

一様抵抗テアリング不安定性の線形理論

清水 徹 [1]
[1] RCSCE, 愛媛大

Linear theory of tearing instability under uniform resistivity

Tohru Shimizu[1]
[1] RCSCE, Ehime Univ.

The linear perturbation equations of the tearing instability derived in FKR theory (Furth, et.al., Phys. Fluids, 1963) and Loureiro theory (Loureiro, et.al., Phys. Plasmas, 2007) are numerically examined as initial value problems, where the inner and outer regions are seamlessly resolved under uniform resistivity. In this study, the uniform resistivity assumed in the outer region plays an important role of essentially changing all the conclusions derived in those theories. First, it suggests that FKR theory fails to find the higher growth rate solution. Second, the upper limit of the growth rate predicted in Loureiro theory modified by the resistive MHD outer region is shown to be partially consistent with the growth rate in the beginning of each tearing instability observed in the compressible and viscous MHD simulation of the plasmoid instability (PI) based on uniform resistivity. Finally, the linear theory cannot directly support the existence of the critical Lundquist number $S_{L,c}$ for PI based on uniform resistivity. If $S_{L,c}$ exists, the basic mechanism of PI must be fully nonlinear, a condition that is not studied in this paper.

磁気再結合過程の磁気流体力学的 (MHD) な理論としては Sweet-Parker、Pestschek と並んで、FKR 理論 (Furth, et.al., Phys. Fluids, 1963) があり、これらは 50 年以上の長きに渡り数多くの研究がなされてきた。前 2 つは定常理論であり、FKR 理論は線形理論である。また、FKR 理論の発展として、Loureiro 理論 (Loureiro, et.al., Phys. Plasmas, 2007) があり、現在、これは乱流的な磁気再結合 (プラズモイド不安定性) の最重要理論と考えられている。本研究では、FKR と Loureiro 線形理論の問題点を指摘し、それらに代わる新しい線形理論を提唱する。そこで、Outer Region を抵抗性 MHD で考えることの重要性が指摘される。新しい理論はプラズモイド不安定性の MHD シミュレーションと比較され、ある範囲内で、矛盾しない結果が得られた。本講演では、MHD 磁気再結合問題の本質を明らかにし、数値的研究の危険性について指摘する。さらに、新しい線形理論に関して、現在進行中のいくつかの派生研究 (粘性効果、非定常性への拡張) についても紹介する。