参考資料3

我が国の地球低軌道活動に充実・強化に向けた取組の方向性

参考資料集

2025年2月12日

内容

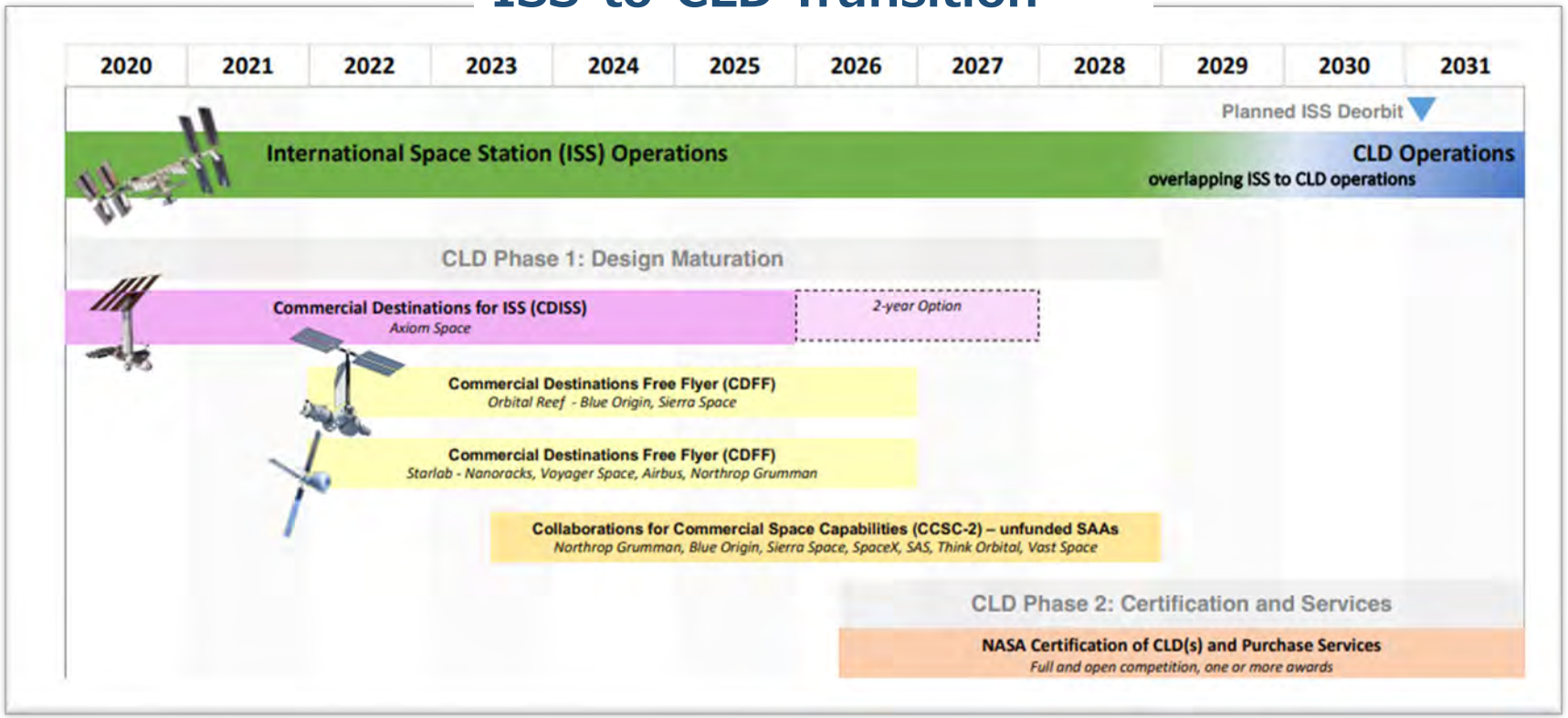
① NASA CLDプログラムスケジュール
② NASA CLDプログラム関係企業の状況について
③ LEO Microgravity Strategyについて
④ きぼう利用の成果
⑤ ポストISSにおける我が国の利用サービスの調達の考え方について
⑥ きぼう利用プラットフォームの概要
⑦ 宇宙探査イノベーションハブ
⑧ 宇宙イノベーションパートナーシップ（J-SPARC）
⑨ 宇宙戦略基金 技術開発テーマ（地球低軌道）
⑩ 地球低軌道利用ビジネスに取り組む事業者（例）
⑪ 有人宇宙技術の獲得
⑫ 宇宙基本計画（令和５年６月13日 閣議決定）（抜粋）
⑬ ISS計画参加の社会経済波及効果調査
⑭ ポストISS時代の地球低軌道の市場成長予測調査

① NASA CLDプログラムスケジュール

米国は2030年のISSの運用終了を計画。現ISS終了後の「ポストISS」とよばれる2030年以降は、民間事業者が管理する宇宙ステーションを、NASAはユーザーとして利用する形態となる見込み。
NASAは、2025年から2026年にかけて、CLD phase2として、ポストISSにおける地球低軌道利用サービスの調達先を1社以上選定する予定。※CLD: Commercial LEO Destinations

➡ 2030年以降、地球低軌道の有人宇宙活動・利用は、官から民主体となる**大きな転機**

ISS-to-CLD Transition



* NASA Advisory Committee Meeting資料（https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2023/11/csd-heo-nac-briefing-may-2023-2023-11-14-16-4.pdf）を一部加工

②NASA CLDプログラム関係企業の状況について

○ 2020年1月、NASAは商用モジュールを構築するプログラムに米アクシオム・スペース社を選出。

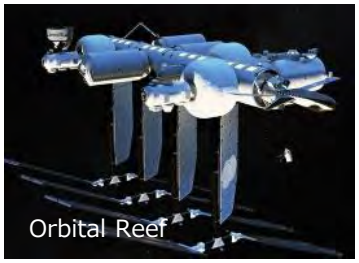
○ 2021年7月、NASAは商用宇宙ステーションの開発に係るCLDプログラムに関する提案を募集。2021年12月、同プログラムにおいて、米企業3社と商用宇宙ステーションの設計に関する契約を締結。

○ NASAは、2025年から2026年にかけて、CLD phase2として、ポストISSにおける地球低軌道利用サービスの調達先を1社以上選定する予定。その有力な候補企業として、以下の5社が挙げられている。

※CLD phase1の対象企業であった米ノースロップ・グラマン社は、2023年10月の報道によると、自社による商業ステーション建設計画を中止し、Starlabの開発に協力することとしている。

米アクシオム・スペース社

最初の商用モジュールをISSに取り付け、2028年以降にISSから分離して、「Axiom Station」を形成予定。三井物産が資本提携関係を結んでいる。



米ブルー・オリジン社

シエラ・スペース社、ボーイング社等と共同で、「Orbital Reef」を建設する。2027年の運用開始を目指す。

米シエラ・スペース社

ブルー・オリジン社等と「Orbital Reef」を建設する他、膨張式居住モジュールなどを開発。
兼松が東京海上、MUFGとともに資本提携関係を結んでいる。

米スターラブ・スペース社

ボイジャー・スペース社やエアバス社、ノースロップ・グラマン社と共同で「Starlab」を開発する。2028年以降に打上げ予定。
合弁会社であるスターラボ・スペース社に三菱商事が出資参画。

米ヴァスト・スペース社

2026年に最初の商用宇宙ステーション「HAVEN-1」を打上げた後、2028年以降に複数モジュールを接続する大型ステーション「HAVEN-2」を打ち上げる計画。

③ LEO Microgravity Strategyについて

NASAは、2024年12月16日に将来の地球低軌道（LEO）活動に向けた目標・目的についてまとめた戦略文書「LEO Microgravity Strategy」の制定版（以下「本文書」という）を公開した。2024年8月に本文書の草案を公開し、米国産業界、学術界、国際パートナー等からのフィードバックを収集し、反映したもの。

1．「LEO Microgravity Strategy」概要

- 本文書は、NASAが蓄積してきた知識・経験をもとに、LEO活動の戦略として、以下に示す7つの主要分野に分類し、各分野における目標（Goal）／目的（Objective）を定義。以下に主要分野の目標(概要)を示す。

商業低軌道インフラ

- NASAによる地球低軌道活動や米国の宇宙産業基盤を支援するため、米国産業界の地球低軌道能力へ戦略的に投資するとともに、NASAの費用対効果を最大化する。
- 地球低軌道における米国政府の研究開発全体を支援し、人類に利益をもたらす。

運用

- NASAの有人探査ミッションを支援するための微小重力技術を開発・維持するために、地球低軌道における運用を活用する。

科学

- モデル生物やヒト生体模倣システム、植物が微小重力環境やその他の宇宙飛行条件から受ける影響についての理解を深める。
- 重力や地球上の制約から隠された現象を解明することで、材料科学、流体力学、燃焼などの分野で画期的な進歩を遂げる。
- 軌道上での測定・分析、反復実験等、地球低軌道における研究頻度を劇的に向上させる。
- 宇宙科学と地球科学の科学的理解と観測能力を向上させる。

探査に向けた研究と技術開発

- 地球低軌道環境を活用し、将来の月や火星周辺での活動を見据えた有人探査技術を発展させる。
- 宇宙探査のリスク低減のため、地球低軌道環境を用いて、人間の健康とパフォーマンスの維持方法について理解を深める。
- 宇宙探査環境での生活や作業に対するNASAの進化的アプローチの検証のため、迅速かつ効果的な方法論の1つとして、地球低軌道での有人運用を検証する。

国際協力

- イノベーション促進、NASAの科学・探査の目標達成、地球低軌道における米国主導の強力な国際プレゼンス維持のため、 多様な事業者や利用者（政府および非政府）による地球低軌道活動への国際的参加を支持する。

労働力とSTEM エンゲージメント

- 地球低軌道における有人宇宙活動を活用し、将来のNASAミッションに必要となる米国の多様な労働力を育成・維持する。

公共エンゲージメント

- 有人拠点での研究開発を通じて人類が得られる恩恵に焦点を当て、一般市民を広く教育し、情報提供するため、地球低軌道における政府機関主導の取り組みを強調する。

2. 今後の動き

- 定義された目標・目的からCLD Phase2企業選定に向けた要求（Needs）、機能（Functions）、ユースケース（Use cases）などが決められていく見込み。

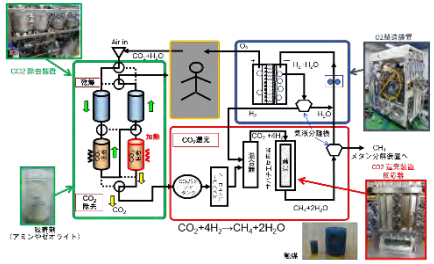
④きぼう利用の成果：国際宇宙探査で必要となる技術実証（1/2）

2021年11月21日
ISS・国際宇宙探査小委員会
資料44-2抜粋（一部更新）

搭乗員の生命を維持するための技術の獲得

将来の有人宇宙滞在技術につながる完全再生型の空気再生・水再生技術獲得に向けた研究・実証

将来型空気再生システム地上研究



不要ガス除去技術、CO2除去・還元技術、O2製造技術について、地上実証装置の製作および地上実証試験を実施中

将来型水再生システム実証実験

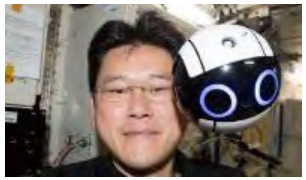
高性能水再生技術の宇宙実証を実施。小型、軽量、高再生率（85%以上）、メンテナンスフリーの技術革新を目指す

完全再生型 水・空気再生システムへの発展

宇宙空間での搭乗員の活動を支援する遠隔制御技術の獲得

クルー作業支援・代替に向けた自動技術の導入

- ロボットアーム、エアロックで**地上からの遠隔操作技術を獲得**。運用効率化を実現
- 船内ドローンによる船内移動技術等を実証。**クルーによる撮影作業等を支援**
- 地上ロボット技術の宇宙適用し**クルー作業代替する地上実証試験**を推進中


JEM自律移動型船内カメラ

民間企業複7社のロボットによる地上実証試験

クルー作業支援・代替ロボット等への発展

人の長期宇宙滞在に不可欠な健康管理技術、宇宙医学に関する知見の獲得

飛行士健康管理、宇宙医学実験

- 無重力や宇宙放射線、閉鎖環境が心身に与える影響、**宇宙滞在中に飛行士に現れる様々な症状への対策の研究**を実施
- 宇宙と地球との往還機の中や宇宙で快適に過ごすため、**飛行士の活動や宇宙環境を計測、制御するための技術開発**等を実施

心電モニタリング

放射線線量計測

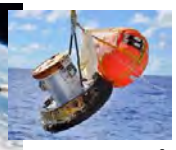
超長期の健康管理技術への発展

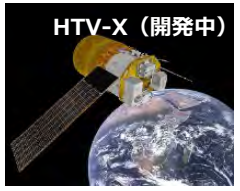
無人宇宙船の安全な飛行・運用、物資輸送の技術の獲得、新型補給機開発

こうのとり等の開発・運用を通じた輸送系キー技術の獲得

- こうのとりは9機全て成功し、国際約束を完遂
- 自立飛行、ランデブー、物資補給・回収等の**将来の深宇宙補給や有人宇宙船にも繋がる重要技術を獲得**
- **国際宇宙探査への貢献**も見据え、**補給能力向上・発展性確保・低コスト化**を考慮したHTV-X開発、**自動ドッキング実証**を推進中

こうのとり


小型回収カプセル



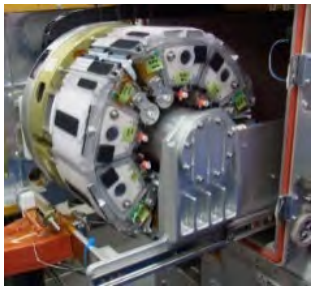
深宇宙補給技術への発展

④きぼう利用の成果：国際宇宙探査で必要となる技術実証 (2/2)

2021年11月21日
ISS・国際宇宙探査小委員会
資料44-2抜粋

宇宙環境を利用した独自の宇宙実験・技術実証等を実行する技術の獲得

世界唯一のパーシャルG環境の構築と月面模擬実験



JAXAが開発した
人工重力発生装置
(0G~2G)

世界唯一の人工重力発生装置により
月や火星の重力を模擬した実験が可能に

1/6Gでのマウス飼育実験で
眼球への月面重力の影響
に関する**知見を獲得**した

世界で初めて月の重力環境
(1/6G)を模擬した実験

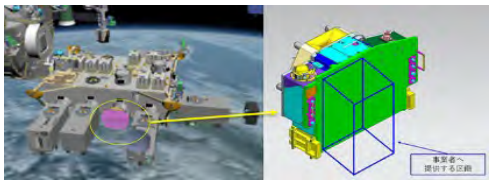
月や火星への長期滞在の
身体への影響に関する
研究開発に活用可能

1/6Gで月面の
砂を模擬した粉粒体挙動
に関する**データ取得に成功**

サンプルを入れる砂時計型の
容器(Hourglassミッション)

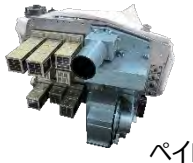
月や火星の探査に使用される
ローバのタイヤや着陸機の脚などの
設計に活用可能

船外環境における柔軟かつスピーディな技術実証



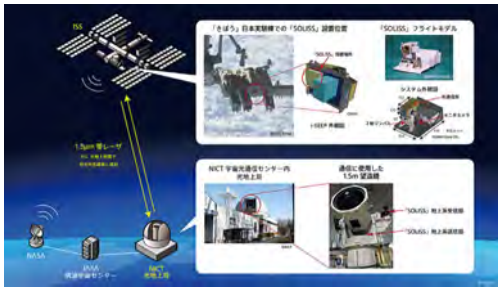
JAXAが開発した中型曝露実験アダプター
(i-SEEP)

ペイロード
未搭載



ペイロード
搭載状態

i-SEEP上に様々な実験機器
等を搭載しリソースを供給
船外での実証試験を柔軟に実施可能に



小型光通信実験装置「SOLISS」の光通信実験を実施
宇宙と地上間の双方向光通信に成功

実証した光通信技術は
今後の宇宙活動に活用される

i-SEEPは、今後も重要技術の
スピーディな技術実証に活用

超長期宇宙滞在時の健康管理技術、重力天体探査技術、探査における通信技術（遅れ低減）などへの発展

④きぼう利用の成果：宇宙環境利用を通じた知の創造（1/4）

①-1 骨、筋量、免疫の低下のメカニズムに関する知見を獲得

＜マウスや宇宙飛行士を被験者とした研究＞

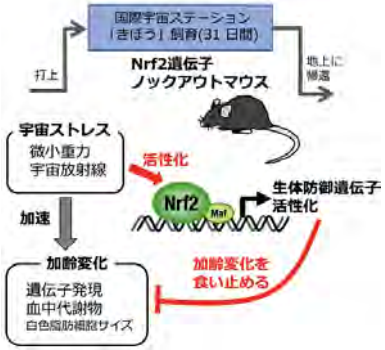
JAXAのマウス飼育装置は、唯一、無重力と人工重力の比較、個飼い、生存回収を同時に実現可能

宇宙実験データと地上のビッグデータを活用した健康長寿社会実現への貢献

JAXAと東北メディカル・メガバンク機構で、健康長寿社会実現への貢献を目指し基本協定を締結(2019.2)

JAXAが有するマウス飼育ミッション等で得られたデータと、東北メディカル・メガバンク機構(ToMMo)が有する日本最大規模（15万人）の三世代・地域住民コホートの生体試料、健康情報を蓄積し複合バイオバンクのデータを活用

微小重力のマウス飼育実験が人の加齢の加速試験になることを科学的に検証



宇宙長期滞在によって加齢変化が加速すること、宇宙滞在によるマウス血液代謝物変化は、ヒトの加齢と有意な関連を示すこと等を明らかにした。

加齢研究や高齢者の健康を守る研究等への発展が期待される。

①-2 長期宇宙滞在によるヒトへの健康影響のリスクに関する知見を獲得

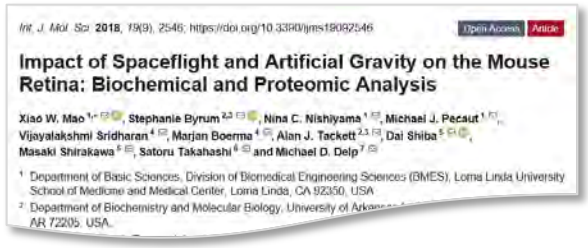
＜マウスや宇宙飛行士を被験者とした研究＞

長期宇宙滞在後の視覚異常を軽減できる可能性の発見

JAXAが取得したマウスの組織(眼球)サンプルの日米共同解析により、微小重力群マウスで見られた網膜組織障害が、人工重力負荷の環境では軽減されることが判明。

長期宇宙滞在における眼球組織障害の軽減に人工重力負荷が有効であることが初めて明らかとなった。

日米協力の枠組み(JP-US OP3)のもと進められた初の科学的成果

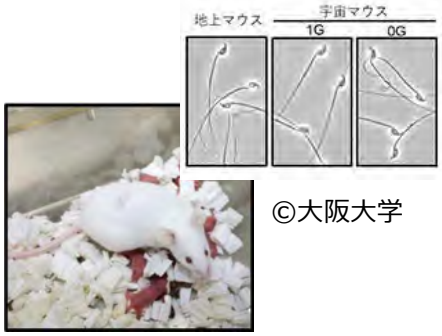

Int. J. Mol. Sci. 2018, 19(9), 2546; https://doi.org/10.3390/ijms19092546 Open Access Article

Impact of Spaceflight and Artificial Gravity on the Mouse Retina: Biochemical and Proteomic Analysis

Xiao W. Mao [1,*], Stephanie Byrum [2,3], Nina C. Nishiyama [1], Michael J. Pecaut [1], Vijayalakshmi Sridharan [4], Marjan Boerma [4], Alan J. Tackett [2,3], Dai Shiba [5], Masaki Shirakawa [6], Satoru Takahashi [6] and Michael D. Delp [7]

[1] Department of Basic Sciences, Division of Biomedical Engineering Sciences (BMES), Loma Linda University School of Medicine and Medical Center, Loma Linda, CA 92350, USA
[2] Department of Biochemistry and Molecular Biology, University of Arkansas for Medical Sciences, Little Rock, AR 72205, USA

宇宙滞在が受精能力に及ぼす影響に関する知見の獲得（人類の活動領域の拡大に向けた基礎的知見の獲得）



©大阪大学

生存回収したマウスの生殖器官や精子受精能力等を評価

宇宙に滞在したマウスの精子が正常な受精能力を維持し、

次の世代のマウスが、成育・繁殖能力においても親世代の宇宙滞在の影響は見られないことを世界で初めて発見

④きぼう利用の成果：宇宙環境利用を通じた知の創造（2/4）

2021年11月21日
ISS・国際宇宙探査小委員会
資料44-2抜粋（一部更新）

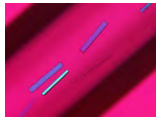
② 多数の創薬関連物質の構造を解明、地上の創薬プロセスを加速

＜高品質タンパク質結晶生成実験＞

タンパク質結晶生成実験は、JAXAがノウハウを有し世界をリードする固有の技術

デュシェンヌ型筋ジストロフィー治療薬開発への貢献

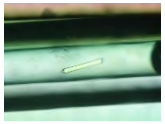
宇宙実験成果からより有効性の高い阻害剤を創出



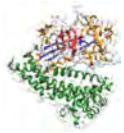
第３相を経て希少疾病用医薬品に指定

歯周病の治療薬開発に向けた貢献

宇宙実験成果を基にした特許を出願



アカデミア発創薬を目指し大学にて動物実験が進行中



イヌ・ネコ用人工血液の製品化に向けた貢献

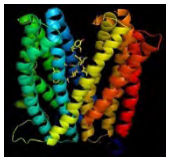
人工血液を構成するアルブミンの構造を解明

大学と企業が製品化に向け開発を推進中

乳がん治療薬の開発への貢献

乳がんに関連するタンパク質と阻害薬候補の結合構造を解明

創薬ベンチャー企業において研究が進行中



成熟した技術領域は民間に事業移管
JAXAはより付加価値の高い技術開発に注力

③ 革新的新素材の創出・実用化に繋がる知見・重要データを提供

＜静電力による無容器での材料実験＞

ガラス、セラミックス等高融点材料の熱物性取得できるのはJAXAの静電浮遊炉のみ

高温液体から生成されるガラスやセラミックス材料の開発に資する知見を獲得

ガラスにならない超高音酸化物液体（酸化エルビウム）の特異な原子配列と電子状態と世界で初めて解明

NPG Asia Materials誌（IF：8.052）にFeatured Articleとして掲載

各種材料の熱物性値のデータベースを構築・公開

学術・産業分野での活用に資する金属・合金・セラミックスの密度・表面張力・粘性係数のデータベースを公開

物質・材料研究機構(NIMS)との共同研究

公開データ数

実験数	密度計測実験	145
	液滴振動実験	92
特性データ数	密度	158
	表面張力	87
	粘性係数	98
サンプル数	純金属	88
	合金	104
	セラミックス	46

2024年10月

企業産業的価値の高い熱物性データ取得に関し民間企業からの有償計測の引き合い多数

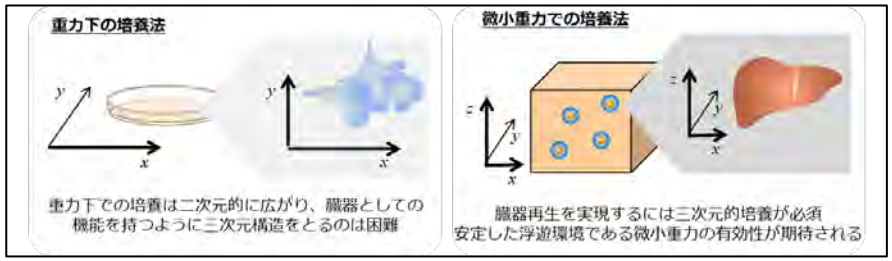
④きぼう利用の成果：宇宙環境利用を通じた知の創造（3/4）

2021年11月21日
ISS・国際宇宙探査小委員会
資料44-2抜粋（一部更新）

④ ヒト臓器原基創出・3次元培養にかかる基礎的知見を獲得

＜立体臓器創出技術の検証実験＞

- 宇宙環境を利用した「機能性のある」立体培養の可能性の検討の実証実験を2020年12月から開始。
- 米国も、今後のISS利用の重点分野の一つとして、立体培養に積極的に取り組んでいる。



- 微小重力環境下での地上とは異なる粒子の集合状態の維持など、**将来の地上・宇宙での三次元培養技術開発につながる知見が得られた**。
- 細胞医療への貢献に向けて、実験機会を増やすために小型化・定型化したシステム開発を推進中。

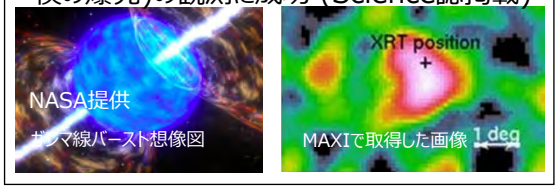
⑤ X線天文学における世界的発見、世界初の高エネルギー領域での宇宙線観測等、科学的知見を獲得

＜天体・宇宙環境観測、地球環境・災害観測等＞

MAXIによる数々の観測結果が評価の高い科学誌へ掲載（2018年にはこれまで最多の5個のブラックホールを発見）

2011年3月に巨大ブラックホールが星を吸い込む現場を観測(世界初)(Nature誌掲載)

2013年4月にガンマ線バースト(宇宙最大規模の爆発)の観測に成功 (Science誌掲載)



日本実験棟「きぼう」とジオスペース探査衛星「あらせ」での同時観測により、「電子の豪雨」現象の原因を解明

ISS飛行士の船外活動や人工衛星保護のための宇宙天気予報の精度向上等につながることが期待される。

地球環境・災害観測等に資する観測技術実証の場を提供

- 資源探査・植生モニタリングを可能とするハイパースペクトルセンサ等

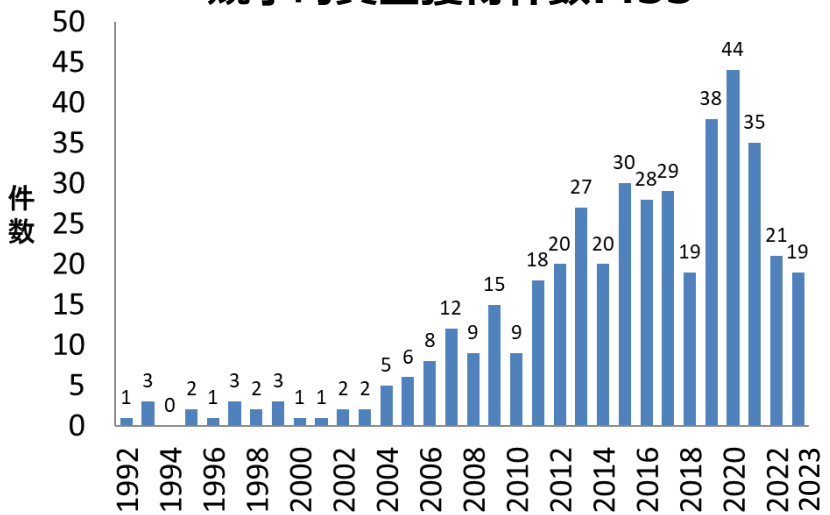
「きぼう」船外に搭載されたハイパースペクトルセンサ

④きぼう利用の成果：学術的成果（論文発表）(4/4)

きぼう利用の学術成果と、高インパクトの成果創出例

「きぼう」利用に関し、2023年末までに2636報の査読付論文を発表

2023年までの「きぼう」利用に係る競争的資金獲得件数:433



Nature, 476, 2011

MAXI(船外・観測)
(JAXA),2011

Science, 343, 2014

MAXI(船外・観測)
(JAXA),2014

Nature, 529, 2016

MAXI(船外・観測)
(JAXA),2016

Cell, 183(5), 2020

宇宙飛行の生物影響
Review(船内・ライフ)
(NASA,ロシア, JAXA, ESA等), 2020

④きぼう利用の成果：新たなビジネス・サービスの創出 （1/2）

2021年11月21日
ISS・国際宇宙探査小委員会
資料44-2抜粋（一部更新）

「きぼう」利用プラットフォーム（PF）の構築

- JAXAが構築した宇宙実験手法を定型化し利用しやすい形態として整備（PF化）
- 「きぼう」を研究開発基盤として重点的に利用促進するため利用技術・サービスを提供

新薬設計支援PF
（高品質タンパク質結晶生成実験）
【民間への事業移管済】

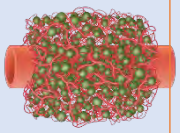
超小型衛星放出PF
【民間への事業移管済】

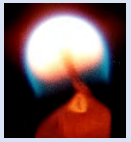
健康長寿研究支援PF
（マウス宇宙飼育ミッション）

船外ポート利用PF
【民間への事業移管済】

革新的材料研究支援PF
（静電浮遊炉利用）

新たなプラットフォーム構築



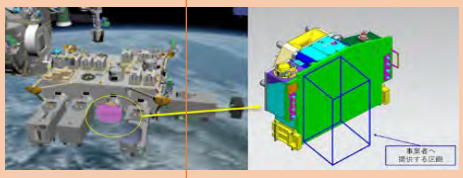


細胞医療、燃焼研究、民間利用/技術実証等

※民間移管・事業化の事例

タンパク質結晶生成事業
2021～ Space BD（株）

船外実験プラットフォーム利用事業
2019～ Space BD（株）



超小型衛星放出事業
2018～
三井物産エアロスペース（株）
Space BD（株）

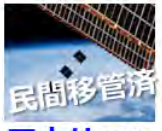
④きぼう利用の成果：新たなビジネス・サービスの創出 （2/2）

2024年10月28日
ISS・国際宇宙探査小委員会
資料65-2-1抜粋

各種取り組みを通じ、民間企業の低軌道活動への参入が拡大している

利用プラットフォームを通じた民間活動（一部が民間事業化）

衛星放出



国内外多数

船外ポート利用（民間移管済）

簡易材料曝露実験（ｽﾍﾟｰｽﾃﾞﾘﾊﾞﾘｰﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ）

Space BD（株）

高秘匿光通信実証

SeCRETSﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄﾁｰﾑ（スカパーJSAT、NICT、SonyCSL、NeSTRA）

全固体電池実証

日立造船（株）/JAXA

創薬支援

インテージヘルスケア他多数

革新材料

新日本繊維
AGC 他多数

J-SPARCを通じた民間事業共創活動（一部が民間事業化）

低軌道での実証・事業

遠隔操作双方向通信

バスキュール

各放送のパートナー企業
スカパーJSAT
ホールディングス
Twitter Japan
日本コカ・コーラ
ポケモン
集英社

アバター実証

ANA HD
avatarin

高頻度再突入・回収

Elevation Space

低軌道活動ノウハウ活用

飛行士訓練ノウハウ教育利用

Space BD
増進会HD

宇宙食ノウハウ防災食利用

ﾜﾝﾃｰﾌﾞﾙ

その他　研究・技術実証

地上との双方向光通信

ソニーコンピューターサイエンス研究所

360°カメラ

リコー

対話ロボット

トヨタ自動車他

袋培養野菜栽培

竹中工務店
キリンホールディングス他

免疫機能の研究（プロバイオティクス）

ヤクルト本社

宇宙エンタメ・コンテンツ

デジタル窓

アトモフ

宇宙CM利用

企業のCMとしての利用

宇宙生活用品（洗濯・洗髪・歯磨き用品、衣類等）　17社

(株)ワコール、花王(株)、（株）資生堂、シタテル(株)
(株)スノーピーク、(株)三越伊勢丹、久光製薬(株)、(株)マンダム
ライオン(株)、TSUYOMI(株)、(株)トライフ、健繊(株)
Space Cosmetology(株)、(株)パル
Caetus Technology(株)
(株)ポーラ・オルビスホールディングス
ANAホールディングス(株)

※JAXA主体の募集は終了し、民間主導のPFであるThink Space Lifeを中心にマーケット作りを継続している。

宇宙日本食　31団体

大正製薬(株)、(有)十勝スロウフード、(株)サガミホールディングス
日清食品ホールディングス(株)、 ハウス食品(株)、(株)ローソン
森永乳業(株)、(株)キシモト、宝食品(株)、
味覚糖(株) 、(株)山本海苔店、福井県立若狭高等学校
江崎グリコ(株)、越後製菓(株)、キッコーマン食品(株)、
三基商事(株)、(株)ロッテ、マルハニチロ(株)、三井農林(株)
山崎製パン(株)、ヤマザキビスケット(株)、理研ビタミン(株)、
キユーピー(株)、亀田製菓(株)、（株） 極食、万田発酵（株）
(有) 観光荘、（有）ケイ・エイ商事

④きぼう利用の成果：宇宙活動を支える人材基盤の強化（1/3）

2021年11月21日
ISS・国際宇宙探査小委員会
資料44-2抜粋（一部更新）

きぼう利用の公募研究テーマについて、各分野ともこれまでに多くの大学が参画

大学の利用テーマ選定件数(2010年~2019年)

科学利用	のべ45大学
タンパク質結晶生成実験	のべ193大学
材料曝露実験	のべ５大学
超小型衛星放出	のべ15大学

計258大学

※上記大学数は、各研究テーマの研究主宰者（PI）の所属組織が大学である件数をカウントしたものであり、研究分担者（CI）の所属大学は含んでいない。

公募テーマに選定された大学・研究室では、
選定テーマに関する研究・開発が推進され

機器開発やデータ解析等の実践的取り組みを通じ
多くの学生・若手研究者が学ぶ機会を得た

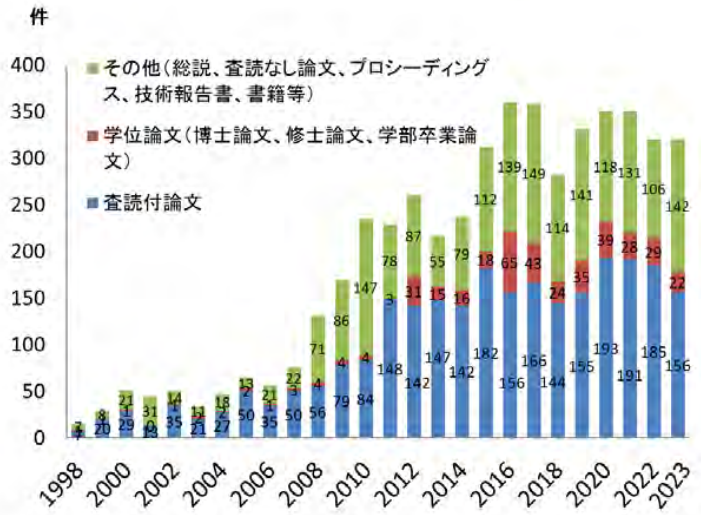
我が国における宇宙開発利用や学術研究を支える人材の育成に寄与

「きぼう」に関連する学術的成果

- 「きぼう」利用に関し、2023年末までに2636報の査読付論文を発表
- また、394報の学位論文を発表

**継続して多くの学位論文が執筆されており、
査読付き論文においても
学生が著者や共著者となっている**

（宇宙実験関連研究が学生の育成機会となっている）



きぼう利用実験の実施が大学における学生・若手研究者の育成に貢献

④きぼう利用の成果：宇宙活動を支える人材基盤の強化 (2/3)

2021年11月21日
ISS・国際宇宙探査小委員会
資料44-2抜粋（一部更新）

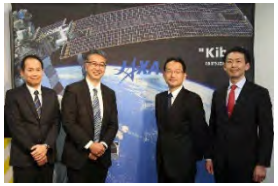
超小型衛星放出

持続的な超小型衛星の放出機会の提供により、国内外の大学生らへの能力開発の機会を拡大

- 超小型衛星では開発から運用まで**宇宙機ミッションをコンパクトに経験**、大学生から若手技術者・研究者の人材育成に有効
- **高頻度かつ定期的な放出機会を提供**できる「きぼう」の強みが、学生の意欲向上や学内での知識伝承などにも寄与
- 国内大学等が開発した衛星の放出は18機(全体は91機)
  各大学は、将来の宇宙開発利用を担う人材を育成。
  （東京大、九州工業大、東北大、北海道大、静岡大、千葉工業大、早稲田大、筑波大、和歌山大、福岡工業大、大阪府立大、福井大、近畿大、京大、関西大など）
- JAXAは、衛星開発実績が豊富な４つの国内大学との戦略パートナーシップ協定を締結※し、**海外の人材育成や小型衛星開発の普及で連携**。現在は、UNISEC連携に拡大。

※2025/２現在は終了

大学との戦略パートナーシップ協定の締結（九工大）



「きぼう」からの衛星放出実績のある大学の指導者ら

ロボットプログラミング競技会

「きぼう」船内でのロボットプログラミング競技会により日本・アジアの学生に挑戦・学ぶ機会を提供

日米の船内ドローンを用いて、日本を含むアジア太平洋地域の学生を対象にしたロボットプログラミング競技会を開催

Astrobee / NASA

Int-Bali2/ JAXA

第１回：日本を含む ７の国・地域 313チーム 1168人が参加
第２回：日本を含む11の国・地域 286チーム　905人が参加
第３回：日本を含む12の国・地域 351チーム 1431人が参加
第４回：日本を含む30の国・地域 421チーム 1685人が参加
第５回：日本を含む35の国・地域 661チーム 2788人が参加

④きぼう利用の成果：宇宙活動を支える人材基盤の強化 (3/3)

2021年11月21日
ISS・国際宇宙探査小委員会
資料44-2抜粋（一部更新）

植物栽培実験教育プログラム

参加型宇宙実験の教育プログラムで多数の日本・アジアの学生・青少年らが参加

第２回４万人、第３回30万人以上が参加
第３回では日本含む13の国・地域が参加

軌道上：宇宙飛行士が栽培等を実施

第１回　アジア各国の植物種子を保管

第2回　アズキを種子から栽培・観察

第３回　アジアのハーブを栽培・観察・回収

地上：中高生が栽培・分析等を実施

第１回　学生が回収した種子を栽培

第２回　地上比較実験結果の分析

公募型簡易宇宙実験

学生・青少年が提案した簡易宇宙実験をISSの日本人飛行士が実演・解説

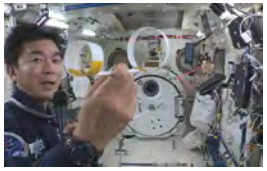
2023年度は9か国・地域で募集、570名
245件の応募があり、そのなかから実験テーマが選定された。第9回を2025年度実施予定。

軌道上実験

第１回実験

第２回実験

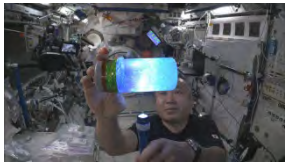
第３回実験



第４回実験

第５回実験

第６回実験



第7回実験

第8回実験

飛行士講演・リアルタイム交信教育コンテンツ提供

飛行士・管制官の講演等

軌道上との交信イベント

全国小学生（高学年）対象のISS交信を含むGIGAスクール特別講座（文科省連携）

宇宙飛行士・管制官らの講演会

全国で多数開催

教科書、図鑑、専門書、科学番組などへのコンテンツ提供

④きぼう利用の成果：国際宇宙協力の強化 (1/2)

2021年11月21日
ISS・国際宇宙探査小委員会
資料44-2抜粋（一部更新）

ISSにおける日米協力の枠組み JP-US OP3を通じた協力

低重力環境のマウス長期飼育ミッション

- NASAとの間でマウスのサンプルシェアやマウス飼育共同実験の実施、実験装置の相互利用等の合意
- 長期宇宙滞在での眼球組織障害軽減の知見を獲得
- JAXA-NASA共同で月面活動の影響評価に向けたJAXA装置による低重力飼育共同実験を実施

JAXAの飼育装置

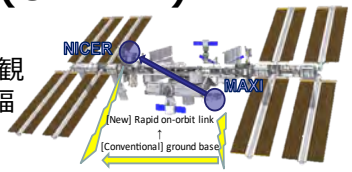
NASAの飼育装置

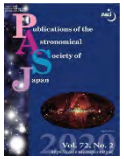
静電浮遊炉実験

- NASAの4つの実験テーマをJAXAの静電浮遊炉で実施することを合意。
- 1テーマ目の実験を実施し高機能材料の低コスト化に繋がるデータ取得に成功
- 2テーマ目の準備を実施中

国際宇宙ステーション上でのX線天体の国際連携観測（OHMAN）

地上を経由しないデータ共有により追観測までの時間を大幅に短縮





2020年、最高感度の21世紀のX線天体カタログを発行

PASJ誌掲載

OP3に記載された強固な日米協力によるISS成果拡大やアジア地域への貢献を着実に推進 ⇒ 日米同盟の更なる強化

宇宙線観測における国際協力・データ利用

高エネルギー電子・ガンマ線観測装置(CALET／米国・イタリアとの共同プロジェクト)および全天X線監視装置(MAXI)による観測データは、海外でも多数の論文に引用されている

2国間の協力・連携 ⇒ アジア唯一のISS参加国としてプレゼンス発揮

タイ
タンパク質結晶生成実験

マラリア治療薬に向けた実験

マウスサンプルシェア協力

マレーシア
材料の宇宙放射線影響評価実験

UAE
船内ロボット利用教育ミッション

タンパク質結晶生成実験

トルコ
船外曝露実験（政府間協力）

④きぼう利用の成果：国際宇宙協力の強化 (2/2)

2021年11月21日
ISS・国際宇宙探査小委員会
資料44-2抜粋（一部更新）

発展途上国・新興国の超小型衛星を多数放出

FY2020

グアテマラ

フィリピン、パラグアイ

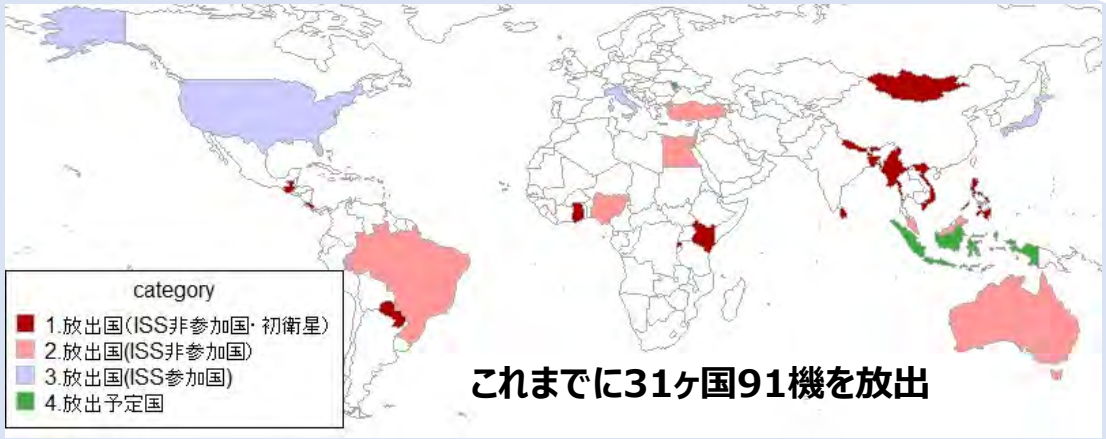
FY2021

モーリシャス

FY2023

インドネシア

- 国連宇宙部と連携によるKiboCUBEプログラム
- 衛星開発にかかる教育講座の実施



これまでに31ヶ国91機を放出

「きぼう」を通じアジア・アフリカ・ラテンアメリカ等の途上国・新興国が衛星保有国となり宇宙活動への参入を果たした

重要な一歩を日本が支援し各国とのパートナーシップを構築

アジア太平洋地域の多国間協力枠組み Kibo-ABCによるISS利用促進

中高生向け
公募型簡易宇宙実験

学生ロボット
プログラミング競技会

植物栽培
教育ミッション

14の国地域 20機関が参加

各国が重視する人材育成を支援するプログラムを展開し、各国とのパートナーシップを強化

⑤ポストISSにおける我が国の利用サービスの調達の考え方について

2024年8月27日
ISS・国際宇宙探査小委員会
資料64-1-3抜粋(一部更新)

○ポストISS（2030年以降）ので目指す姿

- 我が国の地球低軌道利用が、**空白期間なく、その規模を含めて継続・発展**している。
- **日本企業がポストISSの事業に主体的に参画**して地球低軌道サービスや有人宇宙飛行サービスを提供し、**事業がビジネスとして成立**している。
- 日本企業による利用サービスに、**「きぼう」で培った開発・運用の技術や日本独自の利用環境が適切に継承され発展**している。

○ポストISSにおける利用スキームの概要

- JAXAは、**米国商業宇宙ステーション事業者と調整・交渉する日本の企業**（日本利用サービス提供企業）を経由し、利用サービス調達を行う。
- **アカデミアや国の機関等による科学研究に係る科学利用、照合利用、技術実証利用**についても、基本的に、**日本利用サービス提供企業を通じて調整することを想定**する。

○ポストISSにおける利用内容の考え方・概要

- 宇宙環境利用については、ポストISSでも日本として必要な利用環境を確保し、更なる成果創出を可能とする。有望な利用領域であるきぼう利用プラットフォーム（PF）についてもポストISSに継承。
- **科学利用の一部**は、引き続き**アカデミア等がJAXA取りまとめで利用**し、**技術実証、商業利用、および科学利用の一部**は、**利用者が日本利用サービス提供企業と直接契約し利用**することを想定する。

（利用概要）

- JAXAおよびJAXA以外の利用者が日本利用サービス提供企業と直接契約して利用：探査に必要な技術実証、人材育成等
- アカデミア等がJAXA取りまとめて利用：健康長寿研究PF、細胞医療研究支援PF、新薬設計支援PF、先進的燃焼研究支援PF、革新的材料研究支援PF、新規PF等
- 利用者が日本利用サービス提供事業者と直接契約して利用：超小型衛星放出PF、船外ポートPF、新薬設計支援PF、非定型利用等

○ポストISSにおける利用要求

日本がポストISSにおいて**必要な利用リソースを確保できるよう**、今後、ポストISSにおいて日本利用サービス提供企業となることを目指す企業等を通して、**米国商業宇宙ステーション事業者との調整を進める**。

（要求概要）

- アップマス300kg程度、ダウンマス150kg程度
- 300時間程度のクルータイム
- 3ラック相当程度のエリア
- 5 kW程度の電力
- 500Mbps下り、100Mbps上り程度の通信
- iSEEP2～3ポート相当程度の船外ポート

⑤ポストISSにおける我が国の利用サービスの調達の考え方について

（留意）望ましい我が国の利用サービスの提供形態について

■ ポストISSにおいて、我が国に必要な利用リソース確保の確度向上が重要。

＊ ポストISSにおけるJAXAの利用サービスの調達タイミングは、NASAの商業宇宙ステーション要件の固定後（CLD Phase2選定後）の見込み。

■ 我が国全体としての利用リソース確保とともに、我が国としての裁量や柔軟性を保持するためには、一定の自律性を確保できる我が国の設備・インフラを米国商業宇宙ステーションに設置・接続することが有効かつ効果的アプローチと考えられる。

＊ これまでのISSで培ってきた我が国の有人宇宙技術の維持・発展の可能性も要考慮。

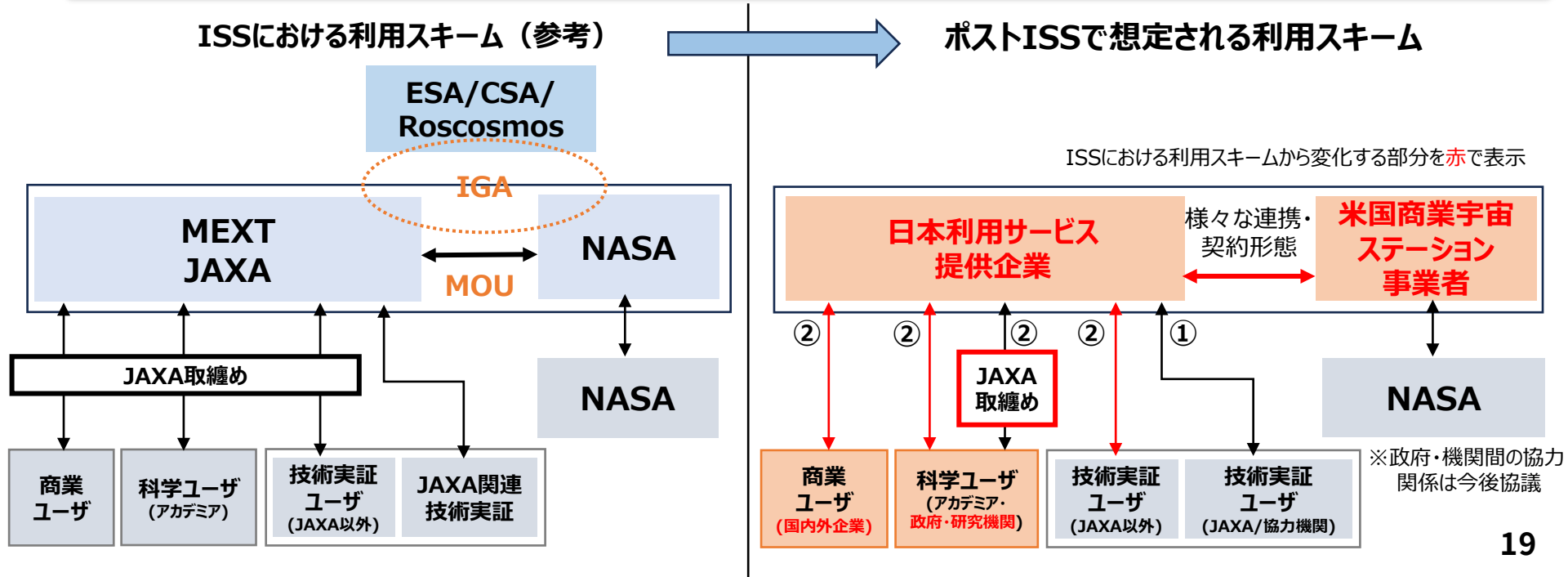
■ ただし、ポストISSにおける利用リソース確保は、事業者の創意工夫が最大限尊重されるべきもの。

⑤ポストISSにおける我が国の利用サービスの調達の考え方について

ポストISSにおける利用スキーム

- NASAは、米国商業宇宙ステーション事業者から利用サービスを調達する方針。
- 日本でも、本小委員会において、ポストISSは、民間主体の事業運営に移行することや、政府は日本の民間事業者から利用サービスを調達する方策などについて議論されてきている。
- 現在、複数の日本企業が米国商業宇宙ステーション事業者との連携により低軌道利用サービスを提供する事業構想を進めており、ポストISSにおける利用のスキームとしては、以下に示すような形が有力と想定される。

  - ポストISSでは、JAXAは、**米国商業宇宙ステーション事業者と調整・交渉する日本の企業**（以下「日本利用サービス提供企業」という）**を経由し、利用サービス調達**を行う。【下図①】
  - **アカデミアや国の機関等による科学研究に係る科学利用、商業利用、技術実証利用**についても、基本的に**日本利用サービス提供企業を通じて調整することを想定**する。【下図②】



⑤ポストISSにおける我が国の利用サービスの調達の考え方について

2024年8月27日
ISS・国際宇宙探査小委員会
資料64-1-2抜粋(一部更新)

- 宇宙環境利用については、ポストISSでも日本として必要な利用環境を確保し、更なる成果創出を可能とする。有望な利用領域であるきぼう利用プラットフォーム（PF）についてもポストISSに継承。
- **科学利用の一部**は、引き続き**アカデミア等がJAXA取り纏めで利用**し【下図Ⅰ】、**技術実証、商業利用、および科学利用の一部**は、**利用者が日本利用サービス提供企業と直接契約し利用**【下図Ⅱ】することを想定する。

	「きぼう」における利用	ポストISSで想定される利用	
①技術実証	**JAXAが実施主体**として利用 **JAXA以外の利用者**が**JAXA取り纏め**にて利用 ■ 探査に向けた技術実証 （水再生技術実証、遠隔制御技術、通信技術、健康管理技術等） ■ 先進的燃焼研究支援PF （燃焼現象研究による有人宇宙活動に係る安全基準の研究等） ■ 船外ポートPF （地球観測センサ技術（ライダー技術等）の実証等） ■ 各種人材育成プログラム （アジアントライゼロG、ロボットプログラミング競技会等）	今後の探査活動等に必要な技術実証について、 **JAXAおよびJAXA以外の利用者**が 日本利用サービス提供企業と**直接契約して利用**	Ⅱ
②科学利用	**アカデミア等**が**JAXA取り纏め**にて利用 ■ 健康長寿研究支援PF ■ 細胞医療研究支援PF ■ 新薬設計支援PF ■ 先進的燃焼研究支援PF ■ 革新的材料研究支援PF ■ PF外の個別利用や新規PF設定に繋がる利用 （フラグシップテーマ、植物栽培など、）	PF技術の更なる高度化等を図りつつ、引き続き、 アカデミア等が**JAXA取り纏めにて利用** PF技術を維持発展させ、同様の分野において、 更に高度な利用を効率的に実施 JAXAで新たな利用技術の開発を継続しつつ、 民間への事業移管を図る。	Ⅰ
	■ **超小型衛星放出PF**（国連との協力）	**利用者が**日本利用サービス提供企業と**直接契約して利用** JAXAは、「革新的衛星技術実証プログラム」や「産学官による輸送・超小型衛星ミッション拡充プログラム」等、他の打上げ機会の提供を検討	Ⅱ
	■ **船外ポートPF**（宇宙観測（MAXI/CALET）、地球観測（HISUI）） ■ **船外ポートPF**（宇宙観測（MAXI/CALET）、地球観測（HISUI））	**利用者※が**日本利用サービス提供企業と**直接契約して利用** JAXAは必要に応じて、技術支援等を実施 ※防衛省、経産省、理化学研究所、NICT、他大学・研究機関等	
③商業利用	**利用者が**JAXAが事業移管した**民間企業と契約して利用** ■ 船外ポートPF ■ 超小型衛星放出PF ■ 新薬設計支援PF **利用者がJAXAと契約して利用** ■ 非定型利用	**利用者が**日本利用サービス提供企業と**直接契約して利用**	

⑤ポストISSにおける我が国の利用サービスの調達の考え方について

ポストISSにおける利用要求（現時点の想定）

■ 現行ISS（きぼう）と同規模程度公的利用、及び民間企業が自ら開拓・実施する商業利用を実現することを想定すると、**下表に示す規模の利用リソースを確保することが必要**となる。

■ 日本がポストISSにおいて**必要な利用リソースを確保できるよう**、今後、ポストISSにおいて日本利用サービス提供企業となることを目指す企業等を通して、**米国商業宇宙ステーション事業者との調整を進める**。

項目	利用リソース規模（年間）		
	「きぼう」での利用 ＜実績を踏まえ算出＞	ポストISSでの利用（最大） ＜きぼう利用実績をベースに推算＞	
	公的利用＋商業利用	**公的利用**	**商業利用**
クルータイム	400時間程度	**300時間程度**	**公的利用と同程度以上となるよう、需要拡大を図る**
電力	5kW程度	**5kW程度**	
エリア	5ラック程度	**3ラック相当程度**	
通信	50Mbps/down程度 10Mbps/up程度	**500Mbps/down程度 100Mbps/up程度**	
打上重量	400kg程度	**300kg程度**	
回収重量	80kg程度	**150kg程度**	
船外ポート	4ポート	**iSEEP2～3ポート 相当程度**	

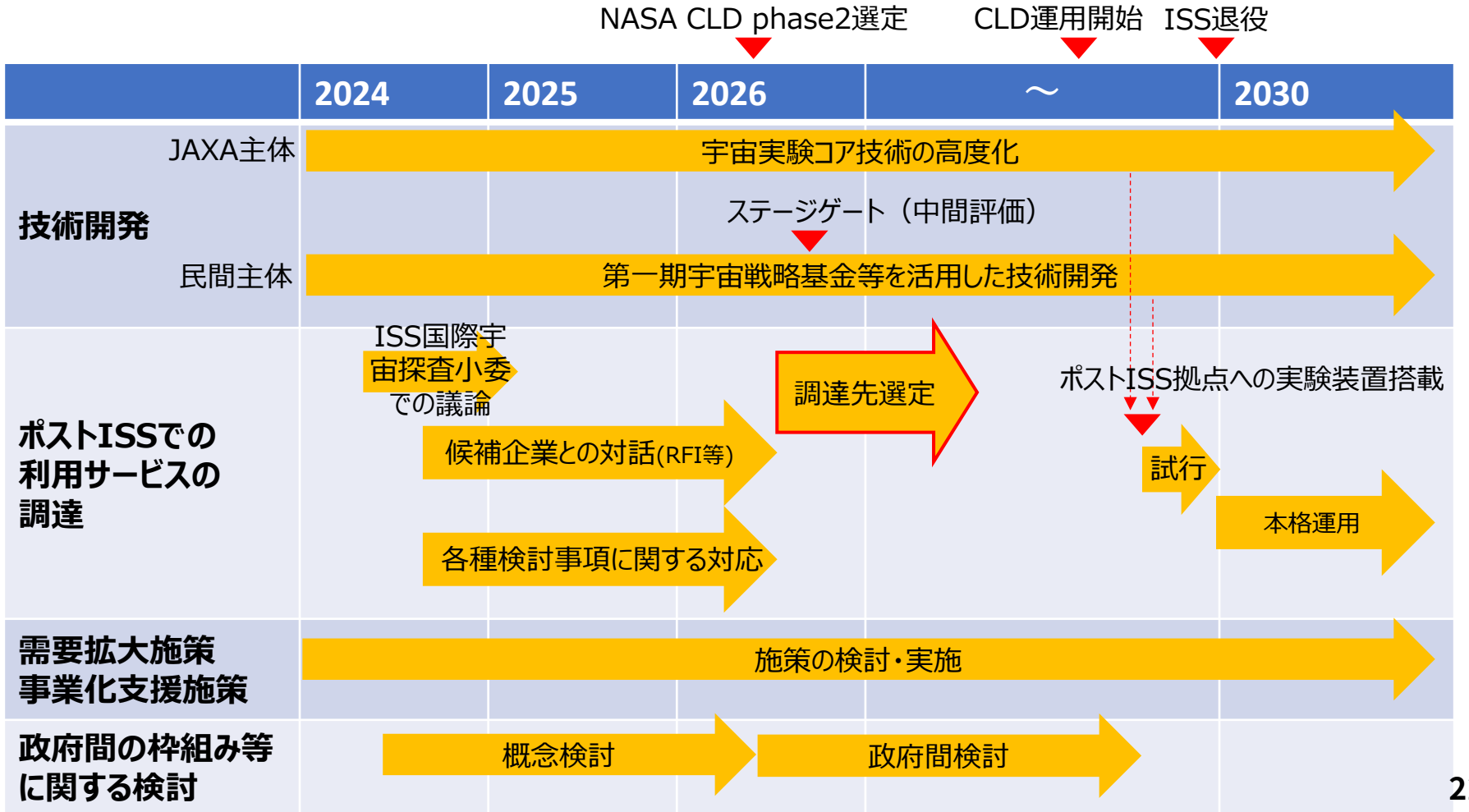
※ポストISSの公的利用要求は、ポストISSで継続想定の利用PFや探査向け技術実証の見込みから算定。

※ISSでは公的利用のうち、科学利用のクルータイム240時間程度のところ、ポストISSでは実験装置の機能向上や実験運用効により、200時間程度のクルータイムで、同規模の利用を実現予定（クルータイム効率化係数80%程度）

⑤ポストISSにおける我が国の利用サービスの調達の考え方について

ポストISSに向けたロードマップ案

- ポストISSに向けて、今後以下のスケジュールで進める。
- 特に、**米国商業宇宙ステーション事業者の企業選定状況、宇宙戦略基金を通じた技術開発の進捗状況等を踏まえ、2026年度以降の早期を目途**に、ポストISSにおける**利用サービス提供企業の選定を行うことが必要になると想定**されるため、それも見据え、各取組を推進する。

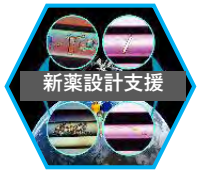


⑥きぼう利用プラットフォームの概要

2024年10月28日
ISS・国際宇宙探査小委員会
資料65-2-1抜粋

～「きぼう」を研究開発基盤として重点的に利用を促進する利用技術・サービス～

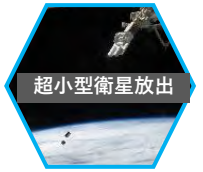
健康長寿研究支援PF
（マウス宇宙飼育ミッション）



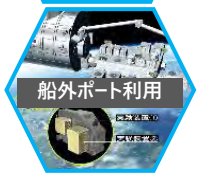
新薬設計支援PF（高品質タンパク質結晶生成実験）
【一部民間サービスに移行済】

革新的材料研究支援PF
（静電浮遊炉利用）

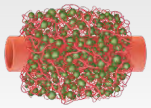
超小型衛星放出PF
【民間サービスに移行済】



船外ポート利用PF
【中型アダプタ利用は民間サービスに移行済】



新たなプラットフォーム構築



細胞医療、燃焼研究、民間利用/技術実証等

定時化
（タイミングがわかる）

AND/
OR

高頻度化
（何度でもトライ）

AND/
OR

定型化
（プロセスを型式化）

優位性のある独自の利用技術

一定の利用ニーズ・ユーザ

研究者の内在的動機に基づく学術研究による科学技術力向上への貢献

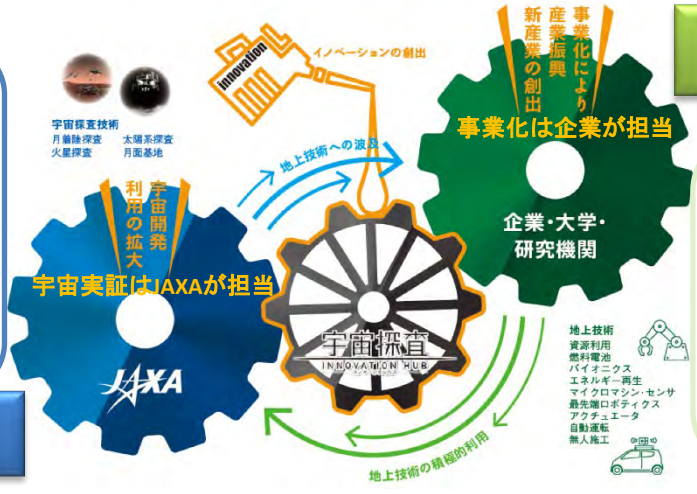
⑦宇宙探査イノベーションハブ

概要

- 「Dual Utilization」をキーワードに、**政府・JAXAが進める将来の月・惑星探査への適用及び民間企業の地上事業拡大に共通した技術課題の解決をJAXAとのオープンイノベーション型の共同研究により取り組んできた**
- 上記取り組みを進め、**非宇宙分野を含む新規プレーヤの獲得とともに、革新的な探査技術の獲得や地上事業化の成果を生み出してきた**
- 今後は**将来の月・惑星探査への適用と民間企業の事業化を加速することを目指す**「Space Dual Utilization」をキーワードに、国際宇宙探査のニーズに直接的に応える技術課題を重点的に設定

①移動型探査ロボットによる広域探査
②月面・火星基地の遠隔施工
③月面・火星基地用資材を現地で製造するシステム
④安全かつ効率的な有人宇宙探査のロボット技術活用

宇宙探査シナリオ・ミッションの実現



社会課題の解決 産業競争力向上

事業化事例

① 自動車、航空機（ドローン）分野の電化技術
② 無人化・自動化された建設・メンテナンス技術
③ 新たなプロセスによる資材製造技術
④ 生活を豊かにする技術

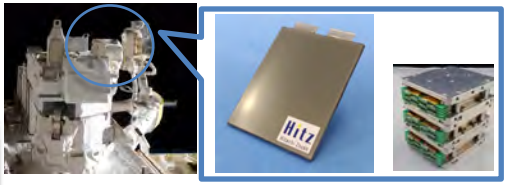
達成状況

2025年2月現在
276機関との共同研究：215件
上記企業のうち9割は非宇宙企業
宇宙実証：6件
宇宙ミッションへの採用：7件
民間企業による新規事業化：10件

軌道上実証の事例

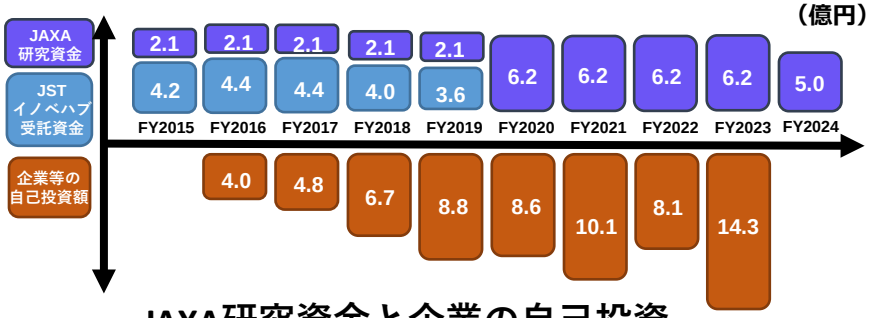
小型光通信実験装置
SOLISS(2020年)

ISSでの袋培養実験(2021年)
©竹中工務店、キリン他



ISSでの全固体リチウムイオン電池
軌道上実証 (2023年)
©日立造船

研究課題設定段階から民間企業等のニーズを取り込み、**共同研究として探査ハブが共に取り組むことで企業の自己投資を呼び込んできた**



JAXA研究資金と企業の自己投資

⑧宇宙イノベーションパートナーシップ（J-SPARC）（1/3）

J-SPARC：JAXA Space innovation through PARtnership and Co-creation

- ベンチャーを含む民間事業者等を主体とする事業を出口とした、技術開発・技術実証等を伴うパートナーシップ型の共創型プログラム
- 民間事業者等とJAXAがそれぞれの強み・リソースを持ち寄り、新たな宇宙関連事業の創出へ
- 異分野融合等によるオープンイノベーションの取組により、宇宙分野に閉じることのない技術革新の実現へ

宇宙イノベーションパートナーシップ（J-SPARC）

新たな宇宙関連事業を出口とした共創型研究開発プログラム

民間事業者等
（事業化に向けた取組を先導）

パートナーシップ

JAXA
（技術開発を先導）

コンセプト共創タイプ

事業共同実証タイプ

事業化 → 新しい宇宙関連事業の創出（民間等主体で事業展開へ）

技術獲得 → JAXAミッション創出に資する新しい技術の獲得

共創実績数（アイデア提案～事業化まで） ※2018-2024

J-SPARCを通じた事業領域の拡大事例

宇宙 ×
1. AI
2. ロボット
3. アバター
4. エンタメ
5. 教育
6. 食
7. 生活
8. 保険

1. 小型輸送
2. 有翼有人輸送
3. 小型コンステ
4. 軌道上サービス
5. 超低軌道拠点衛星
6. 新規データ利用
7. 成層圏利用
8. 衣食住事業

低軌道関連事例

宇宙デジタルツイン事業

宇宙保険事業

宇宙放送局事業

⑧宇宙イノベーションパートナーシップ（J-SPARC）（2/3）

J-SPARC 4つの特徴

1 新しい事業領域の開拓

8つの新領域連携
（JAXA事業領域以外）

1）小型輸送
2）有翼有人輸送
3）小型コンステ
4）軌道上サービス (Reduce, Reuse, Recycle)
5）低軌道拠点利用
6）新規データ利用
7）成層圏利用
8）衣食住事業

8つの異業種連携

宇宙 ×
1）AI
2）ロボット
3）アバター
4）エンタメ
5）教育
6）食
7）生活
8）保険

2 高い継続率・事業化率

300件超 企業からの事業アイデア提案数
↓ 対話

48件 J-SPARC化
↓
11件 事業化達成（事業会社化・民間移管含）
19件 J-SPARC共創活動中
13件 企業独自活動へ移行

●88%が活動継続/事業化達成。
（強い事業意欲・コミットのある企業との連携）
●企業の自己投資累計35億円超。

図 JAXA負担と企業負担比較
（事業共同実証活動(6件)民間自己投資累計）

3 研究開発を加速し、企業への提供価値へ

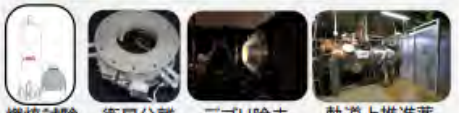
JAXAの研究開発を加速。
- 民間との関心領域整合、リソース統合し、**50件**以上のJAXA R&D活動を加速。

民間 事業構想に基づく事業開発 ⇔ R&D計画と整合した技術開発

事業と技術をつなぐ仕組み。

・**4**つのコンソシアム
アバタ AVATAR X　生活 THINK SPACE LIFE with JAXA
街 X-NIHONBASHI　食 SPACE FOODSPHERE

・**4**つの共通基盤整備



・**A**nnouncement of **O**pportunity
AO：JAXAが事業共創機会を示し、民間事業アイデアを集約・事業共創する仕組み。
・地球低軌道・有人宇宙活動AO
（2018年6月～ISS民間事業創出の先駆けに）

4 プロデュース型人材輩出

累計 20名
J-SPARC事業プロデューサー数
引き出す力(R&Dと事業計画整合、資源統合)
創る力(環境・場・機会・人)

累計 200名超
JAXA内共創メンバー数
全職員の約15%参画。企業との共創機運醸成。
「J-SPARCで、将来研究を加速できた」
「民間事業共創に向けたJAXAの役割を意識」

波及成果

1 競争的資金獲得等へ

MEXT SBIR Phase3へ
・輸送・デブリ除去で全採択7社中6社が共創企業(86%)
共創企業が他競争基金獲得へ
・METI SBIR、スタートダスト、研究推進制度等多数採択
JAXAプログラムへ
・商業デブリ除去実証（研開部門・20年3月～）

2 複数の事業会社設立へ

事業会社設立・社内取組開始。
・Sony SCC社(2022.6、光通信)
・Orbital Lasers社(2024.1、デブリ除去)
・㈱Space Food Lab.(2023.12、宇宙食)
・ホンダ・再使用小型ロケット取組開始(2021.9)
・他複数

3 JAXAの新たな共創活動へ

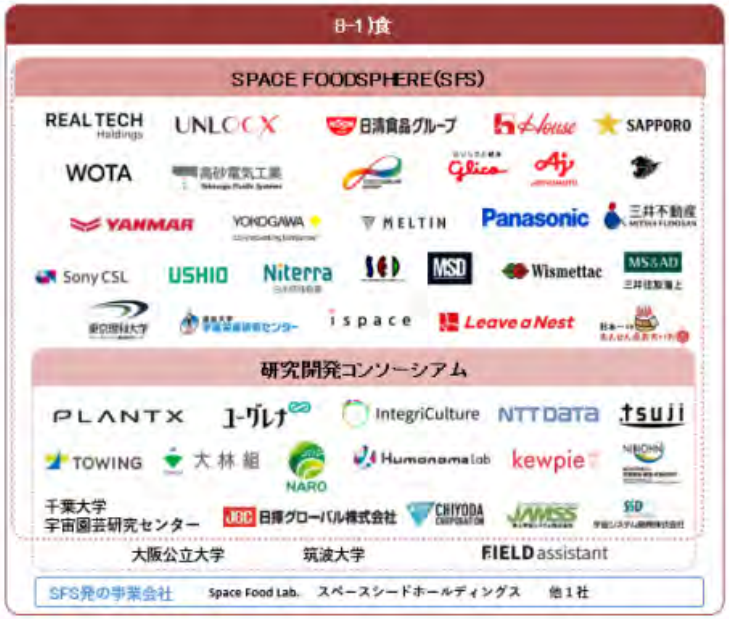
ALOS-3後継ミッションに係る公募(AO)
(2021.8～・第一)
超小型衛星ﾐｯｼｮﾝ拡充(JAXA-SMASH)公募
(2022.5～・産・学・JAXA(研開・ISAS等)連携)
高頻度往還飛行型宇宙輸送システム公募(AO)
(2022.7～・研開)
衛星コンステ共創プログラム公募
(2022.7～・第一・研開等との連携)
衛星地球観測コンソシアム(コンセオ)
(2022.9～・第一)
持続可能なLEO利用実現に向けたシナリオ検討
(2022.11～・有人)
角田・官民共創推進系開発センター開発

【見込】Ⅲ.4. 宇宙政策の目標達成に向けた分野横断的な研究開発等の取組 238
4.1 民間事業者との協業等の宇宙利用拡大及び産業振興に資する取組 11頁

出典：国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構　第４期中長期目標期間終了時に見込まれる業務実績等報告書

⑧宇宙イノベーションパートナーシップ（J-SPARC）（3/3）

J-SPARC共創活動による多種多様なプレーヤーの参画（FY2018~2023）



【見込】Ⅲ.4. 宇宙政策の目標達成に向けた分野横断的な研究開発等の取組 239

4.1 民間事業者との協業等の宇宙利用拡大及び産業振興に資する取組 12頁 27

出典：国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構　第４期中長期目標期間終了時に見込まれる業務実績等報告書

⑨宇宙戦略基金　技術開発テーマ（地球低軌道）

■ 2030年以降の商業宇宙ステーション（ポストISS）において、我が国の民間事業者が戦略的に関連市場へ参入し、市場を獲得していくための技術開発に重点的に取り組む。

国際競争力と自立・自在性を有する物資補給システムに係る技術

ポストISSでの商業物資補給市場の獲得を目指して、近傍通信やドッキング検証等において自立・自在性を有する我が国独自の物資補給システムの構築に向けた技術開発を進める。

支援規模：２件で155億円程度（上限）
支援期間：５年程度（最長）

地球低軌道拠点に近付く我が国の物資補給システムのイメージ©JAXA

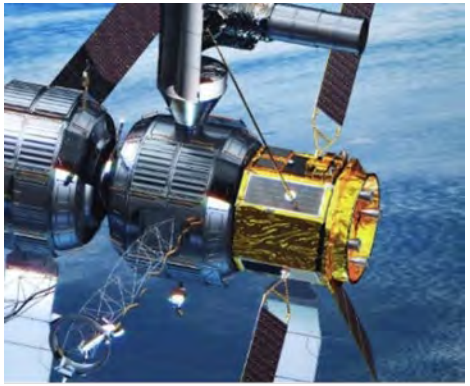
実施機関名（代表機関）：
株式会社日本低軌道社中
技術開発課題の名称：
米国商業宇宙ステーションへの物資補給システム技術開発、次世代近傍通信システム技術開発

実施機関名（代表機関）：
株式会社ＩＨＩエアロスペース
技術開発課題の名称：
自動ドッキング機構のアクティブ機構検証システムの開発

低軌道自律飛行型モジュールシステム技術

ポストISSでの微小重力環境実験等、有人活動の場に係る市場獲得に向けて、多様な利用ニーズに対応できる自律飛行型モジュールの実現に必要な基本システムを開発する。

支援規模：１件で100億円程度（上限）
支援期間：５年程度（最長）



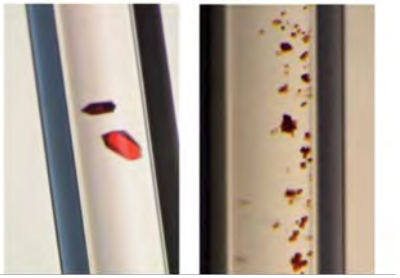
自律飛行型モジュール技術のイメージ　(c)JAXA

実施機関名（代表機関）：
株式会社日本低軌道社中
技術開発課題の名称：
自律飛行機能等を有する低軌道モジュールの基本システム設計

低軌道汎用実験システム技術

ポストISSでの関連市場の獲得及び地球低軌道利用による継続的な実験成果の創出を目指して、効率的で高頻度な実験を可能とする汎用実験システムの実現に向けた自動化・自律化・遠隔化等の技術開発を進める。

支援規模：１件で20億円程度（上限）
支援期間：５年程度（最長）



「きぼう」を通じて培ってきた宇宙実験コア技術であるタンパク質高精度結晶生成技術：国際宇宙ステーション（左）と地球上（右）で生成したヘモグロビンのタンパク質結晶 ©JAXA

実施機関名（代表機関）：
Space BD株式会社
技術開発課題の名称：
宇宙利用を加速する低軌道上細胞/結晶自動実験システムの開発

⑩地球低軌道利用ビジネスに取り組む事業者（例）

1．ISS「きぼう」等利用のビジネス展開例

JAMSS（Japan Manned Space Systems Corporation）

- きぼう有償利用（40件超）
- 自社装置「Kirara」や他社インフラ（ISS民間装置）利用サービス
- 利用プロモーション（イベントの実施等）

※SORAxIO参加

Space BD

- 超小型衛星放出事業（累計50件）
- 船外曝露実験装置利用（受注７件）
- 船内「きぼう」実験利用（タンパク質結晶等）
- AI創薬、エンタメ、教育等
- 宇宙戦略基金「低軌道汎用実験システム技術」採択

※SORAxIO参加

SORAxIO

ソラクシオ（兼松、Space BD、DigitalBlast、JAMSS、他1社による業務提携）

- 宇宙環境利用ビジネス創出に向け協調して活動するコンソーシアム
- 啓蒙活動、利用者支援、政策提言等を連携して行うことで宇宙環境利用の促進を企図

2．ポストISSに向けたビジネス構想例

KG 兼松株式会社

- 微小重力環境事業創出(想定)
  - 新素材開発
  - 突然変異誘発・新薬開発
  - 革新的材料研究
  - エンターテイメント
- SORAxIOでの低軌道ビジネス創出促進
- 宇宙往還機Dream Chaser着陸・利活用事業

※SORAxIO参加

㈱日本低軌道社中

- 三井物産設立の低軌道事業専門会社
- ISSきぼう後継機(日本モジュール)を活用した宇宙環境利用サービス販売事業・物資補給サービス事業の実現に向けた活動
- 顧客開拓活動
  (軌道上データセンタ、半導体、バイオメディカル、エンタメ等)
- 宇宙戦略基金「低軌道自律飛行型モジュールシステム技術」等採択

3．コミュニティ拡大に向けた活動

cross U

- あらゆる分野の関係者が宇宙プレイヤーとしてつながる幅広いコミュニティネットワークを構築
- 会員同士のイベント共催、協賛、告知などによる交流や情報発信を積極的に実施
- 直近はISS/Post-ISSに係る認知度向上及び利用促進に向けた各主体の最新状況・知見共有、課題の議論、今後の連携方針の検討を目的とする勉強会を定期的に開催

三菱商事

- CLD Program参画のStarlab Spaceに出資参画(JV株主)
- Starlab社取締役会へ参加、出向者(事業開発ポジション)派遣

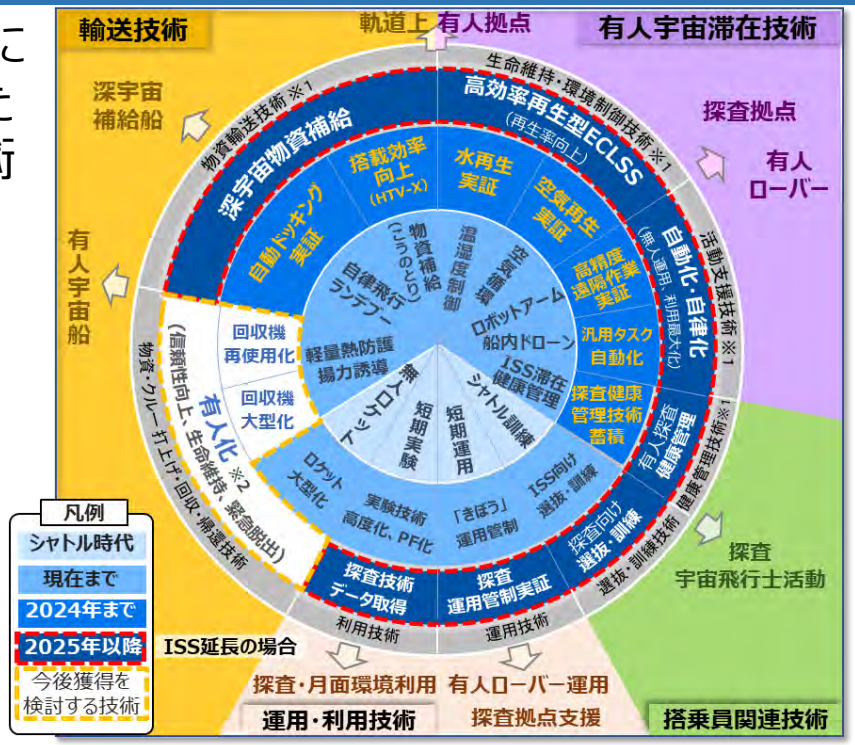
- 宇宙民間利用に向けた顧客開拓活動
  - 他産業プレイヤーが中心となるワークショップ開催（これまでに40社以上、120名以上が参加）
  - ライフサイエンス/半導体（リサーチパーク構想）

国際宇宙探査や民間低軌道活動に向け、これまでに獲得してきた技術をベースに、以下の観点で識別した重要技術に関し、ISSを活用し、技術発展や新技術獲得に資する研究開発や技術実証等を実施する。

- 我が国の優位性の維持・向上
- 自律性確保
- 新たな強みの確保

＜重要技術分野（探査・低軌道共通）＞

- 物資補給技術
- 回収・往還技術
- 有人宇宙滞在・拠点システム技術
- 宇宙実験技術

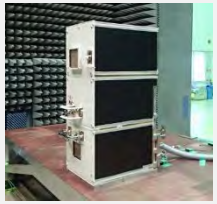


2022年10月21日　ISS・国際宇宙探査小委員会　資料48-1-3抜粋

2030年までに想定される技術実証例

- 自動ドッキング技術
- 環境制御・生命維持技術（ECLSS）
- 遠隔化・自動化・自律化技術
- 光通信技術（中型曝露実験アダプタ活用）など

自動ドッキング技術実証


二酸化炭素除去装置（ECLSS）

「きぼう」自動・遠隔実験システム（イメージ図）

中型曝露実験アダプタ（技術実証プラットフォーム）

⑪有人宇宙技術の獲得
我が国の有人宇宙活動に関する技術獲得の状況

2022年10月21日
ISS・国際宇宙探査小委員会
資料48-1-3抜粋（一部変更）

重力天体表面探査技術
○重力天体表面拠点構築技術
・地盤調査・掘削技術
・与圧建屋建設技術　など

○表面移動技術
・ローバー走行技術、排熱技術
・再生型燃料電池技術
・1/6Gでの砂や液体の挙動データ取得

○越夜技術

○資源探査・利用技術
・資源調査・分析・採取技術
・燃料生成、貯蔵
・エネルギー伝送

重力天体着陸技術
○着陸機推進系技術

○高精度着陸機誘導技術

自立的な月面有人活動に必要な技術

宇宙滞在・拠点技術
○有人拠点構築・維持技術
・与圧モジュール、船外プラットフォーム技術
・エアロック技術
・構造、電力、通信、熱制御など
・大型太陽電池・熱輸送・排熱技術
・拠点の姿勢制御・軌道制御技術
・与圧部の拡張・軽量化技術
・燃料充填・管理技術

○生命維持技術
・船内の温湿度制御、空気循環技術、気水分離技術（「きぼう」に設置済み）
・宇宙放射線計測技術（積算型）
・空気再生技術
・水再生技術
・宇宙放射線リアルタイム計測、予測、防護技術

○衛生技術
・トイレ、シャワー、廃棄物処理、汚物処理、臭気・菌・細菌除去技術、衛生管理など

○活動支援技術
・遠隔制御技術（「きぼう」ロボットアーム）
・自動化・自律化技術（搭乗員支援、無人作業）
・宇宙服技術

運用・利用技術
○実時間運用管制技術
・地上と搭乗員の連携
・異常事態対応のノウハウ
・宇宙探査での通信遅れと狭通信帯域への対応

○宇宙施設運用支援・機能維持技術
・点検、交換、予防保全の技術
・予備品や実験機器等補給・回収
・機器性能・環境の長期トレンドデータ取得
・機器換装による最新地上技術の導入

○管制員の訓練・認定技術
運用管制員の運用技量を高めるための技術

○宇宙環境利用・実験技術
・船内宇宙実験技術（小動物飼育実験、細胞培養、結晶生成、材料、人工重力発生等）
・船外宇宙実験技術（衛星放出、材料曝露、宇宙・地球観測等）
・定型化・プラットフォーム化
・高機能化、ユーザフレンドリー化（きぼうリノベーション）
・実験の自動処理・自動制御化
・In-space高付加価値品創出技術

搭乗員関連技術
○搭乗員の選抜・訓練技術
・搭乗員の選抜ノウハウ
・搭乗員の活動能力を高める技術

○搭乗員の宇宙活動技術
・宇宙船搭乗、船外活動、危機回避等のノウハウ
・搭乗員管理・指揮（船長）のノウハウ

○健康管理技術・宇宙医学
・トレーニングで骨・筋肉を維持する技術
・宇宙放射線被ばく量管理技術
・フライト中の「遠隔」健康診断技術
（1年を超える長期滞在向け）
・「自律」健康診断
・骨・筋肉減少、免疫低下の効果的な抑制

宇宙輸送・補給技術
○有人施設への無人補給技術
・自律飛行、ランデブー、再突入技術
・物資の搭載・補給技術
・有人施設に結合できる安全性信頼性
・物資補給能力向上
・運用効率化
・自動ドッキング技術
・燃料補給・充填技術

○有人施設からの回収技術
・揚力誘導飛行技術、熱防護技術（小型）、物資保冷回収技術
・大型化技術(与圧化・熱防護)
・高精度再突入飛行制御技術
・排熱技術
・再使用技術

○有人宇宙船技術
・生命維持技術
・クルーインタフェース
・着陸/着水衝撃吸収

○有人ロケット技術
・有人飛行向け安全技術
・緊急脱出システム

○深宇宙補給技術
・自動ドッキング技術

自立的な軌道上有人活動（低軌道、GW等）に必要な技術

：ISS計画への参加を通じ、習得・実証した技術
：引き続き、低軌道で習得・実証していく技術
：引き続き、探査活動で獲得していく技術
：将来習得していくべき技術

民を支える官の新たな取り組みとして官民連携で実施していくべきもの

基盤技術
●開発管理技術
大規模・複雑なシステムを開発するためのマネージメント技術

●大型システム 統合技術
大規模・複雑なシステムを開発するための統合技術

●安全評価・管理技術
設計から運用まで、安全性をより厳密に管理・評価する技術

●信頼性管理技術
宇宙機の信頼性をより厳密に管理する技術（部品・工程管理、検証方法等）

⑪有人宇宙技術の獲得
民間主体の宇宙活動を支える先進的・基盤的技術の獲得

2022年10月21日
ISS・国際宇宙探査小委員会
資料48-1-3抜粋

■ 図に示すように、**ポストISSで想定される民間主体の活動におけるニーズを踏まえ**、必要と想定されるアセットから、その**実現に必要となる技術を整理し分類**。それに応じて、**官は、各技術の獲得において民を支援**する。

- ➢ 民を支える官の新たな取り組みとして官民連携で取り組むべきもの
- ➢ 官のノウハウ等の資産を最大限活用し民主体で取り組んでいくべきもの

⑫宇宙基本計画（令和５年６月13日 閣議決定）（抜粋）（地球低軌道関連）

４． 宇宙政策に関する具体的アプローチ

（３）宇宙科学・探査における新たな知と産業の創造に向けた具体的アプローチ

(c) 地球低軌道活動

【ISS延長期間（～2030年）】

ISSの利用に関するJAXAの現行スキームを、米国との比較を含めて包括的に検証し、現在よりも民間事業者やアカデミア等が使いやすいスキームに見直すなどして、日本実験棟「きぼう」の利用拡大と成果の創出・最大化に取り組む。また、より使い勝手を良くするための方策を追求するため、実験機材の共同利用など国際連携による実験実施等について、ISS関係各極との協議を行う。

また、民間の創意工夫を最大限活用して ISS利用を促進する方策やフレームワークを検討し、民間の利用ニーズの掘り起こしを行うとともに、2030年代の地球低軌道活動を見据えた民間による利用実証の機会を提供することなどにより、ポストISS時代における事業展開を目指す企業やエンドユーザーの拡大を図る。

さらに、新型宇宙ステーション補給機（HTV-X）により、ISSへ安定的に物資の補給を行い、あわせて、その機会を活用してアルテミス計画や将来の探査、低軌道活動等に資する技術獲得等の取組を行う。また、我が国の宇宙活動の自立性の確保や、月周辺や月面での活動、地球低軌道における民間活動を支える技術の研究開発及び実証の場として、ISSを最大限に活用するとともに、そのために必要な要素技術・システムの研究開発を進める。（文部科学省等）

【ポストISS（2030年以降）を見据えた取組】

アルテミス計画等の月以遠への活動も見据え、戦略的に我が国の地球低軌道活動に必要な場と機会を確保するため、ポストISSの在り方を、国内外の状況を注視しながら日本の利用活動に空白を生じさせないよう、以下のいずれの選択肢も、実現可能なタイミングで検討し、結論を得る。

① 宇宙ステーション、モジュール又は実験設備等を我が国又は我が国の民間事業者が所有した上で活動すること

② 海外民間商業ステーションが提供する利用サービスを調達すること

これらの中から、ポストISSの在り方を決定するに当たっては、これまでに培ってきた技術の維持・継承の実現性を担保しつつ、国として必要な技術実証・学術研究の場の確保、宇宙飛行士の育成・訓練の場や体制の確保、国際的プレゼンスの維持・向上、産業界の参入可能性・事業発展性・競争力確保、費用対効果等の観点も踏まえ、総合的に検討を行う。

また、ポストISSの在り方に応じ、我が国の地球低軌道活動を着実に推進するために必要な技術を検討し、着実に研究開発を進める。

さらに、今後の民間による地球低軌道の利用の進展を睨み、宇宙ステーションの運営主体が民間となることに伴い必要となる国際的・国内的な法的枠組みや、求められる国際技術標準・規格等について、検討を進める。（外務省、文部科学省等）

⑬ ISS計画参加の社会経済波及効果調査

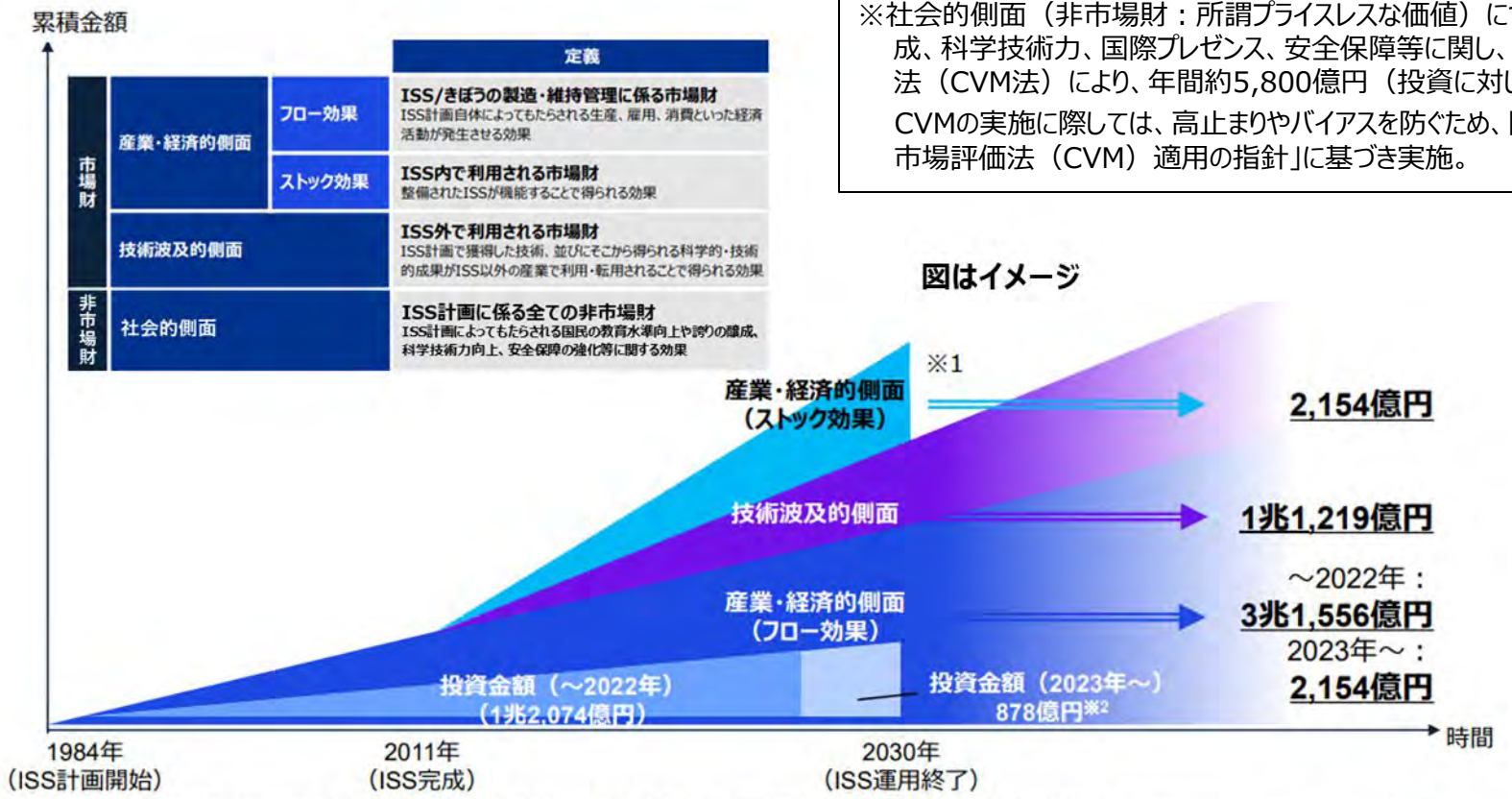
JAXAは、2022年度に**「我が国のISS計画への参加による社会経済波及効果の評価」**および**「2030年以降の地球低軌道活動における市場予測に関する調査」**（KPMGコンサルティングへの委託業務）を実施した。

＜我が国のISS計画への参加による社会経済波及効果の評価結果＞

- 産業連関分析等の手法を用い、「産業・経済的側面」（フロー効果、ストック効果）、「技術波及的側面」、およびその他の「社会的波及効果（非市場財）※」についての分析を実施
- 結果、2030年までのISS計画／きぼう事業による**経済波及効果は、投資に対して約3.6倍と推算**された（投資額約1.3兆円／波及効果約4.7兆円）：下図参照

※社会的側面（非市場財：所謂プライスレスな価値）については、人材育成、科学技術力、国際プレゼンス、安全保障等に関し、仮想的市場評価法（CVM法）により、年間約5,800億円（投資に対し約9倍）と推算。
CVMの実施に際しては、高止まりやバイアスを防ぐため、国交省の「仮想的市場評価法（CVM）適用の指針」に基づき実施。

			定義
市場財	産業・経済的側面	フロー効果	**ISS/きぼうの製造・維持管理に係る市場財** ISS計画自体によってもたらされる生産、雇用、消費といった経済活動が発生させる効果
		ストック効果	**ISS内で利用される市場財** 整備されたISSが機能することで得られる効果
	技術波及的側面		**ISS外で利用される市場財** ISS計画で獲得した技術、並びにそこから得られる科学的・技術的成果がISS以外の産業で利用・転用されることで得られる効果
非市場財	社会的側面		**ISS計画に係る全ての非市場財** ISS計画によってもたらされる国民の教育水準向上や誇りの醸成、科学技術力向上、安全保障の強化等に関する効果



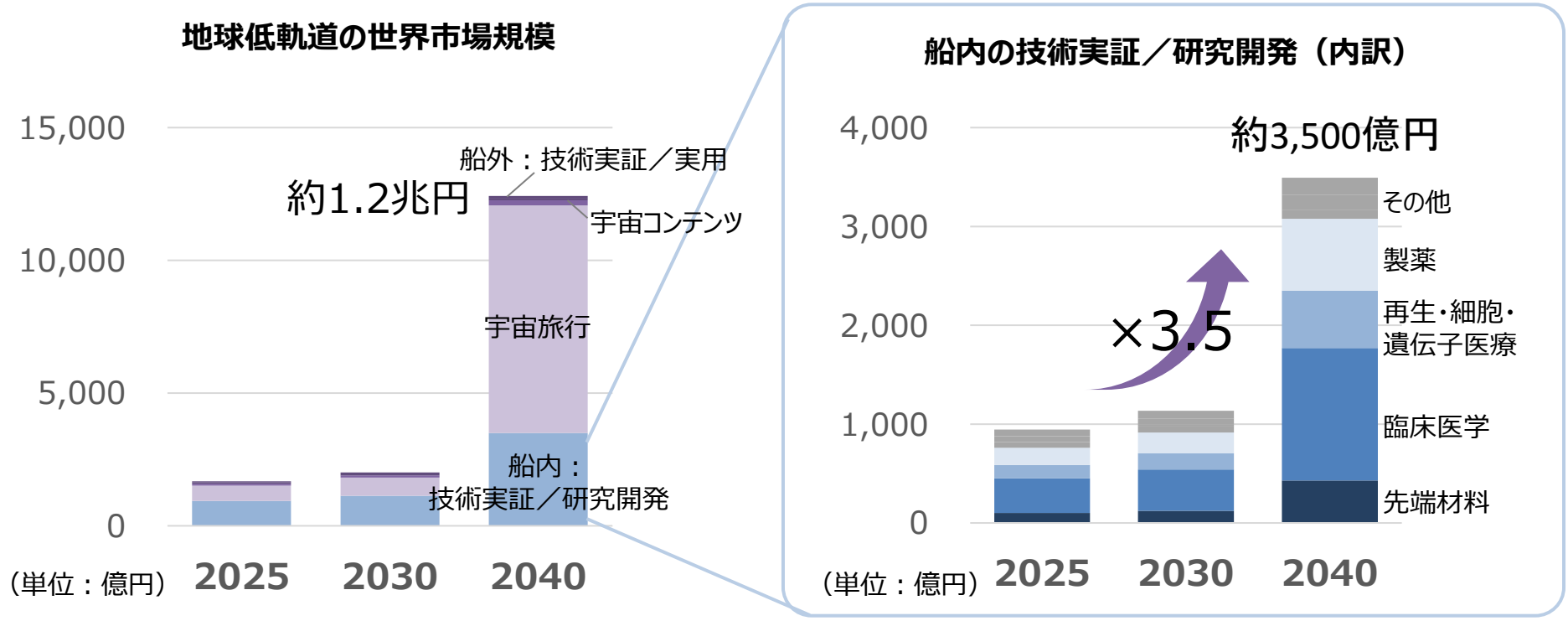
※1）産業・経済的側面（ストック効果）は整備されたISSが機能することで得られる効果となるため、ISS運用終了時点で効果発生期間も合わせて終了する
※2）ISS運用終了が見込まれる2030年までは、2022年と同等の投資が毎年継続すると仮定した上で算出した

Document Classification: KPMG Confidential

⑭ ポストISS時代の地球低軌道の市場成長予測調査

＜2030年以降の地球低軌道活動における市場予測に関する調査＞

- 各分野の現状の市場規模、宇宙分野が寄与する割合、各市場の成長率等のデータを基に、2030年、2040年時点の市場規模について論理的な推算を実施。
- 地球低軌道における世界的な商業活動の拡大を受け、船内の技術実証・研究開発市場は、**2040年には2025年の約3.5倍、3,500億円規模の世界市場が形成されるとの予想（宇宙旅行なども含む全体は約1.2兆円）。**



出展：KPMGコンサルティング　ISS計画参加の社会・経済波及効果の調査分析（2030年以降の地球低軌道活動における市場規模の算出）

世界的に拡大が予測される地球低軌道市場において、日本企業が事業を成立させ、より多くのシェアを獲得できるよう、自在に活動できる場の確保と有効な支援策を実施することが重要