

新時代の国際宇宙協力

WDAI 創設10周年記念･第20回定例会

宇宙航空研究開発機構
調査国際部長　小野田　勝美

2026年10月12日

自己紹介



東京大学教養学部　教養学科第三　国際関係論コース（1995）
京都大学大学院地球環境学舎　環境マネジメント修士課程（2006）
京都大学大学院地球環境学堂　地球環境学博士（2009）

- 1995年　宇宙開発事業団（NASDA、JAXAの前身の一つ）採用
- 1997年　地球観測推進部
- 1999年　国連宇宙部（オーストリア、ウィーン）へ派遣
- 2000年　JAXA衛星プログラム推進部
- 2003年　産学官連携部　関西サテライトオフィス
- 2009年　地球観測に関する政府間会合（GEO）事務局（スイス、ジュネーヴ）派遣
- 2012年　JAXA調査国際部
- 2018年　ワシントン駐在員事務所長
- 2024年　調査国際部長

今日の話題

（0. 自己紹介）

1. JAXAの仕事
2. 国際宇宙ステーション
3. アルテミス計画
4. 宇宙と私たちの生活
5. 宇宙歯科学（Space Dentistry）の進展
6. まとめ

1．JAXAの仕事


Movable Launcher 5

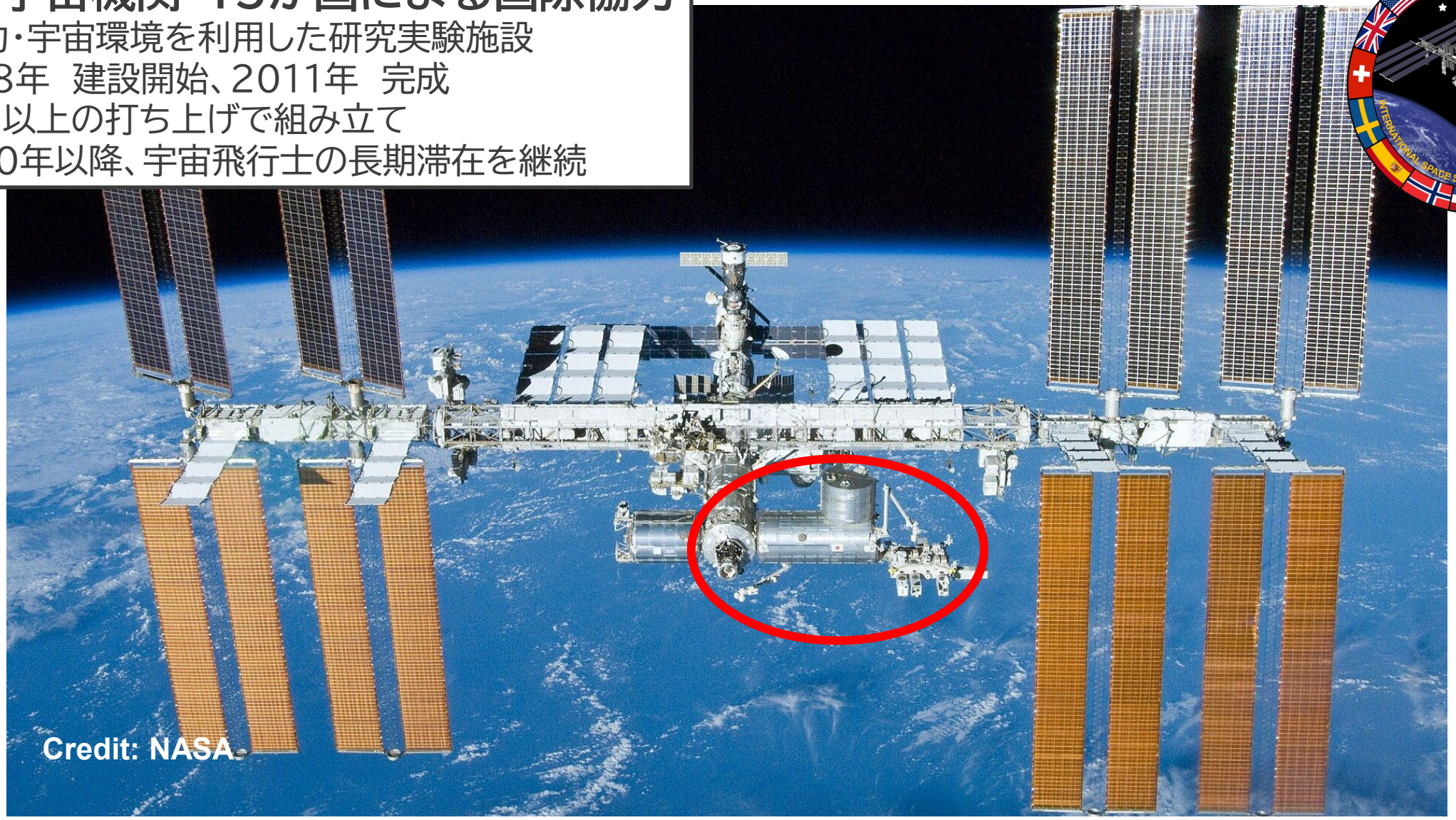
２．国際宇宙ステーション

国際宇宙ステーション(ISS) (1/2)

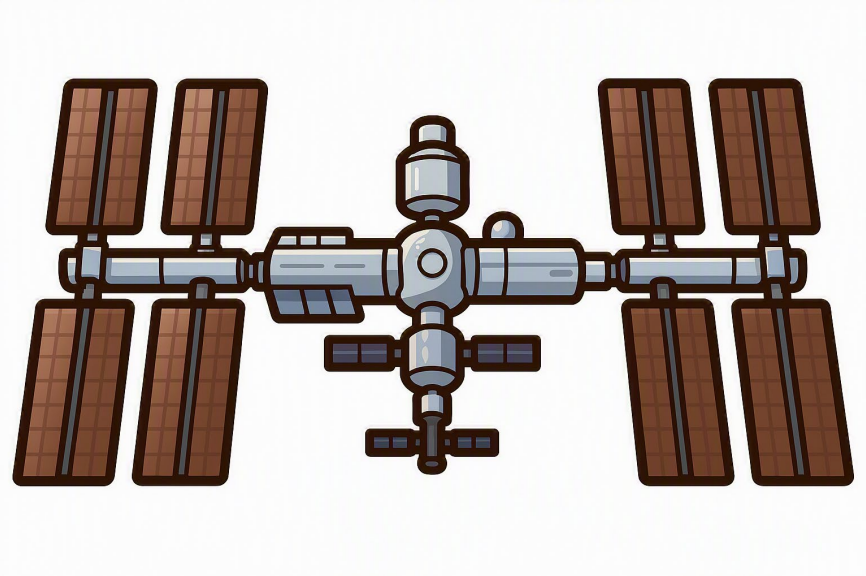
5つの宇宙機関・15か国による国際協力

微小重力・宇宙環境を利用した研究実験施設

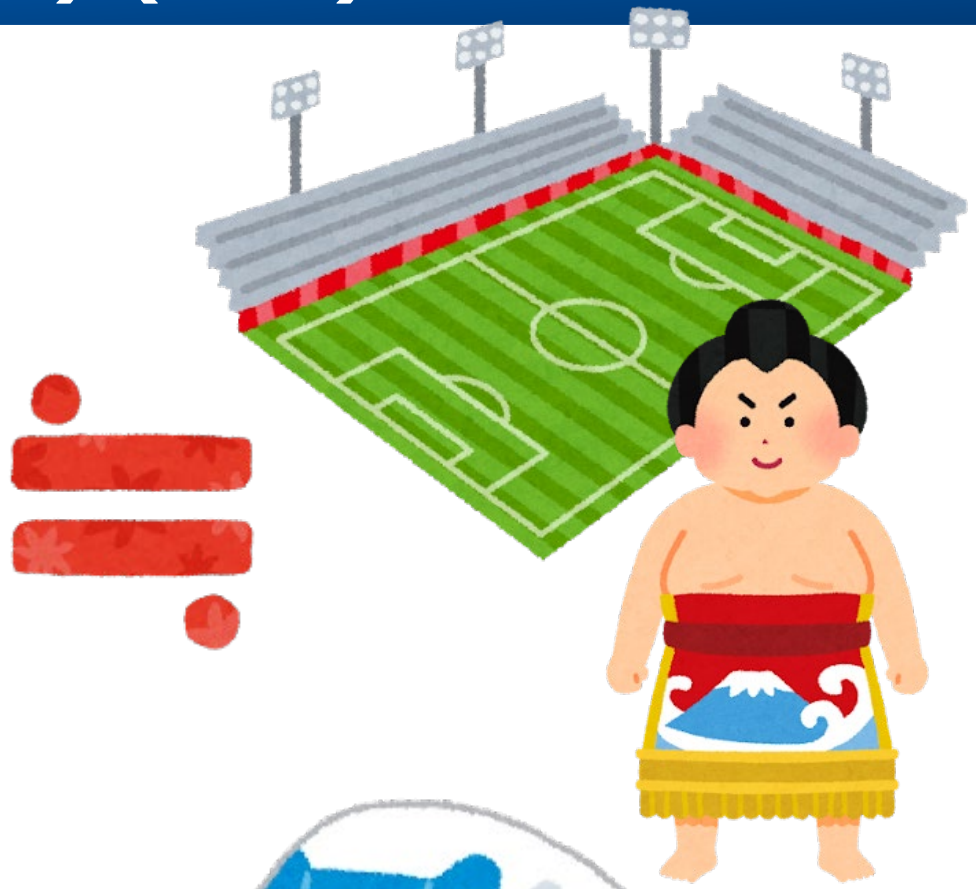
- 1998年　建設開始、2011年　完成
- 40回以上の打ち上げで組み立て
- 2000年以降、宇宙飛行士の長期滞在を継続



国際宇宙ステーション(ISS) (2/2)



大きさ　109 m x 73 m
重さ　450 トン
速さ　約7.7km/秒



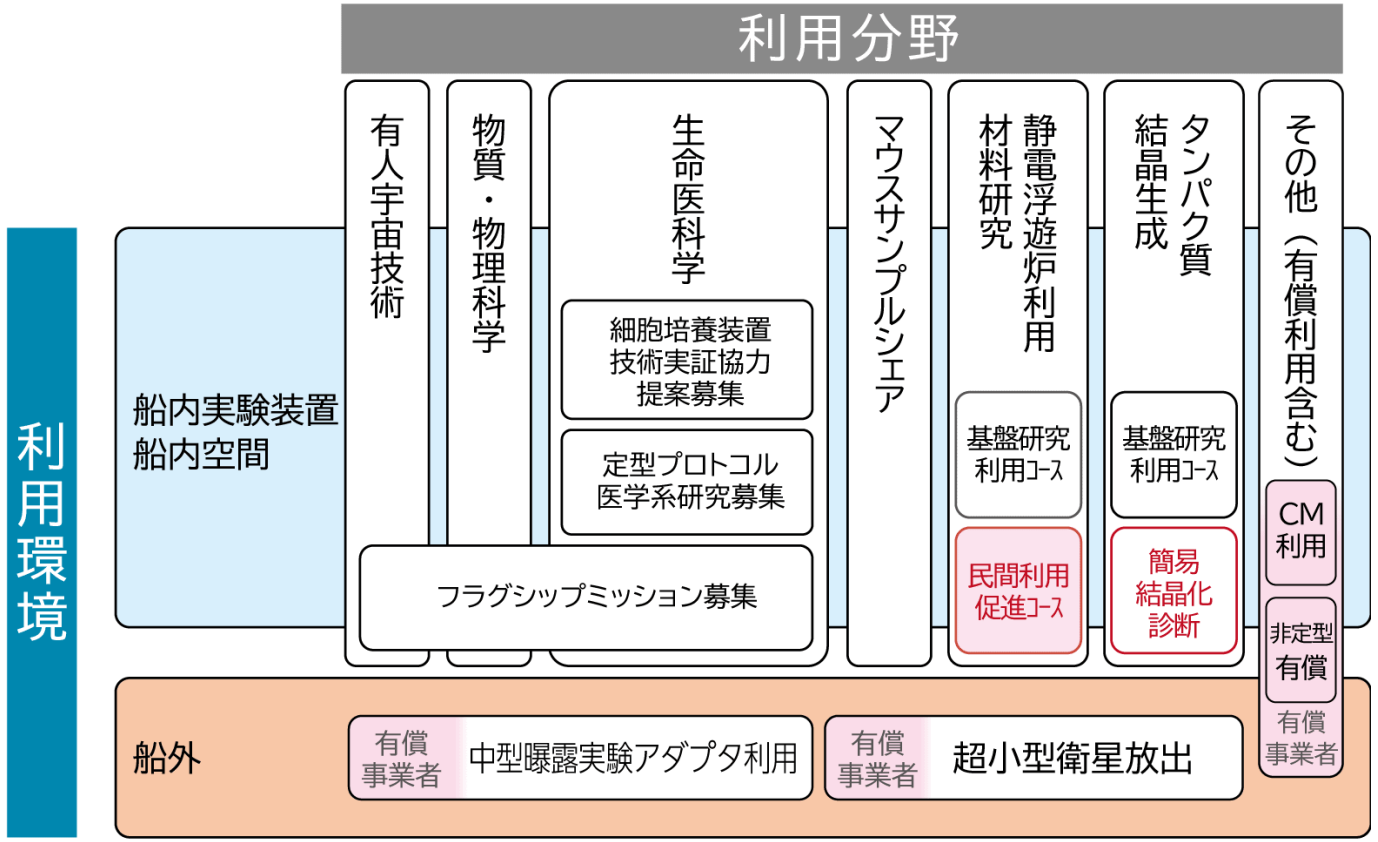
サッカー場
約100m × 70m

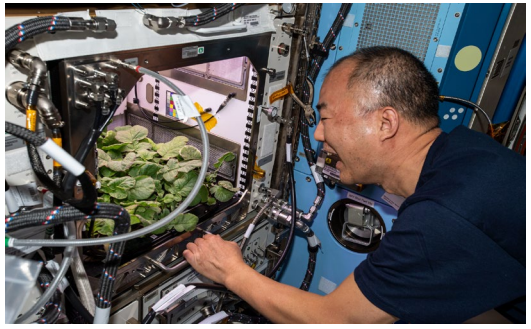
お相撲さん
160 kg×2,813人



新幹線
約80～90m/秒

宇宙環境を利用した実験



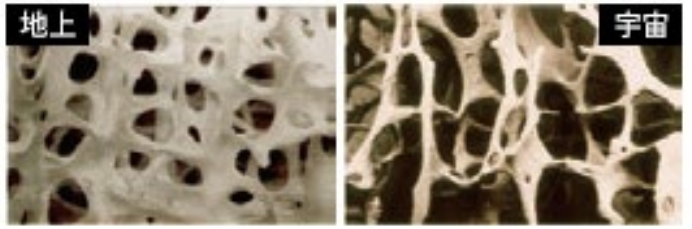


植物の生育実験



超小型衛星の放出

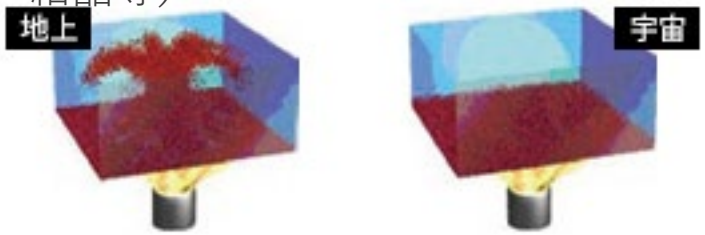
生物の体が変化（骨粗しょう症等）



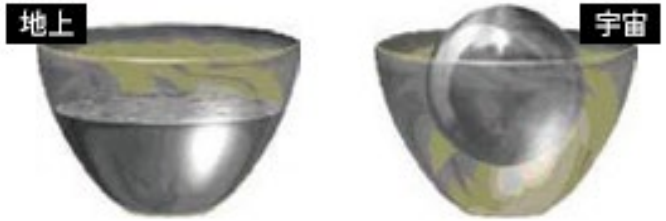
沈降がない（規則性の高い材料）



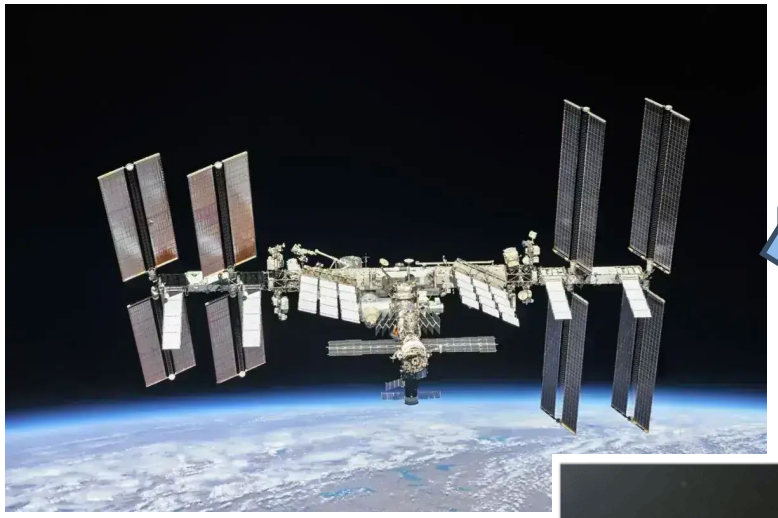
熱対流がない（高品質なたんぱく質結晶等）



容器無しで浮遊（汚染や影響なし）



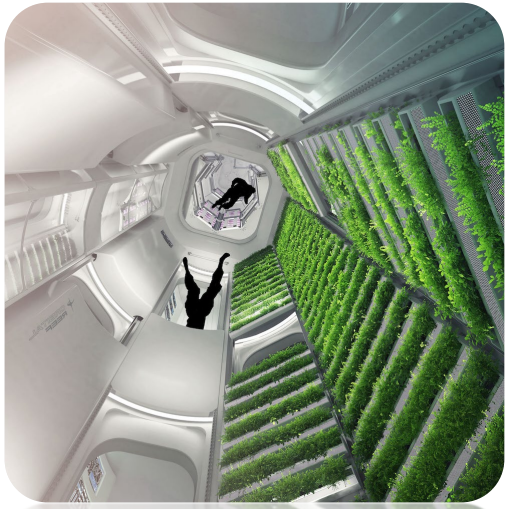
ポストISS: 商業宇宙ステーション



現在の国際宇宙ステーション（ISS）は2030年までの運用予定
Credit: NASA



欧州も商業宇宙ステーションを検討中 Credit: ESA



Starlab



左から：Haven-2, Axiom Station, Orbital Reef, and Starlab.
Credit: Vast, Axiom Space, Blue Origin, and Starlab Space



Vast/Haven-1

３．アルテミス計画　月から火星以遠へ

アルテミス計画

人類を再び月へ送り、長期間滞在し、持続的に月探査を行う米国主導のプログラム
- 👉月面の探査だけではなく火星も視野に入れている
- 👉行って帰ってくるだけではなく月面で活動し続ける
- 👉アメリカのNASAだけではなく国際パートナーや産業界とも協力する

Credit: NASA



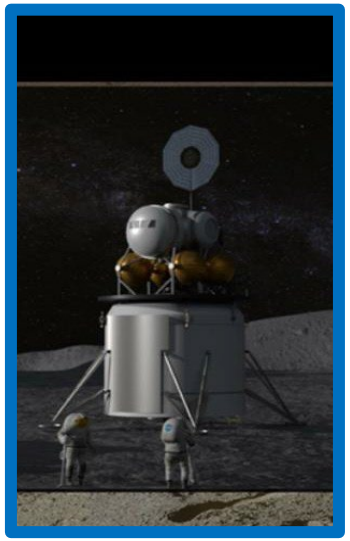
2019年、ペンス米副大統領（当時）発表



SLS
（ロケット）



ORION
（有人宇宙船）



Human Lander System(HLS)
（着陸機）



Moon Base
（月面基地）



CLPS
（民間企業による月面輸送サービス）



2026年、アイザックマンNASA長官発表

Credit: NASA/Bill Ingalls

日本によるアルテミス計画参加への道



安倍首相アルテミス
計画への参加の決定

2019

月面協力に関する共同宣言
（MEXT/NASA）





2020

アルテミスアコード
署名

日本政府とNASA
ゲートウェイ計画覚書署名





岸田首相日本人宇宙飛行士
月面着陸の意図を発表

2021

文科省とNASA
ゲートウェイ計画実施取決め署名





トランプ大統領訪日

2022

宇宙飛行士候補選抜





日米両政府
宇宙協力に関する枠組み協定署名

2023

文科省とNASA
月面与圧ローバ実施取決め署名



2024

日米首脳会談共同声明（2024.4.10）



(Photo: Cabinet Public Affairs Office)

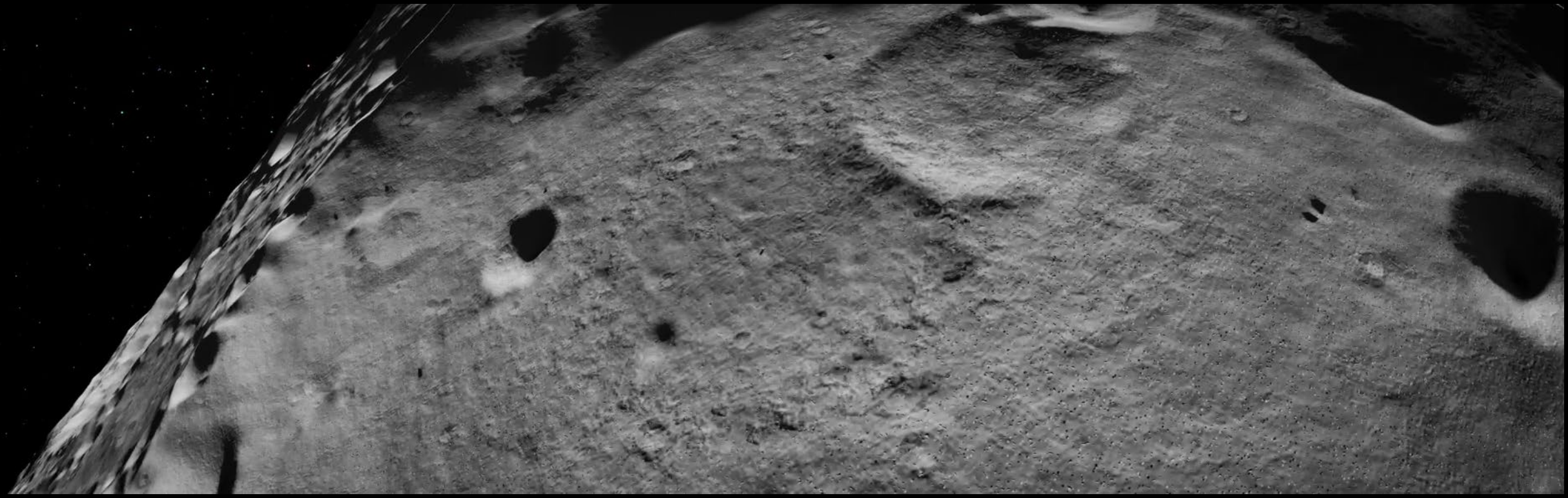
両首脳は、宇宙分野での日米協力を一層推進していくことで一致しました。また、日本からの月面与圧ローバの提供と日本人宇宙飛行士の2回の月面着陸を含む、与圧ローバによる月面探査の実施取決めの署名を歓迎しました。さらに、両首脳は、重要なベンチマークが達成されることを前提に、アルテミス計画の将来のミッションで日本人宇宙飛行士が米国人以外で初めて月面に着陸するという共通の目標を発表しました。

外務省HP：https://www.mofa.go.jp/mofaj/na/na1/us/pageit_000001_00499.html

月面有人与圧ローバ



Pressurized Rover



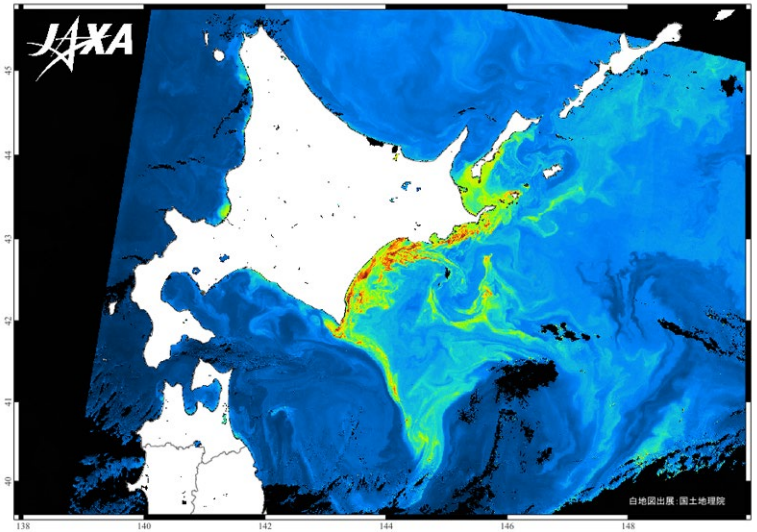
©JAXA

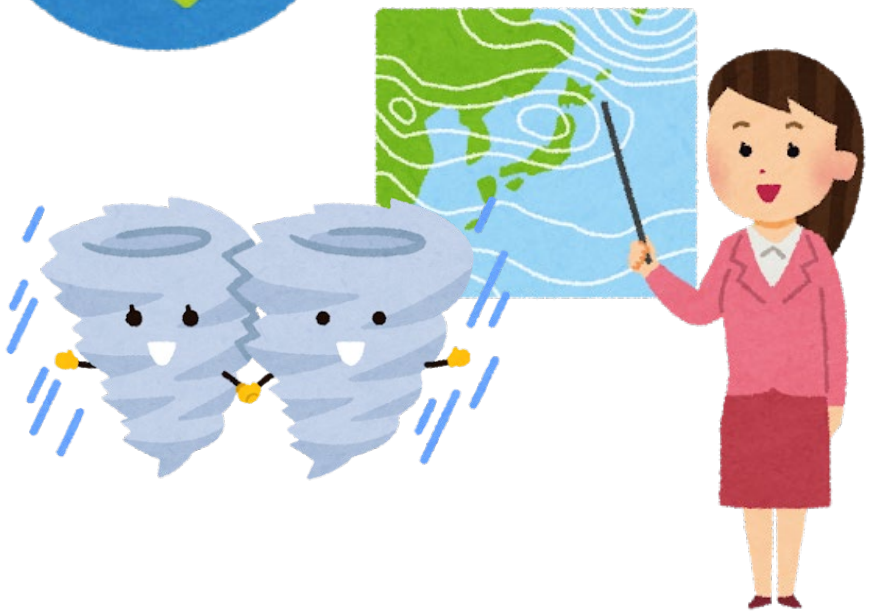
4. 宇宙と私たちの生活

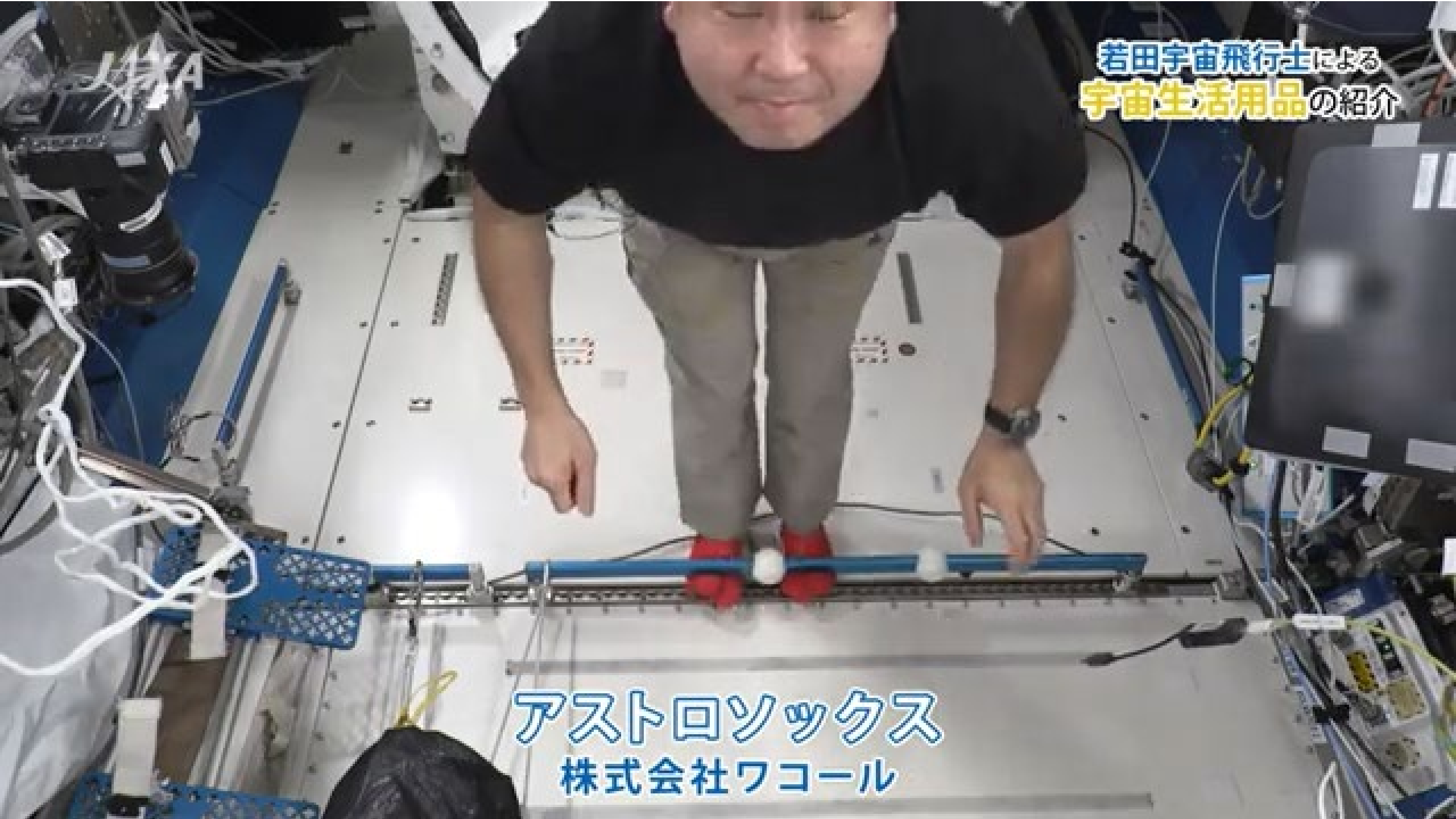
宇宙と私たちの生活










若田宇宙飛行士による
宇宙生活用品の紹介
アストロソックス
株式会社ワコール


大西卓哉の
宇宙で
やってみた
JAXA

5. 宇宙歯科学（Space Dentistry)の進展

(※注：発表者（非専門家）による公開情報調べ)

宇宙歯科学（Space Dentistry）(2014の論文)

◆歯科・口腔疾患は宇宙飛行士の健康状態やミッション遂行能力に影響を与える可能性がある。
◆著者らは、将来の月・火星探査に向け、診断・治療・予防を含む「**宇宙歯科学（Space Dentistry）**」の必要性を指摘。**Space Oral Health Promotion（SOHP）**構想を提唱し、リスク評価・診断・予防の必要性を提示

◆ Zaitsu, Takashi, Toshio Ohta, Hiroshi Ohshima and Chiaki Mukai, **“The Importance and Necessity of Space Dentistry”** (Trans. JSASS Aerospace Tech. Japan Vol. 12, No. ists29, pp. Tp_7-Tp_9, 2014)
https://www.jstage.jst.go.jp/article/tastj/12/ists29/12_Tp_7/_pdf/-char/en

◆ NASAは長期探査における主要歯科リスクとして以下を例示。
虫歯（Caries）、歯髄炎（Pulpitis）、歯根膿瘍（Abscess）、歯の脱落（Tooth Loss）、詰め物・クラウンの脱離

◆ 治療（**Treatment**）
国際宇宙ステーション（ISS）には、麻酔（伝達麻酔）や応急処置、鎮痛管理などを定めた**医療マニュアル（Dental Pack）**が存在。水の制限や鋭利な器具の制限がある宇宙環境に対応するため、**簡便かつ安全に操作できる専用の治療プロトコルや器具の開発**、微小重力下で患者と医師を固定する方法の確立が求められる。

◆ **予防（Prevention）**
ISSでの実質的な予防策は歯磨きのみであり、宇宙環境向けの予防マニュアルは確立されていない。
著者らは、歯間ブラシやデンタルフロスの導入、フッ化物の応用、口腔防御機能を高める**ガムの咀嚼や口腔機能向上プログラム**の導入を提案。

宇宙歯科学: 今日までの進歩(~2026)（1/2)

1．予防技術の大幅なアップデート（宇宙歯磨きの実用化）

- 水不要・飲み込めるオーラルケアの導入、「**原因菌を抑制しながら、万が一飲み込んでも安全な成分**」という相反する課題をクリアした製品が宇宙の標準に。（九州大学等と開発「オーラルピース」、ライオンなど大手メーカーも研究）

2．リスクと病態メカニズムの科学的解明

- 複数の宇宙飛行ミッション（ISS）での実験データを統合解析した結果、微小重力下のカンジダ菌は地上対照群と比較して、**世代時間が短く、より高い増殖傾向（有意な増加）**を示した。抗真菌薬への抵抗性向上が見られ、クルーの免疫低下と合わさることで口腔真菌症（口腔カンジダ症など）のリスクを高めることを警告（https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8067245/）

- 宇宙滞在による骨密度の低下が、歯を支える「歯槽骨」の吸収（減少）を進行させ、歯の動揺（グラつき）に直結することが、JAXA等のマウス宇宙実験などで明らかに。（https://humans-in-space.jaxa.jp/kibouser/library/item/subject/74395-03.pdf）

宇宙歯科学: 今日までの進歩(~2026)（2/2)

3．治療の強化

- 微小な気圧の乱高下でも微小漏洩（マイクロリーク）を起こしにくい高密着性のレジン系セメント（Resin-based luting cements）の開発や、将来の火星探査を見据えた**3Dプリンターによる船内での人工歯（プロテーゼ）出力**の研究
- 出血をコントロールするための微小重力対応型組織シーラント（生体接着バンド）など、限られた医療キットで最大の効果を出すためのツールの規格化が進む。（https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11383425/）

4．遠隔診断(tele-dentistry)の体制構築

- デジタルカメラや**NASAの遠隔歯科プロトコル**を用い、船内の宇宙飛行士が撮影した口腔内画像やデータを高解像度で地上へ転送し、地球の歯科医師チームがリアルタイムに近い形で診断・治療指導を行えるシステム（Teledentistry）の運用が定着
（https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20220015316/downloads/2022_SMILECON_Hodapp_Haas_Beyond_Earth_Orbit_Oct%2015.pdf）

5．先端技術による対応策とガイド

- 歯周膿瘍、抜歯、詰め物の脱離など軽度の治療プロセスを機械が読み取れる形式に変換、AIや遠隔診断（テレデンティストリー）を組み合わせ、緊急処置を行えるようにする知識グラフモデルを提案。
https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0094576525005247
- ペリオドンタル・デジタルツイン（歯周病デジタルツイン）による早期警告システムの活用
https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41895330
- 宇宙用バイオ材料と自己修復ポリマーなどの開発に関するガイド
https://faseb.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1096/fj.202503258R

月：アルテミス・オライオン宇宙船に搭載可能なデンタルキット







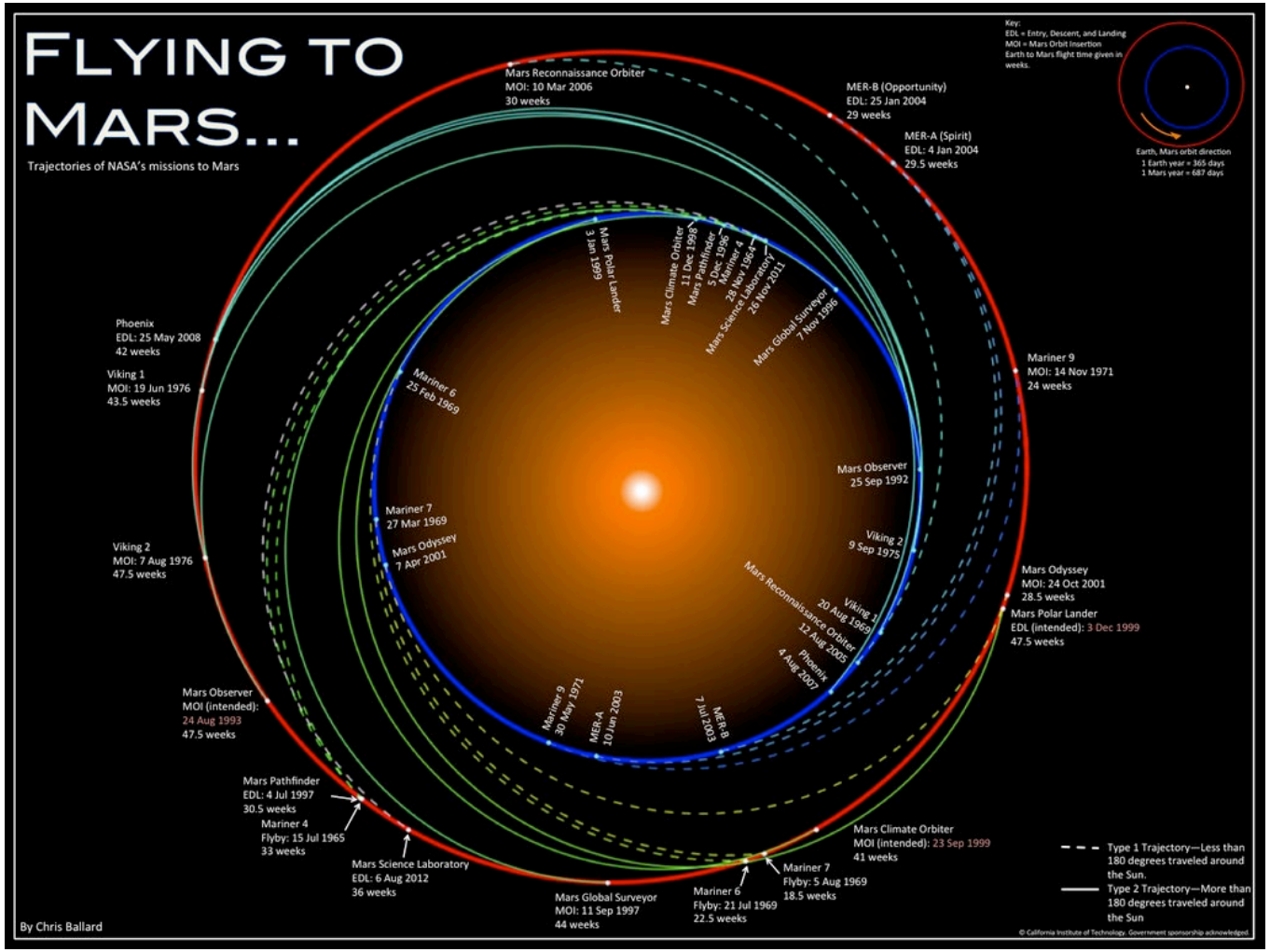
Conditions	Case	Probability of Occurrence
DENTAL: ABSCESS	Best Case	0.0015
DENTAL: ABSCESS	Worst Case	0.0004
DENTAL: AVULSION (TOOTH LOSS)	Best Case	0.0005
DENTAL: AVULSION (TOOTH LOSS)	Worst Case	0.0002
DENTAL: CARIES	Best Case	0.0014
DENTAL: CARIES	Worst Case	0.0008
DENTAL: CROWN LOSS	Best Case	0.0003
DENTAL: CROWN LOSS	Worst Case	0
DENTAL: EXPOSED PULP	Best Case	0.0036
DENTAL: EXPOSED PULP	Worst Case	0.001
DENTAL: FILLING LOSS	Best Case	0.0011
DENTAL: FILLING LOSS	Worst Case	0.0001

$$Exclusion\ Score = \frac{Complexity * Futility}{Probability}$$

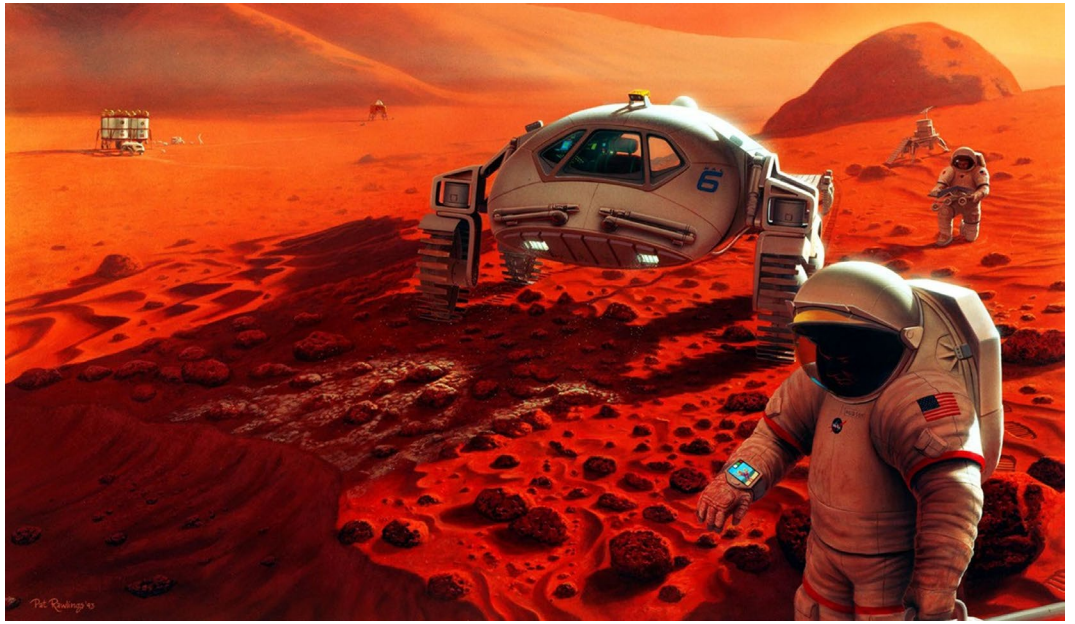
- ミッション期間（10-20日）
- 医療システムの総重量は約15キロ、容量は小さなキャリースーツケースほど。
  キャビン圧と可燃性のため酸素療法は不可。
  ほぼリアルタイムの通信可能（約1.3秒）
- 低確率、高リソース、低成功率の治療は想定に含められない可能性が高い。

出典：
https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20220015316/downloads/2022_SMILECON_Hodapp_Haas_Beyond_Earth_Orbit_Oct%2015.pdf

火星ミッションだと・・・



- ミッション期間：往復約3年
- 緊急帰還は不可
- 通信：片道20分間の遅延あり



出典：https://www.jpl.nasa.gov/infographics/flying-to-mars/

出典：https://science.nasa.gov/resource/humans-on-mars/

MMX

Martian Moons eXploration

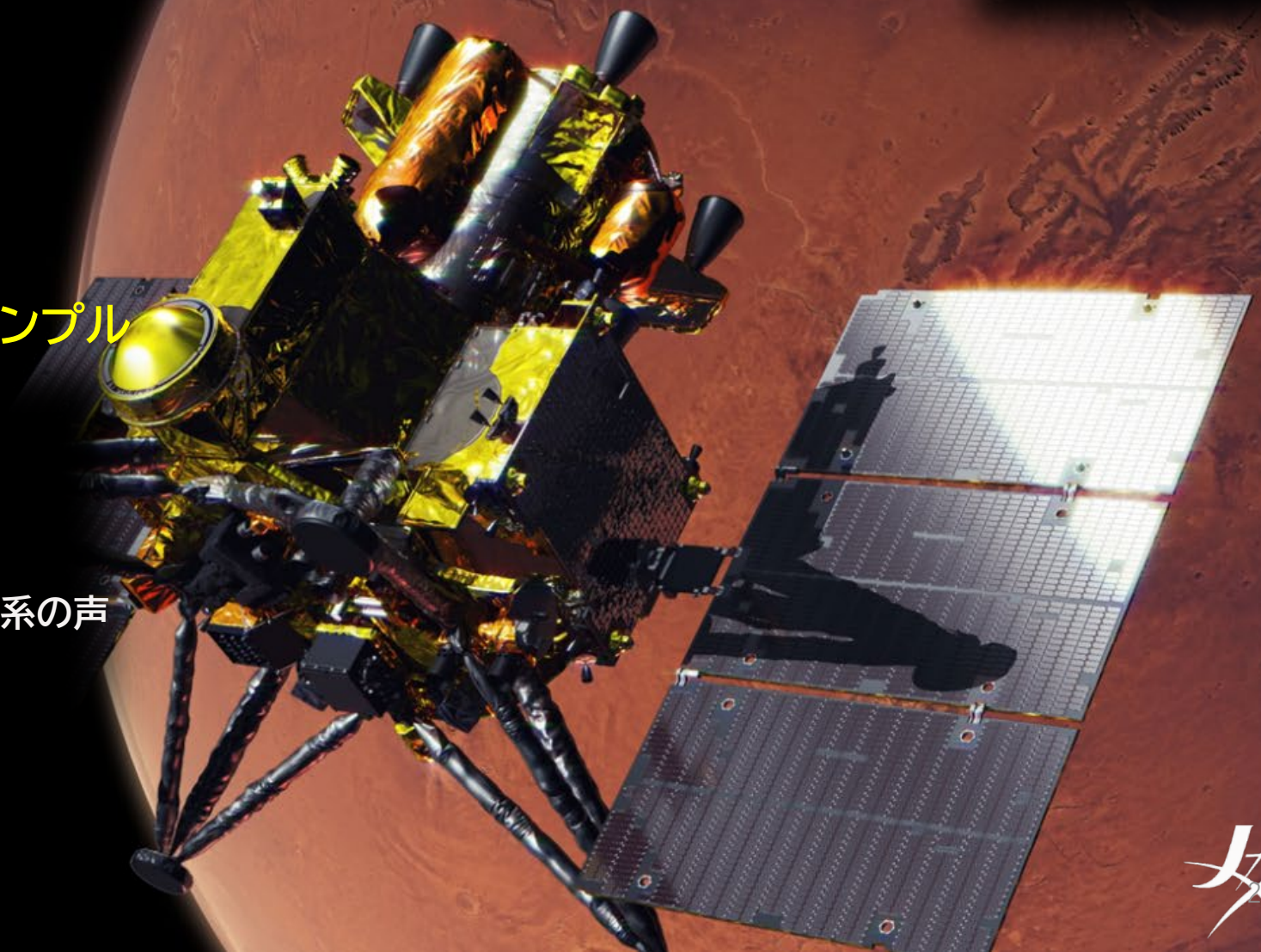


重量: ~ 4480kg
ミッション期間: ~ 5年
打上げ機「: H3
打上げ日: 2026年10月20日

火星の月、フォボスへの初めてのサンプル リターン・ミッション

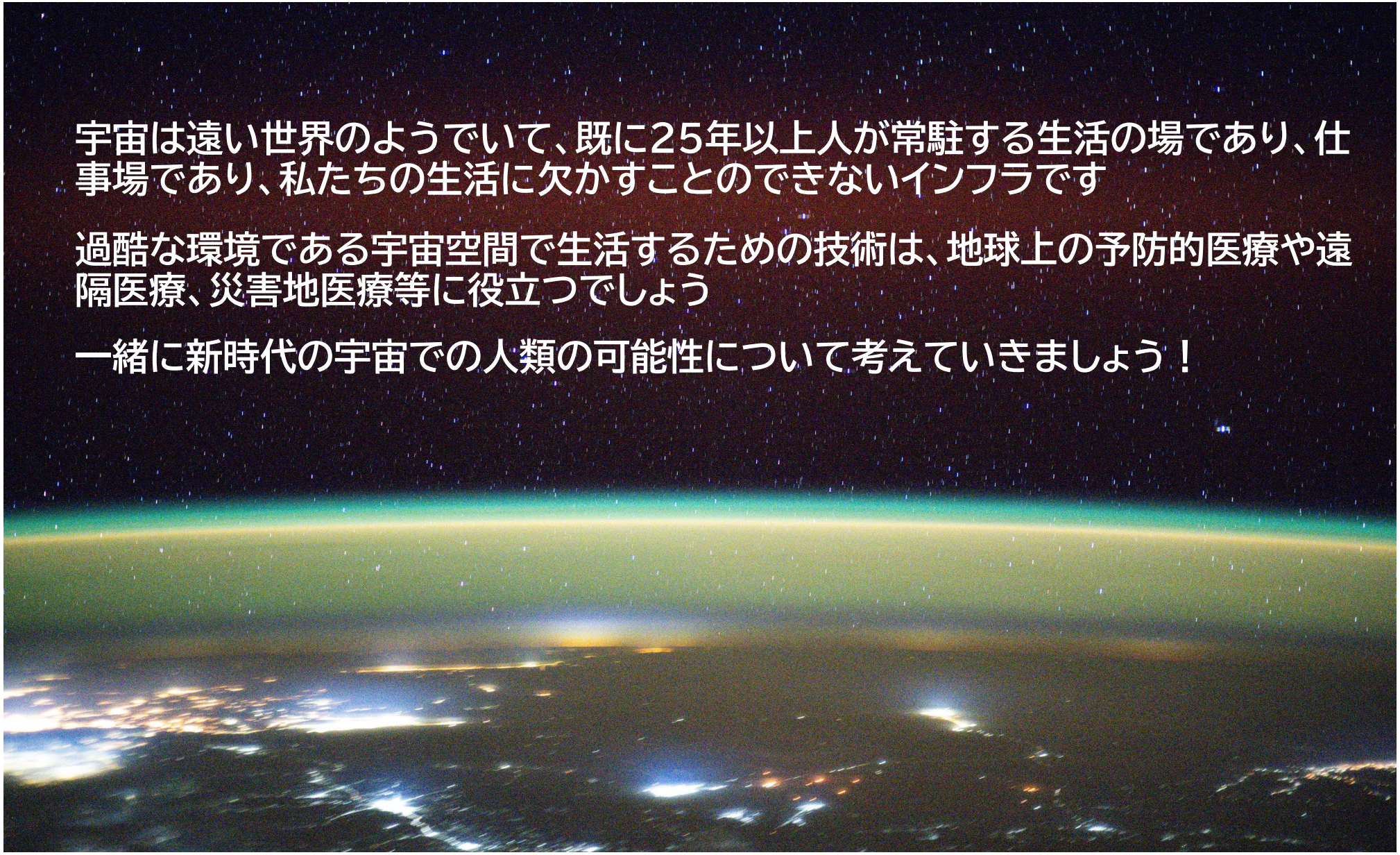
ミッション目的

1. 惑星科学：火星の月を観察し、また、太陽系の声明の起源を解明する。
2. 将来の探査活動のための技術獲得



JAXA

まとめ


宇宙は遠い世界のようでいて、既に25年以上人が常駐する生活の場であり、仕事場であり、私たちの生活に欠かすことのできないインフラです
過酷な環境である宇宙空間で生活するための技術は、地球上の予防的医療や遠隔医療、災害地医療等に役立つでしょう
一緒に新時代の宇宙での人類の可能性について考えていきましょう！


9. ご清聴ありがとうございました！