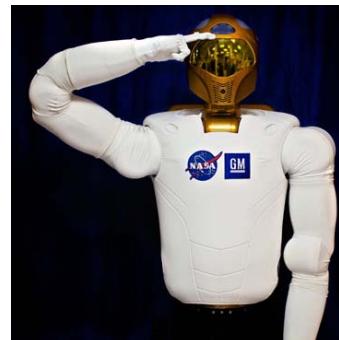


# STS-133(ULF5)ミッション概要



宇宙航空研究開発機構

2011/02/25 改訂版

2011/02/19 改訂版(全面改訂)

2010/10/26 初版

# 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. 第25/26次長期滞在期間中の主要イベント
7. JAXA関連(打上げ/回収)

---

## Backup Charts



# 1. ミッションの目的・特徴

- 多目的補給モジュール(MPLM)「レオナルド」をISSに恒久的に結合できるよう改造成したPMM (Permanent Multipurpose Module)をISSに輸送し、設置します。
- PMM内に、上半身が人型のロボット(Robonaut-2)を搭載し、ISS内に恒久設置します。
- (打上げが伸びた影響により) シャトル、ソユーズ(2機)、プログレス(1機)、ATV、HTVが、初めてISSに同時に結合した状態となります(最初で最後の機会のため、ソユーズ宇宙船を使って特別にISS全体の写真撮影を行うことを検討中)。
- 今回がディスカバリー号の最後のフライトとなります (P54参照)

宇宙飛行士室の元室長自らがコマンダーを務め、最近ISS滞在クルーを務めた経験者が3人(コプラ宇宙飛行士の交替により2人に変更)も搭乗しますが、本フライトは当初、シャトル最後の飛行となる予定であったためこのような豪華な顔ぶれとなりました。



## 2. 飛行計画

### 2010年11月の打上げ延期以降の主な経緯

#### (1) 水素ガス漏れによる打上げ延期 (詳細はP45を参照)

STS-133の打上げは、当初の予定では2010年11月1日(米国時間)を予定。悪天候などで打上げ延期した後、11月5日(米国時間)の打上げ準備中に、GUCP (Ground Umbilical Carrier Plate)「ガップ」からの水素ガス漏れが発生したため11月30日以降へ延期 となった。GUCPからの水素漏れは、交換修理を行い、12月17日にタンкиング試験を行って問題ないことを確認した。

#### (2) 外部燃料タンク(ET)の構造損傷 (詳細はP41-44を参照)

水素ガス漏れと同時に発生したトラブル。ETのインターランク上部の断熱材に長さ約 50.8cmのクラックが見つかり、断熱材が剥離してオービタに衝突すると危険なことから、打上げを延期して原因究明が行われた。この部分の断熱フォームを切除して調べたところ、インターランクを補強する金属構造であるストリンガーに複数のクラックが生じていたことが分かり、大規模な検査・解析・修理が必要となった。12月21日(米国時間)に射点から機体組立棟へ戻しての検査と修理が行われ、結局インターランク全周にわたる補強を行う事になった。2011年1月12日に、ようやく根本的な原因が確認でき、修理の見通しが立ったことから、2月24日以降を打上げ目標とすることになった。

#### (3) クルーの怪我による交替

打上げ再開の見通しが立った直後の1月15日に、STS-133の船外活動(EVA)を担当するクルーでもあったティモシー・コプラ宇宙飛行士が自宅近くで自転車事故を起こして腰を痛めて飛行できなくなってしまったため、クルーの交替が必要となった。予備のクルーは準備していなかったため、前回のSTS-132でEVAを行ったばかりのスティーブ・ボーエンを交替クルーとして任命し、急遽追加訓練を行うことにした(1月19日)。コプラ宇宙飛行士はミッション中は管制センターに詰めて地上から作業(特に船外活動)をアドバイスする予定です。



コプラ宇宙飛行士



## 2. 飛行計画

項目	計画		
STSミッション番号	STS-133(通算133回目のスペースシャトルフライト)		
ISS組立フライト番号	ULF5 (スペースシャトルによる35回目のISSフライト)		
オービタ名称	ディスカバリー号(OV-103) (ディスカバリー号としては39回目の飛行)		
打上げ日時(実績)	2011年 2月25日 午前 6時 53分 (日本時間) 2011年 2月24日 午後 4時 53分 (米国東部時間) 打上げ可能時間帯は5分間 (2/24~3/6までが打上げ可能な期間)		
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11日間(ドッキング期間7日間)
搭乗員	コマンダー : スティーブン・リンゼイ パイロット : エリック・ボー MS1 : ベンジャミン・アルヴィン・ドルーJr.	MS2 : スティーブ・ボーエン (ティモシー・コプラと交替) MS3 :マイケル・バラット MS4 : ニコール・ストット	
軌道	軌道投入高度: 約226 km	ランデブ高度: 約350km	軌道傾斜角: 51.6度
帰還予定日	2011年 3月 8日 午前 2時44分頃 (日本時間) 2011年 3月 7日 午後 0時44分頃 (米国東部時間)		
帰還予定場所	主帰還地 : フロリダ州NASAケネディ宇宙センター(KSC) 代替帰還地 : カリフォルニア州エドワーズ空軍基地内NASAドライデン飛行研究センター(DFRC) ニューメキシコ州ホワイトサンズ宇宙基地		
主搭載品	【貨物室】恒久結合型多目的モジュール(PMM)、エクスプレス補給キャリア4(ELC-4) 【ミッドデッキ】補給物資、実験機材など。 帰還時はISSの故障した機器などを回収。		



## 2. 飛行計画(続き)

### STS-133ミッションクルー



船長 (Commander)

スティーブン・リンゼイ (Steven W. Lindsey)  
1960年、カリフォルニア州生まれ。退役米空軍大佐。  
STS-87で土井宇宙飛行士と飛行、STS-95で向井宇宙飛行士と飛行、その後コマンダーとしてSTS-104、STS-121で飛行。この飛行への割り当て前は、宇宙飛行士室長を務めていた。今回が5回目の飛行。



MS2

スティーブ・ボーエン (Stephen Bowen)  
1964年、米国マサチューセッツ州生まれ。米海軍大佐。  
2000年にNASA宇宙飛行士に選抜。  
STS-126(2008年)とSTS-132(2010年5月)でミッションスペシャリストとして計5回のEVAを担当。今回が3回目の飛行。  
負傷したティモシー・コプラ宇宙飛行士と交替(2011年1月)。



パイロット (Pilot)

エリック・ボー (Eric A. Boe)  
1964年、フロリダ州生まれ。米空軍大佐。  
STS-126(ULF-2)でパイロットを務めた。今回が2回目の飛行。



MS3

マイケル・バラット (Michael R. Barratt)  
1959年、ワシントン州生まれ。航空宇宙医師(ライト・サンジョン)から宇宙飛行士に選抜された。  
ソユーズTMA-14/18Sで初飛行し、第19/20次長期滞在クルーとしてISSに196日間滞在。  
ISS滞在中であった2009年9月に、今回のSTS-133(ULF-5)クルーに任命された。今回が2回目の飛行。



ミッション・スペシャリスト (MS1)

ベンジャミン・アルヴィン・ドルーJr.  
(Benjamin Alvin Drew, Jr.)  
1962年、ワシントンD.C.生まれ。米空軍大佐。  
STS-118(13A.1)で初飛行。今回が2回目の飛行。



MS4

ニコール・ストット (Nicole P. Stott)  
ニューヨーク州生まれ。ケネディ宇宙センターの職員から宇宙飛行士に選抜された。  
STS-128(17A)でISSに運ばれ、第20/21次長期滞在クルーとしてISSに85日間滞在し、STS-129(ULF-3)で帰還した(シャトルでISSへ運ばれた最後のISS滞在クルー)。ISS滞在中であった2009年9月に、マイケル・バラットと共にSTS-133(ULF-5)クルーに任命された。今回が2回目の飛行。

※MS (Mission Specialist) : 搭乗運用技術者

### STS-133ミッション概要



## 2. 飛行計画(続き)

飛行日	主な作業予定	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)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、スペース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	7日目	<b>第2回船外活動</b> (LWAPAの回収、PMからのアンモニアの排出、ELC-4からのMLIの取り外し、SPDMへのCLPA1の設置、SSRMS Elbow CLA カバーの設置、SPDM CLPAカバー作業、POAのCLAカバー作業など) PMMへの入室
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	8日目	全員揃ってのPAOイベント、物資の移送、ISS内での機器の交換修理、ISSリブースト、クルーの自由時間など
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、ELC-4のISSへの設置など	9日目	全員揃ってのPAOイベント、ISS/シャトルクルー全員による軌道上共同記者会見、最終物資移送、お別れイベント、ISS退室/ハッチ閉鎖
4日目	OBSSのハンドオーバ、全員揃っての広報(PAO)イベント、第1回船外活動準備など	10日目	<b>ISSからの分離</b> /フライアラウンド、SRMSとOBSSを使用した機体のRCCの後期点検
5日目	<b>第1回船外活動</b> (ユニティへの電力ケーブルの敷設、故障したPMのESP-2への保管、外部カメラの角度調整作業、工具の移動、JAXAのMessage in a Bottle)など	11日目	飛行制御システムの点検、姿勢制御システム(RCS)のテスト噴射、軌道離脱準備、広報イベント、スペースシャトルのKuバンドアンテナの収納など
6日目	PMMのユニティへの設置、OBSSによるシャトルの詳細点検(必要ない場合はキャンセル)、物資の移送、全員揃ってのPAOイベント、第2回船外活動準備など	12日目	軌道離脱、着陸

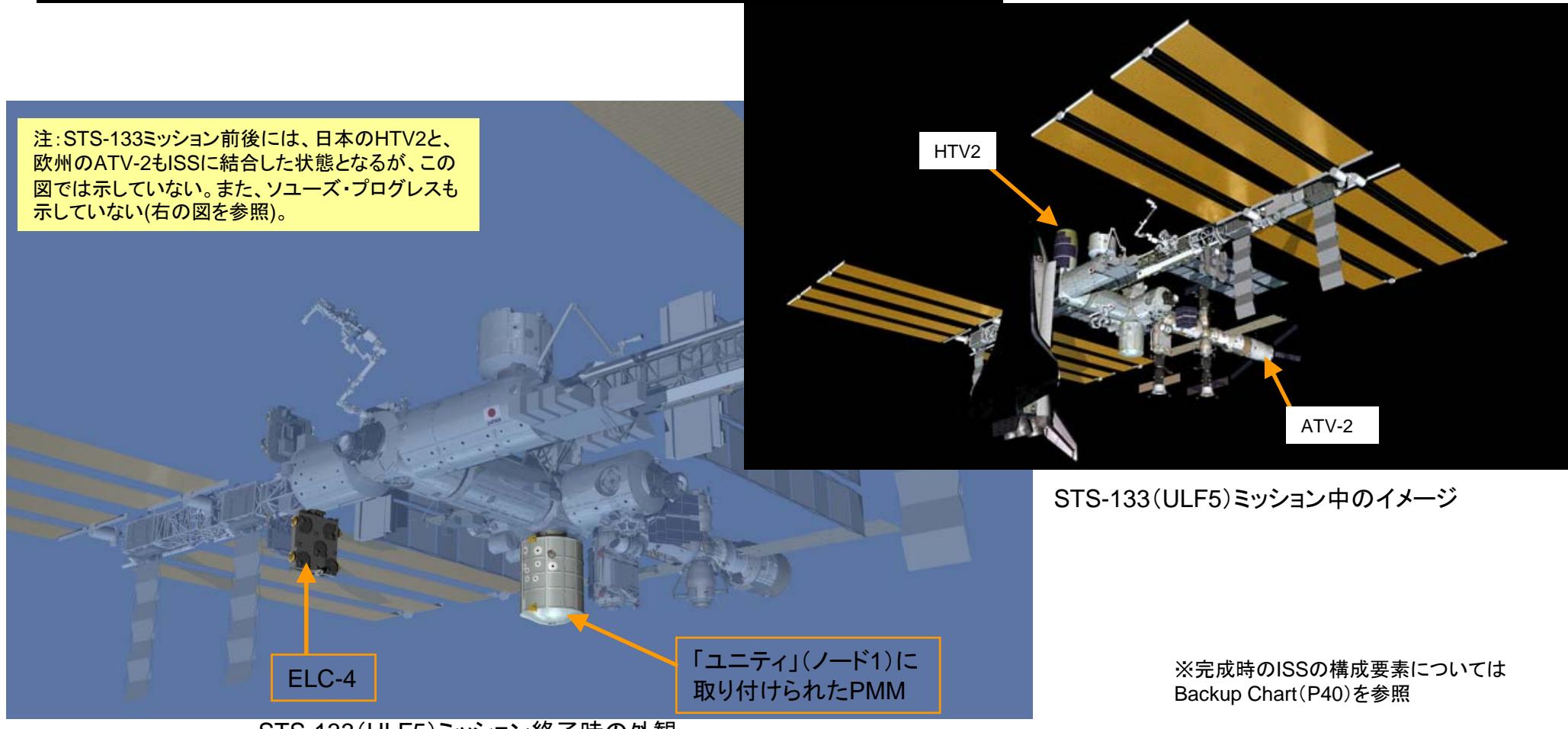
注:ISSドッキング後に、ソユーズ宇宙船(24S)によるISSの撮影を10日目に追加する可能性があり、この場合1日延長される可能性があります(決断は飛行6日目以降に判断)。

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、ELC-4:エクスプレス補給キャリア4、POA:ペイロード/ORU把持装置、ORU:軌道上交換ユニット、RCC:強化炭素複合材、PM:ポンプモジュール、PMM:恒久結合型多目的モジュール、ESP-2:船外保管プラットフォーム2、LWAPA:軽量アダプタープレート、MLI:多層断熱材、SPDM:特殊目的ロボットアーム「デクスター」、CLA:カメラ/照明装置、CLPA:カメラ/照明/雲台装置



## 2. 飛行計画(続き)

### STS-133(ULF5)ミッション終了時のISSの外観



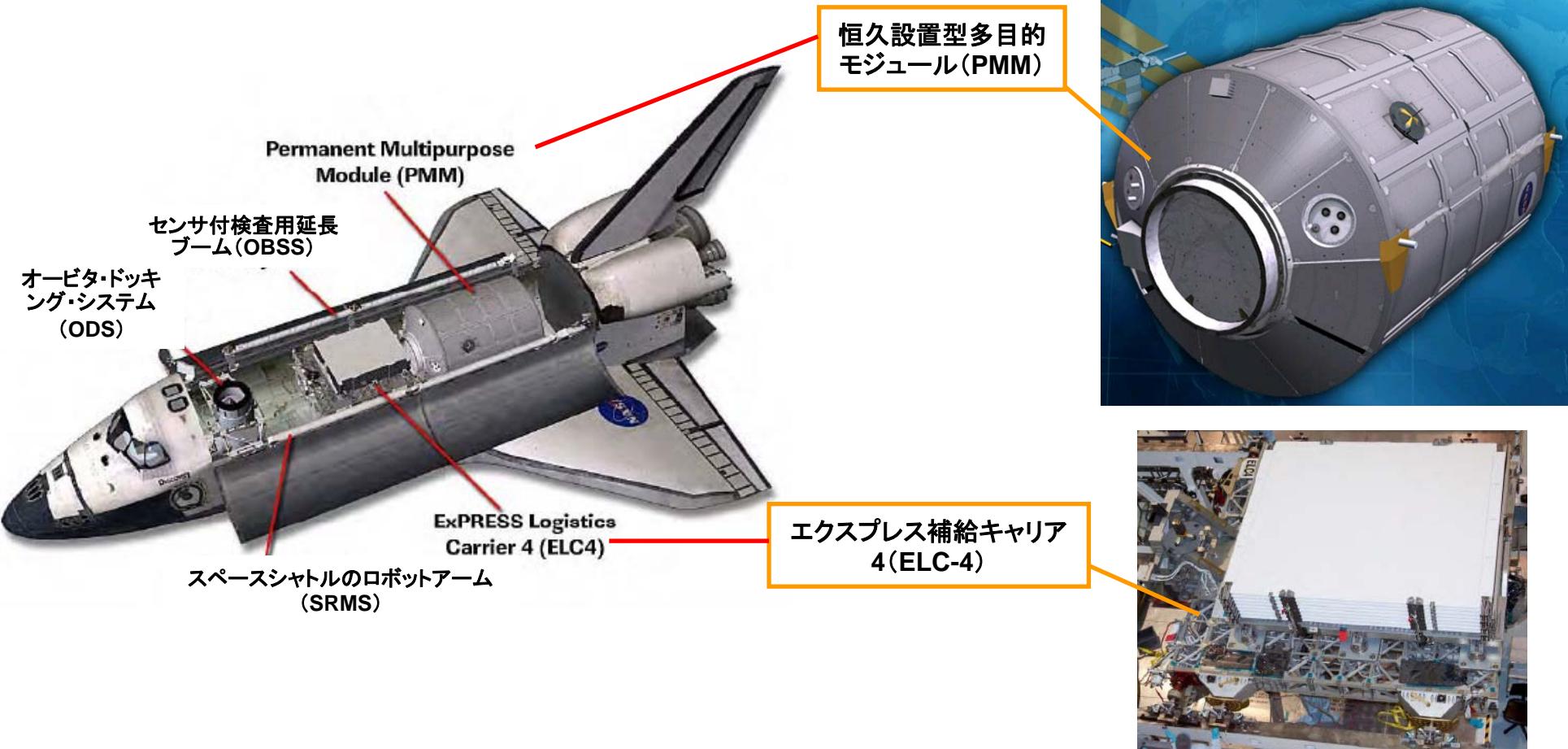
STS-133(ULF5)ミッション終了時の外観

### STS-133ミッション概要



### 3. 搭載品

#### STS-133ミッションのペイロードベイ(貨物室)の搭載状況





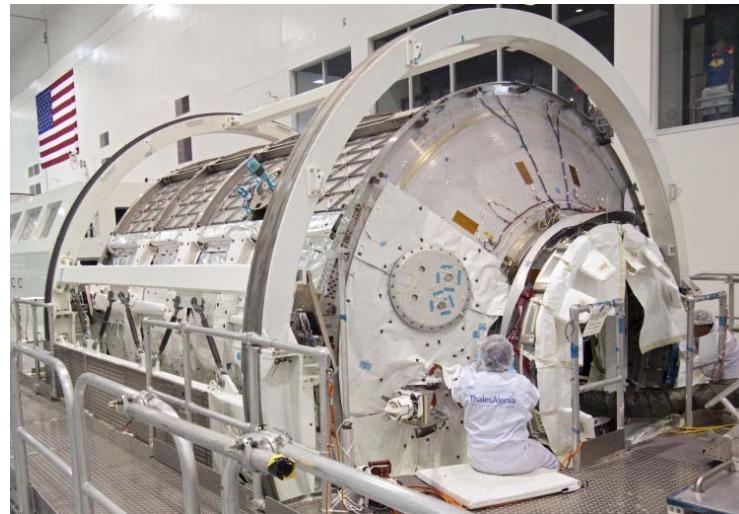
### 3. 搭載品-PMM

#### 恒久結合型多目的モジュール(Permanent Multipurpose Module : PMM)

恒久結合型多目的モジュール(PMM)は、これまで多目的補給モジュール(MPLM)として使われていた「レオナルド」をISSに残して行けるように改造したモジュールで、「ユニティ」の下側に結合して、主に倉庫スペースとして使います。

PMM内部には、従来のMPLMと同様に補給品(今回は実験ラック1台、Robonaut-2、空調用熱交換器、流体ポンプや水タンク、トレッドミルなどの予備品、食料や服など)が搭載されます。MPLMからPMMにするために改造された内容は以下の通りです。

- ・シャトルでの運搬時にしか使わない不要な機器を外して軽量化することにより、貨物の搭載量を確保(冷却用ポンプや配管など不要な機器を撤去)
- ・10日間のミッションから10年間以上のミッションに対応できるよう、宇宙デブリの衝突にも耐えられるよう、ISSの進行方向側のアルミニウムバンパの下側にデブリ防護用のシートを追加して強化
- ・長期間の使用に備えて内部の操作性を改良(パネルの開閉をしやすくするなど)



改造中の  
PMM(下半分  
はデブリ防護  
用のシートを設  
置済)



ケブラー等の素材で作られ  
たこの銀色のシートを与圧  
壁と外側のパネルの間に  
追加



### 3. 搭載品-PMM

#### 恒久結合型多目的モジュール(PMM)

MPLM 1号機「レオナルド」は、STS-102(5A.1)から物資運搬用の補給モジュールとして使用を開始し、山崎宇宙飛行士が搭乗したSTS-131(19A)まで、計7回使われました。

シャトルが退役するのに伴い、物資運搬に使用するだけではなく、そのままISSに残していくことで、ISSの保管スペースの強化を担うことを狙って改造が行われました。なお、当初はこれが最後のMPLMの飛行になる予定でしたが、その後、STS-135を最後のシャトルフライトに追加することになったため、STS-135では、MPLM「ラファエロ」をISSへの物資運搬・回収用に使う事になります。

今回PMMでISSに運ばれるのは、米国のEXPRESS-8実験ラック1台、保管ラック5台、保管用プラットフォーム6台です。PMMの仕様は以下の通りです。

大きさ	長さ6.40m、直径4.57m
打上げ時重量	12,320kg
空虚重量	4,387kg

##### HTV2に積み込まれる廃棄物:

PMMで運ばれる貨物は大量の梱包材で保護されています。このため、これらの梱包材や、軌道上では不要になる保管用プラットフォーム(RSP)2台、Robonaut-2の輸送に使われたコンテナ(SLEEPER)など、多くの梱包材や固定器具がHTV2で廃棄される予定です。HTV2が予定よりも2倍のミッション期間となったのは、NASAの要望でこれらを廃棄するためです。これにより、ISS内の物資の保管スペースを確保します。



改造を終えたPMM



### 3. 搭載品 - PMM (搭載品)

#### PMMに搭載してISSに運ばれるRobonaut-2

ロボノート2(Robonaut-2: R2)は、NASAとゼネラルモーターズ(GM)が2007年から開発を行っていた人型ロボットで、第二世代のロボノートです(初代ロボノートは1998年から開発)。

ロボノート2は、10年前に開発したロボノートを発展させたもので、初代よりも早く動けるようになり、より複雑な動作が可能です。ロボノート2は当面、デスティニー内に固定して運用されますが、将来的には下半身を追加してISS内の他の場所や船外へも活動領域を広げられるよう強化する計画も検討されています。

なお、ロボノート2は2台製造されており、1台は地上での試験用に使われます。軌道上での開梱は早くても2011年1月となる予定です。初期の機能試験を全て終えた後は、ISSでの軽い作業(空気フィルタの掃除、ISSクルーの作業のために工具や機器を把持など)を肩代わりさせる予定です。しかし、ロボノート2は事前にプログラムして物体を認識させるなど教え込ませた作業しか行わせることは出来ません。

将来的には視覚センサや認識プログラムの能力などを向上させ、地上のロボノート2でテストした後、軌道上のロボノート2の能力を向上させていく方法で段階的に高度化していく予定です。



右は輸送用のコンテナ  
SLEPPRに収められた  
Robonaut-2



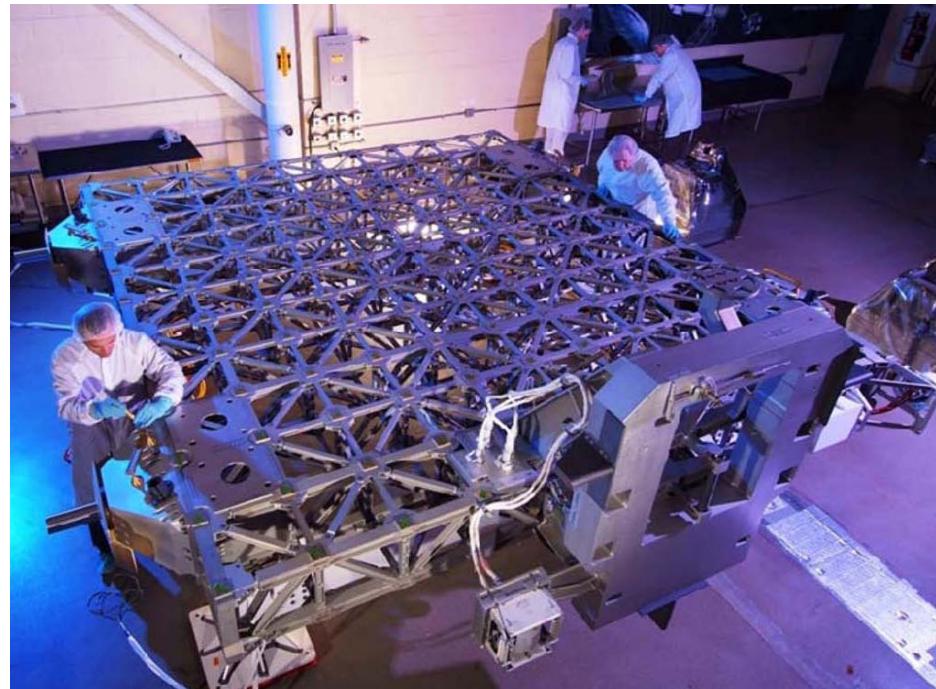
### 3. 搭載品-エクスプレス補給キャリア

#### エクスプレス補給キャリア(ELC)

エクスプレス補給キャリア(Express Logistics Carrier: ELC)は、大型の軌道上交換ユニット(ORU)を搭載してISSに運び、ISS到着後は、ISS船外で使用するORUの予備品を保管するための場所としてISSのトラス上に恒久的に設置されます。

2011年夏頃に、スペースシャトルの退役が予定されているため、それ以降、ISSに曝露ORUを運搬する手段は、年1回の間隔で計画されているHTVミッションのみ(Space X社のDragon宇宙船も計画中)となります。このためISS外部のメンテナンスに必要な船外機器の予備品をISS船外に事前に保管しておくことが重要になります。

このため、今回のミッションを含む補給ミッション(STS-129(ULF3)、STS-132(ULF4)、STS-133(ULF5)、STS-134(ULF6))で、ISSに多数の予備品を運搬し保管する計画となっています。



ELC-1(NASAゴダード宇宙飛行センター(GSFC))

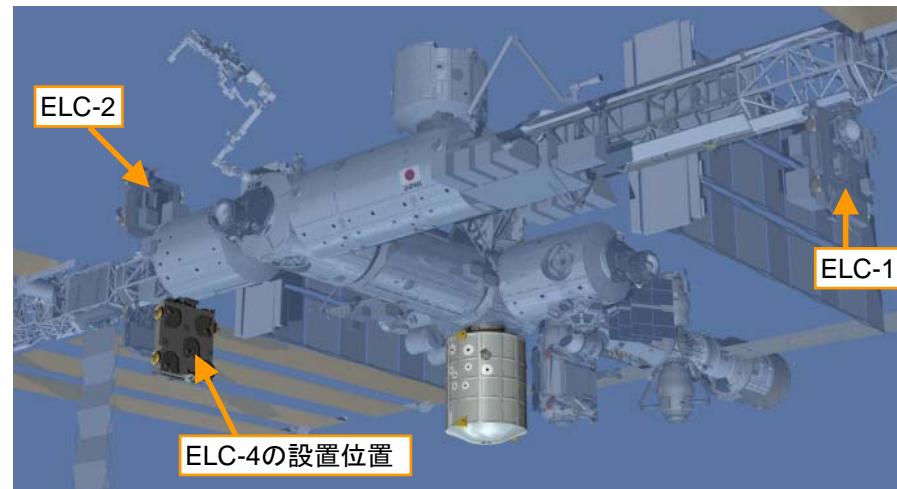
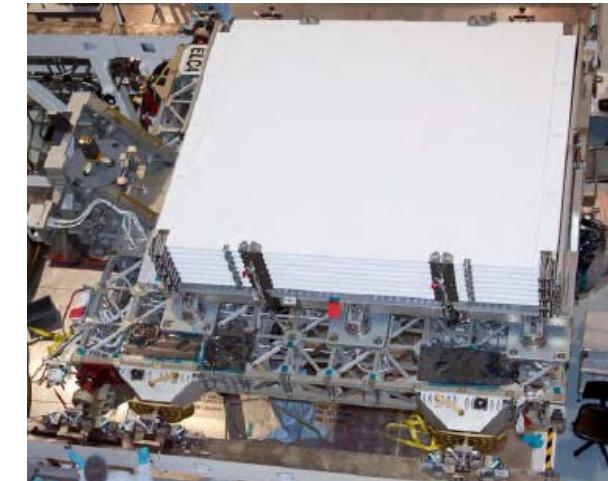


### 3. 搭載品-エクスプレス補給キャリア

#### エクスプレス補給キャリア4 (EXPRESS Logistics Carrier-4 : ELC-4)

STS-133ミッションでは、ELC-4が運ばれてS3トラスの下側に設置されます。ISSには既にSTS-129(ULF-3)でELC-1とELC-2の2台が設置済みで、次のSTS-134(ULF-6)でもELC-3が運ばれる予定です。

今回のELC-4には、ラジエータORU(軌道上交換ユニット)のみが搭載されて運ばれます。残りの場所にはHTV2で運ばれた予備のORU 2基が保管される予定です。

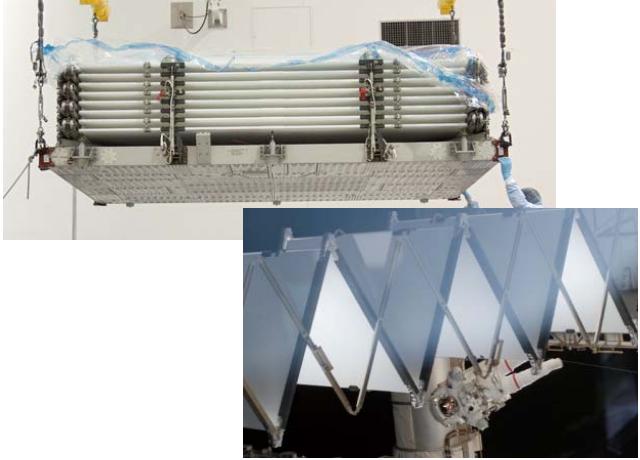
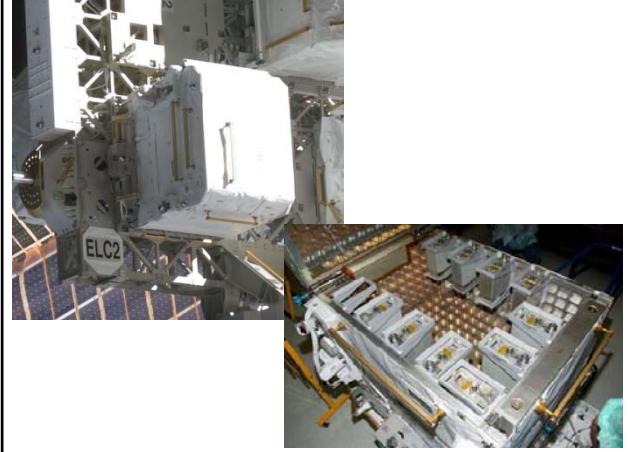


ELC-4の上面と下面から見た写真



### 3. 搭載品-エクスプレス補給キャリア

#### ELC-4に保管されるORU

ラジエータORU(HRSR)	FHRC (Flex Hose Rotary Coupler)	CTC (Cargo Transport Container)
<p>ラジエータORUは、今回のSTS-133でELC-4に搭載されて運ばれます。ELCの片面全てを占有する大型のORUで、シャトル以外では運搬できないサイズです。</p> <p>現在、S1トラスのラジエータのパネル1枚が剥がれかかっていますが、そこが悪化するか、あるいは他のパネルにデブリ衝突があった場合に備えて、交換できるよう軌道上に予備品として保管しておきます(今回初めて運搬)。</p> 	<p>このFHRCは、2011年1月のHTV2でISSに運ばれて、ELC-4に保管されます。</p> <p>FHRCは、S1, P1トラスが装備している回転式の放熱用ラジエータTRRJ (Thermal Radiator Rotary Joint)の構成部品のひとつであり、回転するラジエータの回転部の中心で冷却用のアンモニアを循環できるようするORUです。ISSには既に2台の予備品があり、これが3台目の予備品です。</p> 	<p>このCTCは、2011年1月のHTV2でISSに運ばれて、ELC-4に保管されます。</p> <p>CTCは、小型の曝露機器を輸送・保管するための容器であり、カナダの双腕型ロボットアームSPDM「デクスター」を使って交換する予備品(遠隔電力制御モジュールやビデオ中継器)がこの内部に収容されています。CTCは、ELC-2に1台保管されており、今回が2台目となります。</p> 



# 4. ミッション概要

## スペースシャトル「ディスカバリー号」(STS-133ミッション) 飛行概要

### STS-133 クルー



ス蒂ーブン・リンゼイ  
(コマンダー)  
NASA 宇宙飛行士



エリック・ボー  
(パイロット)  
NASA 宇宙飛行士



ベンジャミン・アルヴィン・ドールーJr. (MS1)  
NASA 宇宙飛行士



飛行4日目:  
ISSとシャトルのロボットアーム間でのOBSSの受け渡し



飛行5日目:EVA#1  
(故障したポンプモジュールの移動など)



飛行6日目:PMMのユニティへの設置、詳細検査  
(必要な場合のみ)



飛行7日目:EVA#2  
(LWAPAの回収など)  
PMM入室



飛行8日目:  
PAOイベント、クルーの自由時間など



飛行9日目:  
PAOイベント、軌道上共同記者会見、ISS退室など



飛行10日目:  
スペースシャトル-ISS間のハッチ閉鎖、ISS分離、RCCの後期点検

### STS-133 クルー



ステーブ・ボーエン  
(MS2)  
NASA 宇宙飛行士



マイケル・バラット  
(MS3)  
NASA 宇宙飛行士



ニコール・ストット  
(MS4)  
NASA 宇宙飛行士

オービタ  
搭乗員数  
打上げ(実績)  
帰還(予定)  
飛行期間(予定)  
着陸(予定)

:ディスカバリー号(OV-103)  
:6名  
:2011年2月24日午後 4時53分 (米国東部時間)  
2011年2月25日午前 6時53分 (日本時間)  
:2011年3月 7日午後 0時44分頃 (米国東部時間)  
2011年3月 8日午前 2時44分頃 (日本時間)  
:約11日間  
:フロリダ州NASAケネディ宇宙センター(KSC)

#### STS-133(ULF5)ミッションの目的

- ISSに恒久結合型多目的モジュール(PMM)を輸送・設置
- エクスプレス補給キャリア4(ELC-4)を輸送・設置
- 補給物資の運搬

#### 船外活動(2回)

EVA#1(飛行5日目):延長用の電力ケーブルの敷設、故障したポンプモジュールの移動など  
EVA#2(飛行7日目):LWAPAの回収など多数の作業を予定



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の起動など



飛行1日目:打上げ  
米国フロリダ州 KSC

#### 略語

ELC : EXPRESS Logistic Carrier  
ET : External Tank  
EVA : Extravehicular Activity  
LWAPA : Lightweight Adapter Plate Assemble  
MS : Mission Specialist  
OBSS : Orbiter Boom Sensor System  
ORU : Orbital Replacement Unit  
PMM : Permanent Multi-purpose Module  
RCC : Reinforced Carbon Carbon  
SRMS : Shuttle's Remote Manipulator System

エクスプレス補給キャリア  
外部燃料タンク  
船外活動  
軽量アダプタープレート  
搭乗運用技術者  
センサ付き検査用延長ブーム  
軌道上交換ユニット  
恒久結合型多目的モジュール  
強化炭素複合材  
スペースシャトルのロボットアーム



飛行11日目:  
船内の片付け、帰還準備



飛行12日目:着陸  
米国フロリダ州 KSC



## STS-133ミッション概要

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

### 【飛行1日目概要】

- 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
- シャトルの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-132)



上昇中の船内の様子(STS-122)



S131E006074  
軌道投入後(FD1)に、打上げ／帰還用スーツから着替えて、後方フライテッキで作業を行うクルー(STS-131)



# 5. フライトスケジュール 2日目

## 【飛行2日目概要】

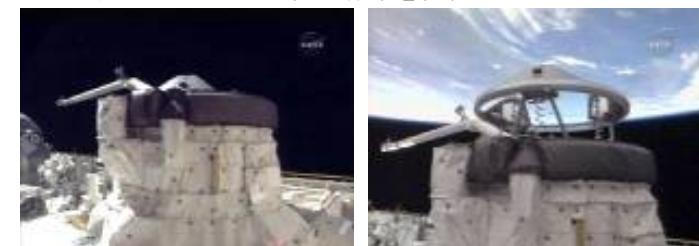
- ・ 貨物室の状態点検
- ・ スペースシャトルのロボットアームとセンサ付き延長ブーム(OBSS)を使用した熱防護システム(TPS)の損傷点検
- ・ 宇宙服(EMU)の点検
- ・ オービタ・ドッキング・システム(ODS)の点検
- ・ ODSのドッキングリングの伸展とカメラの取付け(ドッキング準備)
- ・ ランデブに向けた軌道制御



OBSSを使用した左翼前縁のTPS検査の様子 (STS-130)



フライトデッキで2日目の作業を行うクルー (STS-131)



スペースシャトルのODSドッキングリングの伸展 (STS-123)



## 5. フライトスケジュール 3日目

### 【飛行3日目概要】

- 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
- エクスプレス補給キャリア4(ELC-4)の貨物室からの取り出しと、ISSへの設置



スペースシャトルのランデブ／  
ドッキング時の様子  
(STS-131)



スペースシャトルのランデブ／ドッキング時の  
様子(STS-124)

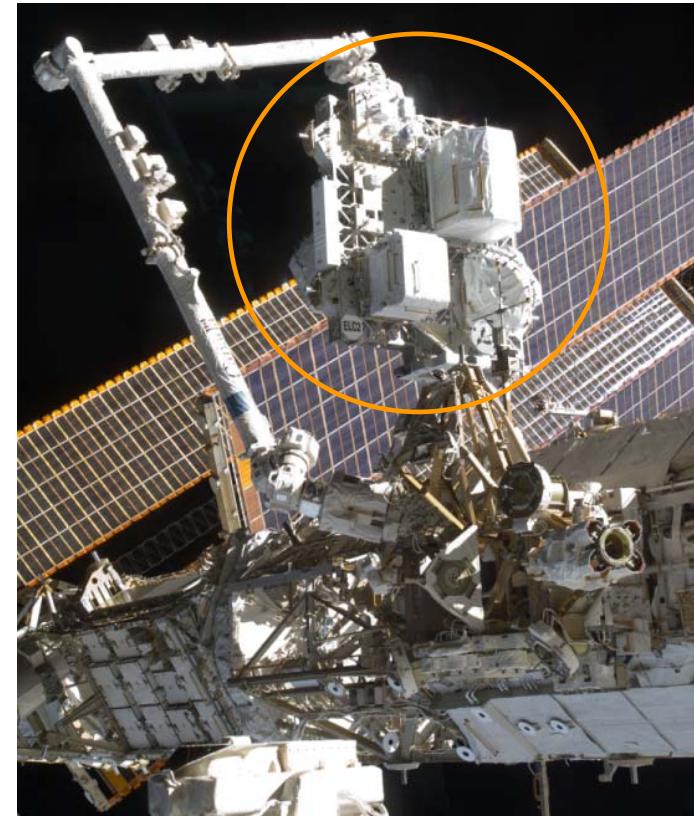
※1: Backup Chart (P47) 参照



## 5. フライトスケジュール 3日目(続き)

### エクスプレス補給キャリア4(ELC-4)のペイロードベイ(貨物室)からの取出しとISSへの設置

ISSのロボットアーム(SSRMS)でELC-4をペイロードベイ(貨物室)から取り出し、シャトルのロボットアーム(SRMS)との間で一度ELC-4をハンドオーバすることで、SSRMSをISSのトラス上に移動させ、その後S3トラス下部にELC-4を設置します。



SSRMSでS3トラス上部にELC-2を設置する様子(STS-129)



## 5. フライトスケジュール 4日目

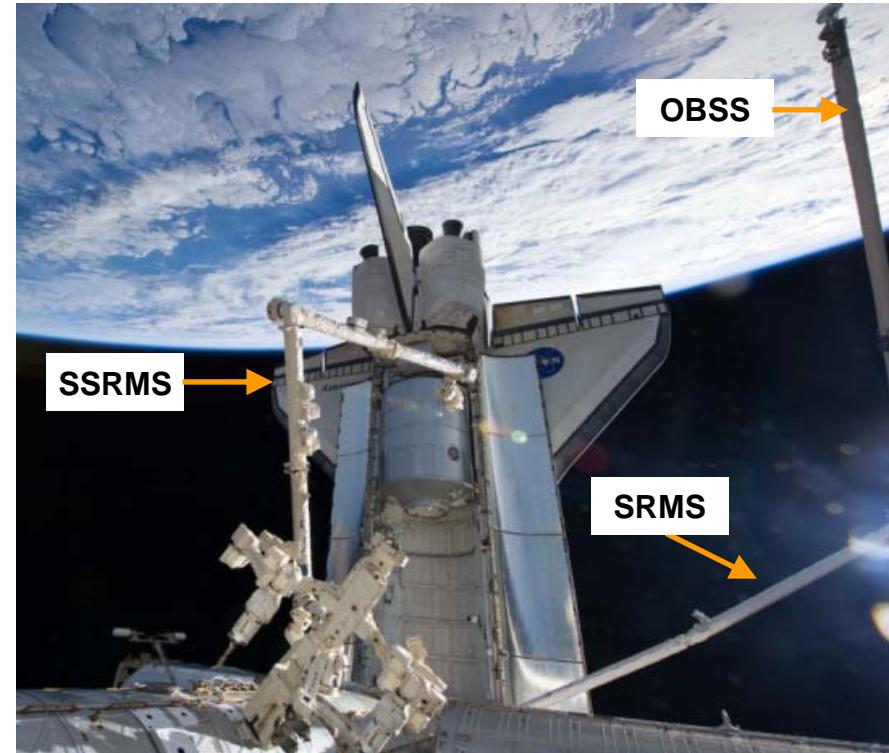
### 【飛行4日目概要】

- OBSSのハンドオーバー

(SSRMSでOBSS ※1をシャトルの貨物室から持ち上げた後、OBSSをシャトルのロボットアーム(SRMS)に受け渡します。これはOBSSがPMM取り出し時の邪魔にならないよう、事前に取り外す作業です。)

- 第1回船外活動の準備

(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※2など)



OBSSをSRMSにハンドバーした後、SSRMSでMPLMを把持して持ち上げようとする様子(STS-131)

※1: Backup Chart (P45) 参照

※2: キャンプアウトについてはP22を参照



## 5. フライトスケジュール 4日目(続き)

### 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、血中の余分な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できます。

※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」内部でEVAクルーの準備を行なっている様子(STS-131)  
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

### 【飛行5日目概要】

- 第1回船外活動(EVA#1)
  - ◆ 担当 : ベンジャミン・アルヴィン・ドルーJr.  
                          スティーブ・ボーエン
  - ◆ 実施内容 :
    - 延長用の電力ケーブルの敷設
    - 故障したポンプモジュールのESP-2への移動・保管
    - S1トラスの外部カメラへの角度調整器具の設置
    - EVA工具の移動など
    - JAXAの「手に取る宇宙～Message in a Bottle～」

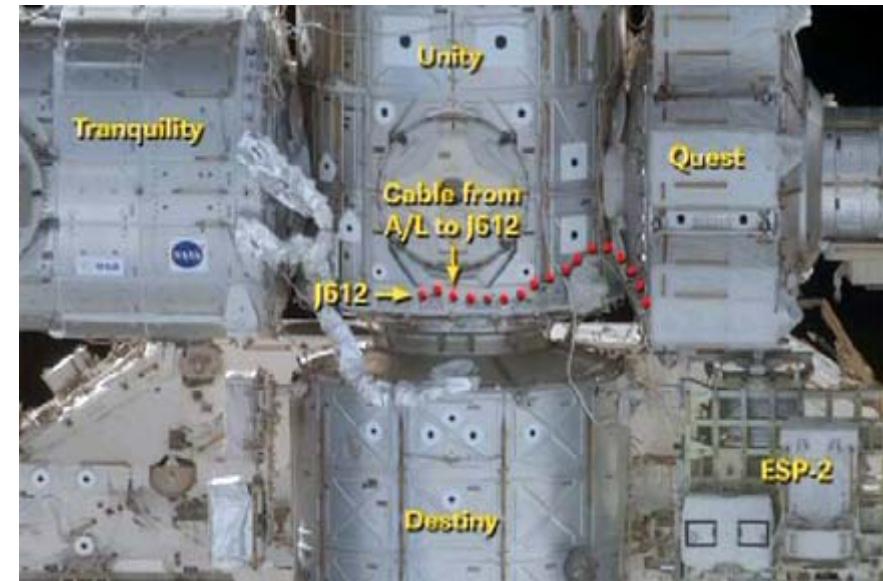


## 5. フライトスケジュール 5日目(続き)

### 第1回船外活動(EVA#1)

#### ➤ 延長用の電力ケーブルの敷設

「クエスト」エアロックからユニティへ敷設されているJ612電力ケーブルを、(ノード3「Tranquility」で非常時が生じた場合にヒータ電力を供給できるようにするために)より長い延長ケーブルと交換します。この場所は、ユニティにPMMを結合してしまうとアクセス出来なくなることから、この作業は最優先で実施します(元々、2010年8月のISS での船外活動で作業を行う予定でしたが、次に紹介するポンプモジュールの故障が起きた影響で実施を先送りにしていた作業です)。





## 5. フライトスケジュール 5日目(続き)

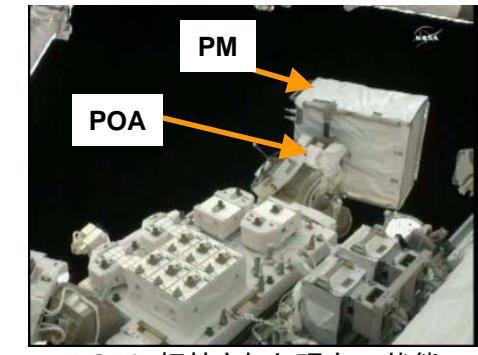
### 第1回船外活動(EVA#1)

#### ➤ 故障したポンプモジュールのESP-2への移動・保管

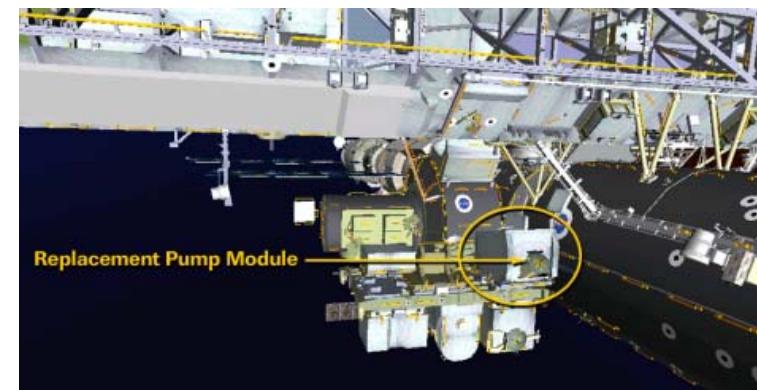
日本時間2010年8月1日に、S1トラスのポンプモジュール(PM)が故障し、ISSの熱制御能力の半分が失われました。このため、急遽予定を変更し、3回の船外活動を行って、ESP-2に保管してあった予備のPMとの交換を行いました。しかしアンモニア漏れなどが生じたため、予想よりも作業に時間がかかったため、故障したPMをESP-2に戻す作業が出来なくなり、ISSトラス上のモービル・ベース・システム(Mobile Base System: MBS)のペイロード/ORU把持装置(Payload and Orbit Replaceable Unit Accommodation: POA)に仮設置したままになっています。これをESP-2に移動・設置する作業を行います。なお、故障したこのPMは、新たに追加された最後のシャトルミッションSTS-135で地上に回収して、故障原因を究明する予定です。



PM交換作業



POAに把持された現在の状態



ESP-2上のPMの保管場所



## 5. フライトスケジュール 5日目(続き)

### 第1回船外活動(EVA#1)

- S1トラスの外部カメラへの角度調整器具の設置  
S1トラス下部の外部TVカメラは、STS-133で設置したELC-4にORUを設置すると物理的に干渉することから、設置角度を変えられるような器具をかませて、角度を傾けて設置できるようにします。
- CETAカート用レールの延長、レールの車輪止めの設置、EVA工具の移動など

注:ISSでは、現在非常に多くの船外活動作業のリストが残っています。ひとつひとつはそれほど時間のかからない簡単な作業ですが、移動時間や足場の固定、機器の準備や片づけの時間を考えると、それでも結構時間を取られます。従って、STS-133の2回の船外活動では、このような小さな作業が多数リストアップされており、順序も入れ替わる可能性があります。

- JAXAの「手に取る宇宙～Message in a Bottle～」

JAXAが実施する文化・人文社会科学利用パイロットミッションの第一期テーマのひとつである「手にとる宇宙～message in a bottle～」(代表提案者:京都市立芸術大学 松井紫朗 准教授)の一環として、船外活動によりボトルに宇宙を詰め込み回収するタスクを実施します。



©松井紫朗 / JAXA

Message in a Bottleで使われるボトルの写真



## 5. フライトスケジュール 6日目

### 【飛行6日目概要】

- 恒久結合型多目的モジュール(PMM)のノード1「ユニティ」下部への設置
- 物資の移送
- 機体の詳細点検(必要な場合のみ)  
キャンセルの場合は、PMMへの入室が前倒しで行われる予定です
- 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)



MPLM「レオナルド」(中央のモジュール)のノード2  
「ハーモニー」下部への設置(STS-131)



## 5. フライトスケジュール 7日目

### 【飛行7日目概要】

- 第2回船外活動(EVA#2)
  - ◆ 担当 :ベンジャミン・アルヴィン・ドルーJr.  
      スティーブ・ボーエン
  - ◆ 実施内容 :
    - LWAPAのシャトルへの回収
    - ESP-2のPMのタンク内に残っているアンモニアの排出
    - ELC-4のMLIカバーの取り外し
    - P3トラスへの外部照明の設置
    - SPDMへのCLPAの設置、MLIカバーの取り外し
    - ロボットアームのTVカメラへのカバーの装着 など
- PMM入室(6日目の機体の詳細点検が必要なくなれば、1日前倒しで実施される予定)



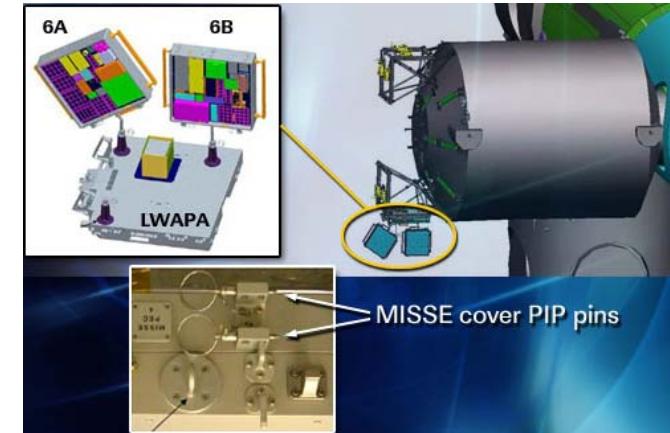
MPLM内部の様子(STS-128)



## 5. フライトスケジュール 7日目(続き)

### 第1回船外活動(EVA#2)(続き)

- コロンバス外部に設置されていたLWAPA(軽量アダプタープレート)のシャトルへの回収  
(米国の材料曝露実験装置MISSE-6の固定場所として使われていましたが、実験装置は既に回収されて、もはや使われないため回収し、再利用に備えます。)
- ESP-2に保管した故障したポンプモジュール(PM)のタンク内からのアンモニアの排出  
(EVA#1で設置したPM内に残っているアンモニアを船外に投棄します。これはSTS-135でこのPMを回収するのに備えて、アンモニアが漏れ出す可能性を事前に排除するためです。)
- ELC-4の制御機器からのMLIカバーの取り外し
- P3トラスへの外部照明の設置



コロンバスに設置されているLWAPA  
(MISSE-6A, 6Bは既にSTS-128で回収済みです)

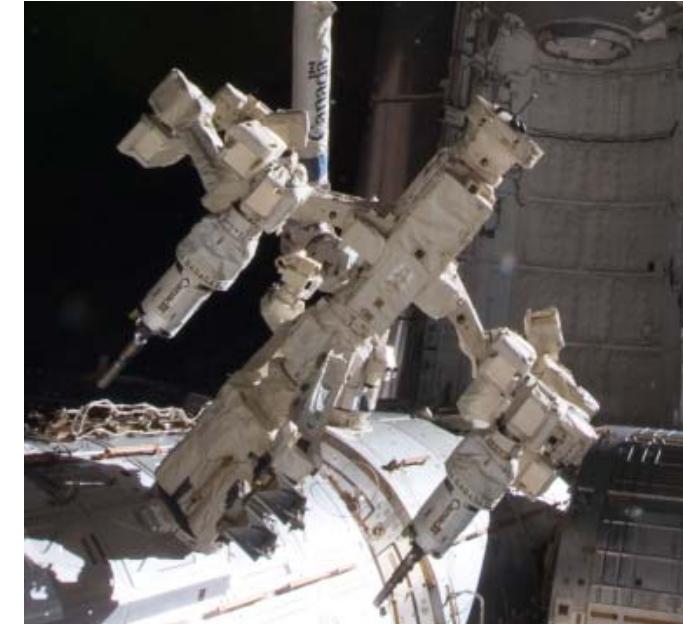
注: ISSでは、現在非常に多くの船外活動作業のリストが残っています。ひとつひとつはそれほど時間のかからない簡単な作業ですが、移動時間や足場の固定、機器の準備や片づけの時間を考えると、それでも結構時間を取られます。従って、STS-133の2回の船外活動では、このような小さな作業が多数リストアップされており、順序も入れ替わる可能性がありますし、実施できない場合は先送りされます。



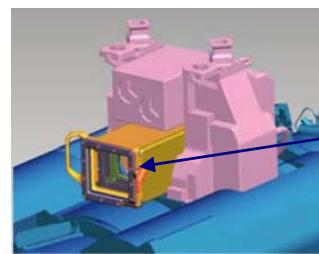
## 5. フライトスケジュール 7日目(続き)

### 第2回船外活動(EVA#2)

- SPDM「デクスター」(特殊目的ロボットアーム)へのCLPA-1(カメラ/照明/雲台)の設置、MLIカバーの取り外し
- ロボットアームのTVカメラへのカバーの装着  
(SSRMSの肘部TVカメラへのカバー装着[STS-128, 129でも他のカメラへの装着作业を実施済み]、SPDMのCLPA-2へのカバー装着、POAのTVカメラへのカバー装着。このカバーはスラスター喷射時の喷射物の付着からレンズを保護するものです。レンズが汚染されると、TVカメラ全体の交換が必要となります。これを装着するとカバーのみの交換で対応できます。)
- その他のEVA作业



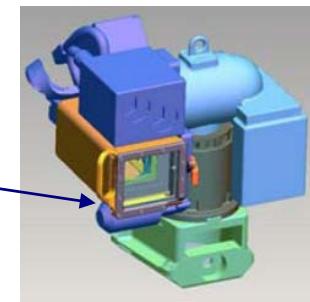
デクスター (STS-131ミッション時)



Cover on CLA



TVカメラのレンズの前に装着するカバー



Cover on CLPA



## 5. フライトスケジュール 8日目

### 【飛行8日目概要】

- ・ 全員揃っての広報イベント(2回)
- ・ クルーの半日休
- ・ 物資の移送
- ・ ISSの故障した機器の交換修理
- ・ ISSのリブースト



シャトルが運んできた新鮮な野菜や果物を喜ぶ  
ISSクルー(STS-132)



# 5. フライトスケジュール 9日目

## 【飛行9日目概要】

- 全員揃っての広報イベント、軌道上記者会見
- 最後の物資移送
- ISSからの退室・ハッチ閉鎖



軌道上共同記者会見後の記念撮影(STS-132)



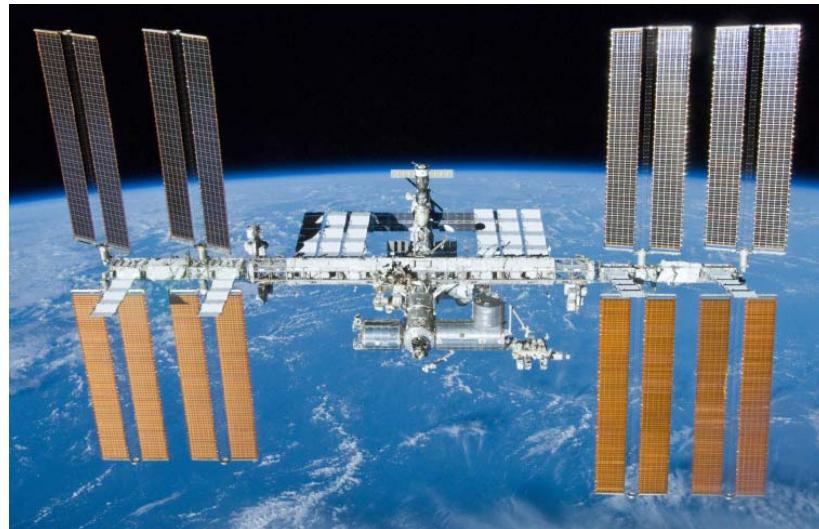
別れの挨拶を交わしISSから退出するクルー(STS-131)



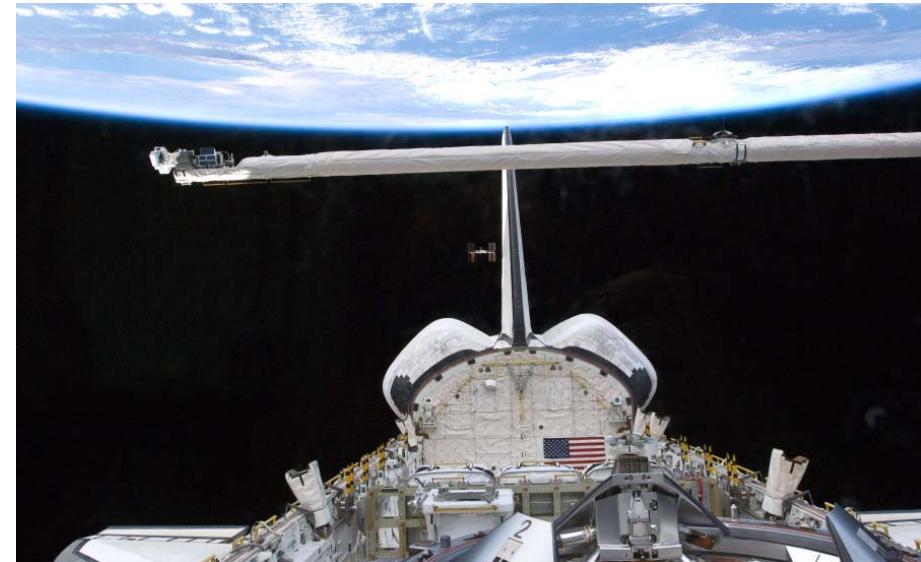
## 5. フライトスケジュール 10日目

### 【飛行10日目概要】

- ISSからの分離
- フライアラウンド(ISSを周回しながら、HTV2とATV-2が結合した状態の歴史的なISSの外観を撮影)
- センサ付き検査用延長ブーム(OBSS)を使用したRCCパネルの後期点検
- OBSSの格納



分離後のシャトルから撮影したISS(STS-132)



ISSから離れていくスペースシャトル(STS-132)  
注:垂直尾翼の左にISSが小さく見える



## 5. フライトスケジュール 11日目

### 【飛行11日目概要】

- 帰還に備えた飛行制御システム(FCS)と姿勢制御システム(RCS)の点検  
(帰還に備えて、油圧で駆動する可動翼の動作確認、シャトルの全スラスターの噴射試験を行います。)
- 船内の片付け
- 軌道離脱準備
- シャトルのKuバンドアンテナ収納



FCSチェックアウト時の確認用の映像  
(STS-132)

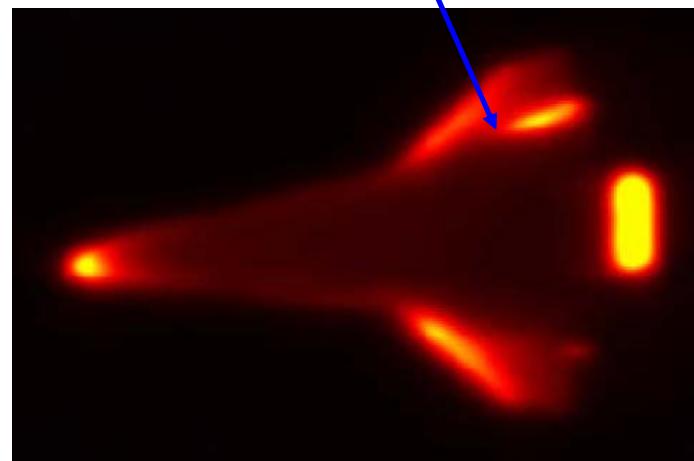


## 5. フライトスケジュール 12日目

### 【飛行12日目概要】

- 軌道離脱準備
- 軌道離脱 (帰還時には、NASAが観測用の航空機からシャトルの熱防護システムの温度分布を測定するために赤外線映像を取得する予定です。4回目となる今回はタイルに約1.2cmの突起を付けてその影響を測定します。)
- 着陸

約0.9cmの突起の影響で後方が高温になっている



航空機から撮影された突入時のオービタの赤外線映像(STS-128)



ディスカバリー号の前回の着陸(STS-131)



## 6. 第25/26次長期滞在期間中の主要イベント

11月	12月	2011年1月	2月	3月	4月
 ISS ロシアEVA-26 (11/15)		 ISS ロシアEVA-27 (1/21)	 ISS ロシアEVA-28 (2/16)	 STS-133 打ち上げ (2/24)	 STS-133 ドッキング (2/26)
 ソユーズ TMA-19 分離/帰還 (11/25)	 ソユーズ TMA-20 打上げ (12/15)	 ソユーズ TMA-20 結合 (12/17)		 STS-133 分離 (3/7)	 STS-134 打ち上げ (4/19NET)
		 プログレス40P 分離 (1/24)	 プログレス41P 打上げ (1/27)	 41Pドッキング (1/29)	 HTV2 打上げ (1/22)
		 HTV2 結合 (1/27)	 プログレス39P 分離 (2/20)	 ATV-2 打上げ (2/16)	 ATV-2 ドッキング (2/24)
				 HTV2 分離 (3/28以前)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>【11/25】ソユーズTMA-19/23S分離・帰還。<u>(第25次長期滞在ミッション期間終了)</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>【12/17】ソユーズTMA-20/25Sで第26次／第27次長期滞在クルー3名がISSに到着。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>【1/24】プログレス補給船(40P)がISSから分離。</li> <li>【1/27】HTV2がISSに到着。</li> <li>【1/31】プログレス補給船(41P)がISSに到着。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>【2/24】ESAのATV-2がISSに到着。</li> <li>【2/26】STS-133がISSに到着。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>【3/16】ソユーズTMA-M/24S分離・帰還。<u>(第26次長期滞在ミッション期間終了)</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>【4/1】ソユーズTMA-21/26Sで第27次／第28次長期滞在クルー3名がISSに到着。</li> <li>【4/21以降】STS-134がISSに到着。</li> </ul>



## 7. JAXA関連

### STS-133ミッションで打ち上げる実験用品

#### ● AreaPADLES

JEM船内放射線計測



「きぼう」船内の宇宙放射線量を計測する受動線量計で、12個のPADLESが取り付けられています。長期滞在ミッション毎(半年に1回)に交換され、使用済みの線量計は地上に回収します。

<http://kibo.jaxa.jp/experiment/pm/padles/>

#### ● Spiral Top-II



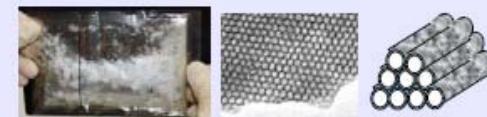
文化・人文社会科学利用パイロットミッションのひとつであり、LEDを取り付けた4本のアームを様々な回転させることで、綺麗な光跡を描かせます。2009年4月から5月にかけて一度実施しており、今回が2回目の実施になります。

<http://www.jaxa.jp/pr/jaxas/pdf/jaxas033.pdf#page=9>

[http://www.takuro-osaka.com/other\\_art/space\\_art\\_spiral\\_top.html](http://www.takuro-osaka.com/other_art/space_art_spiral_top.html)

#### ● Nanoskeleton

微小重力環境でのナノスケルトン作製



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に続いての実施)

<http://kibo.jaxa.jp/experiment/theme/first/nanoskeleton/>

#### ● Myco (STS-133で打上げ/回収)

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



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する実験です(シャトルミッションで継続実施)。

#### ● Hair (STS-133で打上げ/回収)

長期宇宙滞在宇宙飛行士の毛髪分析による医学生物学的影響に関する研究



ヒトの毛髪はストレスなど外部環境に敏感に反応します。宇宙環境(微小重力環境、宇宙放射線環境、精神的ストレス等)による人体への影響を毛髪分析から評価する実験です(シャトルミッションで継続実施)。



## 7. JAXA関連(続き)

### STS-133ミッションで回収する実験用品

#### ● Hydro Tropi (STS-132で打上げ)

微小重力下における根の水分屈性とオーキシン制御遺伝子の発現

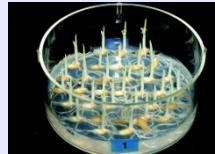


キュウリの種を18時間かけて発芽・生育させた後、人工的な湿度勾配の中で根がどの方向に伸びるかを調べました。実験開始から18時間後、22時間後、41時間後に根のサンプルをとり、その状態を保つように処理をして冷蔵保存しました。

<http://kibo.jaxa.jp/experiment/theme/first/hydrotropi/>

#### ● Ferulate (STS-132で打上げ)

重力によるイネ芽生え細胞壁のフェルラ酸形成の制御機構



単子葉イネ科植物の細胞壁の「補強材」であるフェルラ酸とジフェルラ酸に着目し、これらの物質の代謝に関する酵素の働きや遺伝子の働きについて調べます。試料であるコシヒカリの種子を発芽・生育させ、4日目、5日目、6日目の試料を凍結保存しました。また、重力の影響を調べるために、対照実験としてCBEF内の微小重力実験区画と1G重力区画で同じように実験を行いました。(写真:寒天上で生育させたイネの芽生え)

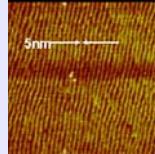
#### ● Microbe-II (STS-132で打上げ)

国際宇宙ステーション内における微生物動態に関する研究



ISSには様々な微生物が住みついており、クルーや機器への影響が懸念されています。Microbe-IIでは、「きぼう」でのスワブ(ポリエチル綿棒でのふき取り)によるサンプリングを行いました。このサンプルを地上で解析し、どんな微生物がISSに住んでいるかを調べます。(写真:サンプル採取キット)

#### ● 2次元ナノテンプレート (2DNT) (STS-131で打上げ)



対流や沈降の無い微小重力環境を利用して表面がナノレベルの凹凸構造になっている型(ナノテンプレート)を作製する実験です。デスティニー(米国実験棟)の冷凍・冷蔵庫(MELFI2)で約3ヶ月成長を続け、10月16日午前0時13分に実験は終了しました。地上に回収された後、得られた試料についての詳細な解析が行われます。

<http://kibo.jaxa.jp/experiment/theme/first/2dnanotemplate/>

#### ● 手に取る宇宙 ~Message in a Bottle~



文化・人文社会科学利用パイロットミッションの第一期テーマのひとつであり、船外活動によりボトルに宇宙を詰め込み回収します。

[http://kibo.jaxa.jp/experiment/theme/first/epo\\_mib.pdf](http://kibo.jaxa.jp/experiment/theme/first/epo_mib.pdf)

#### ● その他

他にも、前ページで紹介したMyco、Hair、Area PADLESなどを回収します。

# Backup Charts

---

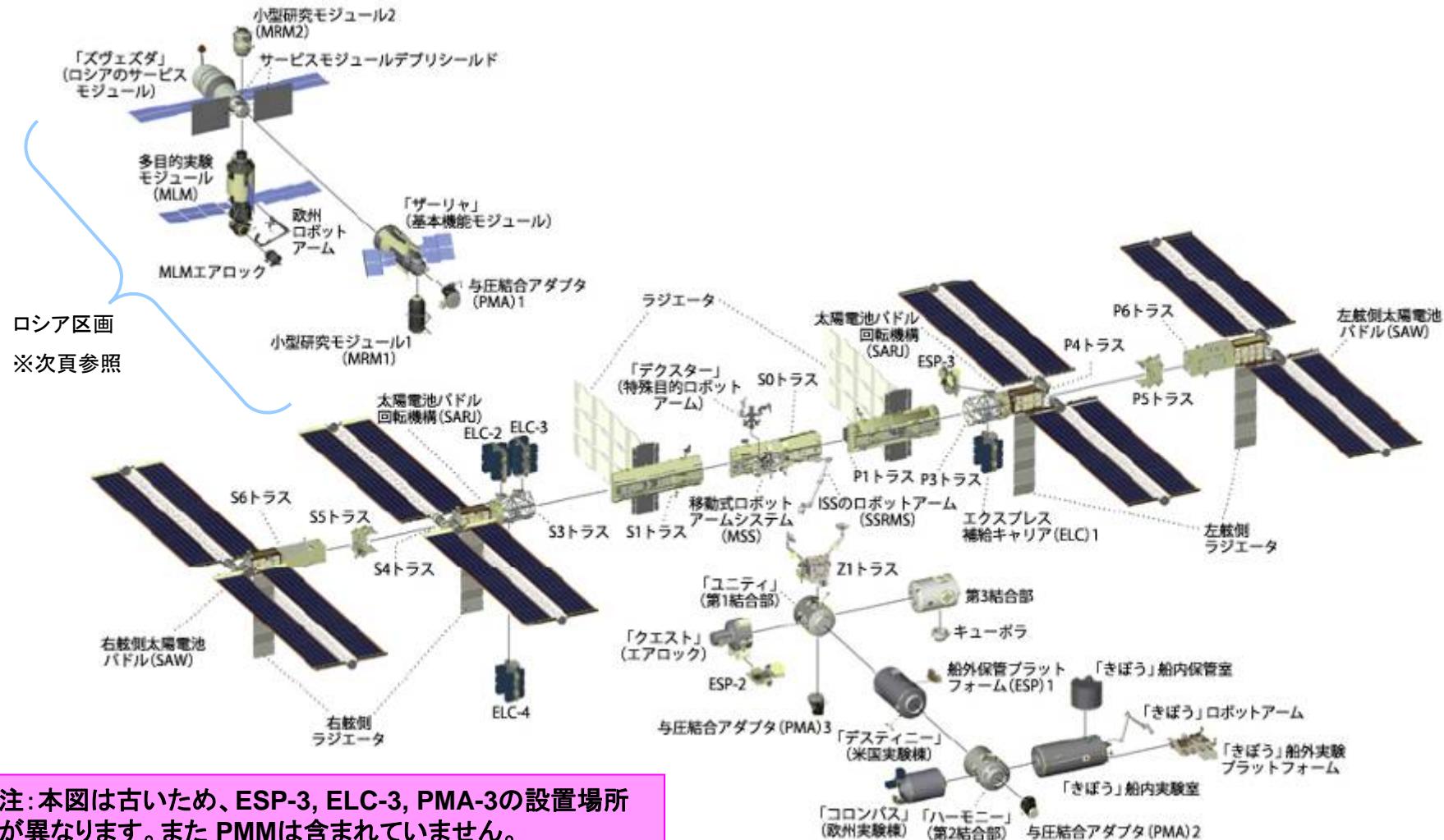
---



- ISSの組立要素
- STS-133の打上げ延期を引き起こしたトラブル状況(改訂版で追記)
- モービル・ベース・システム(Mobile Base System: MBS)
- スペースシャトルの安全対策
- ディスカバリー号のこれまでの活躍
- 略語集



# ISSの組立要素



注:本図は古いため、ESP-3, ELC-3, PMA-3の設置場所  
が異なります。また PMMは含まれていません。



# STS-133の打上げ延期を引き起こしたトラブル状況

## (1) ET-137のインターインクの補強用ストリングナーに生じたクラック

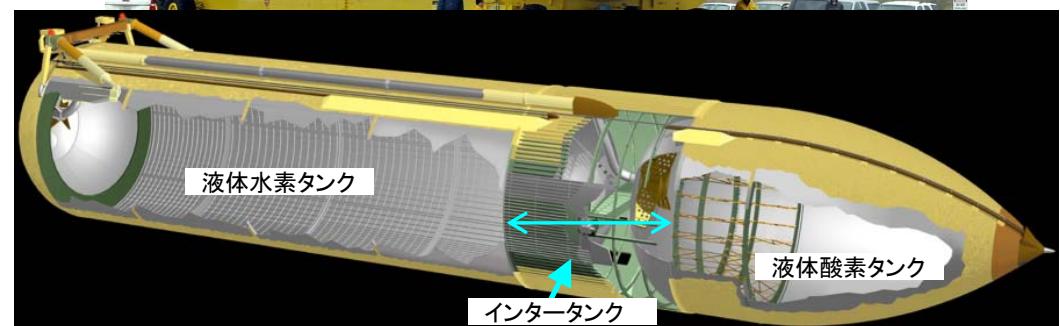
2010年11月5日(米国時間)、打上げに備えてETに液体水素を充填していた際に、水素ガスの漏れが検知されたため打上げは延期された。同時に、ETのインターインク(タンク間構造)最上部の液体酸素タンク側の断熱材に長さ50.8cmのクラックが生じていたことが見つかった。断熱フォームを切除して調べたところ、インターインクを補強する凸状の金属構造であるストリングナーに複数のクラックが生じていたことが分かり、大規模な検査・解析・修理が必要となった。STS-133はETの詳細なX線検査と補強修理を行うために12月21日(米国時間)に射点から機体組立棟へ戻された。その結果、見つかったクラックの数も増え、結局インターインク全周にわたる補強を行う事になった。2011年1月12日に、ようやく根本的な原因が確認でき、修理の見通しが立った(1月27日に修理を完了、2月1日に射点へ再移動)。



断熱フォームに生じたクラック(中央)



ETのインターインク

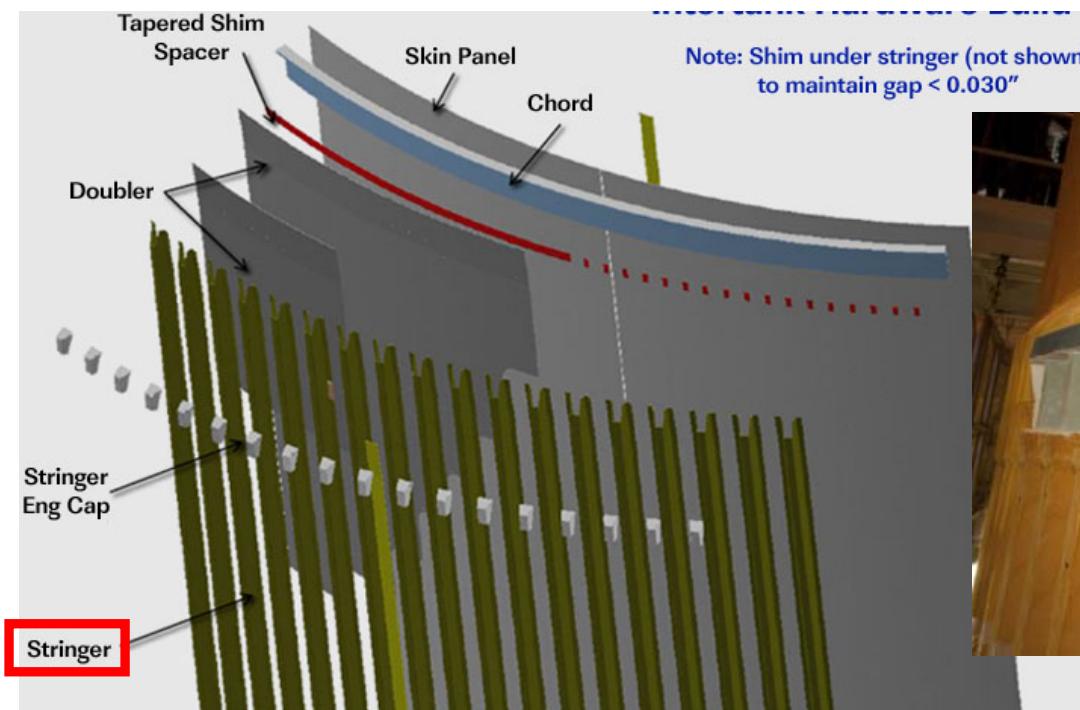




# STS-133の打上げ延期を引き起こしたトラブル状況

## (1) ET-137のインターインクの補強用ストリンガーに生じたクラック(続き)

ETのインターインクは、8枚のパネルを組み合わせて円筒状にしている。うち6枚の表面には補強用のストリンガーが取り付けられている。各パネルには18本のストリンガーがあるため、合計108本のストリンガーを有する。(残り2枚のパネルは、SRB取付部となる推力(Thrust)パネルで、ここはストリンガーではなく、削り出し構造で強度を保っている。これらのストリンガーは、座屈耐性を持ち、荷重を分散させ、インターインクの一体構造を確保する役割を果たしている。各ストリンガーの長さは6m55cm。



インターインクの構造(ストリンガーは表面に設置して補強)



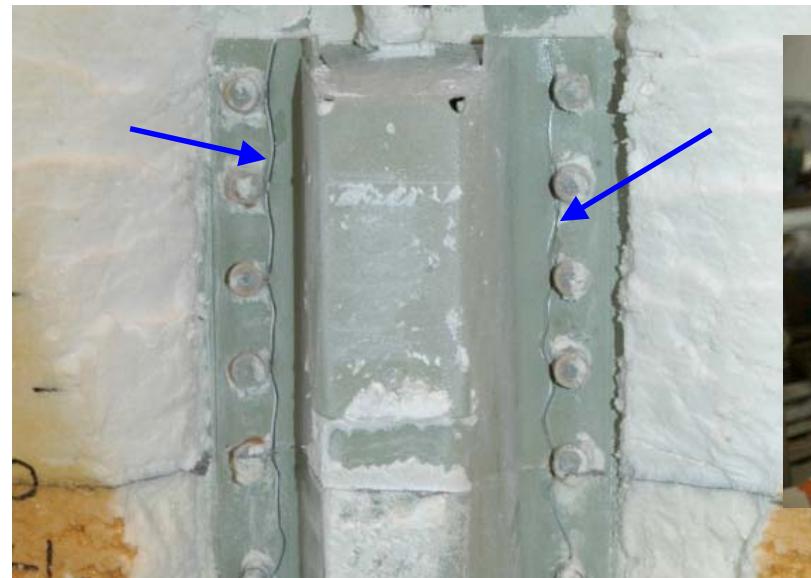
ストリンガーの上部を補強するため、断熱材を切除した状態



# STS-133の打上げ延期を引き起こしたトラブル状況

## (1) ET-137のインタークタンクの補強用ストリンガーに生じたクラック(続き)

クラックの発見を受けて、大がかりな非破壊検査(X線検査)を行った結果、最終的には5本のストリンガーから計8本のクラックが見つかった。クラックが見つかった5本の損傷部にはダブラー(doubler)と呼ばれる厚みを強化した金属に置き換える修理が行われた。根本的な原因が判明するまでは、一部のストリンガーのみを補強すれば良いと考えられていたが、その後の製造記録の調査により、2002年に製造されたアルミニチウム合金のロットに異常があり(表面に斑点状の模様が見られ、破壊強度が正常な材料の65%しかなかった)、108本のストリンガーのうち78本に使われていた事が分かった。合金製造時に不適切な熱処理が行われていたのが原因。この問題の材料が使われていたストリンガーを使って極低温環境下で荷重をかける試験を行ったところ、同様のクラックが再現することが確認できた。また、組み立て時にストレスが集中する箇所が確認され、この2つの要因が重なったことが今回の問題の原因であった。



インタークタンクのストリンガーの両脇から見つかったクラック



クラックが見つかったストリンガーの修理に使われたダブラー



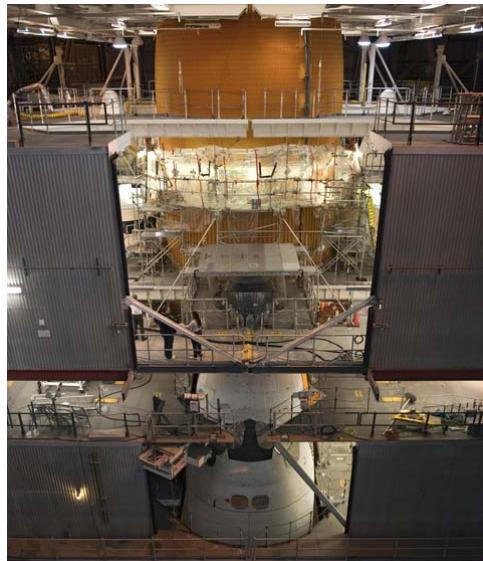
異常が見つかった材料(下側が表面に斑点が生じた材料)



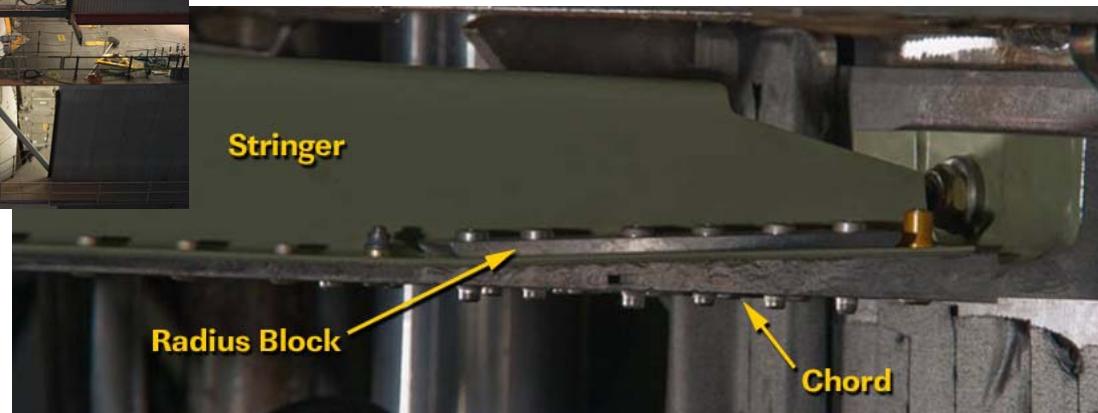
# STS-133の打上げ延期を引き起こしたトラブル状況

## (1) ET-137のインターランクの補強用ストリンガーに生じたクラック(続き)

NASAは、インターランクのストリンガー94本の上部にRadius Blockという補強用の小さな金属板を設置することで今回の問題に対処することにした。5本のストリンガーにはダブル修理が行われているため、108本のうち99本を補強したことになる。なお、強度試験の結果によれば、Radius Blockで補強を行うことにより、問題の材料を使っていても十分な強度が得られることが示されている。



機体組立棟での修理の様子



Radius Blockで補強したストリンガーの強度試験の様子



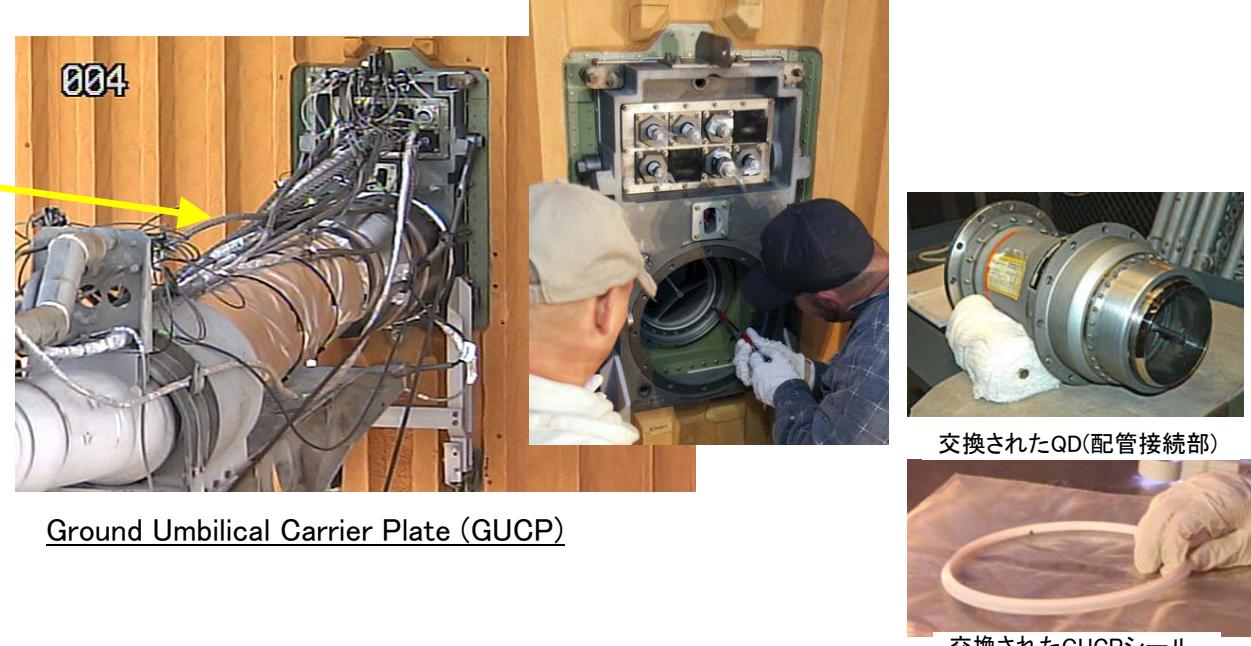
補強用のRadius Block



# STS-133の打上げ延期を引き起こしたトラブル状況

## (2)GUCPからの水素ガス漏れ

2010年11月5日(米国時間)、打上げに備えてETに液体水素を充填していたところ、蒸発した余分な水素ガスをETから排出するための配管接続部であるGUCP (Ground Umbilical Carrier Plate: 地上設備「ガップ」)からの水素ガス漏れが検知されたため、打上げを延期した。GUCPからの水素ガス漏れは、STS-119, STS-127でも起きており、同様の交換修理が行われている。2010年12月17日にタンкиング試験を行って問題ないことを確認したことで、この問題は解決した。水素ガスが漏れた原因是、配管接続時にわずかなズレが生じていたためであった。配管接続時は毎回ヘリウムガスでガス漏れがないか点検しているが、水素ガスはヘリウムガスよりも分子量が小さく非常に漏れやすい、極低温環境下では金属の収縮が起きる。このため常温での検査では環境が異なることから、事前には検知できなかった。



Ground Umbilical Carrier Plate (GUCP)



# ISSの組立要素

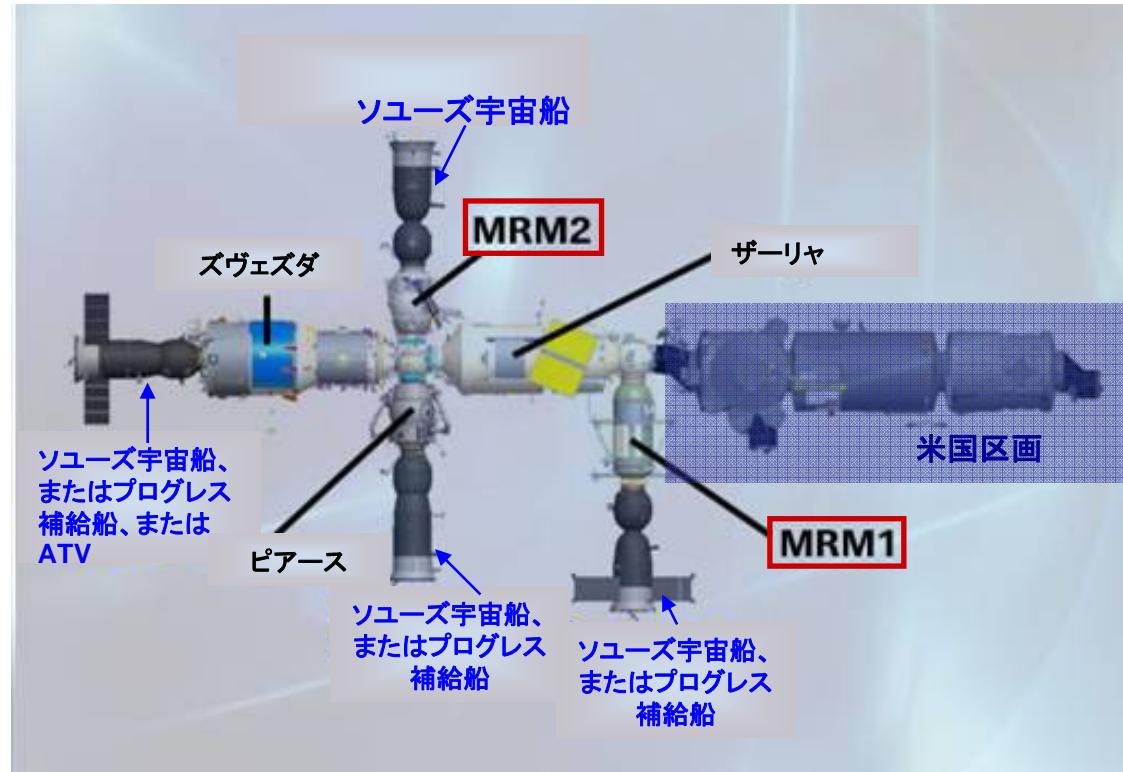
## ソユーズ宇宙船/プログレス補給船のドッキングポート

2009年5月からISSクルーが6人体制に増強されたのに伴い、ISSにはソユーズ宇宙船2機がドッキングするようになりました(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)「ポイスク」が設置されました。

STS-132で小型研究モジュール1(MRM1)「ラスヴィエット」が設置された事により、ソユーズ宇宙船2機およびプログレス補給船2機のほか、プログレスの代わりにATV(欧洲補給機)1機をISSにドッキングできるようになりました。

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。



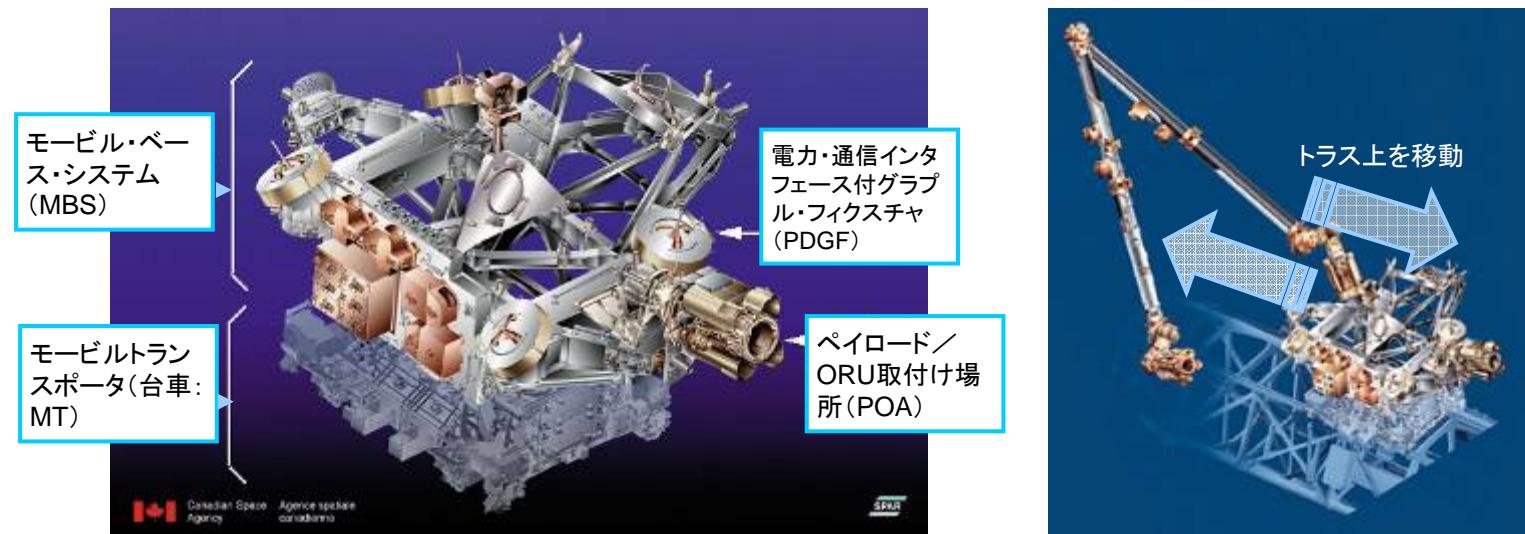
### ロシア区画の構成

※ピアース(ロシアのドッキング室)は2012年に多目的研究モジュール(MLM)と交換される予定です。



# モービル・ベース・システム(MBS)

【参考】(モービル・ベース・システム(Mobile Base System: MBS)およびペイロード／ORU取付け場所(Payload and Orbit Replaceable Unit Accommodation: POA))



モービル・ベース・システム(MBS)は、ISSのトラス上を移動して機材を輸送するロボットアームシステム(Mobile Servicing System: MSS)の構成要素です。MSSはISSのロボットアーム(Space Station Remote Manipulator System: SSRMS)、モービル・トランスポータ(台車: MT)、MBSから構成されており、MBSはMTに結合されています。MBSにはISSのロボットアームの把持部となる電力・通信インターフェース付グラップル・フィックスチャ(Power and Data Grapple Fixture: PDGF)と呼ばれる装置が4個搭載されています。SSRMSがPDGFを把持することにより、ISSからの電力をSSRMSに供給したり、電気信号や映像を中継することができます。

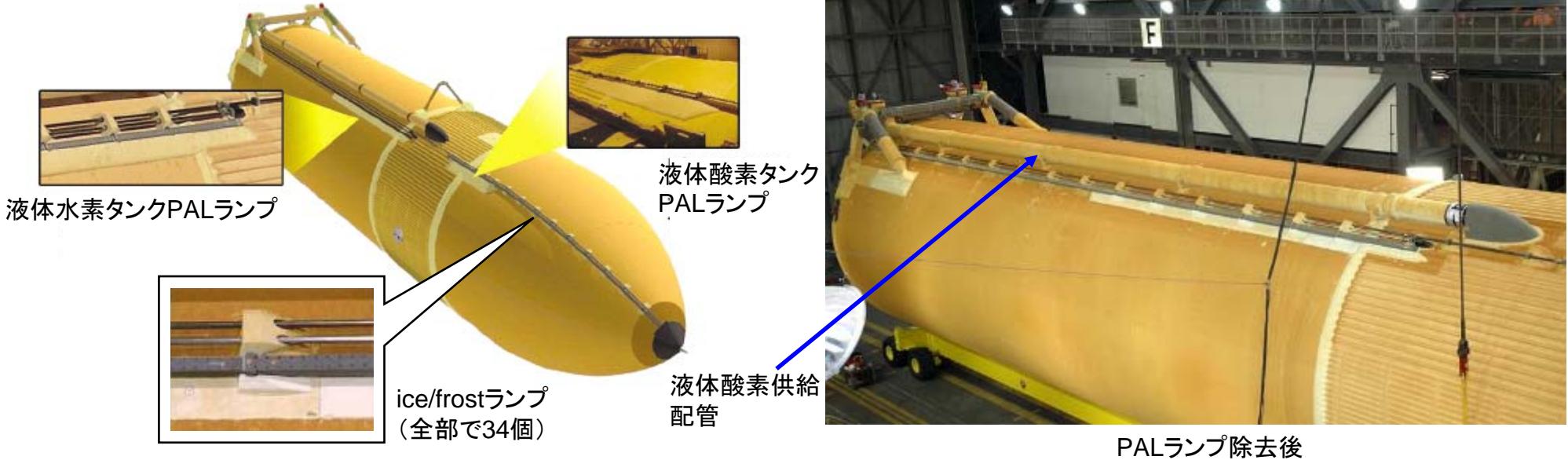
ペイロード/軌道上交換ユニット把持装置(Payload and Orbital Replacement Unit Accommodation: POA)はMBSに搭載されている機構です。POAの先端はISSのロボットアーム(SSRMS)の先端と同様の把持機構で、大型のペイロードやORUを固定して電力やデータを供給することができます。



# スペースシャトルの安全対策

## 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  
→STS-121ミッション(2006年7月)から実施



- 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。



# スペースシャトルの安全対策

## 打上げ・上昇時の状態監視

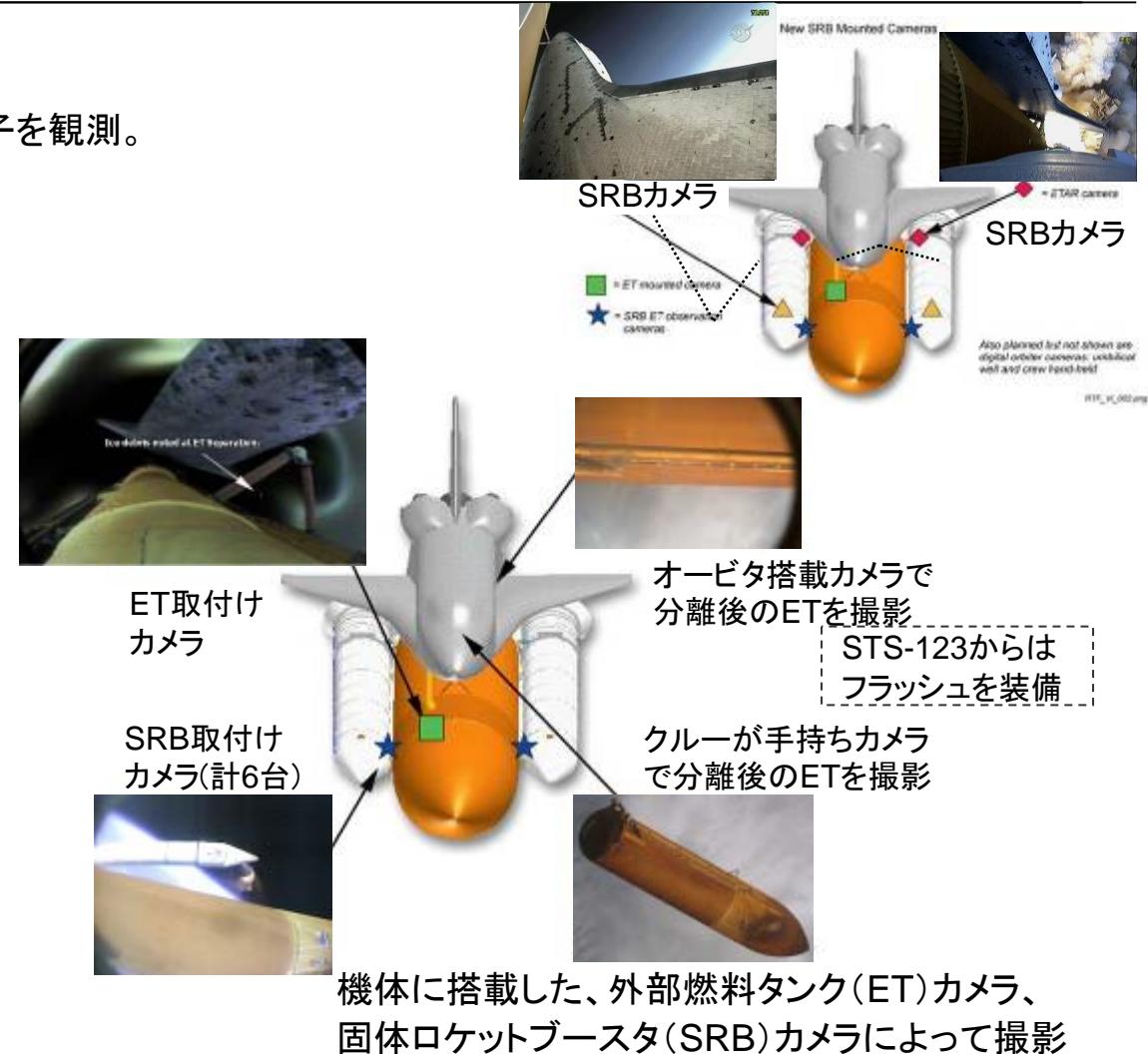
レーダ、地上追尾カメラにより打上げ・上昇時の様子を観測。



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

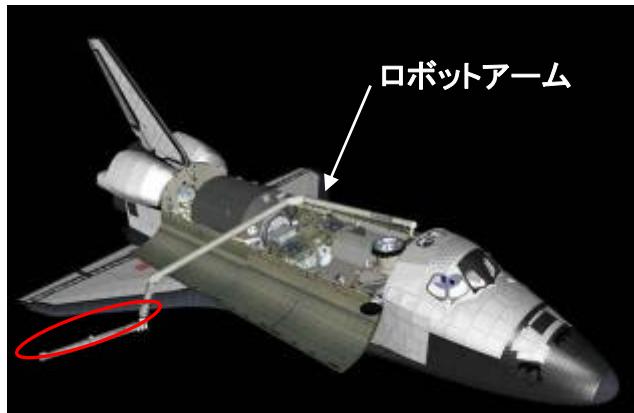


機体に搭載した、外部燃料タンク(ET)カメラ、  
固体ロケットブースタ(SRB)カメラによって撮影



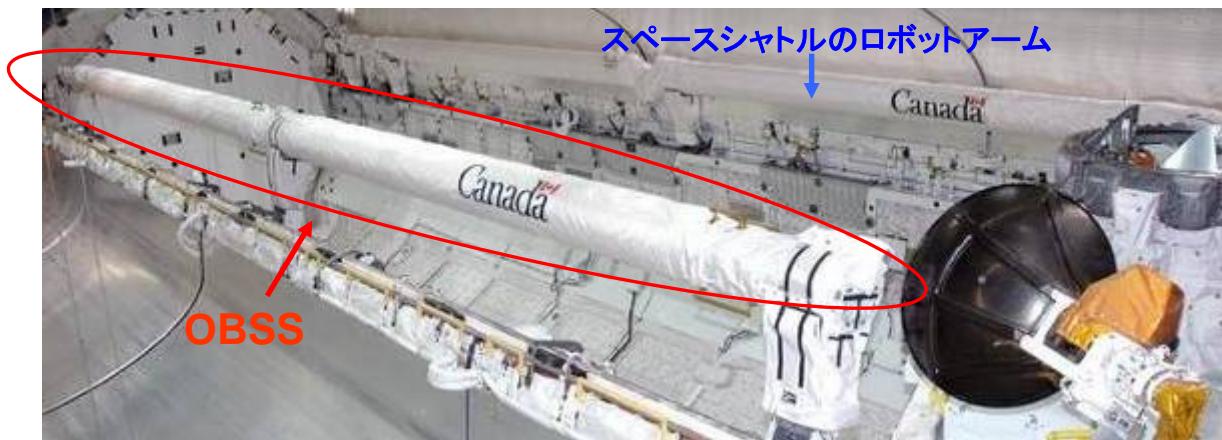
# スペースシャトルの安全対策

## センサ付き検査用延長ブーム(OBSS)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 but joints are not flexible enough to bend, so it can't be bent.

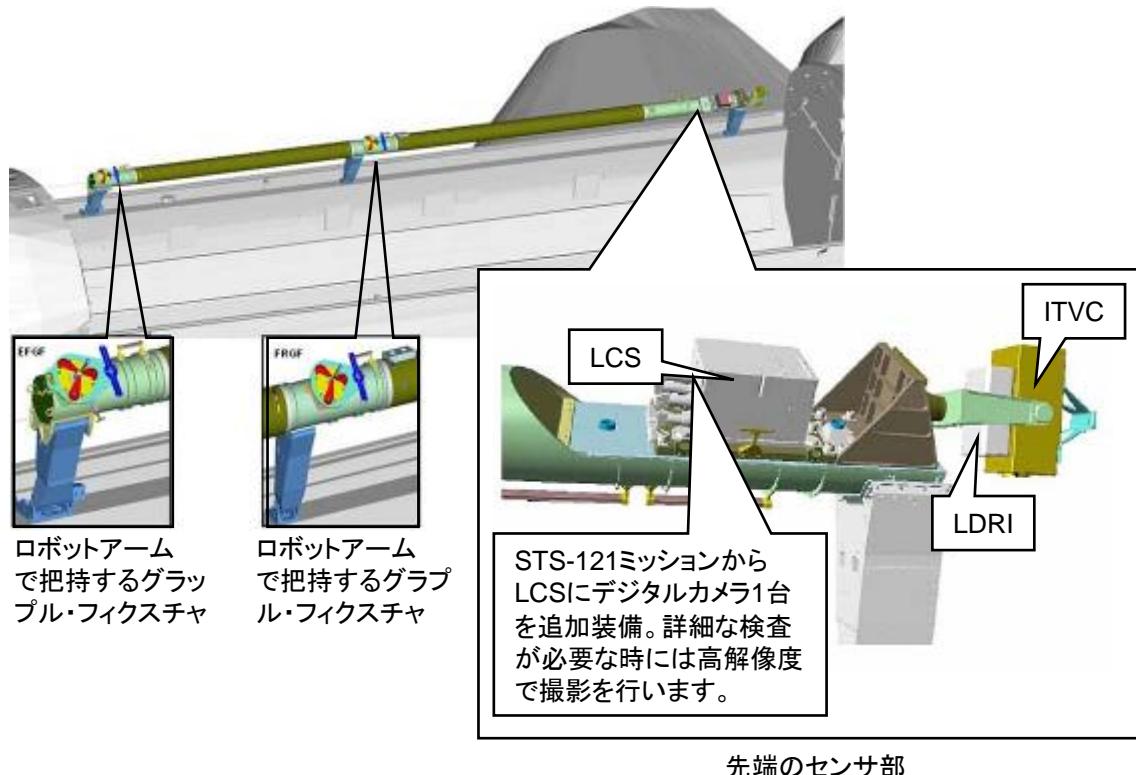




# スペースシャトルの安全対策

## センサ付き検査用延長ブーム(OBSS)

STS-114(LF1)から使用を開始



OBSSの主要構成

## OBSSの仕様

項目	仕様
全長	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
センサ	テレビカメラ ITVC(Integrated TV Camera)
	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



# スペースシャトルの安全対策

## OBSS搭載レーザの主要緒元

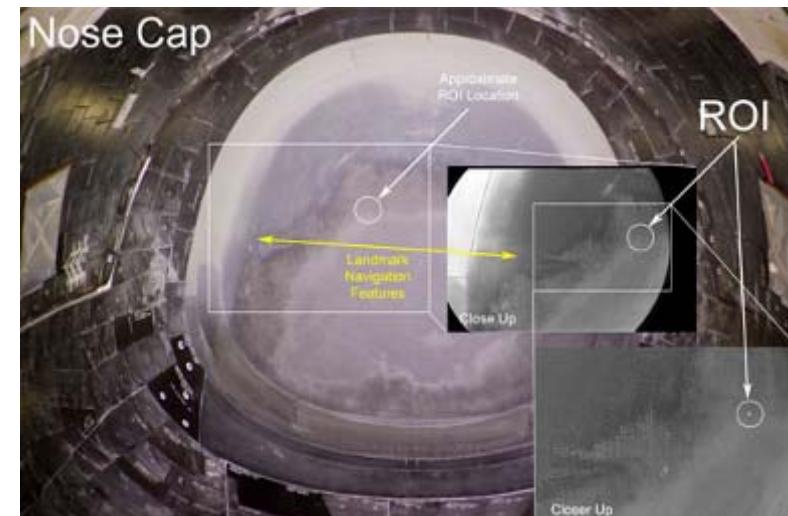
(1) LDRI (Laser Dynamic Range Imager)

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

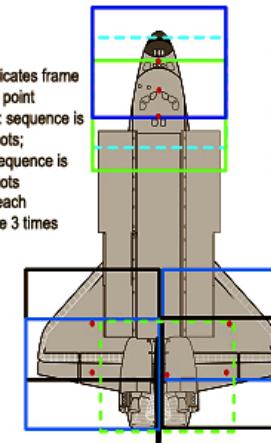


# スペースシャトルの安全対策 R-bar ピッチ・マヌーバ(RPM)

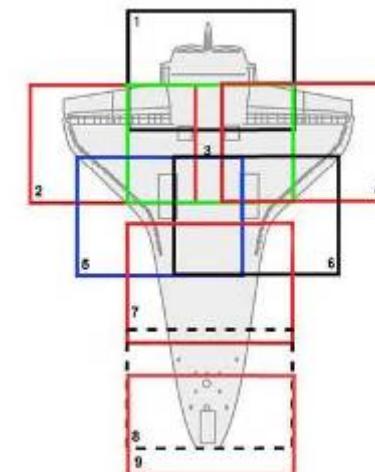
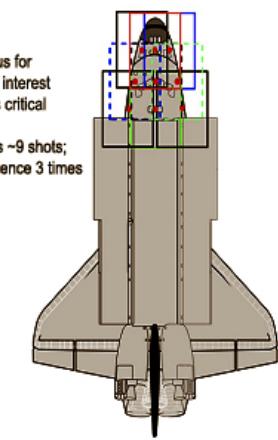
## ISSからのスペースシャトルの熱防護システムの撮影



400 mm



800 mm



撮影箇所



# ディスカバリー号のこれまでの活躍

ディスカバリー号(OV-103 “Discovery”)は、コロンビア、チャレンジャー号に続いて3機目に建造されたオービタであり、1984年8月30日にSTS-41Dで初飛行しました。建造は1979年8月から開始され、1983年11月9日にKSCに輸送されました。過去のオービタの建造経験を反映した結果、完成した時点ではコロンビア号よりも6,870ポンド(約3,116kg)の軽量化が行われました。

ディスカバリー号は、チャレンジャー事故とコロンビア号事故後の2回の飛行再開フライト(1988年のSTS-26と2005年のSTS-114)にも使われたオービタであり、最高齢の宇宙飛行士(STS-95で77歳のジョン・グレンが搭乗)、初のロシア人(STS-60)、初めて議員(STS-51D)を乗せたオービタ、初めての女性パイロット(STS-63のアイリーン・コリンズ)、初めて衛星を回収(STS-51A)したオービタとなりました。またハッブル宇宙望遠鏡の打ち上げ(STS-31)にも使われました。

日本人宇宙飛行士としては、向井(STS-95)、若田(STS-92、STS-119)、野口(STS-114)、星出(STS-124)、山崎(STS-131)各宇宙飛行士が搭乗しました。ちなみに、現在のNASA長官チャールズ・ボールデンもディスカバリー号には2回搭乗しており、STS-31でパイロットとして、STS-60(彼自身の最後で4回目の飛行)でコマンダーとして飛行しています。

38回目の飛行となったSTS-131ミッション終了時点で、ディスカバリー号は合計で351日と17時間の飛行を行い、地球を5,628周回しました(飛行距離は月まで288往復、あるいは太陽まで1.5往復の距離に相当)。

ディスカバリー号はSTS-133ミッション終了後、安全化作業が行われた後、スミソニアン博物館へ運ばれて展示される予定になっています。

# 略語集



CBM	Common Berthing Mechanism	共通結合機構
CLA	Camera Light Assembly	カメラ/照明装置
CLPA	Camera Light Pan/Tilt Unit Assembly	カメラ/照明/雲台装置
CSA	Canadian Space Agency	カナダ宇宙庁
CTC	Cargo Transport Container	曝露機器輸送容器
DTO	Development Test Objective	開発試験
ELC	EXPRESS Logistics Carrier	エクスプレス補給キャリア
EMU	Extravehicular Mobility Unit	船外活動ユニット(米国の宇宙服)
ESA	European Space Agency	欧州宇宙機関
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
FHRC	Flex Hose Rotary Coupler	フレックスホース・ロータリーカップラ
HRSR	Heat Rejection System Radiator	排熱ラジエータ
GUCP	Ground Umbilical Carrier Plate	



# 略語集

HTV	H-II Transfer Vehicle	宇宙ステーション補給機「こうのとり」
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
JSC	Johnson Space Center	NASAジョンソン宇宙センター
KSC	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
LTA	Launch to Activation	打上げから起動までの間
LWAPA	Lightweight Adapter Plate Assemble	軽量アダプタープレート
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



# 略語集(続き)

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
MPLM	Multi-Purpose Logistics Module	多目的補給モジュール
MRM	Mini-Research Module	ロシアの小型研究モジュール1,2「ラスヴィエット」、「ポイスク」
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)
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
PALランプ	Protuberance Airload ramp	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)



# 略語集(続き)

PM	Pump Module	ポンプモジュール
PMM	Permanent Multipurpose Module	恒久結合型多目的モジュール
PDGF	Power and Data Grapple Fixture	電力・通信インターフェース付グラップル・フィックスチャ
POA	Payload and Orbit Replaceable Unit Accommodation	ペイロード/ORU(軌道上交換ユニット)把持装置
PVGF	Power Video Grapple Fixture	電力・ビデオインターフェース付グラップル・フィックスチャ
R2	Robonaut-2	ロボノート2
RCC	Reinforced Carbon-Carbon	強化炭素複合材
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
SGANT	Station-to-Ground Antenna	Kuバンドアンテナ
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」(特殊目的ロボットアーム)
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



# 略語集(続き)

SSPTS	Station-to-Shuttle Power Transfer System	ISS-シャトル間の電力供給装置(発音はスピツツ)
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
ULF	Utilization Logistics Flight	利用補給フライト
WLE	Wing Leading Edge	翼前縁