

気相パルスレーザーアブレーション法による Au ナノ粒子担持 TiO₂ ナノ構造体の紫外光誘起光触媒活性

UV-light-driven photocatalytic activities of pulsed-laser-deposited TiO₂ nanocrystalline films
supporting Au nanoparticles

阿南高専¹, 甲南大理工², 徳島大理工³

○(B) 今井 武史¹, 田淵 武尊¹, 吉田 岳人¹, 梅津 郁朗², 原口 雅宣³

NIT, Anan College¹, Konan Univ.², Tokushima Univ.³

○Takeshi Imai¹, Takeru Tabuchi¹, Takehito Yoshida¹, Ikurou Umezu², Masanobu Haraguchi³

E-mail: 1122010@st.anan-nct.ac.jp

我々は、気相パルスレーザーアブレーション (PLA) 法で堆積した TiO₂ ナノ結晶薄膜に Au ナノ粒子を担持した構造における、光触媒としての可視光応答性について研究してきた¹⁾。本研究では、同構造における紫外光照射下での光触媒活性増強を評価した結果について報告する。

TiO₂ ナノ結晶薄膜 (アナターゼ) は Q-スイッチ Nd:YAG レーザー (第 4 高調波 266 nm, パルス幅: 6 ns, 繰り返し周波数: 10 Hz, エネルギー密度: 2.4 J/cm²) を励起光源とし、雰囲気 O₂ ガス圧力 13.3 Pa, 堆積時間 15.0 min で堆積した後、400°C, 10 min の熱処理を行った。Au ナノ粒子は同レーザー (エネルギー密度: 0.7 J/cm²) を励起光源とし、雰囲気 He ガス圧力 266 Pa, 堆積時間 30-75 sec で堆積した後、300°C, 3.0 h の熱処理を行った。光触媒活性評価は、紫外光 (360 nm, 1.0 mW/cm²) 照射下における、メチレンブルー (MB) 水溶液の分解レートにより評価した。

Fig.1 に Au ナノ粒子担持 TiO₂ ナノ結晶薄膜の、MB 水溶液濃度の光照射時間依存性を示す。未照射での吸光度を C_0 , 各照射時間における吸光度を C とし、 C/C_0 を MB 水溶液の濃度とした。TiO₂ ナノ結晶薄膜単体と比較し、Au ナノ粒子を担持した試料では紫外光照射下での光触媒活性の増強を確認でき、堆積時間 60 sec の際、最大の活性を得ることができた。Fig.2 は、Si 基板上に堆積、熱処理した試料の FESEM 画像から、画像解析ソフト ImageJ により、Au ナノ粒子の平均粒径 d_m , 標準偏差 σ を計測した結果および、Fig.1 の 180 min 照射後の MB 濃度で表した光触媒活性を示したものである。堆積時間 30-60 sec では、光触媒活性は被覆率の変化に応じて変化している。75 sec では活性は低下しているが、被覆率が高すぎることににより、Au が照射光を遮蔽したためと考えられる。被覆率が光触媒活性に大きな影響を与えると考えられ、Au ナノ粒子の被覆率 43% (堆積時間 60 sec) のとき最適であったと言える。活性増強の機構としては、紫外光の吸収により TiO₂ 中に生じた電子-正孔対の電子が、Au ナノ粒子の存在により電荷分離の促進がなされる²⁾、いわゆる助触媒効果であると推察し検証を進めている。

References: 1) T. Yoshida, T. Watanabe, F. Kikuchi, T. Tabuchi, I. Umezu and M. Haraguchi, Appl. Phys. A, 122, 1-5 (2016)

2) H. Tada, T. Kiyonaga and S. Naya, Chem. Soc. Rev., 38, 1849-1858 (2009)

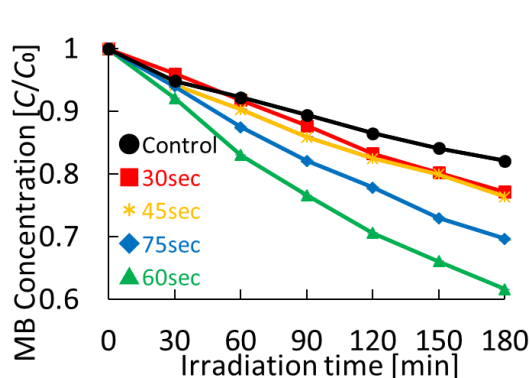


Fig.1 Photocatalytic activities of anatase nanocrystalline film supporting Au nanoparticles and control sample

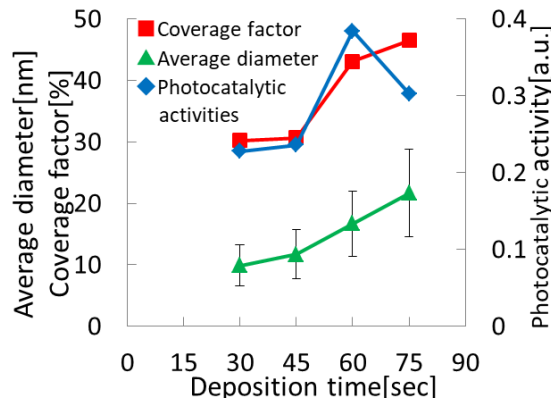


Fig.2 Structural analysis of Au nanoparticles by ImageJ