

氏名	町田 光義
学位の種類	博士（工学）
学位記番号	博甲第 8490 号
学位授与年月日	平成 30年 3月 23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	数理解物質科学研究科
学位論文題目	酸化チタン光触媒の抗菌性及び親水性の応用に関する研究

主査	筑波大学准教授	博士（工学）	鈴木 義和
副査	筑波大学教授	工学博士	金 熙榮
副査	筑波大学教授	理学博士	黒田 眞司
副査	筑波大学教授	博士（理学）	森 孝雄

## 論 文 の 要 旨

### 【論文内容の要旨】

審査対象の論文は、光触媒として広く研究されている酸化チタンについて、衛生陶器等への抗菌剤としての応用、また、窓ガラス等への親水性付与の応用を目指し、基礎から応用に至る一連の研究を実施したものである。特に、筑波大学在学中に実施した第 5 章では、従来合成が難しかったブルックライト型酸化チタンに着目し、超親水性とマイルドな光分解特性を両立させることに成功している。以下、本論文内容の要旨を示す。

本論文、第 1 章では、従来報告されている酸化チタン系光触媒について、先行研究を俯瞰的に紹介するとともに、酸化チタン光触媒が示す代表的な機能性である酸化分解特性、抗菌性、光誘起親水性について、その発現メカニズムと工学的応用について詳述している。特に、社会人学生(企業研究者)としての鋭い観点から、住宅設備機器の一つである衛生陶器や、住宅建材の一つである外装タイルに光触媒をどのように実装すれば良いかを指摘している。

第2章では、衛生陶器表面に形成する銀担持酸化チタンの光触媒抗菌性について、基礎・応用の両面から研究に取り組んでいる。近年、我が国では 24 時間利用の入浴施設などで、レジオネラ菌感染症などが報告されており、社会的な問題となっていた。また、外食施設等での出血性大腸菌 O-157 による被害もたびたび報告されている。著者は、光触媒単独では紫外線照射下でのみしか光触媒抗菌性が発現しないという問題点にいち早く対応し、抗菌性の高い銀と光触媒とを併用することで暗所下でも抗菌性が持続する衛生陶器の開発を試みている。実際に合成条件と抗菌活性を検討することで大腸菌生存率を大

幅に低下させる製造条件を見出すことに成功し、銀担持酸化チタンの光触媒抗菌性を利用した衛生陶器の開発に成功している。

第3章では、光触媒抗菌性を検証する実験の中で見出した、光触媒超親水性の発現について、UV 非照射下での持続時間を長くするためにシリカ(酸化ケイ素)の添加を検討している。実際に酸化チタン光触媒にシリカを添加することで作製直後から水接触角を低下させることに成功し、暗時の親水性維持も良好であることを見出している。特にシリカ量が 10~30 モル%の場合に良好な持続的親水性が発現されることを報告している。

第4章では、超親水性を有する光触媒コート窓ガラス材(PET 基板上)を実用化する際に見いだされた工学的な問題点(硫酸カルシウム粒子付着)の解決に取り組んでおり、アナターゼ型酸化チタンの粒径制御およびシリカ添加量の制御により、硫酸カルシウム粒子の付着をある程度抑制することに成功している。これにより、ガラス上だけでなく、PET 樹脂等のプラスチック基板上でも超親水性を外装材として利用できることが確かめられ、光触媒の実用性を大きく発展させることに成功している。

第5章では、第4章での問題解決法(アナターゼ型酸化チタンのシリカによる希釈)を別のアプローチで解決することを提案している。具体的には、これまで、ほとんど実用例のなかったブルッカイト型酸化チタンに着目し、水熱合成法によるブルッカイト微粒子の合成および超親水性の評価を実施している。ブルッカイト型酸化チタンを利用することで、超親水性を維持したまま、光触媒活性をマイルドにできることが明らかとなり、酸化チタンの可能性を大いに拡張することに成功している。

第6章では、本研究を総括している。

## 審 査 の 要 旨

[批評]

本論文で研究対象としている酸化チタンは、光触媒として実用化されてからまだ歴史が浅く、いまだ不明な点がある物質である。特に、第5章のブルッカイトについては、その応用に踏み込んだ数少ない研究報告である。審査に際しては、光触媒酸化チタンの結晶相・バンドギャップや粒径の影響、また、ブルッカイト型酸化チタンを研究対象として選んだ動機についても詳しく質疑が行われ、光触媒のもつ複数の機能性を組み合わせて相乗効果をもたせること、利用分野に応じて特性を制御することの重要性などが議論された。実際に、光触媒衛生陶器の実用化に成功したことにとどまらず、外壁材を含め種々の応用分野に挑戦し、材料合成を駆使して機能性を発現させたことは評価に値する。今後、計算科学との融合などで、さらなる目的機能化の実現が期待できる。

筑波大学在学中に実施した第5章については、ブルッカイト型酸化チタン微粒子の低コスト合成と応用という難しい課題にチャレンジしており、97%程度の単相に近いブルッカイトの合成が実現できており、さらなる知見が求められるものの、工学的な観点からは高く評価できる。ブルッカイト相の合成メカニズムの解明および 100%単相の合成については、今後の更なる進展が期待される。

〔最終試験結果〕

平成 30 年 2 月 13 日、数理物質科学研究科学位論文審査委員会において審査委員全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって、合格と判定された。

〔結論〕

上記の論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。