

グリーンナノ企画特集<第14回>

ナノテクノロジー 研究開発・事業化戦略 に必須な社会受容の追求



独立行政法人 産業技術総合研究所
阿多誠文総括主幹と石津さおり主幹に聞く

1. はじめに

ナノテクノロジーは21世紀の社会の発展のキーテクノロジーと考えられ、各方面の研究開発、そして一部製品化も進んでいる。しかしながら、例えばカーボンナノチューブのようにナノ材料は人類が創出した新材料であり、その人体に及ぼす影響については未知である。こうしたナノ材料の安全性とリスクの評価と管理についての議論が近年急に高まってきている。ナノテクノロジーの社会受容の概念が国際的にも大きく取りあげられ標準化活動にまで発展している。ナノテクノロジーの発展のための基盤となる問題である。今回、このナノテクノロジーの社会受容の議論の状況について、国内および国際的にも議論の中心となって活躍されている独立行政法人 産業技術総合研究所 ナノテクノロジー戦略ワーキンググループを訪ね、総括主幹 阿多誠文氏、および、同グループ主幹 石津さおり氏にお話を伺った。なお前半に石津氏からご説明（下記2章、3章および4.2項）を頂いた後、後

半阿多氏も加わってお話（下記4章のその他の項と5章）を聞いた。

2. ナノテクノロジーの社会受容について

2.1 ナノ材料の社会受容とは

ナノテクノロジーは未知の革新技術であるための予知できないリスクが存在する可能性を秘めている。ナノ材料が人の健康障害を起す可能性を示唆する報告も種々現われてきているが、こうしたリスクの存在はナノテクノロジーに対する漠然とした不安を呼び、ナノテクノロジーの社会への受け入れの妨げとなる。ナノテクノロジーの有益性を、それが社会に与える影響も含めて理解して、技術が社会に受け入れられることを目指す、所謂、ナノテクノロジーの社会受容が近年大きく取りあげられ議論されている [1]。

ナノテクノロジーの社会受容の課題を図1で説明する。

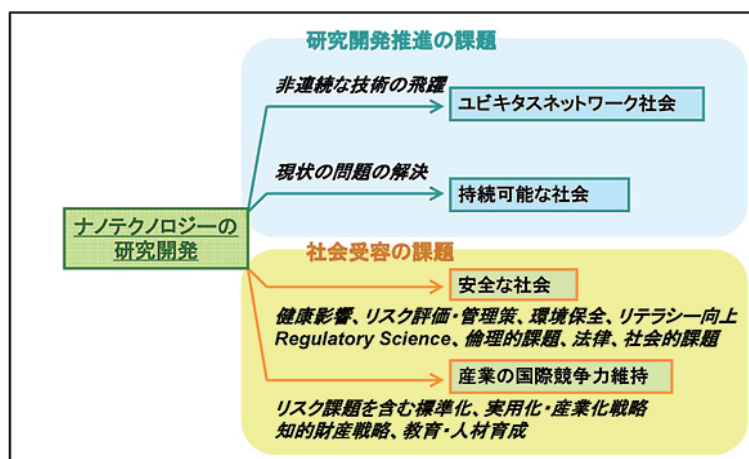


図1 ナノテクノロジーの社会受容の課題（提供：産総研）

図中の上半分は研究開発推進の課題であり、下半分は社会受容の課題である。社会受容の課題では、健康への影響を調べ、リスク評価を行い、管理策を探り、一般の人の技術やリスクに関する知識を増やしてもらう、即ちリテラシーの向上を図ることなどが課題である。また、倫理的問題はナノテクノロジーによる人体改造の議論で、そもそもリスクを考える発端となった課題であり、これはまた法律的問題を含んでいる。さらに、ナノテクノロジーを産業化し社会の発展に貢献させるためには、リスクの評価、管理を含むナノテクノロジーの国際標準化、実用化・産業化戦略や知的財産戦略、さらに教育・人材育成の課題に取り組んで、産業の国際競争力を維持する必要がある [2]。

2.2 ナノ材料の使用状況とリスクの存在

ナノテクノロジーのリスクのなかで、特に重要なものはナノ材料に関するものである。ナノ材料では将来に向けた研究開発も盛んに行なわれているが、すでに多くの製品が使われている。ナノ材料の種類と用途について、厚生労働省から出された「ナノマテリアルの安全対策に関する検討報告書(2009.3.31)」のなかに表1のデータがある [3]。ナノ材料は化粧品、家電・電気電子製品、塗料・インクの用途に既に多く使われており、家電・電気電子製品、医薬品および塗料・インクの用途に今後の大きな伸びが見込まれている。

図2は経済産業省の「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報告書(2009.3.31)」[4]に示されているデータで、主要6物質について国内生産

量を示している。なお、現在国内で生産されているナノ材料の生産量の99%以上をこれら6個の物質が占めているとのこと。多くの材料はナノサイズの1次粒子は製造過程で凝集し、1桁～2桁以上サイズが増大した凝集体としてユーザに供給されることが多い。

「こうしたナノ材料の使用に対して、材料自体のリスクを取り上げている論文も多いが、動物や細胞による実験に限られている。そうした実験のなかでも本格的で注目すべき論文が2007年12月に国立医薬品食品衛生研究所から出された [5]。多層カーボンナノチューブ(CNT)やアスベストなどをマウスの腹腔内に投与する実験で、多層CNTとアスベストについて腹腔内に同様の中皮腫の発生を確認している。これ以降、こうしたナノ材料の安全性に関する研究が活発になり始めている」と石津氏は語る。

ナノテクノロジーは、表1にも示すように様々な分野に使われるが、独立行政法人産業技術総合研究所(以下産総研と略称)の中西準子氏は、ナノテクノロジーの用途をナノ材料の人体への暴露の性格により二つに分類することが重要であると指摘している [6]。一つは、ナノ材料の産業利用のように意図せずに受動的に暴露する場合であり、もう一つは、医療目的のようにリスクを承知の上で、しかしメリットを享受するために能動的に暴露する場合である。化粧品や特殊な食品などで意識的にナノ材料のメリットを活用するものでも、広まってしまうと、その意識が薄れることがある。この場合は能動と受動の間で両方の性質を持つことになる。能動暴露は、効用と副作用との関係評価に基づく管理の仕方になり、一方、受動暴露では体内に入る経路、即ち暴露の状況によるリ

表1 ナノ材料の用途(出典:参考資料[3])

	医薬品	化粧品	食品・食品容器包装	繊維	家庭用品・スポーツ	家電・電気電子製品	塗料・インク	その他(紙加工等)
カーボンブラック		○				○△	○	○タイヤ
シリカ	○	○	○	○			○	○
酸化チタン		○		○	○	○	○△	○
酸化亜鉛	○	○		○	○	△	○	
単層カーボンナノチューブ						○△		
多層カーボンナノチューブ	△			△		○	○	
フラーレン	△	○			○	△		
デンドリマー	△	○△				△		○
銀	△					○△		△触媒
銀+無機微粒子		○	○	○	○	○	○	
鉄						○		
アルミナ		○				○△	△	
酸化セリウム		△				○		
ポリスチレン		○				○	○△	
ナノクレイ	○	○	△			○	○	○農業
カーボンナノファイバー					○	○△		△風力発電プロペラ
顔料微粒子							○	
アクリル微粒子		○				○	○△	
リポソーム	○	○	△					
白金ナノコロイド		○	○			△		○触媒
量子ドット	△					△		○研究用試薬
ニッケル						○		

注) ○ : 現状の用途 △ : 将来可能性のある用途

○△ : 将来用途分野が広がる領域

(平成19年度厚生労働省委託業務ナノマテリアル安全対策調査報告書(株式会社東レリサーチセンター)から引用。一部改訂)

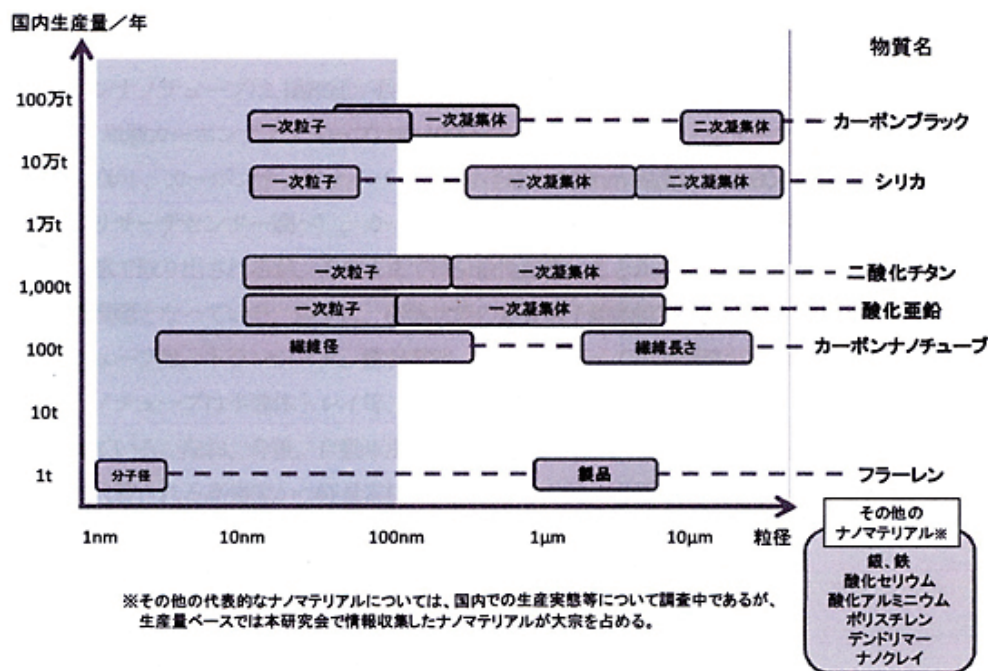


図2 主要ナノ材料の生産量とその粒径 (出典：参考資料 [4])

スクを含めて評価をする必要があり、能動暴露、受動暴露ではリスク管理のあり方は全く異なる。

3. ナノ材料のリスク評価・管理の考え方

3.1 リスクの要因

固体材料のサイズを小さくして行くと、粒子の場合、同一質量であれば、表面積が増大する。一辺が1cmの1個の立方体物質を分割して一辺が10nmの立方体にしたとすると、物体の数量は10¹⁸個、表面積は106倍に増加する。ナノ材料で表面が反応に関わるとすれば単純に面積が増加しただけでも活性度が高まる [2]。また超微細化したときにバルクのときと材料そのものの性質が変わることもあり得る。そうした特徴はナノテクノロジーの利点として活用されるが、一方でその表面活性が人体の細胞を攻撃する懸念を起させる。近年、表面積の増加と細胞組織への影響の関係についての評価研究も国内外で種々なされているが、まだ、分からないことが多い [1]。また、ナノ領域において新たに生まれる材料もある。CNTがその例で、前述のように繊維状のものでアスベストと同じ障害を起すのではないかと言われている [5]。更に、こうした極微細な物質は身体の奥深く入りこむことを考慮する必要があり、暴露評価の重要課題となる。

3.2 リスク管理の考え方

リスクがゼロということはありませんので、リスクを管理することが必要となる。分かり易い例として、交通事故の例が挙げられている。この場合、交通事故の可能

性にたいして「安全基準を満たす車」と運転免許制度や交通法規のような「社会システム」とによりリスク管理が上手く行なわれている [2]。ナノ材料の場合も、安全に使っていくための管理手法が問題となる。ナノ粒子の場合のリスクは次のように考えられている。

$$\text{リスク} = \text{ナノ粒子の有害性} \times \text{ナノ粒子との接触 (暴露量)}$$

仮にナノ粒子の有害性が大きくても、ナノ粒子との接触が少なければリスクが少ないことになる。この定義に基づけば図3に示すリスク管理の基本的考え方が得られる [2]。

ここで必要となるのは、ナノ材料の有害性の評価および粒子と接触の起る可能性、即ち、暴露量の評価である。一般の化学物質であれば、物質に対応した有害性情報が明確であり、定量的暴露評価手法が確立されている。ナノ材料の場合、構造・形態・寸法も様々であり、かつ計測が困難な場合が多い。小さいので外気の影響を受け易い等の問題もある。ナノ粒子の有害性評価の課題、および、暴露量評価の課題については、表2のような項目が挙げられている。こうした課題の追求と、リスク管理の具体化について国際的に活動が進められている。

4. ナノテクノロジー社会受容に関する国内外の動向

4.1 ナノテクノロジー社会受容を誘導する国際的議論と国内の対応

ナノテクノロジーの社会受容の方向付けに一番大きな影響を与えてきたのは、International Dialogue

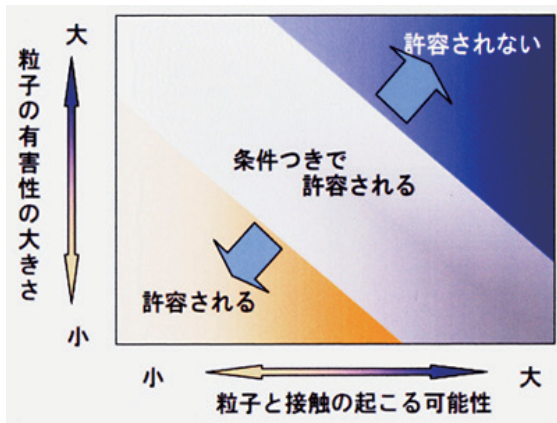


図3 リスク管理の考え方 (提供:産総研)

表2 ナノ粒子の有害性評価および暴露量評価の課題
(参考資料 [2] より作成)

ナノ粒子の有害性評価とは？	サイズ効果？
	繊維としての有害性？ ・繊維の毒性パラダイムでは長い繊維の方が毒性が強いと考えられている。
ナノ粒子の暴露評価とは？	ナノ材料(製品)ごとに有害性が異なる 例: CNT と二酸化チタン, 単層CNT と多層CNT, A社製とB社製
	暴露経路: 経気道, 経皮, 経口
	労働環境, 製品使用, 環境経由
	暴露のシナリオ, 環境動態, 排出シナリオ ナノ粒子の計測スキル

on Responsible Research and Development of Nanotechnology である。2004年6月にNSF (National Science Foundation アメリカ国立科学財団) が支援して始まり、第1回が米国バージニア州アレクサンドリアで、第2回は2006年6月に東京の学会会館、第3回は2008年3月にベルギーのブラッセルで開催された。ここではこれまで、ナノテクノロジーに関して環境・健康・安全性の課題、倫理・法・社会的影響の課題、発展途上国への支援の課題、人材育成の課題、国際標準化の課題、知的財産の課題等が議論された。グローバルな課題への取り組みに関する活動を開始させるには、先に国際間の合意を作ることが重要との考えに基づくもので、米国は環境・安全性・健康の課題でOECD (Organization for Economic Co-operation and Development: 経済協力開発機構) を動かそうと考えた。また、ナノテクノロジーの国際標準化の課題では、Nanotechnologies についてはISO^(注1)/TC^(注2) 229を、Nanoelectronics についてはIEC^(注3)/TC113を動かすことを狙いとした [7]。

(注1) ISO: International Organization for Standardization 国際標準化機構

(注2) TC: Technical Committee

(注3) IEC: International Electrotechnical Commission 国際電気標準会議

日本国内では、阿多氏達が平成17年(2005)度科学技術振興調整費プロジェクトで"ナノテクノロジーの社会受容促進に関する調査研究"を1年間実施し [8]、その結果に基づいて2006年の第3期科学技術基本計画におけるナノテク分野戦略のなかに"社会受容のための研究開発"の項目を盛り込ませることができた。ここから後述の社会受容についての多くのプロジェクトがスタートしている。

また国際標準化にも対応するようになった。ナノテクノロジーの研究開発において社会受容に少なくとも研究開発予算の5%くらいは注ぎ込んで、併行して進めるべきであると阿多氏は語る。そして「ナノテクノロジーの研究開発にたいして光と影という言葉を使って社会受容を性格付ける人がいるが、影という言葉はやめるべきである。リスク管理はコーポレートが取り上げるべきもの、評価法や管理策の国際標準化は産業の国際競争力にも関わる重要課題である。即ち、社会受容はナノテクノロジーに対する理解を深めることと共に、産業化戦略課題として積極的に取り組むべき課題でもある。」

4.2 ナノテクノロジーの社会受容に関する国内プロジェクト

第3期科学技術基本計画を受けて、国内では図4に示すように多くのプロジェクトが、府省や独立行政法人研究機関、大学を挙げて展開されつつある。この一覧のなかで、一番規模の大きいのは産総研が中心となっているNEDOプロジェクトの"ナノ粒子特性評価手法の研究開発"である。このプロジェクトは、CNT、フラーレン、二酸化チタンの3物質群のリスク評価書を作成することを目的としている。ナノ材料はこれから大きく発展する分野であり、リスクの変化が推察できるリスク予測書の性格を持つ。2009年10月16日に中間報告が行なわれている [9]。

阿多氏のグループではナノテクノロジー戦略事業(社会受容)を推進しており、国内外の情報収集を行い、社会受容課題の国内での産業戦略化や国際標準化の促進に貢献すると共に、Webサイトでの情報発信、シンポジウムやディベートの開催等の活動をしている。また、科振費プロジェクト(リーダー:東京大)に加わり、(独)物質・材料研究機構(NIMS)とも協力しデータベース指標の構築に当たっている [10]。

国立医薬品食品衛生研究所(NIHS)、国立環境研究所(NIES)、(独)労働安全衛生総合研究所(JNIOOSH)、(独)農業・食品産業技術総合研究機構の食品総合研究所(NRFI)もそれぞれの担当分野でのナノテクに関わる評価研究を行なっている。また、各府省も、検討会を設け、ガイドラインの構築に当たっている。

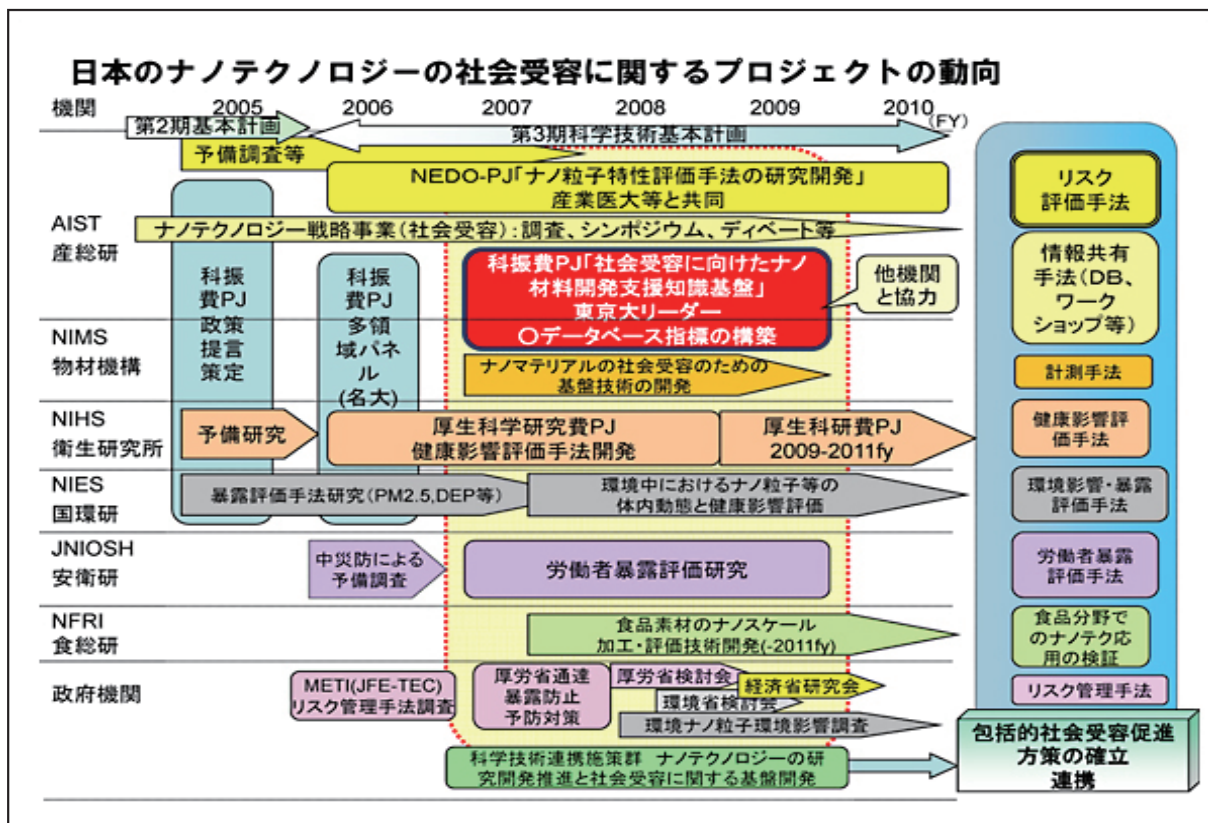


図4 国内のナノテクノロジーの社会受容に関する研究プロジェクト一覧 (提供: 産総研)

4.3 リスク評価・管理および標準化に関する国際動向

リスク問題に対して OECD は、化学部会のなかに WPMN (Working Party on Manufactured Nanomaterials 工業ナノ材料安全部会) を設け、図 5 に示すようなプロジェクトを作って活動している。この図にはないが、極く最近、Pj.9 が設けられ、ナノ材料のグリーン・サステナブル社会に向けた開発を扱うことになっている。これ

らプロジェクトのなかで "Pj.3: 代表的ナノ粒子の試験実施" が基本的が一番重要で、スポンサーシッププログラムとなっている。代表的なナノ材料 14 物質について各国が自主的に特定材料のスポンサーとなって情報収集および試験を行なうものであり、日本と米国がフラワーレンおよび単層/多層 CNT のスポンサーになることを表明している。この結果により管理策を決めていくことになっている。これらに対応する日本の組織は経済産業省、厚生労働

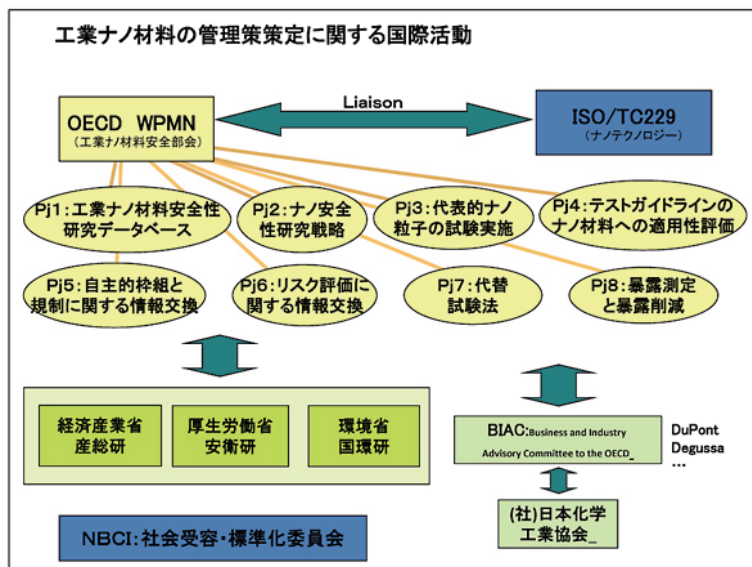


図5 工業ナノ材料の管理策策定に関する国際活動 (提供: 産総研)

省、環境省と関連研究機関であり、さらにNBCI（ナノテクノロジービジネス推進協議会）社会受容・標準化委員会が民間とのインターフェースの役を担っている。また、OECDの中にはBIAC（Business and Industry Advisory Committee to the OECD）というDuPont, Degussa等が参加する民間組織があり、（社）日本化学工業協会が対応している。

工業標準化も2004年頃から動きだしている。この年ヨーロッパでCNT標準化の会議が行なわれていたが、英国からの提案で2005年ISOの中にナノテクノロジー標準化のTCが、2006年IECにナノエレクトロニクスの標準化のTCが作られた。以後ISOとIECのTCはジョイントで開催を続けている。日本でも2005年にこれに対応する組織体制がつくられている。図6はISOとIECの標準化活動体制で、日本の対応組織も併記している。ナノテクノロジー標準化国内審議委員会は日本工業標準調査会のもとに産総研を事務局として設けられている。

ISO/IECの標準化活動は、多数の課題についてプロセスを組み、段階を踏んで作業を進め、最終的に標準にするかどうかの判断を行なう。J（ジョイント）WG1では用語関係、JWG2では計量・計測の作業が進んでおり、WG3は安全・環境、WG4で材料規格がとりあげられているが、近くナノ製品についてのWGが新たに発足すると思われる。

4.4 ナノテクノロジーのリスク管理に関する各国の動き

各国の動き：

各国でナノ材料の管理策が動いている。ナノ材料の製造や輸出に際しての事前登報告制度を、英国の環境・食料・農村地域省が2006年～2008年に試行、米国環境保護

庁も2008年から実施している。材料特性、有害性、使用目的、暴露の可能性、リスク管理などの自主的報告を促すものであるが、報告率が極めて低いという問題が出ている。しかし、米国の各州や多くの国も同様な制度の検討を進めている。自発的登録制が上手く機能しないのは報告のための情報を作るためには人や資金の大きなリソースが必要であり、また企業にとっての見返りが無いことによると考えられる。

日本の動き：

日本では2007年3月31日に経済産業省から「平成18年度超微細技術開発産業発掘戦略調査（ナノテクノロジーの研究・製造現場における適切な管理手法に関する調査研究）報告書」が出された。自主管理ガイドライン作成等の検討に役立てることを目的としている[11]。2009年3月31日には、厚生労働省から労働基準局長通知「ナノ材料に対する暴露防止のための予防的対応について」および「ナノ材料の安全対策に関する検討会の報告書」[3]が、また環境省から「工業用ナノ材料に関する環境影響防止ガイドライン」[12]が、そして経済産業省から「ナノ材料製造事業者等における安全対策のあり方研究会報告書」[4]が出されている。

民間の動き：

民間の動きも進んでいる。海外ではBASF社、Bayer社、DuPont社など大手化学企業が安全性や暴露評価を自主的に実施すると共に、行動規範やガイドラインを自主的に策定している[1]。国内でのリスク管理の実施例としては、東レがCSR（Corporate Social Responsibility）ガイドラインを作っており、昭和電工はレスポンシブル・ケア活動の中にナノ材料を含ませている[2]。

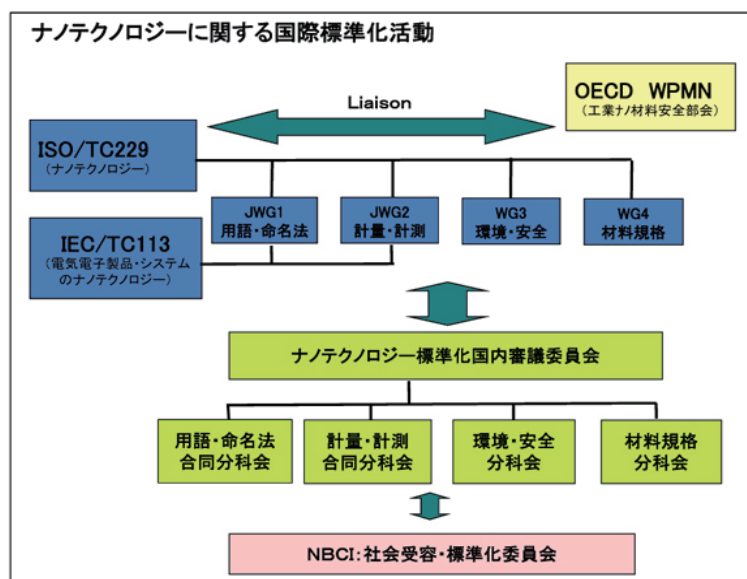


図6 ナノテクノロジーに関する国際標準化活動体制（提供：産総研）

Risk Communication :

2009年7月のNatureに、米国の公的研究機関からの投稿で、こうした国の施策もよいが、情報共有化こそ今求められているとの記事が掲載された[13]。製品ごと、企業ごとにデータが異なるような多彩なナノ材料において、個別企業では対応できない評価や、判断の困難な管理手法について、出来るだけ多くの組織で情報を共有することで、効率的な評価データの収集、それらを総合しての管理判断基準や管理手法のガイドライン作成が可能となろう。即ち、①様々な機関の間でリスク研究と規制に関する情報共有システムと、②政府と民間の新しいパートナーシップの構築とが必要とされる。すでに米国ではGood Nano Guide、ヨーロッパでResponsible Nano Guideがポータルサイトを設けて民間企業に役立つ活動を開始している。産総研も"ナノテクノロジーの社会受容ポータルサイト"を日本語と英語で開設し、上記海外の情報ポータルサイトとも連携して広く情報の収集、発信を行っている。

5. ナノテクノロジーの研究開発と社会受容

ナノテクノロジーの実用化フェーズを迎えて：

日本では2001年からナノテクノロジーに対する戦略的な研究開発投資が始った。新聞・雑誌も挙ってナノテクノロジーを取り上げた。ところが2003年をピーク記事の数は急速に落ち込んでいる。これはナノテクノロジーに対する関心が大きく下がっていることを示している。これに対して米国は、2001年以前からかなりの記事があり、徐々に安定して増加しており、日本のような大きな下落はない。米国は最近研究成果の技術移転に力を入れているという。「米国ではNSFが国の政策としてScienceとScience Fictionの区別を着実にこなってきた。例えば、K. Eric Drexlerの予言したナノテクノロジーにより自己複製し続けるロボットが出来るという考えが、SF小説になり、ベストセラーになった時、ノーベル賞科学者SmalleyとDrexlerにナノテクノロジーの公開討論をさせてFictionによる騒ぎを抑えることもしている。また、米国では早い時期からリスクの問題を慎重に取り上げてきたことが挙げられる。ヨーロッパも同様であるが、日本にはそうした考えが出来ていなかった。」と阿多氏は日本と欧米の違いを説明した。また、氏は「日本においても今やナノテクノロジーの研究成果の実用化推進フェーズにあり、下落した関心をゆっくり上昇に向かわせる必要がある。第4期科学技術基本計画では社会受容を含むナノテクノロジーの実用化戦略が必要であり、テーマを絞った集中投資が望まれる」と強調した。

Application と Implication :

「遡れば、1999年7月のブタベストでの世界科学者会議での"科学と科学的知識の利用に関する世界宣言"のな

かに"社会における科学,社会のための科学"の項目が入っており、科学技術と社会との関係を問い直していく考えはこのあたりから出てきたと思う。このコンセプトは日本では、ナノテクノロジー研究開発への集中投資が始った2001年からの第2期科学技術基本計画に言葉として入り、前述の通り2006年の第3期科学技術基本計画から具体的に標準化やリスク評価が政策的に明文化された。開発技術が一方的に社会に応用されていくApplicationに対して、それが社会にもたらす影響を明らかにしそれを科学技術の研究開発にフィードバックするImplicationを考えていくことが必要であり、この考えはナノテクノロジーで初めて出てきたものだと思う。これは責任ある技術開発ということで、我々が追及している社会受容の基本である。」と阿多氏は語る。

ナノ材料の追求とリスク管理基準：

標準化についてISO/IECの会合は既に回を重ねているが、まだ標準化の進展は初期の段階にあるという。安全性評価についてはOECDが進めており、最近グリーン化を扱うPj.9が計画されるなど、活発化に向いつつあるが、評価データの出るのはこれからである。しかし、一方で、ナノテクノロジーの研究開発は実用化フェーズのものもある。即ち、ナノテクノロジーの研究開発の展開と、これから展開する安全性評価との間には時間的なずれが存在する。この問題に関して阿多氏は次のように述べている。「科学的な安全性評価が出てから研究開発を行なうべしという慎重論もあるが、それはナノテクノロジーで得られる利益を損なうことになりかねない。ナノ材料でもバルク材料の性質からリスクをある程度予測してリスク管理する。一方、CNTのように革新的な材料で予測できないものもあるが、これについては精力的な評価試験が必要であろう。研究者の理解ある協力体制が望まれる。気をつけるべきものを理解して管理することが基本である。いずれにしても、ナノテクノロジーはこれから大きく進展するものであり、リスク管理も対応して変化して行く必要に迫られよう。そのあり方としては、研究と規制を組み合わせた順応管理[5]がよいと考える。すなわち、まずは考えられる範囲の管理基準で研究開発を進め、安全性評価の進展に対応して管理基準を修正していく。DuPontを代表とする米国の考えは、現実的に個々の材料ごとに管理基準を定め、Adaptive and Iterationを旨とするフレキシブルな考えで、日本もこれに近い。この議論はリスクガバナンスの課題と言える。」

6. むすび

ナノテクノロジーが21世紀の人類の発展に果たす役割の重要性、そして、広く多彩な領域に浸透して行くことを考えれば、それが有するリスクについて真剣に対応していくことが肝要であることは言うまでもない。

今回の取材を通して、欧米各国がナノテクノロジーのリスク問題に積極的に向き合っており、標準化活動も進んでいる状況、日本においてもナノ材料のリスク評価活動やリスク管理への動きが始まっている状況、国際標準化への貢献が重要であることなどを知ることができた。ナノ材料はこれから大きく進化するものであり、リスク内容の変化もありうるわけで研究開発者の理解、開発・事業における社会受容を織り込んだ戦略などが強く望まれている。

阿多グループが国内における社会受容の議論を促進させ、国の政策や研究開発における社会受容の概念と施策の流れを創りだされたご努力とその成果、そしてその意義を理解することができた。今後も内閣府を中心とする各省の連携への支援、および、国内外の情報共有化に引き続き注力されるとのこと。そのご活躍に敬意と期待を抱いて取材を終了した。

参考文献

- [1] 独立行政法人産業技術総合研究所, "みんなで学ぼうリスク管理策", ナノテクセミナー (2009)
- [2] 石津さおり, "日本におけるリスク評価・リスク管理の取り組み" ナノテクノロジーの社会受容セミナー" ナノテクノロジーで未来を拓く～社会の信頼の醸成をめざして～" (2009.8.21)
- [3] 厚生労働省, "ナノマテリアルの安全対策に関する検討会報告書" (2009.3.31)
- [4] 経済産業省, "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報告書" (2009.3.31)

- [5] A. Takagi, A. Hirose, T. Nishimura, N. Fukumori, A. Ogata, N. Ohashi, S. Kitajima, J. Kanno, "Induction of mesothelioma in p53+/- mouse by intraperitoneal application of multi-wall carbon nanotube", The Journal of Toxicological Sciences, Vol.33, No.1, pp. 105-116, (2008)
- [6] 中西準子, "ナノ粒子のリスク評価・管理に取り組む～社会受容性との関連で考える", Workshop" ナノテクノロジーの研究開発推進と社会受容" (2008.2.14)
- [7] 阿多誠文, JST-CRDS ナノテクノロジー分布俯瞰ワークショップ, (2009.8.8)
- [8] 阿多誠文, "ナノテクノロジーの社会受容促進に関する調査研究" 平成 17 年度文部科学省 科学技術振興調整費プロジェクト報告資料, (2006.7.28)
- [9] NEDO プロジェクト, "ナノ粒子特性評価手法の研究開発 中間報告, (2009.10.16)
- [10] 石津さおり, 関谷瑞木, 安順花, 田辺正剛, 阿多誠文 " ナノテクノロジーの社会受容促進に向けた我々の活動 " 第 25 回エアロゾル科学・技術研究討論会国際シンポジウム (2008)
- [11] 経済産業省, "平成 18 年度超微細技術開発産業発掘戦略調査 (ナノテクノロジーの研究・製造現場における適切な管理手法に関する調査研究)" (2007.3.31)
- [12] 環境省ナノ材料環境影響基礎調査検討会, "工業用ナノ材料に関する環境影響防止ガイドライン" (2009.3.31)
- [13] A. Maynard, D. Rejeski, "Too small to overlook", Nature 460, 174 (2009.7.9)

(向井久和)