

## 国際宇宙ステーション 日本実験棟「きぼう」

有人宇宙システム株式会社 JAMSS

### 1. はじめに

**有**人宇宙システム株式会社 (Japan Manned Space Systems Corporation, 以下「JAMSS」) は、国際宇宙ステーション (International Space Station, 以下「ISS」) 「きぼう」日本実験棟の運用・利用リーディングカンパニーとして、1990年 (平成2年) 5月に設立され、それ以来、前身の NASDA (宇宙開発事業団) 殿、現在の JAXA (宇宙航空研究開発機構) 殿が推し進める ISS プログラムを全面的に支援してきた会社です。

又、弊社は、「きぼう」の運用が開始される前の開発時期においては、「安全開発保証」、「技術評価」、「試験立会」等の技術支援業務も積極的に行ない、開発側から運用側へと橋渡しするインテグレータとしての役割も担ってきました。

現在 JAMSS が進めている事業は、「きぼう」の運用・利用も含め、以下の 4分野に跨っています。



図-1 国際宇宙ステーション (ISS) (Space Shuttle, STS-132 Flight 時)

- 世界 15ヶ国参加の国際プロジェクト、ISS における「きぼう」日本実験棟の運用（管制業務）、利用（宇宙実験）業務、及び「きぼう」運用・利用に関連する各種業務
- 「きぼう」を始めとする宇宙機、宇宙機器に対する安全開発保証、信頼性管理業務等
- 衛星の開発・運用、及び地球監視・防災・安全保障などの新しい衛星利用に係わる技術支援活動
- 次期有人ミッション（月・火星探査活動等）に向けた、人類が宇宙で快適に暮す為の研究開発や、宇宙技術を暮らしに役立てる様々なビジネスへの展開

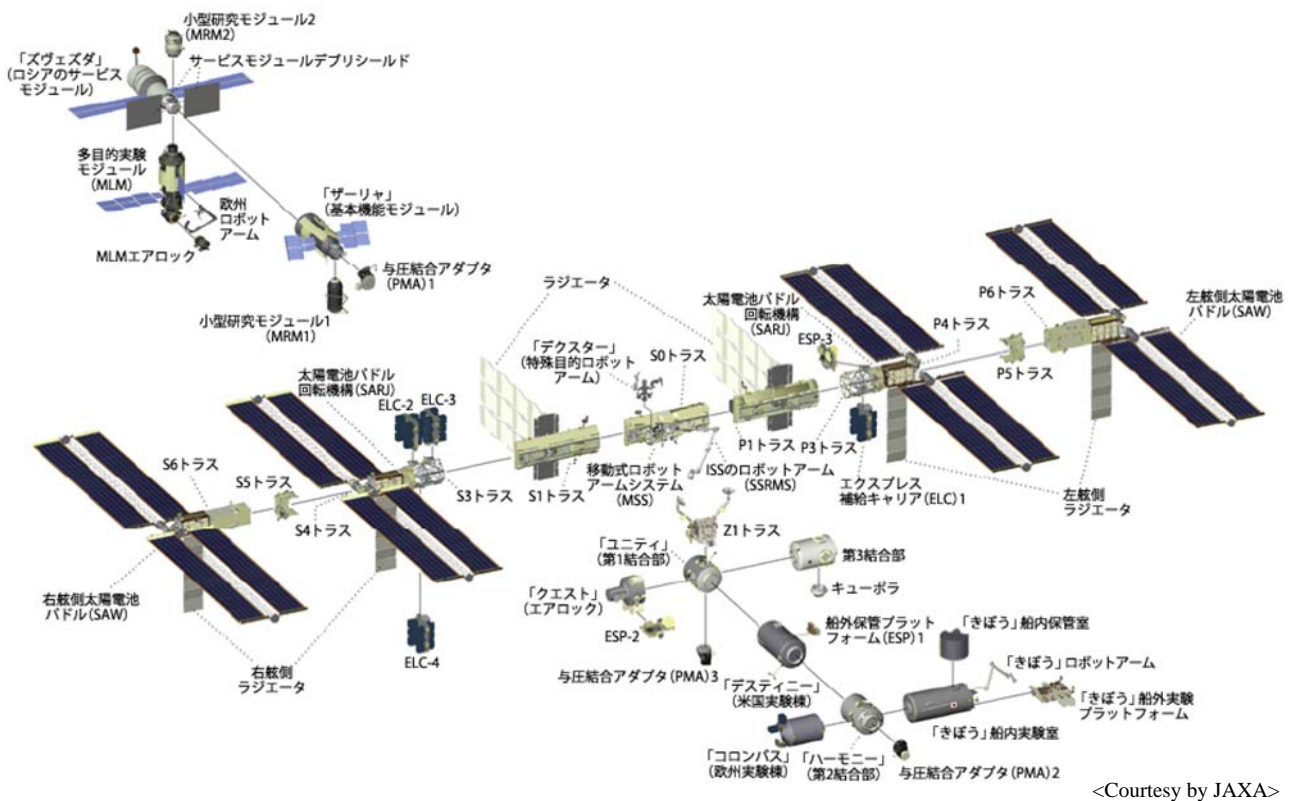
本稿では、ISS の概要を説明し、次に JAMSS が携わってきた宇宙実験、JAMSS の製品、JAMSS が支援した有償利用の順に、特に「利用」という観点から説明致します。

## 2. 「国際宇宙ステーション (ISS)」とは

JAMSS は、上記にて紹介した通り、幅広い分野において、日本の宇宙開発を支援しています。まずは、その中でも当社の主幹業務である「国際宇宙ステーション (ISS) ・「きぼう」日本実験棟 の利用」について、御紹介致します。

### (1) ISS とは

ISS プログラムは、1984年、当時の米国レーガン大統領が、「人が生活することのできる宇宙基地を 10年以内に建設する」と宣言したことから開始され、1998年 11月 最初のモジュール（ロシア・モジュール「ザーリヤ」）打上、2000年 11月 2日 宇宙飛行士（Crew）滞在開始、2008年3月、6月、2009年 7月の3回の日本実験棟の打上を含め、40回以上の組立フライトを経て、2011年 7月に完成した、人類初の巨大有人宇宙施設です。



<Courtesy by JAXA>

図-2 国際宇宙ステーション (ISS) (各国のモジュール)

## (2) ISS の特徴

ISS は、地球上空約 400 km を一周約 90分で周回し、その中で宇宙特有の特殊環境（微小重力、宇宙放射線、真空環境）を利用した実験、研究、地球・天体観測等を行なっています。これまでの宇宙実験と大きく異なる点は、「恒常的に人が居る」、「長期間の実験が行なえる」という点です。

この「恒常的に人が居る」という事についての優位性は、「不測の事態が発生しても、人（ISS に搭乗しているCrew）が状況を判断し、地上の管制センターとの連携のもと、適切な処置が行なえる」という点です。Remote 技術、Robot 技術は随分進化して来ていますが、現時点においては、全ての不測事態に対する備え（プログラムで事前に設定しておく事）は行なえず、結局その場での状況判断、及び対処、処置が必要となります。その点、「人」以上の臨機応変性を持ち合わせたものは、現時点では存在しません。実際、軌道上において、実験装置の不具合により実施不可能と思えた実験も、Crew が行なった修理により、実験が実施出来た例も幾つか在ります。

又、「有人」である事のもう一つの特徴としては、実験の途中で条件変更等が必要になった場合においても、Crew が対応する事により、研究者が必要とする成果に、より近付ける様になったという点です。地上の研究者は、軌道上で得た実験画像やデータを“Real Time”で地上で確認することができますが、条件の変更が必要な場合は、管制官を通じてCrew に交信、指示し、適宜変更の対応等を行っています。正に、これが「有人ならではの施設」と言えます。

更に、「長期間の実験が行なえる」ことの特徴は、結晶生成、植物培養、生物飼育、人体への影響等、環境の影響が現れるのに時間を要する様な実験においても、それまでの宇宙実験（約 2週間の NASA, Space Shuttle 実験）と比較して、実施可能な実験、研究テーマが格段に増えたという点です。

## (3) 「きぼう」で行なわれる実験

ISS, 日本実験棟「きぼう」での実験は、2008年 8月から開始され、現時点（2013年10月末）において、5年 3ヶ月経過しましたが、この間、材料実験、生命科学実験、流体物理実験、医学実験、地球観測、天体観測、芸術実験、他に民間会社による利用等、100近くの実験が実施されてきました。

これまでに、重力・放射線の生物への影響や物理現象の仕組みの解明、天体・地球の観測による新発見など、ISSだからこそ可能な数多くの実験成果が得られています。現在地上で解析作業中の案件も多数有り、今後「きぼう」での成果の全体像が見えてくることが期待されます。

これまで実施してきた実験を幾つか紹介しますと、表面張力に起因した（Marangoni）対流の観察実験（図-3 参照）、約 3ヶ月程度掛けて数十種類のタンパク質の高品質な結晶を生成する結晶生成実験（図-4 参照）、氷や化学物質の結晶を微小重力（ $\mu G$ ）下で成長させ、その場観察を行なう実験（図-5, 6 参照）、植物・動物等の細胞を培養し、 $\mu G$  の影響を解析する実験（図-7, 8 参照）、脊椎動物（魚）を約 2ヶ月間飼育し、骨の状況を観察する実験（図-9 参照）等がありました。

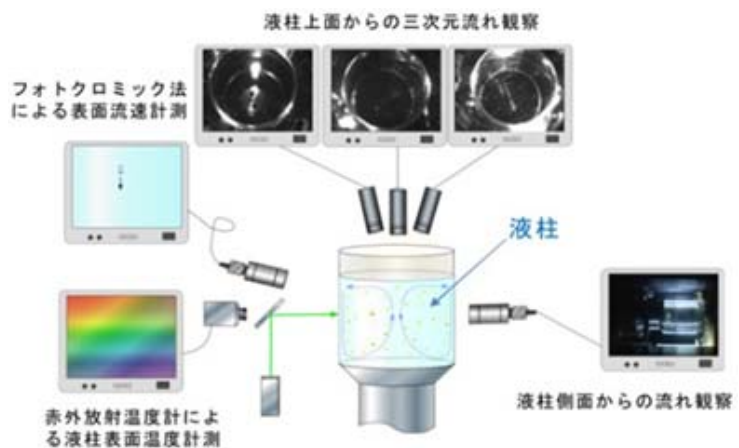


図-3 Marangoni 対流観察実験



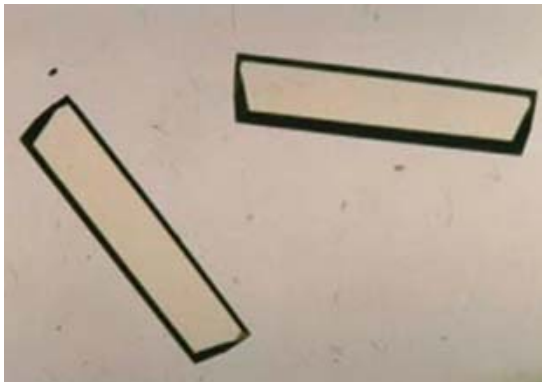


図-4 蛋白質結晶成長実験

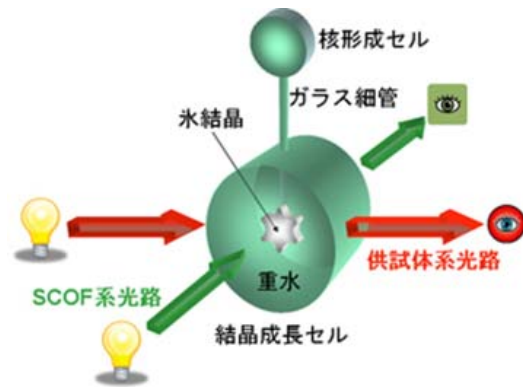


図-5 水結晶成長実験

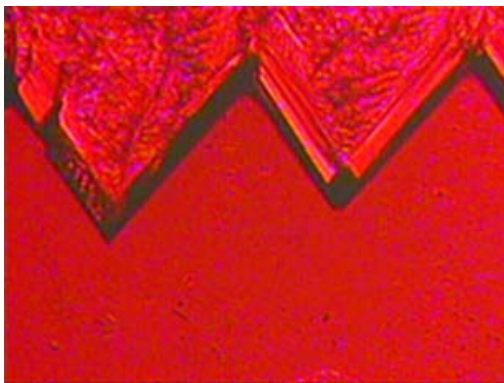


図-6 結晶成長実験

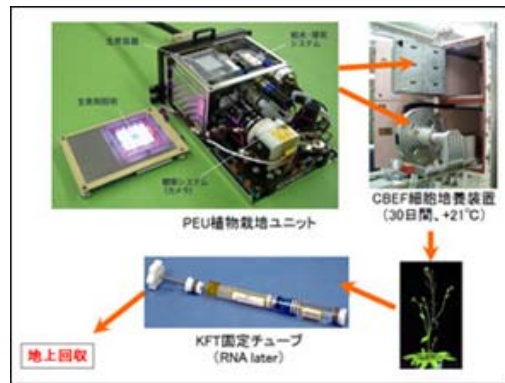


図-7 植物培養実験



図-8 細胞培養実験

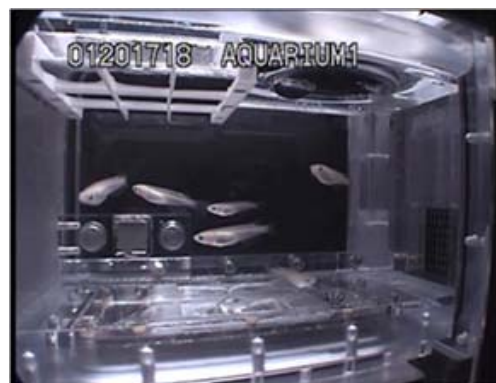


図-9 脊椎動物飼育実験

<Courtesy by JAXA>

JAMSS は、「きぼう」での宇宙実験の実施も含め、JAXA 殿の支援業務を幅広く行なっています。その範囲としては、実験が選定された直後からの計画立案、研究者との実験要求・運用要求の調整、作成、実験シナリオ・手順書の作成、Crewや地上管制要員の訓練、軌道上実験の実施、実験サンプルの回収に係る支援までと、軌道上実験実施に関する End-to-End、ほぼ Total Service を行なっています。

### 3. JAMSS 製品

JAMSS は、中核事業である「きぼう」の運用・利用・安全開発保証業務等で培った技術を基に、ISS にて使用する、宇宙関連製品開発も行なってきました。主な製品としては、「マルチ・プ

ロトコル・コンバータ (MPC)」、「ソフト・バッグ」、「トラッシュ・バッグ」等が有ります。何れも、JAXA 認定の下、ISS で現在利用されています。

MPC (Multi Protocol Converter) は、映像データや Ethernet 経由のデータを受け取り、ISS の通信システムが受け取れる形に変換・送信するシステムです。主に高精細映像をリアルタイムで地上に送信するために使用され、「きぼう」曝露部から地球を見た映像の伝送や、軌道上の実験装置の組立や (スペース・シャトルに MPC を搭載し)

ハッブル望遠鏡の修理 など地上で高精細映像を確認しながらのサポートが必要な作業、実験データの伝送など多岐にわたって使用されています。MPC は、NASA 側にも十数台が提供され、正式なシステム機器として、米国、欧州の実験モジュールでも使用されています。

マルチプロトコル  
コンバーター (MPC)



次に「ソフト・バッグ」ですが、これは、「CTB (Cargo Transfer Bag)」とも呼ばれ、Space Shuttle 及び ISS プログラムにて使用される物品輸送用の共通品バッグです。HTV 打上げ時の防振クッションや、ISS 内での防火対策も考慮された設計となっており、現在、弊社 CTB は、HTV 等の輸送において使用されています。

ソフトバッグ



最後に、「トラッシュ・バッグ」ですが、宇宙ステーションの課題の一つに、ゴミの廃棄があります。地上の様に定期的にゴミ収集が行なわれる訳ではない為、一定期間貯め込まれ、その後廃棄されますが、この「トラッシュ・バッグ」は、「きぼう」船内で発生する不要品を収納するバッグで、収納された不要品は本バッグに入れられ、大気圏再突入する HTVと共に焼却廃棄されます。

トラッシュバッグ



#### 4. 有償利用 (民間等による利用)

「きぼう」日本実験には、他国の実験棟とは異なり、一般の利用者も料金を払えば成果を占有できる、「有償利用」の仕組みがあります。しかし、実際に「きぼう」での利用活動を行うまでには、様々な手続き・申請等が発生し、「きぼう」利用の経験がないユーザが全てを理解し手続きするのは、非常に大変です。又、一旦プロジェクトが走り始めると、計画調整、準備作業、関係部署との調整、クルー訓練への参加、設計・安全審査の受審等、継続して行なう業務が多数あります。JAMSS は現在までに、上記の様な作業も含め、図-10 に示す有償利用ユーザに対し、支援をしてきました。



図-10 有償利用例

尚、各有償利用ミッションに係る詳細は、ここでは割愛致しますが、上記有償利用は、CM 撮影、酵母菌 / ヨーグルト菌の打上 / 回収、宣伝広告等です。

## 5. 将来に向けて

弊社は、国際宇宙ステーション (ISS)・「きぼう」日本実験棟での運用・利用業務を通し、「有人宇宙技術」の蓄積を行なってきました。この技術は、日本が ISS プログラムに参加した事の成果であり、我が社のみならず、All Japan としての財産です。次期有人プロジェクトや「月・火星有人探査」の活動に向けて、これまでに培った技術を最大限活用してまいります。

それには、今後も長期に続く ISS プログラムにおいて、「きぼう」の安全、且つ確実な運用・利用の支援を行なっていくのが、我が社の宿命と考えております。■