

## ● ナノ材料取り扱い作業場の環境評価

TN386

### Measurement of nanomaterials in working environment

#### [概要]

ナノ材料とは一辺の大きさが概ね 1nm から 100nm 程度の物質とその凝集物のことを示します。SEM によるナノ材料の観察例を Fig. 1 および Fig. 2 に示します。ナノ材料は化学的表面活性が高く、量子サイズ効果などの影響により従来の工業材料と異なる物理化学的特性を示すため、医薬、食品、エネルギー、通信等の幅広い分野での実用化が進められています。

しかし一方で、ナノ材料は生体に対しても高い活性を持つ可能性があるため、その有害性が懸念されています。そこで、厚生労働省、経済産業省および環境省は、ナノ材料による健康被害の防止を目的とした検討会を実施し、安全対策をまとめた報告書およびガイドラインを公表し、ナノ材料を取り扱う事業者に対して適切なリスク管理を要請しています。

例えば厚生労働省の通達<sup>1)</sup>によると、ナノ材料取り扱い作業者の経気道吸入や経皮ばく露を防止するために、定期的に作業場の環境評価を実施し、ナノ材料の飛散状況を把握することが推奨されています。

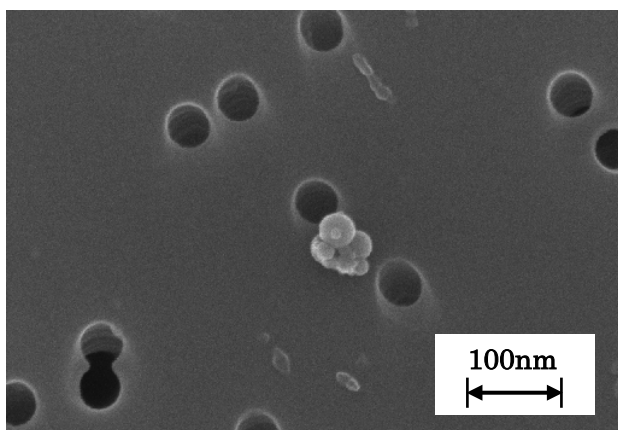


Fig. 1 酸化チタンの SEM 画像

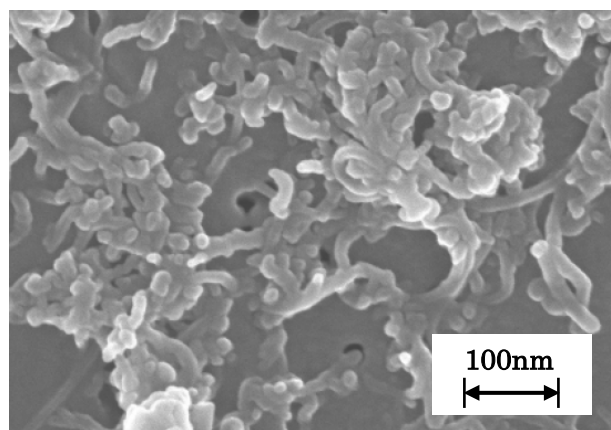


Fig. 2 カーボンナノチューブの SEM 画像  
(凝集状態)

#### [手法]

当社では複数の分析手法を組み合わせることで、ナノ材料の飛散状況やばく露防止対策の有効性を評価し、ナノ材料取り扱い作業場のリスク管理を支援します。Table 1 にナノ材料取り扱い作業場における測定項目と装置、測定対象粒子の例を示します。

Table 1 ナノ材料取り扱い作業場の環境評価

測定項目	測定装置	測定対象
粒子の大きさ、 個数濃度	SMPS (Scanning Mobility Particle Sizer)	0.01 $\mu\text{m}$ ~ 0.75 $\mu\text{m}$ 程度の粒子
	APS (Aerodynamic Particle Sizer)	0.5 $\mu\text{m}$ ~ 20 $\mu\text{m}$ の粒子
	OPC (Optical Particle Counter)	0.3 $\mu\text{m}$ ~ 10 $\mu\text{m}$ の粒子
粒子組成、 質量濃度	ICP-MS、ICP-AES	金属系材料
	HPLC、GC-MS、Carbon Analyzer	炭素系材料
粒子の形状、組成	SEM-EDX、TEM	数 nm ~

## 【測定事例】

ナノ材料取り扱い作業場の環境測定を行う際は、ナノメートルサイズからマイクロメートルサイズの粒子を測定する必要があります。マイクロメートルサイズの粒子を測定する理由は、凝集したナノ材料が生体内でナノメートルサイズに分散し、有害性を発揮する可能性があるためです。また、ナノ材料の1次粒子径は100nm以下ですが、工業原料として出荷されるナノ材料は数百nm～数 $\mu\text{m}$ に凝集した状態が一般的であり、数 $\mu\text{m}$ に凝集したナノ材料の飛散を実際に確認した事例も報告されています<sup>2)</sup>。

作業場に浮遊する粒子の測定事例として、SMPSとAPSを用いて粒径別個数濃度を測定した事例をFig. 3、Fig. 4に示します。

休業日の作業場には、主に周辺環境に由来すると推定される50nmから100nm程度の粒子が比較的多く浮遊していました。一方、就業日の作業場には、主に生産活動に由来すると推定される40nmから200nm程度の粒子が浮遊していました。

また、休業日の粒子の個数濃度はほぼ一定の濃度で推移しているのに対し、就業日では1、2時間毎に100nmから500nmの粒子濃度が上昇する傾向が確認されました。

そこで、粒子の個数濃度の変動と作業者の作業内容を照らし合わせ、より詳細な解析を行った結果、特定の作業が原因で粒子濃度が上昇する可能性が推測され、粒子の拡散防止対策を行うことになりました。

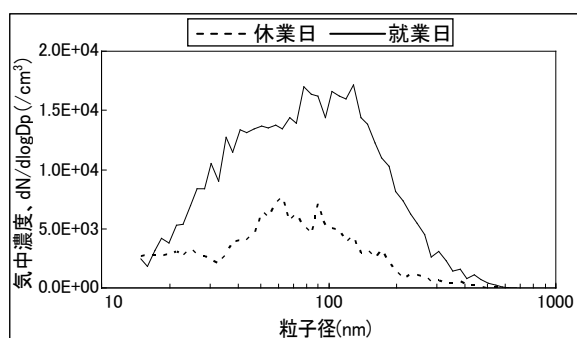


Fig. 3 休業日と就業日の粒径分布 (AM9時)

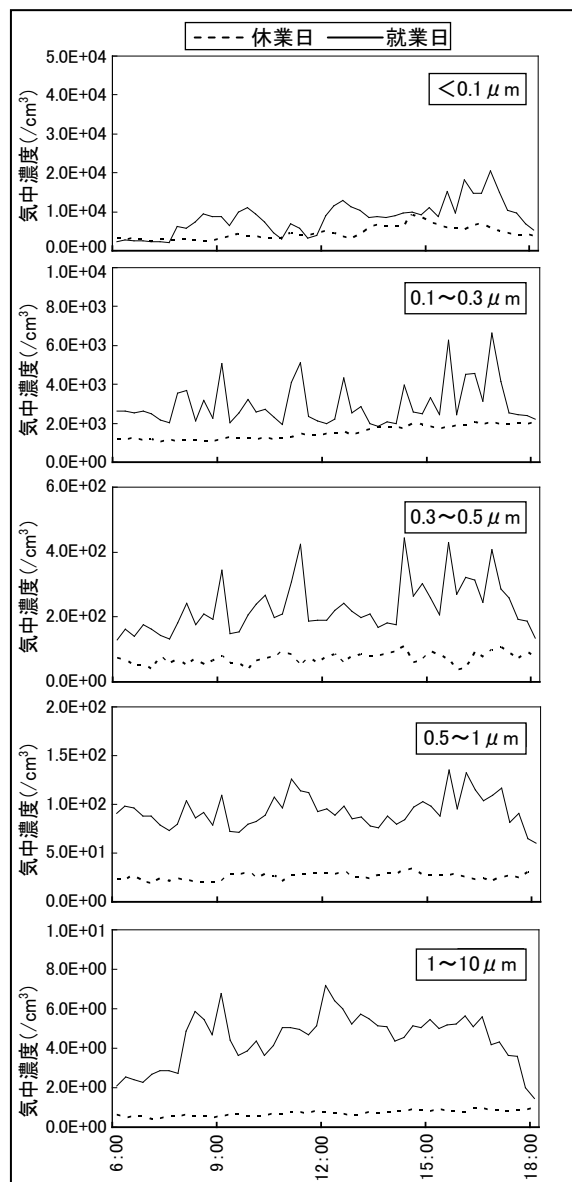


Fig. 4 作業場に飛散する粒子の濃度推移

- 1) 厚生労働省：ナノマテリアルに対するばく露防止等のための予防的対応について、基発第0331013号(2009)
- 2) (独)産業技術総合研究所 安全科学研究部門「カーボンナノチューブの作業環境計測の手引き」(2013.10)

## 【キーワード】

ナノマテリアル、ナノパーティクル、ナノ粒子測定、ナノ粒子濃度計測