

MUレーダーとGPS受信網によるFRONTキャンペーン中の電離圏擾乱の観測

Study on ionospheric irregularities during FRONT campaign with the MU radar and the GPS receiver network

西村 政人 [1], 山本 衛 [1], 齊藤 昭則 [2], 大塚 雄一 [1], 宮崎 真一 [3], 深尾 昌一郎 [1]

Masato Nishimura [1], Mamoru Yamamoto [1], Akinori Saito [2], Yuichi Otsuka [1], Shin'ichi Miyazaki [3], Shoichiro Fukao [1]

[1] 京大・超高層, [2] 京都大・理・地球物理, [3] 地理院・研究センター

[1] RASC, Kyoto Univ., [2] Department of Geophysics, Kyoto Univ., [3] Research Center, GSI

1998年5月のFRONT(F-region Radio and Optical measurement of Nighttime TIDs)キャンペーンでは、MUレーダーによるF領域FAI、IS観測、全国5地点での6300 Å大気光イメージャ観測、定常的に行なわれている国土地理院GPS観測が同時に行なわれた。F領域FAIはこれまでも東から西へ伝搬することが知られているが、本観測においても東から西へ伝搬するFAIが観測された。一方、イメージャの観測においても南西方向に伝搬する波状構造が観測されており、GPSによって観測されたTECの変動に見られる波状構造と一致が見られる。このような観点から今回のキャンペーン観測をもとに伝搬方向、速度といった特徴を中心に電離圏擾乱の性質を明らかにしていく。

1998年5月16日～25日に行われたFRONTキャンペーン(F-region Radio and Optical measurement of Nighttime TIDs)においては、MUレーダーによるF領域FAI、IS観測および、母子里、蔵王、木曽、信楽、美星の全国5地点でのイメージャによる大気光観測、国土地理院のGPS受信機網を用いたTECの観測が協同でおこなわれた。

中緯度電離圏F領域沿磁力線イレギュラリティ(FAI; Field-Aligned Irregularity)は電離圏F領域の電子密度の不安定が磁力線直交方向に成長するプラズマ不安定現象であり、MUレーダーのビームを磁力線直交方向(真北方向、高度300km付近で磁力線直交の場合で天頂角 57°)に向けることによって観測される。FRONTキャンペーン期間中のMUレーダーにおいては、4ビームのドップラー観測と16ビームのパワー観測が行われた。特に16ビーム観測では、方位角、西 29° ～東 21° の広い範囲にレーダービームを向けることで、FAIの水平空間構造を観測することが可能であり、これまでのF領域FAIの研究で指摘されている通り、東から西へ伝搬するFAIが観測された。

同時にMUレーダーで行われたIS観測においては、電離圏電子からのインコヒーレント散乱エコーを受信することで、電子密度の高度プロファイルを求めた。これをFAI観測によって得られるエコー強度の時間高度分布と比較することにより、次のような関連が見られた。つまり、F領域FAIの出現とF領域ピーク高度の上昇に関連が見られるということと、F領域FAIが主にF領域ピーク高度よりも下側に出現し、特にF領域FAIのエコーの最も強い高度はほぼF領域ピーク高度の下側であったということである。これらの観測結果は、MUレーダーによって1997年6、7月に行われた同様のF領域FAI、IS同時観測と同じ傾向を示している。

一方、イメージャによる大気光観測は電離圏の高度250km付近の電子と酸素原子が反応して発する630nmの大気光をCCDカメラで連続的に撮影することによって、電離圏の電子密度の濃淡構造を時間連続的に知ることができる。全国5地点の観測結果をもちいることで日本上空の広い範囲について電子密度の水平方向の分布を知ることができる。本キャンペーン期間中においても、これまでになされた観測同様に帯状構造の伝搬が観測されている。また国土地理院のGPS受信機網は全国約1000点におよび、定常観測が行われている。GPS衛星から送信される2つの周波数の電波の遅延時間差からはTEC(Total Electron Content)が推定されるため、大気光観測と同様、日本上空の広い範囲について電離圏の電子密度の水平構造を観測することができる。GPS観測では、これまでの観測でも南西方向に伝搬する帯状の構造が確認されており、MUレーダーで観測されるF領域FAIの伝搬方向との一致が指摘されている。

本講演では、このようなFRONTキャンペーンの観測を中心に、MUレーダーおよびGPSによって観測される電離圏擾乱の伝搬方向、速度を、MUレーダーで観測される電子密度プロファイルとの関連付けながら明らかにしていく。