

大型トカマク装置JT-60Uにおけるマイナーコラプス時の プラズマ電流の時間発展に関する研究

Study of plasma current behavior during minor collapse in the JT-60U tokamak

嶋田祥宏¹, 柴田欣秀², 中村祐司¹, 渡邊清政³, 河上翔⁴, 宮本斉児², 諫山明彦²,
松永剛², 杉原正芳⁵,

Yoshihiro SHIMADA¹, Yoshihide SHIBATYA², Yuji NAKAMURA¹, Kiyomasa WATANABE³,
Sho KAWAKAMI², *et al.*

京大エネ科¹, 原子力機構², 核融合研³, 名大院工⁴, ITER機構⁵

Kyoto Univ.¹, JAEA², NIFS³, Nagoya Univ.⁴, ITER⁵

JT-60U の高自発電流割合プラズマ放電ではマイナーコラプスというディスラプションまでは至らないが、プラズマの閉じ込めが一時的に悪くなる現象が多く観測されている。マイナーコラプス時には、図1に示すように一旦プラズマ電流が減衰し、その後減衰前のプラズマ電流まで回復する。この現象は一旦電流が減少し始めると放電停止まで電流が減衰するメジャーディスラプションとは振る舞いが異なるため、ディスラプション制御の観点から大変興味深い。そこで本研究では、プラズマの時間発展を含むMHD平衡計算コードDINA^[1]を用いて、マイナーコラプス時にプラズマ電流の減衰が止まり、そこから反転してプラズマ電流の上昇が起こるメカニズムの解明を目的としている。

JT-60U ではプラズマ電流が減衰する過程で、プラズマ電流の減少を防ぐために周回電圧を印加する制御を行っているが、既存のDINAコードではこの効果が反映されていない。そこで、JT-60Uのオーミックコイル(Fコイル)の電流値を外部から入力できるようにDINAコードの改良を行った。図1に実際のプラズマ電流とDINAで計算したプラズマ電流の時間発展を示す。図2は、計算時に入力したコイル電流とプラズマの周回電圧を示している。Fコイルの値を変化させなかった場合にはプラズマ電流は減少する。一方で放電時のコイル電流を入力した場合は、プラズマ電流が減少しないことがわかる。またプラズマ形状が変化しない範囲で周回電圧を強めるために、コイルの時間変化率を2倍にして入力した場合は、わずかにプラズマ電流が上昇するのみで、後半の急激な電流の増加は再現できなかった。以上のことから周回電圧を変化させると、プラズマ電流は若干増加するが実験結果は再現できず、この現象は他の影響(例えば、プラズマ圧力変化に起因するブートストラップ電流の増加など)によるものと考えられる。

また、マイナーコラプス発生直後の電流減衰においては、電流密度分布の変化が電流減衰に与える影響が大きいことは過去の研究で判明しているが、減衰速度の緩和・停止の機構については明らかになっていない。そこで本発表では電子温度分布の時間発展と電流密度分布の時間変化の関係性、またそれらが電流の時間発展に与えている影響についても述べる。

[1]R.R.Khyarutdinov and V.E.Lukash, J.Comput.Physics, 109, (1993) 193-201

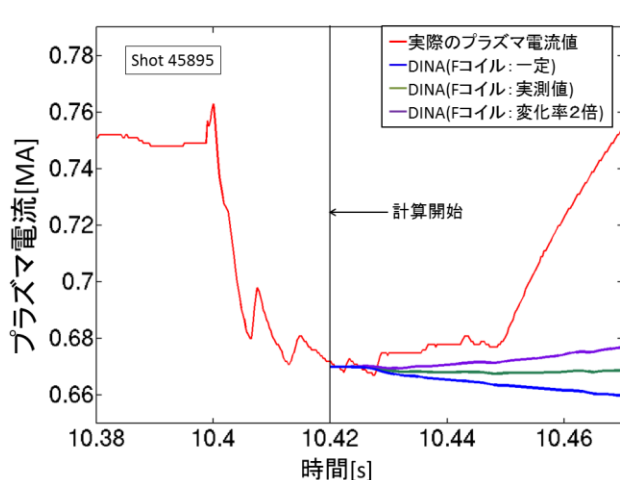


図1 マイナーコラプス時の
プラズマ電流の時間発展

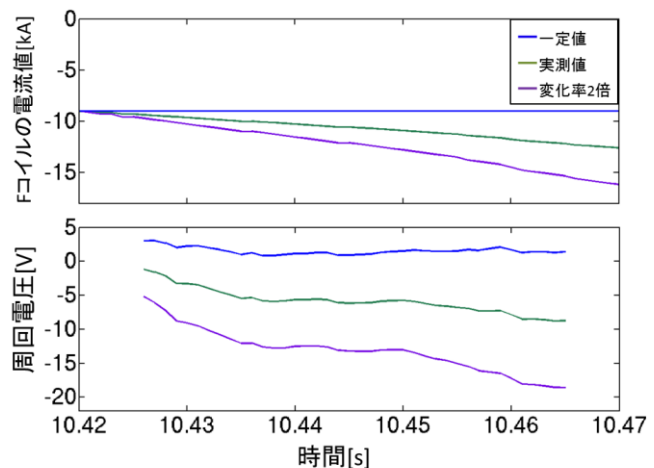


図2 DINAに入力したオーミック(F)コイル
電流とプラズマ周回電圧の時間発展