

プラズマ中の重元素多価イオンからの極端紫外スペクトルに関する系統的研究  
 Systematic Study on Extreme Ultraviolet Spectra  
 from Highly Charged Heavy Ions in Plasmas

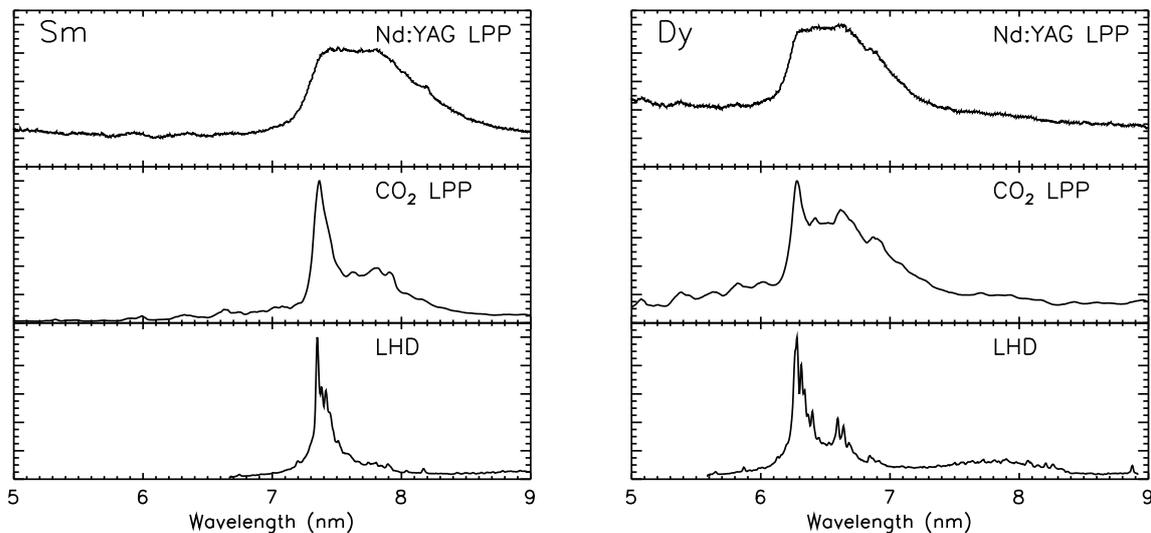
鈴木千尋<sup>1</sup>, 村上泉<sup>1</sup>, 小池文博<sup>2</sup>, 東口武史<sup>3</sup>, 坂上裕之<sup>1</sup>, 田村直樹<sup>1</sup>, 須藤滋<sup>4</sup>, Gerry O'Sullivan<sup>5</sup>  
 Chihiro SUZUKI<sup>1</sup>, Izumi MURAKAMI<sup>1</sup>, Fumihiro KOIKE<sup>2</sup>, Takeshi HIGASHIGUCHI<sup>3</sup>,  
 Hiroyuki A. SAKAUE<sup>1</sup>, Naoki TAMURA<sup>1</sup>, Shigeru SUDO<sup>4</sup>, Gerry O'SULLIVAN<sup>5</sup>

核融合研<sup>1</sup>, 上智大<sup>2</sup>, 宇都宮大<sup>3</sup>, 中部大<sup>4</sup>, UCD<sup>5</sup>  
 NIFS<sup>1</sup>, Sophia Univ.<sup>2</sup>, Utsunomiya Univ.<sup>3</sup>, Chubu Univ.<sup>4</sup>, UCD<sup>5</sup>

周期表の第5周期以降に位置する重元素を含むプラズマ中では、基底状態の最外殻電子の主量子数が3または4となる多価イオンが支配的となることが多く、これらのイオンからの極端紫外(EUV)・軟X線領域の発光スペクトルが強く観測される。このようなスペクトルは、電子相関などの多電子多価イオン特有の物理現象を強く反映するため、原子物理学的に興味深い対象である。また、ITERにおけるプラズマ対向材料であるタングステンや、産業用光源の候補であるスズ、ガドリニウム、ビスマス等のプラズマからの発光もこの範疇であるため、その発光機構の物理的な理解は応用上も重要である。

本研究では上記を念頭に、物理特性が対照的な数種類のプラズマ実験装置において、重元素多価イオンからのEUV・軟X線スペクトルを、広範囲の原子番号に対して系統的に観測してきた。現在までに、磁場閉じ込めプラズマ(LHD装置を利用)および波長の異なる二種類のレーザーで生成されたプラズマにおいて、スペクトルの原子番号依存性が系統的に整理されつつあり、原子構造計算や分光モデルとの比較に基づき解析を進めている。その過程で、新しいスペクトル線の発見などの成果も得られている[1]。

実験結果の一例として、光学的厚さの異なる3種類のプラズマで観測された、サマリウム(Sm)およびジスプロシウム(Dy)イオンからのスペクトル形状を下図に示す。上から順にNd:YAGレーザー生成プラズマ、CO<sub>2</sub>レーザー生成プラズマ、およびLHDプラズマであり、この順に光学的厚さが薄くなっていく。発光領域の電子密度のオーダーはそれぞれ $10^{21}$ 、 $10^{19}$ 、 $10^{13}$  cm<sup>-3</sup>程度と考えられる。多くの異なる価数のイオンからの $n=4-4$ 遷移による無数の発光線が、同じ波長領域で重なり合ってバンド状となった、いわゆるUTAと呼ばれるスペクトル[2]が観測されているが、光学的に薄くなるにしたがって、バンドの短波長側の相対強度が増加し狭帯域化するとともに、バンド内の個々のスペクトル線の構造が出現する様子がわかる。



[1] C. Suzuki, et al., J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. **48**, 144012 (2015).

[2] G. O'Sullivan and P. K. Carroll, J. Opt. Soc. Am. **71**, 227 (1981).