

水素RFプラズマの分子発光線計測と 衝突輻射モデル・中性粒子輸送コードによる解析

Spectroscopic study of an RF hydrogen plasma using collisional radiative model
and neutral transport code

渥美翔太¹, 中山海峰¹, 澤田圭司¹, 長瀬英樹¹, 勝股峻也¹, 江角直道²
S. Atsumi¹, K. Nakayama¹, K. Sawada¹, H. Nagase¹, S. Katsumata¹, N. Ezumi²

¹信州大工, ²筑波大プラ研
¹Shinshu Univ., ²Univ. Tsukuba

1. はじめに

核融合非接触プラズマにおいて注目される分子活性化再結合の反応速度係数は、分子の振動・回転状態により何桁も変化することが知られている。また、非接触プラズマのエネルギーバランスにおいては、分子との衝突の際の振動・回転励起に伴う荷電粒子のエネルギー損失の考慮が必要である。これらのため、分子の振動・回転状態を扱う衝突輻射モデルと中性粒子輸送コードを開発中である。モデルの検証として、我々のRFプラズマで分子発光線を計測し、計算結果と比較した。今回は特に装置の壁材(ガラス, ステンレス, タングステン)と分子振動・回転密度との関連を調べた。

2. 実験装置

放電装置はガラス管およびステンレスチャンバーで構成されており、真空容器内をロータリーポンプおよびターボ分子ポンプで排気している。プラズマはガラス管に巻かれたハーフヘリカルアンテナに13.56 MHzの高周波電源より1500 Wを出力し生成した。また、核融合炉材であるステンレス, タングステン, 及び原子の再結合率が小さいとされるガラスの3種類をガラス管上部で取り換えて実験を行った。分光計測は壁材近傍を集光レンズで集光し光ファイバーを介してエシエル分光器で行った。Fig.1に分光位置を示す。

3. 計測結果

本研究では、電子温度、電子密度をヘリウム原子衝突輻射モデルより求めるためヘリウムを混合し放電を行った(水素分圧0.01 torr, ヘリウム分圧0.03 torr)。ヘリウム原子衝突輻射モデルより求めた電子温度、電子密度を水素分子衝突輻射モデルに与え、実験で得られた分子発光線の相対的な強度分布を再現するように

振動温度、回転温度を決定した。Fig.2に壁材をガラスにした際の分子発光線と水素分子衝突輻射モデルによる計算結果の比較を示す。実験の分子発光線を最も再現する振動温度、回転温度は7000 K, 600 Kであった。他の壁材でも同様にして振動温度、回転温度を決定した。学会では今回の結果と分子の振動状態、回転状態を区別して扱う中性粒子輸送コードの計算結果との比較について発表を行う予定である。

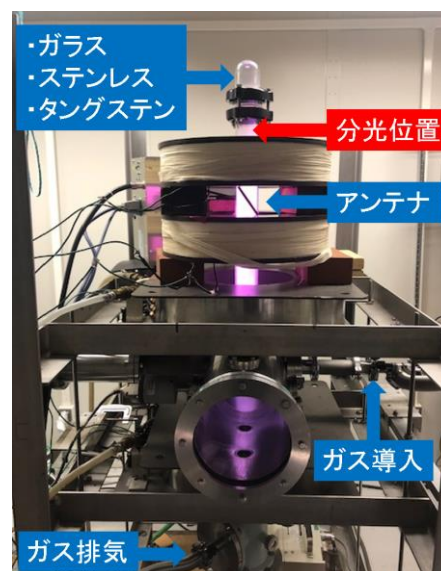


Fig.1 Experiment device

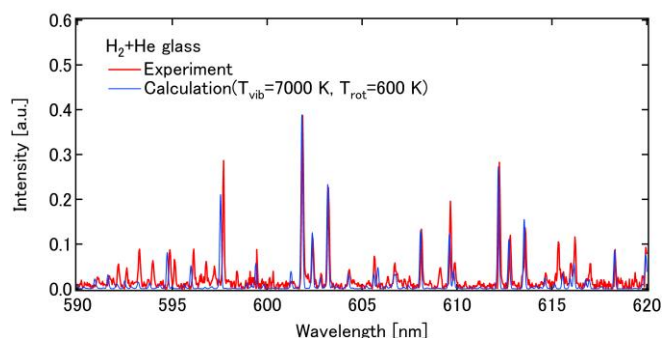


Fig.2 H spectra and calculation (glass)