

航空機からのハイスピードカメラ観測により明らかとなったスプライトストリーマの時間・空間進展機構

小林 縫 [1]; 佐藤 光輝 [2]; 高橋 幸弘 [3]; 工藤 剛史 [3]; 三宮 佑介 [3]; 井上 智広 [4]; Steanbaek-Nielsen H.[5]; McHarg M.[6]; Haaland R.[7]; Kammae T.[5]; Yair Y.[8]; Lyons W.[9]; Cummer Steven[10]
[1] 北大・理・地球惑星科学; [2] 北大・理; [3] 北大・理・宇宙; [4] 日本放送協会; [5] University of Alaska; [6] US Air Force Academy; [7] Fort Lewis Collage; [8] Open University; [9] FMA Research; [10] デューク大・電気コンピューター工

Spatial and Time Evolution of Sprite Streamers Derived from High-speed Camera Data in Aircraft Observation Campaign

Nui Kobayashi[1]; Mitsuteru SATO[2]; Yukihiro Takahashi[3]; Takeshi Kudo[3]; Yusuke Sanmiya[3]; Tomohiro Inoue[4]; H Steanbaek-Nielsen[5]; M. McHarg[6]; R. Haaland[7]; T. Kammae[5]; Y. Yair[8]; W. Lyons[9]; Steven Cummer[10]
[1] Earthsciences, Hokkaido Univ.; [2] Hokkaido Univ.; [3] CosmoSciences, Hokkaido Univ.; [4] NHK; [5] University of Alaska; [6] US Air Force Academy; [7] Fort Lewis Collage; [8] Open University; [9] FMA Research; [10] EC Dept., Duke Univ.

The occurrence conditions of sprites streamers still remain to be an unsolved problem after the discovery of sprites. Though the detailed spatial distributions and the time evolution of sprite streamers are the key parameters to identify the occurrence conditions, these characteristics are not so clear so far. For this purpose, we have conducted the optical observation campaign using high-speed cameras with a sampling rate over 8,000 frames per second (fps) from two jet aircrafts in summer US. In this campaign, we succeeded to capture sprite images for 28 events simultaneously by the high-speed cameras in each aircraft. We have analyzed one of these events, which was obtained at 08:54:13UT on July 5, 2011. In this event, sprites columns were induced by two positive cloud-to-ground (+CG) discharges. First, three sprite columns were excited by 1st +CG discharge, and then the 2nd +CG discharge occurred 202 ms after 1st CG and induced totally 10 sprite columns. It is found that three columns induced by 1st +CG were brightened again by the occurrence of the 2nd +CG and preceded other sprite columns. It is also found that the columns induced by 2nd +CG located asymmetrically to the parent CG, and that the three columns containing upward streamers branches were located within 20 km of the parent CG. It is first identified that the longer the distance between sprite columns and the parent CG becomes, the higher the initiation altitude becomes. This result may be explained by the spatial gradient of the quasi-electrostatic field produced by the parent CG discharge.

雷雲地上間放電に伴って発生するスプライトと呼ばれる高高度放電発光現象は、1989年の発見以来さまざまな地上・航空観測がこれまでに行われてきた。しかし、その時間的・空間的發展や発生条件については未解明な部分が多く、それらに深く関わる詳細な水平空間分布も未だに明らかになっていない。そこで本研究の目的は、航空機から複数台のハイスピードカメラを用いた光学観測を実施し、得られた観測データからスプライトの立体構造を三角測量により明らかにし、スプライトカラムの水平空間分布と高度、速度などの物理量を、詳細かつ定量的に明らかにすることである。北海道大学のグループは、NHK、アラスカ大学フェアバンクス校などと協力し、2011年夏季に北米コロラド州にてスプライト航空機観測キャンペーンを実施した。この観測キャンペーンでは、世界で初めてとなる2機の航空機からのハイスピードカメラを用いた同時観測を行った。本キャンペーンでは、合計28イベントのスプライトが2機の航空機からのハイスピードカメラによって同時観測された。その内、7月5日08:54:13UTに観測された1つのイベントについて三角測量を行い、水平空間分布を特定した。このイベントでは+CGが202ms秒間隔をもって2度発生しており、1度目の+CGにより生成した3本のカラムが2度目の+CGで再発光していることがわかった。また、2度目の+CGで新たに発生したカラムについて次のことが明らかになった。(1)10本におよぶ複数のカラムの水平分布は親雷放電の発生位置に対して対称にはならず、ある方向に偏在している。(2)それらのうち上向きストリーマを伴う3本のカラムは、+CGから20km以内で発生している。(3)さらに、親雷放電近傍で発生した4つのカラムについて調べたところカラム発生位置が親雷放電に対して、16, 22, 29, 34kmと遠ざかるにつれ、カラムの上端高度が77, 79, 79, 91kmと上がっていき、カラムの下端高度も71, 74, 75, 77kmと上がっていく。(4)ストリーマの鉛直進展速度は親雷放電から遠ざかるにつれ、8.8, 7.8, 6.0, 5.4×10^6 m/sと小さくなる。これらの結果は、親雷放電が生起する準静電場の水平方向の強度分布によって引き起こされたと考えられる。