

ダイバータプラズマ模擬実験装置における水素分子発光線解析

Analysis of Molecular Hydrogen Emission in Divertor Plasma Simulator

八代崇憲¹, 大野哲靖¹, 梶田信², 澤田圭司³Takanori YASHIRO¹, Noriyasu OHNO¹, Shin KAJITA², Keiji SAWADA³¹名大院工, ²名大エコトピア, ³信大院工¹Grad. Sch. Eng. Nagoya Univ., ²NTSI Nagoya Univ., ³Grad. Sch. Eng. Shinshu Univ.

国際熱核融合実験炉 ITER で採用が提案されている非接触ダイバータプラズマにおいては、プラズマと中性ガスとの相互作用によりプラズマを冷却し、ダイバータ板の熱・粒子負荷が低減することが期待されている。近年、非接触プラズマにおいて、振動励起した水素分子がプラズマの再結合を誘起する分子活性化再結合 (Molecular Activated/Associated Recombination : MAR) が見出され、水素分子の初期振動状態により反応速度係数が大きく異なることが報告された[1]。MAR の研究を進めるにあたって、水素分子の初期振動・回転分布の理解は重要である。本研究の目的は、水素プラズマの分光計測値と水素分子衝突輻射 (Collisional Radiative : CR) モデルの計算値を比較することで、水素分子ポピュレーションの振動・回転分布の調査を行うこと、およびポピュレーション流れを調査し、ポピュレーションの生成機構を理解することである。

本研究では名古屋大学所有の直線型ダイバータプラズマ模擬実験装置 NAGDIS-II を用いて水素プラズマ放電実験を行う。可視分光器により水素分子発光線の Fulcher- α 帯 ($d^3\Pi_u \rightarrow a^3\Sigma_g^+$) を分光計測し、水素分子 CR モデルと比較することでポピュレーション分布を調査する。ただし、Fulcher- α 帯において他の電子項の摂動による影響が少ないとされる Q-branch ($d^3\Pi_u^- \rightarrow a^3\Sigma_g^+; \Delta J=0$) を解析に用いる[2]。また、水素分子 CR モデルへ与える電子温度・電子密度は高速掃引単探針により計測する。求めるポピュレーションの振動・回転分布は $X^1\Sigma_g^+$ および $d^3\Pi_u^-$ であり、同時に振動・回転温度を評価する。水素分子 CR モデルにおけるポピュレーションの計算は準定常 (Quasi-Steady-State : QSS) 近似を適用せず、各準位に関して時間発展的に解き、最も実験値を再現する時間のポピュレーションを用いる。ポピュレーション流れは、水素分子 CR モデルで算出した反応速度係数を用いて計算する。電子基底状態 $X^1\Sigma_g^+(v=0, J=0-31)$ について各準位の流入と流出を調べ、ポピュレーション流れの理解を試みる。

本研究で使用した水素分子 CR モデルにおいて、これまでの研究では電子基底状態 $X^1\Sigma_g^+$ のポピュレーション分布が高い回転準位 J でボルツマン分布に従わない結果が得られてきた (Fig.1)。この具体的な解明には現在至っていないが、実験および文献との詳細な比較や、ポピュレーション流れの調査によって理解が進むことが期待される。

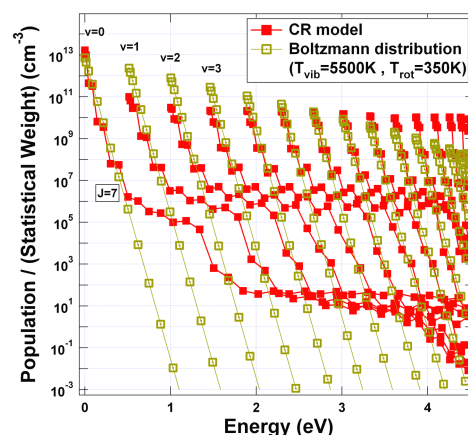


Fig.1 Population distribution.
($X^1\Sigma_g^+$)

[1] J. Horacek *et al.* Rate Coefficient for Low-Energy Electron Dissociative Attachment to Molecular Hydrogen (2003)

[2] Shinichiro KADO *et al.* Anomaly in the P- and R- Branches in the Spectra of Hydrogen Fulcher Band Emission J. Plasma Fusion Res. Vol.80, No.9 (2004) 783-792