

# 新しい機能をもった先端材料講座 (第6講)

J. Jpn. Soc. Colour Mater., 91 [6], 193-197 (2018)

## 中空ナノシリカ粒子の環境低負荷合成とその応用

藤 正督\*<sup>†</sup>・中島佑樹\*・高井千加\*・Hadi RAZAVI-KHSOROSHAHI\*

\*名古屋工業大学先進セラミックス研究センター 岐阜県多治見市本町3丁目101-1クリスタルプラザ4階 (〒507-0071)

<sup>†</sup> Corresponding Author, E-mail: fuji@nitech.ac.jp

(2018年1月30日受付, 2018年2月26日受理)

### 要 旨

中空シリカ粒子とは、内部の空気層とシリカシェルからなる固体-気体コンポジット粒子である。その特異的な構造から従来の中実粒子よりも優れた特性が発現する。その特性を活かすためには、フィルムなどの最終製品中における中空シリカ粒子の分散性の向上が不可欠である。フィルム中に良分散された中空シリカ粒子は、多くの特性を発現し、驚くべき特性の一つとして、汗で滑りにくいコーティング材料としての応用があり、北京オリンピック以降国際オリンピック連盟公式球として使用されている。本稿では、中空シリカ粒子の作製手法から始まり、特性発現に不可欠な分散技術、そして中空シリカ粒子の応用技術について紹介する。

キーワード：中空シリカ粒子、テンプレート法、分散技術

### 1. はじめに

中空粒子とは、内部に空洞を有する粒子である。中空粒子はその特異的な構造から従来の粒子（中実粒子）よりも優れた特性や予期せぬ特性を有している。その特性は多岐にわたり、内部が空洞であることから、低見かけ密度、高比表面積、物質内包・徐放性、光透過・散乱性などの特性発現の報告がある<sup>1-3)</sup>。また、合成した中空粒子は特殊な処理を施さない場合内部は空気で満たされている。したがって、中空粒子は固体/気体コンポジット材料と言える。内部に空気を含有していることから、低熱伝導性、低誘電率などの特性発現も報告されている。

本稿では、中空シリカ粒子の低環境負荷な合成手法の開発、および実際に使用されている事例を交えつつ中空シリカ粒子の応用について概観する。

### 2. 中空シリカ粒子の作製

中空粒子の作製手法は鋳型を使用するテンプレート法、鋳型を使用しないテンプレートフリー法に分類される。テンプレートフリー法は、静電微粒子法<sup>4-6)</sup>、熱噴霧分解法<sup>7,8)</sup>に細分化される。テンプレート法は、使用する鋳型により無機粒子テンプレート法<sup>9-12)</sup>、有機粒子テンプレート法<sup>13-17)</sup>、生体テンプレート法<sup>18,19)</sup>、液体がテンプレートのエマルジョンテンプレート法<sup>20-23)</sup>、気体がテンプレートのバブルテンプレート法<sup>24-26)</sup>

に分類される。また、中空粒子構成成分が同構成成分の中実粒子をテンプレートとして形成する自己テンプレート法<sup>27,28)</sup>も報告されている。以下に粒子形状制御が容易な無機粒子テンプレート法について説明する。

図-1に無機粒子テンプレート法を用いた中空シリカ粒子の合成メカニズムを示す。最初に、テンプレートとなる粒子の表面の電荷を正に改質する。その後、触媒を用いて金属アルコキシドを加水分解する。生成した加水分解金属アルコキシドは負の電荷を有しているため、正の電荷を有するテンプレート上に静電相互作用により堆積する。最終的に、得られたコアシェル粒子内のテンプレートを熱・化学的処理により除去することで中空粒子が得られる。この手法は、得られる中空構造がテンプレート粒子を模したものであるため、中空粒子形状の制御が容易な手法である。

#### 2.1 炭酸カルシウムテンプレート法

無機粒子テンプレート法は、粒子形状制御に優れた手法であるが、改質工程が不可欠であるとともに、テンプレート除去工程において有害物質の生成による環境への負荷が問題である。われわれは、炭酸カルシウムを用いた中空シリカ粒子合成を報告した<sup>10-12)</sup>。炭酸カルシウムは、アルカリ溶液中において表面電位が正であるため改質処理工程が不要である。さらに、炭酸カルシウムは酸処理により容易に溶解でき、生成した塩化カルシウムを用いて炭酸カルシウムを再合成することでテンプレ

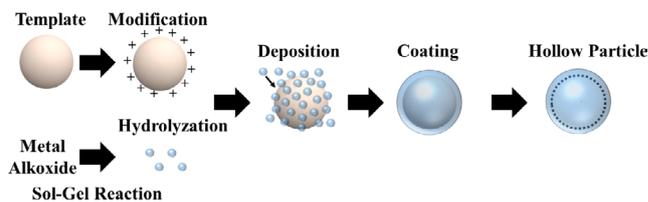


図-1 テンプレート法による中空粒子合成模式図



〔氏名〕 ふじ まさよし  
〔現職〕 国立大学法人名古屋工業大学先進セラミックス研究センター 教授  
〔趣味〕 旅行  
〔経歴〕 1991年東京都立大学大学院工学研究科修士課程修了、同年東京都立大学工学部工業化学科助手、2002年名古屋工業大学セラミックス基盤工学研究センター助教授、2007年名古屋工業大学セラミックス基盤工学研究センター教授、2012年から現職、現在に至る。専門は粉体工学、界面化学、材料科学。