

# GAMMA10 におけるセントラル部リミターによるプラズマ制御

筑波大学プラズマ研究センター 細井克洋、中嶋洋輔

九州大学応用力学研究所 東園雄太

京都大学エネルギー理工学研究所 小林進二

核融合プラズマの生成において、運転領域の拡大は高性能プラズマの生成において重要である。そのためには加熱系のパワー、タイミングや、プラズマへの粒子供給量の最適化が不可欠である。また運転領域（プラズマ性能）の拡大を進める上で、様々な問題・困難（プラズマの性能劣化や消滅）が生じることがある。タンデムミラー型プラズマ閉じ込め装置 GAMMA 10 では、電位閉じ込めを目的とした電子サイクロトロン加熱（P-ECH）を行ったプラズマに対して、セントラル部における電子温度の増加を目指した電子サイクロトロン加熱（C-ECH）を、東ミラーズロートにて行っている。その際、比較的高い ECH パワーによるプラズマ加熱時にプラズマ性能の劣化が観測された。本研究では、この原因を解明するために、リミターとプラズマとの相互作用による水素リサイクリングに着目して、その最適化について H $\alpha$ 線計測及び、中性粒子輸送シミュレーション解析に基づいて検討した。

ここでは、通常（ $\phi$  360mm）とは異なるリミター径に対するプラズマパラメータの依存性を詳細に調べ、プラズマ・壁相互作用の観点から、プラズマ性能劣化のメカニズムについて考察を行った。その結果、リミター径を通常位置より狭くした場合、P-ECH、C-ECH 共に反磁性量の減少が観測された。それと同時に H $\alpha$ 発光輝度の増加を観測した。一方、リミター径を通常位置より広くした場合、P-ECH では反磁性量が上昇し、さらに H $\alpha$ 発光輝度が増加は観測されなかったが、C-ECH 印加時にプラズマが消滅することがわかった。そこで、生成されるプラズマ性能のリミター依存性を調べ、ECH 印加の前のプラズマ状態も考慮した上で、実験結果の考察を行った。

実験結果の考察に基づいて、次の2つの仮説を導いた。それは、P-ECH 印加時のプラズマ性能劣化のメカニズムは、リミターリサイクリングによるプラズマ冷却が原因と考えられるということ、C-ECH 印加時のプラズマ性能劣化のメカニズムは、ECH 印加に伴う粒子損失の助長によるプラズマ粒子の不足が原因と考えられること、の2点である。これらの仮説を検証するために、中性粒子輸送モンテカルロコード DEGAS を用いて計算を行った。また、別の実験において、C-ECH によるプラズマ消滅は粒子供給量を増やすことで防ぐことができるという実験結果があり、それを考慮した検証方法でシミュレーションを行った。シミュレーションの結果は仮説を裏付けるのに十分な結果を示した。以上の結果から、効果的な ECH の運用に必要なリミター径の最適値を模索する上で有益な知見を得た。