

磁気フラックスロープの生成・伝播過程における磁力線トポロジーの変化

松岡 大祐 [1]; 村田 健史 [2]; 藤田 茂 [3]; 田中 高史 [4]
[1] 愛媛大; [2] 愛大・メディアセンター; [3] 気象大; [4] 九大

Time-dependent change of magnetic flux rope topology in the magnetotail

Daisuke Matsuoka[1]; Takeshi Murata[2]; Shigeru Fujita[3]; Takashi Tanaka[4]
[1] Ehime Univ.; [2] CITE, Ehime University; [3] Meteorological College; [4] Kyushu University

It is well known that the Earth's magnetosphere shows complex 3D magnetic topologies when the IMF By component is predominant. We used 3D Global MHD simulations with southward IMF and non-zero By to study interactions between the IMF and the Earth's magnetosphere. We found that magnetic flux ropes in the Earth's magnetotail are generated and propagate in the anti-sunward direction. However, the process of origin and generation of 3D magnetic topologies of magnetic flux ropes, especially the source of the By components in the flux ropes, is not clarified. In this study, we analyze high-time resolution (100 msec) 3D simulation data.

First, we classified magnetic field topology of magnetic flux ropes (and vicinity of the magnetic flux ropes) into the following ten types: (1)IMF-IMF (helical), (2)IMF-Earth (helical), (3)Earth-Earth (helical), (4)IMF-IMF (not helical), (5)IMF-Earth (not helical), (6)Earth-Earth (not helical), (7)closed (not helical), (8)IMF-IMF (not flux rope), (9)IMF-Earth (not flux rope), (10)Earth-Earth (not flux rope). Next, we analyzed the time-dependent profiles of each magnetic field topology. As a result, we found the following processes taking place to produce a magnetic flux rope: (1) IMF reconnect with dayside Earth's field lines and open field lines reconnect with plasmashet field lines, (2) Earth-IMF (helical) field lines are reconnected to IMF-IMF (helical) field lines, (3) Earth-Earth (not helical) field lines are reconnected and generate magnetic flux rope, (4) Earth-Earth (helical) field lines reconnect with lobe field line, (5) closed field line (helical) reconnect with lobe field line, and (6) magnetic flux ropes disconnected from the Earth's field lines.

In this presentation, we discuss the process of magnetic flux rope's generation and suggest the 3D time-dependent model of magnetic topologies including all other magnetic reconnections.

強い By 成分を含む IMF の南転によって磁気圏尾部においてフラックスロープと呼ばれる helical な磁力線が生成されることが、過去の人工衛星観測や MHD シミュレーションなどによって知られている。フラックスロープは、プラズモイドと良く似た構造として比較されることが多いが、その生成から伝播の過程については詳細に理解されていないのが現状である。プラズモイドの生成については、単純な磁気圏尾部でのリコネクションによって説明することができるが、フラックスロープの生成については磁気圏前面でのリコネクションやプラズマシート側面でのリコネクションなど、その生成過程が複雑である。

本研究では 1 秒値以下の高時間分解能でシミュレーションデータを解析し、フラックスロープの生成から伝播、地球磁場から分断されるまでの磁力線トポロジーの詳細な解析を行なった。まず、フラックスロープ(とその近傍)の磁力線トポロジーを、(1) IMF-IMF(helical), (2)IMF-Earth(helical), (3)Earth-Earth(helical), (4)IMF-IMF(not helical), (5)IMF-Earth(not helical), (6)Earth-Earth(not helical), (7)closed(not helical), (8)IMF-IMF(not flux rope), (9)IMF-Earth(not flux rope), (10)Earth-Earth(not flux rope) の 10 種類に分類した。次に、子午面上にとった格子点を通る 10 種類の磁力線トポロジーがどのように時間変化するかを解析した。その結果、フラックスロープの生成から発展、地球磁場からの切り離しの過程において、以下のようなリコネクションが発生しうるのであることが分かった。(1)By 成分を持つ IMF と磁気圏前面でのリコネクション、(2)(1)によって生成された open な磁力線と closed な磁力線のリコネクション(フラックスロープの core field line の生成)、(3)By 成分をもった closed 磁力線のリコネクション(フラックスロープの生成)、(4)フラックスロープと open 磁力線のリコネクション(フラックスロープの発展)、(5)closed なフラックスロープのリコネクション(地球磁場からの切断)。

本発表では、磁気フラックスロープの生成、発展、伝播、地球磁場からの切り離しの過程における磁気リコネクションにおいて、磁力線トポロジーの変化を詳細に解析した結果について報告する。また、流体粒子追跡を用いて磁力線の時間発展を追跡した結果についても報告する。