

微小北向き惑星間空間磁場下における磁気圏カスプ形成過程

橋本 翼 [1]; 渡辺 正和 [2]; 片岡 龍峰 [3]; 藤田 茂 [4]; 田中 高史 [5]

[1] 九大・理・地惑; [2] 九大・理・地惑; [3] 極地研; [4] 気象大; [5] 九大・国際宇宙天気科学教育センター

Process of magnetospheric cusp formation for infinitesimal northward interplanetary magnetic field

Tsubasa Hashimoto[1]; Masakazu Watanabe[2]; Ryuho Kataoka[3]; Shigeru Fujita[4]; Takashi Tanaka[5]

[1] Earth and Planetary Sciences, Kyushu Univ.; [2] Earth & planetary Sci., Kyushu Univ.; [3] NIPR; [4] Meteorological College; [5] REPPU code Institute

The interaction between the solar wind and the magnetosphere is manifested in the development of the region 1 field-aligned current system and the formation of the ionospheric two-cell convection. The energy source of the region 1 current system is the high-pressure plasma in the magnetospheric cusp. Thus, understanding the cusp formation process is one critical issue in magnetosphere physics. On the other hand, solar activity has been modulating anomalously since solar cycle 23. In particular, a prolongation of the minimum period and a weakening of the maximum period have been reported. If this trend continues, it is expected that the interplanetary magnetic field (IMF) will become very small. Therefore, investigating the virtual cusp for infinitesimal IMF (for which reconnection effects are minimal) in comparison with the normal cusp for southward IMF, contributes significantly not only to better understanding of the solar wind-magnetosphere interaction but also to future prediction of the global environment. For this purpose, we reproduced the magnetosphere under very small IMF using the Reproduce Plasma Universe (REPPU) code (Tanaka, 2015). In the simulation, a quasi-steady state magnetosphere was produced under the solar wind and IMF conditions of density= 5cm^{-3} , $V_x=-370\text{km/s}$, $B_x=0.0\text{nT}$, $B_y=-0.05\text{nT}$, $B_z=0.086\text{nT}$ (total intensity $B=0.1\text{nT}$ and clock angle 30 degrees), and temperature= $340,000\text{K}$. We then visualized the spatial distribution of electromagnetic energy, thermal energy and kinetic energy in the magnetosphere. From this analysis, we found a clear difference between the virtual cusp for infinitesimal IMF and the normal cusp for southward IMF. Normally, the cusp consists of the equatorward 'load' in which electromagnetic energy is converted to thermal energy and the poleward 'dynamo' in which thermal energy is converted to electromagnetic energy. The dynamo on the high latitude side is the energy source for the region 1 current system. Although this structure does not change even for infinitesimal IMF, a salient feature for infinitesimal IMF is the imbalance between the load and the dynamo. In the normal cusp, the load and the dynamo are almost balanced. However, in the cusp for infinitesimal IMF, the load is much smaller than the dynamo. This imbalance implies the existence of more than one energy supply route to the cusp dynamo, with one of them emerging solely for infinitesimal IMF. In the presentation, we report the detailed analysis of the simulation data and discuss the role of the cusp from the point of view of the functional aspect in the solar wind-magnetosphere interaction.

太陽風と磁気圏の相互作用は、region 1 沿磁力線電流系の発達と電離圏 2 セル対流の形成として具現する。Region 1 電流系のエネルギー源は磁気圏カスプの高圧プラズマが担う。したがってカスプの形成過程を理解することは磁気圏物理学の重要課題である。ところで、太陽活動度は第 23 太陽周期の極大期以降特異な変調をしており、特に極小期の長期化と極大期の弱体化が報告されている。この傾向が続くと、今後惑星間空間磁場 (interplanetary magnetic field, IMF) が小さくなってゆくことが予測される。IMF が微小でリコネクションの影響が小さい場合の磁気圏カスプを、IMF 南向きの場合のカスプと比較して研究することは、太陽風-磁気圏相互作用の理解だけでなく将来の地球環境予測にも資する。そこで我々は、Reproduce Plasma Universe (REPPU) コード (Tanaka, 2015) を用い、微小北向き IMF 時の磁気圏を再現した。IMF のパラメータは密度が 5個/cc , $V_x=-370\text{km/s}$, $B_x=0\text{nT}$, $B_y=-0.05\text{nT}$, $B_z=0.086\text{nT}$, $T=340,000\text{K}$, 強度 $B=0.1\text{nT}$, 時計角 30 度 (真北から測る) で固定して準定常磁気圏を作り、磁気圏内での電磁エネルギー、熱エネルギー、運動エネルギーの分布を可視化した。この結果、通常の (IMF 南向きの場合の) カスプとの違いが以下のように明らかになった。通常のカスプは低緯度側が電磁エネルギーを熱エネルギーに変える「ロード」で、一方高緯度側が熱エネルギーを電磁エネルギーに変える「ダイナモ」である。高緯度側のダイナモが region 1 電流系のエネルギー源になっている。この構造は微小 IMF の場合も変わらないが、大きな違いは、通常のカスプはロードとダイナモが均衡しているのに対し、微小 IMF のカスプはロードがダイナモに比べて極めて小さい。この不均衡は、カスプダイナモのエネルギー供給ルートが複数あり、微小 IMF のカスプはその一つが顕在した場合と考えられる。講演ではシミュレーションデータの解析結果を報告するとともに、太陽風-磁気圏相互作用におけるカスプの機能面での役割について考察する。