

小型トカマクHYBTOK-IIにおける外部共鳴摂動磁場印加時の
プラズマ内部のプロープ計測

Measurement of internal plasma with Resonant Magnetic Perturbation
using probes in small tokamak HYBTOK-II

岡本征晃¹, 山越匡葵¹, 渡邊清政², 大野哲靖³

OKAMOTO Masaaki¹, YAMAKOSHI Masaki¹, WATAKABE Kiyomasa², OHNO Noriyasu³

1. 石川高専, 2. 核融合研, 3. 名古屋大学

1. NIT-Ishikawa College, 2. NIFS, 3. Nagoya Univ.

磁場閉じ込め核融合プラズマにおいて、外部コイルによる共鳴摂動磁場 (RMP) に対するプラズマ応答に関する研究では、ELM や Locked mode の安定性制御を実施し、成果を得ている[1,2]。RMP による MHD の安定制御手法を ITER や実用炉で適用するためには、プラズマ中の RMP 伝搬の物理機構の十分な理解が不可欠となる。プラズマ内部の直接計測可能な小型トカマク HYBTOK-II では、プラズマ内部構造計測のために磁気プローブやマッハプローブ、トリプルプローブの多チャンネル化を行ってきた[3]。そこで本研究では、HYBTOK-II において、RMP 印加時のプラズマ内部の磁場揺動分布や電子温度・密度分布、プラズマ流速分布を計測し、理論モデルとの比較を行うことで、RMP の伝搬機構を解明することを目的としている。

本研究では、 $m/n=6/1$ の構造の RMP を $q_a=7$ 程度の MHD 不安定が現れないプラズマに印加している。理論には3場簡約化MHD方程式を用いた非線形応答計算を行った。図1では、テアリングモードが安定な条件にRMPの回転周波数とExBドリフト速度を変化させたときの、共鳴面における摂動磁場強度を示している。ExBドリフトが無い場合は、反磁性ドリフトと同じ向きにRMPを印加したほうがプラズマ中に摂動磁場が浸透する結果となっている。また、反磁性ドリフトと同じ方向にExBドリフトがある場合は、摂動磁場が浸透しにくくなり、反磁性ドリフトと逆のExBドリフトの場合は、RMPの回転がExBドリフトと同じ方向に増えるほうが摂動磁場が浸透しやすい結果となったため、プラズマ流がRMPの伝搬に大きく影響することがわかる。図2(a)ではマッハプローブで計測・評価したポロイダル流と共鳴面近傍での摂動磁場強度の関係を図2(b)では、ExBドリフトとの関係を確認するために、トリプルプローブで計測・評価したプラズマ電位の勾配 (径方向電界) と共鳴面近傍の摂動磁場強度の関係を示している。図2から理論計算と同様に、RMPの回転がポロイダル流と同じ方向に大きくなると摂動磁場が伝搬

しやすい傾向が見られる。

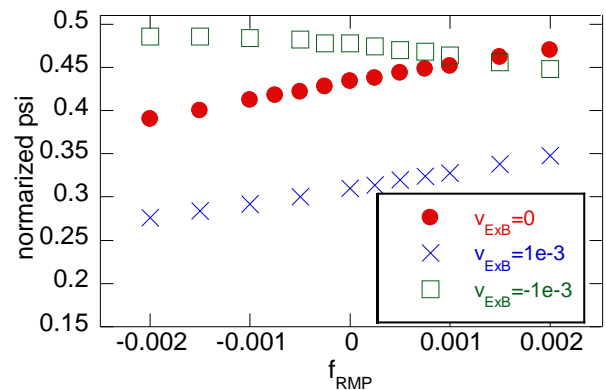


図1. プラズマ境界の摂動磁場強度で規格化した共鳴面の摂動磁場強度の計算結果

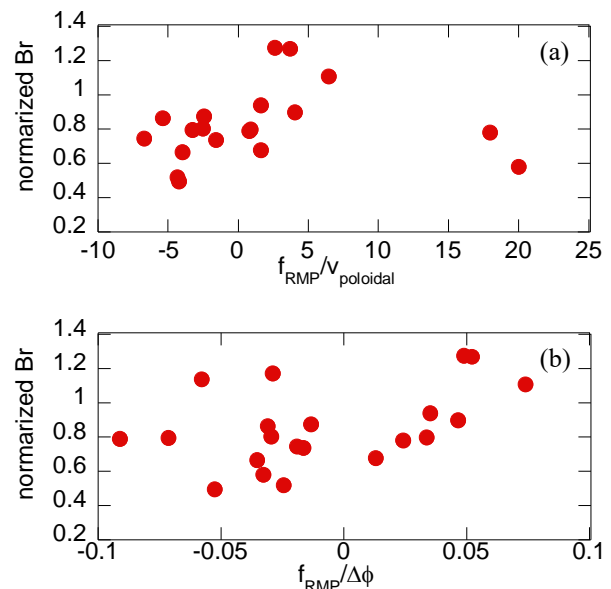


図2. 真空磁場で規格化した共鳴面近傍の摂動磁場強度と(a)RMP回転周波数とポロイダル流速の比、(b) RMP回転周波数と径方向電界との関係

[1] R.J. La Haye, et al., Phys. Fluids B 4 (1992) 2098.

[2] M. Okabayashi, et al., Nucl. Fusion 57 (2017) 016035

[3] M. Okamoto, et al., Plasma Fusion Res., 8 (2017) 1202027