

戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 2019年度 研究開発成果等報告書

課題名：脱炭素社会実現のためのエネルギーシステム

研究開発項目：C- .メタン酸化的低温改質プロセス技術の開発

研究開発テーマ：「平衡制約脱却を目指した低温部分酸化型 CH₄ 改質プロセスの開発」

研究期間：2019年4月1日 ~ 2020年3月31日

研究責任者	氏名	横井 俊之
	所属機関	国立大学法人東京工業大学
	部署	科学技術創成研究院
	役職	准教授・ナノ空間触媒研究ユニットリーダー

研究開発成果等の概要

本研究ではメタンを化学原料として用いて、経済性と LCA 優位性とを両立させた 合成ガス製造プロセス技術確立することを目的としている。具体的にはメタンの酸化的改質反応を 650 °C 以下で実施可能とする平衡制約脱却を目指した革新的触媒プロセスを開発することを目的とし、下記 3 つの個別テーマから構成されている。

個別テーマ 1 「直接酸化型メタン改質触媒の設計」

本テーマでは、メタンガスを酸素ガスと直接反応させて合成ガスを製造する直接酸化型メタン改質反応において、650 °C 以下の反応温度で、可能な限り高いメタン転化率、平衡組成を超える選択率で合成ガスを製造する触媒を開発することを最終目標としている。2019 年度では東工大、北大チームが連携しながら金属の位置、サイズ、状態と触媒活性について検討を行った。その結果、Rh 含有ゼオライト触媒において、ゼオライトの骨格内 Al 分布を制御することにより、Rh 種の位置・状態を制御できることを見出した。金属種の分散状態はゼオライトを用いることにより実現でき、他の担体では金属の粒子成長を抑制できないか、または金属と複合酸化物を形成して活性相を形成できないことを見出した。

個別テーマ 2 「間接酸化型メタン改質触媒の設計」

本テーマでは、個別テーマ 1 (直接酸化型メタン改質触媒の設計) とは異なる反応形式として、メタンガスと酸素ガスを別個に供給して合成ガスを製造する間接酸化型メタン改質反応の設計を行うことを目的とし、主として三菱ケミカルが担当する。直接酸化型メタン改質触媒プロセスと同様に 650 °C 以下の反応条件下で、可能な限りの高いメタン転化率、高い合成ガス選択率を示す触媒を開発することを最終目標としている。2019 年度ではメタンの分解反応および CO₂ を酸化剤として用いた析出炭素のガス化反応に高い活性を示す金属担持複合酸化物触媒を見出した。さらにこの触媒が非常に高い耐久性を有することも見出した。さらに、本メタン改質反応のシミュレーションによる解析に基づき、従来の直接型と今回開発する間接型の触媒プロセスを検証した。

個別テーマ 3 「酸化的メタン改質触媒プロセスの設計」

本テーマでは、個別テーマ 1 「直接酸化型メタン改質触媒の設計」ならびに個別テーマ 2 「間接酸化型メタン改質触媒の設計」で選定された高性能のメタン改質触媒を用いて、小型パイロット設備での検証を進め、大型パイロット設備での実証に向けた基礎データを取得することを最終目標とする。酸化的改質プロセスは爆発混合気を取り扱うこととなる。そこで 2019 年度では利用可能なデータなどから爆発マップによるプロセスの安全性について検討を行い、有意義な情報を得た。また、触媒形状が触媒プロセスに及ぼす影響についても検討を行った。