

グローバルMHDシミュレーションデータを用いたシータオーロラの成長過程の 解明

三村 恭子 [1]; 小原 隆博 [2]; 藤田 茂 [3]

[1] 東北大・理・地球物理; [2] 東北大・惑星プラズマセンター; [3] 気象大

Evolution process of the theta aurora inferred from the analyses of global MHD simulation data

Kyoko Mimura[1]; Takahiro Obara[2]; Shigeru Fujita[3]

[1] Geophysics, Tohoku Univ; [2] PPARC, Tohoku University; [3] Meteorological College

The theta aurora sometimes appears in the polar cap region when IMF (Interplanetary Magnetic Field) By polarity reversal under the northward IMF condition. This aurora is thought to be caused by the plasma sheet which penetrates in the lobe region by IMF By polarity reversal.

The magnetic field structure change associated with the theta aurora has not been studied sufficiently yet. The present paper tries to elucidate the structure change by using the global MHD simulation. It is known that the 2-null 2-separator structure is created in the northward IMF condition. This structure is basically established in the superposition of a dipole field of the Earth and a uniform magnetic field of the IMF (Watanabe and Sofko, 2008). We call it null-separator structure.

There are many previous studies about the theta auroras. However, temporal evolutions of plasma processes in the magnetosphere-ionosphere system during the whole life span of the theta aurora activity, that is to say, during the IMF By polarity reversal, have not been studied in detail yet. In order to reveal the plasma processes in the magnetosphere-ionosphere system, we perform MHD simulation by changing IMF By polarity from negative (-4.3nT) to positive (+4.3nT) under the northward IMF condition ($B_z=4.3\text{nT}$). It is also our target to elucidate the magnetic field structure evolution during the IMF By polarity reversal. Simulation results seem to show there are three stages of the theta aurora evolution from the view of plasma disturbances in the magnetosphere. The first stage can be defined as the phase when the plasma convection in the dayside lower altitude magnetosphere changes its direction. The second one is the phase when the bar of the theta aurora (a tongue of enhanced pressure toward the lobe region) appears and becomes gradually smaller. The last stage is the phase where a new plasma tongue is extended from the plasmashet to the lobe and finally decays. From the viewpoint of the magnetic field structure, it is revealed that the reversal of By polarity causes rapid shift of the null points to the points opposite to the original null point position with respect to the noon meridian. At the same time, the null points corresponding to the old By condition are separated from original null points and shift to the downstream direction of the solar wind. Then, 4-null 4-separator structure is created on the magnetosphere (Tanaka et al. 2010). In this presentation, we will talk mainly about deformation of the magnetic field structure associated with the By reversal and associated transformation of plasma sheet.

IMF(Interplanetary Magnetic Field)の B_z 成分が正、つまり北向きの状況下で、 B_y 成分(朝夕成分)の符号が反転すると極冠域にアークが出現し、シータオーロラが発生することがある。このアークを発光させているのはプラズマシート由来のプラズマであり、これはIMFの B_y の符号が反転したことによりプラズマシートがロブ領域に侵入していくことが関係していると考えられている。

シータオーロラ出現時の磁場構造の変化は、まだよく調べられていない。先行研究では、グローバルMHDシミュレーションを用いて磁場構造の変化を明らかにしようとした。また、北向きIMFの状況下では、地球磁気圏は2null-2separatorという構造になることが知られている。この構造は通常、双極子磁場と一様磁場を重ね合わせたときにできる(Watanabe and Sofko, 2008)。これをnull-separator構造と呼ぶ。

シータオーロラについての多くの先行研究があるが、シータオーロラ出現前から消失まで、すなわちIMF B_y の極性が反転中の磁気圏、電離圏におけるプラズマの時間変化については、まだ詳細には研究されていない。磁気圏-電離圏におけるプラズマの動きを明らかにするために、IMF北向き($B_z=4.3\text{nT}$)の状況下で、IMF B_y の極性を負(-4.3nT)から正(+4.3nT)に変化させMHDシミュレーションを実行した。また、IMF B_y の極性反転時の磁場構造の変化を解明することも目標としている。シミュレーション結果は、磁気圏におけるプラズマ変化の観点から、シータオーロラの成長過程には、前回報告(JPGU,2017)したように、3つのフェーズが存在することを示している。第1フェーズは、昼間の低高度磁気圏でのプラズマ対流がその方向を変えるとき位相と定義することができる。第2フェーズでは、シータオーロラ(ロブ領域に向かってのびる高圧領域)のバーが現れ、徐々に小さくなる。最後のフェーズでは、新たな高圧領域がプラズマシートからロブ領域に伸びて最終的に無くなる。磁場構造の観点から、 B_y の極性の反転は、正午子午線に対して元のヌル点位置と反対側の点にヌル点を急速にシフトさせることが明らかになった。同時に、古い B_y 条件に対応するヌル点は元のヌル点から分離され、太陽風の下流方向にシフトする。次に、磁気圏上に4-null-4separator構造が形成される(Tanaka et al. 2010)。今回の発表では、主に B_y 反転と関連する磁場構造やプラズマシートの変形について述べる。