

窒素/水素プラズマ反応場解明に向けた基礎検討

Fundamental Study for Elucidation of Chemical Reaction System in Nitrogen/Hydrogen Plasma

東北大工¹, 東北大院工²

○西森 貴太¹, 佐々木 渉太², 金子 俊郎²

Sch. of Eng., Tohoku Univ.¹, Grad. Sch. of Eng., Tohoku Univ.

○Kanta Nishimori¹, Shota Sasaki², and Toshiro Kaneko²

E-mail: nishimori.kanta.r8@dc.tohoku.ac.jp

大気圧プラズマ技術は、身近にある窒素 (N_2)・酸素 (O_2)・水 (H_2O) を原料として、所望の活性種 ($H_xN_yO_z$) を電気的にその場合成することが可能であり、持続可能な分散型アプリケーションとして機能することから、近年大きな注目を集めている。これまで我々の研究グループは、乾燥空気プラズマ反応場に焦点を当て理解することによって、窒素と酸素から成る活性種 (N_yO_z) の制御合成に成功してきた。例えば、空気から五酸化二窒素 (N_2O_5) を選択合成することに初めて成功しており [1], 近年では三酸化窒素(NO_3)の高密度 (ppm オーダー) 合成にも成功している [2]。一方で、酸素が多く含まれる反応場では、N ラジカルが最初に酸素に反応捕捉されてしまうことによって、 N_yO_z の反応系に帰着せざるを得ず、 N_yO_z 以外の活性種合成が困難であるという課題があった。更なる $H_xN_yO_z$ 合成制御性の向上を狙うためには、酸素フリー環境下での反応場の理解が必要不可欠である。そこで、本研究では、窒素と水素から成る活性種 (H_xN_y) の反応場を理解することを目的として、窒素水素混合プラズマを生成し、安定合成された H_xN_y の定量評価を行った。

本実験では窒素+水素ガスを使用し、 H_xN_y 種の中で、盛んに研究が行われているアンモニア (NH_3) の合成に焦点を置いた。図 1 で示す反応器内でプラズマ合成した活性種について、フーリエ変換赤外吸収分光法 (FT-IR) で吸収スペクトルを測定し、光吸収断面積の理論値でフィッティングすることで、図 2 で示す FT-IR スペクトルが確認できる。実験の結果から、アンモニア密度は電力・温度・水素比率の増加に対して概ね線形に増加することを確認した。講演では水素比率を更に変化させた際の、 NH_3 密度の評価と反応機構について議論する。

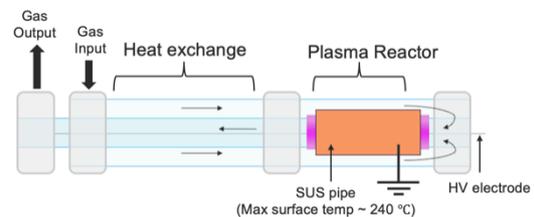


図 1: N_2/H_2 プラズマ反応器。

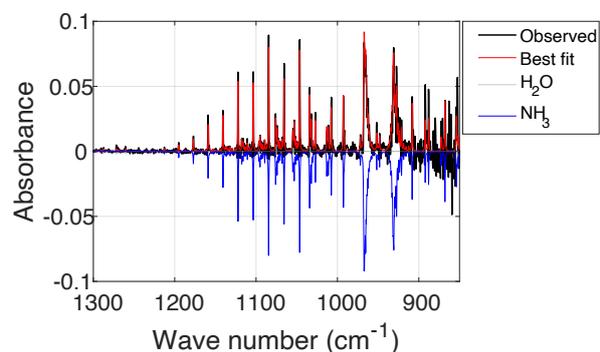


図 2: 典型的な FT-IR スペクトル。個別の活性種の分解スペクトルを負の値としてプロット。

[1] S. Sasaki, K. Takashima and T. Kaneko, Ind. Eng. Chem. Res. **60** 798 (2021).

[2] 川野翔平, 佐々木渉太, 高島圭介, 金子俊郎, 第 85 回秋季応用物理学会, 20p-A32-8, (2024).