



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 別冊

# 「こうのとり」のあゆみ

2020年5月、「こうのとり」9号機のミッションがはじまります。

検討開始から25年、初号機打上げから11年。

さまざまな経験を得ながら、すべてのミッションを成功してきました。

「こうのとり」プレスキットの最終号にあたり

データブックであるプレスキットとしては少々変則的ですが

「こうのとり」(HTV)を飛ばしてきた

プロジェクトメンバーのあゆみを彼らの視点からお届けします。



# 宇宙ステーション補給機「こうのとり」9号機ミッションプレスキット別冊 「こうのとり」のあゆみ

## 目次

HTV 技術実証機 (HTV1) 「日本の宇宙開発の総力を挙げて完成した宇宙船 出航！」……………	1
「こうのとり」2号機 (HTV2) 「スペースシャトルの跡を継ぎ 災害を乗り越えてのミッション完遂」……………	3
「こうのとり」3号機 (HTV3) 「日本の技術力を結集し 生まれ変わったこうのとり」……………	5
「こうのとり」4号機 (HTV4) 「新たな時代を支える 次世代こうのとりへの序章」……………	7
シグナス運用支援 「こうのとり」の技術、国を超えて……………	9
「こうのとり」5号機 (HTV5) 「宇宙の定期便 こうのとり」……………	11
「こうのとり」6号機 (HTV6) 「運ぶだけじゃない、未来へつながるこうのとり」……………	13
「こうのとり」7号機 (HTV7) 「7回目の宇宙へのお届け、まもなく出発です」……………	15
「こうのとり」8号機 (HTV8) 「100%の信頼を宇宙へ」……………	17
「こうのとり」9号機 (HTV9) 「さあ、未来へ」……………	19

### ◆愛称「こうのとり」(KOUNOTORI)

宇宙ステーション補給機(H-II Transfer Vehicle : HTV)の愛称「こうのとり」は、運用機となるHTV2のミッション開始にあたり、2010年8月から9月にかけて一般のみなさまへ公募、17,236件の応募のなかから選ばれました。



## HTV技術実証機(HTV1)

「日本の宇宙開発の総力を挙げて完成した宇宙船 出航！」

2009年 9月11日午前 2時01分46秒	打上げ
2009年 9月18日午前 4時51分	ロボットアームによる把持
2009年 9月18日午前10時49分	ISSとの結合
2009年10月31日午前 2時32分	ISSからの分離
2009年11月 2日午前 6時26分頃	大気圏再突入

### ◆世界初のキャプチャ・バーシング方式

HTVは1994年より検討を始め、1998年1月から開発に着手しました。10年以上の開発期間を経て、スペースシャトルの後を継ぐ巨大な宇宙船が種子島宇宙センターから旅立ったのは2009年9月。開発初期には、NASAから「HTVが来ないことがISSの安全」とまで言われた苦しい開発を経て、ようやく完成した宇宙船でした。

ISSへの宇宙飛行士・物資の輸送は、米国のスペースシャトルとロシアのソユーズ、プログレス、欧州のATVという4種類の宇宙機によって成立していました。そこに「キャプチャ・バーシング方式」という全く新しい運用方式を採用したHTVが新しい時代を拓くことになりました。

今や米国の民間補給船のシグナス、ドラゴンもこの方式を使用しており、ISSへ物資補給を行う宇宙船のスタンダードとなりました。ISS物資補給は、「HTV以前とHTV以降」で大きく流れが変わったと言っても過言ではありません。

#### 当時を振り返って

HTVの検討を始めた1994年は、ようやくH-IIの試験機が打ち上げられたものの、HTVの技術のベースとなったJEMやETS-7はまだ地上で試作している段階でした。その日本がISSに無人で接近して物資を補給すると言ってきたので、NASAも驚いたと思います。検討には付き合うけど、米国の物品は載せないとはっきり言われました。それが、今まで何十トンの米国の物品を輸送したのですから感慨無量ですね。

(佐々木 宏 HTVプロジェクトチームファンクションマネージャ(当時)、現 有人宇宙技術部門長)



©JAXA

#### 当時を振り返って

キャプチャ・バーシング方式の実現にむけては安全設計をどのように実現するかというのは大きなテーマでした。たくさんの課題がありましたが、一例を挙げれば、有人のISSに無人の物資補給機がISSのロボットアームによってつかまれるようにすぐ近くで止まっていなければならないのです。ISS共通の安全技術要求をどのように設計に落とし込んでいくか、NASAと協同して設計解を見つけ出しました。

HTVは多くの人の工夫と協力で成功することができたと思います。

(深津 敦 HTVプロジェクトチームファンクションマネージャ(当時)、  
現 第一宇宙技術部門技術試験衛星9号機プロジェクトマネージャ)



©JAXA



ロボットアーム(SSRMS)に把持されたHTV1  
世界初のキャプチャ・バーシング方式が成功した瞬間  
©JAXA/NASA

## ◆飛行中のHTVを支える運用管制員

機体開発と同様に苦労したのは、HTVの運用管制を行う運用管制官の育成でした。世界で初めての無人のランデブ & キャプチャ方式の宇宙船運用ですから、どこにもお手本はおらず、すべて自分たちで考え、訓練を繰り返す毎日。打上げ前に行った訓練は100回以上にも及びました。

2009年9月17日。ISSの船外カメラが突如動き、白い小さな点を捕らえました。種子島を出発し、ISSまで飛行を続けてきたHTVの姿でした。さすがの管制室もこの時はざわつき、間もなく目の前に現れるであろうHTVの姿を想像した管制官も多かったと思います。

その後、宇宙飛行士たちの前に現れたHTVは、その金色に輝く姿から「Golden treasure Box」と称されました。

### 当時を振り返って

一番苦しかったのは毎回NASAから送られてくる1,000件以上の指摘と、それによって積み上がる数百もの未解決課題に直面していたころでした。それら課題を一つ一つ解決し、2,000以上の運用手順と500以上のフライトルールを準備し、100回以上の訓練にも耐えたチームは、初号機特有の次々と襲ってくる軌道上での問題にも冷静に対応し、最終的に成功に導くことができた時、喜びを爆発させました。

(山中 浩二 HTV1リードフライトディレクタ(当時)、現 研究開発部門第一研究ユニット長)



©JAXA

### 当時を振り返って

大勢の支援も得つつ初号機ミッションを見事に完遂した運用管制班。「物資補給の成否は有人宇宙活動の成否をも左右する」という誇りと緊張感を持つよう訓練の冒頭で教育されました。このマインドは最終号機までブレることなく受け継がれ、実人数200名以上(のべ700名以上)の管制チームが日本宇宙開発の唯一無二の財産としてここに存在しています。この財産はこの後に続く宇宙計画にも活かされることでしょう。

(麻生 大 HTV1係留リードフライトディレクタ(当時)、  
現 国際宇宙探査センター月極域探査機プリプロジェクトチーム長)



©JAXA



HTV1のキャプチャ成功を喜ぶ山中FD(手前)と麻生FD  
©JAXA



ミッション完了後にHTV管制室に集う運用管制員たち  
©JAXA



ISSに結合したHTV1船内に集合する第21次長期滞在クルー  
HTVチームに対し、感謝と祝福のメッセージが寄せられた  
©JAXA/NASA



## 「こうのとり」2号機(HTV2)

「スペースシャトルの跡を継ぎ 災害を乗り越えてのミッション完遂」

2011年 1月22日 午後 2時37分57秒	打上げ
2011年 1月27日 午後 8時41分	ロボットアームによる把持
2011年 1月28日 午前 3時34分	ISSとの結合
2011年 3月29日 午前 0時46分	ISSからの分離
2011年 3月30日 午後 0時 9分頃	大気圏再突入

### ◆ミッション中の大震災

「預かった荷物を確実に届ける」、これが運用機に課せられた使命です。「こうのとり」という素敵な名前も授かりました。「こうのとり」2号機の打上げは、天候理由により予定より2日遅れましたが、飛行計画を見直して予定通りにISSに到着、「約束の時間に届ける」こともアピールできました。

また、スペースシャトルと同時期の飛行となり、「こうのとり」2号機はISS第二結合部の天頂側に一時的に引越すことになり、宇宙機として「柔軟な対応力」も示すことができました。

さらにミッション期間中に起きた未曾有の大震災、筑波宇宙センターの管制設備や日米間の地上回線が利用不可となり、一時的に管制業務をヒューストンの管制センターに委ねる事態となりました。そんな状況でも宇宙にいた「こうのとり」2号機の状態は極めて安定しており、管制設備や地上回線の復旧後にISSを出発、打上げから再突入まで67日間に及ぶミッションを無事完遂しました。

#### 当時を振り返って

スペースシャトルから撮影された写真、世界各国の宇宙船が大集合した象徴的な一枚でした。退役間近のスペースシャトルから「後はよろしく！」とバトンを渡された感覚でした。ミッション期間中に起きた大震災で、停電、断水、ガソリン不足、交通機関の運行停止等々日々の生活も大変な状況でしたが、そんな中でもチームメンバーとともに無事ミッションを完遂できたことを誇りに思います。

(田邊 宏太 HTV2リードフライトディレクタ(当時) 現 HTV技術センター技術領域上席)



©JAXA

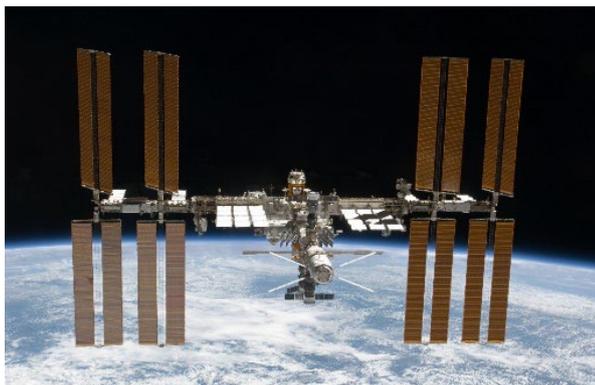
#### 当時を振り返って

大震災から数日後、私はステーション運用棟の廊下を埋め尽くした瓦礫の山を目の当たりにしました。「地上設備は全滅かもしれない」と絶望を感じながら復旧作業に取り掛かった事をよく覚えています。しかし、設備はほぼ無傷という幸運に恵まれ、数日間で完全復旧しHTV2ミッション完遂に繋げる事が出来ました。当時サポート頂いたJEMやNASAを始めとする関係者には改めて感謝致します。因みに、震災後の迅速な地上設備復旧を称え、JEM地上チームと共にNASAから表彰された事は今でも良い思い出です。

(米良 守 HTV2地上システム担当、現 宇宙技術開発株式会社)



©JAXA



ISSの天頂側に結合中のHTV2 ©JAXA/NASA



ジョンソン宇宙センター管制室のフライトディレクタ席に置かれた折り鶴とHTV模型 ©JAXA/NASA

## ◆種子島の水をお届け

2号機では、宇宙飛行士が長期滞在するために必要不可欠である、飲料水の輸送を行いました。

輸送にあたっては水の準備から始める必要がありました。種子島で得られる水を所定の水質になるように調製して輸送用の水バッグに詰めました。NASAの担当者も種子島で一緒に水の調製や充填工程、水質の確認を行いました。また飲料水を入れるバッグの梱包方法も、バッグを開発したNASAと協力して、自分達でも驚くほどの早さで設計、共同試験を行って設定することができました。短時間で実現にこぎつけたのは太平洋を挟んだチームワークの賜物です。

2号機は80ℓ(バッグ4袋分)でしたがその実績が認められ、4号機では480ℓ(同24袋分)、5、6号機ではそれぞれ600ℓ(同30袋分)もの飲料水を輸送し、ISSの運用維持に重要な役割を果たしました。

### 当時を振り返って

2号機は、(降って湧いた)初めての補給用飲料水搭載や貨物搭載容積追加のための初号機からの与圧部内装の大変更など思い出の多い機体です。開発メーカーの方々やNASA担当者との濃密な日々は忘れられません。このところ新型宇宙ステーション補給機(HTV-X)の開発状況について聞くたびに、10年前の経験がしっかり活かされているのを知り、頼もしく思っています。

(坂下 哲也 HTV2与圧カーゴインテグレーション担当、現 宇宙探査イノベーションハブ 副ハブ長)



©JAXA

## ◆最長滞在記録更新中

「きぼう」日本実験棟には、1号機時に出版された「こうのとり」の絵本を基にしたぬいぐるみが飾られているのをご存じですか？これは当時のプロジェクトメンバーがデザインし、コツコツ手作りしたもので、2号機の輸送物資と一緒に宇宙へ旅立ちました。滞在期間は前人(?)未到の9年を超えました。現在も「きぼう」内を撮影すると時折ひょっこり登場し、本物の「こうのとり」お出迎え時と見送り時の旗振り役という重要なミッションを担っているようです。皆様も一度ぜひ探してみてください。

### 当時を振り返って

ある時、突如登場したその姿は「顔なし」でした。かわいい！と和んでいる間もなく、「今すぐ今すぐ！」と急かされるまま、ぶっつけ本番で顔を描きました。とっても上手に出来上がっているのに失敗は許されない～！というキャプチャを任された宇宙飛行士並みのプレッシャーの下、「こうのとり」の神様が降臨したのか、思いの外とってもキュートな顔に描けました。人生で、あの時ほど安堵したことはありません。

(ひさまるちゃん)

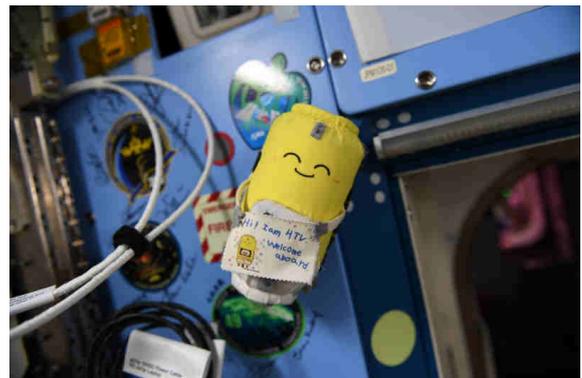


©JAXA/ひさまるちゃん



飲料水が充填された水バッグ

©JAXA



ISSに到着したぬいぐるみ

©JAXA/NASA



## 「こうのとり」3号機(HTV3)

「日本の技術力を結集し 生まれ変わったこうのとり」

2012年 7月21日午前11時6分18秒	打上げ
2012年 7月27日午後 9時23分	ロボットアームによる把持
2012年 7月28日午前 2時31分	ISSとの結合
2012年 9月13日午前 0時50分	ISSからの分離
2012年 9月14日午後 2時27分頃	大気圏再突入

### ◆予備の軌道での離脱

それは3号機がISSから分離する時に起こりました。

ロボットアームから分離されてしばらく後、本来ならISSカメラの視野からゆっくり離れていくはずの「こうのとり」の姿が消えました。原因は分離時に意図しない初速が与えられたために安全化処置が自動実行され、計画と異なる軌道へ退避したためでした。

目の前で起こった予期せぬ出来事に運用管制員はパニックに・・・と、なるところですが、慌てることなく、速やかに復帰計画を立案し、実行。結果、予定通りに翌日に再突入し、無事ミッションを終了させました。様々な異常を想定した訓練を経て認定された管制員による緻密な事前準備がミッションの成功を導いたことを象徴する出来事でした。

### 当時を振り返って

「こうのとり」がカメラの視野からいなくなった瞬間は、管制官から報告された時刻を書き留めるために自分の手元を見ていました。ですので、駆け寄ってくれた山中FDに声をかけられ、正面の画像と機体のデータを見て初めて、事の重大さに気づきました。ミッション後、多くの人に「落ち着いてましたよね」と言われましたが、あの時に落ち着いた運用ができたのは、状況把握のために冷静に声をかけてくれたヒューストンのフライトディレクタと国内の運用管制チームのおかげです。本当に驚いたときというのは、一周回って冷静になるものなのかもしれません。これも訓練の成果でしょうか…。

(前田 真紀 HTV3 ISS離脱運用担当フライトディレクタ)



©JAXA



ISSキューポラにて、HTV3キャプチャ後の星出宇宙飛行士。星出飛行士は、日本人宇宙飛行士で初めてISSでHTVを受け入れた。

©JAXA/NASA



HTV運用管制員が着用するHTVジャケット  
©JAXA

## ◆日本の技術力向上への取り組み

技術実証機(HTV1)のミッション成功後も、「こうのとり」で日本の技術力を向上させ、我が国の宇宙開発の維持・発展に貢献することを狙った取り組みを進め、3号機では新たに2つのことに挑戦しました。

3号機ではスラスタと通信機(トランスポンダ)を国産化しました。特に、緻密なパルス噴射が求められるスラスタ開発は難航を極め、何度も設計変更、燃焼試験を繰り返し、実践投入にあたっては、多くの試験データを確認し、「事前に検討した不具合は起こらない」という言葉を信じて様々な事前検討をして運用に臨みました。苦労した甲斐もあり、ミッション中は良好に作動しました。国産スラスタ、通信機は「こうのとり」の後続号機にはもちろんのこと、米国の民間補給船「シグナス」や海外の衛星にも採用されています。

もう1つは大気圏再突入時のデータ取得です。このためにIHIエアロスペース社との共同研究により再突入データ収集装置「i-Ball」を開発しました。船内物資として打ち上げられた「i-Ball」は、「こうのとり」がISSから離脱する前に、星出宇宙飛行士により与圧部内に設置。その後、3号機が大気圏再突入で破壊される時の画像や加速度、燃え残った部品の着水位置等のデータ取得に成功しました。得られた技術は4号機での再突入観測、7号機での物資回収につながっています。

### 当時を振り返って

スラスタが変わると宇宙船の挙動が大きく変わるため、初号機のもりで運用に臨みました。ロケットから分離後の最初の姿勢制御、そして最初の軌道変更マヌーバと順調にこなし、ISSランデブー最終接近へ。実は、その直前に、電気系統のトラブルで予備のスラスタ系が使えない状況でしたが、我々の緊張とは裏腹にスラスタ自身は非常に安定して作動し、見事にミッション成功。運用を見守ったNASAのチームからも“Super Coolなスラスタ、「こうのとり」はとても安定している”と連絡があり、心底安心しました。

HTV-Xにも搭載が決まり、更なる国産スラスタの活躍を期待しています。

(高田 真一 HTV国産スラスタ開発担当(当時)、現 新事業促進部 J-SPARCプロデューサー)



©JAXA

### 当時を振り返って

再突入マヌーバを運用室で見届けた後、別の小部屋に移動して「i-Ball」データ受信の知らせをチームメンバーと静かに待ちました。データ受信予定時刻を過ぎ、もしやダメだったかも…と不安になりかけた時、データ受信基地の大樹町から受信開始の電話が！

程なく、遠く離れた南太平洋上の「i-Ball」から自動送信されたデータが筑波にも届き始め、初めて見る搭載カメラ画像に歓喜、というより安堵(と感動)したことを覚えています。

研究開発から運用、データ解析に至るまで、全体を通した貴重な経験ができました。

(和田 恵一 i-Ball開発担当(当時)、現 研究開発部門第三研究ユニット 研究領域主幹)

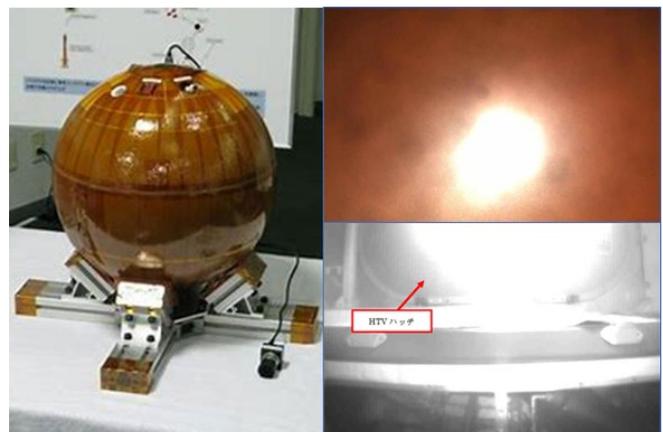


©JAXA



国産スラスタを噴射しながらISSに接近する「こうのとり」  
(写真は5号機)

©JAXA/NASA



i-Ballフライトモデル(左)、HTV3大気圏再突入時の画像(右)

©JAXA/IHIエアロスペース



## 「こうのとりの」4号機(HTV4)

「新たな時代を支える 次世代こうのとりのへの序章」

2013年8月 4日午前 4時48分46秒	打上げ
2013年8月 9日午後 8時22分	ロボットアームによる把持
2013年8月10日午前 3時38分	ISSとの結合
2013年9月 5日午前 1時20分	ISSからの分離
2013年9月 7日午後 3時37分頃	大気圏再突入

### ◆「こうのとりの」としての新たな任務

「こうのとりの」4号機には、2つの「初めて」がありました。一つは「こうのとりの」の飛行機会を活用して新たなミッションを行う試み、もう一つは、任務を終えた実験装置の廃棄です。

「こうのとりの」4号機の推進モジュールにはJAXAが開発した表面電位センサ(ATOTIE-mini)を搭載、ISS係留前後の「こうのとりの」表面電位変化を計測し、船外活動等への影響有無を調べるためのデータを取得しました。実はこの「ATOTIE(あとちー、と発音)」という名前、もともと太陽電池パネルが貼られていた「跡地」を使用したミッションだったことから発想を得て命名されました。この「跡地」には、この後も多くの実証ミッションを搭載し実証する機会を提供することになります。

また、これまでは片道だった実験装置の輸送において、軌道上で任務を終えた船外実験装置の廃棄能力は、ISSというプラットフォームでより多くの実験を行い、より多くの成果を創出するために大変重要で、当時は唯一「こうのとりの」だけが持つものでした。

#### 当時を振り返って

ATOTIE-miniはHTV初の軌道上技術実証プラットフォーム搭載機器だったので、失敗したら後続ミッションの芽を摘んでしまうと思い、とにかく毎日必死でした。新しい道をつくる作業は大変なことも多かったですが、新たな技術データの蓄積に貢献できたこと、そして、部門やメーカーの垣根を越えてチーム一丸となって達成できたことが大きな成果だったと思います。また、この後、9号機まで軌道上技術実証が続いていることが何より嬉しいです。

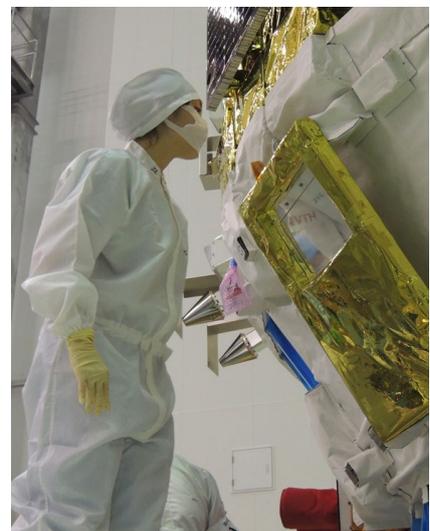
(小林 裕希 HTV4 ATOTIE-mini 開発、電源系担当)



©JAXA



種子島宇宙センターで報道関係者に公開されるHTV4  
©JAXA



ATOTIE-miniを確認する担当者  
©JAXA

## ◆最後の瞬間を目に焼き付けて

これまでのミッションでは、国際宇宙ステーションから離れたのちには、テレメトリと呼ぶデータから「こうのとりの」状態をモニタして再突入まで見守っていたため、機体からのデータが途切れた時が「ミッション完了」の瞬間でした。4号機では、その再突入の瞬間をはるか高度400km上空のISSのカメラで観測する試みがなされました。3号機に引き続いて搭載された再突入データ取得装置(i-ball)と画像データにて再突入時の機体の破壊事象の把握を行うことが目的でしたが、「こうのとりの」が再突入するそのタイミングでISSが再突入地点の直上を飛行するように計画するのは並大抵のことではなく、NASAの技術者と幾度となく計画について議論を重ね、光学条件も含めて「これなら観測できる!」と双方納得できる状態に至るまでには非常に長い時間がかかりました。

再突入の様子はリアルタイムでつくばの管制室からも見ることはできましたが、初めて目にする「こうのとりの」再突入の様子はなんともドラマティックで、全ての任務を終えたつくばとヒューストンの管制室からは「きれいだね」という感嘆の声が随所から上がっていました。しかしながら次第に1筋の光が2つ、3つと分かれていき、「こうのとりの」が壊れ、燃え尽きて消えていく様子に涙ぐむ管制員の姿もありました。

### 当時を振り返って

「あのモニタに写っている光っている点がHTVじゃない?」「見えた!」

観測目的を達成した喜びもさることながら、破壊しているHTVの動画をリアルタイムで運用管制員と共有できたその瞬間を、未だに鮮明に覚えています。

観測するためにISS直下付近でHTVを再突入させることはISSに近づくランデブと同様に、難易度が非常に高いミッションでしたが、関係する皆様のご協力によりさせることができ、私自身にとっても貴重な経験でした。

(川嶋 一誠 HTV4飛行計画担当、現 三菱スペース・ソフトウェア株式会社)



©JAXA



ISSから撮影した大気圏に再突入するHTV4の姿

©JAXA/NASA



キューポラにて把持前に接近するHTV4を背に記念撮影する  
キャシディ宇宙飛行士(左)とナイバーク宇宙飛行士

©JAXA/NASA



HTV4キャプチャ後、与圧部内で搭載物を確認するキャシディ宇宙飛行士(左)、パルミターノ宇宙飛行士

輸送物資が整然と搭載された、日本人らしい丁寧な仕事ぶりに驚き、称賛する宇宙飛行士も多かった。

©JAXA/NASA



©Orbital Sciences Corporation

## シグナス運用支援

「こうのとりの」の技術、国を超えて

日本の「こうのとりの」の技術が他国のISS補給ミッションの一翼を担ったことをご存知でしょうか。いわば番外編とも言えるかもしれませんが、「こうのとりの」のあゆみの一つとしてご紹介します。

### ◆積み上げた実績と築き上げた信頼による貢献

「こうのとりの」のために開発された近傍通信システム(PROX:Proximity Communication System)は、米国の民間補給船「シグナス」にも利用され、NASAとの契約によりシグナス実証機(Orb-D1)からシグナス運用8号機(OA-8)に至るまで、「こうのとりの」の運用管制チームがシグナスのISS近傍運用を日本(筑波宇宙センター)から支援しました。

シグナスがISSに接近する際には、国際宇宙ステーション(ISS)、米国ヒューストンのISS管制センター(MCC-H)、米国ダレスのシグナス管制センター(MCC-D)、そして日本の「こうのとりの」運用管制室(HTVMCR)の4局が一体となった協調運用が必要で、運用データのやりとりや運用体制の関係がより一層複雑になります。シグナス補給船実証機の打上げ前の地上試験や運用訓練では、当初期待通りのデータの送受信ができず訓練もまともに実施できない状態でしたが、問題を一つ一つ解決し、その過程でチームとしての信頼関係を築き上げ、2013年9月、シグナス実証機は見事にISSへの接近、キャプチャに成功しました。

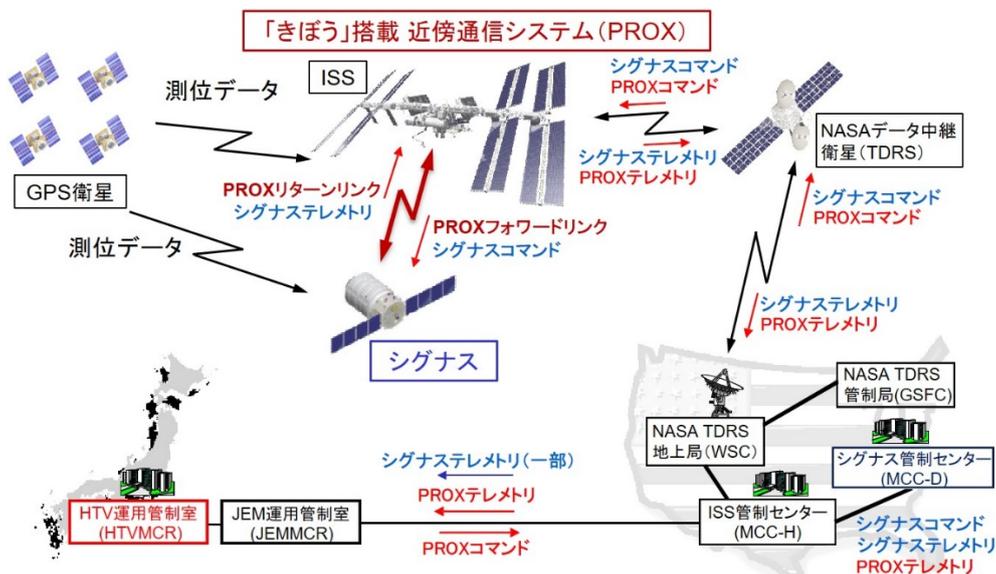
その後「こうのとりの」とともにシグナスも飛行実績を積み重ね、2017年11月に打上げられた運用8号機に至るまで、米国から託されたシグナス運用支援の任務を完遂しました。「こうのとりの」の技術が世界的にも信頼を得た証の一つと言えます。

### 当時を振り返って

NASAから「PROXをシグナスの近傍通信システムとして使わせてくれないか？」と相談を受けた時は、「えー、本気で？」と思いましたが、NASAの超厳しい要求と戦いながら開発したPROXが、米国の宇宙船に採用されるのは感動的な出来事でした。シグナス搭載用として日本の通信機とコマンド処理装置が海外に売れ、日本が米国のランデブ近傍運用支援を任されたというのは、まさに画期的で「信頼の証」です。

(鈴木 裕介 PROX開発マネージャ(当時) 現 チーフエンジニア室長)

©JAXA



シグナス運用支援 概念図

### 当時を振り返って

「NASAがJAXAの技術を買う？それはすごい！」私がシグナス運用支援契約の契約担当として引継ぎを受けたとき、驚きとともに誇らしく思ったのが第一印象でした。Orb-D1からOA-7まで担当させてもらった中では、Orb-3のミッション失敗などもありましたが、運用号機向けにスピーディな契約ができるようNASAやJAXAのメンバーと共に新たな契約スキームを導入して、問題なく運用できたこと、NASAからシグナスミッションへの貢献として感謝状を頂いたことは、今でも自分の糧になっています。

(吉田 晃理 事業推進部法務協定担当(当時) 現:宇宙輸送技術部門事業推進部)



©JAXA



シグナス補給船実証機(Orb-D1)を搭載して  
打ち上げられるアンタレスロケット  
©Orbital Sciences Corporation(OSC)



Orb-D1 Mission Team  
シグナス補給船実証機(Orb-D1)運用管制チーム  
(NASA/OSC/JAXA)  
©NASA



ISSに接近するシグナス補給船運用5号機(OA-6)  
©JAXA/NASA



シグナス運用支援終了に伴いJAXA、NASA、オービタルATKの  
関係者によるクロージングセレモニーの様子  
©JAXA

### ◆シグナス運用支援実績

シグナス号機	打上げ	ロボットアームによる把持	ISSからの離脱
実証機 (Orb-D1)	2013年9月18日	2013年9月29日	2013年10月22日
運用1号機 (Orb-1)	2014年1月10日	2014年1月12日	2014年2月18日
運用2号機 (Orb-2)	2014年7月14日	2014年7月16日	2014年8月15日
運用3号機 (Orb-3)	2014年10月29日	※ロケットが打上げ直後に爆発しISS補給ミッションに失敗	
運用4号機 (OA-4)	2015年12月7日	2015年12月9日	2016年2月19日
運用5号機 (OA-6)	2016年3月23日	2016年3月26日	2016年6月14日
運用6号機 (OA-5)	2016年10月18日	2016年10月23日	2016年11月21日
運用7号機 (OA-7)	2017年4月19日	2017年4月22日	2017年6月4日
運用8号機 (OA-8)	2017年11月12日	2017年11月14日	2017年12月6日



## 「こうのとりの」5号機(HTV5)

「宇宙の定期便 こうのとりの」

2015年 8月19日午後 8時50分49秒	打上げ
2015年 8月24日午後 7時29分	ロボットアームによる把持
2015年 8月25日午前 2時28分	ISSとの結合
2015年 9月29日午前 1時53分	ISSからの分離
2015年 9月30日午前 5時33分頃	大気圏再突入

### ◆オールジャパン体制による把持

「こうのとりの」5号機は、油井宇宙飛行士が、日本人宇宙飛行士としては初めてISSのロボットアームを操作して「こうのとりの」の把持を行いました。極めてスムーズなアーム操作で、把持の瞬間、その様子を見守っていた筑波の「こうのとりの」運用管制室からは大きな拍手と共に驚愕の声が上がりました。

また、NASAのISS管制センターでは若田宇宙飛行士がこのミッションのISS～地上間の交信を担当していましたので、「こうのとりの」5号機の把持は、筑波の「こうのとりの」運用管制官、NASAそしてISSのオールジャパン体制で進められました。無事に把持が完了した後は、若田宇宙飛行士より日本語で労いの言葉が寄せられ、油井宇宙飛行士がそれに応える場面もありました。

#### 当時を振り返って

当時、「オールジャパン」はくすぐったい褒めコトバでした。本当は、NASAやISSパートナーとの地球規模のOne Teamによる成功、でしたので。それでも、ミッションの最も注目の一瞬をオールジャパンで飾らせて頂けたのはそれを許してもらえるまでに成長した日本の「きぼう」や「こうのとりの」管制官、日本人宇宙飛行士の努力の賜物だと思っています。

(松浦 真弓 HTV5リードフライトディレクタ(当時)、  
現 追跡ネットワーク技術センターSSAシステムプロジェクトマネージャ)



©JAXA



NASAのISS管制センターで把持時にCPCOMを務める  
若田宇宙飛行士(中央)  
©JAXA/NASA



油井宇宙飛行士によるHTV5の把持を見守る運用管制員たち  
©JAXA

## ◆緊急事態！

5号機打上げ前の6月に米国の補給船「ドラゴン」が物資輸送に失敗し、NASAより急遽、予定していなかった物資の輸送要請がありました。打上げまで2か月を切っており、全ての輸送物資が確定していましたが、緊急事態であることから対応することとしました。

日米間での連日メール、電話会議による輸送計画の見直しを行いつつ、NASAは緊急輸送物資を用意し、所有するジェット機にて種子島へ直送。一方、JAXAは搭載場所の確保や搭載方法の検討等の物資到着後の受け入れ準備を急ピッチで進めました。両者のスピーディかつ緻密な連携プレーにより、無事打上げまでに緊急輸送物資の搭載を実現し、ISSへ送り届けることができました。

### 当時を振り返って

入社2年目、初のHTVミッション参加でワクワクしていたころ、待ち構えていたのは技術論だけでなくいかに素早く国内のチーム・NASAと連携できるかといった試練でした。

緊急輸送物資に加え実験装置の輸送も必須だったため、追加の搭載装置を手作りして場所を確保しました。また緊急物資輸送の種子島直送のために大使館や空港との調整に奔走しました。何とか打上げに間に合い、ISS運用の継続に繋がった体験は今も良い思い出です。

(冨田 悠貴 HTV5与圧カーゴインテグレーション担当)



©JAXA

## ◆生鮮食料品の輸送

「こうのとりの」は打上げ直前(10日前～80時間前まで)に輸送物資を搭載できる「レイトアクセス」とよばれる機能を有しており、高い品質保持が要求される実験資料の運搬や急な物資の変更に柔軟に対応できるようになっています。

5号機ではこの機能を活用して、初めて「こうのとりの」で生鮮食品(オレンジ・レモン)をISSに輸送しました。ISSで新鮮な果物を口にできる機会は極めて限られていることから、油井宇宙飛行士をはじめとする滞在クルーから大変喜ばれました。生鮮食料の輸送はその後もバリエーションを増やしながら毎号機行われています。

### 当時を振り返って

生鮮食品を搭載することが決まってからは打上げ時期に調達できるフレッシュなもの、打上げからISS到着までの日数等からスケジュールを逆算して何日間耐えられるものを準備するか…、短時間で調達・生鮮食品の除菌・保存試験・官能評価を実施し、選定しました。HTVの担当者にも官能評価の協力をしてもらい、無事、彩鮮やかな生鮮食品が油井宇宙飛行士のもとに届きました！

(齋藤 久美子 宇宙飛行士運用技術ユニット(当時)、現 宇宙技術開発株式会社)



©JAXA



NASA所有機で種子島空港に到着した緊急輸送物資

©JAXA



ISS船内で、到着した生鮮食品に喜ぶ油井宇宙飛行士

©JAXA/NASA



## 「こうのとりの」6号機(HTV6)

「運ぶだけじゃない、未来へつながるこうのとりの」

2016年12月 9日午後10時26分47秒	打上げ
2016年12月13日午後 7時39分	ロボットアームによる把持
2016年12月14日午前 3時24分	ISSとの結合
2017年 1月28日午前 0時45分	ISSからの分離
2017年 2月 6日午前 0時06分頃	大気圏再突入

### ◆不具合による打上げの延期

「日本の技術を使ったISSバッテリーを日本の輸送船「こうのとりの」で運び、ISSに長期滞在中の大西宇宙飛行士が船外活動にてバッテリー交換作業を実施すること」を目標として多くの関係者が動いていましたが、射場での機体準備作業中、溶接部分より漏洩不具合が発生。修理のために「こうのとりの」としては初めて打上げ時期を大きく見直さざるを得ない状況となりました。

そのままでは打ち上げることができないと判断した時点ですでに結合作業を完了していたため、一旦機体を分解、修繕したのち再組立と、手戻り作業は大掛かりなものとなりました。当時、種子島では多数のH-IIA打上げが予定されていたためISSの計画にも整合する再打上げ時期設定のために、多くの国内外関係者の協力を得ることとなりましたが、なんとか当初予定から約2か月後に打上げまでこぎつけることができました。

適切な処置により、打上げ後の軌道上での運用中、機体は良好な状態を維持し、無事に再突入までの全ミッションを終わらせることができました。

### 当時を振り返って

「やってしまった」が偽らざる思いでしたが、「まだ打上げ前。ミッションに失敗したわけではない」との周囲の励ましを受けて気を取り直し、復旧に全力で取り組みました。最終的にミッションは成功したものの、些細な見過ごしが全体計画に大きな影響を及ぼすことを痛感し、7号機以降に向けた大きな教訓となりました。

(辻本 健士 HTV6射場作業、推進系担当マネージャ)



©JAXA



HTV6の電気モジュール・推進モジュール(右手前)と補給キャリア  
与圧部・非与圧部(左奥)

©JAXA



不具合部分の取り外し作業

©JAXA

## ◆ISSバッテリーの輸送という一大任務

大型船外物資を1度に大量輸送できる「こうのとりの」の特徴を活かし、1つ200kgを超える新型の大型ISSバッテリー計24個を計4機の「こうのとりの」で輸送、という重大かつ壮大なミッションが6号機から始まりました。

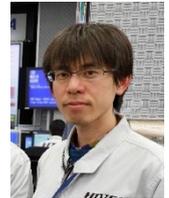
単なる輸送だけではなく軌道上でのロボットアームや宇宙飛行士の船外活動による交換作業をいかに効率的に行うか、も重要な要素であり、長年かけてNASA技術者と議論し尽くしました。そのかいもあり、バッテリーの交換作業は想定以上に順調に進み、日本の管制室から支援を行った担当者の満足げな様子が印象的でした。

なお、新型のバッテリーには「こうのとりの」で使われている日本のリチウムイオン電池の技術が採用されており、日本の電池技術を世界に示す好例となっています。

### 当時を振り返って

新型バッテリーを搭載する曝露パレットの検討では当初往路でバッテリー6個+別の機器を運ぶ案もありましたが、NASAとの喧々諤々の議論の上、往路:6個輸送、復路:最大9個廃棄で決着しました。なぜ往路で空きスロットが必要だったのか。効率よくバッテリー交換するためにはまず使用済バッテリーを曝露パレット上に置いておく場所が必要だったのです。軌道上バッテリー交換は正にパズルゲームでした。

(山本 紘史 HTV6曝露カーゴインテグレーション担当)



©JAXA

## ◆組織横断的な実証実験

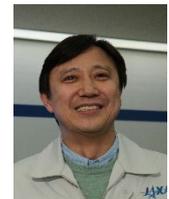
4号機より「こうのとりの」を活用した技術実証を進めてきましたが、6号機ではスペースデブリ除去のための要素技術実験「HTV搭載導電性テザー実証実験(KITE)」を行いました。この実験のために「こうのとりの」の機体構造を改修し、実験のための運用管制計画を立てる等、「こうのとりの」の機体や運用と密接に絡み合う、大掛かりなものとなりました。

残念ながら計画していた実験を全て実施することはできませんでしたが、成果はその後のデブリ除去技術の研究に活かされています。また、運用ノウハウは7号機の小型回収カプセルに反映され、新たに設けた機器搭載エリアがあったことで9号機の実証実験「WLD」の実現につながっています。

### 当時を振り返って

KITEは、研究開発部門と有人宇宙技術部門が組織横断的に協力した、最初の事業でした。有人技術に疎い我々研究開発部門は、有人宇宙技術部門のメンバーに大いに助けられました。また、通常部外者が入室不可能なHTV運用管制の現場で作業したことも貴重な体験でした。テザー伸展は叶いませんでしたが、開発段階における技術獲得や電子源の実験結果は非常に貴重な財産となりました。

(井上 浩一 研究開発部門HTV搭載導電性テザー実証実験推進チーム長(当時)、  
現 第一宇宙技術部門衛星測位システム技術ユニット長)



©JAXA



曝露パレットに取り付けられたISSバッテリー  
©JAXA



管制室にてKITE実験を行う担当者  
©JAXA



## 「こうのとりの」7号機(HTV7)

「7回目の宇宙へのお届け、まもなく出発です」

2018年 9月23日午前 2時52分27秒	打上げ
2018年 9月27日午後 8時36分	ロボットアームによる把持
2018年 9月28日午前 3時 8分	ISSとの結合
2018年11月 8日午前 1時50分	ISSからの分離
2018年11月11日午前 6時38分頃	大気圏再突入

### ◆曝露パレットを残して

7号機がISSに到着後、ソユーズが打上げに失敗。幸いにも搭乗していた宇宙飛行士は全員無事であったものの、唯一の有人輸送機のトラブルにより最悪の場合ISSが無人人となる可能性すら出てきました。

無人となる前に7号機はISSから離脱させなければならないが、輸送したISSバッテリーを交換するための船外活動(EVA)をする余裕はなし。全ISS参加国・機関による議論の末、曝露パレット(EP)をISSに残したまま離脱することになりました。

打上げ前には全く想定していなかった事態ながら、EPが無くとも再突入までの飛行は可能であることを十分技術評価した上で運用にあたり、無事再突入まで完了させました。

### 当時を振り返って

ISS無人化という最悪シナリオがある危機的状況に、できる協力はすべてやる決意で連日連夜NASAとの電話会議と技術評価を行った結果、ISSを救う最良案がEPを置いていくことでした。泣く泣く体の一部であるEPをISSに置いたまま早期に離脱することで、次の補給機が緊急物資を届けISSを救える。同時に、最悪中止もあり得た小型回収カプセルミッションを実施し成功できたことは二重の喜びでした。

国際協働ミッションにおけるオフノミナル運用対処の醍醐味を味わえたミッションでした。

(内山 崇 HTV7リードフライトディレクタ)



©JAXA



ISS離脱直前のHTV7。与圧ハッチの部分に小型回収カプセルを搭載する一方、非与圧部には曝露パレットを搭載していない。

©JAXA/NASA



把持後NASAのISS管制センターにてフライトコントローラーの記念撮影。HTV7の把持時は星出宇宙飛行士(前列右)がC APCOMを務めた。

©JAXA/NASA

## ◆悲願の物資回収成功

小型回収カプセルにより我が国として初めてISSからの物資回収に成功しました。小型の機体ながらも世界最高レベルの軽さを実現した熱防護材により大気圏再突入時の超高温に耐え、揚力誘導制御によりふわりと正確に飛行し、魔法瓶構造の容器により実験試料を所定の温度に保冷しながら回収しました。これまで長年に渡る回収カプセルの研究・開発を通じて達成したこの成果は、今後の我が国の地球低軌道活動への応用が期待され、さらにその先の有人帰還技術の獲得に向けての大きな一歩と言えます。

### 当時を振り返って

小型回収カプセルの開発は、JAXAが独自のシステム開発を行うという方針でスタートしましたが、それは苦難の連続でした。「ああこれまでか」という場面は、何度も訪れましたが、その都度知恵を振り絞り、狂気の努力でみんなで乗り越えてきました。それは、ようやく訪れたこの小さな揚力回収カプセルの灯を、日本の有人飛行につながる炎とするまで決して消してはなるものかとの強い強い思いからでした。

(渡邊 泰秀 HTV搭載小型回収カプセル開発チーム長代理(当時)、現:愛知工業大学教授)



©JAXA

### 当時を振り返って

小型回収カプセルの組立試験と回収船でのカプセルの引揚げを担当しました。組立試験では不具合頻発で苦勞し、回収船では船酔いが辛かったです。それでも、想像以上に綺麗な状態で引き揚げられたカプセルと海上で再会できて、これまでの苦勞が報われた気がしました。

(升岡 正 小型回収カプセル 組立試験、回収船担当)



©JAXA



小型回収カプセルの蓋を閉める作業を行うゲルスト宇宙飛行士(上)とチャンセラー宇宙飛行士。ソユーズの緊急帰還により急遽軌道上訓練を経て作業を行った。

©JAXA/NASA



カプセル作業中の筑波宇宙センターきぼう管制室。J-COMを担当する大西飛行士(左)と野川カプセル担当FD

©JAXA



回収船に釣り上げられた小型回収カプセル

©JAXA



回収海域上空を飛ぶ航空機から小型回収カプセルを探すカプセル搜索・サンプル輸送担当者

©JAXA



## 「こうのとり」8号機(HTV8)

「100%の信頼を宇宙へ」

2019年 9月25日午前 1時5分5秒  
2019年 9月28日午後 8時13分  
2019年 9月29日午前 2時55分  
2019年11月 2日午前 2時20分  
2019年11月 3日午前11時 9分頃

打上げ  
ロボットアームによる把持  
ISSとの結合  
ISSからの分離  
大気圏再突入

### ◆初号機から10周年とHTV-Xへ向けた第一歩

8号機は、「こうのとり」初号機から10年の節目を迎えた中での打上げ・運用となり、打上げ直前には筑波宇宙センターで「きぼう」完成10周年と合わせた記念式典が催されました。

計画していた10年前と同一日の打上げとはなりませんでしたが、打上げ後は大きなアクシデントもなく再突入まで順調に進みました。大事なくミッションをこなすことができるようになったのも10年の成果といえるものでした。

当初、「こうのとり」は7号機までの計画でしたが、2015年12月に、2024年までの我が国のISS運用延長への参加が決定されたことに伴い、「こうのとり」は2機追加となりました。この機会を利用して、8号機では、姿勢制御センサや与圧物資ラック等に、「こうのとり」の後をうけISSへの物資補給を担う新型宇宙ステーション補給機“HTV-X”に採用する技術を先行導入し、いずれも有効に機能することが確認できました。

HTV-Xも視野に入れた運用管制員の育成も進み、人・機体ともにこれまでの10年とこの先の10年をつなぐミッションとなりました。



### 当時を振り返って

初号機から10年が経ち、開発フェーズの経験が無い運用管制員が多くなっています。「こうのとり」の開発経験が無いフライトディレクターがリードを務めるのは私が初めてで、プレッシャーを感じましたが、綿密な準備を行い計画どおりミッションを達成できました。“10年”という節目に過去の実績という重たいバトンを未来へ繋ぐことが出来、ホッとしています。

(長浜 謙太 HTV8リードフライトディレクター)



©JAXA



ISS結合時 左から近藤FD、長浜HTV8リードFD、前田FD  
©JAXA



キャプチャ時にNASAのISS管制センターでCAPCOM業務実施中の油井宇宙飛行士  
©JAXA/NASA

## ◆7号機？8号機？

8号機は、7号機でISSに残置した曝露パレット(EP)を収納して、再突入を行いました。

製造公差による影響評価や8号機から変更したパーシングカメラシステムの追加試験といった事前検討の結果、EPの入れ替えは技術的に可能と判断でき、運用時も機体への収納作業は極めてスムーズに進みました。8号機で7号機EPを廃棄するというリカバリ策をきっちりと実現させたことで、後日NASAからも表彰されました。

ただ、EPには「HTV7」のロゴが。運用終了後、写真を見て「これって7号機？8号機？どっちだっけ？」といった会話が何度も行われています。

### 当時を振り返って

HTV8で初めて曝露カーゴを担当しましたが、イレギュラーな出来事が立て続けに起こり、正直大変でした。種子島に出張中、7号機のEPを8号機へ搭載するための検証試験が急遽決定し、カナダへ。帰国後、筑波で運用準備をした後にまた種子島へ。それらの合間にメールやテレコンで新規開発機器の熱真空試験のフォローやNASAとの運用調整等、一時的とはいえ1日24時間では足りない時もありました。それだけに予定通り運用完了した際は目が潤む程安心して、今の自分への自信にも繋がっています。

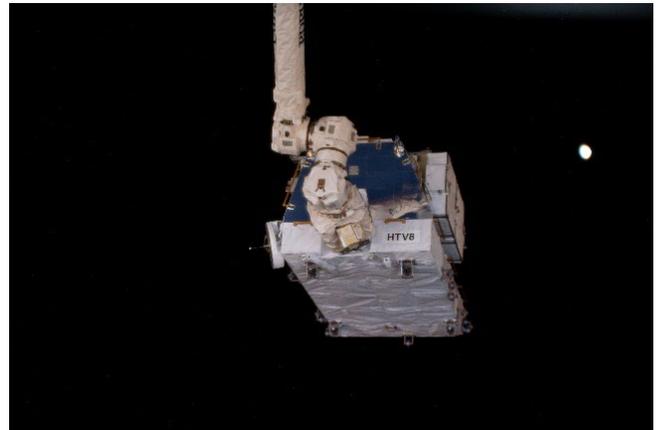
(飯田 彩乃 HTV8曝露カーゴインテグレーション、射場担当)



©JAXA



ISS離脱直前のHTV8。HTV7の曝露パレットを搭載している。  
©JAXA/NASA



ISSロボットアームにて運ばれるHTV8の曝露パレット  
©JAXA/NASA

## ◆鶴(こうのとり)の恩返し

長年お世話になっている種子島に恩返しができないか。そんな思いから地元の子もたちに宇宙へ飛び立つ前の「こうのとり」を見てもらおうという企画が立ち上がり、南種子町役場と種子島宇宙センターの協力を得て2019年7月20日に実現しました。

「でっけー!」、「きれい!」。子どもたちは初めて見る宇宙船の迫りに圧倒されながらも目を輝かせ案内役の植松センター長を質問攻めに。そんな様子にスタッフも宇宙に憧れた少年・少女時代を思い出して気持ちを新たに、そんなひとときでした。

### 当時を振り返って

本企画では、南種子町・JAXA内の調整を担当しました。「子どもたちのために」という温かい気持ちが種子島でしかできない「ホンモノ体験」に繋がりが胸が熱くなりました。企画を通して皆さんの宇宙にかける思いを感じ、子供たちの表情を見て、鹿児島出身の私は地元で射場があることを改めて誇りに思いました。「こうのとり」は夢と希望に溢れていました。

(宗像 愛里 宇宙輸送技術部門鹿児島宇宙センター管理課)



©JAXA



HTV8を見学する種子島の子どもたち  
©JAXA



## 「こうのとりの」9号機(HTV9)

「さあ、未来へ」

2020年5月21日午前2時30分頃(予定)

2020年5月25日(予定)

2020年5月26日(予定)

2020年7月(予定)

2020年7月(予定)

打上げ

ロボットアームによる把持

ISSとの結合

ISSからの分離

大気圏再突入

### ◆「こうのとりの」ラストミッションを前に

有人宇宙技術部門 HTV技術センター長 植松 洋彦

今から11年前、初号機の打上げを前にプロジェクトコラム\*を投稿させていただきました。自らのメッセージの中に「未来につながる一歩、一助になりたい」という言葉があります。その気持ちは今も変わっていませんし、当時よりも強く感じているかもしれません。まだ振り返るには早いかもしれませんが、この11年間いろいろなことがありました。決して楽な11年ではありませんでしたが、エンジニアとして本当に幸せな時間だったと思います。

そして最終号機、まさに集大成となります。未来へバトンをつなげること。それが全てです。全力を尽くします。応援よろしく願いいたしますっ！

\*HTV/H-IIB特設サイト プロジェクトコラム <https://www.jaxa.jp/countdown/h2bf1/special/column/htv.j.html>



©JAXA

### ◆HTVからHTV-Xへ

有人宇宙技術部門 新型宇宙ステーション補給機プロジェクトマネージャー 伊藤 徳政

新型宇宙ステーション補給機(HTV-X)はHTVの後継機です。HTVの技術を最大限活用し機能性能も向上します。具体的には、①与圧部はほぼそのまま“与圧モジュール”として使用し、内部のカーゴ用の棚を軽量化して搭載量を増やします。また、打上げ間近のカーゴ搭載サービスを向上します。②非与圧部、電気モジュール、推進モジュールを“サービスモジュール”に集約して軽量・簡素化するとともに、より大型のカーゴの“曝露カーゴ搭載部”への搭載を可能とします。

また、ISS離脱から再突入までの期間に、曝露カーゴ搭載部などに搭載した先進的な機器の軌道上技術実証も計画しています。更に、将来ミッションへの活用も開発目標としており、現在、月周回有人拠点(ゲートウェイ)への物資補給の検討も進めています。

HTV-Xは2021年度の初号機打上げに向けて開発中です。HTVのレガシーを継承し、活躍の場を広げて更なる貢献を目指します。



©JAXA



全機結合したHTV9

©JAXA



ISSへ向かうHTV-X(想像図)

©JAXA

◆ポスターで振り返る「こうのとりに」のあゆみ



H-IIIBロケット試験機/宇宙ステーション補給機  
技術実証機

©JAXA/三菱重工



H-IIIBロケット2号機/宇宙ステーション補給機  
「こうのとりに」2号機

©JAXA/三菱重工



H-IIIBロケット3号機/宇宙ステーション補給機  
「こうのとりに」3号機

©JAXA/三菱重工



H-IIIBロケット4号機/宇宙ステーション補給機  
「こうのとりに」4号機

©JAXA/三菱重工



H-IIロケット 5号機 / 宇宙ステーション補給機「こうのとりの」5号機  
©JAXA/三菱重工



H-IIロケット 6号機 / 宇宙ステーション補給機「こうのとりの」6号機  
©JAXA/三菱重工



H-IIロケット 7号機 / 宇宙ステーション補給機「こうのとりの」7号機  
©JAXA/三菱重工



宇宙ステーション補給機「こうのとりの」8号機  
©JAXA

HTVとH-IIBロケットは最終号機  
そして次の世代へ

# さあ 未来へ

宇宙ステーション補給機  
こうのとりの9号機 (HTV9)  
H-IIBロケット9号機打上げ予定日  
2020  
**5/21** THU  
2:30AM頃<sup>※1</sup>  
予備期間: 2020.5/22 FRI - 2020.6/30 TUE<sup>※2</sup>  
種子島宇宙センター  
大型ロケット発射場



H-IIBロケット9号機/宇宙ステーション補給機「こうのとりの」9号機  
©JAXA/三菱重工

## ◆映像で知る「こうのとり」のあゆみ

各号機ともプロジェクトメンバーの熱い思いが満載です。

### HTV技術実証機 (HTV1)

<https://www.youtube.com/watch?v=v56q3WTx0Qo>

<https://www.youtube.com/watch?v=nImjdbdK6K8>

<https://www.youtube.com/watch?v=OJRV0XUOIbA>

<https://www.youtube.com/watch?v=2s1lRSDR8o>

### 「こうのとり」2号機 (HTV2)

<https://www.youtube.com/watch?v=eLEtum9-RI>

<https://www.youtube.com/watch?v=h2dv3QSBnME>

### 「こうのとり」3号機 (HTV3)

<https://www.youtube.com/watch?v=24YQb6jiLjM>

### 「こうのとり」4号機 (HTV4)

<https://www.youtube.com/watch?v=qJocRSiivMY>

<https://www.youtube.com/watch?v=0scV01efY5Q>

<https://www.youtube.com/watch?v=okbJxLysHDA>

### 「こうのとり」5号機 (HTV5)

<https://www.youtube.com/watch?v=PkJnkZVzzg0>

<https://www.youtube.com/watch?v=p3X19RRVCXM>

### 「こうのとり」6号機 (HTV6)

<https://www.youtube.com/watch?v=KqKdabuLs3s>

<https://www.youtube.com/watch?v=sDZMi5PuuJ0>

<https://www.youtube.com/watch?v=3UDaPLyTHiY>

### 「こうのとり」7号機 (HTV7)

<https://www.youtube.com/watch?v=mXMcYEp-xVg>

<https://www.youtube.com/watch?v=-73qSoTpVTA>

<https://www.youtube.com/watch?v=6WFJFjXGhX8>

<https://www.youtube.com/watch?v=JUndlZZUcmk>

<https://www.youtube.com/watch?v=SrCcm9plgo>

<https://www.youtube.com/watch?v=H1TGfjcDgIs>

<https://www.youtube.com/watch?v=i-VPhACTJw>

「こうのとりの8号機」(HTV8)

<https://www.youtube.com/watch?v=v8RProdjtpo>

<https://www.youtube.com/watch?v=v56q3WTx0Qo>

<https://www.youtube.com/watch?v=6idsW18G18Q>

「こうのとりの9号機」(HTV9)

<https://www.youtube.com/watch?v=gCfqr58B75Q>

シグナス運用支援

<https://www.youtube.com/watch?v=Rz3bx8UXOrw>

新型宇宙ステーション補給機(HTV-X)

<https://www.youtube.com/watch?v=5mM7J1ima1g>