

GPS-TEC 観測による中緯度スποラディック E の小規模構造

前田 隼 [1]; 日置 幸介 [2]
[1] 北海道大学附属図書館; [2] 北大・院理・自然史

Small-scale structure of midlatitude sporadic-E seen with GPS total electron content observations

Jun Maeda[1]; Kosuke Heki[2]
[1] Hokkaido University Library; [2] Hokkaido Univ.

Small-scale horizontal structures of daytime midlatitude sporadic E are studied by GPS total electron content (TEC) observations, using a dense network of GPS receivers in Japan. With GPS-TEC observations, sporadic E with foEs higher than 16 MHz can be detected [Maeda and Heki, 2014]. A dense array of GPS receiving stations in Japan (GEONET) enables us to image horizontal shapes of sporadic E by plotting vertical TEC anomalies on a map. Such TEC maps revealed that sporadic E over Japan has a common shape which is elongated in the east-west (E-W) direction with typical length and width of ~200 km and ~20 km, respectively, regardless of occurrence latitudes [Maeda and Heki, 2014; 2015].

In this study, we observed smaller-scale structures by analyzing raw slant TEC time series with typical spatial resolution of ~2 km. The results show that small-scale plasma patches are embedded in large scale frontal structures and such small patches are quasi-periodically located in various azimuthal directions.

There are three major candidates for the generation mechanism of sporadic E structure, i.e, namely, atmospheric gravity wave, Es-layer instability, and Kelvin-Helmholtz instability. Es-layer instability can be declined in our daytime observation since the high background electron density in the ambient E-region cancels out the polarization electric field. We speculate that K-H instability in the neutral atmosphere driven under the strong wind shear condition would create such vortex structures quasi-periodically located in the horizontal plane. The fact that there is no directional preference in the formation of such quasi-periodic structure also supports the K-H instability as the possible generation mechanism.

GPS/GNSS が用いている 2つのキャリア波の位相データを解析することで、電離圏の全電子数 (Total electron content: TEC) を観測することができる。この GPS-TEC 観測では foEs が 16 MHz を超えるようなスποラディック E を検出することができる [Maeda and Heki, 2014]。また、国土地理院が展開している稠密な GNSS 受信網 (GEONET) をもちいて TEC の異常マップを作成することで、スποラディック E の水平面構造を描写することが可能である。

Maeda and Heki [2014; 2015] ではこの GPS-TEC 観測を用いて日本上空に出現するスποラディック E の大規模水平面構造について解析を行い、東西に 100km 以上にわたって延びる帯構造を報告している。

TEC 異常マップの空間分解能は GEONET の観測点間距離に依存するため、~25 km 程度であるが、TEC の時系列データを分析することにより数 km スケールのプラズマ構造の観測も可能である。本研究ではこの手法により、日本上空で昼間に観測された複数のスποラディック E イベントについて、数 km~数十 km スケールの小規模構造に着目して解析を行った。その結果、東西に延びる大規模な帯構造の中にさらに小さなパッチ構造が含まれており、様々な方位に準周期的な間隔で並んでいることが明らかになった。

スποラディック E の空間構造を発達させるメカニズムとして、大気重力波、Es 層不安定、Kelvin-Helmholtz (K-H) 不安定の 3つが有力なものとして提案されている。本研究は昼間の観測であるため、Es 層不安定は可能性から除外できる。可能性として大気重力波と K-H 不安定が残るが、パッチの準周期的な配列とその多様な配列方位から K-H 不安定の関与が示唆された。