

PFAS 規制の動向と対策

～影響の及ぶ市場と環境浄化及び代替材料・技術の開発動向～

2024 年 6 月 18 日

抜粋編

(有)カワサキテクノロジーリサーチ

本文の目次(※本抜粋編の目次ではありません)

はじめに

スリーエム製品の思い出	3
-------------	---

第1章 PFAS 規制の動向	26
----------------	----

発端

1-1 PFAS とは	26
1-2 これまでの流れ	27
1-3 この後のタイムスケジュール	30
1-4 欧米の PFAS 規制に対する考え方の違い	32
1-5 エンドユーザーの動向	36
1-6 パブリックコメントの内容分析	40
1-7 規制動向の今後の予測と考えられるシナリオ	66

第2章 PFAS 規制に影響を受ける製品と市場動向	67
---------------------------	----

PFAS 規制に影響を受けると考えられる製品の概要	67
---------------------------	----

2-1 コート剤の全容	67
2-2 撥水撥油コート剤	69
2-3 防水防湿コート剤	84
2-4 機能性塗料(フッ素樹脂系塗料)	99
2-5 界面活性剤	106
2-6 フッ素系樹脂の動向	109

第3章 PFAS 規制への対応	112
-----------------	-----

3-1 PFAS 規制対象のモノマーメーカー	112
3-2 PFAS 規制対象のポリマーメーカー	115
3-3 PFAS 規制対象化学品を扱うメーカー	126

第4章 PFAS 規制の課題に対する解決方法	129
------------------------	-----

4-1 不使用	129
4-2 分子構造の設計 (発表段階で規制対象の構造を含まないものへの変更)	132
4-3 微細表面構造の付与	133
4-4 代替材料(シリコン系など)	137
4-5 その他(製造方法の変更など)	146

第5章 KTR 視点とトピックス	149
------------------	-----

5-1 環境浄化技術とその動向	149
5-1-1 水からの PFAS 除去	149
5-1-2 土壌からの PFAS 除去	169
5-1-3 PFAS の分解処理技術(無害化)	173

5-1-4 飲料用浄水器による PFOA・PFOS の除去	177
5-2 必要となる PFAS 分析技術	182
5-2-1 PFAS の標準分析法	182
5-2-2 液体クロマトグラフィータンデム質量分析装置(LC-MS/MS : Liquid Chromatograph-tandem Mass Spectrometer)	184
5-2-3 燃 焼 イ オ ン ク ロ マ ト グ ラ フ ィ ー : CIC(Combustion Ion Chromatography)	185
5-2-4 企業の PFAS 対応	186
5-3 気になる訴訟動向	190
第 6 章 KTR からの問題提起 ～個別相談に向けて～	205

はじめに

スリーエム製品の思い出

(中略)

4. 重要な用途

スリーエム社が 2025 年末までに PFAS (Per- and PolyFluoroAlkyl Substances) 製造から撤退するとのニュースで最も驚いたのは、半導体業界である。

(中略)

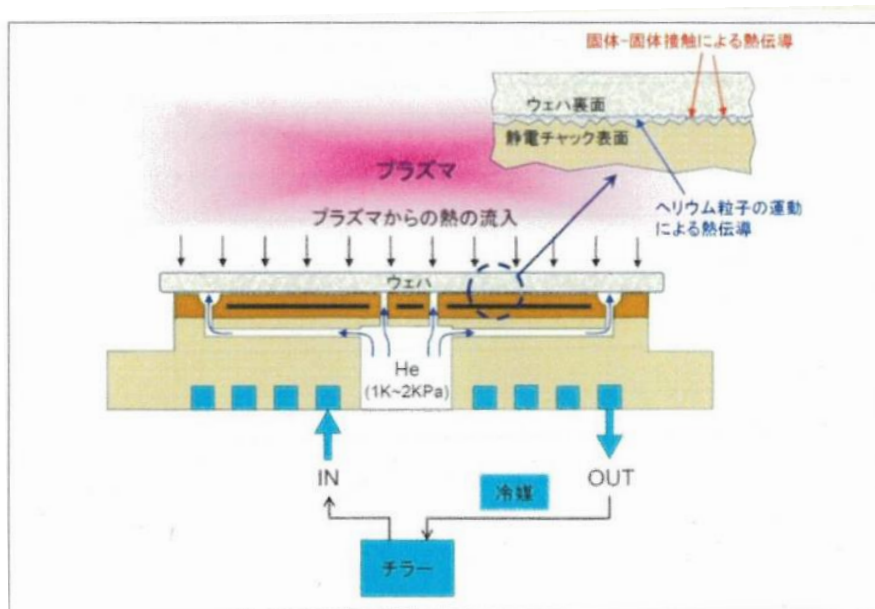


図 1 ドライエッチング装置における温度制御の原理 [クリックで拡大] 出所：野尻一男 (Nanotech Research) 『はじめての半導体ドライエッチング技術』(技術評論社)、90 ページの図 4-16

6 ページ中央右端図をより詳しくしたものが上の図であるが、これは半導体製造の前工程で不可欠のドライエッチング装置の断面図である。

ドライエッチング装置用の冷媒でスリーエム社(「フロリナート」)は、世界シェアが 80%(独占的)と見られている。

この問題には突っ込みどころが山ほどあるが、ここではこれ以上の言及は控えておきたい。

(以下、「はじめに」省略)

第 1 章

(中略)

1-2 これまでの流れ

今回の PFAS 規制の騒動は、2023 年 1 月 13 日に発端があると考えられる。PFAS 規制は以前から特定の化合物に対して既に行われていたが、2023 年 1 月 13 日に欧州化学品庁に提出された規制案は幅広い有機フッ素化合物を対象としており、その影響が及ぼす範囲が非常に広範囲になると懸念されているためである。2023 年 1 月 13 日の以前と以降について EU の規制動向（案）を比較してみると下記のようなになる。

1) 2023 年 1 月 13 日以前

PFAS はこれまで段階的に規制されてきた。日本フルオロケミカルプロダクト協議会（F C J）が公開している「PFAS の規制化動向」（2022 年 11 月 30 日）を参考にと、PFOS は 1990 年代に安全性が懸念され、2005 年に規制が検討され、2009 年 5 月の POPs 条約第 4 回締約国会議（C O P 4）において、制限対象物質リストに追加された。

また PFOA も 2000 年代に安全性が懸念され、2015 年に自主全廃が決まるのと同時期に規制が検討され、2019 年に POPs 会議で制限対象物質リストに追加されている。PFOS、PFOA はともに炭素数が 8 の化合物である（図 1-1 参照）。

炭素数 6 の PFAS である PFHxS（ペルフルオロヘキサンスルホン酸）（前頁の図 1-2 参照）は PFOS や PFOA と類似した性質を有しており、これらの代替品として泡消火剤、金属メッキ、織物、革製品、研磨剤、洗浄剤、コーティング、半導体などに使用されてきたが、2022 年に POPs 会議で制限対象物質リストに追加されている。

さらに炭素数が 9 から 21 までの PFAS（長鎖パーフルオロカルボン酸：PFCA s）（図 1-2 参照）についても安全性についての懸念が伝えられ、POPs 条約の残留性有機汚染物質検討委員会（POPRC）で規制について 2022 年から議論が始まっている。このほかにも規制動向が顕著な PFAS として PFBA、PFBS、GenX、ADONA、EEA-NH4 などがある。

これらについては、それぞれ固有の物質として安全性が懸念され、規制物質として扱われる（あるいは検討される）ようになったが、2023 年 1 月 13 日の提案は様相が異なっていた。

2) 2023 年 1 月 13 日以降

2023 年 1 月 13 日に EU の REACH 規制においてデンマーク、ドイツ、オランダ、ノルウェー、スウェーデンの 5 加盟国の規制当局から欧州化学品庁に、より規制対象となる有機フッ素化合物の範囲を広げる提案が行われた（REACH 規制案の提出）。

すなわち、有害性のエビデンスの有無に関わらず「少なくとも 1 つの完全にフッ素化されたメチルまたはメチレン基を含むフッ素化物」という PFAS の定義に該当するものすべてを規制対象とするものである（2024 年 5 月 27 日現在、ECHA に提案された制限の意図および内容を下記の頁で閲覧することが出来る）。

<https://echa.europa.eu/it/registry-of-restriction-intentions/-/dislist/details/0b0236e18663449b>

規制対象は非常に幅広く、この対象の中には、モノマーだけでなく、ポリマーであるテフロン（PTFE）や PVDF などのフッ素樹脂やフッ素ゴムなども含まれることになり、規制案がそのまま施工されれば影響の及ぼす範囲は非常に広範囲に及ぶことになる。これが今回の PFAS 規制の騒動の大きな要因となっている。

この新しい提案が示している規制が影響する範囲を図示したものが日本の環境庁の HP に掲載されていたので次頁に引用した。

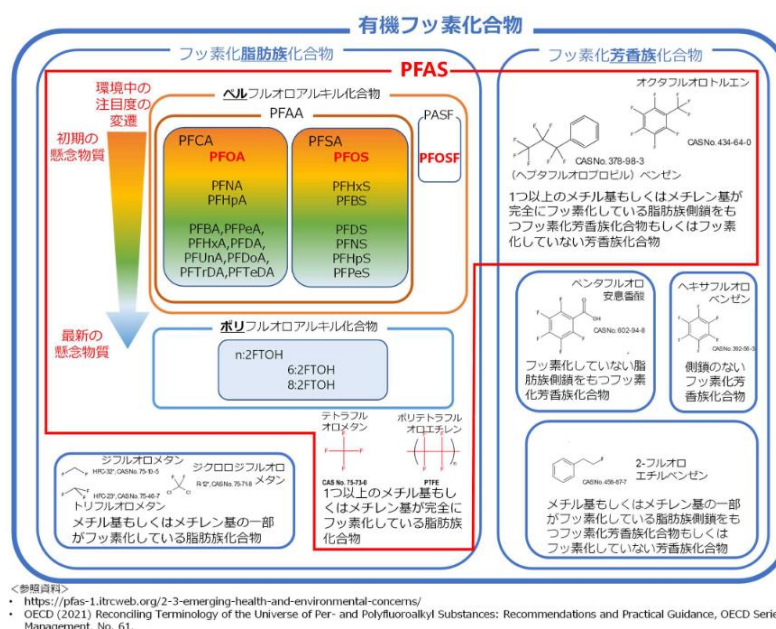


図 1-3 新たに PFAS 規制の対象となりうる範囲（図中の赤枠内）

<https://www.env.go.jp/content/000123227.pdf>

（以下、第 1 章省略）

第2章 PFAS 規制に影響を受ける製品と市場動向

PFAS 規制に影響を受けると考えられる製品の概要

(中略)

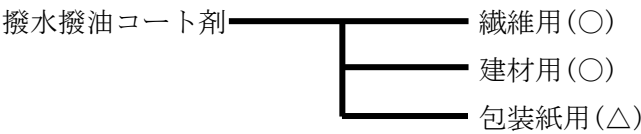
2-2 撥水撥油コート剤 (抜粋編注：PFAS 関連でマーケット規模最大)

(1) 製品概要

撥水撥油コート剤は、水と油を弾き、汚れの付着を抑制する製品(コート剤)と簡潔に捉えられる(定義できる)。塗工の対象は、合成繊維(ナイロン、ポリエステル等)や天然繊維(綿、その他)、不織布などである。

(2) 製品の分類と機能

撥水撥油コート剤は三つの製品別に分けられる。

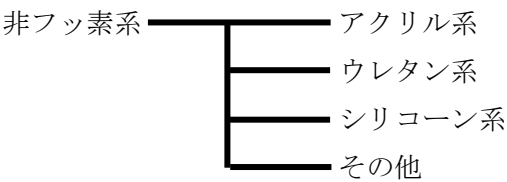


このうち、繊維用と建材用がメジャーであり、包装紙用はマイナーになる。

繊維系は二つの素材系に分かれる。



非フッ素系は PFAS 規制などで需要は追い風になっている。今のところアクリル系への期待が大きいようだが、アクリル系以外の開発にも拍車がかかっているといえる。



(中略)

(8) 素材(タイプ)別比率の考察について

撥水撥油コート剤についても、フッ素系素材のウェイトが現在ほどくらいに対する関心は大変高い。

複数のサプライヤーの声(コメント)からは、5年(コロナ)前と最近の印象を次のように集約することができる。

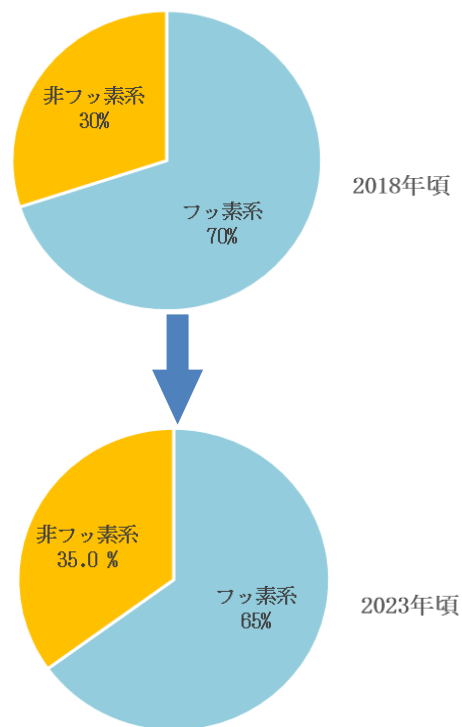


図 2-10 サプライヤーから見たフッ素系と非フッ素系についての割合の変化

非フッ素系の製品は、特に撥油性が弱点(劣る)とされてきたが PFAS 規制の追い風を受けて、急ピッチで開発が進んでいる。

この点を評価して、2025 年頃には、フッ素系と非フッ素系の比率が逆転するとの業界関係者の見方もあるが、これを肯う根拠は薄いと言わざるを得ない。

(以下、第 2 章省略)

第3章 PFAS 規制への対応

第3章では、PFAS 規制へのモノマーメーカー、ポリマーメーカー、規制対象品を扱うメーカーをいくつか挙げ、各社の対応をご紹介します。

3-1. PFAS 規制対象のモノマーメーカー

◆ 東ソー・ファインケム株式会社

会社名	東ソー・ファインケム株式会社
PFAS 対応	同社ウェブサイトの「～フッ素ケミストリーの魅力とこれから～」と題した対談より抜粋： 長崎： 昨今、有機フッ素化合物はFガス規制(キガリ改正※)、PFAS 規制の課題に直面していますが、フッ素を脱離基として利用する先生のケミストリーはこうした環境問題解決のヒントにもなり得ると思います。 市川先生： C－F結合は高い結合エネルギーをもつ安定な結合であり、それが故にフロンによる地球温暖化やPFASによる生態蓄積性の問題にも繋がっています。しかし、フッ素の特性を理解しこれを利用することで、C－F結合の化学変換は可能です。従来C－F結合の活性化には、遷移金属を用いた酸化的付加過程が専ら検討されてきました。これらは、高活性な遷移金属により強固なC－F結合を切断し、次いでC－C結合を形成するものですが、C－F結合の酸化的付加は容易ではありません。そこでこの順序を逆転し、フッ素の電子的効果を利用しながらまずC－C結合を形成して、その後β-脱離過程によりC－F結合を切断する、言わば逆転の発想でC－F結合の変換も容易になります。こうして私共は、C－F結合の切断を経由する含フッ素アルケン類の効率的かつ選択的な化学変換を達成しました。これらの成果は、使用済みのフロン類等を単に再利用するのではなく、より高付加価値の新たな化合物へと変換する訳ですから、私共は敢えて「リサイクル」ではなく「アップサイクル」と呼んで達成目標としています。今後、こうしたケミストリーを更に追及していきたいと思っています。 https://www.tosoh-finechem.co.jp/topics/prodtopic05
本社	山口
URL	https://www.tosoh-finechem.co.jp/company/profile/

※キガリ改正：オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書(以下議定書)の2018年10月にルワンダのキガリで開催された締約国会議(MOP)の場で行われた改正。改正は議定書にHFCを追加するというもので、HFCの生産量・消費量(生産量+輸入量-輸出量)の段階的な削減、HFCの輸出入に関するライセンス制度の創設、HFCの生産量等に関する資料の提出、製造設備から排出される一部HFCの破壊、などが新たに規定されることとなった(<https://www.env.go.jp/content/900422743.pdf>よりKTR編)。

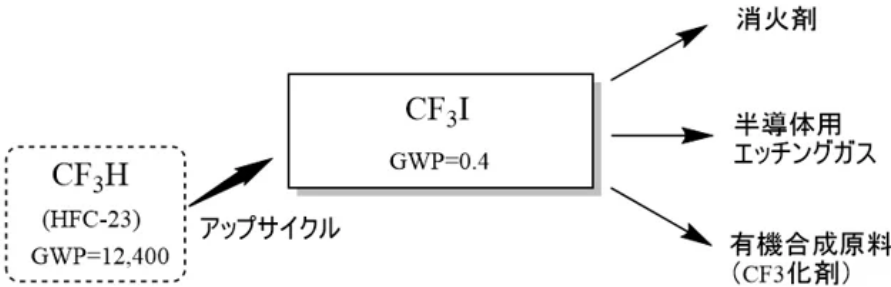


図 3-1 出典：<https://www.tosoh-finechem.co.jp/topics/prodtopic05>

(中略)

3-2 PFAS 規制対象のポリマーメーカー

(中略)

◆ 株式会社クレハ

会社名	株式会社クレハ		
PFAS 対応	2024 年 5 月、(株)クレハは、米国スタートアップ企業である Claros Technologies Inc. (本社：米国ミネソタ州、CEO：Michelle Bellanca、以下「Claros」)へのシリーズ B 資金調達ラウンドでの出資と、低分子 PFAS 無害化技術プラットフォームを活用したサービスの提供に向けた、技術・ビジネス開発での戦略的パートナーシップについて締結したことを発表した。 この締結に通じて PFOS、PFOA のような低分子 PFAS が引き起こす課題の持続可能なソリューションを日本、アジア市場に早期導入することを目指すとのこと。		
本社	東京	URL	https://www.kureha.co.jp/about/outline.html

◆ Claros Technologies Inc.



図 3-15 出典：<https://clarostechnologies.com/about-claros-technologies/>

・Claros Technologies Inc. の「低分子 PFAS の完全無害化プロセス」に関する特許例

No.	Application Id	Application Date	Title	Abstract	Point
1	W02023250025	21. 06. 2023	METHOD AND APPARATUS FOR THE DESTRUCTION AND DEFLUORINATION OF PER- AND POLYFLUOROALKYL SUBSTANCES (PFAS), FLUOROTELOMERS AND OTHER PERSISTENT ORGANIC POLLUTANTS	A process for destroying PFAS, comprising irradiating a solution containing one or more PFAS with UV radiation, the solution containing further one or more photosensitizers (preferably sodium or potassium iodide), one or more bases bringing the pH of the solution to more than 13, and a sulfite ion. Described are also processes for destruction of persistent and recalcitrant organic pollutants, including PFAS using a combination of oxidative and reductive destruction. Described are also treatment systems that apply a UV oxidative process followed by a UV reduction process to the product of the UV oxidation process.	PFAS を含む溶液に、UV を吸収する増感剤、溶液の PH を 13 より大きくする亜硫酸イオンと塩基を添加して、C-F 結合を破壊するプロセスに関する。破壊は、UV による還元プロセスとそれに続く UV 酸化プロセスによるものでもある。
2					
3			省 略		

(以下、第 3 章省略)

第 4 章 PFAS 規制の課題に対する解決方法

4-1. 不使用

何らかの代替品や代替手段があるからこそ「不使用」が可能となるのだが、不使用を宣言した会社や、不使用を前提に設立された会社の**不使用を強調**するために例示する。



(中略)

◆ 本社がベルギーにあるグリーンパンは PFAS をはじめとした人体や環境に悪影響を及ぼす化学物質を一切使わない会社として創業された。

文献番号	WO2019154816 特表 2021-512983 (特許 7182636(有効))
発明の名称	NON-STICK CERAMIC COATING COMPRISING DIAMONDS AND COLOURED MICA
出願人名	THERMOLON KOREA CO. LTD.; HELSKENS, Jan
優先権主張日	2019 年 2 月 5 日
Abstract	省 略

会社名	グリーンパン		
PFAS 対応	世界で初めてフッ素樹脂を使わないノンスティッククックウェアを開発。フッ素樹脂 (PTFE) の不使用、PFAS、PFOA、鉛、カドミウムなど、人体や環境に悪影響を及ぼす化学物質を一切使わない会社として 2007 年創業。		
本社	ベルギー	URL	https://greenpan.store/pages/about-us

hermolon™(サーモロン) は、ノンスティック加工として採用しているセラミックコーティングです。グリーンパン全シリーズに採用
遠赤外線効果のあるセラミックに、熱伝導性の高いダイヤモンド粒子を練り込んでいる
セラミックコーティングは約 450℃の耐熱温度がある



マグネート
IH 対応加工 (底面)

熱変形に強く、熱伝導性に優れています。IH はもちろん、ガス火やさまざまな熱源に対応します。

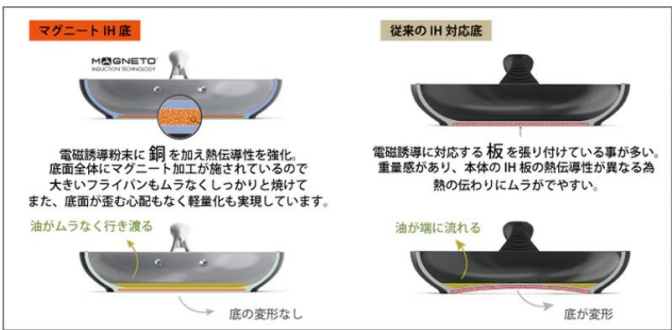


図 4-1 出典：<https://greenpan.store/pages/about-us>

(中略)

4-2 分子構造の設計 (発表段階で規制対象の構造を含まないものへの変更)

完全な PFAS フリーの実現が難しい場合は、炭素数の少ない(炭素数 6 以下など)フルオロアルキル基を有する化合物といった今のところあまり毒性が問題になっていない含フッ素化合物に置き換えている(刻々と規制が変化しており今後規制の対象になる可能性はある)。

◆ 日華化学の NK ガード S シリーズ(C6 タイプのフッ素系撥水撥油剤)

文献番号	再表 2014/007345 (特許 5922774 : 特許 有効)
発明の名称	透湿防水布帛
出願人名	ダイキン工業株式会社 日華化学株式会社
優先権主張日	2012 年 7 月 6 日
要約	【要約】 本発明は、含フッ素重合体を含む中間層、および合成樹脂を含む透湿防水層を有してなる透湿防水布帛であって、含フッ素重合体が、(a) : 式 $\text{CH}_2=\text{C}(-\text{X})-\text{C}(=\text{O})-\text{Y}-\text{Z}-\text{Rf}$ [式中、X は、水素原子またはメチル基であり、Y は -O- または -NH- であり、Z は、直接結合または二価の有機基であり、R f は、炭素数 1~6 のフルオロアルキル基である。] で示される含フッ素単量体、(b) ハロゲン化オレフィン単量体、および(c) 必要により使用する、フッ素原子を有さず、少なくとも 1 つの炭素-炭素二重結合を有する非フッ素単量体から誘導された繰り返し単位を有してなり、400Pa・s 以上の 160℃における動的粘弾性を有するフッ素重合体であり、透湿性、耐水性および耐洗濯性に優れる透湿防水布帛を提供する。

・フッ素系撥水撥油剤、SR 剤 : NK ガード S シリーズ、SR シリーズ

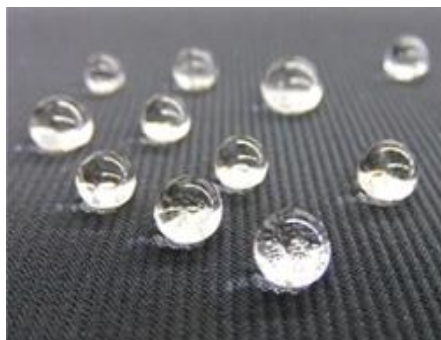


図 4-3 出典 :

<https://nctexchem.com/jp/product/process/finishing/recommend/>

ナノ粒子のフッ素化合物で繊維の表面を覆うことにより、通気性を保ちながら洗濯耐久撥水性を付与することができます。合繊や天然繊維などの各種素材、織物や不織布などの組織形態、用途や目標スペックに応じた製品のご提案が可能です。

また、NK ガード SR シリーズは、C6 タイプのフッ素系 SG・SR 剤です。

親水性や親油性の汚れが付着しにくく洗濯で脱落しやすい性能を付与します。

以下、日華化学(株)の C6 以下フルオロアルキル基を持つ撥水撥油剤のその他の特許例。

No.	文献番号	出願日	登録番号	ステージ	発明の名称	コメント
1						
2				省 略		

(以下、第 4 章省略)

5-1 環境浄化技術とその動向

PFAS は、その特性から様々な用途で使用されたが、環境中に放出されると、生物分解されにくく、土壌や地下水などの環境中に長期間残留する。また、環境に放出された PFAS が、飲料水や食品から人体に蓄積され、脂質異常症や腎臓がん、免疫系、乳・胎児の発育、抗体反応などへの影響が指摘されている。

したがって、環境に放出された PFAS を除去する技術、とくに飲料利用の水源（地下水や河川水）からの PFAS 除去技術は重要である。また、高濃度に汚染された土壌中の PFAS 除去技術も水源への影響を軽減するためにも必要な技術である。本章では、水及び土壌中の PFAS 除去技術や分解・無害化技術に着目した。

5-1-1 水からの PFAS 除去

「水道における PFAS の処理技術等に関する資料集(2023 年 11 月)」には各処理方法のコストや特徴などが表 5-2 のようにまとめられている。

表 5-2 PFAS 除去方法の比較

処理技術	短鎖 PFAS 除去率	長鎖 PFAS 除去率	主な 残渣等	相対 コスト	備考
粉末活性炭処理	低	中～高	廃活性炭	中程度	・長鎖 PFAS を除去できる。 ・断続的な使用に有効である。 ・他の処理工程の前段に添加する。
粒状活性炭処理	中	高	廃活性炭	中程度 ～高い	・長鎖 PFAS を除去できる。 ・頻繁に交換や再生する必要がある。 ・ろ過の後段が適している。
イオン交換処理	中～高	高	廃樹脂	中程度 ～高い	・短鎖及び長鎖 PFAS を除去できる。 ・PFAS 除去目的でイオン交換樹脂が設計されている場合、効果的に除去できる。 ・ろ過の後段が適している。
NF/RO 膜処理	高	高	濃縮水	高い	・短鎖及び長鎖 PFAS を除去できる。 ・膜の寿命まで一貫した除去率を維持できる。 ・高濃度の PFAS を含む濃縮水を処理処分する必要がある。

出典：「水道における PFAS の処理技術等に関する資料集(2023 年 11 月)」

https://www.jwrc-net.or.jp/docs/p-ken_report_rev.pdf

(中略)

以上、PFAS 除去技術としては、活性炭やイオン交換樹脂などによる吸着除去及び NF/RO 膜処理が有効ではある。現在は、PFAS 除去効率を高める材料や PFAS 吸着後の再生・無害化を考慮した材料開発などが進められており、最新の技術トピックスを紹介する。

①もみ殻由来の多孔質カーボン材

会社名	ソニーグループ(株)		
PFAS 対応	ソニーは法規制対応だけでなく、独自の化学物質管理基準を作り、製品の原材料や部品に含まれる化学物質を全世界で徹底管理している。自社の製造プロセスにおいて環境影響が懸念される物質を削減・代替する一方、サプライチェーンの製造プロセスに対してもソニー指定の物質の使用禁止を求めている。		
本社	東京都	URL	https://www.sony.com/ja/

当社が生み出した新素材 Triporous™(トリポーラス™)は、籾殻から生まれた天然由来の多孔質カーボン素材で、独特の微細構造により、水や空気の浄化など幅広い応用が期待されている。また、余剰な資源を再生活用することで、循環型社会、地球環境負荷の低減にも貢献しながら、世界に次のブレイクスルーを生み出す。

(中略)

5-1-3 PFAS の分解処理技術(無害化)

タイトル	Solvent-Free Nonthermal Destruction of PFAS Chemicals and PFAS in Sediment by Piezoelectric Ball Milling
著者	Nanyang Yang, Shasha Yang, Qingquan Ma, Claudia Beltran, Yunqiao Guan, Madison Morsey, Elizabeth Brown, Sujan Fernando, Thomas M. Holsen, Wen Zhang, and Yang Yang
文献	Environ. Sci. Technol. Lett. 2023, 10, 2, 198–203 https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acs.estlett.2c00902

固体 PFAS や PFAS を含む固体廃棄物の分解は社会的要請が高いが、研究開発は遅れている。そこで、本研究では、常温常圧で非水性 PFAS を破壊できる新しい処理方法として、圧電材料アシストボールミリング(PZM-BM)プロセスを検討した。

【PFAS 分解】

圧電材料アシストボールミリング(PZM-BM)は、ボールミリング中に発生する機械的衝撃を利用して、六方晶窒化ホウ素(BN)などの圧電材料(PZM)を活性化する。

↓

PZM が機械的応力を受けると、双極子モーメントの蓄積により圧電電位が発生する

↓

発生する高電位は kV レベルになり、PFAS 化学物質を破壊できる可能性がある。



図 5-14 出典: Environ. Sci. Technol. Lett. 2023, 10, 2, 198-203

このプロセスでは、PFAS と高電位に帯電した触媒 PZM が固体-固体で接触し、固体マトリックス中の PFAS の電気触媒酸化を可能にすると考えられ、本研究により検証された。

(中略)

5-2 必要となる PFAS 分析技術

PFAS の分析は、環境中、飲料水、食品、人体など多岐に亘る。今後の規制動向に合わせて対象物質や分析方法はアップデートされるので、それに対応して PFAS 分析方法を更新しなければならない。

本章では、PFAS 分析方法について主に標準分析法を概説し、グローバル企業の取り組みから PFAS 分析の必要性を考察する。

PFAS の分析方法は、第 2 回「PFAS に対する総合戦略検討専門家会議」の配布資料 3-1・別添 4 に纏められており、表 5-4 に改編して示した。

表 5-4 PFAS の分析方法

PFAS 等の測定方法の比較

	AOF(Adsorbable Organic Fluoride)	EOF(Extractable Organic Fluorine)	TOP(Total Oxidizable Precursor) Assay	LC-MS/MS 法
概要	液体マトリックス中の吸着可能な有機フッ素 (Adsorbable Organic Fluoride) を測定する手法。	土壌や堆積物などの固体マトリックスや液体マトリックス中の抽出可能な有機フッ素 (Extractable Organic Fluorine) を測定する手法。	PFAA 前駆体化合物 (Total Oxidizable Precursor) を測定する手法	個々の PFCA や PFSA 等を測定する手法。
測定機器	活性炭カラム等に吸着させた対象を燃焼イオンクロマトグラフィー(CIC)で測定。	固相抽出カートリッジ等で抽出した対象を CIC で測定。	酸化分解により PFCA や PFSA 等の前駆体化合物を PFCA 等に変換し、LC-MS/MS で PFCA 等としての測定。	固相抽出カートリッジで抽出した PFCA や PFSA 等を LC-MS/MS で測定。
結果	試料中のフッ化物(F-)濃度	試料中のフッ化物(F-)濃度	・酸化分解前後で差分を取ることで前駆体化合物全体の定量は可能 ・個々の物質の評価はできない。	・個々の PFCA や PFSA 等の定量評価が可能 ・標準物質等測定メソッドが整っているものしか評価できない
定量性	MDL 2.4 μg-F/L(EPA 1621)	Reporting limits 13~151 ng-F/L (3 研究機関)	LC-MS/MS 法と同等	LCMR: 0.53 ng/L to 6.3 ng/L (EPA 537.1)
特徴	・比較的容易 ・低コスト ・有機フッ素の種類を特定できない ・スクリーニング手段となり得る	・比較的容易 ・低コスト ・有機フッ素の種類を特定できない ・スクリーニング手段となり得る	・比較的煩雑 ・高コスト ・前駆体化合物の総量を評価可能	・比較的煩雑 ・高コスト ・標準物質が必要になるが、個々の物質の濃度を高感度で測定可能
分析規格例	EPA 1621	-	-	ISO 21675, EPA 533, EPA 537.1 等

PFCA(Perfluorocarboxylic Acids): 長鎖ペルフルオロカルボン酸類(C9~C14)

PFSA(Perfluorosulfonic Acid): ペルフルオロスルホン酸

PFAA(Perfluoroalkyl Acid): ペルフルオロアルキル酸

MDL(Method Detection Limit): 方法検出限界、LCMRL(Lowest Concentration Minimum Reporting Level): 最小報告値

出典: <https://www.env.go.jp/content/000123227.pdf> から KTR 改編

(中略)

今回、グローバルカンパニーでは、持続可能性の観点から PFAS 問題への対応が行われていることを紹介した。PFAS 問題は、自社のみならずサプライチェーン全体として管理されるべきである。PFAS フリーが証明されたものを使用することが差別化になり、そのデータを持っていない企業は市場から淘汰されるかもしれない。したがって、企業はリスクマネジメントの点からも自社製品に対して PFAS の有無や分解物を想定し、分析データを取得する必要に迫られている。

5-3 気になる訴訟動向

(中略)

◆ 気になる訴訟と和解内容

① 3M(2023 年 6 月和解)

原告：米国の公共水道事業者体（PWS）

被告：3 M

内容：PFAS による飲料水汚染

和解案の主な内容（2023 年 6 月）

- ・ 3M が PWS に対して最大 103 億ドルを 13 年かけて支払う
- ・ 3M は PFAS の処理技術の為に全国の PWS に資金を提供する
- ・ 3M は将来的に PFAS を検出する可能性のある PWS に資金を提供する
- ・ サウスカロライナ州チャールストンにおける「水成膜泡消火薬剤複数地区訴訟」の一部に含まれる PFOA、PFOS およびその他すべての PFAS に関連する PWS による現在および将来の飲料水訴訟を解決する。
- ・ 全国の PWS が PFAS の検査を実施するための資金を提供する

和解金の総額が 103 億ドルというのは、3M が公共水道事業者に対して支払う過去最大の和解金となる。今回の和解により、3M は公共水道事業者への賠償責任を一定程度認めたことになり、和解金の使途は、PFAS 汚染対策や代替技術の開発などに充てられる予定である。

図、省 略

(図 5-28 「2023 年 6 月の和解案の内容（3M HP より一部抜粋）」は省略)

(以下、第 5 章省略)

(第 6 章省略)

PFAS規制の動向と対策

～影響の及ぶ市場と環境浄化及び代替材料・技術の開発動向～

(有) カワサキテクノロジー

資料集体裁 : A4判 206頁 (ハードコピー・PDF) 発行 2024年5月31日発行

欧州のREACH規則において、有機フッ素化合物(PFAS)を規制する提案が5加盟国(デンマーク、ドイツ、オランダ、ノルウェー、スウェーデン)の当局によって2023年1月13日に欧州化学品庁(ECHA)に提出され、PFAS規制の動向が注目されたことを受け、弊社にも多くのお問い合わせを頂くようになりました。

そこでPFAS規制の動向、影響を受ける用途別の市場規模や対応状況、代替材料、分析技術、浄化技術、特許情報などを独自の視点で分析し、資料集としてまとめました(下表にその概要、本紙の裏面に目次等を載せております)。

現時点では代替材料の無い分野や用途が沢山あるものの、規制対応では海外の企業が先行していると見られ、油断できないというのがお問い合わせくださった皆様の心境ではないでしょうか。50年前の商社勤務時代にフロリナートを販売していた弊社代表の想いも載せつつ、技術から見たPFAS規制(市場)の動向とその対策をお届けします。

	概要及び注目点
第1章	PFAS規制の動向: EUと米国のPFASに対する扱いの違いと、2023年9月までにECHAに集められた企業各社のパブリックコメントを分析した。
第2章	PFAS規制に影響を受ける製品と市場動向: 撥水撥油コート剤(市場規模大)の行方に今は注目している。
第3章	PFAS規制への対応: 各社の対応はまだ流動的と思われるが、何らかの手段を通して方針を公表した企業を例示し、その特許戦略を考える。
第4章	PFAS規制の課題に対する解決方法: 規制の対象となることを課題とし、その解決を図る特許を例に解決方法を例示した。
第5章	KTR視点とトピックス: PFAS除去技術及び分析技術などに注目。除去されたPFASの無害化処理も今後の除去材料の開発において重要であろう。
第6章	KTRからの問題提起: 個別のご相談には内容を問わず鋭意対応させていただいている。

・・・・・・・・・・・・・・・・・・切り取り線・・・・・・・・・・・・・・・・・・

＜申込み書＞ 『PFAS規制の傾向と対策』 資料集

いずれかの「申込」欄に○をお付けください。

お客様	申込	ハードコピー	申込	オプション (PDF)
弊社コンサル会員		¥250,000円(税・送料込)		プラス¥33,000円(税・送料込)
非会員		¥300,000円(税・送料込)		プラス¥33,000円(税・送料込)

※PDFは、ファイル共有サービス(BOX)にてダウンロードしていただけます。CD-Rご希望の方は別途ご連絡ください。

貴社名 _____ 部署名 _____
お名前 _____ TEL _____ FAX _____
ご住所 〒 _____
Email _____ 申込日 _____ 年 _____ 月 _____ 日

この資料集をお知りになった理由(お手数ですがいずれかに○をお願いいたします)

() 弊社からのメールマガジン、() 弊社のホームページ、() 弊社社員からの紹介、() その他

申込先: (有) カワサキテクノロジー ktr@kawasaki-tr.com, FAX: 06-6232-1056

連絡先: 〒541-0047 TEL: 06(6232) 1055 大阪府中央区淡路町4丁目3番8号 TAIRINビル6F

<目次> 本資料集の狙いと構成

はじめに

スリーエム製品の想い出

第1章 PFAS規制の動向

発端

- 1-1 PFASとは
- 1-2 これまでの流れ
- 1-3 この後のタイムスケジュール
- 1-4 欧米のPFAS規制に対する考え方の違い
- 1-5 エンドユーザーの動向
- 1-6 パブリックコメントの内容分析
- 1-7 規制動向の今後の予測と考えられるシナリオ

第2章 PFAS規制に影響を受ける製品と市場動向

PFAS規制に影響を受けると考えられる製品の概要

- 2-1 コート剤の全容
- 2-2 撥水撥油コート剤
- 2-3 防水防湿コート剤
- 2-4 機能性塗料(フッ素樹脂系塗料)
- 2-5 界面活性剤
- 2-6 フッ素系樹脂の動向
- 2-7 フッ素樹脂メーカーシェアに関する余談



第1章よりフッ素フリー多孔膜
(高機能素材week大阪展にてKTR撮影)

第3章 PFAS規制への対応

- 3-1 PFAS規制対象のモノマーメーカー
- 3-2 PFAS規制対象のポリマーメーカー
- 3-3 PFAS規制対象化学品を扱うメーカー

第4章 PFAS規制の課題に対する解決方法

- 4-1 不使用
- 4-2 分子構造の設計 (規制対象の構造を含まないものへの変更)
- 4-3 微細表面構造の付与
- 4-4 代替材料(シリコン系など)
- 4-5 その他(製造方法の変更など)

第5章 KTR視点とトピックス

- 5-1 環境浄化技術とその動向
- 5-2 必要となるPFAS分析技術
- 5-3 気になる訴訟動向

第6章 KTRからの問題提起 ~個別相談に向けて~



第4章よりPFAS規制対策イメージ図(抜粋)

No	文献番号	出願日	発明の名称	出願人/権利者	PFAS除去材	除去材からの除去、回収、分解	用途
1	特開2024-030815	2022/8/25	PFOS及び/又はPFOAを除去する装置	沖縄環境エンジニアリング株式会社	活性炭	オゾン	PFASやPFOSを廃液や湧水等の液体中から除去する
2	特許7427849	2023/3/1	水処理用活性炭	関西熱化学株式会社	繊維状活性炭(石炭ピッチ系炭素繊維)		家庭用浄水器、水処理フィルター
3	特開2024-005865	2022/8/30	ふっ素吸着剤	協和化学工業株式会社、セトラスホールディングス株式会社	複合金属酸化物		ふっ素除去用のカラムやフィルター、汚染地下水の下流側に構築される透水性の地中壁、排水路等の上下水道の配管、貯水槽、浄化施設等に用いられる濾床などの幅広い分野の製品
4	特開2024-005649	2022/8/30	地下水浄化体および地下水浄化方法	大成建設株式会社	マグネシウム・アルミニウム系層状水酸化物の焼成体		地下水浄化体
5	特開2023-171415	2023/9/26	水試料中のペル及びポリフルオロアルキル化合物吸着活性炭	フタムラ化学株式会社、国立研究開発法人産業技術総合研究所	活性炭(フィルター)		定量器
6	特開2023-160860	2023/8/29	水の処理方法および組成物	ダイキン工業株式会社	無機凝集剤、アニオン性高分子凝集剤		フルオの処理
7	特開2023-072985	2021/11/15	水処理装置及び水処理方法	前田建設工業株式会社	粒状処理剤:マグネシウム系や鉄系材料など		水処理
8	特開2023-063302	2023/2/13	電荷を有するシクロデキストリンポリマー材料ならびにその製造方法及び使用法	サイクロビュア、インコーポレイテッド	多孔質ポリマー材料:架橋された複数のシクロデキストリンを含む		迅速な処理
					吸着剤:イオン交換樹脂、活		

第5章よりPFAS除去材料に関する特許表(一部)

パブリックコメントの分類

- Company (公開)
- Company (非公開)
- Company以外

