

HF ドップラー観測による 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 associated with H-IIA rocket launching using HF Doppler sounding

Junpei Yamazaki[1]; Hiroyuki Nakata[2]; Hiroyo Ohya[3]; Toshiaki Takano[4]; Keisuke Hosokawa[5]
[1] Chiba Univ.; [2] Grad. School of Eng., Chiba Univ.; [3] Engineering, Chiba Univ.; [4] Chiba Univ.; [5] UEC

Since rocket launches generate the atmosphere waves, 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). On the other hand, there are few studies about ionospheric perturbations associated with rocket launches away from rockets' trajectories. Because of the disturbances due to exhaust plumes don't appear in the distance from the trajectories, we can extract those due to the atmospheric waves. Using HF Doppler sounding, therefore, we analyzed ionospheric perturbations associated with H-IIA (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. In this system, the radio waves of 5 MHz and 8 MHz are transmitted from Chofu campus of University of Electro-Communications and those of 6 MHz and 9MHz are from Nagara transmitter of Radio NIKKEI. In this study, the Doppler shifts data observed at Sugadaira, Oarai, Kakioka, Fujisawa and Kyoto were used. In those data, the perturbations of Doppler shifts associated with H-IIA (No.25 and 26) 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 rocket to observation points once reflected on the ground. In both event, the periods of the disturbance of Doppler shift were 100~200 s(5~10 mHz). The 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 time of the perturbations of Doppler shifts at high altitude were faster than that of at low altitude. Therefore, it denoted that infrasound wave propagated from high altitude to low altitude.

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)。テポドンは日本上空を通過したが、日本上空を通過しないロケットについて軌道から離れた位置における電離圏の変動は極めて報告例が少ない。遠方では排気による変動が現れないため、大気波動に伴う変動のみを抽出できる利点もある。そこで、本研究では HF ドップラー観測を用いて、H-IIA ロケット (25 号,26 号) 打ち上げに伴う、ロケット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 MHz, 8 MHz) とラジオ日経長柄送信所 (6 MHz, 9 MHz) である。また本研究では、調布キャンパスより送信された 5 MHz と 8 MHz、ラジオ日経長柄送信所より送信された 6 MHz と 9 MHz をそれぞれ、菅平、大洗、柿岡、藤沢、京都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に変動が確認された。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に到達した変動のほうが大きかった。また、変動の到達時間から、低高度よりも高高度の変動のほうが、約 10~20 秒早いことが確認できた。このことから、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。