

ナノリスクに警告集中

小林 剛*

2014 年の夏は、ナノ毒性についての新しい有害性の検出、新手法による研究成果、識者による提言、行政機関の規制指向、それに対抗するナノ企業の抵抗への批判などが相次いで報告され、ナノ産業は「四面楚歌」に直面し、苦悩し翻弄されて寝苦しい「悪夢」として過ぎ去った。

ナノテク開発者が、リスクの克服との同時進行の必然性を理解しようとせず、不可欠な科学的対応を無視している現況は、自らのイノベーションの将来を危うくし、「自縄自縛の罟」による大きな損失を招いている。しかも、その重大性を自覚していないところが暗愚の「悲劇」である。

ナノリスクに関して、誰の主張が正しいのか？ その非理の判定は極めて簡単である。それはナノテクノロジーにより、陰に陽に利益を得ているグループの考え方は、社会的正義の判断の基礎にバイアスによる歪みが直視できるので、その妥当性の欠落は一目瞭然である。適切な規制の早期導入により守るべきは、国民・消費者の健康と環境の保全であり、その「不作為」および「未必の故意」による引き伸ばしは、不条理なナノ企業繁栄への加担に他ならないのである。

規制当局は、ナノ企業に対して、安全面を強力に指導し、リスク放置のままでは自滅するであろうイノベーションを救済し、育成すべきである。微温的な「野放し」行政はナノ産業の自壊を促進する以外の何ものでもない。

PART I フォーブス誌：ナノテクの新職業病を重視（付属資料 1）

事故の内容：その発端は、ナノ毒性コンサルタント Journey 博士らによる米国産業医学誌（American Journal of Industrial Medicine）への症例発表で、「個人防護措置（全身ガウン・マスク・ゴーグル・グローブ・呼吸保護装置）なしにニッケルナノ粒子を扱った 26 歳の女性化学者が、咽喉部の炎症/刺激・鼻のうっ血・鼻後方の鼻汁分泌・顔面潮紅と、その時、身につけていたイヤリングやベルトのバックルによる新たな皮膚反応の発症である。患者に対する患者の皮膚適用によるパッチテスト(TRUE 法)では陽性を示し、気管支拡張剤の投与により正常範囲の呼吸機能 (FEV1) は 16%の増加が認められた。」と報告した。これらの記述データから、ニッケルナノ粒子が抗原 (アレルゲン) として働いた過敏状態 (アレルギー) すなわち感作 (sensitization) 誘発の事故と推定される。ニッケルは身の雑貨にメッキや合金と

*Takeshi KOBAYASHI, M.D. 医学博士 小林 剛 環境医学情報機構
東京理科大学ナノ粒子健康科学研究センター元客員教授
カリフォルニア大学環境毒性学部元客員教授
Email: tak-kob.md@tbc.t-com.ne.jp



して多用されているため、ナノニッケルの利用には慎重な対策が重要である。

ニッケル (Ni) の特性： Ni は、他の金属と比べて、汗の中の塩素イオンにより溶出し易いため、アクセサリーなどから金属アレルギーを起こす例が多いことは、以前から良く知られている。皮膚感作性を評価するパッチテストでは、受診患者のアレルギーの原因金属は、①水銀 23% ②ニッケル 13.5% ③コバルト 13.5% ④スズ 11.3% ⑤パラジウム 11.3% で、猛毒の水銀以外では最も危険である。

また、Ni の発ガン性は、WHO/IARC (国際ガン研究機関) の発ガン物質 (総数 603) 分類において、最悪のグループ I の 31 種 (ヒトに対する発ガン性を示す) に指定されている。このような要注意物質をさらにナノ化する際には、周到な配慮が不可欠であり、ナノ産業の開発当事者の安全意識は全く不十分であった。

事故原因と防止： 今回のケースは、マクロ状態とは比較にならないほど比表面積の大きいナノ粒子の吸入と接触による誘発症状である。この場合には、適切な防護措置が不可欠であるとの基本的認識が、安全管理者と本人に欠如した点に重大な責任がある。この事故は 2009 年に中国で発生したナノチタン塗装作業における肺水腫による死亡労災事例と同様で、今後の続発は、ナノテクノロジーそのものの死命を制すると考えるべきである。

フォーブス誌が取り上げた背景: 同誌は世界で有数の経済誌で、日本版を含めて 32 種の国際版を有し、特に長者番付などのランキングリストの人気は高い。この有力誌がナノリスクとしてナノニッケルのアレルギー特性に着目したことは、ナノテクノロジー産業への重大な警告であることは否めないであろう。

その背景として、同誌は、ナノテク産業の現状について、ナノマテリアル 1,600 種以上の商品が市販され、その総売上高の予測は今後 3 年で 480 億ドル以上に達し、関連作業者は、今後 5 年間に世界で 600 万人に達し、米国では 200 万人と推定している。(わが国でも 100 万人への到達が現実視されるであろう。) このような爆発的拡大に対応して、規制機関の対応は首尾一貫せず、積極的と評される米国の国立労働安全衛生研究所 (NIOSH) においてさえ、数千種のナノマテリアルに対して、ガイドライン (規制措置ではなく) を発行したのは、単層カーボンナノチューブ (エレクトロニクスに多用) とナノ酸化チタン《光触媒(訳者注)・色素・化粧品類に多用》の僅か 2 種類に過ぎない。」と厳しく警告している。

訳者注: 「光触媒」は日本発の画期的技術と喧伝されてきたが、近時、その劣化に伴うチタンナノ粒子類の放出による「環境汚染」(「応用触媒」誌) と、大気中のアンモニアとの化学反応による二酸化窒素の発生とオゾンの増加による「大気汚染」(米国化学会誌) による重大な欠陥が指摘されている。本件については、既に、数回にわたり、日本化学会・日本触媒学会・JIS などの関係者に注意を喚起している。科学研究の不正が厳しく問われる昨今、国際的問題でもある本件については、海外を含めた第三者中立研究機関による検証を早急に行い、結果を公表すべきである。光触媒技術の発信国として、このまま放置することは日本科学界への不信を招く。

PART II David Suzuki : ナノリスクを警告 (付属資料 2)

David Suzuki は、日系カナダ人の世界的に著名な生物学者で、British Columbia 大学の名誉教授であるのみならず、TV の科学番組キャスターおよび環境問題活動家として活躍し、その長年の科学界への貢献に対し、政府からカナダ最高の栄誉である「カナダ勲章」を受賞し、カナダ国民の敬愛の的として令名が高い。David Suzuki Foundation 創設者。

その David Suzuki 博士が、バンクーバーの有力誌 Straight.com に対して、国際環境 NGO Friends of the Earth (地球の友) US によるナノテク産業への批判と政府への要求を全面的に支持し、ナノ毒性防止に万全を期すべきであると強調している。



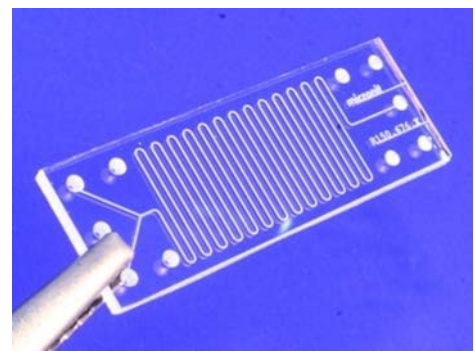
- ・ 大手食品企業は「規制真空地帯」への無表示ナノマテリアルの導入を推進している。
- ・ 政府は安全研究の成果を無視して、国民・労働者・消費者を守る努力をしていない。
- ・ 米国政府は、ナノテクノロジーに特化した安全規則が、市民参加により制定されるまでモラトリアム（一時的販売中止）に処すべきである。

ナノテクノロジーの将来については、「ヒトへの恩恵からは完全に排除されるであろう」 (may well turn out to be a boon to humans) と否定的に推測し、「食品などへの無差別な添加の長期的影響をさらに研究すべきである。」「現在、推察されているニューテクノロジーのベネフィットは必ずしも真実に一致せず、不十分な知識は「危険な驚愕への転落」 (lead to nasty surprise down) を招きかねない」と強く警告している。

David Suzuki のような現代科学の碩学による警鐘に対しては、各国政府およびナノ企業は真摯に反省すべきである。しかし、ナノテク製品により莫大な利益を得ているナノ産業の自主的努力は、過去の不誠実な態度から見て、残念ながら、期待できない。

PART III ナノ粒子類は肝臓障害を誘発 (付属資料 3)

コーネル大学の化学工学 Eckert 教授の Schuler ラボラトリーにおいて、王立科学協会 Esch 博士により、ラボオンチップ・デバイス (付属資料に解説) を用いたヒトの腸と肝臓において、蛍光標識のナノ粒子類は胃腸管バリアを貫通し、肝細胞に到達し、死亡/障害を示すマーカー (指標酵素) を検出した。



ガラス製のラボオンチップ

ナノ粒子類の人体のあらゆる臓器への侵襲能力については、走査型電子顕微鏡の利用により明らかにされており、さらには、妊娠母獣の胎盤を通過し、次世代の産仔の脳・精巣にまで及び、脳組織の病変と機能異常、精子形成機能の低下による生殖能力の低減を実証した大きな研究成果(東京理科大学ナノ粒子健康科学研究センター武田教授ら、2009)により、国際的に高い評価を受けた。

今回の胃腸管から肝臓への障害の波及は、最先端のラボオンチップ方式(広義では、in vitro の有用な臨床検査方式で、実験動物削減の意味からも最近重用されている)による検出で、ナノマテリアルの食品への多用がクローン病(訳者注：全消化管の慢性炎症性疾患、原因不明の「難病」指定)の解明の点からも注目される。

ナノ食品の規制については、世界の環境 NGO が挙って政府に対してモラトリアムを要求しているにも関わらず、多国籍食品企業はその拡大に狂奔中である。彼らが規制に反対する言い訳の常套句は、摂取ナノ粒子の影響についての研究データの不足である。しかし、今回のヒト肝毒性マーカーの研究成果は、食品へのナノマテリアルの添加や利用を禁止する科学データとして期待できる。ナノ食品企業側においても、反証のために再現実験を行い、今後の対策に資するべきである。

PART IV ドイツ環境省ナノ粒子の発ガン性を確認 (付属資料 4・5)

ナノ発ガン性の実証：ドイツ環境省 (UBA) は、従来から、ナノマテリアルの毒性を直視する姿勢で、国際社会でも、ナノ規制の積極派として知られている。今回、毒性の極点ともいえるナノ発ガン性について、来たるべき規制に備えて、フラウンホーフェル研究所と協力して、既存の肺毒性関連研究 100 件を精査して、評価を行った。その結果、「ナノタイプの粒子類や繊維類は吸入発ガン性を示し、ナノ状物質はマクロ状物質よりも高い可能性を示した」と発表した。

政府機関によるナノ発ガン性の正式な認知は、世界で初めてであり、今後、国際社会におけるナノ規制導入に大きく影響することは必定である。規制に日和見的な各国規制機関およびナノ企業の安全意識改革に痛烈な打撃となろう。

発ガンナノ物質の特性：「発ガン物質に『閾値』(threshold limit value) は存在しない」は、科学界の定説である。一般物質では有害影響を発現しない容認レベル (allowable level) の設定が可能であるが、発ガン物質においては、用量-反応関係カーブは 0 点に到達するため、安全を保証する量は存在しない。

ドイツ環境省 (UBA) リポートの提案：UBA は文献調査からナノ物質の発ガン性を確認したが、個別のナノ物質のハザードの指標により、不活性 (inert) のマクロ形状物質とを区別するため、吸入と気管内注入研究による「前ガン状態」の指標として、炎症細胞の浸潤程度と肺重量の増加から、無有害影響量 (NOEL : no-observed effects level) の暫定値として、7 日/週、24 時間/日の暴露における 0.1 mg/m³ が提案された。これに基づき、カーボンナノチューブは発ガン物質と確定された。

発ガンナノ物質の規制：この問題は究極的には、単に医科学領域の問題のみならず、広く社会経済学的見地を含む、民意による「政治的判断」による決着が求められるであろう。現在の民主主義体制下では、

国民（選挙民）のナノ毒性に対する認識が最終決定を下すことになる。逆説的に言えば、現在のナノ成分の無表示によるナノテク商品の無制限の「爆発的」導入を許している主因は、情報弱者である一般市民や消費者の認識不足に基づく不明確な意思表示による結果である。ナノテクノロジーの拡大が極限にまで達した暁には、その賛否が、原発の存否問題と同様に、国論を二分する「大事」になるであろう。その時限はさほど遠い将来ではないと推定されている。その以前に、行政府には、発ガンナノ物質についての透明度の高い情報開示と、規制不在についての説明責任が求められるのは当然である。今回のドイツ政府のナノ発ガン性の勇気ある発表の各界への影響は EU 加盟国を経て世界各国に波及し、そのインパクトは測り知れない程大きい。特に、我が国の「政治献金で政策を買う」陰湿な風土への叱正が期待される。

PART V 欧州ナノ企業登録制度を忌避（付属資料 6）

欧州のナノテク企業幹部は、規制の前段階と目される登録制度に対して、「過度の負担を企業と行政機関の双方に与える」と、滑稽にも、行政に対してまでいらぬお節介を焼いている。さらに「明白なベネフィットが認められない」「企業秘密保護に懸念あり」と、その頑迷ともいえる無理解は驚くほどである。

わが国のナノ企業においては、さらにあからさまに「安全面への投資」を嫌っている。その総額は、研究開発費の僅か 1~2%程度と推測され、「新しい製品のリスクはできる限り軽減したい。経営環境の厳しい中、安全対策を合理的に進めたい（日本化学工業協会）」と、「合理的」など意味不明の言い訳をしており歯切れが悪い。また、あるナノメーカー関係者は「安全対策で過度な予防管理に締め付けられると設備投資面でも企業は苦しい。中国や韓国に抜かれてしまう」と製品安全性のテストや労働安全衛生に対する真剣な対策について、全くやる気は認められない。自己本位の競争力強化のみに忠実である。

「地球に優しい」という言葉は良く聞かれるが、ナノテクノロジーこそ「ヒトや環境に優しく」あるべきである。非情なイノベーションは要らない。大気汚染訴訟問題では、PPP（汚染者負担の原則）により、自動車メーカーに損害賠償の支払いが命じられている。現状のまま推移すれば、ナノ企業がその轍を踏むことは必定である。

ナノリスクの証拠は、もはや回避できないレベルにまで確証が蓄積されている。ナノ企業によるナノ製品の安全について「性善説」に基づく自主管理制度は、米国や英国の例を挙げるまでもなく、企業の 10%程度の協力しかなく、完全に破綻している。もはや、姑息な手段で逃避できる段階ではない。このままでは「ナノ産業性悪説」は日々に強まり、産業規制の気運は国際的に拡大している。今までの利己的な対応を潔く捨て去り、ここで真剣に反省し、堂々と安全の挙証責任を全うすべきである。このままでは、ナノテクノロジーの不評は悪化の一途を辿るしかない。

EU の REACH（化学物質規制法）には、世界に冠たる「no data, no market」（安全データなくして市販なし）の高邁な理念が息づいているにもかかわらず、ナノ産業は、依然として旧来の利益第一主義を固守している。落胆を禁じ得ない。

今夏の世界におけるナノリスクに対する警告の集中砲火の実態を報告した。ナノテク産業界がこれらに対して、どのように対応するかが、ナノテクノロジーの将来を決定する。「自己責任」が問われていることを十分認識すべきである。

付属資料：

1. Doctors Claim New Evidence That Nanotechnology Can Make Workers Sick (Forbes), 18 August 2014
2. Are nanoparticles worth the risks? (Straight.com), News/Commentary, 13 August 2014
3. Ingested nanoparticles may damage liver (Nanowerk News), 11 August 2014
4. German Environment Agency assesses Carcinogenicity and Mutagenicity of Nanoparticles (NIA News & Alerts), Nanotechnology Industries Association, 31 July 2014
5. Carcinogenicity and Mutagenicity of Nanoparticles- Assessment of Current Knowledge as Basis for Regulation, Umwelt Bundesamt, July 2014
6. Europe mulls best way to handle nanotech (Chemistry World) 25 July 2014

筆者注：付属資料原著の訳注版も作成しており、本来は送付すべきですが、経費節減のため割愛せざる状況ですので、各位のご理解をお願い致します。但し、ご希望の方には特別に謹呈致しますのでご一報下さい。