

## 「プロジェクトの全体概要」

- Ⅲ. 研究開発成果について
- Ⅳ. 実用化の見通しについて

実施体制  
(独)産業技術総合研究所  
学校法人産業医科大学

# 4項目の課題

---

公開

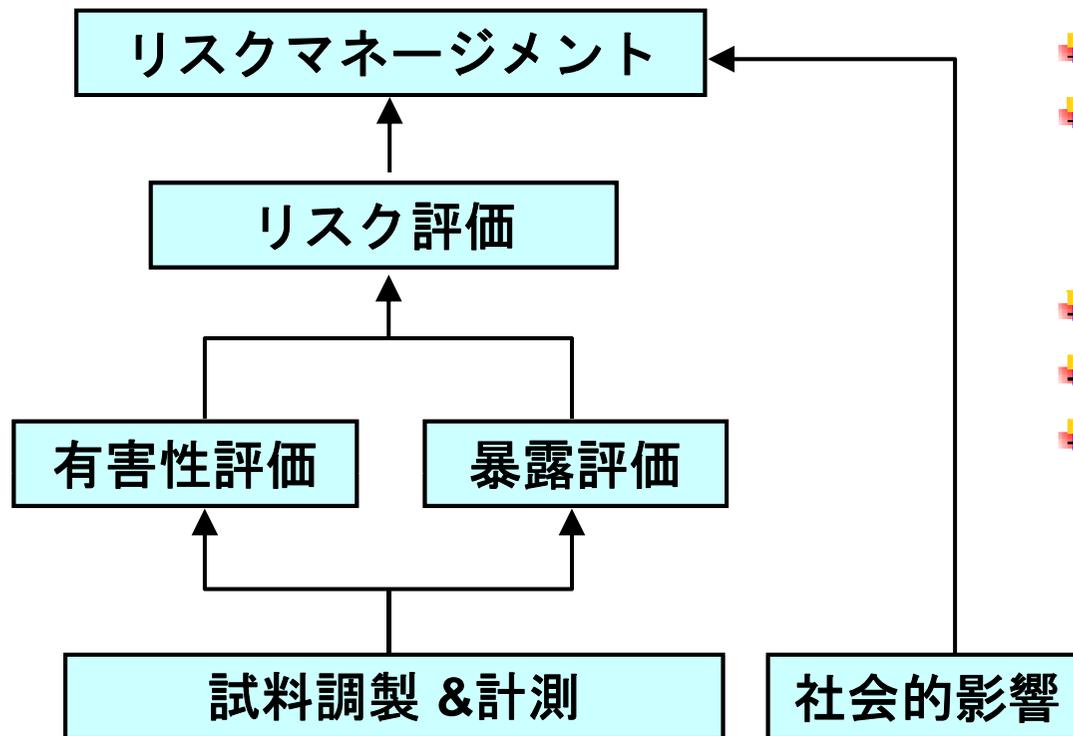
- ①工業ナノ粒子のキャラクタリゼーション手法の開発
- ②工業ナノ粒子の暴露評価手法の開発
- ③工業ナノ粒子の有害性評価手法の開発
- ④工業ナノ粒子のリスク評価及び適性管理の考え方

# — 研究課題の構造と研究の目標 —

公開

フレームワーク

目標



- 管理の枠組
- 3物質群 (TiO<sub>2</sub>、C<sub>60</sub>、CNT) のリスク評価書  
(人健康リスクを主とする)
- 有害性試験のプロトコル
- 試料調製法の手順書
- 試料計測法の手順書

C<sub>60</sub>: フラーレン  
CNT: カーボンナノチューブ

# 最終目標の達成度（1）

公開

研究開発項目	研究開発目標	達成度
① キャラクターゼーション	工業ナノ粒子の分級技術並びに気相及び液相中への分散技術を開発し、暴露解析用データ取得試験、有害性評価試験等のための試料調製手順書を取りまとめて公開する。また、液相、気相中の粒子の粒径、サイズ等を精度良く計測する技術、生体試料中粒子の計測技術、フィルター捕集効率を評価する手法を開発し手順書にまとめて公開する。	○
② 暴露評価	用途や特徴に応じて工業ナノ粒子を30分類程度に区分し、排出量の情報を含んだ排出シナリオ文書を作成するとともに、作業環境や発生源近傍における暴露評価を行って取りまとめ、公開する。	○

## 最終目標の達成度（2）

公開

課題	研究開発目標	達成度
③ 有害性評価	工業ナノ粒子の潜在的な生物反応を同定するとともに、その反応メカニズム、用量反応関係等を解明し、工業ナノ粒子の体内動態モデル、 <u>既存の有害性試験手法を補足・修正する方法、必要に応じ新たな有害性評価試験手法等を開発し、文書化して公開する。</u> また、動物を用いた有害性評価試験の結果をヒトに関わる潜在的影響として外挿する際の考え方を示す	○
④ リスク評価	工業ナノ粒子が人の健康と環境に与えるかもしれない潜在的な影響の可能性についてリスク評価を行うとともに、そのリスクを適正に管理するための考え方を取りまとめ、公開する。また、工業ナノ粒子を含むナノテクノロジーの社会的受容性に関するビジョンを策定して公開する	○

# 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の課題が必要だった理由

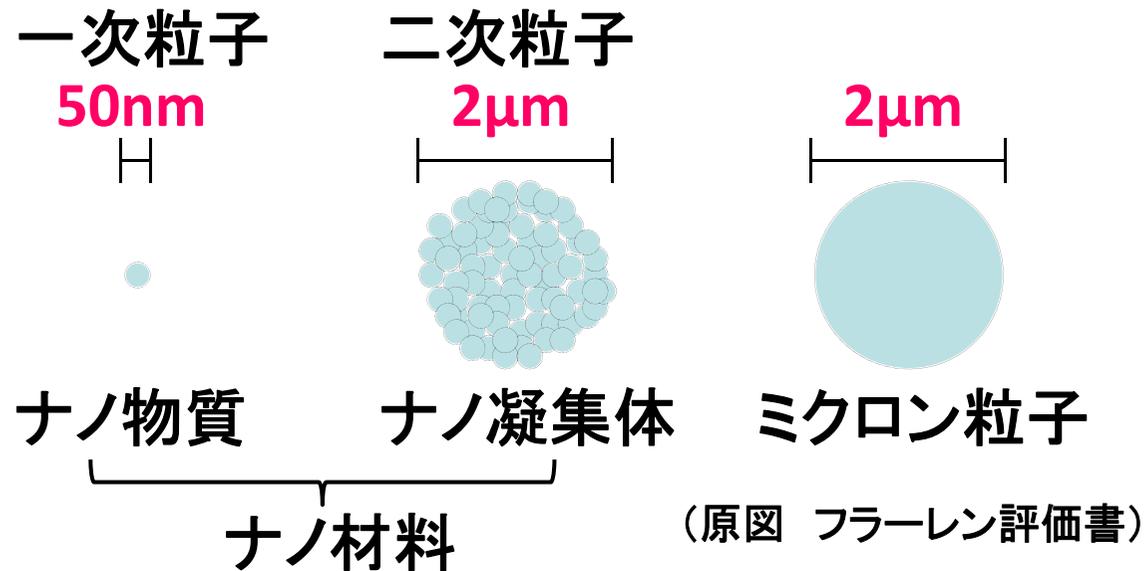
公開

1. ナノスケールであるからこそその影響を知ること  
・そのために試験試料はできるだけ分散状態にすること
2. 試験試料の物理的・化学的特性をできるだけ計測・把握すること。総じて、物質の物理的な特性による有害性があるのかの問に答えること
3. 現実にあリうる暴露経路の影響を知ること(吸入系暴露の影響に焦点を絞った)

ナノスケール:1~100 nm

# 一次粒子と二次粒子

公開



わが国では、専門家も含め殆どが誤解していた。  
この誤解を積極的に解いたのも、大きな功績

# 有害性試験 試料の粒子 サイズ (TiO<sub>2</sub>)

著者	試料製造社 など	比表面積 (m <sup>2</sup> /g)	粒径(nm)	
		報告値	一次粒子	二次粒子
<吸入暴露試験>				
Oberdörster (1994)	NA	NA	20	710
	NA	NA	250	780
Heinrich (1995)	E. Degussa	48	10-40	800
		NA	25	NA
Bermudez (2004)	E. Degussa	NA	21	1440
Grassian (2007)	NanoAmor	219	5	120-128
<気管内投与試験>				
Oberdörster (1992)	NA	NA	20	NA
	NA	NA	250	NA
Renwick (2004)	E. Degussa	50	29	NA
	Tioxide	7	250	NA
Sager (2008)	E. Degussa	NA	21	204
Warheit (2006)	DuPont	6	300	NA
	Nano-rod*	27	20 × 233	NA
	Nano-dot	169	6	NA
Warheit (2007a)	DuPont	6	300	2667
		18	140	2144
		36	140	2891
	E. Degussa	53	25	2692
NEDO (Kobayashi,2009)	石原産業	316	5	19
		66	23	28
		10	154	176
		316	5	18
		316	5	66
		316	5	299

\*棒として計算  
NAは計測値が  
ないことを示す

中西準子(2009)

## 異なる意見:

### …一般の人

→ 二次粒子の大きさがナノスケールのものがナノである。  
だから危険である

### …専門家

→ 一次粒子の大きさがナノスケールだが、二次粒子は大きい、だから、特別な害にはならない

## 共通認識:

二次粒子がナノスケールなら有害かもしれない、(これが正しいか?)

ナノスケール : 1 ~ 100 nm

# われわれの方針！

公開

## 二次粒子もナノスケールの状態で有害性試験をする

### 何故なら：

1. そうしなければ、市民の疑問に答えることができない
2. 多くのナノ材料は凝集しているが、単独で分散状態で存在する可能もある
3. サイズや形態との関連を明らかにする必要がある

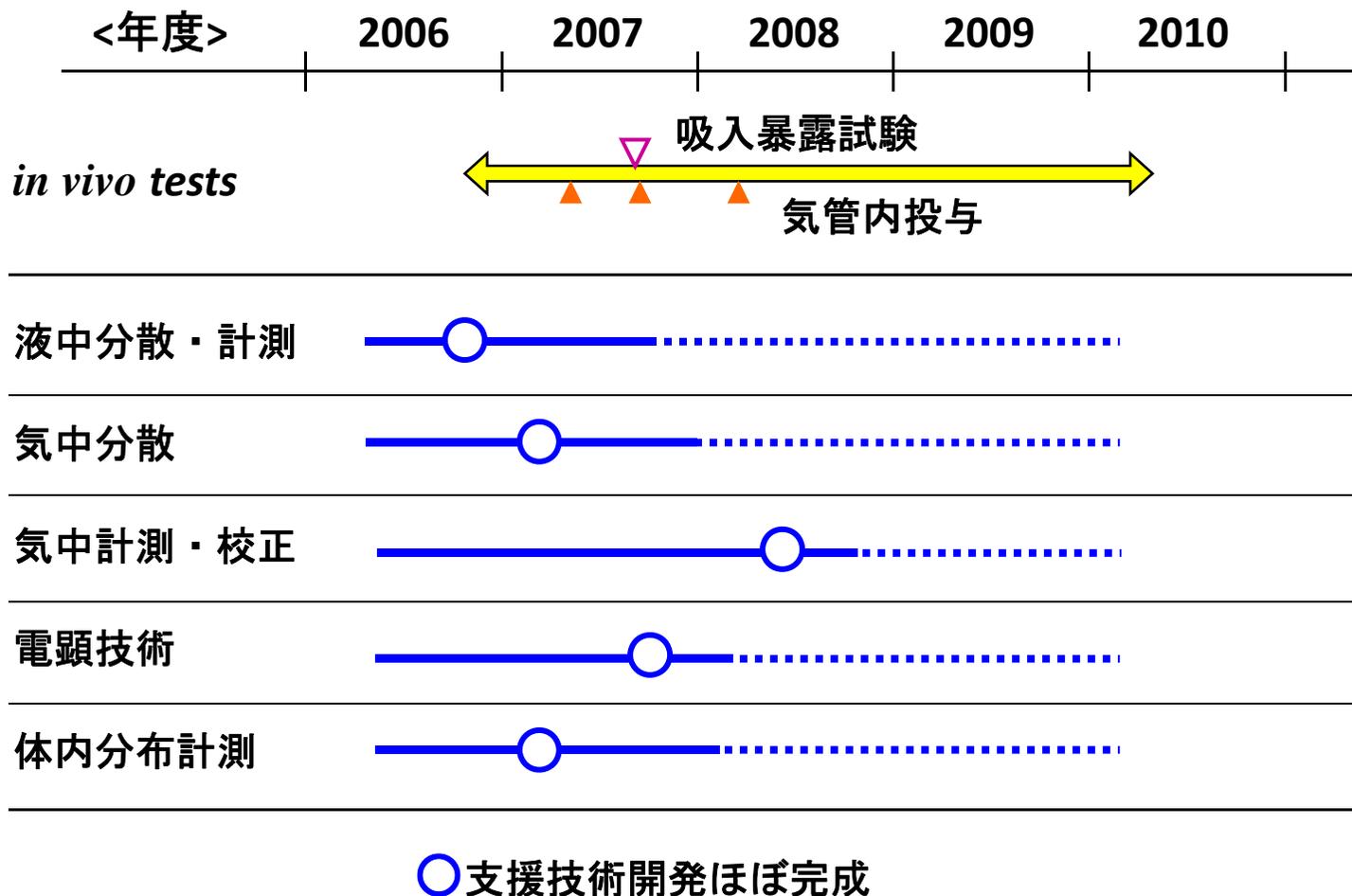
### そのために、

1. 分散状態の試料を調製する方法を開発した(課題①)
2. 分散状態のエアロゾルを暴露チャンバーに送る技術を開発した(課題③)
3. 粒子のサイズや形態を計測した(課題①)

# 有害性試験 (*in vivo*) と支援技術の開発

公開

## -- フラールン --



# 課題①の中の小項目と細項目

公開

小項目	細項目の課題
(1)工業ナノ粒子の調製技術の開発	ア) 気中分散系調製技術
	イ) 液中分散系調製技術
	ウ) フィルタ捕集効率評価手法
(2)媒体中における工業ナノ粒子のキャラクタリゼーション手法の開発	ア) 気中粒子計測
	イ) 液中粒子計測
	ウ) 電子顕微鏡による計測
	エ) 化学分析による生体内NPsの分布

ナノ粒子→NPsと略す

# ①の課題の主な成果

公開

1. 液相、気相の分散技術を開発した(OECD/工業ナノ材料作業部会への情報提供)
2. 二次粒子粒径もナノスケールであるNPsの気管内投与試験と吸入暴露試験が可能となった(世界ではじめて)
3. *in vitro*試験用の新しい試料調製法を開発した(世界ではじめて、ISO提案予定)
4. 液相、気相中NPsの粒径等を計測・校正する手法を開発した。数値目標を超過達成した(ISO提案中・ISO改訂に対応し提案予定、VAMAS TWA34およびAPMPの測定手順提案中、ISO提案予定)
5. 気相中の異種粒子をオンラインで識別検出する技術を開発した(世界ではじめて、実用的小型装置を開発中)
6. 生体中NPs粒子の形状・サイズを電顕で解析する技術、生体中MWCNTの量を標識化せずに正確に測定する手法を開発した(世界で初めて)。体内動態解析に貢献した
7. フィルタの捕集効率評価手法を確立した。評価結果をデータベースにまとめた(ISO・JIS提案予定)

以上すべてを、「試料調製・計測手順書」(英文・和文)で公開

事業原簿  
表Ⅲ－１－２に  
細項目毎の成果と達成度を記述

## ②工業ナノ粒子の 暴露評価手法の開発

## ② 暴露評価が必要な理由

公開

1. わが国でのリスク管理では、暴露管理が軽視され、ハザード管理偏重の傾向が強い。これでは、新規技術は生まれない
2. 暴露管理は、より発生源に近いところで行われるべきである(相変わらず、end-of-pipe対策でHEPA filter頼り)

＜こういう欠点を克服し、コストを下げ、作業員の暴露を下げるためには＞

3. 発生・排出する工程を知る
4. 材料毎の排出ポテンシャルを知る
5. 粒径別の排出量・暴露量を知る

これを課題にした

## 課題②の小項目

公開

小項目の課題	研究内容
(1) 排出シナリオの構築	用途や特徴に応じたNPsについて30分類程度の排出量の情報を含んだ排出シナリオ
(2) 環境中挙動モデル	環境中のNPsの挙動予測に用いるためのモデル作成
(3) 暴露評価技術の開発	作業環境や発生源近傍における暴露評価を行う (1)の結果もふくめて、結果をとりまとめ公表する

## 課題②の主な成果

公開

- ◆現場調査と模擬排出試験、ライフサイクル評価を行い、工業ナノ粒子の種類や用途、生産工程の違う30を超えるケースについて、排出情報を取りまとめて排出・暴露評価書を策定、公開した
- ◆実測と推定を基に、粒径別暴露評価を行う方法を提案し、30を超えるケースについて、暴露評価を行った
- ◆結果はリスク評価で活用
- ◆模擬排出試験により得られた飛散性(Dustiness)の情報をOECDのスポンサーシッププログラムに提供した。さらに、ISO/DIS12025に手法や手順を反映

全体を、「排出・暴露評価書」にまとめ、公表した

[http://www.aist-riss.jp/main/modules/product/nano\\_rad.html](http://www.aist-riss.jp/main/modules/product/nano_rad.html)

事業原簿  
表Ⅲ-1-2に  
細項目毎の成果と達成度を記述

# ③工業ナノ粒子の 有害性評価手法の開発

# どのような有害性評価情報が必要か？

公開

1. 吸入系暴露経路の影響に焦点を絞った(一部、経皮暴露経路)  
(当時としては、これが相当冒険だった)
2. 分散状態で、二次粒子もナノスケールの粒子の影響を知る  
(今でも、世界中で他に例がない)
3. 評価対象は3物質群であるが、物質は同じでも多様な種類の材料がある。その中の一つについて有害性情報を得るだけでなく、物質群としての情報を得る(全体像を把握)
4. 最終的には、ヒトについての暴露限界値(許容濃度)を求める
5. 発がん性試験はできないが、何らかの示唆が必要

SWCNT : 単層カーボンナノチューブ  
MWCNT : 多層カーボンナノチューブ

# 如何に簡略化するか

公開

—俯瞰のため、日本の能力の限界、資金と時間制約、  
分散状態での試験を企図したため—

4週の吸入暴露試験を実施。用量反応関係を得るための広く投与量を変化させる試験はできないので、気管内投与法を併用してNOAELを決めた

## SWCNT(A) の吸入暴露試験の場合

NOAELと決定

吸入暴露	濃度(mg/m <sup>3</sup> )	0.03	0.13			
	影響の有無	なし	なし			
	3ヶ月後の肺保持量(mg/kg)	0.04	0.18			
気管内投与	投与量(mg/kg)	0.04		0.2	1.0	2.0
	影響の有無*	なし		なし	あり	あり

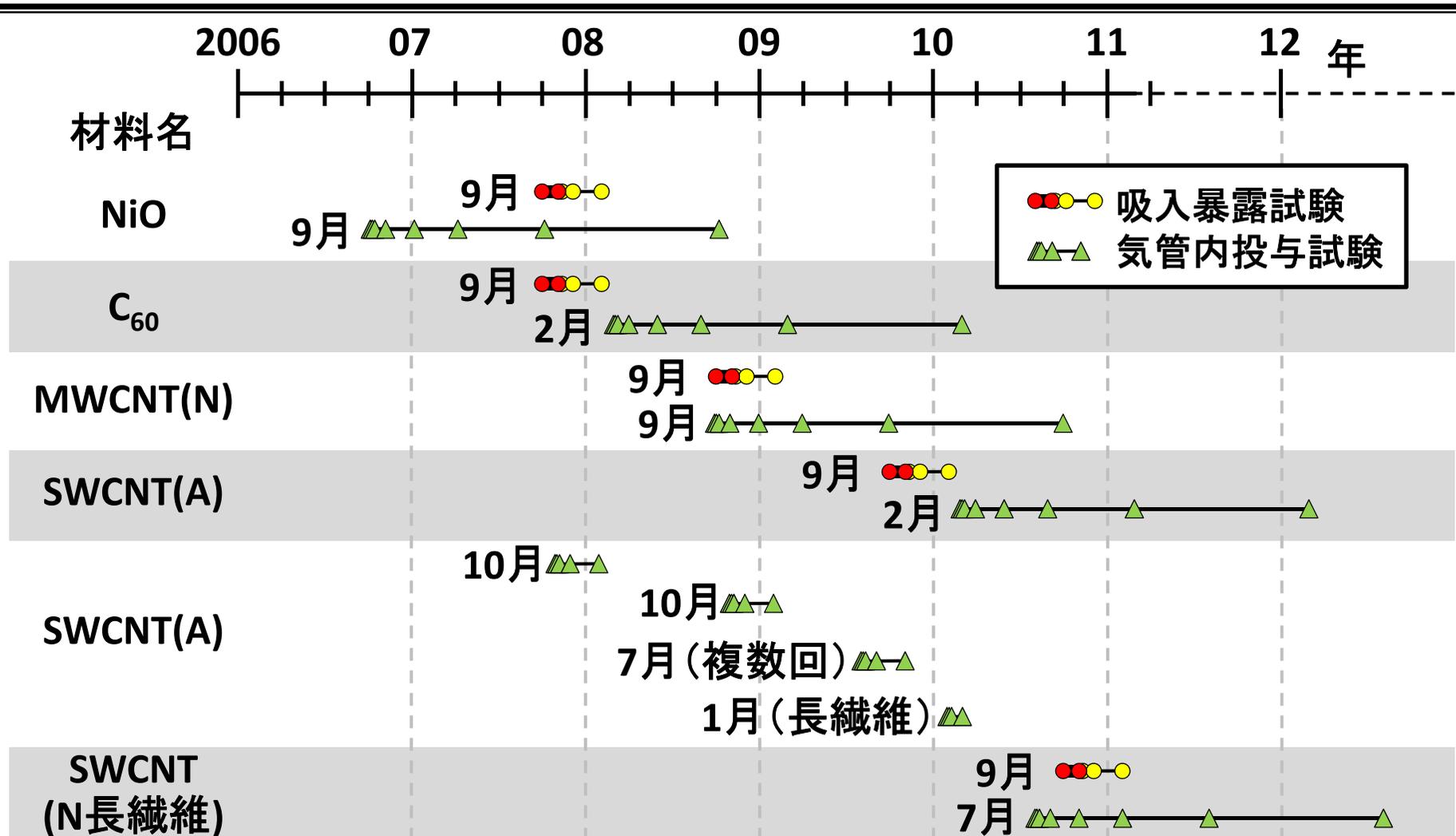
\*影響の有無は投与後1~3ヶ月の組織病理学的診断結果により判断

- ◆ 4週吸入暴露試験から得られたNOAELから、13週吸入暴露試験でのNOAELを外挿するために、粒子肺存在量を考慮した気管内投与試験を加えた
- ◆ 同じ物質群内での複数の材料の比較のために、2軸アプローチを導入。このためにも、気管内投与法を用いた
- ◆ 長期暴露影響を知るために、2年間観察の気管内投与試験を行った

“基本計画”の「既存の有害性試験手法を補足・修正する方法、必要に応じ新たな有害性評価試験手法等を開発し、文書化して公開する」に対応。

# 代表材料の試験実施状況(年表)

公開



## 非代表材料の気管内投与

MWCNT(M) 08年10月(6ヶ月)、SWCNT(C)09年10月(3ヶ月)、DWCNT(T) 09年10月(3ヶ月)、MWCNT(S) 09年10月(3ヶ月)、SWCNT(Mj) 10年1月(1ヶ月)、SWCNT(N) 10年1月(1ヶ月)

### ③の小項目と細項目

公開

小項目の課題	研究開発内容
(1) NPsの有害性評価試験の開発	(ア) 吸入暴露試験法の開発と試験の実施: 吸入暴露試験と気管内投与試験を行い、影響を同定する
	(イ) 経皮暴露による皮膚形態学的影響の評価: TiO <sub>2</sub> エマルジョンの塗布による影響
	(ウ) 生体影響プロファイルの作成・影響評価手法開発: 培養細胞試験による
	(エ) ESRイメージングによる生体内酸化還元能への影響評価手法の開発
	(オ) 全身影響の観点からの有害性影響評価法の開発
(2) 吸入暴露装置の開発	
(3) 有害性評価試験結果の外挿に関する研究	

## 課題③の主たる成果(1)

公開

1. 分散状態のNPsのエアロゾル(ナノスケール)を安定的に暴露チャンバーに送る装置を開発した(世界ではじめて)
2. 吸入暴露影響に焦点を絞るという方針は、EPAなどをも驚かせたが、まさにそれが当たりだった。世界もその方向に進んだ
3. 5年間で有害性についての全体像を把握するために、試験法を簡略化した。気管内投与法を併用し、肺保持量を媒介変数に用いた
4. 多種の材料の生体反応の比較のため、二軸アプローチを提案。同じ群の中の多種材料の生体反応の強さを比較することができた
5. ①で開発した分析法を用いて、MWCNTの体内動態解析を行った(世界ではじめて)
6. 経皮暴露による影響を評価する手法を開発した(手順書)。ナノTiO<sub>2</sub>は生細胞に到達しない(化粧品利用との関係でも重要)

7. 50種のナノ粒子の網羅的な培養細胞試験(*in vitro*試験)を実施し、生体反応のプロファイルを作成した
  8. 新しい培養細胞試験法を提案。従来の方法は、アーティファクトの影響が大きく、正しくナノ粒子の影響を評価していない(重要な発見)
  9. ラットを用いた有害性評価結果から、ヒトへの影響を外挿する方法についての考え方を提起した。
  10. 二軸アプローチを使って、CNTの材料間比較を行った結果、さらに進んで、BALF好中球増加率を指標とする炎症活性とCNTの比表面積との間に強い相関があることを見つけた
- 比表面積は、今後、ナノ材料による生体影響を考える際の最も重要な変数となるであろう

事業原簿  
表Ⅲ－1－2に  
細項目毎の成果と達成度を記述

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

## 課題④に求められること

---

公開

1. これまでの総ての試験結果をまとめて、ラットのNOAELを求め、さらにヒトに対する暴露限界値(許容暴露濃度)を求める
2. 中皮腫や肺がんに対する懸念が強いので、それらに対する考察や対策が必要
3. 管理のあり方や社会的受容性を考えたリスク評価であること

## ④の小項目

公開

小項目の課題	研究開発内容
(1)工業ナノ粒子のリスク評価	3物質群のリスク評価書の策定
(2)工業ナノ粒子の適正管理と技術社会受容性に関する研究	工業ナノ粒子の適正管理のありかたと社会受容性に関する考え方の提起

## 課題④の主たる成果(1)

公開

1. 一つや二つでないハードルを越えて、作業環境における暴露限界値(OEL)を出した。しかも、3物質群について(画期的で他の追随許さず)
2. C<sub>60</sub>とCNTについては、プロジェクト内で有害性試験も実施し、それを基にOELをだした。しかも、そのOELは、ある材料についての値ではなく、その物質群に対するものであることを、二軸アプローチ解析で確かめた(他に例なし)
3. 仮説段階で主張されている中皮腫の問題に対する対策を提示した
4. 新規物質のリスク管理のあり方は順応的管理であるべきことを強調した。その一つの反映として、10年程度で見直すことを条件にした、15年程度の暴露を想定した時限のOELを提案した
5. 技術の社会受容性の観点をリスク評価に取り入れた。そして、社会的受容性に関するvisionを公表した

## 課題④の主たる成果(2)

公開

6. 評価書を広く公開した: 3評価書のExecutive Summaryと「考え方」は、英文も公開。国際シンポジウムを開催して、欧米の第一線の研究者と意見交換。高く評価された。極めて大きな反響(この種の本格的な評価書は世界ではじめて)。2008年10月に中間報告版を発表したが、その時にあった批判的言辞は今回相当少なくなっている

7. 普及、広報活動も進めている。

・11月14-18日に南アフリカ共和国ヨハネスブルグ市で開催のISO/TC229/WG3会合で、蒲生昌志がNEDOプロジェクトの成果全般について発表

「Development of methodologies for risk assessment of manufactured nanomaterials in NEDO Project (FY2006-2010) Japan.」。

・12月7-9日に開かれる、OECDの“9th Meeting of the Working Party on Manufactured Nanomaterials (WPMN)”で、中西が約1時間の報告を予定。「Risk Assessment of Nanomaterials - Searching for Critical Factors in Human Health Risks -」

事業原簿  
表Ⅲ－１－２に  
小項目毎の成果と達成度を記述

全体を通して

# 代表的な材料について、NOAELさらにはOELを算出 公開

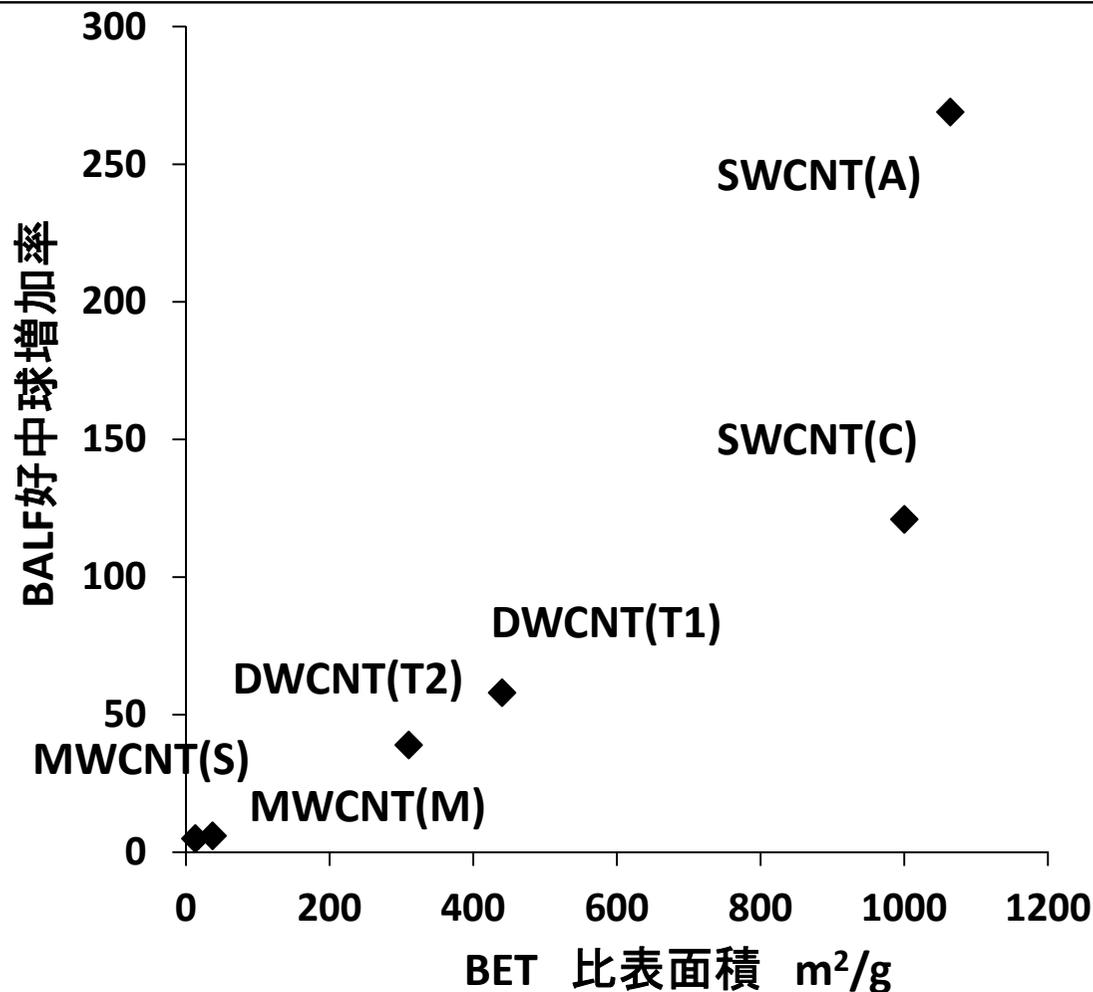
(2011年2月末)

材料	NOAEL (ラット) mg/m <sup>3</sup>		OEL (ヒト) mg/m <sup>3</sup> (一次案)	OEL (ヒト) mg/m <sup>3</sup> (最終案)
	4週	13週		
MWCNT(N)	0.37	0.185	0.08	0.03
SWCNT(A)	0.13	0.065	0.03	
C <sub>60</sub>	気管内投与試験	—	0.39	0.39
TiO <sub>2</sub>	NEDOプロでは 試験せず	2.0*	0.6	0.6

\* Bermudez et al. 2004

2008年10月には、中間報告としてTiO<sub>2</sub>、C<sub>60</sub>、MWCNTについてOELを提案(その時点でOELがだされていたのは、NIOSHによる提案(draft)のみであった。)

# 比表面積が炎症反応の重要な因子として抽出された 公開



$$\text{BALF好中球増加率} = \frac{\text{CNT投与群BALF好中球数}^* - \text{陰性対照群BALF好中球数}}{\text{陽性対照群BALF好中球数}^{**} - \text{陰性対照群BALF好中球数}} \times 100$$

\*1 mg/kgのCNT気管内投与後1ヶ月のBALF好中球数, \*\*5 mg/kgのMin-U-Sil 5投与後1ヶ月のBALF好中球数

CNTの発がん性に関する議論は、アスベストと似ているかの議論につきる。吸入系暴露による、炎症反応の様相の面からは、アスベストとCNTには相当な違いが見られる\*

しかし、Takagi et al. (2008)とDonaldsonらの論文は大きな影響力があり、この内容について考慮が必要である。これに類する論文も含め、アスベストと似ていると主張する論文の内容は、以下の二点に集約できる

つまり、二つのことが提起されている:

1. 中皮に達すると、アスベストと同様、中皮腫を起こすポテンシャルが高い
2. 長い真っ直ぐな繊維 (needle-like) が胸膜に残り、そこで腫瘍を生ずる

\* Ogami

## <小倉の報告>

- ◆ 気中に排出されたCNT粒子の電子顕微鏡観察では、多くはサブミクロンからミクロンサイズであった
- ◆ SWCNT、DWCNT、細いMWCNTは、一本単独の繊維での存在は見られず、複雑に絡み合った凝集体粒子として存在しており、綿状の塊に見えるものが多かった
- ◆ 一方、太いMWCNTやCNFでは、長さはそれほど長くはないが、一本または数本の束からなる真っ直ぐな粒子が見られた

- ◆ 長繊維のCNTの吸入暴露試験は難しい。したがって、それが、胸膜に中皮腫を起こすか起こさないかを実験的に証明することはできないであろう
- ◆ また、吸入されたCNTが胸膜に一定量保持されないことを実験的に証明することも難しいであろう
- ◆ こういう場合については、個別管理で対応するしかない。その意味で、一度、自己の作業現場での気中粒子のサイズや形態を調べることを勧めたい。そして、長くて真っ直ぐな繊維が気中に見られる場合には、通常より大きな安全率をとって対応するのも一つの対処方法である

- ◆ 全体像が見えてきた
- ◆  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{C}_{60}$ , CNTについてラットNOAELと、さらにヒトOELの値を提案することができた
- ◆ MWCNTについては、国際的にほぼ同じ値が得られている
- ◆ 最も問題になっているCNTの炎症反応(線維化、腫瘍に至る)の大きさは、CNTのBET比表面積に強く依存している。BET比表面積は、一次粒子の構造により決まる。二次粒子の大きさは、炎症反応には、それほど大きな影響を与えていないようだ
- ◆ 他方、長くて真っ直ぐなCNTは、深刻な生体影響を引き起こすという仮説が提案されている。気中粒子の多くは凝集していてこの範疇に入らないが、念のため、気中CNTの形やサイズを調べて対処することが賢明である

## 4. 実用化の見通し

# 本研究で、実用化の対象になる成果物は何か？

公開

課題	①キャラクターゼーション	②暴露評価	③有害性評価	④リスク評価
A. 評価手法	<ul style="list-style-type: none"> <li>試験試料調製技術 (<i>in vivo</i>, <i>in vitro</i>)</li> <li>計測・校正技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現場計測と評価方法</li> <li>模擬排出試験法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>有害性評価手法</li> <li>気管内投与試験の有用性</li> <li>培養細胞試験の方法</li> <li>吸入暴露装置</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>リスク評価手法</li> </ul>
B. 評価結果		<ul style="list-style-type: none"> <li>現状でのリスクレベル</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現状でのリスクレベル</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>OEL</li> <li>現状でのリスク</li> <li>評価書</li> </ul>
C. 評価に使われた概念		<ul style="list-style-type: none"> <li>粒径別リスク評価・管理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>外挿の考え方</li> <li>二軸アプローチ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>順応的管理</li> </ul>
D. 評価結果から生まれた概念		<ul style="list-style-type: none"> <li>気中でのCNTの形態</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>比表面積というパラメータ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>時限の暴露限界値</li> </ul>

# 実用化の目的と重点情報

公開

- i) 普及(学会、事業者、外国の機関・人)
- ii) 標準化(ISOやOECDでの活動)
- iii) 行政の施策に生かす
- iv) 次の研究への道を開く

目的	A. 評価手法	B. 評価結果	C. 評価に使われた概念	D. 評価の結果抽出された概念
普及:社会全般		○		
普及:事業者		○		
普及:学会	○			
標準化 ISO	○			
標準化 OECD	○		○	
行政施策				○
研究の発展				○

すでに以下に示すように、様々な活動に参加している。今後とも、計測法や試料調製法の成果については、ISOを通して標準化に向けた活動をしたい

◆液相、気相中工業ナノ粒子粒径等を計測・校正する手法：(ISO提案中・ISO改訂に対応し提案予定、VAMAS TWA34およびAPMPの測定手順提案中、ISO提案予定)

◆ *in vitro* 試験用の新しい試料調製法：ISO提案予定

◆ フィルタの捕集効率評価手法 (ISO・JIS提案予定)

◆ CNTの飛散性 (Dustiness) 結果：ISO/DIS12025に手法や手順を反映

2011年11月14日 (ヨハネスブルグ) で開催のISO/TC229/WG3会合で、「Development of methodologies for risk assessment of manufactured nanomaterials in NEDO Project (FY2006-2010) Japan.」(蒲生昌志)

ナノテクノロジー標準化国内審議委員会事務局を産総研が務めているので、そこに情報提供をする。

2005年6月：第38回OECD化学品合同会合の特別セッションで意見表明（パリ）

2005年12月：OECD主催のシンポジウム（Washington DC）でRoadmap発表

2006年10月：第1回工業ナノ材料作業部会（WPMN）で日本の立場高評価

2007年11月28～30日：第3回WPMNの会合で、スポンサーシッププログラムに参加（パリ）

2008年4月：OECDとの共催で国際シンポジウムを開催（東京）

2011年12月7-9日：第9回OECD/WPMN（パリ）NEDOプロジェクトについての報告“Risk Assessment of Nanomaterials - Searching for Critical Factors in Human Health Risks -”

組織的は、今後とも、産総研安全科学研究部門が窓口になって、経産省化学物質管理課を助けつつ進めることになろう

経産省と厚生労働省に大きな動き(いずれも、NEDOプロジェクトの報告を受けての対応である)

## ◆ 評価書中間報告版後

2008年11月 経産省「ナノマテリアル製造事業者等における安全対策のあり方研究会」

2009年3月 上記研究会報告

## ◆ 評価書完成版後

2011年10月 厚労省「平成23年度化学物質のリスク評価検討会」を、「職場における健康障害防止のためのナノマテリアルのリスク評価について」という議題で始めた。

2011年12月 経産省「ナノ物質の管理に関する検討会」を発足させる

行政側の対応は、意外と早い

— 実用化に向けた二つの研究が動き出した —

## 二つの後継研究プロジェクト

◆ 「低炭素化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  
(研究開発項目③ナノ材料簡易自主安全管理技術の構築)」

(2010-2014) (NEDO)

事業者による簡易・迅速・安価な自主管理手法の研究開発

◆ 「ナノ材料の安全・安心確保のための国際先導的安全性評価技術の開発」(2011-2015) (経産省委託事業)

合理的かつ効率的な有害性評価の枠組を作る

◆ CNT評価連絡会(厚労省研究「ナノマテリアルの有害性等調査事業」についての  
経産省、厚生労働省、バイオアッセイ研究センター及び産総研関係者の連絡会)

1. 評価書は外部専門家からレビューを受け、それを評価書に掲載した。「考え方」に一部掲載
2. 組織病理学診断については、試験機関で診断した後、病理ピアレビューセンター長高橋道人博士の診断を仰ぎ、再検査した
3. 試験試料は、原則有料で購入した。一部、無料提供もあった。試験試料の製造事業者との間で、試験結果の公表等について協定を結んだ。結果を発表する際には、予め連絡するが、その内容について同意を必要としないとした
4. この研究は、NEDOからの研究資金で実施されたが、同時に相当な研究費が産総研交付金から充当された

ご清聴ありがとうございます