

資料28-3-2

科学技術・学術審議会
研究計画・評価分科会
宇宙開発利用部会
ISS・国際宇宙探査小委員会
(第28回) H31. 2. 6

ISS計画参画を通じてこれまで得られた成果と 国際宇宙探査に向けた知見

宇宙航空研究開発機構 (JAXA)
有人宇宙技術部門
平成31年2月6日

■ ISS計画参画を通じてこれまで得られた成果

- 18年以上の軌道上での人類の永続的な居住実績により、ISSは、科学の進展にとって世界規模の施設であるとともに、低軌道を超えた有人宇宙探査の礎であることを証明。
- これまでの研究活動により、我が国は技術や教育活動への理解や、ヒューマンヘルス分野、物理科学分野、生物・生命工学分野、地球科学、宇宙科学分野を含む複合科学領域における国際的なプレゼンスを増大させた。
- ISSは、日常的に日本国政府とアメリカ合衆国政府との間の強く、互恵的なパートナーシップを実証し続けている。

(参考) 日米宇宙協力及び国際宇宙ステーション計画について (JP-US OP3前文) 2015年12月22日

1. 国際協力の成果

① 最大規模の国際プログラムの必要不可欠なメンバーとしての立ち位置を確保

- 米・露に次ぐ、技術的な貢献と安定的な「きぼう」運用と物資補給による。

② 国際協力のルール構築に対等に参加

- 知財管理、宇宙飛行士管轄権等の国際協力のルール構築に参画。

③ 他の国際パートナーに無い能力の提供及び成果の創出により、5極内での存在感を発揮

- 「きぼう」のユニークな機能（曝露部、エアロック、ロボットアーム）、HTVのユニークな能力（搭載量、搭載サイズ）
- タンパク質結晶、マウス、ゲノム

④ ISS非参加国へも日本の存在感をアピール

- 国連との連携(KIBO-Cube)、アジア利用促進(KIBO-ABC等)等。

⑤ 国際枠組みを使った、自立かつ効率的なプログラム

- 「きぼう」や日本人宇宙飛行士の打上費を他極に支払いせず、業務提供（HTV物資輸送等）でバータとした。これにより、日本国内への効果的な資金投下による産業振興、また日本としての技術獲得の効果もあった。また、為替動向に左右されない資金計画を可能とした。
- 自らの努力でHTVの経費を効率化することで、自らの負担経費を軽減が可能(例：運用経験に基づく、HTVの効率化(太陽電池パネルや1次電池削減等)、HTV-X)。

2. 有人宇宙開発 基盤技術の成果

- ① **有人宇宙機の設計基準(有人運用性・保全性含む)・安全基準の理解と実践、運用**
 - ・ 「きぼう」・HTV・実験装置の開発、運用実績
 - ・ 国際協働プロジェクトにおける標準インターフェース設計（標準ラック、結合メカニズム等）
 - ・ 他極有人宇宙船(ソユーズ・米国商業有人宇宙船（USCV）)の安全設計評価（安性確認・評価）
 - ・ 無人機には無い設計(ロジスティクス・メンテナンス等)
 - ・ 大規模・複雑なシステムを開発するための統合技術（システムズエンジニアリング）と、マネージメント技術
- ② **宇宙飛行士募集・養成・訓練の技術**
 - ・ 日本人宇宙飛行士の飛行機会確保
- ③ **有人システム運用、国際協働運用の実践、運用データの蓄積**
 - ・ 「きぼう」・HTVの計画～実時間運用の経験
 - ・ 船内環境データの蓄積
- ④ **「きぼう」、HTV、HTV-X等による自立的な技術実証の場・輸送手段と発展性の確保**
 - ・ 「きぼう」での有人宇宙技術及び宇宙機システム技術の技術実証の場・機会を獲得
 - ・ 自立的な輸送機会を活用した将来の探査に繋がる技術獲得や、発展性を確保
 - ・ 小型回収カプセルによる自立的な回収手段の確保。
- ⑤ **産業基盤維持**
 - ・ 「きぼう」に650社、「こうのとりのゆりかご」に400社の企業が参加（参加企業の技術力が国際的信用に）。

3. 実験利用の成果

① 他極をリードする利用サービス・技術の提供

- 地上準備から宇宙実験・解析までトータルパッケージのタンパク質結晶化実験技術を提供し、メガファーマとアライアンスを持つバイオベンチャーとの戦略パートナー契約を構築し、創薬研究へ貢献。
- ロボットアームとエアロックを生かした日本発の超小型衛星放出の利用機会を開発、米国企業の実績と合わせて200機を超える超小型衛星を「きぼう」から放出。
- 0G/1G対称比較可能な小動物飼育手段を提供（世界初、他極にはない）。学術的に信頼度の高いデータを提供し、地上研究や探査に向けた研究領域を拡大。
- 利用者が「きぼう」利用を企画しやすくなるよう、創り出した使い方をステップアップし、高頻度・定時的な利用機会やパッケージ化された使い方を提供。

② 「きぼう」ならではの環境を生かした成果

（微小重力環境利用の例）

- タンパク質結晶化実験で得られた成果を通じて、筋ジストロフィー治療の新しい薬剤候補の設計につながり、より有効性の高い阻害剤を創出、ヒト臨床試験（第Ⅱ相）を完了した。

（地球低軌道利用の例）

- 全天の98%を1周回(90分)で走査することで全天X線モニターを実現。突発的な天体現象などの観測情報を速報し、地上や軌道上の観測システムと連動した追跡観測可能なネットワークを構築した（国際的な天文速報システム (ATel)実績；累計262件）
- 有人技術(水再生技術、ロボティクス等)、衛星利用技術(光通信、ループヒートパイプラジエタ等)などのテストベットとして活用。

③ 有償利用の仕組みを構築し、民間による事業化を促進

- 「きぼう」利用開始当初から利用の多様性を目指し、研究開発・非研究開発目的の民間利用を実施。
- 利用サービスの定型化を進め、民間が低価格で研究開発に参加できる仕組みを設定（日本独自；タンパク、静電浮遊炉、材料曝露。）
- 市場形成が見込める利用事業の民間移管を実施（超小型衛星放出事業：2018年5月、船外利用事業；2019年3月予定）

④ JP-US OP3による日米利用の拡大

- 国際宇宙探査に向けて、世界初となる哺乳類への影響把握につなげるべく、「きぼう」船内のパーソナルG環境を用いた長期マウスミッションや材料研究分野や天体観測分野での連携協力が進行中。

⑤ 国際協力を通じた利用成果の最大化

- タンパク質結晶化実験におけるロシアとの共同実施、国連宇宙部連携による途上国向け超小型衛星放出機会の提供、アジア唯一のISS参加国としてアジア利用を推進（超小型衛星放出、材料曝露実験、日本人飛行士長期滞在時の科学教育実験など）

■ 国際宇宙探査に向けた、ISS計画参画から得られた知見

A. 国際協働プログラムの安定的且つ継続的な運営

1. 政策的サポートの持続

- ISS-IGA/MOUに類する枠組み(役割分担を含む)を構築すること。
- 各極が固有のミッション要求を明示し、それを統合・共有すること。
- 短・中・長期の時間軸で目標を設定し、成果を提示し続けること。
- 広報機会(飛行士搭乗機会等)を活用して継続的に成果を発信すること。

2. プログラムの堅牢性

- (プログラムの計画の早い段階から) クリティカルな要素に対して、バランスのとれた国際相互依存、一極に過度に依存しない役割分担(多極間でのEqual Partnerの関係)を構築すること。
- それを実現するために、(日本として) クリティカルな要素について、高い価値をもつ技術を保有すること。
- 米国以外の協力相手方のバリエーションを持つこと。

3. 各層における国際間コミュニケーション

- ISSで形成された各層でのコミュニケーションや調整・交渉チャンネルを有効活用すること。

4. コンセンサスベースによる運営

- ISSでは日本はアジア唯一の参加国として、米露欧加とともにコンセンサスベースで運営。国際宇宙探査においても中心的な地位を確保するとともに、コンセンサスベースでの運営をめざすこと。

5. パートナーの拡大

- 利用者ニーズに基づいてシステム要求を設定すること。
- 定期的に利用機会を設定し、公募発出すること。

B. 軌道上組み立てシステムにおける技術的な健全性の担保

1. 技術管理プロセスの確立

- 国際共同管理文書に基づく、国際的な分散開発・軌道上結合・運用を実現すること。
- 他極技術審査への参画と検証情報の開示を求めていくこと。

2. 品質確保、インタフェース不整合の排除

- 標準化・共通化を促進すること。
- 共通部品をオープンライセンス化すること(コストダウン促進)。
- 既製(民生含め)の標準規格の適用を促進すること。

3. 長期的な拡張性と柔軟性の確保

- サブラックレベルでモジュラー化すること (Gatewayではラックレベルの統一ができないため)。
- 将来ミッションに備えた装備を予め取り込むこと。
- 将来の利用の拡張性を排除しないようシステム設計の柔軟性をもつこと。

4. 技術情報交換の促進

- 包括的に技術情報開示を促す枠組みを構築すること。

C. 技術の修得・発展

1. 経験・実績の反映

- ISSの開発・運用経験をベースにGatewayを開発運用すること。
- ISSを、技術テストベッド・運用データの蓄積の機会として活用すること。

2. 適切な役割分担による各国スキルの醸成

- ISS運用を通して、日本の技術者のスキルを維持・改善すること。
- (実験モジュール・補給機より)更に中核的な要素の分担により、有人システム技術を獲得すること。
- 各国の能力の向上に合わせて、新たな役割分担を調整できるような仕組みをもつこと。
- ISS運用を通じてデータを蓄積、体系化して、Gateway開発運用に活用すること。

3. 新たな技術の取り込みによる価値の向上

- 無人運用を念頭においたGatewayの船内システム(ロボティクス適用)を構築すること。
- 最新地上技術の導入を想定したシステム設計。