

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、代表的なものにはパーフルオロオクタンスルホン酸(PFOS)やパーフルオロオクタ酸(PFOA)があります¹。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、PFOAやその類縁化合物はフッ素樹脂の製造助剤として用いられてきました²。また、ファ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性又は撥油性を持たせるためにフッ素テロマー(低鎖重合体)が使用されてきました。フッ素テロマーはパーフルオロ化合物を構造内に含むため、パーフルオロ化合物が溶出されたとの報告があります³。PFOSやPFOAは安定な構造をしているため環境中での残留性があり、また、生物蓄積性を有しており、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⁴。

このため、食事を介してヒトへのばく露^{注1}が懸念されていることから、PFOSやPFOA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きました。その結果、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^{2,5}。

残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約(POPs条約)^{注2}の第4回締約国会議(2009年開催)では、PFOSは附属書B(製造・使用、輸出入の制限)への追加が勧告されました⁶。第9回締約国会議(2019年開催)では、PFOSは附属書Bの適用除外となる用途を更に制限すること、及びPFOAは附属書A(製造・使用、輸出入の原則禁止)に追加することが決定されました⁷。また、国際連合食糧農業機関(FAO)は2011年4月に、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を勧告したと公表しました⁸。

日本においても、PFOSは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

注1 ばく露(ばくろ):ハザード(危害要因)に生体がさらされることをいいます。ばく露経路は、経口(食事経由)、経気道、経皮等があります。

注2 残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約(POPs条約):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:正式名称を、「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」といい、特定の有害な化学物質の特性についての情報の交換を促進し、当該化学物質の輸入及び輸出に関する各国の意思決定の手続を規定し並びにその決定を締約国に周知させることにより、人の健康及び環境を潜在的な害から保護し並びに当該化学物質の環境上適正な使用に寄与するために、当該化学物質の国際貿易における締約国間の共同の責任及び共同の努力を促進することを目的として策定されました。

法律(化審法)」に基づき、製造・輸入・使用が原則として禁止となっています^{9,10}。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。PFOA は、POPs 条約の第 9 回締約国会議において附属書 A への追加が決定されたことから、今後、我が国においても条約で定められている規制内容に基づき、国内で担保するための所要の措置が講じられることとなります。

2. パーフルオロ化合物についてのハザードの特性とばく露状況

英国食品基準庁(FSA)の毒性委員会(COT)(2006)^{11,12}、欧州食品安全機関(EFSA)(2008)¹³、米国環境保護庁(EPA)(2009)¹⁴は、PFOS について、カニクイザルでの試験から無毒性量(NOEL)^{注4}として0.03 mg/kg 体重/日を算出しました。PFOA については、FSA は、ラットでの試験から耐容一日摂取量(TDI)^{注5}として0.3 mg/kg 体重/日を算出しました。

EFSA は 2018 年 12 月、食品中の PFOS 及び PFOA の存在量に関するヒトの健康リスクについての科学的意見書を公表しました¹⁵。PFOS では、成人における血清中総コレステロール値の上昇、及び幼児におけるワクチン接種時の抗体応答の低下を臨界影響^{注6}とし、PFOA では、血清中総コレステロール値の上昇を臨界影響とし、PFOS 及び PFOA それぞれに耐容週間摂取量(TWI)^{注5}を 13 ng/kg 体重/週、6ng/kg 体重/週と設定しました。その後、新たな知見が得られたことから、EFSA は再評価を行い、対象物質とエンドポイントを変更した科学的意見書の案を 2020 年 2 月¹⁶、意見書を同年 9 月に公表しました¹⁷。この意見書では、2018 年に PFOS 及び PFOA の TWI 値の設定において臨界影響としていた成人の血清中総コレステロール値の上昇と PFOS 及び PFOA のばく露との因果関係には不確実性が大きいとされ、1 歳児におけるワクチン接種後の抗体応答の低下を臨界影響としました。また、複合ばく露を考慮して PFOA、パーフルオロノナン酸(PFNA)、パーフルオロヘキサンスルホン酸(PFHxS)及び PFOS の合計量についての TWI を 4.4 ng/kg 体重/週と設定しました。

前記の 2020 年 9 月の意見書では、この TWI を超過した推定ばく露量は懸念事項とされています。PFOA、PFNA、PFHxS 及び PFOS の合計量の推定週間摂取量は、幼児では 17~85 ng/kg 体重/週、小児では 6~46 ng/kg 体重/週、青年及び成人以上では 3~22 ng/kg 体重/週でした。食品では魚肉、果物及び果物製品、卵及び卵製品が主にばく露量に寄与しました。

米国環境保護庁(EPA)は 2016 年、飲用水の生涯健康勧告値を設定するために、PFOS 及び PFOA についての参照用量(RfD)を算出しました^{18,19}。PFOS、PFOA の RfD はそれぞれ 20 ng/kg 体重/日とし、経口投与した母ラットの児動物における体重減少の無毒性用量(NOEL)、PFOA は経口投与した母マウスの児動物における基節骨の骨形成低下等の最小毒性量(LOEL)に基づいています。米国食品医薬品庁(FDA)は 2019 年、食事ばく露についての毒性参照値(toxicity reference values)はないとしながらも、安全性評価を実施する際には、適切な毒性参照値として EPA の RfD を使用すると述べています²⁰。

注 4 無毒性量(NOEL):ある物質について何段階かの異なる投与量を用いて行われた反復毒性試験、生殖発生毒性試験等の毒性試験において、有害影響が認められなかった最大投与量のことです。通常は、様々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。

注 5 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週間当たりの摂取量をいいます。一週間当たりの摂取量は耐容週間摂取量(TWI)といえます。

注 6 臨界影響(critical effect):リスクの評価判断指標のことです。エンドポイントと同義です。

米国毒性物質疾病登録庁(ATSDR)は2018年、パーフルオロアルキル化合物のトキシコロジカルプロファイル(パブリックコメント案)を公表しました²¹。科学文献に基づき、亜急性経口ばく露の暫定最小リスクレベルとして、PFOSは2 ng/kg体重/日、PFOAは3 ng/kg体重/日、PFHxSは20 ng/kg体重/日、PFNAは3 ng/kg体重/日を算出しています。

国内ではPFOS及びPFOAについてのばく露量の調査が行われています。

ヒトの食事を介したトータルダイエツスタディ^{注7}は、農林水産省が2012-2014年に実施したマーケットバスケット方式では、日本における推定一日摂取量は、PFOSが0.60-1.1 ng/kg体重/日、PFOAが0.072-0.75 ng/kg体重/日と算出されています^{22,23}。環境省が2011年に実施した陰膳方式による食事調査では、平均値はPFOSが0.57 ng/kg体重/日、PFOAが0.69 ng/kg体重/日でした²⁴。

また、経口ばく露として飲料水と食物を摂取すると仮定した場合の予測最大ばく露量の算出、及び動物試験から無毒性量(NOEL)等の設定がされています。環境省による、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)」では、PFOSについては2008年、予測最大ばく露量6.7 ng/kg/日とラットの長期毒性試験における肝細胞肥大に基づくNOELからばく露マージン(MOE)^{注8}を450としています²⁵。PFOAについては2011年、予測最大ばく露量2.0 ng/kg/日とマウスの生殖発生毒性試験における肝臓重量の増加に基づくNOELからMOEを1,500としています²⁶。

3. パーフルオロ化合物に関する国内外の取組

3.1. 国外の取組

欧州では、2008年6月以降、織物及びコーティングされた製品では1 μ g/m²、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²⁷。

米国環境保護庁(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²⁸。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、PFOS、PFOA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²⁹。

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持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

注7 トータルダイエツスタディ:市場で売られている広範囲の食品を対象とし、食品添加物や残留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摂取量を推定する方法。「マーケットバスケット方式」と「陰膳(かげぜん)方式」の2種類があります。

注8 ばく露マージン(MOE:Margin of Exposure):毒性試験等で得られた無毒性量等のハザードの毒性に関する評価値を、実際のヒトのばく露量(摂取量)あるいは推定摂取量で割った値。リスク管理の優先付けを行う手段として用いられることがあります。一般に、遺伝毒性発がん物質の場合は概ね1万未満、それ以外の場合(例:神経毒性物質)は概ね100未満であると、低減対策を実施する必要性が高いと解釈されます。

³⁰。これを受けて C8 化合物のメーカー各社は 2012 年に、C8 化合物を含有する全ての耐油脂剤の販売中止について合意に達しています。

米国 EPA は 2016 年、飲用水についての法的拘束力のない生涯健康勧告値^{注⁹}として、前述の参照用量 (RfD) を用いて PFOS 及び PFOA のそれぞれ及び総濃度 70 ng/L を設定しました^{18,19}。一方で米国内では独自にガイダンス値を設定している州があります。2019 年 2 月、EPA は包括的全国行動計画を公表し、2020 年 2 月には計画が更新されています^{31,32}。

3. 2. 国内の取組

化審法が 2009 年 5 月に改正され、PFOS は第一種特定化学物質(原則として製造・輸入・使用が禁止)に指定され、半導体用のレジストの製造等の例外用途(食品関連用途ではない)を除いて、製造への使用が禁止されました⁹。2017 年の改正では前記の例外用途が廃止され、PFOS は事実上全ての用途での使用が禁止されました。PFOA は製造・輸入数量の届出が必要な一般化学物質ですが、2019 年に開催された POPs 条約の第 9 回締約国会議において、PFOA 関連物質の附属書 A(製造・使用、輸出入の原則禁止)への追加が決定されました⁷。現在、厚生労働省・経済産業省・環境省の合同会合にて、PFOA とその塩及び関連物質を化審法の第一種特定化学物質に指定するための審議がなされています¹⁰。

このほかに業界での取組として、2019 年 5 月に日本弗素樹脂工業会から公表された文書によれば、フッ素樹脂及び製品では PFOS を使用していないこと、またフッ素樹脂の重合等に使用されることがあった PFOA についても 2015 年までに使用されていないことが確認されています³³。

農林水産省は、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 PFOS 及び PFOA を掲載していました(2010-2016 年)^{34,35}。厚生労働省は 2009 年、PFOS 及び PFOA を水道水の要検討項目としましたが、2020 年 4 月には水質管理目標設定項目に位置付けを変更し、暫定目標値を PFOS と PFOA の合算値で 50 ng/L と設定しました³⁶。環境省はこれまで PFOS 及び PFOA を水質環境基準体系における要調査項目に位置付け、知見の集積を図ってきたところですが、2020 年 5 月に現在得られている健康影響等の情報や公共用水域等における検出状況等から、PFOS 及び PFOA について要監視項目に位置付け、指針値(暫定)を PFOS と PFOA の合算値で 50 ng/L と設定しました³⁷。

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、2010 年度に「自らの判断により行う食品健康影響評価」の案件候補として審議した結果、食品健康影響評価を行わないことし、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、2012 年に取りまとめたものを基に、その後の国際的な状況や科学的知見を考慮して更新したものです。

注⁹ 生涯健康勧告値: 米国環境保護庁(EPA)が、飲用水について健康影響、分析方法及び処理技術に関して各州当局に技術情報を提供するための法的拘束力のない値のことです。

ファクトシート(パーフルオロ化合物)

専門用語については食品安全委員会が公表している用語集を参照

項目	内容	参考文献
1.名称/別名	<p>パーフルオロ化合物、ペルフルオロ化合物、パーフルオロアルキル化合物(PFAS)、又はペルフルオロアルキル化合物</p> <p>代表的な物質として</p> <ul style="list-style-type: none"> パーフルオロオクタンスルホン酸(PFOS) パーフルオロオクタン酸(PFOA) パーフルオロノナン酸(PFNA) パーフルオロヘキサンスルホン酸(PFH_xS) 	
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PFOSやPFOA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>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>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>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>PFOS、PFOA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ばく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のばく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社に提案、8社とも参加している。欧州連合(EU)においてはPFOSの節減措置がとられている。</p>	28
	<p>残留性有機汚染物質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(製造・使用・輸出入の制限)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> <p>第9回締約国会議(2019年開催)では、前記の附属書Bに追加されていたPFOS等について、個別の適用除外が見直しされ、用途が更に制限された。PFOAとその塩及びPFOA関連物質を附属書A(製造・使用・輸出入の原則禁止)に追加することが決定された。</p>	6,7
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～排泄までの代謝)	<p>英国健康保護庁(HPA)(2009) 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PFOSで約9年、PFOAで約4年である。</p>	38
	<p>欧州食品安全機関(EFSA)(2018) ヒトにおける半減期はPFOSで約5年、PFOAで約2-4年である。</p>	15
	<p>欧州食品安全機関(EFSA)(2008) PFOS、PFOAについて、ラットでは、主に肝臓、腎臓、血液中で見られ、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>環境省 ダイオキシン類をはじめとする化学物質の人へのばく露量モニタリング調査において、2011、2013-2016年度、3地域の延べ406人の血液中有機フッ素化合物濃度を測定した。PFOSの平均値は4.1 ng/ml、範囲は0.29-17 ng/ml、PFOAの平均値は2.2 ng/ml、範囲は0.27-13 ng/mlであった。これらの結果は、2008-2010年度に行った調査結果の範囲を超えるものではなかった。</p>	39
	<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」(2005)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。</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26.2 ng/ml (2.8-271.1 ng/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、生活習慣等のばく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。 	40

項目	内容	参考文献	
(2)毒性	英国健康保護庁(HPA)(2009) ヒトの高ばく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。	38	
	①急性毒性 欧州食品安全機関(EFSA)(2008) 経口LD ₅₀ PFOS:251 mg/kg 体重(ラット) PFOA:約500 mg/kg 体重(ラット)	13	
	PFOS:経済産業省・環境省によるGHS分類結果(2008) LD ₅₀ =154 mg/kg体重(ラット経口)というデータから、GHS分類の急性毒性(経口)について区分3と分類。	41	
	②遺伝毒性(変異原性) 英国健康保護庁(HPA)(2009) 変異原性委員会(COM)は、PFOS:陰性、PFOA:陰性と結論づけている。	38	
	③発がん性	欧州食品安全機関(EFSA)(2020) ヒトの疫学研究からはPFOS及びPFOAがヒトに発がん性があることを示す十分な証拠はないとしている。この結論は、職業的にばく露された個人及び一般集団の両方に該当するとしている。他のPFASについては、情報が限られているとしている。	17
		英国健康保護庁(HPA)(2009) 発がん性委員会(COC)は、ヒトの疫学データからはPFOS及びPFOA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。	38
		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。	41
		英国健康保護庁(HPA)(2009) PFOS:ラットへの投与試験(PFOS約2 mg/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2年間のばく露試験において、ライディッヒ細胞(精巣の細胞)・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、ライディッ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。	38
		国際がん研究機関(IARC)(2017) PFOAについて評価を行い、PFOAのヒトの発がん性に関しては、限られたエビデンスで、精巣及び腎臓がんで関連を見出した。実験動物においても限られたエビデンスであった。PFOA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に分類した。	42,43
	④生殖発生毒性 欧州食品安全機関(EFSA)(2018) 動物実験において、母動物及び児動物(PFOAのみ)に肝臓重量への影響等がみられ、雄に生殖器及び性ホルモン濃度への影響がみられている。	15	

項目	内容	参考文献
	<p>英国健康保護庁(HPA)(2009) 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、PFOSあるいはPFOAにばく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。</p>	38
	<p>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。</p>	41
	<p>PFOS: 英国健康保護庁(HPA)(2009) ・妊娠ラットへの投与試験によると、10 mg/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1 mg/kg体重/日であった。 ・マウスへの投与試験では、20 mg/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、20 mg/kg体重/日で出生直後に蒼白、不活発、瀕死がみられ、10 mg/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、1 mg/kg体重/日で母体毒性がみられ、2.5 mg/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3.2 mg/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。</p>	38
	<p>PFOS: ドイツ連邦リスク評価研究所(BfR)(2006) ・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、0.1 mg/kg体重/日であった。</p>	44
	<p>PFOA: 英国健康保護庁(HPA)(2009) ・ラットの二世世代繁殖毒性試験では、30 mg/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、30 mg/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、150 mg/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50 mg/kg体重/日でのみ母体体重増加の低下が見られ、50 mg/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1-40 mg/kg体重/日を経口投与した発生毒性試験では、5 mg/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1 mg/kg体重/日であった。</p>	38

項目	内容	参考文献
⑤ その他の毒性(短期・長期毒性等)	<p>PFOS: 欧州食品安全機関(EFSA)(2008) ・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 0.03 mg/kg体重/日である。</p>	13
	<p>PFOS: 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) ・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、NOAEL0.03 mg/kg体重/日である。</p>	11, 12, 13, 14
	<p>PFOS: 環境省の化学物質の環境リスクの初期評価(2008) ・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(0.015-0.057 mg/kg/日*、雄の肝細胞肥大)から、用量範囲の平均をとって0.036 mg/kg/日*とし、PFOSに換算した0.03 mg/kg/日*を無毒性量等に設定した。 *原典記載どおり。</p>	25
	<p>PFOA: 欧州食品安全機関(EFSA)(2008) ・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、0.06 mg/kg体重/日である(0.64 mg/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NOAEL1.3 mg/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1 mg/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%影響に相当するベンチマーク用量の信頼下限値)は、0.31 mg/kg体重/日である。</p>	13
	<p>PFOA: 英国食品基準庁(FSA)毒性委員会(COT)(2006) ・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0.3 mg/kg体重/日が適当であると選択された。</p>	11
	<p>PFOA: 環境省の化学物質の環境リスクの初期評価(2011) ・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BMDL₅(5%増加に相当するベンチマーク用量の95%信頼下限値)は0.17 mg/kg/日*であった。試験期間が短いことから5で除し、APFOからPFOAに換算した0.03 mg/kg/日*を無毒性量等に設定した。 *原典記載どおり。</p>	26

項目	内容	参考文献																																						
	欧州食品安全機関(EFSA)(2018) ・マウスに投与した免疫毒性試験において観察された抗SRBC(sheep red blood cell) IgM力価の抑制に基づいて、PFOS及びPFOAのNOAELをそれぞれ1.66 µg/kg体重/日及び1 mg/kg体重/日とした。	15																																						
5.食品の汚染実態																																								
(1)国内	厚生労働省: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製し、PFOA及びPFOSを測定。検出下限は食品群では0.5 ng/g(油脂類のみ1 ng/g)、飲用水では0.5 ng/L。 検出されたのは、以下のみ。 魚介類:関東、関西とも PFOS:0.6 ng/g 飲用水:関東 PFOA:4.3 ng/L PFOS:8 ng/L 関西 PFOA:19 ng/L PFOS:2.1 ng/L	3																																						
	厚生労働省: 全国の水道事業者及び水道用水供給事業者が2013-2018年に実施した水質検査結果における浄水中のPFOA、PFOSの最大値(原水の結果は省略) <table border="1" data-bbox="595 976 1323 1364"> <thead> <tr> <th rowspan="2">年度</th> <th colspan="2">検出地点数 /測定地点数</th> <th colspan="2">最大値(ng/L)</th> </tr> <tr> <th>PFOS</th> <th>PFOA</th> <th>PFOS</th> <th>PFOA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2013</td> <td>26/125</td> <td>46/124</td> <td>20</td> <td>71</td> </tr> <tr> <td>2014</td> <td>26/109</td> <td>49/109</td> <td>11</td> <td>56</td> </tr> <tr> <td>2015</td> <td>40/165</td> <td>47/161</td> <td>140</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>2016</td> <td>21/112</td> <td>31/112</td> <td>26</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>2017</td> <td>24/122</td> <td>41/122</td> <td>58</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>2018</td> <td>28/142</td> <td>48/142</td> <td>94</td> <td>36</td> </tr> </tbody> </table>	年度	検出地点数 /測定地点数		最大値(ng/L)		PFOS	PFOA	PFOS	PFOA	2013	26/125	46/124	20	71	2014	26/109	49/109	11	56	2015	40/165	47/161	140	42	2016	21/112	31/112	26	24	2017	24/122	41/122	58	31	2018	28/142	48/142	94	36
年度	検出地点数 /測定地点数		最大値(ng/L)																																					
	PFOS	PFOA	PFOS	PFOA																																				
2013	26/125	46/124	20	71																																				
2014	26/109	49/109	11	56																																				
2015	40/165	47/161	140	42																																				
2016	21/112	31/112	26	24																																				
2017	24/122	41/122	58	31																																				
2018	28/142	48/142	94	36																																				

項目	内容	参考文献												
	<p>農林水産省：トータルダイエツスタディ(2012-2014年) 東京、大阪、名古屋、福岡の4地域においてマーケットバスケット方式によるトータルダイエツスタディを実施した。2012年の東京の調査では、国民健康・栄養調査の17の食品群を代表する食品と容器入り飲料用水を購入し、必要に応じて調理・加工後、食品群ごとに、消費量に比例した量を混合・均質化して分析した。その2012年の東京の調査で、17食品群と容器入り飲料水进行分析した結果、5食品群(いも類、砂糖類、きのご類、嗜好飲料類、飲料水)は、濃度が低く摂取寄与が低いことを確認した。そのため、大阪、名古屋及び福岡における調査では、これら5食品群を除く13食品群を対象として調査した。PFOA、PFOSともに、魚介類、藻類、肉類以外の食品群は定量下限未満の濃度であった(下表からは省略)。</p> <p>食品群ごとの平均値(LB)-平均値(UB) (単位:ng/kg食品)</p> <table border="1" data-bbox="595 757 1323 945"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>PFOS</th> <th>PFOA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>魚介類</td> <td>440-440</td> <td>45-69</td> </tr> <tr> <td>藻類</td> <td>5-15</td> <td>36-44</td> </tr> <tr> <td>肉類</td> <td>10-17</td> <td>4-18</td> </tr> </tbody> </table> <p>平均値(LB): 定量限界未満の濃度を0とした場合の4地域の濃度の平均値 平均値(UB): 検出限界未満の濃度を検出限界として、検出限界以上かつ定量限界未満の濃度を定量限界とした場合の4地域の濃度の平均値</p>	項目	PFOS	PFOA	魚介類	440-440	45-69	藻類	5-15	36-44	肉類	10-17	4-18	22
項目	PFOS	PFOA												
魚介類	440-440	45-69												
藻類	5-15	36-44												
肉類	10-17	4-18												

項目	内容				参考文献																																																														
	<p>環境省:化学物質環境実態調査 <2017年> (単位:貝類、魚類はng/g湿重量、大気はpg/m³)</p> <table border="1" data-bbox="595 405 1323 714"> <thead> <tr> <th rowspan="2">項目</th> <th colspan="2">PFOS</th> <th colspan="2">PFOA</th> </tr> <tr> <th>検出数 /検体数</th> <th>中央値 (範囲)</th> <th>検出数 /検体数</th> <th>中央値 (範囲)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>貝類</td> <td>2/3</td> <td>0.034 (nd-0.160)</td> <td>2/3</td> <td>tr (nd-0.018)</td> </tr> <tr> <td>魚類</td> <td>19/19</td> <td>0.150 (tr-11.000)</td> <td>12/19</td> <td>tr (nd-0.079)</td> </tr> <tr> <td>大気</td> <td>37/37</td> <td>2.7 (1.1-8.9)</td> <td>37/37</td> <td>13 (tr-150)</td> </tr> </tbody> </table> <p>nd:検出せず。tr:定量下限値未満、検出下限値以上。</p> <p><2005年> (単位:貝類、魚類はng/g湿重量)</p> <table border="1" data-bbox="595 842 1323 1048"> <thead> <tr> <th rowspan="2">項目</th> <th colspan="2">PFOS</th> <th colspan="2">PFOA</th> </tr> <tr> <th>検出数 /検体数</th> <th>範囲</th> <th>検出数 /検体数</th> <th>範囲</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>貝類</td> <td>17/18</td> <td>nd-1.6</td> <td>18/18</td> <td>0.043-0.27</td> </tr> <tr> <td>魚類</td> <td>55/57</td> <td>nd-6.6</td> <td>49/57</td> <td>nd-0.66</td> </tr> </tbody> </table> <p><2004年> (単位:食事はng/g生重量、大気はpg/m³)</p> <table border="1" data-bbox="595 1144 1323 1417"> <thead> <tr> <th rowspan="2">項目</th> <th colspan="2">PFOS</th> <th colspan="2">PFOA</th> </tr> <tr> <th>検出数 /検体数</th> <th>中央値 (範囲)</th> <th>検出数 /検体数</th> <th>中央値 (範囲)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>食事</td> <td>46/50</td> <td>0.013 (nd-0.12)</td> <td>10/50</td> <td>nd (nd-0.024)</td> </tr> <tr> <td>大気</td> <td>20/20</td> <td>1.5 (nd-44)</td> <td>20/20</td> <td>5.8 (0.22- 5,300)</td> </tr> </tbody> </table>				項目	PFOS		PFOA		検出数 /検体数	中央値 (範囲)	検出数 /検体数	中央値 (範囲)	貝類	2/3	0.034 (nd-0.160)	2/3	tr (nd-0.018)	魚類	19/19	0.150 (tr-11.000)	12/19	tr (nd-0.079)	大気	37/37	2.7 (1.1-8.9)	37/37	13 (tr-150)	項目	PFOS		PFOA		検出数 /検体数	範囲	検出数 /検体数	範囲	貝類	17/18	nd-1.6	18/18	0.043-0.27	魚類	55/57	nd-6.6	49/57	nd-0.66	項目	PFOS		PFOA		検出数 /検体数	中央値 (範囲)	検出数 /検体数	中央値 (範囲)	食事	46/50	0.013 (nd-0.12)	10/50	nd (nd-0.024)	大気	20/20	1.5 (nd-44)	20/20	5.8 (0.22- 5,300)	46
項目	PFOS		PFOA																																																																
	検出数 /検体数	中央値 (範囲)	検出数 /検体数	中央値 (範囲)																																																															
貝類	2/3	0.034 (nd-0.160)	2/3	tr (nd-0.018)																																																															
魚類	19/19	0.150 (tr-11.000)	12/19	tr (nd-0.079)																																																															
大気	37/37	2.7 (1.1-8.9)	37/37	13 (tr-150)																																																															
項目	PFOS		PFOA																																																																
	検出数 /検体数	範囲	検出数 /検体数	範囲																																																															
貝類	17/18	nd-1.6	18/18	0.043-0.27																																																															
魚類	55/57	nd-6.6	49/57	nd-0.66																																																															
項目	PFOS		PFOA																																																																
	検出数 /検体数	中央値 (範囲)	検出数 /検体数	中央値 (範囲)																																																															
食事	46/50	0.013 (nd-0.12)	10/50	nd (nd-0.024)																																																															
大気	20/20	1.5 (nd-44)	20/20	5.8 (0.22- 5,300)																																																															
(2)国際機関	情報は見当たらない。																																																																		

項目	内容				参考文献
(3)諸外国等 ①EU	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				47
		PFOS		PFOA	
項目	検出数 /検体数	範囲 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	検出数 /検体数	範囲 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	
魚	265/819	0.03-153	37/818	0.02-18.2	
魚:内臓類	3/38	1.05-282	33/38	0.1-2.42	
カニなど甲殻類	29/61	0.09-46	16/61	0.02-8	
肉(家畜類)	5/127	0.04-1	3/127	0.05-1	
肉:内臓類 (家畜類)	80/1151	1-11	11/1115	0.27-4.2	
肉 (野生動物)	179/522	1-641	54/521	1-11	
肉:内臓類 (野生動物)	849/874	0.002- 3,480	363/873	0.5-161	
卵、卵製品	12/85	0.06-6.4	5/86	2.1-21.5	
飲用水	11/147	0.001- 0.012	11/142	0.0003- 0.084	
	英国の小売店で販売されている各種食品のPFOS及びPFOA等の分析結果(2009)(単位: $\mu\text{g}/\text{kg}$ 生鮮重)				48
	項目	検体数	PFOS	PFOA	
	ウナギ等の脂肪分の多い魚	47	平均 4.77 (range:1-59)	平均 1.07	
	白身魚	12	平均 1.2 (range:1-2)	平均 1未満	
	カニなど魚介類	12	平均 4.42 (range:1-13)	平均 3.25 (range:1-8)	
	肉(内臓以外)	16	平均 1未満	平均 1未満	
	肉:肝臓	25	平均 2.48 (range:1-10)	平均 1.12 (range:1-3)	
	肉:腎臓	12	平均 1.36 (range:1-3)	平均 1未満	
	パン、乳、卵、野菜	134	平均 1未満	平均 1未満	

項目	内容	参考文献																																
	<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を分析。食品群別のPFOS、PFOAの分析結果(2010) (単位: µg/kg食品、検出限界を超えたもの)</p> <table border="1" data-bbox="593 407 1318 779"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>検体数</th> <th>PFOS</th> <th>PFOA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>脂肪分の多い魚</td> <td>4</td> <td>0.061</td> <td>0.008</td> </tr> <tr> <td>赤身の魚</td> <td>4</td> <td>0.308</td> <td>0.023</td> </tr> <tr> <td>甲殻類</td> <td>3</td> <td>0.582</td> <td>0.046</td> </tr> <tr> <td>バター</td> <td>3</td> <td>0.033</td> <td>0.016</td> </tr> <tr> <td>牛乳</td> <td>1</td> <td>0.010</td> <td>0.001</td> </tr> <tr> <td>豚肉</td> <td>5</td> <td>0.014</td> <td>0.015</td> </tr> <tr> <td>ベーカリー製品</td> <td>5</td> <td>0.004</td> <td>0.005</td> </tr> </tbody> </table>	項目	検体数	PFOS	PFOA	脂肪分の多い魚	4	0.061	0.008	赤身の魚	4	0.308	0.023	甲殻類	3	0.582	0.046	バター	3	0.033	0.016	牛乳	1	0.010	0.001	豚肉	5	0.014	0.015	ベーカリー製品	5	0.004	0.005	49
項目	検体数	PFOS	PFOA																															
脂肪分の多い魚	4	0.061	0.008																															
赤身の魚	4	0.308	0.023																															
甲殻類	3	0.582	0.046																															
バター	3	0.033	0.016																															
牛乳	1	0.010	0.001																															
豚肉	5	0.014	0.015																															
ベーカリー製品	5	0.004	0.005																															
	<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(2009)。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)。</p> <p>米国食品医薬品庁(FDA)は2019年6月、食品中のパーフルオロアルキル化合物(PFAS)及びポリフルオロアルキル化合物を理解するための化学的研究及び最新の調査結果に関する声明を公表した。FDAはこの試験の継続を計画している。</p>	50,51																																
③その他	情報は見当たらない。																																	
6.ばく露情報(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)</p> <p>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</p> <p>PFOS:0.98 ng/kg体重/日 PFOA:0.06 ng/kg体重/日</p> <p>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</p> <p>PFOS:12.1 ng/kg体重/日 PFOA:11.5 ng/kg体重/日</p>	3																																

項目	内容	参考文献																				
	<p>環境省：ダイオキシン類をはじめとする化学物質の人へのばく露量モニタリング調査(2011年)：地域ごとに5人ずつ、3日間の食事を回収(陰膳方式)(単位：ng/kg体重/日)</p> <table border="1" data-bbox="595 407 1321 658"> <thead> <tr> <th>地域</th> <th>対象者数</th> <th>PFOS 平均値(範囲)</th> <th>PFOA 平均値(範囲)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>中国四国・漁村地域</td> <td>5</td> <td>0.77(Nd-1.7)</td> <td>0.93(Nd-2.9)</td> </tr> <tr> <td>中国四国・農村地域</td> <td>5</td> <td>0.30(Nd-0.80)</td> <td>0.73(Nd-1.1)</td> </tr> <tr> <td>九州沖縄・漁村地域</td> <td>5</td> <td>0.64(Nd-1.2)</td> <td>0.40(Nd-0.69)</td> </tr> <tr> <td>全対象者</td> <td>15</td> <td>0.57(Nd-1.7)</td> <td>0.69(Nd-2.9)</td> </tr> </tbody> </table>	地域	対象者数	PFOS 平均値(範囲)	PFOA 平均値(範囲)	中国四国・漁村地域	5	0.77(Nd-1.7)	0.93(Nd-2.9)	中国四国・農村地域	5	0.30(Nd-0.80)	0.73(Nd-1.1)	九州沖縄・漁村地域	5	0.64(Nd-1.2)	0.40(Nd-0.69)	全対象者	15	0.57(Nd-1.7)	0.69(Nd-2.9)	24,39
地域	対象者数	PFOS 平均値(範囲)	PFOA 平均値(範囲)																			
中国四国・漁村地域	5	0.77(Nd-1.7)	0.93(Nd-2.9)																			
中国四国・農村地域	5	0.30(Nd-0.80)	0.73(Nd-1.1)																			
九州沖縄・漁村地域	5	0.64(Nd-1.2)	0.40(Nd-0.69)																			
全対象者	15	0.57(Nd-1.7)	0.69(Nd-2.9)																			
	<p>農林水産省：トータルダイエツスタディ(2012-2014年) 東京、大阪、名古屋、福岡の4地域においてマーケットバスケット方式によるトータルダイエツスタディを実施した。2012年の東京の調査では、国民健康・栄養調査の17の食品群を代表する食品と容器入り飲料水を購入し、必要に応じて調理・加工後、食品群ごとに、消費量に比例した量を混合・均質化して分析した。その結果、5食品群(いも類、砂糖類、きのこ類、嗜好飲料類、飲料水)は、濃度が低く摂取寄与が低いことを確認した。そのため、大阪、名古屋及び福岡における調査では、これら5食品群を除く13食品群を対象として調査した。これらの結果と、23年度国民・健康栄養調査の消費量や体重を用いて、日本人の平均摂取量の下限値(定量限界未満の濃度を0として計算)と上限値(検出限界未満の濃度を検出限界として、検出限界以上かつ定量限界未満の濃度を定量限界とした)を以下のとおり推定した。 PFOA:0.072-0.75 ng/kg体重/日 PFOS:0.60-1.1 ng/kg体重/日 各食品群の主たる寄与は、PFOAでは魚介類82%、藻類9%、肉類8%、PFOSでは魚介類97%と推定。</p>	22,23																				

項目	内容	参考文献												
	<p>欧州食品安全機関(EFSA)(2018年) PFOS及びPFASのそれぞれについて、7つの年齢集団として、乳児(1歳未満)、幼児(1歳以上3歳未満)、子供(3歳以上10歳未満)、青年(10歳以上18歳未満)、成人(18歳以上65歳未満)、高齢者(65歳以上75歳未満)、超高齢者(75歳以上)に分けて慢性的な食事性ばく露評価を行った。算出には下限(LB)濃度及び上限(UB)濃度のうち、LB濃度がより現実的であるとした。</p> <p>全ての年齢集団のLB濃度を用いた食事ばく露量(単位:ng/kg体重/日)</p> <table border="1" data-bbox="608 629 1310 954"> <thead> <tr> <th></th> <th>平均摂取群</th> <th>高摂取群(P95)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PFOS</td> <td>0.18 (10歳以上18歳未満)～ 2.98 (3歳以上10歳未満)</td> <td>0.50 (10歳以上18歳未満)～ 23.7 (3歳以上10歳未満)</td> </tr> <tr> <td>PFOA</td> <td>0.21 (65歳以上75歳未満)及び(75歳以上)～ 2.61 (1歳以上3歳未満)</td> <td>0.49 (75歳以上)～ 5.37(1歳以上3歳未満)</td> </tr> </tbody> </table> <p>LB (lower bound): 食品中の分析値が検出限界/定量限界未満であった場合に0として算出した値。 UB (upper bound): 食品中の分析値が検出限界/定量限界未満の場合に、それぞれの検出限界/定量限界の値として算出した値。</p>		平均摂取群	高摂取群(P95)	PFOS	0.18 (10歳以上18歳未満)～ 2.98 (3歳以上10歳未満)	0.50 (10歳以上18歳未満)～ 23.7 (3歳以上10歳未満)	PFOA	0.21 (65歳以上75歳未満)及び(75歳以上)～ 2.61 (1歳以上3歳未満)	0.49 (75歳以上)～ 5.37(1歳以上3歳未満)	15			
	平均摂取群	高摂取群(P95)												
PFOS	0.18 (10歳以上18歳未満)～ 2.98 (3歳以上10歳未満)	0.50 (10歳以上18歳未満)～ 23.7 (3歳以上10歳未満)												
PFOA	0.21 (65歳以上75歳未満)及び(75歳以上)～ 2.61 (1歳以上3歳未満)	0.49 (75歳以上)～ 5.37(1歳以上3歳未満)												
	<p>欧州食品安全機関(EFSA)意見書(2020年) PFOA、PFNA、PFHxS及びPFOSの合計量について、7つの年齢集団として乳児(1歳未満)、幼児(1歳以上3歳未満)、子供(3歳以上10歳未満)、青年(10歳以上18歳未満)、成人(18歳以上65歳未満)、高齢者(65歳以上75歳未満)、超高齢者(75歳以上)に分けてばく露評価を行った。UBのばく露量はLBよりも4～49倍高かったが、LBの方がより信頼性が高いと考えられた。「魚肉」、「果物及び果物製品」及び「卵及び卵製品」がばく露量に主に寄与した。</p> <p>PFOA、PFNA、PFHxS及びPFOSの合計の下限(LB)仮説の推定一日摂取量(単位:ng/kg体重/日)</p> <table border="1" data-bbox="608 1507 1310 1800"> <thead> <tr> <th></th> <th>平均摂取群</th> <th>高摂取群(P95)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1歳未満</td> <td>2.39～12.19</td> <td>4.50～27.88</td> </tr> <tr> <td>1歳以上10歳未満</td> <td>0.84 (3歳以上10歳未満)～ 6.51 (1歳以上3歳未満)</td> <td>2.66 (3歳以上10歳未満)～ 13.69 (1歳以上3歳未満)</td> </tr> <tr> <td>10歳以上</td> <td>0.42 (10歳以上18歳未満及び75歳以上)～ 3.10 (75歳以上)</td> <td>1.27 (10歳以上18歳未満)～ 9.93 (75歳以上)</td> </tr> </tbody> </table>		平均摂取群	高摂取群(P95)	1歳未満	2.39～12.19	4.50～27.88	1歳以上10歳未満	0.84 (3歳以上10歳未満)～ 6.51 (1歳以上3歳未満)	2.66 (3歳以上10歳未満)～ 13.69 (1歳以上3歳未満)	10歳以上	0.42 (10歳以上18歳未満及び75歳以上)～ 3.10 (75歳以上)	1.27 (10歳以上18歳未満)～ 9.93 (75歳以上)	17
	平均摂取群	高摂取群(P95)												
1歳未満	2.39～12.19	4.50～27.88												
1歳以上10歳未満	0.84 (3歳以上10歳未満)～ 6.51 (1歳以上3歳未満)	2.66 (3歳以上10歳未満)～ 13.69 (1歳以上3歳未満)												
10歳以上	0.42 (10歳以上18歳未満及び75歳以上)～ 3.10 (75歳以上)	1.27 (10歳以上18歳未満)～ 9.93 (75歳以上)												
	<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="1" data-bbox="608 1845 1310 1937"> <thead> <tr> <th></th> <th>平均摂取群</th> <th>高摂取群</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PFOS:</td> <td>10 ng/kg体重/日</td> <td>20 ng/kg体重/日</td> </tr> <tr> <td>PFOA:</td> <td>10 ng/kg体重/日</td> <td>20 ng/kg体重/日</td> </tr> </tbody> </table>		平均摂取群	高摂取群	PFOS:	10 ng/kg体重/日	20 ng/kg体重/日	PFOA:	10 ng/kg体重/日	20 ng/kg体重/日	48			
	平均摂取群	高摂取群												
PFOS:	10 ng/kg体重/日	20 ng/kg体重/日												
PFOA:	10 ng/kg体重/日	20 ng/kg体重/日												

項目	内容	参考文献
	オランダ: 国立公衆健康環境研究所(RIVM)(2010) PFOSとPFOAの長期間摂取は約0.3 ng/kg体重/日。 99%タイルの高レベル摂取集団では約0.6 ng/kg体重/日である。	49
	フランス: 食品衛生安全庁(AFSSA)(2009) 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ばく露量は2.5 ng/kg体重/日。 EFSA(2008)が評価した食品経由の最大ばく露量が6 ng/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。	52
(2)食品接触材料からの移行	米国: Behley(2005) 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、 ・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のばく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。 ・フッ素コーティングされたポップコーン紙袋(PFOA含有量0.3 mg/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を経てPFOAとなる)は、食品に3-4 mg/kg移行しており、さらなる調査が必要とされる。(2005)	5
	日本: 六鹿(2007) 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。紙製品20検体中14検体で検出され、フッ素化合物の含有量が高かった紙製品の溶出試験では、水60°C、30分間で含有量の10%程度、水95°C、30分間で含有量の60-100%のパーフルオロ化合物が溶出した。	2
7.リスク評価(ADI、TDI、ARfD、MOE等とその根拠)		
(1)国内	厚生労働省(2020) 水質基準逐次改正検討会では、諸外国が行った評価の中で妥当と考えられるものを参考に、水道水の暫定目標値を設定した。TDIは、PFOSで20 ng/kg/日(豪州のTDI及び米国の参照用量(RfD))、PFOAで20 ng/kg/日(米国のRfD)を採用した。 PFOSの暫定目標値[ng/L] = TDI[ng/kg/日] × 体重[kg] × 水道水の割当率[-] / 一日当たり摂取量[L/日] = 20 × 50 × 0.1 / 2 = 50[ng/L] PFOAの暫定目標値についても同様。 暫定目標値は、米国EPAの考え方*を踏襲し、PFOSとPFOAの合算値として50 ng/Lとした。 * PFOS及びPFOAのRfDが類似の発達影響に基づいていること、数値が同一であること、飲料水中に同時に同場所で見られることからPFOSとPFOAの総濃度を健康勧告値としている。	45

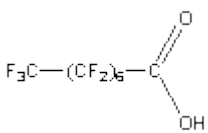
項目	内容	参考文献
	<p>環境省：化学物質の環境リスク初期評価 PFOS及びPFOAはリスクの判定はできないが、総合的に考えて、関連情報の収集が必要と評価された。</p> <p>PFOS： 経口ばく露について、飲料水・食物を摂取すると仮定した場合の予測最大ばく露量は0.0067 μg/kg/日*であった。ラットの104週間混餌投与試験における肝細胞肥大に基づくNOAEL 0.03 mg/kg/日*を、動物実験結果より設定された知見であるための10と予測最大ばく露量で除して求めたばく露マージン(MOE)は450となった(2008)。</p> <p>PFOA： 経口ばく露について、飲料水・食物を摂取すると仮定した場合の予測最大ばく露量は0.0020 μg/kg/日*であった。マウスの生殖発生毒性試験における肝臓重量の増加に基づくNOAEL 0.03 mg/kg/日*を、動物実験結果より設定された知見であるための10と予測最大ばく露量で除して求めたMOEは1,500となった(2011)。 *原典記載どおり。</p>	25,26
	<p>環境省：水質汚濁に係る人の健康の保護に関する環境基準等の見直しについて(第5次答申)(2020) 現在得られている健康影響等の情報や公共用水域等における検出状況等から、PFOS及びPFOAを要監視項目に位置付け、指針値(暫定)をPFOSとPFOAの合算値で50 ng/Lと設定した。 TDIは厚生労働省と同様、PFOSで20 ng/kg/日(豪州のTDI及び米国の参照用量(RfD))、PFOAで20 ng/kg/日(米国のRfD)を採用した。 暫定目標値[ng/L] =TDI[ng/kg/日]×体重[kg]×寄与率[-]／一日当たり摂取量[L/日]=20×50×0.1/2=50[ng/L] *厚生労働省と同様、PFOSとPFOAの合算値として50 ng/Lとした。</p>	53
(2)国際機関	<p>PFOSについて、経済協力開発機構(OECD)が2002年に有害性評価を行っている。2007年のパーフルオロアルキル物質のリストを更新するため、2017年1月-2018年2月に分類等の情報整理を実施している。</p>	54,55
(3)諸外国等	<p>①EU 欧州食品安全機関(EFSA)(2008,2012) 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>PFOS： TDI: 0.15 μg/kg体重/日。カニクイザルの亜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NOAEL 0.03 mg/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> <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BMDL₁₀ 0.3 mg/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: 7.7 ng/kg体重/日)は当該TDIをはるかに下回っているとした。</p>	13,56

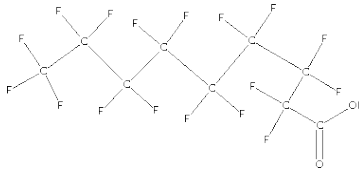
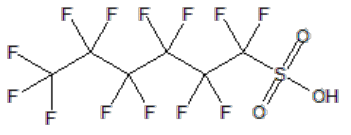
項目	内容	参考文献
	<p>欧州食品安全機関(EFSA)(2018)</p> <p>PFOS: TWI: 13 ng/kg体重/週。成人における血清中総コレステロール値の上昇、及び幼児におけるワクチン接種時の抗体応答の低下に基づくBMDL₅から一日摂取量を推定して算出。追加の不確実係数なし。</p> <p>PFOA: TWI: 6 ng/kg体重/週。血清中総コレステロール値の上昇に基づくBMDL₅から一日摂取量を推定して算出。追加の不確実係数なし。</p> <p>また、出生時の低体重及び血清肝臓酵素アラニンアミノトランスフェラーゼ(ALT)の増加(PFOAのみ)についても検討された。推定摂取量から、集団のかなりの割合の人がこのTWIを超過しているとしている。</p>	15
	<p>EFSA意見書(2020)</p> <p>EFSAは2018年ではPFOS及びPFOAのそれぞれにTWIを設定したが、2020年では複合ばく露を考慮してPFOA、PFNA、PFHxS及びPFOSの合計量についてのTWIを設定した。</p> <p>2018年で臨界影響とした成人の血清中総コレステロール値の上昇とPFASのばく露との関係には不確実性が大きいとされ、2018年でも検討されていた乳幼児におけるワクチン接種時の抗体応答の低下を臨界影響とした。</p> <p>動物及びヒトの両方で最も低い血清PFAS濃度で観察された免疫系への影響はリスク評価にとって重要であると結論付けた。ドイツ及びフェロー諸島の2つのヒトの試験から、血清中の4つのPFASの総量に関して、それぞれ1歳児及び5歳児に対する無毒性濃度(NOAE*)はそれぞれ17.5ng/mL及び27.0ng/mLと特定された。前者のドイツの母乳で育てられた1歳児におけるNOAEは、2020年2月の草案では3種のワクチン接種に対する抗体量に基づいて設定したが、同年9月の意見書ではベンチマークドーズ法によるBMDL10が最小値を示したジフテリアのワクチン接種に対する抗体量に基づいて設定した(Abrahamらの論文を引用)。</p> <p>生理学的薬物動態モデルを使用して、ドイツの母乳で育てられた1歳児における17.5 ng/mLの血清中濃度をもたらす母親の摂取量として0.63 ng/kg 体重/日が推定された。半減期が長いことを考慮して、$[0.63 \text{ ng/kg 体重/日}] \times 7 = 4.4 \text{ ng/kg体重/週}$の耐容週間摂取量(TWI)が設定された。このTWIはヒトにおける他の潜在的な有害影響に対しても適用可能としている。</p> <p>LBの推定ばく露量及び血清レベルの報告に基づいて算出したため、このTWIを上回る集団では懸念事項であると結論付けた。</p> <p>*無毒性濃度(NOAE): 毒性試験において有害な影響が観察されない濃度。</p>	16,17
	<p>ドイツ連邦リスク評価研究所(BfR)(2006)</p> <p>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)。サルに150 µg/kg体重/日を26週投与した亜急性毒性試験における甲状腺ホルモンへの影響に基づくNOAEL0.1 mg/kg体重/日に、不確実係数100に加えて種差による係数10を追加して適用。</p>	44

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ばく露の程度、並びに他のばく露源に関しては不確実性がある。</p>	57
	<p>ドイツ連邦リスク評価研究所(BfR)(2020)</p> <p>BfR及びAbrahamらは1990年代末に1歳児であったドイツの101人の血しょうを使用しパーフルオロ化合物(PFAS)濃度を2019年に再分析した。血しょう中*のPFOA濃度は、インフルエンザタイプb型、破傷風及びジフテリアのワクチン接種に対する抗体濃度との間に負の相関があった。無毒性濃度(NOAE)は、それぞれ12.2、16.9及び16.2 µg/Lであった。</p> <p>*原典記載どおり。</p>	58,59
	<p>英国食品基準庁(FSA)毒性委員会(COT)(2006)</p> <p>PFOS: TDI: 0.3 µg/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 mg/kg体重/日に、不確実係数100を適用。</p> <p>PFOA: TDI: 3 µg/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 mg/kg体重/日を選択し、不確実係数100を適用。</p>	11,12
②米国	<p>米国環境保護庁(EPA)(2009)</p> <p>PFOSのTDI: 0.08 µg/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 mg/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>	4,14

項目	内容	参考文献
	<p>米国毒性物質疾病登録庁(ATSDR) のトキシコロジカルプロファイルのパブリックコメント案(2018)</p> <p>動物実験でみられた主な影響は、肝臓毒性、発達毒性及び免疫毒性である。</p> <p>亜急性経口ばく露の暫定最小リスクレベル(MRLs) :</p> <p>PFOS: 2 ng/kg体重/日。ラットの開眼の遅延、及び児動物の体重減少に基づくNOAEL_{HED} 515 ng/kg体重/日に不確実係数30及び修飾係数10を適用。</p> <p>PFOA: 3 ng/kg体重/日。マウスの神経発達、及び骨格への影響に基づくLOAEL_{HED} 821 ng/kg体重/日に不確実係数300を適用。</p> <p>PFHxS: 20 ng/kg体重/日。ラットの甲状腺濾胞細胞障害に基づくNOAEL_{HED} 4.7 µg/kg体重/日に不確実係数30及び修飾係数10を適用。</p> <p>PFNA: 3 ng/kg体重/日。マウスの体重減少及び発達遅延に基づくNOAEL_{HED} 1 µg/kg体重/日に不確実係数30及び修飾係数10を適用。</p>	21
③その他	<p>オーストラリア・ニュージーランド食品基準機関(FSANZ)(2017年)</p> <p>PFOS:</p> <p>TDI: 20 ng/kg体重/日。ラット生殖毒性試験における親動物及び児動物の体重増加抑制に基づくNOAEL_{HED}に不確実係数30を適用。</p> <p>PFOA:</p> <p>TDI: 160 ng/kg体重/日。マウス生殖発生試験における胎児毒性に基づくNOAEL_{HED}に不確実係数30を適用。</p>	60
8.リスク管理措置(基準値)		
(1)国内	なし。	
(2)国際機関	情報は見当たらない。	
(3)諸外国等	<p>①EU</p> <p>英国公衆衛生庁(PHE) (2018)</p> <p>飲用水のガイドライン値</p> <p>PFOS: 1 µg/L未満</p> <p>PFOA: 5 µg/L未満</p>	61
	<p>ドイツの健康関連指針値</p> <p>PFOS、PFOAとも0.3 µg/L(NOAELを0.10 µg/kg/日*とし、体重70 kgの大人が毎日2 Lの水を飲用、飲用水からの寄与を10%と想定し算出)。予防原則を考慮すれば、0.1 µg/Lを推奨。</p> <p>*原典記載どおり。</p>	4
	<p>②米国</p> <p>米国環境保護庁(EPA)</p> <p>飲用水に関する暫定健康勧告値(2009)</p> <p>PFOS: 0.2 µg/L (NOAEL 0.03 mg/kg/日*から算出)</p> <p>PFOA: 0.4 µg/L (BMDL₁₀ 0.46 mg/kg/日*から算出)</p> <p>体重10 kgの子供が毎日1Lの水を飲用、飲用水からの寄与を20%と想定し算出。</p> <p>雌雄の児動物における基節骨の骨形成低下、及び雄の児動物における早発思春期からLOAELを算出</p> <p>*原典記載どおり。</p>	4

項目	内容	参考文献	
	<p>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) PFOA及びその塩: 第一種指定化学物質候補(2020年8月時点)</p>	62,63	
	<p>日本弗素樹脂工業会 2019年5月に公表された文書においては、ふっ素樹脂及び製品ではPFOSを使用していないこと及びふっ素樹脂の重合等に使用されることがあったPFOAについても2015年までに使用されていないことが確認されている。</p>	33,64	
	<p>日本製紙連合会 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。</p>	65	
	<p>厚生労働省(2009) PFOS及びPFOAについて、水道水の要検討項目に追加。 厚生労働省(2020) 最新の科学的知見に基づき、ペルフルオロオクタンスルホン酸(PFOS)及びペルフルオロオクタン酸(PFOA)について、要検討項目から水質管理目標設定項目*に位置づけを変更した。その目標値は、これら2物質の量の和として50 ng/L(暫定)とした。 *水質管理上留意すべき項目であり、水道事業者等が水質基準項目に準じた検査等に努め水質管理に活用。</p>	36,66	
	<p>環境省(2014) PFOS及びPFOAについて、水質環境基準体系における要調査項目に追加。 環境省(2020) PFOS及びPFOAを新たに要監視項目に追加することとした。指針値は、PFOS及びPFOAの合計値として50 ng/L(暫定)とした。</p>	37	
	<p>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(2010-2016)。</p>	34,35	
(2)国際機関	<p>残留性有機汚染物質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PFOSを附属書B(製造・使用・輸出入の制限)への追加を決定。 第9回締約国会議(2019年開催)では、附属書BのPFOS等の用途が更に制限され、附属書A(製造・使用・輸出入の原則禁止)にPFOA等の追加を決定。</p>	6,7	
	<p>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の附属書に含めることを勧告したと公表した。</p>	8	
(3) 諸外国等	①EU	<p>織物及びコーティングされた製品では1 µg/m²、半仕上げ製品・品物では0.1 wt%、物質及び調剤では0.005 wt%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)。</p>	27

項目	内容	参考文献	
	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。	67	
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>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>	26,29	
	<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持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化合物を含有する全ての耐油脂剤の販売中止について合意に達した。</p>	30	
	<p>米国環境保護庁(EPA)は2019年2月、パーフルオロアルキル化合物(PFAS)について、包括的全国PFAS行動計画を発表した。2020年2月の更新情報では、飲用水のPFOA及びPFOSを規制する旨を言及した。</p>	31,32	
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>	68	
10. 参考情報			
(1) 英語名 /	<p>PFOS: Perfluorooctane sulfonic acid (1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-Heptadecafluoro-1-octanesulfonic acid)</p> <p>PFOA: Pentadecafluorooctanoic acid (2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-Pentadecafluorooctanoic acid)</p> <p>PFNA: Perfluorononanoic acid (2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,9-Heptadecafluorononanoic acid)</p> <p>PFHxS: Perfluorohexane-1-sulphonic acid (1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-Tridecafluorohexane-1-sulfonic acid)</p>	69	
(2) CAS番号 / 分子式 / 構造式	<p>PFOS: 1763-23-1 C₈HF₁₇O₃S</p> <p>HO₃S—(CF₂)₇—CF₃</p>	<p>PFOA: 335-67-1 C₈HF₁₅O₂</p> <p></p>	69

項目	内容	参考文献	
	PFNA: 375-95-1 C ₉ H _F 17O ₂ 	PFHxS: 355-46-4 C ₆ H _F 13O ₃ S 	
(4)物理化学的性状			
①性状	PFOS: 白色粉末(室温) PFOA: 液体(室温)	38	
②融点(°C)	PFOS: >400°C PFOA: 45-50°C	13	
③沸点(°C)	PFOS: 不明 PFOA: 189-192°C/736mmHg	13	
④比重(g/cm ³)	PFOS: ~0.6 g/cm ³ (カリウム塩)、~1.1 g/cm ³ (リチウム塩、アンモニウム塩、ジエタノールアミン塩) PFOA: 1.7 g/cm ³	55	
⑤溶解度	PFOS: 519 mg/L (24°C)、570 mg/L (20°C) [水] PFOA: 3.4 g/L [水]	38	
(5)調製・加工・調理による影響	—		
(6)備考	—		

<参考文献>

参考文献の URL は、令和 2 年(2020 年)10 月 27 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。

- 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」
<https://www.nies.go.jp/kanko/tokubetu/pdf/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)
<http://mhlw-grants.niph.go.jp/>
- 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://mhlw-grants.niph.go.jp/>
- 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)」(平成 22 年 9 月 24 日)
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 環境省: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)
<https://www.env.go.jp/press/11117.html>
 - 7 環境省:ストックホルム条約、バーゼル条約及びロッテルダム条約締約国会議の結果について(2019)
<https://www.env.go.jp/press/106784.html>
 - 8 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/>
 - 9 経済産業省:化学物質審査規制法
http://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/kasinhou/index.html
 - 10 厚生労働省:令和元年度第 9 回薬事・食品衛生審議会薬事分科会化学物質安全対策部会化学物質調査会 令和元年度化学物質審議会第 5 回安全対策部会 第 201 回中央環境審議会環境保健部会化学物質審査小委員会(令和 2 年 1 月 16 日)
https://www.meti.go.jp/shingikai/kagakubusshitsu/anzen_taisaku/2019_05.html
 - 11 英国食品基準庁(FSA)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/cotstatement_pfos200609
 - 12 英国食品基準庁(FSA)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/cotstatement_pfoa200610
 - 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)
<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2008.653>
 - 14 米国環境保護庁(EPA):Provisional Health Advisories for Perfluorooctanoic Acid (PFOA) and Perfluorooctane Sulfonate (PFOS)(2009)
<https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/pfoa-pfos-provisional.pdf>
 - 15 欧州安全機関(EFSA): Risk to human health related to the presence of perfluorooctane sulfonic acid and perfluorooctanoic acid in food (2018)
<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2018.5194>
 - 16 欧州食品安全機関(EFSA): Public consultation on the draft scientific opinion on the risks to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food (2020)
<http://www.efsa.europa.eu/en/consultations/call/public-consultation-draft-scientific-opinion-risks-human-health>
 - 17 欧州食品安全機関(EFSA): Risks to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food (2020)
<https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/6223>
 - 18 米国環境保護庁(EPA): Drinking Water Health Advisory for PFOS (2016)
https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-05/documents/pfos_health_advisory_final_508.pdf
 - 19 米国環境保護庁(EPA): Drinking Water Health Advisory for PFOA (2016)

- https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-05/documents/pfoa_hesd_final_508.pdf
- 20 米国食品医薬品庁(FDA): Questions and Answers on Per and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) in Food (2019)
<https://www.fda.gov/food/chemicals/questions-and-answers-and-polyfluoroalkyl-substances-pfas-food>
- 21 米国毒性物質疾病登録庁(ATSDR): Toxicological Profile for Perfluoroalkyls Draft for Public Comment June 2018 (2018)
<https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp200.pdf>
- 22 農林水産省: 有害化学物質含有実態調査 結果データ集(平成 25~26 年度)
http://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/risk_analysis/survei/pdf/chem_25-26.pdf
- 23 農林水産省: 食品の安全性向上に向けた対応状況【化学物質】(令和 2 年 2 月 1 日)
http://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/attach/pdf/risk_manage_outcome-7.pdf
- 24 環境省: 平成 23 年度 ダイオキシン類をはじめとする化学物質の人への曝露量モニタリング調査 結果報告書
http://www.env.go.jp/chemi/report/h25-02/00_full.pdf
- 25 環境省: 化学物質の環境リスク評価 第 6 巻(平成 20 年 5 月) ペルフルオロオクタンスルホン酸及びその塩
<http://www.env.go.jp/chemi/report/h19-03/pdf/chpt1/1-2-2-19.pdf>
- 26 環境省: 化学物質の環境リスク評価 第 9 巻(平成 23 年 3 月) ペルフルオロオクタン酸及びその塩
<http://www.env.go.jp/chemi/report/h23-01/pdf/chpt1/1-2-2-12.pdf>
- 27 欧州連合(EU): 76/769/EEC の第 30 回改正による 2006/122/EC
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32006L0122>
- 28 米国環境保護庁(EPA): 2010/2015 PFOA Stewardship Program
<https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-10/documents/dupont.pdf>
- 29 米国環境保護庁(EPA): Perfluorooctanoic Acid (PFOA) and Fluorinated Telomers; Basic Information (2010)
<http://www.epa.gov/opptintr/pfoa/pubs/pfoainfo.html#actions>
- 30 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>
- 31 米国環境保護庁(EPA): EPA Acting Administrator Announces First-Ever Comprehensive Nationwide PFAS Action Plan (2019)
<https://www.epa.gov/newsreleases/epa-acting-administrator-announces-first-ever-comprehensive-nationwide-pfas-action-1>
- 32 米国環境保護庁(EPA): EPA's PFAS Action Plan: Program Update (2020)
https://www.epa.gov/sites/production/files/2020-01/documents/pfas_action_plan_feb2020.pdf
- 33 日本弗素樹脂工業会: POPs 条約によるペルフルオロオクタン酸(PFOA)規制について(2019)
<http://www.jfia.gr.jp/kankyo2/pfoa.htm>
- 34 農林水産省: 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
- 35 農林水産省: 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 28 年 1 月 8 日現在)
http://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/risk_analysis/priority/chemical_h27.html
- 36 厚生労働省:水質基準に関する省令の一部改正等について(施行通知)(令和 2 年 3 月 30 日付け生食発 0330 第 1 号)
<https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000615688.pdf>
 新旧対照表
<https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000615697.pdf>
- 37 環境省:水質汚濁に係る人の健康の保護に関する環境基準等の施行等について(通知)(令和 2 年 5 月 28 日)
<https://www.env.go.jp/press/108066.html>
- 38 英国公衆衛生庁(PHE)(旧英国健康保護庁(HPA)):PFOS and PFOA Toxicological overview (2009)
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/338261/PFOS_and_PFOA_Toxicological_Overview_phe_v1.pdf
- 39 環境省:日本人における化学物質のばく露評価について-化学物質の人へのばく露量モニタリング調査(2011~)(2017)
https://www.env.go.jp/chemi/dioxin/pamph/cd/2017ja_full.pdf
- 40 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>
- 41 経済産業省・環境省: GHS 分類結果(2008)
<https://www.nite.go.jp/chem/ghs/08-meti-0061.html>
- 42 国際がん研究機関(IARC):IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 110 (2017)
https://publications.iarc.fr/_publications/media/download/5626/38eb12059ccc7026d9c3b073e0ca7a7c667bd4c6.pdf
- 43 国際がん研究機関(IARC):List of Classifications
<https://monographs.iarc.fr/list-of-classifications>
- 44 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)
https://www.bfr.bund.de/en/press_information/2006/21/high_levels_of_perfluorinated_organic_surfactants_in_fish_are_likely_to_be_harmful_to_human_health-8172.html
- 45 厚生労働省:令和元年度第 2 回水質基準逐次改正検討会 資料 1(令和 2 年 2 月 19 日)
<https://www.mhlw.go.jp/content/10901000/000597714.pdf>
- 46 環境省:「化学物質環境実態調査-化学物質と環境」平成 30 年度版報告書(平成 29 年度調査結果)、平成 18 年度版報告書(平成 17 年度調査結果)、平成 17 年度版報告書(平成 16 年度調査結果)
<http://www.env.go.jp/chemi/kurohon/>
- 47 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>
- 48 英国食品基準庁(FSA): FLUORINATED CHEMICALS IN FOOD(2009)
<http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/fsis0509.pdf> (現在リンク切れ)
- 49 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(2010)
<http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/320126001.pdf>
- 50 米国有害物質・疾病登録庁(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>
- 51 米国食品医薬品庁(FDA): Statement on FDA's scientific work to understand per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in food, and findings from recent FDA surveys (2019)
<https://www.fda.gov/news-events/press-announcements/statement-fdas-scientific-work-understand-and-polyfluoroalkyl-substances-pfas-food-and-findings>
- 52 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)
<https://www.anses.fr/fr/system/files/MCDA2007sa0391.pdf>
- 53 環境省: 中央環境審議会水環境部会(第49回)資料(令和2年5月26日)
https://www.env.go.jp/council/09water/49_1.html
- 54 経済協力開発機構(OECD): Co-operation on Existing Chemicals – Hazard Assessment of Perfluorooctanate Sulfonate and its Salts. (ENV/JM/RD(2002)17/FINAL, JT00135607)(2002)
<http://www.oecd.org/dataoecd/23/18/2382880.pdf>
- 55 経済協力開発機構(OECD): TOWARD A NEW COMPREHENSIVE GLOBAL DATABASE OF PER- AND POLYFLUOROALKYL SUBSTANCES (PFASs): SUMMARY REPORT ON UPDATING THE OECD 2007 LIST OF PER- AND POLYFLUOROALKYL SUBSTANCES (PFASs) (ENV/JM/MONO(2018)7)
[http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=ENV-JM-MONO\(2018\)7&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=ENV-JM-MONO(2018)7&doclanguage=en)
- 56 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>
- 57 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
- 58 ドイツ連邦リスク評価研究所(BfR)(2020): Neue Studie zeigt: Bei hohen PFOA-Gehalten im Blut weisen einjährige Kinder geringere Gehalte von Impfantikörpern auf
<http://www.bfr.bund.de/cm/343/neue-studie-zeigt-bei-hohen-pfoa-gehalten-im-blut-weisen-einjaehrige-kinder-geringere-gehalte-von-impfantikoerpern-auf.pdf>
- 59 Klaus Abraham, Archives of Toxicology, 94, 2131-2147 (2020)
<https://link.springer.com/article/10.1007/s00204-020-02715-4>
- 60 オーストラリア・ニュージーランド食品基準機関(FSANZ): Hazard assessment report – Perfluorooctane Sulfonate (PFOS), Perfluorooctanoic Acid (PFOA), Perfluorohexane Sulfonate (PFHxS) (2017年)
<https://www1.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/2200FE086D480353CA2>

- 580C900817CDC/\$File/6.sd1-Hazard-assessment-report.pdf
- 61 英国公衆衛生庁(PHE)(旧英国健康保護庁(HPA)): PFOS and PFOA Incident management(2018)
https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/732391/P_FOS_and_PFOA_IM_PHE_030818.pdf
- 62 経済産業省: 化学物質排出把握管理促進法
http://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/law/index.html
- 63 薬事・食品衛生審議会 薬事分科会化学物質安全対策部会 PRTR 対象物質調査会、化学物質審議会 安全対策部会 化管法物質選定小委員会、中央環境審議会 環境保健部会 PRTR 対象物質等専門委員会 合同会合(第3回): 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に基づく第一種指定化学物質及び第二種指定化学物質の指定の見直しについて(報告)(2020年5月)
http://www.env.go.jp/council/05hoken/prtr_3/%28%E3%82%BB%E3%83%83%E3%83%88%29%E5%A0%B1%E5%91%8A%E6%9B%B8.pdf
- 64 日本弗素樹脂工業会: ふつ素樹脂製品取扱マニュアル 改訂10版(2017)
http://www.jfia.gr.jp/publication/images/handling_manual.pdf
- 65 日本製紙連合会ヒアリング(2011年10月18日)
- 66 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)
<https://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/hourei/jimuren/dl/090306-3.pdf>
- 67 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>
- 68 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>
- 69 製品評価技術基盤機構: 化学物質総合情報提供システム(NITE-CHRIIP)
https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/srhInput