

空気誘電体バリア放電プラズマによる五酸化二窒素の選択生成

Selective Dinitrogen Pentoxide Production with Air Dielectric Barrier Discharge Plasma

東北大院工

高島 圭介, 佐々木 渉太, 金子 俊郎

Grad. Sch. of Eng., Tohoku Univ.

Keisuke Takashima, Shota Sasaki, Toshiro Kaneko

E-mail: takashima@ecei.tohoku.ac.jp

近年, 低温で活性酸素・窒素種をその場で供給できる非平衡大気圧プラズマを用いた医療・農業応用, 空気と 1W 程度の電力で窒素を解離できる空気プラズマを用いた, 窒素肥料や窒素化合物を合成するプラズマ窒素固定など, 空気由来の活性種を電力のみで合成するプラズマ技術への期待が高まっている. 空気プラズマは数多くの活性種を生成するが, 高純度ガスとして入手可能な NO , NO_2 , N_2O や O_3 以外では, 高選択合成は実現されていない. 一方我々はこれまでに, 空気プラズマが生成する五酸化二窒素 (N_2O_5) が, 微量でも噴霧された液中での反応を支配する可能性を示しており[1], N_2O_5 は重要な空気プラズマ生成活性種であると考えている. そこで, 従来その組成比の制御性が乏しかった N_2O_5 を, (A) 10 倍以上の選択比で供給, (B) 同程度の密度の O_3 や NO_2 との混合気として供給, または (C) O_3 か NO/NO_2 を供給することを, 空気のみを原料として電氣的制御で選択できる活性種選択供給プラズマ源を新たに開発したので報告する[2].

本研究では, 誘電体バリア放電 (DBD) 中の空気の温度が高い高温 DBD プラズマと, 低温 DBD プラズマを独立に運転し, それぞれ NO/NO_2 と O_3 を選択的に生成し, NO/NO_2 の O_3 による酸化メカニズム[1]を利用し N_2O_5 を気相で連続合成する. FTIR による観測から, 空気の十分な乾燥と十分な反応時間 t_{mix} の確保により N_2O_5 の選択合成が可能であることが明らかとなった(図 2).

この NO/NO_2 と O_3 の反応により N_2O_5 が生成される過程(図 1)から, $\text{NO}/\text{NO}_2/\text{N}_2\text{O}_5$ の化学量論的保存は成立する一方, O_3 の減少が比して急激であった. この反応過程は, プラズマ科学や大気科学分野で頻りに用いられる, 26 の N_2O_5 関連反応の 0 次元モデルでは予測困難である一方, O_3 濃度が高い時に N_2O_5 が触媒的に分解する反応を加味すると実験と良い一致が得られ, プラズマ生成活性種中で N_2O_5 を高濃度で選択合成するために重要な反応過程である可能性が示唆された. 詳細は講演にて議論する.

[1] Y. Kimura, K. Takashima, S. Sasaki, and T. Kaneko, *J. Phys. D: Appl. Phys.* **52** (2019) 064003.

[2] S. Sasaki, K. Takashima, and T. Kaneko, *Ind. Eng. Chem. Res.* (2020) DOI: [10.1021/acs.iecr.0c04915](https://doi.org/10.1021/acs.iecr.0c04915).

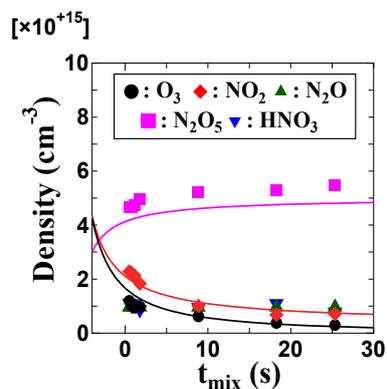


図 1: 活性種組成の時間依存.

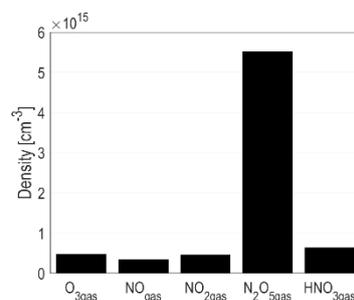


図 2: 主な活性種組成.