

スプライトストリーマの水平空間分布と発生高度の関係

小林 縫 [1]; 佐藤 光輝 [2]; 高橋 幸弘 [3]; 工藤 剛史 [3]; 井上 智広 [4]; Cummer S.[5]; Steanbaek-Nielsen H.[6]; McHarg M.[7]; Haaland R.[8]; Kammae T.[6]; Yair Y.[9]; Lyons W.[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] Duke University; [6] University of Alaska; [7] US Air Force Academy; [8] Fort Lewis Collage; [9] Open University; [10] FMA Research

Relationship between horizontal distributions and occurrence altitudes of sprite streamers

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

Recent high-speed camera observations of sprites from the ground brought the new finding about the detailed spatial and temporal development of sprite streamers. However, the three-dimensional structures of sprite streamers are still unclear since the simultaneous measurements of sprites from the multiple observation sites were not fully carried out so far. Both the detailed three-dimensional spatial structures and the temporal evolution of sprite streamers are the key parameters to clarify the occurrence conditions. In order to identify the detailed spatial and temporal evolution of sprite streamers, we have conducted an optical observation campaign using high-speed cameras from two jet aircrafts in summer US. In this campaign, we succeeded in capturing sprite images for 28 events using the high-speed cameras with a sampling rate over 8,000 fps at each aircraft simultaneously. From these image data, we have performed a triangulation analysis to estimate horizontal distribution and vertical extent of the sprite streamers and have succeeded in analyzing 8 columniform sprites events. In the 4 of 8 events, it is identified that the longer the distance between the sprite columns and the parent CG discharges becomes, the higher the bottom altitude of columns becomes. Furthermore, in the 2 events of them, the longer the distance between sprite columns and the parent CG discharges becomes, the slower the speed of downward streamer tips becomes. These results are the first clear observational evidence showing the radial gradient of the quasi-electrostatic field produced by the parent CG discharge. On the other hand, in other 4 events, there is no clear relationship between the distance from the parent CG discharges location derived from NLDN data and the bottom altitude of the sprite columns. This result may imply that the location of return strokes would be different from the center of the charge distribution neutralized by CG discharges.

ハイスピードカメラの観測により、スプライトストリーマの詳細な時間発展が明らかになりつつある。一方で、スプライトを他点から同時撮像した観測は少なく、その立体構造は明らかにされていない。スプライトの時間空間発展を明らかにすることは、スプライトの発生条件を求める上で非常に重要である。そこで本研究の目的は、航空機から複数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に対して三角測量解析を行い、スプライトカラムの水平空間分布、高度、速度などの物理量を詳細かつ定量的に求めることである。そしてスプライトの詳細な時空間変動の特徴を明らかにし、発生条件を明らかにすることが最終的な目標である。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年夏季にコロラド州を中心とした中部大平原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機の航空機のハイスピードカメラによって同時観測された。その中でも解析に適した8つのカラム型スプライトイベントについて三角測量を行い、各カラムの水平空間分布、下端高度、さらに下方伝搬速度、太さ、三次元立体構造を求めた。全8イベント中4イベントでは、CGからの位置のずれが大きくなると、下端高度が高くなるという相関関係がみられた。また、2イベントでは、CGからの位置のずれが大きくなると、下方進展速度が小さくなるという関係もみられた。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の勾配によって引き起こされたと考えられる。一方で、残りの4イベントでは、CGからの距離と下端高度の間に相関関係はみられなかった。この原因として、NLDNによって検出される帰還雷撃位置と実際に中和された電荷分布の中心位置が異なっているということが考えられる。そこで、後者4イベントについて、電荷分布の中心位置を推測するために、カラムまでの距離と下端高度との間に相関関係を示す任意の点を探した。その結果、相関関係を示す点が、各イベントにおいてNLDNによる帰還雷撃位置から最小でおよそ20 km離れた位置でみつかった。この結果は、過去にVHF干渉計で観測された電荷分布の中心位置と帰還雷撃位置のずれの水平距離と一致している。