

ポーラーパッチ後縁部に見られる指状構造: 2次元数値シミュレーションとESRによる観測データの比較

高橋 透 [1]; 平木 康隆 [2]; 細川 敬祐 [2]; 小川 泰信 [1]; 坂井 純 [2]
[1] 極地研; [2] 電通大

Finger-like structure along the trailing edge of polar patches: two-dimensional numerical simulations and ESR observations

Toru Takahashi[1]; Yasutaka Hiraki[2]; Keisuke Hosokawa[2]; Yasunobu Ogawa[1]; Jun Sakai[2]
[1] NIPR; [2] UEC

Polar patches, which are regions of dense electron density in the polar cap F region ionosphere, have been frequently observed during southward interplanetary magnetic field (IMF) conditions. One of the interesting subjects in the studies of polar patches is their fine-scale structure. Recently, finger-like structures along the trailing edges of polar patches have been detected by using all-sky airglow imagers. Previous studies proposed that the finger-like structures are generated through the gradient drift instability (GDI). In those papers, it was further suggested that the GDI should make the density gradient across the trailing edge less steep due to interchange stirring of plasma. As a result, there should exist an asymmetry in the gradient between the leading edge and trailing edge of patches. To confirm these hypotheses, we have performed a two-dimensional numerical simulation of polar cap patches.

In the simulation, electric field of 50 mV/m and geomagnetic field of 50000 nT were employed as background conditions. Under the conditions, finger-like structures having 10 km scale-size appeared along the trailing edge of patches, and then the gradient in the leading edge was much steeper than that in the trailing edge. We also found that the Pederson conductivity significantly contributed to the production of the finger-like structures. In order to verify these simulation results, it is necessary to confirm whether the simulation conditions (e.g., Pederson conductivity, primary electric field, and gradient in the plasma density) were reasonable.

In this presentation, we will show these simulation results and comparison of simulation condition with the Pederson conductivity, electric field, and gradient in the plasma density observed by EISCAT Svalbard radar (ESR) operative in Longyearbyen.

ポーラーパッチは極冠域の電離圏 F 領域に見られる、電子密度が背景の 2 から 10 倍まで増大した領域である。ポーラーパッチは昼間側の日照領域で電離生成された高密度プラズマが電離圏対流によって夜間側へと掻き出されパッチ状になることによって生成される。F 領域では、再結合の時定数が大きいいため、その電子密度は数時間にわたって維持され、対流によって反太陽方向に運ばれる。

典型的なポーラーパッチの形状は東西に長く、南北に短い葉巻型の構造を取ることが観測的に知られている。より細かい構造として、ポーラーパッチの電子密度の勾配が、後縁では緩やか、前縁では急であることが先行研究によって示されている。この非対称構造は、ポーラーパッチ内の密度勾配と対流電場が引き起こすプラズマ不安定によって、ポーラーパッチの後縁で電子密度の指状構造が発達し、電子密度の攪拌を引き起こされるために生じると予想されている。しかし、これまで、指状構造について観測的・理論的研究が遂行されているが、生成メカニズムや時空間的な発展に関する理解は不足している。

指状構造が形成されるメカニズムとして、圧力交換型不安定の一つである Gradient Drift Instability (GDI) が提唱されている。本研究では、GDI によって駆動される密度擾乱の数値シミュレーションをペダーソン電気伝導度、電場、プラズマ密度勾配を変化させて行い、ポーラーパッチ後縁に生成される指状構造の再現を行った。50 mV/m の対流電場を印加した計算の場合、ポーラーパッチの後縁に十数 km の空間スケールを持つ指状構造の発達が見られた。また、前縁に比べ、後縁の密度勾配が時間に伴って緩やかになる様子が捕らえられた。これらの計算結果から、それぞれのパラメータによる指状構造のスケールおよび成長率に対する依存度を導出した。この中でもペダーソン電気伝導度は指状構造の成長に大きく寄与していた。ポーラーパッチが出現する夜間はペダーソン電気伝導度が急激に減少するため、実際の電離圏で観測されるペダーソン電気伝導度と比較、調査する必要がある。

本発表では数値シミュレーションの結果を示すと共に、これらの計算を実行したシミュレーションの環境とロングゲイヤビンに設置された EISCAT スバルバルレーダー (ESR) レーダーから導出されたペダーソン電気伝導度、電離圏電場、電子密度勾配の比較を報告する予定である。