

ヘリオトロン J における遠赤外レーザー干渉計の開発と 超音速分子ビーム入射及び高強度ガスパフプラズマの初期計測結果

大谷芳明¹, 大島慎介², A. Nuttasart¹, 秋山毅志³, 南貴司², 水内亨², 田中謙治³, 長崎百伸²,
小林進二², 岡田浩之², 門信一郎², 山本聡², G.M. Weir², 釦持尚輝¹, 呂湘浚¹, 中村祐司²,
木島滋², 佐野史道²

¹ 京都大学エネルギー科学研究科

² 京都大学エネルギー理工学研究所

³ 自然科学研究機構 核融合科学研究所

ヘリオトロン J 装置において、高強度ガスパフ(High Intensity Gas Puff: HIGP)や超音速分子ビーム入射法(Supersonic Molecular Beam Injection: SMBI)などの先進的ガス供給手法により高密度領域での高性能プラズマ生成に成功している[1, 2]. これらの高性能プラズマ挙動の解明に向け、最大 1 μ s の時間分解能で線平均電子密度の計測が可能な遠赤外(Far Infrared: FIR)レーザー干渉計の開発をこれまで進めてきた. 開発した FIR レーザー干渉計は垂直視線 1 チャンネルを有し、赤道面で $\rho \sim 0.35$ 付近を通過している. プラズマ中心を通過する既存のマイクロ波干渉計の計測視線とは異なることから、これらの視線の差異を利用することで、プラズマ分布形状のピーク/ホローの変化を捉えることができる.

実際の HIGP プラズマ実験における、開発した FIR レーザー干渉計と既存のマイクロ波干渉計の線平均電子密度 (\bar{n}_e^{FIR} 及び \bar{n}_e^{MICRO}), 及び蓄積エネルギー (W_p) の時間波形を図 1 に示す. HIGP を入射し始めた直後、密度は急激に上昇し W_p は減少する(n_e increase phase). 続いて、わずかに \bar{n}_e^{MICRO} は減少するものの W_p は一定で維持される. その後、 W_p が急激に上昇し (W_p recovery phase), 285 ms で最大値を取る.

次に、異なる観測視線の線平均電子密度の比から、HIGP プラズマにおけるピーク/ホローの変化の応答を調べた. 図 2 に各干渉計から得られた線平均電子密度の比 $\bar{n}_e^{FIR}/\bar{n}_e^{MICRO}$ 及び W_p の時間波形を示す. n_e increase phase において $\bar{n}_e^{FIR}/\bar{n}_e^{MICRO}$ は大きくなる. これは周辺の電子密度が上昇し、電子密度分布の形状はフラット、あるいはホローとなる傾向があることを示している. また、 W_p recovery phase においては $\bar{n}_e^{FIR}/\bar{n}_e^{MICRO}$ は減少していることから、電子密度分布の形状はピークになっていくことが示唆される. これらの電子密度分布形状変化の傾向は、Nd:YAG トムソン散乱計測器の結果とも一致する.

本発表では、開発した FIR レーザー干渉計の詳細、及び HIGP 及び SMBI 入射時におけるプラズマの電子密度分布の応答とそれらの違いについて議論する.

[1] T. Mizuuchi, et al., J. Nucl. Mater., 415 (2011) 443

[2] S. Kobayashi et al., 40th EPS Conf., 1-5 July (2013) P1.148

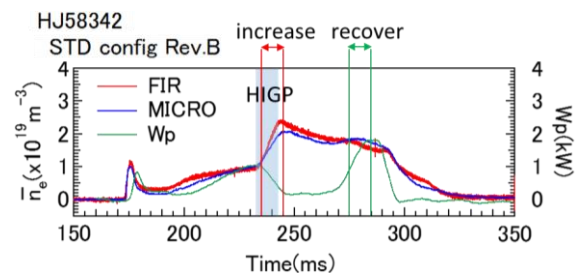


図 1. HIGP プラズマの放電波形.

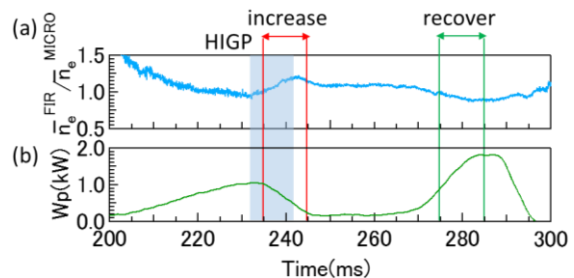


図 2. HIGP プラズマ放電における
(a) $\bar{n}_e^{FIR}/\bar{n}_e^{MICRO}$, (b) W_p の変化.