

GAIA モデルを用いた太陽フレアに対する電離圏応答のシミュレーション

松村 充 [1]; 塩川 和夫 [2]; 品川 裕之 [3]; 陣 英克 [3]; 藤原 均 [4]; 三好 勉信 [5]
[1] 名大 ISEE; [2] 名大宇地研; [3] 情報通信研究機構; [4] 成蹊大・理工; [5] 九大・理・地球惑星

GAIA modeling of ionospheric response to a severe solar flare

Mitsuru Matsumura[1]; Kazuo Shiokawa[2]; Hiroyuki Shinagawa[3]; Hidekatsu Jin[3]; Hitoshi Fujiwara[4]; Yasunobu Miyoshi[5]

[1] ISEE, Nagoya Univ.; [2] ISEE, Nagoya Univ.; [3] NICT; [4] Faculty of Science and Technology, Seikei University; [5] Dept. Earth & Planetary Sci, Kyushu Univ.

Solar flares enhance solar X-ray and extreme ultraviolet irradiance to cause disturbances in the ionospheric electron density. The disturbances degrade the accuracy in the Global Positioning System (GPS). The enhanced electron density can also affect HF radio communications, and for large flares can even lead to radio communication blackouts. Recent studies indicated that the ionospheric F-region disturbances due to solar flare irradiance are controlled not only by photochemical processes but also by electrodynamic changes of the ionosphere [Liu et al., 2007; Qian et al., 2012]. The electric field changes during solar flare events occur mainly in the E-region due to the X-ray flux enhancement, and in the equatorial counter electrojet regions the eastward electric field turns into westward below 107-km altitude [Manju and Viswanathan, 2005]. The TIME-GCM model has been used to investigate the flare-related electrodynamics of the ionosphere [Qian et al., 2012]. However, the model did not consider the flare effects at altitudes below 97 km due to the ionospheric lower boundary of the model. On the other hand, the GAIA model [Jin et al., 2011] can simulate photochemical processes and electrodynamics around and below 100 km because the model does not have the limitation of the lower boundary. We have improved the GAIA model to incorporate the Flare Irradiance Spectral Model (FISM) [Chamberlin et al., 2007; 2008] to understand the global response of the whole ionosphere including E and D regions to the solar flares. We have performed a simulation for the X17 flare event of October 28, 2003, and have showed that the enhanced X-ray flux considerably increases conductivity even at an altitude of 80 km. We will report its effect on the ionospheric electric field and the equatorial electrojet currents. We will also validate our improved model by comparing the simulated electron density, thermospheric temperature and thermospheric density with those in previous studies.

太陽が放射する X 線や極端紫外線 (EUV) はフレア時に増大し、地球電離圏の F 領域から E 領域、D 領域にいたるまで、電子密度の擾乱をひきおこす。電子密度擾乱は GPS の測位誤差を大きくし、短波通信の障害をひきおこす。このうち F 領域の擾乱には光化学的な変動だけでなく電気力学的な変動も作用していることが近年の研究から明らかになっている [Liu et al., 2007; Qian et al., 2012]。X 線の増大による電場の変動は主に E 領域でおこるが、とくに赤道カウンタージェット電流が流れる領域では、高度 107km より下で東向き電場が西向きに反転する [Manju and Viswanathan, 2007]。このようなフレアに関する電離圏電気力学の研究には、これまで TIME-GCM モデルが用いられてきた [Qian et al., 012]。しかし、このモデルは電離圏の下部境界を高度 97km に設定しているため、それより低高度の電離圏擾乱を計算できない。それに対して、GAIA モデル [Jin et al., 2011] は下部境界の制限がないので、高度 100km 付近やもっと低高度の光化学過程や電気力学を計算することができる。E・D 領域を含めた電離圏全体のフレアに対する応答を理解するために、我々は GAIA モデルを改良し、フレア放射スペクトルの経験モデル [Chamberlin et al., 2007; 2008] を組み込んだ。これを用いて 2003 年 10 月 28 日の X17 のフレア時についてシミュレーションを行ったところ、軟 X 線により電気伝導度が高度 80km においても無視できないほど増大することが明らかになった。本論文では、さらに電気伝導度の増大が電場や赤道ジェット電流に及ぼす影響について報告する。また、モデルの妥当性を検証するために、計算した電子密度や熱圏温度・密度を先行研究と比較する。