

2025年カムチャツカ半島沖地震後の伝搬性電離圏擾乱のGNSS全電子数観測

#大塚 雄一¹⁾, 石田 志音¹⁾, 傅 維正¹⁾, 新堀 淳樹¹⁾

(¹名大 ISEE)

GNSS Observations of Traveling Ionospheric Disturbances Following the 2025 Offshore Kamchatka Peninsula Earthquake

#Yuichi Otsuka¹⁾, Shion Ishida¹⁾, Weizheng FU¹⁾, Atsuki SHINBORI¹⁾

(¹Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University)

Atmospheric waves generated by disturbances on the Earth's surface, such as earthquakes and tsunamis, are known to propagate upward and cause variations in the electron density in the ionosphere. In this study, we investigated traveling ionospheric disturbances (TIDs) that occurred after the great earthquake of Mw 8.8 off the Kamchatka Peninsula that occurred at 23:24 UT on 29 July 2025, using total electron content (TEC) data obtained from the dense GNSS receiver networks across Japan. Deviations of TEC from 15-minute running averages were calculated for each pair of satellite and receiver at more than 4,000 stations, and projected onto an ionospheric altitude of 300 km in the geographical coordinates. Two-dimensional maps of TEC perturbations were then constructed with a spatial resolution of 0.02° in latitude and longitude. The results reveal that southwestward-propagating TIDs with a phase velocity of approximately 1 km/s at the east of Japan between 00:03 and 00:08 UT on 30 July. Based on the observed propagation direction, speed, and the elapsed time from the earthquake, these TIDs are attributed to acoustic waves generated at the epicenter and propagating through the thermosphere to the Japanese region. Furthermore, another southwestward-propagating TID with phase velocity of approximately 300 m/s was observed from 03:05 to about 03:35 UT, approximately 3 hours and 40 minutes after the earthquake. This TID is considered to have been caused by atmospheric waves generated by the tsunami that propagated to the vicinity of Japan.

Acknowledgement

The SoftBank's GNSS observation data used in this study was provided by SoftBank Corp. and ALES Corp. through the framework of the "Consortium to utilize the SoftBank original reference sites for Earth and Space Science".

地震や津波など地表の擾乱現象によって発生した大気波動は、上方伝搬し、電離圏電子密度の変動を起こすことが知られている。本研究では、2025年7月29日23時24分UTにカムチャツカ半島付近で発生したMw8.8の巨大地震の後に発生した伝搬性電離圏擾乱について、日本国内に設置された稠密GNSS受信機網(国土地理院GEONETとソフトバンク独自基準点)から得られた全電子数データを用いて解析した。国内の4,000点を超えるGNSS受信機とマルチGNSSデータから得られた全電子数について、15分移動平均からの偏差を計算し、電離圏高度300kmに投影した。緯度、経度0.02度の分解能で全電数変動の二次元図を作成した。この結果、7月30日00:03-00:08UT頃に、日本の東側において南西方向に約1km/sで伝搬する伝搬性電離圏擾乱が観測された。観測された伝搬方向と伝搬速度、及び地震発生からの経過時間から、この伝搬性電離圏擾乱は、震央で発生し、熱圏を伝わって日本上空に伝搬した音波が原因と考えられる。さらに、地震発生から約3時間40分後の7月30日3:05から約30分間、位相速度約300m/sで南西方向に伝搬する伝搬性電離圏擾乱を観測した。この伝搬性電離圏擾乱は、日本付近に伝搬した津波により励起された大気波動に起因すると推定される。

謝辞

本研究で使用したソフトバンクの独自基準点の後処理解析用データは、「ソフトバンク独自基準点データの宇宙地球科学用途利活用コンソーシアム」の枠組みを通じて、ソフトバンク株式会社およびALES株式会社より提供を受けたものを使用しました。