

PFAS(有機フッ素化合物):
永遠の化学物質
投資家向け
ブリーフィング

2024年9月

MUFGファースト・センティア
サステナブル投資研究所

目次

エグゼクティブサマリー	3
はじめに	5
PFASとは	5
投資家がPFASに関心を持つべき理由	7
PFASの環境汚染	8
水、土壌、空気におけるPFAS汚染のマッピング	9
PFASの人体への影響	10
PFASの自然環境への影響	13
主な介入	14
1. 強化される規制	15
2. 増加する訴訟	19
PFASへの介入が企業に及ぼす影響	20
PFAS製造者	20
製品製造者	22
製品製造者にとってのリスクとチャンス	24
廃棄物処理、水処理、環境試験サービスプロバイダー	25
投資家が企業に期待すべきこと	26
投資家がとるべき行動	27
付録	30
付録1:化学物質ファミリー	30
付録2:事業のリスクとチャンス	31
付録3:エンゲージメントでの主な質問	32
PFAS製造者とのエンゲージメント	32
製品製造者とのエンゲージメント	33
廃棄物処理サービスプロバイダーとのエンゲージメント	34
付録4:頭字語	35
付録5:用語集	36
参照	37

研究所について

MUFG ファースト・センティアサステナブル投資研究所(以下研究所)は、サステナブル投資を推進するテーマに焦点を当てたリサーチ情報の提供を目指している。研究所における調査は、三菱UFJフィナンシャル・グループ(以下MUFG)の連結子会社である三菱UFJ信託銀行株式会社とファースト・センティア・インベスターズが協働で支援している。

MUFGとファースト・センティア・インベスターズは、投資家として共通の社会的責任の理念のもと、自らの意思決定が現在および将来のコミュニティに及ぼす影響を考慮して投資判断を行うことが重要だと考える。

そうした考えから、研究所では環境、社会、ガバナンス(ESG)に関する調査を外部機関と協働し、特定のテーマをさまざまな視点から掘り下げて考察していく。今や、投資家はサステナビリティやサステナブル投資を巡る問題について、これまで以上に掘り下げ、焦点を絞って熟考するようになってきている。これらの問題は複雑で、原因を解明するには詳細な分析が必要となる。投資家として問題の原因をより深く理解できれば、数々の投資判断に対してより適切な意思決定を行い、環境と社会のためにポジティブな変化を促し、自らの影響力を活かすことができるであろう。

研究所における調査は、MUFGの連結子会社である三菱UFJ信託銀行株式会社とファースト・センティア・インベスターズが協働で支援している。両機関の代表者は、研究所の活動に情報を提供する。

また、研究所では、サステナビリティおよびサステナブル投資に関連する研究について助言を行うアカデミック・アドバイザリー・ボードを設置している。アカデミック・アドバイザリー・ボードは、責任投資、気候科学、関連するESGの分野で活躍する学术界、産業界、非政府組織の著名なリーダーで構成され、研究所のリサーチ結果が最高水準の学術レベルを満たすよう、独立した監督機能を果たしている。

ご連絡先

Institute@Firstsentier.com

www.firstsentier-mufg-sustainability.com

www.mufg-firstsentier-sustainability.jp

謝辞

当研究所は、本報告書の執筆者であるChronos Sustainability社のSheila Courtney氏、Fatima Husain氏、Rory Sullivan博士、Nicky Amos氏に深く感謝する。

Chronos Sustainabilityについて

当研究所は、本報告書の作成をChronos Sustainability社(以降クロノス社)に依頼した。クロノス社は、複雑なシステムの専門的な分析と効果的なマルチステークホルダー・パートナーシップを通じて、主要産業分野の社会・環境パフォーマンスにおいて変革的で体系的な変化をもたらすことを目的として、2017年に設立された。クロノス社は、グローバル投資家およびグローバル投資家ネットワークと幅広く連携し、サステナビリティに関連する問題の投資への影響についての理解を深めるとともに、投資リサーチやエンゲージメントにサステナビリティを組み込めるようなツールや戦略を開発している。詳細はこちらを参照されたい。www.chronossustainability.com X(旧Twitter): @ChronoSustain

研究所の支援企業について



ファースト・センティア・インベスターズについて

ファースト・センティア・インベスターズ(旧ファーストステート・インベストメンツ)は、クオリティの高い長期的な運用戦略をお客様に提供する、グローバルな資産運用グループである。当グループは責任投資とスチュワードシップの原則に共通のコミットメントを持つ、独立したスペシャリスト運用チームを擁している。これらの原則は、全社的な経営管理と企業文化に不可欠なものである。また、自社ブランドおよび個別サブブランドの運用チームの区別なく、全ての運用チームは投資の自主性を確保し、各自の運用哲学を実践している。 <https://www.firstsentierinvestors.com> のコンテンツはSFCの審査を受けていない。

<https://www.firstsentierinvestors.com>



MUFGについて

三菱UFJフィナンシャル・グループ(MUFG)は、世界有数の金融グループ。東京を本拠とし、360年以上の歴史を誇る。国際的なネットワークを築き、世界50か国以上におよそ2,100の拠点を有する。グループ全体の従業員数は約160,000名。商業銀行、信託銀行、有価証券、クレジットカード、消費者金融、資産運用、リースなどの事業を手がける。事業会社間の緊密な協力によって「世界で最も信頼される金融グループになる」こと、顧客のあらゆる金融ニーズに柔軟に対応することを目指し、社会に貢献するとともに、より良い世界に向けたサステナブルな成長の共有を促進している。MUFGは、東京証券取引所、名古屋証券取引所、ニューヨーク証券取引所に上場している。

<https://www.mufg.jp/english>

三菱UFJ信託銀行について

三菱UFJ信託銀行は、MUFGのコアメンバーとして、大手信託銀行ならではの専門性の高い機能を活かし、お客さまに総合的な金融ソリューションを幅広く提供している。銀行業務に加え、不動産、証券代行、資産運用・投資家サービス、相続関連サービスなど、幅広い金融ソリューションを提供している。常に「信頼」をベースにお客さまや社会の課題をサポートすることで、「安全で豊かな社会」「お客さまとともに明るい未来」を創造する信託銀行となることを目指し、「信頼が未来を拓く」という新たなキーコンセプトを定めた。

<https://www.tr.mufg.jp/english>

エグゼクティブサマリー

ペルフルオロアルキル化合物・ポリフルオロアルキル化合物(PFAS)とは、化学的な不活性、耐熱性、撥水性、撥油性、防汚性などの性質を特徴とする化学物質群(有機フッ素化合物)の総称であり、その性質からさまざまな消費財や産業用途で使用されている。PFASは、主に航空宇宙・防衛、自動車、航空、繊維、建設、家庭用品、エレクトロニクス、食品加工、食品包装、医療機器などの産業セクターで用いられている。

しかし、PFASをこれほど有用なものにしているこうした特性は、健康や環境への悪影響に対する世界的な懸念にもつながっている。PFASは分子レベルでとても強固に結合しているため、自然環境で分解しにくく、他のどの人工化学物質よりも環境に長く留まる可能性がある。汚染された飲料水や食品を通じたPFASばく露と、いわゆる環境ホルモン等の内分泌かく乱作用や血中コレステロール値の上昇、特定のがんのリスク上昇、甲状腺異常、出生体重の低下、ワクチン反応の低下、心疾患性などの人々の健康影響との関連性が指摘されるようになってきた。PFASのばく露は、無脊椎動物、魚、両生類、鳥、爬虫類、哺乳類、植物などの生物にも悪影響を及ぼすことが明らかになっている。

PFASの規制は強化されており、段階的廃止および禁止に向かう傾向にある。欧州連合(EU)は、代替物質が入手できる用途でのPFASの使用を全面的に禁止する制限案を検討している。規制施行時に代替物質がない用途については、最大12年間の猶予期間を設ける案が出されており、猶予期間中の代替物質の開発が期待されている。EU、ニュージーランド、米国の複数の州はPFAS含有の泡消火剤禁止に動いており、各国の規制当局は食品包装、化粧品、布類などの消費者製品でのPFASの使用を制限している。

こうした規制強化と、(特に米国での)訴訟問題、さらに人々の意識の高まりが、PFAS製造者、および数多くの製品製造セクターに重大なリスクをもたらす可能性がある。一方で廃棄物処理、水処理、環境試験サービスプロバイダーにとって新たなチャンスも生まれている。こうしたリスクとチャンスについてはボックス1にまとめている。

以上のような規制と訴訟における動向を踏まえ、投資家はPFAS関連のリスクとチャンスを確実に組み込む必要がある。投資家コミュニティは以下を通じてPFASに関する幅広い活動を支援することができる。

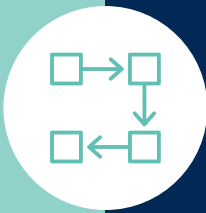
- PFASの製造、使用、管理に関する企業の情報開示を提唱する。
- PFASの段階的廃止、および環境へのPFAS放出の抑制を目指す積極的な企業行動を推奨する。
- 政策関与に向けた投資家の支援を確立する。
- パートナーシップを構築し、他の投資家および主要なステークホルダーと連携する。

ボックス1: リスクとチャンス

投資家は、PFAS 関連のリスクとチャンスを投資研究および意思決定に組み込むうえで、とりわけ PFAS 製造者、PFAS を使用する製品製造者、および廃棄物処理、水処理、環境試験サービスプロバイダーに着目すべきである。



PFAS 製造者は、需要の落ち込みによる潜在的な収入減や収益性の低下などのリスクに直面しており、特に欧州 PFAS 制限案が提出されている EU 内でそれが顕著である。大手企業は PFAS 代替物質の開発および商品化を通じて新しい収入源を創出できるだろう。製造者は新たな報告要件(有害物質規制法(TSCA)に基づく米国での報告義務など)、および排水基準の強化によりコストが増加している。さらに、訴訟費用や執行費用を負担するリスクを抱えている。



製品製造業者は、規制によって PFAS の段階的廃止や PFAS 代替物質を使用した成分変更が促されることで、経費が増える可能性がある。EU の PFAS 制限案も代替物質が入手できない用途の代替物質開発を後押しするため、研究開発費(R&D)の上昇につながる可能性がある。さらに新たな報告要件(米国での TSCA など)、排水基準の強化、訴訟費用負担のリスクがコストを引き上げるだろう。一方で製品製造者には、PFAS フリーの製品を開発して差別化するチャンスもある。



廃棄物処理、水処理、環境試験サービスプロバイダーにとっては、水および排水処理インフラの更新に対する需要の高まり、新たな PFAS の分解処理技術の開発、修復サービスへのニーズの高まり、分析試験能力の拡大という形で新たなチャンスが生まれている。しかし、廃棄物処理会社は、埋立地浸出水への対応などの修復、および厳格化する廃棄物基準に合わせた改善に関連する費用への対応を迫られる可能性がある。

投資家は企業に以下を促すことができる。

- PFAS 関連のリスクを事業にとって重大な問題として認識する。
- サプライチェーンをマッピングして、PFAS が使用されている場所と使用理由を明らかにし、PFAS 代替物質が入手可能かどうか把握する。
- PFAS の製造および使用の段階的廃止に取り組み、それをポリシーステートメントに盛り込んで公表することで正式なコミットメントにする。
- PFAS の段階的廃止、排出管理および修復の強化に関する目標および目標値を定めた、期限付きの計画を作成する。
- 目標値の達成状況を監視するガバナンスフレームワークを確立する。
- PFAS の管理、および PFAS の使用に起因した影響についてタイムリーに報告する。
- PFAS の代替物質、および適切であれば排水処理ならびに廃棄物処理システムの更新など、インフラを対象とした研究開発に投資して排出量を削減する。

はじめに

本報告書は、永遠の化学物質と呼ばれるPFASについて投資家向けに説明するために、MUFG ファースト・センティアサステナブル投資研究所(以下、研究所)が作成を依頼したものである。研究所は、投資業界が積極的で前向きに貢献するうえで対応すべき市場トレンドおよび市場慣行を調査するなど、サステナブル投資を推進するテーマに焦点を当てたリサーチ情報の提供を目指しているが、本報告書はこの目的の一端を担うものである。

本報告書には5つの重要な目的がある。

1. PFAS 汚染が人の健康と環境にもたらすリスクについて、投資家の関心を高めること。
2. PFAS 製造者および数多くの製品製造セクターに影響を及ぼすと思われる規制および訴訟対応の概要を紹介すること。
3. 投資家が地域やセクターにわたるエクスポージャーを評価し、PFAS 関連のリスクと機会を評価するのを支援すること。
4. 投資家がPFAS 関連のリスクと機会にどのようにエンゲージできるかについてのガイダンスを提供すること。
5. 投資家の特定の貢献によってPFAS 関連リスクへのエクスポージャーが軽減できるとみられる、バリューチェーン上の重要ポイントを明らかにすること。

研究所は、投資家がPFAS 関連のリスクとチャンス投資手法および意思決定プロセスに組み込めるよう支援し、このテーマに関する投資家の協働エンゲージメントの基盤を確立するために本報告書の作成を依頼した。

PFASとは

有機フッ素化合物のうち、ペルフルオロアルキル化合物及びポリフルオロアルキル化合物(PFAS)は、「永遠の化学物質」とも呼ばれ、1万種類以上の物質があるとされている。¹

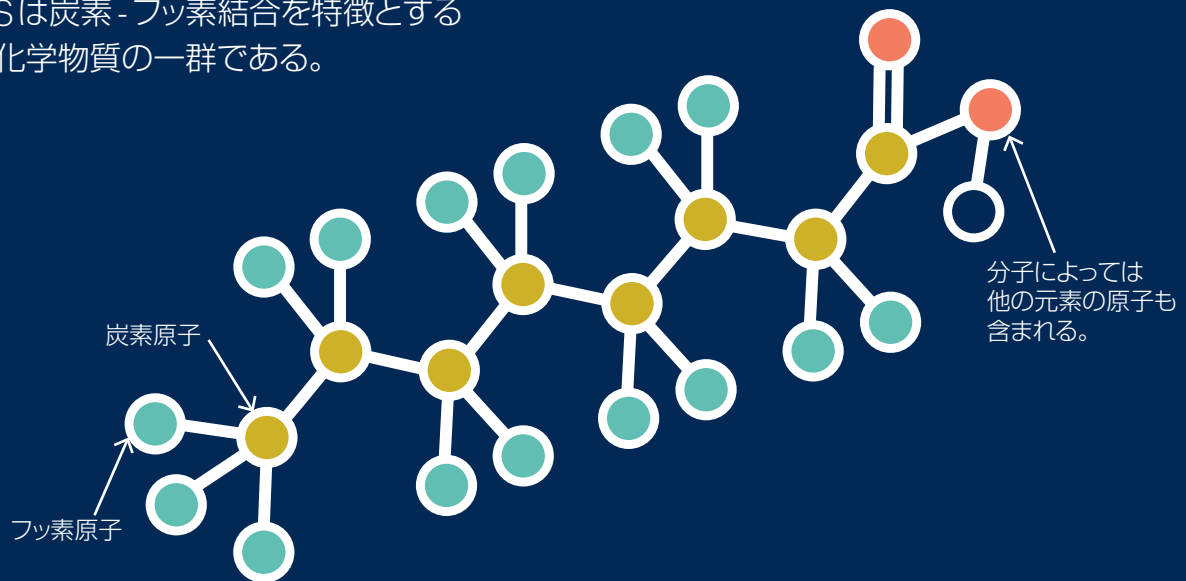
PFASには、化学的不活性、耐熱性、撥油性、撥水性、防汚性などの有用な性質がある。その性質からPFASは幅広いセクターの産業や消費財用途で活用されており、その多くは現代の産業経済の大きな部分を支える存在となっている。PFASを用いているセクターには、繊維、包装、潤滑材、冷媒、エレクトロニクス、建設セクターなどがある。¹

PFASには、炭素原子とフッ素原子が強力に結合している(もっとも強固な化学結合の一つ)という特徴があり、それゆえに環境ではなかなか分解されない「極めて高い残留性」という共通した性質を持っている。この性質から、「永遠の化学物質」と呼ばれるようになった。

1940年代に、PFAS ファミリー初の化学物質が開発され商用化された。それ以降、販売および使用されるPFASの数は大幅に増加しており、業界関係者によると現在商業的には数百種類のPFASが流通している。²

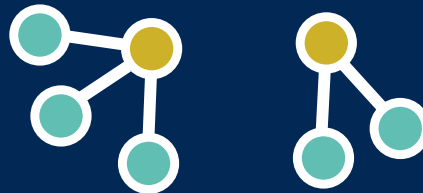
図1

PFASは炭素 - フッ素結合を特徴とする合成化学物質の一群である。



OECD2021の定義によると、いくつかの例外を除き、少なくともパーフルオロメチル基(-CF₃)またはパーフルオロメチレン基(-CF₂-)を持つ化学物質はPFASである。

以下の少なくとも1つを含む:



初期に開発され商品化されたPFAS(具体的にはペルフルオロオクタン酸(PFOA)、ペルフルオロオクタンスルホン酸塩(PFOS)、ペルフルオロヘキサンスルホン酸(PFHxS))の調査を通じて、これらの化学物質へのばく露と、人の健康への重大な悪影響に関連性があることが明らかになった。この調査結果を発端として1990年代に米国で訴訟が発生し、こうした化学物質製造を段階的に廃止する動きが全米に広がった。PFOSは2009年に残留性有機汚染物質(POPs)に関するストックホルム条約の対象物質に追加されたことを受け、多くの国々で禁止または段階的に廃止されている。一方、PFOAとPFHxSは、それぞれ2019年と2022年にストックホルム条約の対象物質に追加された。

その後の調査で、こうした初期の「レガシー」PFASの代替物質として用いられた、PFASファミリー内の他の化学物質も環境に放出されて同様の健康被害をもたらしていたことが分かった。

こうした「遺憾な代替(Regrettable substitution)」の例が、PFOAの代わりに用いられた「GenX」(ヘキサフルオロプロピレンオキシドダイマー酸)と呼ばれる代替物質である。動物をGenXにばく露させた研究で、ばく露が免疫系、肝臓、腎臓、胎児の成長に影響を及ぼすことが分かり、Gen Xとがんの関連性も明らかになった。³

米国で最初に起こった訴訟は、PFOA (DuPontと同社の汚れがつきにくいテフロン加工の調理器具に関するもので、PFASサプライヤーは3Mだった)と、PFOS(3Mが関係したもので、繊維用防水スプレー「スコッチガード」や泡消火剤に用いられていた)の2種類のPFASをめぐるものだった。

はじめに

投資家がPFASに関心を持つべき理由

PFASの環境(水、土壌、大気)汚染による人体と環境への悪影響と、PFASの産業および消費財用途での使用は、世界的関心事となっている。

政府機関や規制当局は対応に乗り出しており、今後間違いなく規制を強化してPFASの使用を管理するだろう。特にEUにおける新たな規制対応は、PFAS製造者、および数多くの製品製造セクターに影響を及ぼすとみられる。米国を中心に発生している訴訟とますます厳しさを増す世間の目も、さまざまなセクターの企業に重大なリスクをもたらす可能性がある。

投資家側からみると、PFAS汚染と、規制および訴訟の介入は、投資先企業にリスクとチャンスの両方をもたらすものである。PFAS関連のリスク(収入減、研究開発費(R&D)の上昇、製品の成分変更に伴う直接費用、訴訟費用などが含まれる可能性がある)は、PFAS製造者および幅広い製品製造会社の財務面に大きな

打撃となるおそれがある。一方で、特に廃棄物処理、水処理、環境試験サービスプロバイダー、さらにPFAS代替物質の研究開発に関与している化学物質製造者とそれを使用する製品製造者にとってはビジネスチャンスも生まれている。

リスクを効果的に管理しながら新たなチャンスを活かすために、企業は今後のPFAS使用の方向性を左右する要因や動向、それらをめぐる地域差を敏感に察知しなくてはならない。例として、PFAS製造者は、代替物質のある用途におけるPFASの段階的廃止や代替物質利用の動向と並行して、今後も続くと思われる、PFASの代替物質がない用途に対する需要にも注意を払うべきである。



PFASの環境汚染

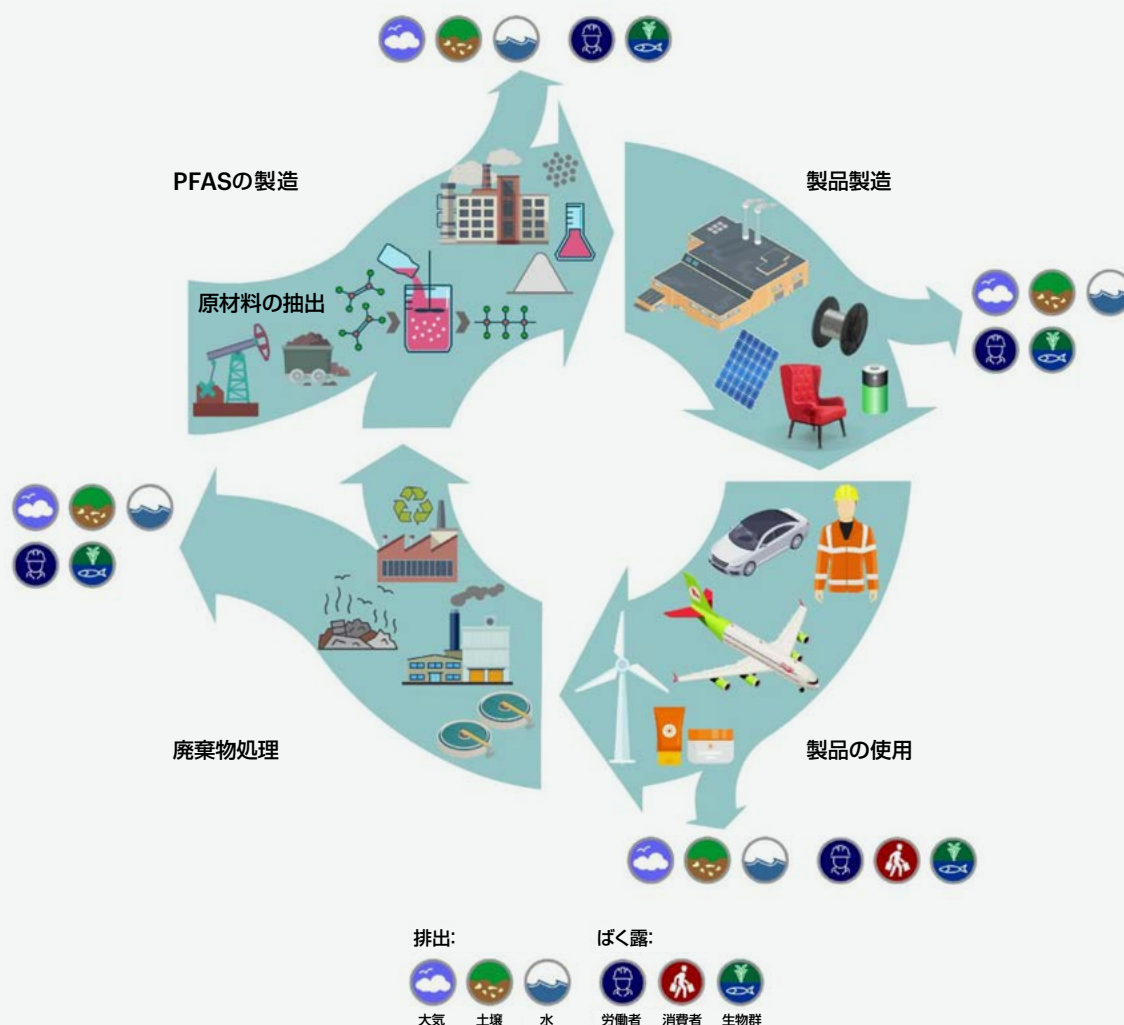
PFASはライフサイクルの全段階で、環境(水、土壌、大気)に放出されてきた。

PFASのライフサイクルには図2:PFASのライフサイクル [5] 画像の出所 [4]に示されているように、製造段階、製品の製造段階(PFASを加工したり、PFASを含む物質を添加したりする)、製品の使用段階、廃棄物の処理段階がある。

ライフサイクルのどの段階でどれくらいの量が排出されるかは、PFAS化学物質によって異なる。各物質の特徴の違いが大きく、

使用されている用途も幅広いためである。例として「Fガス」と呼ばれるフッ素ガス(多くのPFASサブグループで構成されている)は、製品の使用段階で排出され、ほぼすべてのガスが環境に放出される。一方でフッ素ポリマー(PFASのサブクラス)は、製造、製品の製造、廃棄物処理の各段階で排出される。製品の使用段階での排出は他の段階と比べて限定的だとみられる一方、廃棄物処理および処分段階は大きな排出源となっている。

図2:PFASのライフサイクル⁴



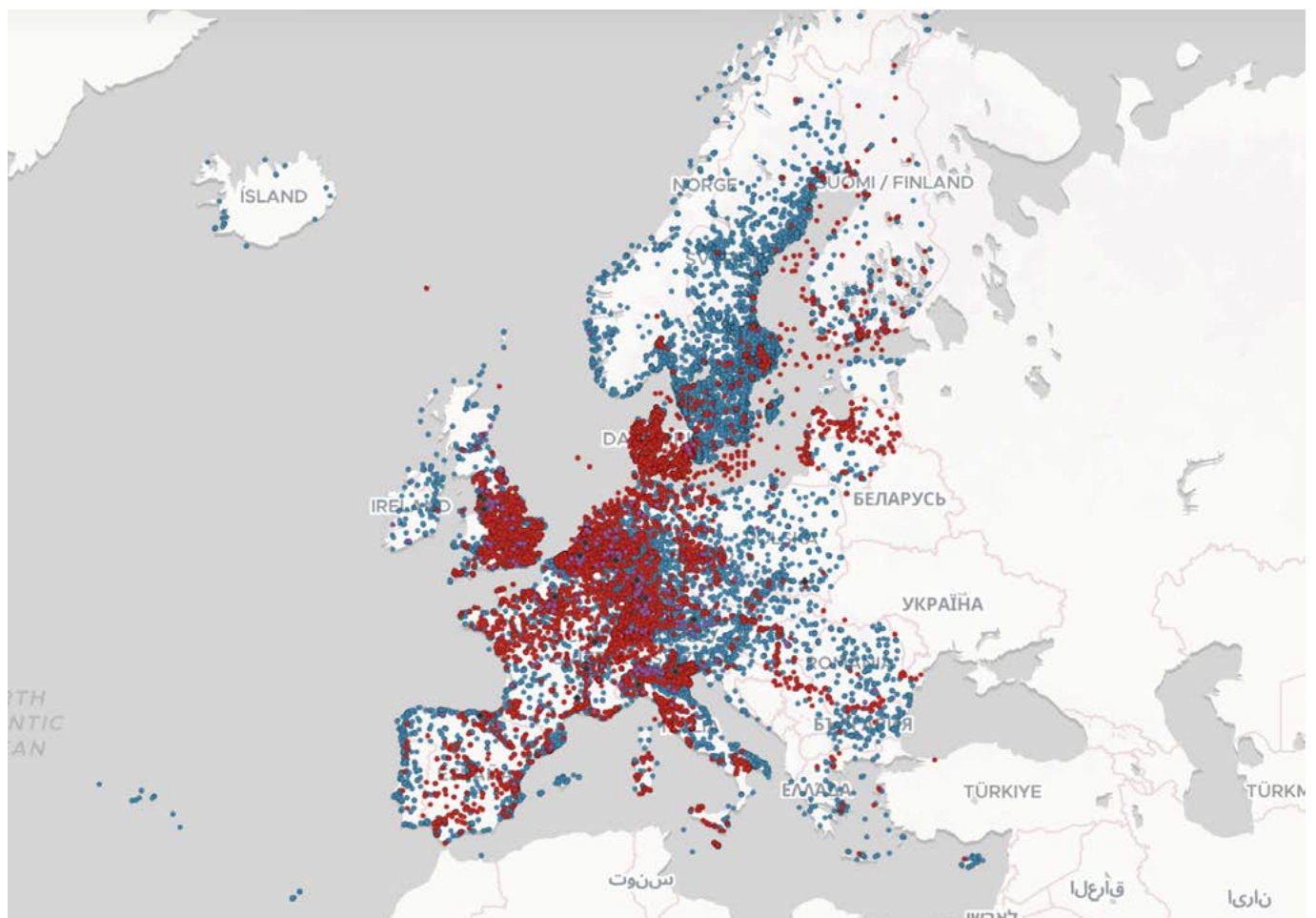
PFASの環境汚染

とくに汚染問題を一層深刻なものにしているのが、PFASの**高い残留性**である。多くのPFASには**水中での長距離移動性**という性質もあり、これが汚染を拡散させている。⁵この数十年でPFASの環境汚染は拡散され、至るところで環境と人体に悪影響を及ぼしていることが明らかになっている。最近の調査では、世界の98%以上の人の血中からPFASが検出された(米国人人口調査)。⁶

水、土壌、空気におけるPFAS汚染のマッピング

多くのPFASがもつ**水中での長距離移動性**と、PFAS共通の特徴である**残留性**によって、汚染は世界中に広がり蓄積してきた。サンプリング調査や検査のマッピングプロジェクトを通じて、水汚染の幅広い拡散が明らかになり、PFASの製造施設および製品の製造施設付近がホットスポットであることが浮き彫りになった。中でも歴史的なPFAS汚染物質が水成膜泡消火薬剤(AFFF)である。AFFFは消火訓練や消火活動で用いられていたため、特に軍事施設および空港で大量のPFASが環境に排出された。図3: EU:Forever Pollution Project(永遠の汚染プロジェクト)を参照のこと。⁷

図3:EU:Forever Pollution Project(永遠の汚染プロジェクト)。Le Monde, Watershed Investigations, 2024年。
汚染が判明した23,000ヶ所は赤、汚染が推測された21,500ヶ所以上(空港など)は青で示されている⁷



PFASの人体への影響

数多くのエビデンスによって、PFASのばく露が人体に及ぼす危険性が明らかになっている。しかし、PFAS化学物質の種類が膨大であることも影響し、実験データは限定的である。利用できるデータの性質ゆえに、異なる原則および手法から導き出した一貫性のない規制対応が行われている。とはいえ、PFAS研究への関心の高まりから、これまで以上に幅広い種類のPFASのより低いばく露レベルでのPFASばく露と、さまざまな健康被害を関連付けるエビデンスが出てきている。こうしたエビデンスをきっかけに、米国を中心に訴訟が起こっている。

ヒューマンバイオモニタリング調査を実施したところ、世界中の人々が幅広いPFASにばく露しており、特にPFASの製造施設や製品の製造施設などPFASのポイント汚染源近隣に住む人々、職業上ばく露した人々のばく露レベルが高いことが明確に示された。^{8 9 10}

PFASの主なばく露経路は、汚染された食品(野菜、動物性食品を含む)、ほこり、空気、飲料水のほか、PFASを含む製品の使用、および職業上のばく露(化学薬品および繊維の製造業労働者、消防士、スキー板のワックスがけを専門とする人々など)である。一部のPFASは、動物と人間の組織内に蓄積されていることが確認された。^{11 12}

PFASばく露は、複数の長期的な健康への影響と関連付けられている。これは特に環境中にいつまでも残留するPFASの最終生成物が関係している。一部の前駆体は人体への影響という点では比較的危険性が低いかもしれないが、最終的には変換し、人体のPFAS最終生成物へのばく露に貢献することになる。

人体への影響とは、内分泌かく乱作用、血中コレステロール値の上昇、特定のがんのリスク上昇、出生体重の低下、ワクチン反応の低下、心疾患などである。疫学調査では、特定のPFASと特定の健康影響に強い関連があると報告されているが、それ以外の健康影響とこうしたPFASとの関連について結論付けるには、より大きな集団を対象としたさらなる調査が求められる。^{13 14} こうした健康に対するPFASの影響は図4にまとめている。

PFASの残留性

PFASは前駆体と最終生成物に分けることができる。PFAS前駆体は数時間から数年単位で分解されるが、PFASの最終生成物はいつまでも環境中に残留する。¹

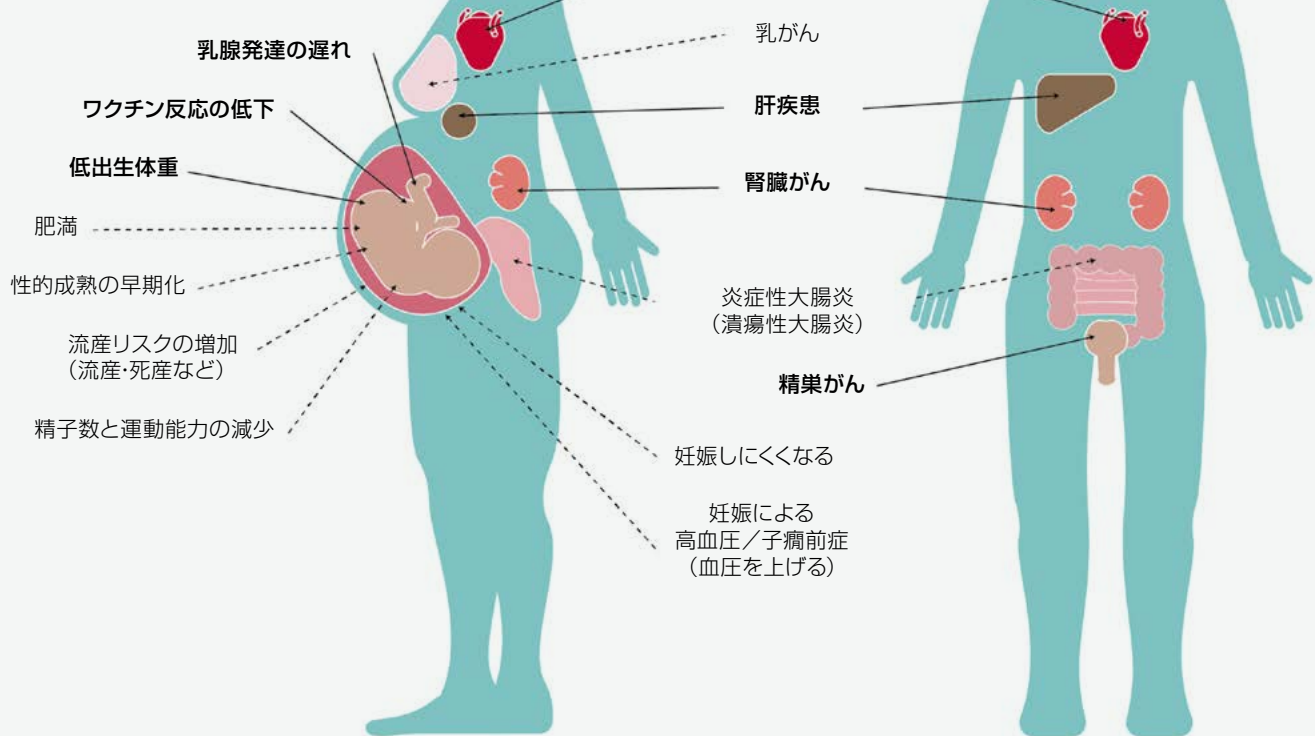
PFASの人体への影響

図4:一部のPFASによる人体への影響¹⁵

—— 高い確実性

----- 低い確実性

胎児の出生後の発達への影響



図の出所: National Toxicology Program (2016), C8 Science Panel (2012), IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans (2017), Barry et al.(2013), Fenton et al.(2009), and White et al.(2011b)

PFASの人体への影響

今後は、他の種類のPFASによる健康影響と、ばく露経路を裏付けるエビデンスがさらに増えるとみられる。

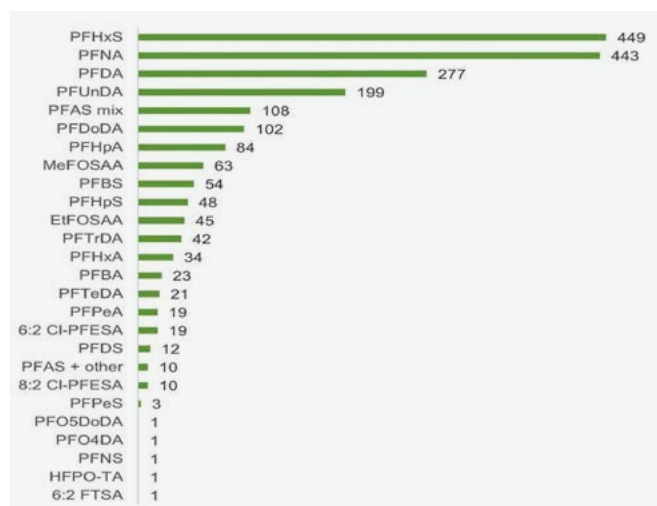
この10年間、PFASばく露と人体への影響に関する調査は着実に増えてきたが、特にこの数年の増加はめざましいものがある。¹⁶

研究が進んでいるPFOSおよびPFOA以外のPFAS(PFASのサブグループの「Gen X」を含む)についても調査活動が活発化しており、同様の悪影響が指摘されているが、依然としてデータが不足しており十分な評価はできていない。¹ 図5:PFASの種類別の疫学研究件数(研究が進んでいるPFOAとPFOSを除く)参照。

PFASの種類によって影響力が異なるため、影響が観察されたばく露レベルにはばらつきがあるものの、さまざまなPFASが示す全体的な影響のパターンは類似している。¹

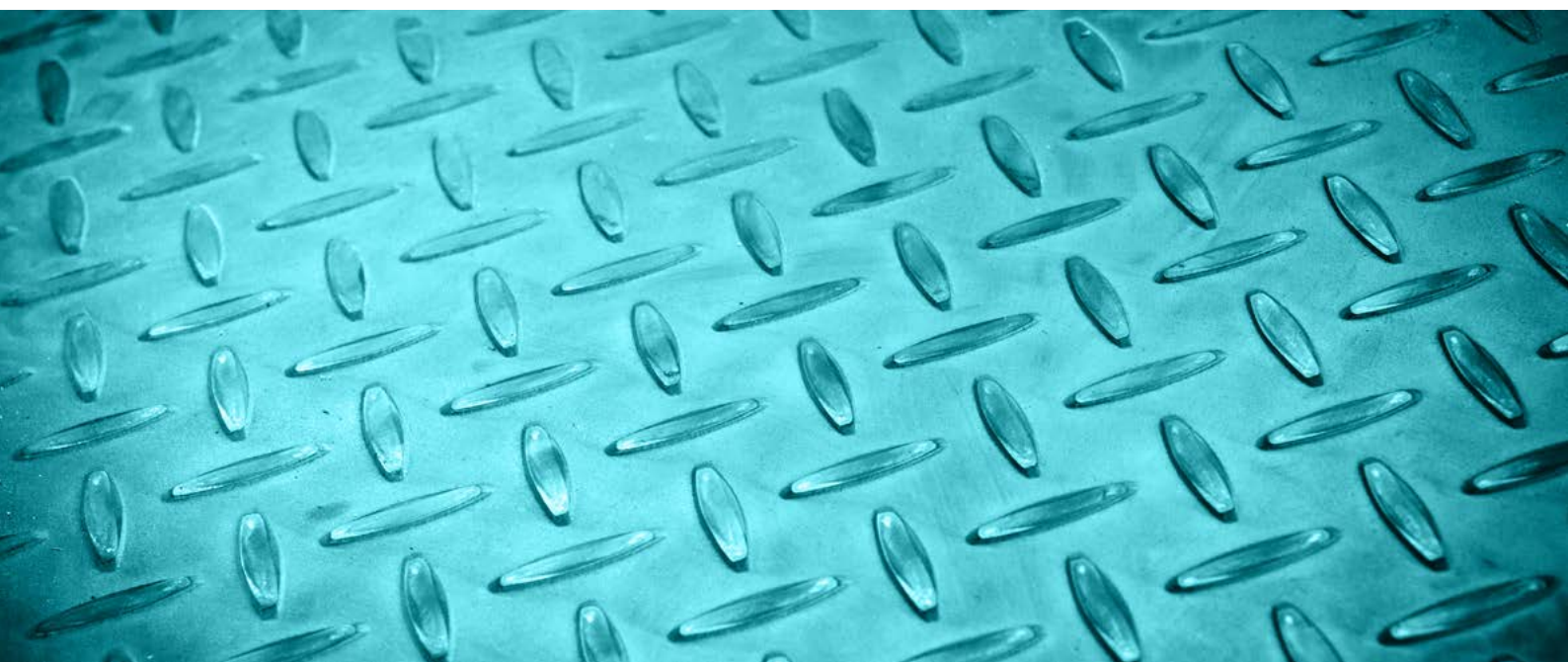
さらに、より低いばく露レベルと健康被害の関連を示すエビデンスが次々と報告されているが、ばく露レベルが、利用できる分析技術で検出可能な最小値を下回っているケースもある。

図5:PFASの種類別の疫学研究件数(研究が進んでいるPFOAとPFOSを除く)¹⁶



PFASの自然環境への影響

世界中の生態系および野生生物から、数多くのPFASが検出されている。これまでの研究の多くはPFASが水生生物に及ぼす影響を調査したものだが、PFASに起因する病気は、無脊椎動物、魚、両生類、鳥、爬虫類、哺乳類、植物などの野生生物を含む、陸上生物と水生生物の両方で確認されている。^{17 12} PFASは、動物の血液、肝臓、腎臓に蓄積され、それが免疫障害、肝臓障害、成長および生殖機能障害につながるということが明らかになっている。その上PFASは、特に若い動物にとって有害である。これが、すでに多様なストレス要因によって減少傾向にある生物種の問題を悪化させている。^{18 19 20}



主な介入

PFASをめぐる世界的な規制の強化が、PFAS製造者と幅広い製品製造セクターに大きな影響を及ぼす可能性がある。しかし、規制当局も地域によってその局面は異なっている。PFASを一つのグループとして一括制限するEU案はもっとも包括的なものであり、その他の米国環境保護庁(EPA)を含む規制当局は情報収集と浄化に重点的に取り組んでいる。さらに、特に米国で深刻な訴訟リスクが生じており、スウェーデンやオランダなどにも訴訟の波が広がっていることから、他の国でも今後数年のうちに訴訟が相次ぐ可能性がある。

PFASの汚染や排出に対する規制および訴訟はこの数年で急速に増えており、PFASの問題に対応する主要な介入手段と考えられている。その他の介入には、非政府組織(NGO)や消費者擁護団体のキャンペーン、世間のイメージや消費者心理、投資家のエンゲージメントなどがある。図6を参照のこと。

図6:PFAS 段階的廃止に向けた主な介入

規制対応

- EU制限案
- 米国EPA、および米国各州の規制
- その他、オーストラリア、カナダ、ニュージーランドなど

訴訟

- 膨大な数の訴訟。件数は増加し、内容も多様化している。特に米国では顕著。

投資家

- 業界に対し規制に備え、ライフサイクルをマッピングし、可能であればPFASを段階的に廃止するよう求めている。

NGOと世間の厳しい目

- NGO(ChemSecなど)はPFASの段階的廃止、および規制強化を強く要求している。

主な紹介

1. 強化される規制

多くの国が – 表1:規制動向 参照 – 残留性有機汚染物質 (POPs)に関するストックホルム条約で対象物質となっている PFOA、PFOS、PFHxSの3種類のPFASを禁止、または段階的に廃止している。現在、POP 審査委員会が、カナダによる長鎖ペルフルオロカルボン酸(PFCAs)のPOPsリストへの追加提案を審査中である。規制動向の概要は表1:「規制動向。PFASを一つのグループとして一括制限するEU案はもっとも包括的なものである。米国を含むその他の国は、より慎重なアプローチを採用しており、リスクを評価してPFASのカテゴリー別に規制している。」を参照のこと。

欧州と北米を中心とする各国の規制当局は、PFAS 汚染が環境および健康にもたらすリスクの把握に努め、PFAS 排出および汚染の管理手段を確立しようとしている。具体的には、EU、米国(特に複数の州)、オーストラリア、ニュージーランド、カナダで新たな規制が導入されている。

PFASを一つのグループとして一括制限するEU案はもっとも包括的なものである。米国では、米国環境保護庁(EPA)がカテゴリー別の規制導入に向けて動いており、現在は情報収集と「法執行の第一優先事項として汚染を発生させた(中略)責任者の追求」を重点的に進めているが、PFASの使用制限については州レベルで幅広い規制導入に動いている。²¹

一部の国は、飲料水のPFAS規制を発効および強化しており、PFOS、PFOA、PFHxSのほか、現時点では使用禁止になっていないPFASもいくつか規制対象となっている。中でも米国EPAは2024年4月、PFASの第一種飲料水規則(NPDWR)の最終決定を発表した。

PFAS規制

PFASを一つのグループとして一括制限するEUの規制案

欧州全土での安全な化学物質の使用を保証するため、欧州化学物質庁(ECHA)は主たる組織としてEUの化学物質に関する法整備を担っている。EU内では、PFAS関連の規制案がいくつか提出されている。もっとも影響が大きいとみられるのが、ECHAによるPFASを一つのグループとして一括制限する欧州PFAS制限案である。本稿執筆時点(2024年6月)で、この提案は立法段階にあり、ECHAの科学委員会、リスク評価委員会(RAC)、社会経済分析委員会(SEAC)が評価を進めている。RACとSEACは今後、制限案とパブリックコメントで集まった意見を段階的に共同評価する。欧州委員会は、RACとSEACの最終的な意見を踏まえ、制限案について判断する見通しである。欧州委員会の決定は2025年になるとみられ、採択されれば、規制施行時に代替物質が入手できる繊維、食品包装、化粧品などの用途またはセクター

が制限の対象となり、規制施行時に代替物質が入手できないことが十分に裏付けられたセクターおよび用途に対しては5年か12年の猶予期間が適用される。猶予期間が適用される可能性の高いセクター例は、運輸、エネルギー、石油、鉱業セクターである。提案されている猶予期間の長さは、十分な量の代替物質または再配合物質が市場に出回るまでの研究開発、認証、規制当局の承認、商品化にかかる時間を踏まえて算出されている。PFASの主要な使用分野と提案されている猶予期間の概要は、図7を参照のこと。EUはより全般的な猶予期間の適用も検討している。その一例が他の各法令ですでに規制対象になっている植物保護剤、殺生物性製品、人間用・動物用医薬品の活性物質として用いられているPFASなどである。¹

EU制限案では、PFASばく露は本来閾値がない、つまり、ばく露のレベルを問わず害を及ぼす可能性のある有害なものと定められている。⁵
そのため環境における汚染を、リスクの代わりとして用いている。

2023年に実施された、規制案に対するパブリックコメントの募集では、5,600件以上(10万ページ以上)のコメントが寄せられた。コメントの3分の2以上は企業や業界団体のものであり、その多くはPFASを一つのグループとして一括制限することに反対する意見だった。また、PFASは代替物質が入手できない必要不可欠な用途で用いられており、制限すれば社会経済的に数多くの悪影響が生じると指摘する意見も多く集まった。²²

膨大な量のコメントが寄せられたため、ECHAのRACとSEACの意見のとりまとめには遅れが出るかもしれない。今後、集まった情報を踏まえ、規制案の猶予期間や移行期間が変更される可能性がある。²³

フランスやスウェーデンを含む一部のEU加盟国はEU制限案と並行して、個別にPFAS使用に関する規制の導入に向けて検討を進めている。

EUの水関連の規制

これとは別にEUの飲料水指令が改正され(2020年)、全PFAS合計の制限値が0.5 µg/L、もっとも懸念される20種類のPFAS合計の制限値が0.1 µg/Lとなった。

排水に関しては、欧州議会は2024年4月に規制を改正し、汚染物質の監視態勢を強化してPFASを一層重視したほか、下水処理場(WWTP)運営者に対して最新の処理方法を導入して排水前にPFASを除去するよう義務付けた。²⁴

図7:EU 制限案に含まれている主な使用分野と、提案されている分類別の猶予期間。¹代替物質が入手できないことが証明されているセクターおよび用途の猶予期間は5年または12年。

	提案／検討されている猶予期間			
	猶予期間なし (特定の用途別)	提案または検討されている 猶予期間 (特定の用途別)	5年	12年
TULAC(繊維製品、内装、皮革、衣料、カーペット)	✓	✓	✓	✓
食品と接触する物質と包装	✓	✓	✓	
金属めっきおよび金属製品の製造	✓	✓	✓	
消費者向け混合物	✓			
化粧品	✓			
スキーワックス	✓			
フッ素ガスの応用	✓	✓	✓	✓
医療機器	✓	✓		✓
運輸		✓	✓	✓
エレクトロニクスと半導体	✓	✓		✓
エネルギーセクター		✓	✓	
建築製品	✓			
潤滑材		✓		✓
石油および鉱業	✓	✓		✓

米国の州レベルの規制と強化される飲料水基準

米国EPAは、PFAS使用の介入に関してはEUと比べて格段に動きが鈍い。EPAは現在、PFASばく露が人体と環境に及ぼす脅威の把握に力を入れており、カテゴリー別にPFASを検証している。段階的廃止を目指すというより、PFASの製造、製品の製造、廃棄物処理段階を中心としたライフサイクル全般における排出の管理と削減の方に重点的に取り組んでいる。

米国EPAは2024年4月、包括的環境対策・補償・責任法（CERCLA）、通称スーパーファンド法の下でPFOAとPFOSを「有害物質」に指定する最終規則を発表した。この規則の直接的な影響として、企業は報告基準量に到達または超過したPFOAおよびPFOSの放出について、24時間以内の報告が義務付けられた。間接的な影響ははるかに広い範囲に波及する見込みであり、所有地でPFOAおよびPFOSの汚染が発生している幅広い企

業が対象となる。CERCLAの「汚染者負担」原則に従い、EPAは「潜在的責任当事者」(PRPs)に浄化にかかった費用の負担を求める、または浄化の実施を命じることができる。さらに影響を受けた当事者がかかった浄化費用の負担を、相手方当事者に請求することが認められている。これによって企業が汚染の法的責任を負い、調査や浄化にかかった費用を強制的に負担させられる可能性があるため、企業の訴訟リスクが高まっている。²⁵

2024年4月に米国EPAは、国内全土の水系に新たな要件を課す、初の全国的な法的強制力を持つPFASの飲料水基準(飲料水規制)を最終決定した。水処理施設は、今後3年以内に化学物質の検査を実施し、基準値を超えている場合には2年以内に永遠の化学物質を除去する技術を購入、設置、運用しなくてはならない。²⁶ 一方でいくつかの州はすでに、飲料水に含まれる特定のPFASについて独自の基準を設けている。

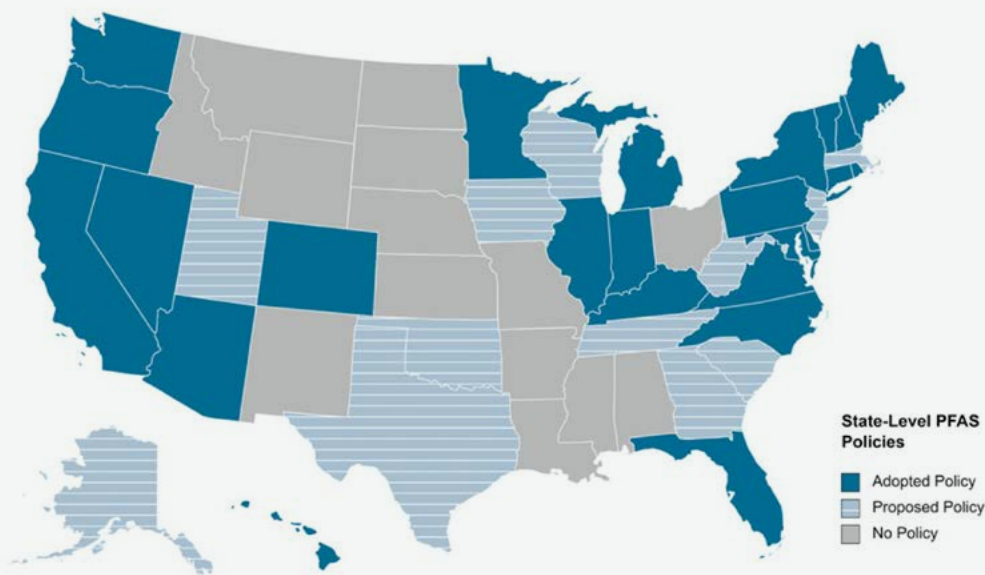
主な介入

米国は有害物質規制法(TSCA)の下で開示要件も拡大させている。TSCAにより、2011年以降製造または輸入されたPFASの遡及的報告が義務付けられた。さらに、2024年以降は「デミニマス(僅少)」免除規定が廃止されるため、PFAS使用に関する有害物質排出目録(TRI)の報告対象となる施設の範囲は拡大する。企業は組織全体を対象とした適正な評価の費用負担および実施を義務付けられることになり、これには上流のサプライヤーや下流の使用者の調査も含まれる可能性がある。報告期限は2025年5月となる。

州レベルでは、メイン州とミネソタ州で包括的な禁止が検討されている。さらに多くの州が、特定の製品(もっとも共通して禁止されているのは食品包装)でのPFAS使用を制限する方針を採用または検討している。

2023年5月時点で、PFAS方針を採用していた24州のうち、13州がPFAS含有製品に特化した方針を採用していた。その他、13州がPFAS含有製品に関する方針を提案していた。図8を参照のこと。²⁷

図8:州レベルの方針の採用および導入状況(2023年6月時点)²⁷



規制に関して投資家が想定しておくべきこと

PFAS 汚染に対する世界的な対応は、国ごとに規制が異なるという難しい課題に直面している。この課題への関与には温度差があるため、各国の規制やそのスケジュールの断片化は今後も解消されないだろう。規制当局は、一方の段階的廃止や排出管理の厳格化を通じたPFAS抑制と、もう一方の潜在的な経済の混乱や地域ごとの目標との両立に取り組んでいる。EUの制限案をきっかけに他の地域でも同様の措置が取られるかもしれないが、現時点での地域間の足並みの乱れが、PFAS排出および汚染対策の全体的な有効性を弱めている。こうした事情が、国際的企業にとって複雑な状況を生み出している。

つまり、さまざまな地域で明らかに規制が強化されている一方で、規制の範囲やペースの先行きには不透明感が生じているのである。規制動向の概要は表1:規制動向を参照のこと。

他のPFAS化学物質もストックホルム条約に追加され、さまざまな国で段階的廃止および禁止となる可能性がある。しかし、そのためには特定のPFAS化学物質のばく露と健康被害を結び付ける十分なエビデンスが必要になるだろう。

また、飲料水基準が強化され、PFASの許容量が引き下げられることも考えられる。排水からのPFAS排出を規制する流れも強まるとみられる。

主な介入

表1:規制動向。PFASを一つのグループとして一括制限するEU案はもっとも包括的なものである。米国を含むその他の国は、より慎重なアプローチを採用しており、リスクを評価してPFASのカテゴリー別に規制している。

国名	規制動向
EU	• POPsに関するストックホルム条約を締結済み:PFOS – 2009年以降、PFOA – 2019年以降、PFHxS – 2022年以降。 • 高懸念物質リスト(厳格化される使用の認可プロセスの対象候補となる)への追加など、複数のPFAS関連の規制が進行中であり、泡消火剤のPFAS使用の全面的禁止が提案されている。 • 現在、PFASを一つのグループとして一括制限するEU規制案の協議が進められている。 • EUの飲料水指令が改正され(2020年)、PFASの合計に対する制限値が導入されている(加盟国は2023年までに国内法に移行させる)。 • フランスの第一読会で2024年4月、PFASを含む化粧品、スキーワックス、衣料用繊維の製造、輸入、販売を2026年以降禁止し、2030年までに禁止対象をすべての繊維に拡大する法案が可決された。
米国	• 連邦レベルでは、ばく露リスクの把握、およびライフサイクル全般(特に製造、製品の製造、廃棄物処理段階)での排出削減を重点的に進めている。 • 有害物質規制法(TSCA)に従い、強化した開示義務を2024年の報告年度から適用。2011年以降製造または輸入されたPFASに遡及的に適用される。 • 法的強制力を持つ全国的な飲料水基準を2024年に導入。ニューヨーク州とワシントン州を含む複数の州が、独自の飲料水基準を定めている。 • 複数の州が、食品包装など特定の製品におけるPFASの段階的廃止を進めている。
英国	• POPsに関するストックホルム条約を締結済み:PFOS – 2009年以降、PFOA – 2019年以降、PFHxS – 2023年以降。 • EU規制に同調 – 英国REACH規則(2022年)の下で36種類のPFASを登録(製造者および輸入者は安全な使用のエビデンスの提出を求められる)。 • PFASは2023年から2025年にかけて重視する物質に指定されており、この期間中にPFASの評価および規制に向けて集中的に取り組むとみられる。
カナダ	• 2012年特定有害物質禁止規則の下で2016年以降、PFOS、PFOA、長鎖PCA、およびこれらを含む製品の製造、使用、販売、販売の申し出、輸入は、限られた免除条件を満たすものを除き禁止されている。 • カナダ環境保護法(CEPA)の下で規制を強化しており、PFASの有害物質指定、製造業者のデータ報告の義務付け(2024年)、特定のPFAS使用の制限を提案している。 • PFASに関する飲料水の最終的な目標値は2024年に決定する方針。 • 州レベルの規制は比較的遅れをとっており、現在はブリティッシュコロンビア州のみが、連邦政府の法的拘束力のない特定のPFASに関する飲料水ガイドラインを採用している。
オーストラリア	• 2025年にPOPsに関するストックホルム条約(PFOA、PFOS、PFHxS)を締結予定。 • 南オーストラリアでフッ素系泡消火剤が禁止された(2018年)。 • 州、準州、中央政府は、意思疎通、監視、現地評価、サンプリング手法、廃棄物処理、将来的な調査を網羅した、国家環境管理計画(NEMP)を策定予定。 • PFAS戦略的ロードマップでは予防(ライフサイクルの初期段階)を重視している。
ニュージーランド	• PFOSとPFOAは禁止されており(2006年以降は除外規定ありの禁止、2020年以降は除外規定なし)、2023年以降はPFHxSの製造および使用が禁止されている。 • 泡消火剤(2025年以降)および化粧品(2026年以降)におけるすべてのPFASを段階的に禁止。
日本	• POPsに関するストックホルム条約を締結済み:PFOS – 2010年以降、PFOA – 2021年以降、PFHxS – 2024年以降。 • PFASは特定化学物質リストに含まれており、誤放出した場合の迅速な対応が義務付けられている。各県で水に含まれるPFASの基準値を設定している。 • PFASの規制は進展中であり、管理およびリスク伝達の強化が予定されている。

2. 増加する訴訟

この数年間、訴訟は着実に拡大しており、今後も増え続けるとみられる。米国でその傾向が顕著である。

2023年、2つの画期的な集団訴訟の和解があり、和解額はこれまでのPFAS和解よりも大幅に高かった。いずれの和解も、サウスカロライナ州の多地域訴訟(MDL)の一部であった。MDLは集団不法行為訴訟で採用される法的手段で、訴訟を合理化し、和解を促進し、重要な問題について一貫した判決を下すことを目的としている。

- 化学製品会社の3Mは、PFAS汚染対応として13年間にわたり複数の公共水道事業者に103億ドルを支払うことに合意した。この和解は成立しており、PFASを検出する、または今後検出する可能性のある水道事業者に資金が提供され、国内に飲料水を提供する米国拠点の水道事業者に利益をもたらす。²⁸
- これとは別にChemours、DuPont、Cortevaの3社は、米国の複数の水道事業者が提起していたPFAS関連の飲料水の訴訟について、12億ドルの和解金を支払うことで合意した。^{29 30}

当初はPFAS製造者を相手取り訴訟が提起されていたが、今や食品、化粧品、公益事業をはじめとする幅広いセクターにおける、PFASに汚染した土地の所有者または運営者、PFAS含有製品の処分または流通に関与する企業にまで被告が広がっている。

以下はその他のいくつかの訴訟例である。

- 2023年9月、米国の化学会社Chemoursとその親会社に対し、1962年以降PFAS汚染を引き起こしたとして、オランダのハーグで集団訴訟が提起された。同年同月に、Chemoursは1984年から1998年のPFAS関連の環境被害に対する責任はChemoursが負うものであり、周辺の町に対する適切な情報提供を怠ったとする判決が下された。
- スウェーデン最高裁は2023年12月、PFASに汚染された飲料水によってロンネビー市民150人以上が血中のPFAS濃度が高まる身体的外傷を訴えていた件に関して、同市の水道事業者Ronneby Miljöteknikが責任を負うとの判決を下した。
- 2022年、マイクロアルはウォーターブルーフ・マスカラに有害なPFASが含まれていたにもかかわらず、安全で効果的かつ高品質であると虚偽の主張をしたとして米国連邦地裁に提訴された。この訴えは、原告側の証拠不十分として2023年に却下された。しかし、立証の難しさを踏まえても、同様の訴訟が今後も続くと思われる。³¹

訴訟の契機となったもの。

- 米国EPAによるCERCLAの下でのPFOSとPFOAの「有害物質」指定。これによって企業の訴訟リスクは大幅に高まっており、汚染サイトの修復が必要となった場合に法的責任を負う可能性がある。
- PFASの悪影響に関する認識の広がり、十分な情報開示がないまま幅広く製品に使用されていたことへの関心の高まり。
- 地方自治体と水道事業者への世間のおよび経済的圧力。
- 高額な和解金額を含め、訴訟で訴えが認められているという認識。

訴訟に関して投資家が想定しておくべきこと

訴訟件数の増加に伴い、被告(さまざまなセクターの製造者と製品製造者)、原告(個人、水道事業者、州検事総長)、そして訴訟の種類(集団訴訟、人的・物的損害、環境汚染、消費財の製造物責任)も多様化している。

サウスカロライナ州の広域係属訴訟(MDL)でさらなる進展が予想されている。現在6,000件を超えるMDLが係属中だが、毎日のように新たな訴訟が起こされている。広域係属訴訟は以下の3種類に分類できる。

- 1) 身体的外傷を負った原告による、PFASばく露が原因であるとの訴え。
- 2) 各州の司法長官による、天然資源などの被害に関する訴訟提起。
- 3) 公共水道事業者の原告による、飲料水の検査および修復費用に関する訴え。

3MとDuPontの和解は3つ目の訴えのみに関係したものである。

まだ相当数の訴訟が係争中であり、賠償金額がどこまで膨らむかは未知数である。そのため企業は和解を図り、高額の評決を回避しようとするだろう。財政的な影響に加え、企業は訴訟および環境への懸念によって評判に傷がつくリスクも抱えている。

PFASへの介入が企業に及ぼす影響

規制と訴訟の情勢が変化の中で、さまざまなセクターのPFAS製造者と製品製造者には財務的に重大なリスクとチャンスが生じている。

潜在的なリスクには、将来的な需要の落ち込みによる収入減、訴訟および執行費用、修復費用、代替物質や製品の成分変更に関連する直接的な製造費用の上昇、資金調達手段の減少などがある。

反対に、PFASの検査および修復に対する政府、地方自治体、業界からの需要が高まることで、廃棄物・排水サービスプロバイダー、および環境検査サービスの提供会社にとってはチャンスが生まれる。さらに、化学薬品会社にとってはPFAS代替物質の需要増加への対応がチャンスになり、製品製造者はPFASフリー製品の市場拡大から利益を得ることができる。

PFAS製造者

PFAS製造者とは以下を製造する化学薬品会社を指す:⁸

1. **ペルフルオロアルキル酸(PFAA)およびPFAA前駆体**(前駆体には、ペルフルオロアルキルアイオダイド、ペルフルオロアルキルスルホニルフルオリド、ペルフルオロアルケンが含まれる)
2. **「Fガス」と呼ばれるフッ素ガス**(フッ素ポリマーを含むポリマーPFASの製造に用いられる最初の出発原料)
3. **ポリマーPFAS**
 - フッ素ポリマー(PTFE、PVDF、FEPが世界のフッ素ポリマー市場の大半を占めている)
 - ペルフルオロポリエーテル
 - 側鎖型フッ素化ポリマー(フッ素ガスやフッ素ポリマーと比べると製造量は少ない)

ボックス2:フッ素ポリマー製造者 - バリューチェーンにおける大きな影響力

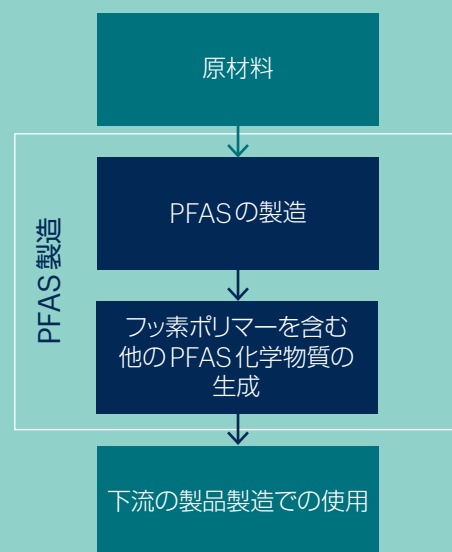
フッ素ポリマー製造者は、全体的なPFAS製造者から、製品製造においてフッ素ポリマー製品を使用または適用する製品製造者までのバリューチェーンを結び付ける重要な存在である。

フッ素ポリマーは世界のPFAS市場の60%を占めている。¹ 一方で、フッ素ポリマー製造者は、PFAA、PFAA前駆体* フッ素ガス**の主要な消費者でもあり、これらを最初の出発原料、製造助剤として使用してフッ素ポリマーを製造している。¹

フッ素ポリマー製造市場は統合されており、比較的少数の企業が供給の大半を担っている。フッ素ポリマーの8大グローバルメーカーは、Shandong Dongyue Group(中国)、Chemours(米国)、ダイキン工業(日本)、Solvay(ベルギー)、Arkema(フランス)、3M(米国)、AGC(日本)、Archroma(スイス)である。⁸

* PFAAとPFAA前駆体は、出発物質や製造助剤として用いられている。

** 製造されたフッ素ガスの45%は、フッ素ポリマーを含むポリマーPFASの製造で使用される(EUデータ)⁸



PFAS への介入が企業に及ぼす影響

PFAS 製造者にとっての事業リスクとチャンス

米国 CERCLA による PFOS と PFOA の「有害物質」指定を受けた、EU の PFAS 規制案や訴訟増加が PFAS 製造者に重大なリスクをもたらしている。こうしたリスクと潜在的な影響、関連する軽減策の説明については、表2:規制と訴訟という PFAS 製造者の2大リスク要因がもたらすリスクと考えられる軽減策にまとめている。

表2:規制と訴訟という PFAS 製造者の2大リスク要因がもたらすリスクと考えられる軽減策

リスク要因	リスク	影響	軽減策
ECHA の PFAS 制限案を中心とした規制。	製造者 (EU 内外の) は、EU を拠点とする製品製造者からの需要減少に直面する。	- 収入減少 - 製造における経済効率が低下し、収益性が下がる。	- 猶予期間の追加や延長、または制限案の撤回を通じた市場アクセスの保護を求めるロビー活動 - 他の地域の既存および新規の製造施設への投資 - EU 内の需要の大幅減、および EU からの輸出制限の可能性を踏まえた、EU 内の製造施設の閉鎖 - 特定の製品市場からの撤退 - 特許権の売却 - 有機的投資または無機的投資を通じた代替物質の開発。ただし、その他の費用および損失をどれだけ効果的にカバーできるか、実行可能かは不透明 - EU での事業廃止。これはサプライチェーン全般にも影響が及ぶ。
CERCLA をきっかけとして特に米国で発生している訴訟	製造者は訴訟による多額の費用負担に直面する。	- 費用の上昇 - 収益性の低下	- 規制要件順守の徹底 - 排出管理および修復への投資 (人的・物的損害などの訴訟関連のリスク軽減を目指す) - 製品の包装における排出要因の有無を開示する (消費財の製造物責任に基づく請求リスクへの対応)。

製造者は規制や訴訟リスクを踏まえて対策を始めている。例として 3M は、2025 年までに PFAS 製造から撤退し、2025 年末までに製品ポートフォリオ全般での PFAS の使用中止を目指すと表明した。同社は 2023 年の PFAS 製造量が 20% 減であったと発表している。³²

PFAS への介入が企業に及ぼす影響

欧州などの地域の製造者が直面している PFAS 関連の規制および訴訟リスクは、現時点で入手可能な代替物質がない用途、および規制が緩い市場での用途で見込まれている PFAS への需要増によって相殺できるかもしれない。例として液浸冷却（データセンターなどで使用される）、輸送手段の電動化、半導体などの用途で需要が増加するとみられている。これらの分野はすべて PFAS に依存しているが、現時点で入手できる代替物質がない。

欧州内に顧客基盤や製造拠点が集中している製造者は、規制介入の動きが鈍い市場を含むさまざまな市場に事業を分散している製造者と比べると、規制強化および PFAS 代替物質の需要増の影響を大きく受ける可能性がある。

PFAS 製造者などの化学薬品会社にとっては、より安全な PFAS 代替物質の提供というチャンスが生まれているが、規制が導入されるまでは、こうした代替物質の使用を下流の製品製造者に広げようというインセンティブが働かないだろう。それでも一部企業は、PFAS 代替物質の新市場構築というチャンスから恩恵を受けるとみられる。

製品製造者

PFAS 需要は、「製品製造」セクターがけん引しており、その中には大きく14の使用分野がある（図9）。これには、繊維製品・内装・皮革・衣料・カーペット（TULAC）、および医療機器、フッ素ガスの応用、食品と接触する物質、輸送、建設、エレクトロニクスが含まれる。¹ 中でも大きな需要（年間のトンベース）があるのは、TULAC、医療機器、フッ素ガスである。この3つは排出量でも上位に入っている。¹

PFAS は、適切な代替物質のない多くの用途で用いられている。その例が医療機器（カテーテルなど）、航空宇宙・防衛産業での使用、ネットゼロへの移行に不可欠な用途（半導体および電動自動車など）である。

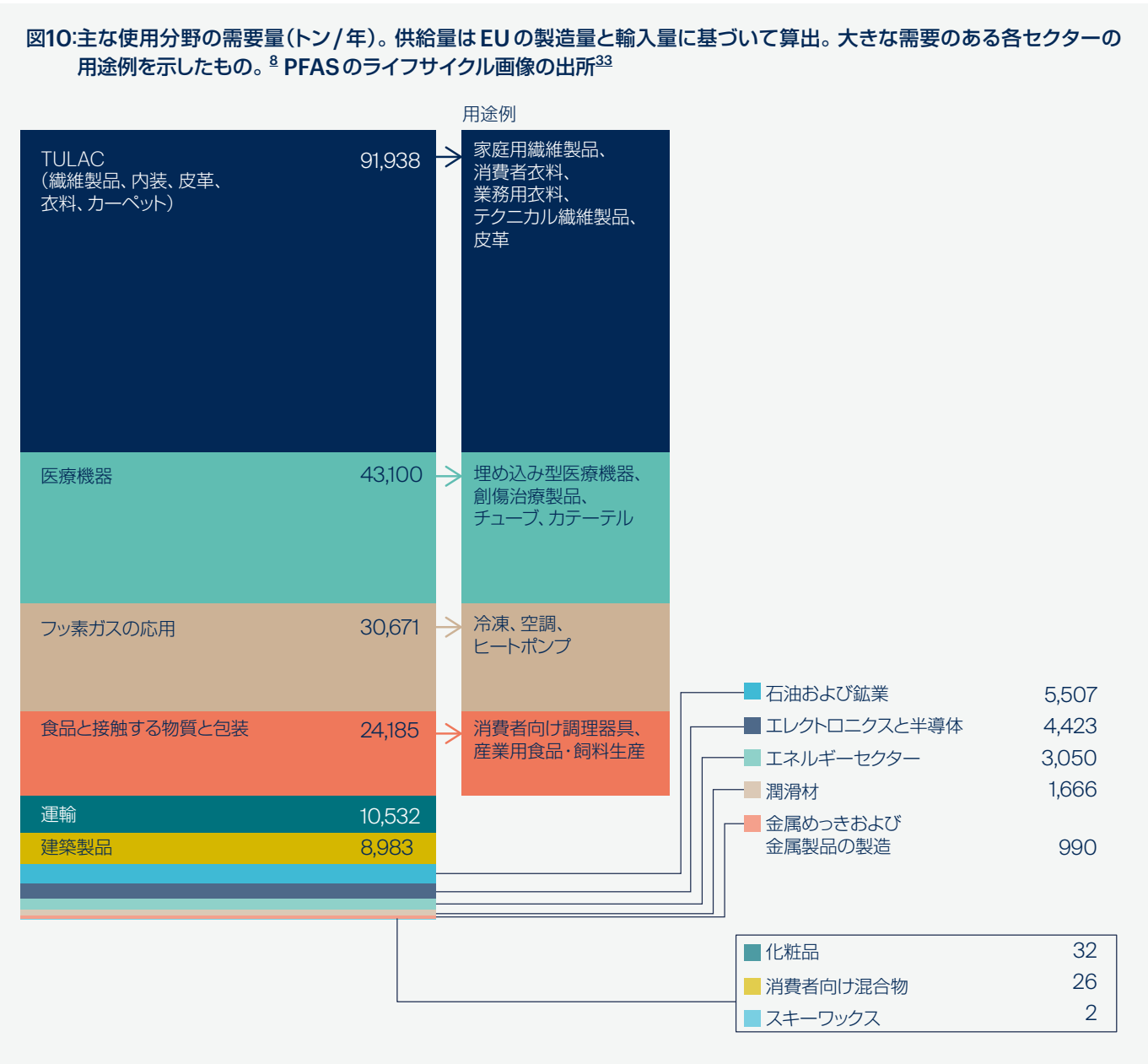
しかし、製造された PFAS の大部分が繊維製品および食品包装など、代替物質のある用途で用いられている。

図9:幅広いセクターで使用されている PFAS。ECHA が特定している14の主要な使用分野⁵



PFAS への介入が企業に及ぼす影響

図10は、2020年のEUにおけるPFAS 需要を主要な使用分野 (ECHA の分類に従ったもの) 別に示したものの。



PFAS への介入が企業に及ぼす影響

ボックス3:繊維製品セクター – EUにおける最大のPFAS需要源

繊維製品、内装、皮革、衣料、カーペット（TULAC）セクターは、**EUにおける最大のPFAS需要源（トンベース）**である。TULACの各用途の中では、消費者向け衣料がPFAS消費量全体の30%を占めている。¹ TULACで用いられているPFASの75%超がフッ素ポリマーであり、その半分近くをPTFEが占めている。これらの繊維製品の大部分は、主に完成品としてアジアから輸入したものである。⁸

製品製造者にとってのリスクとチャンス

PFASに関連する規制の強化と訴訟拡大の見通しが、製品製造者に重大なリスクをもたらしている（表3を参照）。

表3:規制と訴訟という製品製造者の2大リスク要因がもたらすリスクと考えられる軽減策

リスク要因	リスク	影響	軽減策
規制	製品製造者は、製品および製造ラインの変更費用を負担する可能性がある。PFASフリー製品の開発および商品化には研究開発費用が必要となる。	セクターにより異なる。 コストおよび機能要件を満たす代替物質を入手できるセクターのリスクは比較的低いだろう。入手できる代替物質がないセクターは代替品を開発する必要があり、「エッセンシャルに該当しない」とみなされる製品を製造、または「避けられない」とみなされるPFASを使用しているセクターのリスクは比較的高い。	- 猶予期間の追加や延長、または制限案の縮小を通じたPFASおよびPFAS含有製品へのアクセス保護を求めるロビー活動。 - 新たな製品および製造ラインの開発および商品化に向けた投資。 - 有機的投資または無機的投資を通じたPFASフリー製品の開発。
訴訟	製品製造者は訴訟による多額の費用負担に直面する。	セクターにより異なる。 費用の上昇。収益性の低下。	- 規制要件順守の徹底 - 排出管理および修復への投資（人的・物的損害などの訴訟関連のリスク軽減を目指す） - 製品の包装における排出要因の有無を開示する（消費財の製造物責任に基づく請求リスクへの対応）

製品製造者が直面するPFAS関連の規制および訴訟のリスクと影響は、各種要因に左右される。これには、企業の市場や製造設備がどこにあるか、「使用しているPFASの代替物質が入手できるか、セクターまたは製品が規制当局によってどの程度「エッセンシャル」（必要不可欠）と判断されるかなどの要因が含まれる。

市場と製造設備の場所:一部企業はさまざまな地域の規制環境に合わせた製品改良に乗り出すかもしれない。特定の用途および地域においては段階的な廃止を目指しながら、他の市場ではPFAS使用およびPFAS含有製品の提供を継続することも可能

である。または、規制を待たずに、より広い地域で適用できるグローバルな姿勢でPFASの段階的廃止または禁止に取り組む企業もあるだろう。

代替物質の入手可能性:コストと機能要件の両方を満たす代替物質を入手できる製品製造者は、PFASの禁止または段階的廃止によるリスクが低いだろう。例として、繊維製品、化粧品、食品包装の製造者は、PFAS代替物質を使用する製品を開発し、PFASフリー製品に対する消費者需要の高まりから恩恵を受けられるかもしれない。

PFAS への介入が企業に及ぼす影響

ボックス4:繊維製品セクター – 代替物質が入手できるセクター

繊維製品セクターには、業界のパフォーマンスおよび経済的基準を満たす代替物質がある。繊維製品に使用するPFASの代替品は、炭化水素、シリコン、ポリウレタン、ナノ材料などである。³⁴

そのため、セクター内にはPFASの段階的廃止に向けた動きを許容する向きがあるようだ。Home DepotやLowe'sなどの企業は、カーペットやラグからPFASを排除しており、Ralph Lauren、Patagonia、Under Armourなどのアパレルブランドは相次いでPFAS排除のコミットメントを公表している。一方で、Levi Strauss & Co.、Victoria's Secret、GAP、Deckers Brandsなどはすでに自社製品からPFASを排除している。

有望な代替物質を入手できない製品製造者は、それを裏付ける十分な証拠を規制当局に提出する、または製品が必須であることを正当化することで市場アクセスを保護できる可能性がある。

しかし、代替物質が入手できないという説得力のある証拠を提出できず、市場アクセスの継続が不可欠であることを正当化できなければ、PFASを禁止または段階的廃止する規制、訴訟、世論の圧力のリスクが上昇するかもしれない。

エッセンシャルユース:エッセンシャルユースの概念は、ECHAにも他の規制当局にもまだ正式に定義されていない。半導体や電気自動車のようにネットゼロへの移行にとって不可欠な用途、および医療機器など健康にとって不可欠な用途は、「エッセンシャルである」と判断される見込みである。

代替物質のない用途や「エッセンシャルである」とみられる用途は、代替物質が開発されるまで規制の対象外となる可能性が高い(エレクトロニクスセクターなど)。エッセンシャルな用途の製品製造者は、PFAS製造者が需要の変化に合わせてPFAS供給能力を調整または制約した場合にも、調達しているPFASおよびPFAS製品を引き続き入手できるようにしなくてはならない。

一部企業には、代替物質を開発および適用し、自社製品におけるPFASの段階的廃止をいち早く表明するチャンスが生まれている。

今後どのような規制が適用されるかは不透明であり、製品製造者は研究開発への投資の確保、または製造施設の立地場所の判断に苦労するだろう。企業は、規制および訴訟が事業に及ぼす潜在的影響を特定および評価する必要があり、適切にリスクを管理しチャンスを最大限に活かすために複数の選択肢を検討すべきかもしれない。

廃棄物処理、水処理、 環境試験サービスプロバイダー

廃棄物処理、水処理、環境試験サービスプロバイダーにとっては、新たな規制および訴訟によって、重大なビジネスチャンスが生まれる可能性がある。

AECOMやMontrose Environmental Groupなどの廃棄物処理会社は、PFASソリューションに関する獲得可能な市場は全体で2,500億ドル前後まで成長するかもしれないと述べている。^{35, 36}

以下はその例である。

- PFAS製造者および製品製造者が自社施設のPFAS除去に数百億ドルを費やすとみられており、**排水処理市場**の大幅な成長が期待されている。例としてAECOMは、市場機会が750億ドルに到達する可能性があるとし³⁵、Montrose Environmental Groupは1,600億ドルになるとの見方を示している³⁶。排水インフラの改善では、エンジニアリング(プロジェクト設計および遂行)および運営などのサービスが求められる。PFAS破壊技術を含む**新たなソリューションを提供できる企業にはチャンスが訪れている**。企業が成長戦略の一環として市場シェアの獲得を目指す中で、米国を中心に、現在は細かく分断されている環境産業での買収が進むと予想される。
- 廃棄物処理業者は、固形廃棄物の処理において生じるチャンスから恩恵を受けられる位置にいる**。水処理で副次的に派生するPFAS汚染汚泥に対応する効果的なソリューション開発のチャンスがある。

PFAS への介入が企業に及ぼす影響

- **PFAS 汚染土壌の修復サービス** 提供には既存技術の活用、またはより効果的なソリューションの開発を通じたビジネスチャンスがある。例として、現在、土壌修復サービスを提供しているある企業は、コロイド活性炭を用いたろ過材を地中に注入して PFAS 汚染を軽減することができる。予想される市場規模にはばらつきがあるが、北欧諸国の水および土壌修復市場は170億ドルを超えるとみられている。³⁵
- 飲料水の PFAS 基準引き下げに対応するには既存設備の更新が必要となるため、**飲料水処理市場にチャンスが生まれている**。また、監視および管理に関する新たな要件が導入されており、新たな検査サービスに対する需要関連にもチャンスがある。運用費用の増加とともに、設備投資も大幅に膨らむとみられる。

米政府は、飲料水の PFAS およびその他の新たな汚染物質対策として、90億ドルの拠出を決定した。これとは別に超党派のインフラ法案を通じて120億ドルを投じ、PFAS 汚染処理など幅広い飲料水への投資を支援する。³⁷

- **環境検査の研究開発とサービスプロバイダー**: 多くのサービスプロバイダーが PFAS 検査に対応できるが、現在の分析能力には限界がある。PFAS (単体および混合物) 検出に用いる改良された分析技術を提供できる会社、および対象を大幅に拡大した大規模検査 (PFAS に特化したハイスループット検査など) を実施できる企業にはチャンスが生まれている。

廃棄物および排水処理セクターの AECOM、Jacobs、Montrose Environmental Group、Xylem、Veolia などの企業は、拡大した市場機会をとらえている。その他、新技術の最前端にいるのが Revive Environmental、Aquagga、Allonnia などである。

成長している PFAS 検査市場のプレイヤーは、Merck KGaA (ドイツ)、Agilent Technologies (米国)、LGC Limited (英国)、Waters Corporation (米国)、SGS (スイス)、Eurofins (ルクセンブルク)、ALS (オーストラリア) などである。

投資家が企業に期待すべきこと

拡大している規制と訴訟情勢が、PFAS 製造者 (化学薬品会社)、PFAS を使用する製品製造者、廃棄物処理業者、環境検査サービス提供会社を含む企業に重大な潜在的リスクとチャンスをもたらしている。

こうした企業は、PFAS 含有物質をめぐる市場アクセスと収入源、近く導入される規制、増加する訴訟コストの点で不確実性を抱えている。

企業はこうしたリスクを管理して新たな市場機会を活かすために、幅広い軽減策を追求するとみられる。代表的な企業の活動例は以下のとおり。

- サプライチェーンをマッピングして、PFAS が使用されている場所と使用理由 (およびその使用がどの程度エッセンシャルだと判断できるか) を明らかにし、PFAS 代替物質が入手可能かどうか把握する。
- PFAS の責任ある使用への取り組みをポリーステートメントに盛り込み、正式なコミットメントにする。
- 代替物質が入手できる PFAS の段階的廃止または禁止に関する、期限付きの目標値を設定する。
- PFAS 段階的廃止または禁止の目標値に対する進捗状況を測定する。
- PFAS 代替物質の研究開発に投資する。
- PFAS の管理、および PFAS の使用に起因した影響について報告する。
- 排水処理および廃棄物処理システムの更新などインフラに投資し、排出量を削減する。

投資家がとるべき行動

投資家コミュニティは以下を通じて PFAS に関する活動を支援することができる。

1.
PFAS に関する企業の
情報開示を提唱する

2.
PFAS に関する企業行
動を推奨する

3.
政策関与に向けた投資
家の支援を確立する

4.
パートナーシップを構築
し、他の投資家および主
要なステークホルダー
と連携する

投資家は、企業に PFAS の製造、使用、管理に関する適切な情報開示を促すことができる。PFAS の段階的廃止、および排出物管理の強化を目指す積極的な対策を提唱することも可能である。こうした投資家の一連の目標は製造者、製品製造者、廃棄物処理業者にも同様に適用できるだろう。各セクターに特化した詳しい目標は、ボックス5、6、7で説明している。

1. PFAS に関する企業の情報開示を提唱する

投資家は企業に以下の開示を提唱すべきである。

- PFAS の使用状況または有無、使用した PFAS の種類と量
- 製品ポートフォリオ全般の製品ライフサイクルを通じた PFAS の排出量
- 製品ポートフォリオに含まれている PFAS の代替物質の入手可能性

2. PFAS に関する企業行動を推奨する

投資家は企業に以下を促すべきである。

- **PFAS 関連のリスクを事業にとって重大な問題として認識する。**
- PFAS の製造および使用の段階的廃止に取り組み、それをポリシーステートメントに盛り込むことで**正式なコミットメントにする。**
- **以下に関する目標および目標値を定めた期限付きの計画を作成する。**
 - **PFAS の段階的廃止**、および研究開発、商品化、規制当局の承認(該当する場合)、製品ラインの変更に必要な時間を考慮した成分変更
 - 自社施設や周辺地域の**排出管理および修復を強化する。**
- 計画の進捗状況を監視する**ガバナンスフレームワークを確立する。**

- PFAS の段階的廃止、排出管理および修復の強化に関する**取り組みおよび目標値の進捗状況を測定する。**
- PFAS の管理、および PFAS の使用に起因した影響について**報告する。**

ボックス5:投資家の PFAS 製造者とのエンゲージメント

フッ素ポリマー製造者は PFAS バリューチェーンを結び付ける重要な存在であり、PFAS 前駆体やフッ素ガスを購入し、フッ素ポリマーの形にして下流の製品製造者に PFAS を販売する。フッ素ポリマー市場は統合が進んでいるため、投資家は比較的少ないフッ素ポリマー製造会社に働きかけることで、PFAS 製造に大きな影響を及ぼすことができる。投資家は以下を行うことができる。

1. PFAS 製造者にエンゲージメントを行い、調達、使用、製造、上市している PFAS の種類および量に関する**透明性の向上を要求する。**
2. PFAS 製造者に、**PFAS の段階的廃止に向けてより安全で持続可能な代替物質を特定、開発、商品化し、排出量削減を目指すことを表明し、期限付きの計画を公表**するよう促す。その一環として投資家は、PFAS 製造の段階的廃止をコミットメントとして掲げている製造者の例を共有してもよいだろう。例として、3MI は2025年までの PFAS 製造からの撤退を表明している。³²
3. PFAS 製造者にエンゲージメントを行い、排出基準が低い地域も含めた製造拠点全般での**排出量削減を促す。**

投資家用の PFAS 製造者への主な質問は、付録3を参照のこと。

投資家のエンゲージメント対象は製造者に限らない。例として製造者の主要顧客、または下流の製品製造者へのエンゲージメントを検討するとよいだろう。

ボックス6:投資家の製品製造者とのエンゲージメント

投資家は以下を行うことができる。

1. 製品製造者にエンゲージメントを行い、使用しているPFASの種類および量に関する透明性の向上を要求する。
2. 製品製造者に、入手できる代替物質の有無にかかわらずすべての用途の成分変更に向けたアプローチおよびスケジュールを定めた、PFASの段階的廃止計画の作成に取り組み、公表するよう促す。
3. 入手できる代替物質のない用途(半導体製造、医療機器など)でPFASを使用している製品製造者にエンゲージメントを行い、代替物質の開発期間にPFASの継続的供給を確保するための戦略を把握する。

4. 代替物質の開発および商品化、サーキュラーデザイン原則の採用、排出量削減への投資を促進する。
5. 適切な基準の確立、または既存の基準への関与と順守の促進に向けた業界の連携をサポートする。

投資家用の製品製造者、ブランド、小売業者への主な質問は、付録3を参照のこと。

繊維製品セクターの製品製造者 – 投資家のエンゲージメントで変革を促進できるセクター

繊維製品業界は、極めて幅広くPFASを用いており、排出への寄与も最大級である。規制がなければ、繊維製品セクターのPFAS需要および排出量は増大するとみられる。排出が生じるのは、製造、使用、廃棄物処理段階である。セクター内の主要プレイヤーはブランドであり、すでにPFASを排除しているブランドも、段階的廃止を表明しているブランドもある。

投資家が一定期間協働し、繊維製品セクターの特定部分に重点的に取り組めば、大きな影響を及ぼすことができるだろう。EUにおける極めて大きなPFAS需要源であるこのセクターは、代替物質が入手でき、少ない資金で代替物質に移行でき、業界内にいち早く代替物質を採用した前例があるため、変化を受け入れる態勢が整っている。

食品包装などプラスチック製品の製品製造者

2024年に国連環境計画金融イニシアティブ(UNEP FI)、責任投資原則(PRI)、生物多様性のためのファイナンス財団、ビジネス連合、VBDO、CDPが、プラスチックの国際条約制定に向けて民間部門の共同声明を提出するなど、多くの投資家がプラスチック汚染に取り組んでいる。

この2024年の共同声明では直接言及されなかったが、投資家はプラスチック製品に含まれる有害化学物質への意識を高めている。プラスチック製品の製造には何千種類もの化学物質が使用されるが、食品容器の裏地や包装などに多くのPFASが用いられている。こうした化学物質の使用が、安全で持続可能なプラスチック資源の循環経済発展の障害となっている。

ボックス7:投資家の廃棄物処理サービスプロバイダーとのエンゲージメント

投資家は以下を行うことができる。

1. 基準や制限の強化が遅れる見込みの地域も含め、廃棄物処理サービスプロバイダーに対して、よりよい排出管理および修復に向けた目標および目標値を定めた期限付きの計画作成を促す。
2. 排水および廃棄物処理事業者に、PFAS 含有廃棄物処理のベストプラクティスを採用するよう働きかける。これには以下の促進を含む。
 - 新技術への投資
 - 強化される廃棄物規制および基準の順守

投資家用の廃棄物処理サービスプロバイダーへの主な質問は、付録3を参照のこと。

3. 政策関与に向けた投資家の支援を確立する

投資家は政策に関与するという役割を担い、PFASに関する国際的連携を促進し、地域や国レベルの規制の取り組みを支援することができる。

そのため、投資家は以下を支持すべきである。

- 報告要件の強化(2024年から適用され、2011年以降製造または輸入されたPFASに遡及適用される米国の有害物質規制法(TSCA)に類似した報告要件など)。
- 適切な代替物質がある特定用途に関するPFASの禁止(米国の複数の州、EU、ニュージーランドなど複数の国で検討されているPFAS含有の泡消火剤の禁止案、米国の複数の州およびEUのPFAS含有食品包装の禁止案、ニュージーランドの化粧品に関する禁止案など)。
- 代替物質のある用途(食品包装、消費者向け混合物、化粧品、繊維製品を含む)でのPFAS使用禁止案、および代替物質のない用途での暫定的な猶予期間を含む、EUのPFAS制限案。
- 飲料水基準の厳格化(米国EPAの法的強制力を持つ全国的な飲料水基準値など)。
- 排出基準の厳格化(米国CERCLAによるPFOSとPFOAの「有害物質」指定を受けた厳格化など)。

- 規制当局に対する、下水処理場で発生する汚泥の農業用土壌での利用の見直しおよび禁止の呼びかけ。

規制動向の詳細については表1:規制動向(P.19)を参照のこと。

4. パートナリーシップを構築し、他の投資家および主要なステークホルダーと連携する

投資家は、他の投資家、およびNGOなどの主要なステークホルダーとパートナーシップを構築して連携し、足並みを揃えてPFAS段階的廃止を重視することで影響力を増すことができる。こうしたパートナーシップでは、投資家の協働エンゲージメントを重視し、特に規制の取り組みが遅れている分野で、より安全で持続可能な代替物質を優先してPFASの段階的廃止を加速させるよう企業に促すことができる。その例がスウェーデンのNGO、ChemSecが支援する「有害化学物質に関する投資家イニシアティブ(IIHC)」であり、主要なグローバルメーカーで構成された企業プールに積極的なエンゲージメントを行ってきた。ボックス8を参照。

ボックス8:ChemSecが支援する有害化学物質に関する投資家イニシアティブ(IIHC)

- 有害化学物質に関する投資家イニシアティブ(IIHC)は、スウェーデンのNGO、ChemSecの支援を受けている。ChemSecは有害化学物質をより安全な代替物質に置き換えるよう提唱している。
- 2023年、IIHCは化学薬品メーカーに対して3度目となる投資家の共同要望書を提出した。署名した54の投資機関の資産運用残高は10兆ドル。
- IIHCの主な要望は以下のとおり。
 - 1) 透明性の向上
 - 2) 期限付きの段階的廃止計画の公表
 - 3) より安全な代替物質の開発³⁸
- IIHCは、3M、AGC、Arkema、Chemours、Solvay、AkzoNobelなど、主要なグローバルメーカープールに含まれる企業に積極的なエンゲージメントを行っている。その他、BASF、Bayer、Dow、DuPont、Nan Ya Plastics、PPG Industries、Sherwin-Williams、信越化学、Sika、Umicore、Yaraとのエンゲージメントも進行中である。³⁹
- 投資家は、製造工程から有害化学物質を削減し、より安全で持続可能な代替物質への投資を助長する取り組みに基づいて、世界の上位50位の化学薬品メーカーを比較評価した、ChemScoreを利用することができる。

付録1:化学物質ファミリー

PFASは数千種類の化学物質で構成されており、産業、商業、消費財で幅広く使用されている。

PFASには統一された定義がない。最新のOECDの定義(2021年)では、約4,700種類の化学物質を網羅している。³⁹ 欧州化学物質庁(ECHA)は、同庁の定義¹はOECDの定義を踏まえたものであると述べており、ペルフルオロアルキル酸(PFAA)、ポリフルオロアルキル酸、PFAA 前駆体、フッ素ポリマーを含むその

他のPFAS、フッ素ガスを含む**幅広い定義**となっている。¹ PFASの範囲に前駆体を含めたことで、**ファミリーの化学物質の数は10,000を超えるまでに膨らんだ**。この定義には、完全に分解可能なPFASのサブグループに関する例外がある。米国では、**米国環境保護庁(EPA)**が**範囲を狭めた実用的定義**を採用しており、5,000種類ほどの化学物質を対象としている。ただし、これは進展とともに変更される可能性がある。⁴⁰

図11:ECHA¹、OECD³⁷、US EPA³⁸、によるPFASの定義に含まれている関連物質の数

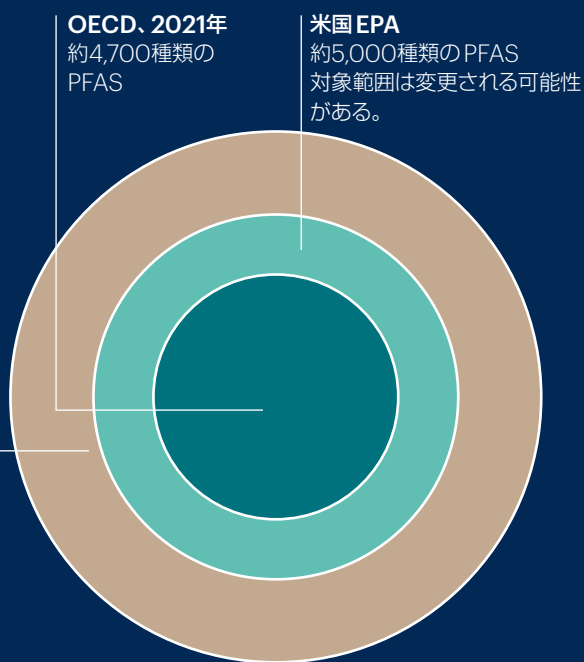
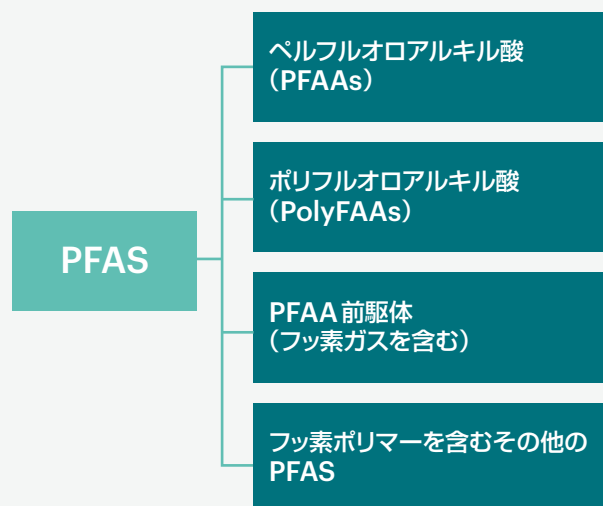


図12:PFAS ファミリーのクラスとサブグループ(ECHAの定義、2023年)¹



付録

付録2:事業のリスクとチャンス

PFAS 製造者、製品製造者、廃棄物処理および環境検査サービスプロバイダーにとってのPFAS 関連のリスクとチャンスの概要を表4:PFAS 製造者、製品製造者、廃棄物処理および環境検査サービスプロバイダーの潜在的リスクとチャンスにまとめている。

表4:PFAS 製造者、製品製造者、廃棄物処理および環境検査サービスプロバイダーの潜在的リスクとチャンス

緑はプラスの影響、赤はマイナスの影響を示している。オレンジは中立的な影響または一般的な説明を示している。

リスクまたはチャンス要因	PFAS 製造者	製品製造者 – 代替物質が入手できる	製品製造者 – 代替物質が入手できない	廃棄物処理および環境検査サービスプロバイダー
セクター例	化学薬品製造、材料科学。	衣料を含む繊維製品、化粧品、消費者向け混合物(洗浄剤、ワックス、研磨剤など)、食品包装。	医療機器(ヘルニア用メッシュ、チューブ、カテーテルなど)、フッ素ガスの応用(絶縁高圧スイッチギアなど)、半導体製造。	環境コンサルティングおよびエンジニアリングサービス。
拡大する規制	潜在的な需要の落ち込みによる収入減、製造におけるスケールメリットの縮小による収益性の低下などがあり、特に欧州PFAS規制案によってEU内で顕著に現れている。工場閉鎖の可能性。 代替物質でどれだけカバーできるか不明。 大手製造者はPFAS代替物質の開発および商品化により新たな収入源の創出が可能。 TSCAに基づく米国の報告要件強化によるコストの上昇。 排水基準の厳格化による、廃棄物処理におけるCAPEXなどのコスト上昇。	食品包装、化粧品、消費者向け混合物、繊維製品などのセクターにおける、代替物質が入手できるPFASの代替を義務付ける規制強化に関連するコストの上昇。関係する地域の例には、欧州PFAS制限案が提出されたEU、および州レベルで多様な規制を導入している米国の複数の州などがある。 TSCAに基づく米国の報告要件強化によるコストの増加。 排水基準の厳格化による、廃棄物処理におけるCAPEXなどのコスト上昇。	最大12年の一定の猶予期間が盛り込まれた欧州PFAS制限案により、特にEUにおいて、研究開発関連の新たなコストの発生。 新たな技術や企業の買収。 新たな製造技術および製造ラインの変更に投資するための潜在的なCAPEX要件。 TSCAに基づく米国の報告要件強化によるコストの増加。 排水基準の厳格化による、廃棄物処理におけるCAPEXなどのコスト上昇。	排水および飲料水基準の厳格化、および修復義務により、排水処理インフラ更新市場が拡大し、新技術、修復サービス、分析検査能力拡大のニーズが高まることで、新たな収益および利益を創出する重要なチャンスが生じる。 企業が成長戦略の一環として市場シェアの獲得を目指す中で、米国を中心に、現在は細かく分断されている環境産業での買収が進むと予想される。
訴訟	訴訟および執行費用 - 罰金、浄化を含む是正措置、修復措置。 集団訴訟、物的・人的損害で提起される可能性がある。	訴訟および執行費用 - 罰金、浄化を含む是正措置、修復措置。 集団訴訟、物的・人的損害、消費財の製造物責任で提起される可能性がある。	訴訟および執行費用 - 罰金、浄化を含む是正措置、修復措置。 集団訴訟、物的・人的損害、消費財の製造物責任で提起される可能性がある。	浄化や修復措置を含む訴訟および法執行措置。
評判 - 変化する消費者心理	直接EU規制の対象とならない(対象市場に参入していないなど)製造者は、規制が世間のイメージや消費者心理に反映されることで、間接的に影響を受ける可能性がある。	顧客に接する企業は、消費者の好みの変化というリスクにさらされるかもしれない。 いち早くPFASの段階的廃止を進めている企業はイメージ向上という恩恵を受け、PFASフリー製品によって差別化できる可能性がある。	代替物質が入手できる企業と比べてリスクは低い。	修復および将来的な汚染の削減を担うことで、改善する可能性がある。

付録3:エンゲージメントでの主な質問

PFAS 製造者とのエンゲージメント

投資家用のPFAS 製造者への主な質問は、表5:PFAS 製造者への主な質問例にまとめている。

表5:PFAS 製造者への主な質問例

期待すること	最初の質問	追加質問(必要な場合)
認識	PFAS 関連のリスクを、事業にとって重大な問題として認識しているか。	
コミットメント	製品製造におけるPFASの製造および使用の段階的廃止を正式なコミットメントとして掲げているか。	そのようなコミットメントを掲げる予定はあるか、それはいつ頃を目指しているか。 特に規制強化による影響を受ける可能性が高い地域において、代替物質を入手できるセクターの顧客がPFASを段階的に廃止する事態に備えているか。
リスク評価と管理	使用、製造、販売しているPFASの種類は何で、量はどのくらいか。 例として以下が含まれる。 1) PFAS 製造者が出発原料や製造助剤として用いたPFASの種類と量 2) PFAS 製造者が製造したPFASの種類と量 3) 廃棄したPFASの種類と量	どの地域でPFASが使用、製造、販売されているか。 PFASに関する報告書で用いている定義は、事業展開する地域の規制当局の定義と一致しているか。欧州PFAS制限案の対象となる企業は、フッ素ポリマーとフッ素ガスが含まれるECHAの定義を検討すべきである。
リスク評価と管理	以下のような介入に起因して、企業が直面しているPFAS 関連のリスクの概要。 ・ 既存および今後の規制 ・ 訴訟 ・ 評判に関する問題	製造したPFASのうち、代替物質のあるセクター（食品包装、繊維製品など）で使用された割合はどの程度か。 注記:欧州PFAS 規制案では、代替物質が入手できるセクターには猶予期間が提案されていない。図8の説明を参照(P.17)。 予想される修復および訴訟の負担に関するシナリオとリスク軽減計画を提出できるか。
期限付きの計画	PFASの段階的廃止に関する目標および目標値を定めた期限付きの計画を作成しているか。 排出管理および修復の強化に関する目標および目標値を定めた、期限付きの計画を作成しているか。	製造で用いるPFAS 製造助剤の代替に関する正式な目標または目標値はあるか。 消費財用途における、より安全で持続可能な代替物質の特定、開発、商品化を目指す正式な目標または目標値はあるか。 PFASの製造、製品の使用、廃棄の各段階におけるPFAS 排出量削減に関する、期限付きの目標または目標値を定めているか。 自社施設や周辺地域のPFAS 汚染対応に関する、期限付きの目標または目標値を定めているか。
ガバナンス	計画の進捗状況を監視するガバナンスフレームワークの概要を提供できるか。	
報告	以下について報告しているか。 ・ 使用したPFASの種類と量 ・ 製造したPFASの種類と量 ・ 廃棄したPFASの種類と量 ・ PFAS 排出量 ・ 製品ポートフォリオに含まれているPFASの代替物質の入手可能性 PFAS 関連の目標または目標値の進捗状況を報告しているか。 PFASに関する、業界団体やその他のロビー活動に関連する活動にエンゲージしているか。	エンゲージしている場合、そのロビー活動の主な目的は何か。

製品製造者とのエンゲージメント

投資家用の製品製造者、ブランド、小売業者への主な質問は、表6:投資家用の製品製造者、ブランド、小売業者への主な質問にまとめている。

表6:投資家用の製品製造者、ブランド、小売業者への主な質問

期待すること	最初の質問	追加質問(必要な場合)
認識	PFAS 関連のリスクを、事業にとって重大な問題として認識しているか。	
コミットメント	製品製造における PFAS 使用の段階的廃止を正式なコミットメントとして掲げているか。	そのようなコミットメントを掲げる予定はあるか、それはいつか。
リスク評価と管理	使用している PFAS の種類は何で、量はどのくらいか。 例として以下が含まれる。 1) 製品製造において使用または適用した PFAS の種類と量 2) 製造ポートフォリオ全般における PFAS の種類と含有量 3) PFAS 廃棄物の種類と量	どの地域で PFAS が使用または販売されているか。 PFAS に関する報告書で用いている定義は、事業展開する地域の規制当局の定義と一致しているか。欧州 PFAS 制限案の対象となる企業は、フッ素ポリマーとフッ素ガスが含まれる ECHA の定義を検討すべきである。
リスク評価と管理	以下のような介入に起因して、企業が直面している PFAS 関連のリスクの概要。 ・ 既存および今後の規制 ・ 訴訟 ・ 評判に関する問題	代替物質はどの程度入手可能か。 注記:欧州 PFAS 規制案では、代替物質が入手できるセクターには猶予期間が提案されていない。図8の説明を参照(P.17)。 予想される修復および訴訟の負担に関するシナリオとリスク軽減計画を提出できるか。
期限付きの計画	PFAS の段階的廃止に関する目標および目標値を定めた期限付きの計画を作成しているか。 排出管理および修復の強化に関する目標および目標値を定めた、期限付きの計画を作成しているか。	より安全で持続可能な代替物質の特定、開発、商品化に関する目標値および計画は何か。 リサイクル率および循環性改善に向けた設計にどのように PFAS を組み込んでいるか。 PFAS 含有製品の製造、利用、廃棄の各段階における PFAS 排出量削減に関する、期限付きの目標または目標値を定めているか。 自社施設や周辺地域の PFAS 汚染対応に関する、期限付きの目標または目標値を定めているか。
ガバナンス	計画の進捗状況を監視するガバナンスフレームワークの概要を提供できるか。	
報告	以下について報告しているか。 ・ 使用した PFAS の種類と量 ・ 製造ポートフォリオにおける PFAS の種類と含有量 ・ 廃棄した PFAS の種類と量 ・ PFAS 排出量 ・ 製品ポートフォリオに含まれている PFAS の代替物質の入手可能性 PFAS 関連の目標または目標値の進捗状況を報告しているか。 PFAS に関する、業界団体やその他のロビー活動に関連する活動にエンゲージしているか。	エンゲージしている場合、そのロビー活動の主な目的は何か。

廃棄物処理サービスプロバイダーとのエンゲージメント

投資家用の廃棄物処理サービスプロバイダーへの主な質問は、表7にまとめている。

表7:廃棄物処理サービスプロバイダーへの主な質問

期待すること	最初の質問	追加質問(必要な場合)
認識	PFAS 関連のリスクとチャンスが事業にとって重大な問題として認識しているか。	
コミットメント	PFAS 含有廃棄物の責任ある処理を、正式なコミットメントとして掲げているか。	そのようなコミットメントを掲げる予定はあるか、それはいつか。
リスク評価と管理	処理している PFAS 含有廃棄物の種類は何で、量はどのくらいか。	どの地域で PFAS 含有廃棄物を処理しているか。
リスク評価と管理	以下のような介入に起因して、企業が直面している PFAS 関連のリスクの概要。 - 既存および今後の規制 - 訴訟 - 評判に関する問題	予想される修復要件に関するシナリオとリスク軽減計画を提出できるか。 排出基準の厳格化、監視および報告要件の増大などの規制の変化に対して、どのような準備をしているか。 今後見込まれる PFAS 廃棄物処理サービスへの需要の高まりに対して、どのような準備をしているか。
期限付きの計画	排出管理および修復の強化に関する目標および目標値を定めた、期限付きの計画を作成しているか。	PFAS 排出量削減に関する、期限付きの目標または目標値を定めているか。 PFAS の修復および破壊に対してどのような投資を行っているか。 自社施設や周辺地域の PFAS 汚染対応に関する、期限付きの目標または目標値を定めているか。
ガバナンス	計画の進捗状況を監視するガバナンスフレームワークの概要を提供できるか。	
報告	以下について報告しているか。 - 処理した PFAS の種類と量。 - PFAS の排出量。 PFAS 関連の目標または目標値の進捗状況を報告しているか。	

付録

付録4:頭字語

頭字語	説明
AFFF	水成膜泡消火薬剤
CERCLA	包括的環境対策・補償・責任法(米国)
ECHA	欧州化学物質庁
HBM	ヒューマンバイオモニタリング
IIHC	有害化学物質に関する投資家イニシアティブ
MDL	広域係属訴訟(米国)
NIH	国立衛生研究所(米国)
PFCAs	ペルフルオロカルボン酸
PFHxS	ペルフルオロヘキサンスルホン酸
PFOA	ペルフルオロオクタン酸
PFOS	ペルフルオロオクタンスルホン酸
POPs	残留性有機汚染物質
PRPs	潜在的責任当事者
TNFD	自然関連財務情報開示タスクフォース
TSCA	有害物質規制法(米国)
TULAC	繊維製品、内装、皮革、衣料、カーペット
US EPA	米国環境保護庁
WHO	世界保健機関

付録5:用語集

用語	意味
AFFF	水成膜泡消火薬剤 (AFFF) とは消防機関が、油、ガソリンなどの引火性液体による水溶性液体火災の消火のために用いるもの。 ⁴¹
内分泌かく乱作用	天然または人工の化学物質で、体内のホルモン、つまり内分泌系を模倣または妨害するものは、内分泌かく乱物質と呼ばれる (含む環境ホルモン)。その影響は、発育奇形、生殖障害、発がんリスクの上昇、免疫・神経系機能の障害など多岐にわたる。 ⁴²
Gen X	ヘキサフルオロプロピレンオキシドダイマー酸 (HFPO-DA) とそのアンモニウム塩は、GenX という加工助剤技術に関連し、「GenX 化学物質」と呼ばれている。Chemours は、特許で保護されたポリマー加工助剤として GenX 化学物質を用いてフッ素ポリマーを製造している。 ⁴⁵
ヒューマンバイオモニタリング	ヒューマンバイオモニタリング (HBM) は、人の体液や組織中の化学物質、汚染物質、または代謝物の濃度を直接測定するもの。 ⁴³
浸出液	埋立地の固形廃棄物を通過して溶出した水溶性、溶解性、または浮遊性成分を含む液体。
大規模不法行為	法の分野における大規模不法行為とは、極めて多数の原告 (訴訟を起こす側) が、一人または複数の被告 (訴えられる側) を相手取り、州立裁判所または連邦裁判所に民事訴訟を提起することを指す。欠陥製品の販売または過失行為が大規模な傷害につながったケースなど、当該原告との因果関係が疑われる同様の損害請求に起因する訴訟である。
PFAS	PFAS は、少なくとも一つの完全フッ素化メチルまたはメチレン炭素原子 (H/Cl/Br/I 原子が結合していないもの) を含むフッ素化合物と定義されており、一部の例外を除き、少なくとも一つのペルフルオロメチル基 (-CF ₃) ペルフルオロメチレン基 (-CF ₂ -) を持つ化学物質は PFAS になるとされている。 ³⁹
毒物学	毒物学とは、化学物質、物質、状況が人間、動物、環境に及ぼす有害な影響の理解を助ける科学的専門分野である。 ⁴⁴

1. ECHA (2023), "Annex XV Restriction Report - Proposal for a Restriction." doi: <https://echa.europa.eu/documents/10162/f605d4b5-7c17-7414-8823-b49b9fd43aea>
2. **Buck, R.C., Korzeniowski, S.H., Laganis, E. and Adamsky, F. (2021)** "Identification and classification of commercially relevant per- and poly-fluoroalkyl substances (PFAS)" Integrated environmental assessment and management, vol. 17, pp. 1045-1055. doi: <https://setac.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ieam.4450>
3. **US EPA (2023)**, "Human Health Toxicity Assessment for GenX Chemicals". doi: <https://www.epa.gov/system/files/documents/2023-03/GenX-Toxicity-Assessment-factsheet-March-2023-update.pdf>.
4. **European Commission (2020)**, "COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT Poly- and perfluoroalkyl substances (PFAS)," doi: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX%3A52020SC0249>.
5. **Brunn, H.; Arnold, G.; Körner, W.; Rippen, G.; Steinhäuser, K. G.; Valentin, I. (2023)** "PFAS: forever chemicals—persistent, bioaccumulative and mobile. Reviewing the status and the need for their phase out and remediation of contaminated sites," doi: <https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/s12302-023-00721-8#>.
6. **National Center for Biotechnology Information (2023)**, "Perfluorooctanoic acid". doi: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Perfluorooctanoic-acid>.
7. **Le Monde (2024)**, "'Forever Pollution': Explore the map of Europe's PFAS contamination," doi: https://www.lemonde.fr/en/les-decodeurs/article/2023/02/23/forever-pollution-explore-the-map-of-europe-s-pfas-contamination_6016905_8.html.
8. **ECHA (2023)**, "Annex A to Annex XV Restriction Report - Proposal for a Restriction"doi: <https://echa.europa.eu/documents/10162/d2f7fce1-b089-c4fd-1101-2601f53a07d1>
9. **Centres for Disease Control and Prevention (CDC) (2022)**, "Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS)". doi: <https://www.cdc.gov/niosh/topics/pfas/default.html#:~:text=Some%20occupations%20that%20are%20known,Chemical%20manufacturing%20workers&text=Firefighters&text=Ski%20wax%20technicians>.
10. **Paris-Davila, T.; Gaines, L. G. T.; Lucas, K.; Nylander-French, L. A. (2023)** "Occupational exposures to airborne per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS)-A review," doi: https://www.researchgate.net/publication/367653367_Occupational_exposures_to_airborne_per-_and_polyfluoroalkyl_substances_PFAA-A_review.
11. **Trudel, D.; Horowitz, L.; Wormuth, M.; Scheringer, M.; Cousins, I. T.; Hungerbühler, K. (2008)** "Estimating consumer exposure to PFOS and PFOA". doi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18419647/>.
12. **ECHA (2023)**, "Annex B to Annex XV Restriction Report - Proposal for a Restriction". doi: <https://echa.europa.eu/documents/10162/bc038c71-da3e-91a8-68c1-f52f8f0974dd>
13. **Fenton, S. E.; Ducatman, A; Boobis, A; DeWitt, J. C.; Lau, C.; Ng, C.; Smith, J. S.; Roberts, S. M. (2021)** "Per- and Polyfluoroalkyl Substance Toxicity and Human Health Review: Current State of Knowledge and Strategies for Informing Future Research," Environmental toxicology and chemistry. doi: <https://setac.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/etc.4890>
14. **Biggeri A., Stoppa G., Facciolo L., Fin G., Mancini S., Manno V., Minelli G., Zamagni F., Zamboni M., Catelan D., Bucchi L. (2024)** "All-cause, cardiovascular disease and cancer mortality in the population of a large Italian area contaminated by perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances (1980–2018)," Environmental Health, p. 23. doi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38627679/>
15. **European Environment Agency (2019)**, "Emerging chemical risks in Europe — 'PFAS'," doi: <https://www.eea.europa.eu/publications/emerging-chemical-risks-in-europe/emerging-chemical-risks-in-europe>.

16. **Pelch, K. E., Reade, A., Kwiatkowski, C. F., Merced-Nieves, F. M., Cavalier, H., Schultz, K., Wolffe, T., & Varshavsky, J. (2022)** "The PFAS-Tox Database: A systematic evidence map of health studies on 29 per- and polyfluoroalkyl substances," *Environment International*. doi: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016041202200335X>
17. **Ankley, G.T.; Cureton, P.; Hoke, R.A.; Houde, M.; Kumar, A.; Kurias, J.; Lanno, R.; McCarthy, C.; Newsted, J.; Salice, C.J.; Sample, B.E.; Sepúlveda, M.S.; Steevens, J.; Valsecchi, S. (2021)**, "Assessing the Ecological Risks of Per- and Polyfluoroalkyl Substances: Current State-of-the Science and a Proposed Path Forward". doi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32897586/>
18. **Nayak, S; Sahoo, G; Das, I.I.; Mohanty, A.K.; Kumar, R; Sahoo, L; Sundaray, J.K. (2023)**, "Poly- and Perfluoroalkyl Substances (PFAS): Do They Matter to Aquatic Ecosystems?" *National Library of Medicine - National Center for Biotechnology Information*. doi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37368643/>
19. **Guynup, S. (2023)** "PFAS 'forever chemicals' harming wildlife the world over: Study," *Mongabay*. doi: <https://news.mongabay.com/2023/09/pfas-forever-chemicals-harming-wildlife-the-world-over-study/#:~:text=They%20found%20that%20more%20than,threatened%20by%20numerous%20other%20stressors.>
20. **Agency for Toxic Substances and Disease Registry (2022)**, "Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) and Your Health". doi: <https://www.atsdr.cdc.gov/pfas/health-effects/index.html>.
21. **US EPA (2023)**, "Public Comment on EPA's National Enforcement and Compliance Initiatives for Fiscal Years 2024-2027". doi: <https://www.federalregister.gov/documents/2023/01/12/2023-00500/public-comment-on-epas-national-enforcement-and-compliance-initiatives-for-fiscal-years-2024-2027>.
22. **ECHA (2024)**, "Comments submitted to date on restriction report on PFAS". doi: <https://echa.europa.eu/comments-submitted-to-date-on-restriction-report-on-pfas>.
23. **REACH CLP Helpesk - BAuA Germany (2024)**. "Dossier Submitter's ongoing role in the PFAS restriction proposal". doi: https://www.reach-clp-biozid-helpdesk.de/SharedDocs/Meldungen/DE/REACH/2024-04-12_Rolle_Aktivitaet_PFAS.html.
24. **European Parliament (2024)**, "New EU rules to improve urban wastewater treatment and reuse". doi: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20240408IPR20307/new-eu-rules-to-improve-urban-wastewater-treatment-and-reuse>.
25. **US EPA (2024)**, "PFAS Enforcement Discretion and Settlement Policy Under CERCLA," ASSISTANT ADMINISTRATOR FOR ENFORCEMENT AND COMPLIANCE ASSURANCE. doi: <https://www.epa.gov/system/files/documents/2024-04/pfas-enforcement-discretion-settlement-policy-cercla.pdf>.
26. **US EPA (2024)**, "Biden-Harris Administration Finalizes First-Ever National Drinking Water Standard to Protect 100M People from PFAS Pollution". doi: <https://www.epa.gov/newsreleases/biden-harris-administration-finalizes-first-ever-national-drinking-water-standard#:~:text=EPA%20is%20setting%20enforceable%20Maximum,are%20feasible%20for%20effective%20implementation.>
27. **Consumer Product Safety Commission (CPSC), An independent federal agency of the US (2023)**, "Characterizing PFAS Chemistries, Sources, Uses, and Regulatory Trends in U.S. and International Markets," RTI International. doi: <https://www.cpsc.gov/s3fs-public/CPSC-PFAS-WhitePaper.pdf>.
28. **3M (2023)**, "3M Resolves Claims by Public Water Suppliers, Supports Drinking Water Solutions for Vast Majority of Americans". doi: <https://news.3m.com/2023-06-22-3M-Resolves-Claims-by-Public-Water-Suppliers,-Supports-Drinking-Water-Solutions-for-Vast-Majority-of-Americans>.
29. **DuPont, "Chemours, DuPont, and Corteva Reach Comprehensive PFAS Settlement with U.S. Water Systems," 2 June 2023.** [Online]. Available: <https://www.dupont.com/news/chemours-dupont-and-corteva-reach-comprehensive-pfas-settlement-with-us-water-systems.html>.
30. **Rizzuto, P. (2023)**, "National PFAS Case Proposes 25 People in Shift to Injury Claims," *Bloomberg Law*. doi: <https://news.bloomberglaw.com/environment-and-energy/national-pfas-case-proposes-25-people-in-shift-to-injury-claims>.

31. **Steinberg, J. (2023)**, "L'Oréal Mascara Buyers Lack Standing for PFAS Deception Lawsuit," Bloomberg Law. doi: <https://news.bloomberglaw.com/product-liability-and-toxics-law/loreal-mascara-buyers-lack-standing-for-pfas-deception-lawsuit>.
32. **3M (2024)**, "3M Annual Report 2023". doi: https://d1io3yog0oux5.cloudfront.net/_Oeae5261e0f791dc08315189ed6e845d/3m/db/3235/30852/annual_report/40009_3M_2023_Annual_Report_online_pdfa.pdf.
33. **Wahlström, M., Pohjalainen, E., Yli-Rantala, E., Behringer, D., Herzke, D., Mudge, S. M., Beekman, M., de Blaeij, A., Devilee, J., Gabbert, S., van Kuppevelt, M., Zare Jeddi, M., Gabrielsen, P., Trier, X. (2021)** "Fluorinated polymers in a low carbon, circular and toxic-free economy," European Environment Agency. doi: <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-wmge/products/etc-wmge-reports/fluorinated-polymers-in-a-low-carbon-circular-and-toxic-free-economy>
34. **European Commission (2020)**, "The use of PFAS and fluorine-free alternatives in textiles, upholstery, carpets, leather and apparel" DG Environment, Wood, Ramboll. doi: <https://saicmknowledge.org/library/use-pfas-and-fluorine-free-alternatives-textiles-upholstry-carpets-leather-and-apparel>
35. **AECOM (2023)**, "What is the addressable PFAS market?". doi: <https://investors.aecom.com/static-files/2dfcf5c0-ab90-4e1c-a53d-3138f669f54e>.
36. **Montrose Environmental Group, Inc. (2024)**, "May Investor Presentation". doi: https://s25.q4cdn.com/108812351/files/doc_presentations/2024/05/Montrose_May_Investor-Deck.pdf.
37. **US EPA (2024)**, "Biden-Harris Administration Finalizes Critical Rule to Clean up PFAS Contamination to Protect Public Health". doi: <https://www.epa.gov/newsreleases/biden-harris-administration-finalizes-critical-rule-clean-pfas-contamination-protect#:~:text=Dedicated%20%249%20billion%20in%20funding,PFAS%20pollution%20in%20drinking%20water>.
38. **ChemSec (2024)**, "Investor Initiative on Hazardous Chemicals (IIHC), Supported by Chemsec". doi: <https://chemsec.org/knowledge/iihc/>.
39. **OECD (2021)**, "Reconciling Terminology of the Universe of Per- and Polyfluoroalkyl Substances: Recommendations and Practical Guidance". doi: [https://one.oecd.org/document/ENV/CBC/MONO\(2021\)25/En/pdf](https://one.oecd.org/document/ENV/CBC/MONO(2021)25/En/pdf).
40. **US EPA (2021)**, "Multi-Industry Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) Study - 2021 Preliminary Report". doi: https://www.epa.gov/system/files/documents/2021-09/multi-industry-pfas-study_preliminary-2021-report_508_2021.09.08.pdf
41. **Department of Ecology State of Washington**, "Aqueous film-forming foam (AFFF)," doi: <https://ecology.wa.gov/waste-toxics/reducing-toxic-chemicals/addressing-priority-toxic-chemicals/pfas/afff>.
42. **National Institute of Environmental Health Sciences**, "Endocrine Disruptors," doi: <https://www.niehs.nih.gov/health/topics/agents/endocrine>.
43. **World Health Organisation (WHO) (2023)**, "Human biomonitoring: assessment of exposure to chemicals and their health risks: summary for decision makers". doi: <https://www.who.int/europe/publications/i/item/WHO-EURO-2023-7574-47341-69480>.
44. **National Institute of Environmental Health Sciences**, "Toxicology," doi: <https://www.niehs.nih.gov/health/topics/science/toxicology#:~:text=What%20is%20toxicology%3F,%2C%20animals%2C%20and%20the%20environment>.
45. **US EPA (2022)** "Drinking Water Health Advisory: Hexafluoropropylene Oxide (HFPO) Dimer Acid (CASRN 13252-13-6) and HFPO Dimer Acid Ammonium Salt (CASRN 62037-80-3), Also Known as "GenX Chemicals"," doi: <https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-06/drinking-water-genx-2022.pdf>

ご留意事項

MUFG ファースト・センティア サステナブル投資研究所は、三菱UFJ 信託銀行およびその傘下にあるファースト・センティア・インベスターズグループが共同してサステナブル投資に関する調査・研究・レポート作成などの業務を対外的に行う際の呼称です。

本資料は、三菱UFJ 信託銀行サステナブルインベストメント部が発行しています。

本資料は、MUFG ファースト・センティアサステナブル研究所の活動の一環としてファースト・センティア・インベスターズグループが発行した「PFAS: Forever Chemicals – Investor Briefing」(英語版)を、三菱UFJ 信託銀行が日本語訳したものです。最大限、内容に忠実に日本語訳をしておりますが、万が一これら両言語の内容に相違があった場合には、英語版が正となることを予めご了承ください。

本資料は、お客さまに対する情報提供のみを目的としたものであり、三菱UFJ 信託銀行およびファースト・センティア・インベスターズグループが特定の有価証券・取引や運用商品を推奨または勧誘するものではありません。

本資料に記載されているデータ、意見などは本資料作成時点で信頼できるとされる情報に基づき作成したものです。三菱UFJ 信託銀行およびファースト・センティア・インベスターズグループは、その正確性、完全性、情報や意見の妥当性を保証するものではなく、また、当該データ、意見などを使用した結果についてもなんら保証するものではありません。また、本資料に関連して生じた一切の損害について、三菱UFJ 信託銀行およびファースト・センティア・インベスターズグループは責任を負うものではありません。

本資料に記載されている情報および見解は著者のものであり、必ずしも三菱UFJ 信託銀行およびファースト・センティア・インベスターズグループのものではありません。

本資料の著作権その他の知的財産権は三菱UFJ 信託銀行および First Sentier Investors (Australia) Services Pty Limited に属し、その目的を問わず無断で引用または複製することを禁じます。

本資料に記載している見解などは本資料作成時における判断であり、経済環境の変化や相場変動、制度や税制などの変更によって予告なしに内容が変更されることがありますので、予めご了承ください。