

Industrial Catalyst News

触媒学会工業触媒研究会

プラズマはCO₂削減の切り札になるか？

プラズマを反応場とした化学反応プロセスは反応の開始、停止が容易であり、熱力学的に不利な反応であるCO₂の分解(CO₂ → CO + 1/2O₂)を進行させられるため、太陽光や風力発電など再生可能エネルギーからの発電の際に余剰電力を速やかに資源物質に変換する技術として期待される。CO₂分解反応にはマイクロ波誘導プラズマが有効であり、触媒との複合化によりCO₂分解効率が向上することが報告されている¹⁾。また、年産2000トンのCOをCO₂分解により生産するプラントを設計するためのコスト試算が行われており、今後改良が必要な要素技術として、CO₂分解率の向上のみでなく、CO生成ガスからの分離精製過程が重要と結論付けられている²⁾。

電気分解で生成する水素によるCO₂のメタネーション(CO₂ + 4H₂ → CH₄ + 2H₂O)も電力エネルギーの化学エネルギー変換方法として経済的にも有力と見なされている³⁾。同反応については低温プラズマの一種である誘電体バリヤ放電(Dielectric Barrier Discharge: DBD)と触媒の複合リアクタが検討されており、Ni担持触媒を用いると100°C程度の低温条件で反応が進行する。ゼオライトにNiを担持し、さらにCeを添加すると高いメタンの転化率と選択率が得られることが報告されている⁴⁾。

CO₂、CH₄からの合成ガス生成反応、即ちメタンのドライリフォーミングについてもDBD-触媒複合システムの有効性が示されており、

熱化学反応に比べて低温条件で反応が進行し、コーキングの抑制に効果がある。一方、CO₂、CH₄からの直接酢酸合成(CH₄ + CO₂ → CH₃COOH ΔG_{298K}=71.17 kJ mol⁻¹)は原子の変換効率が100%となるため資源有効利用の観点から重要であるが、熱力学的に不利な反応である。リバプール大学の研究グループは、水を電極とした新しい形のプラズマ反応器を用いることでCO₂、CH₄から酢酸、メタノール、エタノール、ホルムアルデヒドへのワンステップ合成に成功している⁵⁾。選択率が50%で酢酸が生成し、触媒の種類を変えることで選択性が変わり、例えばPt担持触媒ではホルムアルデヒド選択率が向上する。プラズマ反応で生成するCH₃などのラジカル種の反応性が触媒表面で変化することが示唆され、触媒の最適化により選択性を制御できるものと期待される。

文献

- 1) C. Chen *et al.*, Appl. Catal. B, 2017, 214, 114.
- 2) G.J. van Rooji *et al.*, Plasma Phys. Control. Fusion, 2018, 60, 014019.
- 3) J. Guilera *et al.*, Energ. Convers. Manage., 2018, 162, 218.
- 4) M.C. Bacariza *et al.*, Journal of CO₂ Utilization, 2018, 26, 202.
- 5) L. Wang *et al.*, Angew. Chem. Int. edit., 2017, 56, 13679.

文責 九州大学 永長 久寛