

ナノサイズ酸化チタンの新製法
- 原料の高純度化とナノ材料化を低コスト単一プロセスで実現 -

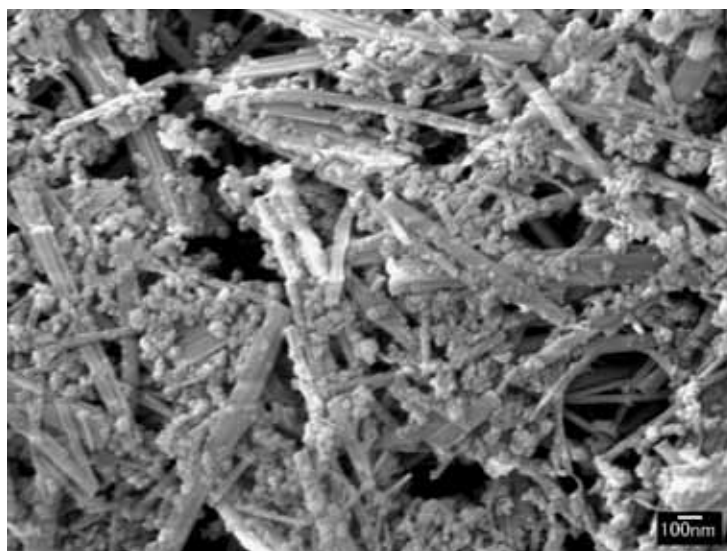
ポイント

天然ルチルサンドを原料に、150℃の水熱合成を行うことで、不純物の除去と高機能ナノ材料化を同時に実現。従来のような精製工程や高温での熱処理工程が不要となり、低環境負荷・低コスト化が可能に。

得られたナノ材料は、直径 10～50nm、長さが 1～100μm のナノファイバーと直径 10nm 程度のナノ粒子から構成される複合粉末で、光触媒などに広く用いられるアナターゼ構造を持つ。

天然ルチルサンドは 1 キロ当たり 100 円以下と低コストであり、従来の高機能酸化チタンの 1/5 から 1/10 程度のコストでナノサイズ酸化チタンを製造可能に。

光触媒や次世代太陽電池の一層の低コスト化を促進。



新製法で得られたアナターゼ型酸化チタンナノファイバー・ナノ粒子複合粉末の走査電子顕微鏡写真。
均一に混合したナノファイバー・ナノ粒子により、比較的高い比表面積（約 82m²/g）が得られた。

概要

京都大学エネルギー理工学研究所の鈴木 義和助手、吉川 暹（すすむ）教授と岩谷産業株式会社は共同で、原料の高純度化とナノ材料化を低コスト単一プロセスで実現することが可能なナノサイズ酸化チタンの新製法を開発した。

開発した新製法は、オーストラリア等で天然に産出するルチルサンド（粒径 300μm 以下の粗粒）を原料とし、水酸化ナトリウム水溶液中、150℃で水熱合成処理を行い、塩酸水溶液でイオン交換処理を行うというシンプルなものである。

これまでも、高純度酸化チタンを原料に水熱処理を行うことで、ナノチューブなどの 1 次元ナノ材料を合成する試みは行われていたが、今回のプロセスでは原料としてルチルサンドを用いることで、画期的な低コスト化が可能となった。通常ルチルサンドは、塩素法や硫酸法などの多大な設備投資が必要な工業プロセスによって精製された後、各種の酸化チタン原料とされてきたが、今回開発したプロセスでは、水熱合成プロセス自体が高純度化プロセスも兼ねている。原料中に含まれる鉄分等の不純物成分のほとんどが水熱合成プロセスとその後のイオン交換プロセスで取り除かれることが明らかとなった。

新製法で得られた材料は、アナターゼ型結晶構造をもつ酸化チタンナノファイバー・ナノ粒子複合粉末であり、写真に示すようなユニークな構造を持っていることが特徴である。比較的高い比表面積を単純なプロセスで得ることが可能であり、市販の高機能酸化チタンに匹敵する光触媒活性が得られた。

本成果の詳細については、2005 年 3 月 22 日から 3 月 24 日にかけて岡山大学で開催される日本セラミックス協会年会で発表する予定である。また、研究内容の一部については、米国材料研究学会が発行する Journal of Materials Research 誌（2005 年 4 月号）上においても発表される。

開発の背景

酸化チタン (TiO_2) は、優れた紫外線吸収性および吸着性等の特性を有しているため、従来から、顔料、塗料、化粧品、紫外線遮蔽材、触媒、触媒担体、および各種のエレクトロニクス材料等に活用されている。さらに、近年では、酸化チタンそのものが持つ光触媒活性に大きな関心が寄せられている。酸化チタンの優れた光触媒活性は環境浄化（有害有機物の分解・大気汚染物質の除去）、殺菌、および抗菌等を目的として実用化されている。このような酸化チタンの光触媒活性については、正方晶系のルチル型構造よりも、同じく正方晶系のアナターゼ型構造のものの方が高いことが知られている。

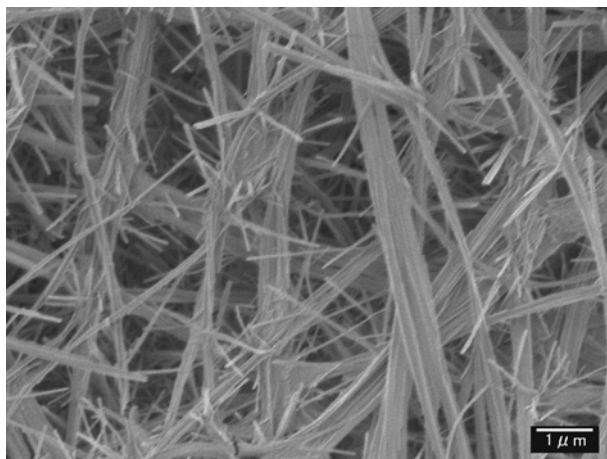
また、酸化チタンの光触媒活性を向上させる方法として、ナノサイズ化を行うことで酸化チタンの比表面積を増大させることが行われているが、コストの高さが普及を促進する上での障害となっていた。本研究開始のきっかけとなった、1998 年に中部電力のグループにより開発された酸化チタン系ナノチューブは、高比表面積化が可能であり優れた技術ではあるものの、組成や熱安定性、コストの点で改善が必要とされていた。

開発の経緯

2003 年 7 月、岩谷産業株式会社より同社が扱う天然ルチルサンドの製品展開と産学連携の可能性に関する技術相談が京都大学エネルギー理工学研究所の鈴木義和助手に寄せられた。両者による打ち合わせの結果、天然ルチルの高付加価値化が可能ではないか、との見解の一致に至り、同年 9 月には岩谷産業提供の天然ルチルを原料とし、京都大学にて低環境負荷・低コストプロセスによる高機能材料の合成を試みることとなった。

2003 年 12 月、試験的な結果にもとづき、正式な共同研究の準備を進めることとなり、2004 年 2 月には京都大学と岩谷産業の間で正式な共同研究契約が締結された。

京都大学側は天然ルチルのナノ材料化・高機能化を担当し、岩谷産業は原料の供給とマーケティング等を担当した。2004年には、層状チタン酸ナノファイバーの合成に成功し、より高い特性を発揮させるために、アナターゼ化・高比表面積化を進めていた。



参考写真：層状チタン酸ナノファイバー（非常に均質なファイバーが得られるが、組成がアナターゼとは異なり、また、比表面積も小さいため、触媒活性等の機能が十分ではなかった）

今後の予定

現在、製造メーカーを含めた量産プロセスの検討段階に入っており、2、3年の間に市場投入することを目標に開発を進めている。今後は、より一層の高純度化や各種製品グレードの開発などを中心に共同研究開発を進める予定。

関連情報

京都大学エネルギー理工学研究所 鈴木義和

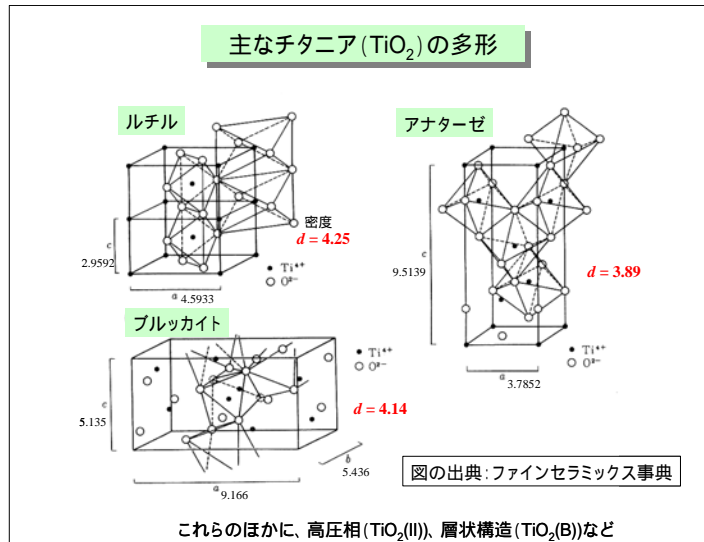
<http://www.iae.kyoto-u.ac.jp/molecule/suzuki/>

岩谷産業株式会社

<http://www.iwatani.co.jp/>

用語の説明

酸化チタン： おもにルチルとアナターゼ型が使用され、光触媒機能等を示すのは主にアナターゼ型。ほかにも、ブルッカイト型やTiO₂(B)型などの多形が存在する。



ルチルサンド： 一般に海浜・河川に堆積した重砂（ミネラルサンド）から、磁気選鉱や電氣的選鉱を行って得られた酸化チタン（TiO₂）を主成分とする原料。産出地により純度は異なるが、一般に5%程度の不純物を含み、高機能酸化チタンとして用いるには塩素法や硫酸法などの工業プロセスにより鉄分等を取り除く高純度化が不可欠とされてきた。



ミネラルサンドの採掘

本件についてのお問い合わせ先

京都大学エネルギー理工学研究所 鈴木義和

電話: 0774-38-3506 (または 0774-38-3504) ファックス: 0774-38-3508

電子メール: suzuki@iae.kyoto-u.ac.jp