

R010-03
Zoom meeting B : 11/3 AM1 (9:00-10:30)
9:30~9:45

#吉川 顕正¹⁾
(¹九州大学 理学研究院)

A study on the geometrical evolution of magnetic fields

#Akimasa Yoshikawa¹⁾
(¹Department of Earth and Planetary Sciences)

The time evolution of the magnetic field as a vector field is characterized by the time evolution of the magnetic flux density and the time evolution of the magnetic field direction. In general, the magnetic field is not spatially uniform, the magnetic flux density has a spatial gradient, and magnetic field lines have geometrical structures such as curvature and twist. According to the Maxwell-Ampere law, the spatial structure of such a magnetic field is determined by the current distribution. At the same time, on a macroscopic scale, the current structure is accompanied by the Ampere force, which determines the spatial structure of the plasma velocity field through the force balance acting on the plasma motion, and the collapse of force balance triggers the time evolution of plasma motion. In particular, in MHD, the motion of the plasma across the magnetic field line excites the electric field and of which curl activates the time evolution of the magnetic field. Therefore, it is possible to uniquely determine what type of geometrical structure plasma motion causes the time evolution of magnetic flux density gradient, curvature and twisting of the magnetic field lines.

In this presentation, we will explain the general formulation describing the spatial geometry of the magnetic field as a vector field and its time evolution. By using this formulation, we will develop a discussion linking it to physical processes, in order to propose a more essential method of magnetic field analysis.

ベクトル場としての磁場の時間発展は、磁束密度の時間変化と、磁場方向の時間変化によって特徴づけられる。一般に磁場は空間的に一様でなく、磁束密度は空間勾配を持ち、磁場の単位ベクトルを連ねて定義される磁力線は曲率や捻じれといった幾何学的構造を持つ。従って、磁場の時間発展から磁場の幾何学的構造の時間発展を知ることは、曲率、捻れ、磁束密度勾配の時間発展を把握することと等価である。Maxwell-Ampere lawによると、このような磁場の空間構造は電流分布によって決定される。同時に巨視的なスケールでは、電流構造には Ampere 力が付随し、それとバランスするプラズマの力学的構造をつうじて、プラズマ速度場の空間構造が決定され、力学バランスの崩れにより時間発展が発動する。特に MHD では磁場を横切るプラズマの運動が電場を励起し、その回転密度により磁場の時間発展が促されるため、どのようなプラズマの運動の幾何学的構造が、どのように磁力線の曲率や捻じれ、磁束密度勾配の時間発展をもたらすのか？という一意決定が可能となる。

本講演では、このようなベクトル場としての磁場の空間幾何とその時間発展を記述する一般的な定式化について説明し、それを物理過程と結びつけた議論を展開することにより、より本質的な磁場解析方法の提案を行う。