

2023年夏期観測における大気電気・雷研究 (SR04)

鴨川仁¹, 富士山雷研究グループ²

1.静岡県立大学グローバル地域センター自然災害研究部門, 2.NPO富士山測候所を活用する会

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。しかし以後の数年の測定の結果、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2023年も観測を行った。コロナ禍ゆえ夏期観測が中止になった2020年も太郎坊・御殿場などを活用し研究活動を続けた。

2023年でも富士山という場所を活用し大気電気に関連する諸現象の研究を行った。大気電気・雷チームは次の6のサブテーマ、①被雷対策具体化のために接地系と部材間の接続状況の調査および富士山山体を測定器とした上向き雷の研究、②雷雲・雷活動において発生する高エネルギー放射線、③スプライトをはじめとする高高度大気中における放電現象および雷放電測定、④新型広帯域大気電場測定機器の試験、⑤首都圏極端気象のモニタリング、⑥地吹雪時に発生する大気電場変動、を行った。本稿では、③のうち雷放電測定および、④についてふれる。①については本講演集の安本勝ら、②についてはDavid Smithら、③については鈴木智幸らの原稿を参照されたい。なお⑤及び⑥については本稿では触れないが、⑤については関連業績¹⁾がある。

2. 雷放電位置評定観測

Blitzortung.org (以下Blitzortung) は、到着時刻法に基づいて、VLF帯電波受信機で雷放電の位置検出するためのネットワークである²⁾。このネットワークは、低予算で多くのステーションを持つ雷位置ネットワークの確立を目指している。装置の価格は、電子パーツ代のみとなるが一式300ユーロ程度である。ただし、アンテナのハウジングは自ら用意する。ボランティアで参画を望むユーザーは、装置の部品を購入し、装置の組み立てを行うことで装置を希望する場所に設置できる。Blitzortungは、放電位置を特定するための計算サーバーを用意していることから、参画する複数のボランティアユーザーの受信局の相互のデータを用いて、位置標定を行う。参画しているユーザーは、位置標定したデータを無償で入手できる権利を有する。低価格であることと、設置が容易である利便性から、現在、全世界で数千台の機器が設置されていると予想される。本研究では、夏期に山頂、通年で御殿場、太郎坊、富士ヶ峰に設置し、富士山周辺の落雷検知率を上げるための設置を行った。2023年については夏期、富士山周辺では図1のような結果が得られた。2023年の特徴としては、2022年に続き山頂周辺に落雷が多く、この2年は過去16年にないとりわけ活発な雷活動状況であった。

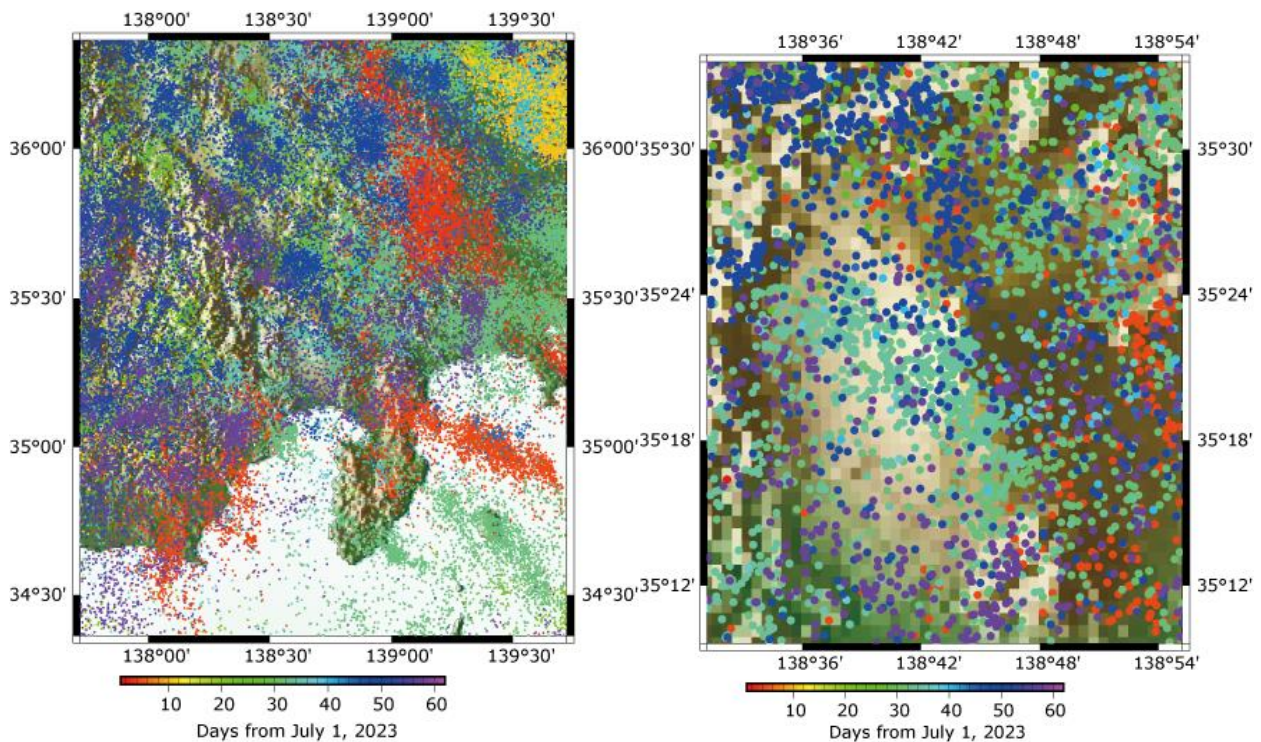


図1 Blitzortung.org によって検知された雷放電。左は富士山周辺、右は、富士山範囲内。



図2 一号庁舎屋根に設置した2種のフィールドミル

3. 大気電場観測

雷放電の発生については前節2で示したような落雷位置標定機器を用いるが、雷雲の存在を知るには、雷雲から発生する静電気を測定するのがよい。一般的にフィールドミルが使用される。晴天静穏時の地表での大気電場強度は約100 V/m程度と微弱であるが、富士山のような雷雲直下では100

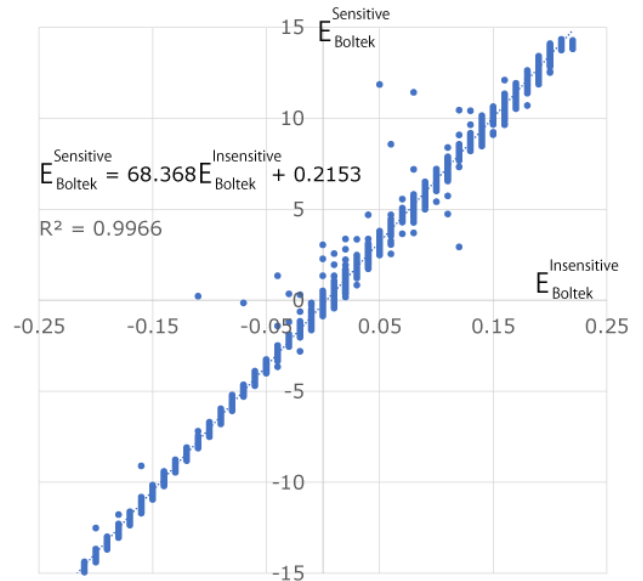


図3 Boltek社製フィールドミルの高感度と低感度の計測値の関係図（算出データは8月1日のものを使用）

kV/m以上に達するため、ワイドレンジに測定できる装置が必要である。さらに、フィールドミルをポールの上や建物屋上

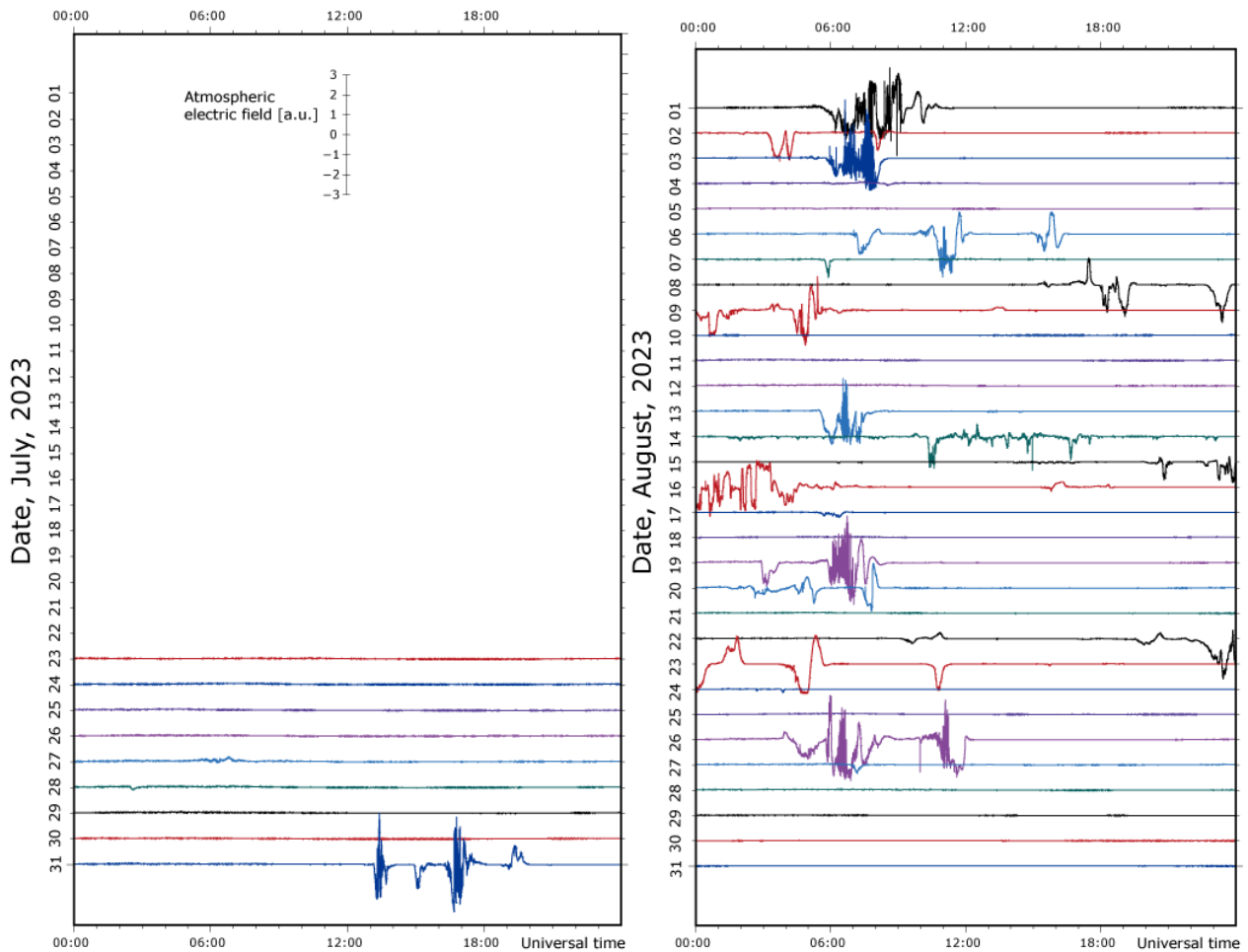


図4 2023年夏期観測中のフィールドミルの時系列データ

に設置した場合、周辺との凹凸の状況に応じて電場が集中することがあり、地表面に比べて数倍の電場強度になる場合がある。従来のフィールドミルで、計測飽和を起こすことなくこの問題に対応するには、以後に示すような感度の異なる複数台のフィールドミルによる同時測定が必要であった。そこで音羽電機工業株式会社は、1台のセンサーのみでワイドレンジ計測ができるフィールドミルを開発した³⁾。2023年は従来活用してきたBoltek社のフィールドミルとの比較をし、動作確認を目指す。本機器は、山頂で高感度および低感度に調整された2台のBolteky社製機器を山頂に設置している(図2)。後者のBoltek社製フィールドミルについては過去、晴天静穏時山岳日変化の山岳効果の解明などに貢献している⁴⁾。

まず図2(写真内左側に設置)にある2台の高感度と低感度のフィールドミルの関係を調べた。図3に示した2つの測定値の関係を調べた。この図3の関係図から、低感度の観測値は高感度の約68分の1であることがわかった。次に、雷雲の接近、発達によって発生する強電場を認識するために、観測期間中の低感度フィールドミルによる大気電場の時系列を図4に示した。その結果、図4に示されるように、2023年7月23日以降、欠測および測定値飽和なく動作が良好であることも確認できた。

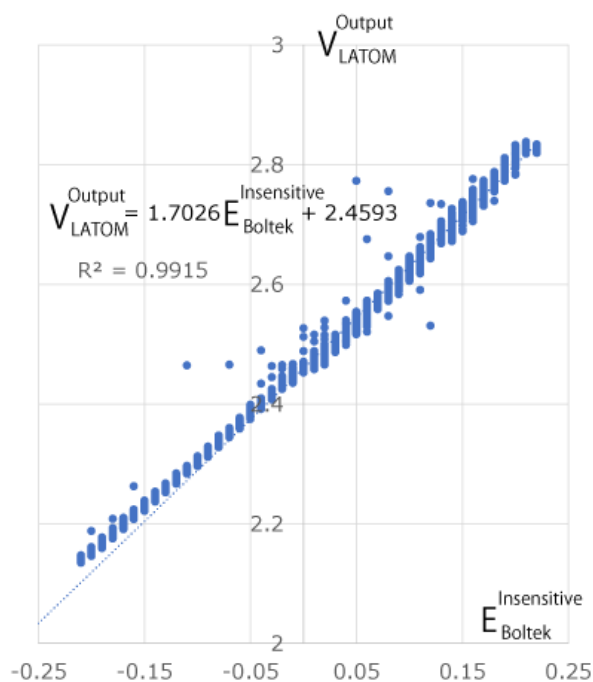


図5 Boltek社製フィールドミルの高感度と低感度の計測値の関係図(算出データは8月1日のものを使用)

次に、LATOM(図2における右側に設置)とBoltek社製低感度フィールドミルの計測値の比較を行った。図5は、測定値の比較を行っている。2つの相関は極めて良いが、負の大気電場において相関直線が正の大気電場のときと比べて、相関直線からわずかであるがずれているようにみえる。

4. おわりに

2023年の夏期観測においては、山頂において活発な雷活動を検知することができた。また、大気電場測定、雷放電位置標定観測ともに、良好な観測結果を残すことができた。

参考文献

- 1) Fujiwara, H., Okochi, H., Kamogawa, M., Suzuki, T., Hayashi, S., Sato, N., Orihara, Y., Matsumoto, J., Hamada, J-I., Murata, K., Yoshikawa, E., Kudo, T. (2023). Characteristics of hailfall and lightning in a splitting thunderstorm observed on May 4, 2019 in the Tokyo Metropolitan Area, Japan, *J. Atmos. Electricity*, **42**, 1-14.
- 2) Kamogawa, M., Suzuki, T., Fujiwara, H., Narita, T., Wanke, E., Murata, K., Nagao, T., Kodama, T., Izutsu, J., Matsuki, A., Tang, N., Minamoto, Y. (2023). Characteristics of the Blitzortung.org Lightning Location Catalog in Japan, *Atmosphere*, **14**, 1507-1507.
- 3) Kudo, T., Kamogawa, M. (2019). Development of electric field mill and initial results of ground-based field mill network observation. Proc. 11th Asia-Pacific International Conference Lightning, 1-4
- 4) Kamogawa, M, Suzuki, Y., Sakai, R., Fujiwara, H., Torii, T., Kakinami, Y., Watanabe, Y., Sato, R., Hashimoto, S., Okochi, H., Miura, K., Yasuda, H., Orihara, Y., Suzuki, T. (2015), Diurnal variation of atmospheric electric field at the summit of Mount Fuji, Japan, distinctly different from the Carnegie curve in the summertime, *Geophys. Res. Lett.*, **42**, 3019-3023. doi: 10.1002/2015GL063677.