

化粧品のナノテクノロジー安全性情報

【調査対象期間: 2026.6.11-2026.7.16】

* リンク先は本資料作成時のものです。

1. 国内行政動向

1-1. 厚生労働省

特に動きなし

1-2. 経済産業省

(1) 国外におけるナノマテリアルの規制動向について: 経済産業省では、EUおよび米国を初めとした各国におけるナノマテリアルの規制動向把握のため、動向調査の委託を行っており、定期報告をHPに掲載している。

http://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/other/nano.html

[5月分は未だ掲載されていない]

1-3. 環境省

特に動きなし

2. 国内外研究動向

2-1. 学会情報

1) 第51回 日本香粧品学会学術大会

開催日時: 2026年6月25日(木)～26日(金)

会場: 有楽町朝日ホール

会頭: 森脇 真一(大阪医科薬科大学)

<https://www.jcss.jp/event/>

ナノマテリアルの安全性に関する発表を以下に示す。

<一般口頭演題>

R21 香粧品原料に用いられる種々のナノ粒子によるTHP-1細胞活性化の評価と比較

○飯島一智¹, 山城真輝², 坂本玲奈², 大野彰子³, 足利太可雄³

1 横国大院・工, 2 横国大院・理工, 3 国立衛研・ゲノム安全科学

WGコメント:

酸化チタン、酸化亜鉛、酸化セリウムのナノマテリアル(NMs)をTHP-1細胞に曝露し、CD86およびCD54タンパク発現を定量した。結果として、酸化チタンおよび酸化亜鉛ナノ粒子は濃度依存的に

CD54発現を亢進させた。程度は粒子の種類、粒径、結晶型により異なった。酸化亜鉛は、溶出する亜鉛イオンにおいてもCD54の発現が亢進した。一方、酸化セリウムはCC86/CD54の発現亢進を示さなかった。演者らは、ミトコンドリア膜の損傷による活性酸素の産生・NFκBの活性化がCD54の活性化に関与すると考察している。酸化セリウムは、抗酸化活性を有することで発現亢進を抑制していると考えている。

質疑応答では、酸化セリウムの応答が偽陰性である可能性や、試験系が感作試験の応用であることから、ナノ粒子の吸入で生じるリスクを評価するにはまだまだ不十分である可能性などが議論された。

2) 第53回 日本毒性学会学術年会

開催日時: 2026年7月1日(水)～3日(金)

会場: グランキューブ大阪(大阪府立国際会議場)

年会長: 宮脇 進(住友ファーマ株式会社)

<https://www.jsot2026.jp/index.html>

ナノマテリアルの安全性に関する発表を以下に示す。

<シンポジウム>

S25-3 微小粒子に対する脳内防御機構: シナプス刈り込みとの共通メカニズム

○小山 隆太

国立精神・神経医療研究センター

WGコメント:

発達期の脳では、ミクログリアが重要な役割を果たす。演者らは非生物由来ナノ粒子(シリカやポリスチレンなど)が発達期脳に侵入すると、グリア・血管ユニットが協調して応答することで、ナノ粒子を排出していると考えている。

作用機序としては、血管内皮細胞が放出するCCL17によって、血管周囲のアストロサイトのCCR4を活性化させ、補体C3産生が誘導される。補体によってタグ付けされたナノ粒子は、ミクログリアにより貪食される。この経路が阻害されると粒子の除去が障害され、神経細胞死や行動異常が増悪すると報告された。

S39-5 プラスチック微粒子の物性が胎盤動態および毒性発現に及ぼす影響: 妊娠期生体システムへの影響評価

○東阪 和馬^{1,2}

1 阪大院薬, 2 阪大薬

WGコメント:

マイクロ・ナノプラスチック(MNP)の母体曝露による胎児への悪影響が懸念されている。本研究ではポリスチレンをモデルMNPとし、その物性(サイズや表面性状(PS、PS-NH₂、PS-SO₄))が胎盤に及ぼす影響を*in vitro*モデルで評価した。その結果、PS、PS-NH₂は胎盤栄養膜細胞の融合(合体体化)を抑制し、ホルモン産生や血管新生関連因子の発現を阻害することが示された。一方PS-SO₄は、合

胞体化を抑制しなかった。また、ナノサイズPSはエンドサイトーシスで細胞内に取り込まれ、リソソーム等に局在することが確認された。局在後の動態について今後検討していくと報告された。

<一般口演>

O-36 ラットにおける二酸化チタンの小腸パイエル板残存性と全身移行性：90日間反復経口投与および8週間回復後の検討

○赤木 純一¹、水田 保子¹、松下 幸平¹、豊田 武士¹、小川 久美子^{1,2}

1 国立医薬品食品衛生研究所 病理部, 2星薬科大学 毒性学研究室

WGコメント:

ラットに異なる粒径(6、30、180 nm)のTiO₂を90日間反復経口投与し、8週間の休薬後の生体内動態を評価した。同様の条件で、90日間反復経口投与した先行研究では、180 nm群において肝臓でチタン量の微量ながら有意な増加を認めていたが、今回の試験では、90日の投与後および8週間の回復期間後のいずれにおいても、肝臓および血中でのチタン量の増加は見られなかった。

一方で、小腸パイエル板には休薬後もTiO₂の残存が確認された。しかしながら、炎症応答(IL-1 β 、TNF- α 、 γ -H2AX等やDNA損傷等の過剰な免疫応答は認められなかった。

以上より、経口投与されたTiO₂は、小腸パイエル板にて隔離され、長期滞留しても生体反応を誘導しない可能性が示された。また、肝臓および全身循環への移行は限定的であることが報告された。

O-37 表面特性に依存したリソソーム機能障害を介するシリカナノ粒子誘発ミクログリア細胞死

○小野 健治、ロイ ディバンカー、深町 勝巳、酒々井 眞澄

名古屋市立大学大学院医学研究科神経毒性学分野

WGコメント:

シリカナノ粒子は脳内送達担体として期待されるが、安全性は未解明である。本研究ではサイズおよび表面修飾の異なるシリカ粒子がマウスミクログリア細胞株に及ぼす影響を検証した。50 nmの未修飾粒子は、クラスリン介在性エンドサイトーシスにより取り込まれ、リソソーム膜透過性亢進などリソソーム機能障害を介して細胞死を誘導した。一方、アミノ基修飾したシリカナノ粒子では細胞死は生じなかった。以上より、シリカナノ粒子による細胞毒性は表面特性に強く依存し、アミノ基修飾等の表面制御により毒性を軽減できる可能性があることが報告された。

O-38 ナノ粒子表面に吸着するタンパク質分子がミクログリア応答を変化させる

○小野田 淳人、甲斐 千尋、立花 研、武田 研

山陽小野田市立山口東京理科大学薬学部衛生化学分野

WGコメント:

大気中モデル粒子である炭素ナノ粒子(CB-NP, 14 nm)の表面を、脳脊髄液中に最も豊富に存在するAlbumin(AI)または、凝集に伴って神経毒性を示すことが報告されているAmyloid- β (A β)にて、事前吸着させ、表面吸着分子が脳内動態や細胞応答に及ぼす影響を比較検証した。

粒子の脳内分布は粒子本体の性質に依存する一方、ミクログリアに対する応答や、炎症関連遺伝子発現などの細胞応答は、表面吸着分子の種類に強く依存して変化することが示された。

以上より、ナノ粒子毒性を*in vitro*で適切に評価するには、生体内で形成される表面吸着分子を反映した試験系が重要であると報告された。

<一般ポスター>

P-62E 肺胞上皮細胞内シグナルおよびマウス呼吸機能に着目したナノプラスチック粒子の有害性解析

○原田 一貴¹, 宇田川 理¹, 生野 雄大¹, 田中 厚資², 伊藤 智彦¹, 前川 文彦¹, 北口 哲也³, 坪井 貴司⁴, 藤谷 雄二¹

1 国立環境研究所 環境リスク・健康領域, 2 国立環境研究所 資源循環領域, 3 東京科学大学 総合研究院, 4 東京大学 大学院総合文化研究科

WGコメント:

粒径400 nmおよび50 nmのPSおよび低密度ポリエチレン(LDPE)NPをヒト肺胞上皮細胞(A549)に100 µg/mLで24時間曝露したが、生存率や各種細胞内シグナル(グルコース取り込み、Ca²⁺動態など)への影響は認められなかった。

一方、マウスに50 nmのPSを7週間反復吸入曝露(鼻部)させた結果、鼻腔への蓄積、特に肺胞マクロファージに強い蓄積が確認された。また、気道抵抗性の上昇、肺での纖毛機能亢進が確認された。脳嗅球では、蓄積は無かったが、のウイルス応答経路亢進が確認された。

固体レベルでは、NPsの呼吸器への影響が確認されるのに対し、細胞試験系では再現がしきれていない可能性があることを示唆している。

P-95S 環境条件を反映したポリエチレンナノプラスチック標準サンプルの細胞影響評価

○寶閣 美依^{1,2}, 芳賀 優弥^{1,2}, Phyoo Bo Bo AUNG¹, 本山 裕大¹, 出原 若葉², 森 彩葉², 溝田 若葉², 東阪 和馬^{1,2}, 堤 康央^{1,2,3,4,5,6}

1 阪大院薬, 2 阪大薬, 3 阪大院医, 4 阪大MEIセ, 5 阪大先導, 6 阪大R3セ

WGコメント:

従来の研究では入手が容易なポリスチレンの球状粒子が使われてきた。本研究では流通量の多いポリエチレンを用い、不規則な形状のポリエチレン(PE)-NPsを作製した。さらに真空紫外光照射を用いて、表面劣化を促し、カルボニル基等が粒子表面に導入された「劣化PE-NPs」を調製した。THP-1細胞の取り込みを比較した結果、劣化PE-NPsは未処理のPE-NPsに比べて細胞への取り込みが促進され、細胞障害性が増強されることが示された。以上より、NPsの生体影響は環境要因による表面劣化(酸化等)によって悪化することが示唆され、毒性評価において実際の環境条件を反映した粒子の使用が重要であると報告された。

P-96S 実環境中での物性を反映したポリプロピレン-マイクロ・ナノプラスチックの作製と細胞 応答評価

○本山 裕大¹, 芳賀 優弥^{1,2}, 辻野 博文^{1,2,3}, 出原 若葉², 寶閣 美依^{1,2}, Phyoo Bo Bo AUNG¹, 森 彩葉², 溝田 若葉², 東阪 和馬^{1,2}, 堤 康央^{1,2,4,5,6,7}

1 阪大院薬, 2 阪大薬, 3 阪大ミュージアムリンクス, 4 阪大院医, 5 阪大MEIセ, 6 阪大先導, 7 阪大R3セ

WGコメント:

阪大の研究グループの発表。従来の研究では入手が容易なポリスチレンの球状粒子に代わり、汎用プラスチックの中でも生産量・廃棄量が多いポリプロピレン(PP)製のMPsおよびNPsを作製している。A549、THP-1、Caco-2細胞の毒性を比較した結果、環境サンプルと同等の劣化度を持つPP-MNPsは、表面劣化によって細胞障害性および増殖抑制能が増強されることが確認された。さらに、サイズの小さなNPsはMPsよりも強い細胞毒性を示すことが報告された。

P-109S Polystyrene nanoplastics disrupt trophoblast syncytialization altered cAMP and mTOR activation

○ Intan Cahaya DANI¹, Kazuma HIGASHISAKA^{1, 2}, Mizuki MURANAKA², Yui AKIYAMA², Yuya HAGA^{1, 2}, Yasuo TSUTSUMI^{1, 2, 3, 4, 5, 6}

1Grad. Sch. Pharm. Sci., UOsaka., 2Sch. Pharm. Sci., UOsaka., 3Grad. Sch. Med., UOsaka., 4MEI Ctr., UOsaka., 5OTRI., UOsaka., 6INS.D., UOsaka.

WGコメント:

阪大の研究グループの発表。ナノプラスチックの生殖・発生毒性が懸念される中、胎盤機能への表面特性の影響は不明であった。本研究では、ヒト絨毛がん由来BeWo細胞を用い、表面修飾の異なる200 nmのポリスチレン(PS)粒子が栄養膜細胞の合胞体化に及ぼす影響とその分子機序を評価した。その結果、未修飾PSおよびアミノ基修飾PSへの曝露は、細胞内cAMPレベルを有意に低下させ、mTOR活性を上昇させた一方、硫酸基修飾PSでは影響が少なかった。以上より、特定の表面特性を持つPS-NPsは、cAMP-mTORシグナル伝達経路を攪乱することで胎盤の分化・発達を阻害する可能性が示唆されると報告された。

P-110S Preparation of environmentally relevant PVC micro-and nanoplastics with defined surface oxidation for safety assessment

○ Phyto BO BO AUNG¹, Yuya HAGA^{1, 2}, Mii HOKAKU^{1, 2}, Yuto MOTOYAMA¹, Wakaba IDEHARA², Ayaha MORI², Wakaba MIZOTA², Kazuma HIGASHISAKA^{1, 2}, Yasuo TSUTSUMI^{1, 2, 3, 4, 5, 6}

1Laboratory of Toxicology and Safety Science, Graduate School of Pharmaceuticals Sciences, The University of Osaka, 2Laboratory of Toxicology and Safety Science, School of Pharmaceuticals Sciences, The University of Osaka, 3Graduate School of Medicine, The University of Osaka, 4Global Center for Medical Engineering and Informatics, The University of Osaka, 5Institute for Open and Transdisciplinary Research Initiatives, The University of Osaka, 6R3 Institute for Newly-Emerging Science Design, The University of Osaka

WGコメント:

阪大の研究グループの発表。ポリ塩化ビニル(PVC)を用いて、実環境の形状(フラグメント状・球状)を反映したPVC-MNPsを作製した。さらに真空紫外光照射により表面を酸化劣化させた粒子を調製し、3種のヒト細胞株(A549、Caco-2、THP-1)で毒性を評価した。その結果、全細胞において劣化PVC-MNPsは未劣化粒子よりも強い細胞毒性を誘導し、かつNPsはMPsより一貫して強い毒性を示した。以上より、MNPsの毒性評価には、実環境における表面劣化やサイズといった特性を反映させ

ることが不可欠であると報告された。

P-112S 妊娠後期における非晶質ナノシリカの経口投与が胎仔発育に及ぼす影響

○三木 理紗子¹, 東阪 和馬^{1, 2}, 佐伯 悠真¹, 堺 梨紗¹, 芳賀 優弥^{1, 2}, 堤 康央^{1, 2, 3, 4, 5, 6}

1 阪大薬, 2 阪大院薬, 3 阪大院医, 4 阪大MEI セ, 5 阪大先端, 6 阪大R3 セ

WGコメント:

過去の検討において、非晶質ナノシリカを、マウスに尾静脈内より過剰量投与すると、胎仔発育不全を引き起こすことを明らかにしてきた。本研究では、ヒトにおける曝露実態を模す目的で、ICR妊娠マウスに、非晶質シリカ(nSP10 nm、nSP100 nm、mSP1000 nm)を妊娠15日目から17日目までの3日間連続経口投与した。妊娠18日目において、胎仔重量に変動はなかったが、胎盤重量は、nSP10 nm投与群でのみ有意に低下した。胎盤効率の指標となる胎仔/胎盤重量比は、nSP10 nm投与群で有意に高くなった。今後、*in vitro*での実験系を用いて、非晶質ナノシリカによる胎盤機能への影響を解析すると報告された。

P-113E 多層カーボンナノチューブNT-7 の反復気管内投与による用量依存的なラット肺腫瘍および胸膜中皮腫の誘発

○前野 愛^{1, 4}, 北條 幹¹, 坂本 義光¹, 山本 行男¹, 生嶋 清美¹, 五十嵐 海¹, 横田 理², 高橋 祐次², 小林 憲弘², 菅野 純², 広瀬 明彦³, 猪又 明子¹, 上家 潤一⁴, 中江 大⁵

1 東京都健康安全研究センター, 2 国立医薬品食品衛生研究所, 3 化学物質評価研究機構, 4 麻布大学大学院, 5 帝京平成大学

WGコメント:

多層カーボンナノチューブ(NT-7)は吸入曝露で肺発がん性を示すが、反復気管内投与(ITI)における用量反応性は不明確であった。本研究ではラットにNT-7を13週間反復ITI投与し、104週まで観察した。結果、肺腫瘍および胸膜中皮腫の発生率が用量依存的に有意に増加し、NT-7が肺内および胸腔内に長期間滞留することが確認された。肺負荷量に基づく肺腫瘍の用量反応性は吸入曝露試験の結果と類似しており、反復ITI試験が大がかりな吸入試験の代替として発がん性等のリスク評価に活用できる可能性が示されたと報告した。

P-114E クラスBスカベンジャー受容体SR-B1によるHDLを介したシリカナノ粒子の認識

○黒飛 菜里, 山口 慎一郎, 小山 弘人, 中山 勝文

立命館大学薬学部免疫微生物学研究室

WGコメント:

HDL受容体であるSR-B1は多様なリガンドを認識し、無機シリカナノ粒子にも結合する。本研究により、SR-B1の細胞外にある塩基性アミノ酸クラスターがリポタンパク質(HDL/LDL)との結合に必須であり、シリカナノ粒子はHDL/LDLを介してSR-B1に結合することが判明した。一方で、SR-B1は、酸化チタンナノ粒子、ラテックスナノ粒子、尿酸塩結晶といった他の無機粒子には結合しない。以上より、HDL/LDLは、シリカナノ粒子と特異的に高い親和性を持ち、酸化チタン等他の無機粒子には結合しないと考察し、生体内においてシリカナノ粒子はHDL/LDLと複合体を形成し、SR-B1を介し

で特異的に認識・取り込まれる機序が示唆されたと報告した。

P-147A Long-term titanium dioxide nanoparticles exposure induces Parkinson's disease-related phenotypes via SKN-1/Nrf2 signaling in *Caenorhabditis elegans*

○ Chun-Han CHANG¹, Chia-Chun TU², Eddie Hsiang-Hua LAI², Vivian Hsiu-Chuan LIAO³

1Department of Marine Biotechnology and Resources, National Sun Yat-sen University, Taiwan,

2Graduate Institute of Clinical Dentistry, School of Dentistry, College of Medicine, National Taiwan

University, Taiwan, 3Department of Bioenvironmental Systems Engineering, National Taiwan

University, Taiwan

WGコメント:

酸化チタンナノ粒子(TiO₂-NP)の長期曝露と神経変性疾患の関連を、線虫(*C. elegans*)モデルを用いて評価した。1 µg/mLのTiO₂-NP曝露により、パーキンソン病(PD)の病態指標であるα-シヌクレインの異常蓄積、ドーパミン作動性神経の欠損、および活性酸素種(ROS)の上昇が確認された。また10 µg/mL曝露ではPD関連の運動機能障害が誘発された。さらに遺伝子解析から、抗酸化防御を担うSKN-1/Nrf2シグナル経路の活性化が示された。

以上より、TiO₂-NPの長期曝露が同経路を介して神経変性を促進し、PD発症リスクを高める可能性があることが報告された。

P-188A Respiratory exposure to polystyrene nanoplastics induces maternal toxicity and fetal growth reduction in rats

○ Donghee KIM¹, Ji-Seong JEONG², Cheoljin PARK¹, Jeong Hwan KIM¹, Wonjun JEONG¹,

Sun-Young LEE², Jeong-Dong PARK², In-Su WI², Woojin KIM³, Un-Jung KIM⁴, Sung-Hwan Kim KIM⁵,

Jinsoo LEE¹

1Laboratory Animal Medicine, College of Veterinary Medicine, Chungnam National University, Daejeon,

Republic of Korea, 2Developmental and Reproductive Toxicology Research Group, Korea Institute of

Toxicology, Daejeon, Republic of Korea, 3Toxicologic Pathology Research Group, Korea Institute of

Toxicology, Daejeon, Republic of Korea, 4Department of Earth and Environmental Sciences, The

University of Texas at Arlington, Arlington, Texas, USA, 5Division of Jeonbuk Advanced Bio Research,

Korea Institute of Toxicology, Jeongeup, Jeollabuk-do, Republic of Korea

WGコメント:

妊娠ラットに対し、妊娠6日から17日までポリスチレンナノプラスチック(PSNPs)を反復気管内投与した。その結果、PSNPs曝露群では用量依存的な母体の体重増加抑制や摂餌量減少などの母体毒性が確認された。さらに高用量群では、胎仔および胎盤の重量減少、小型胎仔・小型胎盤の発生率増加が認められた。

妊娠中のナノプラスチックの吸入曝露は、母体毒性を引き起こすとともに、胎盤および胎仔の発育遅延を誘発することが報告された。

P-215 Nile Red染色を用いた表面酸化劣化ナノプラスチックの細胞内取り込み評価

○芳賀 優弥^{1,2}, 出原 若葉², 寶閣 美依^{1,2}, Phyto BO BO AUNG¹, 本山 裕大¹, 森 彩葉², 辻野 博文^{1,2,3}, 浅原 時泰^{1,2,4}, 東阪 和馬^{1,2}, 堤 康央^{1,2,4,5,6,7}

1 阪大院薬, 2 阪大薬, 3 阪大ミュージアムリンクス, 4 阪大先端, 5 阪大院医, 6 阪大MEI セ, 7 阪大R3 セ

WGコメント:

阪大の研究グループの発表。ポリエチレン(PE)-NPsを作製し、さらに真空紫外光照射によって表面酸化させた「劣化PE-NPs(dPE-NPs)」を調製した。Nile Redを用いて、PE-NPsおよびdPE-NPsの蛍光標識体を調製した。THP-1に曝露した結果、未劣化のPE-NPsと比較して、UV照射により表面酸化した劣化PE-NPsでは細胞への接着および取り込みが増加する傾向が認められた。NPsは環境要因による表面酸化劣化によって生体内(細胞内)への移行性が高まることが示された。今後、PEのみでなく、複数のポリマー種を用いて、多種多様なMNPライブラリーを整備して、MNPの物性と動態の網羅的な解析が期待される。

P-217 Caco-2細胞腸管上皮モデルにおけるポリスチレン粒子の取り込み経路と細胞障害との関連

○中川 博史, Md. Anamul HAQUE, 西村 和彦

大阪公立大学獣医学研究科毒性学研究室

WGコメント:

腸管上皮モデル(Caco-2細胞)において、100 nmのポリスチレンPS粒子は主にエンドサイトーシスで取り込まれた後、リソソームに局在し、軽微なリソソーム障害が観察された。一方、15 nmのナノPS粒子ではカベオラ依存経路も介して広汎なオルガネラに分布し、ROS産生を伴う細胞死を誘導した。PS粒子のサイズの違いにより、細胞局在性が異なり、特有の毒性を発揮することが報告された。

P-291 Combined Exposure to Polystyrene Nanoplastics and Carbon Graphite Nanoparticles Impairs Olfactory Function via Neuroinflammatory and Neurotransmitter Dysregulation in Rats

○ Tin-Tin WIN-SHWE¹, Chaw KYI-THA-THU², Yuji FUJITANI¹, Osamu UDAGAWA¹,

Akinori TAKAMI¹

1National Institute for Environmental Studies, Tsukuba, Japan,

2International University of Health and Welfare, School of Medicine, Narita Campus, Narita City, Japan

WGコメント:

若年ラットに対し、ポリスチレンナノプラスチック(PS-NPs)を週3回、4週間経口投与する群と、カーボングラファイトナノ粒子(CG-NPs)を1日5時間、4週間吸入曝露をする群、さらに両者を併用する群を設けた。その結果、複合曝露群では、嗅覚の識別機能が有意に障害された。この機能低下は、嗅球におけるグルタミン酸の増加、ドーパミン受容体やGABA合成酵素の減少、神経栄養因子の低下、炎症マーカーやミクログリアの活性化、抗酸化酵素の低下と関連していた。複合的に、ナノ粒子に曝露されることで神経炎症や酸化ストレスを介して嗅覚障害を誘発する可能性があることが報告された。

P-298 マウスにおけるナノプラスチック曝露による肺気腫病態への影響

○赤路 佐希子¹, 三崎 健太郎¹, 井上 健一郎¹, 平井 勇太¹, 本田 晶子², 堀田 愉奏¹, 高野 裕久^{3,4}

1 静岡県公立大学法人静岡県立大学 看護学

WGコメント:

慢性閉塞性肺疾患(COPD)は、たばこや大気中の微粒子により悪化する。本研究では、肺気腫モデルマウスを用いてナノプラスチック(ラテックス粒子)の気管内曝露が病態に及ぼす影響を検討した。マウスにエラストラーゼ(疾患誘導剤)とラテックスを気管内共曝露した結果、曝露7日後の気管支肺胞洗浄液において有意な免疫細胞数の増加が認められた。さらに曝露14日目の組織学的評価では、共曝露群において有意な肺気腫病変の拡大が確認された。ナノプラスチックの吸入は気道炎症および肺気腫病態を増悪させ、COPDの環境リスク要因となり得ることが報告された。

P-322 Toxicokinetics Study of Polyethylene Terephthalate (PET) Nanoplastics in Mice Using Near-Infrared Fluorescence Real-Time Imaging

Yi Hsuan CHEN¹, Ching-Wei LIN³, Chih-Ning LIN¹, Heng LIN², Ching-Hao LI², O I-Lun HSIAO¹

¹School of Food Safety, College of Nutrition, Taipei Medical University,

²Department of Physiology, School of Medicine, College of Medicine, Taipei Medical University,

³Institute of Atomic and Molecular Sciences, Academia Sinica

WGコメント:

PETナノプラスチック(NPIs)は人体から頻繁に検出されるが、体内動態の知見は乏しい。従来の可視光蛍光標識は組織散乱の課題があるため、本研究では近赤外蛍光色素(ICG)で標識した110 nmのPET-NPIsを作製し、マウスへの単回投与(腹腔内・静脈内)による生体イメージングを実施した。蛍光強度は投与6時間後に最大となり、3日目に定常状態に達した。PET-NPIsは主に網内系(肝臓や脾臓)および腸管に蓄積し、糞便経路で排泄されることが判明した。以上より、ICG近赤外イメージングが、ナノプラスチックの生体内動態を非侵襲かつ経時的に追跡する有用なツールとなりえることが報告された。

2-2. 文献情報(主として、粧工会HP「技術情報」より)

1) ナノマテリアルの胎盤毒性解析と母子健康への影響評価

Kazuma Higashisaka/ YAKUGAKU ZASSHI Volume 146, Issue 4, April 2026, 299-302(大阪大学)

DOI:10.1248/yakushi.25-00161-4

「緒言・目的」

ナノマテリアルは医薬品、食品、化粧品など幅広い分野で利用されているが、妊婦や胎児といった脆弱な対象に対する安全性評価は世界的に不十分である。本研究は、妊娠維持と胎児発育に不可欠な臓器である「胎盤」に対して、ナノマテリアルが及ぼす毒性メカニズムの解明を目的とした。

「方法・結果」

粒子径10 nmの非晶質ナノシリカ(nSP10)をモデルとし、胎盤成熟に重要な「合胞体化(細胞融合)」への影響を評価した。ヒト細胞株の実験において、nSP10はエンドサイトーシスにより細胞内に取り込まれて主にリソソームに蓄積し、細胞の融合や関連遺伝子・ホルモンの発現を有意に抑制した。ま

た、シリカだけでなく同サイズの銀ナノ粒子も同様に合胞体化や胎盤の血管新生を阻害する可能性が見出された。

「結論・考察」

nSP10のリソソームへの顕著な局在と機能低下が、胎盤の合胞体化を阻害し、子癩前症(妊娠高血圧症候群)等の胎盤機能不全を引き起こす一因となる可能性が示唆された。本成果は「母体→胎盤→胎児」という生理的フローに基づくリスク評価の基盤となるものであり、将来的には安全なナノマテリアルの開発指針構築や国民の健康確保に寄与することが期待される。

2) GDL1細胞におけるメソポーラスシリカ及び酸化グラフェンの遺伝毒性評価

Rikako Ishigamori et al./ Genes Environ Volume 48, Issue 2, 2026

DOI:10.1186/s41021-025-00350-y

「緒言・目的」

メソポーラスシリカ及び酸化グラフェン等のナノ材料は多分野で利用される一方、潜在的な遺伝毒性は十分に解明されていない。本研究では、これらナノ材料に関連する健康リスクの評価を目的とした。

「方法・結果」

マウス由来GDL1細胞を用いて細胞毒性及び遺伝毒性を評価した。メソポーラスシリカへの曝露では、用量依存的な細胞生存率の低下と、gpt突然変異頻度の増加が確認された。酸化グラフェンも高濃度曝露で細胞毒性を示し、変異頻度が有意に増加した。突然変異スペクトル解析の結果、両群でG:C→A。さらに、シリカではG→T、グラフェンではG→C。また、材料ごとに特異的な突然変異ホットスポット(シリカ:64、164、416番、グラフェン:401番)の存在も確認された。

「結論・考察」

両ナノ材料は、*in vitro*において細胞毒性及び遺伝毒性を有することが示された。特定された変異パターンから、酸化的DNA損傷や酸化ストレスに関連する炎症反応の関与が示唆される。本知見は、ナノ材料が誘発する変異原性の分子メカニズム理解と、ヒトへの健康リスク評価に有用である。

3) マイクロプラスチック及びナノプラスチックが高分子構造と機能に及ぼす影響の解明

Manka Marycleopha et al./ J Appl Toxicol Volume 46, Issue 1, 2026, 22-41

DOI:10.1002/jat.4915

「概要」

マイクロプラスチック及びナノプラスチック(MNP)は、生体分子と相互作用し、細胞構造に損傷を与える一般的な環境汚染物質である。

本レビューにおいて著者らは、MNPが生体内のどこで見つかるかをリストアップするだけでなく、酸化ストレス、内分泌かく乱、遺伝毒性、タンパク質異常、膜不安定化、エピジェネティック変化といった毒性機構を概説し、それらを結ぶ統合的作用仮説を提示している。さらに、用量-反応関係や環境妥当性を踏まえ、低用量慢性曝露などの課題を明確化し、MNPによる環境・健康リスク評価、規制戦略及びリスク低減に資する枠組みを提示している。

4) マイクロ(ナノ)プラスチックによる遺伝物質の損傷 ― 遺伝毒性バイオマーカー及びモデル生物指標の系統的レビュー

Chibuisi Gideon Alimba et al./ J Appl Toxicol Volume 46, Issue 1, 2026, 110–140

DOI:10.1002/jat.4928

「概要」

マイクロプラスチック及びナノプラスチック(MP/NP)は、便、胎盤、母乳、血液などヒト体内から広く検出されており、酸化ストレスや遺伝毒性などの有害作用が懸念されている。

本レビューにおいて著者らは、MP/NPによるDNA損傷及び遺伝毒性を評価するために用いられてきたバイオマーカーの感度、評価モデルとして使用される生物指標(無脊椎動物、脊椎動物、細胞株・初代細胞、植物)、及び遺伝毒性・DNA損傷の発現機構を整理している。

5) ナノ粒子の毒性影響を解明するための実験モデルとしての昆虫研究 ― 行動・生理・細胞・分子レベルでの課題

Kumbalingam Monica et al./ J Appl Toxicol Volume 46, Issue 2, 2026, 419–433

DOI:10.1002/jat.4960

「概要」

ナノテクノロジーの進展によりナノ材料の有用性が期待される半面、環境や生体に対する毒性の懸念も高まっている。これまで毒性評価には多様な動物モデルが用いられてきたが、昆虫は遺伝情報の蓄積や寿命の短さといった特性から、有用な評価モデルとして注目を集めている。とりわけショウジョウバエは、ヒトの毒性予測に応用できる可能性が示唆されており、哺乳類を用いた試験の削減にも貢献しうる。

本レビューでは、昆虫モデルにおけるナノ粒子の毒性について、行動、形態、生理、分子の各レベルから体系的に整理している。その上で、昆虫がナノ粒子曝露に対して脆弱である事実を示し、包括的なリスク評価がいかに重要であるかを解説していると著者らは述べている。

6) ポリスチレンナノ粒子はTM4セルトリ細胞において転写抑制を誘導する

Xin Huang et al./ J Appl Toxicol Volume 46, Issue 2, 2026, 697–707

DOI:10.1002/jat.4925

「緒言・目的」

環境汚染物質であるポリスチレンナノ粒子(PS-NP)は生体蓄積性が懸念されている。本研究では、男性の精子形成環境の維持に重要なセルトリ細胞株(TM4細胞)に対するPS-NPの影響を検討した。

「方法・結果」

TM4細胞にPS-NPを曝露し、細胞毒性評価やトランスクリプトーム解析等を実施した。結果として、PS-NPは細胞内に取り込まれて凝集し、生存率に有意差はないものの細胞膜の完全性を損ない、活性酸素種を有意に増加させた。遺伝子発現解析では382の変動遺伝子が同定され、大部分(320遺伝子)が発現低下を示した。機能解析から転写制御やDNAメチル化異常への関与が示唆され、実際にDNA脱メチル化の重要因子であるTet3の発現がmRNA・タンパク質レベルの双方で有意に低下

した。さらに、特定遺伝子群の挙動もTet3ノックダウン時と同様の変動を示した。

「結論・考察」

PS-NPは、Tet3の発現低下を介してDNAメチル化・脱メチル化のバランスを崩し、TM4細胞の転写抑制を誘導することが示唆された。本研究は、PS-NPが男性の生殖微小環境にエピジェネティックな影響を及ぼし、精子形成に関与する可能性を示す重要な知見である。

3. その他の動向

海外ニュース

【2026/05/12】

New Nanopinon looks at autonomous AI for nanomaterials research

→ https://euon.echa.europa.eu/view-article/-/journal_content/title/new-nanopinon-looks-at-autonomous-ai-for-nanomaterials-research

ECHA は、ナノマテリアル展望台(EUON)ページにおいて、ナノ材料研究に係る自律型 AI に関する新たな可能性について紹介している。基礎モデルと顕微鏡制御、画像解析を組み合わせたシステムである ATOMIC は、大規模なラベル付きデータセットに依存せず新材料の特性を識別・分類することができるとしている。

[みずほケミマガより]

【2026/06/05】

<Nanomaterials>

・No. 114 – Developments in Delegations on the Safety of Manufactured Nanomaterials and Advanced Materials – Tour de Table (July 2024 – June 2025)

→ [https://one.oecd.org/document/ENV/CBC/MONO\(2026\)5/en/pdf](https://one.oecd.org/document/ENV/CBC/MONO(2026)5/en/pdf)

「第 114 号－製造ナノ材料及び先端材料の安全性に関する代表団の動向－ツール・ド・テーブル(2024 年 7 月～2025 年 6 月)」と題する文書が公表された。

WGコメント:

欧州の規制改訂とECHAの検証: EUでは2025年12月にREACH規則改訂の提案を予定しており、ナノ形態の定義更新や「類似ナノ形態のセット」をめぐる運用上の課題解決を目指している。欧州化学品庁(ECHA)は「Sameness Project」を推進しており、組成・サイズ分布・表面修飾・結晶性などの特性に基づくグループ化評価の判断枠組み(決定樹)を、ケーススタディを通じて検証している。

食品分野でのリスク評価とイタリアの分析技術: 欧州食品安全機関(EFSA)は2021年のナノガイダンスに基づき、食品添加物である二酸化ケイ素(E 551)の安全評価において、初めてナノリスク評価を完全に統合した証拠の重み(WoE)分析を実施した。また、新アプローチ手法(NAMs)の普及を目指す「NAMs4NANO」プロジェクトが始動しており、イタリア国立衛生研究所(ISS)などが主導して消化管模擬モデルや先進的バリアモデルの開発を進めている。イタリアはさらに、EUで禁止された酸化チタン(E 171)を食品中から検出するラマン分光スクリーニング法や、新規認可されたナノ鉄材料(IHAT)のサイズ仕様を確認する手法も開発している。

ドイツの課題指摘と各国の安全性研究: ドイツ(BMUV等)は、ナノ固有の要件がREACH規則に導入されて5年が経過したことを受けた評価報告書を発表した。その中で、ナノ形態に対応する公的試験法の欠如、登録データの更新不足、「類似ナノ形態グループ」概念の複雑さといった実務上の欠陥を厳しく指摘し、EUへ改善を提案している。規制面では、BfR(連邦リスク評価研究所)によるナノ酸化亜鉛(ZnO)の評価が進むほか、BAuA(連邦労働安全衛生研究所)の提案により、特定の多層カーボンナノチューブが2024年10月に欧州で「発がん性1B」等へ調和分類された。

先進材料とSSbDへの国際的な移行: 各国では、開発初期から安全性と持続可能性を組み込む「Safe and Sustainable by Design(SSbD)」の導入が加速している。オーストリアの「NanoTrust-Beyond」によるリスク監視やバッテリーリサイクル時のナノチューブ放出評価、米国のTSCA(有害物質規制法)に基づくナノ物質の届出審査・利用制限(SNUR)、スウェーデンの先端材料(グラフェン等)に関する国家政策プラットフォーム構築など、国際的な標準化とイノベーションの両立に向けた枠組みが整備されつつある。

[NITEケミマガより]

【2026/06/05】

<Nanomaterials>

•Migration of ionic and nanoparticulate zinc from nanocellulose/ZnO nanoparticle films: morphology-dependent behaviour and modelling

→ <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC145948>

「ナノセルロース/ZnO ナノ粒子フィルムからのイオン性及びナノ粒子状亜鉛の移動: 形態依存的な挙動とモデリング」と題する JRC の論文が掲載された。

WGコメント:

抗菌性を持つ食品包装材への応用を目的とした、ナノセルロースと酸化亜鉛(ZnO)ナノ粒子(球状、花状、シート状)の複合フィルムに関する研究である。食品擬似溶媒への移行試験の結果、亜鉛は主にイオン(Zn^{2+})として移行し、ナノ粒子としての放出はごくわずかであった。移行量はZnOの形態(花状で最大)や温度に依存し、いずれも欧州の移行限界値を下回った。放出挙動は拡散律速であり、予測モデルで記述できることから、安全性評価における動態モデリングの重要性が示されている。

[NITEケミマガより]

【2026/06/09】

ECHA identifies new research areas to strengthen chemicals safety

→ <https://echa.europa.eu/-/echa-identifies-new-research-areas-to-strengthen-chemicals-safety>

ECHA は、化学物質の安全性を強化するための新たな研究分野を特定し、規制上の課題に関する主要分野報告書(2026 年版)を公表した。新たな分野として、生態系レベルでの化学物質の影響把握、残留性物質の移動性、殺生物剤への耐性などが新たに特定されている。主要な分野は以下のとおり。

[有害性評価] 神経毒性、免疫毒性、内分泌かく乱、AOP、NAMs、in vitro 試験バッテリー

[暴露評価] 難分解性、蓄積性、移動性、PBT/vPvB、PMT/vPvM、生物多様性

影響、環境モニタリング

[代替試験] リードアクロス、NAMs、ADME、PBK モデル、魚類毒性、発がん性評価

[その他] ポリマー、マイクロ・ナノ材料、分析法

[循環経済] 廃棄・リサイクル段階の排出、非化石炭化水素源・燃料の熱分解挙動、環境影響の経済評価

[みずほケミマガより]

【2026/06/09】

June Nanopinon explains how simple rules can guide the design of boron nanomaterials

→ https://euon.echa.europa.eu/view-article/-/journal_content/title/june-nanopinon-explains-how-simple-rules-can-guide-the-design-of-boron-nanomaterials

ECHA は、ナノマテリアル展望台 (EUON) ページにおいて、ホウ素ナノ材料設計に関する新手法について紹介している。「原子配位 (atomic coordination)」の概念を用いることで、ホウ素フラーレン (かご状構造) やボロフェン (薄いシート状構造) 等の構造を体系的に理解でき、コンピューターを用いた理論予測と実験による確認で、より迅速化が期待できるとしている。ホウ素ナノ材料は軽量で機械的強度が高く、ユニークな電子特性を有するため、ナノエレクトロニクス、エネルギー貯蔵等への利用が期待されている。

[みずほケミマガより]

【2026/06/17】

<REACH> <CLP> <BPR> <Animal testing>

・ECHA convenes first Collaborative Platform on Alternatives to Animal Testing meeting

→ <https://www.echa.europa.eu/-/echa-convenes-first-collaborative-platform-on-alternatives-to-animal-testing-meeting>

「ECHA が動物試験代替法に関する初の共同プラットフォーム会議を開催」との記事が掲載された。最初 2 年間の作業計画での 4 つの優先分野を特定。QSAR (定量的構造活性相関)、In vitro 毒性動態、オミクス、ナノ材料及び先端材料のための新規アプローチ手法 (NAMs) の 4 つ。

WGコメント:

欧州化学品庁 (ECHA) は、動物実験代替法に関する協働プラットフォーム (CP-AAT: Collaborative Platform on Alternatives to Animal Testing) の初会合をヘルシンキで開催した。本プラットフォームは、欧州委員会が2026年6月1日に発表した「動物実験の段階的廃止に向けたロードマップ」を推進するための、ECHAとしての最初の具体的な貢献として位置づけられている。年2回開催される非公式かつ法的拘束力のないフォーラムであり、科学的な意見交換、能力の構築、そして代替法の法規制レベルでの利用に関する共通理解の醸成を主目的としている。本会合には、EU加盟国、欧州委員会、各EU関連機関、産業界、および官民パートナーシップの代表者が集結した。最初の2年間の作業計画として、すり合わせが必要とされる以下の「4つの優先分野」が特定され、今後さらに作業範囲が策定され、速やかに具体的な作業 (ワーキンググループ等での活動) が開始される予定である。

- ①QSAR(定量的構造活性相関)の推進:急性経口毒性の評価を皮切りに、*in silico*手法の法規制での利用を促進する。ハザード評価のための明確なパフォーマンス基準(性能要件)を設定し、実用的な利用方法を提示していく。
- ②*in vitro*毒性動態:生体外でのトキシコキネティクスデータを評価に用いるための、調和のとれたアプローチを開発する。これにより、科学的な期待値と法規制側の要件との間のギャップを埋める。
- ③オミクス:トランスクリプトミクスやメタボロミクスといったオミクス技術を、ハザードの特定や類似物質のグループ化に利用できるよう支援する。具体的には、ガイダンスの策定やケーススタディの提供を通じて実用化を図る。
- ④ナノ材料及び先端材料のための新規アプローチ手法(NAMs):ナノマテリアル特有の物理化学的特性を評価するための規制アプローチを新たに構築し、動物実験を用いない評価戦略のなかにナノマテリアルを適切に組み込めるようにする。

[NITEケミマガより]

【2026/07/02】

<Test Guideline>

•Guidelines for the Testing of Chemicals

→ <https://www.oecd.org/en/topics/sub-issues/testing-of-chemicals/test-guidelines.html>

以下のテストガイドラインが公表された。

<新規>7件

○Test No. 127: Dustiness determination of materials containing nano objects and their aggregates and agglomerates

○Test No. 255: Bumblebee (*Bombus* spp.), Chronic Oral Toxicity Test (10 Day Feeding)

○Test No. 256: Determination of effects on earthworms (*Oligochaeta*, *Annelida*)
in Field Studies

○Test No. 322: Determination of the Solubility and Dissolution Rate of Nanomaterials
for Environmental Fate Assessment

○Test No. 445A: Determination of Cytochrome P450 (CYP) Induction using
Differentiated Human Hepatic Cells

○Test No. 446A: ToxTracker gene reporter assay for the identification of genotoxic
hazard and genotoxic/non genotoxic mechanism of action

○Test No. 454A: Human Glucocorticoid Receptor Transactivation Assay
Assay for the Detection of Glucocorticoid Receptor Agonist and Antagonist
Activity of Chemicals

<更新>5件

○Test No. 201: Freshwater Alga and Cyanobacteria, Growth Inhibition Test

○Test No. 429: Skin Sensitisation: Local Lymph Node Assay

○Test No. 442D: In Vitro Skin Sensitisation: Assays addressing the Adverse

Outcome Pathway Key Event on Keratinocyte activation
○Test No. 497: Defined Approaches on Skin Sensitisation
○Test No. 498: In vitro Phototoxicity Reconstructed Human Epidermis
Phototoxicity test method

<修正>6件

○Test No. 442C: In Chemico Skin Sensitisation: Assays addressing the Adverse
Outcome Pathway key event on covalent binding to proteins
○Test No. 442E: In Vitro Skin Sensitisation assays addressing the Key Event on activation
of dendritic cells on the Adverse Outcome Pathway for Skin Sensitisation
○Test No. 444A: In Vitro Immunotoxicity: IL-2 Luc and IL-2 Luc LTT Assays
○Test No. 455: Performance Based Test Guideline for Stably Transfected Transactivation
In Vitro Assays to Detect Estrogen Receptor Agonists and Antagonists
○Test No. 494: Vitrigel Eye Irritancy Test Method for Identifying Chemicals Not
Requiring Classification and Labelling for Eye Irritation or Serious Eye Damage
○Test No. 496: In vitro Macromolecular Test Method for Identifying Chemicals Inducing
Serious Eye Damage and Chemicals Not Requiring Classification for
Eye Irritation or Serious Eye Damage

WGコメント:

Test No. 127: ナノ粒子およびその凝集体・集塊を含む物質の粉塵発生性の決定
粉体状のナノマテリアルを輸送、計量、混合などのプロセスで取り扱う際に、どの程度のナノ粒子が
空気中に飛散・浮遊するか(発じん性:Dustiness)を定量的に測定する試験法である。粒子の空気中
への放出ポテンシャルをモデル化し、曝露シナリオを構築するためのデータを算出する。

Test No. 322: 環境動態評価のためのナノマテリアルの溶解度および溶解速度の決定
ナノマテリアルが環境媒体において、どの程度の量(溶解度)、およびどのくらいの速さ(溶解速度)で
イオン等に溶出するかを測定する試験法である。2種類のバッチ試験(簡易試験および時間分解試
験)を用いて、ナノ粒子が「粒子のまま留まるか」「溶解してなくなるか」を判別する。

[NITEケミマガより]

国内ニュース

【2026/05/20】

2026 年 5 月 【解説】ナノセルロース吸入毒性をめぐる知見:臨床症例と繊維残留性の視点から
→ <https://riss.aist.go.jp/nanosafety/2026/05/20/cnf2026/>

WGコメント:

ナノセルロースの吸入毒性に関する産業総合研究所(産総研)の解説記事である。一般に生体適合
性が高いとされるセルロースだが、吸入時の毒性は化学組成ではなく、繊維径・長さ・剛直性・肺内
残留性といった物理的特性に強く依存する。過去の綿繊維曝露症例や近年の動物試験から、長く剛

直なナノセルロース繊維が肺内に長期残留した場合、慢性的な異物反応や線維化などの病変を引き起こす可能性が示唆されている。今後の安全性評価や作業環境管理においては、従来の質量濃度のみならず、繊維の形態や凝集状態を統合的に評価することが重要である。

[NITEケミマガより]

4. 今後の動向

1) 第85回 日本癌学会学術総会

開催日時: 2026年9月24日(木)～26日(土)

会場: 国立京都国際会館

学術会長: 小川誠司(京都大学大学院医学研究科 腫瘍生物学)

<https://www.c-linkage.co.jp/jca2026/>

7月14日現時点で一般演題(口演・ポスター)はまだ公開されていない。

公開されているシンポジウムに、ナノ安全性に関わる演題はなし。

2) 日本動物実験代替法学会 第39回大会

開催日時: 2026年11月13日(金)～15日(日)

会場: アクリエ姫路

学術会長: 山下 邦彦(株式会社ダイセル)

<https://jsaae39.secand.net/>

7月14日現時点でナノ安全性に関わるプログラムは公開されていない。

3) 第43回日本毒性病理学会総会および学術集会

開催日時: 2027年1月19日(火)～20日(水)

会場: 熊本城ホール

学術会長: 尾崎 清和(摂南大学)

<https://cfmeeting.com/jstp43/>

7月14日現時点でプログラムはまだ公開されていない。

※参考資料(以下をもとに安全性部会にて改変)

【NITEケミマガ】NITE化学物質管理関連情報; 777号～781号

【みずほリサーチ&テクノロジーズケミマガ】化学物質管理関連サイト新着情報; 第626～627号

以上