

磁気フラックスロープの時間変化に関する研究

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 model of magnetic flux rope

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 magnetosphere has complex 3D magnetic topologies when IMF By component is large. We have used 3D Global MHD simulations with southward IMF non-zero By to study interactions between IMF and the Earth's magnetosphere. We found that magnetic flux rope in the Earth's magnetotail is generated and propagates tailward. However, the process of origin and generation of 3D magnetic topologies of magnetic flux ropes is not clarified in detail.

In this study, we analyze 3D magnetic field topology of magnetic flux ropes by using 3D visualization analysis such as virtual reality system and 3D haptic device "PHANTOM". 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) as shown in the figure. Second, we analyzed the time change of each magnetic field topology. As a result, we found the following processes taking place to produce a magnetic flux rope: (1)Earth-Earth(helical) field lines are reconnected to Earth-IMF(helical) field lines, (2)Earth-IMF(helical) field lines are reconnected to IMF-IMF(helical) field lines, (3)magnetic flux ropes separated from the Earth field line and move tailward because all of the Earth-Earth(helical) field lines are reconnected.

In this presentation, we discuss the process of magnetic flux rope's generation and suggest the 3D time-dependent model of magnetic topology including all other magnetic reconnections (such as at dayside magnetosphere, magnetopause flank and magnetotail).

強い By 成分を含む IMF の southward turning 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。

本研究ではバーチャルリアリティシステムや 3 次元可視化技術を用い、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図に示すように (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、フラックスロープが地球磁場から切り離される過程において、helical な Earth-Earth の磁力線が Earth-IMF につながり、さらに IMF-IMF につながり、さらに IMF-IMF につながるリコネクションが発生することを推定した。また、フラックスロープ生成に関係する全ての磁気リコネクションと磁力線のトポロジカルな変化を推定することで、フラックスロープの時間変化をモデル化することができた。その結果、フラックスロープの生成・伝播には、プラズモイドと比較して多くの複雑な磁気リコネクションをともなっていることが分かった。

特にその過程における磁気リコネクションに着目し、フラックスロープの時間変化をモデル化した結果を報告する。

