

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲 第 号	氏 名	伊藤 皇聖
論文審査担当者：			
主査	慶應義塾大学	教授	博士（工学） 野田 啓
副査	慶應義塾大学	教授	博士（工学） 齋木 敏治
	慶應義塾大学	教授	Ph. D. フォンス ポール
	慶應義塾大学	教授	博士（工学） 緒明 佑哉
<p>学士（工学）、修士（工学）伊藤 皇聖君提出の学位請求論文は「半導体ナノ粒子の最適化による可視光援用水素生成と二酸化炭素還元」と題し、4章から構成されている。光触媒は太陽光のみをエネルギー源として、水素（H₂）生成や二酸化炭素（CO₂）還元に応用できる優れたワイドギャップ半導体材料である。近年の研究では、太陽光に含まれる紫外光を用いることで100%に近い量子収率でH₂生成やCO₂還元を行えることが報告されている。一方、太陽光に含まれる紫外光はわずか5%であり、50%以上を占める可視光の有効利用が求められている。可視光を有効利用する方法として、2つ以上の光触媒を組み合わせることによるダイレクト型Zスキームの形成が注目を集めているが、試料の合成過程の複雑化と高コスト化が問題視されている。また、光触媒材料の多くは金属酸化物から構成されており、将来的な鉱物資源の枯渇化の影響を受けることが懸念される。その背景の下、近年、窒化炭素などに代表される、合成が簡便でかつ可視光応答が可能な金属フリー光触媒材料が新たに注目を集めているが、反応効率と耐久性が低いため実用化には程遠く、それらの改善が強く求められている。</p> <p>これらの問題解決に向けて、本研究では、半導体ナノ粒子の最適化を中心とした材料開発による、安価なダイレクト型Zスキームの誘発方法と、高効率な光触媒特性を示す金属フリー光触媒材料の開発を目的とした研究を遂行している。</p> <p>第1章では、研究の背景と目的を述べ、従来の研究を概説している。</p> <p>第2章では、酸化タングステン（WO₃）の水熱合成途上に構造規定剤として知られるシュウ酸を滴下することで、異なるバンドギャップを持つWO₃の異種結晶相（六方晶と三斜晶）を単一ナノロッド内に位置選択的に形成している。その後、光析出法による白金（Pt）担持WO₃を作製し、その試料における光触媒メチレンブルー分解やアンモニアボランを用いた可視光援用H₂生成を実証している。それらの結果を基に、WO₃単一ナノロッド内での光誘起電荷の分離機構として、ダイレクト型Zスキームの形成について議論している。</p> <p>第3章では、高分子半導体にも分類される窒素リッチな窒化炭素（C₃N₅）を合成し、既存のグラファイト状窒化炭素（g-C₃N₄）との表面構造、内部構造、ならびにエネルギーバンドの相違点を実験的に示している。また、g-C₃N₄と比較して、C₃N₅において可視光照射下での光触媒H₂生成とCO₂還元がより効率的に進行することを示している。それらの結果を基に、C₃N₅の特徴を議論するとともに、窒化炭素を中心とした、窒素含有金属フリー光触媒材料の開発指針を提示している。</p> <p>第4章では、各章で得られた成果をまとめ、本論文全体の結論を述べている。</p> <p>以上要するに、本論文では半導体ナノ粒子の最適化による可視光援用H₂生成とCO₂還元の性能向上を実験的に示し、その考察を基盤として、半導体光触媒開発への新たなアプローチ方法を提示しており、半導体材料分野において工学上、工業上寄与するところが少なくない。</p> <p>よって、本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			
学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員および総合デザイン工学特別研究第2（電気電子工学専修）科目担当で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。 また、語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した。		