

機能材料工学専攻		紹介教員氏名	角田 範義
申請者氏名	長谷川 章		

論 文 要 旨(博士)

論文題目	金属酸化物ナノ粒子の形態制御と機能性発現に関する研究
------	----------------------------

(要旨 1,200字程度)

アルミナや酸化チタンは、古くから工業的に大量生産されているが、現在もなお高機能化を目指した研究が行われている。アルミナは、耐熱性、耐化学性、電気絶縁性、機械的強度などが優れることから工業的に幅広く用いられている。アルミナの用途は、機械的強度が要求される構造材料と固体酸触媒、触媒担体、複合酸化物のような機能材料に分けることができる。例えば、触媒担体は、1000℃以上の高温でも焼結しない耐熱性、高い比表面積そして化学的安定性が求められる。このようなアルミナの機能性(物性)を向上させるには、アルミナの粒子形態制御は極めて重要である。

酸化チタンも顔料を中心に大量生産されている。また、近年、機能性酸化チタンとして光触媒の研究が盛んに行われている。酸化チタン光触媒による酸化反応は、紫外線照射による電子-正孔対の生成と固体表面における反応の二つの側面を持つ。したがって、光触媒の性能は、酸化チタンの結晶構造や比表面積ならびに表面の化学状態によって大きく変化する。このような因子は、酸化チタンの粒子形態によって大きく異なる。

そこで本研究では、提案したゾル-ゲル法を改良した手法が、AlやTiの酸化物に対し、粒子形態や表面構造の変化による材料の機能性向上を図る上で有効である事を明らかにした。

アルミニウム硝酸塩を溶解したジオール溶液を出発原料として、ガラス基板上に作製したアルミナ膜を100℃の熱水中に浸漬すると多孔質構造を有する針状のアルミナ膜に変化することを見出した。これは、熱水中でアルミナが水和による針状のベーマイト粒子を形成することや解膠作用が原因である事を明らかにした。また、浸漬処理に用いる溶液にグリコールを添加すると表面の空孔径が変化することも見出した。

この多孔性針状アルミナ膜を利用したアルミナ修飾シリカ繊維は、高温、水蒸気雰囲気においても高い比表面積を保持するという新しい機能性が発現した。さらに、Niを担持することで、Ni分散性が向上するだけでなく、高温下でのメタン水蒸気改質反応において高い触媒活性を維持できる事を明らかにした。

チタンアルコキシドとジオールを原料とする事で角柱状に形状が制御された酸化チタンが生成する事を見出した。その角柱状の形状は、前駆体としてのTi(OCH(CH₃)CH₂CH₂O)₂の生成が重要であることを明らかにした。さらに角柱状酸化チタンは、アナターゼ粒子から構成されている事、酸素欠損型の構造である事から新しい光触媒として有効である事も明らかにした。特にアセトアルデヒドの気相分解性能では、粉末状角柱状酸化チタンとP-25(Degussa)では同程度の光触媒活性を示すが、シリカ繊維表面に角柱状酸化チタンを固定化することで高性能化が図れる事を確認した。

本研究で得られた知見と技術は、より高性能な機能を目的とする酸化物の設計にも繋がる可能性があると考えられる。そして、形状の異なる粒子を触媒として利用する化学反応分野への今後の展開が期待される。