

LHDにおける外部共鳴擾動磁場のMHD平衡・安定性に対する影響の研究
Effect of resonant magnetic field on MHD equilibrium and instability in LHD plasmas

渡邊清政, 榊原 悟, 成嶋 吉朗, 政宗 貞男¹, 武村 勇輝, 大舘 暁, 鈴木 康浩
 WATANABE Kiyomasa, SAKAKIBARA Satoru, NARUSHIMA Yoshiro, MASAMUNE Sadao¹,
 TAKEMURA Yuki et al.

核融合研, 京都工芸繊維大¹
 NIFS, Kyoto Inst. Technol. ¹

外部共鳴擾動磁場(RMP)は、トラスプラズマの閉じ込め性能を向上させる有効な制御ノブとしての利用が期待されている。外部RMPは、常にプラズマ中に磁気島を形成すると考えられていたが、時として、その侵入をプラズマにより遮蔽されることがある。この現象は、トカマクはもちろん、ヘリカルでも観測されている。特に、LHDでは、RMPが浸透する直前で、交換型MHD不安定性に起因した揺動がほぼ消滅することが観測されている(図1)[1]。したがって、外部RMPの浸透閾値の各種パラメータ依存性やその遮蔽・浸透機構を明らかにするのは、重要な研究課題となっている。

RMPの浸透に関する研究は、LHDでも精力的に行われており、最も括目すべき成果として、RMPの浸透閾値が磁場配(磁気軸トラス大半径位置、プラズマアスペクト比)に強く依存する現象が観測されている[2, 3]。この現象は、トカマクでは観測されておらず、この現象の物理機構解明を行うことを通じて、トラスプラズマにおける外部RMPの浸透・遮蔽機構の一般的な理解が進むことが期待されている。このような背景の

元、LHDでアスペクト比の異なる多様な磁場配位の幅広い密度(衝突)領域(1/vとプラトーの境界領域)で、外部RMPの浸透閾値を調べる実験を行った。ここで、対象としたRMPのポロイダル、トロイダルモード数は1/1で、プラズマはバランスNBIで維持され、以下の様な結果を得た。(1) 高アスペクト比のプラズマでは、衝突周波数が高いほど、RMPの浸透閾値が減少する。一方、低アスペクト比のプラズマでは、衝突周波数が高いほど、浸透閾値が高い(表1)。(2) 最も低アスペクト比の場合を除いて、LHDにおける浸透閾値の密度依存性は、トカマクのオーミック放電時と異なる。(3) プラズマのトロイダル方向の回転周波数は、ポロイダル回転周波数より圧倒的に小さく、磁場配位依存性も顕著でないことから、トロイダル方向の流れのRMP遮蔽に対する影響は軽微と推定できる。(4) RMPの浸透閾値は、ポロイダル回転周波数の増加とともに増加する。

RMPの浸透・機構についてはいくつかの理論モデルが提案されており、それらとの比較等を通じて、物理機構の解明を進める。

- [1] K.Y.Watanabe et al., 24th International Toki Conference, Nov. 2014, Toki(Japan), P4 - 6..
- [2] S.Sakakibara, et al., 2013 Nuclear Fusion. 53 (2013) 043010.
- [3] Y.Narushima, et al., 2014 IAEA conference EX/P6-35

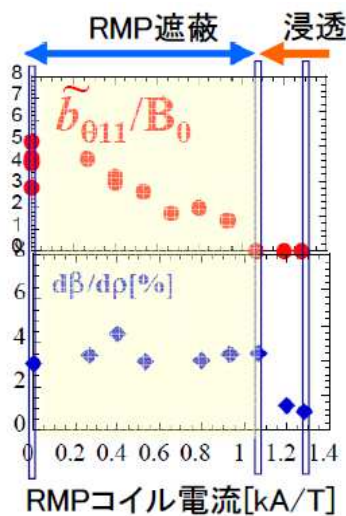


図 1 RMP 強度に対する磁場揺動強度、圧力勾配の依存性

		Ap=7.1 (low mag. shear)	Ap=6.7	Ap=5.7 (high mag. shear)
penetration threshold	1T (β=1-1.2%)	V* _b -0.23	V* _b -0.05	
	1.375T (β=0.8-1%)	V* _b -0.18	(V* _b -0.0)	V* _b +0.10

表 1 多様な磁場配位、ベータ領域における外部 RMP 浸透閾値の衝突周波数(n*b=1 は、トカマクのパナナ-プラトー境界に対応)依存性