

人工芝由来マイクロプラスチックや 有害物質による健康影響

NPO ダイオキシン・環境ホルモン対策国民会議 理事
子どもケミネット・世話人、アドバイザー
環境脳神経科学情報センター
木村一黒田純子

1

人工芝はマイクロ・ナノプラスチックや有害化学物質の発生源

- 人工芝は、環境中にマイクロプラスチックや有害化学物質を大量に排出している。
- 人工芝由来のマイクロ・ナノプラスチック
緑のパイル部分(ポリエチレン、ポリプロピレン、ナイロンなど)、ゴムチップ(廃タイヤ剤など)からマイクロプラスチックが流出し、環境汚染を起こしている
緑色のマイクロプラスチックは環境中に高頻度に検出され、これらは人工芝由来と推定される。
マイクロプラはさらに微小なナノプラスチック(色の判別はできなくなる)に移行し、血管に侵入しやすくなり、より健康障害を起こす可能性が指摘されている。
- 人工芝由来の有害化学物質
発がん性のある多環芳香族炭化水素PAH(ベンゾピレンなど)、有害な鉛などの重金属類、揮発性有機化合物VOC、さらにプラスチックに含まれる環境ホルモンやPFASなど
- 人工芝はマイクロ・ナノプラスチック、さらに有害化学物質による健康影響が懸念。

マイクロプラスチック 粒径1 μm -5 mmのプラスチック粒子
ナノプラスチック 粒径1~100 nm、あるいは粒径1 nm~1 μm の粒子
(国立環境研究所 <https://www.cycle.nies.go.jp/magazine/mame/202303.html>) 形態は粒子から繊維状のものも

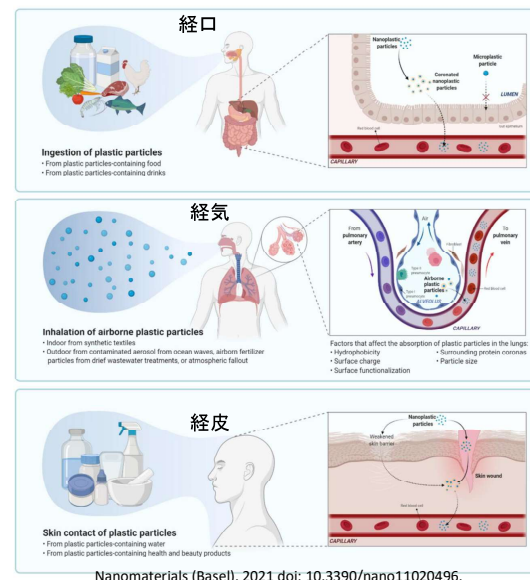
2

ナノプラスチックの危険性は？

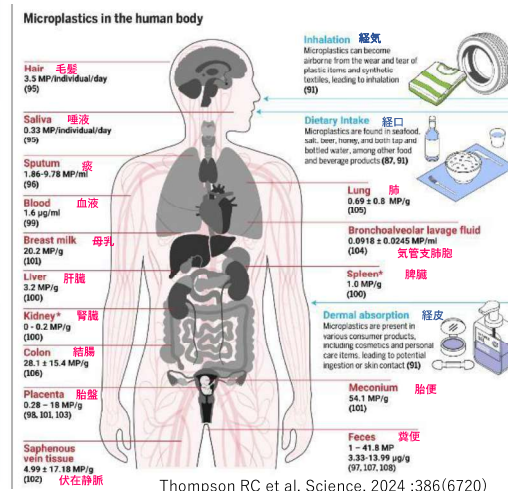
- マイクロプラスチックは、環境中や体内でより微小なナノプラスチックになる。
- マイクロ・ナノプラスチックのサイズは連続的であるため、多くの研究ではマイクロ・ナノプラスチック(MNP)として扱っているが、より微小なナノプラスチックは、細胞膜を通過しやすくなり、脳にも血液脳関門を通過して、危険性が高くなるとも警告されている。
- マイクロプラスチック 粒径1 μm -5 mmのプラスチック粒子
ナノプラスチック 粒径1~100 nm、あるいは粒径1 nm~1 μm の粒子
- マウスの実験では、ポリスチレンのMNPを9.55 μm 、1.14 μm 、0.293 μm の3種類のサイズを6匹のマウスに経口投与し、MNPが血液脳関門を通過するかどうか調べました。その結果、最も小さなMNPは投与してから2時間で、マウスの脳内で検出。
これらのMNPは、コレステロールなど脂質を吸着すると、血液脳関門を通過しやすくなると報告されている。ヒト体内のMNPの動態はさらなる研究が必要。

Nanomaterials (Basel). 2023 Apr 19;13(8):1404. doi: 10.3390/nano13081404.

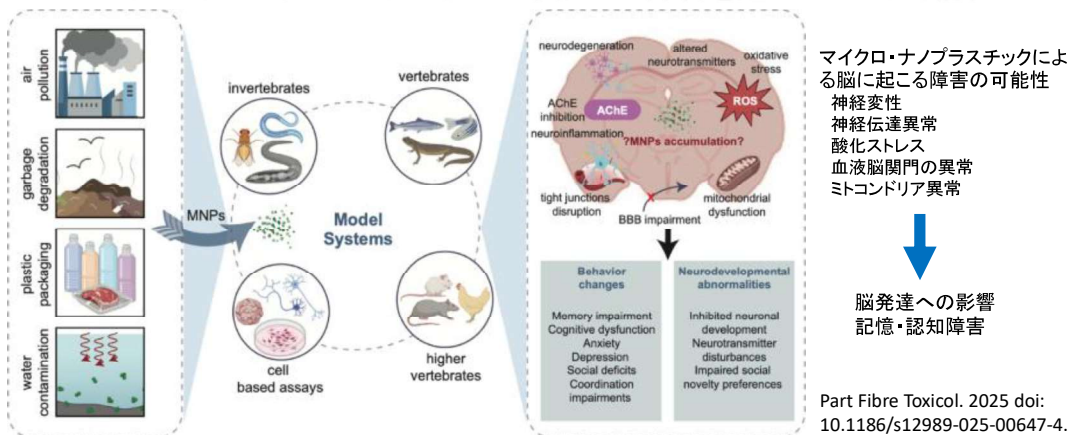
Micro- and Nanoplastics Breach the Blood-Brain Barrier (BBB): Biomolecular Corona's Role Revealed. Verena Kopatz et al.



マイクロ・ナノプラスチックは経口・ 経気・経皮経由で人体に侵入



マイクロ・ナノプラスチックは脳内に侵入して障害を起こしている可能性



マイクロ・ナノプラスチックによる脳に起こる障害の可能性
神経変性
神経伝達異常
酸化ストレス
血液脳関門の異常
ミトコンドリア異常

脳発達への影響
記憶・認知障害

Part Fibre Toxicol. 2025 doi:
10.1186/s12989-025-00647-4.

- ・ 脳の血管には有害物の侵入を防ぐ血液脳関門があるが、より小さいナノプラスチックは血液脳関門を通過しやすくなり、脳に異常を起こす可能性が指摘されている。今後、さらなる研究が必要。
- ・ さらに嗅覚系を介して、マイクロ・ナノプラスチックが直接脳内に侵入している可能性も報告されている。

JAMA Netw Open. 2024 Sep 3;7(9):e2440018. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2024.40018.

5

マイクロ・ナノプラスチックやプラスチック由来の有害化学物質による健康影響

1. マイクロ・ナノプラスチックの微粒子による物理的な組織の損傷や炎症反応

体内で異物であるため、炎症反応を起こす。 Environ Pollut. 2022 May 1;300:118986.
最近話題になっているのは、マイクロ・ナノプラスチックが血管壁に蓄積して、プラークを造り、血管を詰まらせる可能性。

2. 溶出するプラスチック由来の有害化学物質による健康影響

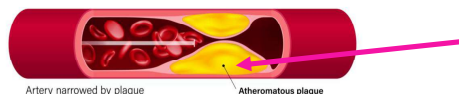
環境ホルモン(内分泌攪乱物質)、PFAS、難燃剤、紫外線吸収剤などプラスチックに含まれる添加物質は、化学結合していないので、溶出しやすい。とくに劣化したマイクロ・ナノプラスチックからは溶出しやすくなる。

6

マイクロ・ナノプラスチックMNPIによるヒトの健康障害について

- ・ 近年、マイクロプラスチックが人体の多様な組織で検出され、健康への影響に関わる報告が複数出ている。
- ・ 最近の研究報告(イタリア)で、頸動脈の動脈硬化病変切除片において、304人中150人(58%)からポリエチレンのマイクロ・ナノプラが検出され、31人(12.1%)にポリ塩化ビニルのマイクロ・ナノプラが検出された。
- ・ これらの患者の3年後の調査では、マイクロ・ナノプラが確認されなかった動脈硬化の患者と比べ、心筋梗塞、脳卒中などの死亡リスクが4.53倍上がると報告された。

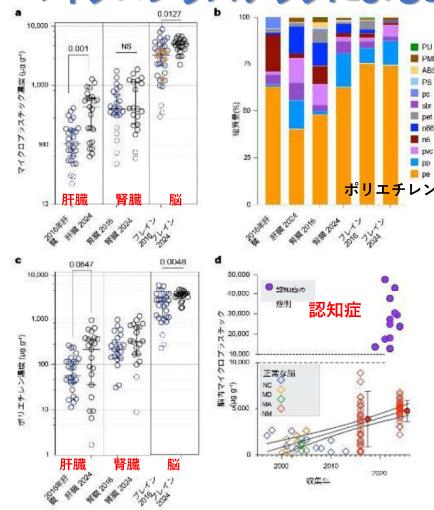
Marfella R, et al. N Engl J Med. 2024 Mar 7;390(10):900-910.



血管のプラーク中にマイクロ・ナノプラが検出。マイクロ・ナノプラの物理的影響に加え、微小になると結合していない有害な添加剤やモノマーなどが溶出しやすくなることも報告されている。

7

マイクロプラスチックによるヒトの健康障害 一脳への影響



2025年発表された米国ニューメキシコ大学の研究

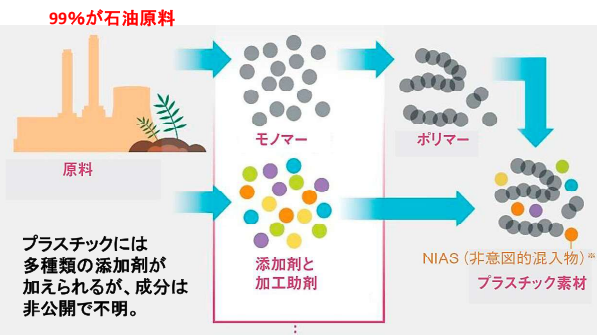
- ・ 2016年(28人、平均年齢45歳)と2024年(24人、平均年齢51歳)の死亡者(事故死など)の肝臓、腎臓、脳を調べたところ、脳で最も多くのマイクロ・ナノプラスチック(MNP)が検出され、腎臓や肝臓よりも7~30倍。脳内の微細な血管壁と免疫細胞に多くのMNPが集積。
- ・ 2016年と2024年を比べると、脳では約50%MNP量が増加
- ・ この研究責任者は、計算上、今日の私たちの脳の99.5%は脳で、残りはプラスチックとなり、それはプラスチック製のスプーン1本に相当すると警告している。
- ・ 認知症の死亡者(12人、2019-24年、平均年齢77歳)の脳ではMNP量が多く、健康者の脳と比べ2~10倍
- ・ 認知症との因果関係は不明だが、脳にはMNPが多く集まり、脳に何等かの障害を及ぼしている可能性がある。

マイクロ・ナノプラスチックによる人体影響については、分析方法など確立されていない面があるが、健康障害が複数指摘されている。今後の研究と予防が必要。

Nihart AJ et al Bioaccumulation of microplastics in decedent human brains Nature Medicine. 2025

8

プラスチック製品は重合したポリマーに多種類の添加剤が加えられる



- モノマーを重合して作られるポリマーが基本構造
例 エチレン ⇒ ポリエチレン
スチレン ⇒ ポリスチレン
塩化ビニル ⇒ ポリ塩化ビニル

- ポリマーに様々な添加剤が加えられてプラスチック素材が作られる。添加剤には環境ホルモン作用のあるフタル酸エステル類、ビスフェノール類、難燃剤などが使われるが、何が使われているのか企業秘密。

- ポリマーには重合しないモノマーが残留し、劣化や加熱で溶出する可能性有り
有害性が懸念されるモノマー:ビスフェノール類、スチレン、塩化ビニル、ジソシアネートなど

- 添加剤は、化学結合していないので溶出しやすい。

プラスチックに含まれる有害化学物質一覧

	物質群	主な有害性	何に入っているのか？
1	難燃剤 (臭素系難燃剤、有機リン系難燃剤など)	IQの低下、知的障害、発達神経毒性、発がん性、内分泌かく乱作用、生殖毒性など	玩具などの子ども向け製品、電気・電子機器、自動車、合成繊維素材、家具、建築資材など
2	有機フッ素化合物 (PFAS)	内分泌かく乱作用、発がん性、発毒性(低出生体重、不妊増加)、免疫低下、脳の発達遅延など	フッ素樹脂加工の鍋やフライパン等、食品容器包装、合成繊維素材、塗料、人工皮革など
3	フタル酸エステル類 (DEHP、DBP、BBP、DIBP など)	生殖毒性(精子減少、不妊)、内分泌かく乱作用(肥満や糖尿病など)	玩具などの子ども向け製品(塩化ビニル製の玩具の可動部)、自動車、建築資材、医療機器など
4	ビスフェノール類 (BPA、BPF、BPS など)	生殖毒性(卵形成への悪影響、不妊など)、内分泌かく乱作用(胎児発達への悪影響や肥満など)	奶瓶などの子ども向け製品、ポリカーボネート製鏡、建築資材、パソコン・スマートフォン、カメラのボディ、CD、DVD、一部の医薬品、医療器具など
5	アルキルフェノール類 (ノニルフェノール、ノニルフェノールエトキシレートなど)	内分泌かく乱作用(精子減少、不妊)など	飲料容器の蓋、プラスチックの酸化防止剤や乳化剤など
6	殺生物剤 (殺菌剤、殺虫剤、殺菌剤など)	皮膚、目への刺激や感受性、遺伝毒性、内分泌かく乱作用など	抗菌プラスチックなど
7	紫外線吸収剤・安定剤 (ベンゾフェノン類、UV-328 など)	肝臓毒性、内分泌かく乱作用、アレルギーの原因	プラスチック製品の劣化防止剤など
8	金属・半金属類 (ヒ素、カドミウム、コバルト、クロム、鉛、水銀、スズ、銅など)	神経毒性、発達神経毒性、各種有害作用・玩具からのカドミウムの溶出	玩具などの子ども向け製品、食器の着色料、自動車など
9	多環芳香炭化水素類 (PAHs、ベンゾピレンなど)	発がん性、変異原性、生殖毒性など	直接に接触するプラスチック製品中に存在、人工芝など
10	その他の非意図的混入物 (NIAS) (ダイオキシン類・揮発性有機化合物(VOC)など)	内分泌かく乱作用、生殖毒性、発達神経毒性など	再生プラスチック中には、ダイオキシン類や揮発性有機化合物などが検出されている

人工芝のプラスチックに含まれる有害物質
UNE2023年 Chemicals in plasticsより改変



国連環境計画UNEPAは2023年、プラスチックに含まれる有害化学物質の危険性についてパンフレットを公開。

プラスチックには13000種以上の化学物質が使用されており、そのなかで3200種以上に環境ホルモン(内分泌かく乱物質)など有害性が懸念されている化学物質が多い。

臭素系難燃剤、PFAS、フタル酸エステル類、ビスフェノール類、紫外線吸収剤などの有害化学物質がプラスチックに使用されているが、何が使われているのか企業秘密でわからない。

<https://www.unep.org/explore-topics/chemicals-waste/what-we-do/emerging-issues/chemicals-plastics>

多様な用途に使用されているプラスチック-1

	産業セクター 製品のバリエーション	優先的に対応する理由	具体的な 懸念化学物質の例
①	玩具などの 子ども向け 製品	・ プラスチック製玩具の普及率が高い(市販の玩具の約90%) ・ 口で接触することによるばく露リスクが高い ・ 子どもたちは成人と比べて体重が少なく、発達途中にあるため、特に影響を受けやすい(小児の脆弱性)	特定のフタル酸エステル類、BPA、SCCPs(塩素化パラフィン)、PBDEs(臭素系難燃剤)、ダイオキシン類、有害金属・半金属類
②	包装(食品 接触材を含む)	・ 食品への溶出によるばく露リスクが高い ・ 海洋プラスチック汚染の主要発生源	モノマー、有害金属・半金属類、NIAS(非意図的混入物)
③	電気・電子 機器	・ 量が多い・年間約1,000万トンのプラスチック廃棄物が発生(電気・電子機器廃棄物全体の20%に相当)	過去に添加剤として使われた残留性有機汚染物質(POPs)(PBDEs、HBCDDなど)*
④	自動車	・ 増え続けるプラスチック使用量(例:乗用車では、1900年代に一台あたり100kgだったプラスチックの平均使用量が2014年には200kgまで増加)	車の室内の空気やほこりに含まれる有害金属・半金属類、VOCs、臭素系・有機リン系難燃剤、特定のフタル酸エステル類(使用量が上昇し、人体へのばく露量が増加)
⑤	合成繊維 素材	・ プラスチックの高い普及率—繊維製品の60%以上(2016年は約6,500万トン) ・ 天然繊維と比較して多くの難燃剤が必要	PBDEs、HBCDD、SCCPs、PFOS、PFDA

UNEP資料より

多様な用途に使用されているプラスチック-2

	産業セクター 製品のバリエーション	優先的に対応する理由	具体的な 懸念化学物質の例
⑥	家具	・ 懸念化学物質の人体ばく露の重大な原因(特に子ども) ・ 耐用年数が長い(再利用を含めて)ため、使われなくなった添加剤も含め長期間ばく露	臭素系・有機リン系難燃剤
⑦	建築資材	・ プラスチックの大量使用による室内空気・屋外環境の悪化 ・ 長期使用による長期的ばく露および廃棄物管理の課題	臭素系・有機リン系難燃剤、SCCPs、MCCPs、フタル酸エステル類、PCBs
⑧	医療機器	・ 病院や保健施設におけるPVC(ポリ塩化ビニル)製プラスチック医療機器の広範な使用(プラスチック製の医療機器の40%)による脆弱な人々のばく露	フタル酸エステル類(DEHPなど)、ダイオキシン類(PCDDs/PCDFs)(PVCでできた医療廃棄物の燃焼により発生)
⑨	パーソナル ケア製品・ 家庭用品	・ 原料に大量に使用されている懸念化学物質の人体や生態系への直接ばく露 ・ 容器から製品へ懸念化学物質が移行	フタル酸エステル類やその他の可塑剤、NIAS(非意図的混入物)
⑩	農業・水産 養殖業・漁 業用品	・ 農業や水産養殖業ではプラスチックが広く使用され(2018年は約1,250万トン)、回収・リサイクルが難しく、環境への大量排出(特に多いのは農業用マルチフィルム)	特定のフタル酸エステル類、ビスフェノール類、ダイオキシン類(PCDDs/PCDFs)(PVC製品の野焼きから発生)

※電気・電子機器のライフサイクル内で発生する有害物質で、ストックホルム条約において懸念性があると認定されたもの

UNEP資料より

SOURCES

発生源



日常的なプラスチック製品：

プラスチックを使用した食品接触材、建築資材、電子機器、繊維製品、衣類、パーソナルケア製品、家庭用品など



子ども向け製品：

玩具、衣類、家具など



職場：

プラスチックのバリューチェーンの各段階における職業的ばく露

プラスチック中の有害化学物質の人体曝露とその影響

ばく露経路

例

汚染された空気への吸入(経気)
汚染された食品、水、ほごりの摂取(経口)
皮膚への接触(経皮)

UNEP資料JEPA翻訳版より
<https://kokumin-kaigi.org/?p=10909>

健康への悪影響

例

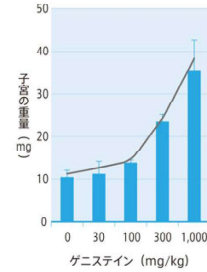
ホルモン機能の異常
生殖能力の低下
神経系の損傷
高血圧・心血管疾患
肺がん・肝臓がん

ビスフェノール類やフタル酸エステル類など 環境ホルモンが不妊を起こし、発達障害の要因となることが多くの科学論文から明らかになっている。とくに胎児や成長期の子どもたちには、適切なホルモン作の働きが重要であり、内分泌かく乱物質の影響を受けやすい。

環境ホルモンはごく低用量で悪影響を起こす

単調な曲線

一部の化合物は、用量が増えるほど反応も大きくなる。例えば、植物エストロゲンのゲニステインは、マウスへの投与量が多くなるほど、子宮の重量を増加させる。

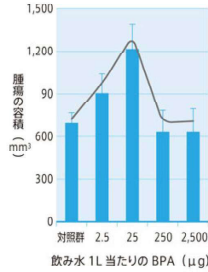


出典：Chito, R. et al. J. Toxicol. Sci. 37, 879-889 (2012)

非単調な曲線

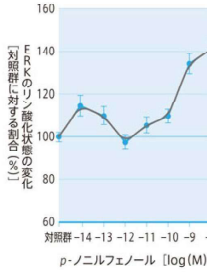
Fagan D, Toxicology: The learning curve, Nature (2012-10-25)

最も大きな腫瘍ができるのは中用量のビスフェノール A (BPA) に曝露されたマウスである。中用量だけでなく高用量でも腫瘍細胞の増殖が起こるが、高用量では細胞死も起こる。



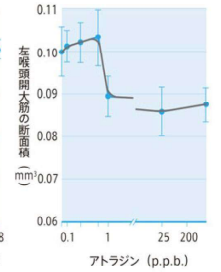
出典：Jenkins, S. et al. Environ. Health Perspect. 119, 1604-1609 (2011)

エストロゲン類似化合物 p-ノニルフェノールは、低用量と高用量で ERK 細胞シグナル伝達経路を刺激する。この曲線の複雑な形状は、ホルモン受容体やそのほかの膜タンパク質との相互作用によって説明できる。



出典：Bulayeva, N. N. & Watson, C. S. Environ. Health Perspect. 112, 1241-1487 (2004).

除草剤のアトラジンは、一定の投与量を超えると、雄のカエルの喉頭筋を萎縮させる。けれどもその反応は、高用量では人さくならない。



出典：Hayes, T. A. et al. Proc. Acad. Sci. USA 99, 5476-5480 (2002).

環境ホルモンはホルモン同様にごく低用量で影響を起こすことがあり、閾値が決めにくい

試料	分類・用途など	化学物質名	中央値	毒性や性質	
尿	ネオニコチノイド系農薬	クロチアニジン	0.44 μg/gCr	発達神経毒性、生殖毒性など	
		ジノテフラン	0.81 μg/gCr	発達神経毒性など	
	ネオニコチノイド代謝物	デスメチル・アセタミプリド	0.35 μg/gCr	原体は発達神経毒性など	
		有機リン系農薬代謝物	DMTP	2.9 μg/gCr	発達神経毒性など
		DEP	3.1 μg/gCr	発達神経毒性など	
	ピレスロイド系農薬代謝物	PBA*	0.30 μg/gCr	発達神経毒性など	
	パラベン類（防腐剤）*	メチルパラベン	46 μg/gCr	内分泌かく乱など	
	プラスチック由来	フタル酸エステル類*	MBP	15 μg/gCr	内分泌かく乱、発達神経毒性、 エピジェネティック変異、継世代影響
			MEHHP	6.2 μg/gCr	
			MEOHP	3.3 μg/gCr	
	ビスフェノール類*	BPA	0.2 μg/gCr	内分泌かく乱、エピジェネティック変異、 継世代影響	
		BPS	0.084 μg/gCr		
	血液	ダイオキシン類**	コプラナー-PCBを含む	5.6 pg-TEQ/g-fat	内分泌かく乱、エピジェネティック変異
プラスチックやそれ以外からも 総水銀	有機フッ素化合物 PFAS	PFOS	3.3 ng/ml	内分泌かく乱、発がん性	
		PFOA	2.2 ng/ml	内分泌かく乱、発がん性	
			7.3 ng/ml	神経毒性、発達神経毒性、内分泌かく乱	
	鉛		7.6 ng/ml	神経毒性、発達神経毒性、内分泌かく乱	
	カドミウム		0.95ng/ml	神経毒性、エピジェネティック変異、 遺伝毒性など	
	ヒ素	3価ヒ素	1.8 ng/ml		

日本人における 化学物質のばく露

環境省 日本人における化学物質のばく露量2025年版より引用。データは健康な成人で令和6年度(117人)、令和5年度(108人)、
<https://www.env.go.jp/chemi/kenkou/monitoring.html>
*令和4年度(89人)
<https://www.env.go.jp/chemi/kenkou/monitoring.html>

尿調査は代謝が早い物質について測定。血液は難分解性物質を測定。
/g cr: 尿中クレアチニンに対する濃度。

◎は検査全員検出。毒性については自分に加えただのもので、環境省の見解ではない。

これらの物質は胎盤を容易に通過する。成人では大きな影響は出なくとも、胎児や成長期の子ども、生殖系への影響が懸念される。

15

日本人における化学物質のばく露

環境省 日本人における化学物質のばく露量2025 年版より引用。データは健康な成人で令和6年度(117人)、令和5年度(108人)、令和4年度(89人)
<https://www.env.go.jp/chemi/kenkou/monitoring.html>
<https://www.env.go.jp/chemi/kenkou/monitoring.html>

尿調査は代謝が早い物質について測定。血液は難分解性物質を測定。
/g cr: 尿中クレアチニンに対する濃度。

◎は検査全員検出。毒性については自分に加えたもので、環境省の見解ではない。

これらの物質は胎盤を容易に通過する。成人では大きな影響は出なくとも、胎児や成長期の子ども、生殖系への影響が懸念される。

プラスチック条約策定に関する要望書 署名運動を実施

有害化学物質から子どもを守るネットワーク(JEPA、生協、日消連など約50団体)

https://c.kokumin-kaigi.org/?page_id=753

① 新たなプラスチックの生産量を削減する

プラスチックポリマーの生産抑制の世界的・国別の目標を設定すること(条約案Ⅱ-1)

② プラスチックに含まれる有害化学物質を規制する

「懸念される化学物質」について、UNEPの技術報告書に「ヒトや野生生物への影響が懸念される化学物質群」として記載されている10種の「懸念化学物質」をリスト化し、これらについて、禁止、制限、段階的廃止の規制を講じること(条約案Ⅱ-2)

③ 使い捨てプラスチックの使用を段階的に禁止する

使い捨て製品を含む、「問題があり・回避可能なプラスチック製品」の使用を段階的に禁止すること(条約案Ⅱ-3)

2025年6月3日時点で、83,412筆の署名が集まり、関連省庁(環境省、経産省、外務省)に提出。

人工芝規制にも、文科省、環境省、経産省への要望書について取り組み中。

人工芝は子どもに有害でしかない・禁止すべきプラスチック

- ・プラスチック製品は、私たち人間の生活全てに利用されており、医療用など欠かせない使用がある。
- ・一方、プラスチックの大量使用により、重大な環境汚染、地球温暖化が起こっており、総生産量の規制、回避可能なプラスチックは規制・禁止すべき。
- ・人工芝は、環境ホルモンや発がん性物質など有害化学物質を放出するだけでなく、環境汚染・健康障害を起こすマイクロ・ナノプラスチックの主要な発生源。
- ・さらに人工芝は、子どもに熱中症や怪我のリスクを上げている。
- ・プラスチック製品のなかでも人工芝は、天然芝や土壌使用で回避できる。

人工芝の使用は今後、導入を禁止すべき。現在人工芝が導入されている校庭やグラウンドは、段階的に天然芝や土壌に移行する必要がある。