

JT-60Uにおける電流クエンチ時のプラズマ電流の振る舞いに関する研究

Study of Current Behavior during Current Quench of Disruption in JT-60U tokamak

柴田 欣秀, 諫山 明彦, 宮本 斉児, 松永 剛, 河野 康則, 杉原 正芳¹
Yoshihide Shibata, Akihiko Isayama, Seiji Miyamoto, Go Matsunaga, Yasunori Kawano, *et al.*

日本原子力研究開発機構, ¹ITER機構
Japan Atomic Energy Agency, ¹ITER Organization

ディスラプション時に真空容器等に発生する電磁力の予測モデルとして L/R モデル [1] (プラズマを単純なコイルと抵抗から成る電気回路に置き換えてプラズマ電流の時間発展を予測するモデル)が使用されている。これまでの著者らの解析により、JT-60Uにおけるネオンガスパフを用いたディスラプション、高ポロイダルベータ(β_p)放電で発生したディスラプションでは初期(プラズマ電流が発生前の90%まで減衰する期間)の電流減衰において標準モデルである L/R モデルは成り立たず、プラズマインダクタンス L_p の時間変化(dL_p/dt)が電流減衰時間の決定に大きく関与していることが判明している[2,3]。しかしながら、上記の結果は限られた放電での検証結果であったため、ITERなどにモデルを適応するためには様々な状況下で発生したディスラプションでの検証が必要である。そこで、本研究では2006~2008年にJT-60Uで行われた高ブートストラップ電流割合実験(高 f_{BS} , ディスラプション発生前: $I_p = 0.7\sim 0.8$ MA, $B_t = 3.2\sim 3.3$ T, $V = 58\sim 61$ m³, $q_{surf} = 10.2\sim 11.9$)中に発生したディスラプションを調査した。 L_p などのプラズマ平衡量はCCS Codeを用いて評価したところ、今までの解析結果と同様に電流減衰の初期フェイズではプラズマインダクタンスの時間変化の影響が大きく、それにより電流減衰時間が決定されていることが判明した。

さらに、プラズマインダクタンスの時間変化(電流減衰時間)がどのように決定しているのかを調べるために、ディスラプション中の電子温度分布の着目し、電子温度分布の半値半幅を評価することにより電子温度分布の変化と電流減衰時間の関係性について調査した。その結果を図1に示す。図1の挿入図は電子温度分布のフィッティングの概念図を表しており、2つのガウス分布(高温+低温)を重ね合わせた分布を用いて、電流クエンチ中の電子温度分布のフィッティングを行っている。また、図1では

実際の電流減衰時間と電子温度分布(高温領域)の半値半幅の時間変化の依存性について示している。低温領域の電子温度分布の半値半幅の時間変化と電流減衰時間の依存性は確認出来なかったが、高温領域においては半値半幅の時間変化が大きい放電ほど、電流減衰時間が短くなるということが判明した。なぜプラズマ中心付近の電子温度の振る舞いが電流密度分布の変化に影響を与えるかを調べるためには、パラメータの分布評価が必要である。実際の講演では、電流拡散と真空容器、コイルとのカップリングを考慮したDINAコードを用いて、電子温度分布と電流密度分布、プラズマ電流、平衡との関係性について詳細に調べ、電流密度分布が変化する機構の調査結果について報告する。

- [1] T.C. Hender, *et al.*, Nucl. Fusion **47** (2007) S128.
[2] Y. Shibata, *et al.*, Nucl. Fusion **47** (2010) 025015.
[3] Y. Shibata, *et al.*, Plasma and Fusion Res., **6** (2011) 1302136.

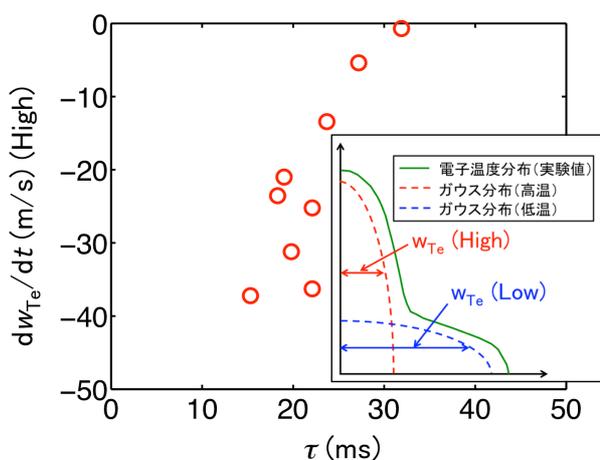


図1: 高ブートストラップ電流割合で発生したディスラプション初期フェイズでの電子温度分布(高温領域)の半値半幅の時間変化と電流減衰時間の比較