

# 2022 年 HTHH 火山噴火に関連する電離圏擾乱の研究

## Research on the ionospheric disturbances related to the 2022 HTHH volcanic eruption

津坂悠太 高明慧 梅野健  
Yuta Tsusaka Minghui Kao Ken Umeno

京都大学大学院 情報学研究科  
Graduate School of Informatics, Kyoto Univ.

### 1. 背景

トンガ-ケルマディック沈み込み帯に位置する海底火山であるフンガ・トンガ=フンガ・ハーパイ (以降 HTHH) で 2022 年 1 月 15 日 4:15 UT ごろ大規模な噴火が発生した。噴火後には大気圧力波や津波などが励起され、世界中に被害を及ぼしたことが報告されている。また、地表上空 60km 以上に分布する電離圏では、地表の衝撃波に対応した CTID (Concentric Travelling Ionospheric Disturbances) が観測され、加えて南半球を伝搬する CTID が磁力線を通じて、北半球に伝わっていた [1]。

一方で、HTHH 噴火発生約 3 時間前に、通常赤道方向へ伝搬する特徴を持つ TID が極方向へ進行して行く様子がニュージーランド付近で観測され、本研究では HTHH 噴火の準備過程で TID の速度変化が生じたことを指摘する。噴火の前兆現象として地震活動の活発化や、温度変化、地磁気変化などが知られているが、それが電離圏に影響を及ぼしたという報告はなく、今後そのメカニズムが明らかになれば、人工衛星を活用して火山活動をリモートで監視できる可能性がある。

今回、電離圏の観測には全電子数 (TEC ; Total Electron Content) を用いる。TEC データは日本 (出典 : 国土地理院), ニュージーランド (出典 : GeoNet New Zealand), オーストラリア (出典 : GeoScience Australia) の GNSS 公開データから算出した。

### 2. 手法

本研究では、相関解析法 [2]を用いて TEC の異常値を抽出する。相関解析は各観測局で TEC 値の予測誤差を求め、周辺観測局と時空間的に相関を取り、S/N 比を増幅させる。相関の取り方は式 (1) の通りである。

$$C(t) = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=0}^{N-1} x_{0,t_0+t_{\text{sample}}+j\Delta t} \cdot x_{i,t_0+t_{\text{sample}}+j\Delta t} \quad (1)$$

加えてバンドパスフィルタによる解析を行い、相関解析の結果と比較する。

### 3. 結果

HTHH 噴火発生直前のニュージーランド付近の TID の様子を図 1 に示す。噴火約 3 時間前に高緯度 (南) 方向へ伝搬する TID が観測された。MSTID (Medium-Scale Traveling Ionospheric Disturbances) は夏の夜間、次いで冬の昼間に頻繁に観測され、一般的に低緯度方向へ伝搬する性質を持つことが知られている [3]。実際、2022 年 HTHH 噴火直前は冬季の昼間で MSTID が頻発する時間帯であり、MSTID がニュージーランド周辺で観測された。一方で、伝搬方向は高緯度 (南) 方向であり、通常の MSTID とは異なる性質

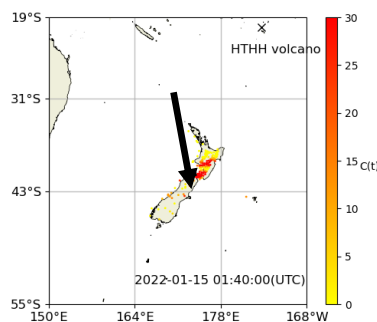


図 1 HTHH 噴火発生直前の TID (ニュージーランド周辺)。低緯度方向に伝搬する特性を持つ MSTID が、噴火発生約 3 時間前に高緯度方向へ伝搬していた。

を持つことがわかった。また、2021/12/1~2022/1/31 の 2 ヶ月間でニュージーランド周辺の MSTID の伝搬方向を調べたところ、HTHH 噴火発生直前でのみ高緯度方向へ伝搬していたことが示された。

そこで、TID の速度変化 (伝搬方向変化) が、HTHH 噴火の準備過程で引き起こされる地磁気変化に起因する可能性を指摘し、そのメカニズムを電離圏のプラズマ方程式から考察する。

### 参考文献

1. Lin, J. T., Rajesh, P. K., Lin, C. C., Chou, M. Y., Liu, J. Y., Yue, J., ... & Kung, M. M. (2022). Rapid Conjugate Appearance of the Giant Ionospheric Lamb Wave Signatures in the Northern Hemisphere After Hunga-Tonga Volcano Eruptions. *Geophysical Research Letters*, e2022GL098222.
2. Iwata, T., and Umeno, K. (2016). Correlation analysis for preseismic total electron content anomalies around the 2011 Tohoku-Oki earthquake. *J. Geophys. Res. Space Physics*, 121, 8969–8984, doi:10.1002/2016JA023036.
3. Tsugawa, T., Kotake, N., Otsuka, Y., & Saito, A. (2007). Medium-scale traveling ionospheric disturbances observed by GPS receiver network in Japan: a short review. *GPS Solutions*, 11, 139-144.