

ナノマテリアル取扱い職場の 労働衛生

—測定・管理方法の現状と課題—

平成20年4月4日

ヒトに対する有害性が明らかでない化学物質の検討会

鷹屋光俊

独立行政法人労働安全衛生総合研究所



JNIOOSH

National Institute of Occupational Safety and Health, Japan

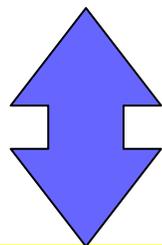
空気中のナノ粒子の実態を知る手法

下記の方法を組み合わせる

エアロゾル測定：（粒子数・粒径分布）

リアルタイム測定が可能

ナノ材料由来以外の粒子？



粒子の化学分析

電子顕微鏡観察（SEM, TEM）

凝集・形状・成分など様々な情報を能く知ることができる

個々の観測に時間・コストがかかる

→ 全体像の把握や時間変化を追うのが困難

気中粒子（エアロゾル）測定

□ 通常の粉じん管理

- 質量濃度測定（フィルター等に捕集して秤量）
- 相対濃度計（リアルタイム測定が可能）

□ ナノスケール → 質量濃度測定は困難

■ 粒子数測定

- 通常の粒子カウンタは $0.1 \sim 0.3 \mu\text{m}$ までしか測定できない
- CNC（凝縮核カウンタ） $6\text{-}15\text{nm} \sim 1000\text{-}3000\text{nm}$
 - 電池駆動の機種もあり、 $<100\text{nm}$ に限定して測定するためには別途分級装置が必要

■ 静電気量測定

- 粒子の総表面積に比例した値を測定可能

粒度分布

- 粒子の大きさ（粒度分布）の測定が不可欠
 - 粒子径の違いによる生体影響の違い
 - 発生源解析

- 粒径情報が得られる測定方法
 - 粒子カウンター → ナノ粒子には適用できない
 - 電子顕微鏡観察 → 測定数を増やすのは困難

分級装置—粒子測定装置

粒度分布(cont'd)

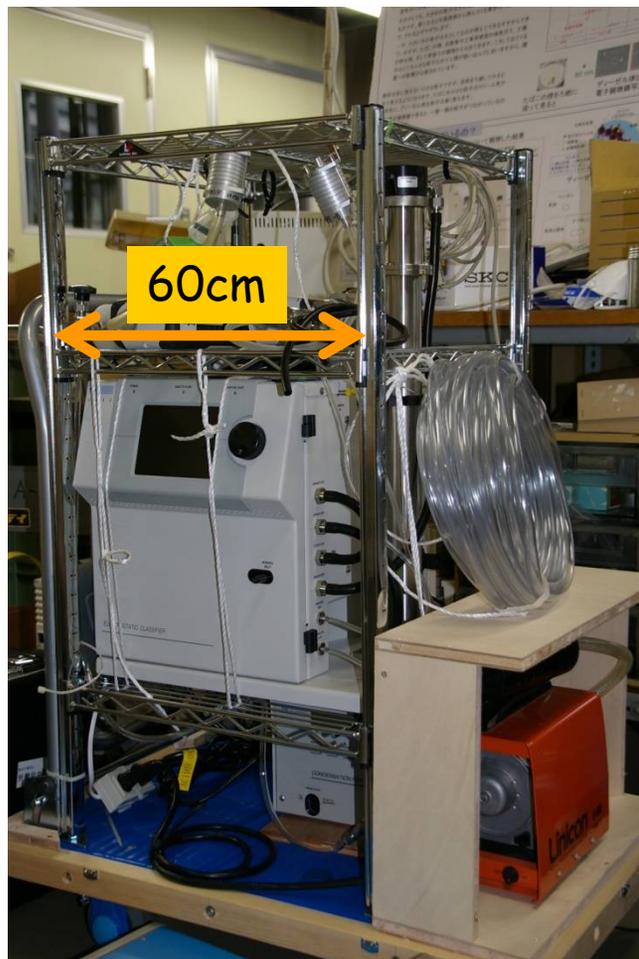
□ 分級装置

- 遠心力 → サイクロン
- 慣性力 → インパクトター
- 静電気力 → DMA

ナノ粒子粒度分布測定には
DMAがもっとも広く用いられている

DMA+CNC → SMP

測定器の外観



SMPS



ポータブルCNC

エアロゾル測定 of 課題

- ナノスケール粒子のすべてがナノ材料由来ではない
 - バックグラウンドのばらつき
 - バックグラウンドレベルが高い（100nm付近）
 - ナノ材料由来の気中粒子すべてがナノスケールではない
 - 凝集粒子の存在
凝集によって生体影響は変わるのか？
- 
- 体内の条件で凝集状態は変化するか？

電子顕微鏡観察

- 走査電子顕微鏡
 - 元素分析
- 透過電子顕微鏡
 - 元素分析

測定数を増やすことが困難

粒子数測定・化学物質測定 of 検証

化学分析

- 元素分析（ICP-MS）など
 - 金属系材料，炭素系材料の触媒
- EC/OC分析
 - 試料中の炭素が燃える温度より，炭素を有機物と無機物に分離する
 - フラーレンとCNTでは反応温度が異なる
- クロマトグラフ（GC,LC）
 - フラーレンは有機溶媒に可溶→LCで分析可能
- 分光学的方法（IR,ラマン，近赤外蛍光）

製造・研究開発での評価には使われているが，環境管理に使うためには分析条件などの研究が必要

評価法の現状と課題

1. ハザードが不明

- どの濃度まで、どの物質濃度を押さえる必要があるか？

2. 拳動が不明

- 場の管理・個人曝露いずれの場合でも測定デザインを決める指針がつかれない

3. 装置が高価・重い

- 拳動が不明である点に由来する測定信頼性の低下を測定点数を増やすことにより補うことが困難

□ ナノ粒子使用職場の実態把握

- どのような産業で？
- どのような材料が？
- どのような形態で？



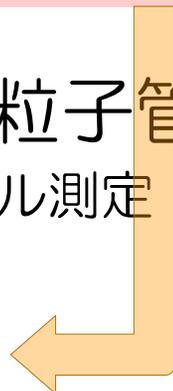
1. アンケート調査
2. 訪問・聞き取り調査
3. 現場測定

□ 職場のナノ粒子管理に使える測定法の評価

エアロゾル測定・化学測定・電子顕微鏡を並行して行う

実験室

現場測定



ご静聴ありがとうございました。

情報：

<http://www.jniosh.go.jp/joho/nano/index.html>