

25aD17P

RF ヘリウムプラズマにおけるヘリウム原子の励起準位ポピュレーションバランス

Excited level population balance of helium atom in RF Plasma

木ノ脇慎平¹, 早川立起¹, 谷口秀夫¹, 松本展明¹, 澤田圭司¹, 後藤基志²
 Shinpei KINOWAKI¹, Ritsuki HAYAKAWA¹, Hideo TANIGUCHI¹, Nobuaki MATSUMOTO¹,
 Keiji SAWADA¹, Motoshi GOTO²

信大工¹, 核融合研²
 Shinshu Univ.¹, NIFS²

我々は、光吸収を考慮したヘリウム原子の衝突輻射モデルを開発している。このモデルを用いると複数のヘリウム原子発光線強度の計測値から、電子温度・密度、基底状態からの光吸収励起、準安定状態原子密度の各パラメータを決定することができる。これまで研究室のRFプラズマを用いてモデルの検証を行っており、電離プラズマについてモデルの有効性を確認した。本研究の目的は、RF放電装置により再結合プラズマを生成し、モデルの検証を行うことである。

装置は、図1のように、内径50mmのガラス管で構成されている。ガスの流入は装置右端より行い、内径5mmの絞りにより、高密度プラズマを生成するための低ガス圧の領域と再結合プラズマ生成を促す高ガス圧の領域を設置した。磁場により高密度プラズマを高ガス圧の領域に導き、中性ガスとの相互作用により再結合プラズマの生成を促した。低ガス圧部のハーフヘリカルアンテナに、13.56MHzの高周波電源により高周波電力1.5kWを印加し、ヘリウムプラズマを生成した。アンテナ部では、ガス圧を低下させるため、真下の位置で排気を行った。磁場は、プラズマ生成領域から高ガス圧領域にかけて0.02Tとした。

プラズマ計測には、380nm~800nmまでの波長範囲を同時計測可能なエシエル分光器を用いて発光線計測を行った。分光位置は、絞り右端から75mmの位置である。右端ガス圧を11.7Paとしたとき、高ガス圧領域において、図2のプラズマが生成された。

ガラス管径方向0.9cmのヘリウム原子発光線強度を、再結合プラズマを考慮したヘリウム原子衝突輻射モデルで解析したところ、電子温度0.22eV、電子密度 $1.58 \times 10^{13} \text{cm}^{-3}$ が得られた。計算と実験より得られたポピュレーションに対してボルツマンプロットしたものを図3に示す。

高励起準位の $6^1S, 6^1D, 7^1D, 6^3S, 6^3D$ では再結合プラズマ成分が支配的となった。

$3^1S, 3^1P, 3^1D, 4^1S, 4^1P, 4^1D, 3^3S, 3^3D, 4^3S, 4^3D$ のポピュレーションは、基底状態から $3^1P, 4^1P, 5^1P$ への光吸収励起に由来することがわかった。

学会では、再結合プラズマにおけるヘリウム原子の励起準位ポピュレーションバランスについて報告する。加えて、低電子密度、高電子密度の電離プラズマのポピュレーションバランスについても報告する予定である。

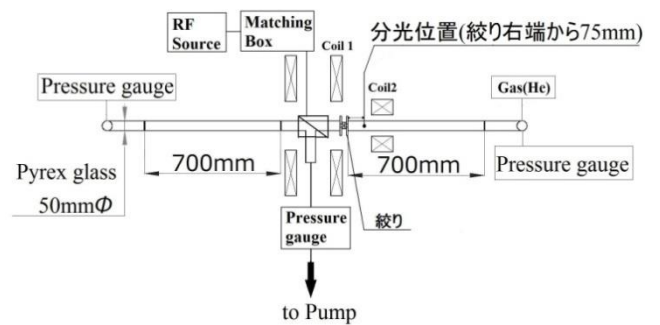


図1 信州大学 RF 放電装置図

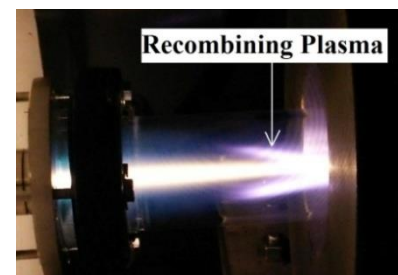


図2 観測されたプラズマ

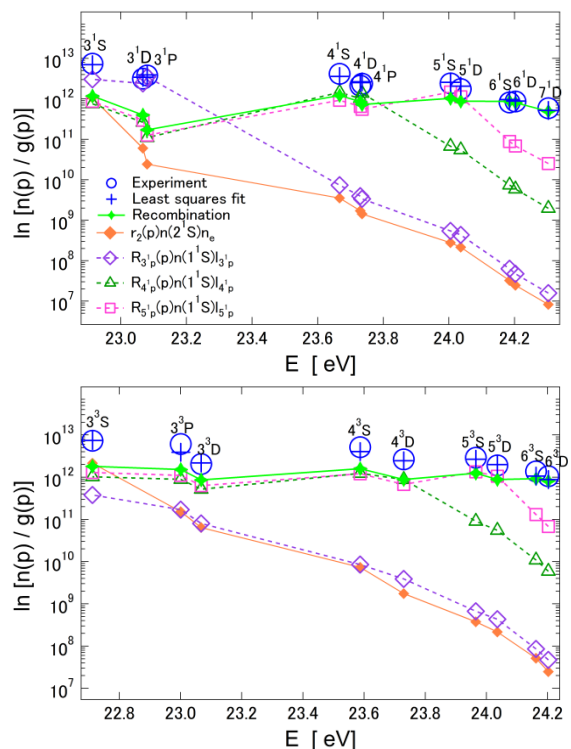


図3 ボルツマンプロット(上:シングレット 下:トリプレット)