

## ナノ材料の定義情報

- ナノ材料の安全性に係る関係機関等の報告書などにおけるナノ材料に関連する定義を表 1 に示した。これによると、「少なくとも一次元が 1~100nm のものをナノ材料 (Nanomaterial)」とする定義が多い。類似する名称としてナノ物質 (Nano-object)、ナノ粒子 (Nanoparticle) などがある。
- ナノ材料は、次世代の産業基盤技術として、幅広い分野で社会に大きな便益をもたらすことが期待されており、化粧品、家電・電気電子製品、塗料・インクなど多様な分野で利用が進んでいる。代表的なナノ材料としては、カーボンブラック、カーボンナノチューブなどの炭素系のもの、銀、二酸化チタン、酸化亜鉛などの金属系のものがある。
- ナノ材料が持つ、従来の材料と異なる特性として、大きさが非常に小さいことと、これに伴う表面積の増加と量子効果の発現があげられる。量子効果<sup>1</sup>は、粒子のサイズがナノ領域になったときに現れる物性であり、粒子がナノ領域のより小さいサイズになるほど、光学的・電氣的・磁氣的性質への量子効果が大きくなる。量子ドット等は、この性質を利用した材料である。
- ナノ材料の安全性、環境中の挙動については十分に把握されていないが、ナノ材料が非常に小さいことによる生体内への取り込み及び移動の容易さ、生体内での高い表面活性（酸化作用等）等による生体への影響などが懸念されている。

---

<sup>1</sup>物質の諸特性（電氣的、光学的、磁氣的等の性質）の多くは、その物質中の電子の挙動を反映したものである。電子は「量子（粒子性と波動性を併せ持つ）」の一種であり、原子・分子の大きさの狭い空間（nmサイズの領域）におかれた場合には波動性を顕著に発現することが知られている。ナノ材料中の電子はnmサイズの狭い空間に存在する。そのため、ナノ材料は、同じ組成のマクロな物質とは異なる特性を示す可能性を有する。

表1 ナノ材料の定義情報

項目	U. S. EPA	U. S. NIOSH	EC SCCP (消費製品に関する化学委員会)	BSI (英国規格研究所)	BAuA (ドイツ労働安全局)	ISO	ASTM	OECD WPMN
出典	Concept paper for the Nanoscale Materials Stewardship Program under TSCA	Approaches to Safe Nanotechnology: an information exchange with NIOSH.	OPINION ON SAFETY OF NANOMATERIALS IN COSMETIC PRODUCTS	PAS 136:2007 Terminology for nanomaterials	Guidance for Handling and Use of Nanomaterials at the Workplace	ISO web site ISO/TR 27628(2007-02-01) Workplace atmospheres- Ultrafine, nanoparticle and nano-structured aerosols- Inhalation exposure characterization and assessment.	E-2456-06 Terminology for Nanotechnology	Draft Summary Record of the 2nd WPMN (ENV/CHEM/NANO/M(2007)1)
年月	2007年7月	2006年7月	2007年12月	2007年12月	2007年8月	2008年5月	2006年12月	会合は2007年4月
進捗状況、 取扱い等	Stewardship programのためにEPAが公表した資料中の付属資料。EPAのNMSP以外には有効ではないとされている。	上記資料中の冒頭の定義(Definition)で記載されている。	国際的な定義はなく、資料中での定義として提案されたもの。	PAS(一般仕様書)として規格代替文書の扱いで公表されたもの。	ISO TC229の案として、冒頭に紹介されている。	ISO/TC229で検討中。WG1(定義)では現在はFDISの投票が終了。ISO/TR27628(※1)に一部定義情報がある(下記)		2007年4月の第2回WPMNでの資料。
Agglomerate		ファンデルワールス力や静電気力、表面張力といった比較的弱い力で、粒子が互いに結合したグループ。		外部の表面が個々の化合物の表面の合計とほぼ同等の、緩やかに結合した、粒子、aggregate、あるいはその両者の集合体。 注: 結合力は弱く、例えばファンデルワールス力や単純な物理的な絡まりによる。		ファンデルワールス力や静電気力、表面張力といった比較的弱い力で、粒子が互いに結合したグループ。 (TR27628)	ナノテクノロジーにおいては、弱い力(例えば、ファン・デ・ワールス力や毛管力(Capillary))で相互に集まった粒子のまとまり。例えば加工においてより小さな粒子に壊れて分離するもの。	
Aggregate		種々の構成物が比較的強い力で互いに結合し容易には離れない、複合粒子(heterogeneous particle)である。		外部の表面が個々の化合物の表面の合計よりもかなり小さい、強く結合した又は溶融した粒子。 注: 結合力は強く、例えば共有結合、焼結によるもの、あるいは物理的な複雑な絡まりによる。		種々の構成物が比較的強い力で互いに結合し容易には離れない、複合粒子(heterogeneous particle)である。 (TR27628)	ナノテクノロジーでは、互いに強い力(例えば、溶融された粒子、焼結された粒子、金属的に結合した粒子)で結合した主要な粒子の場合のように、種々の個別構成物が簡単には壊せない、個別の粒子のまとまり。	

表1 ナノ材料の定義情報

項目	U. S. EPA	U. S. NIOSH	EC SCCP (消費製品に関する化学委員会)	BSI (英国規格研究所)	BAuA (ドイツ労働安全局)	ISO	ASTM	OECD WPMN
Engineered	物質が1)合目的に製造、又は2)ナノスケールの物質として合目的に設計された物質を意味することを強調する用語。物質の製造方法はボトムアップとトップダウンがある。	[Engineered Nanoparticles] 意図的に製造されたナノ粒子。非意図的に発生したものと異なる特異的な特性を持っている。				[Engineered Nanoparticle] 特別な目的のために意図的に設計・製造されたナノ粒子。(TR27628)		
Engineered Nanoscale Material	ひとつあるいはそれ以上の次元がナノスケールを持つものとして作製された粒子、物質、素材。							
Manufactured Nanomaterials								特殊な特性あるいは特殊な構造を持つように意図的に作成されたナノ材料。
Nanoaerosol		ガス中に浮遊するナノ粒子。凝集によって100nm以上になる場合もあるが、ナノ粒子に特徴的な構造が観察されれば、ナノエアロゾルと呼び、そういった構造が認められない場合はナノエアロゾルではない。				nanoparticles や nanostructured particlesで構成される、又はそれらを含むエアロゾル。(TR27628)		
Nanomaterial			一つ又はそれ以上の外形の次元が、又は内部構造がナノスケールである材料。ナノスケールでない同じ材料のものとは顕著に異なる性質を示すことがある。	一つ又はそれ以上の外形の次元でナノスケールを有するあるいは nano-structured である材料。注: ナノ材料はナノスケールでない同じ材料とは異なる特性を持つ。	nano-object あるいは ナノの構造をもつ (nanostructured) 材料。			nano-object あるいは ナノの構造をもつ (nanostructured) 材料。
Nano-object				一つ又はそれ以上の次元でナノスケールである物質の個別の断片 注: 全てのナノスケールの物体 (object) に一般的な用語である。	一つ、二つあるいは三つの次元がナノスケールの範囲にある物質。			一つ、二つあるいは三つの次元がナノスケールの範囲にある物質。

表1 ナノ材料の定義情報

項目	U. S. EPA	U. S. NIOSH	EC SCCP(消費製品に関する化学委員会)	BSI(英国規格研究所)	BAuA(ドイツ労働安全局)	ISO	ASTM	OECD WPMN
Nanoparticles (Nanoparticle)		直径が1-100nmの粒子でフラーレンは典型的なナノ粒子である。一方、単層カーボンナノチューブ(SWCNT)は直径100nm以下の繊維状のナノ粒子である。	一つ又はそれ以上の次元でナノスケールである粒子。Nanoparticleは少なくとも一つの次元で100nm未満である粒子である。	3つの次元でナノスケールである nano-object。 注: ナノ物体の最長と最短がかなり異なる(典型的には3倍以上)の場合は、nanoparticle の代わりに nanorodあるいは nanoplate といった用語の使用が望まれる。	三つの次元がナノスケールのnano-object。	直径が100nm以下の粒子で、幾何学 (geometric)、空力学 (aerodynamic)、移動性 (mobility)、投影面積 (projected-area)等の種々の名称でのものを含む。(TR27628)	ナノテクノロジーにおいては、2つあるいは3つの次元の長さが1nm以上100m以下の超微粒子の二次区分で、大きさに関連した顕著な特性を示すこともあるし、総でない場合もある。論議—大きさの範囲及び大きさに関連した特性に関しては大きな論点である。現状の利用では、大きさを強調しており、特性は強調されていない。長さのスケールは水力学的直径あるいはナノ粒子の所期の利用に適した幾何学的長さであろう。	
Nanoscale	一般には、nanometers (1×10 <sup>-9</sup> m)のサイズで測定された大きさに用いられる。NMSPとしては、原子/分子状態と塊/マクロの状態の中間のサイズ。これは一般に1nm以上100nm以下であるが例外を含む。このサイズの工業ナノ材料は特徴的で際立った特性を持つ。		一つ又はそれ以上の次元で100nm以下を持つこと。ナノテクノロジーの要素としては1nmと100nmの範囲にある大きさである。	およそ1nmから100nmの範囲の大きさ。 注1: より大きなものからは外挿できない性質が、このサイズのみではないにしろ、特徴的に発現する。 注2: 下限値(1nm)は物理的には重要ではなく、原子のグループと区別するために用いられるものである。			一つあるいはそれ以上の次元で、およそ1~100nmの大きさの。	一般的に、1nm~100nmの範囲の大きさ。

表1 ナノ材料の定義情報

項目	U. S. EPA	U. S. NIOSH	EC SCCP (消費製品に関する化学委員会)	BSI (英国規格研究所)	BAuA (ドイツ労働安全局)	ISO	ASTM	OECD WPMN
Nanostructured				一つ又はそれ以上の次元においてナノスケールを持ち、連続した元素から成る構造を持つこと。基本的な原子や分子の構造は含まない。 注1: 基本的な原子や分子の構造の一例は結晶固体中の原子配列である。 注2: 「連続した (contiguous)」という語は、あるナノ構造体 (nanostructured material) の中で、直径約100nmの球体とその構造体の一つ以上の元素と交わる、ということ意味する。	内部構造がナノスケールを持つ。	[nanostructured-particle] 100nm以下の、物理学的、化学的又は生物学的特性に影響する構造的な特徴を持つ粒子 (TR27628)	そのうちの少なくとも一つは、一つあるいはそれ以上の次元でナノスケールのものである、物理学的あるいは化学的に区別できる要素を含んでいる。 論議—多くの従来からあるナノ物質は物理・化学特性が区別できるものの、生物学的認知もまたナノ構造の定義の基礎になるかもしれない。この考えは以前は「chemically」をいう言葉に含まれていたが、そのような特徴により、他と区別されるある種のナノ構造のシステムが導出されるかもしれない。	内部構造あるいは表面構造がナノスケールである。
Nanotechnology	[ASTMの引用として] 少なくとも一つの次元で1~100nmの間の物質あるいは事象を測定、操作あるいは扱う幅広い技術に適用する。その応用により、塊/マクロサイズのものとは異なり、ナノスケールの構成物の特性が開拓される。		ナノスケールで形状や大きさを管理された、構造や装置およびシステムの設計、特性、製造。				少なくとも一つの次元で1~100nmの物質あるいは特徴を、計測、操作あるいは組み込む幅広い技術を示す用語。	

表1 ナノ材料の定義情報

項目	U. S. EPA	U. S. NIOSH	EC SCCP(消費製品に関する化学委員会)	BSI(英国規格研究所)	BAuA(ドイツ労働安全局)	ISO	ASTM	OECD WPMN
Ultrafine Particles		<p>燃焼等によって発生したナノスケールの粒子に対してつけられた呼び方で、公式の定義はない。ここでは、意図的に製造されたナノ粒子は「Nanoparticle」とし、非意図的に発生したものを「ultrafine」と呼ぶ。</p>					<p>ナノテクノロジーでは、およそ100nmから1nmの大きさの範囲にある粒子。                      論議—この用語は、溶接時の蒸気や燃焼副産物に見られるような、エアロゾルの粒子を示すのによく利用されている。長さのスケールは、粒子の幾何学的直径、空力学的直径、可動性の直径、投影面積の直径、あるいは流体力学的直径等で測定される。</p>	
備考	<p>[NNI(2004年12月)の「Nanotechnology」の定義]</p> <p>1. 少なくとも一つの次元が1-100nmの範囲にある構造物に関する、場合によっては原子や分子の精度を持つ、研究及び技術開発</p> <p>2. ナノメートルの次元の理由によって特異的な特性や機能を持つ構造、装置、システムを製造あるいは利用すること</p> <p>3. 原子のスケールで管理あるいは操作する能力</p>						<p>注1: フラーレン分子は工業ナノ材料に含まれる。                      注2: Aggregates 及び Agglomerates はISOと同様にナノ構造をもつ材料と考えている。                      注3: ナノ材料を含む最終産物(例えばタイヤ、電子機器、コーティングされたDVD)はそれ自体はナノ材料ではない。</p>	