

03Ba03

プラズマ触媒法を用いたCO₂のメタン化におけるプラズマ発光強度の空間分布 Spatial profile of plasma emission intensity in methanation of CO₂ using plasma catalysis

出口雅志¹, 山下大輔¹, 都甲将², 鎌滝晋礼¹, 板垣奈穂¹, 古閑一憲¹, 白谷正治¹
M. Ideguchi¹, D. Yamashita¹, S. Toko², K. Kamataki¹, N. Itagaki¹, K. Koga¹, M. Shiratani¹

¹九州大学大学院システム情報科学研究科, ²大阪大学接合科学研究所
Graduate School of Information Sciences and Electrical Engineering, Kyushu University
Joining and Welding Research Institute, Osaka University

背景

NASA は 2030 年代の火星有人探査の達成を目標としてプロジェクトを立ち上げている[1]. 地球から火星まで飛行期間が片道約 6-9 か月かかるため, 大量の燃料が必要になる. 火星大気の 95% を占める CO₂ を用いて, 火星上でロケット燃料である CH₄ を作り帰還用の燃料として使用する ISTU 計画が考えられている. 火星大気は平均気温 -63°C, 平均圧力 750Pa であり, 高温高压条件を必要とする従来の触媒法は適さない. また高温高压環境では触媒が早く劣化し, 長期運転が困難であるという問題もある. 我々は非平衡プラズマによって CO₂ を活性化させ低温低压で CH₄ 化反応を促進するプラズマ触媒法の研究を行っている[2]. 本研究では CH₄ 化反応速度の向上を目的とし, パルス放電を用いた実験を行った. 具体的には, CO(519.8 nm) の空間発光分布を測定することにより CH₄ 生成との関連性を調査した

実験

実験には容量結合型高周波プラズマ装置を用いた. 水素 H₂ と二酸化炭素 CO₂ をそれぞれ流量 6.0 sccm, 1.0 sccm を流し圧力を 750 Pa とした. 電極には直径 50 mm の銅を用い, 電極間距離は 6.1 mm とした. 60MHz 高周波電源を用い, パルス変調は duty 比 50% で, パルス周波数は 100Hz~30kHz である. 時間平均電力を等しくするために CW 時は 50W, パルス放電時は 100W とした. ガス組成は四重極質量分析器, 干渉フィルター (520 nm) 付きの高速度カメラ (Photron, SA-X) を用いて CO 発光空間分布を計測した.

実験結果と考察

Fig.1 に電極近傍の CO Angstrom 発光強度 (519.8 nm) の密度勾配とメタン収率との関係図を示す. 密度勾配が大きいほど, メタン収率が向上する傾向にある. CO Angstrom は上準位 CO(B) の励起エネルギーが 10.8eV で, CO の解離 (解離電圧 11.1 eV) と

相関があると知られている[3]. CW 時とパルス放電時の CO 発光強度空間分布は, CW が全体的に強く, またパルス周波数増加と共に電極中心の発光が強くなった. しかし, Fig.1 よりメタン生成に係る CO 発光は電極近傍の発光勾配に依存している傾向があることがわかる. これはプラズマによって分解励起された CO 種の触媒への付着フラックスを示すとともに, そのメタン生成への寄与の情報を与える. 詳細は講演にて報告する.

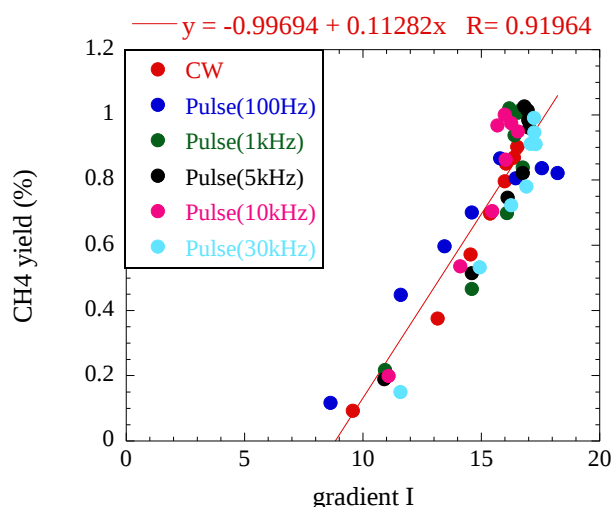


Fig1. メタン収率のCO発光密度勾配依存性

謝辞

This work is partially supported by Japan Society of the Promotion of Science (JSPS) Core-to-Core Program JPJSCCA2019002.

参考文献

- [1] Gerald Sanders, "Current NASA Plans for Mars In Situ Resource Utilization", NASA Technical Reports(2018).
- [2] S. Toko, et al. Sci. Adv. Mater., 10 (2018) 1087.
- [3] S. Mori, et al., Diamond Relat. Mater., 17 (2008) 999