

富士山頂宇宙線測定におけるシンチレーション中性子検出器の応答特性

矢島千秋、保田浩志
独立行政法人放射線医学総合研究所

1. はじめに

宇宙線の強度は高度上昇とともに増加し、ジェット機の巡航高度における宇宙線被ばく線量は平地における線量の数十倍に達すると推定されている。放射線医学総合研究所では航空機搭乗者の宇宙線被ばく評価に関する研究を進めており、2007年から富士山測候所における高高度宇宙線測定を開始した。2008年8月にレムメータ型のシンチレーション中性子検出器(PRESCILA; Ludlum Measurements Inc.)を用いた宇宙線中性子の周辺線量当量率測定を実施したところ、 $0.47 [\mu\text{Sv h}^{-1}]$ という結果を得た。しかし、これは大気中の宇宙線計算モデル PARMA¹⁾による計算値 $0.11 [\mu\text{Sv h}^{-1}]$ の約4倍にあたる。今回、その差異の原因究明のため、高度依存性を考慮した PRESCILA の応答特性を評価した。

2. 方法

PRESCILA は熱中性子用シンチレータ、高速中性子用シンチレータ、ホウ素含有ポリエチレン棒等から構成されており、熱中性子から1 GeVのエネルギーレンジを有する^{2,3)}。PRESCILAによる宇宙線測定は、富士山測候所(高度3.8 km、2008年8月)、航空機内(高度11 km、2008年2月)⁴⁾、千葉市内(高度0 km、2008年9月)において実施した。次に、中性子と陽子のフルエンス率から PRESCILA の計数率への実効的換算係数を導入し、PRESCILA の応答特性を表すモデル式(1)を提案した。

$$F_{n,j}S_{tn} + F_{p,j}S_{tp} = R_j - B \quad (1)$$

ここで、 $F_{n,j}$ と $F_{p,j} [\text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}]$ はそれぞれ高度 $j [\text{m}]$ における中性子と陽子のフルエンス率、 $S [\text{cm}^2]$ は PRESCILA の実効断面積(ここでは 100 cm^2)、 t_n と t_p はそれぞれ中性子と陽子のフルエンス率から PRESCILA の計数率への実効的換算係数、 R_j は高度 $j [\text{m}]$ での PRESCILA の計数率、 $B [\text{s}^{-1}]$ は主として電気ノイズ由来のバックグラウンドである。

3. 結果と考察

(1)式に前述の富士山測候所、航空機内、千葉市内で測定した PRESCILA の計数率と各測定条件に対応した PARMAによるフルエンス率計算値を代入し、 $t_n = 0.006$ 、 $t_p = 0.643$ 、及び $B = 0.047$ を得た。これから、2008年8月の富士山測候所における PRESCILAを用いた測定により得られた中性子周辺線量当量率の当初の値 $0.47 [\mu\text{Sv h}^{-1}]$ の内訳は、中性子成分 $0.14 \pm 0.04 [\mu\text{Sv h}^{-1}]$ 、陽子成分とバックグラウンドが中性子周辺線量当量率換算でそれぞれ $0.28 \pm 0.03 [\mu\text{Sv h}^{-1}]$ 、 $0.05 \pm 0.02 [\mu\text{Sv h}^{-1}]$ であったと推定される。中性子成分に関しては、PARMA計算値 $0.11 [\mu\text{Sv h}^{-1}]$ と誤差の範囲内で一致している。以上の結果は、PRESCILA の応答特性を表すモデル式(1)の妥当性を支持している。

参考文献

- [1] T. Sato, *et al.*, “Development of PARMA: PHITS-based analytical radiation model in the atmosphere”, *Radiat. Res.* 170 (2008) 244-259.
- [2] R. H. Olsher, *et al.*, “PRESCILA: a new, lightweight neutron rem meter”, *Health Phys.* 86 (2004) 603-612.
- [3] R. H. Olsher, and T. D. McLean, “High-energy response of the PRESCILA and WENDI-II neutron rem meters”, *Radiat. Prot. Dosim.* 130 (2008) 510-513.
- [4] H. Yasuda, *et al.*, “Responses of selected neutron monitors to cosmic radiation at aviation altitudes”, *Health Phys.* 96 (2009) 655-660.

*連絡先：矢島千秋(Kazuaki YAJIMA)、k_yajima@nirs.go.jp