

JT-60SA における NBCD/ECCD による電流分布制御の検討

矢嶋悟、高瀬雄一、辻井直人、諫山明彦、若月琢馬、鈴木隆博、井手俊介

JT-60SA の研究目標は高規格化ベータプラズマの定常化であり、プラズマの維持のためには中性粒子ビーム(NB)及び電子サイクロトロン波(ECW)を用いた加熱(H)・電流駆動(CD)分布の制御が必須となる。本研究では EC-Hamamatsu コード及び非定常 TOPICS コードを用いて NB や ECW を考慮した数値計算を行い、JT-60SA で想定されているシナリオ 2(誘導電流駆動による 5.5MA 運転)の ECCD 特性を調べるとともに、シナリオ 5(完全非誘導電流駆動高ベータ 2.1MA 運転)に類似するプラズマでの NBCD 特性について調べた。ECW については 110GHz と 138GHz の 2 周波数のジャイロトロンを考慮しており、これらの吸収分布及び電流駆動への寄与について調べた。

JT-60SA における ECW の入射位置はほぼ固定で、ミラーによるトロイダル・ポロイダル入射角(それぞれ θ_t と θ_p 、 θ_t は容器中心方向と入射方向とがなす角度で正の時反時計回り、 θ_p は俯角)の調整が可能になるよう整備される予定ということから、これらの角度について 2 次高調波及び 3 次高調波の吸収・電流駆動特性を調べた。結果として、2 次高調波共鳴吸収による駆動電流は順方向電流の場合 $(\theta_t, \theta_p) = (30^\circ, 20^\circ)$ 、逆方向電流の場合 $(\theta_t, \theta_p) = (-30^\circ, 20^\circ)$ で最大となる。このときの吸収位置は規格化小半径が 0.3–0.4 の領域になっている。一方、駆動電流密度は吸収位置がプラズマ中心となる $(\theta_t, \theta_p) = (30^\circ, 30^\circ)$ 、逆方向電流の場合 $(\theta_t, \theta_p) = (-30^\circ, 30^\circ)$ で最大となることが分かった。

NB については、500 keV の負イオン源 NB (N-NB) 及び 85 keV の正イオン源 NB (P-NB) が想定されており、N-NB の軌跡はポロイダル断面上で $z < 0$ の領域にあり通常は off-axis での駆動となる。これに対し、下側ダイバータ配位のプラズマをヌル点固定で縮小し、軌跡の一つを on-axis にすることによる電流駆動分布の制御が有効であると確認された。また、高温で強い内部輸送障壁を有する圧力分布下では、局所的なブートストラップ電流の発展により生じる誘導電流が負の電流分布をもたらす可能性が示唆された。