

太陽風構造と CME 衝撃波の相互作用の流体シミュレーション

Hydrodynamic Simulations of interaction of Solar Wind and CME-caused Shock Wave

○ 小川 智也, 北里大学, 神奈川県相模原市北里 1-15-1, E-mail: ogawa@kitasato-u.ac.jp
 田 光江, NICT, 東京都小金井市貫井北町 4-2-1, E-mail: den@nict.go.jp
 亘 慎一, NICT, 東京都小金井市貫井北町 4-2-1, E-mail: watari@nict.go.jp
 山下 和之, 山梨大学, 山梨県甲府市武田 4-4-37, E-mail: kazuyuki@yamanashi.ac.jp
 Tomoya OGAWA, Kitasato University, 1-15-1 Kitasato, Sagami-hara, Kanagawa 228-8555, Japan
 Mitsue DEN, NICT, 4-2-1 Nukui-kitamachi, Koganei, Tokyo 184-8795, Japan
 Shinichi WATARI, 4-2-1 Nukui-kitamachi, Koganei, Tokyo 184-8795, Japan
 Kazuyuki YAMASHITA, Yamanashi University, 4-4-37 Takeda, Kofu, Yamanashi 400-8510, Japan

We calculated interactions of solar wind and interplanetary shock waves caused by coronal mass ejections (CMEs). The model of solar wind used in calculations has slow and fast winds, which form structures in interplanetary space. CME-caused shock waves may experience rise and fall of solar wind nature during its propagation. Different place onto which a CME is input brings different effect on shock wave propagation. We examined how CME-caused fluctuations near the Earth change depending on solar wind situations.

1. はじめに

宇宙天気予報の観点から、太陽コロナ質量放出 (Coronal Mass Ejection; CME) に伴う衝撃波が地球に到達することで引き起こされる擾乱を予測することは重要である。そのため、数値シミュレーションによって CME 衝撃波を再現する試みが多くなされている。個別の CME イベントを数値シミュレーションによって再現する試みはなされているものの [1][2][3][4], 多くのイベントを再現できる手法の開発には至っていない。

そこで今回は、個別のイベントの再現を目指すのではなく、太陽風構造と CME の位置関係に注目し、単純なモデルを用いて、衝撃波が惑星間空間を伝播する間に太陽風構造から受ける影響を系統的に調べた。

2. モデル

太陽風モデルは、太陽の赤道付近から低速風が惑星間空間へ流れ出し、高緯度では高速風が流れ出るモデルを基本とし、これを 30° および 60° 傾けたモデル (30° モデルと 60° モデル) を使用した。基本モデルでは、赤道面上に低速風領域が作られるが、 30° モデルと 60° モデルでは、低速風領域が太陽の自転に伴い回転するため、惑星間空間にらせん状の構造を作る。

CME 衝撃波は、計算領域の内側の境界から速度を入力することで作り出す。ある点を中心とする半径 45° の円の範囲内に速度を入力する。速度は中心で最も大きく、円周に近づくにつれて遅くなる [3][4]。今は、CME 衝撃波が地球に到達する場合のみに興味があるから、CME の発生位置は N15W00 に固定した。また、入力する速度も 1445km/s に固定した。CME 発生時の太陽風モデルの位相を変えることで、異なる状況を作り出した (Fig. 1)。多層格子上で、これらのモデルの数値流体力学計算を行なった。

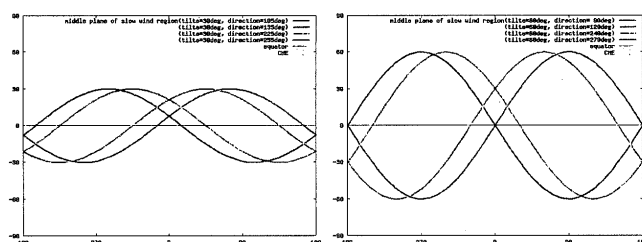


Fig. 1 Slow wind regions of 30 deg model (left panel) and 60 deg model (right panel) in 4 phases (lines) and the center of CME (cross).

3. 結果

2つの太陽風モデルと4通りの太陽風位相で、合計8通りの計算を行なった。Fig. 2は、地球の位置における密度の時間変化を表している。8通りのそれぞれについて、CMEが発生した場合に加えて、CMEが発生しなかった場合の太陽風変動も細線で描かれている。

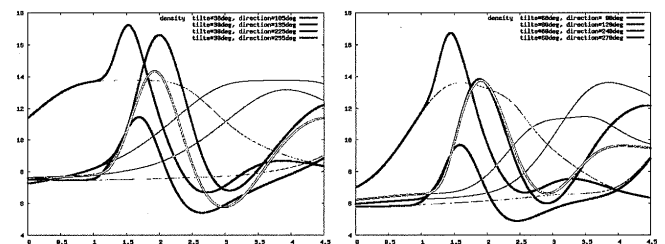


Fig. 2 Density variations at the Earth (lines) of 30 deg model (left panel) and 60 deg model (right panel). Each model has four patterns in solar wind phase and both with (thick lines) and without (thin lines) CME occurring.

4. まとめ

発生位置と噴出速度が同一の CME に対し、太陽-地球間の太陽風の状況を変えて、地球に到達する衝撃波の振る舞いを調べた。北半球で発生した CME に対し、低速領域が北西側にある場合と北東側にある場合では、大きく異なる結果が得られた。

参考文献

- (1) Manchester, W. B., Vourlidas, A., Toth, G., Lugaz, N., Roussev, I. I., Sokolov, I. V., Gombosi, T. I., De Zeeuw, D. L., and Opher, M., "Three-Dimensional MHD Simulation of the 2003 October 28 Coronal Mass Ejection: Comparison with LASCO Coronagraph Observations", *ApJ*, 684 (2008), pp. 1448-1460.
- (2) Odstreil, D., Pizzo, V. J. and Arge, C. N., "Propagation of the 12 May 1997 Interplanetary Coronal Mass Ejection in Evolving Solar Wind Structures", *JGR*, 110 (2005), A02106.
- (3) Ogawa, T., Den, M., Tanaka, T. and Yamashita, K., "High-resolution Simulation of Propagation of Interplanetary Shock Wave Caused by a Coronal Mass Ejection Observed on November 13, 2003", *Adv. Polar Upper Atmos. Res.*, 19 (2005), pp. 71-79.
- (4) Ogawa, T., "Simulation of Interplanetary Shock Wave Caused by CME on August 25, 2001", *Adv. In Geosci.*, 2 (2006), pp. 65-71.