

微粒子の 振る舞いを“操る”

機能性材料の創生を支える
微粒子の界面設計と液中での分散・集合構造制御

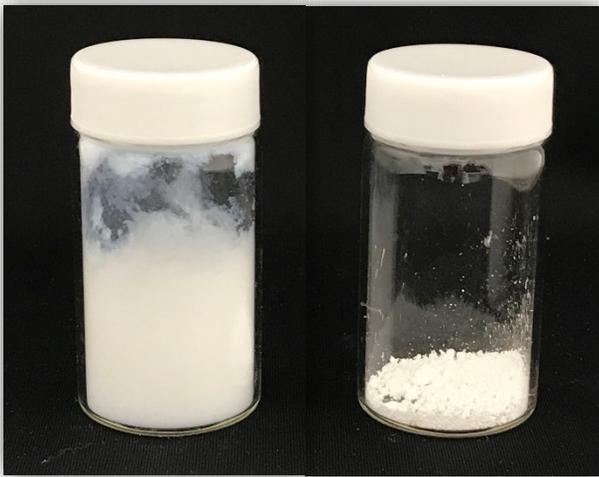
横浜国立大学 大学院環境情報研究院 准教授
飯島 志行

“微粒子”は私たちの身の回りで**大活躍！！**

私たちの身の回りには、“微粒子”が活躍している製品で満ち溢れています！

インク、薬、化粧品などの身近なものから、大気や水環境を浄化する触媒、小型電子機器を支える電子部材、エネルギー源の多様化を支える太陽電池やリチウムイオン二次電池の電極など、例を挙げたらきりがありません…。

このような製品の機能を最大限引き出すには、モノづくりの工程で微粒子の振る舞いを“思うがままに操る”技術が大切です。例えば、インク材料では顔料微粒子が溶液中でダムを作ってしまうと、インクが流れなくなったり、画像が滲んだりしてしまいます。



同じ重さ分のSiO₂粒子(1.5 g)です。粒子の径によって、その嵩高さが全く異なります。

左：約10 nm, 右：約2.0 μm (左の200倍)



粒子を溶媒に懸濁した様子。液中で大きなダムを形成して固化する場合もあれば、流れてくれる場合も。

一筋縄では操れない**微粒子**…

ところが、この微粒子を“操る”という操作、なかなか一筋縄では行きません。

粉は、例え同じ材質であっても、大きさ、形やその分布によって振る舞いが全く変わってしまいます。ふわふわであったり、くっつきやすかったり、液中加入するとすぐに固まってしまったり。ときに季節(温度や湿度)によっても、その振る舞いは変わり、微粒子や粉はかなりの曲者です。

私たちの研究では、“微粒子表面の化学”に着目して、粉の振る舞いを理解したり制御することで、私たちの未来を豊かにする“ものづくり”に貢献しています。

ナノ粒子のダマを防ぐ

粒子径が数10 nm (nm=10⁻⁹ m)以下のナノ粒子は、特異な電磁気・光学的特性を発現し、例えば、新しいセンサー材料や光学デバイスへの応用が進められています。ナノ粒子が粗大なダマを作ると、その機能が引き出せなくなるため、いかに液中でナノ粒子を「バラバラに分散」させるかが材料開発の最初の鍵です。私たちは、ナノ粒子表面を化学修飾することにより、あらゆる溶媒中にナノ粒子を分散させる技術の構築に成功しています。



何色に見えますか？銀のナノ粒子を様々な溶媒に分散化したものです。

熱や光でカチッと固まる粒子分散液



光で固まるセラミックス造形用インクから作製した複雑形状セラミックス

人工歯や高温・過酷環境下に耐えるフィルターをはじめとしたセラミックス部材も、微粒子からできた機能性材料です。近年、セラミックス製品の原料微粒子を液中に分散したインクを利用して、複雑な形状のセラミックス部材を3D印刷する技術が注目されています。私たちは、複雑な形のセラミックス製品をプリントするための、光や熱などの刺激で固まる新しいインク的设计法を提案しています。

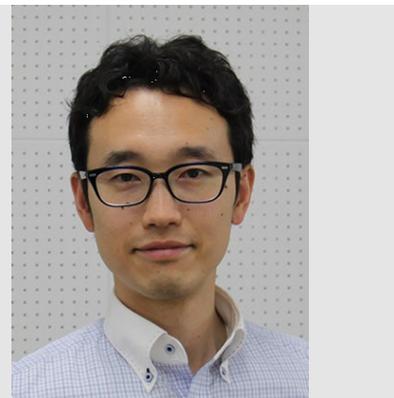
この研究に取り組んでいるのは

飯島 志行(いじま もとゆき)

横浜国立大学 理工学部／大学院 環境情報研究院 准教授

東京農工大学大学院 生物システム応用科学府 博士後期課程修了。博士（工学）。日本学術振興会特別研究員、東京農工大学大学院工学研究院 助教を経て現職。子供のころの夢は天文学者。

研究室URL : <http://ceramics.ynu.ac.jp/>



本棚 参考図書のご紹介

高校生向け書籍

「トコトンやさしい粉の本」著：
山本英夫，伊ヶ崎文和，山田昌治
(日刊工業新聞社)

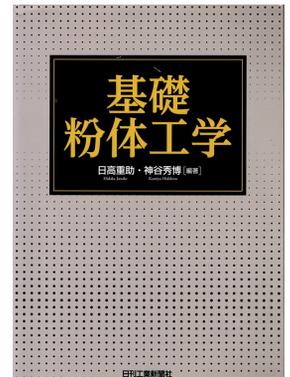
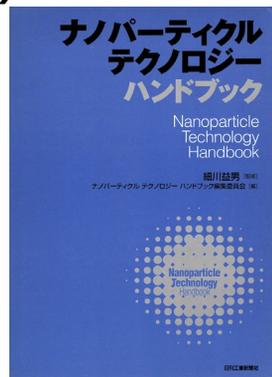
「粉体の科学」著：内藤牧男，野
田直希，牧野尚夫
(日刊工業新聞社)



より詳しく知りたい人は（専門向け）

「ナノパーティクルテクノロジーハン
ドブック」監修：細川益男，編集：ナ
ノパーティクルテクノロジーハンド
ブック編集委員会 (日刊工業新聞社)

「基礎粉体工学」著：日高重助，神谷
秀博 (日刊工業新聞社)



最近の論文

1. S. Morita et al., Hetero-assembly of colloidal particles in concentrated non-aqueous suspensions by polymer dispersant design, Adv. Powder Technol. 31 (2020) 746-754.
2. M. Iijima et al., Simultaneous epoxy grafting on SiO₂ nanoparticles during bead milling and their effects on the mechanical properties of epoxy-based composites, Adv. Powder Technol. 30 (2019) 1782-1788.
3. M. Iijima et al., "Complex of polyethyleneimine and anionic surfactant with functional chain: a versatile surface modifier applicable to various particles, solvents, and surface modification processes", Colloids and Surfaces A 545 (2018) 110-116.