

RF放電管から飛来する水素原子の径方向分布

Radial distribution of hydrogen atoms from RF discharge tube

*中野 晋太郎, 高木 郁二, 中川 雄貴
京都大学

RF放電管から飛来する低エネルギー水素原子の径方向分布を測定し、その体系を模したシミュレーションと比較した結果、水素原子の固体表面での反射係数は1に近い値であることがわかった。

キーワード：水素原子, 反射, 透過プローブ, プラズマ-壁相互作用, モンテカルロ法

1. はじめに

核融合炉プラズマの長時間運転のためには固体表面での水素原子の反射挙動を理解する必要があるが、低エネルギー領域での知見は少ない。本研究ではRFによって発生した低エネルギー水素原子が固体表面で何回か反射した後の分布を測定し、計算結果と比較した。

2. 実験

実験体系を図1に示す。RF放電管内で発生し、ノズル内表面で反射してから噴出するeV程度の水素原子を透過プローブで検出する。透過プローブはPdの薄板製でプラズマ誘起透過現象を利用することによって、水素原子のみを選択的に測定することができる。放電管と透過プローブとの間に円形の穴が開いたスリットを置き、この穴を通った原子のみがプローブに到達する。ノズルは内径5mmで長さは40mm、ノズルとスリットおよびスリットとプローブの間の距離はともに10mmである。穴の面積とプローブで測定される水素原子のフラックスとの関係を調べた結果、図2に示すようにほぼ比例した。

図1. 実験体系図

3. 考察

鏡面反射を仮定した場合、ノズル内表面での反射係数が低ければ多数回反射されてノズルの軸方向に対して大きな角度で出ていく水素原子はなくなるため、分布は軸方向に収束する傾向を示す。逆の場合は多数回反射されるような原子もノズルから出ていくため等方的な分布を示し、フラックスは近似的に穴の面積に比例すると考えられる。例えば穴の中心から半径0~1mmの範囲に到達する原子はノズル内部で平均1回程度しか反射しないが、半径4~5mmの範囲へは平均5回反射する。

反射現象を定量的に評価するため、実験体系内でランダムな初期速度を持った粒子を一定の反射係数で鏡面反射させるモンテカルロシミュレーションを行った結果、図2に示すように反射係数が0.9だと実験結果とよく一致した。このように反射係数が高い値となったのはノズル内表面が水素原子に覆われており、その影響で質点が壁と弾性衝突するように反射が起こっているためであると考えられる。

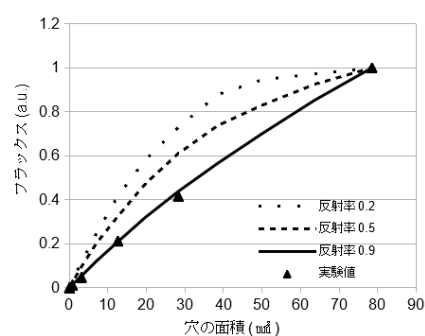


図2. 実験結果と計算結果との比較

*Shintaro Nakano, Ikuji Takagi and Yuki Nakagawa

Kyoto Univ.