

## 銅担持による二酸化チタンの可視光応答化に関する研究

日大生産工(院) ○伊藤 ヒカル 日大生産工 江頭 雅之  
日大生産工 矢澤 翔大 日大生産工 工藤 祐輔 日大生産工 中西 哲也

## 1. まえがき

光触媒は光が当たることで大気浄化、浄水、抗菌等の効果を発揮する機能材料である<sup>(1)</sup>。代表的な光触媒である二酸化チタン( $\text{TiO}_2$ )は紫外光照射下でのみ強力な酸化分解作用を示す。そこで、 $\text{TiO}_2$ の可視光応答化を試みた。

先行研究では  $\text{TiO}_2$  に金属を付着させる金属担持と呼ばれる手法により  $\text{TiO}_2/\text{Cu}_x\text{O}/\text{Cu}$  光触媒<sup>(2)(3)</sup>を作製している。本研究では  $\text{TiO}_2$  をスピコート法により銅基板上へと塗布した。塗布した  $\text{TiO}_2$  にポリエチレングリコール(PEG)を混ぜることで、 $\text{TiO}_2$ の適切な分散を狙った。 $\text{TiO}_2/\text{Cu}_x\text{O}/\text{Cu}$  光触媒を作製するために、 $\text{TiO}_2$  塗布後の基板表面に紫外光を照射し $\text{TiO}_2$  の作用により銅を酸化させる光触媒酸化法<sup>(4)</sup>、デシケーター内に保管し自然の作用により酸化させる自然酸化法の2つの手法を行った。作製した触媒は紫外可視分光光度計による光吸収特性の測定及びホルムアルデヒド除去性能試験を行い、可視光照射下での性能を評価した。

## 2. 実験方法および測定方法

2.1  $\text{TiO}_2$ 混濁液の作製

$\text{TiO}_2$  (ST-01, 石原産業) とエタノール (鹿1級, 関東化学株式会社), ポリエチレングリコール (PEG2000, 和光純薬工業株式会社) を重量比2:2:1で混濁した溶液Aを作製した。また、 $\text{TiO}_2$ とエタノールを重量比1:1で混濁した溶液Bを作製した。

## 2.2 基板上への二酸化チタン膜の塗布

Fig. 1にスピコート法による銅基板上への二酸化チタン膜作製の概要図を示す。25mm×25mm×1.1mmのテンパックスガラス上に銅テープを貼り付け銅基板とした。この基板をスピコート装置に固定し、2.1節に示す方法で作製した溶液A及びBを0.20ml滴下し、1800rpmで30秒間回転させ、乾燥させたものを  $\text{TiO}_2$ 薄膜基板を試料とした。

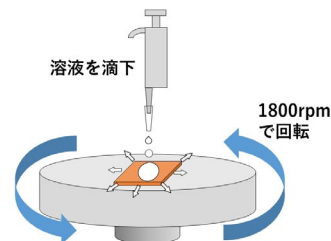
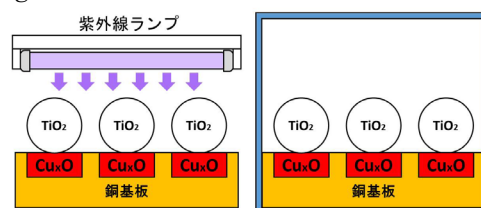


Fig. 1 スピコート法による塗布の様子



(a) 光触媒酸化法 (b) 自然酸化法

Fig. 2  $\text{TiO}_2/\text{Cu}_x\text{O}/\text{Cu}$ 構造の作製方法2.3  $\text{TiO}_2/\text{Cu}_x\text{O}/\text{Cu}$ 構造を持つ光触媒の作製

Fig.2に $\text{TiO}_2$ 薄膜基板を酸化する方法の概要図を示す。2.2節に示す方法で作製した光触媒基板に対し、光触媒酸化法と自然酸化法の2種類の方法により銅を酸化させ、 $\text{TiO}_2/\text{Cu}_x\text{O}/\text{Cu}$ 構造を作製した。 $\text{TiO}_2$ 薄膜基板に対し、光触媒酸化法では触媒表面に紫外線ランプ (GL-10, 三菱電機) を用いて10日間紫外光を照射した。触媒表面と紫外線ランプの距離は5mmとした。自然酸化法では $\text{TiO}_2$ 薄膜基板をデシケーター内に10日間保管した。デシケーター内の温度は24℃程度、湿度は26%程度である。

## 2.4 作製した光触媒の性能評価

## 2.4.1 光吸収特性の測定

光触媒基板の光吸収特性について、基板作製当日及び酸化処理10日後のものを紫外可視分光光度計 (UV-2600, SHIMADZU) により測定した。

## 2.4.2 HCHO除去性能評価試験

HCHO除去性能評価試験概要図をFig.3に、試験条件をTable1に示す。JIS R 1701-4の光

Study of Copper supported Visible-light Responsive Photocatalyst

Hikaru ITO, Masayuki EGASHIRA,  
Shota YAZAWA, Yusuke KUDO, Tetsuya NAKANISHI

触媒材料の空気浄化性能試験方法を基に光触媒基板のHCHO除去性能評価試験を行った。光触媒に可視光を照射する前後のHCHO濃度を測定し、その変化からHCHO除去率を計算して評価指標とした。HCHO濃度測定にはホルムアルデヒド検知器(C-XP-308B, 新コスモス電機), 光源にはLED直管ランプ(LDG20T・N・5/9, IRIS OHYAMA)を用いた。

### 3. 実験結果

#### 3.1 光吸収特性測定の結果

Fig.4, Fig.5 に光吸収特性の測定結果を示す。両図より、酸化処理に伴い光触媒基板の反射率が低下していることがわかる。また、自然酸化法より光触媒酸化法で作製した触媒の方が PEG あり, PEG なしの両方において 600-800 nm の波長領域における反射率の低下が大きいことがわかる。さらに, PEG なしより PEG ありの方が反射率の低下が大きい。これは PEG ありの方が TiO<sub>2</sub> を分散でき, 銅の酸化処理を促進し, 基板表面が黒ずんだことで光を吸収しやすくなったと考えられる。

#### 3.2 HCHO 除去性能評価

Table2 に HCHO 除去性能評価試験の結果を示す。この表より, 光触媒酸化法で作製した触媒は紫外線照射を 10 日間行うことで可視光応答化し, HCHO を除去していることがわかる。一方, 自然酸化法で作製した触媒は HCHO 除去をしていないことがわかる。

### 4. まとめ

本研究では, 銅担持による二酸化チタンの可視光応答化について触媒作製及びその性能調査を行った。TiO<sub>2</sub> を銅板に塗布し光触媒酸化法及び自然酸化法によって銅担持を行った。その結果, 光触媒酸化法のみ可視光応答性を示した。また, TiO<sub>2</sub> に PEG を混ぜた触媒の方が HCHO をより除去した。これは PEG が TiO<sub>2</sub> の作用により分解され, 触媒表面が多孔質状になったと考えられる。

今後の方針として, 触媒作製時の条件や触媒の組成, 表面構造を調査し, 可視光応答の向上を目指す。

#### 「参考文献」

- 1) 峠田博史, 今日からモノ知りシリーズ トコトンやさしい光触媒の本, 日本工業新聞社, p12-13.

Table1 HCHO除去性能評価試験条件

HCHO concentration [ppm]	1.00 ± 0.05
Sample area [mm <sup>2</sup> ]	25 × 100
Temperature [°C]	24.5 ± 0.5
Relative Humidity of HCHO gas [%]	49 ± 0.5
Flow rate of HCHO gas [L/min]	0.25

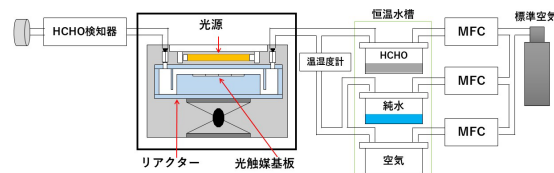


Fig.3 HCHO除去性能評価試験装置概要図

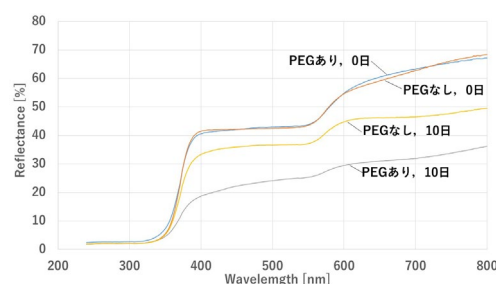


Fig. 4 光触媒酸化法で作製した触媒の反射率

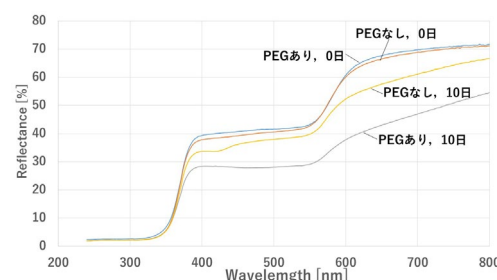


Fig. 5 自然酸化法で作製した触媒の反射率

Table2 HCHO除去性能評価試験結果

触媒作製方法	PEG	HCHO除去率 [%]	
		0日	10日
光触媒酸化法	あり	0	20.2
	なし	0	17.7
自然酸化法	あり	0	0
	なし	0	0

- 2) 小越澄雄, 加藤直, 勝井優, 片山昇, 矢澤翔大, 工藤祐輔, 新妻清純, 高性能可視光活性TiO<sub>2</sub>/Cu<sub>x</sub>O/Cu光触媒, 電気学会論文誌A (基礎・材料・共通部門誌) Vol. 136 No. 8 pp551-552

- 3) S. kogoshi, S. Araki, S. Yazawa, T. Nakano, T. takeuchi, N. Katayama, Y. Kudo, and T. Nakanishi, Visible-light-responsive photocatalyst prepared by sintering a TiO<sub>2</sub>/Cuplate, Japanese Journal of Applied Physics 53, 098001 (2014)