

GAMMA 10 中性粒子ビーム入射における高エネルギーイオンの挙動 Behavior of High-energy Ion in the GAMMA 10 NBI Experiments

上田英明, 中嶋洋輔, 高橋樹仁, 細井克洋, 市村和也, 武田寿人, 飯村拓真, 木暮 諭, 岩元美樹,
太田圭一, 細田甚成, 大川和夫, 市村 真, 今井 剛

UEDA Hideaki, NAKASHIMA Yousuke, TAKAHASHI Shigehito, HOSOI Katsuhiro,
ICHIMURA Kazuya, TAKEDA Hisato, *et al.*

筑波大プラズマ
PRC, Univ. Tsukuba

磁場閉じ込め装置では、プラズマの密度と温度を上げることが重要である。磁場の影響を受けることなく、プラズマ加熱と粒子補給を行うことができる中性粒子ビーム入射(NBI)装置は、高温高密度のプラズマを生成するうえで、最も有効な手段の一つである[1,2]。タンデムミラー装置 GAMMA 10 の全体図と NBI の配置を図 1 に示した。セントラルセルに設置されている NBI(C-NBI)は、磁力線に対して、垂直入射を行うことで、粒子の垂直成分の追加加熱を行っている。本研究の目的は、NBI で生成された高エネルギーイオンの挙動を、シミュレーションと実験により、明らかにすることである。

中性粒子ビームは、荷電交換反応により、イオン化され高エネルギーイオンとして、ミラートラップされる。非均一な磁場中を運動するイオンは磁気モーメント μ が保存されるために、磁力線に平行な復元力 $F_{\parallel} = -\mu \partial B_z / \partial s$ を受けて、バウンス運動を行う。GAMMA 10 では、プラグバリアセルでの本体中心軸に約 41 度の入射角を持つスロッシング NBI 実験が行われてきた。同セル内の単純磁場配位においてスロッシングイオン(ミラー磁場内を往復運動する高エネルギーイオン群)の形成が確認されている[4,5]。一方で、磁力線に垂直

な C-NBI において、スロッシングイオンの形成には、ピッチ角散乱が必要となり、斜め入射と同様にスロッシング分布が形成されているかは未知である。

そこで、本研究では、ミラートラップされたイオンと、NB により加熱を受けた高エネルギーイオンの密度分布の時間発展を記述できる粒子コードを開発し、スロッシングイオン分布を推定する。また、実験では、高エネルギーイオンのピッチ角を計測するための ccHED(セントラルセル高エネルギーイオン検出器)と径方向のエネルギースペクトルを計測するための CX-NPA(荷電交換中性粒子分析器)を用いて、高エネルギーイオンの挙動を調べる。図2はこれまでに得られた C-NBI 中の、高エネルギー中性粒子束 Γ_{cx} の時間変化を示す。発表では、本実験・計算結果に加えて、高フラックス中性子源への応用としての適用性についても報告する。

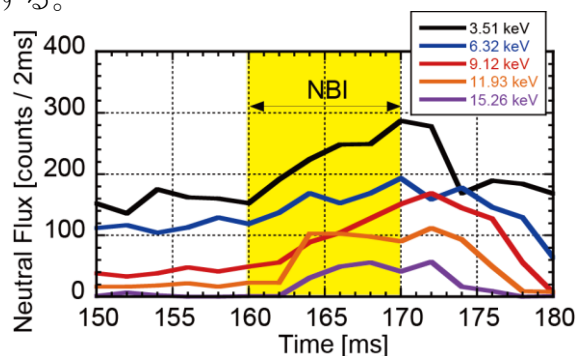


図 2 C-NBI 中の Γ_{cx} の時間変化。

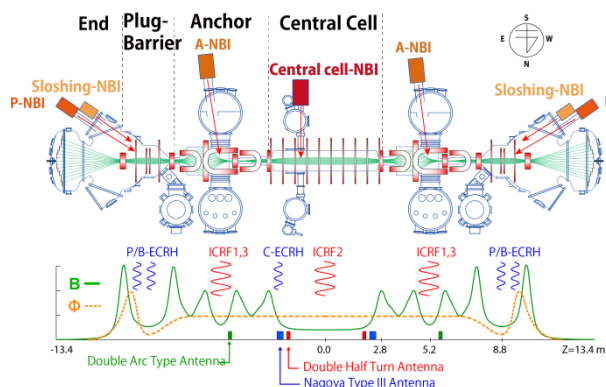


図 1 GAMMA 10 全体図と各 NBI の配置。

References

- [1] Y. Nakashima, et al., Trans. Fusion Sci. Tech. **43** No.1T, 135 (2003).
- [2] Y. Nakashima, et al., Trans. Fusion Sci. Tech. **47**, No. 1T, 155 (2005).
- [3] H. Ozawa et al., Plasma and Fusion Research, Volume **5** pp. (2011).
- [4] K. Yatsu, et al., Phys. Rev. Lett., **51**, 388 (1983).
- [5] 谷津, 中嶋 et al, IONICS, NO.122 (1982).