

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）」

2022年度 連携型共同研究 成果報告書

研究課題名	XAFS 測定システムの構築と反応中の人工光合成光触媒その場分析
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）
研究成果	<p>光触媒である酸化ガリウム (Ga_2O_3) に銀助触媒を担持することで、水による CO_2 の還元反応における CO の生成活性が向上することが報告されている。還元サイトである銀の粒子サイズや化学状態が反応に影響を及ぼすと考えられるが、反応中（光照射中）の銀の状態変化は解明されていない。本研究では、銀担持酸化ガリウム光触媒 ($\text{Ag}/\text{Ga}_2\text{O}_3$) に対して、反応中の Ag L_3-edge XAFS 測定を実現することを大きな目標としている。</p> <p>Ag L_3-edge XAFS スペクトルの測定では軟 X 線を利用するため、真空下で測定しなければならないが、反応中の Ag L_3-edge XAFS 測定を実現するためには大気圧下での測定が不可欠となる。そこで今年度は XAFS 測定チャンバー内に軟 X 線の吸収率の低い大気圧 He ガスを導入して測定するシステムを検討した。具体的には、含浸法で調製した銀担持酸化ガリウム光触媒と反応後の光触媒について、上記システムを用いて Ag L_3-edge XAFS スペクトルを蛍光収量法により測定を試みた。反応前後の試料の XAFS スペクトルの比較から、反応前は Ag が部分的に酸化された状態で担持されているが、反応後にはメタルの Ag に変化したことが分かった。またスペクトルの Ag L_3-edge 直後の post-edge 領域には、反応後の試料には明確な微細構造が観測されたのに対し、反応前の試料にはブロードな構造しか認められなかったことから、反応前は反応後に比べて小さな Ag 粒子が生成していることも明らかとなった。このように、大気圧 He ガス雰囲気下において Ag L_3-edge XAFS スペクトルの測定に成功した。今後は、CO_2 などの反応ガス雰囲気下でのスペクトル測定に取り組む予定である。</p>
研究業績	<p>1 Functional nitrogen science based on plasma processing: Quantum devices, photocatalysts and activation of plant defense and immune systems T. Kaneko, H. Kato, H. Yamada, M. Yamamoto, T. Yoshida, P. Attri, K. Koga, T. Murakami, K. Kuchitsu, S. Ando, Y. Nishikawa, K. Tomita, O. Ryo, T. Ito, A. M. Ito, K. Eriguchi, T. Nozaki, T. Tsutsumi, K. Ishikawa, Jpn. J. Appl. Phys., 61 (2022) SA0805</p> <p>2 Influence of Ag Cluster on the Electronic Structures of β-Ga_2O_3 Photocatalyst Surface M. Yamamoto, A. Kuwabara, T. Yoshida ACS Omega, 6 (2021) 33701-33707.</p> <p>3 Structural and chemical state analyses on nitrated GaOOH as a visible light response photocatalyst M. Yamamoto, Y. Kato, S. Yagi, T. Tanabe, T. Yoshida, e-J. Surf. Sci. Nanotech. .20 (2022) 1-6.</p> <p>4 Photoelectrochemical properties of plasma-induced nanostructured tungsten oxide S. Feng, S. Kajita, M. Higashi, A. B. Hutter, T. Yoshida, N. Ohno</p>

Appl. Surf. Sci. 580 (2022) 151979.

- 5 Mixed phases of GaOOH/ β -Ga₂O₃ and α -Ga₂O₃/ β -Ga₂O₃ prepared by high energy ball milling as active photocatalysts for CO₂ reduction with water
T. Aoki, M. Yamamoto, T. Tanabe, T. Yoshida,
New J. Chem. 46 (2022) 3207-3213.
- 6 Fabrication of a Stable CdS Photoanode for Photoelectrochemical CO₂ Reduction under Visible-light Irradiation
M. Higashi, I. Tanaka, Y. Amao, T. Yoshida
New J. Chem. 46 (2022) 5932-5938.
- 7 Synthesis of meso-porous α -Ga₂O₃ from liquid Ga metal having significantly high photocatalytic activity for CO₂ reduction with water
T. Aoki, K. Ichikawa, K. Sonoda, M. Yamamoto, T. Tanabe, T. Yoshida,
RSC Adv., 12 (2022) 7164-7167.