

LHD-HIBPのための銅イオンビーム生成及びチャージフラクション測定 Cu ion Beam Generation and the Charge Fraction Measurements for LHD-HIBP

谷池晃¹, 忍友彰¹, 望月翔¹, 井戸毅², 清水昭博², 西浦正樹², 古山雄一¹
A. Taniike¹, T. Shinobu¹, S. Mochizuki¹, T. Ido², A. Shimizu², M. Nishiura², Y. Furuyama¹

¹神戸大海事, ²核融合研
Kobe Univ.¹, NIFS²

はじめに

重イオンビームプローブ法(HIBP)はプラズマ診断法の一つであり, プラズマ中の電位分布を計測する方法である. 大型ヘリカル装置(LHD)に設置されているLHD-HIBP装置では, 金イオン(Au^+)をプラズマに入射し, 2価に電離して出てきたイオンを測定する. LHDの磁場1.5 Tに対して1.5 MeV, 3 Tに対して6 MeVのエネルギーの金イオンが採用されている[1].

現在使用されているシステムの重イオンビーム電流では, 電子密度が 10^{19} m^{-3} 以下の場合には, 計測が可能であるが, さらに大きな電子密度に対しては十分なS/N比を持った電位計測を行うことが困難になる. このため, 電流を大きくするための負イオン源出力電流増大, 荷電変換効率向上, ビームトランスポート改善, 検出器効率向上等に関する研究が行われている. これらの研究に関する実験をLHD-HIBP装置において行うことは困難であるので, 我々は本学の1.7 MVタンデム加速器を用いて上述の研究を行っている[2].

ところで, プラズマ中心部よりも外側部分の電位計測を行う場合には金イオンほど重い粒子は必要ではない. このため, 銀, 銅を用いたHIBPを試みる価値があると思われる. イオン種を変更することによって, プラズマに入射する電流量が大きいイオンビームが得られれば, 現在よりも高密度プラズマに対応できる.

実験

本学タンデム加速器システムの機器配置をFig. 1に示す. 負イオン源において生成した銅ビームをタンデム加速し, 高エネルギーイオンビームを生成する. ガス厚(ガス密度×長さ)に対する銅イオンのフラクションを測定した例をFig. 2に示す. この時のターミナル電圧は0.136 MVで, 荷電交換には窒素を用いた. この測定は偏向角15度の汎用ビームライン(M15)チェンバーエンドに設置されたファラデイカップを用いて行った.

金イオンや銅イオンは質量が大きいために,

偏向磁石で15度偏向できるイオンのエネルギーに制限がある. そこで我々は, 0度ビームラインに専用チェンバーを設置し, 高エネルギーの重イオンを測定できる体系を構築した[3].

チャージフラクションのガス厚依存性から, 各種断面積について考察を行うためには負イオンと正イオン(多価イオン含む)だけでなく, 中性粒子を測定する必要がある. 電荷を持たない中性粒子はファラデイカップ等の電流測定装置では測定できないので, マイクロチャンネルプレート(MCP)を用いて測定を行うこととした. この詳細はポスター29D05Pで報告する.

本発表では, 0度に設置されたMCPを用いた銅イオンのチャージフラクション分布について, 以前測定した金のチャージフラクション分布と比較しながらLHD-HIBP電流向上等に関する検討を行う予定である.

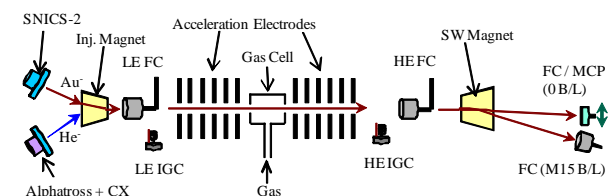


Fig. 1. 1.7 MV tandem accelerator system.

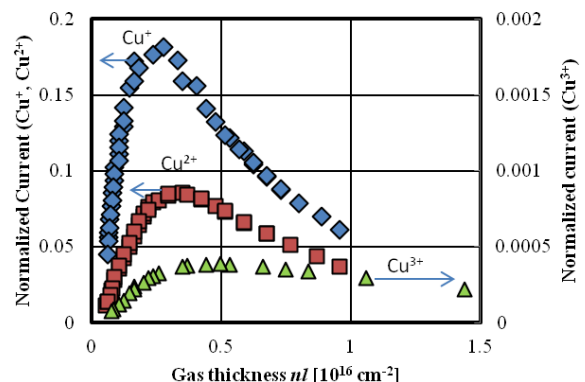


Fig. 2. Charge fractions for Cu ion beams.

参考文献

- [1] T. Ido *et al.*, J. Plasma Fusion Res. Vol.86, No.9, pp.507-516(2010)
- [2] A. Taniike *et al.*, Plasma Fusion Res. 5, S2087(2010)
- [3] A. Taniike *et al.*, Rev. of the Faculty of Mar. Sci., Kobe Univ., No. 8, pp.47-58(2011).