

不純物輸送シミュレーションの妥当性検討のための 軟X線計測データ利用

竹本壮汰¹、藤田隆明¹、岡本敦¹、門松蓮¹、可児和寿¹、仲野友英²、林伸彦²

¹名大、²QST

<https://fuspla.energy.nagoya-u.ac.jp/>

ITER や原型炉のダイバータ材として使用されるタングステン(W)は高Z元素であり、不純物としてプラズマ中に侵入した際の高い放射損失が懸念されている。不純物蓄積メカニズムの解明は、熱核融合炉実現に向けた課題の一つである。

JT-60Uでは、トロイダル回転(V_t)の増加とともにW蓄積が顕著になるという現象が観測された[1]。先行研究では、 V_t の影響を考慮したピンチモデル[2]が統合輸送コードTOTALに組み込まれ[3]、W蓄積の V_t 依存性の再現が試みられた。本研究の目的は、これまで実施されていなかったW蓄積の径方向分布と時間発展を計算と実験で比較することにより、W輸送モデルの妥当性を検証することである。

TOTALにおいて、Wイオンは価数毎に径方向輸送が解かれ、隣り合う価数の中の電離再結合を考慮、放射パワーについては制動放射 P_{brem} 、線放射 P_{line} が輸送計算により得られたW密度を考慮し計算されている。なお、電離・再結合速度係数はOPEN-ADASのADF11を使用し、プラズマの電子温度および電子密度から係数を決定、 P_{line} についてはADPAKにて計算される。W蓄積分布の比較には、TOTALで計算されるW密度とJT-60Uの実験データを関連付ける必要があるため、W密度分布を反映した放射が観測可能な軟X線強度分布を比較する実験データとして選択した。軟X線強度 P_{SX} は、 $P_{SX} = f_b P_{brem} + f_l P_{line}$ で評価を行った。ここで、 f_b と f_l は検出器が感度を持つエネルギー範囲(2.7 keV - 20 keV)を反映した補正係数である。 f_b については制動放射のスペクトルから理論的に決め、 f_l はW蓄積が少ないケースでの実験データと整合する値として $f_l = 0.1$ とした。なお、 f_l については価数依存性があると考えられるため、OPEN-ADASのADF15の光子放出係数を用いた f_l の決定を試みている。また、軟X線は視線に沿った線積分値として観測されるため、局所値として計算される P_{SX} を検出器の視線に沿って積分し、実験データと比較可能にした。

図1に V_t が大きいcase Bおよび V_t が小さいcase Eを対象としたTOTALによるW密度分布の計算結果と軟X線強度分布の実験データとの比較を示す。比較によりcase Eおよびcase Bの軟X線強度分布の形状が実験と計算で概ね一致した。

講演では、軟X線計測データを用いたW蓄積分布の比較について詳細に議論する。

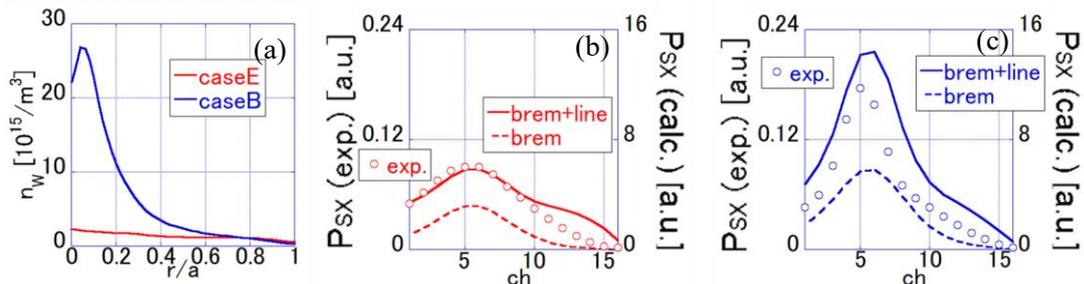


図1 (a)W密度分布の計算結果、(b)軟X線強度分布の比較(case E)、
(c)軟X線強度分布の比較(case B)

[1] T. Nakano, J. Nucl. Mater. **415**, S327-S333 (2011)

[2] K. Hoshino, *et al.*, Nucl. Fusion **51**, 083027 (2011)

[3] Y. Shimizu, *et al.*, Plasma and Fusion Res. **10**,3403062 (2015)