

R005-26

Zoom meeting C : 11/2 AM1 (9:00-10:30)

09:15-09:30

H-IIA ロケット打ち上げに伴う電離圏変動の解析

#山崎 淳平¹⁾, 中田 裕之²⁾, 大矢 浩代³⁾, 鷹野 敏明⁴⁾, 細川 敬祐⁵⁾

¹⁾千葉大,²⁾千葉大・工・電気,³⁾千葉大・工・電気,⁴⁾千葉大・工,⁵⁾電通大

Examination of the ionospheric perturbations propagation associated with H-IIA rocket launchings

#Junpei Yamazaki¹⁾, Hiroyuki Nakata²⁾, Hiroyo Ohya³⁾, Toshiaki Takano⁴⁾, Keisuke Hosokawa⁵⁾

¹⁾Chiba Univ.,²⁾Grad. School of Eng., Chiba Univ.,³⁾Engineering, Chiba Univ.,⁴⁾Chiba Univ.,⁵⁾UEC

It is reported that passage and exhaust plumes associated with rocket launches generate TEC perturbations observed by GEONET data (e.g., Furuya and Heki 2008; Lin et al., 2014, 2017). The ionospheric perturbations associated with rocket launches were caused by the shock waves and the delayed waves. The delayed waves are referred to as the acoustic waves reflected on the ground, but the mechanism of the delayed waves is still incompletely understood. Using HF Doppler sounding, therefore, we analyzed ionospheric perturbations associated with H-IIA launches (No.25 and 26) whose trajectories are relatively far from the Japanese islands. The Doppler sounding system is utilized by the University of Electro-Communications (UEC). In this system, the radio waves of 5.006 MHz and 8.006 MHz are transmitted from Chofu campus of UEC were observed at Sugadaira, Oarai, Kakioka, and Fujisawa were used. In those data, the perturbations of Doppler shifts were observed about 35 minutes after the launches. It is confirmed that this delay corresponds to the propagation time of the infrasound wave from the rockets to observation points once reflected on the ground. In both events, the periods of the disturbance of Doppler shift were 100~200 s (5~10 mHz). The amplitude of Doppler shift perturbations were clear when the infrasound wave reached the observation point after reflection on the ground as compared to the case where the infrasound wave reached the observation point directly. The Doppler shift perturbations could divide two packets. One is the packet A that the perturbations observed faster. The other is the packet B that the perturbations follow the packet A. In case of packet A, the perturbations of Doppler shifts at high altitude were reached earlier than that at low altitude. Therefore, it denoted that the infrasound waves propagated from high altitude to low altitude. In case of packet B, the perturbations of Doppler shifts at both high and low altitudes were observed at almost the same time. It can be considered that the infrasound waves propagated the observation points horizontally.

テポドンなどのロケット打ち上げに伴う大気波動や排気煙により TEC 変動が発生することが GEONET データによる解析結果として報告されている (e.g., Furuya and Heki 2008; Lin et al., 2014, 2017)。大気波動による変動は衝撃波によるものと遅延波によるものに分けられる。遅延波は地面で反射し電離圏に到達する音波と考えられているが、具体的なメカニズムはまだ解明されていない。そこで、本研究では HF ドップラー観測と GPS-TEC 観測を用いて、H-IIA ロケット(25, 26号)打ち上げに伴う、ロケットの軌道から比較的離れた位置での電離圏の変動を解析した。本研究で使用した HF ドップラー観測システムは電気通信大学で運用されているもので、送信点は電気通信大学調布キャンパス(5.006 MHz, 8.006 MHz)である。また、本研究では、送信された電波をそれぞれ、菅平、大洗、柿岡、藤沢の各観測点で受信した際のドップラーデータを用いた。その結果、ロケット打ち上げから約 35 分後にドップラーシフト変動が確認された。この時刻はロケットにより生じた音波が地面で 1 回反射後に観測点に到達した時刻と一致したことが、音波のレイトレイシングより確認された。また、これらの変動は 100~200 秒(5~10 mHz)の帯域で変動強度が上昇していることが、どちらのイベントでも確認された。ドップラーシフトの振幅は、ロケットからの音波が直接観測点に到達した変動よりも、1 回地面に反射して観測点に到達した変動のほうが大きかった。ドップラーシフトの変動は大きく 2 つに分けられ、先に変動するパケット A と後に変動するパケット B が存在する。また、パケット A に関して変動の到達時間から、低高度のよりも高高度の変動のほうが、約 20 秒早いことが確認できた。このことから、パケット A は、ロケットに伴う変動は高高度から低高度へ伝搬していると考えられる。パケット B に関しては、どちらの高度もほぼ同時に変動を確認できた。このことより、変動は地面に平行に伝搬していると考えられる。