

補助事業番号 2021M-164

補助事業名 2021年度 ゼロエミッション社会実現に向けた革新的二酸化炭素変換触媒の
開発研究

補助事業者名 多田 昌平

1 研究の概要

補助事業者はメタノール合成触媒の研究を2014年から行っており、金属銅ナノ粒子と非晶質ジルコニアの界面（以下界面）がメタノール合成に有効な活性点であることを明らかにしてきた。この知見を元に、本研究提案ではCO₂を高効率にメタノールへ変換する革新的触媒を創製した。新規触媒に求められることは先述の「界面」を多く有していることである。そこで、金属銅ナノ粒子を小さくし、ジルコニア層で被覆することを考えた。本研究では、金属銅ナノ粒子（10nm程度、普通の粒子径より1桁小さい）をスピネル酸化物に担持させ、これをジルコニア層で包囲する革新的な銅触媒を開発した。

2 研究の目的と背景

本研究提案では、CO₂からメタノールを高効率に合成する革新的触媒を創製する。再生可能エネルギー由来の電力を用いて水の電気分解によりH₂を製造し、そのH₂とCO₂からメタノールを合成する試みである。間欠的な再生可能エネルギーを化学エネルギーとして貯留することは重要である。また、メタノールは燃料や化成品の出発原料として現在でも重要な物質である（従来の製造法での年間メタノール製造量：950億L）。本研究を鎗矢として、CO₂と再生可能エネルギーから燃料・化成品を合成するプロセスの確立を目指し、ゼロエミッション社会の実現に貢献する。

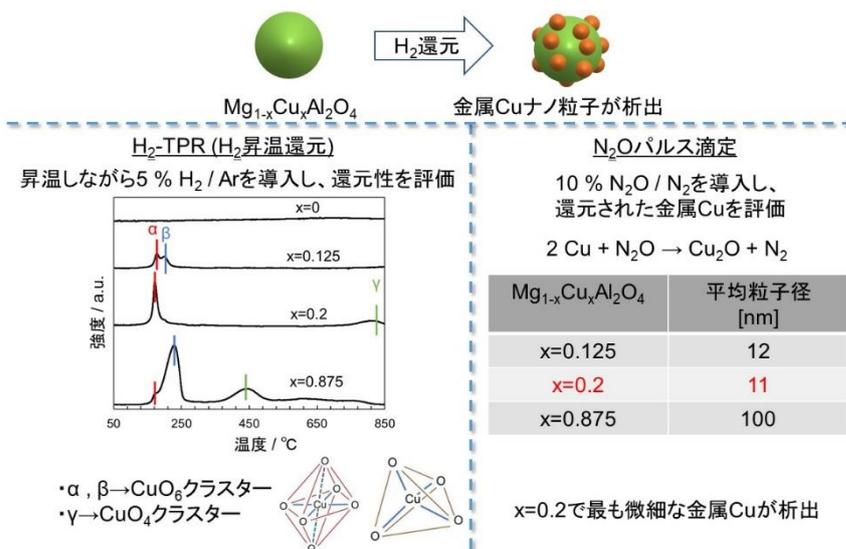
3 研究内容

（1）ゼロエミッション社会実現に向けた革新的二酸化炭素変換触媒の開発 (<http://cat.msae.ibaraki.ac.jp/tadaHP/jka-2021>)

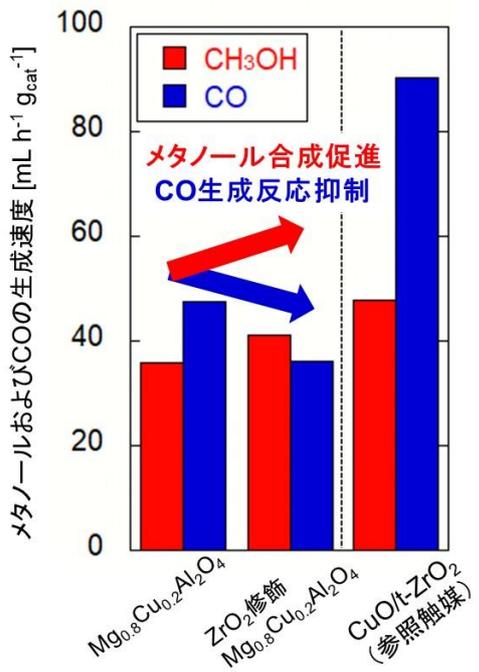
界面が多くなる触媒の開発：コア-シェル構造（ナノカプセル構造）を有する銅含有スピネル@ジルコニアに着目した。

（1-1）金属銅ナノ粒子の形成：補助事業者は銅含有スピネルをH₂還元することで、金属銅ナノ粒子（粒子径 < 10 nm）をスピネル上に担持することに成功している。この金属銅粒子径は既報と比較しても、非常に小さい。

（1-2）銅含有スピネル粒子をジルコニア層で包囲：得られた粉末は、銅含有スピネルをコア、ジルコニア層をシェルにしたコア-シェル型構造を有しており、コアとシェルは接合されている。この粉末をH₂還元することで、コアとシェルの上に金属銅ナノ粒子を形成させた。開発した触媒では、既存触媒（Cu/ZnO/Al₂O₃）と比較しても十分なメタノール合成活性を示していた。特筆すべき点は、開発したコア-シェル型触媒（図中のZrO₂修飾Mg_{0.8}Cu_{0.2}Al₂O₄）を用いることで、副反応であるCO生成反応を抑制することが可能となった。



(1-1) 金属ナノ粒子合成を可能としたMg_{1-x}Cu_xAl₂O₄触媒前駆体の開発



(1-2) 開発触媒の活性比較：参照触媒と比べてメタノール合成活性は同等の値を示し、CO副生を抑制することに成功

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

<ゼロエミッションへの貢献> 再生可能エネルギーを活用することでCO₂をアップグレードし、現在化石資源で賄ってきた燃料・化成品をCO₂起源物質に置き換えるシステム(脱炭素社会)の実現に貢献する。

<固体触媒分野の開拓> 本研究で取り組むコア-シェル型触媒として広く知られているが、シリ

力以外の金属酸化物層で被覆されたナノ粒子を触媒に応用した報告は少ない。本研究提案は報告例の無い非晶質ジルコニア層形成に取り組む。未踏の分野への挑戦は、固体触媒の分野へ大きな影響を与えるものであると確信している。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

補助事業者はメタノール合成触媒の研究を2014年から行っており、金属銅ナノ粒子と非晶質ジルコニアの界面(以下界面)がメタノール合成に有効な活性点であることを明らかにしてきた(化学工学会奨励賞、茨城大学学長学術表彰奨励賞、化学工学会反応工学部会研究賞、石油学会奨励賞、科学技術分野の文部科学大臣表彰若手科学者賞)。この知見を元に、CO₂を高効率にメタノールへ変換する革新的触媒を創製する。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

(1)論文:1件 投稿中

(2)学会発表:2件

CO₂水素化反応への応用を見据えたCu触媒前駆体の開発

濱村 龍・山内 紀子・小林 芳男・藤原 翔・多田 昌平、第24回化学工学会学生発表会、B04、オンライン、2022年3月5日

複合金属酸化物の物性に着目したCO₂水素化触媒の開拓

多田 昌平、化学工学会第87年会、L213、オンライン、2022年3月17日(化学工学会反応工学部会研究賞 受賞講演)

7 補助事業に係る成果物

(1)補助事業により作成したもの

2021年度 ゼロエミッション社会実現に向けた革新的二酸化炭素変換触媒の開発研究に関するHP (<http://cat.msae.ibaraki.ac.jp/tadaHP/jka-2021>)

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 茨城大学 (イバラキダイガク)

住 所: 〒316-8511

茨城県日立市中成沢町4-12-1

担 当 者: 助教 多田 昌平(タダ ショウヘイ)

担 当 部 署: 大学院 理工学研究科 物質科学工学領域

(ダイガクイン リコウガクケンキュウカ ブシツカガクコウガクリョウイキ)

E - m a i l: shohei.tada.st@vc.ibaraki.ac.jp

U R L: <http://cat.msae.ibaraki.ac.jp/tadaHP/>