

シリコン量子ドット光触媒による水素生成 (II)

Hydrogen evolution by silicon quantum dot photocatalyst

神戸大院工 °高田 三穂, 周 昊, 杉本 泰, 藤井 稔

Kobe Univ., °Miho Takada, Hao Zhou, Hiroshi Sugimoto, and Minoru Fujii

E-mail: fujii@eedept.kobe-u.ac.jp

半導体量子ドットは、量子サイズ効果によるエネルギーギャップの可変性、広い吸収バンド幅、形状による特性制御、高い比表面積等の特徴を有しており、材料設計の自由度が高いことから、可視光触媒材料として活発に研究が行われている。本研究では、我々のグループで開発した新しいタイプのシリコン量子ドット[1]について、水中における光照射による水素生成の検証とその高効率化の検討を行った。

本研究で用いたシリコン量子ドットにはホウ素とリンが高濃度でドーピングされており、ドナー-アクセプター準位の形成により、従来のシリコン量子ドットに比べて低エネルギーで発光を示す。また、表面にシリコン、ホウ素、リンからなるアモルファス層を有している。表面のアモルファス層は負の表面電位を有しているため、このシリコン量子ドットは、有機分子による修飾無しで水溶液中で高い分散性を示す[2]。これは、量子ドット/溶液間の電荷移動を容易にするため、光触媒応用において大きなアドバンテージである。また、このアモルファス層は、シリコン表面よりも酸化耐性が高いことが知られており、従来のシリコン系材料に比べて安定的な触媒作用が期待できる。

図1に水素生成実験のセットアップを示す。平均粒径約5.5 nmのシリコン量子ドットを水(犠牲剤としてメタノールを20%添加)に分散させ、Xeランプ(500 W)の光を照射した。シリコン量子ドットの濃度は0.22 mg/mLとした。深紫外線光及び赤外光は、UVカットフィルタ(310 nm)と熱線カットフィルタ(750 nm)により除去している。1時間ごとに気体を回収し、ガスクロマトグラフィーにより水素生成量を測定した。図2に、作製1日後のシリコン量子ドットから得られた水素生成量と光照射時間の関係を示す。3時間まで水素生成レートに大きな変化はなく、生成量と照射時間はおおよそ比例している。生成レートは、最大1700 $\mu\text{mol/h} \cdot \text{g}$ である。尚、暗状態では水素量は測定限界下であることを確認している。講演では、シリコン量子ドットの表面状態と水素生成量の関係について議論する。

[1] M. Fujii, et al., *Chem. Commun.*, 54, 4375, (2018).

[2] M. Fujii, et al., *Nanotechnology*, 27, 262001, (2016).

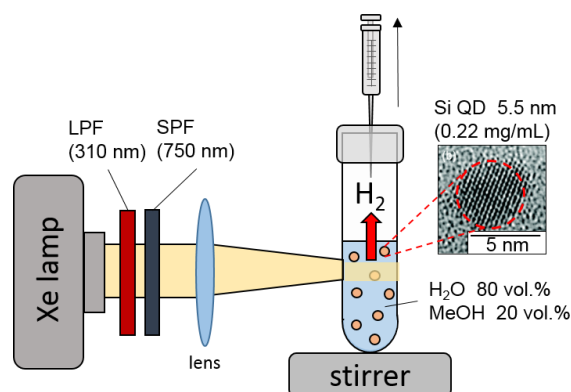


Figure 1. Schematic of the photocatalytic hydrogen evolution experiment.

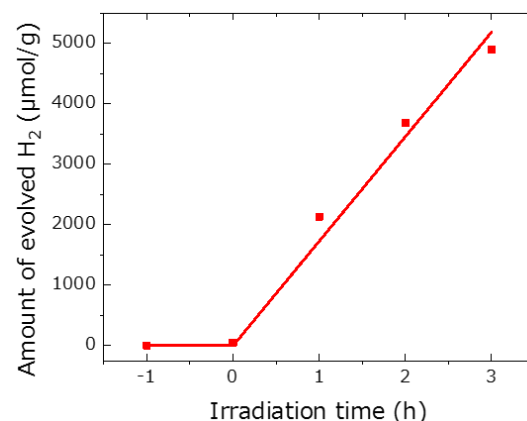


Figure 2. Amount of evolved H₂ as a function of irradiation time.