

極冠分岐の磁場トポロジー

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

⁽¹⁾ 九大・理・地惑,⁽²⁾ 筑波大・シス情,⁽³⁾ データサイエンスセンター/統数研,⁽⁴⁾ 九大・国際宇宙惑星環境研究センター

Magnetic topology of polar cap bifurcation

#Masakazu Watanabe¹⁾, DongSheng Cai²⁾, Peikun Xiong²⁾, Shigeru Fujita³⁾, Takashi Tanaka⁴⁾

⁽¹⁾Earth & planetary Sci., Kyushu Univ.,⁽²⁾ISIS, U Tsukuba,⁽³⁾ROIS-DS/IMS,⁽⁴⁾International Research Center for Space and Planetary Environmental Science,

The global magnetic topology of the magnetosphere consists of two magnetic nulls and two separators connecting them (the so-called 2-null, 2-separator structure). This basic structure is stable and is seen persistently, in particular, during periods of northward interplanetary magnetic field (IMF). In this topology, the polar cap is a circle at ionospheric altitudes. On the other hand, in numerical simulations, an "island" of closed magnetic flux appears inside the polar cap occasionally; or conversely, an "island" of open magnetic flux emerges in the closed field line region equatorward of the polar cap boundary. We call this phenomenon "polar cap bifurcation." Although polar cap bifurcation can occur even for periods of steady solar wind and IMF conditions, we have learned from numerical simulations under various solar wind and IMF conditions that it occurs almost certainly, and that extensively, with a timelag of 60-80 min after a solar wind or IMF jolt. Evidently, polar cap bifurcation indicates the breakdown of the basic 2-null, 2-separator structure, but its underlying magnetic topology is far from understood. From our topological analysis so far, we know that (1) there are no magnetic nulls in the magnetotail up to 80 Re from the Earth, and (2) the two nulls on the dayside become clustered with multiple nulls (mostly the same type of null). In order to elucidate the magnetic topology of the bifurcated polar cap, we extend the search region of nulls beyond 80Re. We also consider the possibility for nulls to be located outside the simulation region. At the same time, since numerical analysis seems hopeless in determining the internal null cluster structure, we try theoretical approach, for example, asymptotic expansion of the magnetic field in the vicinity of the magnetic nulls. We will report the results of these attempts in the presentation.

磁気圏の大域的磁場トポロジーの基本は、零点 2 個とそれらを結ぶ 2 本のセパレータで構成される構造である (2-零点, 2-セパレータ構造)。特に惑星間空間磁場 (IMF) 北向き時には、この構造は安定して普遍的にみられる。この場合、電離圏高度で極冠は円となる。しかし数値シミュレーションでは、極冠内に時折閉磁力線の"島"が発生したり、あるいは逆に極冠境界より低緯度側の閉磁力線領域に開磁力線の"島"が現れたりする。この現象を"極冠分岐"と呼ぶ。極冠分岐は定常太陽風・定常 IMF の下でも起こるが、太陽風または IMF に擾乱を与えると、60 分 - 80 分の時間差でほぼ確実に、しかも大々的に起こることが、様々な太陽風・IMF パラメータでのシミュレーションでわかってきた。極冠分岐は明らかに 2-零点, 2-セパレータ構造が壊れているが、実際どのようなトポロジーが背景にあるのか皆目わからない。我々がこれまで行ってきたトポロジー解析では以下のことがわかっている：(1) 地球から 80Re までの磁気圏尾部には新たな零点は見つかっていない；(2) 昼間側の 2 つの零点はクラスター化して零点群になる (主に同種の零点で構成される)。極冠分岐の磁場トポロジーを解明するため、今後零点探索の領域を 80Re より広げるとともに、シミュレーションの領域外に零点が存在する可能性も検討する。また、零点クラスター内の構造は数値的に追跡することが困難なので、磁場の漸近展開などの理論的考察も試みる。講演ではそれらの結果について報告する。