

富士山からの高高度発光現象の観測 2014 —富士山から見た巨大ジェット—

鈴木智幸¹、鈴木裕子¹、鴨川仁¹

1. 東京学芸大学

1. はじめに

活発な雷放電活動を伴う、比較的規模の大きな積乱雲によって、雷雲上空で発生する高高度放電発光現象は、世界中で確認されている。高高度瞬間放電発光現象のうち最も多くの観測されているのはレッドスプライトと呼ばれる現象である。これは高度 50 km～100 km の高高度で発生し赤色の発光であることから、遠距離からの観測が可能であるためだと考えられる。一方、ブルージェットや巨大ジェットは 50 km 以下の低高度に発生源があることによる地球の曲率の影響や発生源の雷雲近傍で、雷雲の「かなとこ雲」が観測地点上空を覆ってしまうことが多いことなどにより、よほどの好条件が重ならない限り、観測が困難な現象である。このためか日本における巨大ジェットの地上観測例は、夏冬あわせても数十例程度にとどまっている。この研究では、地上から巨大ジェットの全景をとらえるとともに、原因となる雷雲の構造等を明らかにするため、地上観測条件の良い富士山山頂からの観測を実施した。富士山山頂は、孤立峰であることや山頂高度が約 4000m と高いことから、全周囲を見渡すことができるため、高高度放電発光現象の全景をとらえられる可能性が高い場所と考えられることから、2012 年～2014 年夏季に富士山山頂に高感度 CCD カメラを設置して観測をおこなっている。今回は、2014 年夏季の観測結果を報告する。

2. 観測方法

富士山山頂に設置した高感度 CCD カメラは、GPS 時刻をスーパーインポザーで画面内に入力したのち、ブースターを介して分岐し、ハードディスクレコーダー及び IEEE1394 端子を持つハードウェアエンコーダーを通してパソコンに入力して動画を記録した。カメラは電源タイマーによって、ハードディスクレコーダーはタイマー録画機能を用いて、夜間のみ電源が入るようにした。パソコンに入力されたハードウェアエンコーダーからの動画は、動態監視ソフトウェア(UFO キャプチャー)により、画面内の輝度変化が設定閾値を超えた場合に前後 5 秒間を記録するようにして観測を行った。2012 および 2013 年夏季の富士山山頂観測で得られた知見を 2014 年では活かし、動作時間を長くさせることができた。

3. 観測結果

2014 年夏季は、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 1 は、富士山山頂から取得された超高感度の定点小型カメラによる画像である。富士山から撮影された 2 例(図 1(b), (d))の巨大ジェットは、雷雲雲頂付近から中間圏までの現象全体が鮮明に捉えられていた。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青く発光すると言われている領域までもが鮮明にとらえられていた。撮影方位角、落雷雷分布、雷雲エコーの分布から、これらの巨大ジェットは富士山から 300 km 以上離れた岩手県と宮城県の間境付近上空で発生していたものと推測された。今回の巨大ジェットの発光継続時間は、それぞれ約 500 ms および約 450 ms と長時間におよんだ。特に 1 例目の巨大ジェットの発光が終了した直後には、近傍からブルースターターと思われる発光も観測された(図 1(c))。さらに同日にはスプライト(図 1(a))と発生数は多いと思われるものの発光時間が非常に短いため撮影が難しいとされるエルプス(図 1(e))及び対空雷放電(図 1(f))の撮影にも成功した。

図 2 は、気象庁のレーダーエコー合成図(右:エコー強度、左:エコー頂)を示す。巨大ジェットが発生した付近には、長さ 100 km 程度幅 50 km 程度の対流性エコーが見られ、発生した時間帯には、最大エコー頂 15 km 以上、平均エコー頂は 10 km 以上にまで達した。この規模の雷雲としては雷放電活動が不活発であり、落雷のほとんどは負極性であった(図 2 docomo 環境ネットワークの落雷位置情報による)。

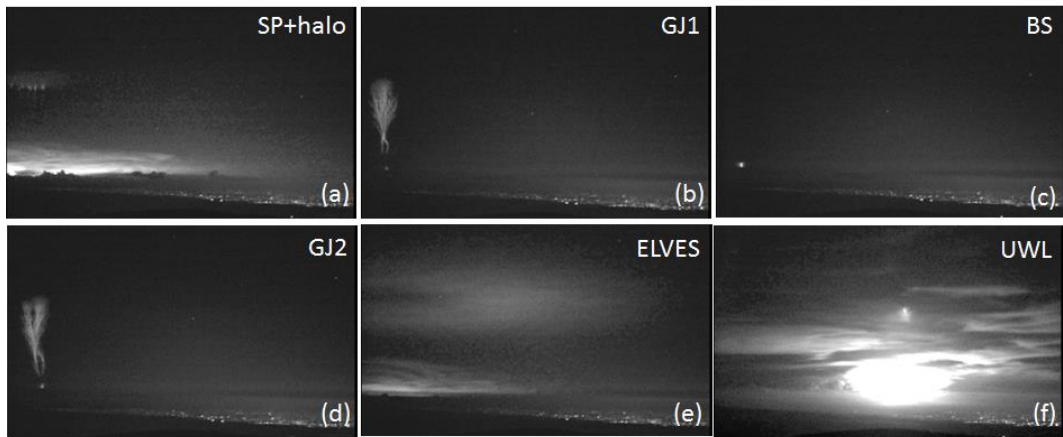


図1 2014年夏季に富士山から観測された高高度放電発光現象

(a)2014/08/06 11:37:03(UTC)のスプライトとヘイロー、(b) 2014/08/06 11:49:28(UTC)の巨大ジェット、(c) 2014/08/06 11:49:06(UTC)に撮影されたブルースターター、(d) 2014/08/06 11:58:48(UTC)の巨大ジェット、(e) 2014/08/06 12:48:45(UTC)のエルブス、(f) 2014/08/18 10:34:26(UTC)の対空雷放電

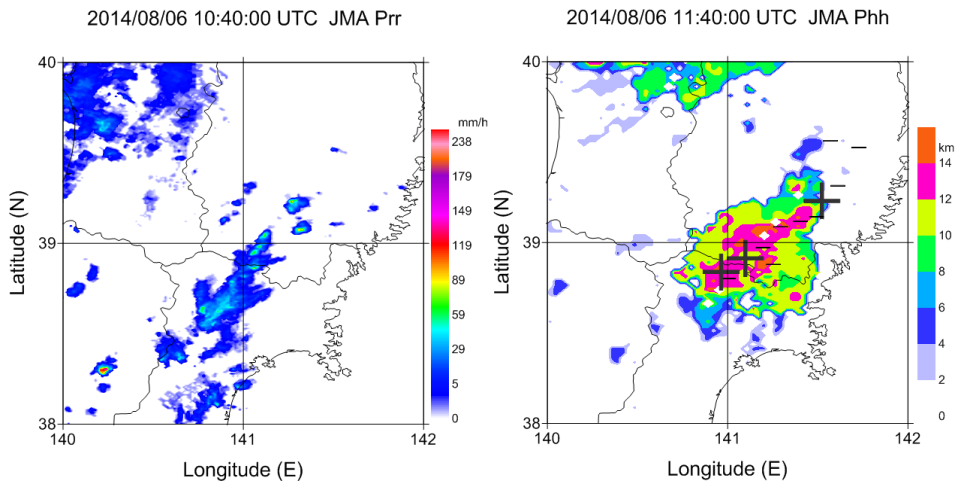


図2 気象庁レーダーエコー強度(左)およびエコー頂高度図(右)

右図の+及び—は、1130-1140UTCの間に観測された正及び負極性落雷位置を示す。

巨大ジェットを発生させた雷雲は、平均エコー頂の高い領域の面積が広いという特徴があった。

4. まとめ

スプライト、エルブス、対空放電では、原因となった雷放電により親雷雲全体が発光していることが分かる。一方、巨大ジェットやブルースターターでは、親雷雲の発光は見られない点が大きな違いである。これは、前者が対地雷に伴う現象であるのに対して、後者は雷雲内の電荷のみが関連する放電現象であることを示唆している。また、親雷雲は平均エコー頂が10 km以上まで達するよく発達した積乱雲であったことが分かった。今後は、雷雲エコーの時系列変化や雷放電の時系列変化と巨大ジェット発生との関係について解析を行っていく予定である。

*連絡先:鈴木 智幸(Tomoyuki SUZUKI)、tsuzuki@u-gakugei.ac.jp