

PFAS（ピーファス）の「ごみ」に 立ち向かう

資源循環領域 松神 秀徳



松神 秀徳（まつかみ ひでのり）

資源循環領域

試験評価・適正管理研究室/主幹研究員

専門：環境分析化学

高校生の頃の自分へ、環境問題を自分ごと化するためのアドバイス

身の回りの便利な製品に使われている化学物質について考えてみよう。



油ジミを防ぐ包装紙



こげ付かないフライパン



水をはじくアウトドア製品

PFAS（ピーファス）が重要な役割を果たしてきました。

大規模火災の泡消火薬剤



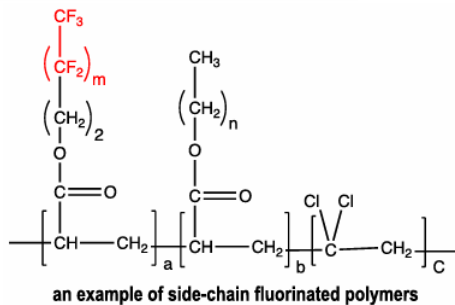
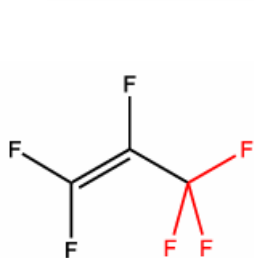
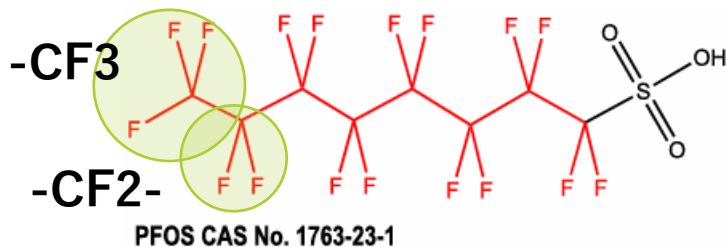
出典: Lim. Nature 566, 26-29, 2019

PFASが重要な役割を
果たしてきました。

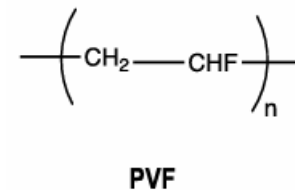
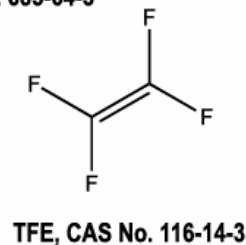
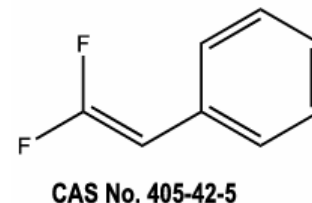
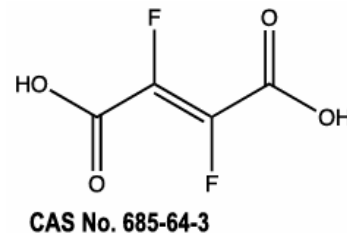
項目	内容
用途	・ フッ素系表面処理（紙・金属・繊維・革・プラスチック等） ・ フッ素化学薬品（泡消火薬剤、ポリマー加工助剤など）
特徴	・ はっ水・はっ油性（水や油をはじく性質）がある。 ・ 熱や化学薬品に対して安定性がある。 ・ 加水分解、光分解、微生物分解に対して耐性がある。

私たちの生活を支えるフッ素化学製品に広く利用されてきました。

PFASに該当する化合物の例

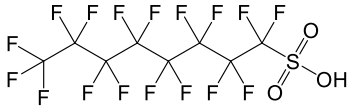
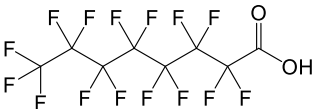
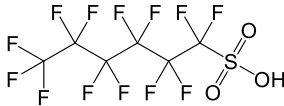
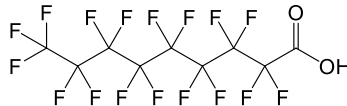


PFASに該当しない化合物の例



出典: OECD (2021), OECD Series on Risk Management, No. 61, OECD Publishing, Paris.

1万種以上が存在すると言われています。

項目	PFOS	PFOA	PFHxS	長鎖PFCA
名称	ペルフルオロ オクタンスルホン酸	ペルフルオロ オクタン酸	ペルフルオロ ヘキサンスルホン酸	長鎖ペルフルオロ カルボン酸
化学構造				
条約登録年	2009年	2019年	2022年	2025年

- ・ 難分解性、長距離移動性、生物蓄積性が明らかになり、国際条約のもと、日本を含む多くの国が管理の強化を進めています。
- ・ 製造・輸入等の禁止、排出量の削減に加え、含有廃棄物の適正管理も同時並行で進めていくことが必要です。

含有廃棄物の適正管理のための取り組み

化合物	試験条件			試験結果	
	炉方式	燃焼温度 排ガス滞留時間	廃棄物 (混焼率)	排出濃度 (乾重量ベース)	分解効率 (分解除去効率)
PFOS	ロータリー キルン	1,100℃以上 2秒以上	泡消火薬剤 (0.695%) 通常廃棄物	排ガス：<0.83 ng/m ³ N 燃え殻：<0.068 μg/kg 脱水汚泥：5.0 μg/kg	99.99975% (99.999991%)
PFOA	ロータリー キルン	1,100℃以上 2秒以上	試験試料 (0.34%) 通常廃棄物	排ガス：1.7 ng/m ³ N 燃え殻：0.036 μg/kg 廃水：0.99 ng/L	99.99989% (99.999992%)

出典：環境省「PFOS及びPFOA含有廃棄物の処理に関する技術的留意事項」

ほぼ完全に分解できる施設で処理が進められています。

PFOS、PFOAを含む泡消火薬剤の分解処理

項目	令和 2 年度	令和 6 年度	減少率
PFOS含有泡消火薬剤の 全国在庫量	338.8万リットル	185万リットル	45%
PFOSの含有量	17.82トン	11.45トン	36%
PFOA含有泡消火薬剤の 全国在庫量	データなし	23.9万リットル	—
PFOA含有量	データなし	0.012トン	—

出典: 環境省「令和 6 年度PFOS等含有泡消火薬剤全国在庫量調査」

国内在庫ゼロに向けた分解処理が着々と進められています。

PFOS、PFOAを含む汚染物の濃度低減処理

試験	媒体	検討された処理技術
現地での実証試験	汚染土壌	ロータリーキルン式熱分解法
	汚染水	泡沫分離／活性炭吸着法 イオン交換樹脂吸着法
現地以外での実証試験	汚染土壌	分級洗浄法、固定化法 固化・安定化法
	汚染水	泡沫分離／プラズマ法 超音波／酸化ラジカル法 溶媒抽出／光分解法

出典: 環境省「PFOS等の濃度低減のための実証事業」実証結果報告書

汚染土壌、汚染水の濃度低減技術の実証事業が行われています。
技術の実装と汚染源の浄化、環境中濃度の減少が期待されます。



規制対象のPFASは冰山の一角

水面下には、
1万種以上のPFAS

1万種以上ものPFASをどのように管理していくのか。
必要な情報を集め、分析基盤を整備することが必要です。



紙くず



繊維くず



廃プラスチック

膨大な量のごみに含まれるPFASをどのように管理していくのか。
必要な情報を集め、分析基盤を整備することが必要です。



廃棄物の処理や資源回収が
PFASの環境濃度に与える影響を明らかにします。

我々の調査研究のご紹介（2）

作業環境大気の
サンプリング



工程水のサンプリング



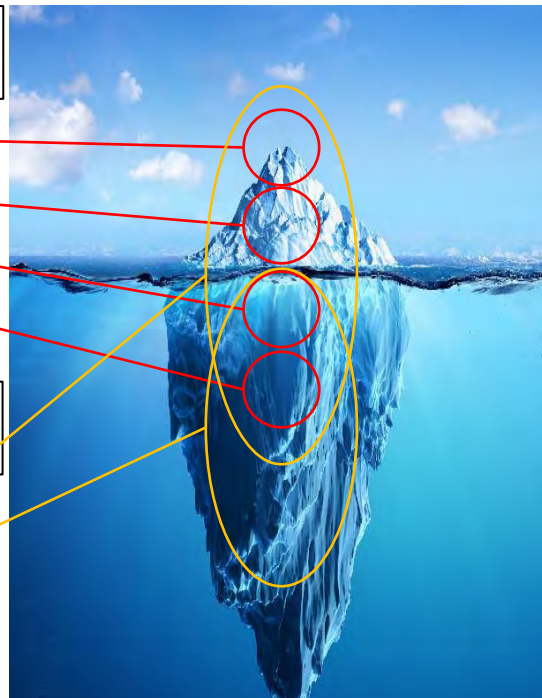
廃棄物の処理や資源回収を行う施設から排出される
PFASの実態を明らかにします。

ターゲット分析

1. 規制PFAS
2. 懸念PFAS
3. 中性PFAS
4. 超短鎖PFAS

フォーカス分析

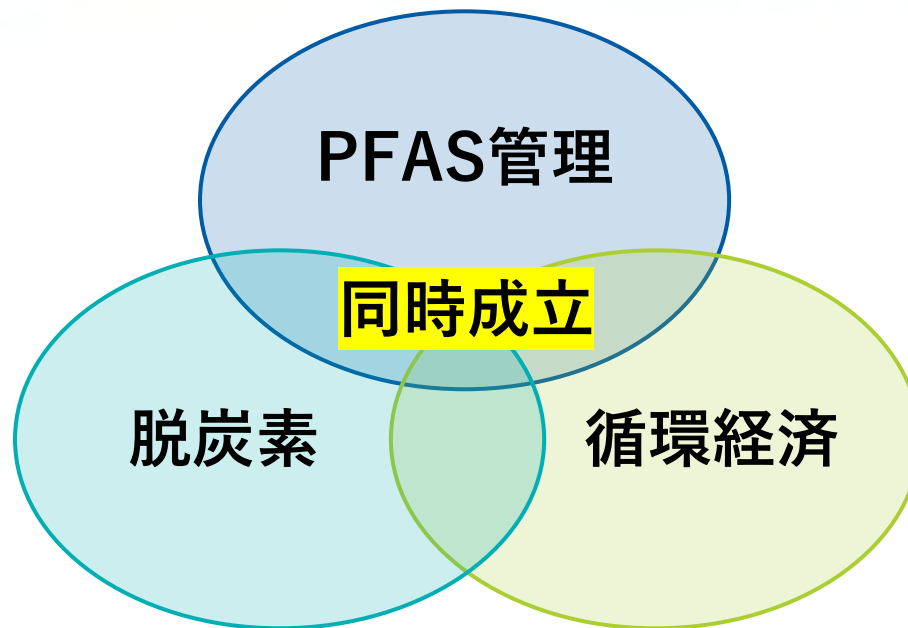
5. 全酸化前駆体
6. 全加水分解前駆体



網羅的分析

7. 抽出可能有機フッ素
8. 吸着可能有機フッ素
9. 総フッ素
10. ノンターゲットスクリーニング
11. バイオアッセイ

PFAS全体を明らかにするためのモニタリング・分析法を開発します。



脱炭素・循環経済とPFAS管理の同時成立をゴールに
PFASの「ごみ」に立ち向かい、調査研究を進めています。

大規模火災の泡消火薬剤



出典: Lim. Nature 566, 26-29, 2019

PFOSに代わって、
新しいPFASが重要な
役割を果たしています。

脱PFASに向けた技術
革新も進んでいます。



油ジミを防ぐ包装紙



こげ付かないフライパン



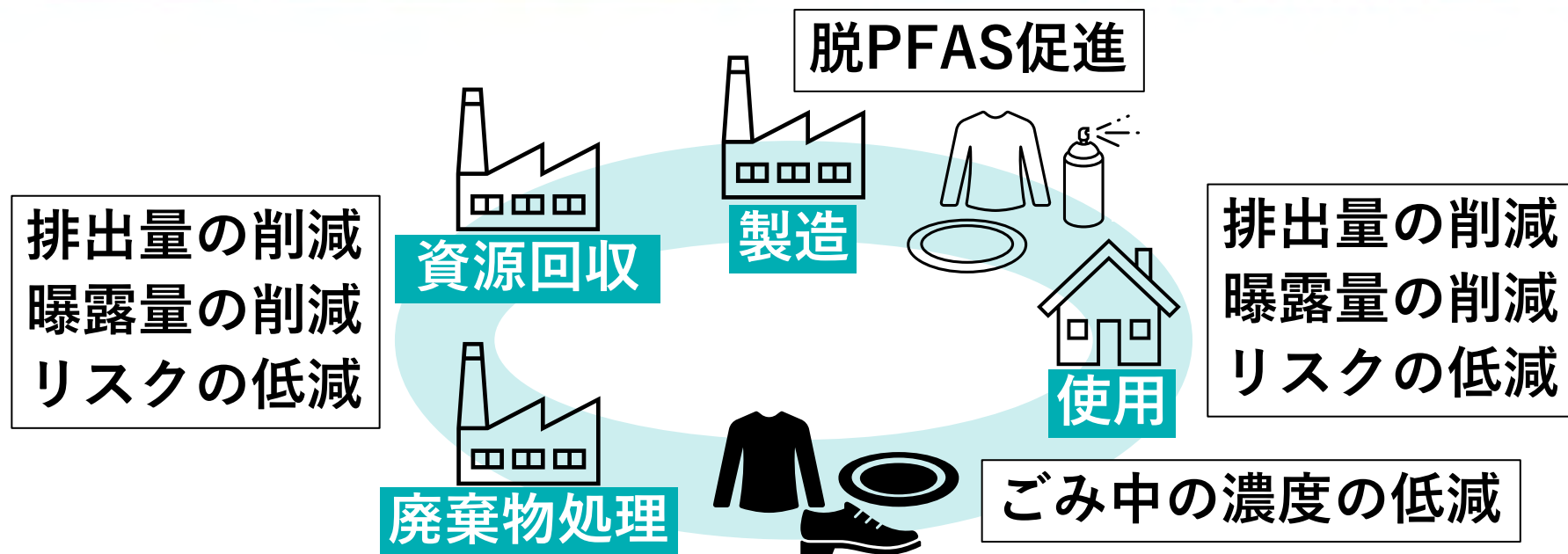
水をはじくアウトドア製品

「脱PFAS」 への方向転換が加速しています。

製品例	説明	代替品 代替技術	PFAS 必要性
医療機器 作業用保護具	健康・安全など極めて重要な目的のために必要。現時点で実用的な代替手段が確立していない。	なし (現時点)	必須
泡消火薬剤 防水繊維	用途自体は重要。PFASを使わなくても同等の機能・性能を実現できる代替手段が存在する。	あり	代替可能
包装紙 フライパン スキーワックス	健康・安全や社会機能の維持に不可欠ではない。主に利便性や商品価値の向上のために使用される。	必ずしも 必要ではない	非必須

出典: Cousins et al. (2019), Environ. Sci.: Processes Impacts, 2019, 21, 1803–1815.

必要性に応じて「脱PFAS」を検討することが重要と考えられます。



廃棄物処理・資源回収に関わるリスク低減にも寄与します。
製品使用に関わる健康リスク低減の観点でも重要です。

● 研究者

国立環境研究所

京都大学

横浜国立大学

大阪府立環境農林水産総合研究所

株式会社日吉

松神秀徳、倉持秀敏、鈴木剛、小林拓朗

平井康宏、小柴絢一郎

三宅祐一

矢吹芳教、和田匡司、伊藤耕二、小野純子

中村昌文、松田涼

● 環境研究総合推進費

環境問題対応型研究（2024～2026年度）

廃棄物の処理・処分・再資源化の段階におけるPFASの包括的な評価・管理のための
モニタリング／モデリング手法の開発と応用

代表者：松神秀徳、課題番号：3-2403、体系的番号：JPMEERF20243003

ありがとうございました。