

**研究評価委員会**  
**「ナノ粒子特性評価手法の研究開発」**  
**(事後評価) 分科会**  
**議事要旨**

日 時：平成23年12月1日(木) 10:00~17:20

場 所：WTC コンファレンスセンター Room A (浜松町 WTC ビル13 階)

**出席者(敬称略、順不同)**

<分科会委員>

分科会長 盛岡 通 関西大学 環境都市工学部 都市システム工学科 教授  
分科会長代理 名古屋 俊士 早稲田大学 理工学術院 創造理工学部 環境資源工学科 教授  
委員 市原 学 名古屋大学 大学院医学系研究科 健康社会医学専攻 准教授  
委員 原田 房枝 ライオン株式会社 環境・安全性評価センター 所長  
委員 平野 靖史郎 国立環境研究所 環境リスク研究センター 健康リスク研究室 室長  
委員 広瀬 明彦 国立医薬品食品衛生研究所 安全性生物試験研究センター 総合評価研究室 室長  
委員 森 康維 同志社大学 理工学部 化学システム創成工学科 教授

<推進者>

相樂 希美 NEDO 環境部 部長  
岩田 寛治 NEDO 環境部 主任研究員  
石毛 悦子 NEDO 環境部 主査  
小峰 一義 NEDO 環境部 主査  
西川 賢之 NEDO 環境部 主査  
鶴谷 麻由 NEDO 環境部 主任

<実施者>

中西 準子 (PL) 産業技術総合研究所 フェロー  
岩橋 均 (発表者) 岐阜大学 応用生物科学部 教授  
榎原 研正 (発表者) 産業技術総合研究所 計測標準研究部門 上席研究員  
小倉 勇 (発表者) 産業技術総合研究所 安全科学研究部門 研究員  
加藤 晴久 (発表者) 産業技術総合研究所 計測標準研究部門 研究員  
蒲生 昌志 (発表者) 産業技術総合研究所 安全科学研究部門 研究グループ長  
岸本 充生 (発表者) 産業技術総合研究所 安全科学研究部門 研究グループ長  
森本 泰夫 (発表者) 産業医科大学 産業生態科学研究所 教授  
山本 和弘 (発表者) 産業技術総合研究所 計測フロンティア研究部門 主任研究員  
足立 孝司 鳥取大学 医学部 助教  
五十嵐 卓也 産業技術総合研究所 安全科学研究部門 主任研究員  
江馬 眞 産業技術総合研究所 安全科学研究部門 招聘研究員  
遠藤 茂寿 技術研究組合 単層 CNT 融合新材料研究開発機構 主任研究員  
大神 明 産業医科大学 産業生態科学研究所 教授  
篠原 直秀 産業技術総合研究所 安全科学研究部門 研究員

島田 学 広島大学大学院 工学研究院 物質化学工学部門 教授  
中里 哲也 産業技術総合研究所 環境管理技術研究部門 主任研究員  
納屋 聖人 産業技術総合研究所 安全科学研究部門 主任研究員  
藤田 克英 産業技術総合研究所 安全科学研究部門 研究員  
本田 一匡 産業技術総合研究所 安全科学研究部門 副研究部門長  
明星 敏彦 産業医科大学 産業生態科学研究所 教授  
山元 修 鳥取大学 医学部 教授

<企画調整>

宮崎 達哉 NEDO 総務企画部 職員

<事務局>

竹下 満 NEDO 評価部 部長  
三上 強 NEDO 評価部 主幹  
上田 尚郎 NEDO 評価部 主査  
吉崎 真由美 NEDO 評価部 主査  
松下 智子 NEDO 評価部 職員  
山下 勝 NEDO 評価部 主任研究員  
内田 裕 NEDO 評価部 主査

一般傍聴者 2名

## 議事次第

(全セッション公開)

1. 開会 (分科会成立の確認、挨拶、資料の確認)
2. 分科会の公開について
3. 評価の手順と評価報告書の構成について
4. プロジェクトの全体概要について
  - I. 事業の位置づけ・必要性
  - II. 研究開発マネジメント
  - III. 研究開発成果につて
  - IV. 実用化の見通しについて
5. プロジェクトの詳細説明について (個別テーマ)
  - 5-1. 工業ナノ粒子のキャラクタリゼーション手法の開発
    - (1) 液中ナノ粒子の分散調製とキャラクタリゼーション
    - (2) 気中ナノ粒子の分散調製とキャラクタリゼーション
    - (3) 生体中ナノ粒子のキャラクタリゼーション
  - 5-2. 工業ナノ粒子の暴露評価手法の開発
  - 5-3. 工業ナノ粒子の有害性評価手法の開発
    - (1) 吸入暴露試験を中心とするインビボ有害性試験法の開発・実施
    - (2) 生体影響プロファイルの作成・評価手法の開発
  - 5-4. 工業ナノ粒子のリスク評価及び適正管理の考え方の構築
    - (1) リスク評価書、TiO<sub>2</sub> と C<sub>60</sub>
    - (2) リスク評価書、CNT と国際状況
6. 全体を通しての質疑
7. まとめ (講評)
8. 今後の予定
9. 閉会

## 議事要旨

(全セッション公開)

### 1. 開会 (分科会成立の確認、挨拶、資料の確認)

- ・開会宣言 (事務局)
- ・研究評価委員会分科会の設置について、資料1-1、1-2に基づき事務局より説明。
- ・盛岡分科会長挨拶
- ・出席者 (委員、推進者、実施者、事務局) の紹介 (事務局、推進者)
- ・配布資料確認 (事務局)

### 2. 分科会の公開について

事務局より資料2-1、2-2、2-3、および2-4に基づき説明し、本分科会は全て公開とすることが了承された。

### 3. 評価の手順と評価報告書の構成について

事務局より資料3-1～3-5及び資料4に基づき説明し、事務局案どおり了承された。

### 4. プロジェクトの全体概要について

事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント、研究開発成果、実用化の見通しについて、資料6-1および6-2に基づき、推進者、実施者より説明が行われ、以下の質疑応答が行われた。

## 主な質疑内容

- ・ 4週間の吸入暴露試験から13週の吸入暴露を見積もっているが、はじめから13週の吸入暴露試験を行った方が良かったとも考えられるとの吸入暴露の位置づけについての質問がなされた。関連して、ナノで疎水性のカーボン、凝集しやすいものの気管内投与、さらに気管内投与試験からの類推というところは、国際的に納得してもらうためにディフェンスが必要というコメントがあった。それに対して、研究を開始した時点で、世界的に見て13週暴露試験は全く行われておらず、NIOSHでも4日しか行っていなかった状況下、考える余地はなかった。時間が経ってOECDのガイドラインにのっとって、13週でやった方がよいのではという話がでてきた。4週試験から13週試験を、条件を考慮して外挿することは一般的な化学物質でも行われており、不確実係数が採られている。本プロジェクトでは気管内投与試験を補完的に使っている。凝集性に関しては、ナノ粒子としての毒性をまず明らかにすべきとの問題意識を持っていたので、いかに分散してナノ状態で暴露するかを考えた。気管内投与と吸入試験については長短がある。気管内投与は、一挙に入れることから、少ない量でオーバーロードし、劇的な反応を示す。吸入試験は費用がかかり過ぎるという問題がある。気管内投与と吸入試験の関係については、歴史的に経験の積み重ねがある。ディフェンスに関しては文献的には考えている旨の回答がなされた。
- ・ 4週暴露と13週暴露の試験装置の面での難しさの違いについて質問がなされた。それに対して、ナノサイズに分散した状態の試験に限定すると13週試験は手法として極めて難しい、旨の回答があった。
- ・ 分散した状態での試験にこだわらず、現実的に起こっているナノ以上の凝集体も入ったエアロゾルで吸入暴露試験を行うという方向もあったのではという質問がなされた。それに対して、本プロジェクトはそもそも二次粒子ならばナノサイズでも問題がないのかという市民が抱くような疑問をうけてスタートした。最初からナノ以上の凝集体を投入するというプロセスはとらなかった。本プロジェクトでナノサイズのデータが出てきたので一次粒子径が同じならば、実はある程度凝集しても変わらないことが分かってきた。吸入試験の炎症に関しては、ナノ粒子も凝集体も比表面積で補正すれば毒性は

同じという結果が得られている旨の回答があった。

- 本プロジェクトの炎症への比表面積の影響についての成果は、**in-vitro**（試験管内）試験の可能性にもつながるもので大きな成果であるが、それ以外で炎症にかかわる要因の絞り込みはどのようにしたかについて質問がなされた。それに対して、ナノ粒子の炎症反応への影響についての要因の絞り込みは世界的にみてもできていない。その他の要因はまだよく分からないが **in-vitro** 試験で少しずつデータが出てきている。ただし、化学的特性を除いて実験するのは難しい、旨の回答がなされた。
- カーボンナノチューブの作業暴露限界値（OEL）について、比表面積を考慮したものかどうか、フラーレン、酸化チタンなども同様かどうか、について質問がなされた。それに対して、カーボンナノチューブは比表面積を考慮して最も厳しい値として出している。フラーレンは実際の大きさはナノではなく、比表面積は非常に小さい。酸化チタンは比表面積以外の要素が強いことなどでデータがばらつく旨の回答があった。さらに、シングルウォールカーボンナノチューブ（SWCNT）の比表面積を現場で測るのは難しいので、二次粒子を測ることで可能かとの質問がなされた。それに対して、二次粒子の大きさはあまり効かないので、やはり比表面積を測るか、電顕で見ることなどが必要との回答がなされた。
- 対象物質の選定と投資効果のバランスについての質問がなされた。それに対して、カーボンナノチューブやフラーレンが今後どのくらい使われるか分からない面はある。使用量から見ればカーボンブラックなどいろいろなものがあるが、本プロジェクトは研究テーマとして新物質のリスク評価に取り組むということでカーボンナノチューブやフラーレンなどを対象にした。世界的に見てもカーボンナノチューブが機能性で期待されている一方、アスベストとの類似性の懸念などから安全性の問題で最も注目されている旨の回答がなされた。また、今後のナノ材料総体としての市場規模の伸びが数兆円程度に予想されることで投資効果がある旨の回答がなされた。
- OECD や ISO への提案と受諾される見通しについての質問がなされた。それに対して、キャラクターリゼーション等は標準化を目指しており、勝算があると考えているが、他は標準化というよりも、新しい考え方を地道に提案していくことを考えている旨の回答がなされた。さらに、日本からの提案が受け入れられるための戦略について質問がなされた。それに対して、プロジェクトが終わるときであり、PL という立場より、研究者として、気管内投与試験や比表面積による分類など基礎的な研究を世界で分担していくことを提案したい旨の回答がなされた。
- 5年間のプロジェクトを終えた時点で、書かれている多くの論文が世界でどれほど利用されているか質問がなされた。それに対して、最近、公表したので5年後ぐらいを見て欲しい。部分的には引用回数が多いものがある旨の回答がなされた。さらに、時限の暴露の限界値という新しい概念は注目されるが、ディフェンシブにもいろいろと意見があるのではないかと、との質問がなされた。それに対して、時限の考え方は今出したばかりだが、その原理となるアダプティブマネジメントについては、既に OECD の報告書に入っている。今後、The Society for Risk Analysis などにも投稿して考え方を広めていきたい旨の回答がなされた。

## 5. プロジェクトの詳細説明について（個別テーマ）

「工業ナノ粒子のキャラクターリゼーション手法の開発（1）液中ナノ粒子の分散調製とキャラクターリゼーション」について、資料7-1に基づき、実施者より説明が行われ、以下の質疑応答が行われた。

### 主な質疑内容

- カーボンナノチューブのキャラクターリゼーションの最適手法と、投与したときの粒径分布について、関連して、分散剤（TritonX100）の妥当性と粒子形状（球形）の効果の4点の質問がなされた。それに対して、長さを調整するためにいろいろな手法を用いたこと、液中分散処理後も粒径分布は保たれること、

分散剤については後の発表で説明すること、DLS（動的光散乱）での球形換算は、サイズはばらつかなので標準的手法として採用した旨の回答がなされた。

- ・ 液中分散では超音波処理後などに凝集体が残存するか否か、遠心分離で分散したものだけを評価する場合の重量濃度の考え方について質問がなされた。それに対して、対象物質ごとに最適な計測法を選択していること、例えばカーボンナノチューブでは分光光度計などで定量化している旨の回答がなされた。

「工業ナノ粒子のキャラクタリゼーション手法の開発 (2) 気中ナノ粒子の分散調製とキャラクタリゼーション」について、資料7-2に基づき、実施者より説明が行われ、以下の質疑応答が行われた。

主な質疑内容

- ・ フラーレンとカーボンナノチューブの形状が比較的揃っているのに対して分布が広がっている理由について質問がなされた。それに対して、カーボンナノチューブでは分散剤の残存粒子の影響で二峰化する旨の回答がなされた。
- ・ フィルターの捕集効果に関して、粒子と繊維の違いについて質問がなされた。それに対して、同じ移動度等価径の場合、繊維の方が粒子よりも捕集効率が高いことが観察された旨の回答がなされた。
- ・ 液中分散時の凝集の評価、測定方法（DMA：微分型モビリティアナライザー）について質問がなされた。それに対して、液中での分散状態を確認したあとでエアロゾルによる気中拡散を行ったこと、DMAにも課題がある旨の回答がなされた。

「工業ナノ粒子のキャラクタリゼーション手法の開発 (3) 生体中ナノ粒子のキャラクタリゼーション」について、資料7-3に基づき、実施者より説明が行われ、以下の質疑応答が行われた。

主な質疑内容

- ・ 気管内投与の投与量と生体試料中のカーボンナノチューブ粒子の電子顕微鏡観察手法について質問がなされた。それに対して、投与量は最大1mg投与したこと、SWCNT（単層カーボンナノチューブ）で組織を壊さずに切断して観察した旨の回答がなされた。また、MWCNT（多層カーボンナノチューブ）の場合の細胞膜構造について質問がなされた。それに対して、細胞膜に突き刺さることなく包み込まれるような状態で観察された旨の回答がなされた。
- ・ 取り込まれている量以外に粒子の大きさの測定について質問がなされた。それに対して、統計的に数値を出すことはできなかったが、個別には大きさは見えていた旨の回答がなされた。また、溶け出すようなかたちで、組織別でなければ可能であった旨の回答がなされた。急速凍結技術による電子顕微鏡試料作製は良く実施されているとのコメントがあった。

「工業ナノ粒子の暴露評価手法の開発」について、資料7-4に基づき、実施者より説明が行われ、以下の質疑応答が行われた。

主な質疑内容

- ・ 重量濃度に個数、比表面積を加えた場合の暴露評価基準について質問がなされた。それに対して、許容濃度は、重量濃度なので、重量濃度は大事な指標となるが、粒子のサイズ、個数濃度の粒径分布も考慮に入れる旨の回答がなされた。
- ・ 作業現場で暴露データを採取するときに推薦できる手法について質問がなされた。それに対して、許容濃度が吸入性粉じん濃度としての値であることからまずはそれを測定すること、そして特殊な材料の場合は模擬排出試験等で粒径分布を確認することが有効である旨の回答がなされた。

- ・ 現場において局所排気設備の有無の影響について質問がなされた。それに対して、本プロジェクトの調査の目的は管理による違いよりも材料による違いを調べることであり、あえて局所排気装置のないようなところで測定した旨の回答がなされた。その回答に対して、あえて現場に行かないで対象材料を実験的に拡散させる方が良いデータが得られるのではとの質問がなされた。それに対して、現実的にその規模の実験は難しく、やはり現実のプロセスということで現場測定を行った旨の回答がなされた。
- ・ CNT の比表面積を問題にする場合、ファイバーのサイズ、数と重量について質問がなされた。それに対して、ファイバーは分散状態で数が大きく異なってくるので、とりあえず粒径を一定限度に抑えながら、重さというものを使っている旨の回答がなされた。
- ・ 袋詰めサンプルの粒径分布と屋外条件の相関について質問がなされた。それに対して、屋外とは工場の外であり、バックグラウンドの意味も含めて測定した旨の回答がなされた。さらに、袋詰めサンプルでは凝集体が多く、対象の目的に合わなくなることの懸念について質問がなされた。それに対して、有害性が一次粒子径に効いているとすれば凝集していても同じである旨の回答がなされた。
- ・ モデルの一般環境への拡大と、OECD 排出シナリオ等への知的貢献について質問がなされた。それに対して、モデルは拡散と凝集によるものであり一般環境にも適応できる旨の回答がなされた。それに対して今回のプロジェクトでそこまで言及するのは難しい旨のコメントがあった。OECD への貢献については、粉体の飛散現象は一般化するのが難しく、このまま直接出す予定はいまのところない旨の回答がなされた。
- ・ 粒径分布を見るとあえてナノの測定器を使わなくても現場の管理はできるのではとの質問がなされた。それに対して、最終的には比表面積を把握することに意味がある旨の回答がなされた。

「工業ナノ粒子の有害性評価手法の開発 (1) 吸入暴露試験を中心とするインビボ有害性試験法の開発・実施」について、資料7-5に基づき、実施者より説明が行われ、以下の質疑応答が行われた。

#### 主な質疑内容

- ・ MWCNT(多層カーボンナノチューブ) の性状による肺組織への残留の効果について質問がなされた。それに対して、クリアランスのよくないものは炎症が起りやすいこと、吸入試験の MWCNT のクリアランスを調べたのは本プロジェクトだけである旨の回答がなされた。
- ・ 肺組織の炎症、肺腫瘍についての質問がなされた。それに対して CNT の気管内注入において分散状態がよいとグラニューマ (肉芽腫) は認められにくくなっている旨の回答がなされた。さらに酸化ニッケルと他の金属酸化物との違いについて質問がなされた。それに対して、金属酸化物としてコバルトや銅はやっていない。金属ではないが、シリカを気管内注入した場合、同じように3カ月、6カ月続くということは観察できている旨の回答があった。
- ・ CNT の長い繊維長のものではどうかとの質問がなされた。それに対して、今回は分散処理の結果で長いものがなかったこと、SWCNT では長いものを作るのが難しかった旨の回答がなされた。
- ・ 吸入暴露試験でのチャンバー内での粒子径について質問がなされた。それに対して、必ずしも同じになっていない、吸入暴露試験での留意点であることは指摘どおりである旨の回答がなされた。

「工業ナノ粒子の有害性評価手法の開発 (2) 生体影響プロファイルの作成・評価手法の開発」について、資料7-6に基づき、実施者より説明が行われ、以下の質疑応答が行われた。

#### 主な質疑内容

- ・ 炎症の持続性における in vitro 試験の役割についての質問がなされた。それに対して、金属も多様で

あり、基本的に溶解性の効果、クリアランスなどで *in vitro* 試験の役割がある旨の回答がなされた。

- ・ ナノ粒子のタンパク質への吸着に関して質問がなされた。それに対して一部は溶解しているが、細胞に影響するレベルではない旨の回答がなされた。
- ・ MWCNT (多層カーボンナノチューブ) の種類についての質問がなされた。それに対してより、*in vitro* 試験用に調整するのは大変である旨の回答がなされた。
- ・ 酸化ニッケルの溶解についての質問がなされた。それに対して、比表面積、結晶構造で違いがある旨の回答がなされた。

「工業ナノ粒子のリスク評価及び適正管理の考え方の構築 (1) リスク評価書、TiO<sub>2</sub>とC<sub>60</sub>、(2) リスク評価書、CNTと国際状況」について、資料7-7および7-8に基づき、実施者より説明が行われ、以下の質疑応答が行われた。

#### 主な質疑内容

- ・ 許容暴露濃度の算出における1ヶ月相当から3ヶ月への変換と種間外挿の不確実性係数の根拠について質問がなされた。それに対して、局所影響での亜急性から亜慢性への変換に一般的に使われている不確実性係数2を使用し、また、種間外挿の3については、提案として今回のケースで試みに採用したものである旨の回答がなされた。補足して、種間外挿の不確実性係数として一般に10が取られるが、それは感受性を3、キネティックスを3としたものであり、ここでは、ラットの高感受性から感受性の不確実性係数を1として、キネティックスの3を使ったのと同じになっている旨の回答がなされた。
- ・ 肺胞表面積を体重に比例するという仮定について質問がなされた。それに対して、原理は肺胞表面積であると思われるが、肺胞表面積のデータが少なく、EPA (米国環境保護庁) のデータなどを調べると、体重での換算と変わらなく、むしろ安全側の評価になるのでそうした旨の回答がなされた。
- ・ 肺での影響が肺保持量と関連づけられているかどうか、炎症と発がんの関連性の文脈で質問がなされた。それに対して、ダイオキシンの場合には体内蓄積量で考えるが、ナノ粒子の場合には体内蓄積量では考えないこと、その理由として、ラットと人では、マクロファージの数や活性などいろいろ異なり、肺保持量によるラットから人への種間外挿は炭鉱労働者などの経験的な事実とあわないこと、発がんは長期の炎症による遺伝毒性に由来するという考察から、炎症をエンドポイントとして沈着速度で考えることが適当であろうと考えた旨の回答がなされた。
- ・ 炎症がなければ発がんしないという論理についてももう少し説明がほしいというコメントがあった。それに対して、いろいろ論文を調べて、二酸化チタンの場合には間接的な遺伝毒性と考えるのが妥当と判断した、しかし、がんの重大さを考えて、OEL (暴露限界値) を時限のものとした旨の回答がなされた。
- ・ アスベストとの関連での評価と解説が重要だろうというコメントがあった。それに対して、ニードルライクのカーボンナノチューブは胸膜に残って中皮腫が起きるといふ仮説があり、ニードルライクのカーボンナノチューブについては、特別に配慮することを提案した旨の回答がなされた。
- ・ 作業環境管理の面で見ると、本プロジェクトで出された作業環境での暴露濃度の数値がひとり歩きすることの懸念があるというコメントがあった。また、管理の仕方についての質問がなされた。それに対して、フラーレンに関しては、現在の製造量、使用量から考慮すると問題になるケースは少ない旨の回答がなされた。また、現場の計測結果は統計的に議論できるほど多くないこと、これらはいくまで例であるということ、そのことは評価書にも書かれている旨の回答がなされた。また、管理については作業環境に加えて商品管理という考えが必要である旨の回答があった。
- ・ 材料を商品に練りこむような川下側の企業での管理について質問がなされた。それに対して、今回、



川下側まで考えていないが、最終的な廃棄物処理の時点での管理については一応の検討はした旨の回答がなされた。

## 6. 全体を通しての質疑

- 今回、カーボンナノチューブに特に重点を置き、非常にいい分散状態で実験したのは成果だと思うが、結果として10 $\mu$ m、5 $\mu$ m以下という、アスベストに比べて短い長さでの実験であるというコメントがなされた。それに対して、分散剤をいろいろ工夫して、長いものをつくろうと努力してきたが、長いものは凝集して丸まってしまう性質があること、一部が真っ直ぐで20 $\mu$ mぐらいまでなら何とかつくれる旨の回答がなされた。
- 5 $\mu$ m以上で直線性が高くて、アスペクト比も高いものがなければ、あまり気にする必要はないというコメントがあった。それに対して、統計的にきっちり調べる必要はあるが、カーボンナノファイバーで、真っ直ぐで、長くて、硬いものもあるので、きちんと差別化していくということが一つの方法であるとの回答がなされた。
- カーボンナノチューブの安全性を説明するために、実際に暴露されるものが分散していないのなら、分散していない状態で見た安全性も評価しなくてはとのコメントがなされた。それに対して、それは、ほかでやられている旨の回答がなされた。さらに、生体の中に入って分散する可能性について、質問がなされた。それに対して、生体の中に入れば、生体の中にはDNAもあれば、様々なバイオフィラクタントもあり、分散するに違いないと考えていたが、現実には簡単に生体の中で壊れず、むしろ、マクロファージによってやや凝集する感じがある旨の回答がなされた。
- さらに、細胞の外でほぐれて、中で凝集するのではとの質問がなされた。それに対して、二酸化チタンとカーボンナノチューブで肺のマクロファージの取り込みを見ると、単離した粒子がマクロファージに貪食されて、マクロファージの細胞質の中に集まっていくことを確認したこと、凝集したナノ材料をラットに投与したときに、ラットの細胞外でまた分離する証拠がなく、マクロファージがそれぞれ単離したものを貪食して、マクロファージの中で凝集することはあり得る、旨の回答がなされた。
- 暴露限界値を出してくれたのはものすごくありがたく、役立つ指標であるが、暴露限界値で作業環境管理あるいは作業管理をする中で、具体的な提言も欲しかった旨のコメントがあった。

## 7. まとめ (講評)

(森委員) ナノ粒子のリスクについて興味があり、本プロジェクトを見守ってきた。カーボンナノチューブのような針状粒子と他のナノ粒子を分けて考えるべきであった。一般のナノ粒子については中西 PL の説明のように一次粒子と凝集体である二次粒子で議論するのは良いが、針状粒子をそれに加えたために議論が拡散したと考えられる。また、作業環境では、重量濃度のみで議論しているように思われ、ナノ粒子自体の特性は現れにくくなっている。

それに対して、中西 PL より、比表面積を測定してもらうことでナノ粒子自体の特性も現れてくると考えている旨のコメントがあった。

(広瀬委員) 物質のリスク評価をするのは難しく、何らかのリスクなりシナリオを想定して、焦点を絞らないと、リスク評価は難しい。それでもこれだけ包括的にやられているので素晴らしいと感じた。ISO への貢献に関しては、受身では難しい。提案文書をきちんと作って示していくことが重要である。

それに対して、中西 PL より、安全性の問題については、OECD ならば可能性はあるが、ISO は相当な人的資源が必要である旨の回答がなされた。

(平野委員) ナノマテリアルという魑魅魍魎とした物質の評価ということで、ご苦労されたと思う。1 から 100 ナノメートルのナノ粒子と 5 ミクロン以上のカーボンナノチューブは、本当は分けて議論しなければいけない問題なのだろうが、世の中の関心が高まって、バタバタ

と取り組んだというのが実際のところだと思う。発表のときは、カーボンナノチューブの長さなど、暴露条件を明確にしないと、将来的に誤解を招くと思う。溶けない物質の毒性ということで、ナノというよりも粒子状物質と生体との関わりに注目して研究していけば、最終的にはナノ粒子についても明らかになってくると思う。

(名古屋分科会長代理) 暴露限界値を出していただいたおかげで、これから現場の安全管理が進んでいくと思う。また、比表面積を測れという大切な知見を貰った。

(盛岡分科会長) リスク学の研究者の立場で言えば、中西 PL が最初に仮説を立てられた道筋は、日本のナノマテリアルのリスク管理にとって極めて革新的であり、新境地を切り開いたことを高く評価する。プロジェクト評価に関しては、最終的には評価書を見て判断されることになる。一方、学会や社会とのコミュニケーション戦略も重要である。中西 PL の纏められた概要は分かりやすい言葉で書かれているが、ぜひ本格的な学術図書としても、従前のフラーレンやカーボンナノチューブといった物質別の評価書とは別にできれば英語でまとめいただくことを切に願っている。

最後に本プロジェクトの中西PLと推進者の相樂部長（NEDO環境部）から以下の挨拶があった。

(中西 PL) ナノマテリアルの仕事を 7 年間やってきた。このような機会を頂き、多くの専門家の方々から貴重なアドバイスなどを頂いたことは非常に勉強になった。現役の最後にこのような大きな仕事をさせて頂いたことに感謝を申し上げる。

(相樂部長) 10 年前に産総研で仕事をしていたときに中西 PL に横浜国立大学から来ていただいた経緯がある。本プロジェクトに御尽力いただいた中西 PL に感謝を申し上げる。同時に、本日の評価委員会で委員の方々から質の高い内容の深い議論をしていただいたことに感謝を申し上げる。

8. 今後の予定

9. 閉会

## 配付資料

- 資料 1-1 研究評価委員会分科会の設置について
- 資料 1-2 NEDO技術委員・技術委員会等規程
- 資料 2-1 研究評価委員会分科会の公開について（案）
- 資料 2-2 研究評価委員会関係の公開について
- 資料 2-3 研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘について
- 資料 2-4 研究評価委員会分科会における非公開資料の取扱いについて
- 資料 3-1 NEDO における研究評価について
- 資料 3-2 技術評価実施規程
- 資料 3-3 評価項目・評価基準
- 資料 3-4 評点法の実施について（案）
- 資料 3-5 評価コメント及び評点票（案）
- 資料 4 評価報告書の構成について（案）
- 資料 5 事業原簿
- 資料 6-1 プロジェクトの概要説明資料（公開）
  - I. 事業の位置付け・必要性
  - II. 研究開発マネジメント
- 資料 6-2 プロジェクトの概要説明資料（公開）
  - III. 研究開発成果について
  - IV. 実用化・事業化の見通しについて
- 資料 7-1 プロジェクトの詳細説明資料（公開）
  - 5-1 「工業ナノ粒子のキャラクタリゼーション手法の開発」
    - ・液中ナノ粒子の分散調製とキャラクタリゼーション
- 資料 7-2 プロジェクトの詳細説明資料（公開）
  - 5-1 「工業ナノ粒子のキャラクタリゼーション手法の開発」
    - ・気中ナノ粒子の分散調製とキャラクタリゼーション
- 資料 7-3 プロジェクトの詳細説明資料（公開）
  - 5-1 「工業ナノ粒子のキャラクタリゼーション手法の開発」
    - ・生体中ナノ粒子のキャラクタリゼーション
- 資料 7-4 プロジェクトの詳細説明資料（公開）
  - 5-2 「工業ナノ粒子の暴露評価手法の開発」
- 資料 7-5 プロジェクトの詳細説明資料（公開）
  - 5-3 「工業ナノ粒子の有害性評価手法の開発」
    - ・吸入暴露試験を中心とするインビボ有害性試験法の開発・実施
- 資料 7-6 プロジェクトの詳細説明資料（公開）
  - 5-3 「工業ナノ粒子の有害性評価手法の開発」
    - ・生体影響プロファイルの作成・評価手法の開発（in vitro 試験・OMICS 解析）
- 資料 7-7 プロジェクトの詳細説明資料（公開）
  - 5-4 「工業ナノ粒子のリスク評価及び適正管理の考え方の構築」
    - ・リスク評価書 TiO<sub>2</sub> と C<sub>60</sub>

資料 7-8 プロジェクトの詳細説明資料（公開）

5-4 「工業ナノ粒子のリスク評価及び適正管理の考え方の構築」

・リスク評価書 CNT と国際状況／社会受容性

資料 8 今後の予定

以上