

第 23 回 大気圏シンポジウム

「きぼう」船外実験プラットフォームにおける地球観測

JAXA、有人宇宙環境利用ミッション本部、宇宙環境利用センター

織田裕久、松枝達夫、高橋大樹

1. 国際宇宙ステーション（ISS）および「きぼう」船外実験プラットフォーム

1.1. ISS の概要

国際宇宙ステーション（ISS；International Space Station）は米国、ロシア、日本、欧州などが協力して開発している有人の巨大な設備である。ISS の概要を表 1 に、ISS の組み立てスケジュールを表 2 に示す。

表 1 ISS の概要

寸法	約 110m×70m
質量	約 450t
高度	330～400km
軌道傾斜角	51.6 度
軌道周期	約 90 分

表 2 ISS の組立スケジュール

年月	打上げモジュール
1998. 11	最初のモジュール(ロシア：FGB)
2001. 2	Destiny（米国モジュール）
2001. 4	SS RMS（カナダアーム）
2003. 2	コロンビア事故
2005. 7	スペースシャトル、Return to Flight
2007. 12	コロンバス(欧州実験棟)
2008. 3	「きぼう」1 便（船内保管室）
2008. 6	「きぼう」2 便（船内実験室、ロボットアーム）
2009. 5	「きぼう」3 便、船外実験プラットフォーム 衛星間通信システム（ICS）、SEDA-AP、MAXI
2009. 9	HTV 技術実証機、SMILES、HREP
2010	ISS 組立完成

1.2. 「きぼう」 および「きぼう」船外実験プラットフォーム

「きぼう」は JAXA が開発する ISS の構成要素であり、下記の 4 つから構成される。

- ✓ 船内実験室
- ✓ 船内保管室

- ✓ 船外実験プラットフォーム
- ✓ ロボットアーム

船外実験プラットフォームは宇宙空間に曝露された実験設備である。天体観測、地球観測、技術開発などに利用される。船外実験プラットフォームは 10 個の実験装置を取り付け可能である。このうち、JAXA が 5 つ、NASA が 5 つの実験ポートを利用できる。船外実験プラットフォームから実験装置へは、電力、通信、排熱（冷媒）を供給できる。

2. 「きぼう」船外実験プラットフォームにおける地球観測ミッション

船外実験プラットフォームで計画されている地球観測ミッションを表 3 に示す。なお、ASIM は「きぼう」でなく、欧州の実験棟「コロンバス」で実施されるミッションであるが、GLIMS と関係のあるミッションであるため、参考に以下に示す。

表 3 「きぼう」における地球観測ミッション

ミッション名	打上げ時期	フェーズ	実施機関
SMILES	2009 年 9 月	開発中	JAXA
HREP	2009 年 9 月	開発中	NASA
IMAP/GLIMS（ポート共有実験装置）	2011 年度（調整中）	基本設計	JAXA
ASIM（参考）	2013 年？	？	ESA

2.1. SMILES（超伝導技術を用いたサブミリ波リム放射サウンダの軌道上実証並びに地球大気環境の実験的観測）

SMILES は JAXA が船外実験プラットフォームを利用して行う最初の地球観測ミッションである。以下の特徴を有する。

- ✓ サブミリ波領域を用いた大気微量成分の高感度観測と、それを実現するための超伝導受信機と 4K 級機械式冷凍機の宇宙空間での技術実証
- ✓ オゾンとオゾン破壊物質である一酸化塩素(ClO)、塩化水素(HCl)、一酸化臭素(BrO)の同時観測

SMILES が狙うサイエンスは、成層圏における中緯度から低緯度領域の化学的、物理学的研究である。ターゲットとしては、低緯度域における成層圏と対流圏の物質の動き、反応性の高い微量成分のオゾンへの寄与、オゾン同位体の存在比などである。

2.2. HREP (HICO/RAIDS Experiment Payload)

HREP は NASA が船外実験プラットフォームを利用して実施する地球観測ミッションである。HICO と RAIDS という 2 種類の地球観測センサが搭載される。2009 年 9 月に HTV 技術実証機で打上げ、船外実験プラットフォームの EFU#6 に搭載される予定である。

HICO は、Hyperspectral Image for the Coastal Ocean の略称であり、沿岸地域のハイパス

ペクトル画像を取得する。RAIDS は、Remote Atmospheric & Ionospheric Detection System の略称であり、極端紫外から近赤外の領域で地球大気をリム方向で観測し、熱圏、電離圏の大気成分を調査する。

2.3. IMAP/GLIMS（ポート共有実験装置）

IMAP/GLIMS は、船外実験プラットフォームの第 2 期利用として選定されたミッションである。「ポート共有実験装置」という複数の小型ミッションを一つにインテグレートした実験装置に搭載される。ポート共有実験装置の質量は 500kg 以下、寸法は 1.8m×1.0m×0.8m 程度である。下記のミッションが搭載される。

- ✓ 地球超高層大気撮像観測（IMAP）
- ✓ スプライト及び雷放電の高速測光撮像センサ（GLIMS）
- ✓ 宇宙インフレーション構造の宇宙実証（SIMPLE）
- ✓ EVA 支援／代行ロボット実証実験（REXJ）

2.4. ASIM（Atmosphere-Space Interactions Monitor）、（参考）

ASIM は ESA の開発する実験装置である。欧州実験棟「コロンバス」の外部サイト（EPF; External Payload facility）に取付けられる。質量は 260kg（EPF への取付機構を含む）、電力は 320W（ピーク）、通信速度は 100kbps である。

3. 「きぼう」における地球観測上の留意点

ISS／「きぼう」は有人の巨大設備であるため、地球観測を行う上で下記の点に留意する必要がある。

3.1. 軌道

ISS の軌道は、軌道傾斜角 51.6 度となっている。このため、極域の観測には適していない。高度について、大気抵抗により一日 200m 程度低下する。1, 2 ヶ月に一度程度の頻度でリブーストを行い、ISS の高度を上昇する。高度は約 330～400km の間を変動する。

3.2. 姿勢変動

(1) 静的な変動

ISS はその形状と質量特性で決まる、トルク平衡姿勢（TEA ;Torque Equilibrium Attitude）で飛行する。スペースシャトルや HTV などが ISS に結合する場合には、ISS の形状や質量特性が変化するため、これに応じて姿勢が変化する。

(2) 動的な変動

NASA による姿勢変動の解析では、振幅は 1 度以下、周期は 45～90 分程度と見積もられている。

3.3. コンタミネーション

ISS は巨大な設備であり、かつスペースシャトルや HTV などの補給機が定期的にやってくるため、人工衛星に比べて外部汚染環境（コンタミネーション）が悪い。「きぼう」における外部汚染環境は、SEDA-AP に搭載する MPAC&SEED で計測する予定である。参考として、ロシアモジュール（SM）で計測した MPAC&SEED の結果を下記に示す。

- ✓ Ram 面では Wake 面に比べて汚染層厚さがはるかに大きく、かつ曝露期間とともに成長していた。Wake 面では汚染層はほとんど成長しなかった。
- ✓ 1,403 日曝露後の汚染層厚さは、Ram 面で 90~95nm、Wake 面で 10nm であった。
- ✓ Ram 面で観察された厚い汚染層は、ほぼ Si と O のみで構成されていた。これはシリコーン系樹脂によるものと推定される。

3.4. 視野

ISS／「きぼう」は巨大な設備であるため、地球観測をする場合、ISS の他の構成要素との視野干渉が生じる場合がある。

4. まとめ

- ✓ 2009 年 5 月に「きぼう」船外実験プラットフォームが打ち上がる予定である。2009 年 9 月に打上げ予定の SMILES、HREP により、「きぼう」における地球観測ミッションが開始される。
- ✓ IMAP、GLIMS（ポート共有実験装置）は 2011 年度の打上げに向け、開発が進められている。
- ✓ 今後も「きぼう」における地球観測ミッションの積極的かつ継続的な利用を期待しています。