

QUESTプラズマ中の不純物イオントロイダル回転計測に向けた シェルモデルの構築 Construction of a shell-model for measurements of impurity ion toroidal rotation in the QUEST plasma

新居邦亮, 安富貴浩, 四竈泰一, 蓮尾昌裕, 関子秀樹¹, 花田和明¹, 恩地拓己¹, Kishore Mishra¹
Kuniaki Nii, Takahiro Yasutomi, Taiichi Shikama, Masahiro Hasuo, Hideki Zushi¹,
Kazuaki Hanada¹, Takumi Onchi¹, Kishore Mishra¹

京大院工, 九大応力研¹
Kyoto Univ., RIAM, Kyusyu Univ.¹

トカマクプラズマ中では, トロイダル方向の流れが, プラズマの温度や密度の向上に重要な役割を果たしていると考えられている. 本研究では QUEST の非誘導電流駆動プラズマ中で, 不純物イオン発光スペクトルの計測, 解析により, トロイダル方向の流れを推定する. 計測では, 中央平面内の複数視線を利用し, 高い空間分解能を得るために, プラズマの存在領域に視線を多く配置可能な集光光学系を設計, 製作した. 計測した発光スペクトルは各々の視線に沿った積分値であり, 解析では局所的な不純物イオンの流れと対応付けるためにシェルモデル [1]を構築した.

構築したシェルモデルでは, 中央平面を計測視線数に相当する 26 個のリング状の領域 (シェル) に分割し, 各シェル内における不純物イオンの発光強度, 温度, 速度を一定と仮定する. さらに, 視線とプラズマの交差領域の体積を考慮するため, プラズマは高さ方向に一様であるとする. 外側のシェルから順に, シェルを貫く視線に沿って積分した発光スペクトルの計算値を, 測定スペクトルに対して最小二乗フィッティングすることで, 各シェル内のイオンの発光強度, 温度, 速度を決定する. このフィッティングを行うプログラムを作成した.

プログラムの動作を検証するために, モデルデータを用いた解析を行った. 予め, 不純物イオン C^{2+} , O^+ について発光強度, 温度, 速度の大半径方向分布を仮定し, 製作した集光光学系で観測した場合に得られる発光スペクトルを計算した. このスペクトルに平均 0, 分散 100

の正規分布に従うノイズを付与し, シェルモデルフィッティングプログラムを適用する. その結果を C^{2+} , O^+ イオンそれぞれについて, 図 1 中に黒丸, 白丸で示す. 図 1 中の実線, 破線は予め仮定した分布であり, 横軸はトカマク中心から弱磁場側の真空容器内壁までの距離で規格化した大半径である. プログラムによって, 仮定した分布に近い分布が得られることが分かる.

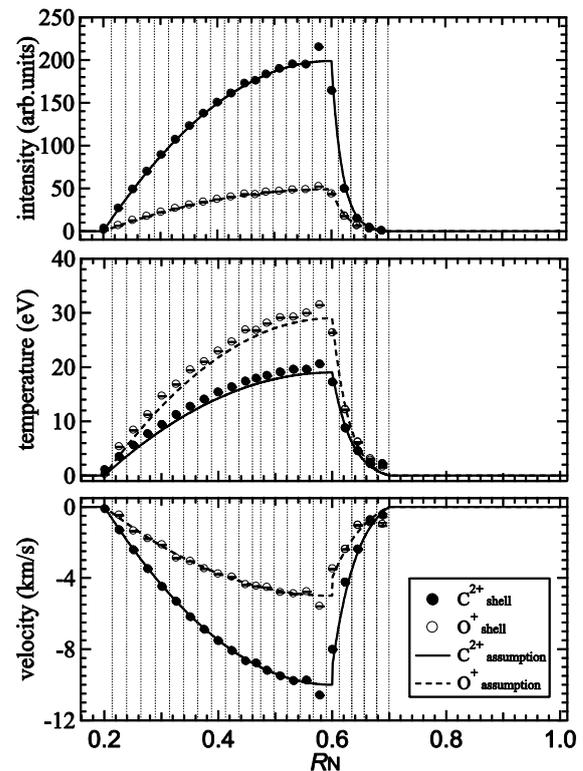


図 1 C^{2+} , O^+ イオンの仮定した発光強度, 温度, 速度とシェルモデル適用結果

[1] R. P. Golingo and U. Shumlak, *Rev. Sci. Instrum.*, 74, 4(2003).