

630nm 大気光の衛星・地上同時観測に基づく中規模伝搬性電離圏擾乱の構造解析

山岡 雅史 [1]; 足立 透 [2]; 山本 衛 [3]; 大塚 雄一 [4]; 塩川 和夫 [4]; Chen Alfred Bing-Chih[5]; Hsiao Chun-Chieh[6]; Hsu Rue-Ron[5]

[1] 京大・RISH; [2] 京大 RISH; [3] 京大・生存圏研; [4] 名大 STE 研; [5] 台湾成功大・物理; [6] 台湾 NSPO

Analysis of Medium-Scale Traveling Ionospheric Disturbance Based on Satellite and Ground Observations of 630 nm Airglow

Masashi Yamaoka[1]; Toru Adachi[2]; Mamoru Yamamoto[3]; Yuichi Otsuka[4]; Kazuo Shiokawa[4]; Alfred Bing-Chih Chen[5]; Chun-Chieh Hsiao[6]; Rue-Ron Hsu[5]

[1] RISH, Kyoto Univ.; [2] RISH, Kyoto Univ.; [3] RISH, Kyoto Univ.; [4] STELAB, Nagoya Univ.; [5] Cheng Kung Univ.; [6] NSPO, Taiwan

Medium-scale traveling ionospheric disturbances (MSTIDs) are wave-like perturbations of ionospheric plasma. Although images of 630-nm airglow are useful information to reveal generation and propagation mechanisms of MSTIDs, past ground-based experiment derived their spatial structures by assuming the emission altitude. In order to clarify both the horizontal and vertical structures of MSTIDs, we analyze the 630-nm airglow images simultaneously obtained with the ISUAL imager on board FORMOSAT-2 satellite and an all-sky camera installed in Darwin, Australia.

FORMOSAT-2 satellite flies on a sun-synchronous (09:30 to 21:30 LT) polar-orbit at an altitude of 891 km. ISUAL (Imager of Sprites: Upper Atmospheric Lightning) is an instrument to measure transient luminescent events (TLEs), i.e. sprites and elves, and images the Earth's limb corresponding to 0 LT when the satellite heads northward on the nighttime-orbit. ISUAL consists of an imager, a spectrophotometer, and an array photometer, where the most essential instrument in the present study is the imager that takes images by selecting one of six filters. The all-sky camera installed in Darwin (12.44 S, 130.96 E) belongs to the airglow imager network OMTIs, and measures the upper atmospheric phenomena by periodically changing four deployed filters. In this study, we analyze airglow images obtained by the ISUAL imager and all-sky camera with the 630-nm narrowband filter.

During a total of 14 days in December 2006, May-June 2007, and April-May 2008, the ISUAL imager was operated for our experiment. Wave-like structures were identified by both the ISUAL imager and all-sky camera in 14-16 May. On 16 May, the most evident structures were detected from the ground under a favorable weather condition, ISUAL observed the region (30-300 km altitudes) along ~130 E longitude, in the latitude range from 50 S to 20 N during 14:45-15:13 UT. At around 15:00 UT, it observed the F-region ionosphere over the all-sky camera with a temporal resolution of about 20 seconds. At the same time, the all-sky camera continuously observed the sky over Darwin with a time resolution of 5.5 minutes. Therefore, we mainly analyze the coincident satellite- and ground-based data obtained over Darwin at around 15:00 UT on 16 May, 2007.

We postulated that the distribution of the 630 nm airglow is vertically Gaussian and horizontally uniform, and estimated the altitude profile that best fits to the ISUAL data. The estimated peak altitude was ~220 km, which is several tens of kilometers lower than the altitude often assumed in the past studies. We derived relatively weak fluctuations of MSTIDs by subtracting smoothed data from original data. We projected the images obtained by all-sky camera onto the altitude plane of 220 km and extracted perturbations of emission intensity along the satellite observation path. By comparing these data, we found that the wavelengths derived from the ISUAL and the all-sky imager are in good agreement, which suggests that both instruments detected the same event of MSTIDs. The phases of perturbations from both data, however, do not match perfectly. We need to improve the analysis method especially in view of the analytical resolution. In the presentation, we analyze the satellite- and ground-based data to comprehensively clarify the horizontal and vertical structures of MSTIDs.

中規模伝搬性電離圏擾乱 (Medium-Scale Traveling Ionospheric Disturbance; MSTID) は、電子密度変動の波状構造が伝搬する現象である。MSTID の生成・伝搬機構の解明に 630nm 大気光の三次元構造の観測が有効であるが、地上からの大気光観測のみから明らかにすることはできない。これまでの多くの解析では、空間構造を導出する際に発光高度に仮定を用いている。今回我々は、MSTID の水平・鉛直構造を同時に捉えることを目的として、FORMOSAT-2 衛星搭載 ISUAL による 630nm 大気光のリム観測と、オーストラリアのダーウィンに設置された全天イメージャ観測からのデータの総括的な解析を行った。

FORMOSAT-2 衛星は高度 891km、9:30-21:30LT の太陽同期極軌道を飛翔し、搭載された ISUAL は夜側の軌道を北進する際、0LT 付近の地球リムを観測する。ISUAL はイメージャ、スペクトロフォトメータ、アレイフォトメータから構成されており、本解析に用いられるイメージャは 6 つのフィルタのうち 1 つを選択して観測を行う。一方、ダーウィン (南緯 12.44 度、東経 130.96 度) に設置された全天イメージャは大気光観測ネットワーク OMTIs の一部であり、4 つのフィルタを切り替えながら天頂観測を行っている。本研究では、波長 630nm のフィルタを用いて得られた ISUAL と全天イメージャの観測データを解析する。

ISUAL による大気光リム観測は 2006 年 12 月 20-21 日、2007 年 5 月 14-16 日、6 月 11-13 日、2008 年 4 月 3-4 日、5 月 3-6 日の計 14 日間行われた。このうち、MSTID と考えられる擾乱構造の衛星・地上同時観測が成立した日は 2007 年 5 月 14-16 日の 3 日間であり、その中でも天候条件が良く、地上から最も明瞭な波状構造が捉えられたのは 5 月 16 日であった。この日、ISUAL は東経 130 度付近、高度約 30-300km の領域を、南緯 50 度から北緯 20 度にかけて 14:45-15:13UT

の間に観測し、その時間分解能は約 20 秒、ダーウィン上空の通過時刻は 15:00UT 前後であった。一方、全天イメージャは東経 125-135 度、南緯 7.5-17.5 度の領域を 5.5 分の時間分解能で連続的に観測した。そこで、両者の観測が一致するダーウィン上空の 15:00UT 前後のデータを中心に解析を行った。

水平に一様かつ高度方向にガウス分布の発光層を仮定し、ISUAL リム観測によって得られたデータに最もよく適合する高度分布を推定したところ、発光ピーク高度は約 220km と求められた。これは、過去の研究で用いられてきた仮定高度に比べて数 10km 低い値である。さらに、MSTID による比較的微弱な構造を捉えるため、移動平均によって平滑化したデータと元データとの差分をとり、発光強度の変動を抽出した。一方で、地上全天観測によって捉えられた MSTID を高度 220km 面に投影し、衛星観測域に沿った発光強度変動を抽出した。これらの解析によって得られたデータを比較したところ、両者の変動成分の波長がおよそ一致することが確かめられ、衛星・地上観測ともに同スケールの構造を捉えていることが示唆された。しかしながら、位相の完全な一致は認められず、解析の分解能に改善の必要があると考えられる。本講演では、衛星・地上観測によって得られたデータを多角的に解析・比較し、MSTID の水平・鉛直空間構造の解明を目指す。