

ナノ粒子均一分散および集合状態制御のための 界面設計と評価

Characterization and Design of Interface Structure for Dispersion Behavior and Packing Structure Control of Nanoparticles

神谷 秀博

1. はじめに

粒子径が $1\mu\text{m}$ 未満のサブミクロン微粒子、より微細な 100nm 以下の所謂、ナノ粒子を取扱う産業分野は、極めて多岐にわたる。材料、化成品、顔料などの工業素材分野の他、医薬品、化粧品、さらにはPM2.5に代表される環境・エネルギー分野にも及んでいる。産業分野は異なっても、微粒子、ナノ粒子の基本的な特性である付着・凝集現象の制御は、共通する基盤技術として極めて重要である。しかし、この基盤技術を専門として取り組んでいる研究者は世界的にあまり多くなく、微粒子、ナノ粒子を取扱う段階で、不規則な付着・凝集現象の制御が課題として浮上しても、科学的対処法が十分普及していないため、対症療法的対策で対応するケースが多い。様々な機能が期待される微粒子状物質やナノ粒子、ナノ素材の製造技術は、近年、飛躍的に進歩し、製造コストも実用レベルに近づいているが、実際に、塗布、塗装分野でナノ粒子を利用し、塗布膜機能向上を期待しても付着、凝集現象により期待した機能が発現できない場合も多い。

ナノ粒子の塗装、塗膜などのプロセスで応用

する手法として、樹脂などを溶かした溶媒中にナノ粒子を分散してサスペンションやペーストにして塗布する方法、あるいは吹き付けなどで塗装する方法が考えられる。ナノ粒子を気中に放出すると、自重が軽いので飛散する。明渡ら¹⁾は、数 μm 以上の無機粒子を高速で気流同伴して固体表面に衝突させ、ナノサイズまで粉碎しながら結果的にナノ構造の塗膜を作るエアロゾルデポジション法を開発した。この方法は、日本発のオリジナル手法であり、最近、ドイツの研究者が詳細な総説²⁾を報告している。この手法は、明渡らの全固体電池への応用事例³⁾など多岐に渡っており、詳しくは総説や一連の研究を参照されたい。ナノ粒子、ナノ構造体の気相での塗装法としては、Chemicalまたは、physical vapor deposition法などガス状の原料を気相または固体表面に析出、塗膜化する方法もあるが、ここでは、液中分散させたナノ粒子の塗布、塗装操作を想定した事例を対象として紹介する。

希薄な粒子濃度条件で、ナノ粒子を有機溶媒などに分散させる手法自体は、近年、粒子合成と同時に表面に有機鎖を修飾する手法や、合成後に有機鎖を交換修飾する方法(Ligand exchange)の進展により容易になっている。しかし、低固体濃度の分散液を塗布すると乾燥過程で粒子の偏析や亀裂が入る点や、期待したナノ粒子の機能を発現させるには、高濃度ナノ粒子サスペンション(ナノ流体)の製造が重要な課

2016年9月14日受付
KAMIYA Hidehiro
東京農工大学大学院・工学研究院 生物システム応用科学府