

南極昭和基地大型大気レーダーによる電離圏沿磁力線不規則構造のイメージング観測

Imaging observation of Ionospheric Field Aligned Irregularities by the PANSY radar at Antarctic Syowa Station

*香川 大輔¹、橋本 大志²、齊藤 昭則¹、西村 耕司²、堤 雅基²、佐藤 享³、佐藤 薫⁴

*Daisuke Kagawa¹, Taishi Hashimoto², Akinori Saito¹, Koji Nishimura², Masaki Tsutsumi², Toru Sato³, Kaoru Sato⁴

1. 京都大学大学院理学研究科、2. 国立極地研究所、3. 京都大学大学院情報学研究科、4. 東京大学大学院理学系研究科
1. Graduate School of Science, Kyoto University, 2. National Institute of Polar Research, 3. Graduate School of Informatics, Kyoto University, 4. Graduate School of Science, Tokyo University

南極昭和基地大型大気レーダー (Program of the Antarctic Syowa Mesosphere-Stratosphere-Troposphere/Incoherent Scatter radar; PANSY レーダー) は南極の昭和基地に設置されている大型 VHF 帯大気レーダーである。本レーダーは 47MHz の周波数を用いており、E 領域における 3 m スケールの沿磁力線不規則構造 (Field Aligned Irregularity; FAI) エコーの観測が可能である。本研究では、PANSY レーダーを用いた FAI 観測を実施し、その観測データをイメージング処理することで FAI エコーの二次元空間分布の推定を行った。イメージング処理において、Fourier 法や Capon 法を用いて FAI エコーの到来方向を推定すると、FAI アレイの受信ビームパターンの影響により偽像が現れ FAI の空間分布を正しく推定できないことがわかった。一方、CLEAN 法を用いると、観測で得られたイメージ上の最大強度の点を中心とする受信パターンを逐次的に差し引くため、ビームパターンの影響を除去して FAI の空間分布を推定できることが明らかになった。2017 年 4 月と 12 月に PANSY レーダーによって E 領域 FAI の観測が行われた。計 8 回の観測のうち 6 回において FAI エコーが検出され、その全てにおいて周期的にエコー強度が変動する構造が見られた。そして、それらの FAI エコーはレンジ方向に広がった構造を持つものと狭い構造を持つものの二種類に分類された。広レンジのエコーは、その一部で周期約 7 分の周期性を持つ準周期 (QP) エコーが見られた。その QP エコーのある一周期に対して CLEAN 処理を行った結果、QP エコーとして観測された FAI はレンジ方向に移動していることが明らかになった。そして、方位角 ~ -60 方向に沿った波面を持ち、およそ北東から南西の方向へ速度 ~ 260 m/s で伝搬するものであることがわかった。また、この FAI は、電離圏電子密度変動のデータとの比較から、電離圏 E 領域の電子密度増大に伴って起こる gradient-drift 不安定性によって引き起こされたものであることが示唆された。狭レンジのエコーは、南極昭和基地における地上磁場変動のデータとの比較から、その時間変動に Pc5 型地磁気脈動との相関があることが明らかになった。その Pc5 の磁場変動の方向から、この FAI は、東向きと北向きの成分を持つジェット電流が強く流れたときにプラズマ不安定性の発達条件が満たされ、その結果発生したものであることが示唆された。また、CLEAN 処理による空間分布推定から、この FAI は空間的に大きく移動するものではないことが明らかになった。

キーワード : PANSY レーダー、沿磁力線不規則構造、CLEAN、QP エコー、Pc5 地磁気脈動
Keywords: PANSY radar, Field Aligned Irregularities, CLEAN, QP echoes, Pc5 pulsation