

MU レーダーと GPS 受信機網による電離圏 F 領域イレギュラリティの研究

Studies on ionospheric F-region irregularities with the MU radar and GPS network

深尾 昌一郎[1], 山本 衛[1]

Shoichiro Fukao[1], Mamoru Yamamoto[1]

[1] 京大・宙空電波

[1] RASC, Kyoto Univ.

MU レーダーの IS 観測と FAI 観測の比較によって電離圏電子密度の鉛直プロファイルと FAI 発生高度の関係を調べる一方、国土地理院が全国の約千地点で運用中の GPS 受信機網による電離圏全電子数観測の比較から FAI 水平構造との関連について研究を進めた。その結果、F 領域 FAI の発生時間帯には F 領域電子密度ピーク高度の上昇が見られ、FAI はそのピーク高度より下側に出現していた。また GPS 受信機網による全電子数観測からは、夜間に南西方向へ伝搬する伝搬性電離圏擾乱がほぼ毎日といってよい頻度で出現することが明らかになったほか、数例については FAI の帯状エコーの波面が TEC 変動に現れる TID と伝搬方向・速度・位相が良く一致することが明らかにされた。

これまで我々は、MU レーダーによる磁力線直交モードの観測によって中緯度電離圏 F 領域の沿磁力線イレギュラリティ(Field-Aligned Irregularity; FAI)の振舞いを明らかにしてきた。F 領域 FAI は夏季の夜間によく観測されスプレッド F の出現と相関を持つことと出現頻度が太陽活動と負の相関を持つことが知られている。また FAI エコーの時間高度分布におけるエコー形状は大きく分けて「帯状エコー」と「筋状エコー」の 2 種類に分類されている。このうち帯状エコーは、レーダーに近づく方向の位相伝搬を示す周期 10~30 分程度の波状構造に特徴があり、概ね南西方向へ 90~130m/s の位相速度で水平伝搬することが明らかになっている。一方、筋状エコーは 10~30km の間隔をもって出現し時間とともにゆるやかに距離を変化させる筋状の構造で特徴付けられており、エコーの継続時間は帯状エコーに比べて長い。以上の F 領域 FAI の本質はプラズマ中に発生する不安定現象であるが、これを理解するうえで決定的に重要な背景の電離圏プラズマ密度の振舞いと FAI の関連についての研究は、これまで不十分であった。

本研究で我々は、MU レーダーの IS 観測と FAI 観測の比較によって電離圏電子密度の鉛直プロファイルと FAI 発生高度の関係を調べる一方、国土地理院が全国の約 1000 地点において運用中の GPS 受信機網(GEONET)による電離圏全電子数(Total Electron Content; TEC)観測との比較によって F 領域電子密度と FAI の水平構造の関連について研究を進めた。その結果、まず 1997~1999 年に実施された MU レーダーによる FAI・IS 観測から、F 領域 FAI の発生時間帯には F 領域電子密度ピーク高度の上昇が見られ、FAI はそのピーク高度より下側に出現していることが明らかにされた。また GPS 受信機網による TEC 観測からは、夜間に 100~150m/s の位相速度で南西方向へ伝搬する伝搬性電離圏擾乱(Traveling Ionospheric Disturbance; TID)が、ほぼ毎日といってよい頻度で出現することが明らかになったほか、数例については FAI の帯状エコーの波面が TEC 変動に現れる TID と伝搬方向・速度・位相とも良く一致することが明らかにされた。また FAI の出現・非出現と TID の強度について比較を行った結果、FAI エコーは TEC に現れる TID 強度の大きい場合に出現する様子が明らかになった。