

SuperDARN 北海道-陸別 HF レーダーと衛星太陽放射強度データを用いた太陽フレアによる電離圏環境変動の量的特性の研究

渡辺 太規 [1]; 西谷 望 [2]; 今田 晋亮 [3]
[1] 名大 STE 研; [2] 名大 STE 研; [3] 名大・STEL

Quantitative study of ionospheric disturbance characteristics during solar flare events using the SuperDARN Hokkaido Radar

Daiki Watanabe[1]; Nozomu Nishitani[2]; Shinsuke Imada[3]
[1] STELAB, Nagoya Univ.; [2] STELAB, Nagoya Univ.; [3] STEL, Nagoya Univ.

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), i.e., 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 study characteristics of ionospheric disturbance in more detail, work is in progress to study the quantitative relationship between the X-ray / EUV irradiation changes and timing / amplitude of ionospheric disturbance, by comparing X-ray / EUV irradiation data from GOES satellite and SDO satellites with the HF radar data. For this purpose, consideration of chemical reaction and photoreaction caused by solar radiation is important to evaluate the amplitude of ionospheric disturbance observed by the HF radar. Generally, X-ray radiation becomes more important during solar flare events. We are investigating mainly the quantitative relationship between X-ray flux changes and electron density variation in the D-region ionosphere. 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。

本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。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正のドップラーシフトに着目し、研究を行った。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。

より詳細に電離圏擾乱の性質を調べるため、X 線波長域で高い波長分解能を持つ RHESSI 衛星のデータと、EUV 波長域で高い波長分解能をもつ SDO 衛星のデータを用いて太陽放射強度とレーダー観測の結果の比較を行い、様々な波長の放射強度変動のタイミング/大きさと、電離圏電子密度変動のタイミング/大きさの関係を調べている。一般に、太陽フレア発生時には、D 層において X 線放射の影響がより重要になると考えられており、我々は特に X 線放射強度変動と D 層電子密度変動の関係に注目している。また、上述にあるレーダーエコーのドップラーシフトの仰角依存性を定量的に解析することで、電離圏電子密度変動量を導出することができる。さらに、太陽放射強度データを用いて電離圏の光化学反応モデルを考えることで、電子密度変動量の計算を行っている。この二つの方法から導出した電離圏電子密度変動量を比較することで、得られた解析結果の妥当性の評価を進めている。講演では、より詳細な結果を報告する予定である。