

EISCAT レーダー電子密度データを用いた SuperDARN における MSTIDs 観測過程に関する計算機シミュレーション

清水 悟史 [1]; 細川 敬祐 [1]; 小川 泰信 [2]; 野澤 悟徳 [3]; 元場 哲郎 [4]; 佐藤 夏雄 [5]; 行松 彰 [6]; 柴田 喬 [1]
[1] 電通大・情報通信; [2] 国立極地研究所; [3] 名大・太陽研; [4] 名古屋大; [5] 極地研; [6] 極地研宙空圏 (併 総研大極域科学)

Reproduction of SuperDARN-MSTIDs by using EISCAT radar electron density measurement

Satoshi Shimizu[1]; Keisuke Hosokawa[1]; Yasunobu Ogawa[2]; Satonori Nozawa[3]; Tetsuo Motoba[4]; Natsuo Sato[5]; Akira Sessai Yukimatu[6]; Takashi Shibata[1]
[1] Univ. of Electro-Communications; [2] SNational Institute of Polar Research; [3] STEL, Nagoya Univ; [4] Nagoya Univ.; [5] NIPR; [6] NIPR (SOKENDAI, Polar Science)

<http://gwave.ice.uec.ac.jp/~shimizu/>

Super Dual Auroral Radar Network (SuperDARN) is an international collaborative project based on the network of coherent HF radars located in the high-latitude zones of the northern and southern hemispheres. Wave-like structures, whose period is less than 1 hour, are often seen in the time series of the backscatter power of the ground-scattered signals. These structures are believed to be a manifestation of the medium-scale traveling ionospheric disturbances (MSTIDs) at the F-region heights. However, it is still unclear why these wave-like structures are detected with the SuperDARN.

EISCAT, which is an incoherent scattering radars located in the Scandinavian Peninsula and Svalbard Island, is also able to observe wave-like structures. They are very similar to the wave-like features seen in the SuperDARN data.

The fields-of-view of the SuperDARN Hankasalmi radar in Finland and EISCAT Tromso UHF radar systems are overlapping each other. We have examined the wave-like features simultaneously observed by the two different radar systems, and then suggested that source of them is common.

In this paper, we investigated how the wave-like structure in the SuperDARN is caused by MSTIDs by using ray tracing calculation based on the ionosphere as reconstructed from EISCAT radar measurements. As a result, we succeed to reproduce wave-like structures very similar to those seen in the actual SuperDARN observations, which suggests that the wave-like structure in the SuperDARN is actually a manifestation of the MSTIDs.

Super Dual Auroral Radar Network (SuperDARN) は、極域に配備された大型短波レーダーのネットワーク観測プロジェクトである。斜め上方に送信された短波帯の電波が電離圏 F 領域下部において屈折され、地上・電離圏間を何度も往復することを利用して、極域電離圏を水平方向に広範囲に観測することが可能である。SuperDARN によって得られた地上散乱エコーの中に、受信強度の時系列が波状構造を示すものがある。これは、電離圏に移動性電離圏擾乱 (TIDs) に伴う電子密度の疎密構造が存在し、その構造が電波伝搬経路の収束・発散を起こすことによって作り出されると考えられている。しかし、具体的にどのような電子密度の空間構造が、SuperDARN 地上散乱エコー受信強度に見られる波状構造を作り出すのかは全く理解されていない。

一方、スカンジナビア半島とスヴァールバル諸島ロンゲイアピンに設置されている欧州非干渉性散乱レーダー (EISCAT) においても、電子密度の時系列に波状構造がしばしば現れる。これは移動性電離圏擾乱に伴う密度擾乱そのものを観測しているものと考えられる。

我々はこれまでの研究において、SuperDARN フィンランドレーダーの観測視野が、EISCAT トロムソレーダーの観測領域を含んでいることを利用し、2つの異なる手法で観測された MSTIDs の時空間構造に関して直接比較を行ってきた。今回は、EISCAT レーダーの電子密度観測から MSTIDs を含む電離圏の空間構造を再構成し、レイトレイシングを行うことで SuperDARN の地上散乱エコーに見られる波状構造の再現を試みた結果を報告する。これまでも SuperDARN の TIDs 観測を再現することを目的としたレイトレイシングは行われてきたが、いずれもモデルをベースにしたものであった。今回は、初めて EISCAT レーダーによる実観測値を用いたレイトレイシングシミュレーションを行い、SuperDARN に見られる波状構造と実際の移動性電離圏擾乱の時空間構造の間の対応関係を定性的・定量的に把握することを目指した。

講演で紹介する 2001 年 12 月 13 日のイベントでは、SuperDARN フィンランドレーダーと EISCAT トロムソレーダーそれぞれの観測データにはっきりとした波状構造が見られている。TIDs の伝搬方向と位相速度が既知で、その空間構造が伝搬中に大きく変わらないという仮定の下では、EISCAT レーダーの時系列データはそのまま空間分布として用いることができる。SuperDARN の観測から求めた水平位相速度を用いて、EISCAT レーダーの電子密度高度分布を極方向へ時間を遡って戻し、高度・緯度 2 次元面における電子密度空間分布を再構成する。次に、このようにして得られた電子密度の空間分布に対して、様々な仰角で電波を送信する。その全ての電波について、一定の伝搬距離毎に電波屈折の数値計算を行うことで、電波伝搬経路の追跡を行う。以上の手順を時間に対して連続的に行うことで、SuperDARN の実観測データと直接比較が可能な時系列データを得ることができる。

実データをもとにしたレイトレイシングシミュレーションの結果、SuperDARN の時系列データに見られた MSTIDs と

酷似する波状構造が得られた。電波が収束し受信強度が増大した領域が低緯度方向に伝搬する際の時間間隔やその距離などが実観測と一致しており、SuperDARNに見られる波状構造とEISCATレーダーによって観測されたMSTIDsが1対1に対応していることが強く示唆される。発表ではシミュレーションと観測を比較した結果を示すと共に、そこから導かれるMSTIDsの時空間構造について議論を行う。現在は簡単な条件のもとでのシミュレーションを行っているが、今後はより詳細な条件を付加し、実観測データと同化させていくことで、波状構造の元になるMSTIDsの時空間構造を定量的に明らかにしていく予定である。