

PFAS 追加規制に対応した 製品中 PFAS 含有分析

発表者：岩崎 圭（環境技術部門）

1. 序論

1.1 PFAS とは

PFAS (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) は、有機フッ素化合物の一種であり、はつ水・はつ油性、耐熱性、化学的安定性等の優れた特性を示すため、これまではつ水・はつ油剤、泡消火薬剤等様々な分野で広く用いられてきた。しかし、ペルフルオロオクタンスルホン酸 (PFOS)、ペルフルオロオクタン酸 (PFOA) 等の一部の PFAS については、環境中で難分解性、高蓄積性、長距離移動性等があることから「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)」の対象物質に追加された。これらの PFAS は国内外の法規制においても製造・使用が制限されており、近年は PFAS 全体についても包括的な規制強化及び使用削減の動きが進んでいる。

1.2 PFAS に係る法規制及び分析の必要性

近年新たに規制された PFAS として、ペルフルオロヘキサンスルホン酸 (PFHxS) とその塩及び PFHxS 関連物質がある。これらの物質群は、POPs 条約第 10 回締約国会議 (2022 年 6 月) において同条約の附属書 A (廃絶) に追加することが決定された。これを踏まえ、国内では 2024 年 2 月 1 日に PFHxS (その塩及び分岐鎖含む) が「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律 (化審法)」の第一種特定化学物質に指定された。なお、PFHxS 関連物質は 2026 年 6 月 17 日に指定される予定である。

化審法の第一種特定化学物質に指定された物質は、その製造・輸入・使用が原則禁止される。また、同法施行令第 7 条においては、第一種特定化学物質が使用されている場合に輸入できない製品が物質ごとに指定されている。PFHxS 関連物質の政令指定製品 (予定) を表 1 に示す。これらの製品を輸入する際には、第一種特定化学物質が使用されていないことを確認する必要があり、その確認方法の一つとして、含有量を定量的に把握できる製品分析が有効である。なお、第一種特定化学物質が使用されている指定製品を輸入した場合には、化審法に基づき罰則の対象となる場合があるため、十分な注意が求められる¹⁾。

また、炭素数 9~21 の長鎖ペルフルオロカルボン酸 (LC-PFCA (C9-21)) とその塩及び LC-PFCA 関連物質についても POPs 条約の附属書 A (廃絶) への追加が決定しており、化審法の第一種特定化学物質への指定は 2026 年 11 月 22 日の予定である。

表 1 化審法施行令第 7 条における PFHxS 関連物質の政令指定製品(予定)

第一種特定化学物質	製品
ペルフルオロ(ヘキサ-1-スルホン)酸 関連物質 (PFHxS 関連物質)	はつ水性能又ははつ油性能を与えるための処理をした生地
	金属の加工に使用するエッチング剤
	半導体の製造に使用するエッチング剤
	メッキ用の表面処理剤及びその調製添加剤
	半導体の製造に使用する反射防止剤
	半導体用のレジスト
	はつ水剤、はつ油剤及び繊維保護剤
	消火器、消火器用消火薬剤及び泡消火薬剤
	はつ水性能又ははつ油性能を与えるための処理をした衣服
はつ水性能又ははつ油性能を与えるための処理をした床敷物	

欧州における POPs 規則²⁾は、POPs 条約締約国として同条約の遵守を担保するための規則であり、この附属書 I に指定された物質は、規制値以上での製造・販売・使用が原則として禁止されている。2025 年 12 月には PFOS に関して改定が行われ、名称が「PFOS とその塩及び PFOS 関連物質」に変更、規制値も従来の 10 mg/kg から 0.025 mg/kg へと大幅な引き下げが行われた³⁾。また、「欧州の化学品の登録、評価、認可及び制限に関する規則(REACH 規則)」においては、ペルフルオロヘキサ酸(PFHxA)とその塩及び PFHxA 関連物質が附属書 XVII の制限対象物質に指定され、同物質を含有する一部の製品が 2026 年 10 月 10 日から制限される⁴⁾。そのため、PFOS 又は PFHxA 等を含有する可能性がある製品は、含有の程度が規制値未満であることを製品分析等により確認する必要がある。なお、現在欧州では制限案の策定が議論されており、PFAS を個々の物質として規制するのではなく、PFAS の定義に該当する推定 10,000 種類以上の物質を包括的に規制する内容へと変更される予定である⁵⁾。

本機構では国及び民間企業から関連試験を数多く受託し、早くから製品中 PFAS 分析に取り組んできた。PFAS を含有する可能性のある製品は多岐にわたり、また分析対象となる PFAS も数多く存在するが、本機構は蓄積したノウハウにより正確な分析を実施している。今回は分析例として、追加規制となる LC-PFCA を含む製品分析及び PFHxS 関連物質等の分析例を報告する。

2. 分析例

2.1 PFOS, PFOA, PFHxS, PFHxA, LC-PFCA 等

繊維製品を対象とした PFAS 分析の規格として欧州の EN 17681-1:2025⁶⁾がある。しかし、化審法における政令指定製品は繊維製品以外にも指定されているため、本機構では本規格を参考に、様々な製品に対応可能な独自の分析法を確立した。例えば、ゴム製品、

樹脂製品等の固体試料については凍結粉砕、細切等を行い、消火薬剤、作動油等の液体試料については製品が溶解する有機溶剤を適切に選択する等により、多種多様な製品に適した試料調整を行っている。調整後の試料からメタノール等の有機溶剤を用いて PFAS を抽出し、高感度で測定可能な液体クロマトグラフタンデム質量分析計(LC-MS/MS)を用いて PFAS 分析を実施している。また、陰イオン交換カラム等を用いて測定妨害となる成分を除去することで、欧州 POPs 規則等における規制値未満での微量分析を可能としている。図 1 に分析例として、製品中のペルフルオロカルボン酸(PFCA、炭素数 6~19)を分析して得られたクロマトグラムを示す。本機構では図中がない炭素数 20 及び 21 の PFCA も分析可能であり、今後追加規制される予定の LC-PFCA (C9-21) を含む PFCA の一斉分析が可能である。

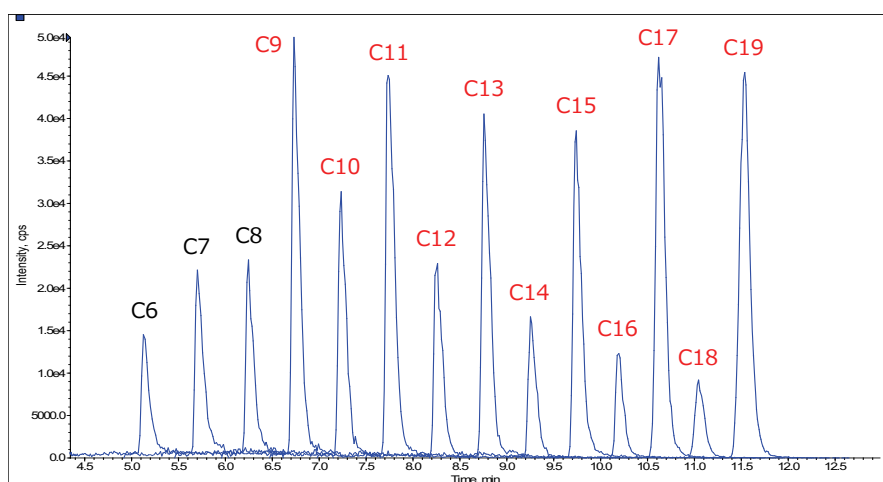


図 1 製品中の PFCA クロマトグラム
(数字は炭素数を、赤字は LC-PFCA を示す)

2.2 PFOA 関連物質、PFHxS 関連物質等

PFOA 関連物質及び PFHxS 関連物質は自然的作用による化学的変化によりそれぞれ PFOA 及び PFHxS を生成する物質群であり、化審法の第一種特定化学物質において、それぞれ 138 物質群及び 117 物質群が指定されている(2026 年 6 月時点)。これらの関連物質の物理化学的性質は多種多様であるため、それぞれに適した前処理方法・分析方法を選択する必要がある。本機構では、ノウハウに基づき各関連物質に適した前処理法及び分析装置を選択し高感度での分析が可能であり、すでに多数の関連物質の分析実績を有している。現状、分析可能な対象物質は標準品が市販されているものに限られるが、今後も更なる情報収集及び測定法の検討により、測定可能な物質を拡充していく方針である。表 2 に本機構で分析可能な関連物質の一例を示す。

表 2 本機構で分析可能な関連物質(一例)

物質群	物質名	略称
PFOA 関連物質	Perfluorooctyl iodide	PFOI
	1 <i>H</i> , 1 <i>H</i> , 2 <i>H</i> -Perfluoro-1-decene	8:2FTO
	1 <i>H</i> , 1 <i>H</i> , 2 <i>H</i> , 2 <i>H</i> -Perfluorodecanol	8:2FTOH
	1 <i>H</i> , 1 <i>H</i> , 2 <i>H</i> , 2 <i>H</i> -Perfluorodecyl acrylate	8:2FTAC
	1 <i>H</i> , 1 <i>H</i> , 2 <i>H</i> , 2 <i>H</i> -Perfluorodecyl methacrylate	8:2FTMAC
	Methyl perfluorooctanoate	PFOA-CH ₃
PFHxS 関連物質	Perfluorohexane sulfonamide	FHxSA
	<i>N</i> -Methyl-perfluorohexane-1-sulfonamide	MeFHxSA
	<i>N</i> -Ethyl- <i>N</i> -(2-hydroxyethyl)perfluorohexanesulfonamide	EtFHxSE
	<i>N</i> -Ethyl perfluorohexane sulfonamide	N-EtFHxSA

3. 結論

国内外の各種法規制により PFAS の製造・使用の制限が進んでおり、規制された物質については製品中の含有確認分析を適宜実施する必要がある。この分析を正確に実施するためには、対象製品及び対象物質に適した前処理方法及び測定装置を採用する必要があり、その検討にはノウハウが重要である。本機構は、民間企業からの依頼試験、国の委託事業等を通じて得たノウハウを有しており、製品中 PFAS 分析に適切に対応可能である。

4. 参考文献

- 1) 経済産業省等 (令和 7 年 4 月 21 日) 第一種特定化学物質が使用されている場合に輸入が禁止されている製品について (注意喚起)
- 2) Regulation (EU) 2019/1021 of the European Parliament and of the Council of 20 June 2019 on persistent organic pollutants (recast)
- 3) Commission Delegated Regulation (EU) 2025/718 of 14 April 2025 amending Regulation (EU) 2019/1021 of the European Parliament and of the Council as regards perfluorooctane sulfonic acid and its derivatives
- 4) Commission Regulation (EU) 2024/2462, amending Annex XVII to Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council as regards undecafluorohexanoic acid (PFHxA), its salts and PFHxA-related substances
- 5) ECHA/NR/25/24 (2025) ECHA publishes updated PFAS restriction proposal
- 6) BS EN 17681-1:2025 Textiles and textile products. Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) Analysis of an alkaline extract using liquid chromatography and tandem mass spectrometry