

高速液流導入大気圧プラズマを用いた液相OHラジカルの時空間分布測定

Measurement of Time-Space Distribution of OH Radical

in High-speed Liquid Flow Passing through Atmospheric-pressure Plasma

東北大院工

○佐々木 渉太, 羅 文承, 本田 竜介, 高島 圭介, 金子 俊郎

Grad. Sch. of Eng., Tohoku Univ.

○Shota Sasaki, Wencheng Luo, Ryosuke Honda, Keisuke Takashima, Toshiro Kaneko

E-mail: s.sasaki@tohoku.ac.jp

近年, 非平衡大気圧プラズマを用いた生命科学分野への応用が急速に進んでいる. 多くの場合, 液体接触プラズマが用いられ, 液中の細胞や生体組織に対して供給する活性種が重要な作用因子だとされている. プラズマ生成液中活性種は, 数値計算により数十種類以上にも及ぶと予測されているが, 1 秒より長い時間スケールで残存生成物 (H_2O_2 , NO_2^- , NO_3^-) を観測し, 惹起される細胞応答との相関を議論しているのが現状である. 一方, 筆者らのこれまで実験は, 細胞 Ca^{2+} 応答や高効率遺伝子・薬剤導入を惹起する作用因子が, それら残存生成物ではなく, 1 秒以内に失活する短寿命活性種 ($\cdot\text{OH}$ 等) であることを強く示唆している [1]. しかし, プラズマ生成液中短寿命活性種の時空間分布に関する知見は乏しく, 応用に向けて大きな障害となっている. そこで, 筆者らはプラズマ中を高速に通過する液流を導入することで, $\cdot\text{OH}$ 濃度の高時間分解計測に世界で初めて成功し, 得られた $\cdot\text{OH}$ 減衰を説明可能な時空間分布を示す反応拡散モデルを構築したので報告する.

図 1 に示すように, 大気圧ヘリウムプラズマ中へ高速液流 ($v \sim 12.6 \text{ m/s}$) を導入し, 下流側で位置制御された試薬注入口から, $\cdot\text{OH}$ の検出試薬であるテレフタル酸を注入する. 流れ方向空間分布と時間発展を同一視することで ($\Delta t = \Delta z/v$, $\Delta z = 1 \text{ mm} \Rightarrow \Delta t \sim 80 \mu\text{s}$), 高時間分解測定が可能になる.

図 2 に, $\cdot\text{OH}$ 濃度に対応するヒドロキシテレフタル酸(HTA)生成量の試薬注入距離 (d_g) 依存性を示す. $\cdot\text{OH}$ 濃度は, 試薬注入距離 (時間経過) の増加に伴い, 急速に減衰していく様子が観測された. この $\cdot\text{OH}$ 減衰は, 水平 (ξ) 方向の一様分布を仮定したシミュレーション結果に比べて非常に速く, プラズマ側から一定の $\cdot\text{OH}$ 流束 (Γ_{OH}) を仮定した表面局在の場合と良い一致を示した. 講演では, 反応拡散モデルの構築と $\cdot\text{OH}$ 流束の影響等をより詳細に議論する.

[1] S. Sasaki, et al., *Plasma Process. Polym.* **15** (2018) e1700077.

※本研究の一部は, 科研費基盤Aおよび名古屋大学低温プラズマ科学研究センター共同利用・共同研究の支援により実施された.

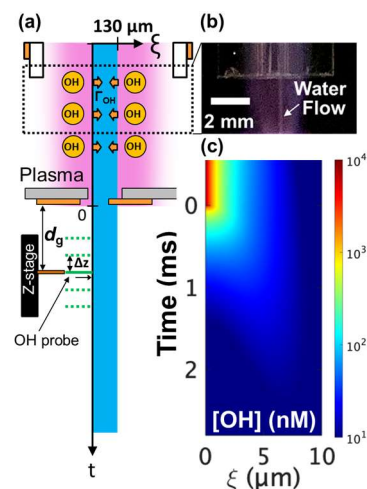


図 1: 高速液流導入プラズマの (a) 構成と (b) 写真. (c) 液流中 OH 分布のシミュレーション結果.

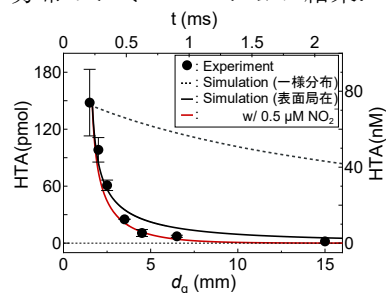


図 2: HTA 生成量の試薬注入距離 (d_g) 依存性.