



# 大西卓哉宇宙飛行士の 国際宇宙ステーション長期滞在総括



ELFの初期検証作業



ドラゴン補給船のリリースの様子

平成28年10月21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49/50マネージャ  
山上 武尊

## 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、「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。

※次ページ以降で、日本にしか出来なかったミッション成果を説明致します。





# ミッション総括～日本にしかできない「きぼう」利用を拓く～



- 我が国の科学技術イノベーション戦略への貢献、民間利用や国際協力ミッションの拡大に向けて、『日本にしかできない』利用環境やミッションを実現し、『ISSの根幹を支える』役割を通じて、日本のプレゼンスをさらに高めた。

(1) 世界初となる、①宇宙での0G/1G環境下での小動物(マウス)の同時飼育、②マウス全数の生存帰還の成功に貢献した。

⇒宇宙環境における骨、筋、前庭系等変化に対するメカニズム解明を通じた加齢研究支援の環境として、世界に誇る「きぼう」をアピールした。

(2) 船内と船外をつなぐエアロックの運用について、地上からの遠隔による自動操作で行うシステムへの機能向上を実施した。

⇒遠隔操作の実現により時間を選ばないエアロック利用を可能にし、超小型衛星放出や材料曝露実験、船外利用実験機会の高頻度化を実現した。

(3) アジア地域が国レベルで提案した簡易教育実験を、提案者が見守る中で実況を交えて実施した(初の試み)。その活動は各国で大きく取り上げられた。

⇒アジア唯一の参加国(ゲートウェイ)として日本人宇宙飛行士の長期滞在を生かして、アジア地域の人材育成に貢献した。

(4) 米国のシグナス補給船を日本人として初めてキャプチャ(10/23予定)。

⇒日本の技術を採用したシグナス宇宙船のキャプチャを、「こうのとりのり」運用管制チームと連携。チームジャパンの総合力を世界に示す機会となる。







# ミッション総括～日本にしかできない「きぼう」利用を拓く～

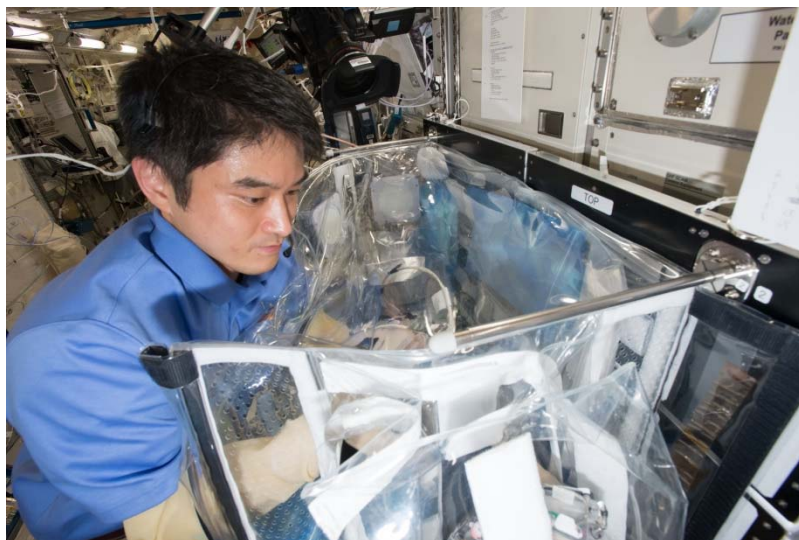


## 【小動物飼育ミッション～加齢研究支援プラットフォームに向けて】



### 【実施概要と結果】

- 小動物(マウス)飼育装置を用いて、35日間軌道上でマウス12匹を飼育し、全数生存で地上に帰還させることができた。(他国のマウス実験は約半数の生還率)。
- ミッション成功に向けて、大西飛行士と地上運用チームが一体となって、あらゆる事態を想定した対策処置を実現した。
  - 個々のマウスの飼育状態・健康状態を丁寧に観察し、それを的確に地上に情報伝達した。
  - それにより、状態に応じて給水／給餌／清掃タスクを柔軟に組み替えて、マウスごとに最適な飼育を実現した。
- これにより、以下の「世界初」の成果を生み出した。
  - ①哺乳類の微小重力群と人工重力群の同時比較飼育
  - ②長期の飼育後の100%生存回収
  - ③マウスの長期個別観察。



### 【期待される今後】

- 人工重力群によって重力の影響の詳細解析ができ、寝たきり等で筋萎縮が生じるトリガー／センサーを掴める可能性がある。
- 今回の全数飼育達成を受けて、研究環境としての「きぼう」利用の有用性を示し、骨量減少・筋萎縮の発生機序解明等の加齢研究や様々な病態状態のマウスを用いた宇宙での創薬研究等の進展に貢献していく。

参考：地上に帰還したマウスから、次世代マウスが誕生しています。

[http://iss.jaxa.jp/kiboexp/news/20161013\\_mouse.html](http://iss.jaxa.jp/kiboexp/news/20161013_mouse.html)



# ミッション総括～日本にしかできない「きぼう」利用を拓く～



## 【エアロック遠隔運用化～遠隔拡大による船外利用の多様化・高頻度化】

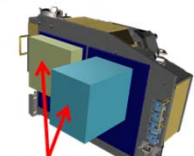
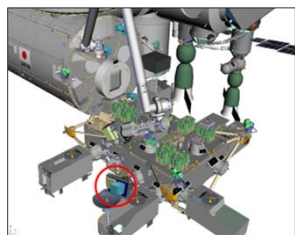
### 【船外利用の例】



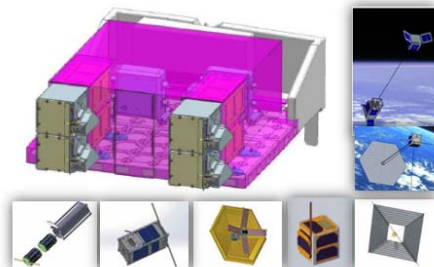
簡易曝露実験 (ExHAM)



フィリピン超小型衛星  
「DIWATA-1」放出 (2016年4月)



実験機器  
中型曝露実験  
アダプタ (i-SEEP)



「こうのとりの6号機」で  
打ち上げた後に放出予定の  
超小型衛星 (7機)

### 【実証概要と結果】

- 「きぼう」は、ISSの中で唯一、専用のエアロックとロボットアーム、船外実験プラットフォームを併せ持つ。この優位性を活かして、きぼう利用成果の最大化に向けて、船外実験環境の利用拡大を推し進めているところ。
- 利用頻度・機会の増加を図るため、軌道上クルー作業を削減し地上からの遠隔運用・自動運用に切り替えていく機能向上を行っている。
- 大西飛行士は、エアロック運用に係るクルー作業を省くために設置した地上遠隔操作盤の初期検証を実施した。

### 【期待される今後の成果】

- 「こうのとりの6号機」で打ち上げられる超小型衛星の放出ミッションで、設置した地上遠隔操作盤を用いて、エアロック運用に係るクルー作業時間を削減する。「きぼう」船外実験環境の効率的な運用を拡大していく。



エアロックの作業を行う  
大西宇宙飛行士



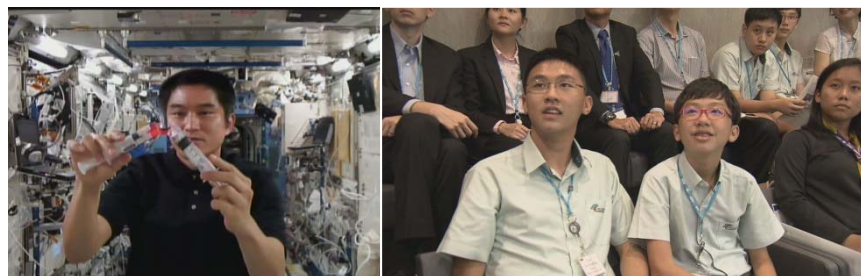


# ミッション総括～日本にしかできない「きぼう」利用を拓く～



## 【Asian Try Zero-G～長期滞在を生かしてアジアの人材育成に貢献】

### 〔作業概要と結果〕



大西宇宙飛行士による実験に立ち会うアジアの提案者(学生)



実験終了後の記念撮影



タイ、インドネシアでの現地記者会見の様子

- アジア地域への「きぼう」の利用機会拡大の一環として、アジア・太平洋地域宇宙機関会議 (APRSAF) の枠組のもと、提案者立会いのもとリアルタイムで教育実験 (Asian Try Zero-G) を初めて実施 (9月14日)。
- 120件を超える応募から5つの実験が選定され、当日はインドネシア、シンガポール、タイの参加機関と提案者(10名)が筑波宇宙センターから実験に立ち会った。
- 大西宇宙飛行士は、綿密な準備・模擬を事前に行い、予定になかった自らによる実況中継を交えて、実験を行った。
- 参加者からは、リアルモニタを通じて、提案の仮説予測を確かめられたことへの大西飛行士への謝辞と結果分析への意気込み発言が寄せられた。
- タイでは、実験選定の祝賀会と記者会見が開催され、科技大臣などの政府ハイレベルが出席。インドネシアでは宇宙機関 (LAPAN) 長官がSNS発信、帰国後に記者会見を実施。提案者に加え、国レベルからも大きな反響あった。

### 〔今後に向けて〕

- 各国がエンドースする企画にステップアップした今回の成果を受けて、引き続き、日本人宇宙飛行士を活かしたアジアの人材育成と「きぼう」利用拡大につなげていく。



# ミッション総括～日本にしかできない「きぼう」利用を拓く～



## 【タンパク質結晶生成実験】



タンパク質の試料が入ったキャニスタバッグ

- 滞在中最後の実験として、ソユーズ宇宙船(48S:10/19打上)で打ち上げたタンパク質結晶生成実験を開始(進行中)。47S帰還時に、大西宇宙飛行士が試料を地上に持ち帰り予定。
- 48Sのスケジュール変更により11日間の短期ミッションとなったが、試料の結晶化条件等を短時間で検討し、搭載意義を見いだせる試料に入れ替えるなどの対応を実施した。

## 【静電浮遊炉 (ELF) の初期検証】



静電浮遊炉を操作する  
大西宇宙飛行士

- 位置制御のより正確さを改良するため、制御ソフトウェアの更新、試料カートリッジの検証作業を実施。

## 【液滴群燃焼実験供試体 (GCEM) の設置・初期検証】



設置された液滴群燃焼  
実験供試体 (GCEM)

- 日本初の軌道上燃焼実験を行うための実験固有の機器 (GCEM) の組立と初期検証を実施。



## 日本の技術で支えるISSへの物資輸送

### 【シグナス補給船キャプチャ】



ISSに近づくOA-6（2016年3月）



10月18日午前8時45分（日本時間）、シグナス補給船運用6号機（OA-5）を搭載したアタレスロケットの打上げ  
出典：NASA/Bill Ingalls



OA-5キャプチャに向けて訓練を行う  
大西宇宙飛行士



### 〔作業概要〕

- 10月18日（火）08:45（日本時間）に打ち上げられた米オービタルAKT社のシグナス補給船（OA-5）を、10月23日（日）20:05（予定）に日本人として初めてキャプチャ予定。
- シグナス補給船は、日本の「こうのとりのり」が世界で初めて実現し確立した「ランデブ・キャプチャ」方式を採用し、そのクリティカルな運用を実現する技術として、日本が開発した近傍通信システム（PROX）も併せて搭載している。
- 筑波の「こうのとりのり」運用管制チームも運用に加わり、補給船本体だけではなく、地上と軌道上の要となる運用を含めて、「チームジャパンの総合力」がシグナス補給船によるISS物資輸送を支えている。
- 大西飛行士は、米SpaceX社のドラゴン補給船のリリースも担当し確実に遂行した。（8月26日）  
※ドラゴン宇宙船でも、日本が実現した「ランデブ・キャプチャ」方式が採用されている。

「こうのとりのり」5号機キャプチャ時のHTV管制室（2015年8月）





# 情報発信・広報活動など



## Google+での情報発信

SNSを活用して、「宇宙からの情報を今までで最も詳しく、ほぼ毎日」発信。特に実験に関する情報発信には力を入れている。

### 大西宇宙飛行士Google+

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

### JAXA大西宇宙飛行士活動報告Twitter

[https://twitter.com/onishi\\_report](https://twitter.com/onishi_report)



大西飛行士Google+



JAXA大西宇宙飛行士  
活動報告Twitter

## 宇宙からビデオメッセージ

### Youtube (JAXA公式)での映像公開

ミッション中に軌道上での宇宙飛行士の仕事、宇宙での生活などについて23本(10/21時点)の動画をJAXA公式YouTubeアカウントにて公開中。

<http://iss.jaxa.jp/library/video/>

### リオ五輪メッセージ

リオで開催されたオリンピック、パラリンピックの選手への応援メッセージ



リオデジャネイロオリンピック  
応援メッセージ

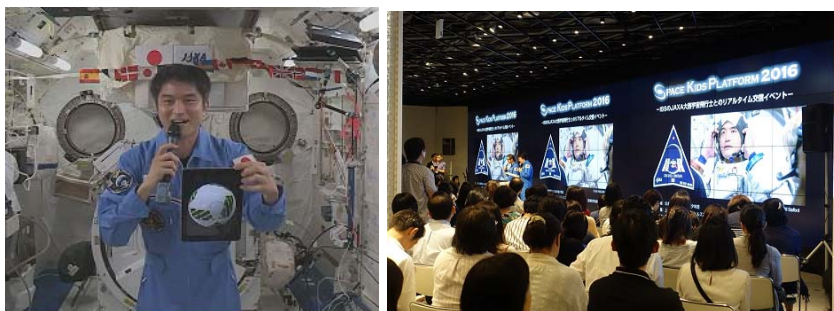


JAXA公式 Youtubeアカウント  
ISS長期滞在活動報告

## 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

- LINE、川崎フロンターレ、日本宇宙少年団、天空未来プロジェクトと協力し、4回の交信イベントを実施。



交信イベントの様子

### 軌道上会見

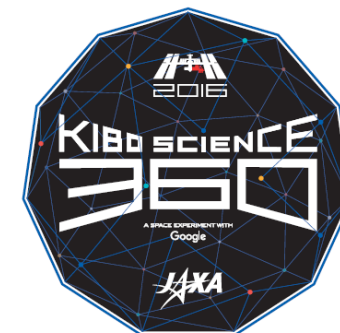
- ISS到着直後(7/9)、および到着して10日後(7/19)に記者会見を開催。



## 今後のリアルタイム交信イベント予定

### 「KIBO SCIENCE 360 – A SPACE EXPERIMENT with Google」開催(10/26)

- 宇宙実験を楽しく、分かりやすく伝えるプロジェクト
- Chief Experiment Officer (CEO)に人気クリエイターのはじめしゃちょー、MCに宇宙女子の黒田有彩さんを迎え、宇宙実験ライブを配信。
- 交信イベントに先立ち、はじめしゃちょーが筑波宇宙センターに潜入取材したレポートが公開。1週間で約150万回視聴回数。
- 交信イベントに併せ、「きぼう」内部を360度VRで宇宙実験ミッションにチャレンジできるアプリを発表予定。



プロジェクト特設サイト

<http://stage.tksc.jaxa.jp/astrosym/kiboscience360/>





# 日本のNext Step、JAXAのNext Step ～将来の有人宇宙活動にタスキを繋ぐ～



- 大西宇宙飛行士の長期滞在は、日本がISS延長決定後の最初の機会となった。その注目の中、日本が積み重ねてきた確かな技術と油井宇宙飛行士が整えた利用環境を継承し、日本にしかできないミッションを確実に遂行してきた。
- 帰還後は、滞在中に得た経験をこれからの宇宙実験や将来の有人宇宙技術に反映し、さらに「きぼう」利用による成果を創出できるよう、来年に長期滞在が控える金井飛行士へと日本の有人宇宙活動のタスキを繋ぎ、更にNext Stepに押し上げていく。



FY 2015



FY 2016



FY 2017

金井宇宙飛行士、  
2017年11月頃  
長期滞在開始予定！

金井宇宙飛行士の最新インタビュー：

[http://fanfun.jaxa.jp/c/media/file/media\\_jaxas\\_jaxas066.pdf](http://fanfun.jaxa.jp/c/media/file/media_jaxas_jaxas066.pdf)



# 滞在中に実施された実験一覧



大西宇宙飛行士が長期滞在中に実施されたJAXA利用実験活動：19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。

分野	No	テーマ名
生命科学実験	1	マウスを用いた宇宙環境応答の網羅的評価(Mouse Epigenetics)
	2	ほ乳類の繁殖における宇宙環境の影響(Space Pup)
	3	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)
	4	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	5	高品質タンパク質結晶生成(JAXA PCG #11)
宇宙医学実験	6	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)
	7	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)
	8	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)
	9	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	10	静電浮遊炉(初期チェックアウト)
	11	液滴群燃焼実験(Group Combustion)
	12	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	13	宇宙飛行士の個人被ばく線量計測(Crew PADLES)
船外利用	14	JSSOD利用拡大につながるエアロック開閉自動化検証(船内)
	15	簡易曝露実験装置(ExHAM)を用いたミッション
	16	高エネルギー電子・ガンマ線観測装置(CALET)
	17	全天X線監視装置(MAXI)
	18	宇宙環境計測ミッション装置(SEDA-AP)
その他	19	アジア公募型簡易物理実験(Asian Try Zero-G)

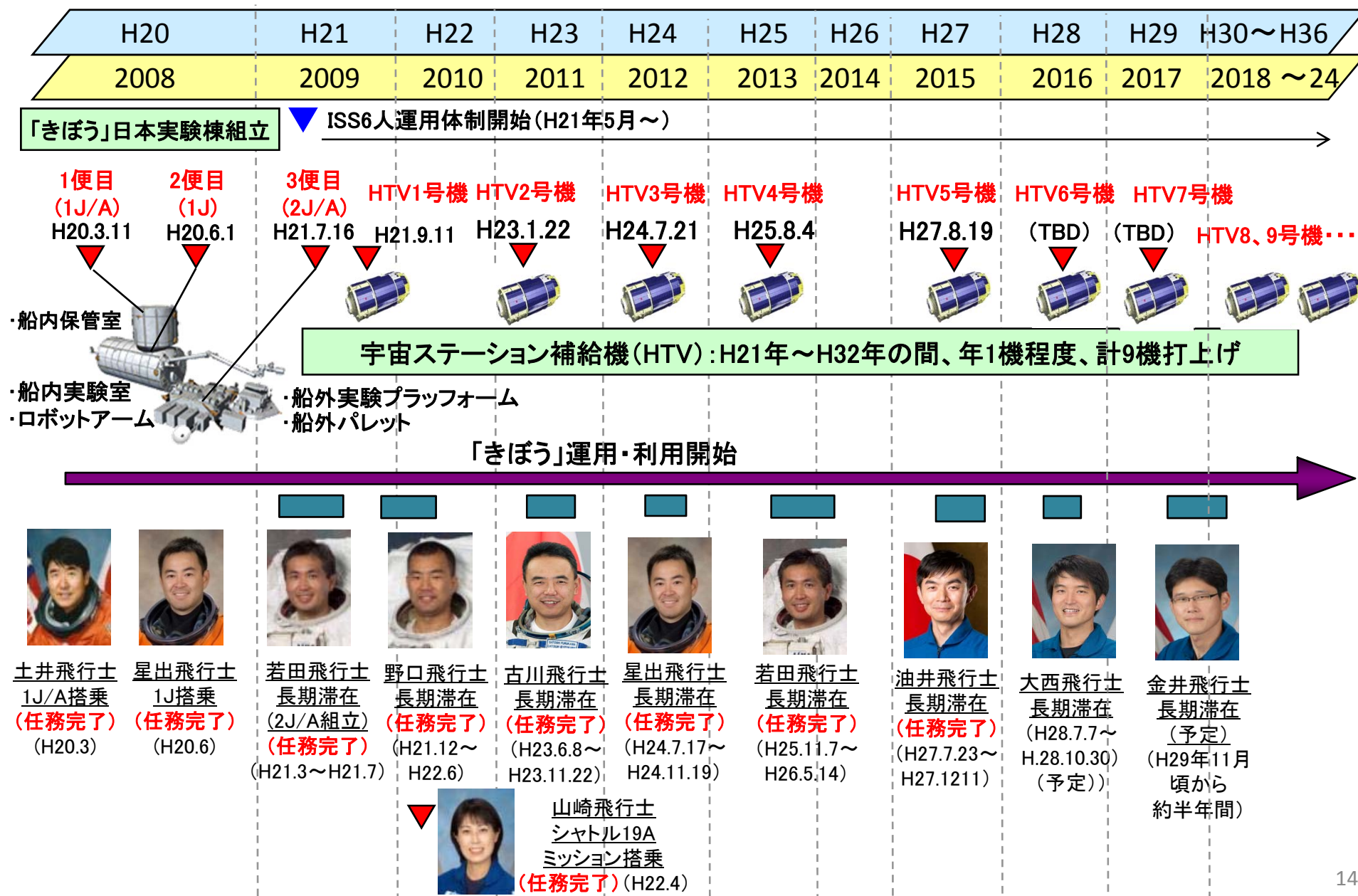




# 参考資料



# ISS計画における我が国の主要スケジュール





# 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7月9日から、第48/49次長期滞  
在ミッション開始



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

宇宙飛行士長期滞在ウェブサイト:

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

大西宇宙飛行士Google+:

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

JAXA大西宇宙飛行士活動報告Twitter:

[https://twitter.com/onishi\\_report](https://twitter.com/onishi_report)






## 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。