

27aB05

ArパフによるJT-60U高密度ELMy Hモードプラズマの閉じ込め改善

Confinement improvement at high density in Ar seeded ELMy H-mode plasmas of JT-60U

○東島 智, 朝倉 伸幸, 久保 博孝, 三浦 幸俊, 櫻井 真治, 伊丹 潔, 木島 滋, 竹永 秀信, 鎌田 裕, 浦野 創¹,
波多江 仰紀, 大山 直幸, 武智 学, 小林 進二, JT-60チーム原研那珂、¹北大院工Satoru HIGASHIJIMA, Nobuyuki ASAKURA, Hirotaka KUBO, Yukitoshi MIURA, Shinji SAKURAI, et al.
JAERI, Naka Fusion Energy Establishment, ¹Graduate School of Engineering, Hokkaido University

大型トカマク装置では、密度を上げるために行うガスパフの増加とともに閉じ込め性能が劣化することが知られている。少量のアルゴンガスをELMy Hモードプラズマにパフすると、ペDESTAL温度を下げることなく主プラズマの密度を上げることができ、熱的な閉じ込めは改善する。それゆえ、不純物パフは、高密度領域で高放射損失と高閉じ込めを同時達成できる可能性がある。これまでJT-60Uでは、ネオン、アルゴンをELMy Hモードプラズマへパフし、その特性を調べてきた。本講演では、アルゴンパフを行ったELMy Hモードプラズマの閉じ込め改善についてまとめる。

JT-60Uでは、二つのプラズマ配位のELMy Hモードプラズマ(プラズマ電流1.2MA, トロイダル磁場2.6T, 三角形度0.35, プラズマ体積60~70m³)にアルゴンをパフし、その特性を調べている。一つは両ストライク点がダイバータ板の上にある配位(ダイバータ配位)であり、もう一つは外側ストライク点がダイバータドーム上にある配位(ドーム配位)である。図1に両プラズマ配位を示す。ドーム配位の目的は、アルゴンのリサイクリング場所とX点との距離を短くし、アルゴンの主プラズマへの侵入を容易にすることである。閉じ込め改善度の密度依存性を図2に示す。アルゴンパフを行わずに強い重水素パフのみを行って密度を上げた場合には、閉じ込め改善度の低下が著しい。アルゴンパフを行った場合、ダイバータ配位では、 $n_e \sim 0.65$ nGW (nGW: グリーンワルド規格化密度)において、 $H_{98}(y,2) \sim 1$, $\text{frad} \sim 80\%$ (frad: 吸収パワーに対する放射損失パワーの割合)を得た。しかし、 $n_e > 0.65$ nGWの領域では閉じ込め特性が劣化した。一方ドーム配位では、 $n_e \sim 0.8$ nGWにおいて、 $H_{98}(y,2) \sim 1$, $\text{frad} > 80\%$ とダイバータ配位よりも高密度で高放射損失パワー・高閉じ込めプラズマを得ることができた。

同じ密度で比較した場合、ダイバータ配位よりもドーム配位の方が低リサイクリング、つまり粒子閉じ込め時間は長かった。またドーム配位では、ダイバータ配位で見られた高密度(>0.65 nGW)におけるペDESTAL温度の低下が見られなかった。ペDESTAL温度を高く維持できたことが主プラズマの閉じ込め改善につながり、ドーム配位では高閉じ込め領域を高密度へ拡大できたと考えている。

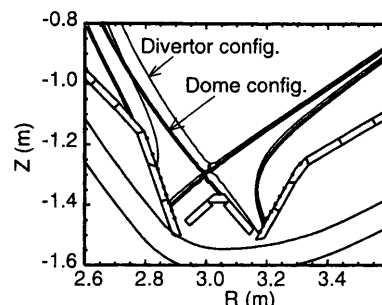


図1. ダイバータ配位とドーム配位

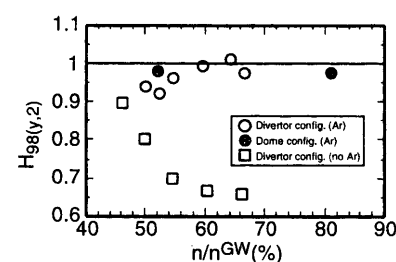


図2. 閉じ込め改善度の密度依存

27aB06

JT-60U における内部輸送障壁形成のプラズマパラメータ依存性

Dependence of the Formation of Internal Transport Barrier on Plasma Parameters in JT-60U

鈴木 隆博, 坂本 宜照, 井手 俊介, 小出 芳彦, 竹永 秀信, 鎌田 裕, 藤田 隆明, 滝塚 知典, 白井 浩, 福田 武司

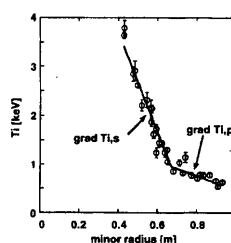
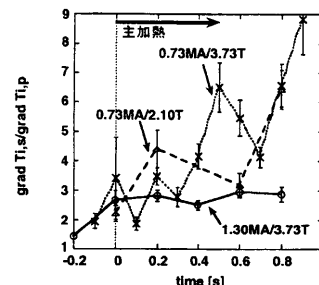
原研那珂

T. Suzuki, Y. Sakamoto, S. Ide, Y. Koide, H. Takenaga, Y. Kamada, T. Fujita, T. Takizuka, H. Shirai, T. Fukuda

JAERI Naka

JT-60Uなどのトカマク装置において、プラズマ内部(典型的には $p < 0.8$; p は規格化小半径)に存在する輸送障壁(内部輸送障壁)が観測されている。内部輸送障壁は高 β_p モードの正磁気シア放電や負磁気シア放電において観測されているが形成のメカニズムや条件などについては良くわかっていない。内部輸送障壁形成のプラズマパラメータ依存性を調べることは、形成の物理機構を解明するために重要である。内部輸送障壁の形成には外部加熱が重要なパラメータの一つであると考えられているため、本研究ではプラズマパラメータ(トロイダル磁場、プラズマ電流、表面での安全係数や安全係数分布)を変化させた際に、内部輸送障壁が形成される外部加熱入力(NBによる)を調べることで内部輸送障壁の特性や形成条件を調べた。内部輸送障壁形成のプラズマパラメータに対する依存性はスケールリングによる装置の外挿性を考えるうえでも重要である。

内部輸送障壁形成のためのNB加熱(主加熱)はプラズマ電流一定時におこない、主加熱開始時の安全係数分布(正磁気シア/負磁気シア)は、低パワーのNB加熱による電流の浸み込みの違いにより調節した。主加熱パワーは1秒程度一定とし、その間のイオン温度分布の変化から内部輸送障壁の形成を判断した。プラズマパラメータとしてはトロイダル磁場(2.1T, 3.7T)、プラズマ電流(0.73MA, 1.3MA)を選び、安全係数(トロイダル磁場の95%磁気面で5.2, 9.5)依存性についても調べた。内部輸送障壁の強度の指標としてイオン温度分布において隣接する2つの領域の勾配の比を用いると(図1)、負磁気シアプラズマにおいては同じ加熱入力に対してプラズマ電流の小さい方が温度勾配比が大きいたことが分かった(図2)。正磁気シアについての結果とともに、加熱分布についての評価を行い熱拡散係数を比較し報告する。

図1: イオン温度勾配の定義。
0.73MA/3.73T, $t=0.8$ s の場合。図2: 負磁気シア放電における温度勾配比の時間発展 ($t=0$ で主加熱開始)。いずれも加熱入力 10MW の場合。