環境宇宙線ミューオンの低エネルギー強度分布に関する研究

Investigation of Lower-Energy Distribution of Environmental Cosmic-Ray Muon

九大総理工 [1] ○(M1)佐藤 光流 [1], 金 政浩 [1], 渡辺 幸信 [1]

Kyushu Univ. [1], ○Hikaru Sato[1], Tadahiro Kin[1], Yukinobu Watanabe[1]

E-mail: h.sato@aees.kyushu-u.ac.jp

近年放射線によって半導体デバイスに生じる一過性の誤動作が注目されている。この誤動作はソフトエラーと呼ばれ、地上においては二次宇宙線の中性子が主要因である。しかし、今後デバイスが微小化し臨界電荷量が減少していくに伴い、宇宙線ミューオン起因のソフトエラーが発生する可能性が指摘されはじめた。[1]　ソフトエラーに影響を及ぼすのは 100MeV 以下の低エネルギーミューオンであり、その室内における測定データが必要である。しかし、この領域の実測例はない。そこで本研究では、低エネルギーミューオンのスペクトルを計測し、既存の理論計算による予測値と比較することを目的とする。

低エネルギーミューオンのスペクトルを計測するために、プラスチックシンチレータ（PS）で構成された検出器システムを開発した。主検出器として 20cm×20cm×19cm の Center PS を用いた。環境放射線やノイズの影響を低減するため、Center PS の上部に検出器を設置した。そして Center PS を貫通したミューオンを除去するために Center PS の下部に検出器を設置した。この検出器システムでは、Center PS の内部で停止した 10MeV から 75MeV の運動エネルギーを持つミューオンのみを検出することができる。この検出器システムで計測できる天頂角は 0 度から 45 度である。この計測は九州大学の筑紫キャンパス（北緯 33 度、東経 130.5 度、海抜 39m）で行った。

今回の計測で得られたデータは宇宙線電子の影響を含んでいる。そのため、簡易的な体系を用いた PHITS[2]計算によって電子の影響がどの程度あるかを見積もり、正味のミューオンのエネルギースペクトルを導出した。さらに環境宇宙線計算モデル EXPACS[3]の結果と過去の実験値[4]を利用し、今回の解析結果と比較した（Fig.1）。今回得られたスペクトルは EXPACS で計算されたスペクトルと比較して 75MeV 付近においては大きさもスペクトルの形状もよい一致を見せている。低エネルギー部については差異が見られたが、この領域のミューオンはソフトエラーにとって重要なデータとなる。今後、詳細な体系のシミュレーションや実験的な改善を通して、詳細な宇宙線電子の影響を見積もり、高精度なスペクトルを取得する予定である。

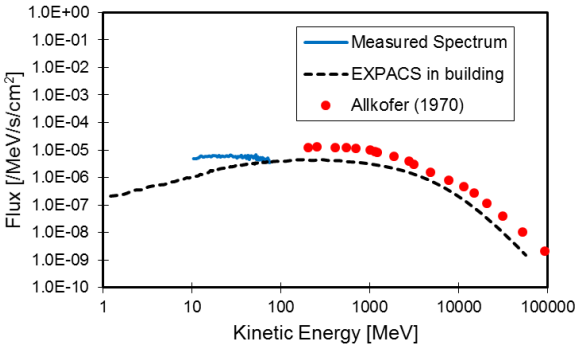

Fig.1 Comparison of the present spectrum with EXPACS calculation and Allkofer's data

参考文献

[1] B.D. Sierawski et al., IEEE Trans. on Nucl. Sci., Vol. 57 (2010) 3273.
[2] T. Sato et al., J. Nucl. Sci. Technol., vol.50, (2013) 913.
[3] T. Sato et al., Radiat. Res., Vol. 166, (2006) 544.
[4] Peter K.F. Grieder, COSMIC RAYS AT EARTH, (2001) 402.

© 2017年 応用物理学会