

電離圏・熱圏結合系のストームシミュレーション

Storm-time simulation of the coupled Ionosphere-Thermosphere system

丸山 奈緒美[1], 渡部 重十[1]

Naomi Maruyama[1], Shigeto Watanabe[2]

[1] 北大・理・地球惑星

[1] Earth and Planetary Sci., Hokkaidou Univ, [2] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ

我々は3次元全球電離圏・熱圏結合モデルを構築した。このモデルを地磁気嵐やサブストームに伴う全球規模の現象である移動性大気擾乱 (Traveling Atmospheric Disturbances), 移動性電離圏擾乱 (Traveling Ionospheric Disturbances) 等の現象に対して適用することができる。大気擾乱の伝播は磁気圏起源のエネルギーや運動量を低緯度側へ輸送するのに重要な役割を担う。近年急速な発達を遂げた大気光イメージング技術や GPS-TEC の全球観測網等を用いて精力的に熱圏大気や電離圏プラズマを観測しているが、そのような蓄積されつつあるデータと比較することも可能である。

本発表では1999年9月22-23日のイベントについて、3次元電離圏・熱圏結合モデルを用いて数値シミュレーションを行い、電離圏・熱圏の応答を調べた。

磁気嵐に伴う磁気圏からのエネルギー流入を表現するために、オーロラ降下粒子エネルギーフラックスと磁気圏対流電場の経験モデルをモデルへの入力として用いる。また低緯度東向き電場擾乱モデルの入力として必要なAE指数はhemispheric Auroral Power inputから経験式を用いて表される。

深夜から明け方にかけてオーロラ降下粒子と磁気圏電場の増大に伴ってジュール加熱が増加する結果、極域熱圏高度で中性大気温度が上昇する。また極域中性風も、磁気圏電場に伴うE \times Bドリフトを受けて激しく変動する。極域中性大気温度上昇に伴い、赤道向きの風が強められる、とりわけそれは、深夜から明け方にかけての地方時で顕著である。その理由は夜側のより小さいイオン抗力に起因される。南北風変動が低緯度方向へ伝播するとともに中・低緯度の中性大気温度が上昇する。

日本付近経度の中性赤道風変動の緯度構造の時間変化において、高緯度の温度増加に伴い、日の出後に南北風変動が赤道方向へ伝播し、地方時が進むと共に減衰する様子がシミュレーション結果で再現された。

そのような大気擾乱の伝播過程においてイオン抗力は重要な役割を担っている。より小さいイオン抗力により、大気擾乱は低緯度側へ容易に伝播することが可能になる。小さいイオン抗力は以下の条件等により生成される；(1) 夜側地方時、(2) 擾乱鉛直下向きE \times Bプラズマドリフトによる電離圏の密度減少、(3) 擾乱E \times Bプラズマドリフトと中性風変動の方向の一致。

このイベントにおいて、中・低緯度擾乱E \times Bプラズマドリフトの効果を調べた。低緯度擾乱ダイナモ電場を含むモデルで得られた中性南北風変動はそれを含まないモデルに比べて、南北両半球で発達していることが示された。これは低緯度電場擾乱に伴って、プラズマが鉛直下向き(赤道方向)にドリフトする結果、電離圏密度が減少、さらにドリフトと中性風が共に赤道方向に運動する結果、イオン効力が減少したためである。従って中・低緯度擾乱東向き電場(鉛直プラズマドリフト)は、イオン効力を通じて中性大気擾乱の伝播に重要な役割を果たす。

イオン抗力の小さい夜側地方時に限らず日の出後地方時でも、中性風変動が見られる一つの原因である。また電場擾乱の経度(地方時)依存性は中性風変動の経度幅を決定する一つの要因である。