

ISS EXPEDITION



古川聡 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)	2023.07.14	—	—
A版	2023.07.25	P4、P36、P37、P43、P44、P45、P46 P27、P84 P29 P30 P31 P34 P36 P84、P85	実験テーマ名をCell Gravisensing、Space Organogenesisに修正 タイトル一部をCrew-5からCrew-7に修正 タイトル一部修正 タイトル、キャプション一部修正 本文一部修正 古川宇宙飛行士ISS長期滞在ミッションキーメッセージ一部修正 実験名を修正 P43、P48 JAXAデジタルアーカイブス掲載URLに更新
B版	2023.07.27	P10、P18 P34 P35	打上げ日時を更新 古川宇宙飛行士ISS長期滞在ミッションキーメッセージ一部修正 本文一部修正
C版	2023.08.28	P18 P20 P21 P24 P32 P80	打上げ日時、ISSドッキング日時を実績値に更新 本文一部修正 打上げミッションイベントシーケンスを更新 時間を更新 関連リンク追記 宇宙ステーション総合推進センター英語表記修正
D版	2024.03.13	P18 P43	ISS離脱・帰還時期、帰還場所を実績値に更新 本文一部修正



1	古川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	古川宇宙飛行士 ISS長期滞在ミッション概要	.....	10
2-2	ロゴマーク	.....	11
2-3-1	古川宇宙飛行士ISS長期滞在ミッションの体制①	.....	12
2-3-2	古川宇宙飛行士ISS長期滞在ミッションの体制②	.....	13
2-3-3	古川宇宙飛行士ISS長期滞在ミッションの体制③	.....	14
2-3-4	古川宇宙飛行士ISS長期滞在ミッションの体制④	.....	15
2-4	古川宇宙飛行士とともに飛行するCrew-7 クルー	.....	16
3	クルードラゴン宇宙船（Crew-7）フライト	.....	17
3-1	クルードラゴン宇宙船（Crew-7）飛行計画概要	.....	18
3-2	打上げイベントシーケンス	.....	20
3-3	Crew-7での任務	.....	31
3-4	関連リンク	.....	32



4	JAXAが実施予定の「きぼう」利用ミッション	.....	33
4-1	ISS長期滞在ミッションのキーメッセージ	.....	34
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	.....	35
4-3	ISS長期滞在中に実施予定の利用ミッション（抜粋）	.....	36
4-4	4-4章に掲載の利用ミッション一覧	.....	37
1	【JWRS】次世代水再生実証システム	.....	38
2	【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	.....	39
3	【Int-Ball 2】JEM船内可搬型ビデオカメラシステム実証2号機	.....	41
4	【Cell Gravisensing】細胞の重力センシング機構の解明	.....	43
5	【Space Organogenesis】微小重力環境を活用した立体臓器創出技術の開発	.....	45
6	【J-SSOD】超小型衛星放出ミッション	.....	47
7	【i-SEEP】中型曝露実験アダプタを利用した船外曝露実験	.....	49
8	【Kibo-RPC】第4回「きぼう」ロボットプログラミング競技会	.....	51
9	【Asian Try Zero G 2023】アジアントライゼロG 2023	.....	53
10	【ELF】静電浮遊炉を使用した高精度熱物性測定	.....	55
11	【JAXA PCG】高品質タンパク質結晶生成実験	.....	57
12	【Sperm Stem Cells】宇宙環境が精子幹細胞へ及ぼす影響の解析	.....	59
4-5-1	【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	.....	60
4-5-2	【Hicari-II】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	.....	61
4-6	関連リンク	.....	62



5	その他の軌道上の活動	.....	63
5-1	搭載する宇宙日本食	.....	64
5-2	搭載する生活用品	.....	65
付録1	国際宇宙ステーションについて	.....	66
	概要	.....	67
	各国の果たす役割	.....	68
	ISSの運用	.....	69
	ISSでの生活	.....	70
付録2	「きぼう」日本実験棟	.....	76
	きぼうの構成	.....	77
	船内実験装置	.....	78
	船外実験プラットフォーム	.....	79
	きぼうの運用管制	.....	80
付録3	有人宇宙活動における統計データ	.....	81
	JAXA宇宙飛行士飛行履歴	.....	82
	古川宇宙飛行士の宇宙飛行履歴	.....	83
	掲載画像一覧	.....	84



1 Profile

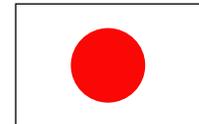
古川宇宙飛行士のプロフィール





経歴

古川 聡



1964年神奈川県生まれ。2011年に、第28次/第29次長期滞在クルーのフライトエンジニアとして国際宇宙ステーション（ISS）に165日間滞在。滞在中は、「きぼう」での実験やISSの維持管理を行ったほか、最後のスペースシャトルミッションとなったSTS-135ミッションの支援などを実施した。

BIOGRAPHY



Image by JAXA/NASA



Image by JAXA/NASA



Image by JAXA/NASA/Robert Markowitz

- **1964**
神奈川県横浜市に生まれる。
- **1989**
東京大学医学部医学科卒業。2000年同大学博士（医学）取得。
- **1989～1999**
東京大学医学部附属病院 旧第1外科学教室と関連病院に勤務。消化器外科の臨床及び研究に従事。
- **1999.2**
NASDA（現JAXA）よりISSに搭乗する日本人宇宙飛行士の候補者として、星出彰彦、山崎直子とともに選定される。
- **1999.4～**
NASDA（現JAXA）が実施する日本人ISS搭乗宇宙飛行士の基礎訓練に参加。
- **2001.1**
宇宙飛行士として認定される。
- **2001.4～**
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。
- **2004.5**
ソユーズ-TMA宇宙船フライトエンジニア資格を取得。同年6月よりNASAスペースシャトルミッションスペシャリスト（搭乗運用技術者：MS）候補者訓練に参加。
- **2006.2**
NASAよりMSとして認定される。

- **2007.8**
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10日間に渡る第13回NASA極限環境ミッション運用（NEEMO）に参加。
- **2008.5**
ISS第22次/第23次長期滞在クルー（当時は、ISS第20次長滞在クルー）のバックアップクルーに任命される。
- **2008.12**
ISS第28次/第29次長期滞在クルーのフライトエンジニアに任命される。
- **2011.6～11**
第28次/第29次長期滞在クルーのフライトエンジニアとしてISSに165日間滞在。滞在中は、「きぼう」での実験やISSの維持管理を行ったほか、最後のスペースシャトルミッションとなったSTS-135ミッションの支援などを実施。
打上げ、帰還ともにソユーズTMA-02M宇宙船（27S）に搭乗。
- **2014.4～2021.3**
JAXA宇宙医学生物学研究グループ長に就任。
- **2020.11**
2023年ごろのISS長期滞在搭乗員にアサインされる。
- **2023.5**
ISS長期滞在搭乗機（Crew-7）決定。



2 Mission

ISS長期滞在ミッション概要





古川宇宙飛行士 ISS長期滞在ミッション概要

飛行計画概要

古川宇宙飛行士は、2023年8月17日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、古川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12回目となります。

古川宇宙飛行士と同時滞在予定のクルー

第69次長期滞在

第70次長期滞在

Crew-7

NASA	ジャスミン・モグベリ
ESA	アンドレアス・モーゲンセン
JAXA	古川聡
Roscosmos	コンスタンチン・ポリソフ

Crew-6

NASA	スティーブ・ボーエン
NASA	ウォーレン・ホーバーグ
UAE	スルタン・アルネヤディ
Roscosmos	アンドレイ・フェディアエフ

69S

Roscosmos	セルゲイ・プロコピエフ
Roscosmos	ドミトリ・ペテリン
NASA	フランシスコ・ルビオ

Crew-8

70S

Roscosmos	オレグ・コノネンコ
Roscosmos	ニコライ・チュブ
NASA	ローラル・オハラ



ロゴマーク

古川宇宙飛行士 ISS滞在ミッションのJAXAロゴマーク

赤と青の帯状の2本のラインは、新型宇宙ステーション補給機（HTV-X）からISS、月、そして火星へと交差しながら繋がることで有人宇宙活動の拡がりを見せており、これらの交差は、国際宇宙探査や地球低軌道（Low Earth Orbit: LEO）の活動が、互いに協調しながら発展していくことを象徴しています。赤のライン上で輝きを放つのは月周回有人拠点（Gateway）です。

また、宇宙に浮かぶ星々は、JAXA宇宙飛行士、新たに選ばれた宇宙飛行士候補者をはじめ、数多くの地上スタッフ達など、将来の有人宇宙活動の発展に取り組む人々を象徴し、ONE TEAMとして共に支えていることを示しています。



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

古川宇宙飛行士 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、古川飛行士の滞在予定期間（ISS第69次／第70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、古川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69次長期滞在のミッションパッチ
Image by NASA



ISS第70次長期滞在のミッションパッチ
Image by ESA



古川宇宙飛行士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官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プログラムマネージャをご紹介します。

有人宇宙技術部門長 佐々木 宏

有人宇宙技術部門全体を統括。

【経歴】

1987年、宇宙開発事業団（現JAXA）に入社。HOPE、OREXの研究開発、LE-7エンジンの開発の後、1994年よりHTVの開発を担当。HTVプロジェクトサブマネージャ、経営企画部次長、宇宙科学研究所科学推進部長、国際宇宙探査センター長を経て、2020年4月から現職。



佐々木 宏（ささき ひろし）
有人宇宙技術部門長・JAXA理事
Image by JAXA

ISSプログラムマネージャ 酒井 純一

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プログラムマネージャ兼務。



酒井 純一（さかいじゅんいち）
有人宇宙技術部門
有人宇宙技術センター長
Image by JAXA



古川宇宙飛行士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 井田 恭太郎 / 井上 夏彦

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69次・70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）



井田 恭太郎（いだ きょうたろう）
インクリメントマネージャ
（第69次長期滞在） Image by JAXA



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70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）。古川宇宙飛行士は、インクリメント69の後半とインクリメント70期間でISS長期滞在予定



古川宇宙飛行士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官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

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70次長期滞在:前半) 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。

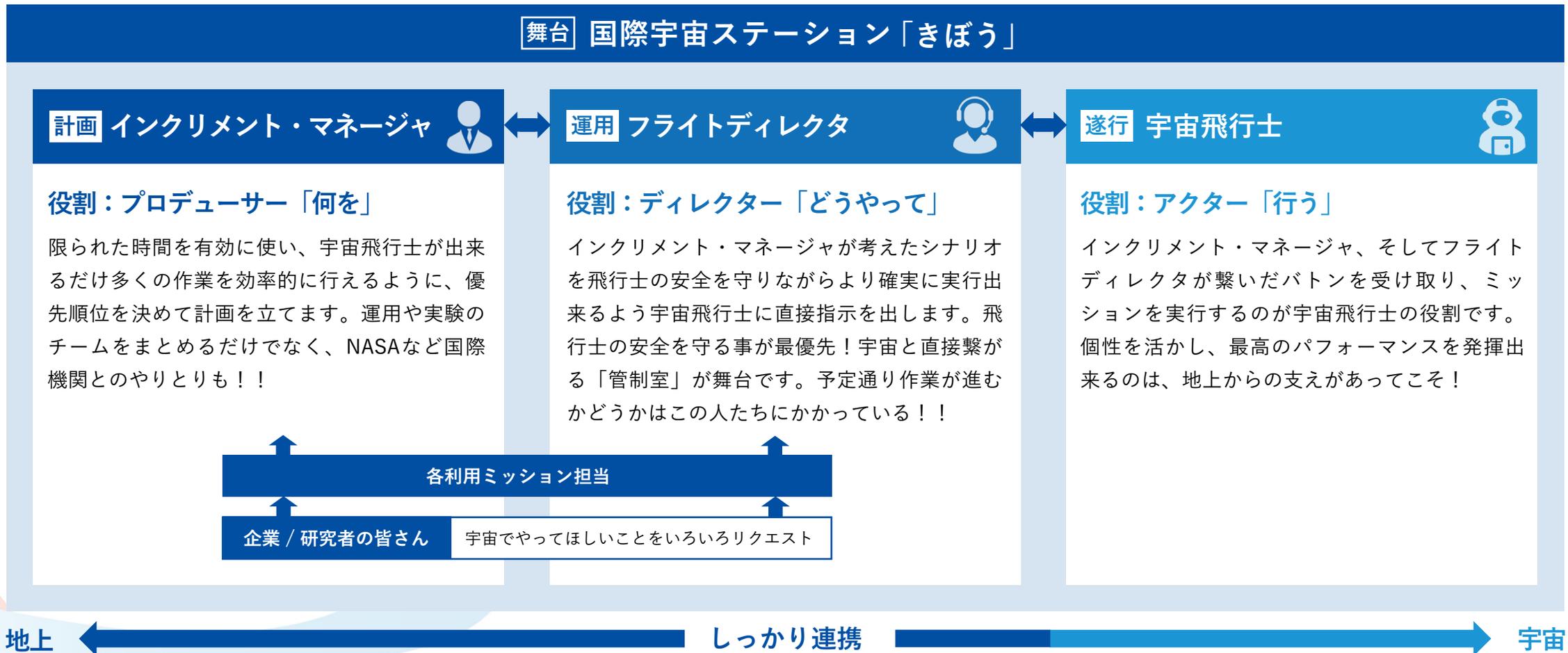
<https://humans-in-space.jaxa.jp/kibo/operation/team/>

※ 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。



古川宇宙飛行士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





古川宇宙飛行士とともに飛行するCrew-7 クルー



古川 聡

Crew-7ではミッションスペシャリスト、ISS到着後はフライトエンジニアを務める。

JAXA宇宙飛行士 古川聡
Image by JAXA



ジャスミン・モグベリ

Crew-7ではISS船長（コマンダー）、ISS到着後はフライトエンジニアを務める。

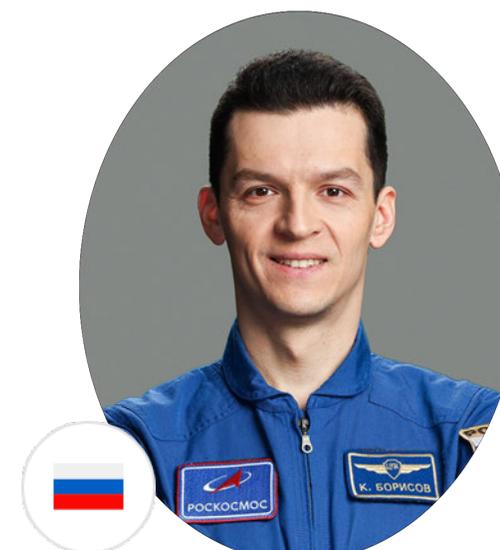
NASA 宇宙飛行士 ジャスミン・モグベリ
Image by NASA/Bill Stafford



アンドレアス・モーゲンセン

Crew-7ではパイロット、ISS到着後はフライトエンジニアを務める。Expedition 70期間中に、ISS船長（コマンダー）に就任。

ESA 宇宙飛行士 アンドレアス・モーゲンセン
Image by ESA/NASA



コンスタンチン・ボリソフ

Crew-7ではミッションスペシャリスト、ISS到着後はフライトエンジニアを務める。

Roscosmos 宇宙飛行士 コンスタンチン・ボリソフ
Image by Roscosmos/ESA/NASA



3 Mission

クルードラゴン宇宙船（Crew-7）フライト





クルードラゴン宇宙船（Crew-7）飛行計画概要

宇宙船名称	クルードラゴン宇宙船 エンデュランス（Endurance）号
ミッション番号	Crew-7（クルードラゴン宇宙船運用7号機）
打上げ日時	2023年8月26日（土）16時27分（日本時間） 2023年8月26日（土）3時27分（米国東部夏時間）
打上げ場所	米国フロリダ州ケネディ宇宙センター 39A 発射台
搭乗員	（2-4項 参照）
ISSドッキング日時	2023年8月27日 22時16分（日本時間）
ISS離脱日時	2024年3月12日 00時20分頃（日本時間）
帰還日時	2024年3月12日 18時47分頃（日本時間）
帰還場所	米国フロリダ州 ペンサコーラ沖

※打上げ日時等に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。



Crew-7のミッションパッチ
Image by NASA



Crew-7打上げファルコン9ロケット及びCrew-7クルードラゴンの特徴

- Crew-7クルードラゴンのカプセルはCrew-5ミッションに使用したものを再利用



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 (時刻はすべて目安であり、変更される場合があります。)

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	39A射点へ移動 Crew Transportation to Launch Complex 39A
-02:55:00	39A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 (時刻はすべて目安であり、変更される場合があります。)

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

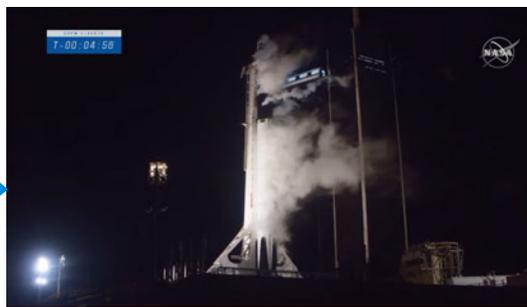


(2) ハッチ閉～リフトオフ



クルーアクセスアーム後退
ロンチエスケープシステム
アーミング (安全装置解除)

-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



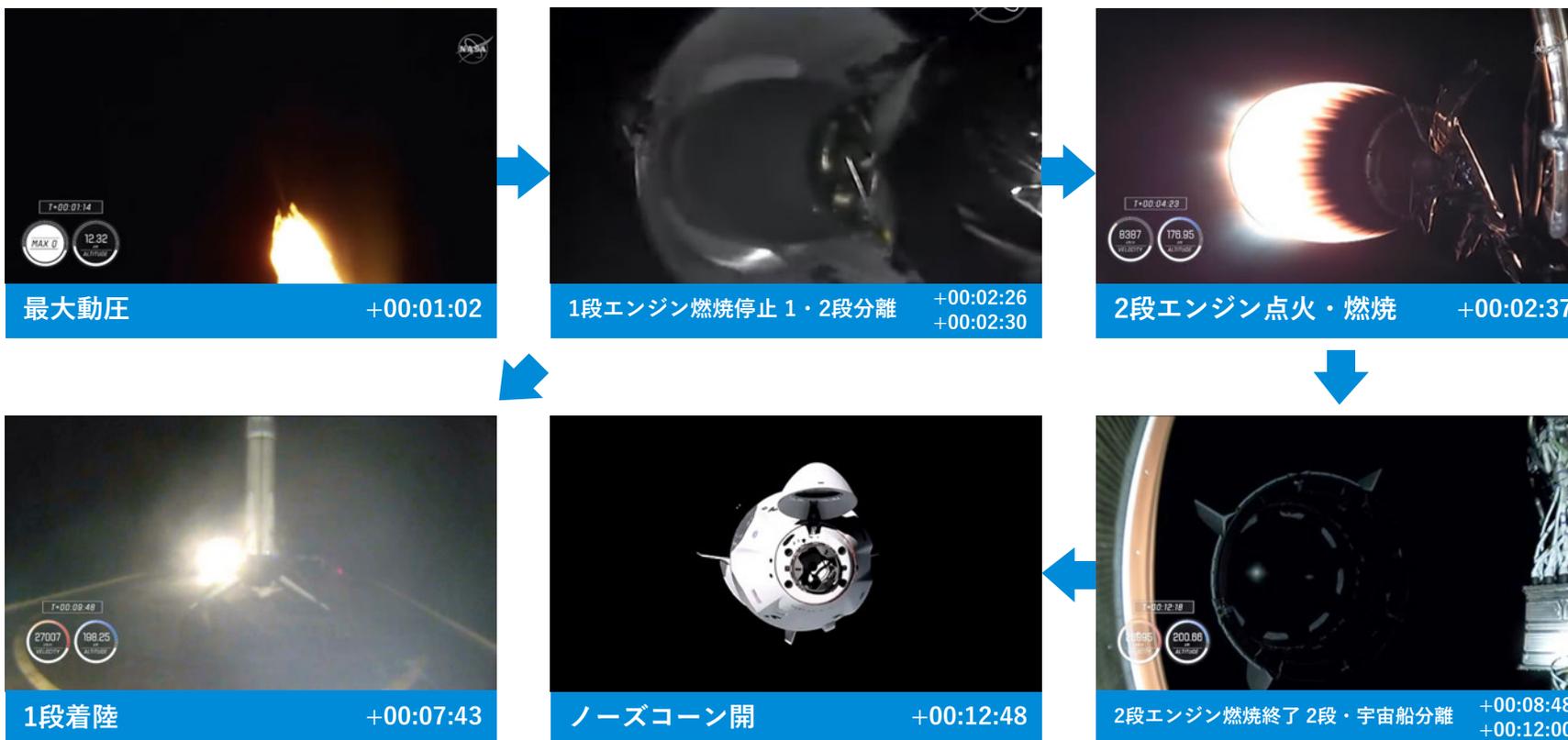
エンジン点火シーケンス開始
リフトオフ

-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

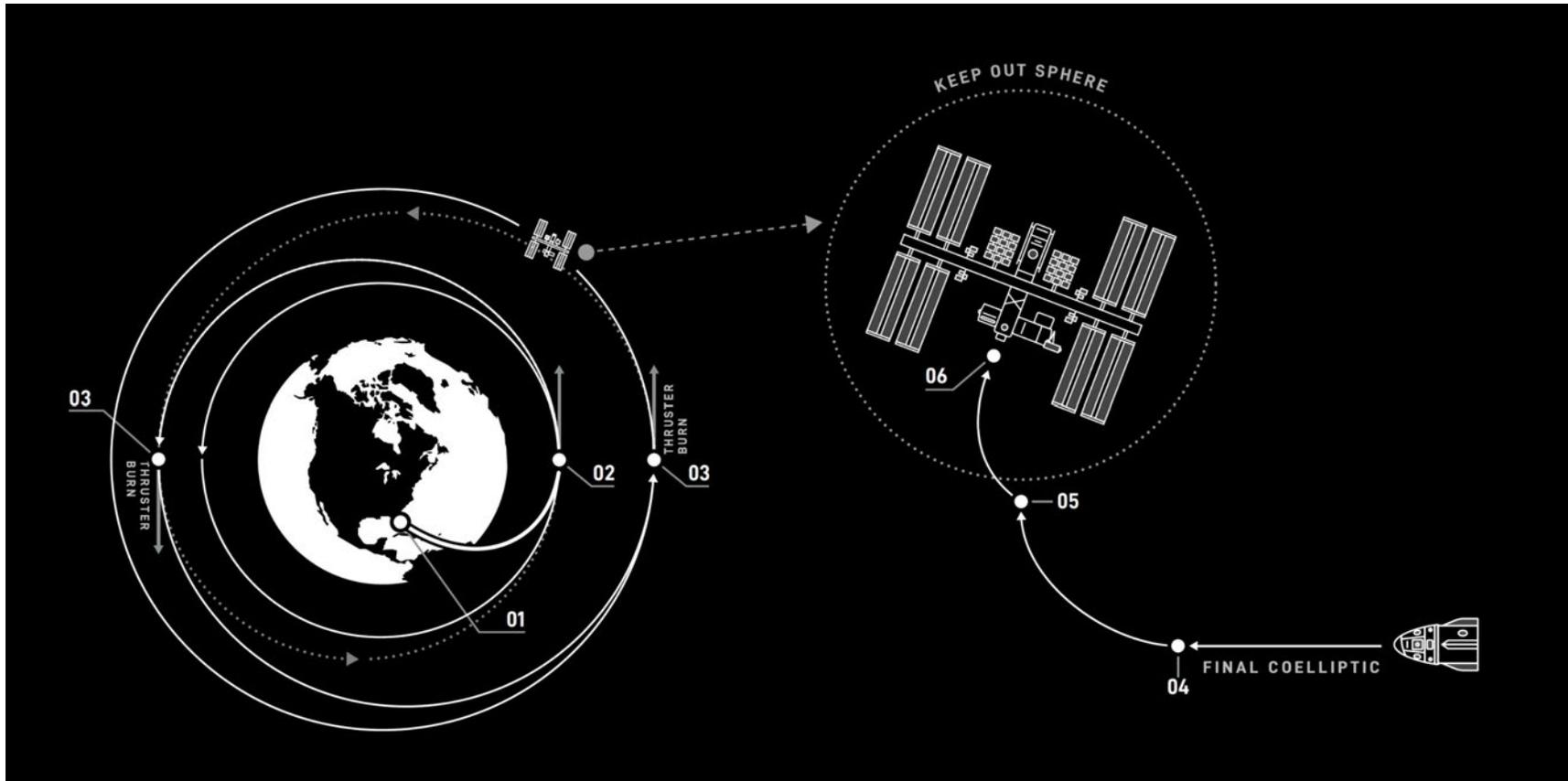


Image by SpaceX



(4) 宇宙船分離～ISSドッキング

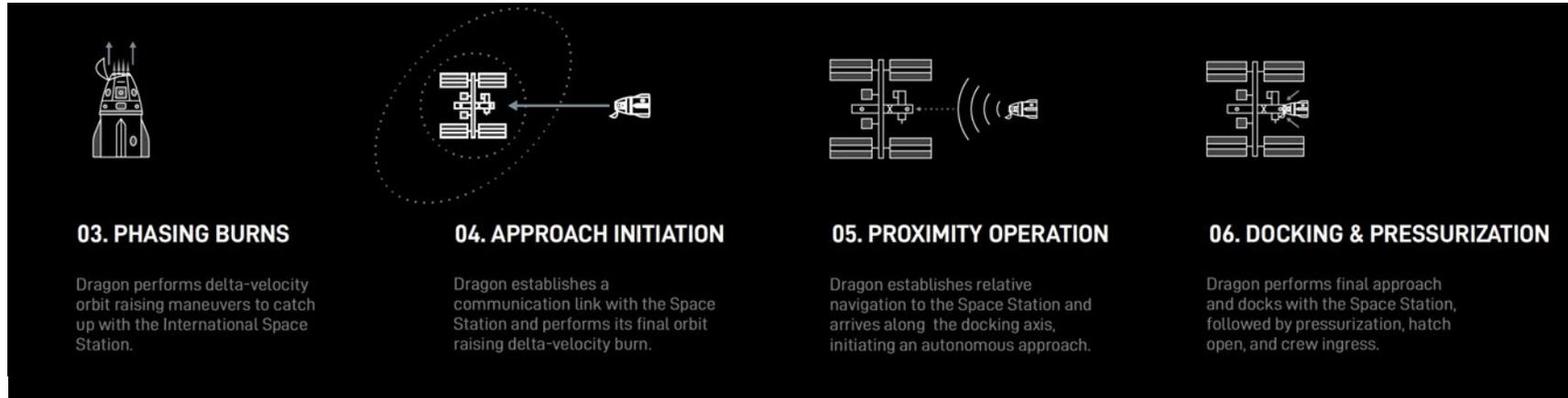
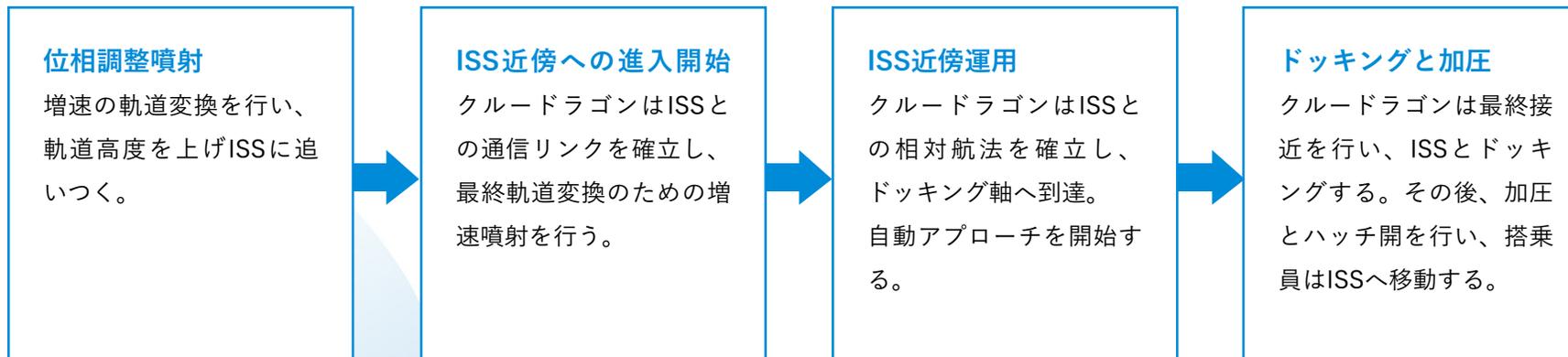


Image by SpaceX





Crew-7帰還シーケンス概要

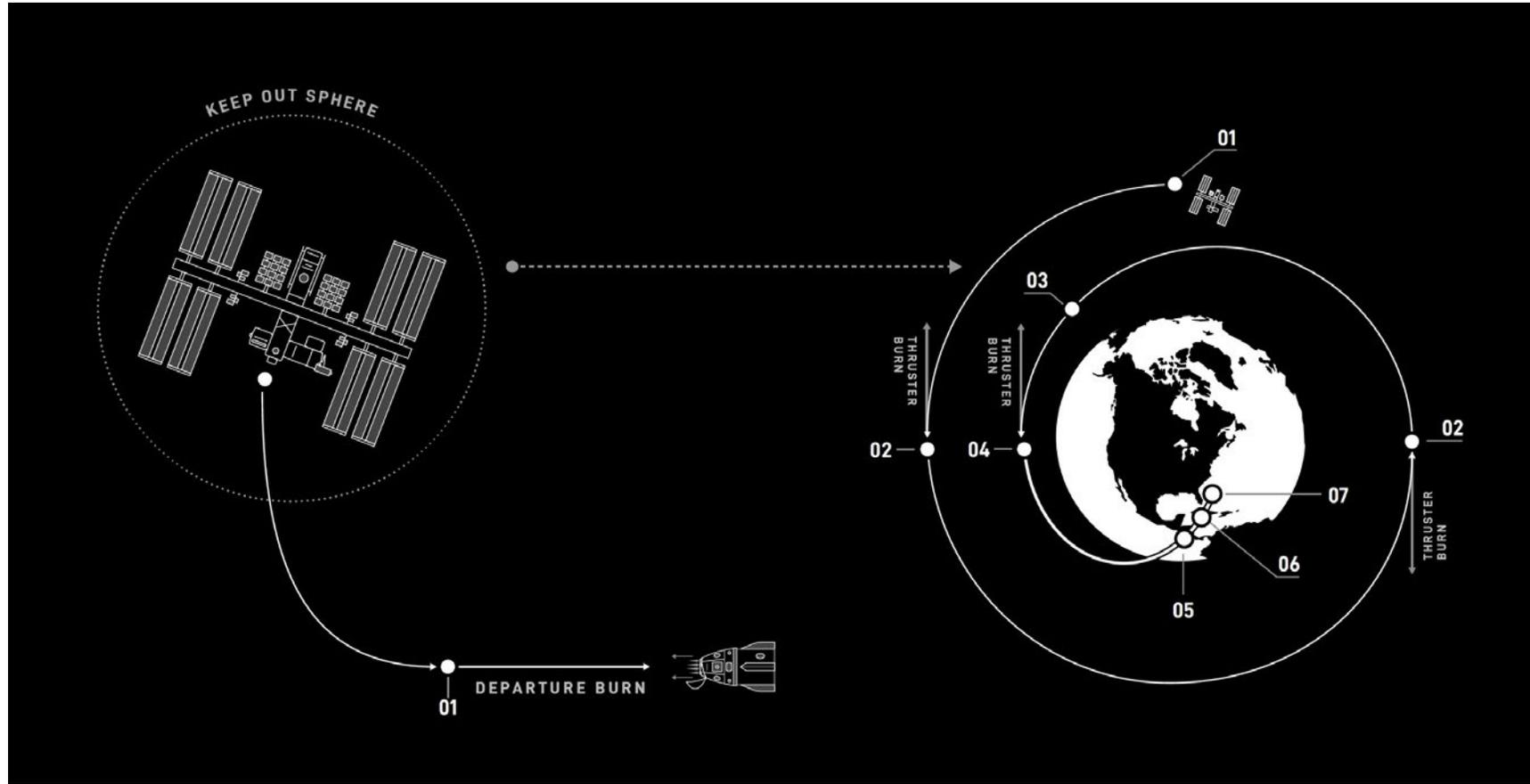


Image by SpaceX



(1) ISS出発からトランク投棄まで

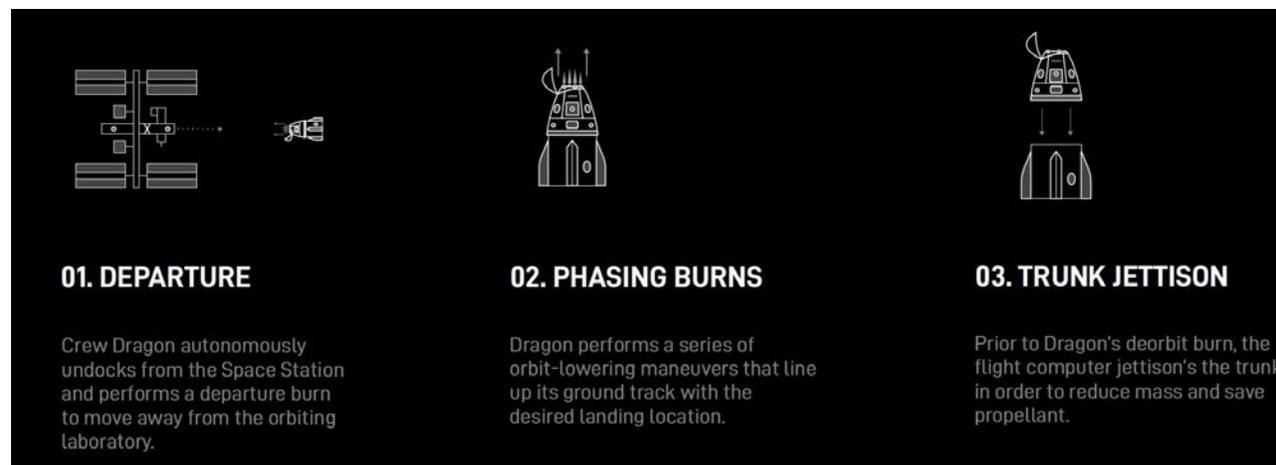


Image by SpaceX

ISS出発

クルードラゴンはISSから自動でアンドックする。デパーチャ噴射を行い、ISSから離れる。

位相調整噴射

クルードラゴンは高度下降のために一連の軌道変換を行う。これにより、所定の着水域を目指す。

トランク投棄

クルードラゴンの軌道離脱噴射前に、トランクを投棄する。重量を軽減し、推進薬を節約するのが目的。



(2)軌道離脱噴射から着水まで

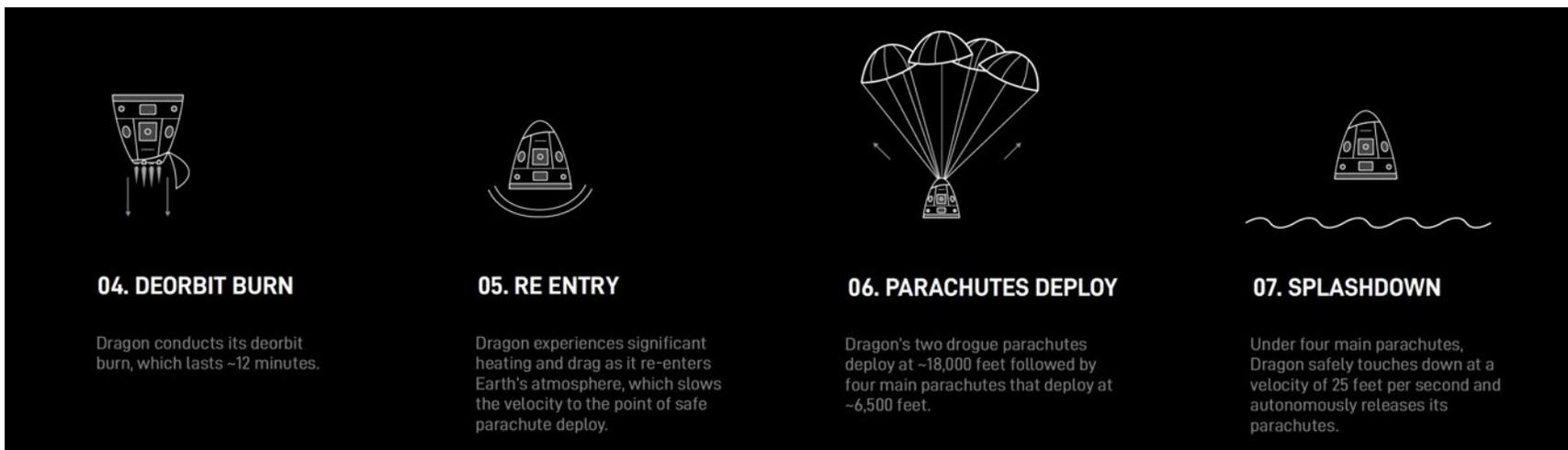


Image by SpaceX

軌道離脱噴射

クルードラゴンは軌道離脱噴射を実施する。同噴射は約12分間継続する。

再突入

クルードラゴンは大気圏に再突入すると激しい熱と抗力を受ける。それにより、パラシュートを安全に展開する速度まで減速する。

パラシュート展開

クルードラゴンの2個のドローグシュートは高度約18000ft (約5500m)で展開する。その後4個のメインパラシュートが高度約6500ft (約2000m)で展開する。

着水

4個のメインパラシュートの下、クルードラゴンは25ft (7.62m)/秒の速度で安全に着水する。パラシュートは自動的に切り離される。



(3) 着水から搭乗員の船外退出まで



※画像は全てDemo-2時



クルードラゴン宇宙船搭乗中の古川宇宙飛行士の任務

- 打上げ、帰還時に搭乗するクルードラゴン宇宙船内では、4人のクルーがそれぞれ、コマンダー、パイロット、ミッションスペシャリスト（2名）の任務に就きます。
- 古川宇宙飛行士は、Crew-7ミッションスペシャリストとして、同乗するコマンダー及びパイロットと密接に連携し、宇宙船の飛行状況（飛行シーケンス、タイムライン、リソース消費等）を監視する役割を担います。



古川宇宙飛行士らSpaceX Crew-7クルー Image by SpaceX



SpaceX Crew-7クルーの古川宇宙飛行士 Image by SpaceX



関連リンク

- NASA Commercial Crew Program Press Kit
<https://www.nasa.gov/exploration/commercial/crew/presskit/index.html>
- NASA COMMERCIAL CREW (PDF)
https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/commercial_crew_press_kit_2.pdf
- NASA Blog - Commercial Crew Program
<https://blogs.nasa.gov/commercialcrew/>
- YouTube NASA channel – Watch the Launch of NASA's SpaceX Crew-1 Mission to the International Space Station
https://youtu.be/E_FlaPBOJgc
- Watch NASA's SpaceX Crew-1 Mission Arrive at the International Space Station
<https://www.youtube.com/watch?v=aT4rITutAwA>
- NASA's SpaceX Crew-1 Mission Splashes Down
<https://www.youtube.com/watch?v=6O-N5E6x0uc>
- Watch NASA's SpaceX Crew-2 Launch to the International Space Station
<https://www.youtube.com/watch?v=WeIVJyufJrE>
- Watch NASA's SpaceX Crew-2 Mission Arrive at the International Space Station
<https://www.youtube.com/watch?v=DbB2-CCrz00>
- NASA's SpaceX Crew-2 Returns Home: Splashdown
<https://www.youtube.com/watch?v=FLdl-wM7kGo>
- NASA Live: Official Stream of NASA TV
<https://www.youtube.com/watch?v=21X5IGIDOfg>
- SpaceX - Launches CREW-7 MISSION
<https://www.spacex.com/launches/mission/?missionId=crew-7>
※P21 打ち上げ後のシーケンスは、8/26現在、当ページに記載のリストを仕様（現在は非掲載）



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メッセージ

古川宇宙飛行士ISS長期滞在ミッションキーメッセージ

宇宙でしか見つけられない答えが、あるから

「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※69 キーメッセージ

「きぼう」による新たな価値の創出を通じた
日本のプレゼンスの発揮

インクリメント※70 キーメッセージ

「新たな価値創出の準備」と「着実な成果蓄積」
で拓く「きぼう」利用のさらなる多様化



古川宇宙飛行士と地上要員とが「#スペースJAPAN」としてONE TEAMとなり、「宇宙でしか見つけられない答え」の探求を進め成果を示します。

「#スペースJAPAN」とは、古川宇宙飛行士ミッション広報におけるプロモーション用SNSハッシュタグです。

※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。古川宇宙飛行士は、インクリメント69の後半とインクリメント70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

古川宇宙飛行士 ISS長期滞在期間

2023年8月～約半年間 (予定)

インクリメント69期間：2023年3月28日～2023年9月末頃
 インクリメント70期間：2023年9月末頃～2024年3月(予定)

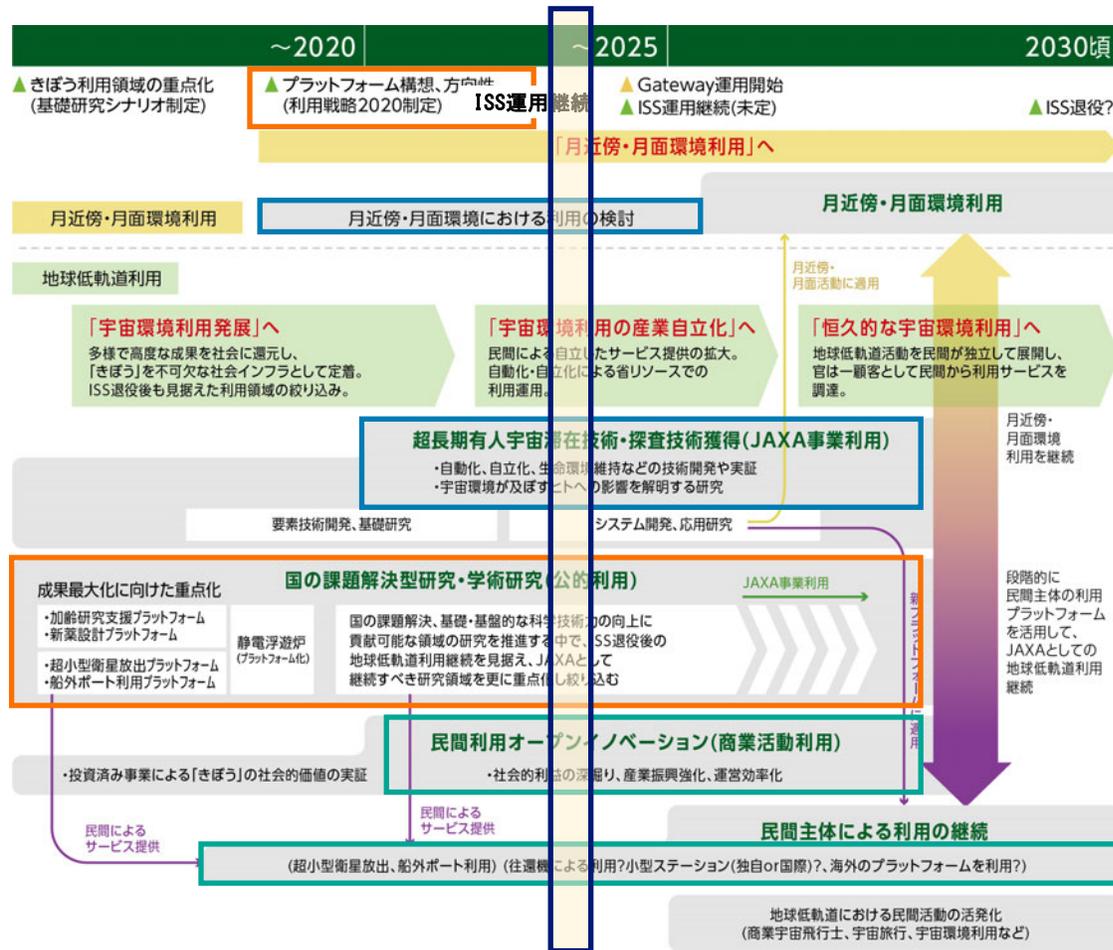
Gateway運用開始を見据えた探査向け技術の獲得と、LEO利用継続・産業自立化に向けた取組の大詰めを迎える期間であるとともに、探査向け技術実証や人材育成による国際プレゼンスの向上にも引き続き取り組むべき期間

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」

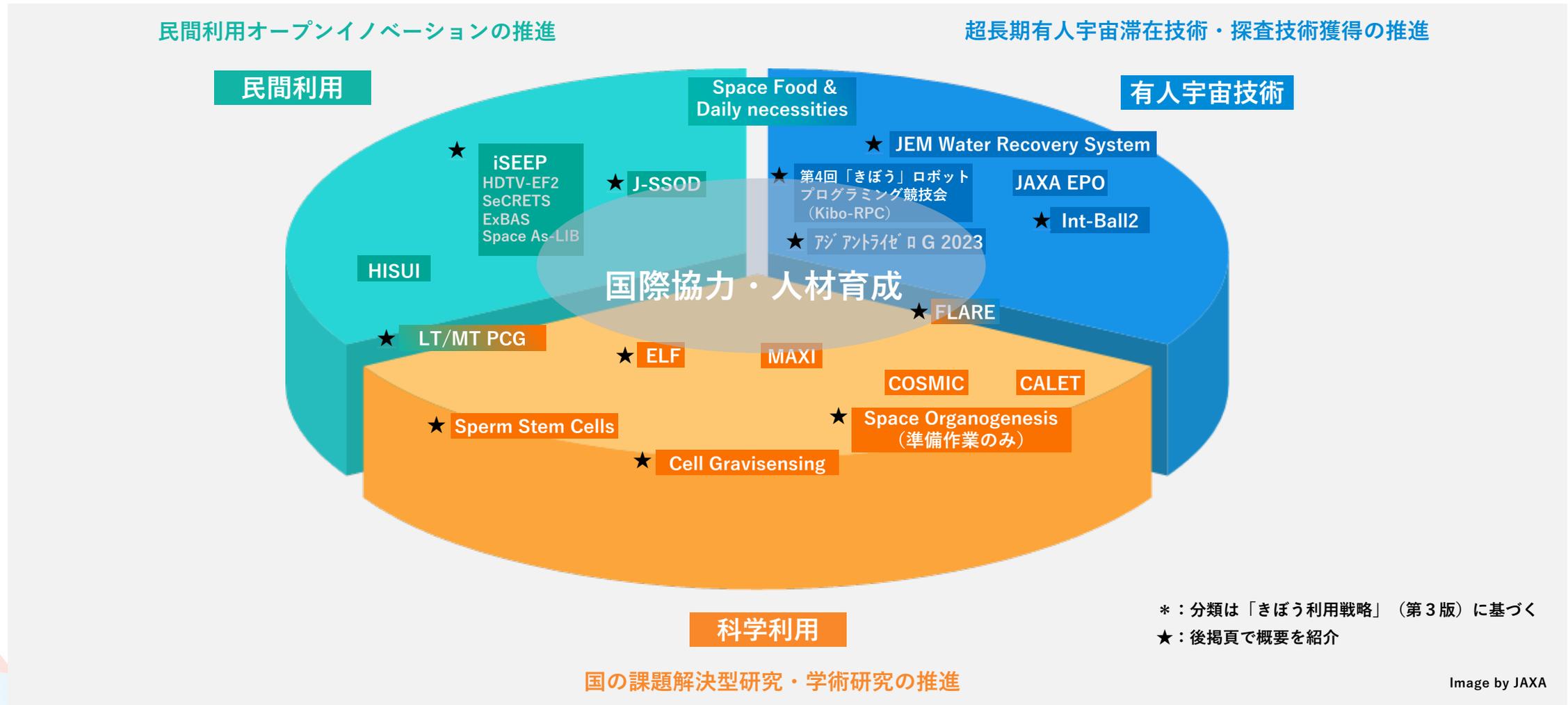
ONE TEAMによる着実な成果創出・蓄積



「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	●	【JWRS】次世代水再生実証システム	優れた日本独自の技術による水再生システムの軌道上実証を通して、持続可能な有人宇宙探査に貢献
2	●■	【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
3	●	【Int-Ball 2】JEM船内可搬型ビデオカメラシステム実証2号機	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!
4	■	【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
5	■	【Space Organogenesis】微小重力環境を活用した立体臓器創出技術の開発	微小重力環境を利用した立体培養で、ヒト臓器創出に必要な要素技術を開発します
6	▲◆	【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
7	▲	【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。
8	◆	【Kibo-RPC】第4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	◆	【Asian Try Zero G 2023】アジアトライゼロG 2023	アジア・太平洋地域の青少年が考えた宇宙実験を「きぼう」でトライ!
10	■▲	【ELF】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ー 高融点材料の隠されている性質を解明する。
11	■▲	【JAXA PCG】高品質タンパク質結晶生成実験	疾病関連タンパク質等の高精度構造データの取得(■)と将来の民間主体の事業実現に向けた知見の蓄積(▲)。
12	■	【Sperm Stem Cells】宇宙環境が精子幹細胞へ及ぼす影響の解析	低軌道船内環境における既知の精子形成異常の作用機序を理解し、精子形成異常に対するリスク評価や防御方法の開発につなげる。

● (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

次世代水再生技術実証システム

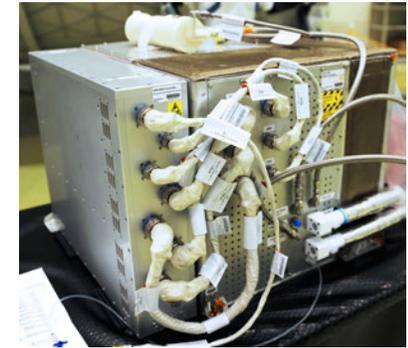
優れた日本独自の技術による水再生システムの軌道上実証を通して、持続可能な有人宇宙探査に貢献

JWRS (JEM Water Recovery System) とは

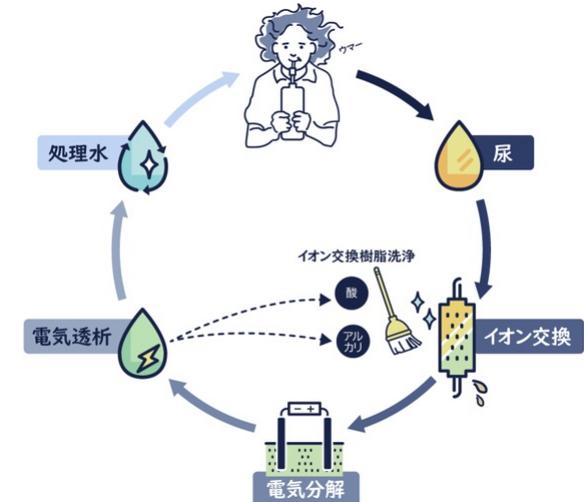
- ISSでは、地上からの水の輸送量を減らすために、NASAの開発した水再生システムを用いて尿や除湿によって回収した水を飲料水に再生しています。
- JAXA では、現在 ISS で使用している水再生システムより、**小型、低消費電力、高再生効率、メンテナンス性を向上させた次世代型水再生システム**の研究開発を進めています。その一環として、小型の実証システムを開発し「きぼう」日本実験棟で軌道上実証を行っています。

本実験の意義

- 実証システムを用いて実際に宇宙で水処理の実験を行うことで、**地上では模擬できない微小重力環境下での各機能を**確認します。
- 地上では重力があるため液体と気体は分離しますが、微小重力環境では液体の中に発生した気泡は水面に向かわず、いつまでも液体の中に留まります。また、水の電気分解で発生する気泡は表面張力によっていつまでも電極表面に留まる場合もあります。このような**液中に滞在する微小な気泡（マイクロバブル）が、水処理にどのような影響を与えるかを調査し、実機設計に活用**します。
- 次世代型水再生システムは、将来の有人宇宙探査において地上から運ぶ飲料水や消耗品を大幅に減らすことが可能であり、**国際的な探査ミッションに貢献**します。また、地上では水資源が限られる干ばつ地帯や山岳地帯、被災地等へ応用することが考えられます。



次世代水再生実証システムの軌道上実証装置外観 Image by JAXA



次世代水再生実証システムでの水処理フロー Image by JAXA

有人宇宙技術

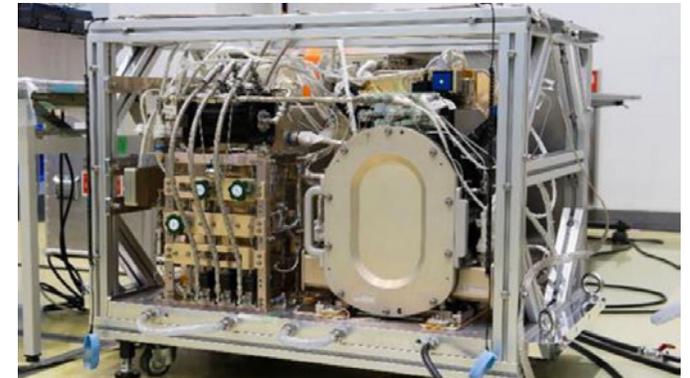
科学利用

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 (Fundamental Research on International Standard of Fire Safety in Space -base for safety of future manned mission-) 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。



固体燃焼実験装置 (Solid Combustion Experiment Module: SCEM) 外観
(FLARE利用テーマで使用する実験装置) Image by 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。
- 民間宇宙ステーションを含め、微小重力環境で運用される**有人宇宙施設や宇宙船における火災防止のための適切な材料選定基準の制定**に貢献します。
- 新手法は微小重力環境だけでなく、月面のような低重力環境での材料可燃性評価にも活用可能であるため、有人宇宙探査で使用される居住施設や与圧ローバ等での火災防止に向けた基準としても役立てることが出来ます。
- 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ー「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ー」

https://www.jaxa.jp/press/2021/04/20210420-1_j.html



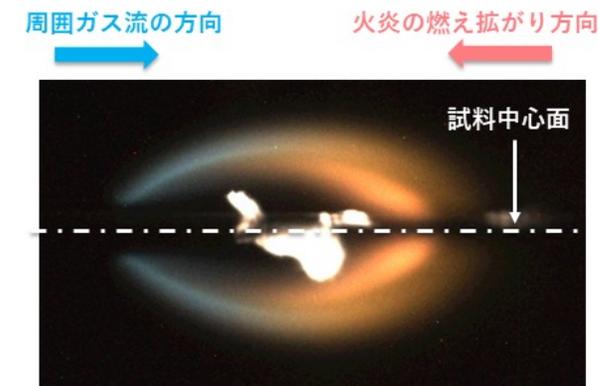
有人宇宙技術

科学利用

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（Solid Combustion Experiment Module: 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70では、新たに薄いアクリルや綿布に加え、難燃性繊維材料を試料として用い、燃焼特性データを取得します。



「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

JEM船内可搬型ビデオカメラシステム実証2号機

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？

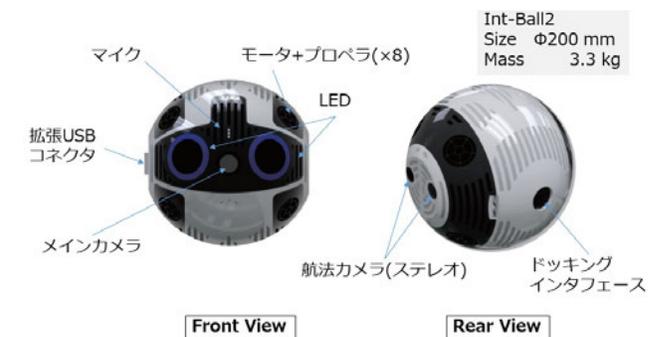
- Int-Ball2は地上の管制官の操作によりISS内を飛び回り、写真や動画の撮影を宇宙飛行士の代わりに行うことで、宇宙飛行士の作業時間を大幅に軽減することを目的としています。
- 2017年に打上げ、ISSにて無重力空間での姿勢・移動制御に関する基本実証を行ったInt-Ball初号機の後継機です。自動でドッキングステーションに戻り充電できることや、強い推力、ターゲットマーカなしでの自己位置推定が可能、などの改良を行っています。



Int-Ball2の地上試験の様子 Image by JAXA

本実験の意義

- 「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、最終的にはゼロにすることができます。
- 将来の有人宇宙活動に向けて、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）への適合などの新規技術の獲得が期待されます。



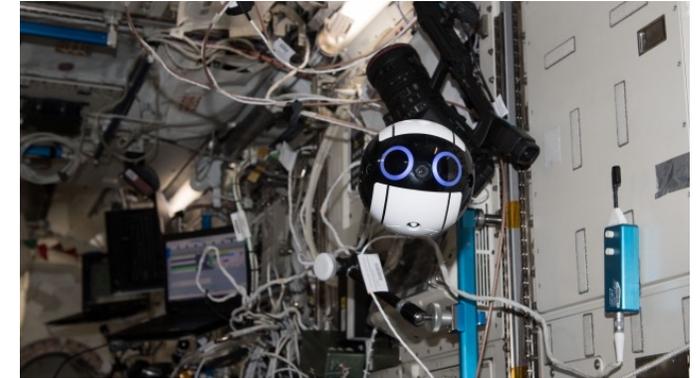
Int-Ball2の外観 Image by JAXA



JEM船内可搬型ビデオカメラシステム実証2号機

軌道上実験作業

- 「きぼう」船内に、ドッキングステーションをクルー作業により設置後、初期チェックアウト（電源投入後に地上からのテレメトリデータの取得や充電、航法機能、誘導制御機能、リリース/ドッキング機能※、異常発生時の運用機能、運用デモンストレーション）を行います。
- 地上管制員がきぼう船内のLANを経由して、Int-Ball2号機を遠隔操作し、きぼう船内での移動、クルー作業やラックフロントにおける実験装置の撮影、データ取得を行います。バッテリー残量が低下した場合は自動でドッキングステーションに戻ります。
- 撮影対象は、きぼう船内におけるクルー作業並びに実験/システム機器で、細胞培養装置（Cell Biology Experiment Facility: CBEF）や、静電浮遊炉（Electrostatic Levitation Furnace: ELF）、グローブボックス、冷凍・冷蔵庫（Minus Eighty degree Celsius Laboratory Freezer for ISS: MELFI）などを想定しています。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。



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



地上試験中のInt-Ball2プロトフライトモデルと古川宇宙飛行士 Image by JAXA

※リリース/ドッキング機能までの確認は、古川宇宙飛行士到着前に終了予定

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

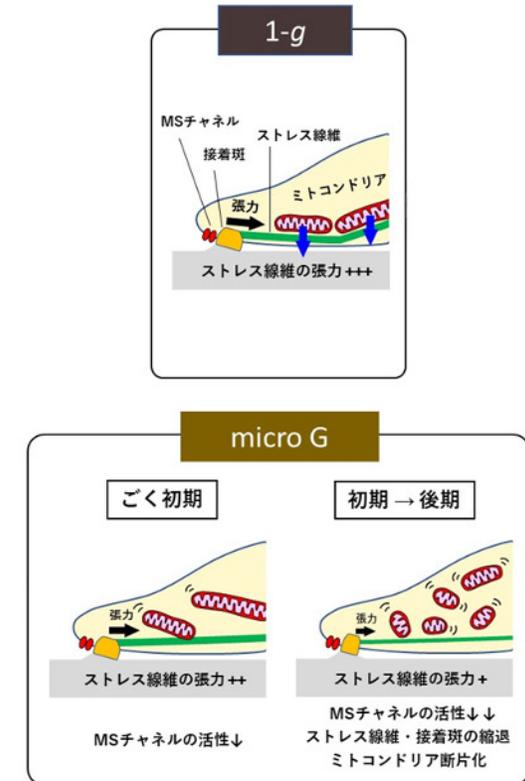
Cell Gravisensing (Elucidation of gravisensing mechanism in single cells) とは

(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と、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線維の相互作用に着目

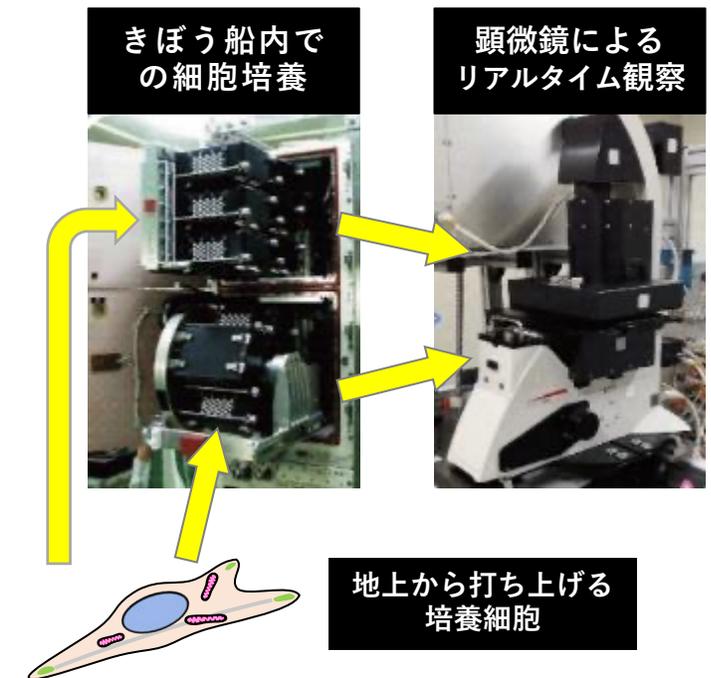
細胞の微小重力環境の感知のモデル図 Image by JAXA/金沢工大/名古屋大

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。
- 培養の様子については、「きぼう」に設置されている顕微鏡により1Gと μ Gでの培養細胞の様子の違いをリアルタイムで観察します。実験終了後は、試料の保存処置を施した後、地上に回収し、さらに詳細な顕微鏡観察、また、遺伝子やタンパク質の発現変化について詳細に解析を行います。
- 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月にヒトHeLa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。
- 第2回目実施の本インクリメントでは、前述の技術を使用して**軌道上 μ G/1G下における培養と顕微鏡観察、および回収標品の分子生物学的解析と画像解析を通して微小重力効果の評価**を実施する予定です。

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



科学利用

微小重力環境を活用した立体臓器創出技術の開発

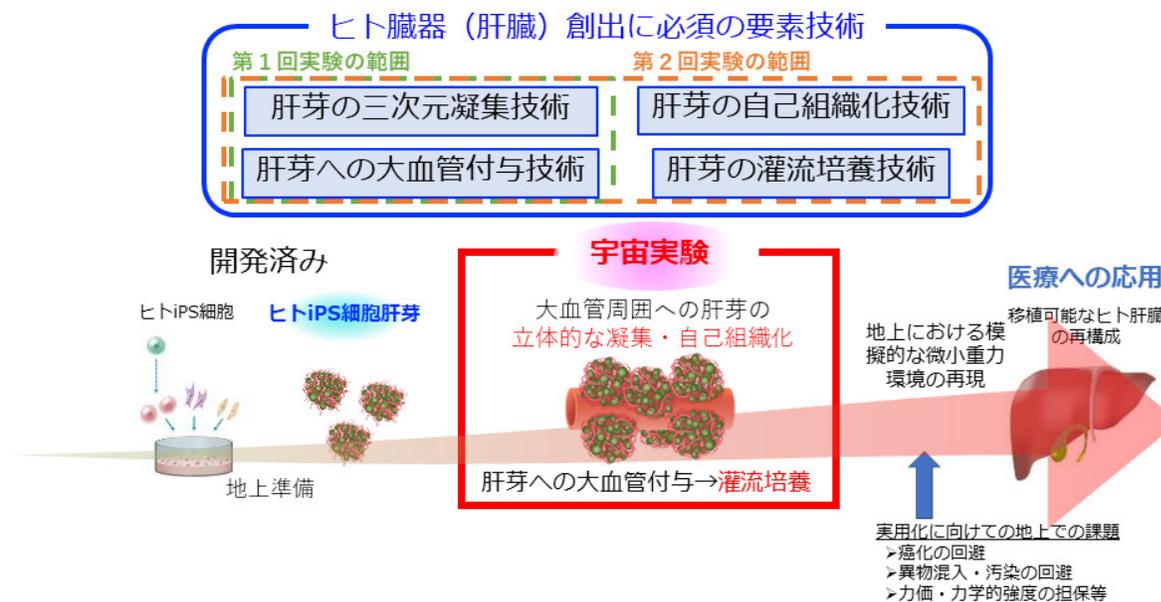
微小重力環境を利用した立体培養で、ヒト臓器創出に必要な要素技術を開発します。

Space Organogenesis (Development of advanced 3D organ culture system utilizing microgravity environment) とは

- 宇宙空間における微小重力では沈降や対流などが無く、細胞を三次元的に展開させることにおいて有利であると考えられます。その環境を活用することによって、iPS細胞を用いたヒト器官原基創出法を発展させ、大血管を付与した立体臓器の創出を目指した基盤技術開発を行います。

本実験の意義

- 宇宙実験で得られた研究結果を通じて、大血管が付与された新規ヒト臓器の作製のための技術基盤が構築され、移植医療・再生医療への応用開発が可能であると示すことができます。
- 機能的なヒト臓器創出に対する宇宙環境の有効性を世界に先駆けて実証する実験であり、将来の微小重力環境を活用した移植医療・再生医療への貢献の可能性を示します。
- 本実験を通して得られた技術は、再生医療等製品の実用化に必須であるヒト立体組織の保存技術・輸送への応用が期待されます。
- 地上での臓器形成に必要な条件の抽出や、模擬微小重力環境を活用した新規三次元培養装置開発等のヒト臓器製造に向けた技術革新の加速が期待されます。



科学利用

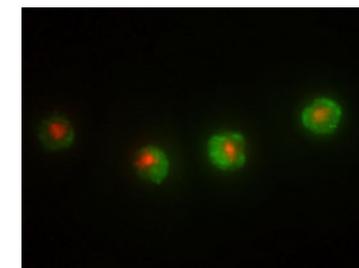
微小重力環境を活用した立体臓器創出技術の開発

軌道上実験作業

- 地上において、ヒト由来のiPS細胞から分化させた肝前駆細胞、血管内皮細胞、間葉系幹細胞から作製した肝臓の原基となる肝芽を作製し、血管様構造体と共に封じ込めた培養容器を「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内で肝芽を所定の期間培養を行ったのち、地上に回収し、その成長の違いなどを地上で培養した対照群と比較し、臓器原基成長における重力の影響について解析を行います。
- 2020年12月に実施された第1回実験では、大血管周囲への肝芽の三次元凝集技術と、大血管付与技術を確認できました。今回行われる第2回実験では、肝芽の自己組織化技術と、灌流培養技術を確認します。古川飛行士滞在中には、灌流培養を行うために新規開発した自動溶液交換器具2型（T-DOCS）のチェックアウトを行います。
- 実験に関する紹介映像：宇宙で躍進！「きぼう」でつなぐ人工臓器研究
<https://youtu.be/NtlXiTmi3hg>



第1回実験時（2020年12月）筑波宇宙センターのユーザ運用エリアで野口飛行士の作業を見守る関係者 Image by JAXA



宇宙で観察された肝芽
（肝前駆細胞（緑）、血管内皮細胞（赤））
Image by 横浜市立大学、JAXA



灌流培養を行う自動溶液交換器具2型（T-DOCS）
手順確認中の古川飛行士 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等を放出します。
- インクリメント70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 (左) と放出成功を喜ぶ関係者 Image by JAXA (右)
(2019年6月)

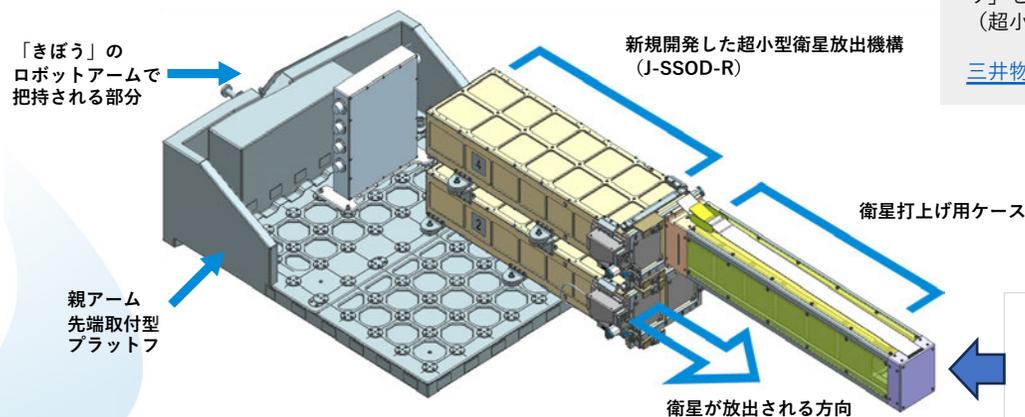
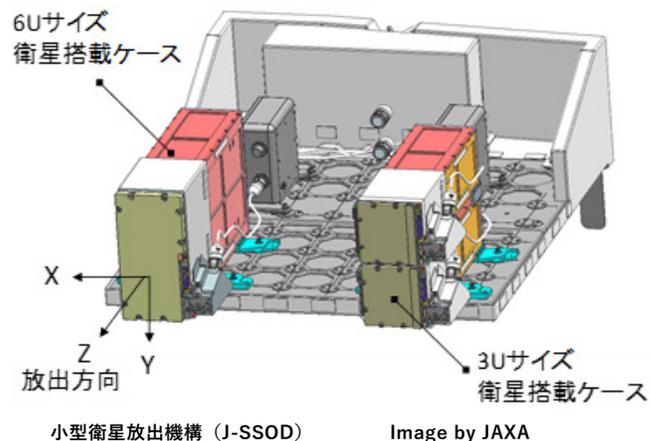
民間利用

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
BEAK[3U×1基]	東京大学	<ul style="list-style-type: none"> ・エアロシェル分離に伴うドラッグモジュレーションによる軌道変更の実証 ・形状記憶合金製の柔軟エアロシェルの展開実証 ・超小型衛星用スラスタによる軌道制御実験
Clark sat-1	クラーク記念国際高校、東京大学	事業者衛星※



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。

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

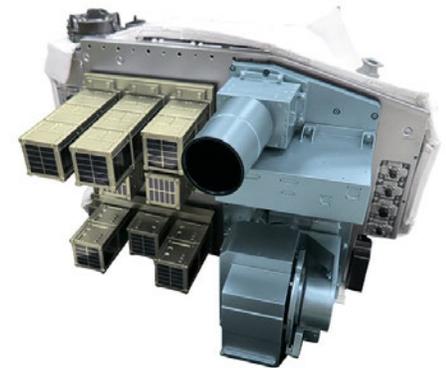
「きぼう」の船外利用をより身近に。

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、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実施中です。
- 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。

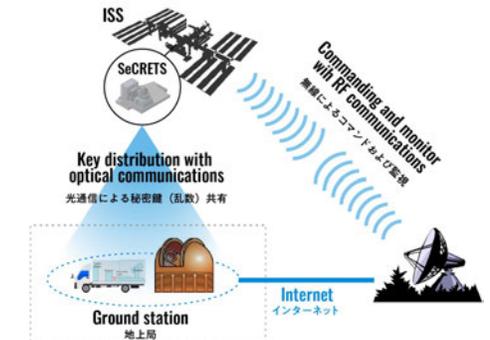
古川宇宙飛行士ISS長期滞在中のミッション予定

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。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する。映像取得を通じた民間ビジネスの創出にも貢献します。
SeCRETS	スカパーJSAT株式会社、国立研究開発法人情報通信研究機構 (NICT)、株式会社ソニーコンピュータサイエンス研究所、次世代宇宙システム技術研究組合 (NeSTRA) (SpaceBD)	<国際宇宙ステーション - 地上局間の高秘匿光通信の実証> 軌道上-地上間の光通信を利用した物理層暗号プロトコルによる秘密鍵 (乱数) 共有の実証プロジェクトです。宇宙空間からの自由空間光通信により、光ファイバーを用いた鍵配布よりも遠い地点間での鍵共有が可能となります。

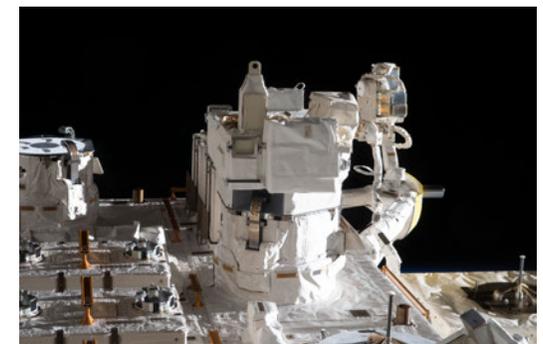
i-SEEP2

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#1-3	SpaceBD	材料曝露実験【参考】ExBAS #1-2ミッション https://space-bd.com/news/20220622.php
Space As-LIB	JAXA-日立造船(共同研究)	全固体電池の技術実証 https://www.jaxa.jp/press/2022/08/20220805-1_j.html



高秘匿光通信の実証 (SeCRETS) ミッションのイメージ
Image by SeCRETSプロジェクトチーム

スカパーJSAT株式会社、国立研究開発法人情報通信研究機構 (NICT)、次世代宇宙システム技術研究組合 (NeSTRA)、株式会社ソニーコンピュータサイエンス研究所



i-SEEP2 (全固体電池を搭載) Image by JAXA/NASA

Image by Japan Aerospace Exploration Agency



国際協力・人材育成

第4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。

Kibo-RPC (Kibo Robot Programming Challenge) とは

- アジア・太平洋地域宇宙機関会議 (APRSF) 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が主催しています。

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・地域の学生に対して**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・地域からの参加者同士で国・地域を超えた交流**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。

※Kibo-ABCは、アジア・太平洋地域宇宙機関会議 (APRSF) 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3回Kibo-RPCに参加した若田宇宙飛行士とNASAのAstrobee
Image by JAXA/NASA



第3回Kibo-RPCで優勝した台湾チーム Image by JAXA

Image by Japan Aerospace Exploration Agency



国際協力・人材育成

第4回「きぼう」ロボットプログラミング競技会

第4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。
- 第4回Kibo-RPCでは、国連宇宙部(UNOOSA)との協力により、国連加盟国※3の学生にも参加機会を提供できるようになりました。その結果、**30の国・地域から、421チーム、1685人が参加**応募しています。

参加国・地域：オーストラリア、バングラデシュ、インドネシア、日本、マレーシア、ネパール、ニュージーランド、シンガポール、台湾、タイ、アメリカ、ベトナムをはじめとする30の国・地域

- 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し、各国・地域内で実施
 - 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
- 日本からは27チームが参加しています！
日本国内予選および軌道上決勝大会の様子はYouTubeにて配信しますので是非ご覧ください。
日本国内予選：7月8日(土) 13:00～（アーカイブ配信中）<https://youtube.com/live/ax4H1NBqTz0>
軌道上決勝大会：10月中旬頃を予定

※1：ISS船内ドローンとは宇宙飛行士の作業（写真撮影など）の代替・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。

※3：国連が発行するWorld Economic and Situation Prospects 2023 における国別分類のうち、「developing economies」または「economies in transition」に分類される国が対象となります。



第3回Kibo-RPCにて競技中のAstrobeeを見守る参加者の様子
Image by JAXA/NASA



Image by JAXA



国際協力・人材育成

アジアントライゼロG 2023

アジア・太平洋地域の青少年が考えた宇宙実験を「きぼう」でトライ！

アジアントライゼロG (Asian Try Zero G) とは

- アジア・太平洋地域宇宙機関会議 (Asia-Pacific Regional Space Agency Forum: 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つです。
- アジア・太平洋地域における宇宙環境利用の普及を図るため、軌道上での簡易実験アイデアを日本を含むアジア各国・地域の青少年を対象に募集し、選定された実験をISS長期滞在の宇宙飛行士が「きぼう」で行うプログラムです。

本ミッションの意義

- アジア・太平洋地域の青少年を対象とした国際協力プロジェクトとして、日本のみならず、アジアの学生に宇宙実験の機会を提供した人材育成プログラムとしてSDGsへ貢献します。
- アジア諸国・地域にて募集・選定された簡易実験を、「きぼう」で実施することにより、アジア諸国・地域の「きぼう」および宇宙環境利用への興味・関心の喚起と、アジア宇宙機関の宇宙実験実施プロセスの理解・習得が期待されます。
- 軌道上実験実施日および成果報告会に、各国・地域からの参加者同士での実験の発表等を実施することにより、英語でのプレゼン力や論理的思考、分析力などの能力を養い、グローバル人材の育成に貢献します。



軌道上の実験に立ち会うために集まったアジアの実験提案者
および宇宙機関の担当者たち Image by JAXAA



アジアントライゼロG 2022 日本の学生の提案した実験を実施する若田飛行士
Image by JAXA



国際協力・人材育成

アジアントライゼロG 2023

アジアントライゼロG 2023の概要

- アジア・太平洋地域のKibo-ABCイニシアチブ加盟国内で参加表明した国・地域の宇宙機関が、それぞれの国・地域内で学生からの簡易宇宙実験案のアイデア募集と一次選定を行います。その後、参加機関が集まって最終選考を行い、選定された実験テーマを、軌道上の日本人宇宙飛行士により「きぼう」日本実験棟内にて実施します。
- 第1回目のアジアントライゼロGは2011年に古川飛行士により実施し、第8回目の今年も古川飛行士により実施します。過去の実績は、2011年古川飛行士、2012年星出飛行士、2014年若田飛行士、2015年油井飛行士、2016年大西飛行士、2018年金井飛行士、2022年若田飛行士により実施しました。
- 通常は簡易物理実験のアイデア(分野A)を募集していますが、今回は、これに加えてエクササイズになり得る動きや姿勢(分野B)を募集しました。日本では分野Aが11件、分野Bが13件、合計24件の応募がありました。参加国・地域の総計は、分野Aが171件、分野Bが74件の合計 245件です。
- 今年のアジアントライゼロGは、過去最多の9か国・地域※が参加しています。2023年6月に各国・地域で一次選考、7月中旬に参加機関全員での最終選考を行い、軌道上実験は冬に予定をしています。2024年3月には学生による成果報告会も予定しています。

※アジアントライゼロG 2023参加国・地域 (ABC順) : オーストラリア、バングラデシュ、インドネシア、日本、ネパール、フィリピン、シンガポール、台湾、タイ



アジアントライゼロG 2022 タイの学生が提案した実験を実施する若田飛行士
Image by JAXA/NASA



アジアントライゼロG実験を見守る学生たちと大西飛行士 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、レーザー加熱により非接触で溶融・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温融点（**2000°C以上**の）物質の熱物性計測（密度、表面張力、粘性係数）と過冷凝固による新規高機能物質を探索します。



ELFの外観図 Image by JAXA



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。



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

古川宇宙飛行士ISS長期滞在中に実施予定のELF実験（抜粋）

- A) 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。

- B) 実験テーマ「Microgravity Investigation of Thermophysical Properties of Supercooled Molten Metal Oxides (Super glass)」
(研究代表者：米国MDI社 Richard Weber博士)
 - ・ 酸化物 (ガラス) の液体状態の熱物性値 (密度、表面張力、粘性係数) を精密に測定します。
 - ・ **ガラスの生成過程と構造の関係を解明**し、得られたデータをもとに地上でより良い性能を持つガラスを生成することを目指します。

- 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、 casting、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。

科学利用

民間利用

高品質タンパク質結晶生成実験

対象ミッション名：LT PCG 10, MT PCG 10

疾病関連タンパク質等の高精度構造データの取得と将来の民間主体の事業実現に向けた知見の蓄積。

高品質タンパク質結晶生成実験（Protein Crystal Growth: PCG）の意義

タンパク質の立体構造の解明には高品質な結晶の生成が必要ですが、地上では対流や沈降の影響により十分な品質の結晶が得られない場合があります。

このため、ISSやスペースシャトル等の微小重力環境を利用して良質なタンパク質結晶を生成する実験が多数実施されてきました。これまでの実験結果から、対流の影響が抑えられ溶液の拡散により緩やかに結晶が成長すること、及び不純物の結晶への取り込みが抑制される効果により結晶の品質が向上すると示唆されています。

JAXA PCGでは、様々な疾病や環境・エネルギー問題の解決につながるタンパク質を対象に、**宇宙実験で得られた良質な結晶からタンパク質の詳細な立体構造を解析**することを目指しています。また、得られた詳細な立体構造を利用し、医薬品の開発や、工業的な利用など社会貢献可能な成果の創出を目指しています。



Image by JAXA



科学利用

民間利用

高品質タンパク質結晶生成実験

対象ミッション名：LT PCG 10, MT PCG 10

搭載試料について

多剤耐性菌など病原性細菌に効果のある新規抗菌薬の開発を目指した試料、高機能血糖値センサーの開発を目指した試料、がん細胞の可視化など生体イメージング技術に関わる試料を含む20種以上の試料を搭載予定です。

膜タンパク質の高品質結晶化技術の高度化

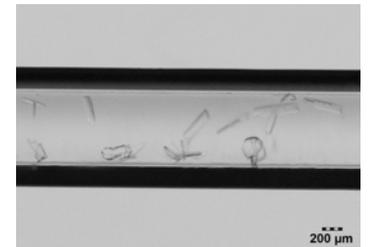
既存の薬物の約半数が膜タンパク質に作用すると言われており、**膜タンパク質の構造は学術研究や創薬に欠かすことができません。** JAXA PCGでは独自の結晶化促進技術とこれまでの宇宙実験で培った技術を合わせて、膜タンパク質に適した支援を行います。国立研究開発法人日本医療研究開発機構（AMED）において今年度から始まる生命科学・創薬研究支援基盤事業（BINDS）の課題「疾病関連膜タンパク質の生産および構造解析支援」の分担機関としても**膜タンパク質の高品質結晶化支援**を提供いたします。本実験は、上記支援技術の高度化を目指した技術実証として位置付けられます。疾病に関連する複数種の受容体等を搭載予定で、宇宙実験への適合性を検証するとともに、技術蓄積を進めます。

民間パートナーによる有償利用

将来の民間主体の宇宙事業実現に向けた施作の一環として、JAXA PCGでは2021年にSpace BD株式会社を民間パートナーとして選定しました。JAXAはSpace BD（株）に**宇宙実験のノウハウについて技術移管を行う**一方、Space BD（株）はその間、宇宙実験機会の一部を活用して**独自の有償利用サービスをユーザに提供し、将来の民間主体の事業実現に向けた市場開拓**などを実施します。本実験は民間パートナーによる実験利用の2回目にあたり、複数の国内外の企業・団体の実験試料が搭載される予定です。



PCG HP (<https://humans-in-space.jaxa.jp/protein/public/about/index.html>) Image by JAXA



MTPCG4で得られた膜タンパク質の結晶
Image by JAXA



実際に「きぼう」に運んだコンテナが船内の微小重力環境で浮遊している写真
Image by JAXA/NASA

科学利用

宇宙環境が精子幹細胞へ及ぼす影響の解析

低軌道船内環境における既知の精子形成異常の作用機序を理解し、精子形成異常に対するリスク評価や防御方法の開発につなげる。

Sperm Stem Cells (Effect of space environment on fertility of spermatogonial stem cells) とは

- 半世紀以上前から続く研究で低軌道宇宙環境下では動物実験で精子形成異常が知られています。
- この現象に対して、研究代表者が世界に先駆けて樹立した精子を産生する精子幹細胞 (Germline Stem Cells, GS細胞) を用いて原因を推定します。
- 本実験では、国際宇宙ステーションにて長期凍結保管した精子幹細胞の性状および妊孕性を調べることで放射線の影響について検証します。

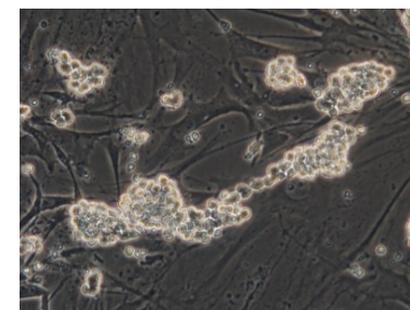
本実験の意義

- 推定要因である①宇宙放射線が直接精巣や精子を作る雄性生殖細胞に作用する、②重力の雄性生殖細胞への影響、③動物個体のテストステロン等のホルモンの変化の中で①の影響を明らかにできます。
- 低軌道船内環境における既知の精子形成異常の作用機序が理解を目指します。
- 精子形成異常に対するリスク評価や防御方法の開発が期待されます。

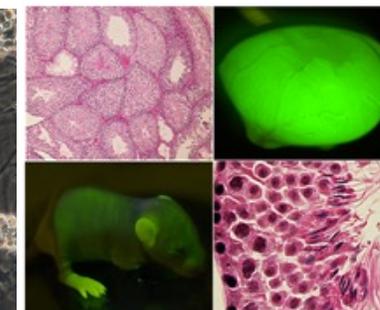
軌道上実験作業

- 冷凍した実験供試体を冷凍・冷蔵庫 (Minus Eighty degree Celsius Laboratory Freezer for ISS: MELFI) に移設し、最長3年間冷凍保管します。実験試料は合計4回 (6ヶ月、12ヶ月、24ヶ月、36ヶ月) 帰還させます。
- 放射線環境は、BioPADLESを用いて計測します。約6ヶ月に1回交換し、帰還させます。

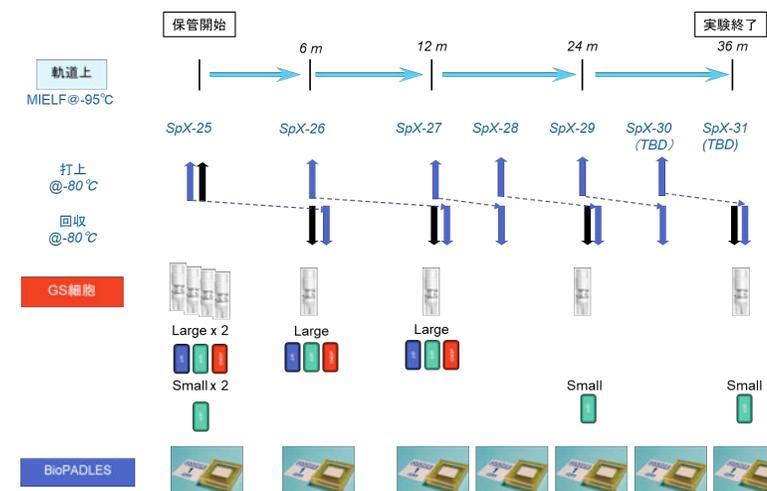
GS細胞



移植と交配



(Kanatsu-Shinohara et al. Biol Reprod 2003) Image by 京都大学





有人宇宙技術

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。

※本実験は、古川宇宙飛行士長期滞在期間後のInc.71で実施予定です。



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



科学利用

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

宇宙環境を利用した良質な結晶育成による結晶物性と新しい高速成長現象を解明してシリコンゲルマニウム結晶の実用化に貢献する研究

Hicari-2 (Homogeneous mixed crystal growth inspace) ※1とは

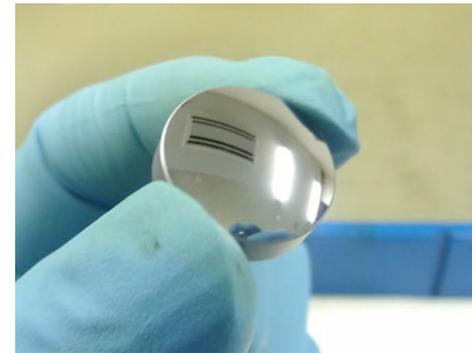
- シリコンゲルマニウム結晶は、有害物を含まない環境親和性の高い半導体材料です。実用的※2にも期待されていますが、産業化に必要な結晶高品質化と高速成長は未解決の課題です。
- JEMに設置された温度勾配炉を利用して高品質な結晶を育成し、2013-14年実施のHicari-1実験で発見された高速成長現象を解明、更に結晶の電気物性など実用素材※1として必要な物性を計測・研究します。



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

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レンズ試作に成功し※3、2023年から民間企業に結晶の製造技術移転を実施中。Hicari-2基礎研究成果は産業促進にも貢献していきます。
- 2013年から2014年に実施されたHicari-1では、結晶の組成制御を可能にするモデル式が検証されました。Hicari-2では、高速成長方法の研究と結晶の物性評価に焦点を置いています。



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レンズ
(株式会社トプコン) Image by JAXA

※1: 本実験は、古川宇宙飛行士長期滞在期間前のInc.69および滞後のInc.71で実施します。

※2: 半導体基板製造の素材、赤外レンズ素材、熱電変換素子の素材、放射線検出器の検出器素材等。NASAの深宇宙探査衛星VoyagerやNew Horizonsには、SiGe粉末を焼結した熱電変換素子が電源として利用されています。

※3: 研究の一部は令和3年度防衛装備庁の安全保障技術推進制度の支援を受けて実施しました。



関連リンク

- **JWRS**
<https://humans-in-space.jaxa.jp/kibouser/subject/manned/72632.html>
- **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/>
- **Asian Try Zero-G**
<https://humans-in-space.jaxa.jp/biz-lab/kuoa/tryzerog/>
- **ELF**
<https://humans-in-space.jaxa.jp/kibouser/provide/elf/>
- **PCG**
<https://humans-in-space.jaxa.jp/kibouser/provide/pcg/>
- **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。

古川宇宙飛行士搭乗中に初めて搭載される宇宙日本食

- 古川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。



スペースうなぎ（うなぎ蒲焼）
有限会社観光荘



LIFE STOCK ENERGY グレープ-Jelly for
space use-
株式会社ワンテーブル



古川宇宙飛行士向け宇宙日本食 Image by JAXA



宇宙日本食について

古川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、こちらをご覧ください。
<https://astro-mission.jaxa.jp/furukawa/>



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**4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。
- 古川宇宙飛行士搭乗中に初めて搭載される生活用品



HIDAMARI® SPACE DRY-WEAR
(ヒダマリスペースドライウェア)
健織株式会社



HIDAMARI Qomolangma 8848®
(ヒダマリチョモランマ)
健織株式会社



Triporous™ : Space QOL Series
Relaxing wear (リラクシングウェア)
半袖・ショートパンツ
スタイレム瀧定大阪株式会社
ソニーグループ株式会社



Triporous™ : Space QOL Series
Relaxing wear (リラクシングウェア)
長袖・ロングパンツ
スタイレム瀧定大阪株式会社
ソニーグループ株式会社



宇宙の生活用品
について

古川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、こちらをご覧ください。

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



付録1 About ISS

国際宇宙ステーションについて





概要

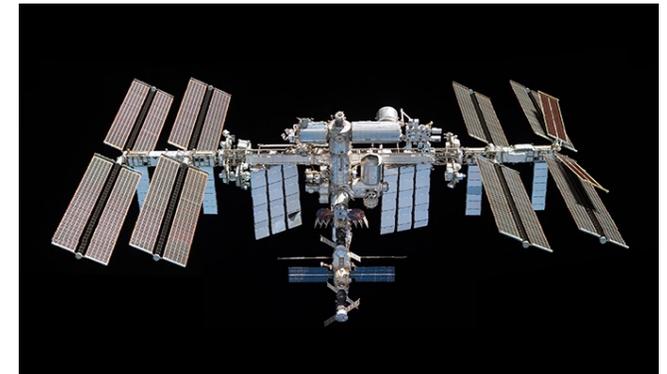
国際宇宙ステーションについて

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/>

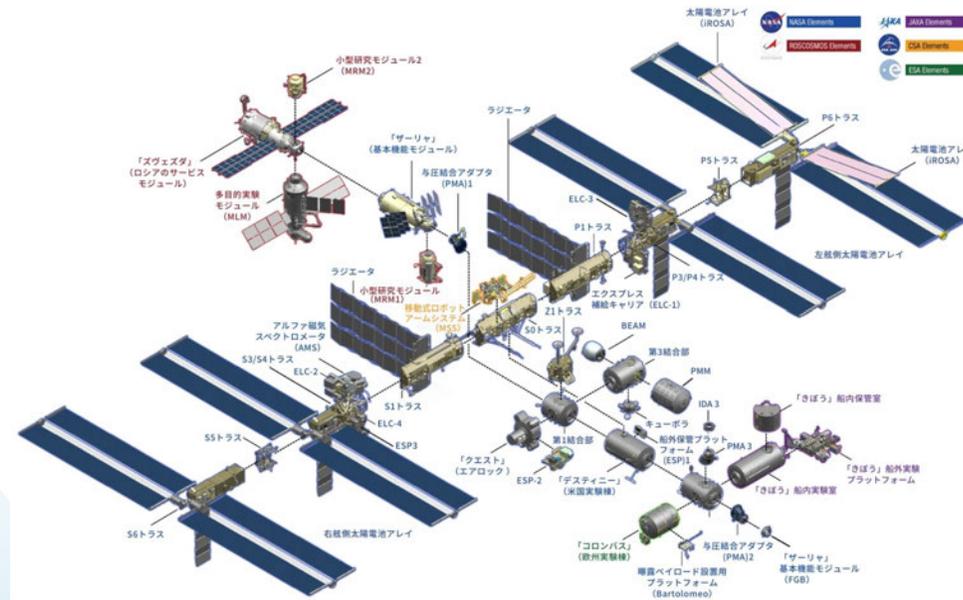
ISSでの研究・開発成果について「国際宇宙ステーション 人類への恩恵 第3版」 https://humans-in-space.jaxa.jp/kibouser/library/item/benefit_to_humanity_3rd.pdf



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 (2021/11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

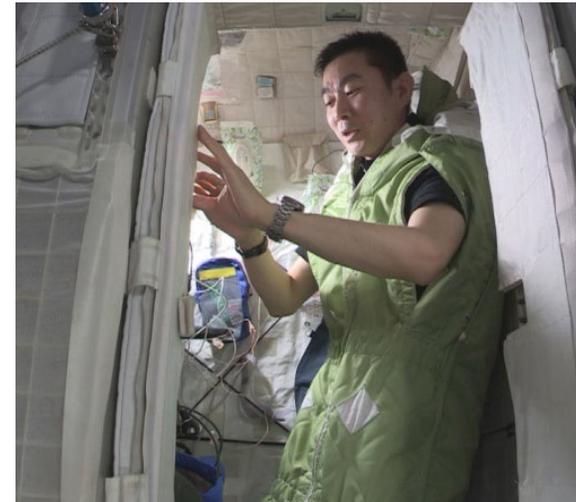
2022年現在、ISSには8つの個室が設置されています。個室は、寝袋、着替え、ラップトップコンピュータ、警告・警報装置、空調設備、照明などが装備されており、個人の荷物もここに保管します。

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



寝袋に入って説明する油井宇宙飛行士 Image by JAXA



ISSでの生活

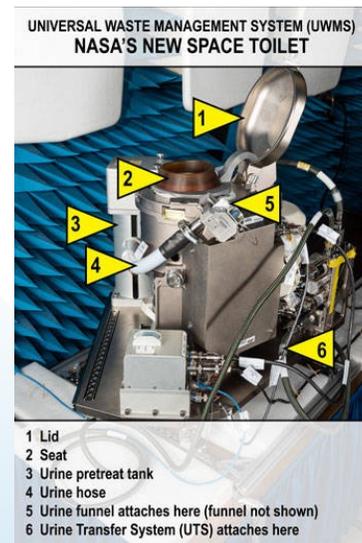
国際宇宙ステーションについて

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。



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

宇宙での生活用品

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



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）

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



ISSでの生活

国際宇宙ステーションについて

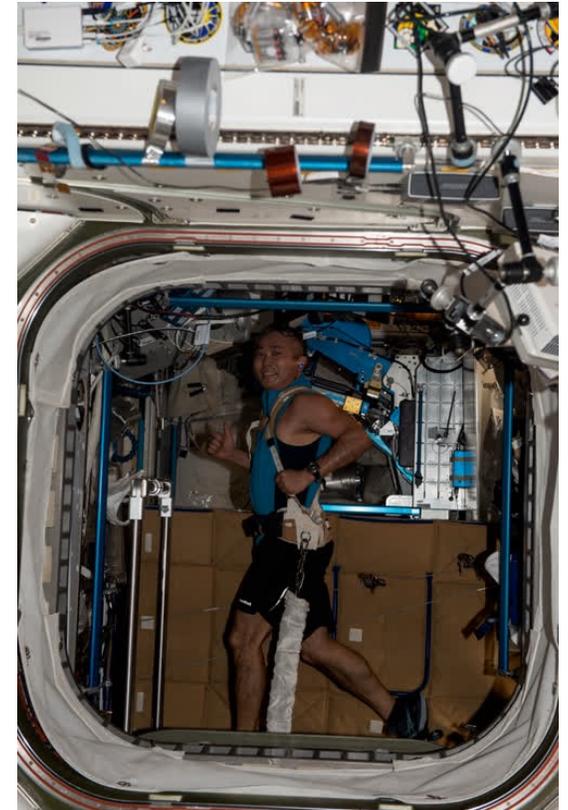
ISSでの健康維持と運動

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
若田宇宙飛行士 Image by JAXA/NASA



付録2 Japanese Experiment Module “Kibo”

「きぼう」日本実験棟



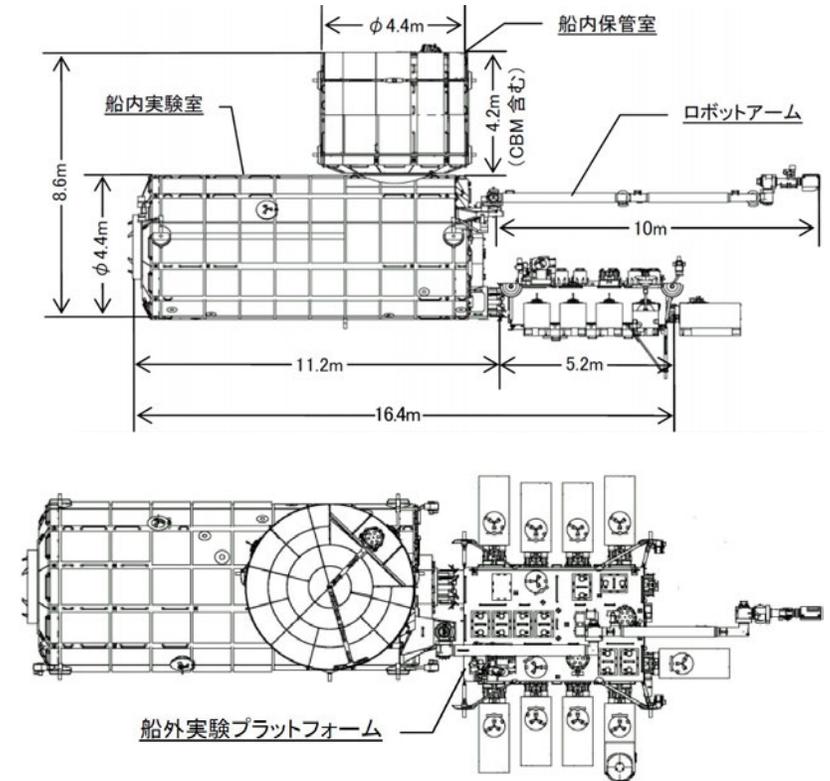


きぼうの構成

「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 7 t
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)



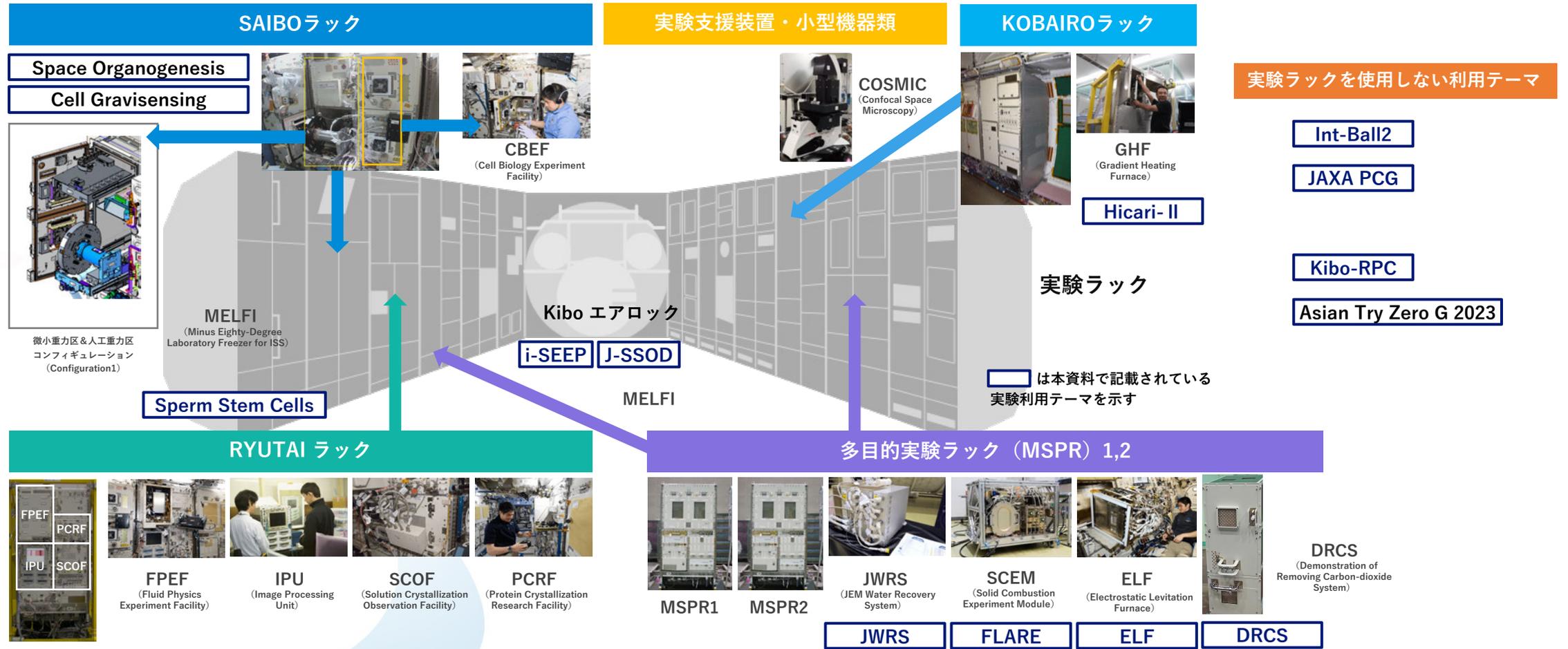
「きぼう」日本実験棟の寸法図 Image by JAXA

「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/>

Image by JAXA

Image by Japan Aerospace Exploration Agency

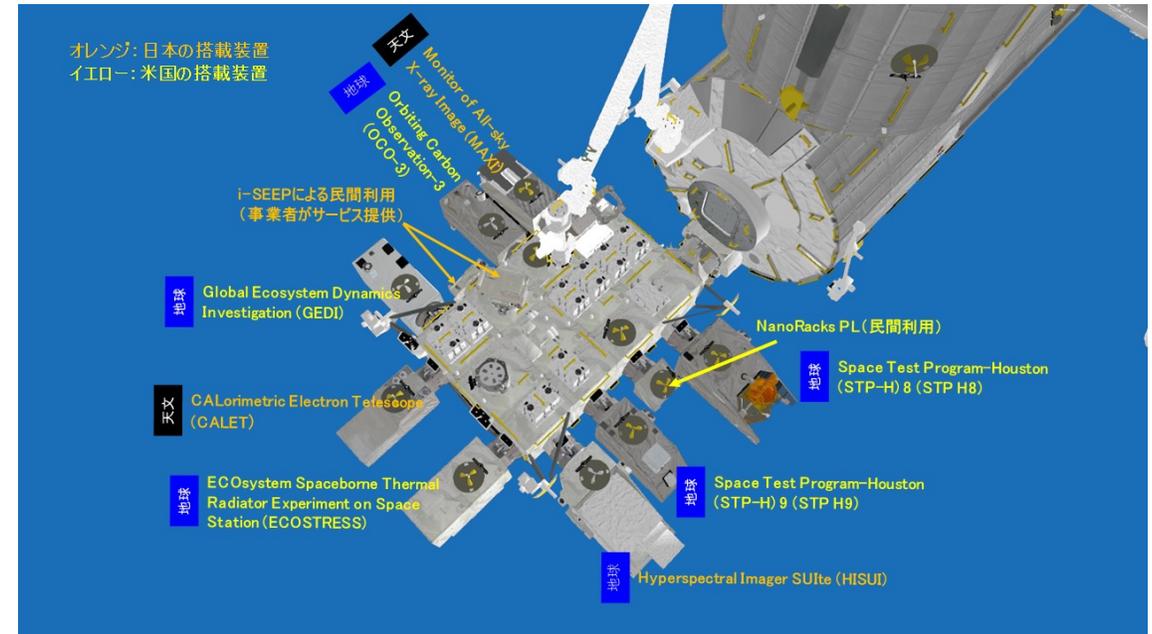


船外実験プラットフォーム

「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 (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) 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
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
古川 聡	1回	4014時間14分	167.3日	1回	3961時間42分	165.1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	23回	45100時間40分	1879.2日	16回	42182時間40分	1757.6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3月 (Crew-5 若田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/>



古川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
27S（ソユーズTMA-02M） 第28次／第29次長期滞在 （2011年6月7日～2011年11月22日）	4014時間14分	167.3日	3961時間42分	165.1日	
総計	4014時間14分	167.3日	3961時間42分	165.1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



掲載画像一覧

JAXAデジタルアーカイブズ（JDA）掲載の素材はそのURLを、以外は掲載ページ等を記載。

1. 古川宇宙飛行士のプロフィール

- P7 (左) : <https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=9f58bc22e280cc2c635aa20752d210be>
 (右左) : <https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=8f02e3fa67ac7f913160628c8f46b8aa>
 (右中) : <https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=ec03b704b8bd986e7e852755a258ef80>
 (右右) : <https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=69e3b5f57f3b1b45c5b577c58223fd94>

2. ISS長期滞在ミッション概要

- P11 (左) : <https://humans-in-space.jaxa.jp/about/>
 (右) : JDA非掲載(素材番号 50P2020001261)
 P12 (下左) : <https://images.nasa.gov/details/iss069-s-001>
 (下右) : https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2023/06/Expedition_70_patch
 P13 (左) : <https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=42dc4b2ba42d749afe1c29e0212f694e>
 (右) : <https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=ac716c5ab948b9631e41463cbefa66c0>
 P14 : <https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=10271374d3dbb3264a53cdf24d11d7fc>
 P16 (左) : <https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=97def52278d980ea7c55dbc47f83d89b>
 (中) : <https://www.flickr.com/photos/nasa2explore/42953213510/>
 : https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Astronauts/Andreas_Mogensen
 (右) : https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2023/06/This_is_Konstantin_Borisov

3. クルードラゴン宇宙船（Crew-7）フライト

- P18 : <https://www.flickr.com/photos/nasa2explore/52887577090/>
 P19 (左) : https://images.nasa.gov/details-KSC-20200429-PH-SPX01_0001
 (右) : https://images.nasa.gov/details-KSC-20200429-PH-SPX01_0002
 P22 (上) : <https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=39894b5b9e541e44f4b475ab2c67b526>
 (下左・中) : <https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=bd720c2ac1e3be6ddf130dd4bd54cf31>

- P22 (下右) : <https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=4e1e156f402fd50076079be3dc0222ce#>
 P23 : <https://www.youtube.com/watch?v=sCskOyxvCYU>
 P24 (上・下左右) : <https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=dd171fd182d9a87e652776f782dc2f2c#>
 (下中) : <https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=7d17b9808956ce34c13b462bc3e6467f#>
 P25・P26 : <https://www.spacex.com/launches/crew-4/>
 P27・P28・P29 : <https://www.spacex.com/launches/crew-3-return/>
 P30 (左上) : <https://images.nasa.gov/details-NHQ202008020016>
 (右上) : https://images.nasa.gov/details-KSC_20200802_PH_MTD_0018
 (左下) : <https://images.nasa.gov/details-NHQ202008020028>
 (右下) : <https://images.nasa.gov/details-NHQ202008020029>
 P31 (左) : <https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=f0f06f2740c4e8a1f1adad9c0d7bb6a1>
 (右) : <https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=c156a754e2161451cb712290d92a6c48>

4. JAXAが実施予定の「きぼう」利用ミッション

- P35 : https://humans-in-space.jaxa.jp/kibouser/library/item/scheme_3.pdf
 P38 (上) : <https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=f6e97909fcc8f20b0d5a97f39704db26>
 (下) : <https://humans-in-space.jaxa.jp/kibouser/subject/manned/72632.html>
 P39 : JDA非掲載(素材番号50P2019000375)
 P40 : <https://humans-in-space.jaxa.jp/kibouser/subject/science/70491.html>
 P41 (上) : <https://humans-in-space.jaxa.jp/news/detail/003155.html>
 P42 (上) : <https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=711769c202311ac03fe508506f7a3449>
 (下) : <https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=96c5984e1e8263352c72935a02c5bba6>
 P43 : <https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=f2dc7a38207475730d5d89a73279e16a>
 P45 : JDA非掲載(素材番号50P2023001548)
 P46 (上) : <https://astro-mission.jaxa.jp/noguchi/report/201214-072303.html>
 (左) : JDA非掲載(素材番号50P2023001549)
 (右) : JDA非掲載(素材番号50P2023001224)



掲載画像一覧

JAXAデジタルアーカイブズ（JDA）掲載の素材はそのURLを、以外は掲載ページ等を記載。

P47 (左)	: https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=b889c28044082b2b94e42b2e9bfebb0e
(右)	: https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=288c2ecbe0e575725d2006031767aa38
P48 (右)	: https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=02d3d358aeb5ae41a312edb85393cf90
P49 (上)	: JDA非掲載(素材番号50P2022001979) https://humans-in-space.jaxa.jp/biz-lab/experiment/ef/i-seep/
(下)	: JDA非掲載(素材番号 50P2020001261) https://humans-in-space.jaxa.jp/biz-lab/experiment/ef/i-seep/
P50 (下)	: https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=cd5519b7dc0683241a253762230769f0
P51、p52	: https://humans-in-space.jaxa.jp/biz-lab/news/detail/002698.html
P53 (上)	: https://humans-in-space.jaxa.jp/biz-lab/news/detail/002892.html
(下)	: https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=64b8529d8d4bbb6821e5659ee797a450
P54 (上)	: https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=7102cadb91b69a06b86cab0e5a57ecda
(下)	: https://humans-in-space.jaxa.jp/biz-lab/news/detail/002892.html
P55 (左)	: https://humans-in-space.jaxa.jp/kibouser/provide/elf/
(右)	: https://humans-in-space.jaxa.jp/kibouser/pickout/72934.html
P57	: https://humans-in-space.jaxa.jp/protein/public/about/structural_analysis.html#ctop
P58 (上)	: https://humans-in-space.jaxa.jp/protein/public/about/index.html
(中)	: JDA非掲載(素材番号50P2022001774)
(下)	: https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=830bb15ba510ca9a2cfc6e698bf86124
P59 (上下)	: https://humans-in-space.jaxa.jp/kibouser/subject/life/70694.html
P60	: https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=d09a3743ff78bd2fa281ec1e7249b2ec
P61 (上)	: https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=a3f7d862c33229dcc60fa496ce61fbdf
(下)	: “赤外線レンズ用の屈折率分布SiGe結晶に関する研究”荒井康智, 他、第31回(2022年度)日本赤外線学会研究発表会プログラム

5. その他の軌道上の活動

P64 (左)	: https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=2ded8bd650456858b6477b7b69364ace
(中)	: https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=5337d98802648e2beed20421903689c3
(右)	: https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=8fc4247f0265db675b78550aeab0d1e1
P65 (左)	: https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=23541c796bb077a724b57b258d3ac216
(中)	: https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=3af233be048b8f7e8f2774609f9634b4
	: https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=9402c1524a31dbcea8adef4f268facc2
(右)	: https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=8b5d0217df6d39ba03574a3c7a952c64



掲載画像一覧

付録1. 国際宇宙ステーションについて：概要／各国の果たす役割／ISSの運用

- P67 : <https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=c867eebb46b31970103ae96864b3a4f9>
- P68 : <https://humans-in-space.jaxa.jp/iss/about/config/>
- P69 : <https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=9bb7d8655b797286722137a39105000b>
- P71 (左) : <https://images.nasa.gov/details-iss027e013105>
- (右) : <https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=967abe5014ecc4a521af30bcba60323d#>
- P72 (左) : <https://www.flickr.com/photos/nasa2explore/9601974972>
- (右) : <https://www.nasa.gov/feature/boldly-go-nasa-s-new-space-toilet-offers-more-comfort-improved-efficiency-for-deep-space/>
- P73 (左) : <https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=6668f26729f9ef5caf2df76cd65e4cbe>
- (右) : <https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=36bf0c2be198fce4b4ce1bdc6c9dbd56>
- P74 (上) : <https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=8783118abe1d12ceacf48e74fe8f9550>
- (下) : <https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=0e915601468376b32aa3ed94c20d949f>
- P75 : <https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=691efa761ee1731318c543e90164f443>

付録2. 「きぼう」日本実験棟

- P77 : https://humans-in-space.jaxa.jp/kibouser/library/item/kibo_handbook.pdf
- P78 : <https://humans-in-space.jaxa.jp/biz-lab/experiment/pm/> ※各装置のページをご覧ください。
- P79 (上) : 本資料以上の高解像度画像はありません
- (下左) : <https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=14270b6d9105402ccd22b8be813080ed>
- (下右) : <https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=16fb1438d7fc55b9de93206dd3da8752>

JAXAクレジットの素材の使用に際しては、JAXAデジタルアーカイブズ（JDA）へ申請をお願いいたします（ただし報道目的の使用は申請不要）。
 その他は、著作権者にお問い合わせください。

※JDA非掲載で素材番号のみ記載の素材、及び動画素材につきましては、JDA窓口まで素材番号を添えてお問い合わせ下さい。
 JAXAデジタルアーカイブズ <http://jda.jaxa.jp/>