

CO₂のCH₄化のための低圧高周波プラズマの分光計測
 Optical emission spectroscopy of low pressure radio frequency plasma for
 methanation of CO₂

谷田知史, 山本瑛久, 古閑一憲, 白谷正治
 S. Tanida, A. Yamamoto, K. Koga, and M. Shiratani

九州大学
 Kyushu University

宇宙探査の重要課題の一つに飛翔体の軽量化がある。特にロケット燃料はロケット重量の80%を占めている。この観点から火星探査においては、火星上でCO₂のCH₄化により帰還用ロケット燃料を生成することが検討されている[1]。火星環境は気温-153-20 °C, 圧力750 Paであるため、200 °C以上かつ1気圧以上を必要とする触媒法は適していない。そこで、筆者らは低圧高周波プラズマを用いた低温低圧下におけるCH₄生成研究を行っている[2]。今回は、このプラズマの分光計測を行い、発光種およびCO₂変換率・CH₄選択率のガス滞在時間依存性に基づき、反応機構について考察する。

実験では容量結合型高周波プラズマ装置を用いた。電極には直径80 mmの銅円盤を用い、電極間距離を6.1 mmとした。電極間に周波数60 MHz, 電力100 Wの高周波電圧を印加してプラズマを生成した。圧力は750 Pa, H₂とCO₂の比は一定(H₂/CO₂=6)とした。ガス組成分析に四重極質量分析器, 分光計測に分光器を用いた。

Figure 1に発光強度およびCO₂変換率・CH₄選択率のガス滞在時間依存性を示す。CO Angstromの発光強度はガス滞在時間とともに単調に増加し、H_α, H_β, H_β/H_αはガス滞在時間に依存せず一定である。一方, CH, C₂ swan band, C₂ high pressure bandは検出できなかった。従って、生成したCH₄の分解はほとんど生じておらず, CH₄の分解はCH₄生成のボトルネックではない。CO₂変換率, CH₄選択率はガス滞在時間とともに増加するが, CO₂変換率は55%程度で飽和した。CH₄選択率が一定でないことは, CO₂解離からCH₄生成までの途中に反応の律速段階が存在することを示唆している。ここでは供給律速に関して考察する。CO Angstromは上準位CO(B)の励起エネルギーが10.8 eVでありCOの解離(解離電圧11.1 eV)と相関があることが知られている [3]。触媒法ではCOの解離が律速段階であり、

CO Angstromは重要な指標である。Figure 1よりCO AngstromはCO₂変換率が飽和している領域でも大きく増加している。このため、電子の多段階衝突による高励起分子密度の増加が律

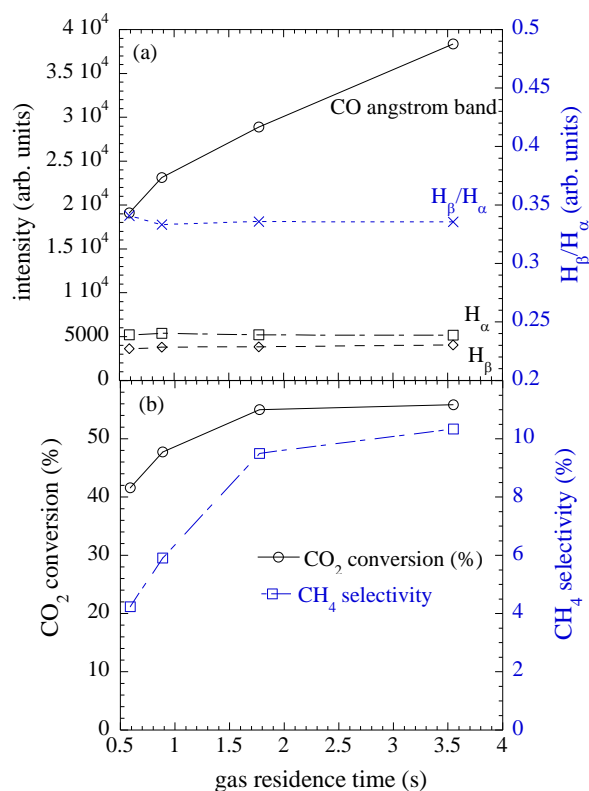


Fig. 1 Dependence of gas residence time in plasma; (a) emission intensity (b) CO₂ conversion and CH₄ selectivity.

速段階である可能性がある。詳細および表面反応速度律速については会議にて報告する。本研究はJAXAおよびJSPS科研費JP15J05441の助成を受けたものである。

- [1] G. Etiop, et al., *Icarus*, 224 (2013) 541.
 [2] S. Toko, et al. *Sci. Adv. Mater.*, 10 (2018) 1087.
 [3] S. Mori, et al., *Diamond Relat. Mater.*, 17 (2008) 999.