

## 研究論文

水による CO<sub>2</sub> 光還元反応のための  $\gamma$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 担持  $\alpha$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 触媒の合成

川合康佑\*, 太田尚人\*\*, 荒井重勇\*\*\*, 山本宗昭\*\*\*, 田邊哲朗\*, †吉田朋子\*

Synthesis of  $\gamma$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Supported by  $\alpha$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Photocatalyst for CO<sub>2</sub> Reduction with Water

by

Kosuke KAWAII\*, Naoto OTA\*\*, Shigeo ARAI\*\*\*, Muneaki YAMAMOTO\*\*\*, Tetsuo TANABE\* and †Tomoko YOSHIDA\*

(Received Aug. 7, 2025; Accepted Aug. 25, 2025)

## Abstract

Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> has attracted attention as a photocatalyst for CO<sub>2</sub> reduction with water into CO. In our previous studies, we successfully synthesized Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> photocatalysts consisting of mixed phases of  $\alpha$  and  $\gamma$ , and  $\beta$  and  $\gamma$  which showed high activity. However, the cause of their high activity remained unclear. In the present work, we have synthesized  $\gamma$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> supported by  $\alpha$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ( $\gamma$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ $\alpha$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) with different ratios of two crystalline phases and examined their photocatalytic activity to reveal the reaction mechanism.

$\gamma$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ $\alpha$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> photocatalysts were synthesized by impregnation method and photocatalytic CO<sub>2</sub> reduction with water was conducted. Based on the results of photocatalytic reaction, we discuss the mechanism of CO formation over  $\gamma$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ $\alpha$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> photocatalysts. H is generated on the  $\alpha$  phase and migrates to the  $\gamma$  phase, where CO<sub>2</sub> is adsorbed and reduced by the migrated H to produce CO.

**Keywords:** Photocatalyst, CO<sub>2</sub> reduction, Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

令和7年8月7日受付

\* 名古屋大学大学院工学研究科エネルギー理工学専攻：  
愛知県名古屋市千種区不老町Department of Energy Engineering, Graduate School of  
Engineering, Nagoya University: Furo-chou, Chikusa-ku,  
Nagoya-shi, Aichi Japan\*\* 大阪公立大学大学院工学研究科化学バイオ工学分野：  
大阪市住吉区杉本 3-3-138Department of Chemistry and Bioengineering, Graduate  
School of Engineering, Osaka Metropolitan University: 3-3-  
138 Sugimoto, Sumiyoshiku-ku, Osaka, Japan\*\*\* 名古屋大学未来材料・システム研究所：名古屋市千種  
区不老町Institute of Materials and Systems for Sustainability, Nagoya  
University : Furo-chou, Chikusa-ku, Nagoya-shi, Aichi  
Japan\*\*\*\* 名古屋大学大学院工学研究科総合エネルギー工学専  
攻：同上Department of Applied Energy, Graduate School of  
Engineering : Same as above

TEL 052-789-5935

tyoshida@energy.nagoya-u.ac.jp

†：連絡先/Corresponding author

## 1. 緒言

酸化ガリウム (Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) は  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\epsilon$ ,  $\kappa$  などの異なる結晶相が存在する物質であり, Ag<sup>1)4)</sup>, Pt<sup>5)</sup>, Rh<sup>6)</sup>などの助触媒を担持した Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が水による CO<sub>2</sub> の光還元反応の触媒として注目を集めている. 一方で, 金属助触媒は高価であることや, 反応中に不安定である<sup>7)</sup>ことなどが問題となっている. このような背景から, 助触媒を用いない触媒系の探索が進められてきた. これまでに, Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の  $\alpha$  相と  $\beta$  相<sup>8)</sup>,  $\alpha$  相と  $\gamma$  相の混相<sup>9)</sup>, または  $\beta$  相と  $\gamma$  相<sup>10)</sup>の混相を触媒とする等の方法で, 助触媒がなくとも CO<sub>2</sub> の光還元反応が促進されることが報告されている<sup>8)-11)</sup>. しかしこれらの系では, 2 つの結晶相の混合比率を制御することが難しく, 混相による活性の向上の原因を探るのが困難であった. そこで本研究では, 各結晶相が触媒反応に与える影響を明らかにすることを目的に,  $\alpha$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 相に  $\gamma$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を担持させた光触媒 ( $\gamma$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ $\alpha$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) を合成し,  $\gamma$  相の担持量を変化させたとき