

## S-520-29号機観測ロケットにより観測された電波伝搬特性を用いた電子密度分布の推定

# 板屋 佳汰 [1]; 石坂 圭吾 [2]; 芦原 佑樹 [3]; 栗原 純一 [4]; 阿部 琢美 [5]

[1] 富山県立大; [2] 富山県大・工; [3] 奈良高専・電気; [4] 北大・理・宇宙; [5] JAXA宇宙科学研究所

### Estimation of Electron Density Using the Propagation Characteristics by S-520-29 Sounding Rocket

# Keita Itaya[1]; Keigo Ishisaka[2]; Yuki Ashihara[3]; Junichi Kurihara[4]; Takumi Abe[5]

[1] Toyama Pref. Univ.; [2] Toyama Pref. Univ.; [3] Elec. Eng., Nara NCT.; [4] CosmoSciences, Hokkaido Univ.; [5] ISAS/JAXA

S-520-29 sounding rocket experiment was carried out at Uchinoura Space Center (USC) at 19:10 JST on 17 August, 2014. The purpose of this sounding rocket experiments is observation of sporadic E layer that appears in the lower ionosphere at near 100km. Three methods were used in order to observe the sporadic E layer. The first method is an optical method that observe the light of metal ion emitted by the resonance scattering in sporadic E layer using the imager. The second method is observation of characteristic of radio wave propagation that the LF/MF band radio waves transmitted from the ground. The third method is measuring the electron density in the vicinity of sounding rocket using the fast Langmuir probe and the impedance probe. We analyze the propagation characteristics of radio wave in sporadic E layer appeared from the results of the second method observation.

This rocket was equipped with LF/MF band radio receiver for observe the LF/MF band radio waves in rocket flight. Antenna of LF/MF band radio receiver is composed of three axis loop antenna. LF/MF band radio receiver receives three radio waves of 873kHz (JOGB), 666kHz (JOBK), 60kHz (JJY) from the ground. 873kHz and 60kHz radio waves are transmitting from north side, and 666kHz radio waves are transmitting from the east side to the trajectory of the rocket. In the sounding rocket experiment, LF/MF band radio receiver was working properly. We have completed the observation of radio wave intensity. We analyze the observation results using a Doppler shift calculations by frequency analysis. Radio waves received by the sounding rocket include the influences of Doppler shift by polarization and the direction of rocket spin and the magnetic field of the Earth. So received radio waves that are separate into characteristics waves using frequency analysis. Then we calculate the Doppler shift from the separated data. As a result, 873kHz, 666kHz radio waves are reflected by the ionosphere. 60kHz wave was able to propagate in ionosphere because wavelength of 60kHz was longer than the thickness of the sporadic E layer. In this study, we explain the result of LF/MF band radio receiver observations and the electron density of the ionosphere using frequency analysis by S-520-29 sounding rocket experiment.

2014年8月17日19時10分(JST)に鹿児島県内之浦宇宙空間観測所でS-520-29号機観測ロケット実験が行われた。本観測ロケット実験は、電離圏下部高度100km付近に出現するスボラディックE層を立体的に観測することが目的である。そのために、3つの手法を用いて観測が行われた。1つ目は、光学的な観測による手法でスボラディックE層中の鉄イオンやマグネシウムイオンなどの金属イオンが太陽光を受け、共鳴散乱により発する紫外光をイメージャにより観測する。2つ目は、電波を用いる手法で地上から送信される様々な電波のうち中波帯および長波帯の電波をロケットで受信する。そこで得られた強度変化から電波伝搬特性や垂直方向の電子密度分布を推定する。3つ目は、ラングミュアプローブとインピーダンスプローブを用いた手法でロケット近傍の電子密度測定を行う。本研究では、2つ目の電波観測を担当し、その観測結果よりスボラディックE層発生時の電波伝搬特性の解析および電子密度の高度分布を推定した。

本観測ロケットには、2つ目の手法である長・中波帯電波の観測を目的として、長・中波帯電波受信機(LMR)を搭載し、ロケット飛行中の長・中波帯電波の受信強度を観測した。LMRのアンテナには3軸のループアンテナを使用している。LMRは、地上から873kHz(NHK熊本第2放送)、666kHz(NHK大阪第1放送)、60kHz(標準電波)の3周波数電波の受信を行った。873kHz電波、60kHz電波はロケットの飛行経路に対して北側から、666kHz電波はロケットの飛行経路に対して東側から到来している。このように伝搬経路の異なる電波を同時観測することにより、スボラディックE層の位置と大きさについても調査を行うことが出来る。観測ロケット実験においてLMRは正常に動作し、受信強度観測を無事完了した。電波伝搬特性の解析は、周波数解析により受信電波を特性波に分離し、分離したデータからドップラーシフトを計算することにより行う。観測ロケットが受信する電波は、地球磁場の向きと偏波の旋性およびロケットスピンによってドップラーシフトを受ける。このため周波数解析により受信した電波を特性波に分離することで、ドップラーシフトを計算することが可能である。ここで得られたドップラーシフトからbookerの方程式を用いて電子密度の高度分布を推定する。周波数解析による特性波の分離観測の結果、873kHz、666kHz電波は電離層で完全反射され、60kHz電波はモード変換により、ホイッスラーモードとなって観測ロケット最高高度まで伝搬していることが判明した。その後、それぞれの電波強度から計算したドップラーシフトを用いて電子密度推定を行った。本発表では、観測ロケット実験の観測結果と解析結果について報告する。