

PFAS 分析におけるトータルソリューション

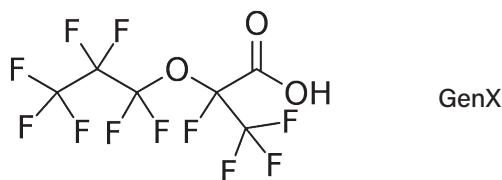
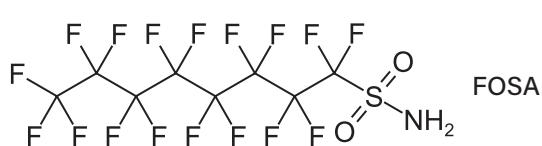
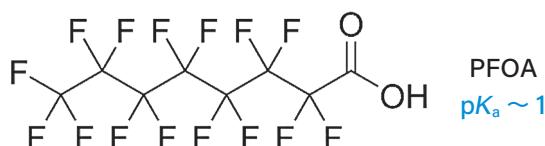
背景

ペルフルオロアルキル化合物およびポリフルオロアルキル化合物（PFAS）は、撥水・撥油性、難燃性、界面活性、耐薬品性など優れた化学特性を持つことで知られており、幅広い分野で使われています。一方、難分解性かつ生体蓄積性の化合物のため、国内外を問わず水質、環境、食品中からの PFAS 検出事例が数多く報告されており、各国で規制やモニタリングの動きがあります。さらに、PFOS / PFOA のみでなく、鎖長の異なるカルボン酸類やスルホン酸類などの化合物を含め、モニタリング・規制の対象も拡大しているため、その分析要件はますます厳しくなっています。

日本国内では、2026 年 4 月の施行をめどに、水道法の省令を改正し、水質基準項目に「PFOS」と「PFOA」を加える方針を固めました。これらの化合物について、より正確で高感度な測定技術が求められています。

ウォーターズでは、分析機器の提供だけでなく、サンプルの前処理やブランク汚染対策などのノウハウを含め、機器のサービス・サポートまでを行っており、分析ニーズに応じたコンサルティングサービスも提供しています。

PFAS の代表的な化合物例



ウォーターズの PFAS 分析トータルソリューション

前処理



化学製品



分離



質量分析計



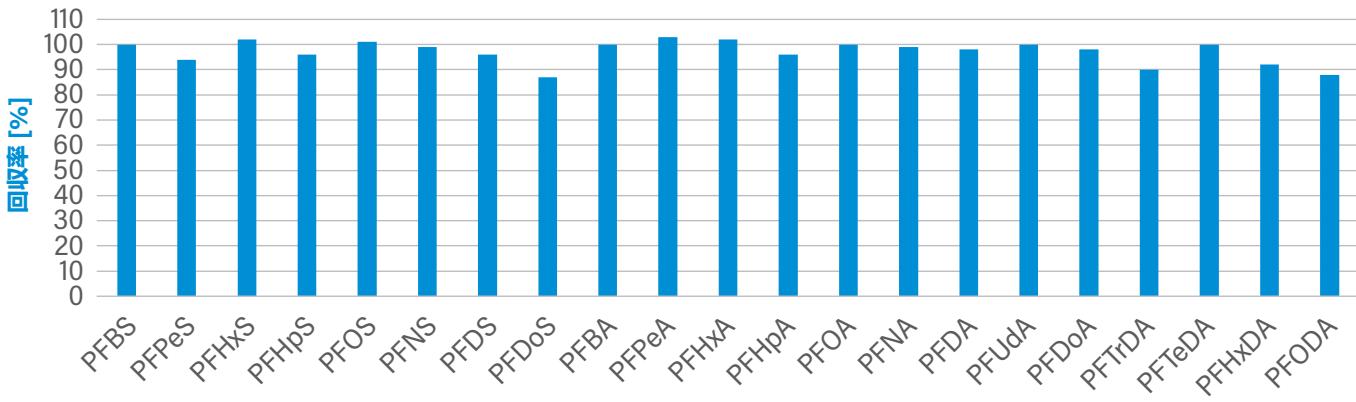
メソッドパッケージ、サービス・サポート、周辺機器・作業環境ブランク汚染対策等のコンサルティングサービスもウォーターズから提供します



PFAS 分析のための前処理・カラム消耗品

固相抽出製品 Oasis™ WAX

PFAS には、カルボン酸類・スルホン酸類・エーテル類・テロマー類などの様々な構造のものがあり、さらにその炭素鎖の長さが異なるものもあります。Oasis WAX は、逆相 - 陰イオン交換のミックスモード固相であり、様々な PFAS で良好な回収率を出すことができる製品です。



オーダーインフォメーション

製品名	粒子径	個数	製品番号
Oasis WAX Plus Short カートリッジ, 225 mg	60 µm	50	186003519

※水道試験法に準拠した PFAS 分析のための固相抽出製品



固相抽出製品 Oasis for PFAS Analysis

安心して PFAS 分析をしていただくために、カルボン酸類・スルホン酸類・エーテル類・テロマー類を含めた 32 種類の PFAS のバックグラウンドが低いことが証明された Oasis シリーズもラインアップしています。

- Oasis WAX 上水・飲料水などの試料
- Oasis WAX/GCB 地表水・地下水・廃水などの試料、
EPA1633 に準拠した前処理
- Oasis GCB/WAX 土壤・汚泥・組織・食品などの試料、
EPA1633 に準拠した前処理



製品ラインアップ	製品名	個数	製品番号
Oasis WAX	Oasis WAX 500 mg, 30 µm for PFAS Analysis 6 cc Vac カートリッジ ※	30	186009568
	Oasis WAX 500 mg, 60 µm for PFAS Analysis 6 cc Vac カートリッジ	30	186009347
	Oasis WAX 500 mg, 60 µm for PFAS Analysis 6 cc Vac カートリッジ	300	186009346
	Oasis WAX 150 mg, 30 µm for PFAS Analysis 6 cc Vac カートリッジ	30	186009345
	Oasis WAX 150 mg, 30 µm for PFAS Analysis 6 cc Vac カートリッジ	300	186009344
Oasis WAX/GCB	NEW! Oasis WAX 200mg, 60 µm / GCB 50mg for PFAS Analysis 6 cc Vac カートリッジ	30	186011110
	NEW! Oasis WAX 200mg, 60 µm / GCB 50mg for PFAS Analysis 6 cc Vac カートリッジ	300	186011111
Oasis GCB/WAX	NEW! Oasis GCB 50mg / WAX 200mg, 60 µm for PFAS Analysis 6 cc Vac カートリッジ	30	186011112
	NEW! Oasis GCB 50mg / WAX 200mg, 60 µm for PFAS Analysis 6 cc Vac カートリッジ	300	186011113

※ 外洋海水中ペルフルオロ化合物微量分析のための固相抽出法の開発（山崎ほか、分析化学、64(10)、2015）にて WAXsea と記載されているものを基に製品化したものが本製品です。



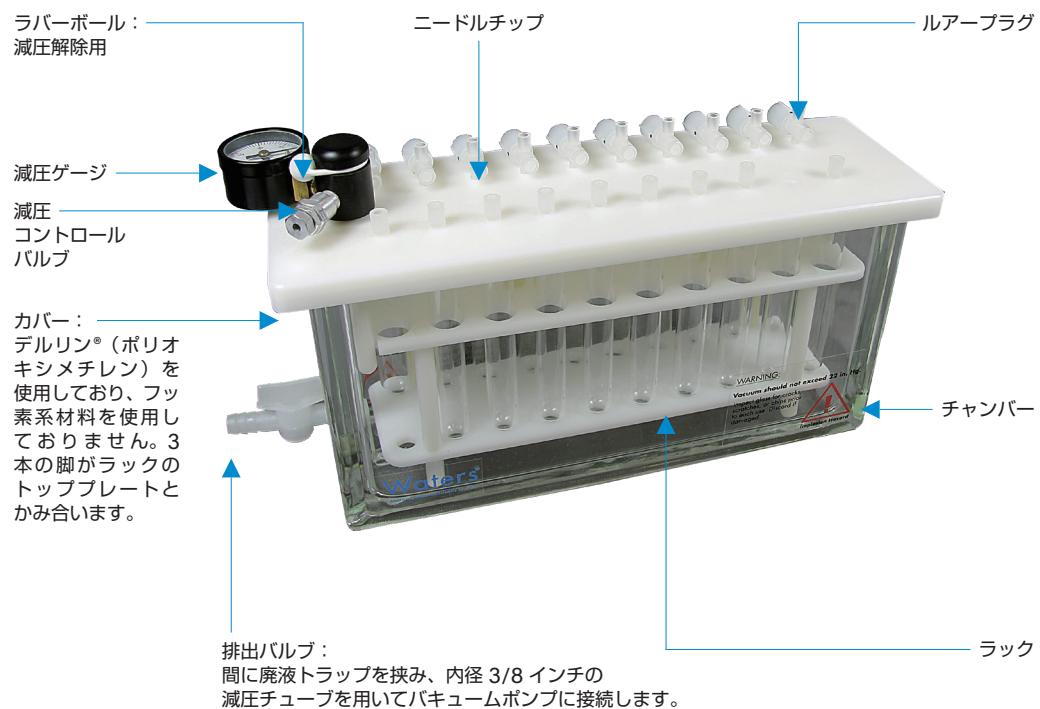
固相抽出加圧濃縮装置 Sep-Pak™ コンセントレーター

固相抽出カートリッジに検水を自動送液し、濃縮可能な装置です。PFAS のコンタミネーションを少なくするための PFAS オプションの準備もあります。



エキストラクションマニホールド

最大 20 検体を同時に処理することができる真空マニホールドです。接液部にフッ素系材料を使用しておらず、安心して PFAS の前処理でご使用いただけます。



シリンジ、Plus カートリッジどちらでも使用可能です。

シリングフィルター

試料中の微粒子などを除去するろ過フィルターです。メンブレンに PTFE などのフッ素を含む素材のものが多く市販されていますが、PFAS 分析ではナイロン製のフィルターを推奨いたします。

製品名	個数	製品番号
Acrodisc Nylon 13mm, 0.2 µm	100	WAT200524
Acrodisc Nylon 13mm MiniSpike, 0.2 µm	100	WAT200562
Acrodisc Nylon 25mm, 0.2 µm	50	WAT200522

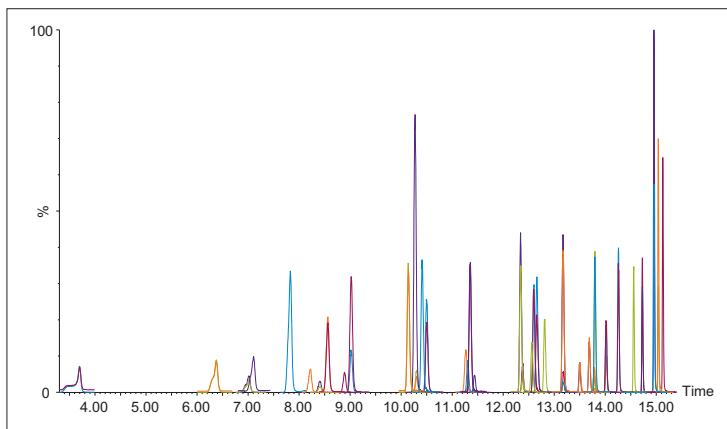
※ MiniSpike は、残液量が少なくなるように設計されている製品です。



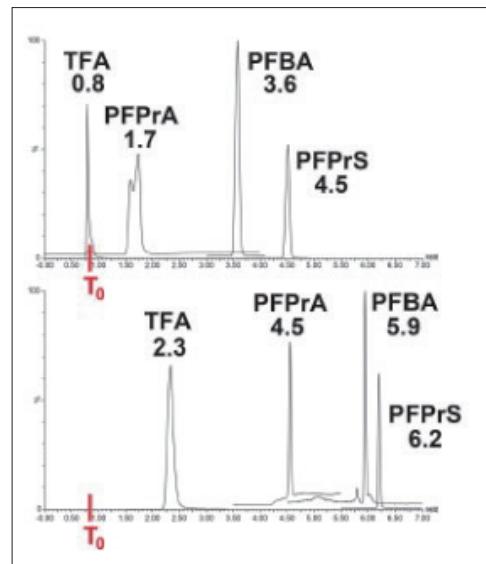


分析カラム

XBridge™ / BEH™ カラムは、エチレン架橋型ハイブリッド基材が採用されており、使用可能な pH 範囲が広く、シラノール活性が低い、使いやすいカラムです。PFAS 分析にも安心してお使いいただけます。



BEH C₁₈ カラムで分析した 40 種類の PFAS の重ね描きクロマトグラム



上 : 一般的な C₁₈ カラムのクロマトグラム
下 : Atlantis Premier BEH C₁₈ カラムのクロマトグラム

中長鎖 PFAS の分析には XBridge / BEH C₁₈ カラム、疎水性の低い超短鎖 PFAS の分析には Atlantis™ Premier BEH C₁₈ AX が適しています。

Atlantis Premier BEH C₁₈ AX カラムとは

- 逆相 / 陰イオン交換ミックスモード
- MaxPeak™ High Performance Surfaces (HPS) を使用

オーダーインフォメーション

製品名	製品番号
ACQUITY™ UPLC™ BEH C ₁₈ 1.7 µm, 2.1 × 100 mm	186002352
Atlantis Premier BEH C ₁₈ AX 1.7 µm, 2.1 × 100 mm	186009368

※一例です。他のサイズのカラムもあります。



アイソレーターカラム

注入口より手前にカラムを設置することにより、移動相・装置由来の PFAS を一時的に保持させ、試料中の PFAS より溶出時間を遅らせて分離するためのカラムです。リテンションギャップカラムとも呼ばれます。

オーダーインフォメーション

製品名	製品番号
アイソレーターカラム (逆相 BEH) 2.1 × 50 mm	186004476
Atlantis Premier BEH C ₁₈ AX 5 µm, 2.1 × 50 mm	186009407

※他のサイズのカラムをアイソレーターカラムとしてもご使用いただけます。

バイアル

バイアル瓶はガラス製、セプタムは PTFE / シリコン製の組み合わせでの使用が一般的です。しかし、PFAS 分析では、PTFE 製のセプタムを使用すると PTFE 由来のコンタミネーションの可能性があり、ガラスバイアルを使用すると、分析種が吸着する可能性があります。PFAS 分析のために、セプタムがポリエチレン製、バイアル瓶がポリプロピレン製のセットを用意しています。



オーダーインフォメーション

製品名	個数	製品番号
ポリプロピレン 12 × 32 mm スクリューバイアル ポリエチレンセプタムレスキャップ付 300 µL	100	186004112
ポリプロピレン 12 × 32 mm スクリューバイアル ポリエチレンセプタムレスキャップ付 700 µL	100	186005230

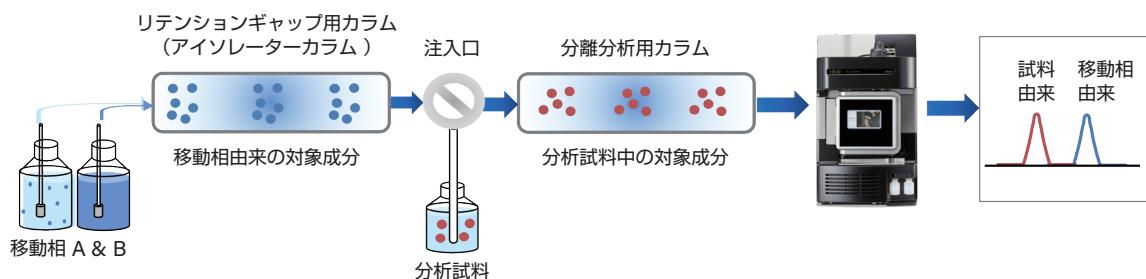
PE キャップ付
300 µL PP バイアル



PFAS 分析のためのブランク汚染対策・装置ソリューション

リテンションギャップ法とは

PFAS 分析では、低濃度域 (ng/L) での検出と定量が求められるため、高感度・高選択性の質量分析計を用いるほか、分析時のブランク対策にも注意を払わなければなりません。このブランク対策について、PFAS の分析法開発当初から「リテンションギャップ法」を推奨しています。リテンションギャップ法は、移動相もしくは LC のデガッサー（脱気装置）などフッ素系樹脂由来と考えられる PFAS を、LC の送液ポンプとオートサンプラーの注入口の間にセットしたアイソレーターカラムに保持させることで、分析サンプル中の PFAS の溶出時間よりも遅らせて溶出させる手法です。



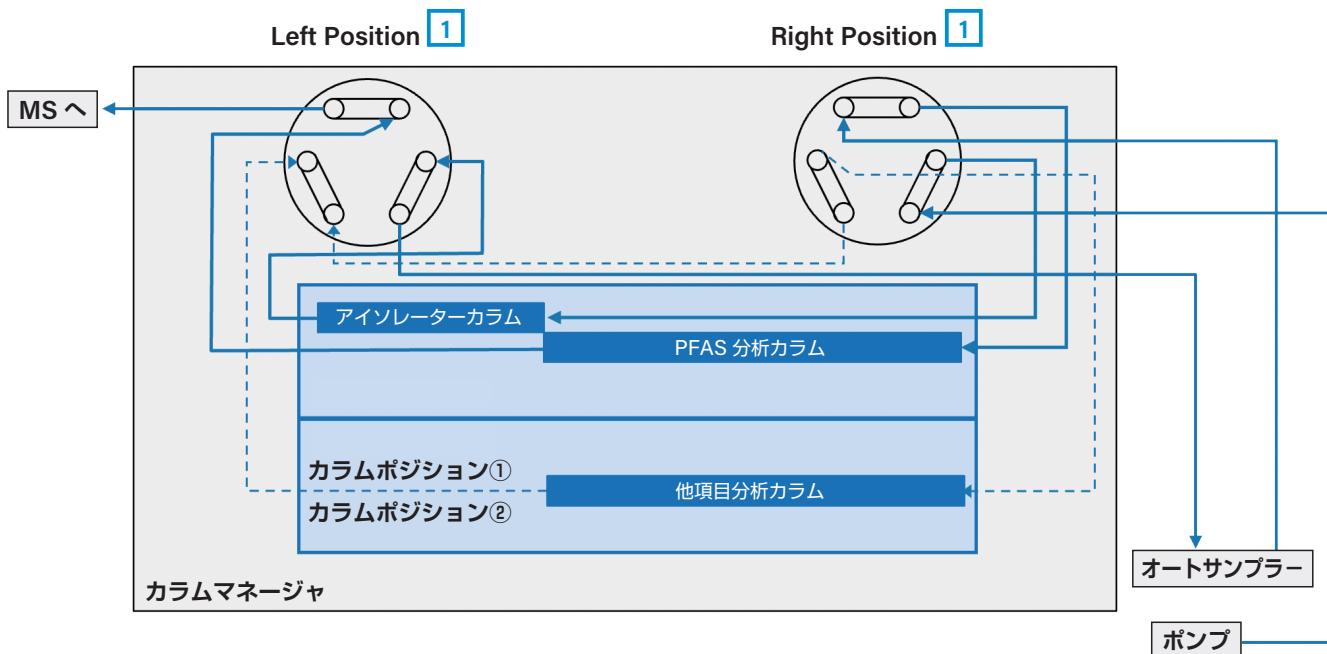
自動切り替えシステム

LC-MS/MS を汎用機として運用する場合、配管の付け外し・カラム交換作業を最小限にするため、「カラムマネージャ (CM-A)」を搭載した LC-MS/MS システムによる効率化を提案します。

- ソフトウェア制御により、アイソレーターカラムあり / なしの測定を自動切り替え
- 1台の装置で PFAS とそれ以外の項目を測定する際の手動によるカラム・配管の脱着が不要
- 使いやすく、用途の拡大も実現



カラムマネージャ
ACQUITY™ UPLC™ CM-A





分離手段：イオン性・中性 PFAS 分離のための総合ソリューション

高分離・低プランク汚染の UPLC システム

イオン性・非揮発性 PFAS に対しては、LC-MS/MS が一般的に用いられています。ウォーターズの UPLC は、PFAS 分析の際にもデガッサーのバイパスが不要で、優れた再現性が得られます。



高感度・使いやすい APGC 大気圧イオン源

中性・揮発性 PFAS に対しては、GC-MS が一般的に用いられています。窒素キャリアガスを用いた大気圧イオン化を搭載した APGC™-MS/MS による高感度測定が達成できます。



高感度・堅牢な質量分析計

PFAS 分析では低濃度域 (ng/L) での検出と定量が求められるため、高感度な質量分析計が不可欠です。優れた耐久性を備えたウォーターズの Xevo タンデム四重極 MS を用いることで、簡単に高感度な測定を実現することができます。

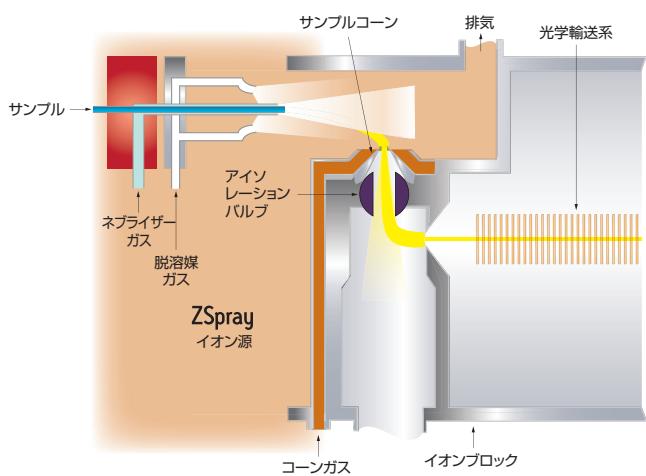


定性・定量両立可能な QTof

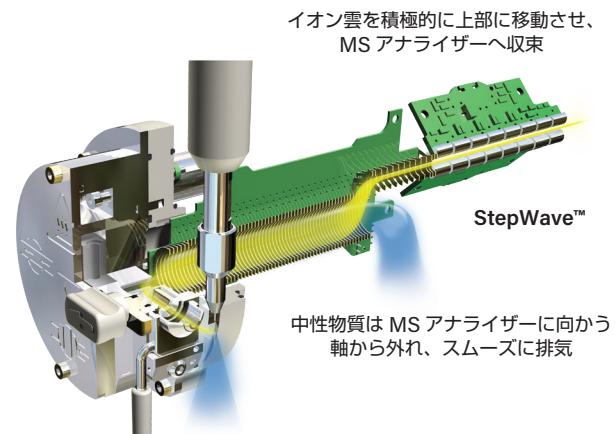
Xevo™ G3 QTof を用いて、不安定な化合物を含め、より網羅的なスクリーニング・定性分析のほか、定量専用機にも見劣りしない定量感度も達成可能です。



優れた堅牢性・再現性を確保するための Waters 独自技術



ZSpray™ : 不要物質を高真空中に取り込まない 2 段階直交設計





PFAS 分析のためのサポート、コンサルティングサービス

装置納品後のサービス・サポート

装置導入目的の確認

事前にお客様と導入目的、業務の優先順位、Waters 装置のご使用経験の有無などをお伺いして、導入後のトレーニングプランを作成します

納品後トレーニング

プランに基づき、基本的な操作トレーニングを実施します。ご要望に応じて、PFAS 前処理に関するトレーニングを実施し、導入目的に合わせた解析ワークフローを作成します

安定運用*

すべてのプランが完了後も、ご要望に応じて、新しい業務に合わせた運用への提案、新規使用者への基本トレーニングを実施します

納品前

納品実施

フォロー
アップ

安定運用

デモ測定の再現*

エンジニアによる据え付けが終了した後に、ご要望に応じて、デモ測定でお示した測定が再現できるかを、アプリケーションサポート担当が実施します

フォローアップ

しばらくご使用いただいた後に、ご不明点の整理、または、目的に応じた測定や解析に関するご提案の為にフォローアップを行います

* オプショナルサービス

コンサルティングサービス

ウォーターズでは、数十年にわたる PFAS の前処理および分析の経験と知見を活かし、お客様にコンサルティングサービスも提供しています。

- 試薬
- 移動相、
移動相用ボトル・溶媒キャップ
- 標準試料、保管用高気密バイアル
- 実験器具、容器
- 窒素バージ装置、
窒素ガス発生装置等周辺機器
- 作業環境プランク対策 など



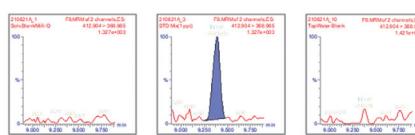
アプリケーションサポート

多分野にわたって、豊富なアプリケーション例、メソッドパッケージ、MRM データベースをご用意しています。

- | | |
|-----------|-------------|
| ■ 水道水、飲料水 | ■ 野菜、果物 |
| ■ 環境水、排水 | ■ 牛乳 |
| ■ 土壤 | ■ 生体試料 |
| ■ 作業環境、大気 | ■ 包装容器、工業製品 |
| ■ 動物性食品 | ■ 化粧品 |

水道水直接注入例

PFOA (C₈)



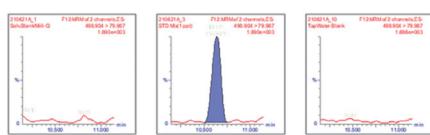
溶媒プランク
(Milli-Q水)

STD 1 ppt

水道水
サンプル

水道水
添加サンプル
1 ppt

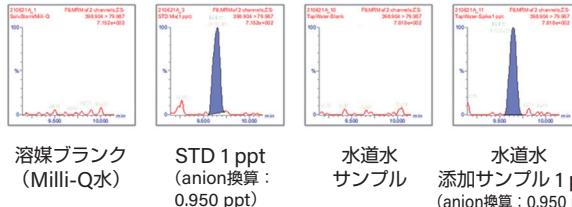
PFOS (C₈)



溶媒プランク
(Milli-Q水)
STD 1 ppt
(anion換算:
0.950 ppt)

水道水
サンプル
添加サンプル 1 ppt
(anion換算:
0.950 ppt)

PFHxS (C₆)



溶媒プランク
(Milli-Q水)

STD 1 ppt
(anion換算:
0.950 ppt)

水道水
サンプル

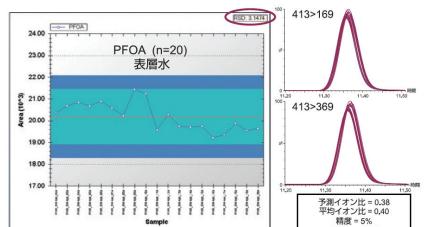
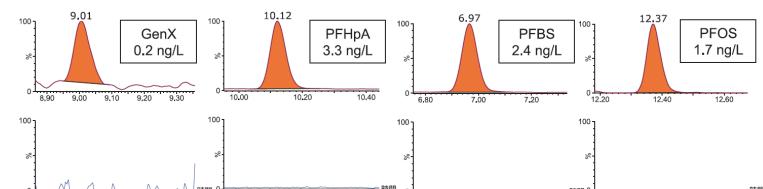
水道水
添加サンプル 1 ppt
(anion換算:
0.950 ppt)





固相抽出分析例 環境水・排水

抽出プランク

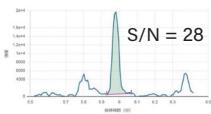


- ✓ きちんと行われているプランク汚染対策
- ✓ 20回繰り返し測定による優れた再現性

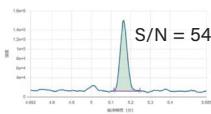
食品分析例



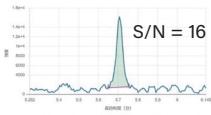
PFOS (m/z 499>80)



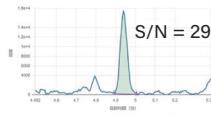
PFOA (m/z 413>369)



PFNA (m/z 463>219)



PFHxS (m/z 399>80)



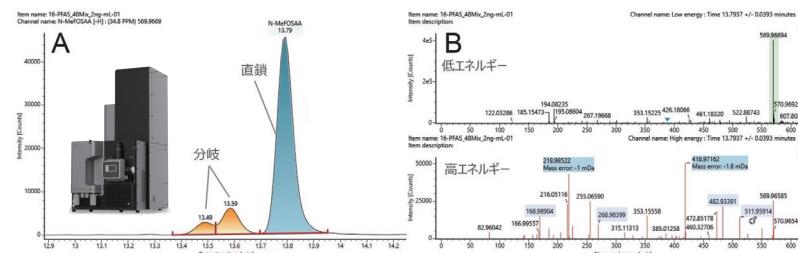
- ✓ 胆汁酸類と PFOS のベースライン分離

- ✓ 優れた回収率

- ✓ 高感度

0.5 ng/kg リンゴ添加試料クロマトグラム例

スクリーニング分析例



- ✓ 標準試料がない場合の定性分析が可能
- ✓ 簡便な直接注入 (10 µL) による PFAS スクリーニング分析
- ✓ 低 ng/L 濃度の PFAS においても高質量精度および高感度を実現

まとめ

PFAS 化合物の非常に厳しい検出・定量下限に取り組めるように設計されたワークフローソリューションを使用することで、分析上の課題を克服できます。ウォーターズは、プランク汚染対策全般を含め、サンプル前処理から分析までのベストソリューションを提供しています。

Waters™

日本ウォーターズ株式会社 www.waters.com

東京本社 〒140-0001 東京都品川区北品川1-3-12 第5小池ビル TEL 03-3471-7191

大阪支社 〒532-0011 大阪市淀川区西中島5-14-10 新大阪トヨタビル11F TEL 06-6304-8888

ショールーム 東京 大阪 札幌 福島 静岡 富山 名古屋 徳島 福岡
サービス拠点 東京 大阪 札幌 福島 静岡 富山 名古屋 徳島 福岡

Waters、TruView、UniSpray、waters_connect、MassLynx、Oasis、Sep-Pak、XBridge、BEH、Atlantis、BEH Technology、MaxPeak、ACQUITY、UPLC、APGC、Xevo、ZSpray および StepWave は Waters Corporation の商標です。
その他すべての商標はそれぞれの所有者に帰属します。

©2025 Waters Corporation. Produced in Japan. 2025年3月 MKT25011 03A (PU)

ウォーターズの
PFAS 分析ソリューションの
詳細は[こちらから](http://www.waters.com/PFAS)
www.waters.com/PFAS

