

SPRITE-SAT と地上観測連携によるスプライト現象解明の戦略

高橋 幸弘 [1]; 坂野井 健 [2]; 笠羽 康正 [3]; 佐藤 光輝 [4]; 高島 健 [5]; 吉田 和哉 [6]; 坂本 祐二 [7]; 氏家 恵理子 [8]; 近藤 哲志 [8]

[1] 東北大・理・地球物理; [2] 東北大・理; [3] 東北大・理; [4] 北大; [5] 宇宙研; [6] 東北大・工・航空宇宙; [7] 東北大・工・航空宇宙; [8] 東北大・理・地球物理

Strategy of coordinated observation of sprites with SPRITE-SAT and ground-based instruments

Yukihiro Takahashi[1]; Takeshi Sakanoi[2]; Yasumasa Kasaba[3]; Mitsuteru Sato[4]; Takeshi Takashima[5]; Kazuya Yoshida[6]; Yuji Sakamoto[7]; Eriko Ujiie[8]; Satoshi Kondo[8]

[1] Dept. of Geophysics, Tohoku Univ.; [2] PPARC, Grad. School of Sci., Tohoku Univ.; [3] Tohoku Univ.; [4] Hokkaido Univ.; [5] ISAS/JAXA; [6] Dept. Aeronautics and Space Eng., Tohoku Univ.; [7] Aerospace Engineering, Tohoku Univ.; [8] Geophysics, Tohoku Univ.

Quasi-electrostatic (QE) model for sprite generation, suggested firstly by Stanford University in 1990s, explains the fundamental conditions of sprite occurrence successfully. However, the simplified numerical simulations based on QE model cannot reproduce some important aspects of sprite structures: long time lag from parent lightning up to few 100 ms, large variety of the number of columns, large horizontal distribution of columns, large horizontal displacement from parent lightning. Keys to solve these problems would be the measurements of horizontal distribution of sprite columns from space and simultaneous recording of electromagnetic pulse including horizontal component. SPRITE-SAT, the 50-kg class micro-satellite developed mainly by Tohoku University, is the first satellite to conduct such observation as well as the detection of terrestrial gamma-ray flashes (TGFs). In this project the ground-based VLF network will also be constructed in Asian region collaborating with other countries, since it will provide essential information on characteristics of parent lightning discharge. The strategy for pinpointing the generation mechanism of sprites will be discuss in this presentation.

This research is supported by grants-in-aid for scientific research No. 19002002.

スプライトの発見から 20 年近くが経とうとしている。これまでに地上、人工衛星、大気球からの観測と数多くの数値シミュレーションによって、その成因が精力的に研究されてきた。なかでも、1990 年代半ばに提唱された準静電場モデル (QE モデル) は、スプライト発生を決定する最も有力な説として多くの検討がなされてきた。最近では、東北大学が FORMASAT-2 衛星搭載に搭載したフォトメータ (ISUAL/AP) のデータと地上での ELF 落雷電波観測に基づき、落雷から期待される上空の準静電場とスプライト発光強度との間に強い相関を見いだす等、モデルの有効性を支持する結果が報告されている。その一方で、単純な QE モデルでは説明できない特徴が数多く残されている。シンプルな QE モデルでは、スプライトは落雷直後 (数 ms 以内) に、落雷地点の真上に 1 本だけの放電ストリーマ (カラム) を予測する。しかし現実には、落雷からの時間差は数 ms から数 100ms に渡るバリエーションを持ち、1 回のイベントで出現するカラムは 20 本を超えることもあり、またその分布の中心は、落雷地点から 50km 以上離れることも稀ではない。こうしたスプライト複雑なバリエーションを説明するためには、QE モデル以外の要因も考慮する必要がある。我々はその有力な候補として、雷雲地上および雲内・雲間の雷放電時に放射される電磁パルス (EMP) と、水平方向の電流を考えている。スプライトの発生および時空間構造を理解する鍵は、スプライトの水平構造の撮像と、同時に記録される EMP 及び水平電流に起因する電磁波放射の観測にある。しかし、地上観測ではスプライトの水平構造を正しく把握することは困難であり、衛星から見下ろす形で撮影することが強く望まれる。また、電磁放射のうち水平電流に起因する VLF 帯の電波は、地上では計測ができない。SPRITE-SAT はこうした課題を克服するために設計された最初の人工衛星である。上記のスプライト発生メカニズムに対する問題意識は、ここでは詳述しない地球ガンマ線の問題と合わせ、世界の TLE (上空過渡発光現象) 研究の大きな流れとなっている。フランスの TARANIS 衛星、ヨーロッパ宇宙機関の国際宇宙ステーションプロジェクトとしてそれぞれ 2012 年頃の打上げを目指して作業が進行している。SPRITE-SAT はこれまでにない、ユニークな情報を提供するが、一方で地上落雷についての十分な情報は得ることができない。東北大学は ELF 帯 (ここでは 1-100Hz) の世界観測網を構築し、巨大落雷の活動を連続的にモニターしており、QE モデルを考察する上での本質的データを提供している。しかし、メカニズム同定のためには、これに加え VLF 帯以上の比較的高い電磁波観測が必要である。本研究では特にアジア域の雷放電活動に的を絞り、新たなアジア観測ネットワークの構築を進めている。発表では、2009 年 1 月に打上げを控えた衛星および地上通信設備の準備状況と、地上観測網整備の現状を、観測戦略に沿って紹介する。

本研究は、科学研究費補助金・特別推進研究「マイクロサテライト・地上観測連携による高々度放電発光と地球ガンマ線現象の解明」(課題番号 19002002) により行われています。