



宇宙ステーション補給機 「こうのとり」5号機 (HTV5) ミッションプレスキット



2015年8月21日 B改訂版

2015年8月14日 A改訂版

2015年7月29日

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構

<http://iss.jaxa.jp/htv/mission/htv-5/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	2015.07.29	—	
A	2015.08.14	2-3, 2-4, 2-5, 3-1, 4-1, 4-2, 5-5, 5-12, 5-13, 5-14, 5-15, 5-16, 付録 1-13, 付録 3-1, 付録 3-3, 付録 5-4	速達対応サービス(レイトアクセス)の説明詳細化 打上げ時刻更新 運用スケジュール修正 近傍運用の説明更新 太陽電池パネルの数修正 その他、表現の見直し等
A1	2015.08.14	3-1, 5-1, 5-8	打上げ日の延期に伴う改訂 その他、表現の見直し
B	2015.08.21	2-3, 2-5, 3-1, 4-1, 4-2, 5-12	打上げ実績を反映して見直し その他、表現の見直し

目次

1. はじめに.....	1-1
2. 「こうのとりのり」概要.....	2-1
3. 「こうのとりのり」5号機の打上げ／飛行計画概要.....	3-1
4. 「こうのとりのり」5号機運用スケジュール.....	4-1
5. 「こうのとりのり」5号機が運ぶ物資.....	5-1
5.1 往路の搭載物資.....	5-1
5.1.1 補給キャリア与圧部搭載品(船内物資).....	5-2
5.1.1.1 システム関連品.....	5-5
5.1.1.2 搭乗員関連品.....	5-8
5.1.1.3 利用実験関連品.....	5-9
5.1.2 補給キャリア非与圧部搭載品(船外物資).....	5-14
5.2 復路の搭載物資.....	5-16
6. 「こうのとりのり」を活用した技術の蓄積.....	6-1
6.1 宇宙環境計測.....	6-1
付録1 「こうのとりのり」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(PROX).....	付録 1-16
A1.7 反射器(レーザーダリフレクタ).....	付録 1-17
A1.8 【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 「こうのとりのり」(HTV)の運用概要.....	付録 3-1
付録4 超小型衛星および小型衛星放出機構(J-SSOD)を用いた衛星放出作業の概要.....	付録 4-1
付録5 「こうのとりのり」／ISS 関連略語集.....	付録 5-1

1. はじめに

日米露で支える、国際宇宙ステーション(ISS)の物資補給

- ◆ 国際宇宙ステーション(International Space Station: ISS)で宇宙飛行士たちが活動するためには定期的に物資(食糧、水、酸素、ISSで行う実験の装置やサンプルなど)を地球から送り届ける必要があります。
- ◆ ISS参加各国は、ISSの共通運用経費を国際宇宙基地協力協定に基づき分担しています。日本が分担義務に相応する物資及び「きぼう」の運用・利用に必要な物資の輸送手段として開発したのが「こうのとりの5号機」です。
- ◆ 現在、**物資補給能力を有するのは日米露の3国のみであり、「こうのとりの5号機」の重要度が増しています。** ※欧州の無人補給船(ATV)は2015年2月に退役。
- ◆ 2009年の初号機(技術実証機)以降、これまでに4機の打上げ・運用に成功し、今後9号機までの打上げ・運用が計画されています。

2. 「こうのとりの」概要

宇宙ステーション補給機「こうのとりの」(H-II Transfer Vehicle: HTV)は、ISSに補給物資を運ぶための輸送手段として、日本が開発した無人の物資補給船で、今回が5機目の打上げになります。なお、2号機からは「こうのとりの」という愛称が使われています。「こうのとりの」の構成や仕様等、詳細は付録1をご参照下さい。

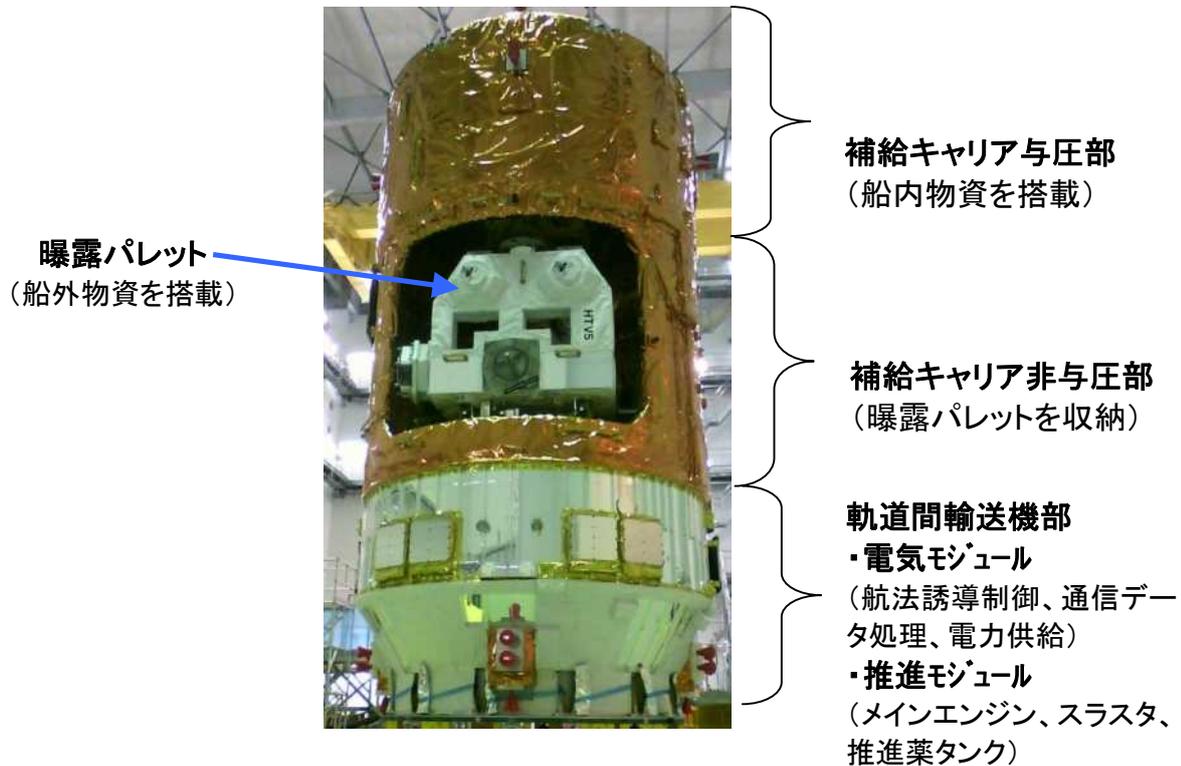


図2-1 「こうのとりの」の構成 (写真は5号機) (JAXA)

(1) 世界最大の補給能力

～「こうのとりの」にしかできない仕事がある～

- ◆ 「こうのとりの」の特長である大型・大量物資の輸送能力(最大6トン)を生かし、ISSの利用・運用の維持・拡大に貢献しています。
- ◆ ISSの大型の標準ラック複数と「きぼう」船外プラットフォームで使用する大型実験装置を同時に輸送できるのは「こうのとりの」だけです。



図2-2 (左)きぼう曝露部 (NASA)、(右)国際標準実験ラック(ISPR)[高さ約2m、幅・奥行約1m] (JAXA)

(2) ISS運用の根幹を支える技術

～縁の下の力持ち～

- ◆ 初号機以降、全ミッションを完遂。ISS作業計画に支障をきたすことなく円滑な物資補給を実現しました。
- ◆ 我が国の技術力の高さの証となる安定した運用により国際パートナーからの更なる信頼を獲得しています。

(3) 日本独自の技術で新たな国際スタンダードを確立

～実績が裏付ける「世界に信頼される確かな技術」～

- ◆ 「こうのとりの」はISSへの接近・結合方式として、安全性の高いロボットアームを使ったドッキング方式を世界で初めて実現しました。
- ◆ このドッキング方式は、米国民間企業の宇宙船にも採用され、ISSにおける新たなスタンダードとして定着しています。
- ◆ 「こうのとりの」がISSに安全に接近していくための通信システム（近傍通信システム、Proximity Communication System: PROX）は、米国シグナス補給船も使用しています。このため、JAXAはNASAの求めに応じてシグナスの運用支援を行っています。
- ◆ この他にも「こうのとりの」で採用した通信機器、軌道変更用エンジン、バッテリー等の国内技術が海外の宇宙機、ISS交換品として採用されており、「こうのとりの」の複数機製造と合わせ国内宇宙産業の発展にも貢献しています。



シグナス補給船



ISS 接近用の通信機器
(シグナスに採用)



バッテリー

(「こうのとりの」のバッテリーを
NASAがISS交換用に採用)



軌道変更用エンジン
(衛星等用として輸出)

(4) ユーザーサービスの向上

～進化し続ける補給能力～

- ◆ 物資搭載方法の効率化により、船内物資の補給能力を段階的に増強しています。
 - ・ 搭載可能な物資輸送用バック(CTB)数は、初号機(208個)から5号機(242個)までに34個(約15%)増やしました。
 - ・ 5号機の搭載能力を増強したことで、水やISSシステム品などの輸送物資増加に応じることが可能となり、ISSの円滑な運用に貢献します。
- ◆ ニーズに合わせて、打上げ直前に積みこみ早く出せる速達サービス(レイトアクセス)に対応。速達サービスの対応が可能な荷物の量およびサイズは世界の補給船の中で最大です。

通常搭載: 打上げ約4か月前に積み込み ⇒ 速達サービス: 打上げ10日前～
80時間前まで積みこみ可能

- 品質保持のため生物系の実験試料、宇宙食等
- ISSでの機器故障による急な輸送物資の変更(交換部品の輸送)に対応

【速達対応サービス(レイトアクセス)について】

レイトアクセス(Late Access)とは、打上げ4か月前までに積み込む「通常の搭載形態」とは区別し、ライフサイエンス実験に使う実験サンプルや生鮮食料品など、積み込む時間の制約が厳しくフレッシュな状態でISSに輸送する必要のある物資、当初から調達に時間がかかり直前積み込みが計画された物資を打上げ直前に「こうのとりに」積み込み、打ち上げる形態を指します。最後に積み込むため、ISSに「こうのとりに」到着後、一番最初に取り出せる利点があり、こういった搭載形態によって、時間制約のある物資へ対応できます。

「こうのとりの5号機」は、打上げの1週間前くらいの8月上旬に、ロケットのフェアリングにあるアクセスドアを開いて、「こうのとりの」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)を行います。「こうのとりの」の特徴である大型の実験装置や多くの物資を搭載することが前提にありますので、フェアリング内に積み込める容積は限定されますが、ISSでの実験が多様化するなか、「こうのとりの」は初号機以降、速達サービスの対応を拡大しています。(注1)。「こうのとりの」のレイトアクセスの能力(速達サービスで搭載可能な量)は、ドラゴンやシグナスなどのISS補給船の中で最大です。

まさに、レイトアクセスは、直前に物資を早く届ける「速達対応サービス」と言えます。

トピックス: 米国民間補給船(SpaceX7号機)の打上げ事故を受けた緊急要請への対応

今回、このレイトアクセスを効果的に活用する事象が発生しました。

6月末の米国商業補給船SpaceX-7の打上げ事故により、米国NASAからISS運用維持に不可欠な水再生システムに関連機材の「こうのとりの」5号機への緊急搭載の要請がありました。レイトアクセスの物資はあらかじめ決まっているため、追加搭載の余地は厳しいものがあり、このままでは何かを降ろさないと搭載できないという状況にありました。日米双方ともに、重要な貨物をレイトアクセス品として準備をしておき、互いにどちらが重要か・緊急かの交渉で一步も譲らなかったのですが、実担当からプロマネレベルまで様々なルートで調整を行い、NASAの荷物の搭載見直しとJAXAの技術スタッフによる積み込み形態の更なる工夫検討を大至急で行い、紙一重のタイミングで妥結しました。その米国の貨物は7月29日に日本に空輸され、「こうのとりの」5号機に積み込まれました。

※注1

平成25年度打上げの「こうのとりの」4号機では、搭載可能バッグの許容上限を広げ、大型サイズのバッグにも対応できるように能力向上を図り、バッグ単体では、従来のダブルCTB(約50×43×50cm)から、約2倍の体積であるM02バッグ(約90×51×54cm)まで対応可能になりました。またバッグの質量は、従来の20kgから、5号機では70kgへ引き上げました。5号機全体では速達対応で搭載可能な容積を4号機の80CTB分から92CTB分へ増加させました。(注2)

表2-1 「こうのとりの」の速達サービス向上実績

号機	速達サービス 対応可能なCTB換算数	船内物資として 搭載可能なCTB換算総数
初号機	4	208
2号機	30	230
3,4号機	80	230
5号機	92	242

表2-2 他国の補給船との速達サービス量の比較

補給船	速達サービス 対応可能なCTB換算数	船内物資として 搭載可能なCTB換算総数
ドラゴン(米)	14	141
シグナス(米)	10	112

注2: 1CTB分を(502mm×425mm×248mm)として、容積をCTB個数で換算。実績の搭載バック数とは異なります。

注3: ISSへの輸送に使われている物資輸送用バッグの各種サイズについては付録3-8をご参照ください。



図2-3 ダブルCTB (JAXA)



図2-4 M02バッグ (JAXA)

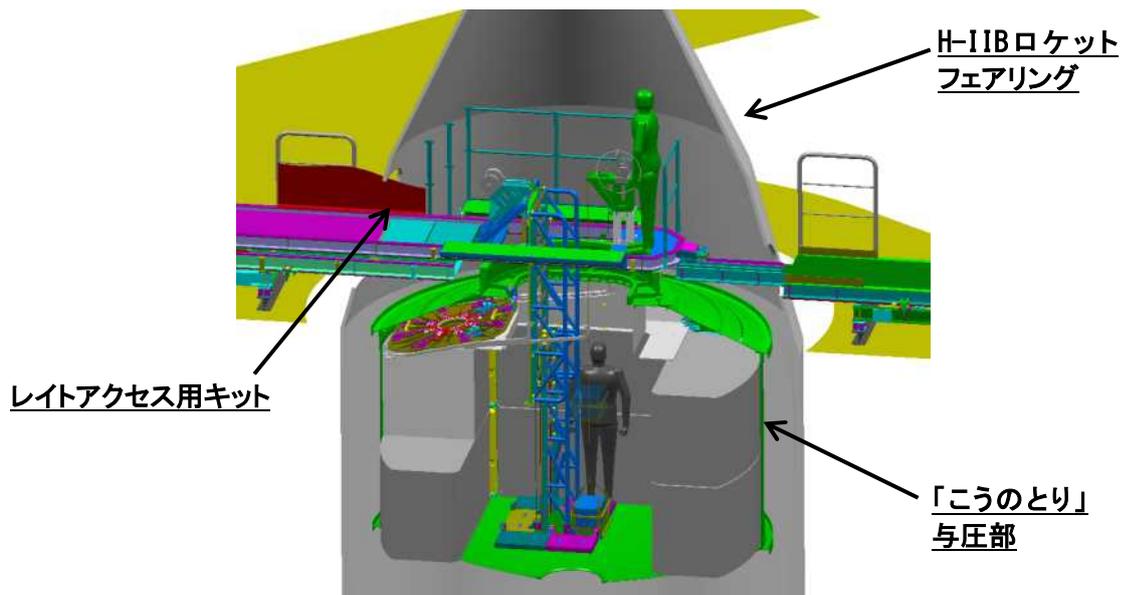


図2-5 大型ロケット組立棟 (VAB) 内でのレイトアクセス模式図 (JAXA)



図2-6(1/2) レイトアクセス時の作業風景(4号機) (JAXA)



図2-6(2/2) レイトアクセス時の作業風景(4号機) (JAXA)

(5) 産業競争力強化への貢献

「こうのとり」が継続してISSに物資補給することは、宇宙産業のみならず中小企業を含む国内約350社によるものづくり技術の発展と人材の継承に繋がっています。

(6) 宇宙開発利用の発展への貢献 ～「きぼう」利用の変革への出発点～

「こうのとり」5号機は、

- ・小動物実験装置(MHU)、
- ・静電浮遊炉(ELF)、
- ・高エネルギー電子・ガンマ線実験装置(CALET)、

など「きぼう」の新しいニーズに対応するため、新たな実験装置を運びます。

また、多目的実験ラック(MSPR-2)、超小型衛星放出、簡易曝露実験装置(ExHAM)による実験の機会など、多様な利用機会を提供することにより宇宙開発利用の発展に貢献します。

5号機に搭載する実験装置に関しては、5.1.1項および、5.1.2項をご参照下さい。

3. 「こうのとり」5号機ミッションの打上げ／飛行計画概要

表3-1 「こうのとり」5号機の打上げ／飛行計画の概要

2015年8月21日現在

項目	計画
フライト名称	宇宙ステーション補給機「こうのとり」5号機(HTV5)
打上げ日時	2015年8月19日 20時50分49秒
打上げ予備期間	2015年8月17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 (予定)	ISSのロボットアームによる把持 2015年8月24日 ISSへの結合 2015年8月25日 (注:電力・通信ラインの結合完了を持って「結合完了」となります)
ISSからの分離 (予定)	2015年9月27日 ※1 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(予定)	2015年9月28日 ※1 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400km
軌道傾斜角	51.7度

※1: 日時はすべて日本時間

「こうのとり」5号機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-5/> (「こうのとり」5号機の情報)

<http://fanfun.jaxa.jp/countdown/htv5/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。

4. 「こうのとりの」5号機運用スケジュール

表4-1 「こうのとりの」5号機運用スケジュール

飛行日	「こうのとりの」関連主要作業
1日目	打上げ／軌道投入、「こうのとりの」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「こうのとりの」運用管制室との通信接続)、ランデブ用軌道制御開始
1～6日目	ISSとのランデブ
6日目	最終接近 ISSのロボットアームでの把持 ISSとの結合(係留) <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
	補給キャリア非与圧部からの曝露パレットの引き出し／「きぼう」の船外実験プラットフォームへの移送・取付け 補給キャリア与圧部への入室 <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「こうのとりの」船内への移設 「こうのとりの」からISSへの船内物資の運び出し
	曝露パレットで輸送した日本の船外実験装置をロボットアームで移設
	廃棄する船外実験装置をロボットアームを使って曝露パレットへ固定
	廃棄品を搭載した曝露パレットを補給キャリア非与圧部へ回収
	物資の移送作業／船内廃棄品の積み込み
ISS分離 前日	「こうのとりの」の分離準備 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	「こうのとりの」のISSからの離脱 <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「こうのとりの」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「こうのとりの」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

5号機ミッションでは、飛行6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の不用品や役目を終えた実験装置を積み込み、その後、ISSから分離して大気圏に再突入する予定です。

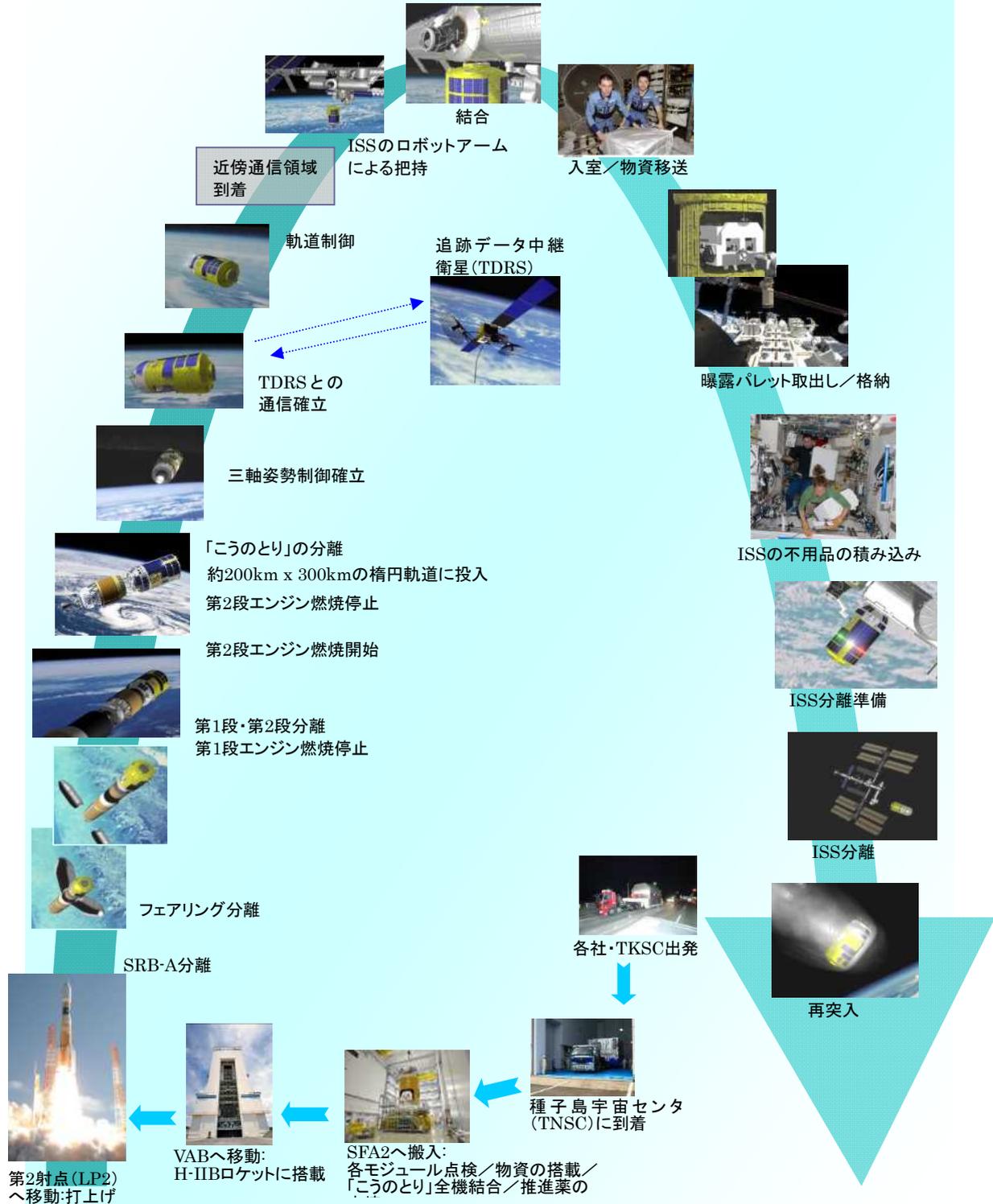


図4-1 「こうのとり」5号機ミッション主要イベント (JAXA)

5. 「こうのとりの」5号機が運ぶ物資

5号機では船内、船外物資を含めて合計で約5.5トン(船内物資約4.5トン、船外物資約1トン)をISSに運びます。

5.1 往路の搭載物資

(1) 船内物資

5号機では、補給キャリア与圧部に約4.5トンの船内物資を搭載します。船内物資の約4/5はNASAの物資であり、残りの約1/5がJAXAの物資です。

表5.1-1 HTV5で輸送する主な船内物資

機関	分類	物資例
NASA	システム補給品	水再生システム用ポンプ/フィルタ、ISS保全用品、宇宙服用高圧ガス推進装置など
	飲料水	飲料水用の水バッグ30個
	食料・生活用品	レトルト品、乾燥食品、生鮮食品、衣類、シャンプー/歯磨き粉等の生活用品
	実験関連機器	小型衛星放出機構など
JAXA	システム補給品	きぼう保全用品など
	実験関連機器	小動物飼育装置、静電浮遊炉、小型衛星放出機構など



図 5.1-1 通常搭載完了時(レイトアクセス前)の「こうのとりの」5号機船内の様子 (JAXA)

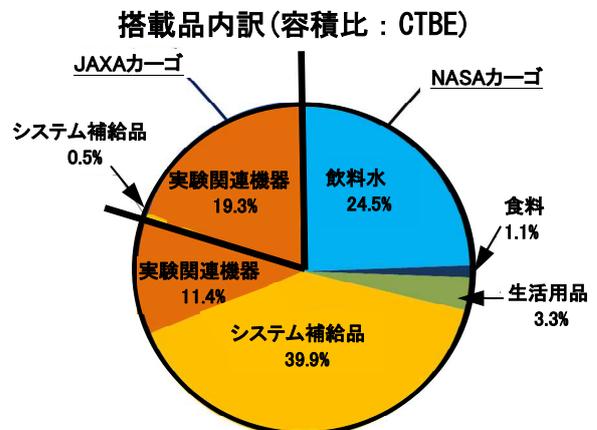
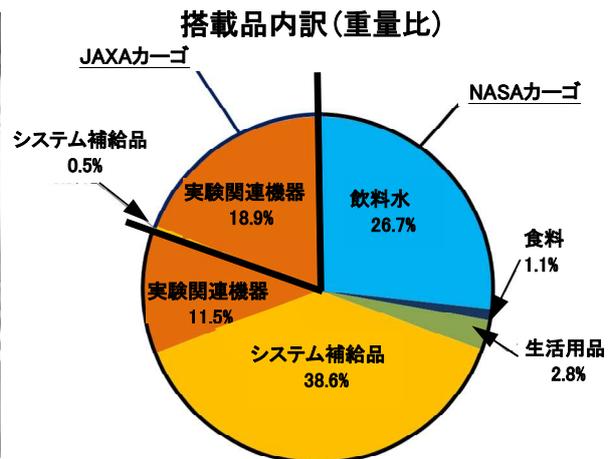


図 5.1-2 「こうのとりの」5号の搭載品内訳(JAXA)

(2)船外物資

今回は日本の船外実験装置1台（高エネルギー電子、ガンマ線観測装置(CALET)）を輸送します。

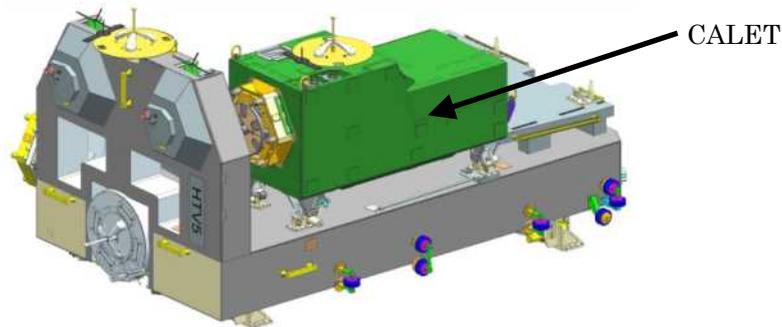


図5.1-3 5号機打上げ時の曝露パレット上の搭載イメージ (JAXA)

5.1.1 補給キャリア与圧部搭載品（船内物資）

「こうのとり」(HTV)5号機で運ぶ船内物資は、計6台搭載されるHTV補給ラック (HTV Resupply Rack: HRR)に収めて輸送します(全体で8箇所あるラック搭載スペースのうち、6箇所を使用して物資を輸送。残りの2箇所は、ISSシステムのラック (ギャレーラック: 米国)、実験用ラック(MSPR-2: 日本)を搭載)。

食料、NASAおよび「きぼう」の保全品・補用品、宇宙飛行士の生活用品、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。「こうのとり」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。

また、5号機では、与圧部の底の部分のスペースを有効に活用するため、新たな搭載用ラック(HRR Type-D)を設置し、物資を搭載しています。

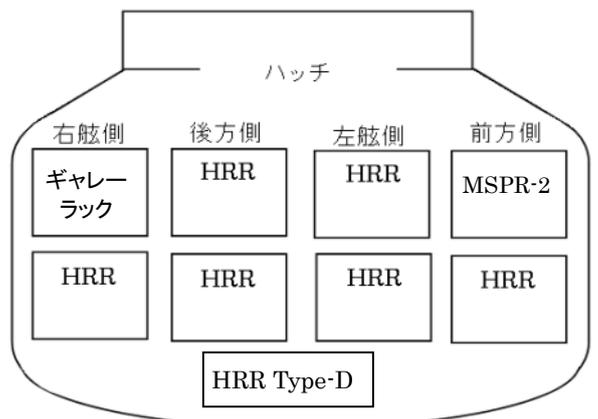


図5.1.1-1 5号機の補給キャリア与圧部のラック搭載状況 (JAXA)



HTV補給ラック(HRR)



食料、生活用品、実験用品などを
輸送用バッグに詰めてHRRに搭載

図5.1.1-2 5号機の船内物資の搭載例 (JAXA)

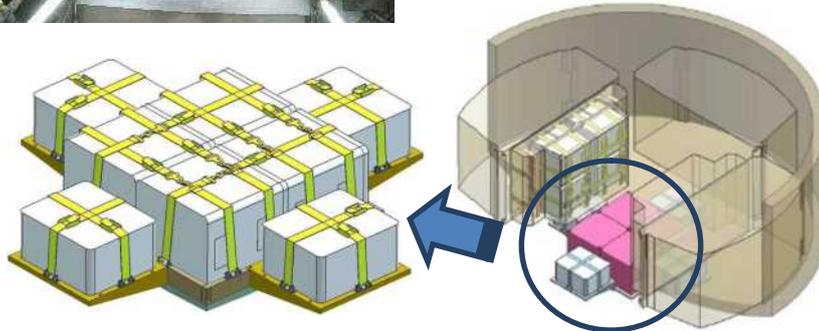


図5.1.1-3 5号機で新設したHRR Type-Dの搭載構造 (JAXA)



図5.1.1-4 HTV補給ラック(HRR)に搭載される物資輸送用バッグ(CTB)(JAXA)



図5.1.1-5 ラック前面へ搭載された物資輸送用バッグ(CTB)の例 (2号機) (JAXA)
(右側は温度勾配炉(KOBAIRO)ラック)



図5.1.1-6 物資輸送用バッグ(CTB)(JAXA) (写真はシングル(標準)サイズ(左)とハーフ(1/2)サイズ(右))

*CTBには様々な大きさの物資に対応できるよう、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)

5.1.1.1 システム関連品

(1)ISS共通品／NASA物品

ISS システムの運用維持に共通に必要な補給品を輸送します。5号機では、NASAの水再生システム用ポンプ／フィルタを緊急で搭載することになりました。当初予定していたレイトアクセス物資の搭載計画を細かく検討し、積み込み方や積み込み場所をさらに工夫して、NASAとの調整を開始して1カ月足らずでNASAの緊急要請に日本の緻密な技術で応えました。

・水再生システム用ポンプ／フィルタ

流体制御ポンプ(Fluids Control and Pump Assembly :FCPA) 1式
クルーの尿から蒸留水を生成する尿処理装置(UPA)の構成品。

多層フィルタ(Multifiltration Beds:WFB) 2式

UPAで生成される蒸留水と、ISSの空調設備で回収される凝縮水を利用して、最終的にクルーの飲料水などに使用可能な水を生成する水処理装置(WPA)の構成品。

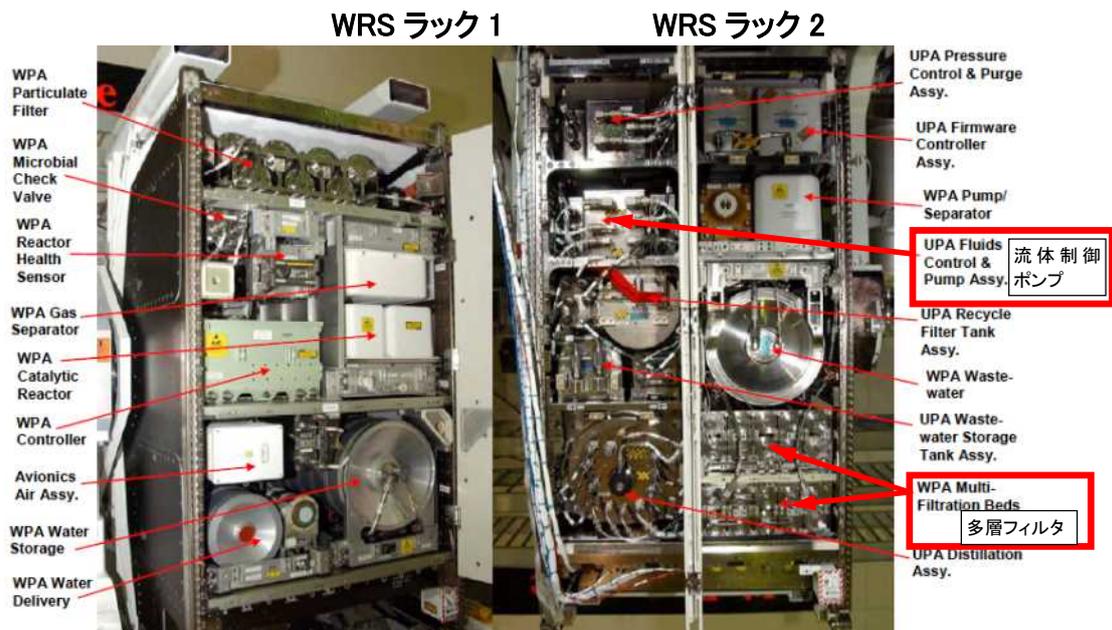


図5.1.1.1-1 NASAの水再生システム(WRS)(NASA提供)

・ギャレーラック

ノード1「ユニティ」に設置するNASAのギャレーラックを輸送します。ギャレーラックには給水装置や食料用加熱装置(オーブン)などが設置され、調理用設備が食卓の近くに揃えられるようになります。



図5.1.1.1-2 NASAのギャレーラック (NASA提供)

- ・船外活動(EVA)用の宇宙服用高圧ガス推進装置 (Simplified Aid For EVA Rescue: SAFER)

SAFER「セイファー」は、EVA中の宇宙飛行士が誤って宇宙空間に放り出されたりした場合に、自ら飛行して宇宙船に帰還できるようにするための小型の推進装置で、宇宙服の背中の生命維持装置下部に取り付けて使います。SAFERはセルフレスキュー用であり、緊急時以外は使用しませんがISSで行われる米国のEVAでは宇宙服に必ず装着する事になっています。SAFERは、窒素ガスを使う小型のスラスタを装備しており、高圧ガスを使用することから、寿命に達する前に定期的に交換されます。

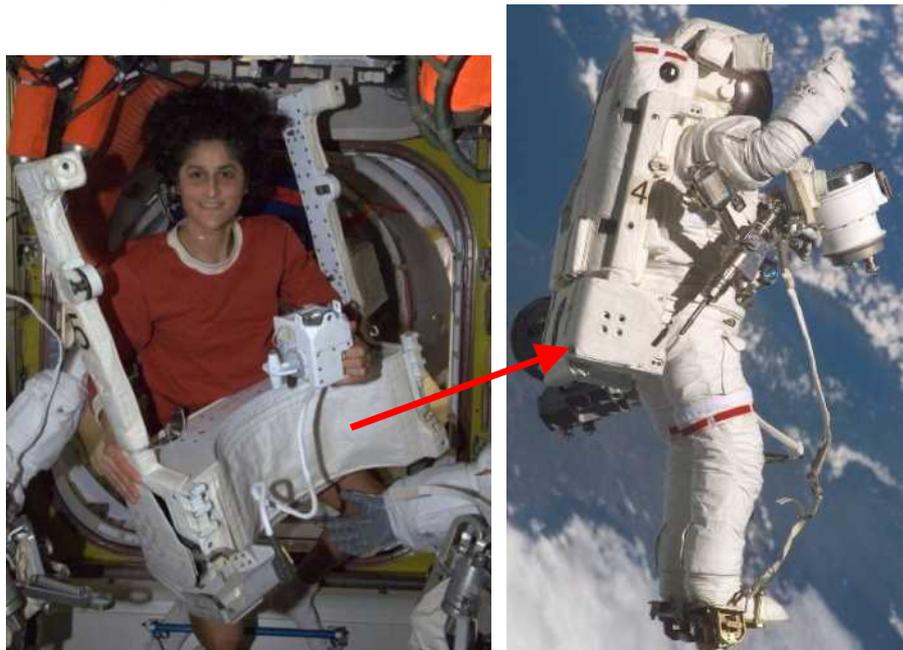


図5.1.1.1-3 SAFER (NASA)

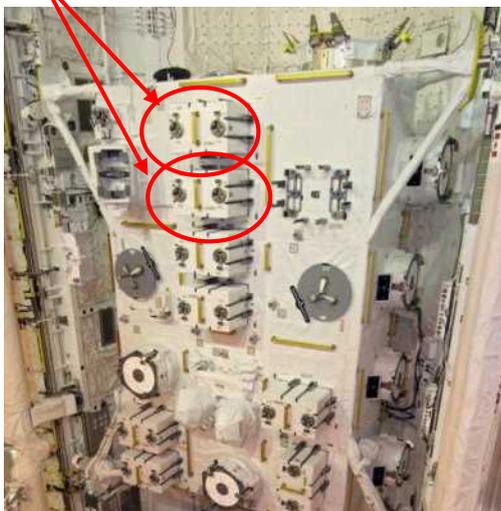
<https://astrosuni.wordpress.com/2012/10/22/week-14-leave-no-trace/>
<https://www.flickr.com/photos/nasa2explore/9731238457/>

(2)「きぼう」システム品

・船外実験プラットフォーム配電箱 (EF-PDB)

EF-PDBは船外実験プラットフォームの電力系の装置であり、今回は故障時に備えて補用品を運びます。

EF-PDB



↑ 与圧部側

図5.1.1.1-4 船外実験プラットフォーム上のEF-PDBの場所 (NASA KSC)

<http://mediaarchive.ksc.nasa.gov/detail.cfm?mediaid=41682>

・その他、きぼうシステムのメンテナンス、故障対応品

5.1.1.2 搭乗員関連品

レトルト品、乾燥食品、生鮮食品などや、飲料水用の水バッグ30個(計600リットル)、宇宙飛行士の衣類、衛生用品などが運ばれます。

5.1.1.3 利用実験関連品

NASA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) 小動物飼育装置

～「きぼう」を加齢疾患研究のプラットフォームへ～

- 宇宙環境は、骨量減少、筋萎縮、免疫低下等の加齢現象に見られる生物影響の加速的な変化を提供できる唯一の環境であり、これを活かして「きぼう」を加齢研究プラットフォームとして活用していく計画です。
- 小動物飼育装置を用いて宇宙でマウスを飼育することにより、マウスの飼育実験を通じて加齢研究に貢献します。
- 骨量減少等における生命情報の取得とそれによる国のヒトの疾患対策への貢献を重点課題の一つと定め、本年4月より利用テーマの募集を開始しました。「こうのとりの5号機」で本装置を搭載することにより、国の戦略研究に対応できる環境が構築されます。

◆ 小動物飼育装置の特徴

- 合計12匹のマウスを一匹ずつ約30日間飼育可能(個体毎に観察が可能)
- 同じ宇宙環境で飼育しながら、微小重力と人工重力(例えば1G)の二つの重力条件を設定でき、厳密に重力の影響だけを比較検討できる。ISSでの哺乳類の人工重力実験は世界初。

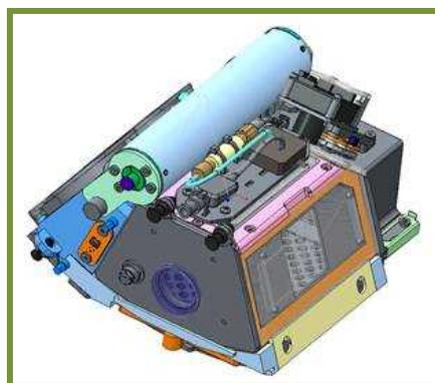


図5.1.1.3-1 小動物飼育装置(飼育装置ケージユニット)(JAXA)

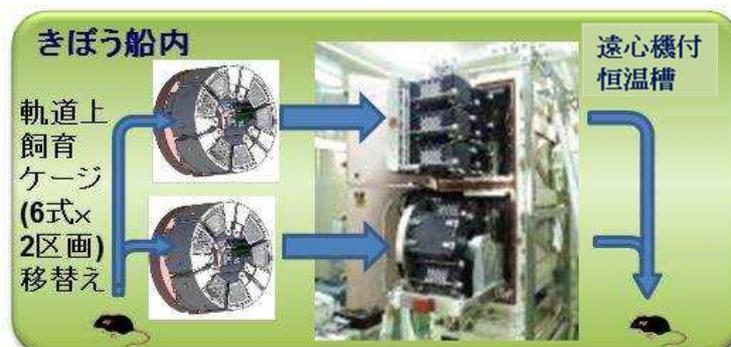


図5.1.1.3-2 軌道上の遠心機付恒温槽に取り付けて人工重力環境と微小重力環境で飼育 (JAXA)

(2) 静電浮遊炉(ELF)

～高温融体材料研究プラットフォームへ～

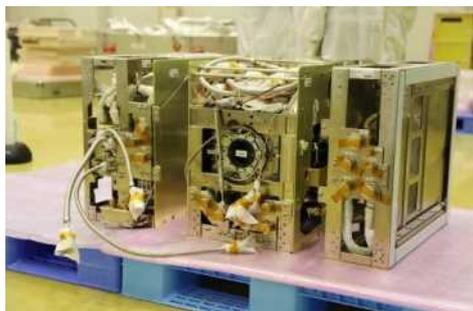
- 微小重力環境では、容器を用いることなく液体を保持する(非接触)ことができるため、2000℃を超える融点が高い材料等の熔融状態(高温融体)の物性(熱物性)の高精度な測定が可能です。
- 容器からの核発生が抑えられて深い過冷却が得られるため、それを利用することで新たな実験の探索が可能です。
- 静電浮遊炉は、金属から絶縁体まで幅広く高温融体の熱物性データを計測できる世界有数の装置です。
- この優位性を生かし、未踏の高温融体の熱物性データを取得し、得られた実験結果をデータベース化することで、鑄造や溶接シミュレーションの高度化による材料製造プロセスの改良や我が国の新機能材料の創出に貢献します。

◆ 静電浮遊炉の特徴

- ・ 帯電した試料と周囲の電極間との間で働く静電気力を利用。
- ・ セラミクスなどに代表される融点が高い材料の特性データを取得可能。

・JAXAの静電浮遊炉紹介ページ

<http://iss.jaxa.jp/kiboexp/equipment/pm/elf/>



	低温	高温
伝導体	音波浮遊炉 (米国)	電磁浮遊炉 (欧州)
絶縁体		静電浮遊炉 (日本)

静電浮遊炉の国際的優位性

図5.1.1.3-3 静電浮遊炉(左)、ISSで使われている他国の浮遊炉との比較(右)
(JAXA)

(3) 多目的実験ラック2 (MSPR-2)

～多様な実験を実現する次世代実験ラック～

- MSPR-2は主に電力や通信インタフェースなどのリソースを実験機材に提供し、普段の実験室に近い感覚で利用できる作業空間をもつ多目的なラックの2台目です。
- 上部のワークボリューム(WV)部という場所に静電浮遊炉を設置します。

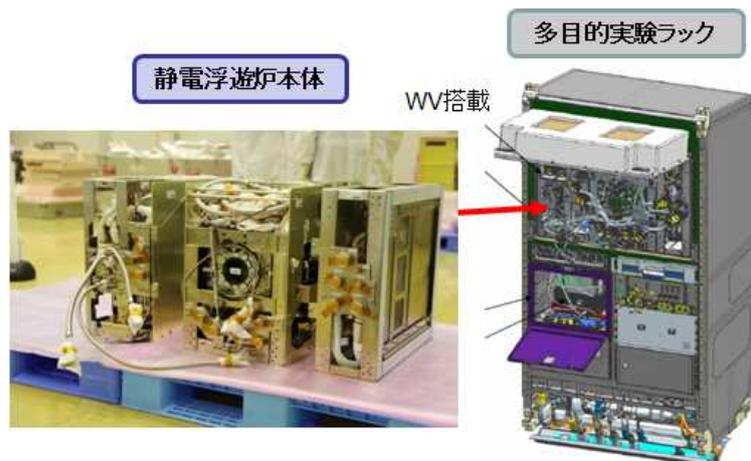


図5.1.1.3-4 静電浮遊炉を設置するMSPR-2のイメージ図 (JAXA)

(4)簡易曝露実験装置(ExHAM)

～宇宙材料等の宇宙耐性実証による信頼性向上～

- 船外活動を行うことなく、エアロックとロボットアームを活用して科学曝露実験を行う装置です。この装置によって、簡易かつ高頻度に材料等を船外に取り付けて曝露実験を行い、地上回収することが可能。回収した試料を利用者自らが分析することができます。
- この特長を生かし、民間企業や大学における宇宙用新素材の品質・信頼性評価に活用して頂き、我が国の宇宙開発利用の基盤の維持・向上に貢献します。
- 「こうのとり」5号機では ExHAM2 号機と ExHAM に設置する予定の実験試料も輸送する予定です。
 - ・軽量かつ高精度な反射鏡の宇宙環境影響評価(CFRP Mirror)
 - ・次世代ソーラーセイルに向けた高機能薄膜デバイスの宇宙環境影響評価 (Solar Sail)
 - ・PEEK 及び PFA 材料の宇宙環境曝露試験(PEEK)
 - ・宇宙応用を目指した先端材料宇宙環境曝露実験(CNT)

・JAXA の ExHAM 紹介ページ

<http://iss.jaxa.jp/kiboexp/equipment/ef/exham/>

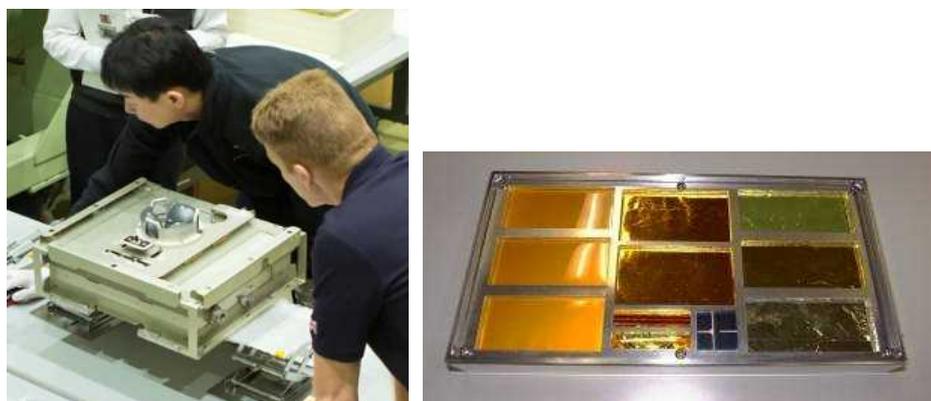


図 5.1.1.3-5 ExHAM(左)と ExHAM で曝露する試料(右)(JAXA)

(5)超小型衛星(CubeSat)

～宇宙開発利用の発展と産業振興への貢献～

- ISSからの超小型衛星の放出は、エアロックとロボットアームを併せ持つ「きぼう」からのみ実施可能な世界で唯一のシステムです。
- これまでに、日本以外にも、米国、ベトナム、ペルー、リトアニア、ブラジル等の超小型衛星合計88機が「きぼう」から放出されています。
- 「きぼう」から放出される超小型衛星は、各国の輸送船を利用することにより高頻度でのISSへの輸送が可能であり、利用者にとって利便性が高く世界のユーザーからの期待が高まっています。
- 民間企業や大学等教育機関による利用を更に促進し、我が国宇宙開発利用の発展と産業振興に貢献します。
- 「こうのとりの」5号機では、JAXAの小型衛星放出機構から放出する超小型衛星2機と、米国の衛星放出機構から放出する超小型衛星をISSに輸送します。

表5.1.1.3-1 5号機で運び小型衛星放出機構(J-SSOD)から放出する超小型衛星

衛星名	SERPENS (サーペンス)	S-CUBE (エスキューブ)
外観	 (有人宇宙システム株式会社 /ブラジリア大学)	 (千葉工業大学)
サイズ	3U	3U
開発機関	ブラジリア大学/ブラジル宇宙庁	千葉工業大学
ミッション	地上センサからの気象データ等の収集システムとしての技術実証	可視カメラと紫外線カメラを使った宇宙からの流星観測

- ・千葉工大のS-CUBE紹介ページ

http://www.perc.it-chiba.ac.jp/project/nanosatellite_s-cube/index.html

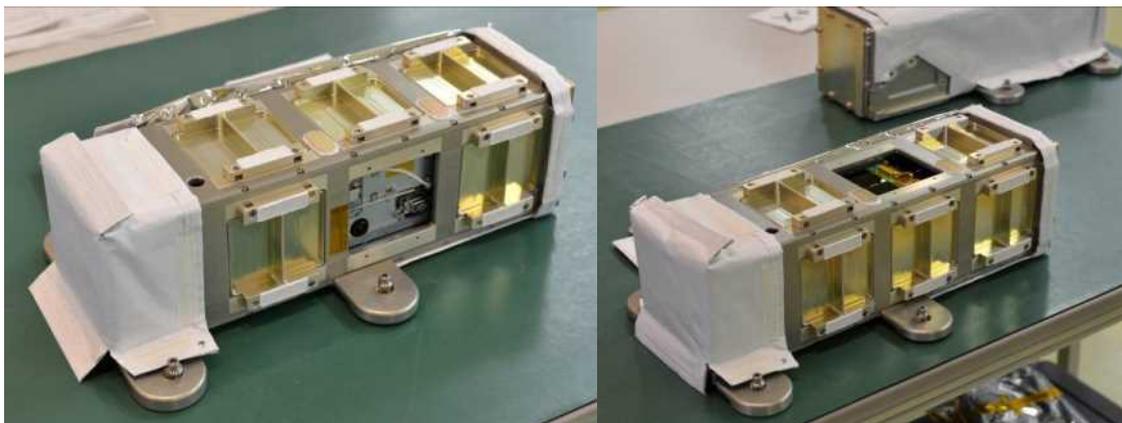


図5.1.1.3-6 「こうのとり」5号機に搭載した小型衛星放出機構の衛星搭載ケース



図5.1.1.3-7 小型衛星放出機構(J-SSOD)

・JAXAのJ-SSOD紹介ページ

<http://iss.jaxa.jp/kiboexp/equipment/ef/jssod/>

J-SSODを用いた衛星放出作業及び超小型衛星の説明に関しては、付録4をご参照下さい。

5.1.2 補給キャリア非与圧部搭載品(船外物資)

5号機では、補給キャリア非与圧部の曝露パレットには日本の実験装置CALETが搭載されます。



図5.1.2-1 5号機に搭載する曝露パレットと搭載前のCALET(左手前)(JAXA)

(1)高エネルギー電子、ガンマ線観測装置(CALET)「キャレット」 ～宇宙科学のフロンティアに挑む宇宙線天文台～

- 謎とされている高エネルギー宇宙線の発生源発見の他、暗黒物質の正体に迫る新たな観測が期待されます。
- このような優れた観測ミッションは、長期の観測によってより多くの世界的発見をもたらす可能性を秘めており、ISS における機動的な宇宙線高エネルギー領域のデータ観測・蓄積を進めることで、我が国の宇宙科学の発展に貢献します。

・JAXAのCALET紹介ページ

<http://iss.jaxa.jp/kiboexp/equipment/ef/calet/>

◆ CALETの特徴

- 宇宙から飛来する素粒子・原子核(宇宙線)の可視化技術により、世界で初めて宇宙空間で高エネルギー宇宙線を精密に観測。
- CALETに搭載された検出器を用いて、宇宙線の種類、到来方向及びエネルギーを測定。検出器内で増殖する粒子群を高精度に可視化する技術を世界で初めて実現。

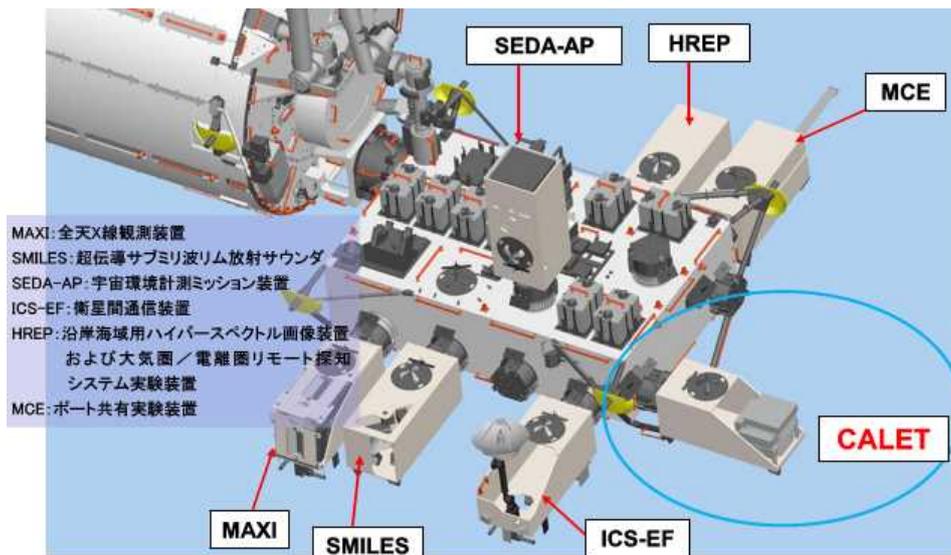


図5.1.2-2 CALETの設置場所 (JAXA)

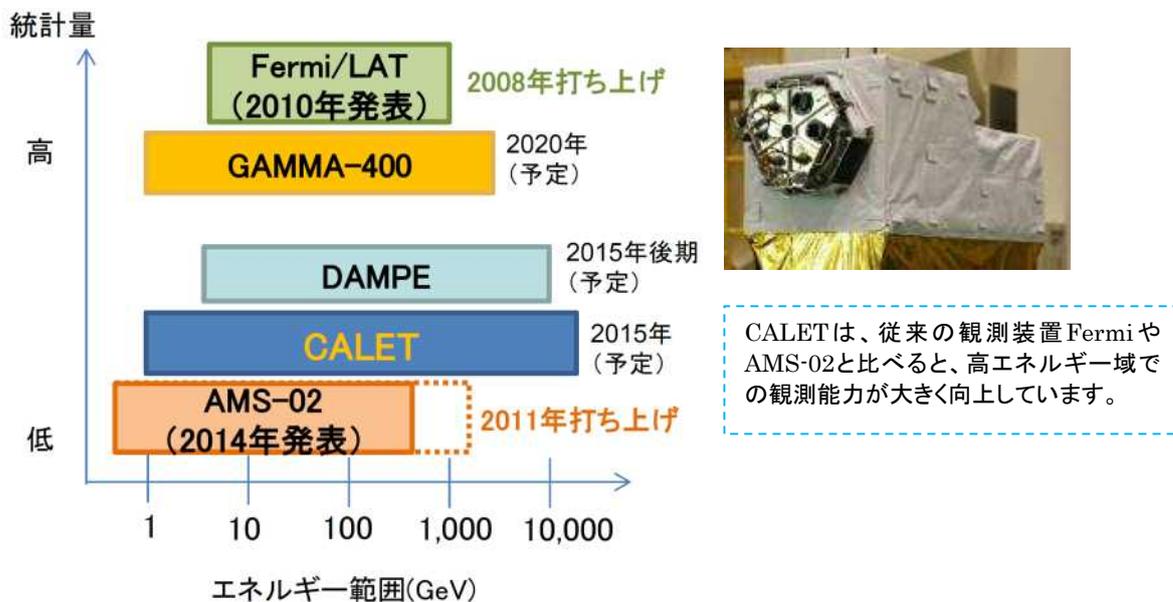


図5.1.2-3 CALETと他ミッションとの電子観測性能比較 (JAXA)

(注: AMS-02もISSに設置されて観測が行われている実験装置です。)

5.2 復路の搭載物資

「こうのとりの」は、使用済みの資材や役割を終えた実験装置など最大6トンの貨物を搭載して大気圏に再突入させる役割を担います。

5号機では、往路で「きぼう」の新しい利用のニーズに対応する実験装置(高エネルギー電子・ガンマ線観測装置(CALET))をISSに運び、復路では役割を終えた日本の超伝導サブミリ波リム放射サウンダ(SMILES)とポート共有実験装置(MCE)、そして米国のSTP-H4(Space Test Program - Houston 4)の大型の船外装置を搭載して、大気圏に再突入します。

大型の実験装置の入れ替えに、「こうのとりの」はその役割を発揮します。

-SMILES(超伝導サブミリ波リム放射サウンダ):

1号機で輸送された日本の船外実験装置(「きぼう」搭載)

-MCE(ポート共有実験装置):

3号機で輸送された日本の船外実験装置(「きぼう」搭載)

-STP-H4:

4号機で輸送された米国の船外実験装置(トラス上のELC-1に設置)。気象観測、熱制御実験、放射線計測、データ処理装置の試験等を実施。

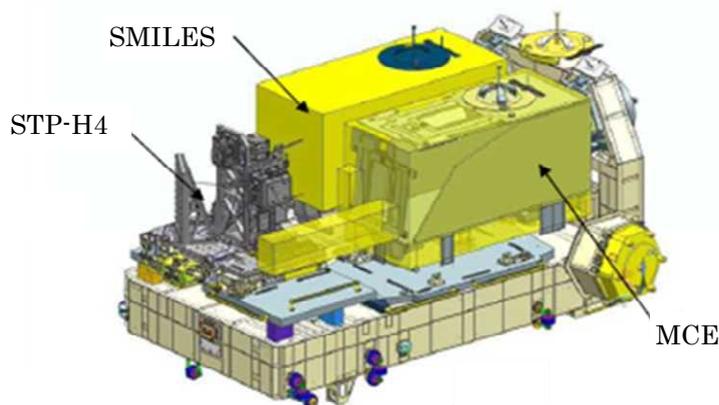


図5.2-1 5号機の曝露パレットに復路で搭載する装置のイメージ (JAXA)

6. 「こうのとりの」を活用した技術の蓄積

「こうのとりの」は、4号機以降、ISSへの物資輸送だけでなく、将来の我が国の宇宙機開発に役立つ技術の蓄積にも活用されています。5号機では以下の装置が搭載されます。

6.1 宇宙環境計測

ISSは、プラズマ接触ユニット(Plasma Contactor Unit: PCU)を使用することでISS本体の電位を周辺のプラズマ電位とほぼ同じレベルに維持し、ISSの帯電電位を安全な範囲に制御しています。ISS船外活動時のISS/クルー間の電位差を低減すること、また、ISSには「こうのとりの」を含む独自の発電システムを持つ宇宙機がドッキングするため、ISSと宇宙機とのドッキング時の電位差を低減することを目的としています。

独自の発電システムを持つ「こうのとりの」がISSに結合する際に「こうのとりの」の電位がどのように変化するか、また、「こうのとりの」が係留中にISSの電位に与える影響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、4号機では「こうのとりの」に表面電位センサ(ATOTIE-mini)を搭載し、データの収集を行いました。

5号機では、さらに機能を付加した発展型のセンサである宇宙環境観測装置KASPER (KOUNOTORI Advanced SPace Environment Research equipment)を搭載します。KASPERには、4号機で搭載した表面電位計に加え、新たに帯電電位評価用のプラズマ電流計測装置、デブリ衝突を検出する2種類のセンサが搭載されています。



図6.1-1 4号機のATOTIE-mini搭載写真と5号機のKASPERの搭載写真 (JAXA)

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

【補足情報】

ATOTIEは、「アトチー」と呼ばれ、太陽電池パネルを外した「跡地」に設置することをもじって付けられた名前です。KASPERの方は、「キャスパー」と呼びます。

難しくなりがちな研究開発にもう少し親近感を持ってもらいたいという苦心の気持ちがかじみ出ている名前です。

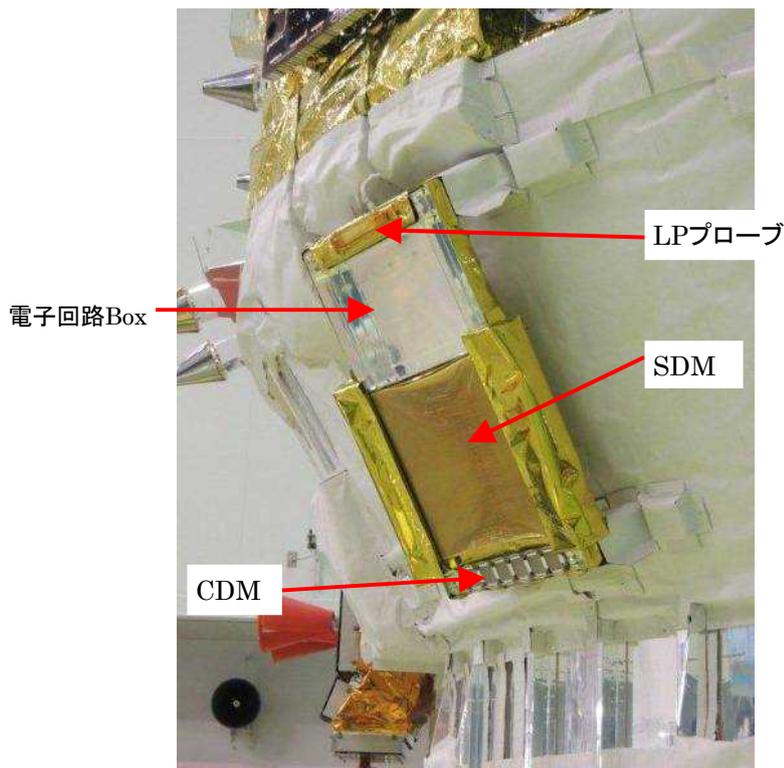


図6.1-2 KASPER (JAXA)

CDM(Chiba-koudai Debris Monitor):微小宇宙デブリ観測装置(圧電素子型:数 μ サイズのデブリ衝突を検出)
SDM(Space Debris Monitor)(フィルム貫通型デブリ計測装置:100 μ - 数mmサイズのデブリ衝突を検出)

表6.1-1 KASPER の構成

センサ名		概要	目的
帯電センサ	TREK-3G	接触型表面電位計測装置。「こうのとりの」の表面電位を測定する。	「こうのとりの」の表面電位および周辺空間プラズマ電流(電子密度)を測定することにより、時々刻々と変化する宇宙環境条件、軌道位置、飛行姿勢等が「こうのとりの」機体電位へ与える影響を評価する(TREK-3Gは4号機から継続して搭載)。
	LP	プラズマ電流計測装置。「こうのとりの」周辺の電子密度を測定する。	
デブリセンサ	SDM :Space Debris Monitor	フィルム貫通型微小デブリ計測装置。100 μ m~数mmサイズの微小デブリの衝突検出と衝突したデブリの大きさを計測する。	数 μ m~数mmの微小デブリの観測技術の実証。適切なデブリ防御設計を行うために、これまでほとんどデータが取得されていない微小デブリ領域を軌道上で計測する技術を確立する。 注)CDMは、JAXAと千葉工業大学が共同で開発したものです。
	CDM(注) Chiba-koudai Debris Monitor	圧電素子型デブリ計測装置。数 μ m~100 μ m以下の微小デブリの衝突を検出する。	
サイズ75×50×12 cm、重量約8 kg、消費電力30 W(ヒーター電力を含む)			

SDMに関しては、JAXA研究開発部門の広報誌「宇宙開発最前線!」Vol.6で紹介していますので、ご参照下さい。

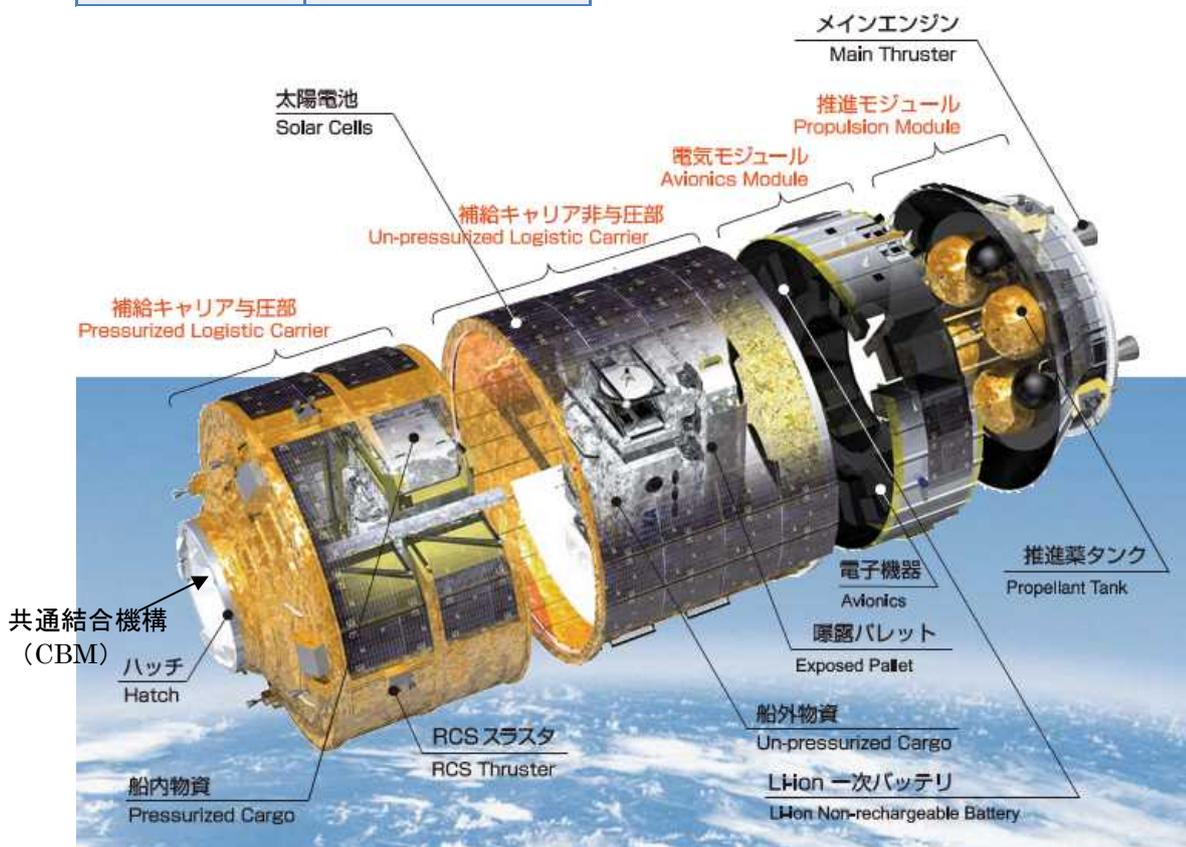
<http://www.ard.jaxa.jp/publication/pamphlets/newsletter.html>

付録1 「こうのとりの」の構成

「こうのとりの」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。

「こうのとりの」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。

全長	10.0m
最大直径	4.4m
ハッチ	1.3m
打上げ時質量	約16.5トン
搭載補給品質量	最大 約6トン (船内+船外物資)
輸送目標軌道 (ISS軌道)	高度350km～460km 軌道傾斜角51.6度



図A1-1 「こうのとりの」の全体構成 (JAXA)

表A1-1 「こうのとりの」運用機の主要諸元

項目	仕様	
全長	約10.0m	
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	合計 最大約6.0トン	
	与圧部: 船内物資 最大約4.5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: 通常5日間 ISS滞在期間: 最長45日間 軌道上緊急待機期間: 最長7日間	

表A1-2 「こうのとりの」ミッションの実績

	技術実証機 1号機	2号機	3号機	4号機
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
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
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
軌道				
高度(円軌道)	330×347km	352km	約403km	約415km
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)	34日間 (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	6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	26日間
離脱・ 再突入期間	3日間	2日間	2日間	2日間

2号機以降は、技術実証機(1号機)を運用機に改良したため、物資の補給能力が異なります。

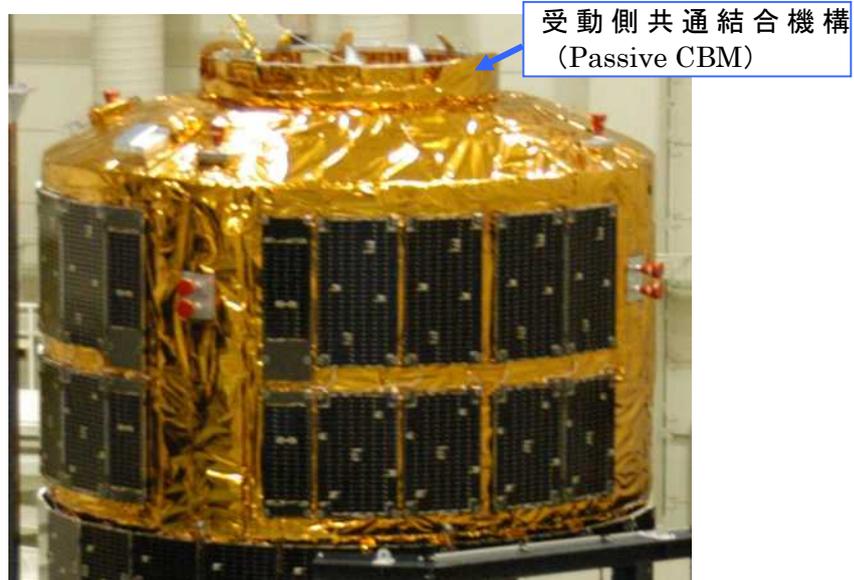
- *1) 技術実証機は、運用機と比較して一次電池4個分と推進薬等を追加で搭載したため、カーゴ重量は4.5トンとなりました。
- *2) 補給量に関しては、**質量は小さくてもかさばる貨物もあるため、質量だけでは単純比較できません。**3号機は船内物資の輸送量が小さいように見えますが容積的には一杯でした。
- *3) 悪天候で打上げを2日延期した関係で短縮しました。
- *4) STS-133の打上げ延期に伴い、STS-133とミッション期間が重なったため、NASAとの調整に基づいて係留期間を延長しました。

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(1.3m×1.3m)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(1号機)(JAXA)



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: 1号機(JAXA)、右: 2号機(NASA))

補給キャリア与圧部の内部は、ハッチ側が第1ラックベイ(Bay#1)、奥側が第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。「こうのとりの」に搭載するラックは、ISSのラックと同じ大きさであり、高さ約2m、幅・奥行1mです。



図A1.1-3 「こうのとりの」5号機内部のラック配置 (JAXA)
(ハッチ側から撮影:レイトアクセス前)

<p>第1ラックベイ (Bay#1)</p>	<p>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、「こうのとりの」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。</p>
<p>第2ラックベイ (Bay#2)</p>	<p>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。</p>

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に輸送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、「このとり」がISSに結合する際にISSのロボットアームで「このとり」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。



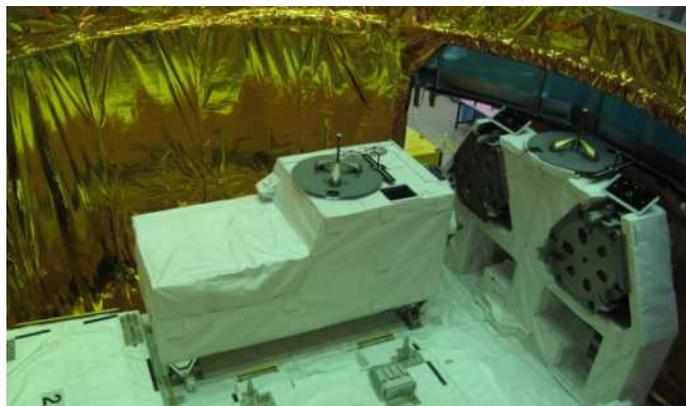
図A1.2-1 補給キャリア非与圧部(1号機)(左は曝露パレット搭載前)(JAXA)

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(5号機)(JAXA)



図A1.2-3 曝露パレットを搭載した状態(5号機)(JAXA)

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、「こうのとりの」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。

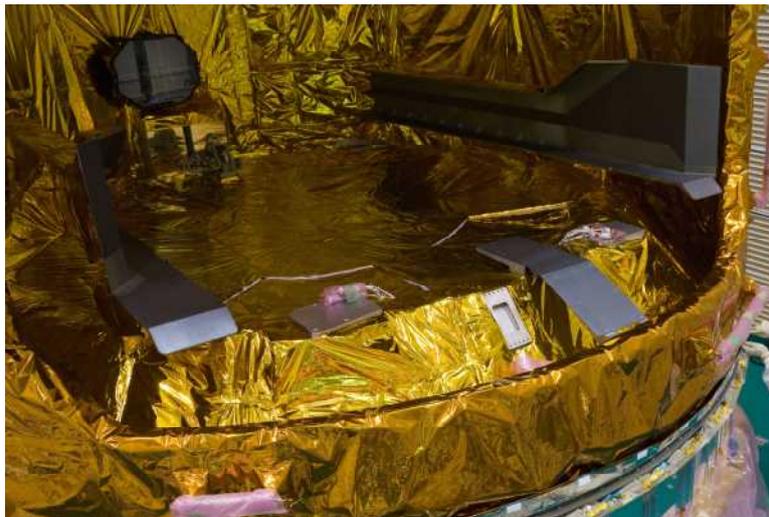
- ハーネス分離機構 (Harness Separation Mechanism: HSM)

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(1号機)、
(下)曝露パレットのローラー(2号機)【参考】(JAXA)

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、「こうのとりの」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。

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(1/2) 曝露パレット (3号機用のEP-MP) (JAXA)



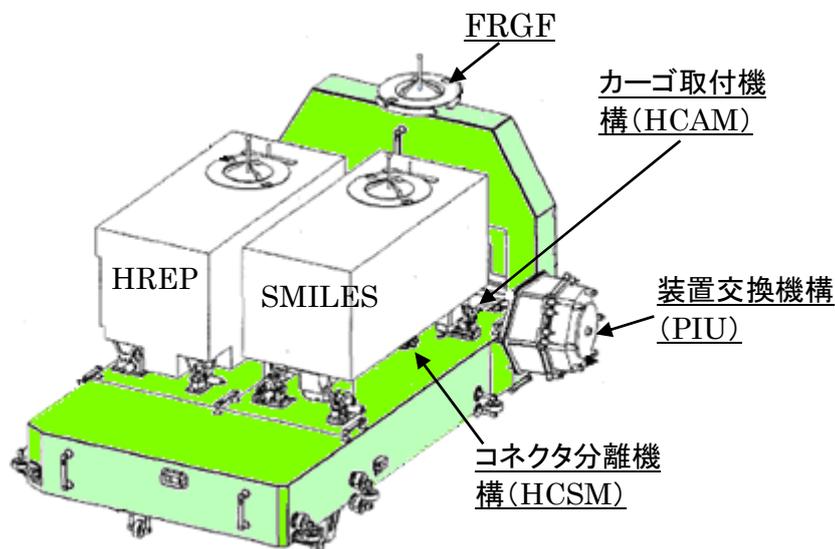
図A1.3-1(2/2) 曝露パレット (5号機用のEP) (JAXA)

(5号機では、きぼうの曝露ペイロードを回収・廃棄するための固定機構としてHEFUを初装備します)

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) (1,2,5号機)

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(1号機ではこのI型を使用し船外実験装置2台を搭載、2号機では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)。

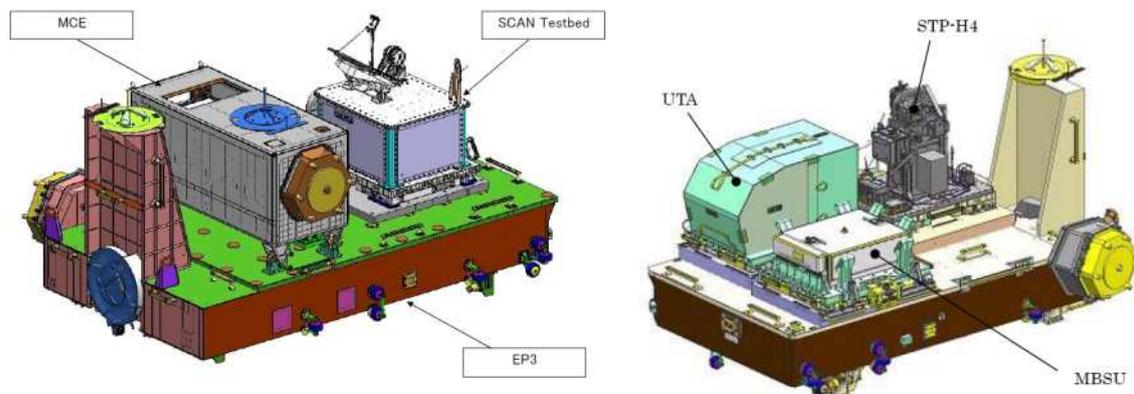


図A1.3-2 「きぼう」船外実験プラットフォーム係留専用型(I型)
(図は1号機のコンフィギュレーション)(JAXA)

● **多目的曝露パレット型 (EP-MP型) (3,4号機はこちらを使用)**

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輸送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(3号機で初使用)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輸送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輸送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。

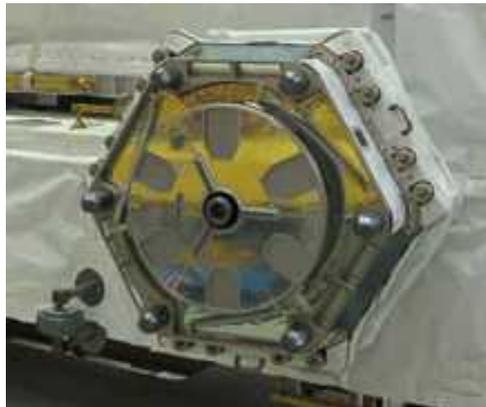


図A1.3-3 多目的曝露パレット型(EP-MP型) (左:3号機、右:4号機) (JAXA)

曝露パレットの機構

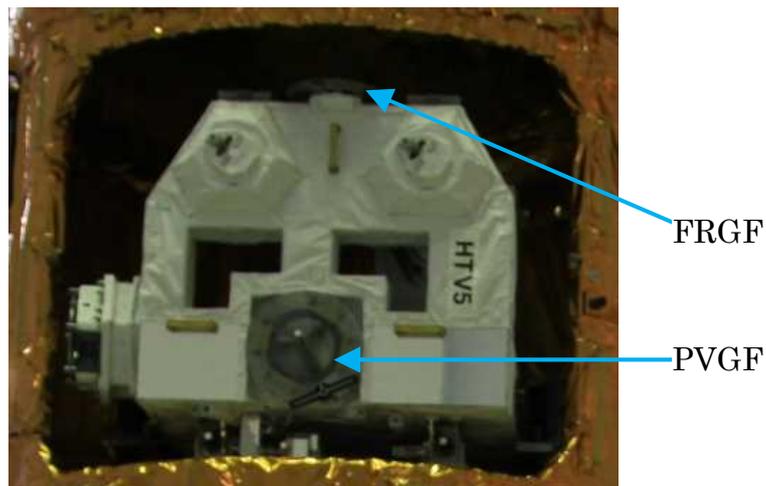
曝露パレットには、カーゴ取付け機構、コネクタ分離機構、取り外し可能型グラブルフィクスチャ(Flight Releasable Grapple Fixture: FRGF)、電力・映像グラブルフィクスチャ(Power& Video Grapple Fixture: PVGF)、カメラなどが装備されています。これらの機構は、輸送した船外実験装置や船外用交換機器を安全にISS側に移送するための役割を果たします。

- 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) (JAXA)

- カーゴ取付け機構(HTV Cargo Attachment Mechanism: HCAM)
カーゴ取付け機構は、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 (5号機) (JAXA)

● 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。



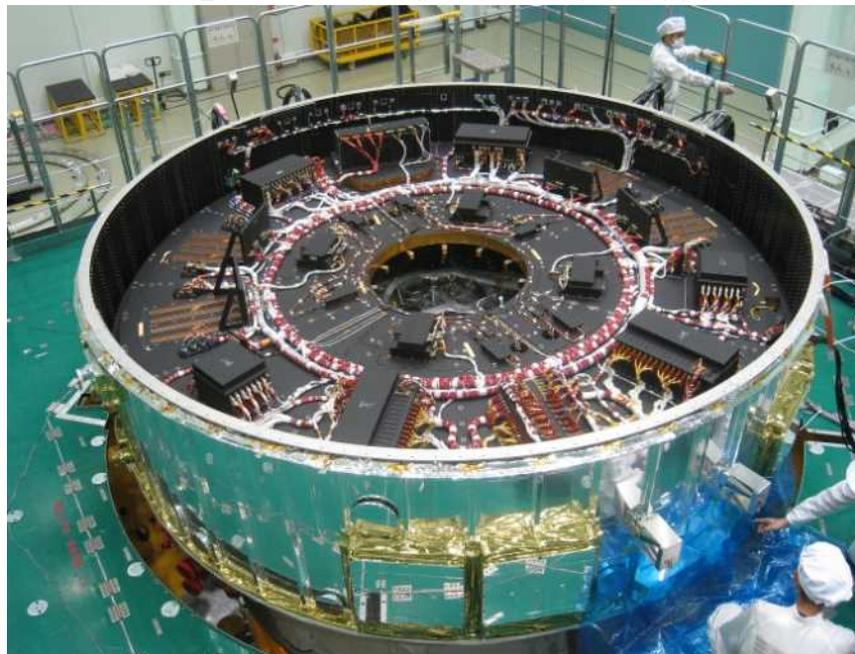
図A1.3-6 HTVバーシングカメラシステム(HBCS) (JAXA)

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「こうのとりの」航法制御を行います。また、「こうのとりの」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)(1号機)(JAXA)



図A1.4-2 電気モジュールの内部 (2号機)(JAXA)

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、「こうのとりの」各機器に送ります。また、TDRS及びPROXを経由して、「こうのとりの」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

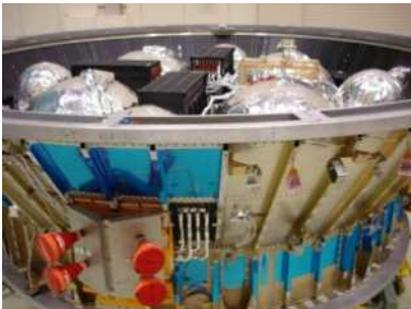
<p style="text-align: center;">航法誘導制御系</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「こうのとり」の軌道投入後、誘導制御系の位置・姿勢センサを用いて航法情報を入手し、地上からのコマンドで、「こうのとり」の単独飛行を実施するためのシステムです。 ・ 主に、GPSアンテナ、ランデブセンサ、地球センサ、誘導制御コンピュータ、アポート制御ユニットから構成されます。 ・ ロボットアームで把持される直前には、ISSとの相対位置を76cm以内、相対速度を秒速7mm以内に制御します。ISSおよび「こうのとり」はそれぞれ秒速約7,800m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 style="text-align: center;">通信系</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「こうのとり」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 style="text-align: center;">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、「こうのとり」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 style="text-align: center;">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。 ・ 「こうのとり」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「こうのとり」の各機器類に供給します。
<p style="text-align: center;">太陽電池</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「こうのとり」の外壁には、計49枚の太陽電池パネルが搭載されています（4号機では55枚だったが、見直しにより6枚削減）。 <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→HTV5では4枚削減し19枚へ - 電気モジュールの外壁: 8枚 - 推進モジュールの外壁: 2枚(注) 注) 3号機で1枚削除。4号機で表面電位センサを搭載するために1枚削除。5号機でさらに2枚削除 [1, 2号機: 6枚、3号機: 5枚、4号機: 4枚]

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。

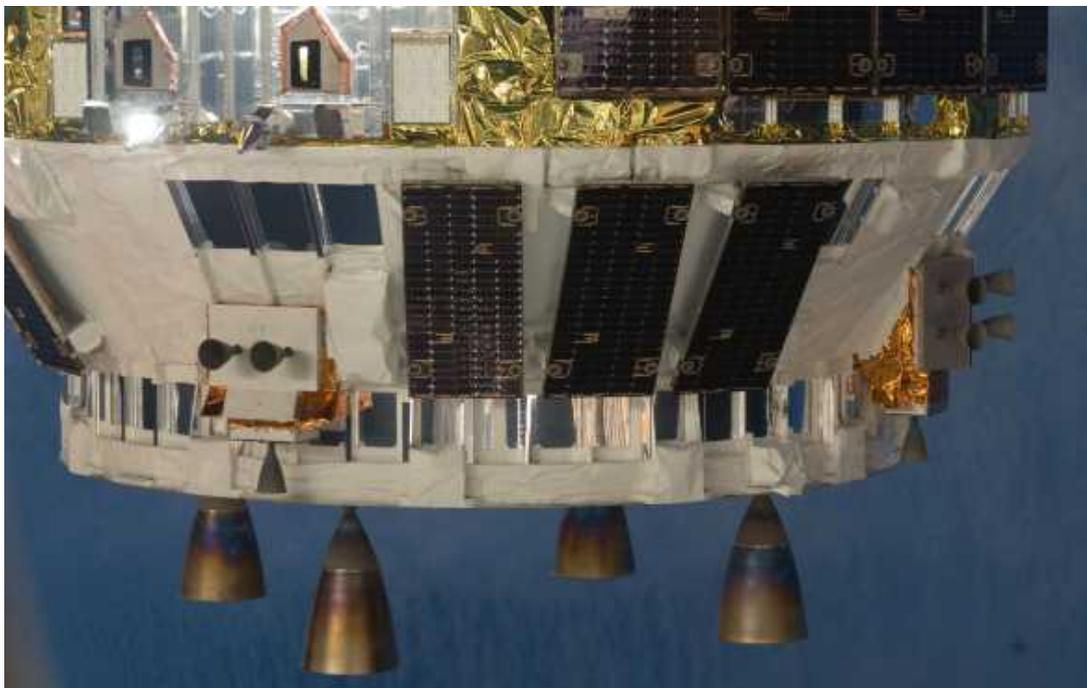
3号機以降は、メインエンジンと姿勢制御用スラスタを国産品に切り替えました (ただし4号機は在庫品活用のため従来品を使用)。



図A1.5-1 推進モジュール
(多層断熱カバー取付け前)
(JAXA)



図A1.5-2 推進薬タンク (JAXA)



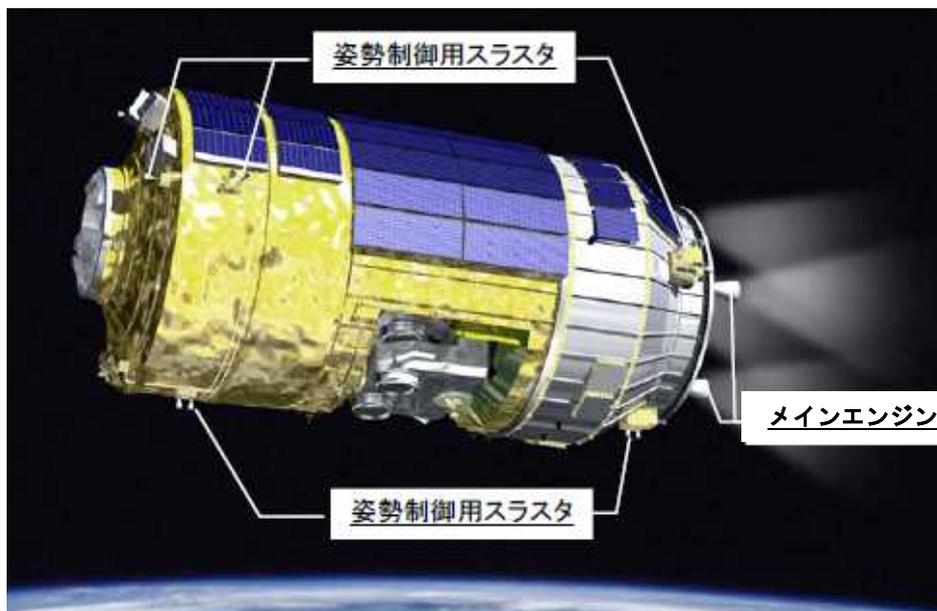
図A1.5-3 軌道上で撮影された推進モジュール (1号機) (JAXA)
(写真下部に見える4基のノズルがメインエンジン)

表A1.5-1 「こうのとり」のスラスタ構成

	仕様	
	メインエンジン	姿勢制御用スラスタ (RCSスラスタ)
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 (3, 5号機以降※) (参考: 輸入品) Aerojet社R-4D 500 N(ニュートン) (1, 2, 4号機)	IHIエアロスペース社 120N(ニュートン)級 (3, 5号機以降※) (参考: 輸入品) Aerojet社R-1E 120 N(ニュートン) (1, 2, 4号機)

* 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

※ 4号機は輸入品(予備品として残っていたもの)を使用しました。



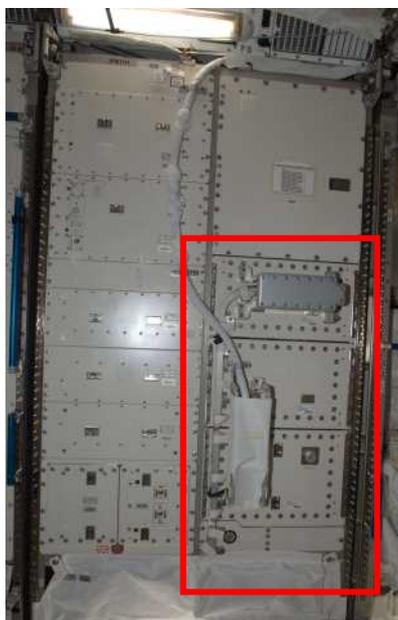
図A1.5-4 メインエンジンと姿勢制御用スラスタの位置(JAXA)

A1.6 近傍通信システム(PROX)

「こうのとり」近傍通信システム(Proximity Communication System: PROX)は、「こうのとり」がISSと通信するための、「こうのとり」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。

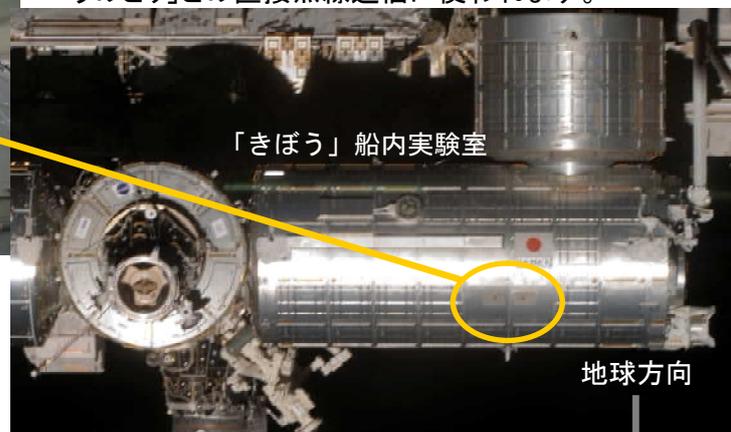
【参考】米国Orbital Sciences社は、同社が開発中のシグナス(Cygnus)輸送機で使用するため、「こうのとり」と同等の近傍通信機器を三菱電機(株)から購入(9機分:約60億円(6,600万米国ドル))しました。

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 (JAXA)



PROX通信アンテナは、ISS近傍に接近した「こうのとり」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 (JAXA)

● 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) (JAXA)

●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、「こうのとりの」FRGFを分離する事で強制的に分離

●RETREAT(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)
「こうのとりの」把持のため、「こうのとりの」の制御をオフにする

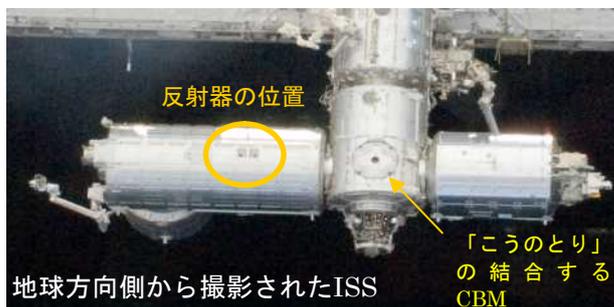
搭乗員用コマンドパネル(Hardware Control Panel: HCP)は、異常時に「こうのとりの」に接近中止コマンドを送信するなど、緊急性の高いコマンドを、ISSクルーが押しボタンで実行できる操作パネルです。HCPは、「こうのとりの」の近傍運用中、ISSのロボットアームのワークステーションに取り付けておきます。

右に示す写真はSpace X社のCCP(Crew Command Panel)です。「こうのとりの」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、「こうのとりの」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) (Space X社)

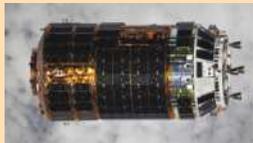
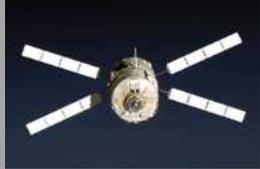
A1.7 反射器(レーザーダリフレクタ)



反射器(レーザーダリフレクタ)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「こうのとりの」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「こうのとりの」用の反射器 (JAXA)

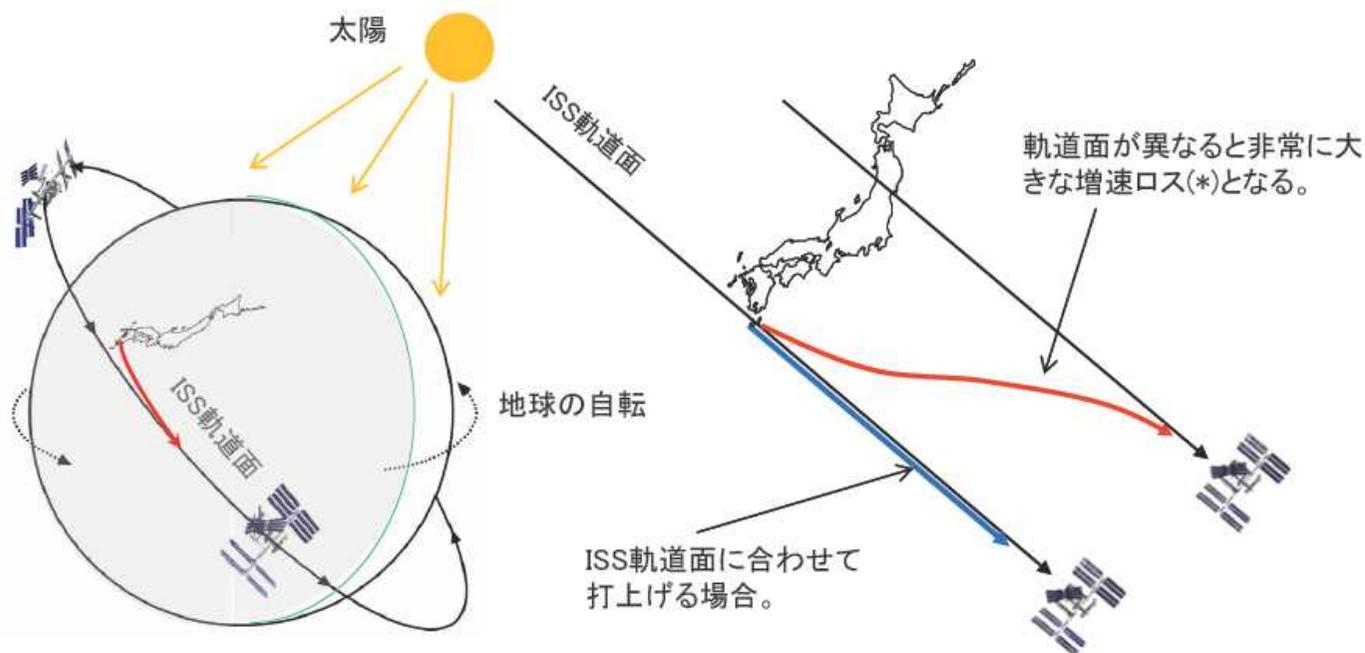
A1.8 【参考】ISS補給機の比較

補給機	「こうのとりの」HTV (日本)	Cygnus (米国)	Dragon (米国)	ATV (欧州)	Progress-M (ロシア)
					
運用期間	2009年～	2013年～	2012年～	2008～2015年退役	1978年～
ISSへの補給実績	4回成功/4回	3回成功/4回	7回成功/8回	5回成功/5回	58回成功/60回
総重量	16.5 トン	5.3 トン	8.7 トン	20.5 トン	7.2 トン
ISSへの 物資補給能力	6トン	約2トン*1	補給 約3トン*2 回収 約1.5トン*2	7.5トン	約2トン*2
船内物資輸送 【ハッチサイズ】	実験ラック (ISPR)等、複数 の大型物資輸送可 【1.3m x 1.3m】	M01バッグ*3程度ま で輸送可 【0.9m x 0.9m】	【1.3m x 1.3m】	トリプルバグ*4 CTB*4程度まで輸送可 【直径0.8m】	
船外物資輸送	○ ISS船外バッテリーや、き ぼう船外実験装置など の大型物資輸送可	×	○	×	×
ISSの軌道変更 ISSへの燃料補給	×	×	×	○	○

*1) 4号機以降、物資補給能力の増強を計画、*2) 輸送計画からの想定される輸送カーゴ質量、*3) M01バッグ：749mm x 897mm x 508mm

*4) トリプルバグ CTB (Cargo Transfer Bag)：749mm x 425mm x 502mm

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。

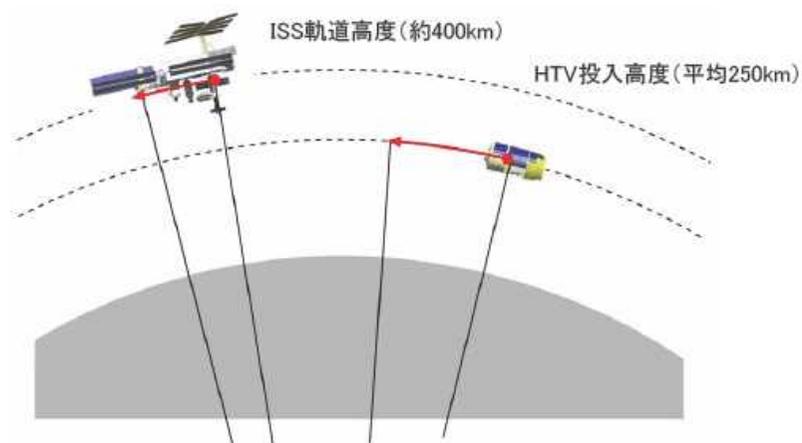


付録2 ランデブ概念2 – 位相調整

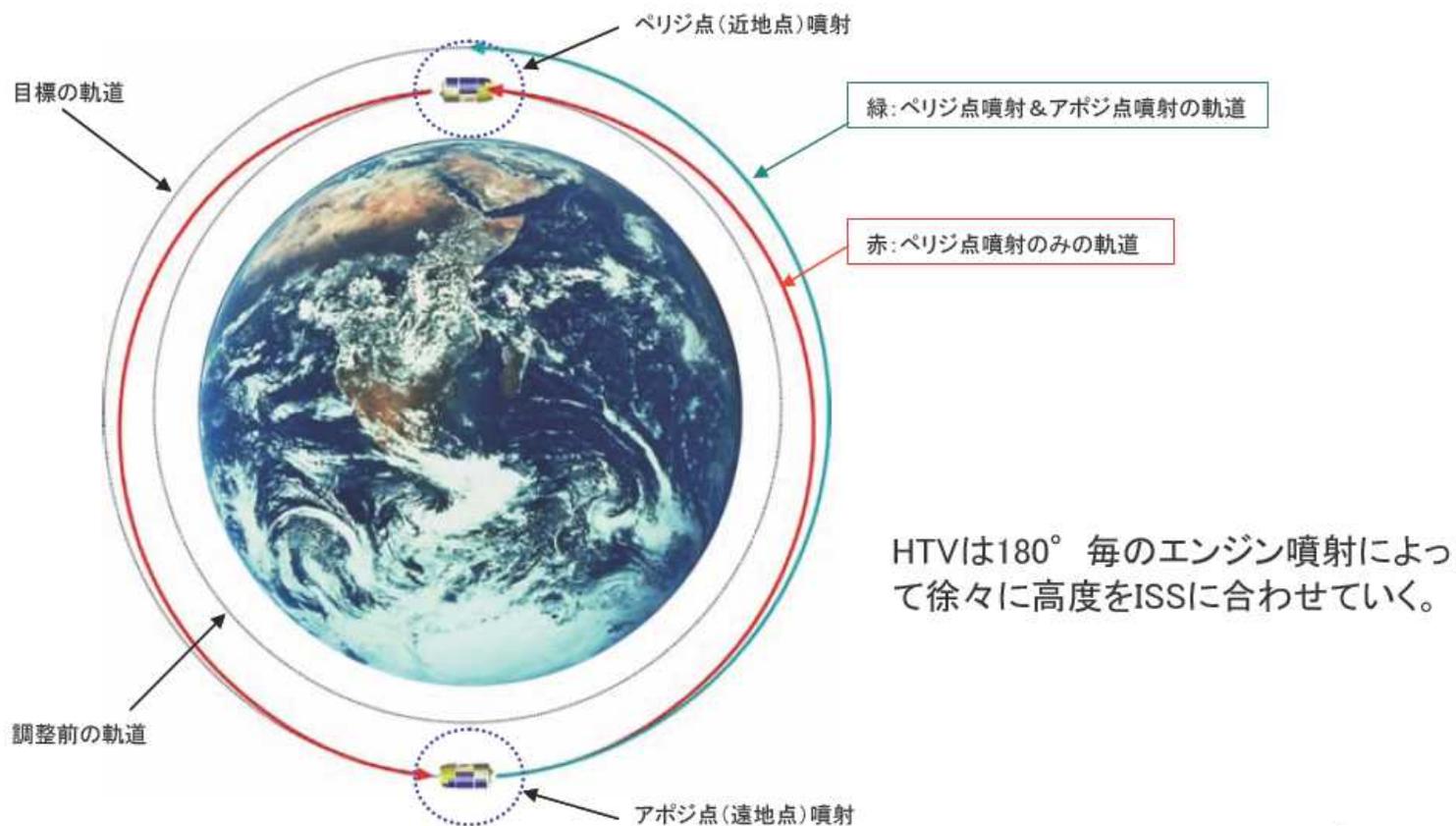


HTVがISSと同じ軌道面に入った時点で、位相を合わせる必要がある。

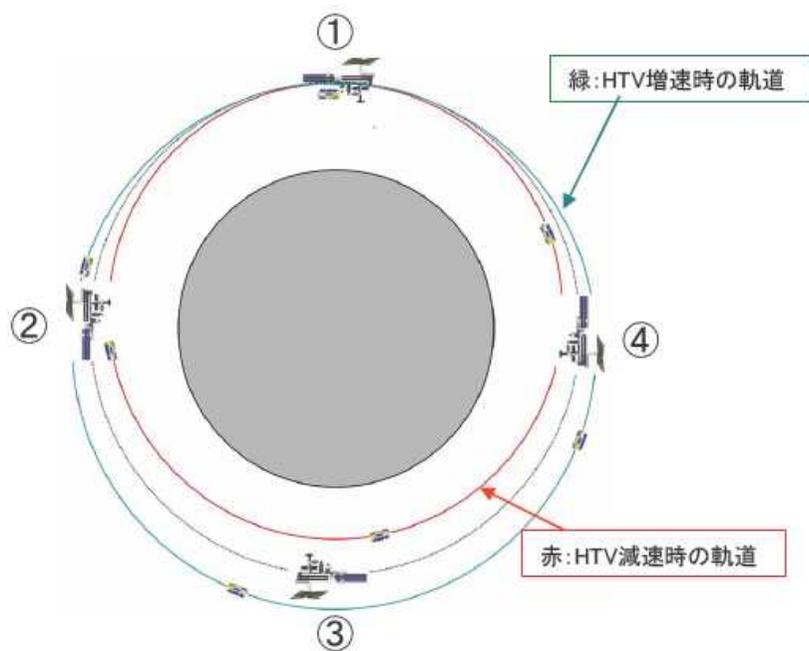
ケプラーの第3法則
「軌道半径の3乗と軌道周期の2乗は比例する」
＝ 軌道高度の低いHTVは、ISSより角速度が速い



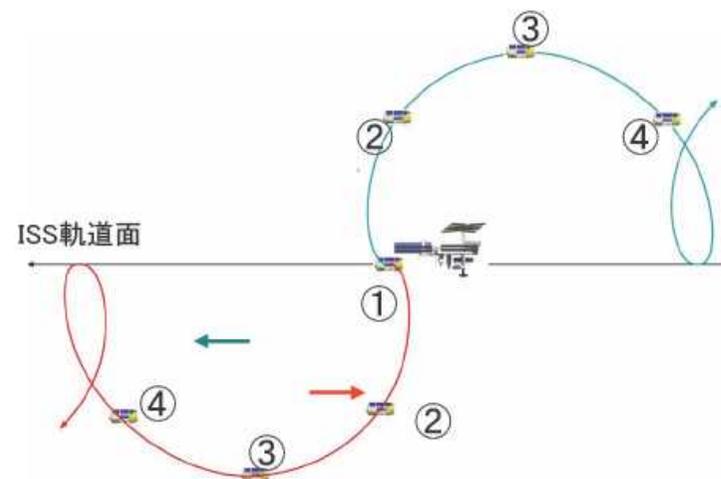
付録2 ランデブ概念3 - 高度調整



付録2 ランデブ概念4 - 相対位置調整



HTVが「増速」すると「後ろへ下がる」



HTVが「減速」すると「前へ進む」



付録3 「こうのとりの」(HTV)の運用概要

「こうのとりの」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	
<p>ミッション概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 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(「こうのとりの」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、「こうのとりの」運用管制室との通信接続) ・ ランデブ用軌道制御 	
<p>● 打上げ／軌道投入</p> <p>「こうのとりの」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。</p>	 <p style="text-align: center;">H-IIBロケットの機体移動と打上げ (2号機) (JAXA)</p>
<p>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、その後フェアリングが分離されます。第1段エンジンの燃焼を停止した後、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、「こうのとりの」を高度200km×300km、軌道傾斜角51.7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15分後に「こうのとりの」を分離します。</p>	 <p style="display: flex; justify-content: space-around;"> フェアリング分離 (JAXA) 第1段分離 (JAXA) </p>
<p>● 軌道投入後の運用</p> <p>「こうのとりの」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「こうのとりの」運用管制室との通信を開始します。</p>	 <p style="text-align: center;">第2段分離 (JAXA)</p>

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
通常約5日かけて高度を徐々に上げながらISSに接近します。



ISSに接近した「こうのとり」4号機 (NASA)

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=82bcc47ac89d327a3e1fbcec885452d4>

近傍運用

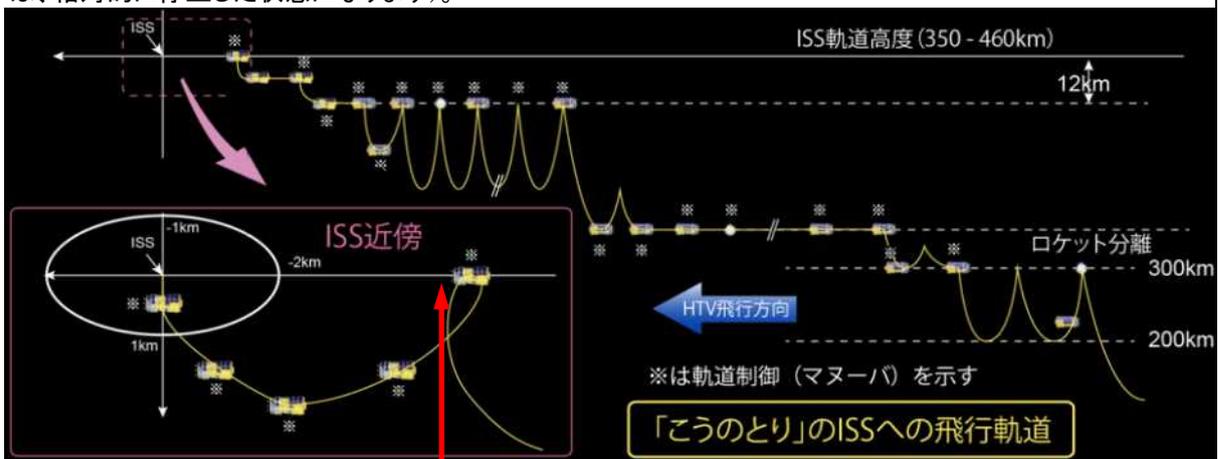
ミッション概要

- ・ 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、「こうのとりの」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相対航法を用いた軌道制御（マヌーバ）を実施して、ISSの後方約5kmの接近開始点（Approach Initiation: AI）に到達します。

初号機から4号機まではAI地点でISSに対して相対停止を行っていましたが5号機からは運用効率化のためAI地点を通過して直接ISSへの接近軌道に投入する運用に変更しました。なお、緊急時には従来通りのAI地点で相対停止を行う運用に切り替えることも可能であり、そのための運用訓練も実施しています。（ISSも「こうのとりの」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）。



接近開始点(AI)

(JAXA)

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「こうのとりの」運用管制室との統合運用が開始されます。「こうのとりの」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。

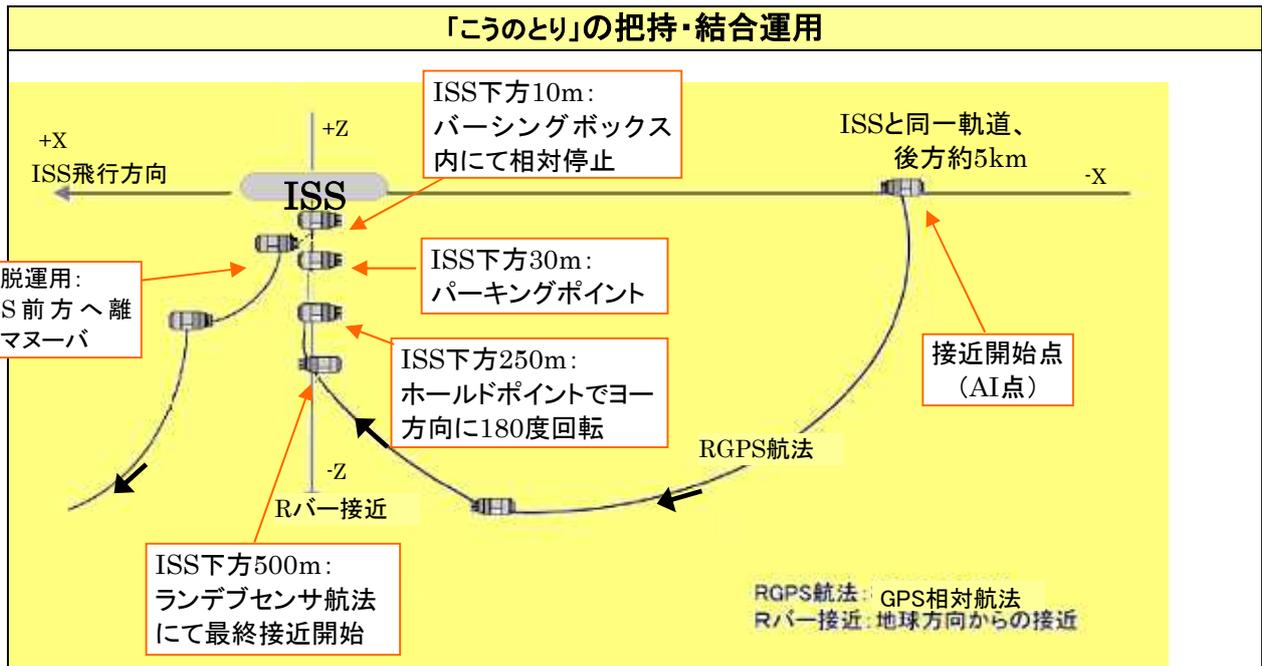
● ISSへの最終アプローチ（次ページの図参照）

AI地点到達前にISSミッションコントロールセンターから接近許可を得て、「こうのとりの」はAI地点到達後に連続してAI軌道制御（マヌーバ）を実施します。

「こうのとりの」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「こうのとりの」を制御することができます。

なお「こうのとりの」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「こうのとりの」をISSの前方に退避させるために実施するものです。



(JAXA)

● ISSのロボットアームによる把持

「こうのとりの」運用管制室は、「こうのとりの」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、「こうのとりの」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「こうのとりの」のグラブルフィクスチャ(FRGF)を把持します。



「こうのとりの」の把持(4号機) (NASA/JAXA) FRGF (NASA)

● 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「こうのとりの」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。

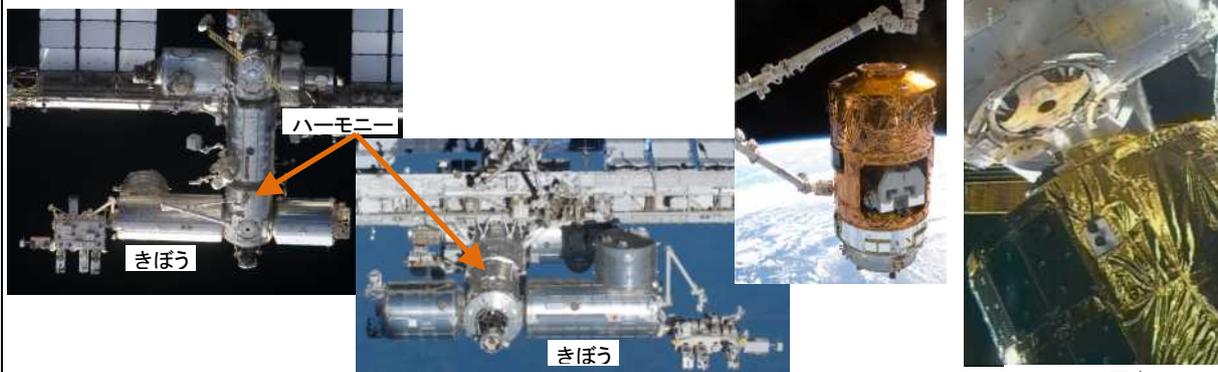


写真: NASA

「こうのとりの」の把持・結合運用(続き)



「こうのとりの」を把持する際に使われるキューポラのロボットアーム操作卓(4号機到着前の軌道上訓練)
(NASA提供)



ISSへ結合した「こうのとりの」3号機 (NASA提供)

<https://www.flickr.com/photos/nasa2explore/9397024654/>

HTV入室運用

ミッション概要

- ・ 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「こうのとりの」船内への移設

● 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「こうのとりの」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。



入室直後の補給キャリア与圧部の内部(4号機) (NASA)

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=ca04f2e66d13ff93d2dfe26c676931d8>

「こうのとりの」入室～「こうのとりの」分離前までの運用

ミッション概要

- ・ 「こうのとりの」からISSへの物資の搬入作業
- ・ 搬入終了後の「こうのとりの」への廃棄品の積み込み作業

- 「こうのとりの」からISSへの物資の搬入作業

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)

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=b94148cb773e1bebf30b1f5488a96cb7>



食料、生活用品、実験用品などを梱包したCTB (JAXA/NASA)



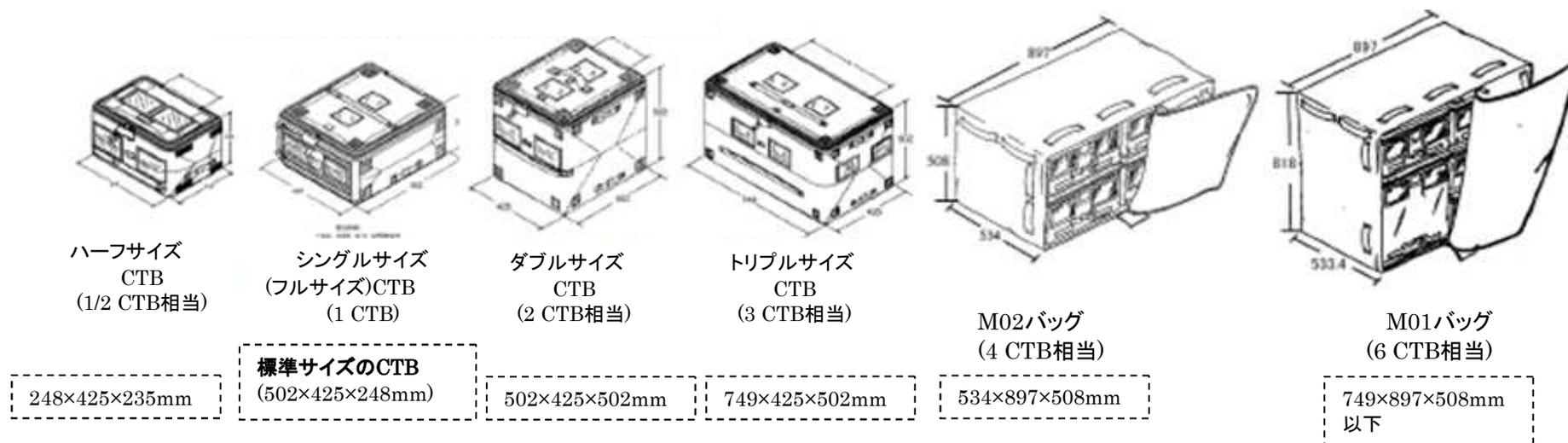
左:4号機入室時の写真 (NASA)、右:3号機入室時の様子、星出宇宙飛行士がマスクとゴーグルを装着して内部を点検 (NASA/JAXA)

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=d6c39cefb92f51a95b2823f2bed5c622>

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=cfb32325857e9b4e076699ee4c6afae>

- 搬入終了後の「こうのとりの」への廃棄品の積み込み作業

→「「こうのとりの」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 (NASA/JAXA)

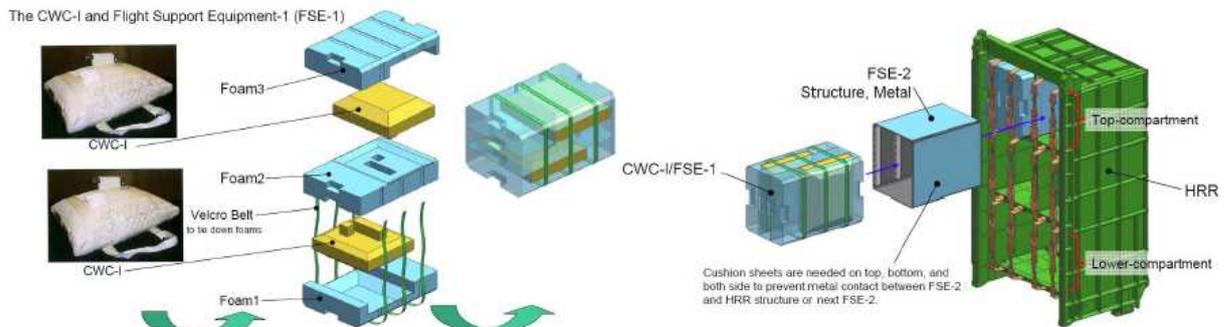
【飲料水の輸送】

「こうのとりの」による飲料水の輸送は2号機で初めて行われました。5号機では3回目の輸送が行われます。水バッグ(Contingency Water Container-Iodine: CWC-I:容量20リットル)は2号機の4袋(80リットル)、4号機の24袋(480リットル)からさらに増えて今回は30袋(600リットル)となります。

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:2号機、下:5号機)(JAXA)
(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 (JAXA)

曝露パレットの移動運用

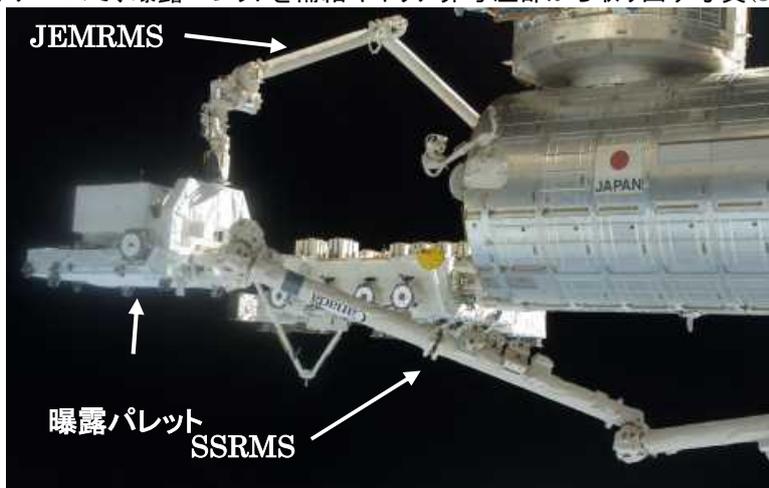
ミッション概要

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

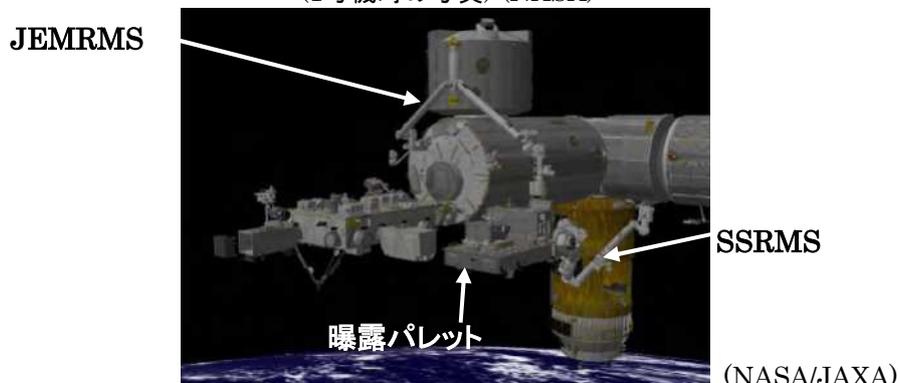
- 補給キャリア非与圧部からの曝露パレットの引き出し／「きぼう」船外実験プラットフォームへの仮置き
補給キャリア非与圧部に格納されていた曝露パレットが、ISSのロボットアーム(SSRMS)で引き出され、「きぼう」のロボットアーム(JEMRMS)に受け渡された後、「きぼう」船外実験プラットフォームに仮置きされます。



ISSのロボットアームで、曝露パレットを補給キャリア非与圧部から取り出す写真(3号機) (NASA)



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(1号機時の写真) (NASA)

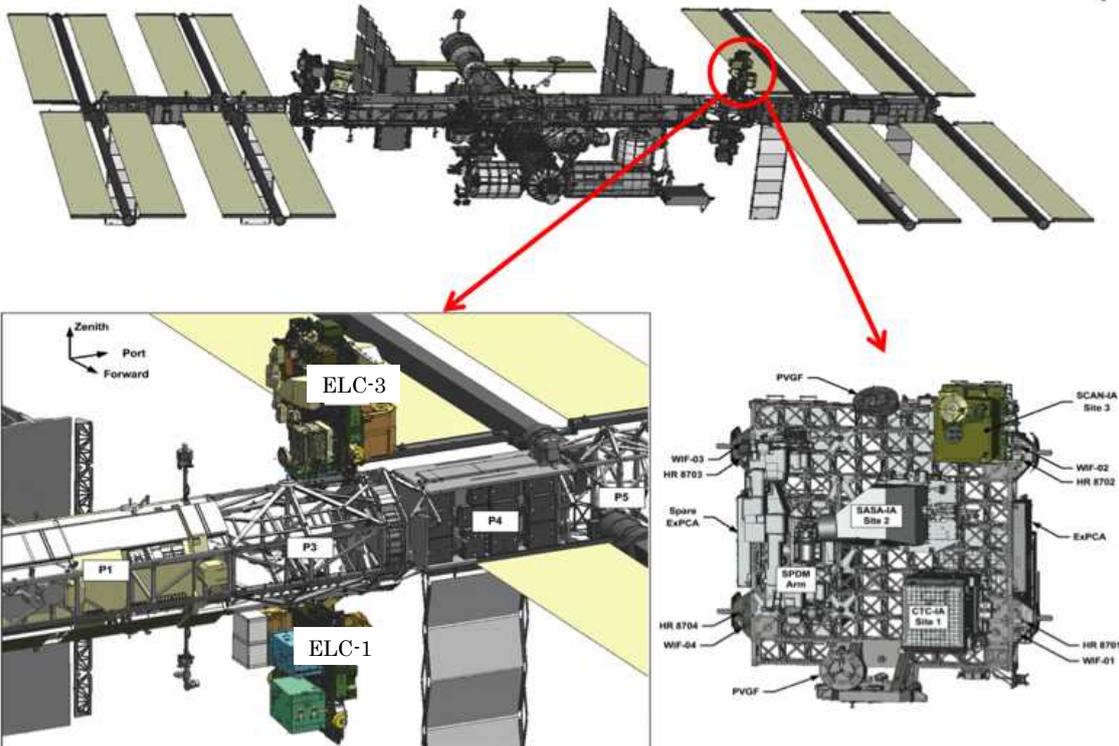


SPDM「デクスター」とJEMRMS運用

ミッション概要

- ・ 「こうのとりの」の曝露パレットに搭載して運んだJAXAの実験装置を設置場所に移設

- 「こうのとりの」の曝露パレットに搭載してJAXAの実験装置(あるいはきぼうの曝露部に設置するNASAの実験装置)を輸送した場合は、JEMRMSを使って「きぼう」船外プラットフォームに設置します。
- 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輸送・設置します(今回はELC-1に設置されていたSTP-H4の廃棄時に使用)
- 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3号機のミッション時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

- ・ 補給キャリア非与圧部への曝露パレットの収納

- 補給キャリア非与圧部への曝露パレットの収納

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「こうのとりの」が利用可能な「ユニティ」下側の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「こうのとりの」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(4号機)(NASA)



補給キャリア非与圧部に収納される曝露パレット(3号機)(NASA)

<https://www.flickr.com/photos/nasa2explore/9397290408/>

「こうのとりの」への廃棄品の積み込み運用

ミッション概要

- ISSから「こうのとりの」への廃棄品の積み込み

- ISSから「こうのとりの」への廃棄品の積み込み
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「こうのとりの」で廃棄するために「こうのとりの」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。



廃棄品が積み込まれた様子（2号機）(JAXA/NASA)

<http://iss.jaxa.jp/library/photo/iss027e008111.php>

ISS分離前日の運用

ミッション概要

- ・ 「こうのとりの」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))
- ・ 「こうのとりの」のハッチ閉鎖

● 「こうのとりの」の分離準備

「こうのとりの」の分離に先立ち、「こうのとりの」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「こうのとりの」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。「こうのとりの」運用管制室からのコマンドにより「こうのとりの」は内部電源への切替えなどが行われます。



左: 消火器 (PFE) (NASA)

右: 可搬式酸素マスク (PBA) (NASA)



● 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。



4つある四角い箱が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
- ・ 「こうのとりの」の分離

● 「こうのとりの」のISSからの分離

「こうのとりの」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「こうのとりの」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「こうのとりの」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
- 7



4号機の放出 (NASA)

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=ee76aa85ec9eeaf2fde1b183e2bbe8f>

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=f99f0588d3942e39d4409e7b4245173c>

再突入運用

ミッション概要

- ・ 軌道離脱制御
- ・ 再突入

- 再突入
減速させるための軌道離脱噴射を実施し、大気圏に再突入します。

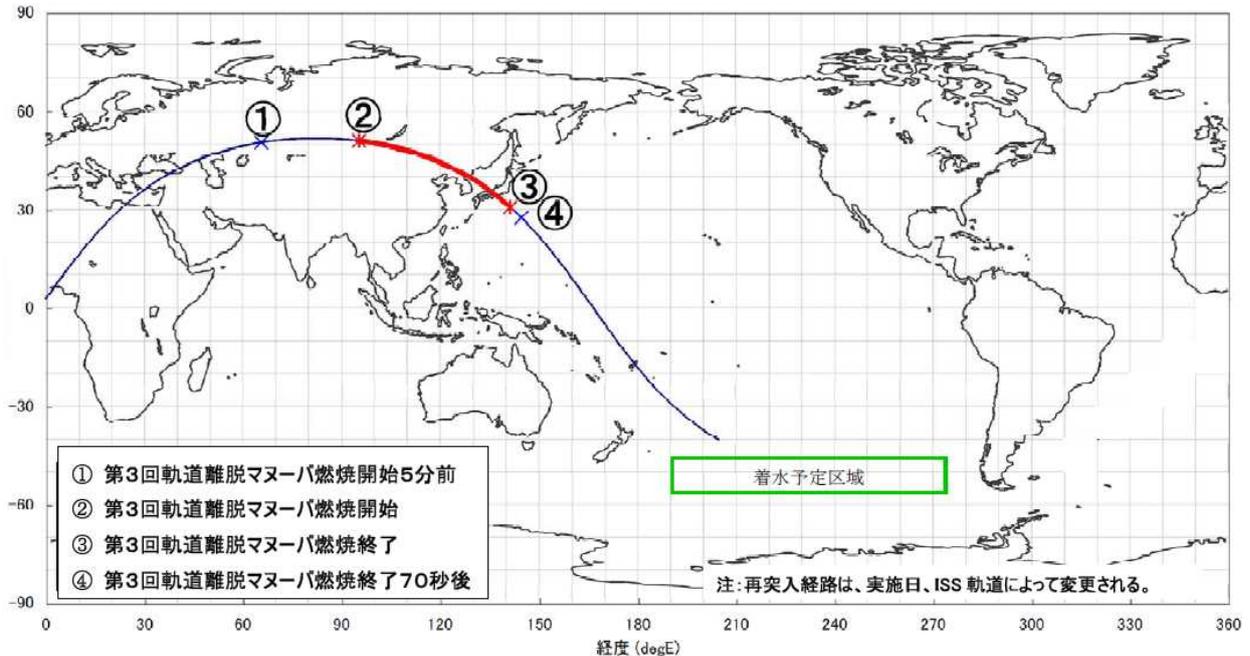


ISSから撮影した4号機が再突入する様子 (NASA)

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=8101e1fa719d8ad941c4a82ba987d124>

ISSから離脱した「こうのとり」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。「こうのとり」の着水予定区域は南太平洋であり、ここはミールや欧州補給機(ATV)を制御落下させる際にも使われた他、ロシアのプログレス補給船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 「こうのとり」を再突入・廃棄する予定域 (宇宙開発委員会)

【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

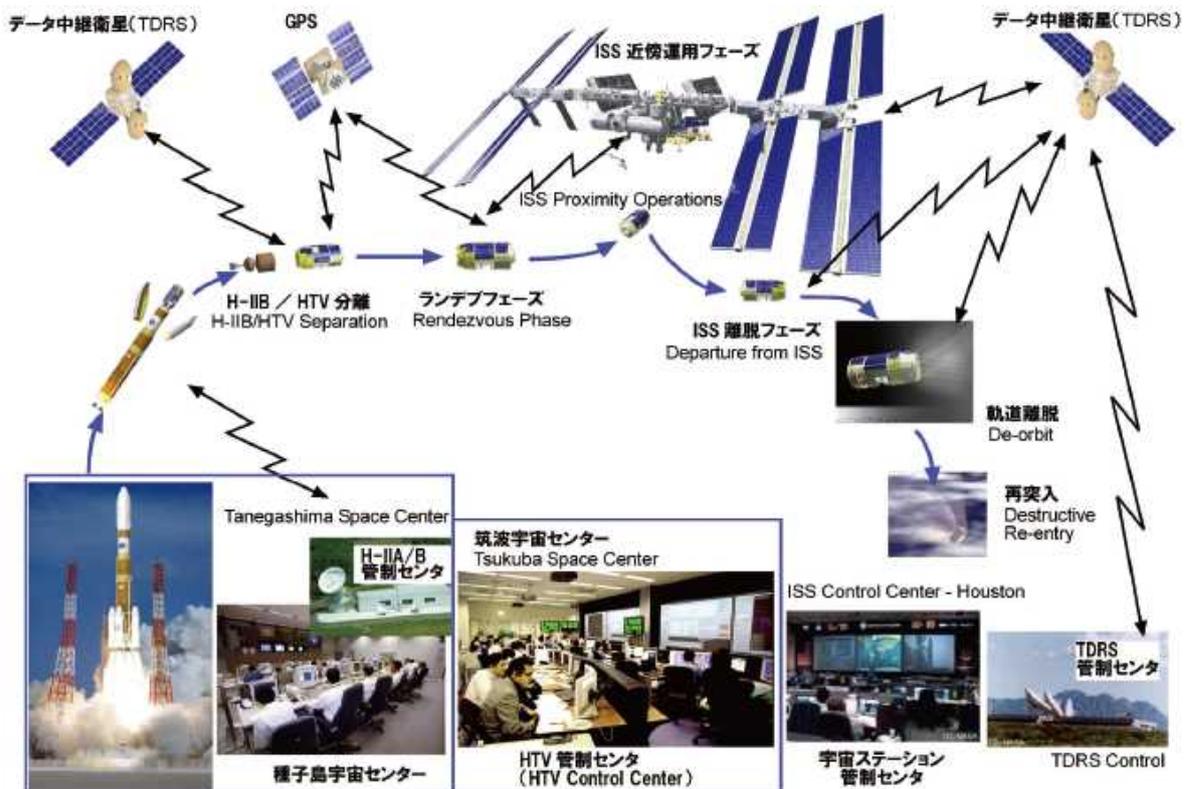
「このとり」の運用管制

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「このとり」運用管制室との通信を開始します。

その後の「このとり」の運用・制御は、「このとり」運用管制室により行われます。「このとり」運用管制室は、「このとり」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「このとり」の軌道調整や、サブシステム類の制御を行います。

「このとり」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「このとり」運用管制室との統合運用が開始されます。

なお、今回の5号機ミッションでは、若田宇宙飛行士がNASAのミッション管制センターでリード・キャプコム(CAPCOM)として、軌道上クルーとの交信役のとりまとめを担当します。

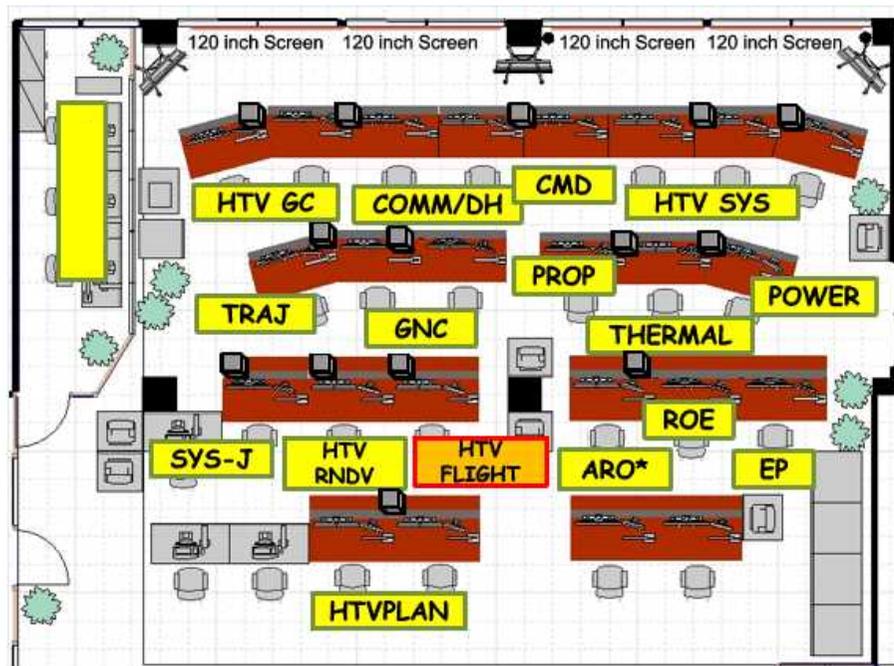


図A3-5 「このとり」の運用管制概要 (JAXA)

国際宇宙ステーション(ISS)搭乗員



図A3-6 「こうのとりの」(HTV)運用時のNASAとの協調運用イメージ(把持運用時)(JAXA)



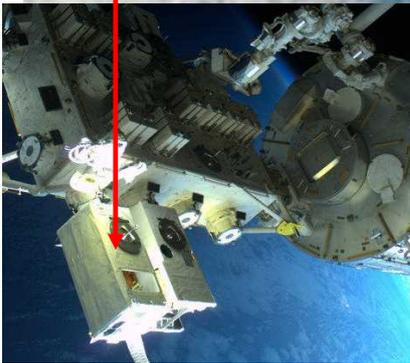
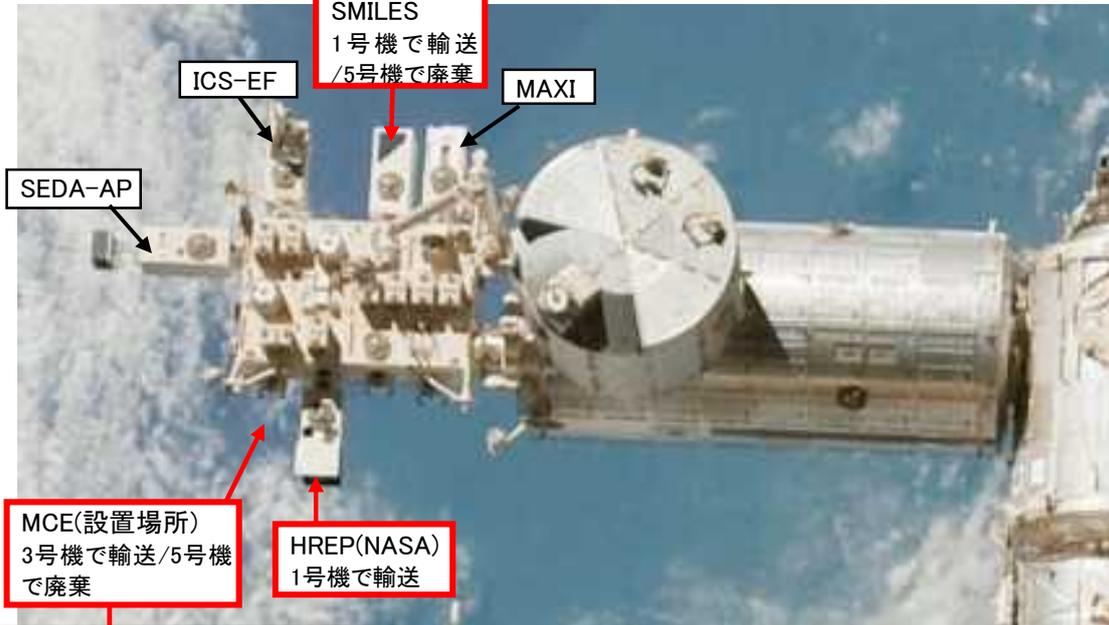
- *HTV FLIGHT* 管制チームを統括し、「こうのとりのとり」運用全体の最終決定を行う。
- *HTVSYS* 「こうのとりのとり」のシステム運用状況を把握しNASAとの連絡・調整を行う。
- *CMD* 手順書に従ってコマンド送信運用を行う。
- *HTVGC* 運用で使用する設備及びネットワークの管理を行う。
- *HTVPLAN* 運用計画立案を行う。実運用中における運用計画の見直しを行う。
- *SYS-J* 運用手順の進行管理を行うことでHTV FLIGHTをサポートする。
- *HTV RNDV* ランデブに関する運用状況を把握し、NASAとの連絡・調整を行う。
- *GNC* 航法誘導制御系運用の状況をモニタし、技術判断を行う。
- *TRAJ* 「こうのとりのとり」の軌道制御(マヌーバ)状況をモニタし、技術判断を行う。
- *POWER* 電力系の状況をモニタし、技術判断を行う。
- *THERMAL* 熱・環境制御系の状況をモニタし、技術判断を行う。
- *COMM/DH* 通信データ処理系の状況をモニタし、技術判断を行う。
- *PROP* 推進系の状況をモニタし、技術判断を行う。
- *EP* 曝露パレット / 非与圧キャリアの状況をモニタし、技術判断を行う。
- *ROE* 再突入計画の独立評価、再突入状況の独立評価を行う。
- *ARO* NASA メンバー。筑波の管制室においてNASAとの連絡を担う。

図A3-7 「こうのとりのとり」運用管制室(左)、「こうのとりのとり」運用管制チームの構成・役割(右) (JAXA)

【参考】「こうのとりに」でISSに輸送した主な貨物

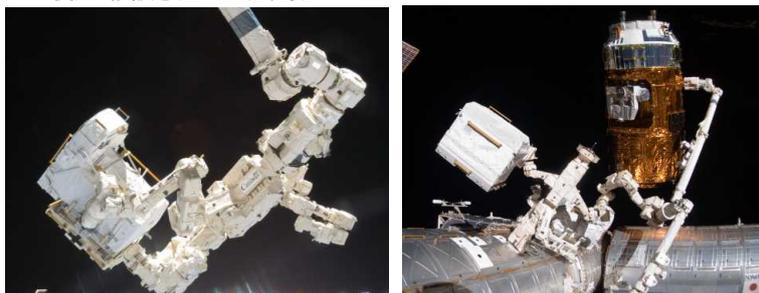
1~4号機でISSに輸送した主な貨物を参考までに以下に示します。

(1)船外貨物



図A3-8 「こうのとりに」で輸送したきぼうの船外実験装置(NASA)

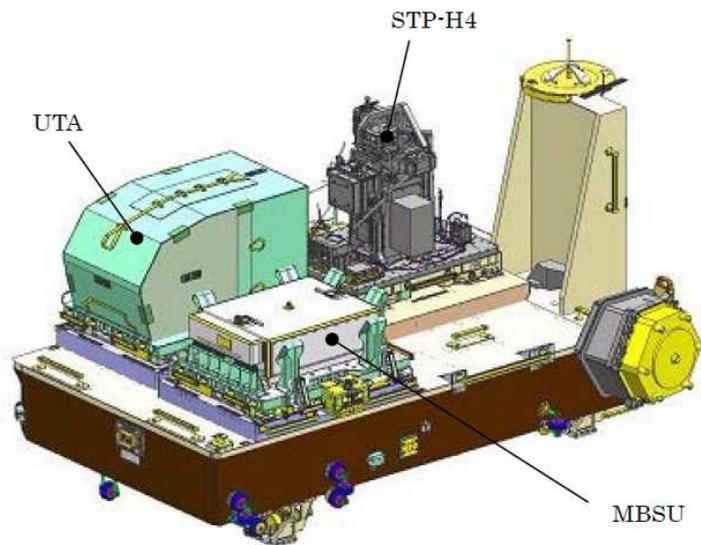
(注:2015年1月のSpX-5でNASAのCATSが運ばれ、上図のSMILESの設置場所に設置されました。SMILESはその前に隣(ICS-EF側)に移設されています。)



図A3-9 米国の予備機器 FHRMとCTC (2号機で輸送) (NASA)



図A3-10 米国の実験装置 SCAN Testbed (3号機で輸送) (NASA)



図A3-11 4号機で運ばれたNASAの実験装置(STP-H4)と船外補用品 (NASA/JAXA)

(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。



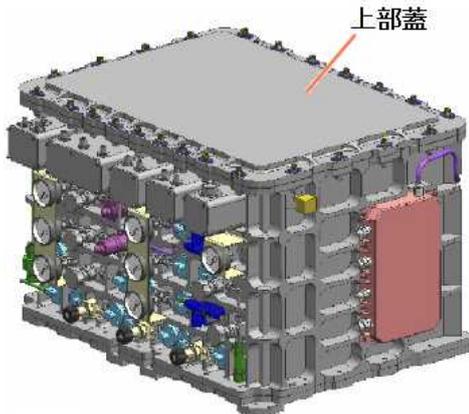
図A3-12 きぼうのロボットアームの子アーム(SFA) (1号機で輸送)(NASA)



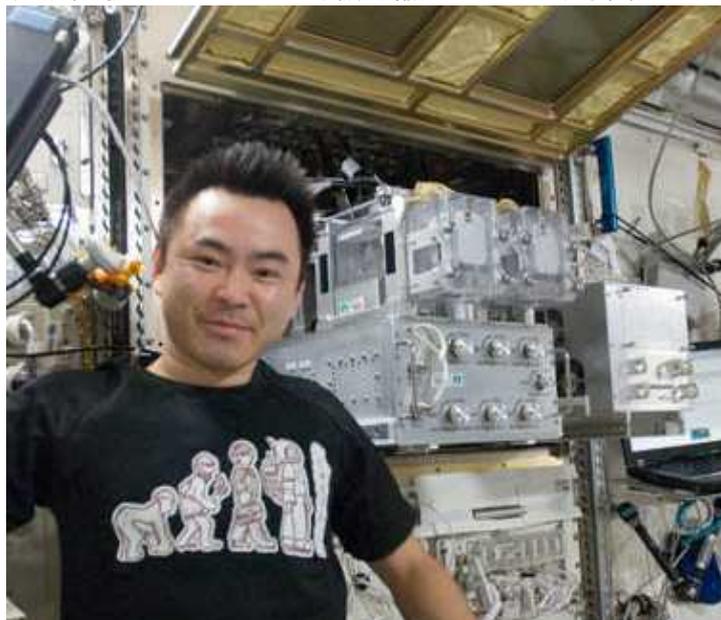
図A3-13 温度勾配炉(GHF)ラック、多目的実験ラック(MSPR) (2号機で輸送)(JAXA)



図A3-14 小型衛星放出機構 (3号機で輸送) (JAXA/NASA)



図A3-15 燃焼実験チャンバー (2号機で輸送) (JAXA、写真はNASA TVより)



図A3-16 水棲生物飼育装置(AQH) (3号機で輸送) (JAXA/NASA)

JAXA

緊急輸送一触媒反応器(水再生システム)

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」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

© NASA

図A3-17 米国から輸送を依頼された緊急輸送品の例 (3号機で輸送) (JAXA)

付録 4 超小型衛星および小型衛星放出機構(J-SSOD)を用いた衛星放出作業の概要

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「こうのとりの」3号機で初めて運ばれ、2012年10月にISSからの放出に成功しました。

(1)J-SSOD を用いた衛星放出作業の概要

- 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。「こうのとりの」だけでなく、ロシアや米国の補給機でも輸送可能です。



- 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 J-SSOD 及び、親アーム先端取付型実験プラットフォーム(MPEP)をエアロックのスライドテーブルに取り付けます(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 A4-1 きぼうのエアロックに J-SSOD を設置する様子

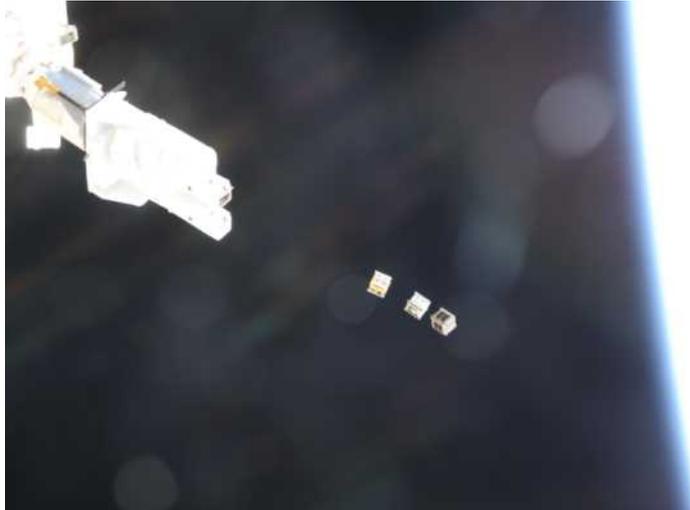


図 A4-2 J-SSOD から放出された超小型衛星(2013 年 11 月)

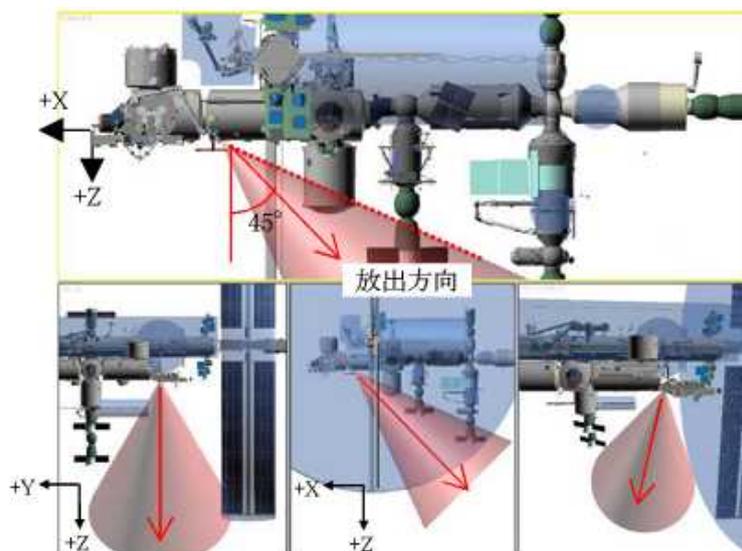


図 A4-3 超小型衛星の放出運用イメージと放出方向

(2) 超小型衛星(CubeSat)について

超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。CubeSatよりももう少し大きい50kg級の超小型衛星も放出できるよう現在準備を進めています。

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 A4-4 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面積が大きい衛星ほど早く落下します。

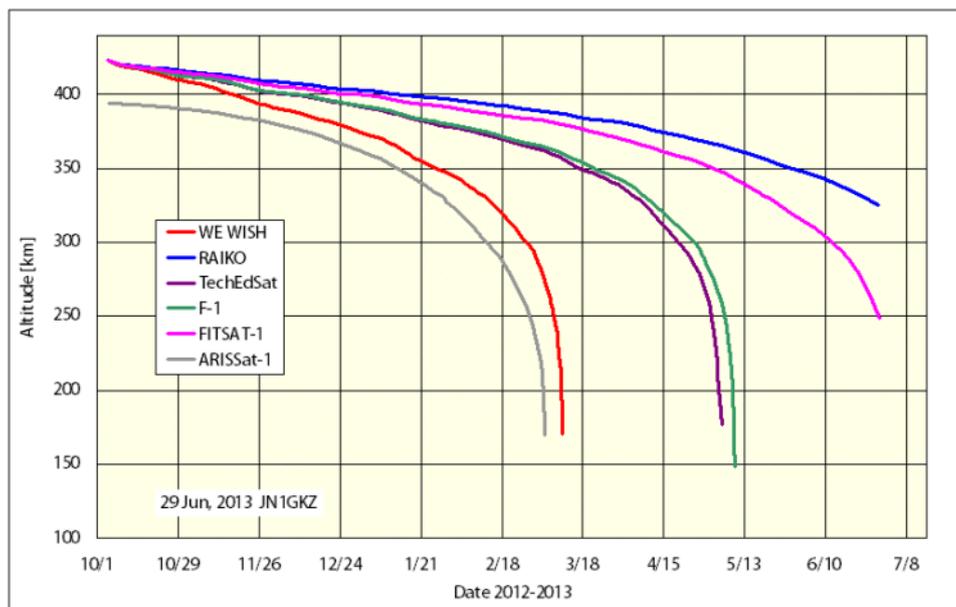


図 A4-5 2012 年 10 月に「きぼう」から放出された超小型衛星の高度の低下状況
(Masahiro Arai JN1GKZ)

<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 「こうのとりの」/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)
AMS	Alpha Magnetic Spectrometer	アルファ磁気スペクトロメータ
AQH	Aquatic Habitat	(JAXA)水棲生物実験装置
ATOTIE-mini	Advanced Technology On-orbit Test Instrument for space Environment - mini	HTV4 で搭載した表面電位センサ
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	キャプコム(NASA)
CATS	Cloud-Aerosol Transport System	(NASA の船外実験装置)
CBEF	Cell Biology Experiment Facility	細胞培養装置
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)
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
ELF	Electrostatic Levitation Furnace	静電浮遊炉
EMC	Electro-Magnetic Compatibility	電磁適合性
EP	Exposed Pallet	曝露パレット(HTV)
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

略語	英名称	和名称
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
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・カップラ
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	グラプルフィクスチャ
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	グラプルフィクスチャ
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
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	JEM-EFU カーゴ把持機構(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

略語	英名称	和名称
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／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「こうのとりの」
HTV OCS	HTV Operations Control System	HTV 運用管制システム
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
KASPER	KOUNOTORI Advanced Space Environment Research equipment	(HTV5)宇宙環境観測装置
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(レーザレーダリフレクタ) (HTV)
MAXI	Monitor of All-sky X-ray Image	全天X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

略語	英名称	和名称
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
MHU	Mouse Habitat Unit	小動物飼育装置
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	一酸化窒素添加四酸化二窒素(酸化剤)
MPEP	Multi-purpose Experiment Platform	親アーム先端取付型 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・トランスポーター(台車)
MUSES	Multi-User System for Earth Sensing	
nadir	—	天底
NASA	National Aeronautics and Space Administration	米国航空宇宙局
NET	No Earlier Than	～以降
NREP	NanoRacks External Platform	米ナノラックス社の船外プラットフォーム
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)
PDB	Power Distribution Box	分電箱
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 Maneuver	位相調整軌道制御(マヌーバ)
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

略語	英名称	和名称
POIC	Payload Operations Integration Center	ペイロード運用統合センター
Port	—	左舷側
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
PS-TEPC	Position Sensitive Tissue Equivalent Proportional Chamber	(日本が開発したリアルタイム線量当量計)
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
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)
SAFER	Simplified Aid for	船外活動時のセルフレスキュー用推進装置
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	(GHP)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
SEDA-AP	Space Environment Data Acquisition equipment:Attached Payload	宇宙環境計測ミッション装置
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	宇宙インフレーター構造の宇宙実証 (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

略語	英名称	和名称
STBD	starboard	右舷
STP-H	Space Test Program-Houston	(米国の船外実験装置)
TDRS	Tracking and Data Relay Satellite	追跡・データ中継衛星(NASA)
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	補給キャリア非与圧部
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