

惑星間空間磁場北向き時の磁気圏尾部に現れる閉磁束と惑星間空間磁束の鎖交

#渡辺 正和¹⁾, 田中 高史²⁾, 蔡 東生³⁾, 藤田 茂⁴⁾

(¹⁾九州大学, (²⁾九州大学, (³⁾名古屋商科大学, (⁴⁾情報・システム研究機構

Interlinkage of closed and interplanetary magnetic flux in the magnetotail during northward interplanetary magnetic field periods

#Masakazu WATANABE¹⁾, Takashi TANAKA²⁾, Dongsheng CAI³⁾, Shigeru FUJITA⁴⁾

(¹Kyushu University, (²Kyushu University, (³Nagoya University of Commerce and Business, (⁴Research Organization of Information and Systems

In global magnetohydrodynamic simulations for northward interplanetary magnetic field (IMF), interlinkage of closed and interplanetary magnetic flux sometimes appears in the magnetotail. This indicates that the basic 2-null, 2-separator structure of the magnetosphere is broken, at least locally. Due to numerical errors etc., however, the location of the new nulls that are breaking down the 2-null, 2-separator structure has long been a mystery. We here propose a model in which the new nulls appear near the two original nulls that constitute the 2-null, 2-separator structure. That is, the original magnetic null (one in each hemisphere) multiplexes to form a null cluster (null region), and the magnetic flux interlinkage is formed within the null region. The simplest magnetic topology of the clustering is a 4-null, 4-separator structure, with two nulls in each hemisphere and four separators connecting them. If we trace the reconnection sequence expected in the 4-null, 4-separator structure from the simulation results, the formation process of the magnetic flux interlinkage is obtained in a natural way. The key reconnection is IMF-lobe reconnection that occurs simultaneously in both hemispheres (the so-called dual lobe reconnection, DLR). In the 2-null, 2-separator structure, IMF-lobe reconnection normally occurs independently in the northern hemisphere and in the southern hemisphere (or in the dawn hemisphere and in the dusk hemisphere), forming independent magnetic flux circulations. The DLR mixes the two magnetic flux circulations; therefore, a steady magnetic flux circulation is no longer maintained.

惑星間空間磁場 (interplanetary magnetic field, IMF) 北向き時のグローバル磁気流体シミュレーションでは、磁気圏尾部に鎖交する閉磁力線と惑星間空間磁力線が現れることがある。これは磁気圏の基本構造である 2-null, 2-separator 構造が、少なくとも局所的には壊れていることを意味する。しかし数値誤差などの影響もあり、2-null, 2-separator 構造を壊す新たな零点がどこにあるのか長らく謎であった。このたび我々は、新たな零点は元々の 2-null, 2-separator 構造を形成する 2 つの零点近傍に出来るとするモデルを提案する。すなわち、元々南北半球に 1 個ずつある零点が、複数個の零点から成る零点クラスター (零領域) を形成し、零領域の内部で鎖交する磁力線が形成される。その最も簡単な磁場トポロジー構造は、南北半球にそれぞれ 2 個ずつ零点が存在する 4-null, 4-separator 構造である。シミュレーション結果から予想されるリコネクションの時系列をこの 4-null, 4-separator 構造で追跡すると、自然な流れで鎖交磁力線が形成される。特に鍵となるリコネクションは、南北同時に起こる IMF-lobe リコネクション (いわゆる dual lobe reconnection, DLR) である。2-null, 2-separator 構造では、通常 IMF-lobe リコネクションは南北 (あるいは朝夕) 独立に起こり、それぞれに独立な磁束循環を形成する。DLR は 2 つの磁束循環を混合させるため、定常な磁束循環は維持できなくなる。