

O-07: 2015 年大気電気・雷研究の成果について

鴨川仁 (東京学芸大学), 大気電気・雷研究グループ

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。2015 年では 2014 年に引き続き次の 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太郎坊にて行った。本稿では、2015 年の成果を総括するとともに、今後への課題を提示する。

2. 結果の概略

詳細な結果は他の各講演にて述べるため本稿では、以下の概略のみ述べる。

(1). 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。2014 年は放射線発生時の二次校正された大気電場値を知るために計測器の校正を山頂で行った。2015 年では、この電場値が雷雲強電場起因のコロナ放電の遮蔽効果で減少しているかいなかを知るために山頂で大気イオン測定を行った。

(2). 高高度放電現象の観測

2015 年は、一昨年、昨年の観測結果を踏まえ観測方法をさらに改善した結果、8 月 2 日に 5 回、スプライトの撮影に成功した(図 1)。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、スプライトの全容が鮮明にとらえられている。この発光は、群馬県と栃木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。また 2015 年は、東京都小金井市と静岡県静岡市で VLF 帯電磁波の生波形の収録を行い、このスプライトの親雷の落雷波形も取得できている(図 2)。2 点 VLF 帯観測データから親雷の位置を推定したところ、山頂からの光学的結果とドコモ社の落雷データと整合的な結果を得ることができた。本研究は放送文化基金の助成で行われている。



図1 2015/8/2 19:43 頃、富士山測候所から撮影されたスプライト。

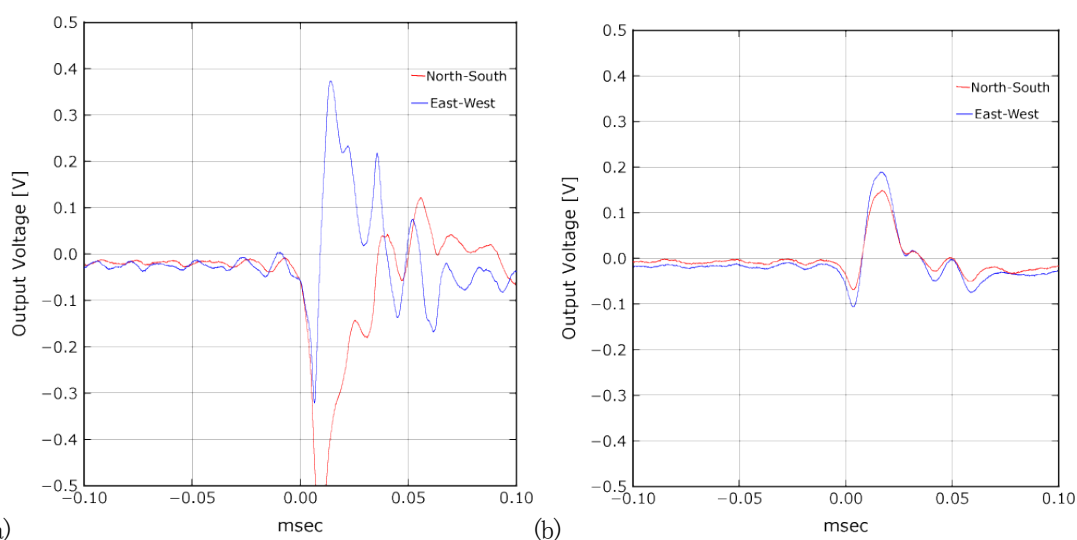


図2 (a)小金井市と(b)静岡市で取得された VLF 帯電磁波波形。縦軸は電圧、横軸は時間サンプリング周波数は 100 MHz)

(3). 接地線に流れる雷電流観測

富士山頂の雷現象解明と雷対策のため、山麓側接地極に繋がる測候所の接地線に流れる測候所被雷電流、および周辺雷による誘導電流の測定を続けている。この測定を自動化することで、測定漏れを無くし、また他の現象の測定とも同期させることにより、その測定結果も考え合わせて富士山頂のダイナミックな雷現象の解明を目的にしている。さらに、富士山頂のように被雷頻度が高く、高所で気圧が低く、および接地インピーダンスが岩盤で大きくなる等の環境下で使用する観測機器の安定な測定を可能にする雷対策方法の開発を目的に実施している。

本年度の観測では、2015年8月13日5時6分の富士山測候所への直近雷が解析事例の対象となった。フィールド・ミル(FM)による大気電場測定、ログスキーコイルによる雷サージ電流測定(図3)、高精度カメラによる雷映像、NTTドコモ社の雷データやVLF帯波形データなど、多種電磁氣的測定を用いて、雷放電現象について多角的に解析した。その結果から、本事例の雷は夏季の対地雷の9割を占める下向きを負極性落雷ではなく、上向き of 自発型負極性落雷の可能性があると示唆した。

本研究は、三井環境基金によって行われている。落雷光学データについては放送文化基金によって行われている。

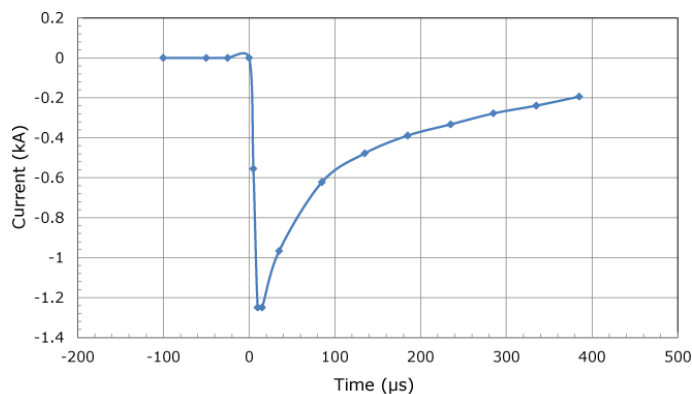


図3 測候所高圧ケーブル内蔵接地線観測電流

(4). 福島原発事故に関連する放射線観測

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。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、2015年には太郎坊に設置した。その結果、これらの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)。一方、太郎坊では明瞭なCs134が検知されている。

本研究は大学間連携による教員養成の高度化支援システムの構築—教員養成ルネッサンス・HATO プロジェクト—における放射線教育プロジェクトで行った。

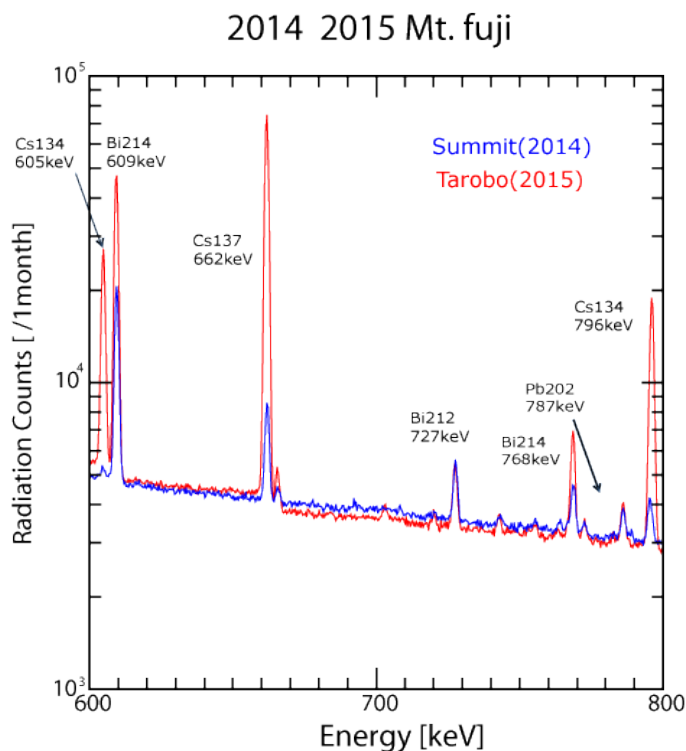


図4 ゲルマニウム半導体検出器で測定されたガンマ線スペクトル。縦軸は2014年(山頂)ないし2015年(太郎坊)夏季1か月間のカウント数である。

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