

強く自己組織化が働くRFPプラズマにおける磁場揺動計測とその統計的解析 Measurement and Statistical Analysis of Magnetic Fluctuations in a RFP Plasma with Strong Self-Organization Phenomenon

柏井隆希¹, 渡部政行²

Ryuki KASHIWAI¹, Masayuki WATANABE²

¹日大院量子, ²日大量科研

¹QST-Nihon-U, ²IQS-Nihon-U

1. はじめに

逆磁場ピンチ方式 (Reversed Field Pinch : RFP) とは, 磁場を用いた高温・高密度プラズマの閉じ込め方式の1つである. RFPはトカマクと同様に, トロイダル電流駆動型プラズマ閉じ込め方式に属する. トカマクではプラズマの閉じ込めに強力なトロイダル磁場を用いるのに対して, RFPではダイナモ効果に起因した自己組織化により, プラズマ自らが閉じ込めるように磁場を生成・維持し, プラズマを閉じ込める. この配位形成過程では, 磁場揺動・静電揺動が重要な働きをしている. しかしながら, これらの揺動成分は磁気面の崩壊や, 粒子及びエネルギーの損失を招いているとされており, プラズマ閉じ込め特性の改善にはこの揺動を理解することが重要となる. そこで本研究では内部磁場分布の計測を行い, プラズマ内部の磁場揺動に伴うダイナモ効果の特徴を調べる. 解析には確率密度関数^[1]等の統計解析を用いる. またRFP配位の形成には外部から磁場を強制的に反転させないSelf-Reversal法を用いる.

2. RFPの磁場配位形成法

RFPプラズマの生成には一般的に, 外部回路によりトロイダル磁場を急激に反転させることで配位形成に必要なポロイダル方向の起電力を外部から補助的に加えるAdded-Reversal法を用いる. この方法を用いることで閉じ込め特性の良いRFP配位を比較的効率良く生成することができる反面, 磁場を強制的に反転させるため, ダイナモ効果の詳細な働きはわかり辛い. そこで, RFP自身のダイナモ電場のみで配位を形成するSelf-Reversal法を用いて実験を行っている. 具体的には, 時間的に一定な弱いトロイダル磁場を印加した状態で, 大電流のトロイダル放電を形成する. この方法ではRFP配位の形成のために強い揺動の高揚が予想され, その結果, プラズマのエネルギーや粒子の閉じ込め特

性などが悪化する可能性がある. しかしながら, ダイナモ効果の物理を詳細に調べるためには最適な方法であると考えられる.

3. 実験装置

本研究では高温プラズマの磁場閉じ込め実験装置ATRASを用いて実験を行っている. ATRAS実験装置の主半径は0.5m, 副半径は0.1mのトーラス型プラズマ閉じ込め装置である. Self-Reversal法での放電時間は約0.7msであり, 周回電圧は約150V, またプラズマ電流は約60kA程度である.

4. 計測及び解析

3つの直交する磁場成分を5mm間隔で計測可能な磁気プローブアレイにより, プラズマ内部の磁場分布を計測する. 揺らぎの大きさを解析する手法である確率密度関数を用いてプラズマ周辺部および内部の磁場揺動の特徴を調べた. 詳細はポスターにて報告する.

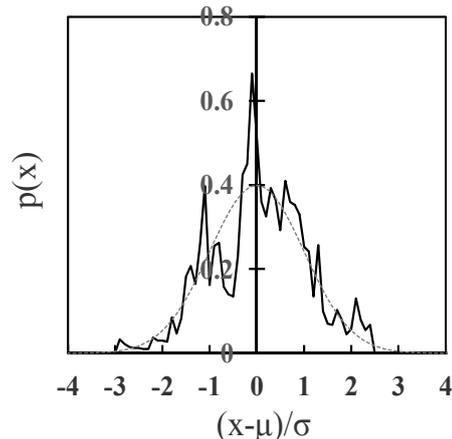


図1. プラズマ周辺部トロイダル磁場揺動成分の確率密度関数による解析例

5. 参考文献

- [1] 辻義之, 田中宏彦, 大野哲靖: 「3. 確率密度関数とその応用」, J. Plasma Fusion Res. Vol.85, No.10, pp.665-673, 2009