

LHD における H/He 多粒子種混合プラズマ中の不純物挙動

Impurity behavior in a multi-species plasma mixed with H and He on LHD

中村幸男, 田村直樹, 吉村信次, 後藤基志, 吉沼幹朗, B.J. Peterson
NAKAMURA Yukio, TAMURA Naoki, YOSHIMURA Shinji, GOTO Motoshi, YOSHINUMA Mikiro,
Byron Jay PETERSON

核融合研
NIFS

超伝導大型ヘリカル装置 (LHD) では、NBI 加熱プラズマの長時間放電において不純物のある衝突周波数領域での不純物の時間的な蓄積が観測されている [1, 2]。これは水素プラズマ中における不純物挙動の振舞いであるが、ヘリウムプラズマで同様の放電を実施しても不純物蓄積は見られない。そこで、H/He の混合比を変えて多粒子種混合プラズマを生成し、そのプラズマ中での不純物挙動を調べた。図 1 は水素成分が多いプラズマ放電 (青色) とヘリウム成分が多いプラズマ放電 (赤色) を比較したものである。NBI の加熱パワーは同じであり、第 1 カラムに見られるように平均電子密度はほぼ同じ領域 ($n_{e, \text{bar}} = 3 \sim 5 \times 10^{19} \text{m}^{-3}$) にある。第 2 カラムは H/He 比の時間変化を示したものであるが、ヘリウム放電ではヘリウムガスパフによってヘリウムリッチのプラズマが生成されている。第 3 及び第 4 カラムはボロメータアレイによる放射損失分布測定での $\rho \sim 0.395$ における強度と真空紫外分光計測による Fe XXIII の線強度を示している。水素プラズマでは以前に

観測されたように時間とともに不純物 (特に重金属不純物) の蓄積が見られるが、ヘリウムプラズマでは不純物蓄積が観測されない。それぞれのプラズマにおいて $t = 8 \text{ s}$ での放射損失分布のピーキング度 ($S_{\text{rad}}(\rho=0.54)/S_{\text{rad}}(\rho=0.945)$) を平均電子密度に対してプロットすると図 2 となる。水素プラズマではある密度領域で不純物の蓄積が観測されるが、ヘリウムプラズマでは顕著な不純物蓄積の窓は見られない。水素プラズマで不純物の蓄積が見られるプラズマ密度領域 ($n_{e, \text{bar}} = 3 \sim 6 \times 10^{19} \text{m}^{-3}$) に限定して放射損失分布のピーキング度を H/He 比に対してプロットすると図 3 が得られる。H/He の多粒子種混合プラズマにおける不純物蓄積は H/He 比に対してある臨界値 (~ 0.73) が存在することが分かった。ヘリカルプラズマ中の不純物挙動は不純物入射束の変化、周辺プラズマでの不純物遮蔽効果、そして、コアプラズマでの不純物輸送によって決まってくる。そこで、本報告では水素及びヘリウムによるスパッタリングの違い、不純物遮蔽効果におけるバックグラウンドプラズマの影響、コアプラズマの電場等による不純物輸送の変化などを考察し、この不純物挙動の現象について議論する予定である。

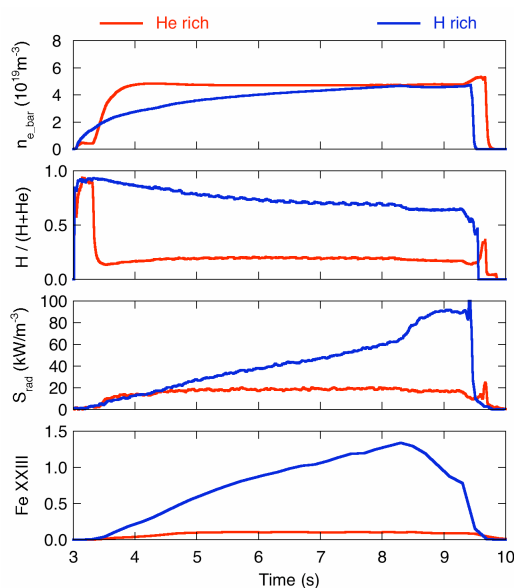


図 1 水素及びヘリウムリッチプラズマ放電

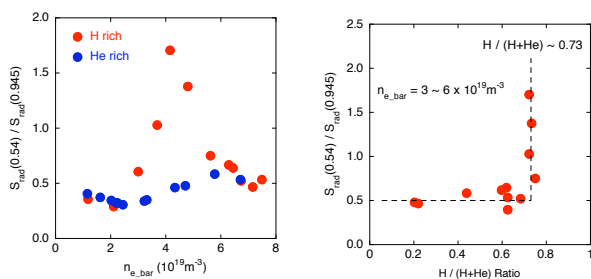


図 2 放射損失分布尖塔化の密度依存性

図 3 放射損失分布尖塔化の H/He 比依存性

参考文献

- [1] Y. Nakamura et al., PPCF 44 (2002) p.2121
- [2] Y. Nakamura et al., NF 43 (2003) p.219