

南極点基地で観測した昼側高緯度準定在オーロラパッチ

海老原 祐輔 [1]; 田中 良昌 [2]; 高崎 聡子 [1]; Weatherwax A. T.[3]
[1] 極地研; [2] ROIS; [3] メリーランド大

Quasi-stationary auroral patches observed at the South Pole Station

Yusuke Ebihara[1]; Yoshimasa Tanaka[2]; Satoko Takasaki[1]; A. T. Weatherwax[3]
[1] NIPR; [2] ROIS; [3] Univ. of Maryland

We present quasi-stationary auroral patches (QSAPs) observed by an all-sky imager at the South Pole Station (-74.3° CGLAT) on the dayside between ~09 and ~14 MLT. Each auroral patch keeps, in principle, their forms, luminosity and location for tens of minutes and more. The quasi-stationary nature of the QSAPs cannot be explained by the traditional role of the corotation electric field because the South Pole is located on the axis of Earth's rotation and far outside from the possible location of the plasmapause. A most plausible scenario for the stationary nature is that a corotation electric potential, whose focus is on the zenith of the South Pole, results in a stagnation point and a trapping region of the magnetospheric cold plasmas. This circumstance may occur when the South Pole is located on a closed field line and the local electric potential is dominated by the corotation potential. Then, the magnetospheric cold plasmas would undergo very slow drift relative to the ground near the stagnation point. On the analogy of the formation of the plasmasphere, the trapping region would capture efficiently cold plasmas originated from the ionosphere, and result in a locally enhanced plasma density (mini-plasmasphere) that may favor scattering of keV electrons through cyclotron wave-particle interactions, resulting in an auroral emission. The QSAPs are also accompanied with small periodical fluctuations in the Pc 5 range, which coincide closely with ground magnetic fluctuations. Assuming that the Pc 5 pulsation especially on the morningside is associated with field line resonances, we could estimate the equatorial mass density of thermal plasmas, which gradually increased from 0.13 to 0.44 amu cm⁻³. The gradual increase of thermal plasma density would support the hypothesis that a mini-plasmasphere exists near the flux tube rising from the South Pole, though further investigation is necessary to confirm it.

国立極地研究所が南極点基地 (90 S, -74.3° CGLAT) に設置した全天イメージャーは、その地理的及び地磁気的特徴により、冬季には 24 時間オーロラを観測することができる。地磁気的に静穏な期間、地磁気的な昼側の領域において、パッチ状のオーロラ構造が数時間以上にわたってほぼ定在するという現象が観測されることがある。このパッチ状構造を QSAP(Quasi-Stationary Auroral Patch) と名づけた。QSAP は CPS(Central Plasma Sheet) に対応する酸素緑線 (λ = 557.7 nm[OI]) が卓越した領域、すなわち閉じた磁力線に現れる。また、パッチの形状と明るさが長時間にわたりほぼ保存されるため、所謂パルセーティング・オーロラとは明らかに異なる。パッチの動きが磁気圏電場を反映しているものとする、パッチの準定在性を説明するためには、観測点に対する相対的な E × B ドリフト速度はゼロに等しい必要がある。経験的な対流電場モデル (Weimer 2005 型) を用いたところ、このような状況は、南極点が閉じた磁力線に位置し、且つ、共回転電場が対流電場に対して卓越している時に生じることがわかった。南極点は地球の自転軸上に位置するため、共回転電場ポテンシャルの中心である。共回転電場ポテンシャルの中心は常に南極点上空に位置するため、磁気圏プラズマは南極点から延びる磁力線付近で効率よくトラップされ、E × B ドリフト速度は最小となるだろう。古典的プラズマ圏形成理論からの類推として、もし、電離圏からの熱的プラズマの供給が十分にあれば、南極点付近の磁力管のプラズマ密度が局所的に上昇し (ミニ・プラズマ圏)、サイクロトロン波動・粒子相互作用によって磁気圏電子がピッチ角散乱を受けやすい状況が生じる可能性もある。準定在性に加えて、QSAP は Pc 5 帯の周期 (約 1.6-3.3 mHz) で主に東西方向にゆらめく。相互相関法を用いてパッチの動きの 2 次元速度ベクトルを算出し、平面電流層を仮定して地上磁場変動を求めたところ、南極点基地で観測された磁場変動とほぼ一致した (相関係数 0.69)。この結果は、QSAP の動きは電場に応答していること示唆している。また、地磁気脈動が磁力線共鳴によるものと仮定し、経験的な磁場モデル (Tsyganenko-04 型) を用いて磁気赤道面におけるプラズマ密度を求めたところ、QSAP の出現開始から 4 時間の間に、プラズマ密度が 0.13 から 0.44 amu cm⁻³ へ緩やかに上昇しており、局所的なプラズマ密度の上昇を示唆している。QSAP に酷似した現象として、オーロラ帯の低緯度側で観測される準共回転オーロラ (ECP; Evening Co-rotating Patches; Kubota et al., GRL, 2003) がある。QSAP 同様 ECP も共回転電場の存在が重要であると考えられるが、QSAP と ECP の準定在性を特徴づける共回転電場ポテンシャルの極性は、それぞれ逆である。すなわち、地球の自転軸が閉じた磁力線に繋がっている場合、負の極性を持つ通常の共回転電場ポテンシャルに加えて、正の極性を持つ共回転電場ポテンシャルが磁気圏に同時に現れることを意味する。今後、正のポテンシャルの存在について、衛星観測や短波レーダー観測によって確かめる必要がある。