosphere, upper Atmosphere, and Plasmasphere mapping	地球超高層大気撮像観測(MCE)
IMMT	ISS Mission Management Team	ISS ミッションマネージメント
IMV	Inter-Module Ventilation	モジュール間通風換気
IOS	Inter-Orbit Link System Inter-Orbit Communication System	衛星間通信装置 (あるいは)衛星間通信システム
I/O	Input / Output	入出力
IOCU	Input / Output Controller Unit	入出力制御ユニット(HTV)
ICS	Inter-orbit Communications System	衛星間通信システム(JEM)
ISERV	ISS SERVIR Environmental Research and Visualization System	NASA の地球観測装置
ISPR	International Standard Payload Rack	国際標準ペイロードラック
ISS	International Space Station	国際宇宙ステーション
ITCS	Internal Thermal Control System	内部熱制御系(ISS)
JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency	宇宙航空研究開発機構
JEF	JEM Exposed Facility	「きぼう」船外実験プラットフォーム
JEM	Japanese Experiment Module	「きぼう」日本実験棟
JEMRMS	JEM Remote Manipulator System	「きぼう」ロボットアーム
JPM	JEM Pressurized Module	「きぼう」船内実験室
JSC	Johnson Space Center	NASA ジョンソン宇宙センター
J-SSOD	JEM Small Satellite Orbital Deployer	小型衛星放出機構
JST	Japanese Standard Time	日本標準時
KOS	Keep Out Sphere	進入禁止域(ISS から半径 200m)
KOZ	Keep Out Zone	進入禁止ゾーン
LED	Light Emitting Diode	発光ダイオード
LGA	Low Gain Antenna	低利得アンテナ
LP1	Launch Pad1	大型ロケット発射場第 1 射点(種子島)
LP2	Launch Pad2	大型ロケット発射場第 2 射点(種子島)
LRR	Laser Rader Reflector	反射器(レーザーダリフレクタ)(HTV)
MAXI	Monitor of All-sky X-ray Image	全天域線監視装置
MBS	Mobil Base System	モバイル・ベース・システム(ISS)
MBSU	Main Bus Switching Unit	ISS 電力システム切り替え装置
MBU	Main Bus Unit	メインバスユニット
MCC	Mission Control Center	ミッション管制センター(JSC)
MCC-H	MCC-Houston	ミッション管制センター・ヒューストン
MCE	Multi-mission Consolidated Equipment	(JAXA)ポート共有実験装置
MCU		ミッション制御コンピュータ
MET	Mission Elapsed Time	ミッション経過時間
MGA	Medium Gain Antenna	中利得アンテナ
MLI	Multi-Layer Insulation	多層断熱材
MMH	Monomethylhydrazine	モノメチルヒドラジン(燃料)
MON3	Mixed oxides of nitrogen contains 3% nitric oxide	一酸化窒素添加二酸化窒素(酸化剤)
MPEP	Multi-purpose Experiment Platform	親アーム先端対型実験プラットフォーム
MSPR	Multi-purpose Small Payload Rack	多目的実験ラック
MT	Mobile Transporter	モバイル・トランスポート(台車)
nadir	—	天底
NASA	National Aeronautics and Space Administration	米国航空宇宙局

略語	英名称	和名称
NET	No Earlier Than	～以降
OBS	On-Board Software	オンボードソフトウェア
ORU	Orbital Replacement Unit	軌道上交換ユニット
OSE	Orbital Support Equipment	軌道上支援装置
PAS	Payload Attach System	ペイロード取付システム
P-ANT	PROX Antenna	近傍通信システム用アンテナ (HTV)
P-BAT	Primary Battery	1 次電池 (HTV)
PBA	Portable Breathing Apparatus	可搬式交換呼吸器
PCBM	Passive CBM	パッシブ側共通結合機構
PCS	Portable Computer System	ラップトップ・コンピュータ
PCU	Plasma Contactor Unit	プラズマコンタクタユニット (ISS)
PFE	Portable Fire Extinguisher	(ISS 内の) 消火器
PEV	Pressure Equalization Valve	均圧弁
PIM	Position Inspection Mechanism	位置検出機構
PIU	Payload Interface Unit	装置交換機構
PLC	Pressurized Logistics Carrier	補給キャリア与圧部 (HTV)
PLS	Proximity Link System	近傍通信装置 (HTV)
PM	Phase Adjusting	位相調整
PM	Pressurized Module	「きぼう」の船内実験室
PM	Propulsion Module	推進モジュール (HTV)
PMM	Permanent Multipurpose Module	恒久型多目的モジュール
POA	Payload and Orbital Replacement Unit Accommodation	ペイロード/軌道上交換ユニット把持装置
POCC	Payload Operations Control Center	ペイロード運用センター
POIC	Payload Operations Integration Center	ペイロード運用統合センター
Port	—	左舷側
POWER	—	(JAXA の HTV 運用管制チーム)
PROP	—	(JAXA の HTV 運用管制チーム)
PROX	Proximity Communication System	近傍通信システム (HTV)
Psi	Pounds per square inch	圧力単位
PSL	Permanent Solid-state Lighting	LED 照明 (HTV)
PSRR	Pressurized Stowage Resupply Rack	「きぼう」船内保管室搭載型保管ラック
PVGF	Power& Video Grapple Fixture	電力・映像グラブルフィクスチャ
R-Bar	—	アールバー
RCS	Reaction Control System	姿勢制御システム
REBR	Reentry Breakup Recorder	再突入データ収集装置 (米 Aerospace 社)
REX-J	Robot Experiment on JEM	(MCE) EVA 支援ロボット実証実験
RGPS	Relative Global Positioning System	GPS 相対航法
RNDV	—	(JAXA の HTV 運用管制チーム)
ROE	—	(JAXA の HTV 運用管制チーム)
RPCM	Remote Power Controller Module	遠隔電力制御モジュール
RSP	Resupply Stowage Platform	(NASA) 補給品保管プラットフォーム
RVFS	Rendezvous Flight Software	HTV ランデブ搭載ソフトウェア
RVS	Rendezvous Sensor	ランデブセンサ (HTV)
SARJ	Solar Array Rotary Joint	太陽電池パドル回転機構 (ISS)
S-BAT	Secondary Battery	2 次電池 (HTV)
SCAM	Sample Cartridge Automatic Exchange Mechanism	(GHE) 試料自動交換機構
SCAN Testbed	Space Communications and Navigation Testbed	(NASA) 衛星間通信実験装置
SDR	Software Defined Radios	ソフトウェア無線
SEA	Small Experiment Area	(MSPR) 小規模実験エリア

略語	英名称	和名称
SEDA-AP	Space Environment Data Acquisition equipment-Attached Payload	宇宙環境+測+ミッション装置
SFA	Small Fine Arm	「きぼう」のロボットアームの子アーム
SFA2	Second Spacecraft and Fairing Assembly Building	第2 衛星フェアリング組立棟(種子島)
SIGI	Space Integrated GPS/INS(Inertial Navigation System)	宇宙用 GPS/INS(GPS/慣性航法システム)
SIMPLE	Space Inflatable Membranes Pioneering Long-term Experiments	宇宙インフレータブル構造の宇宙実証(MCE)
SMILES	Superconducting Submillimeter-Wave Limb-Emission Sounder	超伝導サブミリ波リム放射サウンダ
SPDM	Special Purpose Dexterous Manipulator	特殊目的ロボットアーム「デクスター」
SRB	Solid Rocket Booster	固体ロケットブースタ
SRCA	System on/off Remote Control Assembly または Switch Remote Control Assembly	(ISS 内の)照明スイッチ
SSCC	Space Station Control Center	宇宙ステーション管制センター
SSIPC	Space Station Integration and Promotion Center	宇宙ステーション総合推進センター(TKSC)
SSM	Shockless Separation Mechanism	低衝撃分離機構(HTV)
SSRMS	Space Station Remote Manipulator System	ISS のロボットアーム
STBD	starboard	右舷
STP-H	Space Test Program-Houston	(米国の実験装置)
SYS-J	—	(JAXA の HTV 運用管制チーム)
TDRS	Tracking and Data Relay Satellite	追跡・データ中継衛星(NASA)
THERMAL	—	(JAXA の HTV 運用管制チーム)
TRAJ	—	(JAXA の HTV 運用管制チーム)
TRRJ	Thermal Radiator Rotary Joint	放熱用ラジエータ回転機構
TSM	Tie-down Separation Mechanism	打上拘束分離機構
TKSC	Tsukuba Space Center	筑波宇宙センター
TNSC	Tanegashima Space Center	種子島宇宙センター
ULC	Unpressurized Logistics Carrier	補給キャリア非圧部
ULF	Utilization and Logistics Flight	(シャトル)利用補給フライト
UPA	Urine Processor Assembly	尿処理装置
UTA	Utility Transfer Assembly	ISS 電力システム通信機器
VAB	Vehicle Assembly Building	大型ロケット組立棟(種子島)
VDC	Volt Direct Current	電力単位
VISI	Visible and Infrared Spectral Imager	(IMAP)可視・近赤外分光撮像装置
WB	Work Bench	(MSPR)ワークベンチ
WORF	Window Observational Research Facility	窓を使用する観測研究設備
WPA	Water Processor Assembly	水処理装置
WV	Work Volume	(MSPR)ワークボリューム
ZOE	Zone of Exclusion	不可視域
zenith	—	天頂