

平成 28 年 2 月 29 日

豊橋技術科学大学長 殿

電気・電子情報工学専攻
学位審査委員会
委員長 長尾 雅行

論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、学位審査会を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	奥野 照久		学籍番号	第 093507 号
申請学位	博士 (工学)	専攻名	大学院工学研究科博士後期課程 電気・電子情報工学 専攻	
博士学位論文名	Shape Control of Au Nanoparticles Using Oxide Template with Ordered Tubular Mesopores and Their Photocatalytic Properties (規則性細孔を有する酸化物鋳型を利用した金ナノ粒子の形状制御と光触媒特性)			
論文審査の期間	平成 28 年 1 月 28 日 ~ 平成 28 年 2 月 29 日			
公開審査会の日	平成 28 年 2 月 15 日	最終試験の実施日	平成 28 年 2 月 15 日	
論文審査の結果*	合格		最終試験の結果*	合格
審査委員会(学位規程第6条)				
学位申請者にかかる博士学位論文について、論文審査、公開審査会及び最終試験を行い、別紙論文内容の要旨及び審査結果の要旨のとおり確認したので、学位審査委員会に報告します。				
委員長	武藤 浩行			
委員	松田 厚範		石山 武	
	水嶋 生智			

※論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。

論文内容の要旨

本論文は、規則性細孔を有する酸化物鋳型を利用して金ナノ粒子の形状制御を行い、その光触媒特性を詳細に評価したものである。特に、広い波長範囲に応答して高い活性を示す光触媒に着目し、その反応機構を解明しようとするものであり、全4章で構成されている。

第1章では、光触媒に関する研究背景と、本研究で使用する材料である酸化チタン（チタニア）や金属ナノ粒子、メソポーラスシリカについて述べるとともに、論文の概要をまとめている。第2章では、作製した筒状細孔をもつ鋳型を利用した金ナノ粒子の形状制御と得られた粉末の光触媒特性について議論している。鋳型に含まれるチタニア量の制御や鋳型への紫外光照射によって球状あるいはロッド状粒子を作り分けることができ、この金の析出によって紫外光照射による光触媒特性が向上することを明らかにしている。第3章では、第2章では得られなかった可視光応答性を材料に付与するために、金ナノ粒子の析出手法を熱処理から紫外光照射を利用した光還元へと変更し、その光触媒特性について調査している。紫外光照射により金を析出させた場合には、金とチタニアの接触界面状態が改善されたことに起因する、可視光応答光触媒活性の発現を確認している。第4章では、より高い光触媒活性を得るために、最適な金の析出量の決定と粒子形状の違いによる特性の変化と反応機構を調査している。結果として、金の過剰な析出は比表面積の低下につながり光触媒特性が下がってしまうということ、ロッド状粒子を析出させることで幅広い光波長範囲で活性を示すということを明らかとしている。最後に、総括として、各章で得られた知見を述べている。

審査結果の要旨

光エネルギーを利用して酸化・還元反応を起こし、水から水素や酸素を生成したり、環境浄化、水質改善などができるチタニア光触媒が注目を集めている。既に広く実用化されているチタニア光触媒は、紫外光を吸収して反応を起こすが、太陽光や室内灯の多くを占める可視光や近赤外光を利用できないという問題点がある。これを解決するために、申請者は、金ナノ粒子を含有させたメソポーラスシリカ-チタニアを液相で合成し、その光触媒特性を詳細に評価し、可視光応答型光触媒の重要な設計指針を得ている。本研究は、金ナノ粒子の表面プラズモン共鳴を光触媒反応に利用するものであり、近年の環境問題の解決に寄与するものであると言える。

金ナノ粒子を担持したチタニア光触媒は、チタニア単体とは異なる酸化還元電位を有するため、新奇な光触媒反応を起こす可能性があり、申請者はその観点から作製した試料の触媒反応メカニズムを詳細に調査している。特に、紫外光照射時と、可視光や近赤外光照射時に起こる電荷の移動経路が異なる点に注目し、電荷の再結合と光触媒反応の起きる割合を定量的に求めるなど、斬新なアイデアで研究を遂行し、再結合が起きると思われる条件でも実際には再結合がほとんど起きないことを実証するなど、重要な成果を得ている。

メソポーラスシリカ-チタニアの筒状細孔内に金ナノ粒子を析出させた場合、細孔を金ナノ粒子が塞ぐことで比表面積が低下し、光触媒活性が低下する懸念があるが、非常に小さな粒径のメソポーラスシリカ-チタニアを合成し使用することで、触媒反応表面積を確保した試料を準備し、デッドスペースの形成が光触媒活性に大きな影響を与えないことも明らかとしている。この点については、メソポーラスシリカ-チタニアの筒状細孔をつなぐ連結孔の存在が重要であると結論している。実験では、液相合成法であるゾルゲル法や光還元法などを駆使して材料合成がなされている。また、透過型電子顕微鏡やX線回折装置などを使用して、得られた材料の形態や構造の精密な評価解析がなされている。得られた知見は可視光応答型光触媒の重要な設計指針を与えるものであり、学術的にも、工業的にも価値の高いものであると判断される。

以上により、本論文は博士（工学）の学位論文に相当するものと判断した。