

2014 年富士山頂における雷・大気電気研究

鴨川仁¹

1. 東京学芸大学

1. はじめに

2008 年からスタートした富士山山頂での大気電気観測は、宇宙線・放射線観測の補助的な役割として始まったものである。しかし数年の測定の結果、取得されたデータから大気電気研究を進展させる成果も得られた。それゆえ、2012 年から大気電気研究は独立したグループとして観測を行った。現在では、富士山山頂という高所を活用し雷に関連する諸現象の研究を行っている。2014 年では次の 3 テーマ、1) 雷活動において発生する高エネルギー放射線、2) 対流圏と電離圏間で発生する高高度放電発光現象、3) 富士山測候所と山麓を繋ぐ接地線に流れる雷電流観測を行った。またサブテーマとして福島原発事故に関連する放射線観測を行った。本稿では、2014 年の成果を総括するとともに、今後への課題を提示する。

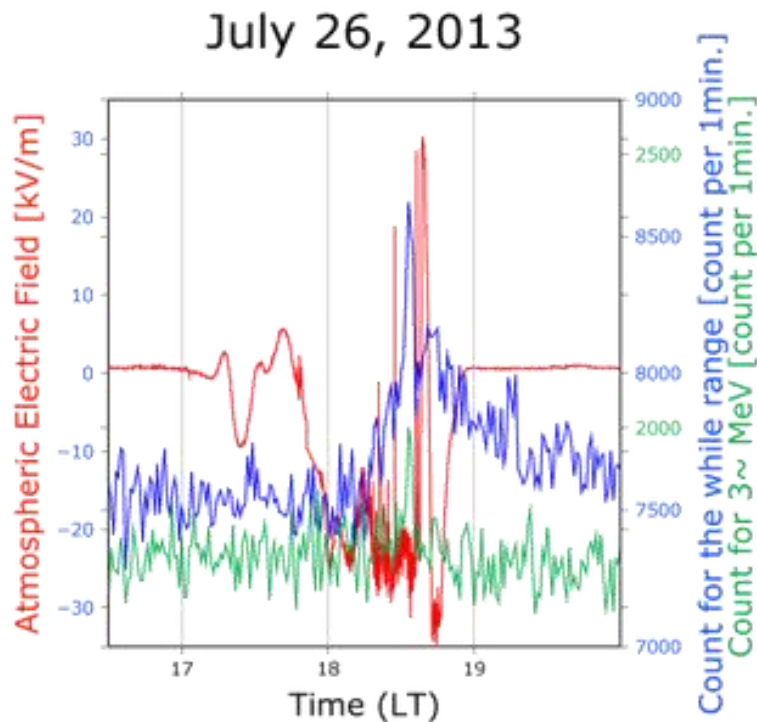


図 1 検知された高エネルギー放射線。天然の放射性核種から発生される γ 線エネルギーより高い 3 MeV 以上の放射線のカウント数および大気電場値(校正値)の時系列。

2. 雷雲・雷放電に起因する高エネルギー放射線

雷雲に起因すると考えられる高エネルギー放射線は、冬季雷発生期間においてしばしば観測されている (Torii et al., 2011)。これらは、雷雲中の強電場に起因すると考えられ、10 秒以上持続する長時間の放射線変動である。また、放射線発生源と考えられる雷雲と地表観測地点の距離が短いと検知できるとみられる。このような事象は、かつて、雷雲の高度が高い夏季雷時では地上で観測された報告はなかった。そこで、夏季雷でも冬季雷と同様の事象が発生しているかどうかを調べるために、雷活動が盛んな独立峰である富士山の山頂において雷雲発生時の放射線変動の観測を行った。その結果、観測初年度である 2008 年から検知でき (Torii et al., 2009)、以後はこの雷雲活動に関連する高エネルギー放射線の発生メカニズムを解明するために毎年観測を行っている。2013 年は、解明に必要なデータを得るため、高エネルギー放射線の連続測定および雷雲が作

る大気電場の測定を行ったところ、明瞭な 2 事例を得た(図 1)。従って、2014 年は放射線発生時の大気電場値を知るために計測器の校正を山頂で行った。大気電場データ、X バンドレーダーデータ等の複数のデータを用いた解析の結果、雷雲から発生する高エネルギー放射線の発生機構を説明する有力な説「逃走電子仮説」の概ね支持する結果を得ることができた。

3. 高高度放電現象の観測

2014 年は、前年の試験観測の結果を踏まえ観測方法を改善した結果、8 月 6 日に約 10 分間という短い時間間隔で、2 回にわたり世界的にみても観測事例の少ない「巨大ジェット」の撮影に成功した(図 2)。この画像からも分かるように、富士山山頂からの観測は地上観測に比べ広範囲が見渡せ、かつ、気圧が低く透明度も高いため、「巨大ジェット」と雷雲の結合部分である雲頂付近の一般に青く発光する領域まで鮮明にとらえられている。今回の「巨大ジェット」の発光継続時間は、それぞれ 540ms、480ms とこの種の現象としては長時間に及び、特に、初めの「巨大ジェット」の発光が終了した直後には、近傍別の場所から「ブルースターター」と思われる発光も観測された。この発光は、岩手県と宮城県の県境付近で発生していた雷放電活動に伴い発生したものであった。この他、ヘイローを伴ったスプライトやドーナツ型の形状をしたエルブスに加え、放電が雲頂を突き抜け、雲外に達する現象も観測された。2014 年の観測では、安定した観測ができたため多数の雷放電をとらえることができたが、全般的にはスプライトの観測事例数は少なかった。この原因は不明だが、一方で「巨大ジェット」等の貴重な現象の観測に成功し、実りの多い観測となった。



図 2 2014 年 8 月 6 日午後 10 時頃、富士山測候所から撮影された巨大ジェット。

4. 接地線に流れる雷電流観測

落雷現象の観測手段として、富士山測候所と山麓を繋ぐ接地線に流れる雷電流を、ログスキーコイルにより測定した。2013 年と同様に 2014 年も直撃雷による電流は無く観測できなかったが、富士山測候所周辺の落雷による電流を観測した。100 A を超えるパルスが観測され(図 3a)、また、その観測時間帯は大気電場にも相関があり(図 3b)、本測定が有効な落雷観測手段であることが示された。

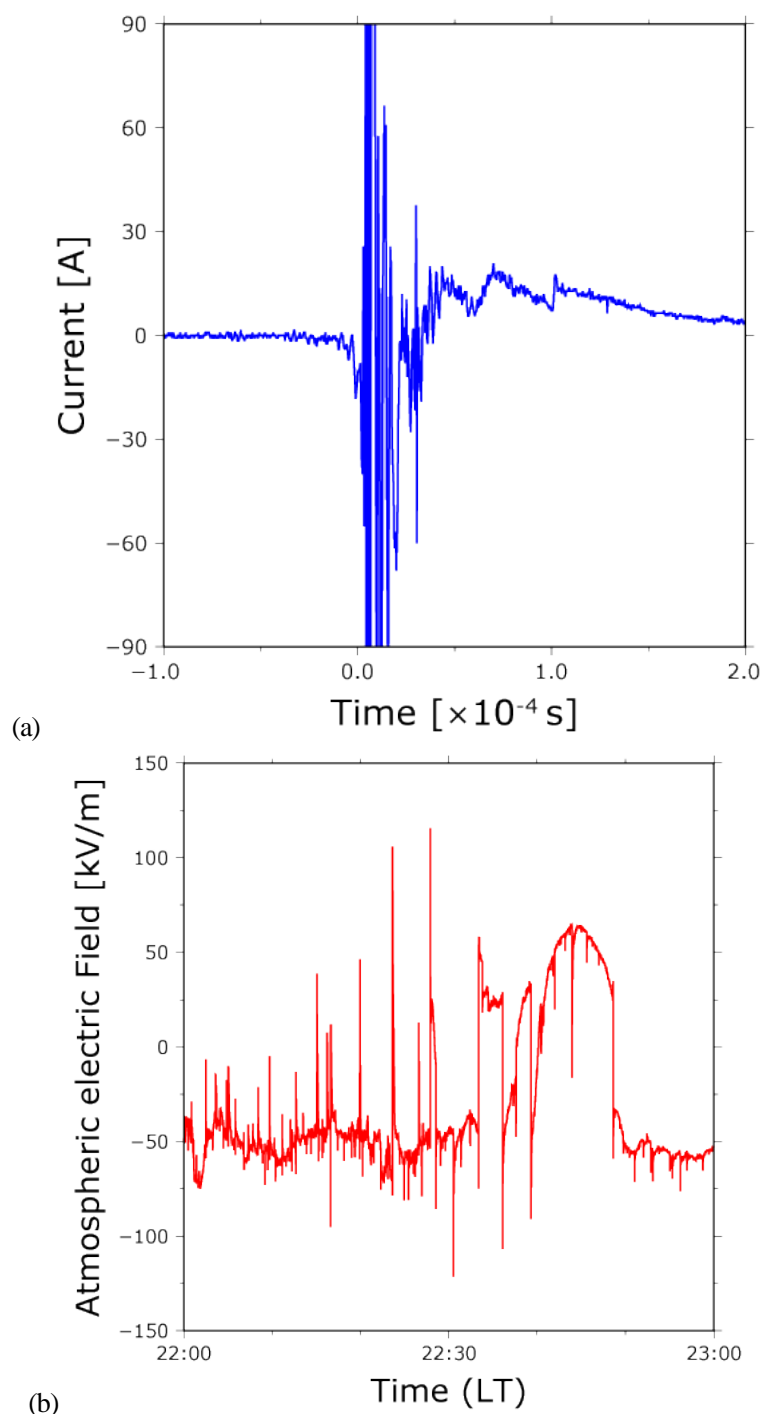


図3 (a) 計測された落雷時による測定電流例。2014/8/1 22:27 頃に発生した事象。(b) 2014/8/1 に山頂で測定された大気電場。パルス状の変化は山頂近傍の雷放電を示す。

5. 富士山測候所を利用した安全な雷観測に関する教材作成

2011年3月の福島第一原発事故による放射能物質の飛来の研究には、シミュレーションとの比較のため、高度方向のデータが貴重と考えられる。そのため、測候所の複数グループによる放射線の研究がなされ、山頂の福島原発事故由来の放射性物質の存在は検知できる範囲以下であると結論づけた(芙蓉の新風, Vol. 7, 2014)。複数の手法によって行われた前測定では、Cs134は検知限界以下であったが、サンプル量や検出時間が短かった可能性があるため、検知されなかったことも考えられる。このことを再検

討するために 2014 年はより高精度に放射性物質起源の弁別が可能となるゲルマニウム半導体検出器を山頂に設置した。その結果、富士山山頂で観測された放射線測定データを1か月積算することで、極めて微量の Cs134 のガンマ線を検知することができた(図 4)。

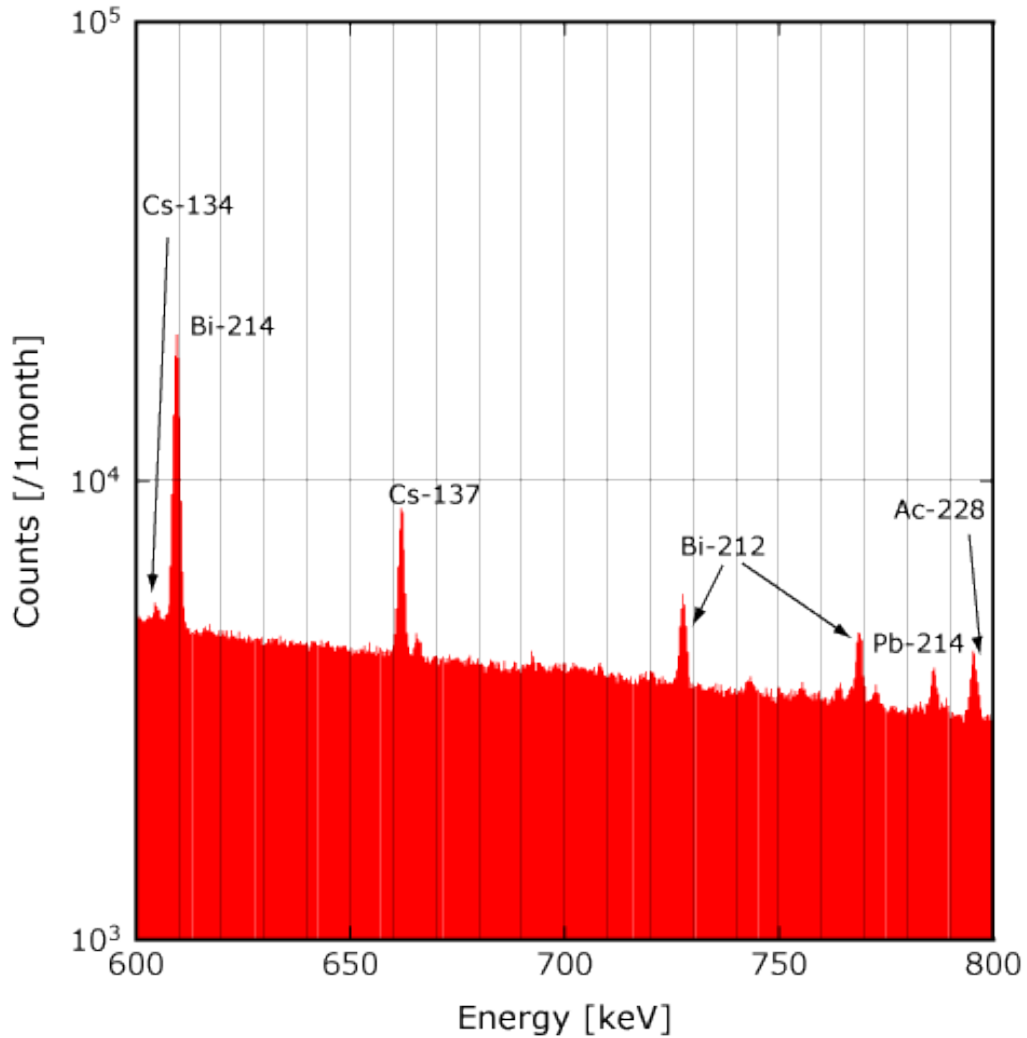


図 4 ゲルマニウム半導体検出器で測定されたガンマ線スペクトル。縦軸は 2014 年夏季 1 か月間のカウント数である。

参考文献

Torii, T., T. Sugita, S. Tanabe, Y. Kimura, M. Kamogawa, K. Yajima and H. Yasuda (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.

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.

*連絡先: 鴨川仁(Masashi KAMOGAWA)、kamogawa@u-gakugei.ac.jp