

第5章 全体総括

ナノマテリアルは革新的な材料として大きな可能性を持っていることは疑いの無いところであるが、一方で、ナノスケールと言う未知の大きさがもたらすヒトへの健康、環境および安全面での影響については未だ限定的な情報しか得られていない。

ナノマテリアルの物性測定や暴露、生体および環境毒性などの有害性に関する情報を世界で共有するためには、それぞれの評価技術の開発・確立が必要であり、国際標準化はその目的達成のための重要なファクターである。また、標準化の推進は、新たな材料が社会受容を得るための科学的根拠を提供するものであり、その観点からも国際協力への積極的な関与が重要である。暴露量と有害性との積で評価されるナノマテリアルのリスクに加え、ナノマテリアル製造者、ナノマテリアルユーザーおよび一般消費者との間のリスクコミュニケーションを進めることで、総括的なナノマテリアル・リスクコミュニケーションが可能となる。

今回の調査は、経済開発協力機構（OECD）工業ナノ材料部会に対するわが国の貢献を促進するとともに、消費者向け製品への利用が拡大されつつあるナノマテリアルの安全対策を検討する上で必要となる基礎資料を作成することを目的とした。

ナノマテリアルを製造または使用する各企業へのヒアリング調査を中心に、文献およびインターネット検索による結果を参考として、国内におけるナノマテリアルの使用実態調査を実施し、結果をナノマテリアル物質別および使用用途別にまとめた。

製造量の上位を占めるのは、カーボンブラック、二酸化ケイ素（シリカ）、ニッケルナノ粒子、酸化チタン（ルチル型/アナターズ型の合計）であった。

製造量上位のナノマテリアルを中心に製造量の減産が確認され、2008年10月の米国における株価暴落や年末にかけての急激な円高による工業生産の停滞が、先端技術分野にも影響していることが明らかとなった。

製品へのナノマテリアルの実装化については、品質向上や技術革新を通して従来品との置換えを中心に着実に進行していると考えられた。今回の調査期間中、国家プロジェクトの成果を背景にした量子ドットレーザー発生装置が上市されるなど、医薬・医療分野、IT・エレクトロニクス分野を中心に新規なナノマテリアル（ナノテクノロジー）製品の開発が活発であった。

ナノマテリアルの安全性等に関する文献調査で今回解析の対象となった論文は77報である。全体の傾向としては、前々年度（平成19年度）調査では調査範囲4年間で103報、前年度（平成20年度）調査では約1年間で53報が対象であったことから、ナノマテリアルの安全性に関する論文は年を追うごとに増加していることがわかる。

試験方法に関して今回の調査では、*in vitro* : 41報、*in vivo* : 41報（重複10、複数物質含む）であった。さらに、毒性（生体影響）の報告に加え、*in vitro* では種々の形態観察結果、*in vivo* でのADME等の情報を提示する論文が増加していることが、今回の調査

結果の特徴であり、今後この傾向は続くと考えられる。

OECD-WPMN のスポンサーシッププログラムの対象物質のうち、プログラム開始時からスポンサーのついたナノマテリアル（例えば、単層/多層カーボンナノチューブや酸化チタンなど）では、これまでの *in vitro* 主体の研究から *in vivo* による評価報告例が増加していた。各国・各国際機関のナノマテリアルの安全性確保に関する活動方針が、ナノマテリアルの物性評価や試験方法の開発から、環境・衛生・安全（EHS）の研究推進にシフトしていることから、ナノマテリアルの安全性に関する研究が新たな段階に至っていると考えられた。

ナノマテリアルの環境安全衛生（EHS）問題を中心に、各国・各国際機関の規制・対応状況を調査した。

2009年のナノマテリアルの安全性対策におけるトピックスは、米国、カナダおよび米国カリフォルニア州でナノマテリアルの製造/輸入に際しての種々の情報について事前報告が強化されたことである。今後、米国およびEUを中心にナノマテリアルに対する規制が進むことは確実であるが、各国の対応の背景には遺伝子組み換え作物での過剰な反応やアスベストにみられる遅効性の健康影響などを意識した姿勢がうかがえる。

規制の科学的根拠を提供する試験・研究戦略では、米国EPAやEUを中心に工業ナノ材料の環境・健康・安全影響に関するデータ収集を明確に意図した研究計画が開始された。

ナノテクノロジー新興国であるロシアやチェコでも、先行諸国の動向に鑑み健康・環境影響を中心とした安全性の確保と安全な製造のための施策を、当初からナノテクノロジー研究戦略に盛り込んでいることが特徴的である。

また、国際機関のナノマテリアルに特化した組織（OECD：工業ナノ材料作業部会、ISO/TC229）により、ナノマテリアルの安全性に関する各種試験方法のガイドラインが順次示されている。試験・研究結果の共有性の向上や解釈の統一が図られ、ナノマテリアルの環境・健康・安全に関する情報の充実が期待される。

今回の調査で収集された、ナノマテリアルの安全対策等に関する海外の主要な報告書群の特徴は、従来と同様の各国の試験・研究戦略に関する報告書やスクリーニング・有害性評価のためのガイダンス類に加え、特定のナノマテリアルの環境・健康・安全（EHS）問題に関する報告やこれまでに得られた情報を集積し、ナノマテリアルのリスク評価・リスク管理のための意見書などが公表され始めたことである。

2000年頃から報告例が増え始めたナノマテリアルの物理化学的特性評価結果や、それらを基にした生体毒性試験および環境毒性試験の結果が有機的に結びついて、未知の領域であったナノマテリアルの総括的な挙動が徐々に明らかになり、各国のナノマテリアルの安全性確保のための施策・方向性が定まってきたと考えられる。OECD や ISO を中心とした継続的な努力により、各種試験方法が標準化の方向へ進み、得られたデータの解釈について各国・各研究者間で一定のコンセンサスを得るに至ったことも手伝って、EHS 問題への対応を含めたナノマテリアルの安全性確保は、今後数年で新たな段階を迎えるものと予想される。