

不純物輸送モンテカルロコードにおけるドーム下からの逆流モデル Back-flow Model from under Dome in Impurity Monte-Carlo Transport Code

清水勝宏¹、星野一生¹、川島寿人¹、滝塚知典²

Katsuhiro SHIMIZU¹, Kazuo HOSHINO¹, Hisato KAWASHIMA¹, Tomonori TAKIZUKA²

原子力機構¹、阪大工²

JAEA¹, Osaka Univ.²

逆流モデリング

ダイバータ板の熱負荷低減のため、アルゴンをパフし、ダイバータプラズマを冷却することが、JT-60SA、デモ炉 slimCS で検討されている。不活性ガスは、壁での吸着が無いため、排気ポンプで排気されるまで、不純物輸送モンテカルロコード IMPMC でテスト粒子の追跡を行う必要がある。JT-60SA の排気系（ドーム下の領域からクライオパネルまで）の時定数は数秒と長く、この過程をフルに計算し、プラズマ輸送と繰り返し計算を行う事は不可能である。不純物輸送が効率良く計算できる「逆流モデル」を構築した。

排気系のコンダクタンス計算を別途行い、各スリットを通過し排気系への流入、からの流出の粒子束を求める。定常状態では排気される量はパフ量に等しく、求めたコンダクタンスより各スリットから流出する粒子束が正確に求まる。アルゴンパフ及び、各スリットからの逆流に対して計算を行う。これらの計算では、再びスリットに戻る粒子の追跡を行う必要はない。粒子の経路に拘わらず、結果としてスリットから流出する粒子は逆流として計算しているからである。その結果、不純物計算は数秒で終了するようになり、プラズマとの繰り返し計算にドーム下からのアルゴンの逆流をフルに取り込む事が可能になった。

アルゴン不純物のシミュレーション

この逆流モデルを含んだ SONIC コード (SOLDOR/NEUT2D/IMPMC) で、JT-60SA の完全電流駆動のシミュレーションを行った。電流駆動効率の観点から SOL での密度が高くとれないため、ダイバータ板への過大な熱負荷が

懸念されたからである。炭素のスパッタリングだけでは 16 MW 程度の放射損失のため (SOL に流入する熱流束は $P_{\text{SOL}} = 37 \text{ MW}$)、外側ストライク点での温度、密度共に高く、ピーク熱負荷は最大許容熱負荷 (15 MW/m^2) 程度であり、SOL 密度は高く $3.5 \times 10^{19} \text{ m}^{-3}$ にもなる。 $0.75 \text{ Pam}^3/\text{s}$ 程度のアルゴンをパフする事で、炭素 10 MW、アルゴン 18 MW の放射損失となり、ピーク熱負荷は 10 MW/m^2 程度、SOL 密度は $1.6 \times 10^{19} \text{ m}^{-3}$ まで下がった。これは、アルゴンパフにより、ダイバータ板での温度が低下し、ストライク点でのリサイクリングが減少 (電離断面積の著しい減少に伴い)、ダイバータ密度が減ったことによる。アルゴンによる冷却により、SOL での低密度と熱負荷が両立することが明らかになった。

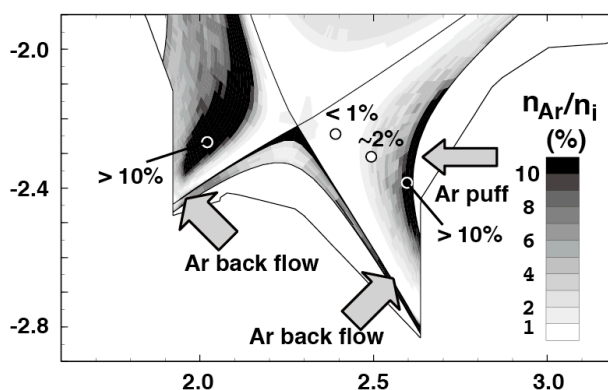


図1 アルゴンとプラズマイオンとの比

外側ダイバータからパフされたアルゴンは、一部はダイバータ板でリサイクルするが、温度勾配力によって上流へ行き、多くは内側ダイバータ板のストライク点近傍でリサイクルする。そこで中性化されたアルゴンはドーム下に流入し、ほんの一部が排気され、溜まりこんだアルゴンが内、外スリットから逆流する。