

国際宇宙ステーション日本実験棟「きぼう」での 宇宙放射線被ばく線量計測

SATテクノロジー・ショーケース2014

■ はじめに

高度約300～500kmの低地球軌道(LEO: Low Earth Orbit)を飛行する国際宇宙ステーション(ISS: International Space Station)の船内環境の大きな特徴として、「微小重力環境」と「宇宙放射線による被ばく」が挙げられる。

国際宇宙ステーション(ISS)が飛行する高度約300～500kmにおける最も重要な宇宙放射線被ばくの原因は太陽系外部から飛来した銀河宇宙線、太陽活動によって生じる太陽粒子線、地球磁場に捕捉された陽子線である。これらの宇宙放射線が、ISS船壁や内部の搭載ラックや構造物を通過することで、二次放射線や中性子を発生させ、ISS船内の宇宙放射線環境は複雑な挙動を示す。

ISSに搭乗する宇宙飛行士の搭乗期間は、搭乗期間中の個人被ばく線量計の実測結果から換算した臓器線量および実効線量と、飛行開始年齢ごとに設定された許容被ばく線量との比較により決定される。宇宙放射線からの被ばく線量が、宇宙での搭乗期間を決定するのである。そのため、精度の高い線量計測技術が要求される。

■ 受動・積算型線量計測システムPADLES (パドレス)

LEOを飛行する国際宇宙ステーション船内の、銀河宇宙線、太陽粒子線、捕捉粒子線に起因する宇宙放射線の被ばく線量を測定するために、低LET放射線を測定する熱蛍光線量計と高LET放射線を測定するCR-39プラスチック飛跡検出器の2つの素子を組み合わせた受動・積算型線量計PADLES (Passive Dosimeter for Lifescience Experiments in Space)と、軌道上から回収後の線量算出に使用する自動解析・線量計算システムを開発した。

2008年6月の日本実験棟モジュール「きぼう」の打上と同時に、PADLESを用いた以下の被ばく線量計測実験を開始している。

・Area PADLES:

「きぼう」船内17か所に設置された線量計が約半年毎に交換され、「きぼう」の運用期間中の定点線量観測を行う。これにより、船内の線量分布、方向依存性、遮へい依存性、太陽活動との相関などを調べる(図1参照)。

・Bio PADLES:

ISS日本実験棟モジュール「きぼう」で行われるライフサイエンス実験用生物試料の被ばく線量計測。PADLES線量計素子の各温度でのフェーディング特性がわかっているので、生物試料の保存温度及び期間によって補正することができ、精度の高い線量計測が可能である。

・Crew PADLES:

ISSに長期滞在する日本人宇宙飛行士の個人被ばく線量計(CrewPADLES)として、被ばく管理のために継続して使用される。CrewPADLESは船内・船外活動を通してフライト期間中常時携帯される。

■ 次世代有人宇宙開発に向けた応用利用

長期にわたる「きぼう」船内の線量計測結果は、太陽活動の影響を受ける低地球軌道での線量変化をモニターでき、一次宇宙線である銀河宇宙線や捕捉陽子線などの宇宙放射線モデル改良のための基礎データに役立つと期待される。月・火星を含む将来の有人惑星探査を目指し、効果的な遮蔽防護技術の検討のために、2008年6月から継続して取得するISS船内での線量計測結果に基づき構築した、粒子・重イオン汎用モンテカルロコードPHITSを組み込んだ「宇宙放射線被ばく線量シミュレーションモデル」の構築を進めている。

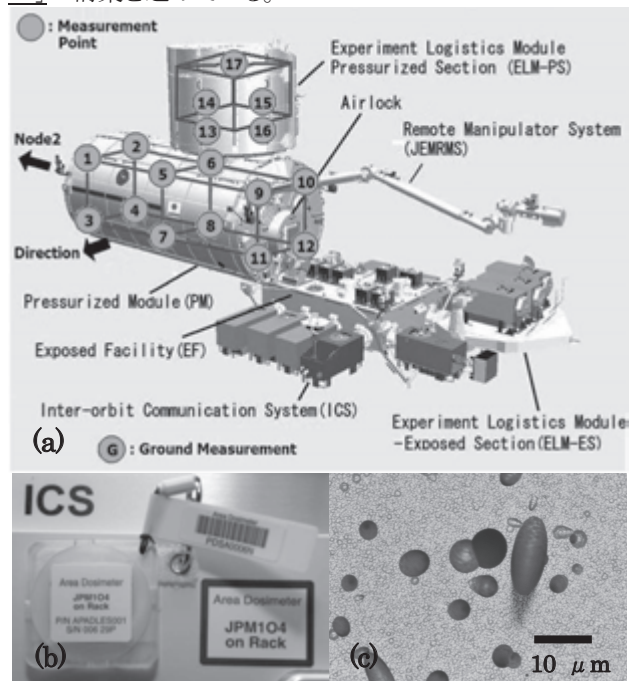


図1 (a)ISS 日本実験棟「きぼう」、(b)「きぼう」船内に取り付けた PADLES 線量計、(c) PADLES 線量計内の CR-39 プラスチック飛跡検出器が測定した宇宙放射線の貫通飛跡(エッチピット)

代表発表者 永松 愛子 (ながまつ あいこ)
所 属 (独)宇宙航空研究開発機構
有人宇宙ミッション本部
有人宇宙技術センター
問合せ先 〒305-8505 つくば市千現 2-1-1 筑波宇宙センター
TEL:050-3362-2040 FAX:029-868-3954
nagamatsu.aiko@jaxa.jp

■キーワード: (1) 国際宇宙ステーション
(2) 宇宙放射線
(3) 宇宙飛行士の被ばく管理