

未来社会創造事業 探索加速型
「地球規模課題である低炭素社会の実現」領域
年次報告書(探索研究期間)

令和2年度 研究開発年次報告書

平成29年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名：椿 範立]

[国立大学法人富山大学学術研究部工学系・教授]

[研究開発課題名：二酸化炭素からの新しい Gas-To-Liquid 触媒技術]

実施期間：令和2年4月1日～令和3年3月31日

§1. 研究開発実施体制

(1) 富山大学グループ

①研究開発代表者: 椿 範立 (富山大学学術研究部工学系、教授)

②研究項目

- ・CO₂ の水素化反応から軽油、ガソリン、混合芳香族、オレフィンなどの触媒(カプセル触媒を含む)とプロセスの開発
- ・CO₂ からの新規低温メタノール合成

(2) 日本製鉄グループ

①主たる共同研究者: 鈴木 公仁 (日本製鉄株式会社、主幹研究員)

研究参加者 加藤 譲 (日鉄エンジニアリング株式会社 シニアマネジャー)

研究参加者 森田 健太郎 (日鉄エンジニアリング株式会社 シニアマネジャー)

②研究項目

- ・全触媒プロセスの物質・熱収支のシミュレーション、CO₂ 減少量の解析、経済性解析
- ・高炉ガス中 CO₂ の活用に関する検討
- ・触媒構造の解析

§2. 研究開発実施の概要

CO₂ の水素化は出発原子としての炭素、水素、酸素を生かし、触媒の力次第に多彩な有機分子を合成できる。本事業において、CO₂ の水素化をメタノール合成ルート或いは FT 合成(Fischer-Tropsch 合成)ルートを経由して実施し、軽油、ガソリンなどといったエネルギー製品、および軽質オレフィン、芳香族等の化学品まで選択的、高速的に合成する。これに合わせて、新規な触媒概念と触媒反応場を設計し、これらの複数反応工程をできる限り一括で遂行するシンプル・ケミストリーを追求する。これらの反応シーケンスを tandem catalysis 原理に従って、椿が発明した「カプセル触媒」、「ハイブリッド触媒」概念を駆使し、できる限り one-step で完成し、全製造フローの製造工程段数を減らし、省エネルギー効果に伴う CO₂ の削減も狙う。

将来目標として、まず日本製鉄(株)、日鉄エンジニアリング(株)が保有する CO₂ 濃縮・分離技術を生かし、製鉄所の高炉ガス(BFG)の CO₂ を有価物まで転換する新規工業プロセスを樹立する。既にこの二社らと連携し、本事業の一角である CO₂ からの芳香族直接合成技術の特化・発展し、CO₂ からのパラキシレン(PET の主モノマー)の直接合成を NEDO 事業(令和二年度採択)として実用化へ拡大している。

代表例として、下記の論文(1)のように、複合酸化物に織り込まれた鉄触媒を開発し、二酸化炭素と水素から迅速かつ選択的にオレフィンを合成できた。安価な触媒であっても、安定した長い触媒寿命を達成した。

巨大プラントの多い C1 化学工場の小型化、モバイル化、省エネ化を狙い、金属 3D プリント技術を駆使し、世界で初めての自己触媒機能付きの触媒反応器を発明し、従来の触媒充填を必要とせず、CO₂ の水素化による液体炭化水素燃料に安定した高い活性を実現できた(論文(2)、特許取得)。

(1) “Spinel-structure catalyst catalyzing CO₂ hydrogenation to full spectrum alkenes with an ultra-high yield”, Lisheng Guo, Jie Li, Yu Cui, Rungtiwa Kosol, Yan Zeng, Guangbo Liu, Jinhui Wu, Tiansheng Zhao, Guohui Yang, Lishu Shao, Peng Zhan, Jienan Chen, Noritatsu Tsubaki, Chemical Communications, Vol. 56, 9372-9375, 2020

(2) “Metal 3D printing technology for functional integration of catalytic system”, Qinhong Wei, Hangjie Li, Guoguo Liu, Yingluo He, Yang Wang, Yen Ee Tan, Ding Wang, Xiaobo Peng, Guohui Yang, and Noritatsu Tsubaki, Nature Communications, Vol. 11, 4098, 2020