

東北大学ヘリアック装置における熱陰極バイアスプラズマ中での密度崩壊現象

田中豊、岡本敦

東北大学大学院工学研究科

核融合炉では、閉じ込め改善モードを利用した効率的な運転が望まれている。改善モードでは、密度や温度の急峻な勾配が形成されるため、これらの勾配を駆動力にした複雑なプラズマの振る舞いが見られ、例えば、トカマクでは、間欠的に粒子を吐き出すELMやH-modeが存在する。ITERでは、ELMを利用し、粒子の吐き出しと共に、不純物を排出することが考えられている。そのため、改善モードにおける粒子輸送の物理は、重要な研究課題であると考えられる。

これまで、東北大学ヘリアック装置では、熱陰極を用いたプラズマのバイアスにより、高速なポロイダル回転を伴う閉じ込め改善プラズマの生成に成功してきた。閉じ込め改善プラズマ中には、径電場(2~4 kV/m)や急峻な密度勾配が形成されており、プラズマ中心部(規格化小半径 $\rho < 0.3$)では $E \times B$ ポロイダル回転数が100~200 kHzに達すると見積もられている。同時に、プラズマ中心部では数kHzの周期での密度崩壊と、間欠性の揺動が確認されている。図1は、マイクロ波干渉計による線電子密度と、ラングミュアプローブによるイオン飽和電流の時間変化を表しており、矢印の時刻において密度崩壊の発生が確認できる。揺動の周波数は、FFT解析により、最大400 kHzに達することが判明している。密度崩壊前後の密度分布を得るには、崩壊のタイミングがランダムであるため、径方向の同時計測が必要である。本実験では、図2に示すように、2本のラングミュアプローブの同時計測により、密度崩壊前後のイオン飽和電流の径方向分布を得ることに成功した。イオン飽和電流は、密度に大きく依存するパラメータであるため、崩壊による密度変化を表していると考えられる。崩壊により、プラズマ中心部では密度が20~30%減少し、周辺部では若干増加していることから、中心部から周辺部へ粒子が輸送されていると考えられる。本発表では、密度崩壊と、それに付随する揺動について紹介する。

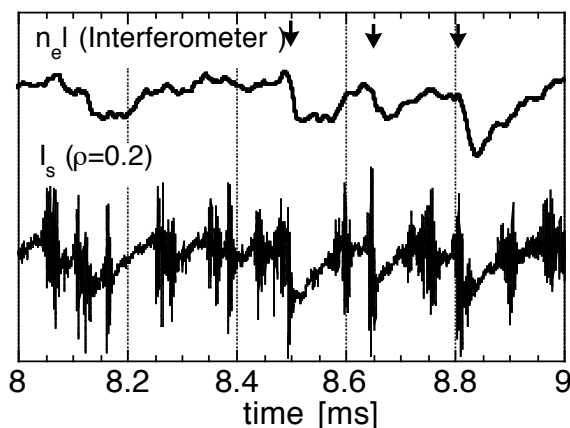


図1 線電子密度とイオン飽和電流の時間変化

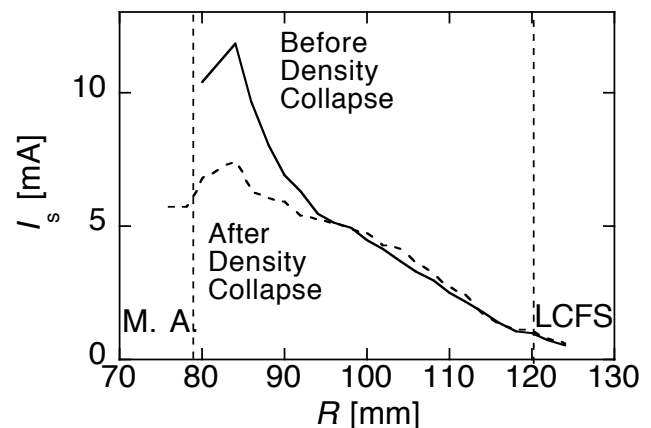


図2 密度崩壊前後のイオン飽和電流の径方向分布