

文部科学省補助事業「ダイバーシティ研究環境実現イニシアティブ（牽引型）」

2020年度 連携型共同研究 成果報告書

研究課題名	銀ナノ粒子担持酸化ガリウム光触媒の調製とその二酸化炭素還元反応メカニズム解明
研究代表者	吉田 朋子（大阪市立大学 人工光合成研究センター 教授）
共同研究者	矢嶋 摂子（和歌山大学 システム工学部 教授） 門 晋平（和歌山大学 システム工学部 助教）
<p>研究成果</p> <p>本研究では、大阪市立大学と和歌山大学との共同研究として、各種合成法（含浸法、光析出法、液中プラズマ法、コロイド還元法など）により、様々なサイズの銀ナノ粒子を調製した。また、この銀ナノ粒子を酸化ガリウムに担持した光触媒（Ag/Ga₂O₃）を用いて、水によるCO₂還元反応を進行させ、COを生成させることに成功した。その一方で、銀ナノ粒子助触媒は光照射によって酸化溶解・還元再析出を繰り返す不安定であることが見出されており、銀ナノ粒子担持状態とCO生成活性の相関については、これまで詳細な議論ができなかった。</p> <p>そこで、反応系の中に還元剤を加えて銀助触媒の安定化を試み、銀の安定性を確保したうえで、銀担持状態とCO生成活性の関係を調べた。CO₂還元反応前のAg/Ga₂O₃の拡散反射スペクトルを測定したところ、銀ナノ粒子の局所表面プラズモン吸収（LSPR）に由来する吸収が見出された。この吸収の強度や波長位置は銀ナノ粒子の分散度やサイズに依存することが知られているが、反応系に還元剤を添加した場合、反応後のLSPRピークの強度や波長位置も反応時間に対して変化しなかったことから、還元剤添加により銀ナノ粒子を安定に担持できることが分かった。また銀の担持量を変えてLSPR吸収強度を変化させたところ、反応におけるCO生成速度はLSPR吸収強度に比例して増加し、LSPR吸収を示す10-40 nm程度の銀ナノ粒子がCO生成を促す活性サイトであるという、重要な知見が得られた。このように、当初の目的を十分に達成することができた。</p> <p>研究業績</p> <ol style="list-style-type: none"> Preparation of a high active Ga₂O₃ photocatalyst for CO₂ reduction with water M. Akatsuka, Y. Kawaguchi, R. Itoh, A. Ozawa, M. Yamamoto, T. Tanabe, T. Yoshida Appl. Cat. B 262 (2020) 118247. Utilization of La₂O₃ as a Support of Ga₂O₃ Photo-catalyst to Enhance Activity on CO₂ Reduction with Water R. Ito, M. Akatsuka, M. Yamamoto, T. Tanabe, T. Yoshida e-J. Surf. Sci. Nanotech., 18 (2020) 110-115. Effects of the amount of Au nanoparticles on the visible light response of TiO₂ photocatalysts T. Yoshida, Y. Misu, M. Yamamoto, T. Tanabe, J. Kumagai, S. Ogawa, S. Yagi Catal. Today 352 (2020) 34-38. Photocatalytic Activity of Metal Oxide Supported Gallium Oxide for CO₂ Reduction with Water R. Ito, M. Akatsuka, A. Ozawa, M. Yamamoto, T. Tanabe, T. Yoshida Bull. Chem. Soc. Japan, 93 (2020) 694-700. Black phosphorus synthesized by solvothermal reaction from red phosphorus and its catalytic activity for water splitting A. Ozawa, M. Yamamoto, T. Tanabe, S. Hosokawa, T. Yoshida 	

- J. Mater. Chem. A, 8 (2020) 7368-7376.
- 6 Comparison of platinum photodeposition processes on two types of titanium dioxide photocatalysts
M. Yamamoto, Y. Minoura, M. Akatsuka, S. Ogawa, S. Yagi, A. Yamamoto, H. Yoshida, T. Yoshida
Phys. Chem. Chem. Phys. 22 (2020) 8730-8738.
- 7 Increase in CO₂ reduction rate by optical near-field effect
T. Yatsui, Y. Nakamura, Y. Suzuki, T. Morimoto, Y. Kato, M. Yamamoto, T. Yoshida, W. Kurashige,
N. Shimizu, Y. Negichi, K. Iida, K. Nobusada,
J. Nanophot. 14 (2020) 046011.
- 8 Roles of Silver Co-catalyst on Gallium Oxide for Photocatalytic CO₂ Reduction to CO
K. Yoshioka, M. Yamamoto, T. Tanabe, T. Yoshida,
e-J. Surf. Sci. Nanotech., 18 (2020) 168-174.
- 9 Thin film and noble metal loading effects on the photocatalytic reactivity of helium-plasma-induced
nanostructured tungsten oxides
S. Feng, S. Kajita, T. Yoshida, N. Ohno, D. Nagata, M. Tokitani
Mater. Res. Express, 7 (2020) 075007.
- 10 Water-Splitting Activity of La-Doped NaTaO₃ Photocatalysts Sensitive to Spatial Distribution of Dopants
H. Sudrajat, M. Kitta, R. Ito, S. Nagai, T. Yoshida, R. Katoh, B. Ohtani, N. Ichikuni, H. Onishi
J. Phys. Chem. C, 124 (2020) 15285–15294.