

惑星間磁場 IMF の回転に伴う地球磁気圏の応答

岩立 篤 [1]; 荻野 竜樹 [2]
[1] 名大太陽研; [2] 名大・STE 研

Response of earth's magnetosphere to IMF rotation

Atsushi Iwadachi[1]; Tatsuki Ogino[2]
[1] STEL; [2] STEL, Nagoya Univ.

The solar wind carries plasma energy to earth's magnetosphere. The energy transport is dominantly related to magnetic reconnection which depends on the north-south component of IMF. In particular, it is known that extreme magnetic storms are caused by CME (Coronal Mass Ejection) which occurs for a strong southward IMF. The magnetic storms cause the artificial satellite's trouble or electric transformer accident at substation. So it is important to understand response of earth's magnetosphere to IMF's changes.

IMF changes constantly, and it has three components of direction. In solar-magnetospheric coordinates, we consider the case that IMF rotates in y-z plane. This condition corresponds to change IMF direction slowly keeping magnitude. We consider a typical case that IMF rotates one degree by one minute. In this case, response of magnetosphere to IMF rotation has been studied by using high-resolution three-dimensional global MHD simulation of interaction between the solar wind and magnetosphere.

When IMF has only northward or southward component, when we found vortex turbulence caused by Kelvin-Helmholtz instability by using high-resolution MHD simulation with fine grid. When IMF rotates, a plasma sheet tilts and the structure of magnetosphere changes. In this time, we will clarify transitional changes of magnetosphere and phenomena of plasma instabilities at boundary layers.

The simulation model adopts a half volume by assuming a morning-evening side symmetry. The grid point is $(n_x, n_y, n_z) = (900, 400, 800)$, except for both boundary points. The grid interval is $dx = dy = dz = 0.1 \text{ Re}$. The solar wind density is $5/\text{cc}$, velocity is 300 km/s , and temperature is 20000 K . Thus we examined response of earth's magnetosphere to IMF rotation and resulted plasma instabilities at boundary layers.

太陽風は地球磁気圏へプラズマエネルギーを輸送し、その輸送量には惑星間磁場 (IMF) の南北成分 (B_z 成分) が磁気リコネクション過程を通して最も大きな役割を果たしている。特に、地球磁気圏の大きな磁気嵐は太陽の強い南向き磁場を持つ CME (コロナ質量放出) によって引き起こされることが知られている。大きな磁気嵐は衛星の障害を引き起こしたり、変電所における変圧器の事故を引き起こしたりする。したがって、IMF の変化により地球磁気圏がどのように変化するかを理解することは重要である。

惑星間磁場は絶えず変化し、3方向成分を持っている。ここで、IMF が太陽 - 地球磁気圏座標系で yz 平面において回転するときのことを考える。この条件は、IMF の方向が急激に変わるのではなく、強さが変わらず方向が徐々に変化することに対応する。今回はその典型的な例として 1 分に 1° づつ回転する場合、地球磁気圏の応答がどのようになるか 3次元グローバル MHD シミュレーションから調べた。

IMF が南北成分のみを持つ場合、格子間隔を狭くして高精度な MHD シミュレーションを行うと、ケルビン・ヘルツホルム不安定による渦列の形成が確認された。また、IMF が回転するとき、プラズマシートが傾き、磁気圏における構造が変化する。今回、IMF が回転する場合の高精度な MHD シミュレーションを行うことで、磁気圏構造の過渡的な変化や境界層プラズマ不安定現象を解明する。

シミュレーションモデルとして、朝夕対称を仮定した 2 分の 1 モデルを用いた。格子点は境界の両側 1 点を除いて $(n_x, n_y, n_z) = (900, 400, 800)$ とし、格子間隔は $dx = dy = dz = 0.1 \text{ Re}$ とした。太陽風の密度は $5/\text{cc}$ 、速度は 300 km/s 、温度は 20000 K とした。このときに IMF $B_z = \pm 10 \text{ nT}$ の定常状態から IMF を yz 平面上で回転させたときの地球磁気圏の応答と磁気圏境界層で生じるプラズマ不安定性及びその非線形発展について調べた。