

高速液流導入大気圧プラズマが明らかにする液相 $\cdot\text{OH}$ の表面局在

Surface-localized Liquid-phase OH Radical Revealed by

High-speed Liquid Flow Passing through Atmospheric-pressure Plasma

東北大院工

○武田 一希, 佐々木 渉太, 本田 竜介, 高島 圭介, 金子 俊郎

Grad. Sch. of Eng., Tohoku Univ.

○Kazuki Takeda, Shota Sasaki, Ryosuke Honda, Keisuke Takashima, Toshiro Kaneko

E-mail: takeda.kazuki.t5@dc.tohoku.ac.jp

近年, 生命科学分野における非平衡大気圧プラズマの応用研究が注目されている. 一般的には液体接触プラズマが用いられ, 液中の生体組織に対して供給する活性種が重要な作用因子とされている. 数値計算の結果, プラズマが生成する液相活性種は数十種類以上にも及ぶとされているが, 現状では1秒よりも長い時間スケールで数種類の残存生成物 (H_2O_2 , NO_2^- , NO_3^-) を測定し, 惹起される細胞応答との相関を議論する段階にある. 一方, 筆者らのこれまでの実験は, 細胞 Ca^{2+} 応答や高効率の遺伝子・薬剤導入を惹起する作用因子は, 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であることを示唆している[1]. 従って, 液体接触プラズマの応用を推進していくためには, 液相短寿命活性種の時空間分布に関する知見が非常に重要である. 今回, 筆者らは大気圧プラズマ中を通過する高速液流を用いる事で, 液相 $\cdot\text{OH}$ の高時間分解計測を試みた. また, 得られた活性種濃度の減衰を説明可能な反応拡散モデルを構築したので報告する.

図1に高速液流導入プラズマの構成を示す. 大気圧ヘリウムプラズマ中へ高速液流 ($v \approx 12.6 \text{ m/s}$) を導入し, 下流側においては位置制御された試薬注入口から, $\cdot\text{OH}$ の検出試薬としてテレフタル酸を注入する. 以上の系により, 流れ方向の空間分布と時間発展を同一視 ($\Delta t = \Delta z/v$, $\Delta z = 1 \text{ mm} \Rightarrow \Delta t \approx 80 \mu\text{s}$) でき, 高時間分解測定が実現可能となる.

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) の増加に伴って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, $\cdot\text{OH}$ 流束の影響や液中化学反応の検討について詳細に述べる.

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

[2] S. Sasaki *et al.*, *Plasma Process. Polym.* (2020) e1900257.

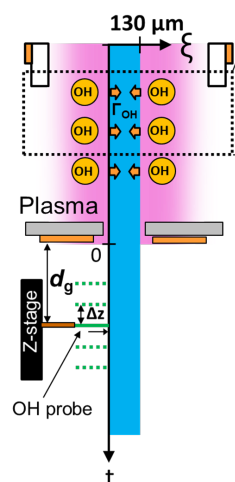


図1:高速液流導入プラズマの構成

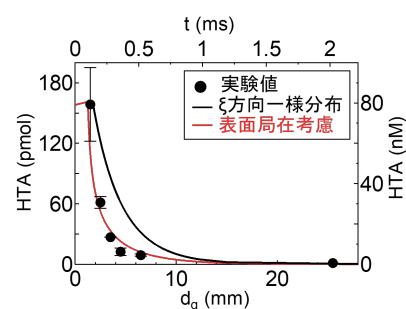


図2:HTA 生成量の試薬注入距離 (d_g) 依存性