

高ベータ LHD プラズマにおける MHD 不安定性に対する熱伝導度の影響

Effect of thermal conductivity on MHD instabilities in high beta LHD plasmas

佐藤雅彦, 中島徳嘉, 渡邊清政, 藤堂泰

Masahiko SATO, Noriyoshi NAKAJIMA, Kiyomasa WATANABE, Yasushi TODO

核融合研
NIFS

LHD 実験においては、体積平均ベータ値が約 5% の安定なプラズマが得られている。高ベータ LHD プラズマは周辺部にて磁気丘が存在するため、理論的には MHD 不安定性が常に不安定である。したがって、MHD 不安定性が線形不安定ではあるが、その飽和状態は閉じ込めに大きな影響を与えていないと考えられる。このような高ベータ LHD プラズマの保持メカニズムを解明するために、非線形 MHD シミュレーションコード MIPS を用いて解析を進めてきた [1,2]。等方的な熱伝導係数を仮定したもとは、線形段階においてはプラズマ周辺部にて抵抗性バルーニングモードが成長するが、非線形過程において不安定性の影響がプラズマ中心まで及ぶことで中心圧力の低下が引き起こされ、実験で得られているような高ベータプラズマを安定に維持できないことがわかった (図 1)。したがって、高ベータプラズマの維持を説明するためには、二流体効果、熱伝導係数の異方性、プラズマ流、などの効果が重要になっていると考えられる。そこで本研究においては、熱伝導係数の異方性に着目する。実際のプラズマでは、磁力線に平行方向の熱伝導は非常に大きく、トーラスの外側に局在化するバルーニングモードに対して抑制効果があると考えられる。本講演では、MIPS コードへの磁力線に平行方向の早い熱伝導の効果の導入、および、熱伝導係数の異方性の抵抗性バルーニングモードへの影響について報告する。

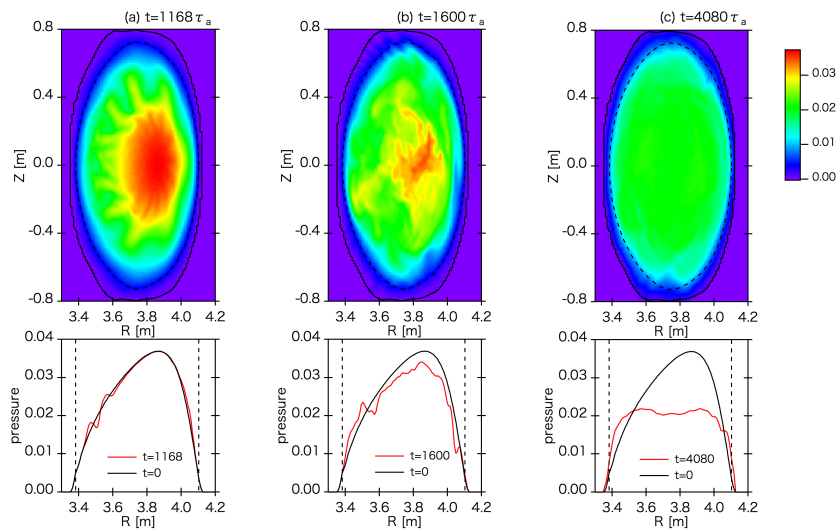


図 1: 等方的な熱伝導係数を仮定したもとの高ベータ LHD 配位プラズマに対する非線形 MHD シミュレーションで得られた圧力分布の時間発展の様子。上段は縦長ポロイダル断面における圧力の等値面、下段は同断面での $z=0$ における圧力分布を表している。

[1] Y. Todo et al., Plasma and Fusion Res. 5 (2010) S2062.

[2] M. Sato et al., Proc. of 24th IAEA Fusion Energy Conf. (San Diego, USA, 2012)
IAEA-CN-197/TH/P3-25.