

R005-14

A 会場 : 11/24 PM2 (15:30-18:15)

17:00~17:15

2003年10月24日の巨大サブストームに伴う中低緯度への電場侵入によって引き起こされた630-nm大気光同時増光のMAGEモデル解析

#森田 早紀¹⁾, 塩川 和夫¹⁾, Pham Kevin²⁾, 大塚 雄一¹⁾, 新堀 淳樹¹⁾, 西岡 未知³⁾, Perwitasari Septi³⁾, 山本 衛⁴⁾, 惣宇利 卓弥⁴⁾

¹⁾ 名大宇地研, ²⁾ National Center for Atmospheric Research, ³⁾ 情報通信研究機構, ⁴⁾ 京大・生存圏研

MAGE model analysis of electric field penetration into mid-latitudes associated with a strong substorm on October 24, 2003

#Saki Morita¹⁾, Kazuo Shiokawa¹⁾, Kevin Pham²⁾, Yuichi Otsuka¹⁾, Atsuki Shinbori¹⁾, Michi Nishioka³⁾, Septi Perwitasari³⁾, Mamoru Yamamoto⁴⁾, Takuya Sori⁴⁾

¹⁾ Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, ²⁾ National Center for Atmospheric Research, ³⁾ National Institute of Information and Communications Technology, ⁴⁾ Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University

One of the causes of ionospheric and thermospheric variations at mid-latitudes is the ionospheric electric field that promptly penetrates from the polar region to the equator associated with storms and substorms. It is known that when the Region 1 field-aligned currents dominate as the substorm current wedge, a westward electric field penetrates to the mid-low latitudes on the night side. The oblique downward ExB drift associated with the westward electric field causes O⁺ in the ionosphere to penetrate to lower altitudes, interacting with higher O₂ densities, and resulting in 630-nm airglow enhancement.

A strong substorm occurred at 1525 UT (0025 LT) on October 24, 2003, with a minimum AL index of ~-1900 nT. Almost simultaneously with the substorm onset, we observed a 630-nm airglow enhancement without time delay at three Japanese stations (Rikubetsu (43.5°N, 143.8°E), Shigaraki (34.9°N, 136.1°E) and Sata (31.0°N, 130.7°E)). This event occurred during the main phase of a storm with a minimum Dst index of -44 nT. A Sudden Commencement (SC) associated with a solar wind increase was observed at the same time. From ground observations by ionosondes and a Fabry-Perot interferometer, we observed a downward motion of the ionosphere, while no change was observed in the ionospheric electron density and neutral winds. Then, we used the Multiscale Atmosphere-Geospace Environment (MAGE) model to simulate the penetrating electric field and neutral winds during this event on global scale.

With the substorm onset, the MAGE model shows that the vertical component of the ExB drift velocity decreased by ~30-35 m/s without time delay in the latitudes over Japan, corresponding to an electric field of ~2.0-3.2 mV/m. From the measurement of nighttime medium-scale traveling ionospheric disturbances, it has been reported that an electric field oscillation of ~1.2 mV/m was sufficient to reproduce the 630-nm airglow amplitudes of ~20%. However, in this event, electric field changes were estimated to be ~2.0-3.2 mV/m in the MAGE model, while the 630-nm airglow enhancement was ~250-500%. Thus, the model possibly underestimates the intensity of penetrating electric field. The westward electric field in the model extended from 75°E to 150°W (2100-0600 LT), which is comparable to the result of global modeling of substorm electric field by Ebihara et al. [2014]. The neutral wind was not changed in the MAGE model. Therefore, the simultaneous 630-nm airglow enhancement observed over Japan was confirmed to be caused by the westward electric field penetration associated with the strong substorm onset. We will also investigate changes in 630-nm airglow intensity based on the ionospheric plasma density and neutral atmosphere density in the MAGE model to clarify the relationship between the penetrating electric field and the 630-nm airglow enhancement.

中緯度で電離圏や熱圏の変動を引き起こす要因の1つとして、磁気嵐やサブストームに伴う極域から赤道まで瞬時に侵入する電離圏電場が挙げられる。これは、サブストームの開始に伴ってカレントウェッジ電流系が発達することでRegion 1電流が卓越し、夜側の中低緯度では西向き電場が侵入すると考えられている。この西向き電場に伴うExBドリフトが斜め下向きにかかることで、電離圏プラズマのO⁺がよりO₂の密度が高い低高度に侵入し、630-nm夜間大気光が増光する。

2003年10月24日の15:25 UT (00:25 LT)にAL指数の最小値が約-1900 nTで急速に発達した強いサブストームが発生した。これとほぼ同時に日本の3観測点(陸別(43.5°N, 143.8°E)、信楽(34.9°N, 136.1°E)、佐多(31.0°N, 130.7°E))で南北方向に時間遅延のない630-nm大気光の増光を観測した。このイベントは、Dst指数の最小値が-44 nTであった弱い磁気嵐の主相に発生し、同時に太陽風の急激な増強に伴うSudden commencement (SC)が観測された。日本のイオノゾンデによる観測から、電離圏の下降運動が観測されたが、電離圏のピーク電子密度やファブリ・ペロー干渉計による中性風にはこのイベントに伴う変化が見られなかった。そこで本研究では、Multiscale Atmosphere-Geospace Environment (MAGE)モデルを使用して、このイベントにおける全球スケールでの侵入電場と中性風のシミュレーションを行った。

このモデル計算では、サブストーム開始に伴い、ExBドリフト速度の鉛直成分は、日本上空で緯度方向に時間遅延なく約30-35 m/s減少した。これは、約2.0-3.2 mV/mの電場に相当する。夜間の中規模伝搬性電離圏擾乱の観測では、1.2

mV/m の電場変動は約 20% の 630-nm 大気光変動を伴うことが報告されている。しかし今回のイベントでは、モデルから得られた電場変化は約 2.0-3.2 mV/m に対し、観測された 630-nm 大気光強度の増光は約 250-500% であった。電場変化に対して大気光強度の増加が異常に大きいため、モデルが侵入電場の強度を過小評価している可能性が考えられる。モデル計算の中では西向き電場は 75° E から 150° W (地方時 21:00-06:00 LT) まで広がっており、この結果は、Ebihara et al. [2014] によるサブストームに伴う侵入電場のグローバルモデリングによる先行研究と同程度であった。また、モデル計算では中性風は変化しなかった。したがって、日本上空で観測された南北方向に時間遅延のない 630-nm 大気光の増光は、強いサブストームの開始に伴う西向きの侵入電場によって引き起こされたと考えられる。講演では、モデルから得られる電子密度、帯域密度の高度分布に基づいて 630-nm 大気光強度の変化を調べ、侵入電場と 630-nm 大気光強度の関係を明らかにし、報告する予定である。