ぶんせき　2026年 第11号(通巻第623号)　令和８年11月５日発行(毎月１回５日発行)　ISSN 0386-2178

ぶんせき 11

Bunseki 2026

The Japan Society for Analytical Chemistry



日本分析化学会
https://www.jsac.jp

「未来へ繋げる」信頼と技術の
JEMIC

JEMIC

計測技術セミナー
（公社）日本分析化学会と共催
分析化学における不確かさ研修プログラム

楽しく！　簡単に！　わかりやすく！

オンライン参加もOK!

受講者全員に目が届く少数定員

複数の講師が対応

質問しやすい！

講義と演習を繰り返すので確実に身に着く！

受講者一人一人の理解度を確認しながら進めるので安心！

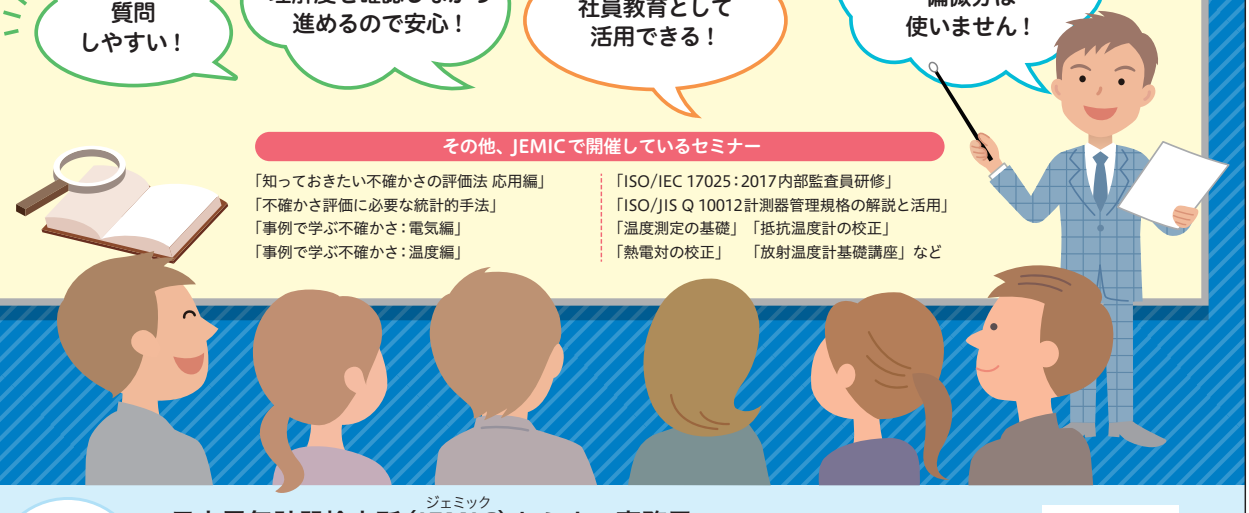
受講者全員に受講証明書を発行

社員教育として活用できる！

確認テストを行い合格証明書を発行！能力評価にも利用できる！

未経験者でも簡単に不確かさの計算ができるようになる

難しい数式や偏微分は使いません！



その他、JEMICで開催しているセミナー

「知っておきたい不確かさの評価法 応用編」
「不確かさ評価に必要な統計的手法」
「事例で学ぶ不確かさ：電気編」
「事例で学ぶ不確かさ：温度編」
「ISO/IEC 17025：2017内部監査員研修」
「ISO/JIS Q 10012計測器管理規格の解説と活用」
「温度測定の基礎」「抵抗温度計の校正」
「熱電対の校正」　「放射温度計基礎講座」など

問い合わせ先

日本電気計器検定所（JEMIC）セミナー事務局
〒108-0023 東京都港区芝浦4-15-7
TEL：03-3451-1205 ／ E-Mail：kosyukai-tky@jemic.go.jp

セミナー詳細はこちら　https://www.jemic.go.jp/gizyutu/j_keisoku.html

標準器・計測器の校正試験については下記へお問い合わせください

日本電気計器検定所　https://www.jemic.go.jp/　JEMIC

- JEMICは、電気、磁気、温湿度、光、時間、長さ、質量、圧力、トルク、力のJCSS校正を行っています。
- JEMICが発行する国際MRA対応JCSS認定シンボル付き校正証明書は、品質システムの国際規格ISO 9000S、自動車業界の国際的な品質マネジメントシステム規格IATF 16949の要求に対応できます。

お客さまのニーズに応えるネットワークと、永年にわたる研究を基盤とする実績。
校正試験のことなら、
JEMICにご相談ください。



JEMICイメージキャラクター
「ミクちゃん」

校正試験実施・窓口

- **本社**
〒108-0023 東京都港区芝浦4-15-7
Tel.03-3451-6760　Fax.03-3451-6910
- **中部支社**
〒487-0014 愛知県春日井市気噴町3-5-7
Tel.0568-53-6336　Fax.0568-53-6337
- **関西支社**
〒531-0077 大阪市北区大淀北1-6-110
Tel.06-6451-2356　Fax.06-6451-2360
- **九州支社**
〒815-0032 福岡市南区塩原2-1-40
Tel.092-541-3033　Fax.092-541-3036

JEMICのネットワーク・代表電話

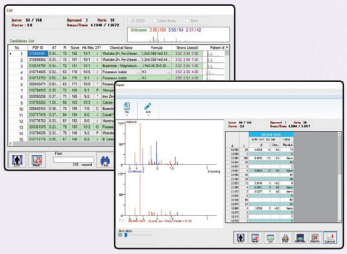
- **本社**　03-3451-1181
- **北海道支社**　011-668-2437
- **東北支社**　022-786-5031
- **中部支社**　0568-53-6331
- **北陸支社**　076-248-1257
- **関西支社**　06-6451-2355
- **関西支社京都事業所**　075-681-1701
- **中国支社**　082-503-1251
- **四国支社**　0877-33-4040
- **九州支社**　092-541-3031
- **沖縄支社**　098-934-1491

ICDD (JCPDS) 粉末回折データベース

(PDF-2 Release 2027/PDF-5+ 2027/PDF-4 Minerals 2027,Axiom)

PDF-2 Release 2027

ICDDで収集された有機物／無機物約130,460件、ドイツのFIZで収集された結晶データベースから計算で作成された無機物237,256件、米国NISTで収集された無機物10,067件のXRDピークデータ、ミラー指数、格子定数、空間群番号、ピアソン記号、結晶タイプ、ID情報など。



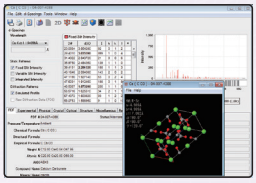
付属のソフトウエア ■PDF2plusX for Windows（X-Search） ■DDViewer/Sleve ■X-Viewer

- XRDパターンマッチング検索（X-Search機能）
- 強度の高いラインからの絞り込み検索（Any Peaks機能）とマッチング
- ブックフォームのようなカード表示
- XRD Rawデータのベースライン補正、スムージング、ピークピック（X-Viewer機能）
- 5年間ライセンス

新規購入：¥2,376,000（一般）／¥2,046,000（教育） 更新：¥577,500～（一般）／¥445,500～（教育）

PDF-5+ 2027

ICDDで収集された有機物／無機物130,460件、ドイツのFIZで収集された結晶データベースから計算で作成された無機物108,945件、米国NISTで収集された無機物2,822件、英国Cambridge Crystal Data Centerで収集された有機物／有機金属の結晶データから計算で作成された548,57件に加え、Pauling Fileの無機物302,095件のXRDピークデータ、ミラー指数、格子定数、空間群番号、ピアソン記号、結晶タイプ、ID情報など。Pauling/FIZ/Cambridgeデータでは結晶構造のグラフィック表示も可能、座標データを持つエントリーではCIFへのエクスポートが可能。



付属のソフトウエア ■X-Search ■DDViewer+/Sleve+ ■X-Viewer

- XRDパターンマッチング検索（X-Searchの機能）
- ブックフォームのようなカード表示とXML形式での表示
- XRD Rawデータのベースライン補正、スムージング、ピークピック（X-Viewerの機能）
- 1年間ライセンス（複数年契約も可能）

新規購入：¥2,376,000（一般）／2,046,000（教育） 更新：¥577,500～（一般）／¥445,500～（教育）

PDF-4 Minerals 2027

ICDDで収集されたMinerals Subfile13,712件、ドイツのFIZで収集された結晶データベースから計算で作成された鉱物15,685件、米国NISTで収集された鉱物232件に加え、Pauling Fileの鉱物26,458件を集めたデータベース。XRDピークデータ、ミラー指数、格子定数、空間群番号、ピアソン記号、結晶タイプ、ID情報など。Pauling Fileの結晶データ（プロトタイプ）では結晶のグラフィック表示も可能。

付属のソフトウエア ■DDViewer+/Sleve+

- XML形式でのカード表示
- 1年間ライセンス（複数年契約も可能）

新規購入：¥517,000（一般）／¥379,500（教育）
更新：¥313,500～（一般）／¥280,500～（教育）

PDF-4 Axiom + Match! + Diamond

基本的な鉱物、常温でのデータを中心にしたエントリー117,096件のパターンがあり、そのうち91,043件に座標データがあります。AxiomデータベースにはDDViewerが付いていませんが、検索ソフトウエアのMatch!と結晶構造可視化ソフトウエアのDiamondを組み合わせた3年、6年または9年間のICDD-PDFの固定ライセンスの商品です。（Match!とDiamondは永久ライセンスです。）

3年間ライセンスのセット価格：
¥1,595,000（一般）／¥1,155,000（教育）

6年間ライセンスのセット価格：
¥2,695,000（一般）／¥1,980,000（教育）

9年間ライセンスについてはお問い合わせ下さい。

PDF-2／PDF-5+プラグイン機能

ご使用中のX線回折装置のデータベース検索システムがICDDデータベースのプラグインに対応している場合
(Rigaku-PDXL/SmartLab Studio、Bruker-D2/D6、Crystal Impact-Match! など)
新規購入：¥2,376,000（一般）／¥2,046,000（教育）
更新：¥577,500（一般）／¥445,500（教育）
（サイトライセンスとしての2台目の新規／更新価格あり、お問い合わせ下さい。）

PDF-5+Scholar 2027：Academic

（大学向けの10年間ライセンス）

購入時から5年間毎年更新され、6年目のデータベースに5年間ライセンスが与えられ合計10年間のライセンスです。
価格：¥3,850,000

PDF Summeries (2027)
Data Entry Source

	PDF-5+ & PDF-5+ Server Edition 2027	PDF-4/ Axiom 2027	PDF-4/ Minerals 2027	PDF-2 2027
00-ICDD	130,460	40,859	13,712	130,460
01-FIZ	108,945	14,988	15,685	237,256
02-CCDC	548,576	0	0	0
03-NIST	2,822	358	232	10,067
04-MPDS	302,095	60,891	26,458	0
05-ICDD Crystal Data	56,218	0	75	869
Total No. of Data Sets	1,149,116	117,096	56,162	378,652
Subfile Distribution:				
Inorganic	486,125	103,904	55,494	320,124
Organic	667,134	13,358	799	60,156
New Entries	22,903	3,043	1,222	9,378
Rietvelt-No. with Atomic Coordinates	700,480	91,043	48,287	0
Reference Intensity Ratio (RIR)– I/Ic	1,043,897	86,981	44,436	273,467
Experiments Digital Patterns	23,789	11,342	370	0

※表示価格は税込みです

株式会社 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
TEL.03-5641-1771 FAX.03-5641-1772
E-mail:tech@ddmcorp.com URL:http://www.ddmcorp.com

SHIMADZU
Excellence in Science



The Next Industry Standard

ガスクロマトグラフ
Gas Chromatograph

Nexis GC-2060

01 Innovations Crafted Through Generations
時代を越えて受け継がれる革新性

02 Benchmark in Analytical Efficiency
分析効率の新たなスタンダード

03 Versatility Without Limits
限りなく広がる拡張性

ANALYTICAL INTELLIGENCE

Analytical Intelligenceは、島津製作所が提案する分析機器の新しい概念です。システムやソフトウェアが、熟練技術者と同じように操作を行い、状態・結果の良し悪しを自動で判断し、ユーザーへのフィードバックやトラブルの解決を行います。また、分析機器に対する知識や経験の差を補完し、データの信頼性を確保します。

詳しい製品情報はこちら

株式会社 島津製作所 分析計測事業部

水道法PFAS分析用3種混合内部標準物質

PFOS・PFHxS・PFOA

LGC | DR EHRENSTORFER™



DRE-A30000076MW

組　成

・Perfluorooctanesulfonic acid 13C8
（CAS:2265893-05-6）

・Perfluorooctanoic acid 13C8
（CAS:1350614-84-4）

・Perfluorohexanesulfonic Acid 13C3 (1,2,3-13C3)
（CAS:2708218-85-1）

濃度容量

2μg/mL均一　1ml×1本　※溶媒はメタノール96%・水4%の混合溶媒となります

特　徴

成績書に直鎖・酸濃度の記載

◆ 他PFAS関連の標準物質も取扱ございます

Native10種 ▶▶▶ 型番：DRE-Q60020429　容量：1mL×5本
Native3種 ▶▶▶ 型番：DRE-Q60020477　容量：1mL×5本
内標10種 ▶▶▶ 型番：DRE-Q35000170　容量：1mL×5本

全て2μg/mL (2ppm)均一）

◆ その他PFAS標準

短鎖・長鎖PFCA、EPA、ISO対応品、POPs条約対象（C15以上等）、FTOH誘導体、原体、マトリックス中PFAS等

鉄鋼認証標準物質 HORIBA CRMシリーズ

HORIBA TECHNO SERVICE | SEISHIN

■ 鉄鋼標準物質としては国内製初のCRMです

株式会社堀場テクノサービスは、ISO（国際標準化機構）の規格である17025、17034の認定を取得し、分析機器の校正や化学計測の測定値を決めるために必要とされる正確に値付けされた認証標準物質（CRM:Certified Reference Material）を提供しています。

品　名	O	N	C	S	形 状	容 量
HORIBA　CRM 1601-1A		0.0082%	0.0602%	0.545%	切削試料	100g
HORIBA　CRM 1602-1A	0.0054%	0.043%			1g ピン	100 個
HORIBA　CRM 1603-1A			0.072%	0.198%	1g ピン	100 個
HORIBA　CRM 1605-1A		0.025%		0.0044%	1g ピン	100 個
HORIBA　CRM 1606-1A	0.0047%	0.0294%	0.0992%	0.0017%	1g ピン	100 個
HORIBA　CRM 1607-1A NEW	0.0051%	0.0140%	0.0337%	0.0140%	1g ピン	100 個
HORIBA　CRM 1608-1A Soon	0.0026%	0.0805%	0.1789%	0.0007%	1g ピン	100 個

鉄鋼標準物質HORIBA CRMシリーズは、炭素・硫黄分析装置EMIAシリーズや酸素・窒素分析装置EMGAシリーズの日常管理試料としてもお使いいただけます。

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 西進商事株式会社
標準物質専門商社

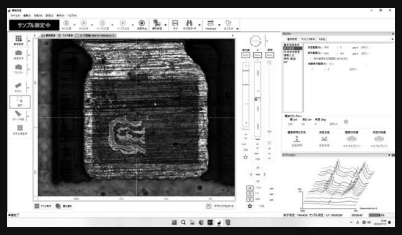
神戸本社　TEL：078-303-3810　名古屋営業所　TEL：052-586-4741
東京支店　TEL：03-3459-7491　北海道営業所　TEL：011-221-2171
https://www.seishin-syoji.co.jp / E-mail:info@seishin-syoji.co.jp

Explore with Confidence

マルチチャンネル赤外顕微鏡 IRT-7X は、圧倒的な観察画質の向上と高速化されたリニアアレイ検出器の高次元デジタル処理により、より高速で高精細な赤外イメージングを実現しました。異物解析や材料研究における“観る・測る・解析する”を次の次元へ導きます。

■ 1 秒間に最大 160 スペクトルの測定とスペクトル・色分け図表示を同時に実行

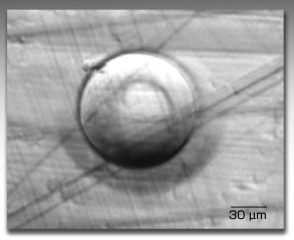
IRT-7X は 16 ch リニアアレイ検出器の各素子にデータ処理回路を備え、測定データを高速に並列処理します。目的成分の分布を測定しながら同時に把握できます。



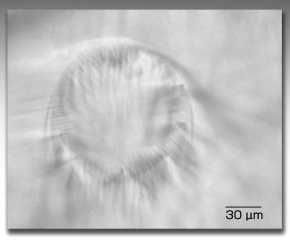
電子基板の電極上の異物測定

■ シリコーンオイル中の PMMA 粒子の ATR イメージング

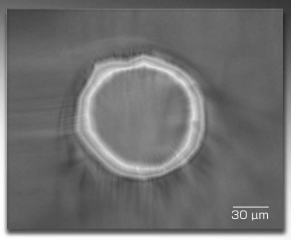
ステージを動かさずに光軸走査する日本分光独自の“スマートマッピング”により、プリズム密着時に試料が観察画像の中央以外に動いても、移動後の部位を測定エリアに指定できます。1 回のプリズム接触でケミカルイメージも取得可能です。



観察画像（ATR 密着前）



観察画像（ATR 密着後）



観察画像とケミカルイメージの重ね合わせ
（1718 cm^{-1} のピーク高さ）



Multichannel Infrared Microscope
マルチチャンネル赤外顕微鏡
IRT-7X

Infrared Microscope
赤外顕微鏡
IRT-5X

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
FAX 042(646)4120

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

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・5-10g／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	083	Cellulose acetate
6	077	Cellulose acetate butyrate
7	321	Cellulose propionate
8	1078	Cellulose triacetate
9	459	Ethyl cellulose - Viscosity 4cp (5% solution @ 25°C)
10	463	Ethyl cellulose - Viscosity 10cp (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	1083	Ethylene/ethyl acrylate copolymer - 19.5% ethyl acrylate
15	244	Ethylene/vinyl acetate copolymer - 18% vinyl acetate
16	316	Ethylene/vinyl acetate copolymer - 28% vinyl acetate
17	246	Ethylene/vinyl acetate copolymer - 33% vinyl acetate
18	326	Ethylene/vinyl acetate copolymer - 40% vinyl acetate
19	785	Ethylene/vinyl acetate copolymer - 50% vinyl acetate
20	786	Ethylene/vinyl acetate copolymer - 70% vinyl acetate
21	957	Ethylene/vinyl alcohol copolymer - 27% ethylene
22	143	Hydroxyethyl cellulose
23	401	Hydroxypropyl cellulose
24	423	Hydroxypropyl methyl cellulose - 10% hydroxypropyl, 30% methoxyl
25	144	Methyl cellulose
26	374	Methyl vinyl ether/maleic acid copolymer - 50/50 copolymer
27	317	Methyl vinyl ether/maleic anhydride - 50/50 copolymer
28	034	Nylon 6 Poly(caprolactam)
29	033	Nylon 6/6 Poly(hexamethylene adipamide)
30	313	Nylon 6/12 Poly(hexamethylene dodecanediamide)
31	044	Nylon 12 [Poly(lauryllactam)]
32	045A	Phenoxy resin
33	009	Polyacetal
34	001	Polyacrylamide
35	134	Polyacrylonitrile
36	385	Polyamide resin
37	128	Poly(1-butene), isotactic
38	111	Poly(n-butyl methacrylate)
39	1029	Polycaprolactone
40	1030	Polycaprolactone
41	1031	Polycaprolactone
42	954	Polycarbonate - Approx Mw 36,000
43	035	Polycarbonate - Approx Mw 45,000
44	126	Poly(2,6-dimethyl-p-phenylene oxide)
45	324	Poly(4,4'-dipropoxy-2,2'-diphenyl propane fumarate)
46	558	Polyethylene
47	107	Polyethylene, chlorosulfonated
48	041	Polyethylene, high density
49	042	Polyethylene, low density
50	405	Polyethylene, oxidized

Cap No.	Cat No.	Polymer
51	490	Poly(ethylene glycol)
52	491	Poly(ethylene glycol)
53	136A	Poly(ethylene oxide) - Approx Mw 100,000
54	136E	Poly(ethylene oxide) - Approx Mw 400,000
55	113	Poly(ethyl methacrylate)
56	414	Poly(2-hydroxyethyl methacrylate) - Approx Mw 300,000
57	815	Poly(2-hydroxyethyl methacrylate) - Approx Mw 1,000,000
58	112	Poly(isobutyl methacrylate)
59	106	Polyisoprene, chlorinated
60	037B	Poly(methyl methacrylate) - Approx Mw 75,000
61	037D	Poly(methyl methacrylate) - Approx Mw 540,000
62	382	Poly(4-methyl-1-pentene)
63	391	Poly(p-phenylene ether-sulphone)
64	090	Poly(pheneylene sulfide)
65	130	Polypropylene, isotactic
66	1024	Polystyrene - Approx Mw 1,200
67	039A	Polystyrene - Approx Mw 260,000
68	574	Polystyrene sulfonate, sodium salt
69	046	Polysulfone
70	203	Poly(tetrafluoroethylene)
71	166	Poly(2,4,6-tribromostyrene)
72	347	Poly(vinyl acetate) - Approx Mw 150,000
73	1040	Poly(vinyl acetate) - Approx Mw 500,000
74	336	Poly(vinyl alcohol), 88% hydrolyzed
75	352	Poly(vinyl alcohol), 98% hydrolyzed
76	361	Poly(vinyl alcohol), 99% hydrolyzed
77	043	Poly(vinyl butyral)
78	038	Poly(vinyl chloride)
79	353	Poly(vinyl chloride), carboxylated - 1.8% carboxyl
80	1091	Poly(vinyl formal)
81	102	Poly(vinylidene fluoride)
82	319	Poly(2-vinylpyridine-co-styrene)
83	1028	Poly(2-vinylpyridine-co-styrene)
84	312	Poly(4-vinylpyridine-co-butyl methacrylate)
85	658	Polyvinylpyrrolidone
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	458	Styrene/maleic anhydride copolymer-75 mole% styrene
94	049	Styrene/maleic anhydride copolymer - 50/50 copolymer
95	1092	Vinyl chloride/vinyl acetate copolymer
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

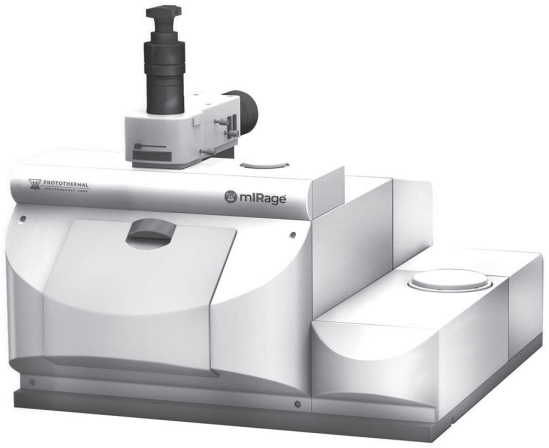
Photothermal Spectroscopy社

mIRage

PHOTOTHERMAL
SPECTROSCOPY CORP

光熱変換**赤外**顕微分光装置 (O-PTIR)

エス・ティジャパンがお届けします！



O-PTIRは、測定対象試料が赤外光を吸収した時に起きる体積の変化を可視レーザーのプローブ光を用いて、その散乱強変化を赤外スペクトルとして取得する装置です。

O-PTIRでは、従来の顕微FTIRでは測定が困難であった赤外光回折限界を超えた空間分解能 (>500nm) で赤外分析が可能となります。

Jupiter
Solid nebulizer

レーザーアブレーションの“当たり前”を、もう一段上へ。

fsレーザー、ガルバノ光学系搭載により定量精度を確保したJupiter Solid nebulizer。
新たに機能をアップグレードしました。

新機能

1. 強化された撮像系による高解像度試料観察
2. 片手で試料交換可能な新型スライドセルによる、位置再現性、メンテナンス性の向上
3. スポット径可変 (5〜15 μm) *
4. オートローダーによる自動測定 *
5. 新開発2D・3Dソフトウェア (XQuant3D) *
6. 無機有機ハイブリッド分析

*オプション



ST.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

YASUI KIKAI
SINCE1953

半世紀にわたり一貫して現場の精度を支え続ける、妥協なき品質。

コンピュータモータ制御による
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®

レアアース資源から惑星資源へ
探査・分析の最前線に挑む



MB3000シリーズ
- 卓上型・省スペース
- 極静音設計 40dB以下

安井器械株式会社

〒534-0027 大阪市都島区中野町2-2-8
TEL.06-4801-4831　E-mail:s@yasuikikai.co.jp

製品情報

©2026 Yasui Kikai Corporation, all rights reserved.

261005

A4

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
光学式温度測定が可能な測定装置です。
上位機種のFireSting Proは加えてpH測定
も可能です。

- 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

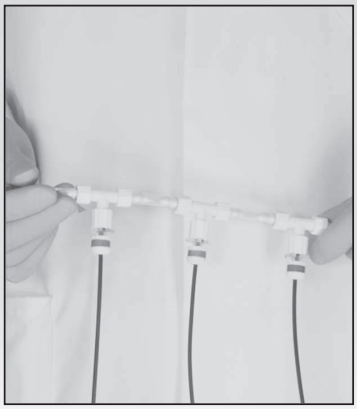
ミニプローブを
溶液に挿して・・・



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・・・



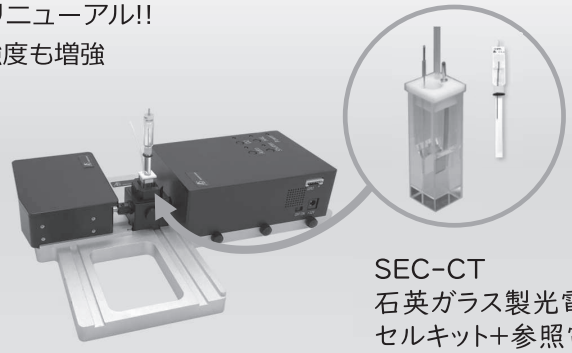
分光電気化学システム

スペクトロメーターシステムがリニューアル!!

- 従来品より高感度、光源強度も増強



モデル3325
バイポテンショスタット



【新製品】SEC2120
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。

ビー・エー・エス株式会社

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

この他の電気化学測定装置や各種光学式酸素センサー
はホームページでご確認下さい!!

体験型セミナー告知や技術コラムなどビー・エー・エス株式会社
の情報を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

高分子材料分析の強力な戦力！

マルチショット・パイロライザー

EGA/PY-3030D



未知試料へ多面的にアプローチ

発生ガス分析や瞬間熱分析などの組み合わせにより
未知試料を多面的に熱分解GC/MS分析

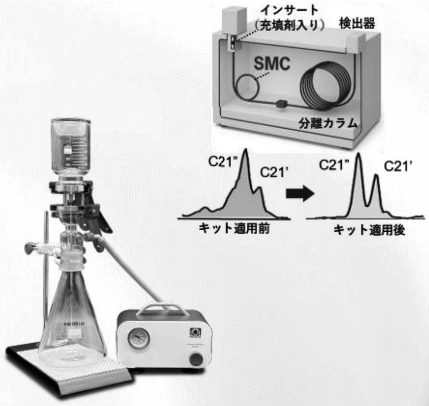
前処理なしで迅速に分析

あらゆる形態のポリマー試料を煩雑な前処理なしで
簡単・迅速に分析

高性能で高信頼

サーモグラムとパイログラムの高い再現性を保証

用途に合わせて選べる関連製品



NEW 異常ピーク解消キット

キャピラリーGC分析における中・高沸点領域の
異常ピーク出現を解消！

NEW Smart 微粒子コレクター

試料水中のマイクロプラスチックを試料カップに直接捕集！
捕集から測定までスムーズなプロセスを実現

NEW 迅速凍結粉砕装置 IQ MILL-2075

高分子材料や生体試料などの
粉砕・攪拌・分散に最適

簡単操作！扱いやすい卓上型の粉砕装置



- **静かな作動音** … 周辺での会話が可能（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

DNA抽出用に細胞破砕を効率化する専用モデルもございます

製品情報　技術情報　お問合せ

フロンティア・ラボ 株式会社　www.frontier-lab.com/jp

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

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 http://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　〒812-0013 福岡市博多区博多駅東3-11-15 Tel (092)707-6131 Fax (092)707-6131

NS
NIHON SEIMITSU KAGAKU CO.,LTD

NS pump

High pressure plunger Pumps

高品質　高精度　高耐圧

日本精密科学のプランジャーポンプが、さらに使いやすくなりました！

KX型とNRX型がリニューアル！



- フロントパネルLEDが4桁表示に
- 流量設定が1/10000ステップに
- 最小流量、0.1μl/minに（KX204-001型）
- 高耐圧、最大60MPa（KX504-010型）
- USB接続でデジタル通信可能に
- 外部入出力信号がカスタマイズ可能に



KX504型　KX204型　NRX04型

日本精密科学株式会社

●詳細は… 日本精密科学 検索 http://www.nihon-exa-sci.com

〒173-0011 東京都板橋区双葉町25-10　TEL.03-3964-1198（代）FAX.03-3964-1199　e-mail:info@nihon-exa-sci.com

食品中の有機フッ素化合物（PFAS）分析

山﨑　由貴，鈴木　美成，堤　　智昭

1　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（per- and polyfluoroalkyl substances, PFAS）は，有機フッ素化合物のうち，特定の構造を満たす化合物群の総称である．PFAS は構造内に強固な炭素–フッ素結合を有し，物理的・化学的に極めて安定であることに加え，撥水性・撥油性・耐熱性などの優れた特性を兼ね備えていることから，その開発以来，溶剤，界面活性剤，表面処理剤，潤滑剤，泡消火薬剤，半導体製造における添加剤・洗浄剤などの幅広い用途に利用されてきた．しかし，1990 年代以降，PFAS の難分解性，生物蓄積性および長距離移動性が次第に明らかとなり，さらに一部の PFAS については健康影響を示唆する研究結果が報告されるようになった[1)~5)]．こうした知見を受け，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）においては，2009 年にペルフルオロオクタンスルホン酸（PFOS），2019 年にペルフルオロオクタン酸（PFOA），2022 年にペルフルオロヘキサンスルホン酸（PFHxS），そして 2025 年に炭素数 9～21 の長鎖ペルフルオロアルキルカルボン酸（LC-PFCA）などが相次いで規制対象として追加され，その製造・使用などについて国際的に協調した規制が進められることとなった[6)]．日本においても，POPs 条約に基づき化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律（化審法）などによる規制が整備され，対象となる PFAS の製造・使用・輸入などに対する管理が強化されている[7)]．

このように，一部の PFAS については製造・使用が制限されるようになったものの，PFAS はその難分解性・生物蓄積性により環境中に長期間残存し，現在も水や土壌，生物などから広く検出される状況が続いている[1)8)]．こうした状況を踏まえ，飲料水や食品を介したヒトへの PFAS のばく露が懸念されており，そのリスク評価は国際的にも喫緊の課題となっている．特に，一般集団においては食事が PFAS の主要なばく露経路であると考えられており[9)]，食品中の PFAS 分析の重要性は極めて高い状況にある．このような背景から，現在，世界各国において，食品中の PFAS 含有量の実態調査や食品を介した摂取量の推定が進められており，これを支える信頼性の高い分析法の整備が不可欠となっている．

本稿では，食品中の PFAS 分析を実施する上での実務的な観点から，各国・国際機関が公表している主要な分析法について概説するとともに，PFAS 分析における注意点を解説する．

2　PFAS の化学的特徴と分析の原理

経済協力開発機構（OECD）が示した定義では，PFAS は「少なくとも一つの完全にフッ素化されたメチル基またはメチレン基（フッ素が結合している炭素原子に水素・塩素・臭素・ヨウ素原子が結合していないもの）を含むフッ素化物質」とされており，その範囲には 1 万種類を超える多様な化合物が含まれる[10)11)]．このうち，世界的に規制が進み，食品分野でも関心を集めている代表的な PFAS として，PFOS，PFOA，PFHxS およびペルフルオロノナン酸（PFNA）の 4 種が挙げられる．これら 4 分子種はいずれも，完全にフッ素化された炭素鎖（ペルフルオロアルキル鎖）にスルホン酸基またはカルボン酸基が結合した特徴的な構造を持ち（図 1），ペルフルオロアルキル鎖の強い電子求引性により強酸として振る舞うことから[12)]，イオン性 PFAS に分類される．イオン性 PFAS は，水系試料中では広い pH 範囲において主に陰イオンとして存在するため，陰イオン交換相互作用に基づいた精製が有効である．したがって，これらの分析には，弱陰イオン交換基および疎水性基を併せ持つミックスモード固相（weak anion exchange, WAX）が広く用いられている．WAX 固相は，弱陰イオン交換相互作用および疎水性相互作用によりイオン性 PFAS を保持する．逆相の担体のみによる保持と比較して，イオン交換基を介した保持はより選択的であることから，食品中に含まれる夾雑物の除去に効果的である．また，イ

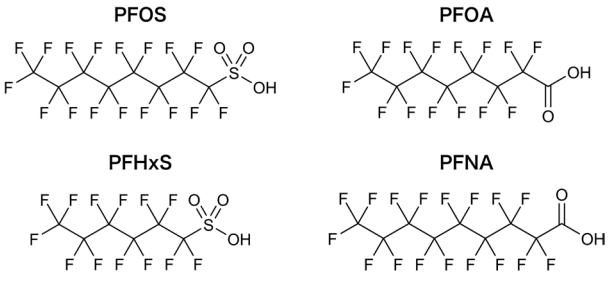


図 1　代表的な PFAS 分子種とその構造式

オン性 PFAS はエレクトロスプレーイオン化（ESI）におけるイオン化効率が高いことから，定量には液体クロマトグラフ・タンデム型質量分析計（LC–MS/MS）が用いられる場合が多い．

一方，フルオロテロマーアルコール類（fluorotelomer alcohols, FTOHs）やペルフルオロオクタンスルホンアミド（perfluorooctane sulfonamide, FOSA）などの中性 PFAS は，スルホン酸基・カルボン酸基を持たないため，WAX カラムの陰イオン交換相互作用では保持されにくい．その結果，洗浄液中の有機溶媒比率が高い場合には，WAX カラムの疎水性相互作用のみで保持しきれず，洗浄操作の段階で溶出してしまうことがある．したがって，WAX カラムを用いてイオン性 PFAS と中性 PFAS を同時に前処理する際には，その洗浄条件について十分に検討する必要がある．また，中性 PFAS の一部は比較的高い揮発性を示すことから，濃縮操作による損失にも注意が必要である．なお，後述する代表的な食品中 PFAS の分析法は，主としてイオン性 PFAS を対象としたものであり，中性 PFAS については前処理条件や測定条件が異なる場合がある点に留意されたい．

3　代表的な PFAS 分析法

3･1　ミネラルウォーター類中の PFOS・PFOA 分析法

飲料水中の PFAS については，世界各国で食品に先行して規制が進められている．EU においては，2026 年 1 月より，総 PFAS として 500 ng/L および/または Sum of PFAS（20 PFAS の合計）として 100 ng/L の基準値が設定された[13]．米国や台湾においても，飲料水における PFAS 基準値の設定または導入に向けた制度の整備が進められている．また，カナダ，オーストラリア，韓国などでは，法的拘束力はないものの，ガイドライン値（指針値）が設定されている．

我が国においては，令和 8 年 4 月 1 日から，水道水における PFOS および PFOA について両化合物の合算値として 0.00005 mg/L（50 ng/L）の基準値が設定された[14]．これを受け，水道水の代替として広く飲用されるミネラルウォーター類についても，殺菌または除菌を行うものについては食品衛生法に基づく PFOS および PFOA の成分規格が設定されることとなり，水道水と同様に両化合物の合算値として 0.00005 mg/L（50 ng/L）の基準値が設定された[15]．

ミネラルウォーター類における PFOS および PFOA の基準値が設定されたことに伴い，令和 7 年 11 月 14 日に「清涼飲料水等の規格基準の一部改正に係る試験法について」が改正され，「ミネラルウォーター類中のペルフルオロオクタンスルホン酸（PFOS）及びペルフルオロオクタン酸（PFOA）試験法」が通知された[16]．この通知試験法においては，試料 50 mL に PFOS および PFOA の安定同位体を添加し，WAX カラムにより精製・濃縮した後，LC–MS/MS を用いて内部標準法により定量する方法が採用されている．本試験法の詳細な操作条件および妥当性確認結果については，既報の解説を参照されたい[17]．また，通知試験法の発出にあわせて「食品中の有害物質等に関する分析法の妥当性確認ガイドライン」も改正され，PFOS および PFOA について真度，併行精度および室内精度の目標値（真度：90～110 %，併行精度：室内精度の目標以下，室内精度：＜10 % RSD）などが示されている[18]．

3･2　食品中の PFAS 分析法

2026 年 6 月現在，食品に含まれる PFAS について法的拘束力のある基準値を設定しているのは，EU および EU 基準に整合した一部の周辺国（スイスなど）のみである．EU では，魚介類，肉類，卵などの一部の食品を対象に，PFOS，PFOA，PFHxS および PFNA の各分子種の濃度，およびこれら 4 分子種の合計濃度について基準値を設定している（表 1）[19]．また，台湾においても，EU と同一の基準値の設定が検討されている．

食品中の PFAS について，各国や国際機関が公表している主な分析法の一覧を表 2 に示した．EU の European Union Reference Laboratory for Halogenated Persistent Organic Pollutants in Feed and Food（EURL POPs），米国食品医薬品局（FDA），米国農務省（USDA），米国環境保護庁（EPA）が分析法を示しているほか[20)～23)]，2026 年に入ってからは，AOAC International が食品中 PFAS を対象とする AOAC Official Method を承認・公表した[24)～27)]．国内においては，農林水産省が「農産物中の PFOS，PFOA，PFHxS，PFNA の分析法（標準作業手順書）」を公開している[28]．また，筆者らの研究グループでは，日常の平均的な食事を反映したトータルダイエット試料に含まれる PFAS の分析法を報告している[29]．前処理の詳細な手順は各分析法で異なっているものの，多くの分析法において，試料をアセトニトリルなどの有機溶媒で抽出し，必要に応じて塩析を行い，WAX カラムで精製した後に LC–MS/MS で定量する手法が採用されている．分析対象分子種は分析法によって大きく異なるが，EU で食品中 PFAS に基準値が設定されている 4 分子種については，いずれの分析法においても分析対象とされている．

表 2 に示した分析法のうち，食品中 PFAS の分析において国内外で広く使用されていると考えられるのが，FDA の Method C-010.03[21] である．本法は，AOAC International の AOAC Official Method 2025.06 として承認されているほか[24]，農林水産省の「農産物中の PFOS，PFOA，PFHxS，PFNA の分析法（標準作業手順書）」[28]も，FDA の Method C-010.03 に準じた方法となっている．図 2 に，FDA Method C-010.03 の概要を示す．本法の特徴として，残留農薬の分析法として知られる

QuEChERS（Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, Safe）法が採用されていることが挙げられる．はじめに，試料にクリーンアップスパイク（サロゲート，各 PFAS 分子種の安定同位体）を添加し，水，アセトニトリルおよびギ酸を加えて振とう抽出した後，硫酸マグネシウムおよび塩化ナトリウムを加えて塩析する．得られたアセ

表 1　EU における畜水産物中の PFAS の最大基準値

食　　品	最大基準値（μg/kg，湿重量あたり）				
	PFOS	PFOA	PFNA	PFHxS	4 分子種の合計
卵	1.0	0.30	0.70	0.30	1.7
※ 1 に示す魚類の筋肉	7.0	1.0	2.5	0.20	8.0
※ 2 に示す魚類の筋肉	35	8.0	8.0	1.5	45
※ 1 及び※ 2 を除く魚類の筋肉及び乳幼児用食品向けの※ 1 及び※ 2 の魚類の筋肉	2.0	0.20	0.50	0.20	2.0
甲殻類及び二枚貝	3.0	0.70	1.0	1.5	5.0
牛，豚及び鶏肉	0.30	0.80	0.20	0.20	1.3
羊肉	1.0	0.20	0.20	0.20	1.6
牛，羊，豚及び鶏の内臓肉	6.0	0.70	0.40	0.50	8.0
狩猟動物の肉（熊肉を除く）	5.0	3.5	1.5	0.60	9.0
狩猟動物の内臓肉（熊肉を除く）	50	25	45	3.0	50

※ 1　バルトニシン，カツオ，カワメンタイ，ヨーロッパスプラット，カレイ，グレイボラ，アジ，カワカマス，ヨーロッパカレイ，イワシ及びピルチャック，シーバス，ウミナマズ，ウミヤツメ，テンチ，モトコクチマス，ギンハダカ，野生のサケ・マス，オオカミウオ．ただし，乳幼児用食品の製造目的でない場合に限る．

※ 2　カタクチイワシ，バーベル，ブリーム，イワナ，ウナギ，パイクパーチ，ヨーロピアンパーチ，ローチ，キュウリウオ，ホワイトフィッシュ．ただし，乳幼児用食品の製造目的でない場合に限る．

表 2　各国や国際機関などが公表している食品中の PFAS 分析法

分析法を示した国・機関	分析法・出典	対象試料	分析対象分子種	備考
EU・EURL POPs	Guidance Document on Analytical Parameters for the Determination of Per- and Polyfluoroalkyl Substances（PFAS）in Food and Feed, Version 2.0[20]	食品・飼料全般	22 + α	
米国・FDA	Method C-010.03: Determination of 30 Per and Polyfluoroalkyl Substances（PFAS）in Food and Feed using Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry（LC-MS/MS）[21]	食品・飼料全般	30	
米国・USDA	CLG-PFAS 2.04: Screening, Determination, and Confirmation of PFAS by UHPLC-MS-MS[22]	牛の筋肉，豚の筋肉，家きんの筋肉，ナマズ目の筋肉，ウシ血漿	16	
米国・EPA	Method 1633, Revision A: Analysis of Per- and Polyfluoroalkyl Substances（PFAS）in Aqueous, Solid, Biosolids, and Tissue Samples by LC-MS/MS[23]	魚組織	40	環境試料が対象
AOAC International	AOAC Official Method 2025.06[24]	食品・飼料全般	30	FDA が開発．FDA Method C-010.03 に準拠
	AOAC Official Method 2025.07[25]	食品・飼料全般	30	島津社が開発
	AOAC Official Method 2025.10[26]	食品・飼料全般	57	ネスレ社が開発
	AOAC Official Method 2025.11[27]	食品・飼料全般	30	アジレント社が開発
日本・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）[28]	農産物	4	FDA Method C-010.03 に準拠
日本・国立医薬品食品衛生研究所	令和 5 年度厚生労働行政推進調査事業費補助金，食品を介したダイオキシン類等有害物質摂取量の評価とその手法開発のための研究[29]	トータルダイエット試料	4	

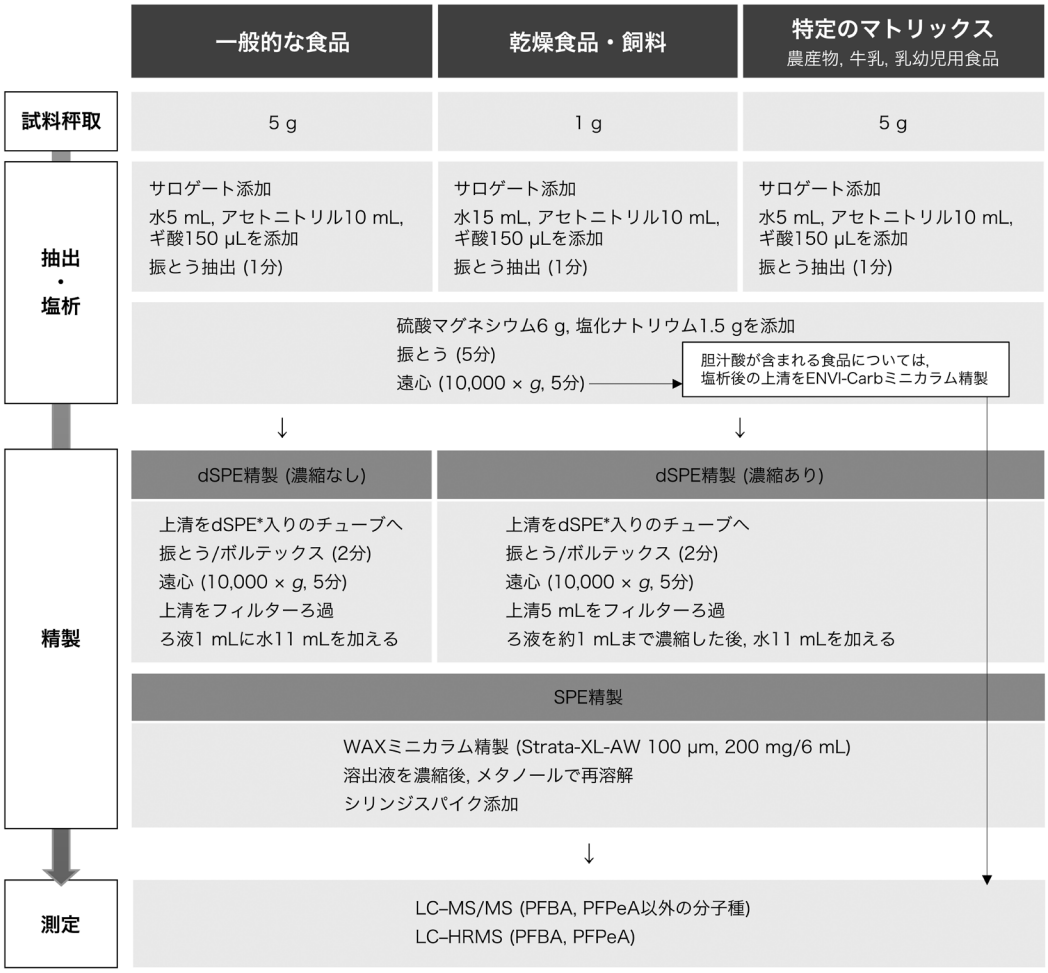


図 2　FDA Method C-010.03 の概要

トニトリル層を分散固相抽出（dSPE；粉末状の吸着剤を抽出液に添加して共雑物を吸着除去する精製法）で精製し，さらに WAX カラムで精製した後，シリンジスパイクとして特定の PFAS 分子種の安定同位体（d5-*N*-EtFOSAA）を添加した上で，LC–MS/MS で定量する．通常，LC–MS/MS においてプロダクトイオンが一つしか検出されない一部の PFCA（PFBA および PFPeA）については，液体クロマトグラフ・高分解能質量分析計（LC–HRMS）を用いて定量する．各分子種の定量は，ネイティブとサロゲートのピーク面積比を算出した上で，内部標準法により行う．

FDA Method C-010.03 は，前処理操作が比較的簡便・迅速であること，また，肉類，魚介類，農産物，牛乳，ペットフード，乳幼児用食品，飼料など幅広いマトリックスにおいて妥当性が確認されていることから，国内外で広く活用されている．一方で，後述のとおり，胆汁酸を含む食品では PFOS との干渉を避けるために追加精製が必要となるなど，留意すべき点もある．

食品中の PFAS 分析法の妥当性確認においては，その指針となる文書として，EURL POPs の Guidance Document および AOAC International の AOAC SMPR 2023.003 が示されている[20)30)]．これらの文書では，分析の目的や対象化合物，マトリックスの種類に応じて，真度，精度，サロゲート回収率，検量線の直線性，イオン比，ネイティブとサロゲートの保持時間比，定性イオンのシグナルノイズ比，定量下限（LOQ）などについて，分析法が達成すべき性能規準が示されている．分析法の妥当性を確認する際には，これらの文書を参照し，分析の目的に応じて必要な性能を確認しておくことが重要である．

4　PFAS 分析における注意点

4･1　コンタミネーション管理

食品中の PFAS 分析では，μg/kg または ng/L といった低濃度域での定量が求められる．加えて，PFAS は，分析に使用する試薬・器具・装置などの様々な要因に由来して検出され得るため，試料調製から測定までの一連の過程において，コンタミネーションの管理に留意する必要がある．試料の前処理においては，ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）などのフッ素樹脂製の容器・器具の使用は極力避け，ポリプロピレン（PP）製などの容器・器具を用いることが望ましい．使用する容器・器

具に PFAS のコンタミネーションが認められた場合には，これらをメタノールで複数回洗浄することにより，その影響を低減できる場合がある．また，有機溶媒などの試薬にも PFAS（特に PFOA や PFNA などの PFCA）が含まれる場合があるため，コンタミネーションの少ない試薬を選定することも重要である．LC–MS/MS 測定において，移動相や装置由来の PFAS に起因するバックグラウンドシグナルが認められる場合には，リテンションギャップカラム（ディレイカラム）の使用を検討するとよい．

コンタミネーション管理が適切に行われていることを確認するためには，空試験を行う，すなわち操作ブランクを設定することが有効である．EURL POPs の Guidance Document においては，LOQ の推定にあたって操作ブランクの寄与を考慮することとされており，その寄与は LOQ の 30 % 以下に抑えることが求められている[20]．特に食品試料では，飲料水と比較してマトリックスが複雑であり，抽出・精製・濃縮などの複数の前処理工程を経る場合が多いため，操作ブランク中の PFAS 濃度が相対的に高くなりやすい．操作ブランクの寄与の程度は，低濃度域における PFAS 分析の信頼性を左右する重要な要素であることから，分析法の確立段階から十分に検討しておく必要がある．なお，空試験は，分析法の妥当性確認時だけでなく，ルーチン分析においてもバッチごとに実施することが推奨される．試薬のロット変更などにより操作ブランク中の濃度が大きく変動する場合もあることから，操作ブランクは継続的にモニタリングすることが望ましい．

4･2　容器・器具への吸着

イオン性 PFAS は，ペルフルオロアルキル鎖と親水性官能基を併せ持つ両親媒性化合物であることに加え，ペルフルオロアルキル鎖の低い分極率に起因して，その水和が熱力学的に不利になりやすいという特性を有する．これらの要因が相乗的に作用することにより，イオン性 PFAS は強い界面活性剤様挙動を示し，水分含量の高い溶液中においては，容器・器具の表面に吸着することが知られている[31)〜33)]．この傾向は，ペルフルオロアルキル鎖の炭素数が多い長鎖 PFAS においてより顕著である．そのため，吸着による損失を抑制する観点から，試験溶液や検量線用標準溶液は，可能な限り有機溶媒含量の高い組成とすることが推奨される．特に，定量下限付近の濃度域では，吸着による損失が定量結果に及ぼす影響が相対的に大きくなるため，一層留意する必要がある．

4･3　分岐鎖異性体の取扱い

PFAS には，その工業的な製造過程に由来して，直鎖体に加えて複数の分岐鎖異性体が存在する．LC–MS/MS 分析においては，直鎖体と分岐鎖異性体との間で，フラグメントイオンの生成挙動が異なることが知られている．そのため，直鎖体の標準品を用いて分岐鎖異性体を定量する場合，定量イオンの選択が定量値に影響を及ぼす懸念がある．このような背景から，分岐鎖異性体の定量方法については複数のアプローチが示されている．例えば，AOAC Official Method 2025.06[24]では，直鎖体と分岐鎖異性体の双方を含む混合標準溶液を用いて検量線を作成し，試料の分析においては，直鎖体と分岐鎖異性体のピーク面積を合算して定量する方法が採用されている．一方，EURL POPs の Guidance Document[20]では，直鎖体と分岐鎖異性体を含む混合標準溶液を用いて検量線を作成し，試料中の直鎖体と分岐鎖異性体を個別に定量する方法に加え，直鎖体のみを含む標準溶液を用いて検量線を作成し，試料の分析においては直鎖体と分岐鎖異性体のピーク面積を合算して定量する方法が示されている．また，定量イオンの選択についても，その取扱いは一様ではない．例えば，特定のモニターイオンを定量イオンとして指定する方法[16]，二つのモニターイオンから得られた定量値の平均を採用する方法[20]，あるいは使用するモニターイオンを分析者が選択できる方法[20)21)]などがある．これらのアプローチはいずれも一定の合理性を有するものの，採用する方法によって得られる定量値が異なる可能性がある．したがって，PFAS 分析においては，標準溶液の種類，直鎖体・分岐鎖異性体の定量方法およびモニターイオンを明示することが重要である．

なお，ミネラルウォーター類中の PFOS および PFOA 試験法[16]においては，直鎖体 PFOS および直鎖体 PFOA

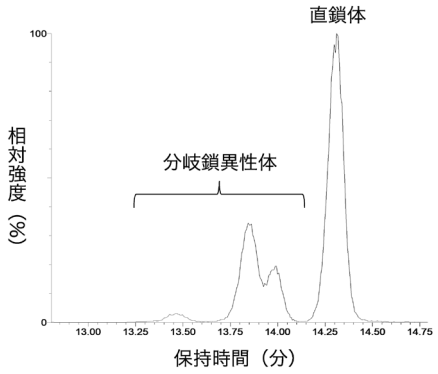


図 3　PFOS の直鎖体および分岐鎖異性体の分離例

カラム：InertSustain AQ-C18，内径 2.1 mm，長さ 150 mm，粒径 3 μm（ジーエルサイエンス）
ディレイカラム：Delay column for PFAS，内径 3.0 mm，長さ 30 mm（ジーエルサイエンス）
カラム温度：40 ℃
移動相：0.01 mol/L 酢酸アンモニウム溶液（A 液），アセトニトリル（B 液）
流速：0.2 mL/分
グラジエント条件：25 % B（0〜1 分）→ 25〜100 % B の直線グラジエント（1〜26 分）→ 100 % B（26〜30 分）
イオン化モード：ESI（−）
測定モード：Selected Reaction Monitoring（SRM）
モニターイオン：m/z 499 ＞ 80

を主成分とした標準溶液を用いて検量線を作成し，試料の分析においては直鎖体と分岐鎖異性体のピーク面積を合計して濃度を算出する方法が規定されている．PFOS および PFOA 標準液中に分岐鎖異性体が含まれている場合，直鎖体と分岐鎖異性体のピークが分離されていない条件では適切な検量線を作成することができない．したがって，分析法の確立にあたっては，直鎖体および分岐鎖異性体の双方が含まれる標準溶液，例えばテクニカルグレードの標準溶液を分析し，両者が十分に分離されていることを確認する必要がある．図 3 に，PFOS の直鎖体および分岐鎖異性体のベースライン分離が達成されたクロマトグラムの一例を示す．

4･4　PFOS と胆汁酸の干渉

肉，牛乳，卵などの動物性食品には，タウロデオキシコール酸，タウロケノデオキシコール酸およびタウロウルソデオキシコール酸などの胆汁酸が含まれる．これらの胆汁酸は，PFOS の定量イオンとして用いられることの多い m/z 499 ＞ 80 のモニターイオンで検出されることが知られている．そのため，胆汁酸が含まれる食品を分析する際には，PFOS とこれらの胆汁酸をクロマトグラム上で分離するか，グラファイトカーボンミニカラムなどにより精製を行い，胆汁酸を除去することが求められている（図 2）[21)23)24)]．なお，筆者らの研究では，グラファイトカーボンミニカラムで胆汁酸を除去しきれず，PFOS の定量値を過大評価する可能性を想定して，移動相 B をアセトニトリルまたはアセトニトリルを含む組成とし，クロマトグラム上で直鎖 PFOS と胆汁酸の分離を達成する方針を取っている[29)]．

5　おわりに

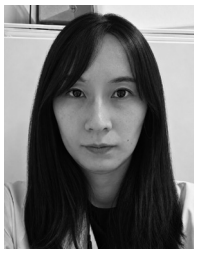
本稿では，食品中の PFAS 分析を実施する上での実務的な観点から，各国・国際機関が公表している主要な分析法を概説するとともに，分析上の注意点について解説した．本稿で取り上げた分析法は，いずれも PFOS，PFOA，PFHxS および PFNA などの個別の PFAS 分子種を対象とするものである．一方，飲料水分野では，個別の PFAS 分子種の分析に加えて，有機フッ素を一括して測定する「総 PFAS 分析」も行われている．総 PFAS 分析は，未知の PFAS を含めたフッ素汚染の全体像を把握できる点で有用であるが，現状では LOQ が高いなどの課題があり，低濃度域かつ複雑なマトリックス中での定量が求められる食品分析に広く適用できる状況にはない．しかし，前処理・分析技術がさらに進展すれば，将来的には食品分野においても総 PFAS 分析が求められる可能性があり，その動向については注視が必要である．

現在，世界保健機関（WHO）において PFAS のリスク評価が進められており，各国における規制やモニタリングの動きは今後一層活発化することが見込まれる．これに伴い，食品中の PFAS 分析に対する需要も高まっていくものと予想される．このような状況の中，本稿が食品中の PFAS 分析に携わる方々の一助となれば幸いである．

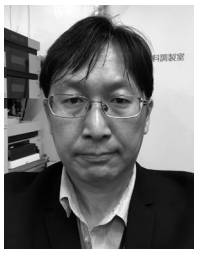
文　献

1）Interstate Technology & Regulatory Council（ITRC），“History and Use of Per- and Polyfluoroalkyl Substances（PFAS）found in the Environment”（2020）．
2）United Nations Environment Programme（UNEP），“Risk profile on perfluorooctane sulfonate（UNEP/POPS/POPRC.2/17/Add.5）”．Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants（POPs）（2006）．
3）United Nations Environment Programme（UNEP），“Risk profile for pentadecafluorooctanoic acid（PFOA，perfluorooctanoic acid），its salts and PFOA-related compounds（UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2）”．Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants（POPs）（2016）．
4）United Nations Environment Programme（UNEP），“Risk profile on perfluorohexane sulfonic acid（PFHxS），its salts and PFHxS-related compounds（UNEP/POPS/POPRC.14/6/Add.1）”．Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants（POPs）（2018）．
5）United Nations Environment Programme（UNEP），“Risk profile for long-chain perfluorocarboxylic acids，their salts and related compounds（UNEP/POPS/POPRC.18/11/Add.4）”．Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants（POPs）（2022）．
6）Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants（POPs）．“PFASs listed under the Stockholm Convention: Overview”，available from〈https://www.pops.int/Implementation/IndustrialPOPs/PFAS/Overview/tabid/5221/Default.aspx〉（accessed 2026.6.11）．
7）化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律（昭和 48 年法律第 117 号）．
8）環境省水・大気環境局環境管理課有機フッ素化合物対策室：“PFAS ハンドブック”（2025）．
9）E. M. Sunderland, X.C. Hu, C. Dassuncao, A. K. Tokranov, C. C. Wagner, J. G. Allen : *J. Expo. Sci. Environ. Epidemiol.*, **29**, 131（2019）．
10）Organization for Economic Co-operation and Development（OECD）：“Reconciling Terminology of the Universe of Per- and Polyfluoroalkyl Substances: Recommendations and Practical Guidance”．OECD Series on Risk Management of Chemicals, No. 61（2021），（OECD Publishing, Paris）．
11）Organization for Economic Co-operation and Development（OECD）：“PFASs and alternatives in cosmetics: report on commercial availability and current uses”．OECD Environment, Health and Safety Publications, Series on Risk Management, No. 81,（2024），（OECD Publishing, Paris）．
12）J. Murillo-Gelvez, O. Dmitrenko, T. L. Torralba-Sanchez, P. G. Tratnyek, D. M. Di. Toro : *Phys. Chem. Chem. Phys.*, **25**, 24745（2023）．
13）European Parliament and Council of the European Union. Directive（EU）：“2020/2184 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2020 on the quality of water intended for human consumption（recast）”．Official Journal of the European Union, L 435, 23.12.2020, pp. 1−62（2020）．
14）環境省：“水質基準に関する省令の一部を改正する省令（令和 7 年 6 月 30 日，環境省令第 19 号）”（2025）．

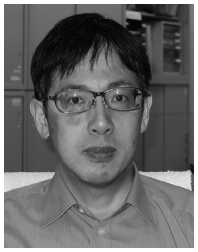
15）消費者庁・厚生労働省：“ミネラルウォーター類における PFAS（PFOS 及び PFOA）の成分規格の設定に関する食品，添加物等の規格基準の一部改正について（令和 7 年 6 月 30 日，消食基第 402 号，健生発 0630 第 5 号）”（2025）．
16）消費者庁：“「清涼飲料水等の規格基準の一部改正に係る試験法について」の一部改正について（令和 7 年 11 月 14 日，消食基第 566 号）”（2025）．
17）山﨑由貴，鈴木美成，堤 智昭：食品衛生研究，**76**, 7（2026）．
18）消費者庁：“「食品中の有害物質等に関する分析法の妥当性確認ガイドラインについて」の一部改正について（令和 7 年 11 月 14 日，消食基第 568 号）”（2025）．
19）European Commission：“Commission Regulation（EU）2023/915 of 25 April 2023 on maximum levels for certain contaminants in food and repealing Regulation（EC）No 1881/2006（Text with EEA relevance）”．Official Journal of the European Union, L 119, 5.5.2023, pp. 103－157（2023）．
20）European Union Reference Laboratory for halogenated persistent organic pollutants in Feed and Food（EURL POPs）：“Guidance Document on Analytical Parameters for the Determination of Per- and Polyfluoroalkyl Substances（PFAS）in Food and Feed, Version 2.0”（2024）．
21）U.S. Food and Drug Administration（FDA）：“Method C-010.03: Determination of 30 Per and Polyfluoroalkyl Substances（PFAS）in Food and Feed using Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry（LC-MS/MS）”（2024）．
22）U.S. Department of Agriculture（USDA）：“CLG-PFAS 2.04: Screening, Determination, and Confirmation of PFAS by UHPLC-MS-MS”（2023）．
23）U.S. Environmental Protection Agency（EPA）：“Method 1633, Revision A：Analysis of Per- and Polyfluoroalkyl Substances（PFAS）in Aqueous, Solid, Biosolids, and Tissue Samples by LC-MS/MS”（2024）．
24）M. Sunkara, E. Peprah, W. Young, S. Popol, M. Moreno Santiago, B. Ng, C. M. Fisher, L. DeJager, S. Genualdi：*J. AOAC Int.*, qsag007（2026）．
25）T. Matsubara, Y. Mizuno, E. Imoto, N. Maeshima, M. Kobayashi, O. Kunihiro, W. Lipps：*J. AOAC Int.*, qsag014（2026）．
26）X. Theurillat, C. Mujahid, B. Eriksen, A. Levêques, T. Delatour, P. Mottier, A. Griffin, A. Savage：*J. AOAC Int.*, qsag054（2026）．
27）L. Zhao, M. Giardina, E. Parry, M. L. De Leoz：*J. AOAC Int.*, qsag029（2026）．
28）農林水産省消費・安全局：“農産物中の PFOS，PFOA，PFHxS，PFNA の分析法（標準作業手順書）”（2024）．
29）令和 5 年度厚生労働行政推進調査事業費補助金（食品の安全確保推進研究事業）：“食品を介したダイオキシン類等有害物質摂取量の評価とその手法開発のための研究，分担研究報告書，トータルダイエット試料中の有機フッ素化合物の分析及びその摂取量推定”（2024）．
30）AOAC International：“AOAC SMPR 2023.003: Standard Method Performance Requirements（SMPRs）for Per- and Polyfluoroalkyl Substances（PFAS）in Produce, Beverages, Dairy Products, Eggs, Seafood, Meat Products, and Feed”（2023）．
31）A. D. Point, T. M. Holsen, S. Fernando, P. K. Hopke, B. S. Crimmins：*Environ. Sci.: Water Res. Technol.*, **5**, 1876（2019）．
32）J. E. Zenobio, O. A. Salawu, Z. Han, A. S. Adeleye：*J. Hazard. Mater. Adv.*, **7**, 100130（2022）．
33）M. Mancini, V. Gioia, F. Simonetti, A. Frugis, S. Cinti：*ACS Meas. Sci. Au*, **3**, 444（2023）．



山﨑 由貴（Yamasaki Yuki）
国立医薬品食品衛生研究所食品部第四室（〒210−9501 神奈川県川崎市川崎区殿町 3−25−26）．千葉大学大学院医学薬学府先端創薬科学専攻後期 3 年博士課程修了．博士（薬科学）・薬剤師．《現在の研究テーマ》食品中に含まれる化学物質の分析法開発・実態調査・摂取量推定．《趣味》ペンギン，料理，食べ歩き．
E-mail : yuki_yamasaki@nihs.go.jp



鈴木 美成（Suzuki Yoshinari）
国立医薬品食品衛生研究所食品部第四室（〒210−9501 神奈川県川崎市川崎区殿町 3−25−26）．東京農工大学連合農学研究科．博士（農学）．《現在の研究テーマ》食品由来化学物質のばく露評価・不検出値の取扱い．《趣味》クラフトビール，ウォーキング．
E-mail : szk-yoshi@nihs.go.jp



堤 智昭（Tsutsumi Tomoaki）
国立医薬品食品衛生研究所食品部（〒210−9501 神奈川県川崎市川崎区殿町 3−25−26）．東京理科大学大学院薬学研究科薬学専攻博士課程修了．博士（薬学）・薬剤師．《現在の研究テーマ》食品中に含まれる有害物質等の分析法開発・実態調査・摂取量推定．《趣味》グルメ巡り，散歩．
E-mail : tutumi@nihs.go.jp