

Self-reversal modeによる逆磁場ピンチプラズマの生成実験

Formation of the RFP configuration by a self-reversal mode

曾我 祐人¹ 円谷 大樹¹ 渡部 政行²日大院量子¹、日大量科研²Yuto SOGA¹, Taiki TSUMURAYA¹, Masayuki WATANABE²CST., Nihon Univ.¹, IQS, Nihon-Univ.²

逆磁場ピンチプラズマ (RFP) の特徴として以下のことが挙げられる。

1. 磁場配位の形成・維持に必要な磁場の大部分をプラズマ自身が作り出すダイナモ効果が強く働く
2. その結果、トロイダル磁場の方向がプラズマ中心部と外側で逆転する
3. 磁力線のねじれの度合いである磁気シアーが大きく、弱い磁場でも比較的安定にプラズマを閉じ込めることができる

一般的な RFP 配位の形成法である、外部トロイダルコイルで周辺磁場を強制的に反転させる Added-reversal mode で RFP を生成した場合、高温・高密度のプラズマを効率よく閉じ込めることができる反面、プラズマを閉じ込めるための磁場の反転機構等を詳しく調べる事が難しい。そこで本研究ではプラズマが自発的に周辺磁場を反転させる Self-reversal mode で RFP を生成し、磁場配位を形成する過程、つまりダイナモ機構を詳しく調べる実験を行っている。

本研究で用いる RFP 実験装置 (ATRAS) は大半径 0.5 m、小半径 0.1 m の中型 RFP 実験装置である。Added-reversal mode における典型的な放電では、プラズマ電流の最大値は約 60 kA、放電時間の最大値は約 1.6 ms である。Self-reversal mode において RFP プラズマを形成する場合、低磁場での放電が必要になる。低いトロイダル磁場におけるトロイダル放電を可能とするためには強力な予備電離が必要である。本研究では計測用ポートから電極をプラズマ端まで挿入し、電極と放電管の間でグロー放電を形成させる事により低いトロイダル磁場における放電を可能とした。

本実験では時間的に比較的一様なトロイダル磁場におけるトロイダル放電を行い、その印加する

トロイダル磁場の大きさを徐々に減少させながら RFP 配位の形成を試みた。RFP 配位が形成された典型的な放電波形を下図に示す。上から(a)プラズマ電流、(b)平均のトロイダル磁束密度、(c) プラズマ周辺部のトロイダル磁束密度である。赤線が放電時の初期トロイダル磁束密度が約 0.22 kG の場合、また黒線は約 0.04 kG の場合である。初期のトロイダル磁束密度が強い場合 (赤線)、自発的な磁場の自己反転ができず、RFP 配位の形成ができない事がわかる。一方、初期のトロイダル磁束密度が弱く (黒線)、プラズマの形成過程に周辺部のトロイダル磁場を反転する事ができ、RFP 配位の形成ができた場合である。RFP プラズマが形成できない場合、プラズマに強い不安定性が生じ、プラズマ電流とトロイダル磁束の大きな増加は観測されなかった。一方、RFP 配位が形成された場合は、急激なプラズマ電流の増加や強い磁場生成機構が働いていることが確認できる。

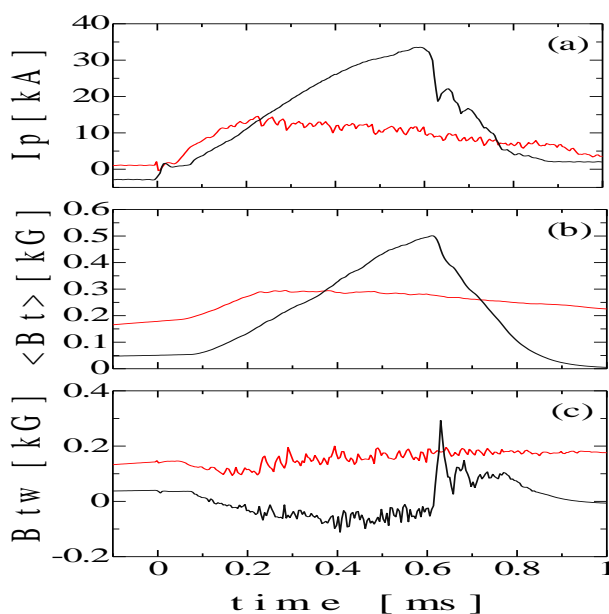


図: 自己磁場反転実験の典型的な放電の波形