

低エネルギー水素原子のプラズマ対向壁表面における反射挙動の研究

Study on reflection behavior of low energy hydrogen atoms on plasma facing wall

*中野 晋太郎, 高木 郁二, 中川 雄貴
京都大学

固体表面における低エネルギー水素原子の反射角度分布を測定する方法を開発した。水素原子に覆われたホウケイ酸ガラス表面では鏡面反射に近い反射をしていることがわかった。

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. 緒言 核融合炉における水素リサイクリングを理解するためには固体表面での水素原子の反射挙動を把握する必要があるが、低エネルギー領域での知見は少ない。前回の研究[1]ではノズルから噴出する水素原子の径方向分布を測定し、シミュレーションによる計算結果と比較することによってノズル内表面における水素原子の反射係数を推定した。反射係数を定量するためには表面で反射した後の角度分布が必要であるため、本研究で測定した。

2. 実験 実験体系を図1に示す。RF放電管内で発生し、ホウケイ酸ガラス製のノズル内で反射してから噴出する1eV程度のエネルギーの水素原子をノズルの軸上に設置した試料板で反射させ、回転式の透過プローブで検出する。試料板はノズルと同じ材質であり、板面の法線とノズル軸とのなす角は40度であった。透過プローブとはPdの薄板におけるプラズマ誘起透過現象を利用することにより水素分子は検出せず、水素原子のみを選択的に検出する検出器である。今回用いたプローブはノズル軸と試料板の交点を中心に回転することができる。プローブの前にはスリットを2枚設置し、特定の範囲内の角度で反射された水素原子がプローブに到達するようにした。

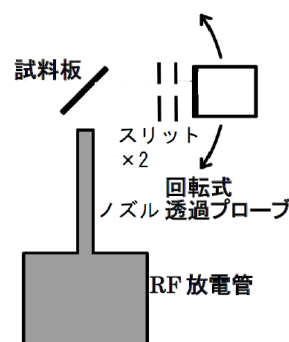


図1. 実験体系図

3. 結果と考察 プローブの位置と検出された水素原子のフラックスとの関係を調べた結果を図2に示す。横軸の値は鏡面反射位置を原点とした回転角である。図から明らかなように鏡面反射位置で最もフラックスが大きくなった。フラックスの分布は鏡面反射すると仮定したモンテカルロ法による計算値（点線）の範囲内に収まっており、ランダムな方向へ散乱されると仮定した計算値（破線）からは大きく離れている。

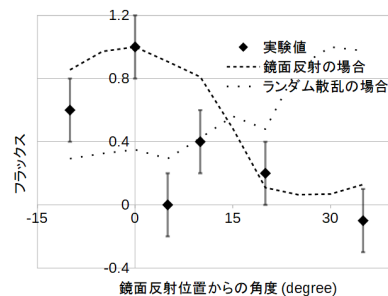


図2. 反射角度分布

図2に示した実験では試料板を水素原子に十分な時間曝しており、試料板表面もノズル内表面も水素原子に覆われている。以上のことから水素原子で覆われたホウケイ酸ガラス表面に入射した水素原子は鏡面反射に近い反射をしているといえる。また、前回の報告で得られた結果を鏡面反射の条件の下で解析した結果、反射係数は0.93という高い値であることがわかった。

このように反射係数が高くなるのは表面が吸着した水素原子で覆われており、水素原子が吸着する余地がほとんどないためである。鏡面反射するのは水素原子が吸着した表面のポテンシャルが平滑な面となり、水素原子はその面と弾性散乱するように反射するためと考えられる。

[1]中野ら、原子力学会秋の大会 2018年秋の大会 1N18

*Shintaro Nakano, Ikuji Takagi and Yuki Nakagawa

Kyoto Univ.