

新たな生産プロセス構築のための電子やイオン等の能動的制御による
革新的反応技術の創出

2019年度採択研究代表者

2019年度
実績報告書

野崎 智洋

東京工業大学 工学院機械系
教授

非平衡プラズマを基盤とした電子駆動触媒反応の創成

§ 1. 研究成果の概要

化学反応プロセスの大部分が熱エネルギーの大量消費のうえに成立っている。とりわけ、燃焼を前提とした高温熱エネルギーを必須とする化学反応は、革新的な省エネルギー、省資源、環境負荷低減を実現するうえで最も改善すべき反応プロセスと認識されている。本研究課題では、非平衡プラズマを作用させた触媒反応を対象に、熱エネルギー利用の制限から脱却した電子駆動触媒反応プロセスを創出することを目的としている。

初年度は、これまでの研究で最も実績のあるメタンドライ改質反応の低温・高速化に焦点を絞り、プラズマが作用する反応場で高い活性を示す各種触媒のスクリーニングを実施した。さらに、各研究グループで実施する研究に必要な実験設備の整備、および機器の調達に取り組んだ。

野崎グループでは、種々のNi系合金触媒をメタンドライ改質に適用し、プラズマ触媒反応における高活性触媒のスクリーニングを実施した。メタン改質と並行して、CO₂水素化によるメタネーション、およびメタノール合成についてもプラズマ触媒反応を応用し、触媒スクリーニングを実施した。実験は粉体触媒を用いて固定床反応器で実施したが、プラズマと粉体触媒の相互作用を高めるうえでいくつかの課題が明らかになった。そこで、粉体触媒が流動する場でプラズマを作用させる新しい反応器設計を行い、そのプロトタイプとなるプラズマ触媒反応装置を新規に開発した。また、金グループで実施する in situ 赤外吸収分光分析(plasma-DRIFTS)との連携を踏まえ、野崎グループで実施するオペランド TIR について、分析装置内で触媒へプラズマ照射を可能にする装置を設計製作した(図1)。

高草木グループでは、野崎グループと連携し、触媒スクリーニングに供試する合金触媒等を合成した。さらに、プラズマが作用した場で触媒反応を in situ 計測するための XAFS 装置を設計製作した。XAFS 装置に組み込む小型高密度プラズマ発生装置は既製品では対応できないため、野崎グループと連携して海外メーカーと打ち合わせを重ね仕様を決定した。

金グループは、プラズマ形成過程のダイナミクス測定に必要なプラズマ発生装置の試作、およびプラズマを作用させた場で in situ 赤外吸収分光計測を可能とする高温対応 (600°C) の DRIFTS チャンバーを設計製作した。その間に既設の DRIFTS 装置 (200°C) を用いてプラズマが作用する場で plasma-DRIFTS 計測を実施した。プラズマ励起された CO₂ が触媒表面にオキシ炭酸塩を選択的に生成しメタンの解離吸着を促進していることを発見した。これの研究成果は、2報の論文として投稿した。

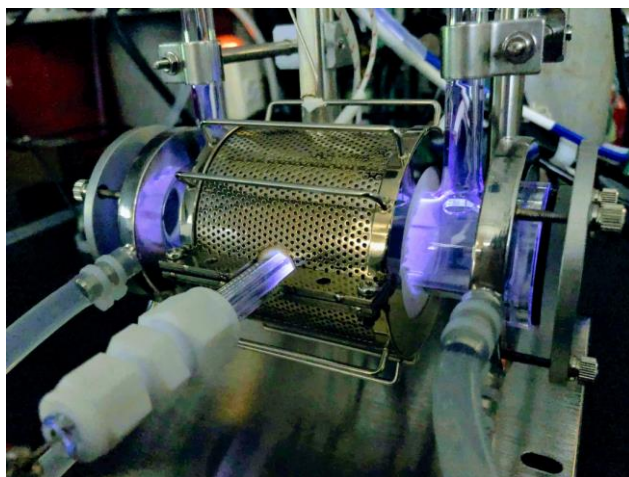


図1 オペランド赤外吸収分光計測装置
(CH₄/CO₂ プラズマを発生させた様子)

§ 2. 研究実施体制

(1) 野崎グループ

- ① 研究代表者:野崎 智洋 (東京工業大学 工学院機械系 教授)
- ② 研究項目
 - ・プラズマ触媒反応場における新規開発触媒のスクリーニング
 - ・実触媒を用いたオペランド赤外吸収分光分析(プラズマ作用)
 - ・メタン改質反応の低温度化実証
 - ・産業応用に関する検討

(2) 高草木グループ

- ① 主たる共同研究者:高草木 達 (北海道大学 触媒科学研究所 准教授)
- ② 研究項目
 - ・触媒開発:合金触媒、助触媒や担体の効果を検討
 - ・実触媒、モデル触媒による in situ XAFS 計測、各種表面分析(プラズマ作用)

(3) 金グループ

- ① 主たる共同研究者:金 賢夏 (産業技術総合研究所 環境管理研究部門 上級主任研究員)
- ② 研究項目
 - ・プラズマ触媒相互作用のダイナミクス
 - ・in situ 赤外吸収分光分析(高温 DRIFTS:プラズマ作用)