

水素プラズマへ入射された高エネルギー正イオン成分のエネルギー散乱 Energy Scattering of High Energy Positive Ions Injected into Hydrogen Plasma

紀幸志郎, 丸崎優太, 前田哲志, 吉田雅史, 大原渡
K. Kino, Y. Marusaki, S. Maeda, M. Yoshida, W. Oohara

山口大院創成
Yamaguchi Univ.

1. 研究目的

分子状正イオンを含め正負イオンのみから成る水素イオン性プラズマの生成を行っている。プラズマ密度を高めるために、高エネルギーの正イオンを重畳した場合に、放電領域を横切って、アルミニウム製プラズマグリッド (Al-PG) を通過した正イオンのエネルギー分析、及び高エネルギー正イオンがイオン性プラズマに及ぼす影響について検討を行った。

2. 実験方法

熱陰極直流アーク放電により、水素ターゲットプラズマ (基準電位: 0 V) と水素ドライバープラズマ (基準電位: V_{driver}) を生成する。2つのプラズマ間には、金属メッシュによって静電的に仕切られている。 V_{driver} を正電圧にすると、ドライバープラズマ中の正イオンが分離グリッド付近で加速されて、ターゲットプラズマへ入射される。電子偏向磁場が表面付近に印加された Al-PG (直流電圧 V_{PG} を印加) を通過した荷電粒子を、 127° 静電偏向エネルギー分析器によってエネルギー分析した。エネルギー分析器へ正イオンを引出加速する電圧は V_{an} である。また、ラングミュアプローブによって、軸方向のプラズマ分布を測定した。プローブ正負飽和電流比 $|I_p/I_{p+}|$ はが小さいほど電子の存在割合が低いことを意味しており、1 程度以下をイオン性プラズマと呼んでいる。

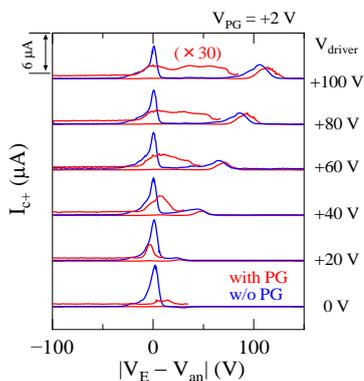


図 1: 正イオンエネルギースペクトル。

3. 結果と考察

正イオン加速電圧 V_{driver} を変化させた場合の正イオンエネルギースペクトルを、図 1 に示す。偏向電圧 V_E と V_{an} の差を示しており、Al-PG を通過した正イオンのエネルギー分布に近似している (偏向空間電位の誤差はある)。 V_{driver} に依存してエネルギーがシフトする、ドライバープラズマ由来の高エネルギー正イオンのエネルギー半値幅は、あまり変化していない。一方、ターゲットプラズマ由来の低エネルギー成分は、Al-PG が無い場合には V_{driver} に依らない。Al-PG を通過した低エネルギー成分は大幅に減少している。Al-PG 孔を通過できない低エネルギー成分の存在と、Al-PG 表面での損失 (一部は負イオン化) が原因と考えられる。また、中間のエネルギー成分が増加してスペクトルはブロードになっているが、高エネルギー正イオンの衝突によって作られた成分だと考えられる。次に、 $|I_p/I_{p+}|$ 空間分布の V_{PG} 依存性を図 2 に示す ($V_{\text{driver}} = +100$ V)。負イオンが生成されやすい $V_{\text{PG}} > 0$ V では、Al-PG の水素プラズマ照射面 ($h = 0$ cm) 近傍から Al-PG 孔を通過した下流域まで ($h < 1$ cm) イオン性プラズマが維持されている。 $V_{\text{PG}} < 0$ V では下流域は負イオンが崩壊して電子が現れている。イオン性プラズマが維持される V_{PG} の境界条件に、高エネルギー成分の存在が影響を与えることが明らかになった。

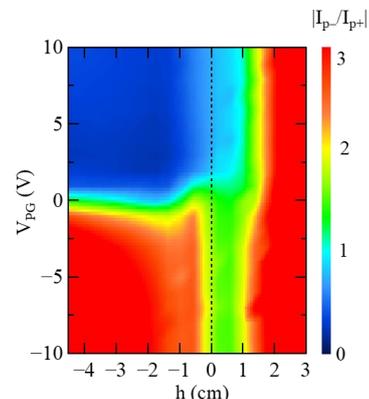


図 2: プローブ正負飽和電流比の空間分布。