

ナノ材料の規制ならびに関連する標準化の最新動向

近年の微小サイズ材料開発は新規機能性材料の創出だけではなく、小さいサイズ故のリスク懸念を生むこととなり、欧州を中心としたナノ材料規制に発展した。本稿ではナノリスク問題の歴史的経緯とその規制状況をまとめるとともに、科学的根拠に基づく規制の実現に向けて現行のナノ計測の標準化進捗を整理した。最後にはナノ材料の適正管理に必要な新しい計測に係る今後の方向性について簡単にまとめた。

藤 本 俊 幸, 加 藤 晴 久

1 はじめに（ナノリスクを中心に）

ナノテクノロジーという概念が提唱されたのは1970年代中頃と言われている。

金属担持触媒の触媒活性が担持された金属の粒子サイズに依存することが数多く報告され、「粒子サイズ効果」と呼ばれた。金属種は言うに及ばず、担体、反応等によって粒子サイズ効果の現れ方が異なり、その統一的な理解に向けた検討がなされていた。このような、微小な物質がそれを構成する原子（ミクロスコピック）ともバルク（マクロスコピック）とも異なる特性を示すことは化学に限らず物理分野でも知られており、メゾスコピックサイエンスあるいはクラスターサイエンスとして研究開発が進められていた。

ナノテクノロジーはメゾスコピックな特性を積極的に利用するための技術として、原子や分子の個別制御技術（ボトムアップ）と超微細加工技術（トップダウン）双方からのアプローチが提唱された。

1980年代に入ると、個別原子の観察、操作が可能な走査型トンネル顕微鏡（STM）の発明もあり、ナノテクノロジーという言葉が広く世界で用いられるようになった。関連した研究開発投資も盛んになり、「夢のテクノロジー」としてマスメディアに取り上げる機会も増えていった一方、微小な物質が示すメゾスコピックな特性の有害性に関する懸念（ナノリスク）も高まってきた。

微粒子の健康被害に関する研究は1990年代から進められ、その後超微粒子やフラーレン、カーボンナノチューブ等代表的なナノ物質の細胞毒性に関する報告も発表されるに至り、ナノ材料の安全な利用や社会受容性向上のための確固たる基盤構築が必要となってきた。ナノテクノロジーが分野横断的技術であること、更に世界的にその利用が進んでいることから、ナノ材料の適正利用に向けた基盤として国際標準化が効果的である。特に

Recent Trends of Regulation of Nanomaterials and Related Standardization.

用語、計測評価方法、安全性試験方法の標準化は重要性が高い。

本稿ではナノ材料にかかる社会情勢の変遷を概観し、ナノ材料の規制および適切な評価を可能とする計測技術の標準化動向について概説する。

2 ナノ材料に関わる社会情勢と規制の動向

2・1 ナノリスク問題

ナノリスクに対する懸念は、2000年初頭では新規機能材料とされていたナノ材料が持つその特異な物性が人に害を成すのではないかとの危機感・懸念から生まれた。すなわち、ナノ材料は1) そのサイズの小ささから体内のあらゆる所への移動する、2) その比表面積の大きさから反応活性が高い、3) 体内残留性が高い、4) 高アスペクト比をもつナノ材料はアスベストと同等のリスク性を持つ可能性が高い、などの多くの懸念が引き金となり、結果として様々なナノ材料における毒性評価が実施されることとなった。無論、材料リスク性は、対象材料の毒性と暴露量の掛け算となるが、最初に毒性が注目されるのが世の常である。この時、化粧品や食料品などに含まれるナノ顔料として広く利用されている酸化チタンが特に注目を集め、1992年にOberdörsterらが気管内投与毒性評価を実施した¹⁾のを皮切りに世界中の様々な機関・研究者が毒性評価を行った。2010年には国際がん研究機関（International Agency for Research on Cancer: IARC）が *in vivo* 試験にてナノ酸化チタンの発がん性を示すと結論付けたことから、酸化チタンはカテゴリー2（人に対する発がん性が疑われる）に分類されることとなる²⁾。結果、ナノ酸化チタンは、その後2017年にカテゴリー1B（発がん性）に分類するか否かの議論が欧州にて実施され（最終的にはカテゴリー2を維持することで合意された）、2020年にはフランスで酸化チタンの食料添加物としての使用が禁止されるなど、ナノリスクの懸念に端を発したナノ材料規制の代表的な材料となってしまった。

2・2 ナノ材料規制に適用されるナノ材料の定義

さて、前記ナノ材料規制に最も早く動いたのは欧州である。2011年早々に欧州委員会（EU Commission : EC）は規制で使用するナノマテリアルの公式定義として、“非結合状態または強凝集体（アグリゲート）または弱凝集体（アグロメレート）において、個数濃度のサイズ分布で50%以上の粒子について一つ以上の外径が1 nmから100 nmのサイズ範囲である粒子を含む、自然の、または偶然にできた、または製造された材料”と発表した³⁾。これは日本で2009年に厚生労働省労働基準局長通達として発表されたナノ材料の定義：“元素等を原材料として製造された固体状の材料であって、大きさを示す3次元のうち少なくとも一つの次元が約1 nmから100 nmであるナノ物質（nano-objects）およびナノ物質により構成されるナノ構造体（nanostructured materials）（内部にナノスケールの構造を持つ物体およびナノ物質の凝集した物体を含む。）”とは大きく異なる。日本で発表されたナノ材料の定義は現行のISO/TS80004シリーズに記載のナノ材料の定義に基づくものであるが（nano-objectの定義については図1参照）、ECが発表したナノ材料の定義はJRC（Joint Research Center）が欧州各国の定義案を元に作成された2010年に公開の報告書⁴⁾をもとに策定されたものであり、“サイズ”だけではなく“サイズ範囲”を定義したという点で日本における通達定義とは全く異なる。一般的に、材料は多かれ少なかれサイズ分布を有しており、このようなサイズ分布を持つ材料がどの程度の量の100 nm以下の材料を含有すればナノ材料と定義するべきか、という、至極真っ当な疑問に答えたのがECのナノ材料の定義であり、結果としてナノ材料がより定量的に規定されたことは確かである。なお、定義の見直しなどの議論を経て、2010年に発表されたECナノ材料の定義の正式な解説書がJRCより発表されたのは2019年2月となつた⁵⁾。

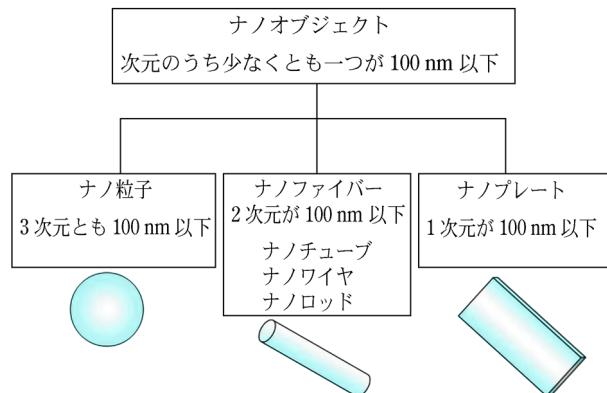


図1 ISO/TS 80004-2:2015に基づくナノ材料の概念図

2・3 ナノ材料規制の動向

2011年のECナノ材料の定義発表後、欧州各国はナノ材料の輸出入や製造に係る届け出規制を開始した。2013年にはノルウェー・フランス、2014年にデンマーク、2016年よりベルギー・スウェーデンと欧州各国は届け出規制を施行したが、これらの国での届け出対象であるナノ材料の適用範囲・定義は微妙に異なることが本ナノ材料規制の特徴となる。例えば、ベルギーにおけるナノ材料輸出入規制の対象物は工業ナノ材料とされており、natural productは含まれていない。さらに罰則も国によって異なり、例えばフランスにおけるナノ材料の輸出入に係る届け出規制では、仮に届け出を怠ると一物質につき罰金3000ユーロとし、さらに遅延一日ごとに300ユーロが追加されていくというかなり厳しい法整備が実施されている。なお、本届出において実際に登録されている材料についての報告は、毎年各国が実施している。それらの報告によると年間1000t以上取引される材料が登録されており、その主体は非晶質シリカや炭酸カルシウム、カーボンブラックなどのナノ顔料で占められている。さらに登録者は、輸入業者が半数であり、販売代理店が25%、製造業者は10%程度と、製造者以外が登録を行っているのが実情であり、そのための情報提供を製造業者に依頼するという構造になっている。

また、欧州では本届け出規制以外にも、2013年にナノ材料を含有する化粧品におけるナノマークの義務化、同年ナノ材料を含有する殺生物剤についての表示の義務化、2016年には人工ナノ材料を含有する乳幼児食品に対する情報提供ならびに試験評価の義務化と、様々な規制が展開されている。一方、ECナノ材料定義からは逸脱したサイズ範囲における登録を課している国も近年では現れて居り、例えばイスラエルは連邦法により200を超える材料について個別の登録条件を提示しているのが特徴となる。

このように、順次ナノ材料規制を進捗させる欧州では、2016年から、欧州化学物質庁（European Chemicals Agency : ECHA）が中心となったナノ材料の登録、評価、許可、及び、制限（Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals : REACH）に関する規制の検討が開始された。REACH規制は人の健康や環境保護を目的とした化学物質管理規則であり、健康・環境のキーワードがつくことによりナノ材料の毒性と直接リンクする重大な規制である。当初ECHAはナノ材料のREACH規制を2018年早々より開始するため、ナノフォームをカバーする登録簿を準備する作業者を支援するための文書として、2017年に“Nano-specific appendix to Chapter R.6 of the Guidance on information requirements and chemical safety assessment (IR&CSA) (quantitative structure-activity relationships (QSAR) and grouping of chemicals) :”，ならびに、

“How to prepare registration dossiers that cover nanoforms”の二つのタイトル文書を発行していた。特に後者の文書は登録のための手順について、チャートを用いて詳細に記載しており、登録者をサポートする目的で作成されている。一方、本登録制度では、登録の際に必要とされる申請物理化学特性として前記 EC ナノ材料の定義に関連するサイズ分布のみではなく、材料の表面化学や形状、不純物混入量などの多数の物理化学物性を登録することを必須としていることが特徴であった（ちなみに本登録で対象となるナノ材料は、前記 EC ナノ材料定義に従う）。このように法整備や手順書整備を適切に準備していたナノ材料 REACH 規制であったが、2018 年にその運用開始日を 2020 年と変更し、必須提供情報の追加が発表された。この時の追加項目は化学的安全性評価の実施（および、その結論のリスク管理への応用）、毒性評価における情報要件および適合可能性 (adaptation possibilities) の記録の義務化である。この REACH 規制に関連し、ECHA は規制当局が利用可能なデータビューアーを製作し、最終的に化学物質の安全情報へのアクセスを消費者に提供することを目的とした Ex-post evaluation of the European Union Observatory Nanomaterials：検索ツールを立ち上げ、ナノ材質ごとの毒性の差異情報も現行提供している。ナノリスク問題に端を発した欧州ナノ材料規制はこのように迅速且つ確実に展開されている。

一方、米国では環境保護庁 (Environmental Protection Agency : EPA) が管理している有害物質規制法 (Toxic Substances Control Act : TSCA) の中で、ナノ材料報告・記録保管義務化規則を策定した：現行 TSCA では Section8(a) がナノ材料の管理に係る記述がなされている。当該規則の公布時期について、当初 2016 年と EPA は説明していたが、前記 REACH と同様にサイズ・サイズ分布だけでは説明できないナノ材料の多岐にわたる物理化学特性を鑑み、報告義務内容を調整するため、発行を 1 年遅らせることとなった。結果としてサイズだけではなく、表面電位、分散安定性、表面反応性、化学コーティングなどの物理化学特性が加わるとともに、同一物質は一度の報告でよいとする一方で、測定値の標準偏差が 7 倍を超える場合は別途報告を必要とするとした。なお、TSCA で適用されるナノ材料の定義は EC のナノ材料の定義とは異なり、“25 °C および標準大気圧の固体：凝集体および凝集体を含む任意の粒子が少なくとも 1 次元で 1~100 ナノメートル (nm) のサイズ範囲にある形態で製造または加工されたもの”と、日本の厚生労働省が発表したナノ材料の定義に近い。一方で、米国ナノ材料の定義では“製造または加工されたもの”と限定することで、自然存在物を考慮しないとしていることを特徴としており、“DNA, RNA, タンパク質、酵素、脂質、炭水化物、ペプチ

ド、リポソーム、抗体、ウイルス、および微生物を含む特定の生物学的物質は除外”，“1 nm は除外”と、いくつか限定条件を設定している。さらに当該 TSCA では、報告義務範囲にかかる 85 頁の材質リストが付属されており、さらに年間 1100 万ドル未満の売上高を有する会社は報告免除といくつかの但し書きがついていることが特徴である。このように売上高を基準に免除を行う連邦法は欧州個別各国でも実施しており、例えば独自にナノマテリアル含有化学製品の報告義務化を 2018 年度の製造・輸入分から開始したスウェーデン化学品庁 (Kemikaliesupervisionen : KEMI) はナノ顔料および年間売上高 500 万クローネ未満の企業の通知義務を免除するなど米国と類似した対応を取っていることが特徴であり、世界各国による対応が異なる点を付記する。

2・4 ナノ材料規制に関わる欧州プロジェクト

さて、サイズ分布を一度でも計測したことがある研究者ならば自明であるが、サイズ分布を定量的に評価することは容易ではない。一方で前記 EC ナノ材料の定義にて自明のようにサイズ分布の計測は必須とされている。このような背景を踏まえ、欧州では規制当局・計測機器メーカー・材料メーカー・研究機関（国研・大学）が一堂に集まった大型予算プロジェクトを継続的に走らせており、代表的なプロジェクトとしては EC ナノ材料定義の該非判定に利用できる計測法を開発し、その方法論・手順を標準化 (CEN や ISO にて) し、さらに関連する標準物質を開発することを目的とした NanoDefine プロジェクト (2014~2017) や、ナノ材料のリスク評価に資する手法・技術を開発することを目的とした ACEnano プロジェクト (2017~) などが挙げられる。

3 関連するナノ材料計測の国際標準化動向

3・1 ナノ材料計測の国際標準の必要性

ナノ材料の適正利用環境を構築するためには、計測評価結果の国際的な同等性確立が重要な基盤である。同じ測定量 (measurand) を計測しているにもかかわらず、用いる手法によって結果が異なること（手法依存 : method dependence）や測定の手続きによって結果が異なること（手続き依存 : protocol dependence）が知られている。

手法依存の主因は利用している物理現象の違いによる。ナノ材料の構成要素を個別に計測（カウンティング法）した結果と、ある空間における集合体として評価（アンサンブル法）した結果を比較するためには、それぞれの計測原理の詳細を検討する必要がある。他方、手続き依存の主因は測定パラメーターによって実際に検出されている測定量が異なることによる。例えば、手のひらをゆっくり水面に浸す時、この動作によって手が感じるのは主に水温あるいは水の粘度であろう。もし手のひ

らで素早く水面を叩いたとしたら手が主に感じるのは水の表面張力であろう。これは検出に用いる手を動かすスピード（測定パラメーター）を変化させただけで、検出される物理用（測定量）が変わったことを意味している。

ナノ材料の計測評価に際しては、これらの影響が顕在化することが多く、国際標準化に際しては利用している物理現象、実際に検出している測定量、評価の対象の厳密な考慮が必要である。さらに結果の再現性や国際同等性を担保するため、適切な計量標準の導入や試験所間比較による検証が必要となる。

2000年中頃より多くのSDOs（標準化団体：Standards Developing Organizations）においてナノテクノロジーにかかる標準化活動が開始された。以下ISOでのナノ材料の計測標準化活動について述べる。

3・2 ISO/TC229（ナノテクノロジー）における最近の活動状況

ISOでは2006年9月にナノテクノロジーに関わる技術部会（ISO/TC229）が設立された。その後、用語・命名法と計測とキャラクタリゼーションに関してはIECに設立されたナノテクノロジーに関わる技術部会（IEC/TC113）とシームレスな合同作業グループ（JWG）が組織された。計測とキャラクタリゼーションはJWG2として日本主導で運営されている。

ナノテクノロジーが分野横断的な広範な対象を有することから、国際標準化開始に際して、各国へのアンケート調査結果に基づき、優先開発項目（Priority Area）が設定された。優先開発項目は、①ナノカーボン材料、②ナノ粒子、③ナノコーティング、④ナノ構造化材料、⑤ナノ計量学、⑥標準物質である。素材としての期待の高さから、カーボンナノチューブに関する計測技術から標準化活動が始められた。評価項目と評価手法を整理し、評価手法毎に標準が開発された。開発に際しては技術の進展が速いことから、主として技術仕様書（TS）を開発することになった。現在までに六つの測定手法に関する技術仕様書（TEM, SEM-EDS, UV-Vis-NIR, NIR-PL, EGA-GCMS, TGA）と形状評価法に関する一つの技術仕様書が制定されている。

ECによる、「規制に用いるためのナノ材料の定義」の公示（前章参照）は産業界、特に各種ナノ粒子を取扱うに大きなインパクトを与えた。他方、ISO/TC229/WG3（環境・健康・安全作業グループ）より、毒性試験時に評価すべきナノ材料の物理化学特性として以下の8項目を挙げた技術報告書が出版された。

- ・強凝集体あるいは弱凝集体における凝集状態
- ・組成および純度
- ・粒子径およびその分布
- ・形状
- ・溶解性、分散性

- ・比表面積
- ・表面化学
- ・表面電位

この中で粒子径およびその分布は、ナノ材料の特性を左右する主因となることから、その精確で再現性の高い計測方法確立を目指した標準化が進められている。

これまでに、TEMを用いたナノ粒子径およびその分布計測、SEMを用いたナノ粒子径およびその分布計測の審議を完了しており、それぞれISO 21363およびISO 19749として出版される予定である。また、流動場分離法（Field-Flow Fractionation：FFF）を用いたナノ粒子計測に関する技術仕様書はTS 21362として既に出版されており、現在IS化に向けて再現性の確認等作業が続けられている。

さらに、作業環境におけるカーボンブラックおよびアモルファスシリカの大気中濃度評価法（TS 21361）やエアロゾル生成による粉体材料からのナノ粒子発生量の評価方法（TS 12025）など、作業環境評価を目途とした技術仕様書も出版されている。

当初、カーボンナノ材料や工業ナノ粒子を対象とする計測技術が主であったが、近年産業応用が期待されている材料系として、ナノセルロースやグラフェン対象とした提案が増加している。

3・3 ISO/TC24（粒子特性評価及びふるい）/SC4（粒子・特性評価）・ISO/TC256（顔料、染料及び体質顔料）における最近の活動状況

前記ISO/TC229以外に積極的にナノ材料計測に関係する国際標準化を実施している技術部会として挙げられるのは、ISO/TC24（粒子特性評価及びふるい）/SC4（粒子・特性評価）とISO/TC256（顔料、染料及び体質顔料）である。以下にこの二つの技術部会における活動状況をまとめた。

TC24/SC4：ナノサイズに限定しないものの粒子計測・評価法に係る国際標準の数は現行40を超えており、現行のナノ材料規制に關係する標準文書を策定している作業グループ（WG）としては遠心沈降法規格を取り扱っているWG2（Sedimentation, classification）、ガス吸着法などの比表面積計測法規格を取り扱っているWG3（Pore size distribution, porosity）、Tunable Resistive Pulse Sensing法規格を取り扱っているWG5（Liquid displacement methods）、液中のナノ材料計測では欠かすことができない動的光散乱法規格を取り扱っているWG7（Dynamic light scattering）、顕微鏡における画像解析に係る規格を取り扱っているWG8（Image analysis methods）、小角X線散乱を取り扱っているWG10（Small angle X-ray scattering methods）、ナノ材料の気相計測では欠かすことができないDMA（Differential Mobility Analysis）規格を取り扱っている

WG12 (Electrical mobility and number concentration analysis for aerosol particles), 材料の分散性や分散安定性に係る規格を取り扱っている WG16 (Characterization of particle dispersion in liquids), ゼータ電位計測に係る規格を取り扱っている WG17 (Methods for zeta potential determination) が挙げられる。これらの WG が取り扱っている計測法は、前記ナノ材料登録規制での報告すべき物理化学特性を評価するための計測法であり、ナノ材料計測には欠かすことができない規格となる。なお、現在 TC24/SC4 で策定・改定している関連規格は 2020 年 3 月時点で下記の通りとなる。

(WG2) ISO13318 : Determination of particle size distribution by centrifugal liquid sedimentation methods における粒子径範囲を 5 nm～10 μm に拡張するための作業を実施中。

(WG5) ISO 13319-3 : Determination of particle size distribution – Electrical sensing zone method – Part 3 : Tuneable resistive pulse sensing method を策定中。

(WG7) ISO/TR 22418 : Good practice for DLS measurements の制定ならびに ISO19430 : Particle size analysis – Particle tracking analysis (PTA) method における個数濃度計測記述の追加作業中。

(WG8) ISO 9276-6 : Size parameters and shape descriptors の追記作業中。

(WG10) ISO/PWI : 23484 “Determination of particle concentration by small-angle X-ray scattering (SAXS)” における個数濃度計測規格の策定と ISO/AWI 20804 : Determination of the specific surface area of porous and particulate systems by small-angle X-ray scattering (SAXS) における表面積計測規格の策定中。

(WG12) ISO15900 : Determination of particle size distribution – Differential electrical mobility analysis for aerosol particles において、測定精度向上やトレーサビリティ一体系の詳細記述化を実施中。

(WG16) ISO/TS22107 : Dispersibility of solid particles into a liquid の策定中。

TC256 : 取り扱っている規格数は約 100 であり、その中の開発中規格は 20 あるものの、ナノ材料計測に関係する規格として限定するとその規格数は 10 程度である。当該 TC にてナノ材料計測規格策定に関係している WG は、WG2 (Nanotechnological properties of pigments and extenders) と WG7 (Functional pigments and extenders) であり、ISO187473 シリーズとして、ISO18743-1 : ナノ炭酸カルシウム (シーラント用途)、ISO18743-2 : ナノ酸化チタン顔料 (サンスクリーン用途)、ISO18743-3 : ナノシリカ (シリコンラバー用途) の定義規格が既に策定済みである。さらに 2020 年 3 月時点では同シリーズとして新たに ISO18743-4 : ナノ酸化チタン (光触媒用途) の規格の策定が開始されている。

また、同 WG では遠心沈降法を用いたナノ顔料の粒子径およびその分布評価法に係る規格策定が実施されており、PWI20427 : Pigments and extenders – Determination of the size distribution of isolated particles of suspended pigment- or extender powder with centrifugal liquid sedimentation methods として、現在ドイツと日本の共同提案による粉末顔料からの液中分散法ならびに計測法を合わせたナノ材料計測規格策定が実施されている。

4 ナノ材料計測に必要な方向性・展望

限りある資源を有効に活用し、安全・安心かつ快適な生活を実現する上で、ナノ材料の適正利用が不可欠であることは論をまたない。また、ナノ材料利用製品の円滑な市場での普及には、ナノ材料に対する社会受容性の向上も大切である。ナノ材料の適正利用を可能とし、社会受容性を確立するには、ナノ材料が示す特徴的な物性に関する本質的な理解と、安全性評価が重要である。

その際に特に留意が必要なのは、ナノ物体単一の特性なのか、粒子径等の構造パラメーターがある一定の広がりを有するナノ物体の集合体 (ナノ材料) が示す特性なのかということである。

前述の通り、欧州で導入が始められたナノ材料に関する規制では、ナノ材料の定義として個数基準での粒子径分布が用いられている。当該定義では凝集粒子の場合、体内に存在する各種界面活性剤の影響により容易に分散される可能性も考慮して、凝集粒子を構成する一次粒子径での評価が求められた。JRC をはじめとして多くの研究機関や組織によって可能とする計測方法の検討が鋭意進められたが、単一の計測手法では不可能であり複数の手法の組み合わせが必要であるとされている。

ナノ材料におけるサイズおよびサイズ分布は安全性評価の観点のみならず、材料の特性を左右する主因となることから、その精確で再現性の高い計測方法の確立が極めて重要である。更に地球規模での物質循環や物流の高度化等を考慮すると、その評価結果は国を越えて共有できる国際同等性を有している必要がある。更にナノ材料の産業利用に際して、品質管理のための計測コストも重要なパラメーターである。これらの要件を満足するためには、複数の計測手法を組み合わせた複合計測システムの開発が極めて有効である。

更に、複数の計測手法を組み合わせにより単に足りない情報を補完するといったレベルではなく、それぞれの計測手法から得られる情報を詳細に理解し活用、統合解析することによって、単独の計測手法からは得られない情報を引き出すことも可能となる。

後編では、筆者らが行った複合計測システム開発の事例について紹介する。

文 献

- 1) G. OberdOrster, J. Ferin, R. Gelein, S. C. Soderholm, J. Finkelstein : *Environ. Health Perspect.*, **97**, 193 (1992).
- 2) I. Iavicoli, V. Leseo, A. Bergamaschi : *J. Nanomater.*, **2012**, 1.
- 3) Definition of nanomaterial : *European Union*, L 275/38 (2011).
- 4) Considerations on a Definition of Nanomaterial for Regulatory Purposes, G. Roebben, B. S. Klutgen, N. Gibson, J. Putaud, H. Stamm : JRC Reference report (2010).
- 5) An overview of concepts and terms used in the European Commission's definition of nanomaterial, H. Rauscher, G. Roebben, A. Mech, N. Gibson, V. Kestens, T. P. J. Linsinger, J. Riego Sintes : JRC Reference report (2019).



藤本俊幸 (Toshiyuki FUJIMOTO)
国立研究開発法人産業技術総合研究所計量標準総合センター (〒305-8563 つくば市梅園1-1-1 つくば中央3-1)。北海道大学大学院理学研究科博士課程後期課程修了。博士 (理学)。《現在の研究テーマ》化学・材料に関する計測・計量技術の開発。《主な著書と出版社名》最新ナノテクノロジーの国際標準化 一市場展開から規制動向まで (分担執筆) (日本規格協会)。《趣味》釣り, 読書, 映画鑑賞。

E-mail : T.Fujimoto@aist.go.jp



加藤晴久 (Haruhisa KATO)
国立研究開発法人産業技術総合研究所計量標準総合センター (〒305-8565 つくば市東1-1-1 つくば中央5-2)。千葉大学大学院自然科学研究科博士課程後期課程修了。博士 (工学)。《現在の研究テーマ》高分子構造解析, ナノ材料計測, 計算機科学。《主な著書と出版社名》Nanomaterials: Processing and Characterizations with laser, Size determination of nanoparticles by dynamic light scattering, (WILEY-VCH)。《趣味》旅行, 食べ歩き, お酒のコレクション, 映画鑑賞。

E-mail : h-kato@aist.go.jp

原 稿 募 集

創案と開発欄の原稿を募集しています

内容 : 新しい分析方法・技術を創案したときの着想, 新しい発見のきっかけ, 新装置開発上の苦心と問題点解決の経緯などを述べたもの。但し, 他誌に未発表のものに限ります。
執筆上の注意 : 1) 会員の研究活動, 技術の展開に参考になるよう, 体験をなるべく具体的に述べる。物語風でもよい。2) 従来の分析方法や装置の問題点に触れ, 記事中の創案や開発の意義, すなわち主題の背景を分かりやすく説明する。3) 図や表, 当時のスケッチなどを用いて理解しやす

くすることが望ましい。4) 原稿は図表を含めて4000~8000字 (図・表は1枚500字に換算) とする。

◇採用の可否は編集委員会にご一任ください。原稿の送付および問い合わせは下記へお願いします。

〒141-0031 東京都品川区五反田 1-26-2

五反田サンハイツ 304号

(公社)日本分析化学会「ぶんせき」編集委員会

[E-mail : bunseki@jsac.or.jp]