

JT-60Uにおける負イオン源中性粒子ビーム印加時の熱輸送特性
Thermal transport characteristics in negative-ion based neutral beam heated JT-60U plasmas

吉田 麻衣子、成田 絵美、隅田 脩平
 Yoshida Maiko, Narita Emi, Sumida Shuhei

量研
 QST

ITERでの運転シナリオ開発や原型炉の詳細設計には、エネルギー閉じ込め則やプラズマ分布を決める熱輸送特性（モデル）の導出は必須である。特に、ITERや原型炉で特徴的となるプラズマのパラメータに注目し、外挿性を向上させる研究が各実験装置で行われている。昨今、プラズマ中の高速イオンによる熱化プラズマの熱輸送の改善が、JETやDIII-D等の装置で報告されている（[1]等）。一方で、これらの装置でよく使用されている正イオン源中性粒子ビーム（PNB）により発生する高速イオンのエネルギーは~100 keV前後であり、ITERや原型炉で支配的な加熱となるアルファ粒子のエネルギー（~MeV）に比べて1桁以上小さい。外挿性を高めるには、より高エネルギーのイオンが存在する条件下での熱輸送研究が必要である。

本研究では、JT-60Uにて高速イオン源として制御性の良い負イオン源中性粒子ビーム（NNB）を用いて、より高エネルギーのイオン（~400 keV程度）が存在する条件下でのエネルギー閉じ込めと熱輸送特性を調べた。この時、エネルギー閉じ込めと熱輸送に強く影響する、プラズマ電流、安全係数または磁気シア、プラズマ形状を固定して、PNB（~85 keV）とNNB（~400 keV）の入射パワーをスキャンした放電を用いた（ $I_p=1.70$ MA, $B_T=4.05$ T, $q_{95}\sim 4.36$, $\kappa_x\sim 1.48$, $\delta_x\sim 0.35$ ）。図1に、全吸収パワーに対するエネルギー閉じ込め改善度（ $H_{98(y,2)}$ ）を示す。▲で示すPNB入射のみに加えて、●で示すNNBを重畳入射すると、加熱パワーとともにエネルギー閉じ込めが改善している。図2(a)にPNBのみとPNBにNNBを重畳した時のイオン温度分布の例、図2(b)に内部輸送障壁（ $r/a\sim 0.5$ ）でのイオンの熱流束とイオン温度

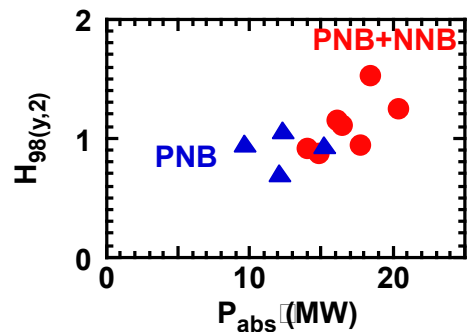


図1 全吸収パワーに対するエネルギー閉じ込め改善度。▲はPNB入射のみ、●はPNBにNNBを重畳入射した場合

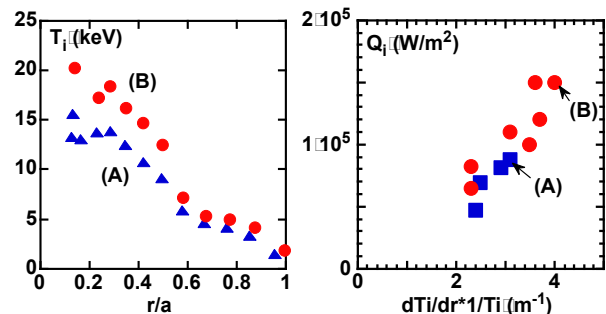


図2 (a) PNBのみ(A)、PNBにNNBを重畳入射した時(B)のイオン温度分布の例。(b) 内部輸送障壁（ $r/a\sim 0.5$ ）でのイオンの熱流束とイオン温度勾配の関係

度勾配を示す。分布の硬直性（加熱に対して勾配が一定）が破れて、内部輸送障壁での熱輸送の改善（イオン温度勾配の増加）が見られた。 $E\times B$ シアは増加していないこと、ジャイロ運動論的シミュレーションコードにより、高速イオンを考慮するとイオン温度勾配不安定性の線形成長率が減少することから、これらの熱輸送改善は、高速イオンの効果であることが考えられる。