

宇宙ステーション補給機「こうのとり」6号機(HTV6)に
係る安全対策について
(調査審議結果)

平成28年7月14日
科学技術・学術審議会
研究計画・評価分科会
宇宙開発利用部会

目 次

1. 概要
2. 調査審議の方法
3. 調査審議の結果

参考 1 科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会
宇宙開発利用部会 委員名簿

参考 2 科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会
宇宙開発利用部会 調査・安全小委員会 委員名簿

付録 1 宇宙ステーション補給機「こうのとり」6号機（HTV6）の概要

付録 2 宇宙ステーション補給機「こうのとり」6号機（HTV6）の接近・係留・離脱
フェーズに係る安全検証結果について

付録 3 宇宙ステーション補給機「こうのとり」6号機（HTV6）の再突入に係る安全
評価について

1. 概要

宇宙ステーション補給機「こうのとり」6号機（以下「HTV6」という。）の打上げが予定されている。H-II B ロケット6号機で打ち上げられるHTV6は、国際宇宙ステーション（ISS）に接近・結合して輸送物資を補給した後、ISSから回収した不要品等を搭載してISSを離脱し、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される予定である。

このHTV6のISS近傍での運用（接近、係留、離脱フェーズ）に際しての安全対策について、JAXA（国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構）は、NASA（米国航空宇宙局）との役割分担に則して安全審査を終了した。また、HTV6の大気圏への再突入に際しての安全対策についても、JAXAは安全審査を終了した。

科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会宇宙開発利用部会（以下「宇宙開発利用部会」という。）では、上記のJAXAによる安全対策の妥当性について調査審議を行った。本報告書は、その調査審議の結果を取りまとめたものである。

2. 調査審議の方法

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

- ・HTV6のISS近傍での運用（接近、係留、離脱フェーズ）に際しての安全対策の妥当性については、「宇宙ステーション補給機「こうのとり」（HTV）に係る安全対策の評価のための基本指針（平成24年9月6日 科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会宇宙開発利用部会）」（以下「評価指針」という。）に基づいて調査審議を行った。
- ・HTV6の大気圏への再突入に際しての安全対策の妥当性については、「ロケットによる人工衛星等の打上げに係る安全対策の評価基準（平成28年6月14日 科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会宇宙開発利用部会）」（以下「評価基準」という。）に基づいて調査審議を行った。

調査審議は、以下の日程で、全て公開で行った。

- ・平成28年7月1日 調査・安全小委員会（第19回）
- ・平成28年7月14日 宇宙開発利用部会（第29回）

3. 調査審議の結果

JAXA は、HTV6 の ISS 近傍での運用（接近、係留、離脱フェーズ）に際して、号機横断的な審査結果と 5 号機までの審査・運用実績を踏まえた安全対策について、NASA との役割分担を含む所定のプロセスに則した安全審査を実施し、安全対策の妥当性が確認されたとしている。JAXA の安全対策について調査審議を行った結果、評価指針に定める各要件を満たしていると判断できる。

また JAXA は、HTV6 の大気圏への再突入に際して、5 号機までの再突入運用の経験を踏まえた安全対策について安全審査を実施し、安全対策の妥当性が確認されたとしている。JAXA の安全対策について調査審議した結果、評価基準に定める飛行安全対策と安全管理体制の各要件を満たしていると判断できる。

以上のとおり、JAXA による安全審査により妥当と判断された HTV6 に係る安全対策は、評価指針・評価基準に定める各要件を満たしており、妥当であると判断する。

(参考 1)

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 宇宙開発利用部会 委員名簿

(五十音順)

(委員)

部会長代理	佐藤 勝彦	日本学術振興会学術システム研究センター所長
部会長	白石 隆	政策研究大学院大学長／日本貿易振興機構アジア 経済研究所長

(臨時委員)

青木 節子	慶應義塾大学大学院法務研究科教授
井川 陽次郎	読売新聞東京本社論説委員
柴崎 亮介	東京大学空間情報科学研究センター教授
白井 恭一	慶應義塾大学法学大学院講師（非常勤）／元東京海上 日動火災保険株式会社航空保険部部長
鈴木 真二	東京大学大学院工学系研究科教授
高橋 德行	トヨタ海運株式会社代表取締役社長
永原 裕子	東京大学大学院理学系研究科教授
林田 佐智子	奈良女子大学大学院自然科学系教授
藤井 良一	情報・システム研究機構理事
星出 彰彦	国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構有人宇宙 技術部門宇宙飛行士運用技術ユニット宇宙飛行士 グループ技術領域リーダー
松尾 亜紀子	慶應義塾大学理工学部教授
安岡 善文	東京大学名誉教授
横山 広美	東京大学大学院理学系研究科准教授
吉田 和哉	東北大学大学院工学研究科教授
米本 浩一	九州工業大学大学院工学研究院教授

(参考2)

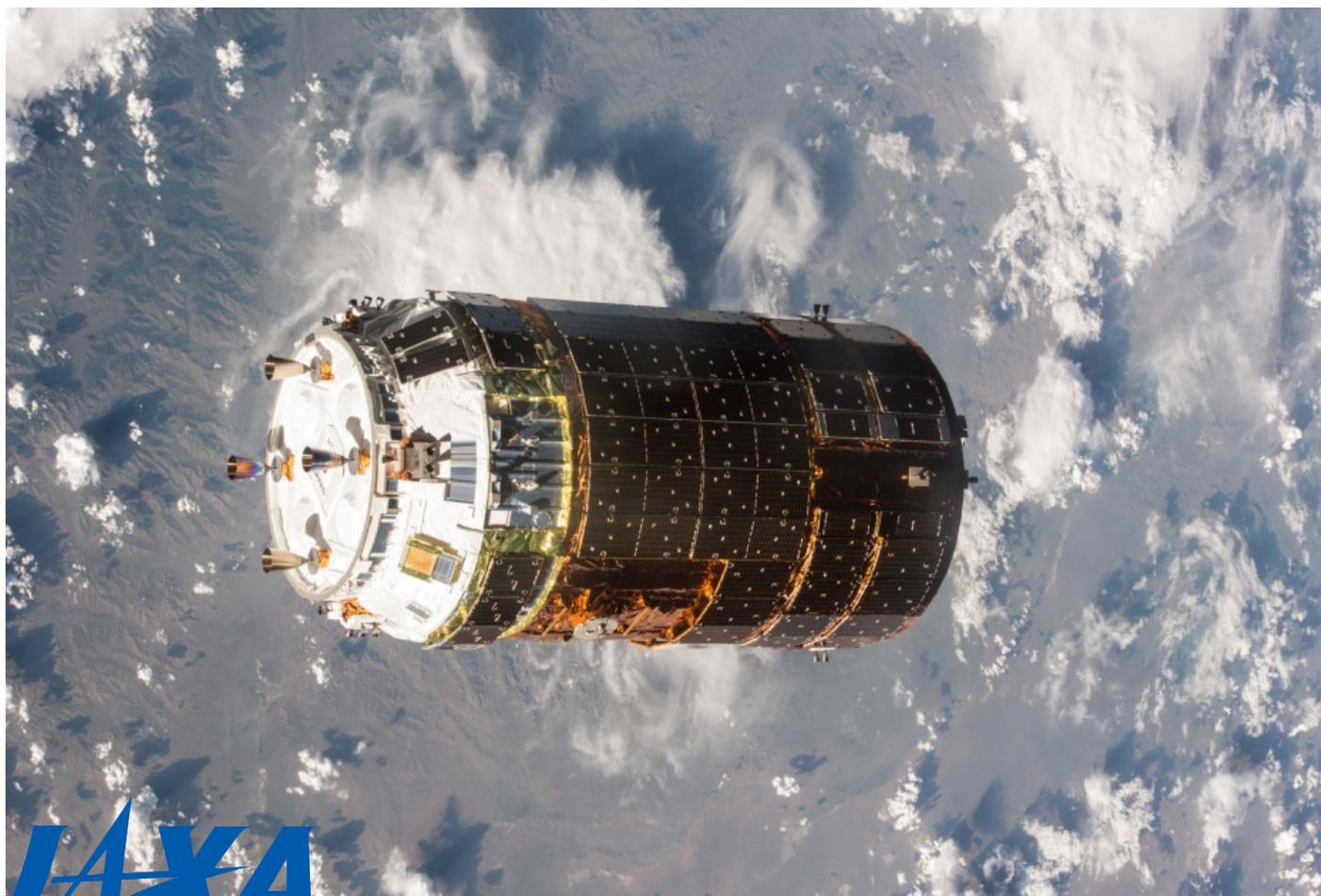
科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会
宇宙開発利用部会 調査・安全小委員会 委員名簿

(五十音順)

	飯田光明	国立研究開発法人産業技術総合研究所環境安全本部安全管理部審議役
主査代理	折井武	衛星設計コンテスト実行委員会 会長
	門脇直人	国立研究開発法人情報通信研究機構執行役兼ワイヤレスネットワーク総合研究センター長、オープンイノベーション推進本部長
	鈴木和幸	電気通信大学大学院総合情報学専攻教授
	田村圭子	新潟大学危機管理室教授
主査	中島俊	帝京大学理工学部航空宇宙工学科教授
	野口和彦	横浜国立大学大学院環境情報研究院教授
	馬嶋秀行	鹿児島大学大学院医歯学総合研究科教授
	松尾亜紀子	慶應義塾大学理工学部教授
主査代理	渡邊篤太郎	元独立行政法人宇宙航空研究開発機構執行役

(付録1)

宇宙ステーション補給機 「こうのとり」6号機 (HTV6) の概要



2016年7月1日
宇宙航空研究開発機構



目次

1. HTVの概要

- HTVシステムの目的4
- ハードウェア構成5
- 補給物資例(HTV6の場合)6

2. HTVの運用概要

- 運用概要図8
- 安全評価の対象9
- 打上げフェーズ10
- ランデブ/近傍運用フェーズ11
- 近傍運用フェーズ(キャプチャーフェーズ)12
- 係留フェーズ14
- 離脱フェーズ16
- 再突入フェーズ17

3. HTV5号機から6号機への変更点

- HTV5号機から6号機への主要変更点20
- 導電性テザー実証実験(KITE)の搭載21
- KITE運用シーケンス概要22
- HTV6打上げ時のISSリフレクタコンフィギュレーション 23





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南太平洋に廃棄する





ハードウェア構成

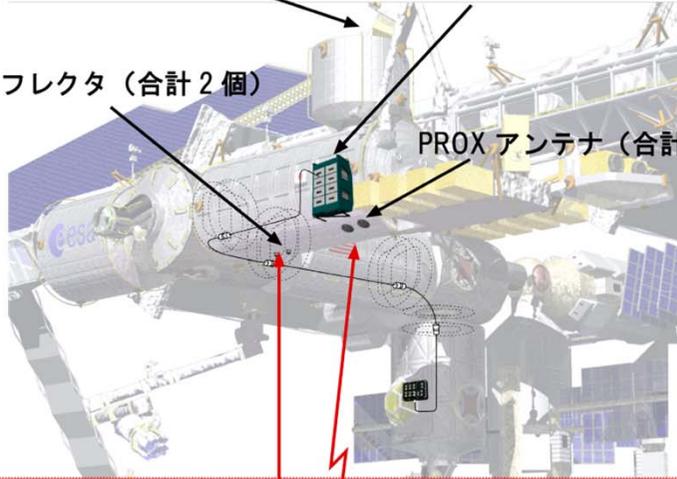
HTV 支援システム (きぼう内)

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)

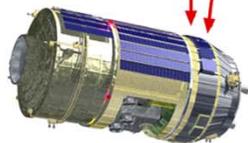


レーザー光:
HTVとISSの間の距離、
相対速度を求めるため
にHTVからレーザー光
を出し、レーザーリフレ
クタで反射して帰って
くるまでの時間を測定
するランデブセンサ(RVS)
で使用

レーザー光

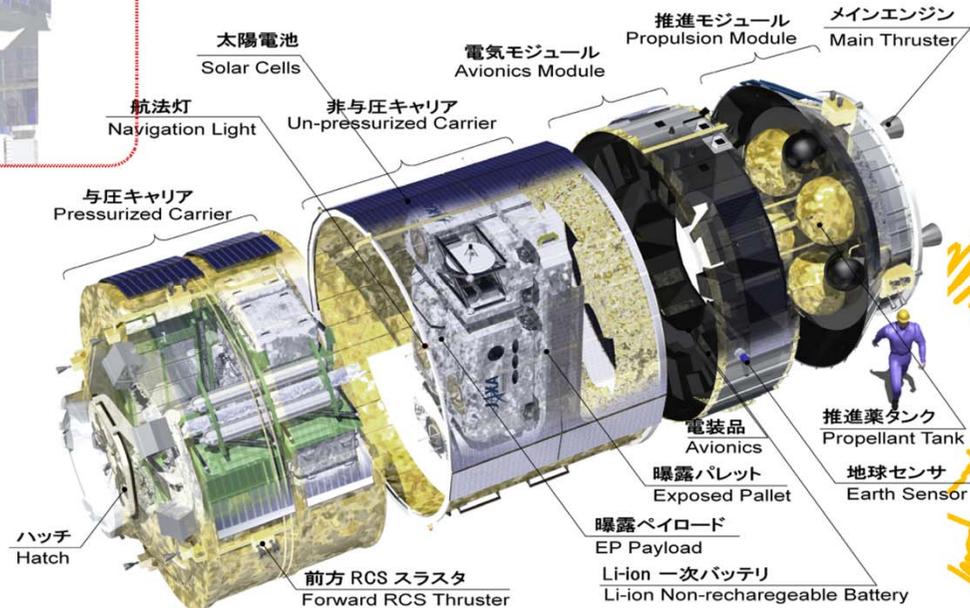
RFリンク

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 k m ~ 460 k m 軌道傾斜角: 51.6度

HTV 機体構成





補給物資例 (HTV6の場合)

ISS船内向け補給品 (内部補給品)



搭乗員用
食料・衣服



飲料水600リットル

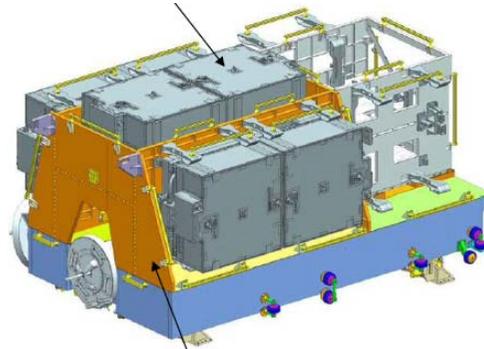


二酸化炭素除去装置
(NASA)

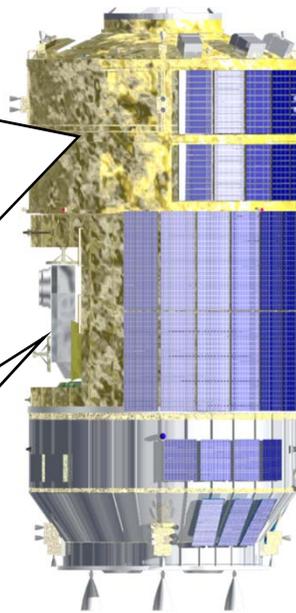


沸騰二層流実験装置
(JAXA)

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6式 (NASA)



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)





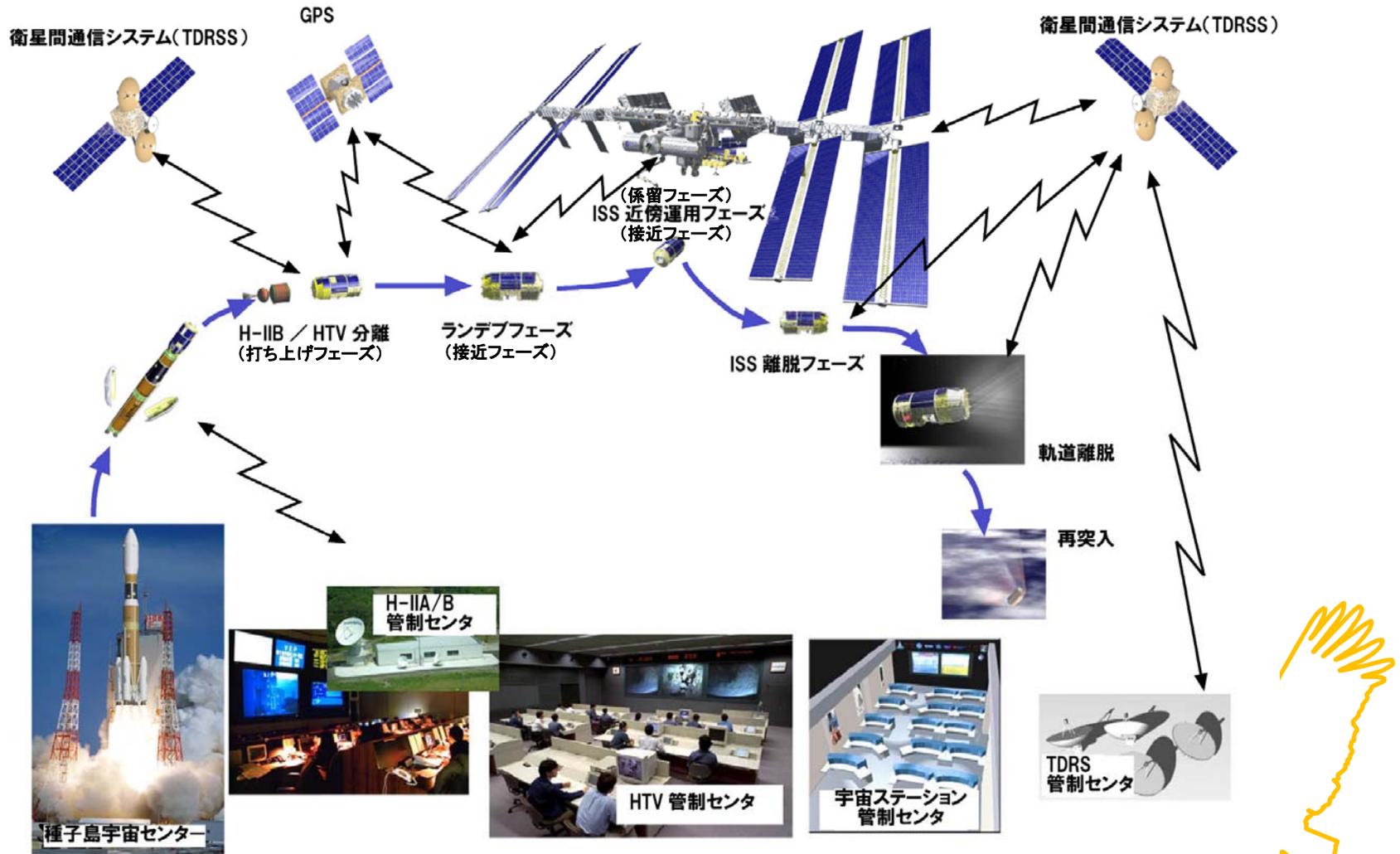
2. HTVの運用概要





運用概要図

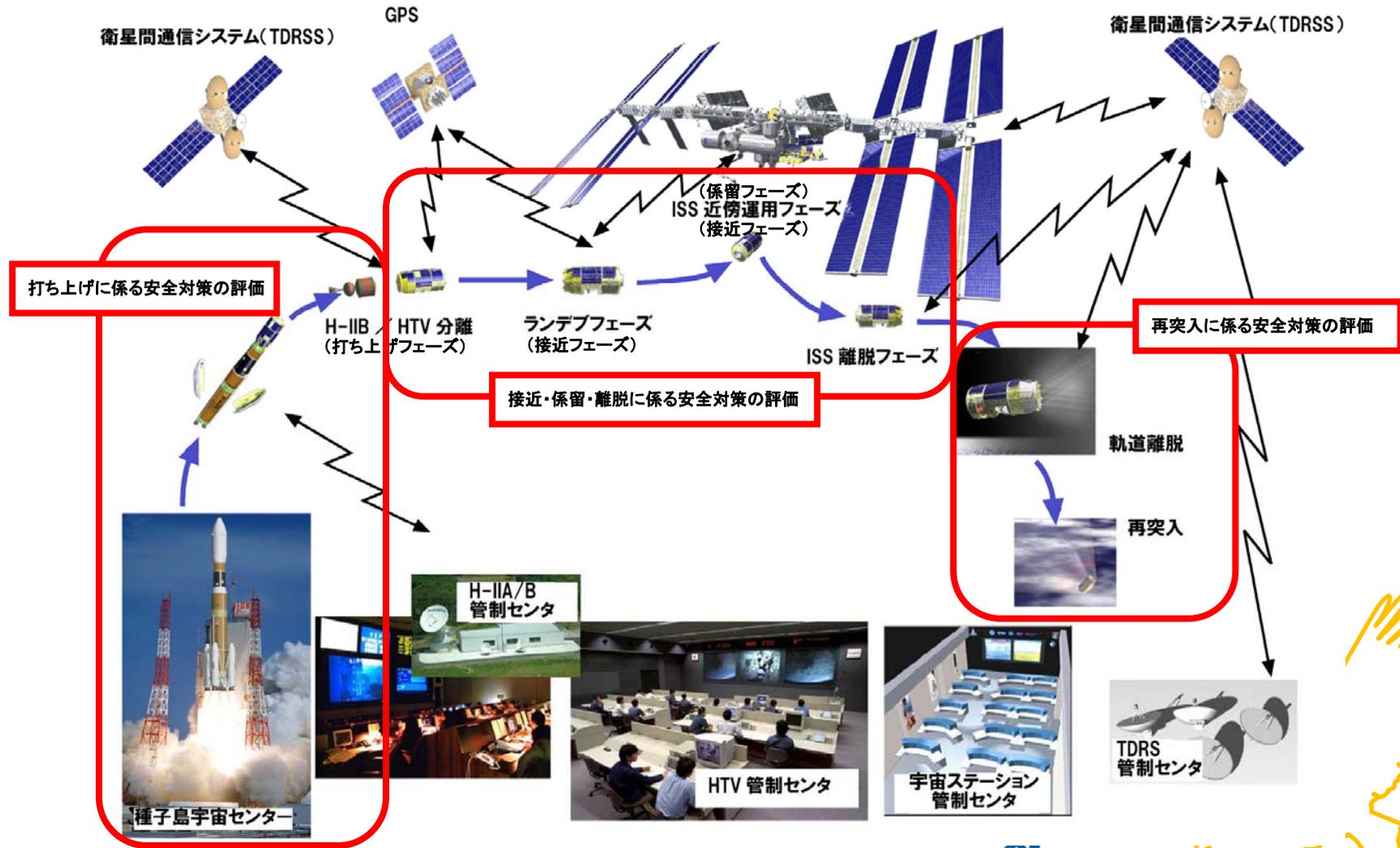
TDRS (Tracking and Data Relay Satellite、追跡・データ中継衛星)





安全評価の対象

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





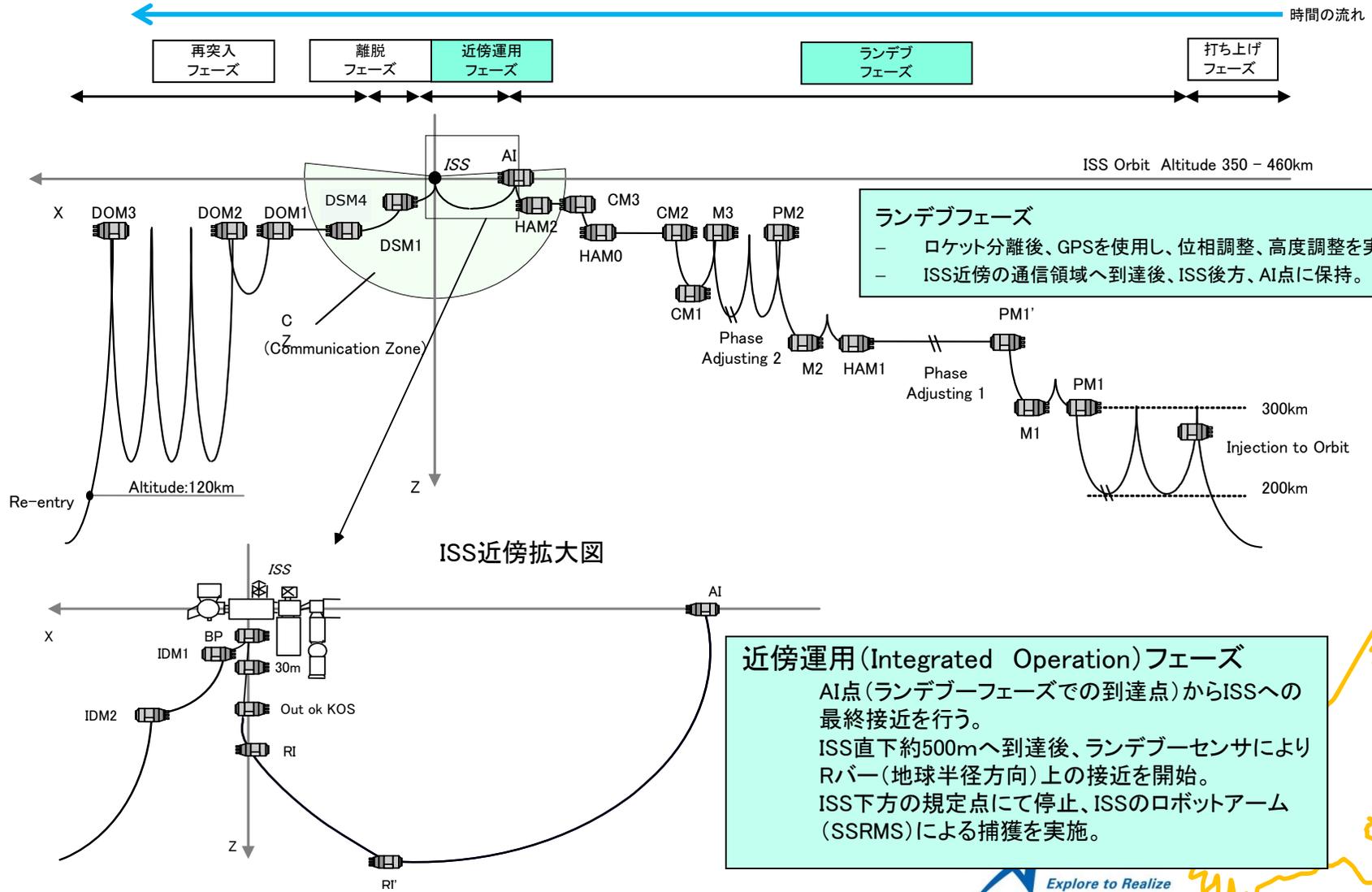
打上げフェーズ

- 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。



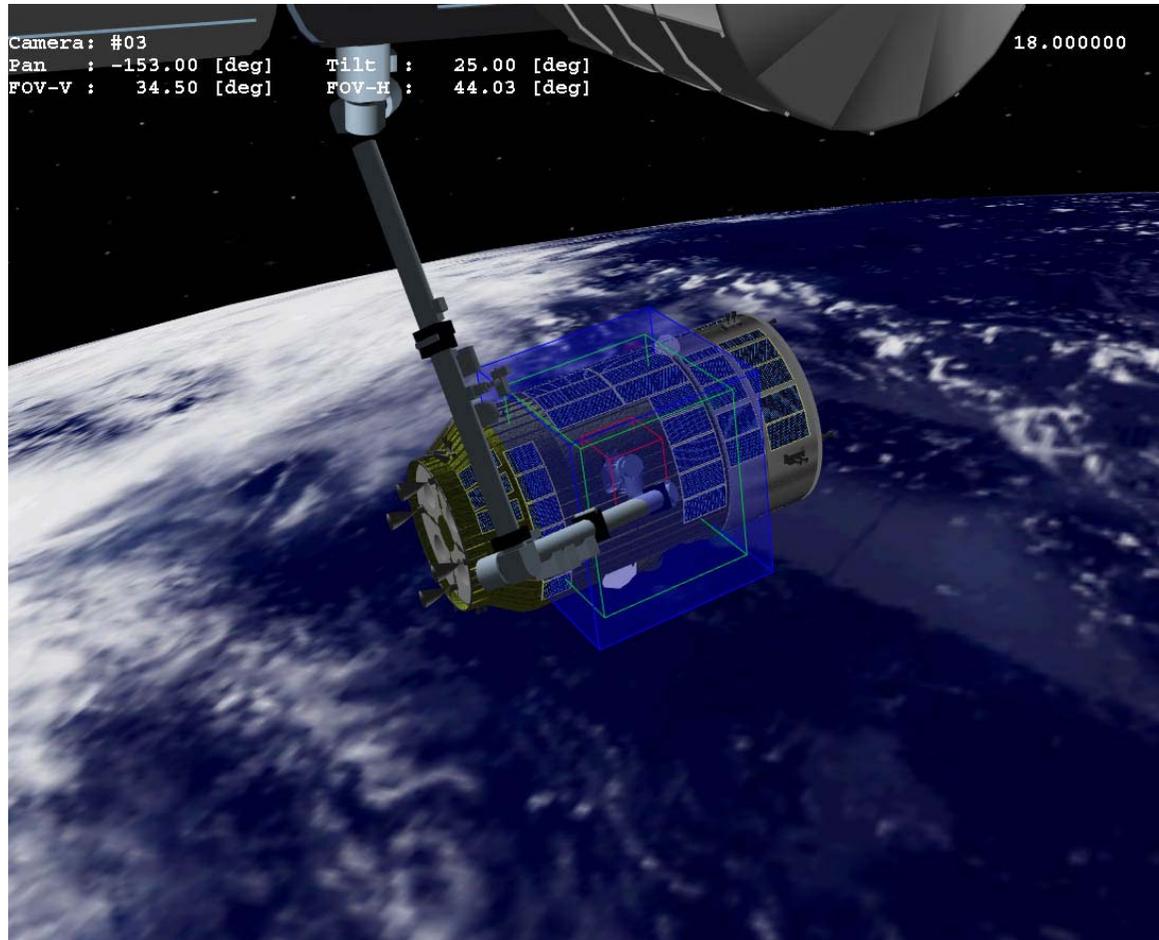


ランデブ／近傍運用フェーズ





近傍運用フェーズ(キャプチャフェーズ)

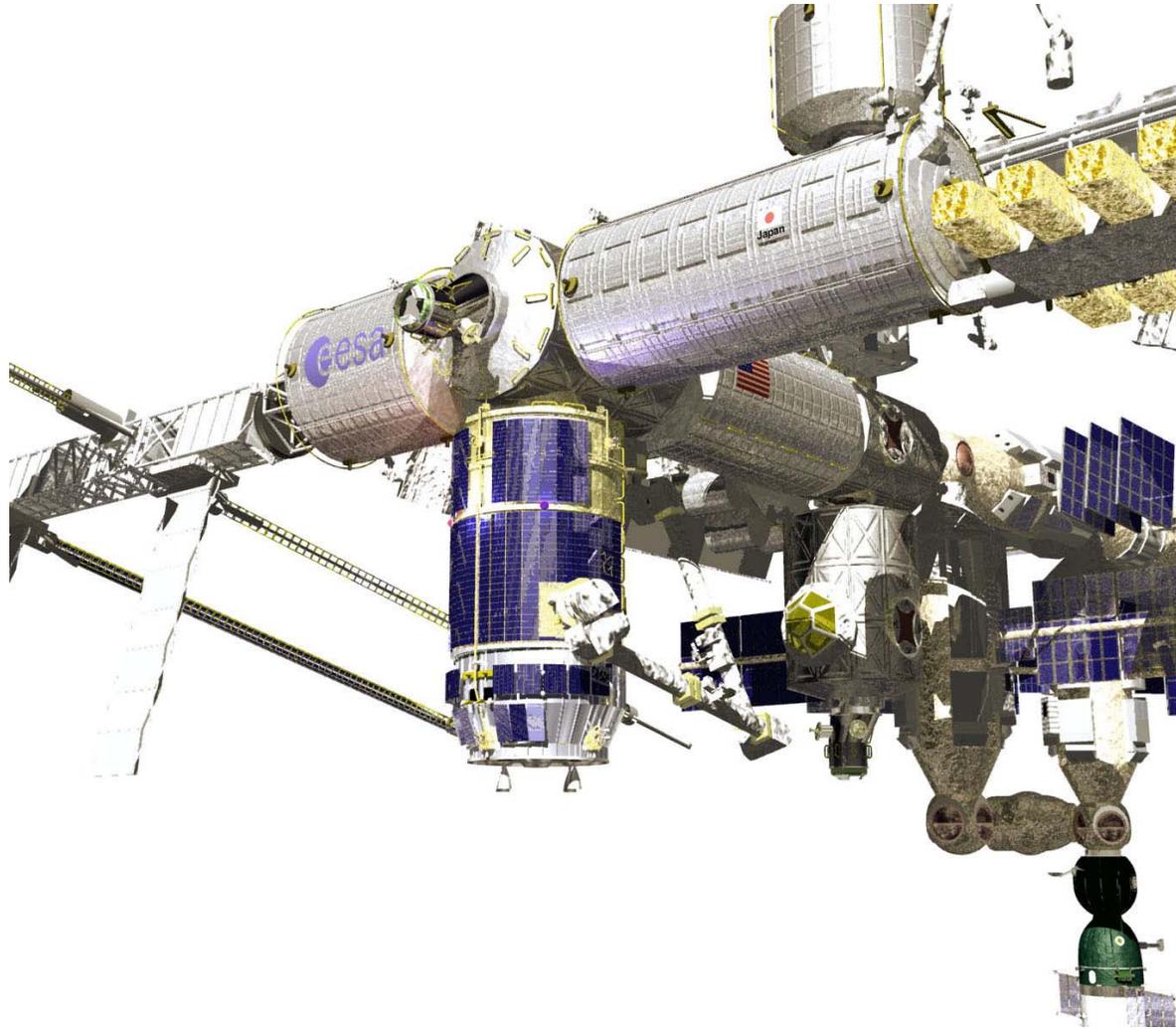


- ・ HTVはISSから約10m離れた点に相対停止。
- ・ HTVがキャプチャボックスと呼ばれる仮想インタフェースボックス内に規定どおり相対停止したことを確認してHTV側制御を完全停止。
- ・ クルーがロボットアームによりHTVを捕獲。
- ・ 異常時対応の運用調整が最も複雑な箇所。





近傍運用フェーズ(キャプチャフェーズ)

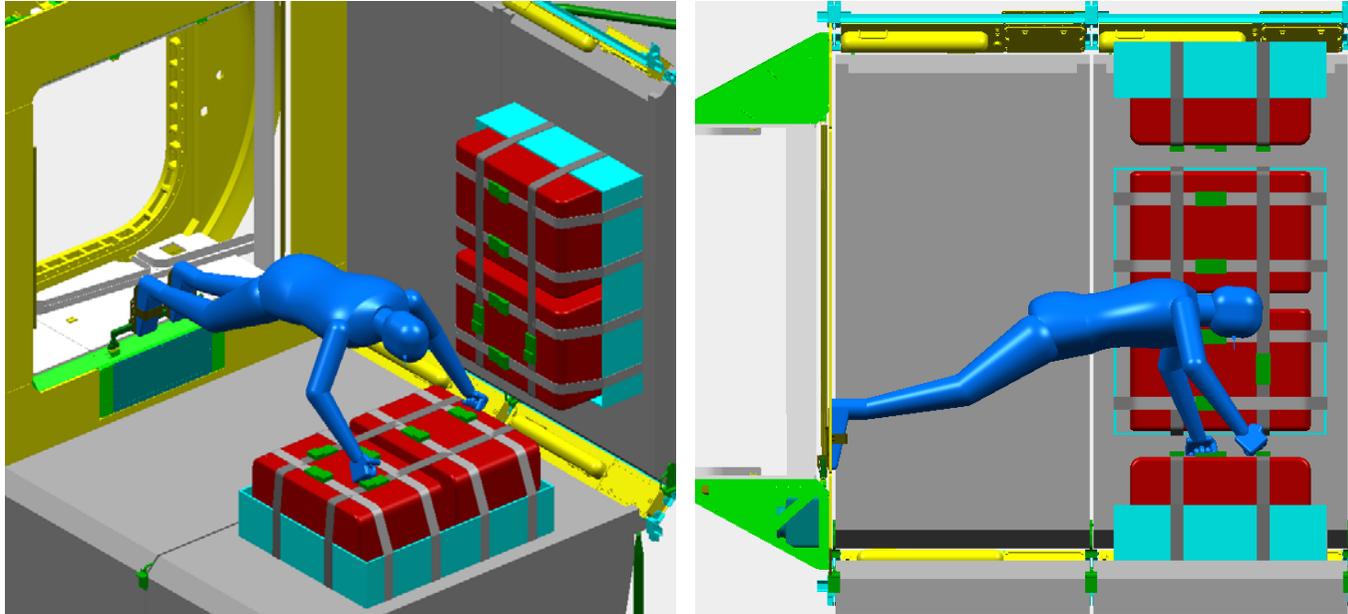


- ・ キャプチャされたHTVは、そのままISSのロボットアームによって、Node2(ISSの実験モジュール結合機構)のNadirポート(地球に面したポート)にISS結合機構(CBM: Common Berthing Mechanism)を介し、結合される。





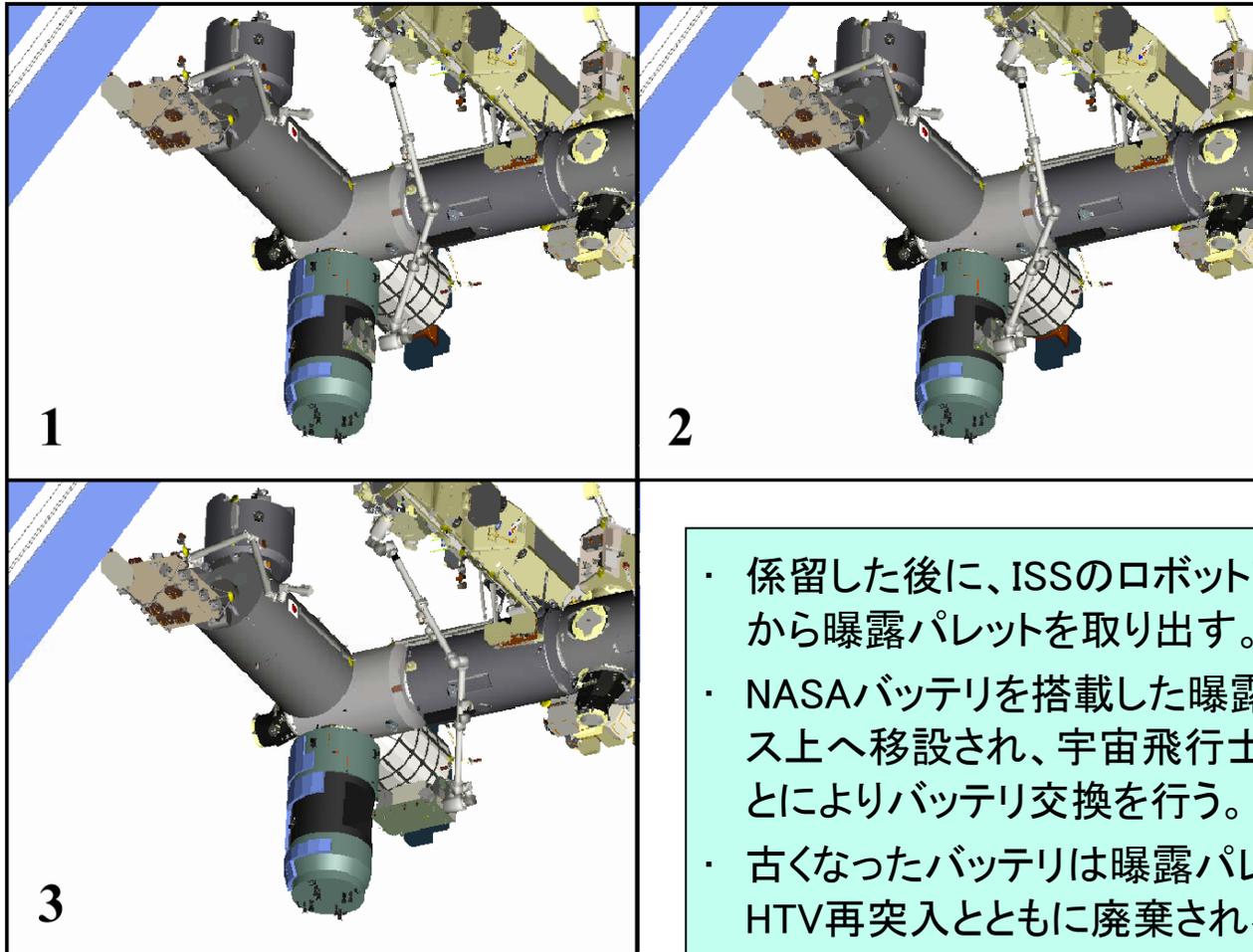
係留フェーズ (CTB (Cargo Transfer Bag) 移送)



- 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)

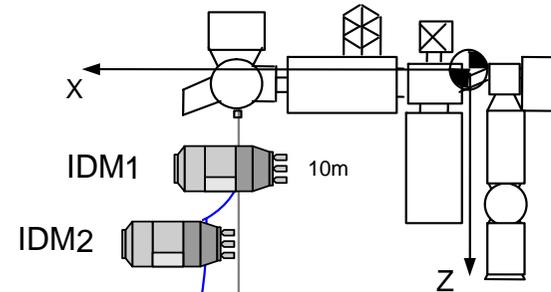


- ・ 係留した後に、ISSのロボットアームによって、HTVから曝露パレットを取り出す。
- ・ NASAバッテリーを搭載した曝露パレットはISSのトラス上へ移設され、宇宙飛行士が船外活動を行うことによりバッテリー交換を行う。
- ・ 古くなったバッテリーは曝露パレットに搭載され、HTV再突入とともに廃棄される。



離脱フェーズ

- ・ HTVの航法系を動作させた状態でHTVをロボットアームによりリリース
- ・ リリースを確認後、クルーコマンドによりHTVが制御開始
- ・ HTVは小さいインパルスマヌーバ(噴射)を2回行いISSから離脱していく

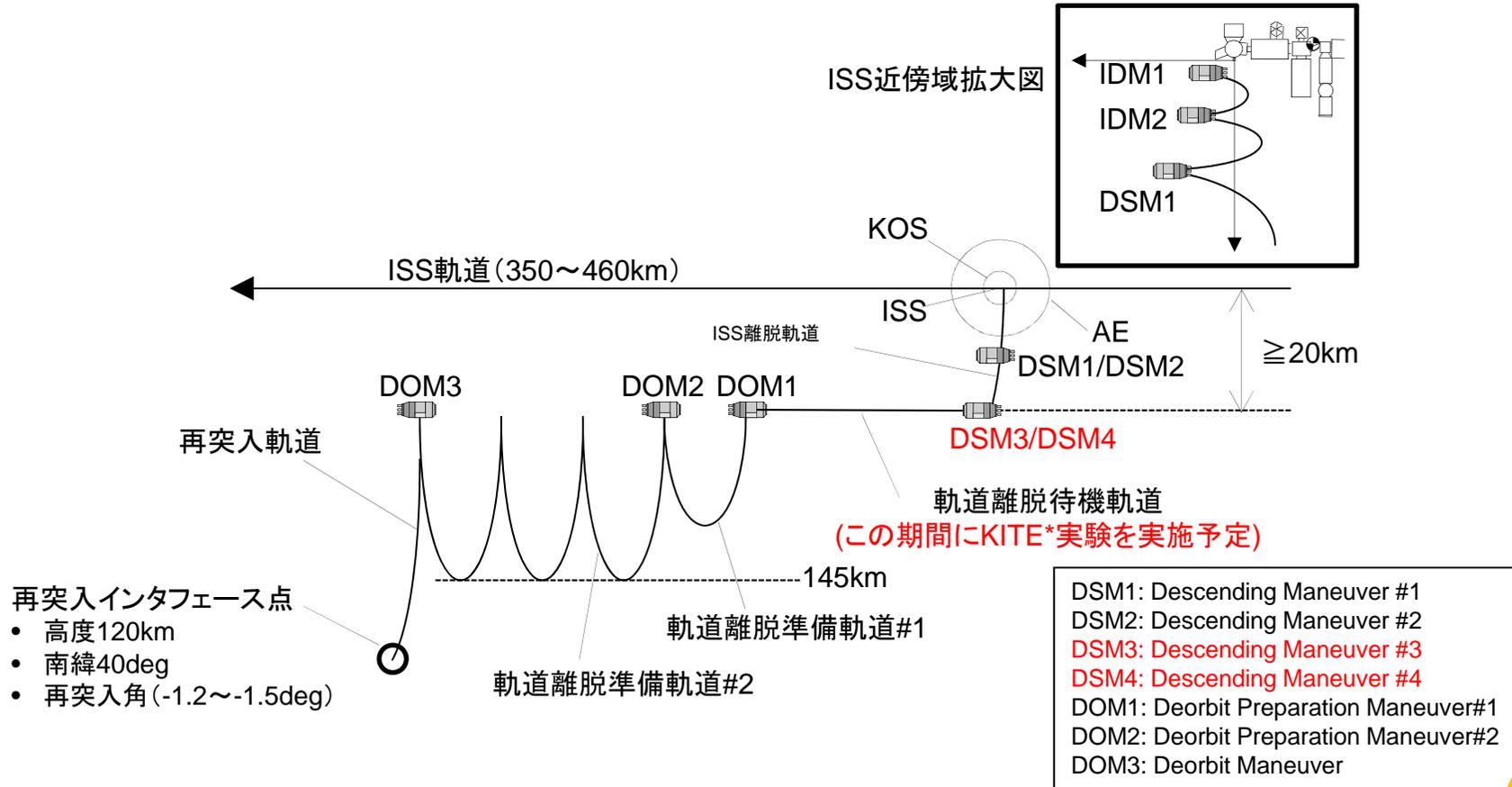


IDM1: ISS Departure Maneuver #1
IDM2: ISS Departure Maneuver #2





再突入フェーズ



- ISS離脱後、ISSに対し20キロ以上下方の軌道で、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。この待機期間中にKITE*実験を実施予定。
- 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。

(*) KITE: Kounotori Integrated Tether Experiment



5号機からの変更無し

再突入フェーズ(参考) (再突入マヌーバと落下領域)

