

ROCSAT-2 / ISUAL が観測した Elves を特徴づけるパラメータと、VLF 空電の関係

Relationships between the parameters which characterize Elves observed by ROCSAT-2 / ISUAL, and VLF sferics

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

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

[1] 東北大・理・地球物理; [2] 東北大・理・地球物理; [3] 台湾成功大・物理; [4] U.C.Berkeley; [5] NSPO
[1] Dept. of Geophysics, Tohoku Univ.; [2] Graduate School of Science, Tohoku University; [3] Cheng Kung Univ.; [4] U.C.Berkeley; [5] NSPO

落雷に伴う雷雲上空での発光現象のひとつに Elves がある。Elves は高度~90km におけるドーナツ状の発光現象であり、水平スケールは~300-600km である。これまでのフォトメータを用いた地上観測により雷からの遅延時間が~350 μ s、発光継続時間が 1ms 以下という過渡的な現象であることが明らかになっている。

Elves 発光の原因は、落雷の際に放射される強い電磁パルス (EMP) による電子加熱と考えられており、雷が放射する EMP の強度と、Elves の発光強度、直径、電子のエネルギーといったパラメータに相関があると予想されている。しかしこれまでの地上観測では大気減光の効果が大きく、Elves の正確な発光強度やスペクトルを求めるのが困難であったため、両者の定量的な関係は得られていない。これに対し、大気による影響をほとんど受けない宇宙からの観測は、より正確な発光強度やスペクトルを求めることができる。そこで本研究では、2004 年 5 月に打ち上げられた ROCSAT-2 衛星搭載 ISUAL (Imager of Sprites / Upper Atmospheric Lightning) 観測器のデータを用いて Elves の発光と落雷の関係を求めることを目的とする。

ISUAL 観測器は Imager、Spectrophotometer (SP)、Array Photometer (AP) からなる。Imager は、観測視野が水平 20 度 \times 鉛直 5 度、ピクセル数は 512 \times 160 である。6 種類のフィルタのうち、Elves の観測では主に 623-750nm の広帯域フィルタを選択して観測を行っている。SP は、観測視野が水平 20 度 \times 鉛直 5 度であり、6 波長を 10kHz のサンプリング周波数で同時に観測している。AP の観測視野は水平 22 度 \times 鉛直 3.6 度である。AP は青フィルタ (360-470nm) および赤フィルタ (520-750nm) をもつ 2 台のフォトメータからなり、いずれも鉛直方向に 16ch の空間分解能をもつ。サンプリング周波数は 20 / 2 kHz である。高時間分解能で観測することにより、Elves のような継続時間の短い発光現象の時間変化を捉えることができる。一方、東北大学では雷から誘起された VLF 帯 (3-30kHz) 空電の地上観測を行っている。VLF は空電スペクトルの中で最もパワーが強い周波数帯であり、Elves の発光を引き起こす EMP の強度を表すものと考えている。観測場所は仙台 (38.15°N, 140.50°E) と山梨 (35.40°N, 138.40°E) で、受信機は鉛直電場アンテナと、磁場水平 2 成分ループアンテナを用いている。

ISUAL によるこれまでの観測で、Elves はカリブ海周辺、東南アジア、東経 180 度付近の太平洋上で集中して発生していることが明らかになった。このうち VLF の観測場所である日本に近い東南アジアで発生した現象について、Imager から求めた Elves の直径および AP から求めた発光強度と、VLF 空電の関係を調べた。また Elves の発光は N2 1P、N2 2P、N2+ 1N、N2+ Meinel の 4 つのバンドからの光放射だと考えることにより、AP の赤フィルタと青フィルタの比 (青フィルタ / 赤フィルタ) から電子エネルギーを見積もり、VLF 空電強度との関係についても調べた。

本講演では、ISUAL による Elves の光学観測および地上での VLF 空電観測から、Elves を特徴づけるパラメータと、VLF 空電の関係について議論する。