

【基盤研究(S)】

総合系（環境学）



研究課題名 酸化物系ナノチューブの高次構造チューニングによる物理光化学機能の深化と体系化

大阪大学・産業科学研究所・教授 せきの とおる 関野 徹

研究課題番号： 15H05715 研究者番号：20226658

研究分野： 環境学

キーワード： 物質循環システム

【研究の背景・目的】

本研究で対象とするチタニアをはじめとする酸化物ナノチューブは、光触媒能など優れた光化学機能を示すワイドバンドギャップ型酸化物半導体であるTiO₂と同様に結晶性を持ち、直径10nm程度のナノチューブ構造を有するナノマテリアルである。これまで本代表者らは、この材料が特異な低次元ナノ構造と半導体物性の共生により通常のナノ粒子に比較して優れた光触媒特性を示すことや、高い分子吸着能を同時に兼備していること、増感太陽電池電極として適用可能なこと、固溶やナノ粒子担持によりこうした機能を改善できることなどを示し、本材料が機能共生型環境保全・エネルギー創製材料として高いポテンシャルを持つことを示した。一方でこうした機能共生発現機構や更なる高次機能化のための設計指針は必ずしも十分に解明・構築されていない。すなわち、酸化物半導体ナノチューブなどの潜在的ポテンシャルを最大限に発揮させ、革新的なエネルギー創製システムや環境保全システムへと展開するためには、低次元ナノ構造の集積化に基づく機能集約、すなわち高次構造・機能マルチリンクを実現するこ

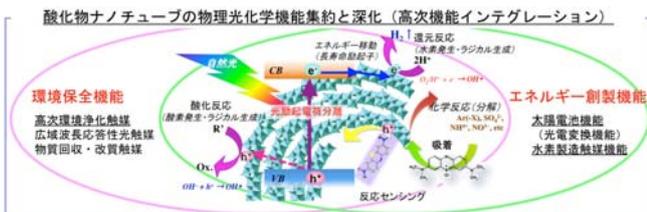


図1 ナノチューブ構造と特徴物理光化学的機能の特徴とが必須である(図1)。

そこで本研究では、低次元ナノ異方・特異構造を有し、優れた物理化学的、光化学的機能や従来にない複合環境浄化機能などを示す多機能材料である酸化物半導体ナノチューブ材料に関して、革新的に高効率な高次環境保全システムやエネルギー創製システムなど次世代型サステナブルシステムへ適応しうる多機能材料へと深化することを目的として、その構造を原子・分子・ナノレベルで設計・制御・融合（低次元ナノ構造チューニング）し、物性-特異ナノ構造関連に基づく物理光化学的機能などを協奏的・相乗的に発現・集約・深化（インテグレーション）させ、酸化物ナノチューブマテリアルサイエンスの体系化および応用展開へ向けた指針構築を図る。

【研究の方法】

課題解決と目的達成のため、以下の項目について研究を実施する。低次元ナノ構造チューニングと集積フェーズでは、原子レベル固溶制御法によるナノチューブの結晶・組成制御とその物性、構造-物性相関の解明を実施し、ナノハイブリッド構造チューニングとして金属・化合物・有機物の分子・ナノレベル複合化したナノハイブリッド材料のためのマルチプロセス創出と、材料創製ならびに高次構造評価を実施する。一方、物理光化学機能インテグレーションとして、酸化物ナノチューブの物理光化学機能（吸着・光照射電荷分離・再結合）精査と機構解明、機能向上のための指導原理抽出を行い、次いで環境保全システム、エネルギー創製システム（エネルギーキャリア創製触媒、光電変換など）や、多機能性生体適合機能化材料を指向した構造物性設計・最適化と構造体作製および機能評価を実施し、これらを総括することで目的の達成を図る。

【期待される成果と意義】

チタニアなど酸化物ナノチューブの階層的構造・物理光化学機能インテグレーションを実施することで、次世代型の高性能な環境保全システム（光触媒・物質回収改質触媒など）、エネルギー・光化学システム（エネルギー・物質変換触媒等）、高機能型生体適合システムなど、分野横断的に物質エネルギー循環型社会の構築を実現するシステムの「キーマテリアル」として酸化物ナノチューブおよび関連材料を深化させると共に、実際のシステムへの応用展開ならびに学術的体系化が可能と期待される。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- D. J. Park, T. Sekino, S. Tsukuda, S.-I. Tanaka, *Res. Chem. Intermed.*, **39**, 1581-1591 (2013).
- 関野 徹, *セラミックス*, **41**[4], 267-271(2006).
- T. Kasuga, M. Hiramatsu, A. Hoson, T. Sekino, K. Niihara, *Langmuir*, **14**, 3160-63(1998). ほか

【研究期間と研究経費】

平成27年度-31年度 153,700千円

【ホームページ等】

<http://www.sanken.osaka-u.ac.jp/labs/mmp/>