

小規模磁気フラックスロープの生成のシミュレーション

島津 浩哲 [1]

[1] NICT

Simulation of the generation of small-scale magnetic flux ropes

Hironori Shimazu[1]

[1] NICT

In the ionospheres of Venus and Mars, small-scale flux ropes were observed frequently by satellites. The problem of why such magnetic field structure is generated is very interesting. On the origin of the flux ropes, some theories have been proposed. They are generally divided into two origins: upper layer origin which considers the interaction between the solar wind and the ionospheric plasma such as the Kelvin-Helmholtz instability, and lower layer origin which considers vortex motion of the lower ionospheric plasma.

In this study, we carry out numerical simulation in which a current layer in the solar wind penetrates into the plasma of finite electrical conductivity, and found that magnetic flux ropes are generated in this process. We consider the interaction between the solar wind and the ionospheric plasma (the upper layer origin), but the Kelvin-Helmholtz instability is not directly necessary. However, the boundary surface between the solar wind and the plasma of finite electrical conductivity must have wavy structure. The length scale of the flux rope is determined by the wavelength of the structure. It is also necessary to have the magnetic field component parallel to the current flowing in the current layer in the solar wind. This process can generate small-scale magnetic flux ropes found in the ionosphere of Venus and Mars, because the current sheet in the solar wind and wavy structure at the boundary surface are observed frequently.

金星や火星の電離圏において、小規模磁気フラックスロープが高い頻度で人工衛星により観測されている。なぜこのような磁場構造ができるかという問題は、非常に興味深い。このフラックスロープの成因については、いくつか説が提案されている。これらは太陽風と電離圏プラズマとの間でのケルビン・ヘルムホルツ不安定などを考える上層起源と、電離圏下部でのプラズマの渦運動などを考える下層起源とに、大きく分けられる。

本研究では、太陽風中の電流層が、電気伝導率が有限のプラズマ中にしみこむという設定の数値シミュレーションをおこなうことにより、磁気フラックスロープが生成されることがわかった。本研究は、太陽風と電離圏プラズマとの間の相互作用(上層起源)を念頭に置いているが、ケルビン・ヘルムホルツ不安定を直接必要としない。ただし、太陽風と、電気伝導率が有限のプラズマとの境界面が波打っている必要があり、この波の波長によってフラックスロープの大きさが決まる。また、電流層を流れる電流に平行な磁場成分を持っていることも必要である。太陽風中の電流層と境界面の波状構造は一般的に高い頻度で存在しているので、このプロセスは、金星や火星で観測されている小規模磁気フラックスロープの生成過程となりうる可能性がある。