

TRIAM-1M の実験と制御

彌政敦洋, TRIAM 実験グループ

九州大学応用力学研究所 炉心理工学研究センター

TRIAM-1M は超伝導のトロイダル磁場コイル (Nb_3Sn) を有しており, 最大 8T の磁場を定常に発生させることができる. この特長を生かし, トカマクの定常化のための長時間制御研究 (電流駆動, 熱・粒子制御, プラズマ位置形状制御等), プラズマ・壁相互作用研究 (リサイクリング, 熱流入排出, 再堆積問題等), 高性能プラズマの長時間化研究が進められている. 長時間放電では水素のリサイクリング率は非常に長い時定数 (30 分以上) で変化することが分かっており, これはプラズマ対向壁 (PFC) の温度と関連があるため, PFC の温度を制御することが粒子制御にとっても重要な意味を持つ. 高性能プラズマの長時間化に対しては不純物の混入を抑えることが重要な課題となっている.

2.45GHz LHCD を用いた低密度プラズマ (線平均電子密度 $\sim 10^{18}\text{m}^{-3}$) ではこれまで 3 時間を越える放電持続時間が得られていた. 今期の実験で新たに増設した熱除去能力に優れたモリブデン製の可動リミターにより, PFC の温度上昇を抑えて粒子リサイクリングの制御性を向上させることに成功し, 5 時間を越える放電を達成した (図 1). このときプラズマ位置はホール素子を用いた磁場計測によりほぼ一定に制御されている. 長時間放電中の再堆積層の形成をプラズマから 30cm のところに設置された透明な窓を透過する $\text{H}\alpha$ 線強度の変化から見積もることで, 水素の壁排気速度は $3.85 \times 10^{15}\text{atoms/m}^2/\text{s}$ と見積もられた. 3 時間放電の際に粒子バランスから求められた壁排気速度は $1.5\text{-}2.4 \times 10^{16}\text{atoms/m}^2/\text{s}$ である. このような超長時間放電中にプラズマ電流や軟 X 線にスパイクが発生していることが観測された. これは再堆積層の剥離による不純物混入の影響ではないかと考えており, 超長時間放電が停止する原因の 1 つの候補である.

8.2GHz LHCD を用いた高密度プラズマ (線平均電子密度 $\sim 10^{19}\text{m}^{-3}$) では高効率電流駆動モード (ECD モード) と呼ばれる自発的に電流駆動効率などが改善されるモードへの遷移が観測されている. これまでは ECD に遷移後に真空容器から生ずる金属不純物が原因で逆遷移・放電停止が起きていた. 今期の実験ではモリブデン製の保護プレートを設置することにより長時間化を目指した. しかし放電停止直前に可動リミターの映像にスパークが生じ, それに対応するように Mo の発光ラインにスパイクが観測され, それ以上の維持ができなかった (図 2).

電流駆動に関する制御として以下の 2 つの計画が進められている. リモートステアリングアンテナによる ECCD 実験が計画されており, 実機への入射実験が行われている. このほか硬 X 線強度分布をモニターにしたニューラルネットワークを用いた電流密度分布制御を計画している.

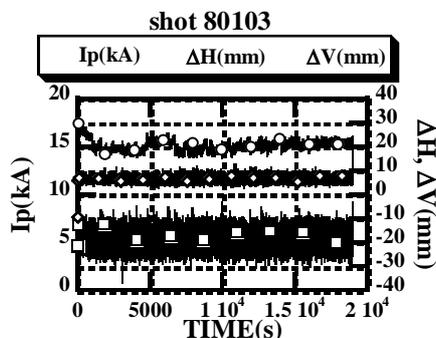


図 1 5 時間放電電流波形

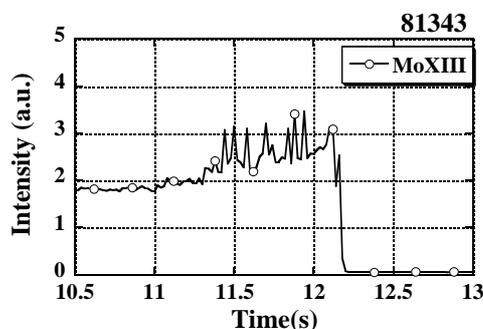


図 2 Mo 発光ラインスパイク