

国際宇宙ステーション搭載型空間線量計の開発

SATテクノロジー・ショーケース2016

■ はじめに

宇宙滞在によって受ける放射線被ばく線量は地表より2オーダーも高く、宇宙機船内環境における線量測定の重要性は大きい。特に国際宇宙探査協働グループ (ISECG) によって長期ビジョンとして打ち出されている月面や小惑星への長距離有人探査を考えると、計測器としてのサイズ、重量や測定精度に対する制限が厳しくなるため、近い将来、高精度かつコンパクトな線量計が必要となることは想像に難くない。そこで、我々は宇宙機船内用の高精度かつコンパクトな空間線量計として、位置有感型比例計数箱 (PS-TEPC) の開発を行っている。

PS-TEPCは μ -PICと呼ばれるピクセル型電荷読み出しデバイスを用いた有感体積 $26 \times 26 \times 50\text{mm}^3$ のTime projection chamberであり、入射放射線の封入ガスに対するエネルギーデポジットだけでなく3次元飛跡を取得することが可能である。宇宙放射線による被ばく線量は通常、LET (Linear Energy Transfer) の関数として与えられる線質係数と吸収線量との積 (線量当量) により評価されるが、取得したエネルギー情報と3次元飛跡からLETを直接測定できるため、その分精度の良い線量計測ができると考えている。

PS-TEPCは既に国際宇宙ステーション (ISS) 日本モジュール「きぼう」船内実験室第二期利用後半期間科学分野候補として採択され、2016年にはISS機上へ搭載し動作実証試験を行う予定である。本ポスター発表ではPS-TEPCの構造や動作原理を紹介し、試作機やフライトモデルを用いた性能評価について述べる。

■ 活動内容

1. PS-TEPCの構造

右図にPS-TEPCの構造を示す。PS-TEPCはDrift planeとShaping frames、 μ -PICにより構成される。Shaping framesの中心には $26 \times 26\text{mm}^2$ の穴が空いており、Drift planeと μ -PICに挟まれた $26 \times 26 \times 50\text{mm}^3$ の直方体形状の空間が有感体積となる。封入ガスとしては生体組織等価ガスを使用しており、測定データから線量への換算が容易に行える。

2. 測定原理

Drift planeと各Shaping frameに適切な高電圧を印加することにより有感体積内に一様なドリフト電場を形成する。宇宙機船内環境における被ばくの主要因である荷電粒子が封入ガスに入射すると、封入ガスを電離し飛跡に沿った形の電子雲が形成される。電子雲はドリフト電場によ

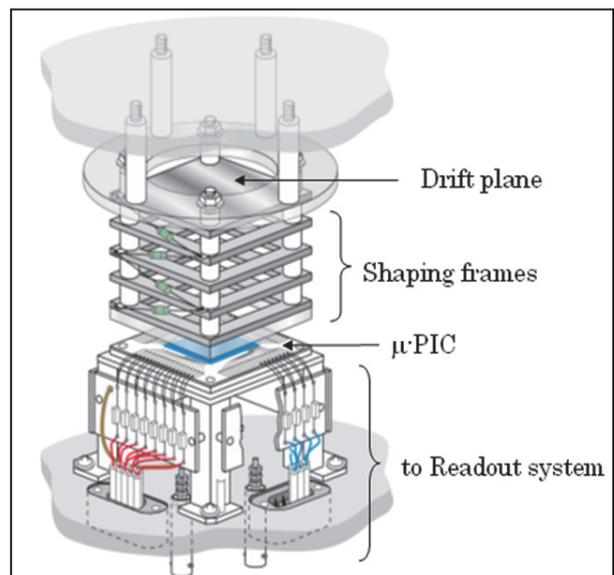
り図中下方へと輸送され μ -PICへ到達する。 μ -PICは京都大学宇宙線研究室で開発された電荷読み出しデバイスであり、収集電荷量と共に2次元の電荷収集位置が取得可能なものである。これにより、入射放射線の封入ガスに対するエネルギーデポジットが取得できるだけでなく、ドリフト距離を信号のタイミング情報から再現することで入射粒子の3次元飛跡を取得することが可能である。そのため、1イベント毎のLETを精度良く決定できる。

3. 動作実証と性能

PS-TEPC試作機に重粒子ビームを照射した試験から測定原理の実証が既になされている。また、宇宙機船内環境で被ばくに寄与するLET範囲の重荷電粒子に関して①エネルギーデポジットが30%以下の分解能 (1σ) で測定できること、②3次元飛跡が再現され、飛跡長が取得できることが実証できている。また、フライトモデルの動作実証もなされている。詳細はポスター発表にて述べる。

■ 関連情報等 (特許関係、施設)

本研究は放射線医学総合研究所の共同利用研究として、重粒子線がん治療装置 (Heavy Ion Medical Accelerator in Chiba : HIMAC) を利用して行われたものである。



図：PS-TEPCの構造

代表発表者 岸本 祐二 (きしもと ゆうじ)
所 属 高エネルギー加速器研究機構
放射線科学センター
問合せ先 〒305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1
TEL: 029-864-5489 FAX: 029-864-1993
高エネルギー加速器研究機構放射線科学センター

■キーワード: (1) 線量計測
(2) 国際宇宙ステーション
(3) μ -PIC