

TAKUYA ONISHI

ISS Expedition

NC版 | 2024.11.27

大西卓哉 宇宙飛行士 ISS 長期滞在ミッション プレスキット

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 (JAXA)



改訂履歴

訂符	日付	改訂ページ	改訂理由
初版（NC版）	2024.11.27	—	—



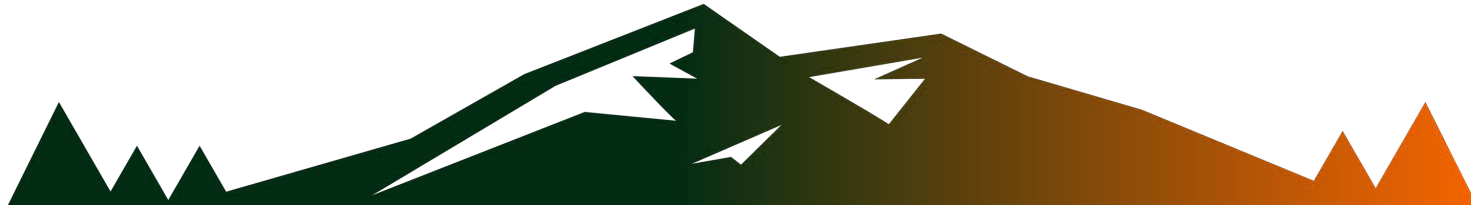
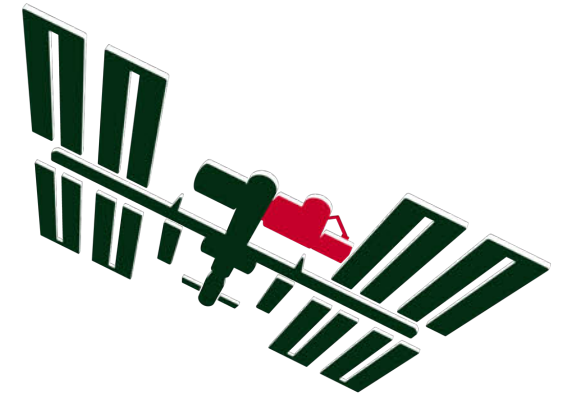
1	大西宇宙飛行士のプロフィール	.....	6
2	ISS長期滞在ミッション概要	.....	9
2-1	大西宇宙飛行士 ISS長期滞在ミッション概要	.....	10
2-2	ロゴマーク	.....	11
2-3-1	大西宇宙飛行士ISS長期滞在ミッションの体制①	.....	12
2-3-2	大西宇宙飛行士ISS長期滞在ミッションの体制②	.....	13
2-3-3	大西宇宙飛行士ISS長期滞在ミッションの体制③	.....	14
2-3-4	大西宇宙飛行士ISS長期滞在ミッションの体制④	.....	15
2-4	大西宇宙飛行士とともに飛行するCrew-10クルー	.....	16
3	クルードラゴン宇宙船（Crew-10）フライト	.....	17
3-1	クルードラゴン宇宙船（Crew-10）飛行計画概要	.....	18
3-2	打上げイベントシーケンス	.....	19

4	JAXAが実施予定の「きぼう」利用ミッション	.....	27
4-1	ISS長期滞在ミッションのキーメッセージ	.....	28
4-2	ISS長期滞在期間の「きぼう」利用戦略における位置づけ	.....	29
4-3	ISS長期滞在中に実施予定の利用ミッション（抜粋）	.....	30
4-4	4-4章に掲載の利用ミッション一覧	.....	31
1	【FLARE】火災安全性向上に向けた固体材料の燃焼現象に対する重力影響の評価	.....	32
2	【Space Cancer Therapeutics】宇宙環境ががん治療薬の効果に与える影響の解明	.....	34
3	【ELF】静電浮遊炉を使用した高精度熱物性測定	.....	36
4	【DRCS】将来有人宇宙探査に向けた二酸化炭素除去の軌道上技術実証	.....	38
5	【J-SSOD】超小型衛星放出ミッション	.....	40
6	【Cell Gravisensing】細胞の重力センシング機構の解明	.....	42
7	【Hicari-2】微小重力下におけるシリコンゲルマニウム結晶育成の研究	.....	44
8	【Kibo-RPC】第6回「きぼう」ロボットプログラミング競技会	.....	45
9	【Int-Ball 2】JEM船内可搬型ビデオカメラシステム実証2号機(Int-Ball2)	.....	47
10	【i-SEEP】中型曝露実験アダプタを利用した船外曝露実験「きぼう」の船外利用をより身近に。	.....	49
4-5	関連リンク	.....	51

5	その他の軌道上の活動	.....	52
5-1	搭載する宇宙日本食	.....	53
5-2	搭載する生活用品	.....	54
付録1	国際宇宙ステーションについて	.....	55
	概要	.....	56
	各国の果たす役割	.....	57
	ISSの運用	.....	58
	ISSでの生活	.....	59
付録2	「きぼう」日本実験棟	.....	65
	きぼうの構成	.....	66
	船内実験装置	.....	67
	船外実験プラットフォーム	.....	68
	きぼうの運用管制	.....	79
付録3	有人宇宙活動における統計データ	.....	70
	JAXA宇宙飛行士飛行履歴	.....	71
	大西宇宙飛行士の宇宙飛行履歴	.....	72

1 Profile

大西宇宙飛行士のプロフィール



TAKUYA ONISHI *Biography*

経歴

大西 卓哉

1975年東京都生まれ。

2016年に、ISS第48次/第49次長期滞在クルーのフライトエンジニアとしてISSに約113日間滞在。

滞在中は、シグナス補給船のキャプチャ（把持）やロボットアームによる船外活動（EVA）の支援、ISSの保全作業や宇宙環境を利用した様々な科学実験を実施した。

2020年にはJAXAフライトディレクタに認定され、「きぼう」日本実験棟の運用管制業務にも従事している。



Image by JAXA



Image by JAXA/NASA



Image by JAXA/NASA



Image by JAXA

- **1975**
東京都に生まれる。
- **1998.3**
東京大学工学部航空宇宙工学科卒業。
- **1998.4**
全日本空輸株式会社入社。
- **2003.6**
全日本空輸株式会社 運航本部に所属。
- **2009.2**
JAXAよりISSに搭乗する日本人宇宙飛行士の候補者として選抜される。
- **2009.4**
JAXA入社。
ISS搭乗宇宙飛行士候補者基礎訓練に参加。
- **2011.4~**
ISS参加機関の国際協力のもとに実施されるISS搭乗宇宙飛行士のアドバンスト訓練に参加。併せて、ISSに取り付けられる「きぼう」日本実験棟の開発・運用に関わる技術支援業務などを実施。
- **2011.7**
同基礎訓練を修了。
油井亀美也、金井宣茂とともにISS搭乗宇宙飛行士として認定される。
- **2011.10**
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」における第15回NASA極限環境ミッション運用（NEEMO15）訓練に参加。

- **2011.11**
ISS第48次／第49次長期滞在クルーのフライトエンジニアに任命される。
- **2016.7~10**
ISS第48次／第49次長期滞在クルーのフライトエンジニアとしてISSに約113日間滞在。滞在中は、日本人初のシグナス補給船のキャプチャを遂行。

「きぼう」船内に新たな利用環境を構築するとともに、JAXAの利用実験活動を実施した。
- **2020.1**
JAXAフライトディレクタとして認定される。『きぼう』運用管制業務に従事。
- **2023.11**
2025年ごろのISS長期滞在搭乗員にアサインされる。

2 Mission

ISS長期滞在ミッション概要





大西宇宙飛行士 ISS長期滞在ミッション概要

飛行計画概要

大西宇宙飛行士は、2025年2月以降にクルードラゴン宇宙船で国際宇宙ステーション（ISS）へ向かい、約半年間の長期滞在を行う予定です。今回で、大西宇宙飛行士としては自身2回目の宇宙飛行、2回目の長期滞在となり、日本人宇宙飛行士のISS長期滞在としては、のべ13回目となります。

大西宇宙飛行士と同時滞在予定のクルー

72S

Roscosmos	アレクセイ・オブチニン	NASA	ドナルド・ペティット
Roscosmos	イヴァン・ヴァグナー		

Crew-9

NASA	ニック・ヘイグ	NASA	バリー・ウィルモア (※)
Roscosmos	アレクサンダー・ゴルブノフ	NASA	サニータ・ウィリアムズ (※)

※バリー・ウィルモア及びサニータ・ウィリアムズは、スターライナー有人試験飛行に搭乗しました。

Crew-10

JAXA	大西卓哉	NASA	ニコル・エアーズ
NASA	アン・マクレイン	Roscosmos	キリル・ペスコフ

第72次長期滞在

第73次長期滞在

ロゴマーク

大西宇宙飛行士 ISS滞在ミッションのJAXAロゴマーク

奥に見えているのは筑波宇宙センターから見える筑波山。そして、その上に浮かぶのは国際宇宙ステーション（ISS）。「きぼう」日本実験棟を赤く示しています。

大西卓哉宇宙飛行士は、宇宙飛行士でもあり、「きぼう」運用管制チームをとりまとめるフライトディレクターでもあります。そんな大西宇宙飛行士が地上の仲間たちとともに見上げる視点でISSを描くことで、仲間との絆やチームワークを表しています。

また、つくばにいる地上の仲間たちにとって日常的な風景である筑波山を描くことで、「きぼう」で得た成果を地上に持ち帰り地球に還元するという強い意志を示しています。

そして、全体の配色を夜明けの空の色とすることで、未来への希望を表現しています。

これからもISSを、「きぼう」を、しっかり利用していく。大西宇宙飛行士はその思いを胸に、2度目のISS長期滞在に臨みます。



大西宇宙飛行士ISS長期滞在ミッションJAXAロゴマーク
Image by JAXA

大西宇宙飛行士 ISS長期滞在期間のNASAミッションパッチ

NASAは、ISS長期滞在ミッション毎にミッションパッチを制作しています。右は、大西飛行士の滞在予定期間（ISS第72次／第73次長期滞在）のミッションパッチです。なお、ISSの長期滞在番号（第XX次長期滞在）はソユーズ宇宙船によるクルー交代のタイミングで決まるため、大西宇宙飛行士が搭乗するクルードラゴン宇宙船の打上げスケジュールが変更になる場合にはISS長期滞在番号も変更となる可能性があります。



ISS第72次長期滞在のミッションパッチ
Image by NASA



ISS第73次長期滞在のミッションパッチ
Image by ESA

大西宇宙飛行士ISS長期滞在ミッションの体制①

ISS長期滞在ミッションは、ISSに搭乗する宇宙飛行士と地上の運用管制員や宇宙実験担当等との連携により実施されます。

ISS長期滞在ミッションにおいて重要な役割を担う有人宇宙技術部門長とISSプログラマネージャをご紹介します。

有人宇宙技術部門長 松浦 真弓（まつうらまゆみ）

有人宇宙技術部門全体を統括。

【経歴】

1986年、宇宙開発事業団（現JAXA）に入社。人工衛星の追跡管制、ロケットの打ち上げ管制、国際宇宙ステーション「きぼう」日本実験棟や補給機「こうのとり」の運用管制、スペースデブリを観測するSSAシステム整備等の担当を経て、2024年4月から現職。



Image by JAXA

ISSプログラマネージャ 酒井 純一（さかいじゅんいち）

日本のISS計画に係る国際調整業務を統括。

【経歴】

1990年、宇宙開発事業団（現JAXA）入社。1992年より「きぼう」の管制系担当として開発に従事。「きぼう」フライトディレクタ、ヒューストン駐在員事務所長、新事業促進部を経て2020年より有人宇宙技術センター長、ISSプログラマネージャ兼務。



Image by JAXA

大西宇宙飛行士ISS長期滞在ミッションの体制②

インクリメントマネージャ 井上 夏彦（インクリメント72）

インクリメント※マネージャは、「きぼう」利用成果の最大化を目指して、担当する第72次・73次長期滞在期間中についての目標や重点ミッションを設定し、軌道上の各種リソース（宇宙飛行士の作業時間等）を適切に配分するポジションです。具体的には、以下のマネジメントを担います。

- 戦略的な目標設定及び利用・運用計画の立案
- 利用・運用状況の確認と計画の修正
- 上記に係るリスク管理及びISS参加機関との国際調整

【参考】インクリメントマネージャに必要なスキル

- ・ マネージメントスキル（状況把握力、問題解決力、交渉力等）
- ・ テクニカルスキル（利用・運用計画立案業務の知識・経験等）
- ・ ヒューマンスキル（英語力等）



井上 夏彦（いのうえ なつひこ）
インクリメントマネージャ
（第72次長期滞在） Image by JAXA

※インクリメントとは、国際宇宙ステーション（ISS）の運用期間の単位。エクспедиションともいう（Expedition ○○=第○○次長期滞在クルー）。大西宇宙飛行士は、インクリメント72の後半とインクリメント73期間でISS長期滞在予定

大西宇宙飛行士ISS長期滞在ミッションの体制③

ISS長期滞在ミッションは、ISSに搭乗する**宇宙飛行士と地上の運用管制員やインクリメントマネージャ、宇宙実験担当等の地上の多くのメンバーとの連携**により実施されます。ISS長期滞在ミッションにおいて重要な役割を担うインクリメントリードJ-FLIGHT※をご紹介します。

インクリメントリードJ-FLIGHT 渡邊 紗緒里、森 研人

インクリメントリードJ-FLIGHTは、「きぼう」と「きぼう」に設置されている日本の実験装置の運用管制をリアルタイムで行う管制チームのリーダーです。主な役割は以下の通りです。

- ISS及び「きぼう」の安全かつ円滑な運用、並びに「きぼう」利用成果の最大化のために、ISS及び「きぼう」の状況と宇宙飛行士の活動を掌握し、運用管制チームの指揮を執る。また、軌道上の宇宙飛行士との綿密な連携、コミュニケーションを取り、ミッションの着実な遂行に導く。
- 国際協力に基づき多拠点から分散運用するISSにおいて、日米欧加の運用管制を統括するNASAのフライトディレクタとの交渉責任を持つ。
- 不具合や緊急事態が発生した場合は、運用管制チームを指揮して、適切な情報把握・分析のもと、「きぼう」内の機器の安全化処置や、クルーの緊急退避のサポートを行う。



渡邊 紗緒里 (わたなべ さおり)
インクリメントリードJ-FLIGHT
(第72次長期滞在)
Image by JAXA



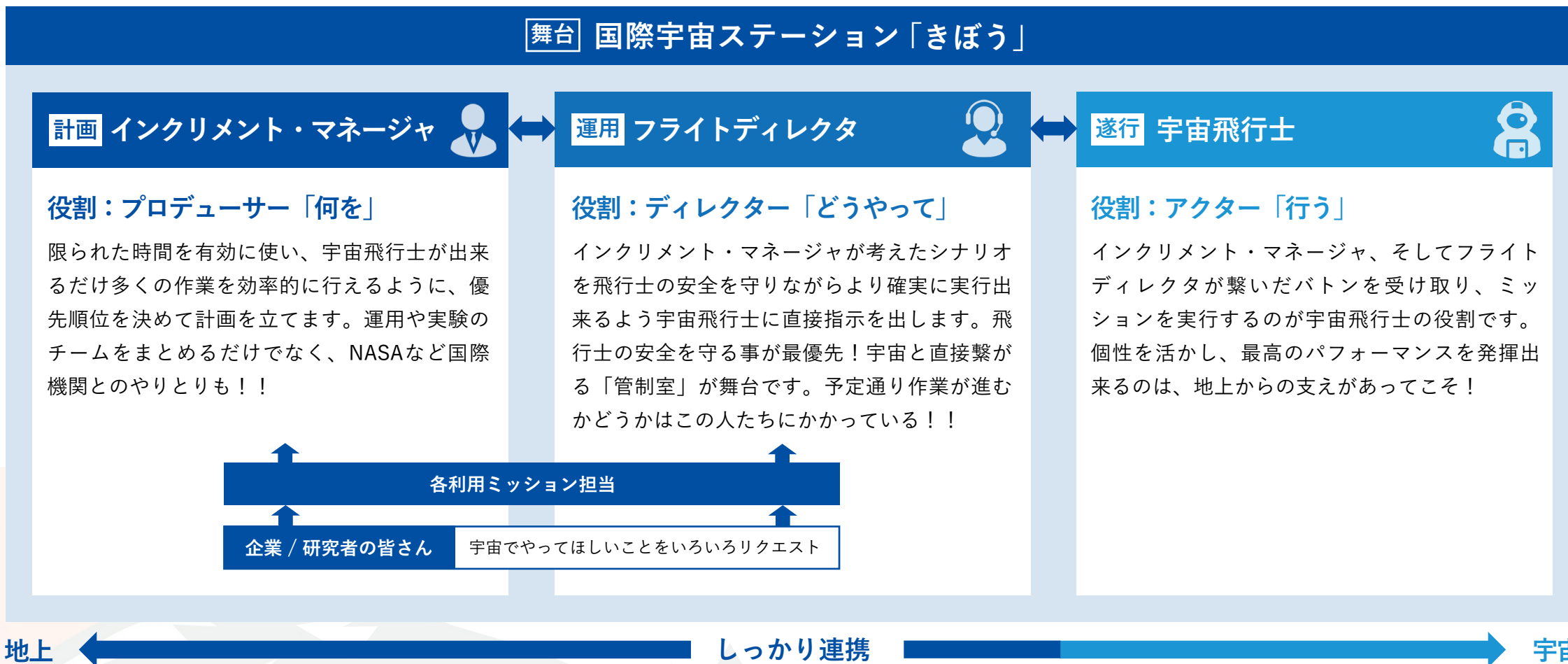
森 研人 (もり あきひと)
インクリメントリードJ-FLIGHT
(第73次長期滞在)
Image by JAXA

きぼう運用管制チームの役割・訓練等については、こちらのサイトをご覧ください。
<https://humans-in-space.jaxa.jp/kibo/operation/team/>

※ J-FLIGHT とは、「きぼう」運用管制を指揮し、クルー安全、運用計画、システム運用、実験運用全てに対する責任を持つ、JAXA フライトディレクタ。

大西宇宙飛行士ISS長期滞在ミッションの体制④

「きぼう」を舞台に繰り広げられる大きな役割分担



大西宇宙飛行士とともに飛行するCrew-10クルー



大西 卓哉

JAXA宇宙飛行士

Image by JAXA



ニコル・エアーズ

NASA宇宙飛行士

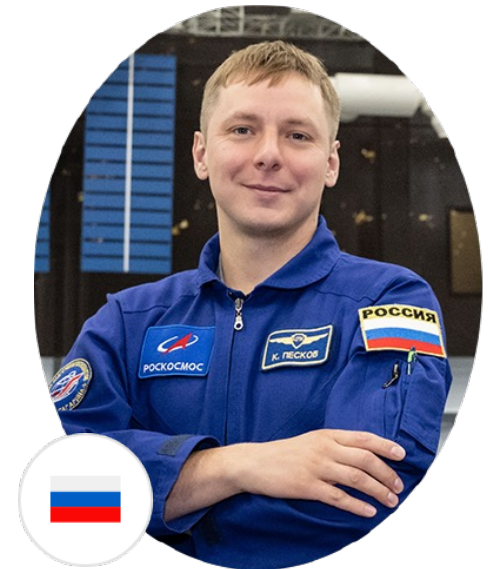
Image by NASA/Robert Markowitz



アン・マクレイン

NASA宇宙飛行士

Image by NASA



キリル・ペスコフ

Roscosmos宇宙飛行士

Image by NASA

3 Mission

クルードラゴン宇宙船（Crew-10）フライト



クルードラゴン宇宙船（Crew-10）飛行計画概要

※情報が更新され次第、内容を随時更新いたします。

宇宙船名称	クルードラゴン宇宙船
ミッション番号	Crew-10（クルードラゴン宇宙船運用10号機）
打上げ日時	2025年2月以降（日本時間）
打上げ場所	米国フロリダ州ケネディ宇宙センター発射台
搭乗員	（2-4項 参照）
ISSドッキング日時	未定
ISS離脱・帰還時期	（未定）※ISSに約半年間係留予定
帰還場所	未定

※打上げ日時等は変更となる可能性があります。
※時刻は24時間制を用いています。

（2024年11月21日時点）



Crew-10のミッションパッチ
Image by NASA

Crew-10打上げファルコン9ロケット及びCrew-10クルードラゴンの特徴

※情報が更新され次第、内容を随時更新いたします。



SpaceX クルードラゴン

- 高さ：8.14m (26.7ft)
- 直径：4m (13ft)
- 最大搭乗能力：7名
(ISSミッションでは4名搭乗)
- 帰還：海面に着水

SpaceX



SpaceX ファルコン 9

- 高さ：70m (229.6ft)
- 段数：2段ロケット
- 直径：3.7m (12ft)
- 推進剤：液体酸素 (LOX) 及びケロシン (RP-1)
- 1段推進系：マーリンエンジン9基搭載- 1基あたり86tonf (190,000lbf)

SpaceX



打上げミッションイベントシーケンス (※以下はCrew-9の際のシーケンスになります。今回の流れの参考にご覧ください。)

※情報が更新され次第、内容を随時更新いたします。

Hour/Min/Sec	Events
-04:00:00	与圧服着用及び点検 Suit donning and checkouts
-03:22:00	ニールアームストロング運用チェックアウトビルから出発 Crew Walk Out from Neil Armstrong Operations and Checkout Building
-03:15:00	射点へ移動 Crew Transportation to Launch Pad
-02:55:00	射座に到着 Crew arrives at pad
-02:35:00	宇宙船搭乗 Crew ingress
-02:20:00	通信チェック Communication check
-02:15:00	座席回転動作確認 Verify ready for seat rotation
-02:14:00	与圧服リークチェック Suit leak checks
-01:55:00	ハッチ閉 Hatch close
-00:45:00	SpaceX社打上責任者推進剤充填開始へのGO確認 SpaceX Launch Director verifies go for propellant load
-00:42:00	クルーアクセスアーム後退 Crew access arm retracts
-00:37:00	クルードラゴン緊急離脱システムの安全装置解除 Dragon launch escape system is armed
-00:35:00	RP-1燃料充填開始 RP-1 (rocket grade kerosene) loading begins
-00:35:00	第1段LOX充填開始 1st stage LOX (liquid oxygen) loading begins
-00:16:00	第2段LOX充填開始 2nd stage LOX loading begins
-00:07:00	ファルコン9エンジン予冷開始 Falcon 9 begins engine chill prior to launch
-00:05:00	クルードラゴン内部電源切替え Dragon transitions to internal power
-00:01:00	フライトコンピュータへ打上げ前最終チェックのコマンド送信 Command flight computer to begin final prelaunch checks



打上げミッションイベントシーケンス (※以下はCrew-9の際のシーケンスになります。今回の流れの参考にご覧ください。)

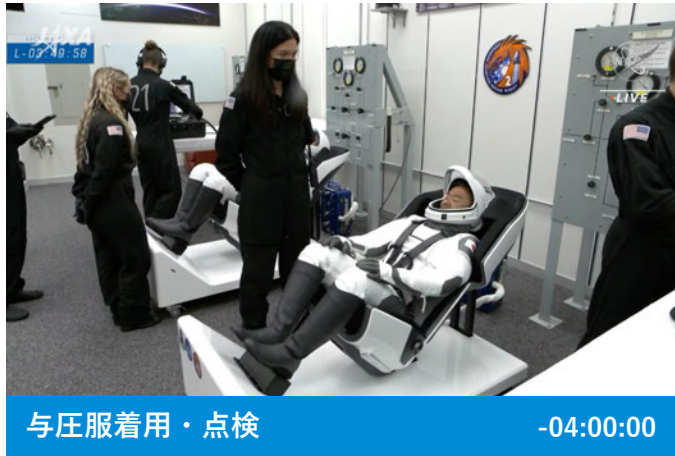
※情報が更新され次第、内容を随時更新いたします。

Hour/Min/Sec	Events
-00:01:00	推進剤タンクへの加圧開始 Propellant tank pressurization to flight pressure begins
-00:00:45	Space-X社打上げ責任者打上げGO確認 SpaceX Launch Director verifies go for launch
-00:00:03	コントローラからエンジン点火シーケンス開始コマンドを送信 Engine controller commands engine ignition sequence to start
-00:00:00	ファルコン9 リフトオフ Falcon 9 liftoff

Hour/Min/Sec	Events
+00:01:02	最大動圧 Max Q (moment of peak mechanical stress on the rocket)
+00:02:26	第1段メインエンジン停止 1st stage main engine cutoff (MECO)
+00:02:30	第1段分離 1st and 2nd stages separate
+00:02:37	第2段エンジン燃焼開始 2nd stage engine starts
+00:02:43	ブーストバックバーン開始 Boostback Burn Starts
+00:03:30	ブーストバックバーン終了 Boostback Burn Ends
+00:06:21	第1段再突入噴射 開始 1st stage entry burn
+00:06:32	第1段再突入噴射 終了 1st stage entry burn
+00:07:27	第1段着陸噴射 1st stage landing burn
+00:07:43	第1段着陸 1st stage landing
+00:08:48	第2段エンジン燃焼停止 2nd stage engine cutoff (SECO-1)
+00:12:00	クルードラゴン第2段から分離 Crew Dragon separates from 2nd stage
+00:12:48	クルードラゴンノーズコーン開シーケンス開始 Dragon nosecone open sequence begins

その後、位相調整、ISSへの接近開始、ISS近傍運用などを経て、打上げ約1日後にISSへドッキング

(1) 与圧服装着～ハッチ閉



※画像はCrew-2（上段）、Crew-1（下段）時 Image by JAXA/NASA

(2) ハッチ閉～リフトオフ



クルーアクセスアーム後退
ロンスケープシステム
アーミング（起動）

-00:42:00
-00:37:00



RP-1燃料充填
第1段酸化剤液体酸素（LOX）充填
第2段LOX充填
エンジン予冷
内部電源切替
フライトコンピュータ最終点検

-00:35:00
-00:01:00

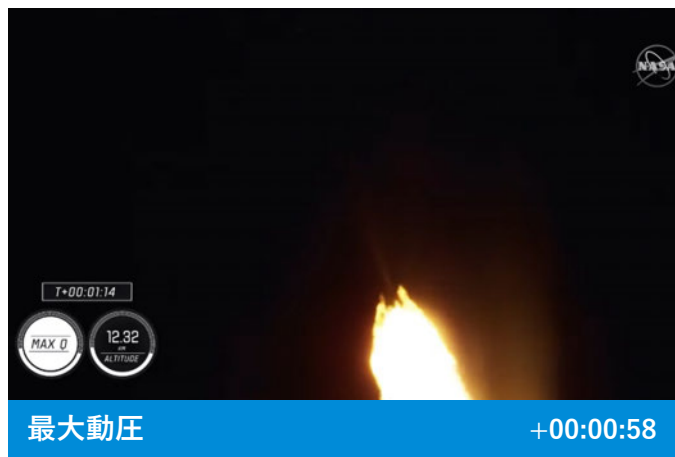


エンジン点火シーケンス開始
リフトオフ

-00:00:03
00:00:00

※画像は全てCrew-1時 Image by JAXA/NASA

(3) リフトオフ～宇宙船分離



※画像は全てCrew-1時 Image by JAXA/NASA

(4) 宇宙船分離～ISSドッキング

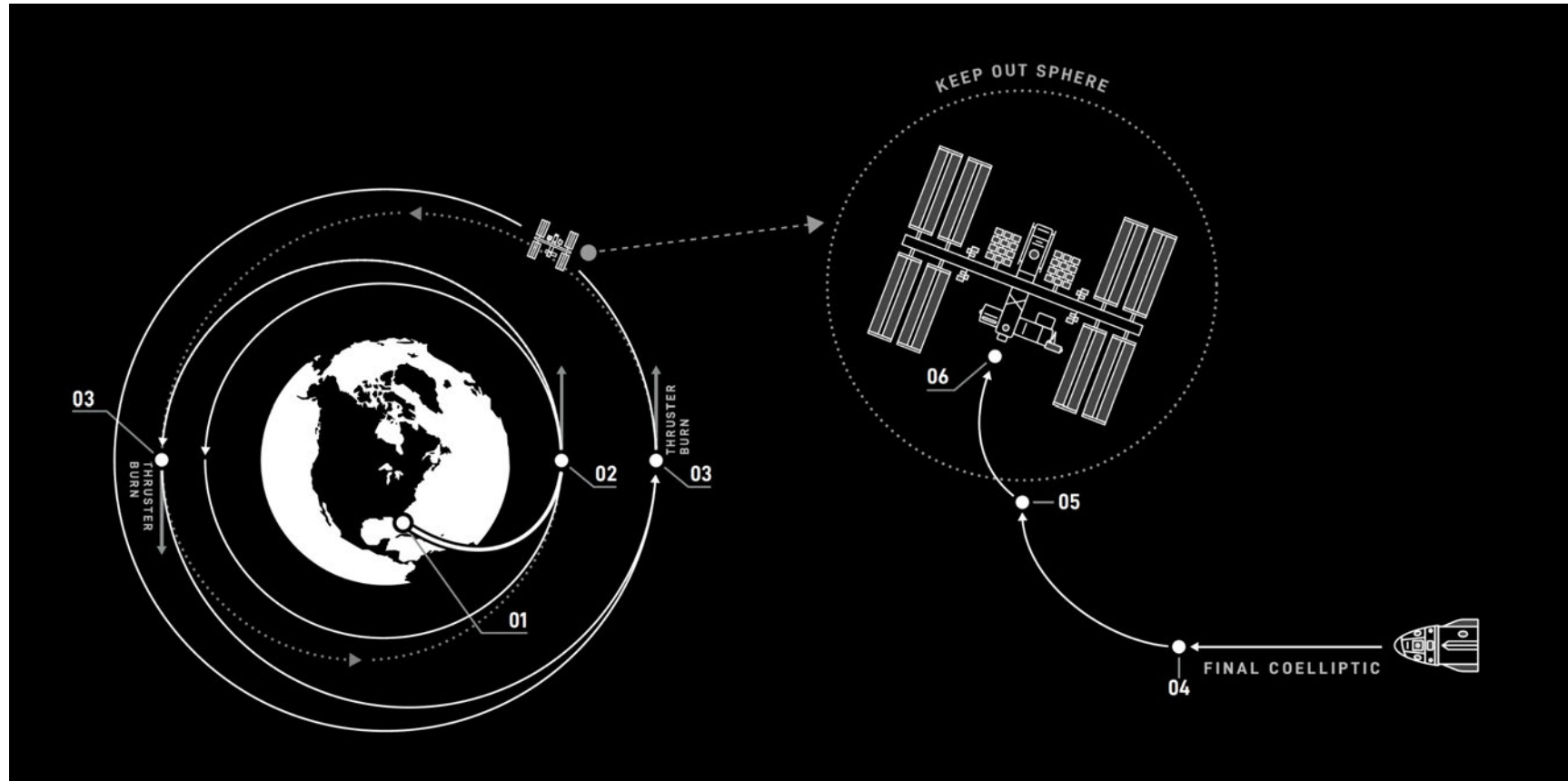


Image by SpaceX

(4) 宇宙船分離～ISSドッキング

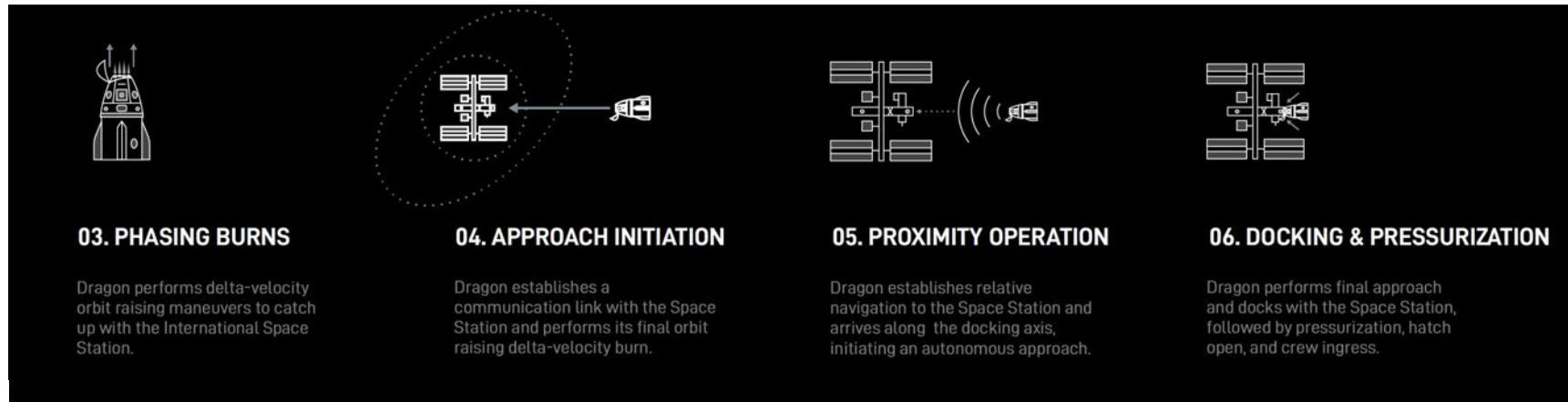
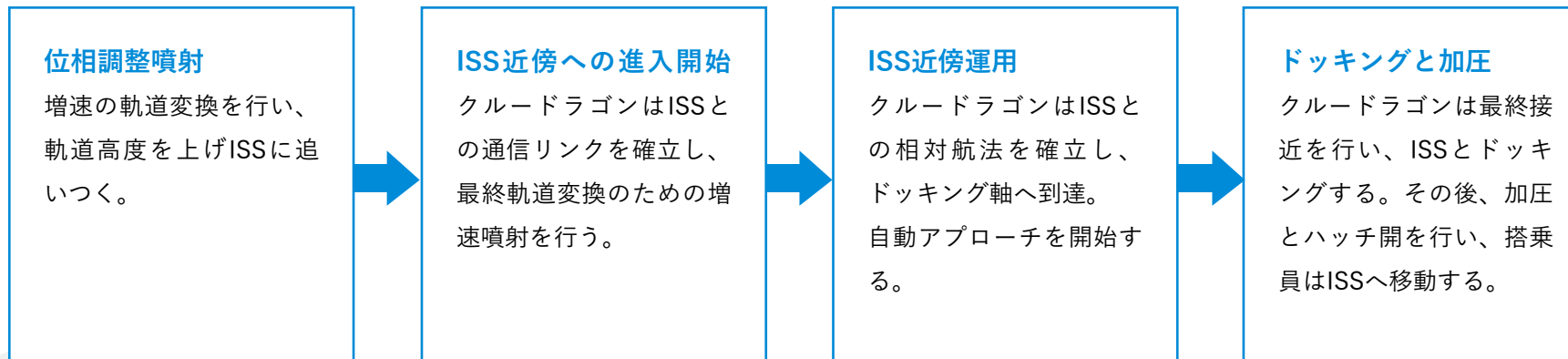


Image by SpaceX



4 Kibo

JAXAが実施予定の「きぼう」利用ミッション





ISS長期滞在ミッションのキーマッセージ

大西宇宙飛行士ISS長期滞在ミッションキーマッセージ

「きぼう」にできる、ぜんぶを。

「きぼう」日本実験棟での実験や技術実証を、地上の暮らしや、月や火星の国際宇宙探査につなげていくために

インクリメントキーマッセージ（以下は、インクリメント72のメッセージ）

「産業自立化促進」、「国際プレゼンス向上」、「成果創出の蓄積」の三基盤が支えるPost-ISSの先駆け

※インクリメントとは、国際宇宙ステーション（ISS）の運用期間の単位。大西宇宙飛行士は、インクリメント72の後半とインクリメント73の期間でISS長期滞在予定

ISS長期滞在期間の「きぼう」利用戦略における位置づけ

大西宇宙飛行士 ISS長期滞在期間

2025年2月以降～約半年間 (予定)

インクリメント72期間：2024年9月24日～2025年3月末頃

インクリメント73期間：2025年3月末頃～2025年11月(予定)

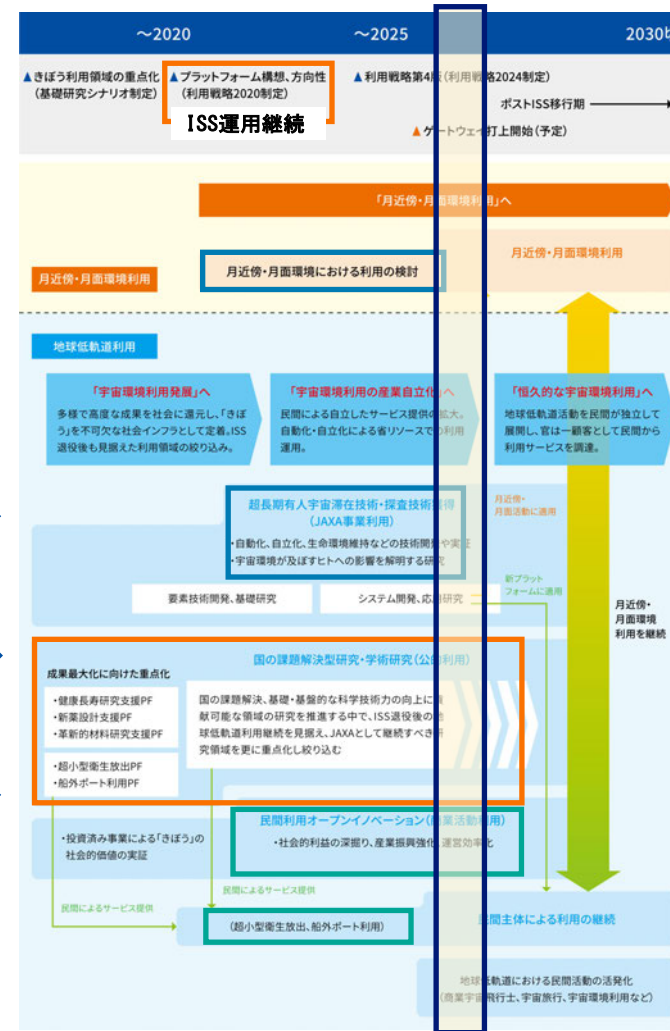
Gateway運用開始を見据えた探査向け技術の獲得と、LEO利用継続・産業自立化に向けた取組の大詰めを迎える期間であるとともに、探査向け技術実証や人材育成による国際プレゼンスの向上にも引き続き取り組むべき期間

国際有人宇宙探査に向けた有人宇宙技術の獲得

新プラットフォーム形成による「新たな価値創出」の準備

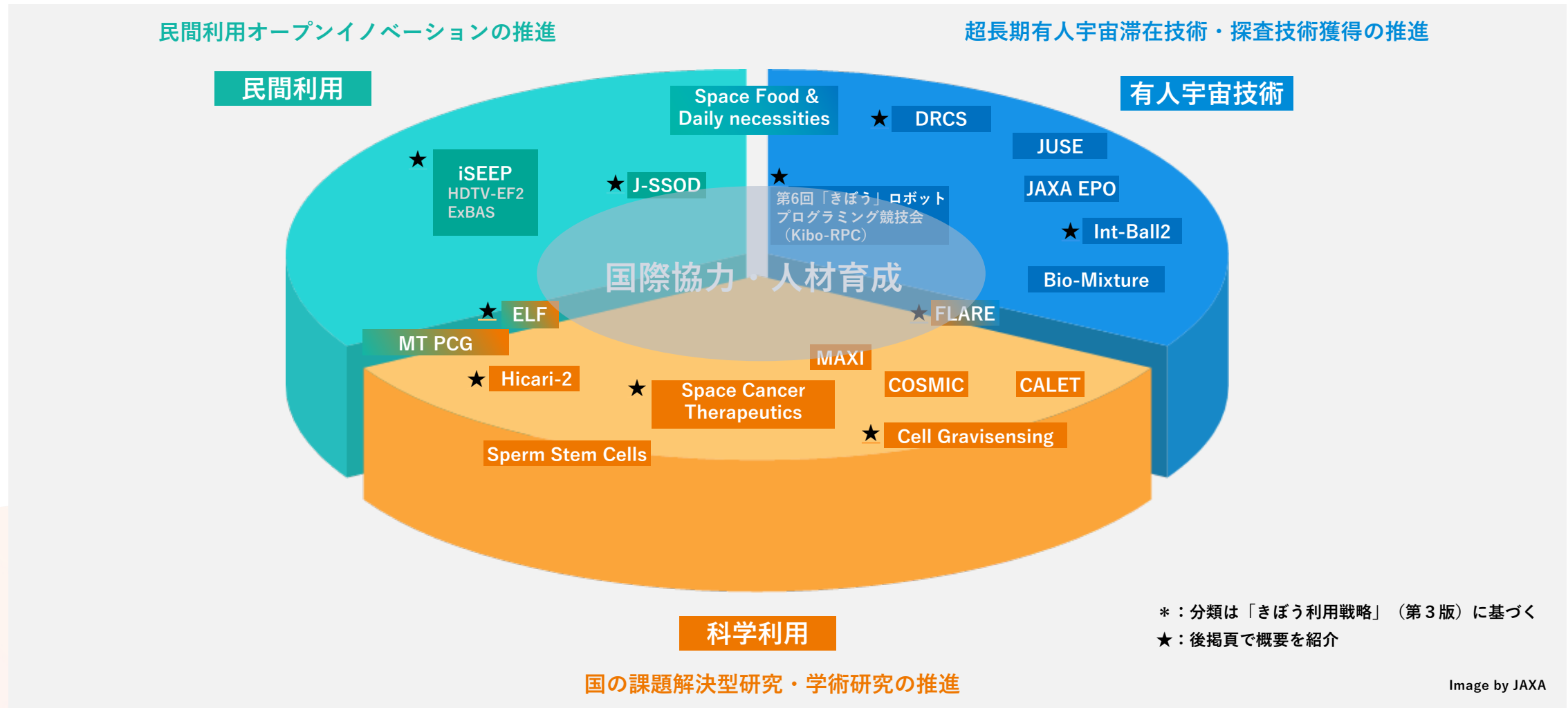
商業利用活動の多様化・自立化による「新たな価値創出」

ONE TEAMによる着実な成果創出・蓄積



「きぼう」利用戦略のベースとなるJAXAとしての宇宙環境利用全体像 Image by JAXA

ISS長期滞在中に実施予定の利用ミッション（抜粋）*



4-4章に掲載の利用ミッション一覧

No.	分類	テーマ名	キャッチフレーズ
1	■●	【FLARE】火災安全性向上に向けた固体材料の燃焼現象に対する重力影響の評価	重力影響を考慮した世界初の材料燃焼性評価手法で宇宙火災安全性を向上させ、有人宇宙探査の安全・安心と材料選択の自由度拡大に貢献
2	■	【Space Cancer Therapeutics】宇宙環境ががん治療薬の効果に与える影響の解明	重力変動ががん治療薬の効果に及ぼす影響とその分子機序を解明し、宇宙空間でも有効ながん治療戦略の創出に貢献
3	■▲	【ELF】静電浮遊炉を使用した高精度熱物性測定	材料を材料を浮かせて融かす — 高融点材料の隠されている性質を解明する。
4	●	【DRCS】将来有人宇宙探査に向けた二酸化炭素除去の軌道上技術実証	微小重力及び有人閉鎖環境を活用した二酸化炭素除去に関する軌道上技術実証を行い、環境制御・生命維持システム（ECLSS）の確立に貢献
5	▲◆	【J-SSOD】超小型衛星放出ミッション	「きぼう」だけが持つ機能！エアロックとロボットアームの連携で超小型衛星放出ニーズに応える
6	■	【Cell Gravisensing】細胞の重力センシング機構の解明	細胞の重力感受メカニズムを解明し、微小重力や寝たきりによる筋萎縮の予防に貢献する
7	■	【Hicari-2】微小重力下におけるシリコンゲルマニウム結晶育成の研究	宇宙環境での良質な結晶育成と結晶物性の解明、結晶成長メカニズム解明による結晶の実用化に貢献する基礎工学的な研究
8	◆	【Kibo-RPC】第6回「きぼう」ロボットプログラミング競技会	ロボットプログラミング競技会を通じ、次世代人材育成と「きぼう」アジア利用拡大をめざす。
9	●	【Int-Ball 2】JEM船内可搬型ビデオカメラシステム実証2号機(Int-Ball2)	ISS内を飛び回る撮影ロボットで宇宙飛行士の作業時間を軽減！
10	▲	【i-SEEP】中型曝露実験アダプタを利用した船外曝露実験	「きぼう」の船外利用をより身近に。

●（ブルー）：有人宇宙技術 ■（オレンジ）：科学利用 ▲（グリーン）：民間利用 ◆（グレー）：国際協力・人材育成

科学利用

有人宇宙技術

火災安全性向上に向けた固体材料の燃焼現象に対する重力影響の評価

重力影響を考慮した世界初の材料燃焼性評価手法で宇宙火災安全性を向上させ、有人宇宙探査の安全・安心と材料選択の自由度拡大に貢献

FLAREとは

- 世界初となる、**重力影響を考慮した固体材料の燃焼限界評価手法※**について、軌道上実験による妥当性検証を行い、日本発の新手法の国際的な利用実現を目指します。
- 1Gでは自然対流により発現し得ない低速の周囲流条件において、固体材料上の持続的な火炎燃え広がりが起こる限界酸素濃度等のデータを、様々な材料について取得します。



「きぼう」での軌道上実験で取得された、薄い“ろ紙”試料上を燃え広がる火炎の画像
Image by 弘前大学、岐阜大学、北海道大学、JAXA

本実験の意義

- 微小重力環境において、材料の燃焼性が地上と比べてどの程度変化するのかを、定量的に評価することが可能となります。
- 今後の**有人宇宙探査に向けた重要技術課題の一つでもある宇宙火災安全性の確保**に対し、材料の燃焼性評価の信頼性向上と低コスト化の実現に貢献します。
- 新しい材料燃焼性評価手法は、**宇宙機関のみならず民間での活用も容易であるため、日本製材料を含む材料選択の自由度拡大、民間宇宙利用における負担軽減につながる**ことが期待されます。

※JAXAプレスリリース

2021年4月：「固体材料の燃焼性試験方法に関する日本発の国際標準が発行される - 「きぼう」での宇宙火災安全テーマの地上研究成果を国際標準化 -」 https://www.jaxa.jp/press/2021/04/20210420-1_j.html

2024年3月：「きぼう」での宇宙火災安全テーマの成果が日本産業規格として発行～日本発の材料可燃性評価手法の普及と国内素材産業の宇宙分野における国際展開を支援～ https://www.jaxa.jp/press/2024/03/20240328-1_j.html

科学利用

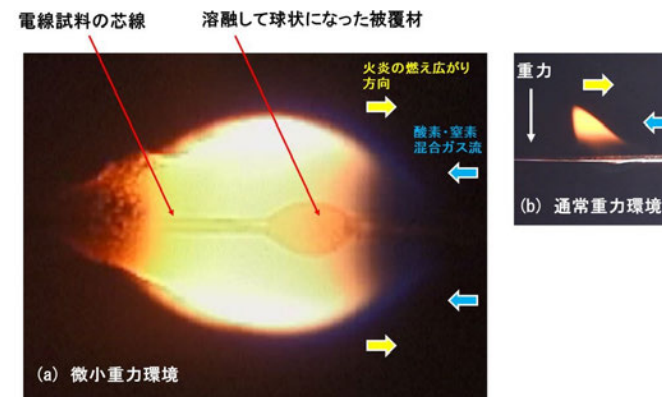
有人宇宙技術

火災安全性向上に向けた固体材料の燃焼現象に対する重力影響の評価

軌道上実験作業

- 「きぼう」の多目的実験ラックに搭載される固体燃焼実験装置（SCEM）を利用（【付録2】実験ラック参照）し、**様々な材質・形状の固体材料の燃焼実験**を行います。
- 実験では、整流機能を持つ風洞部内に試料※を設置し、宇宙船内環境と同等の非常に低流速のガス流（最大でも25cm/s程度）を試料と並行に流したうえで、試料端に電熱線で着火させます。
- 試料上を燃え広がる火炎の観察を行うとともに、燃え広がりが起こらなくなる酸素濃度、流速条件を調べます。
- インクリメント73では、これまで実施してきた平板状試料に加え、ポリエチレンで被覆された電線試料を用いた実験を実施します。取得データを用いて、新しい材料燃焼性評価手法の電線試料への適用性を検証します。電気系部品の過熱やショートは宇宙船内における代表的な発火源と考えられるため、得られた知見による宇宙火災安全性向上への貢献が期待されます。

※比較的燃焼しやすい紙やアクリル、ポリエチレンなどに加え、宇宙船内で実際に使用される難燃性材料も含む



微小重力環境において、ポリエチレン被覆電線試料上を燃え広がる火炎
(航空機実験画像) Image by 北海道大学

宇宙環境ががん治療薬の効果に与える影響の解明

重力変動ががん治療薬の効果に及ぼす影響とその分子機序を解明し、宇宙空間でも有効ながん治療戦略の創出に貢献

Space Cancer Therapeutics (Determining the effect of space flight on anticancer drugs) とは

(代表研究者：北海道大学 園下将大)

- 近年の宇宙開発の進捗により、将来の中長期的な有人宇宙飛行の実現の可能性も高まりつつあります。それに伴い、宇宙飛行の際に発生する疾患の制御法の研究が大きな課題となっています。
- 研究代表者らは最近、膵がん患者の遺伝子変異パターンを模倣したショウジョウバエを作出し、その腫瘍形質に対するがん治療薬の効果に擬似微小重力が減弱させることを予備的に見出しました。そこで本研究では、膵がん遺伝子型モデルショウジョウバエ（以下、モデルハエ）を使用して重力変動ががん治療薬の効果に及ぼす影響とその分子機序の解明を目的とします。



Space Cancer Therapeutics ミッションデカール
研究代表者の所属する北海道大学から宇宙に飛び立つハエががん細胞を持っている。宇宙へ飛ばたくがん治療の願いを込めたデザインとなっている。Image by JAXA

本実験の意義

- 地上と宇宙で異なる薬効の分子機序を解明することで、重力と薬効との関係性を解明し宇宙空間でも有効ながん治療戦略の創出へ貢献します。
- 本研究の解析により新規治療標的遺伝子や薬効を規定する遺伝子およびシグナルネットワークを見つけ出し、宇宙と地上での新規がん治療法へ応用することが期待されます。
- 今後の宇宙開発においても宇宙打上重量、空間など制限の多い宇宙実験において利点の多いショウジョウバエを使用した創薬研究分野を開拓することが期待されます。

科学利用

宇宙環境ががん治療薬の効果に与える影響の解明

軌道上実験作業

- 本研究のため、特別な飼育容器を開発しました。その容器ではショウジョウバエを次世代まで飼育でき、がん治療薬の効果を見ることが出来ます。その容器にてモデルハエを「きぼう」に打ち上げます。
- 「きぼう」内に設置されたインキュベーターでハエを一定期間飼育したのち、産卵後の卵を隔離し次世代のモデルハエにがん治療薬を与えます。再度、一定期間飼育して次世代へ現れる治療薬の効果について治療薬ありなしで比較、解析を行います。
- 軌道上で飼育したモデルハエを凍結回収し、地上にて遺伝子発現解析などより詳細な解析を行います。



北海道大学を訪れた大西宇宙飛行士と研究代表者 園下将大先生ら
Image by JAXA



北海道大学の研究室にて実験材料のショウジョウバエを見学する大西宇宙飛行士
Image by JAXA

科学利用

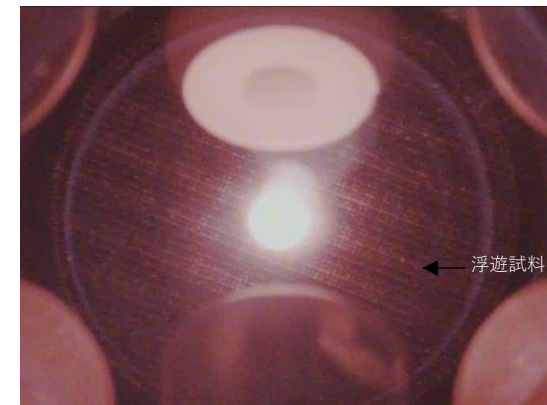
民間利用

静電浮遊炉を使用した高精度熱物性測定

材料を浮かせて融かす — 高融点材料の隠されている性質を解明する。

静電浮遊炉（Electrostatic Levitation Furnace: ELF）の特徴

- 静電浮遊炉は、クーロン力により試料を浮遊し、**高精度**に位置制御し、レーザ加熱により非接触で熔融・凝固することができる装置です。
- ISSの微小重力環境を利用し、地上では浮遊のできない超高融点（**2000°C以上**の）物質の熱物性計測（密度、表面張力、粘性係数）と過凝固による新規高機能物質を探索します。



ELF内で高温液体酸化物が浮遊する様子：帯電した試料と周囲の電極間に働くクーロン力を利用して試料の浮遊・位置制御が行われる。 Image by JAXA

ELFの成果例と運用状況

- 2500 °Cを超える領域の高温液体の物性測定に成功し、**従来の定説を覆す液体構造を発見**しました。
（ガラスにならない超高温酸化物液体が持つ特異構造 - 宇宙・地上での実験と大規模理論計算・先端数学の連携による発見 -
https://www.jaxa.jp/press/2020/06/20200602-1_j.html、
日経産業新聞等の複数のメディアに掲載）
- **国内の研究機関、企業**と連携し、材料科学、地球科学、宇宙工学等様々な分野の実験プロジェクトを進行中です。
- 日米協力でのISS実験装置の相互利用を促進するプログラム（**JP-US OP3**）に基づき、NASAとの協力で2020年から、米国研究機関の実験も進行中です。→地上では不可能だった超高温領域の物性測定技術が米国の科学技術にも貢献しています。



2024年、古川宇宙飛行士によるELFメンテナンスの様子
Image by JAXA

科学利用

民間利用

静電浮遊炉を使用した高精度熱物性測定

大西宇宙飛行士ISS長期滞在中に実施予定のELF実験（一部）

- A) 実験テーマ「原始太陽系星雲の高温過程で形成されたコンドリュールの再現実験（Space Egg）」（研究代表者：東北大学 中村智樹教授）
 - ・微小重力下での溶融実験で**コンドリュール***の完全再現を達成し、原始太陽系ガス円盤内部での**惑星の初期形成過程**を解明します。
 - *直径1 mm程度の星雲に浮遊していた固体球状粒子で、太陽系進化の手掛かりとなる物質
- B) 実験テーマ「Resonance Induced Instability for Surface Tension determination (RIIST)」（研究代表者：フロリダ大学 Ranga Narayanan教授）
 - ・**流体**（金属液体）の**共振現象**を測定し、**表面張力**との関係を明らかにします。
 - ・NASAやJAXA地上設備で先行実験が実施されています。ELFでは**地上では測定困難な**超高温金属材料を扱い、高精度の物性測定を実施します。
- C) 実験テーマ「静電浮遊法を用いた鉄鋼精錬プロセスの基礎研究～高温融体の熱物性と界面現象～(Interfacial Energy)」（研究代表者：学習院大学 渡邊匡人教授）
 - ・鉄鋼精錬過程で生じるスラグ（酸化物）に内包された鉄融体試料の界面張力やスラグの熱物性を取得し、**界面での振動現象**を直接観察します。
 - ・鋼材の均質性劣化を招く精錬中に発生する振動流の原因を特定し、**鉄鋼生産プロセスの改善**に貢献します。
- D) 実験テーマ「静電浮遊炉技術実証（ELF TechDemo）」（研究代表者：宇宙科学研究所 石川毅彦教授）
 - ・**地上では浮遊させることが困難な高融点酸化物**（融点2000 °C以上）の密度、表面張力、粘性係数を測定します。
 - ・高温融体の熱物性データは、鋳造、溶接など液体状態を用いるシミュレーションの精度・信頼性向上に貢献します。
- E) 有償利用制度による実験
 - ・**日本国内の民間企業**、もしくは**企業と連携のある大学・公的研究機関**などに所属している方に、静電浮遊炉を利用した高精度熱物性測定を有償で提供します。

将来有人宇宙探査に向けた二酸化炭素除去の軌道上技術実証

微小重力及び有人閉鎖環境を活用した二酸化炭素除去に関する軌道上技術実証を行い、環境制御・生命維持システム（ECLSS）の確立に貢献。

DRCS（Demonstration of Removing Carbon-dioxide System）とは

- 有人宇宙滞在技術の二酸化炭素除去システムについて、軌道上実証によるシステムコンセプトの確認を行い、将来有人探査におけるフライト品の検証試験と運用計画に反映する技術データ・知見を蓄積します。
- 軌道上実証で得られたデータを地上実証データと比較評価し、実環境における二酸化炭素除去システムの運用技術に関する知見を取得します。また、フライト品開発に対する地上検証の有効性を確認します。

本実証の意義

- 得られた知見により、Gateway I-HABに搭載される二酸化炭素除去システムの信頼性向上及び運用計画立案に貢献することができます。
- ECLSS主要システムである二酸化炭素除去の軌道上運用実績を通じて日本の技術力を示すことで、将来有人宇宙探査における国際的プレゼンスを高めることができます。
- 二酸化炭素除去システムの技術成熟度を上げ、JAXA 空気再生システムの技術レベル底上げを図ることができます。

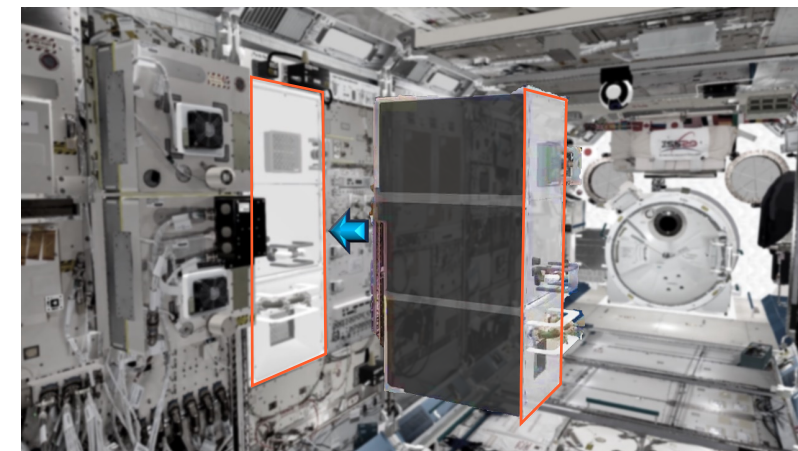


二酸化炭素除去システム軌道上実証のフライト品 Image by JAXA

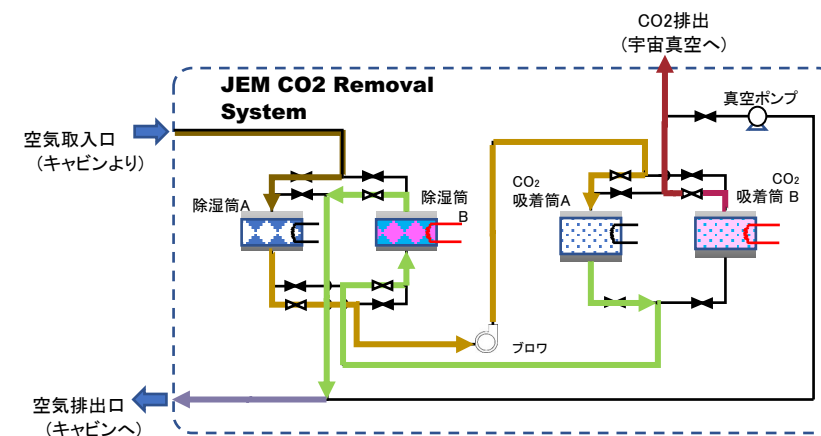
将来有人宇宙探査に向けた二酸化炭素除去の軌道上技術実証

軌道上実験作業

- 「きぼう」の流体実験ラック（付録2 RYUTAIラック）に二酸化炭素除去システムの実証装置を搭載し、微小重力かつ実際の宇宙閉鎖空間内での実証実験を行います。
- 実験では、キャビン内の空気を取り込み、装置内で二酸化炭素（CO₂）を除去した空気をキャビン内に戻すと共に、除去した二酸化炭素は宇宙真空に排出します。
- 軌道上実験では、風量や温度、サイクル時間などの条件を変えたデータを取得し、地上実験との比較により、軌道上であっても所期の性能機能が発揮されることを検証します。
- インクリメント73では、最初に条件を変えたデータ取得の後に、3ヶ月程度の運転により性能変化を確認し、その後の運転継続を見極めます。



「きぼう」内での実証装置の組付け作業イメージ
Image by JAXA



二酸化炭素除去システムのフロー図
Image by JAXA

民間利用

国際協力・人材育成

超小型衛星放出ミッション

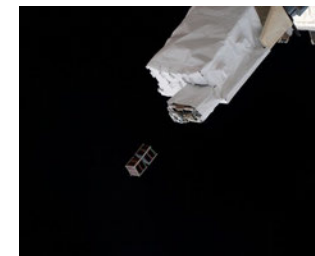
「きぼう」だけが持つ機能！エアロックとロボットアームの連携で超小型衛星放出ニーズに応える

小型衛星放出機構（JEM Small Satellite Orbital Deployer: J-SSOD）とは

- ISSのモジュールで唯一、エアロックとロボットアームの両方をあわせ持つ「きぼう」日本実験棟の機能を活用し、ISSから超小型衛星を放出します。超小型衛星放出事業を行う民間事業者（以下、事業者）を通じた超小型衛星や、国際協力に資する超小型衛星を放出します。
- インクリメント73では、国内大学、衛星放出事業者の衛星など、多彩な放出が計画されています。
- また、インクリメント64より使用を開始したJ-SSOD-Rは従来のJ-SSODより放出能力が飛躍的（4倍）に向上・軌道上再使用も可能となり、打上げ重量とコストが低減されました。J-SSOD-Rを軸として小型衛星事業の更なる利用拡大を促進していきます。

本ミッションの意義

- 近年、世界中で活発に開発・利用が進められている超小型衛星の打上げ機会確保のニーズに応えるものであり、国際的な協調関係の維持・強化や技術実証・教育機会、また事業者が主体的に提供する利用サービスを通じたビジネス機会の創出により、社会・経済の発展に寄与する効果があります。
- 自国初の人工衛星開発を支援するなど、宇宙開発途上国の宇宙技術の発展と人材育成に貢献します。



超小型衛星の放出
Image by JAXA/NASA (2023年7月)



放出された超小型衛星外観
Image by JAXA (2023年2月)

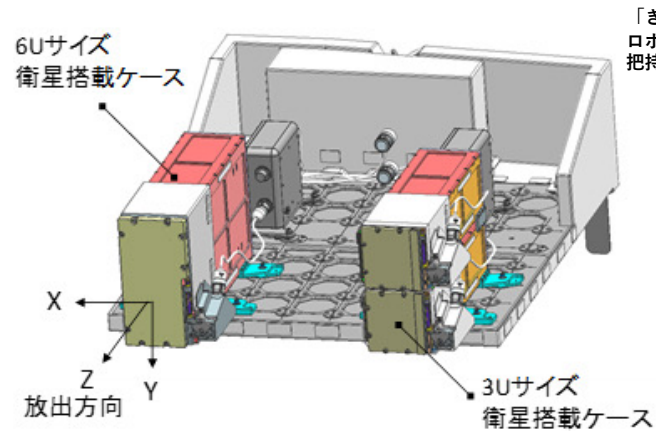
民間利用

国際協力・人材育成

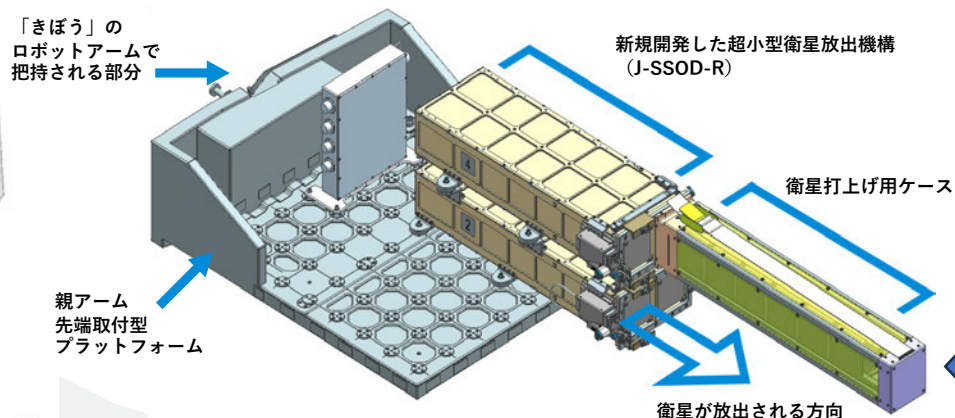
超小型衛星放出ミッション

今後の放出予定

衛星名[サイズ]	開発機関	備考/ミッション概要
Dragon Fly[2U×1基]	九州工業大学 Arthur C. Clarke Institute for Modern Technologies (スリランカ)	<ul style="list-style-type: none"> APRS(Automatic Packet Reporting System)ミッションペイロードコンペ APRS 地上ターミナルコンペ 低価格UHF トランシーバーの軌道上実証 APRS 地上ターミナルを用いた火山活動のモニタリング
公表不可	公表不可	事業者衛星※
STARS-Me2	静岡大学	事業者衛星※
Gifu High school Sat-01	岐阜大学、岐阜県	事業者衛星※
RSP-03	リーマンサットプロジェクト	事業者衛星※



小型衛星放出機構 (J-SSOD) Image by JAXA



小型衛星放出機構 (J-SSOD-R) Image by JAXA

※事業者衛星とは

2018年5月、JAXAは、「きぼう」の利用事業について、民間等による事業自立化を目指し、超小型衛星放出事業の民間事業者を選定しました。超小型衛星の市場は今後も世界的な拡大が見込まれており、民間事業者ならではのアイデアにより、国内外に広く独自のサービスを提供することで、更なる超小型衛星放出の利用需要を拡大し、「きぼう」を含む地球低軌道利用の発展につなげていく計画です。(超小型衛星放出事業者)

[三井物産エアロスペース株式会社](#) [Space BD株式会社](#)

インクリメント64で実用化された超小型衛星放出機構 (J-SSOD-R)

放出能力：6U→24U、軌道上再使用可能

U：小型衛星放出単位。1Uが10cm×10cm×10cmのサイズを表す。

細胞の重力センシング機構の解明

細胞の重力感受メカニズムを解明し、微小重力や寝たきりによる筋萎縮の予防に貢献する

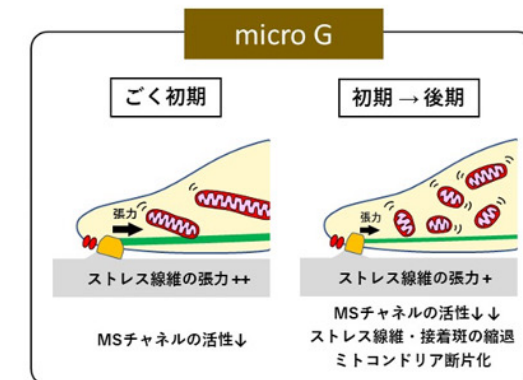
Cell Gravisensing (Elucidation of gravisensing mechanism in single cells) とは

(代表研究者：金沢工業大学 曾我部正博教授)

- 宇宙生物学において「細胞がどのように重力を感知するか？」は大きな課題です。宇宙実験により、動物細胞が単独で重力を感知することが明らかになってきていますが、重力感知メカニズムは殆ど分かっていません。
- 本研究では、「核・ミトコンドリアに対する重力作用の消失が、相互作用する細胞内骨格であるストレス線維の張力に影響を与える。さらに細胞内の小器官自体の機能や形態にも作用し、下流のシグナル系を賦活させ、細胞が重力環境を感知する」という仮説を実証することを目的とします。

本実験の意義

- 微小重力環境下では、細胞が微小重力を感知することに端を発し、そこから、組織・個体レベルでの筋萎縮・骨量減少へと繋がると考えられています。
- 宇宙飛行士に起こる筋萎縮・骨量減少の根本となる重力感知（感受）メカニズムの解明は、地上での寝たきり状態での病態の予防・治療法の開発に繋がり、高齢化社会の問題に貢献することが期待されます。



細胞が微小重力を感知するシステムとして、細胞内の核、ミトコンドリアとストレス繊維の相互作用に着目

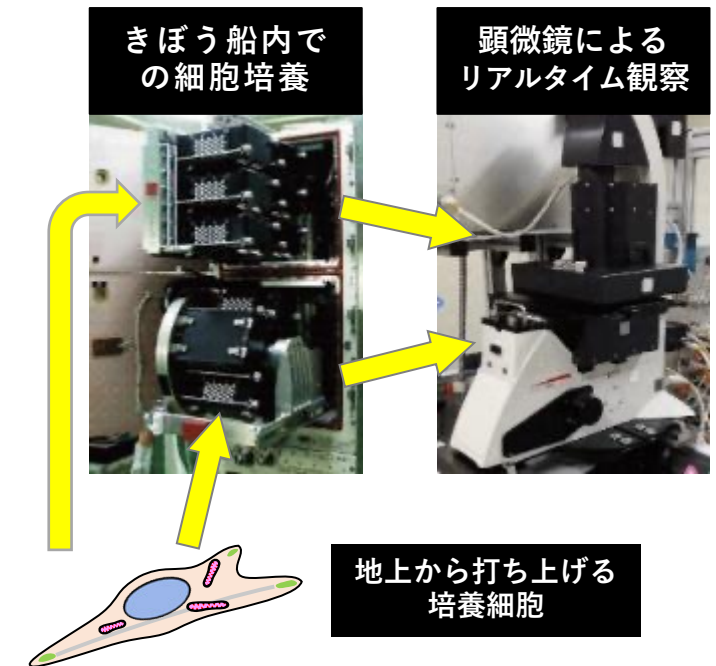
細胞の微小重力環境の感知のモデル図 Image by JAXA/金沢工大/名古屋大

細胞の重力センシング機構の解明

軌道上実験作業

- 地上で準備した培養細胞を「きぼう」へ輸送したのち、そこに設置されているインキュベータ（細胞培養実験装置 Cell Biology Experiment Facility: CBEF）内で、培養します。インキュベータには人工 1G区と微小重力の μ G区が備わっており、それぞれに培養細胞試料を設置し、所定の期間培養を行います。
- 人工1Gと μ Gの環境下で培養された細胞は、「きぼう」に設置されている顕微鏡を用いてリアルタイムで観察し比較します。実験終了後は、試料の保存処置を施した後、地上に回収し、免疫組織化学的な解析や遺伝子やタンパク質の発現変化について網羅的な解析を行います。
- 本研究は3回に分けて実施する計画で、第1回目は、2021年8月に動物細胞を5日間培養、顕微鏡観察する技術実証を行いました。共焦点レーザー顕微鏡「Confocal Space Microscopy: COSMIC」を地上からリアルタイムで操作し、**微小重力環境下においた細胞の2波長同時3次元イメージング観察が可能**であることを確認しました。
- 2023年11月に実施した第2回目の実験では、前述の技術を使用して軌道上で培養した細胞のふるまいをリアルタイムで観察し、**重力変化に対する細胞の応答反応の検出に成功**しています。現在、回収サンプルの分子生物学的解析と合わせて、観察データの詳細な解析を進めています。
- 第3回目となる本インクリメントでの実験では、**第2回目の実験において検出された細胞の応答反応を指標に、重力感知において予測されるシグナル経路の遮断や増強の影響を調べ、前述の作業仮説の検証を目指します。**

共焦点顕微鏡によるリアルタイムイメージングによって動物細胞の重力感知機構を明らかにする



Cell Gravisensing 軌道上観察実験の概略図
Image by JAXA

微小重力下におけるシリコンゲルマニウム結晶育成の研究

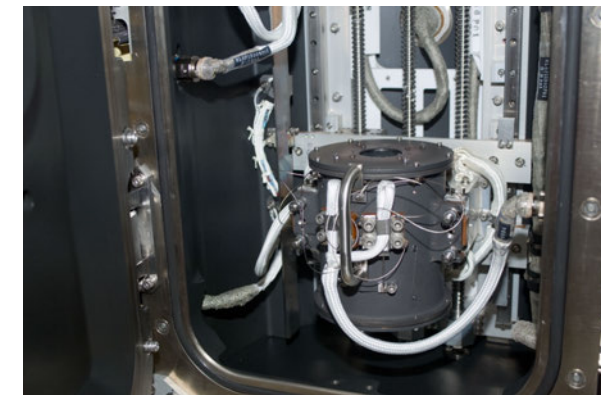
宇宙環境での良質な結晶育成と結晶物性の解明、結晶成長メカニズム解明による結晶の実用化に貢献する基礎工学的な研究

Hicari-IIとは

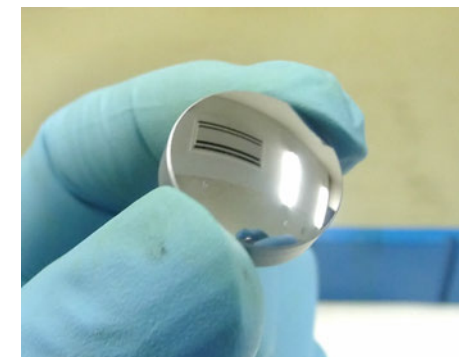
- シリコンゲルマニウム結晶は、有害物を含まない環境親和性の高い半導体材料です。赤外線レンズ材料としても期待されていますが、産業化に必要な結晶高品質化と高速成長は未解決の課題です。
- 「きぼう」に設置された温度勾配炉を利用して高品質な結晶を育成し、高速成長現象を再検証するとともに、結晶の電気物性や赤外特性など素材として必要な物性を計測・研究します。

本実験の意義

- 環境に優しいシリコンゲルマニウム結晶は、半導体材料の開発、車載赤外線カメラの普及、廃熱エネルギー利用による脱炭素化推進といった持続可能な社会の実現に貢献します。
- シリコンゲルマニウム結晶製造技術はJAXAオリジナルです。結晶を提供した国内レンズメーカーは世界初のシリコンゲルマニウム結晶赤外線レンズ試作に成功しました（右図）。2022年度から別の民間企業にSiGe結晶製造技術移転を実施中です。Hicari-IIの研究成果は産業促進にも貢献しています。



温度勾配炉（Gradient Heating Furnace: GHF）外観
（黒い長方形は電気炉の前面パネル） Image by JAXA



地上実験で育成されたシリコンゲルマニウム結晶を加工した
両球面レンズ（株式会社トプコン） Image by JAXA

国際協力・人材育成

第6回「きぼう」ロボットプログラミング競技会(Kibo-RPC)

ロボットプログラミング競技会を通じ、次世代人材育成と「きぼう」アジア利用拡大をめざす。

Kibo-RPCとは

- アジア・太平洋地域宇宙機関会議（APRSAF）のKibo-ABCイニシアチブにおける多国参加型ミッションの1つで、「きぼう」船内のドローンロボットをプログラミングして様々な課題を解決し、将来の技術者を育成する国際競技会です。
- 日米オープン・プラットフォーム・パートナーシップ・プログラム（JP-US OP3）を通じた日米協力のもと、NASAの協力を得てJAXAが主催し、第5回までに約8000名の学生が参加しました。



第5回Kibo-RPCに参加したEpp宇宙飛行士とJAXAのInt-Ball2及びNASAのAstrobee
Image by JAXA/NASA

本競技会の意義

- アジア・太平洋地域を中心とした世界各国の学生に対して宇宙でのロボット操作やコンピュータプログラミングに関する教育機会を提供しており、参加者はプログラム作成を通して、**科学、技術、工学、数学のスキルを磨く**ことができます。
- また、**世界各国からの参加者同士で国を超えた交流**を行うことで、グローバル人材としての能力を身につけることができます。



第5回Kibo-RPCに参加したタイのチーム Image by JAXA

※1：Kibo-ABCは、アジア・太平洋地域宇宙機関会議（APRSAF）に設置されたイニシアチブで、アジア・太平洋地域における「きぼう」利用の推進と、「きぼう」の価値共有を目的としています。多国参加型プロジェクトによる宇宙環境利用の理解増進と各宇宙機関の経験蓄積、これらを通じた日本との二国間協力プロジェクトの創出を目指します。

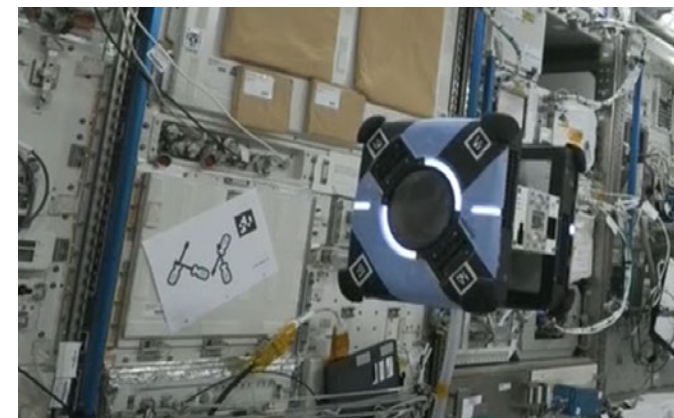
第6回「きぼう」ロボットプログラミング競技会(Kibo-RPC)

第6回Kibo-RPCの概要

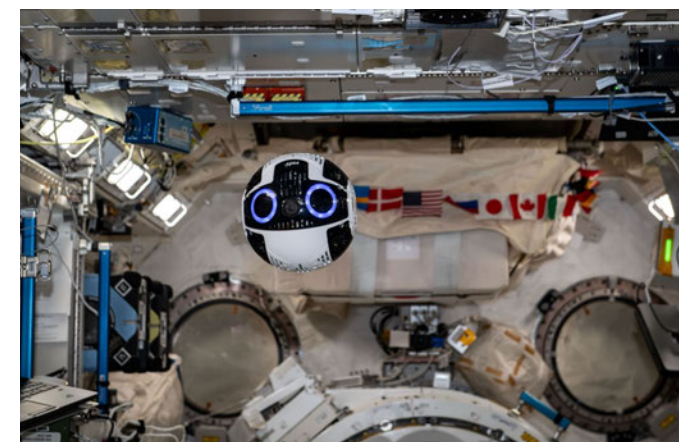
- 「きぼう」船内をゲーム空間に見立てISS船内ドローン※1を動かすプログラムを作成し※2、与えられた課題をクリアしながら、ISSクルーにミッション完了を報告するまでの時間や課題対応力について競います。
- ISS船内ドローンはNASAのAstrobeeとJAXAのInt-Ball2がありますが、第6回Kibo-RPCでは、JAXAのInt-Ball2を使用して開催される予定です。
- 競技会は2段階で実施されます。
 - 各国・地域の予選：JAXAが提供する地上のシミュレータを使用
 - 軌道上決勝大会：予選を勝ち抜いたチームが、「きぼう（軌道上）」内でISS船内ドローンを動かし、優勝者を決定
- 2025年2月頃 参加者募集開始
 2025年5月頃、8月頃 大西宇宙飛行士による軌道上リハーサル
 2025年6月頃 各国・地域の予選
 2025年10月頃 軌道上決勝大会

※1：ISS船内ドローンとは宇宙飛行士の作業代替・支援を目指す自律飛行型のロボット（写真撮影など）のことです。

※2：参加者はJAXAとNASAが提供するプログラム開発環境を利用して、ISS船内ドローンが自律的に動作するプログラムを作成します。



第5回Kibo-RPCにてAstrobeeが撮影するISS船内の様子
Image by JAXA/NASA



飛行チェックアウト中のJEM船内可搬型ビデオカメラシステム実証2号機 (Int-Ball2)
Image by JAXA/NASA

JEM船内可搬型ビデオカメラシステム実証2号機(Int-Ball2)

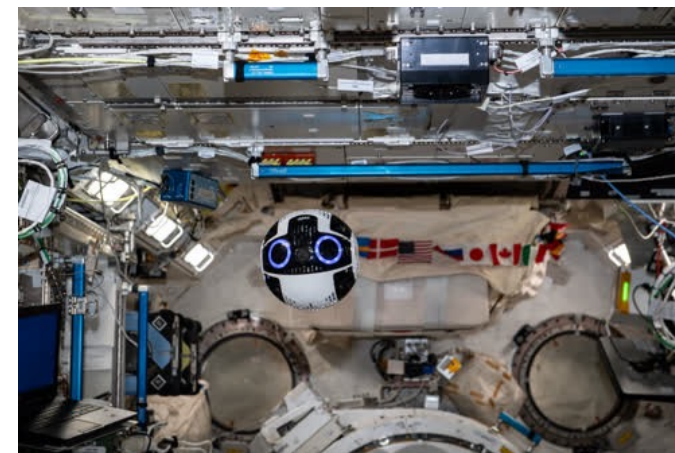
ISS内を飛び回る撮影ロボットで宇宙飛行士の作業時間を軽減！

Int-Ball2 (Internal Ball Camera2) とは？

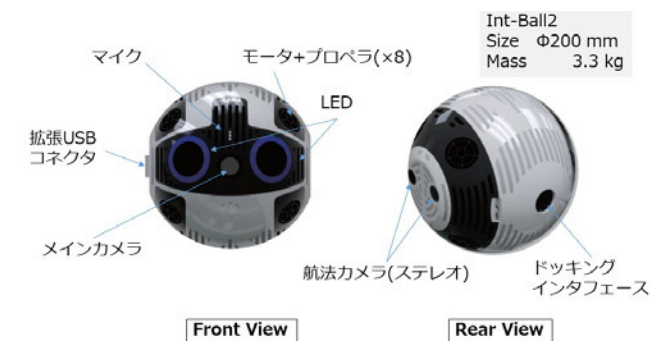
- Int-Ball2は地上の管制員の操作によりISS内を飛び回り、写真や動画の撮影を宇宙飛行士の代わりに行うことで、宇宙飛行士の作業時間を大幅に軽減することを目的としています。
- 2017年に打上げ、ISSにて無重力空間での姿勢・移動制御に関する基本実証を行ったInt-Ball初号機の後継機です。自動でドッキングステーションに戻り充電できることや、強い推力、ターゲットマーカなしでの自己位置推定が可能、などの改良を行っています。Int-Ball2は2023年に打ち上げられ、遠隔カメラとしての定常運用を開始しています。今後はカメラとしての利用に加えInt-Ball2そのものを使った技術実証に係る利用も計画されています。

Int-Ball2の意義

- 「きぼう」日本実験棟内での写真・動画撮影は、宇宙飛行士がカメラを自身で準備して実施していますが、地上からの遠隔操作によりInt-Ball2が行うことで、その準備や撮影に要する宇宙飛行士の作業時間を軽減し、宇宙飛行士の時間をより有効に活用することができます。
- 将来の有人宇宙活動に向けて、Int-Ball2を使った技術実証により、自己位置姿勢推定技術の船内環境（閉鎖空間・動的環境変化）への適合や経路計画技術などの新規技術の獲得も期待されます。



「きぼう」船内のInt-Ball2とドッキングステーション Image by JAXA



Int-Ball2の外観 Image by JAXA

JEM船内可搬型ビデオカメラシステム実証2号機(Int-Ball2)

軌道上実験作業

- 地上管制員がきぼう船内のネットワークを経由して、Int-Ball2を遠隔操作することで、クルーの手を借りずにきぼう船内での移動（画角変更）、撮影を行うことができます。
- きぼう船内におけるクルー作業のモニタリングと動画撮影に加え、クルー不在時の状況確認等への活用が期待されます。また充電しながらの撮影も可能（パススルー機能）な為、ドッキング中に固定カメラとしての使用も可能です。
- 撮影品質は、きぼう船内の4Kビデオカメラと同程度。ストリーミング配信、ビデオ録画、静止画撮影が可能です。
- 大西ミッション期間中は上記のカメラとしての運用に加え、Int-Ball2を使った技術実証に向けた準備として、より自律的な処理（障害物回避等）の技術実証や他宇宙ロボットの共同作業の実証、「きぼうロボットプログラミングチャレンジ」に向けた事前動作確認等を実施する予定です。



JEM自律移動型船内カメラ (Int-Ball) Image by JAXA



国際宇宙ステーション船内の他ロボット Image by JAXA

中型曝露実験アダプタを利用した船外曝露実験

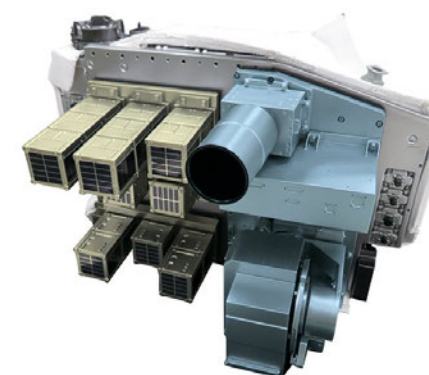
「きぼう」の船外利用をより身近に。

中型曝露実験アダプタ（IVA-replaceable Small Exposed Experiment Platform: i-SEEP）とは

- 「きぼう」船外実験ポートに取り付け、50cm×70cm×35cm、200kg以下の実験装置を複数機搭載することが可能なモジュールで、**実験装置に電力や通信環境を提供できるインターフェース**を備えています。
- i-SEEPの拡張機能として、CubeSatサイズの実験装置を搭載することができる小型ペイロード搭載支援装置（Small Payload Support Equipment: SPySE）も開発され、i-SEEPと共に、サービス提供が開始されています。
- 「きぼう」船外における軌道上利用拡大を促進するため、利用サービスの提供事業者（Space BD(株)）を選定し、事業者ペイロードの運用を実施しており、i-SEEP搭載ミッションとしてこれまでLPS, SmartOne, SeCRETSなど様々なミッションを完遂させました。また、SPySEに搭載可能な簡易材料曝露実験ブラケット（Exposed Experiment Bracket Attached on i-SEEP: ExBAS）での材料曝露実験も行っています。
- 今後は、打上げ予定のi-SEEP3A, 3Bも含め計4つのi-SEEPを事業者に移管する予定です。今後も、民間事業者ならではのアイデアやサービスによって国内外に広くi-SEEPの事業が展開されることが期待されます。
- **外部運用システム**（Remote Operation and Control Services: ROCS）も導入されており、ペイロード運用者が、JAXA外部の自前の運用室から運用ができるシステムを用いた運用が可能です。



i-SEEP（ペイロード搭載前） Image by JAXA



i-SEEP（複数のペイロード搭載後のイメージ） Image by JAXA

民間利用

中型曝露実験アダプタを利用した船外曝露実験

i-SEEPの意義

「きぼう」の船外実験ポートに搭載可能なペイロードサイズのバリエーションを増やし、利用者の利便性を向上させます。また、1つのポートで目的の異なる複数のミッションの同時並行利用が可能となります。さらに、**事業者の利用サービス提供を通じて、事業者及びサービス提供を受けたエンドユーザー双方の宇宙ビジネス創出機会を促進**し、社会・経済の発展に寄与する効果があります。

大西宇宙飛行士ISS長期滞在中のミッション予定

i-SEEP1

ペイロード名称	開発機関 (提供事業者)	備考/ミッション概要
HDTV-EF2	JAXA	地球の映像を取得できる次世代ハイビジョンカメラ。超小型衛星放出時、宇宙船のISS到着時、台風の日本列島接近時等に撮影しています。映像取得を通じた民間ビジネスの創出にも貢献します。



HDTV-EF2で撮影したSpace-X Crew-2 (2021年4月)
Image by JAXA

i-SEEP2

ペイロード名称	開発機関 (提供事業者)	備考/ミッション概要
ExBAS#1-4	SpaceBD	材料曝露実験【参考】ExBAS # 1-3ミッション https://space-bd.com/release/2054/
LiSS	SkyCorp (米国)	大規模宇宙サーバに関わる技術実証、認証取得を目的とするミッション。 LiSS: Large in Space Server



i-SEEP2 (ExBAS#1-1, 全固体電池, SmartOneを搭載)
Image by JAXA/NASA



関連リンク

- **FLARE**
<https://humans-in-space.jaxa.jp/kibouser/subject/science/70491.html>
- **Int-Ball 2**
<https://humans-in-space.jaxa.jp/news/detail/003155.html>
- **Cell Gravisensing**
<https://humans-in-space.jaxa.jp/kibouser/subject/life/70651.html>
- **Space Organogenesis**
<https://humans-in-space.jaxa.jp/kibouser/subject/life/70671.html>
- **J-SSOD**
<https://humans-in-space.jaxa.jp/kibouser/provide/j-ssod/>
- **i-SEEP**
<https://humans-in-space.jaxa.jp/kibouser/provide/iseep/>
- **Kibo-RPC**
<https://jaxa.krpc.jp/>
- **ELF**
<https://humans-in-space.jaxa.jp/kibouser/provide/elf/>
- **Sperm Stem Cells**
<https://humans-in-space.jaxa.jp/kibouser/subject/life/70694.html>
- **Hicari- II**
<https://humans-in-space.jaxa.jp/kibouser/subject/science/70425.html>

5 ACTIVITIES

その他の軌道上の活動



搭載する宇宙日本食

日本の味を宇宙へ！

宇宙日本食とは

- 宇宙日本食は、食品メーカーなどが提案する食品をJAXAが定める宇宙日本食認証基準と照らし、基準を満足している場合に宇宙日本食として認証するものです。ISSに滞在する日本人宇宙飛行士に、日本食の味を楽しんでもらい、長期滞在の際の精神的なストレスを和らげ、ひいてはパフォーマンスの維持・向上につながることを目的として開発したものです。

大西宇宙飛行士搭乗中に初めて搭載される宇宙日本食

- 大西宇宙飛行士搭乗中に初めて搭載される宇宙日本食を紹介します。



十勝川西長いも肉巻焼き
株式会社極食



万田酵素（宇宙用）
万田発酵株式会社



大西宇宙飛行士向け宇宙日本食 Image by JAXA



宇宙日本食について

大西ミッションで搭載される宇宙日本食の一覧および詳細については、今後更新される情報をご覧ください。

<https://astro-mission.jaxa.jp/>

大西さんサイト

搭載する生活用品

宇宙と地上両方の課題を解決する生活用品アイデア！

- JAXAでは、宇宙生活での課題や困りごとをまとめた「Space Life Story Book」を元に宇宙と地上に共通する課題を解決するアイデアを企業等から募集し、選ばれたアイデアをISS搭載に向けて製品化していただく取組みを実施しています。今回、2021年の第2回募集に応募いただいた65件のアイデアの中から選定された**7製品が新たに、ISSへと飛び立ちます。**日本人宇宙飛行士の任務の確実な遂行、宇宙生活のQOL（Quality of Life）向上に寄与することを目的としています。
- 大西宇宙飛行士搭乗中に初めて搭載される生活用品



Hands À P.P. UNIVERSE
(ハンズエーピーピー ユニバース)
Caetus Technology株式会社



relaXspace A
(リラックススペースエー)
ライオン株式会社



Triporous™ : Space QOL Series
インナーウェア
スタイレム瀧定大阪株式会社
ソニーグループ株式会社



origami-mirror
株式会社SPACE BEAUTY LAB



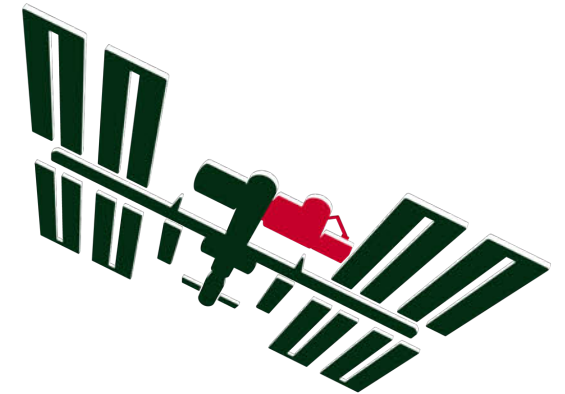
宇宙の生活用品
について

大西ミッションで搭載される生活用品の一覧および詳細については、今後更新される情報をご覧ください。

<https://astro-mission.jaxa.jp/>
大西さんサイト

付録1 About ISS

国際宇宙ステーションについて



概要

国際宇宙ステーションについて

人類にとって初めての「国境の無い場所」。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、欧州、ロシアの5極（計15か国）が協力して計画を進め、利用されています。一つのものを作り上げるため、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の組立ては一時中断されましたが、2006年から組立てが再開され、2011年5月のスペースシャトルのフライト（STS-134）で完成しました。

ISSは地上から約400kmの上空に建設された巨大な有人実験施設です。地球の周りを約90分で1周のスピードで回りながら地球や天体の観測、宇宙環境を利用した実験や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研究や開発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。



ISS（2021年撮影） Image by JAXA/NASA

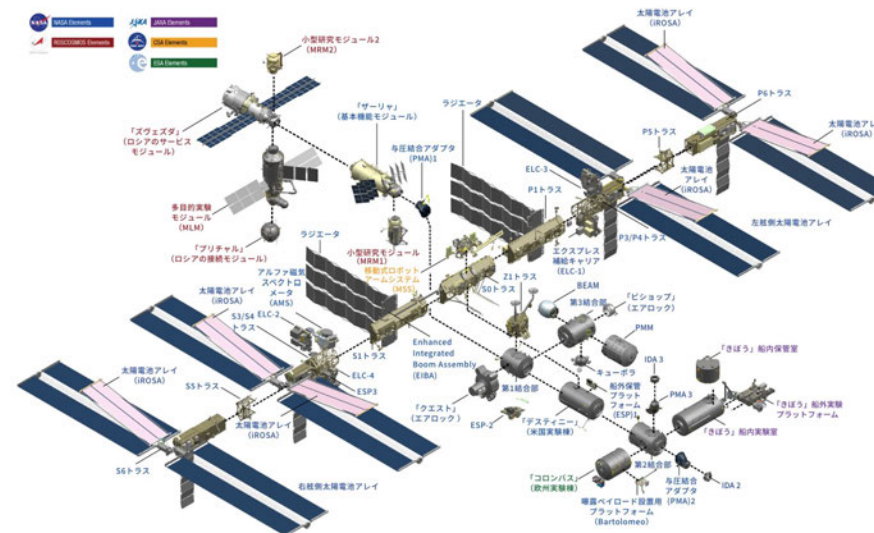
詳しくは、JAXA有人技術部門のWebサイトをご覧ください <https://humans-in-space.jaxa.jp/iss/about/>

ISSでの研究・開発成果について「国際宇宙ステーション 人類への恩恵 第3版」 https://humans-in-space.jaxa.jp/kibouser/library/item/benefit_to_humanity_3rd.pdf

各国の果たす役割

国際宇宙ステーションについて

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もって管理し、全体のとりまとめを米国が行います。



ISSの構成 (2024/8月時点) Image by NASA

ISSの主な構成要素について <https://humans-in-space.jaxa.jp/iss/about/config/>

ISSの運用と各国の果たす役割 <https://humans-in-space.jaxa.jp/iss/about/partner/>

ISSの運用

国際宇宙ステーションについて

ISSは、1998年に宇宙での建設が始まり、2011年7月に完成しました。2000年11月からは3名の宇宙飛行士がISSに滞在を開始しました。

ISSの運用は、米国がISS全体の運用について調整を行い、米国、ロシア、日本、欧州（ESAの11ヶ国）、カナダの各国・機関がそれぞれ開発したISSのシステムや装置を、責任をもって運用します。

地上とISS間の通信連絡は、米国のホワイトサンズ地上局と米国のデータ中継衛星（TDRS）を経由して行われます。

ISSは軌道・姿勢制御や電力、内部環境などをコントロールする「システム運用」と、搭載されている研究実験用の各種機器をコントロールする「実験運用」のふたつの面から運用されます。



「きぼう」日本実験棟の運用管制室 Image by JAXA

ISSの運用 <https://humans-in-space.jaxa.jp/iss/about/partner/>



ISSでの生活

国際宇宙ステーションについて

ISSでの一日

地球を一周約90分で周回するISSの一日は地上と同じ24時間を基準にスケジュールが設定されます。ISSでの1週間の活動スケジュールを、右表上に示します。ISSで使用する時刻は、グリニッジ標準時（GMT）※1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。1日の作業時間は約6時間30分程度になります。ISSでの平日の活動スケジュールについて右表下に示します。

※1 現在の世界標準時は、協定世界時（UTC）ですが、国際宇宙ステーションでは慣例的にかつて世界標準時であったGMTと呼んでいます。実際にはUTCで運用されています。

※2 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。

ISSでの休日（祝祭日含む）

ISSでも地上と同じように宇宙飛行士が休む日があります。通常の週末（土曜と日曜）に加え、祝祭日※3には休息を取り、リフレッシュするようにしています。休日の過ごし方は各宇宙飛行士に委ねられており、エクササイズ、宇宙からのカメラ・ビデオ撮影、地上の家族や友人との会話などを楽しんでいます。

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

日	月～金	土
休み ※2	下記参照	午前： 清掃作業 午後：休み ※2

ISSでの平日の活動スケジュール

睡眠
朝食（60分）
洗顔等（30分）
地上との作業確認（15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）
地上との作業確認（15分）
夕食（60分）
自由時間（60分）
睡眠（8時間半）

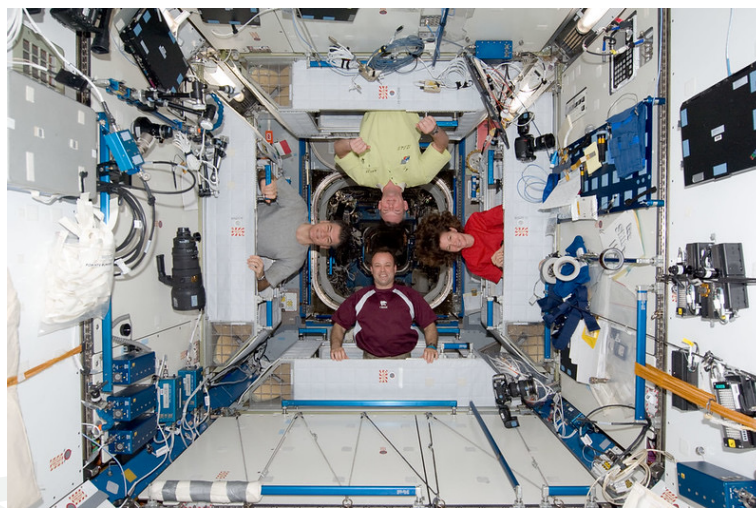
ISSでの生活

国際宇宙ステーションについて

睡眠場所・個室

2024年現在、ISSには8つの個室が設置されています。個室は、寝袋、着替え、ラップトップコンピュータ、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。

ハーモニー（第2結合部）には米国製の個室4つ、コロンバス実験棟にはESA製の個室が1つあります。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、「ナウカ」多目的実験モジュール（Multipurpose Laboratory Module：MLM）に1つあります。



ISS027E013105

ハーモニーに設置された4つの個室 Image by NASA



個室で寝袋に入る古川宇宙飛行士 Image by JAXA

ISSでの生活

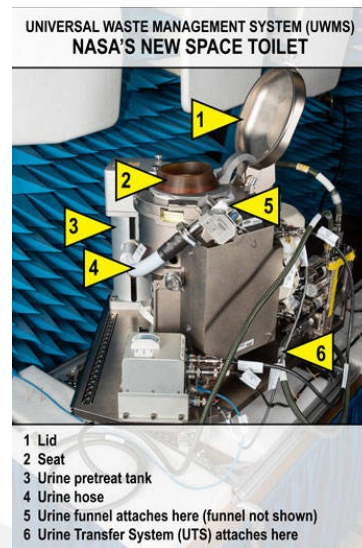
国際宇宙ステーションについて

ISSのトイレ

ISS内にはロシア製のトイレと米国のトイレが計3つあります。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（Water Recovery System: 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。



「ズヴェズダ」後方に
設置されているロシアのトイレ Image by NASA



2020年打ち上げられた
米国の新しいトイレ（UWMS） Image by NASA

これら2台のトイレとは別に、NASAが開発した新しいトイレ（Universal Waste Management System: UWMS）が、2020年10月にシグナス補給船で打ち上げられました。トランクウィリティー（第3接合部: Node3）に設置された、公衆トイレのような2部屋から成るStall（個室）へ、各々既存のWHCとUWMSを併設して使用します。今後、ISSで3年かけて実際に使用しながらの技術実証を行う予定です。

Boldly Go! NASA's New Space Toilet Offers More Comfort, Improved Efficiency for Deep Space Missions

<https://www.nasa.gov/feature/boldly-go-nasa-s-new-space-toilet-offers-more-comfort-improved-efficiency-for-deep-space>

ISSでの日常生活

<https://humans-in-space.jaxa.jp/life/health-in-space/life/>

ISSでの生活

国際宇宙ステーションについて

生活用品・衛生管理

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、一通りの衛生管理用の装備が揃っています。（ISSでは、水は、飲用を含め1日に1人3.5リットル程度しか使えないため、シャワー等入浴はできません。）

ハイジーンステーション

若田宇宙飛行士の第68次長期滞在中に、「きぼう」船内保管室（Experiment Logistics Module Pressurized Section: ELM-PS）の一角を、クルーが衛生管理（歯磨き・洗髪・清拭など）を行う、ハイジーンステーションとしても使用することが、国際調整により正式に決まりました。ハイジーンステーションは、これまでレオナルド（恒久型多目的モジュール Permanent Multipurpose Module: PMM）を使用しており、クルードラゴン到着時などクルーの数が増えるときのみ、ELM-PSも使用していましたが、今後は、定常的に、ELM-PSもハイジーンステーションとなります。若田宇宙飛行士は、第68次長期滞在中、歯磨きやドライシャンプーによる洗髪、タオルで体をぬぐうなどの衛生管理をここで行っていました。

宇宙での生活用品

<https://humans-in-space.jaxa.jp/biz-lab/med-in-space/healthcare/cpi/>



ドライシャンプーを使用し髪を洗う
若田宇宙飛行士 Image by JAXA/NASA



ISSにおける歯磨き方法について解説する
古川宇宙飛行士 Image by JAXA/NASA

ISSでの生活

国際宇宙ステーションについて

ISSでの食事

食事場所

ISSの中ではロシアモジュール内と米国のモジュール内で食事を作って食べられる場所があります。

宇宙食について

宇宙食は米国とロシアがそれぞれ準備している約300種類の宇宙食の中から選ぶ他、宇宙飛行士の出身国で準備する宇宙食もあります。

日本でも日本人宇宙飛行士用に“宇宙日本食”を提供しています。

宇宙日本食は、宇宙飛行士の健康を維持し、バラエティ豊かな食事をとれるよう工夫され、宇宙に滞在している間の精神的ストレスを低減したり、気分をリフレッシュすることで宇宙飛行士のパフォーマンスを維持・向上させることを目的としています。（5-1章参照）



ISSの「ズヴェズダ」（ロシアのサービスモジュール）内の食事風景
Image by JAXA/NASA



ISSの「ユニティ」（第1接合部: 米国モジュール）内の食事風景
Image by JAXA/NASA

宇宙の役割・種類 <https://humans-in-space.jaxa.jp/life/food-in-space/>

宇宙日本食 <https://humans-in-space.jaxa.jp/life/food-in-space/japanese-food/>

日本の生鮮食品 <https://humans-in-space.jaxa.jp/life/food-in-space/freshfood/>

ISSでの生活

国際宇宙ステーションについて

ISSでの健康維持と運動

重力が殆どない宇宙環境では何もしないと骨と筋肉が弱ります。日本人宇宙飛行士の長期滞在開始前の米口の報告によれば、6か月の長期宇宙滞在后には宇宙飛行士の筋力は10~20%くらい低下していましたが、ISSで運動器具と運動プログラムが改良された結果、筋力低下は5~15%くらいに軽減してきました。

ISSに宇宙飛行士が滞在している間、この骨と筋肉ができるだけ弱らないようにするために、宇宙飛行士たちは毎日約2時間半（運動前後の片付け等を含む）、運動をすることで、健康を維持するようにしています。

医学運用チームの仕事

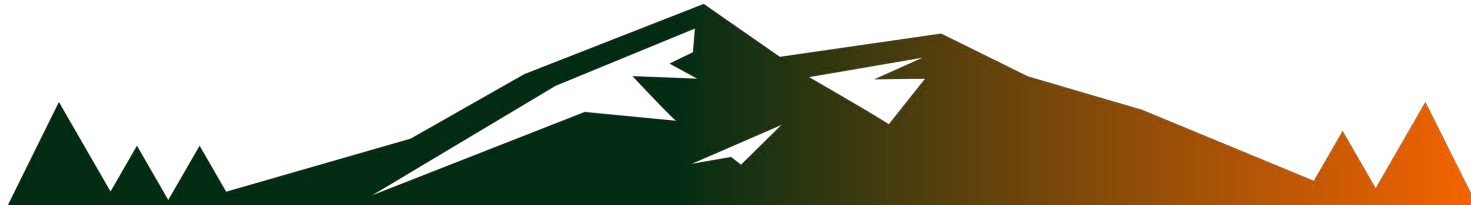
<https://humans-in-space.jaxa.jp/biz-lab/med-in-space/healthcare/medops/system/>



制振装置付きトレッドミル2 (T2/COLBERT) で運動する
古川宇宙飛行士 Image by JAXA/NASA

付録2 Japanese Experiment Module “Kibo”

「きぼう」日本実験棟

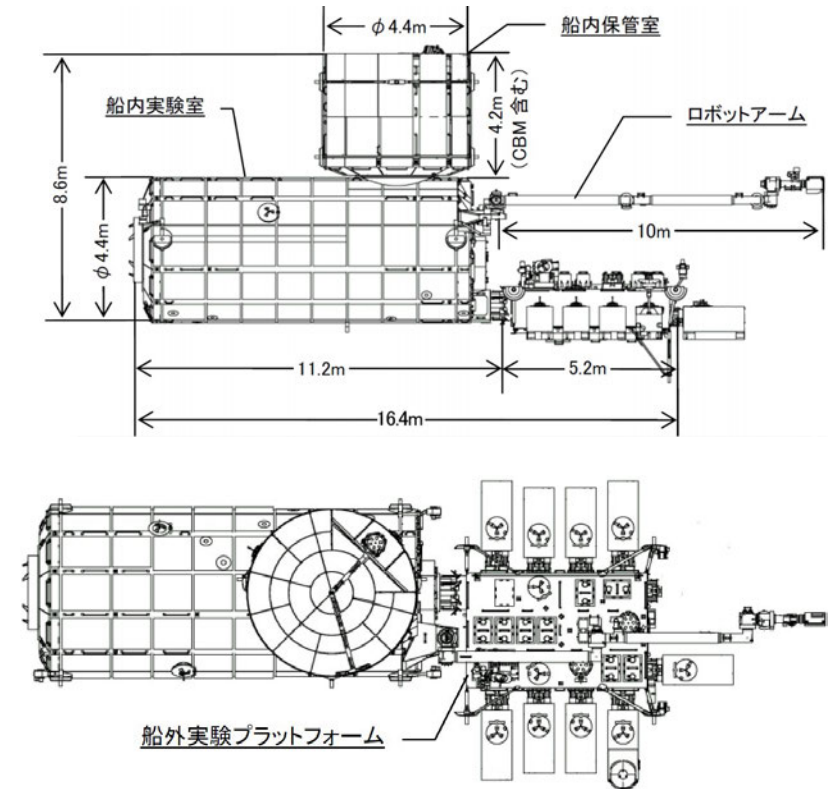


きぼうの構成

「きぼう」日本実験棟

「きぼう」日本実験棟を構成する各要素の主要諸元を以下の表に示します。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章を参照ください。

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9 個、冷蔵庫ラッ ク2 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)	保管ラック8 個
「きぼう」 ロボットア ーム	親アーム長さ：10 子アーム長さ：2.2	1.6 (「きぼう」ロ ボットアーム 制御ラックを 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)

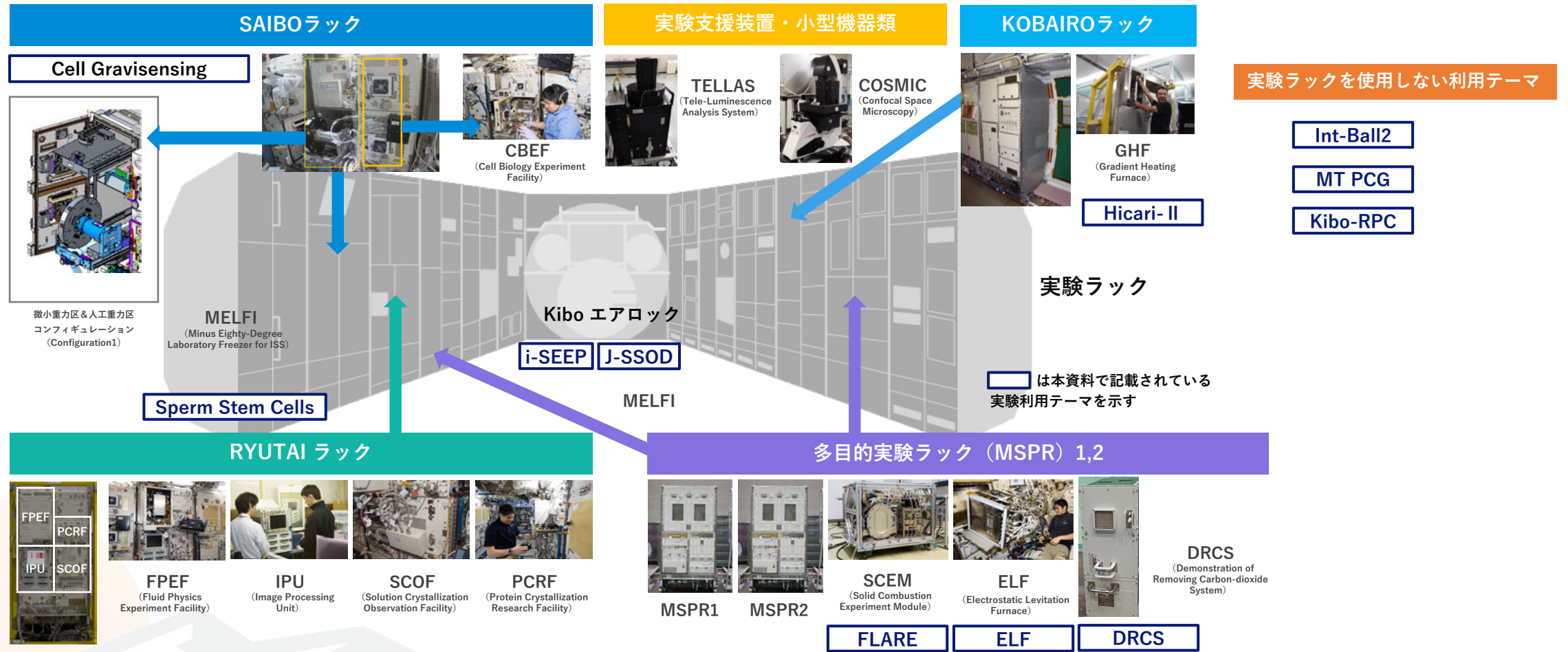


「きぼう」日本実験棟の寸法図 Image by JAXA

「きぼう」ハンドブックはこちら
https://humans-in-space.jaxa.jp/kibouser/library/item/kibo_handbook.pdf

船内実験装置

「きぼう」日本実験棟



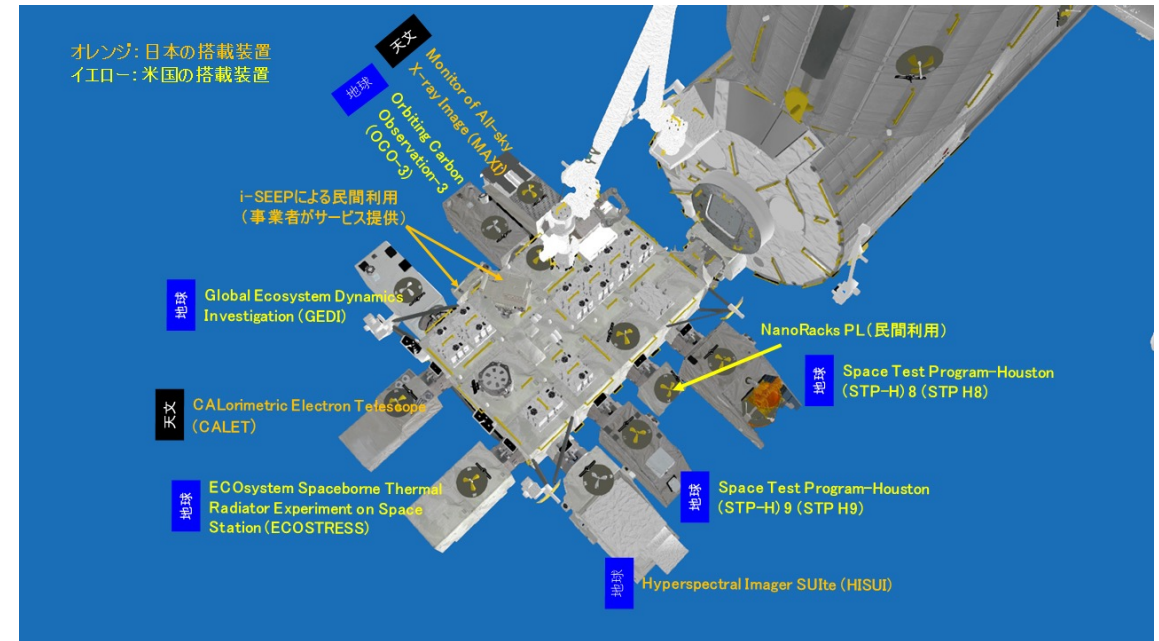
「きぼう」実験装置について詳しくはこちら <https://humans-in-space.jaxa.jp/biz-lab/experiment/pm/>

船外実験プラットフォーム

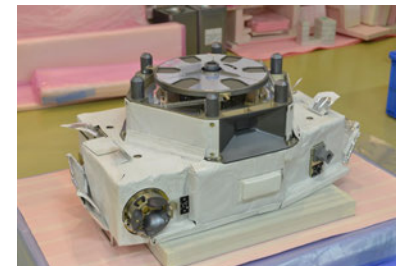
「きぼう」日本実験棟

「きぼう」船外実験プラットフォーム実験装置

「きぼう」船外実験プラットフォームには、標準ペイロード(重量500kg以内)、中型曝露実験アダプター (IVA-replaceable Small Exposed Experiment Platform: i-SEEP) に搭載されたペイロード(最大200kg)が設置されています。日本の標準ペイロードとしては、全天X線監視装置 (Monitor of All-sky X-ray Image: MAXI)、高エネルギー電子・ガンマ線観測装置 (CALorimetric Electron Telescope: CALET)、ハイパースペクトルセンサ (Hyperspectral Imager SUlte: HISUI) があります。中型曝露実験アダプター (i-SEEP#1,#2) の搭載装置はP53を参照ください。また、「きぼう」エアロックとロボットアームを使用し、超小型衛星を放出することができます。



「きぼう」船外実験プラットフォームに設置された実験装置 Image by JAXA



i-SEEP (中型曝露実験アダプター) Image by JAXA



「きぼう」から放出される超小型衛星の様子
Image by JAXA/NASA

「きぼう」船外実験装置について詳しくはこちら <https://humans-in-space.jaxa.jp/biz-lab/experiment/ef/>



きぼうの運用管制

「きぼう」日本実験棟

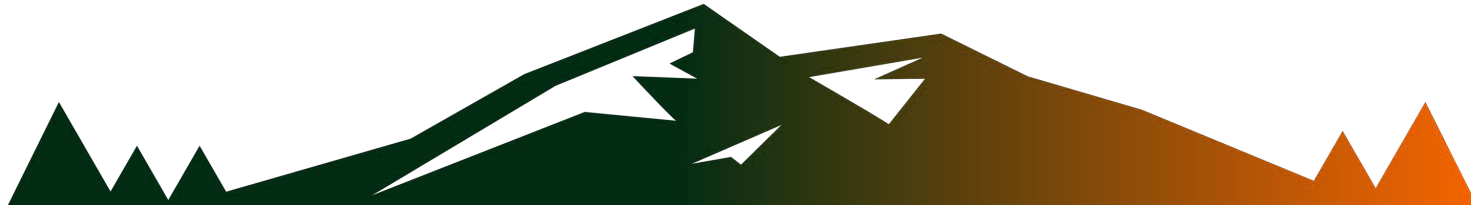
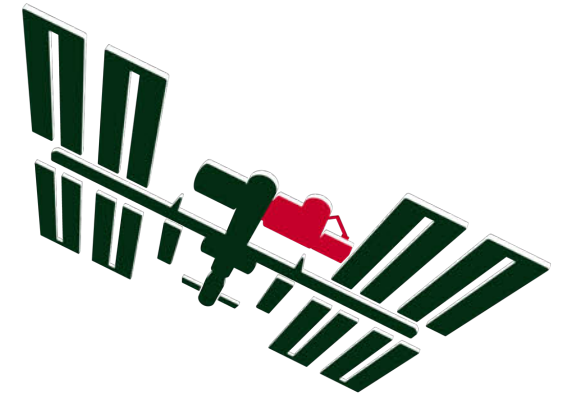


「きぼう」運用システム概要 Image by JAXA

きぼうの運用管制について詳しくはこちら <https://humans-in-space.jaxa.jp/kibo/operation/>

付録3 Data

有人宇宙活動における統計データ





JAXA宇宙飛行士飛行履歴

有人宇宙活動における統計データ

宇宙飛行士	宇宙滞在回数	宇宙滞在時間合計	宇宙滞在日数合計	ISS滞在回数	ISS滞在時間合計	ISS滞在日数合計
若田光一	5回	12114時間35分	504.8日	4回	11583時間57分	482.7日
古川 聡	2回	8792時間34分	366.4日	2回	8691時間46分	362.2日
野口聡一	3回	8265時間34分	344.4日	3回	8057時間56分	335.7日
星出彰彦	3回	8171時間13分	340.5日	3回	7965時間11分	331.9日
金井宣茂	1回	4037時間18分	168.2日	1回	3984時間37分	166.0日
油井亀美也	1回	3400時間09分	141.7日	1回	3391時間04分	141.3日
大西卓哉	1回	2762時間22分	115.1日	1回	2708時間29分	112.9日
土井隆雄	2回	754時間44分	31.4日	1回	284時間36分	11.9日
向井千秋	2回	567時間39分	23.7日			
毛利衛	2回	460時間09分	19.2日			
山崎直子	1回	362時間47分	15.1日	1回	245時間08分	10.2日
総計	24回	49879時間00分	2078.3日	17回	46912時間44分	1954.7日

宇宙滞在 = 打ち上げから着水 / 着地まで ISS滞在 = ドッキングからアンドックまで

2023年4月 (Crew-7 古川宇宙飛行士帰還時点)

データで見る有人宇宙活動 <https://humans-in-space.jaxa.jp/data/>



大西宇宙飛行士の宇宙飛行履歴

有人宇宙活動における統計データ

ミッション（日本時間で記載）	宇宙滞在時間	宇宙滞在日数	ISS滞在時間	ISS滞在日数	備考
47S（ソユーズMS-01） 第48次／第49次長期滞在 （2016年7月7日～2016年10月30日）	2762時間22分	115.1日	2708時間29分	112.9日	
総計	2762時間22分	115.1日	2708時間29分	112.9日	

宇宙滞在＝打ち上げから着水／着地まで ISS滞在＝ドッキングからアンドックまで