

SuperDARN 北海道-陸別 HF レーダーを用いた 太陽フレアによる電離圏環境変動特性の研究

渡辺太規¹、西谷望¹

¹名古屋大学太陽地球環境研究所

Study of characteristics of ionospheric disturbances during solar flare events with the SuperDARN Hokkaido Radar

Daiki Watanabe¹, Nozomu Nishitani¹

¹*Solar terrestrial environment laboratory, Nagoya University*

Ionospheric disturbances during solar flare events have been studied by various kinds of observation instrument in the last few decades. Kikuchi et al. (1985) reported on the positive Doppler shift in the HF Doppler system data during solar flare events, and indicated that there are two possible factors of Doppler shift, i.e., (1) apparent ray path decrease by changing refraction index due to increasing electron densities in the D-region ionosphere, and (2) ray path decrease due to descending reflection point associated with increasing electron density in the F-region ionosphere.

In this study, we use the SuperDARN Hokkaido Radar to investigate the detailed characteristics of solar flare effects on ionospheric disturbances. We focus on positive Doppler shift of ground / sea scatter echoes just before sudden fade-out of echoes. Davies et al. (1962) showed that if the factor (1) is dominant, Doppler shift should have positive correlation with slant range and negative correlation with elevation angle and frequency. On the other hand, if the factor (2) is dominant, Doppler shift should have negative correlation with slant range and positive correlation with elevation angle and frequency. While Kikuchi et al. (1985) studied solar flare events and mainly discussed frequency dependence of Doppler shift, We study mainly slant range and elevation angle dependence, for the first time to the best of our knowledge. We found that the factor (1), in other words, increase of electron densities at D-region ionosphere, is dominant during solar flare events. This result is consistent with that of Kikuchi et al. In order to confirm this result and to study characteristics of ionospheric disturbance in more detail, we are working on the classification of solar flare events according to its intensity, local time, season and solar zenith angle, and the investigation of their effects on the ionospheric disturbances. In addition, we are studying relationship between the X-ray / EUV irradiation changes and timing / amplitude of ionospheric disturbance, by comparing X-ray / EUV irradiation data from GOES satellite with the HF radar data. More detailed analysis result will be reported.

太陽フレアによる電離圏の環境変動は過去さまざまな観測手法により研究されてきた。Kikuchi et al. (1985) は HF ドップラー法により太陽フレア発生時に正のドップラーシフトを観測し、その要因を2つ示した。(1) D層の電子密度が増加し屈折率が変化することによる、電波の見かけの行路の変化。(2) F層の電子密度が変化し反射高度が変化することによる、電波の行路の変化。

今回の研究では詳細な電離圏変動の様子を調べるため SuperDARN レーダーの一基である北海道-陸別 HF レーダーを用いた。

我々の研究では、レーダーの地上/海上散乱エコーの消失が生じる直前に観測されるドップラーシフトに着目した。Davies et al. (1962) は要因(1)では、エコーのドップラーシフトはレンジに対し正の相関、周波数と仰角に対し負の相関を持つのに対し、要因(2)ではレンジに対し負の相関、周波数と仰角に対し正の相関を持つことを示している。Kikuchi et al., (1985) は周波数依存性を解析したのに対し、我々はエコーのドップラーシフトのレンジ、仰角依存性を初めて解析することにより、D層、F層の電子密度変化の様子を調べた。その結果、フレア発生時のドップラーシフトの要因としては、D層の電子密度変化が支配的である可能性が高いことが分かった。この結果はKikuchi et al. (1985) の結果と矛盾しない。この結果を確認し、またより詳細な電離圏擾乱の特性を明らかにするために、フレアイベントを、フレアクラス、発生した季節、LT、太陽天頂角などの特徴で区分し、それらを統計的に解析することでその依存性の解明を進めている。また、同じフレアクラスでも、個々のフレアにより EUV 放射強度の違いや、X線、EUV 放射強度の立ち上がり方の違いがあることがわかっているため、GOES 衛星の X線、EUV 放射強度のデータとこれらの解析結果を比較することにより、太陽放射強度と電離圏擾乱の関係性の研究が進行中である。ドップラーシフトは、放射強度の変化量に対応していると見られる。講演ではより詳細な研究結果について報告する予定である。