

ヘリコンプラズマを用いた低温低圧下における CO₂ からの CH₄ 生成

CH₄ Generation from CO₂ by Using Helicon Plasma

under Low Temperature and Low Pressure

都甲 将, 片山 龍, 谷田 知史, 古閑 一憲, 白谷 正治

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

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

近年、火星上でサバティエ反応により生成した CH₄ を 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]。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℃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℃、圧力は 750Pa(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求められる。筆者らは、プラズマを用い低温低圧下でのサバティエ反応の研究を行っている。今回は CH₄ 生成の素過程解明と高効率 CH₄ 生成のため、放電時間と CO₂ ガス流量をパラメータとして CH₄ 生成量と H₂ 分解量の相関について考察した。実験にはヘリコンプラズマ装置を用いた[3]。実験条件は常温かつ圧力 20 mTorr である。H₂ 流量を 6.0 sccm で一定とし、CO₂ 流量を 0.2 sccm – 2.0 sccm の範囲で変化させた。放電管が熱で割れるのを防ぐため、放電時間 1/4 s、放電間隔 1 s のパルス放電を用いた。放電電力は 900 W である。CH₄ 生成量および H₂ 分解量の推定には、それぞれ発光分光法によって測定した CH 発光強度(431 nm)および H α 発光強度(656 nm)を用いた。

図 1 に CH 発光強度と H α 発光強度の相関を示す。CO₂ 流量 1.4 – 2.0 sccm では、H α 発光強度と CH 発光強度は比例関係にある。つまり、分解された H₂ が CH₄ の生成に使われている。一方、CO₂ 流量 0.2 – 1.0 sccm では、H α 発光強度が増加すると CH 発光強度が飽和、あるいは減少している。これは分解された H₂ が CH₄ の生成に使われていないことを示しており、CO₂ の枯渇が原因と考えられる。今回の条件では、CO₂ 流量 1.4 sccm (H₂/CO₂ ガス流量比 4.3)以上の場合、CO₂ は枯渇することなく、効率的に CH₄ に変換されることが分かった。本研究の一部は JAXA および日本学術振興会によって支援された。

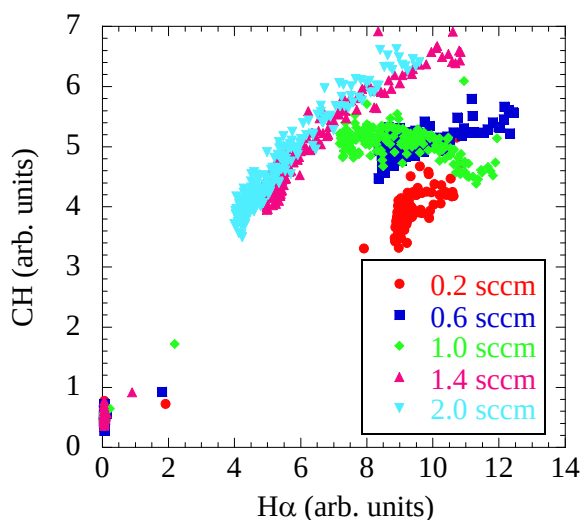


Fig. 1. Relation between CH intensity and H α intensity

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

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

[3] M. Tateishi, et al., J. Nuclear Mater. 463 (2015) 865.