

(別紙2) 主なナノマテリアルの用途、特性等

	主な用途	主な特性	製造・輸入量 (2008 年度)	有害性に関する主な情報
カーボンナノチューブ	半導体トレイ、導電ペースト、高速動作トランジスタ、燃料電池、水素ガス吸蔵	導電性、高強度、伝熱性、電磁波シールド性、成形品の表面平滑性	約 500 t	・ マウス及びラットへの投与による腹腔内での中皮腫の発生の報告がある。 ・ 動物への吸入ばく露試験で、肺の炎症、繊維化、全身性免疫抑制等が認められている。
フラーレン	スポーツ用途（ラケット、ゴルフクラブ等）	反発性能の向上、軽量化、強度向上	1 t 未満	・ ヒト皮膚由来繊維芽細胞を用いた試験で強い細胞毒性の報告があるが、試験に用いた有機溶媒による可能性も指摘されている。 ・ 妊娠マウスへの腹腔内注射により中脳細胞の分化等への影響が報告されているが、ヒトにおける一般的なばく露経路ではない。 ・ 水溶性を付加したフラーレン誘導体の非経口経路での毒性が報告されている。
酸化チタン（ナノ粒子）	化粧品、塗料、トナー外添剤	紫外線遮断効果、光触媒として働くことによるセルフクリーニング機能	製造量 約 950 t	・ ラットを用いた吸入試験及び気管内投与試験で、肺腫瘍の増加が報告されている。 ・ 動物を用いた試験で、ナノ粒子が他の大きさの粒子よりも、強い肺の炎症や肺間質への移行を示すことが報告されている。
カーボンブラック	タイヤ（ゴムの補強）、顔料、導電性用途	導電性、着色性の向上	製造量 約 81 万 4 千 t 輸入量 約 18 万 5 千 t	・ IARC 発がん性評価「2 B」 ・ 製造工場等の労働者における肺がん死亡や膀胱がん罹患の増加を認める報告がある。 ・ ラットの2年吸入ばく露試験において肺腫瘍が認められた。

	主な用途	主な特性	製造・輸入量 (2008 年度)	有害性に関する主な情報
銀 (ナノ粒子等)	＜銀ナノ粒子＞ 電子デバイスの接合・ 配線材料、積層セラミ ックコンデンサ、プリ ント配線板、半導体 ＜銀＋無機微粒子＞ 抗菌剤	＜銀ナノ粒子＞ ・少量で導電性が得ら れる。 ・微細な回路の形成 ＜銀＋無機微粒子＞ 比表面積の拡大によ る抗菌効果の向上	銀ナノ粒子 ：約 5 t 未満	・ラットやマウスの試験結果から、投与後 24 時間で血液脳関門を破壊し、ニューロン変性や脳浮腫を引き起こすことが報告されている。 ・ラットへの反復投与試験で、肝臓胆管の過形成、慢性肺炎等が報告されている。
デンドリマー	紙のコーティング剤、化 粧品	・紙コーティングの粘 度低化、レオロジー のコントロール ・化粧品の撥水性、撥 油性、持続性向上	製造量 約 5 t	・陽性に帯電したデンドリマーがヒト赤血球細胞の溶解を引き起こすことが知られている。 ・ポリアミドアミン・デンドリマーのマウスへの気管内投与により、肺の炎症による死亡が報告されている。
酸化セリウム (ナノ粒子)	半導体の研磨剤	半導体回路幅の微細化 に対応した研磨性能	製造量 約 30 t	・アンモニア酸化細胞菌に毒性を示したとの報告がある。 ・他の酸化金属ナノ粒子に比べて細胞毒性が低いとする報告が多い。
シリカ（乾式 シリカ等）	シリコーンゴムの添加剤、 繊維強化プラスチック、 塗料、トナー、インキ、 繊維、紙、医薬、化粧品、 農薬	ゴム強度の向上、絶縁 性・流動性・着色性、 耐水性の向上、増粘剤、 沈降防止剤、安定剤、 帯電防止	製造量 約 5 万 t 輸入量 約 2 万 t	・IARC の発がん性評価で、結晶質のシリカは「1」に分類されているが、乾式シリカ等の非晶質シリカは「3」に分類されている。 ・非晶質シリカナノ粒子のラットへの吸入試験では、主に高齢のラットで肺の炎症等がみられた。 ・シリカナノ粒子とシリカナノワイヤーのゼブラフィッシュ胚に対する催奇形性が報告されている。

	主な用途	主な特性	製造・輸入量 (2008 年度)	有害性に関する主な情報
鉄 (ナノ粒子)	パソコンデータバックアップ用テープ、業務用ビデオテープ	記録密度の向上	鉄メタル磁性粉製造量 約 300 t	・ Fe_2O_3 のラットへの気管内投与で肺の炎症が報告されている。 ・ 鉄粒子のマウスへの気管内投与で、肺の慢性炎症の反応がみられた。
酸化アルミニウム (ナノ粒子)	電子部品、封止剤、セラミック部品、化粧品	化学的安定性、機械的強度向上、電気絶縁性	製造量 約 700 t	・ ラットを用いた吸入試験では、高用量 ($28\text{mg}/\text{m}^3$) で肺の炎症がみられた。 ・ ラットに気管内投与して炎症反応を調べたところ、ナノサイズ粒子では有意な影響はみられたが、ミクロンサイズではみられなかった。
ポリスチレン (ナノ粒子)	化粧品、ディスプレイの反射防止光拡散剤	ファンデーション等へのなめらかさの付与、屈折率を利用した反射防止光拡散	化粧品用途製造量 約 15 t	・ ラットへの気管内投与試験で、粒子の表面積が肺の炎症に関与しているとの報告がある。 ・ 帯電した粒子の血液への影響の試験では、一に帯電した小さな粒子の方が溶血等をより小さい濃度で引き起こした。
酸化亜鉛 (ナノ粒子)	化粧品、医薬品、繊維、塗料	紫外線遮断効果、透明性向上、比表面積拡大による抗菌・脱臭効果	製造量 約 400 t	・ ラット等への吸入ばく露試験で、単回ばくろで肺の炎症等、反復投与で肺の間質の炎症等が報告されている。 ・ 妊娠ラットへの気管内投与により妊娠率が低下したとの報告がある。
ナノクレイ	農薬の沈降防止剤、塗料、化粧品	沈降防止、チキソトロピー性、粘度調整	高純度ベントナイト製造量 約 200 t	・ 層状金属水酸化物ナノ粒子である陰イオンクレイ、天然のモンモリロナイト由来のナノ珪酸塩プレートット、アミノプロピルカルシウムフィロ珪酸塩のナノ粒子が、培養細胞に対し細胞毒性を示すことが報告されている。

注：製造・輸入量は、平成 21 年度厚生労働省委託事業「ナノマテリアル安全対策調査報告書」（三菱化学テクノリサーチ）による。