

X線分光計測によるLHD高温プラズマにおける 温度非等方性の評価

川手朋子^{1,2,3}、後藤基志^{2,3}、大石鉄太郎⁴、川本靖子^{2,3}、
山田一博^{2,3}、舟場久芳²、高橋裕己^{2,3}

[所属略称] ¹QST、²核融合研、³総研大、⁴東北大

プラズマの電子温度非等方性は電子スケールの不安定発達の要因であるとともに、天体においては電子の加速・加熱機構に迫るためのパラメータである。一方、特に高温プラズマでは電子温度非等方性の計測手段は限られている。本研究では非等方な電子衝突により励起されたイオンが脱励起時に放射する発光線の偏光、またX線プラック散乱の偏光特性を利用して、数keVのプラズマにおける電子温度非等方性を調査した。

本研究はAr XVI 3.9813 Å (q: $1s^2 2s\ ^2S_{1/2} - 1s\ 2s(^3P)$
 $2p\ ^2P_{3/2}$) および 3.9834 Å (r: $1s^2 2s\ ^2S_{1/2} - 1s\ 2s(^3P)$
 $2p\ ^2P_{1/2}$) に着目する。これらの2つの遷移の下準位はともにリチウム様アルゴンの基底状態であり、上準位は主に内殻励起により形成する。これらの発光線を用いる利点として、二電子性再結合の影響が非常に低いこと、強度比に電子密度依存性がないこと、また強度比の高エネルギー電子による影響が10 keVから数100 keVまでの範囲で0.5%以下と低いことが挙げられる。2つの発光線のうち、rは衝突による偏光は起こらないが、qは電子の速度とその異方性に応じて最大で30%程度の直線偏光が見込まれる。これらの発光線をプラック結晶分光器により計測する。プラック散乱は入射光の偏光方向に応じて散乱効率が異なるため、検出器面において強度比 q/r が温度非等方性に応じて変化する。LHDのX線結晶分光器に対して計算した、強度比 q/r の磁気軸に対する温度非等方性に対する依存性を図1に示す。

実験は核融合科学研究所大型ヘリカル装置において、電子サイクロトロン加熱プラズマを生成し、X線結晶分光器を用いて行なった。異なる密度条件のX線スペクトルの例を図2に示す。得られた結果は密度に依存する直線偏光が検出されたことを示している。

[1] T. Kawate et al. Phys. Scr. **100**, 035612 (2025)

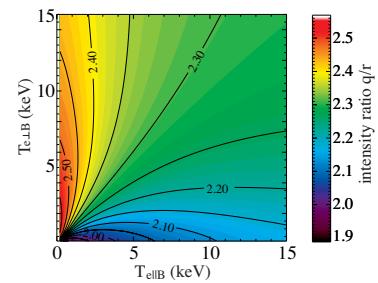


図1: q/r の磁気軸に対する温度非等方性への依存性

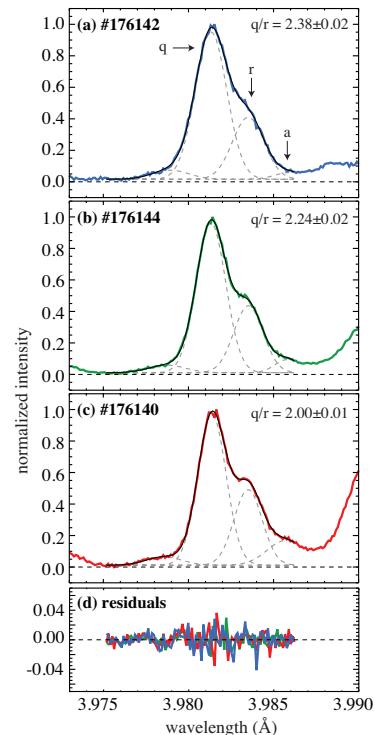


図2: 異なる密度条件のX線スペクトルの例