



# 若田宇宙飛行士 ISS長期滞在プレスキット



2013年12月05日 A改訂版  
宇宙航空研究開発機構

改訂履歴

訂符	日付	改訂ページ	改訂理由
初版	2013.10.11	—	—
A	2013.12.05	1-3, 2-2, 3-1, 4-13, 4-15, 4-16, 4-22, 4-24, 4-31 ~ 4-33, 5-1 ~ 5-3, 付録 1-5, 付録 3-10, 付録 3-24, 付録 4-1, 付録 4-12, 付録 4-13, 付録 4-15, 付録 4-16, 付録 4-20 ~ 付録 4-22	<p>                     打上げ実績を反映                      ロシア EVA の結果と、ソユーズ TMA-09M の帰還結果を反映                      超小型衛星の放出実績を反映                      最新スケジュールで情報を更新                      MLM の打ち上げ延期情報を反映                      ロシア EVA の予定を 3 回から 2 回へ変更                      付録 3 の軌道投入後の作業 表 3.3-1 をソユーズ TMA-11M のタイムラインで見直し                      大西宇宙飛行士の ISS 滞在ミッション決定を付録に反映                 </p>

## 目 次

1. 若田宇宙飛行士の ISS 長期滞在ミッション概要	1- 1
2 ソユーズ TMA-11M(37S)フライト	2- 1
2.1 飛行計画概要	2- 2
2.2 ソユーズ TMA-11M 搭乗クルー	2- 3
2.3 若田宇宙飛行士のプロフィール	2- 4
3 ISS コマンダー(船長)について	3- 1
4 若田宇宙飛行士の任務	4- 1
4.1 第 38 次／第 39 次長期滞在ミッションの実験運用に関連する作業	4- 1
4.2 ISS の定期的な点検・メンテナンス作業	4-27
4.3 ISS での船外活動	4-31
4.4 ISS に到着する補給船の運用	4-34
5 第 38 次／第 39 次長期滞在中の主なイベント	5- 1
5.1 長期滞在中の主なイベント	5- 1
5.2 (参考)MLM「ナウカ」について	5- 3

## 付 録

付録 1 国際宇宙ステーション概要	付録 1- 1
1 概要	付録 1- 1
2 各国の果たす役割	付録 1- 3
3 ISS での衣食住	付録 1- 5
3.1 ISS での生活	付録 1- 5
3.2 ISS での食事	付録 1-15
3.3 ISS での健康維持	付録 1-20
3.4 ISS での保全・修理作業	付録 1-25
4 ISS での水・空気のリサイクル	付録 1-34
4.1 水の再生処理	付録 1-34
4.2 空気の供給	付録 1-40
付録 2 「きぼう」日本実験棟概要	付録 2- 1
1 「きぼう」の構成	付録 2- 1
2 「きぼう」の主要諸元	付録 2-11
3 「きぼう」の運用モード	付録 2-13
4 「きぼう」船内実験室のラック	付録 2-15
5 運用管制	付録 2-27

<b>付録 3 ソユーズ宇宙船について</b> .....	<b>付録 3- 1</b>
1 ソユーズ宇宙船の構成 .....	付録 3- 2
1.1 軌道モジュール .....	付録 3- 2
1.2 帰還モジュール .....	付録 3- 3
1.3 機器／推進モジュール .....	付録 3- 4
1.4 ソユーズ TMA 宇宙船の主要諸元 .....	付録 3- 5
1.5 ソユーズ宇宙船の改良 .....	付録 3- 6
2 ソユーズ宇宙船のシステム概要 .....	付録 3- 8
2.1 環境制御／生命維持に関わる装置類 .....	付録 3- 8
2.2 通信(アンテナ)に関わる装置類 .....	付録 3- 8
2.3 電力に関わる装置類 .....	付録 3- 8
2.4 Kurs 自動ランデブ／ドッキングシステム .....	付録 3- 9
2.5 ドッキング機構 .....	付録 3-11
2.6 軌道制御エンジン／姿勢制御スラスタ .....	付録 3-12
2.7 打上げ時の緊急脱出に関わる装置 .....	付録 3-13
2.8 サバイバルキット .....	付録 3-14
2.9 Sokol 与圧服と専用シート .....	付録 3-15
2.10 ソユーズ宇宙船の着陸について .....	付録 3-17
2.11 着地時に使う衝撃緩和用ロケット .....	付録 3-17
3 ソユーズ宇宙船の運用概要 .....	付録 3-19
3.1 打上げ準備 .....	付録 3-20
3.2 打上げ／軌道投入 .....	付録 3-23
3.3 軌道投入後の作業 .....	付録 3-24
3.4 ランデブ／ドッキング .....	付録 3-28
3.5 再突入／着陸(帰還当日) .....	付録 3-31
3.6 ソユーズ宇宙船の捜索・回収 .....	付録 3-34
3.7 帰還後のリハビリテーション .....	付録 3-38
4 ソユーズロケットについて .....	付録 3-40
4.1 第 1 段ロケット .....	付録 3-41
4.2 第 2 段ロケット .....	付録 3-42
4.3 第 3 段ロケット .....	付録 3-43
4.4 フェアリングと緊急脱出用ロケット .....	付録 3-44
5 バイコヌール宇宙基地について .....	付録 3-46
<b>付録 4 参考データ</b> .....	<b>付録 4- 1</b>
1 ISS における EVA 履歴 .....	付録 4- 1
2 ソユーズ宇宙船ミッションの飛行履歴 .....	付録 4-13
3 ISS 長期滞在クルー .....	付録 4-16
4 日本人宇宙飛行士の宇宙滞在記録 .....	付録 4-23
5 各国の宇宙滞在記録 .....	付録 4-25
6 日本人宇宙飛行士の船外活動(EVA)記録 .....	付録 4-26
7 各国の宇宙飛行士の船外活動(EVA)記録 .....	付録 4-27
<b>付録 5 略語集</b> .....	<b>付録 5- 1</b>

## 1. 若田宇宙飛行士のISS長期滞在ミッション概要

若田宇宙飛行士は、2009年3月から7月までの間、日本人として初めて、国際宇宙ステーション(ISS)での長期滞在を行いました。その若田宇宙飛行士が、第38次／第39次長期滞在クルーとして2回目の長期滞在を行います。しかも今回は日本人としては初めてのISSコマンダー(船長)を務めます。日本人としては通算5回目のISS長期滞在となります。



図1-1 第38次長期滞在クルー (NASA)

左からミハイル・チューリン、若田光一、リチャード・マストラキオ、セルゲイ・リャザンスキー、オレグ・コトフ、マイケル・ホプキンス

ソユーズ宇宙船で打ち上げられた若田宇宙飛行士は、ISSに到着すると第38次長期滞在クルーのフライトエンジニアとなります。2014年3月中旬に第37/38次長期滞在クルーのコトフ宇宙飛行士(コマンダー)とリャザンスキー宇宙飛行士、ホプキンス宇宙飛行士が帰還すると、若田宇宙飛行士をISSコマンダーとする第39次長期滞在ミッションが開始されます。2014年3月末には第39/40次長期滞在クルーのスティーブン・スワンソン、アレクサンダー・スクボルソフ、オレグ・アルテムエフの3人が加わりま

す。  
※滞在期間中に予定されているイベントの詳細は、5章「第38次／第39次長期滞在中の主なイベント」を参照ください。

★JAXA宇宙ステーション・きぼう広報・情報センター <http://iss.jaxa.jp/>

★若田宇宙飛行士の打上げ前の様子や、ISSでの日常や感じたことをTwitterでつぶやきます。[https://twitter.com/Astro\\_Wakata](https://twitter.com/Astro_Wakata) こちらもご覧ください。



図1-2 第39次長期滞在クルー (NASA)

左からオレグ・アルテミエフ、スティーブン・スワンソン、アレクサンダー・スクボルソフ、ミハイル・チューリン、若田光一、リチャード・マストラキオ

若田宇宙飛行士の参加する第38次／第39次長期滞在ミッションには、以下のような特徴および意義があります。

1) 日本人初のISSコマンダー(船長)

若田宇宙飛行士は今回が2回目のISS滞在となりますが、滞在の後半にはISSのコマンダーとして、ISSクルーへの作業の指揮を担当します。

2) ドラゴン／シグナス補給船の把持作業を実施

滞在期間中には、米国のスペースX社が開発したドラゴン補給船とオービタル・サイエンシーズ社が開発したシグナス補給船がISSに到着する予定のため、ISSのロボットアームを使った把持／結合、結合解除／放出作業を行います。ドラゴン補給船とシグナス補給船は、HTVと同じ方式でISSに結合されます。

### 3) 実験運用の実施

若田宇宙飛行士は、HTV4でISSに運び込んだ超小型衛星(CubeSat)4機を、きぼうのエアロックとロボットアームを使って船外に放出する作業を行います(※)。その他、メダカや植物の実験、医学や物理実験など多数の実験を行います。さらに4Kビデオカメラを使った船外の撮影なども行います。

※ 超小型衛星放出時の操作は、クルー(1回目)と地上(2回目)から行います。エアロックへの取り付け作業とエアロックの操作はクルーが行います。きぼうロボットアームの放出位置への移動は地上から行います。

### 4) 日本人4人目のソユーズ宇宙船フライトエンジニア

若田宇宙飛行士は、日本人としては野口、古川、星出宇宙飛行士に次いで4人目のソユーズ宇宙船フライトエンジニアとしてソユーズ宇宙船に搭乗し、ISSに打ち上げられます。前回の滞在でもソユーズ宇宙船の移動時に短時間搭乗していますが、打上げ・帰還時に搭乗するのは今回が初めてです(若田宇宙飛行士の前回の滞在では、スペースシャトルで打上げ・帰還を行いました)。

### 5) 補給物資、不用品の移送・収納作業



図1-3 ISS内で物資を運搬・収納する様子(NASA)

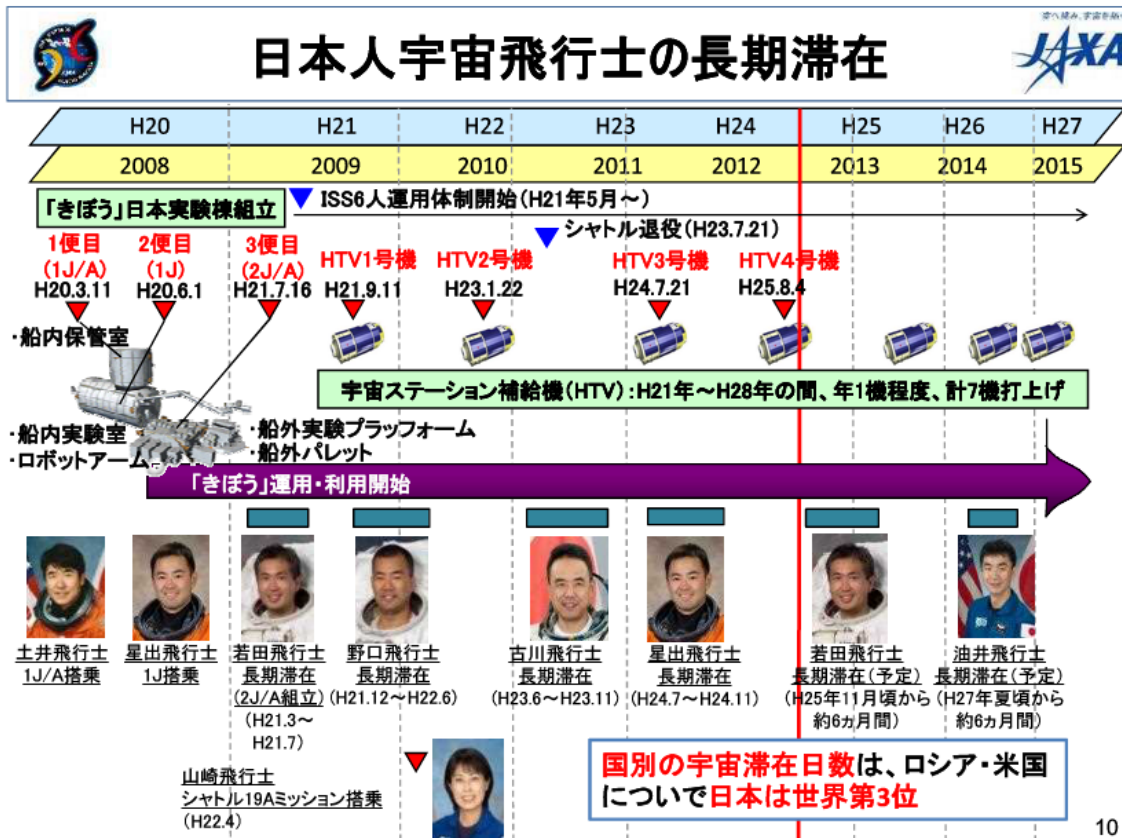


図1-4 日本人宇宙飛行士のISS長期滞在の流れ

【参考】星出宇宙飛行士の滞在時から更新されたISSの主な変更箇所

- Kuバンドの通信能力を2倍に増強(音声チャンネルが2から4チャンネルに、地上へ送れるデータ量(ビデオデータを含む)が2倍の300Mbpsに)。
- きぼう日本実験棟に新しい国産の冷凍冷蔵庫FROSTを設置。
- ズヴェズダに設置されていた米国製のトレッドミルTVISを、ロシア製の新しいものに交換。
- 2日かけてISSにドッキングしていたソユーズ宇宙船の飛行期間を、約6時間に短縮(次ページを参照下さい)。
- オービタル社のシグナス補給船が補給フライトに参加。



## 2. ソユーズTMA-11M(37S)フライト

ソユーズTMA-11M(37S)フライトは、ロシアのソユーズ宇宙船を打ち上げて、ISSに滞在クルー3名を運んで帰還させるミッションです。ISSへ打ち上げられるソユーズ宇宙船の打上げとしては37回目、ソユーズ宇宙船の交換フライトとしては36回目となります。

ソユーズ宇宙船がISSにドッキングするまでの期間は、従来2日間が必要でしたが、6時間弱(周回数だと34周回から4周回)にまで短縮されました。

プログレス補給船で3回の試験を行った後、2013年3月に打ち上げられたソユーズTMA-08M/34Sから導入されており、今後はすべてこの方式で行われる予定です(トラブルが起きた場合は従来方式に切り替える可能性があります)。

### 【6時間でISSにドッキングするための特急フライト(急速ランデブー方式)】

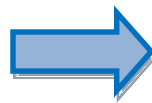
ISSまでの飛行期間を短縮するためには、ISS側の軌道を事前に調整すること、ソユーズ宇宙船の計算能力を強化(ソユーズTMA-Mで改良されたデジタル計算機への更新により対応が可能となった)し、軌道制御を行うことで実現しています。もし、トラブルなどが起きて予定が狂った場合は、従来通り2日かけてISSに向かうシーケンスに変更することもできます。

メリットとしては、クルーが居心地の悪い狭い宇宙船内で長時間過ごす必要がなくなり、宇宙船の姿勢変更などで生じる負担が減ること。また、生物試料などを運搬する際にISSへの搬入時間が大幅に短縮できるなど、大きく改善されました。

一方で、飛行時間が短すぎるため座席を出て与圧服を脱いでくつろぐ時間がない(スーツの上半身のみ脱いでトイレには行けるようにしたり、脚のストレッチができるよう調整されたとのこと)、地上の作業負荷が高いという問題もありますが、これだけ時間短縮できるのはやはり大きな利点です。



この3人は2日かけてISSへ向かった



**6時間で到着！**

新幹線だと東京－熊本間くらいの時間感覚。  
航空機の直行便だと成田からベトナムへ行くくらいの所要時間で、ハワイへ行くよりも早く着きます。

## 2.1 飛行計画概要

ソユーズTMA-11M(37S)の飛行計画の概要を表2.1-1に示します。

表2.1-1 ソユーズTMA-11M(37S)フライトの飛行計画概要

2013年11月12日現在

項目	飛行計画(打上げ実績反映版)	
ミッション番号	37S(ソユーズ宇宙船の通算37回目のISSフライト)	
機体名称	ソユーズTMA-11M	
打上げ日時	2013年11月7日13時14分 (日本時間) 2013年11月7日10時14分 (バイコヌール時刻)	
打上げ場所	カザフスタン共和国 バイコヌール宇宙基地	
搭乗員	ソユーズコマンダー フライトエンジニア フライトエンジニア	ミハイル・チューリン リチャード・マストラキオ 若田 光一
軌道高度	軌道投入高度 : 200km x 243km ISSとのドッキング高度:(平均高度)約417km	
軌道傾斜角	51.6度	
ISSドッキング日時	2013年11月7日19時27分(日本時間) ドッキング場所:MRM-1「ラスヴェット」	
ISS分離予定日	2014年5月14日(世界標準時)	
帰還予定日	2014年5月14日(世界標準時)	
帰還予定場所	カザフスタン共和国	

[http://www.nasa.gov/mission\\_pages/station/expeditions/expedition38/index.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/station/expeditions/expedition38/index.html)

通常、ISSクルーの交代は、約6か月間の長期滞在を終えたクルー3人が帰還した後にISSにドッキングしますが、今回はオリンピックのトーチを持ち帰る関係から、ソユーズTMA-11Mがドッキングして、トーチをISSの外に持ち出す船外活動を行った後、11月11日にソユーズTMA-09Mが帰還します。このため、それまでの4日間はISS内のクルーが9人とにぎやかになります(トーチをめぐる話題は4.3項のISSでの船外活動を参照下さい)。

ソユーズ宇宙船がISSに3機同時にドッキングした状態になるのは、2009年9月以来であり、今回が2回目です。

## 2.2 ソユーズTMA-11M搭乗クルー



### ソユーズコマンダー(Commander)

**ミハイル・チューリン(Mikhail Tyurin)**

1960年3月 モスクワ生まれ。

RSCエネルギー社での宇宙船の技術者を経て、1993年に宇宙飛行士に選抜され、訓練を開始。

2001年に第3次長期滞在クルーとして128日間滞在(STS-105/STS-108に搭乗)。2006年に第14次長期滞在クルー(13S/14Sに搭乗)として、215日間滞在した。この2回の飛行の宇宙滞在期間は計344日間で、船外活動も5回経験している。今回が3回目の飛行で、ISS滞在も3回目となる。



### フライトエンジニア(Flight Engineer)

**リチャード・マストラキオ(Richard Mastracchio)**

1960年2月、コネティカット州生まれ。

ロックウエル社のシャトル運用部門に入り、1990年にNASAジョンソン宇宙センターの職員となり、シャトルの飛行ソフトウェアの検証や手順書の作成に携わった。1993年から1996年まで、シャトルの打上げ/帰還時のフライトコントローラーを務めた。1996年4月に宇宙飛行士として選抜され、2000年9月のSTS-106(2A.2b)ミッションで初飛行。2007年のSTS-118(13A.1)ミッションでは3回のEVAを担当。2010年のSTS-131(19A)では山崎宇宙飛行士と共に飛行。

今回が4回目の飛行で、ISS滞在は初めてとなる。



### フライトエンジニア(Flight Engineer)

**若田 光一(JAXA)**

ソユーズ宇宙船搭乗時、およびISS滞在前半はフライトエンジニアを務め、滞在期間後半からISSコマンダーを務める。

プロフィールは次ページ参照

## 2.3 若田宇宙飛行士のプロフィール

### 若田 光一 わかた こういち (50歳)

#### 【所属】

JAXA 有人宇宙ミッション本部  
宇宙飛行士運用技術部 宇宙飛行士

今回が4回目の飛行。



表2.3-1 若田宇宙飛行士の経歴

1963年	埼玉県大宮市(現在:さいたま市)に生まれる。
1987年	九州大学工学部航空工学科卒業。1989年、同大学院工学研究科応用力学専攻修士課程修了。2004年、同大学院工学府航空宇宙工学専攻博士課程修了。博士(工学)。
1989年	日本航空(株)入社。成田整備工場点検整備部、技術部システム技術室にて機体構造技術を担当。
1992年4月	国際宇宙ステーション(ISS)・「きぼう」日本実験棟の組立て・運用に備え、NASDA(現JAXA)が募集した宇宙飛行士候補に選ばれる。同年8月、米国航空宇宙局(NASA)が実施する第14期宇宙飛行士訓練コースに参加。
1993年8月	NASAよりミッションスペシャリスト(搭乗運用技術者:MS)として認定。NASA宇宙飛行士室においてシャトルアビオニクス検証、シャトルペイロード開発、ロボティクス・システム/運用技術開発、船外活動システム/運用技術開発、「きぼう」日本実験棟開発、スペースシャトル飛行再開に向けた軌道上熱防護システム検査機器開発、ISS運用支援等の業務を担当、現在に至る。
1996年1月	<a href="#">STS-72ミッション</a> に日本人初のMSとして搭乗。1995年3月にH-IIロケットで打ち上げられた日本の宇宙実験観測フリーフライヤ(SFU)の回収、NASAのOAST Flyer衛星の放出と回収、船外活動支援のためのロボティクス操作等を担当。
1997年8月	STS-85における「きぼう」搭載ロボティクス開発のためのNASDAマニピュレータ飛行実証試験ペイロード運用を支援。
1999年3月	NASDA技術試験衛星VII型(きく7号/おりひめ・ひこぼし)のロボットアーム遠隔操作実験に参加。
2000年10月	<a href="#">STS-92ミッション</a> にMSとして搭乗し、日本人として初めてISS建設に参加。Z-1トラスと与圧結合アダプタPMA-3のISSへの取り付けおよび船外活動支援のためのロボティクス操作等を担当
2000年12月	NASAロボティクス教官宇宙飛行士として認定。
2001年10月	ISS長期滞在のためのアドバンスド訓練開始。
2006年7月	米国フロリダ州沖にある米国海洋大気圏局(NOAA)の海底研究施設「アクエリアス」における7日間に渡る <a href="#">第10回NASA極限環境ミッション運用(NEMMO)</a> のコマンダーを担当。
2006年12月	ロシアでのソユーズ宇宙船フライトエンジニア訓練修了。
2009年3月	<a href="#">STS-119ミッション</a> にMSとして搭乗。S6トラスのISSへの取り付けおよび船外活動

	支援のためのロボティクス操作等を担当。
2009年3月～7月	<a href="#">日本人として初めてISS長期滞在ミッションを実施</a> 。第18/第19/第20次ISS長期滞在クルーのフライトエンジニア、JAXA科学実験担当官、STS-119およびSTS-127ミッションスペシャリストを担当。ソユーズTMA-14での軌道上飛行を実施。
2009年7月	「きぼう」日本実験棟の最後の組立ミッションである <a href="#">2J/A(STS-127)ミッション</a> で「きぼう」船外実験プラットフォームを取り付け、「きぼう」を完成。約4ヶ月半の宇宙滞在を完了し、帰還。
2010年3月	<a href="#">NASA宇宙飛行士室ISS運用プランチーフ就任</a> 。
2010年4月	JAXA宇宙飛行士グループ長就任。
2011年2月	NASA宇宙飛行士室ISS運用プランチーフ離任。 <b>ISS第38次／第39次長期滞在クルーに任命される。</b>
2012年8月	JAXA宇宙飛行士グループ長離任。
2013年11月～2014年5月(予定)	ISS第38次／第39次長期滞在クルーとしてISSに滞在予定。 第38次長期滞在ではフライトエンジニアを、第39次長期滞在ではコマンドーを務める。

#### 若田宇宙飛行士が切り拓いた日本人宇宙飛行士の記録の数々

- ・日本人初のミッションスペシャリスト(T-38の操縦訓練、ロボットアームの操作訓練、船外活動訓練などを初めて受講)
- ・日本人宇宙飛行士として初めてロボットアームを操作
- ・日本人として初めてISSミッションに参加(STS-92/3A)
- ・日本人として初めて(そして唯一)3, 4回目の宇宙飛行を実施
- ・日本人として初めてISS長期滞在ミッションに参加(STS-115～STS-127)
- ・日本人初のISSコマンドー
- ・1回の飛行での日本人の最長宇宙滞在記録を更新する予定(古川宇宙飛行士の167日間を抜き、188日間の滞在を行う予定)。延べ飛行時間もこれまでの159日10時間46分を加えると347日間となり、最長記録を大幅に更新します。

#### 【参考】宇宙で過ごす新年

若田宇宙飛行士は、お正月はISSで過ごします。過去には野口宇宙飛行士もお正月をISSで過ごしていますが、ベテランの若田宇宙飛行士にとっても初めての経験です。

ISSでは標準時刻として世界標準時(UTC)を使っていますが、ISSは1日に地球を16周するのでいろいろな楽しみ方ができます。一足先に、9月26日にISSに向かったオレグ・コトフ宇宙飛行士は、打上げ前の記者会見で、「ISSで新年を過ごすのは2回目となるが、今回は日本時間、モスクワ時間、ニューヨークの時間帯で新年を祝いたい。」と語っていました。

また滞在期間中にはいろいろな記念日もあります。11月20日にはISSの建設開始から15周年を迎えるほか、11月13日にはリャザンスキー飛行士の誕生日、12月28日にはホプキンズ飛行士、2月と3月にはマストラキオとチューリン飛行士の誕生日を祝います。

● 若田宇宙飛行士の長期滞在ミッションのロゴマーク



若田宇宙飛行士と関わりの深い野球のボールをモチーフとし、野球が持つ「お互いに支え合い、個を磨きながら共通の目標に向かう」というチームワークの精神を、ISSの長期滞在に照らして分かりやすく表しました。地球と宇宙に向かう2つのベクトルを野球ボールの縫い目に見立て、地球と宇宙の狭間でISSがその役割を担っていることを表しています。

ISSが地球にもたらす恩恵や希望を黄色の縫い目で、ISS計画から次のステップへ向かう有人宇宙探査への情熱を赤色の縫い目で表現しました。中央に配置された「和」という言葉には、若田宇宙飛行士が日本人初、アジア人初のコマンダー（船長）として多くのミッションをまとめることへの期待が込められています。

図2.3-1 JAXAのミッションパッチ



図2.3-2 Expedition 38, 39の各ミッションパッチ(NASA)



図2.3-3 ソユーズTMA-11Mのクルーパッチ

[https://twitter.com/Astro\\_Wakata/status/376467752279486464/photo/1](https://twitter.com/Astro_Wakata/status/376467752279486464/photo/1)

### 若田宇宙飛行士の1回目の飛行 STS-72

日本時間1996年1月11日に打ち上げられたSTS-72では、日本がH-IIロケットで打ち上げたフリーフライヤー(SFU)をシャトルのロボットアームを操作して回収しました。また、NASAのOAST-Flyerをロボットアームを使って放出／回収したほか、船外活動時にもロボットアームを操作して支援しました。



図2.3-4 STS-72ミッションで若田宇宙飛行士が回収した日本のSFU  
下側の衛星OAST-Flyerもロボットアームを使って放出と回収を実施



図2.3-5 STS-72ミッションでシャトルのロボットアームを操作する若田宇宙飛行士

STS-72ミッションについては以下を参照下さい。

<http://iss.jaxa.jp/shuttle/flight/sts72/index.html>

若田宇宙飛行士の2回目の飛行STS-92 ISSの組み立てフライト3A

STS-92は、日本時間2000年10月12日に打ち上げられました。このフライトでは、日本人として初めてISS内に入室しました。若田宇宙飛行士が担当した作業は、Z1トラスとPMA-3という2つの構成要素を、シャトルのロボットアームを使ってISSに取り付けることでした。この飛行では、シャトルの電気回路にショートが起きて、ロボットアームの操作に使う予定だったTVカメラの一部が使えなくなるトラブルが起きましたが、その困難な状況下でもロボットアームの操縦作業を無事に成功させたため、NASA内でも高く評価されました。

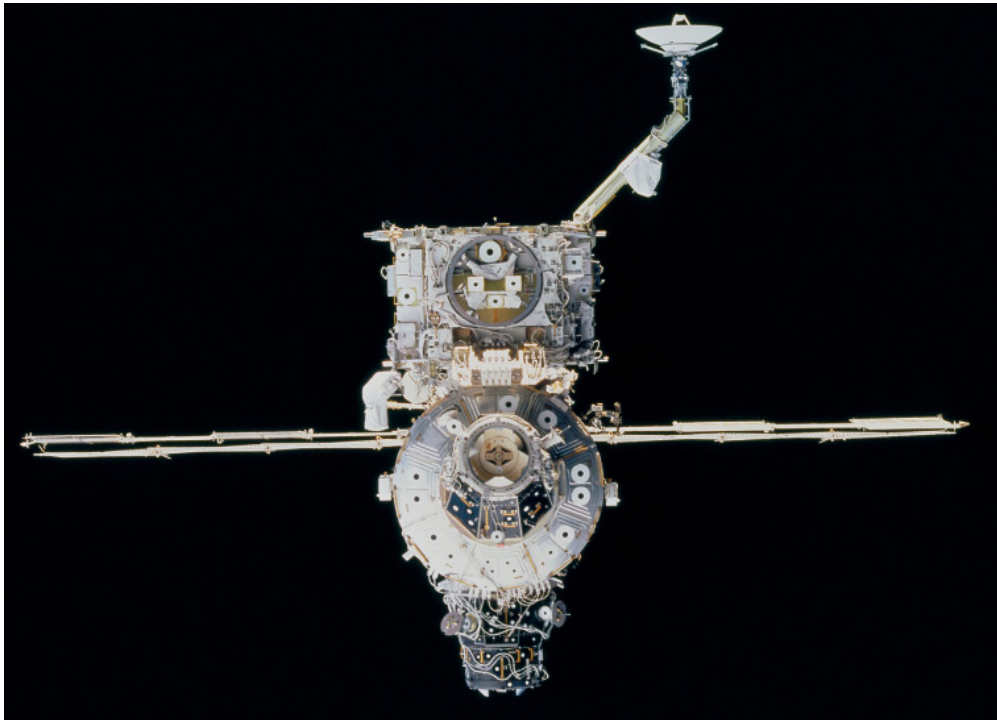


図2.3-6 STS-92ミッション終了時のISS (NASA)  
ロボットアームを使って円筒部の上にZ1トラスを設置し、下側にPMA-3を設置しました。

STS-92(3A)ミッションについては以下を参照下さい。

<http://iss.jaxa.jp/iss/3a/index.html>



### 若田宇宙飛行士の3回目の飛行、初のISS長期滞在ミッション STS-119/15A

STS-119/15Aは、日本時間2009年3月16日に打ち上げられました。若田宇宙飛行士はこのミッションでは、ロボットアームを操作してISSの最後のトラスとなる右舷のS6トラスをISSに取り付け、これによりISSの大型の太陽電池パドル4基が全てそろいました。若田宇宙飛行士はそのままISSに残って長期滞在クルーとなりました。



図2.3-7 STS-119で設置が行われたS6トラスの移動作業

STS-119(15A)ミッションについては以下を参照下さい。

<http://iss.jaxa.jp/iss/15a/mission/summary/>

この長期滞在期間中には、若田宇宙飛行士はISSとスペースシャトルに備えられた4種類のロボットアームすべてを操作しました。

また尿を飲料水にリサイクルする装置を初めて稼働させて、軌道上で再生した飲料水を飲む姿を初めて披露しました。

そして、日本人として初めて行われた長期滞在を利用して医学データの収集や、微小重力環境を利用した実験を行いました。



図2.3-8 軌道上で再生した飲料水で乾杯する様子



図2.3-9 きぼうのエアロック内で固定器具の取り外し作業をする若田宇宙飛行士



図2.3-10 きぼうのロボットアーム操作卓での作業  
確認すべき項目が多いためラップトップを多数集めて作業をやすくしています

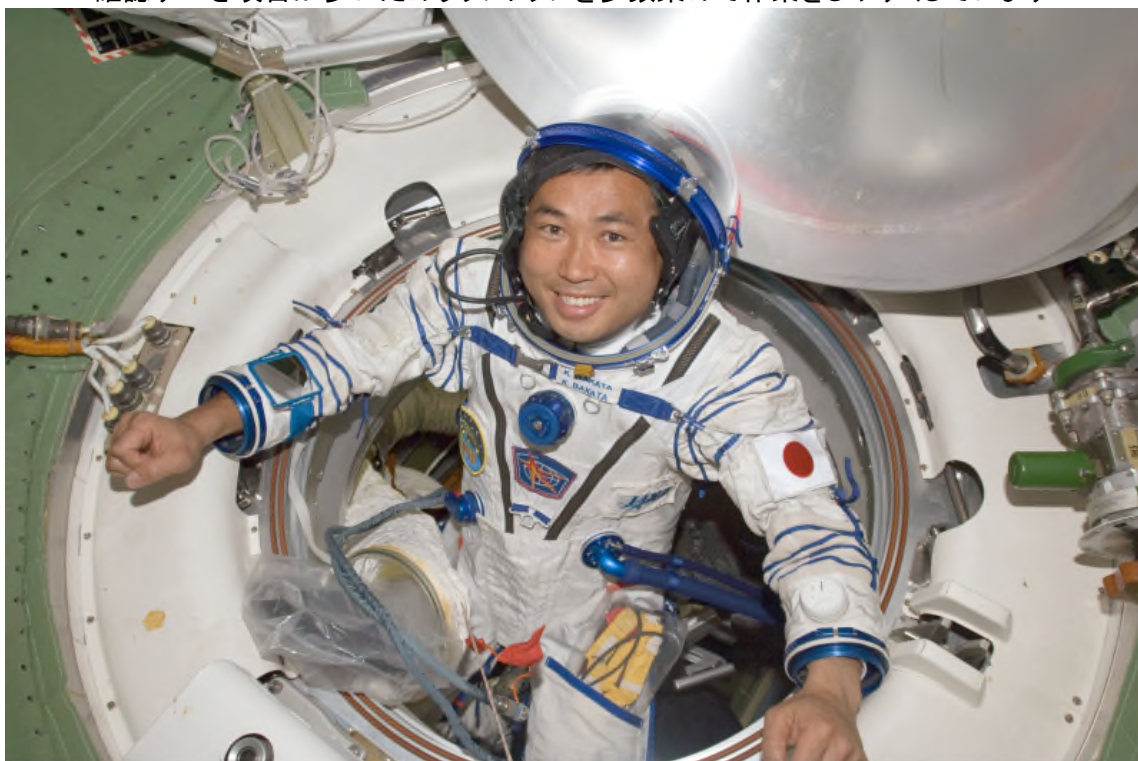


図2.3-11 前回の滞在時にも短時間ですがソユーズ宇宙船に搭乗してドッキングポ  
ートの移動を行いました

前回の若田宇宙飛行士のISS長期滞在に関してはこちらを参照下さい。

[http://iss.jaxa.jp/iss/jaxa\\_exp/wakata/about/](http://iss.jaxa.jp/iss/jaxa_exp/wakata/about/)

前回の若田宇宙飛行士長期滞在プレスキットは、こちらを参照下さい。

[http://iss.jaxa.jp/iss/jaxa\\_exp/wakata/pressdoc/](http://iss.jaxa.jp/iss/jaxa_exp/wakata/pressdoc/)

### STS-127(2J/A)

若田宇宙飛行士は新たにISS滞在クルーになるコプラ宇宙飛行士と交代してシャトルクルーに戻り、きぼうの船外プラットフォームの設置や、ロボットアームを使ってISSのバッテリー交換を行う船外活動クルーの支援などを行った後、2009年7月31日にシャトルで帰還しました。

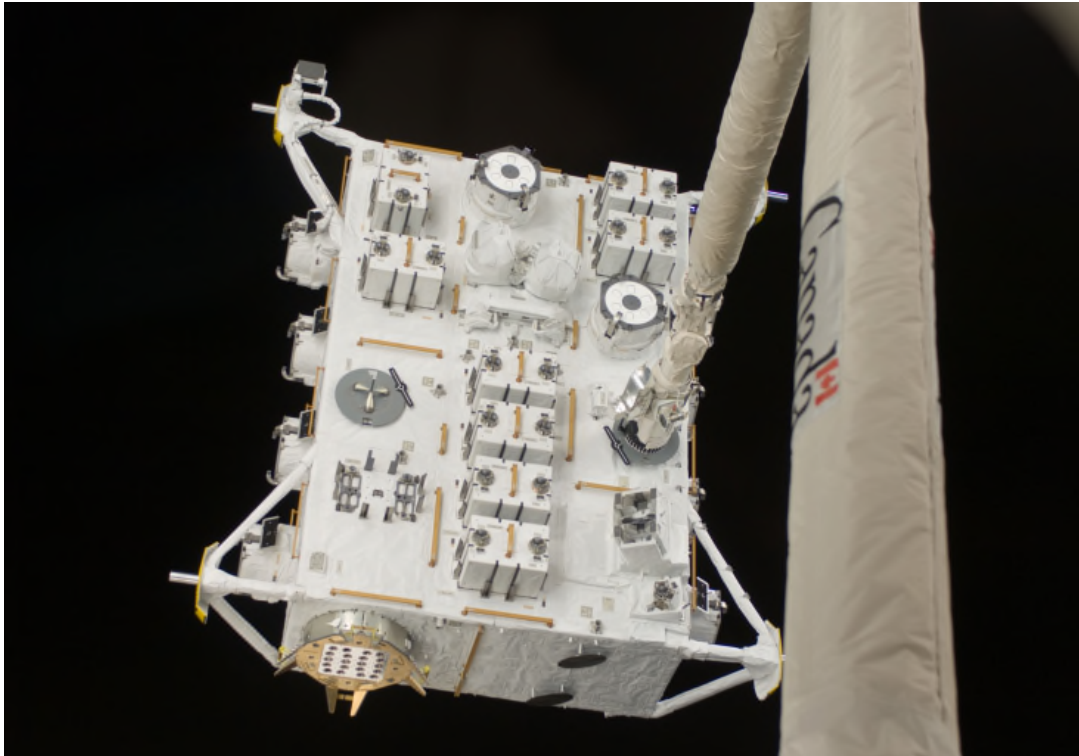


図2.3-12 シャトルで運んだ船外プラットフォームをロボットアームで移動する様子

STS-127(2J/A)ミッションについてはこちらを参照下さい。

<http://iss.jaxa.jp/kibo/mission/2ja/>

## 2.4 若田宇宙飛行士の任務

ISSのフライトエンジニア (FE) とコマンダーを務める若田宇宙飛行士の今回の任務は、以下の通りです。

### (1) コマンダーとしてのクルーの指揮

### (2) 実験運用に係る任務

「きぼう」日本実験棟の実験運用をとりまとめるとともに、「コロンバス」(欧州実験棟) 及び「デスティニー」(米国実験棟) での実験運用も行います。



トレッドミルの保全修理

### (3) システム運用に係る任務

米国、ロシア、欧州宇宙機関 (ESA)、日本の各モジュールから構成されるISSシステムの運用・維持管理を行います。



細胞培養装置を扱う若田宇宙飛行士

### (4) ISSのロボットアームの操作

滞在中に到着するシグナス補給船、ドラゴン補給船をISSのロボットアームを使って把持、あるいは分離・放出する作業を担当します。

### (5) その他の任務

ISSに結合した補給船の物資の運搬や収納・管理などの作業を実施したり、ソユーズ宇宙船で到着するISSの交代クルーへの業務引継ぎを行ったり、広報イベントを行うなど、通常業務のほかにも様々な作業を行います。



冷凍冷蔵庫の冷凍試料を扱う若田宇宙飛行士

### 3. ISSコマンダー(船長)について

今回の第38次／第39次長期滞在の後半で、若田宇宙飛行士はISSコマンダーを担当します。コマンダーとは、船でいえば船長、軍隊などの組織では指揮官に相当します。ISSコマンダーは各長期滞在ミッション毎に任命され(若田宇宙飛行士の場合は第39次長期滞在のコマンダー)、同僚のISSクルーを統括して、責任を持って運用に当たります。

コマンダーは、ISS滞在中だけ仕事するのではありません。打上げ前の長い訓練段階から仕事が始まります。一緒に飛行するクルーと訓練を重ねながら、訓練内容や計画、スケジュール負荷の調整などにも責任を持ちます。また、誰を作業の主担当にするかの判断や、期間中に担当する運用の妥当性(危険性はないか、訓練は問題なくできるかなど)にも関与するなど、管理業務をこなします。

ソユーズ宇宙船に搭乗するのは3人ですが、ISS滞在時に前後で一緒に働く他のクルー6人を含めた他の8人とコミュニケーションを取りながら訓練や調整を行っていきます。

ISS滞在中も、クルーの作業負荷や体調などを見ながら、地上の管制官とスケジュール調整を行っていきます。コマンダーの判断で作業を断る事もありますし、実施しようと進言する事もあります。また難度の高い運用時には納得できるまで議論を重ねます。

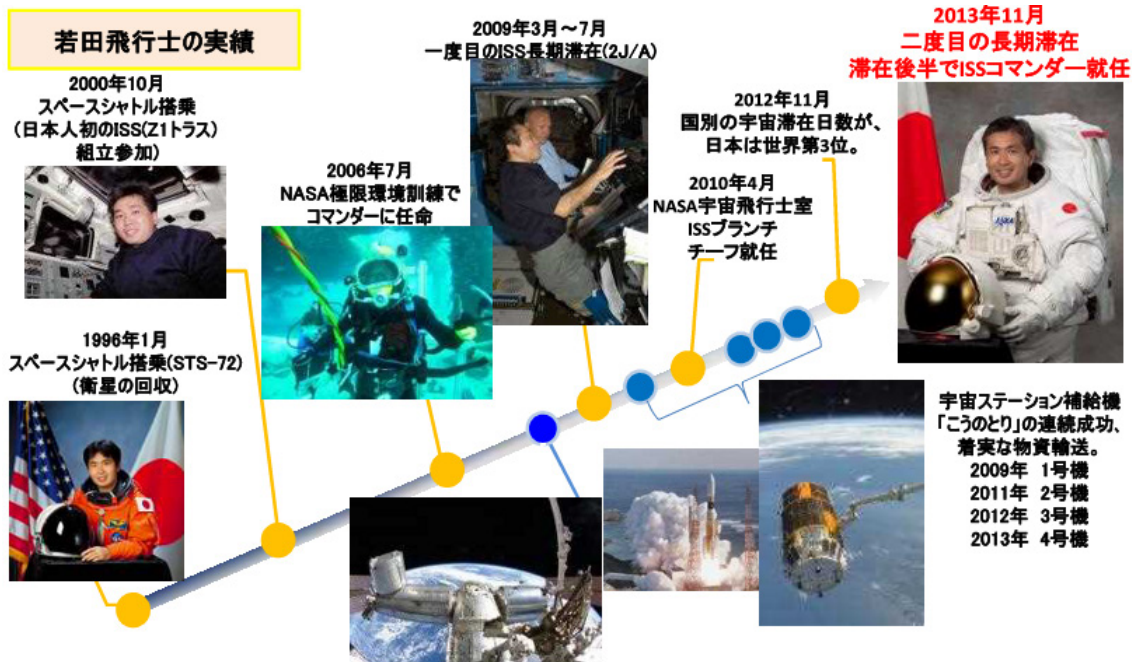
もし地上との連絡が絶たれるようなトラブルが起きた場合は、ISSコマンダーは地上からの指示を待たずに自分の判断で緊急対応を行う権限を有しています。このようにコマンダーは、緊急事態発生時には他のクルーの命も預かる非常に重い責任を有しています。従って、同僚からもそれだけの信任が得られる人物でなければ統括することはできません。

#### 【ISSのコマンダーとは】

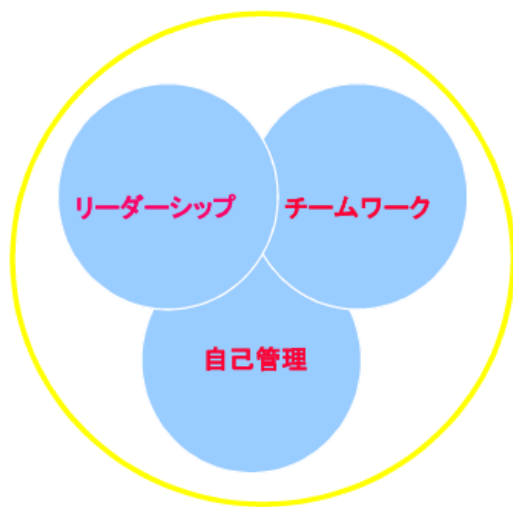
- ・ 搭乗員(6名)**全体の指揮官**として、1名任命される。
- ・ ミッション実施、搭乗員の安全、ISS構成要素/ペイロードの機能維持、安全に責任を持つ。
- ・ これまでのISSコマンダーのべ38名(2回、3回目を経験した者を除けば35名)のうち、**米露以外のコマンダーは欧州1名、カナダ1名**。軍人(元軍人を含む)は26名(68%)、民間出身者は12名(32%)[付録4 表3-1参照]。
- ・ ISS搭乗の前・後において、搭乗員をチームとしてとりまとめ、訓練や各種準備作業の調整、遂行をリード。

これまでは米露の飛行経験豊富なクルーが交互にコマンダーを務めていましたが、ISS滞在クルーが3人から6人に増員されたのに伴い、ISS計画の国際パートナーもコマンダーを担当することになりました\*。

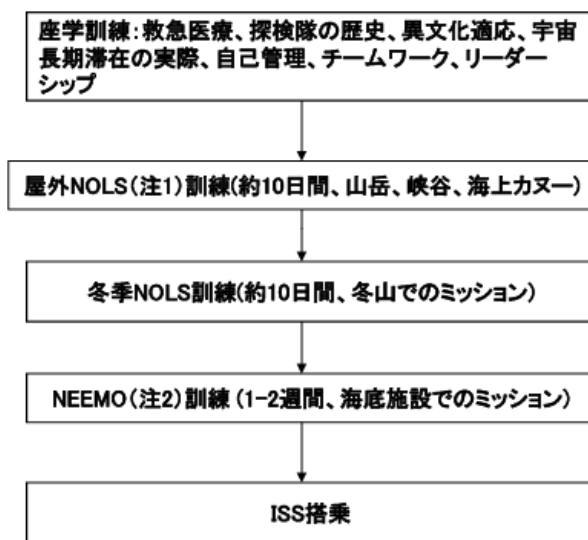
※:ESAで初めてコマンダーを担当したのは2009年10月から11月末まで担当したフランク・デヴィンでした。CSAは2013年3月から5月にかけてクリス・ハドフィールドが担当しました。



「探検隊行動規範 (Expedition Behavior)」の概念



NASA「探検隊行動規範」訓練の流れ



(注1) NOLS :National Outdoor Leadership School)

(注2) NEEMO:NASA Extreme Environment Mission Operation(NASA極限環境運用)

図3-1 ISSコマンダー(船長)への道のり

以下に、若田宇宙飛行士とインタビューを行い、コマンドーの資質や訓練の様子などをまとめた記事を紹介しますので参考にして下さい。

●若田光一、宇宙を語る（2011年5月 ナショナルジオグラフィック日本語版）（インタビュー、文=林公代）

・Vol01 1992年～2000年 “ゲスト”から対等の存在

<http://nationalgeographic.jp/nng/article/20110517/270222/>

・Vol02 2001年～2011年 事故と管理職で、私は進化した

<http://nationalgeographic.jp/nng/article/20110527/271759/>

—2009年の長期滞在から帰還後、今年の2月までNASAのISS運用部門長、つまり管理職に抜擢されました。これはどんな経験だったのでしょうか。

若田：「私の19年間の宇宙飛行士生活の中で最も難しく、チャレンジングな1年でした。運用部門長とは、具体的にはISS長期滞在飛行士が訓練からISS滞在、帰還後に直面する問題を吸い上げて、解決に導くためにどんな手段をとればいいのか、その舵取りをする仕事です。業務が多岐にわたって、ミーティングの数が半端じゃない(笑)。」

・Vol.3 これから「透明な船長」になりたい

<http://nationalgeographic.jp/nng/article/20110530/271887/>

「スペースシャトル飛行では1回目、2回目の飛行ともNASAブライアン・ダフィー船長と一緒に仕事をさせていただきました。彼は「リーダーを感じさせないリーダー」です。気づいたら彼のリーダーシップで仕事もうまくいく。これは「リーダーの極意」だと思いますね。」



図3-2 ズvezダの訓練設備内で火災対応訓練を行う若田宇宙飛行士

<http://iss.jaxa.jp/astro/report/2013/1308.html>

●宇宙飛行士はスーパー課長だった！？(2012/12/11 東洋経済オンライン、林 公代：宇宙ライター) 宇宙飛行士が「課長」ってどういうこと？スーパーサラリーマンでなければ、宇宙には飛べない

<http://toyokeizai.net/articles/-/12016>

「若田光一氏は英雄視されることに違和感を覚え、「宇宙飛行士って『課長』のようなものですよ」と常々私に言っていた。」

「雲の上の存在に見える宇宙飛行士も実際は、マネジメントの決定に従い、他国や他部署との



連携に四苦八苦しつつ現場を回す「中間管理職」なのである。」

- ・NASAリーダーシップ訓練に学ぶ、決断力 日本の宇宙飛行士、世界トップを狙え (2013/1/15)

<http://toyokeizai.net/articles/-/12390>

「NASAがこの(野外リーダーシップ:NOLS)訓練を取り入れるようになったきっかけは1990年代にさかのぼる。ISS計画にロシアが参加することになり、事前準備としてロシアの宇宙ステーション・ミールにNASA飛行士が搭乗したところ、現場での軋轢は想像以上に大きかった。

自分の実験棟に引きこもったり、抑鬱状態になったりする宇宙飛行士もいた。ミールが老朽化していたこともあり、火災や空気漏れなど、命の危険にかかわる緊急事態も多発した。

こうした苦い経験からNASAは多くのことを学んだ。多国籍の宇宙飛行士が共に長期間暮らすISSでは「異なる文化を持つ相手にいかに自分たちが合わせ、共にミッションを達成していくか」というチームワーク訓練の必要性が認識されたのだ。」

- ・宇宙飛行士100人のトップに立つ男 宇宙の”中間管理職”に学ぶ、「調整力」(2013/2/5)

<http://toyokeizai.net/articles/-/12771>

「船長とは、宇宙で「仲間の命を預かる」極めて重要な立場だ。国際宇宙ステーション(ISS)で緊急事態が発生した場合、船長は「地球に戻るか否か」という究極の判断を任される。そのためISS船長の多くは軍出身者。生死をかけた危機管理に慣れているからだ。ではなぜ今、日本人が船長になれるのか。宇宙船は各国の技術とプライドの結晶で、他国の宇宙飛行士に操縦桿は渡さないという暗黙のルールがあった。だがISSは宇宙の実験施設であり、打ち上げや着陸などの操縦をする必要がない。こうして、日本人もようやくISS船長のポストを狙えるようになったのだ。」



図3-3 ロシアセグメントでの火災発生に備えてロシアの酸素マスクを装着する訓練を行う若田飛行士  
[https://twitter.com/Astro\\_Wakata/status/366997348540354562/photo/1](https://twitter.com/Astro_Wakata/status/366997348540354562/photo/1)

- ・米国流の"褒め重視"、ロシア流の"直球勝負" あなたが多国籍チームのリーダーになったら... (2013/2/19)

<http://toyokeizai.net/articles/-/12919>

「ISSの訓練は、それぞれの飛行士たちが世界各国の訓練所を回って訓練を行うため、全員で一緒に過ごす時間がなかなか取れないのです。だから、ロシア人飛行士とは訓練以外の時間でもスポーツジムで5分ほど、訓練合間の休憩時間中にコーヒーを飲みながらなど、積極的に機会を見つけて訓練状況の情報を交換し、意思疎通を図るように気を配っています」(若田)

- ・邦人初！宇宙飛行士トップの「上り詰める」力 なぜ目立たなかった彼が、化けたのか？  
(2013/8/29)

<http://toyokeizai.net/articles/-/18360>

「船長に任命されるためには、過去の宇宙飛行中の仕事や訓練での成績、地上業務など、それまでの宇宙飛行士人生すべてが評価の対象になります。自分にとっては、船長に任命される前に就いた、NASA 宇宙飛行士室のマネジメントの仕事が最も大変でしたね」

- ・世界最高のストレス環境？宇宙船サバイバル ”宇宙医師”が語る、ストレス対策  
(2013/9/24) JAXAの総括医長である緒方克彦さんとのインタビュー記事

<http://toyokeizai.net/articles/-/20045>

- 若田光一のダイレクトメッセージ(こちらの記事は、閲覧には無料会員登録が必要です)

- ・理想のリーダーとは 若田光一 JAXA宇宙飛行士 (2011/10/10 日経新聞)

<http://www.nikkei.com/article/DGXBZO34943330Q1A920C1000002/>

- ・危機発生時、リーダーはどう行動すべきか 若田光一 JAXA宇宙飛行士 (2011/10/18)

<http://www.nikkei.com/article/DGXBZO35352770V01C11A0000000/>

- ・「NASA流」極限訓練で学んだこと 若田光一 JAXA宇宙飛行士 (2011/10/25)

<http://www.nikkei.com/article/DGXBZO35660780X11C11A0000000/>

- ・宇宙で通用する語学習得術 若田光一 JAXA宇宙飛行士 (2011/11/01)

<http://www.nikkei.com/article/DGXBZO35660790X11C11A0000000/>



図3-4 ソユーズ宇宙船の訓練設備を使ってバックアップクルーとしての最終試験を受けた際の若田宇宙飛行士

<http://iss.jaxa.jp/astro/report/2013/1304.html>

- 国際宇宙ステーション初の日本人船長、若田光一さん 有人宇宙活動の飛躍の年に(上・下) (2013/1/13 MSN産経ニュース)

<http://sankei.jp.msn.com/science/news/130112/scn13011218010001-n1.htm>

<http://sankei.jp.msn.com/science/news/130113/scn13011318010002-n1.htm>

- 若田光一さん、日本人初のISS船長へ意欲を語る (2013/8/18 MSN産経ニュース)

<http://sankei.jp.msn.com/science/news/130818/scn13081818000001-n1.htm>

- 日本人初の船長・若田光一飛行士が「満面の笑顔」になる瞬間 (2013/9/6 三菱電機 DSPACE)

[http://www.mitsubishielectric.co.jp/me/dspace/column/c1309\\_1.html](http://www.mitsubishielectric.co.jp/me/dspace/column/c1309_1.html)

「ISSで緊急事態が起こる可能性は非常に少ない。しかしトラブルに訓練できちんと対応することで、『このコマンダーについていけば安全に帰れる』という安心感を持ってもらえる。メンバーとの信頼関係の構築につながるのです」

## 4. 若田宇宙飛行士の任務

### 4.1 第38次／第39次長期滞在ミッションの実験運用に関連する作業

2009年7月、「きぼう」日本実験棟船外実験プラットフォームが「きぼう」に取り付けられ、日本初の有人宇宙施設、「きぼう」日本実験棟が完成しました。

現在、「きぼう」の船内実験室、船外実験プラットフォームでは、科学、応用利用、宇宙医学・有人宇宙技術開発、教育・文化利用、天体観測、地球観測、環境計測分野の実験が実施されており、若田宇宙飛行士が参加する第38次／第39次長期滞在ミッション中においても、様々なJAXAの実験・技術開発テーマが計画されています。

JAXAの実験に関する予定と実績を、JAXA公開ホームページ「「きぼう」の利用状況と今後の予定」(<http://kibo.jaxa.jp/experiment/status/>)にて毎週更新しています。また、実験開始や成果などのトピックスも掲載していますので、ご覧ください。

#### 4.1.1 JAXAの実験

若田宇宙飛行士滞在中に実施が予定されている実験を次ページに示します。

なお、これ以外にもきぼうの船外では船外プラットフォームを利用した実験が継続的に行われています(4.1.1 (21)～(23)参照)。

表4.1.1-1 若田宇宙飛行士が滞在中に実施される実験(2013年10月現在)

分野	テーマ名	参照項番号	
科学実験	物質科学	高プラントル数流体の液柱マランゴニ振動流遷移における表面変形効果の実験的評価 (Dynamic Surf)	(1)
		微小重力環境下での均一組成 SiGe 結晶成長 (Hicari)	(2)
		生体高分子の関与する氷結晶成長—自励振動成長機構の解明 (ICE Crystal 2)	(3)
		溶液における熱拡散現象のその場観察 (Soret Facet)	(4)
	応用利用	高品質蛋白質結晶生成 (JAXA PCG)	(5)
	生命科学	メダカにおける微小重力が破骨細胞に与える影響と重力感知機構の解析 (Medaka Osteoclast 2)	(6)
		ほ乳類の繁殖における宇宙環境の影響 (Space Pup)	(7)
		万能細胞 (ES 細胞) を用いた宇宙環境が生殖細胞に及ぼす影響の研究 (Stem Cells)	(8)
		ネムリユスリカの観察 (Space Midge) (注: ロシアの実験)	(9)
		植物の抗重力反応機構—シグナル変換・伝達から応答まで (Resist Tubule)	(10)
		重力による茎の形態変化における表層微小管と微小管結合タンパク質の役割 (Aniso Tubule)	(11)
		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 (CsPINs)	(12)
		宇宙医学	放射線環境モニタリング (PADLES)
	長期宇宙飛行時における 48 時間心臓自律神経活動に関する研究 (Biological Rhythms 48)		(14)
	前庭-血圧反射系の可塑性とその対策 (V-C Reflex)		(15)
	国際宇宙ステーションに長期滞在する宇宙飛行士の筋骨格系廃用性萎縮へのハイブリッド訓練法の効果 (Hybrid Training)		(16)
	理工学ミッション	超小型衛星放出ミッション	(17)
	4K カメラ	4K カメラの技術実証+アイソン彗星などの撮影	(18)
	民間による利用		(19)
	教育等の利用	宇宙ふしぎ実験、軌道上レポート、ビデオ撮影	(20)

注: 実験の進捗状況やISSの運用状況によっては、予定が変わる場合があります。

(1) 高プラントル数流体の液柱マランゴニ振動流遷移における表面変形効果の実験的評価 (Dynamic Surf)

**宇宙で明らかになる流れの世界、材料製造などへの応用に期待**

表面張力は液体の温度や溶けている物質の濃度によって変わり、表面張力の小さい方から大きい方に向かって流れが発生します。この流れにより生じる対流のことをマランゴニ対流と呼びます(19世紀にイタリアの物理学者マランゴニによってはじめて詳しく研究されたのにちなんだ名称)。地上では重力が作用して生じる熱対流に隠れてしまい、マランゴニ対流の影響を観察することが難しいので、微小重力環境である宇宙で実験を行っています。

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

Dynamic Surfは、マランゴニ振動流遷移メカニズムの解明のため、振動流状態における気液界面変形の振幅発展のサイズ効果に関する仮説の検証を行います。

JAXA が継続的に実施しているマランゴニ対流に関する 3 番目の実験で、日米加の研究者による国際共同研究です。振動流遷移に関する流体力学の根本的な課題解決にチャレンジします。

これらの成果は、流体力学の発展のみならず、材料製造や熱制御機器、マイクロ流体ハンドリング、医療診断などに応用されることが期待されます。



図4.1.1-1 マランゴニ対流の原理(左)と軌道上実験で作られた60mmの液柱(右)  
[RYUTAIラックの流体物理実験装置を使用]

(2) 微小重力環境下での均一組成SiGe結晶成長 (Hicari)

**高性能かつ地球環境にやさしいコンピュータ実現のカギを握る新技術確立のために**

これまでの宇宙実験では、温度勾配炉を用いた高品質な半導体結晶の成長を目的とした実験を実施していました。高品質な半導体結晶を育成する条件である組成の均一性(構成する原子がそれぞれ一様に分散してムラがないこと)は、対流制御によって向上する可能性が示されています。今回の実験では、この組成均一性を飛躍的に向上させることが期待される、新しい結晶成長方法の原理を検証します。

大口径の高品質単結晶が得られれば、処理能力は数倍、消費電力は 1/7 という高性能コンピュータが可能となります。<http://iss.jaxa.jp/kiboexp/theme/first/hicari/>

この実験で使う勾配炉ラックは、JAXAが開発した温度勾配炉(Gradient Heating Furnace: GHF)を搭載した実験ラックです。温度勾配炉は、真空チャンバ内に設置した独立温度制御可能な3つの加熱室(中央室、端部室、補助室)を高精度で駆動することにより多様な温度プロファイルを実現し、試料の一方向凝固や結晶成長が可能な真空加熱炉で、最高摂氏1600度と高い温度勾配が設定可能な事と、15本までの実験試

料カートリッジをセットして、全自動で実験ができることが特徴です。

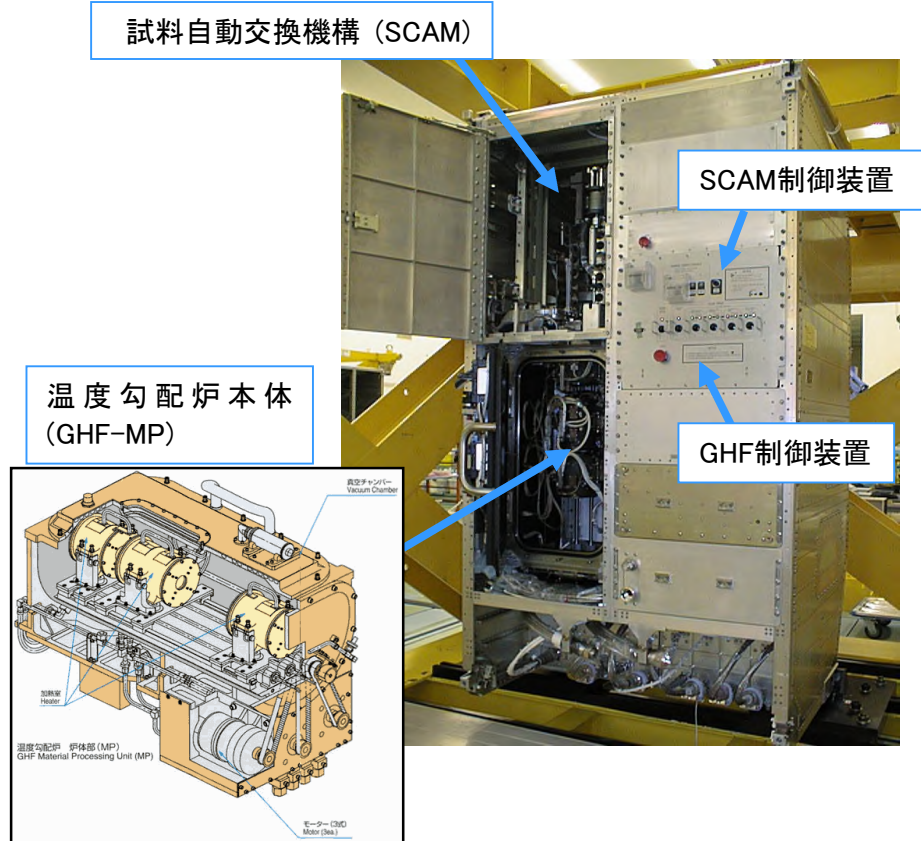


図4.1.1-2 勾配炉ラック

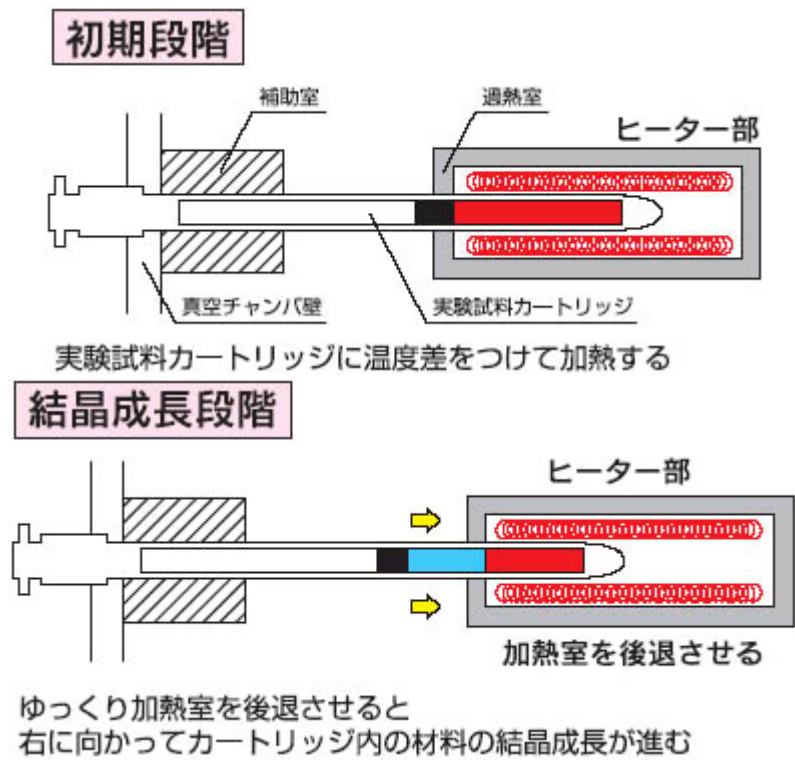


図4.1.1-3 温度勾配炉の実験試料カートリッジを加熱する仕組み

(3) 生体高分子の関与する氷結晶成長—自励振動成長機構の解明(ICE Crystal 2)  
[http://iss.jaxa.jp/kiboexp/theme/second/ice\\_crystal2/](http://iss.jaxa.jp/kiboexp/theme/second/ice_crystal2/)

**氷の結晶をコントロールするタンパク質の秘密を暴き、冷凍技術を向上**

タラなど寒冷環境の生物の体液に含まれ、凍結を防ぐ機能を持つ不凍タンパク質を水に溶かして、対流など擾乱の影響のない ISS で氷の結晶成長実験を行います。

その際に起こる成長速度が振動する現象や結晶形態の変化をその場観察し、不凍タンパク質が結晶成長に与える影響や成長が抑制する仕組みを評価します。

ISSで実験するメリットは、干渉顕微鏡等を用いてその場で観察できることです。

この結晶成長の仕組みを理解することは冷凍食品や臓器移植の凍結技術、寒冷地の生物の生体現象など自然現象全体の解明につながります。(実験機材は HTV4 で運搬)

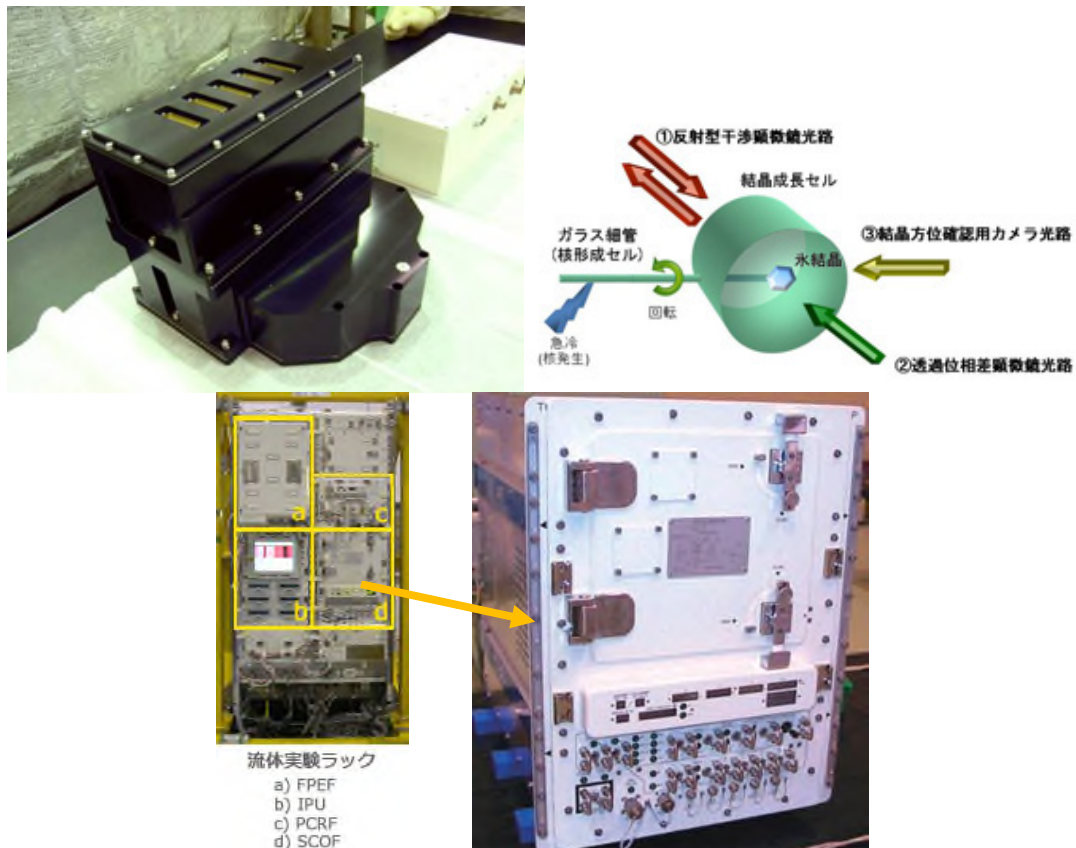


図4.1.1-4 ICE Crystal実験で使うRYUTAIラックの溶液結晶化観察装置(SCOF)

(4) 溶液における熱拡散現象のその場観察(Soret Facet)

**液体中の溶質成分の物質輸送メカニズムを理解し、石油精製プロセスなどの開発利用に期待**

混合溶液に温度勾配をかけると濃度勾配が駆動される効果をソーレ効果といいます。本研究では、地上では対流効果により不可能である「ソーレ効果の精密測定」を微小重力環境下で行います。

今までの宇宙実験では濃度と温度の効果を切り分けることができませんでしたが、今回は世界で初めて濃度勾配、温度勾配の同時計測が可能である 2 波長干渉計を使用し、これまでよりさらに詳細なソーレ効果の解明が期待されます。

温度勾配を利用した材料製造プロセスにおける材料の濃度分布に影響を与えることで、石油精製プロセスなどの開発への利用が期待されます。



(5) 高品質蛋白質結晶生成(JAXA PCG)

医薬品などの開発につながる高品質なタンパク質の結晶を宇宙でつくる

JAXA は、10 年に亘る実験を経て技術を積み上げてきました。宇宙用に結晶化容器を開発(JAXA 特許技術)すると共に、宇宙実験効果の事前予測や宇宙実験に最適な試料調製法を確立しました。これらの技術により、条件の整ったものについては約 7 割以上の確率で結晶品質が向上でき、X 線回折実験により精密なタンパク質構造情報が得られています。また、病気に関わるタンパク質と薬の候補となる化合物の結合状況を詳細に把握することが可能となり、薬の研究開発に活かされています。[2014 年 3 月のソユーズ宇宙船で運搬予定]

<http://iss.jaxa.jp/kiboexp/theme/first/protein/>



図4.1.1-5 タンパク質の結晶と結晶の構造解析のイメージ

(6)メダカにおける微小重力が破骨細胞に与える影響と重力感知機構の解析  
(Medaka Osteoclast 2)

[http://iss.jaxa.jp/kiboexp/theme/application/pm02/Kudo\\_J.pdf](http://iss.jaxa.jp/kiboexp/theme/application/pm02/Kudo_J.pdf)

宇宙で骨が減るメカニズムを解明し、骨粗しょう症の新たな治療法開発に寄与する期待

2012 年秋に行われた第 1 回実験は終了し、現在サンプルを解析中です。第 2 回実験は 2014 年初めの実施を予定しています。今回は長期飼育実験ではなく、短期間の実験となります。

老人性骨粗鬆症等の効果的な治療薬開発のためには骨代謝メカニズムの解明が不可欠であり、多くの地上研究が行われていますが、本実験では宇宙環境を利用して骨量減少を加速化させ、骨代謝メカニズムの解明を図ります。宇宙でメダカを用いて破骨細胞の状態を解析することで、これまでに見えていない骨吸収の新しい機構が明らかになる可能性があります。

Medaka Osteoclast実験は、微小重力の宇宙では、骨への荷重がなくなり、骨を支えている腱や筋肉がゆるみ、この“ゆるみ”が骨に影響することで破骨細胞を活性化し骨量減少を引き起こすのではないかと考察を調べる実験を、蛍光タンパク質で破骨細胞と骨芽細胞の両方を識別できるトランスジェニックメダカ(遺伝子組み換えメダカ)を用いて行います。

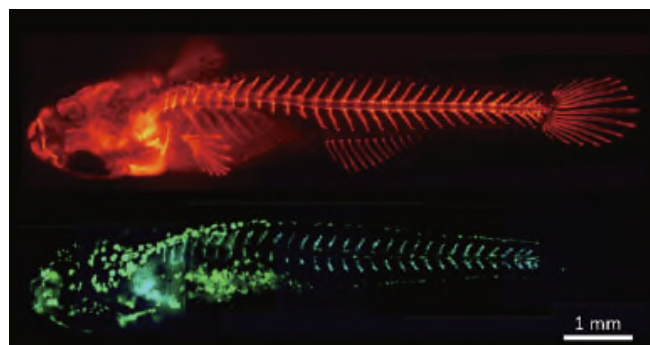


図4.1.1-6 ダブルトランスジェニックメダカの蛍光観察写真(提供:東京工業大学 工藤明教授)骨に局在している骨芽細胞(赤;上)と、破骨細胞(緑;下)の様子を生きた状態で観察することが可能

(7) ほ乳類の繁殖における宇宙環境の影響(Space Pup)

**遺伝子資源の宇宙での保存の可能性に挑戦** [2013年8月からISSの冷凍冷蔵庫で2年間保管中。SpX-3で第1回目の回収を行うなど、時期をずらして3回に分けて回収]

種の保存を目的とする遺伝資源保存プロジェクトでは、保存のために電力や液体窒素の継続的な供給が不可欠ですが、震災などのアクシデントで全滅してしまう恐れがあります。宇宙での生殖細胞の保存が可能であることが証明できれば、宇宙空間あるいは月面などは遺伝資源の究極的な保管場所としての可能性が広がります。そこで提案者が開発したフリーズドライ状態で室温保存した精子から産仔を得る技術を用い、宇宙放射線の精子への影響を調査します。本研究は良質な肉や毛を持つ家畜の繁殖や、生殖細胞の保存に応用できます。

<http://iss.jaxa.jp/kiboexp/theme/second/spacepup/>

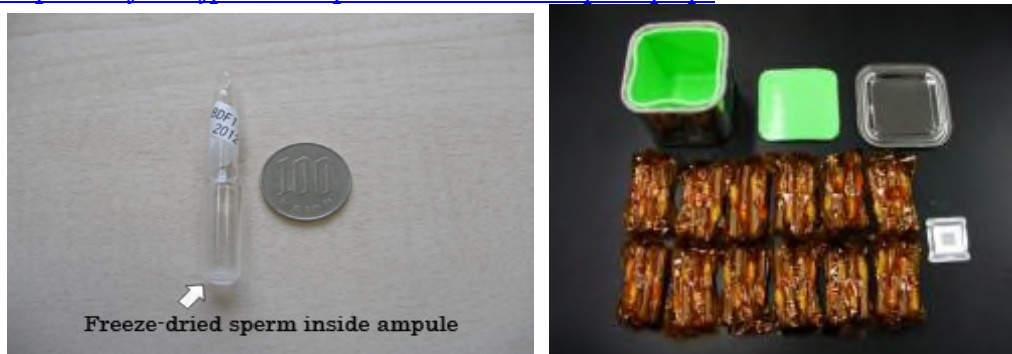


図4.1.1-7 宇宙実験でマウスの精子を保存するのに使用するアンプル。アンプルは右の写真のようにカプトンテープで保護してケースに収納します。(HTV4で運搬)

(8) 万能細胞(ES細胞)を用いた宇宙環境が生殖細胞に及ぼす影響の研究(Stem Cells)

**ES細胞を用いて、宇宙環境における放射線の影響が哺乳類動物細胞に与える影響を詳細に調べる** [2013年3月からISSの冷凍冷蔵庫で3年間保管中。SpX-3で第1回目の回収を行うなど、時期をずらして回収]

人体に有害とされる放射線の影響を、マウスのES細胞を用いて調べます。長期(最長3年程度)の宇宙放射線の影響、特に子孫にかかわる生殖細胞への影響を評価します。このような長期の宇宙実験を実施できるのは、ISSのみです。宇宙実験の結果をもとに医療機器などによる放射線のリスク評価に利用できるだけでなく、地球環境における有害な化学物質の影響評価ができれば、食品添加物など発がん性や有害性のリスクを予測できると期待されます。この研究は、将来の有人月探査や火星探査、さらに移住など長期的な有人宇宙滞在や活動における安全性と防御対策に貢献できます。

<http://iss.jaxa.jp/kiboexp/theme/second/stemcells/>

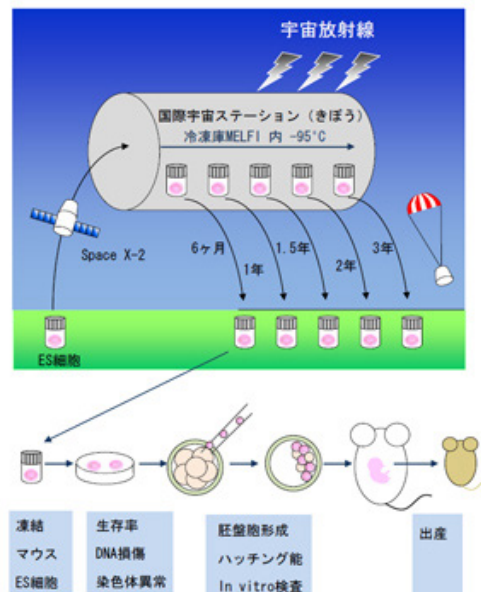


図4.1.1-8 Stem Cells実験の概要

(9) ネムリユスリカの観察(Space Midge)(注:ロシアの実験)

日本が実験用のメダカの打上げ/回収をロシアに協力してもらう代わりに、ロシア側の実験をきぼう日本実験棟の装置を使って行うものです。ISSでは必要に応じてこのような協力、実験機会の交換が行われています。

(10)植物の抗重力反応機構ーシグナル変換・伝達から応答まで(Resist Tubule)

**植物が感じる、反応する、そのしくみを探る。地球上そして宇宙での効率的な植物生育にむけて。**

植物は、地上では、重力に対抗するために強固な細胞壁を構築する必要があり、そのために自己が光合成で同化したエネルギーの50%以上を費やしています。

抗重力反応を示す必要がない微小重力環境では、その分のエネルギーを有用成分の生産に振り向けられる可能性があります。

シロイヌナズナを用いた宇宙実験を積み重ね、微小重力環境における生命活動や生活環境に関する十分なデータを集積することで、地球上での効率的な植物生産に寄与すると共に、微小重力下の宇宙空間で植物を育てる際にも役立つと思われ、将来の宇宙基地の発展のための貴重な情報が得られるものと期待されます。

<http://iss.jaxa.jp/kiboexp/theme/second/resisttubule/>

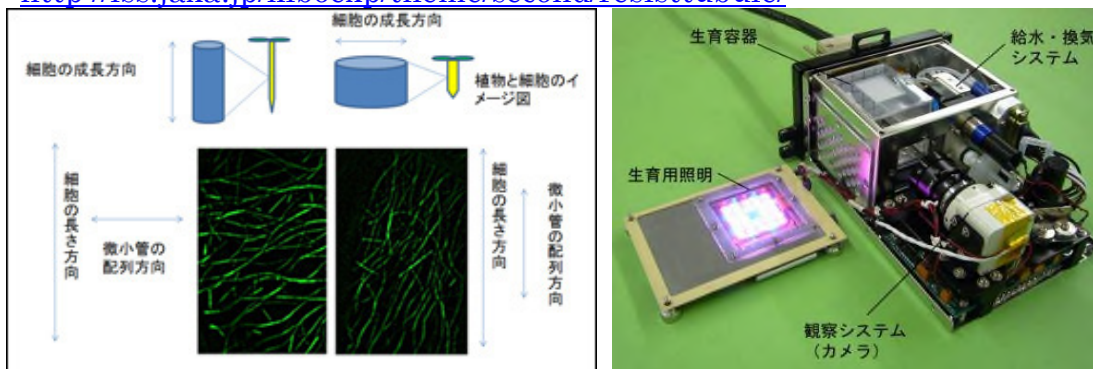


図4.1.1-9 通常の重力(1G、左)及び過重力(300G、右)のシロイヌナズナ細胞における微小管の様子。微小重力下ではどうなるかを調べます。右の写真は生育に使う植物実験ユニット(Resist Tubuleの実験用品はHTV4で運搬)

(11) 重力による茎の形態変化における表層微小管と微小管結合タンパク質の役割 (Aniso Tubule)

**植物が重力に耐える体作りの仕組みを解明し、効率的な植物生産に寄与**

微小重力環境下では、植物の茎が細く長くなることが知られており、その仕組みを明らかにするため、茎の細胞壁の形態変化を制御する表層微小管の重力影響と、その制御を促すタンパク質の役割を調べる実験です。

本実験により、宇宙での効率的な植物栽培のための貴重な情報が得られると期待されます。地球上での応用としては、例えば、狭い植物工場内で効率よく栽培できるようになるほか、強風や洪水被害で倒れてしまうと大損害になるため植物自体を強くするような対策ができるようになれば、植物栽培の効率化や収穫量の増加につながると考えられます。<http://iss.jaxa.jp/kiboexp/theme/second/anisotubule/>

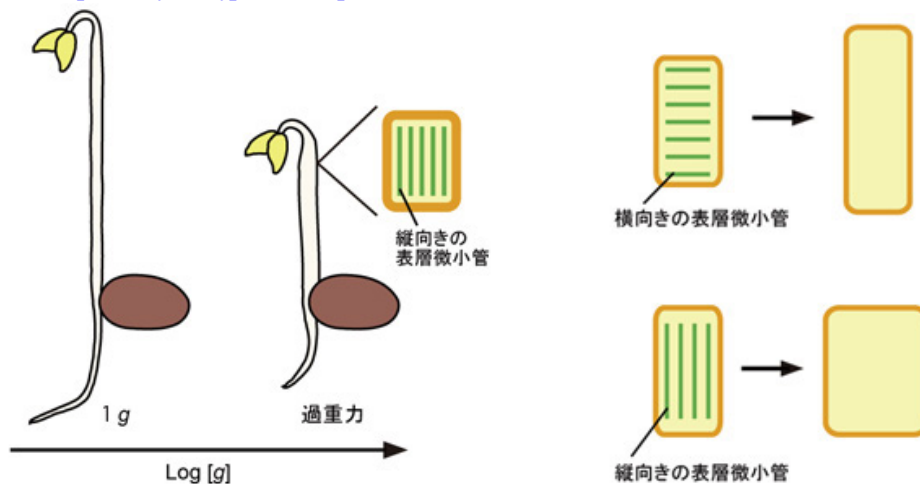


図4.1.1-10 1Gと過重力環境で育てたアズキ芽ばえのようす(宇宙実験ではシロイヌナズナを使います)と、表層微小管の向きと細胞の成長方向 (Aniso Tubuleの実験用品はHTV4で運搬)

(12) 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 (CsPINs)

**地上と宇宙での植物栽培技術向上のために**

植物の根の伸長方向を決定づける植物ホルモン(オーキシン)について、根のどの部位に局在し、それが重力環境の変化に伴ってどのように変化していくのかを顕微鏡画像で確認し、その変動にどのような遺伝子が関与するかを検証する実験です。

微小重力環境を利用することにより、水分屈性を重力屈性から分離し、根のオーキシン排出キャリアの発現解析を行うことにより、重力や水分に応答して有利な方向に根が伸びる仕組みを解明します。

植物が養水分を摂取し、体を支えるための、効率的な姿勢制御法を提供できるだけでなく、地球上で重力形態形成の調節による植物生産力向上のための技術的基盤を生み、環境問題や食糧問題に貢献する研究にも展開することができます。

<http://iss.jaxa.jp/kiboexp/theme/second/cspins/>

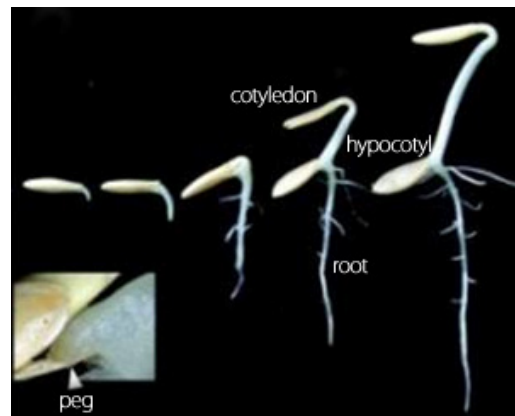


図4.1.1-11 キュウリ芽生え時のペグ形成の様子

### (13) 放射線環境モニタリング (PADLES)

船内の放射線環境を測定するAreaPADLESと、宇宙飛行士の被曝線量計測を行うCrewPADLESが使われます。

#### **【JEM船内定点放射線環境計測実験 (Area PADLES)】**

##### **次世代の宇宙船の遮蔽設計や材料選定など、放射線防護技術にも貢献**

AreaPADLES はきぼう船内の放射線を計測する受動式線量計で、計 17 個を約 6 ヶ月毎に交換して、地上で各滞在期間中の積算線量を管理するために継続的な計測を行っており、宇宙実験テーマ提案者や有償実験利用者等へ実験計画立案に必要な「きぼう」船内の宇宙放射線環境情報を提供しています。

<http://iss.jaxa.jp/kiboexp/equipment/pm/padles/>



図4.1.1-12 AreaPADLESと設置位置

#### **【宇宙飛行士の個人被ばく線量計測 (Crew PADLES)】**

##### **宇宙放射線の被ばく線量の把握とリスク評価手法を確立**

軌道上滞在中の正確な被ばく線量の把握とリスク評価手法を確立し、2009 年から全 JAXA 宇宙飛行士用線量計として、ISS 長期滞在クルーの飛行中の被ばく線量計測を行っています。現在は、実験から医学運用に移行して実施中です。

## コラム 1-1

**宇宙飛行士が受ける放射線の被ばく量**

地上で日常生活を送る私たちの被ばく線量は、1年間で約2.4ミリシーベルトと言われて  
います。

一方、ISS滞在中の宇宙飛行士の被ばく線量は、1日当たり0.5～1ミリシーベルトにな  
り、軌道上の1日当たりの放射線量は、地上での数か月～半年分に相当することになりま  
す。宇宙放射線の人体への影響は、一定レベル以上の被ばく量で目の水晶体に混濁等  
の臨床症状が生じる影響と発がん等の被ばく量が増えるにつれて生じる影響とがありま  
す。このため被ばく量を一定レベル以下にすれば、これらの影響が発生しないか、発生す  
る確率を抑えることができます。

JAXAでは宇宙放射線被ばく管理を実施し、被ばく量を一定レベル以下に管理し宇宙飛  
行士に健康障害が発生しないようにするために以下のようなアプローチをとっています。

- (1) ISS内の放射線環境の変動をリアルタイムに把握し、ミッション中の被ばく線量を可  
能な限り低く抑えること
- (2) 宇宙飛行士が実際に被ばくした線量を把握し、生涯の被ばく線量を制限値以下に  
抑えること



JAXAが開発したCrewPADLES(受動式線量計) これを常に携帯します

詳しくは以下を参照下さい【放射線被ばく管理】

<http://iss.jaxa.jp/med/research/radiation/>

(14) 長期宇宙飛行時における48時間心臓自律神経活動に関する研究  
(Biological Rhythms 48)

**宇宙飛行士の健康管理技術の向上**

48時間連続で心電図の記録を行い、生物学的リズムの変動と、睡眠中における心臓の休息度等を評価し、宇宙飛行士の健康管理技術の向上に役立っています。以前は24時間の記録でしたが、記録時間を48時間に延ばして行っています。

本実験では、ホルター心電計の他、腕時計型の加速度計(Actiwatch)を使用して活動量の記録を行います。



図4.1.1-13 心電計測に使うホルター心電計

(15) 前庭-血圧反射系の可塑性とその対策(V-C Reflex)

**宇宙飛行士の搭乗前後の前庭血圧調整力を調べ、帰還直後の起立時のふらつきや転倒の仕組みを解明。高齢者の健康維持にも貢献。**

宇宙から帰還した直後の飛行士は、耳の奥にある前庭の血圧調整力が低下するために、起立時に転倒やふらつきの症状がみられるという仮説を証明するために、飛行士の打上げ前、帰還直後、2週間後、2ヶ月後の前庭血圧調整力を計測します(前庭系を外から電気刺激する方法—Galvanic Vestibular Stimulation(GVS)で前庭—血圧反射をブロックする効果を調べます)。これにより、宇宙滞在が前庭に与える影響と、回復の経過を調べ、対策を検討します。

これらの研究は、地上の高齢者にも共通の症状であるため、高齢者の健康維持にも役立つと期待されます。

[http://iss.jaxa.jp/kiboexp/theme/lifeintao2009/v-c\\_reflex/](http://iss.jaxa.jp/kiboexp/theme/lifeintao2009/v-c_reflex/)

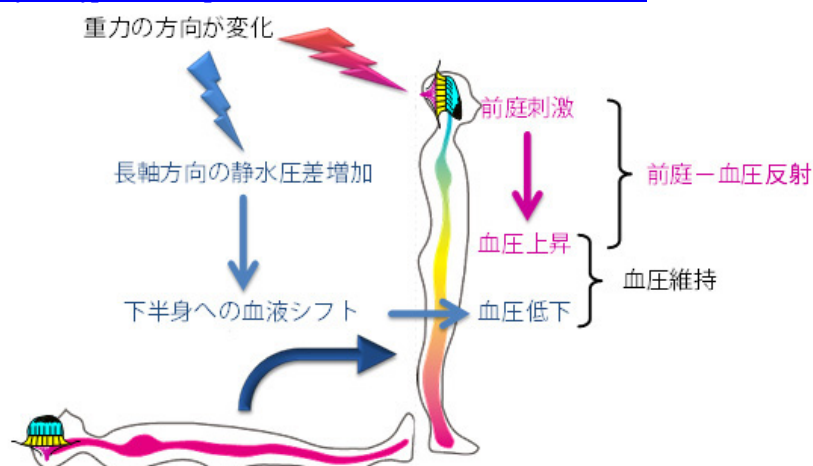


図4.1.1-14 ヒトが起立する時の血圧調節に重要な役割を果たしている前庭—血圧反射

(16) 国際宇宙ステーションに長期滞在する宇宙飛行士の筋骨格系廃用性萎縮へのハイブリッド訓練法の効果 (Hybrid Training)

**「いつでも、どこでも、だれにでも役立つ」、筋骨格系の最適トレーニングシステムを目指して**

リハビリテーション医学の手法の一つとして開発したものを宇宙飛行士訓練に適用する実験で、長期滞在宇宙飛行士にとって高効率な筋力や筋量維持が期待できます。

小型のため、ISS の運動機器の故障時のバックアップや、月・火星など将来の小型宇宙船でも有用な技術です。

地上では、寝たきりの方や運動をする機会の少ない高齢者、手術直後や人工透析などで活動性が低下している方々への応用も期待できます。

[http://iss.jaxa.jp/kiboexp/theme/lifeintao2009/hybrid\\_training/](http://iss.jaxa.jp/kiboexp/theme/lifeintao2009/hybrid_training/)

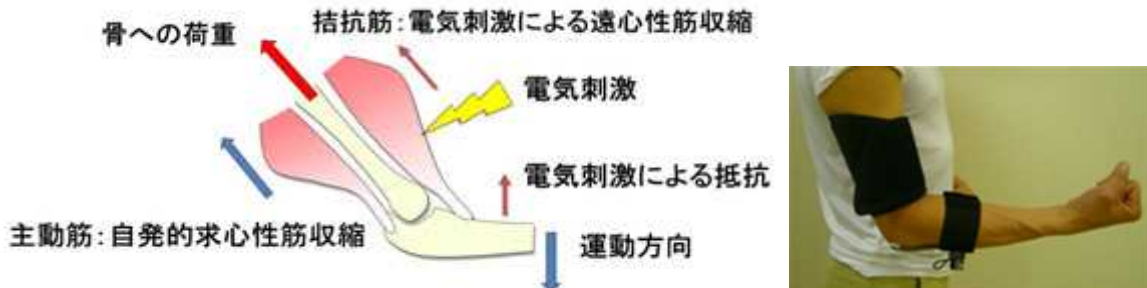


図4.1.1-15 ハイブリッドトレーニングの原理図とトレーニングの上肢用サポータ

(17) 超小型衛星放出ミッション

**超小型衛星の新たな打上げ機会を提供**

ISS の中では「きぼう」だけが専用のエアロックとロボットアームを装備しています。これらを使うことにより、船外活動をしなくても小型衛星を放出できるよう、小型衛星放出機構 (JEM-Small Satellite Orbital Deployer: J-SSOD) 及び、親アーム先端取付型実験プラットフォームが開発されて HTV3 で ISS に運ばれました。2012 年 10 月に 5 機を放出したのに次いで今回は 2 回目の放出となります。JAXA が公募した 1 機 (Pico Dragon) と、NASA が公募した 3 機 (ArduSat-1、ArduSat-X、TechEdSat-3) の計 4 機の超小型衛星 (CubeSat) が HTV4 で運ばれており、これらを放出します。放出は 11 月 19 日 (3 機) と 20 日 (TechEdSat-3) に行われました。前回同様、1 回目は日本人宇宙飛行士が放出作業を行い、2 回目は地上からの操作で放出しました。

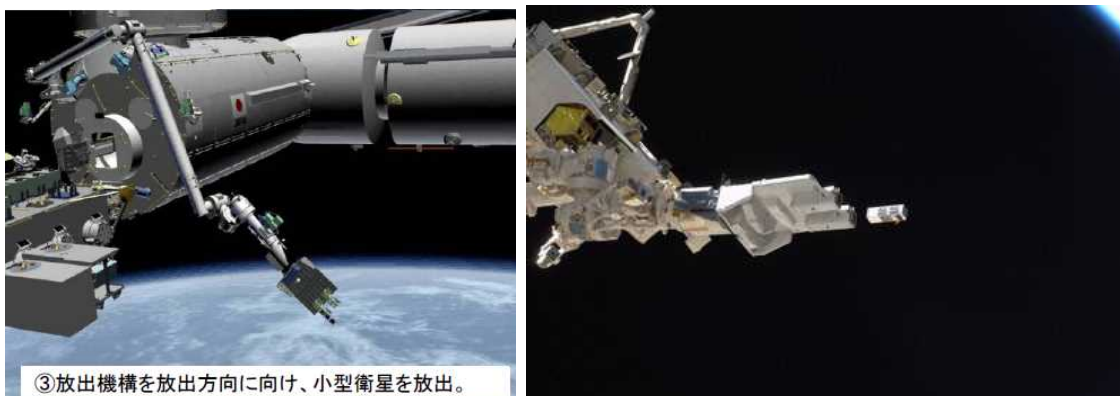


図4.1.1-16 超小型衛星の放出 (右: TechEdSat-3の放出)



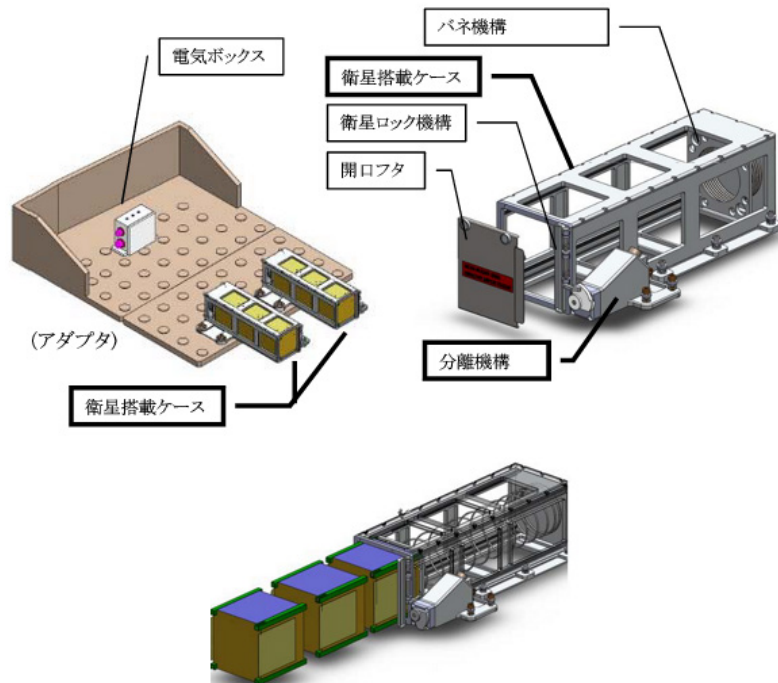


図4.1.1-17 小型衛星放出機構(J-SSOD)(右上)と、  
親アーム先端取付型実験プラットフォーム(左上)

### 超小型衛星(CubeSat)

小型衛星にもいろいろ種類がありますが、J-SSODを使って放出するのは CubeSatと呼ばれる10cm四方の大きさの片手で持てるサイズの超小型衛星です。CubeSatは、サイズや仕様が国際的に決められており、10×10×10 cmサイズ(重量は1.33kg以下)のものを1U、20×10×10 cmサイズのを2U、30×10×10 cmサイズのを3Uと呼びます。CubeSatは、通常の衛星と比べると短期間で開発でき、費用も安いことから主に大学や企業などが教育や人材育成、技術実証などの目的で利用しています。

J-SSODの衛星搭載ケースには、1Uサイズであれば、3機、2Uと1Uサイズであれば2機、3Uサイズであれば1機が搭載可能で、バネの力で放出されます。



図4.1.1-18 CubeSat(星出宇宙飛行士が手に持っているのが1UサイズのCubeSat)

衛星名	Pico Dragon	Ardusat-1 (アーデュサット1)	Ardusat-X	TechEdSat-3
外観				
サイズ	1U	1U	1U	3U
機関	東京大学/ Vietnam National Satellite Center(ベトナム)/IHIエアロスペース	Nanorack社(米)／ NanoSatsifi社(米)		NASA エイムズ研究センター
ミッション	地球撮像	プログラム書き換え機能を有する Openプラットフォームの技術実証。クラウドファンディングで集めた資金を 基に開発(出資者はこの衛星にアクセスし、写真撮影を行うなどの機会が得られる。) <a href="http://www.kickstarter.com/projects/575960623/ardusat-your-arduino-experiment-in-space">http://www.kickstarter.com/projects/575960623/ardusat-your-arduino-experiment-in-space</a>		Exo-brakeと呼ばれるブレーキ機構の軌道離脱技術実証
提供機関	JAXA公募衛星	NASA公募衛星		

図4.1.1-19 JAXAとNASAが公募した4機のCubeSat

**【参考】続々と計画されている小型衛星の放出計画**

きぼうを利用した超小型衛星の放出が昨年秋に実証されたことにより、宇宙活動の盛んな米国では既に続々と打上げ計画が出ており、12月に予定されている次のシグナス補給船で打ち上げられるCubeSatだけでも、Planet Lab社の超小型地球観測衛星Flock-1(3Uサイズの28機を運搬)、リトアニアのLitSat-1とLituanicaSAT-1の2機、クラウドファンディングで予算を集めたSkyCube、ペルーのUAPSat-1と、既にJEMから2機を放出して次が3機目となるArduSat-2の計33機が予定されています。

またCubeSatよりもやや大きな小型衛星の放出計画も持ち上がっており、SpX-4で56cmの球体であるSpinsatと、テキサス大学の学生が作ったLonestar-2を運ぶことが考えられています。これらは、きぼうのエアロックから船外へ持ち出されて、NASAの新しい放出システムCyclops「サイクロップス」を使って放出する予定です。

(18) 4K カメラの技術実証+アイソン彗星などの撮影

HTV4 で ISS に運搬された新しい 4K カメラを使って、若田宇宙飛行士がアイソン彗星の撮影を行いました(12/4 に NHK スペシャルとして生中継を実施)。アイソン彗星は近日点通過時に消滅してしまいましたが、消滅前の姿や、オーロラ、日本の夜景、流星などの撮影を行いました。このカメラの搭載意義は以下のとおりです。

**世界レベルに到達した日本の有人宇宙安全技術**

ISS 搭載に必要な機器の安全審査は、従来、JAXA だけでなく NASA の審査を経なければ、ISS に搭載することは不可能でしたが、実験装置の安全審査に係る権限が 2010 年に JAXA に委譲されました。これは、NASA から、有人宇宙開発の中でも、極めて重要な安全審査・承認の能力について、NASA と同等であると認められたものであり、これまでの JAXA の宇宙開発技術の蓄積の成果でもあります。これにより、実験装置搭載に係る審査時間が短縮化され、迅速でスムーズな実験実施が実現しています。

**きぼうで活躍する世界最高峰の日本の民生技術**

これまでのきぼうの開発/運用で蓄積した技術力により、民生品のいろいろな映像装置、表示装置を安価で短期間に確実に宇宙搭載化ができるようになり、日本の世界最高水準の民生技術をきぼうで利用できるようになりました。4K カメラは、従来よりも大幅に短い、わずか 4 か月で宇宙搭載向けの改良を完了しました。

ISS のカメラは全て日本製です。特にハイビジョンカメラは日本が世界に誇る技術で、世界最高峰の日本の民生技術がきぼうで活用されるようになってきています。



図4.1.1-20 2011年12月22日にISSから撮影されたラブジョイ彗星(C/2011 W3)(NASA)

右はISSで使われる4Kカメラ(レンズを外した状態) (提供: Canon)

アイソン(ISON)彗星については、国立天文台のホームページを参照下さい。

<http://www.nao.ac.jp/astro/sky/2013/ison.html>

世界初、アイソン彗星を宇宙から4K動画撮影！(11/26 JAXAきぼうHP)

[http://iss.jaxa.jp/topics/2013/11/131126\\_4k.html](http://iss.jaxa.jp/topics/2013/11/131126_4k.html)

(19) 民間による利用

民間による利用活動については、各プロジェクトのホームページをご参照下さい。

- ・きぼうロボットプロジェクト（HTV4で運搬）

<http://kibo-robo.jp/robot/type1.html>

- ・宇宙電子本プロジェクト

[http://www.ebookjapan.jp/ej/cp/space\\_project.asp](http://www.ebookjapan.jp/ej/cp/space_project.asp)

- ・地球人の心プロジェクト（HTV4でDVDを運搬）

<http://www.jsforum.or.jp/event/education/teraheart/>

(20) 教育等の利用（宇宙ふしぎ実験、軌道上レポート、ビデオ撮影）

- ・宇宙ふしぎ実験

「きぼう」内で利用できる小物を使って、微小重力環境の不思議さを紹介する実験を行い、教材の制作などに活用します。

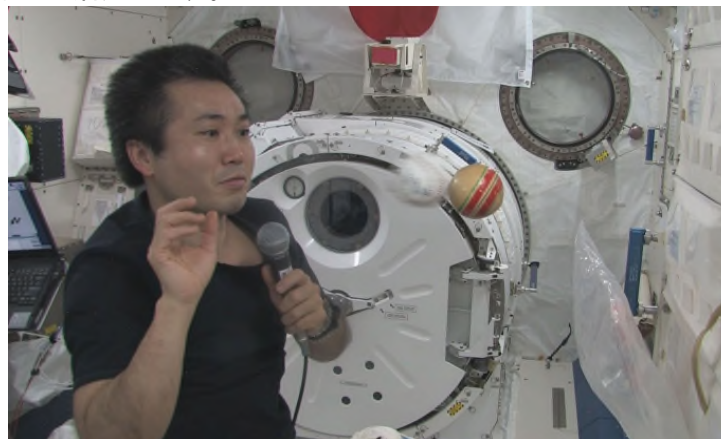


図4.1.1-21 前回の若田宇宙飛行士の滞在中に行われた宇宙ふしぎ実験の様子

- ・活動レポート

「きぼう」利用や宇宙長期滞在での生活等、有人宇宙活動を文章でレポートします。

- ・企画映像、ビデオ撮影

「きぼう」利用やISS内での生活等の紹介、外部機関と連携した映像を取得します。

(21)ポート共有実験装置(MCE) [MCEは船外実験装置で、継続実施中です]

<http://iss.jaxa.jp/kiboexp/ef/mce/>

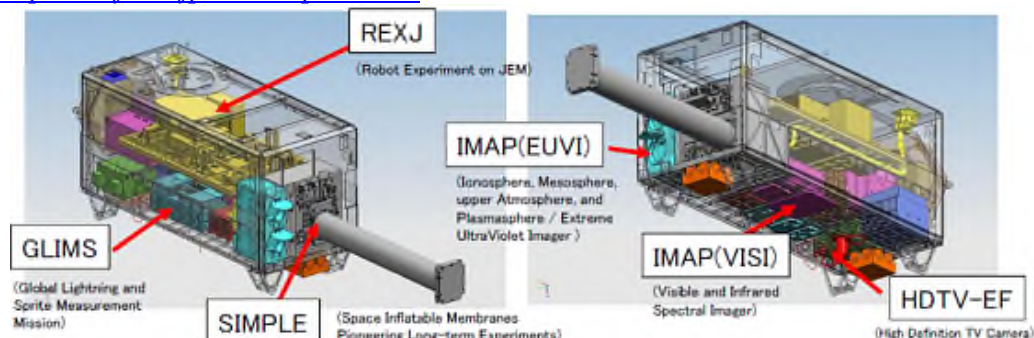


図4.1.1-22 ポート共有実験装置(MCE)

(22)全天X線監視装置(MAXI) [MAXIは船外実験装置で、継続実施中です]

<http://kibo.jaxa.jp/experiment/ef/maxi/>

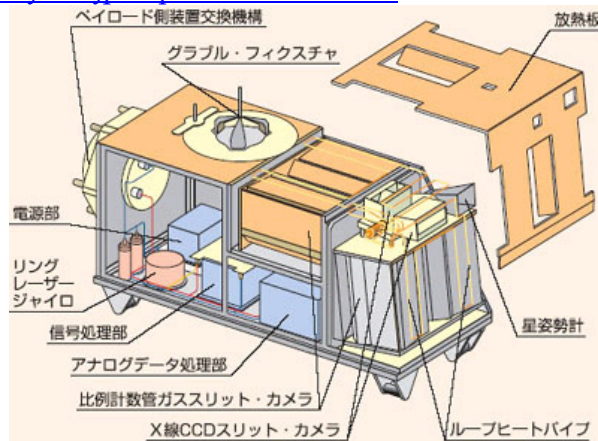


図4.1.1-23 MAXIの内部構造

(23) 宇宙環境計測ミッション装置 (SEDA-AP) [船外実験装置で、継続実施中です]

[http://kibo.jaxa.jp/experiment/ef/seda\\_ap/](http://kibo.jaxa.jp/experiment/ef/seda_ap/)

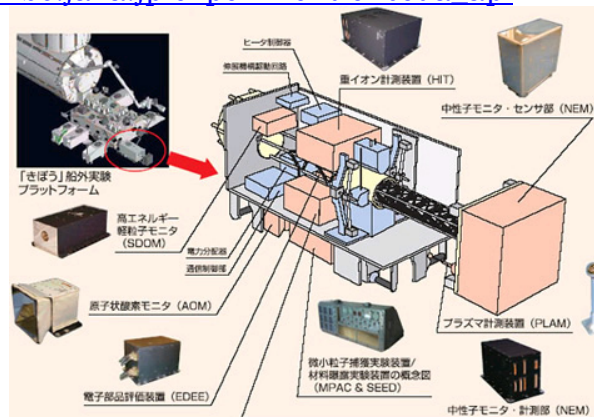


図4.1.1-24 SEDA-APの内部構造

【参考】きぼうでこれまでに行われた実験の成果は、「きぼう」利用成果レポート2012 -宇宙で得られた成果- にまとめて公開していますのでご利用ください。

<http://iss.jaxa.jp/kiboresults/utilization/>



4.1.2 NASA/ESAの実験（注：本実験は最近行われている主な実験であり、若田宇宙飛行士が参加するとは限りません）

①Repository実験(NASA Biological Specimen Repository)

この実験は、飛行前、飛行中、帰還後の生医学標本(血液、尿など)を採取しておき、将来の研究に備えてNASAが長期間保存しておくものです。

[http://www.nasa.gov/mission\\_pages/station/research/experiments/981.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/981.html)



図4.1.2-1 Repository実験に使われるISSの採血セット



図4.1.2-2 医学試料を扱えるISSの冷蔵遠心分離器 (NASA)

②Pro K実験(Dietary Intake Can Predict and Protect Against Changes in Bone Metabolism during Spaceflight and Recovery)

この実験は、微小重力環境下で起きる骨量喪失に対して、栄養学の観点から対抗する方法を探るNASAの評価実験です。動物性タンパク質とカリウムの摂取が減少することにより骨のミネラルが失われるという仮説に基づき、これらの成分を管理した特別食(比率が高いもの、あるいは低いもの)を食べて、採尿と採血を行い、その影響を評価します。うまくいけば副作用もなく、運動に時間を割かれなくて済む可能性がある

ため、研究が進められています。

[http://www.nasa.gov/mission\\_pages/station/research/experiments/721.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/721.html)

③Ocular Health実験 (Prospective Observational Study of Ocular Health in ISS Crews)

これは2013年から開始された新しい実験で、現在、この眼の問題がホットな研究テーマとなっており説明が急がれています。微小重力環境では頭蓋内の圧力(体液シフト)により視野がぼける、眼圧の上昇、網膜の膨張などの問題がクルーの間から報告されています。超音波検査、眼底検査、眼圧測定、血圧測定、映像による確認などを行って、まずはデータを集めて何がこの問題を引き起こしているかを解明していき、帰還後の回復に役立てるようにしていきます。

[http://www.nasa.gov/mission\\_pages/station/research/experiments/204.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/204.html)



図4.1.2-3 眼圧測定を行う様子



図4.1.2-4 眼球を超音波検査する星出宇宙飛行士

④Manual Control実験(Assessment of Operator Proficiency Following Long-Duration Space Flight)

シャトル帰還時の経験から微小重力環境に曝されていたクルーは操縦能力が低下することが確認されています。この実験は飛行前後に実施するもので、軌道上での実験は行いません。6自由度のモーションベースマシンを使って、飛行前後にローバーの操縦やT-38での着陸シミュレーションなどを行うことで、感覚運動障害の影響を調べるものです。

[http://www.nasa.gov/mission\\_pages/station/research/experiments/850.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/850.html)



図4.1.2-5 Manual Control実験に参加した若田宇宙飛行士(右上はこの設備の外観)

[https://twitter.com/Astro\\_Wakata/status/349739782370377728/photo/1](https://twitter.com/Astro_Wakata/status/349739782370377728/photo/1)

「宇宙長期滞在前後でのオペレータとしての操縦技量の変化を評価する実験に被験者として参加しました。データ取得は飛行前後で計7回実施されます。将来の有人惑星探査におけるクルーの操作技量維持等の対処策への応用が研究の成果として期待されます。」

⑤Functional Task Test実験(Physiological Factors Contributing to Postflight Changes in Functional Performance)

宇宙飛行を行うと心臓血管系、感覚運動系などの生理系に変化が生じますが、このような状態だと惑星に着陸した直後に行う重要な作業に影響を及ぼすことが考えられます。このため、打上げ前と帰還後に試験を行って、体にどのような影響が生じるのかを調べます(軌道上では実験しません)。試験項目には、はしご上り、ハッチを開ける操作、飛び降りる動作、手動操作や工具の使用、座席からの脱出、障害物の回避、繊細な作業の試験など、身体機能や運動能力の確認が行われます。

[http://www.nasa.gov/mission\\_pages/station/research/experiments/126.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/126.html)





図4.1.2-6 体性感覚の変化を調べる実験を行う若田宇宙飛行士

[https://twitter.com/Astro\\_Wakata/status/318958218976043009/photo/1](https://twitter.com/Astro_Wakata/status/318958218976043009/photo/1)

「体性感覚が宇宙飛行の前・後でどう変化するか調べるため、足で立つ基部が傾いたり動いたりする検査装置を使い、頭を前後に傾ける動作をしながら、体のぐらつきをデータとして取得している所です。打上げ2ヶ月前と着陸数日後にも同様な検査を行います。」(右の写真は装置の全景: [Luca Parmitano](#)のFace bookより)

⑥Journals 実験 (Behavioral Issues Associated with isolation and Confinement: Review and Analysis of Astronaut Journals)

閉鎖環境におかれた状況で起きる行動に関する問題(ストレスや健康状態、意欲)を日誌に記録していく実験です。ここで得られた教訓を基に、機器の設計や手順書の改良などに反映していきます。2003年から長期間にわたって続けられている実験です。

[http://www.nasa.gov/mission\\_pages/station/research/experiments/991.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/991.html)

⑦Reaction Self Test実験(Psychomotor Vigilance Self Test on the ISS)

ISS滞在中の疲労度をラップトップを使って5分間で判定していく簡単な実験です。睡眠時間の減少や残業の影響、生体リズムのずれなどの影響で疲労が出て作業効率に低下が生じていないかを調べます。

[http://www.nasa.gov/mission\\_pages/station/research/experiments/982.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/982.html)

⑧Space Headaches実験

この宇宙での頭痛実験は、微小重力環境下で報告されている頭痛の原因を調べ、対策を探るためのESAが実施する研究です。どのような時に頭痛が起きたか状況を記録していきます。

[http://www.nasa.gov/mission\\_pages/station/research/experiments/181.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/181.html)

- 若田宇宙飛行士滞在期間中にISSで行われる可能性がある興味深い実験  
(注:これらの実験は、若田宇宙飛行士が担当するというわけではありません。また、本滞在期間中に実験を行わない可能性もあります。)

- ・RRM (Robotic Refueling Mission)

RRMは地上からロボットを操作することで、軌道上で人工衛星に燃料補給するのに必要な各種技術を検証する米国の実験です(地上からすべて行われるためクルーは本作業には関わりません)。「カナダアーム2」(SSRMS)で「デクスター」(SPDM)を把持し、SPDMの腕でRRM用に開発された4種類のツールを把持して様々な作業を行えるようにしています。HTV4の与圧部に搭載して第二期実験用の新たな装置を運んだため、きぼうのエアロックから船外に持ち出して取り付けるクルー作業が必要となります。



図4.1.2-7 RRM実験

- ・ロボノート2 (R2)

NASAとゼネラルモーターズ(GM)社が開発した人型ロボット(現在は上半身のみ)で、宇宙でのロボットの有効性を検証するため、掃除や簡単な操作などの単純作業を行わせる実験を続けています。



図4.1.2-8 ロボノート2と若田宇宙飛行士

・CIR (Combustion Integrated Rack)

NASAが管理する大型冷蔵庫ほどの大きさのある大型の燃焼実験装置で、燃焼現象や火災の消火に関する基礎的な実験を行っています。



図4.1.2-9 CIRと若田宇宙飛行士

・SPHERES(Synchronized Position Hold Engage and Reorient Experimental Satellites)

米国が開発した小型衛星の実験装置であり、二酸化炭素を噴射することで姿勢を変更でき、赤外線通信で位置と姿勢情報を検知できる仕組みで、3機の姿勢や位置を同期させながら編隊飛行させたりする実験に使われています。アメリカとヨーロッパの大学生がこれを動かすプログラムを開発して制御能力を競う学生コンテストも行われています。最近SPHERESに新たな機能を追加して行う応用実験(右の写真)が行われています。

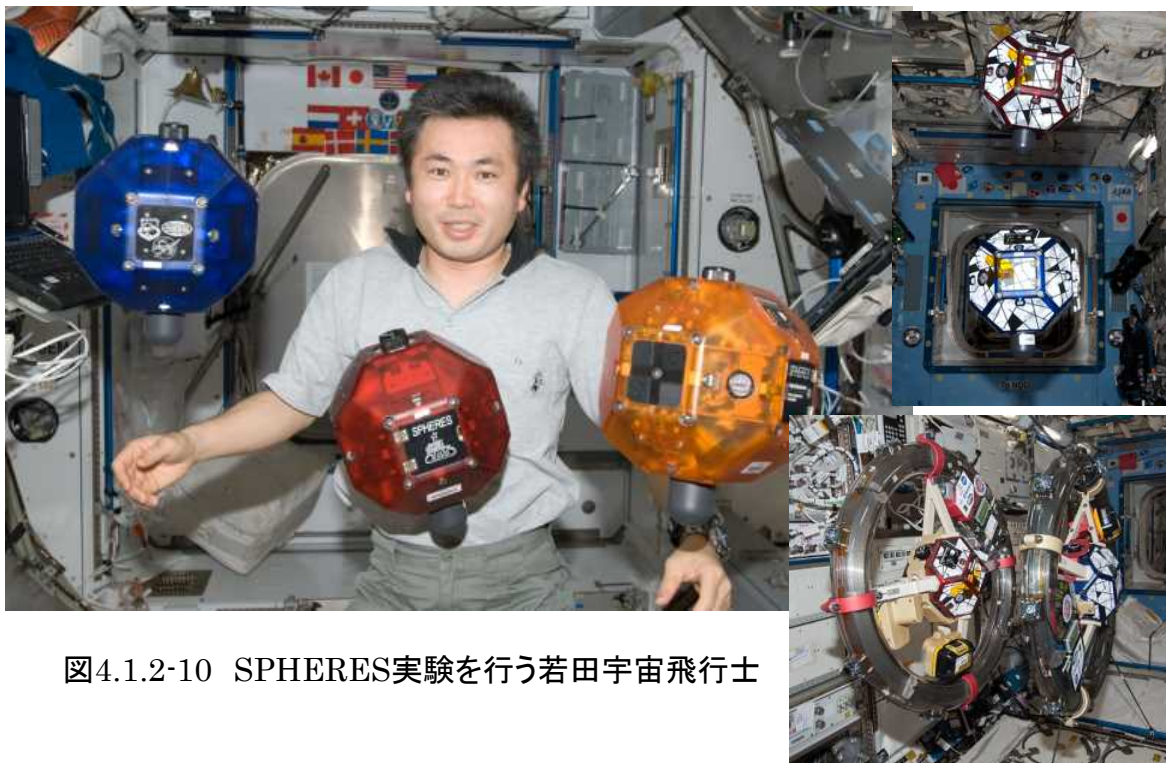


図4.1.2-10 SPHERES実験を行う若田宇宙飛行士

・微小重力実験用グローブボックス MSG(Microgravity Science Glove Box)

有害なガスや生物試料等が外部に漏れることが無いようにISSの与圧空間内よりも常に低い気圧を維持し、清浄度の高い空気を循環できる隔離・密閉された作業空間を有したグローブボックスであり、この中に様々な装置を設置することで燃焼実験や流体実験など、通常の空間で行うにはリスクを有する実験を行うことができます。

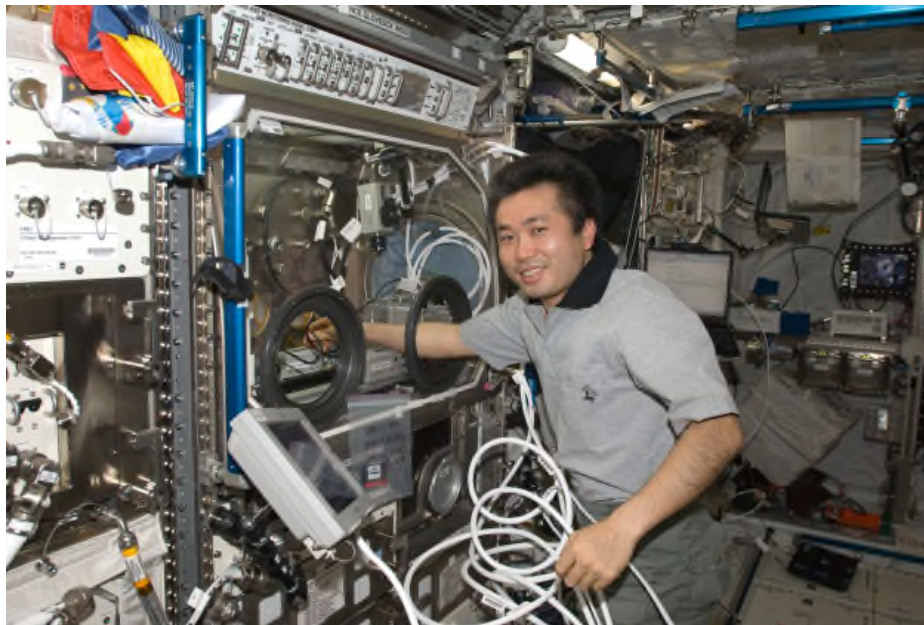


図4.1.2-11 MSG実験を行う若田宇宙飛行士

・ロシアの植物栽培実験装置Lada

ロシアは米露が共同開発したこの装置を使って、これまでに水菜、えんどう豆、大根、小麦、ミニトマトなどの栽培実験を行っています。この装置はミール時代から使われており、何度も改良されながら植物栽培実験が続けられています。



図4.1.2-12 Ladaで栽培した水菜

#### 4.1.3 その他(長期滞在期間中の広報・普及活動)

##### ①リアルタイム交信/教育イベント

宇宙環境や宇宙ステーションの理解普及や教育などを目的に、「きぼう」と各地を中継で結び、双方向交信をリアルタイムで行います。

※その他、JAXAやメディアによる交信、その他無線交信イベントも計画されています。

広報イベントの実施時期は、JAXA公開ホームページ「若田宇宙飛行士最新情報」([http://iss.jaxa.jp/iss/jaxa\\_exp/wakata/news/](http://iss.jaxa.jp/iss/jaxa_exp/wakata/news/))にてお知らせします。

なお、ミッションの進捗状況によって実施できない場合もありますので、あらかじめご了承ください。



図4.1.3-1 第18次長期滞在中、若田宇宙飛行士が実施した「ライブ交信と宇宙授業」

## 4.2 ISSの定期的な点検・メンテナンス作業

- 「きぼう」サブシステムのメンテナンス及び点検作業
  - ・ 「きぼう」システムの保守・点検  
火災検知器、消火器などの点検を行います。  
「きぼう」内の機器や実験装置などから排出される熱を循環させる熱制御システムの維持・管理や、環境制御システムの保守・点検を行います。
  - ・ 「きぼう」内の整理  
「きぼう」船内実験室や船内保管庫に配置されている機材や物品を確認し、不用品の整理や元の場所へ収納するなど、定期的に整理作業を行います。
  - ・ 実験装置の保守・点検、確認  
各実験装置のメンテナンスや、故障原因の究明・修理などを行います。
- 米国システムのメンテナンス及び点検作業
  - ・ エクササイズ装置のメンテナンス  
米露のトレッドミル(T2、BD-2)、改良型エクササイズ装置(ARED)、サイクルエルゴメータ(CEVIS)等の定期点検を行い、使用に問題がないことを確認します。故障が見つかれば修理を行います。
  - ・ ISSのトイレ(WHC)のメンテナンス  
汚物タンクやホースの交換、フィルタの交換、コントロールパネルの表示状態の確認、清掃などを行います。
  - ・ 空気成分分析器、空気循環装置、煙検知器等各種装置の点検  
二酸化炭素モニタ装置などの電源を投入して表示や動作を確認し、故障がないことを確認します。また空気循環用のフィルタの清掃も行います。
  - ・ 水再生システム(WRS)の点検  
水再生システム(WRS)の稼働状況の確認や、処理された水のサンプリング、および有機炭素分析器(TOCA-II)によるサンプリングした水の水質分析を行います。
  - ・ 補給物資の移送・整理、在庫管理
- ロシアシステムのメンテナンス
  - ・ 空調システムのメンテナンス  
フィルタの交換や配管の清掃などを行います。

- 生命維持装置(クーラー・サポート・システム)のメンテナンス  
凝縮水再生装置のフィルタの交換や配管の清掃、トイレの清掃などを行います。

【参考】

ISS滞在クルーの作業状況は、以下のNASAのサイトで定期的に公開されています。

ISS Daily Summary Report

<http://blogs.nasa.gov/stationreport/category/2013/>

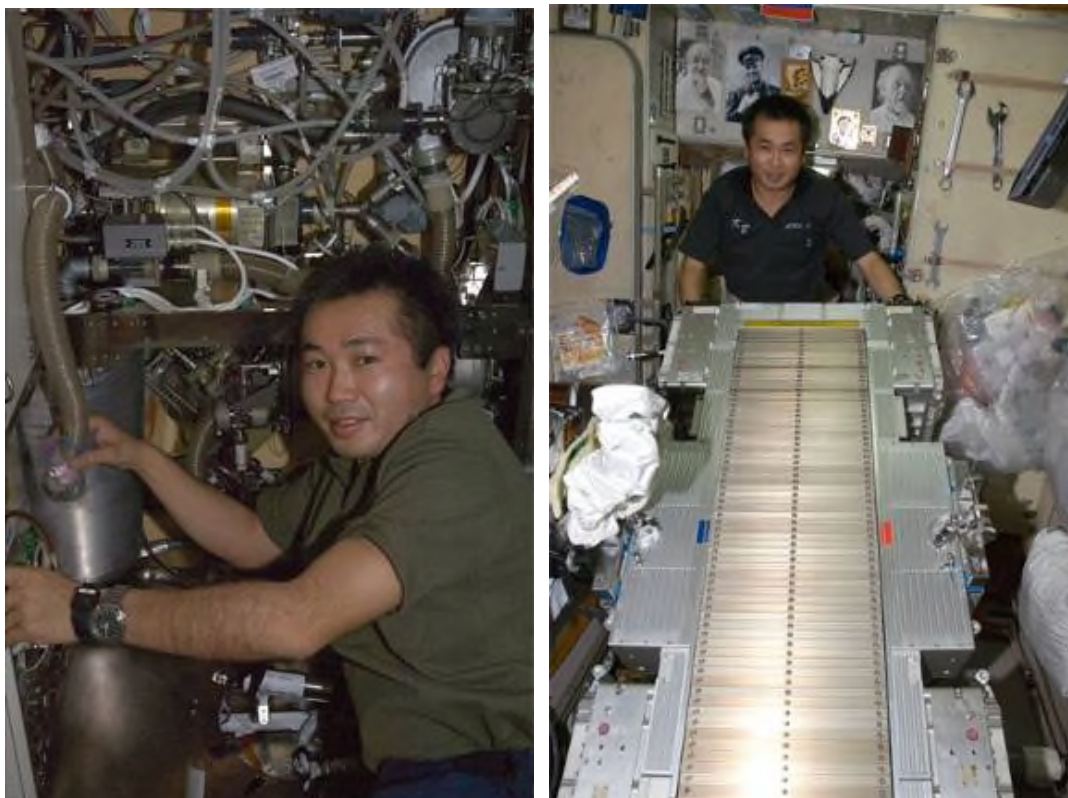


図4.2-1 水再生システムを点検する若田宇宙飛行士(左)

図4.2-2 トレッドミル(TVIS)のメンテナンス(右)



図4.2-3 きぼうの船内で掃除機をかける若田宇宙飛行士(中央の白い円筒が掃除機本体、右手に持っているのが吸い込みノズル)



図4.2-4 ノード3内で騒音の計測を行う若田宇宙飛行士(右手に持っているのが騒音計)



## コラム 1-3

**国際宇宙ステーションのフライトエンジニア**

ISS長期滞在宇宙飛行士は、フライトエンジニア(FE)と呼ばれ、ISSのシステムと実験装置を正常な状態に維持することが主な任務となります。

ISS長期滞在宇宙飛行士は、長期滞在のための専門の訓練を受けてISS長期滞在宇宙飛行士と認定されます。

現在、ISSクルーは、コマンダー(船長)1名とフライトエンジニア5名の6名体制です。

ISSクルーは、常に実験ができるようにISSのシステムや実験装置の定期点検、保守、修理を行いますので、ISSのシステム及び実験装置に精通している必要があります。また、日米の補給船がISSに到着／分離するときにはその運用を行うほか、ソユーズ宇宙船やプログレス補給船等がドッキングする際にはドッキングのためのバックアップ機器の準備や、必要に応じて手でドッキング操作を行います。ISSのロボットアームを操作して、ISSの組立てやメンテナンス、船外活動の支援も行います。ISSから宇宙授業を行う教育活動や軌道上記者会見などの広報活動、人の目で地球を観察して写真やビデオ撮影を行う地球映像の記録も、宇宙に長期滞在している宇宙飛行士ならではの仕事です。

被験者となって、宇宙環境における精神心理や肉体的な変化を記録することで、さらなる宇宙進出に向けた技術の蓄積を行うとともに、得られた知見は地上での疾病の予防や治療に利用できると期待されています。

実験を行う際には、地上から直接操作できない実験試料の設置や交換、実験終了後の試料の固定\*1、装置の後片付けを行います。また地上の実験テーマ提案者の目となり手となって実験状況を正確に捉え、地上に伝えるという重要な役割を持ちます。

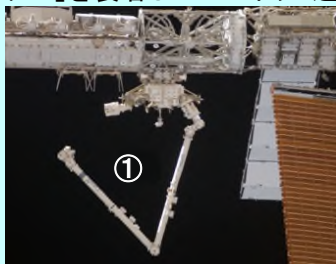
フライトエンジニアは、技術者であり研究者であり教育者であり、人類の宇宙進出への代表としてあらゆる要素を含んでいるのです。

\*1: 実験終了後に反応が進まないように凍結させたり、化学的に安定化させたりといった、帰還に備えた収納作業を指します。

## コラム 1-4

**ISSで利用されるロボットアーム**

若田宇宙飛行士滞在中には、以下に示すISSの3台のロボットアームが使われる予定です(クルー操作ではなく、地上から操作する場合があります)。その他、SSRMSの先端に「デクスター」を装着してのロボット運用も地上から行われる予定です。



- ① ISSのロボットアーム (SSRMS)「カナダアーム2」  
<http://iss.jaxa.jp/glossary/jp/ko/ssrms.html>
- ② 「きぼう」ロボットアーム (JEMRMS)  
<http://iss.jaxa.jp/glossary/jp/ki/jemrms.html>
- ③ 「きぼう」ロボットアームの子アーム (JEMRMS SFA)

※JAXA公開ホームページには、各ロボットアームの主要諸元や動作の様子を動画で紹介しています。

### 4.3 ISSでの船外活動

若田宇宙飛行士の滞在期間中には、ロシアの船外活動(EVA)が 2 回行われる予定ですが、若田宇宙飛行士が参加可能な米国の EVA は予定されていません。

とはいえ、半年もの滞在期間中には重要な機器が壊れて船外活動を急遽行う可能性はあります。実際に、前回の星出宇宙飛行士の長期滞在期間中にも電力系の装置の交換修理を行った例があります。

#### (1)ロシア EVA-36 (2013年11月9日23時34分から開始)

11月9日には、コトフ飛行士と、リャザンスキー飛行士がロシアの船外活動(EVA)を行います。このEVAではソチオリンピックのトーチを船外に持ち出し撮影を行いました。トーチ関連の作業は広報的な位置づけ(約2時間の作業)であり、12月のEVAでビデオカメラを設置するのに備えた作業などが行われました。



図4.3-1 ソチオリンピックのトーチ (GCTC)

このオリンピックトーチは、10月7日からロシア国内で行われる聖火リレーの一部として行われるもので、地上のリレーで使われるのと同じアルミニウム製のトーチ(重さ1.8kg、高さ95cm)が、若田宇宙飛行士が搭乗するソユーズTMA-11MでISSに運ばれ、船外活動で船外に持ち出された後、ソユーズTMA-09Mで回収されました(宇宙では火を使うことはできないため、火は点けません)。

このソチオリンピックの聖火リレーは、123日間かけて約1万4,000人が参加する予定で、トーチは16,000本が作られたとのことで、そのうちの1本が今回使われ、この宇宙から帰還したトーチが最終走者による聖火の点火に使われます。地上での聖火リレーには1963年に女性初の宇宙飛行を行ったワレンチナ・テレシコワさんも参加しました。

ちなみに、2000年のSTS-101でもシドニーオリンピックのトーチのレプリカが搭載されたことがあったため、ISSにトーチが運ばれるのは2回目となります。

・ソチ冬季オリンピックの聖火リレーホームページ(英語)

<http://torchrelay.sochi2014.com/en/>

## 【参考】ソチ冬季オリンピックと若田ミッションの関係

ソチ冬季オリンピックは、2014年2月7日から23日まで開催されます。聖火リレーは10月7日にモスクワから開始され、123日間かけて65,000km以上を運ばれ、2014年2月7日の開会式の日にはソチに到着します。

ISSにトーチを運ぶのは若田宇宙飛行士が搭乗するソユーズTMA-11Mになるため、トーチリレーの実施スケジュールに合わせるために飛行計画も調整され、ソユーズTMA-11Mの打上げは、トーチ運搬の話が出る前に計画されていた11月25日から11月7日に前倒しされました。おかげで、若田宇宙飛行士のISS滞在期間が2週間以上延びることになりました。

## (2)ロシア EVA-37 (2013年12月27日実施予定)

この船外活動では、ズヴェズダの外壁に、商業用の地上撮影用高精細度ビデオカメラUrtheCast(アースキャスト)が2台設置される予定です。このビデオカメラは、日本時間11月26日に打ち上げられたプログレス53PでISSに運ばれました。

このUrtheCast社のビデオカメラで撮影した動画や画像のデータは1/10に圧縮されて地上に送られ、農業、林業、石油ガス会社などに有料で画像販売を行うことが計画されています。ビデオの解像度は最高91cmで家や車も探せるレベルであり、スチル写真の解像度は4m87cmで、ビルや川、道を区別できる予定です。

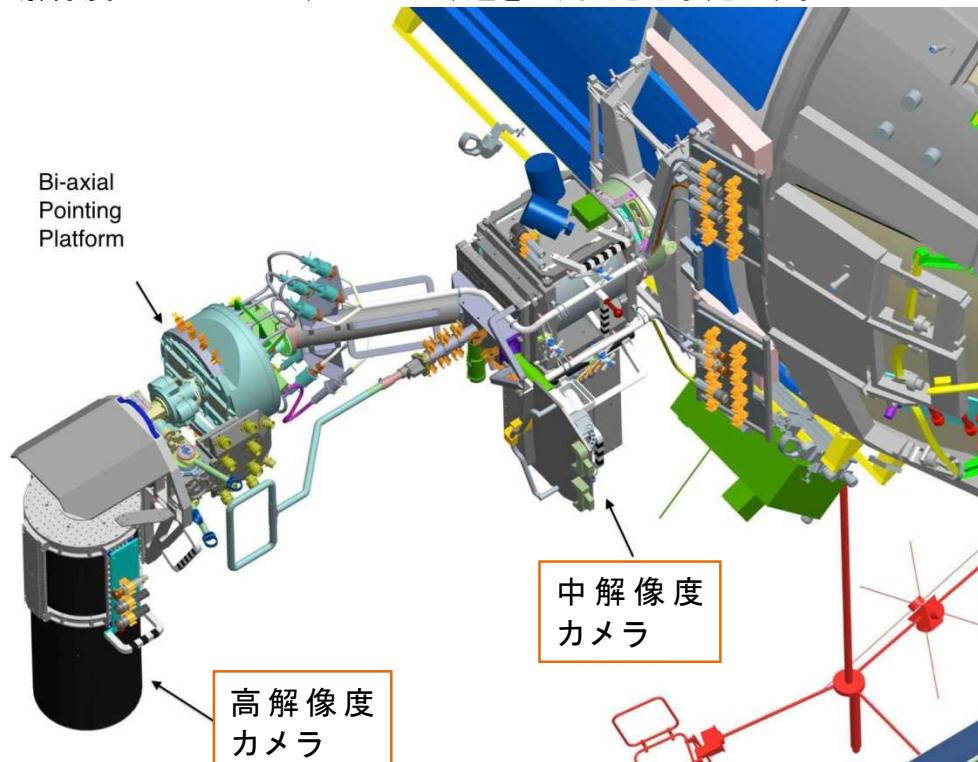


図4.3-2 ズヴェズダに設置されるUrtheCastのイメージ図 (UrtheCast)

・UrtheCast社 HP

<http://www.urthecast.com/>

### 【参考】ロシアの船外活動実施時の運用制約

ロシアEVAを行う時には一つ運用上の制約が生じます。「ピアース」(DC-1)のエアロックハッチが万が一故障した場合には、ズヴェズダの前方の球状区画を非常時のエアロック代わりに使うことになっています。従って、クルーがMRM-2にドッキングしたソユーズ宇宙船にアクセスできなくなって緊急避難手段が失われるのを防ぐために、ISS内に残ったクルーは、各自が搭乗してきたソユーズ宇宙船内で待機することになります(MRM1にドッキングしたソユーズの場合はアクセスが容易なため、通常作業の継続も可能)。以下に、古川宇宙飛行士が滞在中であったロシアEVA時の各クルーの配置図を参考に示します。

ISSコマンダーはこのような状況下でトラブルが起きた際にも、どのように対処すべきかトラブルの深刻さを推測しながら常に考えて、素早く指示を行う必要があります。

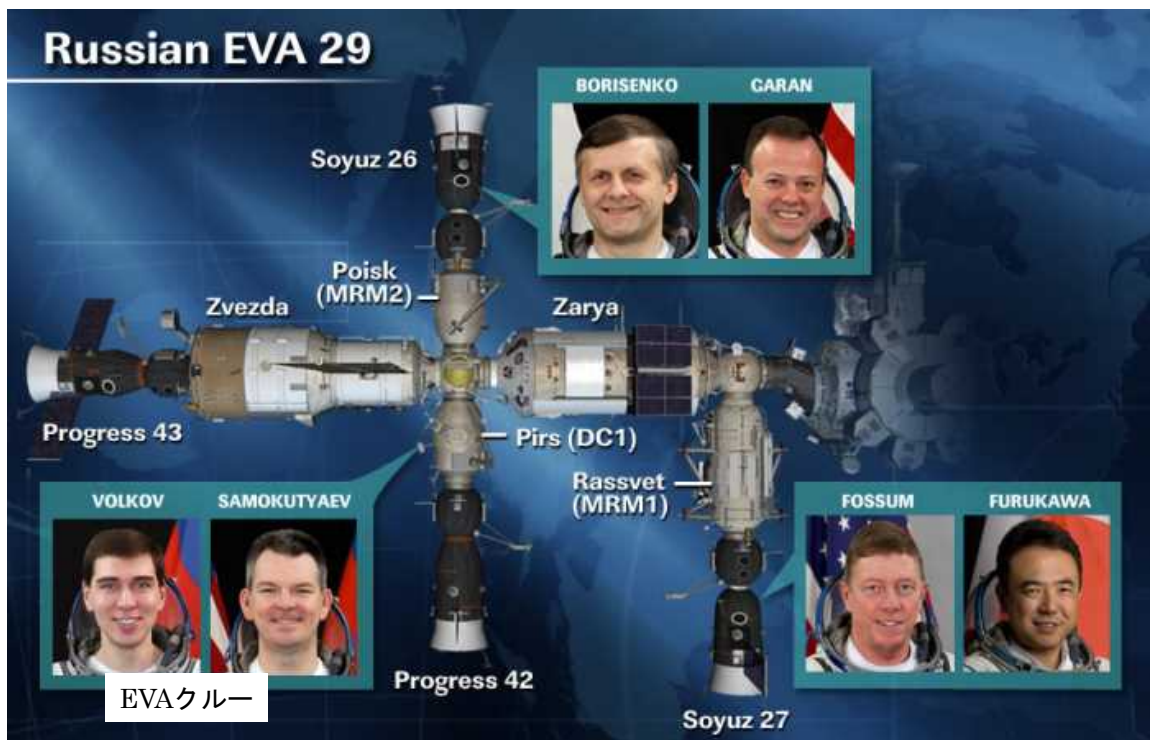


図4.3-3 ロシアEVA-29実施時の各クルーの作業場所 (NASA)

### 【参考】米国の宇宙服での水漏れ対策

2013年7月16日に行われた米国のEVAで、ヘルメット内で水漏れが起きて作業を中止せざるを得なくなるトラブルが起きました。原因は、設計上の問題ではなく、冷却水配管の詰まりだと考えられています。ソユーズTMA-10Mで運んだ交換部品を使って確認した結果、水漏れが止まったため、今後地上で交換品を調べて原因を確認する予定です。非常時には、残りの正常な2着の宇宙服を使ってEVAを行うことは可能です。

なお、水漏れ対策として、ヘルメット内で水を吸収して顔の周りに水が周らないようにする吸収パッドが準備されており、これを使えば、水が顔にまとわりつくリスクを減らすことができます。

#### 4.4 ISSに到着する補給船の運用

若田宇宙飛行士の滞在期間中には、オービタルスペース社のシグナス補給船と、スペース X 社のドラゴン補給船が ISS を訪問する予定です。ちょうど本格的な商業補給フライトが開始される時期に当たります。

ISSの10m下に停止した機体を長さ17.6mのISSのロボットアーム(SSRMS)を使って把持し、その後、ロボットアームを操作して、ノード2「ハーモニー」の下側の共通結合機構に結合させる作業を行います。日本の補給船「こうのとり」(HTV)が実証したISSとの結合方法を、これら米国の民間企業も採用しています。特にシグナス補給船に関しては、JAXAがこうのとり用に開発した近傍通信システム(PROX)をそのまま利用しているため、シグナスがISSに接近するフェーズではJAXAの運用チームがNASAの運用をサポートします。

ロボットアーム操作に関しては、経験豊富な若田宇宙飛行士が担当として参加すると想定されます。シグナス補給船もドラゴン補給船もクルー操作は似たようなものになります。ドラゴン補給船に関しては機体後部のトランク部に船外ペイロードを搭載するためロボットアームによる貨物の取り出し作業が加わります(基本的には地上からの運用作業ですが、必要に応じてクルーがサポートします)。

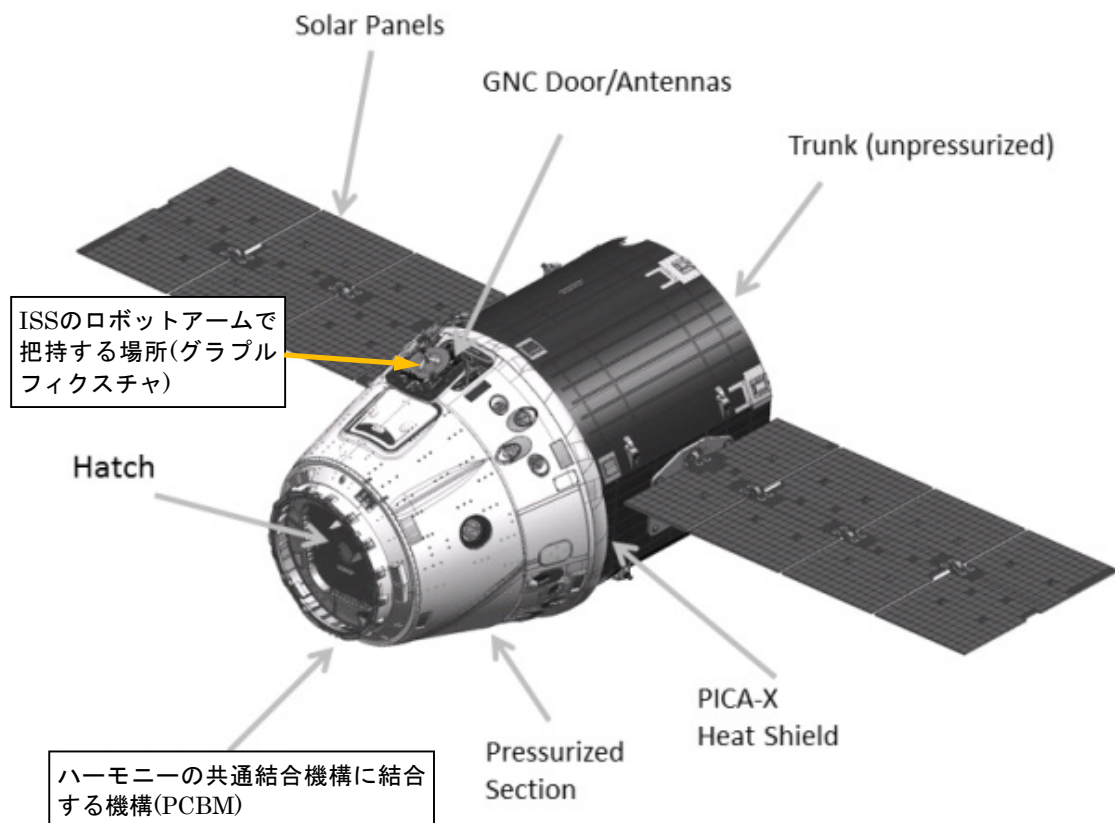


図4.4-1 Space X社のドラゴン補給船 (Space X社)



図4.4-2 ロボットアームで把持されたSpace X社のドラゴン補給船(C2+)(NASA)

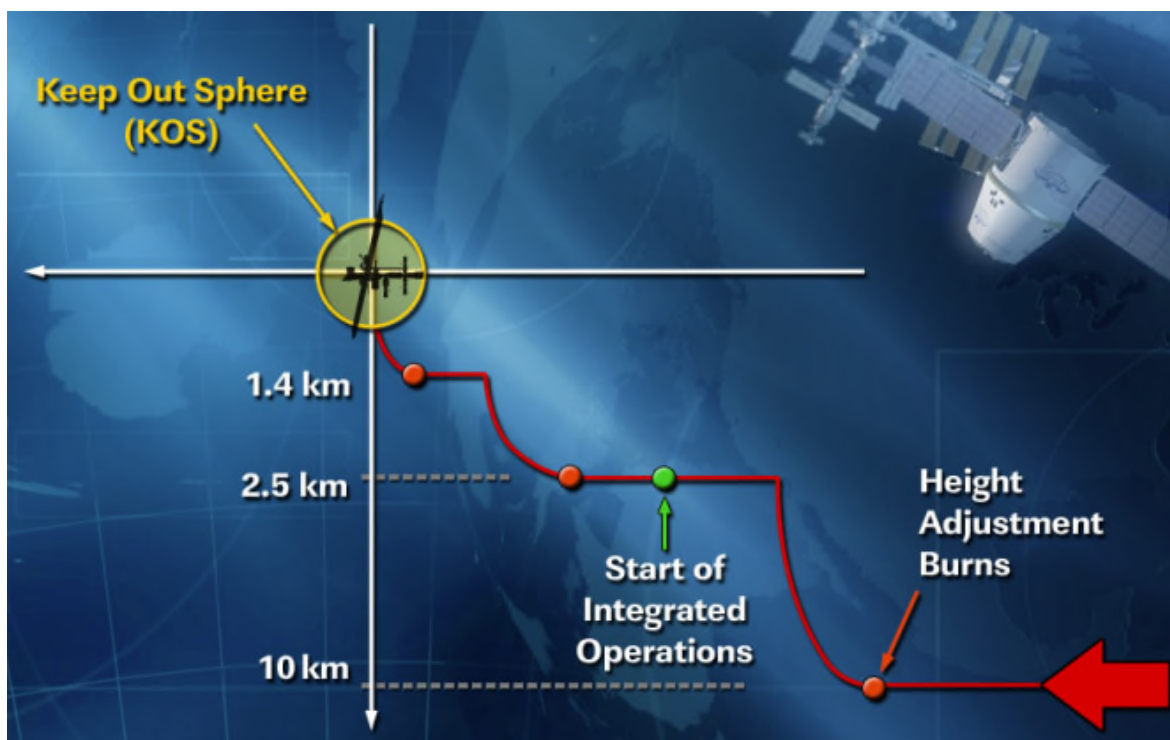


図4.4-3 ドラゴン補給船がISSに接近する方法 (Space X社)

2.5km、1.2km、250mへの接近時等でGo/No Goの判断が何段階も行われます。ISSから200mの範囲内となるKOSへの進入は異常がない事を慎重に判断した後に行われ、30m、10mでそれぞれ停止することになっています。



図4.4-4 ドラゴン補給船の把持訓練を行う星出宇宙飛行士(2012年1月)(JAXA)

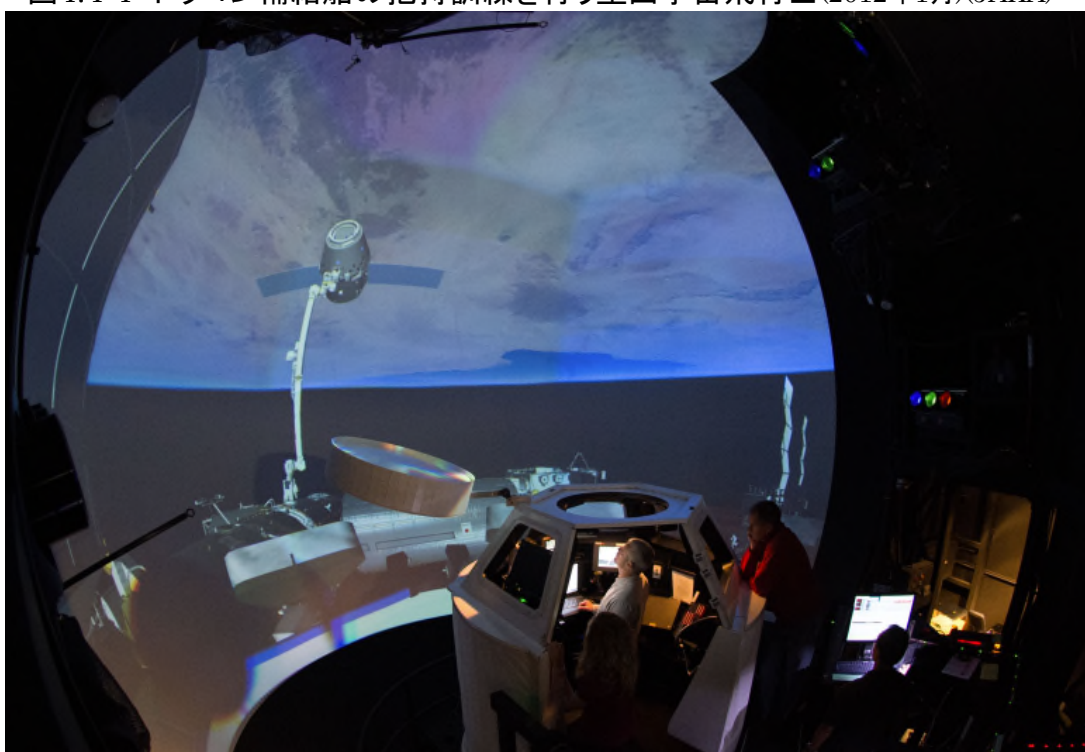


図4.4-5 ドラゴン補給船の把持訓練に使われるNASAの訓練設備



図4.4-6 HTV「こうのとり」到着時の共通結合機構の位置調整作業  
(右は、ハーモニーの窓に位置決め用に設置するCBCS (Centerline Berthing Camera System)から撮影した映像。ドラゴンとシグナスも同様の作業を行います。)



図4.4-7 共通結合機構(CBM)の2枚のハッチ(ISS側のハッチを開けた状態)



図4.4-8 ロボットアームで把持されたシグナス補給船実証機 (NASA/OSC社)



## 5. 第38次／第39次長期滞在中の主なイベント

### 5.1 長期滞在中の主なイベント

若田宇宙飛行士のISS長期滞在中の主なイベントを表5.1-1に示します。

表5.1-1 若田宇宙飛行士長期滞在中の主なイベント(1/2) (2013/12/5 現在)

時期	イベント		備考
	ソユーズ関連	その他	
2013年 11月	<ul style="list-style-type: none"> <li>●ソユーズTMA-09M/35Sの移動(11/1)</li> <li style="border: 2px solid red; padding: 2px;">▲ソユーズTMA-11M/37S 打上げ/ドッキング(11/7)</li> <li>▼ソユーズTMA-09M/35S帰還(11/11)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ロシアEVA-36(11/9) オリムピクトーチを船外に</li> <li>11月19-20日、CubeSat 4機を放出。</li> <li>▲プログレス 53P 打上げ(11/25)</li> <li>●プログレス 53Pドッキング(11/29)</li> </ul>	<p>(11/1) 37Sの到着に備えて35Sのドッキングポートを移動 (11/2)ISS有人化から12周年</p> <p>(11/7)37Sで若田宇宙飛行士がISSに到着。 →軌道上のISSクルーは9名となります。約4日間の短期間ですが、9名もの大人数となるのはシャトル退役後、初めてです。 (11/11)35Sの帰還。 →軌道上のISSクルーは6名となります (11/13)ISS(ザーリャ)の打上げから15周年。</p>
12月		<ul style="list-style-type: none"> <li>▲シグナス運用1号機(Orb-1)打上げ(12/18)</li> <li>●Orb-1 ISSに結合(12/20)</li> <li>■ロシアEVA-37(12/27-28)</li> </ul>	(12/4)4Kカメラ生中継
2014年 1月		<ul style="list-style-type: none"> <li>▼Orb-1分離</li> </ul>	

※表の日付は世界標準時です。スケジュールはISSの運用状況などによって頻繁に変更されるため、目安程度と考えてください。

表5.1-1 若田宇宙飛行士長期滞在中の主なイベント(2/2)

時期	イベント		備考
	ソユーズ関連	その他	
2014年 2月		▼プログレス52P分離(2/4) ▲プログレス54P打上げ・ドッキング(2/6)  ▲ドラゴン宇宙船運用3号機(SpX-3)打上げ(2/22)	(2/7-2/23までソチオリンピック開催)
3月	▼ソユーズTMA-10M/36S帰還(3/12)  ▲ソユーズTMA-12M/38S打上げドッキング(3/26)		(3/11)指揮権の移譲を実施 (3/12) 36Sの帰還。→軌道上のISSクルーは3名となります <b>若田宇宙飛行士がISSコマンドー</b> となり、第39次長期滞在ミッション開始。  (3/26)38Sで第39次／第40次長期滞在クルーがISSに到着。 →軌道上のISSクルーは6名となります
4月		▲MLMの打上げ(4/25以降)(TBD)	5月にロシアの新しいモジュールMLMがISSに到着する予定でしたが、大幅延期となりました。
5月	▼ソユーズTMA-11M/37S帰還(5/14)  ▲ソユーズTMA-13M/39S打上げドッキング(5/28)	●MLMドッキング(5/4以降)(TBD)	(5/14) 37Sで若田宇宙飛行士が帰還。第40次長期滞在ミッション開始。→軌道上のISSクルーは3名となります  (5/28)39Sで第40次／第41次長期滞在クルーがISSに到着。 →軌道上のISSクルーは6名となります

※表の日付は世界標準時です。スケジュールはISSの運用状況などによって頻繁に変更されるため、目安程度とと考えてください。

## 5.2 (参考)MLM「ナウカ」について

MLM(Multipurpose Laboratory Module)(愛称「ナウカ」:科学という意味)は、プロトンMロケットで打ち上げられ、「ズヴェズダ」モジュールの下側にドッキングする予定です。この場所には現在、DC-1「ピアース」がドッキングしており、ロシアの船外活動時のエアロックとして使われていますが、MLM到着前に、プログレス補給船が離脱する際にそのまま結合した状態で分離され、廃棄される予定です。

MLMの打上げは当初の計画よりも大幅に遅れており、最近も2013年12月の打上げ予定が2014年4月に延期されたため、状況次第ではさらに遅れる可能性もあります。(→2013年10月中旬に、試験中の機体で問題が見つかったため、打ち上げは1年半遅れる可能性があるとの情報が出ています。)

このMLMは、ISSで最初に打ち上げられたFGB「ザーリヤ」の予備機をベースに開発したもので、外形はザーリヤと似ていますが、全面的に改造されています。重量は約20トンです。外部には科学実験用の小型エアロック(このエアロックはMRM-1と一緒に打ち上げられ既に軌道にあります)が設置され、ヨーロッパが開発したERA(European Robotic Arm)という移動式のロボットアームも使えるようになります。内部には個室やトイレも設置されているようで、ロシアの新しい実験室となります。ISSとドッキングした後はこの下に球形のノードモジュールがさらに結合され、別の実験モジュールを拡張していく計画です。

MLMが到着すると、エアロックやラジエータ移設のためのロボットアーム操作、ロシアの船外活動、内部の組み立て作業など多くの作業を行う必要があります。

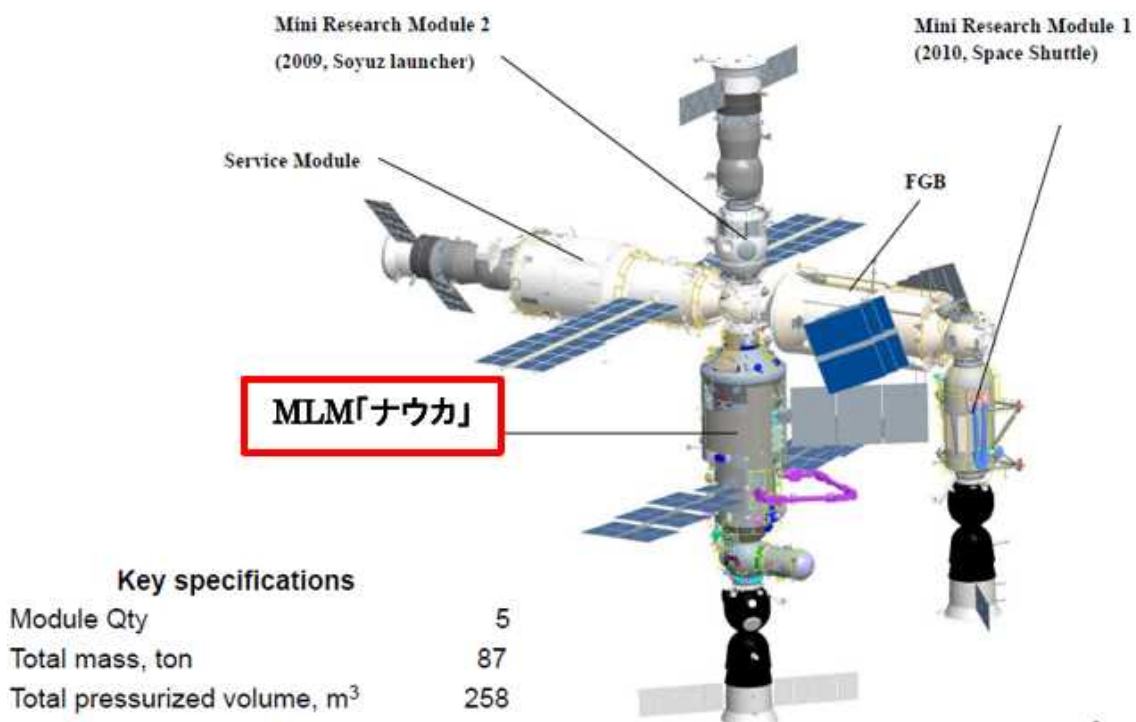


図5.2-1 ISSのロシアセグメントにMLMが結合したイメージ図 (Roscosmos)

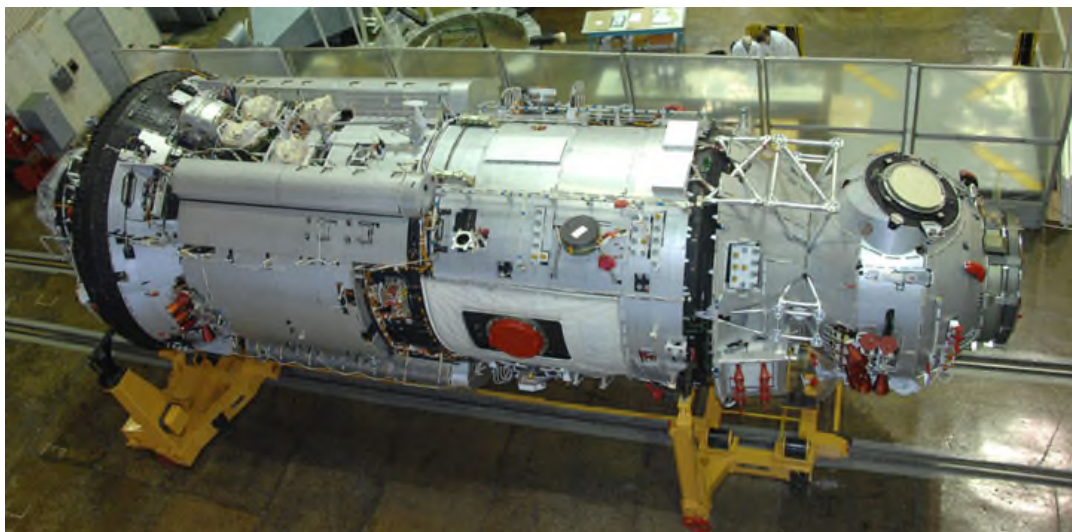


図5.2-2 2012年12月に撮影されたMLM (RSCエネルギー)

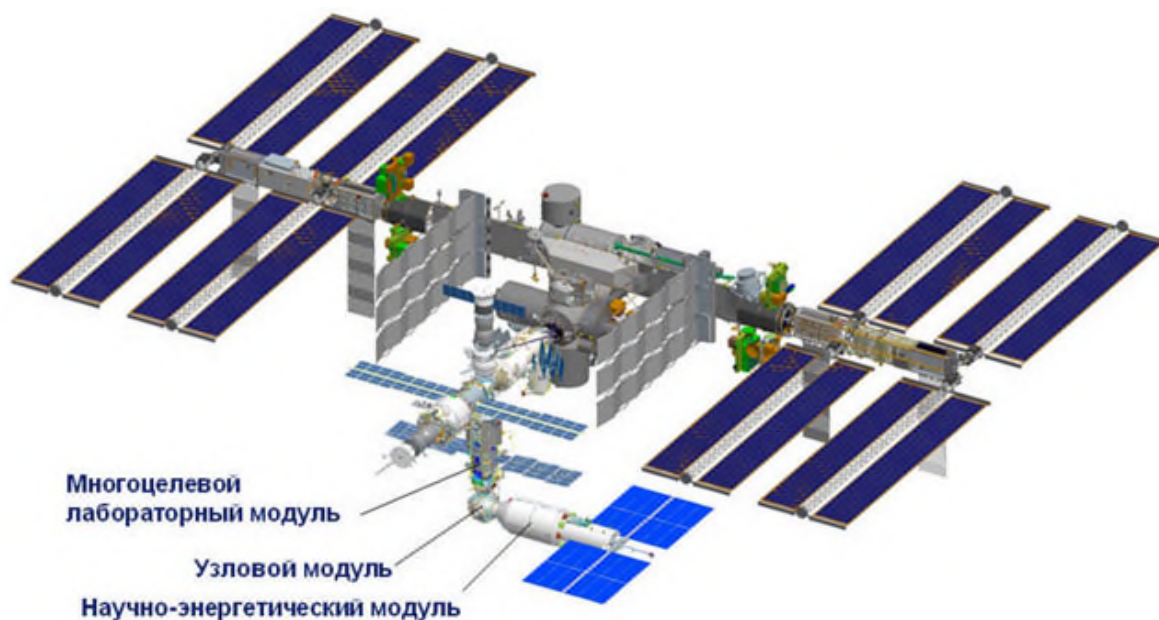


図5.2-3 MLMの下にノードモジュール(UM)と科学電力モジュール(NEM)が結合したイメージ図 (Roscosmos)

## 付録1 国際宇宙ステーション概要

### 1. 概要

人類にとって国境のない場所のひとつ—それが、国際宇宙ステーション (International Space Station: ISS) です。米国、日本、カナダ、ヨーロッパ各国、ロシアが協力して計画を進め、利用していきます。

ひとつのものを作り上げるために、これほど多くの国々が最新の技術を結集するというプロジェクトは、これまでになかったことであり、ISSは、世界の宇宙開発を大きく前進させるための重要な施設であると同時に、国際協力と平和のシンボルにもなっています。

1982年の概念設計から始まり、各国が協力して様々な課題を乗り越え、1998年にISS最初の構成要素「ザーリャ」(基本機能モジュール)が打ち上げられました。2003年のスペースシャトル・コロンビア号事故によりISS組立ては一時中断されましたが、2006年から組立再開し、2011年5月のシャトルフライト(STS-134)で完成しました(注:ロシアは今後も新たなモジュールを結合していく予定です)。

ISSは地上から約400kmの上空に建設された巨大な有人施設です。1周約90分というスピードで地球の周りを回りながら、地球や天体の観測、そして実験・研究などを行っています。

ISSの主な目的は、宇宙だけの特殊な環境を利用した様々な実験や研究を長期間行える場所を確保し、そこで得られた成果を活かして科学・技術をより一層進歩させること、そして、地上の生活や産業に役立てていくことにあります。2012年初めまでにISSで得られた成果については、参加各国でまとめた以下の情報を参照下さい。

人類への恩恵 <http://iss.jaxa.jp/iss/about/benefits/>

ISSの全体構成を図1-1、仕様を表1-1に示します。

※ISS計画の経緯など詳細情報は、「きぼう」ハンドブック第1章(こちらに掲載 <http://iss.jaxa.jp/kibo/library/fact/>)、またはJAXA公開ホームページ「国際宇宙ステーション」(<http://iss.jaxa.jp/iss/index.html>)をご覧ください。

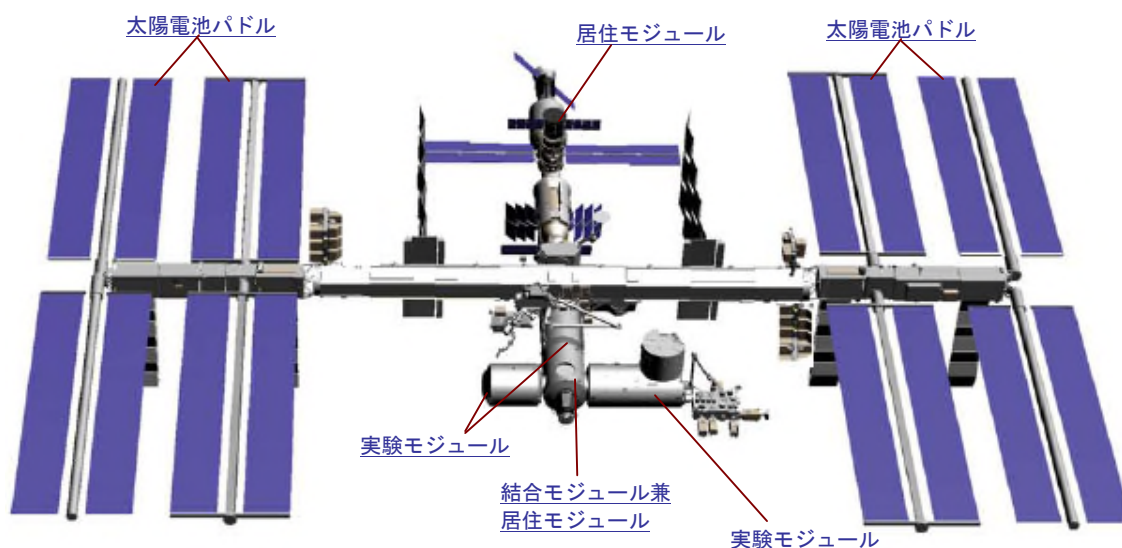


図1-1 ISS全体構成

表1-1 ISSの仕様

項目	諸元等
全長	約108.5m×約72.8m(サッカーのフィールドと同じくらい)
重量	約390トン(2011年秋時点)
電力	110kw(最大発生電力)
全与圧部容積	935m <sup>3</sup>
与圧モジュール数	14棟 [内訳]米国 6(デスティニー、ノード1, 2, 3、クエスト、PMM)/日本 2(きぼう)/欧州 1(欧州実験棟)/ロシア 5(ズヴェズダ(ロシアのサービスモジュール)、ザーリャ、MRM-1,2、多目的実験モジュール(MLM)(MLMは、2014年にDC-1「ピアース」と入れ替え予定))
曝露搭載物取付場所	・トラスに 6 箇所 ・「きぼう」船外実験プラットフォーム 10 箇所 ・「コロンバス」(欧州実験棟) 4 箇所
常時滞在搭乗員	6名
軌道	円軌道(高度330~415km) 軌道傾斜角51.6°
輸送手段	組立:スペースシャトル(引退)、ソユーズ/プロトンロケット(露) 補給:スペースシャトル(引退)、ソユーズロケット(露)、アリアン5ロケット(欧)、H-IIBロケット(日)、米国の商業ロケット(ファルコン9、アンタレス)

## 2. 各国の果たす役割

ISSは、各国がそれぞれに開発した構成要素で成り立っています。基本的には各構成要素の開発を担当した国が責任を持って運用し、全体のとりまとめを米国が行います。

### (1) 米国【米国航空宇宙局(NASA)】

各国と調整を取りながら、総合的なまとめ役を担当。提供する要素は、実験モジュール、ノード結合モジュール、エアロックのほか、主構造物であるトラス、太陽電池パドルを含む電力供給系等。

### (2) ロシア【ロシア連邦宇宙局(Federal Space Agency: FSA)】

最初に打ち上げられた「ザーリヤ」(基本機能モジュール)、居住スペースである「ズヴェズダ」(サービスモジュール)、搭乗員の緊急帰還機(ソユーズ宇宙船)などを担当。

### (3) カナダ【カナダ宇宙庁(Canadian Space Agency: CSA)】

ISSの組立てや、装置の交換に使用するISSのロボットアーム(SSRMSと子アームのDextre)を提供。(スペースシャトルのロボットアーム(SRMS)もカナダ製)

### (4) ヨーロッパ諸国【欧州宇宙機関(European Space Agency: ESA)】

ESAの中から11ヶ国(フランス、ドイツ、イタリア、スイス、スペイン、オランダ、ベルギー、デンマーク、ノルウェー、スウェーデン、イギリス)が参加し、主に「コロンバス」(欧州実験棟)を提供。また、ISSへの物資補給の手段として、欧州補給機(Automated Transfer Vehicle: ATV)を提供。

### (5) 日本【宇宙航空研究開発機構(JAXA)】

「きぼう」日本実験棟を提供。また、ISSの物資補給の手段として、宇宙ステーション補給機「こうのとり」(H-II Transfer Vehicle: HTV)を提供。

ISS構成要素を図2-1に示します。

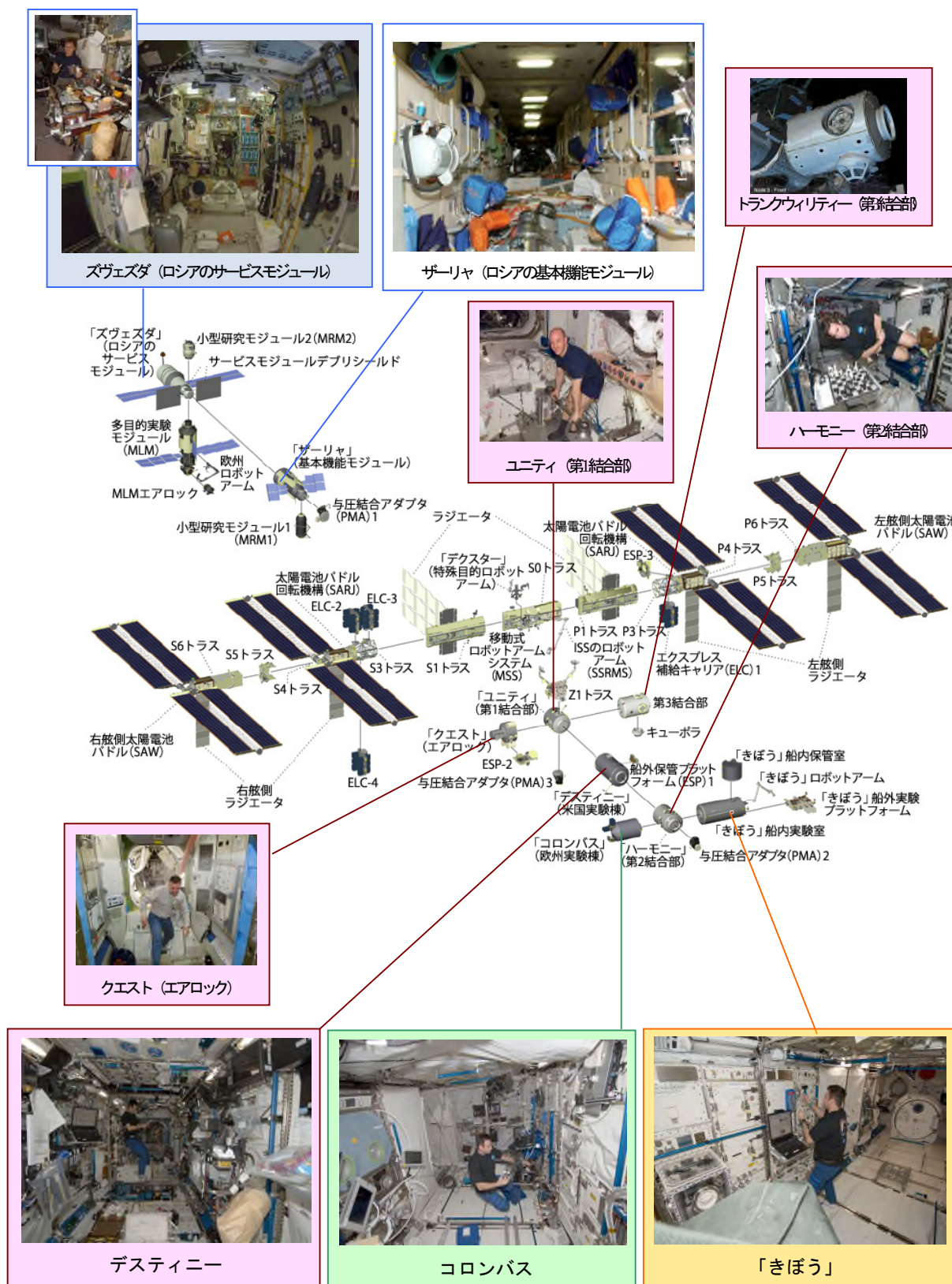


図2-1 ISS構成要素

青:ロシアのモジュール、赤:米国のモジュール、緑:欧州のモジュール、黄:日本のモジュール



### 3. ISSでの衣食住

#### 3.1 ISSでの生活

ISSの生活について、作業スケジュール、睡眠、トイレ、娯楽などを紹介します。

##### (1)ISSでの作業スケジュール

ISSでの1週間の活動スケジュールを、表3.1-1に示します。

ISSで使用する時刻は、グリニッジ標準時(GMT)を用います。通常の起床時刻は、06時GMT(日本時間15時)、就寝は21時30分GMT(日本時間06時30分)頃です。

仕事を終えるのは、通常は17時30分または18時30分GMT(日本時間02時30分または03時30分)で、夕食は20時GMT(日本時間05時)頃となります。

表3.1-1 ISSでの1週間の活動スケジュール(例)

日	月～金	土
休み	図3.1-1参照	午前: ボランティア サイエンス※ 午後:休み

※ ボランティアサイエンスは、軌道上の科学実験や教育などを補完する活動で、その実施はすべてクルーの自由意志(ボランティア)です。土曜の午後は休みですが、清掃作業とエクササイズ(エクササイズは日曜も含めて毎日実施)を行います。

※ 祝日は、各国の祝日の中から各クルー毎に決定(自国の祝日に限らない、半年間に4日)

睡眠
朝食(60分)
洗顔等(30分)
地上との作業確認(120分)
作業(午後と併せて合計6時間半)
昼食(60分)
作業
体力維持エクササイズ(150分)
夕食(60分)
自由時間(60分)
睡眠(8時間半)

※実際には、地上との作業確認は、朝夕に各15分程度行われています。また体力維持(エクササイズ)は、クルーによって実施時間帯が異なります。

図3.1-1 ISSでの平日の活動スケジュール(例)

## (2)睡眠場所・個室

2012年現在、ISSには6つの個室が設置されています。個室には、睡眠、着替え、ラップトップコンピュータ、音声通信装置、警告・警報装置、空調設備、照明などが装備されており、個人の荷物もここに保管します。

ズヴェズダの後部両側には、ロシア製のクルーの個室(ロシアの個室のみ窓を装備)が2つあり、「ハーモニー」(第2結合部)には米国製の個室4つがあります。一時、「きぼう」船内実験室内にも、米国製の個室1つが設置されて野口宇宙飛行士が使っていましたが、2010年秋にハーモニーに移設されました。

なお、個室を使わなくても、クルーは寝袋を使用して好きなところで寝る事もできます。



図3.1-2 ズヴェズダ内の個室（ロシア人が使用）



図3.1-3 米国製の個室(ハーモニー内)(左)



図3.1-4 寝袋を使用して眠る若田宇宙飛行士(きぼう内)(右)

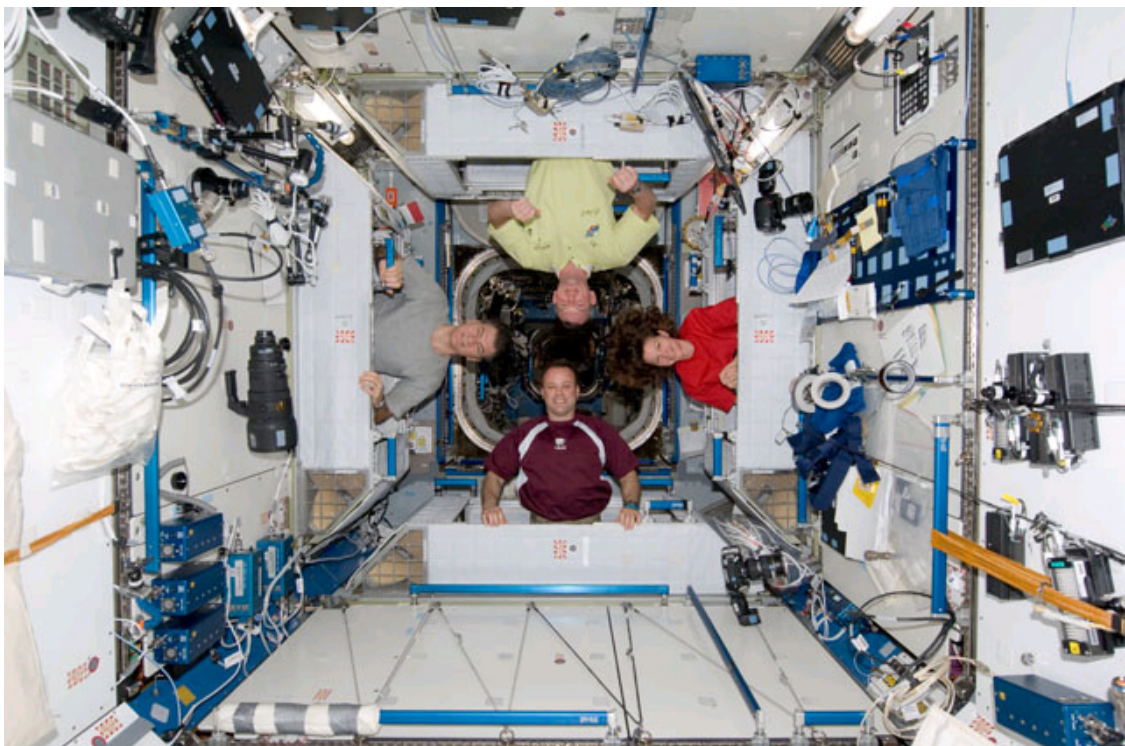


図3.1-5 ハーモニーに設置された4つの個室

### (3) ISSのトイレ

ISS内にはロシア製のトイレと米国のトイレの2つがあります。ズヴェズダ内に設置されているロシア製のトイレは、組み立て初期からずっと使われていたものです。ISSの2台目のトイレである米国製のトイレ(Waste and Hygiene Compartment: WHC)は、STS-126(ULF2)で運ばれました。全体のシステムは米国製ですが、トイレ本体はロシアから購入しており、1台目のISSトイレと基本構造は同一です。WHCの特徴は、ここで収集された尿を米国の水再生処理システム(WRS)へ送って飲料水として再生できるようにしたことです。

最初はデスティニー内に仮設置されていましたが、STS-130ミッションで「トランクウィリティー」(ノード3)が到着した後は、WHCとWRSはトランクウィリティーに移設されました。水再生システムについては、付録1 4.1項を参照下さい。

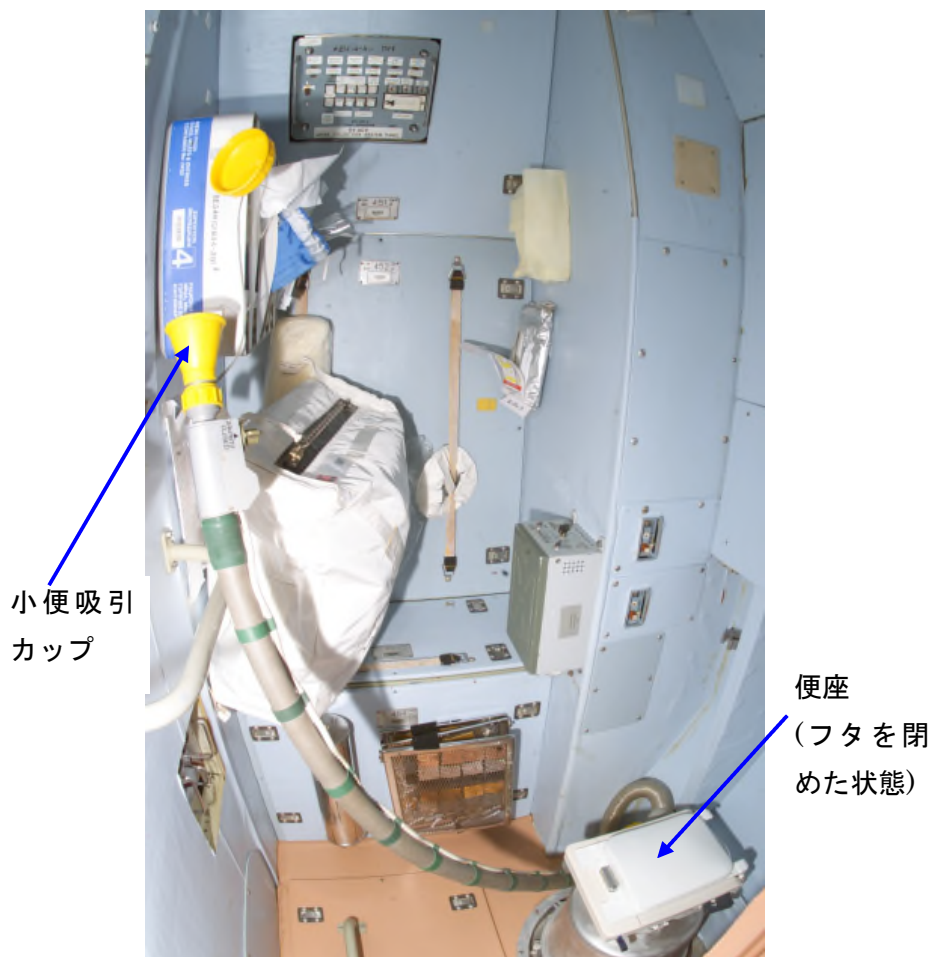


図3.1-6 ズヴェズダ後方に設置されているロシアのトイレ



※左の写真はWHC内部の状態。軌道上では、右の写真のようにプライバシーカーテンを閉めて使用します。

図3.1-7 米国のトイレ(WHC)

ISSでトイレを使用する時に、パネルの「尿タンクが一杯」という赤いライトが点灯した場合は、使用した人がその尿タンクの交換作業をすることになります。

#### (4) その他の衛生関係の情報

ISS内には、タオル(Wet/Dry)、石鹸、ドライシャンプー、電気シェーバー、歯ブラシ、歯磨き粉、ウェットワイプ等の衛生用品が準備されており、シャワーがないことを除けば一通りの装備が揃っています。

##### コラム付録1-1

シャワーは、入浴後の水滴の片づけに非常に時間がかかるため、実用的ではないとしてISSでは用意されていません。

アメリカはスカイラブでシャワー設備を試していますが、ロシアもミールには装備していましたが、ミールでは、クルーが後片づけを嫌がって使わなくなり、結局、物置と化していました。入浴時間に費やす時間以上に、水滴の吸い取りや拭き取りにその何倍もの時間を取られてしまうことを考えれば、濡れタオルの方が好まれるのも分かると思います。

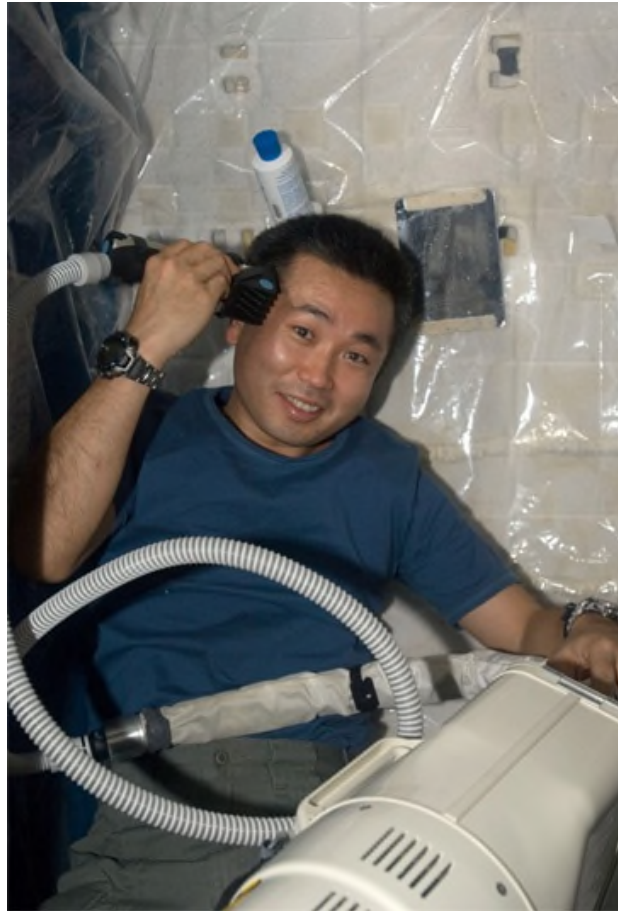


図3.1-8 個室で散髪する若田宇宙飛行士はさみやバリカン、そして吸引用の掃除機を使用します。



図3.1-9 宇宙での洗髪 (STS-121)  
ドライシャンプーした後は、タオルで拭き取ります。

(5)ISS内での生活 ～(快適に暮らすため)

ISS内は閉鎖環境であり、文化や国籍も違う宇宙飛行士が約6ヶ月間も生活するため、ストレスを貯めないように注意が払われています。

DVDで映画を楽しんだり、音楽を聴いたり、IP電話や電子メールなども使用できる他、プログレス補給船で雑誌や友人達からの手紙や小包なども運ばれます。その他、これまでにISSに滞在したクルーたちが残して行った品物も使えます。

なお、野口宇宙飛行士が滞在していた2010年1月からはインターネットも利用できるようになったため、各クルーの軌道上からのTwitterでのつぶやきも定着しました。



図3.1-10 キーボード、ギター演奏



図3.1-11 地上とチェス対戦



図3.3.1-12 新鮮な果物と野菜でリフレッシュ



図3.1-13 地上とのTV会議

※日曜日には家族との会話もこのような感じで行えます。



図3.1-14 野菜の栽培（ズヴェズダ内）



図3.1-15 クリスマスの飾り付け（ズヴェズダ内）

なお、ISS内での祭日は、国際的な取り決めで決められています。これまでは米国とロシアの代表的な祭日だけでしたが、日本やヨーロッパの宇宙飛行士が長期滞在を行うようになったため、日本の重要な祭日も休みに組み込まれるようになりました。





図3.1-16 ISSのキューポラから撮影されたイタリアの夜景（2010年10月撮影）  
<http://spaceflight.nasa.gov/gallery/images/station/crew-25/inflight/ndxpage8.html>  
（地球の縁に見える緑色の光は大気光で、高感度カメラでないと写らない弱い光です）

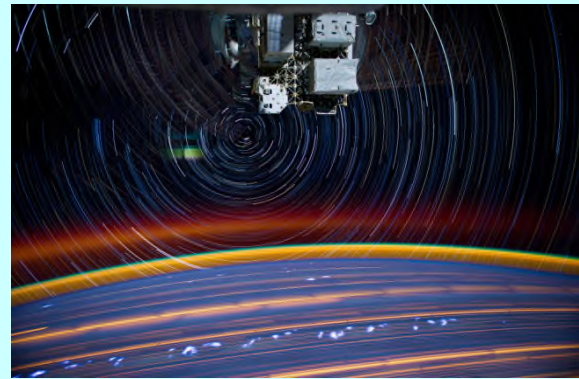
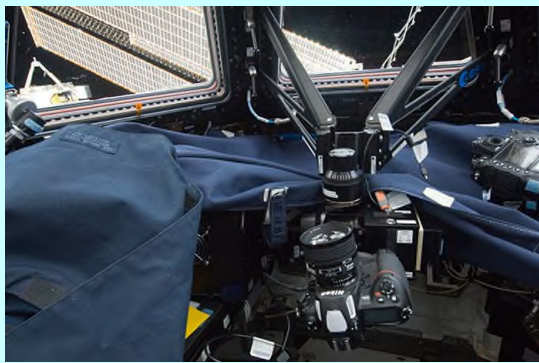


図3.1-17 ISSのキューポラから撮影された大気光と天の川(2012年3月撮影)  
[http://www.flickr.com/photos/astro\\_andre/6799748616/in/photostream](http://www.flickr.com/photos/astro_andre/6799748616/in/photostream)

コラム付録1-2

ISSから撮影した夜景が綺麗になった理由

ここ数年、急激にISSから撮影した夜景の写真が綺麗になりました。JAXAとNHKが開発した新型のTVカメラの映像はもちろん綺麗ですが、大半の画像はNikonのデジタルカメラで撮影しています。ISO感度を高く設定できる機種に更新したという理由もありますが、ESAが開発したNightPodというカメラの固定装置のおかげです。この装置は2012年2月24日にキューポラに設置されました。それまでは宇宙飛行士が熟練操作で流し撮りをしていたため、慣れないとブレのない良い写真は撮れませんでした。ISSの移動方向の動きをモーターで(4軸駆動が可能)追尾して打ち消すことができるため夜景をブレなく撮影できるようになりました。自動撮影も可能なためクルーが寝ている間にタイムラプス画像を撮ることもできます。



NightPod (左)と、星と地上の光を光跡にしたタイムラプス写真(右)



NightPodを使って撮影したベルギーの都市の夜景

## 3.2 ISSでの食事

### (1) 食事場所・調理設備

ISS内では、ロシアのズヴェズダの後部エリアが、調理や食事を行うための場所として初期段階には使われていました。STS-126(ULF2)で米国のギャレーとなるEXPRESS-6ラック(飲料水供給装置、冷蔵庫、オーブンを装備)が到着したことにより、米露の設備2セットが使用できるようになっています。ロシア側の設備としては、テーブル、飲料水供給装置、オーブン、食料保管庫があります。米国側の設備としては、飲料水供給装置(PWD)、オーブン、冷蔵庫(MERLIN)があります。

※ 米国のギャレーは、デスティニー中央部の天井ラックに収納されていますが、食事はテーブルがあるユニティ(またはズヴェズダ)で行われています。

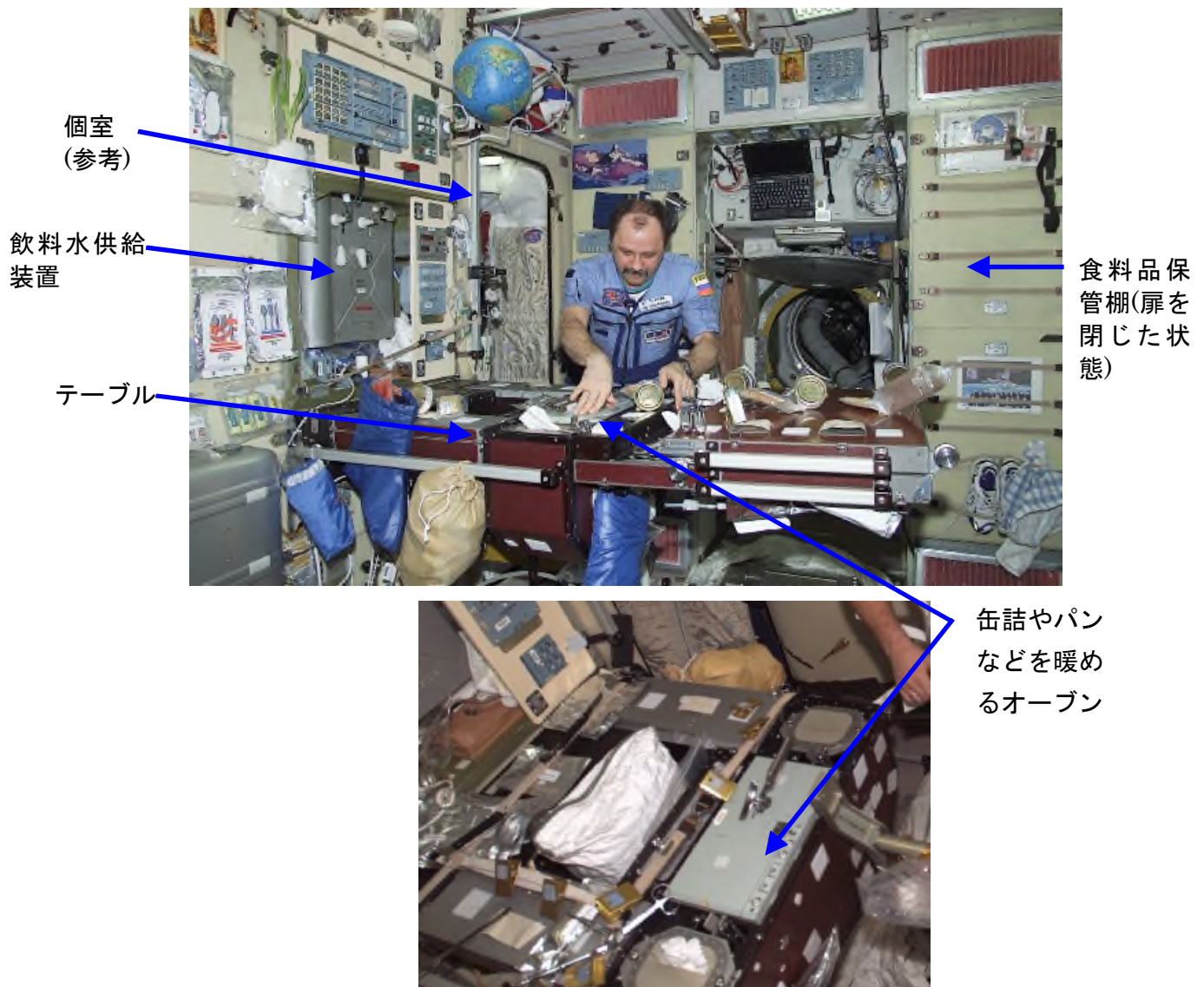


図3.2-1 ズヴェズダ内の食事用テーブル・調理設備



図3.2-2 ズヴェズダ内で食事している様子



図3.2-3 ユニティ内に設置された2台目のテーブル

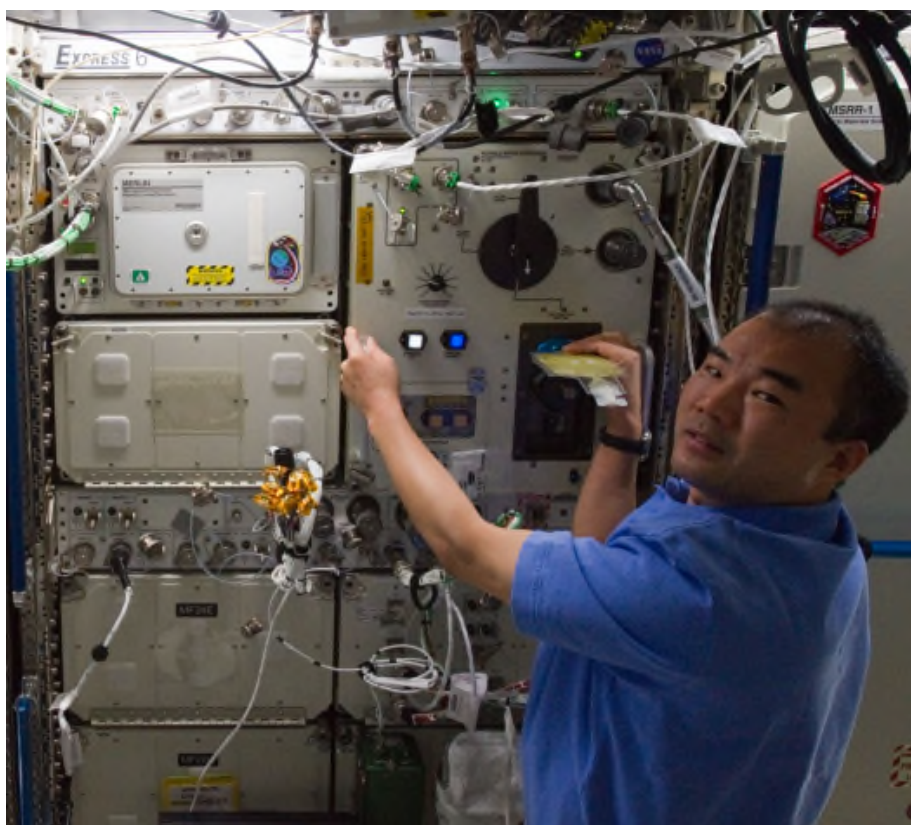


図3.2-4 飲料水供給装置を使う野口宇宙飛行士  
(上はロシアの機器、下は米国の機器)

## (2) 宇宙食のメニュー設定

まだ米露以外の宇宙食が存在しなかった頃の初期のISSの食事メニューは10日間のローテーションで組まれており、5日間分はロシアの宇宙食メニュー、5日間分はアメリカの宇宙食メニューから選ばれていました。その当時は、個人毎にメニューを事前に決めて補給をしていたため、直前にクルーの交代が生じると困った事が起きていました。

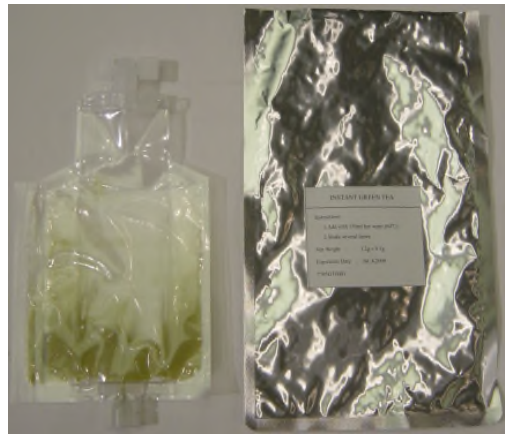
その後、システムが変わり、今では16日間のローテーションメニューになりました。基本は、ロシアとアメリカの宇宙食が半々ですが、アメリカの宇宙食では16日毎に繰り返される標準メニューを止め、バラエティを増やしています。また月に1度はボーナス宇宙食が入った箱を利用する事が出来ます(ボーナス宇宙食は、冷蔵が不要で、NASAの微生物検査をパスしたものなら市販品の食品でも好きなものを含める事が出来ます)。

2008年からは日本宇宙食もメニューに加えられるようになった他、ヨーロッパの宇宙食も開発されており、国際色豊かな食事を食べられるようになりました。

次頁に宇宙日本食の例を示します。



白飯



緑茶



イワシのトマト煮



ポークカレー



しょうゆラーメン



マヨネーズ



羊羹

図3.2-5 宇宙日本食の例

※詳細は下記ホームページでご覧になれます。

<http://iss.jaxa.jp/spacefood/about/>

### 3.3 ISSでの健康維持

ISS滞在クルーは、筋力の低下や骨量の減少の影響を軽減させるために、毎日2.5時間のエクササイズを行います。このうち、約半分の時間は機器のセットアップとエクササイズ後の体ふきや着替えに使用します。

以下にISSで使われているエクササイズ機器を紹介します。これらを交代で組み合わせながら使用します。もし1台が故障しても他の機器でしばらくは代用が出来るようになっています。

#### (1) 制振装置付きトレッドミル(TVIS、BD-2、T2)

TVIS(Treadmill with Vibration Isolation System)「ティービス」は、歩行やランニングを宇宙で行うための運動装置で、運動中の振動が実験装置等に伝わるのを防ぐため、回転式のベルトを持つトレッドミルに制振装置を付加したものです。TVISは米国製で、ズヴェズダ後部の床面(床下に制振部を収納)に設置されていましたが、2013年5月にロシア製の新しいBD-2と交換されました。STS-128(17A)フライトでは2台目のトレッドミル(Combined Operational Load Bearing External Resistance Treadmill: COLBERT または T2と呼ぶ)が運ばれ、ノード3「トランクウィリティー」に設置されています。



図3.3-1 TVISを使ったエクササイズ(※ゴム製のひもで体をトレッドミルに押しつけます)





図3.3-2 ノード3内に設置された「COLBERT(コルベア)」を使っでのエクササイズ

(2) 制振装置付きサイクル・エルゴメーター(CEVIS)

CEVIS(Cycle Ergometer with Vibration Isolation and Stabilization System)「シービス」は、米国製の制振装置付きの自転車こぎ機であり、スピードや運動負荷を変えることができます。この装置は、デスティニーの壁に設置されており、クルーの運動に使われる他に、医学実験にも使われます。

なお、ズヴェズダの床面にも制振装置無しですが、ロシアのサイクル・エルゴメーター—VELO「ベロ」が設置されています。



図3.3-3 CEVISで運動する若田宇宙飛行士(左)



図3.3-4 ロシアのVELO(右)

(3) 筋力トレーニング装置RED(Resistive Exercise Devices)

RED「レッド」は、米国製の脚やお尻、肩、腕、手首などの筋肉を鍛えるための運動装置です。2008年末までは円盤型のゴムバネを使用した初期型のIRED(Interim RED)を「ユニティ」(第1結合部:ノード1)の天井に設置して使用していましたが、STS-126(ULF2)ミッションで改良型のARED(Advanced RED)が運ばれ、IREDと交換されました。

ARED「エイレッド」は、ベンチプレス、スクワット、腹筋、重量挙げなど29種類のエクササイズに使えます。AREDは、IREDで使用していたゴムバネに替えて、真空シリンダを使用しているため、IREDと比較すると4倍の負荷をかける事ができるようになりました。AREDは、「トランクウィリティー」(ノード3)内に設置されています。ARED使用時は頭上にキューポラの窓が見えるため、地球を見ることもできます。

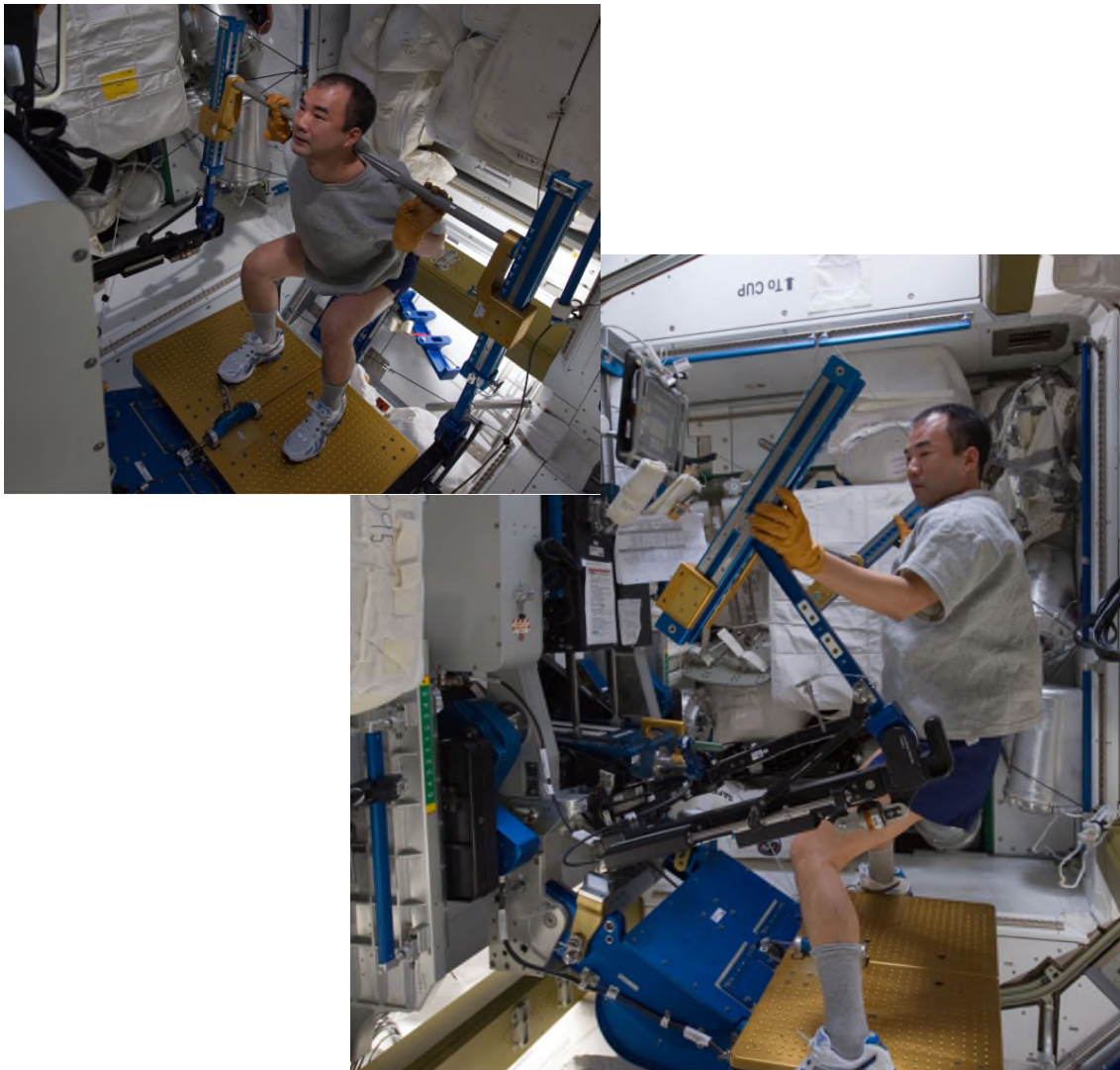


図3.3-5 AREDで運動する野口宇宙飛行士

(4) その他の健康維持装置・運用

ISS内では、空気成分や有害ガス、水質、放射線の測定が行われており、軌道上の状況を定期的に地上でモニタすると共に、帰還する宇宙機でサンプルを回収して、地上で詳しい分析も行われています。

薬や簡単な医療機器も用意されており、自動体外式除細動器 (Automated External Defibrillator: AED) も設置されています。



図3.3-6 水質検査作業

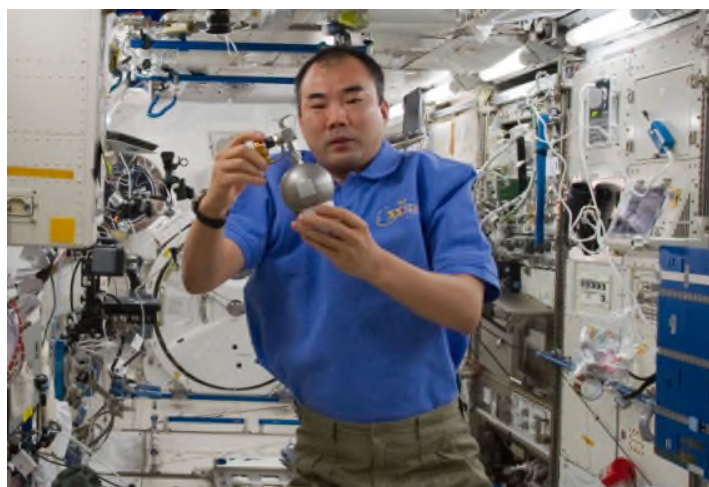


図3.3-7 ISS内での空気サンプルの採取作業(回収して地上で分析)



図3.3-8 デスティニー内のクルー健康管理システムラック(CHeCS2ラック)

### 3.4 ISSでの保全・修理作業

ISSでは、装置が故障した場合、簡単に地上へ回収して修理する事が出来ません。このため、定期的に保守点検を行い、消耗部品の交換やクリーニング、動作点検等を行う事で故障を防止します。

しかし、このような運用を行っていても機器の故障は起きるため、軌道上で可能な限り修理を行います。このため、ISS滞在クルーは一般的な保全・修理作業の訓練を受けています。

ここでは、軌道上での写真から、どのような修理作業を行うのかイメージを紹介します。なお、設置作業の様子も含めています。



図3.4-1 パワーツールを使用した装置の分解



図3.4-2 TVISの修理(床下の機器を取り出した状態:2002年10月)



図3.4-3 米国の二酸化炭素除去装置(CDRA)の修理 (デスティニー内)



図3.4-4 遠隔電力制御モジュール(RPCM)の交換修理 (ユニティ内)

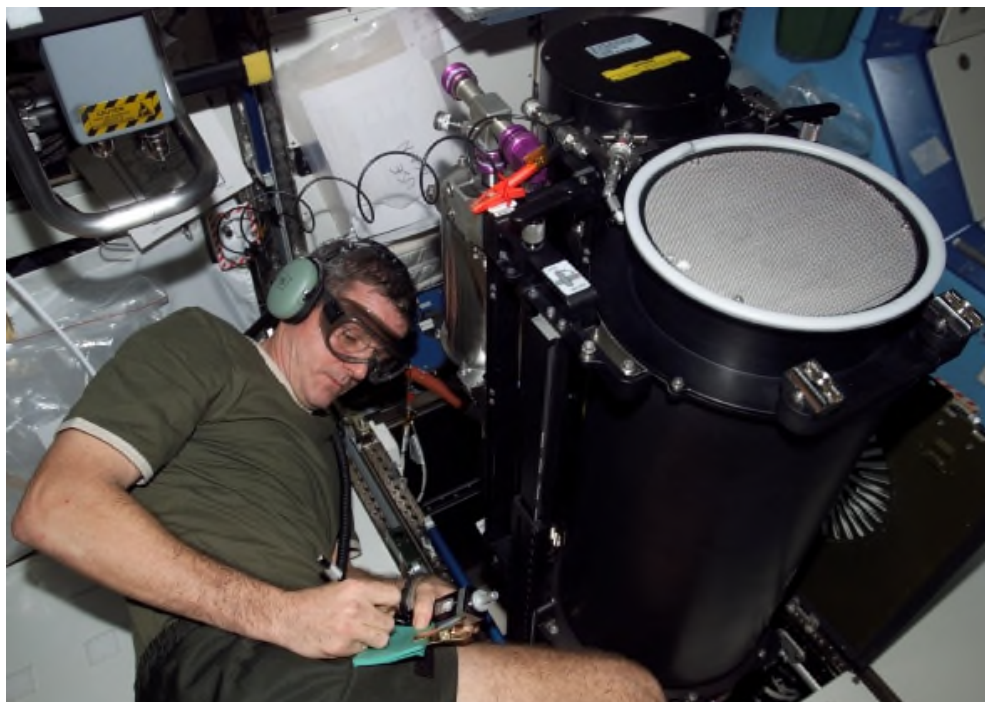


図3.4-5 米国の有害ガス除去装置(TCCS)の修理 (デスティニー内)



図3.4-6 米国のトイレ(WHC)の内部機器の組立作業



図3.4-7 故障した装置(揮発性有機物分析器(VOA))の修理



図3.4-8 デスティニー内での熱制御系の冷却水の補充作業





図3.4-9 米国モジュール間での電力・通信・流体配管の接続作業



図3.4-10 水再生システム(WRS)ラック 尿処理装置のトラブル対応作業



図3.4-11 「きぼう」内のラックの電力・通信・流体配管の接続作業



図3.4-12 ハーモニーの電力・通信配線のトラブルシュート  
(故障箇所の究明)



図3.4-13 「きぼう」内でのラックの搬入・設置作業(上・下)

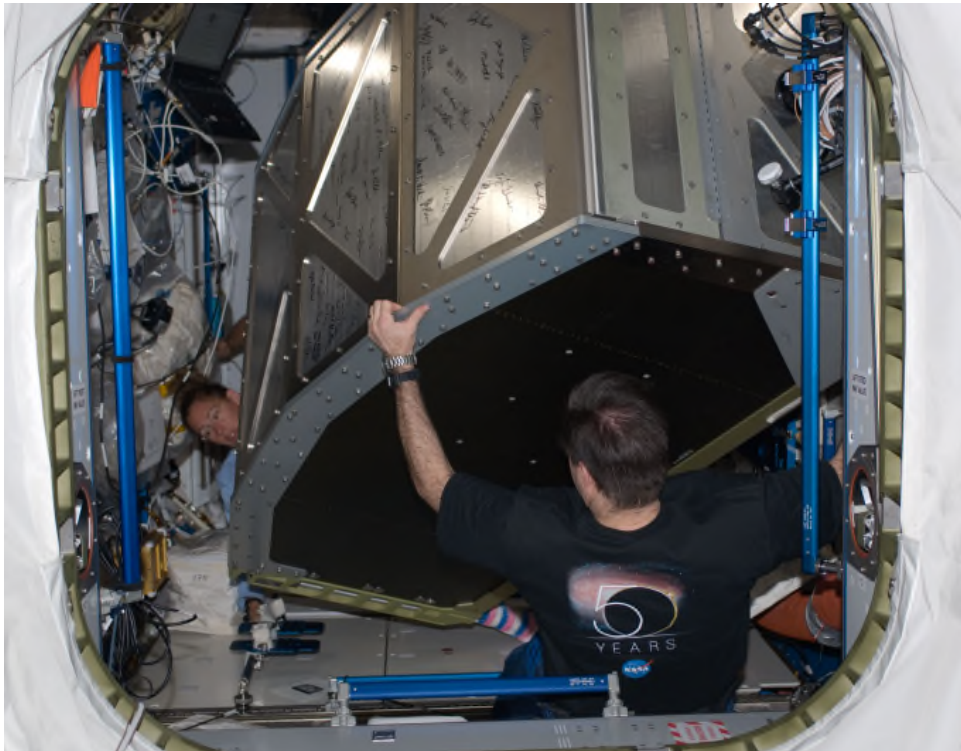


図3.4-14 狭いCBMハッチ部を通すラックの移動作業



図3.4-15 ラック背面からアクセスしての修理・保全作業



図3.4-16 米国の宇宙服の背中の機器のメンテナンス(定期保全)



図3.4-17 船外活動(EVA)による修理作業

## 4. ISSでの水・空気のリサイクル

### 4.1 水の再生処理

#### (1) ISSでの水再生処理の概要

ISSの滞在クルーが3人から6人に増員されるのに備えて、STS-126 (ULF2)ミッションで米国の水再生処理装置であるWRS(Water Recovery System)ラック2台が運ばれ、当初はデスティニー(米国実験棟)に設置されていましたが、その後、トランクウィリティー(ノード3)に移設されました。この水再生処理装置は、尿処理装置UPA(Urine Processor Assembly)と水処理装置WPA(Water Process Assembly)から構成されています。

この米国の水処理装置は、これまでISSで運用されていたロシアの水再生装置では行われていなかった尿の再生処理が可能なのが特徴です。尿は尿処理装置(UPA)へ送られて、ガスや固形物(髪の毛やほこりなど)を除去した後、加熱して蒸留することで水分を回収し、これをエアコンからの凝縮水と一緒に水処理装置(WPA)に送り、残っていた有機物や微生物などが除去されます。

ISSでは、クルー1人あたり1日に約3.5リットルの水を消費します。このうち2リットルは、プログレス補給船やATV、HTV等で補給し、残りの1.5 リットル分をロシアの凝縮水再生処理でまかなくなっていました。WRSが補給分の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)で済むようになります。すなわち、6人がISSに常駐した状態で水の補給量は、年間約2,850リットルですむ事になります。

WRSで処理した水の水質測定は、WRSラックの前面に設置された有機炭素量分析器(TOCA-2)で分析します。また大腸菌などの微生物の検出も軌道上で行います。

WRSで再生された水は、ギャレーの飲料水供給装置(PWD)へ送られ、温水と常温の水として使用できます(飲用、歯磨き、宇宙食の調理などに利用)。

また、米国の酸素生成装置(OGS)へ送られて酸素の生成に使われたり、宇宙服や実験に使われる水として使われたり、WHCでトイレの洗浄水としても使用されます。

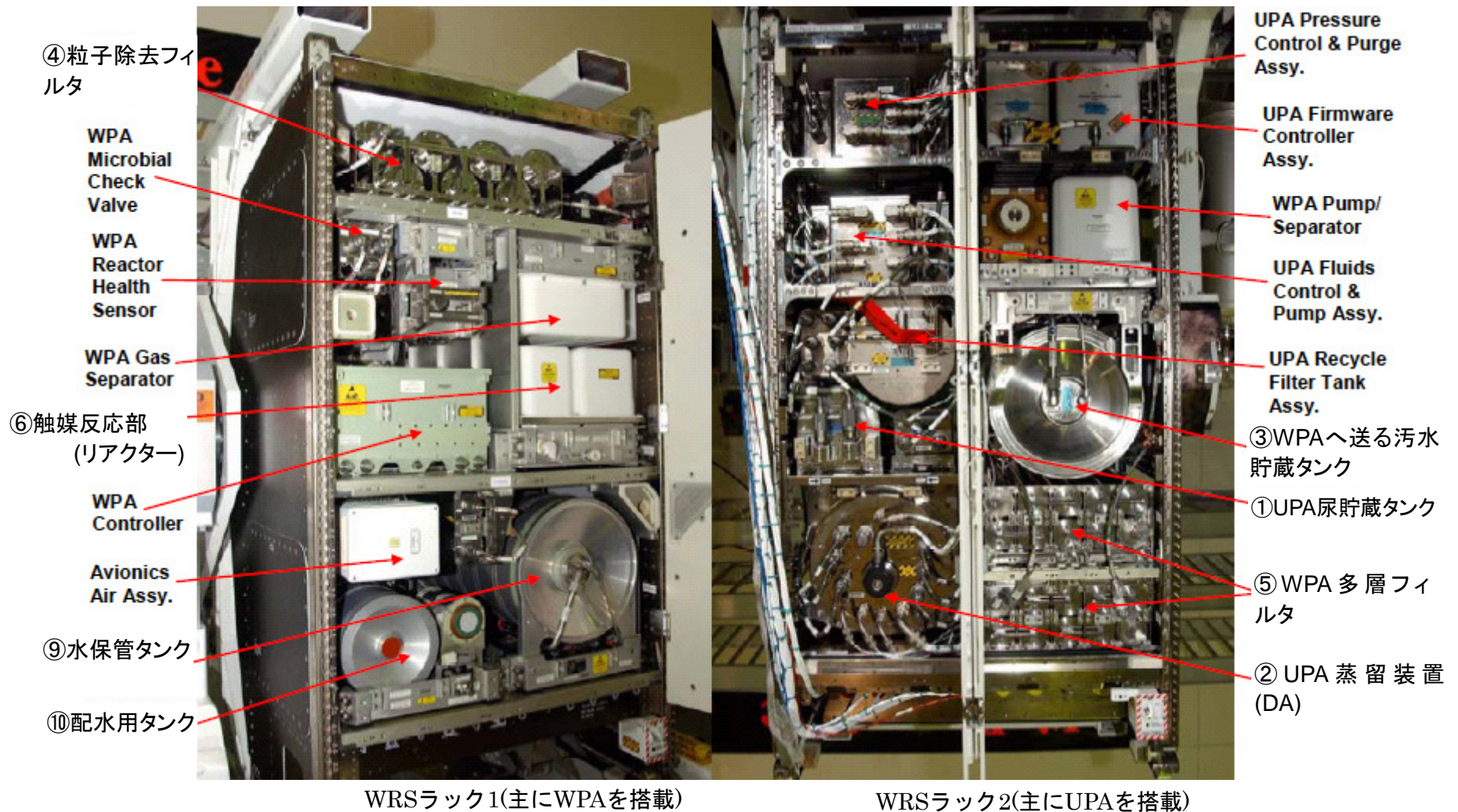


図4.1-1 WRS1, 2ラックの機器構成と水処理の主な流れ

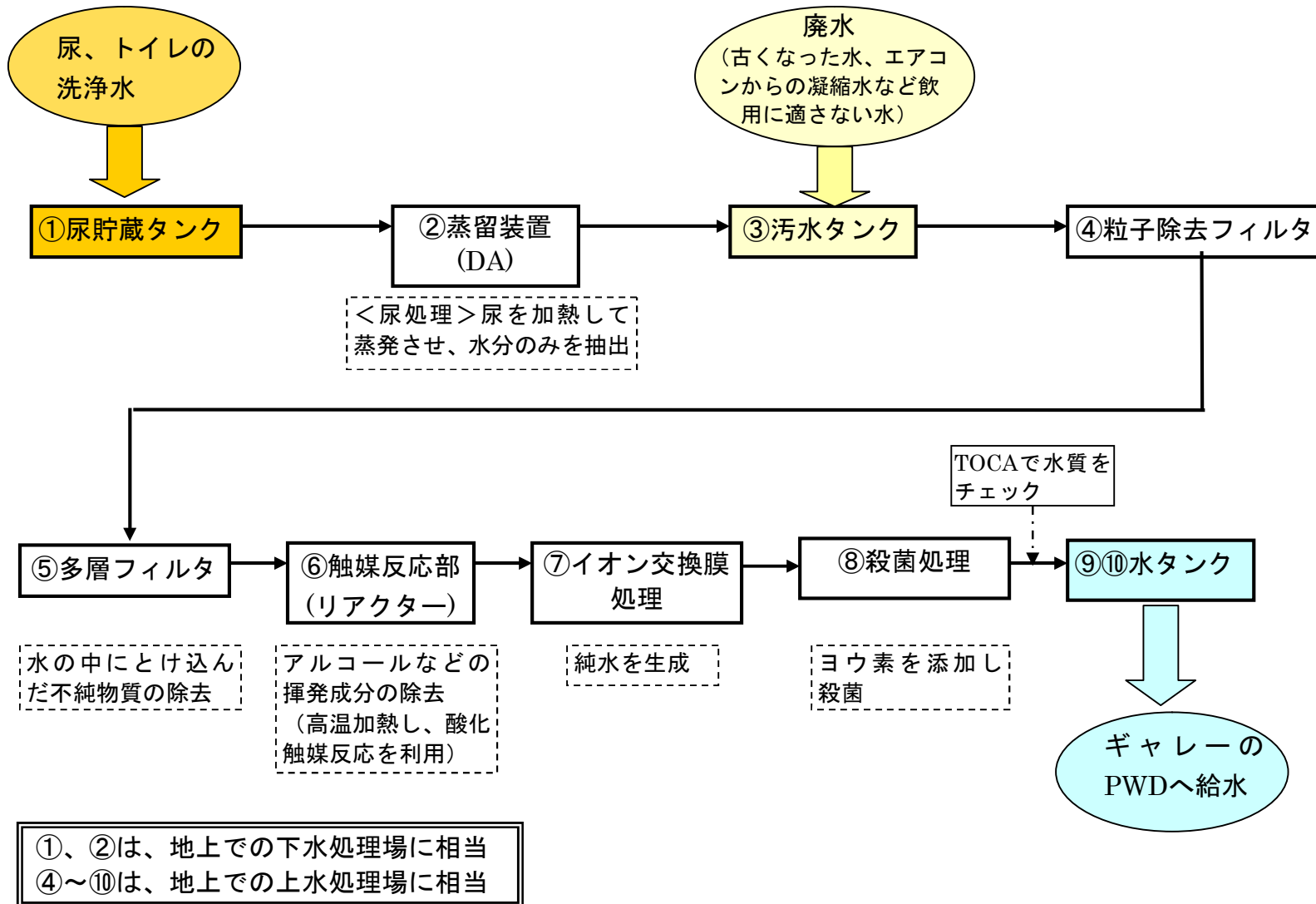


図4.1-2 ISSでの水再生処理の流れ



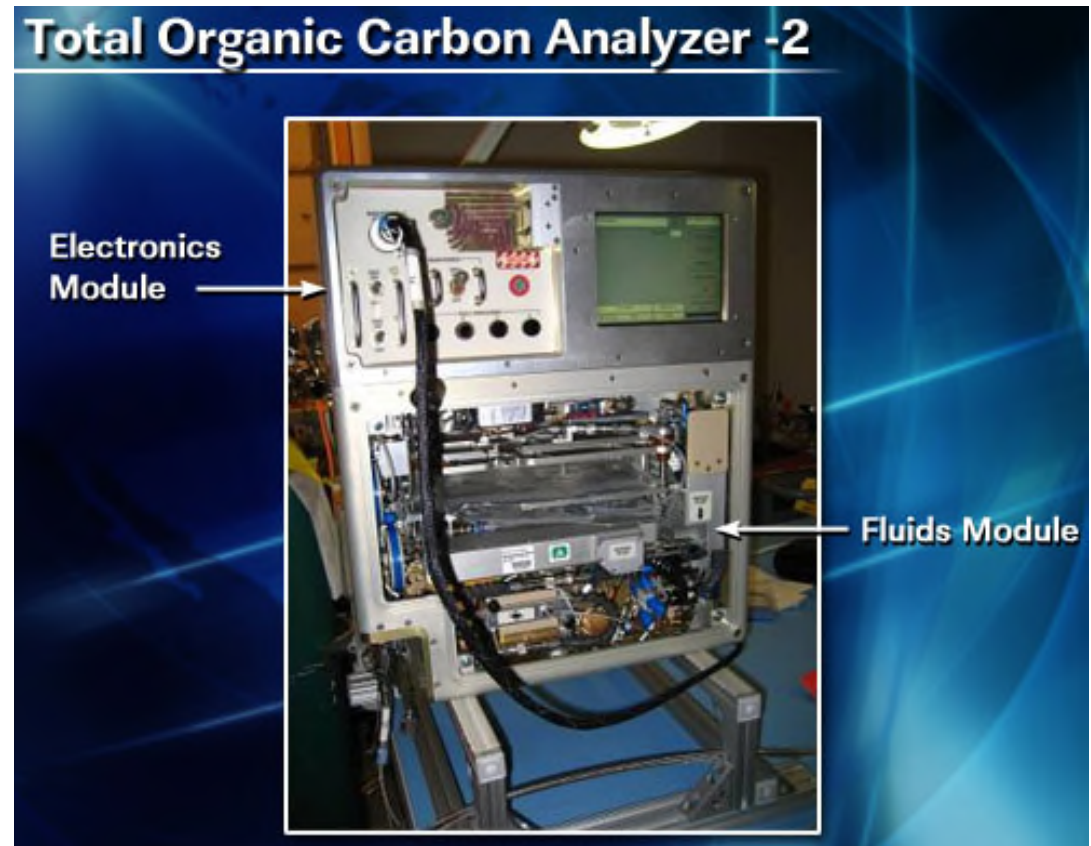


図4.1-3 水質測定・分析用のTOCA-2

## (2) 尿処理の概要

尿処理装置UPA(Urine Processor Assembly)は、主にWRSラック2に搭載されており、尿を水に再生します。

尿処理の原理は、地上での自然な水の循環と基本的には同じです。太陽エネルギーによって水が蒸発する代わりにヒータで尿を含んだ水を加熱して水蒸気を生成します。雲の中で冷やされて雨が生じるのと同様に、水蒸気を冷却して水に戻す事により、不純物の97%を除去します。

この処理の心臓部は蒸留装置DA(Distillation Assembly)です。内部は0.7psiaに減圧することで沸点を下げています。水蒸気は220rpmで回転するドラムの中央部から集められて蒸留水として取り出されます。



図4.1-4 STS-119で運ばれた交換用のDistillation Assembly (DA)

(3)ロシアモジュールでの水処理の概要

ロシアモジュールでは、エアコンから生じる凝縮水を飲料水に処理する凝縮水処理装置SRV-K2M「エスエルベーカー」がズヴェズダ内に装備されています。処理方法は、活性炭とイオン交換樹脂膜を通す方法が使われています。

WRSが到着するまでの尿処理方法は、尿タンク(空になった水容器を転用)に尿を詰め、プログレス補給船を廃棄する際に一緒に焼却処分が行われていました。



図4.1-5 ロシアの水容器(EDVタンク)  
(ビニールのような容器を金属容器で囲ったもの)



図4.1-6 米国の水容器(CWC)  
(表面が布地のソフトタイプの容器)

## 4.2 空気の供給

### (1) 酸素の供給

ISSには米露の2台の酸素生成装置が設置されています。ロシアの装置は、ズヴェズダ内に設置されている「エレクトロン」で、米国の装置は、トランクウィリティー内に設置されている酸素生成装置OGS(Oxygen Generation System)です。どちらも水を電気分解する事で酸素と水素を発生させて、酸素を供給します。副生成物となる水素は船外排気されます。

(注:2010年末からはOGSで発生した水素を二酸化炭素と反応させて水に再生するサバチエ装置が使えるようになりました。)

ISSを訪問する宇宙機にも酸素と空気を搭載して補給を行っています。ロシアのプログレス補給船と、欧州宇宙機関の欧州補給機(ATV)によって酸素や空気が供給されます。これらはタンクのバルブを開いてガスを船内に放出するだけの単純な方法が使われています。

シャトルのドッキング時には、ISSの「クエスト」エアロックの外部に設置されている高圧酸素タンクと窒素タンクにガスを補給する事が出来ました。これらのガスも在庫は十分残っているため、酸素生成装置で酸素が十分生成できないトラブル発生時には、これらの酸素を使用する事が出来ます。

また、ロシアは固体燃料を使う使い捨ての酸素発生装置(SFOG)を有しており、非常時にはこれを使用する事が出来ます。

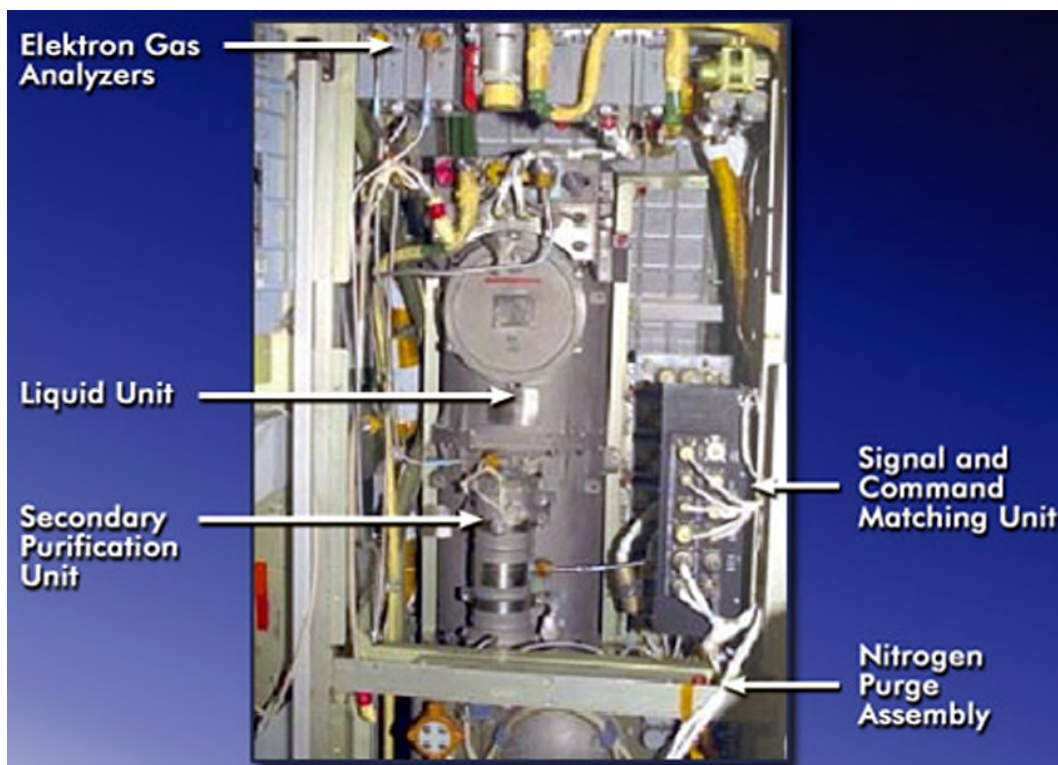


図4.2-1 ロシアの酸素生成装置エレクトロン



ISS020E031128

図4.2-2 ズヴェズダ内に設置されているSFOG容器2本(矢印)



図4.2-3 米国の酸素生成装置(OGS)

## (2) 二酸化炭素の除去

ISS内には米露の二酸化炭素除去装置が装備されています。ロシア側の装置は、Vozdukh「ヴォズドーク」と呼ばれており、米国側の装置はCDRA(Carbon Dioxide Removal Assembly)「シードラ」と呼ばれています。どちらも化学反応で二酸化炭素を吸着し、吸着した二酸化炭素は宇宙空間に排出する方法で連続的な処理を行います。

(注:2010年末からはCDRAで吸着した二酸化炭素をOGSから発生する水素と反応させて水に再生するサバチエ装置が使えるようになったため一部再利用。)



図4.2-4 米国の二酸化炭素除去装置(CDRA) (修理時の写真)

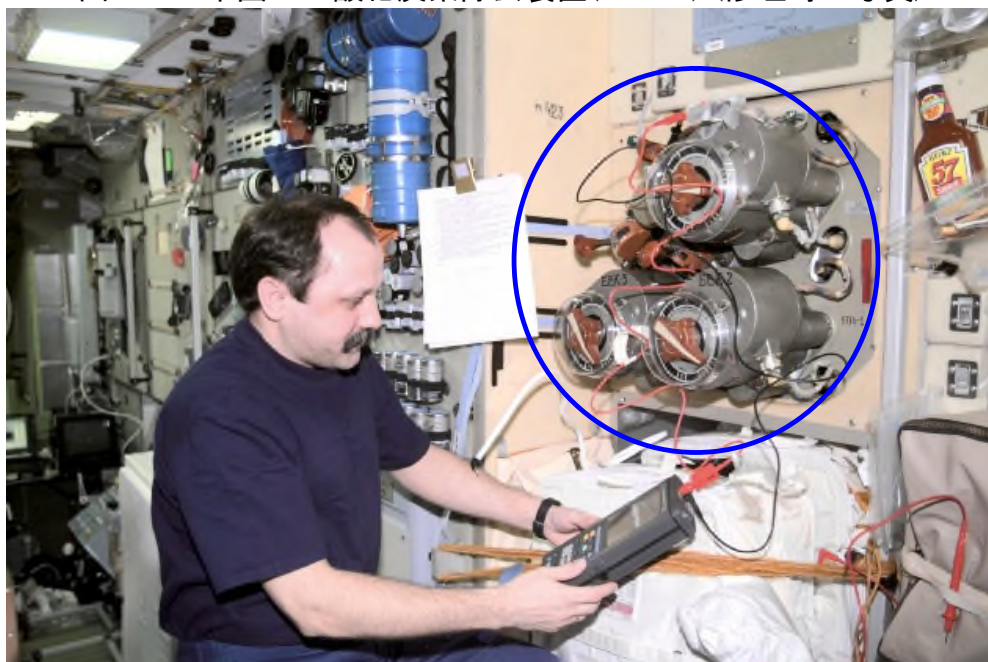


図4.2-5 ロシアのVozdukh  
(表面に見えているのはバルブパネルのみで、本体はパネルの背後に収納)

(3) 有害ガス成分の検知・除去

ISS内には、米露の有害ガス検知装置と有害ガス除去装置が設置されています。ロシアの有害ガス除去装置はBMPと呼ばれており、米国側の装置はTCCS(Trace Contaminant Control System)と呼ばれています。

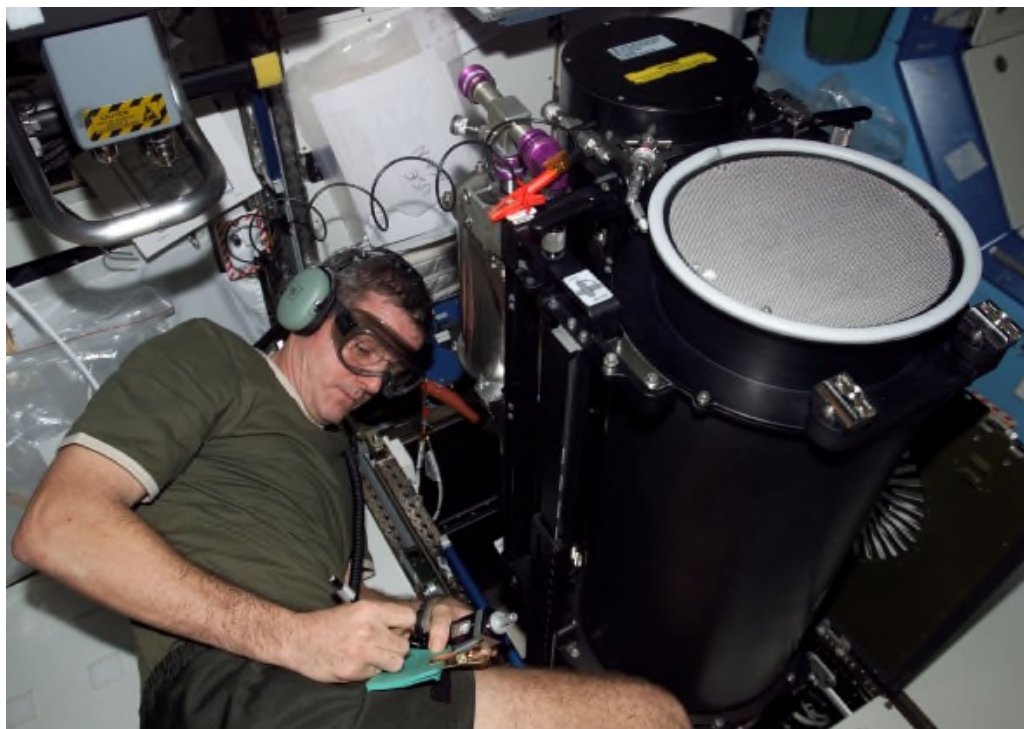


図4.2-6 米国の有害ガス除去装置(TCCS) (修理時の写真)

## 付録 2 「きぼう」日本実験棟概要

### 1. 「きぼう」の構成

「きぼう」日本実験棟は主に「船内実験室」「船外実験プラットフォーム」という2つの実験スペース、「船内保管室」および「船外パレット」、実験や作業に使用する「ロボットアーム」および「衛星間通信システム」の6つから成り立っています。

「きぼう」日本実験棟の運用に必要な空気、電力、熱、通信のリソースは国際宇宙ステーション(International Space Station: ISS)本体から供給され、「きぼう」内へ分配されます。

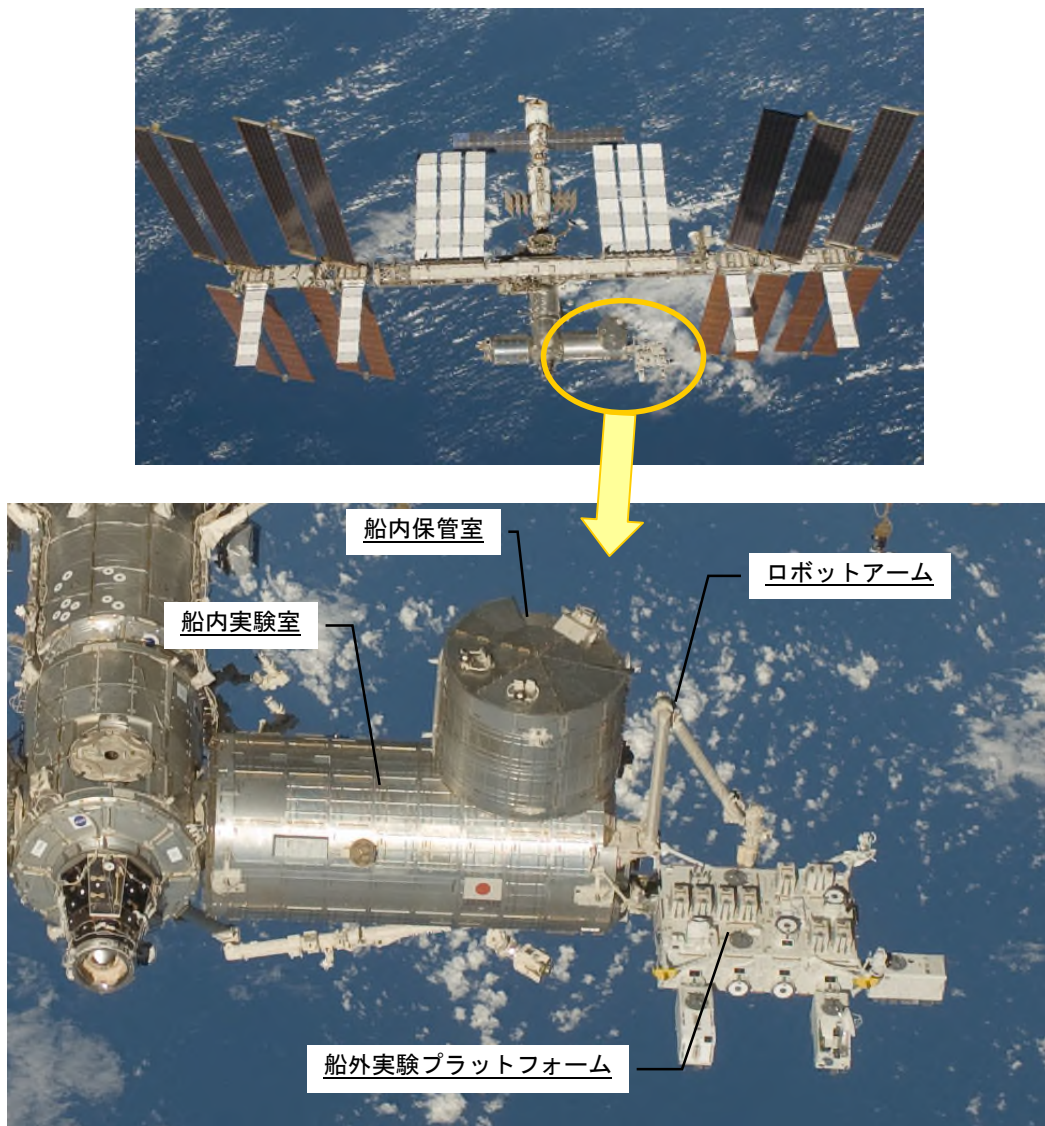


図 1-1 「きぼう」の構成(STS-127 ミッション終了後)



(1) 船内実験室

船内実験室は、「きぼう」の中心となる実験スペースで、1気圧、常温の空気で満たされており、宇宙飛行士が実験を行うことができます。主に微小重力環境を利用した実験を行います。内部には、「きぼう」のシステムを管理・制御する装置や実験装置など、様々な装置を備えた23個のラックが設置されており、そのうち10個が実験ラックです。サイズは長さ11.2m、輪切りにしたときの直径が4.4メートルです。

また、船内実験室と船外実験プラットフォームとの間で、実験装置や実験試料などを出し入れするときに使用するエアロックが設置されています。

船内実験室の外観を図1-2に、船内の様子を図1-3に示します。

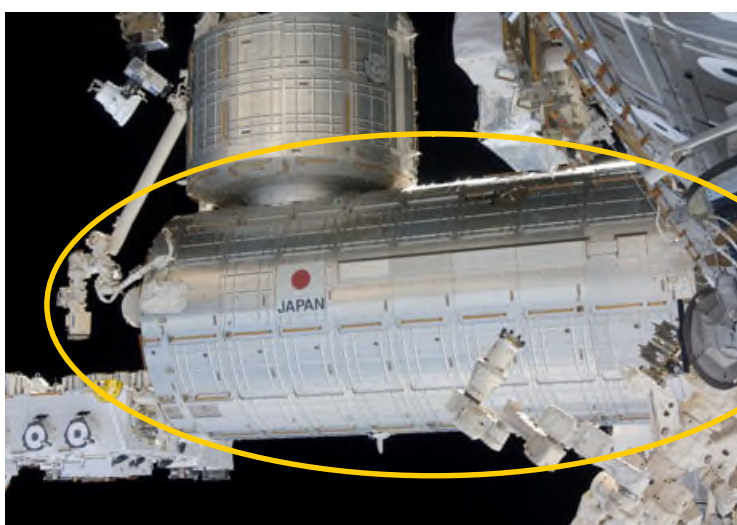


図 1-2 船内実験室(外観)

「きぼう」  
エアロック



図 1-3 船内実験室(船内)

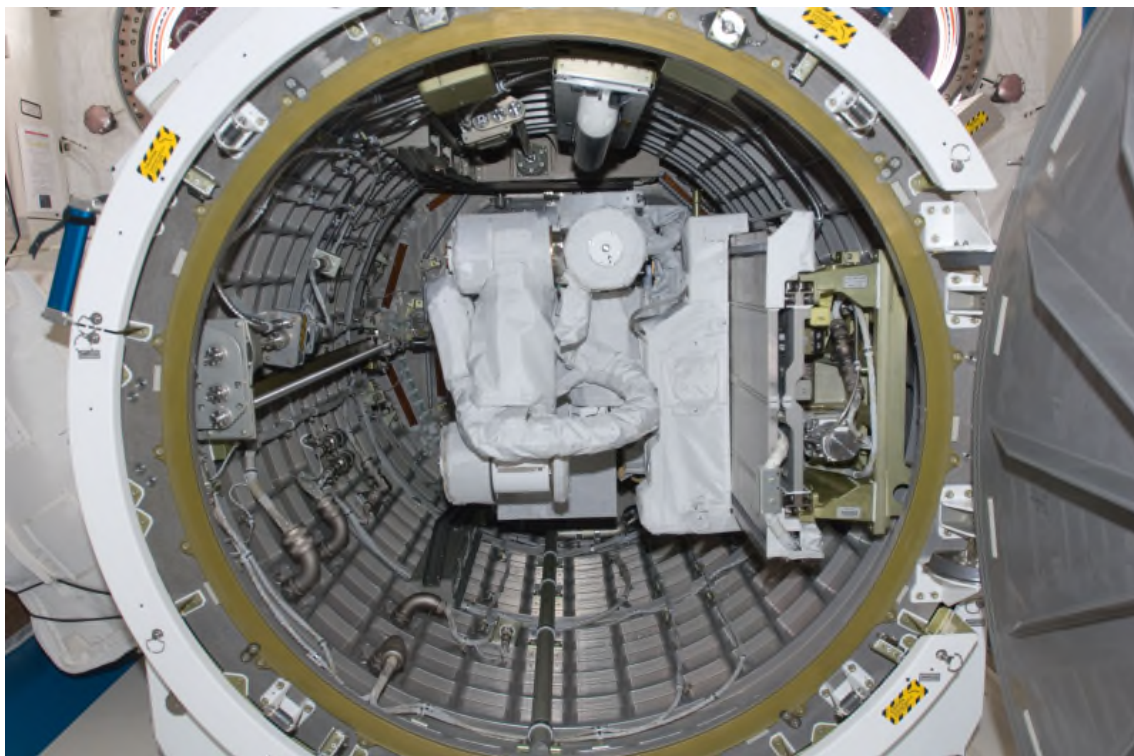


図 1-4 子アームを船外へ出すためにエアロック内部を開けた状態(2010年3月)

(2) 船内保管室

船内保管室は、実験装置や試料、消耗品などを保管する倉庫の役割を持つスペースです。船内実験室と同じ1気圧、常温の空気で満たされており、宇宙飛行士が船内実験室と行き来できます。ISSの実験モジュールのうち、専用の保管室を持っているのは「きぼう」だけです(注:シャトルでの物資補給に使われていた MPLM「レオナルド」が PMM(Permanent Multipurpose Module)に改造されて、2011年2月にISSに設置されましたが、これは軌道上の保管場所が不足していることを受けて急きょ計画が見直されたもので、それ以前は船内保管室が唯一の専用保管モジュールでした)。



図 1-5 船内保管室(外観)



図 1-6 船内保管室(船内)

### (3) 船外実験プラットフォーム

船外実験プラットフォームは、ISS 外部で、常に宇宙空間にさらされた環境で実験を行うスペースです。船外実験プラットフォーム上の船外実験装置などの交換は、船内実験室から宇宙飛行士がロボットアーム(JEMRMS)を操作して行います。

船外実験プラットフォームの外観を図 1-7 と図 1-8 に示します。

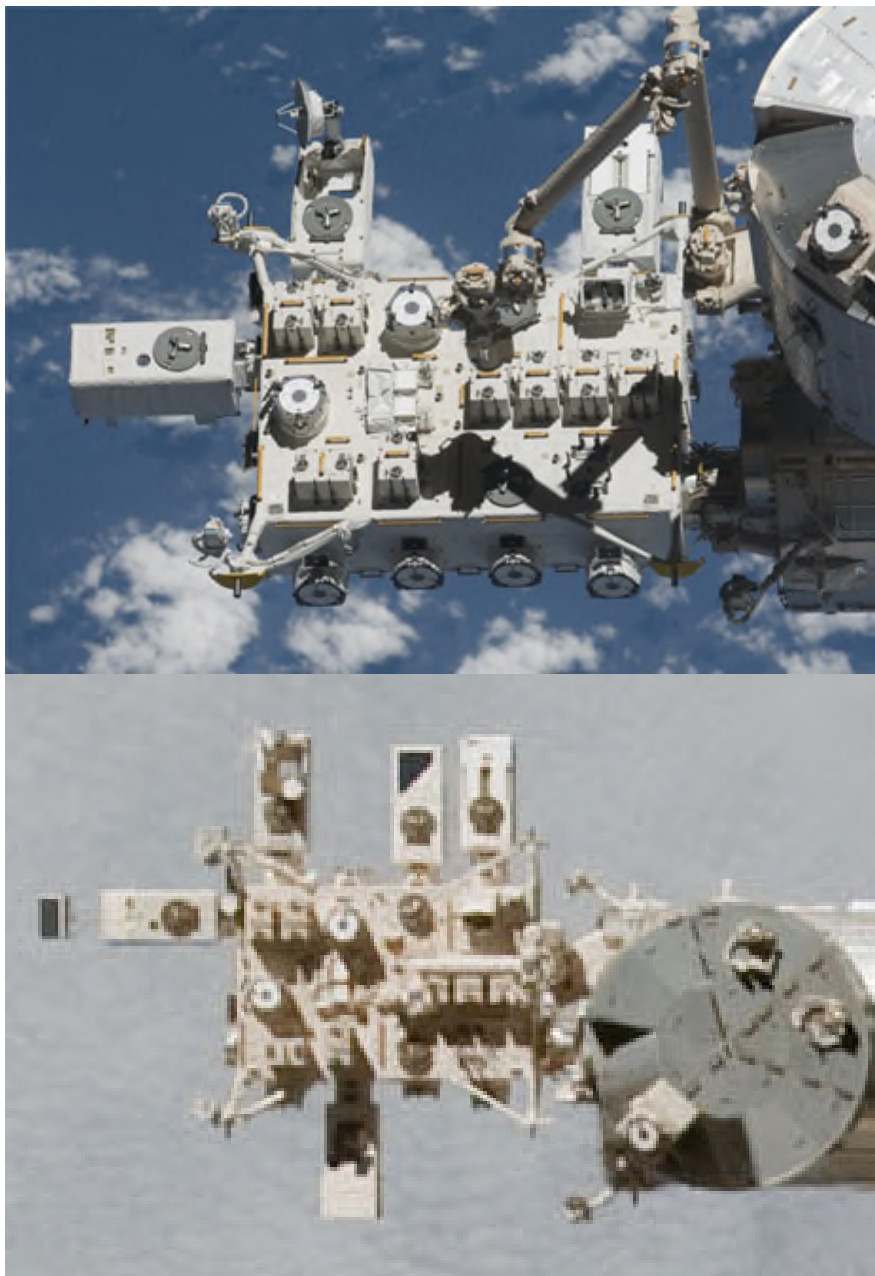


図 1-7 船外実験プラットフォーム外観(上は 2J/A フライト後、下は HTV1 後)



図 1-8 船外実験プラットフォーム外観(「きぼう」船内実験室の窓から撮影)

#### (4) 船外パレット

船外パレットは STS-127(2J/A)ミッションで、衛星間通信システム(ICS)曝露系サブシステム(ICS アンテナ)と、船外実験装置 2 台の運搬に使用された後、地上に回収されました。

「きぼう」ロボットアームで船外パレットが「きぼう」船外実験プラットフォームに取り付けられる様子を図 1-9 に、船外パレットの外観を図 1-10 に示します。

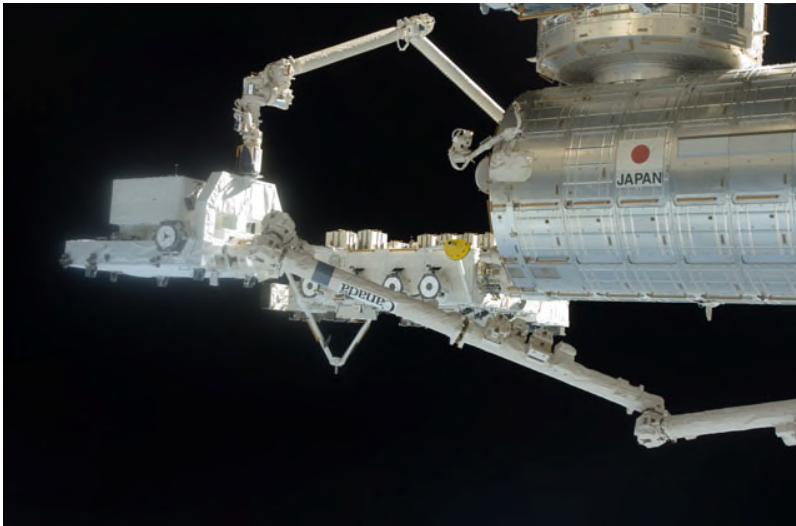


図 1-9 船外パレット外観

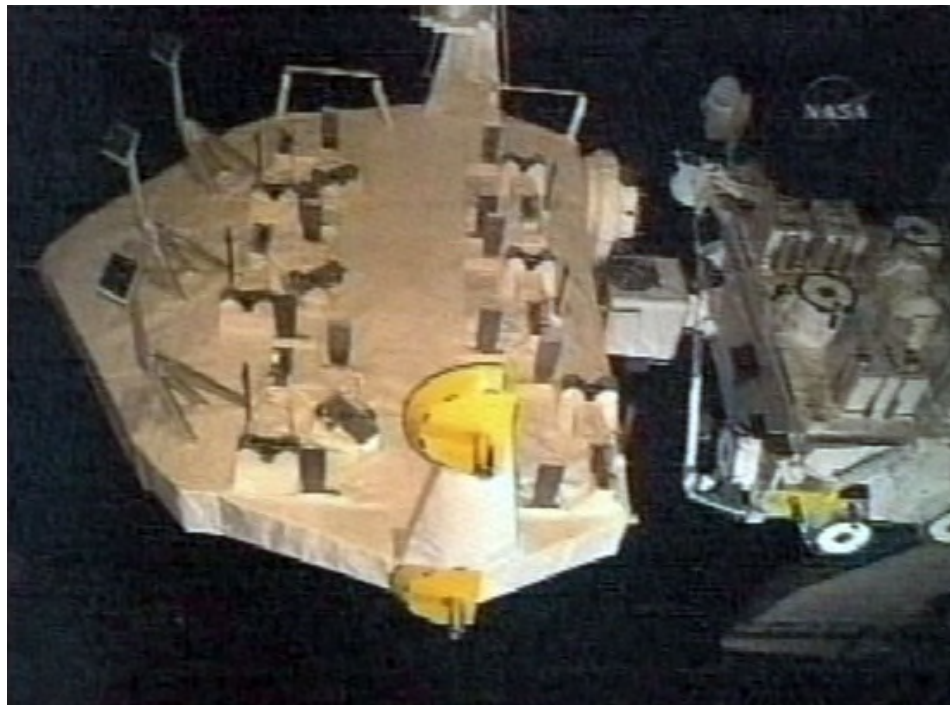


図 1-10 船外パレット外観（船外実験プラットフォームから取り外されたところ）

(5) ロボットアーム(JEMRMS)

ロボットアーム(JEMRMS)は、船外実験プラットフォームでの実験で、実験装置の交換など人間の代わりに作業を行う「腕」となる部分で、「親アーム」とその先端に取り付けられる「子アーム」(HTV 技術実証機で運搬)で構成されています。それぞれ6個の関節を持ち、宇宙飛行士が船内実験室のロボットアーム操作卓を使って操作を行います。本体の「親アーム」は船外実験装置の交換など、先端の「子アーム」は細かい作業を行うときに使用します。親アームに取り付けられたテレビカメラにより、船内実験室内から作業の様子を確認することができます。

ロボットアームの外観を図 1-11 に、「きぼう」ロボットアームのワークステーションを図 1-12 に示します。

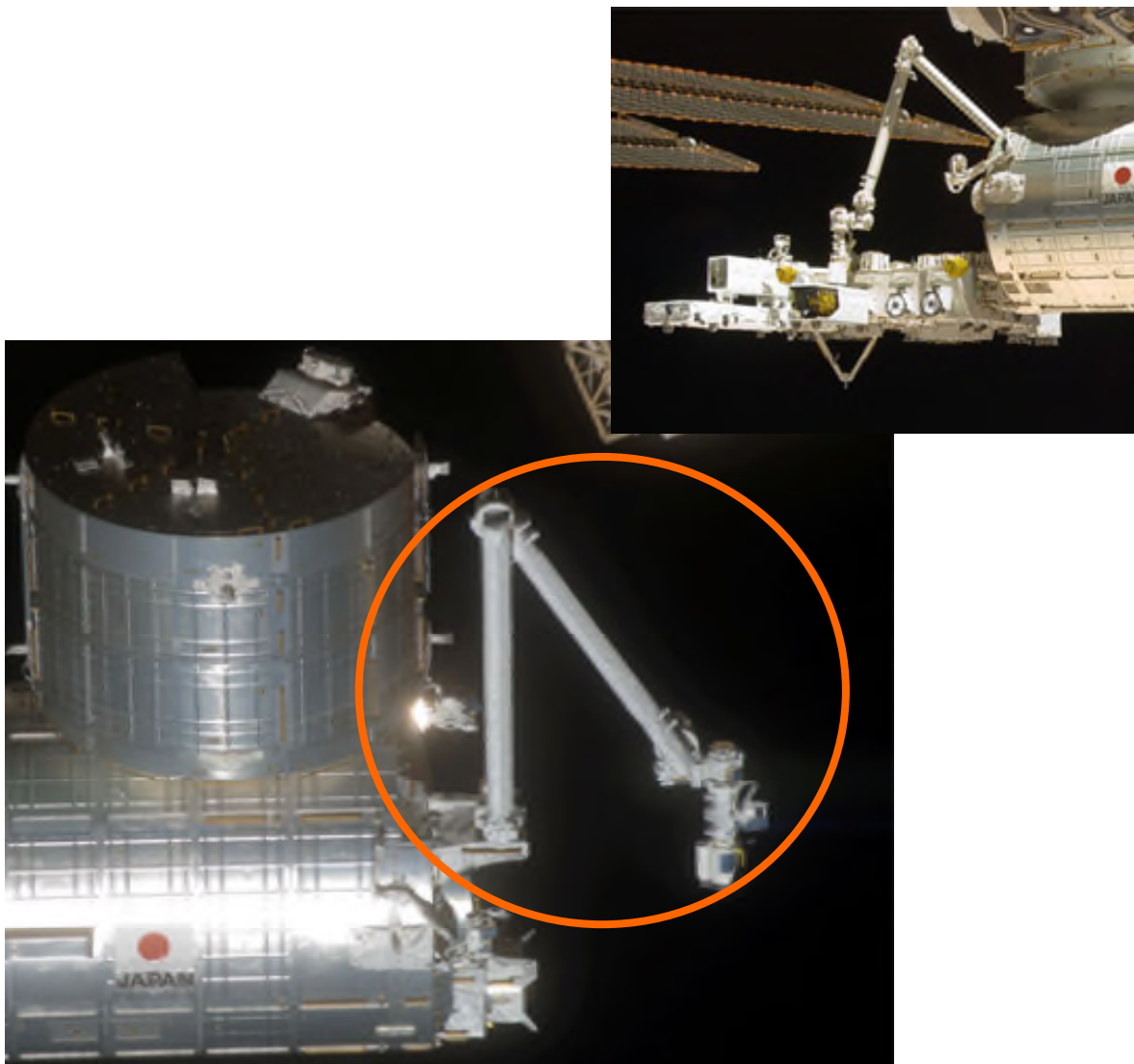


図 1-11 「きぼう」ロボットアーム



図 1-12 「きぼう」ロボットアームワークステーション

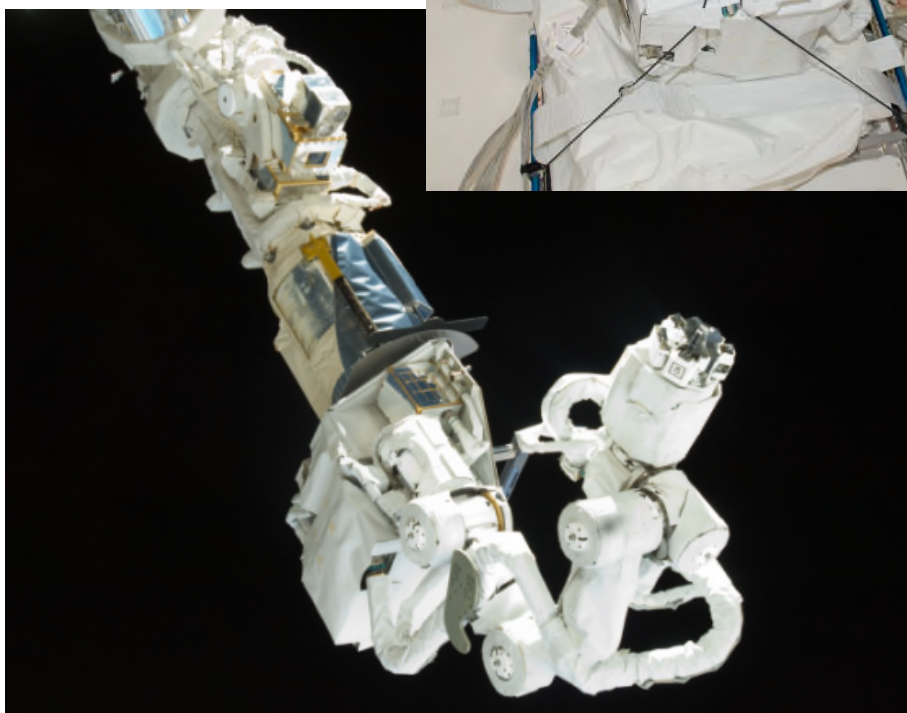


図 1-13 「きぼう」ロボットアームの先端で把持された子アーム  
(2010年3月)



## (6) 衛星間通信システム

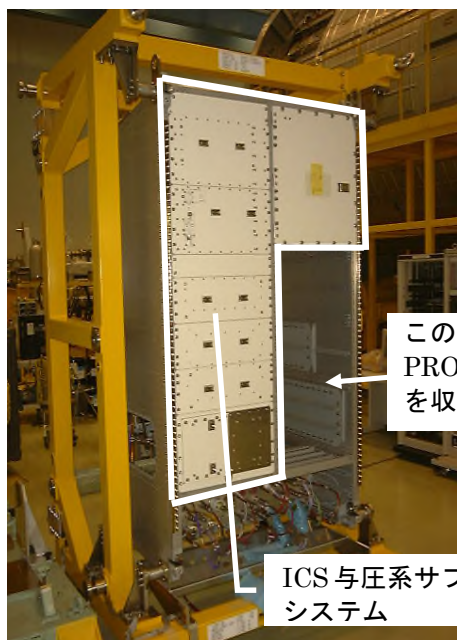
衛星間通信システム(Inter-orbit Communication System: ICS)は、日本独自で地上との双方向通信を行うシステムです。JAXAのデータ中継技術衛星「こだま」を介して「きぼう」の実験データや画像や音声などを地上に伝送し、また地上からのコマンドや音声データなどを受信します。

ICSは、船内実験室に搭載されICSの管理制御やデータ処理を行う与圧系サブシステムと、船外実験プラットフォームに取り付けられデータ中継衛星と通信するアンテナなどからなる曝露系サブシステムから構成されます。

ICSの曝露系サブシステムの外観を図1-14に、与圧系サブシステムを図1-15に示します。



図 1-14 ICS 曝露系サブシステム



この部分には  
PROX 通信機器※  
を収容

ICS 与圧系サブ  
システム

※PROX (Proximity Communication System)  
は宇宙ステーション補給機 (H-II Transfer  
Vehicle: HTV) の近傍通信システム

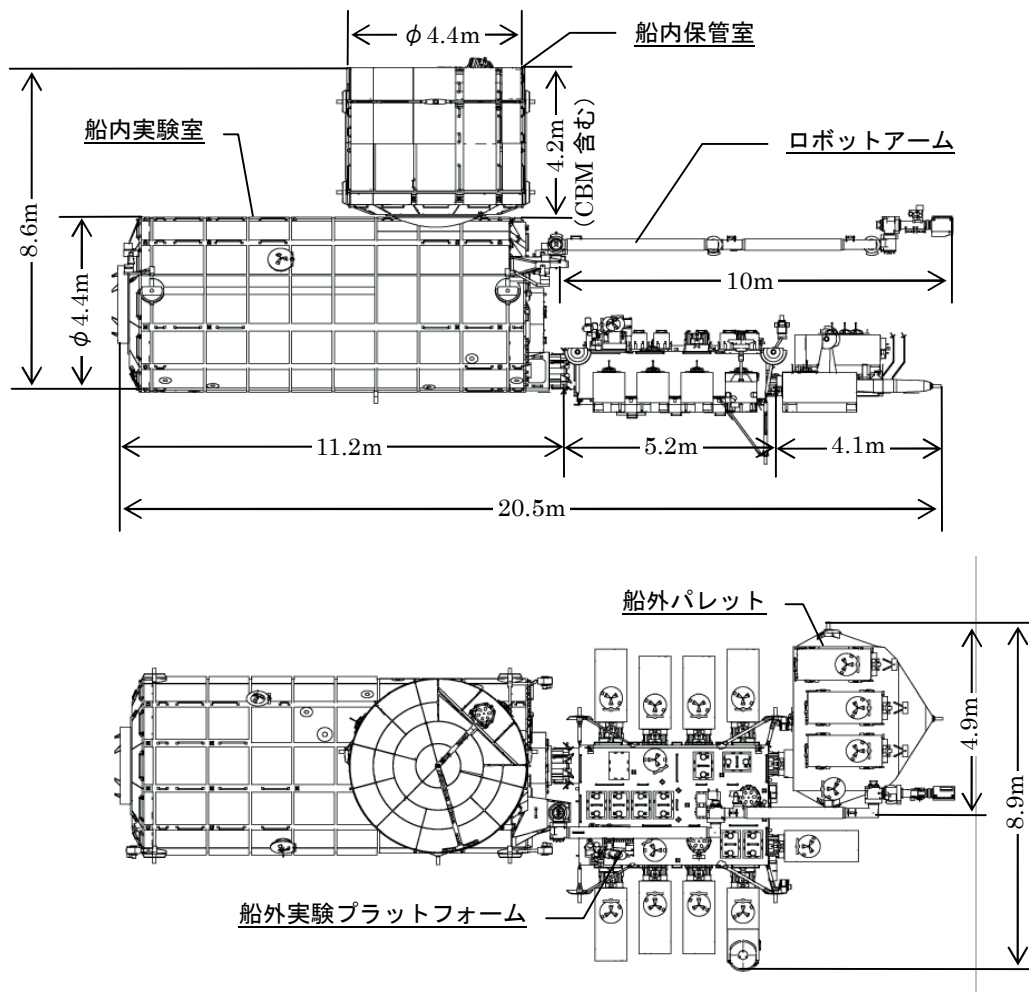
図 1-15 ICS 与圧系サブシステム

## 2. 「きぼう」の主要諸元

「きぼう」日本実験棟を構成する各要素の主要諸元を表 2-1 に、寸法図を図 2-1 に示します。各要素のさらに詳細な諸元については、「きぼう」ハンドブック第 4 章(こちらに掲載 <http://iss.jaxa.jp/kibo/library/fact/>)を参照ください。

表 2-1 「きぼう」日本実験棟を構成する各要素の主要諸元

要素	寸法(m)	質量(t)	搭載ラック数 または実験装置数
船内実験室	外径 : 4.4 内径 : 4.2 長さ : 11.2	14.8 (軌道上:約 19t STS-124 終了時)	ラック総数 23 個 (システム機器用ラック:11 個、実験装置用ラック:12 個 (実験ラック 10 個、冷蔵庫ラ ック 1 個、保管ラック 1 個))
船内保管室	外径 : 4.4 内径 : 4.2 長さ : 4.2	4.2 (構造重量)	船内実験ラック 8 個
ロボットアーム	親アーム長さ : 10 子アーム長さ : 2.2	1.6 (ロボットアーム 操作卓等を含 む)	親アーム取扱い重量 最大 7t
船外実験プラットフォーム	幅 : 5.0 高さ : 3.8 長さ : 5.2	4.1	実験装置取付け場所 12 箇所 (システム機器用 2 箇所、実験 装置仮置き用 1 箇所を含む)



CBM: Common Berthing Mechanism、共通結合機構

図 2-1 「きぼう」の寸法図

### 3. 「きぼう」の運用モード

「きぼう」には運用状態に応じて4つの運用モードがあります。運用モードはISSのクルー、または地上からのコマンドで切り替えることができます。

ISSの運用モードは7種類あります。全てのモードはISSのクルー、または地上からのコマンドで切り替えることができます。

ISSでは、ISS運用モードが優位です。「きぼう」運用モードは、ISSの運用モードと整合をとって運用されます。

「きぼう」の運用モードがISSの運用モードに適合しない場合もありますが、その場合は、「きぼう」の運用モードは切替えを許可されません。また、ISSの運用モードが何らかの異常で変更されたとき、もし「きぼう」がそれに適さない運用モードであったような場合は、「きぼう」の運用モードは自動的にスタンバイモードへ切り替わるようになっています。

「きぼう」の運用モードを表3-1に、「きぼう」運用モードの遷移の仕方を図3-1に示します。また、ISSの運用モードを表3-2に示します。

表3-1 「きぼう」の運用モード

運用モード	概要
標準	「きぼう」の運用の中心となるモード。搭乗員が宇宙実験を行うことができます。ロボットアームの運用を行うことはできません。
ロボティクス運用	ロボットアームを運用することができるモード。その他の構成は標準モードと同じです。
スタンバイ	「きぼう」のシステムに何らかの異常が発生した場合などに、船内実験室での全ての実験支援を禁止して最小限のシステムで運用するモード。
隔離	実験室内の与圧環境が保証されないモード。このモードでは、ISSと「きぼう」間のハッチが閉じられ、搭乗員は船内実験室、船内保管室内に入ることができません。

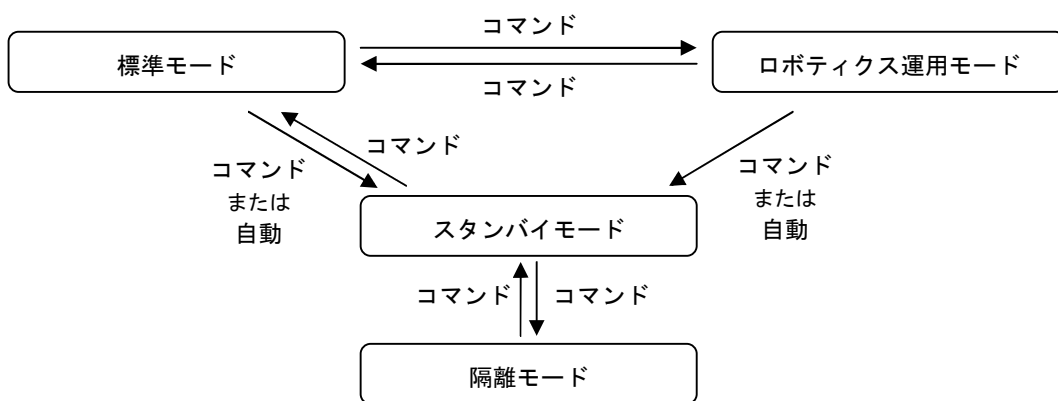


図3-1 「きぼう」運用モードの遷移

表3-2 ISS運用モード

運用モード	概要
標準	ISS運用の中心となるモード
リブースト	ISSの軌道の変更(リブースト等)を行うモード
微小重力	微小重力環境を要求する実験装置運用時のモード
サバイバル	差し迫った危険 (ISSの姿勢や電力に異常が確認される等) の恐れがある場合などに、ISSを長期間にわたり運用させるためのモード
接近	スペースシャトル、ソユーズ宇宙船、プログレス補給船等の宇宙機の接近／離脱時のモード
安全確実なクルーの帰還	搭乗員の生命が危ぶまれる場合などに、搭乗員を安全に地上へ帰還させるために、ソユーズ宇宙船の分離、出発を支援するモード
外部運用	船外作業やロボットアームの運用等の船外での組立や保全活動を支援するモード

## 4. 「きぼう」船内実験室のラック

システムラックは、「きぼう」の運用を維持するために必要な、電力、通信、空調、熱制御(実験の支援機能を含む)を確保するための機器類です。例えば、「きぼう」のメインコンピュータを搭載する監視制御ラック、与圧部の温度や湿度、気圧を調整し空気清浄を制御する空調／熱制御ラック、ISS から供給された電力を「きぼう」の各構成要素に分配する電力ラックなどがあげられます。

一方、実験ラックは、公募された実験を行うための実験装置を搭載するラックです。ISS の標準設計となっており、国際標準ペイロードラック(International Standard Payload Rack: ISPR)と呼ばれます。船内実験室には生物実験と材料実験を中心として合計 10 個の実験ラックを搭載することができます。

また、船内実験室の構造部には、「きぼう」の曝露施設の作業を支援するロボットアームが装備されています。ロボットアームの操作は、船内実験室内の JEMRMS 制御ラック上のロボットアーム(JEMRMS)操作卓から行われます。船内実験室と船外実験プラットフォームの間には、曝露実験装置や実験試料などを出し入れするためのエアロックが装備されています。

2013 年 9 月現在、船内実験室に設置されている JAXA 関連のラックは以下のとおりです。

- 電力(EPS)ラック-1(A 系)
- 電力(EPS)ラック-2(B 系)
- 情報管制(DMS)ラック-1(A 系)
- 情報管制(DMS)ラック-2(B 系)
- 空調／熱制御(ECLSS/TCS)ラック-1(A 系)
- 空調／熱制御(ECLSS/TCS)ラック-2(B 系)
- 「きぼう」のロボットアーム(JEMRMS)制御ラック
- ワークステーション(WS)ラック
- 衛星間通信システム(ICS)ラック
- SAIBO ラック(JAXA の実験ラック)
- RYUTAI ラック(JAXA の実験ラック)
- KOBAIRO ラック(JAXA の実験ラック) (HTV2 で運搬)
- 多目的実験ラック(MSPR) (JAXA の実験ラック) (HTV2 で運搬)
- 「きぼう」の保管ラック 2 台

上記のほか、NASA の実験ラック 2 台と冷凍冷蔵庫 2 台、NASA の保管ラックが設置されています。

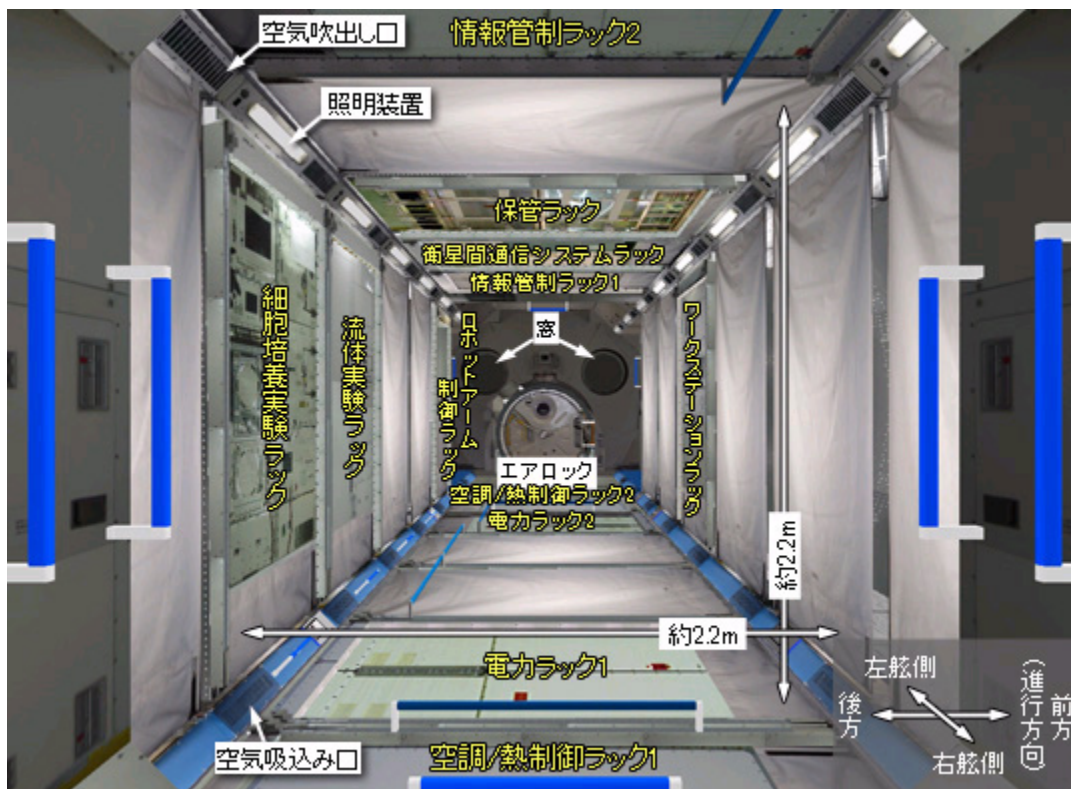


図 4-1 STS-124 ミッション終了後の船内実験室内部のイメージ  
 (ハーモニー側から見たイメージ)  
 \* 空きラックの部分には、ダミーパネル(布製のカバー)を設置





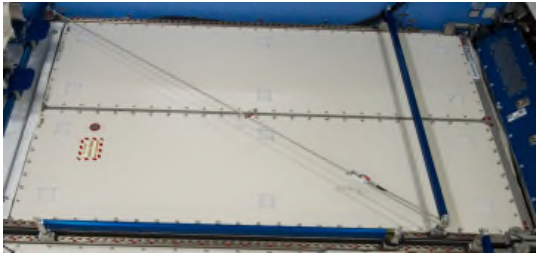
図 4-2 船内実験室(2010年10月時点)

## 4.1 システムラック

「きぼう」の運用を担う主要システムは、A 系と B 系の二重冗長構成になっており、ラックもそれぞれ A 系ラックと B 系ラックにわかれています。「きぼう」の通常モードの運用では、A 系と B 系のシステムがそれぞれ同時に稼働しています。

各システムラックの機能は以下の表に示すとおりです。

表 4.1-1 「きぼう」システムラックの機能

<p>◆ <b>電力ラック</b> EPS(Electrical Power System) Rack</p> 	<p>ISS の太陽電池パドルで発電した電力は、ハーモニーを経由して「きぼう」へと供給されます。この供給された電力(直流 120V×2 系統)を「きぼう」の各システム機器や実験装置に分配するための分配盤や分電箱などが装備されています。</p> <p>このラックは床面に 2 台設置されています。</p>
<p>◆ <b>情報管制ラック</b> DMS(Data Management System) Rack</p> 	<p>DMS ラックには、「きぼう」の管制制御装置(JEM Control Processor:JCP)とペイロード用の中速データ伝送装置などが収められています。</p> <p>JCP は、「きぼう」のメインコンピュータであり、DMS1,2 に 2 台装備されており、故障時には自動的に予備系に切り替わります。JCP は、プロセッサとハードディスクで構成されており、ディスプレイやキーボードはありません。これらはラップトップコンピュータ経由で操作、モニタされます。</p> <p>このラックは天井に 2 台設置されています。</p>
<p>◆ <b>空調/熱制御ラック</b> ECLSS/TCS(Environment Control and Life Support System / Thermal Control System) Rack</p> 	<p>ISS 本体からの空気・冷却水の供給などを受けながら、「きぼう」内の温度、湿度、空気の循環、空気の浄化を行うと共に、各ラックへの冷却水の供給を行います。</p> <p>このラックは床面に 2 台設置されています。</p>



◆ ワークステーションラック

WS(Work Station)Rack



画像データ等を切り替える機器、音声通信端末、TV モニタ 2 台(1 台は未装着)、警告警報パネルなどを装備しています。

◆ 衛星間通信システムラック

ICS(Inter-Orbit  
Communication System) Rack



ICS ラックは、データ中継技術衛星「こだま (DRTS)」を使用して「きぼう」と筑波宇宙センター間の通信を行うための通信機器を搭載しています。

また、宇宙ステーション補給機「こうのとり」(HTV) (および、シグナス補給船) がランデブー時に使用する近傍通信システム (PROX) も搭載しています。

※「きぼう」のロボットアーム (JEMRMS) 制御ラックは、4.2.5 項を参照ください。

## 4.2 JAXA の実験ラック

国際宇宙ステーション (ISS) で使用する実験装置は、「実験ラック」に搭載され宇宙へ運ばれます。

実験ラックは、「国際標準ペイロードラック (International Standard Payload Rack: ISPR)」と呼ばれる ISS 共通仕様のラックです\*。ISPR は、ISS の各実験モジュールに設置され、ISS と実験装置をつなぐ実験支援機器 (インタフェース) として、実際の実験運用に必要な電力、データ、ガス、冷却システムなどを提供します。

\*) ロシアのモジュールを除きます。

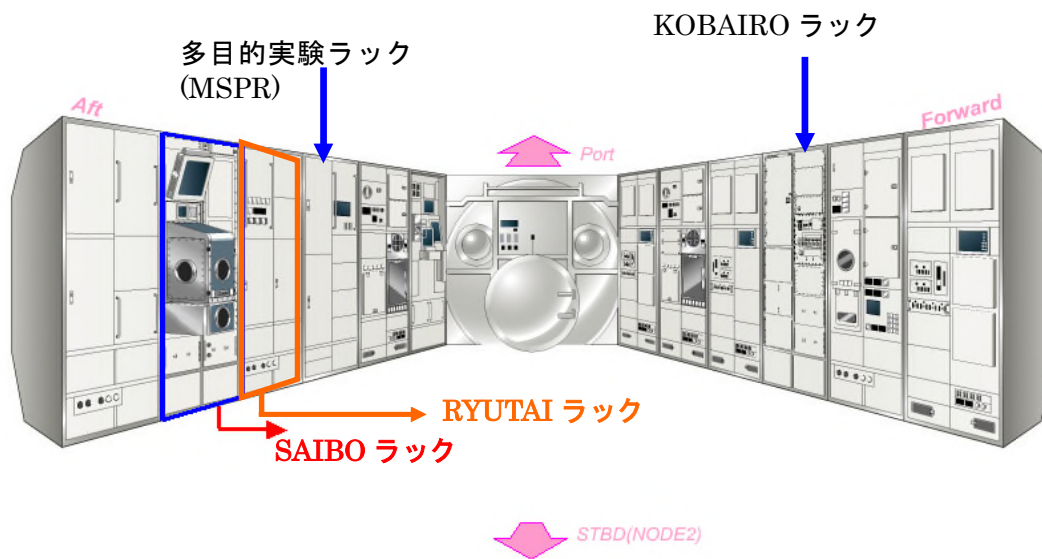


図 4.2-1 船内実験室のラックの配置

#### 4.2.1 細胞(SAIBO)ラック

細胞(SAIBO)ラックは、動物の細胞や植物などを用いて生命科学に関わる実験を行う実験ラックです。

SAIBO ラックには、以下に示す実験装置が搭載されています。

軌道上の SAIBO ラック(右の写真)

向かって右側に CBEF、左側に CB を収容



#### ■ 細胞培養装置(CBEF)

細胞培養装置 (Cell Biology Experiment Facility: CBEF) は、動物、植物、微生物の細胞組織などを用いて、宇宙環境での生命の基礎研究を行う装置です。装置内は、温度、湿度、二酸化炭素濃度の調整が可能で、また、回転テーブルにより人工的に重力環境を作り出すことで、微小重力/加重力環境の両条件下での対照実験を行うことができます。

細胞培養装置(CBEF)



#### ■ クリーンベンチ(CB)

クリーンベンチ (Clean Bench: CB) は、生命科学・生物学実験を実施するための、無菌環境を提供する設備です。CB には、作業を行う作業チャンバー (Operation Chamber) の他、汚染を防止するための隔離された殺菌室 (Disinfection Chamber) が作業チャンバーの前に装備されています。作業チャンバー内でも紫外線殺菌灯による殺菌や、微生物/微粒子の除去フィルタによる微粒子除去を行うことができます。

クリーンベンチ(CB)

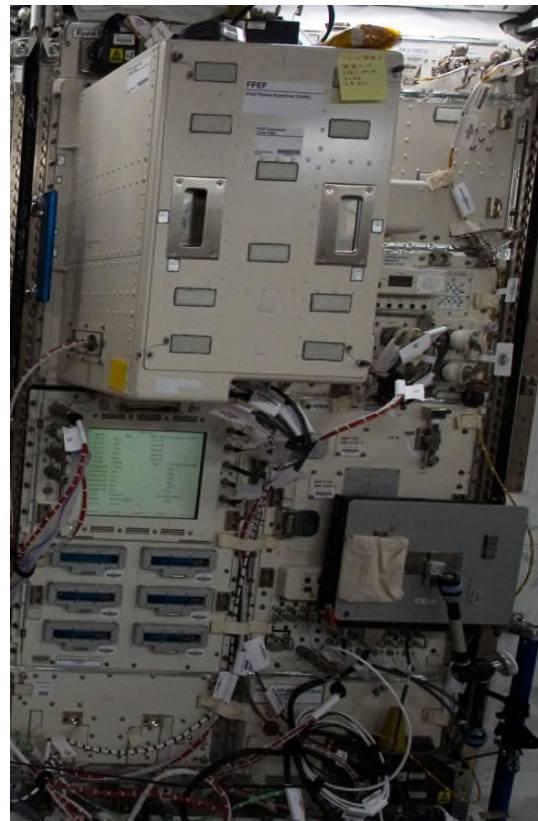


#### 4.2.2 流体(RYUTAI)ラック

流体(RYUTAI)ラックは、溶液、タンパク質などの結晶成長に関する基礎研究、流体実験および取得した実験画像を符号化・圧縮する装置を搭載した実験ラックです。

RYUTAIラックには以下に示す実験装置が搭載されています。

軌道上の RYUTAI ラック(右の写真)



##### ■ 流体物理実験装置(FPEF)

流体物理実験装置(Fluid Physics Experiment Facility: FPEF)は、微小重力環境において、常温に近い温度環境下で流体物理実験を行うための実験装置です。流体においては、温度差や濃度差が原因で表面張力に不均質性が生じ、流体内部に対流が生じます。この対流は、マランゴニ対流と呼ばれますが、微小重力環境では、マランゴニ対流がよく観察できるようになります。

FPEF は、このマランゴニ対流を研究することを目的として設計されました。[上の写真で見える左上の突出部が FPEU]

##### ■ 溶液・蛋白質結晶成長実験装置(SPCF)

溶液・蛋白質結晶成長実験装置(Solution/Protein Crystal Growth Facility: SPCF)は、蛋白質結晶生成装置(PCRF)と溶液結晶化観察装置(SCOF)の2つの装置で構成されており、溶液やタンパク質の結晶成長に関する基礎研究を行うための装置です。

##### ■ 画像取得処理装置(IPU)

画像取得処理装置(Image Processing Unit: IPU)は、「きぼう」に搭載される実験装置から送られてくる実験画像を圧縮し、伝送ラインを通して地上に送る装置です。これにより、ほぼリアルタイムで実験画像を地上で見ることができます。また、地上との電波回線が空いていない時などのために、軌道上で実験画像をハードディスクに録画しておく機能を有しています。[上の写真で左下の部分が IPU]

### 4.2.3 勾配炉(KOBAIRO)ラック

勾配炉(KOBAIRO)ラックは、多目的実験ラック(MSPR)と共に、このとり2号機(HTV2)でISSに運ばれました。材料実験を行う温度勾配炉(Gradient Heating Furnace: GHF)を内蔵したラックです。



軌道上の KOBAIRO ラック(右の写真)

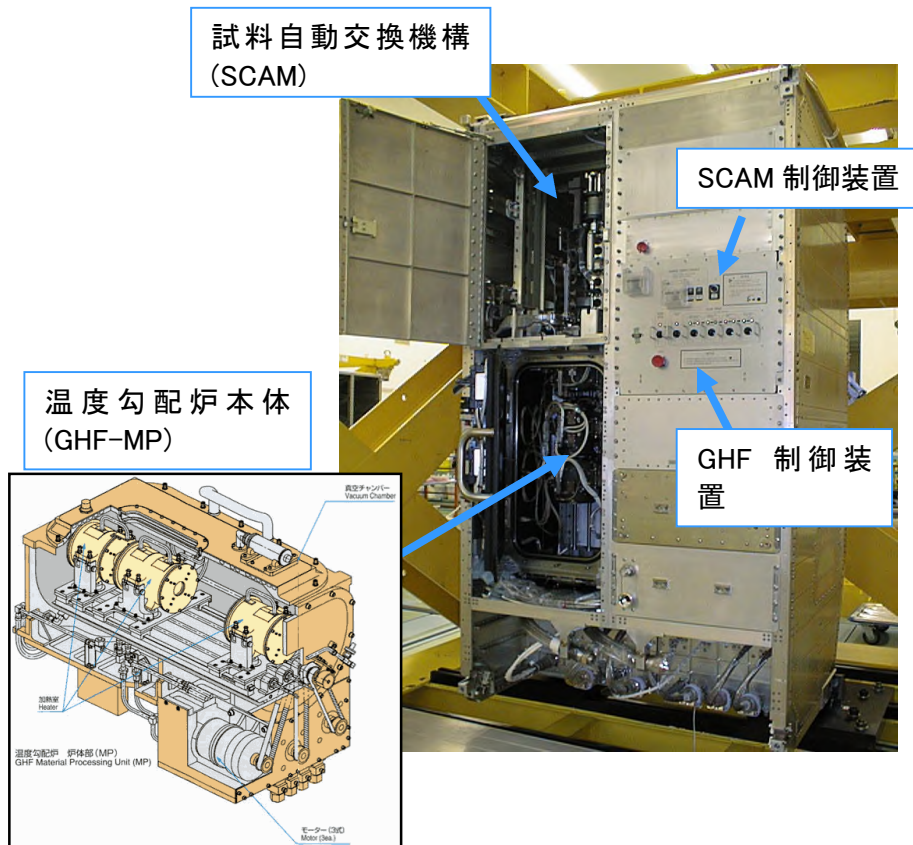


図 4.2.3-1 勾配炉ラックの構成

#### 4.2.4 多目的実験ラック(MSPR)

多目的実験ラック(Multi-purpose Small Payload Rack: MSPR)は、ユーザーが独自の装置を開発・搭載し、実験を行なうことを想定して、電源、通信機能などを備えた作業空間を提供するラックであり、KOBAIRO ラックと共にこのとり 2 号機(HTV2)で ISS に運ばれました。

多目的実験ラックは、ワークボリューム(Work Volume: WV)、ワークベンチ(Work Bench: WB)、小規模実験エリア(Small Experiment Area: SEA)の 3 種類の実験空間を提供します。

燃焼実験を行うユーザーに対しては、ワークボリューム内に設置できる燃焼実験チャンバ(Chamber for Combustion Experiment: CCE)を多目的実験ラックの構成品として用意しています。また同様に、水棲生物実験装置(Aquatic Habitat: AQH)が 2012 年 7 月の HTV3 で運ばれています。

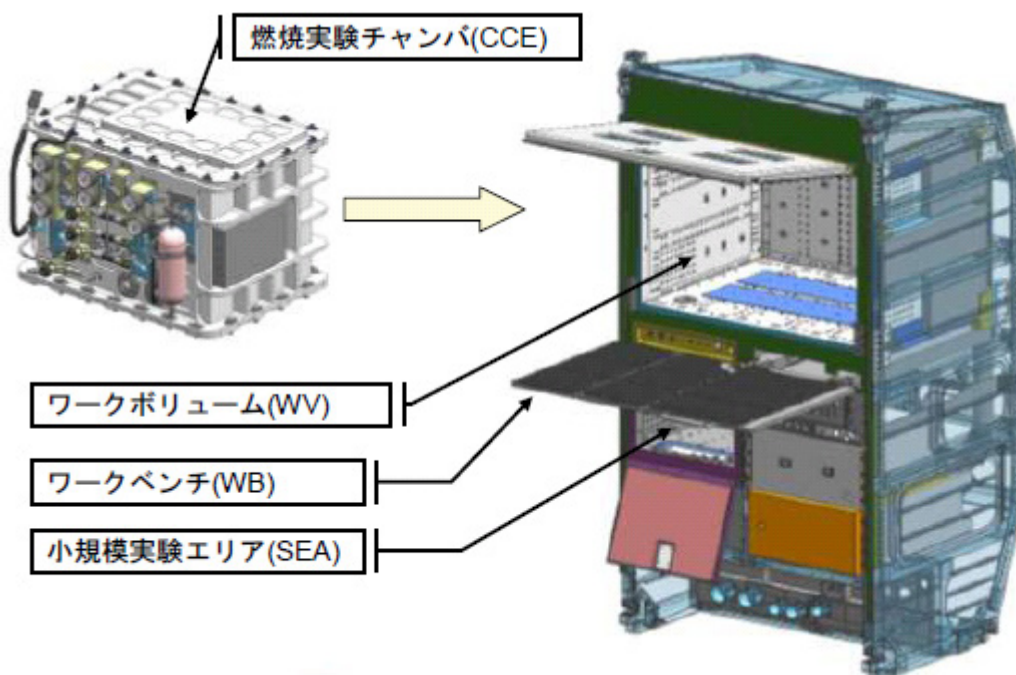


図 4.2.4-1 多目的実験ラック(MSPR)(イメージ図)



図 4.2.4-2 多目的実験ラックの写真(打上げ前)

## コラム付録 2-1

**実験ラックの役割**

ISS 内部は重力がほぼゼロで、宇宙飛行士は浮遊状態にあります。宇宙飛行士から見て、実験装置が引っ込んでいたり、出っ張ったりしているのは、操作しにくく、また宇宙飛行士が凹凸に引っかかり危険です。

そこで、実験ラックは、実験装置を宇宙飛行士にとって操作しやすい位置に配置・固定する役割を持っています。また、スペースシャトルや宇宙ステーション補給機「こうのとり」(H-II Transfer Vehicle: HTV) で実験ラックを ISS に輸送する際には大きな振動や加速度がかかりますが、実験装置を振動や加速度から守り、装置が実験ラックから飛び出さないようにする役割も果たしています。

実験ラックは、交換や軌道上での移動が可能であり、ISS の実験棟に直接搭載して打ち上げる以外にも、多目的補給モジュール (Multi Purpose Logistics Module: MPLM) や HTV に搭載して後から ISS に運ぶこともできます (注: シャトルが退役したため、現在では「こうのとり」が唯一の運搬手段です)。

また、電力系や通信系、熱制御系などの部品が故障した場合でも、交換や修理が可能です。実験ラックを ISS で運用する期間は 3 年以上と非常に長いため、実験装置の交換や部品の修理といった軌道上での保全が重要なのです。

実験ラックは、ロシアを除いた ISS 全体で共通のサイズとインターフェース仕様で開発されています。

#### 4.2.5 「きぼう」のロボットアーム(JEMRMS)制御ラック

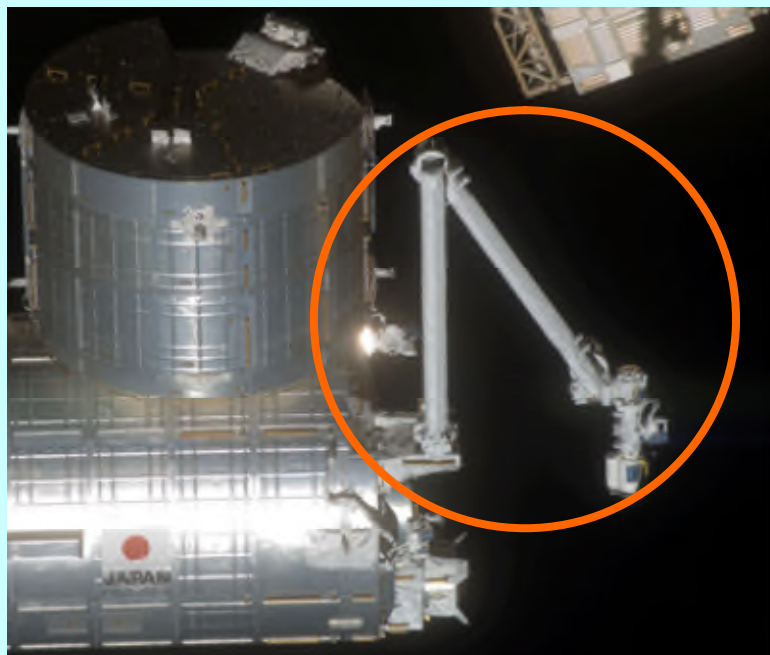
「きぼう」のロボットアームである親アーム、子アームは、共に 6 つの関節があるため、動きにかなりの自由度が得られ、人間の腕と同様の動作が可能です。船内実験室内では、クルーがロボットアームに取り付けられているカメラの映像をロボットアーム操作卓(JEMRMS 制御ラック)のテレビモニターで確認しながら作業を進めていきます。

JEMRMS 制御ラックの構成を図 4.2.5-1 に示します。

##### コラム付録 2-2

##### 「きぼう」のロボットアームの軌道上での保存姿勢

保存姿勢とは、ロボットアームの使用を終えたときの収納姿勢です。ロボットアームを使用しない時は、この姿勢に投入されます。





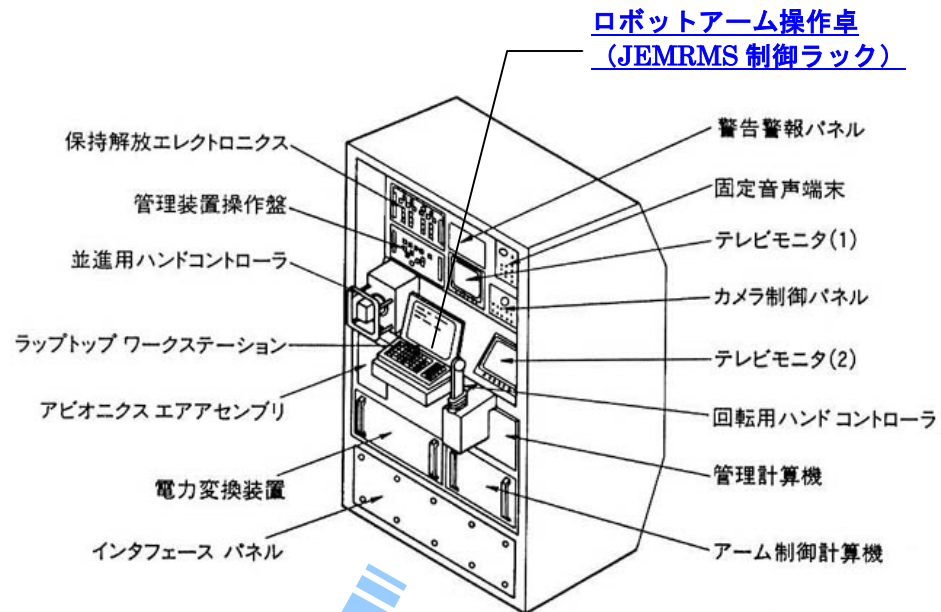


図 4.2.5-1 JEMRMS 制御ラックの構成

## 5. 運用管制

「きぼう」日本実験棟の「システム運用」と「実験運用」は、筑波宇宙センターから行います。筑波宇宙センターと「きぼう」との通信（音声、コマンド送信、テレメトリ受信、ビデオ受信）は、原則として米国の追跡・データ中継衛星（TDRS）を経由して行います。きぼうに搭載した衛星間通信システム（ICS）を使えば、日本のデータ中継技術衛星「こだま」（DRTS）を経由する通信も可能で、大量の実験データなどを筑波に直接送信するような場合には有効です。

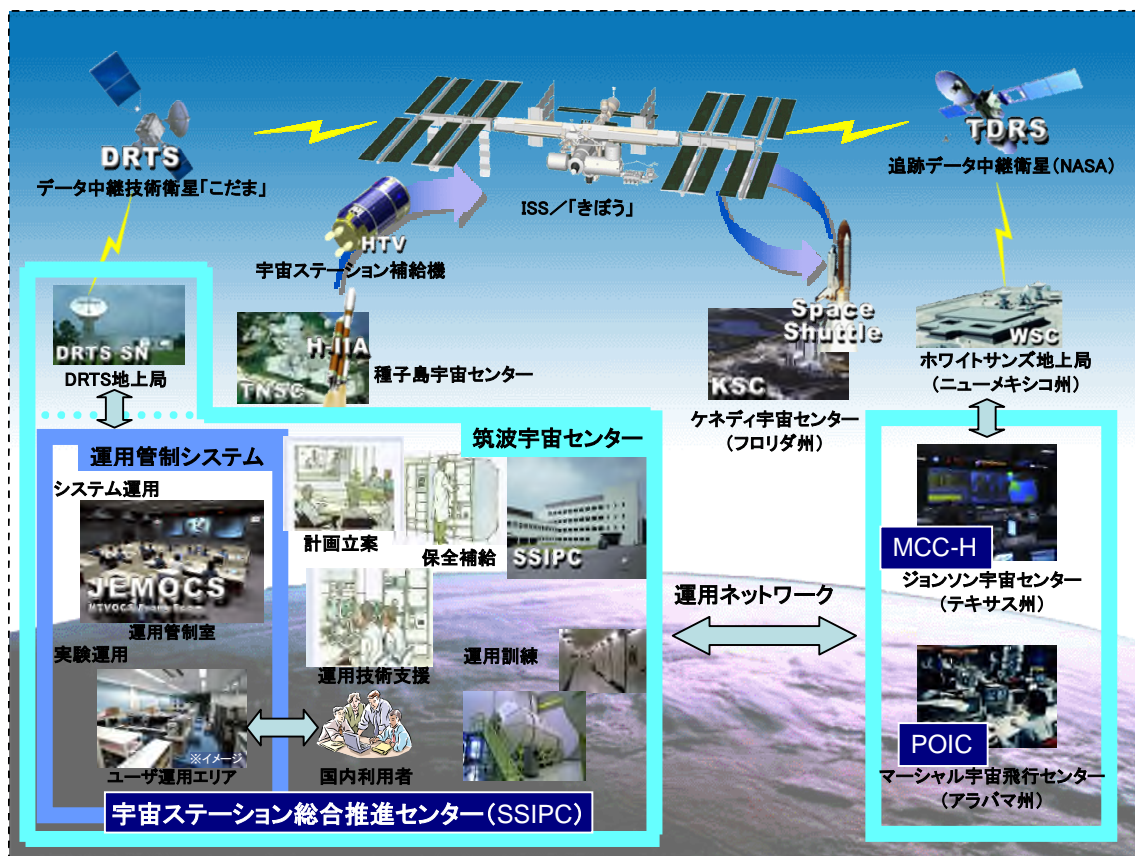


図 5-1 「きぼう」運用システム概要

## ■ システム運用

システム運用は、「きぼう」の熱制御システム、電力システム、通信システム、空調／熱制御・生命維持システム、ロボティクスシステムなどの各システムの状態を示すデータが正常であることを常に確認すると共に、火災、減圧、空気汚染の際に、ISS 滞在クルーが必要な行動をとることができるよう指示します。

また、「きぼう」の保全計画に基づき、「きぼう」に運ぶべき補給品の選定や、輸送手段(原則として「こうのとりのり」)、輸送時期などについての検討も行います。

「きぼう」の運用管制員が、「きぼう」運用管制チームの各ポジションに配置され、米国のフライトディレクターや飛行管制官と連携して、3 交代 24 時間体制で ISS 運用に参加しています。

運用管制室のバックルームでは、JEM 技術チームが「きぼう」の運用をモニタし、「きぼう」運用管制チームを技術面で支援します。

## ■ 実験運用

日本の実験運用の計画はシステム運用計画と共にとりまとめられ、これを米国のジョンソン宇宙センター(JSC)に送付します。そして JSC での調整を経て ISS 全体の運用計画に取り込まれ、これに従って実験が行われることとなります。

「きぼう」の利用は、「きぼう」実験運用管制チームが運用管制チームの JEM PAYLOADS の指揮のもと、筑波宇宙センター内の運用管制室に隣接したユーザ運用エリアで行います。

実験ユーザは自分の実験の模様をユーザ運用エリアからモニタし、ISS 側と連絡をとりながら実験を進めることができます。

### 【参考】「きぼう」の運用管制について

JAXA 公開ホームページでは、画像や動画にてさらに詳しく紹介しています。

#### ■ 「きぼう」運用管制システム

<http://iss.jaxa.jp/kibo/system/operation/ocs/>

#### ■ 「きぼう」運用管制チーム

<http://iss.jaxa.jp/kibo/system/operation/team/>

#### ■ 「きぼう」実験運用管制チーム

<http://iss.jaxa.jp/kibo/system/operation/plfct/>

## 5.1 運用管制チーム

運用管制チーム(JAXA Flight Control Team: JFCT)は、フライトディレクタと複数のポジションの運用管制員から成る 50 名以上のチームです。フライトディレクタが総指揮をとり、「きぼう」の各システムの専門知識を持つ運用管制員たちが支援します。

以下に JFCT の各ポジションの役割について紹介します。

- **J-FLIGHT: JAXA Flight Director (J-フライト:フライトディレクタ)**  
「きぼう」の運用管制に関する全て(「きぼう」運用計画、システム運用、実験運用など)について責任があり、運用管制員や宇宙飛行士の作業指揮をとります。「きぼう」の運用では、各運用管制員は J-FLIGHT に現状報告を欠かさず行い、J-FLIGHT は NASA のフライトディレクタと連絡を密にとり、「きぼう」の運用の指揮をとります。
- **CANSEI: Control and Network Systems, Electrical Power, and ICS Communication Officer (カンセイ: 管制、通信、電力系機器担当)**  
「きぼう」のコンピュータや通信機器、電力系の機器の状態を、軌道上からリアルタイムで送られるデータによって監視するとともに、それらのシステムに対する制御を地上から実施します。
- **FLAT: Fluid and Thermal Officer (フラット: 環境・熱制御系機器担当)**  
「きぼう」内の環境を整える機器や、装置から出る熱を制御する機器の状態を、軌道上からリアルタイムで送られるデータによって監視するとともに、それらのシステムに対する制御を地上から実施します。
- **KIBOTT: Kibo Robotics Team (キボット: ロボットアーム・機構系担当)**  
「きぼう」のロボットアーム、エアロック、構造・機構系の運用・管理を行います。  
ロボットアームの運用時には、必要な軌道上システムの準備および監視を行い、軌道上の宇宙飛行士によるロボットアーム運用の支援を行います。
- **J-PLAN: JAXA Planner (J-プラン: 実運用計画担当)**  
「きぼう」運用の計画立案を行います。  
運用中は計画進行状況を監視し、不具合が起きた場合などには運用計画の変更・調整を行います。
- **TSUKUBA GC: Tsukuba Ground Controller (ツクバジーシー: 地上設備担当)**  
運用管制システム、運用ネットワークシステムなど、「きぼう」の運用に必要な地上設備の運用・管理を行います。

■ **J-COM: JEM Communicator(J-コム: 交信担当)**

「きぼう」の宇宙飛行士と実際に交信するのがJ-COMです。「きぼう」内で機器の操作などを行う宇宙飛行士に対し、音声で必要な情報を通知し、また宇宙飛行士からの連絡に対して応答します。飛行管制官からの通話や指示はすべて J-COM を通して行われます。

■ **ARIES: Astronaut Related IVA and Equipment Support  
(アリーズ: 船内活動支援担当)**

軌道上の宇宙飛行士の船内活動(Intra-Vehicular Activity: IVA)を地上から支援したり、船内の機器や物品などの管理を行います。

■ **JEM PAYLOADS: JEM Payload Officer  
(ジェムペイロードズ: ペイロード運用担当)**

「きぼう」での実験運用が円滑に実施されるよう、実験実施者の窓口となり、取りまとめを行います。

JEM PAYLOADS の下に「実験運用管制チーム(Payload Flight Control Team: PL FCT)」が属しており、実験運用管制員たちが実験装置の運用を行います。

■ **JAXA EVA: JAXA Extravehicular Activity  
(ジャクサイーブイエー: 船外活動支援担当)**

宇宙飛行士の「きぼう」に関わる船外活動(Extra Vehicular Activity: EVA)時に、地上から支援します。

※JAXA EVA は、運用管制室には入りません。



図 5-2 「きぼう」日本実験棟の運用管制室の配置図

## 5.2 JEM 技術チーム

JEM 技術チーム(JET: JEM Engineering Team(ジェット))は、JEM 開発プロジェクトチームのメンバーで構成される、「きぼう」の技術支援チームです。

JET は、「きぼう」運用管制室のバックルームで「きぼう」の運用をモニタし、「きぼう」運用管制チーム(JFCT)を技術面で支援します。

JET の技術者は、「きぼう」の運用に関して何か問題が発生した場合、NASA と共に問題対処にあたるように NASA のミッションコントロールセンターにも配置されます。

## 5.3 実験運用管制チーム

「きぼう」実験運用管制チーム(Payload Flight Control Team: PL FCT)は、「きぼう」運用管制チームで「きぼう」利用全体の取りまとめを行う JEM PAYLOADS に属するチームで、日本の実験運用とりまとめ担当である JPOC、個々の実験装置の運用担当(FISICS、BIO)から構成されます。現在、約 25 名の実験運用管制員が所属しています。「きぼう」船外実験プラットフォームに搭載される曝露実験装置の運用が始まると、曝露ペイロード運用チームが加わるようになります。

実験運用管制員は、「きぼう」に搭載されている実験装置を使って実験を遂行します。実験装置の状態監視、制御コマンドの送信やリアルタイムでの運用計画の管理を行います。また、教育文化ミッションや医学ミッションなど、「きぼう」を利用する各ミッションを実施します。



図 5-3 「きぼう」日本実験棟 実験運用管制室内の配置(ユーザ運用エリア(UOA))

## 付録3 ソユーズ宇宙船について

ロシアの有人宇宙船であるソユーズ宇宙船(Soyuz TMA-M)は、カザフスタン共和国のバイコヌール宇宙基地からソユーズロケット(Soyuz FG)で打ち上げられます。

ソユーズ宇宙船は、NASAのスペースシャトルが退役した後、国際宇宙ステーション(ISS)の長期滞在クルーの往復のための唯一の輸送システムとして使われています。



図1 ソユーズ TMA(RSC Energia 社 HP)

<http://www.energia.ru/eng/iss/soyuz-tma/soyuz-tma.html>

ソユーズ宇宙船の役割は次のとおりです。

- ISSの長期滞在クルーをISSに一定の間隔で輸送します(2009年から年4機を打上げ)。
- 軌道上で不測の事態が発生した場合(デブリ接近時の避難場所として使用)や、宇宙飛行士の病気・怪我などで早期の帰還が必要になった場合の緊急帰還船として、ISSに常時係留<sup>※</sup>します。  
※ソユーズ宇宙船の軌道上運用寿命は、200日間であるため、半年毎に新しいソユーズ宇宙船と交換する必要があります。
- 任務を終了した長期滞在クルーの帰還時には、実験試料などの物資(最新型のTMA-Mでは最大約120kg)を地上に回収できます。(シャトルが退役した現在、Space X社のドラゴン宇宙船と、ソユーズ宇宙船だけが回収能力を持ちます。)
- 最上部の軌道モジュールには、ISSの不用品や使用済みの品などを搭載して、(大気圏突入時にクルーが搭乗している)帰還モジュールと分離した後、軌道モジュールごと燃焼させて廃棄します(ゴミ処理にも利用可能)。



## 1. ソユーズ宇宙船の構成

ソユーズ宇宙船は、3つのモジュール(軌道モジュール、帰還モジュール、機器／推進モジュール)から構成されています。

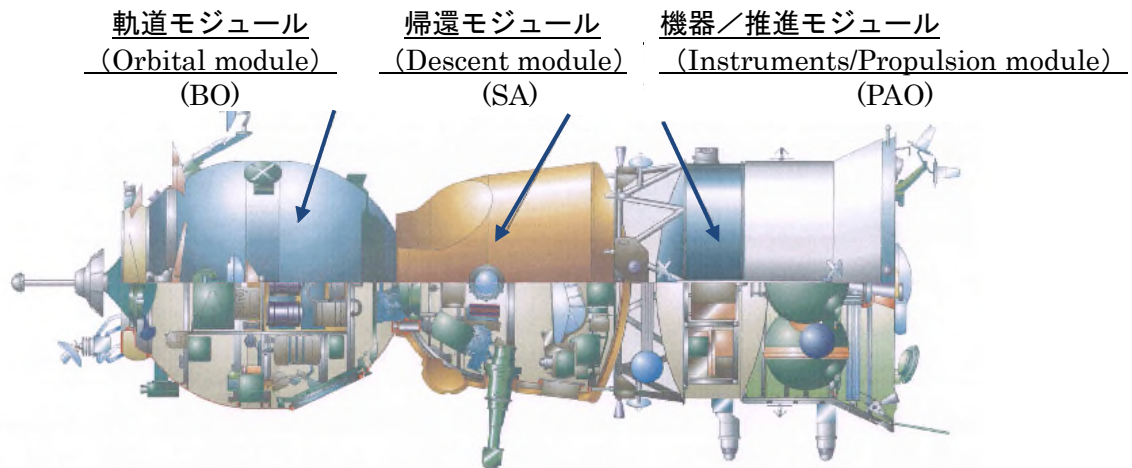
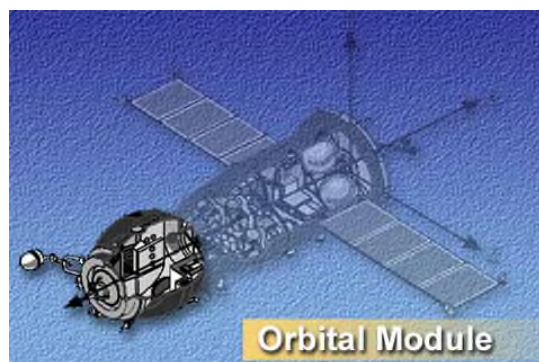


図1-1 ソユーズ宇宙船の構成

### 1.1 軌道モジュール

軌道モジュールは、ソユーズ宇宙船が地球周回軌道に投入された後、ISSに到着するまでの単独飛行中に、搭乗クルーが生活(着替えや食事、トイレ、睡眠スペースとして使用)するモジュールで、ランデブ飛行やドッキング運用に必要な機器類が搭載されています。モジュール内部は約6.3m<sup>3</sup>ほどの広さで、モジュールの前方部にはドッキング機構、ハッチ、そして自動ドッキングシステムのランデブ用アンテナが装備されています。モジュールの後方部は与圧ハッチで帰還モジュールにつながっており、搭乗クルーはこの与圧ハッチを通して帰還モジュールと軌道モジュール間を移動することができます。また射点でクルーがソユーズ宇宙船に搭乗する際は、このモジュールのサイドハッチから乗り込みます。



ドッキング後、搭乗クルーは、軌道モジュール前方(ドッキング機構側)のハッチからISS船内へと入室します。軌道モジュールは、地上への帰還直前、軌道離脱噴射を終了した後に、帰還モジュールから分離して大気圏へ突入し、高熱で分解・燃焼します。



図1.1-1 軌道モジュールの外部と内部の写真

## 1.2 帰還モジュール

搭乗クルーは、打上げ時、および再突入／帰還時、ドッキング／分離時には、帰還モジュール内のシートに着席します。ソユーズ宇宙船の制御装置類とモニタ画面等がここに装備されています。

帰還モジュールには、生命維持機材や、帰還時に使用するバッテリー、着陸時に使用するパラシュートと着陸時の衝撃緩和用ロケットが装備されています。搭乗クルー個人専用のシートライナーは、着地時の衝撃からクルーを守り、安全を確保するものなので、各自専用のシートライナーを作って座席に装着します。

帰還モジュールにはペリスコープ(潜望鏡)が装備されており、ISSへの接近時にドッキングターゲットを確認したり、地球方向を確認したりすることができます。外を見ることが出来る窓も左右に2つあります。

軌道上では使いませんが、推進スラスタ(過酸化水素スラスタ)を8基装備しており、大気圏突入からパラシュート展開までのカプセルの姿勢制御を行います。帰還モジュールには、帰還時に使用する航法誘導制御システムが装備されています。

帰還モジュールの重量は約2,900kgで、内部は約4m<sup>3</sup>の広さです。帰還モジュール内部には、搭乗クルー3名のほか、約120kgの回収品を搭載して地上に持ち帰ることができます。この帰還モジュールのみが地上に帰還します。

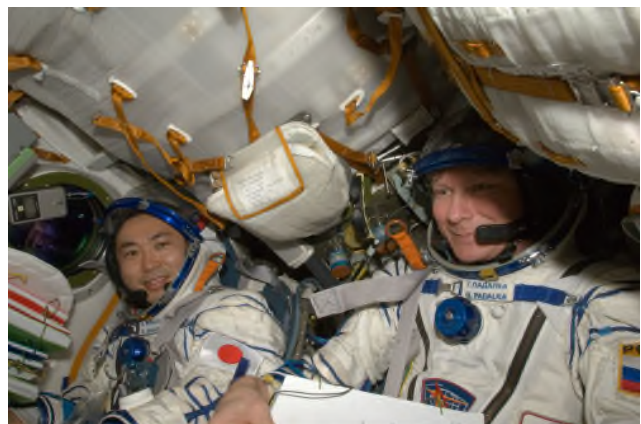


図1.2-1 帰還モジュールの内部

### 1.3 機器／推進モジュール

このモジュールは、酸素タンク、姿勢制御スラスタ、軌道制御エンジン、電子機器類、通信機器類、制御機器類、熱制御システム、推進薬タンク、バッテリー、太陽パネル、ラジエータが搭載されています。

推進薬は、燃料として非対称ジメチルヒドラジン(UDMH)、酸化剤として四酸化二窒素(Nitrogen Tetroxide)を使用します。

軌道モジュールと同様に、機器／推進モジュールは、軌道離脱マヌーバ実施後に帰還モジュールから分離して突入し、大気圏内で分解・燃焼します。

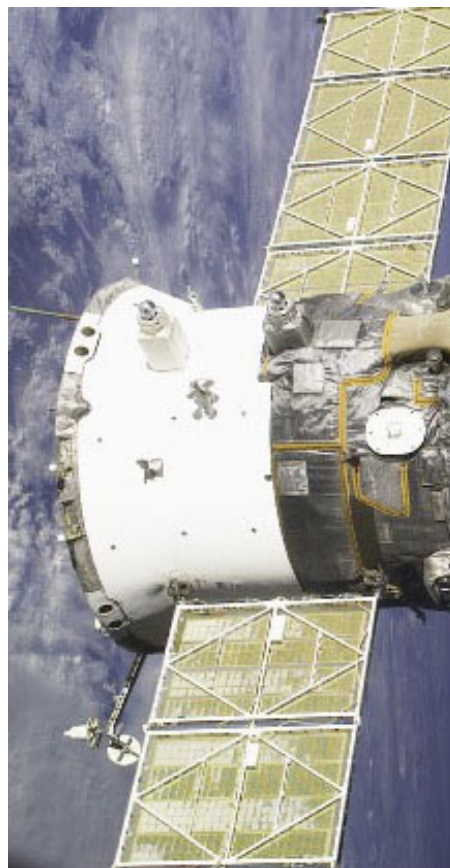


図1.3-1 機器／推進モジュール

## 1.4 ソユーズTMA宇宙船の主要諸元

重量	打上げ時重量	最大7,220 kg
	うち、帰還モジュール	約2,900 kg
長さ		6.98 m
直径	軌道モジュール、 帰還モジュール	2.20 m
	機器／推進モジュール	2.72 m
搭乗員数		2～3名
搭載ペイロード重量		100kg以下(3名搭乗時)
回収ペイロード重量		50kg以下(3名搭乗時)
単独飛行可能期間		4日間
飛行可能期間		200日間 (過去最長はソユーズTMA-9の215日間)
飛行可能高度		最大460km (ドッキング時は最大425km)
使用ロケット		ソユーズFG
着陸速度	主パラシュート使用時	最大2.6m/s、ノミナル1.4m/s (旧世代のソユーズTMは、3.6m/s、2.6m/s)
	予備パラシュート使用時	最大4.0m/s、ノミナル2.4m/s (旧世代のソユーズTMは、6.1m/s、4.3m/s)
推進薬	燃料	非対称ジメチルヒドラジン (UDMH)
	酸化剤	四酸化二窒素 (NTO)
太陽電池 パドル	翼端までの長さ	10.7 m
	面積	10 m <sup>2</sup>
	発電量	最大1 kW

(RSC Energia社 HP)

[http://www.energia.ru/en/iss/soyuz-tma/soyuz-tma\\_01.html](http://www.energia.ru/en/iss/soyuz-tma/soyuz-tma_01.html)

ソユーズTMAは、2002年10月から2012年4月まで10年間で22機が使われ退役しました。2010年10月から使われるようになった後継機のソユーズTMA-Mはコンピュータをデジタル化し、約70kg軽量化されたためペイロードの搭載量も70kg増加し、120kg搭載できるようになりましたが、構造としての仕様はほとんど同じです。

## 1.5 ソユーズ宇宙船の改良

### (1)ソユーズTMA

ソユーズTMA宇宙船は、1986年から2002年までの約16年間にわたり、宇宙飛行士をミール宇宙ステーションやISSに運んでいたソユーズTMに改良を加えたもので、2002年から使用を開始し、2012年4月に後継機のTMA-Mと交替して退役しました。

ソユーズTMAでは安全性、特に帰還／着陸時の安全面が格段に向上しました。搭載コンピュータの小型化、コンピュータ／ディスプレイ画面の機能向上に加え、ソユーズTM時代には、身長1.8m、体重85kg以上または、身長1.6m、体重56kg以下の宇宙飛行士は搭乗することができませんでしたが、ソユーズTMAでは米国人の搭乗を考慮して制限が緩和されました(以下の表を参照)。

帰還モジュールの構造的な改良としては、衝撃緩和用ロケットを改良したことで、搭乗クルーが着陸時に体感する速度と負荷が約15～30%低減されました。また新規の再突入制御システムと3軸加速度計を採用したことで、着陸精度が向上しました。

コックピットは、搭乗クルーの飛行データ／情報取得などの運用性を考慮して設計変更されました。また、シートおよびシート衝撃吸収材もさらなる安全性を追及して改良されました。



図1.5-1 ソユーズTMA帰還カプセルの落下衝撃試験の様子

表1.5-1 主な改良点 搭乗クルー1名あたりの身長・体重制限

項目		ソユーズTM	ソユーズTMA
身長(cm)	上限	182 cm	190 cm
	下限	164 cm	150 cm
座高(cm)	上限	94 cm	99 cm
	下限	-	-
胸囲(cm)	上限	112 cm	制限無し
	下限	96 cm	制限無し
体重(kg)	上限	85 kg	95 kg
	下限	56 kg	50 kg
足のサイズ(cm)	上限	-	29.5 cm

(RSC Energia社HP)

[http://www.energia.ru/eng/iss/soyuz-tma/soyuz-tma\\_02.html](http://www.energia.ru/eng/iss/soyuz-tma/soyuz-tma_02.html)

(2)ソユーズTMA-M

ソユーズTMAの改良型であるソユーズTMA-Mは、2010年10月8日に初飛行しました。

ソユーズTMA-Mは、外観は従来型から変化していませんが、30年以上前の1974年から使われていた古いアナログ方式のアルゴン-16コンピュータを新しいデジタル方式のTsVM-101コンピュータ(計算能力は30倍に向上)に換装したり、テレメトリシステムのデジタル化が行われるなど、旧式化した36基の機器を19基の新しい機器に換装する改良が行われ、計70kg軽量化されました。その分、搭載ペイロードも50kgから120kgへ70kg増やせるようになりました。また、消費電力の削減や、打上げ準備段階での試験の簡素化が可能になりました。

座席の前の「ネプチューン」表示ディスプレイもカラー化されました(ソユーズTMAの後期タイプから一部を導入開始)。

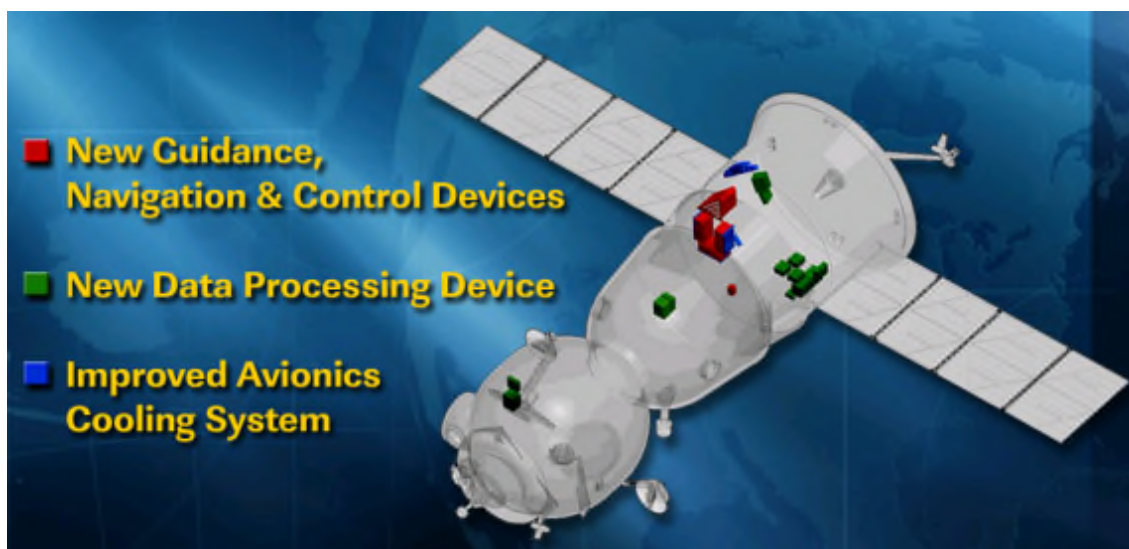


図1.5-2 ソユーズTMA-Mで改良した制御機器 (Roscosmos/RSC Energia)  
(計36基の古い機器を19基の新しい機器で更新)

[http://www.nasa.gov/images/content/485546main\\_Soyuz\\_TMA01-M.jpg](http://www.nasa.gov/images/content/485546main_Soyuz_TMA01-M.jpg)

なお、ソユーズTMA-M宇宙船の改良はその後も続けられており、発電能力増強のための太陽電池の改良、デブリ防護能力強化のためのデブリシールドの追加や、航法装置の改良などが2012年から徐々に導入されています。

## 2. ソユーズ宇宙船のシステム概要

### 2.1 環境制御／生命維持に関わる装置類

ソユーズ宇宙船の軌道モジュールと帰還モジュール内は、1気圧に維持されており、打上げ時とISSとのドッキング時、帰還時を除けば、普段着で過ごせます。

(ただし、2013年からは6時間でISSにドッキングする特急フライト(急速ランデブー方式)が導入されたため、軌道投入後に与圧服を脱ぐことは止めました。上半身のみスーツを脱いでトイレを使えるようにする程度となっています。)

人が居住できる環境を保つために、酸素タンク、二酸化炭素除去装置、エアコン装置、飲料水供給装置、トイレなどが装備されています。

トイレは、12人日の保管能力がある小型のものが、軌道モジュールに設置されています(使用しない時はカバーで覆っているため、見た目はどこにあるか分からないようになっています)。

### 2.2 通信(アンテナ)に関わる装置類

ソユーズ宇宙船は、地上及び、ISSとの通信が可能ですが、データ中継衛星を介した通信は出来ないため、ロシアの地上局の上空でのみ地上との通信が可能です。

### 2.3 電力に関わる装置類

ソユーズ宇宙船は、軌道上を単独飛行している間は、太陽電池パネルで発電した電力と搭載バッテリーからの電力を使用します。ISSとドッキングしている間は、ISSからの電力供給のみで電力はまかなわれます。

## 2.4 Kurs自動ランデブ／ドッキングシステム

ソユーズ宇宙船は、無人のプロGRESS補給船でも使われている無線を使用したKurs「クルス」ランデブ／ドッキングシステムを使用しての自動ランデブ／ドッキングが可能です。通常はこのシステムを使用して自動でドッキングを行います。異常を感知した場合は直ちに手動操縦に切り替えてドッキングを行います。

なお、手動操縦に切り替えてのドッキングは珍しいトラブルではないため、ソユーズ宇宙船に搭乗する宇宙飛行士たちは、手動操縦でのドッキングの訓練を十分に実施しています。



図2.4-1 ドッキング時の映像(カメラ映像にKursからのデータを重ねて表示)  
(接近速度、ISSとの距離、姿勢の変化、時刻などを表示。中心線がドッキングポートの中心からずれるのは、そこにドッキングターゲットがあるためであり異常ではありません)

### 【Kurs故障時の対応】 古川宇宙飛行士のTwitter情報を参考に修正

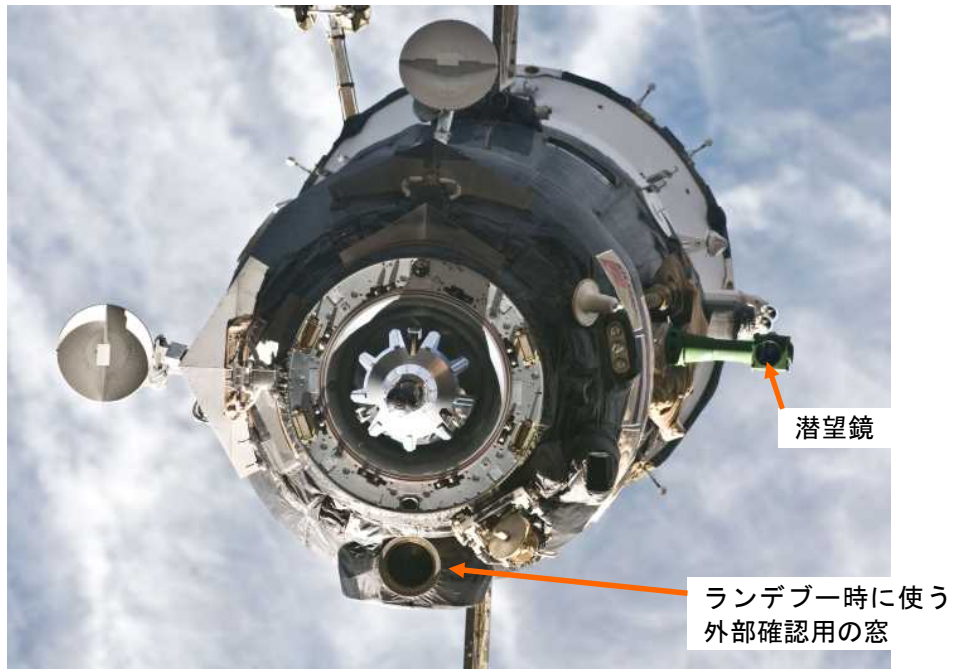
ソユーズ宇宙船がISSまで数kmの距離まで飛行してきた時点で自動ランデブシステムが故障したという想定で、そこからの手動ランデブを訓練で模擬。

船長補佐のフライトエンジニア1が軌道モジュールに移動し、小さな窓際に設置されたレーザー測距計を使ってISSまでの相対距離を測定する。時間をあけて距離を2回測定すると、その間の平均相対速度も測定できる。

それらの相対距離、相対速度情報を帰還モジュール中央席に座る船長に口頭で伝える。それとソユーズ宇宙船の潜望鏡からのISS映像を基に、船長が手動でランデブを実施。

ISSからある距離まで近づいた後、ドッキングポートの正面まで回りこむように飛行。その後ドッキングポートからある距離まで近づいて相対的に停止するのをシミュレーターで模擬したところまでで、訓練は終了。





ソユーズTMA宇宙船を前方から撮影した写真 (NASA)



ロシアのレーザー測距計 (RSCエネルギー)



潜望鏡訓練の様子 (RSCエネルギー)

図2.4-2 Kurs故障時に使う機器類

【ドッキング訓練の様子】古川宇宙飛行士のTwitterより

「ソユーズ宇宙船のドッキング運用シミュレーション訓練。適切なタイミングで主エンジンを噴射して軌道高度を上げながら、国際宇宙ステーションへ徐々に近づいてゆく。自動ランデブー・ドッキングシステムが正常に働いているかを注意深くモニターしながら、コマンドを打つ。

自動ランデブー・ドッキングシステムは2系統あり、もし一方が故障しても他方があるし、万が一両方が故障しても手動でのランデブーやドッキングという選択肢がある。ソユーズは、何重にも冗長な大変信頼性の高い宇宙船である。

いつものごとく、訓練では様々なものが次々に壊れた場合の対処を実施。自動ランデブー・ドッキングシステムの1系統が最初に故障、後にもう一方も故障し、手動で最終接近・ドッキングを行うシナリオであった。その他の細かい故障も多数。3人のクルーで協力して対処。」

## 2.5 ドッキング機構

ソユーズ宇宙船は、プログレス補給船と同じProbe/Drogueタイプのドッキング機構(ハッチを兼ねる)を装備しており、「ズヴェズダ」の後部、「ピアース」(DC-1)下部、「ラスビエツ」(MRM-1)下部、「ポイスク」(MRM-2)上部の計4箇所にドッキングすることができます(図3.4-2参照)。



図2.5-1 ソユーズ宇宙船のドッキング機構

## 2.6 軌道制御エンジン／姿勢制御スラスタ

ソユーズ宇宙船の後部には、メインエンジン1基が装備されており、軌道制御や、軌道離脱のための逆噴射時に使用されます。姿勢制御には20基以上装備されている小型のスラスタが使われます。

なお、大気圏突入後のカプセルの姿勢制御は、帰還モジュールに装備している別システムの小型のスラスタが使われます。

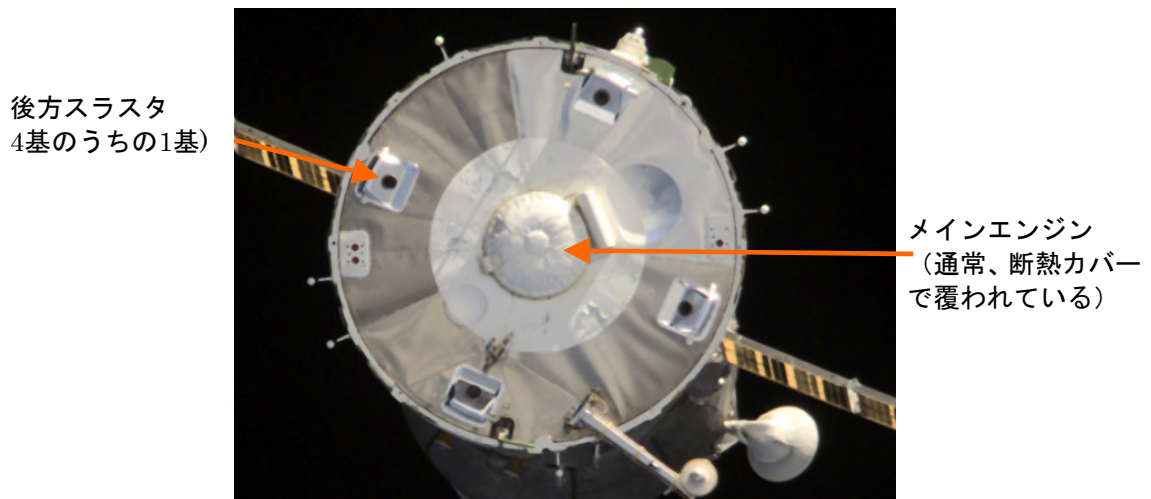


図2.6-1 ソユーズ宇宙船後方のメインエンジン

## 2.7 打上げ時の緊急脱出に関わる装置

ソユーズ宇宙船への搭乗クルーの乗り込みは、打上げ2時間前に行われます。打上げ時には米国のアポロ宇宙船とは異なり、フェアリングを装備しており、このフェアリングの頂部に緊急脱出用の固体ロケットが取り付けられています。

1983年のソユーズT10A打上げ時には、打上げ90秒前にロケットが爆発し、クルーがこの緊急脱出システムを使って無事脱出した例があります。

緊急時には、この固体ロケットの推力で上昇します(高度約950～1,200mまで上昇)。その後、4枚の空力安定フィンを展開することで速度を落とし、軌道モジュールと帰還モジュールを切り離れた後、約2.5km離れた地点に着地することになります。なお、通常の打上げでは上昇の途中で、この緊急脱出用ロケットとフェアリングは分離されます。



図2.7-1 ソユーズロケット先端に装着される緊急脱出用ロケット(RSCエネルギー社)



図2.7-2 フェアリング上の空力安定フィン  
(青丸内:メッシュ状で、緊急時には90度下側へ展開)

## 2.8 サバイバルキット

ソユーズ宇宙船には、水上に着水した場合や回収部隊がすぐに到着できない時のような非常時に備えて、飲料水、食料(3人のクルーの1日分)、救急キット(薬、包帯など)、位置通知用ビーコン、無線装置、防水性のつなぎ、防寒服、発煙筒、シグナルミラー、発光灯、ナタ、マッチ、ロープ、ナイフ、保温用アルミシート、釣り具などのサバイバルキットを装備しています。これらは、氷点下の環境下でもカプセル内で3日間過ごせることを考慮して装備されています(初期のソユーズ18A, 23, 24号ですぐに救出できない状況を経験し、以後これらの装備が強化されました)。またパラシュートはテントとして使用することができます。

なお、ソユーズTMA-3からは弾道突入で帰還して捜索が遅れた場合などのケースに備えて、イリジウム衛星電話とポータブルなGPS受信機(緯度経度確認用)を搭載するようになりました。



図2.8-1 ソユーズ宇宙船に装備されている防寒服(JAXA HP, ©GCTC)

## 2.9 Sokol与圧服と専用シート

Sokol(「ソコル」:ロシア語でハヤブサや鷹の意味)与圧服は、打上げ時とドッキング・分離時、帰還時に着用する与圧服で、ある程度の減圧や熱に耐えられます。2013年からは6時間弱でISSに到着できるようになったため、スーツを脱ぐのはドッキング完了後となっています。

着地時の衝撃に耐えるために、帰還モジュールには各クルー専用で作られたシートが使用されます。このシートには足方向がピボット部で固定され、頭上方向に衝撃吸収用ダンパーが取り付けられており、着地の約10分前にダンパーを上へ伸ばし、衝撃を吸収する仕組みになっています。

このシートは、クルー毎に石膏で型とりをして衝撃が集中することのないように体にピッタリとした形状で製造されます。

大気圏突入時のGは、ソユーズTM宇宙船の場合で通常約4~5G、最大で約10~12Gがかかります。



図2.9-1 ソユーズ宇宙船の座席シートと搭乗姿勢 (NASA)



図2.9-2 (左)シートライナーを石膏で型とりする様子 (ESA)  
(右)座席にシートライナーを装着した状態(カナダ人宇宙飛行士Chris HadfieldのTwitterより)



図2.9-3 Sokol与圧服を装着する様子

Sokol与圧服は、お腹の袋の所から内部に入って着用します。この袋の口の部分は最後に束ねてひもで縛ることで気密を保つことができます。最後に表面生地ジッパーを閉じれば着用は終わりです。

古川宇宙飛行士も打ち上げ前にTwitterで以下のように紹介しました。  
「ソコル宇宙服は、打上げと帰還のときなどにソユーズ宇宙船内で着る与圧服。万一ソユーズに穴があいて減圧し、ソユーズ宇宙船内が真空になっても、ソコル宇宙服内は約0.4気圧に保たれ、クルーが守られる。」

## 2.10 ソューズ宇宙船の着陸について

ソューズ宇宙船は帰還時に3つに分離して、クルーが搭乗する真ん中の帰還モジュール(カプセル)のみがパラシュート降下して回収されます。

このパラシュートは完全な冗長構成になっており、主パラシュート(直径35m)が開かない時は、予備のパラシュート(直径27m)を使用します。このパラシュートで、降下速度を約7~9m/secまで減速し、着地直前に衝撃緩和用ロケット(以下を参照)でさらに減速します。

さらに座席を支える支柱の衝撃緩衝装置を組み合わせることで着地の衝撃から保護しますが、座席と体の間に隙間があるとそこに力が集中して怪我する危険性があるので、着地時には身体をシートに密着させるよう指示されています。

## 2.11 着地時に使う衝撃緩和用ロケット

ソューズカプセルは、帰還モジュールの底に設置された放射性同位元素から放射されるガンマ線を使った高度計を使用(このため、降下中に底部の耐熱シールドを分離・投棄)し、地表高度約80cmで4基または6基の固体ロケットモータ(推力各2,500kg)を自動的に噴射させて、着地時の衝撃を緩和します。これにより、エアクッションのような効果を生じさせて衝撃を緩和します。

ソューズTMA宇宙船では、この着地時の速度をソューズTM宇宙船の時の2~3m/secから、1~2m/secにまで改善しました。



図2.11-1 ソューズTMA-13が着陸する様子 (NASA HP)



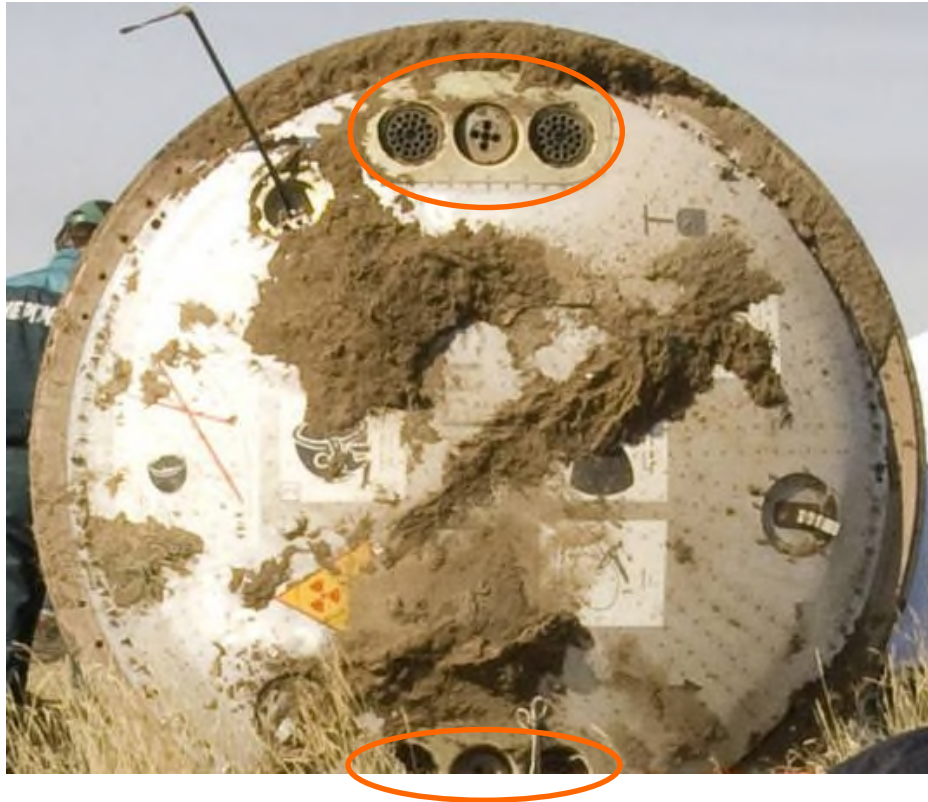


図2.11-2 ソユーズTMA-11の衝撃緩和用ロケット(NASA HPより)

### 3. ソユーズ宇宙船の運用概要

ソユーズ宇宙船は、打上げ後2日間かけてISSに接近し、飛行3日目にISSにドッキングしていましたが、2013年3月のソユーズTMA-08Mから、打上げ当日にドッキングまで行う方式に変更されました。この方法だと、打上げから6時間以内でISSに到着します(トラブルなどが起きて必要になれば、従来方式に変更することも可能)。

ドッキング後は、ISSの緊急避難／帰還船としてISSに係留します。

ISSの緊急避難／帰還船としての役目を終えたソユーズ宇宙船は、長期滞在任務を終えたクルーを乗せてISSから分離します。ソユーズ宇宙船は、ISS分離から約2時間半後に(南大西洋上で)軌道離脱マヌーバを実施し、その約30分後に3つのモジュールを分離(だいたいエジプト・リビア上空付近)して大気圏に再突入、そしてその約23分後に帰還モジュールが地上に着陸します。

ソユーズ宇宙船の運用概要は以下のとおりです。

なお、ソユーズ宇宙船の操縦は、アメリカ人が搭乗する場合でも全てロシア語で行われます(注：NASA TVで流れる英語は、NASAがロシア語の通訳を雇っているために聞こえます)。

- ① 組立棟でフェアリングに搭載、ロケット組み立て棟へ移動してロケットに結合
- ② 射点に移動【打上げの2日前】
- ③ Go/ No-go決定、推進剤の充填、クルーの搭乗【打上げ当日】
- ④ 打上げ
- ⑤ 軌道投入、太陽電池パドルと通信アンテナの展開
- ⑥ ISSへの単独飛行
- ⑦ ISSとのランデブ／ドッキング【打上げ当日 or 飛行3日目】
- ⑧ ドッキング中の運用
- ⑨ ISSからの分離
- ⑩ 軌道離脱噴射、軌道モジュールと機器・推進モジュールの投棄
- ⑪ 再突入
- ⑫ パラシュート展開
- ⑬ 着陸
- ⑭ 回収部隊と合流



### 3.1 打上げ準備

組立棟でソユーズロケットに搭載されたソユーズ宇宙船は、打上げの2日前に、鉄道で射点まで移動します。射点に着くと、ロケットが垂直に立てられ、電気系や機械系機器類の試験起動が行なわれます。

打上げ当日に、ロケットへの推進薬の充填が実施され、打上げの6時間前からカウントダウンが開始されます。

ソユーズ宇宙船の打上げ準備の作業概要を以下に示します。

- ① 宇宙機組立棟でフェアリングに搭載、ロケット組み立て棟に移動してロケットに結合



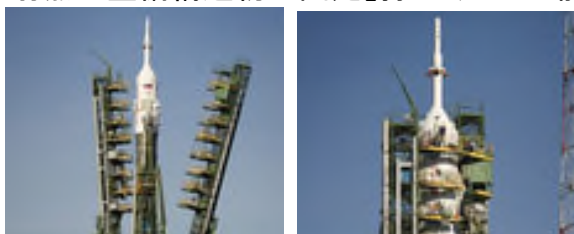
- ② 列車で射点に移動【打上げの2日前】



- ③ 射点に着／垂直に立てられる【打上げの2日前】



- ④ 射点の整備構造物の固定【打上げの2日前】



- ⑤ 打上げリハーサルの実施【打上げの2日前～打上げ前日】

⑥ Go/ No-go決定／推進薬の充填【打上げ当日】



⑦ クルーの搭乗【打上げ当日】



⑧ 整備構造物の展開【打上げ当日(45分前)】



⑨ 打上げ



【ロシアの有人宇宙船打上げ前に行われる伝統的なイベント】古川宇宙飛行士のTwitterより

- ・(打上げ2日前に行われる)ソユーズ宇宙船のロールアウトは、実際にそのロケットで飛び立つプライムクルーは見ないことになっている。代わりにバックアップクルーとプライムクルーの家族らが見守る。プライムクルーが見るのは縁起が悪いからだそうだ。
- ・記者会見の後、クルーと家族らは「砂漠の白い太陽」という映画(アクション、コメディ)を見た。この伝統は、関係者の話では1970年頃から続いているらしい。
- ・ソユーズ宇宙船によるプライムクルー打上げ当日。打上げ約6時間20分前、ホテルのドアにサイン。これも伝統。
- ・ソユーズ宇宙船打上げ約6時間10分前、クルーがホテルを出てバスに乗る。このとき出発にふさわしい音楽が流れる。テンポの良い曲で、好きである。関係者に聞いたところ、ソヴィエト時代1983年頃のEarthlings(Земляне)というアーティストによる“The Grass Near my Home”(Трава у дома)という音楽で、それがかけられるのも伝統とのこと。
- ・打上げ約3時間前、プライムクルーのみビルを出てトップマネジメントに挨拶後、バスに乗って打上げ場所に向かう。
- ・打上げ場所から1km弱の地点でバスが停車。プライムクルー(通常男性のみ)がバスを降り、小用に立つのである。ガガーリン飛行士が行ったことから、伝統になっているらしい。

表3.1-1 打上げ準備カウントダウンの流れ

カウントダウン	主要作業
34時間前	ソユーズロケットへの推進剤の充填準備開始
6時間前	搭乗クルー Cosmonautホテルを出発
5時間30分前	ロシアの委員会(State Commission)によるGo/No-go決定
5時間15分前	搭乗クルー 打上げ施設(サイト254)に到着
5時間前	ソユーズロケットへの推進剤の充填開始
4時間20分前	搭乗クルー 打上げ/帰還用スーツを装着
4時間前	ソユーズロケットへの液体酸素の充填開始
3時間40分前	搭乗クルーの会見
3時間10分前	ロシアの委員会(State Commission)への報告
3時間05分前	搭乗クルー 射点へ移動開始
3時間前	第1段、第2段ロケットへの酸化剤の充填終了
2時間35分前	搭乗クルー 射点に到着
2時間30分前	搭乗クルー ソユーズ宇宙船(軌道モジュール)に搭乗開始
2時間前	搭乗クルー 帰還モジュールに搭乗完了
1時間45分前	帰還モジュールの機器点検、打上げ/帰還用スーツの換気
1時間30分前	軌道モジュールのハッチ気密点検
1時間前	ソユーズロケット制御システムの準備、ジャイロセンサの起動
45分前	射点の整備構造物の展開
40分前	帰還モジュールの機器類の点検完了; 打上げ/帰還用スーツの気密点検
40分前	緊急脱出システムの安全装置解除; 打上げ制御装置の起動
25分前	射点のサービスタワーの引き込み
15分前	打上げ/帰還用スーツの気密点検完了、搭乗クルーは脱出機器を自動モードに設定
10分前	打上げ用ジャイロセンサ固定解除、搭乗クルーは搭載レコーダを起動
7分前	打上げ前運用の完了
6分10秒前	最終打上げ運用の開始
6分前	射点およびロケットシステムの打上げ準備完了
5分前	オンボードシステム制御機器への電力投入
	地上システムの計器類の起動
	コックピットの操縦機器類の起動
2分30秒前	搭乗クルーはヘルメットを閉め、与圧服の空気循環開始
	ソユーズロケットの推進剤タンクの加圧開始
	ソユーズ宇宙船搭載計器類の起動
1分前	窒素ガスによるすべての推進剤タンクの加圧開始
	電力供給アンビリカル(地上システム)の切り離し
10秒前	第1段、第2段エンジン始動
5秒前	第1段エンジン最大推力
0秒	打上げタワー分離
	離陸

出典: NASA Expedition 21/22 press kit

### 3.2 打上げ／軌道投入

ソユーズ宇宙船は、カザフスタンのバイコヌール宇宙基地からソユーズロケットで打ち上げられます。

離陸後、まず第1段ロケット(周囲の4本)が分離し、その後中央の第2段ロケットで上昇が続けられます。第2段ロケットが分離すると、その後、第3段ロケットの燃焼が開始され、打上げから約9分後には、ソユーズ宇宙船は、初期軌道に投入されます。

ソユーズ宇宙船の打上げ／上昇シーケンスは以下のとおりです。

- ① 打上げ(第1段、第2段ロケット同時点火)
- ② 約1分58秒後に第1段ロケット(4本)分離
- ③ 約2分40秒後にフェアリング分離
- ④ 約4分58秒後に中核ロケットである第2段ロケットを分離し、第3段ロケットの燃焼開始
- ⑤ 約9分後に第3段ロケットエンジン燃焼終了／ソユーズ宇宙船を分離
- ⑥ ソユーズ宇宙船の太陽電池パネルと通信アンテナを自動展開

【参考】ESAがYouTubeにソユーズロケットの打上げを詳しく紹介したビデオを掲載しています(11分30秒)。

<http://www.youtube.com/watch?v=AVvgpKt5uCA&feature=youtu.be>

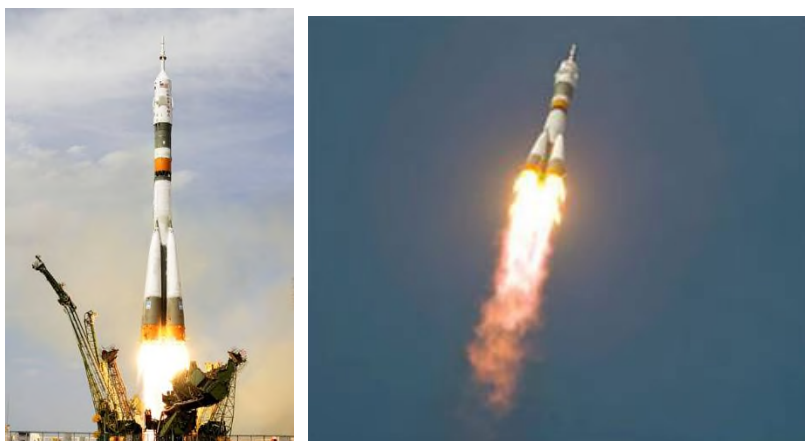


図3.2-1 ソユーズロケットの打上げ／上昇

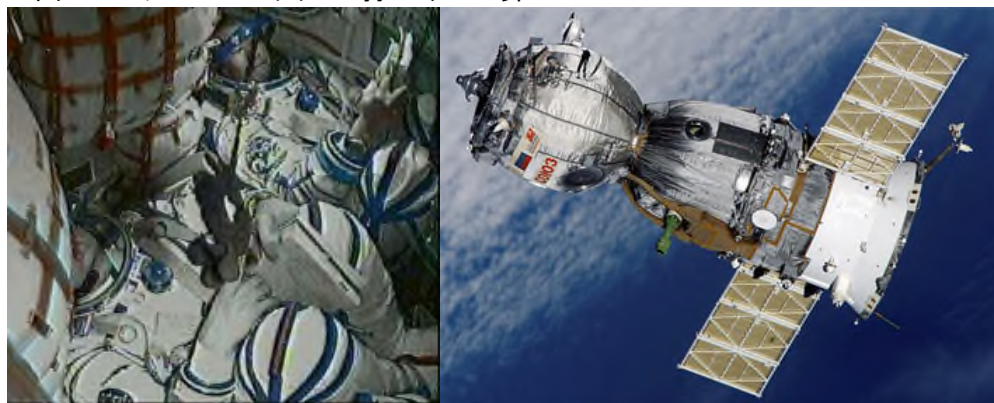


図3.2-2 ソユーズTMA-17上昇時の船内の様子(左)

図3.2-3 軌道上での太陽電池パドルと通信アンテナの展開イメージ(右)

### 3.3 軌道投入後の作業

表3.3-1と表3.3-2に、軌道投入完了後からISSドッキングまでの搭乗クルーの作業例(参考)を示します(注:表3.3-1が約6時間でドッキングする特急フライト(急速ランデブー方式)のもので、表3.3-2は2日かけてランデブーする従来型のケースです)。

表3.3-1 軌道投入からISSドッキングまでの主なイベント(特急フライト)

Orbit 1 (軌道1周 回目)	L+ 約 9分 軌道投入(太陽電池パドル展開、アンテナとドッキングプローブを自動展開) L+ 約13分 太平洋上空に入り、地上局との通信が途絶える L+ 約43分 第1回ランデブー・バーン L+約1時間30分 第2回ランデブー・バーン
Orbit 2 (軌道2周 回目)	L+約2時間04分 第3回ランデブー・バーン L+約2時間38分 第4回ランデブー・バーン
Orbit 3 (軌道3周 回目)	L+約3時間50分 ISSをドッキング姿勢に変更 L+約4時間10分 自動ランデブーの開始 L+約4時間17分 第5回ランデブー・バーン L+約4時間41分 第6回ランデブー・バーン L+約4時間42分 自動ランデブー・ドッキング用のKurs-Aシステムを起動(ISSまで約200km)
Orbit 4 (軌道4周 回目)	L+約5時間03分 第7回ランデブー・バーン L+約5時間08分 ISSまで約80kmに接近 L+約5時間38分 ISSまで約 8kmに接近(ソユーズ宇宙船のTVカメラを起動) L+約5時間56分 ISSの周りを約45度周回(フライアラウンド) L+約6時間06分 最終接近を開始 L+約6時間14分 ドッキング L+約6時間半 ドッキング機構のフックをクローズ(構造結合完了)
Orbit 5 (軌道5周 回目)	L+約8時間31分 ハッチ開放(日本時間11月7日21時45分)。 入室後、地上の家族等との交信を実施

ソユーズTMA-11M/37Sミッションでの計画値に基づき改訂(ドッキング・入室時間は実績値)。

表3.3-2 軌道投入からISSドッキングまでの主な搭乗クルーの作業(従来方式)(1/3)

飛行1日目開始	
Orbit 1 (軌道1周 回目)	<p>軌道投入後の作業(太陽電池パドルの展開、アンテナとドッキングプローブの展開)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 搭乗クルーは上記の展開作業を監視・確認。</li> <li>・ 推進系の加圧状態、環境制御システム、および搭乗クルーの健康状態について地上に報告。</li> <li>・ 地上との通信を確立。</li> <li>・ 地上の追跡システムから入手した初期軌道投入データを受信。</li> </ul>
Orbit 2 (軌道2周 回目)	<p>各システムの点検(姿勢制御センサ、カーズドッキングシステム(Kurs)、角加速度計、ビデオ画像ダウンリンクシステム、OMSエンジン制御システムなど)、手動による姿勢制御テストの実施</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 搭乗クルーは各システムの点検状況をモニタし、データを確認。</li> <li>・ 姿勢制御テストを手動で実施。</li> <li>・ テレメトリデータとビデオ画像のダウンリンク。</li> <li>・ レーダおよび無線トランスポンダ追跡。</li> <li>・ 手動姿勢制御(太陽方向に+Y軸を向けヨー回転を開始。)レート確立後、モーション・コントロール・システム(MCS)を停止。</li> </ul>
Orbit 3 (軌道3周 回目)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 手動による姿勢制御(太陽方向に+Y軸を向けヨー回転)を終了。MCSの再起動。自動マヌーバの開始(LVLH(Local Vertical Local Horizontal)基準姿勢の確立)。</li> <li>・ 軌道モジュールに入室。モジュール内の二酸化炭素除去装置を起動し、Sokol与圧服を脱ぐ。</li> <li>・ 搭乗クルーはLVLH基準姿勢データを確認。</li> <li>・ 軌道調整マヌーバ用のコマンド送信(軌道調整マヌーバ:DV1とDV2)</li> <li>・ テレメトリデータとビデオ画像のダウンリンク。</li> <li>・ レーダおよび無線トランスポンダ追跡。</li> <li>・ 可視領域外/通信不能帯(Loss Of Signal: LOS)飛行中に、自動マヌーバでDV1噴射に備えた姿勢に移行。(飛行状況は、搭乗クルーが監視。なお、クルーの操縦は不要。)</li> </ul> <p><u>LOS中に軌道調整マヌーバ(DV1)実施。</u></p>
Orbit 4 (軌道4周 回目)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ LOS中に、自動マヌーバでDV2マヌーバに備えた姿勢に移行。</li> </ul> <p><u>LOS中に軌道調整マヌーバ(DV2)実施。飛行状況は、搭乗クルーが監視。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 可視領域/通信可能帯(Acquisition Of Signal: AOS)にて、地上に軌道調整マヌーバの状況を報告。</li> <li>・ 軌道モジュールと帰還モジュール内の圧力確認。</li> <li>・ テレメトリデータとビデオ画像のダウンリンク。</li> <li>・ レーダおよび無線トランスポンダ追跡の報告。</li> <li>・ 手動による姿勢制御(太陽方向に+Y軸を向けヨー回転:2度/秒)を開始。レート確立後、モーション・コントロール・システム(MCS)を停止。</li> <li>・ 外部カメラの点検(LOS帯)</li> <li>・ 食事</li> </ul>
Orbit 5 (軌道5周 回目)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 外部カメラ点検の結果報告、および搭乗クルーの健康状態の報告、与圧服の整備</li> <li>・ テレメトリデータとビデオ画像のダウンリンク。</li> <li>・ レーダおよび無線トランスポンダ追跡の報告</li> </ul>
Orbit 6-12 (軌道 6-12周回 目)	<p>搭乗クルー就寝</p> <p>ロシアの追跡域外(off of Russian tracking range)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 緊急時には、NASAのVHFネットワーク回線を介してVHF2通信が可能</li> </ul>

DV: Delta Velocity



表3.3-2 軌道投入からISSドッキングまでの主な搭乗クルーの作業(従来方式)(2/3)

飛行2日目開始	
Orbit 13 (軌道 13 周回目)	<p><u>搭乗クルー起床、起床後の活動、軌道モジュールと帰還モジュールの圧力確認と報告</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ テレメトリデータとビデオ画像のダウンリンク。</li> <li>・ レーダおよび無線トランスポンダ追跡の報告。</li> </ul>
Orbit 14 (軌道 14 周回目)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ テレメトリデータとビデオ画像のダウンリンク。</li> <li>・ レーダおよび無線トランスポンダ追跡の報告。</li> </ul>
Orbit 15 (軌道 15 周回目)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ テレメトリデータとビデオ画像のダウンリンク。</li> <li>・ レーダおよび無線トランスポンダ追跡の報告。</li> </ul>
Orbit 16 (軌道 16 周回目)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ テレメトリデータとビデオ画像のダウンリンク。</li> <li>・ レーダおよび無線トランスポンダ追跡の報告。</li> </ul>
Orbit 17 (軌道 17 周回目)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 姿勢制御(太陽方向に+Y軸を向けヨー回転)の終了。モーション・コントロール・システム(MCS)を再起動し、自動マヌーバを開始(LVLH基準姿勢の確立)。</li> <li>・ RHC-2の手動によるテスト制御</li> <li>・ 軌道調整マヌーバ噴射のデータをアップリンク</li> <li>・ テレメトリデータとビデオ画像のダウンリンク。</li> <li>・ レーダおよび無線トランスポンダ追跡の報告。</li> <li>・ LOS中に、自動マヌーバで高度調整噴射の姿勢へ移行。</li> </ul> <p><u>LOS中に高度調整マヌーバ実施。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 手動による姿勢制御(太陽方向に+Y軸を向けヨー回転:2度/秒)を開始。レート確立後、モーション・コントロール・システム(MCS)を停止。</li> </ul>
Orbit 18 (軌道 18 周回目)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ AOSにおいてマヌーバ実施状況の報告</li> <li>・ テレメトリデータとビデオ画像のダウンリンク。</li> <li>・ レーダおよび無線トランスポンダ追跡の報告。</li> </ul>
Orbit 19 (軌道 19 周回目)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 二酸化炭素除去装置のカートリッジ交換</li> <li>・ テレメトリデータとビデオ画像のダウンリンク。</li> <li>・ レーダおよび無線トランスポンダ追跡の報告。</li> </ul>
Orbit 20 (軌道 20 周回目)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ テレメトリデータとビデオ画像のダウンリンク。</li> <li>・ レーダおよび無線トランスポンダ追跡の報告。</li> </ul>
Orbit 21 (軌道 21 周回目)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ テレメトリデータとビデオ画像のダウンリンク。</li> <li>・ レーダおよび無線トランスポンダ追跡の報告。</li> </ul>
Orbit 22 - 27 (軌道 22 ~ 27周回 目)	<p><u>クルーの就寝</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ロシアの追跡域外(off of Russian tracking range)</li> <li>・ 緊急時には、NASAのVHFネットワーク回線を介してVHF2通信が可能</li> </ul>

表3.3-2 軌道投入からISSドッキングまでの主な搭乗クルーの作業(従来方式)(3/3)

飛行3日目開始	
Orbit 28 (軌道28周 回目)	<p><u>搭乗クルーの起床、起床後の活動</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ テレメトリデータとビデオ画像のダウンリンク。</li> <li>・ レーダおよび無線トランスポンダ追跡の報告。</li> </ul>
Orbit 29 (軌道29周 回目)	<p>軌道モジュールと帰還モジュールの圧力確認・報告</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ テレメトリデータとビデオ画像のダウンリンク。</li> <li>・ レーダおよび無線トランスポンダ追跡の報告。</li> </ul>
Orbit 30 (軌道30周 回目)	<p>Form 2 “Globe Correction”の読上げ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自動ランデブコマンドタイムラインのアップリンク。</li> <li>・ テレメトリデータとビデオ画像のダウンリンク。</li> <li>・ 無線トランスポンダ追跡。</li> </ul>
飛行3日目自動ランデブシーケンス開始	
Orbit 31 (軌道31周 回目)	<p><u>Sokolと圧服に着替え、軌道モジュールと帰還モジュール間のハッチを閉鎖し、帰還モジュールに着席。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ソユーズ宇宙船の能動・受動状態でのステートベクトルのアップリンク</li> <li>・ テレメトリデータとビデオ画像のダウンリンク。</li> <li>・ 無線トランスポンダ追跡。</li> </ul>
Orbit 32 (軌道32周 回目)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 姿勢制御(太陽方向に対する転回)を終了、MCSの再起動、自動マヌーバを開始(LVLH基準姿勢の確立)。</li> </ul> <p><u>自動ランデブシーケンスの開始。</u></p> <p><u>搭乗クルーによるLVLH基準姿勢の監視と、自動ランデブシーケンスの実行。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ テレメトリデータとビデオ画像のダウンリンク。</li> <li>・ 無線トランスポンダ追跡。</li> </ul>
飛行3日目最終接近/ドッキング開始	
Orbit 33 (軌道33周 回目)	<p><u>自動ランデブシーケンス(続き)、フライアラウンドマヌーバ、ISSとの距離保持</u></p> <p><u>搭乗クルーによる監視。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ フライアラウンド、ISSとの距離保持。</li> <li>・ テレメトリデータとビデオ画像のダウンリンク。</li> <li>・ 無線トランスポンダ追跡。</li> </ul>
Orbit 34 (軌道34周 回目)	<p><u>最終接近およびドッキング</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 捕捉からドッキングシーケンス完了まで(通常約20分)。</li> <li>・ ドッキングインタフェース圧力シールの監視。</li> <li>・ 軌道モジュールへの移動、Sokolと圧服を脱ぐ。</li> <li>・ テレメトリデータとビデオ画像のダウンリンク。</li> <li>・ 無線トランスポンダ追跡。</li> </ul>
飛行3日目ISS船内入室	
Orbit 35 (軌道35周 回目)	<p><u>ISSとソユーズ宇宙船の気圧の均等化</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ すべてのモジュール内の圧力確認・報告。</li> </ul> <p><u>ハッチの開放、ISS船内へ入室。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ テレメトリデータとビデオ画像のダウンリンク。</li> <li>・ 無線トランスポンダ追跡。</li> </ul>

出典: NASA Expedition 35/36 press kit

### 3.4 ランデブ／ドッキング

ソユーズ宇宙船は、打上げ後6時間(あるいは2日間)かけてISSに接近します。ソユーズ宇宙船のランデブ／ドッキングは通常、自動制御で実施されますが、トラブル発生時には、ソユーズ宇宙船の搭乗クルーが、手動で接近／ドッキング操縦を行います。



図3.4-1 ISSに接近するソユーズ宇宙船

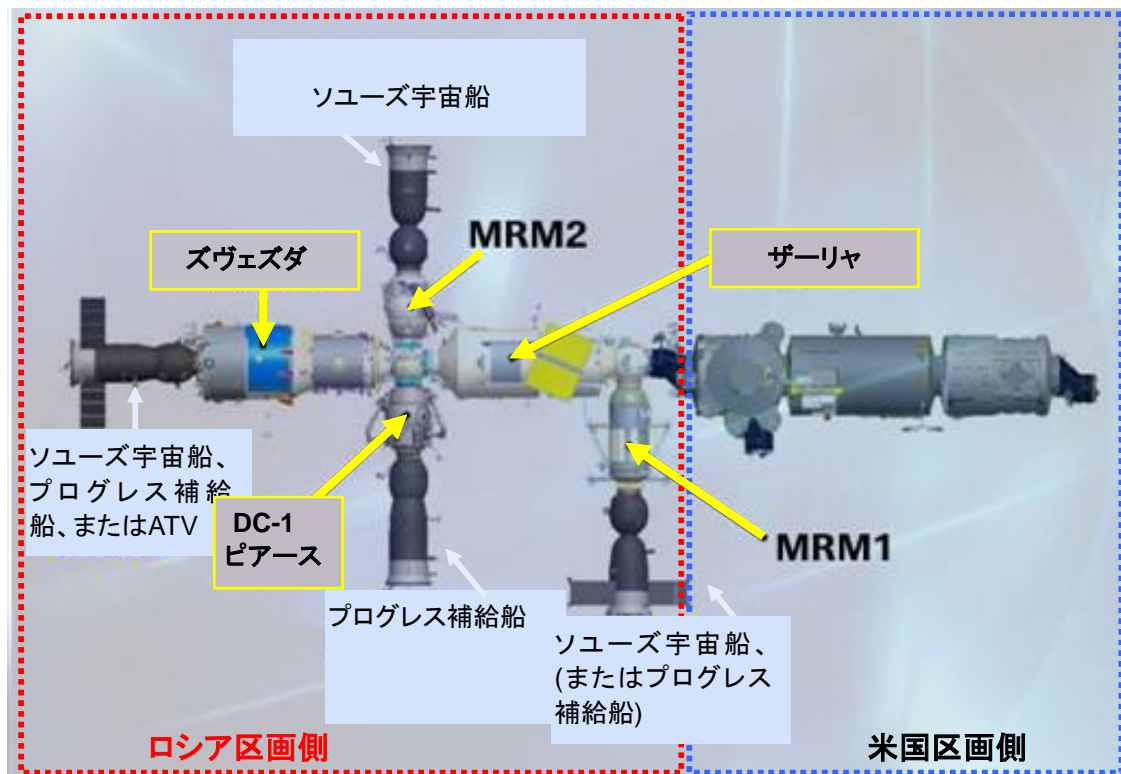


図3.4-2 2010-2013年時点のロシア区画の構成  
※ソユーズTMA-11Mは、MRM1「ラスヴェット」にドッキングする予定です。



図3.4-3 MRM1内部の様子

MRM1「ラスヴェット」は、2010年5月にSTS-132で運ばれて「ザーリャ」(FGB)下部に結合されました。



図3.4-4 MRM1にドッキングしたソユーズ宇宙船(29S) (ESA/NASA)  
後方はプログレスM-12M(46P)補給船

### 3.5 再突入／着陸(帰還当日)

ソユーズ宇宙船は中央アジアに位置するカザフスタンの草原地帯に着陸します。ソユーズ宇宙船は、最大3名の宇宙飛行士を乗せて、ISS分離後、約3.5時間で地上に帰還します。

ソユーズ宇宙船は帰還モジュールのみが地上に帰還し、他の2つのモジュールは再突入の少し前(\*機器／推進モジュールを使用した軌道離脱噴射後)に帰還モジュールから分離して、大気圏で燃焼して廃棄されます。

帰還モジュールは再突入の約23分後に着陸します。再突入から着陸までの流れは以下のとおりです。

- ① 軌道離脱噴射を実施。
- ② 軌道モジュールと機器／推進モジュールを分離。
- ③ 高度約100kmから再突入開始(ISS分離後、約3時間経過時点)。
- ④ 8つのスラスト噴射による再突入飛行の制御(スラスト噴射は着陸の約15分前(パラシュート展開時)に停止)。
- ⑤ 誘導パラシュート2個を放ち、減速用パラシュート(drogue chute)を展開。これにより、降下速度は秒速230mから秒速80mにまで減速。
- ⑥ 着陸の15分前にメインパラシュート(面積3,281m<sup>2</sup>)を展開。これにより帰還モジュールの降下速度は秒速7.3mにまで減速。
- ⑦ 着陸1秒前に帰還モジュールの小型ロケット(衝撃緩和ロケット)を噴射。これにより地上にタッチダウン時には秒速1.5m以下の降下速度に減速。

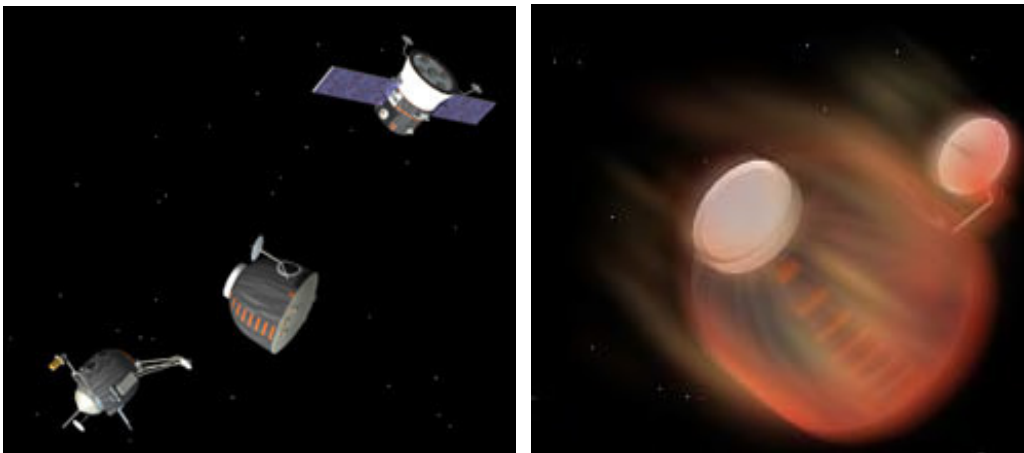


図3.5-1 ソユーズ宇宙船の分離イメージ(左)

図3.5-2 帰還モジュールの再突入イメージ(右)



図3.5-3 メインパラシュートを展開した帰還モジュール(左)



図3.5-4 衝撃緩和ロケットを噴射して着陸する帰還モジュール(右)



図3.5-5 ソユーズTMA宇宙船の着陸予定地の例(矢印の方向から帰還)

注:ミッション毎に着陸地は多少移動します。

【ソユーズ宇宙船の軌道離脱に備えた訓練】古川宇宙飛行士のTwitterより

「ソユーズ宇宙船が国際宇宙ステーションから離脱し、地上に帰還する部分のシミュレーション訓練。宇宙飛行において、最も危険性が高い時期のひとつのため、様々な異常事態に対処できるよう、繰り返し行う。

ソユーズ宇宙船の軌道離脱噴射が鍵。すなわち、ソユーズ宇宙船の姿勢を制御し、決められたタイミングで、決められた時間の噴射を行う必要がある。噴射が少な過ぎると、大気圏突入角が浅くて大気に弾かれ、噴射が多過ぎると大気圏突入角が深くて速度が上がりすぎ、空力加熱で機体破壊の恐れもある。

そのため、正常な軌道離脱噴射を妨げるような様々な異常事態への対処を訓練する。赤外線を使って地球の縁をとらえるセンサーの故障で、船長が手動でソユーズ宇宙船の姿勢を制御。軌道離脱噴射開始前に、メインで使用するデジタルグループが故障しアナロググループへ移行。軌道離脱噴射エンジン用燃料タンクを加圧するヘリウム系に漏れが発生。軌道離脱噴射中には、メインの軌道噴射エンジンが停止し、バックアップのエンジンを点火して噴射を継続。その他、帰還モジュール内への酸素漏れ、などなど。3人のクルーで力を合わせて乗り切る。」

【ソユーズ宇宙船の大気圏突入に備えた訓練】古川宇宙飛行士のTwitterより

「手動で揚力をコントロールするソユーズ宇宙船帰還モードの訓練。帰還モードは4種類ある。1番目は、通常使われる自動で揚力をコントロールするモード。それが使えない場合、2番目の手動揚力コントロールモードを使用することがある。実際の飛行ではまだそれが使われたことはないという。

よく誤解されるが、弾道飛行モードはロール軸のスピンドで姿勢を安定させる一種の安全モードであり、「失敗」ではないのである。クルーには最高8-9G程度（通常は最高4G程度）の高い負荷がかかるものの、安全に帰還している。

3番目のモードは弾道飛行。過去に何回か実際に起こっている。1番目と2番目のモードが使用不可の場合に使われる。

4番目のモードはバックアップ弾道飛行モード。弾道飛行モードで必要な角速度センサーが故障した場合に備え、別系統の角速度センサーを使うもの。訓練ではしばしば起こるが、実際に起こったことはない。

というわけで、手動揚力コントロールモードでのソユーズ宇宙船帰還のシミュレーション訓練。画面の情報を見ながら先を予想し、左右のボタンを押して揚力をコントロールする。」



図3.5-6 手動揚力コントロールモードでのソユーズ宇宙船帰還時に使う操縦装置  
(カナダ人宇宙飛行士Chris HadfieldのTwitterより)



### 3.6 ソユーズ宇宙船の搜索・回収

ソユーズ宇宙船(帰還カプセル)は、予定した帰還地点から約20～30kmの範囲に着地します。しかし、弾道モードで帰還した為に予定地点よりも約400kmも手前に着地し、搜索・到着が遅れた例もあり、そのような状況でも素早く搜索部隊が到着できるよう、事前に搜索計画が設定されるようになりました。

搜索は、予定の着地地点と、弾道モードで帰還した場合の着地点のどちらにも向かえるように、搜索部隊の最適な配置・展開が行われます。

搜索には10機以上のMi-8ヘリコプターが投入され、搜索範囲を広くカバーできるように航空機も使用します。また地上では、支援部隊が水陸両用車(All-terrain vehicle: ATV)とオフロード車に乗って配置・展開します。帰還カプセルの降下が確認された場合は直ちに全チームが着地点へ向かいます。

ソユーズ宇宙船のカプセルからはVHFビーコンが発信されているため、近くに搜索部隊がいれば、この信号をもとにパラシュート降下中のカプセルを発見し、着地後直ちにカプセルのハッチを開ける準備に移ることができます(2012年の30SからはGLONASS/GPS受信機の搭載を開始したため、帰還地を把握しやすくなりました)。また、カプセルを視認することが可能な距離であれば、クルーとの音声交信も可能です。しかし、ミッション毎に状況が変わり、無線が通じないブラックアウト期間を終えたパラシュート降下中でも音声交信がほとんどできない場合や、ノイズがひどく通信不能になる場合もあります。また現地からの簡易的な衛星中継に使うインマルサット衛星システムでは伝送容量に限りがあるため、衛星中継車が到着するまでは高画質な映像は得られません。

着地したカプセルは、パラシュートが風であおられた場合は横倒しになってしまっていますが、問題はありません(約半数は横倒しとなります)。

もし着地後も搜索チームの到着が遅れてしまった場合は、クルーは船内に装備しているイリジウム衛星電話を使って、モスクワの管制センター等と連絡をとることが出来ます。

#### コラム付録3-1

##### 【弾道モードでの着陸】

ソユーズ宇宙船の帰還カプセルは、姿勢制御装置のトラブルやモジュールの分離トラブルなどに見舞われた場合でも弾道モード(無制御状態)で安全に着地することが出来ます。

無制御状態の場合は、着地点が予定よりも約400km手前になり、クルーが受ける加速度も最大で8-10Gという厳しいものになりますが、これまでに何度も無事に帰還しています。

最近では、ソユーズTMA-1, TMA-10, TMA-11で弾道モードでの帰還となりました。TMA-10と11の事例は、モジュール分離用の火工品のトラブルが原因であったことが判明し、TMA-12からは再発防止のための改良が加えられました。

回収部隊によるソユーズ宇宙船の搜索・回収は以下の流れで実施されます。

- ① ヘリコプター等による搜索／着陸地の確認
- ② 着陸地に到着
- ③ 搭乗クルーをカプセルの外に出す
- ④ 医学検査用エアテント内で簡単な医学検査を実施
- ⑤ 帰還モジュールに搭載して持ち帰った実験試料の回収
- ⑥ ヘリコプターで空港に移動し、飛行機でモスクワへ移動(注:2010年6月より、NASAとJAXA(ロシア人以外)の宇宙飛行士はNASAのビジネスジェット機で米国へ直接移動するようになりました。)
- ⑦ 帰還モジュールカプセルをモスクワに回収



図3.6-1 ソユーズTMA-12着陸に備えて出動準備を行なうロシアの回収部隊



図3.6-2 古川宇宙飛行士を乗せて帰還したソユーズTMA-02Mカプセル (NASA/Bill Ingalls)



図3.6-3 ソユーズ宇宙船から搭乗クルーを引き出している様子  
(カプセルが横倒しにならなかったときは、このように梯子を使って引き上げる)



図3.6-4 回収部隊に運ばれる搭乗クルー

帰還したクルーは、リクライニングシートに運ばれてしばらく重力に慣らした後、医療用テントへ運ばれます。その後は、ヘリコプターで空港まで運ばれます。

コラム付録3-2

【帰還直後の転倒の危険性について】

スペースシャトルでの帰還でも同様ですが、長期滞在を終えたクルーが帰還直後にすぐに立ち上がると、頭から下半身への血流のシフトが起きて貧血を起こした時のような状態になって転倒し、怪我をする可能性があります。このため、クルーには医者から許可が出るまでじっとしているように指示されています。

ミール時代やISSの初期の頃に比べると、クルーは軌道上でのエクササイズや帰還に備えた医学的な指示が充実してきたお陰で遙かに元気な状態で帰還できるようになりましたが、それでも着陸後数時間は、体を重力に慣らす必要があります。また、立ちくらみの危険性だけでなく、バランス感覚が戻るまではかなりの日数がかかるため、最近のリハビリテーションではバランス感覚を戻すことに重点が置かれています。



図3.6-5 医学検査用エアテント (inflatable medical tent)



図3.6-6 帰還モジュールに搭載して持ち帰った物品の取出し

### コラム付録3-3

#### 【帰還後の体の変化・回復状況】

ISSに長期滞在中に帰還したクルーの様子は、プライバシーの問題があるため通常は公表されません。しかし、2013年5月に帰還したカナダのクリス・ハドフィールドの回復状況はCSAのホームページで(本人が同意の上で)公開されているので以下にその貴重な情報を紹介します。彼が地上に帰還したのは5月14日で、その日のうちにヒューストンに戻っています。

5/15：歩くときに時々脚をもつれさせている。背中に痛みがあり、歩いて角を曲がるのが困難な状態で、角にぶつかってしまう。めまいを感じており、階段を上り下りするのはかなり困難。彼が今回の飛行で喪失した骨密度の回復には約1年あるいはそれ以上かかる見込み。彼をうまくリハビリさせていくことで、シニア層へ役立てる重要な知見を得ていく。

5/16：既に彼の歩行能力と平衡感覚は飛躍的に改善してきた。とはいえ、彼が車を運転できる状態に戻るまでには、まだ約3週間かかるとみている。

5/17：重力への適用は日々進んでおり、めまいも消えて歩行もしっかりしてきた。心電図や脳波の測定、MRI検査を実施。

5/31：ジムで毎日2時間のエクササイズを継続している。昨日初めてランニングを実施。重力に完全に慣れると感じるまでおそらく3-4か月かかるだろう。

<http://www.asc-csa.gc.ca/eng/missions/expedition34-35/health.asp>

### 3.7 帰還後のリハビリテーション

帰還後のリハビリテーションは、任務を終了し帰還したISSクルーの最優先実施事項として実施します。帰還後のリハビリテーションプログラムは、帰還直後の転倒による骨折・捻挫の予防と、飛行前の体力復帰を目標として、宇宙飛行士ごとに個別に計画、実施されます。

ソユーズ宇宙船で帰還したロシア人宇宙飛行士以外の宇宙飛行士は、母国や居住地のある国に帰国してリハビリプログラムを実施します（母国に帰る時期は、宇宙飛行士の体調の回復状況などを担当のフライトサージャンや計画マネージャなどが判断します）。（注：野口宇宙飛行士が帰還した2010年6月より、NASA、ESA、JAXAの宇宙飛行士はNASAの専用機でその日のうちに米国ヒューストンへ直接移動するようになりました。）

参考として、米国宇宙飛行士の場合の、長期滞在帰還後のリハビリテーションプログラムの概要を表3.7-1に示します。

#### コラム付録3-4

#### 長期滞在ミッション終了後のリハビリテーションプログラム

宇宙での長期間任務を終了し地上に帰還した宇宙飛行士は、転倒による怪我の予防や体力復帰に向けたリハビリを実施します。約1ヶ月半にわたり毎日、体調にあわせてリハビリテーションを行い、地球の重力環境に少しずつ身体を慣らしていきます。

宇宙滞在中は、微小重力環境で生活することにより、宇宙飛行士の身体には様々な生理的变化が起こります。宇宙酔いや、体液シフト、骨密度の減少、筋肉の萎縮と筋力低下などがあげられます。1週間～2週間の宇宙飛行では宇宙酔いや体液シフトが生じますが、これらの変化は帰還後早期に回復します。約6ヶ月間にわたる宇宙滞在では、骨量減少（大腿骨頸部で約-10%）や筋力低下（膝伸筋で約-30%）の影響が顕在化し、これらの回復には時間がかかります。身体の状態を飛行前の状態へと、早期に効果的に回復させるためには、計画的なリハビリテーションプログラムが必要となります。

ISS長期滞在クルーは、これらの健康上の問題に対処するため、宇宙滞在中は1日2時間の運動を毎日行なっていますが、骨や筋機能、感覚機能の維持には十分とはいえないのが現状です。

ISS長期滞在クルーの帰還後のリハビリは、3段階（フェーズ1、2、3）から構成されます（次頁の「表3.7-1：（米国の）ISS長期滞在クルー帰還後のリハビリテーションプログラム概要」を参照ください）。身体機能の低下と体力の回復は、年齢、飛行期間などにより、個人差が出るため、担当のフライトサージャンとリハビリテーションプログラム担当職員が、個人の体力に応じて、個別のリハビリテーションプログラムを作成します。

このリハビリテーションプログラム中、定期的に医学検査と体力機能検査を行います。これらの医学的な検査結果は、当該宇宙飛行士の健康管理に役立てるのみならず、ISSや月、火星ミッションに向けた有人宇宙開発の基礎データとして役立てることが期待されます。

表3.7-1(米国の)ISS長期滞在クルー帰還後のリハビリテーションプログラム概要

目的	帰還後のリハビリテーションプログラムは、帰還直後の転倒による骨折・捻挫を予防し、飛行前体力への回復を目標として、宇宙飛行士ごとに個別に計画する。		
パラメータ	筋力、最大酸素摂取量、体力機能検査		
対象	ISS長期滞在ミッション(30日以上滞在)に参加した宇宙飛行士		
プログラムの構成	以下のフェーズ1、フェーズ2、フェーズ3で構成される。 担当のフライトサージャンの安全管理のもと、リハビリテーションプログラム担当職員の立会いの下で実施する。必要に応じて、NASAなどの運動プログラム担当者の支援を得て実施する。		
フェーズ1	帰還当日～ 帰還後3日目	1日120分	介助付き歩行、立位訓練、ストレッチング、マッサージ、有酸素運動、筋カトレーニング、軽度な抵抗運動など。
フェーズ2	帰還後4日目～ 帰還後14日目	1日120分	ストレッチング、有酸素運動、筋カトレーニング、敏捷性やバランスを高める運動、マッサージ、十分な休養など。
フェーズ3	帰還後15日目～ 帰還後45日目	1日120分	フェーズ2と同様のプログラムを実施。 敏捷性、バランス能力、協調運動、温泉や保養所での療養。
使用する施設	自転車エルゴメーター、エリプスマシーン、トレッドミル、筋カトレーニングマシン、ゴムバンド、バランスディスク、投的、メディシンボール		
備考	<ul style="list-style-type: none"> <li>帰還から45日目まで就業中2時間のリハビリプログラムを計画する。</li> <li>定期的に医学検査と体力機能検査を行う。</li> <li>45日間のリハビリテーション後も延長して実施するかどうかについては、リハビリテーション担当職員の評価のもとに、担当フライトサージャンが決定する。</li> </ul>		

【参考文献】MR026L Postflight Rehabilitation(NASA JSC)、「宇宙飛行による骨・筋への影響と宇宙飛行士の運動プログラム」大島博、他(JAXA 有人宇宙技術部 宇宙医学グループ)

#### 4. ソユーズロケットについて

ソユーズロケット・ファミリーは1950年代末から、1,810回(2013年10月1日現在)もの打上げを実施してきており、数々の通信衛星、観測衛星、科学衛星、そして有人宇宙船を高い成功率で打ち上げてきました。

ソユーズ宇宙船の打上げに使われてきたソユーズロケットは3段式です。一番下の第1段ロケットは4本の液体ブースタで構成されます。第2段ロケットは第1段の中央部に位置しており、その上部に第3段ロケットが搭載されています。これらの3段式のロケット推進薬には、すべて液体酸素とケロシンが使用されています。

ソユーズロケットは、横倒しにした状態で、列車に載せて運搬できるのが特徴で、打上げまでの準備作業が迅速に出来る特徴を有しています。

ソユーズ宇宙船の打上げには、ソユーズUロケットが使われていましたが、2002年のソユーズTMA-1宇宙船の打上げから改良型のソユーズFGロケットに切り替えられています。ソユーズ宇宙船とプログレス補給船の打上げは、すべてカザフスタン共和国のバイコヌール宇宙基地で行われています。



図4-1 射点へ列車で運ばれるソユーズFGロケット(NASA)

## 4.1 第1段ロケット

第1段ロケットは、円錐形のブースタ4基から構成されます。これらのブースタは、第2段ロケットの周囲に取り付けられています。

各ブースタには、4基のエンジンノズルと2基のジンバル構造のバーニアスラスタからなるRD-107Aエンジンが採用されています。3軸方向のロケットの飛行制御(姿勢制御)はバーニアスラスタで行います。



図4.1-1 ソユーズFGロケットを後方から見た写真(NASA)

表4.1-1 ソユーズFGロケットの主要諸元

ロケット名称	Soyuz FG (11A511FG)
全長	49.47m
最大直径	10.3m(1段ブースタ底部) 2.95m(中央部(2段)の直径)
打上げ時重量	305.0t
打上げ能力	約7,100~7,200kg

<http://www.federspace.ru/Rocket1Show.asp?RoketID=32>

(この諸元は上記英語ページを参照していたが、現在英語ページは削除されており、以下のロシア語ページしかない。しかしこの現在のページには諸元データは記述されなくなった)

<http://www.federspace.ru/467/> (ロシア語ページ)



## 4.2 第2段ロケット

第2段ロケットは、RD-108Aエンジンが使われています。第1段のRD-107エンジンとの違いはパーニアスラストの数が2基から4基に増やされている点です。

射点からの上昇時は、5基のエンジン(エンジンノズルは計20基)を同時に燃焼して大きな推力を稼ぎます。

第2段は、1段の点火と同時に燃焼を開始し、1段を分離した後も燃焼を続けます。1段の燃焼時間は118秒間ですが、2段の燃焼時間は290秒間です。

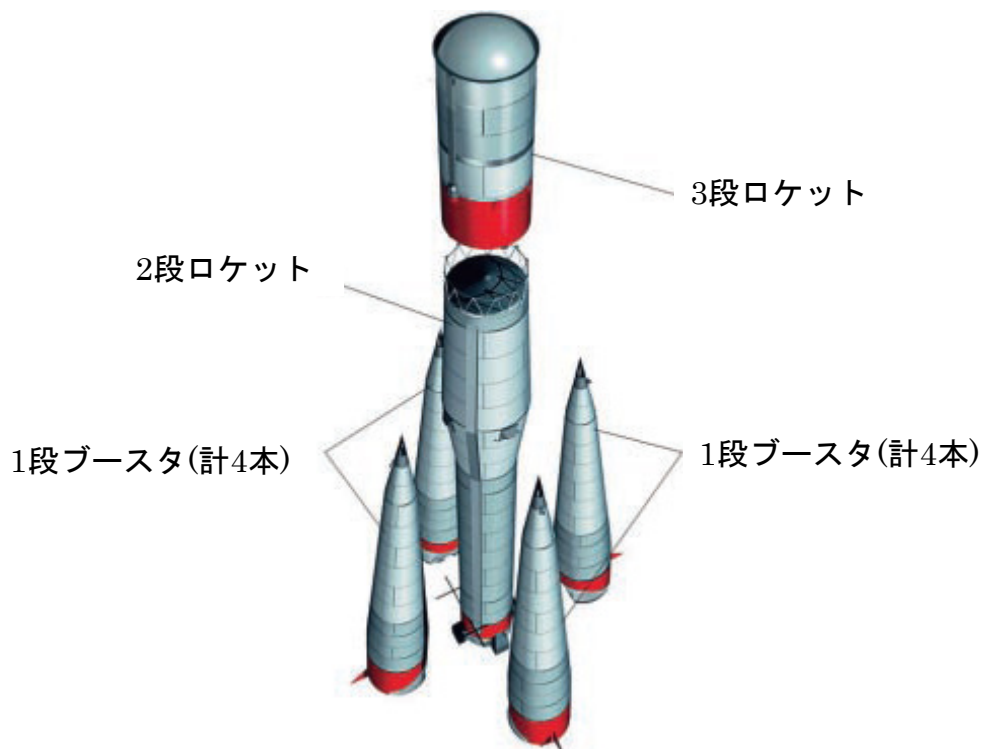


図4.2-1 ソユーズロケットの構成イメージ  
(Starsem社のSoyuzユーザーズマニュアルより)

### 4.3 第3段ロケット

第3段は、第2段ロケットにトラス構造で結合されています。第2段ロケットの燃焼終了と同時に第2段ロケットが分離し、第3段ロケットのエンジンの燃焼が開始されます。



図4.3-1 第3段ロケットとソユーズ宇宙船を収納したペイロードシュラウドの結合作業  
(RSCエネルギー社)

#### 4.4 フェアリングと緊急脱出用ロケット

ソユーズ宇宙船は、フェアリング(ペイロードシュラウド)内に収納されて3段に結合されます。さらに先端には、ソユーズ宇宙船の打上げ時にのみ使われる緊急脱出用ロケットが装備されます。



図4.4-1 ソユーズFGロケットの上部(NASA)

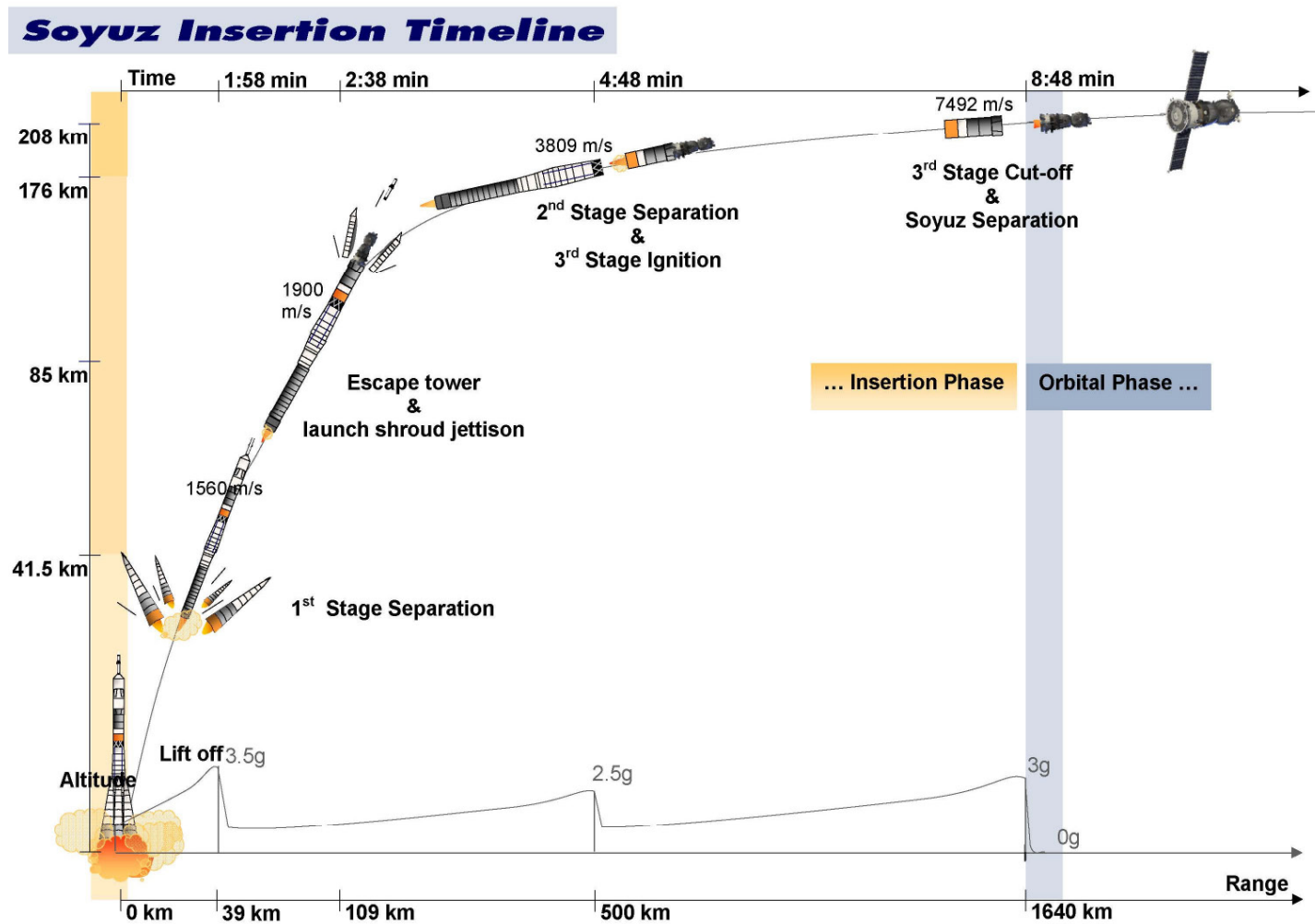


図4.4-2 ソユーズロケットの打上げシーケンスとG環境 (ESA HP)  
[http://www.esa.int/images/Soyuz\\_insertion\\_timeline.jpg](http://www.esa.int/images/Soyuz_insertion_timeline.jpg)

## 5. バイコヌール宇宙基地について

バイコヌール宇宙基地は、カザフスタン共和国にあります。旧ソ連時代からここが有人宇宙機の打上げに使われてきましたが、ソ連崩壊後は、ロシアはカザフスタンにリース料を払って使用を継続しています。

バイコヌール宇宙基地には全部で9つの打上げ施設(射点)がありますが、そのうちの2つは、ソユーズロケット用の射点です。



図5-1 バイコヌール宇宙基地と着陸場所の例(NASA HP)

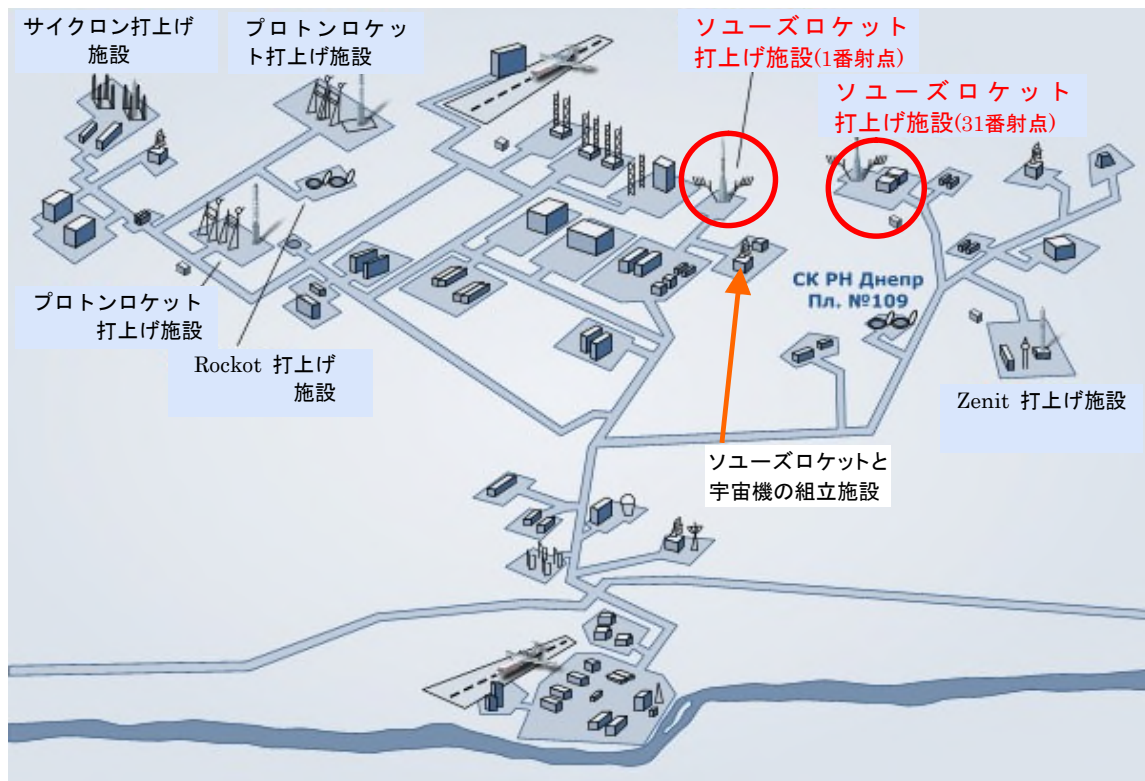


図5-2 バイコヌール宇宙基地のマップ(現在使用されている施設)

<http://www.roscosmos.ru/Drom1Show.asp?CosDromID=1>

バイコヌール宇宙基地は、1957年から使用が開始され、当初は大陸間弾道ミサイル(ICBM) R-7Aの打上げに使われていました。

このR-7Aを利用して、世界初の人工衛星スプートニクの打上げが行われ、R-7Aを基に改良されたヴォストークロケットで1961年4月12日にガガーリンによる世界初の有人宇宙飛行が行われました。ヴォストークロケットはその後、1966年にはソユーズロケットへと発展しましたが、このバイコヌール宇宙基地でソユーズロケットの打上げに使われている1番射点(LC-1/PU-5)は、ガガーリンの打上げに使われた射点が使い続けられています。



図5-3 バイコヌール宇宙基地の1番(LC-1/PU-5)射点



図5-4 1番射点でソユーズTMA-17宇宙船に搭乗する21Sクルー(参考)

## 付録4. 参考データ

## 1. 1. ISSにおけるEVA履歴

表 1-1 に国際宇宙ステーション(ISS)組立て・メンテナンスに関する船外活動(EVA)の履歴を示します。米露以外の国籍では、これまでにカナダ人3名、フランス人1名、ドイツ人2名、スウェーデン人1名、イタリア人1人、および日本人3名が船外活動を実施しています。(2013年12月5日現在)

表 1-1 ISS組立てに関するEVA履歴(1/12) 2013年12月5日現在

	ミッション	年月日	作業時間	EVAクルー	エアロック	備考
1	STS-88 (2A)	1998.12.07	7H21m	ジェリー・ロス ジム・ニューマン	STS	シャトル通算42回目のEVA。 初のISS組立EVA: ザーリヤとユニティ の結合作業。
2		1998.12.09	7H02m	同上		
3		1998.12.12	6H59m	同上		
4	STS-96 (2A.1)	1999.05.29 ~05.30	7H55m	タミー・ジャーニガン* ダン・パリー	STS	EVAクレーンの設置。
5	STS-101 (2A.2a)	2000.05.21 ~05.22	6H44m	ジェームス・ヴォス ジェフリー・ウィリアムズ	STS	EVAクレーンの組立。
6	STS-106 (2A.2b)	2000.09.10 ~09.11	6H14m	エドワード・ルー ユーリ・マレンチェンコ	STS	ズヴェズダとザーリヤ間の配線接続など。
7	STS-92 (3A)	2000.10.15	6H28m	リロイ・チャオ	STS	Z1トラスとPMA-2の艀装作業など。
ウイリアム・マッカーサー						
2000.10.16		7H07m	ピーター・ワイゾフ マイケル・ロペズ-アレグリア			
2000.10.17		6H37m	リロイ・チャオ ウイリアム・マッカーサー			
2000.10.18		6H56m	ピーター・ワイゾフ マイケル・ロペズ-アレグリア			
11	STS-97 (4A)	2000.12.03	7H34m	ジョー・タナー カルロス・ノリエガ	STS	P6トラスの結合、艀装作業など。
12		2000.12.05	6H37m	同上		
13		2000.12.07	5H10m	同上		
14	STS-98 (5A)	2001.02.10	7H34m	トム・ジョーンズ ボブ・カービーム	STS	デスティニーの艀装作業など。
15		2001.02.12	6H50m	同上		
16		2001.02.14	5H25m	同上		
17	STS-102 (5A.1)	2001.03.10 ~03.11	8H56m	ジェームス・ヴォス スーザン・ヘルムズ*	STS	デスティニーの艀装、ESP-1の設置など。 8H56mは、最長のEVA記録。
18		2001.03.12	6H21m	アンディ・トーマス ポール・リチャーズ		
19		STS-100 (6A)	2001.04.22	7H10m		
20	2001.04.24		7H40m	同上		
21	ISS 2-1 (ロシア EVA-1)	2001.06.08	19m	ユーリ・ウサチエフ ジェームス・ヴォス	SM	ズヴェズダの一部を減圧しての船内EVA。Orlan宇宙服用。

表の年月日は米国時間。

若田宇宙飛行士長期滞在プレスキット

表 1-1 ISS組立てに関するEVA履歴(2/12)

	ミッション	年月日	作業時間	EVAクルー	エアロック	備考
22	STS-104 (7A)	2001.07.14 ～07.15	5H59m	マイケル・ガンハート ジェイムズ・ライリー	STS	クエストの取り付け、艀装作業など。
23		2001.07.17 ～07.18	6H29m	同上		
24		2001.07.20 ～07.21	4H02m	同上		
25	STS-105 (7A.1)	2001.08.16	6H16m	ダニエル・バリー パトリック・フォレスト	STS	初期アンモニア充填装置(EAS)の設置、米国の材料曝露実験装置(MISSE)の設置など。
26		2001.08.18	5H29m	同上		
27	ISS 3-1 (ロシア EVA-2)	2001.10.08	4H58m	ウラディミール・ジェジュロフ ミハイル・チューリン	DC-1	「ピアース」(DC-1)初使用。DC-1の艀装。
28	ISS 3-2 (ロシア EVA-3)	2001.10.15	5H58m	同上	DC-1	NASDAの材料曝露実験装置(MPAC & SEED)の設置。DC-1の艀装。
29	ISS 3-3 (ロシア EVA-4)	2001.11.12	5H04m	同上	DC-1	DC-1の艀装。
30	ISS 3-4 (ロシア EVA-4A)	2001.12.03	2H46m	同上	DC-1	5P分離時に残っていた異物(リング)を除去(予定外のEVA)。
31	STS-108 (UF-1)	2001.12.10	4H11m	リンダ・ゴドウィン* ダニエル・タニ	STS	P6トラスのBGA(ベータ・ジンパル・アセンブリ)への断熱カバーの設置。
32	ISS 4-1 (ロシア EVA-5)	2002.01.14	6H03m	ユーリー・オヌフリエンコ カール・ウオルツ	DC-1	ロシアのEVAクレーンの移設。アマチュア無線(ARISS)アンテナの設置。
33	ISS 4-2 (ロシア EVA-6)	2002.01.25	5H59m	ユーリー・オヌフリエンコ ダニエル・パーシュ	DC-1	ズヴェズダのスラスタガスの汚染防止機器の設置。
34	ISS 4-3 (US EVA-1)	2002.02.20	5H47m	カール・ウオルツ ダニエル・パーシュ	クエスト	8AのEVAに備えた作業。クエストの機能確認。
35	STS-110 (8A)	2002.04.11	7H48m	スティーブン・スミス レックス・ワルハイム	クエスト	S0 トラスの取り付け、モビルトランスポーター(MT)の艀装作業など。ジェリー・ロスは、通算9回のEVAで、合計58H18mのEVA作業時間を記録(米国記録)。
36		2002.04.13	7H30m	ジェリー・ロス リー・モーリン		
37		2002.04.14	6H27m	スティーブン・スミス レックス・ワルハイム		
38		2002.04.16	6H37m	ジェリー・ロス リー・モーリン		
39	STS-111 (UF-2)	2002.06.09	7H14m	フランクリン・チャンデーアズ フィリップ・ベリン (CNES)	クエスト	モビル・ベース・システム(MBS)の取り付け。SSRMS「カナダアーム2」の手首ロール関節の交換修理。フィリップ・ベリンはフランス人
40		2002.06.11	5H00m	同上		
41		2002.06.13	7H17m	同上		
42	ISS 5-1 (ロシア EVA-7)	2002.08.16	4H25m	ワレリー・コルズン ベギー・ウィットソン*	DC-1	ズヴェズダのデブリ防御パネルの設置。*印は女性宇宙飛行士
43	ISS 5-2 (ロシア EVA-8)	2002.08.26	5H21m	ワレリー・コルズン セルゲイ・トレンシェフ	DC-1	NASDAの材料曝露実験装置MPAC&SEEDのパネル1枚を回収。

注:エアロック欄のSTSはシャトルのエアロックを使用。クエストは、米国製のジョイント・エアロック「クエスト」を使用。DC-1は、ロシアの「ピアース」を使用(Orlan宇宙服を使用)。



若田宇宙飛行士長期滞在プレスキット

表 1-1 ISS組立てに関するEVA履歴(3/12)

	ミッション	年月日	作業時間	EVAクルー	エアロック	備考
44	STS-112 (9A)	2002.10.10	7H01m	デビッド・ウオルフ ピアース・セラーズ	クエスト	S1トラスの艀装、外部TVカメラの設置、アンモニア配管の機能改修器具(SPD)の設置など。
45		2002.10.12	6H04m	同上		
46		2002.10.14	6H36m	同上		
47	STS-113 (11A)	2002.11.26	6H45m	マイケル・ロペズ-アレグリア ジョン・ヘリントン	クエスト	P1トラスの艀装、SPDの設置、UHFアンテナの展開など。
48		2002.11.28	6H10m	同上		
49		2002.11.30	7H00m	同上		
50	ISS 6-1 (US EVA-2)	2003.01.15	6H51m	ケネス・パウアーソックス ドナルド・ペティット	クエスト	P1トラスの艀装、ラジエータの展開など。 (医学上の問題により、EVAクルーがブダーリンからペティットに交代された。)
51	ISS 6-2 (US EVA-3)	2003.04.08	6H26m	同上	クエスト	コロンビア号事故の影響でISS滞在クルーが2名になる前に修理作業等を実施
52	ISS 8-1 (ロシア EVA-9)	2004.02.26	3H55m	アレクサンダー・カレリ マイケル・フォール	DC-1	宇宙服の冷却トラブルにより途中で作業を中止した。JAXAのMPAC & SEEDパネルを1枚回収。
53	ISS 9-1 (ロシア EVA-9A)	2004.06.24	0H14m	ゲナディ・パダルカ マイケル・フィンク	DC-1	宇宙服の酸素供給のトラブルで作業しないまますぐに帰還した。
54	ISS 9-2 (ロシア EVA-9B)	2004.06.30	5H40m	同上	DC-1	故障したS0トラスのRPCMを交換し、CMG-2への電力供給を復活させた。 (6/24のEVAの再実施)
55	ISS 9-3 (ロシア EVA-10)	2004.08.03	4H30m	同上	DC-1	ESAの欧州補給機(ATV)とのドッキングに備えてズヴェズダ後部へ各種機器を設置した。
56	ISS 9-4 (ロシア EVA-11)	2004.09.03	5H21m	同上	DC-1	ザーリヤのポンプパネルの交換、ATVアンテナの設置など。
57	ISS 10-1 (ロシア EVA-12)	2005.01.26	5H28m	リロイ・チャオ サリザーン・シャリポフ	DC-1	ズヴェズダへのドイツの小型ロボット実験装置の設置など。
58	ISS 10-2 (ロシア EVA-13)	2005.03.28	4H30m	同上	DC-1	ESAのATVとのドッキングに備えたアンテナの設置(3回目の作業)。
59	STS-114 (LF-1)	2005.07.30	6H50m	野口 聡一(JAXA) ステイーブン・ロビンソン	STS	軌道上でのシャトルの熱防護システムの修理試験、故障したCMGの交換修理、ESP-2の取り付け、MISSE-1,2の回収と、MISSE-5の設置など。
60		2005.08.01	7H14m	同上		
61		2005.08.03	6H01m	同上		
62	ISS 11-1 (ロシア EVA-14)	2005.08.18	4H58m	セルゲイ・クリカレフ ジョン・フィリップス	DC-1	ロシアの材料曝露実験装置の回収、JAXAのMPAC & SEEDパネルをズヴェズダから回収、マトリョーシカの回収、TVカメラの設置
63	ISS 12-1 (US EVA-4)	2005.11.07	5H22m	ウィリアム・マッカーサー バレリー・トカレフ	クエスト	P6トラス頂部のFPPの取り外し、投棄、MTの故障したRPCMの交換修理
64	ISS 12-2 (ロシア EVA-15)	2006.02.03	5H43m	ウィリアム・マッカーサー バレリー・トカレフ	DC-1	スーツサット放出、モービルトランスポータ(MT)の非常用ケーブルカッターへの安全ボルト取り付け、FGBに設置されていたロシアのStrelaクレーン用のアダプターをPMA-3に移設など

注: 52~58回目のEVAは、ISS滞在クルーが2名のみであったため、EVA中はISS内は無人数態であった。

若田宇宙飛行士長期滞在プレスキット

表 1-1 ISS組立てに関するEVA履歴(4/12)

	ミッション	年月日	作業時間	EVAクルー	エアロック	備考
65	ISS 13-1 (ロシア EVA-16)	2006.06.01	6H31m	パベル・ピノグラドフ	DC-1	エレクトロン(酸素発生装置)の水素排気口の設置、クロムカの回収、ピアース外壁に設置されていたBiorisk実験装置の回収、モービルベースシステム(MBS)のカメラの交換など
				ジェフリー・ウィリアムズ		
66		2006.07.08	7H31m	ピアース・セラーズ	クエスト	TUS(Trailing Umbilical System)リールアセンブリの交換準備、センサ付き検査用延長ブーム(OBSS)の足場安定性試験
				マイケル・フォッサム		
67	STS-121 (ULF1.1)	2006.07.10	6H47m	同上	クエスト	ポンプモジュールの保管、TUS(Trailing Umbilical System)リールアセンブリの交換
68		2006.07.12	7H11m	同上	クエスト	強化炭素複合材(RCC)修理方法の検証、赤外線ビデオカメラの性能試験など
69	ISS 13-2 (US EVA-5)	2006.08.03	5H54m	ジェフリー・ウィリアムズ	クエスト	浮動電位測定装置(FPMU)、材料曝露実験装置(MISSE-3,4)の設置、ラジエータ回転用モータのコントローラ(RJMC)の設置など ライターはドイツ人
				トーマス・ライター (ESA)		
70		2006.09.12	6H26m	ジョセフ・タナー	クエスト	P1トラスに結合されたP3/P4トラスを起動するための準備
				ハイディマリー・ステファニョン・パイパー*		
71	STS-115 (12A)	2006.09.19	7H11m	ダニエル・バーバンク	クエスト	太陽電池パドル回転機構(SARJ)の起動準備 マククリーンはカナダ人
				ステイブン・マククリーン(CSA)		
72		2006.09.15	6H42m	ジョセフ・タナー	クエスト	P4太陽電池パドル熱制御システム(PVTCS)のラジエータの展開準備、Sバンド通信機器の交換、P3/P4トラスの整備作業など
				ハイディマリー・ステファニョン・パイパー*		
73	ISS 14-1 (ロシア EVA-17)	2006.11.22	5H38m	ミハイル・チューリン	DC-1	プログレス補給船のトラブルを起こした自動ドッキング～アンテナ格納の試行と撮影、欧州補給機(ATV)ドッキング用アンテナの移設、ゴルフボールの打ち出しなど
				マイケル・ロペズ-アレグリア		
74		2006.12.12	6H36m	ロバート・カービーム	クエスト	P4トラスへのP5トラスの結合、P5トラスの把持部の移設、外部TVカメラ(External TV Camera Group: ETVCG)の交換 フューゲルサンクはスウェーデン人
				クリスター・フューゲルサンク(ESA)		
75	STS-116 (12A.1)	2006.12.14	5H00m	同上	クエスト	ISSの電力系統の切替、CETAカードの移設
76		2006.12.16	7H31m	ロバート・カービーム	クエスト	ISSの電力系統の切替、PMA-3(与圧結合アダプタ3)へのサービスモジュール・デブリ・パネル(Service Module Debris Panel: SMDP)の仮設置など
				スニータ・ウィリアムズ*		
77		2006.12.18	6H38m	ロバート・カービーム	クエスト	収納に失敗したP6トラスの左舷側の太陽電池パドル(SAW)の収納作業(追加EVA)
				クリスター・フューゲルサンク		

若田宇宙飛行士長期滞在プレスキット

表 1-1 ISS組立てに関するEVA履歴(5/12)

	ミッション	年月日	作業時間	EVAクルー	エアロック	備考
78	ISS 14-2 (US EVA-6)	2007.01.31	7H55m	マイケル・ロペズ-アレグリア	クエスト	冷却システムのA系配管の切替え、P6トラス右舷側の初期外部能動熱制御システム (EEATCS) ラジエータの収納、ISSからSSPTSスペースシャトルへの電力供給装置 (SSPTS) のケーブル敷設作業#1など
				スニータ・ウィリアムズ*		
79	ISS 14-3 (US EVA-7)	2007.02.04	7H11m	同上	クエスト	冷却システムのB系配管の切替え、P6トラス後方の初期外部能動熱制御システム (EEATCS) ラジエータの収納、SSPTSケーブルの敷設作業#2など
80	ISS 14-4 (US EVA-8)	2007.02.08	6H40m	同上	クエスト	P3トラスの断熱カバーの取り外しと投棄、P3トラスの曝露機器結合システム (UCCAS) の展開、SSPTSケーブルの敷設作業#3など
81	ISS 14-5 (ロシア EVA-17A)	2007.02.22	6H18m	ミハイル・チューリン	DC1	プログレス補給船のトラブルを起こした自動ドッキング～アンテナを切断して格納、外部機器の写真撮影と点検
				マイケル・ロペズ-アレグリア		
82	ISS 15-1 (ロシア EVA-18)	2007.05.30	5H25m	フョードル・ユールチキン	DC1	サービスモジュール・デブリ・パネル (SMDP) の設置、欧州補給機 (ATV) ドッキング用アンテナの配線引き直し
				オレグ・コトフ		
83	ISS 15-2 (ロシア EVA-19)	2007.06.06	5H37m	同上	DC1	ピアースへのBiorisk実験装置の設置、ザーリヤ外壁へのイーサネットケーブルの敷設、サービスモジュール・デブリ・パネル (SMDP) の設置(続き)
84	STS-117 (13A)	2007.06.11	6H15m	ジェームズ・ライリー ジョン・オリーバス	クエスト	S3/S4トラスの取付け、S4トラスの太陽電池パドル (SAW) の展開準備
85		2007.06.13	7H16m	パトリック・フォレスト ステイブン・スワンソン	クエスト	P6トラスの右舷側の太陽電池パドル (SAW) の収納、太陽電池パドル回転機構 (SARJ) の起動準備
86		2007.06.15	7H58m	ジェームズ・ライリー	クエスト	シャトルの軌道制御システム (OMS) ポッドのめくれた耐熱ブランケットの修理、酸素生成システム (OGS) のバルブ設置、P6トラスの右舷側の太陽電池パドル (SAW) の収納
				ジョン・オリーバス		
87		2007.06.17	6H29m	パトリック・フォレスト	クエスト	太陽電池パドル回転機構 (SARJ) の起動準備、S3トラスのレール上の障害物を取り除く作業、LANケーブルの敷設
				ステイブン・スワンソン		
88	ISS 15-3 (US EVA-9)	2007.07.23	7H41m	クレイトン・アンダーソン	クエスト	初期アンモニア充填装置 (EAS) の投棄、ビデオ支柱支持アセンブリ (VSSA) 固定装置 (FSE) の投棄など
				フョードル・ユールチキン		
89	STS-118 (13A.1)	2007.08.11	6H17m	リチャード・マストラキオ	クエスト	S5トラスの取付け、P6トラス前方の初期外部能動熱制御システム (EEATCS) ラジエータの収納 <u>ウィリアムズはカナダ人</u>
				ダフィッド・ウィリアムズ		
90		2007.08.13	6H28m	同上	クエスト	故障したコントロール・モーメント・ジャイロ (Control Moment Gyroscopes: CMG-3) の交換
91		2007.08.15	5H28m	リチャード・マストラキオ	クエスト	Sバンド通信システムのアップグレード、CETA (Crew and Equipment Translation Aid) カートの移設
				クレイトン・アンダーソン		
92		2007.08.18	5H02m	ダフィッド・ウィリアムズ	クエスト	センサ付き検査用延長ブーム (Orbiter Boom Sensor System: OBSS) の固定機構の設置、外部ワイヤレス計測システム (External Wireless Instrumentation System: EWIS) アンテナの設置など
	クレイトン・アンダーソン					

若田宇宙飛行士長期滞在プレスキット

表 1-1 ISS組立てに関するEVA履歴(6/12)

	ミッション	年月日	作業時間	EVAクルー	エアロック	備考	
93	STS-120 (10A)	2007.10.26	6H14m	スコット・パラジンスキー	クエスト	Sバンドアンテナの回収、貨物室からの「ハーモニー」(第2結合部)の取外し準備、P6トラスの移設準備	
				ダグラス・ウィーロック			
94		2007.10.28	6H33m	スコット・パラジンスキー	クエスト	P6トラスの移設準備、右舷の太陽電池パドル回転機構(Solar Alpha Rotary Joint: SARJ)の点検、「ハーモニー」(第2結合部)外部の艀装	
				ダニエル・タニ			
95		2007.10.30	7H08m	スコット・パラジンスキー	クエスト	P6トラスのP5トラスへの取付け、メインバス切替ユニット(Main Bus Switching Unit: MBSU)の船外保管プラットフォーム2(External Stowage Platform: ESP-2)への取付けなど	
				ダグラス・ウィーロック			
96		2007.11.03	7H19m	スコット・パラジンスキー	クエスト	展開時に破損してしまったP6トラスの太陽電池パドル(Solar Array Wing: SAW)の緊急修理(T-RADの実証試験をキャンセルして修理を実施)	
				ダグラス・ウィーロック			
97		ISS 16-1 (US EVA-10)	2007.11.09	6H55m	ペギー・ウィットソン*	クエスト	与圧結合アダプタ2(Pressurized Mating Adapter: PMA-2)の移設準備
					ユーリ・マレンチェンコ		
98		ISS 16-2 (US EVA-11)	2007.11.20	7H16m	ペギー・ウィットソン*	クエスト	「ハーモニー」(第2結合部)外部の整備
					ダニエル・タニ		
99	ISS 16-3 (US EVA-12)	2007.11.24	7H04m	同上	クエスト	「ハーモニー」(第2結合部)外部の整備、故障した右舷の太陽電池パドル回転機構(Solar Alpha Rotary Joint: SARJ)の点検	
100	ISS 16-4 (US EVA-13)	2007.12.18	6H56m	同上	クエスト	右舷側SARJの点検	
101	ISS 16-5 (US EVA-14)	2008.1.30	7H10m	同上	クエスト	S4トラスの故障したマスト回転機構(BMRRM)の交換、右舷側SARJの点検	
102	STS-122 (1E)	2008.02.11	7H58m	レックス・ウォルハイム	クエスト	コロンバスのペイロードベイからの取外し準備、コロンバス外部への電力・通信インタフェース付グラップル・フィクスチャ(Power and Data Grapple Fixture: PDGF)の取付け	
				スタンリー・ラブ			
103		2008.02.13	6H45m	レックス・ウォルハイム	クエスト	P1トラスのNTA(窒素ガスタンク)の交換 シュリーゲルはドイツ人	
				ハンス・シュリーゲル(ESA)			
104		2008.02.15	7H25m	レックス・ウォルハイム	クエスト	コロンバスへの太陽観測装置(SOLAR)と欧州技術曝露実験装置(EuTEF)の取付け、故障したCMGの回収	
				スタンリー・ラブ			

若田宇宙飛行士長期滞在プレスキット

表 1-1 ISS組立てに関するEVA履歴(7/12)

	ミッション	年月日	作業時間	EVAクルー	エアロック	備考
105	STS-123 (1J/A)	2008.03.14	7H01m	リチャード・リネハン	クエスト	「きぼう」船内保管室の取付け準備、デクスターの組立て作業#1
ギャレット・リーズマン						
106		2008.03.16	7H06m	リチャード・リネハン	クエスト	デクスターの組立て作業#2
マイケル・フォアマン						
107		2008.03.18	6H53m	リチャード・リネハン	クエスト	デクスターの組立て作業#3 運搬した曝露機器のISSへの設置
ロバート・ベンケン						
108		2008.03.21	6H24m	ロバート・ベンケン	クエスト	T-RAD(タイル修理用耐熱材充填装置)の検証試験
マイケル・フォアマン						
109		2008.03.23	6H02m	ロバート・ベンケン	クエスト	センサ付き検査用延長ブーム(OBSS)のISSへの保管 右舷側太陽電池パドル回転機構(SARJ)の点検 「きぼう」船内保管室への断熱カバーの取付け
マイケル・フォアマン						
110	STS-124 (1J)	2008.6.3	6H48m	マイケル・フォッサム	クエスト	センサ付き検査用延長ブーム(OBSS)のS1トラスからの取外し 「きぼう」船内実験室の取付け準備・窓のシャッターの固定解除 右舷側太陽電池パドル回転機構(SARJ)の関連作業
ロナルド・ギャレン						
111		2008.6.5	7H11m	同上	クエスト	「きぼう」日本実験棟の整備作業 S1トラスの窒素タンク(NTA)の交換準備 P1トラスの船外テレビカメラの回収
112	2008.6.8	6H33m	同上	クエスト	「きぼう」日本実験棟の整備作業 S1トラスの窒素タンク(NTA)の交換	
113	ISS 17-1 (ロシア EVA-20A)	2008.7.10	6H18m	セルゲイ・ヴォルコフ	DC1	ソユーズTMA-12宇宙船の分離ボルト1本の回収
オレグ・コノネンコ						
114	ISS 17-2 (ロシア EVA-20)	2008.7.15	5H54m	同上	DC1	ロシアモジュール外部の整備作業 Vspleskと呼ばれる高エネルギー粒子観測装置の設置 ピアース外壁に設置されていたBiorisk実験装置のコンテナ1基の回収

若田宇宙飛行士長期滞在プレスキット

表 1-1 ISS組立てに関するEVA履歴(8/12)

	ミッション	年月日	作業時間	EVAクルー	エアロック	備考
115	STS-126 (ULF2)	2008.11.18	6H52m	ハイディマリー・ステファニョン・パイパー*	クエスト	使用済みの窒素タンク(NTA)の回収「きぼう」船内実験室の船外実験プラットフォーム結合機構(EFBM)の多層断熱材(MLI)カバー取外し 右舷側太陽電池パドル回転機構(SARJ)関連の作業
スティーブ・ポーエン						
116		2008.11.20	6H45m	ハイディマリー・ステファニョン・パイパー*	クエスト	CETAカートの移設 ISSのロボットアーム(SSRMS)のエンドエフェクタ(把持手)の潤滑作業 右舷側太陽電池パドル回転機構(SARJ)関連の作業
				ロバート・キンブロー		
117	2008.11.22	6H57m	ハイディマリー・ステファニョン・パイパー*	クエスト	右舷側太陽電池パドル回転機構(SARJ)関連の作業	
スティーブ・ポーエン						
118	2008.11.24	6H07m	スティーブ・ポーエン	クエスト	太陽電池パドル回転機構(SARJ)関連の作業 「きぼう」船内実験室の船外実験プラットフォーム結合機構(EFBM)関連の作業 P1トラスの下部への外部TVカメラ(ETVCG)の設置 宇宙ステーション補給機(HTV)用GPSアンテナ1基の設置	
ロバート・キンブロー						
119	ISS 18-1 (ロシア EVA-21)	2008.12.22	5H38m	マイケル・フィンク ユーリ・ロンチャコフ	DC1	Langmuir probeの設置 Bioriskコンテナ#2の回収 ロシアの実験装置Impulseの取付け
120	ISS-18-2 (ロシア EVA-21A)	2009.3.10	4H49m	同上	DC1	ピアースからのストラップの取外し プログレス補給船のアンテナの撮影と点検、ロシアの曝露実験装置(Expose-R)の設置と配線接続、ズヴェズダのめくれた多層断熱材カバーの修正、SKK #9カセットの位置の修正、ロシアセグメント外壁と構造の点検、撮影
121	STS-119 (15A)	2009.3.19	6H07m	スティーブン・スワンソン	クエスト	S6トラスの結合 太陽電池パドル(SAW)の展開準備 多層断熱材カバー取外し
リチャード・アーノルド						
122		2009.3.21	6H30m	スティーブン・スワンソン	クエスト	P6トラスのバッテリー交換準備 宇宙ステーション補給機(HTV)用のGPSアンテナ1基の設置 S1トラスとP1トラスのラジエータの赤外線カメラによる撮影
	ジョセフ・アカバ					
123	2009.3.23	6H27m	ジョセフ・アカバ	クエスト	CETAカートの移設 ISSのロボットアームのエンドエフェクタ(把持手)の潤滑作業	
リチャード・アーノルド						
124	ISS-19-1 (ロシア EVA-22)	2009.6.5	4H54m	ゲナディ・パダルカ マイケル・バラット	DC1	MRM-2の結合に備えたズヴェズダ上部へのアンテナ設置作業 新型のオーラン宇宙服(Orlan-MK)を初使用
125	ISS-19-2 (ロシア EVA-23)	2009.6.10	12m	同上	SM	ズヴェズダの前方区画を減圧して、2つのドッキングハッチを交換する船内EVA(MRM-2結合準備作業)

若田宇宙飛行士長期滞在プレスキット

表 1-1 ISS組立てに関するEVA履歴(9/12)

	ミッション	年月日	作業時間	EVAクルー	エアロック	備考
126	STS-127 (2J/A)	2009.7.18	5H32m	デビッド・ウルフ	クエスト	JEM EFの結合準備作業、ノード1, 2の窓カバーの開放、CETAカートの改造、P3トラスUCCAS機構の展開、「きぼう」ロボットアームの接地ストラップの除去
ティモシー・コブラ						
127		2009.7.20	6H53m	デビッド・ウルフ	クエスト	
トーマス・マシュバーン						
128		2009.7.22	5H59m	デビッド・ウルフ	クエスト	
クリストファー・キャシディ						
129	2009.7.24	7H12m	クリストファー・キャシディ	クエスト	P6バッテリーORUの交換#2	
トーマス・マシュバーン						
130	2009.7.27	4H54m	同上	クエスト	EFへの視覚装置の設置、「デクスター」の断熱カバーの調節、Z1トラスのパッチパネルの切替え、「きぼう」船内実験室外壁へのハンドレールの取付け	
131	STS-128 (17A)	2009.9.1	6H35m	ジョン・オリーバス	クエスト	P1トラス上のアンモニアタンク(ATA)の取外し、欧州技術曝露実験装置(EuTEF)、材料曝露実験装置6(MISSE-6)の回収
ニコール・ストット*						
132		2009.9.3	6H39m	ジョン・オリーバス	クエスト	
クリスター・フューゲルサング(ESA)						
133	2009.9.5	7H01m	同上	クエスト	S3トラス上部のPASの展開、レートジャイロ・アセンブリの交換、S0トラスの遠隔電力制御モジュールとGPSアンテナの交換、ユニティー(第1結合部)のスライドワイヤの取外し	
134	STS-129 (ULF3)	2009.11.19	6H37m	マイケル・フォアマン	クエスト	シャトルで運んだSバンドアンテナ(SASA)の保管、Kuバンドアンテナのケーブル敷設、トランクウィリティーの結合準備、ペイロード/軌道上交換ユニット把持装置(POA)と「きぼう」ロボットアーム先端部への潤滑、S3トラス下側のペイロード取付けシステム(PAS)の展開
ロバート・サッチャー						
135	2009.11.21	6H08m	マイケル・フォアマン	クエスト	「コロンバス」欧州実験棟外部へのアンテナの設置、浮動電位測定装置(FPMU)の移設、S3トラスのPAS 2基の展開、ワイヤレスビデオ送受信器(WETA)の取付け	
ランドルフ・ブレスニク						
136	2009.11.23	5H42m	ランドルフ・ブレスニク	クエスト	ELC-2に載せて運んだ高圧ガスタンク(HPGT)のクエストへの移送と設置、ELC-2への材料曝露実験装置7(MISSE-7)の取付け	
ロバート・サッチャー						
137	ISS-22-1 (ロシア EVA-24)	2010.1.14	5H44m	マキシム・ソレオブ	DC1	ロシアの小型研究モジュール2(Mini-Research Module 2: MRM2)の整備
オレグ・コトフ						

若田宇宙飛行士長期滞在プレスキット

表 1-1 ISS組立てに関するEVA履歴(10/12)

	ミッション	年月日	作業時間	EVAクルー	エアロック	備考
138	STS-130 (20A)	2010.2.11	6H32m	ロバート・ベンケン	クエスト	トランクウィリティー(Node-3)の設置関連作業、 「デクスター」の軌道上交換ユニット仮置き場(OTP)の取り外しと保管
ニコラス・パトリック						
139		2010.2.13	5H54m	同上	クエスト	トランクウィリティーを外部能動熱制御システム(External Thermal Control System: ETCS)に接続、 トランクウィリティー外部の整備、 キューボラ移設の準備
140		2010.2.16	5H48m	同上	クエスト	トランクウィリティーのアンモニア冷却配管の開放、 キューボラの多層断熱材(MLI)カバー取外し、 キューボラのデブリ防護シャッターのロンチロック解除
141	STS-131 (19A)	2010.4.9	6H27m	リチャード・マストラキオ	クエスト	シャトルで運んだ新しいアンモニアタンク(Ammonia Tank Assembly: ATA)の移動、仮置き、 JAXAの微小粒子捕獲実験装置/材料曝露実験装置(MPAC&SEED)回収、 S0トラスの(Rate Gyro Assembly: RGA)交換
クレイトン・アンダーソン						
142		2010.4.11	7H26m	同上	クエスト	S1トラスの古いATAの取外し・仮置き、 新しいATAのS1トラスへの設置
143		2010.4.13	6H24m	同上	クエスト	新しいATAへの流体配管の接続、 クエスト外壁から外されて一時保管されていたデブリシールド2枚を船内へ回収、 古いATAのシャトルへの回収、 Z1トラスのKuバンド系の配線作業
144	STS-132 (ULF4)	2010.5.17	7H25m	ギャレット・リーズマン	クエスト	Z1トラスへの冗長系のKuバンドアンテナの設置、 「デクスター」への改良型軌道上交換ユニット仮置き場(Enhanced OTP: EOTP)の設置、 P6トラスのバッテリー軌道上交換ユニット(ORU)の交換準備
スティーブ・ポーエン						
145		2010.5.19	7H09m	スティーブ・ポーエン	クエスト	シャトルのセンサ付き検査用延長ブームOBSSのケーブルの噛み込みの修正、 P6トラスのバッテリーORU 4個の交換、 冗長系のKuバンドアンテナのアンテナ部と支柱のボルトの増し締め
		マイケル・グッド				
146		2010.5.21	6H46m	ギャレット・リーズマン	クエスト	P6トラスのバッテリーORU 2個の交換、 非常時用のアンモニア配管の設置、 シャトルで運んだ電力・通信インタフェース付グラブル・フィクスチャ(PDGF)の船内への回収
		マイケル・グッド				
147	ISS-24-1 (ロシア EVA-25)	2010.07.26	6H42m	ミカエル・コニエンコ	DC-1	ズヴェズダ後方のATVドッキング用TVカメラの交換、 MRM1のデータ/Ethernetケーブルをズヴェズダから敷設、 MRM1のKurs-Pケーブルのザーリヤへの接続
				フョードル・ユールチキン		
148	ISS-24-2 (US EVA-15)	2010.8.7	8H03m	ダグラス・ウィーロック	クエスト	S1トラスの故障したポンプモジュールの一部の着脱コネクタ(Quick Disconnect: QD)の解除(QD取り外し時にトラブルが発生したため、予定を変更)
				トレーシー・カードウェル*		



若田宇宙飛行士長期滞在プレスキット

表 1-1 ISS組立てに関するEVA履歴(11/12)

	ミッション	年月日	作業時間	EVAクルー	エアロック	備考
149	ISS-24-3 (US EVA-16)	2010.8.11	7H26m	ダグラス・ウィーロック	クエスト	故障したポンプモジュールの残りのQDの解除、故障したポンプモジュールのS1トラスからの取外しと、モービルベースシステム(MBS)上への仮置き、予備品のポンプモジュールの移動準備
トレーシー・カードウェル*						
150	ISS-24-4 (US EVA-17)	2010.8.16	7H20m	同上	クエスト	予備品のポンプモジュールのS1トラスへの設置、新たに設置したポンプモジュールへの電力・データ通信用コネクタの接続、アンモニア流体配管のQDの接続
151	ISS-25-1 (ロシア EVA-26)	2010.11.15	6H27m	フョードル・ユールチキン	DC-1	ズヴェズダ右舷側への多目的ワークステーションの設置、ズヴェズダ外部に設置していたロボット実験装置Konturの回収、MRM2(Mini-Research Module 2)とズヴェズダ間、MRM2とザーリヤ間へのストラットの設置、ズヴェズダとDC-1外部での微生物サンプルの採取
				オレグ・スクリポチカ		
152	ISS-26-1 (ロシア EVA-27)	2011.1.21	5H23m	ドミトリー・コンドラティエフ	DC-1	ズヴェズダ船外への新しい高速データ転送システムの設置、ズヴェズダ船外の故障していたplasma pulse generatorの回収、ズヴェズダ船外から材料曝露実験装置EXPOSE-Rの回収、MRM1(Mini-Research Module 1)へのTVカメラの設置
				オレグ・スクリポチカ		
153	ISS-26-2 (ロシア EVA-28)	2011.2.16	4H51m	同上	DC-1	ズヴェズダ船外へ観測装置2基を設置、ザーリヤの材料曝露パネル2個を回収
154	STS-133 (ULF5)	2011.2.28	6H34m	アルヴィン・ドルー	クエスト	故障して仮置きしていたポンプモジュールをESP-2に回収。JAXAのMessage in a Bottleなどを実施。
155		2011.3.02	6H56m	ステイーブ・ポーエン	クエスト	LWAPAをシャトルへ回収、SPDMへのカメラの設置、カメラレンズカバーの設置、外部照明の設置など
156	STS-134 (ULF6)	2011.5.20	6H19m	アンドリュー・フォイステル	クエスト	STS-134では計4回の船外活動を実施、材料曝露実験装置MISSEの交換
157		2011.5.22	8H07m	グレゴリー・シャミトフ	クエスト	
158		2011.5.25	6H54m	アンドリュー・フォイステル マイケル・フィンク	クエスト	P6トラスの熱制御系へのアンモニアの補充、左舷SARJの潤滑作業
159		2011.5.27	7H24m	同上	クエスト	ザーリヤへのPDGFの設置
160	STS-134 (ULF6)	2011.5.27	7H24m	マイケル・フィンク グレゴリー・シャミトフ	クエスト	シャトルのOBSSをISSに移設、ISSでのEVA時間が累計1,000時間を突破、シャトル最後のEVA
160	STS-135 (ULF7)	2011.7.12	6H31m	ISSクルー(ロナルド・ギャレン、マイケル・フォッサム)が担当	クエスト	故障したポンプモジュールの回収、RRM実験装置のISSへの設置など
161	ロシアEVA-29	2011.8.03	6H23m	セルゲイ・ヴォルコフ アレクサンダー・サマクチャイエフ	DC-1	小型衛星の放出、光通信装置の設置
162	ロシアEVA-30	2012.2.16	6H15m	オレグ・コノネンコ アントン・シュカブレロフ	DC-1	DC-1からMRM-2へのストレラクレーン1の移設
163	ロシアEVA-31	2012.8.20	5H51m	ゲナディ・パダルカ ユーリ・マレンチェンコ	DC-1	DC-1からザーリヤへのストレラクレーン2の移設、ズヴェズダへのデブリパネルの設置、小型衛星の放出など
164	US-EVA-18	2012.8.30	8H17m	サニータ・ウィリアムズ* 星出 彰彦 (JAXA)	クエスト	MBSU-1の交換(設置は完了せず)
165	US-EVA-19	2012.9.05	6H28m	同上	クエスト	MBSU-1の設置(トラブル対応のため追加実施)
166	US-EVA-20	2012.11.01	6H38m	同上	クエスト	P6トラスのアンモニア漏れの修理

表 1-1 ISS組立てに関するEVA履歴(12/12)

	ミッション	年月日	作業時間	EVAクルー	エアロック	備考
167	ロシア EVA-32	2013.4.19	6H38m	パベル・ビノグラドフ ロマン・ロマネンコ	DC-1	ズヴェズダへのObstanovkaプラズマ波観測装置の設置、ATV用のレーザー反射鏡の交換、Biorisk-MSNキャニスターの回収
168	US-EVA-21	2013.5.11	5H30m	クリストファー・キャシディ トーマス・マシュバーン	クエスト	P6トラスのアンモニア漏れの修理のために追加で実施(PFCSを予備品と交換)
169	ロシア EVA-33	2013.6.24	6H34m	フョードル・ユールチキン アレクサンダー・ミシュルキン	DC-1	ザーリヤの流量調整弁の交換、実験装置2個の回収と、新たな実験装置1個の設置
170	US-EVA-22	2013.07.09	6H07m	クリストファー・キャシディ ルカ・パルミターノ	クエスト	Kuバンド送受信機の交換、材料曝露実験装置MISSE-8の回収、RGB(radiator grapple bar) 2個のトラスへの設置など ルカは、イタリア人初のEVAを実施。
171	US-EVA-23	2013.07.16	1H32m	同上	クエスト	ルカのヘルメット内で水漏れが発生したため、作業を早期に打ち切った。
172	ロシア EVA-34	2013.08.16	7H29m	フョードル・ユールチキン アレクサンダー・ミシュルキン	DC-1	MLM用の配線を敷設 7時間29分の作業時間は、ロシアEVAとしては過去最長の記録を樹立
173	ロシア EVA-35	2013.08.22	5H58m	同上	DC-1	12月のEVAでHDカメラを設置するのに備えてレーザ通信実験装置を外して回収するとともに、指向装置などを設置
174	ロシア EVA-36	2013.11.09	5H50m	オレグ・コトフ セルゲイ・リャザンスキー	DC-1	ソチオリンピックのトーチリレー、船外実験装置の設置準備作業
175	ロシア EVA-37	2013.12.27 (予定)	同上	同上	DC-1	商業用の高精度ビデオカメラの設置
176	ロシア EVA-38	2013.夏頃 (予定)			DC-1	

注: エアロック欄のSTSはシャトルのエアロック使用。クエストは、米国のジョイント・エアロック「クエスト」使用。DC-1は、ロシアの「ピアース」使用(Orlan宇宙服を使用)。表の日付は米国時間。\*印は女性宇宙飛行士を示す。JAXA HPでもEVA情報を提供しています。http://iss.jaxa.jp/iss/assemble/doc04.html

## 2. ソユーズ宇宙船ミッションの飛行履歴

表 2-1 ソユーズ宇宙船ミッションの飛行履歴(1/3)

2013年11月12日現在

	宇宙船の 名称(機番)	打上げ 年月日	ISSとの ドッキング 年月日	ISSからの 分離 年月日	打上げ時の搭乗クルー	特記事項
2R (1S)	ソユーズTM-31 (No.205)	2000.10.31	2000.11.02	2001.05.06	ビル・シェパード(NASA) ユリー・キト・ゼンコ(ロシア) セルゲイ・クリカレフ(ロシア)	第1次長期滞在クルーが 搭乗。 ISSクルー滞在開始。
2S	ソユーズTM-32 (No.206)	2001.04.28	2001.04.30	2001.10.31	タルガット・ムサハエフ(ロシア) ユリー・ハトウリン(ロシア) デニス・チー(宇宙旅行者)	世界初の宇宙旅行者デ ニス・チー搭乗。 3人はTM-31で帰還。操 作ミスにより、再突入が遅 れ7G近い加速度がかか った。
3S	ソユーズTM-33 (No.207)	2001.10.21	2001.10.23	2002.05.05	ウイクター・アファナシエフ(ロシア) コンスタンチン・コザエフ(ロシア) クラウディ・ハニャール(ESA)	3人はTM-32で帰還。
4S	ソユーズTM-34 (No.208)	2002.04.25	2002.04.27	2002.11.10	ユリー・キト・ゼンコ(ロシア) ロベルト・ビットーリ(ESA) マーク・シャトルワース(宇宙旅行 者)	3人はTM-33で帰還。
5S	ソユーズTMA-1 (No.211)	2002.10.30	2002.11.01	2003.05.04	セルゲイ・ザリョーティン(ロシア) フランク・ティウエナ(ESA) ユリー・ロンチャコフ(ロシア)	3人はTM-34で帰還。 帰還時は第6次クルー3名 が搭乗。 カフセルは弾道状態で帰 還(8G以上の負荷)。
6S	ソユーズTMA-2 (No.212)	2003.04.26	2003.04.28	2003.10.28	ユリー・マレンチェンコ(ロシア) エドワード・ルー(NASA)	長期滞在クルーの交代(第 6次→第7次)。
7S	ソユーズTMA-3 (No.213)	2003.10.18	2003.10.20	2004.04.30	アレクサンダー・カレリ(ロシア) マイケル・フォール(NASA) ペドロ・デュク(ESA)	長期滞在クルーの交代(第 7次→第8次)。 ペドロ・デュクはTMA-2で 帰還。
8S	ソユーズTMA-4 (No.214)	2004.4.19	2004.4.22	2004.10.24	ゲナデー・バダルカ(ロシア) マイケル・フィンク(NASA) アントレ・カイハース(ESA)	長期滞在クルーの交代(第 8次→第9次)。 アントレ・カイハースは TMA-3で帰還。
9S	ソユーズTMA-5 (No.215)	2004.10.14	2004.10.16	2005.04.25	サリサン・シャリホフ(ロシア) リロイ・チャオ(NASA) ユリー・シャキーン(タジークルー)	長期滞在クルーの交代(第 9次→第10次)。 ユリー・シャキーンはTMA-5 で帰還。
10S	ソユーズTMA-6 (No.216)	2005.04.15	2005.04.17	2005.10.11	セルゲイ・クリカレフ(ロシア) ジョン・フィリップス(NASA) ロベルト・ビットーリ(ESA)	ロベルト・ビットーリはTMA-5 で帰還。
11S	ソユーズTMA-7 (No.217)	2005.10.01	2005.10.03	2006.04.09	ヴァレリー・トカレフ(ロシア) ウィリアム・マッカーサー(NASA) グレゴリー・オルセン(宇宙旅行 者)	長期滞在クルーの交代(第 11次→第12次)。
12S	ソユーズTMA-8 (No.218)	2006.03.30	2006.04.01	2006.09.29	パブル・ビノグラドフ(ロシア) ジェフ・ウィリアムズ(NASA) マルコス・ホントス(ブラジル)	長期滞在クルーの交代(第 12次→第13次)。 マルコス・ホントスはTMA-7 で帰還。
13S	ソユーズTMA-9 (No.219)	2006.09.18	2006.09.20	2007.04.21	ミハイル・チューリン(ロシア) マイケル・ロヘス・アレク・リア (NASA) アニューシャ・アンサリ(宇宙旅行 者)	長期滞在クルーの交代(第 13次→第14次)。 アニューシャ・アンサリは TAMA-8で帰還。 過去最長の215日間飛 行。 着陸地の状態が悪く、帰 還を1日延期した。

注: 日付は日本時間(JST)をベースに記述。

若田宇宙飛行士長期滞在プレスキット

表 2-1 ソユーズ宇宙船ミッションの飛行履歴(2/3)

	宇宙船の 名称(機番)	打上げ 年月日	ISSとの ドッキング 年月日	ISSからの 分離 年月日	打上げ時の搭乗クルー	特記事項
14S	ソユーズTMA-10 (No.220)	2007.04.08	2007.04.10	2007.10.21	フョードル・ユールチキン(ロシア) オレグ・コトフ(ロシア) チャールス・シモニー(宇宙旅行者)	長期滞在クルーの交代(第14次→第15次)。 チャールス・シモニーはTMA-9で帰還。旅行費用は2,000万ドルから2,500万ドルへ上昇。 帰還時に弾道モードで突入。(8.5Gの負荷を記録)
15S	ソユーズTMA-11 (No.221)	2007.10.10	2007.10.12	2008.04.19	ベッキー・ウایتソン(NASA) ユーリ・マレンチェンコ(ロシア) Sheikh Muszaphar Shukor(マレーシア)	長期滞在クルーの交代(第15次→第16次)。 Sheikh Muszaphar ShukorはTMA-10で帰還。帰還時に弾道モードで突入。
16S	ソユーズTMA-12 (No.222)	2008.04.08	2008.04.10	2008.10.24	セルゲイ・ウオルコフ(ロシア) オレグ・コノネンコ(ロシア) イ・ソヨン(韓国)	長期滞在クルーの交代(第16次→第17次)。 TMA-11の帰還時トラブルを受けて、7月のEVA-20AでソユーズTMA-12のPyroホルト1本を回収した。
17S	ソユーズTMA-13 (No.223)	2008.10.12	2008.10.14	2009.04.08	マイケル・フィンク(NASA) ユーリー・ロンチャコフ(ロシア) リチャード・キャリオット(宇宙旅行者)	長期滞在クルーの交代(第17次→第18次)。 リチャード・キャリオットはTMA-12で帰還。旅行費用は3,000万ドルに上昇。 着陸地の状態が悪く帰還を1日延期。
18S	ソユーズTMA-14 (No.224)	2009.03.26	2009.03.28	2009.10.11	ゲナディ・パダルカ(ロシア) マイケル・ハレット(NASA) チャールス・シモニー(宇宙旅行者)	長期滞在クルーの交代(第18次→第19/20次)。 チャールス・シモニーはTMA-13で帰還。
19S	ソユーズTMA-15 (No.225)	2009.05.27	2009.05.29	2009.12.01	ロマン・ロマネンコ(ロシア) フランク・テイビュナー(ESA) ロバート・サークス(CSA)	長期滞在クルーが到着(第20/21次)。 このドッキングによりISSは6名体制へ移行、2機のソユーズが常時ドッキング。
20S	ソユーズTMA-16 (No.226)	2009.09.30	2009.10.02	2010.03.18	マキシム・シュライエフ(ロシア) ジェフ・ウィリアムズ(NASA) ギー・ラベルテ(宇宙旅行者)	ISSに初めて、ソユーズ3機が同時期に結合。 ギー・ラベルテはTMA-14で第19/20次長期滞在クルーと帰還。 19S分離から21Sドッキングまでの間は2名体制。
21S	ソユーズTMA-17 (No.227)	2009.12.21	2009.12.23	2010.06.02	オレグ・コトフ(ロシア) <b>野口聡一(JAXA)</b> ティモシー・クリマー(NASA)	これ以降、3名の長期滞在クルーの交替はソユーズで実施。 第22/23次長期滞在
22S	ソユーズTMA-18 (No.228)	2010.04.02	2010.04.04	2010.09.25	アレクサンダー・スクホルソフ(ロシア) トレーシー・カドウェル(NASA) ミカエル・コニエンコ(ロシア)	第23/24次長期滞在 分離トラブルで帰還を1日延期

注: 日付は日本時間(JST)をベースに記述。

表 2-1 ソユーズ宇宙船ミッションの飛行履歴(3/3)

	宇宙船の 名称(機番)	打上げ 年月日	ISSとの ドッキング 年月日	ISSからの 分離 年月日	打上げ時の搭乗クルー	特記事項
23S	ソユーズTMA-19 (No.229)	2010.06.16	2010.06.18	2010.11.26	フョードル・ユールチキン(ロシア) ダグラス・ウィーロック(NASA) ジャン・ウオーカー(NASA)	第24/25次長期滞在
24S	ソユーズTMA-M (No.701)	2010.10.08	2010.10.10	2011.03.16	アレクサンダー・カレリ(ロシア) オレグ・スクリホチカ(ロシア) スコット・ケリー(NASA)	改良型ソユーズTMAの初飛行 第25/26次長期滞在
25S	ソユーズTMA-20 (No.230)	2010.12.16	2010.12.18	2011.05.24	ドミトリー・コンドラティエフ(ロシア) パオロ・ネスポリ(ESA) キャスリン・コールマン(NASA)	第26/27次長期滞在。 分離後にSTS-134がドッキングした状態のISSの撮影を実施。
26S	ソユーズTMA-21 (No.231)	2011.04.05	2011.04.07	2011.09.16	アントレイ・ホルシェンコ(ロシア) アレクサンダー・サマクチャイエフ(ロシア) ロナルド・ギャレン(NASA)	第27/28次長期滞在
27S	ソユーズ TMA-02M (No.702)	2011.06.08	2011.06.10	2011.11.22	セルゲイ・ヴォルコフ(ロシア) マイケル・フォッサム(NASA) <b>古川聡(JAXA)</b>	第28/29次長期滞在
28S	ソユーズTMA-22 (No.232)	2011.11.14	2011.11.16	2012.04.27	ダニエル・バーバンク(NASA) アントン・シュカブレロフ(ロシア) アナトリー・イヴァニシ(ロシア)	第29/30次長期滞在
29S	ソユーズ TMA-03M (No.703)	2011.12.21	2011.12.24	2012.07.01	オレグ・コノネンコ(ロシア) アントレ・カイハース(ESA) ドナルド・ペティット(NASA)	第30/31次長期滞在
30S	ソユーズ TMA-04M (No.705)	2012.05.15	2012.05.17	2012.09.17	ゲナデー・パダルカ(ロシア) セルゲイ・レビン(ロシア) ジョセフ・アカバ(NASA)	第31/32次長期滞在
31S	ソユーズ TMA-05M (No.706)	2012.07.15	2012.07.17	2012.11.19	サニータ・ウリアムス(NASA) ユリー・マレンチエンコ(ロシア) <b>星出彰彦(JAXA)</b>	第32/33次長期滞在
32S	ソユーズ TMA-06M (No.707)	2012.10.23	2012.10.25	2013.03.16	ケビン・フォード(NASA) オレグ・グウィツキー(ロシア) エヴァゲニー・タレルキン(ロシア)	第33/34次長期滞在
33S	ソユーズ TMA-07M (No.704A)	2012.12.19	2012.12.21	2013.05.14	クリス・ハットフィールド(CSA) トマス・マシュバーン(NASA) ロマン・ロマネンコ(ロシア)	第34/35次長期滞在
34S	ソユーズ TMA-08M (No.708)	2013.03.29	2013.03.29	2013.09.11	パベル・ビゾグラドフ(ロシア) クリストファー・キャンディ(NASA) アレクサンダー・ミシュルキン(ロシア)	第35/36次長期滞在 <u>ここより打上げ当日のドッキングを開始</u>
35S	ソユーズ TMA-09M (No.709)	2013.05.29	2013.05.29	2013.11.11	フョードル・ユールチキン(ロシア) カレン・ナイバーク(NASA) ルカ・パルミターノ(ESA)	第36/37次長期滞在
36S	ソユーズ TMA-10M (No.710)	2013.09.26	2013.09.26	2014.03.12 (予定)	オレグ・コトフ(ロシア) マイケル・ホプキンス(NASA) セルゲイ・リャザンスキー(ロシア)	第37/38次長期滞在
37S	ソユーズ TMA-11M (No.711)	2013.11.07	2013.11.07	2014.05.14 (予定)	ミハイル・チュエリン(ロシア) リチャード・マストラキオ(NASA) <b>若田光一(JAXA)</b>	第38/39次長期滞在
38S	ソユーズ TMA-12M (No.712)	2014.03.26 (予定)	2014.03.26 (予定)		アレクサンダー・スクホルソフ(ロシア) ステイブン・スワンソン(NASA) オレグ・アルテムエフ(ロシア)	第39/40次長期滞在

注: 日付は日本時間(JST)をベースに記述。

## 3. ISS長期滞在クルー

2013年12月3日現在

表 3-1 ISS長期滞在クルー(1/7)

Expedition	長期滞在クルー	▲打上げ日(米国時間)	宇宙滞在日数	EVA回数 (合計時間)	その他
		▼帰還日(米国時間)			
1	第1次長期滞在クルー (以下は、左記番号で省略) ウィリアム・シェパード(NASA)(軍) ユーリー・ギドゼンコ(ロシア) セルゲイ・クリカレフ(ロシア)	▲2000.10.31 ソユーズTM-31(2R)	140日23時間	実施せず	
		▼2001.03.21 STS-102(5A.1)			
2	ユーリー・ウサチェフ(ロシア)(民) ジェームス・ヴォス(NASA) スーザン・ヘルムズ*(NASA)	▲2001.03.08 STS-102(5A.1)	167日 6時間	1回 (19分)	
		▼2001.08.22 STS-105(7A.1)			
3	フランク・カルバートソン(NASA)(軍) ウラディミール・ジェジュエロフ(ロシア) ミハイル・チューリン(ロシア)	▲2001.08.10 STS-105(7A.1)	128日20時間	4回 (18時間 40分)	
		▼2001.12.17 STS-108(UF-1)			
4	ユーリ・オヌフリエンコ(ロシア)(軍) カール・ウォルツ(NASA) ダニエル・バーシュ(NASA)	▲2001.12.05 STS-108(UF-1)	195日19時間	3回 (14時間 48分)	
		▼2002.06.19 STS-111(UF-2)			
5	ワレリー・コルズン(ロシア)(軍) ベギー・ウィットソン*(NASA) セルゲイ・トレシエフ(ロシア)	▲2002.06.05 STS-111(UF-2)	184日22時間	2回 (18時間 40分)	
		▼2002.12.07 STS-113(11A)			
6	ケネス・バウアーソックス(NASA)(軍) ドナルド・ベティット(NASA) ニコライ・ブダーリン(ロシア)	▲2002.11.23 STS-113(11A)	161日 1時間	2回 (9時間 46分)	
		▼2003.05.03 ソユーズTMA-1(5S)			
7	ユーリ・マレンチェンコ(ロシア)(軍) エドワード・ルー(NASA)	▲2003.04.25 ソユーズTMA-2(6S)	184日21時間	実施せず	コロンビア 号事故の影響によりク ルーを2名 に削減
		▼2003.10.27 ソユーズTMA-2(6S)			
8	マイケル・フォール(NASA)(民) アレクサンダー・カレリ(ロシア)	▲2003.10.18 ソユーズTMA-3(7S)	194日18時間	1回 (3時間 55分)	
		▼2004.04.29 ソユーズTMA-3(7S)			
9	ゲナディ・パダルカ(ロシア)(軍) マイケル・フィンク(NASA)	▲2004.04.18 ソユーズTMA-4(8S)	187日21時間	4回 (15時間 45分)	
		▼2004.10.19 ソユーズTMA-4(8S)			
10	リロイ・チャオ(NASA)(民) サリザン・シャリポフ(ロシア)	▲2004.10.13 ソユーズTMA-5(9S)	192日19時間	2回 (9時間 58分)	
		▼2005.04.24 ソユーズTMA-5(9S)			
11	セルゲイ・クリカレフ(ロシア)(民) ジョン・フィリップス(NASA)	▲2005.04.14 ソユーズTMA-6(10S)	179日0時間	1回 (4時間 58分)	クリカレフは 2回目のISS 滞在。
		▼2005.10.11 ソユーズTMA-6(10S)			
12	ウィリアム・マッカーサー(NASA)(軍) パレリー・トカレフ(ロシア)	▲2005.10.01 ソユーズTMA-7(11S)	189日19時間	2回 (11時間 40分)	
		▼2006.04.09 ソユーズTMA-7(11S)			

若田宇宙飛行士長期滞在プレスキット

表 3-1 ISS長期滞在クルー(2/7)

Expedition	長期滞在クルー	▲打上げ日(米国時間)	宇宙滞在日数	EVA回数 (合計時間)	その他
		▼帰還日(米国時間)			
13	パベル・ピノグラドフ(ロシア)(民)	▲打上げ 2006.03.30 ソユーズTMA-8(12S)	182日23時間	2回 (12時間 25分)	スペースシャトル でクルー1名の 交替を開始 することによ り、ISSを3 名体制に戻 した
	ジェフリー・ウィリアム(NASA)	▼帰還 2006.09.29 ソユーズTMA-8(12S)			
	トーマス・ライター(ESA)	▲打上げ 2006.07.04 STS-121	14次に記載		
14	マイケル・ロペズ・アレグリア (NASA)(軍)	▲打上げ 2006.09.18 ソユーズTMA-9(13S)	215日8時間	5回 (33時間 02分)	ESA 初 の ISS滞在  215日間は ISS最長の 滞在期間
	ミハイル・チューリン(ロシア)	▼帰還 2007.04.21 ソユーズTMA-9 (13S)	171日3時間		
	トーマス・ライター(ESA)	▼帰還 2006.12.22 STS-116			
	サニータ・ウィリアムズ*(NASA)	▲打上げ 2006.12.09 STS-116	15次に記載		
15	フョードル・ユールチキン(ロシア) (民)	▲打上げ 2007.04.08 ソユーズTMA-10(14S)	197日17時間	3回 (18時間 43分)	
	オレグ・コトフ(ロシア)	▼帰還 2007.10.21 ソユーズTMA-10(14S)	194日18時間		
	サニータ・ウィリアムズ*(NASA)	▼帰還 2007.06.22 STS-117			
	クレイトン・アンダーソン(NASA)	▲打上げ 2007.06.08 STS-117	16次に記載		
16	ペギー・ウィットソン*(NASA)(民)	▲打上げ 2007.10.10 ソユーズTMA-11(15S)	191日19時間	5回 (35時間 21分)	ISS初の女 性コマンダ ー誕生
	ユーリ・マレンチェンコ(ロシア)	▼帰還 2008.04.19 ソユーズTMA-11(15S)	151日18時間		
	クレイトン・アンダーソン(NASA)	▼帰還 2007.11.07 STS-120			
	ダニエル・タニ(NASA)	▲打上げ 2007.10.23 STS-120 ▼帰還 2008.02.20 STS-122	120日11時間		
	レオポルド・アイハーツ(ESA)	▲打上げ 2008.02.07 STS-122 ▼帰還 2008.03.26 STS-123	48日4時間		
	ギャレット・リーズマン(NASA)	▲打上げ 2008.03.11 STS-123	17次に記載		
17	セルゲイ・ヴォルコフ(ロシア)(軍)	▲打上げ 2008.04.08 ソユーズTMA-12(16S)	198日16時間	2回 (18時間 43分)	
	オレグ・コノネンコ(ロシア)	▼帰還 2008.10.24 ソユーズTMA-12(16S)	95日8時間		
	ギャレット・リーズマン(NASA)	▼帰還 2008.06.14 STS-124			
	グレゴリー・シャミトフ(NASA)	▲打上げ 2008.05.31 STS-124	18次に記載		

注) 名前の後ろの\* マークは女性。

下線のクルーはISSコマンダー(指揮官)。(軍)は軍出身者、(民)は民間出身者。

表 3-1 ISS長期滞在クルー(3/7)

Expedition	長期滞在クルー	▲ 打上げ日 (米国時間)	宇宙滞在日数	EVA回数 (合計時間)	その他
		▼ 帰還日 (米国時間)			
18	マイケル・フィンク (NASA) (民)	▲ 打上げ 2008.10.14 ソユーズTMA-13(17S)	178日0時間	2回 (10時間 27分)	日本人初のISS滞在
	ユーリ・ロンチャコフ (ロシア)	▼ 帰還 2009.4.8 ソユーズTMA-13(17S)			
	グレゴリー・シャミトフ (NASA) (STS-124で2008.05.31に打ち上げられ、STS-126で2008.11.30に帰還)	▼ 帰還 2008.11.30 STS-126	183日0時間		
	サンドラ・マグナス* (NASA) (STS-126で2008.11.14に打ち上げられ、STS-119で2009.3.28に帰還)	▲ 打上げ 2008.11.14 STS-126 ▼ 帰還 2009.3.28 STS-119	133日18時間		
	<b>若田光一 (JAXA)</b> (STS-119で2009.3.15に打ち上げられ、STS-127で2009.7.31に帰還)	▲ 打上げ 2009.03.15 STS-119	20次に記載		
19	ゲナディ・パダルカ (ロシア) (軍)	▲ 打上げ 2009.3.26 ソユーズTMA-14(18S)	20次に記載	実施せず	パダルカは初めて2回ISSコマンダーを担当 (第9次に続いて担当)。
	マイケル・バラット (NASA)				
	<b>若田光一 (JAXA)</b> (STS-127で2009.7.31に帰還)	*18, 20次に記載	20次に記載		
20	ゲナディ・パダルカ (ロシア) (軍)	▼ 帰還 2009.10.11 ソユーズTMA-14(18S)	198日16時間	2回 (5時間 6分)	ISS滞在クルー6名体制へ移行。  CSA初のISS滞在
	マイケル・バラット (NASA)				
	<b>若田光一 (JAXA)</b>	▼ 帰還 2009.7.31 STS-127	137日15時間		
	フランク・デヴィン (ESA) ロバート・サースク (CSA) ロマン・ロマネンコ (ロシア)	▲ 打上げ 2009.5.27 ソユーズTMA-15(19S)	21次に記載		
	ティモシー・コブラ (NASA)	▲ 打上げ 2009.07.15 STS-127 ▼ 帰還 2009.9.11 STS-128	58日2時間		
	ニコール・ストット* (NASA)	▲ 打上げ 2009.08.28 STS-128	21次に記載		
21	フランク・デヴィン (ESA) (軍) ロバート・サースク ロマン・ロマネンコ	▼ 帰還 2009.12.01 ソユーズTMA-15(19S)	187日20時間	実施せず	ESA初のISSコマンダー (ベルギー人)。  ニコール・ストットは、シャトルで帰還した最後のISS滞在クルー。
	ニコール・ストット* (NASA)	▼ 帰還 2009.11.27 STS-129	90日12時間		
	ジェフリー・ウィリアムズ (NASA) マキシム・ソレオブ (ロシア)	▲ 打上げ 2009.09.30 ソユーズTMA-16(20S)	22次に記載		
22	ジェフリー・ウィリアムズ (軍) マキシム・ソレオブ	▼ 帰還 2010.03.18 ソユーズTMA-16(20S)	169日4時間	22/23で1回実施 (5時間 44分)	
	オレグ・コトフ (ロシア) <b>野口聡一 (JAXA)</b> ティモシー・クリーマー (NASA)	▲ 打上げ 2009.12.21 ソユーズTMA-17(21S)	23次に記載		

注) 下線のクルーはISSコマンダー (指揮官)。太字はJAXA宇宙飛行士。  
(軍)は軍出身者、(民)は民間出身者。



表 3-1 ISS長期滞在クルー(4/7)

Expedition	長期滞在クルー	▲ 打上げ日(米国時間)	宇宙滞在日数	EVA回数 (合計時間)	その他
		▼ 帰還日(米国時間)			
23	オレグ・コトフ(軍) <b>野口聡一</b> ティモシー・クリーマー	▼ 帰還 2010.06.02 ソユーズTMA-17(21S)	163日5時間	(上記参照)	
	アレクサンダー・スクボルソフ(ロシア) トレーシー・カードウェル*(NASA) ミカエル・コニエンコ(ロシア)	▲ 打上げ 2010.04.02 ソユーズTMA-18(22S)	24次に記載		
24	アレクサンダー・スクボルソフ(軍) トレーシー・カードウェル* ミカエル・コニエンコ	▼ 帰還 2010.09.25 ソユーズTMA-18(22S)	176日1時間	23/24で4回 実施 (29時間 31分)	ISSに女性2人の 滞在クルーが揃っ たのは初めて
	ダグラス・ウィーロック(NASA) シャノン・ウォーカー*(NASA) フョードル・ユールチキン (ロシア)	▲ 打上げ 2010.06.16 ソユーズTMA-19(23S)	25次に記載		
25	ダグラス・ウィーロック(軍) シャノン・ウォーカー* フョードル・ユールチキン	▼ 帰還 2010.11.26 ソユーズTMA-19(23S)	163日7時間	24/25で1回 実施 (6時間 28分)	11月2日、 ISSでの 有人運用 開始から 10周年を 達成。
	スコット・ケリー(NASA) アレクサンダー・カレリ(ロシア) オレグ・スクリポチカ(ロシア)	▲ 打上げ 2010.10.08 ソユーズTMA-M(24S)	26次に記載		
26	スコット・ケリー(軍) アレクサンダー・カレリ オレグ・スクリポチカ	▼ 帰還 2011.03.16 ソユーズTMA-M(24S)	159日8時間	25/26で2回 実施 (10時間 14分)	
	ドミトリー・コンドラティエフ(ロシア) キャスリン・コールマン*(NASA) パオロ・ネスポリ(ESA)	▲ 打上げ 2010.12.16 ソユーズTMA-20(25S)	27次に記載		
27	ドミトリー・コンドラティエフ(軍) キャスリン・コールマン* パオロ・ネスポリ	▼ 帰還 2011.05.24 ソユーズTMA-20(25S)	159日7時間	(上記参照)	
	アンドレイ・ボリシエンコ (ロシア) アレクサンダー・サマクチャイエフ (ロシア) ロナルド・ギャレン(NASA)	▲ 打上げ 2011.04.04 ソユーズTMA-21(26S)	28次に記載		
28	アンドレイ・ボリシエンコ(軍) アレクサンダー・サマクチャイエフ ロナルド・ギャレン	▼ 帰還 2011.09.16 ソユーズTMA-21(26S)	164日5時間	27/28で2回 実施 (12時間54 分)	
	マイケル・フォッサム(NASA) <b>古川 聡(JAXA)</b> セルゲイ・ヴォルコフ(ロシア)	▲ 打上げ 2011.06.08 ソユーズTMA-02M(27S)	29次に記載		
29	マイケル・フォッサム(民) <b>古川 聡</b> セルゲイ・ヴォルコフ	▼ 帰還 2011.11.22 ソユーズTMA-02M(27S)	167日6時間	(上記参照)	
	ダニエル・バーバンク(NASA) アントン・シュカブレロフ (ロシア) アナトリー・イヴァニシン (ロシア)	▲ 打上げ 2011.11.14 ソユーズTMA-22(28S)	30次に記載		

注) 下線のクルーはISSコマンダー(指揮官)。太字はJAXA宇宙飛行士。  
(軍)は軍出身者、(民)は民間出身者。

表 3-1 ISS長期滞在クルー(5/7)

Expedition	長期滞在クルー	▲打上げ日(米国時間)	宇宙滞在日数	EVA回数 (合計時間)	その他
		▼帰還日(米国時間)			
30	ダニエル・バーバンク(沿岸警備隊) アントン・シュカプレロフ アナトリー・イヴァニシ	▼帰還 2012.04.27 ソユーズTMA-22(28S)	165日7時間	30/31で1回 (6時間15分)	
	オレグ・コノネンコ(ロシア) アンドレ・カイパース(ESA) ドナルド・ベティット(NASA)	▲打上げ 2011.12.21 ソユーズTMA-03M(29S)	31次に記載		
31	オレグ・コノネンコ(民) アンドレ・カイパース ドナルド・ベティット	▼帰還 2012.07.01 ソユーズTMA-03M(29S)	192日18時間	(上記参照) 30/32で1回 (5時間51分)	コノネンコ は2回目の コマンダー
	ゲナディ・パダルカ(ロシア) ジョセフ・アカバ(NASA) セルゲイ・レビン(ロシア)	▲打上げ 2012.05.15 ソユーズTMA-04M(30S)	32次に記載		
32	ゲナディ・パダルカ(軍) ジョセフ・アカバ セルゲイ・レビン	▼帰還 2012.09.17 ソユーズTMA-04M(30S)	124日23時間	32/33次で 4回実施 (27時間14分)	パダルカ は3回目の コマンダー
	サニータ・ウィリアムズ* (NASA) ユーリ・マレンチェンコ(ロシア) <b>星出彰彦(JAXA)</b>	▲打上げ 2012.07.15 ソユーズTMA-05M(31S)	33次に記載		
33	サニータ・ウィリアムズ*(軍) ユーリ・マレンチェンコ <b>星出彰彦</b>	▼帰還 2012.11.19 ソユーズTMA-05M(31S)	126日23時間	(上記参照)	
	ケビン・フォード(NASA) オレグ・ノヴィツキー(ロシア) エヴァゲニー・タレルキン(ロシア)	▲打上げ 2012.10.23 ソユーズTMA-06M(32S)	34次に記載		
34	ケビン・フォード(軍) オレグ・ノヴィツキー エヴァゲニー・タレルキン	▼帰還 2013.03.16 ソユーズTMA-06M(32S)	143日16時間	実施せず	
	クリス・ハドフィールド(CSA) トーマス・マシュバーン(NASA) ロマン・ロマネンコ(ロシア)	▲打上げ 2012.12.19 ソユーズTMA-07M(33S)	35次に記載		
35	クリス・ハドフィールド(CSA)(軍) トーマス・マシュバーン ロマン・ロマネンコ	▼帰還 2013.05.14 ソユーズTMA-07M(33S)	145日14時間	2回実施 (12時間08分)	カナダ 人初のISS コマンダー
	パベル・ピノグラドフ(ロシア) アレクサンダー・ミシュルキン (ロシア) クリストファー・キャンディ(NASA)	▲打上げ 2013.03.29 ソユーズTMA-08M(34S)	36次に記載		
36	パベル・ピノグラドフ(民) アレクサンダー・ミシュルキン クリストファー・キャンディ	▼帰還 2013.09.11 ソユーズTMA-08M(34S)	166日6時間	5回実施 (27時間40分)	
	フォードル・ユールチキン(ロシア) カレン・ナイバーグ*(NASA) ルカ・パルミターノ(ESA)	▲打上げ 2013.05.29 ソユーズTMA-09M(35S)	37次に記載		
37	フォードル・ユールチキン(民) カレン・ナイバーグ* ルカ・パルミターノ	▼帰還 2013.11.11 ソユーズTMA-09M(35S)	166日5時間	実施せず	
	オレグ・コトフ(ロシア) マイケル・ホプキンス(NASA) セルゲイ・リャザンスキー(ロシア)	▲打上げ 2013.09.26 ソユーズTMA-10M(36S)	38次に記載		

注) 名前の後ろの\*マークは女性を示す。

下線のクルーはISSコマンダー(指揮官)。太字はJAXA宇宙飛行士。

(軍)は軍出身者、(民)は民間出身者。

表 3-1 ISS長期滞在クルー(6/7)

Expedition	長期滞在クルー	▲ 打上げ日(米国時間)	宇宙滞在日数	EVA回数 (合計時間)	その他
		▼ 帰還日(米国時間)			
38	オレグ・コトフ(軍) マイケル・ホプキンス セルゲイ・リャザンスキー	▼ 帰還 2014.03(予定) ソユーズTMA-10M(36S)	39次に記載		
	<b>若田光一(JAXA)</b> ミハイル・チューリン(ロシア) リチャード・マストラキオ(NASA)	▲ 打上げ 2013.11.07 ソユーズTMA-11M(37S)			
39	<b>若田光一(民)</b> ミハイル・チューリン リチャード・マストラキオ	▼ 帰還 2014.05.14(予定) ソユーズTMA-11M(37S)	40次に記載		日本人初のISSコマンダー
	スティーブン・スワンソン(NASA) アレクサンダー・スクボルソフ(ロシア) オレグ・アルテミエフ(ロシア)	▲ 打上げ 2014.03.(予定) ソユーズTMA-12M(38S)			
40	スティーブン・スワンソン(民) アレクサンダー・スクボルソフ オレグ・アルテミエフ	▼ 帰還 2014.09(予定) ソユーズTMA-12M(38S)	41次に記載		
	マキシム・スライエフ(ロシア) ライド・ワイズマン(NASA) アレクサンダー・ゲルスト(ESA)	▲ 打上げ 2014.05.(予定) ソユーズTMA-13M(39S)			
41	マキシム・スライエフ(軍) ライド・ワイズマン アレクサンダー・ゲルスト	▼ 帰還 2014.11(予定) ソユーズTMA-13M(39S)	42次に記載		ロシア人女性宇宙飛行士初のISS滞在
	バリー・ウィルモア(NASA) エレナ・セロヴァ*(ロシア) アレクサンダー・サマクチャイエフ(ロシア)	▲ 打上げ 2014.09.(予定) ソユーズTMA-14M(40S)			
42	バリー・ウィルモア(軍) エレナ・セロヴァ* アレクサンダー・サマクチャイエフ	▼ 帰還 2015.03(予定) ソユーズTMA-14M(40S)	43次に記載		ESA女性宇宙飛行士初のISS滞在
	テリー・バーツ(NASA) サマンサ・クリストフォレッティ*(ESA) アントン・シュカブレロフ(ロシア)	▲ 打上げ 2014.11.(予定) ソユーズ41S			
43	テリー・バーツ(軍) サマンサ・クリストフォレッティ* アントン・シュカブレロフ	▼ 帰還 2015.05(予定) ソユーズ41S	44次に記載		ケリーとコルニエンコはISSに1年間滞在予定
	スコット・ケリー(NASA) ミカイル・コルニエンコ(ロシア) ユーリー・ロンチャコフ(ロシア)→別のクルーと交代	▲ 打上げ 2015.03.(予定) ソユーズ42S			
44	ユーリー・ロンチャコフ→別のクルーと交代	▼ 帰還 2015.10(予定) ソユーズ42S	45次に記載		
	スコット・ケリー ミカイル・コルニエンコ オレグ・コノネンコ(ロシア) ケル・リングリン(NASA) <b>油井亀美也(JAXA)</b>	▲ 打上げ 2015.06.(予定) ソユーズ43S			
45	オレグ・コノネンコ ケル・リングリン <b>油井亀美也</b>	▼ 帰還 2015.11(予定) ソユーズ43S	46次に記載		
	スコット・ケリー(NASA) ミカイル・コルニエンコ(ロシア)	1年間滞在			
	(ロシア)	▲ 打上げ 2015.10.(予定) ソユーズ44S			

注) 名前の中の\*マークは女性を示す。下線のクルーはISSコマンダー(指揮官)。太字はJAXA宇宙飛行士。(軍)は軍出身者、(民)は民間出身者。

表 3-1 ISS長期滞在クルー(7/7)

Expedition	長期滞在クルー	▲ 打上げ日(米国時間)	宇宙滞在日数	EVA回数 (合計時間)	その他
		▼ 帰還日(米国時間)			
46	(ロシア)	▼ 帰還 2016.03(予定) ソユーズ44S			
	スコット・ケリー(NASA) ミカイル・コルニエンコ(ロシア)	▼ 帰還 2016.03(予定) ソユーズ44S			
	ティモシー・コプラ(NASA) ティモシー・ピーク(ESA)	▲ 打上げ 2015.12.(予定) ソユーズ45S	47次に記載		
47	ティモシー・コプラ ティモシー・ピーク	▼ 帰還 2016.(予定)			
		▲ 打上げ 2016.03.(予定)	48次に記載		
48	<b>大西卓哉(JAXA)</b>	▲ 打上げ 2016.06.(予定)			
49	<b>大西卓哉</b>				

注) 名名の後ろの \* マークは女性を示す。下線のクルーはISSコマンダー(指揮官)。太字はJAXA宇宙飛行士。

## 4. 日本人宇宙飛行士の宇宙滞在記録

2013年10月8日現在

表 4-1 日本人宇宙飛行士の合計宇宙滞在記録

	クルー	フライト	飛行回数	宇宙滞在日数	備考
1	野口 聡一	STS-114 ソユーズTMA-17/21S (第22/23次長期滞在)	2	13日21時間32分 163日05時間33分 =177日03時間05分	
2	古川 聡	ソユーズTMA-02M/27S (第28/29次長期滞在)	1	167日06時間13分	1回の飛行としての日本人最長記録
3	若田 光一	STS-72 STS-92 STS-119/STS-127 (第18/19/20次長期滞在) ソユーズTMA-11M/37S (第38/39次長期滞在)	3 +1	8日22時間01分 12日21時間43分 137日15時間05分 =159日10時間49分 +188日間(予定)	合計347日間となる予定。
4	星出 彰彦	STS-124 ソユーズTMA-05M/31S (第32/33次長期滞在)	2	13日18時間13分 126日23時間16分 =140日17時間29分	
5	土井 隆雄	STS-87 STS-123	2	15日16時間34分 15日18時間11分 =31日10時間45分	
6	向井 千秋	STS-65 STS-95	2	14日17時間55分 8日21時間45分 =23日15時間40分	
7	毛利 衛	STS-47 STS-99	2	7日22時間30分 11日05時間38分 =19日04時間08分	
8	山崎 直子	STS-131	1	15日02時間47分	
9	秋山 豊寛	ソユーズTM-11	1	7日21時間54分	
—			16	総計741日20時間50分	

注：秒処理の関係で誤差が生じる場合があります。

表 4-2 日本人宇宙飛行士の1回の飛行での最長飛行記録

2013年10月8日現在

	クルー	フライト	宇宙滞在日数	備考
1	古川 聡	ソユーズTMA-02M/27S (第28/29次長期滞在)	167日06時間13分	
2	野口 聡一	ソユーズTMA-17/21S (第22/23次長期滞在)	163日05時間33分	
3	若田 光一	STS-119/STS-127 (第18/19/20次長期滞在) ソユーズTMA-11M/37S (第38/39次長期滞在)	137日15時間05分 <b>+188日間(予定)</b>	今回の滞在中で最長飛行記録を更新予定
4	星出 彰彦	ソユーズTMA-05M/31S (第32/33次長期滞在)	126日23時間16分	
5	土井 隆雄	STS-123	15日18時間12分	

## 5. 各国の宇宙滞在記録

2013年9月11日  
(34S帰還時点)

表 5-1 宇宙滞在の国別記録

	国	合計滞在日数	人数	備考
1	ロシア (旧ソ連含む、 ウクライナ人 1人を含む)	約2万2900日	117人	注:2013年9月11日に34Sで帰還したクルーの滞在までの記録。軌道上に滞在しているクルーの日数は含めていない。
2	米国	約1万6200日	332人	同上
3	日本	741日	9人	秋山氏の飛行を含む
4	カナダ	506日	9人	ギー・ラリベルテ氏の飛行を含む
5	ドイツ	493日	10人	
6	フランス	433日	9人	

2014年5月14日(37S帰還)時点の予定

表 5-2 宇宙滞在の国別記録(37S帰還時の予定データ)

	国	合計滞在日数	人数	備考
1	ロシア (旧ソ連含む、 ウクライナ人 1人を含む)	約2万2900日+688日 =約2万3588日	117人 +1人	35Sクルー1人 +166日 36Sクルー2人 +167日×2 37Sクルー1人 +188日 注:この時点で軌道上にいる38S, 39Sクルーの記録は含まない。
2	米国	約1万6200日+521日 =約1万6721日	332人 +1人	35Sクルー1人 +166日 36Sクルー1人 +167日 37Sクルー1人 +188日 注:この時点で軌道上にいる38S, 39Sクルーの記録は含まない。 米国人宇宙旅行者の記録を含む
3	日本	741日+188日(予定) =約929日	9人	31Sの星出宇宙飛行士の滞在を含む 秋山氏の飛行を含む
4	カナダ	506日	9人	ギー・ラリベルテ氏の飛行を含む
5	ドイツ	493日	10人	注:この時点で軌道上にいる39Sクルー(ゲルスト)の記録は含まない。
6	フランス	433日	9人	

注:軌道を周回した民間の宇宙旅行者も含む。

## 6. 日本人宇宙飛行士の船外活動(EVA)記録

2013年10月1日現在

表 6-1 日本人宇宙飛行士の船外活動(EVA)記録

	クルー	フライト	EVA 回数	EVA記録(米国時間)	備考
1	星出 彰彦	ソユーズTMA-05M/31S (第32/33次長期滞在)	3	US EVA18 2012年8月30日 8時間17分 US EVA19 2012年9月 5日 6時間28分 US EVA20 2012年11月1日 6時間38分 計21時間23分	
2	野口 聡一	STS-114/LF-1	3	EVA#1 2005年7月30日 6時間50分 EVA#2 2005年8月 1日 7時間14分 EVA#3 2005年8月 3日 6時間01分 計20時間05分	
3	土井 隆雄	STS-87	2	EVA#1 1997年11月24-25日 7時間43分 EVA#2 1997年12月 3日 5時間00分 計12時間43分	
—					



## 7. 各国の宇宙飛行士の船外活動(EVA)記録

表7-1 各国の宇宙飛行士の船外活動(EVA)記録 (2013/10/8現在)

	国	フライト/クルー	回数	EVA時間
1	アメリカ			総計約2,630時間
2	ロシア (旧ソ連含む)	(カザフスタン、ウクライナを含む)		総計約1,150時間
3	日本	STS-87/土井 隆雄	2	計12時間43分
		STS-114/野口 聡一	3	計20時間05分
		第32/33次長期滞在/星出 彰彦	3	計21時間23分 総計約54時間11分
4	カナダ	STS-100/クリス・ハドフィールド	2	計14時間50分
		STS-115/スティーブン・マククリーン	1	7時間11分
		STS-118/ダフィッド・ウィリアムズ	3	計17時間47分 総計 39時間48分
5	スウェーデン	STS-116、STS-128 /クリスター・フューゲルサンゲ	3+2	18時間14分(STS-116) 13時間40分(STS-128) 総計 31時間54分
6	フランス	1988年ミール /Jean-Loup Chretien	1	6時間00分
		1999年ミール(ESAクルー) /Jean-Pierre Haignere	1	6時間19分
		STS-111/フィリップ・ペリン	3	計19時間31分 総計 31時間50分
7	ドイツ	1995-1996年ミール(ESAクルー) /トーマス・ライター	2	8時間22分
		第13/14次長期滞在 /トーマス・ライター	1	5時間54分
		STS-122(ESAクルー) /ハンス・シュリーゲル	1	6時間45分 総計 21時間01分
8	スイス	STS-103/Claude Nicollier (ESAクルー:ハッブル修理ミッション)	1	8時間10分
9	イタリア	第36/37次長期滞在(ESAクルー) /ルカ・パルミターノ	2	7時間39分
10	中国	神舟7号/翟志刚と劉伯明	1	0時間22分 総計 0時間44分

## 下線はISSでのEVA

注: カザフスタンとウクライナを旧ソ連から外して整理する例もあるが、カザフスタン人のタルガット・ムサバイエフ(8回/計42時間36分)と、ウクライナ人のオレグ・コノネンコ(3回/計18時間27分)とセルゲイ・ヴォルコフ(3回/計18時間35分)は通常、ロシア宇宙飛行士として扱われるためここでは除外した。

注: 米露のEVA時間は、[http://www.worldspaceflight.com/bios/eva/eva\\_stats.php](http://www.worldspaceflight.com/bios/eva/eva_stats.php) を参考にした(分単位での積算までは考慮していない)。

注: 分・秒処理等の累積の関係で時間・分単位で誤差が生じる場合があります。

## 付録5 略語集

略語	英名称	和名称
ACBM	Active Common Berthing Mechanism	アクティブ側共通結合機構
AED	Automated External Defibrillator	自動体外式除細動器
AL	A/L Airlock	エアロック
AMS	Alpha Magnetic Spectrometer	アルファ磁気スペクトロメータ
AOS	Acquisition of Signal	信号捕捉
APFR	Articulating Portable Foot Restraint	関節付きポータブル・フット・レスト レイント
AQH	Aquatic Habitat	(JAXA)水棲生物実験装置
AR	Atmosphere Revitalization	空気浄化(ラック)
ARED	Advanced Resistive Exercise Device	ISSの筋カトレーニング装置
Area PADLES	Area Passive Dosimeter for Lifescience Experiments in Space	「きぼう」船内の宇宙放射線計測装置
ARIES	Astronaut Related IVA and Equipment Support	アリーズ(「きぼう」管制チーム)
ARS	Atmosphere Revitalization System	空気浄化システム
ASI	Agenzia Spaziale Italiana	イタリア宇宙機関
ATA	Ammonia Tank Assembly	アンモニア・タンク
ATV	Automated Transfer Vehicle	(ESA)欧州補給機
BDS	Backup Drive System	(JEMRMS)バックアップ駆動システム
Biorhythms	Biological Rhythms	長期宇宙飛行時における心臓自律神経活動に関する研究(JAXA)
BRT	Body Restraint Tether	宇宙飛行士身体固定用テザー
CANSEI	Control and Network Systems, Electrical Power and ICS Communication Officer	カンセイ(「きぼう」管制チーム)
CAPCOM	Capsule Communicator	キャプコム
CB	Clean Bench	クリーンベンチ(「きぼう」の実験装置)
CBCS	Centerline Berthing Camera System	
CBEF	Cell Biology Experiment Facility	細胞培養装置(「きぼう」の実験装置)
CBM	Common Berthing Mechanism	(ISSの)共通結合機構
CDM	Carbon Dioxide Monitor	(CH <sub>e</sub> CS)二酸化炭素モニタ装置
CDMK	Carbon Dioxide Monitoring Kit	(CH <sub>e</sub> CS)二酸化炭素モニタリングキット
CDR	Commander	コマンダー
CDRA	Carbon Dioxide Removal Assembly	二酸化炭素除去装置「シードラ」
CEVIS	Cycle Ergometer with Vibration Isolation and Stabilization System	振動分離機構付きサイクル・エルゴメータ「シービス」
CIR	Combustion Integrated Rack	(NASA)燃焼実験ラック
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor	相補型金属酸化膜半導体
COLBERT	Combined Operational Load Bearing External Resistance Treadmill	ISSのトレッドミル
COTS	Commercial Orbital Transportation Services	商業軌道輸送サービス
Crew PADLES	Crew Passive Dosimeter for Lifescience Experiments in Space	個人被ばく線量計測装置(JAXA)
CRS	Commercial Resupply Service	(ISSへの)商業補給サービス
CSA	Canadian Space Agency	カナダ宇宙庁
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(JAXA)
CTB	Cargo Transfer Bag	物資輸送用バッグ

若田宇宙飛行士長期滞在プレスキット

略語	英名称	和名称
CWC	Contingency Water Container	水バッグ
DA	Distillation Assembly	蒸留装置(尿処理装置の構成要素)
DC-1	Docking Compartment	(ロシアモジュール)ドッキング区画
DCM	Display and Control Module	(EMU)表示制御モジュール
DCSU	Direct Current Switching Unit	直流切替ユニット
DRTS	Data Relay Test Satellite	データ中継技術衛星「こだま」
ECLSS	Environmental Control and Life Support System	環境制御・生命維持システム
EDR	European Drawer Rack	(ESA の実験ラック)
EE	End Effector	エンド・エフェクター
EF	Exposed Facility	船外実験プラットフォーム
EFBM	Exposed Facility Berthing Mechanism	船外実験プラットフォーム結合機構
EHS	Environmental Health System	
ELC	EXPRESS Logistics Carrier	エクスプレス補給キャリア
ELM-ES	Experiment Logistics Module-Exposed Section	「きぼう」船外パレット
ELM-PS	Experiment Logistics Module-Pressurized Section	「きぼう」船内保管室
EMCS	European Modular Cultivation System	(ESA の実験装置)
EMU	Extravehicular Mobility Unit	船外活動ユニット(宇宙服)
EPF	External Payload Facility	コロンバス曝露ペイロード施設
EPM	European Physiology Module	欧州生理学実験ラック
EP-MP	Exposed Pallet - Multi-Purpose	HTV 多目的曝露パレット
EPO	Education Payload Observation	JAXA の文化/人文社会科学利用
ERA	European Robotic Arm	ヨーロッパロボットアーム
ES 細胞	Embryonic Stem cells	胚性幹細胞
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
ESR	European Stowage Rack	ヨーロッパの保管ラック
ETC	European Transport Carrier	(ESA の実験ラック)
EuTEF	European Technology Exposure Facility	(ESA)曝露ペイロード
EVA	Extravehicular Activity	船外活動
FDIR	Fault Detection, Isolation, and Recovery	故障検知、分離、回復
FDS	Fire Detection and Suppression	火災検知・消火
FGB	Functional Cargo Block	基本機能モジュール(ザーリヤ)
FE	Flight Engineer	フライトエンジニア
FLAT	Fluid and Thermal Officer	フラット(「きぼう」管制チーム)
FHRC	Flex Hose Rotary Coupler	フレックス・ホース・ロータリ・カプラ
FPEF	Fluid Physics Experiment Facility	流体物理実験装置(「きぼう」の実験装置)
FRGF	Flight Releasable Grapple Fixture	グラブル・フィクスチャ
FSA	Federal Space Agency	ロシア連邦宇宙局(Roscosmos)
FSL	Fluid Science Lab	(ESA の実験ラック)
GCTC	Gagarin Cosmonaut Training Center	ガガーリン宇宙飛行士訓練センター
GHF	Gradient Heating Furnace	温度勾配炉
GLIMS	Global Lightning and Sprite Measurement Mission	(MCE)スプライト及び雷放電の高速測光撮像センサ
GMT	Greenwich Mean Time	グリニッジ標準時(世界標準時)
GNC	Guidance Navigation and Control	誘導、航法及び制御
GVS	Galvanic Vestibular Stimulation	前庭感覚電気刺激
HDTV-EF	High Definition TV Camera-Exposed Facility	(MCE)船外実験プラットフォーム用民生品ハイビジョンビデオカメラシステム
HTV	H-II Transfer Vehicle	宇宙ステーション補給機「こうのとり」
ICS	Inter-orbit Communication System	(JEM)衛星間通信システム
IELK	Individual Equipment Liner Kit	(ソユーズ宇宙船のシート)

若田宇宙飛行士長期滞在プレスキット

略語	英名称	和名称
IMAP	Ionosphere, Mesosphere, upper Atmosphere, and Plasmasphere mapping	(MCE)地球超高層大気撮像観測
IMAP/EUVI	IMAP/ Extreme UltraViolet Imager	IMAP/極端紫外線撮像装置
IMAP/VISI	IMAP/ Visible and Infrared Spectral Imager	IMAP/可視・近赤外分光撮像装置
IMMT	ISS Mission Management Team	ISS ミッションマネージメント
IP	International Partner	国際パートナー
IPU	Image Processing Unit	画像取得処理装置(「きぼう」の実験装置)
iRED	Interim Resistive Exercise Device	(CHeCS)初期筋カトレーニング機器
IRED	Isolated Resistive Exercise Device	(CHeCS)筋カトレーニング機器
ISLE	In Suit Light Exercise	(プリブリーズの方法)
ISON	International Scientific Optical Network	(ISON 彗星)
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
IVA	Intra-Vehicular Activity	船内活動
JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency	宇宙航空研究開発機構
JAXA PCG	JAXA Protein Crystal Growth	JAXA のタンパク質結晶実験
JCP	JEM Control Processor	JEM 管制制御装置
JEF	JEM Exposed Facility	船外実験プラットフォーム
JEM PAYLOADS	JEM Payload Officer	ジェムペイロードズ(「きぼう」管制チーム)
JEMRMS	JEM Remote Manipulator System	「きぼう」ロボットアーム
JFCT	JAXA Flight Control Team	「きぼう」管制チーム
J-FIGHT	JAXA Flight Director	J-フライト(「きぼう」管制チーム)
J-PLAN	JAXA Planner	J-プラン(「きぼう」管制チーム)
JLP	JEM Logistics Module Pressurized Section	「きぼう」の船内保管室
JPM	JEM Pressurized Module	「きぼう」船内実験室
JRSR	JEM Resupply Stowage Rack	「きぼう」の保管ラック
JSC	Johnson Space Center	NASA ジョンソン宇宙センター
J-SSOD	JEM Small Satellite Orbital Deployer	小型衛星放出機構
JST	Japanese Standard Time	日本標準時
KIBOTT	Kibo Robotics Team	キボット(「きぼう」管制チーム)
KOS	Keep Out Sphere	
Lab	United States Laboratory Module	「デスティニー」(米国実験棟)
LEE	Latching End Effector	(SSRMS)ラッチング・エンド・エフェクタ
LiOH	Lithium Hydroxide	水酸化リチウム
LOS	Loss Of Signal	可視範囲からでること
LVLH	Local Vertical Local Horizontal	水平・垂直
MAXI	Monitor of All-sky X-ray Image	全天 X 線監視装置(JAXA)
MBS	Mobile Base System	(MSS)モバイル・ベース・システム
MBSU	Main Bus Switching Unit	メインバス切替装置
MCC	Mission Control Center	ミッション管制センター(JSC)
MCC-H	MCC-Houston	ミッション管制センター・ヒューストン
MCC-M	MCC-Moscow	ミッション管制センター・モスクワ
MCE	Multi-mission Consolidated Equipment	(JAXA)ポート共有実験装置
MCS	Motion Control System	姿勢制御系(ロシアの宇宙機)
MELFI	Minus Eighty degrees Celsius Laboratory Freezer for ISS	ISS 実験用冷凍・冷蔵庫
MERLIN	Microgravity Experiment Research Locker Incubator	米国のギャラリーの冷蔵庫
MET	Mission Elapsed Time	ミッション経過時間
METOX	Metal Oxide	
MISSE	Materials on International Space Station	ISS での材料曝露実験装置

若田宇宙飛行士長期滞在プレスキット

略語	英名称	和名称
	Experiment	
MLM	Multipurpose Laboratory Module	(ロシア)多目的研究モジュール「ナウカ」
MMA	Microgravity Measurement Apparatus	微小重力計測装置
MPLM	Multi-purpose Logistics Module	(ISS)多目的補給モジュール
MRM-1	Mini Research Module-1	(ロシア)小型研究モジュール「ラスヴェット」
MRM-2	Mini Research Module-2	(ロシア)小型研究モジュール「ポイスク」
MSG	Microgravity Science Glove Box	微小重力研究グローブボックス
MSPR	Multi-purpose Small Payload Rack	多目的実験ラック
MSS	Mobile Servicing System	ISSのロボットアームシステム
MT	Mobile Transporter	(MSS)モバイル・トランスポーター
NASA	National Aeronautics and Space Administration	米国航空宇宙局
NBL	Neutral Buoyancy Laboratory	無重量環境訓練施設
NEEMO	NASA Extreme Environment Mission Operations	NASA 極限環境ミッション運用
NET	No Earlier Than	～以降
NOLS	National Outdoor Leadership School	野外リーダーシップ(訓練)
NTA	Nitrogen Tank Assembly	窒素タンク・アセンブリ
OAST-Flyer	Office of Aeronautics and Space Technology Flyer	(STS-72)
ODF	Operations Data File	運用手順書
OGA	Oxygen Generation Assembly	(米国)酸素生成装置
OGS	Oxygen Generation System	(米国)酸素生成システム
OMS	Onboard Measurement System	(ロシア)通信/計測系
OMS	Orbital Maneuver System	軌道制御システム
Orb	Orbital (Sciences Corporation)	オービタル社の補給フライト
ORU	Orbital Replacement Unit	軌道上交換ユニット
OSC	Orbital Sciences Corporation	オービタルサイエンシーズ社
PAO	Public Affair Office	広報(広報イベント)
PAO	Public Affair Officer	広報担当オフィサー
PBA	Portable Breathing Apparatus	(ISS内の)非常用酸素マスク
PCBM	Passive CBM	パッシブ側共通結合機構
PCG	Protein Crystal Growth	タンパク質結晶生成実験(JAXA)
PCS	Portable Computer System	ラップトップ・コンピュータ
PDGF	Power & Data Grapple Fixture	電力・通信インタフェース付グラブル・フィクスチャ
PFCS	Pump and Flow Control System	ポンプ流量制御装置
PFE	Portable Fire Extinguisher	(ISS内の)消火器
PGT	Pistol Grip Tool	ピストル型パワーツール
PI	Principal Investigator	代表研究者
PICA	Phenolic Impregnated Carbon Ablator	(耐熱材)
PLT	Payload Laptop Terminal	ペイロードラップトップターミナル
PM	Pressurized Module	「きぼう」の船内実験室
PMA	Pressurized Mating Adapter	(ISS) 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
POCC	Payload Operations Control Center	ペイロード運用センター
POIC	Payload Operations Integration Center	ペイロード運用統合センター
PROX	Proximity Communication System	近傍通信システム
PWD	Potable Water Dispenser	(ISS) 水供給装置
RCS	Reaction Control System	姿勢制御システム
RED	Resistive Exercise Device	(CHeCS)筋カトレニング機器

若田宇宙飛行士長期滞在プレスキット

略語	英名称	和名称
REX-J	Robot Experiment on JEM	(MCE) EVA 支援ロボット実証実験
RPCM	Remote Power Controller Module	(ISS) 遠隔電力制御モジュール
RPDA	Remote Power Distribution Assemblies	(ISS) リモート電力分配装置
RRM	Robotic Refueling Mission	(NASA)ロボット燃料補給ミッション
RSC Energia	RSC Energia	(ロシア)ESC エネルギア社
RYUTAI	RYUTAI Rack	流体実験ラック(JAXA)
SAFER	Simplified Aid For EVA Rescue	EVA 時のセルフレスキュー推進装置
SAIBO	SAIBO Rack	細胞実験ラック(JAXA)
SAW	Solar Array Wing	(ISS) 太陽電池ウイング
SCAM	Sample Cartridge Automatic Exchange Mechanism	(GHF)試料自動交換機構
SCAN Testbed	Space Communications and Navigation Testbed	(NASA)衛星間通信実験装置
SCOF	Solution Crystallization Observation Facility	溶液結晶化観察装置(JAXA)
SEDA-AP	Space Environment Data Acquisition equipment - Attached Payload	宇宙環境計測ミッション装置(JAXA)
SFA	Small Fine Arm	「きぼう」のロボットアームの子アーム
SFOG	Solid Fuel Oxygen Generator	酸素発生装置
SFU	Space Flyer Unit	宇宙実験・観測フリーフライヤー
SIMPLE	Space Inflatable Membranes Pioneering Long-term Experiments	(MCE)宇宙インフレーター構造の宇宙実証
SM	Service Module	ズヴェズダ(サービス・モジュール)
SMDP	Service Module Debris Panel	ズヴェズダのデブリ防御パネル
SMILES	Superconducting Submillimeter-Wave Limb-Emission Sounder	超伝導サブミリ波リム放射サウンダ(JAXA)
SPCF	Solution/Protein Crystal Growth Facility	溶液・タンパク質結晶成長実験装置(JAXA)
SPDM	Special Purpose Dexterous Manipulator	(MSS)「デクスター」
SPHERES	Synchronized Position Hold Engage and Reorient Experimental Satellites	(NASA の実験装置)
SpX	Space X	スペース X 社の補給フライト
SSCC	Space Station Control Center	宇宙ステーション管制センター
SSIPC	Space Station Integration and Promotion Center	宇宙ステーション総合推進センター(JAXA TKSC)
SSRMS	Space Station Remote Manipulator System	ISS のロボットアーム
STS	Space Transportation System	スペースシャトルのフライト番号
SWC	Solid Waste Container	(ISS) 汚物容器(SWC/KTO)
T2	TVIS-2	2 台目の振動分離機構付きトレッドミル
TCCS	Trace Contaminant Control Subassembly	(ISS) 有毒ガス除去装置
TCS	Thermal Control System	熱制御系
TeSS	Temporary Sleep Station	(Lab 内の)クルーの個室
TKSC	Tsukuba Space Center	筑波宇宙センター
TOCA II	Total Organic Carbon Analyzer II	(ISS) 有機炭素分析器
TVIS	Treadmill Vibration Isolation System	(ISS) 振動分離機構付きトレッドミル
ULF	Utilization Logistics Flight	(ISS の)利用フライト
UPA	Urine Processor Assembly	尿処理装置
U.S. LAB	United States Laboratory Module	「デスティニー」(米国実験棟)
UT	Universal Time	世界標準時
V-C Reflex	Vestibulo-Cardiovascular Reflex	前庭—血圧反射(前庭—心血管反射)

若田宇宙飛行士長期滞在プレスキット

略語	英名称	和名称
		(実験テーマ)前庭・血圧反射系の可塑性とその対策
VELO		(ロシアの)サイクル・エルゴメーター
VHF	Very High Frequency	超短波
VLf	Very Low Frequency	超長波
VOA	Volatile Organic Analyzer	(ISS) 揮発性有機物分析装置
VR	Virtual Reality	バーチャル・リアリティー
WHC	Waste and Hygiene Compartment	ISS の 2 台目のトイレ
WPA	Water Processing Assembly	(ISS) 水処理装置
WRS	Water Recovery System	(ISS) 水再生装置(UPA+WPA)
WS	Work Site	(MT の)作業場所
zenith		天頂