

不純物ガスパフ時のLHD周辺領域における不純物輸送解析 Impurity transport analysis in LHD peripheral regions with impurity gas-puff

河村学思¹, 小林政弘^{1,2}, 載舒宇^{1,3}, 向井清史^{1,2}, 佐野竜一¹,
S.N. Pandya⁴, B. Peterson^{1,2}, 冯玉和⁵, LHD実験グループ¹
G. Kawamura¹, M. Kobayashi^{1,2}, S. Dai^{1,3}, K. Mukai^{1,2}, R. Sano¹,
S.N. Pandya⁴, B. Peterson^{1,2}, Y. Feng⁵, and the LHD experiment group¹

¹核融合研, ²総研大, ³大連理工大(中国),

⁴Institute for Plasma Research (インド), ⁵マックスプランクIPP (ドイツ)

¹NIFS, ²SOKENDAI, ³Dalian University of Technology (China),

Institute for Plasma Research (India), ⁵Max-Planck IPP (Germany)

核融合プラズマ対向壁に対する熱負荷の低減法のひとつに、ネオンや窒素などの不純物ガスの導入がある。その際の不純物イオンの輸送過程を把握することは重要であるが、計測で得られる情報には限りがある。それを補うものとして、数値計算によるモデリングが各実験装置に対して行われている。本研究では、大型ヘリカル装置(LHD)周辺領域の不純物輸送の解析をEMC3-EIRENEコードを用いて行った。

第17サイクルで行われたネオンガスパフ実験(#117478)を対象に、トムソン散乱計測で得られたプラズマ分布を再現するように輸送係数等の入力パラメータの決定を行い、それにスパッタリングで生じる炭素と、ガスパフで導入するネオンの2成分不純物の輸送を水素プラズマと同時に解いた。図1と図2に計測との比較を示す。縦長断面を上部の6.5Uポートから少しトロイダル方向に傾く視線で観測したものである。加熱入力11.6MWに対して、水素・炭素・ネオンの合計放射パワーが計測値の2.5MWと一致するようにネオンの導入量を調整した。

発光分布の広がり異なるが、ひととき強いピーク位置および線状の構造は非常によく一致している。解析から、強いピークはX点近くにある比較的低価数のネオンイオン密度のピークの寄与であることが分かった。さらに、このピークを持つ領域は最も粒子束の大きいトラス内側のダイバータ板と磁力線でつながっており、磁場に平行な輸送で直接もたらされたものであることが分かった。また、他の線状のピークについては、カメラから遠い位置にある同様のネオン密度ピークの寄与、およびプラズマの縁に沿った視線積分の寄与によって生じていることが分かった。

ネオンは炭素に比べてイオン化エネルギーが高いため、より深くプラズマに進入する事が確認された。その結果として、プラズマの流れによる摩擦力よりも温度勾配による熱力の影響を強く受け、ネオンは炭素に比べてエルゴディック領域に蓄積しやすく、より広い発光分布を持つことが分かった。

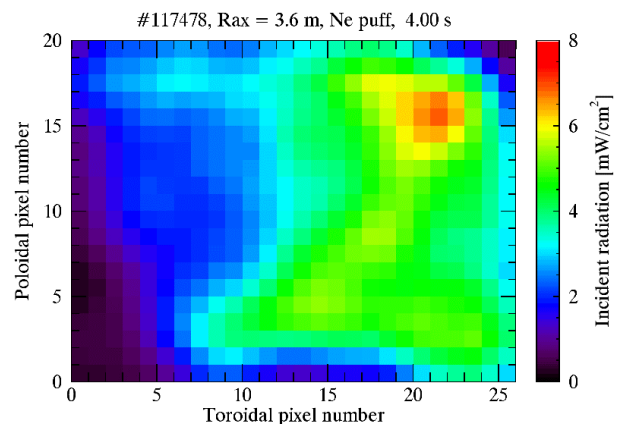


図1: ポロメータ計測による発光強度分布

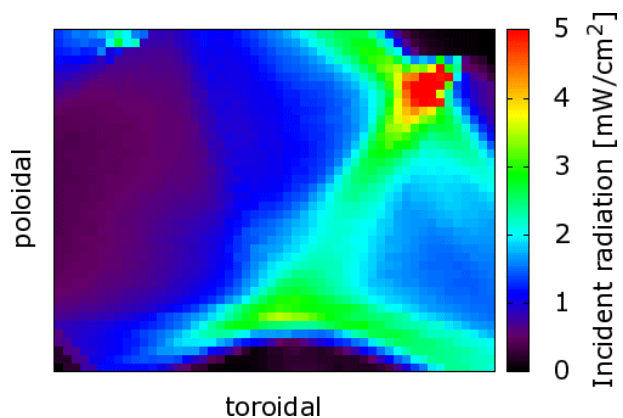


図2: EMC3-EIRENEで計算された発光強度分布