

数値計算シミュレーションによるポーラーパッチ後縁の指状構造の再現

高橋 透 [1]; 平木 康隆 [2]; 細川 敬祐 [2]; 坂井 純 [2]
[1] 電通大・SSRE; [2] 電通大

Reproduction of finger-like structure along the trailing edge of polar patches

Toru Takahashi[1]; Yasutaka Hiraki[2]; Keisuke Hosokawa[2]; Jun Sakai[2]
[1] SSRE, UEC; [2] UEC

Polar patches, which are region 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 on 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 gradient drift instability (GDI). In those papers, it was further suggested that the GDI should make the density gradient across the trailing edge more gradual 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 simulation of polar cap patches.

In the simulation, electric field of 50 mV/m and geomagnetic field of 50000 nT were employed as background condition. Under the conditions, finger-like structures having 10 km scale-size appeared along the trailing edge of patches. We also found that the gradient leading edge was much steeper than that in the trailing edge. The scale and shape of the finger-like structure were well consistent with the previous optical observations. In order to make more realistic condition, background plasma density gradient was introduced in this simulation. This calculation indicated that the growth time scale of the finger-like structure depends on the background density gradient. In this presentation, we will show these results and discuss the relationship between the development of the finger-like structures and the ambient plasma density gradient.

ポーラーパッチは極冠域のF領域中で、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領域中の電子の再結合の時定数が大きいため、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を運ばれる。

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唆されている。これ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、密度勾配ドリフトによって、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していると考えられている。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。

本研究では、対流電場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。さらに、本計算では電場、磁場のみのシンプルなモデルに背景密度勾配を考慮し、計算を進めた。その結果、指状構造の発達速度に増加が見られた。本発表では数値計算結果を示すとともに、指状構造発達の背景密度依存性についても議論を行い、その詳細を報告する。