

GAMMA10/PDXにおける中性ヘリウムビームを用いたNBIの研究 Study of NBI by using neutral helium beam in GAMMA10/PDX

李冠億¹, 福井良磨¹, M.M. Islam,¹ M.S. Islam¹, 大内理人¹, 横土敬幸¹, 山下双太郎¹, 吉本翼¹,
坂本瑞樹¹, 今井剛¹, 大川和夫¹, 中嶋洋輔¹
G.Lee¹, K.Fukui¹, M.M. Islam¹, M.S. Islam¹, M.Ohuchi¹, T.Yokodo¹, S.Yamashita¹, T.Yoshimoto¹,
M.Sakamoto¹, T.Imai¹, K.Okawa¹, Y.Nakashima¹

¹ 筑波大学プラズマ研究センター

¹Plasma Research Center, University of Tsukuba

タンデムミラー型実験装置 GAMMA10/PDX[1]では水素を用いたNBI(図1に概略図を示す)によるプラズマ加熱実験が行われており、これまで高温高密度化を目指した実験が行われてきた。しかし、水素を用いたNBI加熱では、ビーム入射後にイオン源などから流入してくる低温の残留水素ガスの影響により結果的に加熱前より反磁性量(温度)を下げてしまうことが課題となっている。これは、生成されるプラズマの密度が低いこと、低エネルギーの流入ガスがコア部に到達しやすいことによる影響であると考えられ、これを抑えることは困難である。低エネルギーのヘリウムは水素より荷電交換反応断面積が小さく、イオン化エネルギーが大きいことがわかっている。これにより、低温流入ガスの影響を抑えることができ、有意な加熱が行えることが期待できると考えられる。しかし、GAMMA10/PDXではこれまでヘリウムを用いたNBI加熱実験は行われたことがなく、知見が充分でない。

本研究は、ヘリウムを用いたNBI加熱の優位性を検証することを目的とする。ヘリウムを使ったNBI加熱実験を行うのに先行して、ヘリウムビームの中性化効率の測定を行った。中性化効率を η とおくと次のように与えられる。

$$\eta = \frac{\sigma_{10}}{\sigma_{10} + \sigma_{01}} [1 - \exp\{-nL(\sigma_{10} + \sigma_{01})\}]$$

ここで、 σ_{10} と σ_{01} はそれぞれ荷電交換断面積と電離断面積、 n は中性化ガスの密度、 L はビームが中性化ガスを通る距離である。 σ_{10} と σ_{01} [2]を与えることによってビームエネルギーと中性化効率の関係を図2のように見積もることができる。ここで

$n \times L = 4.47 \times 10^{15} / \text{cm}^2$ とした。ポスターでは、実験と見積もりとの比較および検討した結果を述べる予定である。

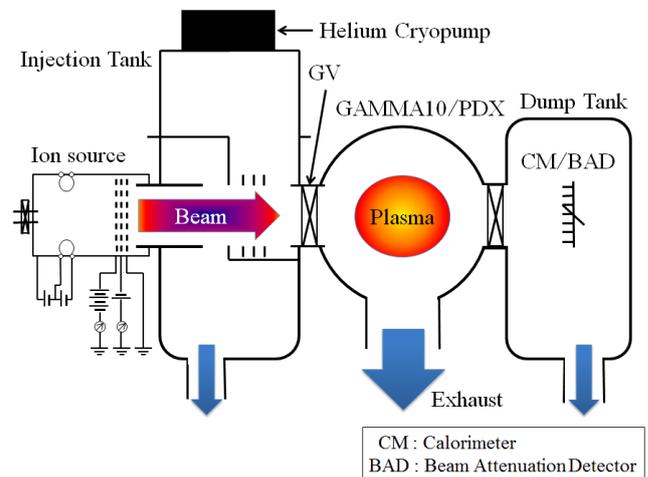


図1: NBIの概略図

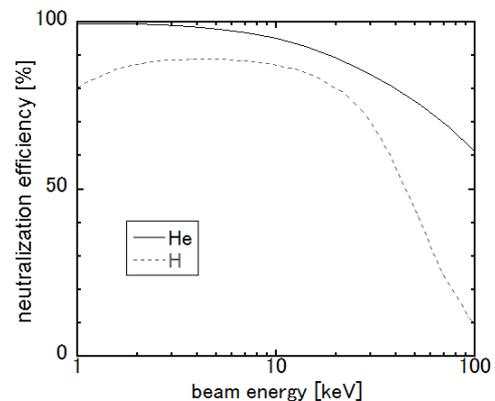


図2: 中性化効率とビームエネルギーの関係

[1] Y.Nakashima et al, AIP Conference Proceedings, **1771**, 020002-1 - 020002-10, (2016).

[2] C.F.Barnett, Atomic Data for Fusion. Vol.1:Collisions of H, H2, He, and Li Atoms and Ions with Atoms and Molecules, ORNL-6086, (1990).