

## P-11:富士山山頂における雷雲発生時における高エネルギー放射線の観測

片倉 翔<sup>1</sup>、鳥居建男<sup>2</sup>、杉田武士<sup>2</sup>、御園生諒<sup>1</sup>、池田大輝<sup>1</sup>、楠 研一<sup>3</sup>、鴨川 仁<sup>1</sup>

1. 東京学芸大学物理学科、2. 日本原子力研究開発機構、3. 気象庁気象研究所

### 1. はじめに

雷雲に起因すると考えられる高エネルギー放射線が、冬季雷では雲底が低いいため地上観測で、夏季雷では雲底が高いため山岳や航空機などの高高度で観測されている。この放射線には、雷雲中の強い電場が原因と考えられる10秒以上持続する長時間の放射線変動である(Torii et al., 2011)。またエネルギーは数 MeV から 10 MeV 超と高く、ラドンなどの地殻起源の自然放射線には存在しないエネルギー領域である。このことから、二次宇宙線ないしは大地から放出され雷雲に含まれるラドンの放射性崩壊によるβ線(電子)が雷雲の強い電場領域で加速され雪崩的な衝突から生じる制動放射線(光子)によって、現象が起きていると思われる。そこで、我々は2008年度より雷活動が盛んな独立峰である富士山の山頂において、高エネルギー放射線発生のメカニズムに貢献すべく雷活動時の放射線変動観測を行っている。本発表では2012年度の夏季観測の結果報告を行う。

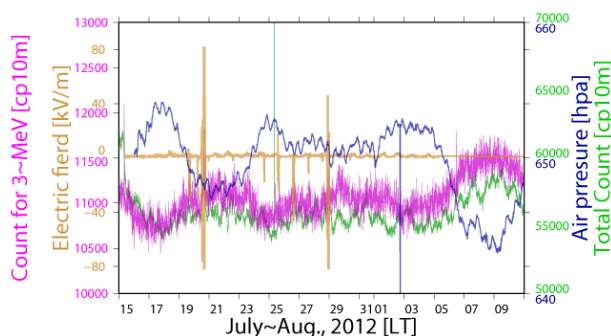


Fig. 1 2012 年夏に観測された高エネルギー領域(3MeV~)、全領域エネルギーカウント数、大気電場及び大気圧。

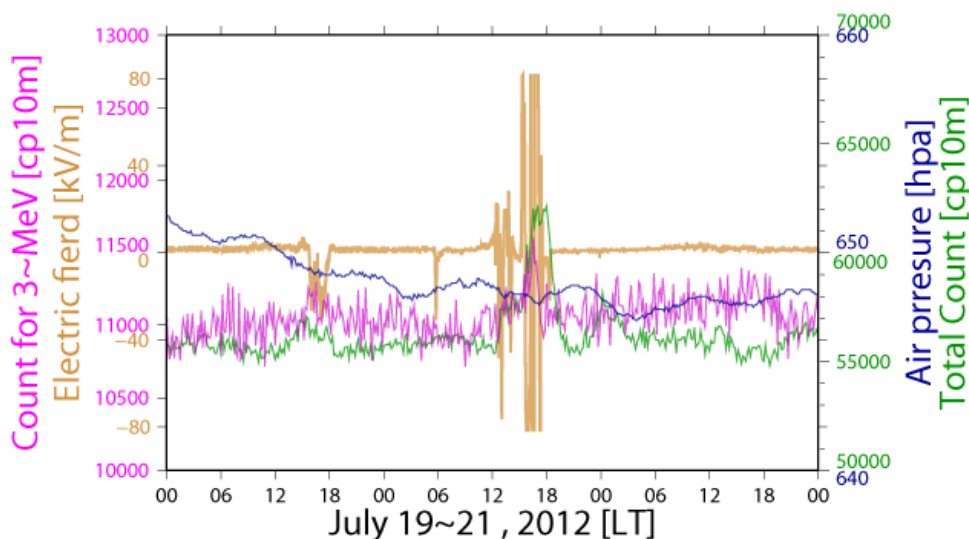


Fig.2 NaI によって取得された高エネルギー領域(3~ MeV)及び全領域エネルギーカウント数、大気圧及び大気電場。矢印の位置で高エネルギー放射線カウント数に増加が見られた。

### 2. 測定方法

雷雲中の放射線を直近で検知するために、2012年7月15日から8月10日に標高3,776mの富士山の山頂で観測した。これらの観測は、過去我々が行った観測(Torii et al., 2009; Kamogawa et al., 2011; 片倉ら, 2012)と同様なものである。2012年での測定は、厚さ2mmのアルミ製のカバーで覆われた5インチの円筒型NaIシンチレーション検出器を使用し富士山測候所屋内に設置した。さらに測候所

屋根にフィールドミルを用いて雷雲活動で生じる大気電場の測定を行った。

### 3. 観測結果

2012年の観測でも観測期間は8月29日まで設けられたが8月15日以降、半日も及ぶ中規模の停電が発生し、さらに大気電場測定装置も連動し故障したため、以後の観測が困難になった(Fig. 1)。以上により本解析では8月15日までのデータを用いている。富士山で測定された大気圧(JMAデータ)および全領域エネルギーカウント数は大気圧の逆相関になっている(Fig. 1)。

2012年では高エネルギーの放射線の変動が7月20日午後に関測された(Fig. 2)。この放射線変動は2008年度(Torii et al., 2009)および2009年度(Kamogawa et al., 2011)とは異なり放射線計数率の変動は小さく、2011年度と同程度であった(片倉ら, 2012)。しかし、継続時間が約2時間と長く従来測定されている時間(Torii et al., 2011; Torii et al., 2009; Kamogawa et al., 2011; 片倉ら 2012)より極端に長い。一方大気電場は測定点でも飽和しており(最大値 80kV/m)、2012年の間では最大の変動であった。Fig.1で示される大気圧変動および全領域カウント数から推測すると、宇宙線起源である可能性は低く、また天然放射性核種において、少なくとも3 MeV以上のエネルギー領域で $\gamma$ 線を放出する天然核種は存在しないこと、及び強い電場が観測されていることから、これらの変動は従来の論文(Torii et al., 2011; Torii et al., 2009)で判定していた雷雲起源と判定する条件は満たしている。しかしながら2時間にもわたる上昇など想定される物理機構から考えにくく、強電場中における計測上の問題などの可能性が残る。

### 4. 結論および今後の課題

2012年度の観測では、強電場発生中に高エネルギー放射線が測定された。しかしながら、物理的機構の観点および従来とは大きく異なる変動継続時間であることから、雷雲起源とは考えにくく、考えられる他の要因を十分に検討する必要がある。

### 5. 謝辞

本研究を進めるにあたって、NPO 富士山測候所を活用する会には度重なる登山ならびに測定器設置・運用で多大なるお力添えをいただいた。

### 参考文献

Torii, T., Sugita, T., Kamogawa, M., Watanabe, Y., Kusunoki, K. (2011), Migrating source of energetic radiation generated by thunderstorm activity, *Geophys. Res. Lett.*, 38, L24801, doi:10.1029/2011GL049731.

Moore, C. B., Eack, K. B., Aulich, G. D., Rison, W., (2001), Energetic radiation associated with lightning stepped - leaders, *Geophys. Res. Lett.*, 28, 2141–2144.

Torii, T., Sugita, T., Tanabe, S., Kimura, Y., Kamogawa, M., Yajima, K., Yasuda, H. (2009), Gradual increase of energetic radiation associated with thunderstorm activity at the top of Mt. Fuji, *Geophys. Res. Lett.*, 36, L13804, doi:10.1029/2008GL037105.

Kamogawa, M., Torii, T., Tanaka, A., Sugita, T., Ikuta, M., Watanabe, Y., Hashimoto, S., Katakura, S., Yasuda, H., and Kusunoki, K. (2011), Energetic Radiation Associated with Summer Thunderstorm Activity on Mt. Fuji, The 14th International Conference of Atmospheric Electricity, Rio de Janeiro, Brazil 8-12, August.

片倉翔, 鳥居建男, 杉田武志, 保田浩志, 鴨川仁 (2012), 富士山山頂における雷雲発生時における高エネルギー放射線の観測, *大気電気学会誌*, 80, 105-106.

Torii, T., Nishijima, T., Kawasaki, Z. I., Sugita, T. (2004), Downward emission of runaway electrons and bremsstrahlung photons in thunderstorm electric fields, *Geophys. Res. Lett.*, 31, L05113.

\*連絡先: 片倉 翔(Syou KATAKURA)、magnamsanganbare@yahoo.co.jp