

## 従来比約 30 倍の変換効率を示す二酸化炭素還元光触媒を共同開発

国立大学法人京都大学（所在地：京都府京都市左京区）と住友金属鉱山株式会社（本社：東京都港区）は、両者が 2022 年 6 月 1 日付で京都大学大学院工学研究科に開設した住友金属鉱山二酸化炭素有効利用産学共同講座において、二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）を従来比約 30 倍の変換効率で一酸化炭素（CO）へ還元する紫外光応答型光触媒を開発しました。

両者が研究開発を進めている CO<sub>2</sub> 還元光触媒を用いると、光エネルギーを利用して、CO<sub>2</sub> をプラスチックの原料となる CO 等へ変換することができます。本技術確立により、温室効果ガスである CO<sub>2</sub> を再資源化するとともに、より少ない石油資源でプラスチック等を生産することが可能となるため、カーボンニュートラル社会の実現に大きく貢献する技術として期待されています。

CO<sub>2</sub> 還元光触媒は、土台である半導体光触媒と、反応を向上させるための助触媒から構成されています。京都大学大学院工学研究科分子工学専攻寺村研究室が長年培ってきた触媒の合成・評価技術と住友金属鉱山のコア技術である粉体合成・表面処理技術を融合させ、助触媒の担持手法と、サイズ、構造の最適化を行いました。従来の Ag ナノ粒子助触媒を担持したタンタル酸亜鉛（ZnTa<sub>2</sub>O<sub>6</sub>）半導体光触媒の場合、紫外光照射下での CO<sub>2</sub> 光還元により得られる CO 濃度は 270 ppm 程度でしたが、このたび最適化を行なった結果、従来の約 30 倍となる 8,000 ppm 超の CO 濃度が得られ、国内外の報告例と比較して非常に高い変換効率を実現することに成功しました。本成果は 2025 年 2 月 21 日に国際学術誌「ACS Catalysis」にオンライン掲載されています。

京都大学と住友金属鉱山は、今後も保有する技術を融合することで、カーボンニュートラル社会の実現に貢献する研究を進めてまいります。

## 1. 背景

光触媒反応による二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）還元技術は、光エネルギーを利用した光触媒反応により、CO<sub>2</sub>をプラスチック等の原料となる一酸化炭素（CO）等の工業的に有用な化学物質へ変換する技術であり、人工光合成と呼ばれています。本技術は、CO<sub>2</sub>排出量の削減に留まらず、CO<sub>2</sub>の再資源化によって化石燃料への依存からの脱却を図り、2050年カーボンニュートラル社会の実現に大きく貢献することが期待されています。しかし、CO<sub>2</sub>は化学的に安定な分子であり、CO<sub>2</sub>還元は起こりにくい反応であることが知られています。京都大学と住友金属鉱山は2022年6月1日付で京都大学大学院工学研究科に住友金属鉱山二酸化炭素有効利用産学共同講座を設置し、両者が保有する技術を融合させ、CO<sub>2</sub>還元の高い性能を示す光触媒材料の開発に取り組んでおります。

## 2. 研究手法と成果

京都大学大学院工学研究科分子工学専攻寺村研究室では、15年にわたってCO<sub>2</sub>還元活性を示す半導体光触媒開発に取り組んできました。これまでに報告した光触媒材料群のうち、タンタル酸亜鉛（ZnTa<sub>2</sub>O<sub>6</sub>）にAg助触媒を担持したAg/ZnTa<sub>2</sub>O<sub>6</sub>は、紫外光照射下でCO<sub>2</sub>を選択的にCOへ還元できることがわかっていました。しかし、CO<sub>2</sub>光還元により得られるCO濃度は270 ppm程度に留まっていた<sup>1</sup>。本研究では、住友金属鉱山独自のAg助触媒担持技術である超音波還元法<sup>2</sup>を用いてAg助触媒をZnTa<sub>2</sub>O<sub>6</sub>に担持させ、さらにそのAg助触媒にCr化合物をコーティングする手法を確立しました。これにより、CO<sub>2</sub>光還元で得られるCO濃度を従来より一桁高い8,000 ppmの水準に向上させることに成功しました。この水準のCO濃度は、国内外の報告例<sup>3</sup>と比較して非常に高い値であり、世界トップクラスです。

## 3. 波及効果および今後の予定

京都大学の光触媒技術と住友金属鉱山の材料合成技術を融合させた本手法の確立は、2050年カーボンニュートラルの実現への大きな1歩であると自負しています。

今後は、光エネルギーのさらなる活用を目指し、半導体光触媒の開発にも注力する必要があると考えています。今回用いたZnTa<sub>2</sub>O<sub>6</sub>光触媒は、300 nmよりも短波長の紫外光しか利用できませんが、太陽光に多く含まれる可視光を利用できる光触媒であればCO<sub>2</sub>還元性能のさらなる向上が期待できます。

二酸化炭素の有効利用技術に関する幅広い研究分野で、京都大学と住友金属鉱山の両者が保有する技術の融合を進め、光触媒反応によるCO<sub>2</sub>変換技術の性能向上を加速させて参ります。

#### 4. 研究プロジェクトについて

本研究は 2022 年 6 月 1 日付で開設した「住友金属鉱山二酸化炭素有効利用産学共同講座」において実施されました。

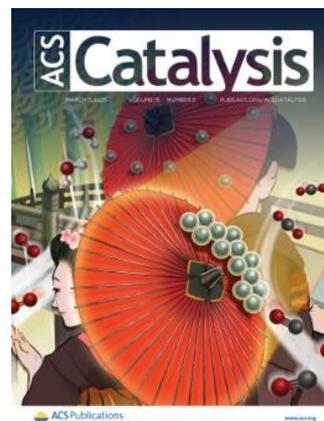
<論文タイトルと著者>

タイトル : Enhanced Photocatalytic Conversion of CO<sub>2</sub> by H<sub>2</sub>O over Ag@Cr-Cocatalyst-Modified ZnTa<sub>2</sub>O<sub>6</sub>

著者 : Kio KAWATA, Shoji IGUCHI, Shimpei NANIWA, Masamu NISHIMOTO, Kentaro TERAMURA

掲載誌 : ACS Catalysis

DOI : 10.1021/acscatal.4c06530



Supplementary cover に選出

(ACS Catalysis 公式ウェブサイトより)

<引用文献>

1. S. Iguchi, K. Teramura, S. Hosokawa, and T. Tanaka, *Catal. Sci. Technol.*, **2016**, 6, 4978.
2. K. Kawata, S. Iguchi, S. Naniwa, T. Tanaka, M. Nishimoto, and K. Teramura, *Catal. Sci. Technol.*, **2024**, 14, 6207.
3. R. Pang, K. Teramura, M. Morishita, H. Asakura, S. Hosokawa, and T. Tanaka, *Commun. Chem.*, **2020**, 3, 137.