

カーボンリサイクル技術研究所 活動実績報告書

令和3年4月1日～令和4年3月31日

令和4年5月31日

所長 福原長寿

1. 研究概要

本研究所では、産業プロセスから排出される温室効果 CO₂ ガス(GHG)の削減と、その資源利用を図る革新的な触媒変換システムに関する工学技術の開発、およびその社会実装化について研究する。そして、COP (国連気候変動枠組条約締約国) 会議で我国が世界に向けて発信した GHG ガス削減の約束草案の実現に貢献する、先進的な工学技術の確立と展開を目的とする。

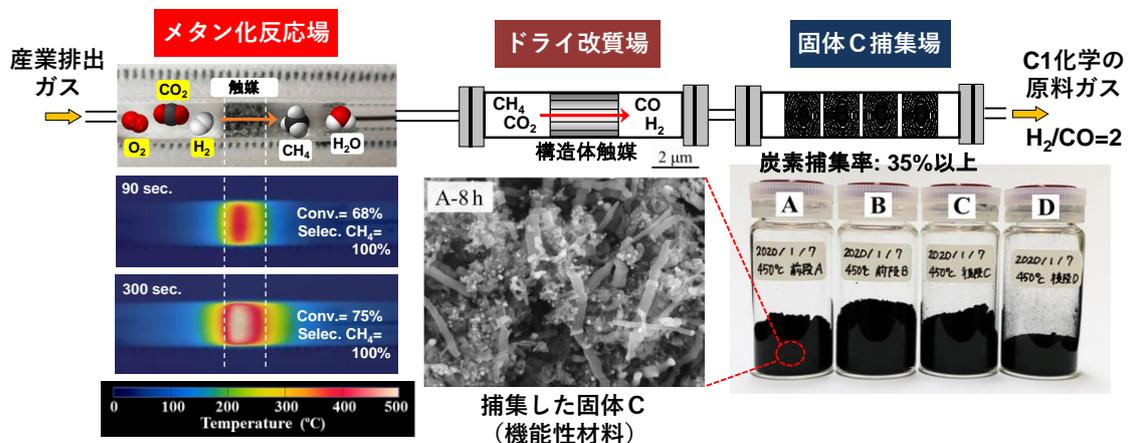
具体的に取り組む研究活動の内容は、以下の5つである。

- 〔1〕メタネーション反応を利用した CO₂ の CH₄ への資源化システムの開発
- 〔2〕CH₄ のドライ改質による合成ガス(H₂+CO, C1化学産業の原料)製造システムの開発
- 〔3〕合成ガスからの有用化学物質の製造に関する工学技術の開発
- 〔4〕GHG から固体炭素を捕集し、今までにない利便性の高い CCS 技術の開発
- 〔5〕捕集カーボンの機能性材料としての活用技術の開発

2. 活動実績

上記〔1〕～〔5〕のそれぞれの要素技術の開発を実施した。具体的には、メタネーション反応用の構造体触媒(Ni/CeO₂ や Ru/CeO₂、スパイラス形)、“ドライ改質反応用の構造体触媒(Ni/Al₂O₃-CeO₂、スパイラル形)、そして固体炭素捕集用の構造体触媒(Fe₃O₄)をそれぞれ開発し、いずれも高い触媒機能を得ることに成功した。加えて、これらの反応過程を連結した触媒反応システム(下図)を製作し、次年度以降の脱炭素化技術に対する評価実施の下地を整えた。

産業プロセス排出ガスからの合成ガス製造と固体C捕集による脱炭素化技術



- 特長) ① 産業プロセス排ガス中のCO₂ガスを濃縮分離せず、室温域で高効率にCH₄資源に変換
- ② 固体Cを低温(450～600℃)で大量に捕集：脱炭素&低炭素化技術
- ③ C1化学産業の原料として最適な合成ガス(H₂+CO)を製造

3. 論文発表

今年度の研究活動に関する論文発表は以下の通りである。その中で、6)~8)は海外研究者との共同研究で得られた成果に関する発表である。本研究所ではCO₂処理に関する海外研究機関との共同研究も実施している。

- 1) CH₄のドライ改質と固体炭素の捕集で拓くCO₂資源化プロセス, 福原, *触媒*, 64(1), 9-14, 2022.
- 2) Synthesis of C₄- and C₅-olefins by novel alkane dehydrogenation with H₂S, R. Watanabe, C. Yokoyama, C. Fukuhara et al., *Applied Catalysis A, General*, 630, 118442, 2022.
- 3) 常温作動のメタン化技術で拓くCO₂ガスの資源化と固体炭素化, 福原, *PETROTECH*, 44(5), 322-326, 2021.
- 4) A novel catalytic reaction system capturing solid carbon from greenhouse gas, combined with dry reforming of methane, C. Fukuhara, Y. Matsui, M. Tanebayashi, R. Watanabe, *Chemical Engineering Journal Advances*, 5, 100057, 2021.
- 5) 触媒反応プロセスのスケールアップ: 気固系リアクターを例に, 福原, *化学工学*, 85(5), 271-274, 2021.
- 6) Simultaneous production of hydrogen and carbon nanotubes from biogas: On the effect of Ce addition to CoMo/MgO catalyst, T. Kludpantanapan, P. Nantapong, S. Assabumrungrat, C. Fukuhara, S. Ratchahat et al., *International Journal of Hydrogen Energy*, 46, 38175-38190, 2021.
- 7) Development of Ni-Ce/Al-MCM-41 catalysts prepared from natural kaolin for CO₂ methanation, W. Uttamaprakrom, P. Reubroycharoen, P. Charoensiritanasin, C. Fukuhara, S. Ratchahat, *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9, 106150, 2021.
- 8) Catalytic performance of Ni catalysts supported on CeO₂ with different morphologies for low-temperature CO₂ methanation, T. Jomjaree, P. Sintuya, S. Assabumrungrat, M. Sudoh, R. Watanabe, C. Fukuhara, S. Ratchahat, et al., *Catalysis Today*, 375, 234-244, 2021.

4. 活動資金

<福原長寿(所長)>

科学研究費補助金-基盤研究(A)

科学研究費補助金-挑戦的研究(開拓)

<河野芳海(研究員)>

科学研究費補助金-基盤研究(B)

<渡部 綾(研究員)>

科学研究費補助金-基盤研究(B)

科学研究費補助金-挑戦的研究(萌芽)

<武田和宏(研究員)>

科学研究費補助金-新学術領域(研究領域提案型)