

電離圏中における長・中波帯多重伝搬波の到来方向と電子密度解析

芦原 佑樹 [1]; 板屋 佳汰 [2]; 深澤 達也 [3]; 石坂 圭吾 [4]; 阿部 琢美 [5]; 遠藤 研 [6]; 熊本 篤志 [7]; 小野 高幸 [8]
[1] 奈良高専・電気; [2] 富山県立大; [3] 富山県大; [4] 富山県大・工; [5] JAXA宇宙科学研究所; [6] 東北大・理・地球物理; [7] 東北大・理・地球物理; [8] 東北大・理・地物

Analysis of electron density profile and arrival directions of LF/MF radio waves in the ionosphere

Yuki Ashihara[1]; Keita Itaya[2]; Tatsuya Fukazawa[3]; Keigo Ishisaka[4]; Takumi Abe[5]; Ken Endo[6]; Atsushi Kumamoto[7]; Takayuki Ono[8]

[1] Elec. Eng., Nara NCT.; [2] Toyama Pref. Univ.; [3] TPU; [4] Toyama Pref. Univ.; [5] ISAS/JAXA; [6] Dept. Geophys., Grad. Sch. Sci., Tohoku Univ.; [7] Dept. Geophys, Tohoku Univ.; [8] Geophysics, Tohoku Univ

S-310-40 sounding rocket experiment was carried out at Uchinoura Space Center (USC) at 23:48 JST on 19 December, 2011. The purpose of this experiment is the investigation of characteristics of radio wave propagation in the ionosphere and the estimation of electron density structure in the lower ionosphere.

LF/MF band radio receiver (LMR) is installed to measure the radio waves on the sounding rocket. The LMR measures the propagation characteristics of four radio waves at frequencies of 60 kHz (JJY signal from Ha-ganeyama radio station), 405 kHz (NDB station from Minami-Daitojima), 666 kHz (NHK Osaka broadcasting station) and 873 kHz (NHK Kumamoto broadcasting station) in the region from the ground to the lower ionosphere.

Radio wave propagation characteristics in the ionosphere are affected by electron density profile. Conversely, the radio wave propagation characteristics contain the electron density information. Therefore, we can estimate the electron density profile by comparing the radio wave propagation characteristics calculated by Full wave analysis with the observed one. However, LF/MF radio waves have multiplex propagation characteristics in the ionosphere at nighttime.

To estimate the electron density profile, it is necessary to separate a multiplex propagation wave. Furthermore, we use the 3-D loop antenna to separate the direction of the multiplex propagation waves. In this presentation, we discuss the analysis result of the multiplex propagation waves and the electron density profile.

夜間中緯度電離圏領域における電波伝搬解析を目的とした観測ロケット S-310-40 号機は、平成 23 年 12 月 19 日 23 時 48 分 00 秒 (JST) に、内之浦宇宙空間観測所から打ち上げられた。プラズマ大気における電波の屈折率は、電子密度、周波数、磁場、中性大気との衝突回数に関数となることから、アップルトン・ハートレーの分散関係式として知られている。そのため、電離圏中における電波伝搬特性は、電子密度の変化に伴って屈折し、電子と中性大気との衝突を受けて減衰する。このように、電波伝搬特性は電子密度に大きく依存するため、本号機には長・中波帯電波受信機、ラングミュアプローブ、インピーダンスプローブの電子密度観測機器を搭載して電子密度観測を行った。

長・中波帯電波受信機にて受信した電波は、60kHz(標準電波局)、405kHz(南大東島無線航行用ビーコン)、666kHz(NHK 大阪第 1 放送)、873kHz(NHK 熊本第 2 放送) の 4 波である。これら放送波の電離圏中における伝搬特性をロケット観測し、Full-wave 法により求めた理論計算値と比較することで、電子密度を求めることができる。Full-wave 法による理論計算のためには、電離圏への電波入射角が必要となる。電離圏領域における長・中波帯電波の伝搬特性は、昼間は D 領域で減衰されるため、電離圏下層からの直接波のみとなり、理論計算が可能である。一方、夜間は下層からの直接波と F 層からの反射波が混在する。多重伝搬している場合は、電波入射角が一意に定まらないため、従来は解析が困難であった。

このように夜間の電子密度推定のためには、多重波を分離する必要がある。そのため、本号機のアンテナには、新規開発した 3 軸ループアンテナを採用した。これにより得られた磁界ベクトルの結果から、ロケットによるドップラースhift を利用したスペクトラムデータの到来方向を解析する。