

ITERにおける燃料/壁材粒子からの紫外-近赤外域発光を用いた
ダイバータプラズマ分光計測に関する検討

**Investigation on spectroscopic measurement of divertor plasma
using UV-NIR range light emissions from fuel/wall material particles in ITER**

野尻訓平¹⁾、今澤良太¹⁾、仲野友英¹⁾、杉江達夫²⁾、谷塚英一¹⁾、波多江仰紀¹⁾
NOJIRI Kunpei¹⁾, IMAZAWA Ryota¹⁾, NAKANO Tomohide¹⁾,
SUGIE Tatsuo²⁾, YATSUKA Eiichi¹⁾, HATAE Takaki¹⁾

¹⁾QST、²⁾NAT

ダイバータ不純物モニター(DIM)は日本が調達を進めるITER用の分光計測システムであり、紫外-近赤外波長域の発光を計測する。DIMで計測した発光を基に評価する事が計画されている物理量の一つに、ダイバータ板からの燃料及び壁材粒子の発生量がある。本研究は、この粒子発生量を得るために必要となるDIMの発光感度と評価手法を明らかにする事を目的としている。

粒子発生量評価の代表的な手法として、粒子発生量と発光量の比例係数に相当する値(S/XB[1])を用いる簡潔的な算出法があるが、この手法は計測対象が電離進行プラズマであることが適用条件となる。本研究では、DIMに必要な発光量計測レンジと、S/XBを用いた粒子発生量評価手法の適用可能範囲に関する検討を行った。周辺プラズマ計算コードSOLPSで得られている、ITERのPre-Fusion Power Operation 1期の軽水素プラズマ放電シナリオにおけるプラズマパラメータ分布[2]に原子分子過程データを適用し、DIMの検出器で露光時間1 msあたりに計測され得る発光量を評価した。DIMの光学系の1つである、ダイバータドーム下光学系の視野及び解析に用いた視線A-Dを図1に示す。今回のシナリオではトカマク上部から供給する軽水素ガス量と共に、ダイバータ全領域に流入する軽水素イオン(H⁺)粒子束が増加した。これに対する、ストライク点付近の電子温度(T_e)及び密度(n_e)と、DIMで計測されるH_α線光子数の変化を図2に示す。H⁺粒子束の増加に伴い、ストライク点から離れた位置を観測する視線(AとB)では光子数も10⁶個から10⁷個のオーダーの範囲で増加するのに対し、ストライク点に近い視線(CとD)では計測光子数に減少傾向が出ており、ストライク点付近の視線(D)では10⁵個のオーダーまで減少することが分かった。電離プラズマ成分の割合は、今回の全ての視線においてH⁺粒子束の増加に伴い低下し、ストライク点に近い視線ほどその低下が顕著となった。これは初期状態で既にダイバータプラズマのT_eが低いことに起因すると考えられる。この初期状態においては、外側ダイバータ用光学系で計測した発光中の電離プラズマ成分の割合は100%に近い高い値となった。今回の放電シナリオにおいては、H⁺粒子束が10²⁴ s⁻¹程度の時は電離プラズマ成分の割合が比較的高く、特に外側ダイバータの計測視野では10⁶個程度のH_α光子を検出できればS/XBを用いて水素原子発生量を評価できる可能性があることがわかった。

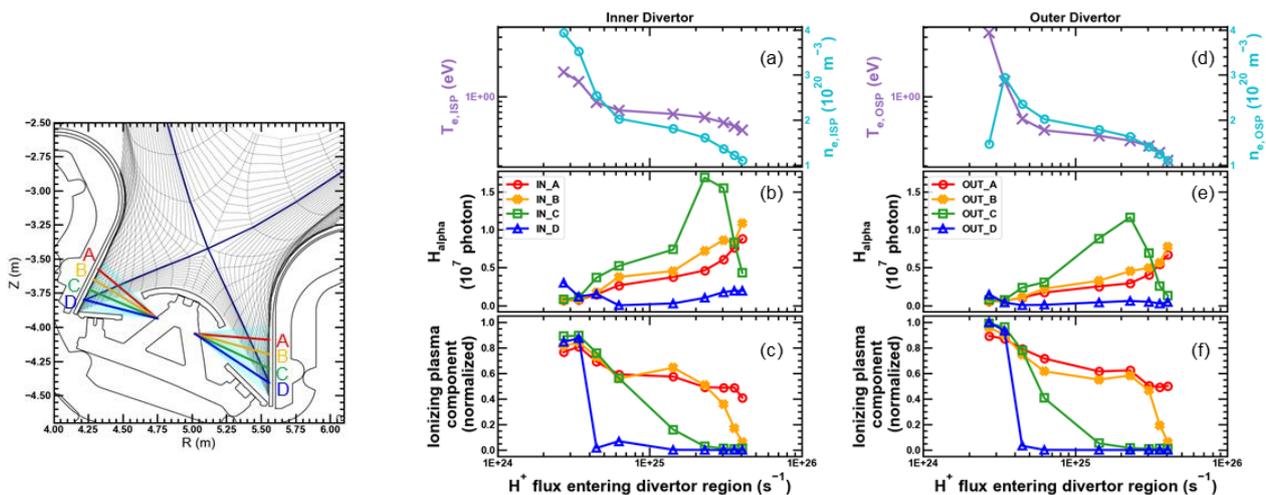


図1 DIMのダイバータドーム下光学系の視野及び解析に用いた視線。

図2 ダイバータ領域へ流入するH⁺粒子束に対する、内側・外側ダイバータ各々における(a)・(d):ストライク点位置のT_eとn_e、DIMで想定される(b)・(e):検出器chに到達するH_α線光子数、(c)・(f):電離プラズマ成分の割合。

[1] M. Goto et al., Phys. Plasmas **9** (2002) 4316.
[2] J.-S. Park et al., Nucl. Fusion **61** (2021) 016021.