

**宇宙ステーション補給機**  
**「こうのとり」9号機 (HTV9)**  
**【ミッションプレスキット】**



2020年5月22日 D版  
2020年5月14日 C版  
2020年3月25日 B版  
2020年3月24日 A版  
2020年3月24日 初版

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構



## 改訂履歴 (1/2)

訂符	日付	改訂ページ	改訂理由
初版	2020.3.24	—	—
A版	2020.3.24	表紙	HTV9の写真に差し替え
		1-1	図1-1をHTV9の写真に差し替え
		付録1-3	表A1-2 「こうのとりのミッションの実績のうち、8号機のISSへの補給量について修正 ・うち船内物資：約4.3トン → 約3.4トン ・合計：約6.2トン → 約5.3トン
B版	2020.3.25	(ii)、4-7、4-8、4-9	「宇宙メディア事業」など、民間利用に関する記述を変更
C版	2020.5.14	全般	打上げ（名詞）と打ち上げ（動詞）の表記を区別
		1-5	WILDを、Wireless LAN Demonstrationとスペルアウトしたものをタイトルに併記
			EWC、ULC hole mission assyおよびSSCの和名を追記
		1-7	ULC hole mission assyおよびPM surface mission assyの和名を図1-6に追記
			図1-6のキャプションを修正
		2-1	「こうのとりの9号機のISSのロボットアームによる把持時刻を追記
		3-1	表3-1 「こうのとりの9号機運用スケジュール4日目の最終接近の記述を修正
		4-1	JAXA実験関連機器の記載順、名称を本文に合わせて修正
			ライブイメージングシステム（COSMIC）を、「こうのとりの9号機が運ぶJAXAの船内物資に追加
		4-8	有償利用の補足説明を追加
		4-11	ライブイメージングシステム（COSMIC）の概要説明を追加
		4-15	ISSバッテリーの交換作業に関する補足説明を修正
付録1-18	シグナス補給船、ドラゴン補給船およびプログレス補給船のISSへの補給実績を修正		
付録3	COSMIC、EWCおよびSSCを略語集に追加		

## 改訂履歴 (2/2)

訂符	日付	改訂ページ	改訂理由
D版	2020.5.22	2-1	「こうのとりの9号機の打上げ時刻およびISSのロボットアームによる把持時刻を修正し、ISSへの結合予定日を追記
		4-1	宇宙アバター事業関連機材を、「こうのとりの9号機が運ぶJAXAの船内物資」に追加
		4-1、 4-6～4-11	「こうのとりの9号機が運ぶJAXAの船内物資の掲載の順番を変更
		4-11	宇宙アバター事業の概要説明を追加
		付録1-3	船内物資の積載量に関する注記を追加

**「こうのとりのり」9号機ではこれまで同様、ISS運用の根幹を支え、宇宙利用を拡大する機器などを運ぶとともに、将来の宇宙探査や新型宇宙ステーション補給機（HTV-X）へ向けた技術の先行投入や事前検証を行います。**

**■ ISS運用の根幹を支える物資を輸送します。**

- ✓ 「こうのとりのり」6号機より続く、日本製リチウムリチウムイオン電池を使用したISS用新型リチウムイオンバッテリー6台の輸送を今回で完了します。現在ISSで使用されているニッケル水素バッテリーは老朽化が進んでおり、日本製リチウムイオン電池があって初めて2024年までのISS運用延長が実現します。

**■ 地球低軌道の利用を広げるための機器などを輸送します。**

- ✓ 民間事業者による軌道上利用サービス提供の一環として、スペインのベンチャー企業Satlantis社が製品化を目指して開発した地球観測カメラの技術実証を、船外実験プラットフォームを利用して行います。民間事業者とともに船外利用の需要を拡大することで、「きぼう」を含む地球低軌道利用の発展につなげます。
- ✓ 「きぼう」船内から双方向のライブ配信を行う番組スタジオを開設するために必要な機材を運びます。この取り組みは、宇宙イノベーションパートナーシップ（J-SPARC）のプロジェクトであり、地球近傍の宇宙空間（地球低軌道）を民間主体の経済活動の場へ発展させていくことを目指します。

**■ HTV-Xにつながる自動ドッキング技術実証実験を行います。**

- ✓ ISSへの物資補給だけでなく、国際宇宙探査などの将来ミッションへの活用も踏まえて開発中の新型宇宙ステーション補給機（HTV-X）で行われる、月周回有人拠点（Gateway）での無人による自動ドッキングに必要となるWireless LAN通信装置を搭載します。HTV-Xに先立って「こうのとりのり」9号機から見た接近するISSの様子をリアルタイムでISSに伝送する実証を行います。

## 目次

1. 「こうのとり」概要 .....	1-1
1.1 ドッキングモニタ映像の WLAN 伝送軌道上実証ミッション（WLD：ワイルド：Wireless LAN Demonstration） .....	1-5
2. 「こうのとり」9号機ミッションの打上げ/飛行計画概要 .....	2-1
3. 「こうのとり」9号機運用スケジュール .....	3-1
4. 「こうのとり」9号機が運ぶ物資 .....	4-1
4.1 補給キャリア与圧部搭載品（船内物資） .....	4-4
4.1.1 実験装置等 .....	4-6
4.1.2 食料・生活用品関連品 .....	4-12
4.1.3 NASA/ESA システム搭載品 .....	4-13
4.2 補給キャリア非与圧部搭載品（船外物資） .....	4-14
5. 新型宇宙ステーション補給機（HTV-X）の開発 .....	5-1
5.1 HTV-X の特徴 .....	5-1
5.2 開発経緯 .....	5-3
付録 1「こうのとり」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「こうのとり」(HTV)の運用概要 .....	付録 2- 1
付録 3「こうのとり」/ISS 関連略語集 .....	付録 3- 1

## 1. 「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、日本が開発した世界最大の補給能力を誇る無人の物資補給船で、今回が **9機目の打上げ** になります。また、2021年度からHTV-Xの打上げを予定しています。

HTV-Xについては5項をご参照下さい。

「こうのとり」の構成や仕様等、詳細は付録1、付録2をご参照下さい。

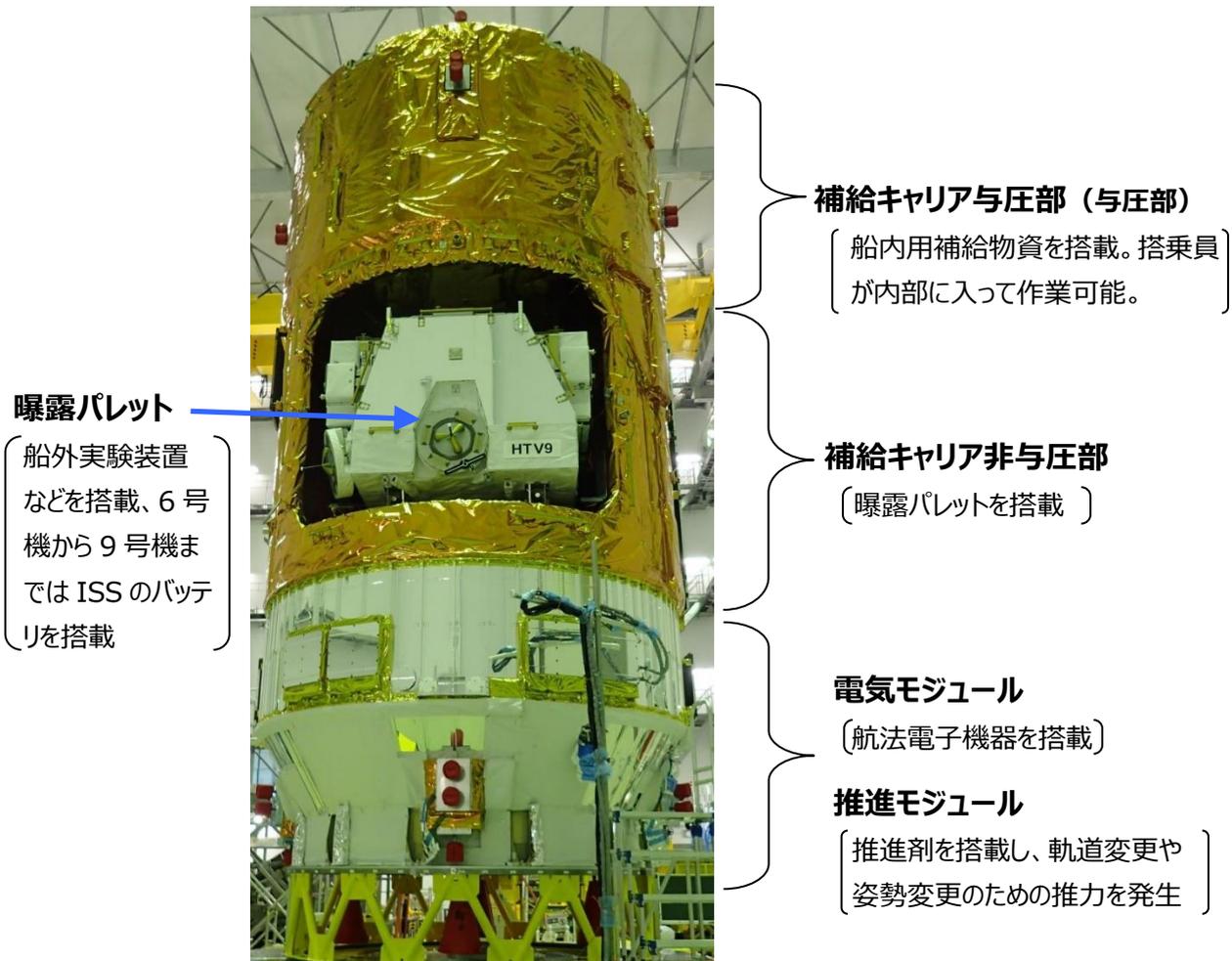


図 1-1 「こうのとり」の構成 ©JAXA

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=fbe4899148b3113621bf9a988c2a2858>

【参考】[https://www.mext.go.jp/content/20200128-mxt\\_uchukai01-000004399\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200128-mxt_uchukai01-000004399_1.pdf)

「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）に取り付けられます。

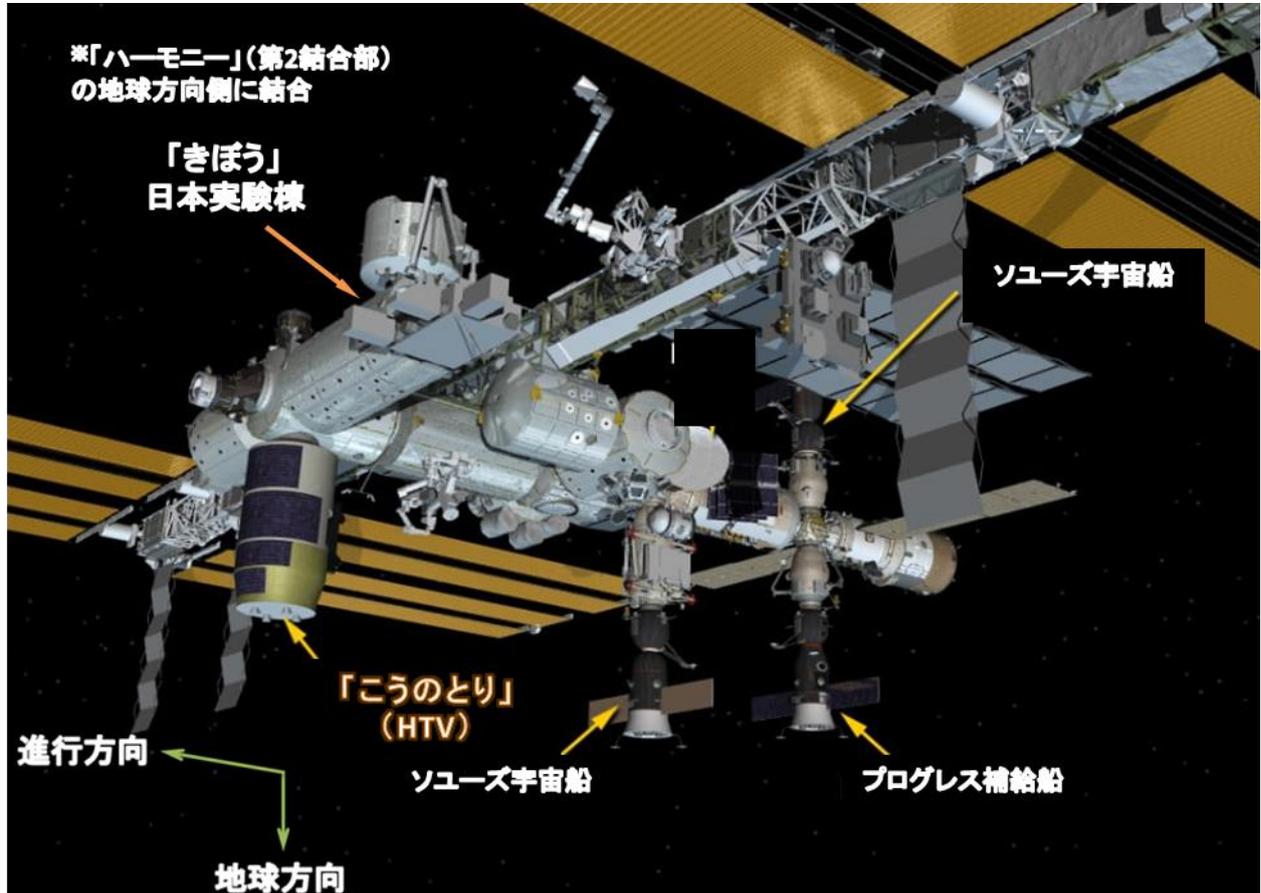


図 1-2 「こうのとり」の結合場所 ©JAXA/NASA

(注：ミッションによっては米露の補給機等の結合場所は変わります)

【参考】<https://blogs.nasa.gov/spacestation/2018/09/27/japans-kounotori-spaceship-attached-to-station/>

## (1) 世界最大級の補給能力

～「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（最大約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用バッテリー**を同時に輸送できるのは「こうのとり」だけです。詳細は4項をご参照下さい。

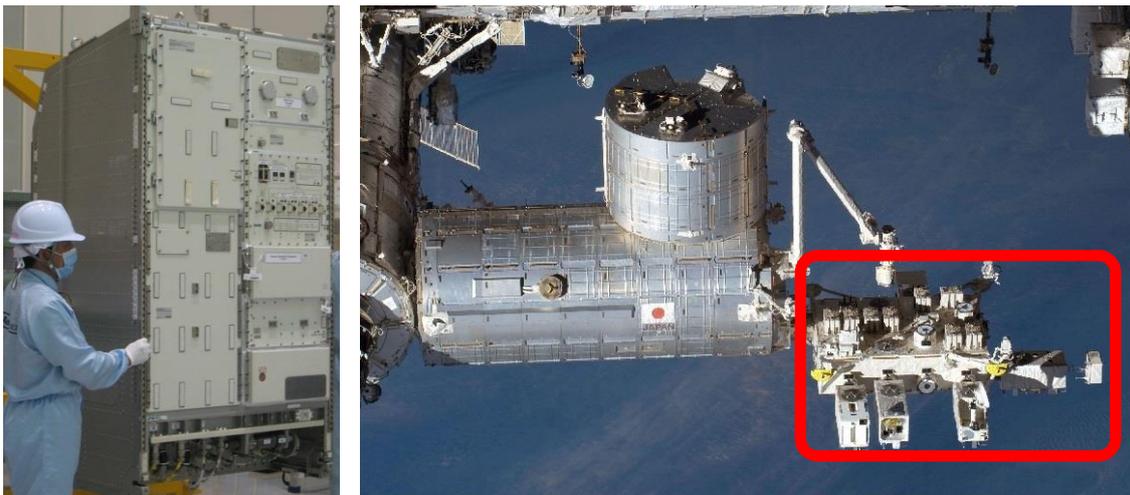


図 1-3 (左) 国際標準実験ラック (ISPR) [高さ約 2m、幅・奥行約 1m] ©JAXA  
<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=16c9fbdc79773220e029ad61b1000879>

(右) 「きぼう」船外実験プラットフォーム ©JAXA/NASA  
<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=83fb9b789daf08fc4b87fbb2e43da76d>

## (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（**10年間ミッション達成率 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 におけるスタンダードとして定着しています。
- ◆ 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や、ISS の交換品としても採用されており、「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。



軌道変更用エンジン ©IHI エアロスペース  
(衛星等用として輸出)

<https://www.ihico.jp/ia/products/space/apogee-engine/index.html>



バッテリー ©GSYUASA  
(HTV 用)



バッテリー ©GSYUASA  
(ISS 交換用)

図 1-4 「こうのとりの」で採用した技術の波及例

## 1.1 ドッキングモニタ映像の WLAN 伝送軌道上実証ミッション (WLD : ワイルド : Wireless LAN Demonstration)

HTV9 ミッションにおける「往路の ISS 下方からの接近時」、「係留中」、「離脱時」に、近づくあるいは遠ざかる ISS の様子を HTV に設置するカメラから動画を撮影し、Wireless LAN 通信 (WLAN) を経由してリアルタイムで ISS に伝送する実証ミッションを実施します。

将来の Gateway ミッションにおいて、日本が物資補給で貢献するためには、自動ドッキング技術の獲得が必要です。Gateway との自動ドッキングを実現するためには、いくつかの新しい技術を獲得する必要があり、その技術獲得に向けて、HTV-X において ISS に対する自動ドッキングの技術実証を検討中です。

ISS において自動ドッキング実証を実施するにあたっては、ISS の極近傍において、近づいてくる宇宙機の状況をクルーが把握するために、宇宙機に搭載したカメラが撮影した、近づくあるいは遠ざかる ISS の様子を動画としてリアルタイムで ISS に伝送する必要があります。

HTV 及び HTV-X が使用する ISS との近傍通信システム (PROX) は通信帯域上映像を伝送する仕様とはなっていないため、WLAN を使用して映像を伝送する技術を HTV-X に先立って HTV9 にて実施します。

なお、今回映像伝送に成功すれば、初めてランデブする 2 つの宇宙機が WLAN でデータリンクをとれることになります。

### <ミッション>

HTV9 ミッションの下記段階において、外部ワイヤレス通信システム (External Wireless Communication system: EWC) 、JEMRMS、i-SEEP に設置される WLAN アクセスポイント (WAP) と HTV 非与圧部天頂開口部ミッション組み立て (ULC hole mission assy) の WLAN 機器を接続し、HTV 推進モジュールに搭載したモニタカメラによって動画を取得し、リアルタイムで ISS へ映像伝送を行います。その映像は軌道上の ISS 支援コンピュータ (Station Support Computer: SSC) へ伝送され、ラップトップ画面に映像が映し出されている様子をダウンロードし、地上から確認を行います。

#### 【ISS 下方からの接近時】

250m から 30m では JEMRMS 先端の MPEP 上に搭載した WLAN 経由でリンクを取り、映像伝送を確認します。

30m からキャプチャポイント (約 10m) では ISS の EWC の WLAN 経由でリンクを取り、映像伝送を確認します。

【係留中】

EWC および iSEEP 経由でそれぞれ映像伝送を確認します。

【離脱時】

EWC 経由で映像伝送を確認します。

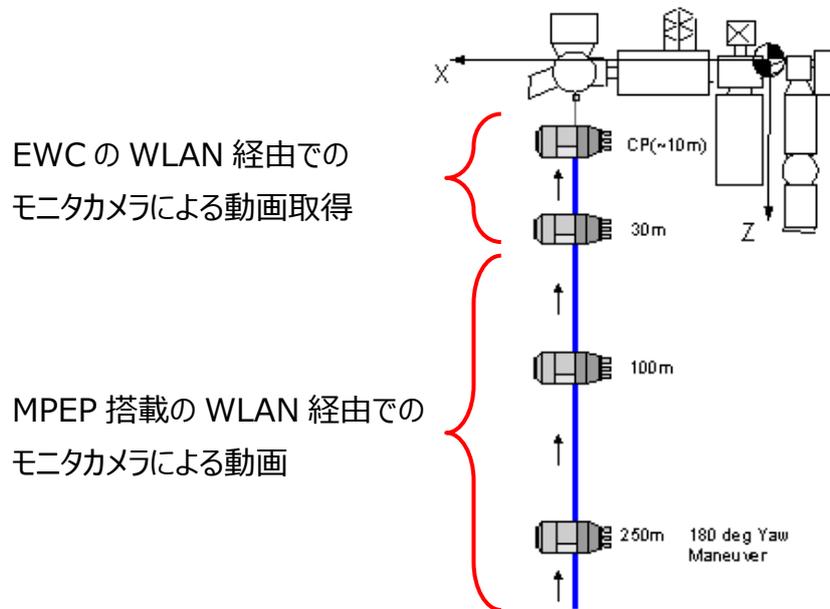
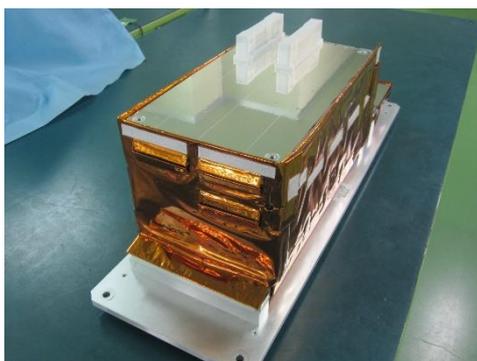
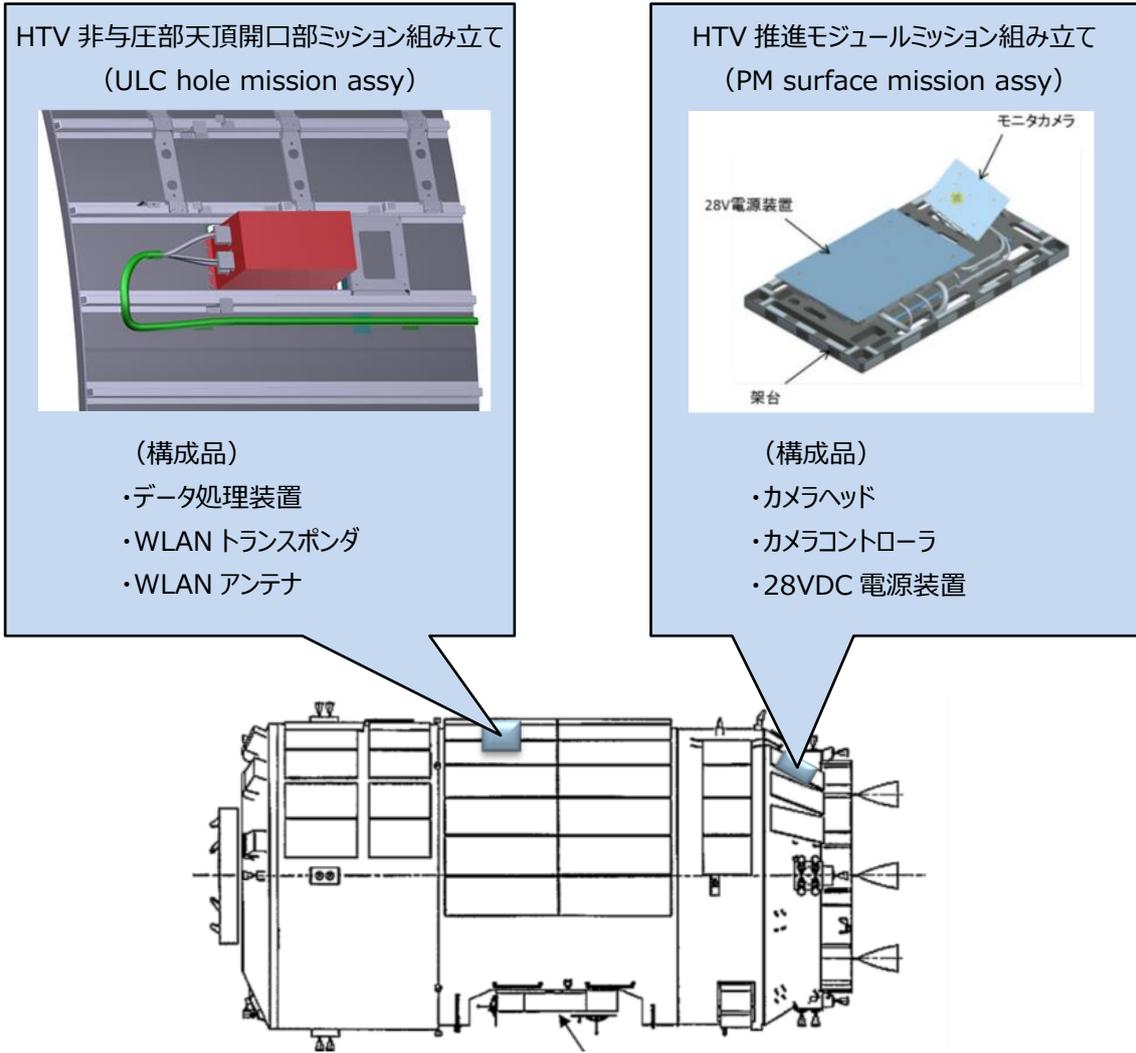
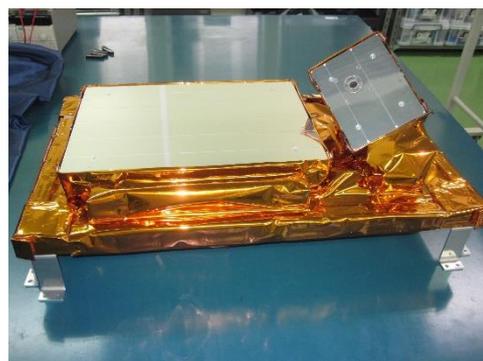


図 1-5 ISSと「こうのとり」9号機との接近時モニタカメラによる動画取得の模式図 ©JAXA

<搭載コンフィギュレーション>



ULC hole mission assy ©JAXA



PM surface mission assy ©JAXA

図 1-6 HTV 非与圧部天頂開口部ミッション組み立て (左) と  
HTV 推進モジュールミッション組み立て (右) の HTV9 への搭載位置 ©JAXA

## 2. 「こうのとり」9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」9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 2-1 「こうのとり」9号機の打上げ/飛行計画の概要

2020年5月22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」9号機 (HTV9)
打上げ日時	2020年5月21日 2時31分00秒 (日本時間)
打上げ予備期間	2020年5月22日から2020年6月30日 予備期間中の打上げ日及び時刻については、国際宇宙ステーションの運用に係る国際調整により決定します。
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 2020年5月25日 21時15分頃 ISSへの結合 2020年5月26日 未明 (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)	<b>TBD</b> <sup>※1</sup> (1～2ヶ月間ISSに滞在予定)
大気圏再突入(予定)	ISS離脱 約2日後 <sup>※1</sup>
ミッション期間 (予定)	<b>TBD</b>
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。

「こうのとり」9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-9/> (「こうのとり」9号機の情報)

[http://www.jaxa.jp/projects/rockets/h2b/index\\_j.html](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)

### 3. 「こうのとり」9号機運用スケジュール

表 3-1 「こうのとり」9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> <ul style="list-style-type: none"> <li>「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）</li> <li>ランデブ用軌道制御開始</li> </ul>
1～4日目	<u>ISSとのランデブ</u>
4日目	<u>最終接近</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wireless LAN 通信（WLAN）装置/モニタカメラによる動画のリアルタイム伝送</li> </ul> <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> <ul style="list-style-type: none"> <li>ハーモニーモジュール下側の共通結合機構（CBM）への結合</li> <li>結合部の艀装（配線・ケーブル設置等）</li> <li>係留電力系起動、通信経路の切替（電波→有線）など</li> </ul>
(ISS 結合中)	<u>補給キャリア与圧部への入室</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>ハッチ開、モジュール間通風換気（IMV）起動</li> </ul> <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 前日	<u>「こうのとり」の分離準備</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>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）</li> </ul>
ISS 分離日	<u>「こうのとり」のISSからの離脱</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>係留電力系の停止、結合部の配線・ケーブルの取外し</li> <li>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</li> <li>誘導・航法及び制御（GNC）の起動、スラスト噴射準備</li> <li>SSRMSの把持を解放、ISS軌道からの離脱噴射</li> </ul>
再突入	<u>軌道離脱制御</u> <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

「こうのとり」9号機ミッションでは、打上げ4日後に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バッテリーを積み込み、ISSから分離した後、大気圏に再突入する予定です。

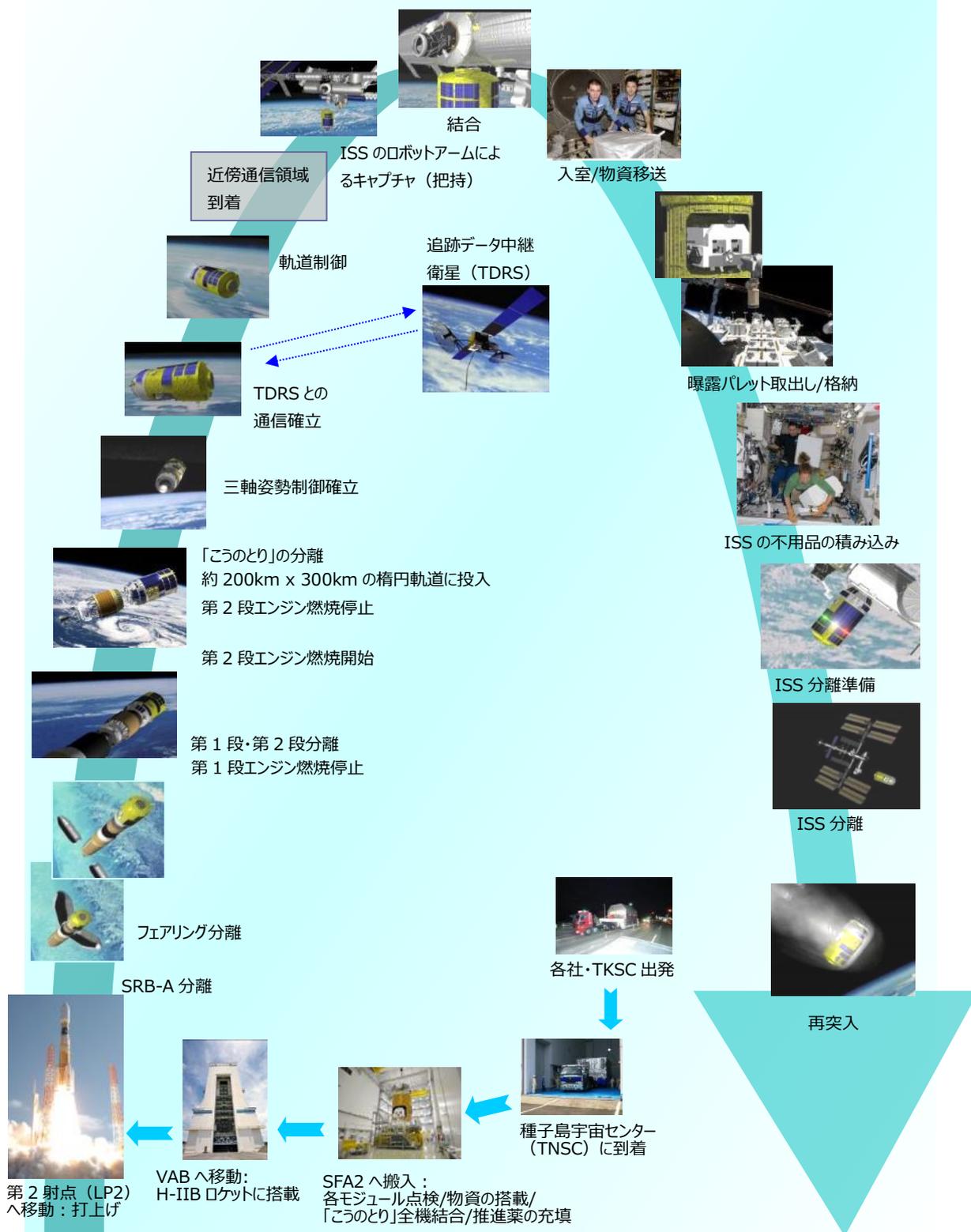


図 3-1 「こうのとり」ミッション主要イベント ©JAXA

【参考】<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=4b2cf6d32595484d10087126940f212e#>

## 4. 「こうのとり」9号機が運ぶ物資

9号機では船内、船外物資を含めて合計で約**6.2トン**（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に運びます。

### (1) 船内物資

「こうのとり」9号機では、補給キャリア与圧部に搭載する主なJAXAの物資は下記の通りです。

表 4-1 「こうのとり」9号機で輸送する主な船内物資

機関	分類	物資の例
JAXA	実験関連機器	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 固体燃焼実験装置（SCEM）</li> <li>• ライブイメージングシステム（COSMIC）</li> <li>• 超小型衛星搭載用地球観測カメラ（iSIM）</li> <li>• 宇宙メディア事業関連機材</li> <li>• 宇宙アバター事業関連機材</li> </ul>
NASA	食料・生活用品	• 生鮮食品 <sup>※</sup> 、衣類等の生活用品、宇宙食など
	システム搭載品	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 米国実験ラック（Express Rack 11B:ER11B）</li> <li>• 貯水システム（WSS）用水タンク</li> <li>• 窒素と酸素を補充するためのシステム（NORS）タンク</li> </ul>
ESA	システム搭載品	• 欧州引出しラック2（European Drawer Mark II：EDR2）

※・・・NASAの補給枠として、JAXAが準備。

## (2) 船外物資

6、7、8号機に続いて今回で最後になる、ISSで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）を輸送します。

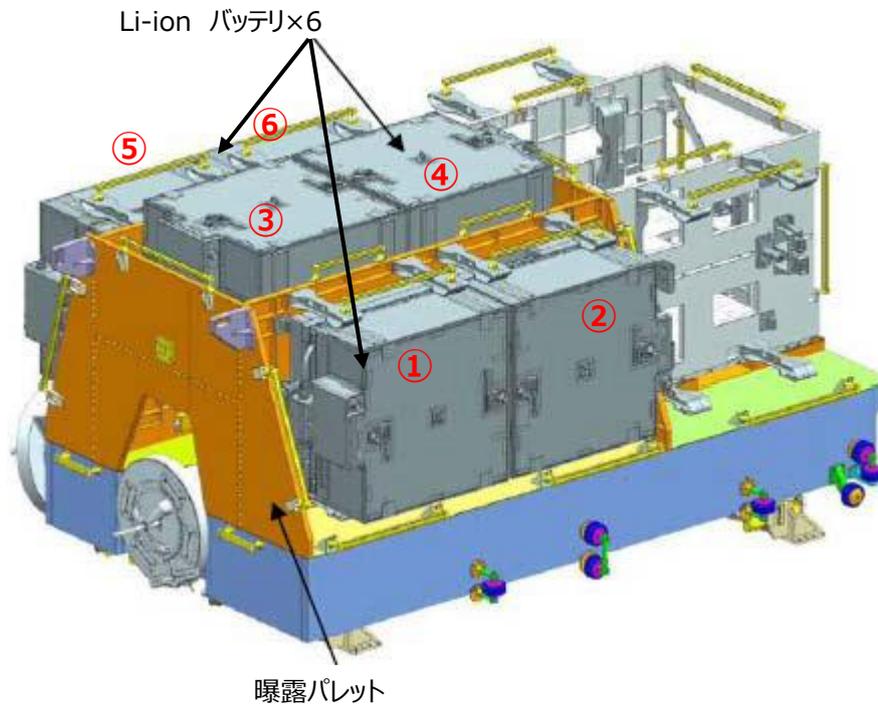


図 4-1 打上げ時の曝露パレット上の搭載イメージ ©JAXA

## 【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）。

「このとり」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の運用の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、「このとり」6号機（HTV6）でS4トラス、「このとり」7号機（HTV7）でP4トラスの、「このとり」8号機（HTV8）でP6トラス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4回目のリチウムイオンバッテリーへの交換となるバッテリーを運びます。

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。

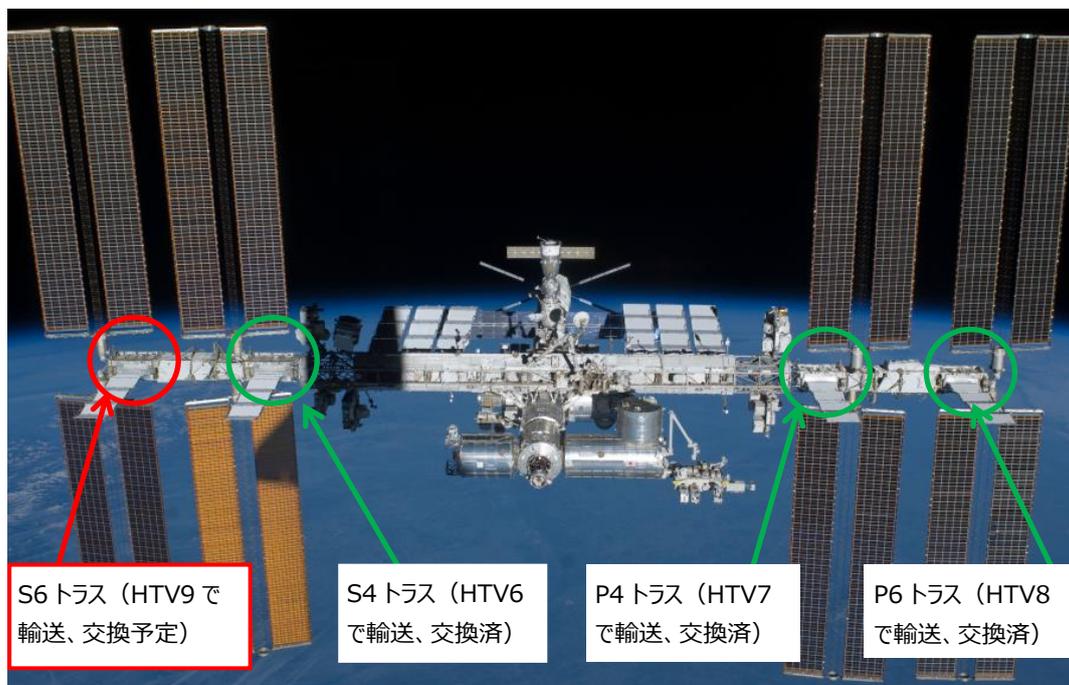


図 4-2 交換を実施または予定のバッテリーの位置 ©JAXA/NASA

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

## 4.1 補給キャリア与圧部搭載品（船内物資）

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す。

食料、NASA 及び「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、ストラップで固定されて運ばれます。

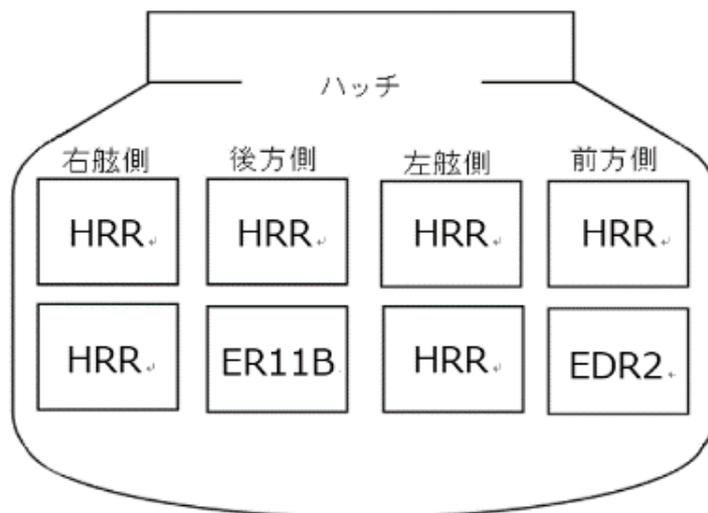


図 4-3 「こうのとり」9号機の補給キャリア与圧部のラック搭載状況 ©JAXA



食料、生活用品、実験用品などを詰めた輸送用バッグ（CTB）



HTV 補給ラック（HRR）

図 4-4 船内物資の搭載例 ©JAXA

(左) [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/uchuu/017/gijiroku/\\_icsFiles/afieldfile/2012/03/19/1316991\\_2.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/uchuu/017/gijiroku/_icsFiles/afieldfile/2012/03/19/1316991_2.pdf)

(右) <http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=014311942dbfade71799c74ca9e3071f>

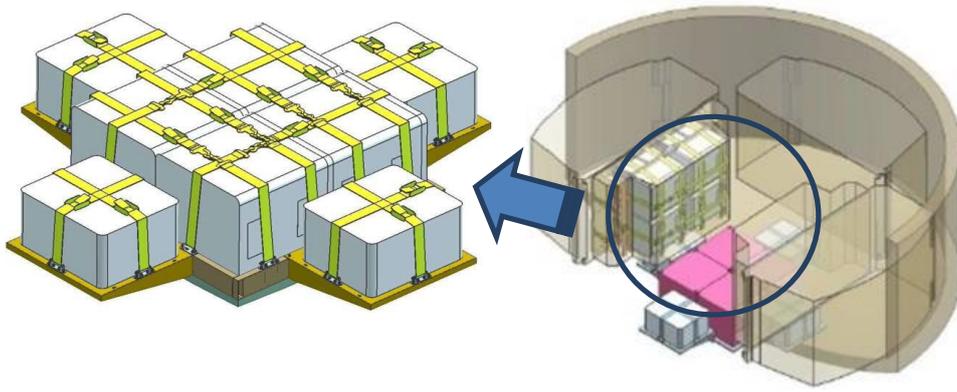


図 4-5 「こうのとり」5号機から新設した HRR の搭載構造 ©JAXA



図 4-6 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 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)

#### 4.1.1 実験装置等

「こうのとり」9号機で搭載する「きぼう」日本実験棟で行われる実験機器等について紹介します。

##### (1) 固体燃焼実験装置 (Solid Combustion Experiment Module : SCEM)

有人活動の重要な技術の一つに宇宙における火災安全技術があり、ますますその重要性が高まっています。FLARE プロジェクト (Flammability Limits at Reduced Gravity Experiment) は、自然対流のない宇宙ステーションの環境 (微小重力環境) を活かし、固体材料の着火・火災燃え広がりなどの燃焼現象に対し重力が果たす役割を、様々な固体材料を用いて科学的に明らかにするものです。「こうのとり」9号機では、固体材料の燃焼実験で使用する「固体燃焼実験装置 : Solid Combustion Experiment Module (SCEM) 」の構成成品を輸送いたします。

微小重力環境における固体材料の燃焼特性は、地上とは大きく異なり、燃焼限界が拡大する場合がある等重要なことが明らかになっています。そのため、微小重力下における火災現象を基礎的立場から解明すると同時に、これに基づく国際的な宇宙火災安全基準を設定する必要があります。そこで微小重力環境における様々な固体材料の燃焼限界条件 (酸素濃度、周囲流速等) を特定するとともに、燃焼限界に及ぼす試料形状、材質等の影響を明らかにします。これにより、固体材料の燃焼限界の重力依存性を解明し、微小重力環境における材料燃焼性評価について、科学的合理性を有する手法を構築します。



図 4-7 固体燃焼実験装置 (SCEM) ©JAXA

【参考】火災安全性向上に向けた固体材料の燃焼現象に対する重力影響の評価

<https://iss.jaxa.jp/kibouser/subject/science/70491.html>

## (2) ライブイメージングシステム (Confocal Space Microscopy : COSMIC)

COSMIC は、「きぼう」日本実験棟に設置されるライフサイエンス実験用の顕微鏡システムです。蛍光観察機能の他、共焦点観察機能やオートフォーカス機能等が備わり、地上の先端生命科学研究所と同様の高度なライブイメージングを微小重力下で実施できます。

再生医療に応用可能な立体培養技術の獲得や、細胞レベルでの重力感受機構解明は、「きぼう」日本実験棟における今後の生命科学研究所の中心分野候補です。そのような研究では、軌道上の「その場」で細胞組織の三次元構造の立体観察やライブイメージングによる正確な重力応答解析が重要な役割を果たします。COSMIC で実施される一連の宇宙実験により、細胞の重力応答メカニズムを解明することで、基礎生命科学や再生医療の進歩への貢献が期待されます。

軌道上の運用は、実験サンプルをクルーが顕微鏡に設置し、地上からのコマンドにより一連の撮影動作を自動で行います。共焦点観察では、試料にレーザー光を照射し、発生した蛍光を共焦点スキャナを介して高感度カメラで撮影します。そして、撮影された画像データを地上にダウンリンクし、画像解析を行います。

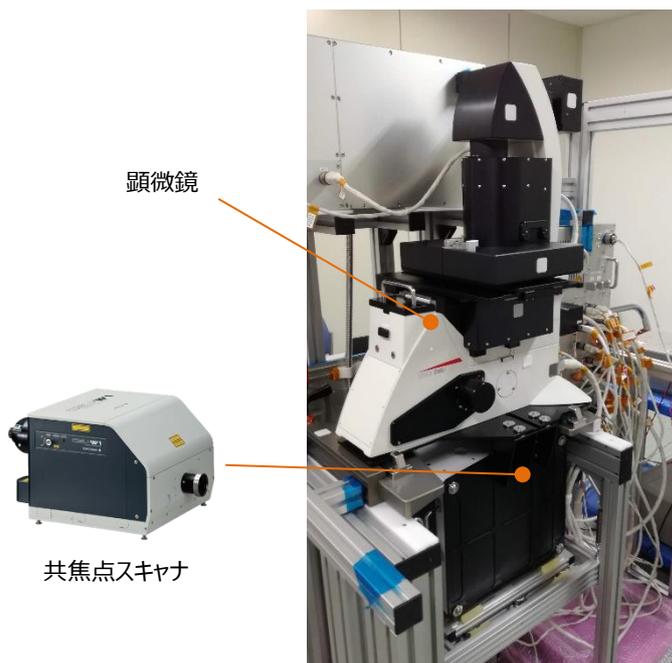


図 4-8 ライブイメージングシステム (COSMIC) ©JAXA

### 【関連する実験テーマ】

微小重力環境を活用した立体臓器創出技術の開発 <https://iss.jaxa.jp/kibouser/subject/life/70671.html>

細胞の重力センシング機構の解明 <https://iss.jaxa.jp/kibouser/subject/life/70651.html>

### (3) 超小型衛星搭載用地球観測カメラ【民間利用】

#### (integrated Standard Imager for Microsatellites : iSIM)

iSIM は、スペインの宇宙ベンチャー企業である Satlantis 社が開発している超小型衛星搭載用の地球観測カメラです。JAXA と Space BD 株式会社における、国際宇宙ステーション (ISS) ・「きぼう」日本実験棟の船外実験プラットフォームの有償利用契約<sup>※1</sup>を通じて「こうのと」9号機で輸送することとなりました。

軌道上の実証では、ISS の「きぼう」船外実験プラットフォームに設置されている中型曝露実験アダプター (i-SEEP) に iSIM を設置し、高い解像度で地上を撮影します。筑波宇宙センターより軌道上のコンピュータハスケジュールファイルを送信し、それを iSIM が自動で読み込み、撮影を実行します。そして、撮影された映像は筑波宇宙センターへダウンリンクされ、Satlantis 社へ転送されます。

Satlantis 社は、高解像度小型カメラの i-SEEP を利用した軌道上実証により、政府から大手宇宙企業まで多くの顧客が求める技術レベル (TRL-9) を達成し、iSIM の革新的な地球観測技術を用いた小型衛星による新たなコンステレーションを実現する方針です。



図 4-9 超小型衛星搭載用地球観測カメラ (iSIM) ©JAXA

\* Space BD 株式会社は ISS 利用サービス提供事業者の立場から JAXA の「きぼう」日本実験棟、有償利用制度を活用し、i-SEEP による軌道上実証サービスを Satlantis 社に提供しました。

【参考】海外初となる民間ベンチャーによる「きぼう」船外利用が 2020 年春頃に開始～ スペインの宇宙ベンチャー Satlantis 社開発のペイロード「iSIM」が JAXA に引き渡されました

<https://iss.jaxa.jp/kibouser/pickout/69289.html>

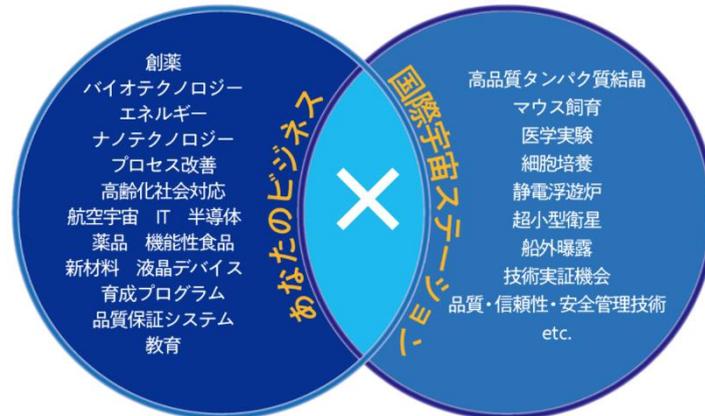
・Satlantis 社 HP

<https://satlantis.com/>

・「きぼう」利用のご案内

<https://iss.jaxa.jp/kibouser/>

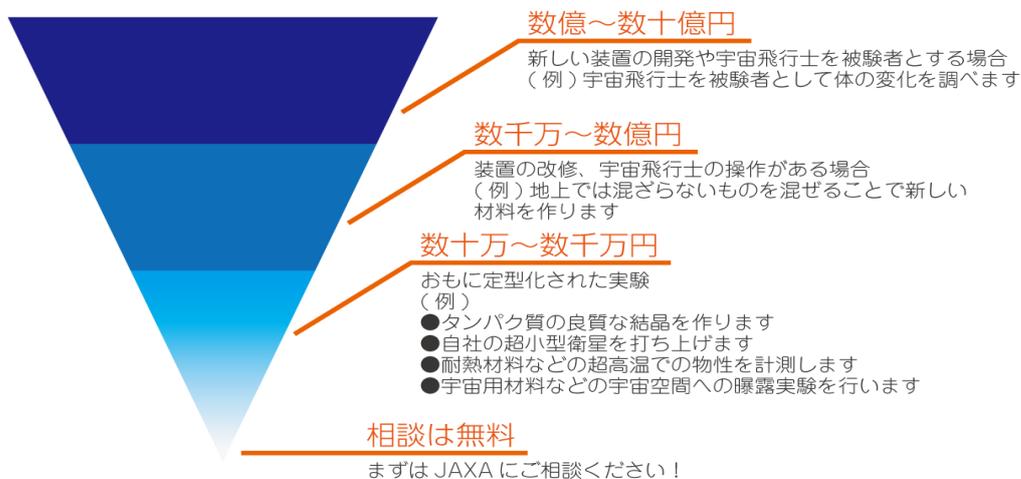
※1 「きぼう」日本実験棟の有償利用（商業利用）は、商業的な活動など利用者独自の目的で「きぼう」を有償にて利用いただき、利用者が当該利用成果を独占的に取得し、使用することができる利用形態です。下図に示す様々な分野について、宇宙環境を使って新たな知見・データを得たい、これまでに得られた知見・成果を活用して、新たな付加価値を付けたい、といったユーズ要求を、JAXA/ユーズ間で協力・連携して実現していきます。



有償利用の場合、実験分野、装置毎にサービス内容が定型化されている定型サービス（「高品質タンパク質結晶生成」サービス、「静電浮遊炉利用」サービスなど）と非定型サービスがあります。非定型サービスの場合、JAXA が行う作業<sup>※2</sup>、調達などに係る費用およびリソース使用料<sup>※3</sup>をご負担いただきます。

※2 JAXA 作業（人工費）：直接経費、一般管理費、技術費の和に消費税率（10%）を掛けた費用となります。

※3 リソース使用料：宇宙船による打上げ・回収費用や ISS での宇宙飛行士の作業料等を意味しています。具体的には、宇宙船による標準的な打上げ費は「330 万円/kg」、回収費は「550 万円/kg」、宇宙飛行士の作業料は「550 万円/時間」が基準となります。



(ご参考) 宇宙実験の内容に応じた費用の目安

【参考】<https://iss.jaxa.jp/kiboexp/field/business/>

<https://iss.jaxa.jp/kibouser/provide/>

## (4) 宇宙メディア事業（フェーズ1）【民間利用】

宇宙メディア事業「きぼう宇宙放送局」の開設に必要であり、将来の多様な取り組みにも活用可能な、NDフィルター（窓から見える地球とタブレットの画像の輝度を調整）やケーブル、固定器具等の機材を「このとり」9号機に搭載します。

### ◆宇宙メディア事業の実験目的・概要

JAXAは、地球近傍の宇宙空間（地球低軌道）を民間主体の経済活動の場へ発展させるため、「きぼう」を研究開発だけでなく、様々な目的でより多くのプレーヤーが商業利用できる場にするための取り組みも積極的に進めています。

『宇宙メディア事業』は、株式会社バスキュール、スカパーJSAT株式会社及びJAXAが、JAXAの共創型研究開発プログラム・宇宙イノベーションパートナーシップ（J-SPARC）のもとでの新しい宇宙ビジネス創出を目指しており、「きぼう」における、これまでにない発想による民間主導のビジネスとして先駆けとなる試みであり、今後ますます広がるであろう「きぼう」の新たな使い方の一歩となります。

『宇宙メディア事業』は3つのフェーズで実施していく計画で、株式会社バスキュールは、2020年以降のフェーズ1において、「きぼう」船内に番組スタジオ「きぼう宇宙放送局」を開設し、ISS内の宇宙飛行士とともに、ISS内「きぼう」に設置されたディスプレイを介して宇宙と地上でリアルタイムにコミュニケーションが楽しめる、双方向ライブ配信の開始を予定しています。

### ◆実験内容、期待される成果など

「きぼう」の地球を望む窓をメインビューに、近くに配置したタブレット端末等がスタジオの基本セットです。「きぼう」上の機器等も活用し、ISSと地上とのデータ通信プロトコル、短時間で起動可能な双方向通信用専用アプリケーションを独自に開発し、世界初の対面型双方向ライブ配信システムの技術実証及び事業化着手に向けた実証を実施します。

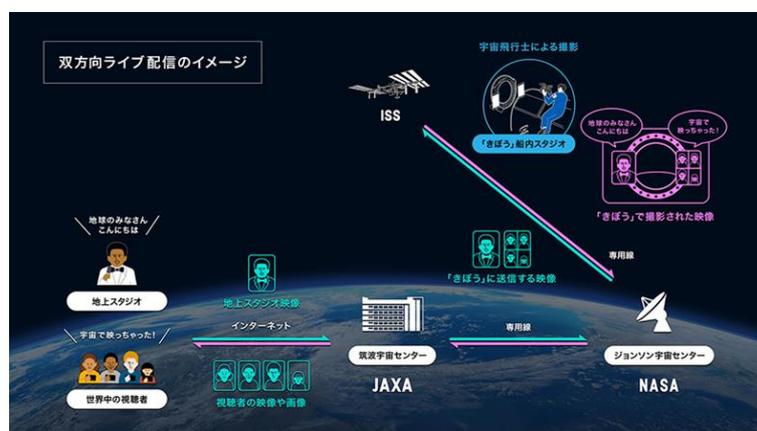


図 4-10 双方向ライブ配信のイメージ 提供：株式会社バスキュール

【参考】<https://iss-kibo.studio/ja/>  
[http://www.jaxa.jp/press/2019/11/20191106a\\_j.html](http://www.jaxa.jp/press/2019/11/20191106a_j.html)

## (5) 宇宙アバター事業【民間利用】

「宇宙アバター事業」の創出に向けた実証プロジェクトのため、宇宙アバター「space avatar」として、カメラや映像伝達装置等の機材を「こうのとり」9号機に搭載します。

本プロジェクトは、ANAホールディングス株式会社、avatarin株式会社、及びJAXAにより、共創型研究開発プログラム・宇宙イノベーションパートナーシップ（J-SPARC）「AVATAR X Program」における事業コンセプト共創の一環として、遠隔宇宙体験を一般の方に提供する新たなビジネス創出を目指すものです。

「きぼう」の窓付近に宇宙アバター「space avatar」を設置し、その操作体験を一般の方に提供します。世界初の試みとして、一般の方が街中から、「space avatar」のカメラをリアルタイムに直接動かし、「きぼう」船内から、あたかも自身が「きぼう」にいるように、宇宙や地球を眺めることが可能になります。2020年内に、これらの体験の提供方法としてイベントを実施し、都内の特設会場より一般の方に体験いただく予定です。

なお、近日中に正式なプレスリリースを行いますので、詳細はリリースを参照をお願いします。



図 4-11 「きぼう」に設置する space avatar ©avatarin

（J-SPARCとは）

宇宙イノベーションパートナーシップ（J-SPARC：JAXA Space Innovation through PARTnership and Co-creation）は、2018年5月から開始した、JAXAの新しい研究開発プログラムです。宇宙ビジネスのアイデアを持つ民間企業等とJAXAが人的リソースや資金等を持ち寄り、企画段階から一緒になってコンセプトを共創し、必要な技術開発・実証などを行って、新しい事業を創り出すことを目標にしています。

【参考】<https://aerospacebiz.jaxa.jp/solution/j-sparc/>

## 4.1.2 食料・生活用品関連品

「こうのとり」9号機でも引き続き、生鮮食品を輸送します。

生鮮食品は、都道府県を通じて提供された生鮮食品情報を元に、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と味（官能評価）を評価し、選定委員会が選定します。



図 4-12 「こうのとり」5号機で運ばれた生鮮食品 ©JAXA/NASA

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=187d9ca628dd4459e152eb9bc419fd87>



図 4-13 「こうのとり」8号機で運ばれた生鮮食品 ©JAXA/NASA

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=2bf1564153a0ab14e52c587da9c8a8c3>

【参考】<http://iss.jaxa.jp/spacefood/freshfood/>

### 4.1.3 NASA/ESA システム搭載品

#### (1) 米国実験ラック (Express Rack 11B:ER11B)

Basic Express Rack (Express Rack 11B:ER11B)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国際標準実験ラック (ISPR) です。BER3とも呼ばれます。HTV7 では、この前ナンバーの2体を輸送しました。

【参考】<https://www.nasa.gov/centers/marshall/news/news/2017/nasa-develops-and-tests-new-housing-for-in-orbit-science-payloads.html>

#### (2) 貯水システム (WSS) 用水タンク

「このとり」8号機でも運搬した実績のある貯水システム (Water Storage System: WSS) 用の水タンクを運搬します。

#### (3) 窒素と酸素を補充するためのシステム (NORS) タンク

窒素と酸素を補充するためのシステム (Nitrogen Oxygen Recharge System: NORS) は「クレスト」エアロック船外に設置されている窒素タンクと酸素タンクに、窒素と酸素を補充するための米国のシステムです。「このとり」9号機では、このタンクに高圧の窒素ガスを充填して運搬します。

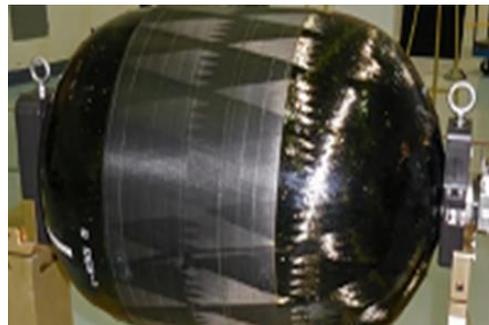


図 4-14 NORS タンク ©JAXA/NASA

【参考】[http://iss.jaxa.jp/iss/jaxa\\_exp/yui/news/151116.html](http://iss.jaxa.jp/iss/jaxa_exp/yui/news/151116.html)

#### (4) 欧州引出しラック 2 (European Drawer Rack Mark II: EDR2)

「コロンバス」(欧州実験棟)に設置される、さまざまな分野の科学実験装置をフレキシブルに収容する実験装置収納設備です。ATV 向け開発ラックを HTV インタフェースへ変更した国際標準実験ラック (ISPR) を運搬します。

## 4.2 補給キャリア非与圧部搭載品（船外物資）

「こうのとりのり」9号機では、6、7、8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台が搭載されます。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「こうのとりのり」だけといえます。

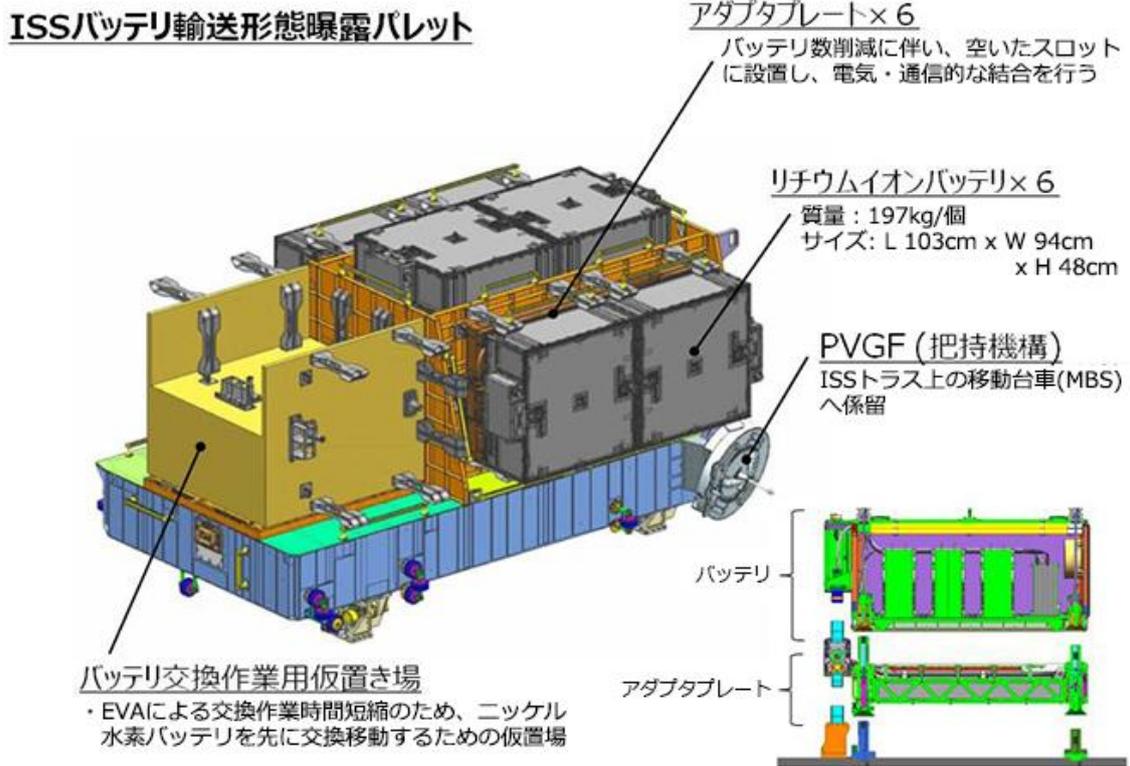


図 4-15 「こうのとりのり」9号機の曝露パレットへの搭載イメージ ©JAXA

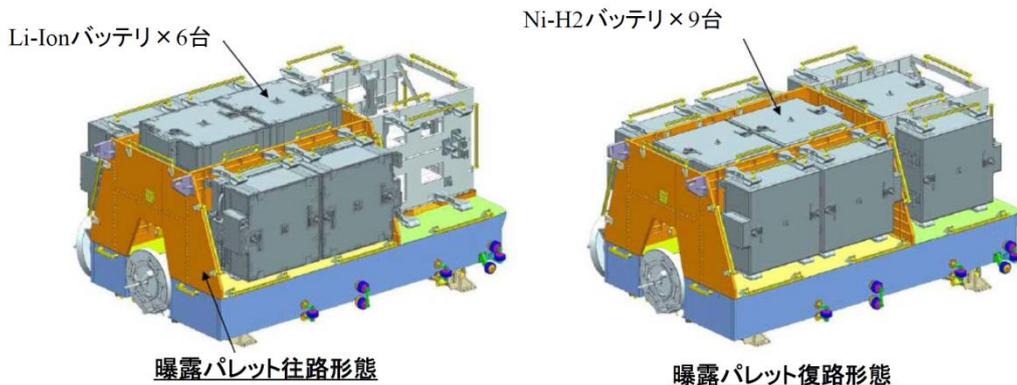


図 4-16 「こうのとりのり」9号機の曝露パレットの往路と復路の搭載形態 ©JAXA

[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/060/shiryo/\\_icsFiles/afieldfile/2016/07/08/1374186\\_2.pdf](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、「こうのとりの」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、打ち上げた6台の電池と交換します。



図 4-17 バッテリー搭載までの流れ ©JAXA

(上左) <http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=125a6a47bc73b0269276cd2dd58d84f1>

(上中) <http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=3c82e5302aac1dcc1460622df5a79c57>

(上右) <http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=11bee7cab0be2a74e920eaca91e9344b>

(下左) <http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=484eed033eb278d725ec20e6d9d580a9>

(下右) <http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=43731286f0baebbbc8bc47e5daca7f6d>

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<sup>※</sup>の設置と ISS にそのまま残される 3 個のニッケル水素 (Ni-H<sub>2</sub>) 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、電気的に接続するアダプターです。

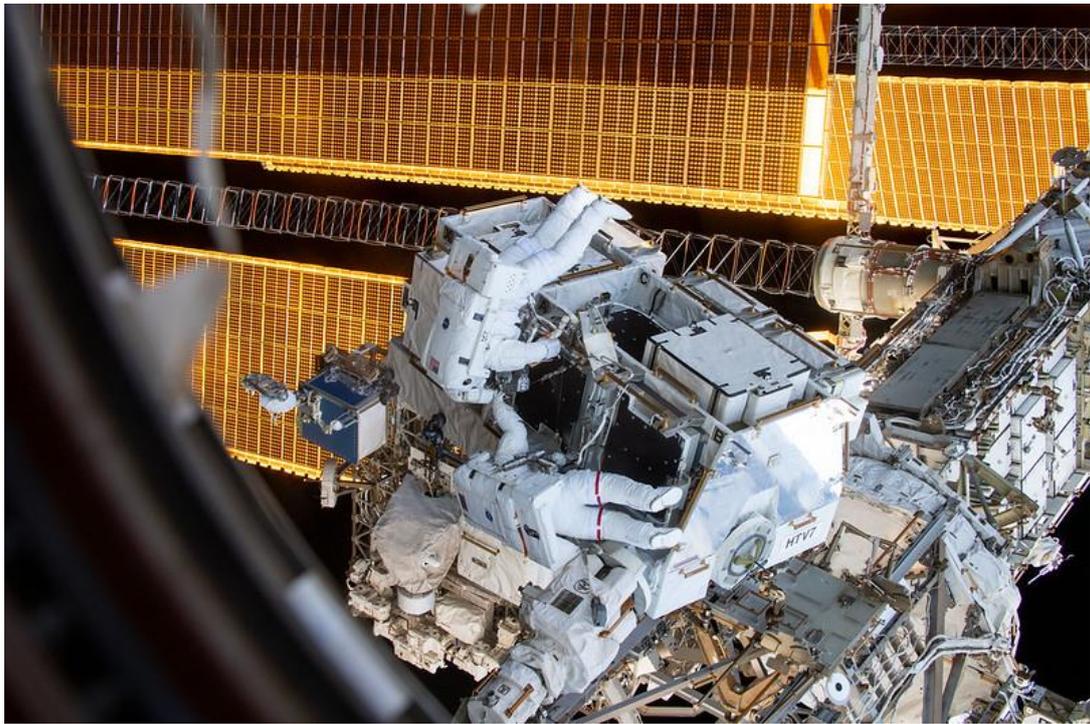


図 4-18 P4 トラスで交換した古いバッテリーの HTV 曝露パレットへの搭載作業 ©NASA  
<https://www.flickr.com/photos/nasa2explore/40499646373/in/photostream/>



図 4-19 P6 トラスでのバッテリー交換作業 ©NASA  
<https://www.flickr.com/photos/nasa2explore/49420852622/in/photostream/>

## 5. 新型宇宙ステーション補給機（HTV-X）の開発

「こうのとりの」に続く補給船として、ISSへの物資補給や国際宇宙探査/ポストISSへの活用等を目的とした新型宇宙ステーション補給機（HTV-X）の開発を進めています。「こうのとりの」8号機、9号機では、HTV-Xに用いる技術（スタートラッカ、Wireless LAN通信（WLAN）など）を先行投入し、事前検証を行っています。HTV-Xの特徴とその開発経緯について説明します。

### 5.1 HTV-Xの特徴

#### (1) ISSへの輸送能力・運用性を向上し、運用コストを低減

- 「こうのとりの」の輸送能力を増強
  - 質量：4トン⇒5.82トン（45%増）  
（HTV-Xでは技術実証ミッション用に上記以外に0.25トンを更に搭載可能）
  - 容積：49m<sup>3</sup>⇒78m<sup>3</sup>（60%増）
- 大型のラックや船外物資の輸送では同時期に飛行する米国などの民間輸送機を凌駕
  - 船内物資輸送・廃棄：4.07トン、大型ラック対応  
⇒大型ラック対応は、米国民間輸送機を含めた4機の中で唯一
  - 船外物資輸送・廃棄：1.75トン  
⇒米国民間輸送機を含めた4機の中で最大
- サービスの向上・改善
  - 「きぼう」利用ユーザへのサービス向上（船内物資への電源供給、打上げ24時間前のレイトアクセス（打上げ間近の荷物搭載）など）
  - 「こうのとりの」の運用経験に基づく改善（物資搭載時期の柔軟性向上など）

【参考】[https://fanfun.jaxa.jp/jaxatv/files/20191031\\_htv-x.pdf](https://fanfun.jaxa.jp/jaxatv/files/20191031_htv-x.pdf)

表 5-1 「こうのとりの」とHTV-Xとの能力の比較

輸送機	打上げ時質量 (トン)	物資搭載能力 (トン) *1			ISS 係留期間
		船内物資	船外物資	合計	
こうのとりの	16.5	3.0	1.0	4.0	最長45日間
HTV-X	16.0	4.07	1.75	5.82	最長6ヶ月

\*1：棚構造質量を除いた輸送量

[https://fanfun.jaxa.jp/jaxatv/files/20191031\\_htv-x.pdf](https://fanfun.jaxa.jp/jaxatv/files/20191031_htv-x.pdf)

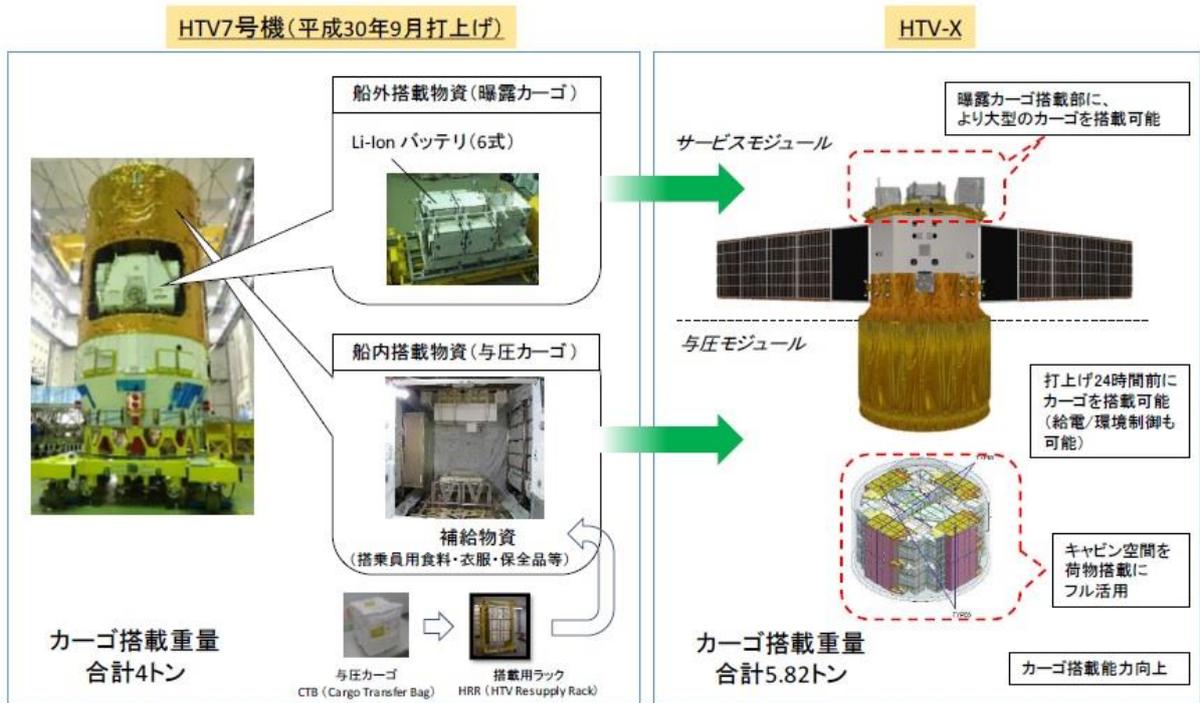


図 5-1 HTVとHTV-Xとの比較図 ©JAXA

[https://fanfun.jaxa.jp/jaxatv/files/20191031\\_htv-x.pdf](https://fanfun.jaxa.jp/jaxatv/files/20191031_htv-x.pdf)

表 5-2 HTV-Xと米国輸送機との比較

(CRS2要求に対するHTV-Xの評価) ◎: CRS2要求を超える機能性能、○: 要求を満たす(NASAと調整済み)、△: 要求を部分的に満たす

	CRS2要求	HTV-X	Cygnus (Orbital ATK 社)	Dragon (Space X社)	Dream Chaser (SNC社)
カーゴ輸送・廃棄 (与圧・曝露合計)		5820kg <b>[No.1]</b> (技術実証ミッション機器 250kgも含めると6070kg)	3754kg	3307kg	5500kg
(与圧カーゴ)	2500~ 5000kg	○(4070kg) ★特長: 大型ラック(*1)輸送・廃棄 <b>[Only1]</b>	3754kg	2507kg	5000kg
(曝露カーゴ)	500~1500kg (1~3個)	◎(1750kg、4個) ★特長: 大型カーゴ搭載(*2) <b>[No.1]</b>	廃棄のみ対応	800kg	1500kg
カーゴ回収	1500kg	△小型回収カプセルで対応可能	不可	可能	可能
係留期間	最低45日	◎最長6ヶ月	長期係留も可能と想定	早期回収のため長期係留はないと想定	早期回収のため長期係留はないと想定

(\*1) 大型ラックISPR(International Standard Payload Rack, 2m×1.05m×85.9cm)をISS内で組み立てることなく運搬/廃棄可能なのはHTV/HTV-Xのみ

[https://fanfun.jaxa.jp/jaxatv/files/20191031\\_htv-x.pdf](https://fanfun.jaxa.jp/jaxatv/files/20191031_htv-x.pdf)

## (2) 将来の宇宙技術・宇宙システムへの波及性・発展性を確保

- ISSへの物資輸送機会を活用した技術実証

HTV-Xは、HTVより推進薬タンクや太陽電池パドルを大型化し、より高軌道への移動や長期間の軌道上運用、大型機器の搭載・電力供給が可能となっています。

例) 軌道変更能力を活用した高い高度からの小型衛星放出、ISSから離れた環境で行う大型展開構造物の運用実験など

- 国際宇宙探査（Gateway への物資補給）にも対応  
国際宇宙探査やポスト ISS における有人宇宙活動などの将来ミッションに活用するため、1号機、2号機による ISS 補給ミッション完了後において技術実証を計画しています。

例) 1号機：Gateway への補給に向けた試金石となる物資輸送能力やプラットフォーム機能<sup>※</sup>の確認

※実験・観測のための大型機器の搭載、電源・通信提供、自在な飛行能力、など

2号機：Gateway ミッションに必要な最重要技術課題の自動ドッキング技術、など

プラットフォームとしてのHTV-Xの特長及び実証の例（具体的な実証ミッションは検討中）

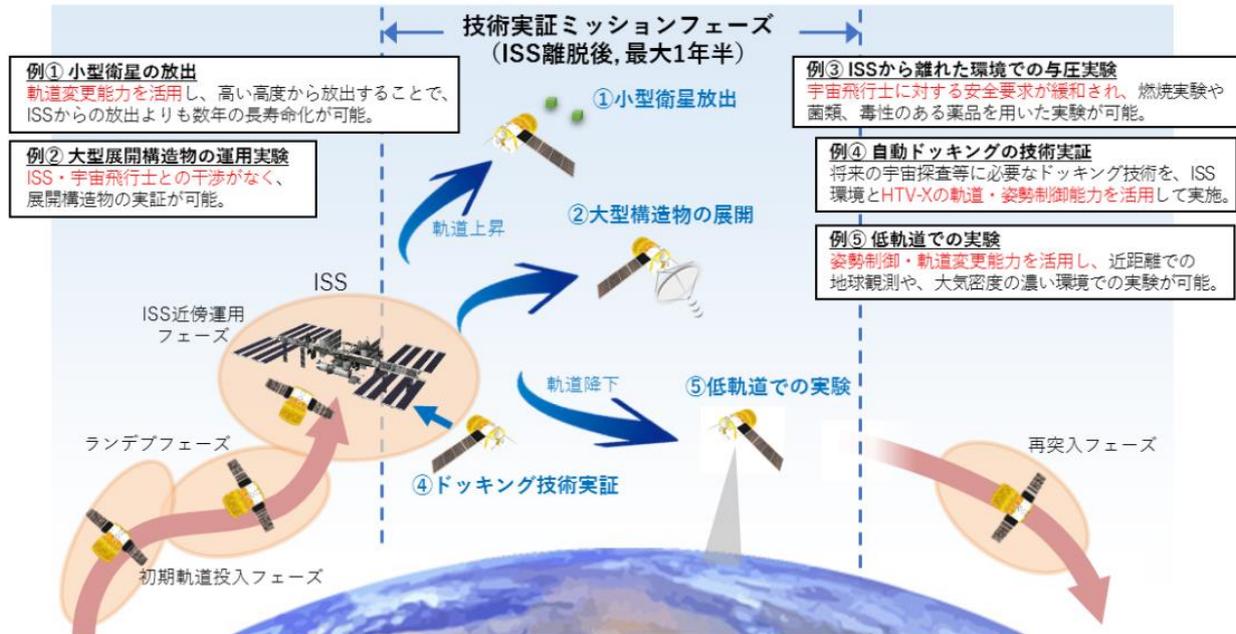


図 5-2 HTV-X の技術ミッション例 ©JAXA

[https://fanfun.jaxa.jp/jaxatv/files/20191031\\_htv-x.pdf](https://fanfun.jaxa.jp/jaxatv/files/20191031_htv-x.pdf)

## 5.2 開発経緯

2015年12月、新たな日米協力の枠組み（日米オープン・プラットフォーム・パートナーシップ・プログラム、JP-US OP3）を構築することに関する文書を日米両国政府で取り交わしました。これを受け、日本政府は、2024年までの我が国のISS運用延長への参加を決定しました。また、2024年まで、ISSの共通的なシステム運用に必要な経費（CSOC）を担う新たな宇宙機（HTV-X）の開発に、2016年度より着手することを決定しました。

その後、2019年10月、第20回宇宙開発戦略本部にて、米国が提案する月周回有人拠点（Gateway）などの月探査計画に参加する方向の決定がなされ、HTV-Xを活用したGatewayへの補給に関する将来構想が提示されました。

2019年度末までの達成状況・実績（抜粋）

- HTV-Xは将来の宇宙技術・システムへの波及性・発展性を念頭に詳細設計、PFM<sup>※</sup>作成・試験を実施中。

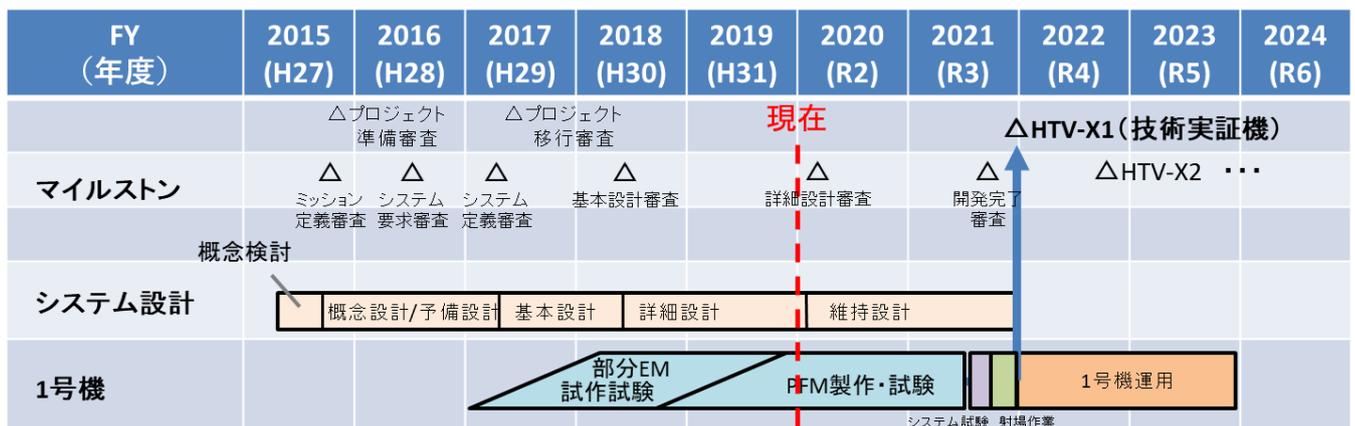
2020年度以降の取組（抜粋）

- 将来の宇宙技術・システムへの波及性・発展性を考慮しつつ、ISSへの輸送能力・運用性を向上し、費用対効果を最大化するHTV-Xの開発を着実にを行い、2021年度の1号機打上げに向けて詳細設計及びPFM<sup>※</sup>の作成・試験を継続する。

（宇宙基本計画工程表（令和元年12月13日）より）

※PFM：プロト・フライト・モデル（プロトタイプモデル兼フライトモデル）

【参考】[http://www.jaxa.jp/press/2016/07/files/20160714\\_htv-x\\_01\\_j.pdf](http://www.jaxa.jp/press/2016/07/files/20160714_htv-x_01_j.pdf)  
[https://www8.cao.go.jp/space/plan/plan2/kaitei\\_fy01/kaitei\\_fy01.pdf](https://www8.cao.go.jp/space/plan/plan2/kaitei_fy01/kaitei_fy01.pdf)



（注1）EM:エンジニアリング・モデル(地上試験モデル) PFM:プロト・フライト・モデル

（注2）HTVX2は2020年度から開発に着手することを計画中。また、自動ドッキングの軌道上実証は、HTV-X1(技術実証機)の運用を踏まえ、HTV-X2で実施予定

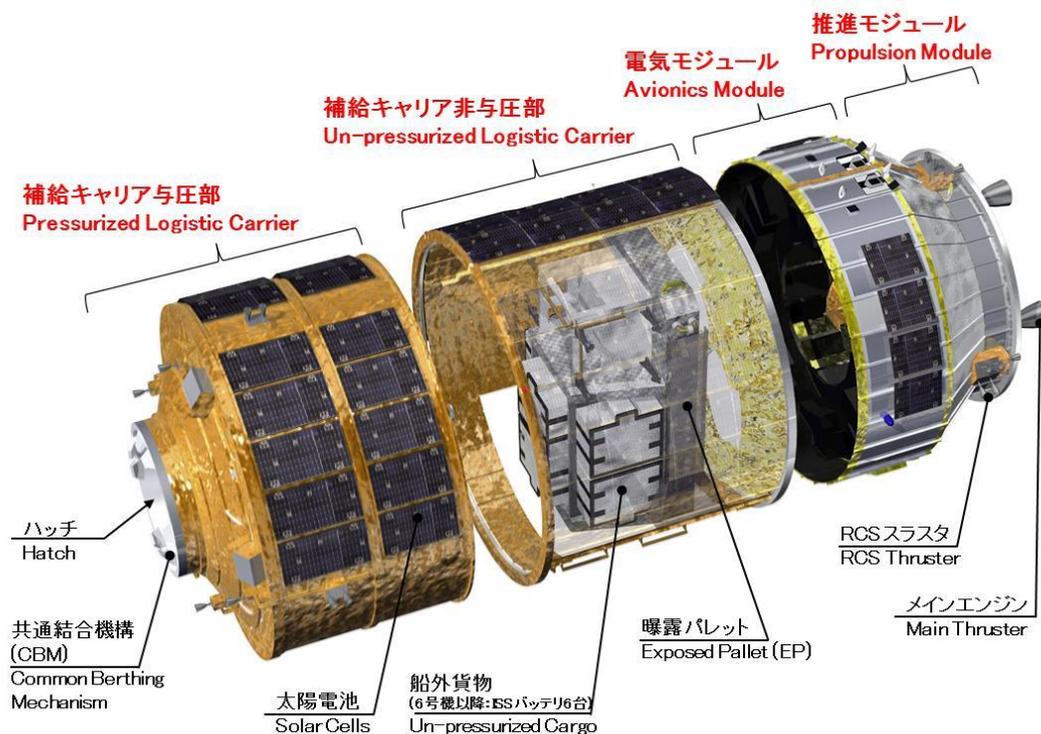
図 5-3 HTV-X 開発スケジュール ©JAXA

[https://fanfun.jaxa.jp/jaxatv/files/20191031\\_htv-x.pdf](https://fanfun.jaxa.jp/jaxatv/files/20191031_htv-x.pdf)

## 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。



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	
	与圧部：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）	
	非与圧部：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	7号機	8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	2018年9月23日	2019年9月25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	2018年11月11日	2019年11月3日
ISSへの補給量								
うち船内物資*5	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	約4.3トン	約3.4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	約1.9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	約6.2トン	約5.3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	49日間	39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	5日間	3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	41日間	35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)	3日間(小型回収カ プセル運用実施)	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。

\*5 船内物資の積載量は、カーゴの集荷状況により、基本仕様（約4.1トン）を超える積載量となる場合があります。

### 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

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=4a4666027c104d44c93eb635474c3837>



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 ©NASA

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=07f8dd46cf4c76fc997346f67d74d98>

（右）2号機 ©JAXA/NASA

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=15e3927ac2cc2e7826c5ad5df1d2ccfe>

8号機では、HTV-Xのために開発している物資搭載用ラックを採用し、搭載能力の向上の実証や地上及び軌道上でのオペレーションの評価を行いました。



図A1.1-3 「こうのとり」8号機内部の写真 ©JAXA

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=615a16142503acacae92c7e3a48477bd>

## 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、「こうのとりの」がISSに結合する際にISSのロボットアーム（SSRMS）で「こうのとりの」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

（左） <http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=564c9d2ba0feee7f53ec927631df1332>

（右） <http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=602d2cf6010c8c583e78f849575f8c47>

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作業（6号機） ©JAXA

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=bd5d4b8361338dad4483b7e4be375421>

## 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。

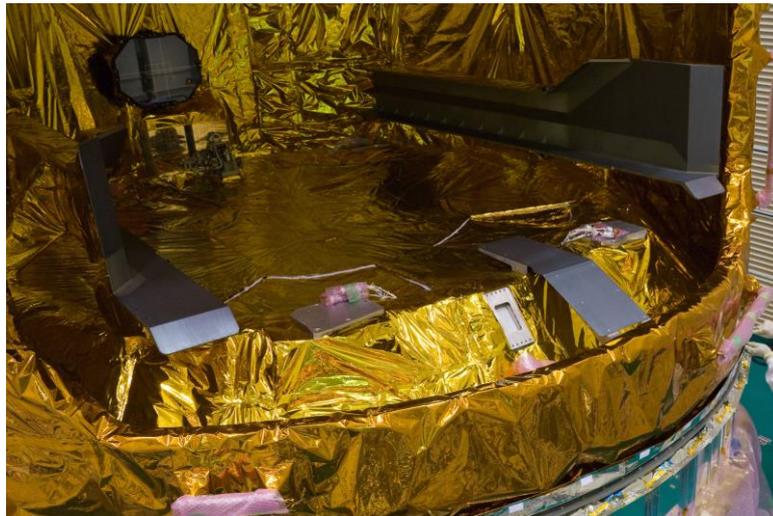
### ● ハーネス分離機構（Harness Separation Mechanism: HSM）

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） ©JAXA

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=cb2f91932a8faca353d97cde3e829d5f>

（下）【参考】曝露パレットのローラー（2号機） ©JAXA

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=eaa20f051a3b3f994addfea83300a7d6>

### 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1.9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



HEFU (HTV Exposed Facility Unit)

図A1.3-1（2/2） 曝露パレット（5号機用のEP） ©JAXA

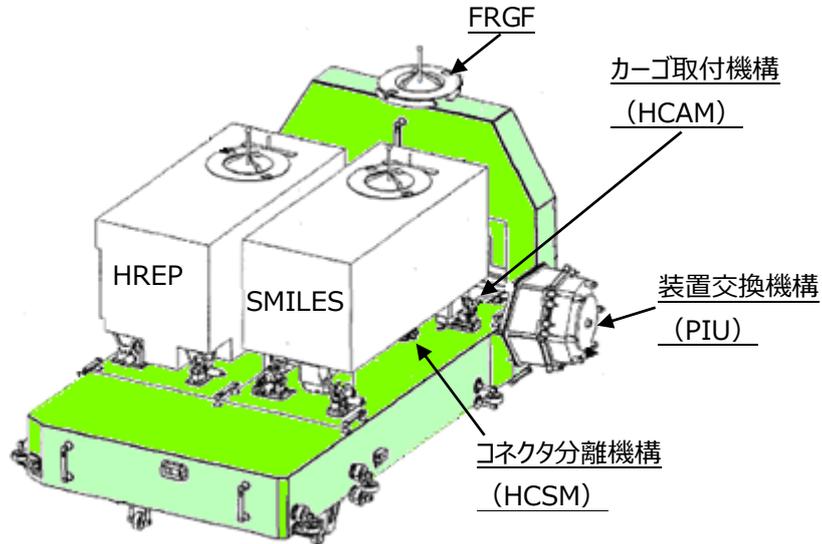
（5号機では、「きぼう」の曝露ペイロードを回収・廃棄するための固定機構としてHEFUを初装備した）

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=500c34bea467ff2fb3c345372e4b4140>

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）。

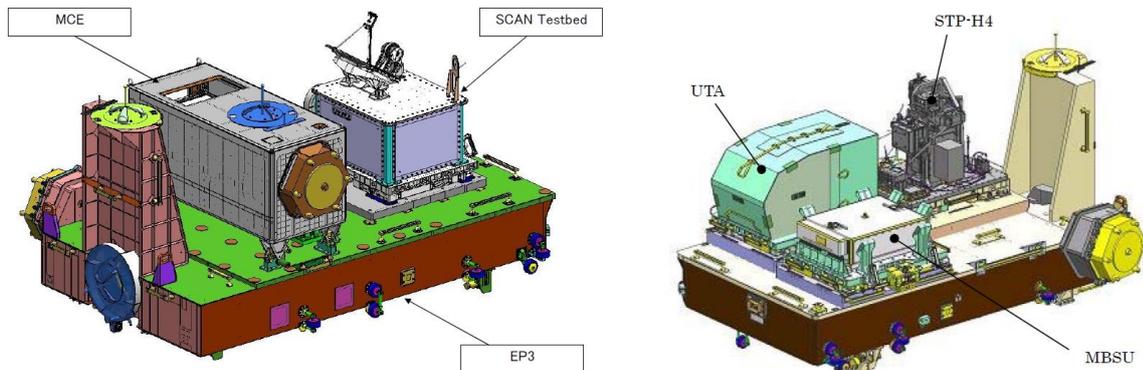


図A1.3-2 「きぼう」船外実験プラットフォーム係留専用型（I型）  
（図は1号機のコンフィギュレーション） ©JAXA

● 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号から始まったバッテリーORUの輸送では6台の搭載（離脱時は9台）ができます。



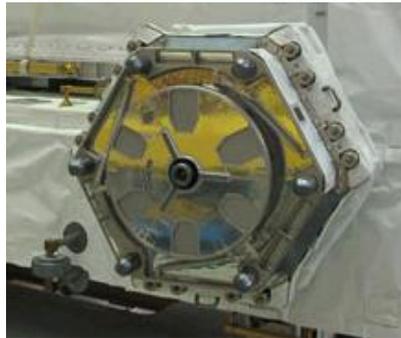
図A1.3-3 多目的曝露パレット型（EP-MP型）（左：3号機、右：4号機） ©JAXA

### 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

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=568d3919074c1f3893369cbdf3c934a9>

- 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。

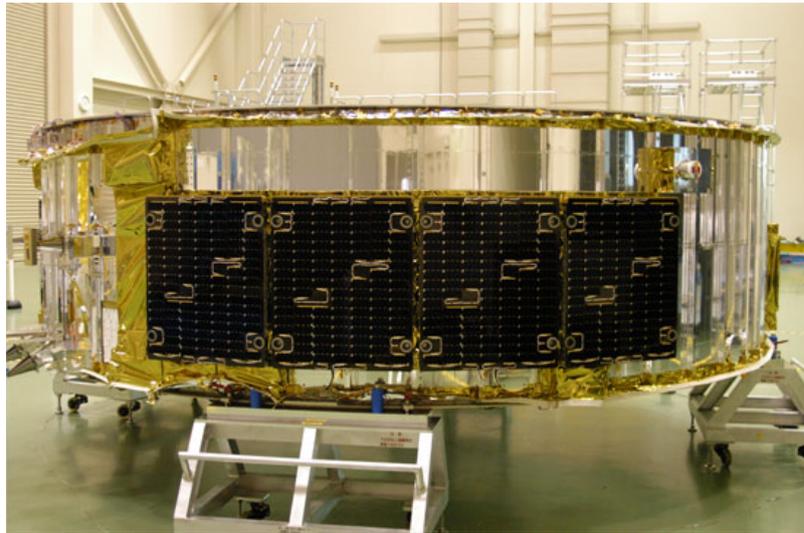
● JAXAバーシングカメラシステム（JAXA Berthing Camera System: JBCS）

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。

なお、7号機までは外国（カナダ）製のHTVバーシングカメラシステム（HTV Berthing Camera System: HBCS）を搭載していましたが、8号機から日本の国産品であるJBCSに置き換えました。

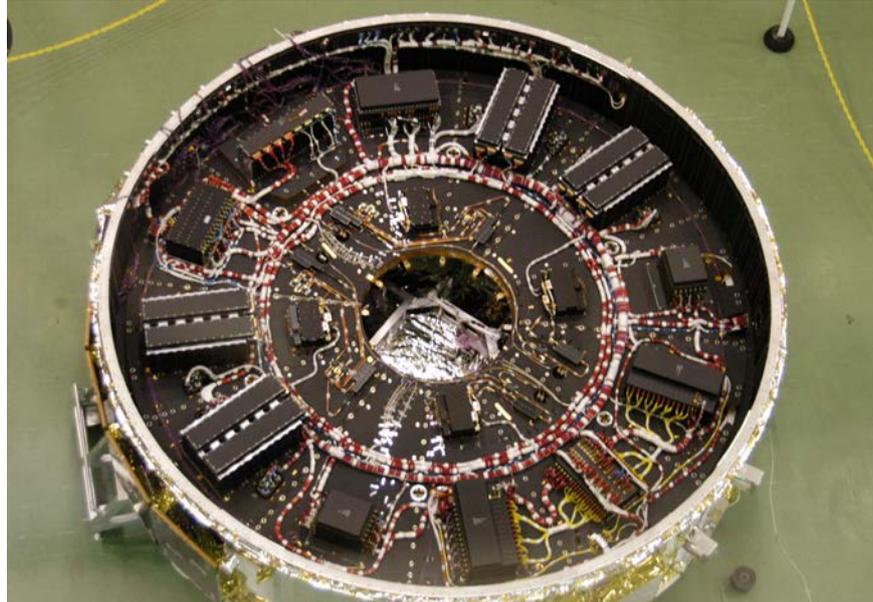
## A1.4 電気モジュール（AM）

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

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=8516f9d98af0f8832862165e6fc7151b>



図A1.4-2 電気モジュールの内部（1号機） ©JAXA

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=d5f4e6544dbcdd88de44a929ecf3d4af>

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、「こうのとりの」のデータをTDRS及びPROXを経由して地上に送信します。

表A1.4-1 電気モジュールのサブシステムの概要

<p><b>航法誘導制御系</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「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。</li> <li>・ 主に、GPSアンテナ、ランデブセンサ、地球センサ(7号機まで)/スタートラッカ(8号機以降)、誘導制御コンピュータ、アポート制御ユニットから構成。</li> <li>・ 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7mm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。</li> </ul>
<p><b>通信系</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「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。</li> <li>・ 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。</li> </ul>
<p><b>データ処理系</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 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。</li> <li>・ 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。</li> </ul>
<p><b>電力系</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ バッテリーは1次電池（Primary Battery: P-BAT）5個と、2次電池（Secondary Battery: S-BAT）1個を搭載。</li> <li>・ 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。</li> <li>・ 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。</li> <li>・ 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。</li> <li>・ 「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。</li> </ul>
<p><b>太陽電池*</b></p>  <p>©JAXA</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「こうのとり」9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号機以降 48枚）。 <ul style="list-style-type: none"> <li>－ 補給キャリア与圧部の外壁：20枚</li> <li>－ 非与圧部の外壁：20枚</li> <li>－ 電気モジュールの外壁：8枚</li> <li>－ 推進モジュールの外壁：0枚（注）</li> </ul> </li> </ul> <p>注）初号機では6枚。段階的に削減し、6号機以降は0枚</p>

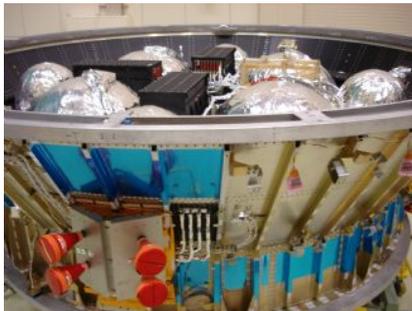
\* <http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=3f10b6694e7bc97f1bb4a450368b6c27>

## 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）。



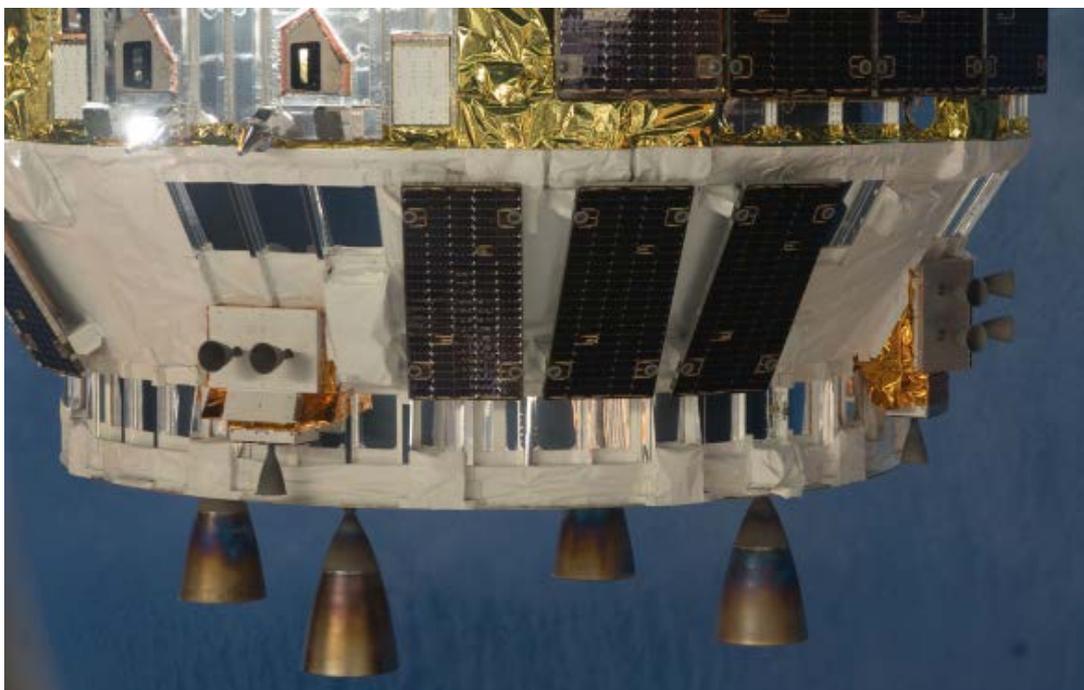
図A1.5-1 推進モジュール  
（多層断熱カバー取付け前）



図A1.5-2 推進薬タンク ©JAXA

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=2c34a230a106f2139a78e5f78ddb4ec8>

©JAXA <http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=850663a6a6bf3a3d2cfaa5c02216e5b0>



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）

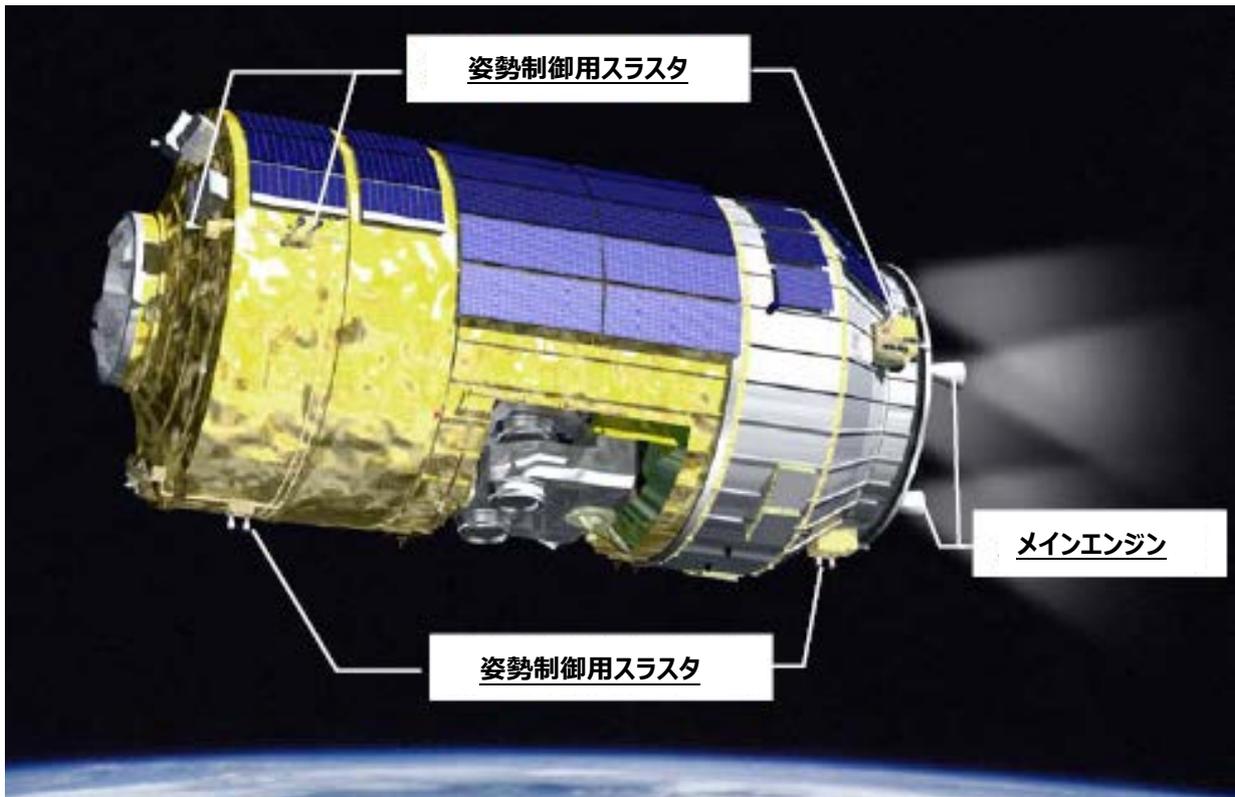
<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=b3fc749ade2ff12e8a5457a95dc6630b>

表A1.5-1 「このとり」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	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基は補給キャリアと圧部外壁に設置。

※ 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タの位置 ©JAXA

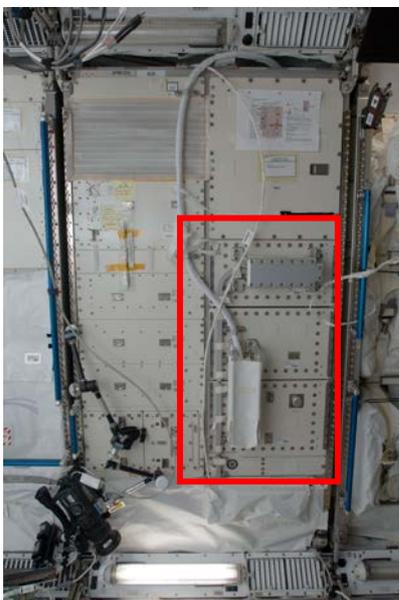
<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=1f0f33534b95cdcc2587e528cdd98f51>

## A1.6 近傍通信システム（PROX）

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



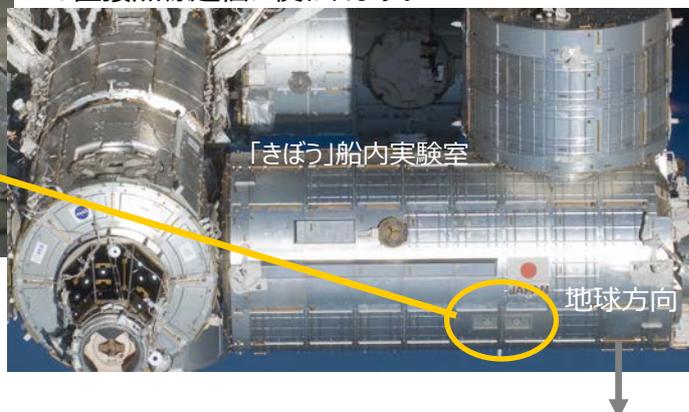
「きぼう」船内実験室の天井に設置されているICS/PROXラックの右半分（赤枠で示した部分）にPROX通信機器は搭載されています。

図A1.6-1 PROX通信機器 ©JAXA/NASA

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=186908a1f2edf1e054b8c9fb59c08058>



PROX通信アンテナは、ISS近傍に接近した「このとり」との直接無線通信に使われます。

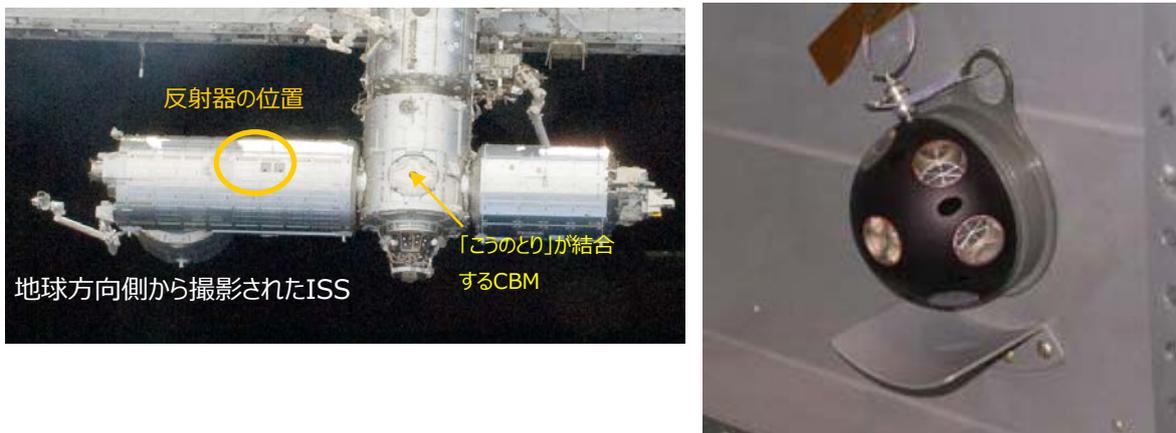


図A1.6-2 PROX通信アンテナ ©JAXA/NASA

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=b8248e8a48c474575dd986a767145894>

## 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  
（左）©JAXA/NASA （右）©JAXA

A1.8 【参考】ISS補給機の比較（2020年4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	 ©JAXA/NASA	 ©JAXA/NASA	 ©NASA	 ©NASA	 ©NASA
運用期間	2009年～	2013年～	2012年～	2008～2015年退役	1978年～
ISSへの補給実績	8回成功/8回	12回成功/13回	19回成功/20回	5回成功/5回	72回成功/75回
総重量	16.5トン	増強後*16 (～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*12.4 (～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。

### FD 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

（左） <http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=6966691c711c386ca17aec99ea8da9ea>

（右） <http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=844fae518b542e67d05bf3a4721dd7ec>

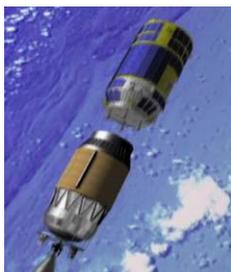
打上げから約2分後に計4基の固体ロケットブースタ（SRB-A）が2基ずつ分離され、その後フェアリングが分離されます。第1段エンジンの燃焼を停止した後、第1段が分離されます。その後第2段エンジンが始動され、「こうのとり」を高度200km×300km、軌道傾斜角51.7度の所定の楕円軌道に投入します。第2段エンジンは打上げの約14分後に停止し、打上げから約15分後に「こうのとり」を分離します。



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。

\* <http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=4b2cf6d32595484d10087126940f212e#>

## 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=0e808d587073f2fa7f78e1b581292922>

## 近傍運用

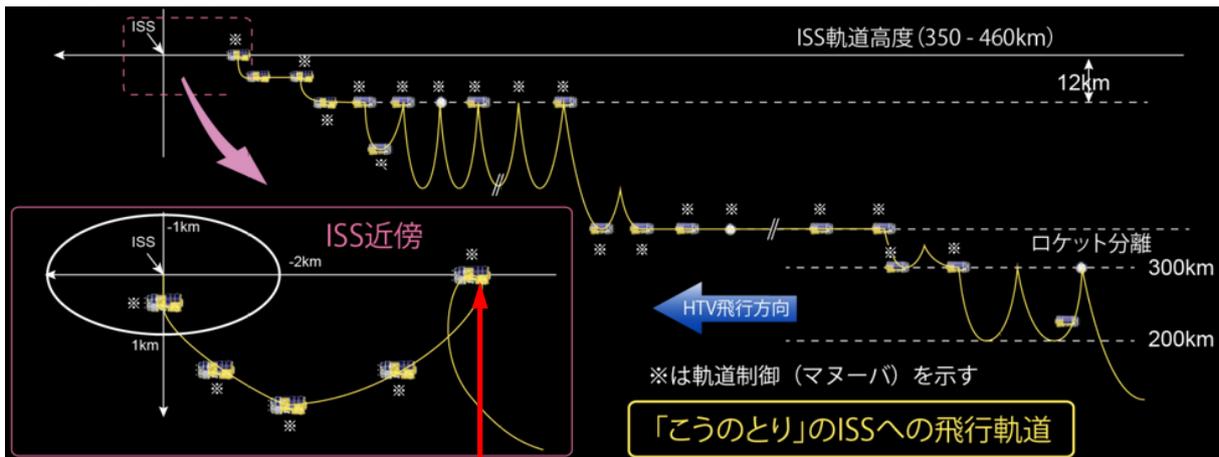
- ・ 近傍運用
- ・ ISSへの最終アプローチ
- ・ ISSのロボットアームによるキャプチャ（把持）
- ・ ハーモニー（第2結合部）下側の共通結合機構（CBM）への結合
- ・ 結合部の艀装（配線・ケーブル設置等）
- ・ 係留電力系起動、通信経路の切替（電波→有線）など

### ● 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。



接近開始点 (AI)

©JAXA

[http://issstream.tksc.jaxa.jp/iss2/press/150701\\_HTV5\\_material\\_for\\_press\\_a.zip](http://issstream.tksc.jaxa.jp/iss2/press/150701_HTV5_material_for_press_a.zip)

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）

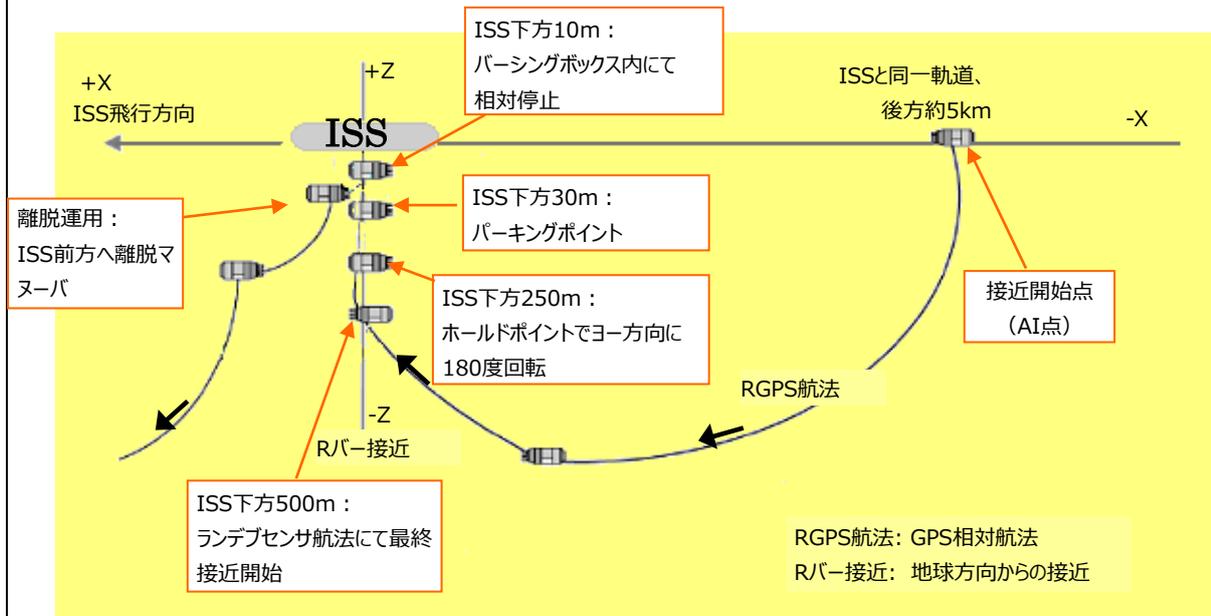
AI地点到達前にISSミッションコントロールセンターから接近許可を得て、「こうのとり」はAI地点到達後に連続してAI軌道制御（マヌーバ）を実施します。

「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「このとり」を制御することができます。

なお「このとり」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

[http://iss.jaxa.jp/htv/mission/htv-1/library/presskit/htv1\\_presskit\\_jp\\_a.pdf](http://iss.jaxa.jp/htv/mission/htv-1/library/presskit/htv1_presskit_jp_a.pdf)

- ISSのロボットアームによるキャプチャ（把持）

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



「このとり」の把持（4号機） ©JAXA/NASA



FRGF ©NASA

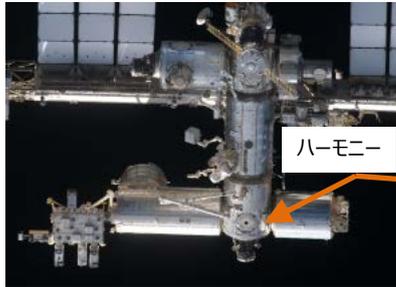
（左） <http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=cc45ef050003fe882cad1e41a4b37ddc>

（右） <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20140008717.pdf>

## 「こうのとり」の把持・結合運用

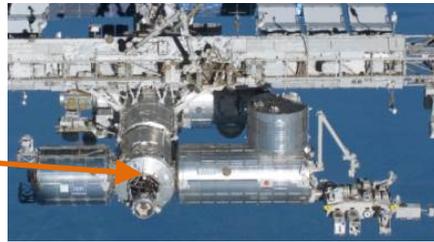
- ハーモニー（第2結合部）への結合

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」（地球側から）

©JAXA/NASA



「きぼう」

©JAXA/NASA



「こうのとり」

©JAXA/NASA

(左) <https://spaceflight.nasa.gov/gallery/images/shuttle/sts-133/html/s133e006373.html>

(中) <http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=83fb9b789daf08fc4b87fbb2e43da76d>

(右) <http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=1a6de2ee64a2f8f4b96c3316ffe1a25f>



「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） ©JAXA/NASA

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=ccee9141bec62b782086f35c767b7022>



ISSへ結合した「こうのとり」6号機 ©JAXA/ESA/NASA

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

## 「こうのとりに」(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「こうのとりに」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

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

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

(右) <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

[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/uchuu/017/gijiroku/\\_icsFiles/afieldfile/2012/03/19/1316991\\_2.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/uchuu/017/gijiroku/_icsFiles/afieldfile/2012/03/19/1316991_2.pdf)



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

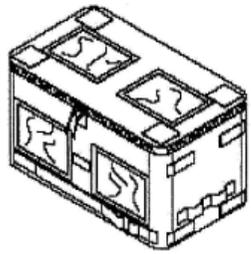
(左) <http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=d6c39cefb92f51a95b2823f2bed5c622>

(右) <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

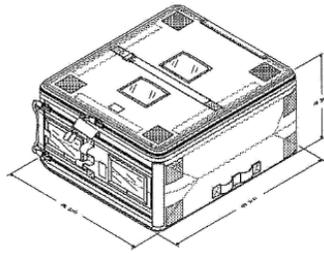
→「「こうのとり」への不要品の積み込み運用」を参照の事。廃棄品は、物資のISSへの搬入がすべて終わり、空になってから行うのではなく、搬入途中でも適宜実施していきます。

「このとおり」プレスキット (付録)



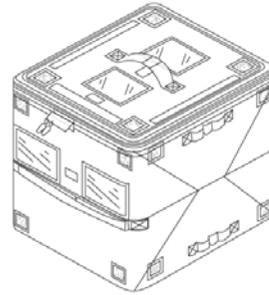
ハーフサイズCTB  
(1/2 CTB相当)

248×425×235mm



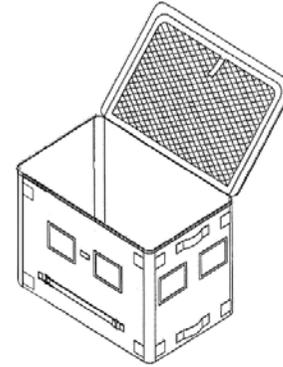
シングルサイズ (フルサイズ) CTB  
(1 CTB)

**標準サイズのCTB**  
(502×425×248mm)



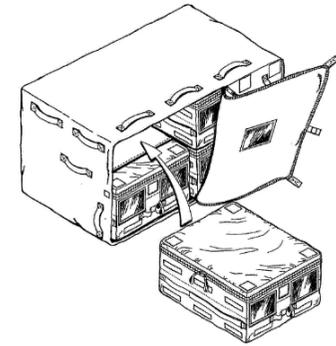
ダブルサイズCTB  
(2CTB相当)

502×425×502mm



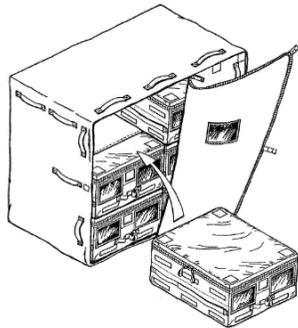
トリプルサイズCTB  
(3CTB相当)

749×425×502mm



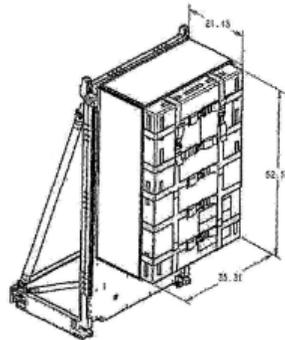
M02バッグ (4 CTB相当)

534×897×508mm



M01バッグ (6 CTB相当)

749×897×508mm以下



M03バッグ (10 CTB相当)

534×897×1335mm



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

©NASA

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=35ecebe1977aa613e40c47cfa7d2bdde>

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

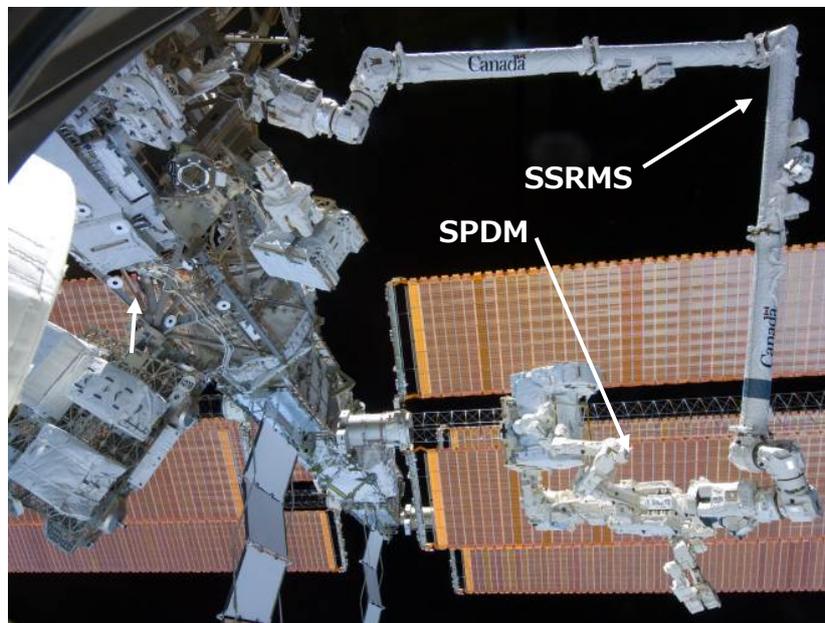
- ・ 補給キャリア非与圧部からの曝露パレットの引き出し/ISSトラスへの仮置き

- 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

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



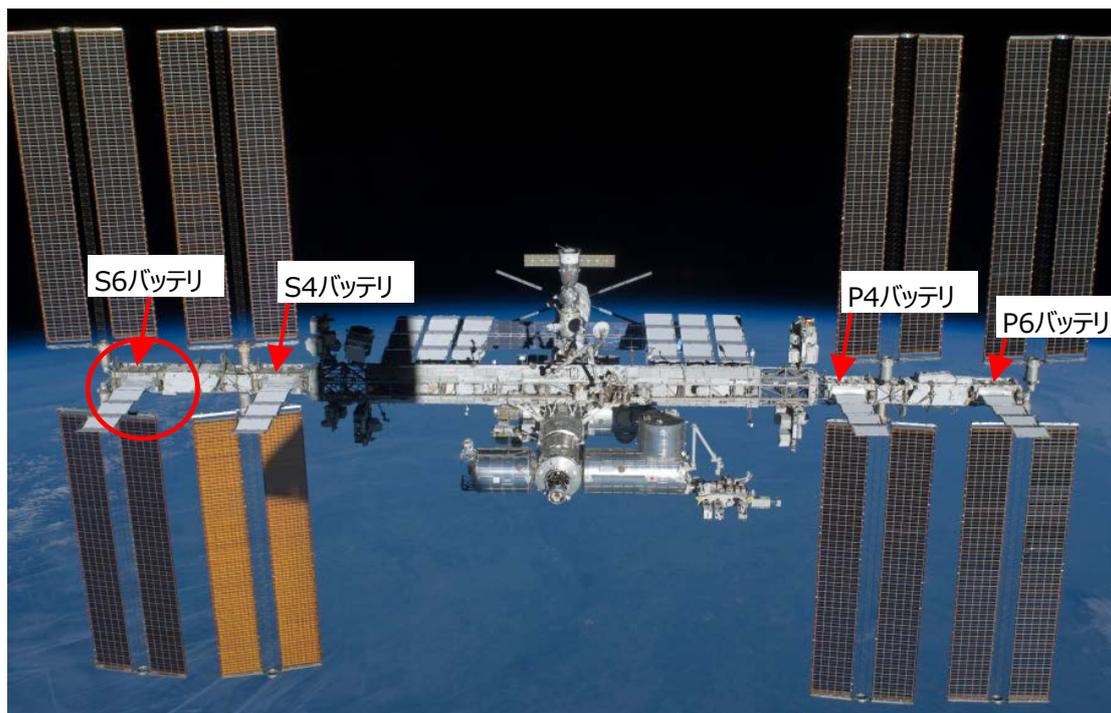
SPDM「デクスター」を使って米国の船外物資を運搬する様子 ©JAXA/NASA  
(HTV2で運搬したFHRCの移動)

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=1c45ef572d593ea090702ac4e7f70b73>

### 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。



HTV9で交換するS6トラスの位置 ©JAXA/NASA

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

### 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。

- 廃棄するISSバッテリーがある場合

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します。

また、「こうのとりの」8号機では「こうのとりの」7号機の曝露パレットを搭載して大気圏に再突入しました。



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/>

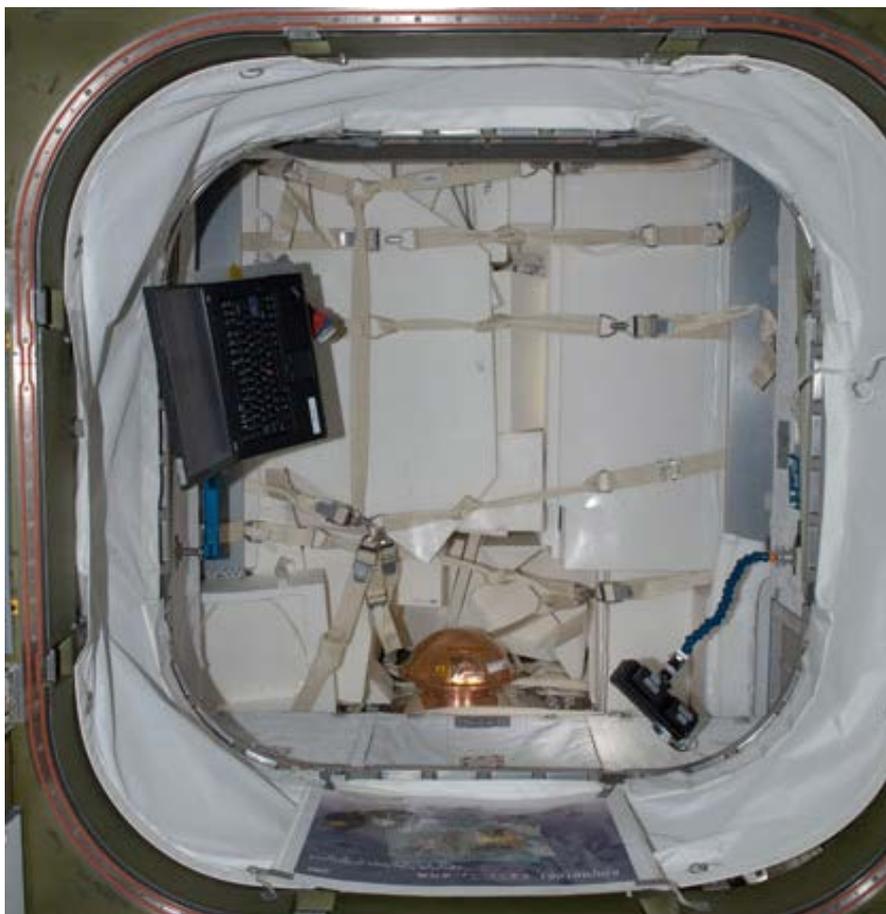
### 「こうのとり」への廃棄品の積み込み運用

- ISSから「こうのとり」への廃棄品の積み込み

- ISSから「こうのとり」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」で廃棄するために「こうのとり」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

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

## 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
- ・ 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。

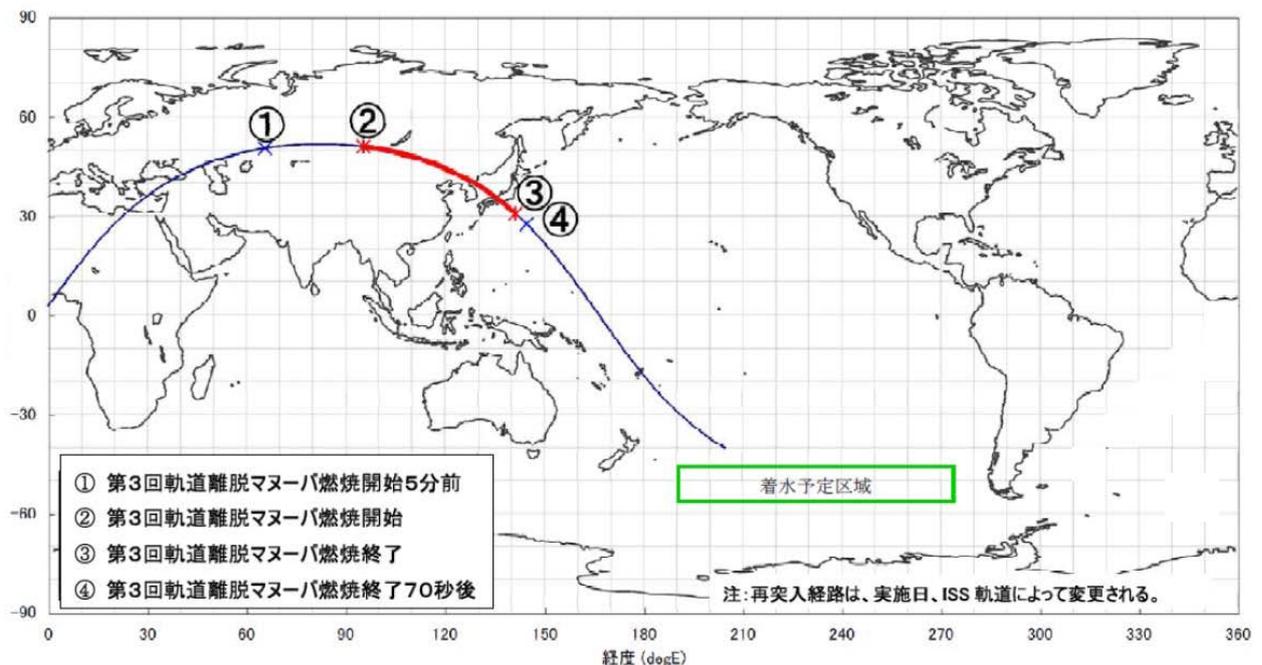


ISSから撮影した「こうのとり」4号機が再突入する様子 ©JAXA/NASA

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

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」6号機までと同様に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る他、ロシアのプログレス補給船の廃棄等にも使われる、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（他国の排他的経済水域外）です。（7号機では再突入カプセルを日本近海で回収するため、「こうのとり」本体の落下海域も変わりました。）

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A2-2 「こうのとり」を再突入・廃棄する予定域（宇宙開発委員会） ©JAXA

【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

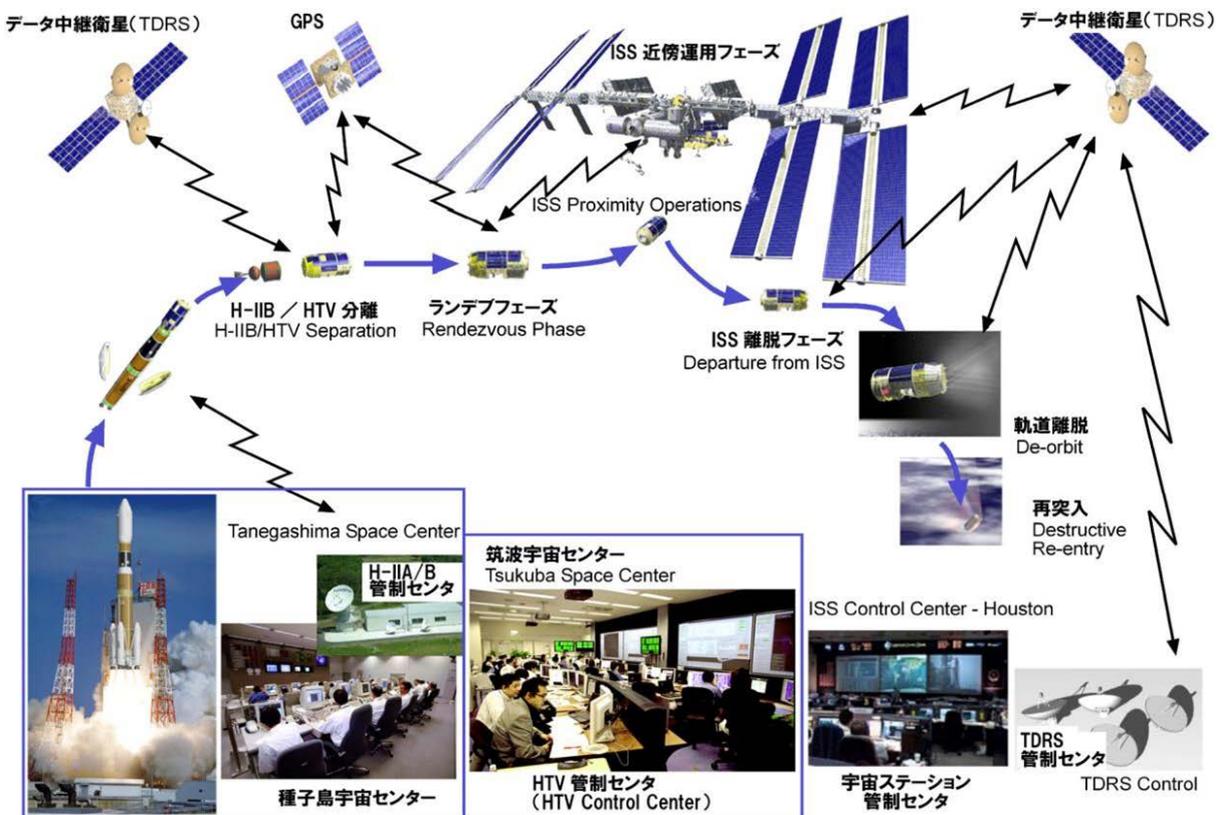
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/uchuu/reports/1321150.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/uchuu/reports/1321150.htm)

## 「こうのとりの」運用管制

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

「こうのとりの」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「こうのとりの」運用管制室との統合運用が開始されます。



図A2-3 「こうのとりの」の運用管制概要 ©JAXA

[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/071/shiryo/\\_icsFiles/afieldfile/2014/04/24/1344413\\_02.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/071/shiryo/_icsFiles/afieldfile/2014/04/24/1344413_02.pdf)

国際宇宙ステーション (ISS) 搭乗員



(左上)

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=700af78c0bf5183af428938682ec8928>

(右上)

<http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=387d51a6fdf96fe236f81829d62b5fce>

NASA ISSミッション管制センター (ヒューストン)

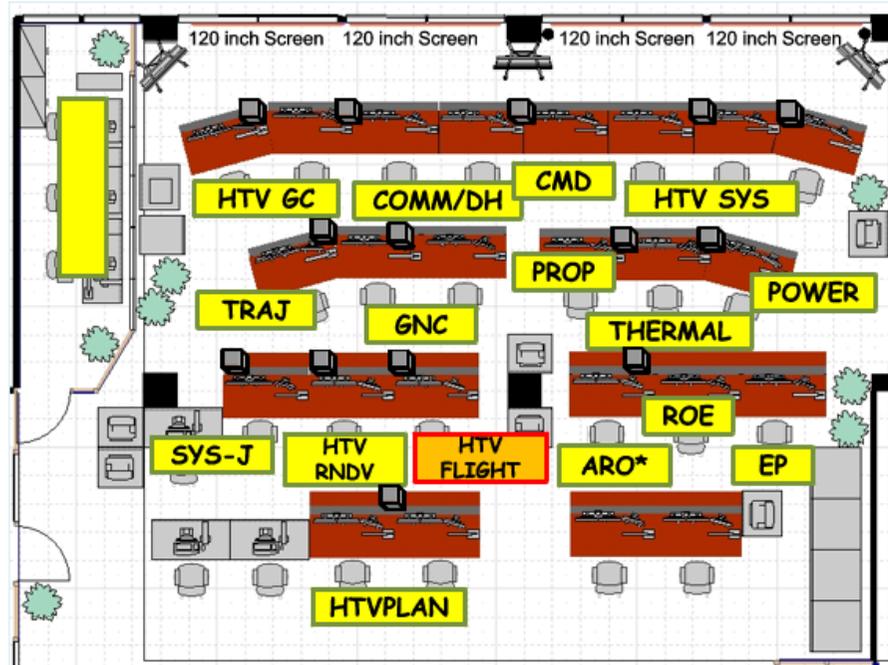
筑波宇宙センター「このとり」運用 (ミッション) 管制室

(左下) <https://www.flickr.com/photos/nasa2explore/28167876492/in/album-72157661396262432>

(右下) <http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=dcdf189cbe63472d0f4f5b00facfd2e1>

図A2-4 「このとり」(HTV) 運用時のNASAとの協調運用イメージ (把持運用時) ©JAXA

「このとり」プレスキット（付録）



- *HTV FLIGHT* 管制チームを統括し、「このとり」運用全体の最終決定を行う。
- *HTVSYS* 「このとり」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A2-5 「このとり」運用管制室（左）、「このとり」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
CBEF-L	Cell Biology Experiment Facility-Left	細胞培養装置追加実験エリア
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)
COSMIC	Confocal Space Microscopy	ライブイメージングシステム
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)

「こうのとりの」プレスキット（付録）

略語	英名称	和名称
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
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
EWC	External Wireless Communication system	外部ワイヤレス通信システム
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

略語	英名称	和名称
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）
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

「こうのとりの」プレスキット（付録）

略語	英名称	和名称
HTV-X	－	新型宇宙ステーション補給機
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
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
JBCS	JAXA Berthing Camera System	JAXAバーシングカメラシステム
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）

略語	英名称	和名称
LRR	Laser Rader Reflector	反射器（レーザーダリフレクタ） （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
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
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	モバイル・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
NORS	Nitrogen Oxygen Recharge System	窒素と酸素を補充するためのシステム
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

「こうのとり」プレスキット（付録）

略語	英名称	和名称
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
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

略語	英名称	和名称
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
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 FIIm 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
SOLISS	Small Optical Link for International Space Station	小型衛星光通信実験装置
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

「こうのとりの」プレスキット（付録）

略語	英名称	和名称
SRCA	System on/off Remote Control Assembly またはSwitch Remote Control Assembly	(ISS内の) 照明スイッチ
SSC	Station Support Computer	ISS支援コンピュータ
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
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
WSS	Water Storage System	貯水システム
WV	Work Volume	(MSPR) ワークボリューム
ZOE	Zone of Exclusion	不可視域
zenith	—	天頂



