

# 低アスペクト比RFP装置RELAXにおける 磁場揺動解析とMHDシミュレーション

小西祐介, 藤田慎一, 池添竜也, 恩地拓己, 大木健輔, 山下哲生, 島津弘行, 杉原正記  
三瓶明希夫, 比村治彦, 政宗貞男  
京都工繊大工学科学

RFP(Reversed Field Pinch) はトカマク方式と同様の軸対称内部電流トラス系に属する磁場閉じ込め方式の一つである。また, ポロイダル磁場  $B_p$  とトロイダル磁場  $B_t$  の大きさが同程度であり,  $B_t$  の向きがプラズマ中心部と周辺部分で逆転しているのが特徴である。RFPの磁場配位では安全係数  $q \ll 1$  であり,  $m = 1$  モード有理面が近接して存在するためモード結合に伴う磁気カオスが閉じ込め劣化の原因となる。RFPのアスペクト比  $A$  を下げると軸上を  $q$  の値が大きくなり, 中心付近のモード有理面の間隔が広がってMHDモードの相互作用が緩和される可能性がある。

京都工繊繊維大学では主半径  $R = 0.51$  m, 小半径  $a = 0.25$  m,  $A = R/a = 2$  のRFP実験装置RELAXにおいて上に述べたような低アスペクト比RFPプラズマの特性を実験的に調べている。RELAXでは現在, プラズマ電流  $I_p \sim 50$  kA, ループ電圧  $V_{loop} \sim 40$  V で1.5 – 2 ms程度のRFP放電が実現されている。図1に放電波形を示す。放電開始後0.3 ms程度で周辺トロイダル磁場が反転する一方で, 断面平均トロイダル磁場はバイアス磁場と同じ極性を保っている。RFP磁場配位が形成されていることがわかる。電流は1 ~ 1.5 msの間, ほぼ一定値に保たれている。計測は磁場計測が中心で, 真空容器のトロイダル方向に14か所, 真空容器の上下内面に設置した磁気プローブ(トロイダルアレイ)で周辺磁場とその揺動を測定している。真空容器内面のポロイダル方向12か所に設置した磁気プローブからなるポロイダルアレイがトロイダル方向に1か所設置されている。これらの磁気プローブアレイからの信号を空間フーリエ変換してポロイダル方向およびトロイダル方向の波数(モード数)スペクトルを求めている。図2にはポロイダルモードスペクトルの例を示す。ポロイダルモード数  $m = 1$  が主要成分であり,  $m = 2$  モードの振幅はその半分程度であることがわかる。トロイダルモード( $n$ )スペクトルは  $n = -4$  モードが主要成分であることを示しており,  $m = 1/n = -4$  モードが主要モードであることが示されている(RFPの

分野では  $n < 0$  のモードにピッチが磁場反転面内側の磁力線ピッチと一致するので内部モード,  $n > 0$  のモードを外部モードと呼んでいる。) 実験で測定されたこれらのモードスペクトルの時間発展からMHDモードのダイナミクスについて議論する。

一方, MHDモードのダイナミクスを理論的に調べ, これを実験と比較検討するために, 3次元MHDシミュレーションも進めている。

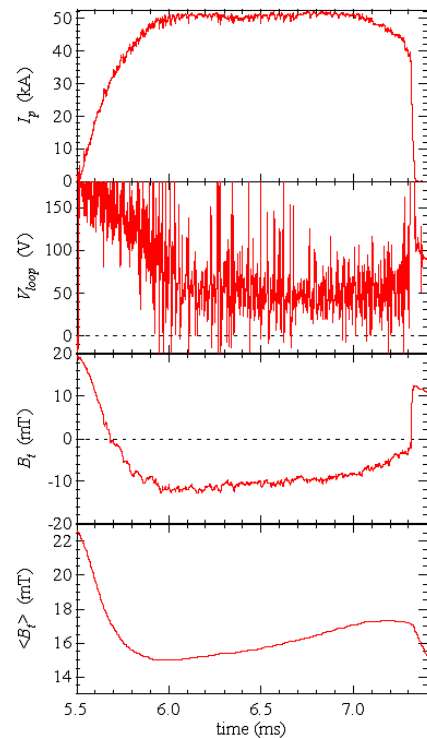


図1: RELAXの典型的な放電波形

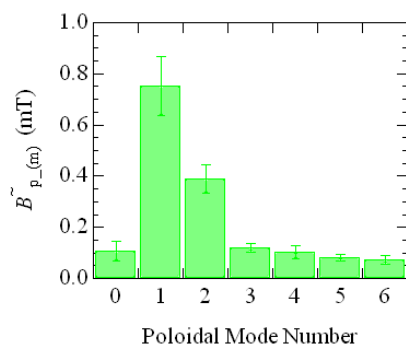


図2: RELAXにおけるポロイダルモードスペクトル