

磁気圏 MHD シミュレーションにおける電離圏電気伝導度の効果 (電離圏ポテンシャル分布の電離圏電気伝導度依存性)

国武 学 [1]; 品川 裕之 [2]; 島津 浩哲 [2]; 長妻 努 [2]; 堀 智昭 [3]; 藤田 茂 [4]; 田中 高史 [5]
[1] 情通機構; [2] NICT; [3] STE 研; [4] 気象大; [5] 九大

The effects of the ionospheric conductance on the ionospheric potential distribution in magnetosphere MHD simulation

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

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

National Institute of Information and Communications Technology (NICT) has been running the real-time magnetohydrodynamic (MHD) simulation of the solar wind-magnetosphere-ionosphere (S-M-I) coupling system (Tanaka 1995, Tanaka 2000, Tanaka 2003, Den et al. 2006). The simulation uses the solar wind data observed by the ACE spacecraft as input parameters. The calculated results have been archived. It means that the archive covers various situations about solar wind and IMF. At the spring meeting, we presented the results from statistical analysis about the dependencies of the ionospheric electric potential distribution on IMF, by using the archive. Further, the results were compared with the statistical results of SuperDARN observation (Ruohoniemi and Greenwald 2005) and Weimer 2001 model (Weimer 2001). Based on comparisons, we speculated that the day-to-night gradient in the ionospheric conductance in our simulation would be not as steep as the value in the actual ionosphere.

To check whether the speculation is valid, it is necessary to do the other simulation in which introduces a larger day-to-night gradient of the ionospheric conductance for the comparison. Recently, we are trying to run several simulations with varying parameters related to the ionospheric conductance distribution by using Fujita's simulation code which is very similar to the real-time MHD simulation code. At the fall meeting, we will show how changes of the day-to-night gradient affect the dependencies of the ionospheric electric potential distribution on IMF and will discuss whether the speculation is valid or not.

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., 110, doi:10.1029/2004JA010815, 2005.

Tanaka, T., J. Geophys. Res., 100, 12057, 1995.

Tanaka, T., J. Geophys. Res., 105, 21081, 2000.

Tanaka, T., J. Geophys. Res., 106, 24,505, 2001.

Tanaka, T., J. Geophys. Res., 108, 1315, doi:10.1029/2002JA009668, 2003.

Weimer, D. R., J. Geophys. Res., 106, 407, 2001.

Acknowledgements We thank the ACE MAG and SWEPAM instrument teams and the ACE Science Center for providing the ACE level 2 data. We thank Dr. D. R. Weimer for Weimer 2001 model.

はじめに

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, Den et al. 2006)。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っている。前回は、このデータベースを統計的に解析した結果を発表した。シミュレーションから得られる極域電離圏のポテンシャル二次元分布について、IMF 依存性を系統的に調べた。その依存性が、経験モデルや観測とは異なるものについて検討し、その原因が電離圏電気伝導度の与え方にあるのではないかという推察を行なった。今回は、その推察を検証することを目的として、同系統の藤田シミュレーションコードを用いて電離圏電気伝導度の与え方を変えた様々なパラメータランを行った。ポテンシャル分布の IMF 依存性が電気伝導度の与え方の違いによりどのように変化するかを調べた結果を報告する。

前回の解析結果とそこからの推察

[A. ポテンシャルの極大値と極小値 (絶対値) の大小関係についての IMF clock angle 依存性] 極大値 (Potmax) と極小値 (Potmin) の絶対値について大小関係を調べた。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| より大となった。一方、Ruohoniemi and Greenwald (2005) 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。Weimer 2001 経験モデル (Weimer 2001) にシミュレーションと同条件の太陽風・IMF 値を入れて計算した結果でも、By の正負にかかわらず、Potmax は |Potmin| より小であることがほとんどである。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| より大となる。ということは、シミュレーションにおいては、Hall conductance の昼から夜への gradient が、現実よりは緩やかであることを推察させる。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 を緩やかに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。

[B. ポテンシャルの極大、極小の MLT]Potmax、Potmin の位置の MLT とも、clock angle によって系統的に変わらず、Potmax の MLT は 5hMLT 付近、Potmin の MLT は 17hMLT 付近に留まる。Potmax の MLT が 6hMLT より、Potmin の MLT が 18hMLT よりそれぞれ一時間早くなっていることは、Hall conductance の昼から夜への gradient の効果がある程度シミュレーションに反映されていると推察される (Tanaka 2001)。一方、Weimer 2001 経験モデル (Weimer 2001) と比較すると、シミュレーションより Weimer 2001 経験モデルのほうが、Potmax、Potmin の MLT とも、より夜側に位置することが見出された。Pedersen conductance の昼から夜への gradient が急だと、ポテンシャル分布が夜側にシフトすることが知られている (Ridley et al. 2007)。ということは、我々のシミュレーションにおいては、Pedersen conductance の昼から夜への gradient も、現実よりは緩やかであることを推察させる。つまり、A. のところで展開したのと同様の論理で、(2) と (3) の Pedersen 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。

今回のパラメータラン

IMF clock angle 90, 180, 270 度の場合のそれぞれについて、conductance 値の与え方を何通りか変えパラメータランさせた。conductance のうち (2)(3) のどちらかを少なめにしたもの、両方とも少なめにしたもののランである。講演ではポテンシャルの極大値と極小値 (絶対値) の大小関係が、あるいはポテンシャルの極大、極小の MLT が、それぞれのランでどのような様相を見せたかについて、その詳細結果を報告する。