



# 大西卓哉宇宙飛行士の 国際宇宙ステーション長期滞在について

平成28年5月27日

国立研究開発法人

宇宙航空研究開発機構

有人宇宙技術部門 有人宇宙技術センター


インクリメント47/48マネージャ 尾藤 日出夫



## 1. インクリメントマネージャの役割

- インクリメントとはISSの運用期間単位を指す。担当インクリメントに対し、以下の役割を担う。
  - インクリメントレベルの利用計画、目標設定
  - インクリメントにおける利用運用計画の履行
  - 上記にかかるリスク管理、対応調整
- インクリメントマネージャの主な要件は以下。
  - マネージメントスキル  
(状況把握力、問題解決力、交渉力…)
  - テクニカルスキル  
(利用運用計画業務や利用企画の知識、経験)
  - ヒューマンスキル、英語交渉力

西暦年	2016年				2017年		
ソユーズ 搭乗員		46S		48S		50S	
	45S		47S(大西)		49S		51S
インクリメ ント番号	46	47	48	49	50	51	52



インクリメントの概念  
(搭乗員交代の時点で区切る)

## 2. インクリメントマネージャ指名による“新展開”

- 2015年度(27年度)後半から、IMを指名した体制にて、各インクリメントの目標設定・重点ミッションを設定。
- 「きぼう」利用成果の最大化を目指した利用方針のもと、組織全体で戦略性を持って目標を達成する体制を強化。



Inc47/48  
(2016年3月～9月)  
インクリメントマネージャ  
尾藤日出夫



Inc49/50  
(2016年9月～2017年2月)  
インクリメントマネージャ  
山上 武尊

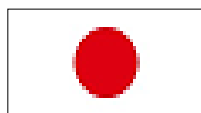
**インクリメントマネージャが推進する利用計画により、戦略性をもった「きぼう」利用ヘシフト。成果の最大化を目指す。**

# 長期滞在概要

ISS長期滞在  
約4カ月程度



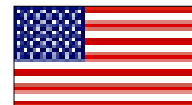
**大西 卓哉**  
(ソユーズ レフトシーター)



アナトーリ・イヴァニシン  
(ソユーズコマンダー)



キャスリーン・ルビンズ



2016年10月下旬頃  
帰還予定  
(カザフスタン共和国)

- 今回のISS長期滞在が初の宇宙飛行(日本人飛行士としては6人目)
- ソユーズ宇宙船を操縦するコマンダーの補佐役「レフトシーター」※を担当  
※不測の事態に対して、ソユーズ宇宙船コマンダーに代わり、ソユーズ宇宙船を操縦する役割を担う。

5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
第47次	第48次長期滞在			第49次長期滞在		第50次



ISS船長  
ジェフリー・ウィリアムズ  
(アメリカ)



オレグ・スクリポチカ  
(ロシア)



アレクセイ・オブチニン  
(ロシア)



大西 卓哉  
(日本)



ISS船長  
アナトーリ・イヴァニシン  
(ロシア)



キャスリーン・ルビンズ  
(米国)

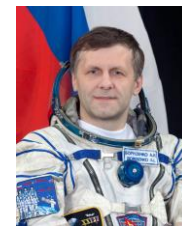
## 有人宇宙活動のトピック



「こうのとりの6号機」打上げ  
(打上げ時期:平成28年度)  
※打上げ日時は国際間調整  
により決定



ISS船長  
ロバート・キンブロー  
(アメリカ)



アンドレイ・ボリシェンコ  
(ロシア)



セルゲイ・リジコフ  
(ロシア)



## 信頼を、さらに強く。 日本にしか できないことがある。

### <解説>

大西飛行士のミッションは、「このとり」でのバッテリー輸送や「きぼう」での宇宙実験（きぼう利用）をはじめとした、“日本にしかできないミッション”を確実に遂行することで、日本がISS計画の根幹を支える、パートナーとして欠かせない存在であることを示すミッションとなります。油井飛行士が構築した新しい実験装置を利用し、きぼう利用をすすめることで、ISSに新しい価値をもたらします。

※次頁以降で、日本にしかできないミッションの詳細を説明いたします。

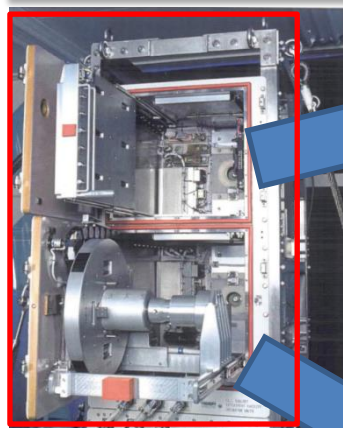


## 小動物(マウス)飼育実験の始動

ヒトへの適用や還元を進めやすい小動物の宇宙長期飼育による基礎データと知見を獲得し、骨量減少・筋萎縮等の発生現象の解明を進める。将来は、その結果をもとに、様々な病態状態のマウスを用いた宇宙での創薬研究に生かしていくなど、高齢化対策、地上の様々な環境適応研究などにつなげ、国の戦略的な研究開発(健康長寿社会の実現等)の発展に貢献する。

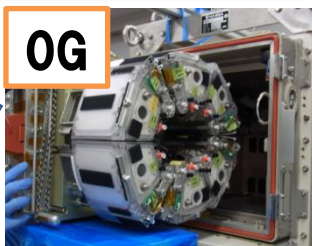
- 加齢現象に見られる生物影響に類似した加速的な変化(骨量減少、筋萎縮、免疫低下などが微小重力環境では地上に比べ10倍～30倍の早さで進行)を提供できる唯一の環境。(加齢研究支援のプラットフォーム)
- 小動物飼育装置は、「0G/1Gの比較飼育」、「個飼ケージ(個室)」は、“日本にしかできない”飼育環境。
- 大西宇宙飛行士は、小動物の飼育(給餌、水やり)、飼育装置のメンテナンス(清掃)、状況観察を担当

### 小動物飼育装置(細胞実験ラック内に設置)



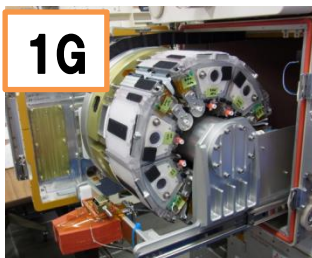
細胞実験ラック内の遠心機付きの生物実験装置

0G



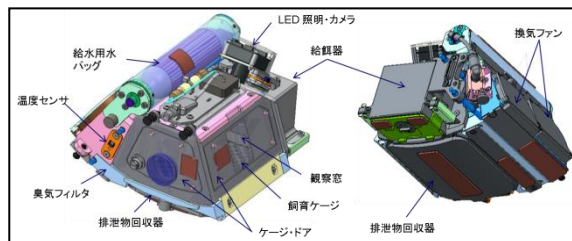
微小重力区画

1G

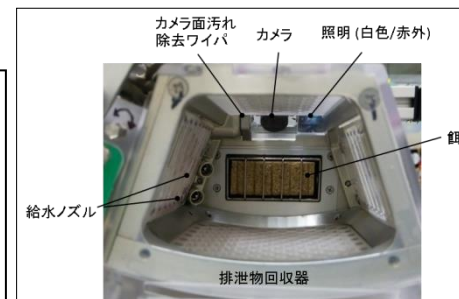


人工重力区画

### 軌道上飼育ケージ



- 1匹のマウスを約30日間飼育可能(ケージ交換により30日以上飼育可能)
- きめ細やかな設備(給餌器、給水器、LED白色照明/赤外照明、排泄物回収器、臭気フィルタ、換気、温度センサ、ワイパー、ビデオカメラ等を搭載)

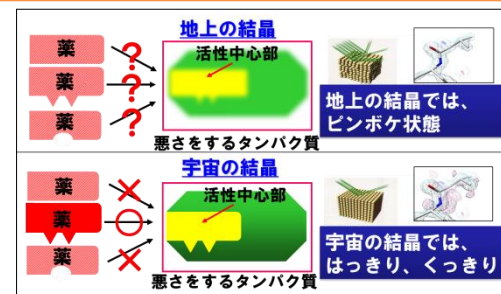


小動物飼育装置を設置し、検証作業を実施した油井飛行士(2015年9月)

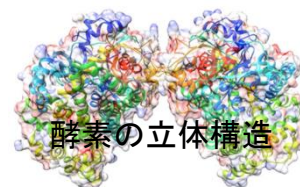
## 進化するタンパク質結晶生成実験

国の健康医療技術研究・施策への貢献の一つとして、高品質タンパク質結晶生成実験を強力に推進している。特に、国のプロジェクトとの連携による成果創出や民間企業の利用拡大に向けた利用制度や技術開発に取り組み、出口を見据えた利用に重点化。世界最高水準のタンパク質結晶化プラットフォームとして、創薬の研究基盤への活用を目指している。

- 10年以上にわたる技術開発を通じて、微小重力下での結晶化実験を世界で唯一、トータルパッケージとして提供している。
- 民間利用の拡大に向けて、地上のサイクルに近づける準備期間の短縮化(3ヵ月短縮)や創薬企業からの需要の高い膜タンパク質の高品質な結晶化に向けた技術開発・実証を進行中である。
  - 安定性に問題がある膜タンパク質など創薬ニーズの高いターゲットを扱うことを可能にする4℃での結晶化実験の技術開発
  - 米国の宇宙船を利用することによる、年間の実験機会の倍増(年2回から4回へ)
- 成果の早期創出として、輸血代替物(人口血液)の研究開発(中央大学)等、創薬研究以外の取組みも進行中である。



地上と宇宙で生成した結晶の違い



高品質のタンパク質結晶を生成することで、効果が高く、副作用の少ない薬の設計を可能にする。

菌周病原菌や多剤耐性菌に対する新たな抗菌薬の開発に役立つ成果を発表(岩手医科大学)



物体が浮遊する様子 6

## 静電浮遊炉実験

3000℃もの融点が高い材料等の熔融状態(高温融体)の物性(熱物性)を高精度に測定し、材料生成プロセスの改良や新機能材料の創出に貢献

- 実験開始に向けた初期検証継続、操作性、より精密な位置制御に向けた改善作業を実施



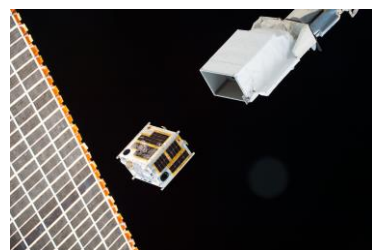
## 「きぼう」船外利用の多様化、多頻度化、民間利用拡大への取組み

日本ならではの多様な利用機会を提供し、国際的なプレゼンスをさらに高めるとともに、民間利用の拡大、きぼう利用の成果最大化を目指す。

- エアロックとロボットアームを併せ持つ環境はISSで「きぼう」のみ。(日本にしかできない宇宙利用)
- 「超小型衛星放出」、「材料曝露実験」、「宇宙用機器の実証実験」など、多様な船外利用を展開
- 手軽な技術実証環境を提供することは、より多くの民間企業の利用に繋がる。(宇宙利用のパラダイムシフト)
- 宇宙品質を保証することで、民間企業の事業、研究を大きく変える。(宇宙利用による民間企業の競争力の向上)

### 超小型衛星放出

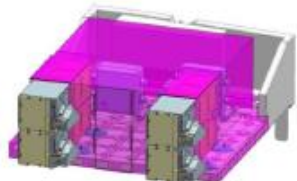
➢ 大西飛行士のミッション期間中にCubeSatを放出予定



これまでに日本の放出機構で13機、日米合わせて122機の放出を実施(2015年5月時点)

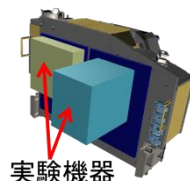
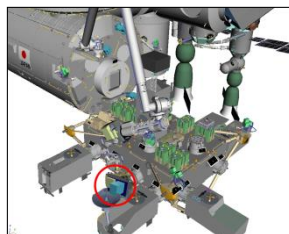
50kg級衛星の放出にも対応(フィリピン初の小型衛星DIWATA-1)

小型衛星の同時放出性能の倍増により、利用機会・国際協力の拡大化を検討中(6U→12U)



### 宇宙用機器の実証利用 (中型曝露実験アダプタ)

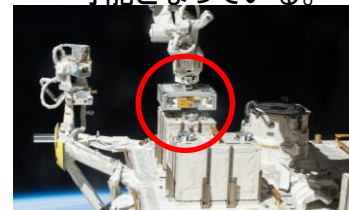
- 高性能で小型な機器の開発が可能
- 高頻度な技術実証機会による機器の信頼性データ獲得
- 民間企業等の研究開発品の実証機会に活用。



エアロックを通じ、簡単に機器を船外に設置・回収。頻繁に入れ替え可能

### 材料曝露実験 (簡易曝露実験装置(ExHAM))

- 既に1,2号機を運用中。定期的な打上げ計画を企画でき、容易に地上にサンプルを持ち帰ることが可能となっている。



「きぼう」船外に設置されたExHAM2号機



設置準備を行う油井飛行士

高頻度・高利便的な実験機会を提供、成果の早期創出へ



## ■ 「きぼう」及びISSシステムの機能維持

- ロボットアーム操作による、補給船のドッキング作業
- ISSの運用に重要な機器の交換・メンテナンス



ロボットアームの操作訓練を行う大西飛行士

## Google+での情報発信

SNSを活用して、宇宙から即時性の高い情報を広く国民に発信



## 地上とのリアルタイム交信イベント

### 全国各地での青少年との交信イベント

- 全国数カ所で、交信イベントを実施予定。  
(開催地等決定次第順次公表)



交信イベントの様子(油井飛行士)

## 宇宙からビデオメッセージ

### リオ五輪へメッセージ

- リオで開催されるオリンピック、パラリンピックの選手へ向けた応援メッセージ

### Youtube (JAXA公式)での映像公開

- 宇宙での実験や生活を随時リポート



ラグビーワールドカップ日本代表への応援メッセージ



JAXA公式 Youtubeアカウント

# トピックス:「こうのとりの」がISSの根幹を支える

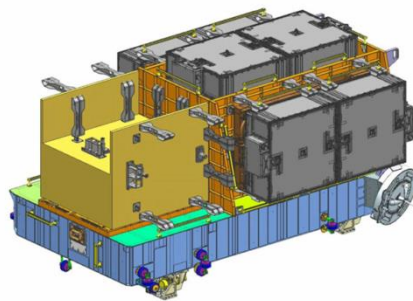
## 日本にしかできない、ISSへのバッテリー輸送

「こうのとりの」6号機では、ISSの運用に不可欠なバッテリーを輸送し、老朽化したISSのバッテリーを日本製のリチウムイオン電池を使用した新型のバッテリーに置き換える。日本がISSの根幹を支える役割を担い、パートナーとして不可欠な存在となる。

- 現在、ISSのバッテリーを輸送できるのは、日本の補給船「こうのとりの」のみ。
- 日本製のリチウムイオン電池を使用したISSの新型バッテリーは、現在のバッテリーに比べ約3倍の高エネルギー密度。
- この新型バッテリーを日本のこうのとりでISSまで運ぶ。大西宇宙飛行士の長期滞在中に実現すれば、日本人宇宙飛行士のバッテリー交換作業の可能性も含め、更なる“チームジャパン”の進展となる(スケジュール他はすべてTBD)。



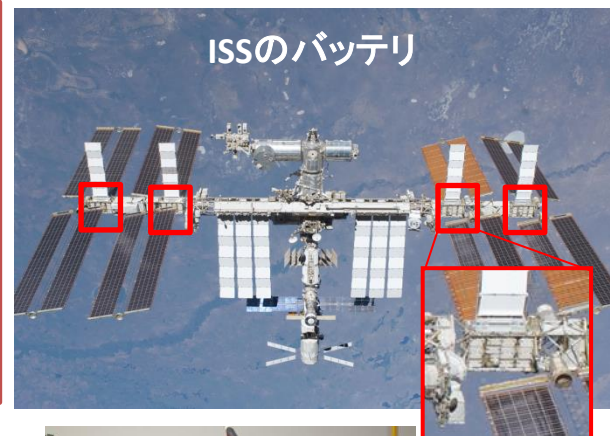
バッテリーは、曝露パレットに搭載し、ISSに運ばれる



バッテリーを6台搭載した曝露パレット



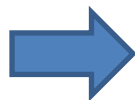
「こうのとりの」5号機のキャプチャを行う油井飛行士(6号機については国際調整中)



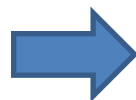
ISSのバッテリー



リチウムイオン電池  
(日本製:GSユアサ)



ISSに搭載するバッテリーの組立て、中に入っているのは日本製のリチウムイオン電池(米ボーイング社)



組立られたISSバッテリー(米ボーイング社)

# 滞在中に実施される実験一覧

大西飛行士が長期滞在中に実施されるJAXA利用実験活動：22ミッション  
 ※大西宇宙飛行士が担当／参加しないものも含まれます。(2016年5月現在)

分野	テーマ名
生命科学実験	マウスを用いた宇宙環境応答の網羅的評価(Mouse Epigenetics)
	宇宙環境を利用した植物の重力応答反応機構および姿勢制御機構の解析(Auxin Transport)
	ほ乳類の繁殖における宇宙環境の影響(Space Pup)
	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)
	宇宙居住の安全・安心を保証する「きぼう」船内における微生物モニタリング(Microbe-IV)
応用利用	高品質タンパク質結晶生成(JAXA PCG #2-5)
宇宙医学実験	宇宙環境における健康管理に向けた免疫・腸内環境の統合評価(Multi-Omics)
	無重力での視力変化等に影響する頭蓋内圧の簡便な評価法の確立(Intracranial Pressure & Visual Impairment)
	長期宇宙滞在飛行士の姿勢制御における帰還後再適応過程の解明(Synergy)
	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(Biological Rhythms 48hrs)
物質科学実験	静電浮遊炉(初期チェックアウト)
	液滴群燃焼実験(Group Combustion)
	マランゴニ振動流遷移メカニズムの解明(Dynamic Surf)
有人宇宙技術開発	「きぼう」船内の宇宙放射線環境の定点計測(Area PADLES)
	宇宙飛行士の個人被ばく線量計測(Crew PADLES)
	宇宙ステーション内でのリアルタイム線量当量計測技術の確立(PS-TEPC)
船外利用	超小型衛星放出ミッション
	中型曝露実験アダプター／次世代ハイビジョンカメラ技術実証(i-SEEP/HDTV2)
	簡易曝露実験装置(ExHAM)を用いたミッション
	高エネルギー電子・ガンマ線観測装置(CALET)
	全天X線監視装置(MAXI)
	宇宙環境計測ミッション装置(SEDAP)

注：実験の進捗やISSの運用状況によって、予定が変わる場合があります。



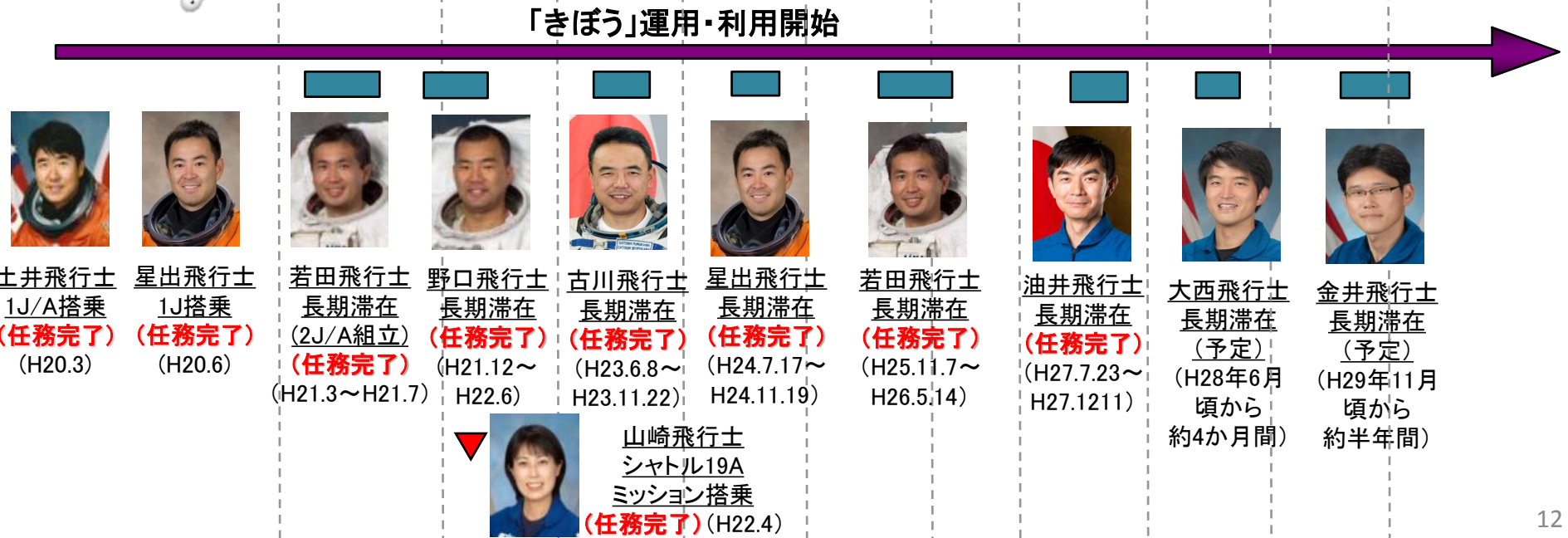
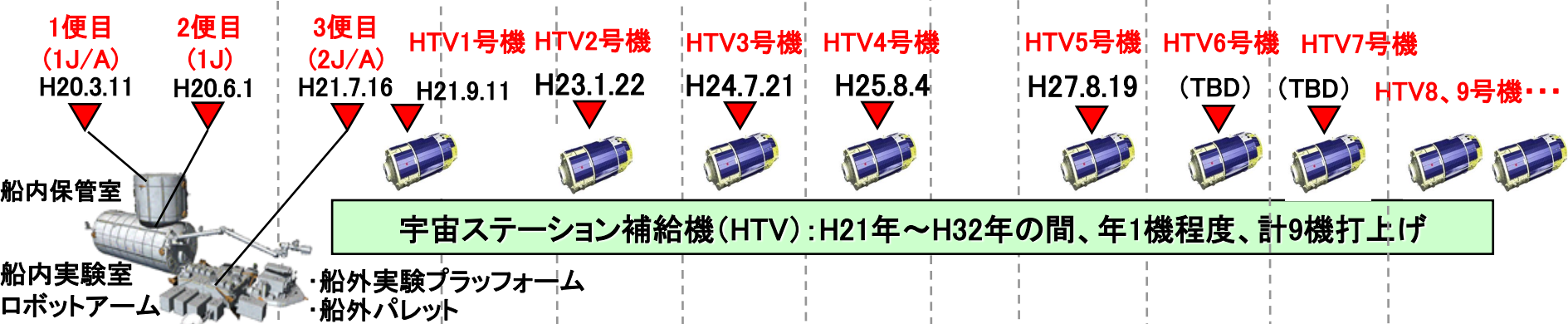


# 参考資料

# ISS計画における我が国の主要スケジュール

H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30～H36
2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018～24

「きぼう」日本実験棟組立 ▼ ISS6人運用体制開始(H21年5月～)



# JAXAの宇宙飛行士



若田 光一

専門: 航空宇宙工学

資格: 1993年8月MSに認定

飛行実績:

- ・1996年1月(宇宙実験・観測フリーフライヤ回収)
- ・2000年10月(ISS組立)
- ・2009年3月-7月(第18/19次長期滞在)
- ・2013年11月-14年4月(第38/39次長期滞在)  
第39次ISS船長



野口 聡一

専門: 航空宇宙工学

資格: 1998年4月MSに認定

飛行実績:

- ・2005年7月(船外活動)
- ・2009年12月-10年6月(第22/23次長期滞在)



古川 聡

専門: 医学(外科)

資格: 2001年1月ISS搭乗宇宙飛行士に認定  
2006年2月MSに認定

飛行実績:

- ・2011年6月-11月(第28/29次長期滞在)



星出 彰彦

専門: 航空宇宙工学

資格: 2001年1月ISS搭乗宇宙飛行士に認定  
2006年2月MSに認定

飛行実績:

- ・2008年6月(船内実験室の取付け)
- ・2012年7月-11月(第32/33次長期滞在)



油井 亀美也

専門: 航空機操縦(パイロット)

資格: 2011年7月ISS搭乗宇宙飛行士に認定

飛行実績:

- ・2015年7月-12月(第44/45次長期滞在)



大西 卓哉

専門: 航空機操縦(パイロット)

資格: 2011年7月ISS搭乗宇宙飛行士に認定  
現在: 2016年6月24日から、第48/49次長期滞在ミッション開始予定



金井 宣茂

専門: 医学(潜水医学)

資格: 2011年7月ISS搭乗宇宙飛行士に認定  
現在: 第54/55次長期滞在に向けて訓練中

(2017年11月頃から6か月間の滞在予定)

MS: Mission Specialist(搭乗運用技術者)



# 長期滞在ミッションロゴ



国際宇宙ステーション (ISS) 第48次/第49次長期滞在ミッションのJAXAロゴは、大西卓哉宇宙飛行士が民間航空機のパイロット出身であることから、三角形の“翼”をモチーフにデザインしました。大西宇宙飛行士の名前の先に並ぶISS、月、火星は、大西宇宙飛行士がISS /「きぼう」日本実験棟の利用をさらに推し進め、その先にある将来の宇宙開発を見据えて日本の有人宇宙活動を拓いていくことを表現しています。



大西飛行士インフォメーション

新米宇宙飛行士最前線: <http://iss.jaxa.jp/astro/report/column/>

Google+: <https://plus.google.com/101922061219949719231>

# 初フライトまでの道のり

## ISS搭乗員宇宙飛行士認定に向けた訓練

- 地上サバイバル訓練
- 船外活動訓練
- T-38操縦訓練
- ロボットアーム操縦訓練
- ISS運用訓練 など



船外活動訓練



ロボットアーム  
操縦訓練



T-38操縦訓練



2008年8月  
「きぼう」  
利用開始

2009年2月  
JAXA宇宙飛行士  
候補生として選抜

## 技量の維持・向上



地質学研修



NEEMO訓練

NOLS訓練



2011年7月 ISS搭乗宇宙飛行士に認定

## 長期滞在ミッションに向けた訓練

- ソユーズ操縦訓練
- 緊急対処訓練
- 水上/冬季サバイバル訓練
- 実施予定の実験訓練
- ISSモジュール運用訓練 など



ソユーズシミュレーション訓練



2013年11月  
ISS長期滞在クルーに任命



2016年6月頃  
初のISS長期滞在ミッション  
開始(予定)



# 長期滞在に向けた訓練例

## 2011年10月 極限環境ミッション訓練 (NEEMO)



海底実験室を利用することで、軌道上に最も酷似した隔離環境を実現。閉鎖環境における異文化対応、自己管理、チームワーク及びリーダーシップなどの能力向上が目的。

## 2014年7月 水上サバイバル訓練



ソユーズ宇宙船が着陸する際に、海などの水上に不時着したことを想定した訓練。

## 2014年11月 野外リーダーシップ訓練 (NOLS)



野外リーダーシップ・集団行動資質向上を目的とした訓練。

## 2015年2月 冬季サバイバル訓練



ソユーズ宇宙船が着陸する際に、山などに不時着したことを想定した訓練。



# 実験のスケジュール(予定)

	6月	7月	8月	9月	10月	11月
主要輸送機 スケジュール		47S				
	46S				48S	
		SpX-9				
マウス飼育 実験						
タンパク結 晶実験						
静電浮遊 炉						
船外利用・ バッテリー交 換		ExHAM				

※上記は、現在の予定であり、輸送機のスケジュール変更等により変更になる場合があります。