

**研究評価委員会**  
**「低炭素社会を実現する革新的カーボンナノチューブ複合材料開発プロジェクト」**  
**(中間評価) 分科会**  
**議事要旨**

日 時：平成24年7月20日（金）13：00～17：45

場 所：大手町サンスカイルーム(朝日生命大手町ビル27階) A室

**出席者（敬称略、順不同）**

＜分科会委員＞

分科会長	阿知波 洋次	首都大学東京 大学院理工学研究科 客員教授
分科会長代理	齋藤 理一郎	東北大学 大学院理学研究科 教授
委員	川原田 洋	早稲田大学 理工学術院 教授
委員	菅野 純	厚生労働省 国立医薬品食品衛生研究所 安全性生物研究試験センター 毒性部 部長
委員	角田 裕三	(有)スミタ化学技術研究所 代表取締役
委員	豊國 伸哉	名古屋大学 大学院医学系研究科 教授
委員	西野 仁	大阪ガス(株) エネルギー技術研究所 シニアリサーチャー

＜推進者＞

和泉 章	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 部長
桐原 和大	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主任研究員
槇田 毅彦	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主査
山崎 光浩	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主査
寺門 守	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主幹
柳 喜芳	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主査
木村 太郎	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 職員

＜実施者＞

湯村 守雄(PL)	(独)産業技術総合研究所 ナノチューブ応用研究センター 副センター長
畠 賢治	(独)産業技術総合研究所 ナノチューブ応用研究センター 上席研究員
荒川 公平	日本ゼオン(株) 取締役常務執行役員
中西 準子	(独)産業技術総合研究所 フェロー
本田 史郎	東レ(株) 化成品研究所 ケミカル研究室 室長
齋藤 毅	(独)産業技術総合研究所 ナノチューブ応用研究センター 流動気相成長 CNT チーム 研究チーム長
上島 貢	日本ゼオン(株) 総合開発センター 新材料開発研究所 チームリーダー、主席研究員
岸本 充生	(独)産業技術総合研究所 安全科学研究部門 持続可能性ガバナンスグループ 研究グループ長
村井 美宏	技術研究組合 単層 CNT 融合新材料研究開発機構 専務理事
上野 光保	技術研究組合 単層 CNT 融合新材料研究開発機構 技術普及部長
二葉 ドン	(独)産業技術総合研究所 ナノチューブ応用研究センター スーパーグロース CNT 合成チーム 研究チーム長
片浦 弘道	(独)産業技術総合研究所 ナノシステム研究部門 上席研究員
岡崎 俊也	(独)産業技術総合研究所 ナノチューブ応用研究センター

高度化ナノチューブチーム 研究チーム長  
片桐 一彰 住友精密工業(株) 創事業研究部／総務人事部 マネージャー  
藤田 克英 (独)産業技術総合研究所 安全科学研究部門 リスク評価戦略グループ 研究員  
小倉 勇 (独)産業技術総合研究所 安全科学研究部門 物質循環・排出解析グループ 研究員  
橋本 尚 東レ(株) 医薬研究所 安全性研究室 薬物動態グループ 主任研究員  
二瓶 史行 日本電気(株) スマートエネルギー研究所 主任研究員  
飯島 澄男 名古屋大学 特別招聘教授  
中嶋 直敏 九州大学大学院 工学研究院 応用化学部門 教授

<オブザーバー>

桑山 広司 経済産業省 産業技術環境局 研究開発課 研究開発調整官  
関口 敦司 経済産業省 産業技術環境局 研究開発課 課長補佐  
石田 豊和 経済産業省 産業技術環境局 研究開発課 研究開発専門職  
高田 優 経済産業省 産業技術環境局 研究開発課 研究開発専門職  
小川 ゆめ子 経済産業省 産業技術環境局 技術振興課 企画二係長

<企画調整>

中谷 充良 NEDO 総務企画部 課長代理

<事務局>

竹下 満 NEDO 評価部 部長  
土橋 誠 NEDO 評価部 主査  
松下 智子 NEDO 評価部 職員

一般傍聴者 1名

## 議事次第

### <公開の部>

1. 開会、分科会の設置について、資料の確認
2. 分科会の公開について
3. 評価の実施方法と評価報告書の構成について
4. プロジェクトの概要説明
  - 4.1 「事業の位置付け・必要性」及び「研究開発マネジメント」
  - 4.2 「研究開発成果」及び「実用化の見通し」
  - 4.3 質疑

### <非公開の部>

非公開資料の取扱いについて

5. プロジェクトの詳細説明
  - 5.1 単層 CNT の形状、物性等の制御・分離・評価技術の開発
  - 5.2 単層 CNT を既存材料中に均一に分散する技術の開発

### <公開の部>

- 5.3 ナノ材料簡易自主安全管理技術の確立
6. 全体を通しての質疑
7. まとめ・講評（公開）
8. 今後の予定
9. 閉会

## 議事要旨

### <公開の部>

1. 開会、分科会の設置について、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。
  - ・阿知波分科会長挨拶
  - ・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 及び 2-2 に基づき説明し、議題5「プロジェクトの詳細説明」の中の議題5.1「単層 CNT の形状、物性等の制御・分離・評価技術の開発」、議題5.2「単層 CNT を既存材料中に均一に分散する技術の開発」を非公開とすることが了承された。
3. 評価の実施方法と評価報告書の構成について

評価の手順を事務局より資料3-1～3-5に基づき説明し、了承された。

また、評価報告書の構成を事務局より資料4に基づき説明し、事務局案どおり了承された。
4. プロジェクトの概要説明
  - 4.1 「事業の位置付け・必要性」及び「研究開発マネジメント」

推進者より資料6に基づき説明が行われた。

#### 4.2 「研究開発成果」及び「実用化の見通し」

実施者より資料6に基づき説明が行われた。

#### 4.3 質疑

4.1 および4.2の発表に対し、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（CNT）の安全性の国際標準化」についての質問があった。この質問に対して、「ISOとOECDの関係グループの会議に出席し、自分たちの成果のインプットや提案活動を通じて自主管理基準との整合性を図っている」との回答があった。
- ・ 「前プロジェクトで行われたキャパシタ関連と本プロジェクトの関係」について質問があった。この質問に対して、「前プロジェクトにおいてスーパーグロース（SG）CNTの量産化技術を開発して、基本的な技術を通じたサンプルワークに取り組んだ。本プロジェクトでは、用途開発には分散化技術や取り扱い技術が必要であり、用途に合わせたCNTの合成と分散技術をあわせて提供することにした」との回答があった。さらに、「出来た材料が使用される頻度をあげることに留意している」との回答があった。
- ・ 「このプロジェクトによりどのような低炭素社会が実現できるか」との質問があった。この質問に対して、「高強度材料としての使用による車両、航空機の軽量化、電子材料への利用による使用電力量の低減などが考えられる」との回答があった。
- ・ 「本プロジェクトでは単層CNTのみを対象にしているのか」との質問があった。この質問に対して、「合成から実用化まで単層CNTを扱っているが、性能を比較するために、二層、三層、多層などの他のCNTの研究も行っている」との回答があった。
- ・ 「無機材料との複合化が取り上げられていない」との指摘に対して、「重要な指摘であり、共同研究、サンプル提供を通じて開発を進めたい」との回答があった。
- ・ 「複合材料、構造材料を開発目標とするならば、単層以外のCNTの検討は行わないのか」との質問があった。この質問に対して、「構造材料も、電子材料も、その特性を比較検討してベンチマークを見るために、単層、多層のCNTを含めて取り上げて研究している」との回答があった。
- ・ 「複合材料用途のために細いタイプの多層CNTの検討に取り組んで欲しい」との要望があった。これに対して、「単層CNTに関わる技術は非常に難しい条件で検討しているので、その技術を二層、三層のCNTに応用するのは容易と考えている。産業界からの要望があればぜひ対応したい」との回答があった。さらに、「プロジェクトの予算に限りがある中で、プライオリティを置いて、世の中で使用される物を作る研究開発を行ってゆく」との回答があった。
- ・ 「今年度から始まった助成事業への応募状況の倍率はどの程度であったか」との質問に対して、「公開情報ではないため、この場では回答できない」との回答があった。さらに、「助成事業を含めて19件のサンプルワークを行っている」との回答があった。
- ・ 「サンプルを提供する場合の知的財産権の取り扱い」について質問があった。この質問に対して、「サンプル提供先の単独出願は認めるが、サンプル提供元が『共通基盤性が高い』と判断した発明は、通常実施権を他の企業にも付与することをサンプル提供契約書に明記した」との回答があった。

##### <非公開の部>

非公開資料の取扱いについて

#### 5. プロジェクトの詳細説明

##### 5.1 単層CNTの形状、物性等の制御・分離・評価技術の開発

## 5.2 単層 CNT を既存材料中に均一に分散する技術の開発 省略

### <公開の部>

#### 5.3 ナノ材料簡易自主安全管理技術の確立 実施者より資料8に基づき説明が行われた。

5.3の発表に対し、以下の質疑応答が行われた。

#### 主な質疑内容

- ・ 「手順書は公開しているか。日本語と英語で記述されているか」との質問があった。この質問に対して、「手順書はまだ公開していない。現在は日本語版を準備しているが、英語での発信も考えたい」との回答があった。
- ・ 「CNTの安全管理について社会にわかりやすく伝える配慮はあるか」との質問があった。この質問に対して、「以前取り組んだNEDOプロジェクトにおいて作業環境の基準を提案している。我々が現在受け入れている既存の化学物質と比較して安全か、危険かを示すことが判り易いと考えている」との回答があった。
- ・ 生物学的、あるいは毒性学的立場から「体内への吸収経路として、肺に限っているのは疑問である」との指摘があった。これに対して、「前のプロジェクトの話で恐縮だが、二次粒子もナノスケールで試験を行った世界唯一の研究機関としての自負がある。今回のプロジェクトでも、全てではないが、考えられる範囲は相当押さえてきた」との回答があった。
- ・ 「成果の国際的活用を目指すなら、バリデーションプロセスが必要になってくる。*in vitro*の試験法のバリデーションは非常に困難であり、通常は*in vivo*の試験法のバリデーションをスタートさせる。これはどうなっているか」との質問があった。これに対して、「*in vitro*のバリデーション試験への取り組みについては、OECDの分科会にSGの単層CNTをバリデーション試験のプリンシパル材料に登録する予定である。各国が数種類のナノ粒子を使用して*in vitro*のコロニーカウントの簡便な試験を実施することになっている。その中にSG単層CNTも入る」との回答があった。また、「主に*in vitro*試験法についてバリデーションを行っている。バリデーションのためには気管内投与という*in vivo*とあわせて進める全体計画になっている」との回答があった。
- ・ 「培養系のサンプルを超音波により分散調製するが、CNT粒子とともにそこから溶出してくる成分もある。それぞれの毒性を区別できないのではないか」との質問があった。この質問に対して、「一次粒子に含まれる金属の定量、分散処理後の金属の定量は行っている。SGCNTは純度が高く、金属触媒がほとんど入っていないので、これをモデルケースに使用した」との回答があった。
- ・ 「作業現場では複合材料を切削加工して飛散する粉末に暴露されることを想定しているが、粉末の毒性評価を行わないスキームはバランスを欠く」との指摘があった。この指摘に対して、「どの様なものが出るか知ること、暴露を管理できるので、暴露評価が先行している」との回答があった。さらに、「今回初めて製品に組み込み磨耗した粉末の評価試験を行う」との回答があった。
- ・ 病理的な立場から「培養細胞試験を行う場合には、細胞の種類を増やす必要がある」との指摘があった。この指摘に対して、「これまで取り上げたヒト肺胞上皮細胞、ラット肺胞マクロファージに加えて、中皮細胞の*in vitro*試験だけでも出来ないか検討中である。神経影響についてもバイオマーカーを押さえていきたい」との回答があった。

- ・ 「バリデーションにより得られた結果が人間にとってどのような意味を持つかを解釈することがもっとも困難な課題となるので、慎重に取り組むことを望む」との要望があった。
- ・ 「腹腔内投与は静脈注射と同様の体内移動の所見が得られるので、短期でもよいから腹腔内投与試験のデータを取得して欲しい。また、体内に入った CNT の動きを解明することは限られた期間内では困難と思うので、臓器に分散した極微量の単層 CNT の検出方法を検討して欲しい」との要望があった。さらに「産総研だけで行うにはこのテーマは大きすぎるので、オールジャパンで取り組むプロジェクトを考えてもよいのではないか」との指摘があった。
- ・ 「ナノの問題点は、検体が変われば標的も変わるので、それに見合ったチューニングが必要である。最終的には全体から攻めて行く方が良い」との指摘があった。この指摘に対して、「このテーマは技術的な内容より取り組むことの意義が問われるので、残された期間で何を行うか、実施体制側と相談しながら検討していきたい」との回答があった。

## 6. 全体を通しての質疑

議事進行上の都合により、省略された。

## 7. まとめ・講評

(西野委員) CNTについて、最先端部分、コンポジット、用途と開発段階を着実に進んでいると感じた。論文や特許について見やすい形での報告が欲しかった。

(齋藤分科会長代理) 本プロジェクトは国際的にも高い評価を得ており、継続を期待する。「単層 CNT を既存材料中に均一に分散する技術の開発」については、波及効果が大きな成果として開花した。「ナノ材料簡易自主安全管理技術の確立」については、このプロジェクトですべてを対応することは不可能であるため、光るものを一点でも残してもらえばよい。

(豊國委員) 「単層 CNT の形状、物性等の制御・分離・評価技術の開発」、「単層 CNT を既存材料中に均一に分散する技術の開発」については門外漢であるが、頑張っていると感じた。日本が主導権を持って世界に貢献できるように進めてほしい。「ナノ材料簡易自主安全管理技術の確立」については、始まったばかりで難しい問題と思う。培養細胞を用いて手軽にすべての毒性が評価できればよいが、生体は一つの完成された複雑なシステムである。毒性評価を行うためには、動物を使った *in vivo* の実験を考慮してほしい。

(角田委員) 「単層 CNT の形状、物性等の制御・分離・評価技術の開発」と「単層 CNT を既存材料中に均一に分散する技術の開発」のテーマについて、研究の目的の方向性はだまかに言って正しいと思う。しかし、10~15nm の多層 CNT に係る企業が日本に無いことを危惧している。新たな用途や複合化の方法も含めて全体を見ながら、産業界の知恵も引き込んで複合化へ取り組みを加速させてほしい。

(菅野委員) 私個人としては、新しいコンポジット材料が開発されることは良いことだと考えている。しかし、毒性学の立場から言うと、CNT の毒性を評価するだけではなく、コンポジットの粉末の毒性評価も必要である。今の段階で *in vivo* の評価を行うことが重要であると強調したい。

(阿知波分科会長) 今日の中間報告を聞いて、このプロジェクトの終了時、あるいはもう少し後の時期に CNT を使用した製品の出現も現実味を帯びてきたと感じた。目標到達度も高い。「ナノ材料簡易自主安全管理技術の確立」は、実用化が現実味を帯びてきたことで関心も高まり、重要なコメントがあった。

## 8. 今後の予定

## 9. 閉会

## 配布資料

- 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り扱いについて
- 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 5-1 事業原簿 (公開)
- 資料 5-2 事業原簿 (非公開)
- 資料 6 プロジェクトの概要説明資料 (公開)
  - ・事業の位置付け・必要性及び研究開発マネジメント
  - ・研究開発成果及び実用化の見通し
- 資料 7 プロジェクトの詳細説明資料 (非公開)
  - 資料 7.1 単層 CNT の形状、物性等の制御・分離・評価技術の開発
  - 資料 7.2 単層 CNT を既存材料中に均一に分散する技術の開発
- 資料 8 プロジェクトの詳細説明資料 (公開)
  - ・ナノ材料簡易自主安全管理技術の確立
- 資料 9 今後の予定

## ○その他

以上