

FORMOSAT-2/ISUAL で観測されたスプライトの発光強度と落雷の電気的特性

吉田 暁洋 [1]; 高橋 幸弘 [1]; 佐藤 光輝 [2]; 足立 透 [3]; 近藤 哲志 [4]; 笠羽 康正 [5]; 福西 浩 [1]; Hsu Rue-Ron[6]; Su Han-Tzong[6]; Chen Alfred Bing-Chih[6]; Frey H.U.[7]; Mende S.B.[7]; Lee Lou-Chuang[8]
[1] 東北大・理・地球物理; [2] 理研; [3] 京大 RISH; [4] 東北大・理・地球物理; [5] 東北大・理; [6] 台湾成功大・物理; [7] U.C.Berkeley; [8] NSPO

Luminous intensity of sprite observed by FORMOSAT-2/ISUAL and electrical characteristics of parent lightning discharges

Akihiro Yoshida[1]; Yukihiro Takahashi[1]; Mitsuteru Sato[2]; Toru Adachi[3]; Satoshi Kondo[4]; Yasumasa Kasaba[5]; Hiroshi Fukunishi[1]; Rue-Ron Hsu[6]; Han-Tzong Su[6]; Alfred Bing-Chih Chen[6]; H.U. Frey[7]; S.B. Mende[7]; Lou-Chuang Lee[8]
[1] Dept. of Geophysics, Tohoku Univ.; [2] RIKEN; [3] RISH, Kyoto Univ.; [4] Geophysics, Tohoku Univ.; [5] Tohoku Univ.; [6] Cheng Kung Univ.; [7] U.C.Berkeley; [8] NSPO

Sprite is a transient luminous phenomenon in the mesosphere, induced by lightning discharges. Since its discovery in 1989, many optical and electromagnetic observations clarified its variations in shape and in physical processes. However, due to the atmospheric absorption and scattering, it is difficult to discuss its luminous intensity and relationships to the parent lightning.

The ISUAL instrument on board the FORMOSAT-2 satellite consists of an imager, a spectrophotometer, and an array photometer. The array photometer has sixteen channels arrayed in vertical, and it can measure temporal and vertical structure of sprites.

Tohoku University operates worldwide ELF observation network, consisting of 4 observation sites located at Syowa in Antarctica, Onagawa in Japan, Kiruna in Sweden, and California in US. Each sensor records ELF waveforms in the wavelength range of 1-100 Hz continuously. We can estimate the lightning location and charge moments for intense lightning events, which are the important parameters to investigate the characteristics of parent lightning discharges of TLEs such as sprites and jets.

We estimate lightning charge moment from ELF data and sprite luminous intensity from array photometer data. We analyze 10 events of carrot sprites and show there is positive correlation between luminous intensity and lightning charge moment. We will discuss sprite luminous intensity, and its relationship lightning characteristics.

スプライトは雷雲地上間の落雷放電に伴って発生する高度 50-90km での放電現象である。1989 年の発見以来、その発光形態やそれを誘起する落雷の特性など様々な研究がなされてきた結果、およそ 600 Ckm 以上の大きな電荷モーメントを持つ落雷によって誘起されることや、微細な構造を持つストリーマタイプやぼんやりとしたパンケーキ状の構造を持つヘイロータイプなどがあることが分かっている。このように、発光形態や物理的な発光プロセスなど様々な研究がなされてきたが、地上観測では大気散乱や吸収の影響により、発光強度に関する議論をすることは難しかった。

FORMOSAT-2 衛星搭載 ISUAL 観測器はイメージャー、スペクトロフォトメータ、アレイフォトメータの三台から構成され、9:30-21:30 LT の太陽同期極軌道から夜側方向をリム観測している。アレイフォトメータは鉛直方向に 16 チャンネルの視野をもつ他チャンネルフォトメータで、青 (360-470 nm) 赤 (520-750 nm) 二種類のフィルターを使用し、スプライト及び雷の散乱光を観測している。鉛直方向に多チャンネル有していることで、また 2 kHz および 20 kHz という高速なサンプリングにより、空間的かつ時間的なスプライトと雷光の分離が可能となる。このアレイフォトメータデータを利用することで、大気減光の影響を受けずにスプライトの発光強度を算出することができる。

一方、東北大学では南極昭和基地、宮城県女川、スウェーデンのキルナ、それに米国カリフォルニアに ELF センサーを設置し、1-100 Hz の電磁波動現象を常時連続で波形記録している。ELF 帯の電磁波はその低い減衰率と導波管伝播する性質から全球へ伝播していくため、これら 4 カ所のネットワークで取得されたデータを解析することで、全世界で起きている電荷モーメントが数 100 Ckm 以上の大規模落雷について、その発生位置と電荷モーメントを推定することが可能である。

今回、我々はスプライトの発光強度と電荷モーメントとの比較を行った結果について報告する。小さい誤差で発光強度を算出できるものとして、ISUAL により観測されたキャロット型スプライトのうち、任意の 10 イベントについて解析したところ、その時空間的に積分された発光強度とそれを誘起した落雷の電荷モーメントには正の相関があることが示された。また、発光高度での電場の指標となる青/赤比についても電荷モーメントと正の相関が見られることが分かった。これは雷雲上空に作られる電場が電荷モーメントに比例していると考えられ、またその電場によりスプライトの明るさが決定するという、矛盾のない結果と言える。また、これらの関係が定量的に示されたのは今回が初めてである。本発表ではアレイフォトメータのデータによりスプライトの発光強度について明らかにし、スプライトをヘイロー、キャロット、カラムの三種類に分けそれぞれの発光強度と電荷モーメント等の落雷の特性との関係について議論する。