

LHDプラズマにおける協同トムソン散乱計測で得られたスペクトルの解析 Collective Thomson Scattering Diagnostics and spectrum analysis in LHD Plasmas

飯澤萌¹, 久保伸^{1,2}, 西浦正樹², 田中謙治², 下妻隆², LHD実験グループ²
M. Iizawa, S. Kubo, M. Nishiura, K. Tanaka, T. Shimozuma and LHD Experiment Group

名大院工¹, 核融合研²
Nagoya Univ.¹, NIFS²

核融合反応により発生する3.5 MeVの高エネルギー α 粒子の挙動の理解は、プラズマ燃焼の維持に繋がるため、プラズマ内部粒子の正確な診断が求められている。中でも電子温度・イオン速度分布関数の計測は重要な役割を担っている。核融合科学研究所の大型ヘリカル装置(LHD)では、電子サイクロトロン共鳴加熱用ジャイロトロンを用いた協同トムソン散乱計測(Collective Thomson Scattering)を行い、イオンの速度分布関数を評価してきた^[1]。このイオンの速度分布関数には高速成分も含まれており、将来の核融合炉における α 粒子の計測のためにも、さらなる計測精度の向上が必要である。

本研究の目的は、LHDプラズマにおけるCTS計測により得られたCTSスペクトルを解析し、イオン温度を評価することである。

現在、LHDにおけるCTS計測システムは、77 GHzと154 GHzの発振をプローブビームとして利用できるシステムであり、ヘテロダイン検波を用いて散乱信号を計測している^[2]。フィルタバンク受信系と高速デジタルを併用してIF信号を測定し、CTSスペクトルは取得される。

イオン温度を定量的に評価するため、フィルタバンク受信系検出器感度の絶対較正を行なった。較正には閉じ込め磁場 $B_t = -2.75$ T のプラズマから得られた背景電子サイクロトロン輻射光とトムソン散乱により得られた電子温度を用いた。第19サイクルLHD実験において、図1のように、新較正值導入によりフィルタバンク受信系のCTSスペクトル形状の改善が確認できた。散乱信号は微弱であり、感度の良いフィルタバンク受信系では較正值の影響が強く出るため、検出器の特性を測定した。

図2に、第20サイクルLHD実験における77 GHzジャイロトロンを用いたCTS計測結果を示す。高速デジタルで取得したスペクトルは、

フィルタバンク受信系で取得されたものよりも、CTSスペクトルの微細な構造を捉えられていることが分かる。双方の検出器で精度の良いスペクトルを得るために、今後は高速デジタルの較正も進めてゆく。

発表では、フィルタバンク受信系の較正実験結果及び、今サイクル測定したCTSスペクトルの報告を行う。

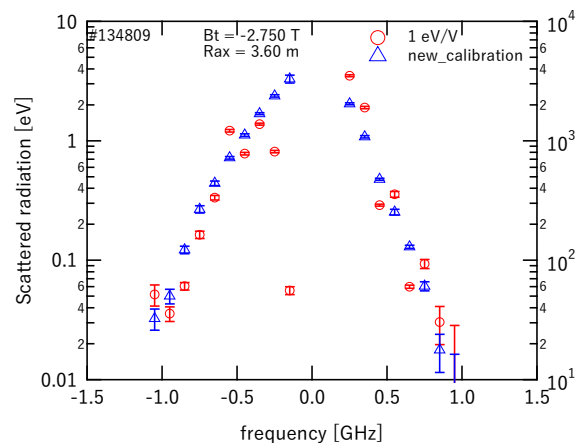


図1 較正值によるCTSスペクトル形状の変化

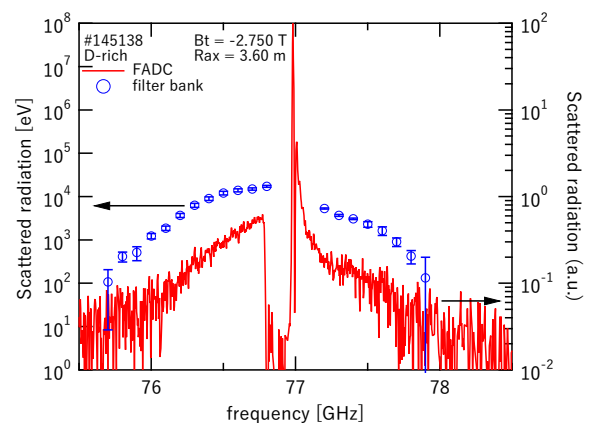


図2 CTSスペクトル

Reference

- [1] M. Nishiura *et al.* 2014 Nucl. Fusion **54** 023006
[2] K. Tanaka *et al.* 2018 JINST **13** C01010