

宇宙ステーション補給機
「こうのとり」7 号機（HTV7）
【ミッションプレスキット】



2018 年 11 月 02 日 B 改訂版

2018 年 9 月 05 日 A 改訂版

2018 年 7 月 20 日 初版

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構

「こうのとりの7号機」プレスキット

「こうのとり」7号機はISS運用の根幹を支え、宇宙利用を拡大する機器などを運び、将来に向けた宇宙技術の実証を行います。

■ ISS運用の根幹を支える物資を輸送します。

- ✓ 「こうのとり」6号機に引き続き、日本の技術を採用したISSの運用に欠かせないバッテリーを7号機でも一度に6台輸送します。（詳細は5.2項参照）

■ 大型実験ラック4台を輸送します。（過去最多、最大、最重量）

- ✓ 今回の「こうのとり」7号機ではNASAとESAの大型実験ラック計4台をISSへ輸送します。（過去最多、最大、最重量のラックの運搬となります。）
- ✓ 1台が大型の冷蔵庫ほどのこれら実験ラックのサイズは「こうのとり」以外の補給機では運ぶことはできません。（詳細は5.1.1項参照）

■ 将来の宇宙技術獲得に向けた実験装置を輸送します。

- ✓ 日本として将来の人工衛星や探査機などの宇宙機のさらなる高度化を実現するため、宇宙空間における、より高度な熱を制御するための技術を獲得するための実験装置を輸送します。（詳細は5.1.3項（1）参照）

■ 日本初、ISSからの物資回収技術を実証します。

- ✓ 「こうのとり」7号機では、ISSでのミッション終了後の地球への再突入の機会を利用し、小型回収カプセルを使って、日本が今まで有していなかったISSからの物資回収技術の実証を行います。（詳細は6.1項参照）

改訂履歴

訂符	日付	改訂ページ	改訂理由
初版	2018.07.20	—	—
A改訂版	2018.09.05	頭書き、2-4、3-1、 4-1、5-4、5-14、6-4 ～6-6(1ページ追加)、 付録1-1、付録1-3、付 録1-13、付録2-2、付 録2-13	図表・データの更新、記述の補足など
B改訂版	2018.11.02	2-2、2-7、3-1、4-2、 5-1 ～ 5-5 、 5-7 、 5-10、5-11、5-13、 5-14、5-16、5-18、 6-3～6-6、付録2-7	打上げ、結合実績の反映、分離・再突入予定の 反映、搭載した生鮮食料品情報の追加、小型 回収カプセルで回収した実験試料の輸送イメージ 図を追加、図の更新、記述の補足など

目次

1. はじめに.....	1-1
2. 「こうのとりの7号機」概要.....	2-1
3. 「こうのとりの7号機」ミッションの打上げ/飛行計画概要	3-1
4. 「こうのとりの7号機」運用スケジュール	4-1
5. 「こうのとりの7号機」が運ぶ物資	5-1
5.1 補給キャリアと圧部搭載品（船内物資）	5-4
5.1.1 実験ラック.....	5-7
5.1.2 食糧・生活用品関連品	5-10
5.1.3 実験関連品	5-11
5.2 補給キャリア非と圧部搭載品（船外物資）	5-16
6. 「こうのとりの7号機」を活用した技術の蓄積.....	6-1
6.1 HTV 搭載小型回収カプセル（HTV Small Re-entry Capsule: HSRC）	6-2
 付録 1 「こうのとりの7号機」の構成.....	 付録 1-1
A1.1 補給キャリアと圧部(PLC)	付録 1-4
A1.2 補給キャリア非と圧部(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 「こうのとりの7号機」(HTV)の運用概要.....	 付録 2-1
付録 3 「こうのとりの7号機」/ISS 関連略語集.....	付録 3-1

1. はじめに

- ◆ 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」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、最大の運搬能力を持つ「こうのとり」の重要度が増しています。** ※欧州の無人補給船は 2015 年 2 月に退役。
- ◆ 2009 年の「こうのとり」（HTV）初号機（技術実証機）以降、これまでに 6 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」概要

宇宙ステーション補給機「こうのとり」(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 **7 機目の打上げ** になります。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。

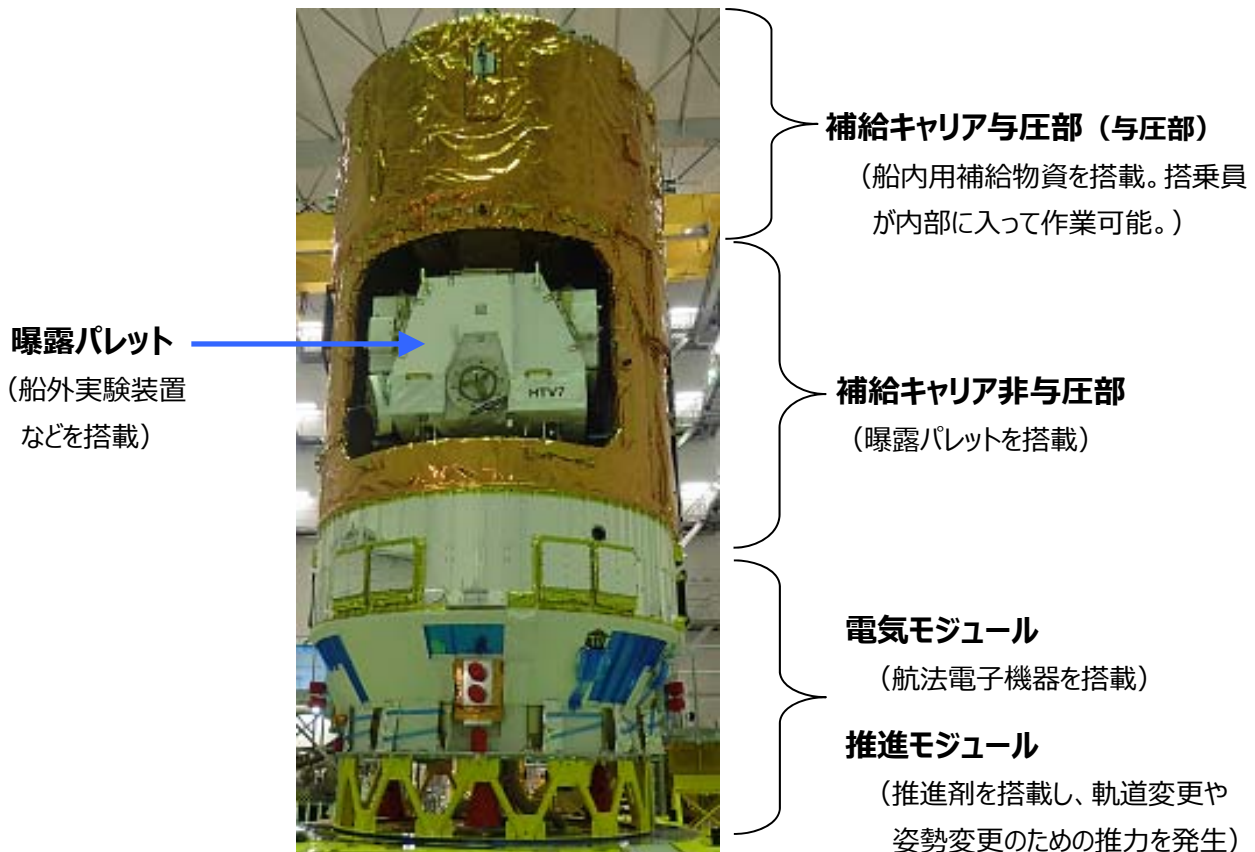


図 2-1 「こうのとり」の構成 (JAXA)

「こうのとり」は、ISS に接近した後、ISS のロボットアーム（Space Station Remote Manipulator System: SSRMS）で把持（キャプチャ）され、その後 SSRMS を使って「ハーモニー」（第 2 結合部）の下側（地球方向側）に取り付けられました。

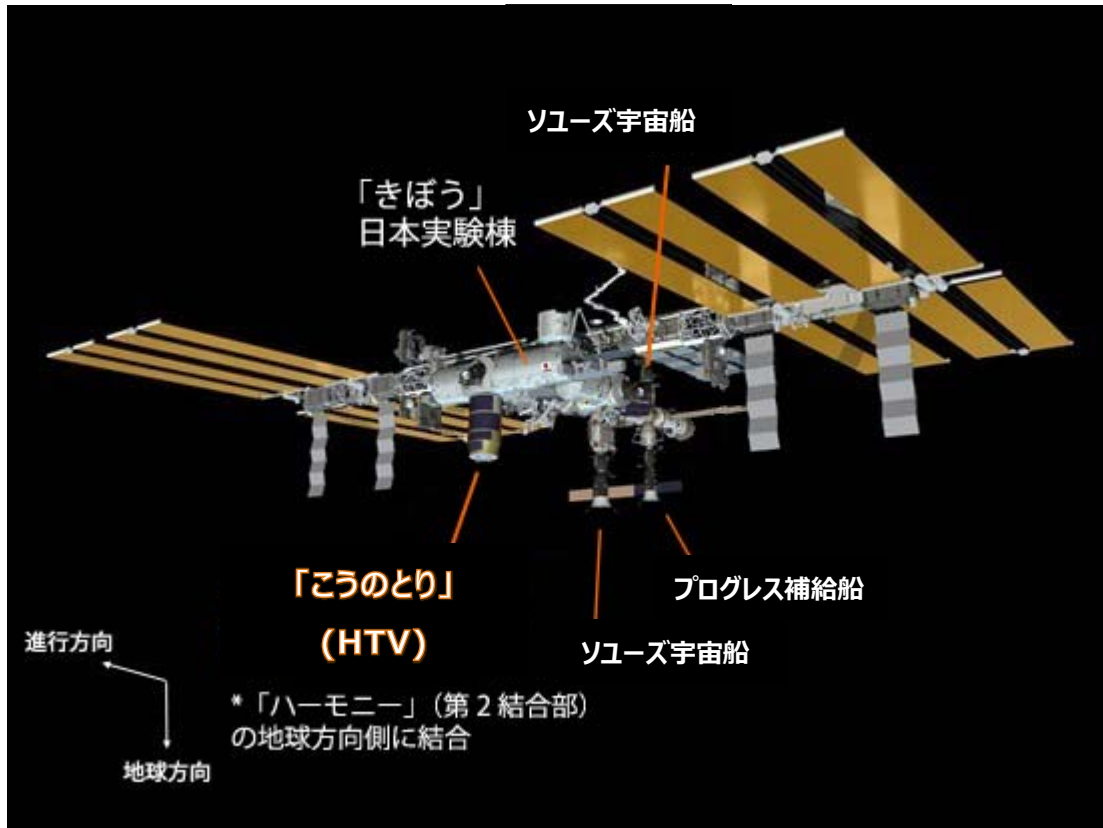


図 2-2 「こうのとり」の結合場所（NASA/JAXA）
（注：ミッションによっては米露の補給機の結合場所は変わります）

(1) 世界最大の補給能力

～「こうのとり」にしかできない仕事がある～

- ◆ 「こうのとり」の特長である**大型・大量物資の輸送能力（最大 6 トン：カーゴ搭載用の棚構造の質量含む）**を生かし、ISS の利用・運用の維持・拡大に貢献しています。
- ◆ ISS で宇宙の環境を利用して実験を行うための**大型の標準ラック**と、「きぼう」日本実験棟船外実験プラットフォームで使用する**大型の船外実験装置や ISS の根幹を支えるバッテリーを同時に輸送できるのは「こうのとり」だけです。**

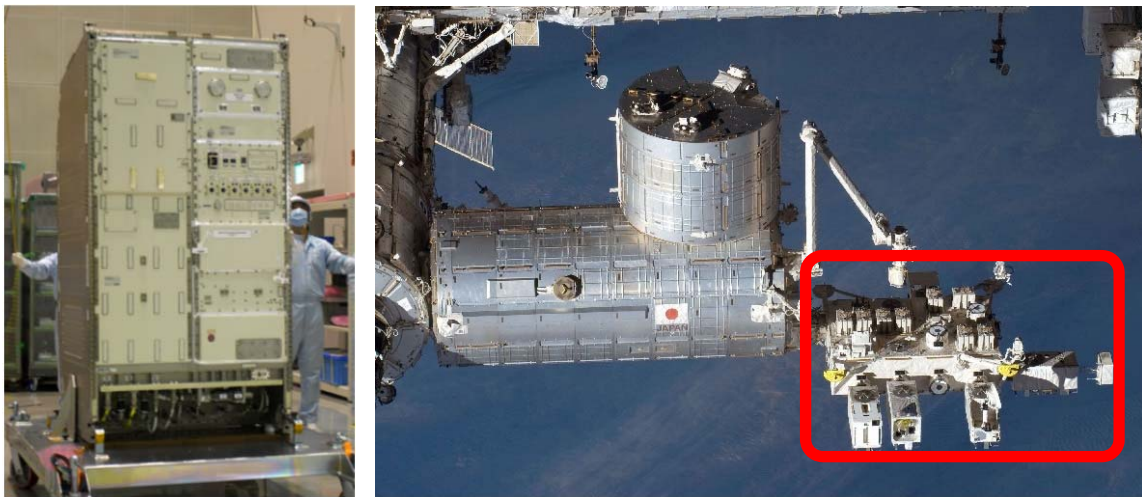


図 2-3 （左）国際標準実験ラック（ISPR）[高さ約 2m、幅・奥行約 1m]（JAXA）
（右）「きぼう」船外実験プラットフォーム（JAXA）

(2) ISS 運用の根幹を支える技術

～縁の下の力持ち～

- ◆ 2009 年の技術実証機（初号機）以降、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（ミッション達成率 100%）。
- ◆ 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」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 におけるスタンダードとして定着しています。
- ◆ 「こうのと」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ました（8号機まで採用）。このため、JAXA は NASA の求めに応じて8号機までシグナス補給船の運用支援を行いました。
- ◆ この他にも「こうのと」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や、ISS の交換品としても採用されており、「こうのと」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



米国宇宙船の運用支援
(シグナス8号機まで実施)



ISS 接近用の通信機器（シグナス8号機まで採用）

軌道変更用エンジン
(衛星等用として輸出)



バッテリー
(「こうのと」のバッテリーを NASA
が ISS 交換用に採用)

図 2-4 「こうのと」で採用した技術の波及例（JAXA）

(4) ユーザーサービスの向上

～進化し続ける補給能力～

◆ 船内用補給物資の補給能力増強

- 物資搭載方法の効率化により、「こうのとり」の与圧部に搭載可能な物資輸送用バック
※（Cargo Transfer Bag: CTB; 付録 2-8 ページ参照）数を、初号機（208 個）から 6 号機（248 個）までに 40 個（約 20%）増やしました。

※ 1 CTB の目安：502mm x 425mm x 248mm

表 2-1 「こうのとり」と米国商業補給船の船内搭載可能量（速達サービス含む）の実績比較

号機	船内物資として搭載可能な CTB 換算総数（注）	内、速達サービス 対応可能な CTB 換算数
初号機	208（208）	4
2 号機	230（174）	30
3,4 号機	230（230）	80
5 号機	242（186）	92
6 号機	248（248）	92
7 号機	248（92）	20

注：括弧内は国際標準ラックを搭載することによる実際の搭載可能 CTB 換算数

米商業補給船		
ドラゴン（米）	108	10
シグナス（米）	226	22

（米商業補給船については、2016 年末時点の情報）



図 2-5 「こうのとり」7 号機の与圧部に搭載された輸送物資（JAXA）

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=82fafce8f04ea40f09be0b83915c987c>

◆ 船外用補給物資の補給能力増強

- 「こうのとり」6号機に続いて、7号機でもISSの外に取り付けられるバッテリー[※]を打上げます。このバッテリーを一度に6台打ち上げるために船外用物資の補給能力は6号機で増強しました（5号機までの1.2トンから1.9トンに増強）。

※ ISSに搭載されている48台のニッケル水素バッテリーを、能力の高い日本製のリチウムイオン電池（セル）を使用したバッテリー24台に置き換えます。（詳細は5.2項参照）

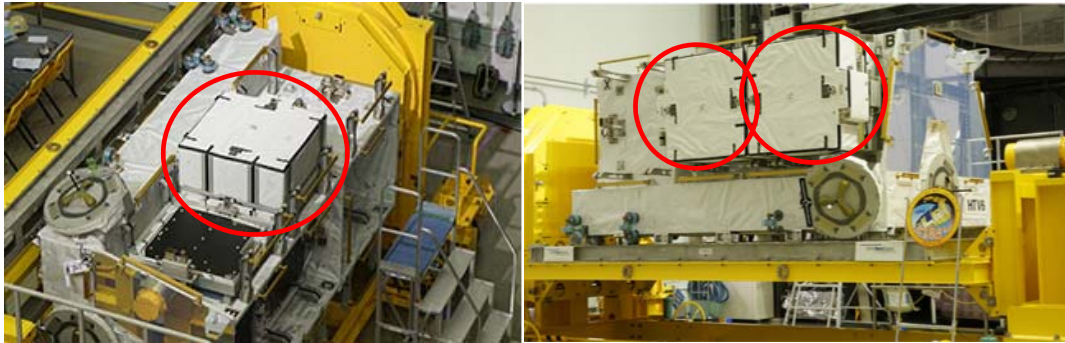


図 2-6 （左）ISS 用バッテリーを 1 台搭載した状態の曝露パレット（6 号機）
（右）ISS 用バッテリーを 6 台搭載した状態の曝露パレット（6 号機）（JAXA）

*赤丸で囲った部分が搭載したバッテリー。

◆ 打上げ 80 時間前[※]までの物資積み込みサービス

- ユーザーのニーズに合わせて、打上げ直前（80 時間前）まで品質保持が必要な生物系（ライフサイエンス系）の実験試料や生鮮食品、ISS の機器故障による至急必要となる交換部品などの物資を積みこみ、ISS 到着後、最初に取り出せる速達対応サービス（レイトアクセス：Late Access）に対応しています。

※ 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

- 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。

【参考】速達対応サービス（レイトアクセス：Late Access）

レイトアクセスでは“積み込む時間が厳しい物資”“フレッシュな状態でISSに輸送する必要がある物資”“急遽打上げる必要があるISSの補給品”などを打上げ10日前～80時間前までに搭載することができるサービスです。

この時点では「こうのとり」は既にロケットのフェアリング（打上げ時に「こうのとり」を守るためのカバー）に収められているため、レイトアクセスによる積み込みを行うためにはフェアリングのアクセスドアを開き、「こうのとり」のハッチ（扉）を開き、物資の積み込みを行います。

最後に積み込むため、搭載できる容積は限定されますが、ISSでの実験が多様化する中、「こうのとり」は初号機以降、レイトアクセスの対応を拡大しています。

なお、「こうのとり」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、米国のドラゴンやシグナスなどの **ISS 補給船の中で最大**を誇ります。

『レイトアクセス量を増やすための工夫』

「こうのとり」4号機以降、様々な工夫をして、レイトアクセスの搭載量を増やしています。

✓ 搭載可能な物資輸送用バッグ(Cargo Transfer Bag: CTB)^{※1}の許容体積の拡大

従来のダブルCTB（約50×43×50cm）から約2倍の体積のM02バッグ（約90×51×54cm）を搭載できるようにしました。

✓ 搭載可能バッグの許容質量の拡大

バッグへ搭載可能な質量を5号機から70kg（それまでは20kg）へ引き上げました。

✓ 搭載可能な容積（「こうのとり」内のスペース）の拡大

「こうのとり」5号機からレイトアクセスで搭載可能な容積を92CTB相当^{※2}（4号機までは80CTB相当）へ増加させました。

✓ 特殊形状/サイズ搭載品への対応

「こうのとり」6号機では特殊な形状/サイズの二酸化炭素除去装置（CDRA）の交換部品を搭載方法を工夫することで2台の搭載を実現しました。

※1: 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2-8をご参照ください。
また次ページに人とのサイズ比較が可能な写真を紹介します。

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



図 2-7 ダブル CTB (JAXA)
(標準サイズの CTB を縦に 2 つ重ねた大きさ)



図 2-8 M02 バッグ (JAXA)

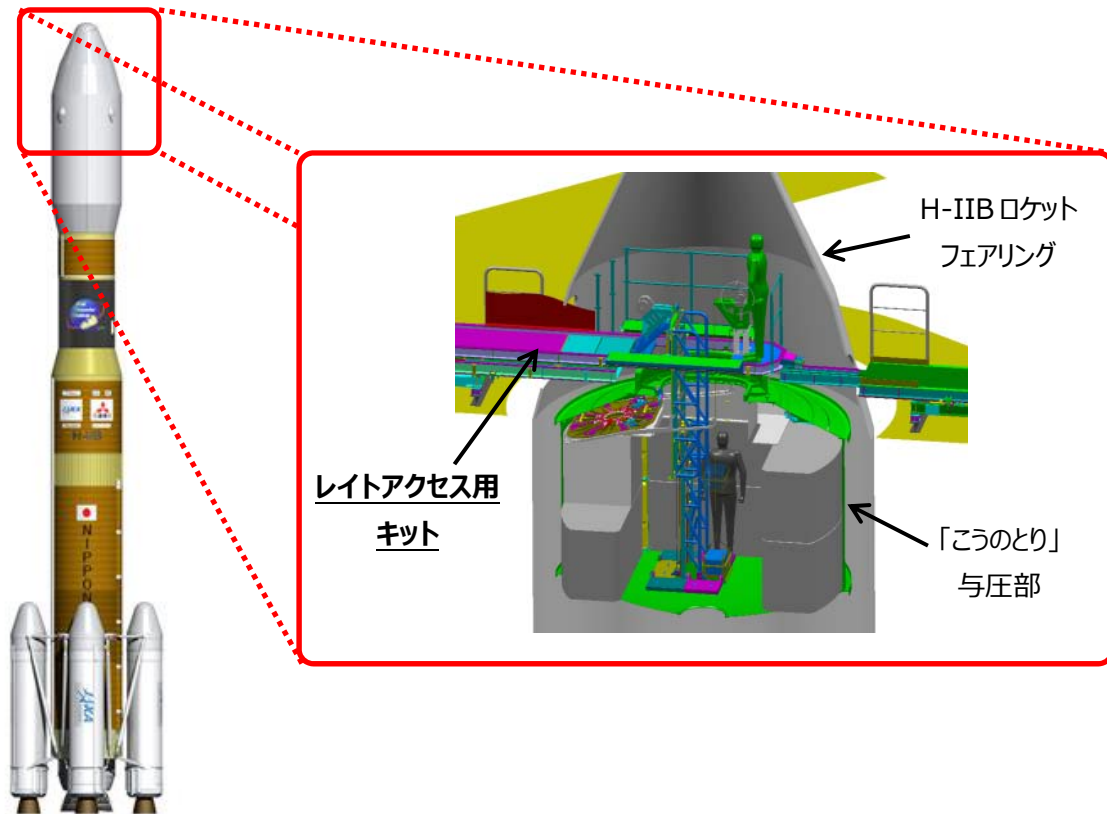


図 2-9 大型ロケット組立棟（VAB）内でのレイトアクセス模式図（JAXA）



図 2-10（1/2） レイトアクセス時の作業風景（4号機）（JAXA）



図 2-10（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

「こうのとりの7号機」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。

また、7号機で実証する小型回収カプセルの開発においては、これまで宇宙開発に携わったことのない企業も設計・製造に参画し、様々な分野の新技术や新たな付加価値を持つ産業を創出することを担いました。

(6) 宇宙開発利用の発展への貢献

「こうのとりの7号機」は日本の将来の宇宙開発に向けて新たな技術を獲得するためのさまざまな技術の実証を行う役割も果たしています。今回の7号機では、将来の衛星開発に向けたより高度な熱制御技術を獲得するために ISS で実証する実験装置を輸送すると共に、ISS でのミッション終了後は ISS からの物資回収技術を獲得するための実証を行います。

3. 「こうのとり」7 号機ミッションの打上げ/飛行計画概要

以下は「こうのとり」7 号機ミッションの打上げ/飛行計画の概要です。

記載している時刻は**全て日本時間**となっております。

なお、**ミッションイベントの日程については ISS の運用状況などにより変更となる可能性**がありますのでご了承ください。

表 3-1 「こうのとり」7 号機の打上げ/飛行計画の概要

2018 年 11 月 1 日現在

項 目	計 画（実績反映版）
フライト名称	宇宙ステーション補給機「こうのとり」7 号機（HTV7）
打上げ日時	2018 年 9 月 23 日 02 時 52 分 27 秒（日本時間）
打上げ予備期間	2018 年 9 月 12 日～10 月 31 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	ISS のロボットアームによる把持 2018 年 9 月 27 日 20 時 36 分 ISS への結合完了 2018 年 9 月 28 日 03 時 08 分 （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）	2018 年 11 月 8 日 01 時 50 分頃 ^{※1} （41 日間 ^{※1} ISS に滞在予定）
大気圏再突入 ^{※2} （予定）	南下ルートの場合 2018 年 11 月 11 日 06 時 30 分頃 ^{※1} 北上ルートの場合 2018 年 11 月 10 日 20 時 50 分頃 ^{※1}
ミッション期間（予定）	49 または 48 日間 ^{※1}
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	51.6 度

※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。

※2 大気圏への再突入ルートは、小型回収カプセルの回収予定海域の天候状況を踏まえ、11 月 6 日に上記のいずれかに決定する予定です。

「こうのとり」7 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-7/>（「こうのとり」7 号機の情報）

<http://fanfun.jaxa.jp/countdown/htv7/index.html>（「こうのとり」7 号機（HTV7）特設サイト）

http://www.jaxa.jp/projects/rockets/h2b/index_j.html（H-IIB ロケットプロジェクトページ）

Blank ページ

4. 「こうのとり」7 号機運用スケジュール

表 4-1 「こうのとり」7 号機運用スケジュール

飛行日	「こうのとり」関連主要作業
1 日目	<u>打上げ/軌道投入</u> 「こうのとり」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（TDRS）との通信確立、筑波の「こうのとり」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	<u>ISS とのランデブ</u>
5 日目	<u>最終接近</u> <u>ISS のロボットアーム（SSRMS）によるキャプチャ（把持）</u> <u>ISS との結合（係留）</u> - ハーモニーモジュール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
(ISS 結合中)	<u>補給キャリア与圧部への入室</u> ハッチ開、モジュール間通風換気（IMV）起動
	<u>「こうのとり」から ISS への船内物資の運び出し、ラックの移設</u>
	補給キャリア非与圧部からの曝露パレットの引き出し/曝露パレットのトラスへの移動 曝露パレットで輸送した ISS のバッテリーを SSRMS/SPDM 操作と船外活動で交換
	廃棄する ISS バッテリー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 2 日前	<u>小型回収カプセルの組立て</u> 与圧隔壁（天板部とシリング部）の組立て
ISS 分離 前日	<u>小型回収カプセルの組立て</u> 「きぼう」内にて回収サンプルを容器へ格納 - カプセルへの分離機構の取り付けおよび、与圧隔壁への仮止め設置 - カプセルを与圧隔壁に結合 - 与圧隔壁のカバー部とケーブル類の接続 「こうのとり」の補給キャリア与圧部のハッチ部への取り付け <u>「こうのとり」の分離準備</u> - モジュール間通風換気（IMV）の停止、通信経路の切替（有線→電波）
ISS 分離日	<u>「こうのとり」の ISS からの離脱</u> - 係留電力系の停止、結合部の配線・ケーブルの取外し - SSRMS で「こうのとり」を把持、共通結合機構（CBM）のボルト解除、SSRMS で「こうのとり」を放出ポジションへ移動 - 誘導・航法及び制御（GNC）の起動、スラスト噴射準備 - SSRMS の把持を解放、ISS 軌道からの離脱噴射
軌道離脱 噴射	<u>軌道離脱制御</u> <u>HTV 搭載小型回収カプセル放出</u>
再突入	<u>再突入</u>

【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

7号機ミッションでは、飛行5日目にISSに結合しました。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バッテリーを積み込み、ISSから分離した後、小型回収カプセルを放出し、大気圏に再突入する予定です。

※ソユーズ56Sの打上げ失敗に伴い、7号機ではバッテリーを積み込まず、再突入します。

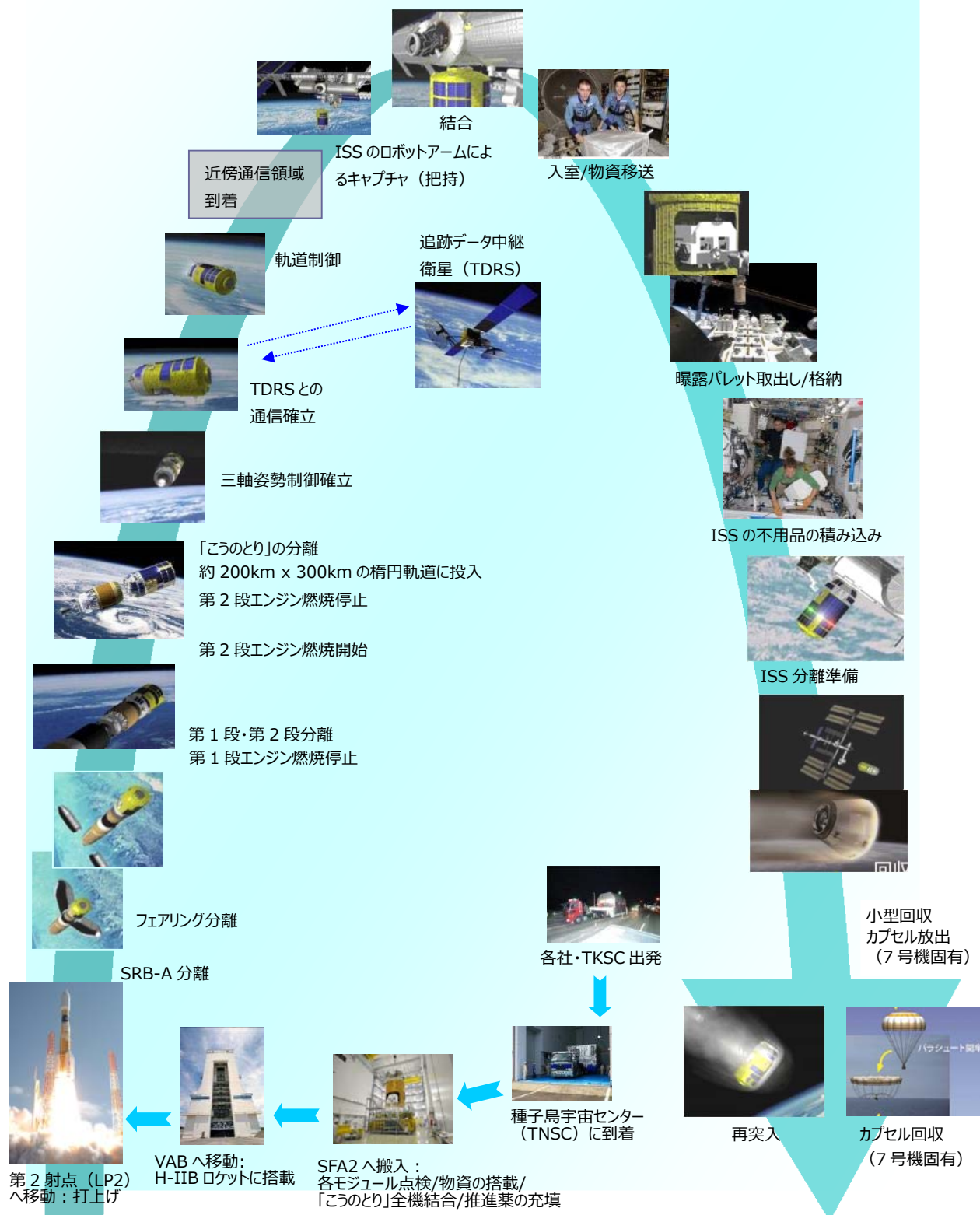


図 4-1 「こうのとり」ミッション主要イベント (JAXA)

5. 「こうのとり」7 号機が運ぶ物資

「こうのとり」7 号機では船内、船外物資を含めて合計で**約 6.2 トン**（小型回収カプセルと隔壁約 0.3 トンを含む）（船内物資約 4.3 トン、船外物資約 1.9 トン：カーゴ搭載用の棚構造の質量を含む）を ISS に運びました。

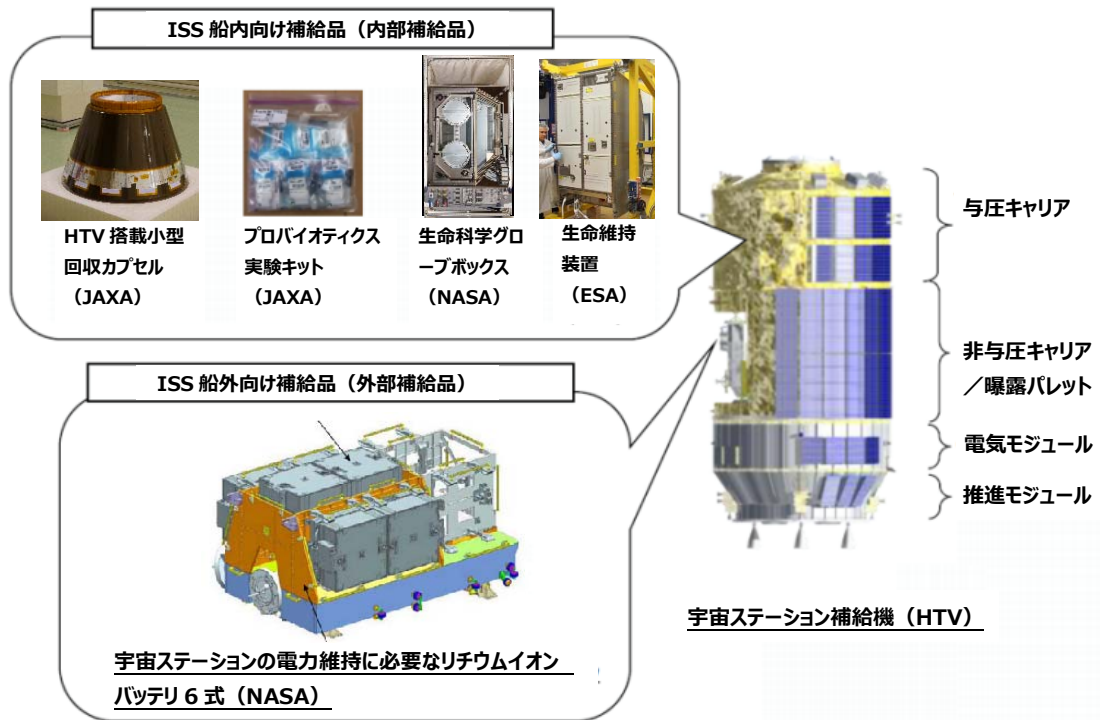


図 5-1 「こうのとり」7 号機が運ぶ主な貨物

■ 出典：宇宙開発利用部会 調査・安全小委員会（第 31 回）資料（2018/5/18）

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/060/shiryo/_icsFiles/afiedfile/2018/06/07/1405560_1.pdf

(1) 船内物資

「こうのとり」7号機では、補給キャリア与圧部に NASA、欧州宇宙機関（ESA）、JAXA の物資を搭載しました。

表 5-1 「こうのとり」7号機で輸送する主な船内物資

機関	分類	物資の例
NASA	実験ラック	・米国実験ラック（Express Rack 9B: ER9B） ・米国実験ラック（Express Rack 10B: ER10B） ・米国生命科学グローブボックス（Life Sciences Glovebox: LSG）と LSG 打ち上げ専用ラック
	システム搭載品	・調整可能な把持部（Adjustable Grapple Bar: AGB） ・冷凍・冷蔵庫 MELFI の電子機器の予備品（MELFI Electronics Unit）
	食料・生活用品	・生鮮食品、衣類等の生活用品、宇宙食など
ESA	実験ラック	・ESA 生命維持ラック（Life Support Rack: LSR）
JAXA	システム補給品	・「きぼう」保全用品など
	実験関連機器	・小型回収カプセル（HTV Small Re-entry Capsule: HSRC） ・ループヒートパイプラジエータ（LHPR）技術実証システム（熱制御実験装置） ・小型衛星放出機構 J-SSOD#10 と超小型衛星 ・プロバイオティクス実験キット（摂取品、検体採取キット） ・小型回収カプセル搭載用タンパク質結晶生成実験サンプル ・小型回収カプセル搭載用静電浮遊炉サンプルバッグ

(2) 船外物資

6号機に続いて今回もISSの電力維持に必要な日本製のリチウムイオン電池（セル）を搭載したリチウムイオンバッテリー6台（NASAの物資）を輸送しました。

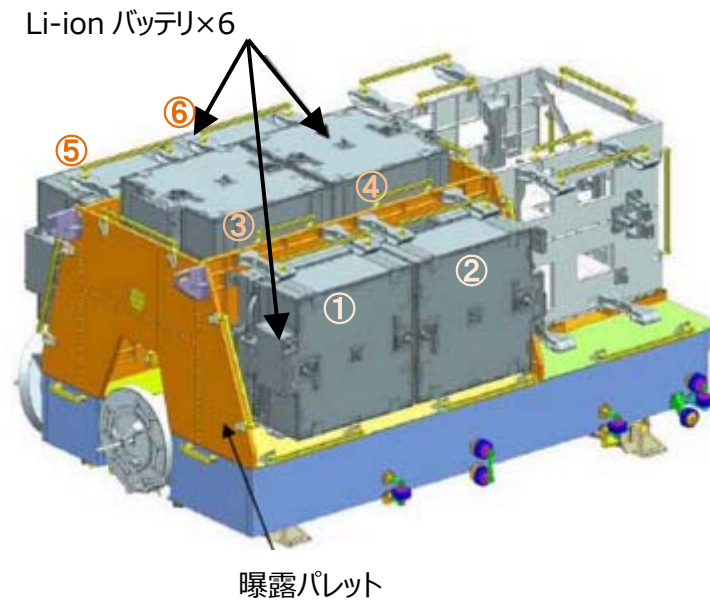


図 5-2 「こうのとり」6、7号機打上げ時の曝露パレット上の搭載イメージ（JAXA）

5.1 補給キャリア与圧部搭載品（船内物資）

「こうのとり」7号機では、「こうのとり」でしか運搬できない大型サイズの実験ラック4台を運搬するのが特徴です。

その他の、船内物資はHTV補給ラック（HTV Resupply Rack: HRR）に収められて輸送されました（全体で8箇所あるラック搭載スペースのうち、4箇所をHRRに使用して物資を輸送）。

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、実験用品等を収納した様々なサイズの物資輸送用バッグ（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（ベルト）で固定されて運ばれました。

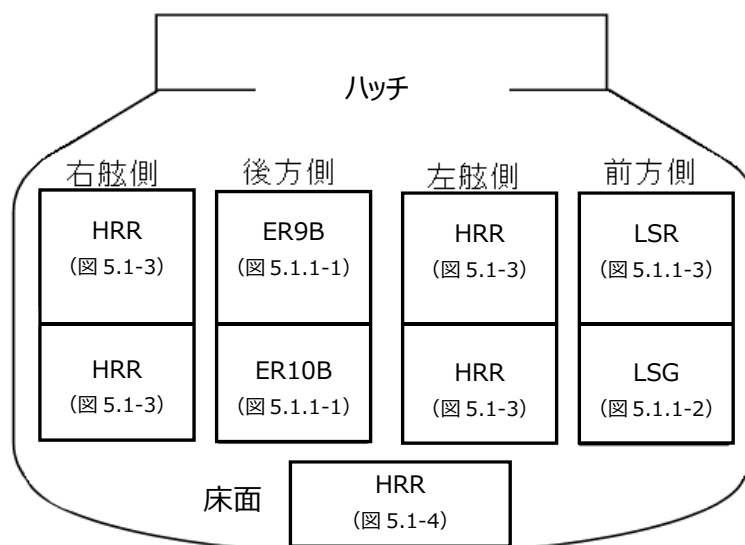


図 5.1-1 7号機の補給キャリア与圧部のラック搭載状況（JAXA）



図 5.1-2 通常搭載状態（レイトアクセス前）の「こうのとり」7号機船内の様子（JAXA）

（FWD:前方側、AFT：後方側、PORT:左舷側）

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=3d9f1ee6f9de46b438b0e66a28043ffd>



食料、生活用品、実験用品などを
詰めた物資輸送用バッグ（CTB）



HTV 補給ラック（HRR）

図 5.1-3 船内物資の搭載例（JAXA）

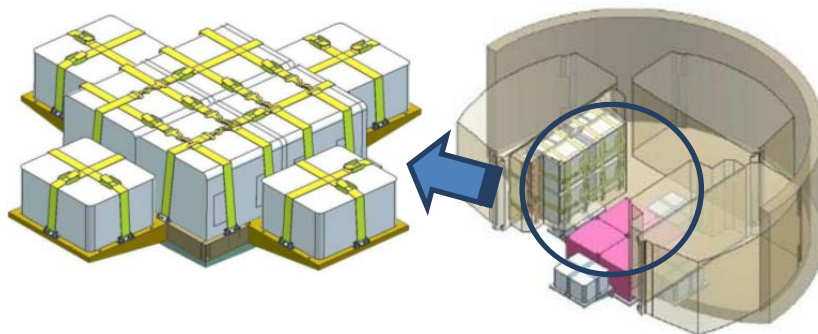


図 5.1-4 5号機から新設した HRR の搭載構造（JAXA）



図 5.1-5 HTV 補給ラック（HRR）に搭載される物資輸送用バッグ（CTB）（JAXA）



図 5.1-6 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）



図 5.1-7 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 2-8 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 実験ラック

実験ラック1台の大きさは、大型の冷蔵庫ほどのサイズがあるため、「こうのとり」でしかISSに運ぶことはできません。7号機ではこのサイズのラックを計4台運びました。

(1)米国実験ラック2台（Express Rack 9B および、10B）

Express Rack（ER）は米国の実験ラックで、従来使用していたEXPRESS ラックの電力・通信・流体インタフェースを共通的に使うものだけに絞って簡略化したものです。米国のEXPRESS ラックはISS上に8台（「きぼう」内にも2台設置）あり、比較的小規模な実験装置を設置して実験が行われていますが、実験装置を設置するラックが不足しているため、今回、9B、10Bラックの2台を追加します。



図 5.1.1-1 EXPRESS ラック 9B、10B（手前の2台）（JAXA）

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=449e65b9157dc877c4d2383f2029f577>

(2)米国生命科学グローブボックス（Life Sciences Glovebox: LSG）と LSG 打ち上げ専用ラック

米国生命科学グローブボックス（Life Sciences Glovebox: LSG）は、ISSで2台目となる大型の科学実験用のグローブボックスで、「きぼう」内に設置される予定になっています。グローブボックスは、内部に設置した実験装置内からもし有害な材料や液体が飛散してしまったとしても、人が生活する船内に漏えいしないようにするために閉じられた空間となっており、グローブを装着したポートから手を入れることで内部に設置した装置や試料を扱うことができます。

このグローブボックスは非常に大きく、前面の窓に直径10インチ（約25cm）のグローブポートが2か所あり、左右の側面にも各2か所（右側の直径は8インチ（約20cm）、左側は6インチ（約15cm））あるため、2人のクルーが同時に手を入れて作業することができます。



図 5.1.1-2 米国生命科学グローブボックス（LSG）（NASA）

<https://www.nasa.gov/centers/marshall/news/news/2017/nasa-international-partners-ready-new-research-facility-for-space-station.html>

(3) ESA 生命維持ラック (Life Support Rack: LSR)

ヨーロッパ宇宙機関 (ESA) が開発したこの生命維持ラック (LSR) は、Advanced Closed Loop System (ACLS) とも呼ばれており、水 (H_2O) を電気分解して酸素 (O_2) を生成すると共に、生成された水素 (H_2) を船内から除去した二酸化炭素 (CO_2) と反応 (サバチエ反応) させて、水 (H_2O) とメタン (CH_4) にし、副生成物として生じる水はまた電気分解に回すという効率的な生命維持システムを実証試験するための装置です。これにより、地球からの水と酸素の補給を減らすことを目的にします。



図 5.1.1-3 ESA 生命維持ラック (LSR) (エアバス社)

<http://www.airbus.com/newsroom/press-releases/en/2018/03/Airbus-delivers-new-life-support-system-for-the-ISS.html>

5.1.2 食糧・生活用品関連品

「こうのとり」7号機では5号機、6号機に引き続き、生鮮食品などの食料品なども輸送しました。

今回運ばれたのは、北海道の『玉ねぎ』、宮城県の『パプリカ』、岡山県の『シャインマスカット』、愛媛県と佐賀県の『温州みかん』です。

これらは、調達可能時期と打上げ時期が合うこと、調理性、保存性、衛生性、安全性、食品残さ、搭載量の制約等の技術的要件から候補品を複数選定のうえ、味（官能評価）を評価し、選定委員会にて選定を行いました。

詳しくは以下のプレスリリースを参照下さい。

・「こうのとり」7号機に搭載した生鮮食品について（2018年10月4日）

http://www.jaxa.jp/press/2018/10/20181004_kounotori7_j.html



図 5.1.2-1 「こうのとり」7号機で運ばれた生鮮食品を披露するセリーナ・オナン・チャンセラー飛行士（JAXA/NASA）

動画 URL : <https://www.youtube.com/watch?v=H1TGfjcDgIs&feature=youtu.be>



図 5.1.2-2 「こうのとり」7号機で運ばれた生鮮食品を調理して食べるクルー（JAXA/NASA）

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=40a6555f6bc3ff871b43f4df480a731e>

5.1.3 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した。

(1) ループヒートパイプラジエータ（Loop Heat Pipe Radiator: LHPR）技術実証システム

可動部分がないため故障リスクがほとんどないヒートパイプは、無重量状態の宇宙空間で発熱部から放熱部に熱を効率的に輸送するために人工衛星などで多数使われていますが、宇宙機の高度化・大型化に伴い、より高効率な冷却システムが求められるようになっていきます。ポンプを使って熱を大量に輸送する解決法もありますが、ポンプが故障するリスクが高まるため、ヒートパイプの能力向上が求められています。そこで、ループヒートパイプ（LHP）が使われるようになってきました。ループヒートパイプは、動作温度制御機能や熱輸送停止機能などの高機能な熱輸送が可能な特徴を持っています。

今回、リザーバ外付型ループヒートパイプを搭載した展開型ラジエータを「きぼう」を使って軌道上実証します。この実証の目的は軌道上で実証した成果を、次世代静止通信衛星を見据えた技術試験衛星 9 号機に採用される展開型ラジエータ（図 5.1.3-2 参照）の設計に反映することで、衛星開発のリスク低減を図ることにあります。

また、今回の技術実証を元に、微小重力下での挙動を予測できる LHP 設計ツールを完成させることで、オール電化衛星時代の通信衛星の競争力強化を実現するための必要技術と位置付けられている高効率排熱技術の研究を推進していきます。

今回の軌道上での試験は、「きぼう」のエアロックから船外に運び出した LHPR を「きぼう」のロボットアームで把持した状態で行います。

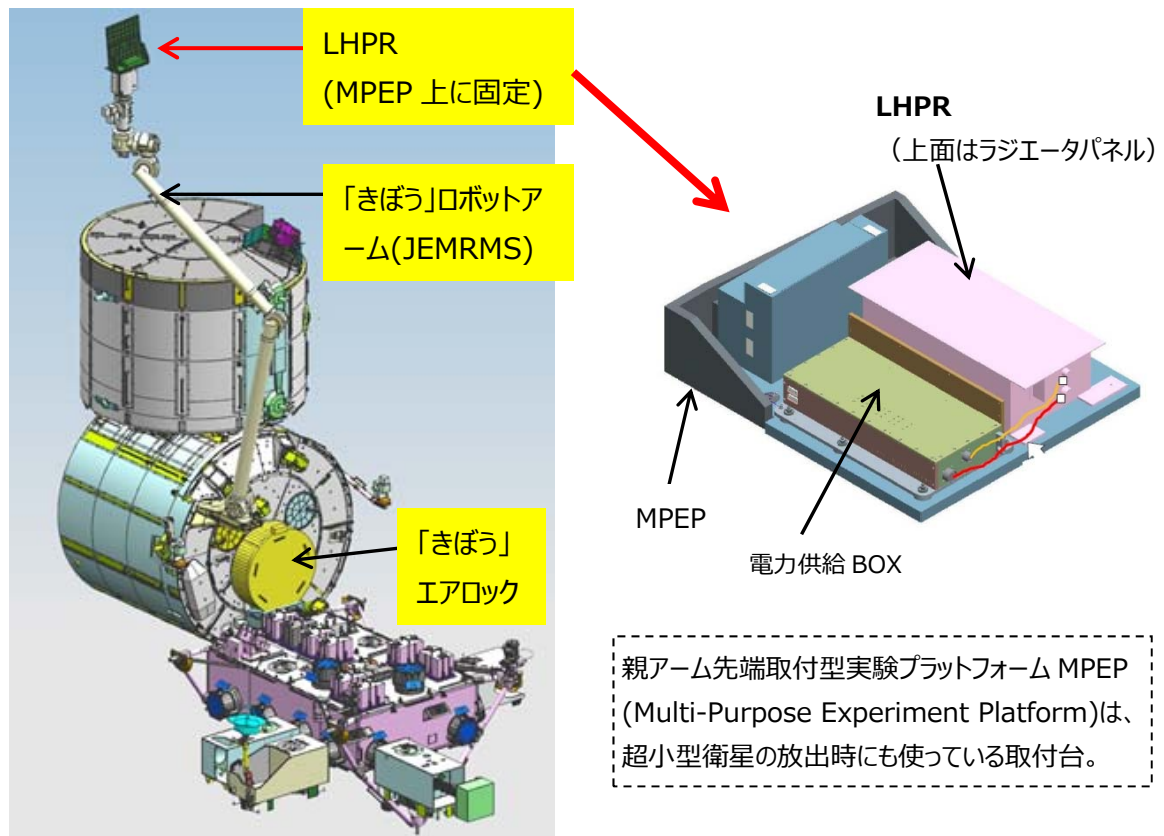


図 5.1.3-1 ループヒートパイプラジエータ (LHPR) 技術実証システム実験のイメージ図 (JAXA)

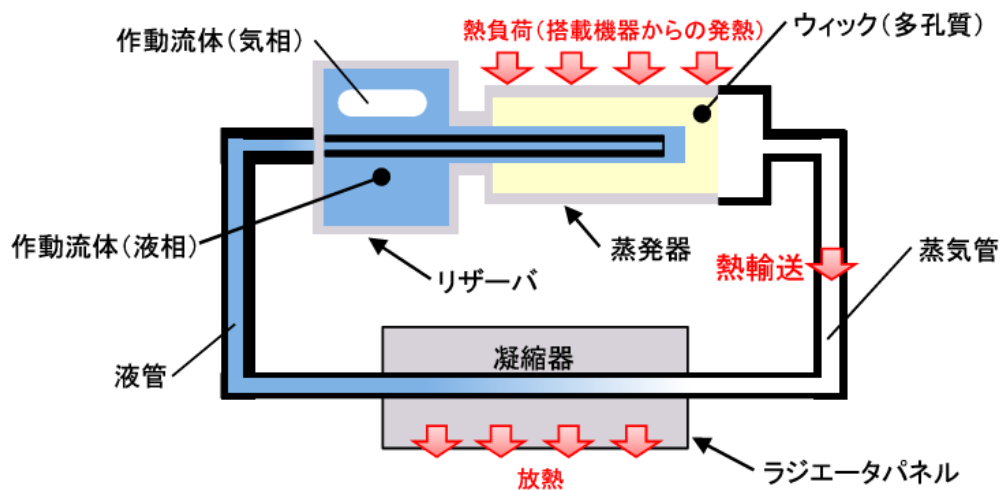


図 5.1.3-2 ループヒートパイプ (LHP) の概要 (JAXA)

■出典：技術試験衛星 9 号機プロジェクト移行審査の結果について (2017/5/9)

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/059/shiryo/___icsFiles/afieldfile/2017/05/22/1385842_3.pdf

(2) 小型衛星放出機構（J-SSOD）と超小型衛星（CubeSat）

「こうのとり」7 号機では超小型衛星 CubeSat と、それらを放出するための小型衛星放出機構（JEM Small Satellite Orbital Deployer : J-SSOD#10）を輸送しました。

【7 号機で運び、小型衛星放出機構（J-SSOD#10）から放出する超小型衛星 CubeSat】

「こうのとり」7 号機では、九州工業大学とシンガポール南洋理工大学（Nanyang Technological University）が共同で開発した超小型衛星の他、一般社団法人 リーマンサットスペースズや静岡大学等が開発した超小型衛星を JAXA の小型衛星放出機構（J-SSOD）の衛星搭載ケースに収納して ISS に輸送しました。2012 年から実施してきた J-SSOD を利用した CubeSat 放出としては 10 回目のミッションとなります。

※ CubeSat（キューブサット）は、10 cm 立方体を基本とした衛星です。1U=約 10 cm x 10 cm x 10 cm で、2U、3U となるごとに長さが 20 cm、30 cm となります。

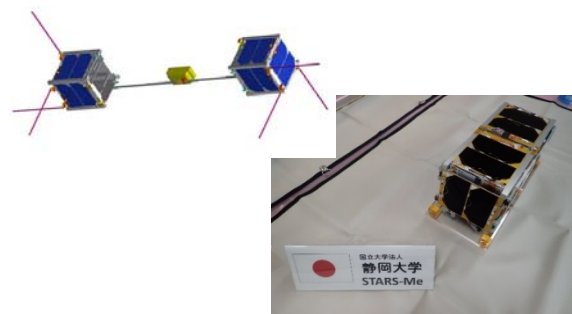
- 【衛星名】 SPATIUM-I [サイズ：2U]
【機関】 九州工業大学/
Nanyang Technological
University（シンガポール）
【ミッション】 超小型衛星搭載用チップスケール
（超小型）原子時計および上空の
電離層の電子密度測定・3次元マッ
ピングに向けた技術実証



- 【衛星名】 RSP-00 [サイズ：1U]
【機関】 一般社団法人
リーマンサットスペースズ
【ミッション】 衛星搭載カメラによる画像撮影およ
び地上送信技術実証
新型高速無線機の動作実験



- 【衛星名】 STARS-Me [サイズ：2U]
【機関】 静岡大学
【ミッション】 軌道エレベータの小規模デモンスト
レーション
2機体衛星＋クライマー（移動機
構）の構成実証評価



【ここがポイント！】

●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」だからこそ実現できる世界で唯一のシステムです。（現在、米国の民間企業が「きぼう」に依存せずに ISS から超小型衛星を放出するための新たな施設を開発しているところです。）
- 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、ケニア、トルコ、コスタリカ、ブータン、フィリピン、マレーシア等の小型衛星 合計 221 機（2018 年 9 月 4 日現在）が「きぼう」から放出されています（うち、31 機は日本の小型衛星放出機構（J-SSOD）を利用し放出）。「こうのとり」7号機で運んだ CubeSat 3 機は、10 月 6 日に放出しました。これにより、合計放出数は 224 機（J-SSOD を利用した放出は 34 機）となりました。
- 「きぼう」から放出される超小型衛星は、年に数回ある ISS への輸送機会を使って運搬し、また放出のタイミングも柔軟に設定できるため、利用者にとって利便性が高く、世界中のユーザーからもさらに放出機会を増やして欲しいとの要望が出ています。
- この高頻度で利便性の高い「きぼう」の超小型衛星放出を通じて、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。
- JAXA では「きぼう利用戦略」（平成 29 年 8 月第 2 版制定）に基づき、「きぼう」の利用事業について、民間等による事業自立化（民間への開放）を目指しています。その第一弾として、超小型衛星放出事業の事業者を今年選定しました。

【参考】国際宇宙ステーション（ISS）「きぼう」日本実験棟からの超小型衛星放出事業民間事業者の選定結果（「きぼう」利用初の民間開放）について（2018 年 5 月 29 日 JAXA プレスリリース）

http://www.jaxa.jp/press/2018/05/20180529_microsat_j.html

●需要が高まる超小型衛星に応える日本の J-SSOD

① 4 重保護（4 重包装）での打上げは、利用者にやさしい！

超小型衛星を収納した衛星搭載ケースは、ISS 向けの船内貨物として CTB（Cargo Transfer Bag）と呼ばれる、緩衝材を詰めたバッグに入れて打上げられるため、ロケット打上げ時のランダム振動等の機械環境条件が緩和されます（自動車の荷台に載せるのと同じくらい緩やかです）。衛星開発に要求される試験が軽減され、民生機器などを生かして開発期間短縮につながります。

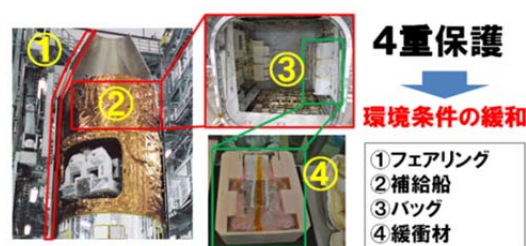


図 5.1.3-3 「こうのとり」で超小型衛星を打ち上げる際の環境

② 年数回の打上げ機会、柔軟な放出時期が設定できる！

超小型衛星のISSへの輸送は、JAXAの「こうのとりの」だけでなく、各国が開発したISSへの補給機を利用できるため、打上げ機会を柔軟に選ぶことができます。

そして、放出時期も自在です。これまでの実績では、ISSに輸送されてから、数か月以内に放出しています。希望する利用時期に応えることができます。

③ 需要に応える放出能力の増強

小型衛星放出機構（J-SSOD）は昨今の超小型衛星利用の市場拡大※に対応するために、2020年度以降に当初の能力（6U）の8倍である48Uまで放出能力を増やせるよう、段階的に放出能力を拡大するための取組を行っています。現在は12Uに対応可能な能力向上型J-SSODを運用しています。

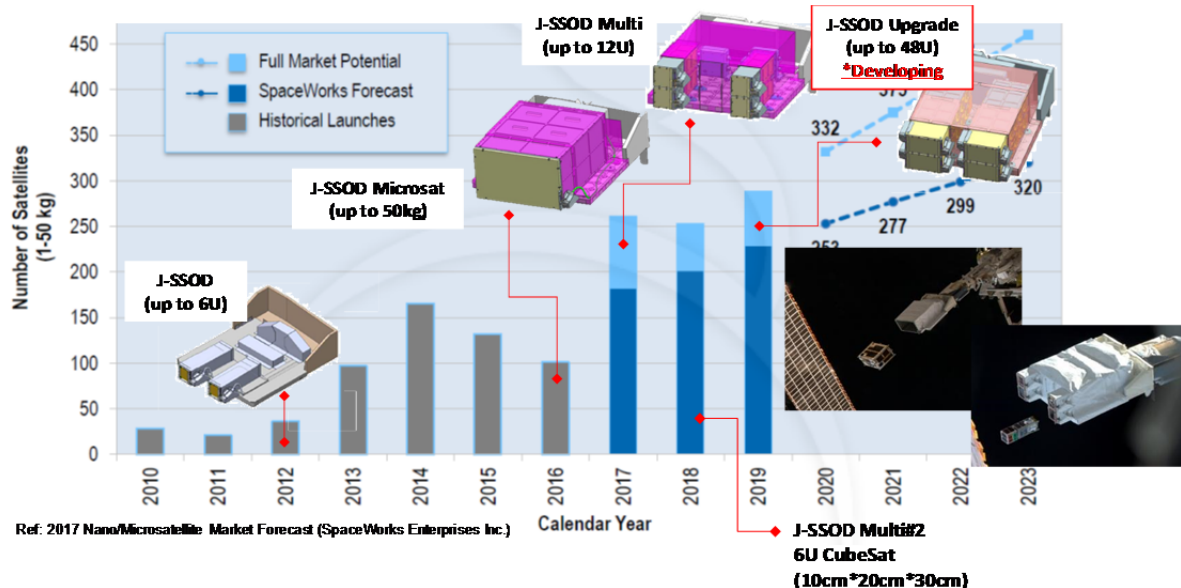


図 5.1.3-4 小型衛星放出機構の段階的な放出能力拡大計画

※ 超小型衛星市場の拡大

- ・2013年頃から、超小型衛星（CubeSat）の利用が拡大しており、2012年は30機/年程度でしたが、2017年には240機以上/年となっております。

（2017年 社団法人航空宇宙工業会資料より）

- ・なお、超小型衛星（CubeSat）は、3Uサイズを多数連携したコンステレーションの商業利用から、大学発の人材育成、打上げ手段を持たない途上国での利用など、多様化しつつあります。

JAXAのJ-SSOD紹介ページ

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

5.2 補給キャリア非与圧部搭載品（船外物資）

「こうのとり」7号機では、6号機に続いて、補給キャリア非与圧部の曝露パレットにISS用の新型バッテリー（日本製のリチウムイオン電池セルを採用）6台を搭載しました。この量のバッテリーを一度に搭載/運搬が可能な補給機は、実質的には「こうのとり」だけといえます。

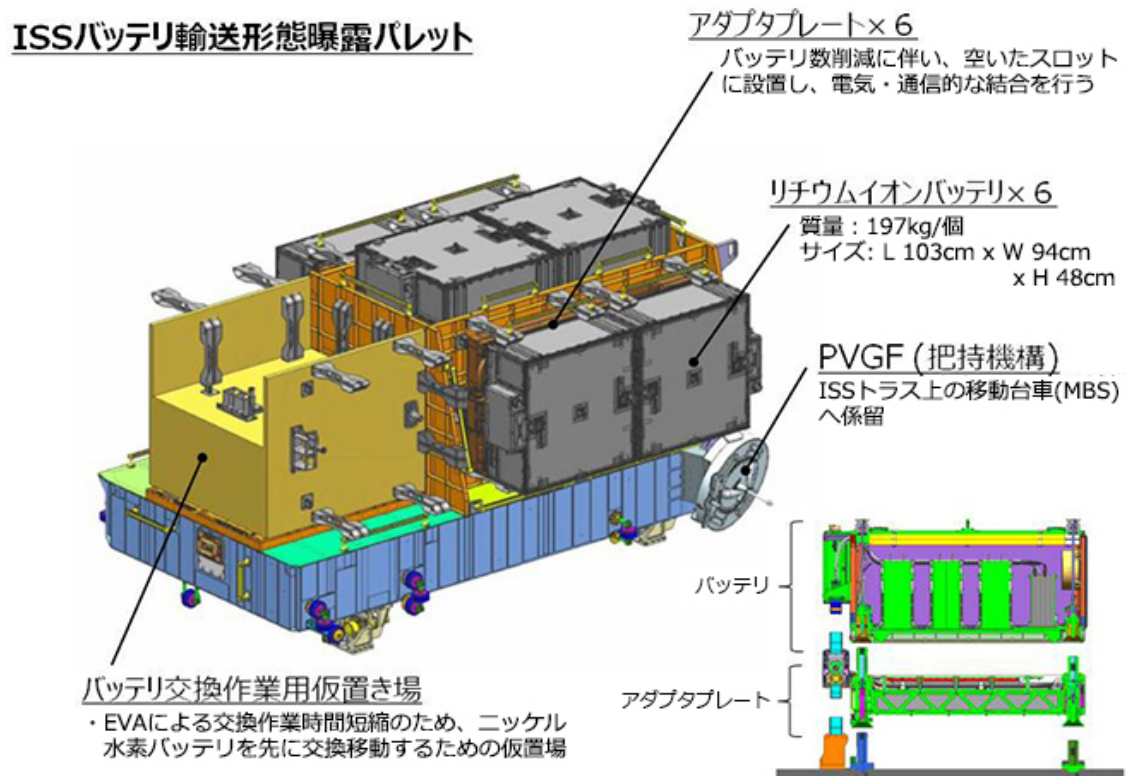


図 5.2-1 「こうのとり」6、7号機の曝露パレットへの搭載イメージ（JAXA）

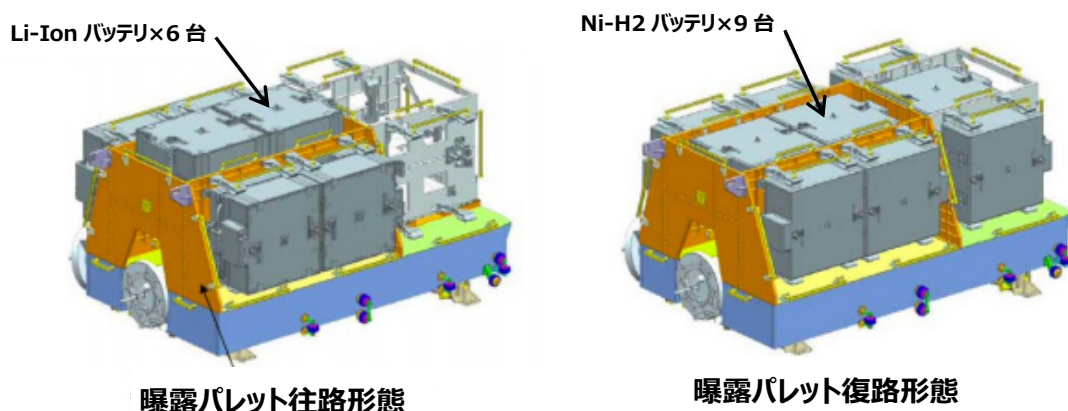


図 5.2-2 「こうのとり」6、7号機の曝露パレットの往路と復路の搭載形態（JAXA）

■ 出典：宇宙開発利用部会 調査・安全小委員会（第19回）資料（2016/7/1）

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/060/shiryo/_icsFiles/afieldfile/2016/07/08/1374186_2.pdf

この新型バッテリーは、ISS で現在使われている 48 台のニッケル水素バッテリーを置き換えるもので、「こうのとり」6 号機から 9 号機までの 4 機を使って 6 台ずつ計 24 台が運搬されます。新型バッテリーは能力が強化されたため、既存のバッテリー 2 台分の容量を 1 台で賄うことができます。

地上からのロボットアーム操作と、船外活動を行って、既存のニッケル水素バッテリー 12 台を外し、打上げた 6 台の電池と交換します。

なお、取り外した 12 台のうち、「こうのとり」は 9 台を搭載して（残り 3 台は ISS に残されたままの状態）大気圏に再突入します。



リチウムイオンセル LSE 134
容量 134A（GS ユアサ社）



リチウムイオンセルのバッテリーへ組み込み
（Aerojet Rocketdyne 社）



バッテリー*1
（種子島宇宙センター）



「こうのとり」の曝露パレットへのバッテリー 6 台の設置*3



バッテリーの移動作業*2

図 5.2-3 バッテリー搭載までの流れ（JAXA）

*1 <http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=11bee7cab0be2a74e920eaca91e9344b>

*2 <http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=43731286f0baebbbc8bc47e5daca7f6d>

*3 <http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=9ede8c9dd8c41578d8b7096426a2c828>

【参考】ISSのバッテリーについて

ISSは約90分で地球を1周していますが、うち約35分間は地球の影に入るため、この間の電力は太陽電池パネルからではなく、バッテリーから供給されます。

ISSの米国側では太陽電池パネルなどを支えるトラス構造の4ヶ所に計48台のニッケル水素バッテリー（1ヶ所につき12台）が使われていました（ロシア側は独自の電力系を有しています）。

「こうのと」6号機から9号機までの合計4機で、これらのバッテリーを質量・体積共に約3倍の高エネルギー密度を実現した日本製のリチウムイオン電池セル（1セルあたりの容量134Ah、質量3.53kg）を搭載したバッテリー※に交換することで、ISSの運用を根幹であるバッテリーの数を半減させることができます。

※各リチウムイオンバッテリーの重量は約430ポンド（約195kg）、アダプタプレートの重量は65ポンド（約29kg）なので、ニッケル水素電池 ORU 365ポンド（約165.5kg）2台分の重量（約330kg）と比べると約106kgの軽量化となります。

ISSのバッテリー交換はこれまでに2009年7月のスペースシャトルミッションSTS-127（2J/A）で一番古くから使われていたP6トラスの6個、2010年5月のSTS-132（ULF-4）でもP6トラスの残り6個が交換されており、「こうのと」6号機（HTV6）でS4トラスのバッテリーがリチウムイオンバッテリーへ交換されています。今回は2回目のリチウムイオンバッテリーへの交換となります。

このリチウムイオンバッテリーの寿命は10年間であるため、ISSの運用末期までそのまま使い続けられる予定です。

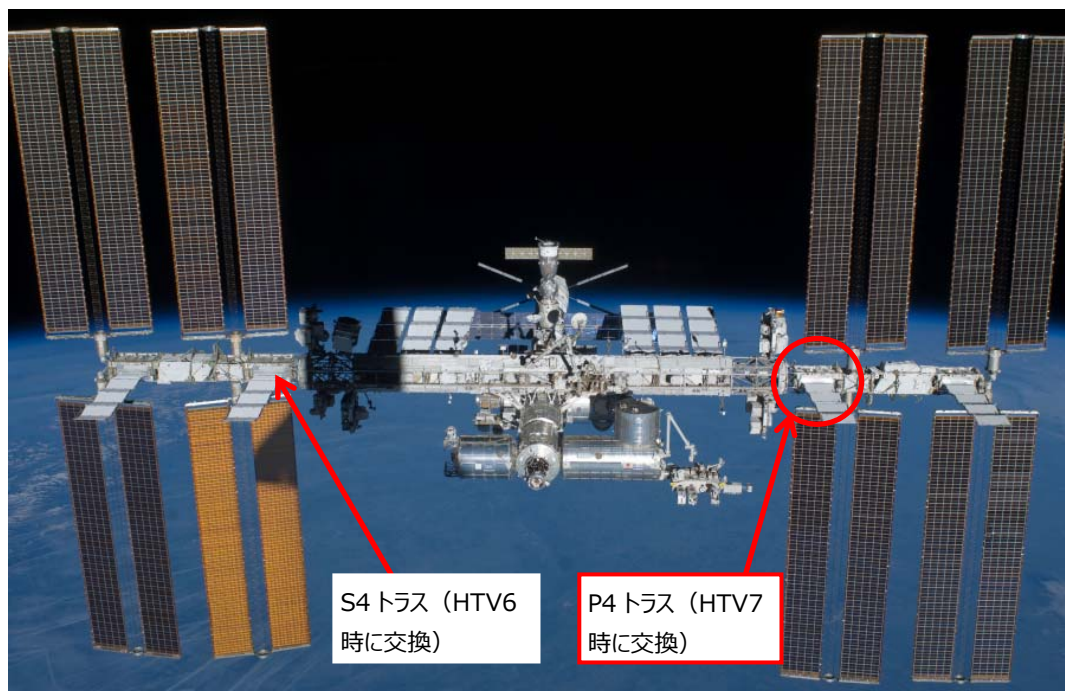


図 5.2-4 今回交換を行う P4 トラスのバッテリーの位置（NASA）

<http://spaceflight.nasa.gov/gallery/images/station/crew-28/html/s134e010590.html>

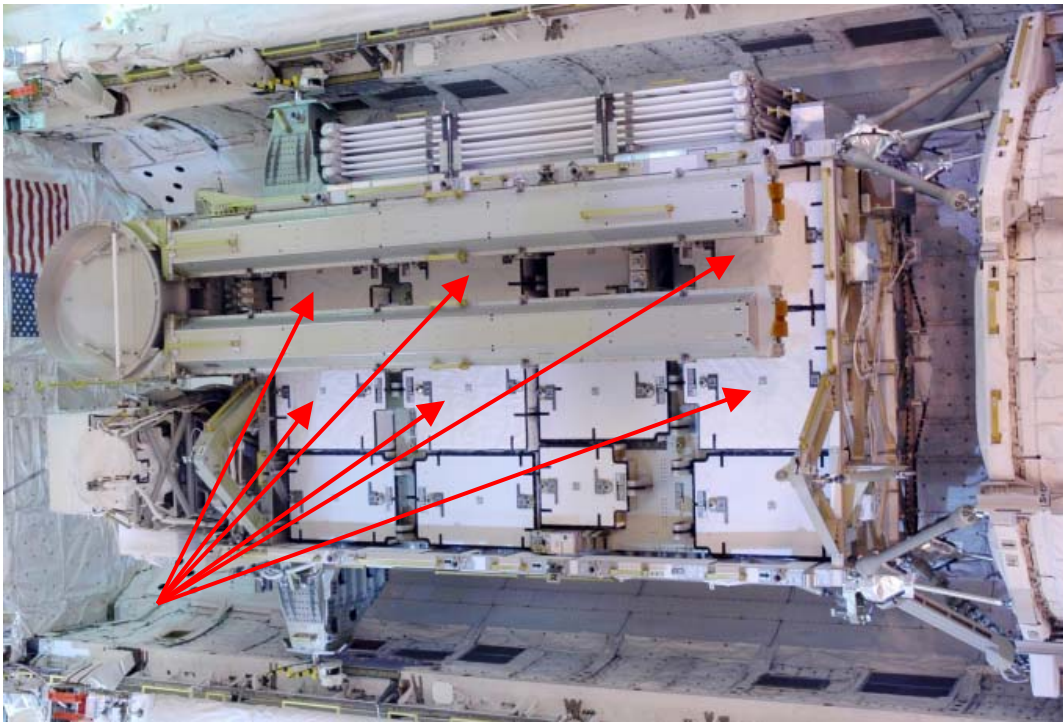


図 5.2-5 スペースシャトルに搭載された P4 トラス上の 6 台のニッケル水素（Ni-H₂）バッテリー（NASA KSC）（他の ORU は別の電力系の装置、裏側も同様の配置）

<http://mediaarchive.ksc.nasa.gov/#/Detail/864>

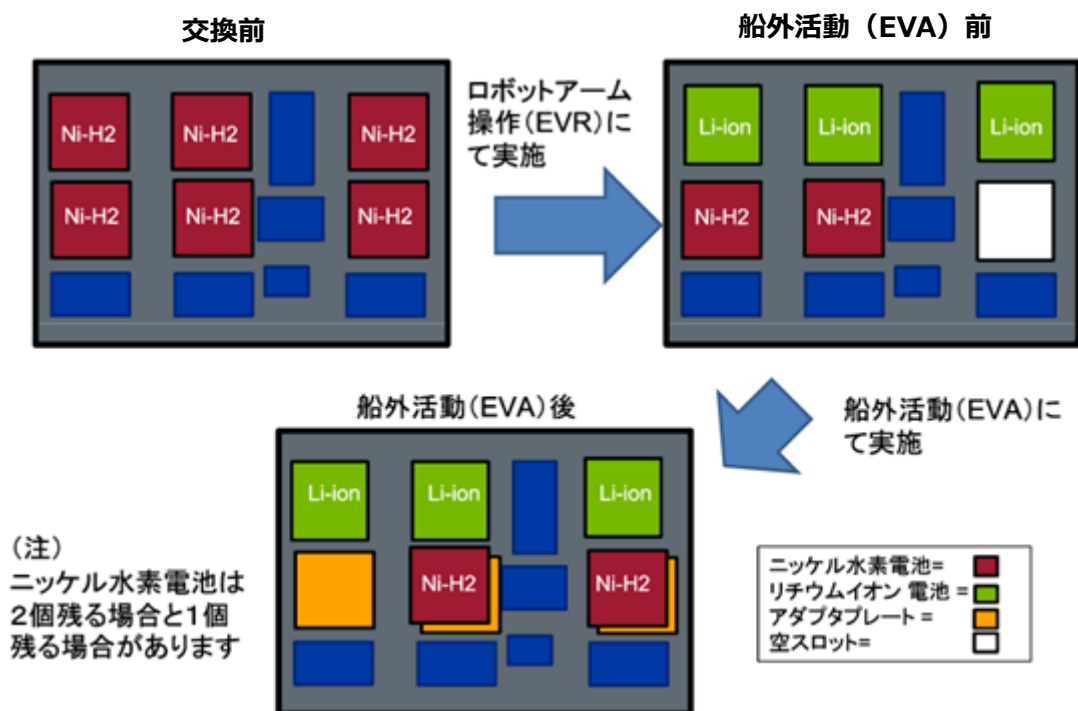


図 5.2-6 軌道上での ISS バッテリーの交換手順 (JAXA)

ISS 計画の初期段階では、ISS バッテリーの交換作業には船外活動が 4 回必要と見積もられていましたが、今では ISS のロボットアーム (SSRMS / SPDM) を地上から操作してバッテリーの交換を行うことで、船外活動に必要な回数を半分の 2 回にまで削減できるようになっています。

ロボットアームによる作業では実施できないアダプタプレート※の設置と ISS にそのまま残される 3 個のニッケル水素（Ni-H₂）電池の移設などが船外活動クルーによって行われます。

※アダプタプレートは、これまでのニッケル水素バッテリー 2 台を接続して 1 台のバッテリーとして使用しているモノを新たに交換するリチウムイオンバッテリー 1 台でも使えるようにするために、電氣的に接続するアダプターです（図 5.2-10 参照）。

なお ISS に残されることになる 3 個のニッケル水素バッテリーは電氣的に遮断された状態にされます。

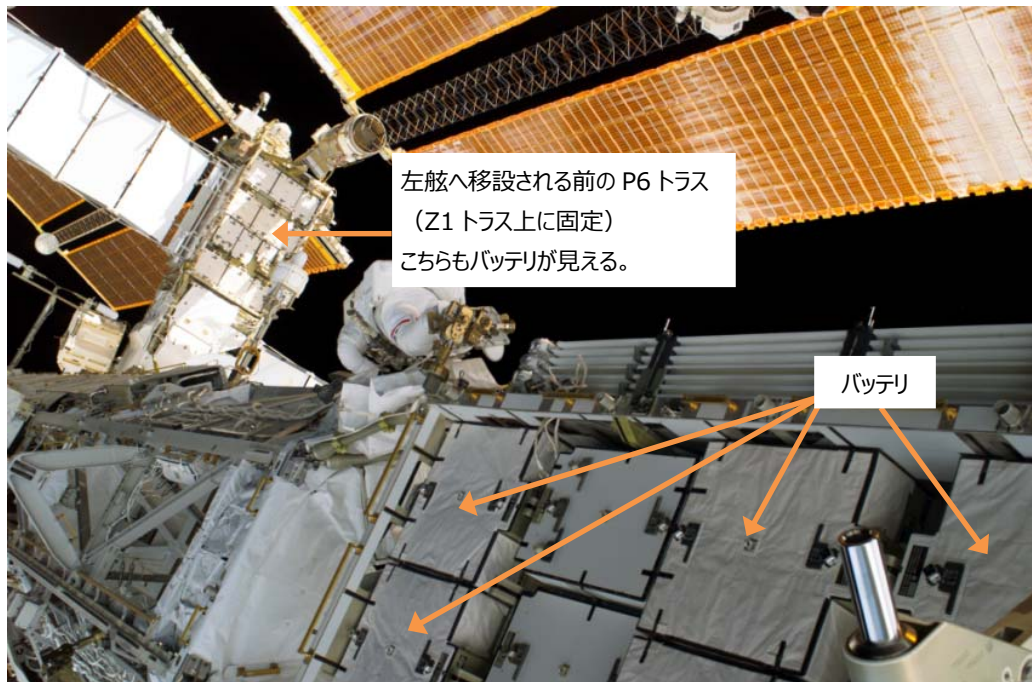


図 5.2-7 バッテリー交換場所付近で船外活動を行うクルー（STS-115 ミッション）（NASA）

<http://spaceflight.nasa.gov/gallery/images/shuttle/sts-115/html/s115e05704.html>



図 5.2-8 STS-127 ミッション時に行われた船外活動によるバッテリー交換作業の様子（NASA）

<https://spaceflightsystems.grc.nasa.gov/sopo/ihho/iss-technology-demonstration/sustaining-engineering-of-eps-hardware/s127e008452/>

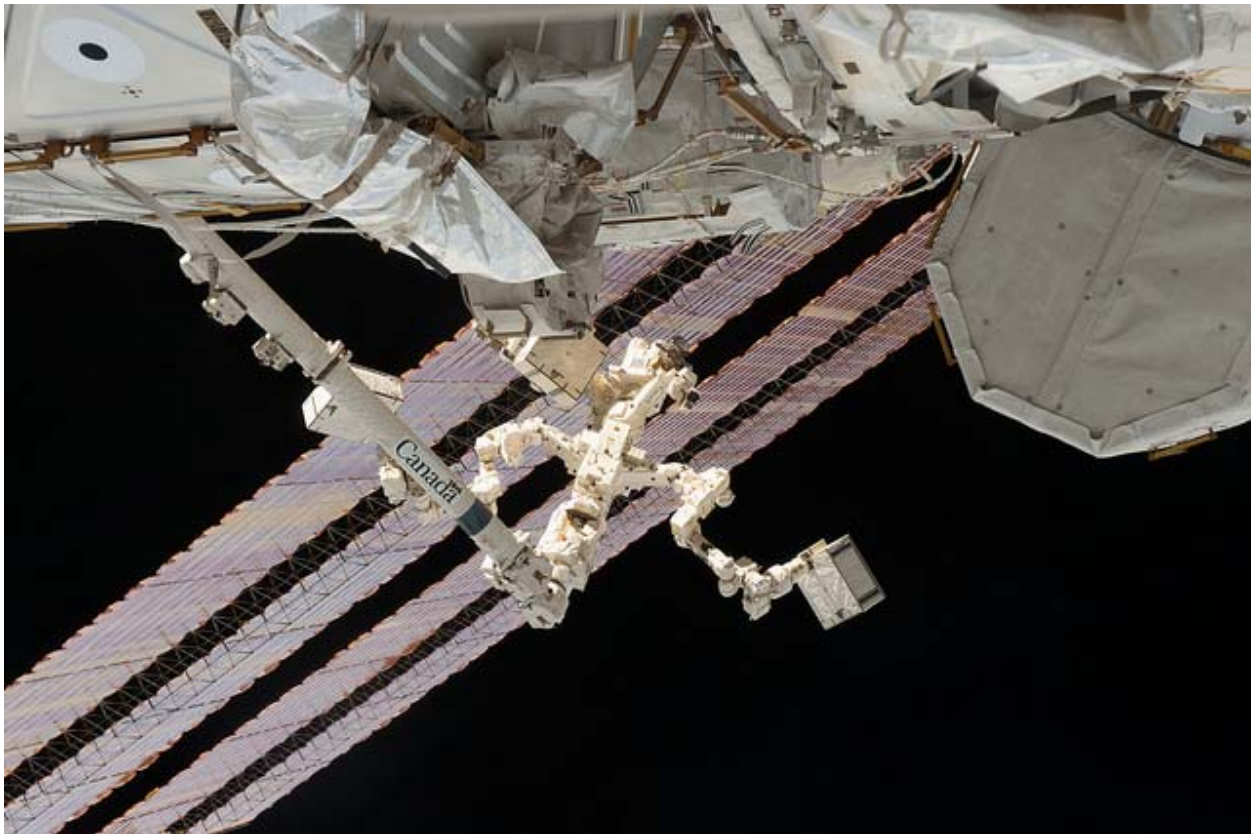


図 5.2-9 HTV6 ミッション時に、ISS のロボットアームを使って行われたバッテリー交換作業（NASA）

<https://www.flickr.com/photos/nasa2explore/32382841146/>

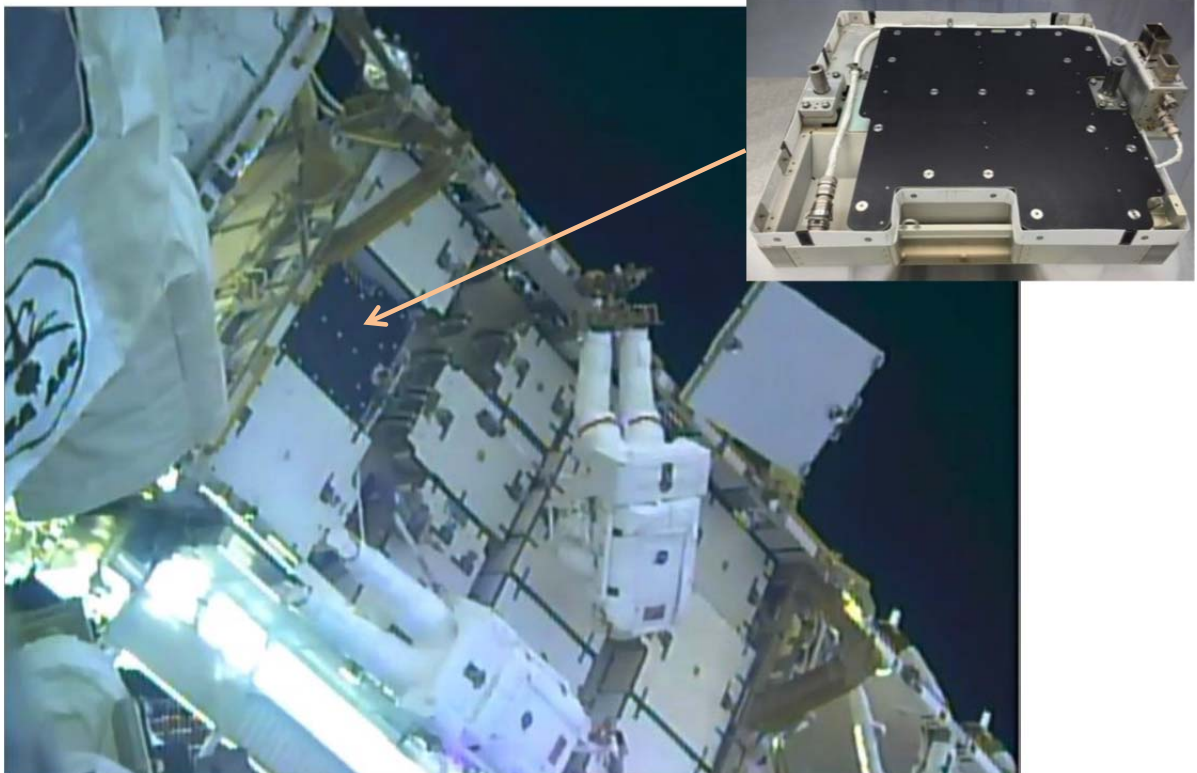


図 5.2-10 アダプタプレート（NASA）

<https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20170004524.pdf>

6. 「こうのとり」を活用した技術の蓄積

「こうのとり」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のための小規模な技術実証にも活用されています。7号機では小型回収カプセルによる実験試料の回収実験を行います。

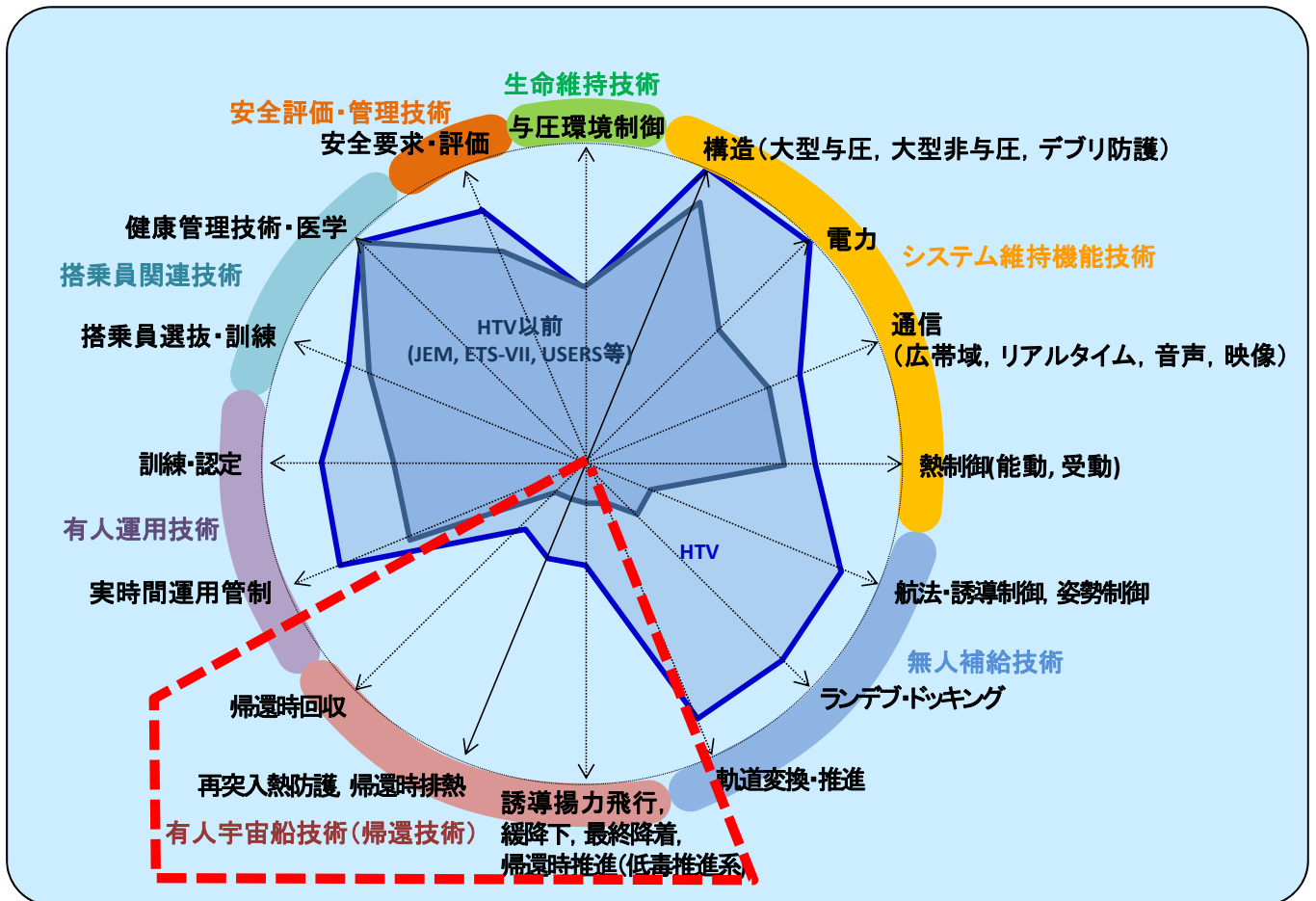


図 6-1 再突入カプセルの開発・試験によって得られる技術領域 (赤の破線部分) (JAXA)

6.1 HTV 搭載小型回収カプセル（HTV Small Re-entry Capsule: HSRC）

「こうのとり」7号機がISSを離れる前（離脱前）に、実験試料を搭載した小型回収カプセルを「こうのとり」与圧部入り口に取り付け、HTVの軌道離脱・再突入軌道投入後に地上からのコマンドでカプセルを分離させて再突入させ、パラシュート降下した後、洋上で回収する計画です。

カプセルの直径は84cm、高さ約66cmの円錐状で、実験試料を除いた質量は約180kg。窒素ガスを噴射して姿勢を制御する機能を持ちます。揚力誘導飛行により再突入時の加速度環境の緩和を行う再突入体としては世界最小レベルです。

（参考：はやぶさ2カプセルは、直径約40cm、高さ約20cm、質量約16kg、揚力誘導飛行機能は無し）

搭載可能な実験試料の質量は約20kg。内部容量は約30リットルですが、4℃で保存する試料を持ち帰る場合は、別途断熱容器と保冷剤が必要になるため、回収できる試料は5リットル程度となります。

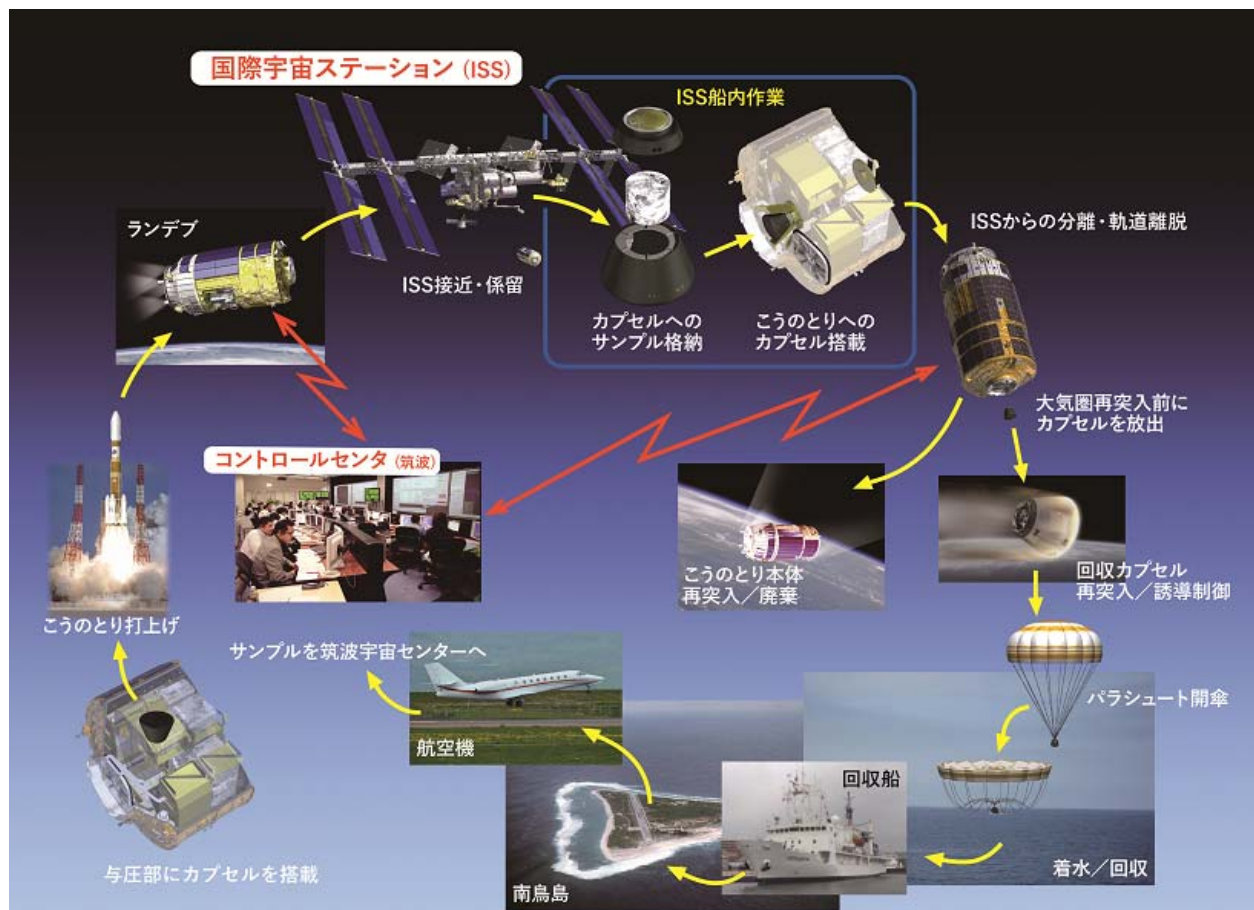


図 6.1-1 HTV 搭載小型回収カプセルの運用概念図（JAXA）

■出典：宇宙開発利用部会 調査・安全小委員会（第30回）配付資料（2018/3/15）

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/060/shiryo/_icsFiles/afieldfile/2018/04/10/1402855_5.pdf

【参考】実験試料 回収後の輸送のイメージ



※2018年8月11日リハーサルの模様

図 6.1-2 HTV 搭載小型回収カプセルで回収する実験試料の回収後輸送イメージ図 (JAXA)
(カプセル本体は航空機ではなく、回収船で本土まで輸送します)

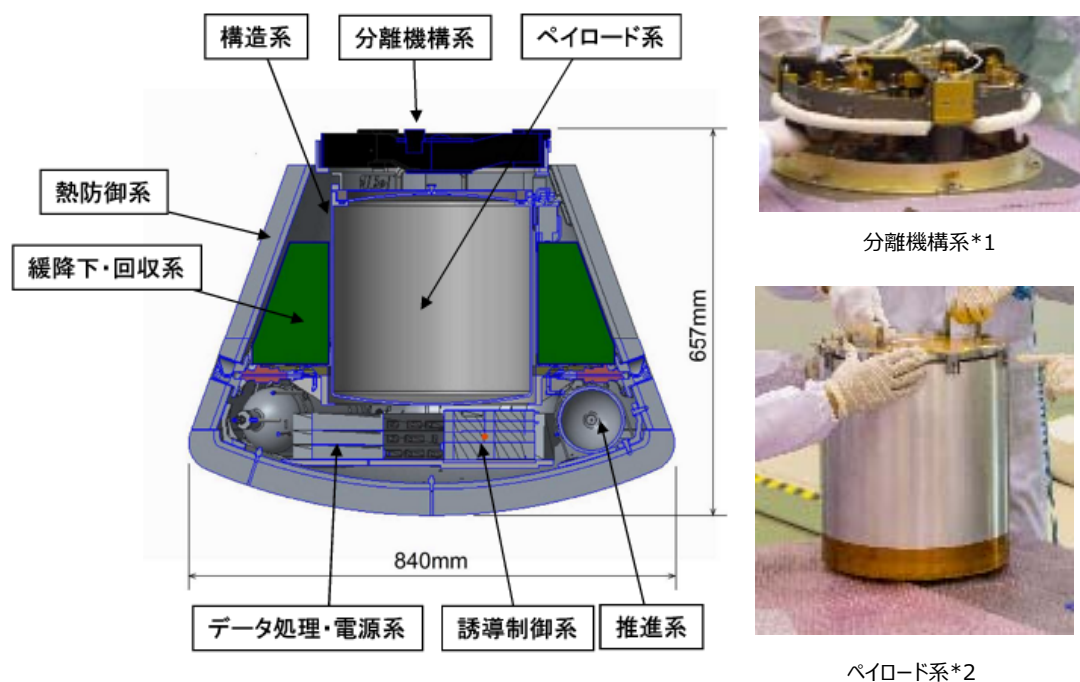


図 6.1-3 HTV 搭載小型回収カプセルの構成 (JAXA)

■出典：宇宙開発利用部会 調査・安全小委員会（第 30 回）資料

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/060/shiryo/_icsFiles/afieldfile/2018/04/10/1402855_5.pdf

*1: <http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=2832e9c06290306df72198871a5479ee>

*2: <http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=1a541fe33617079c7b0bf75c2b60e013>



図 6.1-4 HTV 搭載小型回収カプセルと試料収納部の構成（JAXA）

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=4687a3fcf9bd18c0e2cc3e83ea58a410>

HTV 搭載小型回収カプセルでは、電力を使わずに保冷するため、真空二重断熱容器（魔法瓶構造）と蓄熱剤（保冷剤）を搭載し、その内側に実験試料を格納します。

この真空二重断熱容器の開発には、宇宙開発を行う企業ではなく、魔法瓶を開発・製造している一般企業が参加しました。電力を使わずに長期間熱を逃がさない技術と、着水時の衝撃に耐える強度が求められる厳しいものでしたが、所望の性能要求を満たす容器の開発に成功しました。

【参考】宇宙実験サンプル格納用 真空二重断熱容器（2017/9/13 タイガー魔法瓶）

https://www.tiger.jp/b2b/oem_aerospace01.html



<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=61d0a465392566eb0d88963b87ee4404>

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=fe01510fb7d4c07b927942d9a69f7150>

図 6.1-5(1/2) 試料を収納する様子（JAXA）



<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=2cca80a47a280ed03a6230b10329050b>

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=7138e7e758f88cd2050cbeb35664b3a3>

図 6.1-5(2/2) 試料を収納する様子（左の写真は保冷剤）（JAXA）

「こうのとり」が ISS から分離する前に、宇宙飛行士が「こうのとり」与圧部入口のハッチの部分に、カプセル専用の構造体（与圧隔壁）を取り付け、気密を確保します（「こうのとり」側のハッチは開けたままにします）。そこに試料を収納し分離機構を取り付けたカプセルを固定します。「こうのとり」が大気圏突入のための噴射を終了した後、地上から「こうのとり」へカプセルの分離コマンドを送信することにより、分離機構系を動作させてカプセルを「こうのとり」から分離します。

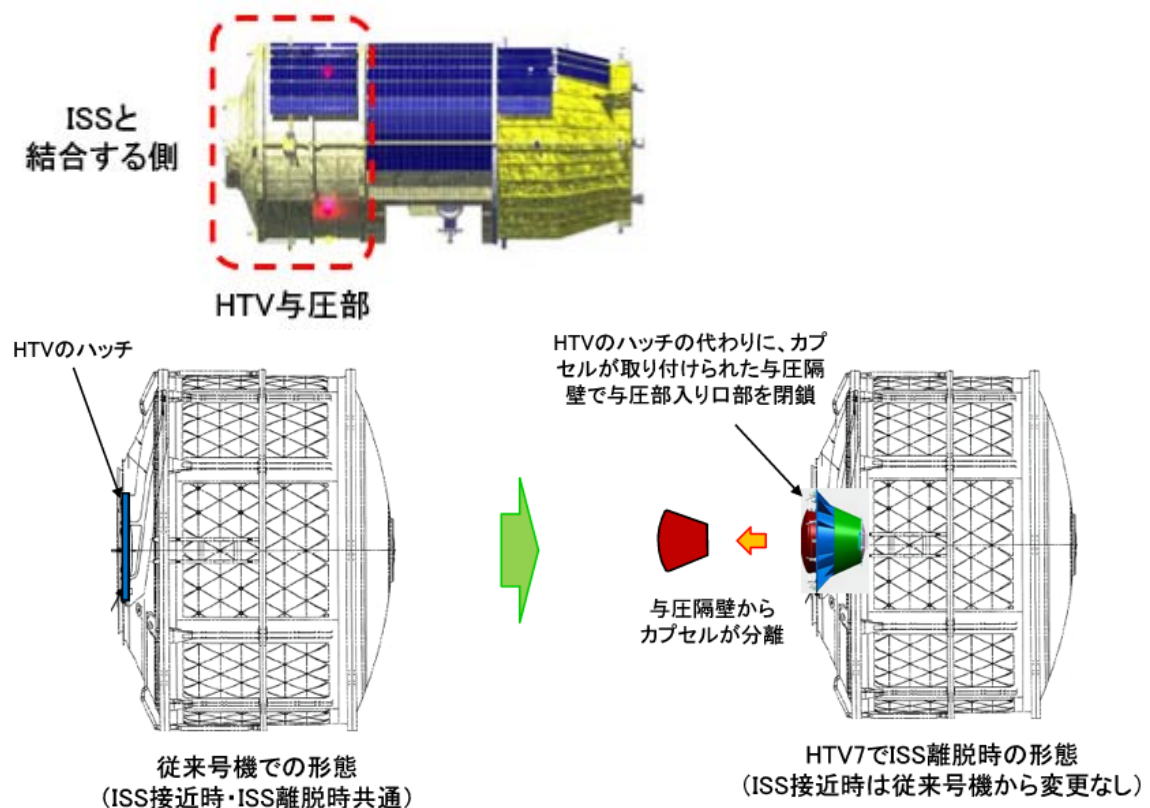


図 6.1-6 HTV 搭載小型回収カプセルの設置概念図（JAXA）

■ 出典：宇宙開発利用部会 調査・安全小委員会（第 31 回）資料（2018/5/18）

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/060/shiryo/_icsFiles/afiedfile/2018/06/07/1405560_2.pdf



図 6.1-7 打ち上げ時の HTV 搭載小型回収カプセルの搭載場所（JAXA）

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=0bb7d661835fdc1d627d409025e18f67>

カプセルが揚力誘導飛行により再突入しパラシュートを開傘、緩降下して海上に着水した後、回収船でカプセルを回収します。カプセルから取り出した実験試料を南鳥島で航空機に積み替えて速やかに本土に輸送する計画です（カプセル本体は引き続き回収船で本土に輸送）。

なお、パラシュートや浮袋の機能確認のために高空落下・回収試験を行うとともに、回収船による回収リハーサルを実施しました。

【参考】物資回収技術の獲得に向けた宇宙ステーション補給機「こうのとり（HTV）」搭載型模擬小型回収カプセルの高空落下試験の結果について（2017/11/16 JAXA）

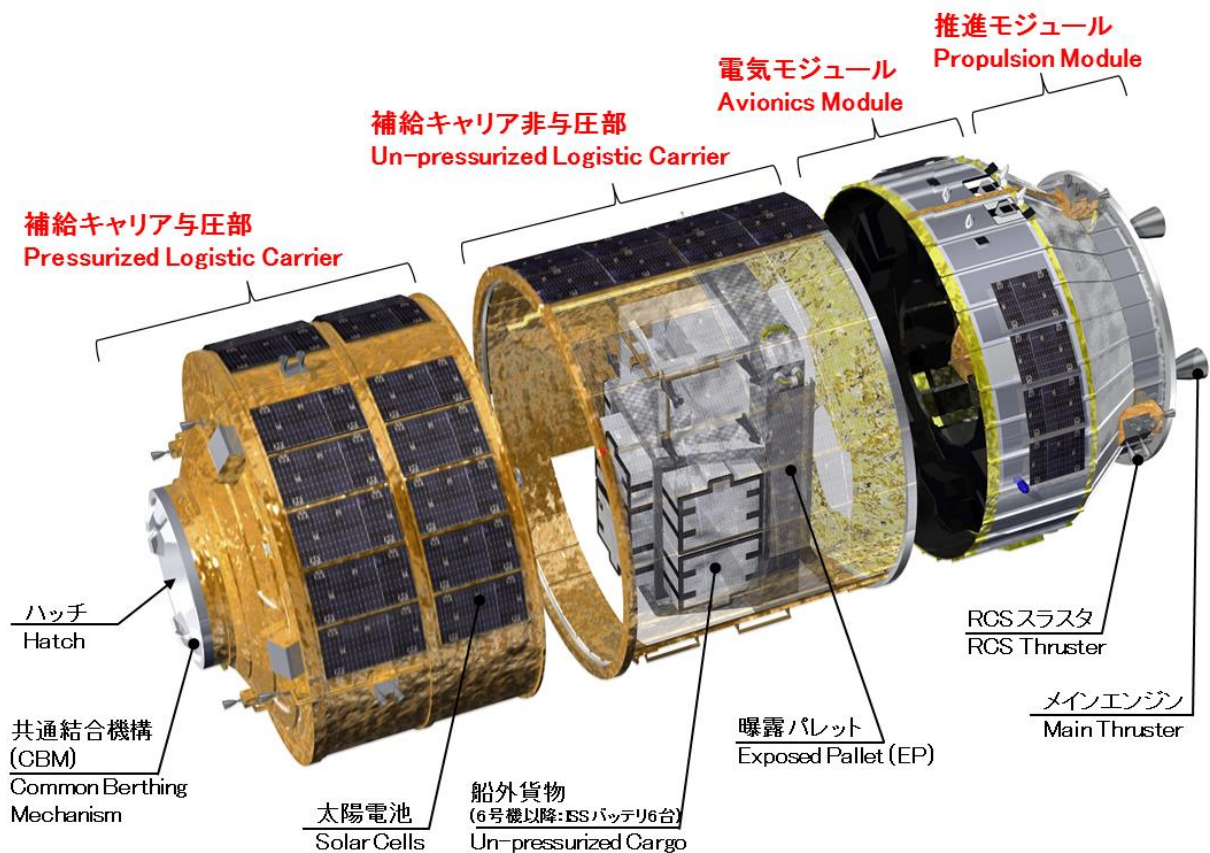
http://iss.jaxa.jp/topics/2017/11/171116_capsule_drop_test.html

Blank ページ

付録1 「こうのとり」の構成

「こうのとり」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」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（レーザレタリフレクタ）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 「こうのとり」の全体構成（JAXA）

表A1-1 「こうのとり」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トン	
	<u>与圧部</u> ：船内物資 最大約4.1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）	
	<u>非与圧部</u> ：船外物資 最大約1.9トン（6号機から増強） （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」ミッションの実績

※日本標準時

	1号機 技術実証機	2号機	3号機	4号機	5号機	6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	2015年8月19日	2016年12月9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	2015年9月30日	2017年2月6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	約4.5トン	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	約1.0トン	約1.9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	約5.5トン	約5.9トン
ミッション期間	53日間 (計画37日)	67日間 (計画37日)	56日間 (計画49日)	35日間	42日間	59日間
ランデブ飛行期間	7日間	6日間*3 (計画7日間)	7日間	6日間	6日間	5日間
ISS滞在期間	43日間 (設計要求は30日)	59日間*4 (HTV2以降設計 要求は45日)	47日間	26日間	34日間	44日間
離脱・再突入期間	3日間	2日間	2日間	3日間	2日間	10日間 (KITE運用実施)

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（Cargo Transfer Bag: 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。

受動側共通結合機構
(Passive CBM)



図A1.1-1 補給キャリア与圧部の外観（6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」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」7号機内部のラック配置（JAXA）

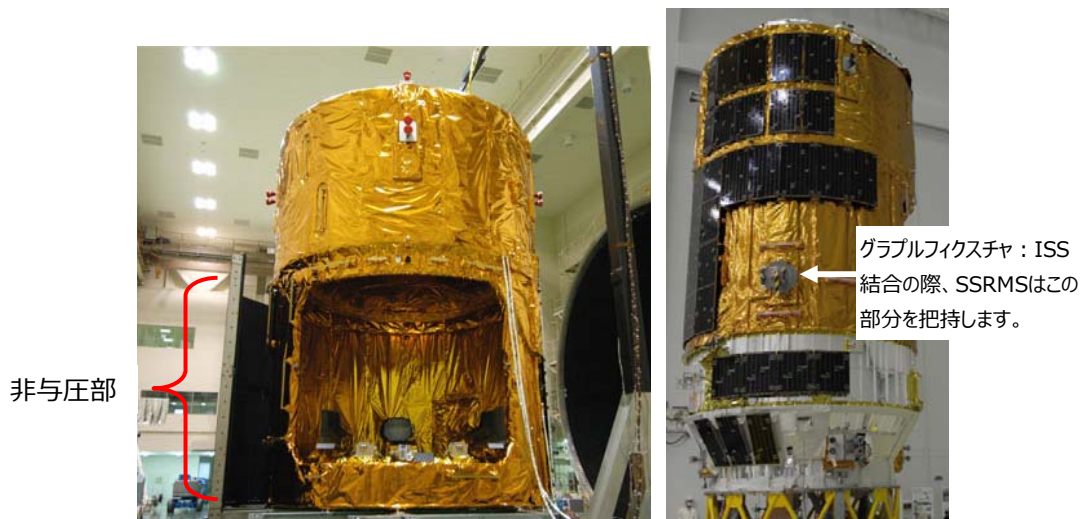
（ハッチ側から撮影：レイトアクセス前）

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=3d9f1ee6f9de46b438b0e66a28043ffd>

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来するため、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、「こうのとり」がISSに結合する際にISSのロボットアーム（SSRMS）で「こうのとり」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、SSRMS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のモービル・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作業（6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。SSRMS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。

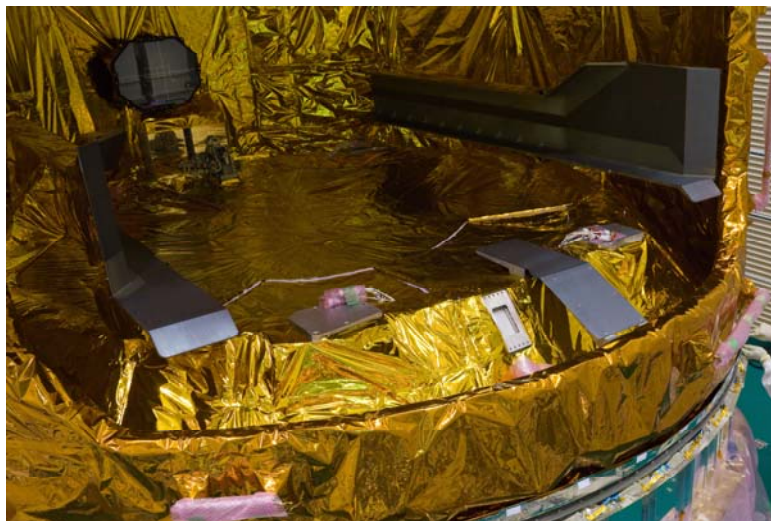
● ハーネス分離機構（Harness Separation Mechanism: HSM）

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

SSRMS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A1.2-3 （上）補給キャリア非与圧部の内部（1号機）
（下）【参考】曝露パレットのローラー（2号機）（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」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1.9トンまで搭載可能（6号機から搭載量を強化）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等に結合している間はISS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）



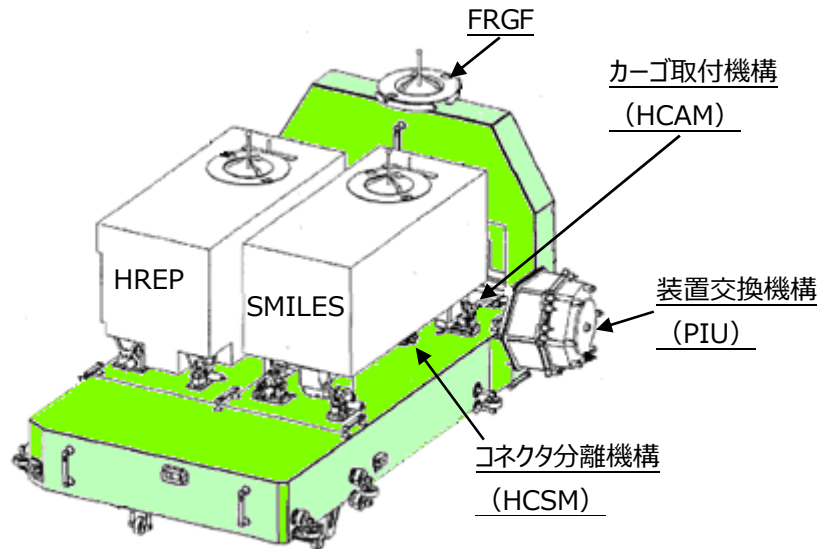
図A1.3-1（2/2） 曝露パレット（5号機用のEP）（JAXA）

（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を初装備した）

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）。

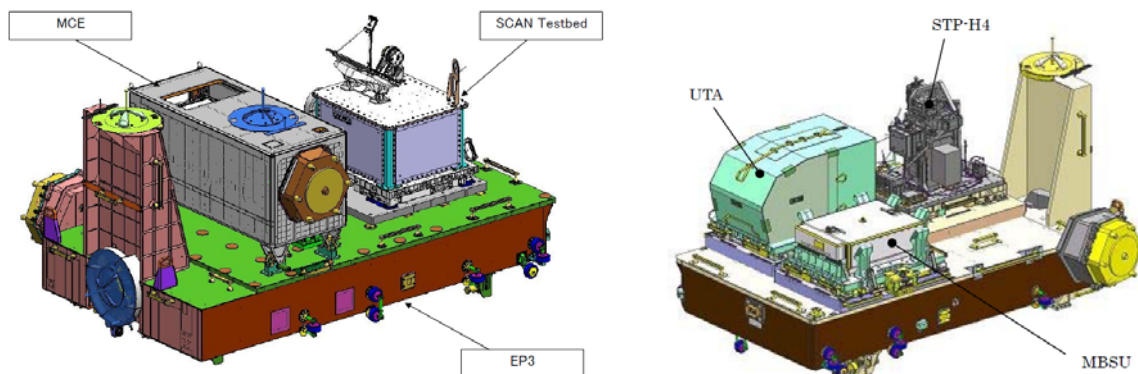


図A1.3-2 「きぼう」船外実験プラットフォーム係留専用型（I型）
（図は1号機のコンフィギュレーション）（JAXA）

● 多目的曝露パレット型（EP-MP型）（3,4,6～9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のモービル・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。モービル・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。6号から始まるバッテリーORUの輸送では6台の搭載（離脱時は9台）ができます。



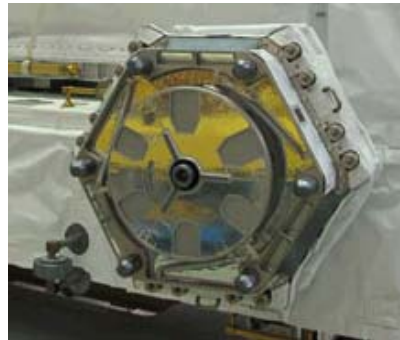
図A1.3-3 多目的曝露パレット型（EP-MP型）（左：3号機、右：4号機）（JAXA）

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。

● HTVバーシングカメラシステム（HTV Berthing Camera System: HBCS）

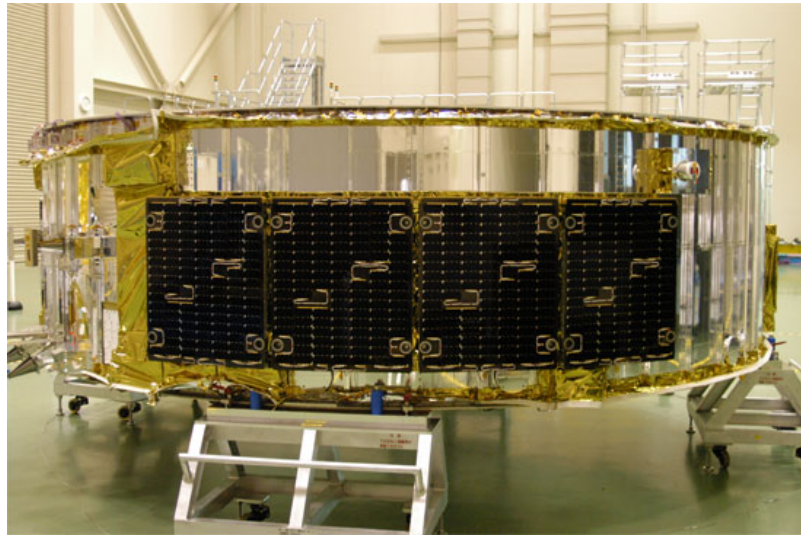
SSRMSを操作して曝露パレットを非与圧部に戻す際の位置決め作業を支援するためのカメラを、曝露パレットの先端に装備しています。また、カメラで位置決めする際の標的（ターゲット）を補給キャリア非与圧部に搭載しています。



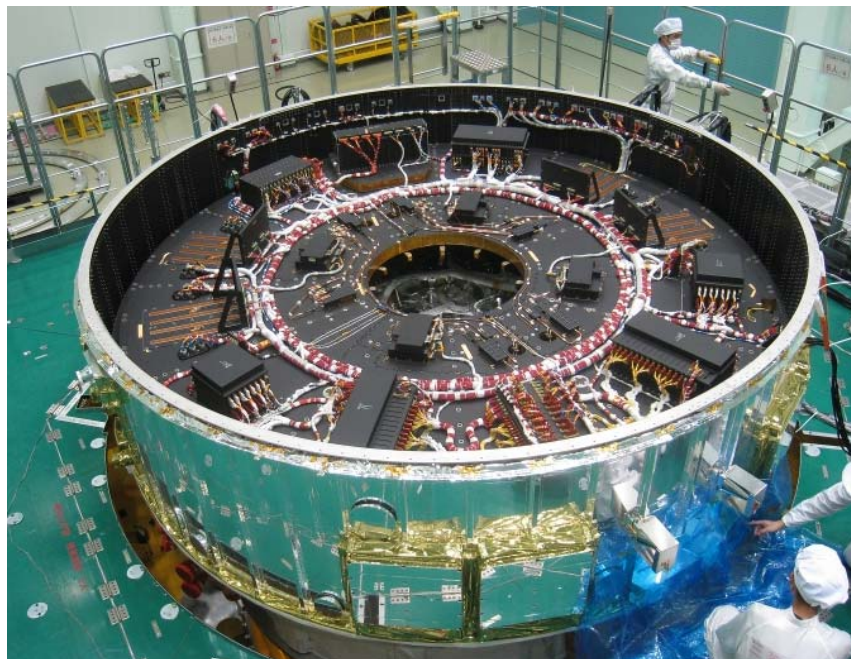
図A1.3-5 HTVバーシングカメラシステム（HBCS）（JAXA）

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」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

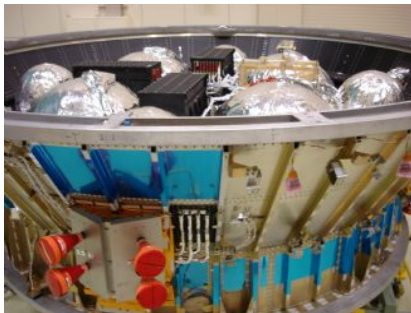
航法誘導制御系	・ 「こうのとり」の軌道投入後、誘導制御系の位置・姿勢センサを用いて航法情報を入力し、地上からのコマンドで、「こうのとり」の単独飛行を実施するためのシステム。 ・ 主に、GPSアンテナ、ランデブセンサ、地球センサ、誘導制御コンピュータ、アボート制御ユニットから構成。 ・ ロボットアームで把持される直前には、ISSとの相対位置誤差を76cm以内、相対速度を秒速 7 mm以内に制御。ISSおよび「こうのとり」はそれぞれ秒速約 7,800mで飛行しており、相対速度をその0.0001%にまで制御。
通信系	・ 「こうのとり」の通信系サブシステムは、NASAの追跡・データ中継衛星（TDRS）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。いずれの通信にもSバンドを使用。 ・ PLSに関しては、ISS近傍約200kmで通信を確立し、宇宙飛行士がISSとの通信回線を接続するまで使用。
データ処理系	・ 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する。 ・ 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。
電力系	・ バッテリは1次電池（Primary Battery: P-BAT）5個（6号機に続いて7号機でもさらに1個を削減）と、2次電池（Secondary Battery: S-BAT）1個を搭載。 ・ 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。 ・ 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。 ・ 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。 ・ 「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。
太陽電池 	・ 「こうのとり」7号機の外壁には、計48枚の太陽電池パネルを搭載（4号機55枚、5号機で6枚削減し49枚、6号機と7号機 48枚）。 － 補給キャリア与圧部の外壁：20枚 － 非与圧部の外壁：20枚 － 電気モジュールの外壁：8枚 － 推進モジュールの外壁：0枚（注） （注）初号機では6枚。段階的に削減し、6号機以降は0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）



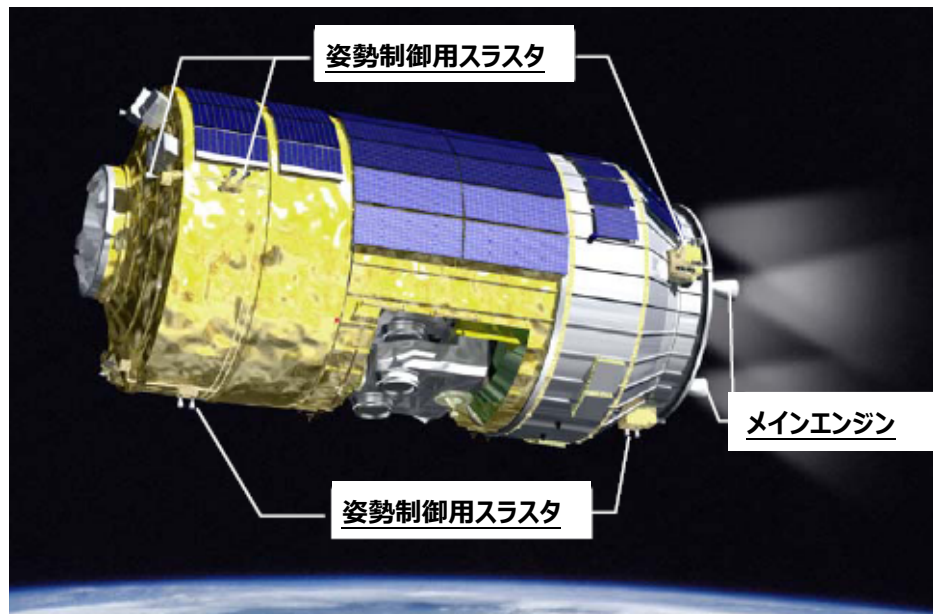
図A1.5-3 軌道上で撮影された推進モジュール（1号機）（JAXA）
（写真下部に見える4基のノズルがメインエンジン）

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	IHIE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 500N（ニュートン） （1, 2, 4号機）	IHIE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 120N（ニュートン） （1, 2, 4号機）

＊ 全28基のうち、12基は補給キャリア与圧部外壁に設置。

※ 4号機は輸入品（予備品として残っていたもの）を使用。



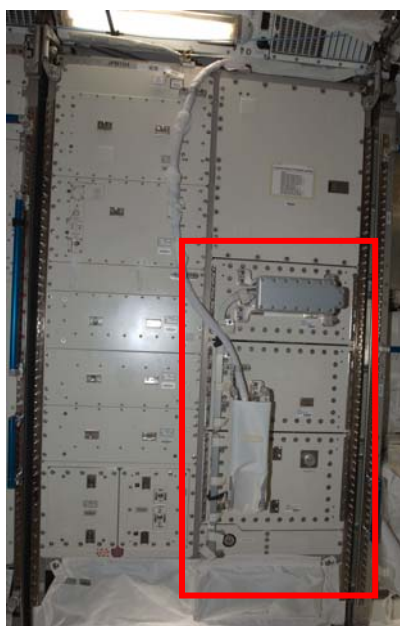
図A1.5-4 メインエンジンと姿勢制御用スラストの位置（JAXA）

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」船内保管室の天井に取り付けられています。

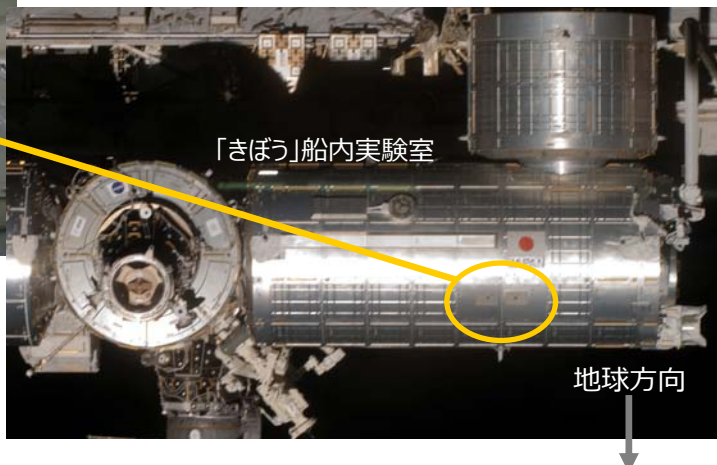


「きぼう」船内実験室の天井に設置されているICS/PROXラックの右半分（赤枠で示した部分）にPROX通信機器は搭載されています。

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）

● 【参考】搭乗員用コマンドパネル（HCP）

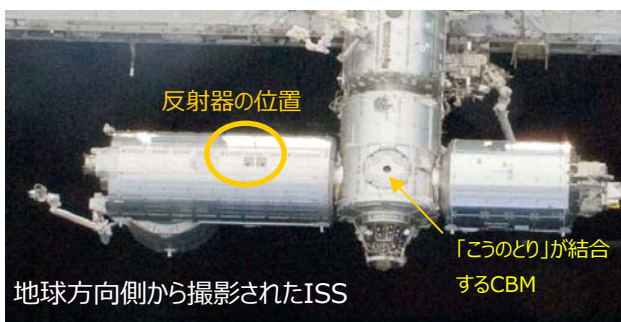


図A1.6-3 搭乗員用コマンドパネル（HCP）（JAXA）

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」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、「こうのとり」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いました（6号機まで使用）。

「こうのとり」7号機からはこのHCPの使用を止め、ISS上で使われているNASAのノートパソコン（Portable Computer System: PCS）を緊急コマンドの送信に使うことになりました。

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。「こうのとり」がISSの下方（地球方向）から接近する際に「こうのとり」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することで、ISSと「こうのとり」の間の距離を測定します。

図A1.7-1 「きぼう」に設置された「こうのとり」用の反射器（JAXA）

A1.8 【参考】ISS補給機の比較（2018年7月現在）

	「こうのとり」HTV (日本)	Cygnus (米国 Northrop Grumman Innovation Systems社)	Dragon (米国 SpaceX社)	ATV (欧州)	Progress-M/MS (ロシア)
補給機					
運用期間	2009年～	2013年～	2012年～	2008～2015年退役	1978年～
ISSへの補給実績	6回成功/6回	9回成功/10回	15回成功/16回	5回成功/5回	68回成功/70回
総重量	16.5トン	増強後 ^{*1} 6（～7.5）トン	8.7トン	20トン	7.2トン
ISSへの 物資補給能力	約6トン	増強後 ^{*1} 2.4（～3.5）トン	補給 約2～3トン ^{*2} 回収 約2トン ^{*2}	7トン	約2.4トン
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】	ラックの搭載は不可 【1.3m x 1.3m】	トリプルサイズCTB（Cargo Transfer Bag）： 749mm x 425mm x 502mm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」 船外実験装置等の大型物資輸 送可	×	○ (通常500-600kg)	×	×
ISSの軌道変更 ISSへの燃料補給	×	△/×(実証実験段階) OA-9より軌道変更能力追加	×	○	○
将来計画	9号機で終了。HTV-X開発中	船外物資も運べるよう改良中	Dragon 2開発中	—	未定

*1)4号機以降搭載能力を増強（括弧内はアトラスV、アンタレス230での打上げ時）、*2)船外物資込みでの補給能力、*3)M01バッグ：749mm x 897mm x 508mm

付録2 「こうのとり」（HTV）の運用概要

「こうのとり」ミッションの運用概要を以下に示します。

F D 1（飛行1日目）の運用
・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」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」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 「こうのとり」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（2号機）（JAXA） 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」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」を分離します。 フェアリング分離（JAXA） 第1段分離（JAXA） 第2段分離（JAXA） ● 軌道投入後の運用 「こうのとり」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」運用管制室との通信を開始します。

ランデブ運用

- ・ ランデブ用軌道制御

- ランデブ用軌道制御

約4日間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」6号機（JAXA/NASA）

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=0f780783d400c0776a205d3f88b9737a>

近傍運用

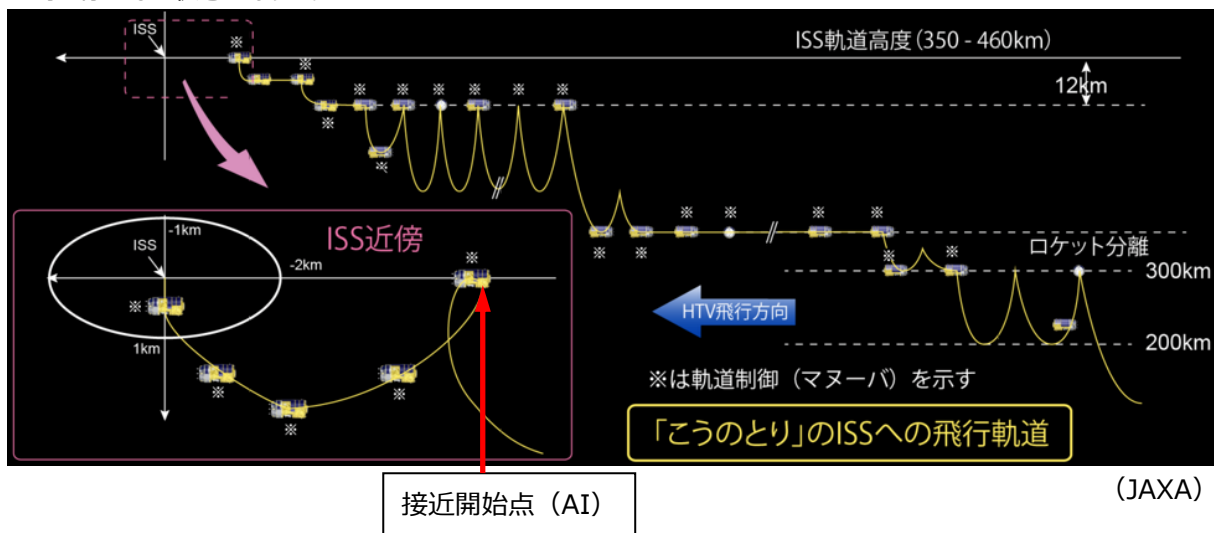
- ・ 近傍運用
- ・ ISSへの最終アプローチ
- ・ ISSのロボットアームによるキャプチャ（把持）
- ・ ハーモニー（第2結合部）下側の共通結合機構（CBM）への結合
- ・ 結合部の艀装（配線・ケーブル設置等）
- ・ 係留電力系起動、通信経路の切替（電波→有線）など

● 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」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す。

ISSも「こうのとり」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「こうのとり」運用管制室との統合運用が開始されます。「こうのとり」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）

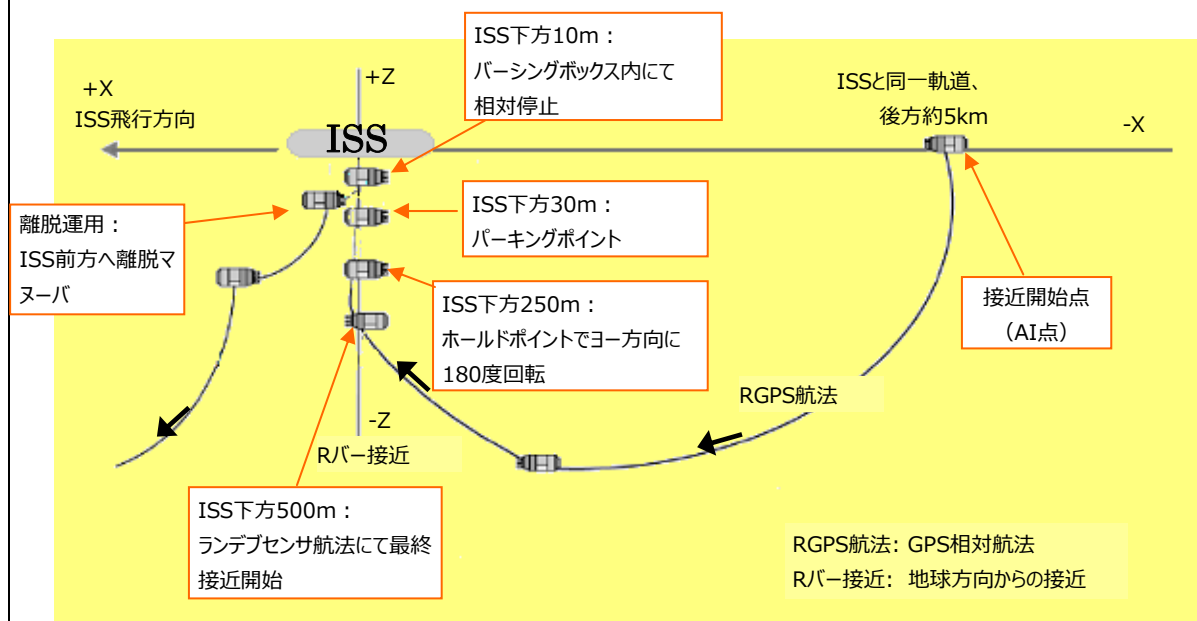
AI地点到達前にISSミッションコントロールセンターから接近許可を得て、「こうのとり」はAI地点到達後に連続してAI軌道制御（マヌーバ）を実施します。

「こうのとり」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。

近傍運用（続き）

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に、緊急事態が生じた場合には、ISSクルーが相対位置の保持（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」を制御することができます。

なお「こうのとり」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」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キャプチャ（把持）

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



「こうのとり」の把持（4号機）（JAXA/NASA）

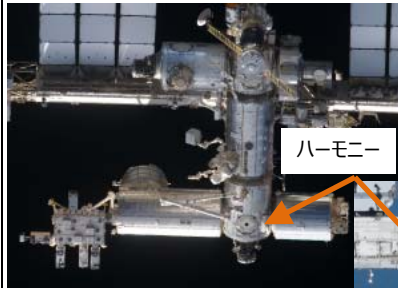


FRGF（NASA）

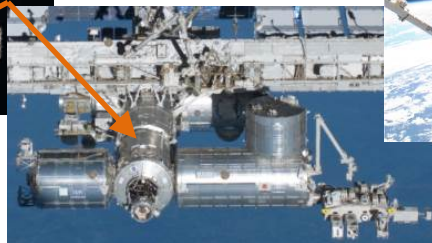
「こうのとり」の把持・結合運用

- 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」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。



「きぼう」



「きぼう」



写真：NASA



「こうのとり」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」6号機（JAXA/NASA）

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=db9df1cfbce8b1c2e525ad467e3f5b4a>

「こうのとりの」(HTV) 入室運用

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

● 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）の制御装置の格納、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ます。



左：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>

右：補給キャリア与圧部のハッチを開けて入室した油井宇宙飛行士（5号機）（JAXA/NASA）

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=e1189d1c788266aaf58ffda0130f58ce>



「こうのとり」入室～「こうのとり」分離前までの運用

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

- 「こうのとり」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。



食料、生活用品、実験用品などを梱包したCTB（JAXA/NASA）



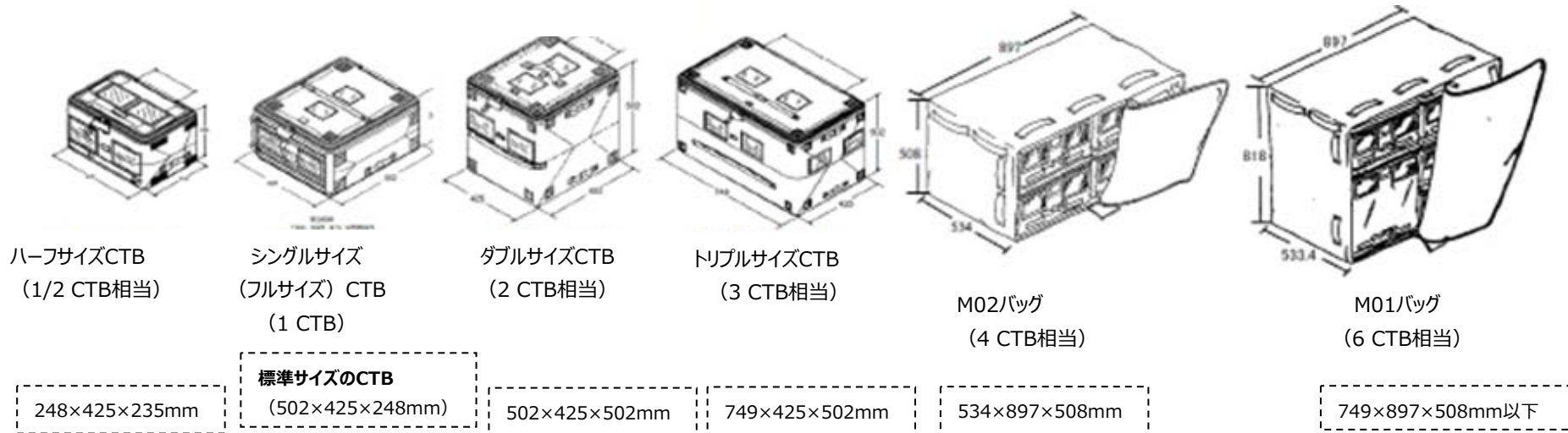
左：4号機入室時の写真（JAXA/NASA）、右：3号機入室時の様子、星出宇宙飛行士がマスクとゴーグルを装着して内部を点検（JAXA/NASA）

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

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=cfb32325857e9b4e076699ee4c6afaee>

- 搬入終了後の「こうのとり」への廃棄品の積み込み作業

→「「こうのとり」への廃棄品の積み込み運用」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。



HTV技術実証機の中から大型のCTBを搬出するニコール・ストット宇宙飛行士

<http://iss.jaxa.jp/library/photo/iss020e050062.php>

図A2-1 【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（JAXA/NASA）

曝露パレットの移動運用

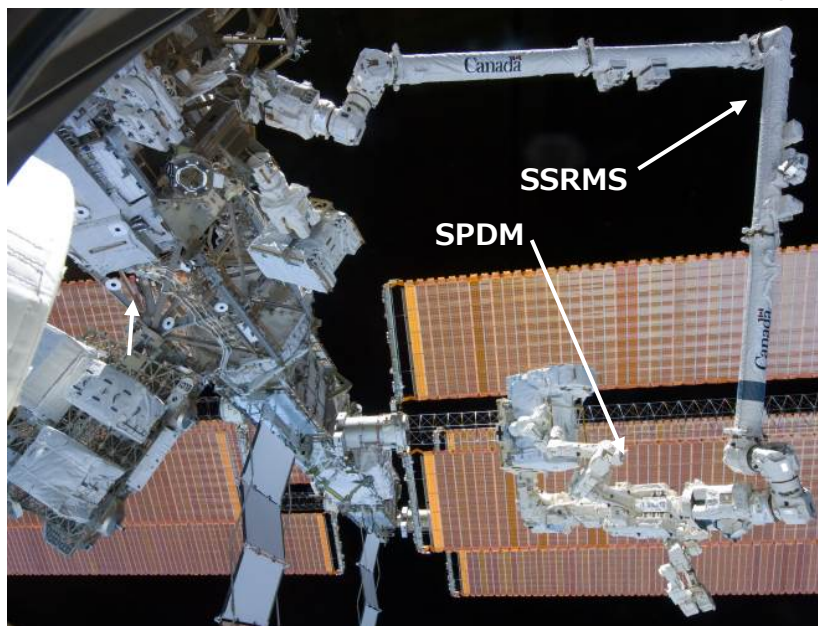
- ・ 補給キャリア非与圧部からの曝露パレットの引き出し/ISSトラスへの仮置き

- 補給キャリア非与圧部からの曝露パレットの引き出し/ISSトラスへの仮置き

補給キャリア非与圧部内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、バッテリーの交換場所近くのトラスに仮置きされます。



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）

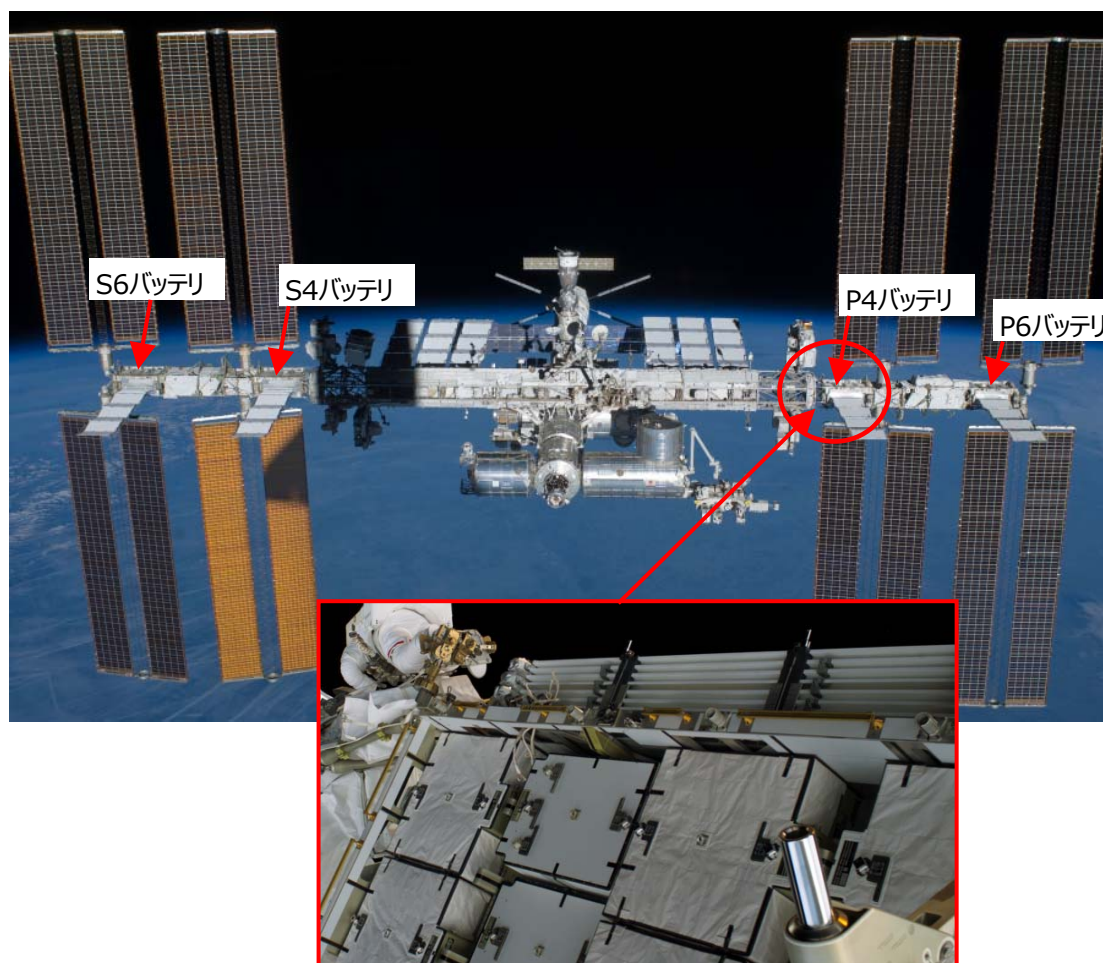


SPDM「デクスター」を使って米国の船外物資を運搬する様子（NASA）
（HTV2で運搬したFHRCの移動）

SPDM「デクスター」とロボティクス運用

- ・ 「こうのとり」の曝露パレットに搭載して運んだ装置を設置場所に移設

- 「こうのとり」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の実験装置やバッテリーなどの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（6～9号機はこちらに該当）。
- 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）。
地上では、NASA、カナダ（ISSロボットアームの制御）、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。



HTV7で交換を行うP4トラスのバッテリー（NASA）

曝露パレットの回収運用

- ・ 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ISSのロボットアーム（Space Station Remote Manipulator System: SSRMS）を使って戻されます。



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

- 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

補給キャリアと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>

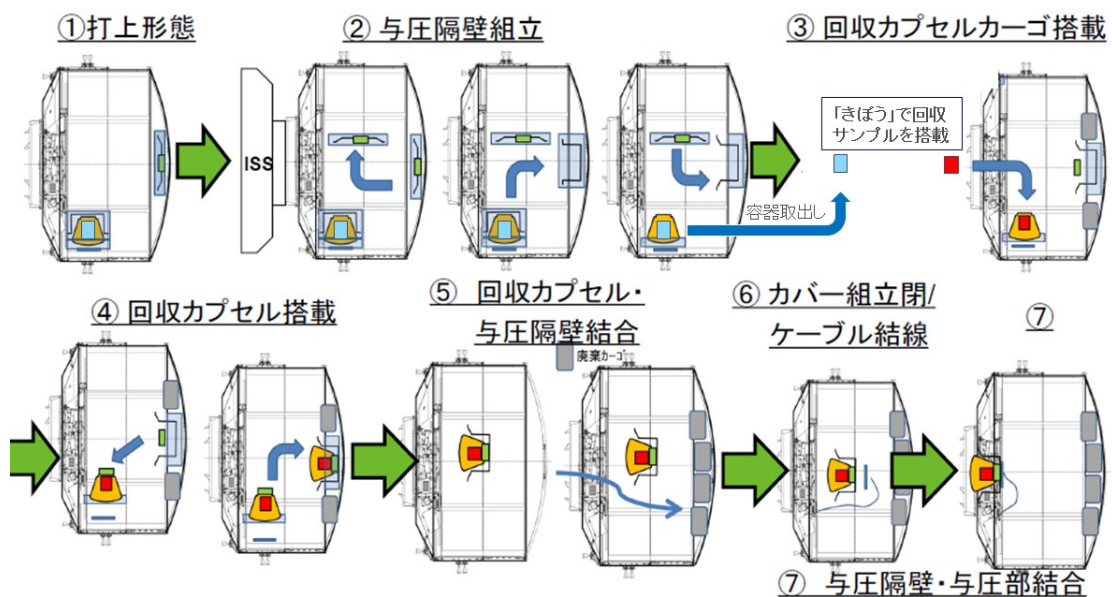
ISS分離前のカプセルの組立て運用

・ 小型回収カプセルの組立て

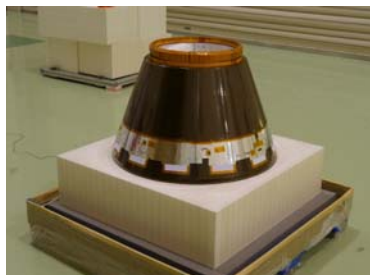
● 小型回収カプセルの組立て

「こうのとり」のISS分離前にクルーにより小型回収カプセルを組立て、「こうのとり」に取付けます。
一連の手順は以下の通りです。

- ① カプセルと与圧隔壁はパーツ毎に梱包されて「こうのとり」の補給キャリア与圧部に搭載されています。
- ② 与圧隔壁（天板部とシリンダ部）を組み立てます。
- ③ カプセルからサンプル収納容器を取出し、「きぼう」内にて回収サンプルを容器に入れ、カプセルに搭載します。
- ④ カプセルに分離機構を取付けた後、与圧隔壁に設置（仮止め）します。
- ⑤ カプセルを与圧隔壁に結合します。
- ⑥ 与圧隔壁のカバー部とケーブル類を接続します。
- ⑦ カプセルが取り付けられた与圧隔壁を「こうのとり」の補給キャリア与圧部のハッチ部に取付けます。



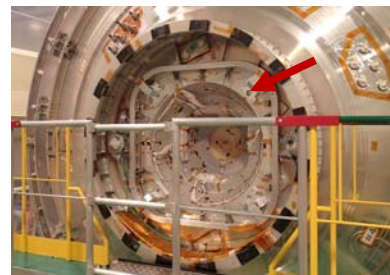
小型回収カプセルの組立てシーケンス（概要）



小型回収カプセル



分離機構



与圧隔壁

ISS分離日の運用

- ・ 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（「こうのとりの」とISSの間の空気を減圧した後、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した後、ISS軌道からの離脱噴射を開始



6号機の放出（JAXA/NASA）

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=8d37014dc5ede242329f3b09405411d7>

再突入運用

- ・ 軌道離脱制御
- ・ 小型回収カプセルの放出
- ・ 再突入

● 再突入

「こうのとり」は再突入のための軌道離脱噴射を実施し、大気圏に再突入します。

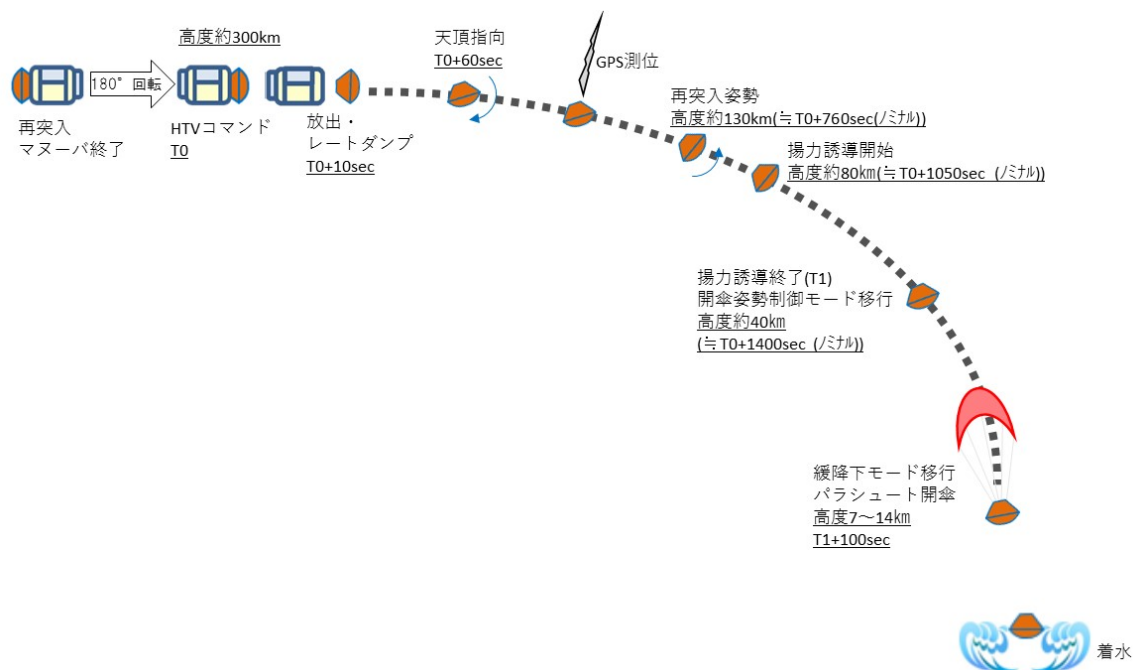


ISSから撮影した「こうのとり」4号機が再突入する様子（JAXA/NASA）

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

● 小型回収カプセルの放出とカプセルの飛行シーケンス

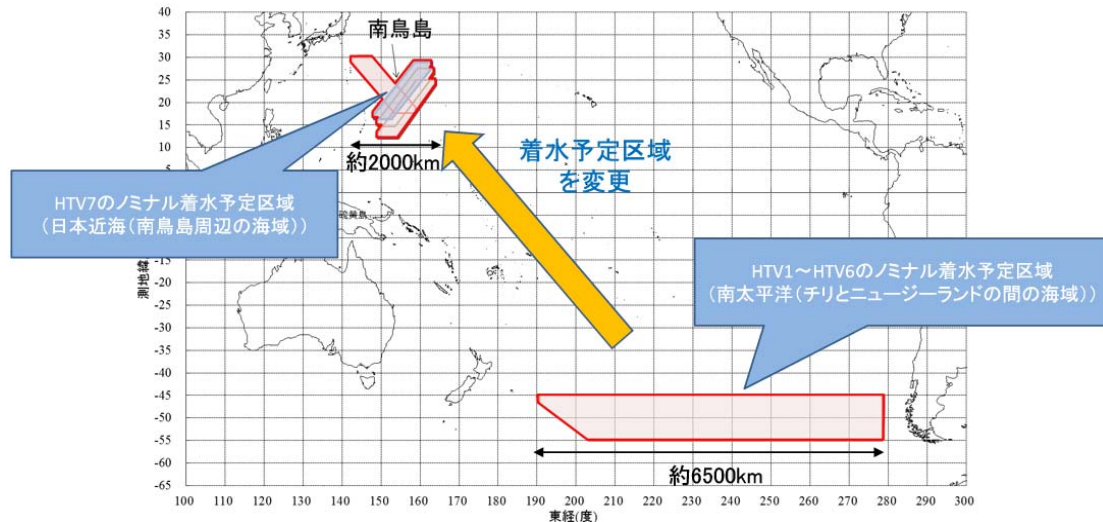
7号機では、再突入前に小型回収カプセルを「こうのとり」よりコマンドで放出します。その後カプセルは揚力誘導制御を行いながら大気圏に再突入、パラシュートを開傘して海上に着水します。



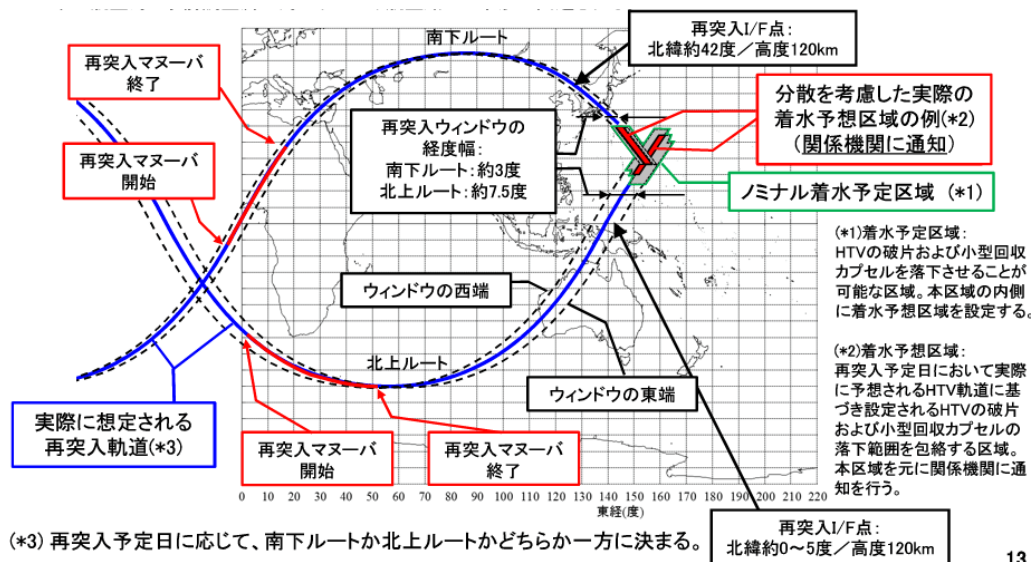
小型回収カプセルの飛行シーケンス

ISSから離脱した「このとり」は数回の軌道変更を行い、大気圏再突入のための最後の軌道変更の後、小型回収カプセルを放出して大気圏へ再突入、燃焼廃棄されます。「このとり」6号機までの着水予定区域は南太平洋でしたが、7号機ではカプセルを日本近海で回収するため、「このとり」の着水予定区域も変わります。

なお、実際に再突入する日時や海域（着水予想区域）が確定した際には、船舶・航空機の運航安全のため、事前にノータム（NOTAM）で通知を行うことが国際的なルールになっています。



図A2-2 従来、「このとり」を着水させていた海域と、7号機での変更状況（JAXA）



図A2-3 HTV7の再突入飛行経路と着水予想区域（JAXA）

■図A2-2, A2-3 出典：宇宙開発利用部会 調査・安全小委員会（第31回）資料（2018/5/18）

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/060/shiryo/_icsFiles/afieldfile/2018/06/07/1405560_4.pdf

「こうのとり」の運用管制

「こうのとり」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「こうのとり」運用管制室との通信を開始します。

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

「こうのとり」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「こうのとり」運用管制室との統合運用が開始されます。



図A2-4 「こうのとり」7号機の運用管制概要（JAXA）

■ 出典：宇宙開発利用部会 調査・安全小委員会（第31回）資料（2018/5/18）

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/060/shiryo/_icsFiles/afieldfile/2018/06/07/1405560_1.pdf

国際宇宙ステーション (ISS) 搭乗員



了解！
今からロボットアームでHTVを捕まえる！



了解、筑波。こちらも準備完了。
ISS、こちらヒューストン。
HTVを把持せよ。Go for Capture !

ヒューストン。こちら筑波。
HTVは所定の位置に到着。全て
正常、準備完了。

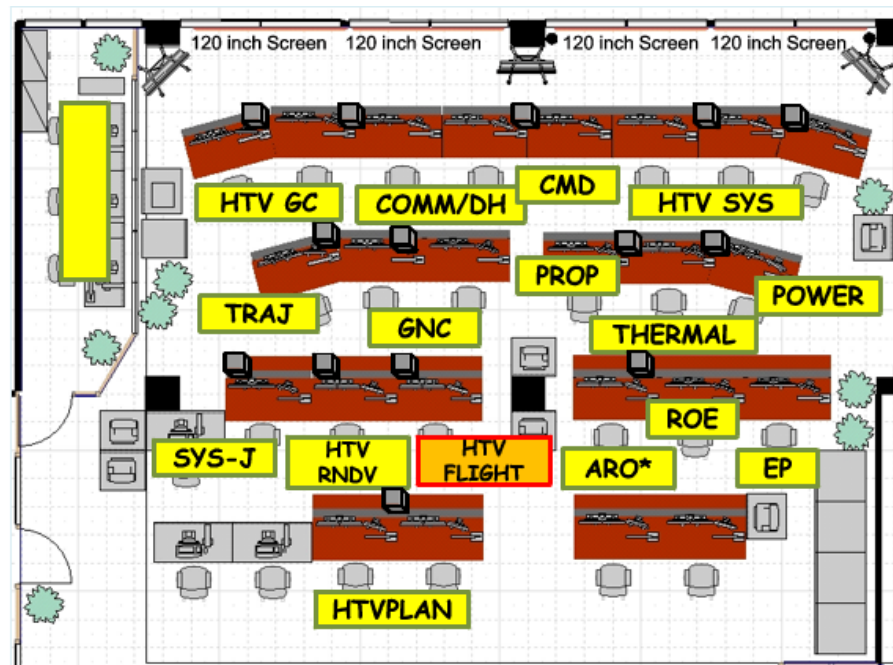


NASA ISSミッション管制センター (ヒューストン)



筑波宇宙センター「こうのとり」運用 (ミッション) 管制室

図A2-5 「こうのとり」 (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」運用全体の最終決定を行う。
- *HTVSYS* 「こうのとり」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A2-6 「こうのとり」運用管制室（左）、「こうのとり」運用管制チームの構成・役割（右）（JAXA）

付録 3 「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）
AGB	Adjustable Grapple Fixture	調整可能な把持部
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	表面電位センサ（HTV4搭載）
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
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	（JAXA）燃焼実験チャンバ
CDRA	Carbon Dioxide Removal Assembly	（NASA）二酸化炭素除去装置
CFU	Colony Forming Unit	コロニー形成単位
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

略語	英名称	和名称
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
EDT	Electrodynamic Tether	導電性テザー
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	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
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
EVA	Extra Vehicular Activity	船外活動
EVR	Extra Vehicular Robotics	船外ロボットアーム作業
ExHAM	Exposed Experiment Handrail 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・カブラ
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
GMT	Greenwich Mean Time	グリニッジ標準時（世界標準時）

略語	英名称	和名称
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
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	（NASA）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
HSRC	HTV Small Re-entry Capsule	小型回収カプセル
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

略語	英名称	和名称
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）
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
KITE	Kounotori Integrated Tether Experiment	（HTV6）導電性テザー実証実験
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
LHP	Loop Heat Pipe	ループヒートパイプ
LHPR	Loop Heat Pipe Radiator	ループヒートパイプラジエータ
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）
LSC	Life Sciences Glovebox	米国生命科学実験ラック
LSR	Life Support Rack	ESA生命維持ラック
MAXI	Monitor of All-sky X-ray Image	全天X線監視装置

「こうのとりの」プレスキット（付録）

略語	英名称	和名称
MBS	Mobil Base System	モービル・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
MELFI	Minus Eighty degree Celsius Laboratory Freezer for ISS	冷凍・冷蔵庫
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	(JAXA) 多目的実験ラック
MT	Mobile Transporter	モービル・トランスポーター (台車)
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
PADLES	Passive Dosimeter for Lifescience Experiments in Space	(JAXA) 受動積算型宇宙放射線量計
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

略語	英名称	和名称
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
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	宇宙放射線のリアルタイムモニタ装置
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）
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

略語	英名称	和名称
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	(GHF) 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）
SFINKS	Solar cell FIlm array sheet for Next generation on KOUNOTORI Six	「こうのとり」6号機搭載宇宙用薄膜太陽電池フィルムアレイシートモジュール
SIGI	Space Integrated GPS/INS (Inertial Navigation System)	宇宙用GPS/INS (GPS/慣性航法システム)
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	(米国の船外実験装置)
TCM	Tether Cutting Mechanism	(KITE) テザー切断機構
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

略語	英名称	和名称
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
TPF	Two Phase Flow	沸騰二層流体ループ装置
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
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

