

# 解説

J. Jpn. Soc. Colour Mater., 96 [11], 367-371 (2023)

## 水相における金属酸化物ナノ構造体の基板からの成長とその応用

副島 哲朗<sup>\*,†</sup>

<sup>\*</sup> 近畿大学理工学部応用化学科 大阪府東大阪市小若江3-4-1 (〒577-8502)

<sup>†</sup> Corresponding Author, E-mail: soejima@apch.kindai.ac.jp

(2023年8月23日受付, 2023年10月3日受理)

### 要 旨

ナノサイズの物質が基板からある程度密集して成長した構造をナノアレイと呼び、たとえば、ナノワイヤーが対象の場合はナノワイヤーアレイと呼ばれる。金属酸化物におけるこのような構造は、以前は気相での合成が主であったが、近年、水相における簡便合成法の開発が報告されるようになってきた。本論文では、いくつかの金属酸化物に着目してこれらの水相合成法をまとめるとともに、ナノアレイ構造体のいくつかの応用例について紹介する。

キーワード：金属酸化物, ナノワイヤー, ナノロッド, ナノアレイ, 無機合成

### 1. 緒 言

無機ナノ材料の形態は、その構造に応じて大きく二つに分類することができる(図-1)。一つは粒子が分散している状態で、コロイドもこれに含まれる。粒子分散系における無機ナノ粒子は、古くから人類とかわりがあった。たとえば、4世紀のローマで作られたリュクルゴスの聖杯には、金と銀から成るナノ粒子が含まれていることが報告されている。これは、金-銀ナノ粒子が示す局在表面プラズモン共鳴による呈色が関係している<sup>1)</sup>。また、中世のヨーロッパにおいては、このようなプラズモニックナノ粒子を含んだステンドグラスを、教会などの建物に使用していた<sup>2)</sup>。一方、近年では、ナノサイエンスに関

係する研究者の成果により、多くの無機ナノ粒子についてそのサイズや形状を制御して合成することが可能となっている<sup>3-6)</sup>。また、無機ナノ粒子自身が示す特異な物理化学的特性だけでなく、有機物などで表面修飾することによる表面特性の制御などによって多くの分野での利用が検討され、たとえば金ナノ粒子を用いたイムノクロマトグラフィーがバイオセンサー分野で実用化され活躍している。

このような粒子分散系とは異なる形態の無機ナノ材料として、基板表面で成長・固定化された基板固定系が挙げられる。きわめて薄く均一な薄膜形成は、気相におけるPVD (Physical Vapor Deposition) やCVD (Chemical Vapor Deposition) といった成長法によって達成できる。一方、ナノワイヤーなどの異方的に成長したナノ材料の基板表面からの気相成長法としては、代表的なものとしてVLS (Vapor Liquid Solid) 法が挙げられる<sup>7)</sup>。VLS法により、いくつかの無機化合物について、直径や長さがある程度制御可能な単結晶性ナノワイヤーをテンプレートを用いずに合成することができる。そのような背景の中、2001年にVayssieresらによって、水相での酸化亜鉛ナノロッド/ナノワイヤーの基板からのワンポット成長法が報告された(図-2)<sup>8,9)</sup>。

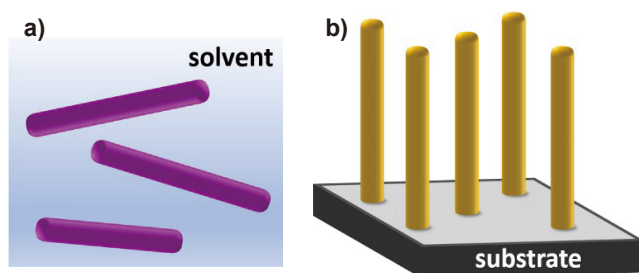


図-1 無機ナノ材料を扱う上での2種類の形態。a) 無機ナノ粒子が媒体中に分散している粒子分散系。b) 無機ナノ材料が基板に固定化されている基板固定系。



〔氏名〕 そえじま てつろう  
 〔現職〕 近畿大学理工学部応用化学科 准教授  
 〔趣味〕 読書、ラジオ・音楽(ロック)鑑賞、お酒  
 〔経歴〕 2007年九州大学大学院工学府物質創造工学専攻博士課程修了(博士(工学))。同年カリフォルニア大学バークレー校博士研究員、2008年九州大学大学院工学研究院特任助教、2010年近畿大学理工学部応用化学科助教、2014年同講師、2022年同准教授。現在に至る。

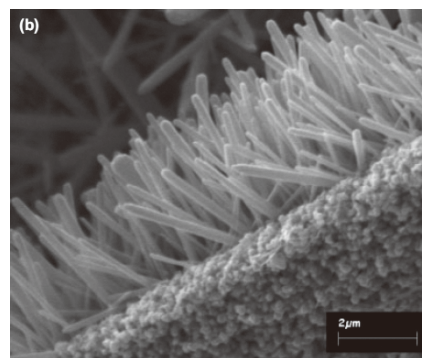


図-2 水相において100℃以下の簡便合成法で得られる酸化亜鉛ナノロッドアレイのSEM像。Reproduced with permission from ref 9. Copyright 2003 John Wiley and Sons.

【図表について】電子ジャーナルサイト「J-STAGE」ではカラーでご覧いただけます。https://www.jstage.jst.go.jp/browse/shikizai-char/ja/