

新たな生産プロセス構築のための電子やイオン等の能動的制御による革新的反応技術の創出

2019年度採択研究代表者

2022年度
年次報告書

野崎 智洋

東京工業大学 工学院
教授

非平衡プラズマを基盤とした電子駆動触媒反応の創成

主たる共同研究者:

金 賢夏 (産業技術総合研究所 環境創生研究部門 研究グループ長)
高草木 達 (北海道大学 触媒科学研究所 准教授)

研究成果の概要

二酸化炭素はプラズマによって曲げ振動励起することで炭酸塩、ホルメートの生成を促進する。さらに、水素を活性化すると金属及び金属・単体界面への水素吸着量が増大し、中間生成物(ホルメートなど)の水素アシスト分解が促進されることを明らかにした。この成果は広く応用することが可能で、企業との共同研究による要請から常温で CO₂ メタネーションを駆動するオートメタネーション反応に応用している。さらに、グリーン水素を用いない炭素固定技術として CO からカーボンブラックを合成する反応を開拓し、領域内共同研究(生越グループ・仁科研究室)として二次電池電極材料としての応用研究を実施している。プラズマを用いるとカーボン・ナノコイルが合成され、市販されているカーボンブラックよりも優れた充放電特性を示すことが示された。昨今の低炭素技術への関心の高さから、プラズマ触媒による CO₂ 転換技術は多方面から興味を集めており当該テーマは継続して実施する。

プラズマ有機合成に関する研究では、野崎グループと垣内グループの共同研究により、振動励起 CO₂ 及び CO を使った新規有機合成プロセスを立ち上げている。野崎グループはプラズマ発生技術を提供し、有機合成反応は垣内グループで実施している。白井グループはプラズマ・溶媒界面反応(バッチ処理)を利用してベンゼンからフェノールの直接合成に成功しているが、跡部グループ・永木研究室との共同研究によりプラズマを用いたフローリアクターへ展開し、プラズマが溶媒と接する界面現象の解明とともに、新規プラズマ有機合成反応の探索を高草木グループのリードにより開始した。金グループは空気と水を原料として窒素酸化物を生成するプラズマ合成プロセスを開拓した。固体触媒を併用することで選択性、収率の向上を目指す。そのための基礎研究として、佐々木グループと高草木グループは原子窒素と振動励起窒素の反応促進効果を解明している。

【代表的な原著論文情報】

1. Ayman A Abdelaziz, Yoshiyuki Teramoto, Tomohiro Nozaki, Hyun-Ha Kim, Toward Reducing the Energy Cost of NO_x Formation in a Spark Discharge Reactor through Pinpointing Its Mechanism, *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, **11**(10), 4106-4118, 2022.
2. Ayman A. Abdelaziz, Yoshiyuki Teramoto, Tomohiro Nozaki, Hyun-Ha Kim: *Operando* Infrared Imaging of Ozone-Assisted Catalysis for High-Throughput Screening of Catalytic Activity, *Applied Catalysis A: General*, **644**, 118843(8pp), 2022.
3. Dae-Yeong Kim, Hyungwon Ham, Xiaozhong Chen, Shuai Liu, Haoran Xu, Bang Lu, Shinya Furukawa, Hyun-Ha Kim, Satoru Takakusagi, Koichi Sasaki, Tomohiro Nozaki: Cooperative catalysis of vibrationally-excited CO₂ and alloy catalyst breaks the thermodynamic equilibrium limitation, *Journal of the American Chemical Society*, **144**, 14140–14149, 2022.