

Self-Reversal 法を用いて生成した RFP プラズマの基礎特性

A basic characteristic of the Reversed Field Pinch plasma using a Self-reversal method

円谷大樹¹, 曾我裕人¹, 渡部政行²¹日大院量子, ²日大量科研Daiki TSUMURAYA¹, Yuto SOGA¹, Masayuki WATANABE²¹QST-Nihon-U, ²IQS-Nihon-U

1. 逆磁場ピンチプラズマ

逆磁場ピンチプラズマ (Reversed Field Pinch : RFP) は、トロイダル電流駆動型プラズマ閉じ込め方式の 1 つである。トロイダル方向に逆転した磁場配位により高温・高密度プラズマを比較的安定に閉じ込めることができる。RFP プラズマではダイナモ効果による自己組織化が強く働き、プラズマを閉じ込めるための磁場を、プラズマ自身が作り出すという特徴を有している。プラズマ中心と周辺部におけるトロイダル磁場が逆転しているため強い磁気シアが発生すること、またトロイダル磁場とポロイダル磁場の強さが同程度であることなどから、弱い磁場でもプラズマを閉じ込めることができる。しかしながら、揺動電場により配位は自己形成される反面、揺動に伴い粒子やエネルギーの損失が増大するなどの問題がある。

2. RFP プラズマの磁場配位形成

RFP プラズマでは揺動電場により自己組織化された磁場配位により高温・高密度プラズマを閉じ込めるが、この揺動成分に伴うエネルギー損失や閉じ込め特性の悪化が重要な問題となる。本研究室ではこれまで磁気プローブを用い磁場揺動を、また静電プローブを用いて静電揺動を計測し、RFP プラズマの輸送過程や自己組織化現象の物理を議論してきた。RFP プラズマの形成法としてトロイダル磁場を放電開始時にスイングさせるは Added-Reversal 法がある。この方法は配位形成時のエネルギー損失を抑え、効率よく RFP プラズマを生成することができる。しかしながらトロイダル磁場を大きくスイングするため、プラズマ自身が揺動電場により生成する正味の磁場や揺動電場を見積もることが困難であった。ダイナモに起因した自己組織化現象をより詳細に理解するためには、トロイダル磁場をスイングさせない Self-Reversal 法を用いた RFP プラズマの生成実験が必要だと思われる。そこで本研究では外部磁場が一定の状態で、ダイナモ効果だけによる自己組織化現象のみで RFP プラズマを生成する実験を開始した。

3. 典型的な RFP プラズマの放電波形

RFP プラズマの典型的な放電波形を図 1 に示す。ここで Added-Reversal 法による RFP プラズマは点線で、また Self-Reversal 法は実線で表した。Added-Reversal 法ではプラズマ生成時にトロイダル磁場を急激に減少させている。このトロイダル磁場の減少がポロイダル方向の誘導電場を誘起し、RFP 配位の形成を補助している。一方、Self-Reversal 法ではプラズマ生成時、トロイダル磁場をほぼ一定値に保った状態でプラズマ放電を行っている。両放電とも平均のトロイダル磁場が正、また周辺部のトロイダル磁場が負であることから RFP 配位が形成されたことが確認できる。またプラズマ電流の増加とともにトロイダル磁場が自己生成されていることも確認できる。Self-Reversal 法による RFP 磁場配位の形成は外部磁場の補助がないため、短い時間で RFP 磁場配位は崩壊することもわかる。ポスターでは、両放電の基礎特性の比較や、挿入磁気プローブによる磁束密度、電流密度の空間分布などを報告する。

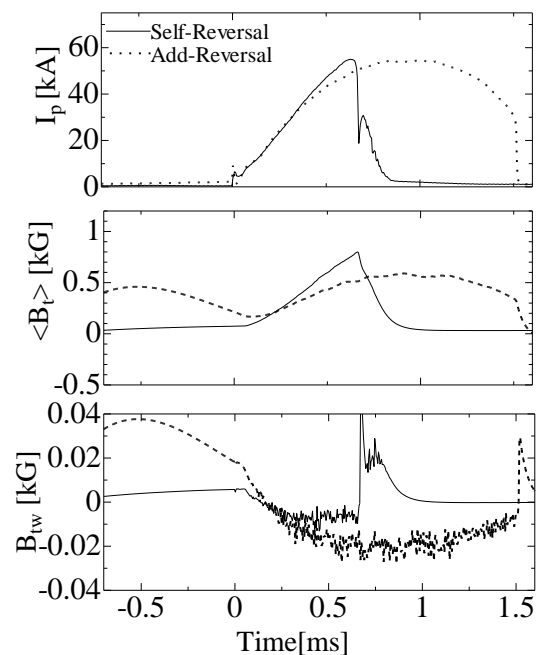


Figure.1: Typical waveform using Added-Reversal method and Self-Reversal method.