

オーロラ帯/サブオーロラ帯トラフの時空間変動の研究

石田哲朗¹、小川泰信¹、門倉昭¹、Ingemar Häggström²

¹ 国立極地研究所

² EISCAT 本部、キルナ

Study on spatiotemporal variations of ionospheric trough in auroral/subauroral region

T. Ishida¹, Y. Ogawa¹, A. Kadokura¹ and I. Häggström²

¹ National Institute of Polar Research

² EISCAT Headquarters, Kiruna, Sweden

We are investigating characteristics of the electron density depletion region in the polar ionosphere known as ionospheric trough. The ionospheric trough is an important region for understanding of Magnetosphere-Ionosphere coupling system because this is strongly connected to magnetospheric ring current via magnetic field line. One of the mechanisms of trough production is considered to be dissociative recombination triggered by ionospheric heating. So far, however, it is still not clear what kinds of heating mechanisms are involved in ionospheric trough.

It has been reported that HF radio wave propagation is influenced by ionospheric trough and also the propagation characteristics depend on solar activity [Stocker et al., 2011]. Additionally, it is known that plasma instability occurred over the trough wall region degrades GPS performance during the intense magnetic storm. Therefore, trough research could contribute to other fields (e.g., magnetospheric physics and radio communication science).

In this study, we have investigated the basic characteristic of auroral/subauroral ionospheric trough. We have used plasma parameters of electron density, ion and electron temperature covering the 3 solar cycles (1984~2012) measured with EISCAT UHF radar, located in Tromsø, northern Norway (69°35'N, 19°14'E, Invariant Lat: 66°12'N). From initial analysis, we have obtained the following results.

- (1) The initial analysis confirmed decreasing regions of electron density at auroral/subauroral regions, whose latitudinal width is around 5 degrees. The characteristics of these regions are in agreement with previous research of ionospheric trough [e.g., Rodger et al., 1992].
- (2) *Kp*-index has negative correlation with trough's latitude (in particular, latitude of the poleward wall of subauroral trough).
- (3) Boundary of subauroral trough is clearly identified when *F10.7*-index is high.
- (4) Subauroral trough dominantly appears from the dusk sector to the dawn sector during spring/fall equinox and winter solstice.
- (5) Auroral trough dominantly appears in the post-midnight sector during summer solstice.
- (6) Auroral trough dominantly appears in the dusk sector during winter solstice.

In this presentation, we will also report some quantitative results of relationship between the ionospheric trough and solar activity.

我々は、極域電離圏で観測される電子密度の減少領域である「電離圏トラフ」に着目し研究を実施している。電離圏トラフは、磁気圏のリングカレントと磁力線を介してカップリングしており、磁気圏-電離圏結合を理解する上で重要な電離圏現象である。このトラフの生成機構として、電離圏加熱に伴う解離再結合反応が有力と考えられている。しかし、トラフの特徴を支配するような加熱メカニズムがどのように駆動されるのかなど、トラフの基本構造を支配するメカニズムが未だ明らかになっていない。

また、電離圏トラフが HF 帯の電波伝搬に強い影響を与えることや、GPS 衛星の測位精度を劣化させる原因であることがこれまでに指摘されている。さらに、この HF 電波伝搬の特徴が太陽活動の違いにより異なることが最近報告されている [Stocker et al., 2011]。したがって、トラフの基本構造を理解することにより、電波通信などの他の学術領域・分野への波及的な効果も期待される。

本研究の目的は、電離圏オーロラ帯/サブオーロラ帯トラフの基本構造を理解することである。データ解析には、北欧トロムソ (地理緯度 69.35°N、地理経度 19.14°E、不偏磁気緯度 66.12°N) の EISCAT UHF レーダーで得られた 3 太陽周期分 (1984~2012 年) のプラズマ物理量 (電子密度、イオン/電子温度、電場など) を用いている。これまでに実施したデータ解析から、以下の初期解析結果が得られている。

- (1) オーロラ帯とサブオーロラ帯に、それぞれ緯度幅が約 5 度の電子密度の減少領域が見られた。この電子密度の減少領域がトラフであることを、過去の文献と比較して確認した [e.g., Rodger et al., 1992]。
- (2) Kp 指数の上昇により、トラフは低緯度側にシフトする。
- (3) F10.7 指数の上昇により、トラフの境界がシャープになる。
- (4) 春分、秋分、冬至では、サブオーロラ帯のトラフが顕著に現れる。
- (5) 夏至では、Post-midnight のオーロラ帯でトラフが卓越する。
- (6) 冬至では、夕方方のオーロラ帯でトラフが卓越する。

本発表では、上記の初期結果に加え、太陽活動の変化がトラフの特徴にどのような影響を与えるのかを定量的に評価した結果について報告する。

References

- (1) Rodger, A. S., R. J. Moffett, and S. Quegan, The role of ion drift in the formation of ionization troughs in the mid- and high-latitude ionosphere—A review, *J. Atmos. Terr. Phys.*, 54, 1–30, doi:10.1016/0021-9169(92)90082-V, 1992.
- (2) Stocker, A. J., and E. M. Warrington, The effect of solar activity on the Doppler and multipath spread of HF signals received over paths oriented along the midlatitude trough, *Radio Sci.*, 46, RS1014, doi:10.1029/2010RS004482, 2011.