

パーフルオロ化合物(概要)

1. パーフルオロ化合物とは

パーフルオロ化合物とは、有機フッ素化合物の一種で、代表的なものとしてパーフルオロオクタ酸(PFOA)やパーフルオロオクタンスルホン酸(PFOS)があります。PFOA 又はその類縁化合物はフッ素樹脂の製造助剤として使用されており、PFOS やパーフルオロブタンスルホン酸(PFBS)は、紙や繊維等で、撥水剤、表面処理剤、防汚剤、消火剤、コーティング剤等のフッ素樹脂の溶媒として用いられてきました。また、パーフルオロ化合物を構造内に含むフッ素テロマー(低鎖重合体)は、ファーストフードの包み紙や箱、電子レンジ調理用ポップコーンの袋等の紙製品に撥水又は撥油性を持たせるために使用されているものもあります。フッ素テロマーは分解してテロマーアルコール類となり、その後パーフルオロ化合物となります。PFOS や PFOA は安定な構造をしているため環境中で分解されにくく、高い蓄積性も有するため、環境水中や野生生物中に広範囲に存在していることが知られるようになりました。

このため、食事を介してヒトが暴露^{注1}する危険性が懸念されていることから、PFOA や PFOS による食品の汚染状況についての調査が各国で実施されています。また、フッ素樹脂の製造助剤として使用されている PFOA 類は未反応物とその製品中に残存することがあるため、食品への移行が懸念されていましたが、フライパン等の調理器具には PFOA はほとんど残存していないことが明らかとなっています。食品接触材料からの PFOA の暴露源としては、フッ素コーティングされた紙製品が懸念されています。

PFOS 及び関連化合物については、2009 年に開催されたストックホルム条約(POPs 条約)^{注2} 第4回締約国会議において、日本も含め現時点での代替の見通しの立たない用途があることから、附属書 B(制限)への追加が勧告され、代替技術の開発を進めつつ、将来的な廃絶へ取り組んでいくこととなりました。世界各国において PFOS 類の使用・製造が禁止され、日本においても、2010 年 4 月から、「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律(化審法)」に基づき、PFOS は不可欠用途以外での製造・使用が原則として禁止となっています。また、国際連合食糧農業機関(FAO)は 2011 年 4 月に、国連の化学物質専門家^{注3}が 3 種類の工業化学物質(①PFOS、その塩類及び前駆物質、②商業用ペンタブロモジフェニルエーテル、③商業用オクタブロモジフェニルエーテル)をロッテルダム条約^{注3}の附属書に含めること

注1 暴露(ばくろ): 作業段階や、環境経由、製品経由、あるいは事故によって、ヒトが化学物質を吸ったり、食べたり、触れたりして、体内に取り込むこと、また、生態系が化学物質にさらされることの総称です。

注2 スtockホルム条約(POPs条約): POPs 条約とは、環境中での残留性、生物蓄積性、人や生物への毒性が高く、長距離移動性が懸念される残留性有機汚染物質(POPs: Persistent Organic Pollutants)の、製造及び使用の廃絶、排出の削減、これらの物質を含む廃棄物等の適正処理等を規定している条約です。日本など条約を締結している加盟国は、対象となっている物質について、各国がそれぞれ条約を担保できるように国内の諸法令で規制することになっています。

注3 ロッテルダム条約: 複数の締約国において使用を禁止され又は厳しく規制された化学物質及び極めて有害な駆除用製剤を一定の手続に従って条約の附属書に掲載し、締約国は、自国の輸出者が他の締約国の当該化学物質の輸入に係る決定に従うことを確保すること、締約国間で有害な化学物質等に関する情報

を勧告したと公表しました。このような状況により、PFOS を含有する製品は近い将来市場からなくなるものと予想されています。

2. ヒトに対する影響

ヒト疫学データからは PFOS に発がん性があるとのデータは得られていません。PFOA については、米国環境保護庁 (EPA) にて、科学諮問委員会が「ヒトに発がん性があるらしい (Likely to be Carcinogenic to Humans)」と示していますが、まだ評価の結論は得られていません。なお、動物実験によると、急性毒性はそれほど高くないとされていますが、蓄積性が極めて高いことが指摘されています。

3. 海外の状況

諸外国では、環境中に既に残留しているパーフルオロ化合物が食品に入り込む可能性から、耐容一日摂取量 (TDI)^{注4} が設定されています。例えば、欧州食品安全機関 (EFSA) では、PFOA については 1,500ng/kg 体重/日、PFOS については 150ng/kg 体重/日と定めています^{注5}。欧州における PFOA の推定一日摂取量は 4.3ng/kg 体重/日 (高摂取群では 7.7ng/kg 体重/日) で、TDI をはるかに下回っているとされています。PFOS の推定一日摂取量は 5.2ng/kg 体重/日 (高摂取群では 10ng/kg 体重/日) で、TDI を十分下回るとされています。欧州では、2008 年 6 月 27 日以降、織物及びコーティングされた製品では $1\mu\text{g}/\text{m}^2$ 、半仕上げ製品・品物では 0.1 重量%、物質及び調剤では 0.005 重量% を超える PFOS 及び関連化合物を含有する製品の EU 域内での市場取引及び使用が禁止されています。

EPA は 2005 年 1 月、PFOA のリスク評価書の草案を提示し、科学諮問委員会が査読を行っています。草案は予備的 (preliminary) であり、まだ結論は得られていませんが、科学諮問委員会はその時点で得られた情報をレビューし、PFOA は「ヒトに発がん性があるらしい (Likely to be Carcinogenic to Humans)」と示しています。

EPA は 2006 年 1 月に、PFOA、PFOA 類縁物質及びこれらの前駆体物質の環境中への排出削減と製品中の含有量削減について自主削減計画 (基準年 (2000 年) 対比で 2010 年までに 95% 削減、2015 年までに全廃) を立案、同プログラムへの参加をフッ素樹脂・フッ素系撥水撥油剤メーカー 8 社に提案し、8 社全てが自主的取組に合意しています。また、有害物質規制法 (Toxic Substances Control Act (TSCA)) 新規化学物質計画 (New Chemicals Program (NCP)) に基づく新規化学物質の検討過程の一部として、PFOA、PFOS 及びその他の長鎖パーフルオロ化合物について、代替物質を検討しています。

交換を促進すること等を規定しており、有害な化学物質の潜在的な害から人の健康及び環境を保護し、並びに当該化学物質等の環境上適正な使用に寄与するものです。

具体的には、事務局が、附属書に掲載する化学物質について締約国に予め輸入意思を確認し、それを各締約国に送付することにより、締約国がその化学物質を他の締約国に輸出するにあたり当該輸入国の意思に従うように規定しています。また、自国内で禁止又は厳しく規制された化学物質を輸出する場合に、輸入国に対しその危険性等の情報を通報することを規定しています。

注 4 耐容一日摂取量 (TDI): ヒトが生涯摂取し続けても、健康への悪影響がないと推定される一日当たりの摂取量のことです。

注 5 ng (ナノグラム): 1mg (ミリグラム) の 100 万分の 1 の量です。1,000 ナノグラム = 1 マイクログラム = 1,000 分の 1 ミリグラムです。150ng/kg 体重/日とは、体重 60kg の人の場合、1 日当たり 9,000 ナノグラム (9 マイクログラム) を意味します。

米国食品医薬品庁 (FDA) は、パーフルオロ化合物の 1 種である C8 化合物 (炭素数が 8 個 (C8) 又はそれより長い炭素の鎖の長さをもつパーフルオロ化された物質) に、安全上の懸念があるとする最近の研究結果を受け、C8 化合物に関するデータの包括的な見直しを開始しました。これを受けて C8 化合物のメーカー各社は 2012 年に、C8 化合物を含有するすべての耐油脂剤の販売中止について合意に達しています。

4. 国内の状況

化審法が 2009 年 5 月に改正され、PFOS は第一種特定化学物質として製造・輸入が許可制になり、事実上禁止されています。PFOA は一般化学物質であり、製造・輸入数量の届出が必要とされています。「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律 (化管法)」では、PFOS は第一種指定化学物質であり、排出量及び移動量の届出が必要とされています。このほかに業界での取組として、日本製紙連合会の会員企業間では、2002 年に、食品用途での安全性の懸念の高いフッ素系の耐油紙等の製造をしないという申合せがなされています。

基準値等の設定はまだありませんが、農林水産省は優先的にリスク管理を実施する必要のある有害化学物質の一つに挙げています。また、環境省において、「水質汚濁に係る人の健康の保護に関する環境基準」の見直しが検討されており、PFOS がその対象となっています。

厚生労働省では、2009 年に、PFOS 及び PFOA について、水道水質管理計画のうち、水質監視の要検討項目に追加しています。また、厚生労働科学研究により実施されたトータルダイエツスタディ^{注6}によると、日本における推定一日摂取量は、PFOA が 11.5ng/kg 体重/日、PFOS が 12.1ng/kg 体重/日と算出されています。

環境省では、PFOA 及び PFOS について、健康リスクを含めた化学物質の環境リスク評価 (初期評価結果) を公表しています。PFOA については、マウス生殖・発生毒性試験で認められた肝臓重量の増加に係る無毒性量 (NOAEL) 等^{注7}から、暴露マージン (MOE)^{注8}を 1,500 としています。PFOS については、ラット 104 週間混餌投与試験で認められた雄の肝細胞肥大に係る NOAEL 等から、MOE を 450 としています。

なお、食品安全委員会では、調理器具から溶出する物質のうち、パーフルオロ化合物について、平成 22 年度に「自ら評価」の候補案件として審議し、その結果、ファクトシートを作成して情報提供を行うこととなりました。本ファクトシートは、平成 23 年度食品安全確保総合調査の結果を踏まえて取りまとめたものです。

注6 トータルダイエツスタディ (トータルダイエツ調査): 市場で売られている広範囲の食品を対象とし、食品添加物や農薬などを実際にどの程度摂取しているかを把握するために、加工・調理によるこれらの物質の増減も考慮に入れて行う摂取量の推定方法のことです。

注7 原典記載どおり。「無毒性量 (NOAEL) 等とは、NOAEL (無影響量 (NOEL)) から、又は最小毒性量 (LOAEL (最小影響量 (LOEL))) を 10 で除して変換した NOAEL (NOEL) から求めた数値」とされています。

注8 暴露マージン (MOE: Margin of Exposure): 暴露幅とも言います。ある化学物質のヒト暴露量が動物実験で得られた無毒性量 (NOAEL) 又はベンチマーク用量信頼下限値 (BMDL) に対してどれだけ離れているかを示す係数です。NOAEL 又は BMDL / 暴露量により算出します。この値が大きい程、現時点の暴露量はヒト又は環境中の生物に有害性を発現するまでの余裕が大きいことを示しています。

ファクトシート(パーフルオロ化合物)

※印は文末に用語解説あり

項目	内容	参考文献
1.名称/別名	パーフルオロ化合物/ペルフルオロ化合物 (代表的な物質として) パーフルオロオクタン酸/PFOA パーフルオロオクタンスルホン酸/PFOS	
2.概要(用途、汚染経路、汚染される可能性のある食品等)	<p>パーフルオロ化合物は有機フッ素化合物の一種で、代表的なものとしてPFOAやPFOSがある。フッ素に完全に置換されたアルキル基※部分の末端に親水性の解離基であるスルホン酸ないしカルボン酸を持つ。全フッ素置換された長鎖アルキル基は強固なC-F結合のために化学的には極めて安定な化合物となる。そのため、特にPFOAがフッ素含有高分子の合成の際の乳化剤として広く使われてきた。</p>	1
	<p>PFOA又はその類縁化合物は、フッ素樹脂の製造助剤として使用されており、未反応物が製品中に残存することがある。</p> <p>PFOSやパーフルオロブタンスルホン酸(PFBS)は、紙や繊維などで、撥水剤、表面処理剤、防汚剤、消火剤、コーティング剤等のフッ素樹脂の溶媒として用いられていた。</p> <p>パーフルオロ化合物を構造内に含むフッ素テロマー(低鎖重合体)は、ファーストフードの包み紙や箱、電子レンジ調理用ポップコーンの袋等の紙製品に撥水又は撥油性を持たせるために加工されたものが存在する。フッ素テロマーは分解してテロマーアルコール類となり、その後パーフルオロ化合物となる。</p>	2
	<p>PFOA、PFOSに代表される有機フッ素化合物は、フッ素樹脂、撥水剤などの製造に広く使用されてきた。これらの物質は難分解性で蓄積性が高いため、食事を介してヒトが暴露※する危険性が懸念されている。</p>	3
	<p>有機フッ素化合物のうち、PFOSやPFOAは安定な構造をしているため環境中で分解されにくく、高い蓄積性も有するため、環境水中や野生生物中に広範囲に存在していることが知られるようになった。</p>	4
	<p>フッ素コーティング調理器具にはPFOAはほとんど残存しておらず、食品接触材料からのPFOAの暴露源として懸念されるのは、フッ素コーティングされた紙製品である。</p>	2,5
3.注目されるようになった経緯	<p>PFOSは1950年代半ばに開発され、以後半世紀近くに渡って様々な用途に使われてきた有機フッ素系界面活性剤であるが、2000年になり最大手の製造企業が環境への配慮を理由に突如製造中止を表明して世界的に大きな衝撃を与えた化合物である。化学的に極めて安定で、環境残留性は高い。撥水性と撥油性を併せ持つ特異な化学的性質を利用して様々な表面処理の用途に使われてきたが、遠隔地の野生生物からも高い濃度で検出されたほか、製造工程にかかわる労働者以外に一般人の血液中からも検出され、広く汚染が進んでいる状況が明らかになってきている。</p>	1

項目	内容	参考文献
	<p>米国環境保護庁(EPA)は、2005年1月、PFOAのリスク評価書の草案を、ピアレビューを受けるために科学諮問委員会(Science Advisory Board: SAB)に提示している。草案は予備的(preliminary)であり、まだ結論は得られていないが、SABはその時点で得られた情報をレビューし、PFOAは「ヒトに発がん性があるらしい(Likely to be Carcinogenic to Humans)」と示した。</p>	6
	<p>米国環境保護庁(EPA)は2006年1月、PFOAとPFOA類縁物質及びこれらの前駆体物質の環境中への排出削減と製品中の含有量削減について自主削減計画を立案し、同プログラムへの参加を、フッ素樹脂・フッ素系撥水撥油剤メーカー8社にも参加している。欧州連合(EU)においてはPFOSの節減措置がとられている。</p>	7,8
	<p>ストックホルム条約(POPs条約)※第4回締約国会議(2009年開催)では、PFOS及びその塩並びにパーフルオロオクタンスルホン酸フルオリド(PFOSF)について、日本も含め現時点での代替の見通しの立たない用途があることから、附属書B(制限)への追加が勧告され、代替技術の開発を進めつつ、将来的な廃絶へ取り組んでいくこととなった。</p>	9
	<p>日本国内においても、PFOSは2010年4月から、不可欠用途(半導体用のエッチング剤、レジスト(半導体の製造に使用する調剤)、業務用写真フィルム)以外での製造・使用が原則として禁止となったため(化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律:化審法)、今後はPFOSの使用量は減少するものと見込まれている。ただし、2008年度時点では、国内出荷(6.2トン)の9割程度が化審法の不可欠用途に該当していると考えられるため、今後も年間数トン程度の規模で国内出荷が継続する可能性がある。</p>	10,11
4.毒性に関する科学的知見(国内/国際機関/ 諸外国)		
(1)体内動態(吸収～排出までの代謝)	<p>英国健康保護庁(HPA)によれば、経口摂取による吸収率が高く、その後非常にゆっくりと体内から排泄される。ヒトにおける半減期はPFOAで約4年、PFOSで約9年である。(2009)</p>	12
	<p>欧州食品安全機関(EFSA)によれば、ヒトにおける半減期はPFOAで約3.8年、PFOSで約5.4年である。(2008)</p>	13
	<p>PFOA、PFOS: ラットでは、主に肝臓、腎臓、血液中でみられ、他の組織では低濃度である。胎盤を通過して胎児にも入り、胎児では主として肝臓にみられる。排泄は、ラットでは主として腎臓経由、一部は糞便排泄であるが、ヒトでは腎排泄は無視できる。</p>	13
	<p>厚生労働省の「内分泌かく乱物質の健康影響に関する検討会」において、10地域の272人の血清分析の実施結果が報告されている。(2005)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・全ての血清サンプルからPFOSを検出。中央値は26.2ng[※]/ml(2.8～271.1ng/ml)。年齢とともに上昇する傾向がみられた。 ・PFOAは、91人のみで検出。 ・地域によってそのレベルに差がみられたことから、生活習慣等の暴露源についての検討を行っている。 ・PFOSについては、全員から一定以上のレベルで検出されたことから、その健康影響の有無についても検討する必要があると考えられた。 	14

項目	内容	参考文献	
(2)毒性	①急性毒性	英国健康保護庁(HPA)によれば、ヒトの高暴露後の急性毒性を示すデータはない。 動物実験のデータからは、中程度の急性経口毒性(消化管と肝臓に影響、軽度の皮膚刺激・眼刺激)が示されている。(2009)	12
		欧州食品安全機関(EFSA)(2008) 経口LD ₅₀ * PFOA:約500 mg/kg 体重(ラット) PFOS:251mg/kg 体重(ラット)	13
		PFOS:経済産業省・環境省によるGHS分類*結果 LD ₅₀ =154mg/kg体重(ラット経口)というデータから、区分3と分類。	15
	②遺伝毒性(変異原性)	英国健康保護庁(HPA)によれば、変異原性委員会(COM)は、PFOA:陰性、PFOS:陰性と結論づけている。(2009)	12
	③発がん性	英国健康保護庁(HPA)によれば、発がん性委員会(COC)は、ヒト疫学データからはPFOA及びPFOSに発がん性があるとのデータは得られていないとしている。(2009)	12,13
		米国環境保護庁(EPA)の科学諮問委員会(SAB)は2005年当時に得られた情報から、PFOAは「ヒトに発がん性があるらしい(Likely to be Carcinogenic to Humans)」と示した。EPA草案は予備的(preliminary)であり、まだ結論は得られていない。	6
		PFOS:経済産業省・環境省によるGHS分類結果(2008) 国際的に主要な評価機関による評価がなされておらず、データが不十分なため分類できない。	15
		英国健康保護庁(HPA)(2009)によれば、 PFOS:ラットへの投与試験(PFOS約2mg/kg体重/日を104週投与)では、肝臓、甲状腺、乳腺でがんの誘発が見られたが、発がん性委員会(COC)は、発がん性の根拠としては不確かであると結論づけた。遺伝毒性でないメカニズムで発がん性が誘発されていると考えられる。 PFOA:ラットでの慢性毒性試験において、ライディツヒ細胞(精巢の細胞)・膵腺房細胞(消化酵素を分泌する細胞)・肝細胞に良性腫瘍の発生が見られた。発がん性委員会(COC)は、ライディツヒ細胞腫瘍の誘導についての作用機序はヒトには当てはまらないと結論づけている。	12
	④生殖発生毒性	英国健康保護庁(HPA)(2009)によれば、ヒトにおける生殖発生影響に関するデータはない。 動物では、PFOAあるいはPFOSに暴露した動物の児に影響を及ぼすことが報告されている。これらの影響は母体毒性を引き起こす投与量で観察されている。	12
		PFOS:経済産業省・環境省によるGHS分類結果(2008) 生殖能又は胎児への悪影響のおそれがあるとして、区分1B(人に対して生殖毒性があると考えられる物質)に分類。	15

項目	内容	参考文献
	<p>PFOS:</p> <p>英国健康保護庁(HPA)(2009)によれば、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・妊娠ラットへの投与試験によると、10mg/kg体重/日の経口投与で、体重と摂餌量の減少、円背位、脱毛、粗毛などの母体毒性が報告されている。有害な発生影響としては、着床数の減少、生存胎児数の減少、口蓋裂や心臓奇形の増加などが観察されている。母体毒性と発生影響に関する無毒性量(NOEL)[*]は1mg/kg体重/日であった。 ・マウスへの投与試験では、20mg/kg体重/日の投与で母体体重の低下がみられたが、着床数及び生存胎児数には影響はみられなかった。奇形はラットの試験報告と同様に口蓋裂や心臓奇形が観察された。新生児については、20mg/kg体重/日で出生直後に蒼白、不活発、瀕死がみられ、10mg/kg体重/日以上で生存率への影響がみられた。 ・妊娠ウサギへの投与試験では、1mg/kg体重/日で母体毒性がみられ、2.5mg/kg体重/日の投与で胎児の体重減少と胎児奇形が観察された。 ・ラットの二世世代繁殖毒性試験では、毒性、死亡率、F₀世代[*]の交配における有害影響の兆候は見られず、1.6及び3.2mg/kg体重/日で児動物の生存率が低下し、身体発育の可逆的な遅延が観察された。 	12
	<p>PFOS:</p> <p>ドイツ連邦リスク評価研究所(BfR)(2006)によれば、ラットの二世世代繁殖毒性試験における体重低下に基づくNOELは、0.1mg/kg体重/日であった。 (原典単位はμg/kg体重/日)</p>	16
	<p>PFOA:</p> <p>英国健康保護庁(HPA)(2009)によれば、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ラットの二世世代繁殖毒性試験では、30mg/kg体重/日までの投与では親動物(F₀)の生殖指標に影響は見られなかったが、30mg/kg体重/日でF₁[*]児動物の生存率低下、F₁及びF₂[*]児動物の体重低下が観察された。 ・ラットの催奇形性試験では、150mg/kg体重/日までの投与では、母体体重の減少が見られたが、催奇形性は観察されなかった。 ・ウサギの発生毒性試験では、最高用量の50mg/kg体重/日でのみ母体体重増加の低下が見られ、50mg/kg体重/日で過剰肋骨を有する胎児の頻度が有意に増加した。 ・マウスに1-40mg/kg体重/日を経口投与した発生毒性試験では、5mg/kg体重/日以上で全胚吸収の増加、新生児死亡の増加が観察された。催奇形性は認められなかった。発生毒性に関するNOELは1mg/kg体重/日であった。 	12

項目	内容	参考文献
⑤ その他の毒性(短期・長期毒性等)	<p>欧州食品安全機関(EFSA)(2008)によれば、</p> <p>PFOA:</p> <ul style="list-style-type: none"> ・複数の報告をレビューした結果、最も低いNOAELは、亜慢性試験※(雄ラット)における、0.06mg/kg体重/日である(0.64mg/kg体重にて肝細胞肥大や肝重量の増加が見られたことに基づく)が、これらの変化はしばしば適応応答であったり可逆的なものであるとされる。しかし、腫瘍の促進などに関わる重要な知見かもしれないため厳密に評価すべきである。 ・一方で、2年間のラット投与試験ではNOAEL1.3mg/kg体重(肝重量の増加に基づく)であり、二世世代繁殖毒性試験では最小用量1mg/kg体重/日で肝重量増加等がみられた。 ・肝重量の増加における用量反応データをモデル化した場合、BMDL₁₀(10%影響に対するベンチマーク用量信頼下限値)※は、0.31mg/kg体重/日である。 <p>PFOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ・最も低いNOAELは、亜慢性試験(カニクイザル)にて、脂質と甲状腺ホルモンに変化が見られたことに基づく、NOAEL 0.03mg/kg体重/日である。 	13
	<p>PFOA:</p> <p>英国食品基準庁(FSA)毒性委員会(COT)(2006)によれば、PFOAの毒性に関する多数のエンドポイントから、有害影響が予測されない出発点として投与量0.3mg/kg体重/日が適当であると選択された。</p>	17
	<p>PFOA:</p> <p>マウスにPFOAのアンモニウム塩(APFO)を投与した生殖・発生毒性試験から得られた、肝臓重量の増加の発生率の5%増加に相当する用量の95%信頼下限値(BMDL₅)の0.17mg/kg/日*(肝臓重量の増加)を試験期間が短いことから5で除し、APFOからPFOAに換算した0.03mg/kg/日*を無毒性量等※に設定した。(2011)</p> <p>*:原典記載どおり。</p>	18
	<p>PFOS:</p> <p>英国食品基準庁(FSA)毒性委員会(COT)(2006)、欧州食品安全機関(EFSA)(2008)、米国環境保護庁(EPA)(2009)によれば、PFOSについての最も低いNOAELは、26週間のカニクイザル試験において報告されている、血清T3レベルの低下に基づく、NOAEL0.03mg/kg体重/日である。</p>	12,19,20
	<p>PFOS:</p> <p>ラットの中・長期毒性試験から得られたPFOSのカリウム塩の無毒性量(0.015~0.057mg/kg/日*、雄の肝細胞肥大)から、用量範囲の平均をとって0.036mg/kg/日*とし、PFOSに換算した0.03mg/kg/日*を無毒性量等に設定した(2008)。</p> <p>*:原典記載どおり。</p>	21

項目	内容	参考文献																														
5.食品の汚染実態																																
(1)国内	<p>厚生労働科学研究費補助金トータルダイエツ調査※(2007) 関東、関西の2地区で、国民栄養調査の地域別国民平均食品摂取量に基づいて食品を購入し、トータルダイエツ調査試料を調整し、PFOA及びPFOSを測定。検出下限は食品群は0.5ng/g(油脂類のみ1ng/g)、飲料水は0.5ng/L。 検出されたのは、以下のみ。 魚介類：関東、関西とも PFOS:0.6ng/g 飲料水：関東 PFOA:1.3ng/L PFOS:8ng/L 関西 PFOA:19ng/L PFOS:2.1ng/L</p>	3																														
	<p>環境省 化学物質環境汚染実態調査 <2005年></p> <table border="1" data-bbox="580 730 1283 871"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>PFOA</th> <th>PFOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>貝類</td> <td>0.043-0.27 ng/g湿重量 (18検体中18検体で検出)</td> <td>nd-1.6 ng/g湿重量 (18検体中17検体で検出)</td> </tr> <tr> <td>魚類</td> <td>nd-0.66 ng/g湿重量 (57検体49検体で検出)</td> <td>nd-6.6 ng/g湿重量 (57検体中55検体で検出)</td> </tr> </tbody> </table> <p>nd: not detected</p> <p><2004年></p> <table border="1" data-bbox="580 965 1283 1106"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>PFOA</th> <th>PFOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>食事</td> <td>nd-0.024 ng/g生重量 (50検体中10検体で検出)</td> <td>nd-0.12 ng/g生重量 (50検中46検体で検出)</td> </tr> <tr> <td>大気</td> <td>0.22-5,300pg/m³ (20検体20検体で検出)</td> <td>nd-44 pg/m³ (20検体中20検体で検出)</td> </tr> </tbody> </table> <p>nd: not detected</p>	項目	PFOA	PFOS	貝類	0.043-0.27 ng/g湿重量 (18検体中18検体で検出)	nd-1.6 ng/g湿重量 (18検体中17検体で検出)	魚類	nd-0.66 ng/g湿重量 (57検体49検体で検出)	nd-6.6 ng/g湿重量 (57検体中55検体で検出)	項目	PFOA	PFOS	食事	nd-0.024 ng/g生重量 (50検体中10検体で検出)	nd-0.12 ng/g生重量 (50検中46検体で検出)	大気	0.22-5,300pg/m ³ (20検体20検体で検出)	nd-44 pg/m ³ (20検体中20検体で検出)	22												
項目	PFOA	PFOS																														
貝類	0.043-0.27 ng/g湿重量 (18検体中18検体で検出)	nd-1.6 ng/g湿重量 (18検体中17検体で検出)																														
魚類	nd-0.66 ng/g湿重量 (57検体49検体で検出)	nd-6.6 ng/g湿重量 (57検体中55検体で検出)																														
項目	PFOA	PFOS																														
食事	nd-0.024 ng/g生重量 (50検体中10検体で検出)	nd-0.12 ng/g生重量 (50検中46検体で検出)																														
大気	0.22-5,300pg/m ³ (20検体20検体で検出)	nd-44 pg/m ³ (20検体中20検体で検出)																														
(2)国際機関	情報は見当たらない。																															
(3)諸外国等	<p>①EU</p> <p>ドイツを中心とした欧州7カ国、主に2006～2009年に収集されたサンプル(合計4,881サンプル)における濃度。 (単位: μg/kg)</p> <table border="1" data-bbox="580 1368 1307 1890"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>PFOA</th> <th>PFOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>魚</td> <td>0.02-18.2 (818検体中37検体で検出)</td> <td>0.03-153 (819検体中265検体で検出)</td> </tr> <tr> <td>魚：内臓類</td> <td>0.1-2.42 (38検体中33検体で検出)</td> <td>1.05-282 (38検体中3検体で検出)</td> </tr> <tr> <td>カニなど甲類</td> <td>0.02 - 8 (61検体中16検体で検出)</td> <td>0.09 - 46 (61検体中29検体で検出)</td> </tr> <tr> <td>肉(家畜類)</td> <td>0.05-1 (127検体中3検体で検出)</td> <td>0.04-1 (127検体中5検体で検出)</td> </tr> <tr> <td>肉：内臓類(家畜類)</td> <td>0.27-4.2 (1115検体中11検体で検出)</td> <td>1-11 (1151検体中80検体で検出)</td> </tr> <tr> <td>肉(野生動物)</td> <td>1-11 (521検体中54検体で検出)</td> <td>1-641 (522検体中179検体で検出)</td> </tr> <tr> <td>肉：内臓類(野生動物)</td> <td>0.5-161 (873検体中363検体で検出)</td> <td>0.002 - 3,480 (874検体中849検体で検出)</td> </tr> <tr> <td>卵、卵製品</td> <td>2.1-21.5 (86検体中5検体で検出)</td> <td>0.06-6.4 (85検体中12検体で検出)</td> </tr> <tr> <td>飲料水</td> <td>0.0003-0.084 (142検体中11検体で検出)</td> <td>0.001-0.012 (147検体中11検体で検出)</td> </tr> </tbody> </table>	項目	PFOA	PFOS	魚	0.02-18.2 (818検体中37検体で検出)	0.03-153 (819検体中265検体で検出)	魚：内臓類	0.1-2.42 (38検体中33検体で検出)	1.05-282 (38検体中3検体で検出)	カニなど甲類	0.02 - 8 (61検体中16検体で検出)	0.09 - 46 (61検体中29検体で検出)	肉(家畜類)	0.05-1 (127検体中3検体で検出)	0.04-1 (127検体中5検体で検出)	肉：内臓類(家畜類)	0.27-4.2 (1115検体中11検体で検出)	1-11 (1151検体中80検体で検出)	肉(野生動物)	1-11 (521検体中54検体で検出)	1-641 (522検体中179検体で検出)	肉：内臓類(野生動物)	0.5-161 (873検体中363検体で検出)	0.002 - 3,480 (874検体中849検体で検出)	卵、卵製品	2.1-21.5 (86検体中5検体で検出)	0.06-6.4 (85検体中12検体で検出)	飲料水	0.0003-0.084 (142検体中11検体で検出)	0.001-0.012 (147検体中11検体で検出)	23
項目	PFOA	PFOS																														
魚	0.02-18.2 (818検体中37検体で検出)	0.03-153 (819検体中265検体で検出)																														
魚：内臓類	0.1-2.42 (38検体中33検体で検出)	1.05-282 (38検体中3検体で検出)																														
カニなど甲類	0.02 - 8 (61検体中16検体で検出)	0.09 - 46 (61検体中29検体で検出)																														
肉(家畜類)	0.05-1 (127検体中3検体で検出)	0.04-1 (127検体中5検体で検出)																														
肉：内臓類(家畜類)	0.27-4.2 (1115検体中11検体で検出)	1-11 (1151検体中80検体で検出)																														
肉(野生動物)	1-11 (521検体中54検体で検出)	1-641 (522検体中179検体で検出)																														
肉：内臓類(野生動物)	0.5-161 (873検体中363検体で検出)	0.002 - 3,480 (874検体中849検体で検出)																														
卵、卵製品	2.1-21.5 (86検体中5検体で検出)	0.06-6.4 (85検体中12検体で検出)																														
飲料水	0.0003-0.084 (142検体中11検体で検出)	0.001-0.012 (147検体中11検体で検出)																														



項目	内容	参考文献																																																
	<p>英国の小売店で販売されている各種食品について、PFOAやPFOSを分析した結果。(2009) (単位: $\mu\text{g}/\text{kg}$生鮮重)</p> <table border="1" data-bbox="579 409 1297 768"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>PFOA</th> <th>PFOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ウナギ等の脂肪分の多い魚</td> <td>平均 1.07</td> <td>平均 4.77 (range:1-59)</td> </tr> <tr> <td>白身魚</td> <td>平均 1未満</td> <td>平均 1.2 (range:1-2)</td> </tr> <tr> <td>カニなど魚介類</td> <td>平均 3.25 (range:1-8)</td> <td>平均 4.42 (range:1-13)</td> </tr> <tr> <td>肉(内臓以外)</td> <td>平均 1未満</td> <td>平均 1未満</td> </tr> <tr> <td>肉:肝臓</td> <td>平均 1.12 (range:1-3)</td> <td>平均 2.48 (range:1-10)</td> </tr> <tr> <td>肉:腎臓</td> <td>平均 1未満</td> <td>平均 1.36 (range:1-3)</td> </tr> <tr> <td>パン、乳、卵、野菜</td> <td>平均 1未満</td> <td>平均 1未満</td> </tr> </tbody> </table> <p>オランダの全国の小売チェーン店から無作為に購入した食品サンプルを分析。食品群別のPFOA、PFOSの測定結果。(2010) (単位: $\mu\text{g}/\text{kg}$食品、検出限界を超えたもの。)</p> <table border="1" data-bbox="579 880 1297 1205"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>PFOA</th> <th>PFOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>脂肪分の多い魚</td> <td>0.008</td> <td>0.061</td> </tr> <tr> <td>赤身の魚</td> <td>0.023</td> <td>0.308</td> </tr> <tr> <td>甲殻類</td> <td>0.046</td> <td>0.582</td> </tr> <tr> <td>バター</td> <td>0.016</td> <td>0.033</td> </tr> <tr> <td>牛乳</td> <td>0.001</td> <td>0.010</td> </tr> <tr> <td>豚肉</td> <td>0.015</td> <td>0.014</td> </tr> <tr> <td>ベーカリー製品</td> <td>0.005</td> <td>0.004</td> </tr> </tbody> </table> <p>(原典単位はng/g食品)</p>	項目	PFOA	PFOS	ウナギ等の脂肪分の多い魚	平均 1.07	平均 4.77 (range:1-59)	白身魚	平均 1未満	平均 1.2 (range:1-2)	カニなど魚介類	平均 3.25 (range:1-8)	平均 4.42 (range:1-13)	肉(内臓以外)	平均 1未満	平均 1未満	肉:肝臓	平均 1.12 (range:1-3)	平均 2.48 (range:1-10)	肉:腎臓	平均 1未満	平均 1.36 (range:1-3)	パン、乳、卵、野菜	平均 1未満	平均 1未満	項目	PFOA	PFOS	脂肪分の多い魚	0.008	0.061	赤身の魚	0.023	0.308	甲殻類	0.046	0.582	バター	0.016	0.033	牛乳	0.001	0.010	豚肉	0.015	0.014	ベーカリー製品	0.005	0.004	24
項目	PFOA	PFOS																																																
ウナギ等の脂肪分の多い魚	平均 1.07	平均 4.77 (range:1-59)																																																
白身魚	平均 1未満	平均 1.2 (range:1-2)																																																
カニなど魚介類	平均 3.25 (range:1-8)	平均 4.42 (range:1-13)																																																
肉(内臓以外)	平均 1未満	平均 1未満																																																
肉:肝臓	平均 1.12 (range:1-3)	平均 2.48 (range:1-10)																																																
肉:腎臓	平均 1未満	平均 1.36 (range:1-3)																																																
パン、乳、卵、野菜	平均 1未満	平均 1未満																																																
項目	PFOA	PFOS																																																
脂肪分の多い魚	0.008	0.061																																																
赤身の魚	0.023	0.308																																																
甲殻類	0.046	0.582																																																
バター	0.016	0.033																																																
牛乳	0.001	0.010																																																
豚肉	0.015	0.014																																																
ベーカリー製品	0.005	0.004																																																
②米国	<p>米国において食品中のPFOAやPFOS濃度を測定したデータは限られている。200以上の食品サンプルを米国内の3箇所の店舗で購入し計測した文献では、PFOSが4検体のミルク(0.573~0.852 ng/g)と、3検体の牛肉(0.570~0.587 ng/g) から検出された。PFOAは、2検体の牛肉(0.504, 1.09 ng/g)、パン(0.524, 14.7 ng/g)、リンゴ(1.13, 2.35 ng/g)、青豆(0.543 ng/g)から検出された(ただし、パンの14.7 ng/gは汚染による可能性もあるとしている)。(2009)</p>	26																																																
③その他	情報は見当たらない。																																																	
6.暴露情報(国内/国際機関/諸外国)																																																		
(1)推定一日摂取量	<p>日本:厚生労働科学研究費補助金 トータルダイエット調査(2007) 調査した14群の食品群のほとんどで未検出であったため正確な摂取量を把握するのは困難。未検出値を0として計算した場合の摂取量 PFOA:0.06 ng/kg体重/日 PFOS:0.98 ng/kg体重/日 未検出値に検出下限値の1/2の値を用いた場合の摂取量 PFOA:11.5 ng/kg体重/日 PFOS:12.1 ng/kg体重/日</p>	3																																																

項目	内容	参考文献												
	<p>欧州食品安全機関(EFSA)(2012)</p> <table border="0"> <tr> <td>平均摂取群</td> <td>高摂取群</td> </tr> <tr> <td>PFOS: 5.2 ng/kg体重/日</td> <td>10 ng/kg体重/日</td> </tr> <tr> <td>PFOA: 4.3 ng/kg体重/日</td> <td>7.7 ng/kg体重/日</td> </tr> </table>	平均摂取群	高摂取群	PFOS: 5.2 ng/kg体重/日	10 ng/kg体重/日	PFOA: 4.3 ng/kg体重/日	7.7 ng/kg体重/日	27						
平均摂取群	高摂取群													
PFOS: 5.2 ng/kg体重/日	10 ng/kg体重/日													
PFOA: 4.3 ng/kg体重/日	7.7 ng/kg体重/日													
	<p>英国食品基準庁(FSA):トータルダイエツトスタディ(2007)</p> <table border="0"> <tr> <td>平均摂取群</td> <td>高摂取群</td> </tr> <tr> <td>PFOA: 10 ng/kg体重/日</td> <td>20 ng/kg体重/日</td> </tr> <tr> <td>PFOS: 10 ng/kg体重/日</td> <td>20 ng/kg体重/日</td> </tr> </table> <p>(原典単位は μg/kg体重/日)</p>	平均摂取群	高摂取群	PFOA: 10 ng/kg体重/日	20 ng/kg体重/日	PFOS: 10 ng/kg体重/日	20 ng/kg体重/日	24						
平均摂取群	高摂取群													
PFOA: 10 ng/kg体重/日	20 ng/kg体重/日													
PFOS: 10 ng/kg体重/日	20 ng/kg体重/日													
	<p>英国食品基準庁(FSA):トータルダイエツトスタディ(2004)</p> <p><大人></p> <table border="0"> <tr> <td>平均摂取群</td> <td>高摂取群</td> </tr> <tr> <td>PFOA: 70 ng/kg体重/日</td> <td>100 ng/kg体重/日</td> </tr> <tr> <td>PFOS: 100 ng/kg体重/日</td> <td>200 ng/kg体重/日</td> </tr> </table> <p><乳幼児=1.5~2.5歳児></p> <table border="0"> <tr> <td>平均摂取群</td> <td>高摂取群</td> </tr> <tr> <td>PFOA: 200 ng/kg体重/日</td> <td>300 ng/kg体重/日</td> </tr> <tr> <td>PFOS: 300 ng/kg体重/日</td> <td>500 ng/kg体重/日</td> </tr> </table> <p>(原典単位は μg/kg体重/日)</p>	平均摂取群	高摂取群	PFOA: 70 ng/kg体重/日	100 ng/kg体重/日	PFOS: 100 ng/kg体重/日	200 ng/kg体重/日	平均摂取群	高摂取群	PFOA: 200 ng/kg体重/日	300 ng/kg体重/日	PFOS: 300 ng/kg体重/日	500 ng/kg体重/日	28
平均摂取群	高摂取群													
PFOA: 70 ng/kg体重/日	100 ng/kg体重/日													
PFOS: 100 ng/kg体重/日	200 ng/kg体重/日													
平均摂取群	高摂取群													
PFOA: 200 ng/kg体重/日	300 ng/kg体重/日													
PFOS: 300 ng/kg体重/日	500 ng/kg体重/日													
	<p>オランダ:国立公衆健康環境研究所(RIVM)(2010)</p> <p>PFOSとPFOAの長期間摂取は約0.3ng/kg体重/日。 99%タイル※の高レベル摂取集団では約0.6ng/kg体重/日である。</p>	25												
	<p>フランス:食品衛生安全庁(AFSSA)(2009)</p> <p>食品加熱調理器具の非粘着コーティングの残留PFOAについて、食品に接触する設備器具経由の現実的なPFOA暴露量は2.5ng/kg体重/日。 EFSA(2008)が評価した食品経由の最大暴露量が6ng/kg体重/日であることを考慮すると、食品加熱調理器具の非粘着コーティングにおける残留PFOAによる消費者リスクはほとんどない。</p>	29												
(2)食品接触材料からの移行	<p>米国(2005)</p> <p>食品包材用の紙から食品へのパーフルオロ化合物移行実験の結果、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・フッ素コーティング調理器具に残存するPFOAは4~75 μg/kgであり、ほとんど残存していないことがわかった。 ・食品接触材料からのPFOAの暴露源として懸念されるのは、フッ素コーティングされた紙製品である。 <p>フッ素コーティングされたポップコーン紙袋(PFOA含有量0.3mg/kg)を電子レンジ調理した場合、紙袋から食用油へのPFOA移行量は1 μg/kg以下であった。同実験で、食品用紙製品により多く使われているフッ素テロマー(その後、パーフルオロオクチルアルコール→PFOAとなる)は、食品に3~4mg/kg移行しており、さらなる調査が必要とされる。(2005)</p>	5												

項目	内容	参考文献
	<p>日本：六鹿(2008)</p> <p>パーフルオロ化合物を構造内に含むフッ素テロマー(低鎖重合体)によって加工されたと思われる紙製品からは、パーフルオロ化合物が水を含む食品へ移行しやすいことが判明した(水60°C、30分間の溶出試験では含有量の10%程度、水95°C、30分間の溶出試験では含有量の60~100%のパーフルオロ化合物が溶出した)。(2007)</p>	2
7.リスク評価(ADI、TDI、ARfD、MOE等とその根拠)		
(1)国内	<p>環境省：化学物質の環境リスク初期評価</p> <p>PFOA及びPFOSはリスクの判定はできないが、総合的に考えて、関連情報の収集が必要と評価された。</p> <p>PFOA： 無毒性量等(マウス生殖・発生毒性試験における肝臓重量の増加に基づく0.03mg/kg/日*)と、飲料水・食物からの予測最大暴露量(0.0020 μg/kg/日*)から求めた値を10で除して(動物実験結果より設定された知見であるため)算出した暴露マージン(MOE)*は、1,500となった。(2011)</p> <p>PFOS： NOAEL(ラット104週間混餌投与試験における肝細胞肥大に基づく0.03mg/kg/日*)と、飲料水・食物からの予測最大暴露量(0.0067 μg/kg/日*)から求めた値を10で除して(動物実験結果より設定された知見であるため)算出したMOEは、450となった。(2008)</p> <p>*：原典記載どおり。</p>	18,21
(2)国際がん研究機関(IARC)	2008年に開催されたAdvisory Groupにおいて、今後優先的に評価すべき物質として、PFOAが挙げられている。	30
(3)国際機関	経済協力開発機構(OECD)が2002年に有害性評価を行っている。	31
(4)諸外国等	<p>①EU</p> <p>欧州食品安全機関(EFSA)(2008,2012)</p> <p>環境中に既に残留しているものが食品に入り込むことについて、耐容一日摂取量(TDI)*が設定されている。</p> <p>PFOA： TDI: 1.5 μg/kg体重/日(ラットにおける肝細胞肥大に基づくBMDL₁₀0.3mg/kg体重/日に不確実係数200を適用)。 PFOAのヒトの推定摂取量4.3ng/kg体重/日(高摂取群: 7.7ng/kg体重/日)は当該TDIをはるかに下回っているとした。</p> <p>PFOS： TDI: 0.15 μg/kg体重/日(カニクイザルの垂慢性試験における脂肪と甲状腺ホルモンの変化に基づくNOAEL0.03mg/kg体重/日に不確実係数200を適用)。 PFOSの推定摂取量5.2ng/kg体重/日(高摂取群: 10ng/kg体重/日)は当該TDIを十分下回るとした。</p>	13,27
	<p>ドイツ連邦リスク評価研究所(BfR)は、PFOSの暫定的なTDIとして、0.1 μg/kg体重/日を提案(最終的なリスク評価は出されていないため、暫定的な値である)。(2006)</p> <p>(サルに150 μg/kg体重/日を26週投与した垂急性毒性試験に基づくNOAEL0.1mg/kg体重/日(原典単位は μg/kg体重/日)に、不確実係数100(種差による係数10に追加係数10)を適用。)</p>	16

項目	内容	参考文献
	<p>ドイツ連邦リスク評価研究所(BfR)(2008)</p> <p>食品を介するPFOS及びPFOAの摂取による健康リスクは、食品からこれまでに検出された量においては、現在の知見ではありそうにない。しかしながら、食品中のPFOSの存在を長期間容認すべきではない。データによると、消費者はPFOSを食品、主に魚(海水魚あるいは淡水魚)を介して摂取する。現在の知見では、食品を介しPFOSをPFOAより多く摂取する。どの食品が主にPFOAの摂取に関与しているかは、未だ不明である。両物質の毒性及び食品を介する暴露の程度、並びに他の暴露源に関しては不確実性がある。</p>	32
	<p>英国食品基準庁(FSA) 毒性委員会(COT)(2006)</p> <p>PFOA: TDI: $3 \mu\text{g}/\text{kg}$体重/日 (ラット13週間混餌投与試験における肝細胞肥大に基づく有害影響が予測されない出発点として投与量$0.3\text{mg}/\text{kg}$体重/日を選択し、不確実係数100を適用。)</p> <p>PFOS: TDI: $0.3 \mu\text{g}/\text{kg}$体重/日 (カニクイザルの試験で報告された血清中トリヨードサイロニン(T3)レベルの低下に基づくNOAEL $0.03\text{mg}/\text{kg}$体重/日に、不確実係数100を適用。)</p>	17,19
	<p>米国環境保護庁(EPA)は2005年1月、PFOAのリスク評価書の草案を、ピアレビューを受けるためにSABに提示している。草案は予備的(preliminary)であり、まだ結論は得られていないが、SABはその時点で得られた情報をレビューし、PFOAは「ヒトに発がん性があるらしい(Likely to be Carcinogenic to Humans)」と示した。</p>	6
②米国	<p>米国環境保護庁(EPA)によるPFOAのリスク評価書の草案(2005)には、引用不可(Do Not Cite or Quote)と記載されている。</p>	33
	<p>米国環境保護庁(EPA)(2009)</p> <p>PFOSのTDI: $0.08 \mu\text{g}/\text{kg}$体重/日 (カニクイザル試験の甲状腺ホルモンレベルに基づくNOAEL $0.03\text{mg}/\text{kg}$体重/日に、不確実係数390を適用)</p> <p>※EPAではTDIの値を直接示していないが、環境省水環境部会環境基準健康項目専門委員会資料(2010年12月2日)において、NOAEL及び不確実係数に基づいて算出された値。</p>	10,20
③その他	<p>情報は見当たらない。</p>	
8.リスク管理措置(基準値)		
(1)国内	<p>環境省は、中央環境審議会水環境部会の環境基準健康項目専門委員会において、「水質汚濁に係る人の健康の保護に関する環境基準」の見直しに関する検討を実施しており、PFOSが対象となっている。</p>	10
(2)国際機関	<p>情報は見当たらない。</p>	
(3)諸外国等	<p>①EU</p> <p>英国健康保護庁(HPA)</p> <p>PFOA: $10 \mu\text{g}/\text{L}$ PFOS: $0.3 \mu\text{g}/\text{L}$</p>	34,35

項目	内容	参考文献
	ドイツの健康関連指針値 PFOS、PFOAとも0.3 μg/L(NOAEIを0.10 μg/kg/日*とし、体重70kgの大人が毎日2Lの水を飲用、飲料水からの寄与を10%と想定し算出)。予防原則を考慮すれば、0.1 μg/Lを推奨。 *:原典記載どおり。	10
②米国	飲料水に関する暫定健康勧告(2009) PFOA:0.4 μg/L (BMDL ₁₀ 0.46mg/kg/日*から算出) PFOS:0.2 μg/L (NOAEL0.03mg/kg/日*から算出) (体重10kgの子供が毎日1Lの水を飲用、飲料水からの寄与を20%と想定し算出) *:原典記載どおり。	10,21
③その他	情報は見当たらない。	
9.リスク管理措置等(基準値を除く。汚染防止・リスク低減方法等)		
(1)国内	化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律(化審法) PFOA:一般化学物質(製造・輸入数量の届出が必要) PFOS及びその塩、PFOSF:第一種特定化学物質(製造・輸入が許可制で事実上禁止されている)	36
	特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律(化管法) PFOS:第一種指定化学物質(排出量及び移動量の届出が必要)	37
	業界での取組として、日本製紙連合会の会員企業間では、2002年に、食品用途での安全性の懸念の高いフッ素系の耐油紙等の製造をしないという申合せがされている。	38
	厚生労働省は、PFOS及びPFOAについて、水道水質管理計画のうち、水質監視の要検討項目に追加(2009)。	39,40
	農林水産省 優先的にリスク管理を行うべき有害化学物質のリストにPFOA及びPFOSを掲載(2010)。	41
(2)国際機関	残留性有機汚染物質(POPs)に関するストックホルム条約(POPs条約)第4回締約国会議(2009年開催)で附属書B(制限)への追加を決定。	9
	国際連合食糧農業機関(FAO)は2011年4月1日、国連の化学物質専門家が3種類の工業化学物質(①PFOS、その塩類及び前駆物質、②商業用ペンタプロモジフェニルエーテル、③商業用オクタプロモジフェニルエーテル)をロッテルダム条約 [*] の附属書に含めることを勧告したと公表した。	42
(3)諸外国等	①EU 織物及びコーティングされた製品では1 μg/m ² 、半仕上げ製品・品物では0.1wt%、物質及び調剤では0.005wt%を超えるPFOS及び関連化合物を含有する製品のEU域内での市場取引及び使用を禁止した(2008年6月27日以降)。	2,7
	ドイツではPFOS類の使用・製造を禁止している。	2
	食品中のパーフルオロアルキル化合物のモニタリングに関する委員会勧告を公表。加盟国は2010年～2011年の間、食品中におけるパーフルオロアルキル化合物(PFAS)の存在についてモニタリングすることが望ましいとしている。	43

項目	内容	参考文献
②米国	<p>米国環境保護庁(EPA)は2006年1月、PFOAとPFOA類縁物質及びこれらの前駆体物質の環境中への排出削減と製品中の含有量削減について自主削減計画(基準年(2000年)対比で2010年までに95%削減、2015年全廃)を立案し、同プログラムへの参加を、フッ素樹脂・フッ素系撥水撥油剤メーカー8社に提案。8社とも参加。</p> <p>また、有害物質規制法(Toxic Substances Control Act(TSCA))新規化学物質計画(New Chemicals Program(NCP))に基づく新規化学物質の検討過程の一部として、PFOA、PFOS及びその他の長鎖パーフルオロ化合物について、代替物質を検討している。</p>	8,44
	<p>米国食品医薬品庁(FDA)は、パーフルオロ化合物の1種であるC8化合物(炭素数が8個(C8)又はそれより長い炭素の鎖の長さをもつパーフルオロ化された物質)に、安全上の懸念があるとする最近の研究結果を受け、C8化合物に関するデータの包括的な見直しを開始した。これを受けてC8化合物のメーカー各社は2012年に、C8化合物を含有するすべての耐油脂剤の販売中止について合意に達した。</p>	45
	③その他	<p>カナダ環境省は2008年、PFOS禁止規則を公布(PFOS、その塩及び類縁化合物並びにそれらを含有する製品の製造、使用、販売、輸入等を禁止)。</p>
10.参考情報		
(1)物質名(IUPAC)	<p>PFOA: pentadecafluorooctanoic acid PFOS: heptadecafluorooctane-1-sulphonic acid</p>	47
(2)CAS名/CAS番号	<p>PFOA: Octanoic acid, 2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-pentafluoro- / 335-67-1 PFOS: 1-Octanesulfonic acid, 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-heptafluoro- / 1763-23-1</p>	34
(3)分子式/構造式	<p>PFOA: $C_8HF_{15}O_2$</p>  <p>PFOS: $C_8HF_{17}O_3S$</p> 	47
(4)物理化学的性状		
①性状	<p>PFOA: 液体(室温) PFOS: 白色粉末(室温)</p>	34
②融点(°C)	<p>PFOA: 45-50°C PFOS: >400°C</p>	13
③沸点(°C)	<p>PFOA: 189-192°C / 736mmHg PFOS: 不明</p>	13
④比重(g/cm ³)	<p>PFOA: 1.7g/cm³</p>	34

項目	内容	参考文献
	PFOS: ~0.6(カリウム塩), ~1.1(リチウム塩、アンモニウム塩、ジエタノールアミン塩)	31
⑤溶解度	PFOA: 3.4g/L [水] PFOS: 519mg/L (24°C)、570mg/L (20°C) [水]	34
(5)調製・加工・調理による影響	—	
(6)備考		

<参考文献>

1. 国立環境研究所：特別研究報告「有機フッ素化合物等 POPs 様汚染物質の発生源評価・対策並びに汚染実態解明のための基盤技術開発に関する研究 平成 15～17 年度」
<http://www.nies.go.jp/kanko/tokubetu/sr67/sr67.pdf>
2. 厚生労働科学研究費補助金(食品の安心・安全確保推進研究事業)：フッ素樹脂加工された食品用器具・容器包装の安全性に関する研究 平成 18～19 年度総合研究報告書、(2007)
3. 厚生労働科学研究費補助金(食品の安心・安全確保推進研究事業)：ダイオキシン類等の有害化学物質による食品汚染実態の把握に関する研究(2007)
<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/syoku-anzen/dioxin/sessyu07/dl/sessyu07c.pdf>
4. 環境省：中央環境審議会水環境部会環境基準健康項目専門委員会(第 13 回)資料 7-2 「国内等の動向について(PFOS)」
http://www.env.go.jp/council/09water/y095-13/mat07_2.pdf
5. T. H. Begley, K. White, P. Honigfort, M. L. Twaroski, R. Neches & R. A. Walker: Perfluorochemicals: Potential sources of and migration from food packaging, Food Additives and Contaminants; 22(10): 1023-1031(2005)
6. 米国環境保護庁(EPA): Perfluorooctanoic Acid (PFOA) and Fluorinated Telomers/ Risk Assessment
<http://www.epa.gov/oppt/pfoa/pubs/pfoarisk.html>
7. 欧州連合(EU)：76/769/EEC の第 30 回改正による 2006/122/EC
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:372:0032:0034:en:PDF>
8. 米国環境保護庁(EPA)：2010/2015 PFOA Stewardship Program
<http://www.epa.gov/oppt/pfoa/pubs/stewardship/index.html>
9. 経済産業省：ストックホルム条約第 4 回締約国会議(COP4)の結果について(平成 21 年 5 月 12 日 ニュースリリース)
<http://www.meti.go.jp/press/20090512001/20090512001.pdf>
10. 環境省：水環境部会環境基準健康項目専門委員会(2010 年 12 月 2 日開催) 資料 5
<http://www.env.go.jp/council/09water/y095-14/mat05.pdf>

11. 経済産業省：エッセンシャルユースと取扱上の技術基準について
http://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/kasinhou/about/class1specified_kijun.html
12. 英国健康保護庁 (HPA)：PFOS + PFOA Toxicological overview (2009)
http://www.hpa.nhs.uk/web/HPAwebFile/HPAweb_C/1246260032570
13. 欧州食品安全機関 (EFSA)：Perfluorooctane sulfonate (PFOS), perfluorooctanoic acid (PFOA) and their salts Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain(2008)
<http://www.efsa.europa.eu/de/scdocs/doc/653.pdf>
14. 厚生労働省：内分泌かく乱化学物質の健康影響に関する検討会中間報告書追補その2(2005)
<http://www.mhlw.go.jp/shingi/2005/03/dl/s0331-9a.pdf>
15. 経済産業省・環境省：GHS 分類結果(2008)
http://www.safe.nite.go.jp/ghs/13960_H20meti.html
16. ドイツ連邦リスク評価研究所 (BfR)：High levels of perfluorinated organic surfactants in fish are likely to be harmful to human health(21/2006, 28.07.2006)
17. 英国食品基準庁毒性委員会 (COT)：COT statement on the tolerable daily intake for perfluorooctanoic acid. (2006/10)
<http://cot.food.gov.uk/cotstatements/cotstatementsyrs/cotstatements2006/cotstatementpfoa200610>
18. 環境省：化学物質の環境リスク評価第9巻(平成23年3月)
<http://www.env.go.jp/chemi/risk/index.html>
19. 英国食品基準庁 毒性委員会 (COT)：COT statement on the tolerable daily intake for perfluorooctane sulfonate. (2006/09)
<http://cot.food.gov.uk/cotstatements/cotstatementsyrs/cotstatements2006/cotstatementpfos200609>
20. 米国環境保護庁 (EPA)：Provisional Health Advisories for Perfluorooctanoic Acid (PFOA) and Perfluorooctane Sulfonate (PFOS)
http://water.epa.gov/action/advisories/drinking/upload/2009_01_15_criteria_drinking_pha-PFOA_PFOS.pdf
21. 環境省：化学物質の環境リスク評価 第6巻(平成20年5月)
<http://www.env.go.jp/chemi/risk/index.html>
22. 環境省：「化学物質環境実態調査－化学物質と環境」(年次報告書) 平成18(2006)年度報告書・平成17(2005)年度報告書
23. 欧州食品安全機関 (EFSA)：Results of the monitoring of perfluoroalkylated substances in food in the period 2000 - 2009(2011)
<http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/2016.pdf>
24. 英国食品基準庁 (FSA)：FLUORINATED CHEMICALS IN FOOD(2009)
<http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/fsis0509.pdf>
25. オランダ/国立公衆健康環境研究所 (RIVM)：Intake of PFOS and PFOA from food and drinking water in The Netherlands(2009)

- <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/320126001.pdf>
26. 米国有害物質・疾病登録局 (ATSDR) : Toxicological Profile for Perfluoroalkyls Draft for Public Comment Public Comment Period Ends on October 30, 2009.
<http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp.asp?id=1117&tid=237>
 27. 欧州食品安全機関 (EFSA) : Perfluoroalkylated substances in food: occurrence and dietary exposure (2012)
<http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/2743.pdf>
 28. 英国食品基準庁 (FSA) : FLUORINATED CHEMICALS: UK DIETARY INTAKES (2006)
<http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/fsis1106.pdf>
 29. フランス食品衛生安全庁 (AFSSA) : de l' Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif aux risques potentiels pour la santé humaine liés à la présence résiduelle d' acide perfluorooctanoïque (PFOA) dans les revêtements antiadhésifs des ustensiles de cuisson des aliments (2009)
<http://www.anses.fr/Documents/MCDA2007sa0391.pdf>
 30. 国際がん研究機関 (IARC) : IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Report of the Advisory Group to Recommend Priorities for IARC Monographs during 2010-2014 (2008)
<http://monographs.iarc.fr/ENG/Meetings/PriorityAgents.pdf>
 31. 経済協力開発機構 (OECD) : Co-operation on Existing Chemicals – Hazard Assessment of Perfluorooctane Sulfonate and its Salts. (ENV/JM/RD (2002) 17/FINAL. JT00135607) (2002)
<http://www.oecd.org/dataoecd/23/18/2382880.pdf>
 32. ドイツ連邦リスク評価研究所 (BfR) : Health risks from PFOS and PFOA in food are unlikely according to the scientific knowledge currently available (2008)
http://www.bfr.bund.de/cm/349/health_risks_from_pfos_and_pfoa_in_food_are_unlikely_according_to_the_scientific_knowledge_currently_available.pdf
 33. 米国環境保護庁 (EPA) : DRAFT RISK ASSESSMENT OF THE POTENTIAL HUMAN HEALTH EFFECTS ASSOCIATED WITH EXPOSURE TO PERFLUOROOCTANOIC ACID AND ITS SALTS (2005)
 34. 英国健康保護庁 (HPA) : PFOS + PFOA Incident management (2008)
http://www.hpa.nhs.uk/web/HPAwebFile/HPAweb_C/1246260032374
 35. 英国健康保護庁 (HPA) : Maximum acceptable concentrations of perfluorooctane sulfonate (PFOS) and perfluorooctanoic acid (PFOA) in drinking water (2008)
 36. 経済産業省ホームページ : 化学物質審査規制法
http://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/kasinhou/index.html
 37. 経済産業省ホームページ : 化学物質排出把握管理促進法
http://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/law/index.html
 38. 日本製紙連合会ヒアリング (2011年10月18日)
 39. 厚生労働省 : 水道水質管理計画の策定に当たっての留意事項について (平成4年12月21日付け衛水第270号)
http://www.hourei.mhlw.go.jp/cgi-bin/t_document.cgi?MODE=tsuchi&DMODE=CONTENT&SMODE=NORMAL&KEYWORD=&EFSNO=3248&PAGE=1&FILE=&POS=0

40. 厚生労働省：水質基準に関する省令の一部改正等における留意事項について（平成 21 年 3 月 6 日付け健水発第 0306002 号）
http://www.hourei.mhlw.go.jp/cgi-bin/t_docframe.cgi?MODE=tsuchi&DMODE=CONTENT&SMODE=NORMAL&KEYWORD=&EFSNO=3359
41. 農林水産省ホームページ：農林水産省が優先的にリスク管理を行うべき有害化学物質のリストについて（平成 22 年 12 月 22 日現在）
http://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/risk_analysis/priority/chemical.html
42. 国際連合食糧農業機関 (FAO)：Pesticides and industrial chemicals recommended for trade 'watch list' Meeting of the Rotterdam Convention's Chemical Review Committee (01-04-2011)
<http://www.fao.org/news/story/en/item/54392/icode/>
43. 欧州連合 (EU)：COMMISSION RECOMMENDATION of 17 March 2010 on the monitoring of perfluoroalkylated substances in food (2010/161/EU)
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:068:0022:0023:EN:PDF>
44. 米国環境保護庁 (EPA)：Perfluorooctanoic Acid (PFOA) and Fluorinated Telomers: Basic Information
<http://www.epa.gov/opptintr/pfoa/pubs/pfoainfo.html#actions>
45. 米国食品医薬品庁 (FDA)：FDA Announces the Voluntary Removal by Industry of Certain Perfluorinated Greaseproofing Agents from the Marketplace (2012)
<http://www.fda.gov/Food/NewsEvents/ConstituentUpdates/ucm309925.htm>
46. カナダ環境省：Perfluorooctane Sulfonate and its Salts and Certain Other Compounds Regulations (2008)
<http://laws.justice.gc.ca/eng/regulations/SOR-2008-178/page-1.html>
47. European chemical Substances Information System
<http://esis.jrc.ec.europa.eu/>

注) 参考文献の URL は、平成 25 年 (2013 年) 2 月 4 日時点で確認したものです。情報を掲載している各機関の都合により、URL が変更される場合がありますのでご注意ください。

【用語解説 (五十音順)】

亜慢性試験

比較的短期間 (通常 1 ヶ月～3 ヶ月程度) の連続又は反復投与によって生じる毒性 (亜慢性毒性) の試験のことです。

アルキル基

脂肪族飽和炭化水素から水素原子 1 個を除いた残りの原子団。

安全係数 : Safety Factor (不確実係数 UF : Uncertainty Factor)

ある物質について、一日摂取許容量や耐容一日摂取量等を設定する際、無毒性量に対して、更に安全性を考慮するために用いる係数です。無毒性量を安全係数で割ることで一日摂取許容量や耐容一日摂取量を求めることができます。動物実験のデータを用いてヒトへの毒性を推定する場合、通常、動物とヒトとの種の差として「10倍」、さらにヒトとヒトとの間の個体差として「10倍」の安全率を見込み、それらをかけ合わせた「100倍」を安全係数として用いています。データの質により、100以外の係数が用いられることもあります。不確実係数ともいいます。

F₀世代

親世代、実験的な交配の親。

F₁世代

第1世代(子世代)。生殖・発生毒性試験では親世代動物 [P, F₀] の交配により得られた次世代動物をさす。

F₂世代

第2世代(孫世代)。

LD₅₀(半数致死量) : Median Lethal Dose, Lethal Dose 50, 50% Lethal Dose

化学物質の急性毒性の指標で、実験動物集団に経口投与などにより投与した場合に、統計学的に、ある日数のうちに半数(50%)を死亡させると推定される量(通常は物質質量 [mg/kg 体重] で示す)のことです。LD₅₀の値が小さいほど致死毒性が強いことを示します。

99%タイル

100分の99分位の数値。母集団の最低値から99%の位置にある値。

GHS分類 : Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals、
化学品の分類及び表示に関する世界調和システム

世界的に統一されたルールに従って、化学品を危険有害性の種類と程度により分類し、その情報が一目でわかるよう、ラベルで表示したり、安全データシートを提供したりするシステムのことで。

2003年に国連から発出されており、2008年中を目標に、国際的に導入を進めています。

ストックホルム条約 (POPs 条約)

POPs条約とは、環境中での残留性、生物蓄積性、人や生物への毒性が高く、長距離移動性が懸念される残留性有機汚染物質 (POPs : Persistent Organic Pollutants) の、製造及び使用の廃絶、排出の削減、これらの物質を含む廃棄物等の適正処理等を規定している条約です。

日本など条約を締結している加盟国は、対象となっている物質について、各国がそれぞれ条約を担保できるように国内の諸法令で規制することになっています。

耐容一日摂取量 (TDI)

ヒトが生涯摂取し続けても、健康への悪影響がないと推定される一日当たりの摂取量のことです。

トータルダイエツトスタディ (トータルダイエツト調査)

市場で売られている広範囲の食品を対象とし、食品添加物や農薬などを実際にどの程度摂取しているかを把握するために、加工・調理によるこれらの物質の増減も考慮に入れて行う摂取量の推定方法のことです。

ng (ナノグラム)

1mg (ミリグラム) の 100 万分の 1 の量です。1,000 ナノグラム = 1 マイクログラム = 1,000 分の 1 ミリグラムです。

暴露 (ばくろ)

作業段階や、環境経由、製品経由、あるいは事故によって、ヒトが化学物質を吸ったり、食べたり、触れたりして、体内に取り込むこと、また、生態系が化学物質にさらされることの総称です。

暴露マージン (MOE : Margin of Exposure)

暴露幅とも言います。ある化学物質のヒト暴露量が動物実験で得られた無毒性量 (NOAEL) 又はベンチマーク用量信頼下限値 (BMDL) に対してどれだけ離れているかを示す係数です。NOAEL 又は BMDL / 暴露量により算出します。この値が大きい程、現時点の暴露量はヒト又は環境中の生物に有害性を発現するまでの余裕が大きいということを示しています。

不確実係数 (UF : Uncertainty Factor)

ある物質について、耐容一日摂取量等を設定する際、無毒性量に対して、更に安全性を考慮するために用いる係数です。無毒性量を不確実係数で割ることで耐容一日摂取量を求めることができます。動物実験のデータを用いてヒトへの毒性を推定する場合、通常、動物とヒトとの種の差として「10倍」、さらにヒトとヒトとの間の個体差として「10倍」の安全率を見込み、それらをかけ合わせた「100倍」を用いています。データの質により、100以外の係数が用いられることもあります。

BMDL (ベンチマーク用量信頼下限値)

毒性発現率と摂取量の相関性に数理モデルを適用し、ある確率で毒性 (通常一般毒性では 10% (BMDL₁₀)、発生毒性では 5%) を発現 (又は増加) すると推定される摂取量の信頼限界 (通常 95 %) の下限値で、経験的に無毒性量 (NOAEL) と近い値になると考えられています。この方法では、NOAEL 法と違い、実験デザインを含めた推定が可能です。

無毒性量 (NOAEL : No Observed Adverse Effect Level)

ある物質について何段階かの異なる投与量を用いて毒性試験を行ったとき、有害影響が認められなかった最大の投与量のことです。通常は、さまざまな動物試験において得られ

た個々の無毒性量の中で最も小さい値を、その物質の無毒性量とします。

無毒性量 (NOEL) 等

環境省の「化学物質の環境リスク評価」においては、「無毒性量 (NOEL) 等とは、NOEL (NOEL) から、又は LOEL (LOEL) を 10 で除して変換した NOEL (NOEL) から、時間補正のみを行って求めた数値をいう」とされています。

「化学物質の環境リスク評価」における用語説明

最小毒性量 (LOAEL : Lowest Observed Adverse Effect Level)

毒性試験において有害な影響が認められた最低のばく露量。

最小影響量 (LOEL : Lowest Observed Effect Level)

最小作用量ともいう。毒性試験において何らかの影響が認められる最低のばく露量。影響の中には有害、無害両方を含むので、一般には LOAEL に等しいかそれより低い値である。

無毒性量 (NOAEL : No Observed Adverse Effect Level)

無副作用量、最大有害無作用レベル、最大無毒性量と訳すこともある。何段階かの投与用量群を用いた毒性試験において有害影響が観察されなかった最高のばく露量のことである。この値に安全係数や不確定係数を乗じて、ADI や TDI を求めることがある。

無影響量 (NOEL : No Observed Effect Level)

毒性試験において影響が認められない最高のばく露量。影響の中には有害、無害両方を含むので、一般には NOAEL に等しいかそれより低い値である。

ロッテルダム条約

複数の締約国において使用を禁止され又は厳しく規制された化学物質及び極めて有害な駆除用製剤を一定の手続に従って条約の附属書に掲載し、締約国は、自国の輸出者が他の締約国の当該化学物質の輸入に係る決定に従うことを確保すること、締約国間で有害な化学物質等に関する情報交換を促進すること等を規定しており、有害な化学物質の潜在的な害から人の健康及び環境を保護し、並びに当該化学物質等の環境上適正な使用に寄与するものです。

《更新履歴》

作成日：平成24年6月14日

更新日：平成24年7月9日

(変更箇所)

- ・「3. 海外の状況」について、欧州食品安全機関(EFSA)の意見書公表(平成24年6月6日)に伴う欧州における推定一日摂取量
- ・「4. 国内の状況」について、日本製紙連合会の申合せ内容

更新日：平成24年8月22日

(変更箇所)

- ・「4. 国内の状況」について、化審法の改正日及びPFOAに関する記載

更新日：平成24年10月29日

(変更箇所)

- ・「3. 海外の状況」について、米国食品医薬品庁(FDA)による公表情報(メーカーの自主規制について)を追加

更新日：平成25年2月4日

(変更箇所)

- ・「3. 海外の状況」について、米国環境保護庁(EPA)によるPFOA、PFOS等の代替物質検討を追加
- ・「4. 国内の状況」について、化管法及び水道水質管理計画に関する記載