

プラズマ中の反応種生成が CO₂ のメタン化へ与える影響

Effect of reactive species generated in plasma on the methanation of CO₂

大阪大学¹, 九州大学², °都甲 将¹, 出口 雅志², 長谷川 大樹²,

鎌滝 晋礼², 古閑 一憲², 白谷 正治²

Osaka Univ.¹, Kyushu Univ.², °Susumu Toko¹, Masashi Ideguchi², Taiki Hasegawa²,

Kunihiro Kamataki², Kazunori Koga², Masaharu Shiratani²

E-mail: susumu.toko@jwri.osaka-u.ac.jp

CO₂ のメタン化技術における最大の課題は、反応促進に 200 度以上の高温を必要とし、化学反応の促進に利用する触媒が過熱によって失活することである[1]。したがって、より低温でのプロセスを実現することが本技術の確立にあたって必須である。

プロセスの低温化を可能とするプラズマ触媒反応は、本課題の解決の鍵となりうる。我々の研究では、ヘリコンプラズマを使って室温で CO₂ 変換率 90%、CH₄ 選択率 35% を達成した[2]。

本研究では、容量結合プラズマ装置を用いて、プラズマ触媒反応においてメタン選択率を向上させる条件の探索指針の構築を目的として、メタン生成に関わる反応種の生成と衝突という観点から、放電電力、プロセス圧力それぞれがメタン選択率に与える影響について調査した。

実験は、平衡平板型容量結合プラズマ装置を用いて行った。電極間距離は 6 mm、電極の形状は直径 5 cm の円盤である。電極には触媒として Cu を用いた。ガス供給は H₂ を 6 sccm、CO₂ を 1 sccm で一定とし、圧力は 750 Pa、供給電力は 50 W~150 W の範囲で変化させた。ガス組成の測定には四重極質量分析計を使用し、触媒温度の測定には熱電対を用いた。

図 1 は放電電力をパラメータとしたときの CH₄ 選択率のアレニウスプロットを示したものである。一般的な触媒反応において、選択率はアレニウス則に従わないが、本研究におけるプラズマ触媒反応では選択率は温度の逆数とよく相関している。その傾きから求めた活性化エネルギーは放電電力によってほとんど変わらず、約 8 kJ/mol であったが、頻度因子は変化した。これらの結果は、
1. CO₂ がプラズマ中で分解され、CH₄ が触媒表面で生成された、
2. CH₄ 生成に使われる反応種量が増加した、
3. イオン衝撃によるエネルギー供給量が増加した、
といった要因に起因していると考えられる。詳しい議論は講演で電力のほかに圧力をパラメータとしたときの結果と合わせて行う。

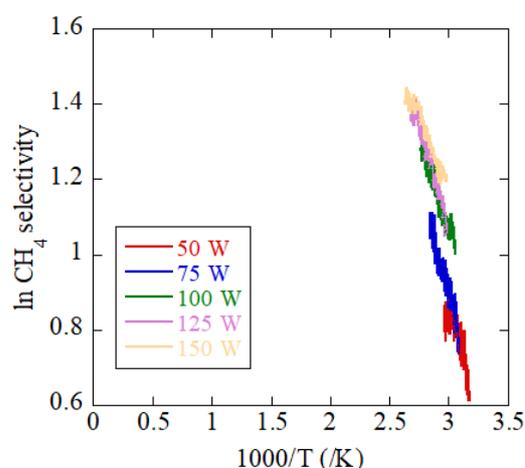


図 1. CH₄ 選択率のアレニウスプロット

[1] S. Ewald, et al., Applied Catalysis A: General, **570** (2017) 376.

[2] S. Toko, et al., Sci. Adv. Mater. **10** (2018) 655.