

GAMMA10 における金中性粒子ビームプローブを用いた低周波揺動の観測

筑波大学プラズマ研究センター 谷口 文彬、大野 洋平

タンデムミラー型閉じ込め装置である GAMMA10 では、主閉じ込め領域であるセントラル部と熱障壁電位を形成しているバリア部のプラズマ電位を、金中性粒子ビームプローブ (GNBP) を用いて計測している。GNBP は、プラズマ外へと導出される 2 次ビームのエネルギー変化からコアプラズマにおけるプラズマ電位を計測している。計測した電位と、ビーム電流量に含まれる微小変動を高速フーリエ変換(FFT)で周波数解析を行うことにより、電位揺動と電子密度揺動を同時に得ることが可能である。本研究の目的は、GNBP を用いてセントラル部中心におけるプラズマ電位、電位揺動、密度揺動を計測し、プラズマ閉じ込め改善のための知見を得ることである。特に、Plug/Barrier 部に電子サイクロトロン加熱(ECRH)が印加されている時間帯に注目して、低周波揺動について詳細に解析を進め、 H_{α} 検出器や、中速カメラの画像および、エンドプレート電位と比較した。

2008 年実験シリーズにおいて ECRH が入射されている時間帯で、セントラル部の電子線密度と反磁性量が増加し、途中でプラズマが潰れるという現象が観測された。これは、プラズマ内部の不安定性により閉じ込めが悪化したためと考えられる。本研究では、この現象について GNBP を用いて電位、電位揺動、密度揺動の観点から考察し、他計測器との比較を行なった。

図 1 は、Plug/Barrier-ECRH における電子線密度と反磁性量の時間変化である。203ms から電子線密度の微小変動が大きくなり、それに伴って反磁性量も減少し始めていることが分かる。この時間帯における GNBP で測定した電位およびビーム電流量の時間変化を図 2 に示す。この図でもやはり 203ms 付近から微小変動が大きくなっていく様子が観測された。さらに FFT で周波数解析を行って得られた電位揺動の Peak 値をとる周波数の時間変化を図 3 に示す。5,10kHz 付近の揺動が強く観測され、時間とともに周波数が減少していることが分かった。また、得られた周波数を $E \times B$ ドリフトと、反磁性ドリフトの周波数と比較したところ、 $E \times B$ ドリフトの周波数とほぼ一致した。また、同様な実験シーケンスにおいて静電プローブによる計測により $m = -2$ で、磁力線方向に波数を持たないことから、この揺動はフルート型の揺動であることが分かった。

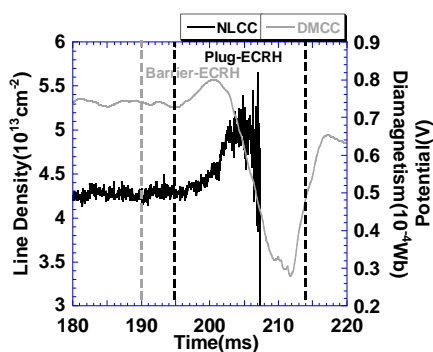


図 1 電子線密度、反磁性量

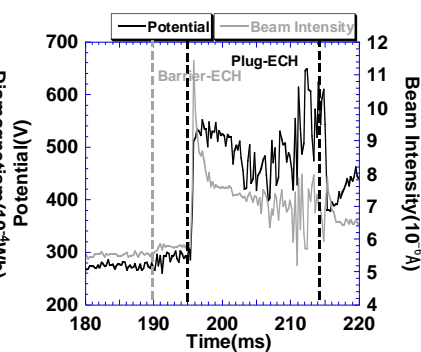


図 2 電位、ビーム電流量

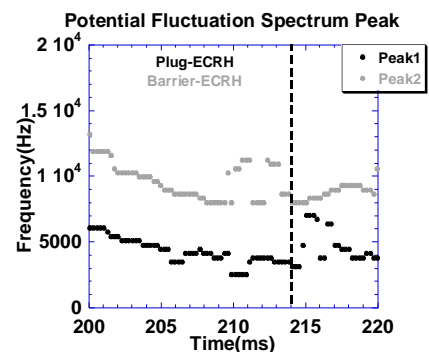


図 3 電位揺動 Peak 周波数