

# プラズマ-高速液流システムによる短寿命活性窒素種の実験検出

## Experimental Detection of Short-Lived Reactive Nitrogen Species Using Plasma-Exposed High-Speed Liquid Flow

東北大院工

○武田 一希, 佐々木 渉太, 高島 圭介, 金子 俊郎

Grad. Sch. of Eng., Tohoku Univ.

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

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

近年, 非平衡大気圧プラズマ (APP) の応用研究が幅広い分野で盛んに行われている. 多くの応用で, プラズマ-液体界面の特異な反応場が利用されており, 中でもプラズマ照射で作られる短寿命な活性酸素・窒素種 (RONS) の作用効果は特に重要視されている. しかし, 高い反応性と界面偏在性を有する短寿命RONSはこれまで実験観測至難であり, 安定な最終生成物の実験計測やモデル計算から時空間的な挙動を予測する他ない状況であった. これまで筆者らは, 短寿命RONSの実験検出かつ数値モデルとの比較議論が容易なプラズマ-高速液流システムを構築し, 高時間分解能 ( $\sim 80 \mu\text{s}$ ) で  $1 \text{ ms}$  以下の寿命を有する液中 $\cdot\text{OH}$ 減衰の実験計測に成功した<sup>[1]</sup>. 今回は $\cdot\text{OH}$ 以外の短寿命RONS検出を試みたのでその結果について報告する.

図 1 にプラズマ-高速液流システムを示す.  $\text{He}/0.5\% \text{ N}_2$  流に対して高電圧を印加し APP を生成する. このプラズマ中へ高速水流 ( $\sim 12.6 \text{ m/s}$ ) を射出導入し, 下流側では位置 ( $d_g$ ) 制御された試薬注入口から, 短寿命 RNS 捕捉剤として p-ヒドロキシフェニル酢酸 (p-HPA) を注入する. この時, p-HPA は混合部で直ちに短寿命 RNS を捕捉すると仮定した. また, 短寿命 RNS が捕捉された分だけ, 最終生成物  $\text{NO}_3^-$  や  $\text{NO}_2^-$  の蓄積濃度が減少すると考えた.

図 2(a) に, 液流回収後に測定された  $\text{NO}_2^-$  濃度の p-HPA の注入距離依存性を示す. プラズマ照射からの経過時間に相当する  $d_g$  を短くすると,  $\text{NO}_2^-$  濃度が減少していくことから,  $\text{NO}_2^-$  前駆体である短寿命 RNS を捕捉できていると考えられる.  $\text{NO}_2^-$  濃度の差分から見積もった  $\text{NO}_2^-$  前駆体濃度を図 2(b) に示す. この  $\text{NO}_2^-$  前駆体濃度の半減期は  $2 \sim 3 \text{ ms}$  であり,  $\cdot\text{OH}$  の半減期 ( $\sim 0.1 \text{ ms}$ ) より明らかに長いことが示された. 講演では, 捕捉効率や  $\text{NO}_2^-$  前駆体の具体的な候補なども含め, 詳細に述べる.

[1] K. Takeda *et al.*, Appl. Phys. Express **14**, 056001 (2021).

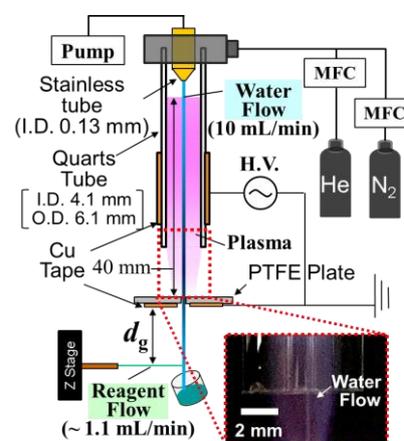


図 1 プラズマ-高速液流システム概要

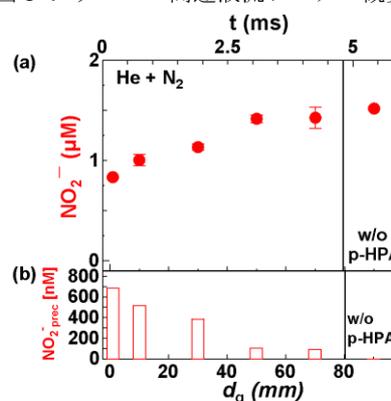


図 2 (a) 蓄積  $\text{NO}_2^-$  濃度の  $d_g$  依存性 (b)  $\text{NO}_2^-$  前駆体濃度の  $d_g$  依存性