

高高度放電発光現象および広域雷活動研究 (SR04-3)

鈴木智幸, 鴨川仁¹, 伊東耕二²

1. 静岡県立大学, 2. 所属無

1. はじめに

雷雲上空で発生する雷放電に起因する放電現象は、高高度放電発光現象と呼ばれている。これまでに、その発生高度、形状、成因等の違いにより、スプライト、エルブス、巨大ジェット、ブルージェット、ブルースターター等がこれまでに発見されている。日本においても、これまで発見された大多数の現象が観測されている。我々のグループでは、富士山山頂から高高度放電発光現象を撮影するため、2012年から3号庁舎外に高感度モノクロCCDカメラを複数台設置し、スプライト、エルブス、巨大ジェットの観測に成功してきた。また、2019年からは、高感度カラーFHD(フルハイビジョン)カメラも導入して観測を実施しており、画像には1ms単位のGPS時刻が挿入されていることから、雷位置標定装置の位置情報及び放電種別等の気象データと比較することで、雷雲がどのような状態のときに発生したのかについて詳細に知ることができる態勢が整えられている。昨年に引き続き世界規模の雷観測ネットワークであるBlitzortung.org(以下、ブリッツという)の観測センサーを山頂、太郎坊、御殿場、富士ヶ峰に設置した。また、2023年の観測においても、富士山山頂に高感度カメラを複数台設置して万全の態勢で臨んだ。しかし、2023年夏期は富士山山頂やその付近が雲や雷雲に覆われ観測ができなかったことが多く、結果として雲内の放電発光は観測できたものの、高高度放電発光現象の観測成果は皆無であった。一方で、富士山頂観測の補助観測として、協力者の観測点も含めると関東～東海にかけて、地上観測点を運用している。今回は、補助観測点で2023年夏期観測期間中に撮影された高高度放電発光現象および雷放電について紹介する。

2. 富士山頂からの高高度放電発光現象観測をサポートする地上光学観測

図1は、静岡県立大及び協力者が関東～東海に設置している地上観測点の配置である。観測点毎に、カメラの視野の違いはあるものの、北西から北東方向が観測方位となっている。東京都に2か所、静岡県に1か所の観測点があり、東京の観測点のうち1か所では、FHDカメラによる観測が行われている。また、すべての観測点においてGPS時刻が挿入された動画が撮影可能となっている。2022年夏期観測の成果発表会では静岡県内の企業と開発したFHDカメラ画像にGPS時刻を挿入する機材の導入及び富士山での観測について報告した。2023年夏期観測では、富士山山頂及び都内からGPS時刻が挿入されたFHD観測を行い、はじめてGPS時刻付きのブルースターター及びスプライトのFHD画像が得られた。

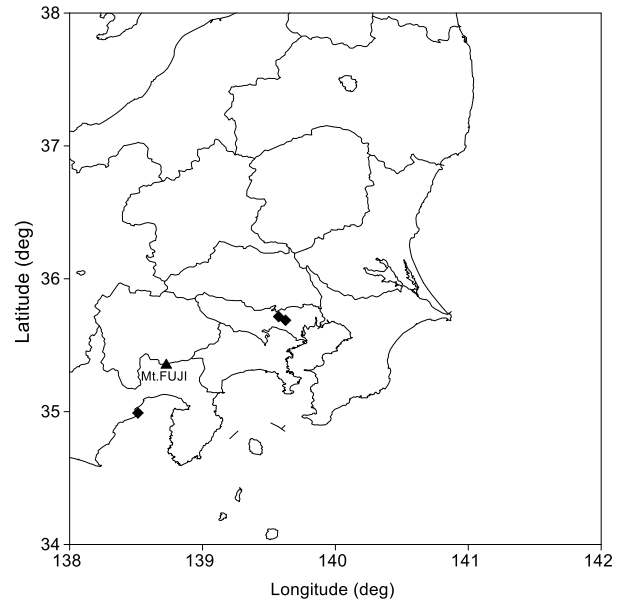


図1 富士山からの高高度放電発光現象観測をサポートする地上観測点の配置. ▲は富士山, ◆は富士山周辺に配置された光学観測点の配置を示す。

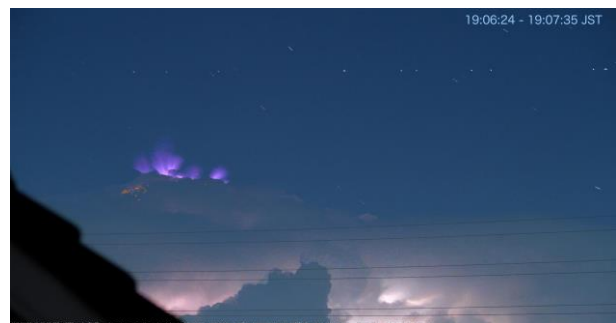


図2 2023/9/5 19:05:22.698JSTに観測されたブルースターター(上). 約1分間に観測されたブルースターターを重ね合わせた画像(下)。



図3 2023/9/5 にブルースターターを発生させた雷雲の広角画像

(1) 2024/9/5に北関東で発生したブルースターター

図2に2023/9/5にFHDカメラで観測されたGPS時刻付きの画像を示す(図2上). GPS時刻は画像の右下に挿入されている. この図では, 雷雲のオーバーシュートした雲頂から飛び出た逆円錐状に青というよりは紫色に近い発光のブルースターターがみられる. この日は, 19:03~19:15JSTの間に約50事例のブルースターターが観測された. 約1分間のブルージェットの画像を合成すると, すべてのブルースターターが雷雲の雲頂から飛び出していたことが分かる.

図3に同時刻の東京都内の別の場所から撮影された同じ雷雲の広角レンズを使用したモノクロ画像を示す. この画像は, 約6分の動画から切り出した画像で, ブルースターターの発生した時間帯では, 雷雲上部全体が明るく発光する場合や雲頂がオーバーシュートした対流の中心と思われる部分における明るい発光が, 非常に短い間に多数繰り返される, 非常に活発な雷発光が見られた(発表当日は, この動画を紹介する).

(2) 2024/8/26-27に発生したスプライト

東京都内から, この期間に, FHDカメラによってGPS時刻付きの約30事例のスプライトの画像が撮影され, これらは北陸から関西の広範囲で発生した可能性が高いことが分かった. 図4(上)にスプライトの一例を示す. この事例は, この日観測されたスプライトの規模としては, 大きな事例であった. 一方, 全景はとらえられていないため巨大ジェットと断定はできないが, 巨大ジェットが疑われる事例(図4中), その約100ms後に巨大ジェット発生後にみられる, 2次ジェットと思われる現象(図4下)がとらえられた.

(3) 2024/9/5に発生したスプライト

静岡県清水市から北方向に向けた高感度モノクロカメラによって北関東で発生したスプライトが観測された(図5).

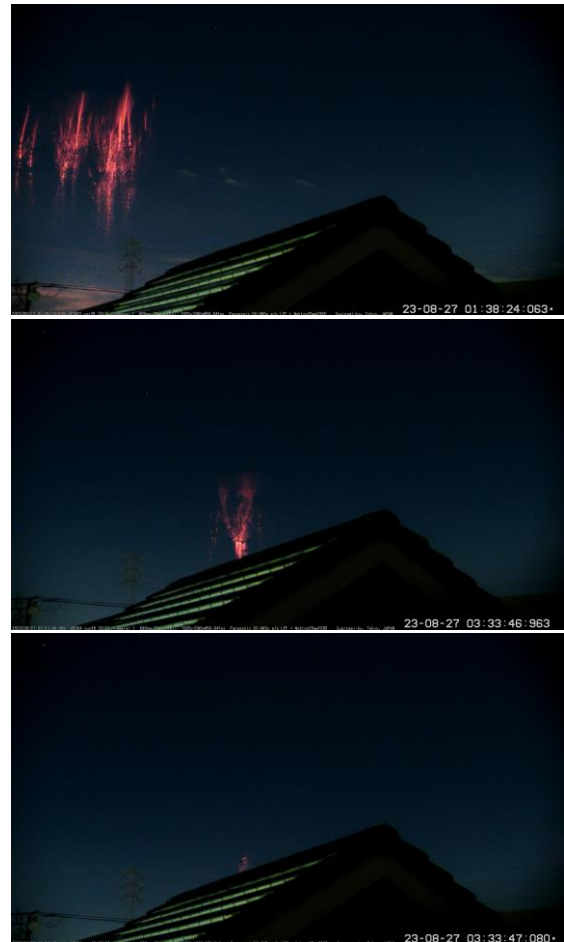


図4 2024/8/26-27に観測されたスプライト(上), 巨大ジェットと疑われる事例(中)及び巨大ジェットの2次ジェットが疑われる事例(下)

3. まとめ

2023年夏期は, 万全の態勢で臨んだものの富士山山頂から高高度放電発光現象をとらえることはできなかった. 一方で, 観測された日数は少なかったものの, 地上観測によって, 一昨年開発したGPS時刻インポーザーの高精度な時刻が挿入されたFHD画像が取得されたことは, 大きな収穫であった. 今後は気象データ等と組み合わせて, 高高度放電発光現象を発生させる雷雲をより詳細に解析する予定である.



図5 2023/9/5に観測されたスプライト