

逆磁場ピンチ (RFP) における MHD 研究

会森信、牧澤遼、國田智士、吉岡聡志、多田知沙都、三瓶明希夫、比村治彦、政宗貞男
 京都工芸繊維大学大学院 工芸科学研究科 電子システム工学専攻

RFP (Reversed Field Pinch : 逆磁場ピンチ) は、高ベータ磁場閉じ込め方式の 1 つである。典型的な RFP 平衡配位では、安全係数 $|q| \ll 1$ が成り立つ。軸上から径方向に単調に減少し、トロイダル磁場反転 ($B_t = 0$) 面で $q = 0$ となり、さらに外側では符号が反転する。プラズマの性能に影響を及ぼす MHD 不安定性は、RFP 配位の維持に関係する内部共鳴テアリングモードと、プラズマを抵抗性壁で囲むことで生じる理想キックモード (=抵抗性壁不安定性) である。京都工芸繊維大学が所有する RFP 装置「RELAX」(大半径 0.50m、小半径 0.25m、アスペクト比 2) においても、この 2 つの不安定性に関する研究を行っている。

軸対称 RFP 平衡が、単一の内部共鳴テアリングモードに伴う磁気島の成長と磁気リコネクションにより形成され、ヘリカル磁気軸 RFP 配位(ヘリカル RFP) に遷移することがある。RELAX においては、磁気島の観測に MCP と高速度カメラを用いた軟 X 線ピンホールカメラを使用して、ヘリカル変形した RFP プラズマを観測した (図 1)。特にプラズマ端のトロイダル磁場の反転が浅い場合に、ヘリカル RFP 配位に遷移しやすいことがわかっている。[1]

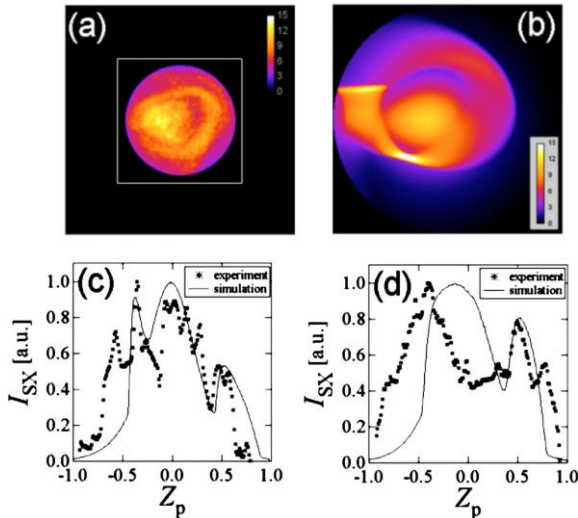


図 1 : ヘリカル RFP プラズマの画像計測[2]
 (左側 : 測定値、右側 : 計算値)

RELAX における抵抗性壁不安定性は、 $m = 1/n = 2$ モードの成長率が最大であることが線形計算[3]で確認されている。抵抗性壁不安定性の安定化のために、真空容器壁面上のサドルコイル群 (センサコイル群とアクチュエータコイル群から成る。ポロイダル方向に 4 個、トロイダル方向に 16 組の計 64 個配置している。) を、ヘリカル状で直並列に $m = 1/n = 2$ 接続 (ポロイダル方向に周期数 1、トロイダル方向に周期数 2 となる接続 (図 2)) して、 $m = 1/n = 2$ モードの単一フィードバック制御を行った。安定化したことで、約 80kA の放電において、放電時間の伸長が確認できた (図 3)。



図 2 : $m = 1/n = 2$ 接続されたサドルコイル[4]

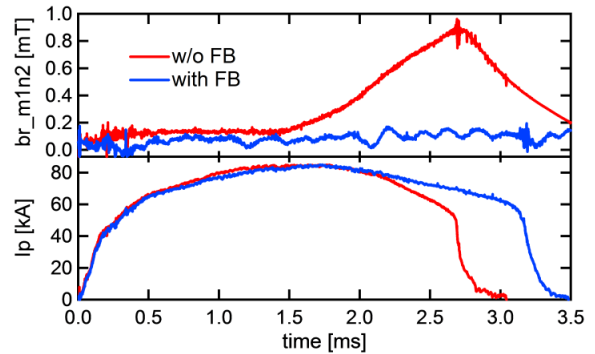


図 3 : (上側) センサコイルで検出した磁場の時間発展
 (下側) プラズマ電流の時間発展

—参考文献—

- [1] K.Oki *et al.*, Plasma Fusion Res. **7**, 1402028 (2012)
- [2] T.Onchi *et al.*, Rev. Sci. Instrum. **81**, 073502 (2010)
- [3] S.Masamune *et al.*, Journal of the Physical Society of Japan Vol.68, No.7, pp.2161~2163 (1999)
- [4] H.Tanaka *et al.*, Plasma Fusion Res. **9**, 1302057 (2014)