

「きぼう」 第2期利用の方向性について

平成19年7月

宇宙航空研究開発機構

国際宇宙ステーション・きぼう利用推進委員会

目 次

1	本文書の位置づけ	1
2	定義	1
3	「きぼう」利用を取り巻く環境と現状分析	1
3.1	我が国の科学技術政策	1
3.2	我が国の宇宙開発の状況	1
3.3	将来有人宇宙活動/探査計画に関する諸外国の状況	2
4	第1期利用で期待される成果	3
5	第2期利用の方向性	6
5.1	目標	6
5.2	方針	6
5.3	分野別の目標、方向性、具体的な課題群	7
6	利用の取り組み方針	12
6.1	利用準備	12
6.2	促進方策	12
6.3	推進体制	13
6.4	実験装置の整備の考え方	14
6.5	その他	15
参考1	第2期に想定される利用リソースと利用の規模	16
参考2	第2期 船内実験装置候補の概要	17

1 本文書の位置づけ

本文書は、国際宇宙ステーション（ISS）に取り付けられる日本の実験棟「きぼう」の2010年中頃からの開始が想定される第2期利用の方向性と、その準備に必要な実施方針を定めるものである。

2 定義

「きぼう」の利用を具体化するにあたり、3年間程度を計画設定する単位期間として、下記のように定義する。

- ・ 第1期利用：「きぼう」の利用が開始される2008年から2010年中頃まで
- ・ 第2期利用：2010年中頃から2012年頃まで
- ・ 第3期利用：2013年頃から2015年頃まで

3 「きぼう」利用を取り巻く環境と現状分析

3.1 我が国の科学技術政策

平成18年3月に第3期科学技術基本計画が策定され、「社会・国民に支持され、成果を還元する科学技術」を基本姿勢として、理念、政策目標、戦略的な重点化として分野別の推進戦略等が設定された。

「きぼう」の利用を推進するにあたり、第3期科学技術基本計画の理念や目標、分野別の推進戦略を見据え、「きぼう」の利用を通じて具体的に貢献できる分野、目標を明確にし、貢献していく必要がある。

3.2 我が国の宇宙開発の状況

我が国全体の宇宙開発を俯瞰しつつ、今後10年程度のJAXAの果たすべき役割と業務の位置づけを定めた「宇宙開発に関する長期的な計画」（平成15年制定）では、ISS計画への参加を通じて下記の活動に取り組むことを目指している。

- ・ 軌道上研究所としての特徴(長期間、有人、テストベッド)を活かし、重点化された宇宙環境利用と商業活動や教育等の多様な利用の拡大
- ・ 将来の本格的な有人宇宙活動のための必要な基盤技術の蓄積

また、平成17年4月に制定されたJAXA長期ビジョンでは、ISS計画を通じて下記の活動に取り組むことを目指している。

- ・ 有人宇宙技術の蓄積、我が国独自の有人宇宙活動の実現に向けた準備
- ・ 有人による新たな宇宙利用の可能性実証と利用成果の社会への普及、多様な利用の推進

第2期利用においても、上記の方向性を踏まえ、「きぼう」を最大限活用する必

要がある。

3.3 将来有人宇宙活動/探査計画に関する諸外国の状況

2004年の米国有有人宇宙探査ビジョンの発表以来、ISS計画以降の有人活動を中心とした探査計画に向けての活動が国際的に本格化しつつある。

- ・ 米国：月及び火星への有人探査を目標とし、当面は月極地に有人拠点を建設する構想を検討中。これらの探査に必要な有人輸送機の開発に着手している。ISS 利用においては、月・火星探査に向けた医学研究や有人技術の実証に重点化し、基礎的な科学研究はISS 利用全体の15%程度としている。
- ・ 欧州：ISS 利用では従来どおり科学利用・産業利用及び将来の探査に向けた準備を推進。独自の探査計画である「オーロラ計画」を進めるとともに、ロシアの新型有人輸送機計画での協力を検討中。
- ・ ロシア：ISS の科学利用や商業利用を積極的に実施するとともに、ソユーズ後継機の欧州等との協力を検討している。
- ・ 中国：有人宇宙船「神舟」での独自の有人活動を進め、将来的には独自の宇宙ステーション建設、月での有人活動も目指している。
- ・ インド：独自の宇宙活動の展開を積極的に進めるとともに、宇宙先進国との協力構築を積極的に進めようとしている。

このような国際情勢の下、将来の宇宙活動において日本が自立性を持った確固たる地位を確保するためには、将来中核となる技術の世界最先端レベルでの実証や新しい活動を先導するミッションを実施していく必要がある。

4 第1期利用で期待される成果

「きぼう」の第1期利用では、宇宙開発委員会利用部会報告「わが国の国際宇宙ステーション運用・利用の今後の進め方について」（平成16年6月）を受け、領域を重点化して科学利用分野の利用を進めるとともに、産業利用、技術開発、教育・文化等新しい利用分野の開拓を進めている。

これらの利用を通じて、下記の成果が得られることが期待されている。

① 物質科学分野

育成結晶の良否を決定する多くの要素から、重要かつ理解の進んでいない結晶成長界面の素過程と界面への熱物質輸送を司る対流にフォーカスし、それら現象解明を進め、材料創製プロセスに関連する物理現象の基礎的なメカニズムを解明する知見を得る。

- ・ 成長界面の形態や温度濃度をリアルタイム観察し、結晶成長面が荒れる限界の特定やその後の組織形成を解き明かす。
- ・ 液柱マランゴニ対流のデータを体系的に取得し、流動パターン遷移シナリオを解き明かし、未解決な問題に決着をつける。

② 生命科学分野

遺伝子やタンパク質の発現を中心とした、細胞・分子レベルの視点から宇宙環境影響（特に微小重力と放射線）を解明する知見を得る。

- ・ 微小重力環境下で発現変動する分子群、特に筋構成および筋分解に関連する遺伝子やタンパク質を解析し、微小重力による筋萎縮の分子機構に関する知見を得る。
- ・ 植物を材料にして、重力屈性の分子機構と重力変化に依存した細胞壁強度の変化に関する分子メカニズムから重力感受の分子機構について解析し、高等植物の形態形成や生活環への微小重力影響に関する知見を得る。
- ・ 宇宙放射線の低線量長期被曝における生物影響を遺伝子レベルから解析し、宇宙放射線に応答する遺伝子を特定し、微小重力と宇宙放射線の相互作用に関する知見を得る。
- ・ 筋萎縮と神経との関係、前庭系から中枢神経ネットワークに及ぼす微小重力の影響を、遺伝子やタンパク質の発現変化や機能を指標とした解析を行う。

③ 船外実験プラットフォーム利用

初期利用ミッションとして準備を進めている下記の3ミッションを実施し、成果を創出する。

- ・ 宇宙環境の計測とその部品・材料に及ぼす影響に関する研究

宇宙ステーション軌道における ISS 周回軌道における宇宙放射線や現市場酸素などの宇宙環境の定量的計測や材料曝露実験、電子部品評価実験を行い、宇宙環境が部品材料に与える影響を長期にわたって調べ、宇宙機器設計の基礎データとして利用する他、関連する科学研究や国際宇宙ステーションの運用並びに宇宙天気予報などに利用する。
- ・ 超伝導技術を用いたサブミリ波リム放射サウンダ(SMILES)の軌道上実証ならびに地球大気環境の実験的観測

絶対温度 4 級の機械式冷凍機による超伝導サブミリ波受信機の世界初の宇宙実証を行い、一酸化炭素などオゾン層破壊の原因になる 10 種類以上の成層圏微量気体分子を、広域・高精度に全地球的規模で 3 次元観測する。

これらを通じて成層圏オゾンおよびオゾンの光化学反応に関わる微量分子の詳細な化学的プロセスの解明、将来予測を可能とするような大気大循環・化学モデルの精度向上に貢献する。
- ・ 全天にわたる X 線天体の長期・短期変動の研究

従来にない高感度で X 線天体を常時モニターし、銀河系外の天体を含むブラックホールや活動銀河核などの高エネルギー天体の長期監視を行うとともに、爆発天体、新星、変動天体等の突発的な活動を全世界に速報し、現象発生の早い段階から多様な波長での連携した観測を実現する。

これらを通じて、宇宙の起源・進化・構造に関する新たな知見の獲得や、基本的な宇宙論の解明に貢献することが期待される。

④ 宇宙医学分野

日本人宇宙飛行士が ISS における 6 ヶ月程度の長期宇宙滞在における医学的リスクの軽減を図り、より安全でより効率的な滞在中を実現させるため、下記に示す最優先課題について対策法等を確立する。

- ・ 薬剤を用いた宇宙飛行中の骨量減少・尿路結石予防対策
- ・ 微小重力による効果的な運動器具・トレーニング法
- ・ 染色体情報に基づく放射線被曝管理法（バイオドシメトリ）
- ・ 軌道上における簡易型生体機能モニター装置/ハイビジョン映像による遠隔診断技術
- ・ 長期閉鎖隔離環境滞在中に対する精神心理的な適応の評価方法
- ・ 船内環境汚染による健康障害に対するモニタリングシステム(空気・微生物)

⑤ 応用利用分野

これまでのISS利用を通じて宇宙利用の有効性が開拓されつつある蛋白質結晶生成、ナノ材料の領域について、産業界、研究機関と連携して宇宙を利用した研究開発を継続して実施し、宇宙実験で得られた成果を地上の製品開発等に応用し、地上生活等の改善などに貢献する。

また、産業界による自主的な「きぼう」利用へ発展させる。

- ・ 蛋白質結晶生成の分野では、「ターゲットタンパク質研究プログラム」との連携を図るとともに、病因タンパク質や機能性タンパク質など構造解析ニーズが高いタンパク質の超精密な構造解析を行い、創薬等への応用を図る。
- ・ ナノ材料の分野では、微小重力下での自己組織化現象を利用して、規則正しいナノ構造の凹凸を有する機能性材料(超撥水シートなど)、光スイッチ、光学シートへの応用が期待されるフォトニック結晶、ナノサイズの構造を持つ光触媒等を創製し、地上への応用を図る。

⑥ 一般利用分野

宇宙飛行士による軌道上での簡易実験などの科学教育ミッション、人文社会科学分野のパイロットミッションの実施を通じて、より多くの国民の科学技術や宇宙開発への関心を喚起し、「きぼう」計画への参加を実現する。

また、アジア諸国による「きぼう」での研究・利用ミッション実現に向け、地上での研究や予備実験手段の利用における協力から、JEM を利用した宇宙実験での協力へと段階的に実現する。

⑦ 有償利用分野

これまでの活動を通じて民間を中心とした利用の発展が見込める下記の事業について成功事例を創出し、有償による利用の拡大を実現する。

- ・ 蛋白質結晶生成事業
- ・ 高精細度映像撮影事業

5 第2期利用の方向性

5.1 目標

「きぼう」は人間の支援による複雑かつ多様な活動を可能とし、定常的に日本として利用可能な軌道上拠点であるという特長を活かし、新しい試みにより先端技術の実証や新しい利用の可能性を拓く場として最大限活用し、科学技術のイノベーションを育む。

①第1期での活動を発展させ、社会や国民に支持される様々な利用成果を社会に還元することを目指す。

- ・ 極限環境を利用した新しい基礎科学の開拓と新しい知見の獲得
- ・ わが国の科学技術における政策的課題解決
- ・ 宇宙環境や有人活動を利用したイノベーションの創出

②長期的な宇宙開発野の方向性及び諸外国の動向を踏まえ、将来の宇宙利用活動において日本の国際的地位を確立し、発言力を確保することを目指す。

- ・ 将来の有人月探査等において鍵となる有人技術等の研究・技術実証に「きぼう」等を活用。
- ・ 「きぼう」曝露環境を活かした、特長のある科学観測ミッションや最先端技術の実証を世界に先立って実施。

5.2 方針

- ・ 第1期での実施結果を見据えた方向性を分野毎に設定し、第2期において更に発展させて成果を創出するとともに、これまでの地上研究活動を通じて社会に貢献が期待される多様かつ新たな領域での「きぼう」の利用を実現する。
- ・ 第1期に整備した実験装置を可能な限り活用するとともに、従来の装置では対応が困難な分野の利用を実現するため、新たな利用インフラを追加整備する。
- ・ これまで利用促進活動により、利用者の裾野が拡大し、第2期利用のフライト実験テーマ候補群が育成されていることから、従来の地上研究支援の充実を中心とした利用促進方策から、フライト実験を確実に実施するための準備活動を充実化するとともに、コミュニティによる主体的な研究活動と連携して萌芽を支援する。
- ・ 分野毎のコミュニティとの関わりあい方や推進体制を考慮し、第2期利用にむけた宇宙実験実施に至るプロセス、役割分担を再構築する。

- ・ 落下施設、航空機、気球、小型ロケット、回収カプセルなど「きぼう」以外の手段についても、効果的に活用する。併せて、国際的な協力関係を構築し研究協力を進めるとともに、実験装置、リソース、利用手段等の多様化を図り、効果的に成果を創出することを目指す。
- ・ また、「きぼう」の第 2 期利用の活動を通じて、宇宙開発に限らない広範な分野における国内外の人材育成に貢献するとともに、有人による宇宙利用の可能性実証と新しい技術による拡大を通じ、次の有人活動に向けた期待感、信頼感を醸成することに配慮する。

5.3 分野別の目標、方向性、具体的な課題群

第 2 期利用における分野別の目標、方向性、具体的に想定される課題については、宇宙環境利用科学委員会など JAXA 内の委員会や組織において検討され、きぼう利用推進委員会に報告された。

また、宇宙環境利用における学術研究分野の将来の方向性については、宇宙開発委員会 宇宙科学ワーキンググループにおいても議論され、「宇宙科学研究の推進について」として報告されている。

下記に示すこれら方向性を第 2 期利用の基本的な方向性とし、適宜見直しつつ第 2 期利用の具体化を図る。

① 物質科学及び凝集系科学

微小重力という特性を利用し、重力に起因するかく乱を除去あるいは制御することにより初めて顕在化する諸現象を実現し、物質科学の根源的原理の確認を通じて、さらなる新物質創成と新機能発現の設計原理に対する指針を得る。

(a) 物質の凝集原理の解明（結晶成長機構解明）

第 1 期での成果を踏まえ、界面での微視的な原子・分子の振る舞いをモデル化し、結晶成長機構全体の巨視的現象の解明することで、高品質な結晶成長機構の解明を目指す。

結晶成長機構の数値シミュレーションモデルの構築により、従来のトライアル・エラーで行われてきた半導体結晶成長製造過程を効率化し、飛躍的な産業競争力の向上が図れることが期待される。

(b) 物質の機能と構造との相関の解明（高温融体熱物性、高機能材料創生）

微小重力下での無容器処理技術を用いて、地上では実施困難な過冷却融体からの新たな相(準安定相)、超微細構造を持つ新物質の創製と、それに必要となる核生成制御に関する理解、準安定相とその物性の予測を目指す。

微小重力を利用して、有用材料の拡散係数等の融体熱物性を地上では達成不可能な高精度で測定するとともに、それらの予測モデルの構築や物質の特

性を決める法則の解明を目指す。これら熱物性値をデータベース化する事により、精錬、製鉄、合金、半導体結晶成長等の製造・産業界への貢献を図る。

(c) 流体不安定現象の解明（流体科学・熱流体現象解明）

第1期での成果を踏まえ、界面に駆動力がある場合の流体の不安定性発生機構や内部流れ構造のパターン形成機構の解明を通じて、地上の実用的な高品質結晶成長への貢献を目指す。

また、沸騰・二相流における微小重力効果の解明により、宇宙での高密度エネルギー利用の手段として沸騰を利用した技術を確立するとともに、高性能ヒートパイプによる電子デバイス冷却への適用など、地上の熱・エネルギー技術の高度化に寄与することを目指す。

(d) 相転移メカニズムの解明（基礎科学）

微小重力を利用することにより顕在化する非平衡現象の支配的メカニズムの解明を目指す。具体的には、荷電粒子系および通常流体における臨界点近傍の物理の探求、微粒子プラズマ結晶形成メカニズムの解明、量子効果を伴う結晶成長メカニズムの解明、微粒子プラズマを活用した電磁流体不安定性研究などを行う。

(e) 高速化学反応の伝播挙動の解明（燃焼科学）

これまで経験的あるいは巨視的理解に留まっていた噴霧燃焼メカニズムの微視的素過程に基づくモデル化を図り、高速化学反応と流れの相互作用の解明を目指すとともに、重力効果を含めた火炎伝播挙動のための数値シミュレーションを構築し、熱効率の向上すなわち CO₂ 排出量抑制による地球環境問題の解決に貢献する。

② 生命科学

地球軌道以遠の環境で人類が安全に活動するにあたり、想定される課題への対策法を確立するための宇宙生命科学からの知見を集積、生命環境維持や食料調達を含む生態系システム構築のための環境生物学的な知見の蓄積を宇宙医学分野の活動と連携して進める。

また、生命が誕生し進化して今日に至るまでの営みが 1G の環境下で進められてきたことを鑑み、地上とは異なる環境下での生命の振る舞いから地球上の生命の仕組みの多様さ複雑さを解明し、地上のライフサイエンス分野での重要課題として進められている生命現象の統合的理解に貢献することを目指す。

(a) 生命への重力の影響、抗重力反応の解明（重力センサーとそのネットワークの解明）

第1期での成果を踏まえ、生命が宇宙環境に適応・応答する基本的なメカニ

ズムを遺伝子、分子レベルで解明することを目指す。

- ・宇宙環境・重力変化に応答する遺伝子、タンパク質群の機能解析
- ・重力変化の感受機構から応答発現までの分子メカニズムの統合的理解

(b)重力等の宇宙環境による細胞・生理機能調節の解明（宇宙環境ストレス応答の基礎生物医学）

人の活動領域を拡大するために必要となる医学・生物学に関する科学的知見を蓄積し、より効果的な対策・解決法を確立することを目指す。

- ・筋萎縮、骨量減少のメカニズム解明と対処法の開発
- ・宇宙放射線による生物影響の統合的理解
- ・微小重力と宇宙放射線の相互作用の解明
- ・脳、神経系の微小重力に対するストレス応答

(c)重力等の宇宙環境への生物の適応（宇宙環境の長期的影響、宇宙微生物学）

宇宙での世代交代に関わるクリティカルポイントを明確にし、将来の長期滞在活動に向けた基礎データを蓄積することを目指す。

- ・宇宙での長期飼育可能なモデル脊椎動物（小型魚類や両生類など）を用いた初期発生に続く後期の器官形成に対する影響解析
- ・継世代にかかわる生殖細胞に対する影響解析

宇宙船内微生物環境の健全性維持について必要な基礎データを蓄積するとともに、地球表面の環境条件に限定されない不変的な生命の法則を探求することを目指す。

- ・微生物間・微生物と高等生物間の関連性に関する研究
- ・長期宇宙滞在によって起こりうる生体内（口腔や腸内）の微生物の変遷
- ・ポピュレーションダイナミクス

(d)地球圏外生命探査、生物・生態系工学に関する取組み（宇宙利用科学）

宇宙における生命の起源、進化及びその分布に関する理解を深めるとともに、閉鎖生態系による生命維持技術に関する知見を獲得する。

- ・アストロバイオロジー
- ・惑星生物学
- ・生物・生態系工学

③ 船外実験プラットフォーム利用

- ・天体観測、地球科学研究、材料・ライフサイエンスなど、広範な科学研究を対象として、世界をリードする先端的なミッションを実施する。
- ・ロボティクス、通信、エネルギー、構造物、有人宇宙技術をはじめとした様々な技術分野を対象に、JAXA 長期ビジョンの方向性を踏まえ、「きぼう」船外実験プラットフォームでの実証に適したミッションを実施する。

④ 宇宙医学

将来の有人活動に向けて、宇宙飛行士の健康管理、および有人宇宙技術に資することを旨とし、下記に示す臨床宇宙医学研究を実施する。

- ・ 生理的対策：骨量減少予防薬の投与、加圧筋トレーニング法の軌道上医学運用への適用
- ・ 精神心理支援：自己ストレス評価法の適用、ストレスモニタリング手法の実証
- ・ 放射線被曝管理：血液による被曝影響評価、受動型個人線量計/エリアモニタデータ蓄積、能動型個人線量計/エリアモニタの実証
- ・ 軌道上医療システム：簡易型生体機能モニター装置による健康管理データ蓄積、生体機能モニターの高度化、自動診断機能の実証
- ・ 宇宙船内環境：有害ガスモニタ装置の実証、微生物モニター

また、さらなる長期宇宙滞在に向けた医療技術の開発に資することを旨とした基礎的な医学・生物学研究分野については、生命科学分野の研究と連携し、具体的な課題に重点化を図って実施する。

⑤ 技術開発

将来の有人活動に向けて、月面での有人活動等で自立性を確保するための基盤的要素技術の実証を目指す。

- ・ 電源技術
- ・ 生命維持・環境制御技術
- ・ 宇宙服技術
- ・ 有人支援型ロボット技術 など

⑥ 応用利用

社会的経済的価値のあるイノベーション創出を目指す。

- ・ 微小重力環境下での自己組織化による地上では実現できないフォトニック

結晶、ナノテンプレートなどの高機能材料や高品質な蛋白質結晶生成などの産業応用。

⑦ 一般利用

科学分野にとどまらない多様な分野への広がりや子供や一般の大人が参加できるという「きぼう」を利用の特徴を活かし、国民の宇宙計画への参加、科学技術への関心喚起、教育等への活用を目指す。

- ・ 学生参加による軌道上簡易実験等の教育ミッション
- ・ 文化、人文社会科学パイロット実験等の活動

また、人材育成、科学技術振興によるアジアとの調和への貢献を目指し、第1期で進めているアジア諸国による「きぼう」利用に向けた取り組みを段階的かつ参加国を拡大し、「きぼう」の利用機会提供、共同利用等のアジア諸国との「きぼう」での研究・利用ミッション協力を継続的に実施する。

⑧ 有償利用

民間企業等による利用を多様化、拡大し、「きぼう」の潜在的な価値を最大限に活用する。

- ・ 高品質タンパク質結晶生成
- ・ ナノ材料創製
- ・ 映像利用
- ・ 宇宙ブランド商品開発 他

6 利用の取り組み方針

6.1 利用準備

「きぼう」のフライト実験に向けた準備については、利用形態に応じて下記の3つの進め方を設定する。

① コミュニティに開かれた利用

- ・ 科学を中心としたコミュニティの利用については、第2期の目標・方向性に合致した提案を幅広く募集し、厳選して候補テーマの準備を行う。募集選定は、きぼう利用推進委員会に分科会を設置して実施する。選定後は、JAXAは提案者と協働してフライト実験準備を進める。

② JAXA が計画的・重点的に進める利用

- ・ 応用利用、一般利用を推進するに当たっては、JAXAは領域、方針等を提示し、合致した課題について利用者からの提案、参加を求める。
- ・ JAXA ビジョン実現を目指し推進する宇宙医学、技術開発等の利用については、JAXAは課題と目標を設定し、外部研究者と連携しつつ中心となって利用する。特に臨床宇宙医学につながる基礎医学・生物学研究については、JAXA内に、外部研究者と連携した新たな研究体制を構築する。
- ・ 「きぼう」でのフライト実験の実施に当たっては、きぼう利用推進委員会に提案し、審査を経てフライト実験準備を進める。

③ 有償利用

- ・ 有償利用については、有償利用サービス提供企業が窓口となり、民間企業の創意工夫により利用を拡大。

上記の進め方から提案された「きぼう」の船内利用候補については、きぼう利用推進委員会に設置される与圧部分科会において、リソースの状況を踏まえフライト実験準備段階への移行を一元的に調整し、きぼう利用推進委員会に報告する。

船外実験候補ミッションについては、開発に向けたフェーズA段階の検討作業を実施する候補テーマを募集し、きぼう利用推進委員会に曝露部分科会を設置して、候補ミッションを選定する。

6.2 促進方策

公募地上研究制度は、「きぼう」での宇宙実験を目指した研究の推進、宇宙環境利用の裾野拡大を目的として平成9年度に発足し、これまでの9回の募集、延べ約700テーマの地上研究を支援してきた。これらの活動により、「きぼう」フライト実験の候補となる実現性の高い提案が準備され、フライト実験機会の提示の要

望が高まっている。また、成熟した研究コミュニティのアクティビティが活発化し、特に生命科学系の研究者コミュニティによる ISS/「きぼう」利用への拡がりには大きな成果となっている。

また、宇宙科学研究本部/宇宙環境利用科学研究班ワーキンググループ活動が発足し、幅広い手段の利用を目指した科学研究のコミュニティ活動が活発化している。18年度は、68 ワーキンググループを設置、延べ 560 人が参加し、国際協力による ISS 利用科学実験の立案・実験準備などを展開している。

このような状況の下、これまでの地上研究で準備を進め実験機会を待っている研究者に対し、フライト実験候補を募集し、フライト実験を確実に実施するための準備活動を充実化する。

また、将来のための萌芽的研究支援、地上予備実験機会については、開かれつつ透明性のある仕組みを維持して、コミュニティによる主体的な研究活動と連携して萌芽研究活動を支援する。

- ・ 地上研究単独の制度を、フライト実験準備の枠組みに発展させる。
- ・ JEM 利用の新たなアイデアや発想の発掘を目的として、萌芽段階の地上研究を支援する枠組みを設定する。
- ・ 上記を踏まえ、公募地上研究制度の担ってきた機能をそれぞれの枠組みに発展、移行させる。

6.3 推進体制

国際宇宙ステーション・きぼう利用推進委員会は、ISS/きぼう利用計画全体取りまとめを行い、事務局として宇宙環境利用センターが支援する。

- ・ フライト実験候補の募集/選定
- ・ フライト実験準備への移行了承

また、JAXA は「きぼう」利用に関する下記の業務を行う。

- ・ 「きぼう」利用に向けた推進
- ・ 「きぼう」へのインテグレーション作業
- ・ 実験装置の開発
- ・ 射場作業、打上げ、軌道上運用、回収の実施

「きぼう」利用に関連する様々な分野の推進については、それぞれを所掌する JAXA 内部署及びその推進等を担う委員会等が中心に実施し、「きぼう」の利用に関しては、宇宙環境利用センターが連携・支援を行う。

6.4 実験装置の整備の考え方

第1期では、船内実験室に3基の実験ラックと船外実験プラットフォームに3基のペイロードを設置して利用を行っている。第2期では、これら第1期の実験装置を可能な限り稼働させて利用するとともに、現時点想定される輸送能力の状況を踏まえ、2010年以降毎年500kg程度の実験装置を1基、2013年までに船内及び船外装置として2基ずつ、計4基の装置を新規追加することを想定する。

- ・ 船内実験室：2010年、2012年頃に各1実験ラック、計2実験ラック
- ・ 船外実験プラットフォーム：2011年度、2013年度頃に各1実験装置、計2実験装置

① 船内新規実験装置

NASDA 宇宙環境利用研究委員会において、第1期の実験装置に続く次期実験装置として水棲生物実験装置、静電浮遊炉を候補設定し、利用者コミュニティの意見を取り込み、概念設計、及び地上モデルの試作等を実施している。また、応用利用などの多様な利用の広がりを踏まえ、これらの小規模な実験の利用環境を実現する実験ラックの概念検討を行っている。

また、これら装置のポテンシャルユーザー開拓のため、公募地上研究制度において対象となるテーマを募集し、提案者と協力して実験計画の検討を実施している。これら活発なコミュニティ活動により、第2期利用の分野別の方向性の検討においても装置の具体的な利用要望が提示され、分野別の方向性にも位置づけられている。

- ・ 水棲生物実験装置（サブラック実験装置）
- ・ 多目的実験ラック
- ・ 静電浮遊炉（1ラック実験装置）

上記候補3装置について、きぼう利用推進委員会で開発着手の妥当性を審議し、技術的、プログラムの実現性を確認の上、開発への移行を判断する。

なお、候補3装置以外の要望については、第3期に向けた予備的な検討を進める。

② 船外実験装置

船外実験プラットフォームの第2期利用ミッションについては、科学研究および技術開発の2つの利用分野を設定し、募集により選定された候補ミッションについて、開発に向けた概念設計等のフェーズA検討を行う。その結果で実現性を確認し、開発着手の判断を行う。

- a) 「世界をリードする先端的な科学研究の実施」：天体観測、地球科学研究、材料・ライフサイエンスなど、広範な科学研究を対象として、世界をリードする先端的なミッション。
- b) 「宇宙開発利用の発展につながる先端的・基盤的技術の開発」：ロボティクス、通信、エネルギー、構造物、有人宇宙技術をはじめとした様々な技術分野を対象に、JAXA 長期ビジョンの方向性を踏まえ、「きぼう」船外実験プラットフォームでの実証に適したミッション。

6.5 その他

① 国際協力の推進

限られた実験リソースや打上げ機会、装置等を有効に活用するため、共同開発やサンプル/データのシェアーといった研究協力、国際的な装置の相互利用、ISS以外の手段利用での協力を積極的に推進する。これらの国際協力を推進するに当たっては、分野別の活動の中で推進する。なお、「きぼう」のリソースを利用する場合には、きぼう利用推進委員会の了承を経て実施する。

② リソース制約への対応

第2期で利用可能なリソースについては未だ不確定な部分が多いが、スペースシャトル退役に伴う輸送能力の低下による利用計画への影響が予測される。ISS/きぼうを使って最大限成果を創出するためにも、可能な範囲で利用に必要なリソースの確保に努めるとともに、回収量等のリソースの低減につながる技術開発を進めていく。

③ 成果等の積極的な発信

ISS 計画は、大きな資金を要する巨大プロジェクトであり、これらの推進に当たっては、国民の理解と協力が必要である。ISS/きぼうの利用を通じて得られた様々な成果やその波及についても、利用者コミュニティに発信するだけでなく、国民の理解が得られるように、幅広く一般に分かりやすい形で積極的に発信する。

参考 1 第 2 期に想定される利用リソースと利用の規模

➤ 想定される利用リソース

第 2 期利用期間における ISS/「きぼう」の利用リソース状況としては、2009 年から 6 名滞在が開始し、2010 年には ISS の組み立てが完了するため、第 1 期に比べて宇宙飛行士の作業時間を利用活動により多く割り当てられることが可能となる。また、電力や通信能力についても、ISS が完成することにより、能力を最大限活用することが可能となる。

ISS への物資の打上げ、回収については、スペースシャトルが 2010 年に退役する予定であり、その後は、ロシアのソユーズ、プログレス、欧州の ATV、日本の HTV、その他商業輸送サービスによる輸送が計画されている。2010 年以降の具体的な打上げ・回収機会と能力については現在 NASA を中心に検討を進めており定まっていないが、特に回収能力については、限定される可能性が高い。

このような状況の下利用規模を想定するために、第 2 期期間に日本の利用に割り当てられるリソースについて、第 1 期の状況を参考に下記の様に仮定した。

- ・ 輸送能力：打上げ重量 1t/年、回収重量：50kg/年
 - 実験装置打上げ機会 500 kg/年（2010-2013 年）
 - 小型機器・試料の打上げ：500 kg/年
 - 試料の回収：50 kg/年
- ・ クルータイム：220 hr/年（6 人体制）
- ・ 電力：平均 5.6KW

➤ 第 2 期利用の想定規模

第 2 期利用の利用イメージや規模を具体化するために、モデル計画として、前述の想定される利用リソース、および装置搭載計画、予備的に集約した分野別利用要望から、第 2 期利用のモデル計画を検討した。想定される実験規模は以下のとおりである。

船内：最大 5 の実験ラックが稼動し、20 テーマ/年程度の実験を実施実験ラック

- ・ 2010 年 1 ラック；多目的実験ラック+水棲生物実験装置
- ・ 2012 年 1 ラック；静電浮遊炉

船外：最大 4 の装置が稼動

- ・ 2011 年 1 装置；ポート共有ミッション*
- ・ 2013 年 1 装置；ポート占有ミッション**

*：1 ミッションで「きぼう」船外実験プラットフォームの 1 つの実験ポートを占有する利用形態

**：複数の小型なミッション機器を混載し、1 つの実験ポートを共有する利用形態

参考 2 第 2 期 船内実験装置候補の概要

- ・ 水棲生物実験装置(サブラック実験装置) : 宇宙での長期飼育・継代飼育の実現性が高いモデル脊椎動物「小型魚類(メダカ・ゼブラフィッシュ)」を用いて、将来の有人宇宙活動に向けた宇宙飛行士の臨床医学研究では困難な生物学的な知見を蓄積する生物医学研究や、発生、器官形成や重力感知、行動などの基礎生物学研究等の宇宙実験を実施。
- ・ 多目的実験ラック : 社会への貢献がアピールでき、かつ第 2 期期間中に技術的実現性のある、高速化学反応と流れの相互作用(燃焼)、水棲実験、応用利用の利用領域に対して実験環境を提供し、その他の科学研究、技術開発、一般利用などの多様な利用にも対応可能なラック。個別の実験装置、供試体を小型・軽量化するとともに、利用準備期間を短縮し、開発コストを下げるなど、利用者の負荷を軽減して、より効率的な「きぼう」利用を実現。
- ・ 静電浮遊炉(1 ラック実験装置) : 静電力で試料を浮遊させ、容器を用いずに熔融、凝固が可能な炉。金属や酸化物の高温融液及び過冷却液体に関する熱物性を精緻に計測・データベース化することによる、地上での材料創製プロセスの改善、高度化や、過冷却状態からの準安定相物質生成に関する理論構築を通じた、従来にない物性を持つ革新的な実用材料の創製へ貢献。