



# STS-135(ULF7)ミッション概要



## STS-135: The Final Mission

*Dedicated to the courageous men and women who have devoted their lives  
to the Space Shuttle Program and the pursuit of space exploration*

宇宙航空研究開発機構

2011/7/4 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28/29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)で物資の運搬・回収を行い、米国の商業補給船の実用化が遅れた場合でも、ISS滞在クルー6人の滞在を1年間継続できるだけの補給を行います(注:HTV,ATVの補給を含むため、実際は半年分に相当)。ISSから大量の物資を回収するのはこれが最後の機会です。
- シャトルクルー4人での打ち上げは1983年4月のSTS-6以来であり、シャトルミッションでありながら人手不足を補うためにISS滞在クルーが活躍するミッションとなります(4人しか搭乗しないのは緊急時の帰還方法を考慮したことです)。(P43参照)
- 今回がアトランティス号の最後のフライトで、シャトル最後のフライトです。(P44参照)



## 2. 飛行計画

項目	計画		
STSミッション番号	STS-135 (通算135回目のスペースシャトルフライト: 最後のシャトルフライト)		
ISS組立フライト番号	ULF7 (スペースシャトルによる37回目のISSフライト)		
オービタ名称	アトランティス号(OV-105) (アトランティス号の33回目の飛行)		
打上げ日時	2011年 7月9日 午前 0時 26分46秒 (日本時間) 2011年 7月8日 午前 11時 26分46秒 (米国東部夏時間) 打上げ可能時間帯は5分間 (打上げ可能な期間 7/8~7/10, 7/16~7/31)		
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12日間(ドッキング期間7日間)
搭乗員	コマンダー : クリストファー・ファーガソン パイロット : ダグラス・ハーリー	MS1 : サンドラ・マグナス MS2 : レックス・ウォルハイム	
軌道	軌道投入高度: 約226 km	ランデブ高度: 約390km	軌道傾斜角: 51.6度
帰還予定日	2011年 7月20日 午後 8時06分頃 (日本時間) 2011年 7月20日 午前 7時06分頃 (米国東部夏時間)		
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】多目的補給モジュール(MPLM)、LMC(燃料補給実験装置RRMを運搬、帰還時はポンプモジュールを回収) 【ミッドデッキ】補給物資、実験機材など。 帰還時はISSの故障した機器や不要品などを回収。		



## 2. 飛行計画(続き)

### STS-135ミッションクルー



船長(Commander)

**クリストファー・ファーガソン**(Christopher J.Ferguson)  
1961年、ペンシルバニア州生まれ。米海軍大佐。  
1998年にNASAパイロット宇宙飛行士として選抜。  
STS-115でパイロットとして初飛行した。コマンダーを務めたSTS-126に次いで今回が、3回目の飛行。



MS2

**レックス・ウォルハイム**(Rex J.Walheim)  
1962年、カリフォルニア州生まれ生産工学修士、米空軍大佐。  
1996年にNASA宇宙飛行士として選抜。  
STS-110で初飛行し、EVAを担当。今回は3回目の飛行。



パイロット(Pilot)

**ダグラス・ハーリー**(Douglas G.Hurley)  
1966年、ニューヨーク州生まれ。米海兵隊中佐。  
2000年にNASA宇宙飛行士として選抜。  
STS-127で初飛行。今回が2回目の飛行。



ミッション・スペシャリスト(MS)1

**サン德拉・マグナス**(Sandra H.Magnus)(PH.D.)  
1964年イリノイ州生まれ。  
1996年にNASA宇宙飛行士として選抜。2002年にSTS-112(9A)ミッションのMSとして飛行。2回目の飛行はSTS-126で運ばれてISS滞在後、若田宇宙飛行士と交代し、STS-119で帰還した。今回が3回目の飛行。

※MS(Mission Specialist) : 搭乗運用技術者

【参考】シャトルが4人で飛行したのは1983年4月のSTS-6が最後。

試験飛行であったSTS-1～STS-4は2人で飛行しています。

今回は4人しか搭乗しないため、打上げ/帰還時は全員がフライデッキの座席に座り、ミッドデッキは無人状態(貨物を満載)となります。



## 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)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
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、OBSSのSRMSへのハンドオーバー
4日目	MPLMのISSへの設置・起動・入室、イベント、第1回船外活動準備など
5日目	第1回船外活動(ポンプモジュールのシャトルへの回収、RRMのSPDMへの仮置きなど)、MPLMからの物資の搬入
6日目	MPLMからの物資の搬入、広報(PAO)イベントなど

飛行日	主な作業予定
7日目	MPLMからの物資の搬入、半日の自由時間、PAOイベント
8日目	MPLMへの物資の積み込み、ISS/シャトルクルー全員による軌道上共同記者会見、PAOイベント
9日目	MPLMへの物資の積み込み、自由時間、PAOイベント
10日目	MPLM退室、MPLMのシャトルへの回収、ISS退室/ハッチ閉鎖
11日目	ISSからの分離/フライアラウンド、OBSSを使用したRCCの後期点検
12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、船内の片づけ、軌道離脱準備、小型衛星の放出、広報イベント、スペースシャトルのKuバンドアンテナ収納
13日目	軌道離脱、着陸

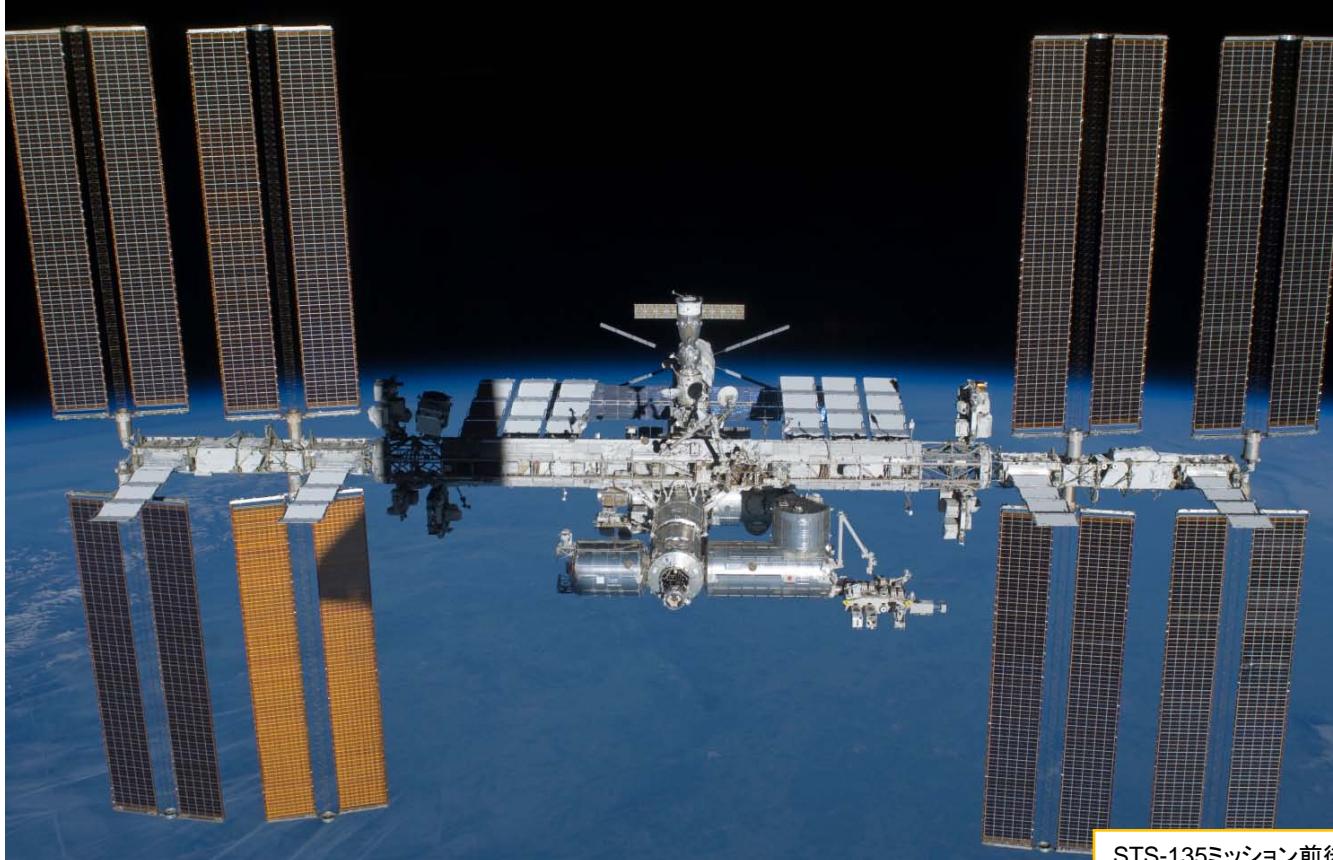
注: アトランティス号は3機のオービタの中で唯一、SSPTS (Station – Shuttle Power Transfer System)を装備していないため、ISSから電力の供給を受けることができず長期間の軌道飛行はできませんが、予定通り打ち上げられた場合は、MPLMへのヒータ電力の供給を止めるなど節電することにより、ミッション期間を1日延長する方針です。この場合は廃棄品の積み込みにさらに時間を割り当てます。

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、RCC:強化炭素複合材、SPDM:特殊目的ロボットアーム「デクスター」、MPLM:多目的補給モジュール、RRM:ロボットを使用した燃料補給ミッション実験装置



## 2. 飛行計画(続き)

### STS-135(ULF7)ミッション前後のISSの外観



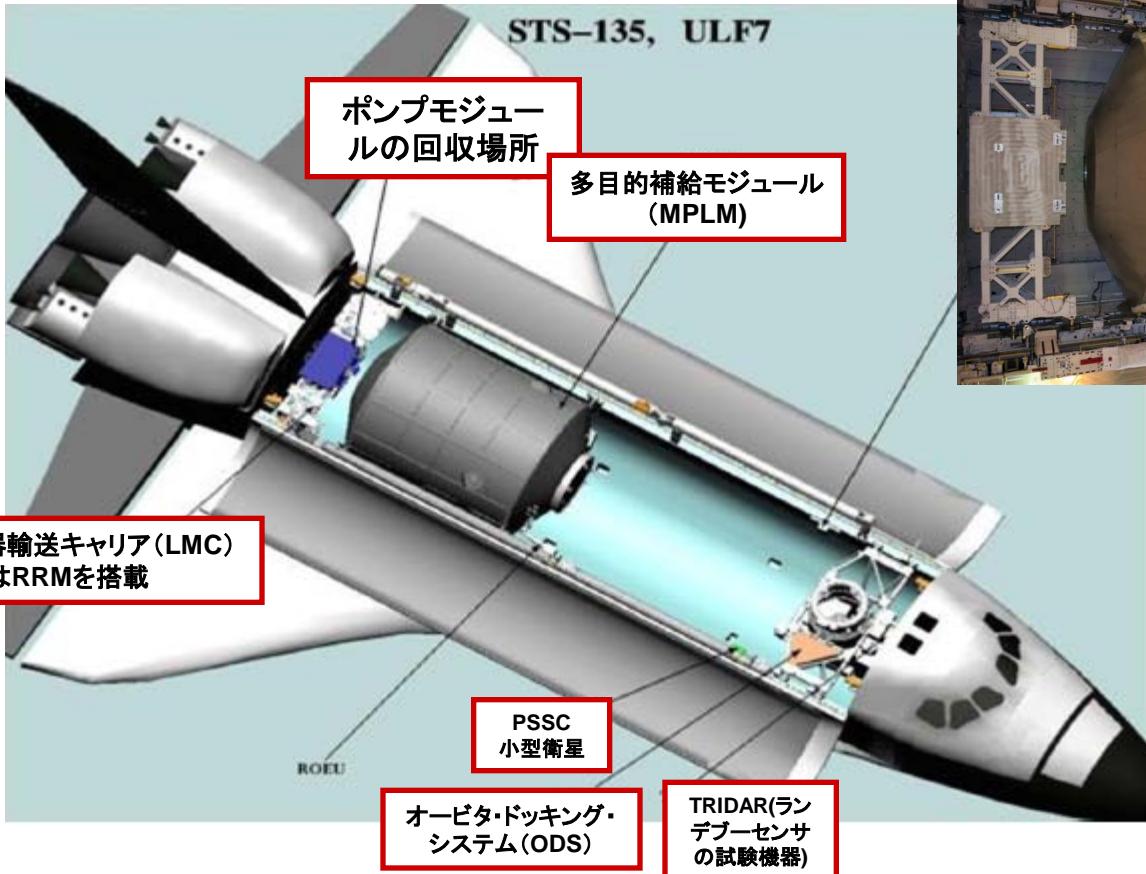
STS-134(ULF6)ミッション終了時にシャトルから撮影されたISS

STS-135ミッション前後で、ISSに外観上の大きな変更はありません(本写真撮影時からは、欧州補給機2号機(ATV-2)が分離し、プログレス補給船に交替しています)



### 3. 搭載品

#### STS-135ミッションのペイロードベイ(貨物室)の搭載状況



写真はSTS-135の貨物室の搭載状況



### 3. 搭載品 - MPLM



シャトル搭載前のMPLM「ラファエロ」（NASAケネディ宇宙センター(KSC)）

多目的補給モジュール(Multi-Purpose Logistics Modules: MPLM)は、イタリア宇宙機関(ASI)が設計・開発した、国際宇宙ステーション(ISS)に物資を運搬するための再利用型の与圧モジュールです。

#### MPLM諸元

全長: 6.4m

直径: 4.5m

重量: 4.468トン(貨物非搭載時)

搭載可能ラック数: 16台

搭載可能重量: 約9トン

MPLMには、「レオナルド」、「ラファエロ」、「ドナテロ」の3モジュールがあります。1号機の「レオナルド」はSTS-133でISSに運ばれてPMとして恒久的に結合されたため、今回のミッションでは2号機の「ラファエロ」が使われます。3号機は予算削減のため飛行せず。



### 3. 搭載品 - MPLM

#### MPLMに搭載してISSに運ぶ主なラック・機器

今回のミッションでは、MPLM「ラファエロ」の改造を行い、搭載量を増やせるようにして、できる限り物資を運搬できるようにしています。

今回運搬する貨物の約1/3は食料であり、この飛行により、ISSに6人の滞在クルーが半年滞在できるだけの物資を運びます(HTV, ATVでの運搬を合わせると1年間分に相当)。これは現在米国で開発中の商業補給船の打ち上げが延びても影響を受けないようにするための措置です。

帰還時には、ISS内の不要な物資を大量に回収します。ISSから物資を大量に回収できる機会はこれが最後になるため、できる限りの物資を積み込む予定です。

MPLMの重量 (STS-135)

打上げ時の貨物重量	11,551kg
帰還時の貨物重量	4,330kg
搭載貨物なし(構造重量)	4,468kg

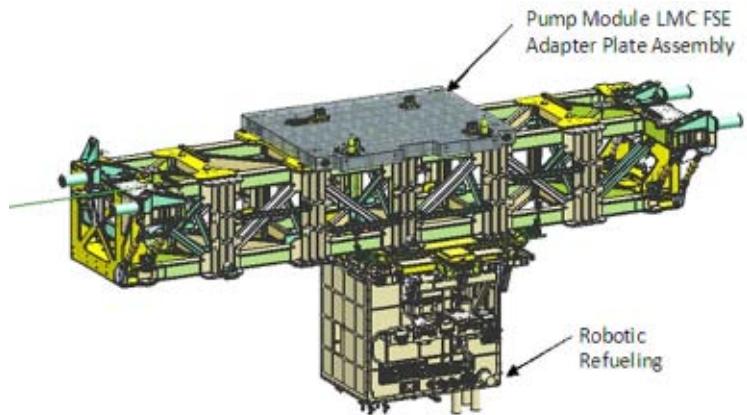


MPLMへの貨物の搭載状況(KSC )



### 3. 搭載品 - LMC

#### 軽量型曝露機器輸送キャリア(LMC)



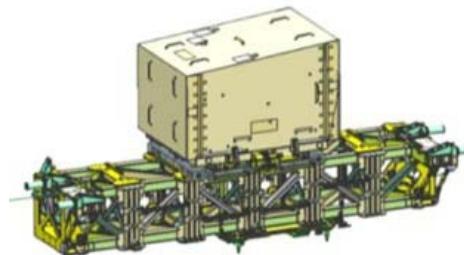
軽量型曝露機器輸送キャリア(Lightweight MPESS(Multi-Purpose Experiment Support Structure) Carrier : LMC)は、曝露機器の運搬に使われる軽量構造の輸送台であり、STS-135ではロボットによる燃料補給ミッション(Robotic Refueling Mission : RRM)実験装置を搭載してISSに運びます。

また、故障した(熱制御用のアンモニアを循環させる)ポンプモジュール(Pump Module : PM)を船外活動で回収して、地上に持ち帰ります。

[LMCの正式名称は長いですが、昔使われていたMPESSという実験装置を運搬する輸送キャリアを、ISSミッション用に軽量化したことからこのような名称が使われています。STS-114から使用を開始し、今回が7回目の使用になります。]



STS-135の打上げ時のLMCの状態(下側にRRMを搭載)



帰還時はLMCの上にポンプモジュールを搭載して回収

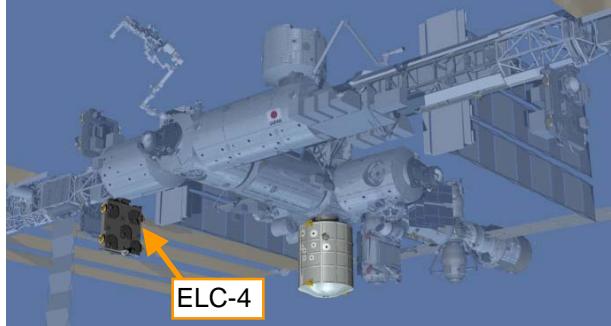


### 3. 搭載品 - LMC

#### ロボットによる燃料補給ミッション(Robotic Refueling Mission : RRM)実験装置

STS-135ミッションでは、S3トラスの下側のエクスプレス補給キャリア4(ELC-4)に設置するRRMが運ばれます。RRMは船外活動によってLMCからSPDM「デクスター」のEOTPIに仮置きされ、STS-135ミッション終了後に、SPDMを使ったロボット操作でELC-4に移設される予定です。

RRMは燃料が尽きた人工衛星に軌道上で燃料を補給することで、寿命を延長することを目指して開発された実験装置で、軌道上の燃料補給が可能なように専用に設計された衛星ではなく、既存の衛星でも燃料補給できるようにするために、カッターを使って断熱材を切除したり、バルブとキャップの開閉、模擬推進薬(1.7リットルのエタノールを搭載)の移送などを地上からSPDMを操作して試験する予定です。うまくいけば数年後には実際の衛星を使った試験を行う事が考えられています。



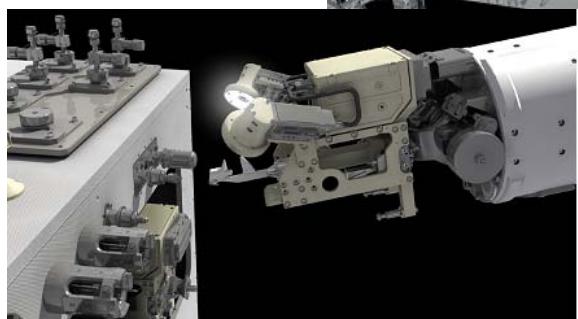
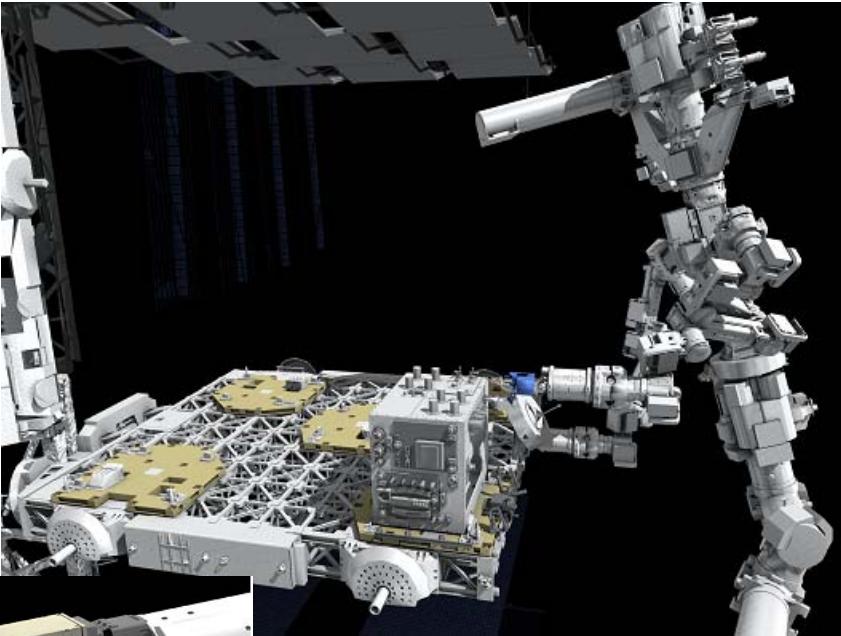
RRM

NASAゴダード宇宙飛行センターのRRM ホームページ  
[http://ssco.gsfc.nasa.gov/robotic\\_refueling\\_mission.html](http://ssco.gsfc.nasa.gov/robotic_refueling_mission.html)

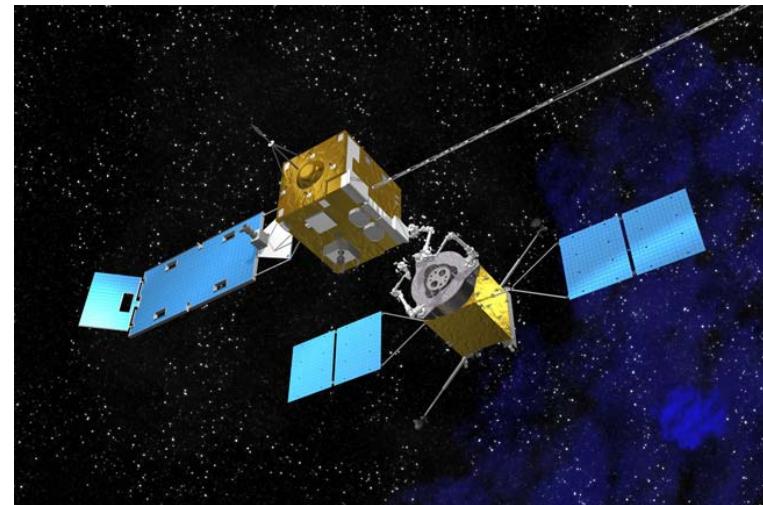


### 3. 搭載品 - LMC

ロボットによる燃料補給ミッション(Robotic Refueling Mission : RRM)実験装置



SPDMのアームを使ってRRMの試験を行いうイメージ図(RRMはSPDMのアームに装着するカメラ付きの4つの特殊工具を装備)



衛星での試験イメージ図(右側の衛星が補給を行う衛星)



### 3. 搭載品 - その他

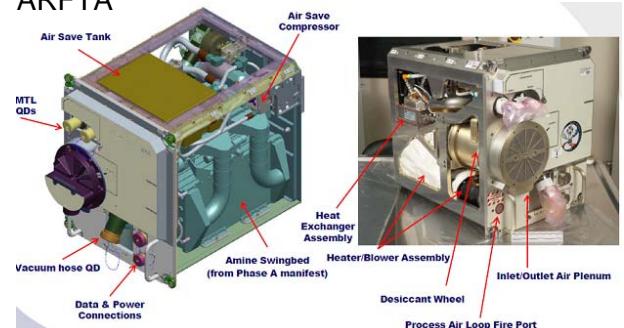
STS-135ではその他に以下の機器や実験機材を運びます(代表例)。

#### ・ARFTA(Advanced RFTA)

ARFTAは、尿の再生処理装置で使っていた塩分などを除去した廃液をためるタンクRFTA(Recycle Filter Tank Assembly)を改良して繰り返し使用できるようにしたもので、今回初めて運ばれます。RFTAはかなり大きなタンクですが、これまで頻繁に交換・回収を行っていました。ARFTAは廃液を別のタンクに移すことができるようになることでタンク本体を繰り返し利用できるようにしたもので、これを使用することにより、ISSでのリサイクルはさらに洗練されたものになります。



ARFTA



Amine Swing bed Payload

#### ・アミン・スイングベッド・ペイロード

HTV2とSTS-135の2回に分けて運搬した装置で、将来の有人宇宙機で使う小型の二酸化炭素除去装置の試験をISS上で行います。

#### ・超音波診断装置2

2011年初めに、10年間使われてきた軌道上の超音波診断装置が故障したため、STS-135で運ぶ装置と交換します。

#### ・iPhone 4

宇宙実験の補助用として支援ツールをインストールし、宇宙用として使用可能な認定を受けたiPhone 4を試験的に使用します。秋までISSで使われる予定です。iPhoneが宇宙へ運ばれるのは初めてです。



iPhone



# 4. ミッション概要

## スペースシャトル「アトランティス号」(STS-135ミッション) 飛行概要

STS-135 クルー



クリストファー・  
ファーガソン  
(コマンダー)  
NASA 宇宙飛行士

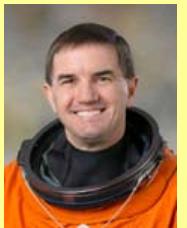


ダグラス・ハリー  
(パイロット)  
NASA 宇宙飛行士



サン德拉・マグナス  
(MS1)  
NASA 宇宙飛行士

STS-135 クルー



レックス・  
ウォルハイム  
(MS2)  
NASA 宇宙飛行士



飛行4日目:  
MPLMの設置・入室



飛行5日目:EVA#1  
(PMの回収、RRM設置  
など)



飛行6日目:MPLM  
からの物資搬入



飛行7日目:MPLM  
からの物資搬入、半  
日の休暇



飛行8日目:  
MPLMへの物資の積  
み込み、広軌道上共同  
記者会見など



飛行9日目:  
MPLMへの物資  
の積み込み、広  
報イベントなど



飛行10日目:  
MPLM回収、ISS退室



飛行11日目:  
ISS分離、ISSを周囲しな  
がらの撮影



飛行12日目:  
船内の片付け、帰還準備



飛行13日目: 着陸  
米国フロリダ州 KSC

オービタ  
搭乗員数

打上げ(予定) : アトランティス号(OV-104)  
: 4名

: 2011年7月8日午前11時26分(米国東部夏時間)  
: 2011年7月9日午前0時26分(日本時間)

帰還(予定) : 2011年7月20日午前7時06分頃(米国東部夏時間)  
: 2011年7月20日午後8時06分頃(日本時間)

飛行期間(予定): 約12日間

着陸(予定) : フロリダ州NASAケネディ宇宙センター(KSC)

### STS-135(ULF7)ミッションの目的

- 多目的補給モジュール(MPLM)を使用したISSへの物資の運搬・回収
- LMCを使用してのRRMの運搬と、故障したポンプモジュール(PM)の回収
- シャトルの最後の飛行

### 船外活動(1回)

EVA#1(飛行5日目) : PMの回収、RRMのISSへの設置など

### 略語

ET :	External Tank	外部燃料タンク
EVA :	Extravehicular Activity	船外活動
LMC :	Light Weight MPESS Carrier	軽量型曝露機器輸送キャリア
MPLM :	Multi-Purpose Logistics Module	多目的補給モジュール
MS :	Mission Specialist	搭乗運用技術者
OBSS :	Orbiter Boom Sensor System	センサ付き検査用延長ブーム
PM :	Pump Module	ポンプモジュール
RCC :	Reinforced Carbon Carbon	強化炭素複合材
RRM :	Robotic Refueling Mission	ロボットによる燃料補給ミッション

注: 各飛行日の写真はイメージです。

注: 予定は随時変更されます



# 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・点検
- 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、後方フライティングデッキで作業を行うクルー(STS-131)

【STS-135はクルーが4人しかいないため、通常よりも多忙になります。このため、通常よりも就寝時間を2時間遅くします。】



# 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)



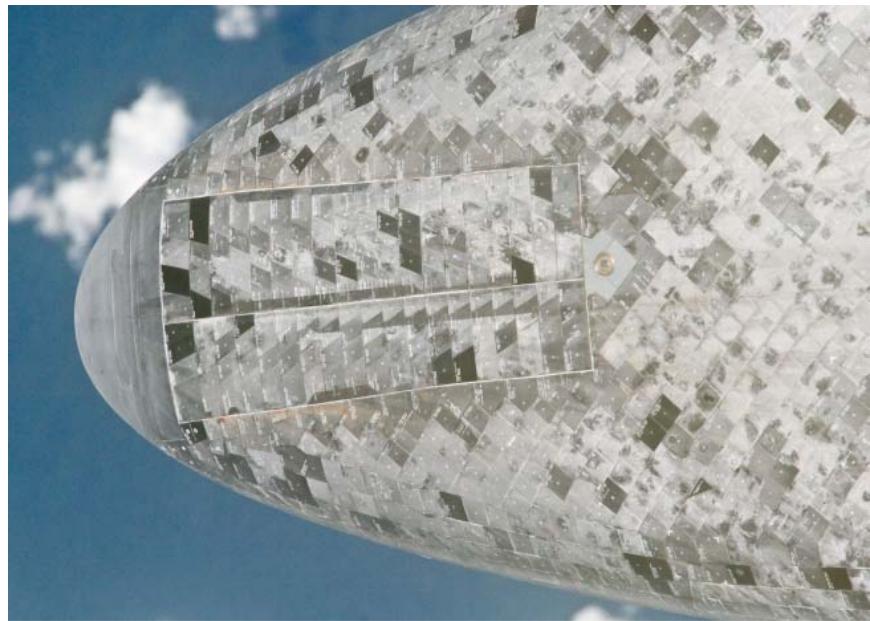
スペースシャトルのODSドッキングリングの伸展 (STS-123)



# 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
- RPM時にISSからスペースシャトルの熱防護システム(タイルや耐熱ブランケットなど)を撮影※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)を、翌日のMPLMの取り出しに備えて貨物室から持ち上げ、ISSのロボットアーム(SSRMS)からシャトルのロボットアーム(SRMS)へハンドオーバー【SSRMSの操作はギャレンと古川宇宙飛行士が担当】



ISSから撮影されたシャトル機首下側の耐熱タイル(STS-133)

※1: Backup Chart(P42)参照

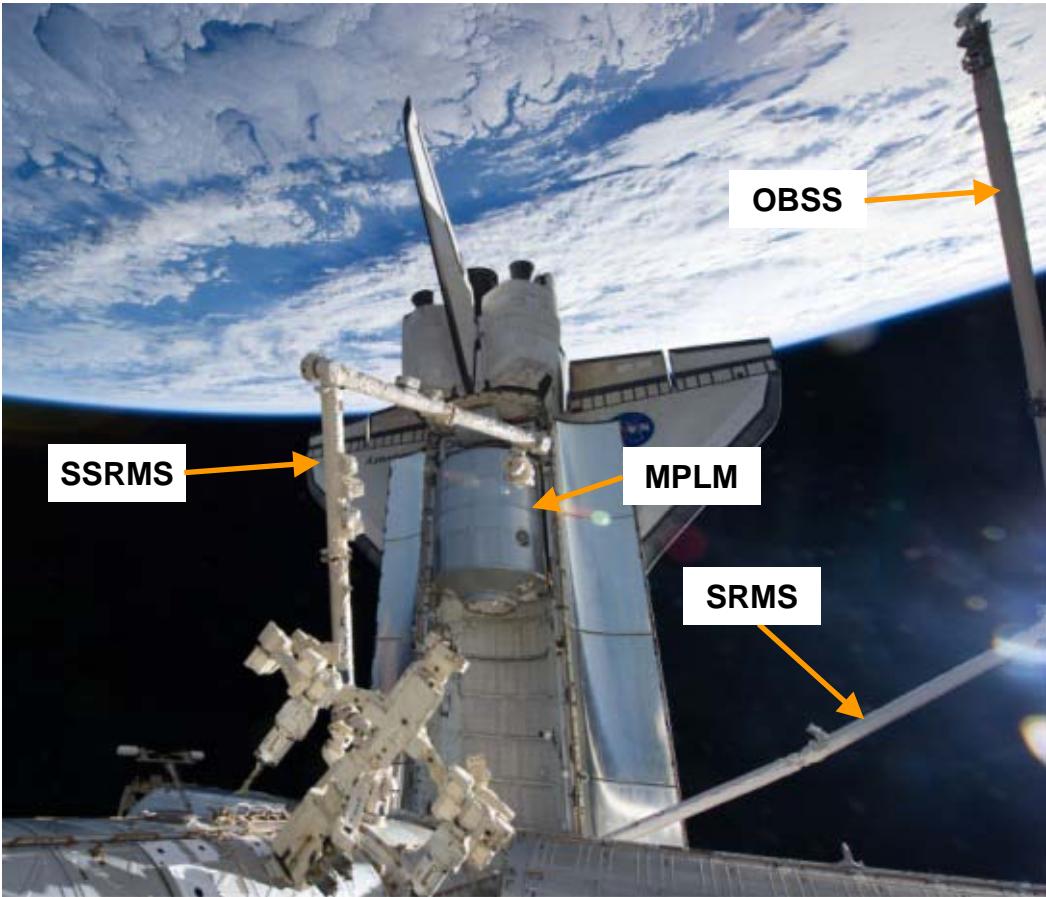
今回は、古川宇宙飛行士が400mmレンズで、フォッサム宇宙飛行士が800mmレンズを装着したカメラでシャトルのタイル撮影を担当します。



## 5. フライトスケジュール 3日目(続き)



ISS023E044747 ISSとドッキングしたアトランティス号(STS-132)



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)



# 5. フライトスケジュール 4日目

## 【飛行4日目概要】

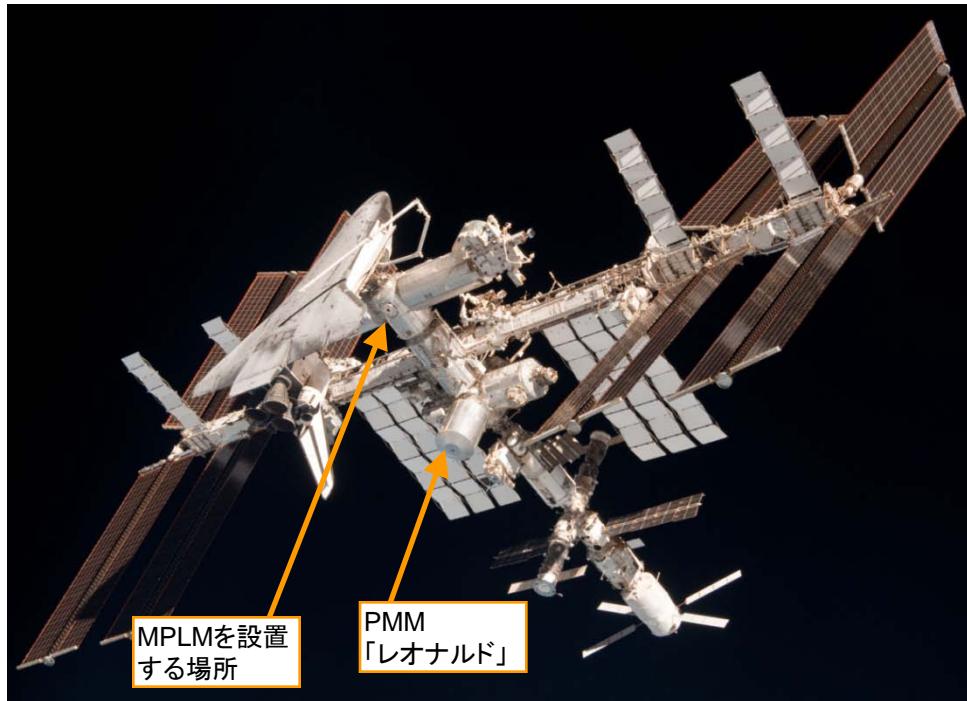
- 多目的補給モジュール(MPLM)の設置

ISSのロボットアーム(SSRMS)を使ってMPLMをシャトルの貨物室から持ち上げ、ノード2「ハーモニー」下側の共通結合機構(CBM)にMPLMを設置します。【古川宇宙飛行士はCBM操作を担当】

- MPLMの起動と入室

- 第1回船外活動の準備

(船外活動手順の確認などを実施。古川宇宙飛行士も参加。)



STS-134ミッション中にソユーズTMA-20宇宙船  
から撮影されたエンデバー号とISS



# 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 : ロナルド・ギャレン(ISS滞在クルー)  
マイケル・フォッサム(ISS滞在クルー)
  - ◆ 主な作業内容と特徴 :
    - シャトルドッキング中ですが、ISS滞在クルー2人がEVAを担当します。  
(古川宇宙飛行士は宇宙服の装着などを手伝うスーツIVAを担当)
    - EVA前の脱窒素手順としては、ISLEを実施(次ページ参照)
    - 故障してS1トラスから外されてESP-2に仮置きされていたポンプモジュール(PM)のシャトルへの回収と、シャトルで運んだRRM実験装置をISS側に設置します。



## 5. フライトスケジュール 5日目(続き)

船外活動(EVA)前に行う体内からの窒素排出手順としては、STS-134のEVA3で試行した新しいISLE(In Suit Light Exercise)「アイル」の結果が良好であつたため今回から正式に採用されます。

これまで気圧を約0.7気圧に下げた「クエスト」(エアロック)内で一晩過ごす必要があったキャンプアウト(Campout)を行ってきましたが、ISLEではEVA実施当日の朝から体内窒素の排出手順を開始します。手順としては、宇宙服を装着したまま50分間足をゆっくりと交互に動かしたり、腕を回したりする非常に軽い運動を行うことで、血中内の窒素の排出を促進させます。ISLEの利点は、ISS内のクルーが夜間に分断されて緊急時に対応できなくなるリスクを抑えられることと、酸素の消費量を少し減らせることです。

血中の余分な窒素を事前に体外に追い出しておくことで、約0.3気圧という低い圧力環境となる宇宙服内で生じる可能性がある“ベンズ”と呼ばれる減圧症を予防します。



「クエスト」内部でEVAクルーがEVAの準備を行なっている様子(STS-131)  
ISLEはこのような状態で行われます



# 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PM (Pump Module)をESP-2から外してシャトルへ回収し、LMCに固定

(背景情報)2010年8月1日に、S1トラスのPMが故障し、ISSの能動熱制御系のうちの半分の能力が失われました。このため、2010年8月に2回のEVAを行ってESP(External Stowage Platform)-2上に保管してあった予備のPMと交換を行うことにしましたが、US EVA-15でアンモニアQDの1本が外れず、アンモニアリークが生じたため予定が狂い、結局計4回のEVA(US EVA-15~17とSTS-133のEVA1)が必要となりました。

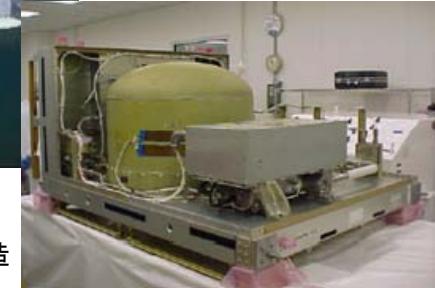
回収したPM(重量249kg)は、地上で故障原因を調査して、再発防止策を構築するのに必要です。

-RRM (Robotics Refueling Mission)をシャトルの貨物室から外して、SPDM(特殊目的ロボットアーム)「デクスター」のEOTP (Enhanced ORU Temporary Platform)へ設置

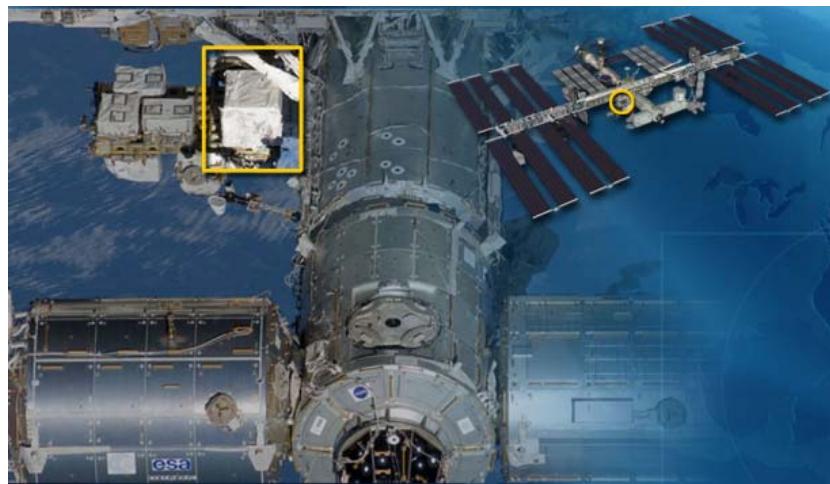
RRMはSTS-135ミッション終了後に、SPDMを使ってELC (EXPRESS Logistic Carrier)-4に移設する予定です。



ポンプモジュール交換時の様子



ポンプモジュールの内部構造



ESP-2上に保管されているポンプモジュール(PM)



# 5. フライトスケジュール 5日目(続き)

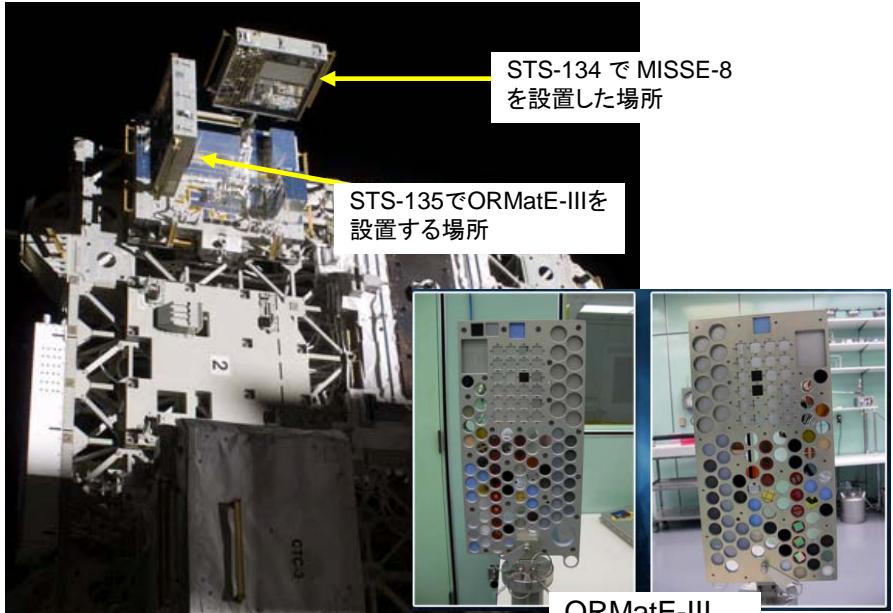
## 第1回船外活動(EVA#1) 続き

-前回のSTS-134ミッション時に、ELC-2上に設置された米国の材料曝露実験装置MISSE-8のそばへ、新たにORMatE-III (Optical Reflector Materials Experiment III) をRam/Wake(進行方向/進行方向とは逆方向)に向けて設置します。

ORMatE-III は、光学材料の曝露実験装置であり、今回が3回目となります(従来はMISSE内に設置されており、独立して設置するのは今回が初めて)。

-その他、時間があれば実施する作業のリストとしては以下があります

- ・PMA-3のAPASポートへのサーマルカバーの設置
- ・FGB PDGFの1553ケーブルの敷設作業(STS-134で実施できなかった作業)
- ・FGB PDGFから突出している接地ケーブルの除去(STS-134の作業後に見つかった問題個所の修正作業)
- ・SSRMSのCLPAの交換 など



ELC-2に設置されていたMISSE-7a, 7bとMISSE-8  
ORMatEの設置場所



PMA-3のサーマルカバー  
(水中訓練時の写真)



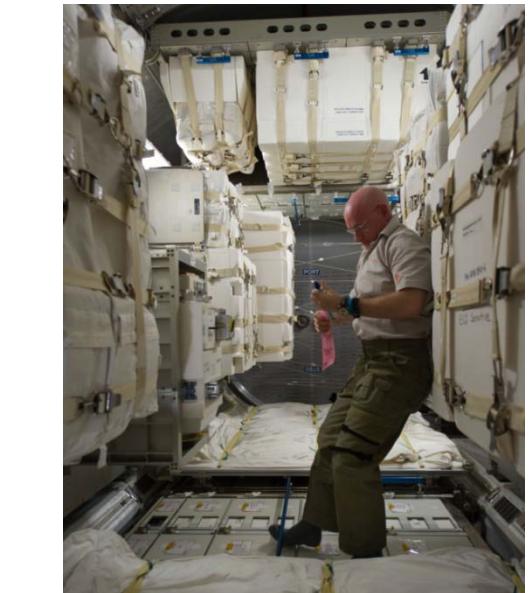
# 5. フライトスケジュール 7-9日目

## 【飛行7-9日目概要】

- 多目的補給モジュール(MPLM)からの物資の搬入／不用品・回収品の積み込み

(今回はシャトルクルーが4人しかおらず、マンパワーが不足することから、古川宇宙飛行士や米国のISS滞在クルーが作業を行うだけでなく、通常はこのような米国側の作業にはほとんど関与しないロシア人クルーにも作業を支援してもらいます。)

- 広報イベント
- クルーの自由時間



物資が搭載された状態のPMMレオナルド  
(STS-133)

物資が搭載された状態のMPLM内の様子(STS-128)



# 5. フライトスケジュール 10日目

## 【飛行10日目概要】

- MPLMのハッチ閉鎖、MPLMのシャトルへの回収

MPLMハッチを閉じた後のISS/MPLM間の配線の取り外し作業やハッチ間の減圧作業は、古川宇宙飛行士が担当します。

- シャトルとISS間での最後の物資移送

本作業の一部も古川宇宙飛行士が担当。

- ISSからの退室・ハッチ閉鎖



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 11日目

## 【飛行11日目概要】

- ISSからの分離
- フライアラウンド(ISSを半周回しながら、ISSの外観を撮影)  
今回は従来までの周回方法を変更し、シャトルの周回を開始する前に、ISSの姿勢を横方向に90度回転して、シャトルからISSのトラス軸に沿って高解像度の撮影を行えるようにします。
- OBSSを使用したRCCパネルの後期点検



STS-134ミッション時にソユーズ宇宙船から初めて撮影したISSの側面写真。今回もこの角度の写真が撮影可能となります。



分離後のシャトルから撮影したISS(STS-134)



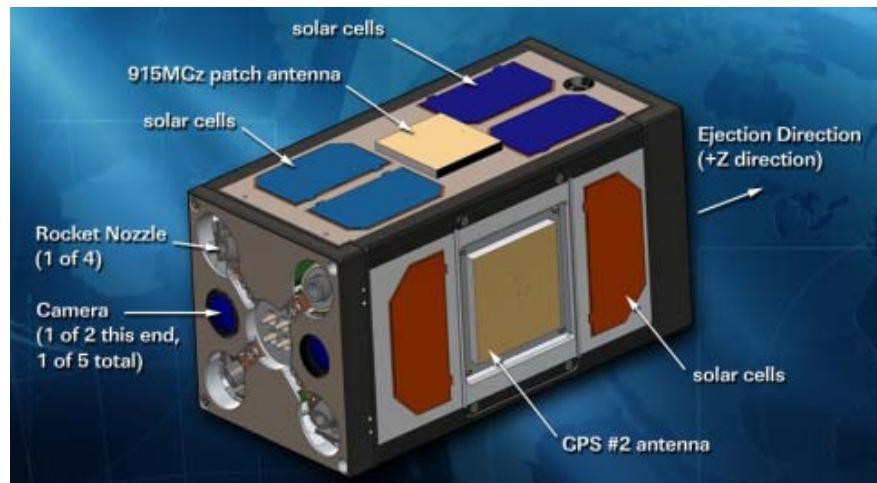
# 5. フライトスケジュール 12日目

## 【飛行12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
- 最後のPAOイベント
- 太陽電池の性能試験用の小型衛星PSSC-2の放出(STS-126に次いで2回目の放出。5台のカメラを装備しているので、分離時にシャトルの撮影も行います。)
- 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エレボンの動作確認用の映像  
(STS-134)



PSSC-2衛星



# 5. フライトスケジュール 13日目

## 【飛行13日目概要】

- 軌道離脱準備
- 軌道離脱
- 着陸

予定どおり打上げ／帰還が行われた場合は、アポロ11号の月着陸から42周年となる7月20日に帰還することになるが、この場合は1日ミッションを延長する方針になっているため、実現する可能性は低い。



アトランティス号の前回の着陸(STS-132)



# 6. 第28/29次長期滞在期間中の主要イベント

6月	7月	8月	9月	10月	11月	
	STS-135 打上げ (7/8) STS-135 ドッキング (7月) STS-135 分離 (7/18)  ソユーズTMA-02M 結合 (6/9)  ソユーズTMA-02M 分離 (6/27)		ISS ロシアEVA-29	ソユーズTMA-21 帰還 (9/8)  ソユーズTMA-03M 打上げ (9/22) ソユーズTMA-03M 結合 (9/24)		ソユーズTMA-02M 帰還 (11/16)
<small>【6/9】 ソユーズTMA-02M/27Sで 第28次／第29次長期滞在クルー3名 がISSに到着  古川宇宙飛行士がISS滞在を開始</small>	<small>【7/10】STS-135がISSに到着 【7/20】STS-135帰還 →シャトル退役</small>	<small>プログレス43P 分離 (8/29)  プログレス44P 打上げ (8/30)</small>	<small>【9/1】プログレス補給船(44P)がISSに到着。 【9/8】ソユーズTMA-21 /26S分離・帰還。 <small>(第28次長期滞在ミッション期間終了、第29次滞在開始)</small> 【9/24】ソユーズTMA-03M/28Sで第29次／第30次長期滞在クルー3名がISSに到着</small>	<small>【10/28】プログレス補給船(45P)がISSに到着。</small>	<small>【11/16】ソユーズTMA-02M/27S分離・帰還。 <small>(第29次長期滞在ミッション期間終了、第30次滞在開始)</small> 古川宇宙飛行士が帰還</small>	



## 7. JAXA関連

### STS-135ミッションで打ち上げる実験用品

#### ● Myco (STS-135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

※実験関連機器打上げ



Mycoは、人工的な環境で宇宙飛行士に付着している微生物、特に真菌(カビ)の変化を調べることで、今後の宇宙飛行士の健康管理に役立てる目的としています。

#### ● その他

教育イベント用の機材や、商業ペイロード(DVDなど)を運びます



# 7. JAXA関連(続き)

## STS-135ミッションで回収する実験用品

### ●CsPINs

植物の重力依存的成長制御を担うオーキシン排出  
キャリア動態の解析

※実験サンプル回収

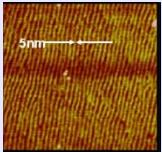


キュウリの種を実験容器に入れて運び、細胞培養装置(CBEF)に取り付けて発芽させ、実験の目的に応じ条件を変えて成長させた実験試料サンプルを取得しました。CsPINs実験では、植物の根の伸び方を制御する植物ホルモン「オーキシン」の動きと分布に関する2種類のPINタンパク質(CsPIN1およびCsPIN5)の働きについて調べます。  
<http://kibo.jaxa.jp/experiment/theme/second/cspins/>

### ●2次元ナノテンプレート (2DNT)

微小重力環境を利用した2次元ナノテンプレートの作製  
(STS-134で運び、STS-135で回収)

※実験サンプル回収



対流や沈降が発生しない微小重力環境で、ペプチド-PEGを基板上に規則正しく配列させ、ナノレベルのマスクパターンを作成して地上に回収し、ネガコピー技術によってナノテンプレートを作ります。これをもとに大量生産用の基板を作製することで、高品質基盤の量産化への貢献が期待されます。<http://kibo.jaxa.jp/experiment/theme/first/2dnanotemplate/>

### ●Hair

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响に関する研究

※実験サンプル回収



飛行前、飛行中、飛行後に毛髪を採取します。毛幹の微量元含有量と、毛根の遺伝子やタンパク質などへの影響とストレス応答を検討します。

[http://iss.jaxa.jp/iss/jaxa\\_exp/furukawa/exp/](http://iss.jaxa.jp/iss/jaxa_exp/furukawa/exp/)

### ●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

※実験関連機器回収



打上げの欄(31ページ)参照

### ●その他

他にも、前ページで紹介したMarangoni実験機器、商業ペイロードを回収します。

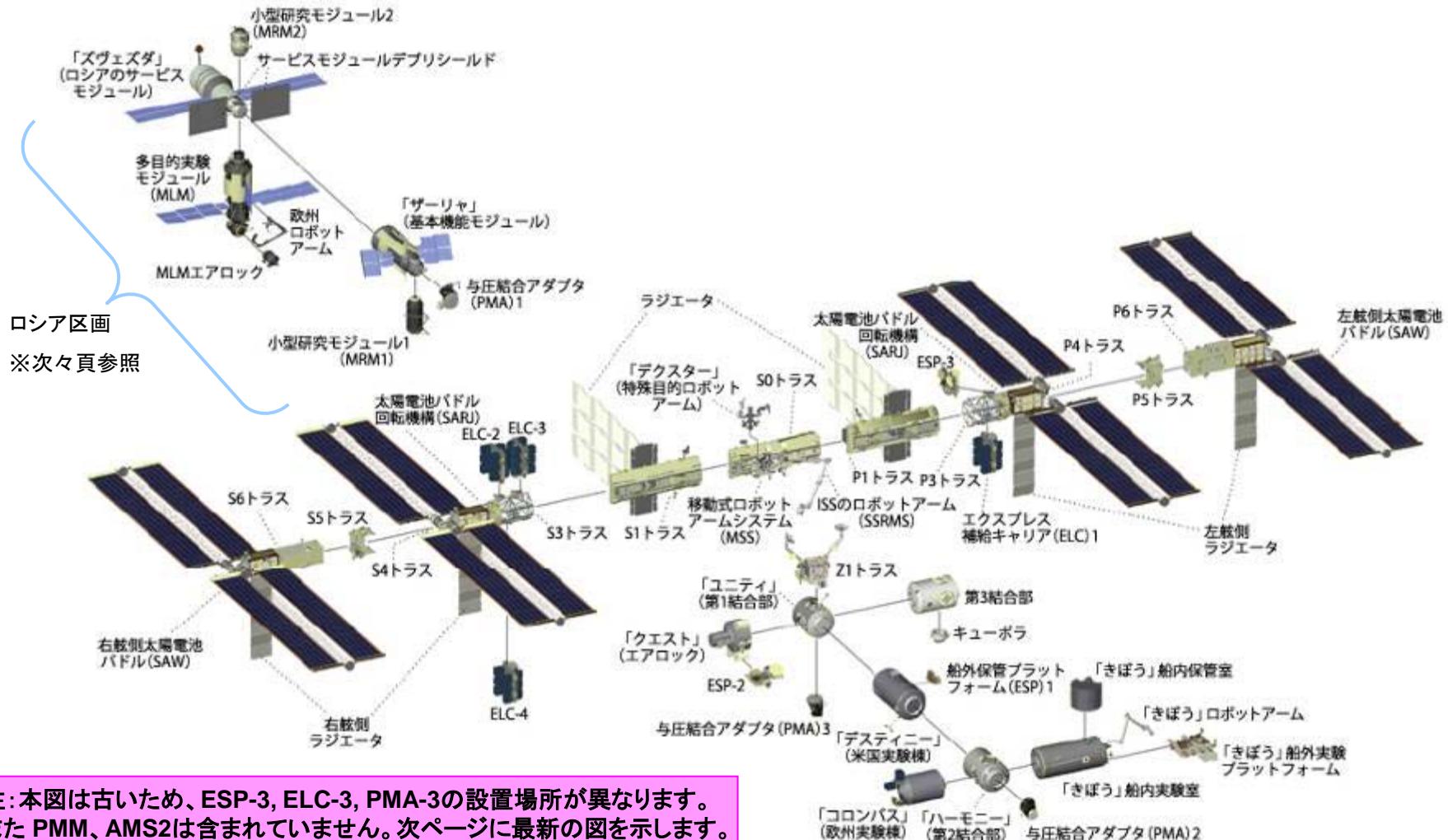


# Backup Charts

- ISSの組立要素
- スペースシャトルの安全対策
- STS-135クルーの緊急時の帰還計画
- アトランティス号について
- シャトル退役後にデビューする米国の有人宇宙船・補給船の紹介
- 略語集



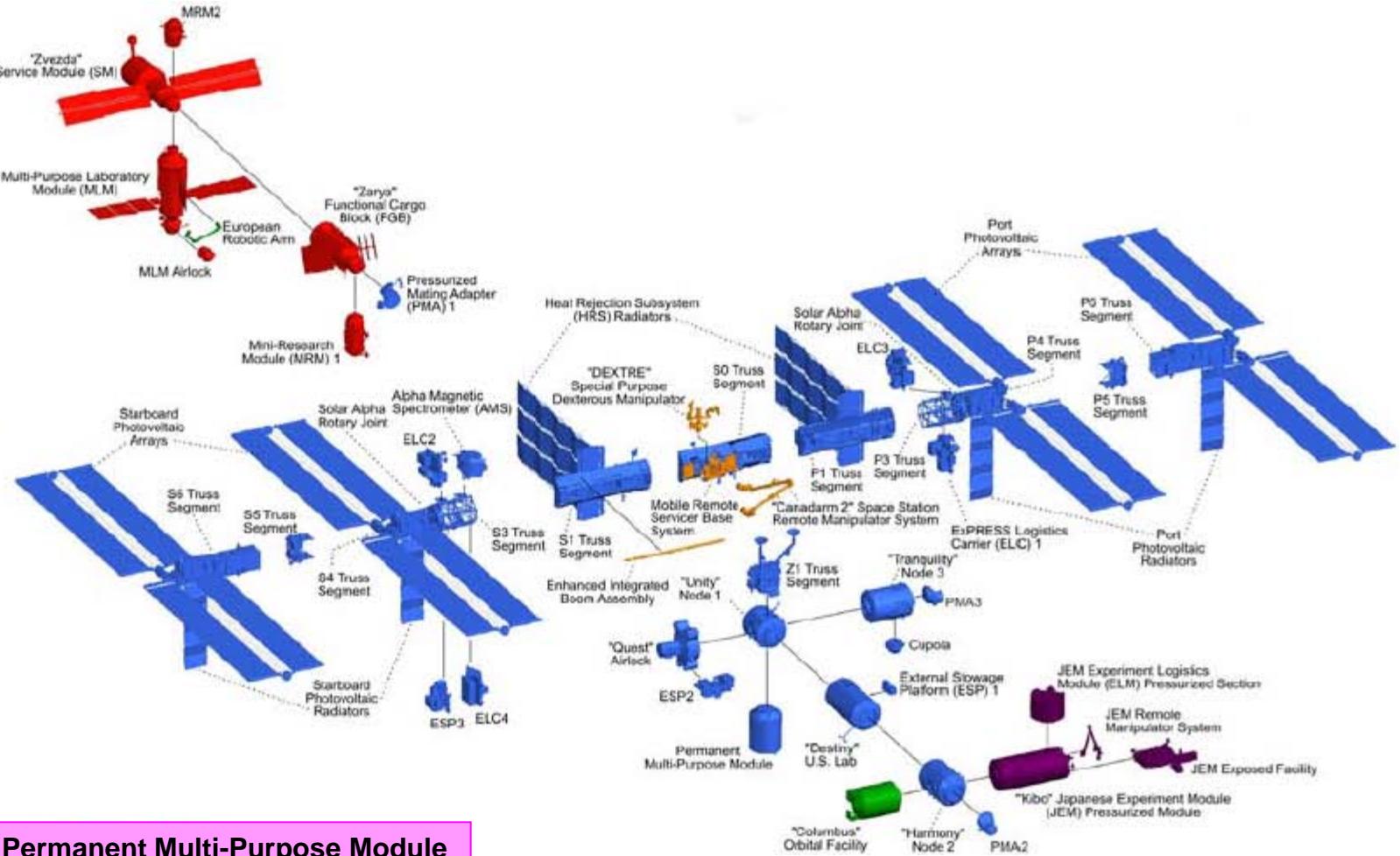
# ISSの組立要素





# ISSの組立要素

- █ NASA elements
- █ Russian elements
- █ Canadian elements
- █ Japanese elements
- █ European elements



ESP-3, ELC-3, PMA-3, Permanent Multi-Purpose Module (PMM), AMSが正しく示された2011年現在の図。



# ISSの組立要素

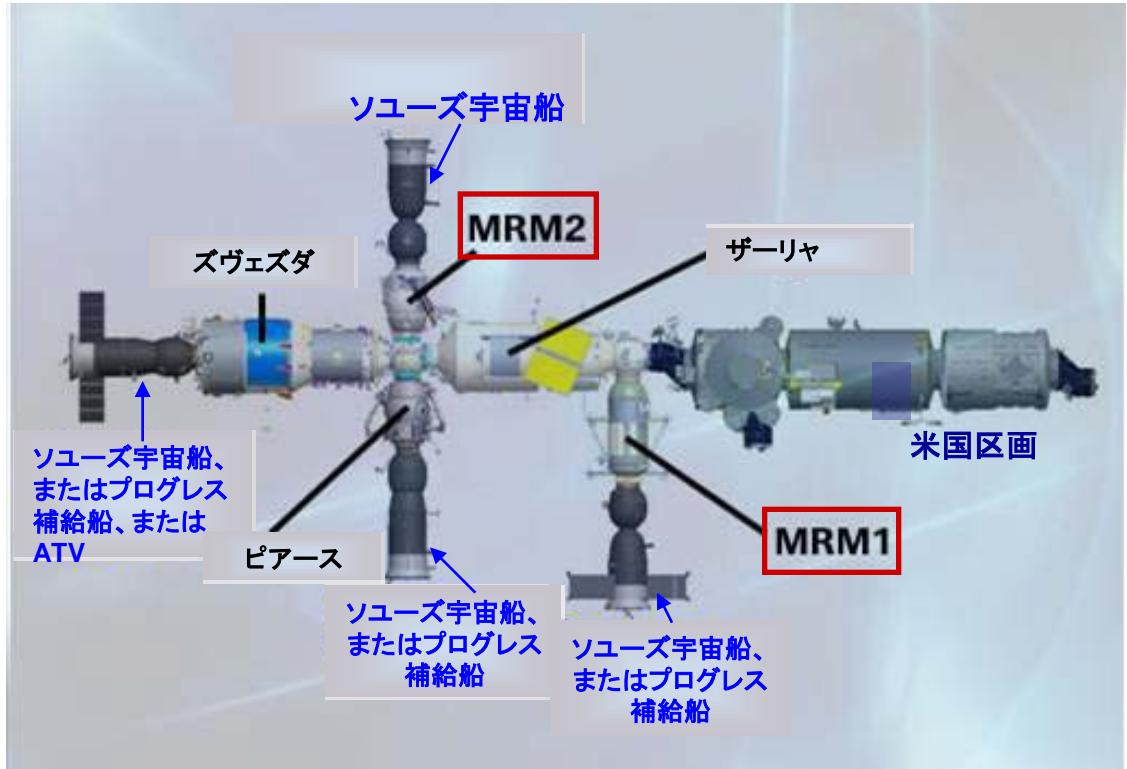
## ソユーズ宇宙船/プログレス補給船のドッキングポート

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（欧州補給機）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

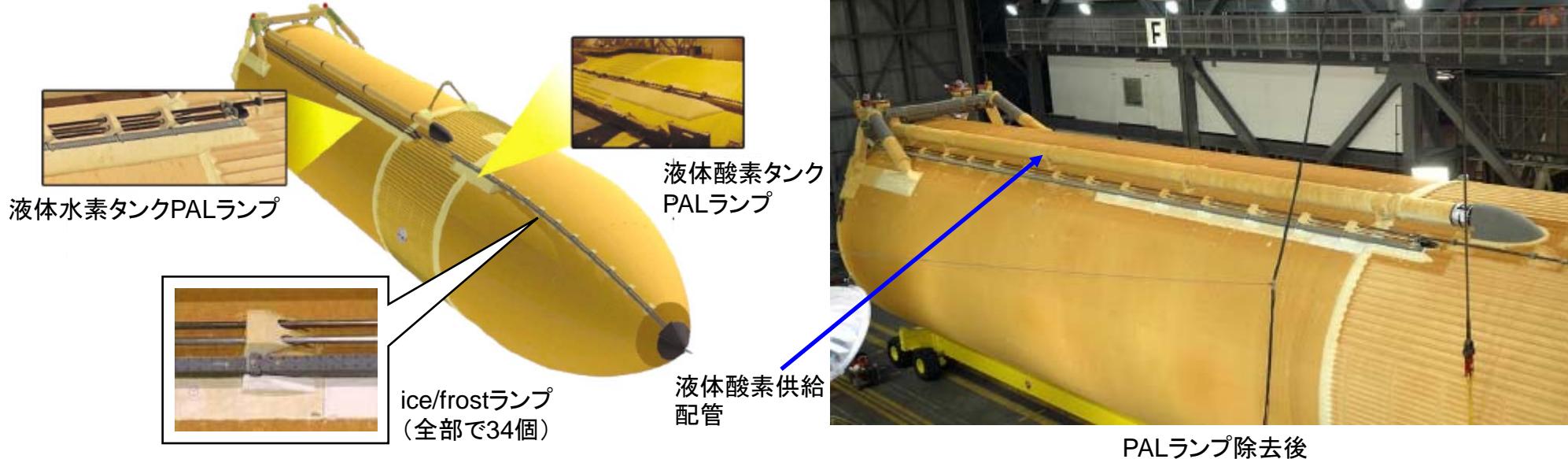
※ピアース（ロシアのドッキング室）は2012年に多目的研究モジュール（MLM）と交換される予定です。

# 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

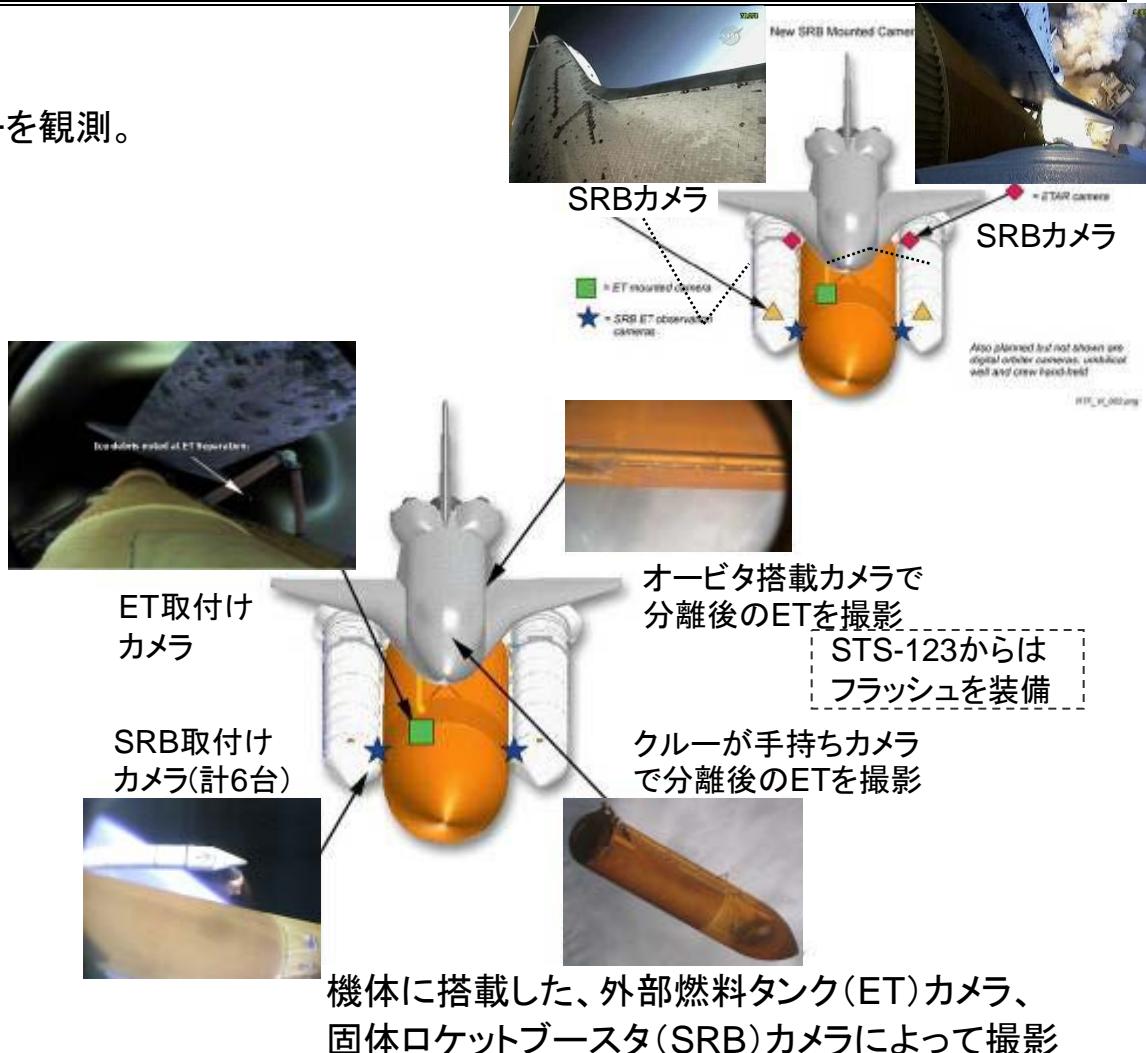
レーダ、地上追尾カメラにより打上げ・上昇時の様子を観測。



固体ロケットブースタ  
(SRB)回収船に搭載  
されたレーダ



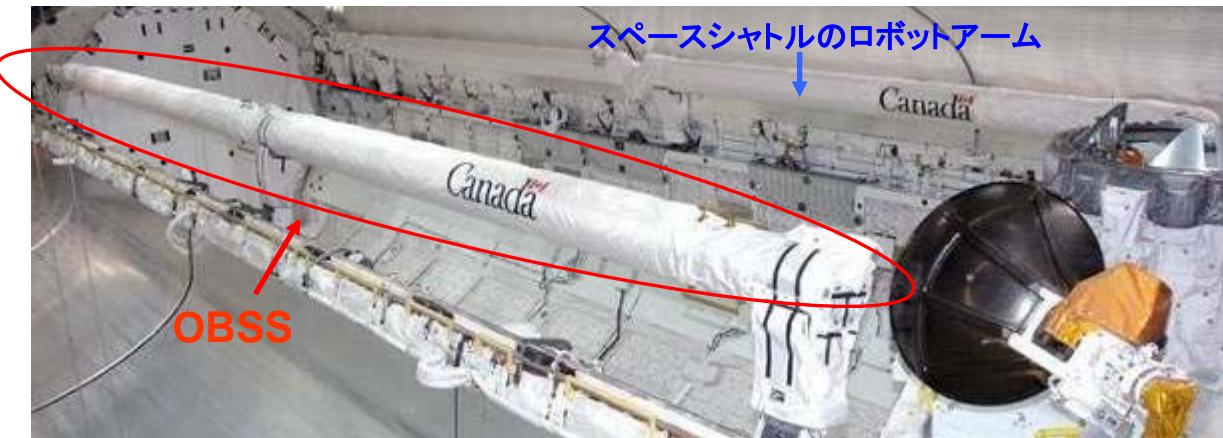
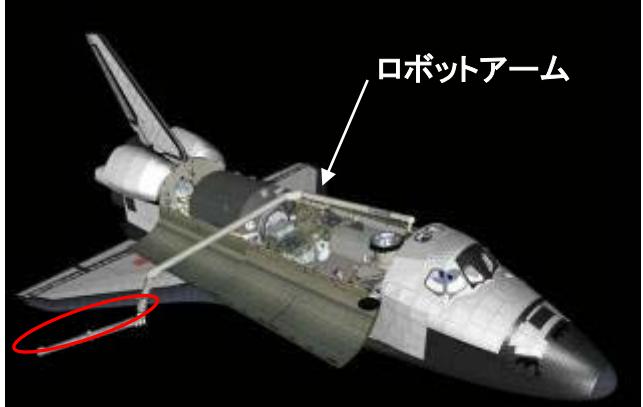
長距離用  
追尾カメラ



# 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(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。

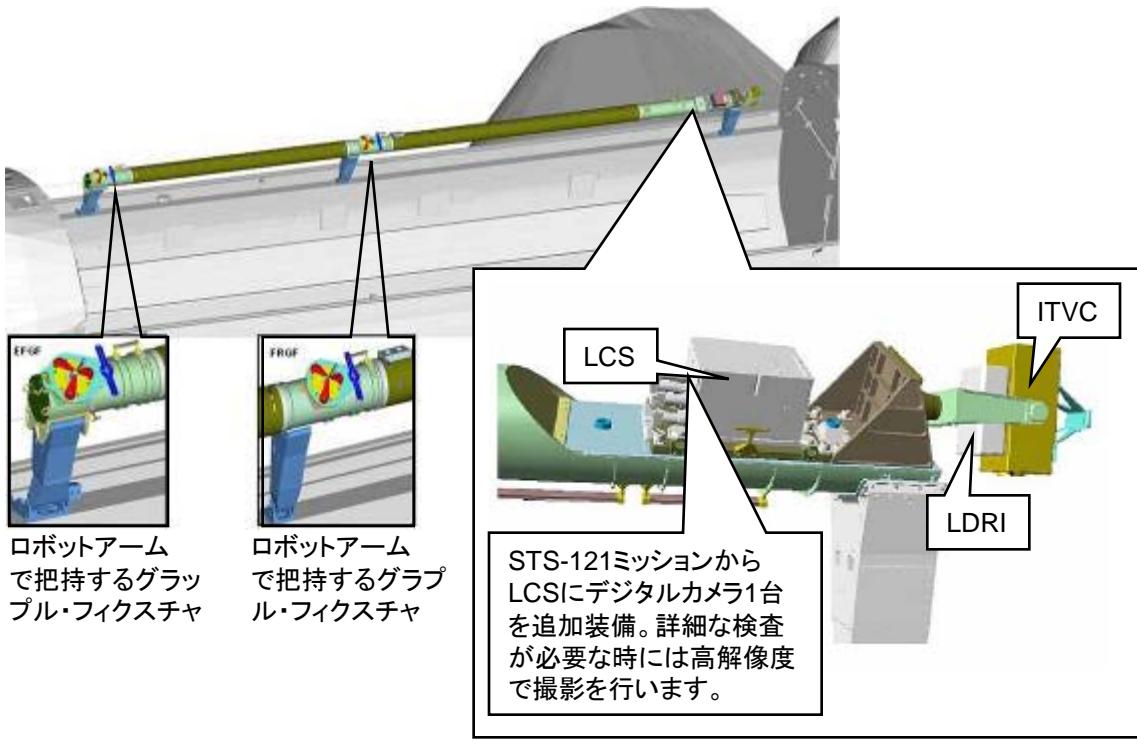
スペースシャトル「コロンビア号」の事故を受けて、NASAは以後の全てのスペースシャトルにロボットアームの搭載を義務づけることになりましたが、スペースシャトルのロボットアーム(SRMS)だけでは届く範囲が一部に限られます。このため、新たにOBSSが開発されました。OBSSはSRMSを基に開発されましたが、関節はないため曲げることは出来ません。



# 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)

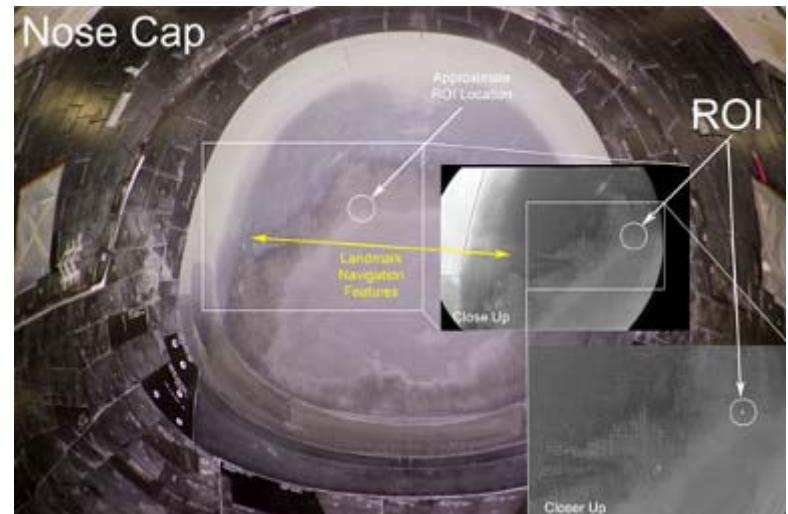
雲台(Pan/Tilt Unit)上に設置

(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

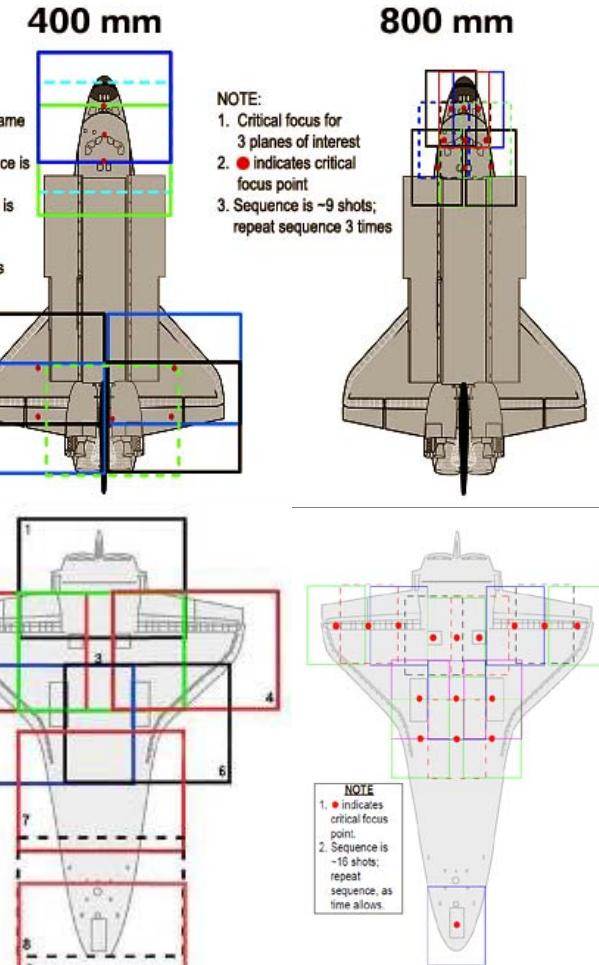
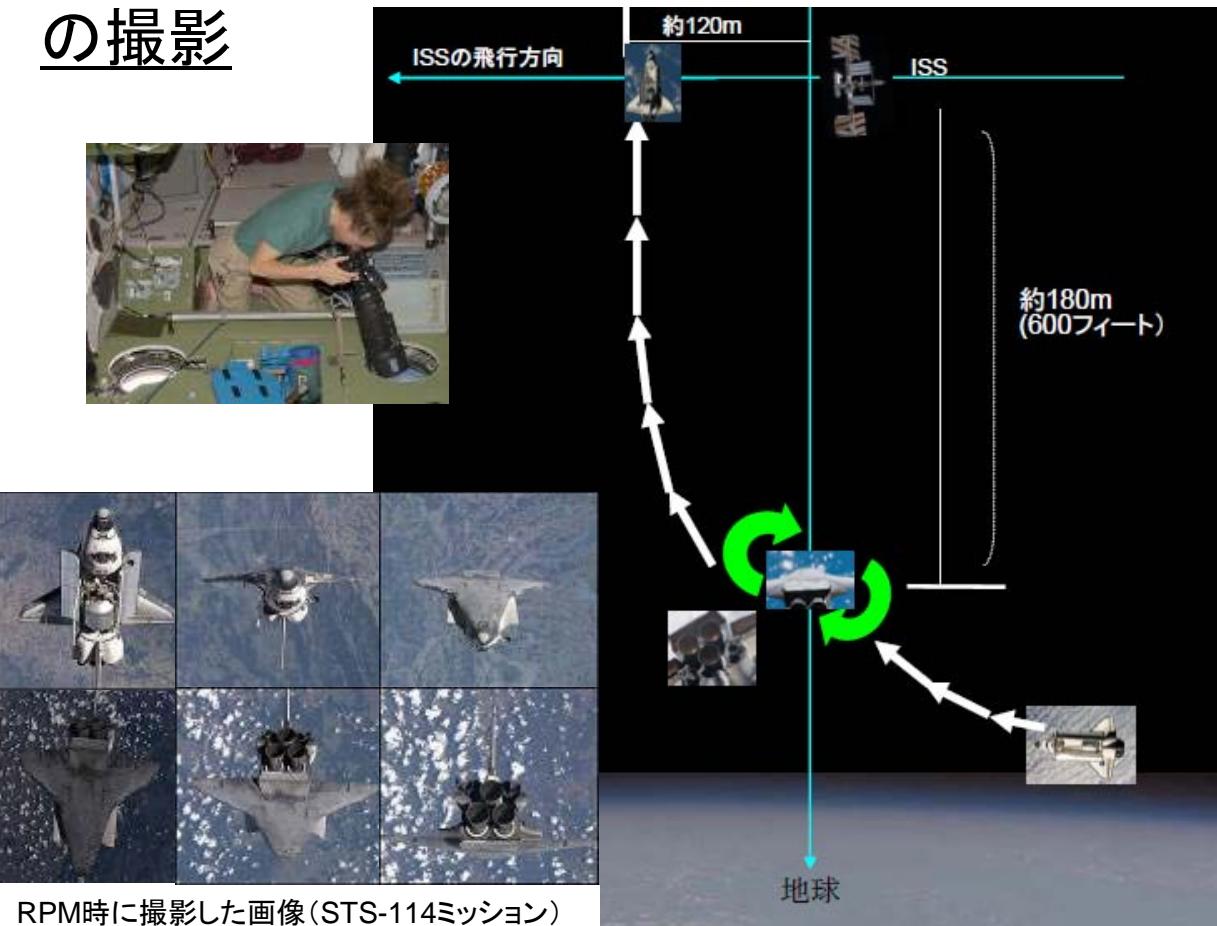


STS-121ミッションで取得された画像(右側の拡大部)  
ROIは、「気になる部分」という意味。全体の写真は地上で撮影したもの

# 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





# STS-135クルーの緊急時の帰還計画

コロンビア号事故以降のシャトルミッション(STS-114から開始)では、緊急時に備えて、救難用(Launch On Need:LON)のシャトルが必ず用意されていました。

STS-135/アトランティス号は、元はSTS-134の救難用の機体として準備されたもので、数か月前までは飛行のための予算も承認されていませんでした。せっかく飛行状態にある機体を使わない手はない(ISSへの補給も行いたい)ことから、飛行を行うことになりましたが、STS-135のLON用のシャトルは存在しないことから、緊急事態が生じた場合はソユーズ宇宙船で帰還する計画になっています。

しかしソユーズ宇宙船は、ISS滞在クルーの交替用に使うことから、クルーの交替にあまり影響を与えないよう、STS-135クルーは1人ずつ帰還することになります。帰還の順序も以下のように決められています(新たに打ち上げるソユーズ宇宙船は、1-2座席空けたままで打ち上げることになります)。

MS2 Rex Walheim (26S) 2011年9月

CDR Chris Ferguson (27S) 2011年11月

MS1 Sandy Magnus (29S) 2012年4月

PLT Doug Hurley (30S) 2012年6月



万が一に備えてソユーズ宇宙船での帰還用のソ科尔宇宙服と座席のシートも準備しています。



# アトランティス号について

アトランティス号(OV-104 “Atlantis”)は、4機目に製造されたオービタであり、1985年10月3日にSTS-51Jで初飛行しました。建造は1980年3月30日から開始され、1985年3月にKSCに輸送されました。

アトランティス号は、金星探査機マゼラン、木星探査機ガリレオの打ち上げに使われた他、ミールとのドッキングミッションに7回、ISSミッションに12回(STS-135を含める)使われましたが、アトランティス号には日本人宇宙飛行士は搭乗していません。

アトランティス号は、32回目の飛行となったSTS-132ミッション終了時点で、合計で293日と18時間29分の飛行を行い、地球を4,648周回しています。

アトランティス号はSTS-135ミッション終了後、安全化作業が行われた後、ケネディ宇宙センター(KSC)のビジターコンプレックス(見学者向けの展示施設)に引き渡されて展示される予定です。



# シャトル退役後にデビューする米国の有人宇宙船・ 補給船の紹介



## Space X社のドラゴン(Dragon)補給船

ドラゴン補給船は、ファルコン9ロケットで打ち上げられる無人の補給船で、2010年12月8日に軌道を2周回する試験飛行に成功しており、民間宇宙機として世界で初めて軌道飛行・回収(洋上着水)に成功しました。

2011年末には2回目の飛行試験が計画されており、順調にいけばISSとの結合が行われる予定です。このカプセルは、将来宇宙飛行士の輸送にも使えるよう開発しているため、無人機ですが地上への物資の回収も可能です。また、曝露ペイロードの輸送も可能な設計になっています。

現在は、NASAのCOTS(Commercial Orbital Transportation Services)デモンストレーション用として開発されており、試験運用を終えた後は、ISSに12機以上の補給フライトを行う契約が締結されています。



ファルコン9ロケット



ドラゴン補給船の軌道飛行イメージ



試験飛行を終え、洋上回収された  
ドラゴン補給船のカプセル



# シャトル退役後にデビューする米国の有人宇宙船・ 補給船の紹介

## Orbital Sciences社(OSC)のシグナス (Cygnus)補給船

シグナス補給船は、トーラス(Taurus)IIロケットで打ち上げられる無人の補給船で、2011年秋にロケットの飛行試験を行い、2011年末にはシグナス補給船の飛行試験を予定しています。試験が順調にいけば、2012年初め頃からISSへの補給飛行を開始する予定です。

ドラゴンとは異なり、有人化は考慮されておらず、回収もせずに使い捨てされます。

現在は、NASAのCOTS(Commercial Orbital Transportation Services)デモンストレーション用として開発されており、試験運用を終えた後は、ISSへの補給フライトを行う契約が締結されています。

日本のHTVで実証済みのISSとの近接通信システム(PROX)や、IHI社のエンジンを購入するなど、世界の様々な企業との協力で開発が進められています。



シグナス宇宙船のイメージ  
(HTVと同じ結合方式を採用)



船内への貨物の積み込み試験の様子



トーラスIIロケット



イタリアで製造中の初号機  
(HTVよりも小型の機体)

# シャトル退役後にデビューする米国の有人宇宙船・ 補給船の紹介



## 米国の次期有人宇宙船(代表例)

・Space X社の有人型ドラゴン宇宙船。打上げにはファルコン9ロケットを使用し、陸上への着地を行う計画で、2015年の有人飛行を目指しています。

・ロッキードマーチン社のMPCV(Multi-Purpose Crew Vehicle)

以前NASAがオリオン宇宙船として開発していた機体をロッキードマーチン社が開発を継続して、ISSへの往復だけでなく、小惑星探査も可能な機体として開発中です。2016年頃の飛行を目指しているといわれています。

・ボーイング社のCST-100

この機体は、ISSへの宇宙飛行士の運搬だけでなく、ビゲロー・エアロスペース社の民間宇宙基地への旅行客の輸送にも使うコンセプト(回収して繰り返し飛行可能)で開発が進められています。2014年に無人の試験飛行を行い、2015年には有人飛行を行う予定です。



有人型ドラゴン宇宙船



MPCVの地上試験モデル



CST-100のイメージ図



# シャトル退役後にデビューする米国の有人宇宙船・ 補給船の紹介

## 米国の次期有人宇宙船 (続き)

- ・シエラネバダ社のドリームチェイサー(Dream Chaser)  
以前NASAが開発していたHL-20というリフティングボディ機の設計を引き継いで開発を進めています。打上げには既存のアトラスVロケットを使用する予定です。  
本機体は、有人型ドラゴンの緊急脱出システム、CST-100と共に、NASAのCCDev-2(Commercial Crew Development Round 2)という契約に選定され開発が進められています。

このように多くの有人宇宙機が並行して開発されていますが、NASAの開発資金だけではなく、民間の資金も投入して開発している所が従来とは大きく違うところです。

- ・なお、NASAは、有人打ち上げも可能な使い捨てタイプの新しい大型ロケットSLS(Space Launch System)の発表をSTS-135の打上げと同じころに行う予定です。



Dream Chaserのイメージ図



SLSの想定されているイメージ図



# 略語集

AMS	Alpha Magnetic Spectrometer	(宇宙線観測装置)
ATA	Ammonia Tank Assembly	アンモニアタンクアセンブリ
ATV	Automated Transfer Vehicle	欧州補給機
CBM	Common Berthing Mechanism	共通結合機構
CLA	Camera Light Assembly	カメラ/照明装置
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
EFGF	Electrical Flight Grapple Fixture	SRMS用のグラップルフィックスチャ
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)
EOTP	Enhanced ORU Temporary Platform	(SPDMのORUの仮置き場所)
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



# 略語集

HPGT	High Pressure Gas Tank	高圧ガスタンク
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
ISLE	In Suit Light Exercise	(宇宙服を着て軽い運動を行う脱窒素手順)
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
LEE	Latching End Effector	(SSRMS、SPDM先端の把持機構)
LMC	Lightweight MPESS(Multi-purpose Experiment Support Structure) Carrier	軽量型曝露機器輸送キャリア
MBS	Mobile Base System	モービル・ベース・システム



# 略語集(続き)

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
MPCV	Multi-Purpose Crew Vehicle	次期有人宇宙機の候補モデル
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
PMA	Pressurized Mating Adapter	与圧結合アダプター
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
PSSC	Pico-Satellite Solar Cell Experiment	太陽電池試験用超小型衛星
PVTCS	Photovoltaic Thermal Control System	太陽電池(関連機器の)熱制御システム
RCC	Reinforced Carbon-Carbon	強化炭素複合材
RFTA	Recycle Filter Tank Assembly	
RPM	R-bar Pitch Maneuver	R-bar (Radius Vectorの意味)ピッチ・マヌーバ
RRM	Robotic Refueling Mission	ロボットによる燃料補給ミッション(実験装置)
SARJ	Solar Array Rotary Joint	太陽電池パドル回転機構
SASA	S-band Antenna Structural Assembly	Sバンドアンテナ構体
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」(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