

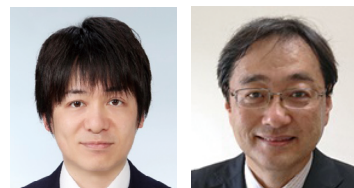
# 光エネルギーを利用して二酸化炭素再資源化を可能にする触媒技術の開発

工学研究科 マテリアル生産科学専攻

准教授 栗原 泰隆

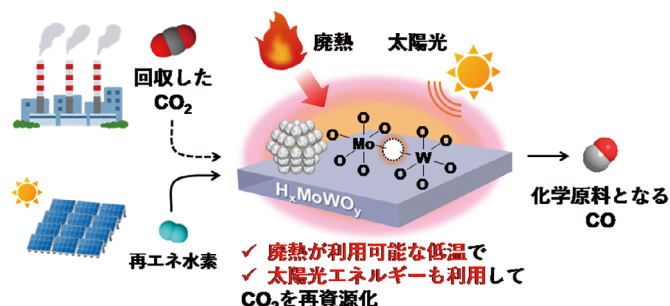
<https://researchmap.jp/yasutakakuwahara/>

教授 山下 弘巳

<https://researchmap.jp/read0118536>


## 研究の概要

二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) は地球温暖化の主たる原因物質とされており、世界規模でその排出量削減に向けた取り組みが行われています。CO<sub>2</sub> を還元することによって得られる一酸化炭素 (CO) は、アルコールやガソリン、ジェット燃料などの液体炭化水素の原料となる有用な化学原料です。CO<sub>2</sub> を水素 (H<sub>2</sub>) と反応させて CO を得る反応 (逆水性ガスシフト反応) には、従来500℃以上の高温が必要とされており、低温では低い反応率しか得られず非効率という課題がありました。我々は、モリブデンとタングステンの複合酸化物に白金 (Pt) ナノ粒子を担持した触媒を用いると、従来よりも低い140℃という低温でも CO<sub>2</sub> と H<sub>2</sub> から CO を高効率かつ選択的に得られることを見出しました。さらに、触媒に光を照射すると反応速度が飛躍的に向上することを見出しました。



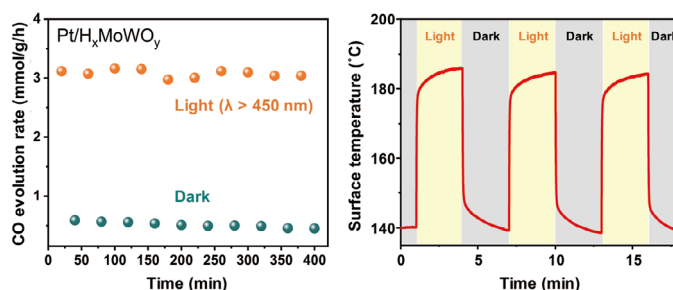
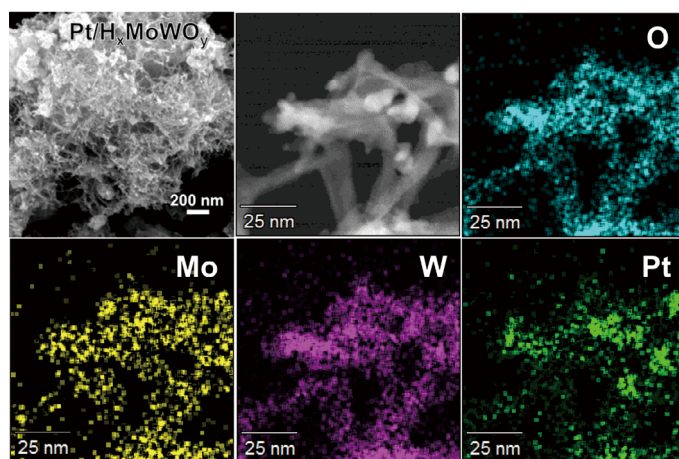
## 研究の背景と結果

CO<sub>2</sub> は地球温暖化の主たる原因物質とされており、世界規模でその排出量削減に向けた取り組みが行われています。わが国でも、2050年までに CO<sub>2</sub> を含む温室効果ガスの実質排出ゼロの実現が目標に掲げられており、CO<sub>2</sub> を炭素資源と捉えて回収し、有用物質へと再利用する技術 (CO<sub>2</sub>回収利用) の開発が求められています。CO<sub>2</sub> を還元することによって得られる CO は、アルコールやガソリン、ジェット燃料などの液体炭化水素の原料となる有用な化学原料です。CO は工業的には、コークスや天然ガスに含まれるメタンガスと水蒸気とを800℃以上の高温で反応させることで製造されています。CO<sub>2</sub> を効率よく CO に変換することができれば、CO<sub>2</sub> 排出量削減と有用化学原料の製造を同時に達成することができ、地球温暖化と化石資源の枯渇の問題に貢献できると期待されています。しかし、CO<sub>2</sub> を H<sub>2</sub> と反応させて CO を製造する反応 (逆水性ガスシフト反応、反応式: CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub> → CO + H<sub>2</sub>O) には従来500℃以上の高温が必要とされており、低温では平衡制約により低い反応率しか得られず非効率という課題がありました。

我々は、モリブデンとタングステンの複合酸化物に白金 (Pt) ナノ粒子を担持した触媒を逆水性ガスシフト反応に用いると、複合酸化物内に形成される格子酸素欠陥の働きにより、従来よりも低い140℃という低温でも高効率かつ選択的に CO が生成できることを見出しました。さらに、触媒に可視光を照射すると、反応速度が飛躍的に向上することを見出しました。モリブデンとタングステンの複合酸化物は優れた光熱変換特性を有し、光照射下では触媒が局所的に加熱されることで逆水性ガスシフト反応が促進され、その結果高い CO 生成速度を達成することができました。

## 研究の意義と将来展望

開発した触媒は、産業から排出される廃熱温度付近でも駆動することや、無尽蔵な太陽光エネルギーを利用して反応速度を高めることができるという特徴を有しています。これまで未利用であった廃熱や太陽光エネルギーを利用して CO<sub>2</sub> を工業的に有用な物質へと変換できることから、本技術はカーボンニュートラル社会の実現に向けたクリーンな CO<sub>2</sub> 変換技術として期待されます。



特 許 特願2020-093711

Ge, Hao; Kuwahara, Yasutaka; Yamashita, Hiromi et al. Enhanced Visible-NIR Absorption and Oxygen Vacancy Generation of Pt/H<sub>x</sub>MoWO<sub>y</sub> by H-spillover to Facilitate Photothermal Catalytic CO<sub>2</sub> Hydrogenation. *Journal of Materials Chemistry A*. 2022, 10 (20), p.10854-10864. doi: 10.1039/d2ta01595a

論 文 Ge, Hao; Kuwahara, Yasutaka; Yamashita, Hiromi et al. Plasmon-induced Catalytic CO<sub>2</sub> Hydrogenation by a Nano-sheet Pt/H<sub>x</sub>MoO<sub>3-y</sub> Hybrid with Abundant Surface Oxygen Vacancies. *Journal of Materials Chemistry A*. 2021, 9(24), p.13898-13907. doi: 10.1039/d1ta02277f

Kuwahara, Yasutaka; Mihogi, Takashi; Yamashita, Hiromi et al. A Quasi-stable Molybdenum Sub-oxide with Abundant Oxygen Vacancies that Promotes CO<sub>2</sub> Hydrogenation to Methanol. *Chemical Science*. 2021, 12(29), p.9902-9915. doi: 10.1039/d1sc02550c

参考 URL [https://resou.osaka-u.ac.jp/ja/research/2021/20210526\\_2](https://resou.osaka-u.ac.jp/ja/research/2021/20210526_2)

キーワード CO<sub>2</sub>回収利用、CO<sub>2</sub>再資源化、モリブデン酸化物、光エネルギー利用