

SEEK-2 ロケット実験において観測された TMA 誘起発光現象の立体構造と時間変動

The 3-D structure and temporal variations of the TMA-induced emission identified in the SEEK-2 campaign

荒川 真木子[1], 福西 浩[2], 高橋 幸弘[1], 佐藤 光輝[1], 小野 高幸[3], 山本 衛[4], 深尾 昌一郎[4], 塩川 和夫[5], 齊藤 昭則[6], 山本 真行[7], Miguel F. Larsen[8], 田村 竜一[9]

Makiko Arakawa[1], Hiroshi Fukunishi[2], Yukihiro Takahashi[3], Mitsuteru Sato[4], Takayuki Ono[5], Mamoru Yamamoto[6], Shoichiro Fukao[6], Kazuo Shiokawa[7], Akinori Saito[8], Masa-yuki Yamamoto[9], Miguel F. Larsen[10], Ryuichi Tamura[11]

[1] 東北大・理・地球物理, [2] 東北大・理・地物, [3] 東北大・理, [4] 京大・宙空電波, [5] 名大 S T E 研, [6] 京大・理・地球物理, [7] 通信総合研究所, [8] Clemson Univ., [9] 明石市立天文科学館星の友の会

[1] Geophysics, Tohoku Univ., [2] Department of Geophysics, Tohoku Univ., [3] Dept. Geophysics, Tohoku University, [4] Dept. of Geophysics, Tohoku Univ, [5] Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ., [6] RASC, Kyoto Univ., [7] STE Lab., Nagoya Univ., [8] Dept. of Geophysics, Kyoto Univ., [9] Communications Research Laboratory, [10] Clemson Univ., [11] Akashi Municipal Planetarium

2002年8月3日、スプラディック E 層イレギュラリティの生成機構の解明を目的として SEEK-2 (Sporadic-E Experiment over Kyushu) キャンペーンが行われ、2機のロケット (S-310-31,32) が鹿児島宇宙空間観測所 (131.1°E, 31.3°N) から打ち上げられた。中性大気の流れ・波動を観測するため、14:39 (UT) に打ち上げられた S-310-32 号機によりトリメチルアルミニウム (TMA) が高度 80 km から 117 km の範囲に散布された。この TMA が発光しながら背景風で流されるのを利用し、地上からの光学観測によって発光雲の 3 次元位置の時間変動を追うことで中性大気の流れ場が求まる。このとき TMA の軌跡とは光とは別の、TMA 放出によって誘起されたと思われる発光現象が確認された。

このキャンペーンにおいて我々は、イメージインテンシファイア付き CCD カメラ (I.I.-CCD カメラ) を用いて、ロケット打ち上げ地点に近くで地上観測を行なった。このカメラは $8.3^\circ \times 10.1^\circ$ の視野で標準ビデオフレームレート (30 フレーム / 秒) で微弱光を撮像することができる。一方、高知県天狗高原 (133.0°E, 33.5°N) ではフィルムカメラにより 5 分間の露出でロケット軌道をほぼ真横から見る形で TMA 発光雲と TMA 誘起発光現象が撮影された。この 2 つの観測機器により得られた画像を解析した結果、次のようなことがわかった。散布された TMA はロケット軌道に沿って放物線の形をしており、TMA 誘起発光はこの TMA の放物線の内側でほぼ水平層状に発光していた。高度は約 90 km から 110 km までの間に約 10 km 間隔の層構造を形成し、各層の厚さは約 3 km であり、発光高度は TMA が背景風によりねじれている位置と一致していた。TMA を散布したのと同じ S-310-32 ロケットにより観測された電子密度のプロファイルと比較すると、スプラディック E 層 (Es 層) に対応する電子密度の極大高度 (110 km 付近、102~104 km 付近) とほぼ一致していることがわかった。また、TMA のねじれの位置が風により流されると TMA 誘起発光もそれに合わせて移動するが、ねじれとは関係ない位置の TMA が風により流されても TMA 誘起発光には影響を与えないことがわかった。TMA 誘起発光現象の継続時間は約 40 分間であった。また、種子島では 557.7nm と 630.0nm, OH (720 - 910 nm) バックグラウンド用 (572.5 nm) のフィルターを取り付けた全天カメラによる地上観測がなされ、全てのフィルターにおいて TMA 誘起発光が撮影された。これよりこの TMA 誘起発光は、輝線成分の寄与よりも連続光成分の寄与の方が大きいものと考えられる。

今後、TMA を散布したのと同じ S-310-32 ロケットに搭載された電子密度、プラズマ波動計測器のデータを、光学観測のデータと詳細に比較することによって、この TMA 発光現象のメカニズムの解明を目指していく。これまでのデータ解析から、この発光には Es 層中につくり出される強い電場やプラズマ波動などのプロセスが関わっていることが強く示唆される。