

# ISS日本人宇宙飛行士健康管理 運用全般概要



2020年1月20・21日

@X-Nihonbashi

宇宙航空研究開発機構  
有人宇宙技術部門 総括医長  
三丸 敦洋

# 本日の内容

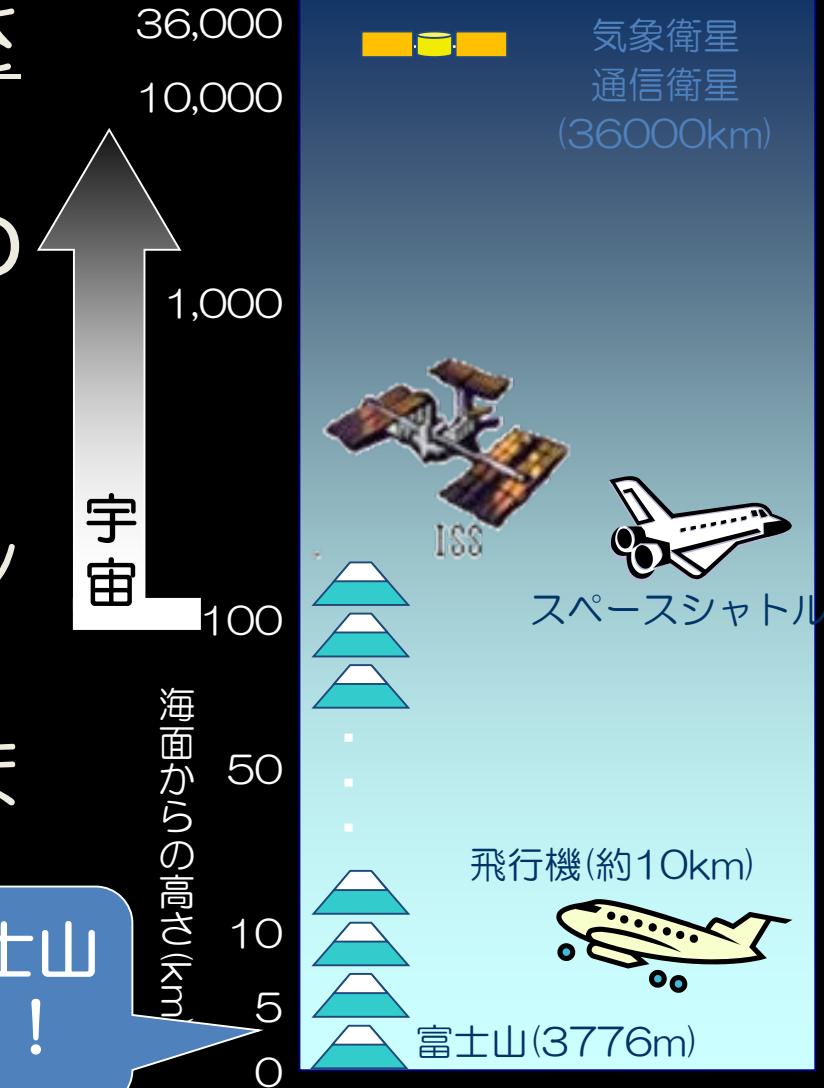
- ◆ 宇宙とは
- ◆ JAXAの紹介
- ◆ 国際宇宙ステーション（ISS）の紹介
- ◆ ISSでの生活
- ◆ 宇宙飛行士の健康管理
- ◆ 最後に



# ここからが「宇宙」

- \* 国際航空連盟は「高さ100キロメートル」から先が宇宙とさだめました
- \* 国際宇宙ステーションは、高さ約400キロメートルを飛んでいます

だいたい富士山  
25個分！！



# 100キロはどのくらい遠いのでしょうか？



ちなみに・・・



約400キロ

400キロって言うと。。。。



「東京－大阪」の距離とほぼ同じ  
ISS日本人宇宙飛行士健康管理運用事業  
に係る意見募集RFI説明会

# 宇宙には空気がない 「真 空」

## ロケットとジェット機のちがい

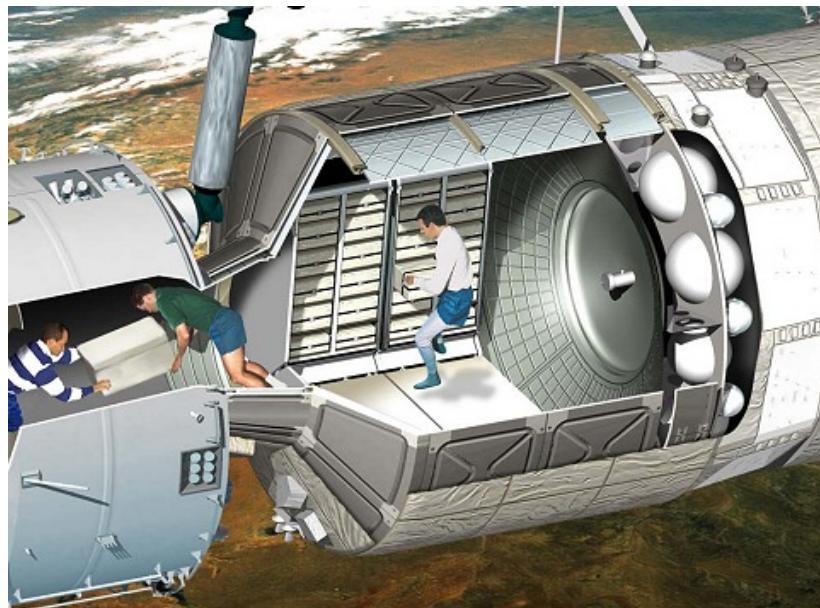


# 無重力(微小重力)

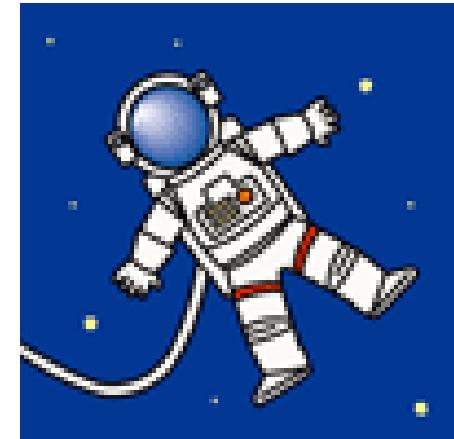


宇宙ステーションのなか  
(船内活動)

宇宙ステーションのそと  
(船外活動)



重い物を楽に動かせる



体が"ふわっー"と浮く

じゅうりょく  
重力がない！



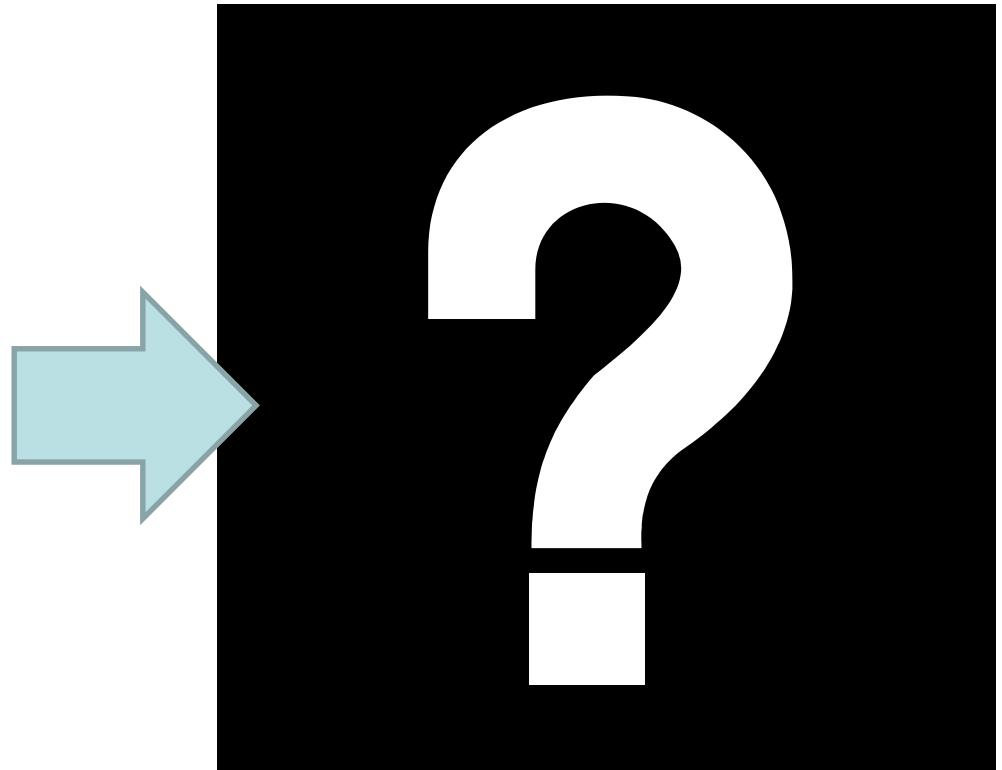
©NASA/JAXA

# 重さは関係ありません



©NASA/JAXA

# 水はどんなふうになるかな？



ISS日本人宇宙飛行士健康管理運用事業  
に係る意見募集RFI説明会

こんなふうになります。



ISS日本人宇宙飛行士健康管理運  
用事業に係る意見募集RFI説明会

©NASA/JAXA

# 温度



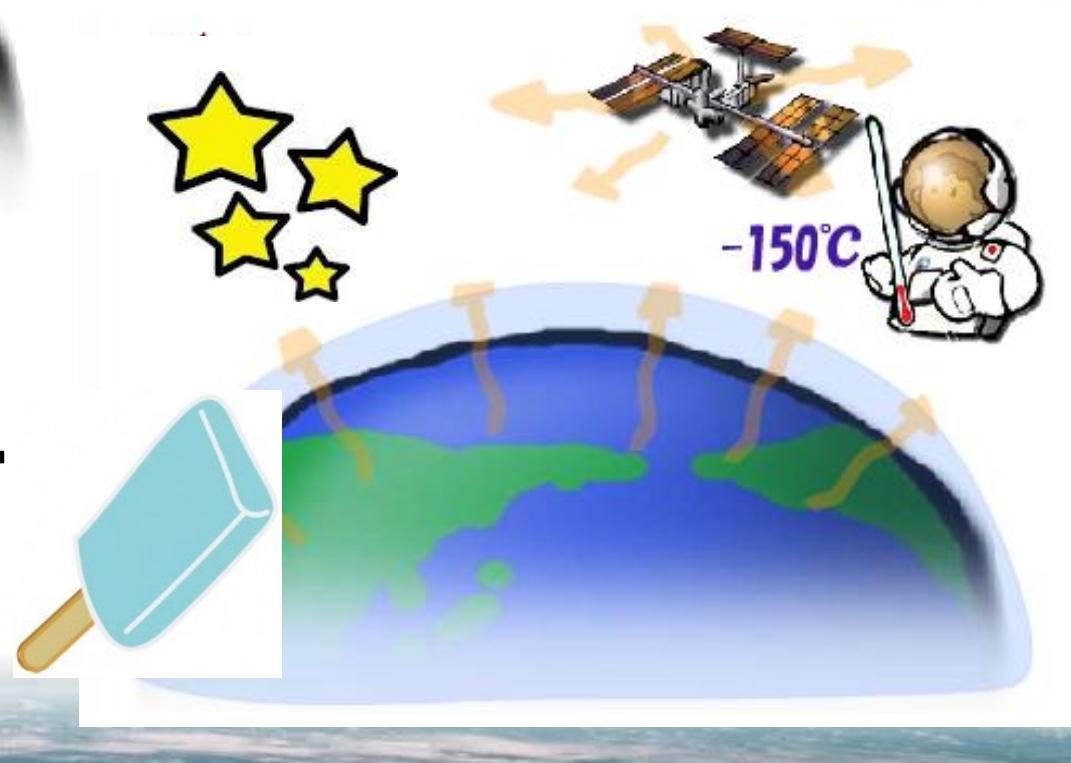
太陽のひかりが当たっているときは

**+  $120^{\circ}\text{C}$  暑すぎすぎ！  
やけとしちゃう！**

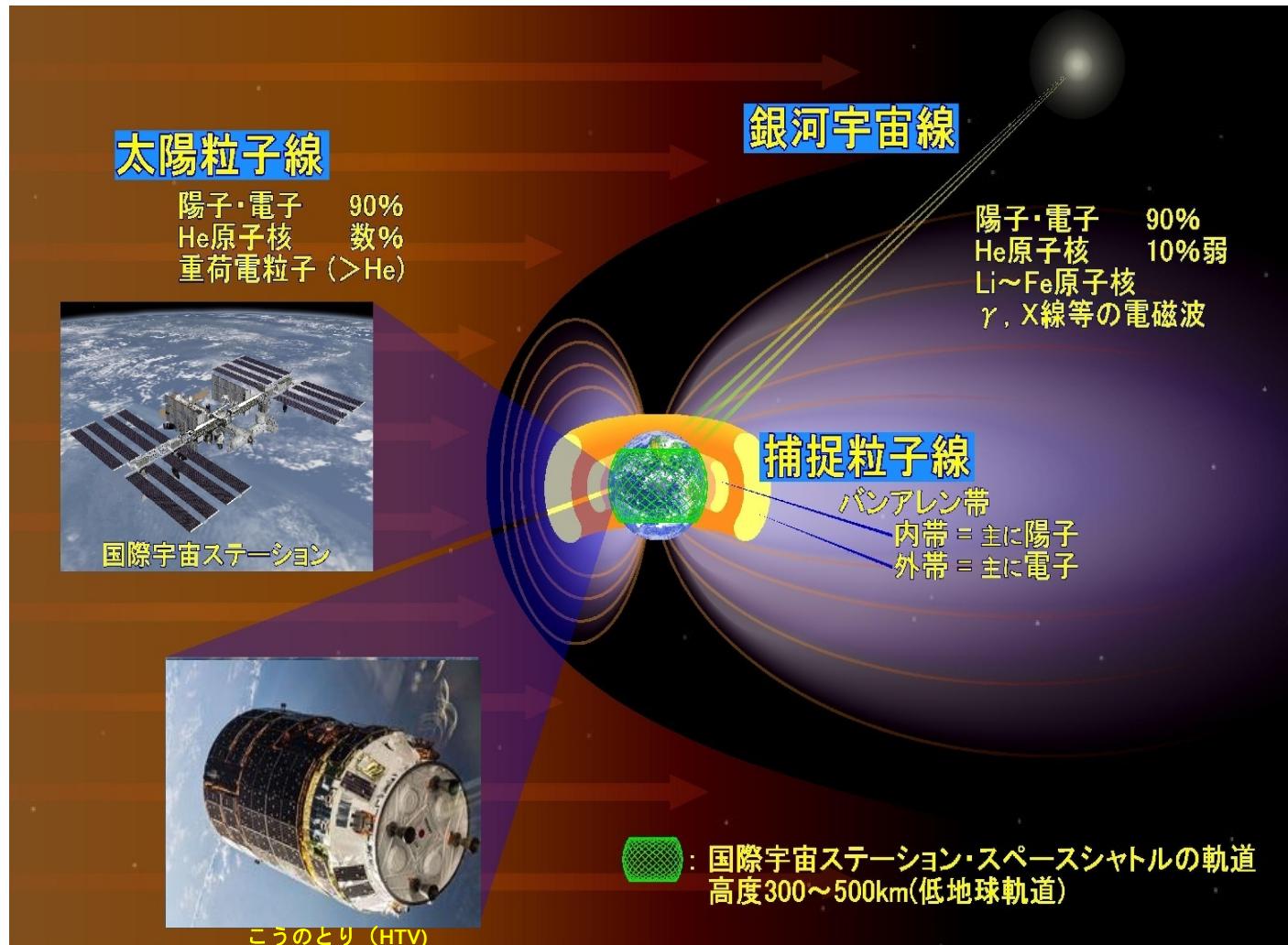


太陽のかけに入ると…

**-  $150^{\circ}\text{C}$  寒すぎ！  
こおってしまう！**



# 宇宙飛行中の宇宙放射線による被ばく



聞いたことがありますか？

Do you know us?



# 宇宙航空研究開発機構

# JAXAの業務



輸送システムの開発・運用



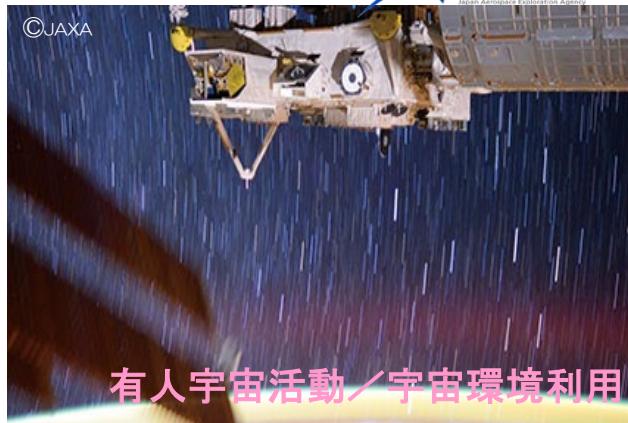
©JAXA

人工衛星の開発／宇宙利用



©JAXA

有人宇宙活動／宇宙環境利用

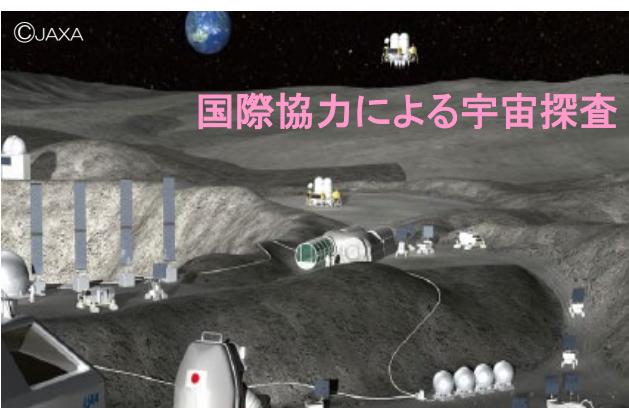
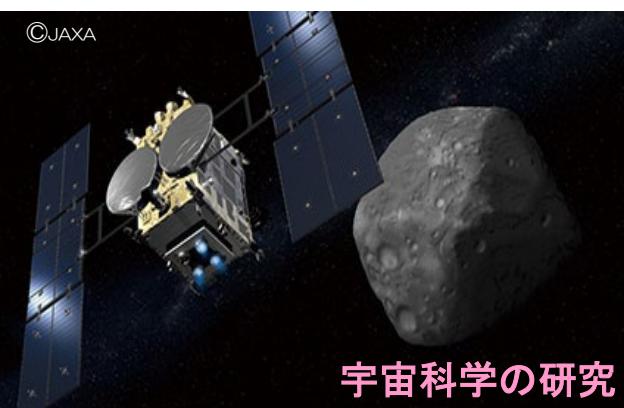


©JAXA

航空技術の研究



宇宙科学の研究



国際協力による宇宙探査

©JAXA

基盤技術の研究開発  
2018/2019



THE 23<sup>RD</sup> SESSION OF THE  
ASIA-PACIFIC REGIONAL  
SPACE AGENCY FORUM

国際協力・貢献

©JAXA

ISS日本人宇宙飛行士健康管理運用事業に  
係る意見募集説明会  
民間協業・新事業促進



教育・人材育成  
16

# H-IIA/Bロケットの打上げ



ロケット機体島間港着



水切り作業



ロケット機体島内輸送



1段機体組立(VOS)



2段機体組立(VOS)



リフトオフ



打上げ



固体ロケットブースタ組立



最終点検  
燃料充填

2020/01/20-21

ロケット機体移動



は「日本人宇宙飛行士健康管理運用事業」  
伴う意見募集RFI説明会  
衛星フェアリング組立



衛星フェアリング移動

# こうのとり8号機(9月25日打上) で届いた 生鮮食品



# 宇宙飛行士に選ばれたとしてもすぐに宇宙へいけない！！



宇宙へ到着！！



金井 宇宙飛行士が初めて宇宙へいくまで

〔約8年〕 訓練しました！！

いざ！ 宇宙へ！

宇宙へ行くための  
訓練

ミッションが  
決まった！！



〔2017年12月〕



〔2015年8月〕

宇宙飛行士  
候補者になった！



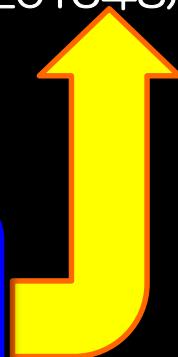
宇宙飛行士  
に認定された！



〔2011年7月〕

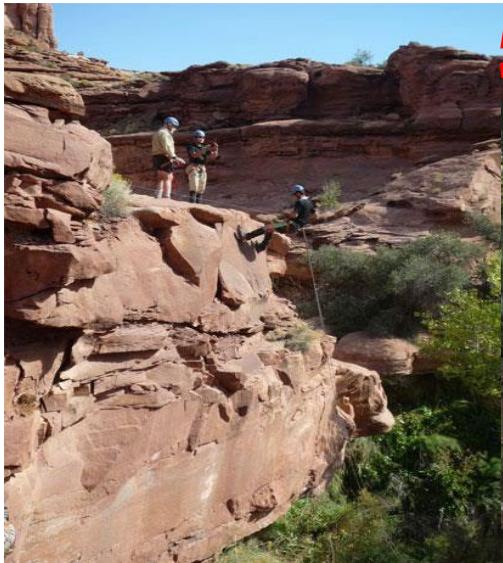


宇宙へ行くための  
準備



〔2009年2月〕

# 宇宙飛行士の訓練



チームワーク／リーダーシップ能力向上させる訓練@米国ユタ州



ほら穴の中で1週間生活する  
@イタリア

2020/01/20-21



不測の事態でも対応できる技術を修得するサバイバル訓練@米国メイン州



不測の事態でも対応できる技術を修得するサバイバル訓練@モスクワ郊外



海底20mの環境で約2週間生活してチーム行動能力養成@米国

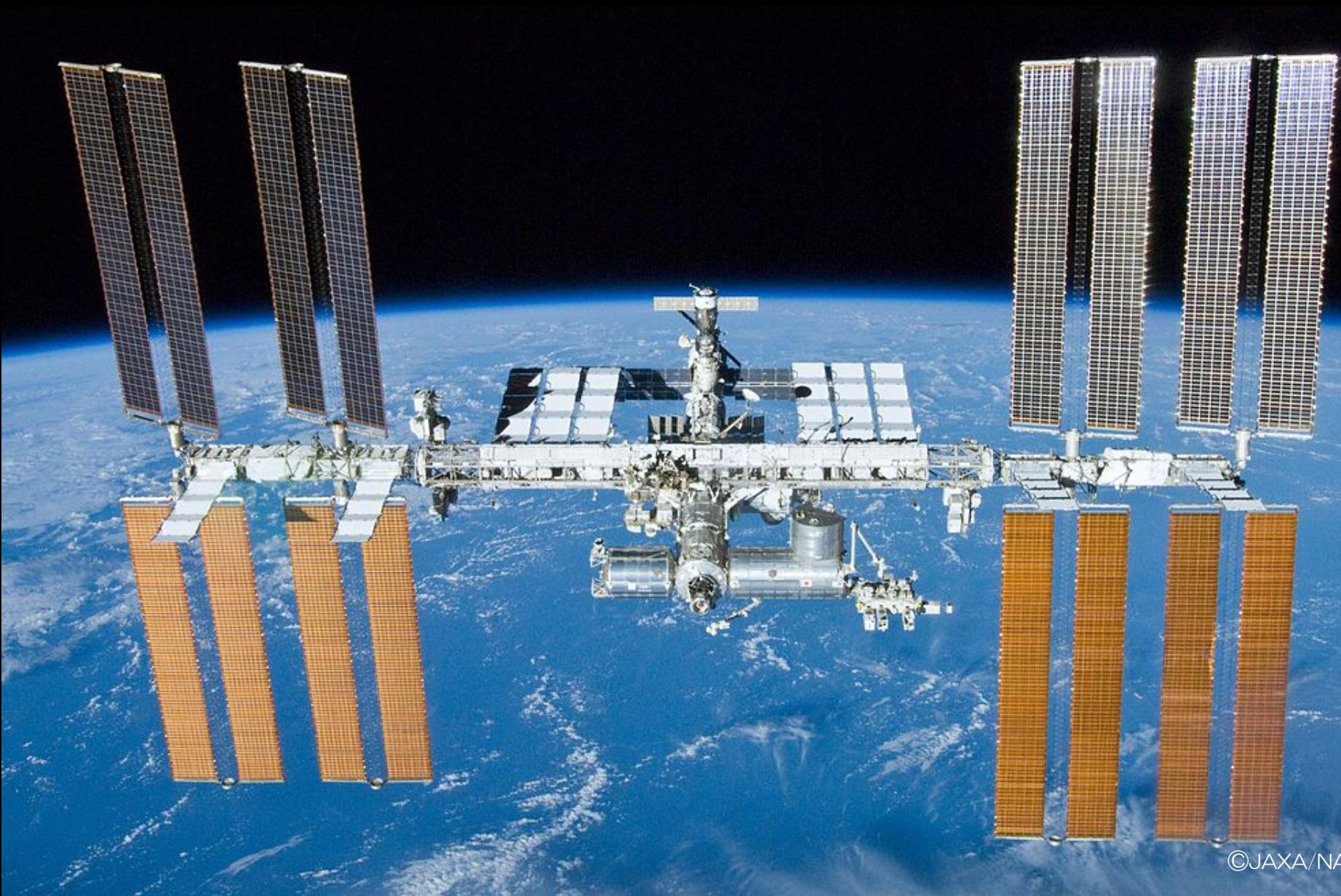


複数のタスクを瞬時に判断し、的確に操作できる技量を修得する航空機操縦訓練

こくさいうちゅう

い

そして “国際宇宙ステーション” へ行きます





## イギリス



# ノルウェー



## ウェーテン



ロシア



カナダ -



# アメリカ



デンマーク



ベルギー



# フランス



# スペイン



ドイツ



本

# くに きょうりょく 15の国が協力している

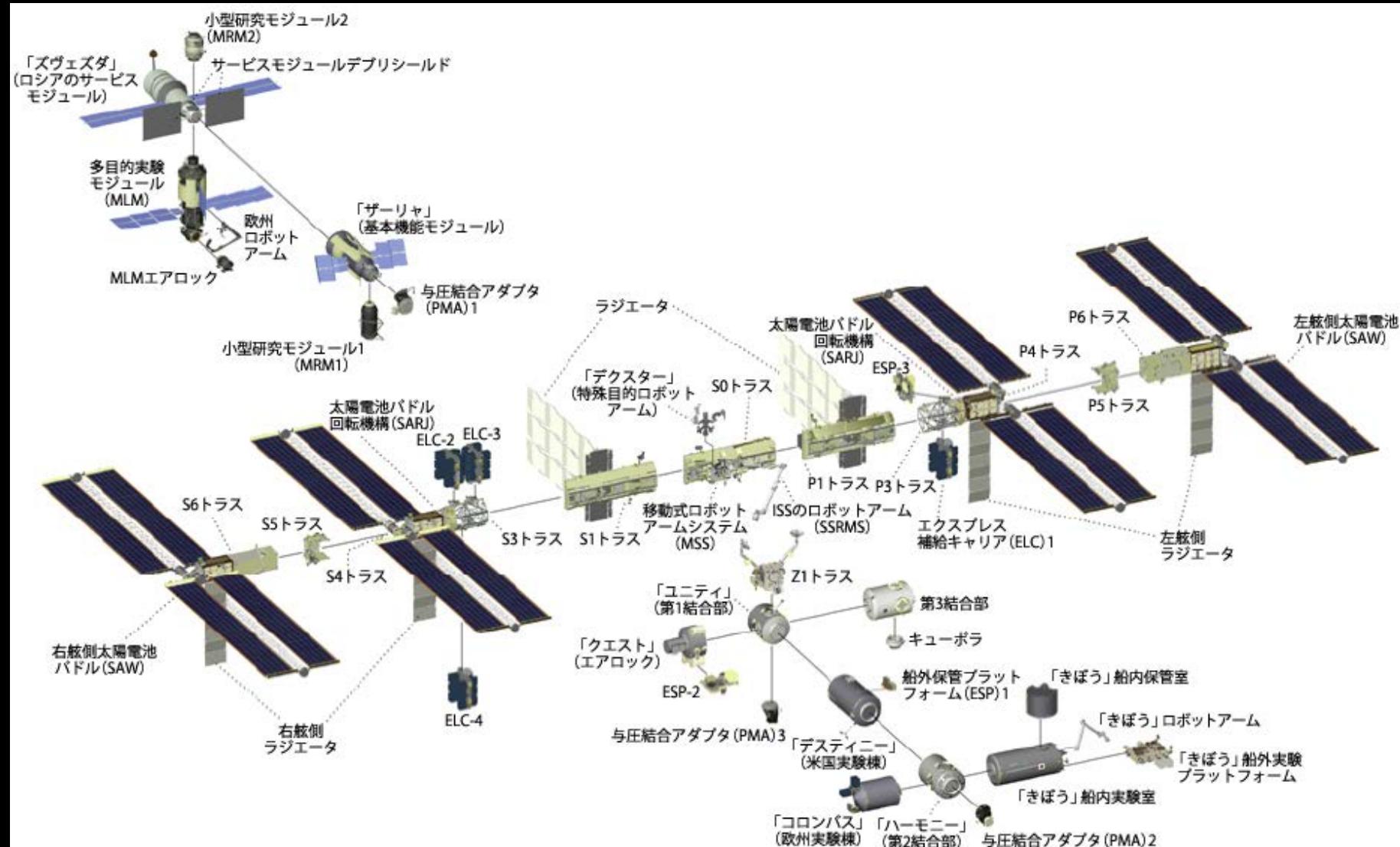
# 国際宇宙ステーション概要

1998年に宇宙での建設が始まり、2011年7月に完成

国際宇宙ステーション (ISS) = International Space Station  
15カ国が参加。日本はアジア唯一のISS計画参加国

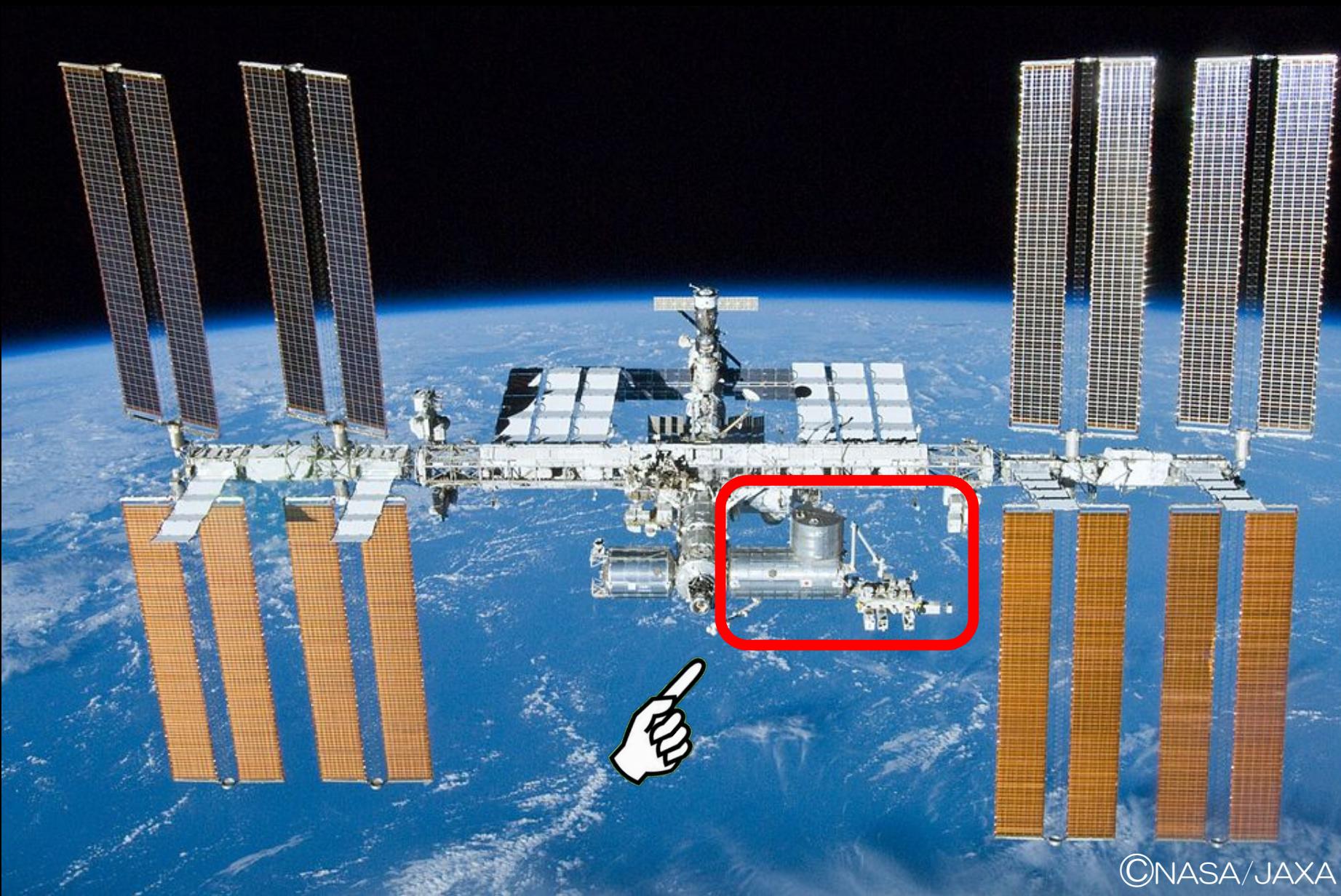


# どうやって作ったの？



にほん じっけんしつ

# 日本の実験室「きぼう」



ISS日本人宇宙飛行士健康管理運用事業に係る意見募集RFI説明会 ちょうきうちゅうたいざい  
**「きぼう」組み立てと長期宇宙滞在**



FY2008

2009

2010

2011

2012

2013

2014

2015

2016

2017

2018

「きぼう」初期点検

「きぼう」本格利用

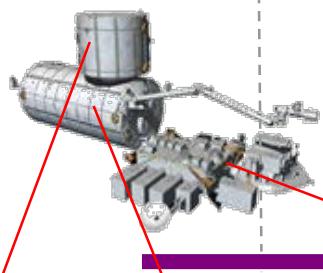
「きぼう」日本実験棟組立

実証機

2号機

3号機

「こうのとり」宇宙ステーション補給機(HTV)による補給輸送



きぼう3便目

きぼう  
1便目



土井隆雄  
(08年3月)



きぼう  
2便目



若田光一  
長期滞在  
(09年3~7月)



野口聰一  
長期滞在  
(09年12月~10年6月)



古川聰  
長期滞在  
(11年6月~11月)



星出彰彦  
長期滞在  
(12年7~11月)



若田光一  
長期滞在  
(13年11月~14年5月)



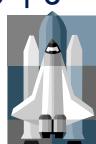
油井亀美也  
長期滞在  
(15年6月~16年11月)



大西卓哉  
長期滞在  
(16年7月~17年12月)



金井宣茂  
長期滞在  
(17年12月~18年6月)



2020/01/20-21



後半はコマンダー  
(船長)として滞在

©NASA/JAXA 26

# 宇宙での生活

6:00 7:30 9:00 12:00 13:00 14:00 17:00 20:00 21:30

|               |                       |                 |    |             |                |                   |                               |                      |    |
|---------------|-----------------------|-----------------|----|-------------|----------------|-------------------|-------------------------------|----------------------|----|
| 睡眠<br>(8.5時間) | 朝食・<br>身繕い<br>(1.5時間) | 仕事準備<br>(1.5時間) | 仕事 | 昼食<br>(1時間) | 仕事<br>(計6.5時間) | 報告<br>(0.5<br>時間) | 運動<br>(もうもう<br>含む)<br>(2.5時間) | 夕食・<br>身繕い等<br>(2時間) | 睡眠 |
|---------------|-----------------------|-----------------|----|-------------|----------------|-------------------|-------------------------------|----------------------|----|



平日一日あたり8.5時間の業務



- ・身長が2~5cm伸びる、ウエスト、足首細る
- ・体重3~5パーセント減る
- ・足の筋肉は、約15~25%萎縮、足の裏の皮がむけて、薄くなる。

©NASA/JAXA

しょく  
宇宙食の試食



★標準食（16日周期）

・米国宇宙食約200食、ロシア宇宙食約100食

★ボーナス食(1回の食事に1食程度)

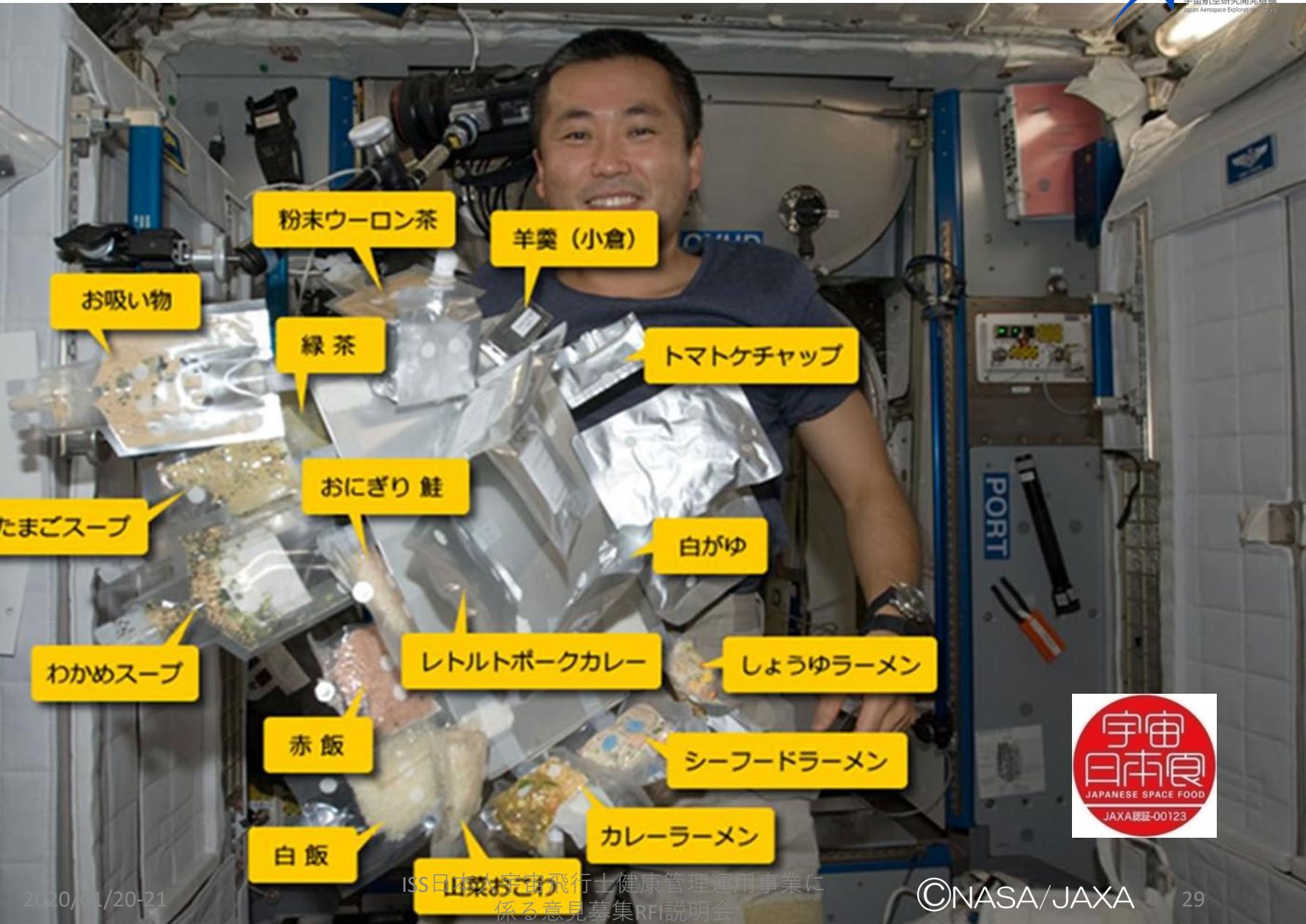
・日本33食、その他カナダ、ESA

1年半の賞味期限(22度±2度)、

とろみに基準、容器や包装が燃えにくい

有害なガスを出さない

# JAXAの宇宙食（宇宙日本食）



2020/01/20-21

ISS日本人生宇宙飛行士健康管理運用事業に  
係る意見募集RFI説明会

©NASA/JAXA

29

ISS018E044614

# 日本食



## 食事風景



宇宙用の塩や  
コショウは液体



# 国際宇宙ステーションの寝室(プライベート空間)



★メール  
★TV電話  
★ニュース  
などOKです

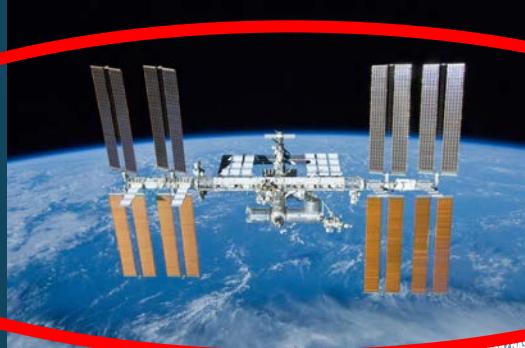


宇宙船の寝室  
(アメリカの宇宙船内)  
2020/01/20-21



宇宙船の寝室  
(ロシアの宇宙船内)  
31

# 軌道上の宇宙飛行士の健康管理



国際宇宙ステーション(ISS)

ジョンソン宇宙センター



つくば宇宙センター



地上からの  
宇宙飛行士サポート

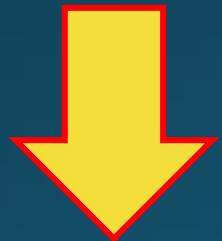
# 健康管理に関する国際文書体系

IGA: Inter Government agreement

MOU: Memorandum Of Understanding



MORD: ISS Medical Operation Requirement Document (SSP-5026o)



MED: Medical Evaluation  
Document (SSP-50667)

JMOIP: ISS Joint Medical Operation  
Implementation Plan(SSP-5048o)



日本人宇宙飛行士健康管理計画書 (JFX-2005001)

# 健康管理に関する国内文書体系

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構法



総合事業計画書

有人宇宙技術部門事業計画書



日本人宇宙飛行士健康管理計画書（JFX-2005001）



日本人宇宙飛行士健康管理運用計画書（JFX-2005002）

他関連文書

# 健康管理に関する国際調整会議

**MMPB: Multilateral Medical Policy Board(多数者間医学方針委員会) :**

- 国際宇宙ステーション(ISS: International Space Station)の協力に関する了解覚書(MOU)第11条第4項に規定される会議体
- 多数者間医学運用パネル(MMOP)及び多数者間宇宙医学委員会(MSMB)の支援を受けながら、搭乗員の健康に関する問題の調整及び監督を行う。



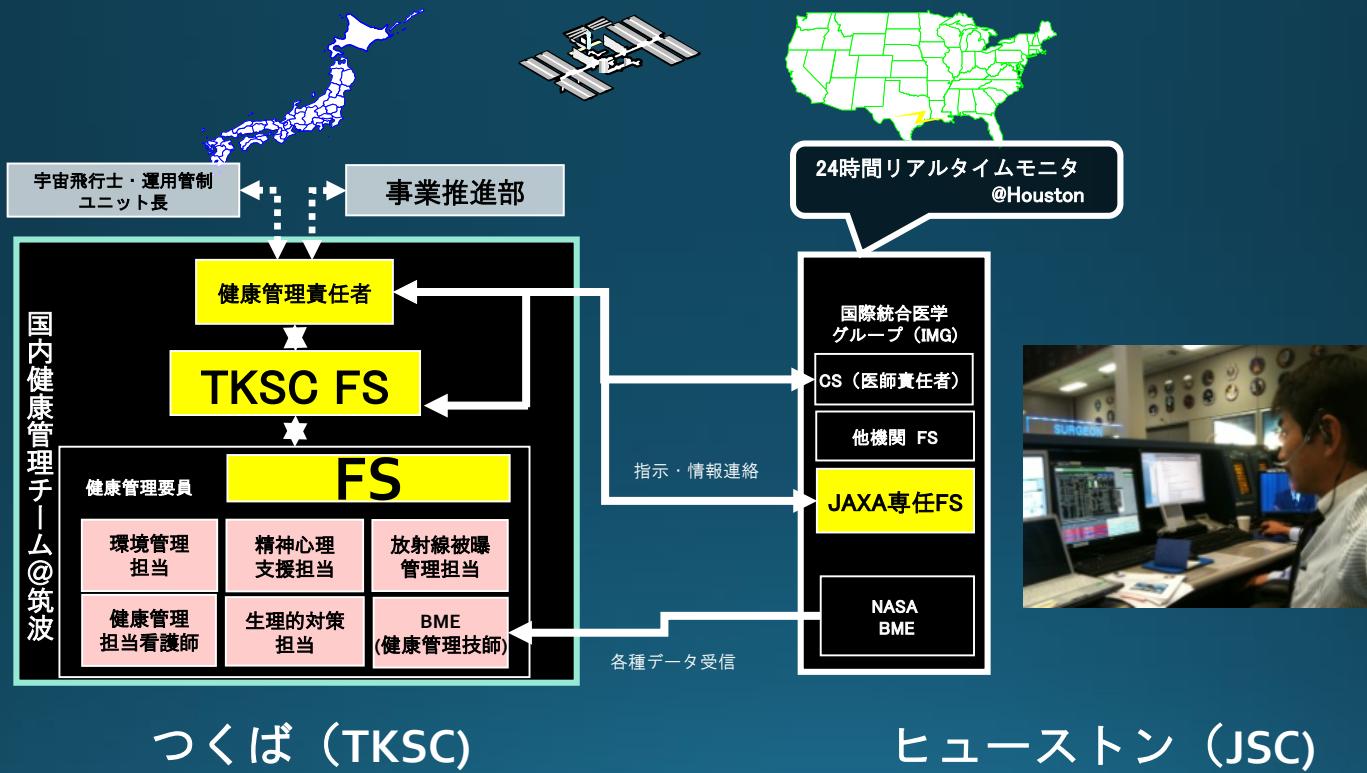
**MSMB: Multilateral Space Medical Board (多数者間宇宙医学委員会) :**

- MMPBの下部組織として、飛行士の医学認定及びフライトサージャン(Flight Surgeon: FS)の認定を行う審査機関。

**MMOP: Multilateral Medical Operation Panel (多数者間医学運用パネル) :**

- MMPBの下部組織として、ISSの医学基準、認証基準、医学運用要求を作成するパネル。

# 健康管理運用体制



# 健康管理



募集・  
選抜

訓練・  
認定

健康管理（軌道上運用）  
生理的対策（運動・リハビリ）

- 宇宙飛行士の募集・選抜から訓練・認定まで実施している。
- ISS長期滞在ミッションの健康管理についても、フライト機会を活用してノウハウを蓄積、技術を向上している。
- 健康管理データは、宇宙飛行士健康管理データ保管要領 (JFX-2016021-OA)に基づき管理している。

# 健康管理運用の担当と役割

- 放射線被ばく管理担当  
宇宙放射線環境モニタ  
放射線被ばく線量算定



- 生理的対策担当  
運動データ評価



- 宇宙食・生活用品担当  
日本宇宙食、生活用品準備

- フライターサージャン(FS)  
医学面談 (PMC)  
健康管理データ評価  
服薬指示



- BME  
スケジュール管理  
健康管理データの受信  
ミッション進捗確認



- 環境管理担当  
環境モニタリング  
(空気、微生物、騒音、飲料水)

- 看護師 健康管理担当者  
医薬品在庫管理・搭載支援



- 精神心理支援  
精神心理面談 (PPC)  
認知機能、情動評価  
家族との交信支援  
各種コンテンツの提供



(写真:NASA/JAXA)

# 健康管理運用体制 2

- ・宇宙飛行士の飛行任命が決まると、以下の専任健康管理要員（各バックアップ要員含む）が指名される。

つくば (TKSC)



ヒューストン (JSC)



TKSC: Tsukuba Space Center、 FS: Flight Surgeon、 B/U: Buck up、  
ASCR: Astronaut Strength, Conditioning and Rehabilitation 、  
PPC: Private Psychological Conference

# 軌道上宇宙飛行士の健康管理

ジョンソン宇宙センター（JSC:Johnson space center）

**SMOT: Space Medicine Operation Team (宇宙医学運用チーム) :**

- 軌道上の宇宙飛行士の健康管理を行うCS、IP-FS等が一堂に集まり、情報交換を行う会議体(原則週1回)
- JSCにいるIP-FSも参加して、軌道上の宇宙飛行士の状況を情報共有する。

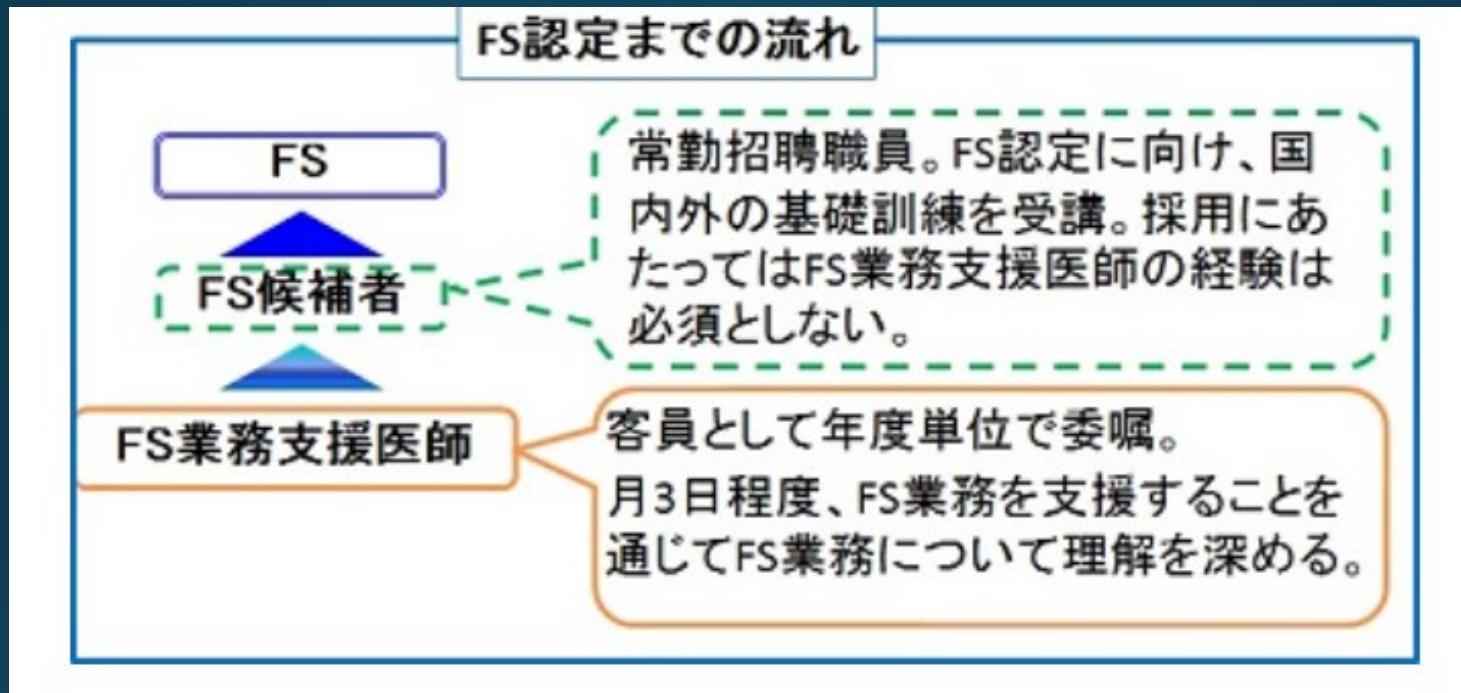
つくば宇宙センター（TKSC:Tsukuba Space Center）

**健康管理運用会議:**

- 軌道上に日本人宇宙飛行士が活動している期間、TKSCにいる健康管理要員は、専任FSから日本人宇宙飛行士の健康状態を確認した結果を報告する会議体(原則平日、1日1回)
- この会議の結果は、宇宙飛行士運用管制ユニット内の会議で情報共有する。

# フライト・サージャン (FS)になるには！

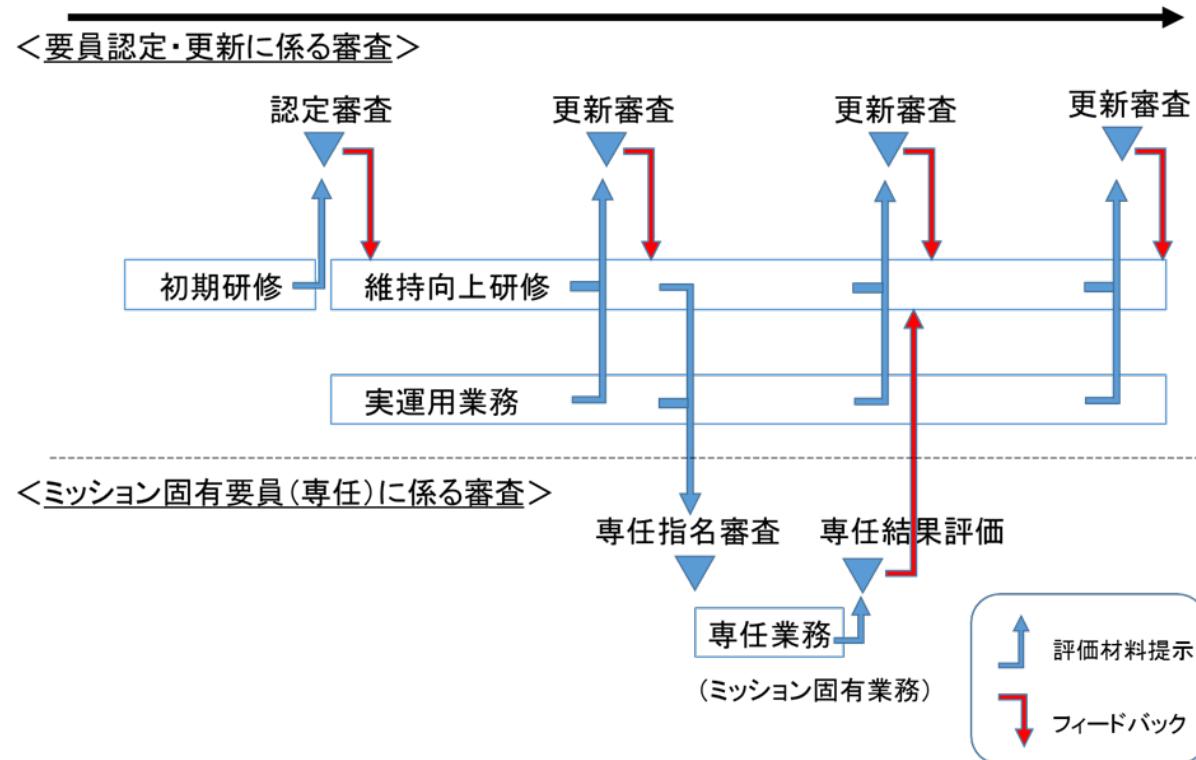
- ・フライトサージャン業務支援医師常時募集受付中



詳しくは、<http://iss.jaxa.jp/med/partner/fsgyoumushien.html>

# 健康管理要員の資格認定・更新

最近の各種資格認定の流れを受け、初回認定審査のみを5年毎の更新制度を導入。



# 生理的対策（体力測定・運動処方）

## •長期滞在に伴う身体の変化

### 【筋萎縮】

宇宙の1日は臥床2日分、加齢性変化の半年分に相当。

### 【骨量低下】

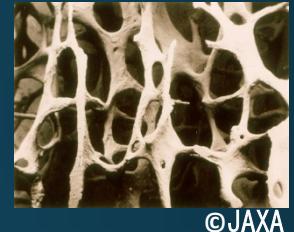
骨折のリスク。

### 【平衡機能障害】

身体の重さを感じない生活に慣れ、バランスがとれない。

### 【体液シフト】

帰還時は、体液再分布により脳への血流が低下。起立性低血圧により失神することも。



©JAXA

宇宙  
(骨粗しょう症)



長期滞在ミッションでは運動とリハビリが不可欠

# 本日参加いただいた皆さんへ

本日は、

1. 宇宙とは
  2. JAXAの概要
  3. ISSの紹介
  4. ISSでの生活
  5. 宇宙飛行士の健康管理
- についてご紹介しました。

・本説明会を通じて、少しでも宇宙やJAXAについて、興味を持っていただけると幸いです。