

## FORMOSAT-2/ISUAL 観測によって得られたスプライトの電気力学過程

## Electrodynamical processes in sprites derived from FORMOSAT-2/ISUAL measurements

# 足立 透 [1]; 福西 浩 [2]; 高橋 幸弘 [2]; Hsu Rue-Ron[3]; Su Han-Tzong[3]; Chen Alfred Bing-Chih[3]; Mende S.B.[4]; Frey H.U.[4]; Lee Lou-Chuang[5]

# Toru Adachi[1]; Hiroshi Fukunishi[2]; Yukihiro Takahashi[2]; Rue-Ron Hsu[3]; Han-Tzong Su[3]; Alfred Bing-Chih Chen[3]; S.B. Mende[4]; H.U. Frey[4]; Lou-Chuang Lee[5]

[1] 京大・RISH; [2] 東北大・理・地球物理; [3] 台湾成功大・物理; [4] U.C.Berkeley; [5] NSPO

[1] RISH, Kyoto Univ.; [2] Dept. of Geophysics, Tohoku Univ.; [3] Cheng Kung Univ.; [4] U.C.Berkeley; [5] NSPO

スプライトは、雷雲地上間放電に伴って高度 50-90 km の中間圏に発生する放電現象である。近年の地上光学・電磁波観測は、スプライトやそれを誘起する雷雲地上間放電の特徴を明らかにしてきた。しかしながら、大気減光効果の不確定性のためにスプライトの正確な発光スペクトルを見積る事はできず、内部の詳細な電気力学過程も未だ明らかになっていない。そこで、本研究は、FORMOSAT-2 衛星搭載 ISUAL 観測器アレイフォトメータを用いて、全球に発生するスプライトの時空間構造と発光スペクトルを正確に観測し、内部の電気力学過程を解明することを目的とする。

アレイフォトメータは 340-480 nm (青) と 510-750 nm (赤) の波長域を観測する 2 つの光学系からなる。センサーとして用いた多チャンネル光電子増倍管は鉛直に 16 の視野を有しており、衛星から 3106 km の距離に位置する地球のリムを観測する場合、その鉛直空間分解能は約 14 km に相当する。データ取得はトリガー方式で行われ、初期の 18 ms の間は 50 マイクロ秒の時間分解能で、後続の 222 ms の間は 500 マイクロ秒の時間分解能でデジタルデータに変換される。ISUAL は衛星が地球の夜側を飛翔する時に、その進行方向に垂直な地球リム方向の発光を観測し、地球の自転に伴って 1 日に 1 度全球をサーベイする事ができる。2004 年 7 月 4 日から 2005 年 6 月 25 日の期間に、ISUAL は 482 例のスプライトを観測した。観測されたスプライトを発光形態の違いによって分類したところ、ヘイローが 128 例、ストリーマが 206 例、及びヘイロー・ストリーマが 126 例であった。

アレイフォトメータによって観測された発光強度の青/赤比を用いて、電場強度の時空間変化を推定した。得られた電場強度は約 75 km に明瞭な遷移を有しており、スプライト上部の構造が見られない Diffuse 領域から下部の微細構造が見られる Structured 領域への形態遷移高度に対応する事が明らかになった。Diffuse 領域における電場強度は絶縁破壊電場強度 ( $E_k$ ) の 0.6-0.8 倍の値であった。これは、大気分子がイオン化を伴わずに励起・発光する事が可能であるという理論予測を支持する結果である。その一方で、Structured 領域における電場強度は 1-2  $E_k$  の値となり、強いイオン化が起こっている事が確かめられた。しかしながら、単体のストリーマを扱ったモデルの予測値に比べると数倍程度小さい値であり、理論値と観測値に相違が認められた。これらの相違は、スプライトの内部に存在する上方分岐構造の下部領域やビーズ構造といった、長期間持続する発光構造に起因すると結論付けられた。本研究で得られた結果は、スプライトの巨視的な形状を理解する上で、単体のストリーマを扱うモデルは不十分であり、複数のストリーマを相乗的かつ総括的に扱った新たな理論的枠組みが必要である事を示唆するものである。さらに、雷放電の電気的性質を明らかにするため、アレイフォトメータによって得られた光学データと ELF 帯の磁場強度データを用いて、雷の電荷モーメントの時間変化を推定した。時定数が約 1 ms と短い場合、約 400 C-km の電荷モーメントを有する雷放電はヘイローのみを誘起するのに対し、約 1000 C-km の電荷モーメントを有する雷放電は、ヘイローに加えてストリーマも誘起する事が明らかになった。その一方で、時定数が約 10 ms と比較的長く、また約 1000 C-km の大規模な電荷モーメントを有する雷放電は、ストリーマのみを誘起する事が明らかになった。得られた結果は、ストリーマの発生に不可欠な時間変化しない絶縁破壊電場強度と、ヘイローの発生に必要な時間と共に増加する臨界電場強度を用いて解釈される事が明らかになった。

本講演では、これらの解析によって得られた知見に基づき、地域・季節依存性の観点からも議論を行う。