

気液界面ヘリウム直流グロー大気圧プラズマにおけるクエンチング効果
および回転温度分布を考慮した OH ラジカル密度分布計測
Measurement of density distribution of OH radicals considering collisional
quenching and rotational temperature distribution in gas-liquid interface
helium dc glow atmospheric plasma

北大工 ○石亀 裕晃, 西山 修輔, 佐々木 浩一
Hokkaido Univ. H. Ishigame, S. Nishiyama, and K. Sasaki
E-mail: ishigame@athena.qe.eng.hokudai.ac.jp

研究背景および目的

気液界面プラズマ現象の基礎過程の解明を目的に、水面と針電極の間に形成されるヘリウム直流グロー放電プラズマの気相側における基底状態 OH ラジカル密度の空間分布をレーザー誘起蛍光法(LIF)によって測定する実験を行っている。大気圧プラズマにおける LIF 実験では、衝突クエンチングが LIF 強度に重大な影響を与える。また、LIF 信号はある回転準位にある OH ラジカル密度に比例するので、回転温度に空間分布がある場合、回転温度の空間分布を知らなければ基底状態 OH 密度分布を正しく求めることができない。以上のことから、衝突クエンチングの特性および回転温度分布を十分に調べておくことが OH ラジカル密度計測の定量性確保に不可欠である。本講演では、クエンチングの影響および回転温度の空間分布を考慮した OH 密度の空間分布計測について報告する。

実験方法

観測窓を有するアクリル製水槽の内部を濃度 1%の塩化ナトリウム水溶液で満たした。注射針を加工して作成した針電極からヘリウムを水面に向かって垂直に吹き付け、針電極を陽極・水面を陰極とする直流グロー放電プラズマを発生させた。水面と注射針の先端との間隔は 4 mm とした。プラズマにシート状に整形した波長 283.037 nm の OPO レーザーパルスを入射することにより、OH ラジカル $X^2\Pi(v''=0)$ を $A^2\Sigma^+(v'=1)$ に励起した。 $A^2\Sigma^+(v'=1)-X^2\Pi(v''=1)$ および振動準位間のエネルギー輸送の結果生じる $A^2\Sigma^+(v'=0)-X^2\Pi(v''=0)$ のレーザー誘起蛍光像を ICCD カメラにより撮影した。ICCD カメラのゲート幅を 40 ns とし、レーザーの照射時刻からの遅れ時間に対するレーザー誘起蛍光強度の時間変化を求め、クエンチング周波数 ν (s⁻¹) を求めた。また、さらに、OH ラジカルの基底状態 $X^2\Pi(v''=0)$ の $J''=4,6,7,9,10$ 回転線を始状態とする LIF 画像を撮影することによ

り、画像のすべてのピクセルにおいてボルツマンプロットを作成し、回転温度の空間分布を求めた。

実験結果および考察

ヘリウム流量 70 ccm, 放電電圧 4.8 kV, 放電電流 40 mA の放電条件において得られた OH ラジカルの $X^2\Pi(v''=0, J''=4)$ を始状態とした LIF 画像を Fig. 1(a)に示し、クエンチングおよび回転温度分布の影響を考慮して求めた基底状態 OH ラジカルの密度分布を Fig.1(b)に示す。これらの画像より、クエンチングおよび回転温度分布を考慮すると、OH ラジカルが特に多く分布している領域が水面付近に近づくことがわかった。この結果から、大気圧プラズマの LIF 測定においてクエンチングおよび回転温度分布を考慮することが重要であると言える。また、気液界面プラズマでは水面付近に特に多く OH ラジカルが存在していることから、OH ラジカルが気相側から液相側に輸送される可能性が考えられる。今後は、液相における OH ラジカルの挙動について調べていく必要がある。

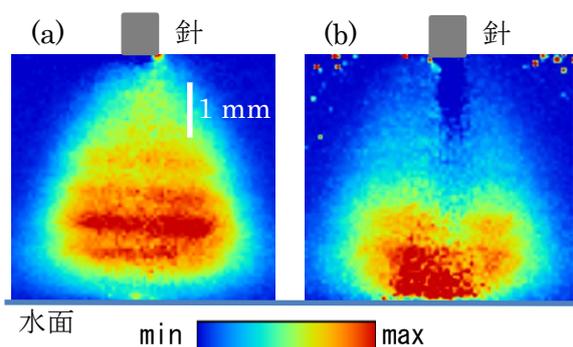


Fig. 1 (a) LIF image of OH excited from $X^2\Pi(v''=0, J''=4)$ and (b) density distribution of ground-state OH radicals. (b) was obtained by considering collisional quenching and rotational temperature.