

液中プラズマ法による金ナノ粒子の合成と担持複合体の光触媒特性

Au nanoparticles coating on titanium dioxide to enhance their photocatalytic activity via solution plasma

北大工 ○中杉 祐己, 齊藤 元貴, 山下 徹, 秋山 友宏

Hokkaido Univ., ○Yuki Nakasugi, Genki Saito, Toru Yamashita, Tomohiro Akiyama

E-mail: y-nakasugi@eng.hokudai.ac.jp

【緒言】 現在、光触媒反応の促進、可視光応答化を目的として、貴金属を担持した酸化チタンの研究が盛んに行われている。貴金属の担持法としては光析出法が一般的である。しかし、今回は装置が単純であり、連続的に固体金属から、融解・凝固を経てナノ粒子を合成する液中プラズマ法を採用した。この手法による Au ナノ粒子(AuNPs)の合成はすでに報告されているが[1]、電圧が粒子径や生成量へ与える影響は調査されていない。そこで本研究では、印加電圧が生成量や生成物粒子径に与える影響を調査するとともに、生成したナノ粒子を試薬の酸化チタンに担持した複合体光触媒の性能を評価した。

【実験方法】 電解装置はビーカーの中央にナノ粒子生成の母材となる Au 線 (1 mm φ, 10 mm)、その周囲にアノードとしての Pt 線を有する。電解液として 0.01 M NaOH 溶液を用い、維持電圧を変化させた。生成物を透過型電子顕微鏡(TEM)、実験後の電極を走査型電子顕微鏡(SEM)で観察した。また、電解液に試薬の酸化チタン(P25)を添加した懸濁液中で AuNPs を合成し、複合体光触媒を作製した。得られた複合体粒子の光触媒特性を、水溶液中の有色染料(RhB, 2×10^{-5} M)の分解により評価した。

【結果】 400 V の電圧を印加すると、300 V の場合の生成量の約 27 倍である 27.4 mg の AuNPs が生成した。また、SEM 観察により、300 V 印加の場合、電極表面に数百 nm の多数のナノ粒子生成スポットが観察された。一方で、400 V 印加の場合には、ナノ粒子生成スポットは観察されず、表面全体から粒子が生成したような跡が見られた。このため、400 V の印加により生成した生成物の平均個数粒子径は、 6.09 ± 2.08 nm であり、300 V の場合の 3.72 ± 1.27 nm よりも大きくなった。また、印加電圧を一旦 400 V まで増加させた後、280 V まで下げ保持すると、生成量は 2.35 mg、平均粒子径は 5.95 ± 2.48 nm だった。一度 400 V まで電圧が増加すると、電極の表面が変化するため、生成物粒子径が増加したと推察される。Fig. 2 は、印加電圧 400 V の条件で合成した AuNPs と、AuNPs と P25 の担持複合体の TEM 像であり、得られたナノ粒子は球状であった。Au は、表面プラズモン吸収のために、ナノ粒子になると 550 nm 近傍に吸光ピークを有し、バルク体の場合とは全く異なる色へと変化する。そのため、回収された複合体は、白色から赤紫色に変化した。Fig. 3 は、合成した複合体の光触媒特性評価結果であり、Au ナノ粒子の担持により、P25 の光触媒の性能が向上した。これは、担持された Au ナノ粒子により、電荷分離効果が増加したためであると推察される。

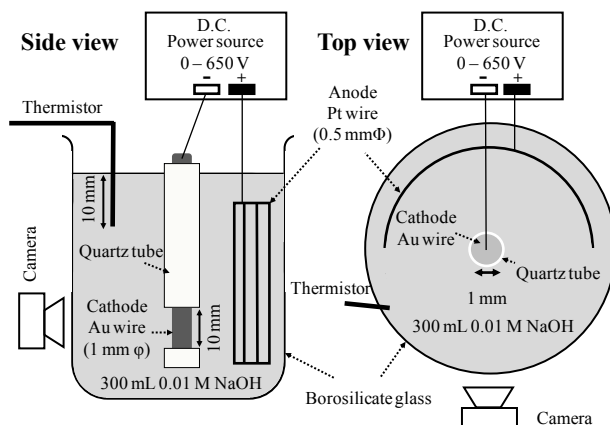


Fig. 1 Schematic diagram of experimental apparatus.

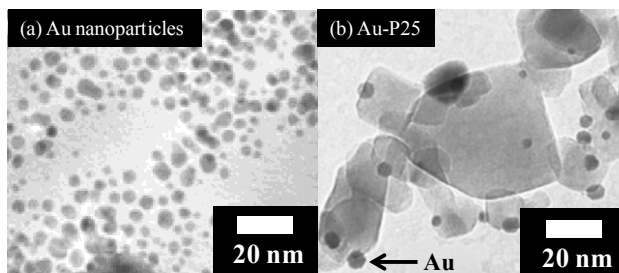


Fig. 2 TEM images of the AuNPs (a) and Au-P25 hybrid nanostructure (b).

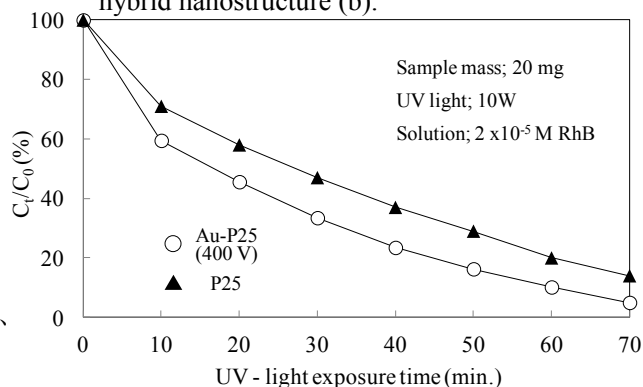


Fig. 3 Degradation of RhB at different products under UV-irradiation.

[1]Y. Toriyabe, S. Watanabe, S. Yatsu, T. Shibayama, and T. Mizuno, Applied Physics Letters **91**, 041501 (2007).