

HTV-1 ミッションプレスキット



2009 年 9 月 9 日 A 改訂
2009 年 8 月 24 日 初版
宇宙航空研究開発機構

改訂履歴

訂符	日付	改訂ページ	改訂理由
初版	2009.8.24	—	
A	2009.9.9	P.2-2、P.2-3、 P.2-9～P.2-19	飛行スケジュール変更に伴う改訂
		P.2-23	SMILES 目的の冒頭記述の見直し
		P.2-24、P.2-25	船外実験装置の運用に関する記述の見直し

目 次

1. HTV とは	1-1
1.1 HTV の概要	1-1
1.1.1 HTV の目的と意義	1-2
1.1.2 HTV の特長	1-2
1.2 HTV の構成	1-4
1.2.1 補給キャリア与圧部	1-7
1.2.2 補給キャリア非与圧部	1-10
1.2.3 曝露パレット	1-12
1.2.4 電気モジュール	1-15
1.2.4.1 電気モジュールのサブシステム	1-16
1.2.5 推進モジュール	1-17
1.2.6 近傍通信システム (PROX)	1-19
1.2.7 反射器 (レーザレーダリフレクタ)	1-21
1.3 HTV の運用	1-22
1.3.1 打上げ準備	1-23
1.3.2 打上げ	1-27
1.3.3 ランデブ	1-29
1.3.4 ISS への結合 (近傍運用)	1-31
1.3.5 ドッキング期間中の運用	1-34
1.3.6 ISS からの分離 / 大気圏への再突入	1-37
1.4 「きぼう」完成までの流れと今後の HTV 打上げ計画	1-39
2. HTV-1 ミッション	2-1
2.1 概要	2-1
2.2 運用スケジュール	2-3
2.3 搭載品	2-20
2.3.1 補給キャリア与圧部搭載品	2-21
2.3.2 補給キャリア非与圧部搭載品	2-23
3. HTV の運用管制	3-1
3.1 HTV 運用管制	3-1
3.1.1 HTV 運用管制室の役割	3-1
3.1.2 運用概要	3-2
3.2 HTV 運用管制チーム	3-3
付録 1 HTV / ISS 関連略語集	付録 1-1
付録 2 ランデブ概念	付録 2-1

空白ページ

1. HTVとは

1.1 HTVの概要

宇宙ステーション補給機(H-II Transfer Vehicle: HTV)は、国際宇宙ステーション(International Space Station: ISS)に補給物資を運ぶための輸送手段として、日本が開発した有人対応型の無人宇宙船です。

HTVは、日本のH-IIBロケットで種子島宇宙センターから打ち上げられます。食糧や衣類、実験装置、ラックなど最大6トンの補給物資をISSに運搬し、補給を終えた後は、使用済みの実験機器や衣類などの不要品を積み込み、大気圏へと再突入します。ISSに結合している間は、ISSクルーがHTVの与圧部(1.2.1項参照)に入って物資を移送することができます。



1.1.1 HTVの目的と意義

HTVには次の3つの目的があります。

- 1) 国際宇宙ステーション(ISS)計画において日本が担う役割の遂行
 - ・スペースシャトル退役後は、唯一の船内および船外用の大型機器の輸送手段となる。
- 2) 日本の宇宙開発技術の実証
 - ・自律的な軌道間輸送手段の確立。
 - ・年1機の定常的なH-IIBロケットの打上げによる日本のロケット技術の成熟化。
- 3) 有人宇宙システム技術の習得
 - ・有人宇宙システムに要求される安全性・信頼性を確保したシステム技術の獲得。
 - ・将来の宇宙開発の展開、日本独自の有人輸送機開発の実現に不可欠な技術の蓄積。

HTVは、日本のロケット技術、衛星通信技術、そして有人宇宙技術を統合して誕生した、日本の宇宙技術の集大成といえます。

1.1.2 HTVの特長

ISSに補給物資を輸送するための補給機は、HTV以外にも、ロシアのプログレス補給船、欧州宇宙機関(European Space Agency: ESA)の欧州補給機(Automated Transfer Vehicle: ATV)、およびスペースシャトルがあります。HTVの大きな特長として、船内用・船外用のどちらの物資も輸送できるということがあげられます。また、以下のこともHTVの特長としてあげられます。

物資の運搬能力

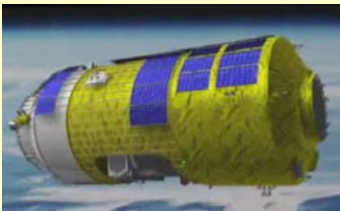
- ・ISSへの物資搬入出用の出入り口が大きく、大型の船内実験装置(ラック)をISS側に運び出すことが可能。
- ・船外実験装置や、ISSの機能維持に不可欠なISS船外の交換機器等を運ぶことが可能。

ISSへの無人ランデブ飛行技術

- ・日本が独自開発したISSへのランデブ飛行技術方式(世界初の技術)。

表1.1.2-1に、ISSへの補給機(HTV、ATV、プログレス、スペースシャトル)の比較を示します。

表1.1.2-1 ISSへの補給機比較

補給機	総重量	ISSへの補給能力	打上げロケット
<u>HTV(日本)</u> 	16.5トン	6トン	H-II Bロケット
<u>ATV(欧州)</u> 	20.5トン	7.5トン	アリアン5ロケット (ES-ATV)
<u>プログレス(ロシア)</u> 	7.2トン	2.5トン	ソユーズロケット
<u>スペースシャトル(米国)</u> 	120トン (オービタ及び貨物)	約14トン	スペースシャトル

1.2 HTVの構成

HTV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。

HTV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。

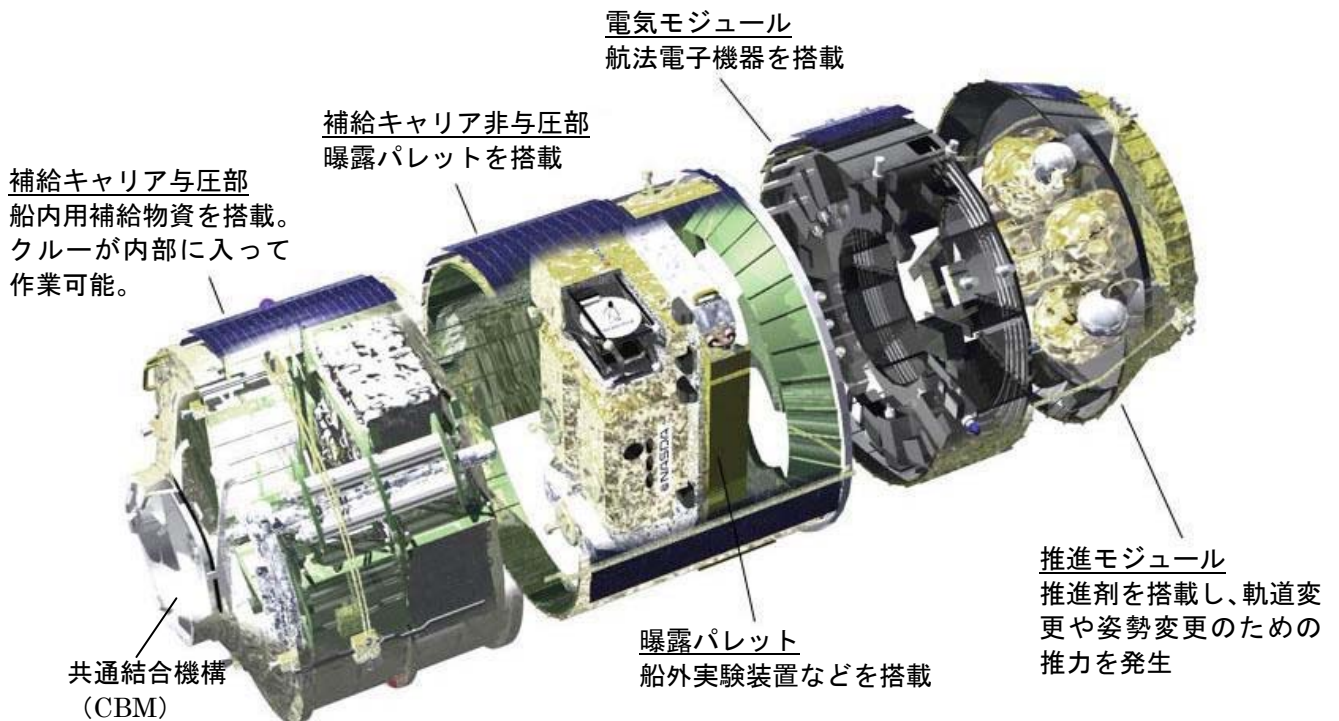


図1.2-1 HTVの全体構成

表1.2-1 HTVの主要諸元

項目	仕様	
全長	約9.8m(メインスラスト含む)	
直径	4.4m	
質量	約10.5トン【11.5トン*】(補給品除く)	
推進剤	燃料	MMH(モノメチルヒドラジン)【最大搭載 918kg*】
	酸化剤	MON3(窒素添加四酸化二窒素)【最大搭載 1514kg*】
補給能力	約6トン【約4.5トン*】	
	<u>与圧部</u> : 船内用物資約4.5トン【3.6トン*】 (主にISSクルーの食料・衣服、飲料水、実験ラック、実験用品など船内で使用する物資等を搭載)	
	<u>非与圧部</u> : 船外用物資約1.5トン【0.9トン*】 (主に船外実験装置や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	単独飛行能力: 約100時間 軌道上待機能力: 1週間以上 ISS滞在可能期間: 30日間以上	

*HTV初号機の搭載量。HTVの初飛行となるHTV-1ミッションでは、単独飛行中に運用検証を行なうため、通常よりも多めの推進剤とバッテリーをHTV初号機に搭載します。したがってその分、補給物資量が少なくなります。

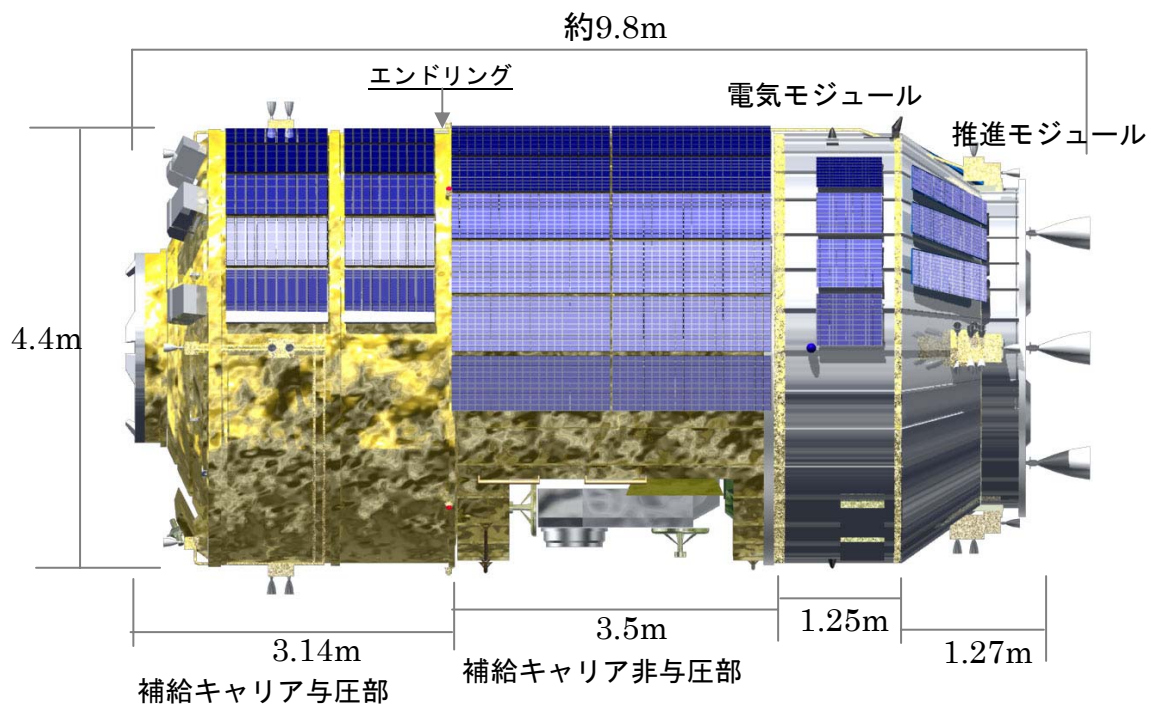


図1.2-2 HTVのサイズ

1.2.1 補給キャリア与圧部

補給キャリア与圧部は、ISS船内用の補給物資(実験ラック、物資輸送用バッグ(CTB)、飲料水、衣料など)を搭載します。内部は1気圧に保たれ、内部温度は単独飛行中、ISS結合中ともに制御されます。またISS結合後はファンを使ってISSとの間で空気を循環させます。

補給キャリア与圧部には、ISSとの結合部となる、共通結合機構(Common Berthing Mechanism: CBM)が設置されています。

ISS結合中は、ISSクルーが結合部のハッチ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要品などを搭載します。

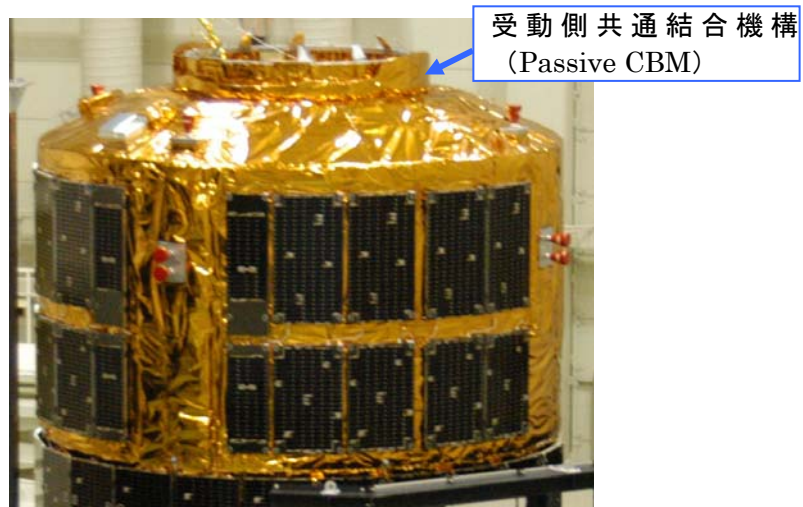


図1.2.1-1 補給キャリア与圧部の外観(HTV初号機)



図1.2.1-2 補給キャリア与圧部の内部(HTV初号機)

1.2.1.1 補給キャリア与圧部の内部

補給キャリア与圧部の内部は、ハッチ側から第1ラックベイ(Bay#1)、第2ラックベイ(Bay#2)と呼ばれています。それぞれの区画には、ラックを4個ずつ搭載することができます(両区画あわせて最大8つのラックスペースがあります)。

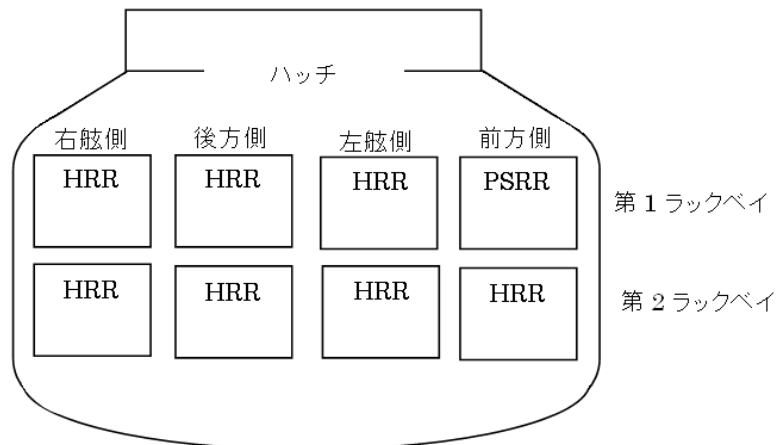


図1.2.1-3 HTV内部のラック位置(HTV-1の例)

HRR (HTV Resupply Rack) : HTV補給ラック

PSRR (Pressurized Stowage Resupply Rack) : 「きぼう」保管ラック

第1ラックベイ (Bay#1)	ハッチ側の第1ラックベイには、ISSの国際標準ペイロードラック(ISPR)または固定型の貨物収納ラック(HRR)を搭載することができます。ISPRは取り外し可能で、HTVがISSに到着した後にISS船内に移送します。HTV初号機に搭載される「きぼう」保管ラック(PSRR)はISPRと同等のインタフェースを有しており、HTVから取り外されてラックごと「きぼう」に移送されます。
第2ラックベイ (Bay#2)	第2ラックベイは固定型の貨物収納ラック(HRR)専用です。HRRはISSに移送しません。 HRRに搭載した物資運搬用バッグ(CTB)をISS船内に移送した後は、ISSで使用済みとなった物品や廃棄物を搭載します。



図1.2.1-4 PSRR(左)とHRR(右)

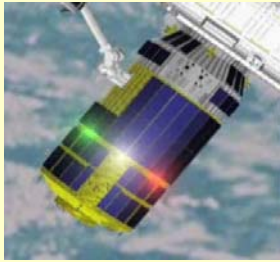


図1.2.1-5 貨物の搭載状況

1.2.1.2 補給キャリア与圧部のサブシステム

HTV補給キャリア与圧部のサブシステムを表1.2.1-1に示します。

表1.2.1-1 補給キャリア与圧部のサブシステム系

電力系	- HTVの電気モジュールから50VDCの電力を受け、補給キャリア与圧部内の機器類に分配します。 - HTVのISS結合中は、ISSから120VDCの電力を受けます。ISSから供給された電力は、電気モジュールおよび補給キャリア与圧部の機器類に分配されます。
熱制御系	- 補給キャリア与圧部の内壁にはヒータが張り巡らされており、内部の熱制御は壁面ヒータを用いて行います。 - ISS結合前には、結露を防ぐために与圧部全体を保温する必要があり、内壁のヒータで内部をISS船内と同等の温度に制御します。
環境制御系	- 与圧部内の圧力は、圧力センサで常に監視されており、圧力過大時には、ベントリリーフバルブを用いて与圧部内の圧力を調節します。 - ISS結合中は、モジュール間通風換気(IMV)を通じて循環ファンユニットでISSとの間で空気を循環します。 - 温度センサで与圧部内の空気温度を監視します。 - 煙探知器で内部を監視し、火災を検知した場合は警告警報を出して循環ファンを停止します。煙探知器はHTV分離時にHTVから取り外してISS内に残します。
クルー支援システム系	- 内部には照明4個が設置されており、ISSクルーは、物資の運び出しや使用済み品の積み込みをする際、手動で照明をつけたり消したりすることが出来ます。照明はISSの日用品として使用できるため、HTVのISS分離前に取り外してISSに残します。 - 停電などで照明が消えたときには、非常用出口表示(蛍光材)がISSクルーに出入り口の方角を知らせます。
航法灯 	- 与圧部外側のエンドリング部に4個の姿勢灯(左舷に赤2個、右舷に緑2個)と2個の捕捉灯(白1個、黄1個)が装備されています。これはHTVの接近／離脱運用の際に、ISSクルーが、ISSからHTVの位置と姿勢を確認するためのものです。 - 捕捉灯はフラッシュ点滅式で、ISSから1,000m以内でHTVを視認するために使われます。姿勢灯はISSから500m以内でHTVのおおよその姿勢を確認するために使われます。

1.2.2 補給キャリア非与圧部

補給キャリア非与圧部は、側面に大きな開口部があり、その中に曝露パレットを搭載します。曝露パレットは、船外実験装置や交換機器などをISSに運搬するためのパレットです。

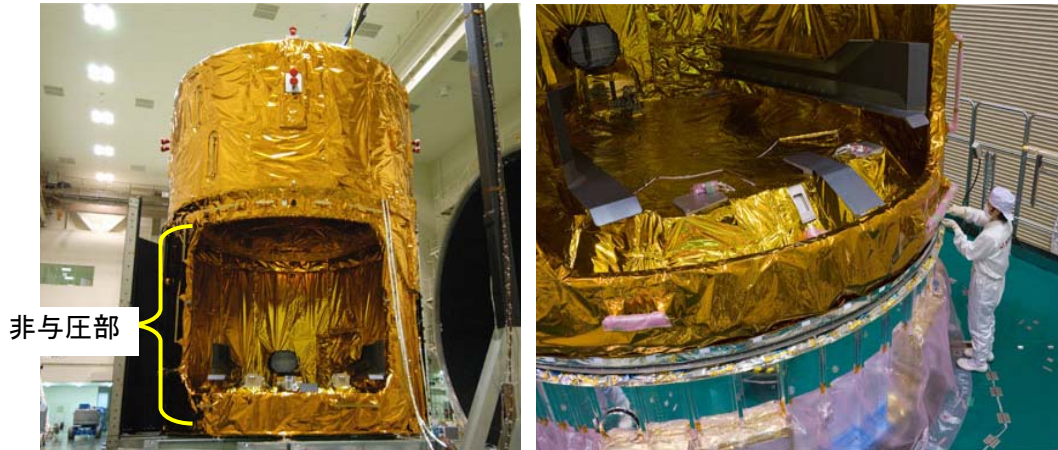


図1.2.2-1 曝露パレットを搭載する前の補給キャリア非与圧部(HTV初号機)

HTVのISS結合後は、曝露パレットに搭載して運んできた船外実験装置等をISS側に移送するために、ISSのロボットアームで曝露パレットを補給キャリア非与圧部から取り出し、一時的にISS側(船外実験プラットフォームやISSのモービル・ベース・システム(Mobile Base System: MBS))に仮置きします。

曝露パレット上の船外実験装置等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1.2.2-2 曝露パレットが搭載される
ところ(HTV初号機)



図1.2.2-3 曝露パレットを搭載
した状態(HTV初号機)

補給キャリア非与圧部の外壁には、HTVがISSに結合する際にISSのロボットアームでHTV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1.2.2-5参照)。

1.2.2.1 補給キャリア非与圧部の機構

- 打上げ拘束分離機構 (Tie-down Separation Mechanism: TSM)

補給キャリア非与圧部内には、打上げ拘束分離機構4個が設置されています。打上げ拘束分離機構は、曝露パレットを取付ける機構です。HTVの打上げ時には曝露パレットを安全に固定します。HTVのISS結合後は、ISSのロボットアームによる曝露パレットの取外し／再取付けの際に使用します。

- 軌道上捕捉機構 (Hold-down Mechanism: HDM)

軌道上捕捉機構は補給キャリア非与圧部にあり、曝露パレットをISSのロボットアームで戻す際に、曝露パレットを引き込み、その位置を保持するための機構です。

- 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ための機構です。

- ガイドレール／ホイール

ISSのロボットアームで曝露パレットを補給キャリア非与圧部に戻す際に、抵抗を最小に、正確な位置に調整するための機構で、非与圧部側にはガイドレールが、曝露パレット側にはホイール(ローラー)が装備されています。

ガイドレールは、非与圧部の開口部内の左舷、右舷、下方側の3箇所に装備されています。ホイールは、曝露パレットの左舷・右舷に9箇所、下方に1箇所装備されています。

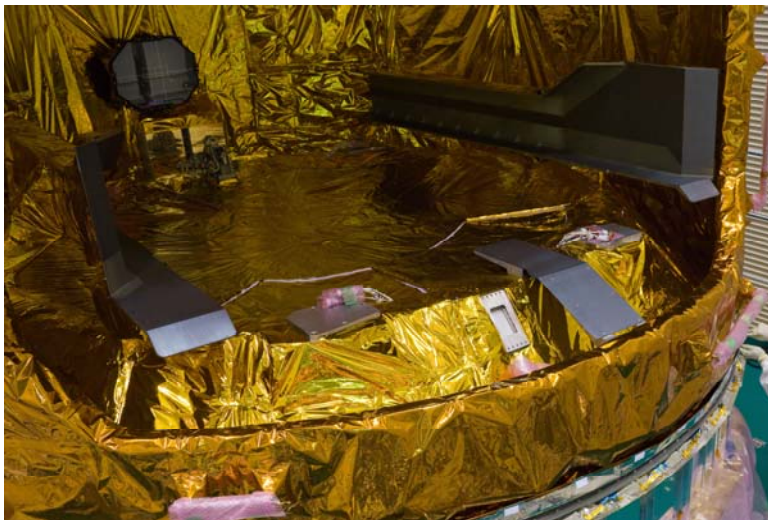


図1.2.2-4 補給キャリア非与圧部内部の拡大図



図1.2.2-5 補給キャリア非与圧部のグラブルフィクスチャ(HTV初号機)

1.2.3 曝露パレット

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、HTV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1,500kgまで搭載可能です。



図1.2.3-1 曝露パレット



図1.2.3-2 補給キャリア非与圧部に搭載された曝露パレット

曝露パレットには以下のタイプがあります。

- 「きぼう」の船外実験装置運搬型

このタイプは、HTVのISS結合後、船外実験プラットフォームに仮置きされます。船外実験装置を2～3個搭載することができます（HTV初号機では、このタイプを使用し、船外実験装置2台を搭載します）。

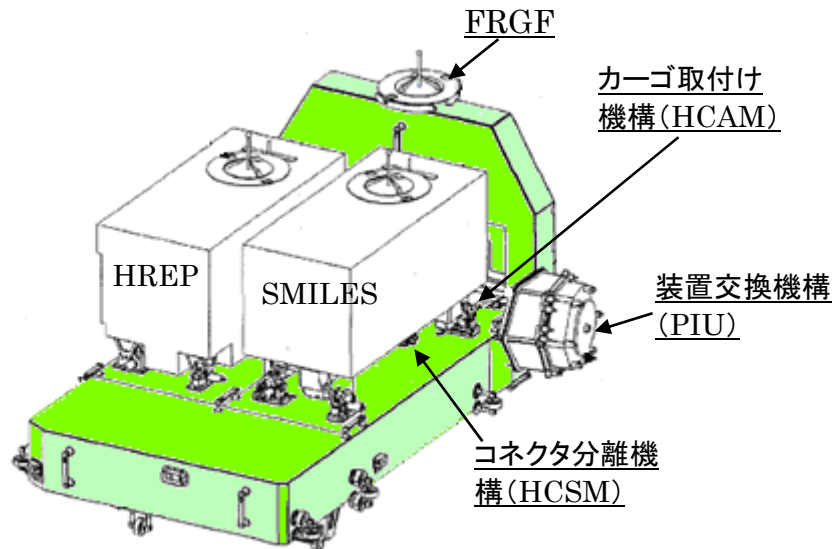


図1.2.3-3 「きぼう」船外実験装置運搬型（注：図はHTV初号機のコンフィギュレーション）

- ISS共通の船外機器（交換用バッテリーなど）運搬型

このタイプは、ISSのモバイル・ベース・システム (Mobile Base System: MBS) に仮置きされます。バッテリーの場合、6個搭載できます。

Battery ORU (6ea)

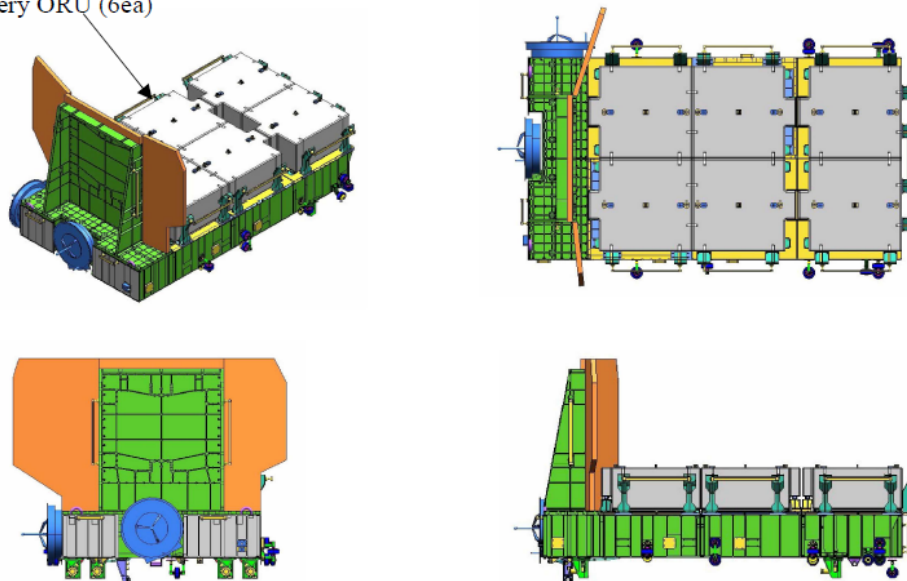


図1.2.3-4 ISS船外交換機器運搬型

1.2.3.1 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(FRGF)、電力・映像グラブルフィクスチャ(PVGF)、視覚装置などが装備されています。これらの機構は、運搬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。

- 装置交換機構(Payload Interface Unit: PIU)

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。

- 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す。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。

打上げから船外実験プラットフォームに取り付けられるまで、船外実験装置や船外用交換機器には曝露パレットを通してヒータ電力が供給されますが、これらを曝露パレットから取り外す際にはヒータ電力を切り離す必要があります。

- 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、ISS側との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。

1.2.3.2 電力インタフェース

曝露パレットは、打上げからHTVのISS結合までの間は、補給キャリア非与圧部を通して50VDCの電力供給を受けます。また曝露パレットは、「きぼう」船外実験プラットフォームに取り付けられている間は、船外実験プラットフォームから120VDCの電力供給を受けます。

なお、船外実験プラットフォームから取り外された後は、曝露パレットへの電力供給はありません。

1.2.4 電気モジュール

電気モジュールは、誘導制御、通信、電力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HTVの航法制御を行います。また、HTV各部への電力供給を行います。

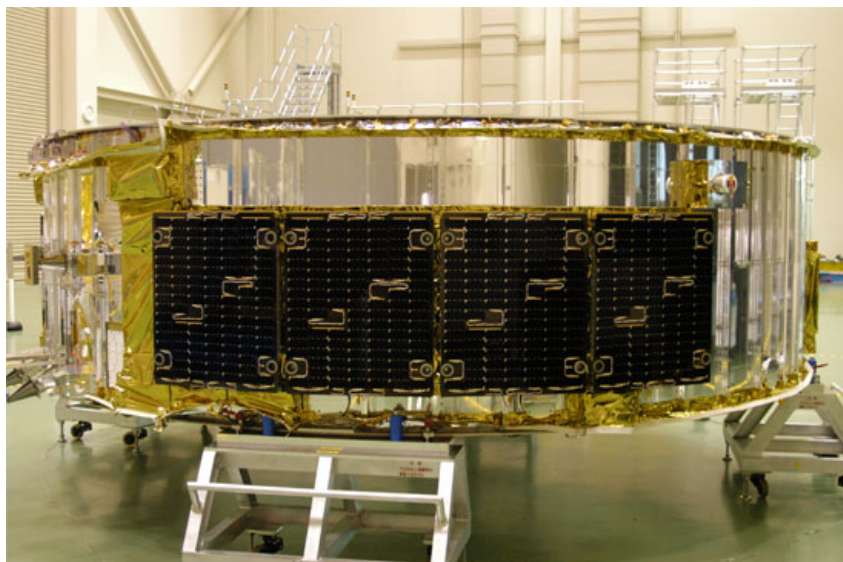


図1.2.4-1 電気モジュール(横からの外観)

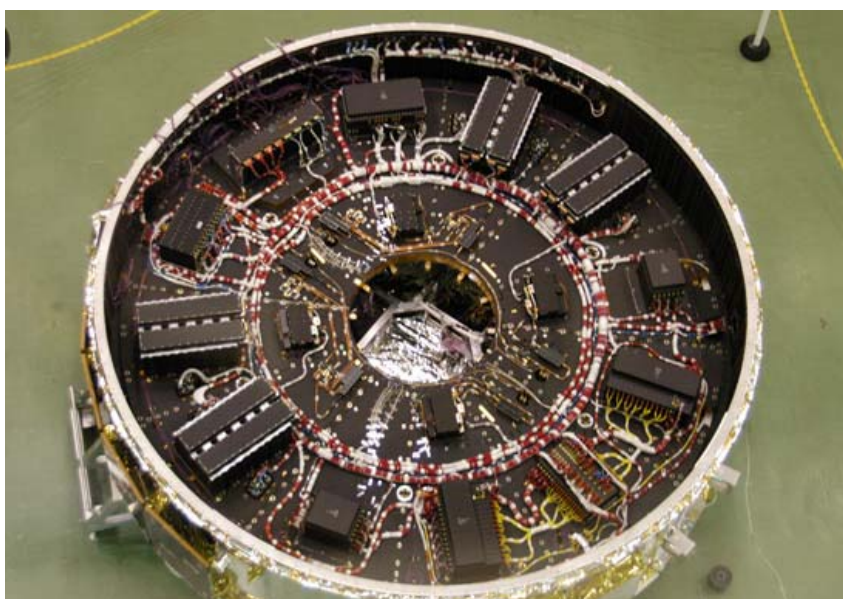


図1.2.4-2 電気モジュール(上からの外観)

電気モジュールは、地上やISSからのコマンドを米国の追跡・データ中継衛星(TDRS)を経由して受信し、HTV各機器類に送ります。またTDRS経由で、HTV内の情報を地上やISSに送信します。

1.2.4.1 電気モジュールのサブシステム

HTV電気モジュールのサブシステムを表1.2.4-1に示します。

表1.2.4-1 電気モジュールのサブシステム系

航法誘導制御系	- HTV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、HTVの単独飛行を実施するためのシステムです。 - 主に、GPSアンテナ、ランデブセンサ、地球センサ、誘導制御コンピュータ、アボート制御ユニットから構成されます。
通信系	HTVの通信系サブシステムは、NASAの追跡データ中継衛星(TDRS)を介して通信を行うための衛星間通信装置(Inter-Orbit Link System: IOS)と、ISS近辺にてISSと通信を行うための近傍通信装置(Proximity Link System: PLS)から構成されます。いずれの通信にもSバンドを使用します。
データ処理系	- データ処理サブシステムは、コマンド受信、テレメトリ送信機能を有しています。 - 電気モジュール・推進モジュールの熱制御、補給キャリア与圧部の環境制御、HTV各所の異常検知・通知等、他サブシステムのデータ処理・制御をサポートします。
電力系	- バッテリーは、11個の1次電池(Primary Battery: P-BAT)と1個の2次電池(Secondary Battery: S-BAT)が搭載されています。 - 日照時に太陽電池パネルで発電した電力を電力制御器(Power Control Unit: PCU)で制御して供給すると共に、余剰電力を2次電池(S-BAT)に蓄電します。 - 単独飛行中の日陰時には、2次電池(S-BAT)に蓄電された電力および1次電池(P-BAT)の電力を各システムに供給します。 - ISS結合中にISSからの電力供給が途絶えた場合には、1次電池(P-BAT)の電力を各システムに供給します。 - HTVのISS結合中は、ISSから供給される電力を、ISSインタフェースDC/DCコンバータで所定の電圧に変換／安定化してHTVの各機器類に供給します。
太陽電池 	- HTVの外壁には、電気モジュールの外壁の8枚を含めて、計57枚の太陽電池パネルが搭載されています。 - 補給キャリア与圧部の外壁: 20枚 - 非与圧部の外壁: 23枚 - 電気モジュールの外壁: 8枚 - 推進モジュールの外壁: 6枚

1.2.5 推進モジュール

推進モジュールは、4基の球形の推進剤タンクに、最大2.4トン、通常2トンの推進剤を搭載します。推進剤は、モノメチルヒドラジン(MMH)と窒素添加四酸化二窒素(MON3)を使用します。

推進剤タンクから、4基のメインスラスタ(2基x2系統)および28基の姿勢制御用スラスタ(14基x2系統)に推進剤が供給され、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。

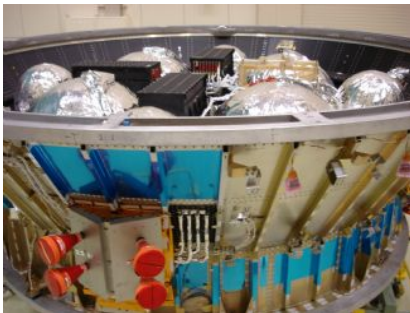


図1.2.5-1 推進モジュール
(多層断熱カバー取付け前)



図1.2.5-2 推進モジュールの推進剤タンク
拡大図

大きな球形タンク4つが推進剤タンクで、小型の球形タンク4つは、加圧用のヘリウムガスタンクです。



図1.2.5-3 推進モジュール(横からの外観)



図1.2.5-4 推進モジュール(メインスラスト)

表1.2.5-1 推進モジュールのシステム(HTVのスラスト)

	仕様	
	メインスラスト	姿勢制御用スラスト
数量	2基 x 2系統(冗長構成) 計4基	14基 x 2系統(冗長構成) 計28基 *
推力/1基	490N	110N

* 全28基のうち、12基は補給キャリア与圧部外壁に設置されています

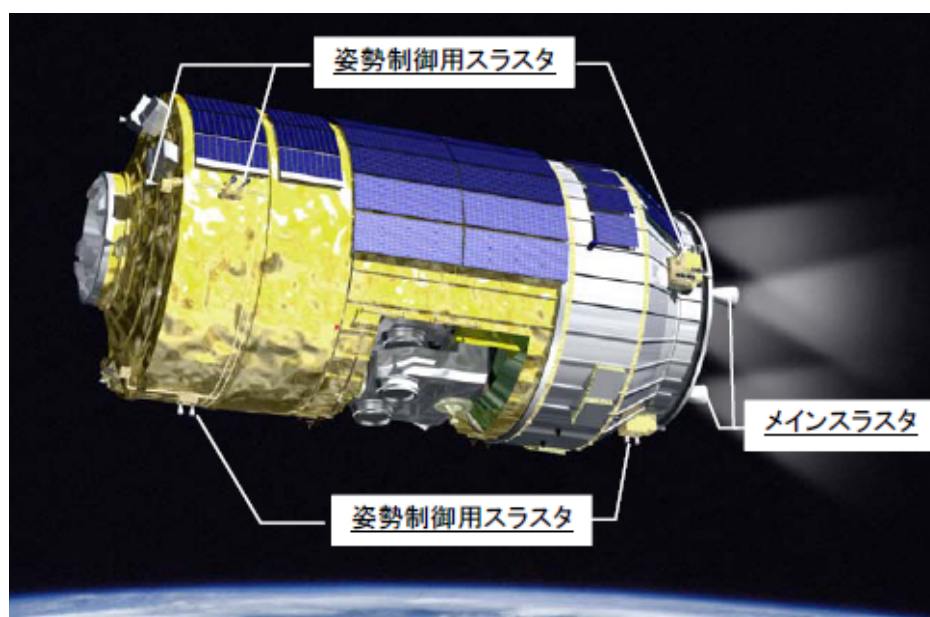


図1.2.5-5 メインスラストと姿勢制御用スラストの位置

1.2.6 近傍通信システム(PROX)

HTV近傍通信システム(Proximity Communication System: PROX)は、HTVがISSと通信するための、HTVに対向する無線通信装置であり、「きぼう」日本実験棟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ます。

通信、データ処理、GPS各機器は、「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。

HCPは、ISSのロボットアームを運用するISSクルーが操作できるよう、「デスティニー」(米国実験棟)内のロボットアーム用ワークステーションに設置されています。

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アンテナは「きぼう」船内保管室の天頂部に取り付けられています。

● GPSアンテナ



GPSアンテナは、ISSの軌道位置・速度情報をHTVへ提供するために使われます。

● PROX通信機器

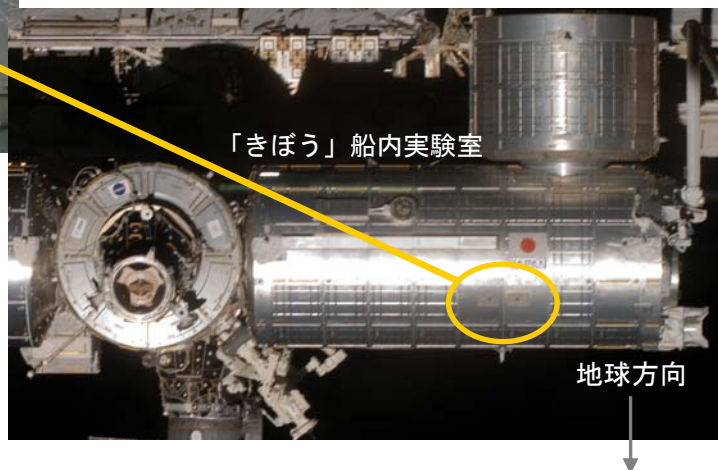


「きぼう」船内実験室のICS／PROXラックの右半分に搭載されています。

● PROX通信アンテナ



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



● 搭乗員用コマンドパネル(HCP)



- HOLD(停止)
その場に停止
- RETREAT(後退)
30mまたは100m点へ後退
- ABORT(接近中止)
アボート、緊急退避
- FREE DRIFT(動力停止)
HTV把持のため、HTVの制御をオフにする

搭乗員用コマンドパネル(HCP)は、異常時にHTVに接近中止コマンドを送信するなど、緊急性の高いコマンドを、ISSクルーが押しボタンで実行できる操作パネルです。搭乗員用コマンドパネルは、HTVの近傍運用中、ISSのロボットアームのワークステーションに取り付けて、必要な場合にISSからHTVの飛行を制御できるようにしておきます。ISS下方300m地点にHTVが接近した時点から制御が可能になります。

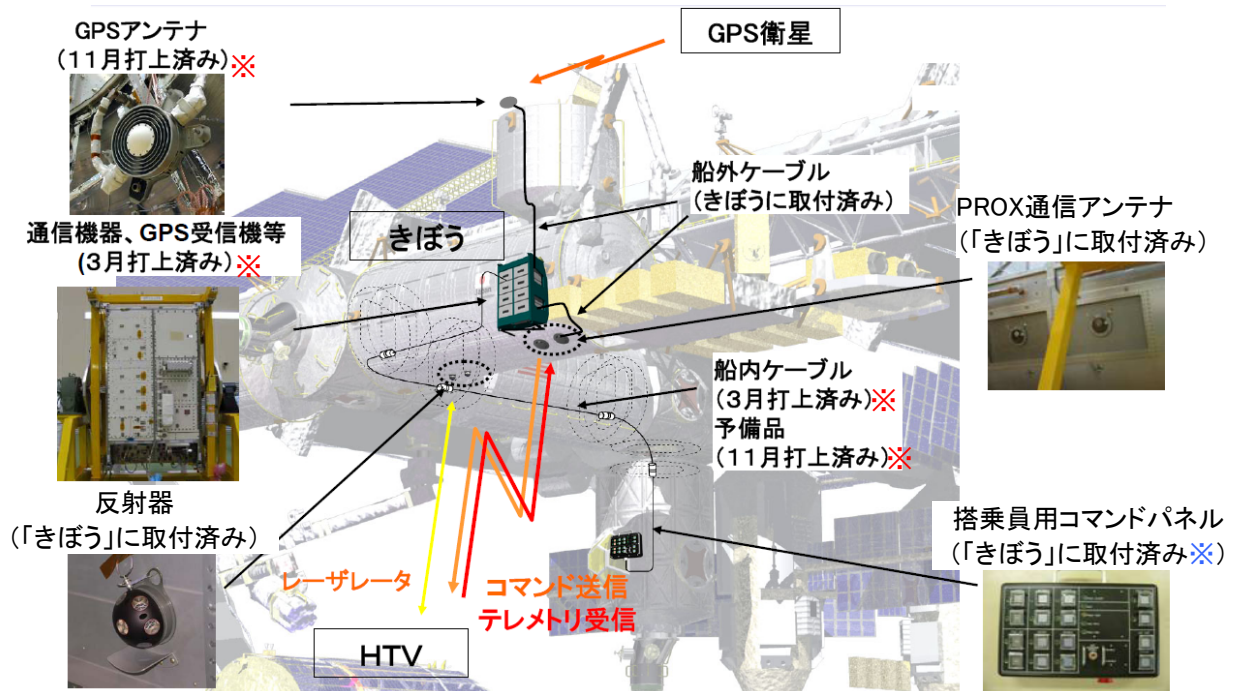


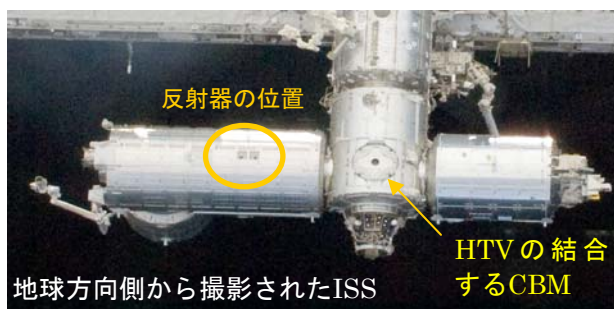
図1.2.6-1 PROXシステムの配置図

※3月＝2008年3月 (STS-123ミッション)

※11月＝2008年11月 (STS-126ミッション)

※トランクウィリティー (第3結合部) がISSに設置された後は、HCPは、トランクウィリティーのキューポラに取り付けられます。

1.2.7 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。HTVがISSの下方 (地球方向) から接近する際にHTVのランデブセンサ (Rendezvous Sensor: RVS) から照射されたレーザ光を反射します。

1.3 HTVの運用

HTVは主に以下の流れで運用されます。図1.3-1にHTVの運用概要を示します。

1. 打上げ
2. ランデブ
3. ISSへの結合
4. ISSドッキング中の運用
5. ISSからの分離／大気圏への再突入

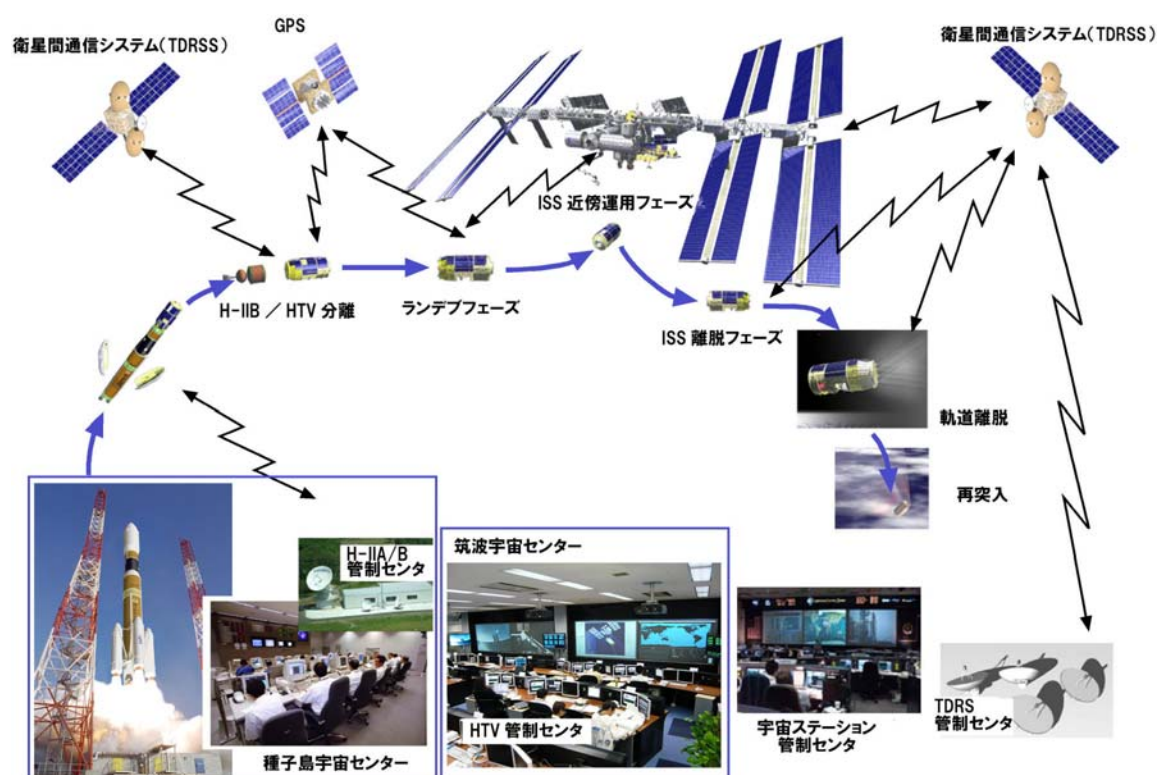


図1.3-1 HTVの運用概要

1.3.1 打上げ準備

HTVの各構成要素は、種子島宇宙センターの第2衛星フェアリング組立棟(Second Spacecraft and Fairing Assembly Building: SFA2)に搬入されます。組立棟では、構成要素ごとに輸送後の点検が行われます。

点検後、補給キャリア与圧部と補給キャリア非与圧部には、国際宇宙ステーション(ISS)へと運搬する物資が搭載されます。補給キャリア与圧部には、物資輸送用バッグ(Cargo Transfer Bag: CTB)に梱包された食料品や衣服、各種実験試料が、HTV専用の補給ラック(HTV Re-supply Rack: HRR)に収納された状態で搭載されます。



図1.3.1-1 HTV補給ラックに搭載される物資輸送用バッグ(左)と補給キャリア与圧部に搭載されるHTV補給ラック

また、補給キャリア非与圧部には、船外実験装置やISS船外で使用する交換機器などが、曝露パレットに取り付けられた状態で搭載されます。



図1.3.1-2 補給キャリア非与圧部に搭載される曝露パレット

貨物の搭載が終了すると、補給キャリア与圧部と補給キャリア非与圧部を結合する作業が行われ、その後、電気モジュールと推進モジュールを含めた全機結合が行われます。



図1.3.1-3 HTV補給キャリア与圧部と補給キャリア非与圧部の結合



図1.3.1-4 全機結合されたHTV初号機

全機結合の後は、全機点検など打上げに向けた最終準備作業が行われます。

打上げの約1ヶ月前には、HTVへの推進剤の充填作業が実施されます。打上げの約20日前には、HTVはH-IIBロケットのフェアリングに収納され、SFA2から大型ロケット組立棟 (Vehicle Assembly Building: VAB) へと移動します。

VABでH-IIBロケットに搭載されたHTVは、打上げ当日に、VABから第2射点 (Launch Pad2: LP2) へと移動します。

なお、NASA／JAXAの国際間による飛行準備審査会 (Flight Readiness Review: FRR) が打上げの約3週間前に開催され、HTVの準備状況の審議・評価が行なわれます。

打上げの約1週間前には、VABで、HTV補給キャリア与圧部への物資の最終積み込み作業が行なわれます。この作業はレイトアクセスと呼ばれ、HTV打上げ前最後のHTVへのアクセスとなります。

レイトアクセスでは、作業員がH-IIBロケットフェアリングの大型アクセスドア(1.3m x 1.3m)からHTVに最終物資を積み込みます。

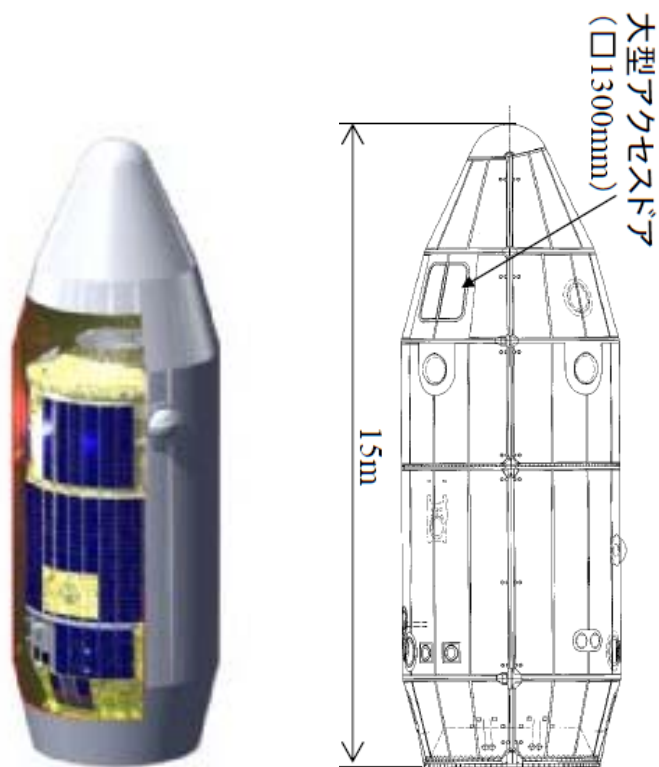


図1.3.1-5 H-IIBロケットフェアリングに収納されたHTVのイメージ【左】
H-IIBロケットフェアリングのHTV用大型アクセスドアの位置【右】



図1.3.1-6 レイトアクセスデモンストレーションの様子



図1.3.1-7 第2衛星フェアリング組立棟
(SFA2)



図1.3.1-8 大型ロケット組立棟
(VAB)

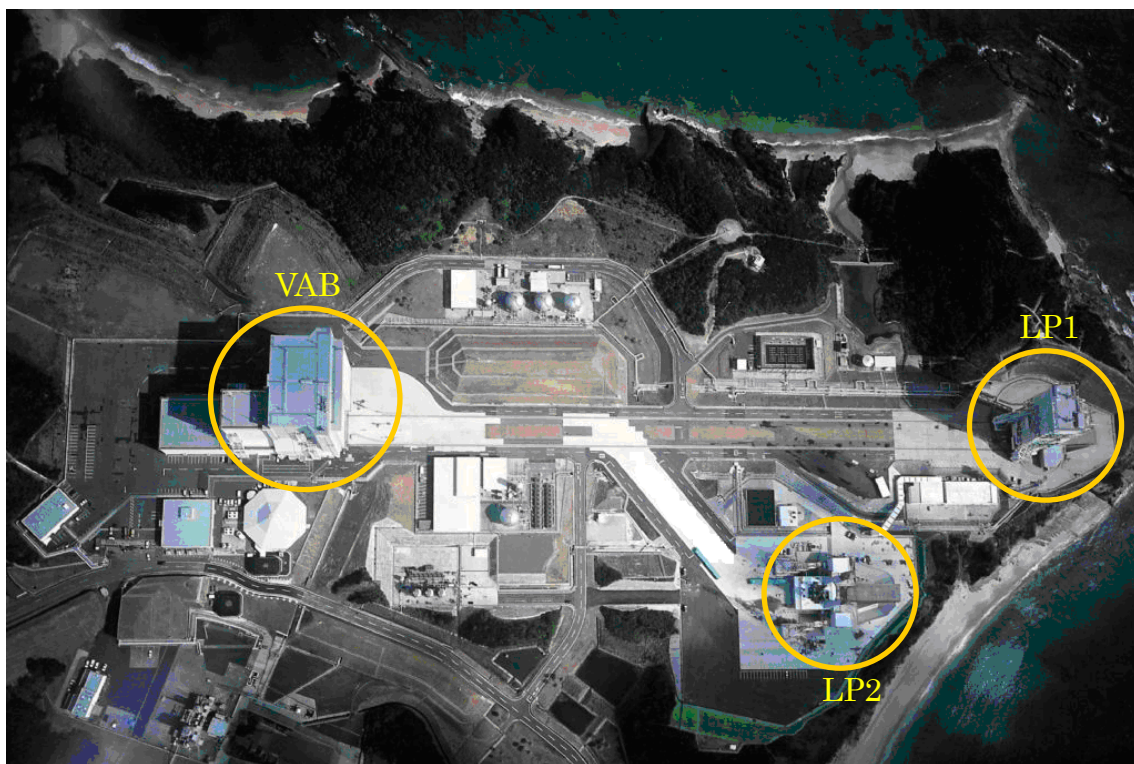


図1.3.1-9 種子島宇宙センター大型ロケット発射場
大型ロケット組立棟(VAB)、第1射点(LP1)、と第2射点(LP2)の位置

1.3.2 打上げ

HTVは、H-IIBロケットに搭載され、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、定刻の打上げのみとなります。



種子島宇宙センター大型ロケット発射場

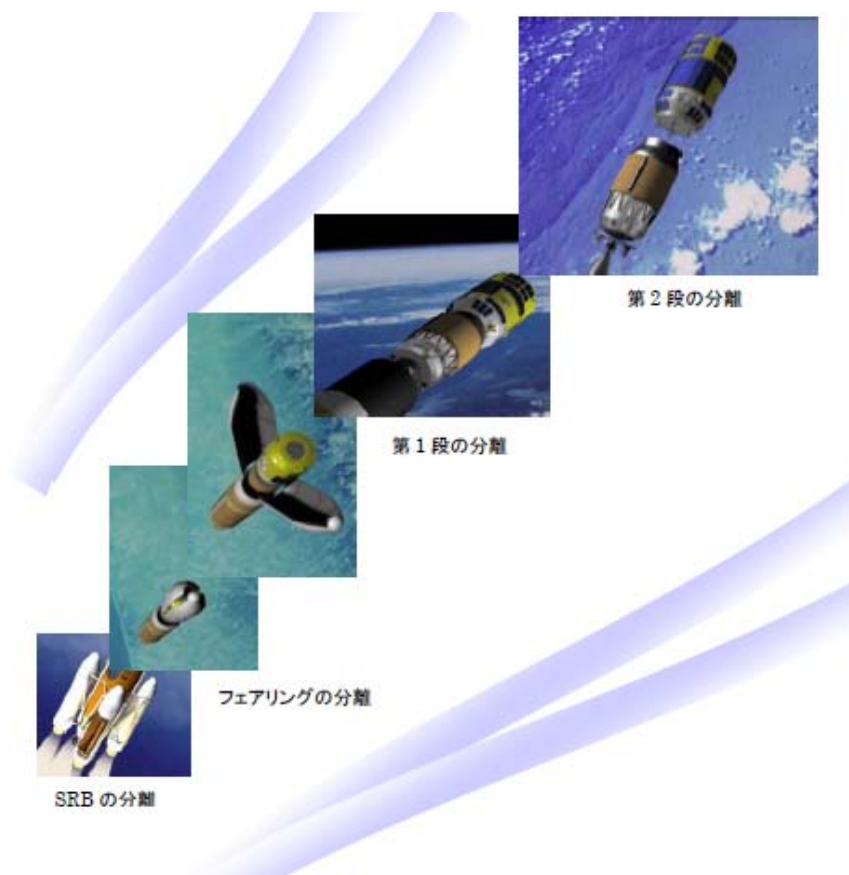


H-IIBロケット打上げのイメージ



種子島宇宙センター 大型ロケット発射場 発射管制室

固体ロケットブースタ(SRB-A)4基は、打上げの約2分4秒後と2分7秒後に2基ずつ分離します。約3分40秒後にフェアリングが分離し、約5分54秒後に第1段ロケットが分離します。その後第2段ロケットによりHTVは高度200km(近地点)×300km(遠地点)、軌道傾斜角51.6度の楕円軌道に投入されます。



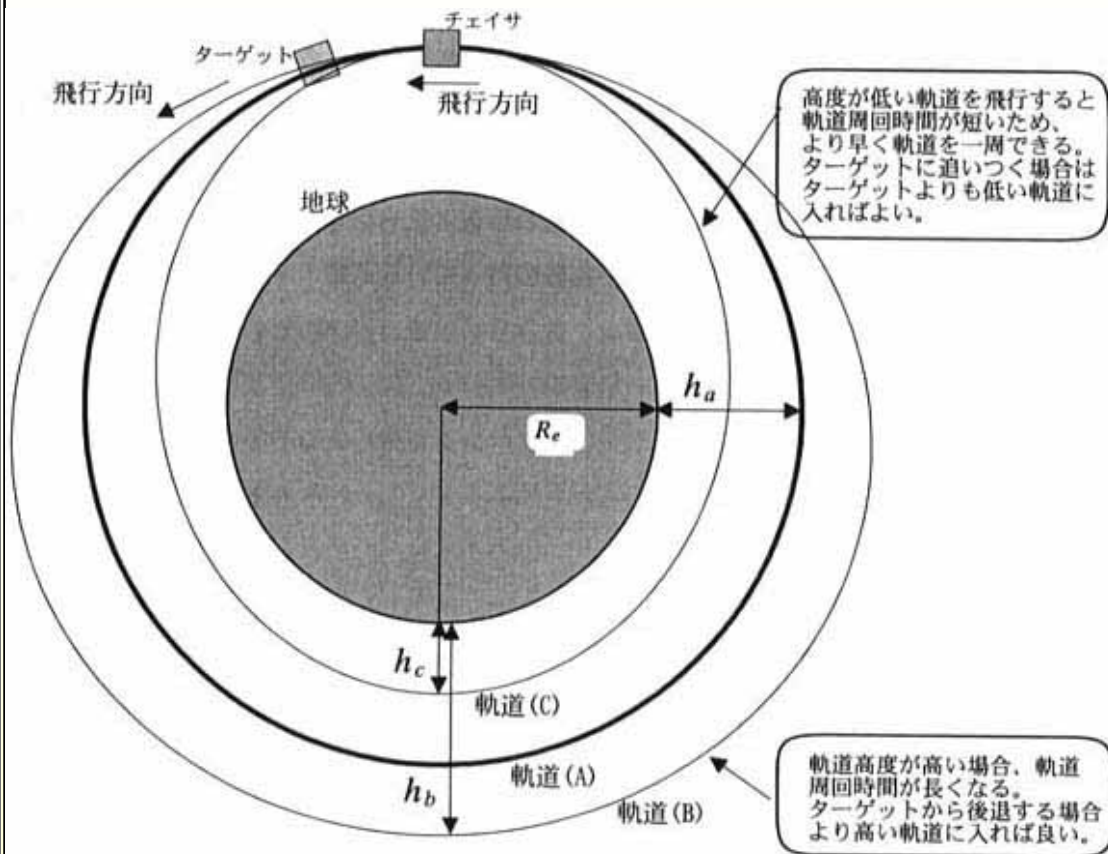
打上げから約15分11秒後に、H-IIBロケットの第2段から分離すると、HTVはNASAの追跡データ中継衛星(Tracking and Data Relay Satellite: TDRS)の初期捕捉を行ない、通信を確立します。その後、自動シーケンスでサブシステムを起動し、機体の姿勢を安定させます。そして機体の異常の有無を点検し、さらに筑波宇宙センター(Tsukuba Space Center: TKSC)にあるHTV運用管制室との通信を開始します。



参考

ランデブの原理

下図で、ターゲット（目標）はISS、チェイサ（追跡する側）はそれを追いかけて軌道変更を行うHTVとします。両者が同一の軌道である場合には、両宇宙機は常に一定の距離を保ったまま飛行します。このとき、ターゲットに追いつくために、チェイサが飛行速度を上げると、両者は一時的には近づきますが、飛行速度を増加したため、チェイサの軌道半径が大きくなりターゲットから遠ざかってしまいます。すなわち、ターゲットから見るとチェイサが上方方向にずれてゆくように見えます。従って、ターゲットにチェイサが接近するようにするためには、逆に速度を落として軌道半径を小さくして軌道周期を短くすることが必要です。この場合、チェイサは一旦、ターゲットから遠ざかりますが、軌道周期が短いために次第にターゲットに接近することになります。その後、再度、速度を増加してターゲットと同じ軌道に戻ります。これがランデブの原理です。HTVは打上げからドッキングまで、ターゲットとなるISSとの距離を常に縮めるように下から軌道を上げていきます。



※詳細は付録2「ランデブ概念」を参照ください。

1.3.4 ISSへの結合(近傍運用)

HTVは、数回のマヌーバを実施しながらISSとの位相差を調整し、ISSとの直接通信が可能な領域(近傍通信領域:ISSから23kmの距離)に到達します。ここでISSに搭載されている近傍通信システム(PROX)との通信を確立し、GPS相対航法を開始します。

その後、GPS相対航法を用いたマヌーバを実施して、ISS後方5km(接近開始点(Approach Initiation: AI))に相対停止します。

HTVは、ISSの下方(地球方向)から徐々にISSに接近し、最後はISSのロボットアーム(SSRMS)で把持され、ISSに結合されます。このときの運用を近傍運用といいます。

ISSに接近するまでの手順は以下の通りです。

- 1 AI点からGPSを用いた相対GPS航法でISS下方約500mの位置に移動。
- 2 ランデブセンサ(Sensor: RVS)を使って、「きぼう」に設置された反射器(レーザレーダリフレクタ)を目標にISSに接近。(ランデブセンサ航法という)
- 3 ISSの下方300m(ホールドポイント)および30m(パーキングポイント)の2点で自動的に停止しながら徐々にISSに接近。下方300mでは、姿勢を180度回転してメインエンジンの方向を衝突回避運用に備えて変更。
- 4 最終的に、ISSの下方10m付近に設定された仮想的な領域(バーシングボックス)内でISSに対して相対的に停止。

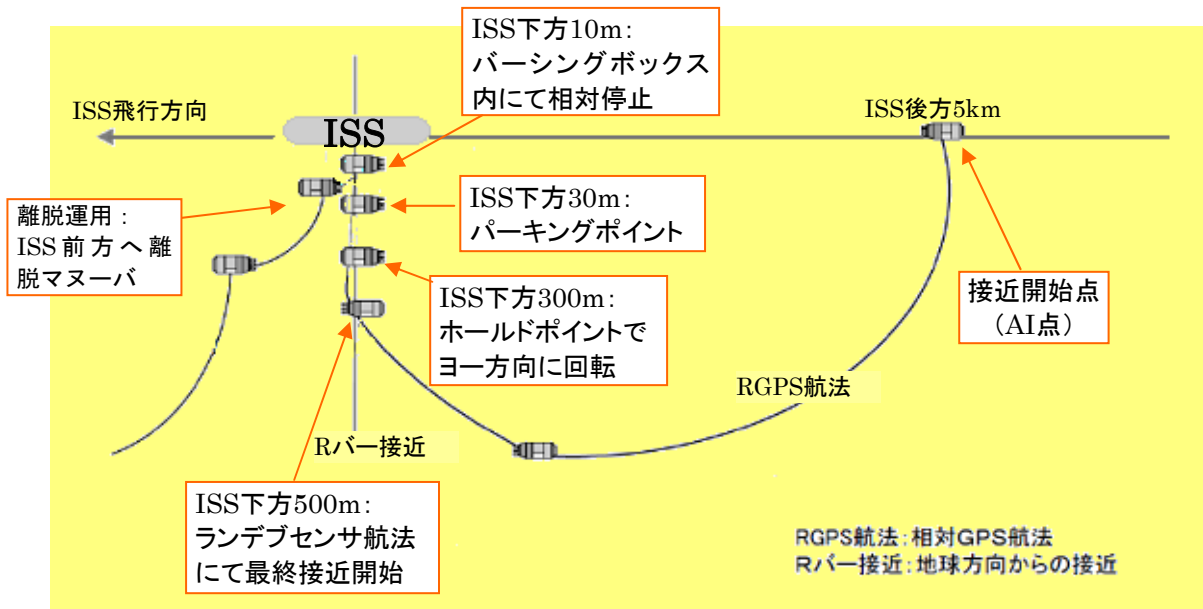


図1.3.4-1 ISS近傍運用拡大図

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、接近中にISSクルーは接近の一時停止(HOLD)、一旦後退(RETREAT)、退避(ABORT)などのコマンドを送信することができます。接近中に異常が発生し、それ以上の接近が不可能となった場合には、HTVはISSの前方に離脱するよう制御されます。

なお下方300m(ホールドポイント)で、ヨー方向(横方向)に姿勢を180度回転しますが、これは衝突回避運用(Collision Avoidance Maneuver: CAM)に備えた姿勢変更で、緊急時に安全にISSの前方に退避させるために実施するものです。

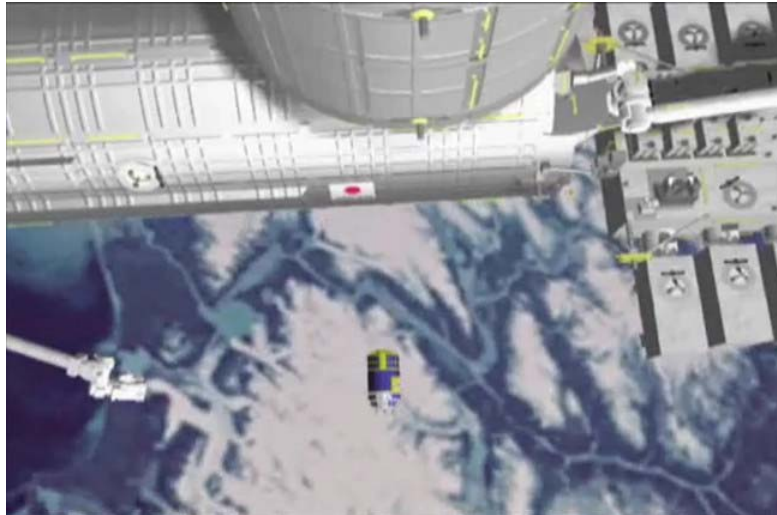


図1.3.4-2 HTVのISSへの接近イメージ

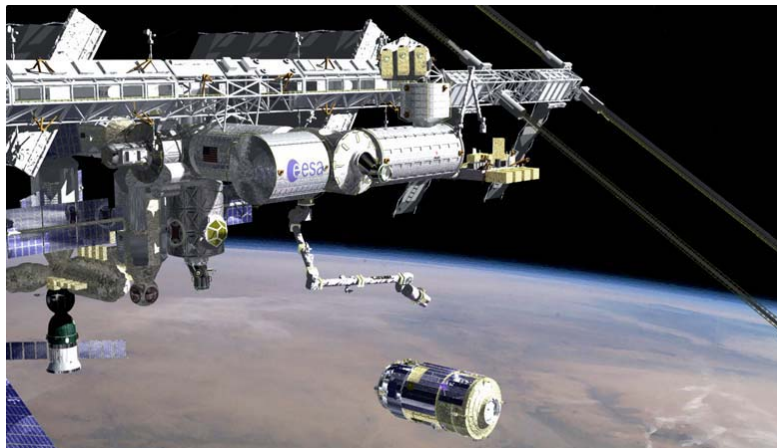


図1.3.4-3 HTVのフリードリフトイメージ

HTV運用管制室にてHTVがISSの下方10mの位置にISSに対して相対的に停止したことが確認されると、ISSクルーによりHTVのスラスターが停止され(フリードリフト)、ISSのロボットアーム(SSRMS)でHTVが把持されます。



図1.3.4-4 ISSへの結合イメージ

その後、ISSの「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。



図1.3.4-5 ハーモニーに結合するイメージ

1.3.5 ドッキング期間中の運用

HTVがISSに結合されると、ISSクルーまたはHTV運用管制室からのコマンドにより、HTV入室前作業として補給キャリア与圧部の内部照明の点灯や均圧化が行われ、ハッチが開かれます。また、補給キャリア与圧部への入室時に結露が生じないように、補給キャリア与圧部内の温度は入室前に15.6℃以上に制御されます。なお、ISSに結合中は、ISSからHTVに電力が供給されます。

ハッチが開かれると、ISSクルーは、補給キャリア与圧部に入室し、船内用補給品（実験ラック、物資輸送用バッグ、飲料水、衣料など）をISS内に移送する作業を開始します。



図1.3.5-1 補給キャリア与圧部内



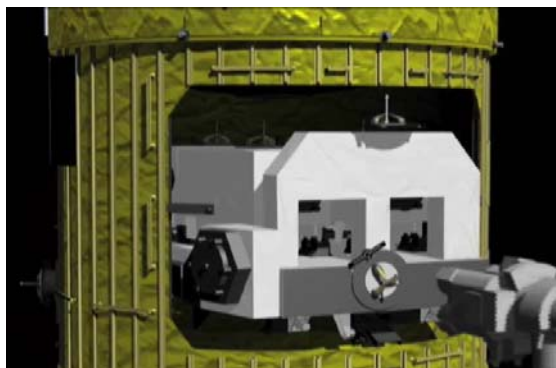
図1.3.5-2 曝露パレット

また、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し、ISS側※に仮設置し、曝露パレットに搭載され運ばれてきた船外装置類をISS側へと移送します。

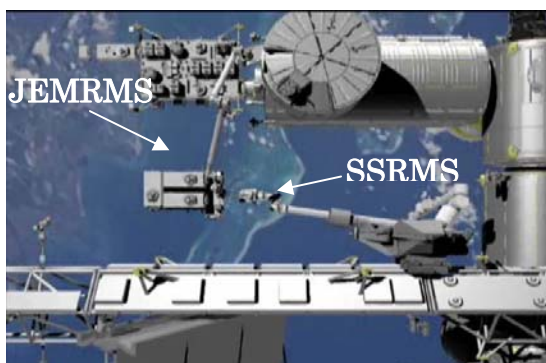
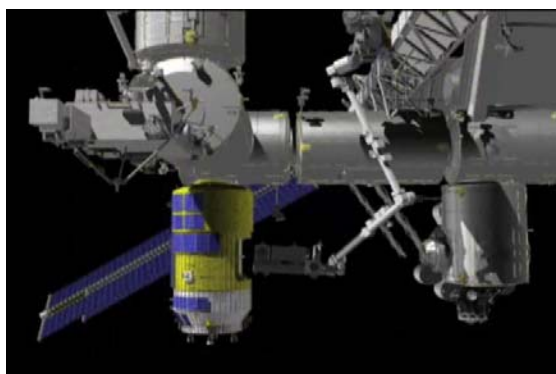
※ 「きぼう」船外実験プラットフォーム(EF)や、船外機器類などを載せてISSトラス上を移送するモバイル・トランスポーター(MT:台車)のモバイル・ベース・システム(MBS)に取り付けられます。

■ 曝露パレット(EP)の取付け

【「きぼう」船外実験プラットフォームに取り付ける場合】

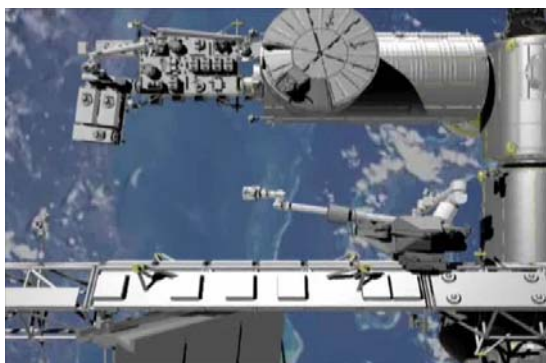


まず、ISSのロボットアームでHTVの非与圧補給キャリアから曝露パレットを取り出します。



その後、曝露パレットは、ISSのロボットアームから「きぼう」ロボットアームへと受け渡されます。

最後に、「きぼう」ロボットアームで曝露パレットは船外実験プラットフォーム(EP)に取り付けられます。

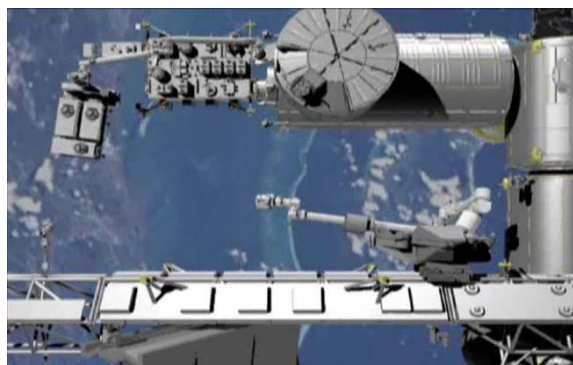


曝露パレットが船外実験プラットフォームに仮置きされた後は、「きぼう」ロボットアームで、曝露パレットで運んできた船外実験装置や交換機器は、船外実験プラットフォームへと移送されます。

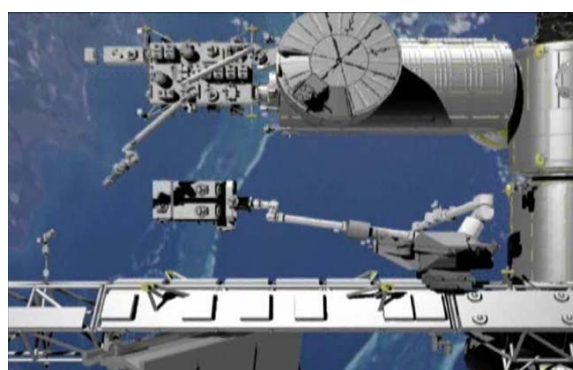
図1.3.5-3 曝露パレット取付けシーケンス

■ 曝露パレットの取外し／HTVへの回収

【「きぼう」船外実験プラットフォームに取り付けた場合】

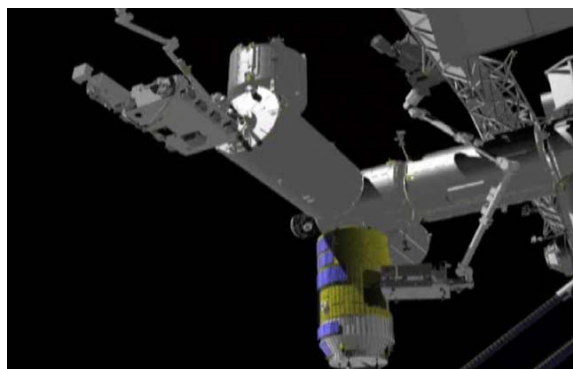


曝露パレットで運んできた船外実験装置や交換機器が、船外実験プラットフォームへと移送された後は、曝露パレットには使用済みの船外実験装置等が積み込まれます。



「きぼう」ロボットアームで曝露パレットを「きぼう」船外実験プラットフォームから取外します。

その後、曝露パレットは、「きぼう」ロボットアームからISSのロボットアームへと受け渡されます。



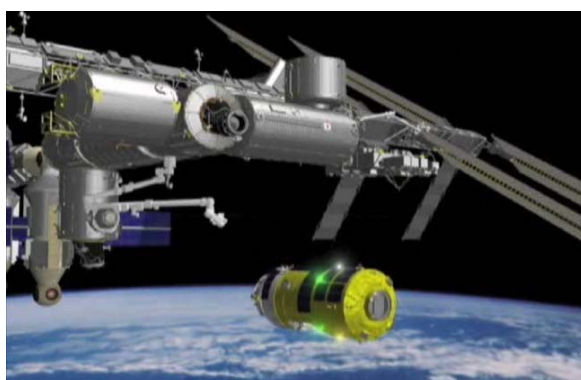
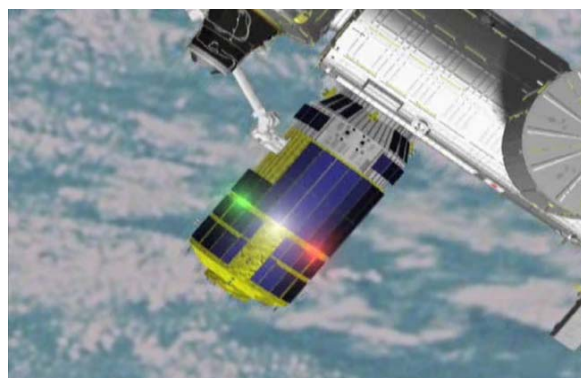
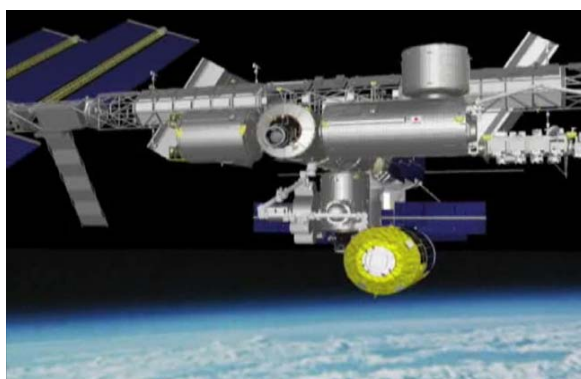
最後に、曝露パレットは、ISSのロボットアームでHTV補給キャリア非与圧部に格納されます。

図1.3.5-4 曝露パレットの回収シーケンス

1.3.6 ISSからの分離／大気圏への再突入

HTVへの不要品の積み込みが完了すると、HTVはISSから分離し、大気圏に再突入します。ISSからの分離の手順は以下の通りです。

1. ISSクルーにより、ハッチの閉鎖とHTV内部電源への切替えなどが行われる。
2. ISSのロボットアームによりHTVが把持される。
3. 共通結合機構(CBM)が解放される。
4. ISSのロボットアームによりHTV解放ポイント(リリース点)へ移動される。
5. ISSのロボットアームがHTVを解放。
6. ISSクルーからのコマンドによりHTVのスラスタを起動し、ISSから離脱。



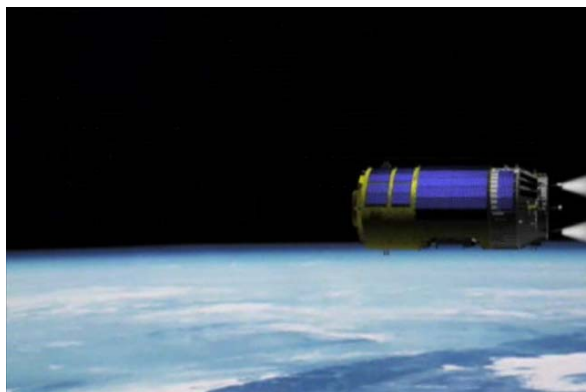


図1.3.6-1 ISS分離、ISS軌道離脱シーケンス

ISSから離脱したHTV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。HTVの着水予定区域は南太平洋です。

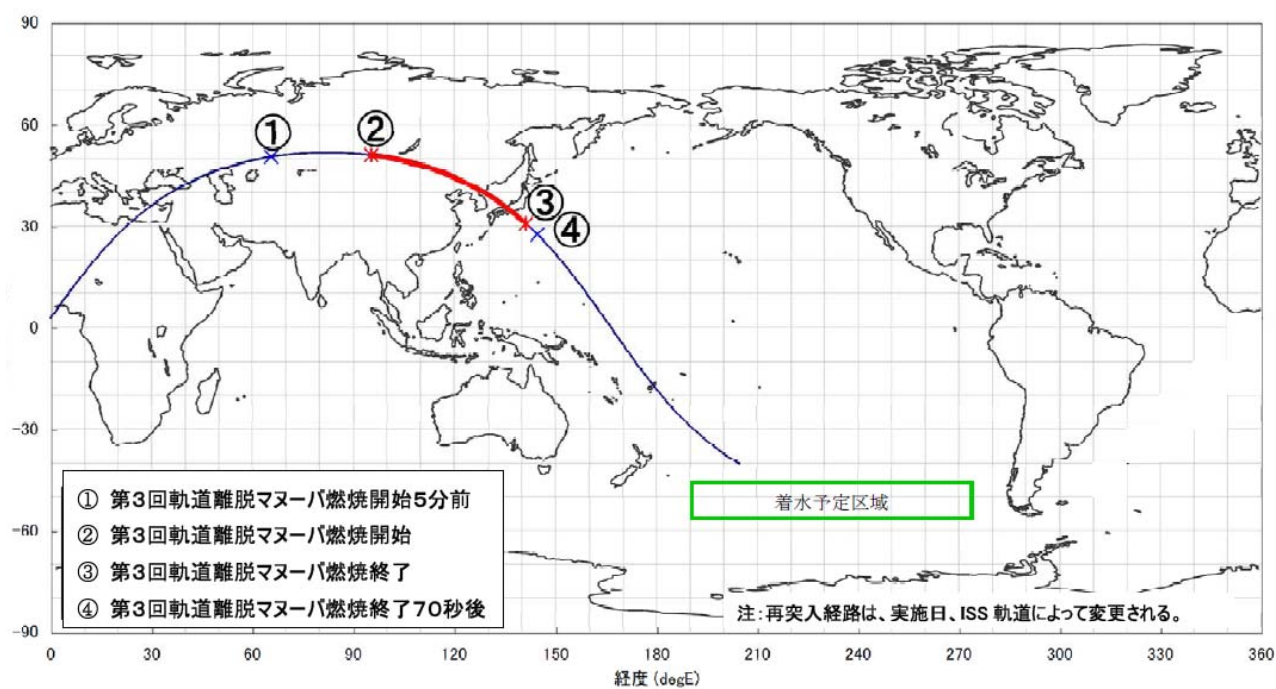
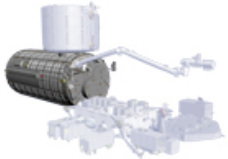
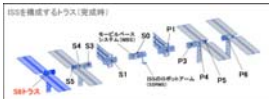
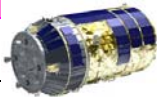
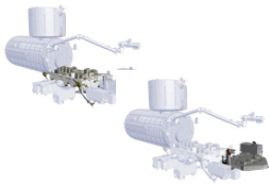
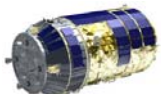
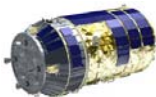
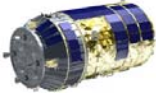
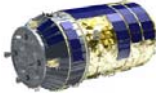
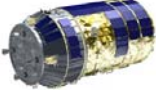
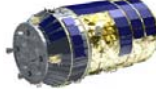


図1.3.6-2 着水予定区域とHTVの軌道(赤線)

1.4 「きぼう」完成までの流れと今後のHTV打上げ計画

2008年	3月	 土井宇宙飛行士 搭乗	 	1便目 STS-123 (1J/A)	船内保管室取付け 	 「きぼう」組立
	6月	 星出宇宙飛行士 搭乗	 	2便目 STS-124 (1J)	船内実験室 ロボットアーム取付け 	
2009年	3月	 若田宇宙飛行士 長期滞在 (約4ヶ月間)		STS-119 (15A)	S6トラス取付け 	
	7月			3便目 STS-127 (2J/A)	船外実験プラットフォーム 船外パレット取付け 	
2010年	12月	 山崎宇宙飛行士 搭乗 (約2週間)	 	Soyuz STS-131 (19A)	「きぼう」を含むISSの各施設のシステム運用、科学実験、ISSロボットアーム操作や船外活動を実施 補給物資(実験ラック、クルー備品など)を搭載した多目的補給モジュールをISSに輸送	
	5月	 野口宇宙飛行士 長期滞在 (約6ヶ月間)		Soyuz 2010年 ISS組立完了 シャトル退役		

2011年	 古川宇宙飛行士 長期滞在 (約6ヶ月間) 	Soyuz	日本および国際パートナーの科学実験をはじめとする宇宙環境の利用に重点をおいた活動をISSで行う予定	
2012年		2009年～2015年の間、HTVを年1機程度、計7機打ち上げる		
2013年				
2014年				
2015年				

2. HTV-1ミッション

2.1 概要

宇宙ステーション補給機(H-II Transfer Vehicle: HTV)初号機は、技術実証機として位置づけられています。HTV-1ミッションでは、H-IIBロケットの初打上げ、HTVによる国際宇宙ステーション(International Space Station: ISS)への補給物資の輸送を実施すると共に、飛行中およびドッキング中に以下の技術検証を行ないます。

- ・ 国際宇宙ステーション(ISS)へのランデブ飛行技術の検証
- ・ 安全化技術、管制技術の検証
- ・ 軌道上における大型機体構造の検証
- ・ 多重化したアビオニクス、推進系の構成(部品点数約80万点)の検証
- ・ 宇宙飛行士の乗り込みが可能な有人対応設計(ISSドッキング中)の検証

HTV-1ミッションの打上げ／飛行計画概要を表2.1-1に示します。

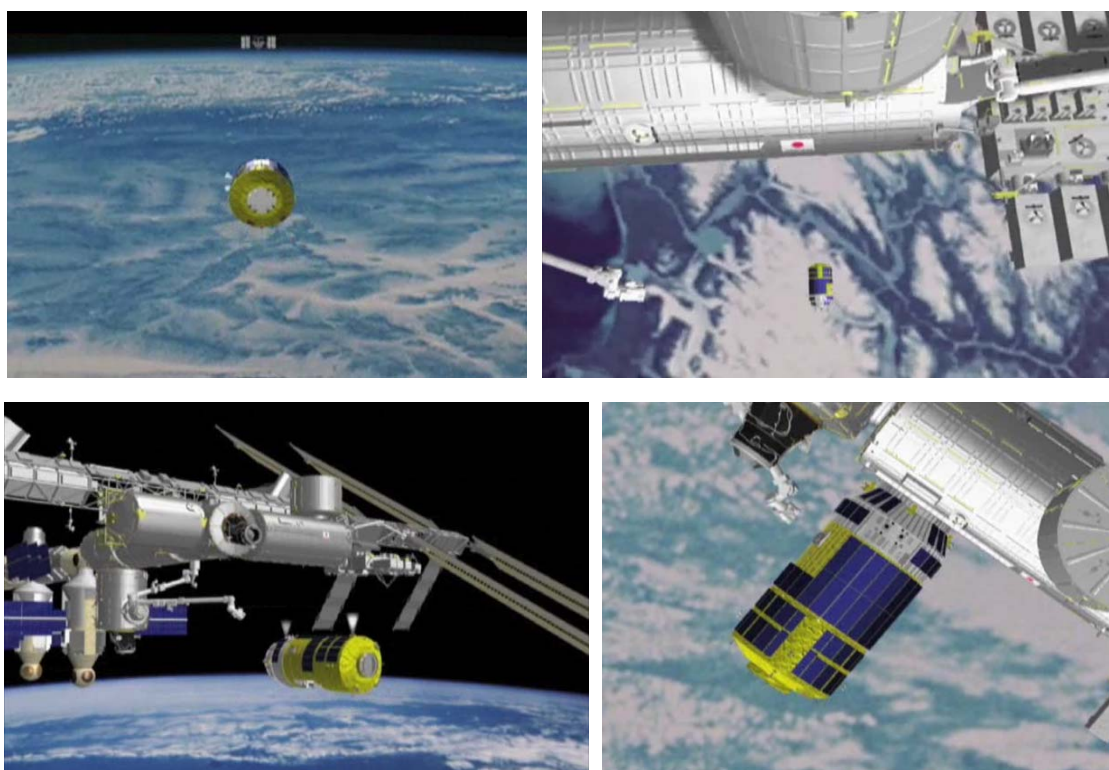


図2.1-1 HTVの飛行イメージ

表 2.1-1 HTV-1ミッションの打上げ／飛行計画の概要

2009年9月9日現在

項 目	計 画	
HTVフライト名称	HTV技術実証機(第1回目のHTVフライト:HTV-1)	
打上げ予定日	2009年9月11日 午前2時1分(日本時間)	
打上げ予備期間	2009年9月12日～9月30日	
打上げ場所	種子島宇宙センター 大型ロケット発射場 第2射点(LP2)	
飛行期間	約55日間(最長)	
軌道高度	投入高度 : 200km×300km(楕円軌道) ランデブ高度: 約350km	
軌道傾斜角	51.6度	
主要搭載品	補給キャリア 与圧部	船内用補給物資 (HTV補給ラック7台、「きぼう」保管ラック1台)
	補給キャリア 非与圧部	日本の船外実験装置(SMILES) NASAの船外実験装置(HREP)

HTV-1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/>

http://www.jaxa.jp/countdown/h2bf1/index_j.html

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。
また、調整により、ISSに結合されている期間(係留期間)は最大45日間となる可能性があります。

2.2 運用スケジュール

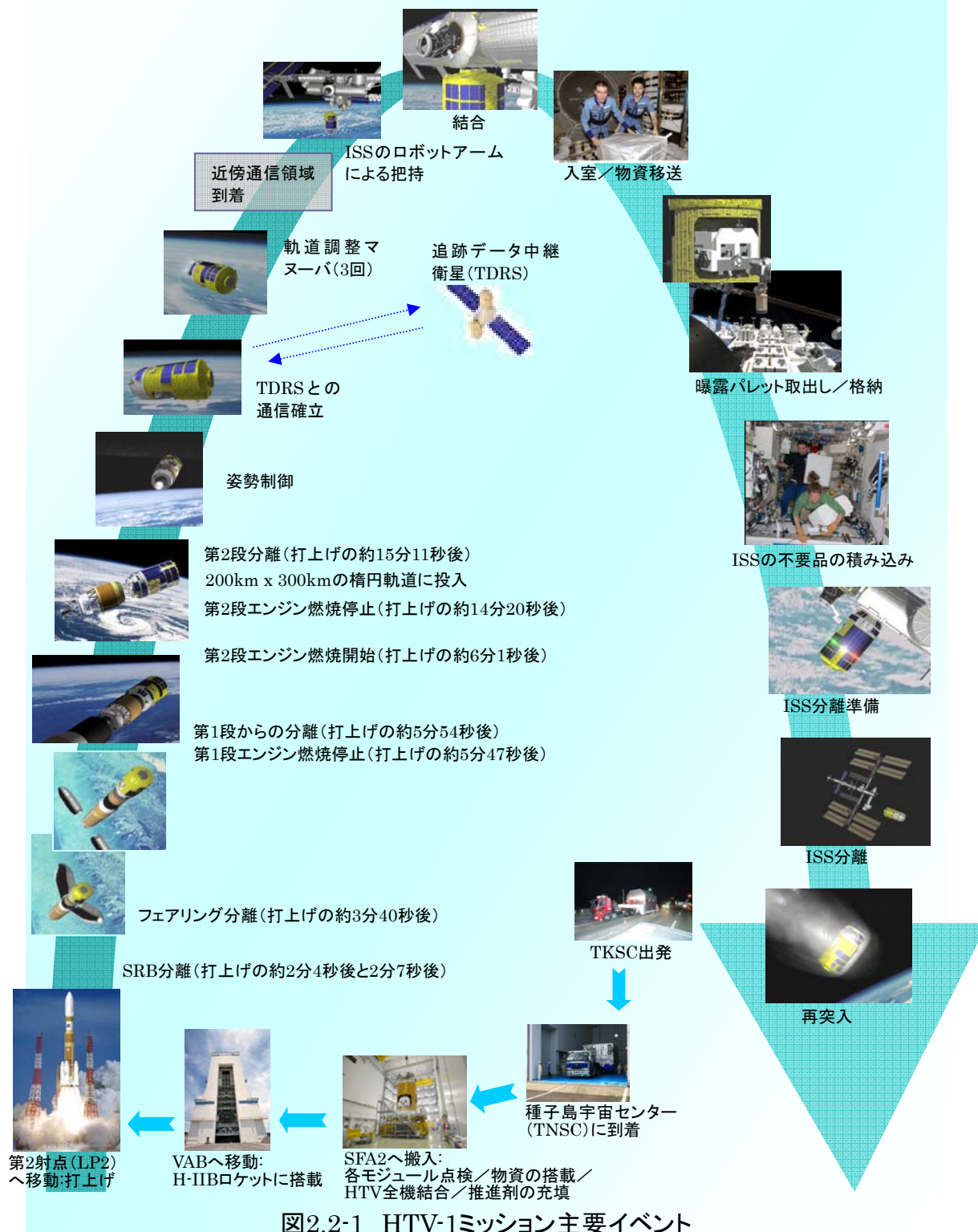
表 2.2-1 HTV-1運用スケジュール 2009年9月9日現在

飛行日	HTV関連主要作業
1日目	打上げ／軌道投入、HTVの自動シーケンスによる軌道投入後の運用(サブシステムの起動、姿勢制御、機体の異常点検、TDRSとの通信確立、筑波のHTV運用管制室との通信接続)、ランデブ用軌道制御開始
2日目	遠地点ランデブ用軌道制御
3日目	以下の運用検証の実施 ・ 衝突回避運用(Collision Avoidance Maneuver: CAM) ・ HTV制御系による受動ア bort／姿勢制御 ・ アボート制御ユニット(Abort Control Unit: ACU)とCAMの点検 ・ 姿勢修正 ・ フリードリフト
4～5日目	遠地点ランデブ用軌道制御(続き)
6日目	ISSミッションマネジメントチームによるHTV運用検証の評価・判断
7日目	第1回高度調整マヌーバ
8日目	第2回、第3回高度調整マヌーバ、近傍到着、近傍運用、最終アプローチ、ISSのロボットアームでの把持とISSへの結合 ・ ハーモニー下側の共通結合機構(CBM)との結合の検証 ・ 結合部の艀装(配線・ケーブル設置等)と起動など
9日目	HTV補給キャリア与圧部への入室(消火器、可搬式酸素マスクの取り付けなど)、物資移送開始
10～13日目	HTVからISSへの物資の運び出し
14日目	曝露パレットのHTV補給キャリア非与圧部からの取り出し／「きぼう」船外実験プラットフォームへの移送・取付け
15日目	HTVで運搬してきた船外実験装置を「きぼう」船外実験プラットフォームに設置
16日目	曝露パレットをHTV補給キャリア非与圧部へ収納
17日目以降	HTVからISSへの物資の運び出し ISSからHTVへの不要品の積み込み
ISS分離 前日	HTVの分離準備 照明、煙探知機、消火器、可搬式酸素マスクの取外し(ISSへ保管)、CBMの制御装置(CPA)の取付け、ハッチ閉鎖、結合部の配線・ケーブルの取外し、モジュール間通風換気(Inter-Module Ventilation: IMV)の停止
ISS分離日	HTVの分離 ・ ISSのロボットアームでHTVを把持 ・ 共通結合機構(CBM)のボルト解除 ・ ISSのロボットアームでHTVを放出ポジションへ移動 ・ 誘導・航法及び制御(Guidance Navigation Control: GNC)の起動、スラスト噴射準備 ・ ISSのロボットアームの把持を解放、ISS軌道からの離脱噴射
再突入 (2日間)	軌道離脱制御、再突入

注:スケジュールはISSの運用状況に応じて変更されますので御注意下さい。
また、調整により、ISSに結合されている期間(係留期間)は最大45日間となる可能性があります。

【参考】主要イベント

HTV-1ミッションでは、HTVは飛行3日目に軌道上での運用機能の点検を行ない、飛行8日目にISSに結合します。ドッキング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の不要品を積み込みます。その後、ISSから分離して大気圏に再突入する予定です。



次ページ以降に、HTV-1ミッションの運用スケジュールを1日(飛行日)単位で示します。

注：飛行日(Flight Day：FD)の定義は、ISSクルーの1日のスケジュール（クルー起床時から1日が始まる）に基づきます。したがって、打上げからの飛行経過時間(Mission Elapsed Time：MET)と飛行日では、この1日目の扱いにより、日が変わっていくことに御注意下さい。

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。
また、調整により、ISSに結合されている期間(係留期間)は最大45日間となる可能性があります。

2009年9月7日現在

FD1(飛行1日目)の運用

ミッション概要

- ・ 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 (HTVサブシステムの自動起動、姿勢制御、機体の異常点検、HTV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

HTV・技術実証機は、H-IIBロケットの先端に搭載され、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。



打上げから2分4秒と2分7秒後に固体ロケットブースタが2基ずつ分離し、約3分40秒後にフェアリングが分離します。打上げから約5分47秒後に第1段エンジンの燃焼が停止し、約5分54秒後に第1段が分離します。その後第2段エンジンが始動し、HTVを高度200km×300km、軌道傾斜角51.6度の所定の楕円軌道へと投入させます。第2段エンジンは打上げの約14分20秒後に停止し、打上げの約15分11秒後にHTVから分離します。



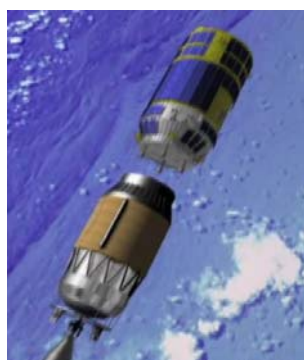
フェアリング分離



第1段分離



第2段エンジン燃焼開始



第2段分離

- 軌道投入後の運用 (HTVサブシステムの自動起動、姿勢制御、機体の異常点検、HTV運用管制室との通信接続)

HTVはH-IIBロケットから分離すると、自動的にサブシステムを起動し、機体の姿勢を安定させ、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) との通信を確立し、さらに筑波宇宙センター (Tsukuba Space Center: TKSC) にあるHTV運用管制室との通信を開始します。

- HTVランデブ軌道制御

ロケットから分離した後、HTVは約7日間かけて徐々にISSに近づいていきます。

※ランデブ飛行については、1.3.3項「ランデブ」、および付録2「ランデブ概念」を参照ください。

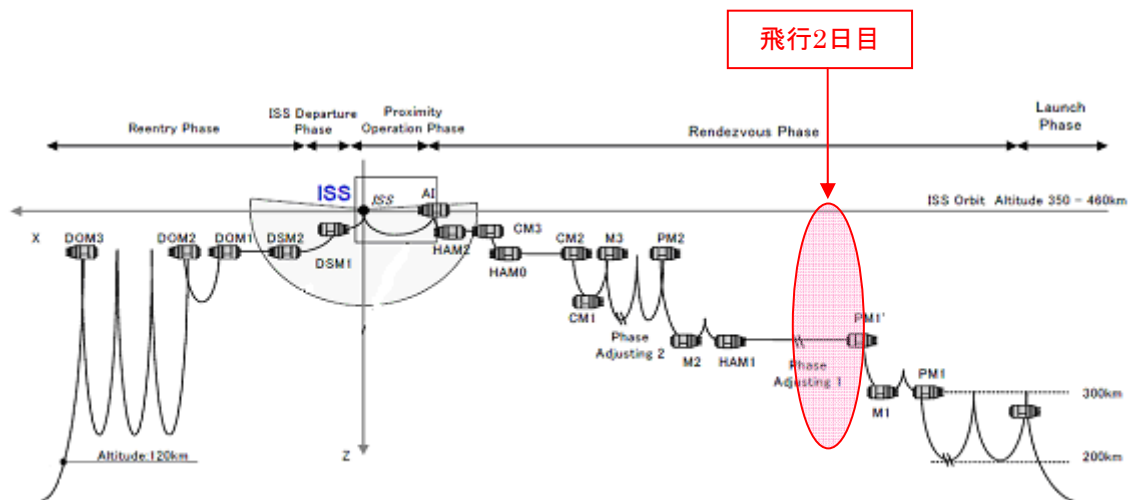
FD2 (飛行2日目)の運用

ミッション概要

- ・ ランデブ用軌道制御

- ランデブ用軌道制御(続き)

※ランデブ飛行については、1.3.3項「ランデブ」、および付録2「ランデブ概念」を参照ください。



FD3(飛行3日目)の運用

ミッション概要

- ・ HTVの運用検証
- ・ ランデブ用軌道制御

- HTV運用検証

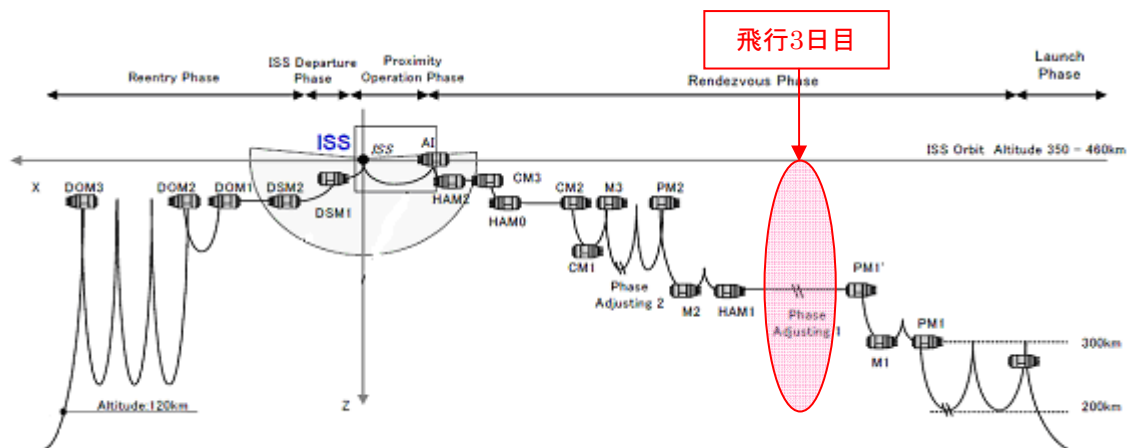
HTVのISS近傍での接近運用の実施に先立ち、以下の検証試験を実施します。

- ・ 衝突回避運用 (Collision Avoidance Maneuver: CAM)
- ・ HTV制御系による受動アボート／姿勢制御
- ・ アボート制御ユニット (Abort Control Unit: ACU) とCAMの点検
- ・ 姿勢調整
- ・ フリードリフト

この検証試験のデータは、地上で分析され、ISSプログラムからISS近傍運用の承認を得るための評価材料としても使用されます。



HTV運用管制室



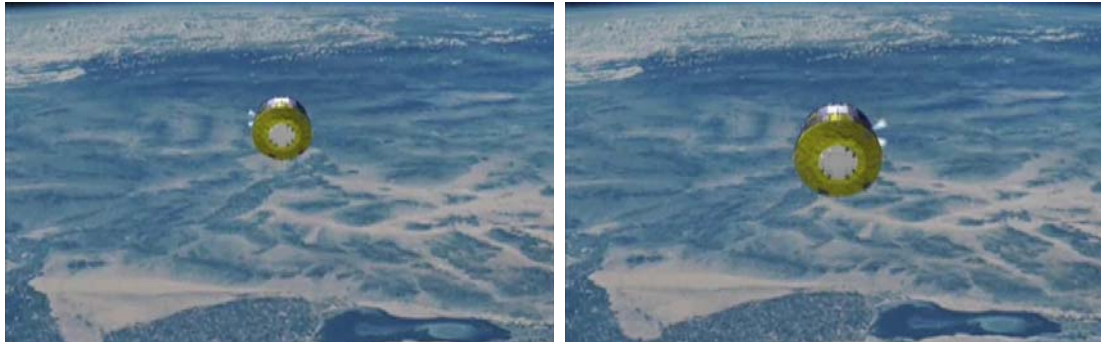
FD4～7(飛行4～7日目)の運用

ミッション概要

- ・ ランデブ用軌道制御
- ・ ISSミッションマネジメントチームによるHTV運用検証の評価・判断

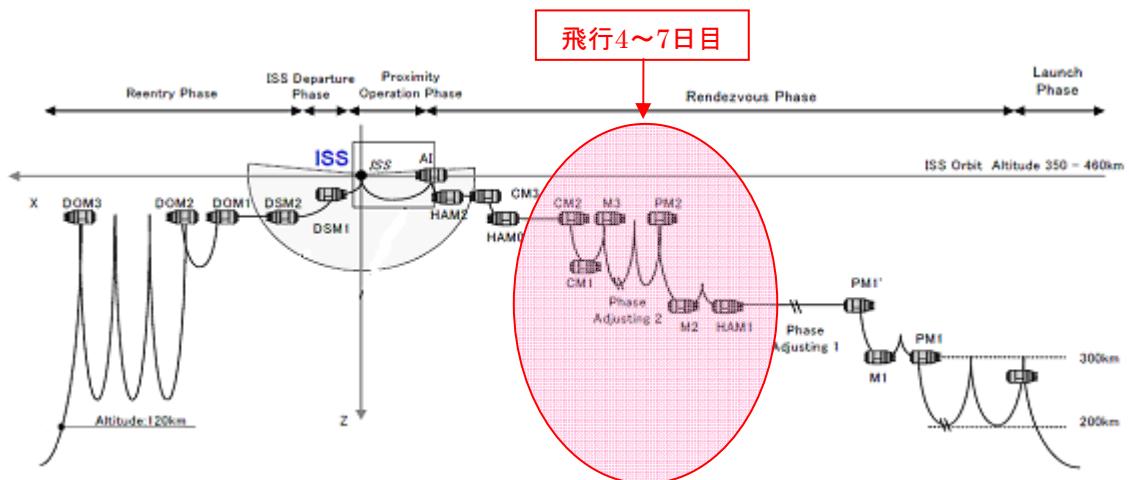
- ランデブ用軌道制御(続き)

※ ランデブ飛行については、1.3.3項「ランデブ」、および付録2「ランデブ概念」を参照ください。



- ISSミッションマネジメントチームによるHTV運用検証の評価・判断

飛行6日目に、ISSミッションマネジメントチームによる、飛行3日目に実施したHTV運用検証の結果データの評価が行なわれます。ここで、HTVのISS近傍運用／ISSへの最終接近／ISS結合の許可が出されることになります。



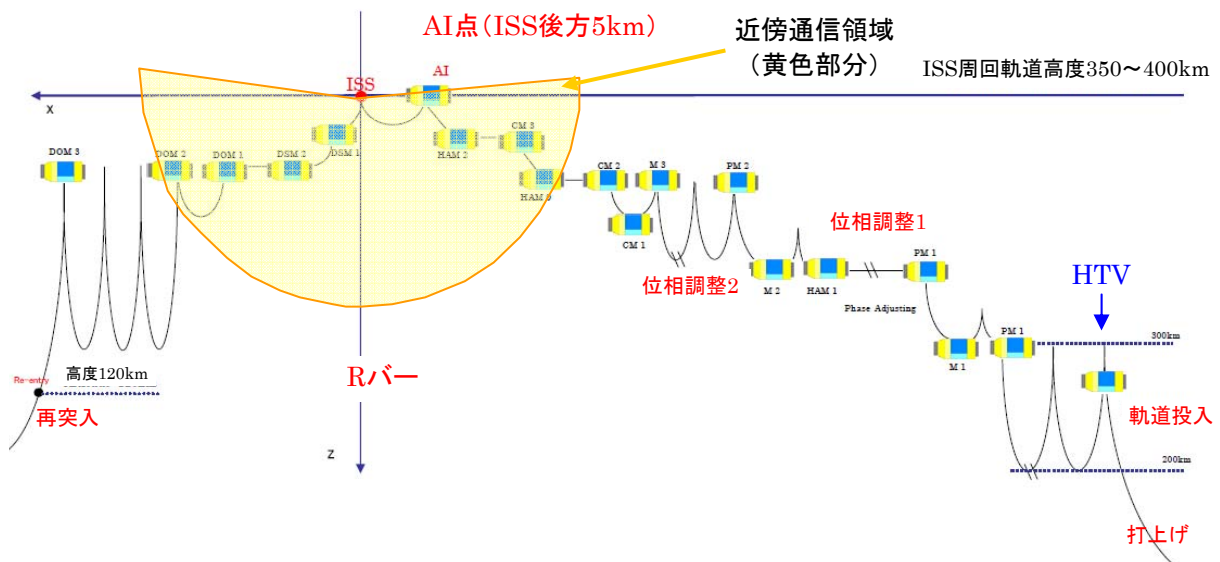
FD8(飛行8日目)の運用

ミッション概要

- ・ 近傍運用
- ・ ISSへの最終アプローチ
- ・ ISSのロボットアームによる把持
- ・ ハーモニー(第2結合部)下側の共通結合機構(CBM)への結合
- ・ 結合部(ハーモニーとHTVの連結部)の配線接続、ケーブルの取付けなど

● 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:ISSから23kmの距離)に到達すると、HTVは、ISSに搭載されている近傍通信システム(PROX)との通信を確立し、GPS相対航法を開始します。その後、GPS相対航法を用いたマヌーバを実施して、ISSの後方約5kmの接近開始点(Approach Initiation: AI)で、ISSに対して相対停止を行います。



AI点に到達する90分前から、ISSミッションコントロールセンター(MCC-H)によるISS全体運用の管理監視が開始され、それ以降はHTV運用管制室とMCC-Hとの統合運用となります。HTV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(位相調整時に16時間、AI点で8時間)の時刻調整を行ないます。

● ISSへの最終アプローチ

ISSミッションコントロールセンターからHTVのISSへの接近が許可されると、HTV運用管制室からのコマンドでAIマヌーバを実施します。

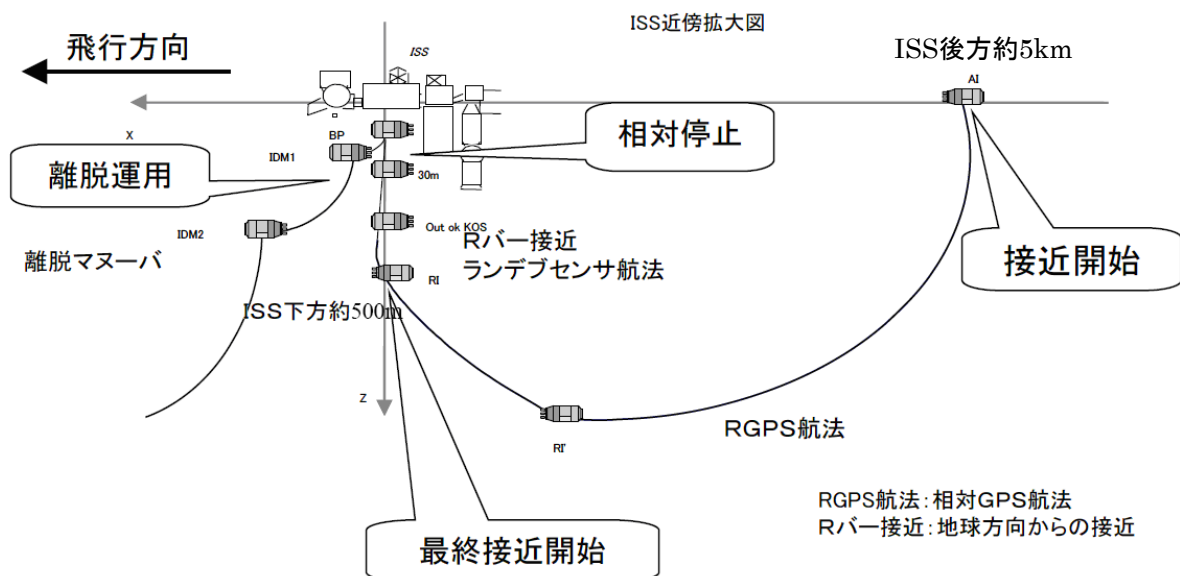
HTVは、GPS相対航法でISSの下方(Rバー上)約500m(RI点)まで移動し、そこからはランデブセンサ(Rendezvous Sensor: RVS)から照射したレーザ光を、「きぼう」船内実験室の下側に設置された反射器(レーザレーダリフレクタ)に反射させて位置を確認しながら下方からISSに接近します。

ISSの下方300m(ホールドポイント)および30m(パーキングポイント)の2点で自動的に停止を行い、最終的に、ISSの下方10m付近で相対停止します。

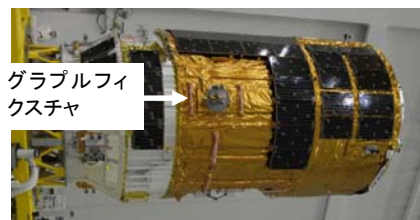
この最終アプローチ中、緊急時には、ISSクルーは搭乗員用コマンドパネル(HCP)で、接近の一時停止(HOLD)、後退(RETREAT)、接近中止(ABORT)などのコマンドを送信してHTVを制御することができます。

なおHTVは、ISS下方300m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HTVをISSの前方に退避させるために実施するものです。

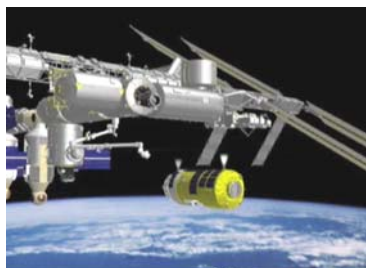
FD8(飛行8日目)の運用(続き)



- ISSのロボットアームによる把持
HTV運用管制室は、HTV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、HTVのスラスタを停止します(フリードリフト状態)。その後、ISSのロボットアーム(SSRMS)でHTVのグラブルフィクスチャ(FRGF)を把持します。



- ハーモニー(第2結合部)へのドッキング／結合部の艀装作業
ISSのロボットアームで把持されたHTVは、「ハーモニー」(第2結合部)の地球側の共通結合機構(CBM)に結合されます。



ISSクルーは、ハーモニー側から、結合部の艀装(配線・ケーブル設置等)を行ない、HTVのシステム系の再起動を行います。

FD9(飛行9日目)の運用

ミッション概要

- ・ HTV補給キャリア与圧部への入室
- ・ 物資の移送

- HTV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(配線・ケーブル設置、共通結合機構(CBM)の制御装置(CPA)の取外し)を実施します。その後、HTV運用管制室のコマンドにより、補給キャリア与圧部の内部照明の点灯や均圧化が行われ、ハッチが開かれます。

ハッチが開かれると、モジュール間通風換気(Inter-Module Ventilation: IMV)により、循環ファンユニットでハーモニー(第2結合部)との空気循環が行なわれます。その後、ISSクルーがHTV補給キャリア与圧部に入室し、緊急手順書を配備し、消火器、可搬式酸素マスクの取付けを行います。



HTV初号機の補給キャリア与圧部



ハーモニー地球側のCBMに結合中の「レオナルド」(多目的補給モジュール)の内部からハーモニー側を見た様子

なお、補給キャリア与圧部への入室時に結露が生じないように、補給キャリア与圧部内の温度は入室前に15.6℃以上になるように制御されます。

- 物資のISSへの移送

HTVで運んできた物資のISSへの移送する作業を開始します。



右:ISSの物資移送の様子
(STS-126)

FD10～13(飛行10～13日目)の運用

ミッション概要

- ・ HTVからISSへの物資の移送作業

● HTVからISSへの物資の移送作業

HTV補給キャリア与圧部内に搭載して運んだラック1台と物資輸送用バッグ(Cargo Transfer Bag: CTB)をISS側に移送する作業を行なっています。



食料、日用品、実験用品など

地上で、HTV補給ラック(HTV Re-supply Rack: HRR)に搭載される物資輸送用バッグ(CTB)



ISS内での物資の移送の様子:チェックリストで確認しながら物資を移送

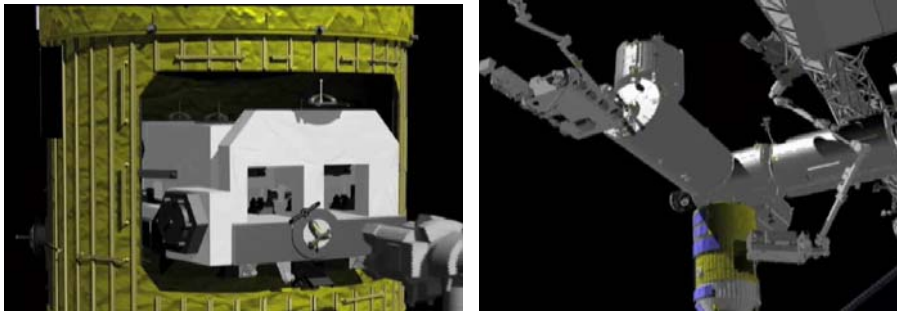
FD14(飛行14日目)の運用

ミッション概要

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

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

この日、HTV補給キャリア非与圧部に格納されていた曝露パレットが、ISSのロボットアームで外に出されます。曝露パレットは、搭載して運んできた船外実験装置2台を「きぼう」船外実験プラットフォームに移送するため、船外実験プラットフォームに一時仮置きされます。



ISSのロボットアームで、曝露パレットをHTV補給キャリア非与圧部から取り出すところ



曝露パレットはISSのロボットアームから、「きぼう」ロボットアームに受け渡され、「きぼう」のロボットアームで船外実験プラットフォームに取り付けられます。



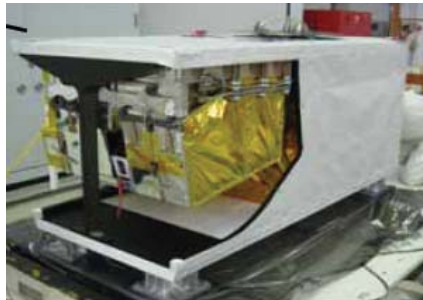
【参考】船外実験プラットフォームに船外パレットが取り付けられている状態
(STS-127ミッション)

FD15(飛行15日目)の運用

ミッション概要

- HTVで運搬してきた船外実験装置の「きぼう」船外実験プラットフォームへの移送・設置

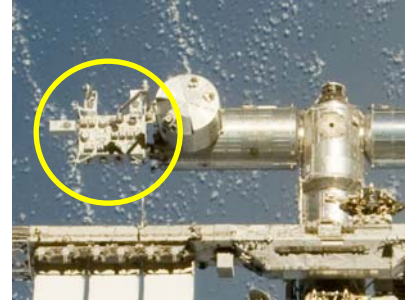
- HTVで運搬してきたHREPの「きぼう」船外実験プラットフォームへの移送・設置
JEMRMSでNASAの沿岸海域用ハイパースペクトル画像装置および大気圏／電離圏リモート探知システム実験装置(HREP*)を、「きぼう」ロボットアームで、曝露パレットから「きぼう」船外実験プラットフォームへと移送・設置します。 ※HREPの詳細は2.3.2項「補給キャリア非与圧部搭載品」を参照ください。



HREP



「きぼう」ロボットアームの制御ラック



EF(STS-127)

*HREP: Hyperspectral Imager for the Coastal Ocean(HICO) & Remote Atmospheric & Ionospheric Detection System (RAIDS) Experimental Payload

- HTVで運搬してきたSMILESの「きぼう」船外実験プラットフォームへの移送・設置
JEMRMSで超伝導サブミリ波リム放射サウンダ(SMILES*)を、「きぼう」ロボットアームで、曝露パレットから「きぼう」船外実験プラットフォームへと移送・設置します。 ※SMILESの詳細は2.3.2項「補給キャリア非与圧部搭載品」を参照ください。



SMILES



【参考】「きぼう」ロボットアームでMAXI(JAXAの船外実験装置)を取り付けているところ(STS-127)



「きぼう」ロボットアームによるSMILESの船外実験プラットフォームへの取り付けイメージ

*SMILES: Superconducting Submillimeter-Wave Limb-Emission Sounder

FD16(飛行16日目)以降の運用

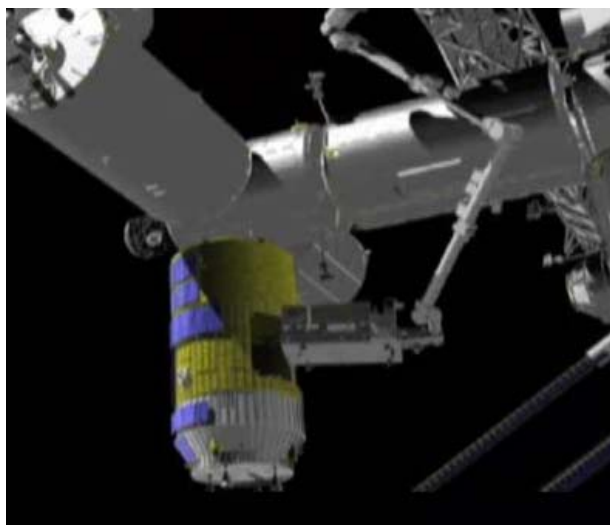
ミッション概要

- ・ 曝露パレットのHTV補給キャリア非与圧部への収納
- ・ HTVからISSへの物資の移送作業／ISSからHTVへの不要品の積み込み

- 曝露パレットのHTV補給キャリア非与圧部への収納

船外実験装置のISS側への移送が終了すると、曝露パレットはHTV補給キャリア非与圧部へ収納されます。

飛行16日目に、「きぼう」ロボットアームで曝露パレットを「きぼう」船外実験プラットフォームから取り外し、ISSのロボットアームに受け渡します。その後、ISSのロボットアームで曝露パレットを補給キャリア非与圧部へと収納します。



HTV補給キャリア非与圧部に収納される曝露パレットのイメージ

- HTVからISSへの物資の移送作業／ISSからHTVへの不要品の積み込み

飛行17日目以降、HTV補給キャリア与圧部に搭載して運んできた物資移送用バッグ(CTB)をすべてISS側に運び出した後は、ISSの使用済み物資などの不要品をHTVに積み込んでいきます。



物資移送作業の様子(STS-126)

ISS分離前日の運用

ミッション概要

- ・ HTVの分離準備(照明、煙探知機、消火器、可搬式酸素マスクの取外し、CBMの制御装置(CPA)の取付け、モジュール間通風換気の停止)
- ・ HTVのハッチ閉鎖

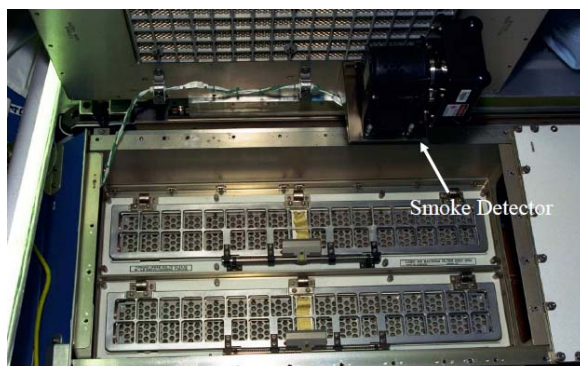
● HTVの分離準備

HTVの分離に先立ち、HTVの照明およびHTVで運んできた煙探知機(Smoke Detector)は、ISSに残して再利用するため、HTVから取り外します。ISS結合中にHTVの与圧部に設置してあった消火器(Portable Fire Extinguisher: PFE)と、可搬式酸素マスク(Portable Breathing Apparatus: PBA)も取り外してISSに収納します。

最後にハッチを閉鎖し、結合部の配線・ケーブルの取外しを行い、モジュール間通風換気(IMV)を停止します。



左: 消火器(PFE)

右: 可搬式酸素マスク
(PBA)

ISS結合中、煙探知機(Smoke Detector)は換気システム上に取り付けられます。

ISS分離日の運用

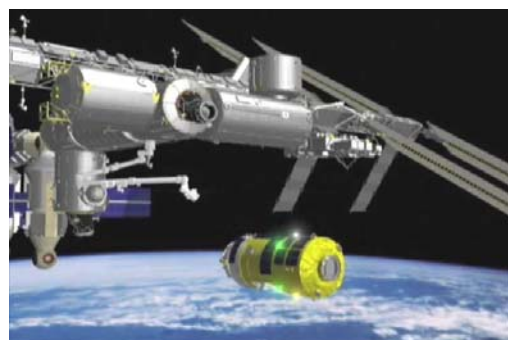
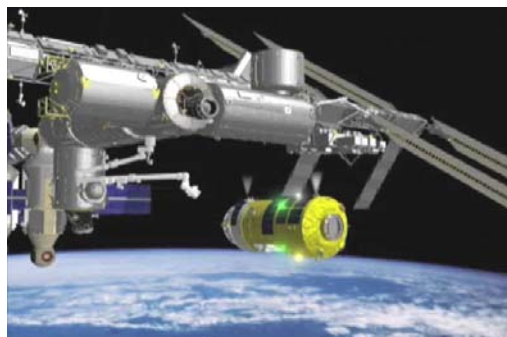
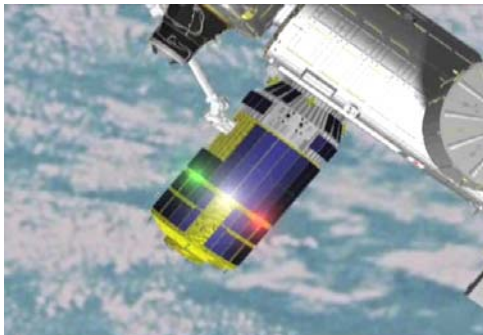
ミッション概要

- ・ HTVの分離

● HTVのISSからの分離

HTV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HTVを把持
- 2 共通結合機構(CBM)の解除
- 3 ISSのロボットアームでHTV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 推進スラスト噴射準備
- 6 ISSのロボットアームの把持を解放、ISS軌道からの離脱噴射



再突入(2日間)の運用
ミッション概要 ・ 軌道離脱制御 ・ 再突入
● 再突入 軌道離脱マヌーバを実施し、大気圏に再突入します。

2.3 搭載品

HTV-1ミッションでは、約4.5トンの物資をISSに運搬します。

HTV-1ミッションでは、ミッション中に運用検証試験を実施するため、通常よりも多くの推進剤やバッテリーを搭載します。従って、搭載する物資は、通常のHTVの補給物資運搬能力よりも少ない量となります。



図2.3-1 HTV補給キャリア与圧部(補給物資が搭載された状態)



図2.3-2 HTV曝露パレット(船外実験装置の搭載作業)

2.3.1 補給キャリア与圧部搭載品

HTV-1ミッションでは、補給キャリア与圧部には約3.6トンの船内用物資が搭載されます。内訳は次の通りです。

- ・ HTV補給ラック(HRR) 7個
- ・ 「きぼう」保管ラック(PSRR) 1個

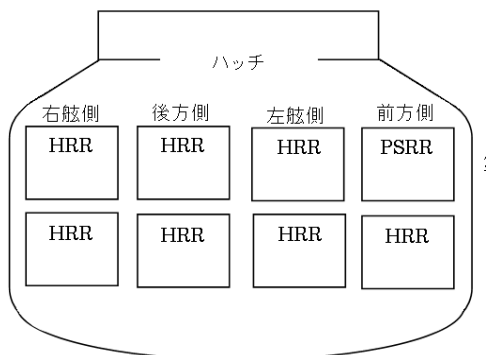


図2.3.1-1 HTV初号機の補給キャリア与圧部のラック搭載状況



左:HTV補給ラック(HRR)
右「きぼう」保管ラック(PSRR)

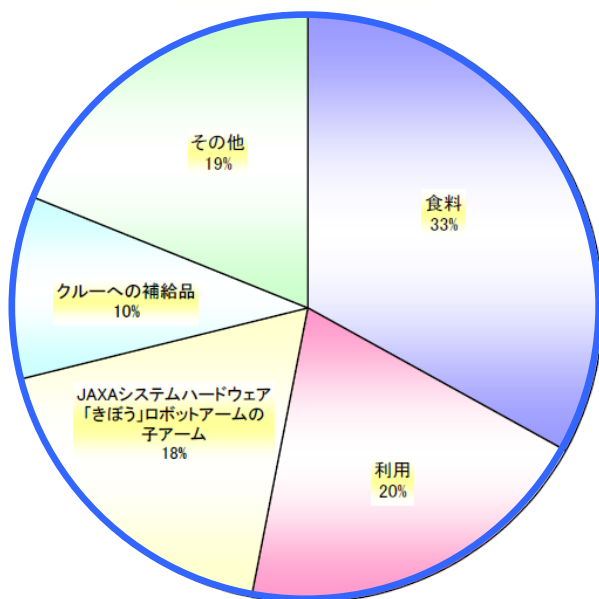


図2.3.1-2 船内用補給物資(貨物質量)の比率



食料、日用品、実験用品など



「きぼう」ロボットアーム



図2.3.1-3 HTV補給ラック(HRR)に搭載される物資輸送用バッグ(CTB)



図2.3.1-4 物資輸送用バッグ(CTB)



図2.3.1-5 HTV補給ラック(HRR)のPLCへの搭載状況
*HRRの前面にもCTBが搭載されます。

2.3.2 補給キャリア非与圧部搭載品

HTV-1ミッションでは、補給キャリア非与圧部には2台の船外実験装置が搭載されます。重量の内訳は次の通りです。

- 日本の船外実験装置(475kg)
- NASAの船外実験装置(381kg)

(1)日本の船外実験装置

超伝導サブミリ波リム放射サウンダ

(Superconducting Submillimeter-Wave Limb-Emission Sounder: SMILES)



図2.3.2-1 曝露パレットに搭載されるSMILES

【目的】

SMILESは、JAXAと情報通信研究機構(NICT)が開発した実験装置で、超伝導ミクサという新しい技術を用い、従来の衛星からの観測では達成できなかった高い測定感度で、成層圏のオゾンやオゾン破壊に関連する大気微量成分の存在量を宇宙から観測するセンサーです。

オゾン層は、太陽光に含まれる危険な紫外線を吸収し、生物を守る役割を果たしています。しかし、人類の活動で作られ出されたフロン等の微量気体が原因となって、このオゾン層が急速に破壊されています。オゾン層のような上空で、気圧が低いところにある分子から出る電波は、周波数によってどの分子から出た電波か見分けることができます。特にサブミリ波という周波数の高い電波が、オゾン層の分子を見分けるのに適しています。高感度の電波受信機を持つ超伝導サブミリ波リム放射サウンダは、約90分で地球を1周するISSから大気の縁(リム)の方向にアンテナを向け、大気中の微量分子が自ら放射しているサブミリ波の電波を観測することができます。

【運用】

SMILESは「きぼう」船外実験プラットフォームの3番取り付け部に取り付けられて運用されます。運用寿命は1年ですが、その後も可能な限り運用を継続する予定です。

<http://kibo.jaxa.jp/experiment/ef/smiles/> (JAXA HP_SMILES)

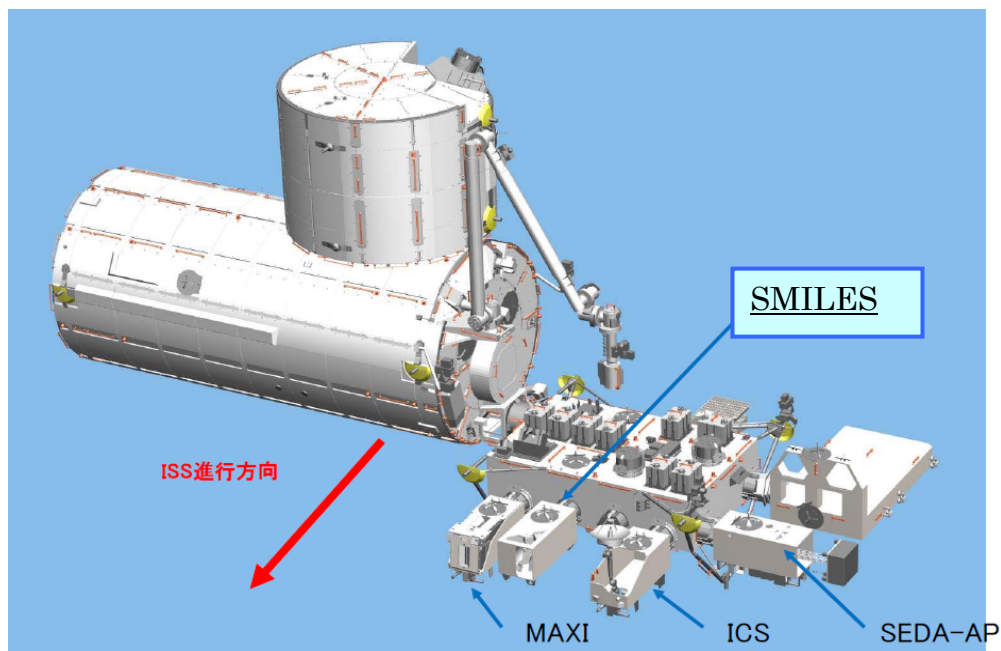


図2.3.2-2 SMILESの取付け位置

(2)NASAの船外実験装置

沿岸海域用ハイパースペクトル画像装置および大気圏／電離圏遠隔探査システム
実験装置

(Hyperspectral Imager for the Coastal Ocean(HICO)&Remote Atmospheric
& Ionospheric Detection System (RAIDS) Experimental Payload:

HICO&RAID Experimental Payload:HREP)

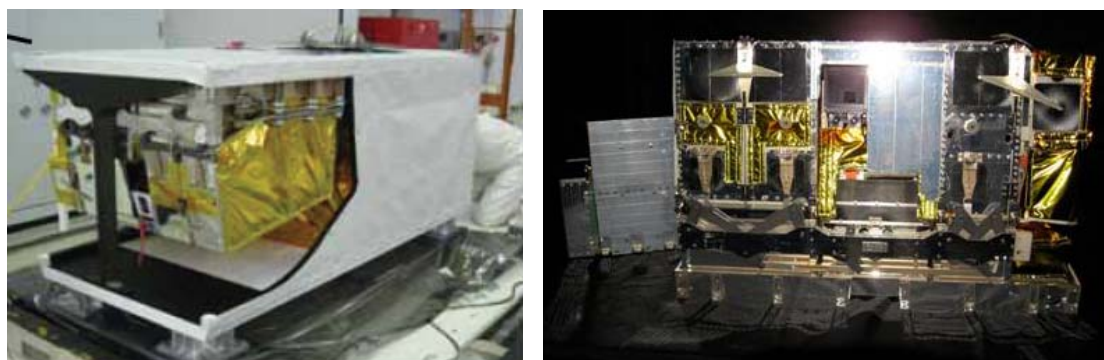


図2.3.2-3 HREP

【目的】

HREPは、沿岸海域用ハイパースペクトル画像装置(HICO)と、大気圏／電離圏リモート探知システム(RAIDS)から構成されます。

HICOは、可視光／近赤外線を用いたハイパースペクトル海洋画像システムで、沿岸の形状や特性を、ISSから特定・定量化します。今回のミッションでは、沿岸帯域を宇宙から撮影する技術を検証します。

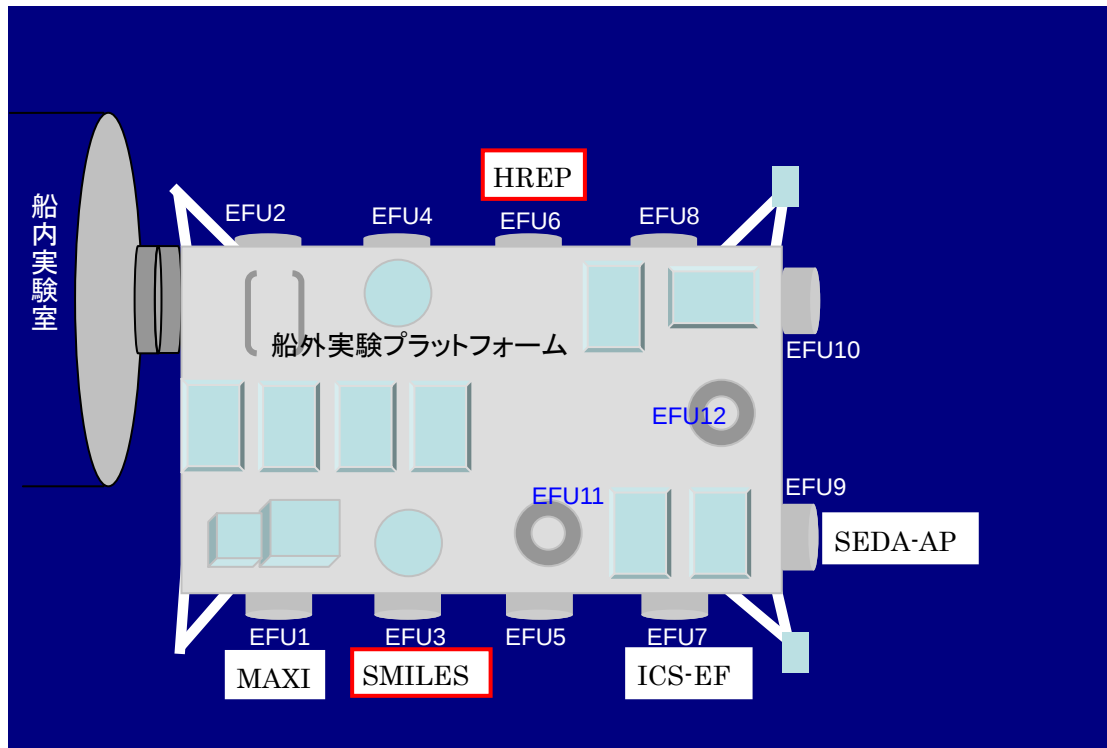
RAIDSは、可視光／紫外線を用いた遠隔探知装置です。大気圏の電子密度および中世密度周縁の輪郭を計測し、電離圏(大気圏上層部)や人工衛星に働く大気ドラッグのモデリングの向上に役立てるものです。

【運用】

HREPは「きぼう」船外実験プラットフォームの6番取付け部に取り付けられて運用されます。米国アラバマ州のNASAペイロード運用統合センター(POIC)から運用を行ないますので、ロボットアームによる装置の取付け／取外し作業時以外は、ISSクルーの操作は必要ありません。

http://www.nasa.gov/mission_pages/station/science/experiments/HREP-RAIDS.html (NASA HP_HREP-RAIDS)

http://www.nasa.gov/mission_pages/station/science/experiments/HREP-HICO.html (NASA HP_HREP-HICO)



※ MAXI、ICS-EF、SEDA-APはSTS-127ミッション
(2009年7月)に設置済みです。

図2.3.2-4 【参考】船外実験プラットフォームの実験装置の取付け位置



図2.3.2-5 「きぼう」に取り付けられた船外実験プラットフォームと船外実験装置
(STS-127)

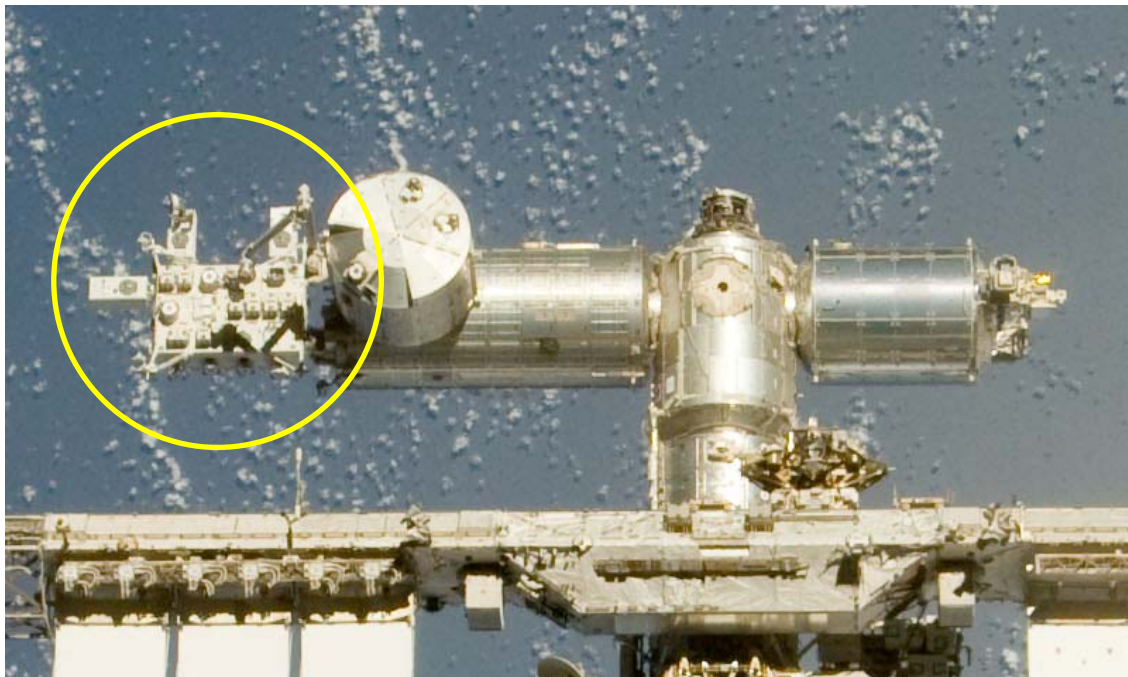


図2.3.2-6 「きぼう」船外実験プラットフォーム(STS-127)

空白ページ

3. HTV の運用管制

3.1 HTV 運用管制

3.1.1 HTV 運用管制室の役割

HTV運用管制室は、HTVがISSに物資を輸送する際、HTVの飛行を安全に制御及び監視します。

HTV運用管制室とNASAジョンソン宇宙センター(JSC)にあるISSミッションコントロールセンター(MCC-H)は、協力・連携してHTVの運用業務を実施します。



筑波宇宙センター運用棟



HTV 運用管制室



ISS ミッションコントロールセンター(MCC-H)

3.1.2 運用概要

HTVはH-IIBロケットから分離すると、自動的にサブシステムを起動し、機体の姿勢を安定させます。その後NASAの追跡データ中継衛星(TDRS)との通信を確立し、さらに筑波宇宙センター(Tsukuba Space Center: TKSC)にあるHTV運用管制室との通信を開始します。

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

HTVがISSの後方5km地点まで到達すると、NASAジョンソン宇宙センターのISSミッションコントロールセンター(MCC-H)による管理・監視が開始され、それ以降はHTV運用管制室とISSミッションコントロールセンター(MCC-H)との統合運用となります。

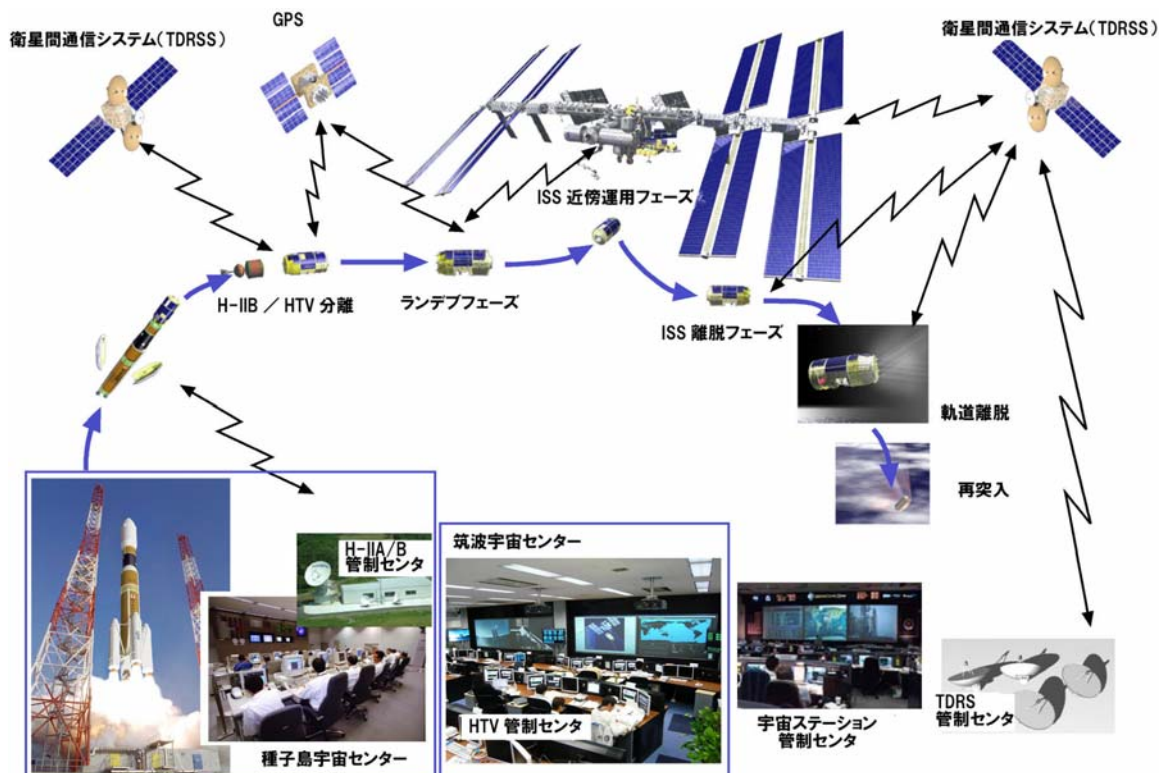


図 3.1.2-1 HTV の運用管制概要

HTV-FLIGHT:

HTVFCT 全体を統括し、HTV 運用全体の最終決定を行います。



山中 浩二 HTV フライトディレクタ
打上げ、ISS のロボットアームによる HTV 把持、ISS からの分離及び再突入時のフライトディレクタを務めます。



麻生 大 HTV フライトディレクタ
ISS 結合時のフライトディレクタを務めます。

HTVSYSD:

HTV のシステム運用状況を把握し NASA との連絡・調整を行います。

CMD:

手順書に従ってコマンド送信運用を行います。

HTVGC:

HTV 運用で使用する設備及びネットワークの管理を行います。

HTVPLAN:

HTV 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います。

HTVSYSD-J:

HTV 運用手順の進行管理を行うことで HTV -FLIGHT をサポートします。

RNDV:

HTV のランデブに関する運用状況を把握し、NASA との連絡・調整を行います。

GNC:

HTV の航法誘導制御系運用の状況をモニタし、技術判断を行います。

TRAJ:

HTV の軌道・マヌーバ状況をモニタし、技術判断を行います。

POWER:

HTV の電力系の状況をモニタし、技術判断を行います。

THERMAL:

HTV の熱系および与圧部の環境制御系をモニタし、技術判断を行います。

COMM/DH:

HTV の通信データ処理系の状況をモニタし、技術判断を行います。

PROP:

HTV の推進系の状況をモニタし、技術判断を行います。

CARGO:

HTV カーゴに関する運用、NASA との連絡・調整を行います。

EP:

HTV 曝露パレット／非与圧キャリアの状況をモニタし、技術判断を行います。

ROE:

再突入計画の独立評価、再突入状況の独立評価を行います。

ARO:

ランデブに関する NASA の専門家であり、JAXA/NASA 間の調整を支援します。

なお、HTV-1ミッションでは、星出宇宙飛行士がISSミッションコントロールセンターにてキャプコム(CAPCOM)を担当します。

星出宇宙飛行士は、主にロボティクス運用を行う日を担当する予定です。

空白ページ

付録 1 HTV／ISS 関連略語集

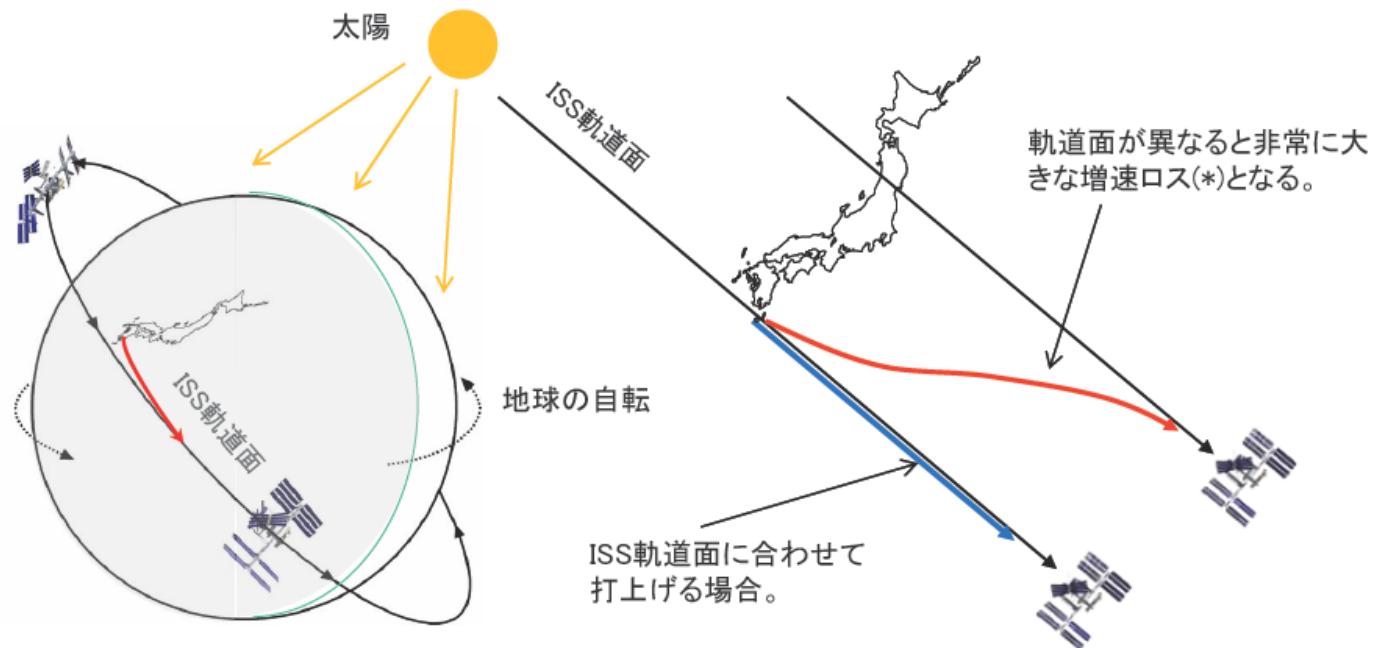
略語	英名称	和名称
ACU	Abort Control Unit	アボート制御ユニット(HTV)
AI	Approach Initiation	接近開始点(HTV)
AM	Avionics Module	電気モジュール(HTV)
ARO	—	(JAXA の HTV 運用管制チーム)
ATV	Automated Transfer Vehicle	(ESA)欧州補給機
BCS	Berthing Camera System	係留用カメラシステム(HTV)
BDCU	Battery Discharge Control Unit	バッテリー放電制御器(HTV)
CAPCOM	Capsule Communicator	キャプコム(NASA)
CAM	Collision Avoidance Maneuver	衝突回避マヌーバ(HTV)
CARGO	—	(JAXA の HTV 運用管制チーム)
CBM	Common Berthing Mechanism	共通結合機構
CM	Co-elliptic Maneuver	軌道面調整マヌーバ／共軌道(HTV)
CMD	Command	(JAXA の HTV 運用管制チーム)
COMM／DH	—	(JAXA の HTV 運用管制チーム)
CTB	Cargo Transfer Bag	物資輸送用バッグ(ISS)
CZ	Communication Zone	通信領域(HTV)
DH	Data Handling	データ処理
DMS	Data Management System	データ管理システム
DOM	Deorbit Maneuver	軌道離脱マヌーバ(HTV)
DSM	Descending Maneuver	高度低下マヌーバ(HTV)
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
EP	Exposed Pallet	曝露パレット(HTV)
EP	—	(JAXA の HTV 運用管制チーム)
EPC	Exposed Pallet Controller	曝露パレット制御装置(HTV)
EPS	Electrical Power System	電力系サブシステム(HTV)
ESA	Earth Sensor Assembly	地球センサ(HTV)
FD	Flight Day	飛行日
FD	Flight Director	フライト・ディレクター
FDS	Fire Detection and Suppression	火災検知・消火
FOR	Flight Operations Review	飛行運用審査会
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
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(HTV)
GNC	—	(JAXA の HTV 運用管制チーム)
GPS	Global Positioning System	GPS アンテナ(HTV)
GPSR	GPS Receiver	GPS 受信機(HTV)
GSE	Ground Support Equipment	地上支援装置(HTV)
GTO	Geostationary Transfer Orbit	静止トランスファ軌道(HTV)
HAM	Height Adjusting Maneuver	高度調整マヌーバ(HTV)
HBCS	HTV Berthing Camera System	HTV 結合用カメラシステム(HTV)
HC	Hand Controller	ハンド・コントローラ(HTV)
HCAM	HTV Cargo Attachment Mechanism	カーゴ取付け機構(HTV)
HCE	Heater Control Electronics	ヒータ制御装置(HTV)

略語	英名称	和名称
HCSM	HTV Connector Separation Mechanism	コネクタ分離機構 (HTV)
HCP	HTV Hardware Command Panel	搭乗員用コマンドパネル (HTV)
HDM	Holddown Mechanism	軌道上捕捉機構 (HTV)
HEFU	HTV Exposed Facility Unit	簡易 EFU (HTV 曝露パレット)
HGAS	HTV GPS Antenna Subsystem	HTV アンテナサブシステム
HPIU	HTV Payload Interface Unit	HTV 用 PIU (HTV 曝露パレット)
HRR	HTV Resupply Rack	HTV 補給ラック
HREP	Hyperspectral Imager for the Coastal Ocean (HICO) & Remote Atmospheric & Ionospheric Detection System (RAIDS) Experimental Payload	沿岸海域用ハイパースペクトル画像装置および大気圏／電離圏リモート探知システム実験装置
HSM	Harness Separation Mechanism	ハーネス分離機構
HTV	H-II Transfer Vehicle	宇宙ステーション補給機
HTV-FLIGHT	HTV Flight	(JAXA の HTV 運用管制チーム)
HTVGC	—	(JAXA の HTV 運用管制チーム)
HTV OCS	HTV Operations Control System	HTV 運用管制システム
HTVPLAN	—	(JAXA の HTV 運用管制チーム)
HTVSYS	—	(JAXA の HTV 運用管制チーム)
HTVSYS-J	—	(JAXA の HTV 運用管制チーム)
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	衛星間通信装置
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
ISS DC/DC	—	ISS インタフェース DC/DC コンバータ
ITCS	Internal Thermal Control System	内部熱制御系 (ISS)
JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency	宇宙航空研究開発機構
JEF	JEM Exposed Facility	「きぼう」船外実験プラットフォーム
JEM	Japanese Experiment Module	「きぼう」日本実験棟
JEMRMS	JEM Remote Manipulator System	「きぼう」ロボットアーム
JPM	JEM Pressurized Module	「きぼう」船内実験室
JSC	Johnson Space Center	NASA ジョンソン宇宙センター
JST	Japanese Standard Time	日本標準時
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
LP1	Launch Pad1	大型ロケット発射場第 1 射点
LP2	Launch Pad2	大型ロケット発射場第 2 射点
LRR	Laser Rader Reflector	反射器 (レーザーダリフレクタ) (HTV)
MAXI	Monitor of All-sky X-ray Image	全天域線監視装置
MBS	Mobil Base System	モバイル・ベース・システム (ISS)
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
MET	Mission Elapsed Time	ミッション経過時間
MLI	Multi-Layer Insulation	多層断熱材
MMH	Monomethylhydrazine	モノメチルヒドラジン (HTV 燃料)

略語	英名称	和名称
MON3	—	窒素添加酸化二窒素 (HTV 酸化剤)
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
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
PFE	Portable Fire Extinguisher	(ISS 内の) 消火器
PEV	Pressure Equalization Valve	均圧弁
PIU	Payload Interface Unit	装置交換機構
PLC	Pressurized Logistics Carrier	補給キャリア与圧部
PLS	Proximity Link System	近傍通信装置 (HTV)
PM	Phase Adjusting	位相調整
PM	Pressurized Module	「きぼう」の船内実験室
PM	Propulsion Module	推進モジュール (HTV)
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
POWER	—	(JAXA の HTV 運用管制チーム)
PROP	—	(JAXA の HTV 運用管制チーム)
PROX	Proximity Communication System	近傍通信システム (HTV)
Psi	Pounds per square inch	圧力単位
PSRR	Pressurized Stowage Resupply Rack	「きぼう」船内保管室搭載型保管ラック
PVGF	Power& Video Grapple Fixture	電力・映像グラブルフィクスチャ
RCS	Reaction Control System	姿勢制御システム
R-Bar	—	アールバー
RNDV	—	(JAXA の HTV 運用管制チーム)
ROE	—	(JAXA の HTV 運用管制チーム)
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)
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
SIGI	Space Integrated GPS/INS	宇宙用統合 GPS/INS
SMILES	Superconducting Submillimeter-Wave Limb Emission Sounder	超伝導サブミリ波リム放射サウンダ
SRCA	System on/off Remote Control Assembly または Switch Remote Control Assembly	(ISS 内の) 照明スイッチ
SSCC	Space Station Control Center	宇宙ステーション管制センター
SSIPC	Space Station Integration and Promotion Center	宇宙ステーション総合推進センター (TKSC)
SSM	Shockless Separation Mechanism	低衝撃分離機構 (HTV)
SSRMS	Space Station Remote Manipulator System	ISS のロボットアーム
STBD	starboard	右舷
S-BAT	Secondary Battery	2 次電池

略語	英名称	和名称
TDRS	Tracking and Data Relay Satellite	追跡データ中継衛星(NASA)
THERMAL	—	(JAXA の HTV 運用管制チーム)
TRAJ	—	(JAXA の HTV 運用管制チーム)
TSM	Tie-down Separation Mechanism	打上げ拘束分離機構
TKSC	Tsukuba Space Center	筑波宇宙センター
TNSC	Tanegashima Space Center	種子島宇宙センター
ULC	Unpressurized Logistics Carrier	補給キャリア非与圧部
VAB	Vehicle Assembly Building	大型ロケット組立棟
VDC	Volt Direct Current	電力単位
ZOE	Zone of Exclusion	不可視域
zenith	—	天頂

付録2 ランデブ概念1 – 打上げのタイミング



H-IIBロケットは、ISS軌道面が種子島宇宙センタ上空にあるときに発射しなければならない

(*) 例えば、打上げ時刻が10分前後するだけで、HTVがISSの軌道面に合わせるためには搭載した推進薬の大部分を使ってしまう。

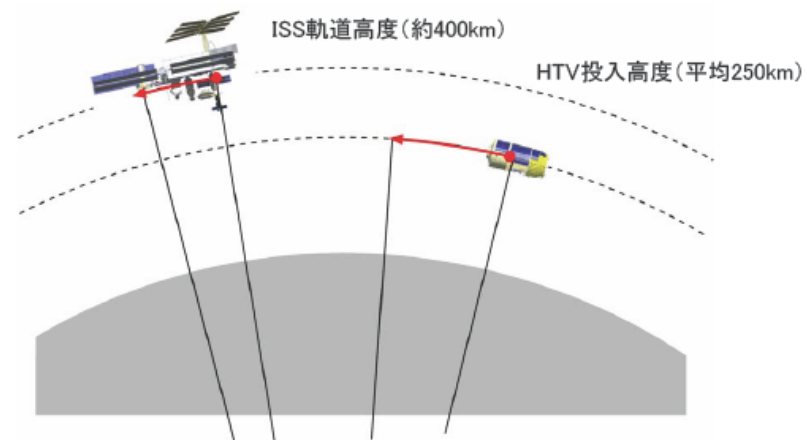


付録2 ランデブ概念2 – 位相調整

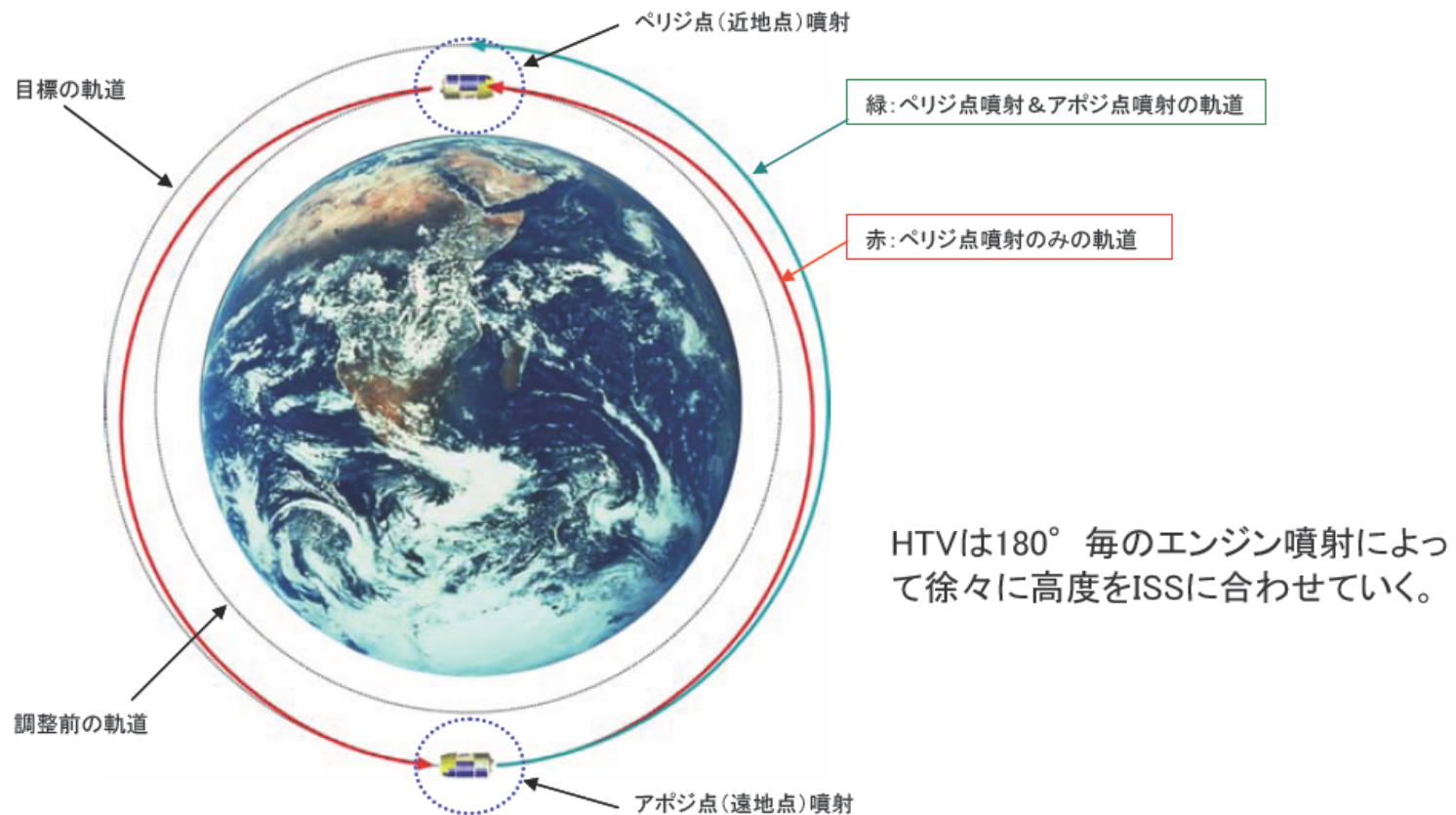


HTVがISSと同じ軌道面に入った時点で、位相を合わせる必要がある。

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



付録2 ランデブ概念3 – 高度調整



付録2 ランデブ概念4 – 相対位置調整

