

第9章 宇宙ステーション補給機・HTV の能力と開発状況

宇宙航空研究開発機構 HTV プロジェクトチーム
今田 高峰

Ability & Development Status of HTV: Supply Vehicle to Space Station

Japan Aerospace Exploration Agency

HTV Project Team Member

Takane Imada

Abstract

HTV (H-II Transfer Vehicle) is the first Japanese space vehicle which conducts rendezvous and access to another vehicle as a practical purpose and will be launched a H-IIB heavy rocket. HTV is classified as one of the ISS visiting unmanned vehicles like ATV, Soyuz, and Progress, but it has unique characteristics that will replace a few part of tasks Space Shuttle continues until its retirement in 2010.

HTV development started ten years ago, and it is in the final phase. The first HTV flight model launch planned in 2009 is under the manufacturing in four facilities until the whole vehicle integration and test in this summer.

In this paper, we will present the HTV vehicle design, performance, and future plan of HTV.

1. はじめに

今年、日本宇宙実験棟「きぼう」の打ち上げが計画されており、国際宇宙ステーション計画における日本の実験環境がやっと整う。また、順調に行けば、年内にも若田宇宙飛行士が初の長期宇宙滞在を行い、宇宙ステーションでの日本の実験も本格化することが見込まれる。JAXA の有人宇宙環境利用にとっては元年と言ってもよい年であり、以降、宇宙環境利用の分野において、続々と成果をあげることが期待したい。

一方、「きぼう」と並ぶ宇宙ステーション計画における日本のもう一つの大きな役割として、各国の宇宙ステーション利用者からも期待されているのが、図-1 に示す日本独自の宇宙ステーション補給機である、HTV (H-II Transfer Vehicle) である。

HTV は、宇宙ステーションの共通運用経費の日本分担分として、相当する分の重量の物資サービスを提供する目的で 1997 年度から開発が始まった。現在、HTV の初号機は技術実証機として 2009 年に打上げが予定されており、その後毎年 1 回の定常運用飛行が計画されている。

HTV は現在開発中の H-IIB ロケットによって打上げられ、水、食料、衣類などの生活物資、および各種実験ラック、機材、あるいは補修交換部品などの多種多様な物資を宇宙ステーションに輸送し、2010 年のスペースシャトル引退以降は、ロシアのプログレス、ヨーロッパの ATV (Automated Transfer Vehicle) などと並んで宇宙ステーション補給の重要な一角を担うことになるだろう。



図-1 宇宙ステーションに接近するHTV

2. HTVの概要

HTVは我が国では初の本格的な宇宙輸送機であり、国際宇宙ステーションへ自動かつ無人で接近し、物資を補給することを目的としている。HTVは宇宙ステーションに物資を輸送した後、廃棄物を積み込んで最終的に大気圏内へ再突入する。

図-2に各国の無人補給機を示す。運用形態としてはヨーロッパのATV、ロシアのプログレスなども同様であるが、規模としてはプログレスの約2倍であり、ATVに近い補給能力を有する。また、他の無人宇宙機にない大きな特徴として、非与圧の貨物を搭載できること、また、大型の与圧ハッチを通して、大型の実験ラックを分解せずに運ぶことがある(表-1参照)。これらの機能はスペースシャトルの引退以降はHTVのみが保有する機能となり、一層重要度が増すことになる。



図-2 宇宙ステーション補給機比較(左からHTV、ATV、プログレスM1)

表-1 各国の宇宙ステーション補給機

	HTV	ATV	プログレス M1	シャトルオービタ (参考)
運用国	日本	ヨーロッパ	ロシア	米国
打ち上げロケット	H-IIB	アリアン 5-ES	ソユーズ U	スペースシャトル
初号機打ち上げ	2009年(予定)	2008年2月 (準備中)	1989年8月 (プログレス M)	1981年4月
打上げ時重量	16.5トン	20.7トン	7.27トン	85トン
全長	10.0m	10.3m	7.23m	37m
輸送能力(合計)	6.0トン	7.67トン	2.75トン	約 20トン
与圧貨物輸送	4.5トン (最大 6トン) 水:最大 600kg	最大 5.5トン 水:最大 840kg	最大 2.75トン 水:最大 300kg	最大 10トン (MPLM 使用時)
与圧室体積	約 50 m ³ (8 ラック相当)	約 50 m ³	6.6 m ³	ISPR16 ラック相当 (MPLM 使用時)
与圧ハッチ寸法	1.3m×1.3m	φ 0.8m	φ 0.8m	1.3m×1.3m
曝露貨物輸送	可能:標準 1.5トン	なし	なし	可能
推進薬輸送	なし	最大:4,700kg	最大:1,700kg	なし
その他		軌道増速機能有り	軌道増速機能有り	

2.1 HTVの概略構成

HTV は機能毎に独立したモジュールによって構成されている。本来は、多様な輸送要求に効率良く合致できるように、貨物搭載部の形態を変えた3種類の機体形式が計画されていたためであったが、結果的に設計・製造に柔軟性を与え、製造会社毎に効率的な製造に当たることが可能になった。

図-3 に HTV の機体構成を示す。HTV は機体前方から、輸送する物資を搭載する「キャリア部」と、機体の制御を行う「電気モジュール」、「推進モジュール」から成り、キャリア部は搭載する物資の種別によって、宇宙ステーションの船内で使用する物資を運ぶための「与圧キャリア」および船外で使用する物資を運ぶための「非与圧キャリア」の2区画によって構成されている。

与圧キャリア内は、打上げから宇宙ステーションに接続されるまで、地上と同じ1気圧に保たれており、宇宙ステーションとの接続中は、宇宙ステーション乗員によって物資の搬出、不用品の搬入が行われる。非与圧キャリアには「曝露パレット」と呼ばれる貨物トレーが搭載されており、船外で使用する実験装置などは、この曝露パレットに搭載された状態で宇宙ステーションのロボットアームによって取り出され、所定の場所に設置される。

電気モジュールは HTV の航法・誘導のみならず、複雑な自己故障検知機能を有しており、想定されるさまざまな状態に応じて HTV を適切にコントロールする、いわば HTV の神経と頭脳を集めたモジュールである。残る推進モジュールは、従来の衛星にはない大きな推力を持つ動力源であり、合計 32 基のエンジンを使って、ロケット分離後に軌道を変えたり、電気モジュールからの指令によって方向を自由に調整して宇宙ステーションと会合飛行を行う。

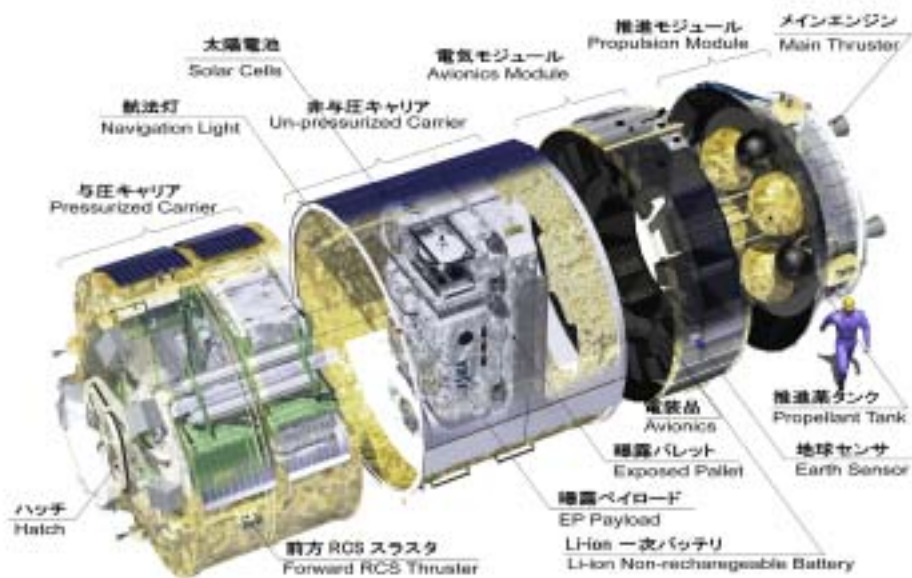


図-3 HTV 機体構成

2.2 HTVの飛行運用

図-4 に HTV の飛行にかかわる HTV 運用総合システムを示す。HTV は通常の人工衛星と異なり、非常に複雑な運用システムを持っている。これは、HTV 自体が GPS 衛星などの外部からの情報を必要とする複雑な航法手法を持っていること、また、国際宇宙ステーション近傍では宇宙ステーション側の管制システムの指揮下に入って、飛行の安全を確保しているためである。

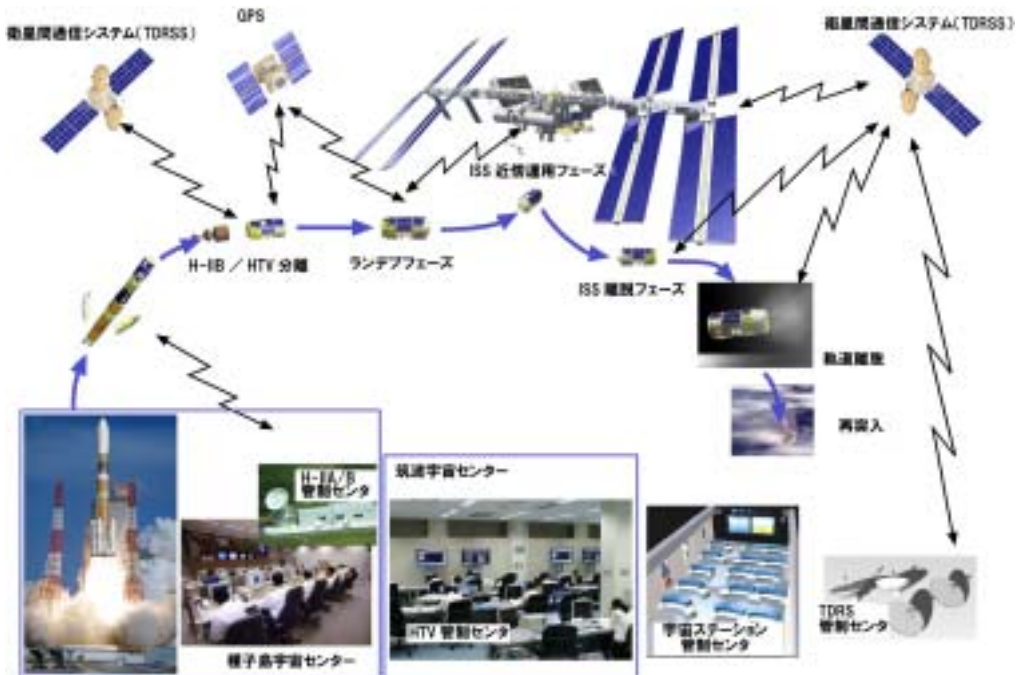


図-4 HTV 運用系統

(1) 打上げ

HTVはこれまでの衛星とは比較にならないほど重く、打上げには新しく開発されるH-IIBロケットが用いられる(表-2、図-5 参照)。H-IIBロケットは従来のH-IIAロケットの2倍近くの低軌道打上げ能力を持ち、16.5トンのHTVを最低高度:200km、最高高度:300kmの楕円軌道に投入する。

図-6にH-IIBロケットの構成を示す。H-IIBロケットはH-IIAロケットよりも直径の太い1段目を持っており、底部にLE-7Aエンジンを2基装備し、加えて4基の補助ロケットブースタを装備することによって、H-IIAロケット標準型の2倍の推力を持っている。

H-IIBロケットの開発では、極力H-IIAロケットで実績のあるシステムを踏襲し、新規開発のリスクを極力低減しながらも、短時間でHTVの打上げに必要な能力を有するロケットを実現する設計としており、我が国最大の打ち上げ能力を活かして、月面への物資輸送などの将来ミッションにも活躍することが期待される。

表-2 H-IIA(標準型)とH-IIBの比較

	H-IIA(標準型)	H-IIB
全長	53m	57m
コア機体直径	4.0m	5.2m
打上げ時重量	289トン	550トン
1段エンジン	LE-7A × 1基	LE-7A × 2基
2段エンジン	LE-5B × 1基	同左
補助ロケットブースタ	SRB-A × 2基	SRB-A × 4基
打ち上げ能力	約3.8トン(GTO) 約10トン(低軌道)	約8トン(GTO) 約16.5トン(200km×300km)



図-5 HTV 打上げ(イメージ)

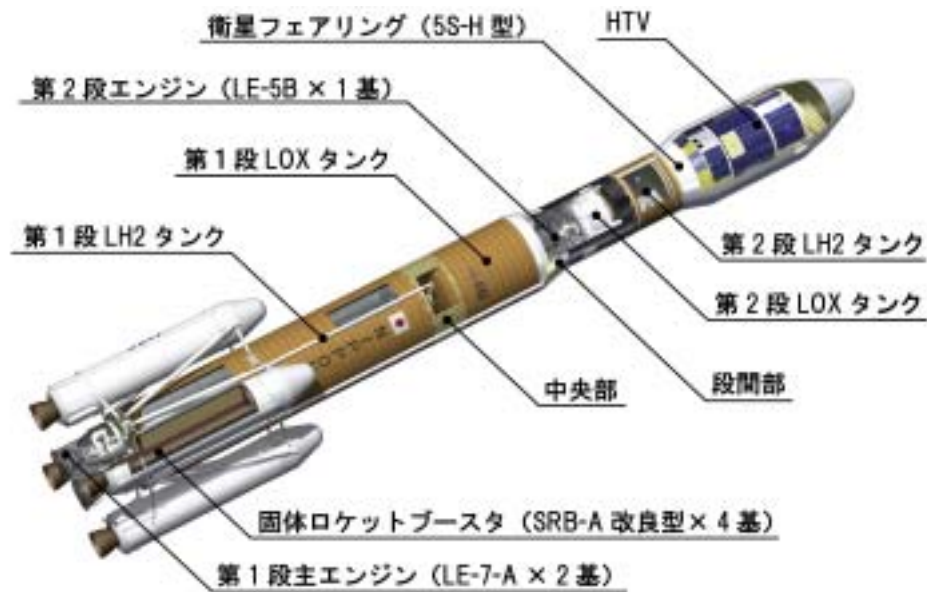


図-6 H-IIIB ロケット構成

(2) 宇宙ステーションへの飛行

HTV は H-IIIB ロケットによって 200km×300km の楕円軌道に投入された後、自身のエンジンによって高度を調整する。最初に投入された高度は目標となる宇宙ステーションの高度(約 450km)と比較してかなり低いですが、これは、宇宙ステーションとの位相差を調整するために、高度差が必要なためである。高度差が大きいほど接近速度が速くなるため、宇宙ステーションが遠くにある場合には低高度に居る期間を長くする。最終的には、宇宙ステーションと位相が合った所で、メインエンジンによって高度を上げて軌道を一致させる。

HTV 内部には GPS 受信機が搭載されており、HTV コントロールセンター (HTV Control Center: HTVCC) から送られてくる宇宙ステーションの座標を元に、内部で GPS 絶対航法によって飛行経路を計算し、必要な増速を行う。その間、地上では HTV の挙動を監視し、正しく飛行を実施していることを確認する。

HTV と地上との通信には、データ中継衛星 (Tracking and Data Relay Satellite: TDRS) を使用するが、宇宙ステーションの近傍領域に入った後は、宇宙ステーションとの直接通信も行い、必要に応じて宇宙ステーションの乗員からの指令を実行することも可能である。

(3) 宇宙ステーション近傍での運用

宇宙ステーションの近傍では、HTV と宇宙ステーションの双方の運用を統括的に監視するため、宇宙ステーションコントロールセンター (Space Station Control Center - Houston: SSCC-H) が全体の運用権限を持つ。

近傍では更に高い航法精度が必要とされるため、HTV は、宇宙ステーションから送られてく

る GPS のリアルタイムデータと、自身の GPS 受信機から得られるデータの両方を使用して、GPS 相対航法を実施し、宇宙ステーションの下方 500m 地点 (R-bar Insertion Point: RI 点) に接近する。RI 点では、レーザ光を利用したランデブセンサ (Rendezvous Sensor: RVS) に切り替え、誤差数 cm～数 10cm の精度で宇宙ステーションへの接近を続ける。

HTV の接近飛行は基本的に自動であるが、安全の為に、接近途中の数箇所に保持点が設けられており、この点で一旦停止し、地上からの指令がない限り接近を続けることはできない。また、地上の運用者と同じく、宇宙ステーションの乗員も HTV を監視することができ、必要な時には HTV を停止させる (Hold)、一旦後退させる (Retreat)、安全に離脱させる (Abort) 等の指令を出すこともできる。

HTV は最終的に、宇宙ステーションの約 10m 下方にある捕獲ポイント (Capturing Point) に到着し、相対的な位置が変わらないように保持する。宇宙ステーションの乗員は捕獲ポイントで浮遊している HTV に向けてロボットアームを操作し、HTV を捕獲し、宇宙ステーションの所定のハッチへ結合する (図-7 参照)。その間、HTV は自身の推進システムを完全に停止させ、ロボットアームの操作に支障を来たさない様にしている。



図-7 宇宙ステーションに接続された HTV

(4) 宇宙ステーションへの結合中の運用

宇宙ステーションへ結合されている期間は、「きぼう」などの他のモジュールと同様に、宇宙ステーションから送られてくる電力によって機体の管理を行っている。HTV の与圧キャリアは船内活動に必要な温度・空調・照度に保たれており、宇宙ステーション乗員が乗り込んで、大型実験ラックの交換、衣類・食料等を入れたバッグの取り外しなどの運送作業を実施する。

一方、HTV の非与圧キャリアに搭載されている曝露パレットは、宇宙ステーションのロボット

アームを使用して開口部から引き出される(図-8 参照)。非与圧キャリアには引き出しを容易とするために、2本のレールシステムが設置されており、曝露パレットは側面に付いたローラによって案内される。引き出された曝露パレット上の貨物は、「きぼう」のロボットアームなどによって交換作業が行われる。

尚、曝露パレットは搭載している貨物によって数種類のタイプがあり、それにより、引き出された後の処理は異なるが、いずれのタイプも引き出し・交換作業が行われた後は、再度 HTV の非与圧区画に戻され、レールシステムに沿って挿入・結合機構によって固定される。



図-8 ロボットアームによって引き出される曝露パレット

(5) 宇宙ステーションからの離脱／大気圏再突入

最大 30 日間の宇宙ステーションでの運用が完了した後、HTV は廃棄品を搭載した状態で宇宙ステーションから分離する。分離には結合時と同じく宇宙ステーションのロボットアームが使用され、HTV を所定の位置に持ってきた後に先端から分離し、以降は HTV 自身の推進システムが再起動されて宇宙ステーション近傍の空間から離脱していく。

宇宙ステーションから十分に離れたことが確認できれば、大気圏への再突入廃棄を行う。HTV は計画された海域の大気圏に突入するために、搭載されているメインエンジンを 3 回燃焼させて軌道を離脱する。軌道離脱後は燃焼投棄を促進するために、タンブリング(回転)を起こすように姿勢が制御され、南太平洋上に再突入し、廃棄される。

2.3 HTV の補給能力

HTV の機体の前方 2/3 は補給キャリアとなっている。図-9 に補給キャリアの透視図を示す。

補給キャリアは前方から与圧キャリア、非与圧キャリアとなっている。非与圧キャリアの中には曝

露パレットが搭載され、その上に船外貨物 (EF Payload) が搭載されている。

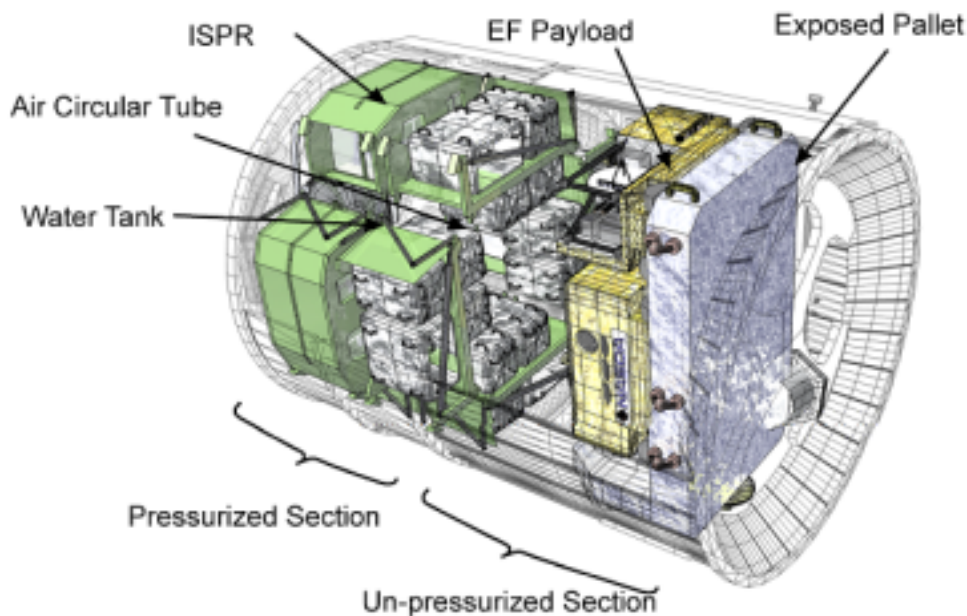


図-9 HTV キャリアシステム

2.3.1 与圧キャリアの機能

与圧キャリアは直径 4.2m、長さ 4m (内、シリンダ部 2.3m) の筒状の構造をしている。内部には宇宙ステーションの標準ラック (International Standard Payload Rack: ISPR) を最大で 8 個搭載できる空間があり、かつ、宇宙ステーションとのドッキング部の寸法が大きいため、搭載している大型の実験ラックなどを、分解せず、直接宇宙ステーションに運び込むことが可能である。この能力は、スペースシャトルを除けば、宇宙ステーションの共通結合システムを有している HTV のみ可能であり、ロシア側のドッキングシステムを使用する ATV、プログレスでは、ハッチ寸法が小さいため、ラックごとの移送は不可能である。

与圧キャリア内に搭載する貨物は、図-10 のような大型の実験ラック、実験試材の他にも、図-11 に示すような衣類、食料、飲料水などの宇宙ステーション乗員の生活をサポートする物資や、宇宙ステーションの補修部品などがある。HTV の与圧キャリアの構造に直接結合される実験ラック以外の物資については、図-12 に示す HTV 専用の補給ラック (HTV Re-supply Rack: HRR) に縛り付けられたソフトバッグを使用し、補給時にはバッグごとラックから外して移送する。これらの作業を支援するため、与圧キャリア内部には乗員の活動をサポートするための、空調、温度制御、照明、火災検知機能などが搭載されており、「きぼう」などの他の宇宙ステーションモジュールと比して、有人対応面で遜色ない装備を持っている。



図-10 船内実験ラックと実験試材パックのイメージ



図-11 食料、飲料水などの例

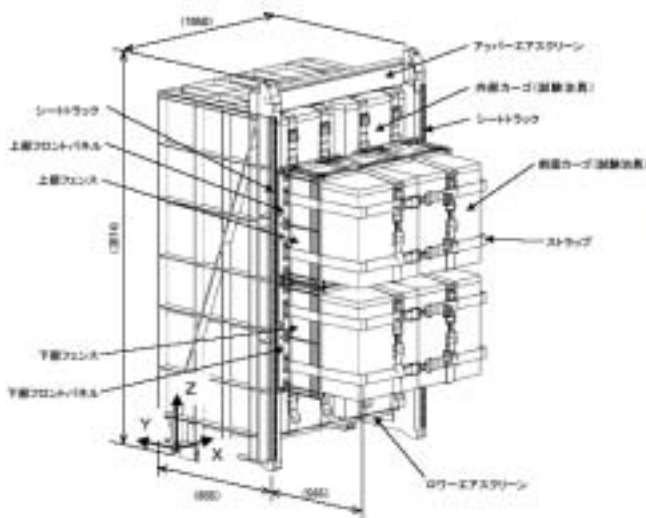


図-12 HTV 補給ラック

2.3.2 非与圧キャリアの機能

非与圧キャリアには曝露カーゴを搭載した曝露パレットを収納し、打上げ時の荷重によっても分離しないように、拘束／分離機構、ハーネス分離機構、ガイドレール&ホイールなどの各種機構部品が搭載されている。

2.3.3 曝露パレット

曝露パレットは最大 1,500kg までの船外貨物を搭載するためのパレットであり、運搬する貨物形状に応じて複数の形式が計画されている。

a. 曝露パレット I 型

「きぼう」の船外実験プラットフォームに結合して船外貨物を移送する形式である。標準型である Ia 型以外にも搭載する貨物の詳細に応じて 2 形式が計画されている。基本の運用としては、宇宙ステーションのロボットアームによって HTV の非与圧キャリアから引き出された後、「きぼう」のロボットアームにハンドオーバーされ、船外実験プラットフォームに結合される(図-13 参照)。結合後は「きぼう」のロボットアームによって船外貨物を移動させ、代わりに廃棄貨物を搭載した後、HTV の非与圧キャリアに戻される。

標準型である曝露パレット Ia 型には「きぼう」の標準曝露実験装置が 3 個搭載でき、廃棄時には 2 個を搭載することができる。

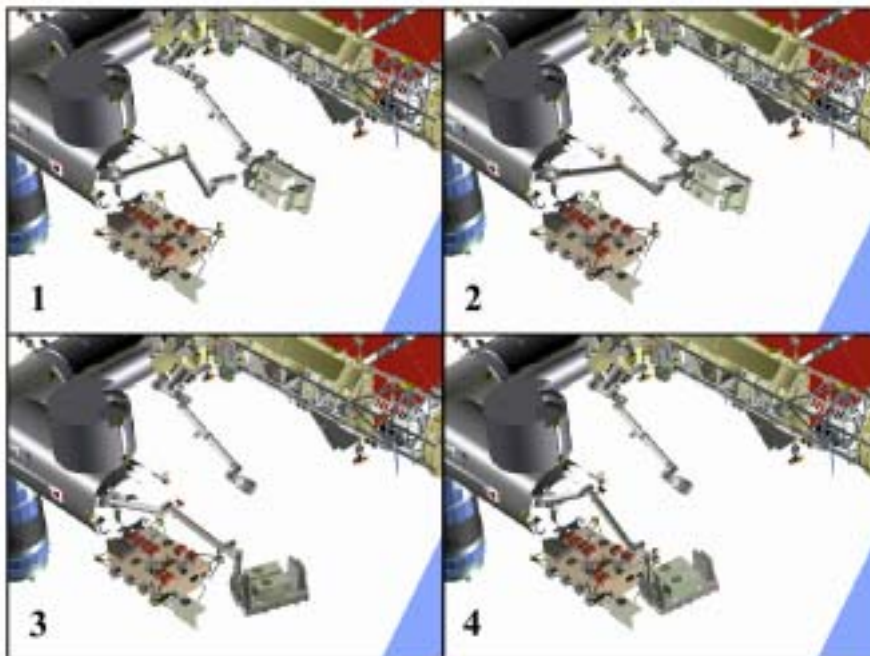


図-13 「きぼう」船外実験プラットフォームと曝露パレット Ia 型の運用

b. 曝露パレット III 型

曝露パレット III 型は、宇宙ステーションの共通タイプの船外機器の運搬を行う形式である。現在、もっとも利用率が高いと考えられているのは、宇宙ステーションの太陽電池システムで使用している 2 次電池であり、IIIc 型では 6 個搭載することができる(図-14 参照)。また、それ以外にも標準型の ORU (Orbital Replaceable Unit) に対応できる形式も検討されている。

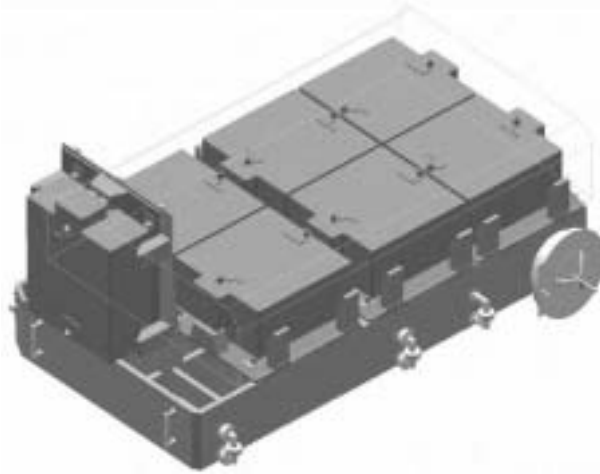


図-14 曝露パレット IIIc 型

3. 開発試験

HTV の開発は 1997 年から開始され、10 年に渡る開発を行ってきたが、現在は最終段階にあり、HTV 初号機である技術実証機 (PFM: Proto-Flight-Model) の製造がほぼ完了しつつある状態である。図-15 に開発スケジュールを示す。

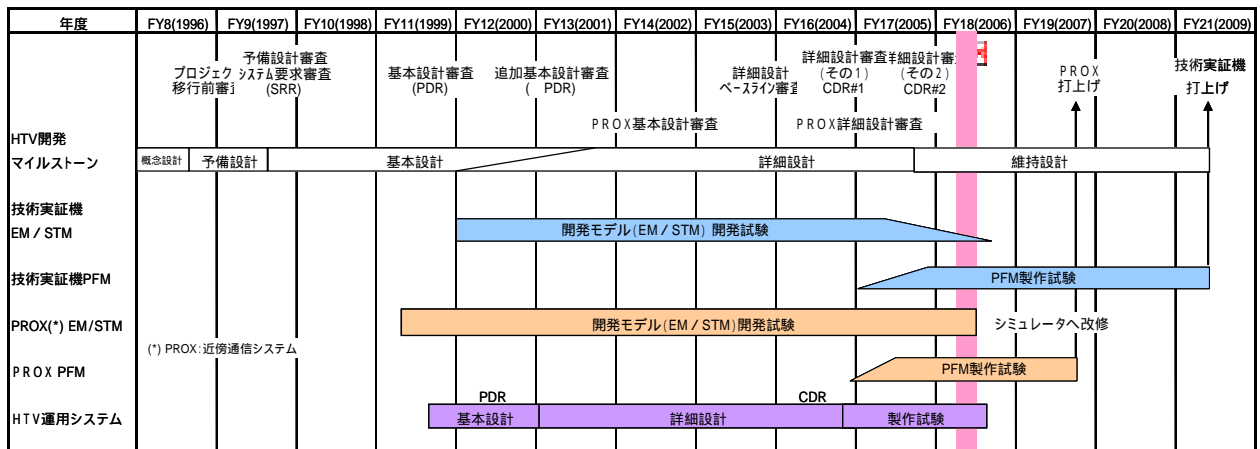


図-15 HTV 開発スケジュール

3.1 システム構造/熱設計

a. 構造試験

各モジュールの熱構造モデル(STM)を製造し、2005年夏に強度試験・モーダルサーベイを実施した。与圧キャリアについては、三菱重工業(名古屋)にて実施し、推進・電気モジュール及び非与圧キャリアについては三菱重工業(長崎)にて実施し、完了している。図-16 にそれぞれの試験状況を示す。



(左:与圧キャリア、右:推進・電気モジュール/非与圧キャリア)

図-16 STMによる構造試験

b. 環境試験(熱平衡・音響)

熱平衡試験は、STMを使用して筑波宇宙センター総合環境試験棟(SITE)にて2007年1月から4月にかけて実施した。試験設備制約の観点から、推進・電気モジュールと、非与圧キャリア(曝露パレットについては搭載有無両ケースで試験を実施)はそれぞれ別々に試験を実施した。図-17に試験状況を示す。音響・分離衝撃試験については、熱平衡試験後に実施し、H-IIBフェアリングの打上げ時の内部音響や分離時の衝撃に対する検証を行った。



(左:非与圧部、右:推進・電気モジュール)

図-17 熱平衡試験状況

3.2 推進系

推進系は燃焼試験モデル(Firing Test Model: FTM)を用いて、2004年8月にIHI(相生)の燃焼試験場にてシステム燃焼試験を実施した。HTVの推進系は、2液大推力のメインエンジン(推力500N×4基)及びRCSスラスタ(推力120N×28基)を有しており、RCS、メイン共に調圧/ブローダウン運用や高デューティ下での使用という特徴を有している。これらの特徴に起因して、高デューティ時メイン・RCSスラスタの作動不安定や、遮断弁開時(プライミング)の推薬ウォーターハンマ現象、残推進薬推定方法の確立等の多くの技術課題を有していたため、推進系ではスラスタ単体での追加認定試験を行うとともに、FTMによるシステム燃焼試験を実施し、安全要求やETS-VIIでの経験を踏まえ、フライト中に遭遇する厳しい条件を模擬した燃焼パターンにおける圧力や温度特性のデータを取得するとともに、運用性の確認を行った。図-18に試験の供試体の状況を示す。



図-18 推進系システム燃焼試験

3.3 電子・電気機器

HTVは、安全性の観点から、2故障時にも、宇宙ステーションの乗員の安全にかかわるような事態に陥らないことが、すべての機器に対して要求されており、すべての系統が冗長系を有する設計となっており、非常に複雑なシステムとなっている。

特に電気モジュールは、すべての系統を制御するとともに、自動的に故障を検知して分離し、回復する機能を有していることから、非常に多くの検証試験を実施する必要があり、電力系試作モデル(Engineering Model: EM)、及びデータ処理系による技術試験、通信系EMによるアンテナパターン試験、電気モジュール全体システムEMによる電力基幹バスシステム統合試験、モジュール間にまたがるEM電氣的IF試験や環境試験を、三菱電機(鎌倉)にて実施した。図-19に全体システム試験で使用されたモデルを示す。

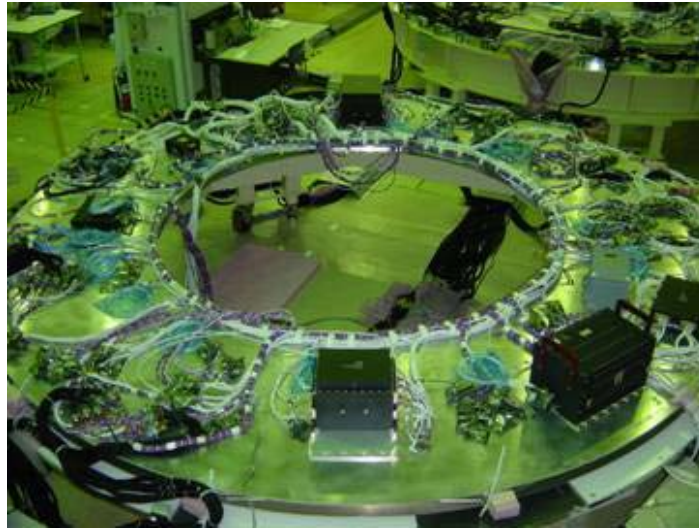


図-19 電気モジュール・システム試験供試体

a. 航法誘導制御系

航法誘導制御系 (Guidance Navigation & Control System: GNC) は、HTV が自動接近飛行を行うにあたり、最も重要な系統の一つであり、試作モデルを用いて、筑波宇宙センターのランデブ・ドッキングシステム開発試験設備 (Rendezvous & Docking Operation Test System: RDOTS) にて各種技術試験を実施してきた。RDOTS は、技術試験衛星 VII 型「きく7号」の地上試験設備として開発され、その後の改修を経て、ドッキングする2つの宇宙機の搭載機器を RDOTS に取り付け、両宇宙機の相対運動をリアルタイムで模擬できる設備である。試作モデル試験にて、ランデブセンサー (Rendezvous Sensor: RVS) の試験を実施しており、図-20 は、RVS が宇宙ステーションに取り付けられる反射ターゲットの位置・距離を検出する試験の様子を示している。



図-20 航法誘導制御系試験

3.4 サブキャリア

与圧キャリアに搭載される HTV 補給ラック(HRR)及び非与圧キャリアに搭載される曝露パレットの開発を実施している。現在では開発試験を終了し、初号機向けの製造を進めている。図-21 は開発試験時のモデルである。



図-21 サブキャリア試験モデル(左:HTV 補給ラック 右:曝露パレット)

3.5 システム内部・外部インターフェース検証

HTV 内部のインターフェース検証としては、宇宙ステーション側に設けられる HTV 専用の通信システムと、HTV 側の電気モジュールの適合性試験や、筑波宇宙センターに設置される HTV 運用設備との適合性試験を実施している。

また外部インターフェース検証としては、HTV の通信・データ処理系や電力系と宇宙ステーション側との連携試験や、データ中継衛星通信システムとの適合性試験、地上系を含めた総合試験に加え、宇宙ステーション乗員とのヒューマンインタフェースの観点で船外活動の水槽での模擬試験(図-22 参照)やロボットアームの運用時のジョイント解析等を実施している。

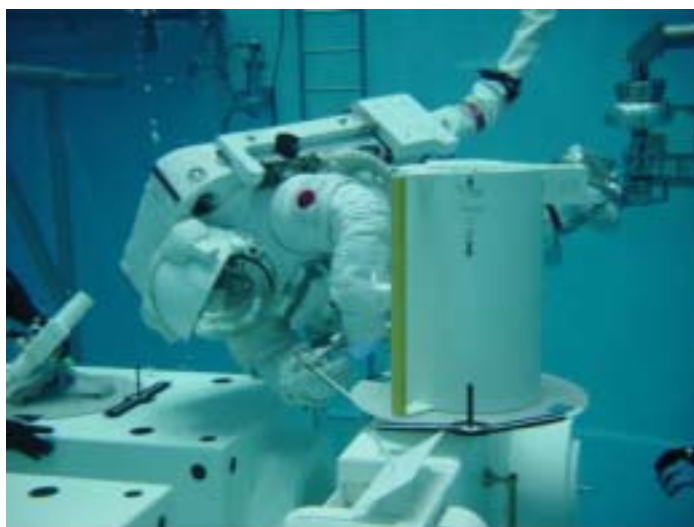


図-22 船外活動の水槽内での無重力模擬試験

4. HTV の発展構想

HTV はこれまでの JAXA のロケット、衛星と異なり、HTV は ISS で求められている有人対応の安全技術や、ランデブ飛行を大前提とした宇宙機である。また、機体規模としてもこれまでの衛星とは比較にならないほど大型の宇宙機でもあり、それらの特徴は最終的には有人宇宙船技術に繋がるものであるため、JAXA 長期ビジョンの中では将来に向けて最も重要な機体の1つとなっている。

最後にそれらの HTV の特色を生かした発展計画案について説明する。

4.1 回収カプセル搭載

2010 年のシャトル退役に大きな影響を受けるのは、実験試料等の回収を必要とする実験装置のユーザである。現時点では、シャトルの運用終了後については、ソユーズの帰還カプセルの中で乗員と一緒に帰還する以外に方法がなく、ISS からの物資の回収能力は格段に低下してしまう。軌道上での実験結果を持ち帰りたい要望は確実にあるため、HTV と同様の運用形態を取るヨーロッパの ATV でも、回収機能の付加の検討がなされている。

回収機能として最も簡単なアイデアとして、HTV の機体を変更せずに、前方のハッチ部分に小型のカプセルを装備し、軌道離脱後に射出することが検討されている。図-23 に本案を示す。本案について、JAXA では総合研究本部を中心に実現性について検討がなされており、カプセル自体の成立性、回収運用の実現性などについて現有技術にて早期に実現可能であるとの結論を得ている。HTV 機体としても改修規模はカプセル射出のための特殊なハッチの開発程度であり、HTV の発展型としてはもっとも早期に実現されるものと期待される。



図-23 小型カプセル搭載による実験試料回収

4.2 キャリア形態の変更

発展型として、搭載する貨物の割合に合わせたキャリア形態の変更、(あるいはバリエーション化)が挙げられる。HTV は機体の制御を行う電気モジュール、推進モジュールは機体後部集中装備されており、機体後方の主要機能の設計はそのまま、前方のキャリア部分を交換することにより、より柔軟に貨物輸送の種別に合わせるができる。また、更なる発展型として、与圧キャリア自

体を回収カプセルとして試材を回収することも考えられている。図-24 に例を示す。

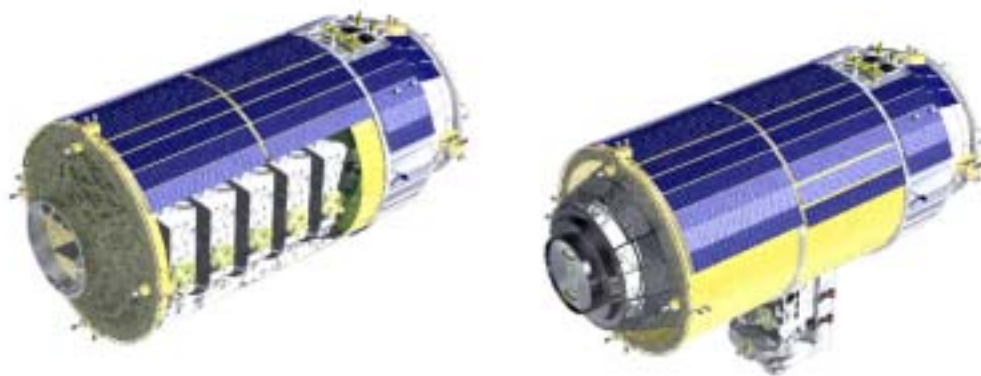


図-24 キャリア変更案(左:非与圧キャリア専用型、右:与圧カプセル搭載型)

4.3 軌道上実験プラットフォーム

HTV の飛行能力と、軌道上での待機能力及び有人安全設計、乗員支援機能を有効活用する方法として、軌道上での実験プラットフォームが考えられる。図-25 に想像図を示す。本案により、ISS 内部では安全上出来ないような実験や、高品位の無振動条件などの要求に対して有効な解となると期待される。加えて、将来的には空気清浄機能等の乗員支援設備の追加があれば、短期の有人滞在も可能となる。



図-25 軌道上実験プラットフォーム

4.4 多目的軌道間輸送機

HTV のモジュール設計を生かし、推進系・誘導制御等のアビオニクスを集中搭載している本体部をキャリアから完全に別体化する案である。図-26 に想像図を示す。

長期軌道上滞在、キャリアの別体化などによって、太陽電池パドルの装備、推進薬タンクの拡張などが必要となるが、軌道上活動の活性化に大きく貢献できるものと期待される。



図-26 多目的軌道間輸送機と運用形態

4.5 有人宇宙船

有人対応の安全技術、ランデブ技術、大きな重量／空間キャパシティといった HTV の技術の先には、最終的に有人宇宙船がある。図-27 に HTV の設計を発展させた形態での有人宇宙船の案を示す。もちろん有人飛行に必要な技術としては、緊急離脱機能、安全な再突入制御、確実な回収機能など、越えなければならないハードルは数多いが、最初の HTV が ISS へ安全に飛行し、ミッションを完了できれば、一歩有人輸送機の開発に向けて前進することになることは間違いない。

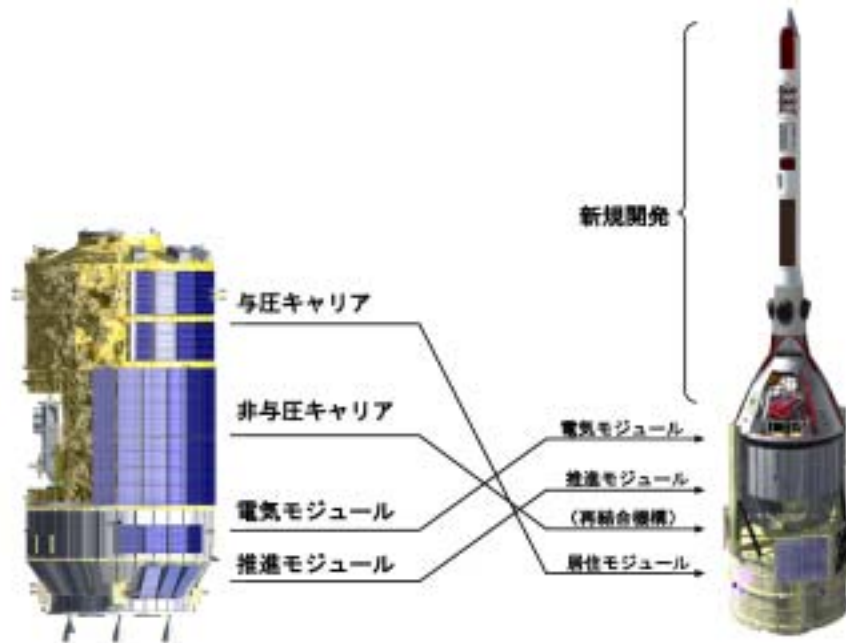


図-27 HTV から有人輸送機への発展

参考文献

- [1] HTV の開発状況、第 50 回宇宙科学技術連合講演会
- [2] H-IIB ロケットの開発状況、第 50 回宇宙科学技術連合講演会
- [3] 曝露パレットの開発－開発の現状と発展性、第 50 回宇宙科学技術連合講演会
- [4] HTV 運用手順の整備(その特殊性と課題)、第 51 回宇宙科学技術連合講演会
- [5] HTV の有人宇宙船化の検討、第 51 回宇宙科学技術連合講演会
- [6] JAXA Science Opportunities on ISS and Launch Site Operation – HTV Launch Operations at TNSC、KSC Payload Safety Conference, 2004