

液体電極を用いた大気圧直流グロー放電におけるルミノールの発光強度と 液相の OH 生成レートとの相関

Correlation between luminol emission intensity and liquid-phase OH production rate in atmospheric-pressure DC glow discharge using a liquid electrode

北大工 °(M1)菊地 嶺王, 稲垣 慶修, 佐々木 浩一, 白井 直機

Hokkaido Univ., °R. Kikuchi, Y. Inagaki, K. Sasaki and N. Shirai

E-mail: kikuchi.reo.f9@elms.hokudai.ac.jp

【はじめに】

大気圧プラズマ液体相互作用の応用において重要な OH ラジカルは、気相から液相に輸送されて様々な化学反応を誘起すると考えられているが、液相内での密度分布を測定する方法がない。これまで液相における OH ラジカルの新たな検出法としてルミノール化学発光に着目した。ルミノールは液中で O_2^- と反応して発光を生じるが、液中では OH が O_2^- に変換されることから、音響化学の分野では OH の検出法として利用されている。ルミノール化学発光では既存の化学プローブ法と違い、リアルタイムでの OH の密度分布を推定できる利点がある。本研究では液体電極を用いた直流グロー放電において、化学プローブ法を用いた OH の生成レートとルミノール化学発光の相関について調査した。

【実験方法】

実験装置を図 1 に示す。金属ノズル電極と液体電極を用いた大気圧グロー放電を用い、液体電極の極性を陽極、陰極としてそれぞれ実験を行った。大気圧空气中で安定したプラズマを生成するために、ヘリウムガス流をノズル電極から噴出している。溶液には濃度 1mM のルミノール溶液を用い、図 1 のようにして化学発光強度を測定した[1]。化学プローブ法の実験では溶液に 100 mM のテレフタル酸 (TA) 溶液を用いた。TA との反応が OH の主な損失過程と仮定できるとき、プラズマ照射によるヒドロキシテレフタル酸 (HTA) の生成レートは OH の生成レートと一致することが知られている [2]波長 310nm の LED 光の照射によって誘起される蛍光の強度を測定することにより、HTA の濃度を求めた。TA 溶液にある時間プラズマを照射し、照射時間と HTA 濃度との間の比例関係を確認した上で、HTA の生成レートを求めた。

【実験結果と考察】

図 2 にプラズマ照射中のルミノール化学発光強度と HTA の生成レートの相関を示す。HTA 強度、ルミノール発光強度共に液体陰極放電の方が液体陽極放電よりも高く、電流の増加とともに両強度は増加する。液体陰極放電では発光強度は OH の生成レートの 2 乗に比例しているが、これは化学発光の反応経路

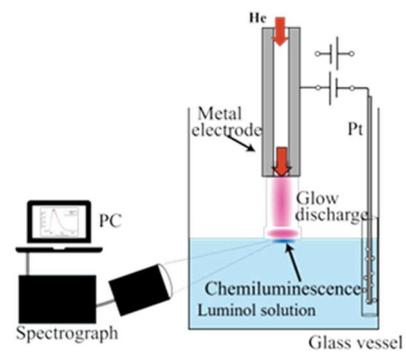


図 1 ルミノール化学発光の計測図

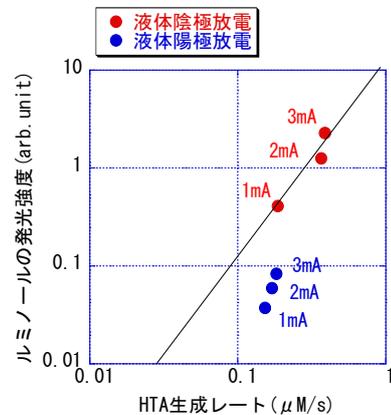


図 2 HTA の生成レートとルミノール化学発光強度の相関

と反応レートを考慮すると妥当であり、ルミノールの発光強度は OH の生成レートを表すと考えられる [3]。一方液体陽極放電では水和電子のような OH 以外のものが原因であると考えられる。

参考文献

- [1] N. Shirai et al., J. Phys. D 52 39LT02 (2019)
- [2] S. Sasaki et al., J. Phys. D: Appl. Phys. 55 295203 (2022)
- [3] G. Merenyi et al., J. Bio and Chem Vol5 53-56(1990)