

## 北向き惑星間空間磁場におけるダンジーサイクルと交換サイクルの共起

#渡辺 正和<sup>1)</sup>, 蔡 東生<sup>2)</sup>, 熊 沛坤<sup>2)</sup>, 藤田 茂<sup>3)</sup>, 田中 高史<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> 九大・理・地惑, <sup>2)</sup> 筑波大・シス情, <sup>3)</sup> データサイエンスセンター/統数研, <sup>4)</sup> REPPU 研

## Concurrence of the Dungey and interchange cycles during northward interplanetary magnetic field periods

#Masakazu Watanabe<sup>1)</sup>, DongSheng Cai<sup>2)</sup>, Peikun Xiong<sup>2)</sup>, Shigeru Fujita<sup>3)</sup>, Takashi Tanaka<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup>Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University, <sup>2)</sup>Institute of System and Information, University of Tsukuba, <sup>3)</sup>Joint-support center for data science research/The Institute of Statistical Mathematics, <sup>4)</sup>REPPU code institute

When the interplanetary magnetic field (IMF) is southward, the geomagnetic field lines on the dayside magnetopause transmute from closed to open and transported tailward. They become closed again in the magnetotail and transported sunward to finally return to the dayside, thus forming a magnetic flux circulation called the Dungey cycle. The two reconnection processes associated with the Dungey cycle are both called Dungey-type. Topologically, in Dungey-type reconnection, four distinct regions meet together on a separator. In contrast, when the IMF is close to due north, another magnetic flux circulation called the interchange cycle is formed. The interchange cycle is characterized by a pair of "reverse" convection cells on the dayside ionosphere whose circulation directions are opposite to those driven by the Dungey cycle. The name "interchange" comes from the fact that the magnetic flux circulation consists of two interchange-type reconnection processes (i.e., IMF-to-lobe reconnection and lobe-to-closed reconnection). The interchange-type reconnection is a process in which two topological regions meet together on a separatrix excluding the separators. Although the Dungey cycle for southward IMF and the interchange cycle for northward IMF appear to be mutually exclusive, they can coexist. One example is the IMF By-dependent ionospheric convection that appears occasionally on the nightside when the IMF is northward. This convection system is interpreted as a manifestation of the partial Dungey cycle, and is concurrent with the twin reverse cells on the dayside that characterize the interchange cycle. From global magnetohydrodynamic (MHD) simulations, we reproduced the IMF By-dependent convection system on the nightside and investigated how the two magnetic flux circulations can coexist. The magnetic topology of the magnetosphere for northward IMF consists of two magnetic nulls and two separators connecting them. When the IMF is close to due north, the two separators bend sharply in the vicinity of the magnetic nulls. This bend enables both types of reconnection to coexist in the neighborhood of the null point. However, the geometry of Dungey-type reconnection is quite different from that for southward IMF. In our talk, we discuss the separator configuration in detail that allows the concurrence of the two magnetic flux circulations.

惑星間空間磁場 (interplanetary magnetic field, IMF) 南向き時には、昼間側で地球の閉磁力線が開き夜側で再び閉じる、いわゆるダンジーサイクル (磁束循環) が形成される。ダンジーサイクルに関与する2つのリコネクションはダンジー型リコネクションと呼ばれ、いずれも4つのトポロジー領域がセパレータ上で会するリコネクションである。一方、IMFが真北に近い時には交換サイクルと呼ばれる磁束循環が形成され、昼間側電離圏にダンジーサイクルとは逆向きの対流が現れる。交換サイクルの名称は、磁束循環が2つの交換型リコネクション (IMFとローブ磁力線の繋ぎ変え、ローブ磁力線と閉磁力線の繋ぎ変え) から成ることから来ている。交換型リコネクションは、2つのトポロジー領域がセパレータを除くセパトリス上で会するリコネクションである。南向きIMF時のダンジーサイクルと北向きIMF時の交換サイクルは一見排反のように思われるが、実は同時に存在し得る。その一例は、IMF北向き時の夜側電離圏に時折出現するIMF Byに依存した対流系である。これはダンジーサイクルの一部と解釈され、交換サイクルに特徴的で昼間側に現れる逆向き対流と共存している。我々はグローバル磁気流体シミュレーションで上述のIMF Byに依存した対流系を再現し、いかにして2つの磁束循環が共存し得るかを調べた。IMF北向き時の磁気圏磁場構造は、2つの磁気零点とそれを結ぶ2本のセパレータから構成される。IMFが真北に近い時、磁気零点近傍において2本のセパレータは大きく湾曲している。この湾曲がダンジー型リコネクションと交換型リコネクションを零点近傍で共存させている。ただしこの時のダンジー型リコネクションの様相は、IMF南向き時のダンジー型リコネクションとかなり異なっている。講演では、2つの磁束循環を共起させるセパレータの形状について詳細に議論する。