

## S-310-40号機観測ロケットによる冬期夜間における離圏中の電波伝搬特性観測

深澤 達也 [1]; # 石坂 圭吾 [2]; 芦原 佑樹 [3]; 八木谷 聡 [4]; 小嶋 浩嗣 [5]; 阿部 琢美 [6]; 遠藤 研 [7]; 熊本 篤志 [8]; 小野 高幸 [7]

[1] 富山県大; [2] 富山県大・工; [3] 奈良高専・電気; [4] 金沢大; [5] 京大・生存圏; [6] JAXA宇宙科学研究所; [7] 東北大・理・地球物理; [8] 東北大・理・地球物理

## Observation of radio wave propagation characteristics in the ionosphere at the winter nighttime by S-310-40 sounding rocket

Tatsuya Fukazawa[1]; # Keigo Ishisaka[2]; Yuki Ashihara[3]; Satoshi Yagitani[4]; Hirotsugu Kojima[5]; Takumi Abe[6]; Ken Endo[7]; Atsushi Kumamoto[8]; Takayuki Ono[7]

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

The ionospheric D region is important in radio wave propagation because it absorbs energy from waves at MF, HF and VHF, and it reflects LF and VLF signals. Then D region is present only during daylight hours. Therefore, in the nighttime, the MF band radio waves are propagated as far as an area where its radio waves cannot be propagated in the daytime. This reason why the radio waves cannot receive is that the D region is disappeared at night. However, the MF band radio waves that transmit from distant place have not been often received at the mid latitude in the nighttime. In this time the sporadic E region cannot be observed by the ionogram. We guess that the D region appear in the lowest ionosphere like a daytime. To farther study the structure of the lowest ionosphere, we propose a method to measure the very low electron densities that occur at altitudes from 50 km to 90 km using the partial and perfect reflection characteristics of electromagnetic waves.

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, when the intensity of radio wave measured on the ground will be attenuate at nighttime. In order to measure the radio waves, a LF/MF band radio receiver (LMR) is installed on the sounding rocket. The LMR measures the propagation characteristics of four radio waves at frequencies of 60 kHz (JY signal from Haganeyama 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. The LMR consists of a loop antenna, a pre-amplifier and a detector circuit. The loop antenna is set up in the nose cone, which is transparent to the LF/MF band radio waves, and is not deployed during the flight. Therefore, the LMR can measure the relative attenuation of radio waves from the ground up to the ionosphere. Furthermore the loop antenna consists of three loop antennas in order to measure three components of four radio waves. Then we can obtain the propagation directions of radio waves in the ionosphere.

The impedance probe and Langmuir probe are installed on the rocket to measure the relative density of electrons and ions, respectively, along the rocket trajectory. These measurements will be calibrated at specific altitudes using the reflection data from the radio receiver.

電離圏は一般的に、日中ではD領域(60~90km)、E領域(90~140km)、F1,F2領域(140km~)が存在し、領域によって異なる周波数の電波を反射、吸収している。通常夜間ではD領域が消滅し、D領域で吸収されていた中波帯電波は、E領域で反射され遠方へと伝搬する。鹿児島県・内之浦宇宙空間観測所(USC)において、昼間は受信できないが夜間は受信可能なNHK熊本第2放送電波(873kHz)を用いて、夜間の電波受信実験を行ったところ、冬期夜間において、日没後約90~150分で受信電波強度が減少することが確認された。この時、鹿児島県・山川MFレーダ(NICT)による電離圏観測ではスプラディックE領域は確認されなかった。よって、夜間に中波帯電波が受信できなくなった理由として、電離圏下部領域において中波帯電波の伝搬特性に異常を与える現象が生じていると推測される。そこで、夜間の異常伝搬の原因を調査することを目的とした、S-310-40号機観測ロケットが2011年12月19日23時48分(JST)にUSCより打ち上げられた。ロケットに搭載した長・中波帯電波受信機(LMR)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種類である。また、同時に電子密度プロファイルを計測するために、ラングミュアプローブおよびインピーダンスプローブで観測を行った。

本研究では、LMRによって観測された電波伝搬特性を示し、過去に行われたロケット観測結果と比較する。特にLMRによって得られた波形観測から右旋波、左旋波の偏波分離を行うことが可能であり、この偏波分離した結果から電離圏の電子密度構造を詳細に調査することができる。さらに同時観測されたラングミュアプローブ観測やインピーダンスプローブ観測で得られた電子密度プロファイルと電波伝搬特性を比較し、冬期夜間の中波帯電波の異常伝搬時の電離圏の状態について詳細に調査する。