STS-130(20A) ミッション概要





2010/2/22 A改訂版 宇宙航空研究開発機構



目次



- 1. ミッションの目的・特徴
- 2. 飛行計画
- 3. 搭載品
- 4. ミッション概要
- 5. フライトスケジュール
- 6. JAXA関連(打上げ/回収)

Backup Charts

※本資料で掲載している写真について、特に断りがない写真はNASA提供の写真です。



1. ミッションの目的・特徴



- ISSクルーの生活の場にもなる「トランクウィリティー」(第3 結合部)と、6枚の窓と天窓、ISSのロボットアーム(Space Station Remote Manipulator System: SSRMS)の操作卓などを備えた観測ユニットであるキューポラを運搬し、ISSに取り付けます。
- トランクウィリティー到着後は、ISS内各所に仮設置してあったラック類をトランクウィリティー内に移送し、設置する作業を行います。これにより、次のSTS-131ミッションで運搬するラックの設置場所をISS内に確保することができます。



2. 飛行計画



項目	実 績
STSミッション番号	STS-130(通算130回目のスペースシャトルフライト)
ISS組立フライト番号	20A(スペースシャトルによる32回目のISSフライト)
オービタ名称	エンデバー号(OV-105) (エンデバー号としては24回目の飛行)
打上げ日時	2010年 2月8日 午後 6時14分(日本時間) 2010年 2月8日 午前 4時14分(米国東部標準時間) 打上げ可能時間帯は5分間
打上げ場所	フロリダ州NASAケネディ宇宙センター(KSC)39A発射台 飛行期間 約14日間(ドッキング期間約10日間)
搭乗員	コマンダー : ジョージ・ザムカ MS2 : スティーブン・ロビンソン パイロット : テリー・バーツ MS3 :ニコラス・パトリック MS1 : キャスリン・ハイヤ MS4 : ロバート・ベンケン
軌道	軌道投入高度: 約226 km ランデブ高度: 約343km 軌道傾斜角: 51.6度
帰還日時	2010年 2月 22日 午後 0時20分(日本時間) 2010年 2月 21日 午後 10時20分(米国東部標準時間)
帰還場所	フロリダ州NASAケネディ宇宙センター(KSC)
主な搭載品	【貨物室 】「トランクウィリティー」(第3結合部)、キューポラ 【ミッドデッキ】補給物資、実験機材など



2. 飛行計画(続き)



STS-130ミッションクルー



船長(Commander) **ジョージ・ザムカ** (George D. Zamka) 1962年米国ニュージャージー州生まれ。米海兵隊大佐。 STS-120ミッションでパイロットを務めた。今回が2回目 の飛行となる。



MS2 スティーブン・ロビンソン (Stephen K. Robinson) 1955年米国カリフォルニア州生まれ。機械工学博士。 STS-85ミッション、STS-95ミッション、STS-114ミッション で飛行。STS-95ミッションでは向井宇宙飛行士とともに 飛行し、STS-114ミッションでは野口宇宙飛行士とともに 船外活動を担当。今回が4回目の飛行となる。



パイロット(Pilot) **テリー・バーツ** (Terry W. Virts Jr.) 1967年米国メリーランド州生まれ。米空軍大佐。 2000年にNASAのパイロットとして選抜された。今回が 初飛行となる。



MS3 ニコラス・パトリック (Nicholas J. M. Patrick) 1964年英国ノースヨークシャ州生まれ。MITの工学 博士(Ph.D.)。 STS-116ミッションでMSとして飛行。今回が2回目の 飛行となる。



ミッションスペシャリスト(MS)1 キャスリン・ハイヤ (Kathryn P. Hire) 米国アラバマ州生まれ。米海軍予備役大佐。 STS-90ミッションでMSとして飛行。今回が2回目の飛行となる。



MS4
ロバート・ベンケン(Robert L. Behnken)
米国ミズーリ州生まれ。米空軍中佐。機械工学博士。
STS-123ミッションで土井宇宙飛行士とともに飛行。今回が2回目の飛行となる。

※MS(Mission Specialist): 搭乗運用技術者



2. 飛行計画(続き)



飛行日	主な作業予定
1日目	打上げ/軌道投入、ペイロードベイ(貨物室)のドアオープン、 外部燃料タンク(ET)の画像と翼前縁センサデータの地上 への送信、シャトルのロボットアーム(SRMS)の起動、ラン デブ用軌道制御など
2日目	ペイロードベイ(貨物室)内の点検、OBSSを使用したTPS の損傷点検、宇宙服の点検、ドッキング機器の準備、ラン デブ用軌道制御など
3日目	ISSからのスペースシャトルのTPSの撮影(R-bar ピッチ・マヌーバ)、ISSとのドッキング/入室、宇宙服の移送、OBSSの取り出し(SRMS→SSRMS→SRMSへ受渡し)
4日目	物資の移送、米国広報イベント、半日の休暇、第1回船外 活動準備など
5日目	「トランクウィリティー」(第3結合部)を貨物室から取出し/ 「ユニティ」(第1結合部)へ取付け、第1回船外活動(トラン クウィリティーのLTAケーブル取外し、ユニティ/トランクウィ リティー間の電力・通信配線の接続など)
6日目	トランクウィリティー結合部の入室準備/入室、キューポラへの入室、第2回船外活動準備、詳細点検(必要な場合)など
7日目	第2回船外活動(トランクウィリティーの整備)、トランクウィリティーの起動、物資の移送、キューポラの移設準備など
8日目	キューポラの移設、キューポラの配線・配管接続、トランク ウィリティー内での作業(ロンチボルトの取外し、配管作業)

飛行日	主な作業予定
9日目	PMA-3の移設、キューポラ内の整備、物資の移送、半日の休暇、第3回船外活動準備など
10日目	第3回船外活動 (トランクウィリティーの整備、PMA-3ヒーターケーブルの接続、キューポラのMLIカバー取外しなど)キューポラの窓のシャッターの開閉など
11日目 ※1	水再生システム(WRS)ラック、ISSトイレ(WHC)、酸素生成システム(OGS)ラックのトランクウィリティーへの移設
12日目	船外活動用品の片付け/移送、最終物資移送、ISS/シャトルクルー全員による軌道上共同記者会見、ISSのリブースト、お別れイベント、ISS退室、ハッチ閉鎖、ランデブツールの点検
13日目	ISS分離/フライアラウンド、SRMSとOBSSを使用した機体の後期点検など
14日目	飛行制御システム・姿勢制御システムの点検、船内の片づけ、軌道離脱準備、米国広報イベント、Kuバンドアンテナの収納
15日目	軌道離脱、着陸

※1: 本ミッションで実施した水再生システム(WRS)のメンテナンスの成功を受けて、トランクウィリティーヘラックを移設する作業を実施するために、ミッション期間が1日延長されました。

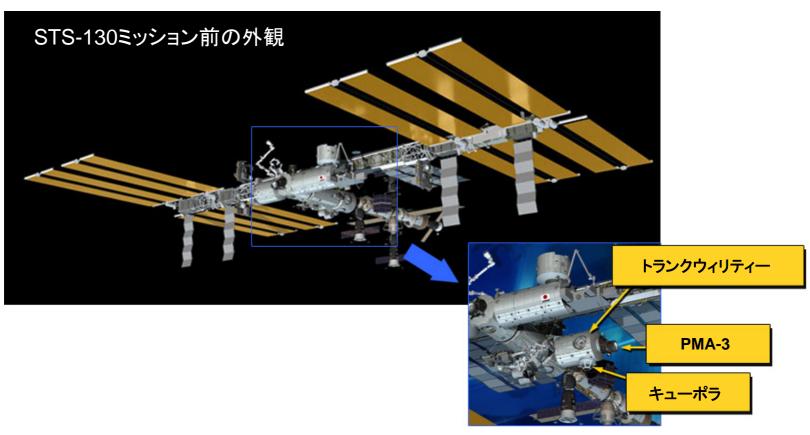
OBSS:センサ付き検査用延長ブーム、TPS:熱防護システム、SSRMS:ISSのロボットアーム、PMA3:与圧結合アダプタ3、MLI:多層断熱材



2. 飛行計画(続き)



STS-130(20A) ミッション終了時のISSの外観



STS-130ミッション終了時の外観

※完成時のISSの構成要素についてはBackup Chart(P45)を参照



3. 搭載品

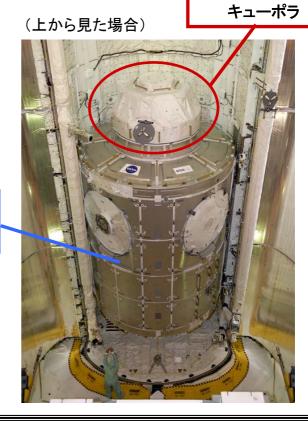


STS-130ミッションのペイロードベイ(貨物室)の搭載状況



ペイロードベイ(貨物室)搭載総重量: 約17トン

トランクウィリティー (第3結合部)





3. 搭載品 - トランクウィリティー



トランクウィリティーとは

「トランクウィリティー」(第3結合部)は、米国の与圧モジュールであり、国際宇宙ステーション(ISS)のモジュールを結合する役割を果たすとともに、クルーの居住区画として使用されます。トランクウィリティーは、6つの共通結合機構(Common Berthing Mechanism: CBM)を備えており、「ユニティ」(第1結合部)、「ハーモニー」(第2結合部)に続く3つ目の結合モジュールです。基本的な構造はハーモニーと同じです。

トランクウィリティーの主要諸元

項目	值
寸法	約4.5m(直径)×約6.7m(長さ)
質量	打上げ時 : 約15,500kg 軌道上 : 約19,000kg



トランクウィリティーは、欧州宇宙機関(ESA)が開発したモジュールで、所有権はNASAにあります。ESAは、NASAに対してスペースシャトルで「コロンバス」(欧州実験棟)を打ち上げてもらう代わりに、ハーモニーとトランクウィリティーを開発しました。なお、「ユニティ」(第1結合部)はNASAが開発したモジュールです。



3. 搭載品-トランクウィリティー



トランクウィリティーの搭載ラック

トランクウィリティーには8台のラックを搭載することができます。打上げ時には、アビオニクスラック2台などを搭載します。ユニティに結合された後、他のモジュールから以下のラックがトランクウィリティーに移設され、居住区画として整備されます。

- 水再生システム (Water Recovery System: WRS) *1
- 空気浄化システム(Atmospheric Revitalization System: ARS)※2
- ISSトイレ(Waste and Hygiene Compartment: WHC)※3
- 酸素生成システム(Oxygen Generation System: OGS)※4
- トレッドミル (Combined Operational Load Bearing External Resistance Treadmill: COLBERT) ※5



打上げ前のトランクウィリティーの内部 (©ESA - S. Corvaja)

その他、以下の機器が移設されます。

- 改良型エクササイズ装置(Advanced Resistive Exercise Device: ARED) ※6
- キューポラのロボットアーム操作卓

※1~※6:Backup Chart(P47~P55)参照



3. 搭載品-キューポラ



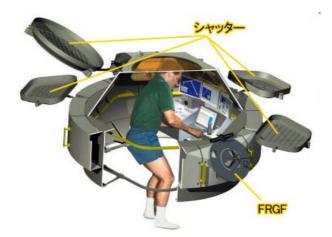
キューポラとは

キューポラは7枚の窓と、ISSのロボットアーム(Space Station Remote Manipulator System: SSRMS)の操作盤などを備えた観測用のユニットです。 SSRMSの操作以外に、船外活動や、宇宙機の接近・分離時の観測場所として使用されるほか、視野が広いため、地球や天体などの観測にも使用することができます。

キューポラの主要諸元

項目	値
寸法	高さ:約1.5m 最大直径:約3.0m(※1) 天窓:直径80cm
質量	打上げ時 : 約1,805kg 軌道上 : 約1,880kg

※1:デブリ防護用のシャッター、軌道上取り外し可能型グラ プル・フィクスチャ(Flight Releasable Grapple Fixture: FRGF)を含む





キューポラのイメージ(©ESA)

キューポラは、欧州宇宙機関(ESA)が開発したユニットで、所有権はNASAにあります。ESAは、NASAに対してスペースシャトルで曝露ペイロードを輸送してもらう代わりに開発しました。



4. ミッションの概要

スペースシャトル「エンデバー号」(STS-130ミッション)飛行概要



STS-130 Crew

(MS3) NASA 宇宙飛行士



ジョージ・ザムカ (コマンダー) NASA 宇宙飛行士



テリー・バーツ パイロット JASA 宇宙飛行士



キャスリン・ハイヤ (MS1) NASA 宇宙飛行士



(MS2) NASA 宇宙飛行士



飛行4日目 物資の移送 クルーの自由時間



飛行3日目 ISSからの熱防護システム の撮影、ISSへのドッキング



飛行2日目 熱防護システム点検、ドッキ ング準備



飛行1日目 外部燃料タンク撮影、 SRMSの起動・点検など



飛行1日目:打上げ 米国フロリダ州 KSC



飛行5日目 トランクウィリティーの 取付け、EVA#1(トラ ンクウィリティーの配 線など)

オービタ

搭乗員数

帰還日時

飛行期間

着陸地

打上げ日時



飛行6日目 トランクウィリティー の起動、詳細検査 (必要な場合)

:エンデバー号(OV-105)



飛行7日目 EVA#2(トランク ウィリティーの整 備)、物資の移送

:2010年2月8日午前4時14分(米国東部標準時間)

:2010年2月21日午後10時20分(米国東部標準時間)

2010年2月8日午後6時14分(日本時間)

2010年2月22日午後0時20分(日本時間)

:フロリダ州NASAケネディ宇宙センター(KSC)



飛行8日目 PMA-キューポラの移設 ルーク



飛行9日目 PMA-3の移設、ク ルーの自由時間



飛行10日目EVA#3 (キューポラのMLIカバー 取外しなど)



飛行11日目 ラックの移設



飛行12日目 ISSリブースト、軌道上共同記者会見、 ISS退室、シャトル-ISS間のハッチ閉鎖)



飛行13日目 ISS分離、熱防護シス テムの後期点検、帰還 準備



水1714日日 キャビン片付け、帰還準備



飛行15日目: 着陸 米国フロリダ州 KSC

STS-130(20A)ミッションの目的

・ISSに「トランクウィリティー」(第3結合部)とキューポラを輸送

:約14日間

・トランクウィリティーの起動およびラック類の設置

船外活動(3回)

EVA#1(飛行5日目):トランクウィリティーのLTAケーブル取外し、

「ユニティ」(第1結合部)/トランクウィリティー間の電力・通信配線の接続など

STS-130ミッション概要

EVA#2(飛行7日目):トランクウィリティーの整備

EVA#3(飛行10日目):キューポラのMLIカバー取外しなど

略語

ET : External Tank

EVA : Extravehicular Activity

FPMU : Floating Potential Measurement Unit

KSC: Kennedy Space Center
MLI: Multi-Layer Insulation
MS: Mission Specialist

OBSS: Orbiter Boom Sensor System
PMA-3: Pressurized Mating Adapter
SRMS: Shuttle Remote Manipulator System

外部燃料タンク 船外活動

浮動電位測定装置 ケネディ宇宙センター 多層断熱材

搭乗運用技術者 センサ付き検査用延長ブーム

与圧結合アダプタ スペースシャトルのロボットアーム



注:各飛行日の写真はイメージです。

注:予定は今後変更される可能性があります

5. フライトスケジュール 1日目



FD1の主な作業

- 打上げ/軌道投入
- ペイロードベイ(貨物室)ドアの開放
- スペースシャトルのロボットアーム起動
- Kuバンドアンテナ展開
- 翼前縁の衝突検知センサデータ、外部燃料タンク(ET)カメラの画像の地上への送信
- ランデブに向けた軌道制御



スペースシャトルの打上げ(STS-129)



上昇中の船内の様子(STS-122)



5. フライトスケジュール 2日目



FD2の主な作業

- ペイロードベイ(貨物室)の状態の点検
- スペースシャトルのロボットアーム(SRMS)とセンサ付き延長ブーム(OBSS)を使用した熱防護システムの損傷点検
- 宇宙服(EMU)の点検
- オービタ・ドッキング・システム(ODS) の点検
- ODSのドッキングリングの伸展とカメラの取付け(ドッキング準備)
- ランデブに向けた軌道制御



飛行2日目のスペースシャトルの様子: 貨物室に搭載しているのはハーモニー (STS-120)



5. フライトスケジュール 3日目



FD3の主な作業

- ランデブに向けた軌道制御
- ISSからのスペースシャトルの熱防護システムの撮影^{※1}
- ISSとのドッキングおよび入室
- センサ付き延長ブーム(OBSS)の 取出し



R-bar ピッチ・マヌーバ中のスペースシャトル(STS-129)

※1:Backup Chart(P61)参照



5. フライトスケジュール 4日目



FD4の主な作業

- 物資移送
- 尿処理装置(Urine Processor Assembly: UPA)の蒸留装置 (Distillation Assembly: DA)の交換修理
- 米国広報イベント
- 第1回船外活動(EVA)準備など

(船外活動手順確認およびEVAを行う宇宙飛行士のキャンプアウト※1)

※1:キャンプアウトの詳細はP17参照





キャンプアウト(Campout)

船外活動を行うクルーが、気圧*を下げた「クエスト」(エアロック)の中で船外活動の前夜滞在することをキャンプアウトと呼んでいます。

低い気圧の中で一晩を過ごすことで、血中の窒素を体外に追い出すことができ、

"ベンズ"と呼ばれる減圧症を予防することができます。

睡眠中の時間を利用することにより、船外活動 の準備を起床後すぐ始められるため、作業効 率を上げることが出来ます。

※エアロック内部の気圧は、10.2psi(約0.7気圧)にまで下げられます。通常はISS内部は14.7psi(1気圧)に保たれています。



「クエスト」内部の様子(STS-121ミッション) 注:実際のキャンプアウト中はクルーは普段着で過ごします。



5. フライトスケジュール 5日目



FD5の主な作業

- 第1回船外活動(EVA#1)
 - ① トランクウィリティーの設置準備
 - ② 軌道上交換ユニット仮置き場(OTP)の取外しと保管
 - ③ トランクウィリティーへのヒータケーブルとアビオニクスケーブル(電力・データ供給配線)の接続
- トランクウィリティーの設置
- 物資の移送
- UPAによる尿処理





<u>第1回船外活動(EVA#1)</u>

◆担当:ニコラス・パトリック

ロバート・ベンケン

- ◆実施内容:
- 1 トランクウィリティーの設置準備
 - ●共通結合機構(CBM)の保護カバーの取外し

トランクウィリティーの6個ある共通結合機構 (Common Berthing Mechanism: CBM)のうち、 ユニティへの結合部となるパッシブ共通結合機構 (Passive Common Berthing Mechanism: PCBM)に取り付けられている8枚のカバーを取り外します。この作業は、トランクウィリティーがエンデバー号のペイロードベイ(貨物室)から取り出される前に行われます。



CBMのカバー





第1回船外活動(EVA#1)(続き)

- ① トランクウィリティーの設置準備(続き)
 - ●ヒータケーブルの取外し

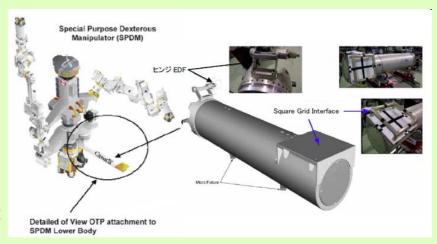
スペースシャトルからトランクウィリティーにヒータ電力を供給するためのヒータケーブルを取り外し、ペイロードベイ(貨物室)内の船外活動用工具収納箱(Tool Stowage Assembly: TSA)に収納します。この作業は、トランクウィリティーがペイロードベイ(貨物室)から取り出される前に行われます。

② デクスターの軌道上交換ユニット仮置 き場(OTP)の取外しと保管

「デクスター」(特殊目的ロボットアーム)の軌道上 交換ユニット仮置き場(ORU Temporary Platform: OTP)を取り外し、SO(エスゼロ)トラス上に保管し ます。



ヒータケーブル



OTPの概観





第1回船外活動(EVA#1)(続き)

③ トランクウィリティーへのヒータケーブルとアビオニクスケーブルの接続

ISS船内のテリー・バーツ、キャスリン・ハイヤ両宇宙飛行士が操作するISSのロボットアーム(Space Station Remote Manipulator System: SSRMS)により、トランクウィリティーがペイロードベイ(貨物室)からユニティ左舷側へ移動した後、トランクウィリティーにヒータケーブルとアビオニクスケーブル(電力・データ供給配線)を接続します。

なお、ヒータケーブルはトランクウィリティーの起動後は不要となるため、飛行10日目の第3回船外活動で取り外されます。

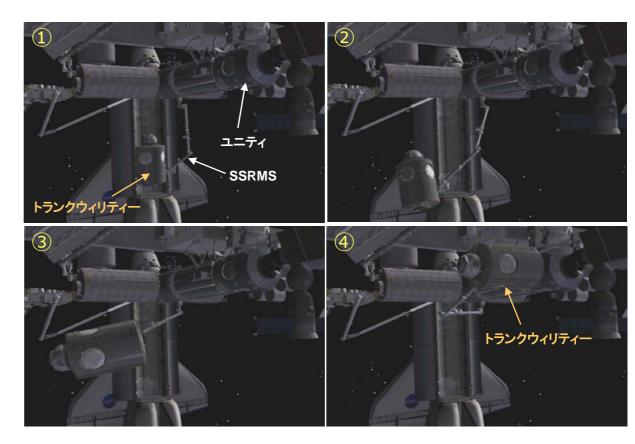




トランクウィリティーの設置

第1回船外活動でトランクウィリティーの設置準備が整った後、船内のクルーがISSのロボットアーム(SSRMS)を操作してトランクウィリティーをユニティに設置します。

- ① トランクウィリティーをISSのロボットアーム(SSRMS)で把持します。
- ② トランクウィリティーをスペースシャトルのペイロードベイ(貨物室)から取り出します。
- ③トランクウィリティーをユニティの左 舷側まで移動させます。
- ④ トランクウィリティーをユニティの左 舷のCBMに設置します。





5. フライトスケジュール 6日目



FD6の主な作業

- OBSSを使用したスペースシャトルの熱防護システムの詳細点 検(必要時のみ実施)[※]
- トランクウィリティーへの入室準備および入室
- キューポラへの入室
- 改良型エクササイズ装置(Advanced Resistive Exercise Device: ARED)、空気浄化システムラックの移設
- 第2回船外活動準備
 (船外活動手順確認およびEVAを行う宇宙飛行士のキャンプアウト)

※飛行2日目のスペースシャトルの熱防護システム点検、飛行3日目のISSからの撮影で取得した画像を地上の専門家が分析し、その結果で詳細点検を実施するかどうかが決定されます。なお、これまでに詳細検査が必要と判断されたのは、2008年のSTS-118ミッションのみです。この時は、PRM中に機体底部のTPSタイルに損傷が見られたため、詳細検査が実施されました。



5. フライトスケジュール 7日目



FD7の主な作業

- 第2回船外活動(EVA#2)
 - ① トランクウィリティーの整備
 - ② キューポラの移設準備
- トランクウィリティーの起動
- 物資移送
- キューポラの移設準備





第2回船外活動(EVA#2)

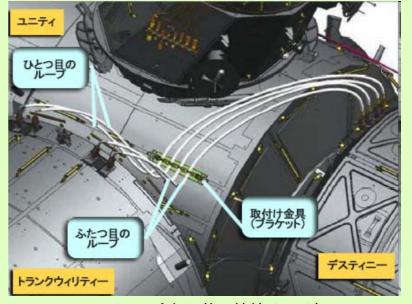
◆担当:ニコラス・パトリック

ロバート・ベンケン

- ◆実施内容:
- ① トランクウィリティーの整備
 - ●「デスティニー」(米国実験棟)/トランクウィリティー間 のふたつのループのアンモニア冷却配管の接続

ふたつのループのアンモニア冷却配管を、「ユニティ」 (第1結合部)上の取付け金具(ブラケット)を経由して、 デスティニーとトランクウィリティー間に接続します。

ひとつのループは、2本の配管からできています。また、ユニティ上のブラケットは、この作業に備えてSTS-129 (ULF3)ミッションの第1回船外活動で設置されたものです。



アンモニア冷却配管の接続イメージ





第2回船外活動(EVA#2)(続き)

- ① トランクウィリティーの整備(続き)
 - ●トランクウィリティーのひとつ目のループのアンモニア冷却配管の開放

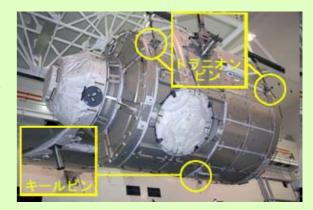
ひとつ目のループのアンモニア冷却配管を開放して、国際宇宙ステーション(ISS)の外部能動熱制御システム(External Thermal Control System: ETCS)から、冷却用の液体アンモニアをトランクウィリティーに循環させます。

この後、地上からのコマンドによってトランクウィリティーが起動されます。

●トランクウィリティーのキールピン、トラニオンピンへの断熱力 バー取付け

トランクウィリティーのキールピン1箇所とトラニオンピン4箇所に、断熱カバーを取り付けます。

これらのピンは、トランクウィリティーをスペースシャトル「エンデバー号」のペイロードベイ(貨物室)に搭載するための固定具ですが、軌道上では放熱箇所となってしまうため、断熱カバーを取り付けます。



トランクウィリティーのキールピンとトラニオンピン



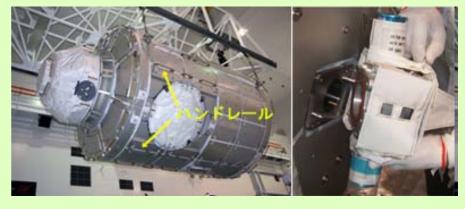


第2回船外活動(EVA#2)(続き)

- ① トランクウィリティーの整備(続き)
 - ●トランクウィリティーへのハンドレール、ベントバルブの取付け

トランクウィリティーの外壁に、8本のハンドレールを取り付けます。ハンドレールは、船外活動で作業を行う際に、船外活動クルーがつかまったり、身体をテザーで固定するための手すりです。

また、非推進式ベントバルブをトランクウィリティーに取り付けます。このベントバルブは、 キューポラの減圧時に使用します。



トランクウィリティーのハンドレール(左)と非推進式ベントバルブ(右)

② キューポラの移設準備

飛行8日目に行う、キューポラのトランクウィリティー地球側の共通結合機構(Common Berthing Mechanism: CBM)への移設に備えて、地球側CBMのペタルのロンチロック(打上げ時の固定機構)を解除します。



5. フライトスケジュール 8日目



FD8の主な作業

- キューポラの移設
- キューポラの配線・配管接続



NASAケネディ宇宙センター(KSC)で整備されるキューポラ

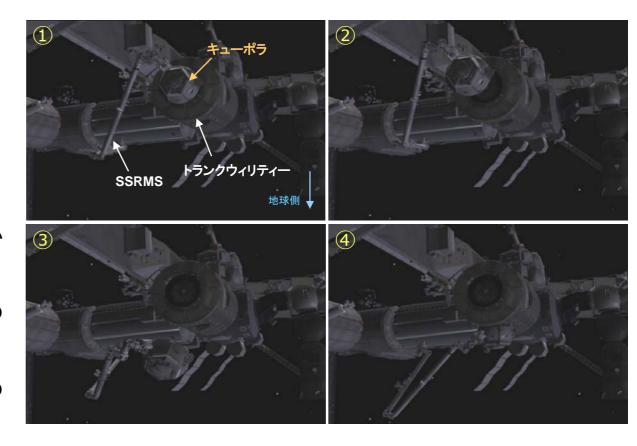




キューポラの移設

トランクウィリティーに取り付けられた状態で打ち上げられたキューポラを、恒久的な設置場所であるトランクウィリティーの地球側の結合機構に移設します。

- ① キューポラをISSのロボットアーム (SSRMS)で把持します。
- ② キューポラをトランクウィリティーか ら取り外します。
- ③ キューポラをトランクウィリティーの 地球側まで移動させます。
- ④ キューポラをトランクウィリティーの 地球側のCBMに設置します。





5. フライトスケジュール 9日目



FD9の主な作業

- 与圧結合アダプタ3(Pressurized Mating Adapter: PMA-3)の移設
- キューポラ内の整備
- クルーの休息
- 第3回船外活動(EVA)準備など

(船外活動手順確認およびEVAを行う宇宙飛行士のキャンプアウト)

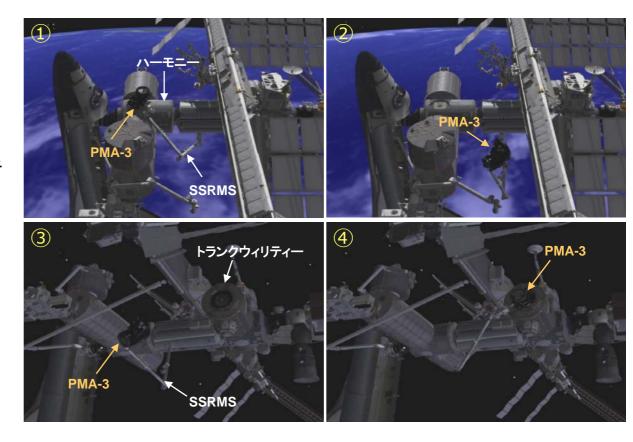




与圧結合アダプタ3の移設

「ハーモニー」(第2結合部)の天頂 部に仮置きされている与圧結合ア ダプタ3(PMA-3)を、トランクウィリ ティーの左舷側に移設します。

- PMA-3をISSのロボットアーム (SSRMS)で把持します。(※飛行 8日目の作業)
- ② PMA-3をハーモニーから取り外します。
- ③ PMA-3をトランクウィリティーの左 舷側まで移動させます。
- ④ PMA-3をトランクウィリティーの左 舷のCBMに設置します。





5. フライトスケジュール 10日目



FD10の主な作業

- 第3回船外活動
 - ① トランクウィリティーの整備
 - ② キューポラの整備
 - ③ トランクウィリティー/与圧結合アダプタ3 (PMA-3)間のヒータケーブルとデータケー ブルの接続 など
- キューポラの窓のシャッターの開閉



キュープラのモックアップ





第3回船外活動(EVA#3)

◆担当:ニコラス・パトリック

ロバート・ベンケン

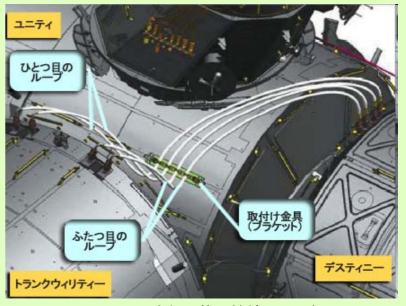
◆実施内容:

- ① トランクウィリティーの整備
 - ●トランクウィリティーのふたつ目のループのアンモニア冷却配管の開放

ふたつ目のループのアンモニア冷却配管を開放して、ISSの外部能動熱制御システム(ETCS)から、冷却用の液体アンモニアをトランクウィリティーに循環させます。

●第1回船外活動で接続したトランクウィリティー用 のヒータケーブルの取外し

トランクウィリティーが起動されたことにより、不要となったヒータケーブルを取り外します。



アンモニア冷却配管の接続イメージ





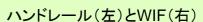
<u>第3回船外活動(EVA#3)(続き)</u>

- ① トランクウィリティーの整備(続き)
 - ●トランクウィリティーへの足場の取付け器具(WIF)、ハンドレールの取付け

トランクウィリティーの外壁に、3個の足場の取付け器具(Worksite Interface: WIF)、6本のハンドレールを取り付けます。

WIFは、船外活動で使用する持ち運び可能な足場を取り付けるための器具です。ハンドレールは、船外活動で作業を行う際に、船外活動クルーがつかまったり、身体をテザーで固定するための手すりです。







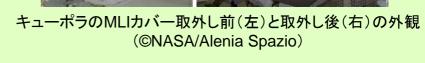


第3回船外活動(EVA#3)(続き)

② キューポラの整備

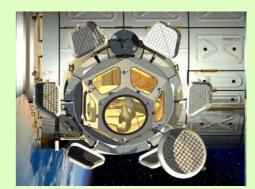
●キューポラの多層断熱材(MLI)カバー取外し

2枚の大きなカバーからなるキューポラの多層 断熱材(Multi-Layered Insulation: MLI)カバー を取り外します。取り外したMLIカバーは、ISS 船内に回収します。



●キューポラのデブリ防護用のシャッターのロン チロック解除

キューポラの7枚の窓を覆うデブリ防護用のシャッターのロンチロック(打上げ時の固定機構)を解除します。各シャッターは3個のボルトで固定されているため、それらのボルトを取り外します。



キューポラのデブリ防護用のシャッター展開時のイメージ (©ESA/D.Ducros)





<u>第3回船外活動(EVA#3)(続き)</u>

③ トランクウィリティー/与圧結合アダプタ3(PMA-3)間のヒータケーブルと データケーブルの接続

飛行9日目にトランクウィリティーへの移設が完了した与圧結合アダプタ3(Pressurized Mating Adapter: PMA-3)に、ヒータケーブルとデータケーブルを接続します。この作業により、PMA-3をISSの保管スペースとして使用できるようになります。

④ S0トラスから与圧結合アダプタ1(PMA-1)までのビデオ信号変換器(VSC)のケーブル敷設

SO(エスゼロ)トラスから与圧結合アダプタ1(Pressurized Mating Adapter: PMA-1)まで、ビデオ信号変換器(Video Signal Converter: VSC)と、ビデオ信号用の光ファイバーケーブルを敷設します。この作業は、2010年夏頃に予定されている「ザーリャ」(基本機能モジュール)外部への電力・通信インタフェース付グラプル・フィクスチャ(Power and Data Grapple Fixture: PDGF)の設置に備えて行われます。



5. フライトスケジュール 10日目(続き)



<u>第3回船外活動(EVA#3)(続き)</u>

- ⑤ ハーモニーの天頂側CBMのセンターラインカメラのカバー閉鎖 ハーモニーの天頂側共通結合機構(Common Berthing Mechanism: CBM)のセンター ラインカメラのカバーを閉鎖します。
- ⑥ P1トラスのフレックス・ホース・ロータリ・カプラ(FHRC)のクランプの取外し (時間が余れば行う作業)

P1トラスの放熱用ラジェータ回転機構(Thermal Radeator Rotary Joint: TRRJ)の構成部品であるフレックス・ホース・ロータリ・カプラ(Flex Hose Rotary Coupler: FHRC)のクランプ(留め金)12個の取外しを行います。FHRCの交換が必要となった場合に備えて、軌道上では不要となったクランプを外しておくことで、交換作業時の船外活動時間が短縮できます。



5. フライトスケジュール 11日目



FD11の主な作業

トランクウィリティーへのラックの移設

トランクウィリティーへ以下のラックを移設

- ◆ 水再生システム(WRS)ラック
- ◆ ISSトイレ(WHC)
- ◆ 酸素生成システム(OGS)ラック



OGSラック の移設の様子

※本ミッションで実施した水再生システム(WRS)のメンテナンスの成功を受けて、トランクウィリティーへラックを移設する作業を実施するために、ミッション期間が1日延長され、飛行11日目が追加されました。



5. フライトスケジュール 12日目



FD12の主な作業

- 物資移送
- ISS/スペースシャトルクル一軌道上共同記者会見
- ISSからの分離準備および退室
- ISS/スペースシャトル間のハッチ閉鎖



軌道上共同記者会見後の記念撮影(STS-129)



5. フライトスケジュール 13日目



FD13の主な作業

- ISSからの分離
- フライアラウンド(ISSの周囲を飛行しながらISSの撮影)
- OBSSを使用した熱防護システム(TPS)の後期点検



フライアラウンド時にスペースシャトルから撮影したISS(STS-129)



スペースシャトルからISSを撮影するクルー(STS-128)

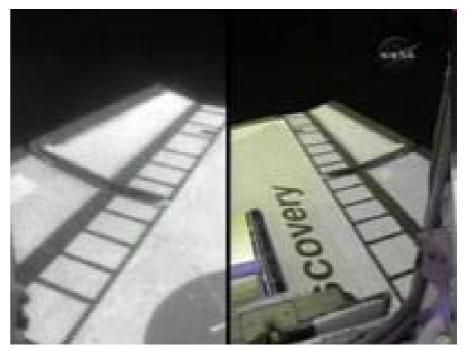


5. フライトスケジュール 14日目



FD14の主な作業

- 帰還に備えた飛行制御システム (FCS)、姿勢制御システム (RCS)の点検
- 船内の片付け
- 軌道離脱準備
- 米国広報イベント
- Kuバンドアンテナ収納



FCSの点検の様子(STS-119)



5. フライトスケジュール 15日目



FD15の主な作業

- 軌道離脱準備
- ペイロードベイドアの閉鎖
- 軌道離脱
- 着陸



スペースシャトルの着陸(STS-129)



7. JAXA関連



STS-130ミッションで打ち上げる実験用品

Myco

国際宇宙ステーションに滞在する宇宙飛行士の身体真菌叢評価

Nanoskeleton

微小重力環境でのナノスケルトン作製



ヒトの常在菌叢は生活習慣や生活環境を色濃く反映することが知られています。ISS船内で実際に生活する宇宙飛行士自身が船内に飛散した常在細菌などの環境微生物からどのような影響を受けるのか、またそれらのリスクについて評価します。







酸化硫酸チタン、界面活性剤、油を反応させ、ナノスケルトンを生成します。実験結果と地上の計算化学シミュレーションの活用により、ナノスケルトンの地上での最適生産条件を解析します。

STS-130ミッションで回収するJAXA実験

CERISE

線虫C.elegansを用いた宇宙環境におけるRNAiと タンパク質リン酸化





ライフサイエンス実験「線虫C.elegansを用いた宇宙環境におけるRNAiとタンパク質リン酸化(CERISE)」実験用の実験試料サンプルを回収します。回収後、遺伝子の働きを抑えるしくみ(RNAi)の有効性とともに、遺伝子とタンパク質の解析を地上で行い、宇宙での筋の衰えるメカニズムを明らかにします。

「国際宇宙ステーションに滞在する宇宙飛行士の身体真菌叢評価(Myco)」で取得した実験サンプルを回収します。



Backup Charts

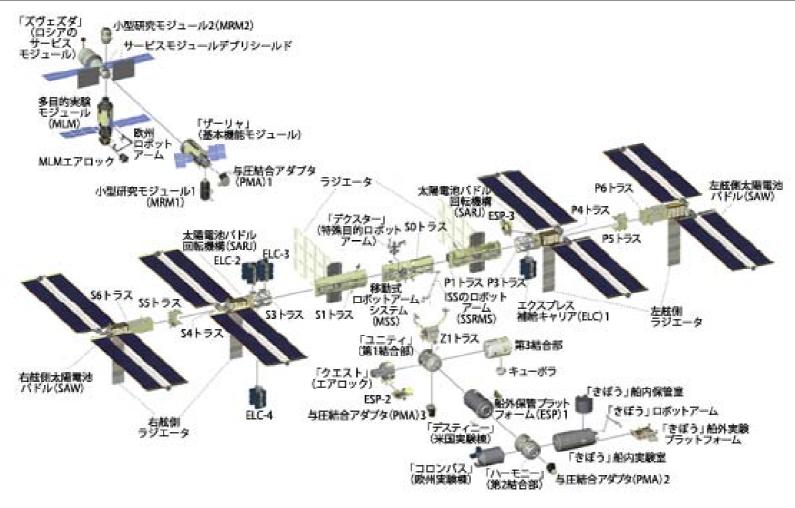


- ISSの組立要素
- ISSの水再生システム
- スペースシャトルの安全対策
- 略語集



ISSの組立要素





(2007年1月発表)



ISSの組立要素

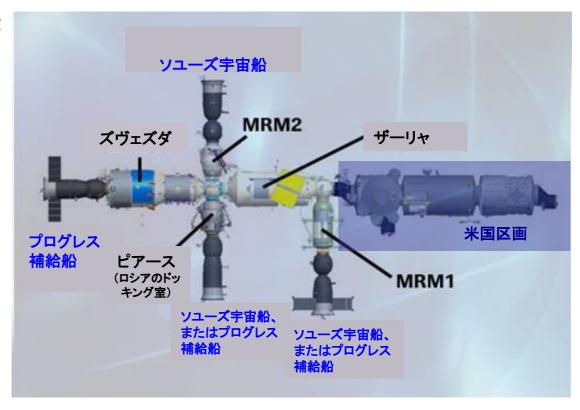


ソユーズ宇宙船/プログレス補給船のドッキングポート

2009年5月から、ISSクルーを6人体制としたのに伴い、ソユーズ宇宙船2機を、ISSに常時ドッキングさせています(ソユーズ宇宙船の乗員は3名のため)。

2009年11月には、小型研究モジュール 2(MRM2)が設置され、2010年1月に、 ズヴェズダ後方のドッキングポートにドッ キングしていたソユーズTMA-16宇宙船 (20S)が、MRM2のポートに移動しまし た。

右図は、ソユーズ宇宙船とプログレス補給機の結合位置を示しています。



2010年時点のロシア区画の構成 (※ピアース(ロシアのドッキング室)は2011年 末頃には多目的実験モジュール(MLM)と交換される予定です)





【水再生システム(Water Recovery System: WRS)概要】

水再生システム(WRS)は、米国のISSトイレ(Waste and Hygiene Compartment: WHC)で回収した尿を蒸留して水に換え、空気中の湿度をエアコンで除湿して回収した水や使用済みの水と一緒にろ過/浄化/殺菌処理して、飲料水や宇宙食の調理、トイレの洗浄水などに使用するシステムです。再生された水は、この他にも、米国の酸素生成装置(Oxygen Generation System: OGS)を使用した酸素の生成にも使われます。

WRSは、ISSの6人体制に欠かせないシステムのひとつです。

WRSは、STS-126(ULF2)ミッションでISSに設置されました。設置後90日間の試験運用(4日または8日おきに水サンプルの採取を実施)を行い、飲料用として問題ないか評価されたあと、2009年5月20日に飲料水としての使用が許可されました。



設置されたWRSのイメージ





【水再生システム(WRS)の水再生方法】

WRSは、尿処理装置(Urine Processor Assembly: UPA)と水処理装置 (Water Processor Assembly: WPA)で構成されています。

再生プロセスは次の通りです。

- ①尿処理装置の蒸留装置(Distillation Assembly)で尿を加熱して蒸留水にします。
- ②尿処理装置(UPA)で蒸留された水と、空気中から除湿して回収した水、使用済みの水などが一緒に水処理装置(WPA)に送られます。
- ③水処理装置のフィルタで粒子を除去します。
- ④多層フィルタでフィルタ処理(ろ過)します。
- ⑤高温触媒反応で残留した有機不純物や微生物を除去(化学処理)します。
- ⑥イオン交換膜で純水を生成し、殺菌用のヨウ素を添加します。
- ⑦有機炭素分析器(TOCA II)で、水の浄化度を自動的にチェックします。
- ⑧飲料水の基準に合格した水は、飲料水供給装置(Potable Water Distributor: PWD)に送られます。



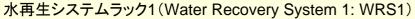
有機炭素分析器(Total Organic Carbon Analyzer: TOCA II)





【水再生システムラック1(WRS1)/水再生システムラック2(WRS2)】







尿処理装置(UPA)圧力制 御およびパージ装置

UPA制御ソフト

WPAポンプ水分離器

UPA流体制御・ポンプ ユニット

UPAリサイクル・フィルタ タンク

WPA汚水タンク

UPA汚水貯蔵タンク

WPA多層フィルタ

UPA蒸留装置

WRS2のUPAで尿の再生処理を行い、WRS1のWPAで飲料水を精製します。

水再生システムラック2(Water Recovery System 2: WRS2)





【水再生システム(WRS)の能力】

- ・ISS滞在クルーは、1日に1人当たり約3.5リットルの水を消費(WRS到着前は、2リットルを地上から補給、1.5リットルはISSで再生処理)
- ・WRSによる再生で、地上からの補給分のうち35%(0.7リットル)を供給できるため、地上からの補給は65%(1.3 リットル)で済む
- ・6人がISSに常駐した状態で水の補給量は、年間約2,850リットルで済む

 $(1.3L \times 365 日 \times 6 人 = 2,847L)$



STS-119で運んで交換を行う尿処 理装置(UPA)の蒸留装置(DA)



空気浄化システム



空気浄化システム(Atmospheric Revitalization System: ARS) は、ISSの環境制御・生命維持システム(ECLESS)の構成要素で、 船内の空気成分のモニタを行なうと共に、二酸化炭素および一酸 化炭素を人体に害のないレベルに保ちます。

ARSは2台あり、STS-128ミッションで輸送し、トランクウィリティーの到着までの間、「きぼう」船内実験室に仮設置されていた1台のARSが、STS-130ミッションでトランクウィリティーに移設されます。もう1台のARSはデスティニーに設置されています。



ARS



ISSトイレ



ISSトイレ(Waste and Hygiene Compartment: WHC)は、トランクウィリティーが到着するまでの間、デスティニー内に設置されています。

WHCのトイレ本体の設計は、ズヴェズダ(ロシアのサービスモジュール)でこれまで使用されているISSトイレとほぼ同じですが、WHCには、尿を水再生システム(WRS)ラックに送って再生する機能が追加されています。

NASAは、このロシア製のトイレシステムを、約1,900万ドル(約19億円)で購入しました。





ISSトイレ(Waste and Hygiene Compartment: WHC) ※カーテンを取付ける前の状態(左)とカーテン取付け後の状態(右)



酸素生成システム



酸素生成システム(Oxygen Generation System: OGS)はNASAが開発したシステムで、水を水素と酸素に電気分解することで酸素を生成する装置です。

OGSは、最大で1日に約9kgの酸素を生成することができ、通常はクルー6人が滞在するのに十分な1日に約5.4kgの酸素を生成します。なお、生成した水素は船外に廃棄されます。

電気分解に使用する水は、WRSで汚水を再生した水を利用します。

OGSは、デスティニーに設置されており、STS-130ミッションでトランクウィリティーに移設されます。



OGSのメンテナンスの様子



トレッドミル



トレッドミル (Combined Operational Load Bearing External Resistance Treadmill: COLBERT) は、トランクウィリティーがISSに到着するまでは、一時的にハーモニーに設置されています。

各ISSクルーの1日のスケジュールには、約2.5時間の運動が組み込まれていますが、その内の1時間はトレッドミルを使用した運動を行ないます。



コルベア(C.O.L.B.E.R.T)



軌道上で使用する様子



改良型エクササイズ装置



改良型エクササイズ装置(Advanced Resistive Exercise Device: ARED)は、スクワッドやウェイトリフティングなどの動きで、筋カトレーニングを行うための装置で、一時的にユニティに設置されています。

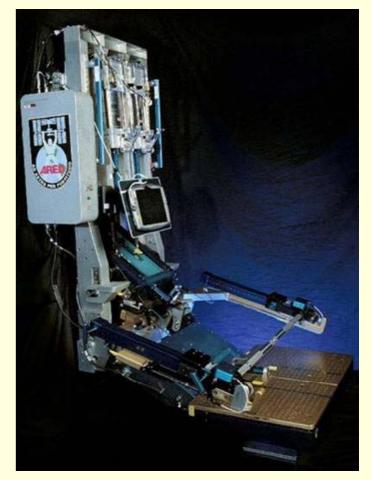
ISSに滞在する宇宙飛行士の1日のスケジュールには、 個々の筋力の低下を防止するために、これらの運動 機器を使用したエクササイズが組み込まれています。







AREDを使用したトレーニングのイメージ



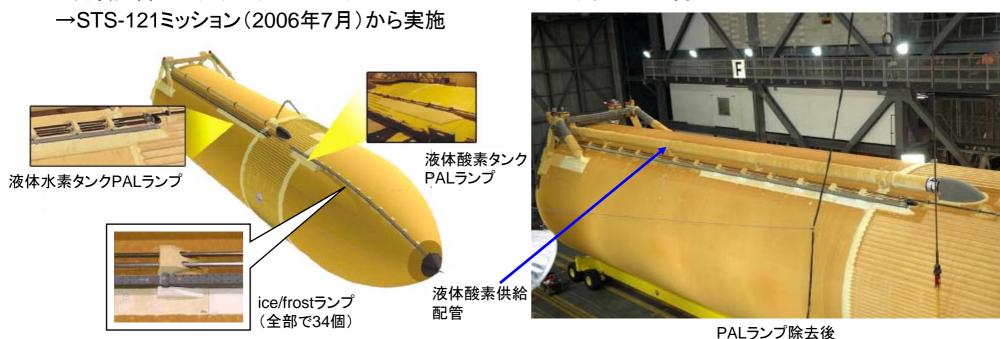
ARED





断熱材の落下防止対策

• 外部燃料タンク(ET)のPAL(Protuberance Airload)ランプの除去



・液体酸素供給配管の固定用ブラケット(アルミ製からチタン製に変更)と、Ice/frostランプの改良→STS-124で使用したET-128から改良が行われ、良好な結果が出ています。





打上げ・上昇時の状態監視

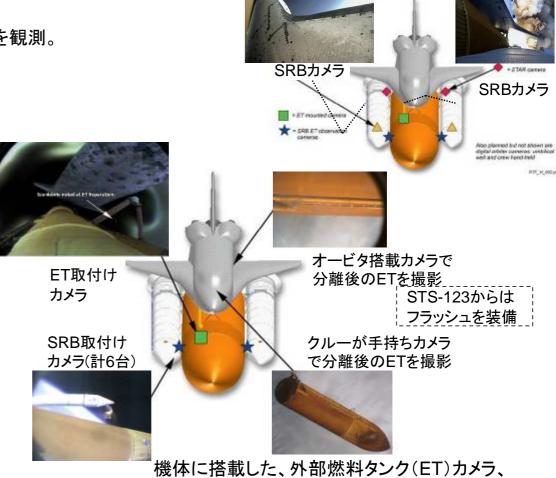
レーダ、地上追尾カメラにより打上げ・上昇時の様子を観測。



固体ロケットブースタ (SRB)回収船に搭載 されたレーダ



長距離用 追尾カメラ

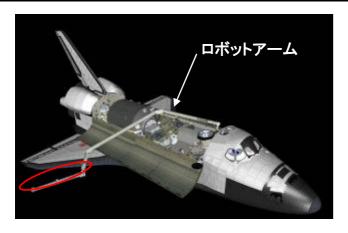


固体ロケットブースタ(SRB)カメラによって撮影

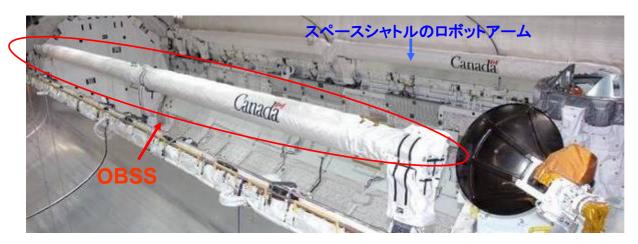




センサ付き検査用延長ブーム(OBBS)を使用したRCCの損傷点検







センサ付き検査用延長ブーム(OBSS)は、軌道上でスペースシャトルの強化炭素複合材(Reinforced Carbon Carbon: RCC)パネルの破損の有無を点検したり、損傷箇所を詳しく検査するために開発され、STS-114から装備を開始しました。

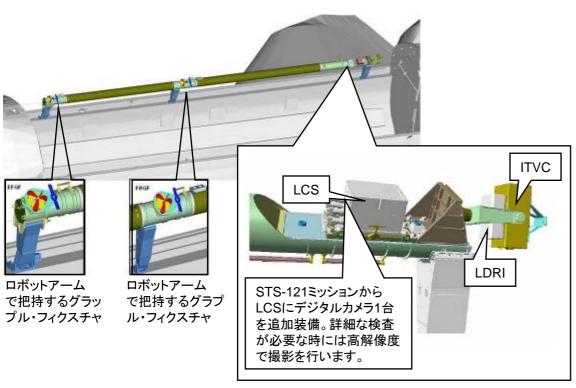
スペースシャトル「コロンビア号」の事故を受けて、NASAは以後の全てのスペースシャトルにロボットアームの搭載を義務づけることになりましたが、スペースシャトルのロボットアーム(SRMS)だけでは届く範囲が一部に限られます。このため、新たにOBSSが開発されました。OBSSはSRMSを基に開発されましたが、関節はないため曲げることは出来ません。





センサ付き検査用延長ブーム(OBSS)

STS-114(LF1)から使用を開始



先端のセンサ部

OBSSの主要構成

OBSSの仕様

項目		仕様
全县	<u> </u>	50フィート(約15m)
重量		全重量: 835ポンド(約379Kg) ブームとセンサ: 480ポンド(約218Kg)
関節		無し
セ	テレビカメラ	ITVC(Integrated TV Camera)
ンサ	レーザセンサ	LDRI(Laser Dynamic Range Imager) LCS(Laser Camera System)
	デジタルカメラ	IDC (Integrated Sensor Inspection System Digital Camera)
検査時間		翼前縁のRCCおよびノーズキャップの検査に約7 時間(移動速度4m/min)



スペースシャトルに搭載作業中のOBSS



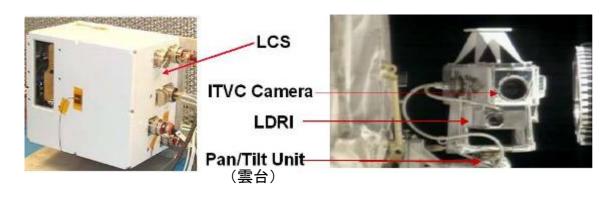


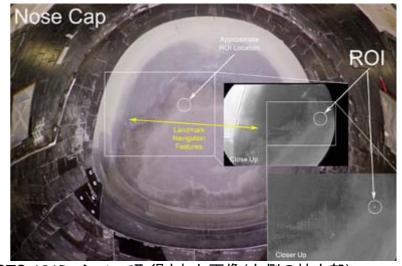
OBSS搭載レーザの主要緒元

- (1) LDRI (Laser Dynamic Range Imager) 雲台 (Pan/Tilt Unit)上に設置
- (2) LCS (Laser Camera System)

レーザ能力

レーザ	分解能	最大測定距離
LDRI	6.2mm	2.3m
LCS	6.2mm	3.3m



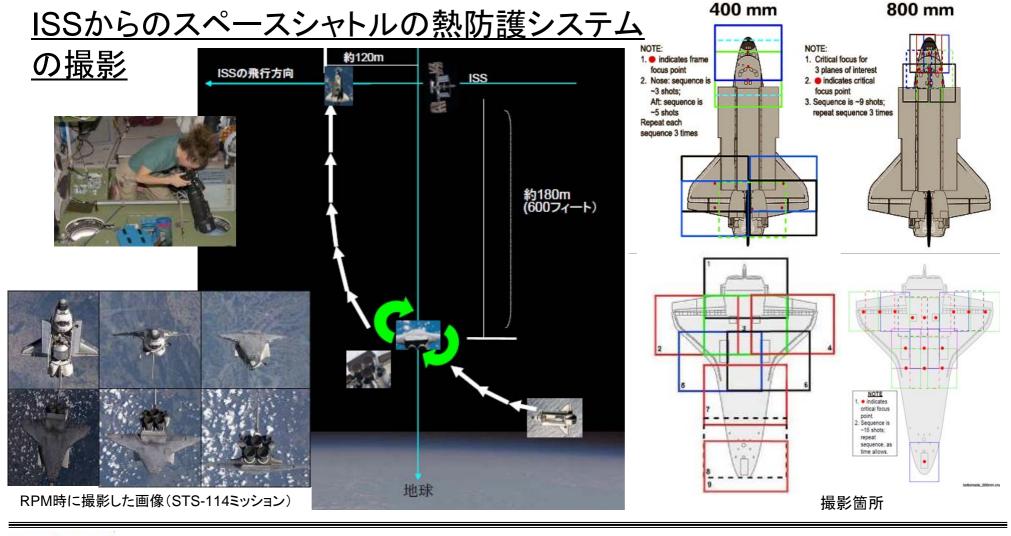


STS-121ミッションで取得された画像(右側の拡大部) ROIは、「気になる部分」という意味。全体の写真は地上で撮影したもの



スペースシャトルの安全対策 R-bar ピッチ・マヌーバ(RPM)







略語集



ACBM	Active Common Berthing Mechanism	アクティブ側共通結合機構(CBM)
AIS	Automatic Identification System	船舶自動識別装置
AL	Airlock	エアロック
ATA	Ammonia Tank Assembly	アンモニアタンク
BCDU	Battery Charge Discharge Unit	バッテリ充電/放電ユニット
СВМ	Common Berthing Mechanism	共通結合機構
CMG	Control Moment Gyroscope	コントロール・モーメント・ジャイロ
CSA	Canadian Space Agency	カナダ宇宙庁
СТС	Cargo Transport Container	カーゴ輸送コンテナ
DDCU	DC-DC Converter Unit	直流変圧器
DCSU	Direct Current Switching Unit	直流切替器
DTO	Development Test Objective	開発試験対象
EE	End Effector	エンドエフェクタ
EF	Exposed Facility	「きぼう」船外実験プラットフォーム(EF)
ELC	EXPRESS Logistics Carrier	エクスプレス補給キャリア
ELM-PS	Experiment Logistics Module-Pressurized Section	「きぼう」船内保管室(JLP)
ELM-ES	Experiment Logistics Module-Exposed Section	「きぼう」船外パレット(JLE)
EMU	Extravehicular Mobility Unit	船外活動ユニット(米国の宇宙服)



略語集



ESA	European Space Agency	欧州宇宙機関
ESP	External Stowage Platform	船外保管プラットフォーム
ET	External Tank	外部燃料タンク
EV	Extravehicular	船外活動クルー
EVA	Extravehicular Activity	船外活動
FD	Flight Day X	飛行X日目
GLACIER	General Laboratory Active Cryogenic ISS Experiment Refrigerator	実験用冷蔵庫
HPGT	High Pressure Gas Tank	高圧ガスタンク
HR	Hand Rail	ハンドレール
HTV	H-II Transfer Vehicle	宇宙ステーション補給機
ICE/FROST RAMP	Ice / Frost Ramp	アイス・フロスト・ランプ
IDC	Integrated Sensor Inspection System Digital Camera	OBSSのデジタルカメラ
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 Expedition	International Space Station Expedition	ISS長期滞在





ITVC	Integrated TV Camera	OBSS先端のTVカメラ
JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency	宇宙航空研究開発機構
JEM	Japanese Experiment Module	「きぼう」日本実験棟
JEMRMS	Japanese Experiment Module Remote Manipulator System	「きぼう」のロボットアーム
JFCT	JAXA Flight Control Team	「きぼう」管制チーム
JLP	JEM Experiment Logistics Module-Pressurized Section	「ほぼう」船内保管室
JPM	JEM Pressurized Module	「ほぼう」船内実験室
JSC	Johnson Space Center	NASAジョンソン宇宙センター
KCS	Kennedy Space Center	NASAケネディ宇宙センター
LCS	Laser Camera System	OBSS先端のレーザーセンサ
LDRI	Laser Dynamic Range Imager	OBSS先端のレーザーセンサ
LEE	Latching End Effector	ラッチング・エンド・エフェクタ(把持手)
LTA	Launch to Activation	打上げから起動までの間
MBS	Mobile Base System	モービル・ベース・システム
MELFI	The Minus Eighties Degree Celsius Laboratory Freezer for the ISS	ISS用冷蔵冷凍庫
MISSE	Materials International Space Station Experiment	材料曝露実験装置
MLI	Multi Layer Insulation	多層断熱材





MLM	Multipurpose Laboratory Module	(ロシア)多目的研究モジュール
MS	Mission Specialist	搭乗運用技術者
MSS	Mobile Servicing System	モービル・サービシング・システム
MT	Mobile Transporter	モービル・トランスポーター
NASA	National Aeronautics and Space Administration	アメリカ航空宇宙局
NOSE CAP	Nose Cap	ノーズキャップ(オービタ前方のRCC部分)
NTA	Nitrogen Tank Assembly	窒素タンク
OBSS	Obiter Boom Sensor System	センサ付き検査用延長ブーム
ODS	Orbiter Docking System	オービタ・ドッキング・システム
ORU	Orbital Replacement Unit	軌道上交換ユニット
PADLES	Passive Dosimeter for Life science Experiments in Space	パドレス
PALランプ	Protuberance Airload Lamp	外部燃料タンク(ET)突起部の空力負荷ランプ
PAO	Public Affair Office	広報(広報イベント)
PAS	Payload Attachment System	ペイロード取付けシステム
PAYLOAD BAY	Payload Bay	スペースシャトルのペイロードベイ(貨物室)
PCBM	Passive Common Berthing Mechanism	パッシブ側共通結合機構(CBM)
PCU	Plasma Contactor Unit	プラズマ接触装置





PDGF	Power and Data Grapple Fixture	電力及びデータ・グラプル・フィクスチャ
PFRAM	Passive Flight Releasable Attachment Mechanism	取外し可能型受動取付け機構
PM	Pressurized Module	「きぼう」船内実験室(JPM)
PM	Pump Module	ポンプモジュール
PMA2	Pressurized Mating Adapter-2	与圧結合アダプター2
PMA-3	Pressurized Mating Adapter-3	与圧結合アダプター3
PV	Photovoltaic	太陽電池
PVAA	Photovoltaic Array Assembly	太陽電池パドル機構
PVR	Photovoltaic Radiator	PVラジエータ
PVTCS	Photovoltaic Thermal Control System	太陽電池熱制御システム
PTU	Power Transfer Unit	(シャトルのSSPTS用)電力分配装置
RCC	Reinforced Carbon-Carbon	強化炭素複合材
RPCM	Remote Power Controller Module	電力遮断装置
RPM	R-bar Pitch Maneuver	R-bar (Radius Vectorの意味)ピッチ・マヌーバ
SARJ	Solar Array Rotary Joint	太陽電池パドル回転機構
SAW	Solar Array Wing	太陽電池パドル
SLF	Shuttle Landing Facility	スペースシャトル着陸施設





SPDM	Special Purpose Dexterous Manipulator	「デクスター」
SRB	Solid Rocket Booster	固体ロケットブースタ
SRMS	Shuttle Remote Manipulator System	シャトルのロボットアーム
SSPTS	Station-to-Shuttle Power Transfer System	ISS-シャトル間の電力供給装置(発音はスピッツ)
SSRMS	Space Station Remote Manipulator System	「カナダアーム2」(ISSのロボットアーム)
TKSC	Tsukuba Space Center	筑波宇宙センター
TPS	Thermal Protection System	熱防護システム
TUS	Trailer Umbilical System	トレイルケーブルシステム
UCCAS	Unpressurized Cargo Carrier Attach System	曝露機器結合システム
ULF	Utilization Logistics Flight	利用補給フライト
WLE	Wing Leading Edge	翼前縁
WETA	Wireless Video System External Transceiver Assembly	ワイヤレスビデオ送信機

