

## FORMOSAT-2/ISUAL で観測されたスプライトの発光形態と それを誘起した雷放電の電気的特徴

\*足立 透<sup>1</sup>、福西 浩<sup>1</sup>、高橋 幸弘<sup>1</sup>、山本 桂<sup>1</sup>、R. R. Hsu<sup>2</sup>、H. T. Su<sup>2</sup>、A. B. Chen<sup>2</sup>、  
S. B. Mende<sup>3</sup>、H. U. Frey<sup>3</sup>、L. C. Lee<sup>4</sup>

(1: 東北大・理、2: 台湾国立成功大、3: カリフォルニア大、4: 台湾 NSPO)

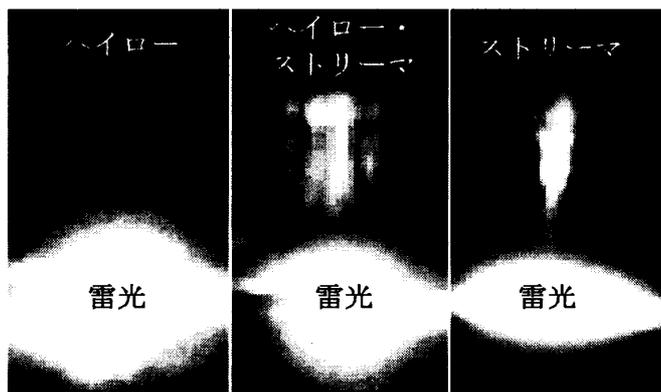


図 FORMOSAT-2/ISUAL で観測されたスプライトの形態。(左) ハイロー、(中) ハイロー・ストリーマ、(右) ストリーマ。

スプライトは、雷雲地上間放電に伴って高度 40 km から 85 km の中間圏に発生する超高層大気放電現象である。過去の精力的な撮像・フォトメータ観測は、スプライトの詳細な時空間構造を明らかにしてきた。*Gerken et al.* [2002] は望遠鏡を用いた観測を行い、約 80 km 以下の高度領域では、スプライトが半径~100 m の多数の微細構造からなることを明らかにした。現在、この微細構造はストリーマ放電であると考えられている [*Pasko et al.*, 1998; *Liu and Pasko*, 2004]。その一方で、80 km 以上の高度領域には、水平スケール約 80 km のぼんやりとした発光であるスプライト・ハイローがしばしば観測される [*Barrington-Leigh et al.*, 2001; *Miyasao et al.*, 2002]。これまでのところ、スプライト・ハイローとストリーマは独立な現象である事が明らかであるが、それぞれの発生を決定づける雷放電のパラメータは解明されていない。そこで、本研究では、FORMOSAT-2 衛星搭載 ISUAL 観測器と地上 ELF 帯磁場観測ネットワークで得られたデータを解析し、それぞれの発生に本質的な物理パラメータを明らかにする。

ISUAL はイメージャ、アレイフォトメータ、スペクトロフォトメータから構成される。主に解析に使用したアレイフォトメータは、2 台のフォト

メータを搭載し、それぞれ 360-470 nm と 520-750 nm の 2 種類の波長域を同時に観測する。各々は鉛直方向に 16ch の視野と 50 あるいは 500 マイクロ秒の高い時間分解能を有するため、雷とスプライトの発光を区別して、その時空間変動を観測することができる。ELF 磁場観測装置は南極昭和基地 (39.506° E, 69.018° S)、東北大学惑星圏女川観測所 (141.483° E, 38.433° N)、エスレンジ観測所 (21.100° E, 67.883° N) に設置されている。サーチコイル磁力計をセンサーに用いたシステムは、雷から放射される電磁波の 1-400 Hz の周波数帯における磁場変動を観測する。我々は、ISUAL 観測器のデータを用いて、スプライトの形態や発光強度の時間変化を推定する。さらに、ELF 磁場観測ネットワークのデータから、スプライトを誘起した雷放電の総電荷モーメント (電荷量と高度の積) を推定する。

2004 年 7 月 4 日から 2005 年 11 月 20 日に観測されたスプライト 254 例のうち、アレイフォトメータと ELF 磁場観測装置によって明瞭なシグナルが捉えられた 69 例のイベントを解析に使用した。イメージャ・データによって形態の分類を行ったところ、ハイローが 15 例、ストリーマが 25 例、両者が伴うハイロー・ストリーマが 29 例であった。アレイフォトメータから得られる発光の時間変化と、ELF 観測から得られる総電荷モーメントのデータを組合せて、それぞれの分類における電荷モーメントの時間変化を推定した。

その結果、時定数が~1 ms と短い場合、電荷モーメント~400 C-km の雷でハイローが、1000 C-km の雷でハイローに加えてストリーマが発生する事が明らかになった。一方で、雷の時定数が~10 ms と長く、電荷モーメント~1000 C-km と大きい場合は、ストリーマのみが発生する事が明らかになった。得られた結果は、ストリーマの開始に必要な、時間に依存しない絶縁破壊電場強度と、ハイローの発光に必要な、時間と共に増加する臨界電場強度を用いて説明することができる。