

Industrial Catalyst News

触媒学会工業触媒研究会

電気化学と固体イオニクス、触媒化学の融合

1. 概略

電気化学と固体イオニクス、触媒化学の融合が期待されている。CCSにより回収したCO₂の電気化学+触媒化学によるCOへの還元は、国内ではあまり人気がないが、2016年だけでもNatureやScienceに多く取り上げられてきている。逆に言うところの程度でこれらの雑誌に掲載されるのか、という驚きも感じる。一方で国内では、電気化学と固体イオニクス、触媒化学の融合に関して、JSTから戦略プロポーザルが出されている。今後、中温域での電気化学や、新たな固体イオニクスの出現、電界による反応制御などが注目される。以下詳細をお伝えする。

2. 具体例

イリノイ大のM. Asadiらは、イオン液体中において遷移金属ジカルコゲナイドナノアーキテクチャ（とくにWSe₂）を触媒に用いたCO₂のCOへの触媒電気化学的転換を報告している。この際に、COへのファラデー効率が24%、54ミリボルトの低い過電圧で0.28/秒のCOへのTOFを示した。また、この触媒を用いて、アーティフィシャルリーフと組み合わせ、外部の潜在力がない状態で水を同時に酸化させることにも成功した。

また、トロント大のM. Liuらは、ナノ構造を有する電極を用いて、低い過電圧で、局所電界を用いて電解質カチオンを集中させ、触媒近傍のCO₂濃度を局所的に高めることで反

応を速やかに進めることが可能なことを示した。

スペインのA.C. Aragonèsらは、反応場に電場を印加することで、ディールス・アルダー反応においてC-C結合の生成が促進されることを示した（A. C. Aragonèsほか、*Nature*, 531, 88(2016)）。共役ジエンとアルケンが反応して環状分子を与える付加環化反応において、アルケンとして架橋構造を持つ分子を、共役ジエンとしてフランを用いた。この際に、反応過程における遷移状態の安定性が電場によって制御できた。電場により反応場にポテンシャルの傾斜がかかると、その傾斜に反するような電荷の偏りを持った従来は不安定な遷移状態も安定に存在することが可能となり、反応の活性化エネルギーが減少し電場を印加しない場合と比べて反応が大幅に進行した。

参考文献

- JST 戦略プロポーザル、反応プロセス革新～イオンと電子の制御による中低温域の革新的な化学反応～、CRDS-FY2014-SP-05、2015/3
- M. Asadi *et al.*, Nanostructured transition metal dichalcogenide electrocatalysts for CO₂ reduction in ionic liquid, *Science*, **353**, p.467, 2016.
- M. Liu *et al.*, Enhanced electrocatalytic CO₂ reduction via field-induced reagent concentration, *Nature*, **537**, p.382, 2016.
- A.C. Aragonès *et al.*, Electrostatic catalysis of a Diels–Alder reaction, *Nature*, **531**, p.88, 2016.