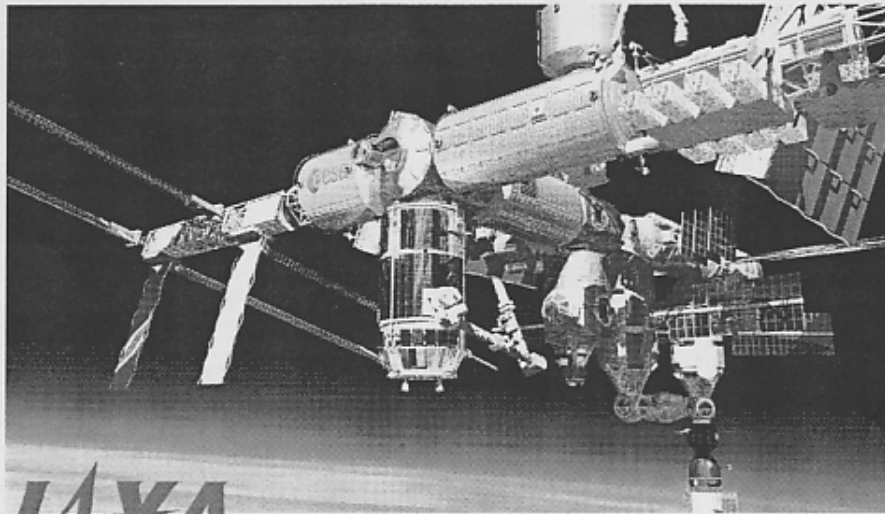


宇宙ステーション補給機「こうのとり」4号機(HTV4)の概要



HTV: H-II Transfer Vehicle

平成25年6月20日
独立行政法人
宇宙航空研究開発機構

説明者
有人宇宙ミッション本部 宇宙船技術センター
技術領域リーダー 植松 洋彦

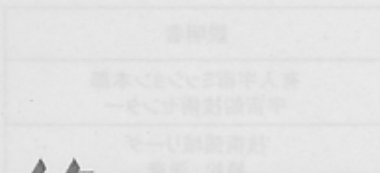


目次

1. HTVの概要	
- HTVシステムの目的	.....3
- ハードウェア構成	.....4
- 補給物資例(HTV4の場合)	.....5
2. HTVの運用概要	
- 運用概要図	.....7
- 安全評価の対象	.....8
- 打上げフェーズ	.....9
- ランデブ/近傍運用フェーズ	.....10
- 近傍運用フェーズ(キャプチャーフェーズ)	.....11
- 係留フェーズ	.....13
- 離脱フェーズ	.....16
- 再突入フェーズ	.....17
3. HTV3号機から4号機への変更点	
- 変更点(1/3)	.....20
- 変更点(2/3)	.....21
- 変更点(3/3)	.....22
4. HTV4号機ミッションのスケジュール	.....23



1. HTVの概要



2



HTVシステムの目的

- HTV(H-II Transfer Vehicle)はH-IIBロケットにより打ち上げられ、国際宇宙ステーション(ISS:International Space Station)に、最大6トンの物資を補給する。
 - － 輸送される物資は、与圧キャリア内に搭載されるISS船内向け補給品(内部補給品:衣類、食料、水、実験装置、システム補用品など)と、非与圧キャリアの曝露パレットに搭載されるISS船外向け補給品(外部補給品:システム補用品、曝露実験装置など)がある。
- なお、ISSへの物資補給後、ISSの不要品を最大6トン搭載してISSを離脱し、HTV本体ともども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南太平洋に廃棄する

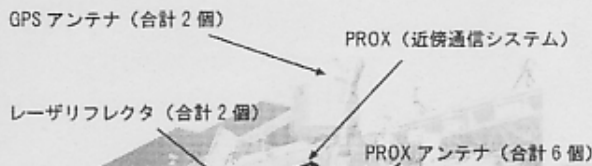


3



ハードウェア構成

HTV 支援システム (きぼう内)



レーザー光:
HTVとISSの間の距離、
相対速度を求めるために
HTVからレーザー光
を出し、レーザーリフレク
タで反射して帰ってくる
までの時間を測定する
ランデブセンサ(RVS)
で使用

レーザー光

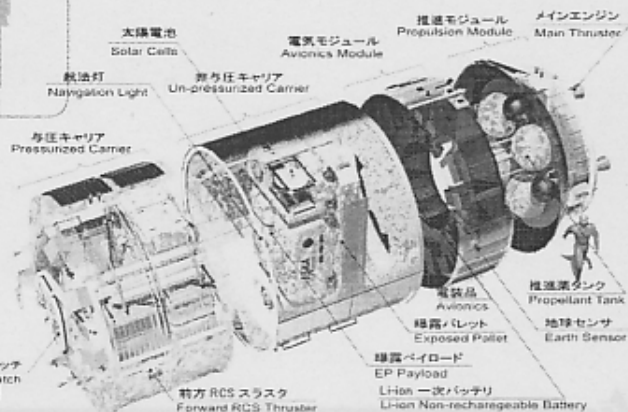
RFリンク

RFリンク
: Radio Frequency
無線通信リンク
HTVへのコマンド、
HTVからのデータ送信
のために使用



項目	諸元
全長	約10.0m (ノズル含む)
直径	約4.4m
質量	約16.5トン (打上時)
輸送目標軌道 (宇宙ステーション軌道)	高度: 350 km ~ 460 km 軌道傾斜角: 51.6度

HTV 機体構成

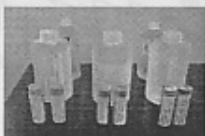


4



補給物資例 (HTV4の場合)

ISS船内向け補給品 (内部補給品): 約3.9 トン



ISS船外向け補給品 (外部補給品): 約1.5 トン

MBSU: Main Bus Switching Unit
ISS電力システム切り替え装置

UTA: Utility Transfer Assembly
ISS電力システム通信機



STP-H4 Space Test Program - Houston 4
ISS共通実験プラットフォーム



与圧キャリア

非与圧キャリア
/ 曝露パレット

電気モジュール

推進モジュール

宇宙ステーション補給機(HTV)



5

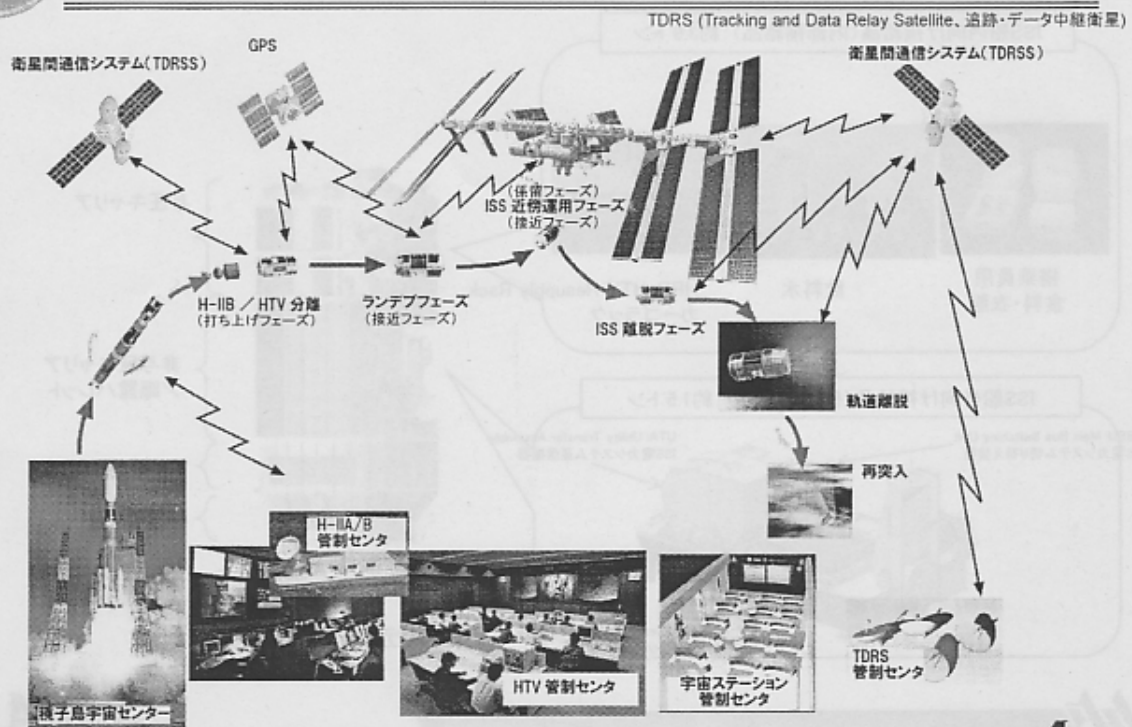


HTV-1	HTV-2	HTV-3
HTV-4	HTV-5	HTV-6
HTV-7	HTV-8	HTV-9
HTV-10	HTV-11	HTV-12

2. HTVの運用概要



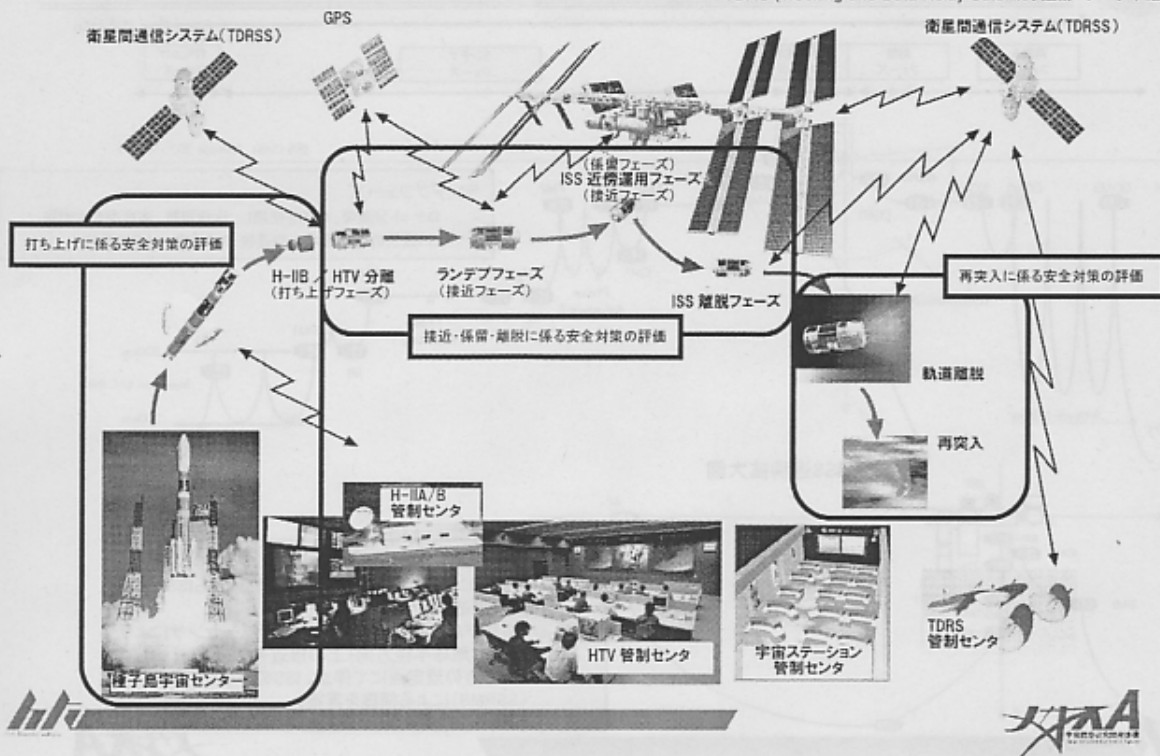
運用概要図





安全評価の対象

TDRS (Tracking and Data Relay Satellite, 追跡・データ中継衛星)



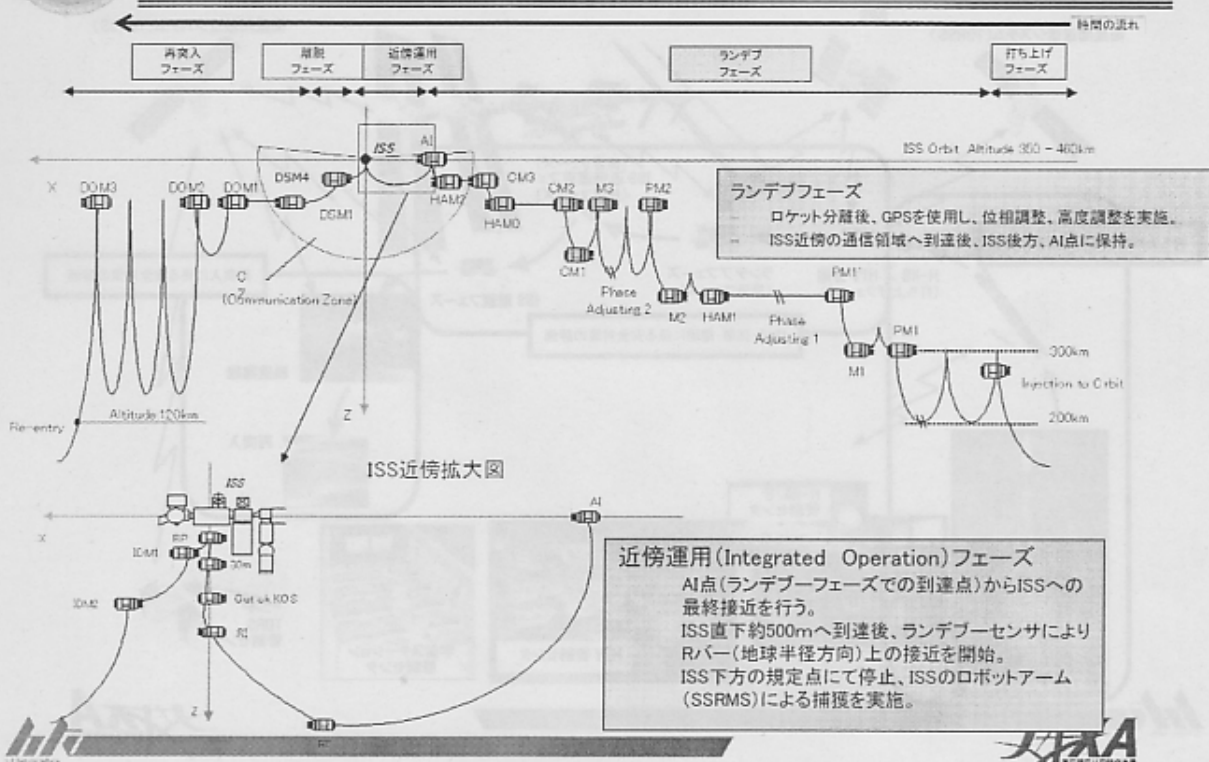
打上げフェーズ

- H-IIIBロケットはHTV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発射され、軌道傾斜角51.6度、軌道高度200km-300kmの楕円軌道にHTV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4分後に分離。
 - 約6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を分離投入。





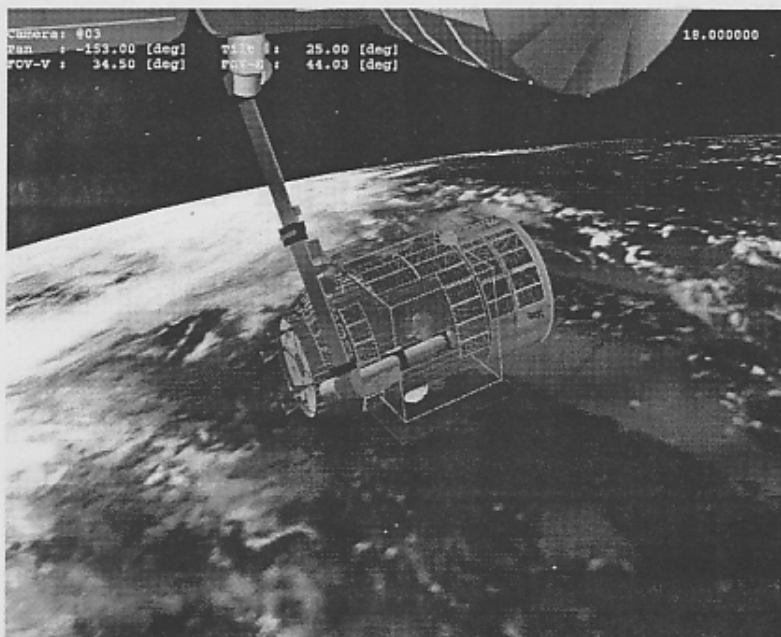
ランデブ／近傍運用フェーズ



10



近傍運用フェーズ(キャプチャフェーズ)



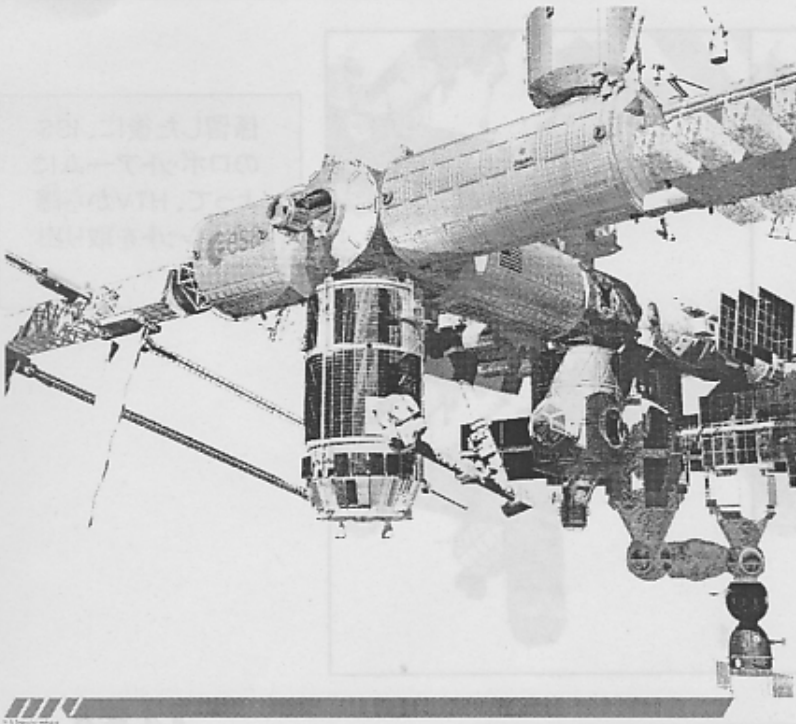
- ・ HTVはISSから約10m離れた点に相対停止。
- ・ HTVがキャプチャボックスと呼ばれる仮想インタフェースボックス内に規定どおり相対停止したことを確認してHTV側制御を完全停止。
- ・ クルーがロボットアームによりHTVを捕獲。
- ・ 異常時対応の運用調整が最も複雑な箇所。



11



近傍運用フェーズ(キャプチャフェーズ)



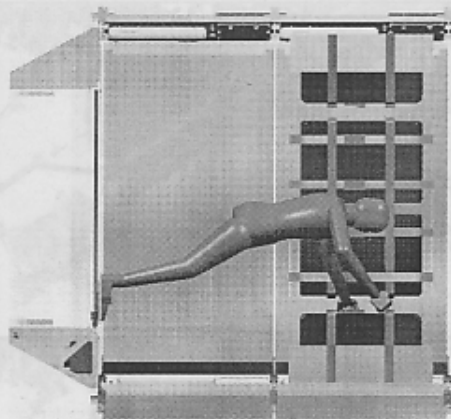
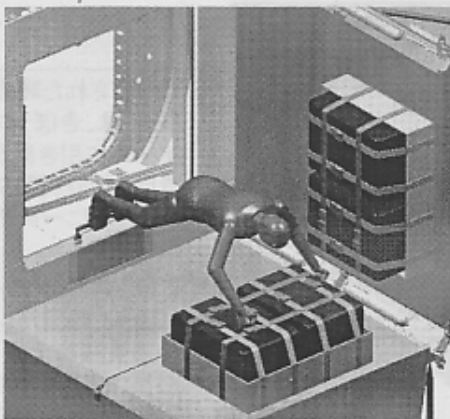
キャプチャされたHTVは、そのままISSのロボットアームによって、Node2 (ISSの実験モジュール結合機構) のNadirポート(地球に面したポート)にISS結合機構 (CBM: Common Berthing Mechanism)を介し、結合される。



12



係留フェーズ (CTB (Cargo Transfer Bag) 移送)



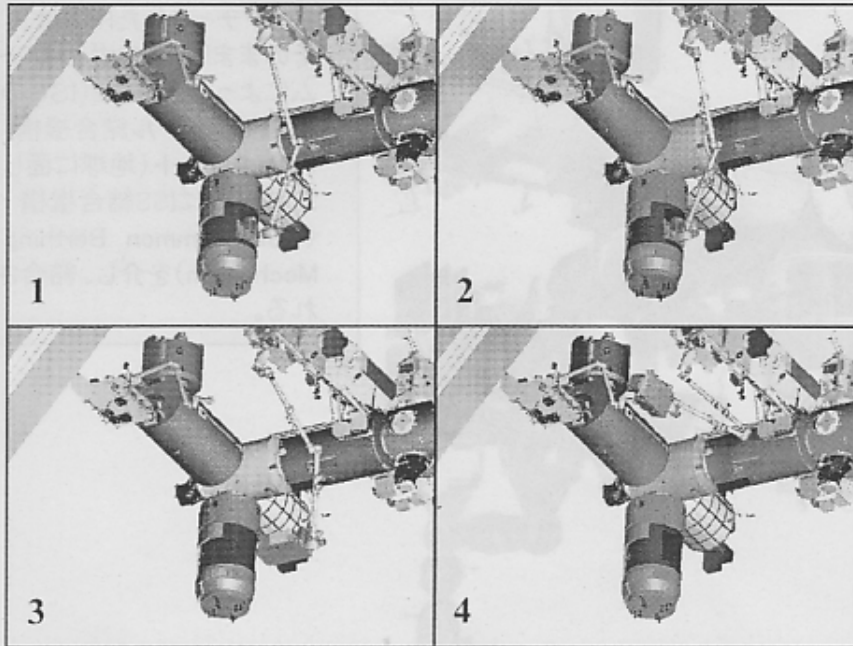
- クルーのIVA (船内活動)により補給物資をISSに搬入、不要品をHTVに搬入する。
- 補給ラックに取り付けられたソフトバッグ(CTB)類は、直接バッグごとラックからはずして移送する。



13



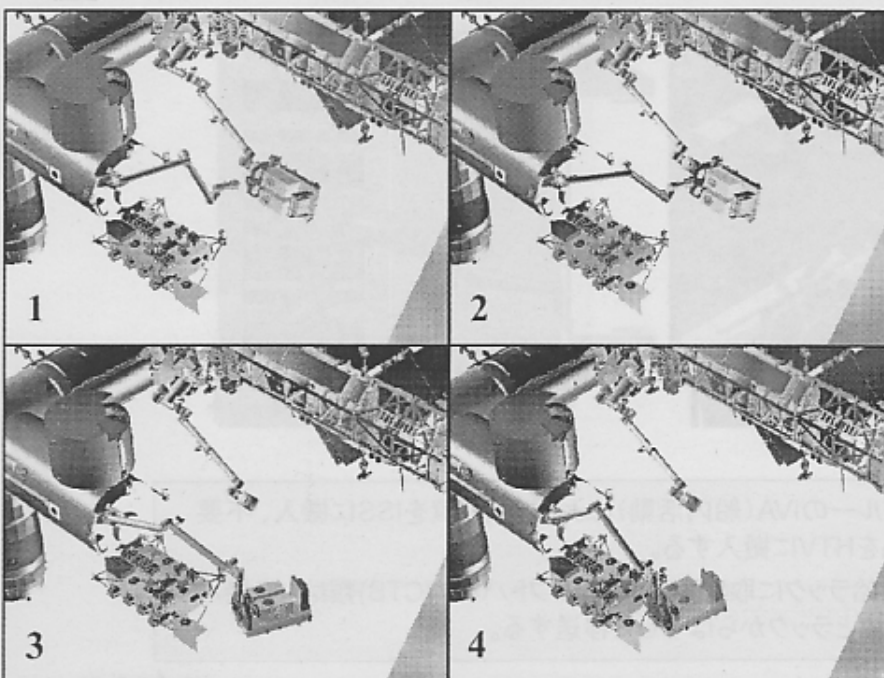
係留フェーズ (曝露パレット運用)



係留した後に、ISSのロボットアームによって、HTVから曝露パレットを取り出す。



係留フェーズ (曝露パレット運用)



取り出された曝露パレットは、きぼうロボットアームに引き継がれ、きぼう船外実験プラットフォームに一時固定される。

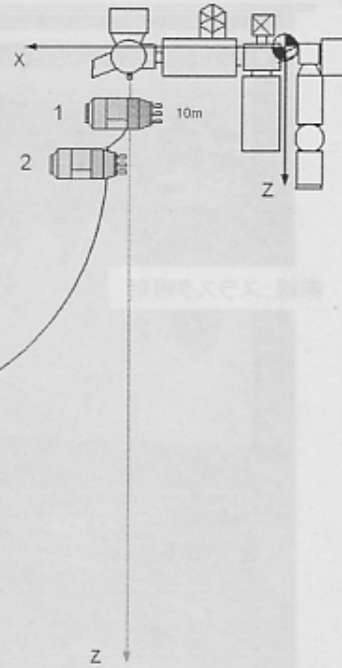
きぼうロボットアーム等によって曝露パレット上の物資補給を行った後、必要に応じて不要品を回収・固定し、帰還に向けてHTVに再度収納される。



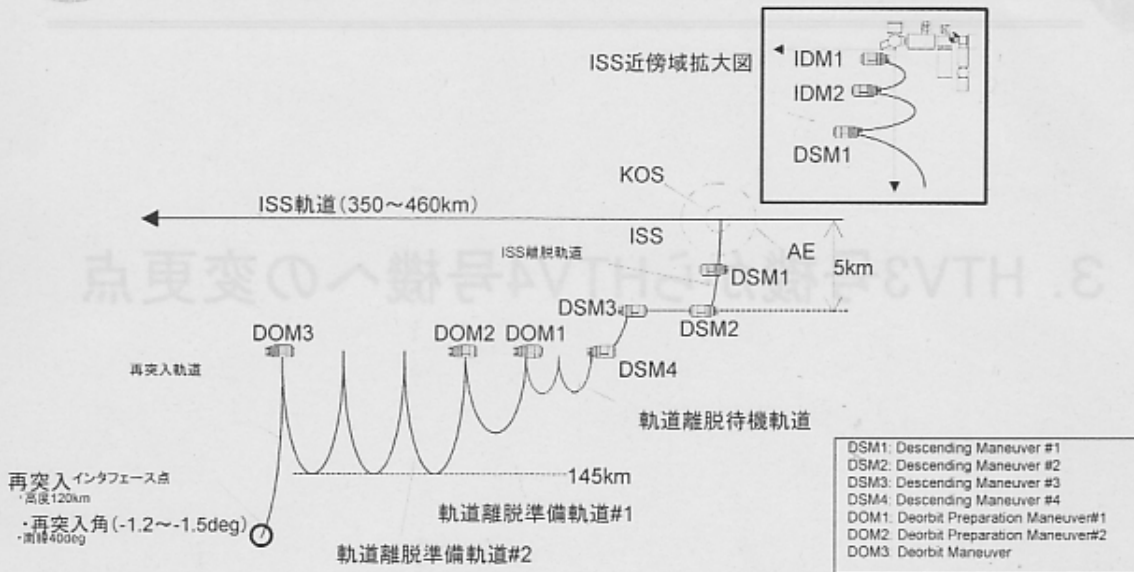


離脱フェーズ

- ・ HTVの航法系を動作させた状態でHTVをリリース
- ・ リリースを確認後クルーコマンドによりHTVを制御開始
- ・ HTVは小さいインパルスマヌーバを2回行いISSから離脱していく。



再突入フェーズ



- ・ ISS離脱後、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。





再突入フェーズ(参考) (再突入マヌーバと落下領域)



再突入フェーズ

3. HTV3号機からHTV4号機への変更点





HTV3号機からHTV4号機への変更点(1/3)

機体仕様概要

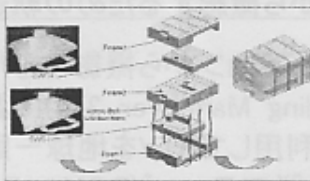
①【与圧キャリア】

- ・HTV2号機と同じスタンドオフCTBコンテナを搭載(2式)



②【与圧キャリア】

- ・HTV2号機と同じNASAの水バッグ(24式)



④【ソフトウェア】

- ・HTV3で得られた教訓を生かすため、運用のしやすさやフレキシビリティの改善事項等を盛り込んだバージョンのフライトソフトウェア(RVFS)適用

⑤【推進モジュール】

- ・HTV3でバックアップ品として購入してあった輸入品スラスタをHTV4用として使用。HTV2号機と同じコンフィギュレーションとした。

③【曝露パレット】

- ・EP4: Exposed Pallet for Multi Purpose (EP-MP)タイプの適用

STP-H4(NASA品)

UTA(NASA品)



MBSU(NASA品)

曝露ペイロード:

STP-H4: Space Test Program - Houston 4
ISS共通実験プラットフォーム

MBSU: Main Bus Switching Unit
ISS電力システム切り替え装置

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

⑥【推進モジュール】

- ・太陽電池パネルを一枚取り外し、表面電位センサを設置。これまでISSでもあまりデータが取れていないモジュールの表面電位を測定し、国際協力に資するとともに、ISS係留開始前後の電位の変化を知り、ランデブ宇宙機としての電気特性を知るために搭載。

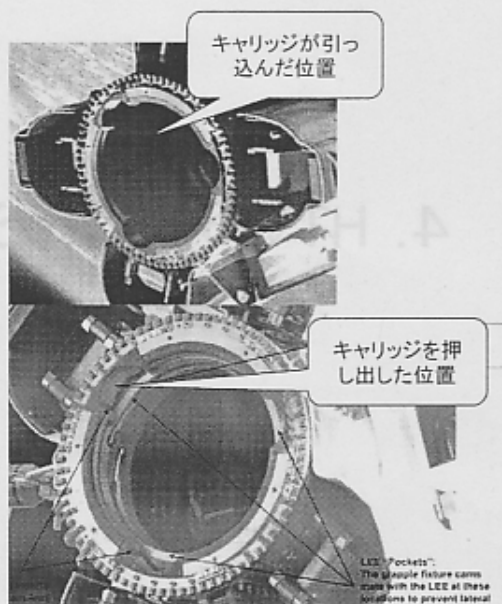


HTV3号機からHTV4号機への変更点(2/3)

リリース方式の変更

宇宙ステーションからの離脱時において、HTVをロボットアーム(SSRMS)からリリースする方法を、アームを固定したまま拘束を解きリリースする方法から、アームの先端内部の筒(キャリッジ)を動かし、HTVを弱い力で押し出しながらリリースする方法(プッシュオフ・リリース)に変更した。

これにより、アーム先端に引っかかった状態でアームを退避させる動作で誤ってHTVを引っ張り、意図せぬ初期速度を与えてしまう事象(HTV3にて発生)を防止し、安全性を高める。

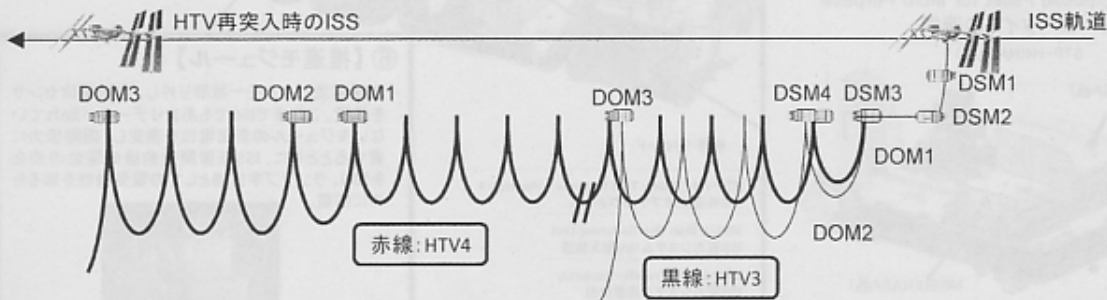




HTV3号機からHTV4号機への変更点(3/3)

再突入の様子を宇宙ステーションから撮影するための軌道を導入

HTVが再突入する様子を宇宙ステーションから撮影するため、新規に追加したマヌーバDSM3およびDSM4(Descending Maneuver 3/4)により、待機軌道高度を下げ、それによる相対速度差増大を利用して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(DOM1, DOM2, DOM3: De-Orbit Maneuver 1/2/3)を実施する。

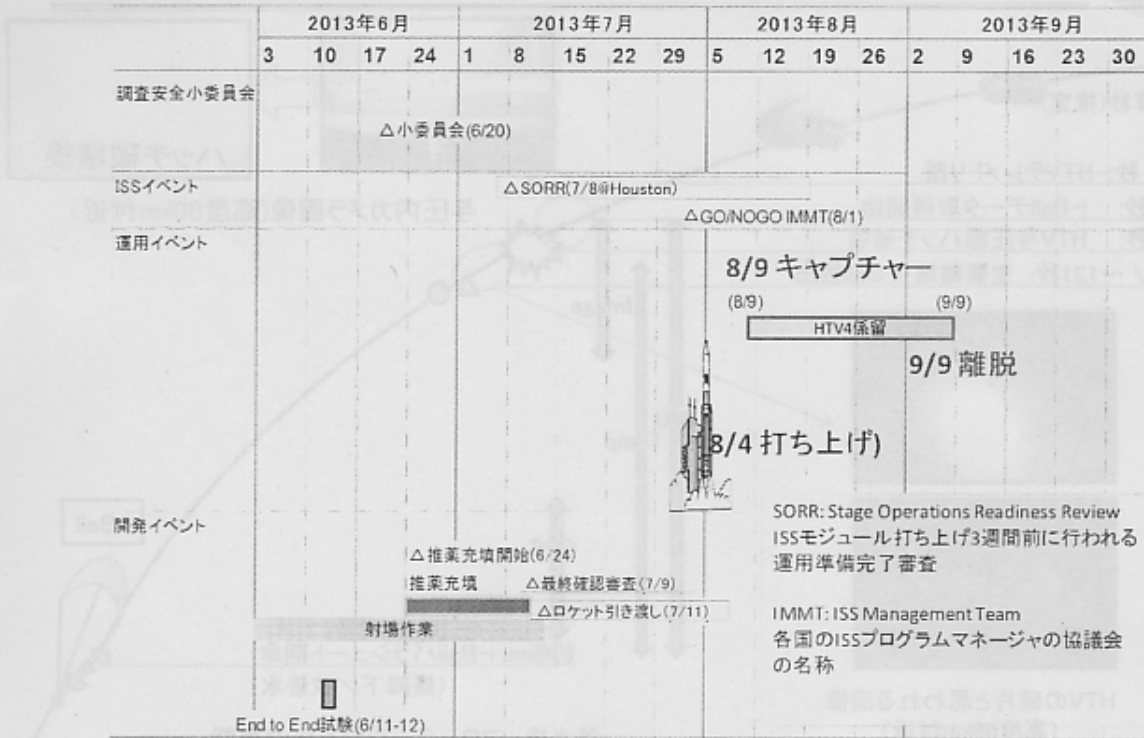


4. HTV4号機ミッションのスケジュール

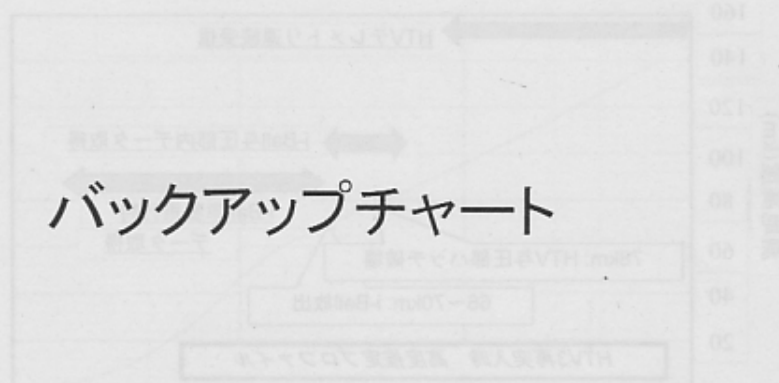




HTV4号機ミッションのスケジュール

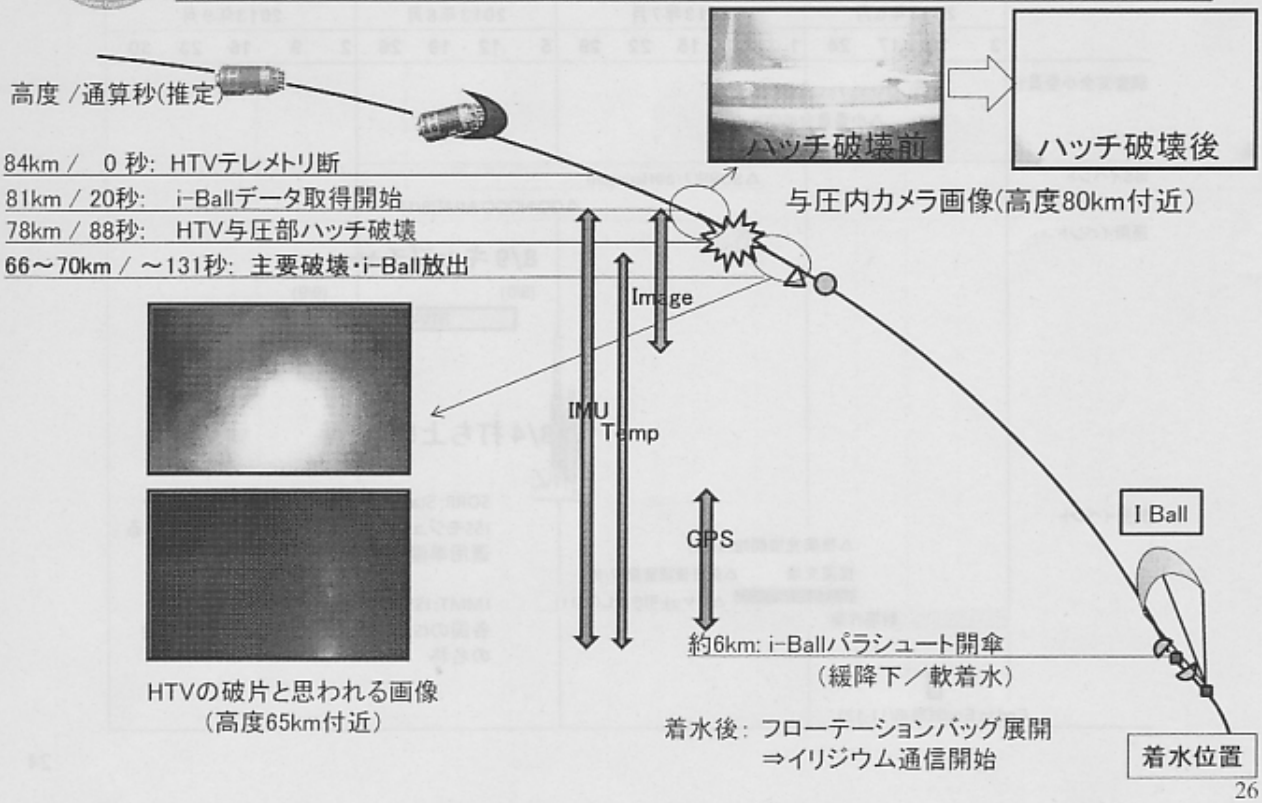


バックアップチャート

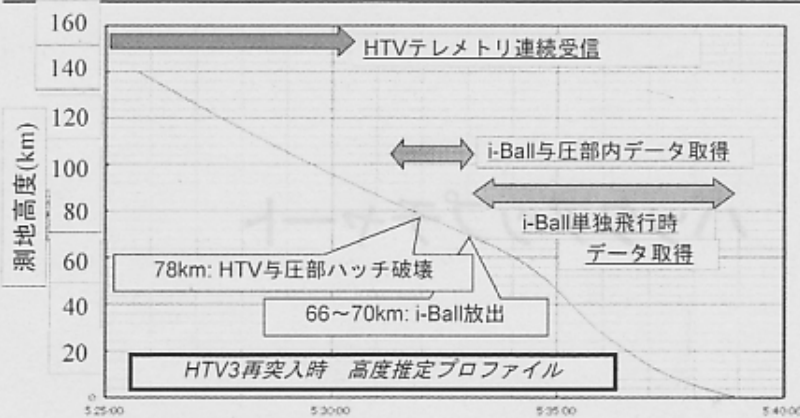




HTV3 i-Ball再突入データ取得状況



HTV4 i-Ball搭載計画



i-Ball取得データ

- 与圧部内データ取得
- ✓ 加速度・角速度
 - ✓ HTV与圧部構造温度 (HTV4新規)
 - ✓ HTV与圧部圧力 (HTV4新規)
 - ✓ 破壊画像取得

- 単独飛行時データ取得
- ✓ 加速度・角速度
 - ✓ GPSデータ
 - ✓ 破壊画像取得
 - ✓ i-Ball内部温度



i-Ballカプセル



(C) NASA/JAXA

i-Ball起動時の様子