

FM-CW レーダーによる低緯度電離層侵入電場の観測

Observations of ionospheric electric fields by FM-CW radar at low latitude

新原 俊樹[1]; 湯元 清文[2]; 吉川 顕正[1]; 田中 高史[3]; 北村 健太郎[2]; 野崎 憲朗[4]; 篠原 学[5]
Toshiki Shimbaru[1]; Kiyohumi Yumoto[2]; Akimasa Yoshikawa[1]; Takashi Tanaka[3]; Kentarou Kitamura[2]; Kenro Nozaki[4]; Manabu Shinohara[5]

[1] 九大・理・地球惑星; [2] 九大・宙空環境研究センター; [3] 九大; [4] 通信総研; [5] 九大 SERC

[1] Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ.; [2] Space Environ. Res. Center, Kyushu Univ.; [3] Kyushu University; [4] CRL; [5] SERC, Kyushu University

<http://denji102.geo.kyushu-u.ac.jp/denji/student/shinbaru/shinbaru.html>

地上で観測された磁場変動の情報を用いて宙空環境を議論するにあたり、個々の地上磁場変動の原因を明確にすることは重要である。地上磁場変動を引き起こす代表的な原因のひとつに、磁気圏対流に伴う対流電場が沿磁力線電流によって極域電離圏に運ばれて出来る DP2 型電離層電流系がある。この電流系が生み出す DP2 磁場変動は汎世界的に観測され、特に昼側磁気赤道域では変動磁場の振幅異常増加（赤道エンハンス）が観測される。DP2 磁場変動のほかにも、磁気嵐急始 (SC) 時に地上で観測される PRI (preliminary reverse impulse) 及び MI (main impulse) は、それぞれ磁気圏圧縮に伴う dusk-to-dawn 電場、磁気圏対流の増強に伴う dawn-to-dusk 電場がつくる DP2 型電離層電流系に起因する。また最近の研究より、Pc5 地磁気脈動のなかには DP2 型電離層電流系によって生み出されるものもある。これらの磁場変動は極域から磁気赤道域にかけてほぼ同時に観測され、侵入電場の極域から赤道域への瞬時伝播モデルによって説明されている。本研究は、昼側磁気赤道域において赤道エンハンス効果を伴って観測された SC・DP2 磁場変動・Pc5 地磁気脈動に注目し、これらの磁場変動を引き起こした電場の強度及び瞬時伝播の様子を FM-CW レーダーによって捉え、観測された磁場変動から電離層侵入電場に起因する成分の分離に役立てる事を目的としている。

2002 年 9 月以降、福岡県篠栗町に設置した FM-CW レーダーを用いて電離層の定常的ドップラー観測を行い、環太平洋地磁気観測ネットワーク (CPMN) で得られた磁気赤道域の磁場データとの相関解析を行った。解析の結果、2003 年 5 月 9 日 (05:19UT) と 2003 年 11 月 4 日 (06:25UT) の SC 発生時、低緯度の電離層と磁気赤道域の地上磁場において初動が ± 6.4 秒以内の精度で同時に確認され、極域から磁気赤道域に伝播した電場が観測された。次に上の 2 イベントについて初動後約 1 分間の電離層変動と磁場変動の波形を比較した結果、前者は電離層変動に対して磁場変動に約 $30-40^\circ$ 、後者は約 $40-50^\circ$ の位相の遅れが確認された。SC 発生時、電離層と地上磁場で初動が同時に確認された事は過去の観測結果に矛盾せず、侵入電場の瞬時伝播モデルを観測的立場から支持すると同時に、これまで未知数であった FM-CW レーダーの電場検出機としての性能を実証した。今後より大規模な現象を捉えることで、さらに精度良く電場侵入のタイミングを議論できる可能性がある。

また、2003 年 10 月 30 日及び 10 月 31 日の磁気嵐回復相で観測された Pc5 地磁気脈動と電離層変動との間にも高い相関が確認され、DP2 型電離層電流系に起因する Pc5 地磁気脈動の存在が、低緯度電離層侵入電場の直接観測によって示された。この時、電離層変動に対して磁場変動に約 $20-40^\circ$ の位相の遅れが確認された。

磁気赤道域では、カウリング効果によって電離層電気伝導度が増大するに伴い、電離層を流れる電流の自己インダクタンスによる効果が無視できなくなることから、観測された磁場変動の位相の遅れについては、電離層電流の自己インダクタンスの効果を考慮に入れる必要がある。