

球状 RFP 装置 RELAX におけるトムソン散乱測定による電子温度計測

Electron temperature measurement with
Thomson scattering in RELAX

上羽涼太, 政宗貞男, 三瓶明希夫, 田中裕之, 西村香苗, 石井豪, 小寺良典, 比村治彦,

D. J. Denhartog¹, 小口治久², 江尻晶³, 秋山毅⁴, 川端一男⁴

Ryota UEBA, Sadao MASAMUNE, Akio SANPEI, Hiroyuki TANAKA, Kanae NISHIMURA,

Go ISHII, Ryosuke KODERA, Haruhiko HIMURA, D. J. Den Hartog¹, Haruhisa KOGUCHI²,Akira EJIRI³, Tsuyoshi AKIYAMA⁴, Kazuo KAWAHATA⁴京都工繊大, ウィスコンシン大¹, 産総研², 東大新領域³, 核融合研⁴Kyoto Institute of Technology, Univ. of Wisconsin¹, AIST², Univ. of Tokyo³, NIFS⁴

電子温度はプラズマの閉じ込め特性を評価する上で最も重要なパラメータの一つであり, トムソン散乱測定は最も信頼性の高い電子温度計測方法である. 低アスペクト比 RFP 装置 RELAX のプラズマパラメータ領域を詳細に調べるために, トムソン散乱計測システムを導入した. RELAX [1] では低アスペクト比 RFP 配位の詳細に調べて RFP の幾何学的形状の最適化のデータベースとして資することを目的としている. 低アスペクト比 RFP では特に, 電子温度 200 - 300 eV でベータ値が 20 - 30 % に達すると, ブートストラップ電流割合が 20 - 30 % に増加する可能性が指摘されており [2], このパラメータ領域での実験を目指している.

フラットトッププラズマ電流値が 50 - 60 kA で深い反転 ($F \sim -1.0$) の RFP 放電における中心電子温度 $T_e(0)$ の時間発展計測結果を図 1 に示す. 0.5 ms おきにプロットされた中心電子温度の測定点は, 各測定時刻における 20 - 30 ショットにわたる値の平均値であり, その標準偏差をバーで示した. 典型的な値として, $T_e(0)$ は放電開始後 0.5 ms で 70 eV 程度に到達し, 1.0 ms 以降の電流フラットトップフェーズでは 100 eV 程度を保っている. 104-GHz μ 波干渉計で計測された線平均電子密度が $n_e = 0.2 - 1.6 \times 10^{19} \text{ m}^{-3}$ の領域で, 電子の速度分布をマックスウェル分布と仮定して計算したトムソン散乱全散乱強度は線平均電子密度にほぼ比例する. この比例係数を較正值として中心電子密度 $n_e(0)$ を求め, 中心電子圧力 $p_e(0)$ を評価し, プラズマ電流値の二乗 (I_p^2) に対してプロットすると図 2 となる. 中心電子圧力とエッジポロイダル磁場の磁気圧の比として中心ベータポロイダル β_{pe} を定義して, $\beta_{pe} = 5\%$, 10% に相当する直線を図中に示した. これは RELAX で達成された電子ベータ値の目安を与えるものと考えている. [3]

講演では RELAX の幅広い放電領域における到達電子温度, 到達電子圧力などについて議論する予定である.

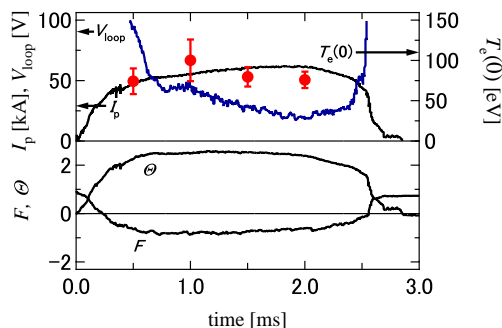


図 1: RELAX における反転が深い典型的な RFP プラズマの中心電子温度 $T_e(0)$ の時間発展計測結果.

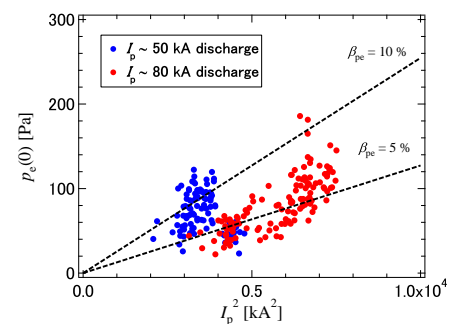


図 2: 中心電子圧力 $p_e(0)$ の I_p^2 依存性. 二本の破線は $p_e(0)/(B_\theta(a)^2/2\mu_0)$ に対応している.