

「感染症・シックハウス対策と太陽光水素生成のための ——可視光応答型半導体光触媒——」

日本と世界の光触媒技術をリードしてきた 東京大学 橋本和仁教授の責任編集

■発行：2012年2月20日 ■体裁：B5ハードカバー上製320頁 ■定価：65,000円+税

■出版のねらい (ISBN 978-4-907837-23-5)

「出版のねらい」(橋本和仁氏の「はじめに」より抜粋)
「このような状況(注：光触媒市場の飽和傾向)になるだろうことを予測して、筆者らは2006年度より光触媒市場を増大させることを目的とした5年間の国家プロジェクト、「NEDO循環社会構築型光触媒プロジェクト」を進めてきた。主テーマとして高感度の可視光応答型光触媒の開発を掲げ、光触媒製品の市場、特に室内建材分野を大幅に拡大することを目指したものである。2011年度に最終年度を迎えたが、これまでにまさに当初の目論見通り、極めて可視光感度の高い光触媒を複数開発することができた現在、それらを利用した様々な新たな光触媒製品の開発を行っている最中である。」

「本書はこれらの研究、商品開発の最前線の紹介を中心に、その他の光触媒関連研究の成果も加え、実際に開発に関わっている方々に執筆をお願いしたものである。」

■執筆者一覧

[編集]

橋本 和仁 東京大学 大学院工学系研究科、先端科学技術研究センター
[執筆者一覧] (執筆順)

橋本 和仁 東京大学 大学院工学系研究科、先端科学技術研究センター
入江 寛 山梨大学 クリーンエネルギー研究センター
宮内 雅浩 東京工業大学 大学院理工学研究科
Qiu Xiaoping 東京大学 先端科学技術研究センター
Liu Min 東京大学 先端科学技術研究センター
小西 由也 (独) 産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門
佐山 和弘 (独) 産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門
阿部 竜 北海道大学 触媒化学研究センター
立間 徹 東京大学 生産技術研究所
黒田 靖 昭和タイタニウム(株) 光触媒開発プロジェクト
細木 康弘 昭和タイタニウム(株) 光触媒開発プロジェクト
砂田 香矢乃 東京大学 先端科学技術研究センター
蓑島 維文 東京大学 大学院工学系研究科

中野 竜一 (財) 神奈川科学技術アカデミー 重点研究室光触媒グループ
石黒 斉 (財) 神奈川科学技術アカデミー 重点研究室光触媒グループ
三木 慎一郎 パナソニック電工(株) 材料技術開発部
柳井 俊輔 (株) 積水樹脂技術研究所 新技術研究室
田中 裕希 TOTO(株) 環境建材技術開発部
皆合 哲男 日本板硝子(株) BP研究開発部
栗屋野 伸樹 盛和工業(株) 環境機器部
高田 剛 (独) 物質・材料研究機構 中核機能部門ナノ材料科学環境拠点
堂免 一成 東京大学 大学院工学系研究科
工藤 昭彦 東京理科大学 理学部
池田 茂 大阪大学 太陽エネルギー化学研究センター
三石 雄悟 (独) 産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門
野坂 芳雄 長岡技術科学大学 化学系
加藤 隆二 日本大学 工学部
大西 洋 神戸大学 大学院理学研究科
大谷 文章 北海道大学 触媒化学研究センター

■目次

第1編 感染症・シックハウス対策のための可視光応答型半導体光触媒

第1章 可視光応答型銅イオン担持酸化チタン系光触媒の開発
第2章 可視光応答型鉄イオン担持酸化チタン系光触媒の開発
第3章 金属ドーブによる高感度可視光応答型光触媒の開発
第4章 抗菌・抗ウイルス特性に優れたCu₂O/TiO₂の開発
第5章 可視光応答超親水化薄膜の開発
第6章 可視光応答酸化タングステン光触媒の開発
第7章 白金担持型酸化タングステン光触媒の開発と応用
第8章 可視光で作動するエネルギー貯蔵型光触媒
第9章 高感度光触媒材料の開発
第10章 可視光応答型光触媒と銅化合物の抗ウイルス効果
第11章 固体銅一価化合物が示す抗ウイルス・抗菌メカニズム
第12章 可視光応答型光触媒による抗菌・抗ウイルス効果
第13章 可視光応答型光触媒による抗菌・抗ウイルス効果の性能評価法と標準化
第14章 可視光応答型光触媒によるダニアレルゲンの不活性化の研究開発
第15章 光触媒を用いた室内環境浄化内装建材の開発

第16章 可視光応答型光触媒を利用したタイル・建材の開発
第17章 光触媒の実用化—日本板硝子における取り組み—
第18章 新千歳空港ターミナルでの光触媒空気浄化システム実証試験
第2編 太陽光水素生成のための可視光応答型半導体光触媒
第1章 酸化化物光触媒による可視光水分解
第2章 金属酸化物系光触媒による可視光水分解
第3章 2段階励起機構による可視光水分解
第4章 可視光水分解のためのカルコゲナイド系電極
第5章 高効率可視光水分解のためのオキシナイトライド系光電極の開発
第6章 レドックス媒体を利用した光触媒による水分解水素製造
第3編 反応機構解明・評価技術
第1章 ラジカル検出による可視光応答型半導体光触媒の反応機構解析
第2章 マイクロ波をプローブに用いたレーザー過渡吸収分光による光触媒メカニズムの解明
第3章 時間分解赤外分光でさぐる光触媒ドーパントの機能
第4章 作用および光音響スペクトル解析による光触媒評価

注文書をいただいた後、本を送料小社負担で
請求書とともに御送付いたします。

お申し込みはFAXで

03-5913-8549

編集発行 技術教育出版社

Technology & Education Publishers

〒166-0015 東京都杉並区成田東3-3-14ニッパル106

☎ 03-5913-8548 (営業部 宛)

http://www.kbsweb.org/Gijyutukyoku

注 文 書	書 名	可視光応答型半導体光触媒		冊	お支払 予定日	年 月 日
	会社名					
	部署名					
	氏名 ^(ふりがな)	〒				
	住 所					
	TEL	FAX				
E-mail						

※上記のご記入事項は新刊又は既刊のお知らせのために利用する場合がございます。※お支払いは、できるだけ請求書到着後1ヶ月以内をお願いいたします。
振込手数料はご負担願います。

構成と内容

第1編 感染症・シックハウス対策のための可視光応答型半導体光触媒

第1章 可視光応答型銅イオン担持酸化チタン系光触媒の開発

1. はじめに
2. 銅イオン担持酸化チタン
 - 2-1. 設計指針
 - 2-2. 銅イオン担持酸化チタン (Cu (II) / TiO₂) の合成

- 2-3. Cu (II) / TiO₂ のキャラクタリゼーション

3. 銅イオン担持伝導帯制御酸化チタン

- 3-1. 材料設計
- 3-2. CB 制御酸化チタンの設計と理論計算
- 3-3. 銅イオン担持タングステン・ガリウム共ドーパ酸化チタン (Cu (II) / Ti_{1-3x}W_xGa_{2x}O₂) の合成

- 3-4. Cu (II) / CB 制御 TiO₂ のキャラクタリゼーション

4. おわりに

第2章 可視光応答型鉄イオン担持酸化チタン系光触媒の開発

1. はじめに
2. 鉄イオン担持酸化チタン
 - 2-1. 金属イオンの選択について
 - 2-2. 鉄イオン担持酸化チタン (Fe (III) / TiO₂) の合成

- 2-3. Fe (III) / TiO₂ (X-Y) のキャラクタリゼーション

3. おわりに

第3章 金属ドーブによる高感度可視光応答型光触媒の開発

1. はじめに
2. チタン酸ストロンチウムをモデル物質としたドーピングによる伝導帯の制御

3. 鉄イオンクラスター担持・鉄ドーパ酸化チタンによる高感度化可視光応答型光触媒の開発

4. おわりに

第4章 抗菌・抗ウイルス特性に優れた Cu_xO/TiO₂ の開発

1. はじめに
2. Cu_xO/TiO₂ の合成とその構造

3. Cu_xO/TiO₂ の光触媒特性

4. Cu_xO/TiO₂ の抗菌・抗ウイルス特性

5. おわりに

第5章 可視光応答超親水化薄膜の開発

1. はじめに
2. WO₃系超親水化薄膜

3. TiO₂系超親水化薄膜

4. おわりに

第6章 可視光応答型酸化タングステン光触媒の開発

1. はじめに
2. 銅系助触媒による光触媒活性の向上

3. 酸化銅 (II) -パラジウムの複合効果による難分解性芳香族化合物の分解

4. 酸化タングステン光触媒の製造方法の最適化 PA 法

5. 酸化タングステンの抗菌作用

6. 今後の課題

第7章 白金担持型酸化タングステン光触媒の開発と応用

概要

1. はじめに
2. 酸化タングステン (WO₃) 光触媒

3. 白金を高分散に担持させた酸化タングステン光触媒

4. 二重励起光音響分光法を用いた励起電子と酸素の反応速度解析

5. 酸素還元種の同定と定量による反応機構の解明

6. 高活性 WO₃ 光触媒の開発

7. 3 次元規則性マクロ多孔体酸化タングステン (3DOM - WO₃) の合成

8. 新規合成法による高活性酸化タングステン微粒子の開発

9. 実用化への取り組みと課題

10. おわりに

第8章 可視光で作動するエネルギー貯蔵型光触媒

1. はじめに
2. エネルギー貯蔵型光触

3. 酸化エネルギー貯蔵型光触媒

4. 可視光で働く酸化エネルギー貯蔵型光触媒

5. 非接触状態での酸化エネルギー貯蔵

6. おわりに

第9章 高感度光触媒材料の開発

1. はじめに
2. 既存の酸化チタン製品
 - 2-1. 気相法による微粒子酸化チタン
 - 2-2. 2 種類の部分被覆酸化チタン
 - 2-3. ブルカイト型酸化チタン

3. NEDO プロジェクトにて開発中の高感度光触媒材料
 - 3-1. 十面体酸化チタン
 - 3-2. 可視光応答型光触媒
 - (1) 金属イオン修飾酸化チタン
 - (2) 銅イオン修飾酸化タングステン

4. 光触媒の抗ウイルス機能

5. おわりに

第10章 可視光応答型光触媒と銅化合物の抗ウイルス効果

1. 可視光応答型光触媒材料の抗菌・抗ウイルス効果
 - 2-1. 銅化合物の抗ウイルス・抗菌効果
 - 2-1-1. 金属イオンの抗菌活性
 - 2-2. 銅化合物の抗ウイルス・抗菌活性

第11章 固体銅一価化合物が示す抗ウイルス・抗菌メカニズム

1. はじめに
2. 酸化銅 (I) のタンパク質構造への影響
3. インフルエンザ関連タンパク質活性への影響
4. 酸化銅 (I) の抗菌活性について
5. おわりに

第12章 可視光応答型光触媒による抗菌・抗ウイルス効果

1. 感染症
 - 1-1. 感染症について
 - 1-2. 光触媒による感染症対策の可能性

2. 光触媒による抗菌効果
 - 2-1. 紫外光応答型光触媒による抗菌効果
 - 2-2. 可視光応答型光触媒による抗菌効果

3. 光触媒による抗ウイルス効果
 - 3-1. ウイルスの試験方法について
 - 3-2. 紫外光応答型光触媒による抗ウイルス効果
 - 3-3. 可視光応答型光触媒による抗ウイルス効果

4. おわりに

第13章 可視光応答型光触媒による抗菌・抗ウイルス効果の性能評価法と標準化

1. はじめに
2. 標準化に基づいた品質管理の取り組み

3. 可視光応答型光触媒を評価する際の注意点

4. 可視光応答型光触媒による抗菌性能評価試験

5. 可視光応答型光触媒による抗ウイルス性能評価試験

6. 標準化に向けた取り組み

第14章 可視光応答型光触媒によるダニアレルゲンの不活性化の研究開発

1. はじめに
2. ダニアレルゲン不活性化の評価方法

3. 可視光応答型光触媒サンプルのアレルゲン不活性化性能

- 3-1. 可視光応答型光触媒サンプル

- 3-2. アレルゲン不活性化試験の精度確認

- 3-3. 可視光応答型光触媒の試験結果

- 3-4. 可視光応答型光触媒の暗条件下でのアレルゲン不活性化について

4. おわりに

第15章 光触媒を用いた室内環境浄化内装建材の開発

1. はじめに
2. 高感度可視光応答型光触媒材料の高活性化

3. 内装建材の開発
 - 3-1. 内装建材の「ガス分解性能」
 - 3-2. 内装建材の「抗ウイルス性能・抗菌性能」

4. 次世代型照明への展開

5. その他機能

6. おわりに

第16章 可視光応答型光触媒を利用したタイル・建材の開発

1. はじめに
2. 光触媒を使用した内装タイル・部材の開発
 - 2-1. TOTO の内装用製品と性能
 - 2-2. 可視光応答型光触媒を使った抗菌・抗ウイルス部材の開発
 - 2-3. 抗菌・抗ウイルス部材の実環境での実証実験

3. おわりに

第17章 光触媒の実用化ー日本板硝子における取り組みー

1. はじめに
2. 光触媒の特徴
 - 2-1. ガラスの汚れ
 - 2-2. 光触媒クリーニングガラス (セルフクリーニングガラス) の特性
 - 2-3. その他の特性 (空気浄化, 抗菌・抗ウイルス性など)

3. セルフクリーン (防汚) ガラスの製法
 - 3-1. ソルゲル製法
 - 3-2. スパッタ製法
 - 3-3. CVD 製法

4. 光触媒クリーニングガラスの実用例
 - 4-1. 施工例
 - 4-2. 消費者に対する取組み

5. おわりに

第18章 新千歳空港ターミナルでの光触媒空気浄化システム実証試験

1. はじめに
2. 実証試験の目的
 - 2-1. 目的
 - 2-2. 実証試験の場所選定

3. 空気浄化システムの設置
 - 3-1. 予備調査
 - 3-1-1. 測定方法
 - 3-1-2. ロビー内測定結果に対する考察
 - 3-1-3. AHU の機内設置について
 - 3-1-4. 光触媒ユニット設置後空調機の負荷について
 - 3-1-5. 空調機内測定結果及び考察
 - 3-1-6. 予備実験のまとめ
 - 3-2. 本設置
 - 3-2-1. システム設置直後の空気浄化システムの効果
 - 3-2-2. システム設置 1 年後の空気浄化システムの効果

4. おわりに

第2編 太陽光水素生成のための可視光応答型半導体光触媒

第1章 酸化窒化物光触媒による可視光水分解

1. はじめに
2. 光触媒による水分解の原理

3. 水分解光触媒開発の経緯

4. 可視光応答型酸化窒化物光触媒

第2章 金属酸化物系光触媒による可視光水分解

1. 光触媒を用いた水分解の意義
2. 光触媒を用いた水分解の原理

3. バンドエンジニアリングによる可視光応答型酸化窒化物光触媒の開発
 - 3-1. 遷移金属ドーピング系可視光応答型酸化

物光触媒

- 3-2. 価電子帯制御された可視光応答型酸化窒化物光触媒

4. ソーラー水分解に活性な Z スキーム型酸化窒化物光触媒

5. 酸化窒化物光触媒電極による可視光水分解

6. 今後の展望

第3章 2 段階励起機構による可視光水分解

1. はじめに
2. 可視光水分解実証の重要性および困難さ

3. 2 段階励起機構による可視光水分解の実証

4. 酸化タングステン (WO₃) 光触媒の有する特異な反応特性

5. オキシナイトライド系光触媒の適用

6. 色素増感系光触媒の適用

7. まとめと今後の課題

8. おわりに

第4章 可視光水分解のためのカルコゲナイド系電極

1. はじめに
2. Cu(In,Ga)(Se,S)₂ 薄膜の構造と物性

3. CuInSe₂ 薄膜電極の作製

4. CuInSe₂ 薄膜の物性評価

5. CuInSe₂ 薄膜の水分解光カソード特性：表面修飾の効果

6. 光カソード特性の pH 依存性

7. 2 極セルでの水分解反応

第5章 高効率可視光水分解のためのオキシナイトライド系光電極の開発

1. はじめに
2. 半導体光電極を用いた光電気化学的水分解セル

3. 光アノード材料としての金属酸化物

4. 光アノード材料としての金属酸化窒化物 (オキシナイトライド)

5. 電気泳動法を用いた TaON の薄膜電極化

6. TaON 電極への酸化イリジウム (IrO₂) コロイド担持効果

7. IrO₂ - TaON 電極を用いた水の光電気化学的分解

8. おわりに

第6章 レドックス媒体を利用した光触媒による水分解水素製造

1. はじめに
2. レドックス媒体を利用した光触媒による水分解水素製造

- 2-1. 2 段階励起機構を利用した光触媒による水分解水素製造

- 2-2. 光触媒 - 電解ハイブリッドシステムによる水分解水素製造

3. Fe イオンレドックスを利用した光触媒によるエネルギー蓄積反応の高性能化

- 3-1. WO₃ 光触媒の Fe³⁺ 還元反応活性を劇的に向上させる触媒表面処理技術を開発

- 3-2. 反応溶液中のアニオン種が Fe³⁺ 還元反応に大きく影響することを発見

4. おわりに

第3編 反応機構解明・評価技術

第1章 ラジカル検出による可視光応答型半導体光触媒の反応機構解析

1. はじめに
2. 可視光応答型光触媒の反応機構の分類

3. 窒素・硫黄ドーパ型および光増感型 TiO₂ の反応機構解析

4. Cu イオン担持型 TiO₂ 光触媒の反応機構解析

5. OH ラジカル発生測定による各種可視光応答型光触媒の反応解析

第2章 マイクロ波をプローブに用いたレーザー過渡吸収分光による光触媒メカニズムの解明

1. はじめに
2. 時間分解マイクロ波電導度法 (TRMC) の原理と測定装置
 - 2-1. 時間分解過渡吸収分光の一般論
 - 2-2. マイクロ波領域での過渡吸収分光 (時間分解マイクロ波電導度, TRMC) について

3. 窒素ドーパ酸化チタン材料への応用例

- 3-1. 紫外線励起下における TRMC 信号の解析：トラッキングについて

- 3-2. 可視光励起下における TRMC 信号の解析：電荷分離効率について

4. おわりに

第3章 時間分解赤外分光でさぐる光触媒ドーパントの機能

1. 光励起電子による赤外光吸収
2. Cr と Sb を共ドーパした酸化チタン光触媒のダイナミクス

3. アルカリ土類金属などをドーパした NaTaO₃ 光触媒のダイナミクス

第4章 作用および光音響スペクトル解析による光触媒評価

1. はじめに
2. 光触媒反応の原理
 - 2-1. バンドギャップ励起
 - 2-2. 狭いバンドギャップの半導体
 - 2-3. 非バンドギャップ励起の利用

3. 作用スペクトル解析
 - 3-1. 単色光の照射と光強度の測定
 - 3-2. みかけの量子効率の算出
 - 3-3. 作用スペクトルの意味
 - 3-4. 作用スペクトル解析の重要性
 - 3-5. 励起電子 - 正孔利用率の波長依存性
 - 3-6. 吸収スペクトル
 - 3-7. 疑似作用スペクトル

4. 光音響スペクトル解析
 - 4-1. 固体の光吸収の測定の問題点
 - 4-2. 光音響分光法の原理
 - 4-3. 光音響分光測定
 - 4-4. 光音響分光法の特徴
 - 4-5. 光音響分光法による光触媒の解析

5. おわりに