

プラズマ-触媒併用型二酸化炭素メタン変換 における律速段階

Rate-limiting steps

in plasma-catalytic methanation process of CO₂

九州大学, 都甲 将, 谷田 知史, 山本 瑛久, 古閑 一憲, 白谷 正治

Kyushu Univ., Susumu Toko, Satoshi Tanida, Akihisa Yamamoto, Kazunori Koga,

Masaharu Shiratani

E-mail: s.toko@plasma.ed.kyushu-u.ac.jp

近年, 宇宙探査任務において, 火星大気の95%を占めるCO₂を利用してロケット燃料(CH₄)を生成するという計画がある[1]. 本反応はサバティエ反応(CO₂ + 4H₂ → CH₄ + 2H₂O)と呼ばれ, 触媒を用いて高温高压(200℃以上かつ1atm以上)条件で行われてきた[2]. しかし, 火星環境(-63℃, 750 Pa)を考えると, 低温低压下で反応を促進することが望ましい[3]. 本研究では, 非平衡プラズマと触媒を併用し, 750 Paという低压下, また供給ガス温度を常温として二酸化炭素のメタン変換を行った. 特に, プラズマによる反応物の生成量と触媒温度が経時変化することを利用して, これら律速段階のメタン生成速度への影響を評価した.

実験は, 容量結合プラズマ装置を用いて行った. ここで, 電極には直径50 mmのCuの円盤を用い, 電極間距離は6 mmとした. H₂, CO₂はそれぞれ6 sccm, 1 sccmで装置に供給した. 放電電力は20-100 Wの範囲に設定した.

図1にCH₄生成速度の時間推移を放電電力をパラメータとして示す. 60 W以上では, CH₄生成速度が一度飽和し始めた後, 指数的に増加する傾向がみられる. この結果は, 放電初期と後期で律速段階が異なることを示唆している. アレーニウスの式より, 生成物の生成速度は1)反応物の量と2)触媒温度に依存する. 本研究においては, 放電初期では反応物の量が反応を律速しており, 放電後期では触媒温度が反応を律速していると考えられる. 反応物の生成量と触媒温度共に高電力ほど増加するため, 高電力ほどCH₄生成速度が大幅に向上する. 講演では, より定量的に検討した結果を報告する.

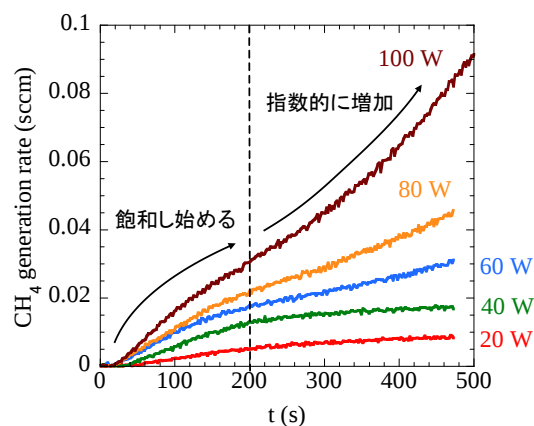


図1. CH₄生成速度の時間推移.

[1] G. Etiope, et al., Icarus 224 (2013) 276.

[2] M. Cai, et al., J. Nat. Gas Chem. 20 (2011) 318.

[3] S. Toko, et al., J. Phys.: Conf. Ser. (2018) in press.