

3P62

LHDの誤差磁場キャンセル放電におけるロックトモード様不安定性の減速機構 Slowing mechanism of locked-mode-like instability in LHD discharges without error field

武村勇輝¹⁾²⁾、渡邊清政¹⁾³⁾、榊原悟¹⁾²⁾、成嶋吉郎¹⁾²⁾、大館暁¹⁾⁴⁾
TAKEMURA Yuki¹⁾²⁾, WATANABE Kiyomasa¹⁾³⁾, SAKAKIBARA Satoru¹⁾²⁾,
NARUSHIMA Yoshiro¹⁾²⁾, OHDACHI Satoshi¹⁾⁴⁾

¹⁾核融合研、²⁾総研大、³⁾名大、⁴⁾東大
¹⁾NIFS, ²⁾SOKENDAI, ³⁾Nagoya Univ., ⁴⁾Univ. Tokyo

LHDで観測される内部崩壊を伴うMHD不安定性（ロックトモード様不安定性）の前兆振動の減速機構について調べている。減速は二つの段階を経て生じており、第一段階ではモードとともに回転する共鳴面での $E \times B$ フローが小さい領域に共鳴面が移行し、第二段階では共鳴面は大きく変化しないが、共鳴面での $E \times B$ フローが小さくなることで減速する（図1）。第二段階での減速機構を明らかにするために、外部補助コイルにより誤差磁場の振幅を変化させたときの第二段階での減速持続時間 Δt_{second} を調べると、外部RMP（共鳴磁場摂動）振幅の増加とともに Δt_{second} は短くなった。このRMP依存性は外部RMPと不安定性による摂動トロイダル電流との相互作用がもたらす電磁力（ $J \times B$ 力）が減速力として増加することに起因していることがわかった。

しかし、外部補助コイルにより誤差磁場をかなり小さくしている場合の減速機構についてはわかっていない。小振幅の誤差磁場の場合でも、図2に示すようにプラズマの衝突周波数が増加すると Δt_{second} が短くなることが知られている。トカマクのロックトモードのモデル[Fitzpatrick, NF 1993]によれば、プラズマ流の駆動力として $\mu(\omega_{\text{NC}} - \omega)$ に比例する粘性力が存在することが予想されている。ここで、 ω は前兆振動の回転周波数、 ω_{NC} は新古典フローの回転周波数、 μ は粘性係数である。誤差磁場が小さい場合、減速力はほとんど変わらないとすると、衝突周波数の変化により粘性力が減少している可能性が高い。ヘリカルプラズマの新古典粘性の $1/\nu$ 領域では、粘性係数は衝突周波数に反比

例すると予測されており、上記の仮説と矛盾しない。

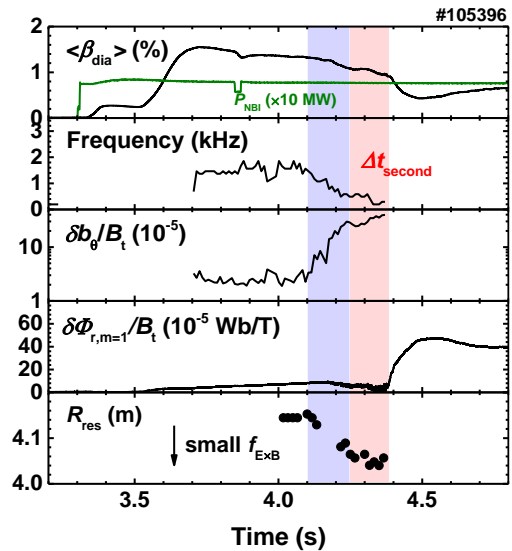


図1. 小振幅誤差磁場の場合の典型的なロックトモード様不安定性放電

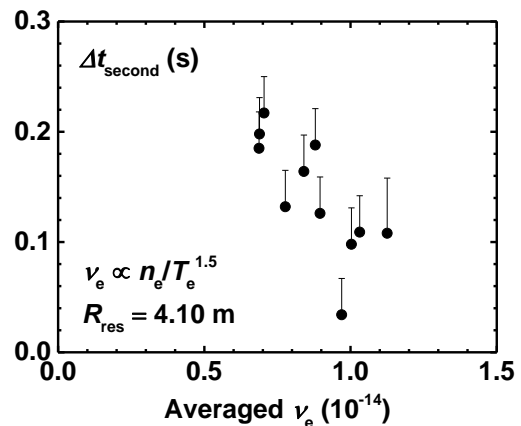


図2. 減速第二段階での減速時間の時間平均した衝突周波数依存性