

エアロゾル技術で実現する、 疎水性粉体の分散剤フリーな水分散

SATテクノロジー・ショーケース2023

■ はじめに

粉体材料を水と混合し均一に分散させることは、工業的にごくありふれたプロセスである。しかし元来水と馴染むことがない疎水性の粉体の場合、分散処理は厄介な課題となりうる。通常、疎水性粉体の水分散液は、粉体粒子表面の親水化や、界面活性剤などの分散剤の添加といった手段を用いて製造される。しかしこうした処理は、粉体材料本来の機能低下、健康や環境への影響、粘性の変化や発泡など望ましくない副次作用を招き、製品開発や製造プロセス最適化の障壁となることがある。

この課題を解決するため、我々のグループはエアロゾル計測の分野で用いられる凝縮成長の技術を応用した、新しいアプローチによる分散法の開発を進めている。凝縮成長は、エアロゾルに含まれる微粒子を核として過飽和状態の揮発性気体を液体に凝縮させ、レーザー等で検出可能なサイズまで微粒子を成長させるために用いられてきた。この技術を応用することで、水に馴染まない疎水性の粉体材料であっても、表面処理や分散剤の添加を行うことなく、そのまま純水に分散することが可能である。

■ 活動内容

1. 凝縮成長を応用した分散法の実証

計測用の小型装置を用いて、凝縮成長が疎水性粉体の水分散に有効であることを実証した(図1)。この分散法は、大きく分けて(a)エアロゾル化、(b)凝縮成長、(c)捕集、(d)均一化の4つのプロセスからなる。



図1 凝縮成長を応用した分散装置

- エアロゾル化: 粉体原料を空気と混合し、粉体粒子を気中に浮遊させたエアロゾルを発生させる。
- 凝縮成長: 管内に水蒸気を発生させ、エアロゾルを導入する。拡散した水蒸気は温度差によって過飽和状態となり、粉体粒子に接触すると不均一核生成を起こし、水の膜を形成する(図2)。
- 捕集: 凝縮成長した粒子をノズルで加速し、粒子の慣性を利用して気中から捕集する。不均一な粒子-水混合物が得られるので、ボトル等に回収する。
- 均一化: 捕集した混合物を攪拌機や超音波バスなどで処理し、均一な分散液とする。表面を改質するような強い処理は必要ない。

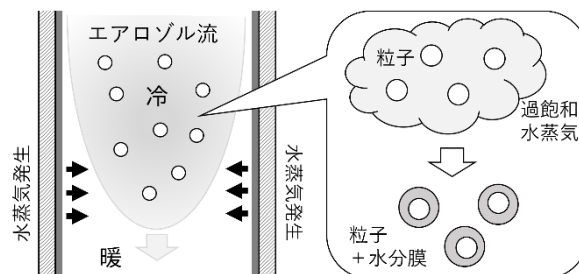


図2 凝縮成長の模式図

これまでに6種類の粉体試料について分散試験を行い、その全てを分散液とすることができた(表1)。使用した試験試料は、ヒュームドシリカ3種(日本アエロジルRX50, RX300, NX90G)、微粒子酸化チタン2種(テイカJMT-150IB, MT-100TV)、および PTFE 粉末 (Aldrich

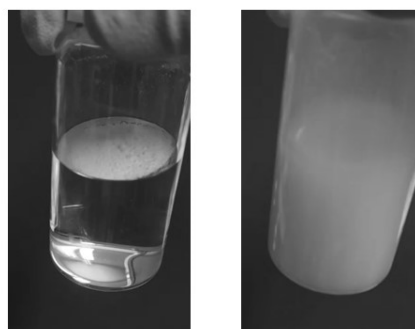


図3 本分散法で製造された分散液(右)。左は普通に混合したもの。試料はMT-100 TV。

代表発表者 水野 耕平(みずの こうへい)
所 属 国立研究開発法人 産業技術総合研究所
物質計測標準研究部門
粒子計測研究グループ
問合せ先 〒305-8563 茨城県つくば市梅園 1-1-1 中央第3
TEL:029-861-4051 FAX:029-861-4070
k-mizuno@aist.go.jp

■キーワード: (1)粉体材料
(2)分散
(3)凝縮成長
■共同研究者: 飯田 健次郎、山本 和弘
(産業技術総合研究所)

SATテクノロジー・ショーケース2023

表1 分散試験に使用した試験試料

物質	型番	表面処理	比表面積 m ² /g	粒径※ nm
SiO ₂	RX50	トリメチルシリル処理	35.4	40
SiO ₂	RX300	トリメチルシリル処理	235.1	7
SiO ₂	NX90G	トリメチルシリル処理	73.5	20
TiO ₂	JMT-150IB	イソブチル基	73.4	—
TiO ₂	MT-100TV	脂肪酸残基	56.8	—
PTFE	Aldrich GF50025338	表面処理なし	—	1000

※粒径は製造元カタログより抜粋

GF50025338)である。ヒュームドシリカはヘキサメチルジシラザンによって、また微粒子酸化チタンはイソブチル基もしくは脂肪酸によって表面修飾されている。さらに強い疎水性をもつPTFEについても、効率は落ちるものの分散可能であった。本分散法は疎水性には関わらず幅広い材料に適用できるといえそうである。

2. 分散後も疎水性が維持されていることを確認

微粒子酸化チタン(JMT-150IB)の分散液をガラス基板に塗布、乾燥させ、 $\theta/2$ 法により接触角の測定を行った。結果として、本分散法で製造された分散液の塗布膜(図4a)は、原料粉体の塗布膜(図4b、エタノールに分散し塗布)とほぼ同等の接触角を示した。このことは、原料粉体のうち親水性が比較的高い粒子にだけ選択的に凝縮成長が起こり分散液化しているのではなく、また粉体粒子表面を非可逆的に親水化しているのでもないことを示している。

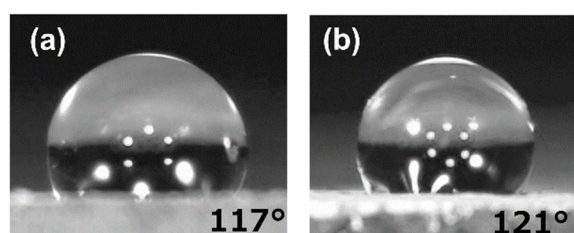


図4 本分散法 (a) および原料粉体 (b) の塗布膜。
右下の数値は接触角 (5回の測定の平均)

■ まとめ

- エアロゾル凝縮成長の応用により、疎水性の粉体材料を表面処理や分散剤の添加を行うことなく、そのまま純水に分散することが可能となった。
- 分散した粉体材料は、水中でも疎水性を維持しており、乾燥すると原料粉体と同程度の疎水性を示す。
- 塗料、化粧品、食品など幅広い分野で、添加剤の影響を減らす、分散剤の選択や最適化にかかる労力やコストを低減する、有機溶媒の使用量を削減するといった効果が期待できる。
- 今後の展開として、分散液の量産が可能な装置の開発を目指す。現在は大型化に適した新たな装置を考案、試作し、量産化のための検証を進めている。

■ 関連情報等

- 特願2015-199618「分散剤非使用の純水を媒体とした疎水性粉体懸濁液作製法」
- Iida, K., Ehara, K., Takahashi, K., Sakurai, H., Nakanishi, J., Yamamoto, K., and Gamo, M., *Aerosol Science and Technology*, 51, 1144-1157
- TGI 令和2年度地域イノベーション・エコシステム形成プログラム基盤構築プロジェクト「疎水性微粒子の無添加水分散の事業化」