ぶんせき　2025年 第7号(通巻第607号)　令和7年7月5日発行(毎月1回5日発行)　ISSN 0386-2178

ぶんせき 7

Bunseki 2025

The Japan Society for Analytical Chemistry

日本分析化学会
https://www.jsac.jp

ELGA VEOLIA

PFAS分析に最適な超純水が装置から直接採水できます

- 今お使いの超純水製造装置では PFOS や PFOA が検出されてしまってブランク水として使えない
- PFOS/PFOAフリー超純水を購入して使うのはコストがかかるし、面倒だ

…こんなことでお困りの分析者の方へ

GOOD DESIGN
ピュアラボディスペンサーが
2021年度
グッドデザイン賞 受賞!!

エルガ・ラボウォーターの PURELAB Chorus 1 Analytical Research なら 超純水をそのまま使えます

超純水中のPFOS、PFOA、PFHxSの分析例

	PURELAB Chorus 1 水
PFOS	< DL (0.02 ng/L)
PFOA	< DL (0.02 ng/L)
PFHxS	< DL (0.02 ng/L)

分析：株式会社アクアパルス (2022)
試験方法：
PFOS、PFOA；令和 2 年環水大水発第 2005281 号 / 環水大土発第 2005282 号 付表 1 固相抽出 LC-MS/MS 法
PFHxS ；令和 2 年環水大水発第 2005281 号付表 1 準用

エルガの超純水製造装置は採水口フィルターからのコンタミの心配がありません

より詳細な情報をご希望の方は下記までお問い合わせください。

ヴェオリア・ジェネッツ株式会社　エルガ・ラボウォーター事業部

お問い合せ　〒108-0022 東京都港区海岸 3-20-20 ヨコソーレインボータワー 3F
e-mail : jp.elga.all.groups@veolia.com　https://jp.elgalabwater.com

ELGA は Veolia Water Technologies の実験室用水の国際的ブランド名です。PURELAB は ELGA LabWater の商標および技術です。【禁無断転載・複写】

SHIMADZU
Excellence in Science

紫外可視分光光度計
UV-VIS Spectrophotometer

UV-i Selection

UV-i Selectionが実現する
3つの価値

intelligence
繰り返し作業から解放し
品質管理を効率化

informatics
解析作業の省力化と
データ管理の強化

innovation
ハイスループット測定で
業務効率を改善

NEW UV-1900i Plus

NEW UV-2600i/2700i Plus

UV-3600i Plus

SolidSpec-3700i

A Reliable Partner

分光光度計の測定でお客様の働き方改革はできないだろうか。そんな想いから、UV-i Selectionと LabSolutions UV-Visが生まれました。

株式会社 島津製作所　分析計測事業部

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

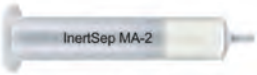
PFAS 分析用製品

国内外の PFAS 規制に合わせた様々な分析用ツールをご用意しています。

固相抽出カートリッジ

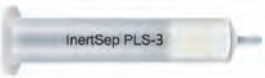
InertSep WAX
InertSep WAX FF

スチレンジビニルベンゼンポリマー＋弱陰イオン交換
疎水性相互作用と陰イオン交換相互作用



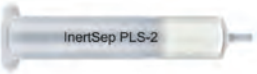
InertSep MA-2

メタクリレートポリマーの弱陰イオン交換
純粋な陰イオン交換相互作用



InertSep PLS-3

N 含有メタクリレート・スチレン・ジビニルベンゼンポリマー
高極性から低極性まで幅広い成分を吸着



InertSep PLS-2

スチレンジビニルベンゼン（SDB）
一般的な逆相ポリマー固相

InertSep GC

InertSep WAX FF/GCB

InertSep GCB/ WAX FF

グラファイトカーボン
クリーンアップ吸着剤として幅広い用途に使用

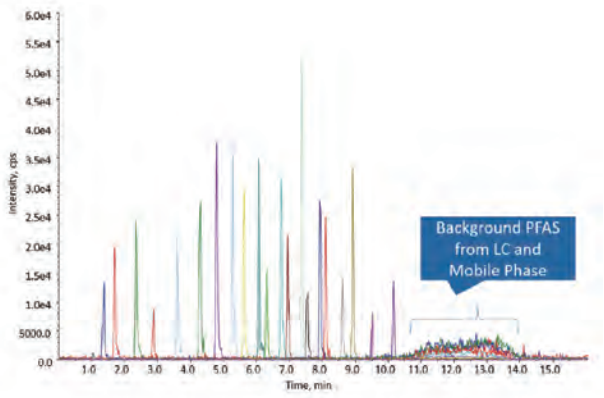
LC-MS/MS 分析用カラム

InertSustain AQ-C18

・吸着も少なく使いやすい ODS カラム
・高極性（親水性）化合物の保持に最適

Delay Column for PFAS

・高純度のアクティブカーボンを充填したカラム
・LC システムおよび移動相からのバック
グラウンド PFAS を強く保持し、分析対象
PFAS から大きく分離させることが可能



その他関連機材

水質分析用全自動固相抽出装置
アクアトレース ASPE899

固相抽出自動溶出装置
EL870

PFAS 前処理用
自然落下マニホールド

PTFE フリー活性炭フィルター
（エージング済み）

固相抽出送液装置
アクアローダー AL898

PFAS 用高気密バイアル

GL Sciences

本社　営業企画課
〒163-1130　東京都新宿区西新宿6丁目22番1号 新宿スクエアタワー30F
電話 03 (5323)6617　FAX 03 (5323)6622
web ページ： https://www.gls.co.jp/　E-mail: kikaku@gls.co.jp

No. SP25004

標準物質の取り扱い専門商社　**～各種標準物質　取り扱っております～**

各種標準物質（RM, CRM）

PFAS関連（EPA 1633対応など）、RoHS（MCCPs、TBBPA）、REACH規則（PAHs）など取り扱っております。
核燃料関連（ウラン、トリウム、プルトニウム）、環境中放射能標準物質などもございます。

ICP-OES/ICP-MS AAS/IC	固体発光分光分析 蛍光X線／ガス分析	物理特性／熱特性	有機標準物質
・無機標準液／オイル標準液 ・鉄・非鉄各種金属 ・工業製品 （石炭、セメント、セラミックス等） ・環境物質 （土壌、水、堆積物、岩石等） ・乳製品、魚肉、穀物等	・鉄・非鉄各種金属 ・工業製品 （石炭、セメント、セラミックス等） ・環境物質 （土壌、水、堆積物、岩石等） ・（乳製品、魚肉、穀物等）	・X線回折装置用 Si powder, Si nitride,等 ・粒度分布計用 ・熱分析用 DSC（In,Pb,等） ・粘度測定用 ・膜厚分析用	・製薬標準物質 SPEX,LGC,EP,USP, TRC,MOLCAN ・認証有機標準液 ・ダイオキシン類／PCB ・有機元素計用標準物質 ・Cayman Chemical

Cole-Parmer 社（旧 SPEX 社）前処理機（フリーザーミル・ボールミル）

凍結粉砕機（Freezer／Mill）
粉砕容器にインパクター（粉砕棒）とサンプルを一緒に入れ、液体窒素にてサンプルを常時凍結させて運転を開始します。
インパクターを磁化させ、往復運動させる事による衝撃でサンプルを粉砕します。
やわらかいサンプルや熱に弱い生体サンプルに最適です。

〈サンプル例〉プラスチック、ゴム、生体サンプルなど、
〈使用例〉ICP, XRF, GC, LCの前処理　DNA/RNAの抽出の前処理

ボールミル（Mixer／Mill）
SPEX独自の８の字運動により、効率的な粉砕、混合が可能。
サンプルに合った粉砕容器、ボールを選択可能。

〈サンプル例〉岩石、植物、錠剤、合金など
〈使用例〉ICP, XRFの前処理　メカニカルアロイイング

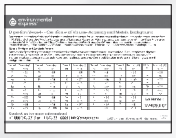
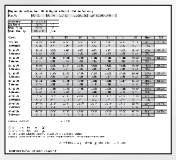
Environmental Express社　不純物証明＆目盛つき容器 50mL

environmental express
an antylia scientific company

Environmental Express社製ポリプロピレンチューブの特長

CertiTube
・不純物濃度証明書と公差証明書が付属
　⇒メスアップや保存容器として使用でき容器の移し替えをする作業(手間、時間)を削減できます。
・ガラス器具由来の金属コンタミリスクも軽減できます！
　110℃の耐熱性があり分解容器としても使用できます。
　※130℃以上の温度では使用できません。
・容器本体とキャップの材質が同じ商品です。
・Certi Tubeはディスポーサブルで使用可能な価格設定です。

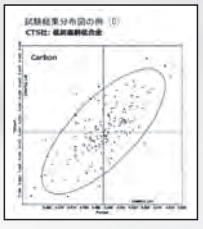
UltiTube
・超高純度UltiTubeは、68元素ppbおよびpptの低濃度が保証され、より低ブランクの測定を実現します。

海外技能試験輸入代行サービス

技能試験（外部精度管理）とは・・・
技能試験提供機関が提供する未知サンプルを分析することによって、分析者の分析技能を測るテストです。
分析能力に関して中立的な評価が得られ、国内外の参加試験所と分析能力の比較が出来ます。

〈メーカー/サンプル例〉
・LGC（ドイツ）：環境・食品・飲料・アルコール・微生物・化粧品・製薬・オイル・飼料
・CTS（アメリカ）：鉄鋼・非鉄・樹脂
・iis（オランダ）：ポリマー（化学試験）・繊維・化粧品
・NIL（中国）：ポリマー（化学試験・物性試験）鉄鋼原料
・NSI（アメリカ）：飲料水・環境・食品・微生物・製薬
・PTP（フランス）：非鉄関連・航空宇宙関連試験
・TESTVERITAS（フランス）：食品・食肉・野菜



YouTubeチャンネル【西進商事公式】　弊社取り扱い製品の情報を公開中です。（順次アップロード予定）

SEISHIN
標準物質専門商社
西進商事株式会社
https://www.seishin-syoji.co.jp/

本　　社　〒650-0047　神戸市中央区港島南町１丁目４番地４号
TEL.(078)303-3810　FAX.(078)303-3822
東京支店　〒105-0012　東京都港区芝大門2丁目12番地7号（RBM芝パークビル）
TEL.(03)3459-7491　FAX.(03)3459-7499
名古屋営業所　〒450-0002　名古屋市中村区名駅4丁目2番25号（名古屋ビルディング桜館4階）
TEL.(052)586-4741　FAX.(052)586-4796
北海道営業所　〒060-0002　札幌市中央区北二条西１丁目１０番地（ピア２・１ビル）
TEL.(011)221-2171　FAX.(011)221-2010

MassWorks™ Version 7.0

質量分析計の性能を限界まで引き出します

これまでのバージョンで築き上げられた実績をさらに進化させ、MassWorks™ 7.0 は、取得後のデータ処理に特化した使いやすいソフトウェアパッケージとして登場しました。本製品は、Cerno社が特許を取得している TrueCal™ 技術を採用し、ユニット質量分解能の一般的な質量分析計においても、高い質量精度とスペクトル精度を実現し、CLIPS™ フォーミュラサーチ機能により元素組成の同定を可能にします。さらに、MassWorks の sCLIPS™ および BestScan™ sCLIPS 機能は、標準物質を使用することなく正確なピーク形状補正を行うことで、高いスペクトル精度を提供します。

MassWorks は、強力な TrueCal キャリブレーション技術を搭載しており、ユニット分解能システムにおいて質量精度を最大100倍向上させることができます。さらに、高分解能およびユニット分解能の両方のシステムで、最大99.9%のスペクトル精度 (Spectral Accuracy) を実現します。この高速かつ柔軟なMSアプリケーションソフトウェアパッケージは、質量精度とスペクトル精度を組み合わせることで、あらゆる種類のMSデータ (高分解能・低分解能の両方) に対し、Cernoの解析手法によって大幅な改善をもたらします。

CLIPS検索により、ユニット分解能のGC及びLC/MS機器で正確な質量式検索が可能になります。

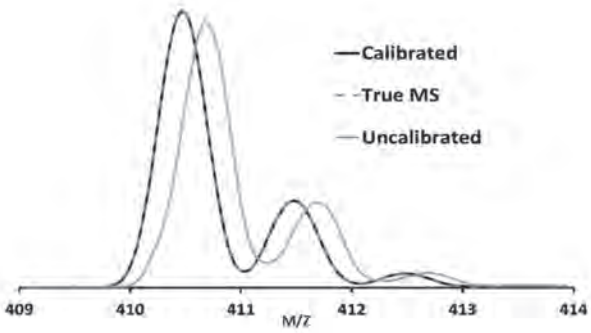
CLIPS (Calibrated Line-shape Isotope Profile Search) は、比類のない質量精度と最高のスペクトル精度を組み合わせて、四重極 MS を最大限に活用します。

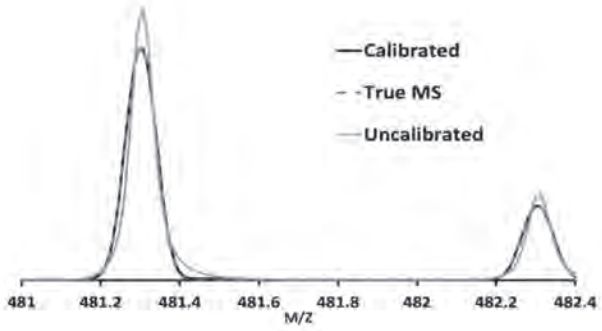
- 質量精度が 0.x Da から 0.00x Da まで 100 倍向上
- クロマトグラフィー時間スケールで 99% を超えるスペクトル精度を実現
- 低分解能の装置でも正確な 化学式ID が可能
- 未分離 MS 信号の強力な混合分析

高分解能MSのsCLIPS検索では、較正化合物を必要とせず、化学式IDのスペクトル精度を大幅に向上させます。

sCLIPS (自己較正線形同位体プロファイル検索) を使用すると、高解像度の TOF、Orbitrap、または FT-ICR を最大限に活用できます。

- 独自の特許取得済みセルフキャリブレーションプロセス
- 数学的に正確な同位体モデリング
- 適切に設計および運用されたシステムで達成可能な 99% 以上のスペクトル精度
- 化学式ID の質量精度を超える
- 最大 95～99% の誤った式を排除可能
- 未解決の MS 信号による強力な混合物分析





New for MassWorks Version 7

MassWorks バージョン 7 は、処理速度が向上し、安定性も高まった 64 ビット Windows アプリケーションとして新たに登場しました。更新されたファイルリーダーにより、MassWorks はほとんどの主要ベンダーのデータを直接読み込むことが可能になり、さらに業界標準の NetCDF 交換形式にも対応しました。また、多くの新機能の一つとして、「MassLab™」アプリが追加されました。これらのカスタムアプリは Python または Matlab により作成でき、たとえば高分子特性評価用の新しい機能「SAMMI™」を MassWorks に追加することができます。SAMMI™ は、従来の四重極アルゴリズムに比べて最大 30 倍の高精度を実現し、高分解能機器に匹敵する精度を提供します。

cerno BIOSCIENCE

S.T.JAPAN INC.

株式会社 エス・ティ・ジャパン
URL: https://www.stjapan.co.jp

東京本社／
〒103-0014 東京都中央区日本橋蛎殻町1-14-10
TEL: 03-3666-2561　FAX: 03-3666-2658

大阪支店／
〒540-6127 大阪府大阪市中央区城見2-1-61 ツイン21 MIDタワー
TEL: 06-6949-8444　FAX: 06-6449-8445

ポリマー分析用試料キット

ポリマーサンプルキット205

＜1セット 100本入・10-20g／1本＞

100本の構成ポリマーは汎用性ポリマー試料だけでなくエンプラ試料も含まれておりますので**IR分析等のライブラリーへの収録にご利用いただけるポリマー分析試料キットです。**
スペックとして：引火点・平均重量分子量・屈折率・ガラス転移点・融解温度等の情報がございます。
100種類の試料の一部試料については入れ替えも可能です。
詳しくはお問い合わせ下さい。

Cap No.	Cat No.	Polymer
1	053	Acrylonitrile/butadiene copolymer - 22% acrylonitrile
2	054	Acrylonitrile/butadiene copolymer - 22% acrylonitrile
3	530	Acrylonitrile/butadiene copolymer - 51% acrylonitrile
4	209	Butyl methacrylate/isobutyl methacrylate copolymer
5	660	Cellulose
6	083	Cellulose acetate
7	077	Cellulose acetate butyrate
8	321	Cellulose propionate
9	1078	Cellulose triacetate
10	459	Ethyl cellulose - Viscosity 4cp (5% solution @ 25°C)
11	464	Ethyl cellulose - Viscosity 22cp (5% solution @ 25°C)
12	460	Ethyl cellulose - Viscosity 300cp (5% solution @ 25°C)
13	534	Ethylene/acrylic acid copolymer - 15% acrylic acid
14	455	Ethylene/ethyl acrylate copolymer - 18% ethyl acrylate
15	939	Ethylene/methacrylic acid copolymer - 12% methacrylic acid
16	243	Ethylene/vinyl acetate copolymer - 14% vinyl acetate
17	244	Ethylene/vinyl acetate copolymer - 18% vinyl acetate
18	316	Ethylene/vinyl acetate copolymer - 28% vinyl acetate
19	246	Ethylene/vinyl acetate copolymer - 33% vinyl acetate
20	326	Ethylene/vinyl acetate copolymer - 40% vinyl acetate
21	784	Ethylene/vinyl acetate copolymer - 45% vinyl acetate
22	959	Ethylene/vinyl alcohol copolymer - 38% ethylene
23	143	Hydroxyethyl cellulose
24	401	Hydroxypropyl cellulose
25	423	Hydroxypropyl methyl cellulose - 10% hydroxypropyl, 30% methoxyl
26	144	Methyl cellulose
27	374	Methyl vinyl ether/maleic acid copolymer - 50/50 copolymer
28	317	Methyl vinyl ether/maleic anhydride - 50/50 copolymer
29	034	Nylon 6 Poly(caprolactam)
30	033	Nylon 6/6 Poly(hexamethylene adipamide)
31	313	Nylon 6/12 Poly(hexamethylene dodecanediamide)
32	006	Nylon 11 Poly(undecanoamide)
33	044	Nylon 12 [Poly(lauryllactam)]
34	045A	Phenoxy resin
35	009	Polyacetal
36	001	Polyacrylamide
37	1036	Polyacrylamide, carboxyl modified, high carboxyl content
38	026	Poly(acrylic acid) - Approx Mw 450,000
39	599	Poly(acrylic acid) - Approx Mw 4,000,000
40	134	Polyacrylonitrile
41	385	Polyamide resin
42	128	Poly(1-butene), isotactic
43	962	Poly(butylene terephthalate)
44	111	Poly(n-butyl methacrylate)
45	1029	Polycaprolactone
46	954	Polycarbonate - Approx Mw 36,000
47	035	Polycarbonate - Approx Mw 45,000
48	126	Poly(2,6-dimethyl-p-phenylene oxide)
49	324	Poly(4,4′-dipropoxy-2,2′-diphenyl propane fumarate)
50	558	Polyethylene
51	107	Polyethylene, chlorosulfonated
52	042	Polyethylene, low density
53	405	Polyethylene, oxidized
54	491	Poly(ethylene glycol)
55	136A	Poly(ethylene oxide) - Approx Mw 100,000
56	136E	Poly(ethylene oxide) - Approx Mw 400,000
57	113	Poly(ethyl methacrylate)
58	414	Poly(2-hydroxyethyl methacrylate) - Approx Mw 300,000
59	815	Poly(2-hydroxyethyl methacrylate) - Approx Mw 1,000,000
60	112	Poly(isobutyl methacrylate)
61	106	Polyisoprene, chlorinated
62	037B	Poly(methyl methacrylate) - Approx Mw 75,000
63	037D	Poly(methyl methacrylate) - Approx Mw 540,000
64	382	Poly(4-methyl-1-pentene)
65	391	Poly(p-phenylene ether-sulphone)
66	090	Poly(phenylene sulfide)
67	130	Polypropylene, isotactic
68	1024	Polystyrene, Mw 1,200
69	039A	Polystyrene - Approx Mw 260,000
70	574	Polystyrene sulfonate, sodium salt
71	046	Polysulfone
72	203	Poly(tetrafluorobutylene)
73	166	Poly(2,4,6-tribromostyrene)
74	347	Poly(vinyl acetate) - Approx Mw 150,000
75	1040	Poly(vinyl acetate) - Approx Mw 500,000
76	336	Poly(vinyl alcohol), 88% hydrolyzed
77	352	Poly(vinyl alcohol), 98% hydrolyzed
78	361	Poly(vinyl alcohol), 99% hydrolyzed
79	043	Poly(vinyl butyral)
80	038	Poly(vinyl chloride)
81	353	Poly(vinyl chloride), carboxylated - 1.8% carboxyl
82	102	Poly(vinylidene fluoride)
83	840	Poly(4-vinylpyridine), linear
84	416	Poly(4-vinylpyridine-co-styrene)
85	132	Polyvinylpyrrolidone - Approx Mw 360,000
86	494	Styrene/acrylonitrile copolymer - 25% acrylonitrile
87	495	Styrene/acrylonitrile copolymer - 32% acrylonitrile
88	393	Styrene/allyl alcohol copolymer
89	057	Styrene/butadiene copolymer, ABA block
90	595	Styrene/butyl methacrylate copolymer
91	453	Styrene/ethylene-butylene copolymer, ABA block
92	1067	Styrene/isoprene copolymer, ABA block
93	457	Styrene/maleic anhydride copolymer
94	049	Styrene/maleic anhydride copolymer - 50/50 copolymer
95	068	Vinyl chloride/vinyl acetate copolymer - 10% vinyl acetate
96	063	Vinyl chloride/vinyl acetate copolymer - 12% vinyl acetate
97	911	Vinyl chloride/vinyl acetate/hydroxypropyl acrylate - 80% vinyl chloride,5% vinyl acetate
98	058	Vinylidene chloride/vinyl chloride copolymer - 5% vinylidene chloride
99	369	n-Vinylpyrrolidone/vinyl acetate copolymer - 60/40 copolymer
100	021	Zein, purified

・ここに記されている他にも数千種類のポリマー試料を取り揃えております。　カタログ・資料ご希望およびお問い合わせ等は下記へご連絡下さい。

GSC 株式会社　ゼネラル サイエンス コーポレーション

〒170-0005　東京都豊島区南大塚3丁目11番地8号　TEL.03-5927-8356 (代)　FAX.03-5927-8357
ホームページアドレス http://www.shibayama.co.jp　e-mail アドレス gsc@shibayama.co.jp

JASCO

Designed for you

ユーザーの声を形にした旋光計

P-4000 series

旋光計 / Polarimeter

New

薬局方に準拠した正確な測定をしたい

・輝線光源を使った [α]D の測定
・連続光源使用時の補正機能を搭載

データを正しく管理したい

・ユーザー管理機能搭載
・DI をサポートするソフトウェアを選択可能

設置場所を省スペースにしたい

・旧機種よりコンパクトな A3 サイズ相当の筐体
・装置＋制御部の一体型設計

簡単に使いたい

・直感で操作できるタッチパネル
・少量の試料も注ぎやすいオリジナルセル
・試料の温度調整・温度計測の両機能を標準搭載

最適なコンディションを維持したい

・ISO/IEC 17025 認定の校正を行った旋光板による確認
・日常点検機能の搭載
・酸性試料に対する優れた耐久性

光と技術で未来を見つめる

日本分光

日本分光株式会社
〒192-8537 東京都八王子市石川町2967-5
TEL 042(646)4111(代)

日本分光の最新情報はこちらから

https://www.jasco.co.jp

日本分光HP

JASCO

JASCO は日本分光株式会社の登録商標です。
本広告に記載されている装置の外観および各仕様は、改善のため予告なく変更することがあります。

ディスポチューブでらくらく粉砕！！

立体8の字®
商標登録第 6576850 号

秒速粉砕機

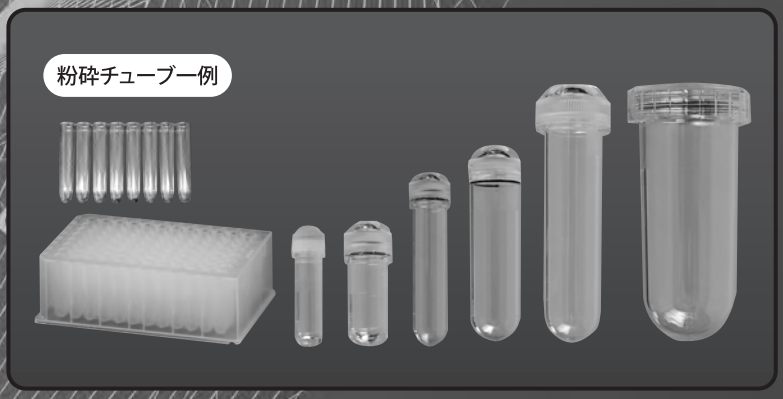
マルチビーズショッカー®
Multi-beads Shocker®

MB3000シリーズ

卓上型・省スペース　極静音設計 40dB 以下

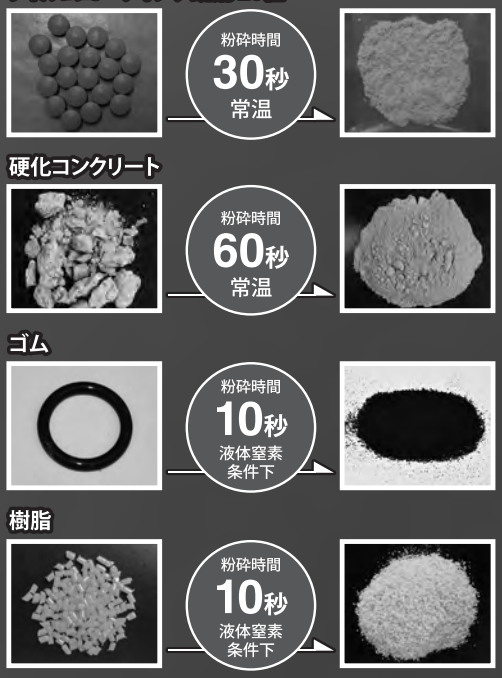
豊富な種類の粉砕用ディスポ容器

96well ～最大 100ml チューブまでラインナップ!!



各サンプル量に合わせた最適粉砕を実現！
タングステンカーバイド、チタン、メノウ、酸化ジルコニウム、
PTFEなど豊富なラインナップ！

更新キャンペーン実施中!
※詳しくは、お問合せ下さい。



新発売!!

50ml・60ml・75ml・100ml用 らくらく開閉キャップ

手締めによるねじキャップの開閉ストレスを解消！
ねじキャップの締付トルク不足によるトラブルを防止！

上記以外の仕様についてはお問い合わせください。※仕様及び外観は、改良のため予告なく変更する場合があります。

製造発売元 安井器械株式会社　本社・工場　〒534-0027 大阪市都島区中野町2-2-8
TEL.06-4801-4831　FAX.06-6353-0217
E-mail:s@yasuikikai.co.jp　https://www.yasuikikai.co.jp

ⓒ2025 Yasui Kikai Corporation, all rights reserved.

250526

光学式酸素モニター

FireSting O2-C 酸素モニター(4ch)

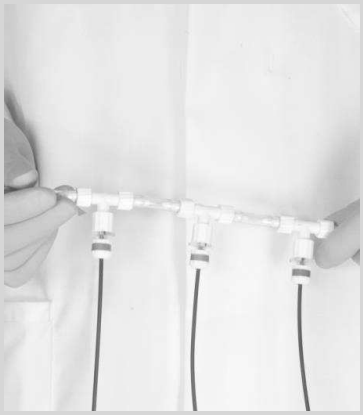
接続するセンサータイプを入れ替えることで、
基本機能の光学式酸素モニタリング測定の他に
光学式温度測定、および (一部機種のみ)
pH測定が可能な測定装置です。

- 一台で最大4チャンネル対応。項目の組合せは自由
- 気相および液相での測定に利用できます
- 酸素濃度測定用のセンサーには
  通常用と低濃度用があります
- 非接触型など様々なタイプのセンサーをラインナップ

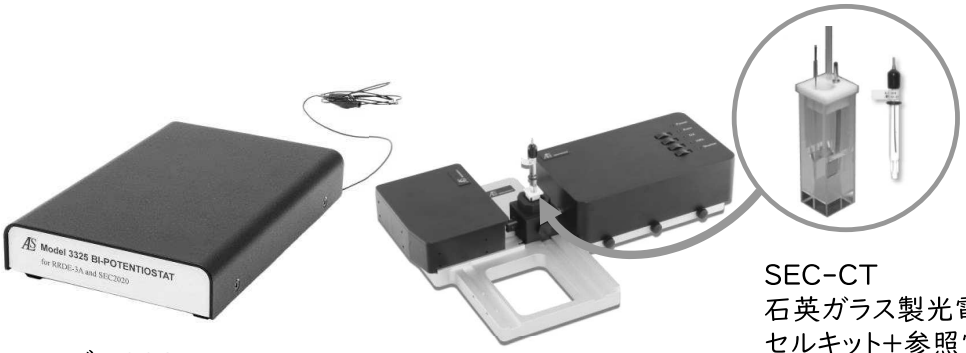
ミニプローブを
溶液に挿して･･･

密閉容器内の酸素濃度や
温度の測定に･･･

フローセルタイプで
流体の測定に･･･



分光電気化学システム



モデル3325
バイポテンショスタット

SEC2020
スペクトロメーターシステム

SEC-CT
石英ガラス製光電気化学
セルキット+参照電極

電気化学的な挙動と
分光スペクトル変化を
同時に測定できる
システムです。

● 製品の外観、仕様は改良のため予告なく変更される場合があります。

BAS ビー・エー・エス株式会社

光学式センサーをはじめ各種のアクセサリーについては
弊社ホームページでご確認下さい!!

本社 〒131-0033 東京都墨田区向島 1-28-12
東京営業所 TEL: 03-3624-0331 FAX: 03-3624-3387
大阪営業所 TEL: 06-6308-1867 FAX: 06-6308-6890

セミナー講演内容などビー・エー・エス株式会社の最新情報はメールニュースで随時配信しております。配信ご希望の方はお気軽にお問合せ下さい ⇒ E-mail: sp2@bas.co.jp

FRONTIER LAB

マイクロプラスチック分析用

熱分解GC/MSシステム

フロンティア・ラボのマイクロプラスチック分析用熱分解GC/MSシステムは ASTM D8401-24「熱分解GC/MSを用いた水中のマイクロプラスチックの標準試験法*」に準拠しています。

*Standard Test Method for Identification of Polymer Type and Quantity of Microplastic Particles and Fibers in Waters with High to Low Suspended Solids Using Pyrolysis - Gas Chromatography/Mass Spectrometry

システム紹介

Advance your microplastics research with Frontier Lab's system

迅速凍結粉砕装置 IQ MILL-2070

簡単操作！扱いやすい卓上型の粉砕装置

静音設計

- **静かな作動音** … 通常会話を妨げないレベル（粉砕時の騒音参考値55 dB）
- **短時間 & パワフルに粉砕** … 高速上下ねじれ® 運動による効率的な粉砕
- **試料に合わせた細かな条件設定** … 粉砕速度/時間/サイクル数の設定 種類豊富な粉砕子と容器
- **液体窒素消費量が少なく省エネ** … 液体窒素の最小消費量は約300 mL

40種以上の粉砕応用例をウェブサイトから閲覧可能！ 製品情報

マススペクトル検索ソフトウェア F-Search 3.8

ポリマー・添加剤を瞬時に同定！

- **検索ソフトウェアと4つのライブラリー** … 目的に応じたライブラリーを選択可能
- **独自アルゴリズムで検索** … 異なる分析条件のデータも信頼性ある推定が可能
- **ライブラリー登録数大幅増** … 前バージョン比約 650 種類のポリマーを追加

30日間トライアル版をウェブサイトからダウンロード可能！ 製品情報

フロンティア・ラボ 株式会社

お気軽にお問い合わせください
www.frontier-lab.com/jp info@frontier-lab.com

高性能の熱分解装置と金属キャピラリーカラムの開発・製品化に専念して、洗練された製品をお届けしています

ぶんせき７月号　掲載会社　索引

【ア行】
ヴェオリア・ジェネッツ㈱・・・・・表紙４
㈱エス・ティ・ジャパン・・・・・・・・・・A1
【サ行】
ジーエルサイエンス㈱・・・・・・・・・表紙３
㈱島津製作所・・・・・・・・・・・・・・・・表紙２
西進商事㈱・・・・・・・・・・・・・ カレンダー裏
㈱ゼネラルサイエンス
　コーポレーション・・・・・・・・・・・・・A2
【ナ行】
日本分光㈱・・・・・・・・・・・・・・・・・・・A3
【ハ行】
ビー・エー・エス㈱・・・・・・・・・・・・A11
フリッチュ・ジャパン㈱・・・・・・・・・・A5
フロンティア・ラボ㈱・・・・・・・・・・・A12
【ヤ行】
安井器械㈱・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・A4

製品紹介ガイド・・・・・・・・・・・・・・・A6～7
ラボラトリーガイド・・・・・・・・・・A8～10

分析試料の前処理作成用粉砕機

FRITSCH GERMANY

FRITSCH

ドイツ フリッチュ社製

ミニミル P-23

- ナノ粒子を1–2分で作成
- 処理量0.1–5mlの少量試料作製に最適
- 重量7kg、寸法20×30×30cmと極めて小型
- 容器。ボールの材質はジルコニア、ステンレス、プラスチック
- 研究室だけでなく、DCを使って外部での使用も
- 更に、グローブボックス内での使用も可能
- マイクロチューブにも対応。Max 2ml×6個

ドイツ フリッチュ社製

遊星型ボールミル Classic Line P-7

- Fritsch 伝統の遊星型ボールミルの小型タイプ
- 容器のサイズは45ml、または12ml。2個搭載可能
- 容器、ボールの材質はメノー、ジルコニア等7種類
- ポット回転数はMax1,600 rpmの強力パワー
- 試料作製だけでなく、本機目的の研究開発用機器としてもご使用いただけます

カタログおよび価格表は弊社にお問い合わせください

フリッチュ・ジャパン株式会社

info@fritsch.co.jp　https://www.fritsch.co.jp

本　　社　〒231-0023 横浜市中区山下町252　Tel (045)641-8550　Fax (045)641-8364
大阪営業所　〒532-0011 大阪市淀川区西中島7-2-7　Tel (06)6390-0520　Fax (06)6390-0521
福岡営業所　〒819-0022 福岡市西区福重5-4-2　Tel (092)707-6131　Fax (092)707-6131

ラボラトリーガイド

― 研究計画立案のために ―

■本製品ガイドに掲載の製品に関するカタログ・資料請求は…

直接広告掲載会社へご連絡いただくか、下の資料請求用紙にご記入の上、広告取扱会社㈱明報社まで FAX にてお送りください。

㈱明報社『ぶんせき』係行　　ぶんせき 2025 年 7 月号　　**FAX.03-3546-6306**

資 料 請 求 用 紙

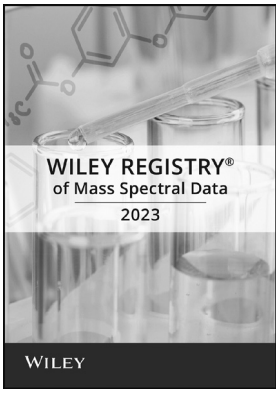
年　　月　　日

ご請求者	
	□□□-□□□□ 住　所
	会社名
	所　属
	フリガナ
	氏　名
	TEL (　　)　　－　　FAX (　　)　　－ E-mail:

資料ご希望の節は下記請求番号（製品横の数字）に○印をお付けください。

No.		No.		No.		No.	
1		2		3		4	

1 コンピュータ・データ処理　Wiley Registry 質量スペクトルデータベース



Wiley Registry 2023

約74万個の化合物について、約87万件のEIスペクトルを収録したGC-MS用質量スペクトルデータベース。

価格（税抜）
1,894,000円（新規）
1,330,000円（旧版からのアップグレード）

Wiley Registry/ NIST 2023

Wiley Registry 2023にNIST23のEIおよびMS/MSデータを統合し、世界最大級の網羅性を実現。

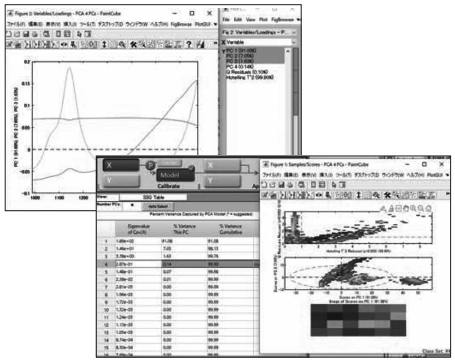
価格（税抜）
2,540,000円（新規）
1,715,000円（旧版からのアップグレード）*

*NIST旧版からのアップグレードは、25%割引にて提供中。お問い合わせください。

仕様（各製品共通）
USB（買取、1インストール）
Windows 10/11対応PC
主要メーカーの質量分析ソフトに対応。

化学情報協会
科学データ情報室　担当：坂本
TEL：03-5978-3622　FAX：03-5978-3600
E-mail: crystal@jaici.or.jp

2 コンピュータ・データ処理　多変量イメージ解析　MIA_Toolbox



特長
FT-IR、Raman、NIRの顕微鏡やカメラで作成されるハイパースペクトラルイメージ（HSI）データで多変量解析（PCA、PLS、PLS-DA、Classification）を実行できます。イメージ上で関心のある領域（ROI）の成分物質の分布マップも得られます。PLS_ToolboxまたはSoloが必要です。

★データのインポート：MATLABのイメージデータ、ENVIフォーマット、イメージデータ（Tiff、Jpeg、Png、Bmp）
★Image Manager：イメージデータの確認、PLS予測用のROIの取り込み、予測結果のテーブル／エクスポート
★多変量解析：PCA、PLS、PLS-DA

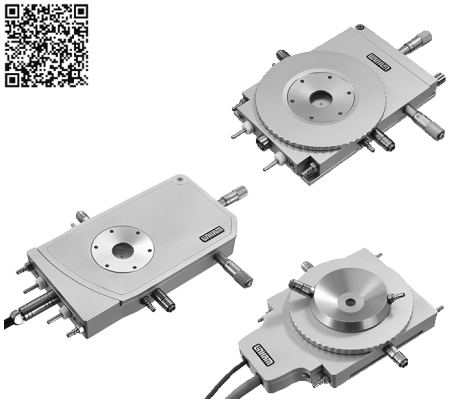
PLS_Toolbox（MATLAB用アドイン）
定価（税込）：660,000円/253,000円（一般/教育）
MIA_Toolbox（MATLAB用アドイン）
定価（税込）：286,000円/121,000円（一般/教育）
Solo（スタンドアロン）
定価（税込）：968,000円/319,000円（一般/教育）

★netCDF（Mass）のインポート
★高度な前処理（中央化、スケーリング、スムージング、微分）

（製作元：Eigenvector Research Inc.）

株式会社 ディジタルデータマネジメント
TEL.03-5641-1771　FAX.03-5641-1772
URL: http://www.ddmcorp.com

3 熱分析　顕微鏡用冷却加熱ステージ　10002L/10083L/10021/10016



本体価格：お問い合せください

－190℃～1500℃の間で顕微鏡観察・顕微測定するサンプルの温度制御ができる顕微鏡用冷却加熱ステージをラインナップしております。
冷却制御は、温度範囲により液体窒素冷却、ペルチェ素子冷却タイプがございます。
加熱冷却の他、電圧印加・延伸・せん断ができる製品もあり、お手持ちの顕微鏡を加工せず取付できます。
●詳しくは当社HPよりご覧下さい

10002L：温度範囲/－190℃～600℃
　　昇降温速度/0.01～150℃/min
10083L：温度範囲/－100℃～420℃
　　昇降温速度/0.01～30℃/min
10021　：温度範囲/－20℃～120℃
　　昇降温速度/0.01～20℃/min
10016　：温度範囲/室温～1500℃
　　昇降温速度/1～200℃/min

ジャパンハイテック株式会社
TEL.043-226-3012　FAX.043-226-3013
URL: https://www.jht.co.jp

4 研究室用設備器具　フリッチュジャパン NANO対応粉砕機 “Premium Line P-7”

本体価格：お問い合わせください

遊星型のパイオニアであるドイツフリッチュ社が、時代が要求するNANO領域の粉末を作成する目的で新たにご紹介する遊星型ボールミルです。従来の弊社製品と比べても2.5倍のパワーを有しており、94Gのパワーが皆様をNANOの世界にご案内いたします。加えて容器は本体に内蔵されておりますので皆様方の安全な作業に十分配慮してございます。容器の多様性も大きな特色かと思います。加えて卓上タイプであることは研究室のスペースの問題を解消します。

仕様
台盤回転数（最大）：1,100rpm
容器回転数：2,200rpm
容器の材質：メノー、アルミナ、チッカ珪素、ジルコニア、ステンレス、クローム等
粉砕例示：試料。 SIO2.
粉砕時間：90分。
結果　平均粒度：0.026μm

フリッチュ・ジャパン株式会社
TEL.045-641-8550　FAX.045-641-8364
URL: http://www.fritsch.co.jp
E-mail: info@fritsch.co.jp

掲載会社　所在地

㈠社) 化学情報協会	〒113-0021　東京都文京区本駒込6-25-4　中居ビル
ジャパンハイテック㈱	〒260-0001　千葉県千葉市中央区都町3-14-2-405
㈱ディジタルデータマネジメント	〒103-0025　東京都中央区日本橋茅場町1-11-8　紅萌ビル
フリッチュ・ジャパン㈱	〒231-0023　神奈川県横浜市中区山下町252　グランベル横浜ビル

ぶんせき 2026 年 2 月号・予告

2026年度・製品ガイド

2026年2月号にて、年度末「製品ガイド」を予定しております。
予算対策の絶好のPR機会としてご期待ください。

MEIHOSHA ADVERTISING AGENCY

株式会社 明報社

〒104-0061　東京都中央区銀座7-12-4 友野本社ビル
TEL : 03-3546-1337　FAX: 03-3546-6306
E-mail: info@meihosha.co.jp　URL: http://www.meihosha.co.jp

有機フッ素化合物の分析で気をつけること

髙原　玲華，高柳　学

1　はじめに

近年，分析技術には高精度化や高感度化がより求められ，その要求に応じて分析装置も急速に進化している．しかし，分析機器の高感度化により，以前は検出できなかったレベルの汚染が検出可能となり，分析操作中に発生するコンタミネーションやキャリーオーバーの影響がこれまで以上に大きな課題となっている．

今回のテーマでは，有機フッ素化合物の中でも，PFAS（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）に焦点をあてる．

PFAS は機器分析においてコンタミネーションリスクが高く，分析需要の高まりとともに汚染対策が不可避の課題となっている．成分数が多く物性も多様なため，汚染の原因特定に時間がかかり，環境中に広く存在することから対応が難しい場合も多い．

汚染が発生した場合，無計画に対策を講じるのではなく，冷静で体系的な対応が求められる．そのためには，事前に機材，試薬，実験環境などの要素を慎重に検討し，最適化された手順を構築する必要がある．加えて，表面的な情報に頼るのではなく，ブランク試料の管理や汚染リスクの評価など，実験の精度を確保するための基本的な作業を徹底することが求められる．

本稿では，これらの課題を解決するための考え方を整理し，PFAS 分析における汚染対策の必要性を再確認するとともに，読者の思考整理に役立つ情報を提供することを目的とする．

2　PFAS の概要と規制動向[1)]

PFAS は耐熱性，耐水性，耐薬品性に優れ，化学的に非常に安定しているため，調理器具の焦げ付き防止コーティング，撥水（はっすい）剤，防水材，消火剤など，幅広い用途で使用されている．しかし，環境中に放出されると分解されにくく，生体濃縮が進みやすいことから，有害性が懸念されている．これらの特性により，POPs（残留性有機汚染物質）として国際的に問題視され，規制の対象として認知されるようになった．以降，世界中の規制当局で PFAS の監視および規制の強化が進められており，規制対象成分も科学的知見の進展に基づき随時見直しが行われている．以下では，2024 年 12 月現在における国内の PFAS 規制動向について整理する．

2･1　POPs 条約

PFOS（perfluorooctanesulfonic acid）およびその塩類は残留性の性質を有することから，2009 年 5 月に付属書 B（制限）へ追加された．続いて，PFOA（perfluorooctanoic acid）とその塩および PFOA 関連物質が 2019 年 5 月に付属書 A（廃絶）へ追加され，さらに PFHxS（perfluorohexanesulfonic acid）とその塩およびこれらの関連物質が 2022 年 6 月に付属書 A（廃絶）へ追加された．2024 年 9 月に開催された残留性有機汚染物質検討委員会（POPRC）の第 20 回会合では，長鎖ペルフルオロカルボン酸（炭素数 9〜21 の長鎖 PFCA）とその塩および関連物質について，付属書 A（廃絶）への追加を締約国会議に勧告することが決定された[2)]．これらの物質は，フッ素ポリマーの加工助剤や界面活性剤などに主に使用されている．

2･2　国内の動向

POPs 条約の対象物質である PFOS，PFOA，PFHxS は，第一種特定化学物質に指定され，製造や輸入などが原則禁止されている．水道水では，2020 年 4 月に PFOS および PFOA が水質管理目標設定項目とされ，目標値として 50 ng/L（合算）が定められた．現在「PFOS・PFOA に係る水質の目標値等の専門家会議」において，水道水質基準への移行が議論されている．環境水については，2020 年 5 月に要調査項目として追加され，暫定指針値として 50 ng/L が設定されている．

食品に関しては，内閣府食品安全委員会が 2024 年 6 月に PFOS および PFOA に関する科学的知見を基に，食品健康影響指針値として TID（耐容一日摂取量）20 ng/kg 体重/日を設定することが妥当であると判断した[3)]．

農作物について指針値などは示されていないが，自治

What to Watch Out for in Organofluorine Compound Analysis.

体による PFAS 濃度の実態調査を支援するため，農林水産省が 2024 年 8 月に「農作物中の PFOS，PFOA，PFHxS，PFNA の分析法」として標準作業手順書を発出している[4]．

また，農業環境中の PFAS 濃度を測定する方法を確立するため，農地土壌中の多種の PFAS を抽出・検出する手法の開発が進められ，2024 年にその手法が公開されている[5]．このように，さまざまな試料に対する分析法の確立が着実に進んでいる．

3　ブランク対策のための思考整理

前項で示した国内規制に加え，世界各国では ng/L オーダーの低濃度域での規制が設定されており，これらの規制値を遵守するための適切な対策が求められている．このような背景から，PFAS 分析では，分析結果の信頼性を保証するためにコンタミネーション対策が極めて重要視されている．PFAS は実験室内で使用される多くの器具や部品にも含まれている．たとえば，PTFE（ポリテトラフルオロエチレン）製のシールや O リング，シリンジフィルター，撥水処理された実験台，個人防護具などが挙げられる．これらからのコンタミネーションは，適切な準備や操作を怠ると測定値に影響を及ぼす可能性が高い．しかし，すべての潜在的なブランク要因に対応することは時間やコストの面で非現実的である．そのため，ブランク対策では汚染原因の可能性を体系的に整理し，個別に対応することが必要である．

本稿では，PFAS 分析におけるコンタミネーションを防ぐための具体的な注意点を①作業開始前の心得，②試薬の調製・保管工程での注意点，③器具類の取り扱いにおける注意点，④使用する溶媒の選定，⑤固相抽出と LC-MS/MS 操作時の注意点の 5 項目に分けて解説する．

3･1　作業開始前の心得

PFAS 分析では，EPA や ISO が提供するガイドラインが基本的な参考資料として役立つ（図 1）．また，Michigan PFAS Action Response Team（MPART）[6] や Interstate Technology and Regulatory Council（ITRC）[7] の技術的および規制に関する文書も，精度向上に大いに寄与する．これらの資料は，過去の知見や研究成果に基づいており，PFAS 分析の基盤として非常に有用である．

Method	ISO21675: 2019	EPA Method 533	EPA Method 537.1	EPA Draft Method 8327	EPA Draft Method 8328	EPA Draft Method 8329	EPA Method 1633
PFAS対象成分数	30	25	14	24	25	24	40
測定装置	LC/MS/MS	LC/MS/MS	LC/MS/MS	LC/MS/MS	LC/MS/MS	LC/MS/MS	LC/MS/MS
試料	飲料水 環境水（淡水及び海水） 2g/L未満の個体微粒子（SPM）を含む排水	飲料水	飲料水	地表水 地下水 廃水（マトリックス）	地表水 地下水 排水（固形物）	土壌	水（飲料水以外） 固体 バイオソリッド 組織サンプル

図 1　ISO や EPA のガイドライン

図 2　PFAS ブランク対策のイメージ

PFAS は環境中に広く分布しているため，ブランクを完全にゼロにすることは現実的ではない．大切な点はブランクを適切にコントロールし，高濃度汚染をラボ内に持ち込まないことや，使用する場所や器具のブランク状況を正確に把握することである．作業室や器具からの汚染が測定値に影響しないことを確認するため，事前にブランク試験を実施し，コンタミネーションの発生状況を把握しておくことが求められる．ブランクおよびコンタミネーション対策の基本的なイメージを図 2 に示す．

実験室内では，PFAS の混入リスクが低い実験衣，手袋，マスクを着用する．また，不用意に機材を外部から持ち込むことを避け，手順書に従った事前準備を徹底する．作業中に機材が不足した場合でも，他の実験室から機材を持ち込むことは極力避けるべきである．しばらく使っていない作業室の机などは作業験前にメタノール等で拭いてから使用する．大気中 PFAS のブランク影響を減らすために，アルミホイルを利用する場合もある．アルミホイルは，机上に敷いて作業できるだけでなく，大気中の PFAS が直接器具類に接触するのを防ぐことができるため，有用である．ただし，アルミホイルからガラス製品へ PFAS が移行する可能性について，EPA Method 537.1 で言及しているため[8]，使用に耐えうるアルミホイルかどうかを事前に確認することが求められる．さらに，実験衣や着衣には防水加工や柔軟剤を使用したものを避ける．日焼け止めや虫よけなどのパーソナルケア製品にはフッ素化合物が含まれている可能性があるため，使用時には十分注意する．サンプルへの人的接触を最小限に抑えることも重要であり，適切な手袋を着用することでコンタミネーションリスクを効果的に低減できる．手袋は作業内容に応じて適宜交換し，常に清潔な状態を保つよう心がける．

3･2　試薬の調製・保管工程での注意点

PFAS 分析用の試薬は，各試薬メーカーから入手可能であり，ほとんどのメーカーの製品には標準品の分析証明書（Certificate of Analysis）が添付されている．これらの分析証明書は，Lot や純度の記録となるため，きちんと保管し，必要に応じて参照できるようにすること．標準試薬の保管方法については，各ガイドラインの指示に従うことが求められる．PFAS は安定性の高い成分であるが，保管中における汚染，揮発，吸着，析出，溶媒の蒸発などにより，濃度が変化するリスクがある．特に，検量線用の試薬の希釈調製については，必要に応じてその都度調製することが望ましい．標準液や標準原液の保管については，アンプル封入にて保管する方法が推奨される．アンプル封入が難しい場合には，濃度変化の影響を受けにくい高気密バイアルを使用することが有効である（図 3）．

図 3　PFAS 専用高気密バイアル（10 mL 用，1.5 mL 用）

3･3　器具類の取り扱いにおける注意点

PFAS 分析の作業においては，器具が汚染源とならないように十分注意する必要がある．可能であれば PFAS 分析専用の器具を確保し，他の試験工程と共用しないことをお薦めしたい．

図 1 に記載されている各ガイドラインでは，器具の材質に関する具体的な指針が示されている．標準液や試料と接触する部分には，PTFE を含む容器を使用しないことが求められる．使用する器具に PFAS が含まれていないかを確認するためには，安全データシート（SDS）を入手し，「PFAS」「フルオロ」「ハロ」などの用語が記載されていないかを確認する．樹脂製の機材については，高密度ポリエチレン（HDPE），ポリプロピレン（PP），低密度ポリエチレン（LDPE），ポリエーテルエーテルケトン（PEEK），シリコンなどが使用可能であるとされている．ただし，SDS にフッ素化合物が原料として記載されていない樹脂製品の場合でも，製造工程において樹脂の型をはがす剥離剤としてフッ素化合物が使用されていることがあるため，事前の確認試験を実施する必要がある．サンプル処理後の試料容器については，可能な限り廃棄する．再利用する場合には，吸着している PFAS 関連物質や容器に付着した汚れ，粒子を十分に洗浄する．容器の洗浄においては，メタノールで浸漬洗浄を行い，PFAS フリーの洗剤を使用した後，精製水で十分にすすぐこと．洗浄後は，清浄な環境下で保管し，使用直前に PFAS 汚染のないメタノールですすいでから使用する．なお，洗剤の使用にあたっても注意が必要である．陰イオン性界面活性剤は，PFOS 分析で使用される LC-MS/MS の負イオンモードにおいて，類似したプロダクトイオンを生成し，干渉を引き起こす可能性が示唆されている[9]．

これらの洗浄手順については，作業者間でばらつきが生じる可能性があるため，SOP（標準作業手順書）に詳細を記載し，作業手順を標準化することが求められる．さらに，定期的にブランクチェックを行うことで，洗浄工程や器具の汚染状況を確認し，管理の適正化を図るようにする．

3･4　使用する溶媒の選定

PFAS 分析において，使用する溶媒や精製水の管理は

図 4　PFOS・PFOA 分析用超純水

特に慎重な取り扱いが求められる．精製水は，器具類の洗浄など多くの用途で使用されるため，ラボ内に設置された精製水製造装置を使用するのが一般的である．使用に際しては，精製水自体が PFAS で汚染されていないことを事前に確認し，適切に管理する．精製水製造装置でブランクが確認された場合には，PFAS 分析用として市販されている精製水を必要に応じて使用することが望ましい（図 4）．こういった製品は，予期せぬブランクが発生した際の確認作業に重宝することから，2〜3 本を常備しておくことを推奨する．

有機溶媒については，PFAS 分析用として市販されている溶媒を使用するのが安全であるが，高価な製品が多いため，ルーチンでの使用にはコスト面での負担が大きい．分析に影響がないレベルであることを確認できている，LC-MS/MS 用グレードの溶媒であれば，代替品として使用可能である．目的や必要性に応じて使い分けをすると良い．

なお，使用する溶媒は，開封後に雰囲気由来のコンタミネーションの影響を受ける（図 5）．そのため，開封後は速やかに使用すること，使い切れない場合は，小分けにしてパラフィルムなどで密閉するなどの工夫を行い，コンタミネーションを防ぐ現実的な対応が求められる．

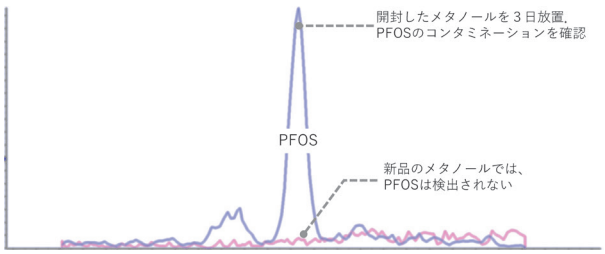


図 5　メタノール溶媒開封による PFOS コンタミネーションの影響

3･5　固相抽出と LC-MS/MS 操作時の注意点

サンプル前処理段階（固相抽出操作を含む）で使用される器具や部材には，耐溶媒性と加工性の観点から PTFE や PFA（パーフルオロアルコキシアルカン）で製造されているものが多い．そのため，使用する器具の材質については，事前にカタログで調査するか，不明な場合はメーカーに問い合わせを行う．固相抽出処理においては，金属やポリプロピレン（PP）で作製された自然落下専用マニホールドも市販されているため，必要に応じてこれらを利用することが望ましい（図 6）．

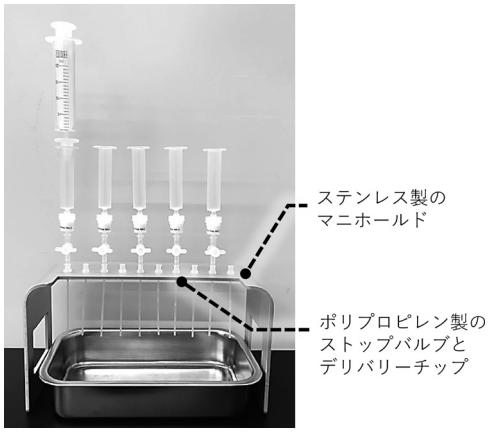


図 6　PFAS 前処理自然落下専用マニホールド

水道水や環境水においては，固相抽出の自動化装置を使用することもあり，その場合の注意点を記す．装置内の流路に PFAS を含む部材が使用されていないかを確認し，使用前にメタノールで十分に洗浄した後，ブランク確認を行う．ブランク値が安定しない場合には，PFAS 分析対応のオプション品を取り扱うメーカーに問い合わせ，PEEK やポリエチレン（PE）製の部材への代替が可能か検討する．例えば，一般的な加圧式の自動通水装置においては，PTFE 素材のプランジャーヘッドを装着したガラスシリンジを使用し，試料水を固相抽出カラムまで送り出す方式が採用されている．ガラスシリンジ内に試料水を入れたくないというニーズに対応するため，加圧送液装置を用いつつ吸引方式で通水処理を可能にしたオプションも存在する（図 7）．

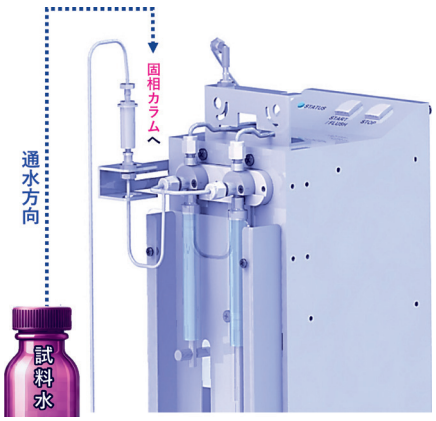


図 7　シリンジポンプを用いた吸引方式による固相抽出法自動通水装置（アクアローダー AL898 の場合）

図 8　試料水ラインを PEEK に変更した全自動固相抽出装置 ASPE899

全自動固相抽出装置（コンディショニングから溶出液濃縮までの一連の処理）については，すべての切り替えバルブや配管類から PFAS を含む部材を完全に排除することは技術的に困難である．そのため，代替可能な部品を選定して交換し，ブランク値の低減を図りながら運用することが現実的な対応となる（図 8）．PFAS 分析は微量であることから，試料水量が多くなる一方，一定速度の通水条件を確保する必要がある．そのため，自動化装置の導入は作業効率化の観点からも有力な選択肢といえる．装置のブランクが懸念される場合もあるが，逆に自動化装置を用いることで，清潔なドラフト内で作業を完結させることが可能となり，再現性の向上や作業者の出入りや接触回数を減らすメリットが得られる．これにより，ブランク値の安定にも寄与する．それぞれの装置の特性を十分に把握し，適切に活用することが望ましい．

次に，LC システムや移動相由来の PFAS 成分によるコンタミネーションの影響について述べる．LC の配管にフッ素樹脂が使用されている場合には，ソルベントインレットフィルターを含め，可能な限り他の部材（PEEK やステンレス鋼〔SUS〕）に交換する．脱気装置にはフッ素樹脂が使用されていることが多いため，バックグラウンドが下がらない場合には，脱気装置を一時的に外して使用する．また，PFAS 由来のブランクピークを完全に検出下限値以下にすることは極めて困難である．どのレベルまで許容するかについては，分析目的と照らし合わせたうえで，LC システムのブランクを可能な限り低減させた状態を維持することが求められる．

その工夫の一例として，Delay カラムの使用が挙げられる．Delay カラムをグラジエントミキサーとオートサンプラーの間に設置することで，ミキサーより前のシステム（例：脱気装置など）から溶出する PFAS 由来のシステムブランクの溶出時間を遅らせることができる（図 9）．この方法により，検体ピークとブランクピークの分離が容易になり，分析結果への影響を最小限に抑えることが可能である．Delay カラムは，分析対象の PFAS ピークとシステムブランクの溶出時間に時間差を設けることで，PFAS の正確な定量を実現する．Delay カラムにはいくつかの種類があるが，活性炭型 Delay カラムは，システムブランクの溶出を遅らせる能力が高いため，高純度アクティブカーボンのような保持力の強い充填剤を用いた製品の使用が推奨される．特に，多成分 PFAS 分析を行う場合，Delay カラムの保持力の強さが重要となる．図 10 に高純度アクティブカーボンを充填した Delay Column for PFAS を使用した PFAS 21 成分の分析事例を示す．このクロマトグラムに示されているように，Delay Column for PFAS は，目的成分の後にシステムブランクを溶出させるための有用なツールとなる．

オートサンプラーに設置している洗浄用溶媒は外部環境由来の汚染を受けやすい．準備する溶媒量は少量単位とし，使用のたびに交換することが推奨される．

オートサンプラー用サンプルバイアルのキャップについて，一般的に使用されるセプタムの多くには PTFE コーティングが施されており，PFOS や PFOA の汚染原因となる[10]．ブランクの影響を防ぐためには，PTFE を使用しないセプタムレスキャップ，あるいはアルミディスク付きキャップを選択することが望ましい．

最後，ラボの運用に関して，LC-MS/MS が PFAS 専用装置ではなく，他の分析項目と共有して使用している場合について述べる．装置を共有している場合，使用する

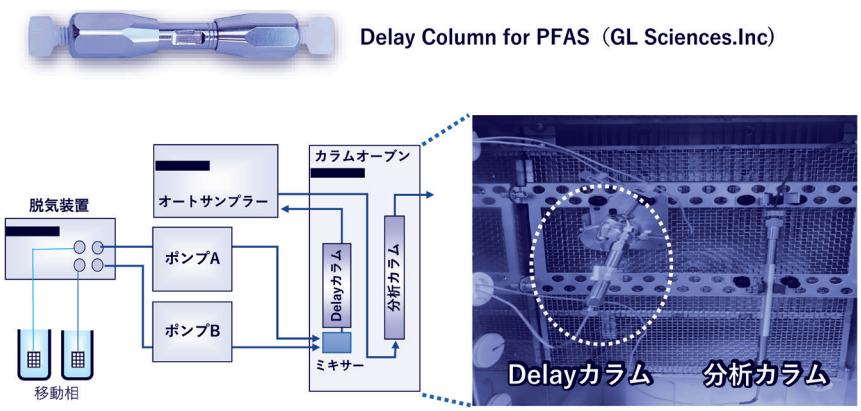


図 9　ディレイカラムと接続位置

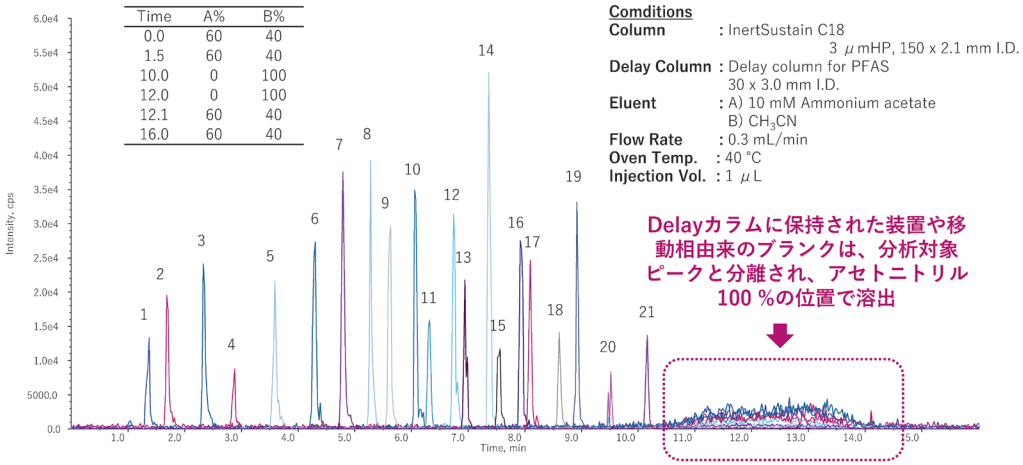


図 10　ディレイカラムによるシステムブランクの低減効果

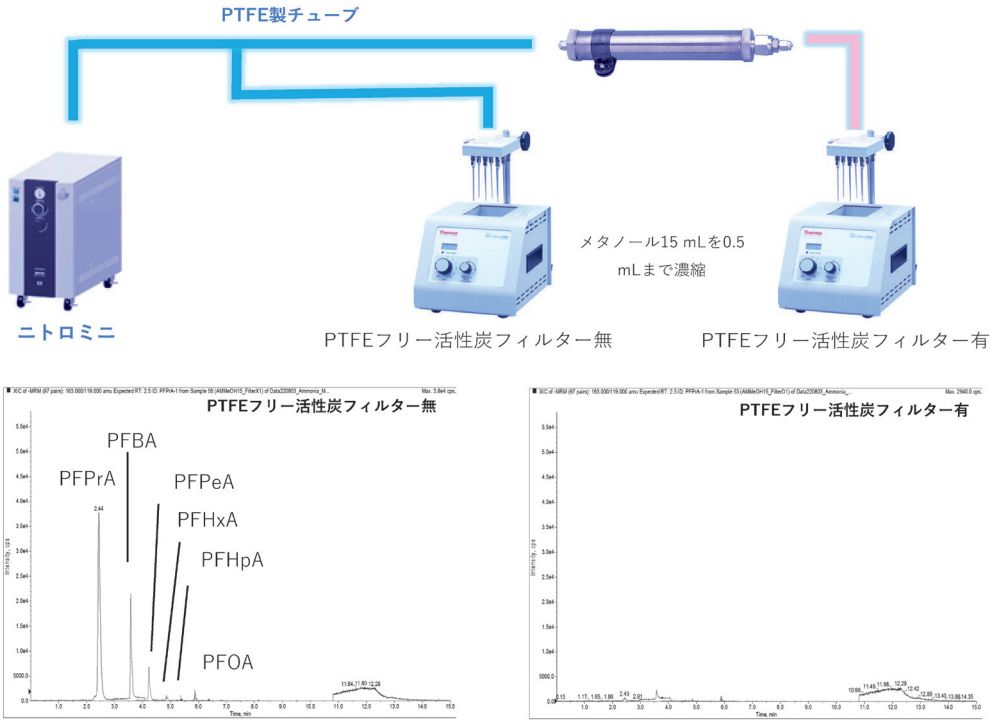


図 11　固相抽出カラムからの溶出液の濃縮操作時におけるブランク影響と活性炭フィルターによるブランク除去効果

移動相や測定サンプルが頻繁に変更されるため，未知のブランクピークに悩まされることが多い．そのため，前回の分析条件（例：移動相の種類，交換された部品，注入されたサンプルの内容）を記録し，関係者と事前に情報を共有することが重要である．そのうえで，使用前には流路を十分に洗浄する必要がある．特に，正体不明なサンプル注入に起因するオートサンプラー由来のブランクピークが問題となることが多い．メタノールやアセトニトリルによる洗浄で除去できない場合は，イソプロパノールを用いた洗浄が有効な対策となることがある．分析前には必ず装置のブランクチェックを行うことが重要である．

4　環境からの汚染で気を付けること

実験室の環境によっては，大気中に飛散しているPFAS の汚染を気にする必要がある．大気中の PFAS は粒子態とガス態に分布し，粒子態では PFOS や PFDA などのイオン性 PFAS が主に局所的な汚染源の影響を受ける．一方，ガス態では FTOH（フッ素テロマーアルコール）などの中性 PFAS や短鎖イオン性 PFAS が多く含まれ，これらは長距離輸送され広域に分布するとされる[11]．中でも，固相抽出で得られたサンプル抽出液を濃縮する操作では，一般的に試験管を加温しながら窒素を吹き付ける操作が用いられる．窒素の供給源として窒素発生器が使用される場合が多い．窒素発生器は，大気を

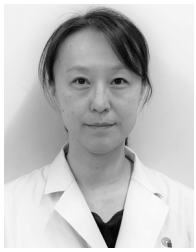
取り込み，PSA（pressure swing adsorption ）法や膜分離方式によって窒素を生成するため，大気中の PFAS がコンタミネーションの原因となりやすい．これを防ぐために，窒素発生器と濃縮器の間に PTFE フリーの精製管を接続することで，汚染リスクを低減できる（図 11）．

5 ま と め

PFAS 分析の成功の鍵は，すべての分析操作や条件，ブランクのリスク，回収率や再現性に影響を与える要素を丁寧に管理し，検証することにある．これにより，信頼性の高いデータが得られ，PFAS の正確な定量やリスク評価が可能となる．これらの取り組みによって，PFAS 分析の課題を克服し，環境中の PFAS 汚染を正確に評価するための基盤が整備されるといえる．山下ら[12]は「BRR（blank, recovery, reproducibility）」という考え方について言及し，「どの機材を使えば良いか」や「分析の Tips」よりも，高感度微量分析において，ブランク管理，回収率確認試験，再現性確認試験のような根底部分を徹底的に行う必要性を指摘している．分析の際には，機材や試薬，実験環境，さらに作業者の操作まで，あらゆる要素を詳細に検討し，最適化された手順を構築する重要性を強調している．分析化学では「体系的かつ慎重な思考」と「着実な実験操作」が最も重要であることを改めて認識させられるものである．本稿が PFAS 分析に携わる関係者の一助になれば幸いである．

文　献

1）環境省：“PFOS 及び PFOA に関する国内外の動向について”，令和 6 年度第 2 回水質基準逐次改正検討会配布資料，資料 1 参考 1，〈https://www.env.go.jp/council/water_supply/kentoukai/kijun/0000183130_00009.html〉，(accessed 2024. 12. 24)．
2）環境省：“残留性有機汚染物質検討委員会第 20 回会合（POPRC20）の結果について”，環境省報道発表資料，〈https://www.env.go.jp/press/press_03827.html〉，(accessed 2024. 10. 2)．
3）食品安全委員会：“食品健康影響評価の結果の通知について”，府食第 430 号通知，〈https://www.fsc.go.jp/fsciis/attachedFile/download?retrievalId=kya20240625001&fileId=201〉，(accessed 2024. 6. 25)．
4）農林水産省：“農産物中の PFOS，PFOA，PFHxS，PFNA の分析法（標準作業手順書）”，〈https://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/PFAS/attach/pdf/index-1.pdf〉，(accessed 2024. 1. 23)．
5）農研機構：“土壌に含まれる PFAS の一斉分析暫定マニュアル～土壌採取から測定まで～”，〈https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/163753.html〉，(accessed 2024. 6. 30)．
6）Michigan Department of Environmental Quality: “GENERAL PFAS SAMPLING GUIDANCE”，〈https://www.michigan.gov/pfasresponse/investigations/sampling-guidance〉，(accessed 2023. 1. 23)．
7）Interstate Technology and Regulatory Council（ITRC）：“PFAS — Per- and Polyfluoroalkyl Substances”，〈https://pfas-1.itrcweb.org/〉，(accessed 2023. 1. 23)．
8）Environmental Protection Agency（EPA）：“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)”（2018）．
9）山本敦史：*J. Mass Spectrom. Soc. Jpn.*, **72**, 58（2024）．
10）N. Yamashita, K. Kannan, S. Taniyasu, Y. Horii, T. Okazawa, G. Petrick, T. Gamo: *Environ. Sci. Technol.*, **38**, 5522（2004）．
11）E. Yamazaki, S. Taniyasu, X. Wang, N. Yamashita: *Chemosphere*, **272**, 129869（2021）．
12）山下信義，谷保佐知，山﨑絵理子，羽成修康：土壌の物理性，156，41（2024）．



高原 玲華（Takahara Reika）
ジーエルサイエンス株式会社（〒358–0032 埼玉県入間市狭山ケ原 237–2）．東京科学電子工業専門学校．《現在の研究テーマ》環境・水質分析の前処理．《趣味》子供とイベント巡り，youtube 鑑賞．
E-mail : rkoh@gls.co.jp

高柳 学（Takayanagi Manabu）
ジーエルサイエンス株式会社（〒358–0032 埼玉県入間市狭山ケ原 237–2）．東京水産大学大学院博士前期課程．《現在の研究テーマ》食品・環境・水質分析の前処理．《趣味》岩石採取，映画鑑賞．
E-mail : takayanagi@gls.co.jp