

極微細な Pt ナノクラスター助触媒担持による水素生成水分解光触媒($\text{g-C}_3\text{N}_4$)の高活性化

(東理大理¹・東理大院理²・豊田工大院工³・都立大院理⁴) ○平山 大祐¹・川地 正将²・矢崎 大地²・川脇 徳久¹・加藤 康作³・山方 啓³・吉川 聡一⁴・山添 誠司⁴・根岸 雄一¹

High Activation of Water-splitting Photocatalyst for Hydrogen Evolution ($\text{g-C}_3\text{N}_4$) by Loading Ultrafine Pt Nanocluster Cocatalyst (¹Undergraduate School of Science, Tokyo Univ. of Science, ²Graduate School of Science, Tokyo Univ. of Science, ³Graduate School of Engineering, Toyota Technological Institute, ⁴Graduate School of Science, Tokyo Metropolitan Univ.) ○Daisuke Hirayama,¹ Masanobu Kawachi,² Daichi Yazaki,² Tokuhisa Kawawaki,¹ Kosaku Kato,³ Akira Yamakata,³ Soichi Kikkawa,⁴ Seiji Yamazoe,⁴ Yuichi Negishi¹

Loading metals or metal oxide nanoparticles as cocatalysts is effective for the activation of water splitting photocatalysts. However, it is difficult to precisely control the size and chemical composition of cocatalyst using conventional methods. In this study, we attempted to improve hydrogen (H_2) evolution activity by loading size-controlled platinum nanoclusters (Pt NC) on visible-light-driven photocatalyst. From the results of transmission electron microscopy and X-ray absorption spectroscopy, it was confirmed that Pt NC cocatalyst was loaded in fine particle size with the electronic state that close to bulk metal. It was inferred that efficient H_2 evolution of Pt NC cocatalyst loaded photocatalyst occurred by the suppression of carrier recombination.

Keywords : Photocatalyst; Water-splitting; Hydrogen evolution; Metal nanocluster; Platinum

水分解光触媒の活性を向上するためには、光触媒担体だけではなく、助触媒の改良も必要である^{1,2)}。本研究では、グラファイト状窒化炭素($\text{g-C}_3\text{N}_4$; gCN)上に極微細な白金ナノクラスター(Pt NC)を担持することで、高活性な可視光応答水分解光触媒を創製し、その活性向上のメカニズムの解明を試みた。透過型電子顕微鏡(TEM)像より、作製した光触媒($\text{Pt}_{\text{NC}}/\text{gCN}$)上のPt助触媒粒子は、微細かつ単分散に担持されていることが明らかになった(Fig. 1, inset)。また、従来の助触媒担持法(光電着法($\text{Pt}_{\text{NP}}\text{PD}/\text{gCN}$)、含浸法($\text{Pt}_{\text{NP}}\text{Imp}/\text{gCN}$))と比較し、 $\text{Pt}_{\text{NC}}/\text{gCN}$ の水素生成速度はそれぞれ3.5倍、13倍向上した(Fig. 1)。さらに、Pt L_3 殻X線吸収近傍構造(XANES)スペクトルから、 $\text{Pt}_{\text{NC}}/\text{gCN}$ 上のPt助触媒は、 $\text{Pt}_{\text{NP}}\text{PD}/\text{gCN}$ や $\text{Pt}_{\text{NP}}\text{Imp}/\text{gCN}$ 上のPt助触媒と比較して、金属的な電子状態で担持されていた(Fig. 2)。以上より $\text{Pt}_{\text{NC}}/\text{gCN}$ の活性向上は、担持助触媒の①微細化による活性サイトの増大、②金属的な電子状態によるキャリア再結合の抑制に起因すると推察された。

- 1) Y. Negishi *et al.*, *Angew. Chem., Int. Ed.*, **2020**, 59, 7076.
- 2) T. Kawawaki, Y. Negishi *et al.*, *Chem. Commun.*, **2021**, 57, 417.

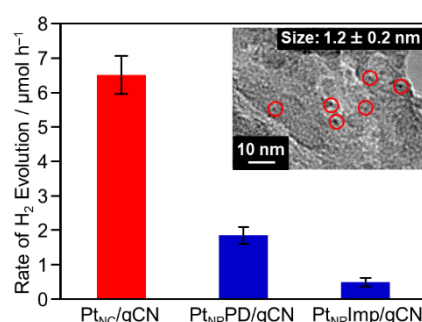


Fig. 1 各種光触媒の水素生成活性比較 (Inset: $\text{Pt}_{\text{NC}}/\text{gCN}$ の TEM 像)

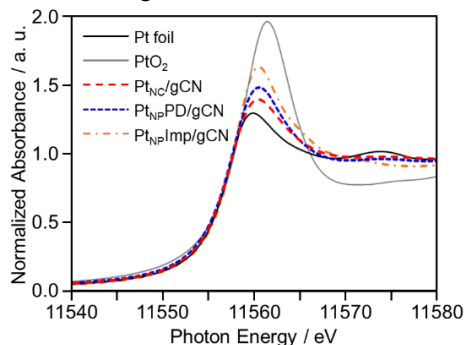


Fig. 2 標準試料 (Pt foil, PtO_2) と各種光触媒の Pt L_3 殻 XANES スペクトル