

磁気プローブ測定と平衡再構成による 低アスペクト比 RFP の内部磁場構造の研究

大木 健輔、池添竜也、恩地拓己、村田健一、島津弘行、山下哲生、
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) プラズマを低アスペクト比化すると、(i) ブートストラップ電流の増加、(ii) 主要モード有理面間隔の増大による磁気島オーバーラップの回避、(iii) 閉じ込めに良いとされる準シングルヘリシティ状態への到達の容易化、等の利点があることが近年理論的に予測されている。これらの検証をし、また低アスペクト比 RFP の特徴を調べるために、アスペクト比が世界最小の RFP 装置「RELAX」(大半径 50cm、小半径 25cm、アスペクト比 2) において、プラズマ内部の磁場構造を測定に基づいて明らかにしている。その方法としては、図 1 のような直線状の磁気プローブアレイによって、アレイ上の各場所における磁場 (3 方向) の時間的変化を測定し、また、その測定結果を用いた数値計算 (軸対称グラド-シャフラーノフ方程式) により、プラズマ内部全体の平衡磁場を求めている (平衡再構成)。

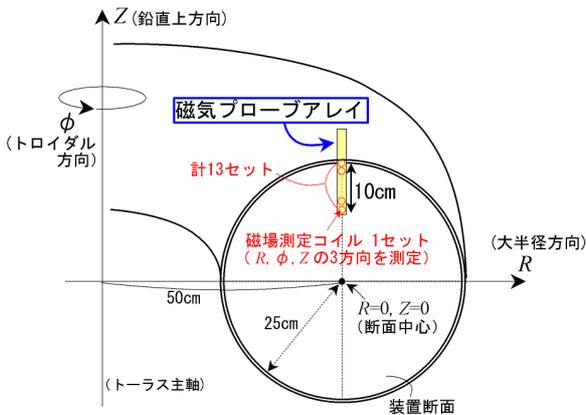


図 1: 磁気プローブアレイ設置状況

図 2 は、典型的な RFP 放電におけるプローブの測定結果 (ただしトロイダル磁場のみ) と同放電におけるプラズマ電流の波形である。このような測定値の時刻 6.1ms 付近の時間平均値 (0.2ms 平均) を用いて平衡再構成し、求めた平衡磁場の装置断面における分布を図 3、4 に示す。これらの図より、磁気軸が装置断面中心より約 4cm 大半径方向外側にシフトしており、また、トロイダル磁場の反転している領域が内側ほど広がっていて、ポロイダル磁場が内側において外側より約 1.6 倍ほど大きくなっていること等が分かる。これらは、低アスペクト比のトロイダル効果が (従来の円柱近似できるような RFP プラズマに比べ

て) 強く表れている結果であると考えられる。

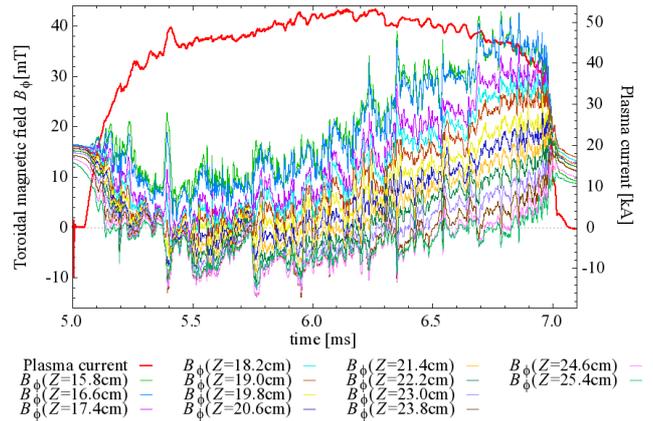


図 2: 各プローブ位置で測定したトロイダル磁場、及びプラズマ電流の時間発展

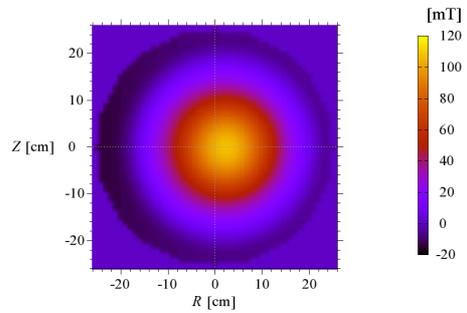


図 3: 平衡再構成により求めたトロイダル磁場の断面分布

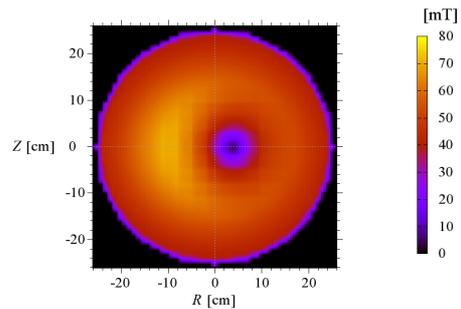


図 4: 平衡再構成により求めたポロイダル磁場 (トロイダル方向と垂直な方向成分の磁場) の断面分布