

GAMMA 10/PDX セントラル部での ICRF 差周波波動励起実験における周辺イオン温度計測

Measurement of peripheral ion temperature in the experiment of ICRF
Difference-Frequency waves excitation at the GAMMA 10/PDX central cell.

杉本勇大¹, 平田真史¹, 相澤拓実¹, 野口大地¹, KIM DOYEON¹, 大里和久¹, 小澤宇旦¹,
不破悠¹, 市村真¹, 江角直道¹, 東郷訓¹, 中嶋洋輔¹, 坂本瑞樹¹
Y. Sugimoto¹, M. Hirata¹, T. Aizawa¹, D. Noguchi¹, *et al.*

¹筑波大学プラズマ研究センター

¹PRC, Univ. Tsukuba

筑波大学プラズマ研究センターでは、ダイバータ模擬のため、高密度プラズマを定常的に生成・維持可能な単純ミラー型装置 Pilot GAMMA PDX-SC が建設中である。これまで、タンデムミラー型プラズマ閉じ込め装置 GAMMA 10/PDX では、イオンサイクロトロン周波数帯(ICRF)の遅波を用いたイオン加熱により低密度プラズマ($< 10^{19} m^{-3}$)で、磁力線垂直方向に数 keV のイオン温度 T_{\perp} を達成している。この ICRF 遅波を用いたイオン加熱は、イオンのサイクロトロン共鳴による波動の吸収を利用しており、加熱効率が良いという利点があり、新装置においても遅波を用いた加熱が検討されているが、高密度プラズマ($\geq 10^{19} m^{-3}$)においては、外部アンテナによるプラズマ中心部での遅波励起が困難であり、効率の良いイオン加熱ができないという問題が指摘されている[1]。そこで高密度プラズマ中で外部アンテナからの励起が可能である ICRF 速波を 2 つの異なる周波数で励起させ、それらの差の周波数を持つ波動(差周波波動)を ICRF 遅波として励起させ、イオンを加熱する方法を検討している。

GAMMA 10/PDX のセントラル部中央付近でのイオンサイクロトロン周波数である 6.36MHz を持つ差周波波動を励起するため、プラズマ生成に使用している 9.9MHz に加え、16.26MHz の速波をプラズマ中に励起させる実験を行った。これまでの実験において、反磁性量の増加や差周波波動の励起が確認されている[2]。そこで本研究では、この ICRF 差周波波動励起実験において、直接イオン温度を評価し、差周波波動による加熱効果の検証を目的とした。今回、反磁性量とプラズマ周辺のイオン温度は概ね比例関係であることを確認し、ICRF 差周波波動励起実験において電子温度は変化していないことなどを考慮し、低温域でも計測可能であるイオンセンシティブプローブ(ISP)を用いた。プラズマへの擾乱を考慮し、今回はプラズマ半径よりも外側 2cm の位置での計測を行った。

Fig.1 にプラズマの反磁性量と電子線密度、ISP により得られたプラズマ周辺のイオン温度の時間発展を示す。16.26MHz の高周波を印加した実験において反磁性量の増大が観測された。しかし Fig.1(c)に示したように、低密度帯でのイオン温度上昇は観測されたが、反磁性量の増大が観測される密度上昇時での明らかなイオン温度の上昇は観測されなかった。この結果から今後は、差周波波動の中心部イオン加熱の可能性についても検討する。

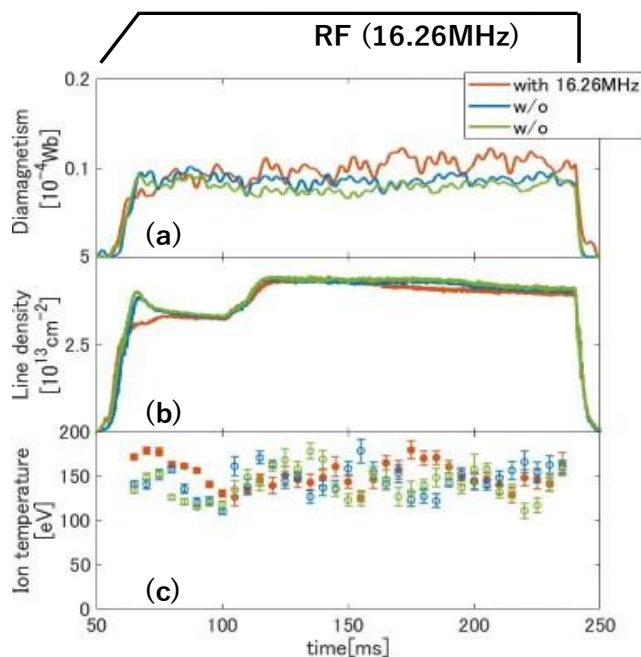


Fig.1 プラズマの(a)反磁性量、(b)電子線密度、
(c)プラズマ外側のイオン温度の時間発展

本研究は NIFS 双方向型共同研究
(NIFS20KUGM158, NIFS21KUGM166)のもと実施
されている。

[1] R. IKEZOE, *et al.*, Plasma Fusion Res. 14 (2019)
2402003

[2] H. Kayano, *et al.*, Plasma Fusion Res. 16 (2021)
2402045