大気開放型プラズマジェットを利用した Au-ZnO ナノコンポジット薄膜の作製とその光触媒特性

Preparation of Au-ZnO nanocomposite film using open-air microplasma jet and its photocatalytic property

産総研ナノ材料 RI[1]，産総研先端オペランド計測 OIL[2]
○清水禎樹 [1,2]，石川善恵 [1]　畠山一翔 [1,2]，伯田幸也 [2,1]
Nanomaterials Res. Inst., AIST [1], Operando OIL., AIST[2]
○Yoshiki Shimizu[1,2], Yoshie Ishikawa[1], Kazuto Hatakeyama[1,2], Yukiya Hakuta[2,1]
E-mail: shimizu.yoshiki@aist.go.jp

1. はじめに

発表者らは、大気中で発生させた直径サブ mm～数 mm のプラズマジェットを利用したナノ粒子合成プロセス技術の開発を進めている。代表的な開発技術の一つに、放電管内に配置した金属ワイヤーをプラズマでエッチングし、ナノ粒子を連続的に合成する手法がある。この手法は、ナノ粒子の量産性には乏しいものの、小型で操作性に優れた装置を用いて、ナノ粒子合成から各種基材への堆積までを、大気中で連続的に行えることに特徴がある。堆積では、プラズマ発生条件、ノズルと基材との距離、基材/プラズマの相対スキャン速度などを制御することで、高密度のナノ粒子膜作製や、ナノ粒子の孤立分散堆積などが可能である。現在、ナノ粒子が鍵となるデバイス等の作製で、これらの特徴が活かせる製造プロセスへの応用を目指しており、その一つとして、機能性ナノコンポジット薄膜作製プロセスへの応用の可能性を検討している。本講演では、薄膜中への金ナノ粒子分散により、可視光応答型の光触媒としての応用が期待されている、金ナノ粒子一酸化亜鉛複合薄膜（Au-ZnO ナノコンポジット薄膜）作製の試みと、その光触媒特性評価について報告する。

2. 実験

ナノコンポジット薄膜の作製では、大気圧プラズマジェットで合成した金ナノ粒子 [1)]を、放電管下流に設置した ZnO 薄膜上に直接堆積させた。ZnO 薄膜は、石英基板上にゾルゲル法で作製したものを用いた。堆積では、プラズマの放電管と ZnO 薄膜の表面を所定の距離に維持し、基板を走査させ、ZnO 薄膜の全面に金ナノ粒子を堆積させた。光触媒特性は、光酸化反応によるメチルオレンジ溶液の退色挙動で評価した。所定濃度のメチルオレンジ溶液中に浸漬したナノコンポジット薄膜に疑似太陽光を照射し、メチルオレンジ溶液の経時的な退色変化を、紫外・可視分光光度計による吸光スペクトル強度測定で評価した。

3. 結果

代表的なナノコンポジット膜の TEM 像を図 1 に示す。ZnO マトリックス中への金ナノ粒子分散が確認できる。図 2 は、疑似太陽光照射におけるメチルオレンジ吸光スペクトルの経時変化を示した図である。メチルオレンジ吸光スペクトル強度の経時的な減少が確認された。この強度変化に基づく退色効率は、金ナノ粒子なしの ZnO 薄膜のケースと比較して約3倍であることが示され、本手法で作製したナノコンポジット膜の可視光応答性が確認された。しかしながら現状では、ナノコンポジット膜浸漬時に一部の金ナノ粒子が薄膜から離脱するなど、製造技術としての課題が多い。当日の発表では、ナノコンポジット薄膜作製における金ナノ粒子のサイズや分散密度制御技術や、金ナノ粒子の密着性向上技術などを中心に発表する予定である。

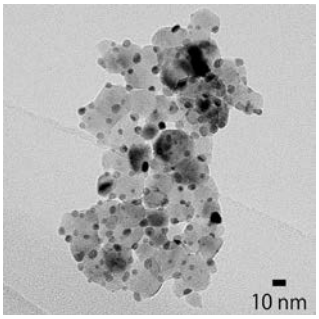

Fig.1 TEM image of a fraction of Au-ZnO nanocomposite film

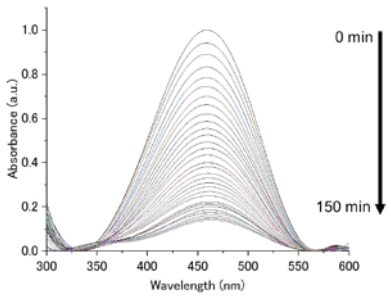

Fig.2 Photodegradation of methyl orange by Au-ZnO nanocomposite film upon sunlight exposure

参考文献 1） Y. Shimizu, *AIP Advances* **7**, 015316-1-8 (2017)