

リアルタイム磁気圏 MHD シミュレーション出力データベースを用いた統計解析(極域電離圏ポテンシャル分布の太陽風・IMF 依存性)

Statistical analysis of NICT magnetosphere MHD simulation (solar wind and IMF dependences of ionospheric potential distribution)

国武 学 [1]; 亘 慎一 [1]; 品川 裕之 [2]; 島津 浩哲 [3]; 長妻 努 [2]; 堀 智昭 [4]; 田中 高史 [5]

Manabu Kunitake[1]; Shinichi Watari[1]; Hiroyuki Shinagawa[2]; Hironori Shimazu[3]; Tsutomu Nagatsuma[2]; Tomoaki Hori[4]; Takashi Tanaka[5]

[1] 情通機構; [2] NICT; [3] 情通研; [4] STE 研; [5] 九大

[1] NICT; [2] NICT; [3] NICT; [4] Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya Univ.; [5] Kyushu University

[Introduction] 情報通信研究機構では、太陽風-磁気圏-電離圏を結合した MHD シミュレーションを、ACE 観測データを入力として、リアルタイムで走らせている (Tanaka 1995, Tanaka 2000, Tanaka 2003, and Den et al. 2006)。シミュレーションの出力として極域電離圏のポテンシャル二次元分布が得られ、そこからクロスポーラーキャップポテンシャル値 (CPCP 値) 等を求めることが可能である。長期間走行させることで、現実の様々な太陽風・IMF 状況下でのシミュレーション計算結果がデータベースとなる。このデータベースを統計的に解析することにより、当 MHD シミュレーションの特性、特に、太陽風・IMF 依存性を系統的に調べた。ポテンシャル二次元分布から抽出し、統計解析に用いたパラメータは、CPCP 値、ポテンシャルの極大値、極小値、電離圏対流の渦の中心の位置 (つまりポテンシャルの極大、極小の緯度及び MLT) である。ポテンシャル分布が複雑な場合だと、パラメータ抽出や解釈において困難が想定されるため、IMF Bz が正の時間帯を捨て、two cell convection が現れると予想される IMF Bz が負の時間帯のみ拾うことにした。紙面の制約上、統計解析結果の中から顕著な特徴のみを下記に示す。(他の諸特性については講演時に詳細を示す。)

[解析結果] ポテンシャルの極大値と極小値 (絶対値) との大小関係についての IMF clock angle 依存性

電離圏対流が two cell convection の場合、朝方の cell の中心でポテンシャルの極大値 (Potmax) を、夕方の cell の中心でポテンシャルの極小値 (Potmin) をとる。ここで、Potmin は負の値である。Potmax と Potmin の絶対値の大小について調べた。clock angle が 90 度に近い時つまり By 正の時、Potmax は |Potmin| より小。clock angle が 180 度つまり By=0 付近で、Potmax は |Potmin| と同程度。clock angle が 270 度に近い時つまり By 負の時、Potmax は |Potmin| より大。

[解析結果からの考察] ポテンシャル値の極値の朝夕の大小関係については、By 正で Potmax は |Potmin| より小、By 負で Potmax は |Potmin| より大、となった。Ruohoniemi and Greenwald (1996) による SuperDARN レーダの観測統計結果では、By の正負にかかわらず、Potmax は |Potmin| より小である。Hall conductance の昼から夜への gradient が急だと、Potmax は |Potmin| より小になることが知られている (Ridley et al. 2007)。我々のシミュレーション結果では、By 負で Potmax は |Potmin| より大になってしまう。ということは、我々のシミュレーションにおいては、Hall conductance の昼から夜への gradient が、現実よりは急ではないことを推察させる。我々のシミュレーションでは、conductance として、(1)solar EUV によるもの、(2) 磁気圏の圧力分布に関連するもの、(3)upward 沿磁力線電流に関連するものを与えている (Tanaka 2000)。solar EUV によるものについては昼から夜への gradient を生み出す。他方、(2) と (3) が強まると、conductance の昼から夜への gradient を緩くすることに寄与する。したがって、シミュレーションにおいて (2) と (3) の Hall conductance が現実よりやや大きめに設定されていることが推測される。シミュレーションでの Hall conductance 値の与え方についての再検討作業として、下記のことを今後必要であろう。MHD シミュレーションを、太陽風・IMF 入力値は同じものを用いて、Hall conductance のうち (2) 磁気圏の圧力分布に関連するもの、(3)upward 沿磁力線電流に関連するもの、の与え方を変えて、何通りかパラメータランさせ、その結果を吟味すること。

References

- Den, M. et al., Space Weather, S06004, doi:10.1029/2004SW000100, 2006.
- Ridley A. J. et al., Ann. Geophys., 22, 567, 2004.
- Ruohoniemi J. M., and R. A. Greenwald, J. Geophys. Res., 101, 21743, 1996.
- Tanaka, T., J. Geophys. Res., 100, 12057, 1995.
- Tanaka, T., J. Geophys. Res., 105, 21081, 2000.
- Tanaka, T., J. Geophys. Res., 108, 1315, doi:10.1029/2002JA009668, 2003.