

昼側カスプ・マントル沿磁力線電流を駆動する磁気圏ダイナモ

渡辺 正和 [1]; 田中 高史 [2]; 藤田 茂 [3]

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

Magnetospheric dynamo driving the dayside cusp/mantle field-aligned current systems

Masakazu Watanabe[1]; Takashi Tanaka[2]; Shigeru Fujita[3]

[1] Earth & planetary Sci., Kyushu Univ.; [2] REPPU code Institute; [3] Meteorological College

The field-aligned current (FAC) systems in the dayside cusp/mantle region are controlled by the dawn-dusk (B_y) component of the interplanetary magnetic field (IMF). Observations by low-altitude satellites indicate that when IMF B_y is positive, in the Northern Hemisphere, there appears a pair of FAC sheets flowing into the ionosphere on the equatorward side (midday region 1) and flowing away from the ionosphere on the poleward side (region 0). The flow directions are opposite in the Southern Hemisphere. When IMF B_y is negative, the above-mentioned flow directions reverse in both hemispheres. Concurrent precipitating particles imply that the midday region 1 on the equatorward side corresponds to the magnetospheric cusp whereas the region 0 on the poleward side corresponds to the plasma mantle. Although this morphology is well established, as for the understanding of the magnetospheric source processes driving those currents, there has been almost no progress in the past two decades. This is because it is very difficult to investigate the physical processes in the magnetosphere from observations. To overcome this difficulty, using the solar wind-magnetosphere-ionosphere simulation code developed by Tanaka [2015] (the Reproduce Plasma Universe (REPPU) code), we examined the dayside FAC systems. We found the following.

(1) Midday region 1 and region 0 currents are closed in the high plasma pressure region in the magnetosphere located at a geocentric distance of about 10 Re (the so-called 'cusp'). The field-perpendicular current connecting the two currents does not simply flow latitudinally but spirally encircles the high-pressure region several times making the current loop coiled.

(2) The poleward side of the high-pressure region is a dynamo (releasing electromagnetic energy) while the equatorward side of the high-pressure region is a load (accumulating electromagnetic energy). The dynamo process is interpreted in terms of expanding slow mode disturbances.

(3) The prenoon or postnoon region 0 current closes with the dawnside or duskside region 1 current in a near-Earth (about 6 Re in geocentric distance) dynamo region. The field-perpendicular current in the dynamo region directly connect the two currents and forms a simple current loop. Thus, the postnoon or prenoon current system is obviously different from the midday current system.

昼側のカスプ・マントル領域に現れる沿磁力線電流系は惑星間空間磁場の朝夕成分 (IMF B_y) に制御される。低高度衛星の観測によると、IMF B_y が正のときの北半球では、低緯度側では電離圏に入り (midday region 1) 高緯度側では電離圏から出る (region 0) 2層1組の沿磁力線電流シートが現れる。南半球では電流の向きが逆になる。IMF B_y が負のときには、両半球とも上述の電流の向きは反転する。降下粒子でみたプラズマ領域との関係は、低緯度側の midday region 1 がカスプに、高緯度側の region 0 がマントルに対応している。これらの現象論はほぼ確立されているが、沿磁力線電流を駆動する磁気圏でのプラズマ過程の理解はこの20年間ほとんど進んでいない。その理由は、磁気圏の物理過程を観測から調べることは非常に困難だからである。この困難を克服するため、Tanaka [2015] が開発した太陽風-磁気圏-電離圏系シミュレーションコード (Reproduce Plasma Universe (REPPU) コード) を用いて昼側沿磁力線電流系の再現を行った。その結果以下のことがわかった。

(1) Midday region 1 と region 0 は地心距離 10Re 程度の高圧プラズマ領域 (いわゆる「カスプ」) で閉じている。両者を結ぶ垂直電流は単純に緯度方向に流れているのではなく、高圧プラズマ領域を取り囲みらせん状に何度も巡回してコイル状の電流ループを形成する。

(2) 高圧領域の高緯度側がダイナモで (電磁エネルギー放出)、低緯度側はロード (電磁エネルギー蓄積) である。ダイナモ過程は膨張する磁気遅進波擾乱で説明できる。

(3) 真昼から朝側・夕側に離れた地方時に現れる region 0 は、朝側・夕側の region 1 と比較的地球近くの (地心距離 6Re 程度) ダイナモ領域で閉じている。ダイナモ領域の垂直電流は2つの電流を直接結び、単純な電流ループを形成する。したがって、真昼から離れたところに現れる電流系は真昼に現れる電流系とは明らかに異なる。