

極域電離圏対流の比較解析 (3) (シミュレーション、経験モデル、観測の相互比較)

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

Comparison study of the ionospheric convection (3) (MHD simulation, empirical model, observation)

Manabu Kunitake[1]; Shinichi Watari[1]; Hiroyuki Shinagawa[2]; Hironori Shimazu[3]; Tsutomu Nagatsuma[2]; Tomoaki Hori[4]; Takashi Tanaka[5]
[1] NICT; [2] NICT; [3] NICT; [4] Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya Univ.; [5] Kyushu University

National Institute of Information and Communications Technology (NICT) has been running the real-time magnetohydrodynamic (MHD) simulation (Tanaka 1995, Tanaka 2003, and Den et al. 2006) of the solar wind-magnetosphere-ionosphere (S-M-I) coupling system. The simulation uses the solar wind data actually observed by the ACE spacecraft as input parameters. The 2-D ionospheric potential distribution and the cross polar cap potential (CPCP) value can be reproduced by the real-time run of the simulation. The calculated results have been archived. We can obtain the locations of the potential MAX and MIN and the magnitude of MAX and MIN from the 2-D ionospheric potential distribution. The CPCP value and the above-mentioned parameters are suitable parameters for the validation study. Concerning these parameters, we are conducting statistical comparison between simulation outputs and an empirical model, Weimer 2000 model (Weimer, 2001).

(1) Before conducting the statistical comparison between simulation result and Weimer model, we should know the basic characteristics of the real-time MHD simulation in statistical sense. Some dependence of the CPCP value and the above-mentioned parameters on the IMF and solar wind velocity were examined statistically on the basis of the archived simulation results from January 1 to May 10, 2006. Concerning the IMF and solar wind velocity in the statistical analysis, we used hourly mean from 64 sec data. We examined not only the dependence on a single variable, but also on complicated variables, for example, merging electric field. Figure 1 shows the dependence of the CPCP value on the merging electric field (Erec).

(2) Comparison between the MHD simulation and Weimer empirical model

The hourly mean of ACE data which is the same data set used in statistical analysis of (1) were used in calculation of Weimer empirical model as inputs. The Weimer model produces 2-D ionospheric potential distribution as an output. We obtained the locations of the potential MAX and MIN and the magnitude of MAX and MIN from the 2-D ionospheric potential distribution. Then, we are conducting comparison analysis by using correlation plot. At this fall meeting, we will report the results of statistical analysis in detail.

Acknowledgements

We thank the ACE MAG and SWEPAM instrument teams and the ACE Science Center for providing the ACE level 2 data.

References

- Den, M. et al., Space Weather, S06004, doi:10.1029/2004SW000100, 2006.
- Tanaka, T., J. Geophys. Res., 100, A7, 12,057, 1995.
- Tanaka, T., J. Geophys. Res., 108, A8, 1315, doi:10.1029/2002JA009668, 2003.
- Weimer, D. R., J. Geophys. Res., 106, A1, 407, 2001.

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 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 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及びクロスポーラーキャップポテンシャル値 (CPCP 値) を求めることが可能である。それらを経験モデルあるいは観測と比較することは、シミュレーションについての validation study の一環である。

前々回の学会では、ケーススタディーとして、SuperDARN 観測との比較解析を行なった。

前回の学会では、CPCP 値について Boyle の経験モデルとの比較解析の結果を報告した。MHD シミュレーションが出したポテンシャルは、Boyle の経験式から求められたポテンシャルと相関はかなり良いことが確認できた。ただし、シミュレーションが出したポテンシャルのほうがやや高めであることが見出された。

シミュレーションでは、極域電離圏のポテンシャル二次元分布が得られる。そこから、CPCP 値以外にも、ポテンシャルの極大値、極小値さらには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) を抽出することが可能である。Boyle の経験モデルでは出力が CPCP 値のみである。上記の抽出パラメータについても、シミュレーションの特性を知り、validation study をめざすことにした。比較する経験モデルとしては、ポテンシャル二次元分布が得られる Weimer 2000 model (Weimer, 2001) を用いた。

(1) Weimer 2000 model との解析を行なう前にやるべきこととして、このシミュレーションの基本的特性を統計的に知っておくことが肝要である。リアルタイム MHD シミュレーション結果のアーカイブ (2006 年 1 月 1 日から 5 月 10 日) をもとに、上記諸パラメータの、IMF 及び太陽風速依存性について統計解析を行なった。なお、IMF 及び太陽風速については ACE の 64sec data を一時間平均したものをを用いた。シミュレーション結果についても一時間平均値を用いた。依存性を調べるにあたっては、単純に IMF Bz や太陽風速等の一変数に対する依存性のみならず、merging electric field のような物理量に対する依存性も調べた。

シミュレーションをリアルタイムで 24 時間 365 日安定に走行し続けるために、入力とする太陽風速

及び IMF の範囲に制限がかかっている。太陽風速は 124 km/s から 899 km/s まで、太陽風密度は 3.3 個/cc から 10 個/cc まで、IMF B_y は -7.5 nT から 7.5 nT まで、 B_z は -13 nT から 13 nT までの範囲に制限され、それを越える ACE データが来た場合には入力レンジの上限値あるいは下限値に固定されてしまう。このような事情から、ACE の一時間平均値がこれらの入力レンジ外にある場合は、解析に加えないように配慮する等、シミュレーション結果アーカイブデータに対してクリーニングを行なった後、相関解析などの統計を行った。図 1 は CPCP 値の merging electric field (Erec) に対する依存性を示したものである。なお Erec は下記の式による。

$$E_{rec} = V \times B_t \times \sin^2(\theta/2)$$

(V: 太陽風速、 B_t : GSM 座標の YZ 面での磁場強度、 θ : IMF clock angle)

統計結果から見出された、このシミュレーションの基本的特性の詳細は、本講演で報告する。

(2) 経験モデル Weimer 2000 model に、(1) と同じ IMF 及び太陽風速を入力し、得られたポテンシャル二次元分布から、CPCP 値、ポテンシャルの極大値、極小値、ポテンシャルの極大、極小それぞれについての緯度及び MLT を抽出した。これらのパラメータについてシミュレーション結果と Weimer 2000 model 結果との相関解析を行なった結果を報告する。また、シミュレーション結果と Weimer 2000 model 結果とで、上記諸パラメータの IMF 及び太陽風速依存性について、どのような相違があるかについても議論する。

