

プラズマを用いた CO₂ のメタン化反応の考察

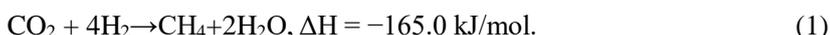
Consideration of the methanation reactions of CO₂ using plasma

九州大学, °都甲 将, 谷田 知史, 古閑 一憲, 白谷 正治

Kyushu Univ., °Susumu Toko, Satoshi Tanida, Kazunori Koga, Masaharu Shiratani

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

近年、火星上で CH₄ を生成し、火星から地球へ帰還するロケット燃料とする計画がある [1]。メタンを生成する反応は、CO₂ と H₂ を用いて、サバティエ反応と呼ばれる以下の式で表される。



サバティエ反応の原料である CO₂ と H₂ は、それぞれ火星大気と水から得られる。従来、高効率なサバティエ反応は、250°C 以上の高温かつ大気圧以上で触媒を用いて実現されている [2]。しかし、火星の気温は平均 -63°C、圧力は 750 Pa (地球の 1/135 倍) であるため、低温低圧でサバティエ反応を進めることが望ましい。筆者らは、プラズマによる反応種の生成を利用した低温低圧化におけるサバティエ反応の研究を行っている。ここでは、プラズマを用いたサバティエ反応の CO₂ 変換率および CH₄ 収率の放電時間依存性より、メタン生成反応について考察する。

実験には CCP プラズマ装置を用いた。実験条件は室温かつ 750 Pa である。H₂ 流量を 6.0 sccm で一定とし、CO₂ 流量を 1.0 sccm で一定とした。放電電力は 100 W とした。CO₂ 変換率および CH₄ 収率は四重極質量分析器(QMS)を用いたガス組成測定結果より導出した。

図 1 に CO₂ 変換率及び CH₄ 収率の放電時間依存性を示す。t = 0 の時にプラズマを点火した。CO₂ 変換率および CH₄ 収率はそれぞれ定常状態 (t > 400) の値で規格化してある。CO₂ 変換率がプラズマ点火直後に急激に増加し、100 s で定常状態になるのに対し、CH₄ 収率はプラズマ点火後 50 s 遅れて増加し始め、400 s で定常状態となる。

これは、CH₄ 生成反応が CO₂ 分解反応より生じにくいことを示している。CH₄ 生成反応は、多体反応であるため、必要な中間反応種の密度が十分高くないと反応が進行しない。このため、中間反応種が低い放電初期ではほとんど CH₄ が生成されないと考えられる。今後は、中間反応種密度を増やす方法、また中間反応種を効率よく CH₄ に変換するための手法について検討する。

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

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

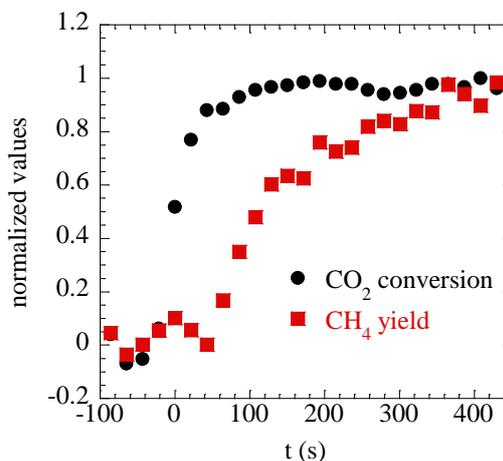


図 1. CO₂ 変換率、CH₄ 収率の放電時間依存性