

制御核融合炉開発に向けた磁場閉じ込めプラズマ研究においては、原子分子過程の位置づけはプラズマの診断・モデリングに用いられる基礎的な知見を与えることであろう。原子分子過程の知見を制御核融合炉開発へ応用するためには、いわゆるパラメータパッシングが求められる。この場合のパラメータのひとつは、プラズマ中での衝突断面積や速度係数である。これらの基礎パラメータから、衝突輻射モデルや輸送方程式を通して、プラズマからの発光スペクトルや電子・イオンの密度・温度分布が導き出される。この研究方法は実験室プラズマに限らず、天体プラズマでは古くから応用されている。現在でも、パッシブな「観測」によって星の大気組成や状態を知る有力な方法である。実験室と太陽大気でプラズマ中に共通に存在する重元素に鉄イオンがある。ステンレス製の真空容器に閉じ込められたプラズマ内部には、プラズマからの高エネルギー粒子で真空容器材料表面が一部スパッタされ、鉄イオンが混入する。太陽大気では重元素のうち最もアバンダントな元素が鉄であることは周知のとおりである。最近、核融合研の大型ヘリカル装置(LHD)と太陽観測衛星「ひので」との間で進められている、極端紫外域に現れる鉄 M 殻イオンのスペクトル線強度比を用いた電子密度診断について紹介する [1]。

磁場閉じ込めプラズマ研究で注目される原子過程が興味ある基礎物理の問題を含む場合はしばしばある。そのような問題の中で、重元素多価イオンでの微細構造間の禁制遷移の話題を紹介する。高価数の重元素イオンでは、強いスピン・軌道相互作用により、微細構造間の禁制線が短波長域で観測されるようになる。中でも、可視域の禁制線は計測システムが簡便であることから、制御核融合炉プラズマのイオン温度測定には適している。電子温度が 5keV を超えるような高温プラズマで生成される電離状態の高い重元素の多価イオンでは、通常、禁制線の波長域は真空紫外から X 線領域になると予想される。ところが、チタン様多価イオンの基底項( $3d^4 \ ^5D_1$ )の微細構造遷移は、10 keV に及ぶ電子温度のプラズマで生成されるであろうウランのチタン様多価イオンでも近紫外域の波長を持つことが理論的に予測され、高温プラズマ診断の観点から注目されている。この特長的な禁制遷移のメカニズムについて解説する[2,3]。また、一般に、多電子が関与する多価イオン原子過程の物理的に興味ある点についても述べたい[4]。

[1] T. Watanabe, H. Hara, N. Yamamoto, D. Kato et al., *Astrophys. J.* 692 (2009) 1294.

[2] 加藤太治 大谷俊介, *日本物理学会誌* 57 巻 12 号 (2002) 890.

[3] 坂上裕之 加藤太治, *真空誌* 48 巻 8 号 (2005) 483.

[4] 加藤太治, *原子衝突研究協会誌“しょうとつ”* 4 巻 3 号 (2007) 15.