

氏名(本籍)	隈部 佳孝 (熊本県)		
学位の種類	博士 (工学)		
学位記番号	甲第 374 号		
学位授与年月日	令和 3 年 3 月 18 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項		
研究科・専攻名	工学研究科・基盤工学専攻		
学位論文題目	Solvothermal Synthesis of Porous Nanomaterials with Precisely Controlled Crystal Structure (結晶構造が精密に制御された多孔質ナノ材料のソルボサーマル合成)		
論文審査	(主査)	高知工科大学 教授	小廣 和哉
		高知工科大学 教授	西脇 永敏
		高知工科大学 准教授	大谷 政孝
		高知工科大学 講師	伊藤 亮孝
		高知工科大学 教授	牧野 久雄

審査結果の要旨

1. 論文の評価

多孔質材料は反応物と生成物の拡散・輸送を可能とする多孔性と高い比表面積を持つため、ガスの分離・貯蔵、エネルギーの変換・貯蔵、触媒および触媒担体として有用な材料である。特に、金属酸化物は高い機械的強度、熱安定性、担持金属との相互作用などの魅力的な特徴を有する。本論文では「ソルボサーマル反応では、用いる溶媒と構造規定剤がナノ粒子集合体の高次構造を決定する最大要因である」という独自の仮説のもと、多種多様の金属化合物、溶媒、反応温度、圧力、反応時間等の反応条件を合理的に組み合わせ、反応を精査した。その結果、金属酸化物構造体を高効率で得るための一般則を導き出すに至った。

まず、酸化ニオブ(Nb_2O_5)および Nb_2O_5 と酸化チタン (TiO_2) の複合材料は、光触媒、固体酸触媒、触媒担体、二次電池および燃料電池の負極材として有用な材料である。これまでに報告された Nb_2O_5 球状多孔体の合成法は多段階の操作や長時間の反応を必要とするため、実用化を加速させるためのより簡便な合成手法の開発が求められている。そこで、本論文では独自の高温液相法を駆使し、単工程合成アルコサーマル合成で Nb_2O_5 を、アモルファス中間体を經由する二段階法で $\text{TiO}_2\text{-Nb}_2\text{O}_5$ を簡便に得る方法を確立した。

また、10nm 以下サイズのナノ粒子は電子的・光学的特性がバルク状態と大きく異なるため、新たな物性発言が期待できる。しかし、極小サイズ粒子は凝集し易く、また合成時の加熱により容易にシンタリングする。この問題を解決する手法として、長鎖アルキル基を有するオレイン酸を用いた急速加熱ソルボサーマル法を開発し、直径 3nm・長さ 10nm の均一な粒径を有する TiO_2 極小ナノロッドの合成法を完成した。

さらに、金属酸化物のソルボサーマル合成ではこれまで殆ど着目されてこなかったスクワリン酸に着目し、これまで合成が困難であるとされていた極小結晶子サイズを有するルチル型 TiO_2 多孔体合成法を確立した。

以上のことより、本件研究で開発された新規触媒材料、および見出された新事実は、ナノ粒子合成、触媒化学、材料化学、応用物理、デバイス工学等に大きなインパクトをもたらすと期待できる。

2.審査の経過と結果

- (1) 令和3年1月6日 5名の審査委員のもと協議され、博士後期課程委員会で学位論文の受理を決定した。
- (2) 令和3年2月10日 公開論文審査発表会及び最終試験を実施した。
- (3) 令和3年3月1日 博士後期課程委員会で学位授与を可とし、教育研究審議会で承認された。