



きぼう利用戦略

～「きぼう」利用成果最大化に向けて アジェンダ2020 ～

第2版

2017年 8月

有人宇宙技術部門

きぼう利用センター

きぼう利用戦略の策定

■ きぼう利用戦略について

近年の我が国宇宙政策の転換やJAXAの国立研究開発法人化、ISS運用延長等により、「きぼう」利用を取り巻く環境が大きく変化したことを踏まえ、これまで個別目的ごとにまとめてきたきぼう利用の戦略・方針にJAXAとしての目指す姿や目標等を加えて体系的にまとめ、国内外に広く周知し理解を得て、戦略的に「きぼう」利用を推進していく。

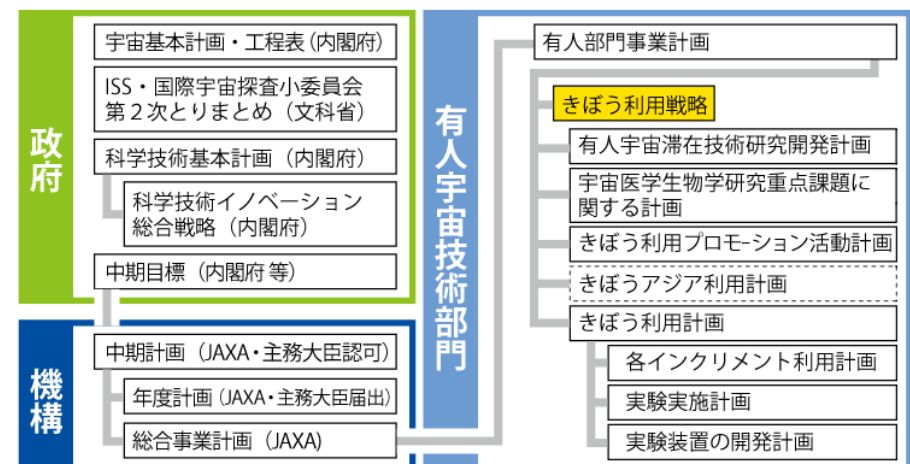
- これからの「きぼう」利用の中核となる柱を設定して、国の科学技術イノベーション戦略へ貢献する宇宙実験や、民間企業の研究開発活動に必要な手段の一つとして投資価値を認められた宇宙実験（投資判断済み事業）を重点的に進めていく。
- これまで国費を投じて整備・発展させてきた「きぼう」の実験技術の質・量・多様性をニーズに基づき大幅に向上させ、産学官の幅広い利用者に「きぼう」が活用されることにより、我が国としての研究開発成果の最大化への取組に大きく貢献していく。
- 宇宙を場として利用し、地上の国民生活に役立つ成果を継続的に生み出す研究開発基盤として「きぼう」を最大限活用することにより、社会の負託に応えていく。

■ 本文書の位置づけ

- 本戦略は、総合事業計画のもと、JAXA経営・事業方針を踏まえて策定される有人宇宙技術部門事業計画に基づき、また、現時点の政府決定である2024年までのISS運用延長を踏まえ「きぼう」利用が目指す2024年の姿、その上での2020年までの目標とその具体的な取組等をまとめ、成果最大化に向けた利用拡大・プロモーション、実験装置・機器の開発要求、募集方針等の指針を示すことを目的とする。
- 本利用戦略は「きぼう」利用を取り巻く状況の変化及び本戦略の進捗状況等を踏まえ随時見直しを行い、本利用戦略に示された取組のPDCAサイクルを確実に回していく。

「きぼう」利用に関わる文書体系

※政府文書は、本件に関わるものを掲載している。



きぼう利用の目指す姿

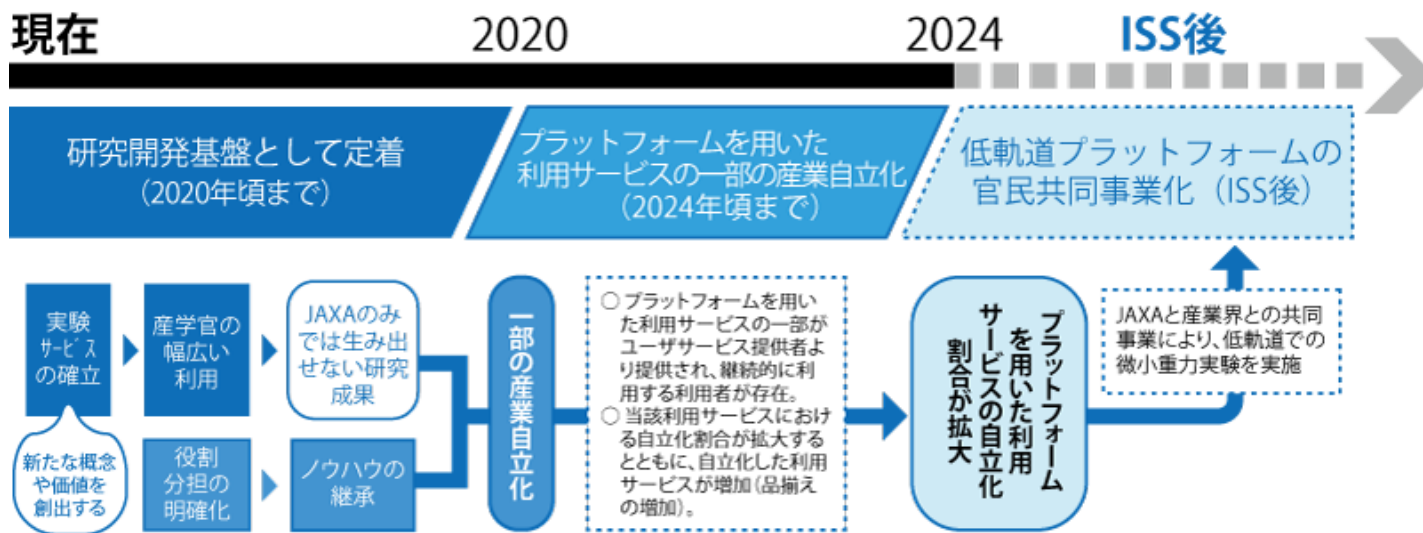
「低軌道における微小重力実験の官民共同事業化に向けて、2024年までにプラットフォームを用いた利用サービスの一部が産業自立化している姿を目指し、2020年までに「きぼう」を科学技術イノベーションを支える研究開発基盤として定着させる」（JAXA経営・事業方針2017を受けて）

① 研究開発基盤として定着（2020年まで）

- 2020年までに地上では実証できないことや地上で捉えられない現象を宇宙実験で解明することにより、新たな概念や価値を創出できる利用サービスを確立し、その利用サービスが産学官の幅広い利用者に使用され、将来の低軌道利用に向けてJAXA自らが創出する研究成果に加えて産学官との連携によりJAXAのみでは生み出せない大きな研究成果を創出している状態とする。
- また、2024年までにプラットフォームを用いた利用サービスの一部が産業自立化している姿を目指して、2020年までに自立化させる利用サービスに関してJAXAとユーザーサービス提供者との役割分担が明確になり、利用サービスのノウハウをユーザーサービス提供者に継承できている状態とする。

② プラットフォームを用いた利用サービスの一部が産業自立化（2024年まで）

- 2024年までにプラットフォームを用いた利用サービスの一部に関して、当該プラットフォーム利用能力の1/3-1/2 程度の定常的需要を生み出す。外部の組織・団体が一定規模を利用して、自立的・継続的にエンドユーザへの利用サービス提供や自己利用を行っており、安定的な利用需要が創出され、市場形成が見込まれている状態とする。



2020 年までの目標と具体的取組

5つの目標

1

国が進める課題解決型
研究への貢献

2

民間企業の投資判断済
み事業による「きぼう」
の社会的価値の実証

3

超長期有人宇宙滞在
技術や探査技術などの
研究開発の推進

4

学術研究による科学
技術力向上への貢献

5

国際プレゼンス
向上への貢献

具体的取組

成果最大化に向けた重点化

「きぼう」利用の中核を担う当面の4つのプラットフォーム

新薬設計支援
プラットフォーム

タンパク質の構造に基づく薬剤設計支援

加齢研究支援
プラットフォーム

加齢研究による健康長寿社会形成への貢献

超小型衛星放出
プラットフォーム

超小型衛星放出能力の強化

船外ポート利用
プラットフォーム

船外ポートを利用した戦略的利用推進

新たなプラットフォーム形成による「きぼう」利用の多様化

無容器処理技術を利用した材料研究への貢献

再生医療への貢献に向けた立体培養技術の有効性実証

新素材の宇宙実証による信頼性向上への貢献

産業応用を主目的とする実験プラットフォームの検討

超長期有人宇宙滞在技術や探査技術の獲得

研究者の内在的動機に基づく学術研究の推進

国際協力の推進

宇宙実験を支える基盤技術の強化

実験技術の質・量・多様性の改善

タンパク質の構造に基づく薬剤設計支援(新薬設計支援プラットフォーム)

○目標

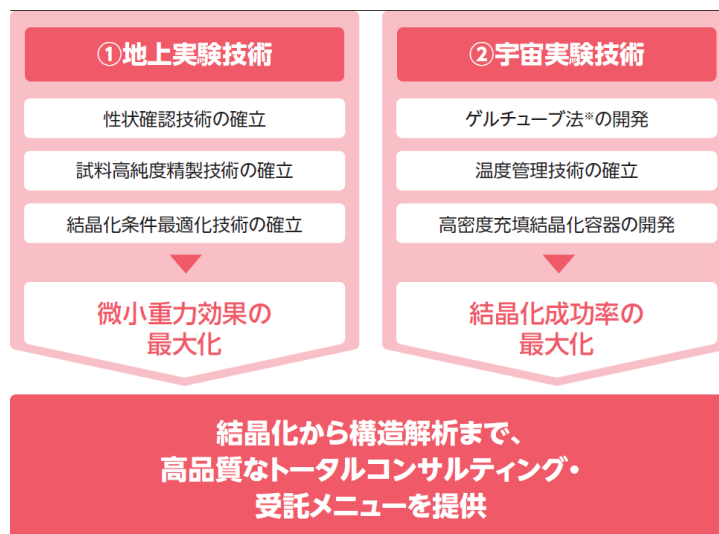
- ・ 実験機会の倍増(4~6回へ)と実験サイクルの短縮(40%減)により、民間や国の戦略的研究の新薬設計に価値ある構造データを提供するプラットフォームとして定着させる。
- ・ 水素原子を判別できる中性子回折向けの大型結晶の生成技術を開発し、大強度陽子加速器施設「J-PARC」との連携を図る。

○必要となる実験技術等

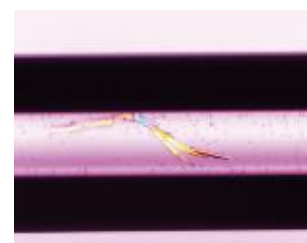
- ・ 4℃結晶化実験の機会提供(2016年後半~)。中性子回折向けの大型結晶の生成技術開発。膜タンパク質結晶化技術実証と宇宙への適用可能性検討。
- ・ 地上の結晶化条件をそのまま適用可能な結晶化容器を開発中。

○利用推進方策

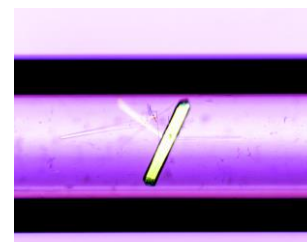
- ・ 戦略パートナーとして設定した産総研との取組みを強化。バイオベンチャー、大手製薬企業、酵素メーカーの化学企業に対してプロモーション(2016~2017年度)。



※ゲルチューブ(GT)法:結晶化容器のセットアップ等を効率的に行えるよう宇宙用に開発したJAXA特許技術



地上実験



宇宙実験

「きぼう」では、小さな結晶が多数集まってクラスター化が抑制されるなど地上より品質の良い結晶を生成することができる

加齢研究による健康長寿社会形成への貢献(加齢研究支援プラットフォーム)

○目標

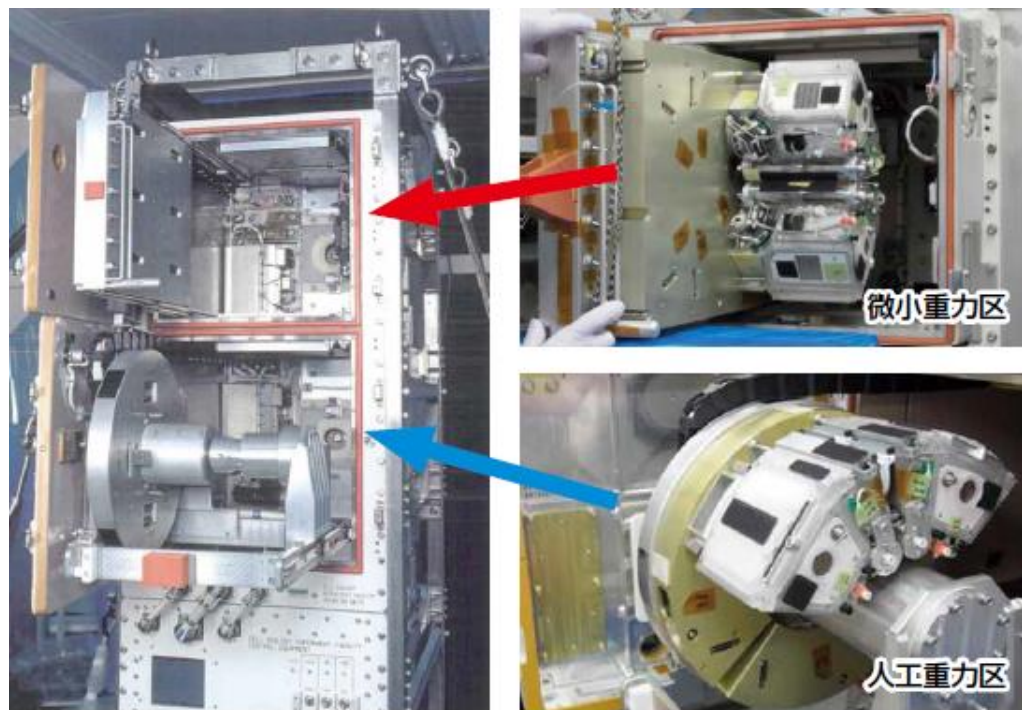
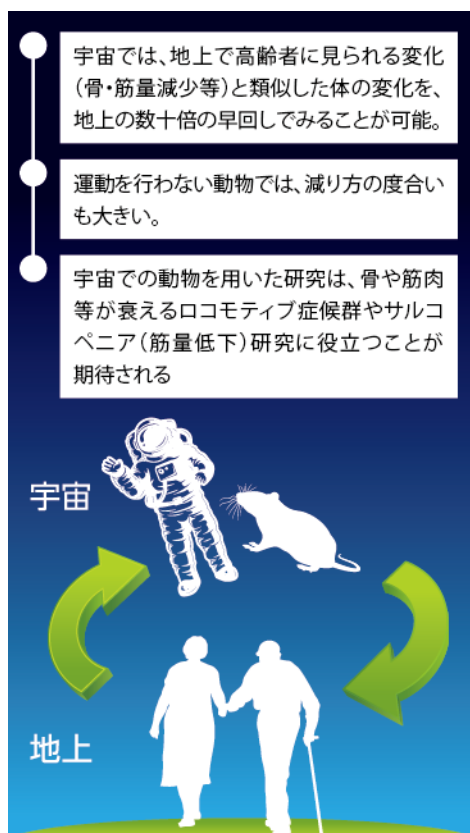
- ・軌道上人工重力負荷装置により同じ宇宙放射線量等の下で微小重力のみの影響を評価できる他国にない実験環境を活かして、ヒトの加齢に伴う生体変化の仕組みの解明や疾患対策等への貢献を目指す。

○必要となる実験技術等

- ・人工重力負荷装置の大型化、マウス搭載匹数の倍増(2018年まで)。
- ・光マーカによる体内の遺伝子等の挙動をモニタできるシステム、軌道上での継時的微量サンプルの取得・解析技術等、高度な実験技術を開発(2020年まで)。

○利用推進方策

- ・世界最先端の医療の実現や難病の克服に向けた研究開発に貢献する等、出口・ビジョンを見据えた重点研究課題公募を実施。
- ・戦略パートナーとなりうる国の研究機関等との連携を目指す(2016～2017年度)。



小動物実験装置をセットする遠心機付き生物実験装置 (CBEPF)

超小型衛星放出能力の強化(超小型衛星放出プラットフォーム)

○目標

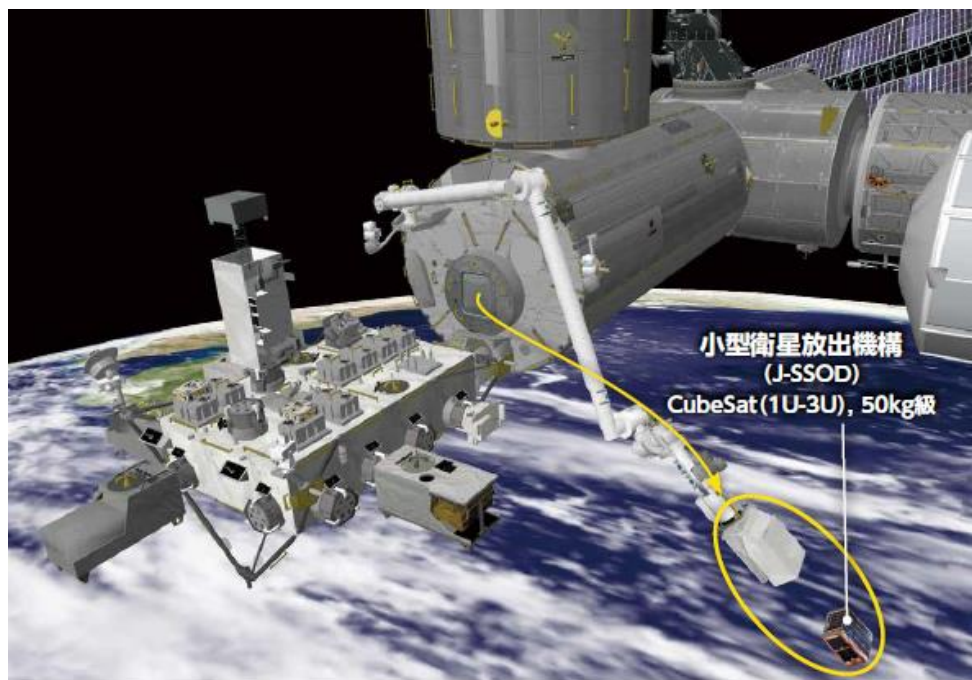
- ・ 他国にないサービス(ビジネスモデル)を構築し、プラットフォームとして定着させる。
- ・ 海外の利用者に一定以上の利用サービスの質を提供できるようにユーザサービス提供者となる組織・団体を選定する(2017年度中)。

○必要となる実験技術等

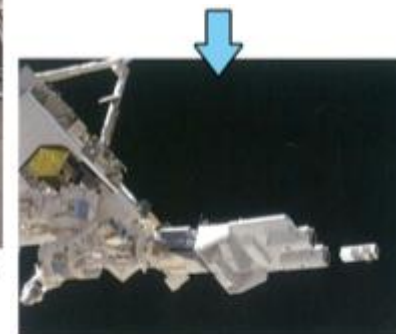
- ・ 現能力の8倍である48Uまでの衛星放出が可能となるように小型衛星放出機構を段階的に機能向上(2019年まで)。
- ・ 衛星搭載ケースに収納しない状態で、衛星を放出可能な衛星放出機構の開発を検討。

○利用推進方策

- ・ 超小型衛星放出の利用拡大を担う衛星放出事業主体として、衛星インテグレーション技術を持つ大学やコンソーシアム、衛星キット販売事業者等を候補に連携を推進中。



宇宙飛行士による衛星搭載ケースの
設置準備



宇宙飛行士または地上からの
コマンド信号による衛星放出



「きぼう」ロボットアームで
衛星放出ポイントまで移動



衛星の運用開始(放出後30分後より)

船外ポートを利用した戦略的利用推進(船外ポート利用プラットフォーム)

○目標

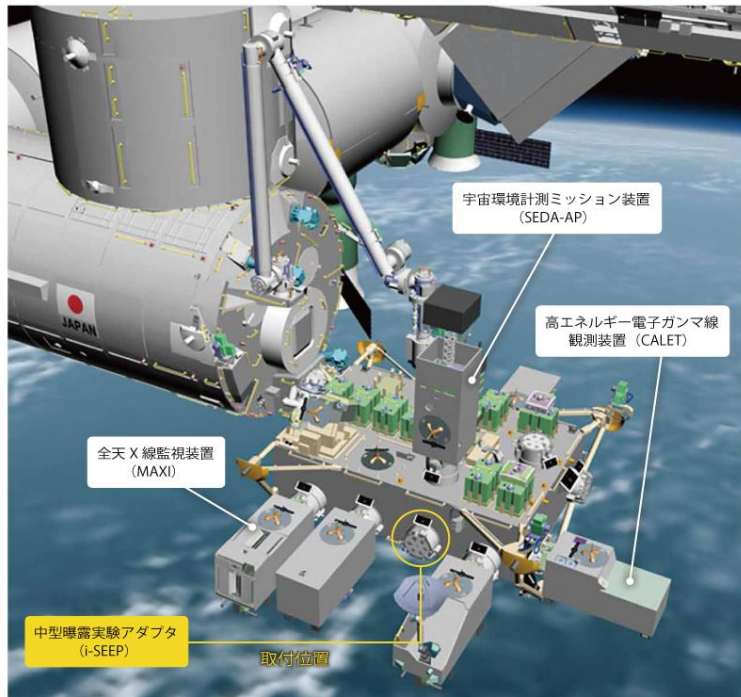
- 地球観測センサ等の将来の革新的な技術の実証や斬新かつチャレンジングな宇宙技術等を次々に実証し、我が国の将来宇宙技術開発に貢献する。

○必要となる実験技術等

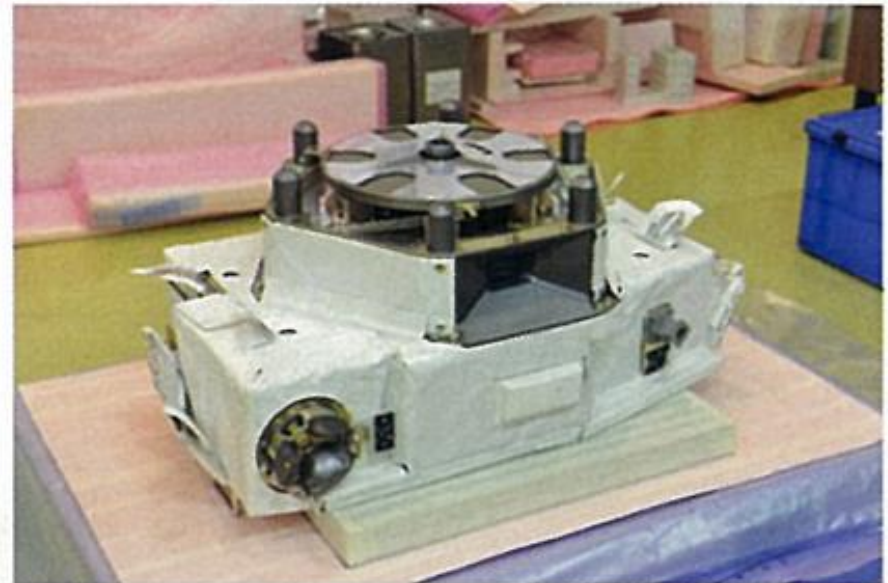
- 中型曝露実験アダプターの量的・質的な機能向上を検討。

○利用推進方策

- JAXA事業の宇宙技術の実証等を軸とし、民間(センサ開発・画像提供等)、大学、海外宇宙機関による有償利用も推進(2016～2017年度)。
- 大型の装置でしか実施できないミッションにも配慮しつつ、中型曝露実験アダプターの利用を推進。



中型曝露実験アダプター (i-SEEP)



成果最大化に向けた重点化 新たなプラットフォーム形成によるきぼう利用の多様化

無容器処理技術を利用した材料研究への貢献

- ・民間ニーズが高い酸化物やセラミックス等の絶縁体を中心とした熱物性データ取得や新材料の探索。
- ・持続的な成果創出を図るために、国の材料研究を担う研究機関等を戦略パートナーとして設定し、連携。



微小重力の影響による容器なしでの浮遊



静電浮遊炉（地上実験）の様子。電極の間に電圧をかけ発生した静電気力を用い、帯電した試料を浮かべる

新素材の宇宙実証による信頼性向上への貢献

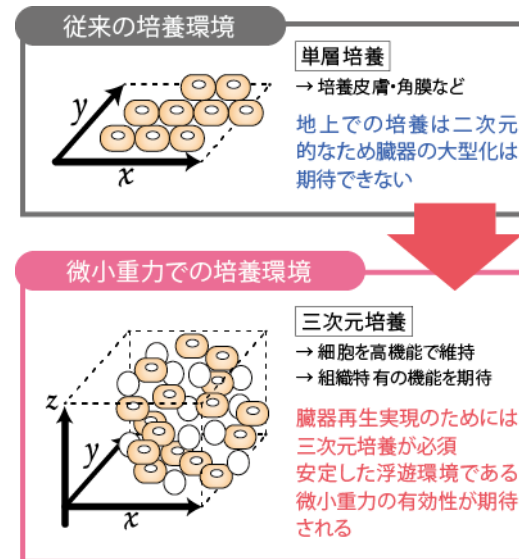
- ・民間・大学・JAXAにおける宇宙用新素材の品質・信頼性向上に貢献。
- ・電源や通信リソースを使った曝露実験を可能とする装置開発の検討や実験機会の倍增等の機能拡充を検討。



簡易曝露実験装置（ExHAM）

再生医療への貢献に向けた立体培養技術の有効性実証

- ・微小重力下での立体培養技術を開発し、立体培養に対する微小重力環境の有効性を実証。
- ・技術を確認し、有効性を実証できた場合には、他の臓器立体培養研究へ適用。



産業応用を主目的とする実験プラットフォームの検討

- ・民間企業が体制に入り、事業化や産業化の視点を重視した実験を提案する募集制度を検討。
- ・産学官連携の国の大型プロジェクトやコンソーシアム等とも協力して、過去成果を踏まえた有望分野を中心にテーマを探索、民間利用の拡大につながる新しい実験テーマを創出。

超長期有人宇宙滞在技術や探査技術の獲得

① 国の科学技術イノベーション戦略に応えるロボット利用・応用技術及び宇宙実験自動化技術の推進

- ・ 国の科学技術イノベーション戦略に応えるロボット応用技術(地上技術の宇宙応用、宇宙技術の地上応用を含む。)、宇宙実験の自動化技術(完全無人化を含む。)、**「きぼう」**などの微小重力下や月・惑星等の重力天体上で宇宙飛行士の活動を代替・支援できるロボット利用技術について、その研究開発を他機関や企業と協働して進める。

② 補給量の削減により、ミッションコストを大きく低減する完全再生型環境制御／生命維持技術

- ・ コンパクト・省電力で、水・酸素補給ゼロ、消耗品ゼロ、高信頼性を実現する完全再生型環境制御・生命維持技術を確立して、国際有人宇宙探査に提供することで、システム基幹部分での日本の貢献や物資補給量低減によるミッションコスト大幅削減により、日本のプレゼンス向上につなげる。

③ 放射線計測及び防護技術

- ・ 被ばく線量が大きくなる長期ミッションにおいて、緊急退避や帰還の判断のため、ミッション中の被ばく線量評価をリアルタイムで正確にできるよう、宇宙飛行士の被ばく線量算定の精度を向上させる。
- ・ 生涯被ばく線量制限値が小さい若手の宇宙飛行士、制限値まで残りが少ないISSフライト経験の豊富な宇宙飛行士でも有人宇宙探査に参加できるレベルまで放射線防護能力を向上させる。

④ 宇宙飛行士の健康管理技術

- ・ 超長期滞在における骨・筋肉の減少、免疫機能や自律神経機能の低下を現在の6か月滞在程度以下にする手法を開発する。
- ・ 超長期滞在后の他天体への着陸後、直ちに作業を開始できるようにするための手法を確立する。
- ・ 超長期の宇宙滞在によるストレスや疲労度を客観的かつ自律的に測定する方法を確立する。また、ストレス緩和手法を確立する。
- ・ 地球から遠距離にいる宇宙飛行士の疾病や外傷に対処するための診療手法・装置を確立・開発する。



位置・姿勢推定技術を実証中の船内浮遊移動型カメラロボット“Int-Ball”



月の本格的利用の想像図



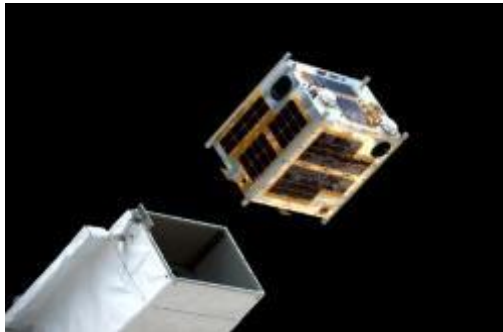
次世代水再生システムでは現在のものの4/1の小型化を進める。図は実証モデル。

研究者の内在的動機に基づく学術研究の推進

- 新たな学際的・分野融合的領域の創出やイノベーションの源泉創出等に向け、今後も定期的にテーマ募集を続け、「きぼう」への成果創出への期待や平成27年度行政事業レビューでの指摘を踏まえて設定した評価基準 による厳格な審査により、科学テーマを選定する。
- 「きぼう」利用に係る予算事情を踏まえ、学術研究で利用する実験装置・機器や必要な技術開発については、個別の研究テーマを超えた共通性・応用性のある開発を行い、実験装置・機器・技術の有効利用を図っていく。

国際協力の推進

- OP3の枠組を効果的に活用し早期の成果創出並びに成果の最大化を図り、戦略的・外交的な側面から日米協力の強化に貢献する。まずは、JAXA小動物利用実験におけるNASAとの協力をOP3に貢献するパイロット的な協力として位置付け、今後は船内外の他の分野においても、更なる協力拡大に向け継続的に情報共有・調整を図る。
- アジア唯一のISS計画参加国としての外交的重要性を踏まえ、アジア諸国等が国として意義を認め推進する「きぼう」利用に重点化。
- 他の政府間協力や国連協力等を通じ我が国の国際プレゼンス向上に貢献する。
- 今後、戦略を策定(2017年度中)。



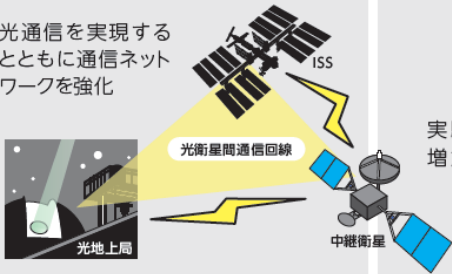
50kg級衛星の放出 (DIWATA-1 : フィリピン科学技術省他)



超小型衛星放出に関する国連宇宙部との連携協力

宇宙実験を支える基盤技術の強化

- 顕微鏡等の試料観察システム、実験試料・画像の自動解析システム、生体内構造を視覚化するイメージングシステム等の支援機器開発を推進し、地上の先端研究を宇宙で実現する。
- タンパク質の大型結晶化への対応や小動物の搭載匹数増加等の既存技術の改良を推進する。
- 人工知能等の活用も検討し、将来の低軌道PFを視野に実験装置等の自動化を進める。

宇宙実験技術の例	必要となる技術開発	期待される効果
最先端の実験支援機器の搭載	顕微鏡などの試料観察システム、実験試料・画像の自動解析システム。生体内構造を視覚化するイメージングシステムなど	鮮明な画像取得、軌道上での実験試料の高度な解析
実験装置の改良	タンパク質の大型結晶化に対応するためにタンパク質結晶生成装置を恒温槽化 搭載匹数を2倍に増やすために小動物実験装置の搭載エリアを追加し、人工重力負荷装置を大型化	幅広い利用ニーズに対応可能
実験データの大量・高速伝送	光通信を実現するとともに通信ネットワークを強化  The diagram illustrates an optical communication system. It shows the International Space Station (ISS) at the top, a relay satellite (中継衛星) in the middle, and a ground station (光地上局) at the bottom. A yellow beam labeled '光衛星間通信回線' (Optical satellite-to-satellite communication line) connects the ISS and the relay satellite. Another yellow beam connects the relay satellite to the ground station. The ground station is also labeled '光地上局'.	実験データ量の増加
宇宙飛行士作業の自動化	保管場所から実験装置まで実験試料や実験容器等を自動で移動させるロボットを開発	宇宙飛行士の作業時間の削減