

◆ 食品中のパー及びポリフルオロアルキル化合物について（「食品安全情報」から抜粋・編集）

－WHO（2011年4月～2023年12月）－

「食品安全情報」（<http://www.nihs.go.jp/dsi/food-info/foodinfonews/index.html>）に掲載した記事の中から、食品中のパー及びポリフルオロアルキル化合物（PFAS）についての記事を抜粋・編集したものです。

他の地域/機関の情報については下記サイトをご参照下さい。

「食品安全情報（化学物質）」のトピックス

<https://www.nihs.go.jp/dsi/food-info/chemical/index-topics.html>

公表機関ごとに古い記事から順に掲載しています。

- 世界保健機関（[WHO](#) : World Health Organization）
- 国連食糧農業機関（[FAO](#) : Food and Agriculture Organization of the United Nations）

記事のリンク先が変更されている場合もありますので、ご注意ください。

● 世界保健機関（WHO : World Health Organization）

1. 国際がん研究機関（IARC）

IARC モノグラフ Volume 110 (2016)

パーフルオロオクタン酸、テトラフルオロエチレン、ジクロロメタン、1,2-ジクロロプロパン、1,3-プロパンスルトン

Perfluorooctanoic Acid, Tetrafluoroethylene, Dichloromethane, 1,2-Dichloropropane, and 1,3-Propane Sultone

<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol110/index.php>

食品安全情報 2016-16

表題の物質うち、パーフルオロオクタン酸についてオンライン公表。残りは順次公表する。

2. 国際がん研究機関（IARC）

IARC モノグラフ会合－135 巻発表

IARC Monographs Meetings – Volume 135 is announced

26 September 20

<https://www.iarc.who.int/news-events/iarc-monographs-meetings-volume-135-is-announced/>

食品安全情報 2022-21

2023年11月7-14日、リヨン・フランスにおいて IARC モノグラフ会合第135巻を開催し、パーフルオロオクタン酸（PFOA）及びパーフルオロオクタンスルホン酸（PFOS）について議論する。そのためのデータ募集を2023年10月7日まで、専門家募集を2022年11月28日まで行う。

*IARC Monographs – Volume 135

<https://monographs.iarc.who.int/iarc-monographs-volume-135/>

3. パー及びポリフルオロアルキル化合物（PFAS）

Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS)

<https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/water-sanitation-and-health/chemical-hazards-in-drinking-water/per-and-polyfluoroalkyl-substances>

食品安全情報 2022-24

WHOはPFOSとPFOAを中心とするパー及びポリフルオロアルキル化合物(PFAS)に対する飲料水水質ガイドライン (GDWQ) の更新を検討している。現在、背景文書案を公開している。2022年11月22日までコメントを募集。

- 背景文書案

PFOS and PFOA in Drinking-water

29 September 2022

https://cdn.who.int/media/docs/default-source/wash-documents/wash-chemicals/pfos-pfoa-gdwq-bd-working-draft-for-public-review-29.9.22.pdf?sfvrsn=eac28c23_3

健康影響に基づくガイダンス値 (HBGV) を算出するための重要な健康エンドポイントの特定には大きな不確実性があり、コンセンサスが得られていないことと、科学的進展の速さを考慮し、現実的な解決策として暫定ガイドライン値 (pGV) の導出が提案された。PFOS 及び PFAS に対しては個別の pGV として 0.1 µg/L、総 PFAS に対しては複合 pGV として 0.5 µg/L が提案された。pGV の導出にあたっては、複数の PFAS による複合汚染を含む汚染実態に関する世界的データ、利用可能な分析法 (現時点で測定可能な PFAS は約 30 種)、処理可能性を考慮した。これらの pGV は、幅広い国と水道事業者において追加調査の指標となることを意図している。

4. 国際がん研究機関 (IARC)

IARC モノグラフがパーフルオロオクタン酸 (PFOA) 及びパーフルオロオクタンスルホン酸 (PFOS) の発がん性を評価

IARC Monographs evaluate the carcinogenicity of perfluorooctanoic acid (PFOA) and perfluorooctanesulfonic acid (PFOS)

1 December 2023

<https://www.iarc.who.int/news-events/iarc-monographs-evaluate-the-carcinogenicity-of-perfluorooctanoic-acid-pfoa-and-perfluorooctanesulfonic-acid-pfos/>

食品安全情報 2023-25 (別添)

世界保健機関 (WHO) のがん専門機関である国際がん研究機関 (IARC) が、パーフルオロオクタン酸 (PFOA) とパーフルオロオクタンスルホン酸 (PFOS) の発がん性を評価した。PFOA と PFOS は、パー及びポリフルオロアルキル化合物 (PFAS) と呼ばれる大きなフッ素化合物グループに含まれる、広く使用されている化学物質であり、容易に分解しないことから「永遠の化学物質 (forever chemicals)」と呼ばれることもある。

2023年11月7日～14日にリヨンで開催される会合のために、IARC モノグラフ・

プログラムにより、11 カ国から 30 名の国際的専門家からなる作業部会が招集された。広範な文献を徹底的に検討した結果、作業部会は PFOA をヒトに対して発がん性がある (グループ 1)、PFOS をヒトに対して発がん性がある可能性がある (グループ 2B) と分類した。最終評価の要約は、*The Lancet Oncology* のオンライン版で発表された。詳細な評価は、2024 年に IARC モノグラフ第 135 巻として出版される予定である。

評価の結果

作業部会は PFOA と PFOS のがんハザード (cancer hazard) の評価を行った。

PFOA は「ヒトに対して発がん性がある (グループ 1)」: これは実験動物における発がん性の「十分な根拠 (sufficient evidence)」と、暴露されたヒトにおけるメカニズム (エピジェネティックな変化と免疫抑制) の「強い (strong) 根拠」に基づく。また、ヒトにおける発がん性 (腎細胞がんと精巣がん) の「限定的な根拠 (limited evidence)」と、ヒト初代培養細胞と実験系におけるメカニズム (エピジェネティックの変化と免疫抑制、その他いくつかの発がん物質の主要特性) の「強い根拠」もあった。

PFOS は「ヒトに対して発がん性がある可能性がある (グループ 2B)」: その根拠は、暴露されたヒトを含む試験系全体でメカニズム (エピジェネティックの変化と免疫抑制、その他いくつかの発がん物質の主要特性) についての「強い根拠」である。また、実験動物における発がん性の「限られた根拠」と、ヒトにおける発がん性の「不十分な根拠 (inadequate evidence)」があった。

PFOA 及び PFOS への暴露

PFOA と PFOS は、最も人里離れた地域であっても、環境中に偏在している。また、食品包装、カーペット、建材、化粧品、調理器具、防水衣料、泡消火薬剤など、さまざまな製品に特異的に含まれ、その他にも多くの産業用途がある。PFOA と PFOS はまた、特にこれらが大量に生産又は使用されている場所の近くで、飲料水に発見されている。

暴露量は、PFOA 又は PFOS の製造に携わる、あるいはその他の製品の製造にこれらの化学物質を直接使用する作業者の間で最も高いと推定される。作業者の暴露経路は主に吸入であると考えられるが、経皮暴露の可能性もある。一部の国でこれらの化学物質の使用の制限規制が発効されたため、職業暴露は減少していると思われるが、規制を導入していない国では暴露は継続しているだろう。廃棄物管理での暴露は続いている。

PFOA 及び PFOS は、一部の泡消火薬剤 (水性膜泡、AFFF と呼ばれる) に広く使用されており、特に空港や軍の消火活動や訓練で使用されている。これらの用途での PFOA と PFOS の使用は多くの国で禁止されているが、古い在庫の AFFF を使用した場合、消防士が PFOA と PFOS に暴露される可能性はある。

一般の人は主に食品と飲料水、そして潜在的には消費者製品を介して暴露される。汚染された地域では、飲料水が一般集団にとっての主な暴露源である。

IARC モノグラフ分類

IARC モノグラフ分類は、ある物質や作用因子（agent）ががんを誘発する可能性の根拠の強さを示している。IARC モノグラフ計画は、がんハザード、つまりその作用因子ががんを誘発する可能性を特定することを目的としている。例えば、グループ 1 は根拠の強さが最も高い分類であり、ある作用因子ががんを誘発する可能性があることを示している。しかし、この分類は、異なる量又は異なるシナリオでの暴露に関連する発がんリスクの程度を示すものではない。同じグループに分類された物質や作用因子に関連する発がんリスクは、暴露の種類や程度、特定の暴露量での作用因子による影響の大きさなどの要因に応じて、大きく異なる可能性がある。

5. 国際がん研究機関 (IARC)

パーフルオロオクタン酸 (PFOA) 及びパーフルオロオクタンスルホン酸 (PFOS) の発がん性に関する IARC モノグラフ評価 - Q&A -

IARC Monographs evaluate the carcinogenicity of perfluorooctanoic acid (PFOA) and perfluorooctanesulfonic acid (PFOS)

Questions and Answers (Q&A)

1 December 2023

<https://www.iarc.who.int/faq/iarc-monographs-evaluate-the-carcinogenicity-of-perfluorooctanoic-acid-pfoa-and-perfluorooctanesulfonic-acid-pfos/>

食品安全情報 2023-25 (別添)

(一部抜粋)

評価結果は？

下記の表 1 の通り。

表 1. IARC モノグラフ 135 における分類の要約

作用因子 (agent)	根拠について			総合評価 分類グループ
	ヒトにおける 発がん性	実験動物にお ける発がん性	発がんメカニズム (発がん物質としての 主要特性)	
PFOA	限定的 (Limited) (腎細胞がん, 精巣がん)	十分 (Sufficient)	暴露されたヒト (KCs4, 7)、ヒト初代培養細胞 (KCs5, 7, 8)、実験系 (KCs4, 5, 7, 8, 10) に おいて強い (Strong)	1
PFOS	不十分 (Inadequate)	限定的 (Limited)	暴露されたヒト (KCs4, 7)、ヒト初代培養細胞 (KCs5, 7, 8)、実験系 (KCs4, 5, 7, 8, 10) に おいて強い (Strong)	2B

KCs：発がん物質としての主要特性、KC4：エピジェネティックな変化の誘導、KC5：酸化ストレスの誘導、KC7：免疫抑制、KC8：受容体媒介作用の調節、KC10：細胞増殖・細胞死・栄養供給の変化

作業部会はどのようにして分類を決定したか？

PFOAは「ヒトに対して発がん性がある（グループ1）：PFOAのグループ1の評価は、実験動物における発がん性の「十分な根拠（sufficient evidence）」と、暴露されたヒトにおけるメカニズム（エピジェネティックな変化、免疫抑制）の「強い（strong）根拠」に基づいた。さらに、ヒトにおける発がん性の「限定的な根拠（limited evidence）」もあった。

PFOSは「ヒトに対して発がん性がある可能性がある（グループ2B）」：PFOSのグループ2Bの評価は、暴露されたヒトを含む、試験系全体でメカニズムについての「強い（strong）根拠」に基づいた。

これらの作用因子は依然にも IARC モノグラムで評価されたのか？

PFOAは2014年に評価され、グループ2B（ヒトにおけるがんの限定的な根拠による）に分類された。PFOSの評価は初めてである。

なぜ PFOA が再評価されたのか？

助言グループが、2020-2024年のIARCモノグラフの評価候補として、PFOAを優先度が高い作用因子として再評価すべきであると勧告した。この勧告は、ヒトにおけるがんに関する複数の研究、動物試験、そしてメカニズムデータに関する多くの科学文献から新しい根拠が公表されたことによる。

PFOA の再評価で使用された重大な新規根拠はあったのか？

PFOAの前の評価以降、興味深い科学的な研究が急増している。動物試験はほぼ倍増しており、暴露されたヒトにおける研究も含めてメカニズムに関する試験の数も大幅に増加している。ヒトのがんに関する研究の数も急増しており、それらの研究は主に、PFOAとPFOSへの比較的低用量で暴露された一般集団に関するものである。例外的に、作業部会自身で、イタリアのヴェネト州におけるPFOA血清濃度の平均に関連した、精巣がんの指標である精巣摘除率を生態学的に解析した。

- ▶ Sistema Epidemiologico Regionale (2016). Ricognizione epidemiologica iniziale sulle orchietomie per tumore del testicolo rilevate nell'area interessata dalla contaminazione idropotabile da PFAS. Padova, Italy: Sistema *Epidemiologico Regionale*. Available from:

<https://sian.aulss9.veneto.it/index.cfm?method=mys.apridoc&iddoc=809>

[Italian]

- ▶ Pitter G, Da Re F, Canova C, Barbieri G, Zare Jeddi M, Daprà F, et al. (2020). Serum levels of perfluoroalkyl substances (PFAS) in adolescents and young adults exposed to contaminated drinking water in the Veneto Region, Italy: a cross-sectional study based on a health surveillance program. *Environ Health Perspect.* 128(2):27007. <https://doi.org/10.1289/EHP5337>

誰が、どのように、これらの作用因子に暴露される？

暴露量が最も多いと推定されるのは、PFOA 又は PFOS の製造に携わる作業員、あるいは他の製品の製造にこれらの化学物質を直接使用する作業員である。経皮暴露の可能性もあるが、作業員における主な暴露経路は吸入である。これらの作用因子の使用の制限規制が発効されて以来、一部の国では職業暴露がおそらく (likely) 減少しているようだが、他の国では暴露が継続している可能性が高い。廃棄物管理における暴露も続いている。

PFOA と、はるかに広範囲に使用されている PFOS は、消火用発泡剤（水性膜泡、AFFF と呼ばれる）に広く使用されており、特に空港や軍の消火活動、訓練で使用されている。これらの用途での PFOA と PFOS の使用は多くの国で禁止されているが、古い在庫の AFFF を使用した場合、消防士が PFOA と PFOS に暴露される可能性はある。

一般の人は、主に食品と飲料水、そして潜在的には消費者製品を介して暴露される。汚染された地域では、飲料水が一般集団にとっての主な暴露源である。

今回の評価に基づき、IARC は何を勧告する？

IARC は、がんの原因に関連した根拠を作成・評価する研究機関であるが、健康上の勧告は示さない。しかし、IARC モノグラフ計画による評価は、しばしば、がんリスクを最小化するための国や国際的な政策、ガイドライン、勧告のための基礎として用いられることがある。

IARC モノグラフの分類はリスクの観点では何を意味するのか？

IARC モノグラフの分類は、がんを誘発する物質や作用因子の根拠の強さを示している。IARC モノグラフ計画はがんハザード、つまり暴露ががんを誘発する可能性の同定である。ただし、IARC の分類は、異なる暴露量や暴露シナリオに関連したがんリスクの程度を示してはいない。同じグループに分類された物質や作用因子のがんリスクは、暴露の種類や程度、特定の暴露量での作用因子による影響の大きさなどの要因に応じて、大きく異なる可能性がある。

IARC モノグラフに用いられている根拠の強さ評価のグループはどのようなものか？

各評価に寄与する根拠の強さグループを表 2 に示す。

表 2. IARC モノグラフが用いる根拠の強さのグループ

ヒトにおけるがんの根拠	実験動物におけるがんの根拠	メカニズムの根拠	評価
十分			ヒトに対して発がん性がある (グループ 1)
	十分	強い (暴露されたヒトで)	
限定的	十分		おそらくヒトに対して発がん性がある (グループ 2A)
限定的		強い	
	十分	強い (ヒト細胞又は組織)	
		強い (メカニズムの種類)	ヒトに対して発がん性がある 可能性がある (グループ 2B)
限定的			
	十分		ヒトに対する発がん性について分類できない (グループ 3)
		強い	
	十分	強い (ヒトには作用しない)	
上記以外の全ての場合(いずれにも該当しない場合)			

● 国連食糧農業機関 (FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nations)

1. 貿易監視リスト “watch list” 推奨の農薬及び工業用化学物質

Pesticides and industrial chemicals recommended for trade 'watch list'

1 April 2011, Rome

<http://www.fao.org/news/story/en/item/54392/icode/>

食品安全情報 2011-7

ロッテルダム条約の科学物質レビュー委員会会合

国連の科学専門家は、2つの農薬（エンドスルファン、アジンホスメチル）と1つの農薬製剤（Gramoxone Super）、さらにパーフルオロオクタンスルホン酸（PFOS）とその塩及び前駆体、ペンタ BDE（プロモジフェニルエーテル）、オクタ BDE の3つの工業用化学物質について、ロッテルダム条約の「事前のかつ情報に基づく同意の手続」の対象にすることを薦めることを提言した。ロッテルダム条約は 2004 年に発効され、これまで委員会では有害な農薬を “watch list” に追加することを薦めてきた。今回対象

となった Gramoxone Super は二塩化パラコートを含む除草剤で、綿、稲及びトウモロコシの雑草管理に使用される。ペンタ BDE 及びオクタ BDE は臭素化難燃剤であり、工業生産は残留性有機汚染物質（POPs）に関するストックホルム条約のもと制限されている。

本勧告は 2011 年 6 月の第 5 回締約国会議へ送付される。

* ロッテルダム条約

<http://www.pic.int/home.php?type=s&id=77>

* (外務省 HP) 国際貿易の対象となる特定の有害な化学物質及び駆除剤についての事前のかつ情報に基づく同意の手続に関するロッテルダム条約

<http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/kankyo/jyoyaku/rotterda.html>

* (外務省 HP) スtockホルム条約

<http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/kankyo/jyoyaku/pops.html>

最終更新：2023 年 12 月

国立医薬品食品衛生研究所安全情報部

食品安全情報ページ (<http://www.nihs.go.jp/dsi/food-info/index.html>)