



資料31-1-1

宇宙ステーション補給機 「こうのとり」7号機 (HTV7) の概要



平成30年5月18日
国立研究開発法人
宇宙航空研究開発機構

説明者
有人宇宙技術部門 HTV技術センター
センター長 植松 洋彦





目次



1. HTVの概要
 - HTVシステムの目的
 - ハードウェア構成
 - 補給物資例(HTV7の場合)
2. HTVの運用概要
 - 運用概要図
 - 安全評価の対象
 - 打上げフェーズ
 - ランデブ／近傍運用フェーズ
 - 近傍運用フェーズ
 - 係留フェーズ
 - 離脱フェーズ
 - 再突入フェーズ
3. HTV6号機から7号機への変更点
 - HTV7号機主要変更点



1. HTVの概要



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太平洋に廃棄する



ハードウェア構成



HTV 支援システム (きぼう内)

GPS アンテナ (合計 2 個)

PROX (近傍通信システム)

レーザーリフレクタ (合計 2 個)

PROX アンテナ (合計 6 個)

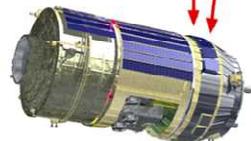
※ ISS搭乗員による緊急コマンドの送信端末を変更

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

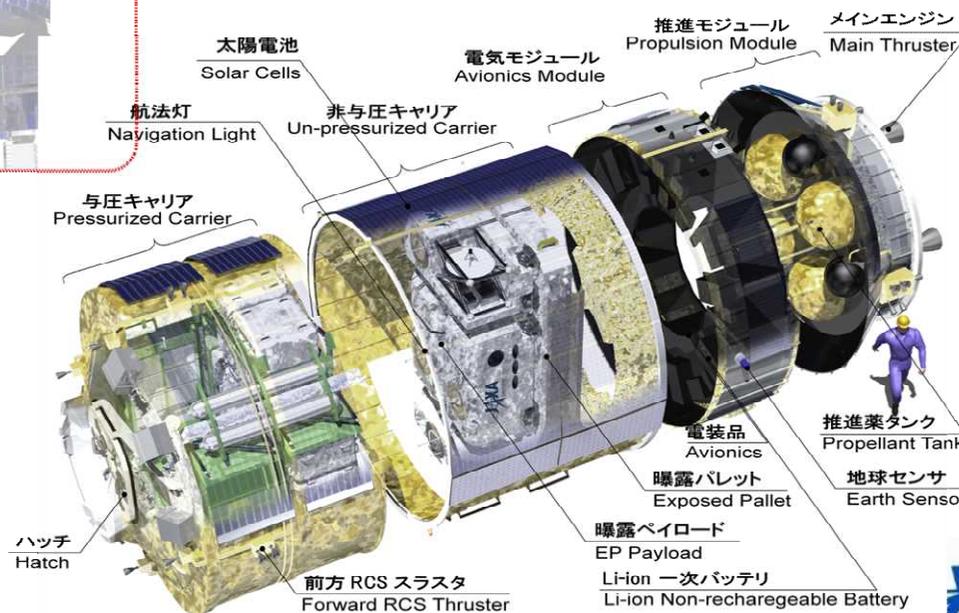
RFリンク

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





補給物資例(HTV7の場合)



ISS船内向け補給品(内部補給品)



HTV搭載小型
回収カプセル
(JAXA)



プロバイオティクス
実験キット
(JAXA)

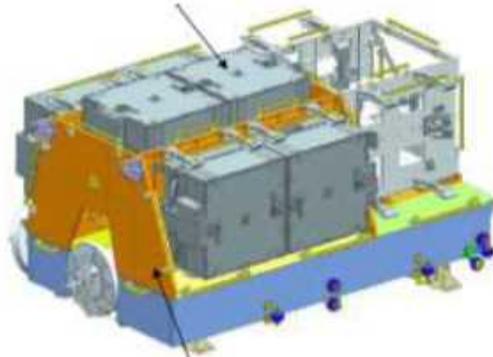


生命科学
グローブ
ボックス
(NASA)

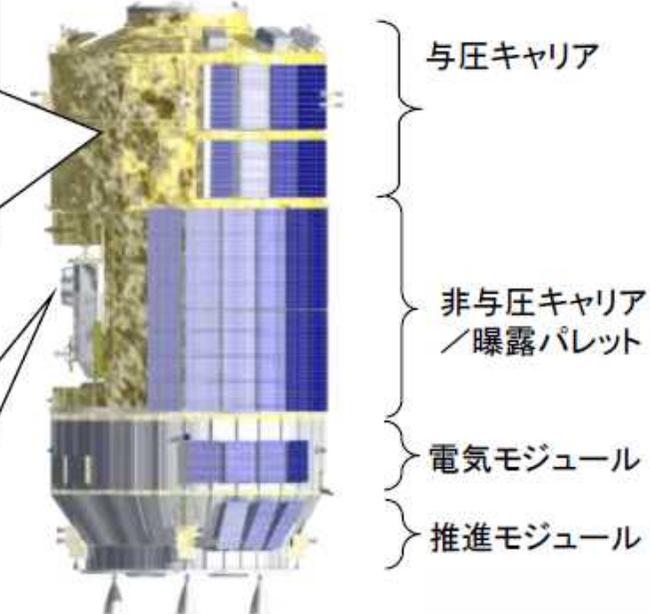


生命
維持
装置
(ESA)

ISS船外向け補給品(外部補給品)



宇宙ステーション電力維持に必要なリチウムイオンバッ
テリー6式(NASA)



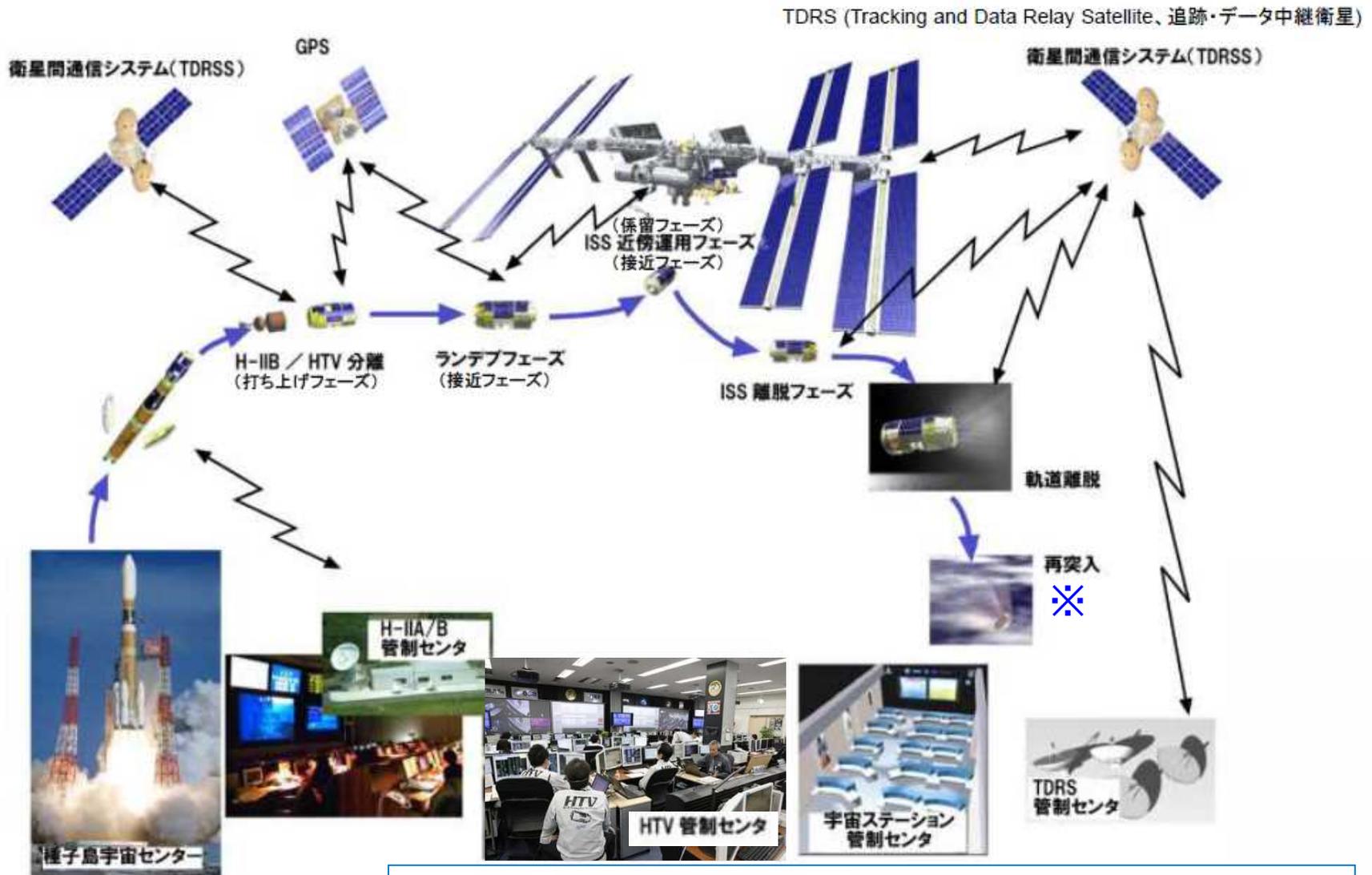
宇宙ステーション補給機(HTV)



2. HTV運用概要



運用概要図



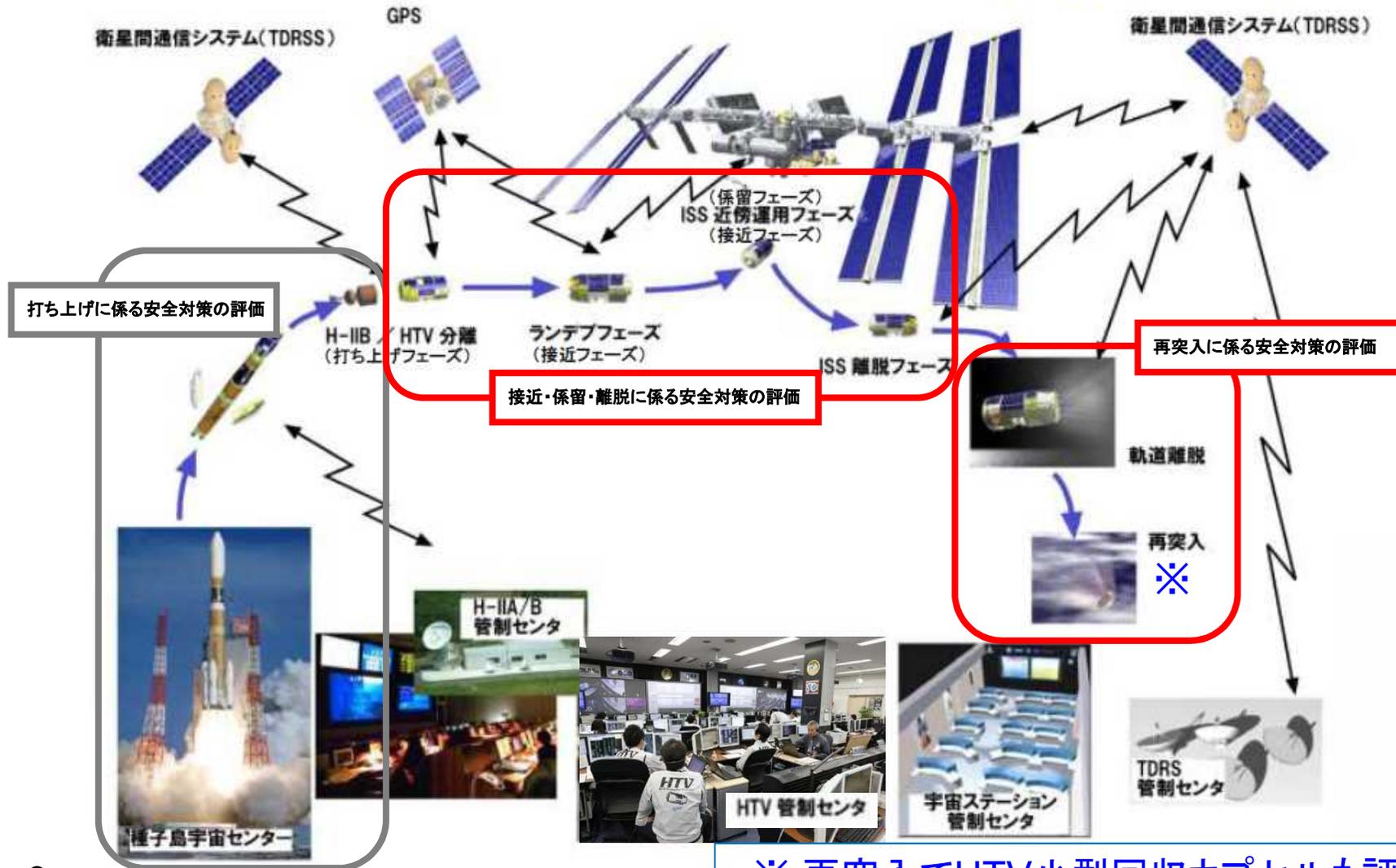
※ 再突入時にHTV小型回収カプセル放出運用を追加



安全評価の対象



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



※ 再突入でHTV小型回収カプセルも評価



打上げフェーズ

6号機から変更なし



- H-IIB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。

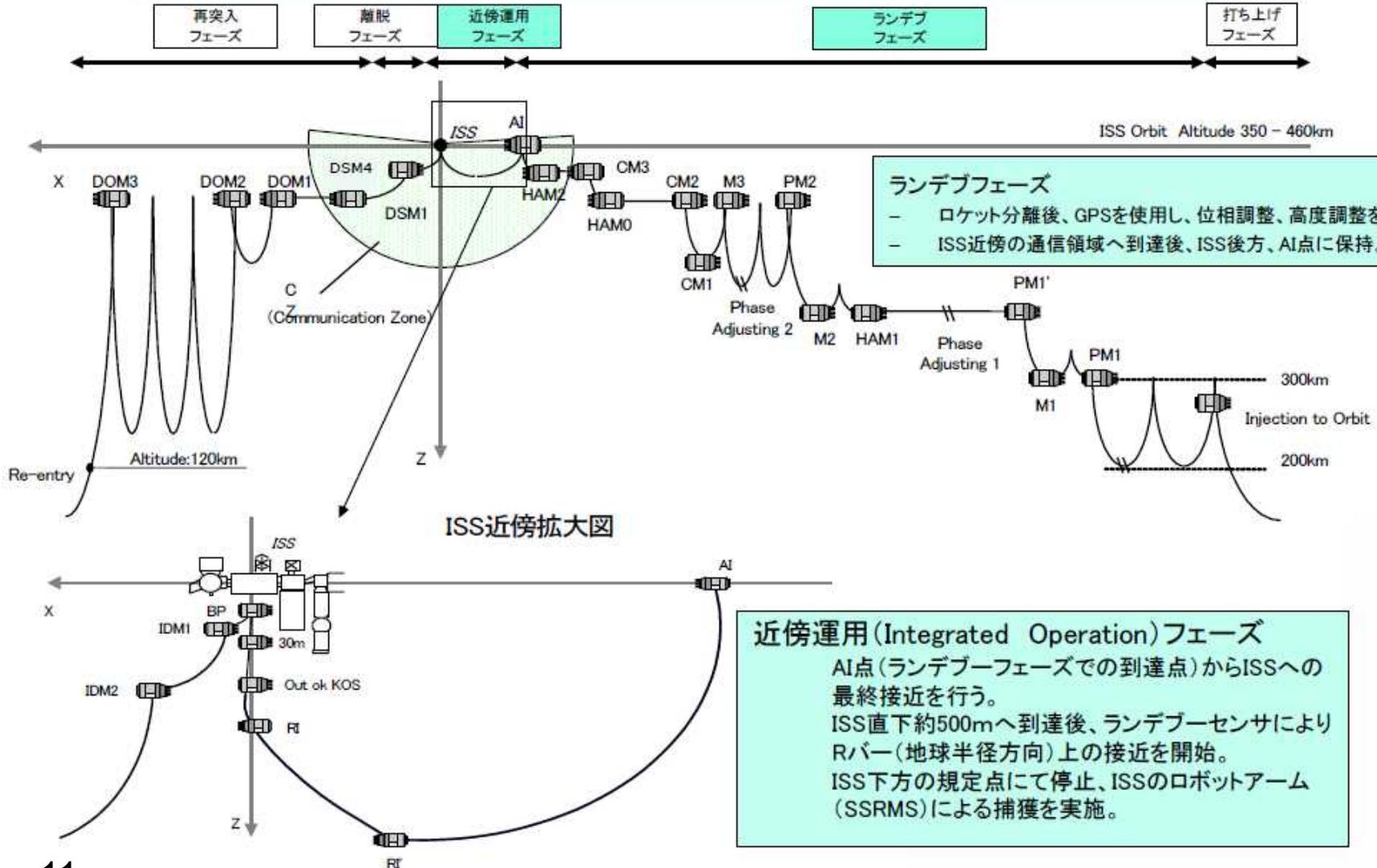


ランデブ／近傍運用フェーズ

6号機から変更なし



時間の流れ



ランデブフェーズ

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

近傍運用 (Integrated Operation) フェーズ

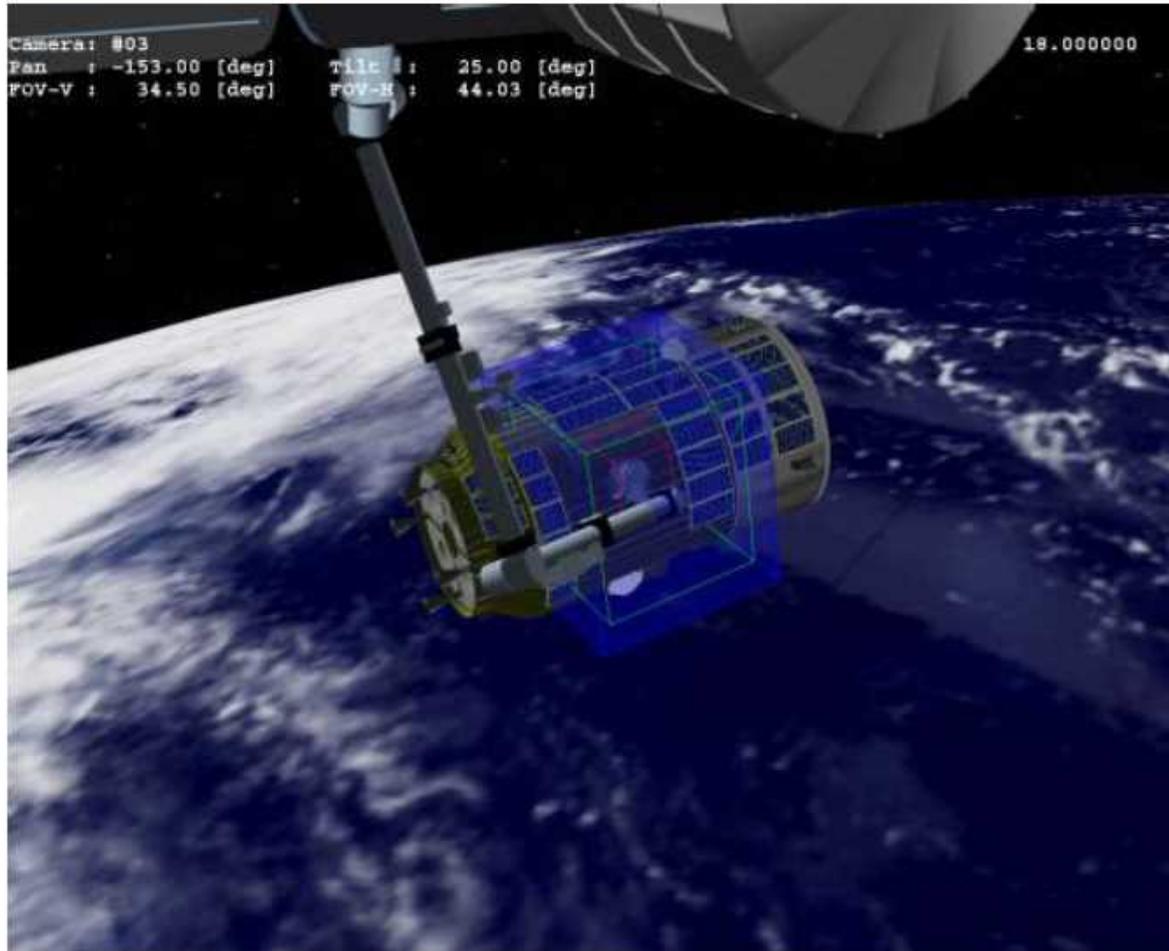
AI点 (ランデブフェーズでの到達点) からISSへの最終接近を行う。
 ISS直下約500mへ到達後、ランデブセンサーによりRバー (地球半径方向) 上の接近を開始。
 ISS下方の規定点にて停止、ISSのロボットアーム (SSRMS) による捕獲を実施。



近傍運用フェーズ(キャプチャーフェーズ)



6号機から変更なし



- ・ 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。



近傍運用フェーズ(キャプチャーフェーズ)



6号機から変更なし



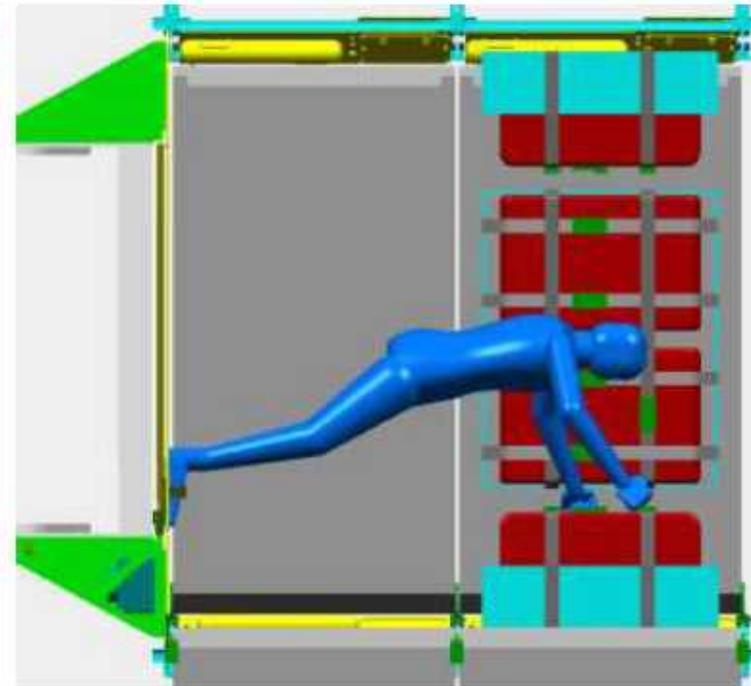
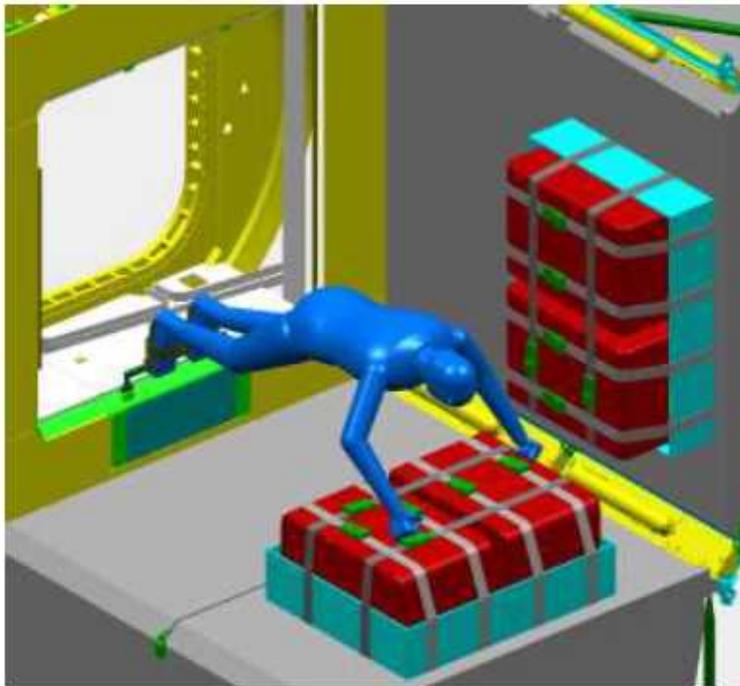
- ・ キャプチャされたHTVは、そのままISSのロボットアームによって、Node2 (ISSの実験モジュール結合機構) のNadirポート(地球に面したポート)にISS結合機構 (CBM: Common Berthing Mechanism)を介し、結合される。



係留フェーズ(補給物資等移送)



6号機から変更なし

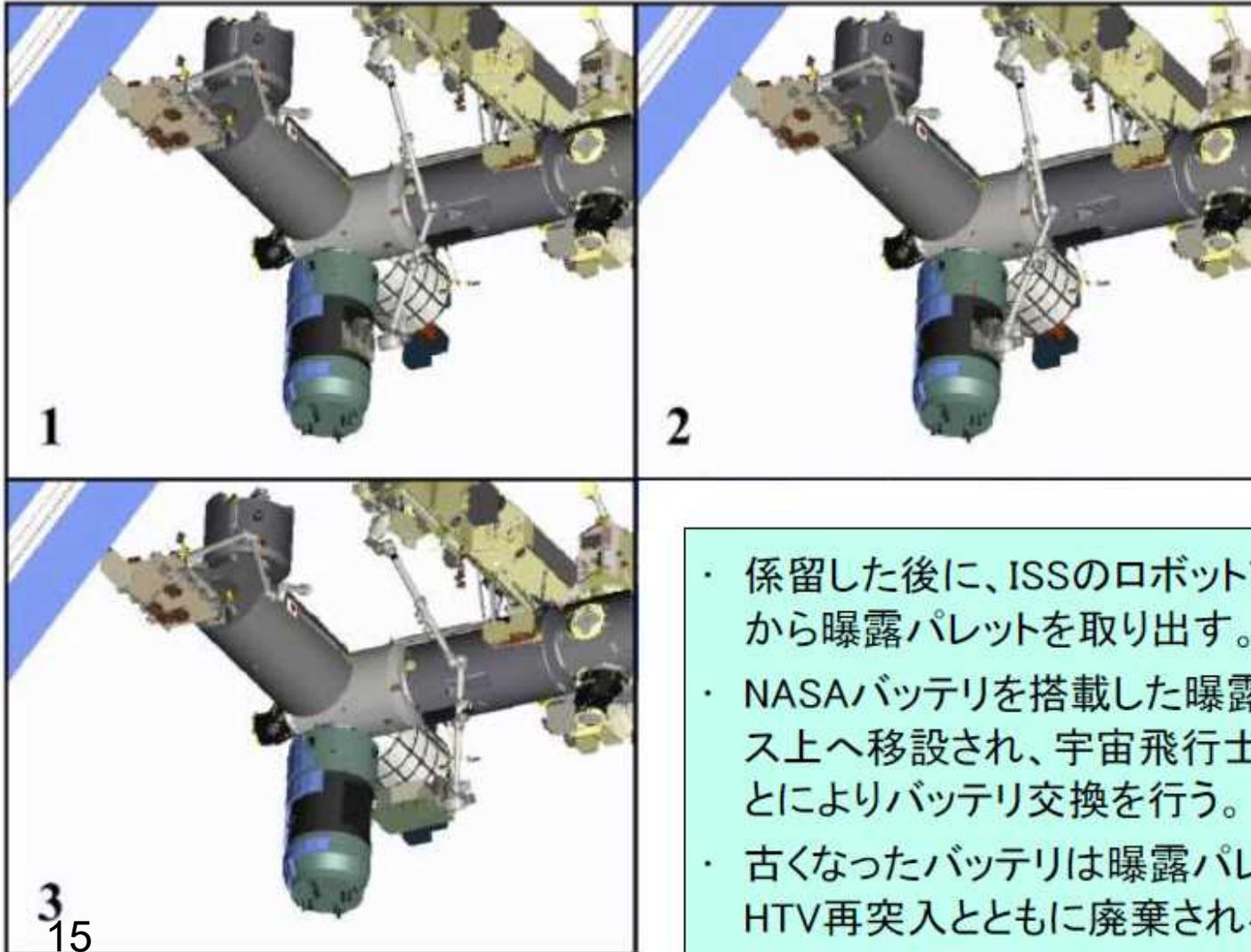


- クルーの船内活動により補給物資をISSに搬入。その後今度は不要品をISSからHTVに搬入する。
- 補給ラックに取り付けられたソフトバッグ(CTB)類は、直接バッグごとラックからはずして移送する。



係留フェーズ(曝露パレット運用)

6号機から変更なし



- ・ 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。
- ・ NASAバッテリーを搭載した曝露パレットはISSのトラス上へ移設され、宇宙飛行士が船外活動を行うことによりバッテリー交換を行う。
- ・ 古くなったバッテリーは曝露パレットに搭載され、HTV再突入とともに廃棄される。

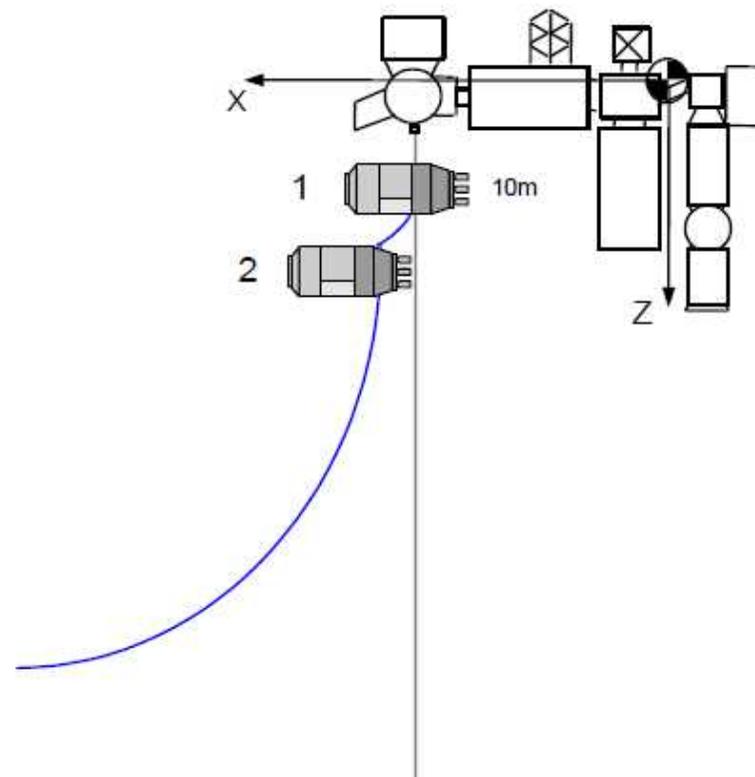


離脱フェーズ

6号機から変更なし



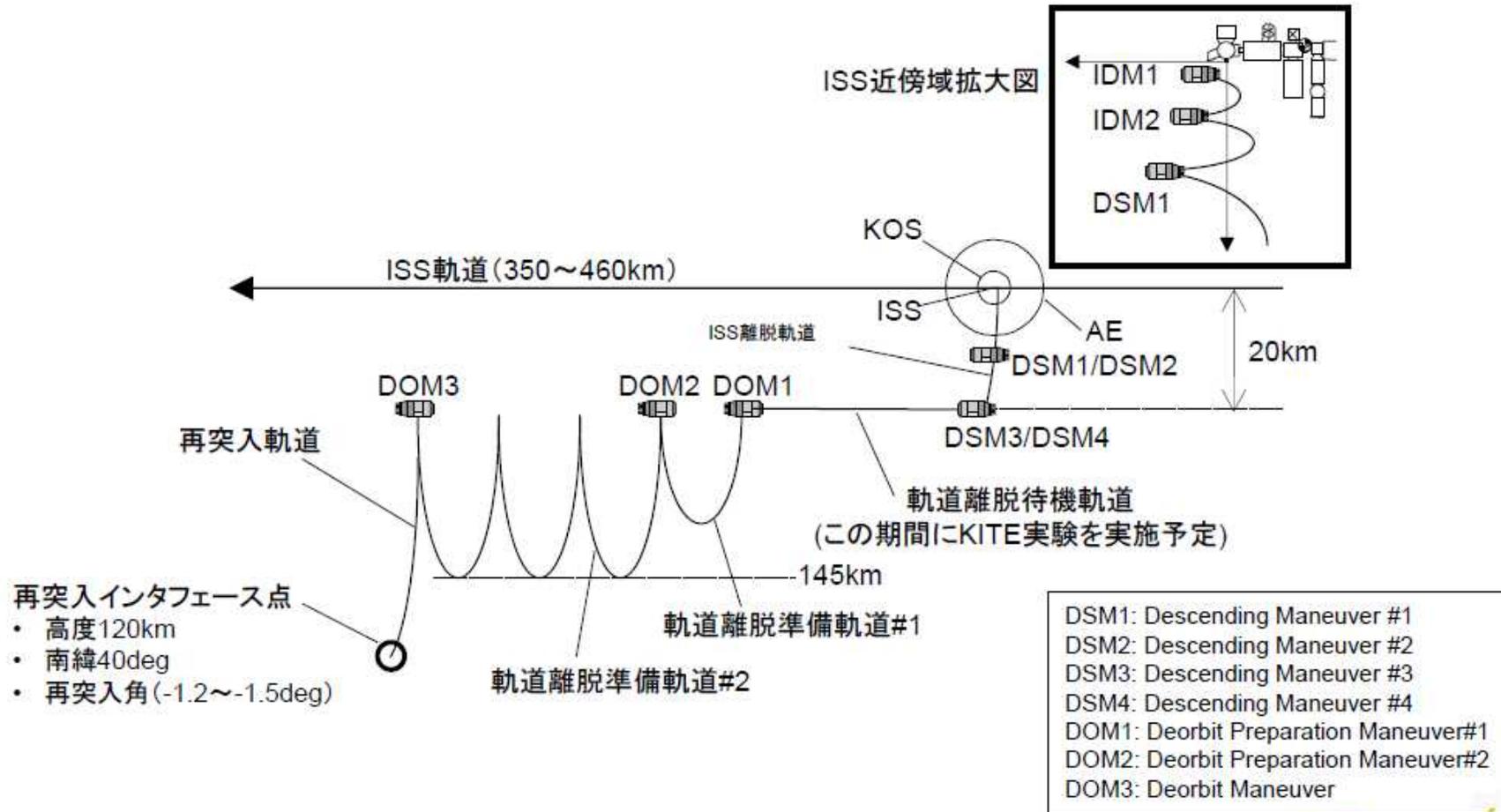
- ・ HTVの航法系を動作させた状態でHTVをリリース
- ・ リリースを確認後クルーコマンドによりHTVを制御開始
- ・ HTVは小さいインパルスマヌーバを2回行いISSから離脱していく





再突入フェーズ

6号機から変更なし



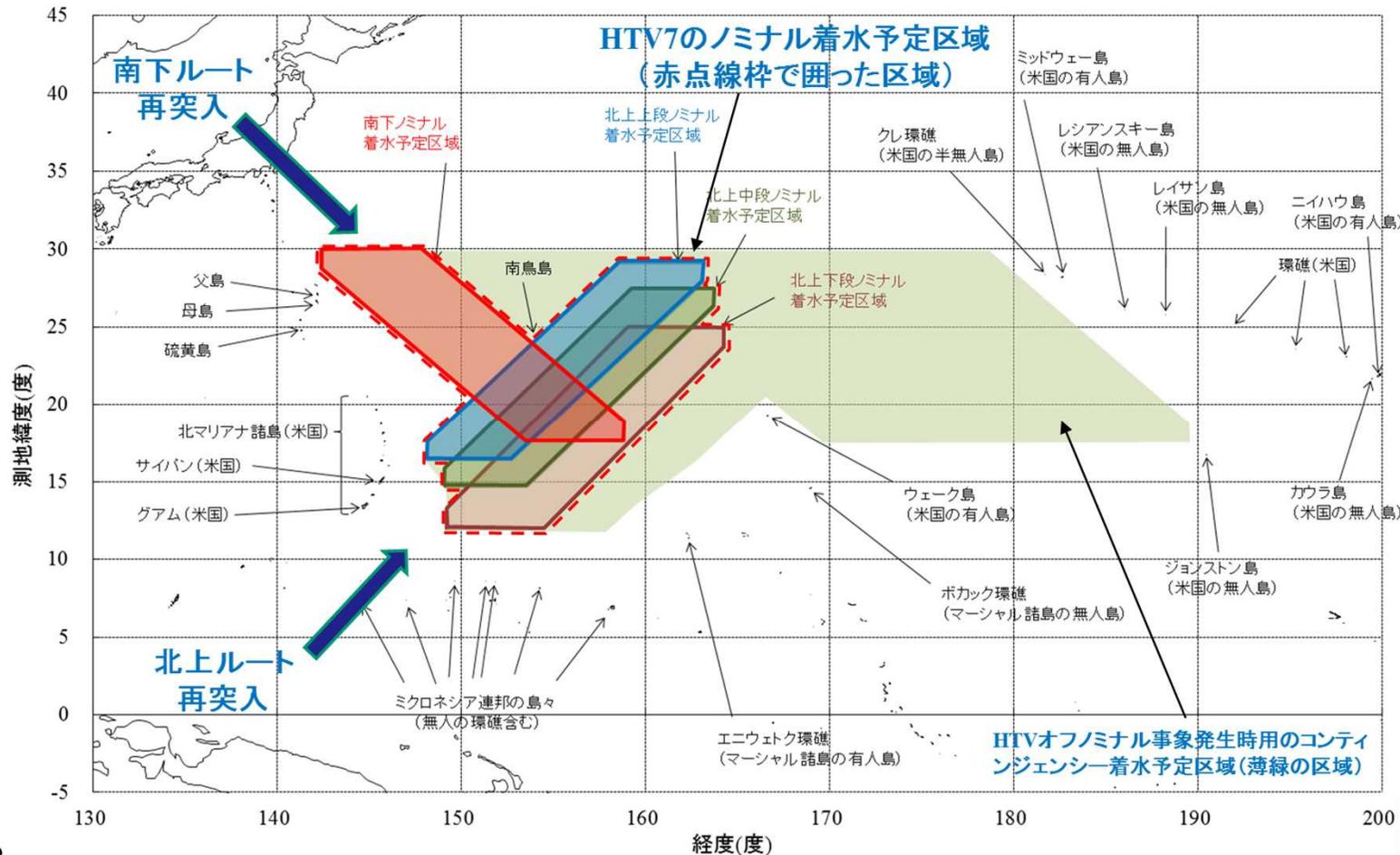
- ISS離脱後、ISS下方約20キロの軌道で、地球上に設定した落下地点へ経度方向が一致するまで待機。
- 2回のマヌーバで徐々に近地点高度を下げ3回目のマヌーバでGPS絶対航法機能を使用し、再突入を実施。



再突入フェーズ(参考)

(再突入マヌーバと落下領域)

- 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)および軌道離脱マヌーバ実施までの軌道予測誤差等を踏まえて、再突入軌道が着水予定区域の経度幅の範囲に入るように計画する。





3. HTV6号機からHTV7号機への変更点



HTV6号機からHTV7号機への主要変更点

【フライトセグメント全般】

- (変更点:1) 質量特性の変更
- (変更点:2) 太陽電池パネル/ミッション機器の搭載コンフィギュレーション変更
- (変更点:3) 小型回収カプセル&与圧隔壁搭載
- (変更点:4) ガラスクロステーブの変更

【与圧キャリア】

- (変更点:5) 航法灯個数削減によるMLI切欠き部を塞ぐ処置
- (変更点:6) ユーザージャンパケーブルのピンアサイン変更
- (変更点:7) 与圧部ヒータ削減

【推進モジュール】

- (変更点:11) ミッション機器 (KITE, SFINKS) の非搭載処置
- (変更点:12) アウトガス量の少ないガラスクロステーブへの変更

【NASAラック、ESAラック】

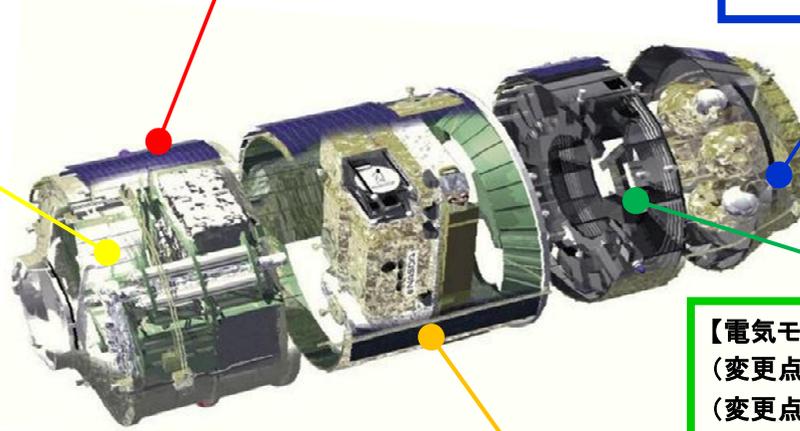
- (変更点:16) NASAとESAのラックを与圧キャリアに搭載

【運用】

- (変更点:17) NASA ISS搭載可搬型PCを使用した緊急時のHTV運用

【再突入】

- (変更点:18) 小型回収カプセル搭載に伴う再突入着地予定区域の変更



【非与圧キャリア】

- (変更点:8) ミッション機器の非搭載処理
- (変更点:9) ミッション機器搭載用開口部の不使用に伴うMLI改修(開口部を塞ぐ処置)
- (変更点:10) HTV6非搭載構体温度センサの艤装

【電気モジュール】

- (変更点:13) COM IOS-Nadir系統の削除
- (変更点:14) P-BAT台数を1台削減 (6台→5台)
- (変更点:15) RVFSの改修
 - 北上飛行経路再突入誤差の改善
 - RVS 再捕捉後のリトリート時コリドーチェック閾値変更

・ 主要変更点に関する影響の評価は、資料31-1-2に示す

COM-IOS: Inter-Orbit Communication System (衛星間通信システム)

P-BAT: Primary Battery(一次電池)

RVFS: Rendezvous Flight Software(ランデブ用ソフトウェア)

KITE: Kounotori Integrated Tether Experiments (6号機ミッション機器)

SFINKS: Solar cell Film array sheet for Next generation(6号機ミッション機器)

RVS: Rendezvous Sensor (ランデブセンサ)

ISPR: International Standard Payload Rack(国際標準実験ラック)

HRR: HTV Resupply Rack (HTV補給ラック)

HCP: Hardware Command Panel (搭乗員用コマンドパネル)

PCS: Portable Computer System (ISS可搬型PC)