

Agilent PFAS 分析 HPLC 変換キットによる PFAS バックグラウンドの低減

微量 PFAS 分析に最適な LC/MS/MS ソリューション

著者

Matthias Kamuf, Marcus
Wälz, and Andreas Borowiak
Agilent Technologies, Inc.

はじめに

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、環境中に広く存在する残留性有機汚染物質です。¹これらの汚染物質に人々が曝露されるのを防止するために、米国環境保護庁 (US EPA)、国際標準化機構 (ISO) をはじめとする国際的機関、国および地域の省庁は、これらの化合物の微量分析用メソッドを提供しています。例えば、US EPA メソッド 533 および 537.1、ISO メソッド 21675 は、液体クロマトグラフィー / タンデム質量分析法 (LC/MS/MS) を用いた飲料水分析に使用できます。

標準構成の高速液体クロマトグラフィー (HPLC) には、PTFE や PFA のようなフルオロポリマーなどの全フッ素化およびポリフッ素化合物が含まれます。これらは化学的不活性を特性とする材料として使用されており、広い範囲の酸、塩基、有機溶剤との LC の互換性を確実なものとしています。しかし、フルオロポリマーの製造中には、ペルフルオロオクタノ酸 (PFOA) やペルフルオロオクタンスルホン酸 (PFOS) などの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) や、同様の特性をもつ代替の化学物質が処理剤として使用されています。微量のこれらの PFAS 処理剤が、フッ素ポリマーに残存することがあります。LC/MS/MS を使用した ppb 以下のレベルの PFAS 分析では、動作中に LC から浸出する PFAS がバックグラウンドの増大の原因となる可能性があります。このバックグラウンドの増大は、地域および国の規制が設定し要求する定量および検出限界への適合に深刻な影響を与えることがあります。このため、LC/MS システムが分析結果に与える影響を最小に抑えるための対策が必要です。US EPA は、(1) 標準溶媒ラインの PEEK 製代替ラインへの変更と、(2) ディレイカラムの使用という 2 つの手段を推奨しています。特に移動相が原因となる場合は、(2) によってバックグラウンドをさらに低減させることができます。

PFAS バックグラウンドの発生源

- 溶媒
- バイアルおよびキャップ (PTFE 含有セプタム)
- サンプル前処理デバイス中のフッ素ポリマーチューブ
- ラボウェア

概要

アジレントが提供する InfinityLab PFAS 分析 HPLC 変換キットは、取り付けが簡単ですぐに使用でき、LC からの PFAS のバックグラウンドを最小限に抑えて、PFAS 分析アプリケーションを支援します。この PFAS 分析用 HPLC 変換キットは、有機フッ素化合物を含む材質で作られた LC システムのすべての重要部品の代替品となります。キットには、移動相からの潜在的 PFAS 不純物を遅延させる、新たに開発された Agilent InfinityLab PFC デレイカラムが含まれています。デレイカラムは、オートサンブラの前の (U) HPLC ポンプに取り付けるもので、分離カラムとして使用すべきではありません。変換キットの新しい溶媒ラインはポリプロピレン (PP) 製です。PEEK 製と同等の PFAS バックグラウンド低減が実現し、高い柔軟性と透明性により使いやすさが向上します。独自に開発した新しいポリプロピレン製のセーフティボトルキャップは、フッ素化物材料を含まず、ラボ環境を汚染する有機溶媒蒸気を大幅に低減します。新しいポリプロピレン製のセーフティキャップは、PFAS ワークフローで一般的に使用されている移動相と LC/MS で互換性があります。変換キットには Agilent InfinityLab クイックコネクティングが含まれており、ツールなしで手早く簡単にデレイカラムを接続できます。このキットは追加部品によって包括的なソリューションとなり、例えば変換された LC 内の特殊部品をタグによって容易に識別することができます。

表 1. 標準および変換 LC システムで使用される部品と材料

部品グループ	標準構成の LC	PFAS 分析 HPLC 変換キット
ボトルヘッドアセンブリ	ボトルヘッドアセンブリロング - 内容：FEP 溶媒ライン、FEP ボトルキャップインサート、ガラス溶媒インレットフィルタ用 PTFE フリットアダプタ、ステンレスロックリング付き 1/8 インチ ETFE フェラル オプション：PTFE ボトルキャップインサートおよび PFA チューブフィッティング付き InfinityLab セーフティキャップ	PFAS 分析用ボトルヘッドアセンブリ (5004-0004) - 内容：PP 溶媒ライン、Bio 溶媒インレットフィルタ (5320-0070)、ステンレスロックリング付き 1/8 インチ PEEK フェラル (0100-1919)、PP チューブフィッティング付き PFAS 最適化 InfinityLab セーフティ PP キャップ
ポンプヘッド出口コネクタ	PTFE フィルタフリット付き高圧フィルタアセンブリ	ポンプヘッドアダプタアセンブリ (G1312-60001、フィルタは含まず)
インラインフィルタ	なし	InfinityLab クイックチェンジインラインフィルタ (5067-1602)、PEEK/ステンレスフィルタディスク (5067-1613) 付き
マルチサンブラチューブ	マルチウォッシュチューブキット - 内容：FEP チューブ、ETFE フェラル	PFAS 分析用マルチウォッシュチューブキット (5004-0003) - 内容：カットして長さを調整できる PEEK チューブ (0890-1761)、ステンレスロックリング付き 1/16 インチ PEEK フェラル (0100-1690)

略称：ETFE：エチレンテトラフルオロエチレン、FEP：フッ素化エチレンプロピレン、PEEK：ポリエーテルエーテルケトン、PFA：ペルフルオロアルコキシルカン、PP：ポリプロピレン、PTFE：ポリテトラフルオロエチレン

表 1 に、標準 LC 部品とキットの交換用部品を、使用した材料についての詳細も含めて比較して示します。

詳細な取付手順については、技術概要「InfinityLab PFAS Analysis HPLC Conversion Kit - Installation and Use Instruction」(01200-90001) を参照してください。

このキットは、Agilent 1290 Infinity II/III LC ハイスピードポンプ (G7120A) およびマルチウォッシュオプション付き Agilent 1290 Infinity II/III マルチサンブラ (G7167B)、Agilent 1260 Infinity II/III ハイブリッドマルチサンブラ (G7167C)、または Agilent 1290 Infinity III ハイブリッドマルチサンブラ (G7137B) に取り付けできます。ハイブリッドマルチサンブラを使用すると、Feed 注入モードにおいて望ましくない溶媒効果を生じさせることなく、高濃度有機溶媒に溶解したサンプルを大量に注入できるため、感度を大幅に向上できます。⁶これらの LC モジュールは、PFAS 分析アプリケーションに最良の性能を発揮します。サンブラの注入ニードル、ニ-

ドルシート、ニードルシートキャピラリーをさまざまな洗浄溶媒でクリーニングするための洗浄オプションが含まれており、これらの部品の表面に付着している可能性がある成分によるキャリーオーバーを低減できます。一方で、キットの一部の部品は汎用部品であるため、他の LC ポンプや移動相用のボトルヘッドアセンブリなどのサンブラモジュールで使用が可能です。詳細については、「他の LC を用いる場合の注意事項」のセクションを参照してください。

アジレントは、PFAS 分析専用の LC ではフルキットを使用することを推奨しています。キットの試験では、水、メタノール、アセトニトリルやこれらの混合物および 20 mM 酢酸アンモニウムまたは 0.1 % 酢酸などの比較的濃度の軽い添加物を含む、PFAS 分析アプリケーションで一般的な移動相を使用しました。PFAS 分析以外のアプリケーションを同じ LC で行う場合は、キットの部品と使用する移動相との互換性についてユーザーによる検証が必要となります。互換性に関わる問題がある場合は、デレイカラムの使用のみを推奨します。

システム由来の PFAS バックグラウンドの低減

次の手順により、LC システムに起因する PFAS バックグラウンドを低減できます。

1. PFAS 分析 HPLC 変換キットを取り付けて、LC の PFAS が含まれる部品を置き換えます。
2. 取り付けの手順において、デガッサおよび溶媒選択バルブの使用を回避します。アジレントでは、必要に応じて、真空脱気またはヘリウムスパージを用いて移動相を脱気することを推奨しています。
3. PFAS バックグラウンドを可能な限り低減するために、InfinityLab PFC ディレイカラムを使用します。

標準構成の LC と前述の手順に従った LC を用いて比較することにより、これらの対策で良好な結果が得られることが分かります。

PFAS 分析 HPLC 変換キットによる PFAS バックグラウンドの低減

次のシステムセットアップを比較することで、PFAS バックグラウンドを低減するための対策によって良好な結果が得られることを証明しました。

- 標準構成の LC システム、ディレイカラム不使用（標準 LC セットアップ）
- LC システム、PFAS 分析 HPLC 変換キット取り付け済み、ディレイカラム不使用（PFAS 最適化 LC セットアップ）
- 標準構成の LC システム、ディレイカラム使用（標準 LC セットアップとディレイカラム）
- LC システム、PFAS 分析 HPLC 変換キット取り付け済み、ディレイカラムを含む（PFAS 最適化 LC セットアップとディレイカラム）

実験方法

LC の構成とパラメータ

パラメータ	設定値
装置	Agilent 1290 Infinity II ハイスピードポンプ (G7120A)
	Agilent 1290 Infinity II マルチサンブラ、マルチウォッシュオプション付き (G7167B)
	Agilent 1290 Infinity II マルチカラムサーモスタット (G7116B)
ニードル洗浄	メタノール/水 (50/50 v/v)、10 秒
シートバックフラッシュ	メタノール/水 (10/90 v/v)、10 秒
サンプル希釈液	メタノール/水 (80/20 v/v)
マルチサンブラ温度	10 °C
注入量	1 µL
分析カラム	Agilent ZORBAX Eclipse Plus C18 RRHD 2.1 × 50 mm, 1.8 µm (959757-902) とガードカラム Agilent ZORBAX Eclipse Plus C18 RRHD 2.1 × 5 mm, 1.8 µm (821725-901)
カラム温度	50 °C
ディレイカラム (使用する場合)	Agilent InfinityLab PFC ディレイカラム 4.6 × 30 mm (5062-8100)
移動相 A	5 mM 酢酸アンモニウム、水溶液
移動相 B	5 mM 酢酸アンモニウム、メタノール溶液
流量	0.4 mL/min
グラジエント	時間 (分) %A %B
	0 90 10
	0.5 90 10
	2.5 45 55
	9 10 90
	9.5 0 100
	11.5 0 100
	11.6 90 10
14 90 10	
ストップタイム	14 分
ポストタイム	0.3 分

MS の構成とパラメータ

パラメータ	設定値
機器	Agilent 6495C LC トリプル四重極 MS
イオン極性	ネガティブ
MS モード	ダイナミック MRM、1 分の時間ウィンドウ
ドライガス温度	250 °C
ドライガス流量	11 L/min
ネブライザ圧力	25 psi
ソースガス温度	375 °C
ソースガス流量	11 L/min
キャピラリ電圧	-2500 V
ノズル電圧	0 V
iFunnel	高: 90 V、低: 60 V
セル加速電圧	5 V

結果

標準構成の LC システムはいくつかの PFAS について非常に高いバックグラウンドレベルを示しており、微量 PFAS 分析は不可能でした。このシステムセットアップにディレイカラムを追加するだけでバックグラウンドの主要部分が遅延し、dMRM 時間ウィンドウの後に溶出するため、システム性能が大幅に向上します。しかし、ディレイカラムによる遅延が可能となるのは、溶媒ラインや移動相など、ディレイカラムの取り付け位置よりも上流を発生源として生じるバックグラウンドのみとなります。PFAS を含むディレイカラムの下流にある部品はいずれも、バックグラウンドが発生します。例えば、洗浄溶媒ライン、洗浄溶媒、サンプル溶媒、バイアル、キャップなどです。ディレイカラムなしで PFAS 分析 HPLC 変換キットを使用した場合、標準 LC セットアップよりも PFAS バックグラウンドがかなり低減しました。これは、流路全体において、フッ素化ポリマーを原料としない代替材料を使用する場合の利点を示しています。しかし、問題となる材料を置き換える方法では、バックグラウンドの問題は完全には解消されません。例えば、大半の溶媒は PFAS を微量濃度で含有するため、ディレイカラムを含む PFAS 分析 HPLC 変換キットの使用によってのみ、PFAS バックグラウンドを完全に排除することができます。

表 1. MRM トランジション (カッコ内はクオリファイアのトランジションの設定値)

化合物	プリカーサ (m/z)	プロダクト (m/z)	コリジョンエネルギー (V)
PFBA (ペルフルオロ酪酸)	213	169 (NA)	6 (NA)
PFPeA (ペルフルオロペンタン酸)	263	219 (NA)	6 (NA)
PFHxA (ペルフルオロヘキサン酸)	313	269 (119)	6 (22)
PFHpA (ペルフルオロヘプタン酸)	363	319 (169)	6 (18)
PFOA (ペルフルオロオクタン酸)	413	369 (169)	6 (18)
PFNA (ペルフルオロノナン酸)	463	419 (219)	10 (18)
PFDA (ペルフルオロデカン酸)	513	469 (269)	6 (18)
PFUnDA (ペルフルオロウンデカン酸)	563	519 (269)	12 (16)
PFDoDA (ペルフルオロドデカン酸)	613	569 (319)	14 (22)
PFTriDA (ペルフルオロトリデカン酸)	663	619 (169)	14 (34)
PFTeDA (ペルフルオロテトラデカン酸)	712.9	669 (169)	10 (38)
PFHxDA (ペルフルオロヘキサデカン酸)	812.9	769 (369)	10 (26)
PFODA (ペルフルオロオクタデカン酸)	912.9	868.9 (369)	10 (30)
PFBS (ペルフルオロブタンスルホン酸)	298.9	99 (80)	44 (36)
PFPeS (ペルフルオロペンタンスルホン酸)	348.9	80 (99)	40 (36)
PFHxS (ペルフルオロヘキサスルホン酸)	398.9	80 (99)	48 (44)
PFHpS (ペルフルオロヘプタンスルホン酸)	448.9	80 (99)	50 (46)
PFOS (ペルフルオロオクタンスルホン酸)	498.9	80 (99)	56 (56)
PFNS (ペルフルオロノナンスルホン酸)	548.9	80 (99)	76 (48)
PFDS (ペルフルオロデカンスルホン酸)	598.9	80 (99)	60 (60)
4:2 FTS (4:2 フルオロテロマールスルホン酸)	326.9	307 (81)	16 (28)
6:2 FTS (6:2 フルオロテロマールスルホン酸)	426.9	407 (81)	28 (32)
8:2 FTS (8:2 フルオロテロマールスルホン酸)	526.9	507 (80)	32 (52)
8:2 FTUCA (8:2 フルオロテロマー不飽和カルボン酸)	457	393 (343)	28 (42)
8:2 diPAP (8:2 ペルフルオロアルキルリン酸ジエステル)	989	543 (97)	20 (36)
ADONA (ドデカフルオロ-3H-4,8-ジオキサノエート)	377	251 (85)	12 (36)
FOSA (ペルフルオロオクタンスルホンアミド)	497.9	78 (169)	38 (20)
MeFOSAA (N-メチル ペルフルオロオクタンスルホンアミド酢酸)	570	419 (512)	20 (20)
EtFOSAA (N-エチル ペルフルオロオクタンスルホンアミド酢酸)	584	419 (526)	20 (20)
MeFOSA (N-メチル ペルフルオロオクタンスルホンアミド)	512	169 (219)	32 (28)
EtFOSA (N-エチル ペルフルオロオクタンスルホンアミド)	526	169 (219)	28 (28)
PFMPA (ペルフルオロ - 3 - メトキシプロパン酸)	229	85 (NA)	10 (NA)
PFMBA (ペルフルオロ - 4 - メトキシ酪酸)	279	85 (NA)	10 (NA)
PFEESA (ペルフルオロ (2-エトキシエタン) スルホン酸)	314.9	134.9 (69)	20 (60)
NFDHA (ノナフルオロ-3,6-ジオキサヘプタン酸)	295	201 (85)	8 (28)
HFPO-DA (ヘキサフルオロプロピレンオキシドダイマー酸)	285 [M-HCO ₂] ⁻	185 (169)	16 (4)
9Cl-PF3ONS (9-クロロヘキサデカフルオロ-3-オキサンオン-1-スルホン酸)	530.9	350.9 (83)	28 (32)
11Cl-PF30UdS (11-クロロエイコサフルオロ-3-オキサウンデカン-1-スルホン酸)	630.9	450.9 (83)	32 (32)

このキットは、実験セクションに記載した 38 種類の成分の全リストを用いて試験しました。38 種類の成分は、US EPA メソッド 533、537.1、8327 および ISO メソッド 21675^{2, 3, 4, 5} を含む複数の標準および規制メソッドをカバーしています。試験中、38 成分のうち 36 成分についてバックグラウンドは検出されませんでした。SPE サンプル前処理中に 250 倍の濃度にした水サンプルからの 10 μ L の抽出物を注入した際に、微量の PFBA (ペルフルオロ酪酸) と 6:2 FTS (6:2 フルオロテロマスルホン酸) が 0.02 ng/L 以下相当のレベルで検出されました。例として、図 1 および 2 に、異なる LC セットアップを使用して、ブランク注入を分析した場合と、併せて参照のために 100 fg の成分をカラムに注入した場合の PFHpA (ペルフルオロヘプタン酸) および PFNA (ペルフルオロノナン酸) のクロマトグラムを示します。注目すべきは、混合ポイントの後にディレイカラムを使用したことでグラジエントの遅延が生じ、この結果、同じグラジエントでの分析時に、成分のピークのリテンションタイムがシフトしたことです。

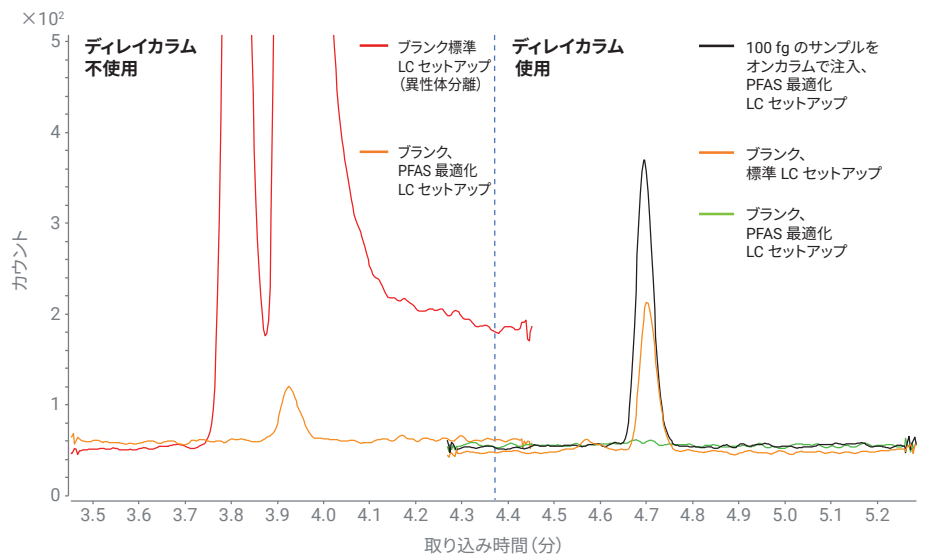


図 1. 異なる LC システムセットアップによる PFHpA ブランクおよびサンプルのクロマトグラム

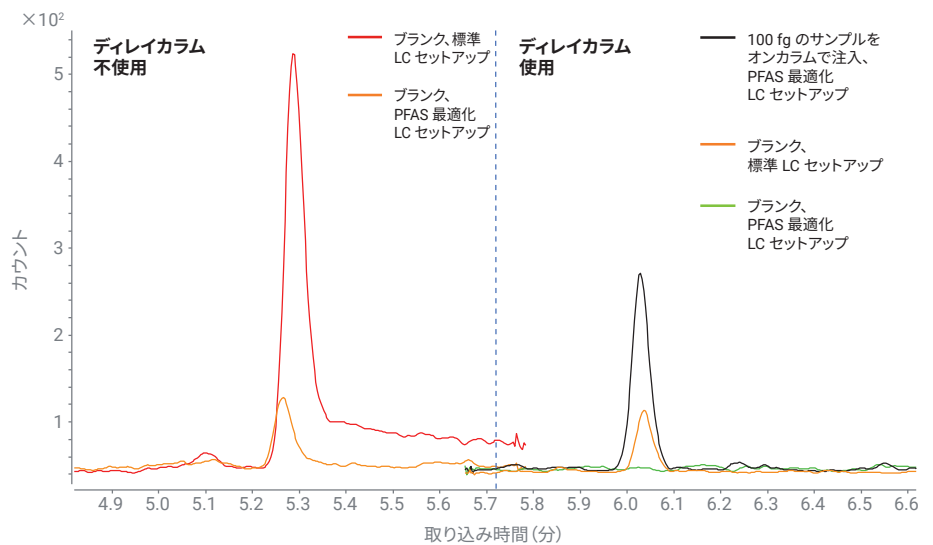


図 2. 異なる LC システムセットアップによる PFNA ブランクおよびサンプルのクロマトグラム

バックグラウンドレベルは検量線から計算できます。図 3 および 4 に、異なる LC システムセットアップで得た PFHpA と PFNA の検量線を示します。

表 2 に、異なる構成の LC 分析によって記録された検量線から計算した PFHpA と PFNA のバックグラウンドレベル（切片を勾配で割る）の比較を示します。

ディレイカラム

US EPA などの機関では、PFAS 分析時に、注入バルブの前にディレイ（またはアイソレータ）カラムを取り付けることを推奨しています。このカラムの目的は、ポンプや移動相に起因する微量濃度のバックグラウンド PFAS 成分を遅延させて、注入したサンプルや標準からのピークとの干渉を防ぐことです。

InfinityLab PFC ディレイカラムは、PFAS 成分に対して最適な性能を提供できるように設計されています。最大 120 MPa の機器動作圧力で使用できるため、超高速液体クロマトグラフィー（UHPLC）メソッドで長いサブ 2 μm カラムを用いて分析する場合も使用できます。しかし、ディレイカラム自体は、使用するカラム寸法や固定相により動作中にシステム背圧を大きく上昇させることはありません。さらに、固定相は PFAS バックグラウンドに対して優れたリテンションを示し、バックグラウンドピークと注入したサンプルまたは標準のピークとのベースライン分離を実現します。同時に、バックグラウンド成分を過剰に保持しないため、グラジエント分析の最後に高有機比の移動相をディレイカラムに短時間流すことにより、ディレイカラムがフラッシングされて次の分析の準備が整います。

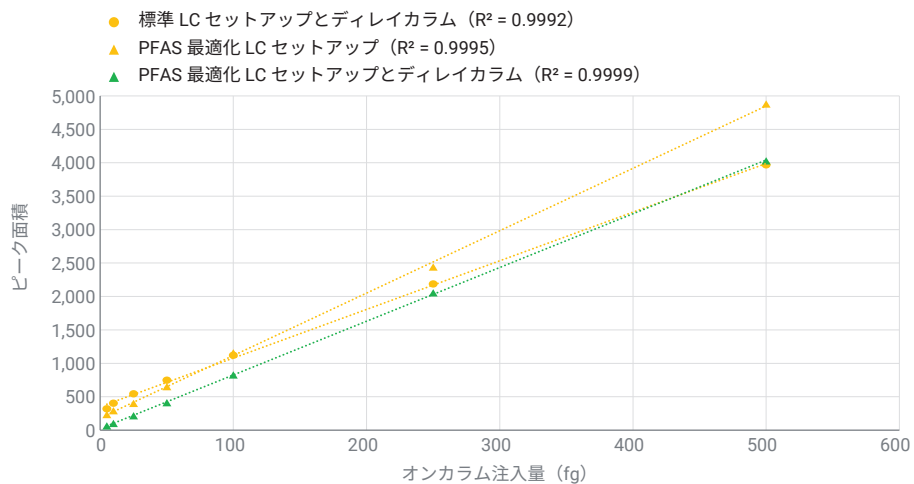


図 3. 異なる LC システムセットアップによる PFHpA の検量線（上図には標準 LC セットアップの場合は示さず）

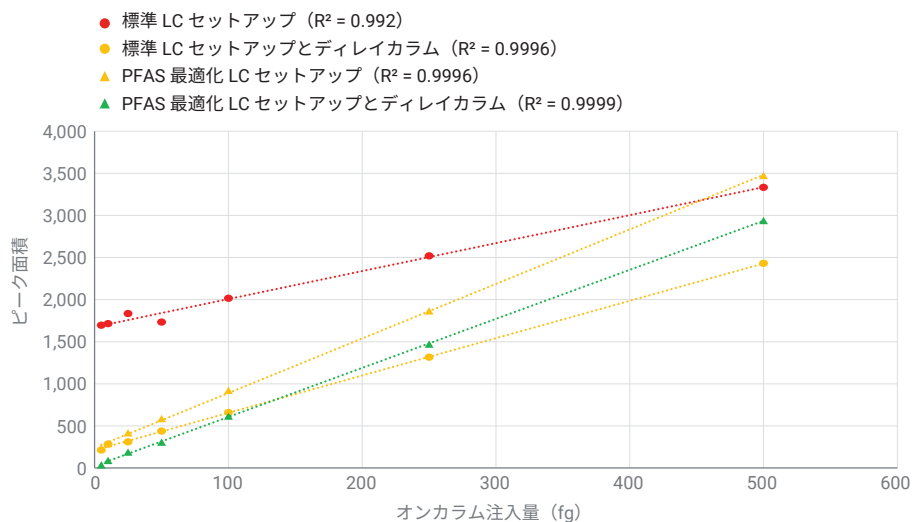


図 4. 異なる LC システムセットアップによる PFNA の検量線

表 2. 検量線から計算した PFHpA および PFNA バックグラウンドレベル

LC 構成	PFHpA バックグラウンド (fg)	PFNA バックグラウンド (fg)
標準 LC セットアップ	> 3,000	> 500
標準 LC セットアップとディレイカラム	48	48
PFAS 最適化 LC セットアップ	20	37
PFAS 最適化 LC セットアップとディレイカラム	< 2 (検出限界未満)	< 7 (検出限界未満)

ディレイカラムの遅延性能の確認

ディレイカラムの適合性を証明するために、水性移動相に濃度 10 ng/L でスパイクした PFAS 成分を用いて前述のメソッドを実行しました。図 5 のクロマトグラムは、本試験で使用したリテンションタイムの違いに関して最も問題のある成分（ペルフルオロペンタン酸：PFPeA）の場合でも、オンカラムで 1 pg 注入した成分のピークについて非常に良好なベースライン分離を示しています。表 3 に、PFAS 分析用のディレイカラムの適合性を証明するための、適切な範囲の分子鎖長をカバーする一般的な PFAS 成分のセットを示します。 ΔRT は、バックグラウンドピークとサンプルピークのリテンションタイム差です ($\Delta RT =$ バックグラウンドのピーク頂点のリテンションタイム - サンプルのピーク頂点のリテンションタイム)。

表 3. PFC ディレイカラム使用時の一般的な PFAS バックグラウンドの遅延

分析対象物	ΔRT (分)
PFBA (ペルフルオロ酪酸)	1.5
PFPeA (ペルフルオロペンタン酸)	1.2
PFHxA (ペルフルオロヘキサン酸)	1.6
PFHpA (ペルフルオロヘプタン酸)	2.0
PFOA (ペルフルオロオクタン酸)	2.1
PFNA (ペルフルオロノナン酸)	2.1
PFDA (ペルフルオロデカン酸)	2.1
PFUnA (ペルフルオロウンデカン酸)	2.0
PFDoA (ペルフルオロドデカン酸)	1.9
PFTrA (ペルフルオロトリデカン酸)	2.2
PFTeA (ペルフルオロテトラデカン酸)	1.7
PFBS (ペルフルオロブタンスルホン酸)	1.2
PFHxS (ペルフルオロヘキサスルホン酸)	2.0
PFOS (ペルフルオロオクタンスルホン酸)	2.1

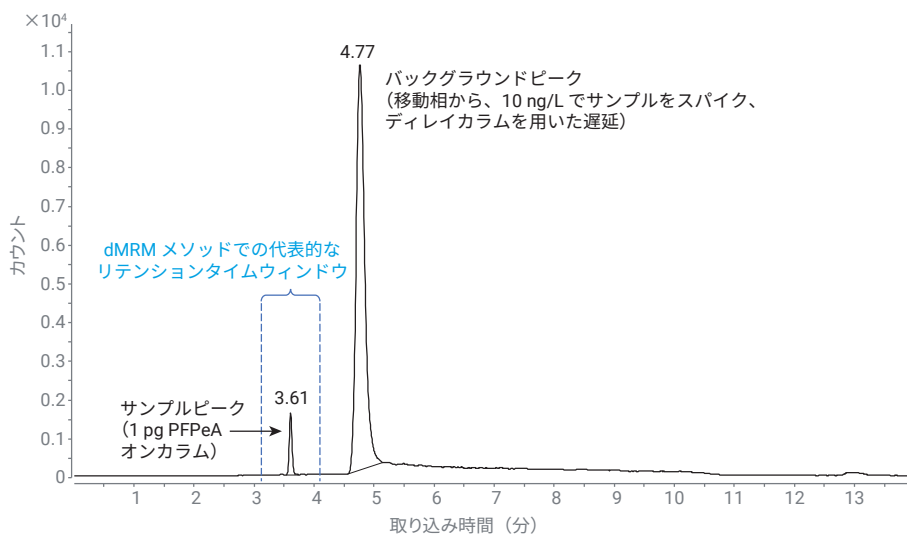


図 5. スパイク済み移動相のバックグラウンドピークから非常に良好なベースライン分離を示す 1 pg PFPeA のクロマトグラム

InfinityLab PFC ディレイカラムは、ディレイカラムとして使用するために設計されており、分離カラムとしては使用できません。

InfinityLab PFC ディレイカラムは高品質な製品で、長期にわたって使用できます。長期間使用する場合も、交換は必要となります。バックグラウンドピークが注入ピークに近づいて各成分のリテンションタイムウィンドウ内に現れるようになったら、ディレイカラムの交換を推奨します。分析結果に影響を与える可能性があります。カラムは、少なくとも 6 か月ごとに交換が必要です。

結論

InfinityLab PFAS 分析 HPLC 変換キットを用いて、微量および超微量レベル PFAS 分析にすぐに使用できる包括的なソリューションを作成しました。元の HPLC システムセットアップの PFAS が含まれる部品の代わりに、PFAS 用に最適化された部品を取り付けて、新たに開発された InfinityLab PFC ディレイカラムを用いることで、PFAS システムのバックグラウンドを可能な限り低減することができます。

他の LC を用いる場合の注意事項

InfinityLab PFAS 分析 HPLC 変換キットは、他の HPLC で使用できる複数の汎用変換部品が含まれています。PFAS 分析用ボトルヘッドアセンブリをディレイカラムと組み合わせて使用すると、どのシステムでも PFAS システムバックグラウンドコンタミネーションを大幅に低減できます。しかし、技術的な構成上の理由により、この方法ですべての潜在的な PFAS バックグラウンドが取り除かれるのではなく、推奨される LC モジュールの使用時に別の問題が生じる可能性があります。変換キットの PFAS バックグラウンド低減機能は、推奨されるモジュールのみを用いて試験しました。推奨の Agilent 1290 Infinity II ハイスピードポンプ (G7120A : SN DEBAY00455 以上または SN DEBA200500 以上) を含む、いくつかのポンプでは黒の PTFE 洗浄シールをデフォルトで使用します。SN がこれら未満のポンプでは、黄色の PE (ポリエチレン) 洗浄シールをデフォルトで使用します。

変換キットの開発時の試験中、PTFE 洗浄シールでは PFAS バックグラウンドに問題は発生しませんでした。問題がある場合は、オプションとして黄色の PE 洗浄シール (0905-1718) に置き換えることができます。表 4 に、推奨

のマルチウォッシュオプション付きの 1290 Infinity II/III マルチサンブラ (G7167B) および 1290 Infinity II/III ハイスピードポンプ (G7120A) 以外の Agilent LC モジュール変換のためのオプションを示します。

クォータナリ液低圧混合ポンプは、PFAS 分析を考慮していません。

表 4. 代替 LC モジュールを使用した場合の推奨事項およびトレードオフ

モジュール	推奨事項	トレードオフ
Agilent 1290 Infinity ハイスピードポンプ (G4220A)	「InfinityLab PFAS Analysis HPLC Conversion Kit - Installation and Use Instruction」中の 1290 Infinity II ハイスピードポンプについての記載に従ってモジュールを変換。 オプション (SN DEBB06078 以上または SN DEBAA06133 以上) : 黒色の PTFE ウォッシュシールを黄色の PE ウォッシュシール (0905-1718) に交換。	なし
Agilent 1260 Infinity II/III Infinity バイナリポンプ (G7112B/G1312B) およびこれ以前のバイナリポンプ	溶媒ラインをアクティブインレットバルブに接続するための PEEK アダプタ、1/4-28 から 10-32 (0100-2298) を使用。 PTFE フィルタをマニュアルページバルブから除去。 InfinityLab クイックチェンジインラインフィルタ (5067-1602) をページバルブの出口に取り付け。 インラインフィルタとインジェクションバルブ間にディレイカラムを取り付け。 存在する場合は、黒色の PTFE ウォッシュシールを黄色の PE ポンプシール (0905-1420) に交換。 オプション: 存在する場合は、黒色の PTFE ウォッシュシールを黄色の PE ウォッシュシール (0905-1718) に交換。	グラジエントディレイボリウムが増大し、リテンションタイムが長くなる。 圧力範囲の制限。
Agilent 1290 または 1260 Infinity II/III マルチサンブラ、マルチウォッシュオプションなしまたはデュアルニードルオプション付き (G7167B または G7167A)	ペリスタルティックポンプから洗浄ポートへの FEP 洗浄溶媒ラインをマルチウォッシュチューブキットの長い方の PEEK チューブに置き換え (大きなナットを取り外して PEEK チューブの端を直接ペリスタルティックポンプチューブに差し込む、可能であれば、圧縮スプリング (1460-2763) で固定する)。 ペリスタルティックポンプの吸入口に接続されている FEP 洗浄溶媒ラインをマルチウォッシュチューブキットの短い方の PEEK チューブに置き換え (ステンレスネジおよびフェラルを取り外して PEEK チューブの端を直接ペリスタルティックポンプチューブに差し込む、可能であれば、圧縮スプリング (1460-2763) で固定する)。 PP ユニオン (5022-2155) を使用してボトルヘッドアセンブリに接続。	キャリアオーバーが増大する可能性。 圧力範囲の制限 (1260 Infinity II マルチサンブラ)。
Agilent 1260 Infinity II/III マルチサンブラ、マルチウォッシュオプション付き	「InfinityLab PFAS Analysis HPLC Conversion Kit - Installation and Use Instruction」中の 1290 Infinity II マルチサンブラ、マルチウォッシュオプション付きについての記載に従ってモジュールを変換。	圧力範囲の制限。
Agilent 1290/1260 Infinity II バイアルサンブラ (G7129B/A)	ペリスタルティックポンプの吸入口に接続されている FEP 洗浄溶媒ラインをマルチウォッシュチューブキットの短い方の PEEK チューブに置き換え (ステンレスネジおよびフェラルを取り外して PEEK チューブの端を直接ペリスタルティックポンプチューブに差し込む、可能であれば、圧縮スプリング (1460-2763) で固定する)。 PP ユニオン (5022-2155) を使用してボトルヘッドアセンブリに接続。 ペリスタルティックポンプからニードル洗浄ウェルへの他の FEP 溶媒ラインは PEEK に置き換えられません (硬すぎます)。 代替方法: 洗浄バイアルを使用してニードルを洗浄。	置き換え不可能な FEP 溶媒ラインからバックグラウンドがいくらか生じる可能性がある。 代替として洗浄バイアルを使用する場合、ニードル洗浄効率が低く、結果的に、キャリアオーバーが増大する可能性がある。
1290 Infinity オートサンブラ (G4226A)	ペリスタルティックポンプの吸入口に接続されている FEP 洗浄溶媒ラインをマルチウォッシュチューブキットの短い方の PEEK チューブに置き換え (ステンレスネジおよびフェラルを取り外して PEEK チューブの端を直接ペリスタルティックポンプチューブに差し込む、可能であれば、圧縮スプリング (1460-2763) で固定する)。 PP ユニオン (5022-2155) を使用してボトルヘッドアセンブリに接続。 代替方法: 洗浄バイアルを使用してニードルを洗浄。	ペリスタルティックポンプから洗浄ポートへの FEP 溶媒ラインは簡単に置き換えることができないため、ある程度の PFAS バックグラウンドが生じる可能性がある。 代替として洗浄バイアルを使用する場合、ニードル洗浄効率が低く、結果的に、キャリアオーバーが増大する可能性がある。
上記以前のオートサンブラ (G1367E など)	TEFZEL ロータシールは使用しない 洗浄溶媒ラインの交換については、1290 Infinity オートサンブラ (G4226A) を参照。 代替方法: 洗浄バイアルを使用してニードルを洗浄。	ペリスタルティックポンプから洗浄ポートへの FEP 溶媒ラインは簡単に置き換えることができないため、ある程度の PFAS バックグラウンドが生じる可能性がある。 代替として洗浄バイアルを使用する場合、ニードル洗浄効率が低く、結果的に、キャリアオーバーが増大する可能性がある。

製品詳細

キットおよびサブアセンブリ

製品番号	製品
5004-0006	InfinityLab PFAS 分析 HPLC 変換キット
5004-0005	PFAS 分析用シールウォッシュボトルヘッドアセンブリ、チューブ材料はシリコン
5004-0004	PFAS 分析用ボトルヘッドアセンブリ、チューブ材料はポリプロピレン
5004-0003	PFAS 分析用マルチウォッシュチューブキット、チューブ材料は PEEK
追加のスペア部品	
5062-8100	InfinityLab PFC ディレイカラム、4.6 × 30 mm
5067-1602	InfinityLab クイックチェンジ・インラインフィルタアセンブリ
5067-1613	InfinityLab クイックチェンジフィルタディスク、内径 4.6 mm、0.5 μm ポアサイズ、5 個入り
5320-0070	InfinityLab Bio インレットフィルタ、PEEK/PE (5004-0004 に対応)
01018-60025	ステンレスフィルタ、溶媒インレット、12 ~ 14 μm
5067-6167	InfinityLab クイックコネクタアセンブリ、ステンレス、0.17 x 150 mm
5500-1231	InfinityLab クイックコネクタキャピラリー、ステンレス、0.17 x 500 mm
5067-5965	InfinityLab クイックコネクタ LC フィッティング
5043-1190	タイムストリップ付き InfinityLab ベントバルブ
9301-6530	溶媒ボトル用ステッカー (100 枚)
9301-6529	識別用シリコンリング (8 個、4 色)
5043-1816	溶媒ラインラベルクリップセット
5191-8121	2 mL ポリプロピレンバイアル、スクリュースタイル、透明、100 個 - 認定済み
5191-8151	薄膜ポリプロピレン/シリコンセパタム付きポリプロピレンキャップ (100 個)

参考文献

1. Wang, Z. et al. A Never-Ending Story of Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFASs)? Environ. Sci. Technol. **2017**, 51(5), 2508–2518.
2. Rosenblum, L.; Wendelken, S. C. Method 533 Determination of Per- and Polyfluoroalkyl Substances in Drinking Water by Isotope Dilution Anion Exchange Solid Phase Extraction and Liquid Chromatography/Tandem Mass Spectrometry. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, **2019**.
3. Shoemaker, J.; Tettenhorst, D. Method 537.1 Determination of Selected Per- and Polyfluorinated Alkyl Substances in Drinking Water by Solid Phase Extraction and Liquid Chromatography/Tandem Mass Spectrometry (LC/MS/MS). U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, **2020**.
4. Method 8327 Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) using External Standard Calibration and Multiple Reaction Monitoring (MRM) Liquid Chromatography/Tandem Mass Spectrometry (LC/MS/MS). U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, **2019**.
5. ISO 21675:2019 Water quality — Determination of perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in water — Method using solid phase extraction and liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC/MS/MS)
6. More Sensitive Quantification of PFAS by LC/MS with the Agilent 1260 Infinity II Hybrid Multisampler, Agilent Technologies application note, publication number 5994-6994EN, **2024**.

ホームページ

www.agilent.com/chem/jp

カスタムコンタクトセンター

0120-477-111

email_japan@agilent.com

本製品は一般的な実験用途での使用を想定しており、医薬品医療機器等法に基づく登録を行っておりません。本文書に記載の情報、説明、製品仕様等は予告なしに変更されることがあります。

DE.4333680556

アジレント・テクノロジー株式会社

© Agilent Technologies, Inc. 2020–2026

Printed in Japan, February 12, 2026

5994-2291JAJP