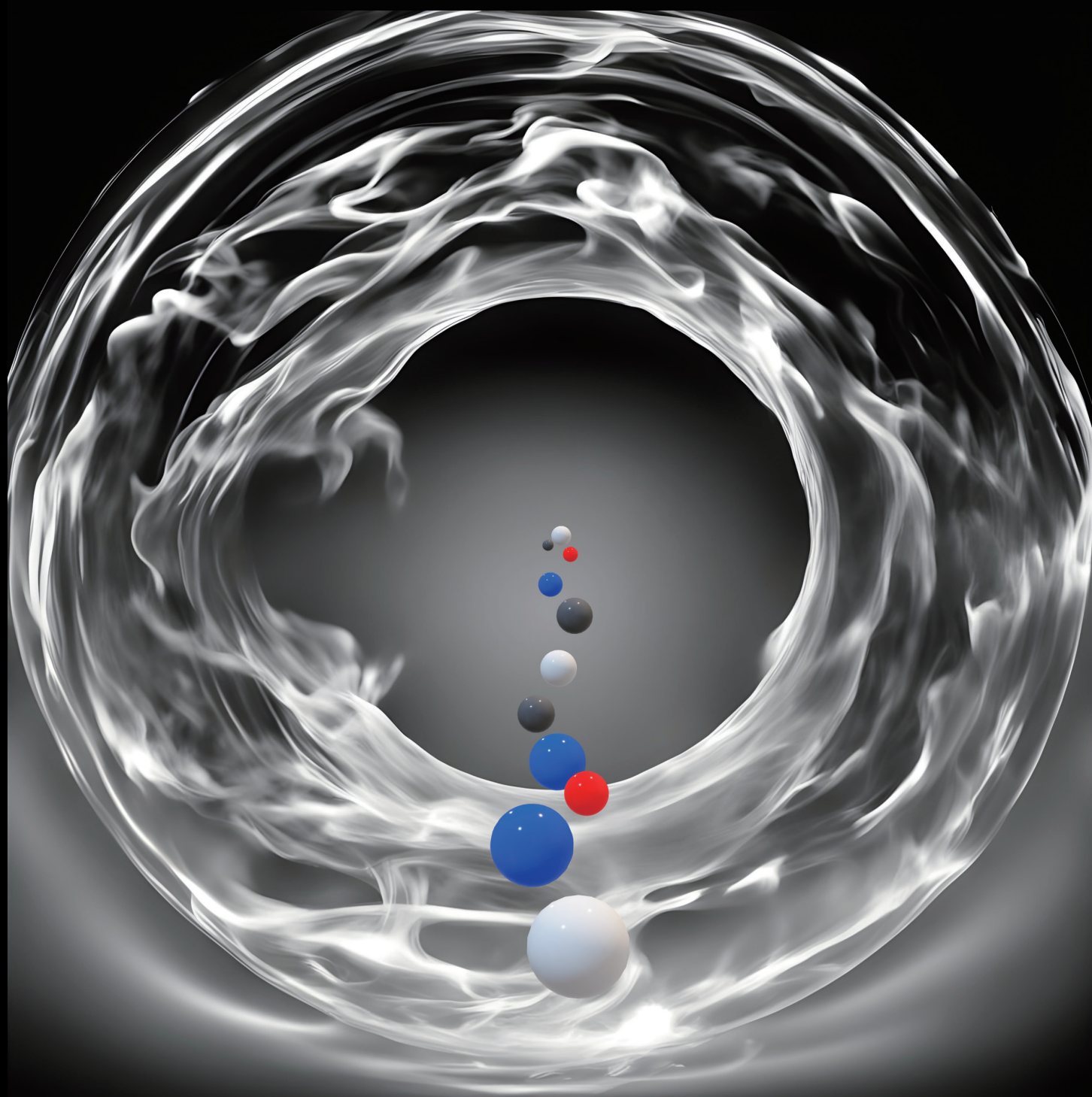


ぶんせき ③

Bunseki 2024

The Japan Society for Analytical Chemistry



日本分析化学会

<https://www.jsac.jp>



ガスクロマトグラフ質量分析計
GCMS-QP2050

Excellence Redefined



分析業務を取り巻く事業環境やニーズは時代とともに大きく変わってきています。

GCMS-QP2050は、島津製作所が誇る技術を集約した、これからも時代をリードする新世代のガスクロマトグラフ質量分析計です。圧倒的な信頼性と安定性を誇るハードウェアと、優れた操作性と卓越した自動化技術を搭載したソフトウェアにより、新しい価値を提供します。

Minimum Maintenance, Maximum Progress

最小限のメンテナンスで最大限の成果

Simple Operation, Confident Results

シンプルな操作で確実な分析結果

One Instrument, Infinite Possibilities

1台の装置に無限の可能性

詳しい製品情報はこちら



ぶんせき Bunseki 2024 Contents 3

目次

とびら	学会の活用法／安田 純子 85
入門講座	データ解析：定量・定性からビッグデータの解析まで 分析法バリデーション／斎藤 嘉朗・柴田 寛子・石井 明子 86
解説	透過電子顕微鏡による固体触媒材料の高分解能観察／日吉 範人 93
ミニファイル	非破壊・固体分析 走査電子顕微鏡法／熊谷 和博 99
話題	海洋試料のアルギン酸分析に向けて／大木 淳之・藤田 雅紀 101
技術紹介	燃焼イオンクロマトグラフィーによる ハロゲンおよび硫黄の分析／林 則夫・長畑 孝典 103
トピックス	ストリッピングボルタンメトリーによる 血清中の微量重金属イオンの同時検出／明珍 尋紀 108 電気化学的 CO ₂ 還元反応による生成物の 質量分析を用いたリアルタイム <i>in situ</i> 測定法／岡崎 琢也 108
リレーエッセイ	せっかくの出会い／座古 保 109
ロータリー	110 談話室：ディープシーズの探求と産学連携／インフォメーション：第 388 回液体クロマトグラフィー研究懇談会；第 59 回フローインジェクション分析講演会；第 16 回千葉県分析化学交流会；第 389 回液体クロマトグラフィー研究懇談会；第 385 回ガスクロマトグラフィー研究懇談会特別講演会／執筆者のプロフィール

〔論文誌目次〕	119	〔広告索引〕	A5
〔お知らせ〕	M1	〔ガイド〕	A6
〔カレンダー〕	iii		



日本分析化学会 第84回分析化学討論会

2024年5月18日(土)～19日(日)

京都工芸繊維大学松ヶ崎キャンパス

主催:公益社団法人日本分析化学会

協賛:国立大学京都工芸繊維大学

本討論会では、下記の協賛メニューを募集しております。

- 講演プログラム集 (冊子) 広告掲載料
 - 白黒1頁 ￥ 70,000 (税別)
 - 白黒1/2頁 ￥ 40,000 (税別)
- 大会ホームページ バナー広告掲載料
 - 1枠 ￥ 30,000 (税別) ~
- 付設展示会 出展料
 - 1小間 ￥ 80,000 (税別)
 - 書籍販売1小間 ￥ 50,000 (税別)
- ランチョンセミナー 開催料
 - 1枠 ￥ 150,000 (税別) ※お弁当代等の経費は別途

■お問合せ・お申込み

公益社団法人日本分析化学会 指定広告代理店

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 <http://www.meihosha.co.jp>

カレンダー

2024年

3月	6日	2024年度液体クロマトグラフィー分析士五段認証試験〔日本分析化学会会議室〕……………(10号 M3)
	7・8日	第41回分析化学における不確かさ研修プログラム〔日本電気計器検定所本社〕……………(1号 M4)
	13日	2024年度液体クロマトグラフィー分析士四段認証試験〔日本分析化学会会議室〕……………(10号 M3)
	13日	プラズマ分光分析研究会第121回講演会 材料開発や生体・環境動態解析に資するプラズマ分光分析 〔東京電機大学東京千住キャンパスおよびオンライン〕……………(1号 M7)
	14日	表面科学セミナー2024(実践編)基礎と実用例を通じてこれからを学ぶインフォマティクス 〔大田区産業プラザPiO特別会議室およびオンライン〕……………(M 4)
	18日	第73回プラスチックフィルム研究会講座 主題=脱炭素社会・循環型経済実現に貢献するプラスチックフィルム材料 〔東京工業大学大岡山キャンパス西9号館コラボレーションルームおよびオンライン〕……………(2号 M2)
	22日	第393回液体クロマトグラフィー研究懇談会 〔日立ハイテクサイエンスサイエンスソリューションラボ東京〕……………(M 3)
4月	5日	2024年度第1回近畿支部講演会〔大阪科学技術センター7階700号室〕……………(2号 M1)
	26日	公益社団法人日本分析化学会第13回定時総会〔Web会議(日本分析化学会会議室)〕……………(M 2)
5月	16・17日	第40回希土類討論会〔松山市立子規記念博物館〕……………(12号 M1)
	18日	第21回生涯分析談話会へのお誘い〔京都工芸繊維大学松ヶ崎キャンパス〕……………(M 4)
	18・19日	第84回分析化学討論会〔京都工芸繊維大学松ヶ崎キャンパス〕……………(2号 M3)
	30日	2024年度液体クロマトグラフィー(LC)分析士二段認証試験 〔①東京会場:鳥津製作所東京支社;②京都会場:鳥津製作所本社研修センター〕……………(1号 M5)
6月	3~5日	日本顕微鏡学会第80回学術講演会〔幕張メッセ・国際会議場〕……………(M 4)
	12~14日	電子機器トータルソリューション展2024〔東京ビックサイト東展示棟〕……………(M 4)
	13~15日	みる・はかる・未来につなぐ科学機器展東海サイエンスパーク2024〔名古屋国際会議場〕……………(1号 M7)
	18日	2024年度液体クロマトグラフィー(LC)分析士初段認証試験 〔①東京会場:鳥津製作所東京支社;②京都会場:鳥津製作所本社研修センター〕……………(2号 M2)
7月	11~13日	有機微量分析研究懇談会・創立70周年記念大会シンポジウム・ 第91回日本分析化学会有機微量分析研究懇談会・ 第125回計測自動制御学会力学量計測部会・ 第41回合同シンポジウム〔岐阜大学講堂・工学部他〕……………(1号 M6)
	17~19日	第34回環境工学総合シンポジウム2024〔高野山大学〕……………(M 4)
10月	23~25日	第46回溶液化学シンポジウム〔千葉大学けやき会館〕……………(M 5)
11月	17~22日	第9回実用表面分析国際シンポジウム 9th International Symposium on Practical Surface Analysis (PSA-24) 〔Paradise Hotel Busan パラダイスホテル釜山〕……………(1号 M7)

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。

<p>ICP-OES/ICP-MS AAS/IC</p>	<p>固体発光分光分析 蛍光X線 / ガス分析</p>	<p>物理特性 / 熱特性</p>	<p>有機標準物質</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・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 	<ul style="list-style-type: none"> ・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) 	<ul style="list-style-type: none"> ・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 	<ul style="list-style-type: none"> ・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)

凍結粉碎機 (Freezer / Mill)

粉碎容器にインパクトター (粉碎棒) 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。インパクトターを磁化させ、往復運動させる事による衝撃でサンプルを粉碎します。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、効率的な粉碎、混合が可能。サンプルに合った粉碎容器、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 メカニカルアロイニング



日本バイオテクノロジー認証機構 (JBCO) 技能試験



(一社) 日本バイオテクノロジー認証機構 (JBCO) ではISO / IEC 17043 (技能試験提供者認定) に準じて各種技能試験を開催しております。全ての技能試験についてフォローアップセミナーが開催されるのが大きな特色で、試験結果に対する追跡が可能です。また理化学試験、リアルタイムPCR試験については余剰試料の頒布を行っており、その後の精度管理及びメソッド開発などへ活用できます。



理化学試験 (ヒスタミン)



理化学試験 (栄養成分)



微生物試験 (一般生菌数)



リアルタイムPCR (DNAコピー数の測定)

〈現在頒布中の余剰サンプル〉
理化学試験：栄養成分・ヒスタミン
さばしょう油煮：(プルトップ缶、容量約80g)
さば水煮：(プルトップ缶、容量約80g)
・リアルタイムPCR (DNAコピー数の測定)
プローブ法 or インターカレータ法

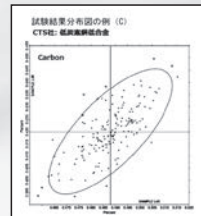
海外技能試験輸入代行サービス

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

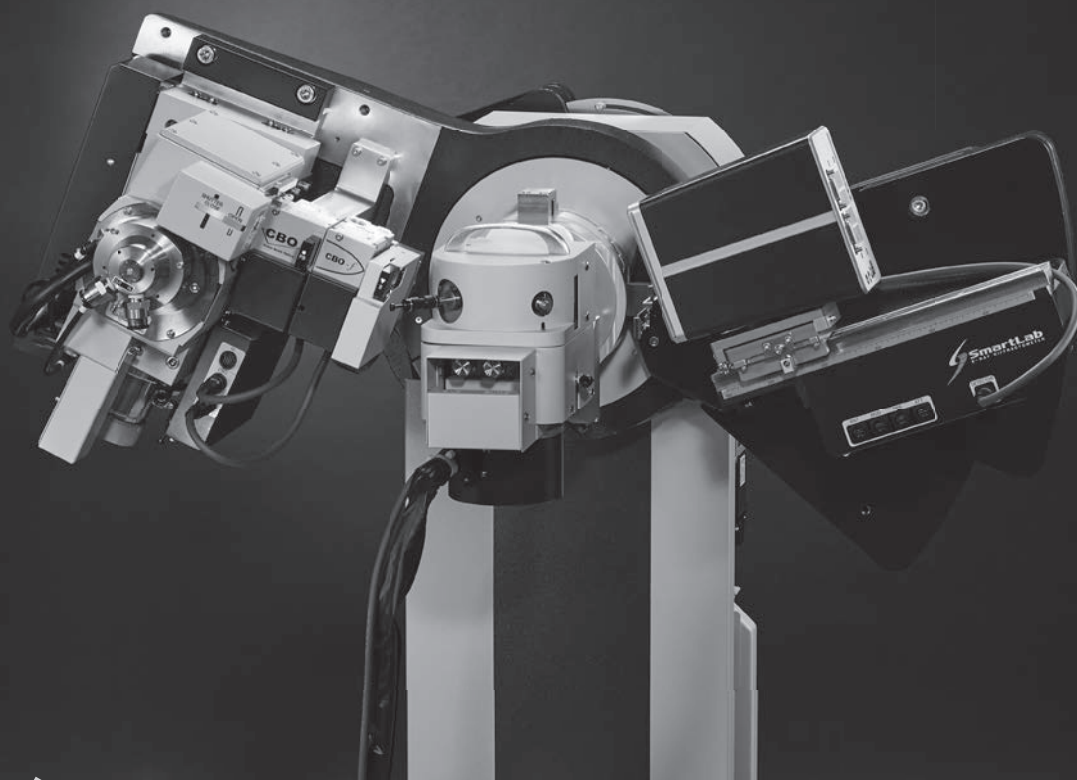
西進商事株式会社

<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

XRD と DSC の結果で、 食い違いが生じたことはありませんか？

SmartLab with DSC-attachment



XRD と DSC の同時測定により
解明できなかった物質の挙動が明らかになります！



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ブ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	Cap No.	Cat No.	Polymer
1	032	Alginate acid, sodium salt	51	184	Polyethylene, chlorinated, 25% chlorine
2	209	Butyl methacrylate/isobutyl methacrylate copolymer	52	185	Polyethylene, chlorinated, 36% chlorine
3	660	Cellulose	53	186	Polyethylene, 42% chlorine
4	083	Cellulose acetate	54	107	Polyethylene, chlorosulfonated
5	077	Cellulose acetate butyrate	55	041	Polyethylene, high density
6	321	Cellulose propionate	56	042	Polyethylene, low density
7	031	Cellulose triacetate	57	405	Polyethylene, oxidized, Acid number 16 mg KOH/g
8	142	Ethyl cellulose	58	136A	Poly(ethylene oxide)
9	534	Ethylene/acrylic acid copolymer, 15% acrylic acid	59	138	Poly(ethylene terephthalate)
10	454	Ethylene/ethyl acrylate copolymer, 18% ethyl acrylate	60	414	Poly(2-hydroxyethyl methacrylate)
11	939	Ethylene/methacrylic acid copolymer, 12% methacrylic acid	61	112	Poly(isobutyl methacrylate)
12	358	Ethylene/propylene copolymer, 60% ethylene	62	106	Polyisoprene, chlorinated
13	506	Ethylene/vinyl acetate copolymer, 9% vinyl acetate	63	037A	Poly(methyl methacrylate)
14	243	Ethylene/vinyl acetate copolymer, 14% vinyl acetate	64	382	Poly(4-methyl-1-pentene)
15	244	Ethylene/vinyl acetate copolymer, 18% vinyl acetate	65	391	Poly(p-phenylene ether-sulphone)
16	316	Ethylene/vinyl acetate copolymer, 28% vinyl acetate	66	090	Poly(phenylene sulfide)
17	246	Ethylene/vinyl acetate copolymer, 33% vinyl acetate	67	130	Polypropylene, isotactic
18	326	Ethylene/vinyl acetate copolymer, 40% vinyl acetate	68	1024	Polystyrene, Mw 1,200
19	959	Ethylene/vinyl alcohol copolymer, 38% ethylene	69	400	Polystyrene, Mw 45,000
20	143	Hydroxyethyl cellulose	70	039A	Polystyrene, Mw 260,000
21	401	Hydroxypropyl cellulose	71	046	Polysulfone
22	423	Hydroxypropyl methyl cellulose, 10% hydroxypropyl, 30% methoxyl	72	203	Poly(tetrafluoroethylene)
23	144	Methyl cellulose	73	166	Poly(2,4,6-tribromostyrene)
24	374	Methyl vinyl ether/maleic acid copolymer, 50/50 copolymer	74	1019	Poly(vinyl acetate)
25	317	Methyl vinyl ether/maleic anhydride, 50/50 copolymer	75	002	Poly(vinyl alcohol), 99.7% hydrolyzed
26	034	Nylon 6 [Poly(caprolactam)]	76	352	Poly(vinyl alcohol), 98% hydrolyzed
27	331	Nylon 6(3)T [Poly(trimethylhexamethylene terephthalamide)]	77	043	Poly(vinyl butyral)
28	033	Nylon 6/6 [Poly(hexamethylene adipamide)]	78	038	Poly(vinyl chloride)
29	156	Nylon 6/9 [Poly(hexamethylene azelamide)]	79	353	Poly(vinyl chloride), carboxylated, 1.8% carboxyl
30	139	Nylon 6/10 [Poly(hexamethylene sebacamide)]	80	012	Poly(vinyl formal)
31	313	Nylon 6/12 [Poly(hexamethylene dodecanediamide)]	81	102	Poly(vinylidene fluoride)
32	006	Nylon 11 [Poly(undecanoamide)]	82	132	Polyvinylpyrrolidone
33	045A	Phenoxy resin	83	103	Poly(vinyl stearate)
34	009	Polyacetal	84	494	Styrene/acrylonitrile copolymer, 25% acrylonitrile
35	001	Polyacrylamide	85	495	Styrene/acrylonitrile copolymer, 32% acrylonitrile
36	376	Polyacrylamide, carboxyl modified, low carboxyl modified	86	393	Styrene/allyl alcohol copolymer, 5.4-6.0% hydroxyl
37	1036	Polyacrylamide, carboxyl modified, high carboxyl modified	87	057	Styrene/butadiene copolymer, ABA block copolymer, 30% styrene
38	026	Poly(acrylic acid)	88	595	Styrene/butyl methacrylate copolymer
39	385	Polyamide resin	89	452	Styrene/ethylene-butylene copolymer, ABA block, 29% styrene
40	688	1,2-Polybutadiene	90	178	Styrene/isoprene copolymer, ABA block
41	128	Poly(1-butene), isotactic	91	049	Styrene/maleic anhydride copolymer, 50/50 copolymer
42	961	Poly(butylene terephthalate)	92	068	Vinyl chloride/vinyl acetate copolymer, 10% vinyl acetate
43	111	Poly(n-butyl methacrylate)	93	063	Vinyl chloride/vinyl acetate copolymer, 12% vinyl acetate
44	1031	Polycaprolactone	94	070	Vinyl chloride/vinyl acetate copolymer, 17% vinyl acetate
45	035	Polycarbonate	95	422	Vinyl chloride/vinyl acetate/maleic acid terpolymer
46	196	Polychloroprene	96	911	Vinyl chloride/vinyl acetate/hydroxypropyl acrylate, 80% vinyl chloride, 5% vinyl acetate
47	010	Poly(diallyl phthalate)	97	395	Vinylidene chloride/acrylonitrile copolymer, 20% acrylonitrile
48	126	Poly(2,6-dimethyl-p-phenylene oxide)	98	058	Vinylidene chloride/vinyl chloride copolymer, 5% vinylidene chloride
49	324	Poly(4,4'-dipropoxy-2,2'-diphenyl propane fumarate)	99	369	n-Vinylpyrrolidone/vinyl acetate copolymer, 60/40 copolymer
50	113	Poly(ethyl methacrylate)	100	021	Zein, purified

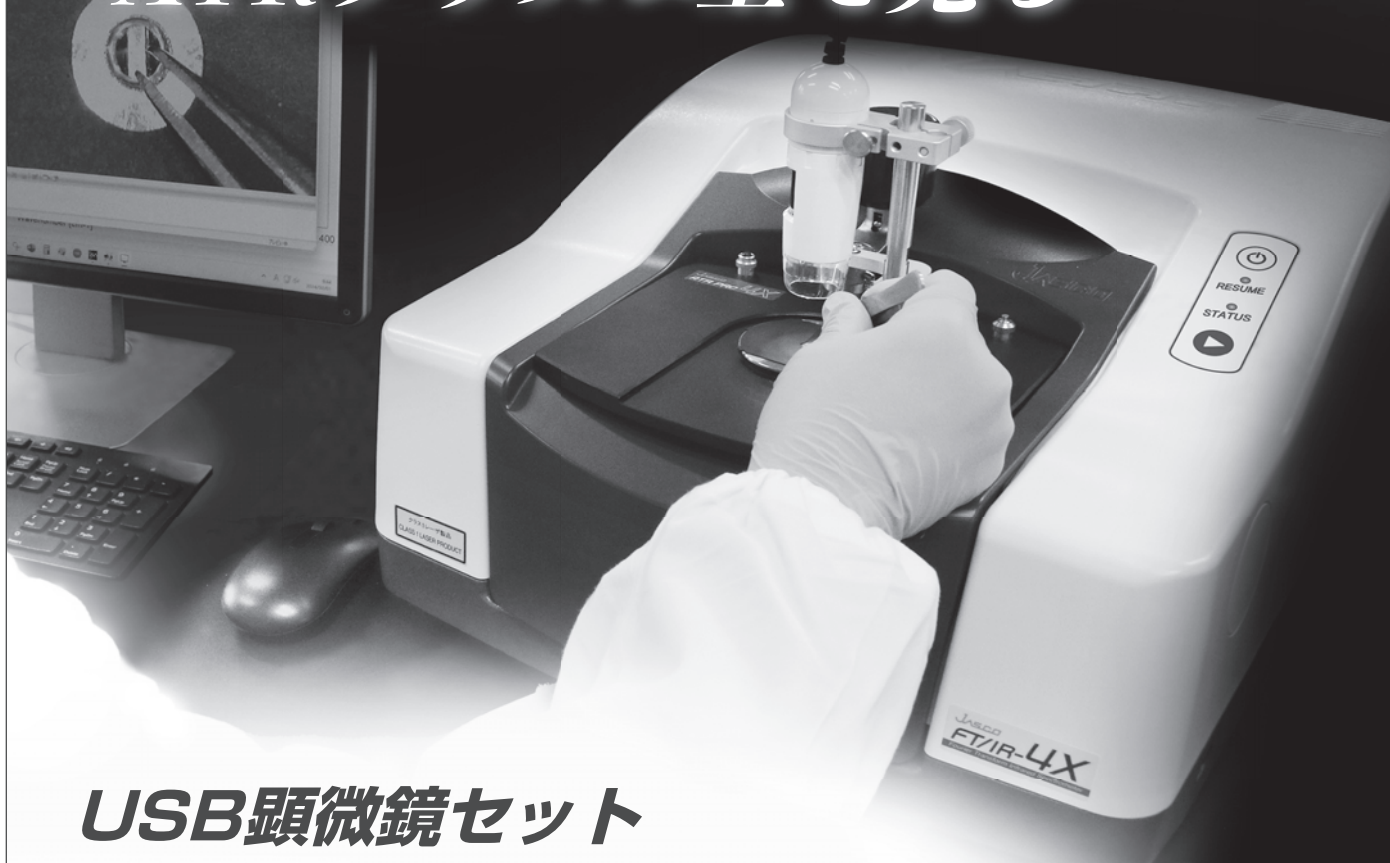
ここに記されている他にも数千種類のポリマー試料を取り揃えております。カタログ・資料ご希望およびお問い合わせ等は下記へご連絡下さい。

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

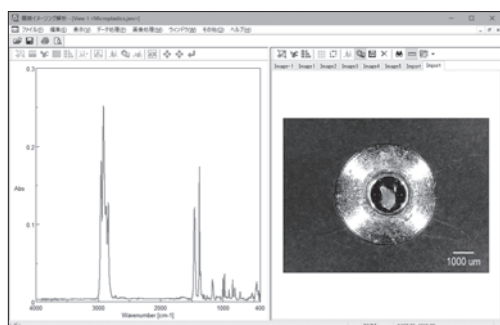
ホームページアドレス <http://www.shibayama.co.jp> e-mail アドレス gsc@shibayama.co.jp

サンプル画像を ATRプリズム上で見る



USB顕微鏡セット

USB顕微鏡セットは、測定前のサンプル画像をATRプリズム上で取得し、スペクトルと画像データを一つのファイルに保存可能です。スペクトルマネージャーでサンプルサイズの計測も行え、小さなサンプルも拡大された観察画像で取扱えます。



スペクトルと画像をセットで保存

「スペクトル」、「ATRプリズムに密着したサンプル画像*」、「USB顕微鏡で取得した密着前のサンプル画像」を、一つのファイルに保存できます。

* ATR PRO 4X VIEW の場合



特長

- ・移動の手間削減：測定前に試料画像をATRプリズム上で取得
- ・作業が簡単：小さな試料も拡大された観察画像で取扱いが簡単
- ・確実な紐付け：スペクトルと画像データを1つのファイルに保存
- ・便利な機能：ソフトウェア上で試料サイズを計測

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。

LC-CollectIR

LC-CollectIRは、高い効率にGPCで分離された成分から移動相溶媒を蒸発させ溶質成分のみをFTIR用の「Geディスク」、PyroGC/MS用の「熱分解試料カップ」またはMALDI-MS用「ステンレスディスク」に捕集するシステムです。GPCにより分離された混合物の各成分についてオフラインでの測定が可能になります。FT-IR分光測定やMALDI-MSにより簡単に迅速な分子量分布における共重合体の組成変化解析や、PGC/MSによる構造解析の研究に最適です。さらに簡易分取装置として使用できるため、従来の分取法と比べ、大幅な時間短縮とコストの削減が可能になります。

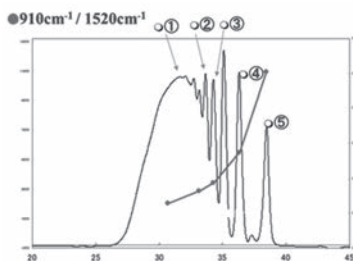


応用例

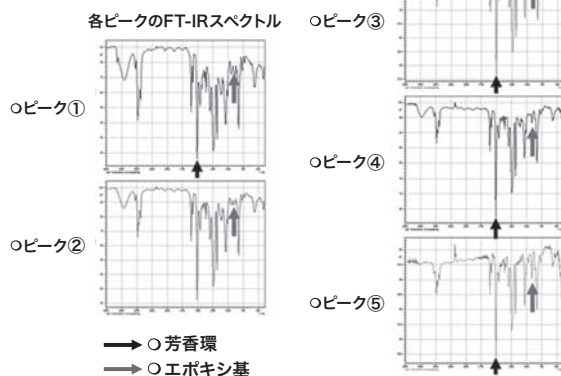
- 混合物の分離と各成分の簡単に迅速な構造解析
- 樹脂の末端や内部構造の推定
- 分子量分布における、共重合体の組成変化
- 分子量が近似した物質の分子構造の区別
- 微細構造解析および樹脂の混合系の判別
- 簡易分取装置としての利用

GPC-IR測定

BPA型エポキシ樹脂のFTIRによる組成分析



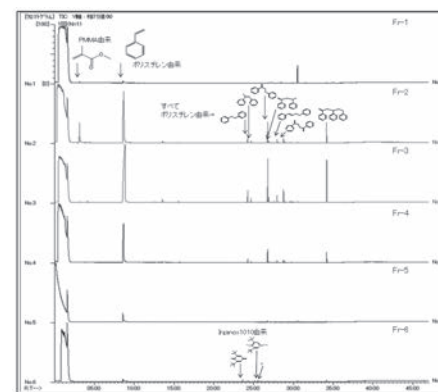
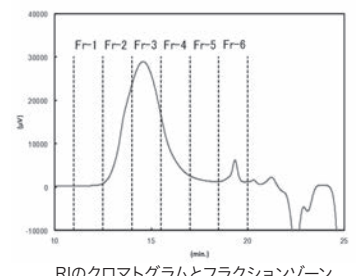
本システムでは、GPCフラクション毎の赤外スペクトルを測定可能です。得られたスペクトルから官能基の比等をクロマトグラムにオーバーラップさせた解析も可能です。



GPC-PyroGC/MS測定

ポリマーブレンドと添加剤の測定

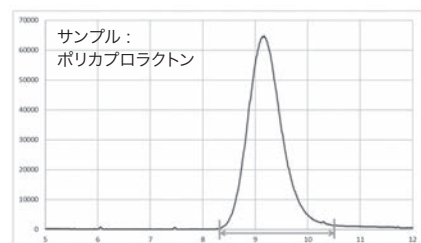
GPCからのフラクションを熱分解装置用試料カップにトラップする事で、GPCの溶出時間ゾーン毎にPyroGC/MS測定が可能となります。得られたスペクトルの解析により、使用されているポリマーの種類や割合が解ります。また、数%程しか使用されていない添加剤の特定も可能です。



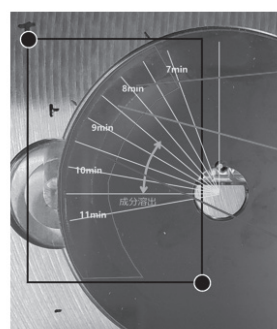
各分取フラクションの熱分解GC/MS結果

GPC-MALDI-MS測定

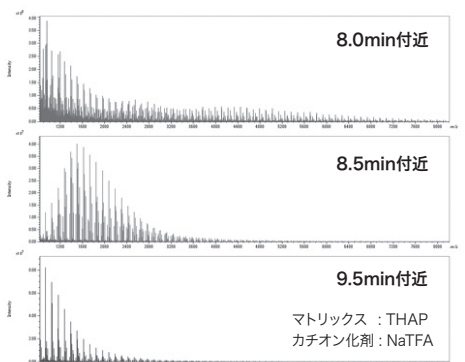
MALDI-MSイメージング測定



GPCからステンレスプレートに直接サンプリングした上からマトリックス溶液とカチオン化剤溶液を混合してスプレーし、MALDI-TOFMSによりマスマイミメージング測定を実施しました。



データは日本電子製JMS-S3000にて取得



マトリックス : THAP
カチオン化剤 : NaTFA

学会の活用法



安田 純子

本学会員の皆様の中には、分析を手段として利用されている「分析ユーザー」の方々も多いのではないかと思います。「分析」は企業内のあらゆる場面で使われています。研究開発においては、その技術的な問題解決のためにはなくてはならないものです。様々な事項に対してエビデンスを求められる昨今、どのような事項であっても、その回答を導き出すには何らかの分析と測定結果が必要になります。

分析手法を身につけるには何を頼ったらいでしょうか。学校や企業では、先輩から教えてもらうことが多いと思いますが、実践的な使い方に偏りがちで、方法の基本まで立ち返って教えてもらうことが少ないように思われます。本誌「ぶんせき」の「お知らせ」欄には、この問題を解決できるセミナーや講演会が毎月掲載されています。セミナーは、手法を中心としたもの、分析対象を中心としたものなど選り取り見取りです。初心者ばかりではなく、中堅の方でも学び直しになったり、新たな発見があったりするものです。講師も本学会員の方々ですので、会員間で知識の伝承が行われているとみることもできます。最近はオンラインでの講習会が多く、開催場所を選ばず参加できるメリットがあります。講習会場で参加する場合は、終了後に先生に質問しやすいですが、オンラインでは躊躇しがちなようです。ここがオンライン講習のデメリットと感じますが、せっかくの機会ですからぜひ先生方の知識を少しでも吸収してみたいかたがでしょう。特に初心者向けの講習会では、こんなことを尋ねてもいいのだろうか、わからないのは自分だけでは…とためらうことがあると思いますが、皆さん理解しにくかったところは同じです。他の参加者のためにも積極的に質問していただくと、お互いに切磋琢磨し一層有意義な時間になるのではないかと思います。

分析技術の進歩は目覚ましく、新しい分析法が次々と報告されています。その中で自分たちの課題を解決できる可能性のある分析法に出会えば、新たなアプローチを得ることができます。分析技術は誰にでも共通な手段です。対象物や求める情報は違っていても、同じ技術を使っている研究者間ではコミュニケーションがとれます。たとえ同業他社であっても、産官学の立場の違いがあっても、普段まったく接点がないような関係であっても、分析技術を通じて交流できる場を提供しているのが本学会です。あるものを利用しない手はありません。それぞれの立場で学会を有効に活用しませんか。

[YASUDA Junko, 株式会社コーセー, 日本分析化学会関東支部長]

分析法バリデーション

斎藤 嘉朗, 柴田 寛子, 石井 明子

1 分析法バリデーションとその目的

分析法が開発された場合、ただ1~2回、上手く分析できただけでは、別日に同様の分析が可能か、どのような試料にも適用できるのか、等は不明である。またあらゆる分析法には、その結果に誤差が存在する。この誤差には、分析機器の校正における誤差、共存物質による妨害などに起因する誤差などの系統誤差と、分析を行うごとに生じるランダムな誤差（偶然誤差）がある。また別の角度から見ると、分析対象物質の分解やマトリックス中に含まれる共存物質の相違等の分析対象試料に基づく誤差と、分析時に用いる試薬やカラムのロットの相違、使用する溶媒の調製時の相違等の分析に基づく誤差、等が考えられる。

分析法はある目的を持って開発されるのが通常であり、「分析法バリデーション (analytical procedure validation)」は、その分析法が使用される意図にふさわしいことを立証するために行うものである。言い換えると、その分析法で得られた測定値の誤差により生じる試験の判定の誤りの確率が、その試験の目的に鑑みて許容できる程度であることを科学的に示すことである。分析法の開発は、その誤差を許容できる範囲に低減することが必要であり、分析法のバリデーションは、その誤差が許容できることを立証することと、それぞれの遂行目的をまとめることができる。

なお、本稿では、筆者らの専門分野である医薬品の分析法バリデーションを例に記載させていただくことをお許しいただきたい。

2 分析法の開発

分析する目的を達成できる分析法を開発して、これをバリデーションすることが必要となる。このため、分析法の開発時には、1) 分析対象物質の特性を十分把握し、2) これに基づき適切な分析技術（装置や器具を含む）を選択すると共に、分析目的に沿った分析能パラメータ (performance characteristics, 次節で紹介する真度、精

度、範囲等) を選択し、これを評価するための分析条件の検討、を行うこととなる。

少し進んだ方法となるが、さらに分析法の変更を含めた分析法のライフサイクルを想定して分析法を開発することが、適切な分析法の管理・運用に重要という考え方が最近主流になってきている。この考え方では、1) 目的及び要求される性能基準から導かれる分析能パラメータをまとめた「目標分析プロファイル (analytical target profile)」を設定し、2) 次に、分析法の性能に影響を与える分析法操作要因（分析法操作パラメータ：液体クロマトグラフィーでは、例えば流量、溶媒濃度、温度等）を特定するためのリスクアセスメントを実施すると共に、その影響の範囲を明らかにして、3) 分析法の必要な性能基準を満たすことを保証するための、分析法操作パラメータの範囲を含む「分析法管理戦略」の設定を行い、さらに4) 変更しても分析性能に影響しない各分析法操作パラメータの許容範囲や複数の当該パラメータの組み合わせ範囲の設定、等を行うことができれば、分析法のライフサイクルを通して頑健性が高く、かつ分析条件の変更にも柔軟に対応できるため、有用である。医薬品の原薬及び製剤の分野では、このような「より進んだ手法 (enhanced approach)」が推奨されている¹⁾。その概念図を図1に示す。

「目標分析プロファイル」は、具体的には、使用目的、測定される分析対象物質の特性に関する詳細情報、評価を行う分析能パラメータとその性能基準、を設定する。「目標分析プロファイル」は、分析法のライフサイクル全体にわたって維持される。ただし、製品の品質特性に関する追加情報が得られた場合などは、「目標分析プロファイル」の再評価が必要になる。

また分析法操作パラメータを意図的に変動させて、分析能パラメータへの影響を評価することにより、頑健性を評価する。単独の分析法操作パラメータを変動させ、他のパラメータを一定とした状態で、分析能パラメータへの影響を評価することが、一般的になされるが、その際、性能基準を満たす範囲内を「立証された許容範囲 (proven acceptable range)」と言う。さらに分析法の性能基準及び測定結果の品質を確保することが立証されて

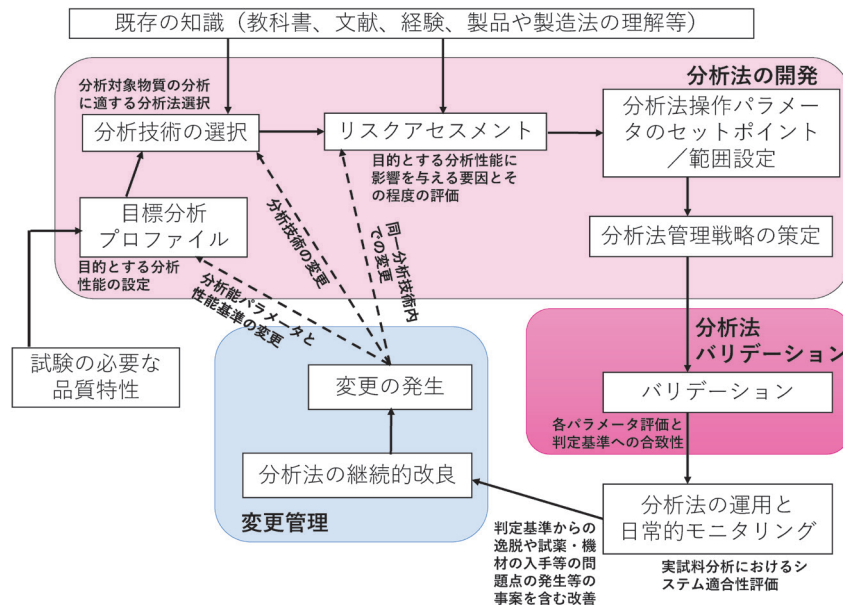


図1 分析法のライフサイクル
ICH Q14 案の図1を改変

いる分析法操作パラメータの組み合わせ範囲を、「分析法デザインスペース (method operating design region)」と言う。これら確立された範囲内であれば、分析法操作パラメータの条件を変更しても、「目標分析プロファイル」を達成でき、目的とする測定結果の信頼性は確保できる。

「分析法管理戦略」は、開発時のデータ、リスクアセスメント、及び頑健性を含む分析法に関する情報により設定され、分析法がライフサイクルを通じて、日常的分析で期待される性能を維持できることを保証するために作成される。管理が必要な分析法操作パラメータやシステム適合性（第5項）が含まれ、分析の実手順も記載される。実施手順には、分析対象試料、標準物質や試薬・試液、装置、検量線の作成方法、報告値の算出方法、等が該当する。

以上の分析法開発における新しい戦略の実施により、分析法に対する理解が進み、その後のバリデーションを含め、ライフサイクルを通じた分析法の信頼性確保に有用であるため、是非、可能な範囲で、その採用の検討をいただきたい。

3 分析法バリデーション

3.1 バリデーションの種類と適用

「分析法バリデーション」は、新たに分析法を開発した時に実施する必要がある。

一方、再バリデーション (revalidation) は、分析法を変更したり、測定対象物質の製品や工程が変更になった場合に、その分析法が引き続き目的になかった性能を維持していることを立証する際に必要となる。再バリデーションは、その変更の度合いと付随するリスクに応

じて、次節で示す分析能パラメータに関し、すべての評価を実施（フル再バリデーション）する必要がある場合と、部分的な分析能パラメータの項目について評価を実施する場合（部分的再バリデーション）がある。具体的には、フル再バリデーションは、既存の分析法を新たな分析対象物質に対して適用する場合や、原理が異なる測定機器に変更する場合等に適用される。一方、部分的再バリデーションは、使用するカラムの変更、溶媒の変更、グラジエントの変更など、相対的にマイナーな変更時に行う。なお、部分的バリデーションは、パーシャルバリデーション (partial validation) と英語表記で呼ばれることもある。部分的再バリデーションで再評価対象とする分析能パラメータは、その変更により影響を受けるパラメータを選択する。

さらに、複数の分析法が同一の性能基準を満たすことや分析を行う施設・実験室を変更した場合に同一の性能基準を満たすことを示す際には、クロスバリデーション (cross validation) を行う。これは複数の分析法による分析値を、一つの目的に使用する場合に行われる評価である。

共同バリデーション (co-validation) は、複数の施設において、その分析法による分析値が、事前に設定した基準を満たすことを示すために行われ、すべての分析能パラメータを評価するか、試験室の違いによって影響を受けると考えられる分析能パラメータ（例えば、標準物質のロットの相違に基づく、真度・精度や検量線範囲の評価等）を選択して評価することが可能である。

なお、各バリデーションは、主に標準物質を用いて複数濃度に調製した quality control (QC) 試料を用いて行われるが、分析対象物質を含む生体試料を分析する場

合には、その実試料を用いて行う項目（平行性等）もある。

3.2 分析機器のバリデーション

次節に述べる分析法におけるバリデーションのほか、分析機器のバリデーション（適格性評価）も重要であるため、ここで簡単に触れておきたい。「適格性確認」は、good manufacturing practice（GMP）等の際に必要なものとなるので、分析機器に対して行われる意味でよく用いられ、設計時適格性評価（design qualification：使用する設備等の用途が、使用目的に合致していること）から始まり、据付時適格性評価（installation qualification：装置等が正しく据え付けられていることを確認すること）、運転時適格性評価（operational qualification：設置機器等が正しく動作し、試験等を実施して良いか確認すること）を経て、稼働性能適格性評価（performance qualification：対象機器が分析時（使用時）に必要な性能を維持しているか確認すること）の4ステップがある。

4 分析能パラメータの種類と特徴

分析能パラメータは、分析法バリデーションで実際に評価される項目であり、測定結果の品質を確保するための技術非依存的な要素と定義される。各パラメータは、それぞれ特徴的な分析性能を評価する指標であり、典型的には、「真度」「精度」「特異性/選択性」及び「範囲」であるが、分析の目的に応じて設定される。各パラメータに関して、以下に説明する。

4.1 真度（accuracy）

「真度」は、真値（正しい値）として認証又は合意された値（理論値等）と、実測値との間の一致の程度のこと、下記の計算式のように比で算出される場合は、真度が100%に近いほど、優れた分析法と言える。

$$\text{真度 (\%)} = (\text{測定値} / \text{理論値}) \times 100^{2)}$$

一方で、真度は、理論値と測定値の総平均との差で表される場合もあることに留意すべきである（日本薬局方参考情報「分析法バリデーション〈G1-1-130〉」³⁾等）。

真度は以下の方法によって評価できる。

4.1.1 標準物質が利用可能な場合

(1) 標準物質（即ち、濃度既知の分析対象物質）に対して、バリデートする分析法を適用し、実測値と理論値を比較評価する。標準物質中の分析対象物質の濃度が100%でないときは、純度も勘案して算出する。

(2) 特にマトリックスの影響（共存する物質による測定値への妨害）を評価する場合、空のマトリックス（分析対象物質以外のすべての成分が含まれるマトリックス）に、標準物質を一定量、添加して測定し、その実測値と添加量から算出される理論値を比較する。一般に添加回収実験と呼ばれ、その真度は添加回収率とも言う。

なお、標準物質が分解等を起こしていると、真度の評価に大きな影響を与えるので、標準物質の安定性は重要な要因である。

4.1.2 標準物質が利用できない場合

(1) 他の真度既知のバリデートされた方法による分析値を真の値として、その比較により真度を求めることができる。その場合、マトリックス等の影響が異なると想定されるため、バリデートする分析法とは全く原理が異なる分析法（直交する分析法という）を用いることが望ましい。

(2) 他にバリデートされた方法がない場合、過去に測定された値等の関係者間で合意された値を真値とし、これと評価対象の分析法による実測値と比較することで、真度とする場合もある。しかし、この方法は一般に医薬品等の指針（下記のICH Q2 改正案⁴⁾等）には掲載されておらず、受け入れることが困難なケースが多いと思われる。

4.1.3 真度を算出する際のデータ

分析の目的により、必要とされる分析法全操作の繰り返し回数や測定すべき濃度の種類数は異なることから、いわゆる fit-for-purpose（使用される意図・目的に沿うこと）にて決定することが必要である。一方で、医薬品の分析法バリデーションガイドラインでは、その回数が規定されている。例えば、市販用の原薬及び製剤（化学薬品及びバイオテクノロジー応用医薬品/生物起源由来医薬品）の出荷試験及び安定性試験に用いられる分析法に適用される ICH Q2 ガイドライン（分析法バリデーションガイドライン）の改正案⁴⁾では、「報告値範囲を含む適切な数の濃度水準について分析法の全操作を適切な回数繰り返し測定（例えば、3 濃度について分析法の全操作を各濃度 3 回ずつ繰り返して測定）した結果から評価される」と記載されている。また、生体試料中薬物濃度分析法に適用される ICH M10²⁾では、クロマトグラフィーをベースにした方法の場合、「真度及び精度を評価する分析単位に用いる QC 試料は、検量線の範囲内の少なくとも 4 濃度で、調製すべきである。4 濃度とは、定量下限、定量下限の 3 倍以内（低濃度 QC 試料）、検量線の範囲の約 30~50%（中濃度 QC 試料）、及び定量上限の少なくとも 75% 以上（高濃度 QC 試料）とする。（中略）分析単位内の真度及び精度は、各 QC 濃度あたり少なくとも 5 回の繰り返し分析をすることにより評価する。分析単位間の真度及び精度は、各濃度の QC 試料を少なくとも 2 日をかけ 3 分析単位以上で分析し評価する必要がある。」と記載されている。

4・1・4 真度の変動要因

真度は真値からの一定方向への偏りを評価するため、その評価に当たっては、均質な試料を分析に供する必要がある。また真度に影響を与える要因としては、例えばクロマトグラフィーにおけるカラムへの吸着やその漏出、検出器の校正不良、マトリックス中の吸着物質等の存在、等多くの要因が考えられる。分析法の開発段階で十分要因を検討すると共に、真度が期待される範囲内から逸脱する場合には、その原因を明らかにして改善する必要がある。

4・2 精度 (precision)

「精度」は、均質な試料から採取した複数の測定試料を繰り返し分析した場合の一連の測定値のバラツキの程度（互いに一致する程度）であり、一般に標準偏差を算術平均で割った値である相対標準偏差（又は変動係数という）で表される。

$$\%RSD (CV) = (\text{標準偏差}/\text{平均値}) \times 100$$

なお、測定値の分散、標準偏差で表される場合もある。分析する際の繰り返し方法により、併行精度、室内再現精度、室間再現精度に分類される。

4・2・1 併行精度 (repeatability)

短時間の間に同一条件下で、均質な試料から採取した複数の試料を繰り返し測定する場合の精度のことである。その条件としては、一般に測定機器、溶媒等の試薬のロット、カラム等の器具等、試験者、試験室、その他試験環境が該当し、通常は1回の分析バッチ（同じ検量線を用いる）として同一日に分析される。多くの条件をそろえているため、3種の精度評価では、最も小さい値になることが期待される。

4・2・2 室内再現精度 (intermediate precision)

同一室内において、均質な試料から採取した複数の試料を繰り返し測定する際の精度のことである。評価の際には、機器、試薬及び器具（但し、分析法に変更がない範囲で）、試験担当者、試験日、その他の試験環境の一部あるいは全部の条件を変えて、繰り返し分析する。各種条件が異なるため、一般に併行精度よりも大きな値をとることが多い。

4・2・3 室間再現精度 (reproducibility)

異なった試験室において、均質な試料から採取した複数の試料を繰り返し測定する場合の精度のことであり、分析法を標準化する際に複数施設で同一分析法を用いて評価する際などに行われる。3種の精度評価の中では、一般に最も大きな値をとることが多い。

4・2・4 精度を算出する際のデータ

真度と同様、fit-for-purpose で何濃度について何回繰り返し分析するかを決定する。前述のICH Q2改正案⁴⁾では、併行精度は「報告範囲を含む濃度について、分析法の全操作を3濃度について各濃度3回ずつ繰り返す」、又は「試験濃度の100%に相当する濃度で、分析法の全操作を少なくとも6回繰り返す」と記載されている。また同ガイドライン案では、室内再現精度は、まず精度に及ぼす要因の影響を確認し、検討が必要と判断した要因に関して、評価することとなっている。個々の要因は別々に評価する必要はない。また、ICH M10²⁾では、クロマトグラフィーをベースにした方法の場合、真度と同様に検量線の範囲内の少なくとも4濃度のQC試料を用いて、併行精度の場合は各QC濃度あたり少なくとも5回の繰り返し分析をすることにより評価する。室内再現精度は、各濃度のQC試料を少なくとも2日をかけ3分析単位以上で分析し評価する必要がある。

なお、室内再現精度の検討方法には、異なる試験日間のすべての変動要因を一括して一つの因子と見なし、それ以外を残差として一元配置分散分析を行うことで、その残差（偶然誤差となる）を併行精度とする方法もある。具体的な例を以下に示す。

試験実施者、溶媒及びカラムが最も精度に影響を及ぼすことが分析法開発の段階にて既知であった場合、これらの要因を各2水準（aとb）についてランダムになるように割り付け、6回（基本的には6試験日）にて2回ずつ測定する場合、組み合わせとして、a-a-a, a-a-b, a-b-a, b-b-b, b-b-a, b-a-b（各々aとbを3回ずつ）とする（表1）。これらの測定値が表1であった場合、

表1 室内再現精度の6試験日における割り付けと添加回収率

試験番号	割り付け			添加回収率 (%)	
	試験実施者	溶媒	カラム	1回目	2回目
1	a	a	a	97.4	99.8
2	a	a	b	99.5	101.9
3	a	b	a	100.8	102.2
4	b	b	b	98.7	99.7
5	b	b	a	99.5	102.3
6	b	a	b	96.9	98.5
平均値				99.8	
標準偏差				1.78	
相対標準偏差				1.8	

表2 一元配置分散分析の結果

要因	平方和	自由度	分散	分散比
室内再現精度分 (水準間)	22.44	5	4.49	2.16
併行精度分 (水準内)	12.44	6	2.07	
全体	34.88	11	—	—

1) まずデータ全体の平均値と各測定値の差の二乗の合計(平方和)を求める(=全体)(表2)。この時の自由度は、全測定回数12から1を引いた11となる。

2) 次にデータ全体の平均値と各測定回(各試験日)の平均値の差の合計(平方和)を求める(=室内再現精度分)。なお、この時の自由度は6(試験日)-1=5となる。

3) 全体(1)から室内再現精度分(2)を引いて、併行精度分を求める。なお、この時の自由度は11-5=6となる。

4) 室内再現精度分と併行精度分の分散(各平方和を自由度で割ったもの)を算出する。

5) 分散比(室内再現精度分/併行精度分、F値)を算出し、F分布表の自由度(6, 5)の有意水準5%におけるF値(4.39)と比較して、有意性を評価する。表2の場合、分散比2.16は4.39より小さく、有意水準5%において室内再現精度分の分散に有意差があるとは言えない」と言える。従って、評価した「試験実施者、溶媒及びカラム」は、室内再現精度に与える効果はないと言える。

4・2・5 精度の変動要因

分析値のバラツキは結果の信頼性に直接的に影響するため、分析法の開発段階で十分、その要因を検討する必要がある。バラツキの要因には、試料におけるバラツキと分析におけるバラツキがある。試料におけるバラツキでは、均質な試料を分析に供することが重要である。また、分析におけるバラツキの要因としては、前処理時における試薬や器具のバラツキ、分析時における溶媒やカラムの状態等、多くの要因が考えられる。精度が期待される範囲内から逸脱する場合には、その原因を明らかにして改善する必要がある。また、前処理後試料中安定性は、真度及び精度のいずれにも影響するため、該当する場合は検討要因に加えるべきである。

4・3 特異性/選択性 (specificity/selectivity)

特異性と選択性は、いずれも分析対象物質の測定において、他の物質による分析値への妨害の程度を示す指標である。一般に「特異性」は分析対象物質のみを明確に分けて測定できる能力で、分析法の識別能力を示す指標である。特に生体試料中薬物濃度分析では、分析対象物質と構造的に類似した物質(例えば、代謝物、異性体、不純物等)を区別して検出する分析法の能力をいう²⁾。クロマトグラフィー法の場合、ピーク分離度で示されることが多い。一方、「選択性」は一般に妨害物質が不明な場合でも(非特異的妨害)、分析対象物質を区別して測定することができる分析法の能力である。

特異性/選択性は、1) 保持時間の差等で識別できることを示す、2) 測定原理の全く異なる直交する分析法に

よる測定結果との比較で妨害を受けないことを示す、3) 分析法の基本原則から理論的に妨害を受けないことを保証する(例えば、質量分析装置における質量電荷比の相違やNMRシグナルにおける化学シフト値の相違)、ことにより立証できる。

4・4 範囲

分析法における範囲は、必要な真度及び精度が保証される下限から上限までの濃度範囲を示す。ICH Q2 改正案⁴⁾では、さらに「報告値範囲」と「稼働範囲」に意味が分けられ、前者は最終的に報告される値の範囲で、後者はそれと同じかより広く、分析法が意味のある結果を提供する濃度範囲、即ち定量的な試験の場合は検量線が成り立つ範囲である。

報告値範囲として求められる範囲は、例えば医薬品における原薬や製剤の定量法の場合、ICH Q2 改正案⁴⁾に規定されているように、表示量(又は規格下限値)の80%を下限とし、表示量(又は規格上限値)の120%を上限とすることが一般的である。

4・4・1 検量線

検量線は分析対象物質の濃度と分析機器のレスポンスとの関係を示すものであり、レスポンスの形状により、線形(HPLCやLC/MS等)と非線形(ELISA等のリガンド結合法等)に分かれる。

線形の場合は、範囲全体にわたって適切に分布された5濃度(ICH Q2 改正案⁴⁾)又は6濃度(ICH M10²⁾)以上の検量線用試料により評価することが推奨されている。回帰式としては

$$y = ax + b \quad (a \text{ は傾き, } b \text{ は } y \text{ 切片})$$

で表され、最小二乗法による回帰直線として算出される。他の評価パラメータとしては、相関係数や残差平方和などがある。なお、最小二乗法では、高濃度側に重点を置いて検量線が作成されるため、対数等に変換して重み付け係数を回帰分析に適用することがある。また濃度0において原点にプロットされるか、残差プロットにおいて濃度依存性が見られないか、等を検討することも重要である。

一方、非線形の場合には、関係がS字カーブ等を示すため、4パラメータや5パラメータの、より複雑なモデルが必要となる。なお、パラメータを増やせばデータへの当てはまりは良くなるが、検量線作成時の変動誤差まで当てはめてしまい、濃度の予測性が悪くなることもあり、注意を要する。モデルの当てはめの程度は、相関係数を2乗した決定係数により、元データのどの程度を説明できるか、から評価することができる。

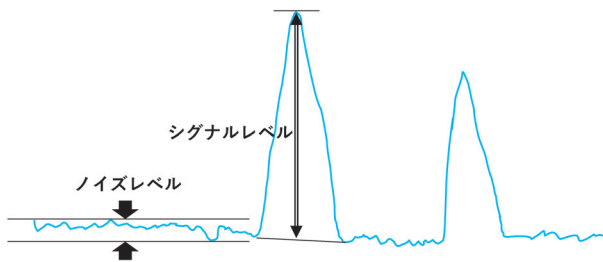


図2 シグナル対ノイズ比による下限値の計算

4.4.2 下限値（検出限界及び定量限界）

検出限界は、分析対象物質の検出が可能な最低濃度（又は量）であり、定量限界は、分析対象物質の定量が可能な最低濃度（又は量）で、特に医薬品における純度試験など、低濃度での評価が重要な試験において、その評価が必要となる。これら下限値の推定方法として以下がある。

4.4.2.1 シグナル対ノイズ比から求める方法

HPLCやGC等のベースラインノイズを伴う分析法で適用できる方法である。具体的には、ブランク試料のシグナル（ベースラインノイズ領域であれば、分析対象物質を含む試料でも許容される場合がある）と既知の低濃度の分析対象物質を含む試料のシグナルを比較し、その比から算出する（図2）。シグナル対ノイズ比の値において、検出限界としては3:1が、定量限界としては10:1が、それぞれ一般に用いられている。なお、この方法で推定した場合は、実際にその濃度付近の試料を測定して、推定値の妥当性を示す必要がある。

4.4.2.2 線形のレスポンスにおいて、標準偏差と検量線の傾きから求める方法

線形である回帰直線の傾き a と、レスポンスの標準偏差 σ から下記の通り計算する方法である。

$$\text{検出限界} = 3.3\sigma/a$$

$$\text{定量限界} = 10\sigma/a$$

なお σ は、複数のブランク試料のレスポンスの標準偏差や、定量限界や検出限界付近の濃度を含む試料を用いて作成した検量線における回帰直線の残差の標準偏差を用いる方法がある。

4.4.2.3 真度と精度から求める方法

真度及び精度の判定基準を満たす検量線用標準試料の最低濃度を定量下限とする方法で、生体試料中薬物濃度分析法では一般的に用いられる²⁾。

5 システム適合性

バリデートされた分析法であっても、実際に試験を行

う運用時には、意図した分析性能が維持されていることの確認が必要となる。

「システム適合性 (system suitability)」は、分析法の稼働状態を日常的に確認する試験であり、公的な試験にはおおむね設定されている。例えば、同項目名の日本薬局方参考情報〈G1-2-181〉⁵⁾には「試験法の適用時に目的に合う試験結果を与えることが検証された分析システムが、実際に品質試験を行う際にも適切な状態を維持していることを確認するための試験方法と適合要件について規定したものであり、通常、一連の品質試験ごとに適合性を確認するための試験が行われる。」との記載があり、機器分析法による多くの規格試験法に不可欠なものである。言い換えると、目的とする分析に対して、装置や操作が適切であることを立証し、分析上の欠陥があれば検出するために設定される。

6 おわりに

分析法バリデーションに関し、医薬品における評価方法を例に概説した。分析法バリデーションは、分析結果の信頼性確保において、重要な評価項目の一つであり、適切に行う必要がある。本稿が読者の理解の一助となれば幸いである。

最後に、より詳しく学習される場合の書籍を巻末に挙げたので参考としていただきたい^{6)~8)}。

文 献

- 1) ICH Q14: “分析法の開発 (案)”, 〈<https://www.pmda.go.jp/files/000246246.pdf>〉, (accessed 2023.9.29).
- 2) ICH M10: “生体試料中薬物濃度分析バリデーション及び実試料分析”, 〈<https://www.pmda.go.jp/files/000246792.pdf>〉, (accessed 2023.9.29).
- 3) 厚生労働省: 厚生労働省告示第220号, “第十八改正日本薬局方” (令和3年6月7日), 〈<https://www.pmda.go.jp/rs-std-jp/standards-development/jp/0192.html>〉, (accessed 2023.9.29).
- 4) ICH Q2: “分析法バリデーション (R2改正案)”, 〈<https://www.pmda.go.jp/files/000246244.pdf>〉, (accessed 2023.9.29).
- 5) 厚生労働省: 厚生労働省告示第355号, “第十八改正日本薬局方第一追補” (令和4年12月12日), 〈<https://www.mhlw.go.jp/content/11120000/001022457.pdf>〉, (accessed 2023.9.29).
- 6) 香取典子: “ゼロから学ぶ 分析法バリデーション”, (2023), (じほう).
- 7) 城道 修, 高橋真一郎, 阿形泰義, 小井手加代子, 宮嶋勝春, 大塚達哉, 一ノ瀬尊之, 柴田寛子, 原園 景, 石井明子, 浅田隆太: “統計学的アプローチを活用した分析法バリデーションの評価及び妥当性”, (2018), (サイエンス&テクノロジー).
- 8) バイオアナリシスフォーラム: “医薬品開発における生体試料中薬物濃度分析法バリデーションガイドライン解説—LCガイドライン—”, (2015), (じほう).



齋藤 嘉朗 (SAITO Yoshiro)
国立医薬品食品衛生研究所 (〒210-9501
神奈川県川崎市川崎区殿町 3-25-26). 九州大学大学院薬学研究所. 博士 (薬学).
《現在の研究テーマ》生体試料中薬物及び
バイオマーカー分析のバリデーション.
E-mail : yoshiro@nihs.go.jp



石井 明子 (ISHII-WATABE Akiko)
国立医薬品食品衛生研究所生物薬品部.
(〒210-9501 神奈川県川崎市川崎区殿町 3-
25-26). 京都大学大学院薬学研究所. 博士 (薬学). 《現在の研究テーマ》バイオ医
薬品の品質評価, 生体試料中薬物濃度分析
法バリデーション.
E-mail : watabe@nihs.go.jp



柴田 寛子 (SHIBATA Hiroko)
国立医薬品食品衛生研究所生物薬品部.
(〒210-9501 神奈川県川崎市川崎区殿町 3-
25-26). 大阪大学大学院薬学研究所. 博士 (薬学). 《現在の研究テーマ》バイオ医
薬品の品質評価, 製剤学, 分析化学.
E-mail : h-shibata@nihs.go.jp

『ぶんせき』再録集 vol. 1 出版のお知らせ

ぶんせき誌の過去記事の有効利用の一環として、『ぶんせき』再録集 vol. 1 が出版されました。2011 年から 2020 年まで、10 年間分の〈ミニファイル〉の記事が詰まっています。

下記 10 章からなり、それぞれ 12 から 14 の話題が集められています。

1. 実験器具に用いられる素材の特徴, 2. 分析がかかわる資格, 3. 顕微鏡と画像データ処理, 4. 最新の web 文献検索データベース, 5. ポータブル型分析装置, 6. 分析化学と材料物性, 7. 分析化学者のための多変量解析入門, 8. 土壌分析, 9. サンプリング, 10. 前処理に必要な器具や装置の正しい使用法。

本書はアマゾンオンデマンド出版サービスを利用して出版した書籍ですので、書店には並びません。アマゾンサイトからのネット注文のみとなりますので、ご注意ください。詳しくは「ぶんせき」誌ホームページをご確認ください。

透過電子顕微鏡による固体触媒材料の高分解能観察

固体触媒材料の開発には触媒の構造と性能との関係を明らかにすることが重要であり、触媒の構造を直接観察できる透過電子顕微鏡は有効な手法である。本稿では高分解能透過電子顕微鏡法および走査透過電子顕微鏡法の特徴について、触媒材料（ゼオライト、金属粒子およびヘテロポリ酸塩）の観察を例に解説する。

日吉 範人

1 はじめに

透過電子顕微鏡（transmission electron microscopy, TEM）は、像観察や電子回折を通して試料の形態や構造の解析を行う装置であり、さらに、エネルギー分散型 X 線分光法（energy dispersive X-ray spectroscopy, EDS）や電子エネルギー損失分光法（electron energy loss spectroscopy, EELS）などの各種分光法と組み合わせることで組成分析や化学状態解析も可能である。TEM では様々な情報が得られることからその応用範囲は広く、無機材料、金属材料、高分子材料や生体物質などの評価に広い分野で使用されてきた。TEM の装置、測定手法および解析法の発展は著しく、今後もその利用は拡大すると思われる。

TEM による構造評価が有効な材料に固体触媒がある。固体触媒は、化学品製造、エネルギー変換、排ガス浄化などの広い分野で化学反応を迅速かつ選択的に進行させるために使用されており、また、現在課題となっているカーボンニュートラルの実現に向けて新規触媒材料の開発が盛んに行われている。固体触媒の開発には、固体触媒の構造と性能の関係を明らかにすることが重要であり、触媒性能を左右する触媒活性成分や欠陥構造を原子レベルで直接観察できる TEM は、固体触媒の研究には欠かせない手法となりつつある。

近年、固体触媒材料を原子レベルで観察する際に、従来の高分解能透過電子顕微鏡法（high-resolution transmission electron microscopy, HRTEM）に加え、走査透過電子顕微鏡法（scanning transmission electron microscopy, STEM）が適用される例が増えてきた。それぞれ長所短所があり、試料と観察目的に合った方法を選択するために、これらの特徴を知っておくことは有用である。本稿では、固体触媒材料の高分解能観察を例に、

HRTEM や STEM の特徴について解説する。

2 HRTEM による観察

2.1 高分解能像が形成される過程

図 1 に HRTEM において高分解能像が形成される過程を示す。HRTEM では平行に近い電子線を試料の観察領域に同時に照射する。試料に入射した電子は、試料を透過する際に直進する電子（ここでは透過波とする）と散乱電子に分かれる。試料が結晶性物質の場合、Bragg の条件を満たす方向に回折波が生じ、対物レンズの後焦点面で、回折の方向と角度ごとに電子が収束し回折パターンが形成される。さらに像面において、透過波と回折波が干渉することによって高分解能像が形成される。回折パターンの中央の明るいスポットは透過波によるものであり、中央のスポットと回折スポットとの距離は回折を起こした結晶面の面間隔の逆数に比例する。面間隔の狭い結晶面からは中心から離れた位置に回折スポットが生じ、像面で周期の短い格子縞が生じる。面間隔の広い結晶面ではこの逆となる。このように生じた様々な周期と方向の格子縞が重なり合い、高分解能像が形成される。

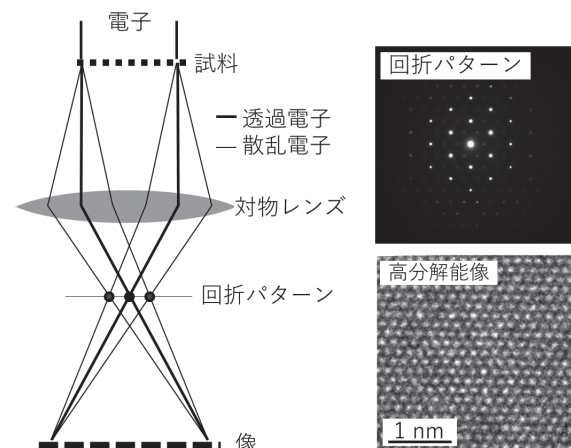


図 1 通常の TEM における高分解能像の形成過程（図中の回折パターンと高分解能像は金薄膜を試料として取得）

High-resolution Observation of Solid Catalysts Using Transmission Electron Microscopy.

2.2 HRTEMの特徴—Y型ゼオライトの観察を例として—

高分解能像に影響を与える因子として、①照射電子線に対する結晶の方位、②試料の厚さ、③対物レンズの焦点、④電子照射による試料損傷などがある。ここでは、Y型ゼオライトのHRTEM観察を例に、高分解能像に影響する因子について述べる。ゼオライトは結晶性の多孔質アルミノケイ酸塩の総称であり、中でもY型ゼオライトは石油精製過程で得られる重質油をガソリンに変換する流動接触分解（fluid catalytic cracking, FCC）プロセスの触媒として使用されるなど、工業的に重要なゼオライトの一つである。図2に示すように、Y型ゼオライトは SiO_4 および AlO_4 四面体によって形成される2種のビルディングユニット（sodおよびd6r）が六員環を

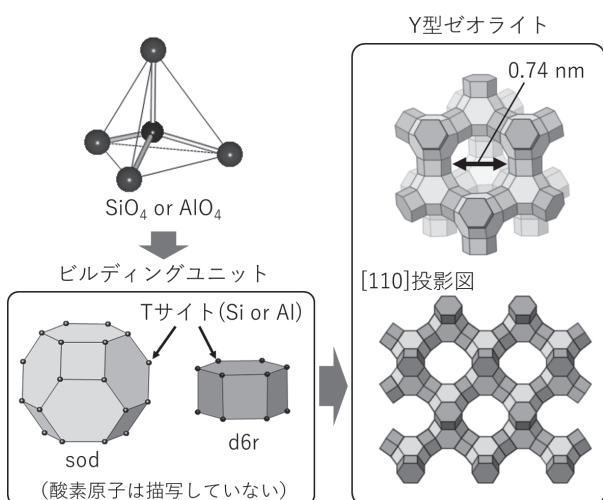


図2 Y型ゼオライトの構造

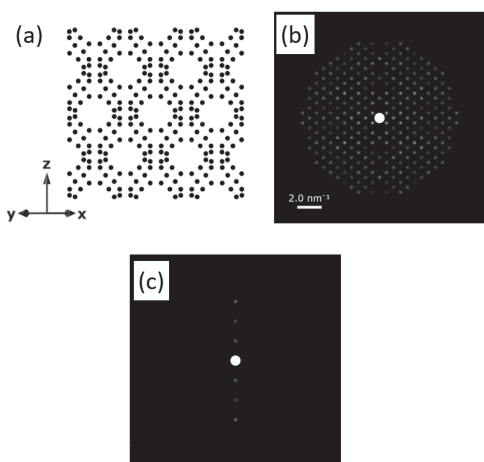


図3 (a) [110] 方向に投影したY型ゼオライトのTサイト(SiあるいはAl)の位置。黒点は[110]方向(紙面に対して垂直方向)にTサイトが重なった原子カラムの位置である。(b) Y型ゼオライトの[110]照射の電子回折パターンのシミュレーション。(c) (b)からz軸を回転軸として結晶を3°回転させた場合の電子回折パターンのシミュレーション

共有して交互に連結した構造を有しており、細孔口径0.74 nmのゼオライトの中でも大きな細孔を有する特徴を持つ。

① 照射電子線に対する結晶方位の影響

結晶性物質の結晶構造を観察する場合、入射電子線の方向に、結晶の低指数方向を合わせることが重要となる。図3(a)に示すように、立方晶構造を有するY型ゼオライトでは[110]方向(紙面に垂直方向)にTサイト(SiあるいはAlの位置)が一行に並んでいることから、[110]方向が高分解能観察に適した入射方向の一つである。結晶の方位合わせは、サンプルを任意の方向に傾斜できる二軸試料ホルダを用い、電子顕微鏡を回折モードにして回折パターンを観察しながら行う。この際、目的の方位の電子回折パターンをあらかじめシミュレーションしておくことが望ましい。結晶方位が低指数方向に合った場合、多数の回折スポットが現れる(Y型ゼオライトの[110]入射の場合は図3(b)のようなパターンが現れる)。低指数方向より方位がずれると回折スポットの数は少なくなる。例えば、図3(c)に示すように、Y型ゼオライトの結晶を[110]入射からz軸を回転軸に回転させていくと、00lに指数付けされる一列のスポットを残して、他の回折スポットが消える。このような回折パターンの状態で得られる高分解能像は、一方向にしか格子縞がない像となる。

図4は方位調整を行わずに撮影したY型ゼオライトの高分解能像の一例である。この像では結像に関与する回折波が少ないため一方向の格子縞しか見ることができない。一方、図5(a)は[110]入射に方位合わせを行ったY型ゼオライトの高分解能像¹⁾である。方位合わせを行った像からは細孔の配列など結晶構造に関する情報が得られる。高分解能像を高速フーリエ変換(fast fourier transform, FFT)することにより、回折パターンと類似したFFTパターンが得られ、高分解能像がどのような周期性を有しているかわかる(図5(b))。高分解能観察の目的の一つに結晶の欠陥構造の評価があり、結晶方位合わせを行って得た像からはより詳細な欠陥構造に関する情報が得られる(図6)。

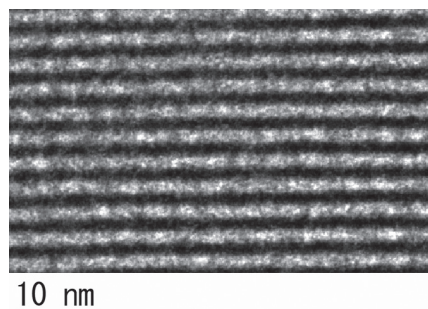


図4 方位調整を行わずに撮影したY型ゼオライトのHRTEM像の一例

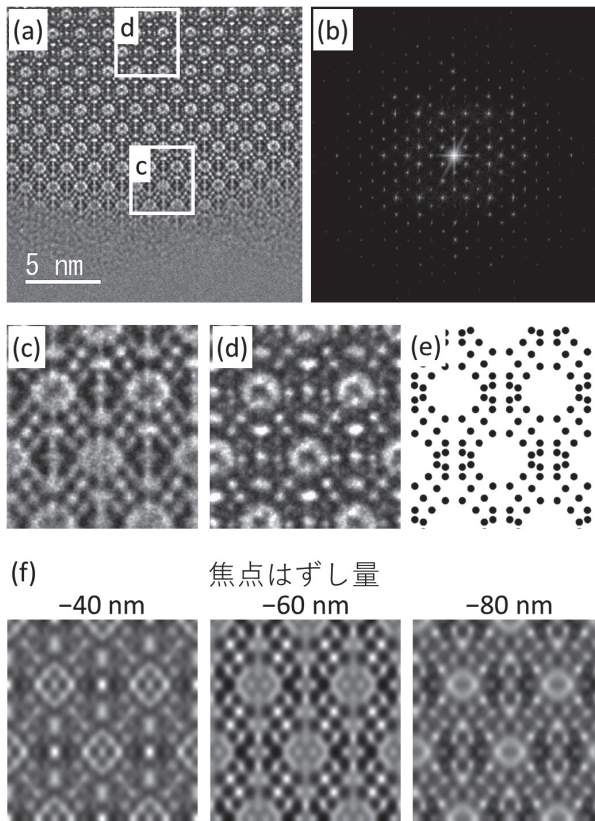


図5 (a) Y型ゼオライトの [110] 入射の HRTEM 像¹⁾。加速電圧 200 kV, 球面収差係数 $C_s = 1 \text{ mm}$ の電子顕微鏡で撮影。(b) HRTEM 像 (a) の高速フーリエ変換。(c), (b) HRTEM 像 (a) の領域 c および d の拡大像。結晶の厚さは $c < d$ である。(e) HRTEM 像 (c) および (d) の Si (or Al) の位置。(f) Y型ゼオライトの [110] 入射のシミュレーション像。加速電圧 200 kV, 球面収差係数 $C_s = 1 \text{ mm}$, 結晶の厚を 7 nm (単位格子 2 つ分の厚さ) として計算

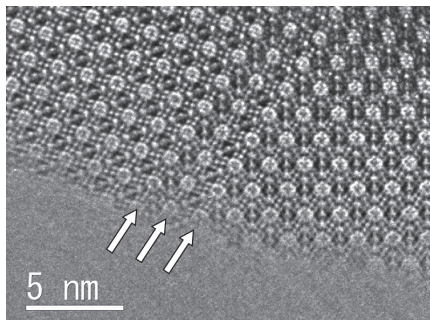


図6 Y型ゼオライトの双晶界面 (白矢印)

② 試料の厚さの影響

図5 (a) の高分解能像は Y 型ゼオライト粒子の縁を撮影したものであり、像の上部に向かうほど結晶が厚くなっている。結晶の薄い部分の拡大像 (図5 (c)) は Si あるいは Al の位置 (図5 (e)) に対応する場所に黒いスポットが認められ、結晶構造を反映した像となっている。一方、結晶の厚い部分の拡大像 (図5 (d)) は原子

位置とコントラストが対応していない。これは、結晶が厚い部分では、電子が試料中を透過する際の多重回折の影響が大きくなるためと考えられる。電子回折では試料の厚さにより回折スポットの強度が大きく変化し、したがって回折波の干渉により形成される高分解能像も試料厚さの影響を受ける。HRTEM で結晶構造を反映した構造像を得が得られるのは、多重散乱の影響の少ない薄い部分のみである。

③ 対物レンズの焦点の影響

電子顕微鏡では電磁レンズである対物レンズに流す電流量で焦点距離を調整できる。焦点距離を変化させると透過波と回折波の干渉にも影響し像のコントラストが変化する。原子位置に対応したコントラストを得るには、試料に焦点があった状態からの焦点はずし量を次式で与えられるシェルツァー・フォーカス ($\Delta f_{\text{Scherzer}}$) に設定するのが良いとされている。

$$\Delta f_{\text{Scherzer}} = -\sqrt{\frac{3}{4} C_s \lambda}$$

ここで、 C_s は対物レンズの球面収差係数であり、 λ は加速電圧で決まる電子波の波長である (加速電圧 200 kV では 2.51 pm)。図5 (f) は異なった焦点はずし量で計算した Y 型ゼオライトのシミュレーション像であるが、シェルツァー・フォーカスである焦点はずし量 -60 nm の像では T サイトの位置 (図5 (e)) に暗いスポットがあり、結晶構造と対応したコントラストが計算される (この像は実際に得られた図5 (c) の像と対応している)。一方、焦点はずし量が -40 nm や -80 nm ではコントラストが実際の原子配列に対応しておらず、特に焦点はずし量 -80 nm の像では T サイトの一部が明るいスポットとなっておりコントラストが反転していることがわかる。この例に示すように、HRTEM で原子位置を反映した像を得るためには、微妙な焦点の設定が必要となる。実際の HRTEM 観察では焦点の影響や先に述べた試料の厚さの影響により、原子位置を反映した像が得られることが少ない。結晶構造を同定するためには焦点や厚さを変化させた場合の像のシミュレーションを行い、実際に得られた像と比較することが必要となる。

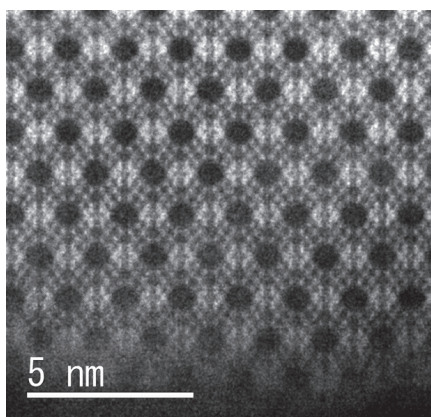
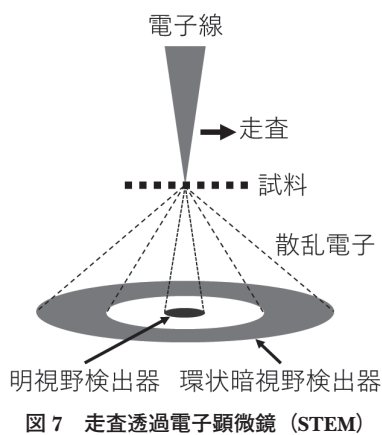
④ 電子照射による試料損傷について

固体触媒材料には電子照射に弱い材料も多く、ゼオライトはその代表的なものである。ゼオライトの場合、電子線を照射しすぎると非晶質化してしまい、本来の構造を観察できなくなる。電子線に弱い材料の観察時の工夫としては、視野探しや結晶方位の調整をできるだけ電子線照射の少ない (視野が暗い) 条件で行うことや、撮影時の倍率、電子線照射量 (明るさ) やカメラの露光時間等の条件をあらかじめ決めておくことなどが挙げられる。

3 STEMによる高分解能観察

3.1 STEMの概要

近年、固体触媒のキャラクタリゼーションにSTEMが用いられることが多くなってきた。その理由として、単一原子を観察できる高い分解能をもった球面収差補正STEMの装置が普及してきたこと、HRTEMより像の解釈が容易であること、EDSなどの元素分析装置と組み合わせることにより元素マッピングが可能であることなどが挙げられる。図7に示すように、STEMでは集束させた電子線を試料上で走査する。STEMでの電子線照射は走査電子顕微鏡(SEM)と類似しているが、SEMでは試料上方の反射電子や二次電子を検出するのにに対し、STEMでは透過電子や散乱電子で結像し構造を観察する。透過電子を検出する明視野法(bright field (BF)-STEM)で得られる像は、基本的にはHRTEMと同じである。一方、散乱電子を検出する環状暗視野法(annular dark field (ADF)-STEM)では、HRTEMで問題となる焦点はずし量や試料厚さによるコントラストの反転が無い。また、散乱電子の検出角度を高角度に設定すると(high-angle annular dark field (HAADF)-STEM)、主に非弾性散乱電子を検出することとなり、原子番号の大き



球面収差補正器を搭載した加速電圧200 kVの電子顕微鏡で撮影。

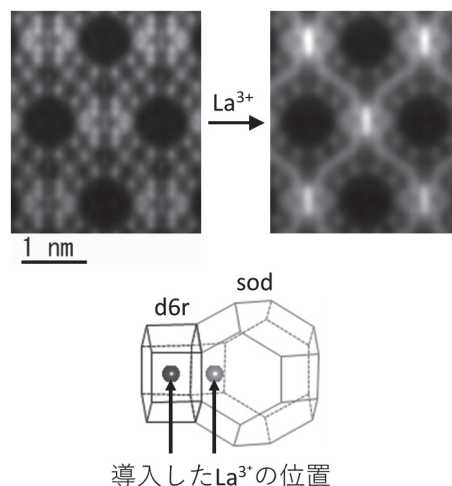
い元素種がより明るく強調された像(Zコントラスト像)が得られる。以下に種々の固体触媒材料(ゼオライト、金属微粒子、ヘテロポリ酸塩)にHAADF-STEM法を適用した観察例を紹介する。

3.2 STEMによる観察例

3.2.1 Y型ゼオライト

図8にY型ゼオライトをHAADF-STEM法で撮影した像¹⁾を示す(試料は図5のHRTEM像と同じである)。HAADF-STEM像では、Tサイトの位置が明るく観察され、ゼオライトの骨格構造が直感的に理解できる。HRTEM像では試料の厚みとともにコントラストが大きく変化するが、HAADF像では結晶が厚くなっても信号強度が大きくなる(明るくなる)だけでコントラストの反転などの大きな変化は見られない。また、焦点をずらしても像がぼけるだけである。

HAADF-STEMは、軽元素からなる結晶に導入された重金属元素の可視化に有効である。ゼオライトを固体触媒として利用する場合、熱安定性の向上や触媒活性点の形成を目的として、イオン交換などで重金属元素をゼオライト中に導入することがある。ゼオライトに導入された重金属の位置や構造を明らかにするために、HAADF-STEM法による直接観察が試みられている。一例として図9に、Y型ゼオライトにLa³⁺イオン(原子番号57)をイオン交換で導入した場合のHAADF-STEM像の変化を示す¹⁾(一枚の像を複数に分割し重ね合わせるにより平均化したものである)。イオン交換前と比べ、明るく変化した箇所がLa³⁺イオンが存在するサイトである。ここに示した像のように、ゼオライトのTサイトと導入金属の両方が可視化された像を得ることができれば、



(左上)イオン交換前の像。図8のSTEM像を分割し、重ね合わせるにより平均化した像である。(右上)Laイオン交換後の像。同様の方法で平均化したものである。球面収差補正器を搭載した加速電圧200kVの電子顕微鏡で撮影。

ゼオライト中の重金属原子の位置を特定することができる。

3・2・2 バイメタル微粒子

触媒活性を有する金属微粒子をシリカ、アルミナ、活性炭などの高比表面積の担体上に固定化した担持金属触媒のキャラクタリゼーションにも HAADF-STEM は有効である。担体上の金属微粒子の粒子径分布測定には通常の TEM が利用されていたが、HAADF-STEM では原子番号の大きな元素を高感度に検出できるため、より小さな金属微粒子を観察すること可能で、通常の TEM では難しかった担体上に分散した単原子状の活性種も可視化できる。また、二種類以上の金属を活性成分とすることで触媒性能を向上させた多成分系の担持金属触媒の評価にも STEM 法が有効である。二種の金属で微粒子を形成させた場合、コアシェル構造、合金粒子、あるいは、成分ごとの粒子の形成が考えられるが、HAADF-STEM 像のコントラストや EDS などの元素分析装置と STEM を組み合わせた元素マッピングにより、これらを見分けることができる。

図 10 に二元系金属微粒子のコアシェル構造を HAADF-STEM 像のコントラストにより確認した例を示す²⁾。試料は、パラジウム（原子番号 46）の微粒子を塩化白金酸溶液で処理し、微粒子表面のパラジウムをガルバニ置換反応によって白金（原子番号 78）に置換したものである。図 10 (a) の HAADF-STEM 像では、立方晶構造を有する Pd の [110] 入射により、電子線の入射方向に積み重なった原子の列（原子カラム）を観察している。粒子外層に明るい原子カラムが認められることから（図 10 (b) の矢印）、Pd 粒子外層の原子の一部が Pt に置換され、コアシェル構造が形成していることが確かめられる。

図 11 に、EDS-STEM により、合金微粒子の形成を確認した例を示す³⁾。試料は酸化チタンに金とパラジウムを担持した触媒である。HAADF-STEM 像のコントラストからは金属成分の分布が不明であるが、電子線を走査した際に発生する特性 X 線を測定する EDS を組み合わ

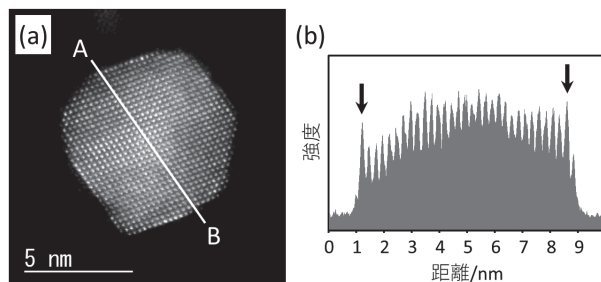


図 10 (a) Pd@Pt core-shell ナノ粒子の HAADF-STEM 像²⁾
(b) STEM 像 (a) 中の A 点から B 点までの強度プロファイル²⁾

球面収差補正器を搭載した加速電圧 200 kV の電子顕微鏡で撮影。

せることで、金属微粒子の組成と元素分布を調べることができる。この場合には金とパラジウムの特性 X 線が同じ領域から検出できることから合金化が確認できる。

3・2・3 ヘテロポリ酸塩

ケギン型ヘテロポリ酸 ($H_nXM_{12}O_{40}$, X: Si, P など, M: Mo, W など) は、酸触媒反応や酸化反応に触媒作用を示す（図 12）。ケギン型ヘテロポリ酸のセシウム塩は、例えばメタクリル樹脂モノマーであるメタクリル酸の製造など、様々な反応の固体触媒として利用できる。ヘテロポリ酸のセシウム塩では結晶の欠陥構造が触媒性能を左右する細孔を生じるため、欠陥構造の評価が重要である。ヘテロポリ酸塩は電子線に弱いいため、これまで TEM での高分解能観察が欠陥構造の評価に有効な方法とされてこなかった。しかし、HAADF-STEM 法で観察条件の設定を適切に行えば高分解能観察が可能であることがわかってきた。図 13 に、多孔質のケイタングステン酸のセシウム塩 ($Cs_xH_{4-x}SiW_{12}O_{40}$) の細孔構造を可視化した例を示す⁴⁾。ケギン型ヘテロポリ酸のセシウム塩は立方晶構造であり、[111] 入射ではセシウムとケギンヘテロポリ酸の 12 個のタングステン原子が別々の

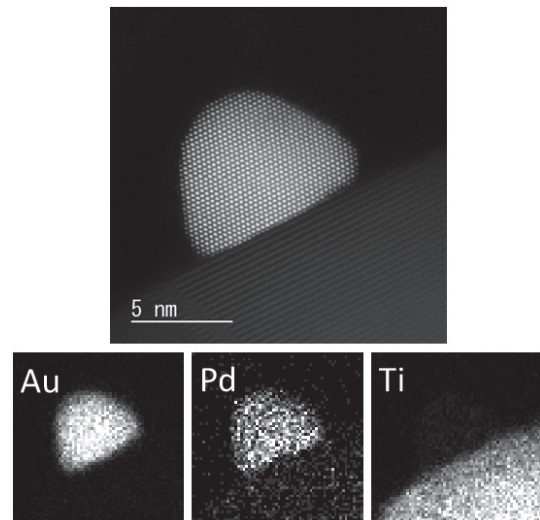


図 11 金とパラジウムを TiO_2 に担持した触媒の HAADF-STEM 像（上段）と EDS 元素マップ（下段）
球面収差補正器を搭載した加速電圧 200 kV の電子顕微鏡で撮影。

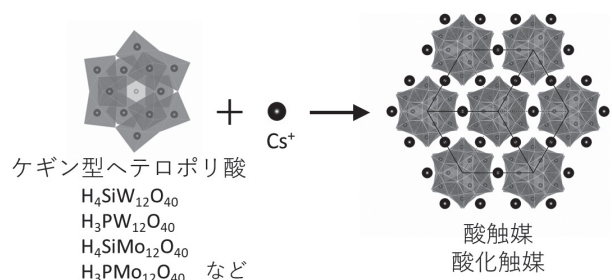


図 12 ケギン型ヘテロポリ酸のセシウム塩

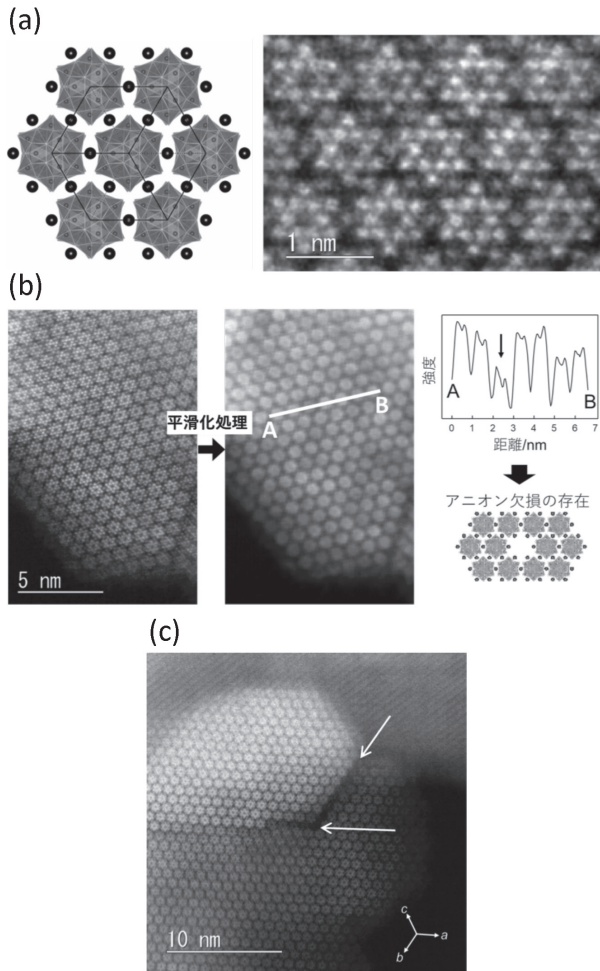


図 13 多孔質 $\text{Cs}_x\text{H}_{4-x}\text{SiW}_{12}\text{O}_{40}$ の HAADF-STEM 像⁴⁾

(a) [111] 入射の高分解能像, (b) ケギンアニオンの欠損の存在を示す像, (c) {110} 面に水平なスリット状の欠陥。球面収差補正器を搭載した加速電圧 200 kV の電子顕微鏡で撮影。

原子カラムとして観察できる (図 13 (a)). [111] 入射でセシウム塩結晶を撮影し, ヘテロポリ酸の“分子カラム”が一つのスポットとして見えるように像にぼかしを入れると, ヘテロポリ酸のスポット明るさにむらがあることがわかる (図 13 (b)). これは結晶構造中にヘテロポリ酸アニオンの欠損構造があることを示している。また, {110} 面に平行にスリットが入った欠陥構造も観察された (図 13 (c)). これらの欠陥構造により細孔が形成されていると考えられる。

3.3 HRTEM と STEM の比較

以上で紹介した観察例のように, HAADF-STEM では

コントラストの反転がなく解釈が容易な像が得られることや, 組成の解析が可能であるなどの HRTEM にはない利点がある。一方, STEM では電子線を一点に集束し照射するため, 電子線に弱い試料の観察が HRTEM よりも難しい一面もある。また, STEM では HRTEM に比べ一枚の画像の取得に時間を要するため, 試料のドリフト (移動) の影響を受けやすい。結晶性物質の STEM 撮影中に試料が移動すると, 原子間の距離や結晶面のなす角度が不正確となるので注意が必要である。

4 おわりに

近年の電子顕微鏡装置は操作が容易となっており, 形態観察であれば経験が浅くても比較的簡単に (S) TEM 像を取得できる。しかし, 特に結晶性物質の原子レベルでの高分解能観察においては, 観察条件次第で得られる像が大きく異なることから, 情報をより多く引き出すためには適切な条件設定が必要となる。透過電子顕微鏡を利用したくても十分な観察時間を確保することができず, 観察を依頼することも多いと思われるが, 依頼測定を行う場合でも, 得られた像を適切に解釈するためには, 像に影響を与える因子を知っておくことは有用と思われる。本稿では, 触媒材料の (S) TEM 像の観察について具体例を挙げて解説したが, これから (S) TEM の観察に取り組む方や, 依頼分析を検討している方の参考になれば幸いである。

文 献

- 1) N. Hiyoshi, T. Ikeda, Y. Hasegawa, K. Sato : *Micropor. Mesopor. Mat.*, **311**, 110711 (2021).
- 2) M. Miyakawa, N. Hiyoshi, M. Nishioka, H. Koda, K. Sato, A. Miyazawa, T. M. Suzuki : *Nanoscale*, **6**, 8720 (2014).
- 3) N. Mimura, N. Hiyoshi, M. Date, T. Fujitani, F. Dumeignil : *Catal. Lett.*, **144**, 2167 (2014).
- 4) N. Hiyoshi, Y. Kamiya : *Chem. Commun.*, **51**, 9975 (2015).



日吉 範人 (HIYOSHI Norihito)

国立研究開発法人産業技術総合研究所材料・化学領域化学プロセス研究部門有機物質変換グループ (〒983-8551 宮城県仙台市宮城野区苦竹 4-2-1 産総研東北センター)。北海道大学大学院地球環境科学研究科博士課程修了。博士 (地球環境科学)。《現在の研究テーマ》電子顕微鏡を用いた触媒キャラクタリゼーション。《趣味》釣り。E-mail : n-hiyoshi@aist.go.jp

走査電子顕微鏡法

1 はじめに

試料表面を簡単にナノスケールの高分解能で観察できる走査電子顕微鏡法 (scanning electron microscopy, SEM) は、金属・半導体から高分子材料、生物試料に至るまで、幅広い分野で用いられる手法であり、研究・開発において必須のツールと言っても過言ではない。近年、装置の進歩により初心者でも容易に観察ができるようになってきているが、得られた像が何を示しているのかを正しく解釈するためには、SEMの原理を理解することが重要である。本稿ではSEMの原理と像コントラスト形成について概説し、像解釈について具体例を挙げ説明する。

2 SEMの原理

SEMは、電子線を収束することで微細な探針を形成し、これを用いて試料表面の微小領域をジグザグに走査しながら、試料から放出される信号電子を検出し、その輝度変化を像として得る顕微鏡法である (図1 (a))。電子源から取り出された一次電子 (primary electron, PE) は、電場により数十 eV から 30 keV のエネルギーに加速されるとともに、電子レンズにより集光され、試料に入射する。PEは試料を構成する原子による散乱を受けながら試料内を進行する (図1 (b))。PEの散乱領域の大きさ、すなわち、侵入深さは加速電圧とともに大きくなる。PEは散乱過程で固体内電子を励起するが、その一部はPE同様に試料内での散乱を経て試料から放出され、信号電子として検出される。信号電子はエネルギー

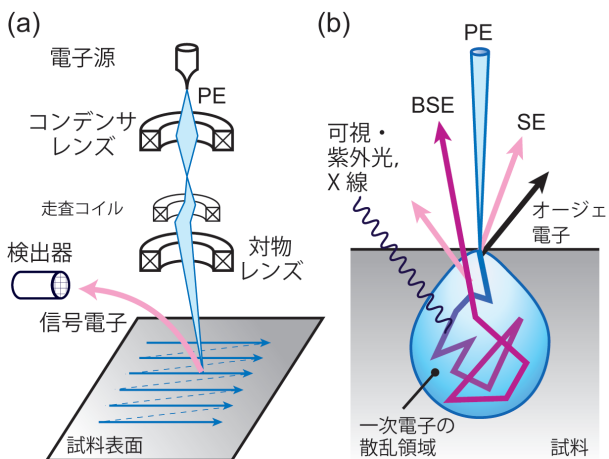


図1 SEMの装置 (a) 及び信号発生 (b) の模式図

ギー分布を持ち、慣習的に、50 eV以下の電子を二次電子 (secondary electron, SE)、それより大きいものを後方散乱電子 (backscattered electron, BSE) と呼ぶ。信号電子エネルギーは固体内での散乱過程を反映し、エネルギーにより異なる情報をもつため、検出特性の異なる複数の検出器を用いた信号検出が一般的となっている。

また、PE照射により発生するオージェ電子や特性X線、紫外・可視光を同時に分光・検出することで、試料の組成分析や発光特性についての評価も可能である。

SEMでは試料の大きさが5 cm角程度であればそのまま観察可能であることが多く、その形状に対する自由度は高い。基本的に試料は真空中に置かれるため、含水試料やガス放出の多い試料などは、試料調製の工夫が必要となる。一部の装置は低真空下での観察機能や、試料冷却機構を備えており、含水試料の直接観察も可能である。また、絶縁性試料は電子線照射により帯電し、像に歪みや輝度異常を生じるため、試料に導電コート等の処理が必要となる。

3 SEMの像コントラスト形成

SEMでは信号電子放出率の違いをコントラストとして像を得る。SEMにおける像コントラストは、試料の形状、組成、結晶性、導電性、磁性、表面ポテンシャルなどの特性を反映したものであり、観察条件を工夫することで様々な表情をもった像を撮影できることがSEMの面白さの一つである。ここでは代表的なコントラストである、形状および組成コントラストについて概説する。

形状コントラストは、試料形状に起因し、像に立体感を与えるコントラスト要因である。図2 (a) 中の破線の深さで生成した信号電子が試料表面に到達する経路を考える。PEに垂直な試料表面に入射する場合に対して、面が傾いている場合、斜面方向に向かうことで表面まで

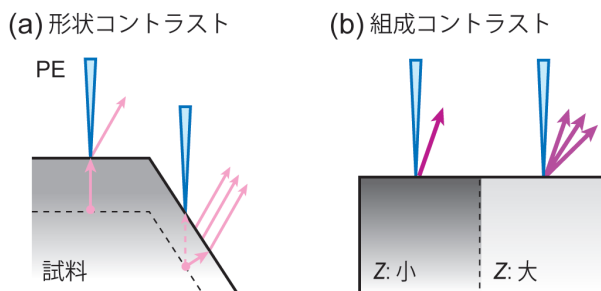


図2 形状 (a) 及び組成 (b) コントラスト

の距離が短くなるため、より多くの信号電子が放出される。これにより、試料表面の凹凸に応じた輝度変化を像に与える。

一方、試料中のある面内で組成が変化する場合も信号電子放出量に差が生じる。加速電圧 5 kV 以上では、BSE の発生量は原子番号とともに増加することが知られており、BSE 像は原子番号 (Z) の大小関係と対応した組成コントラストを示す (図 2 (b))。

形状・組成の他にも多様なコントラスト要因が存在するが、その詳細については教科書等を参照されたい^{1)~3)}。実際の像観察では、こういった情報を得たいかを整理し、それに対応するコントラストを強調する観察条件を検討するとよい。また、得られる像はいくつかのコントラスト要因が重畳されているため、時に複雑な様相を呈する。像解釈の第一歩として、試料の構造や観察条件に照らして、どの要因が支配的であるかを捉えることが重要となる。

4 金属蓄積藻類の観察と像解釈

ここでは金属蓄積藻類を例として、観察条件による像情報の変化やその解釈について述べる⁴⁾。図 3 (a-d) はテルル酸イオンに曝露^{ばくろ}・培養後、凍結乾燥した単細胞緑藻 (コナミドリムシ) を、加速電圧を変化させながら撮影した SE 像である。加速電圧 1 kV では PE の侵入深さは浅く、細胞表面の皺が強調された像が得られている

(図 3 (a))。これに対して加速電圧が 3 kV、5 kV と増加すると、PE の散乱領域が大きくなり、試料表面の凹凸は目立たなくなっていく (図 3 (b, c))。加速電圧 15 kV では細胞中央付近に、直線状の構造が観察される (図 3 (d))。この構造は低加速電圧条件ではみられないことから、細胞内部に存在していると考えられる。一方、同一視野で撮影した BSE 組成像 (図 3 (e)) では、この直線状構造はより明瞭に、明コントラストで細胞のマトリクスと区別して可視化される。BSE 組成像は原子番号に応じたコントラストを示すことから、この線状構造はその周囲に比べて、より大きな原子番号の物質で構成されている、すなわち Te が濃集しているであろうことが示唆される。エネルギー分散 X 線分光法により Te $L\alpha$ 線の強度分布をマッピングすると (図 3 (f))、BSE 像の針状構造は Te 元素の分布と対応していることがわかる。

以上のように、加速電圧や検出器条件を変化させながら像を取得することで、緑藻細胞中の Te 元素の濃集の様子を平面方向で可視化するのみならず、深さ方向に対しても情報を得ることが可能である。

5 むすび

顕微技術により試料微小部の様子を像として観察することで初めて得られる知見は多い。SEM はしばしば高倍率の形状観察手法というイメージを持たれることがあるが、様々な物理現象と関連がある固体表面からの電子放出を通して、わずかな物性の違いを像として可視化するポテンシャルを持っている。一方、近年の装置の電子光学系・検出系の進化により、自由度の高い観察が実現され、多様な像情報を取得できるようになった。SEM の特徴を理解し、活用することで、より広範な分野における研究推進や課題解決が加速するものと考えられる。

文 献

- 1) 日本顕微鏡学会関東支部編：“新・走査電子顕微鏡”，(2011)，(共立出版)。
- 2) 日本表面科学会編：“ナノテクノロジーのための走査電子顕微鏡”，(2004)，(丸善出版)。
- 3) L. Reimer：“Scanning Electron Microscopy — Physics of Image Formation and Microanalysis”，2nd ed. Springer Series in Optical Science, Edited by P. W. Hawkes, (1998)，(Springer-Verlag, Berlin)。
- 4) S. Takada, Y. Tanaka, K. Kumagai, K. Kobayashi, A. Hokura, Y. Ogra：*Metalomics*, **14**, mfac089 (2022)。

[産業技術総合研究所

インダストリアル CPS 研究センター 熊谷 和博]

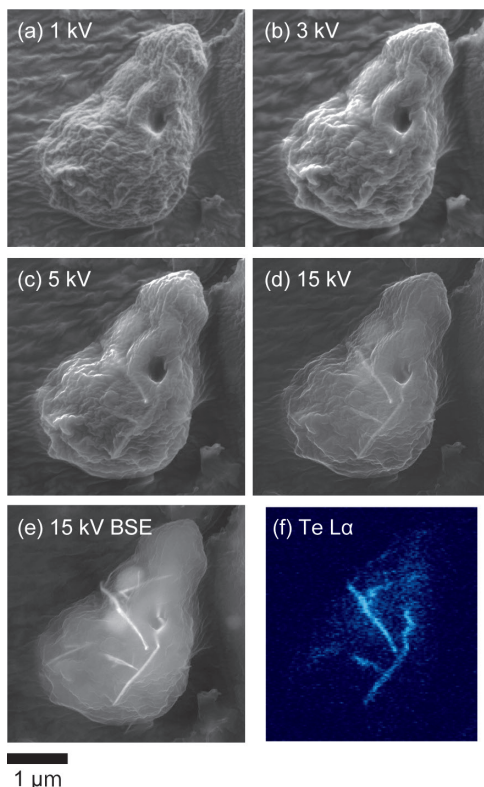


図 3 Te 曝露緑藻の SE 像 (a-d)、BSE 組成像 (e)、Te $L\alpha$ 線の強度マップ (f)

海洋試料の アルギン酸分析に向けて



大木 淳之, 藤田 雅紀

1 はじめに

近年, 大気中二酸化炭素を減らす観点から, 大型藻類による炭素隔離効果が注目されている¹⁾. その理由の一つとして, 大型藻類の一種である褐藻類は炭素リッチな粘性多糖 (アルギン酸など) を豊富に含む点がある. アルギン酸は褐藻類の乾燥重量の 30 % を占め, その比重は海水よりも大きいので海水中で沈降し得ると考えられる. 深海の海底面から, アルギン酸を特異的に分解する微生物由来の酵素が見つかったことから²⁾, 褐藻類由来のアルギン酸が深海まで運ばれていることが示唆される. しかし, 海洋試料からアルギン酸を定量した研究事例は, 筆者らが調べた範囲では無い. アルギン酸の深海隔離の効果を明らかにするため, 海洋試料中のアルギン酸を定量分析する手法開発が求められる.

2 アルギン酸の構造

アルギン酸はウロン酸であるグルロン酸とマンヌロン酸 (図 1 (a)) が直鎖状に高分子化した化合物である.

大型藻類の褐藻類がアルギン酸の主要な生産者である. 天然には立体異性体のウロン酸が 4 種存在し, もう 2 種のウロン酸がグルクロン酸とガラクトン酸であり, 多くの植物や微生物が生産する. アルギン酸のカルボキシル基に陽イオンが結合すると粘性やゲル化の特性が現れる. 二価陽イオンが結合すると, 高分子鎖が互いに重なるように重合する. 図 1 (b) に示したのがアルギン酸カルシウムであり, 強固なゲルを形成する. ナトリウムイオンと結合すると水溶性で粘性を有するアルギン酸ナトリウムになる. また, アルギン酸はグルロン酸を多く含むほど強固なゲルになることが知られている.

3 アルギン酸の抽出と精製

アルギン酸の原料である褐藻類からアルギン酸 (塩) を抽出・精製する際には, アルギン酸が持つカルボシル基に対するイオン交換反応を組み合わせ, アルギン酸 (塩) の溶解と凝固を繰り返して純度を高める. まず, 原料となる試料に対して, 高 pH 下で一価のナトリウム又はアンモニウムイオンを与え, 水溶性のアルギン酸ナトリウム又はアルギン酸アンモニウムとして抽出する. その後, 二価陽イオン塩 (銅やカルシウムなど) としてゲル化させる, あるいはエタノールやプロパノールなどのアルコールを等量以上加えてアルギン酸塩を析出させる. また, およそ pH 3 以下では, アルギン酸のカルボ

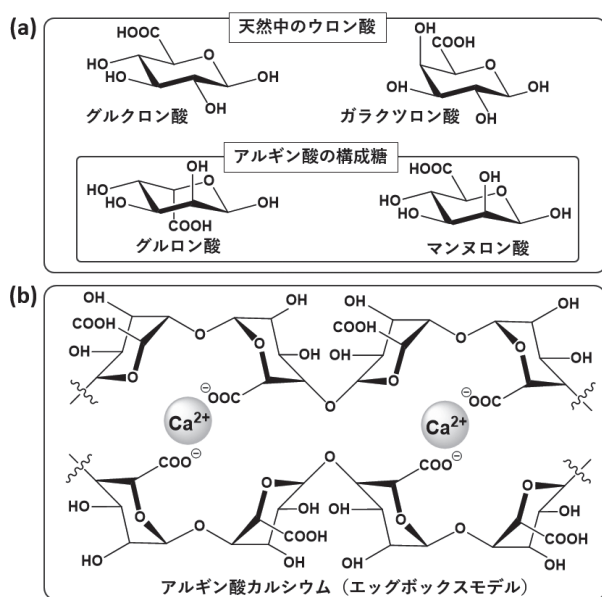


図 1 ウロン酸 (a) とアルギン酸カルシウム (b) の構造

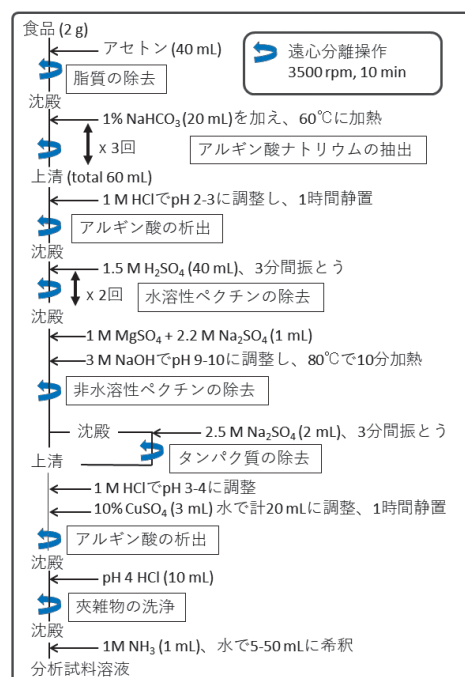


図 2 食品からアルギン酸抽出の公定法

キシル基に水素が結合してアルギン酸の結晶がでるので、低 pH 下でアルギン酸を不溶化し析出させることもある。このように、アルカリ性下での溶解と、沈殿形成を繰り返して不純物を除去していく。図 2 に食品からアルギン酸を抽出・精製する公定法を示した³⁾。

公定法では、凝集や再溶解を経てペクチンやタンパク質を除いている。酵素を使ってペクチンやタンパク質を分解・除去する方法もある⁴⁾。公定法では、硫酸銅溶液を添加してアルギン酸銅としてゲル化させ、アンモニア水で再溶解させる。また、タンパク質などの夾雑物を酵素分解して除去した後に、塩化マグネシウム溶液と 4 倍量のエタノールで沈殿させることで、アルギン酸を選択的に抽出・精製する方法も提案されている⁴⁾。

4 アルギン酸の比色定量

従来研究により、アルギン酸を含む多糖の比色分析法が検討されてきた。例えば、ウロン酸総量を測定する、カルバゾール試薬を用いたカルバゾール硫酸法⁴⁾やナフトレゾルシノール法³⁾が知られている。これらの方法は汎用的な分光分析器で測定が可能であり、簡便かつハイスループットな測定ができる。ただし、比較的少量の試料が必要であり、また精製が十分でない場合、アルギン酸以外の多糖類やウロン酸も呈色してしまう問題が残されている。

5 HPLC を用いたアルギン酸の定量

液体クロマトグラフィー (HPLC) でアルギン酸を定量することも検討されている。HPLC 分析にあたり、事前にアルギン酸をオリゴマーまで分解する必要があり、酸加水分解する方法とアルギン酸分解酵素を用いる方法が報告されている⁵⁾。酸加水分解法ではアルギン酸以外の多糖類も分解されるため、アルギン酸だけを定量するには不都合である。一方、アルギン酸分解酵素を用いれば、他の多糖類が混在していてもアルギン酸のみを特異的に分解し定量可能である。アルギン酸分解酵素は海

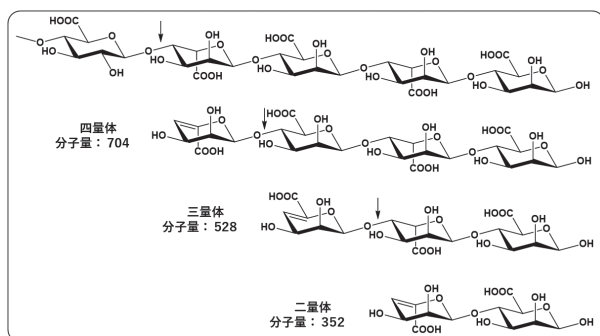


図 3 アルギン酸リアーゼにより分解される位置 (矢印) と生成するオリゴマーの構造及び分子量

洋の細菌および真核生物から見いだされており、海洋環境におけるアルギン酸分解に主要な役割を果たしていると考えられる。細菌 *Flavobacterium* sp. UMI-01 株からクローニングされた FlAlaA は、これまでに知られるアルギン酸分解酵素の中で最も高い活性を示し²⁾、アルギン酸をオリゴ糖 (図 3) へと分解するリアーゼ活性を有する。このようなアルギン酸分解微生物は、アルギン酸を主要な炭素源として利用していると考えられる。

アルギン酸から生じたオリゴマーを逆相あるいはイオン交換体を担体として分析する事例が生化学および食品化学分野で数例報告されている⁵⁾。検出にタンデム質量分析計 (MS/MS) を用いた Multiple Reaction Monitoring 測定を行うことで、血漿試料などの微量かつ夾雑物が多いサンプルにおいても、高感度かつ高い選択性をもって分解物の検出が可能である⁵⁾ (図 3)。MS/MS 分析ではいずれのオリゴマーからも末端の糖に由来する共通の m/z 141 のプロダクトイオンが観測されるため、そのピークの保持時間と面積で特異的な定量が可能である。高い基質選択性を持つアルギン酸分解酵素と MS/MS 分析の併用で、複雑な混合物である海洋試料中の微量なアルギン酸を定量分析する手法を確立することが期待される。

文 献

- 1) T. Kuwae, M. Hori : "Blue Carbon in Shallow Coastal Ecosystems", p101 (2019), (Springer Nature Singapore).
- 2) A. Inoue, M. Anraku, S. Nakagawa, T. Ojima : *J. Biol. Chem.*, **291**, 15551 (2016).
- 3) 厚生労働省生活衛生局食品化学課 : 第 2 版食品中の食品添加物分析法, (平成 12 年, 衛化第 15 号).
- 4) 宇田川知子, 小関由紀子, 小泉慶子, 五十嵐友二, 淵上賢一 : 日本食品化学会誌, **60**, 654 (2013).
- 5) T. Shibata, R. Fujii, H. Miyake, R. Tanaka, T. Mori, M. Takahashi, T. Takagi, H. Yoshikawa, K. Kuroda, M. Ueda : *Nat. Prod. Comm.*, **2017**, 12, 941.



大木 淳之 (OOKI Atsushi)

北海道大学大学院水産科学研究院 (〒041-8611 北海道函館市港町 3-1-1)。東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻博士課程修了。博士 (理学)。《現在の研究テーマ》大型藻類ブルーカーボン、海洋のヨウ素循環。《趣味》家庭菜園。
E-mail : ooki@fish.hokudai.ac.jp



藤田 雅紀 (FUJITA Masaki)

北海道大学大学院水産科学研究院。東京大学大学院農学生命科学研究科水圏生物科学専攻博士課程修了。博士 (農学)。《現在の研究テーマ》海洋天然物化学、微生物の化学生態学。《趣味》焚火。
E-mail : masakifujita@fish.hokudai.ac.jp

燃焼イオンクロマトグラフィーによる ハロゲンおよび硫黄の分析

林 則夫, 長畑 孝典

1 はじめに

各種材料中のハロゲンや硫黄の含有量は、前処理としてアルカリ融解や燃焼法などを用いてハロゲン化合物をハロゲン化物イオン、硫黄化合物を硫酸イオンとして水溶液化し、吸光度法、イオン電極法、滴定法あるいはイオンクロマトグラフィーで定量されている。なかでも様々な試料の分解に適用可能な燃焼法と、高感度かつ高精度に各種のハロゲン化物イオンおよび硫酸イオンを一斉に定量可能なイオンクロマトグラフィーの組み合わせは広く用いられている。

例えば JIS Z 7302-6¹⁾で示されている塩素分析法では、試料を燃焼分解し、生成する塩化水素を吸収液に回収し、出来上がった吸収液をイオンクロマトグラフにより測定する。分析者は管状型燃焼炉あるいはポンプ式燃焼装置、およびイオンクロマトグラフをそれぞれ準備して測定を行うが、この方法は燃焼分解法とイオンクロマトグラフ法を利用した分析法であって、燃焼イオンクロマトグラフィーと呼ばれることはなかった。

2002年に弊社が燃焼-吸収-イオンクロマトグラフ注入を全自動で行うイオンクロマトグラフ用前処理装置 AQF-100 を全世界に向けて販売し、2008年には米国試験材料協会より、このシステムを元にした ASTM D7359²⁾ がリリースされた。この規格の中で燃焼-吸収-イオンクロマトグラフ測定の流れを自動で行う測定手法が“Combustion Ion Chromatography (C-IC)”であると示され、それ以降、燃焼吸収装置とイオンクロマトグラフの一体化システムで行う分析法は燃焼イオンクロマトグラフィーとして認知されるようになった。現在で

は誰もが C-IC を用いて各種試料中のフッ素、塩素、臭素、ヨウ素、そして硫黄の測定を容易に精度よく行えるようになり、材料分析のみならず、環境汚染物質の監視など広い分野で用いられている。

ここでは自動試料燃焼装置 AQF-5000H (図1) を例にして C-IC の測定技術を紹介する。

2 燃焼吸収技術について

2.1 装置構成

AQF-5000H の概略構成を図2に示す。装置は燃焼部および吸収部から構成され、市販のイオンクロマトグラフと接続することで C-IC 測定を行うことができる。

加熱には横型管状炉を用い、試料ボートを炉に挿入して試料の燃焼分解を行う。燃焼ガスは吸収部で吸収液に回収し、イオンクロマトグラフへ注入する。イオンクロマトグラフへの注入が終わったら吸接管を洗浄して新たな吸収液を準備し、次の試料の燃焼を行うが、オートサンプラーを利用すればスケジュール管理機能によってイオンクロマトグラフ測定中に次の試料燃焼を行うことができるため、効率よく測定できる。

2.2 燃焼分解技術

AQF-5000H では石英製 2 重管を用いる 2 重管方式で燃焼分解を行う。燃焼開始時、内管にはアルゴンガス、外管には酸素ガスが流れており、試料ボートは内管を移動するため、着火性のある試料でも安定した加熱分解を行うことができる。その後、試料ボートが内管の最奥部



図1 自動試料燃焼装置 AQF-5000H の外観

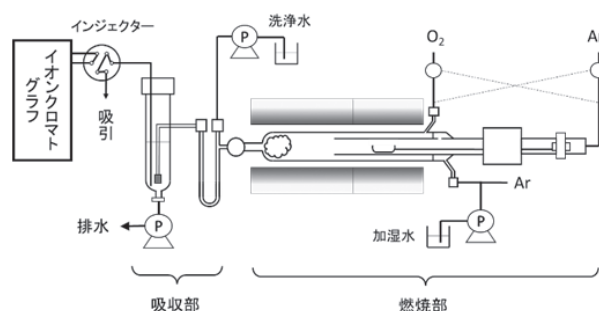


図2 燃焼イオンクロマトグラフの構成例

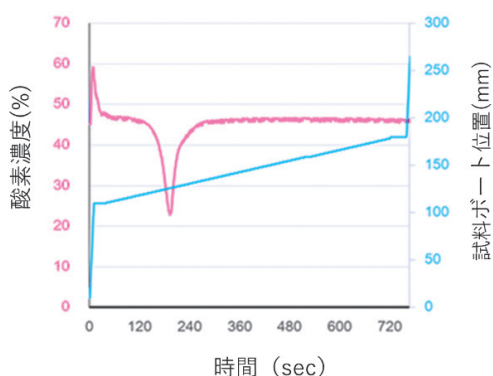


図3 酸素濃度モニターの測定例

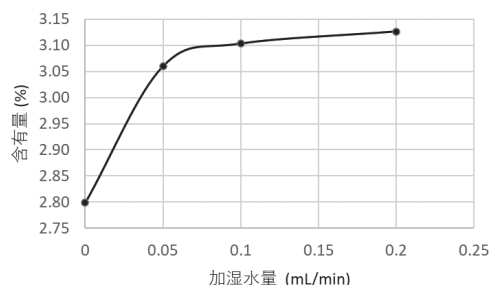


図4 アルミニウムドross中のフッ素測定時の加湿量の影響

へ到達すると、内管と外管のガスが切り替わり、試料ポート内の炭化した残分や酸化しない物質を酸素ガス中で完全に燃焼させる。

また、試料によって分解する温度が異なるため、炉に挿入する試料ポートの位置コントロールは重要である。酸素センサーを用いて酸素濃度変化を測定し、試料ポート位置と分解燃焼の関係を確認できるため、不完全燃焼せずに短時間で燃焼できる試料ポート移動条件を容易に決めることが可能である(図3)。

フッ素分析では試料を加熱するだけでは十分な回収率を得ることはできないため、水蒸気存在下で分解する熱加水分解法が必要である。図4に加湿の効果を示す。AQF-5000Hでは水蒸気発生部が反応管と一体となっており、水を供給して発生する水蒸気を安定して内管へ導入できるため、ガス流の乱れによる不完全燃焼が起きにくい構造になっている。そのため加湿しながらの有機物の燃焼も安定して行うことが可能である。

2.3 吸収技術

燃焼分解によって有機物を構成する炭素、水素、酸素はそれぞれ炭酸ガスと水になる。ハロゲン分はハロゲン化水素、硫黄分は硫黄酸化物となり、それぞれハロゲン化物イオンや硫酸イオンとしてイオンクロマトグラフで同時測定できる。ハロゲン分の一部はハロゲンガス、硫黄分の一部は亜硫酸イオンとなるため、吸収液に過酸化水素やヒドラジンなどを加えて還元や酸化を行い、すべ

てをハロゲン化物イオンや硫酸イオンとして測定する。

一方、窒素分は窒素酸化物となる。窒素酸化物のほとんどは一酸化窒素となるが、溶解度が低いため、吸収液にはほとんど溶解せず、クロマトグラムに現れる亜硝酸イオンや硝酸イオンもわずかである。また、金属成分の多くは酸化金属となって試料ポートに留まるため、ほとんど測定に影響しないが、一部の元素は吸収液まで揮散してクロマトグラム上に現れることがある。



吸収管には吸収液のほかに、燃焼時に生成する水分、熱加水分解のために導入した水蒸気の凝縮水、そして配管の洗浄水などが集まるために吸収液量に変化する。AQF-5000Hでは吸収管に液面センサーが装備されており、最終的に一定容量に調製することで、精度の良い分析が可能となっている。また、3段階の液量を選択できるため、幅広い濃度の測定に対応可能である。

2.4 自動化技術

従来の装置では燃焼吸収とイオンクロマトグラフ測定の工程が自動化されていたが、AQF-5000Hでは検量線溶液の自動調製機能、および吸収液の自動希釈機能が追加された。検量線溶液の自動調製は、シリンジポンプと吸収管の定容機能を用いて一つのイオンクロマトグラフ用検量線溶液から複数の検量線溶液を自動で調製する機能である。この機能は、検量線溶液調製の手間を省くだけでなく、検量線溶液と未知試料溶液を同じ液面センサーで一定容にするため、液面センサーまでの液量を求める手間も省くことができる。吸収液の自動希釈は、イオンクロマトグラフ測定後の吸収液を再度希釈して測定できる機能である。この機能により、一度の燃焼吸収で低濃度成分と高濃度成分を自動で測定することが可能となった。

2.5 実試料測定のコクニク

試料に含まれるアルカリ金属やアルカリ土類金属などはハロゲンや硫黄の測定値を低下させる。図5にフッ化カルシウムの測定例を示す。そのまま加熱分解して分析するには1200℃以上の分解温度が必要であるが、AQF-5000Hでは高周波加熱炉とセラミック管を用いて1500℃までの加熱分解を行うことができる。一方、試料に三酸化タングステンを添加して加熱すれば1000℃でも十分な回収率を得ることができる。添加剤を使う方法と高温分解法はそれぞれ一長一短な部分があるため、都合にあった手法を選択する必要がある。

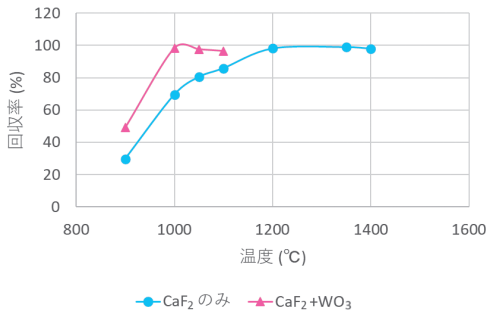


図5 フッ化カルシウムの分解挙動

また、三酸化タンゲステンの添加はアルカリ金属やアルカリ土類金属をマスクングすることができるため、石英管の腐食対策にも有効である。しかしながら、多量のフッ素を含む試料には効果がなく、石英管の腐食が起こる。このような場合は、内管にセラミックス管を用いた反応管を使用すると良い。

微量のハロゲンおよび硫黄の分析では使用するガスや配管、そして装置構成部材からの汚れがブランク値に影響する。AQF-5000Hではガス由来の汚れが装置内へ入らないようにガス精製器を備えている。また、塩素系溶媒やフロン系のスプレーなどを測定試料の近くで使用すると測定値のばらつき原因となるため、実験室内の雰囲気からの汚染にも注意が必要である。

3 応用例

3.1 品質管理

材料中のハロゲンおよび硫黄含有量の確認は品質管理上、非常に重要であるため従来から分析が行われてきた。燃料として用いられる石油や石炭中のハロゲンは環境汚染物質となるため、フッ素および塩素の測定が行われている³⁾。吸収液の自動希釈機能を利用して石炭の分析を行った例を表1に示す。石炭の分析では含有するハロゲンと硫黄の濃度差があり、従来は条件を変えて2回測定する必要があったが、AQF-5000Hの吸収液の自動希釈機能を用いると一度の燃焼吸収で低濃度成分と高濃度成分の測定が可能である。

廃棄物の規制に関連して無機材料である鉄鋼スラグやアルミニウムドロスの測定⁴⁾が行われている。アルミニウムや鉄鋼の精錬過程でほたる石が使われる場合には副

表1 石炭試料の測定例

No.	濃 度		
	F (µg/g)	Cl (µg/g)	S (%)
1	67.9	1138	1.43
2	69.9	1133	1.42
3	67.0	1086	1.40
Ave.	68.3	1138	1.42
RSD (%)	2.1	2.6	0.9

生成物中にフッ素が含まれるため、副生成物を再利用する際はフッ素含有量の確認が必要となっている。

3.2 規制物質の確認

RoHS 指令によって臭素系難燃剤を含む製品の輸出入が規制されているため、規制物質の含有量確認が必要である。C-ICは材料に含まれる全臭素量の測定が可能であるため、スクリーニング分析として用いられている⁵⁾。POPs 条約ではPFOS、PFOAが規制され、さらにPFAS類が規制されようとしている。臭素と同様にフッ素のスクリーニング分析のため、C-ICが注目されている。

また、各種材料の焼却時に有害ガスが生成する問題に関連して電子機器や自動車業界では材料のハロゲンフリー化が進められており、分析法を制定して測定が行われている⁶⁾。

3.3 環境汚染物質の測定

有機フッ素化合物の有害性が確認され、分析方法の開発や汚染物質の調査が行われている。三宅らによって生体試料や環境試料中の有機フッ素化合物測定方法が検討され、C-ICによる全フッ素量とLC-MS/MSによる各種有機フッ素化合物量のマスマランスの調査が重要であることが示された⁷⁾⁸⁾。

4 吸着性有機フッ素化合物の測定

4.1 吸着性有機フッ素化合物測定とは

PFAS類の測定はLC-MS/MSによって行われるが、測定対象となる化合物の数が非常に多く、個々の成分を定量することは非常に困難となっている。そのため、環境水や上水中のPFAS類の含有量を迅速に判断する方法として、吸着性有機フッ素化合物(adsorbable organically bound fluorine, AOF)の測定が注目されている。

環境水等では、図6に示すように無機フッ素化合物と有機フッ素化合物が共存するため、分離して測定する必要がある。そこで、AOF測定では活性炭を詰めたカラムに試料を通液して無機フッ素化合物と有機フッ素化合物を吸着させ、洗浄液で無機フッ素化合物のみを除去して、C-ICで測定している(図7)。想定外の有機フッ素化合物が含有していても短時間で検出が可能なる方法で

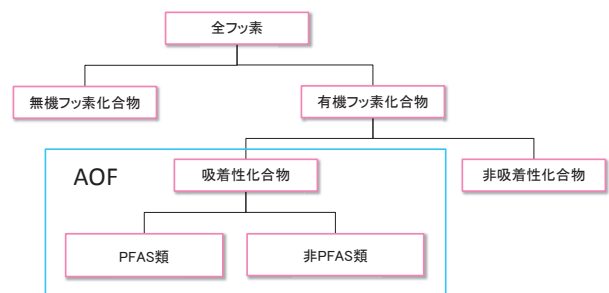


図6 フッ素化合物の分類

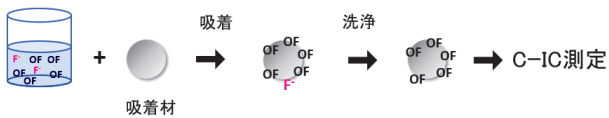


図7 有機フッ素化合物吸着分離法の概念図

あるため、スクリーニング分析として用いることができる。

4.2 吸着操作

DIN-38409-59⁹⁾では2本の活性炭カラムを用いて100 mLの試料を3 mL/minの速度で通液して吸着を行う。個々の有機フッ素化合物の活性炭への吸着挙動が明確になっていないため、吸着条件を決め、同じ条件でデータ収集することが重要である。

吸着装置TXA-04(図8)では試料送液用シリンジポンプと洗浄液送液用シリンジポンプを装備しており、規格に沿った流速で溶液をカラムに通液し、洗浄を行うことができる。

4.3 実試料のAOF測定

河川水を測定した例を図9および表2に示す。超純水を用いて同様の操作を行い、河川水の測定結果と比較すると超純水のみでの測定でもフッ素や塩素の他に様々なピークが検出されているが、これは活性炭由来の不純物と推察される。河川水では超純水より多いAOFが検出され、同時に多量の吸着性塩素化合物、微量の吸着性臭素化合物も検出され、有機ハロゲン化合物の存在が示唆される結果となった。また、超純水と河川水にフルオロ



図8 吸着装置TXA-04 外観および概念図

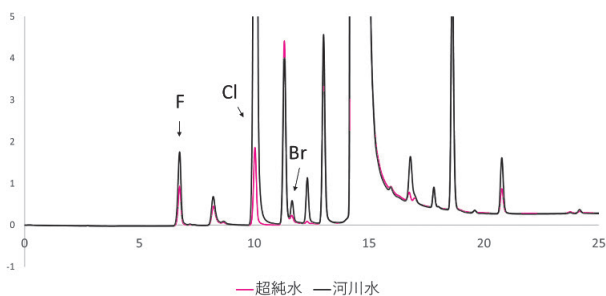


図9 吸着性有機ハロゲン化合物の測定例

表2 吸着性有機フッ素化合物の測定結果

試料	AOF (μg/L)			
	超純水		河川水	
	無添加	50 μg/L-F 添加 ^{※1}	無添加	50 μg/L-F 添加 ^{※1}
上段カラム	0.7	49	1.4	50
下段カラム	0.5	1.0	1.0	1.7
回収率(%)	—	98	—	99

※1 フルオロ安息香酸溶液を添加



図10 吸着性有機ハロゲン化合物分析装置AOX-400(C-ICモード)の外観

安息香酸を添加して回収実験を行ったところ、2段目のカラムへの流出はほとんどなく、1段目のカラムだけで良好な吸着が起きていることが確認された。試料の共存成分によっては活性炭の吸着能力が著しく低下し、2段目のカラムにフッ素化合物が流出することがあるため、2段目への流出の有無を確認することは重要である。

4.4 活性炭カラムの測定

AQF-5000Hを用いて測定を行う場合は吸着した活性炭をカラムから取り出し、試料ポートに載せなければならない。吸着済みのカラムから活性炭のみを取り出すのは手間がかかり、操作時の汚染にも注意が必要である。

吸着性有機ハロゲン分析計AOX-400 C-ICモードは吸着済みの活性炭カラムを自動測定するためのC-ICシステムである。装置外観を図10に示す。AOX-400では縦型燃焼管で燃焼を行い、カラムを装置にセットするだけでカラムから活性炭を押し出し、燃焼管に落下させて燃焼測定を行うため、多数のサンプルを連続して測定することが可能である。

5 おわりに

燃焼イオンクロマトグラフィーとその応用について紹介した。ハロゲンや硫黄の分析は今後も色々な分野で必要とされ、特に環境汚染物質としての有機ハロゲン化合物の測定はこれから重要になると思われる。こうした分野ではより低濃度の測定が求められており、ニーズに対応できる技術と商品開発を進めていきたい。

文 献

- 1) JIS Z 7302-6, 廃棄物固形化燃料 - 第 6 部 : 全塩素分試験 (1999).
- 2) ASTM D7359, Standard Test Method for Total Fluorine, Chlorine and Sulfur in Aromatic Hydrocarbons and Their Mixtures by Oxidative Pyrohydrolytic Combustion followed by Ion Chromatography Detection (Combustion Ion Chromatography-CIC) (2008).
- 3) ASTM D8247-19, Standard Test Method for Determination of Total Fluorine and Total Chlorine in Coal by Oxidative Pyrohydrolytic Combustion Followed by Ion Chromatography Detection (2019).
- 4) JIS G 2404, 鉄鋼用アルミニウムドロス分析方法 (2022).
- 5) IEC62321-3-2, 電気・電子機器中における特定物質の定量-第 3-2 部 : スクリーニング-燃焼-イオンクロマトグラフィーによるポリマー及び電気機器内のふっ素, 塩素および臭素 (2020).
- 6) JEITA ET-7304A, ハロゲンフリーはんだ材料の定義 (2010).
- 7) Y. Miyake, N. Yamashita, P. Rostkowski, M.K. So, S. Taniyasu, P.K.S. Lam, K. Kannan : *J. Chromatogr. A*, **1147**, 98 (2007).
- 8) Y. Miyake, N. Yamashita, M.K. So, P. Rostkowski, S. Taniyasu, P.K.S.Lam, K. Kannan : *J. Chromatogr. A*, **1154**, 214 (2007).
- 9) DIN-38409-59, German standard methods for the examination of water, waste water and sludge - Parameters characterizing effects and substances (group H) - Part 59: Determination of adsorbable organically bound fluorine, chlorine, bromine and iodine (AOF, AOCl, AOBr, AOI) using combustion and subsequent ion chromatographic measurement (H 59).



林 則夫 (HAYASHI Norio)

日東精工アナリティック株式会社技術部
(〒242-0007 神奈川県大和市中央林間 7-10-1 三機大和ビル). 国立富山工業高等専門学校工業化学科. 《現在の研究テーマ》ハロゲン, 窒素, 硫黄の分析技術の開発. ガスや液体の流れを利用した分析計の開発. 《趣味》お酒.

E-mail : hayashi.norio.cs@n-analytech.co.jp



長畑 孝典 (NAGAHATA Takanori)

日東精工アナリティック株式会社技術部開発グループ (〒242-0007 神奈川県大和市中央林間 7-10-1 三機大和ビル). 熊本大学大学院自然科学研究科博士前期課程理学専攻. 《現在の研究テーマ》ハロゲン, 窒素, 硫黄の分析技術の開発. 《趣味》お酒.

会社ホームページ URL :

<https://www.n-analytech.co.jp/>

関連製品ページ URL :

https://www.n-analytech.co.jp/instrument/sample_combustion/

ストリッピングボルタンメトリーによる 血清中の微量重金属イオンの同時検出

血清は様々な重金属イオン (HMI) を含む。HMI は、生体にとって微量濃度では必須だが、高濃度になると有害である。HMI 分析には、誘導結合プラズマ質量分析法 (ICP-MS)、蛍光 X 線分光法などが使われている。しかし、これらは分析手順に時間を要し、装置が高価であるため、現場分析には不向きである。電気化学分析は、HMI のハンドリングが容易であり、装置も安価であることから現場分析に向いているが、試料中の共存物質の影響を受けやすい。そのため、高選択的な電気分析技術が必要となる。

陽極ストリッピング差動パルスボルタンメトリー (ASDPV) は、電極表面に分析成分を堆積させた後、電気化学プロセスによってストリッピングさせるときの酸化電位を測定する手法である。ASDPV を用いた HMI 分析の手順は、まず試料中の HMI を電解濃縮しながら、作用電極表面に堆積させる。そこに電圧パルスを印加すると作用電極表面では酸化反応が生じ、HMI は溶液に再溶解する。その結果生じる電流を測定し、HMI 濃度を定量する。このとき、各 HMI が持つ固有の酸化電位によってストリッピングされる時間が異なるため、複数の HMI を同時に検出できる。

この特徴から、HMI センサーの分野で ASDPV が広く使用されている。例えば、Zn, Hg, Ga, In, Sb, Bi 等の単一のポスト遷移金属を作用電極に用いた ASDPV 測定によって、水試料中の HMI の同時検出に成功している。各金属電極は、いずれも安定に高感度分析が可能であると総説にまとめられている¹⁾。

Durai らは、ワンステップ固相合成法で作製した Al, Ni, Co から成る化学修飾電極による ASDPV 測定と主成分分析 (PCA) を組み合わせたケモメトリックス法によって、環境水や血清中の高マトリクス環境下の Cu^{2+} , Hg^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} の超選択的・同時検出に成功している²⁾。具体的には、まずガラス状炭素電極 (GCE) の上に $\text{Al}_2\text{NiCoO}_5$ ナノフレーク (ANC) を化学修飾する。次に作製した GCE/ANC 電極を用い、ASDPV によって HMI を同時分析する。これより、ICP-MS による分析よりも低い検出下限値 (1.14 ~ 2.61 ppt) での定量分析が可能となり、様々なマトリクスを含む実試料にも良好な分析結果を示すことができる。この手法の感度と選択性の高さは、ANC 中の $\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}^{3+}$ と $\text{Co}^{2+}/\text{Co}^{3+}$ の電機触媒活性及び表面の酸素官能基による電極反応の促進に起因するものと結論している。

このような簡便な電気化学的手法は、生体試料中の HMI の同時検出と高感度分析を伴うバイオセンサーと

して、各種疾患の簡易スクリーニングへの応用が期待される。

- 1) J. Zheng, Md. A. Rahim, J. Tang, F.M. Alliou, K. Kalantar-Zadeh : *Adv. Mater. Technol.*, **7**, 2100760 (2022).
- 2) L. Durai, S. Badhulika : *Sens. Actuators Rep.*, **4**, 100097 (2022).

[高知大学大学院総合人間自然科学研究科

土佐さがけプログラムグリーンサイエンス

人材育成コース 明珍 尋紀]

電気化学的 CO_2 還元反応による生成物の 質量分析を用いたリアルタイム *in situ* 測定法

再生可能エネルギーの貯蔵や輸送のため、電極触媒への期待は大きく、特に CO_2 還元反応 (CO_2RR) による炭素の再資源化はカーボンニュートラルなサイクルのために有効な戦略である。近年では、ガス拡散電極を用いた三相界面の利用によって物質輸送を改善し、大電流を生み出す方法が主流になりつつある。金属状の Cu は高価な C2 化合物を高効率で生成できる唯一の触媒材料であるが、選択性はまだまだ低く、反応機構の解明に様々なアプローチが必要である。

Kucernak らは、ガスアクセス膜電極 (gas accessible membrane electrode, GAME) と質量分析の組み合わせにより、Au-Cu の二元系触媒による CO_2RR 生成物をリアルタイムで観測する技術を開発した¹⁾。GAME は、ガス流路とそれにアクセス可能な膜電極を備えており、三相界面を容易に形成できる。密閉型のフローセルを要さないことから、FTIR など様々な計測システムとの融合が可能となる²⁾。

本報告では、数秒オーダーでの分別分析が可能な質量分析法を組み合わせることで CO_2RR への応用を試み、負電位への掃引に伴う H_2 , C_2H_4 , CH_4 の逐次的な発生を観測した。これにより各気体生成物の正確なオンセット電位が導かれた。また、電位掃引の各範囲におけるターフェル勾配の変化についても考察しており、質量分析計での測定値の勾配との関係が明らかになった。質量分析による勾配は正方向と負方向の掃引で同等値を示しており、電極応答に比べて各生成物が寄与する値のみが選択的に得られている。著者らはさらに、GAME の近傍に白金電極を設置して液相での生成物の分析を試み、CO あるいは HCOO^- に起因する酸化電流を得た。一方で、その再現性の低さと前述の気相生成物との関連に乏しい点が課題となっている。これらは、反応による pH 変化や電極間距離に起因するとされ、それらの最適化により改善されると思われる。

今後、これらの技術発展に加え、計算化学や触媒・中間体の *in situ* 分析と組み合わせられることで、より詳細な反応経路が明らかになると示唆される。また、汎用性の高さから様々な触媒分野への応用が期待される。

- 1) G. Zhang, Y. Cui, A. Kucernak : *ACS Catal.*, **12**, 6180 (2022).
- 2) G. Zhang, A. Kucernak : *ACS Catal.*, **10**, 9684 (2020).

[東京都立大学大学院都市環境科学研究科 岡崎 琢也]



せっかくの出会い

東京電機大学の武政 誠先生からご指名頂きました、愛媛大学の座古 保と申します。武政先生は、理化学研究所（理研）・前田バイオ工学研究室在籍時の同僚です。前田研には多種多才の人達がいて刺激的な日々でした。

今回は、人との出会いについて書いてみたいと思います。多くの方が「自分は幸運だった」旨のことを言われますが、それは人との出会いによることが多いかと思えます。糸井重里さんが、「あなたの心は出会った人でできている」と言われていますが、私の場合も、これまでの幸運な出会いにより、今の自分があるといえます。

私が研究を始めたきっかけは、大学3年生のときに出会った、西村 肇先生（東京大学工学部）の「細胞工学」という授業です。内容はバイオテクノロジー関係で、知識を与えるというよりもレポート課題で「考えさせる」ことを目的としていました。授業では簡単な解説がありますが、それはレポート課題のための基礎知識です。例えばある回では、利根川進先生のノーベル賞受賞理由になった研究の「抗体遺伝子の再構成を明らかにするにはどうしたらよいか」というものが課題でした。正解（実際に行われた実験）は次回の講義で紹介されますが、どこかの本に書いてあったような正解よりも、自分で考えたアイデアの方が高く評価して頂けるのが新鮮で、色々考えました。これはまさに「研究」そのものであり、自分の頭で考えることの楽しさを教えて頂きました。あまりに面白いので、3年生の夏に教授室を訪問して、「何かやらせてください」とお願いし、研究らしきものをスタートするのが始まりになりました。このような講義には多大なエネルギーを要することは明らかで、感謝するばかりです。

西村先生はその年に定年で退官され、その後着任された長棟輝行先生のご指導の元で博士（工学）の学位を取得しました。長棟先生は人をつなげる方で、研究室には来客も多く、とても刺激的な環境でした。私の研究室でも、なるべく多くの先生方をおよびして、学生と話をし、頂く機会を作りたいと考えています。

2001年に学位取得後、ポスドクとして採用して頂いた船津高志先生の研究室（早稲田大学（当時））では、一分子蛍光イメージング法を学びました。手法はもちろんですが、最も学んだのは、徹底的な条件検討や、常に新しいものを生み出そうとする、研究に向かうそのお姿でした。研究者として将来やっていけるか分からなかった頃に、西村研の先輩でもあった養王田正文先生（東京

農工大学）と共同研究をしていた自分に「座古くんはその研究スタイルでやっていけるね」と言って頂いたことが、その後の心の支えになりました。そしてそれをきっかけに、「自分に合った研究スタイルとは？」ということを考えるようになりました（あこがれと、自分に向いているものは異なる、ということにも気がつきました）。その後、養王田研でポスドクとして1年間お世話になりました。共同研究も多く、色々なテーマを並行して走らせている養王田先生の研究スタイルは、自分にもとても合っており、自分の目指すスタイルが見えてきた気がしました。

2004年に理研の前田バイオ工学研究室に、定年制研究員として採用頂きました。任期について心配する必要がない心強さと、科学者としてよい成果を出せるかの不安のなかで、活発な議論が飛び交う刺激的な素晴らしい環境で研究をさせて頂きました。前田瑞夫先生は皆をエンカレッジされつつ、「何が新しいのか」「何が面白いのか」を問われることが多く、自分の研究について考えるうえでも、とても勉強になりました。一方前田研では、金ナノ粒子凝集に伴う溶液色変化を用いた遺伝子診断・分子検出研究がメインテーマの一つでした。「せっかく前田研にいるのに、金ナノ粒子研究をしないのはもったいない」と思うようになり、船津研で学んだ一分子計測の技術を用いることで、検出の高感度化ができるのではと考えました。この「せっかくだから」マインドはお勧めで、色々なことに前向きになれる気がしています。

2015年に着任した愛媛大では、前田研で始めた、ナノ粒子を用いた高感度分子検出法を発展させています。愛媛大には無細胞タンパク質合成や環境研究で有名な、プロテオサイエンスセンター（PROS）、沿岸環境科学研究センター（CMES）があり、工学部には光化学がご専門の朝日 剛先生もおられます。「せっかくこんな素晴らしい環境にいるのだから」と考え、これらの先生方と共同研究グループ（先端ナノ・バイオ分析研究ユニット）を形成し、新しい展開を模索しています。

ここに書ききれない、多くの出会いがあり今の私があると改めて実感しており、出会ってくださった皆様方に感謝申し上げ、この文章を終えたいと思います。また是非、皆様の出会いのお話も伺いたいです。今回は物質・材料研究機構（NIMS）の中西 淳先生にお願いしました。中西先生は前田研時代の同僚でもあり、とても楽しみです。

〔愛媛大学 座古 保〕

談 話 室

ディープシーズの探求と産学連携

「昭和」で近畿大学薬学部に入學し「平成」となって卒業、言わば時代の境目で私は分析化学と出会いました。その頃は、ちょうどヒトゲノムプロジェクトが進行中で、微量迅速分析が重要視されている時代でした。学部では薬品分析学研究室に所属してキャピラリー電気泳動に関する研究テーマをいただきました。運良く、研究テーマの意味、と言うより何に役立つ研究なのかを理解しやすかったため、研究が楽しくてたまらなかったこともあり、大学院への進学を希望するようになりました。折しも、博士前期課程に進学した年は、世界中の分析機器メーカーが一斉にキャピラリー電気泳動の自動化装置を発売する時期と重なり、なんと、一緒に進学した友人と一人一台ずつ、メーカー違いの新品の装置を使用して研究を開始することができました。

そして、夢中で新しい分析技術の開発や高速・微量での生体成分分析の研究を行い、物質間相互作用を計数化することを目的に、中空キャピラリーを用いるアフィニティーキャピラリー電気泳動や医薬品代謝物の異性体分離といった分析法開発に取り組みました。課程修了後はタイミングよく所属研究室の助手として研究を継続させていただけることになり、さらにキャピラリー電気泳動の新しい使い方や分離モードの開発を突き詰めていくことができました。しかし、学位を授与される時期になると、新しい手法を追い過ぎるあまり、実用性に乏しい論文も多いことに気付きました。一方、講義では、学生からも多くの分析技術の原理や装置、特徴の勉強をしているが、実社会でどのように役立つのかを聞かれることが増えるようになりました。その際、分析化学を含む物理系の科目は、薬剤師国家試験に必要な科目であり、GMPの観点からも公定法が重要であると説明することは容易でした。ただ、当時研究室で行っていた分析法開発については、論文投稿用のアプリケーションではあっても、利用目的が明確な研究テーマは少なかったかも知れません。もちろん、医療系学部なので、患者さんへの侵襲性が低くリアルタイム測定に近づける超微量超高速分析法を完成させることができれば、学生にとっても明確なゴールを感じることができますが、そこへ至るには分析法の継続的な開発の積み重ねが必要であり、学生が自分のテーマでこのゴールに到達できる可能性は決して高いとは言えませんでした。

研究歴も長くなり、それなりに実績を残すことができ、研究室を主宰するようになりました。学術的な医療系の情報として、当時どのように呼ばれていたかは覚えていませんが、エクソソームによる生体制御が報告され始めた時期でもあったので、生体内における粒子表面とそれを取り巻く環境中の物質との相互作用を解析する方法や、LC-MS/MSを用いるプロテオームにより病態を解析する研究を始めました。さらに、これまで積み上げてきた分析技術の選択肢の広さを活かして社会実装できる研究テーマを考え始めました。

近畿大学では、産（官）学連携を推進しており、外部からの相談を積極的に受け入れています。薬学部においても、植物をはじめ畜産物や海産物を取り扱う企業からの相談が多く寄せられます。しかし、「売れない商品をどうにかしてほしい」とか「商品のアピールポイントを見つけてほしい」などといった漠然とした相談が多く、初めは躊躇うことばかりでした。ただ、私の研究室は生体成分分析を得意としていますので、これも出会いと捉え、まずは、試料を預かって、とにかく分析することにしました。もちろん私一人ではどうしようもないので学生やスタッフの力を借りることになります。研究室に話を持って帰ると、意外にも多くの学生が興味を示してくれて、見切り発車の産学連携に付き合ってくれました。そこで、例えば、近大マグロを含め大型魚では食される機会が少ない皮や昨今需要が芳しくないスッポンの甲羅からコラーゲンを抽出したいと提案しました。コラーゲンの抽出方法や構造、特徴、さらには使途までがほぼ研究され尽くした状況だったので興味を示さないと思いましたが、数名の学生が協力してくれることになりました。実験した結果では、SDS-PAGEにより、コラーゲンの特徴である分子量100~300 kDaのバンドを確認することができましたが、新しい発見とは言い難いものでした。とは言え、電気泳動図が完全に一致しているわけでもありませんので、まずは、保水性や溶解性のような物性を通常のコラーゲンと比較したところ、明らかに水に対する親和性が異なっていました。そこで各種スペクトル解析なども試みましたが、SDS-PAGEと同様、天然のI型コラーゲンと区別できるような決め手になる定性データは得られませんでした。そんな時、自分が以前研究していたキャピラリー電気泳動を思い出しました。電荷とサイズの比により移動速度が決まるキャピラリーゾーン電気泳動では、立体構造に違いがあれば分離できるはずで、結局、最後の最後に自分たちのコラーゲンと天然のI型コラーゲンを区別する方法が見つかり、部分的に構造を緩和させたコラーゲンとして特許化することができました。研究にかかわってくれた在籍中の学生はもちろん卒業生も、色々手を尽くして分析して良かったと分析力の大切さを痛感してくれました。その後も、企業や自治体からの天然素材や食料廃棄物に関する相談は途絶えず、産学連携のテーマを担当してくれている学生たちは、比色定量や電気泳動のような基礎的な分析手法から精密MSを検出器とするLC-MS/MSまでを駆使して、様々な素材から多様な成分を見つけ出してくれています。あれこれ説明するより体験する機会を与えることが学生を生き生きさせるのだと痛感しています。また、トラディショナルな装置から最新の機器まで存分に使って分析できる環境でよかったですと思っています。

〔近畿大学薬学部 多賀 淳〕

第 388 回液体クロマトグラフィー研究懇談会

2023 年 10 月 20 日 (金), (株)日立ハイテックサイエンス サイエンスソリューションラボ東京 (中央区新富町) において, 第 388 回液体クロマトグラフィー研究懇談会を開催した。対面方式の開催で参加者は 27 名であった。

講演主題は「HPLC の分離技術について考える」とし, 分離のメカニズムや各種カラムの性能や特長を初めとした基礎的な内容から具体的な使用方法などについてご講演いただいた。

1 演題目はジーエルサイエンス(株) 太田茂徳氏より「目的成分に応じた ODS カラムの選択方法」という演題で, 親水性から疎水性まで幅広い化合物の分離に用いられている ODS カラムについて, 母体基材の特性や表面処理, カラム基材, 形状などにより特性が異なる。高極性化合物の保持や, 中分子・高分子の分離, 構造類似物の分離といった具体的な事例について, 目的成分に応じた ODS カラムの選択法について紹介していた。

2 演題目は(株)クロマニックテクノロジーズ 小山隆次氏より「C18 以外の逆相 LC 固定相と, 選択性について」という演題で, C18 で困ったときのセカンド固定相として, 異なる選択性を発揮するユニークな C30 系固定相, PFP 系固定相, Phenyl 系固定相について, 特に C18 との対比を交えながら固定相選定のための要点について紹介していただいた。固定相が有する分離特性の理解を深め, セカンド固定相の選択に役立つものと考えられる。

3 演題目は三菱ケミカル(株) 福田義人氏より「イオン交換クロマトグラフィーの基礎原理とアプリケーション」という演題で, 固定相として一般的に使用されるイオン交換樹脂の構造と種類及びイオン交換の基礎原理を説明したのちに, イオン交換クロマトグラフィーの具体的な応用例について紹介していただいた。同じイオン交換充填剤を用いたクロマトグラフィーであっても分離の原理はさまざまであり, 対象物質や使用条件, 分離目標によって最適な充填剤物性は異なる。逆相クロマトでの分離が困難な場合, イオン交換クロマトが活用できる可能性があることが示唆された。

4 演題目は(株)クロマニックテクノロジーズ 長江徳和氏より「コアシェル充填剤の特長」という演題で, 表面多孔性粒子であるコアシェル粒子について構造的な特徴やカラムとしたときの特性について紹介していただいた。コアシェル粒子は中心部に無孔径のシェル部分が存在し, 多孔質部が充填剤の外側に層を形成している。コアシェルカラムの理論段数向上を Van Deemter の式を用いて A 項, B 項および C 項が多孔質粒子に比べ, それぞれ減少しており, 約 50 % 理論段数が高くなることが紹介された。

5 演題目は(株)日立ハイテックサイエンス 伊藤正人氏より「UHPLC の高速性能と高分離性能は本当にトレードオフ関係なのか?」という演題で, カラム性能を評価する指標として知られているセパレーションインピーダンス (SI) について, SI

を手掛かりにオームの法則になぞらえて, 高速性能と高分離性能を表現する方程式を解説していただいた。

6 演題目は, LC 研究懇談会の委員長である中村 洋先生 (東京理科大学) より総括が行われた。各講演者に補足や質問をされ, 参加者は理解をより深めることができた。

例会終了後, 場所を変更して情報交換会を開催した。液体クロマトグラフィーに加え, さまざまな分野の話題で, 活況な情報交換が行われた。

最後になりましたが, 今回の例会の準備, 運営をご支援いただいた皆様に深く感謝いたします。

〔(株)日立ハイテックサイエンス 清水 克敏〕

第 59 回フローインジェクション分析講演会

2023 年 11 月 24 日 (金), 第 59 回フローインジェクション分析講演会がとぎんトモニプラザ (徳島県青少年センター) にて開催されました。今回は開催地が徳島ということもあり, 日本分析化学会中国四国支部の共催と, 徳島大学理工学部の後援のもとでの開催となりました。講演会の会場は「アミコビル」と呼ばれる商業施設 (徳島駅前再開発ビル) の 9 階であり, アクセスは絶好の場所といえます。2020 年 8 月のそごう徳島店の閉店を契機に館内が改装され, その後 2022 年 9 月に徳島県青少年センターがここへ移転・オープンした新しい施設です。同フロアには, 大小会議室のほか, フィットネススタジオや音楽スタジオ, e-スポーツを楽しむことのできるデジタルスタジオ, シェアリビング施設などがあり, さらに屋上にはスポーツコートや子供用の遊具などが設置され, 多くの市民が訪れる場所でもあります。今回の FIA 講演会は, 150 人収容可能な大会議室にて, 口頭発表, ポスター発表, 展示をひとつの会場に集約した形で行われました。参加登録者は招待者を含む 60 名であり, 招待講演 3 件, 一般講演 (口頭発表) 12 件, ポスター講演 16 件, 製品・技術紹介 5 件, 展示ブース 8 社, 企業広告 19 社を擁する充実した会となりました。

招待講演

今回の講演会では, 3 名の先生方に招待講演をお願いしました。戸田敬先生 (熊本大学) には「オンサイト FIA の基礎技術: 流れの省電力安定供給と高感度検出器」と題し, これまで開発されてきたフィールドでの分析を目的としたポンピングシステムや検出器などについてご紹介いただきました。鈴木保任先生 (金沢工業大学) には, 「白色 LED と色センサーを用いる簡易な光電比色計キットの開発」と題し, 低予算で簡単に組み合わせ可能な光電比色計と学習教材としての応用例についてご講演いただきました。堀田弘樹先生 (神戸大学) には「ESI-MS を用いた微量元素定量手法の開発」と題し, イオン化効率の再現性や定量性を改善した分析手法開発の事例についてご紹介いただきました。いずれも流れ分析の重要な要素技術とその応用例を含むものであり, 大変興味深い研究成果でした。

一般講演 (口頭発表)

一般の口頭発表は全部で 12 件あり, このうち午前中に行われた 8 件が学生による発表でした。鳥井優花さん (徳島大学) は「トラックエッチ膜フィルター二重電極を用いる微小透析/

HPLC システム —脳内ドーパミンモニタリングシステムの開発—」について、原田大雅さん（東京電機大学）は「SIA による Cr (III) の酸化とジフェニルカルバジドを用いた Cr (III) と Cr (VI) の分別定量法の開発」について、片山哲朗さん（同志社大学）は「相分離混相流を溶離液として利用する HPLC システムの開発 —ポーラス ODS カラムを用いた新規分離特性—」について、垣谷柚衣さん（徳島大学）は「電極間に吸着剤収納構造を有するフロー型次亜塩素酸センシングシステムの開発」について、岩本友樹さん（福島大学）は「完全閉鎖型フロー合成・分析法 ～合成・濃縮・分離・検出を統合したインテリジェンス FIA～」について、Selass Kebede Olbemo さん（徳島大学）は、「Development of digital-movie-based flow colorimetry for continuous pH monitoring based on color specification values using universal indicators」について、喜多佑輔さん（徳島大学）は「トラックエッチ膜フィルター電極を用いたアノード・カソードペア検出による HPLC システム」について、竹田大登さん（徳島大学）は「スプリットレス熱分解 GC/MS による大気マイクロプラスチックの高感度分析法の開発」についてそれぞれ発表しました。

午後からは一般の参加者による 4 件の研究発表が行われました。岡田勝秀さん（MGC JAPAN）は「マルチサンドイッチ注入/吸光検出 SIA: ホウ素（ホウ酸）及びクロム（VI）の測定法」について、秋庭正典さん（株式会社 秋）は「アルフッソ[®] 試液を用いた SIA 法によるフッ素の定量」について、大平慎一先生（熊本大学）は「アミノ酸の選択的な抽出による FIA システム」について、金田隆先生（岡山大学）は「分解時間に基づくタンパク質分解酵素アッセイ用ペーパー分析デバイス」についてそれぞれ発表を行い、活発な討論が行われました。

ポスター・展示会場

今回の会場は縦長の大会議室であり、その前方半分が講演会場、後方半分がポスター・展示会場となりました。会場の中ほどに 1 枚ずつ独立して設置された掲示用パネルを取り囲むように展示ブースが配置されました。展示は、エルガ・ラボウォーター、矢部川電気工業、小川商会、MGC JAPAN、ジーエルサイエンス、日東精工アナリテック、PerkinElmer Japan、共立理化学研究所の合計 8 社により行われました。

ポスター講演には 16 件が登録されました。ポスターは開場時刻の午前 9 時から講演会終了まで掲示され、午後 1 時から 2 時までをコアタイムとして討論が行われました。黒田直敬先生

（長崎大学）は「キノン修飾シリカゲルを用いる還元剤の FIA 化学発光分析法の開発」について、石川大暉さん（同志社大学）は「相分離混相流を溶離液として利用する HPLC システムの開発 —カラム充填剤の細孔径が新規分離モードに与える影響—」について、木村葵さんは（同志社大学）は「相分離混相流を溶離液として利用する HPLC システムの開発 —コアシェルシリカカラムを用いた新規分離特性—」について、近藤健太さん（愛知工業大学）は「逆相系固相抽出媒体の合成とフェノール類の SIA への応用」について、寺西優樹さん（徳島大学）は「デジタル画像撮影・測色法のためのソフトウェアの開発とフロー分析法への応用」について、木下京輔さん（徳島大学）は「徳島市における大気マイクロプラスチックの動態」について、チョン千香子先生（産業技術総合研究所）は、「海中りん酸の高感度定量に向けた取り組み」について、次田宗平さん（徳島大学）は「トラックエッチ膜電極を用いる HPLC/電量検出法によるドーパミン放出挙動の *in vivo* モニタリング」について、谷彩楓さん（徳島大学）は「トラックエッチ膜フィルター電極システムの高機能化 ～エンザイムフリーバイオセンサの選択性向上とグルコース検出～」について、野本明日香さん（徳島大学）は「CE/DFA におけるアルカリホスファターゼの酵素反応および阻害反応のシミュレーション」について、横山崇先生（岡山理科大学）は「分析試薬フリーな液体クロマトグラフィーによるヒスチジンの選択的分離分析」について、長野蒼大さん（徳島大学）は「FIA による高濃度試料の非希釈分析」について、前川大河さん（徳島大学）は「熱分解 GC/MS を用いた大気マイクロプラスチックの分析 —大気マイクロプラスチック捕集フィルターの検討—」について、大橋滉樹さん（金沢工業大学）は「LED を光源に用いる簡易なフローインジェクション分析用検出器の開発とほう素定量への応用」について、木村梨子さん（福島大学）は「フロー系濃縮を志向したアルギン酸ゲルによるトリチウム水の迅速的交換」について、ビヤムバドルジアナラさん（福島大学）は「金ナノ粒子包含樹脂によるアスタチン-211 の吸着と固相反応場としての活用」についてそれぞれ発表を行いました。

製品・技術紹介

製品・技術紹介では、1 件あたり 15 分間の時間が割り当てられました。今回は 5 件のエントリーがあり時間の許す限り会場から質問を受ける形で進められました。黒木祥文さん（エルガ・ラボウォーター）は「高感度分析に求められる超純水装



置の要件」について、敷野修さん(PerkinElmer Japan)は「ICP質量分析装置のセル内に四重極マスフィルターがなぜ必要なのか? NexIONシリーズの紹介」について、大森寛子さん(共立理化学研究所)は「ブンセキをもっと身近にする～バックテストの新製品開発と1操作化への改良～」について、本水昌二先生(岡山大学, MGC JAPAN)は「化学分析におけるコンピュータ支援: 分析の自動化・迅速化と高度化」について、古庄義明さん(GLサイエンス)は「フローインジェクション分析に貢献するHPLC装置関連精密部品と特注システムの供給について」と題した発表を行いました。

FIA各賞授賞式および学生発表表彰

講演会の最後に、会場にてFIA各賞授賞式および学生発表表彰式が行われました。先に、中島淳一さん(日産化学株式会社)へ、2023年度FIA技術開発賞(業績: 固相抽出法を用いる微量重金属の高感度・高精度分析法の開発)として、賞状とメダルがFIA研究懇談会委員長の手嶋紀雄先生より授与されました。引き続き、学生による優秀発表の表彰式が行われました。今回は、口頭発表とポスターのそれぞれについて、一般の参加者による採点で評価されました。その結果、口頭発表の最優秀講演賞として岩本友樹さん(福島大学)、優秀講演賞に原田大雅さん(東京電機大学)、垣谷柚衣さん(徳島大学)、喜多佑輔さん(徳島大学)が選出されました。ポスター発表では、最優秀ポスター賞として木村梨子さん(福島大学)が選ばれ、また、優秀ポスター賞として木村葵さん(同志社大学)、近藤健太さん(愛知工業大学)、木下京輔さん(徳島大学)、谷彩楓さん(徳島大学)、ビヤムバドルジアナラさん(福島大学)がそれぞれ選定されました。表彰式では手嶋紀雄先生より賞状と副賞が授与されました。

情報交換会

情報交換会は、午後7時からホテル千秋園にて行われ41名が参加しました。FIA研究懇談会委員長の手嶋先生の挨拶に引き続き、樋口慶郎さん(小川商会)による乾杯の号令で賑々しく開会となりました。しばらくの歓談の後、FIA技術開発賞受賞者の中島さんと、FIA研究懇談会次期委員長の大平慎一先生から挨拶があり、合わせて「分析化学」誌2024年9号掲載予定のFIA研究懇談会特集についてアナウンスがありました。引き続き鈴木保任先生による第60回FIA講演会に関するお知らせの後、本水昌二先生の万歳三唱にて中締めとなりました。参加された皆様はこの熱気を維持したまま徳島の街へと繰り出していきました。

おわりに(御礼)

昨年に引き続き対面での実施となりましたが、このたびの講演会開催にあたり、大変に多くの皆様からご協力を賜りました。当日の受付や会場係だけでなく、裏方事務、前日の会場準備から翌日の撤収まで、スタッフや学生の皆さんのお手伝いはとても助かりました。心より感謝申し上げます。このたびは多くの皆様にご参加いただき盛会のうちに終了となりました。次回は金沢でお目にかかります。

(実行委員長 水口 仁志(徳島大学))



第16回千葉県分析化学交流会

爽やかな秋晴れとなった2023年11月25日(土)に、千葉県船橋市三山の東邦大学習志野キャンパスにて第16回千葉県分析化学交流会が開催されました。前回、日本大学薬学部の四宮一総先生が世話人をされ、2020年1月24日(金)に実施されてから、コロナ禍によりさまざまな交流が制限された長く暗い時を経て、今回約4年ぶりに本会を開催できましたことを、大変うれしく思います。

同会は、第1部学術講演会、第2部情報交換会で構成され、第1部の講演会では2023年春の叙勲において「瑞宝中綬章」を受章された千葉大学名誉教授の小熊幸一先生の受章記念講演を含め、日本分析化学会関東支部長の安田純子先生(㈱コーセー)、東邦大学大学院博士後期課程の大坂雄一郎さん、順天堂大学医学部の石原量先生にご登壇いただき、4件の講演が行われました。また、日本分析化学会会長の山本博之先生(量子科学技術研究開発機構)にもご出席いただき、一般参加者31名、学生96名(千葉大学、千葉工業大学、日本大学、東邦大学)計127名の盛大な会となりました。

以下にプログラムを転載いたします。

【第16回千葉県分析化学交流会】

主催：千葉県分析化学交流会

後援：(公社)日本分析化学会関東支部、(公社)日本分析化学会液体クロマトグラフィー研究懇談会、(公社)日本分析化学会分析士会

協賛：東邦大学理学部、東邦大学薬学部、株式会社コーセー、ジーエルサイエンス株式会社、東邦大学理学部鶴風会

第1部 講演会 薬学部D館1F

司会：西垣 敦子

開会挨拶 元日本分析化学会会長、

千葉県分析化学交流会会長 中村 洋

歓迎挨拶 東邦大学理学部長 古田 寿昭

座長：平山 直紀

講演1 (支部長講演)

化粧品を取り巻く規制と分析

日本分析化学会関東支部長、(株)コーセー 安田 純子

講演2 (瑞宝中綬章受章記念講演)

教育研究40年の思い出

日本分析化学会名誉会員、千葉大学名誉教授 小熊 幸一

講演3 (若手講演)

干潟環境中における多環芳香族炭化水素の起源と挙動

東邦大学大学院理学研究科 博士後期課程 大坂 雄一郎

講演4

がんのその場検査実現をめざした表面機能化自律駆動マイクロチップの開発

順天堂大学医学部 准教授 石原 量

記念撮影 写真撮影：森田 耕太郎

学内施設見学(薬学部付属薬用植物園)

案内：園芸技術員 川上 剛

第2部 情報交換会 食堂 (PAL) 2F

司会：齊藤 和憲、西垣 敦子

演奏：パッヘルベル/Canon in D, ヴィヴァルディ/四季より「春」第一楽章、葉加瀬太郎/ひまわり

演奏者：Violin I 楠井真奈, Violin II 三浦優奈, Viola 飯塚美緒, Violincello 河田麗菜, Piano 大坂雄一郎

第1部学術講演会は、西垣（筆者、東邦大学理学部）が総合司会を務め、交流会会長である中村 洋先生（東京理科大学名誉教授、元日本分析化学会会長）の挨拶より始まり、小熊幸一先生の瑞宝中綬章受章へのお祝いと、久しぶりの会の開催に際し多くの方にご参加いただいたことへの感謝の意が述べられました。東邦大学理学部長の古田寿昭先生より、歓迎の挨拶をいただいた後、平山直紀先生（東邦大学理学部）が座長を務められ、講演が始まりました。

最初の講演は、「化粧品を取り巻く規制と分析」の演題で、関東支部長の安田純子先生により行われました。人の「美しく魅力的でありたい」という根源的な願いから生まれた化粧の歴史的な背景が述べられ、化粧品の安全性を担保するための規制や、分析手法について紹介がなされました。近年、諸外国を中心に、重金属類等個別の元素の測定・評価が求められるようになり、蛍光X線分析法による簡易スクリーニング法の検討結果についても報告されました。測定により得られた値を精査し、信頼できる結果を示すことは、分析実施者の責務であるとお言葉に深く共感いたしました。

次の講演は、「教育研究40年の思い出」の演題で、日本分析化学会名誉会員、千葉大学名誉教授の小熊幸一先生により行われました。先生の学生時代のお話から千葉大学の教員になられた経緯、これまでの教育研究について、沢山の写真やユーモアを含めお話しいただき、先生の温かく誠実なお人柄が感じられる内容でした。指導された学生さんが学会で興味をもった内容が、フローインジェクション分析法でのFe(II)とFe(III)の同時定量法の開発につながり、共に喜んだというお話が心に残りました。今回の交流会には、小熊先生のお弟子さんやご友人も遠方よりご出席くださいました。

途中休憩の後、後半は若手研究者による2件の講演がなされました。まず、初めは「干潟環境における多環芳香族炭化水素の起源と挙動」の演題で、東邦大学大学院理学研究科博士後期課程1年の大坂雄一郎さんにより行われました。大坂さんは、海洋生態系に興味を持ち、これを深く理解するために、

分析化学の知識や技術が必須であるとの考えから、筆者の研究室で研究を行ってきました。環形動物イワムシの摂食・排泄行動により、干潟環境中の難分解性有機汚染物質が濃縮・分解される現象の解明という難しいテーマですが、一つの謎の解明が、新たな謎を生みながら、徐々に全体像が明らかになっていく研究経過が発表されました。本会での学生の発表は初めてでしたが、大変堂々とした立派な発表でありました。

最後の講演は、「がんのその場検査実現をめざした表面機能化自律駆動マイクロチップの開発」の演題で、順天堂大学医学部准教授の石原 量先生により行われました。がんは日本人の死因第一位の身近な病気ですが、早期発見により死亡率を下げるすることができます。先生のご研究では、がんのバイオマーカーを迅速に測定可能なマイクロチップを開発し、インフルエンザ検査キットのように、自宅等で簡単にがん診断ができることを目指しており、社会的にも非常に重要な研究であると感じました。お話も大変わかりやすく、ストーリー展開が秀逸で、改良を重ね高感度検出に至ったスライドでは、実現の期待が高まりました。

講演会終了後、森田耕太郎先生（東邦大学理学部）に集合写真（本稿に添付）の撮影をしていただき、希望者は、東邦大学薬学部付属薬用植物園の見学を行いました。園芸技術員の川上剛氏より、毒や薬になる植物の詳しい解説と案内をいただきました。

日も暮れ、肌寒くなってきた頃、第2部の情報交換会（参加者：25名）が学食（PAL）2Fで始まり、東邦大学理学部及び薬学部の卒業生、学生、職員の有志による弦楽及びピアノの演奏とともに、温かい食事と飲み物を楽しみながら、4年ぶりの交流を深めました。

情報交換会はパッヘルベル/Canon in Dの演奏で始まり、司会を、齊藤和憲先生（日本大学生産工学部）と筆者が務め、本会会長である中村 洋先生より開会の挨拶をいただきました。中村先生は、本会の意義について「千葉県内の分析化学関係者が産・官・学の垣根を超えて情報交換と親睦を行うことが分析化学の発展のために大変重要である」と述べられました。その後、四宮一総先生より乾杯の挨拶とご発声をいただき、学会会長の山本博之先生のご参加への謝意が述べられました。また、山本博之先生より「このような交流会の開催が、学会全体の活性化につながっていくことと期待します」とのお言葉をいただきました。

歓談の後、弦楽4重奏によるヴィヴァルディ/四季より「春」





第一楽章の演奏と、第2部参加者の自己紹介がなされました。今回は、小熊幸一先生の瑞宝中級章受章のお祝いを兼ねていたことから、小熊研ご出身の方々にも多くご出席いただき、ご活躍の様子をお聞きいたしました。

最後に、葉加瀬太郎/ひまわりの演奏があり、渋谷雅美先生(埼玉大学名誉教授)からのお言葉をいただいた後、津越敬寿先生(産業技術総合研究所)に一本締めをお願いいたしました。閉会のお言葉を、関東支部長の安田純子先生よりいただき、名残惜しくも、次回開催への思いを心に抱きつつ終了となりました。

末筆になりましたが、ご多忙の中ご参加いただきました皆様、協賛いただきました東邦大学理学部、東邦大学薬学部、(株)コーサー、ジーエルサイエンス(株)、東邦大学理学部鶴風会、お力添えをいただきました皆様に心より御礼申し上げます。

[世話人 東邦大学理学部 西垣 敦子]



第389回液体クロマトグラフィー研究懇談会

2023年11月21日(火)に(株)島津製作所殿町事業所/Shimadzu Tokyo Innovation Plaza(神奈川県川崎市川崎区殿町3-25-40)において、標記研究懇談会が開催された。講演主題は、「プロテオミクスの基礎と応用」であり、近年においてもさまざまな技術革新が進んでいるプロテオミクスに関する最新技術について、将来の可能性も含めて7件の講演を実施していただいた。講演内容は、プロテオミクス解析を支える試薬、手技、装置、データ解析、応用例等、幅広くご発表いただいた。最後に、本研究懇談会委員長である中村 洋先生(東京理科大学)による総括講演をいただいた。参加者数は28名であり、各種最新技術に関して活発な質疑応答が行われた。以下に各講演の概要を紹介する。

1. 「プロテオミクスの基礎—タンパクやペプチドのマスマスペクトル解析の基礎を中心に—」

(エムエス・ソリューションズ(株)) 高橋 豊氏
高橋氏からは、まず、ペプチドやタンパク質の多価イオンスペクトルからの分子質量や分子量計算するための基本的な知識(マスマスペクトルの横軸の m/z 、同位体の天然存在比、原子・分子の質量と原子量・分子量、質量分解能等)の説明があっ

た。続いて、ペプチドイオンのフラグメンテーションの基礎として、CIDにおけるフラグメンテーションの考え方や、結合の開裂しやすさ、マスマシフト等について実例を基に説明があった。

2. 「プロテオミクスの基礎と最新アプリケーションの御紹介」

(サーモフィッシャーサイエンティフィック(株)) 永島 良樹氏
永島氏からは、まずタンパク質解析サンプルの一般的な調製手順、つまり、還元・アルキル化および酵素消化方法について、市販試薬、前処理キット等も含めた紹介と、MS/MS測定で得られるペプチドの開裂パターン等の説明があった。続いて、DDA(Data Dependent Acquisition)による網羅的解析についてデータベースの形式やデータベース検索によるタンパク質同定についての説明、および、DIA(Data Independent Acquisition)による網羅的解析法についても説明があった。最後に、最新MSによる高速、高深度なプロテオミクス例について紹介があった。

3. 「イオンモビリティ技術を活用したプロテオミクス解析」

(ブルカージャパン(株)) 桑田 啓子氏
桑田氏からは、まずプロテオミクス解析を支える前処理デバイスおよびキット類、ナノLCシステムおよびカラム、イオンモビリティ技術を搭載したtimsTOFシステムについての紹介があった。続いて、timsTOFを用いたアプリケーション例の紹介があり、保持時間および m/z が同一のイオンをイオンモビリティを用いて分離・同定した例や、PASEFによる高品質MS/MSスペクトル取得による同定例、FFPE組織切片のシングルセル解析の実施例、およびイムノペプチドミクス解析例について紹介があった。

4. 「トリプル四重極質量分析装置を用いた中心代謝酵素のターゲットプロテオミクス」

(株)島津製作所) 渡邊 淳氏
渡邊氏からは、生物が広く共有する基本機能の一つである中心代謝経路の各反応を担う100種程度の酵素タンパク質発現定量法(ターゲットプロテオミクス)について発表があった。まず、各酵素タンパク質のペプチドSRMメソッド構築の際の選抜ルールや、ナノLCの保持時間安定性の確認、トリプル四重極MSの高速動作性の確認等についての説明があった。続いて、出芽酵母の遺伝子破壊株の中心代謝酵素のターゲットプロテオーム解析結果から、1か所の破壊が中心代謝経路全体に影響を及ぼすことを示しており、ターゲットプロテオミクスの有用性を示していた。

5. 「ナノ液体クロマトグラフィー質量分析法によるプロテオーム解析」

(味の素(株)) 中山 聡氏
中山氏からは、まずプロテオーム解析の歴史について、1970年代の分子量と等電点分離による2次元電気泳動、1980~1990年代の質量分析法の進化、1990~2000年代のゲノム情報解読技術と情報処理技術の発展等の技術的なブレイクスルーについての説明があった。続いて、プロテオーム解析の基本

ワークフローと技術的な律速点（複雑さ）について、さらに、ナノ LC を用いることによる技術的な特徴（イオン化効率、マトリックス効果等）についての説明があった。最後に、味の素でのプロテオーム解析事例が紹介された。

6. 「PAC-LC/MS を用いたプロテオミクスへの挑戦」

（第一三共株） 合田 竜弥

合田からは、昨今の製薬企業におけるプロテオミクスの必要性についての説明の後、ペプチド測定におけるペプチド吸着制御（PAC）-LC の利点の説明とプロテオミクスにおける優位性についての説明があった。最後に、血漿タンパク濃度を利用した患者層別マーカー候補の開発、インタクトペプチド測定でのターゲットプロテオミクス、および PAC-LC を用いたショットガンプロテオミクスの実施例を紹介した。

最後に、本研究懇談会の中村 洋委員長（東京理科大学）より、総括として「プロテオミクスの基礎と応用」をご講演いただいた。各講演への Q&A 形式による質疑応答や捕捉説明等がなされ、より深い部分について広い観点からの議論が行われた。

講演会終了後、演者を囲んでの情報交換会が Shimadzu Tokyo Innovation Plaza の例会会場と同じフロアのラウンジにて行われた。参加者は 17 名と多くの方にご参加いただき、綺麗な夜景も見える中で活発な意見交換等がなされるとともに親密な人間関係の構築がなされたものと思われる。

最後に、ご講演をお引き受けくださいました講師の先生方、会場のご提供や設営にご尽力くださいました(株)島津製作所の関係者の皆様、そして、運営にご尽力およびご協力いただきました役員の皆様に御礼申し上げます。

〔オーガナイザー、第一三共株 合田 竜弥〕



第 385 回ガスクロマトグラフィー研究懇談会 特別講演会

2023 年 11 月 30 日（木）北とびあ飛鳥ホール（東京都北区）において、第 385 回ガスクロマトグラフィー研究懇談会特別講演会が開催された。本研究懇談会では毎年年末の近くなった時期に特別講演会を開催しており、今年度は「工業製品の発展と共に活躍するガスクロマトグラフィー—関連材料の管理や調査における GC の役割と展望—」というテーマのもと、この分野で活躍する講師による 5 題の主題講演のほか、メーカー各社による 5 題の技術講演からプログラムが構成された。現地では 80 名を超える参加者が集い、10 時開始から 17 時を超えるまでと長丁場であったものの、聴衆から高い関心が寄せられていた。

冒頭の 2 題の主題講演では食品包装に関連したテーマが並び、カデラ薬品金子様（前・東京都健康安全研究センター）による「食品用器具・容器包装の試験検査について」では、GC 以外の範囲を含め数多くの具体例を挙げながら規格に基づいた試験方法が示され、イメージしやすく実際の進め方の紹介がなされた。化学研究評価機構食品接触材料安全センター梶原様

による「食品用器具・容器包装ポジティブリスト制度について」では、関連法の動向やポジティブリスト制度施行後の実際的な状況が示され、事業者と連携しつつ見直しをはかりながら進められていることをうかがい知ることができた。

日産アーク沼田様による「臭気分析における GC-MS と多変量解析の活用」では、臭気分析の基本的な考え方から評価方法までの全体像や材料由来の異臭測定の具体例が提示されたほか、多変量解析を適用した取り組みについて紹介がなされ、多変量解析の臭気成分の要因調査への有用性が認識された。

講演会最後の 2 題ではプラスチック材料の使用後の挙動に関連して、マイクロプラスチックやケミカルリサイクルについての講演が続いた。徳島大学水口様による「熱分解 GC/MS による大気マイクロプラスチックの分析」では、本分野における分析手法として熱分解 GC/MS の有用性、実際的な分析条件の検討や測定例が紹介されたほか、サンプリングにおける微小サイズゆえの難しさやより一層の注意深さの必要性が認識された。また、研究分野として今後ナノサイズへ移行していくとの予測が示された。東北大学熊谷様による「プラスチックのケミカルリサイクルプロセス開発への熱分解ガスクロマトグラフィーの応用」では、プラスチックリサイクルの背景や今後の見通しとしてリサイクル対象が増えていく展望に加え、熱分解反応を利用したケミカルリサイクルプロセスとして、PET からベンゼン、ポリカーボネートからビスフェノール A やフェノール、ポリウレタンからイソシアネートの回収といった開発事例が紹介された。熱分解反応機構は複雑であり、反応解析には熱分解 GC/MS による分析的なアプローチが適用されていた。

その他に技術講演においては、アジレントテクノロジー風間様による「食品用器具・容器包装添加剤分析用データベースの紹介」、日本分析工業大栗様による「工業製品分析のための加熱脱着装置の開発」、島津製作所内山様による「GC/MS 異臭分析システムの紹介」、日本電子生方様による「GC-TOFMS 専用自動構造解析ソフトウェアを用いた製品中異物の差異分析・構造解析」、フロンティア・ラボ松枝様による「窒素キャリアを用いる GC と熱分解 GC/MS の基礎検討」という多岐にわたるトピックが紹介された。その他に、講演の合間には 14 団体から資料提供いただき、スペースを設け、会場での意見交換も行われた。なお、当日の講演は後日参加登録者へ向け録画配信がなされる。

以上のようにガスクロマトグラフィーが様々な形で実社会へ関与、貢献していることを改めて認識することができる講演会であった。また、講演会後には数年ぶりに講演者を含めた意見交換会・懇親会が行われ、親睦を深めつつ有意義な情報交換がなされた。最後に、本講演会の開催にあたり、ご講演をご快諾していただきました講師の皆様、ご来場いただきました皆様に心より御礼申し上げます。

〔(地独)東京都立産業技術研究センター 木下 健司〕

執筆者のプロフィール

(とびら)

安田 純子 (YASUDA Junko)

株式会社コーセー (〒114-0005 東京都北区
柴町 48-18)。お茶の水女子大学大学院理学
研究科化学専攻修了。《現在の研究テーマ》
化粧品の品質保証及び製品開発に関連する分
析手法の開発。《趣味》読書, 楽器演奏。

E-mail : j-yasuda@kose.co.jp

(ミニファイル)

熊谷 和博 (KUMAGAI Kazuhiro)

国立研究開発法人産業技術総合研究所インダ
ストリアル CPS 研究センター 3D 造形評価
研究チーム (〒919-0462 福井県坂井市春江
町江留上大和 10-2)。筑波大学数理物質科
学研究科物質・材料工学専攻修了。博士 (工
学)。《現在の研究テーマ》SEM の像形成原
理の解明と、それに基づく計測技術の高度
化。《趣味》遺跡調査, 楽器 (ベース) 演奏。

E-mail : quaz.kumagai@aist.go.jp

(トビックス)

明珍 尋紀 (MYOCHIN Hironori)

高知大学大学院総合人間自然科学研究科土佐
さきがけプログラムグリーンサイエンス人材
育成コース (〒780-8520 高知県高知市曙町
2-5-1 理工学部 2 号館)。高知大学土佐さ
きがけプログラムグリーンサイエンス人材育成
コース卒業。修士 (学術) 取得見込み。《現
在の研究テーマ》唾液イオン分析によるスト
レスの定量的評価法の確立。《趣味》読書。

岡崎 琢也 (OKAZAKI Takuya)

東京都立大学大学院都市環境科学研究科
(〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 フ
ロントピア研究棟 201 室)。富山大学大学院
理工学教育部地球生命環境科学専攻博士後期
課程修了。博士 (理学)。《現在の研究テ
マ》光ファイバーを用いた化学センサーの開
発。

(リレーエッセイ)

座古 保 (ZAKO Tamotsu)

愛媛大学大学院理工学研究科 (理学系)。

(〒790-8577 愛媛県松山市文京町 2-5)。東
京大学大学院工学系研究科博士課程。博士
(工学)。《現在の研究テーマ》ナノ粒子を用
いた新規バイオ分析法の開発。《趣味》音楽
鑑賞, スポーツ鑑賞, 自然派ワイン。

E-mail : zako.tamotsu.us@ehime-u.ac.jp

(ロータリー・談話室)

多賀 淳 (TAGA Atsushi)

近畿大学薬学部医療薬学科 (〒577-8502
大阪府東大阪市小若江 3-4-1)。近畿大学
大学院薬学研究科博士前期課程。博士 (薬
学)。薬剤師。《現在の研究テーマ》分離
分析を中心に分析法の開発。それらを利用
した生体成分分析。《主な著書》“Capillary
Electrophoresis of Carbohydrate (Methods
in Molecular Biology, Vol. 213)”, edited by P.
Thibault and S. Honda, (Humana Press Inc.),
chapter 8 & 16, (2003)。《趣味》グルメ, 旅
行, ドライブ, グランピングなど美味しいも
のを食べること全般。

E-mail : punk@phar.kindai.ac.jp

原稿募集

「技術紹介」の原稿を募集しています

対象: 以下のような分析機器, 分析手法に関する紹
介・解説記事

- 1) 分析機器の特徴や性能および機器開発に関わる技術,
- 2) 分析手法の特徴および手法開発に関わる技術,
- 3) 分析機器および分析手法の応用例,
- 4) 分析に必要な試薬や水および雰囲気などに関する情報・解説,
- 5) 前処理や試料の取扱い等に関する情報・解説・注意事項,
- 6) その他, 分析機器の性能を十分に引き出すために有用な情

報など

新規性: 本記事の内容に関しては, 新規性は一切問い
ません。新規の装置や技術である必要はなく, 既
存の装置や技術に関わるもので構いません。また,
社会的要求が高いテーマや関連技術については,
データや知見の追加などにより繰り返し紹介して
いただいても構いません。

お問い合わせ先:

日本分析化学会『ぶんせき』編集委員会

[E-mail : bunseki@jsac.or.jp]

日本分析化学会の機関月刊誌『ぶんせき』の再録集 vol. 3 が出版されました！ 初学者必見！ 質量分析・同位体分析の基礎が詰まった 293 ページです。

本書は書籍化の第三弾として、「入門講座」から、質量分析・同位体分析の基礎となる記事、合計 42 本を再録しました。

『ぶんせき』では、分析化学の初学者から専門家まで幅広い会員に向けて、多くの有用な情報を提供し続けています。これまで掲載された記事には、分析化学諸分野の入門的な概説や分析操作の基礎といった、いつの時代でも必要となる手ほどきや現役の研究者・技術者の実体験など、分析のノウハウが詰まっています。

〈2003 年掲載 1 章 質量分析の基礎知識〉

- | | |
|--------------------|-------------------------|
| 1. 総論 | 7. 無機材料の質量分析 |
| 2. 装置 | 8. 生体高分子の質量分析 |
| 3. 無機物質のイオン化法 | 9. 医学、薬学分野における質量分析法 |
| 4. 有機化合物のイオン化法 | 10. 食品分野における質量分析法 |
| 5. ハイフェネーテッド質量分析 I | 11. 薬毒物検査、鑑識分野における質量分析法 |
| 6. タンデムマススペクトロメトリー | 12. 環境化学分野における質量分析法 |

〈2009 年掲載 2 章 質量分析装置のためのイオン化法〉

- | | |
|-----------------------|---------------------|
| 1. 総論 | 7. レーザー脱離イオン化 |
| 2. GC/MS のためのイオン化法 | 8. イオン付着質量分析 |
| 3. エレクトロスプレーイオン化—原理編— | 9. リアルタイム直接質量分析 |
| 4. エレクトロスプレーイオン化—応用編— | 10. 誘導結合プラズマによるイオン化 |
| 5. 大気圧化学イオン化 | 11. スタティック SIMS |
| 6. 大気圧光イオン化 | 12. 次世代を担う新たなイオン化法 |

〈2002 年掲載 3 章 同位体比分析〉

- | | |
|------------------|------------------|
| 1. 同位体比の定義と標準 | 4. 同位体比を測るための分析法 |
| 2. 同位体比測定の精度と確度 | 5. 生元素の同位体比と環境化学 |
| 3. 同位体比を測るための前処理 | 6. 重元素の同位体比 |

〈2016 年掲載 4 章 精密同位体分析〉

- | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. 同位体分析の基本的原理 | 8. 小型加速器質量分析装置の進歩と環境・地球化学研究への応用 |
| 2. 表面電離型質量分析計の原理 | 9. 二次イオン質量分析装置の原理 |
| 3. 表面電離型質量分析計の特性とその応用 | 10. 二次イオン質量分析計を用いた高精度局所同位体比分析手法の開発と応用 |
| 4. ICP 質量分析法による高精度同位体分析の測定原理 | 11. 精密同位体分析のための標準物質 |
| 5. マルチコレクター ICP 質量分析装置による金属安定同位体分析 | 12. 質量分析を用いた化合物同定における同位体情報の活用 |
| 6. 加速器質量分析装置の原理 | |
| 7. 加速器質量分析の応用 | |

なお『ぶんせき』掲載時から古いものでは 20 年が経過しており、執筆者の所属も含め現在の状況とは異なる内容を含む記事もありますが、『ぶんせき』掲載年を明記することで再録にともなう本文改稿を割愛しました。これらの点については、執筆者および読者の方々にご了承いただきたく、お願い申し上げます。

分析化学

第 73 卷第 3 号
2024 年 3 月

特集：バイオ分析の新潮流

目 次

特集号「バイオ分析の新潮流」の刊行にあたって	佐藤守俊	61
分析化学総説		
ローリングサークル増幅反応を用いる細胞・組織中の DNA・RNA 検出法	佐藤香枝	63
総合論文		
血管内皮増殖因子 (VEGF) 受容体を認識する核酸アプタマー	吉富 徹・吉本敬太郎	71
モノメチンシアニン蛍光色素による生細胞核小体 RNA イメージング	西澤精一・芳野幸奈・何 夢夢・樋口 啓・ 富樫奈央・鈴木理志・五十嵐友梧・佐藤雄介	79
生命現象の光操作技術の創出	佐藤守俊	87
報 文		
インドシアニンググリーン内包 PEG-b-PLGA ミセルを用いる 神経細胞の温度感受性イオンチャネルの光温熱操作	山口弥希・尾上大樹・松下裕太郎・上村真生	95
ノ ー ト		
マトリックス誘起上皮間葉転換の研究のための動的細胞足場材料の開発	山本翔太・中西 淳	103
蛍光ポリマーとパターン認識を用いるフルーツジュースの判別法	富田峻介・栗田僚二	111
経上皮電気抵抗測定のための簡便に作製できるマイクロ腸管モデルの開発	児玉 玲・佐藤記一	117
「分析化学」特集“流れ分析—40年の歩みとこれから”の論文募集		123
「分析化学」年間特集“分”の論文募集		124
“第 23 回若手研究者の初論文特集”募集のお知らせ		126
テンプレートによる投稿要領		127
「分析化学」に投稿される皆様へ		128

「分析化学」誌ホームページ URL=<https://www.jsac.jp/~wabnsk/index.html>

Ⓜ (学術著作権協会委託) 本誌からの複写許諾は、(公社)日本複写権センターと包括複写許諾契約を締結されている企業の従業員以外、
一般社団法人学術著作権協会 (〒107-0052 東京都港区赤坂 9-6-41 乃木坂ビル 3 階, FAX: 03-3475-5619, E-mail: info@jaacc.jp)
から受けてください。

- ◇「一月は行く、二月は逃げる、三月は去る」と韻を踏んだ慣用句がありますが、皆さまの三月はいかがでしょうか。忙しい反面、心に残る出来事が懐かしく思い出される瞬間があるので、どこか切なさを感じる「去る」という動詞が当てられているのも大いに頷けます。奇しくも、今号は人とのつながりやご縁に焦点を当てた記事が散見されます。
- ◇「とびら」では、日本分析化学会関東支部長の安田純子先生が『学会の活用方法』と題し、分析技術を学ぶ場として、学会員同士の交流を呼びかけられています。筆者も数年前まで学会は単なる発表の場という認識でした。しかし、編集委員として大勢の先生とやり取りする機会をいただいて以来、学会の恩恵をより多く享受している実感があります。
- ◇「リレーエッセイ」では、愛媛大学の座古保先生が『せっかくの出会い』と題し、先生の研究キャリアに影響を与えた印象深いエピソードを取り上げられています。「せっかくこんな素晴らしい環境にいるのだから」という前向きなメッセージに心が揺さぶられたのは、きっと筆者だけではないと思います。
- ◇ご卒業・ご退官の季節を迎え、「ぶんせき」をお読みにするのは今号が最後、という方もいらっしゃるかもしれません。編集後記に目を通していただいたのも一期一会のご縁かと存じます。新生活での皆さまのご活躍を心より祈念しております。
[K. I.]

〈とびら〉

『All in all it was all just bricks in the wall』……………山本 雅博

〈入門講座〉 データ解析：定量・定性からビッグデータの解析まで
機械学習入門

……………松本 博士

〈ミニファイル〉 非破壊・固体分析

走査電子誘電率顕微鏡……………熊谷 和博

〈話 題〉

鉛同位体比を用いた大気エアロゾルの発生源解析

……………山本 祐平

◇ 編 集 委 員 ◇

〈委員長〉 四宮 一 総 (日 大 薬)		
〈副委員長〉 東海林 敦 (東京薬科大薬)		
〈理 事〉 津越 敬 寿 (産業技術総合研究所)		
〈幹 事〉 市場 有 子 (ライオン(株))	稲川 有 徳 (宇都宮大院地域創生科学)	坂 牧 寛 (化学物質評価研究機構)
	村居 景 太 (株共立理化学研究所)	
〈委 員〉 岩井 貴 弘 (株日立製作所)	糟野 潤 (龍谷大先端理工)	久保田 哲央 (アジレント・テクノロジーズ)
	古賀 舞 都 (農 研 機 構)	島田 健 吾 (石福金属興業(株))
	末吉 健 志 (大阪公立大院工)	谷合 哲 行 (千葉工業大先進工)
	永谷 広 久 (金沢大院自然科学)	野間 誠 司 (佐賀大農)
	原賀 智 子 (日本原子力研究開発機構)	橋本 剛 (上智大理工)
	三浦 篤 志 (北大院理)	福島 健 (東邦大薬)
	盛田 伸 一 (東北大院理)	宮下 振 一 (産業技術総合研究所)
		森 勝 伸 (高知大理工)
		森山 孝 男 (株リガク)
		山崎 由 貴 (国立医薬品食品衛生研)

☐ 複写される方へ

日本分析化学会は学術著作権協会(学著協)に複写に関する権利委託をしていますので、本誌に掲載された著作物を複写する場合は、学著協より許諾を受けて複写してください。

〒107-0052 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル3階
一般社団法人 学術著作権協会

FAX: 03-3475-5619 E-mail: info@jaacc.jp

なお、複写以外の許諾(著作物の転載願い等)は、学著協では扱っていませんので、直接日本分析化学会へお尋ねください。

ぶんせき 2024年 第3号 (通巻591)

2024年3月1日印刷

2024年3月5日発行

定価1,000円

編集兼発行人 公益社団法人 日本分析化学会

印刷所 〒173-0025 東京都板橋区熊野町13-11

株式会社 双文社印刷

発行所 〒141-0031 東京都品川区西五反田1-26-2

五反田サンハイツ304号

公益社団法人 日本分析化学会

電話 総務・会員・会計: 03-3490-3351

編集: 03-3490-3537

FAX: 03-3490-3572 振替口座: 00110-8-180512

© 2024, The Japan Society for Analytical Chemistry

購読料は会費に含まれています。

お知らせ

会員各位

会員各位からの投票に基づき、下記の方々を2024~2025年度代議員として選任いたしました。「公益社団法人日本分析化学会 代議員選挙規則」第12条に基づき公告します(代議員選挙規則 第12条 会長は、選任した代議員を、すみやかに本会会誌に公告しなければならない)。

会長 山本博之

会田 秀樹 (都産業労働局)	青木 寛 (産 総 研)	旭井 由紀 (富士フィルム和光純薬)
安達 健太 (山口大院創成科学)	壹岐 伸彦 (東北大院環境)	石川 隆一 (アジレント)
石田 康行 (中部大応用生物)	石濱 泰 (京 大 院 薬)	板橋 大輔 (日 本 製 鉄)
伊藤 彰英 (麻布大生命環境)	稲川 有徳 (宇 都 宮 大 工)	井上 高教 (大分大理工)
植田 郁生 (山 梨 大 工)	上田 真史 (岡山大院医歯薬学)	上野 貢生 (北 大 院 理)
植松 宏平 (福井県大生物資源)	内嶋 茂 (三菱ケミカル)	内山 朋幸 (日鉄テクノロジー)
宇野 文二 (岐阜医療科学大薬)	梅林 泰宏 (新潟大自然科学)	遠藤 昌敏 (山形大院理工)
大塚 克弘 (ムラタ計測器サービス)	岡村 浩之 (原子力機構)	奥山 修司 (愛 知 県 警)
越智 一志 (住友金属鉱山)	加賀谷重浩 (富山大学術研究)	片山 佳樹 (九 大 院 工)
勝又 啓一 (製品評価技術基盤機構)	金子 聡 (三 重 大 院 工)	金田 隆 (岡山大院自然科学)
紙谷 浩之 (広島大院医系科学)	北川 慎也 (名 工 大 院 工)	北川 文彦 (弘前大院理工)
吉川ひとみ (科 警 研)	木村 廣美 (千 歳 科 学 大)	紀本 岳志 (紀 本 電 子)
国村 伸祐 (東 理 大 工)	熊谷 礼子 (DOWAテクニカ)	栗原 誠 (静 岡 大 教 育)
桑田 啓子 (ブルカージャパン)	坂元 秀之 (日立ハイテクサイエンス)	佐藤 久 (北 大 院 工)
佐藤 博 (長崎国際大薬)	澤津橋徹哉 (三 菱 重 工)	敷野 修 (パーキンエルマー・ジャパン)
四宮 一総 (日 大 薬)	島田亜佐子 (原子力機構)	白井 理 (京 大 院 農)
末吉 健志 (阪 公 大 院 工)	菅沼 こと (帝 人)	菅原 一晴 (前橋工大工)
鈴木彌生子 (農 研 機 構)	宗林 由樹 (京 大 化 研)	高橋あかね (オルガノ)
高橋由紀子 (長岡技科大)	高橋 豊 (エムエス・ソリューションズ)	高原 晃里 (リ ガ ク)
高椋 利幸 (佐賀大理工)	竹澤 正明 (東レリサーチセンター)	竹田 一彦 (広島大院統合生命科学)
武守 佑典 (島津製作所)	巽 広輔 (信 州 大 理)	田村 耕平 (日 本 分 光)
茶山 健二 (甲南大理工)	辻 幸一 (阪 公 大 院 工)	遠田 浩司 (富山大院理工)
富永 昌人 (佐賀大理工)	豊田 太郎 (東大院総合文化)	永井 秀典 (産 総 研)
仲川 清隆 (東北大院農)	永嶋 仁 (JFEテクニカ)	中村 圭介 (産 総 研)
中山 紀行 (レゾナック)	西 直哉 (京 大 院 工)	西澤 精一 (東北大院理)
西島 喜明 (横浜国大工)	西村 一彦 (北海道立衛生研)	沼子 千弥 (千 葉 大 理)
萩森 政頼 (武庫川女子大薬)	長谷川 浩 (金沢大物質化学)	浜瀬 健司 (九 大 院 薬)
林 英男 (都産技研センター)	原田 芳文 (日立ハイテクフィールドイング)	半田友衣子 (埼玉大工)
久本 秀明 (阪 公 大 院 工)	平岡 章二 (三井化学分析センター)	福原 学 (東工大院理)
藤村 務 (東北医薬大薬)	淵上 剛志 (金沢大医薬保健)	古庄 義明 (ジーエルサイエンス)
堀池 則子 (旭 化 成)	前田 耕治 (京工織大工芸科学)	牧 秀志 (神 戸 大 院 工)
松井 利郎 (九 大 院 農)	松森 信明 (九 大 院 理)	南 尚嗣 (北見工大社会環境)
南木 創 (産 総 研)	三原 義広 (北海道科大薬)	宮下 隆 ((元)キューピー)
村松 康司 (兵庫県大院工)	森 勝伸 (高知大教育)	森内 隆代 (阪 工 大 工)
森岡 和大 (東 薬 大 薬)	森田耕太郎 (東 邦 大 理)	森田 成昭 (大阪電気通信大工)
安川 智之 (兵庫県大院理)	藪谷 智規 (愛媛大社会連携推進)	山崎 真吾 (日 本 製 鉄)
山本 隆裕 (住友化学)	由井 宏治 (東 理 大 理)	吉田 達成 (バイオタージ)
李 宣和 (東北大院薬)	渡辺 壱 (フロンティア・ラボ)	渡邊 俊哉 (日立ハイテク)

公益社団法人日本分析化学会 第13回定時総会開催のお知らせ

公益社団法人日本分析化学会
会長 山本 博之

公益社団法人日本分析化学会定款第17条に基づき、第13回定時総会を下記のとおり開催いたします。本会は代議員制を採用しており、代議員をもって法律上の社員としますので、代議員以外の会員の方々には議決権はありませんが、定時総会に出席して意見を述べることができます。今回はWeb会議方式で開催しますので、ご出席くださいますようお願い申し上げます。

なお、ご出席の場合は、e-mailにて、会員氏名、会員番号、連絡先（住所、e-mailアドレス）を明記のうえ、4月5日（金）までに下記問い合わせ先にお送りください。

第13回定時総会

期日 2024年4月26日（金）14時～16時

会場 Web会議（日本分析化学会会議室）

議案

- 2023年度事業報告及び決算報告承認の件
- 役員の一部辞任及び2024～2025年度役員承認の件
- 定款の一部変更承認の件
- 永年会員推薦承認の件
- 2024年度事業計画及び収支予算報告の件

問合せ先 （公社）日本分析化学会総務課

[E-mail : shomu@jsac.or.jp]

2024年度CERIクロマトグラフィー分析賞 受賞候補者の推薦

液体クロマトグラフィー（LC）研究懇談会（以下、LC懇）は、2024年度のCERIクロマトグラフィー分析賞受賞候補者の推薦を受け付けます。LC懇会員で、標記候補者の推薦を希望される方は、下記の規程（抜粋）を参照のうえ、推薦資料提出先にお申し出ください。受賞者には、LC懇の電子ジャーナル「LCとLC/MSの知恵」（通巻第9号、2024年12月15日発行予定）への業績投稿とともに、第30回LC&LC/MSテクノプラザ（2025年1月を予定）での受賞講演を行っていただきます。

第1条 本賞は、LCを利用した研究分野で優秀な研究成果を挙げた者を対象に、年1件以内に授与する。

第3条 受賞者の資格に年齢は問わないが、LC懇の会員であることが望ましい。

また、受賞者の研究成果は、既印刷のもので、少なくともその一部が公益社団法人日本分析化学会の機関誌もしくは学術刊行物に掲載されたものであることを要する。

第7条 賞の授与は、LC&LC/MSテクノプラザにおいて行う。受賞者には、賞牌および賞金（10万円）を授与する。

提出資料 推薦者（会員番号明記）は、A4判サイズに横書きで記入した以下の4種類の資料（各1通）を1ファイルにまとめ、8月末日までに下記提出先に電子メールで送付する。
①候補者の生年月日および高校卒業後の履歴書、②推薦理由書、③研究業績名（40字以内）およびその概要、④研究業績リスト：表題、全著者名（受賞候補者にアンダーライン）、雑誌名、巻数、掲載ページ数、掲載年をこの順に記載

したもの、⑤その他、適当と思われる資料（1件）を提出してもよい。

推薦資料提出先 CERIクロマトグラフィー分析賞係
[E-mail : nakamura@jsac.or.jp]

2024年液体クロマトグラフィー科学遺産 認定候補の推薦

LC研究懇談会（LC懇）会員で、LC科学遺産認定候補の推薦を希望される方は、下記の規程（抜粋）およびLC懇ホームページを参照のうえ、2024年8月末日までに推薦書類を提出先にお送りください。なお、認定が決定されたLC科学遺産については、第30回LC&LC/MSテクノプラザ（2025年1月を予定）において、当事者から申請内容の概要を発表もしくは展示していただくと同時に、LC懇の電子ジャーナル「LCとLC/MSの知恵」（通巻第9号、2024年12月15日発行予定）への投稿を行っていただきます。

第2条 「液体クロマトグラフィー科学遺産」とは、日本における液体クロマトグラフィー（LC）の発展にとって、歴史的な観点から顕著な貢献があったと認められるものを指す。

2 「液体クロマトグラフィー科学遺産」は、年度ごとに1件以内を認定する。

3 装置・器具類においては、その動作原理が日本初もしくはそれに準じたものであること、またはその性能が従来のものより格段に優れていることを要する。

4 技術・方法においては、従来のものより効率、再現性、操作性などが格段に優れていることを要する。

5 無形遺産については、当該分野の維持・発展において顕著な社会的あるいは歴史的貢献と認定されるもの。

推薦書類 A4判サイズに横書きで記入した以下の書類（各1通）を、1ファイルにまとめたもの。①推薦理由書（会員番号明記）、②LC科学遺産候補の名称（40字以内）とその概要、③LC科学遺産所有者名、④その他、適当と思われる資料（1件）を提出してもよい。

提出先 LC科学遺産認定委員会

[E-mail : nakamura@jsac.or.jp]

2025年液体クロマトグラフィー努力賞の推薦

本賞は、液体クロマトグラフィー（LC）研究懇談会（以下、LC懇）が授与する褒賞で、LCに関する研究・技術が独創的であり、将来を期待される研究者・技術者を授賞の対象としております。適当な候補者がおられましたら、下記要領にてご推薦またはご応募ください。受賞者には第30回LC&LC/MSテクノプラザ（2025年1月を予定）における受賞講演、並びにLC懇の電子ジャーナル「LCとLC/MSの知恵」（通巻第9号、2024年12月15日発行予定）への業績投稿を行っていただきます。不明な点は下記にお問い合わせください。

受賞資格 LC懇の個人会員（会員番号明記）で、2025年4月1日現在で満50歳程度まで。

提出資料 ①推薦書または自薦書（A4判サイズ1枚に生年月日、簡単な履歴、受賞の対象となる研究題目）、②推薦または応募理由書（A4判を縦に使用し、1行45字、40行程度で業績説明と主要論文リストを合わせて3枚以内）、③説明資料1件（任意。特に重要な論文の別刷PDF、その他審査

の参考となる資料等)を1ファイルにまとめ、下記提出先に電子メールで添付。

推薦・応募締切 2024年8月末日

提出・問合せ (公社)日本分析化学会・LC懇
[E-mail: nakamura@jsac.or.jp]

2024年POTY賞受賞候補者の推薦

液体クロマトグラフィー(LC)研究懇談会(以下、LC懇)は、2024年POTY(Person of The Year)賞受賞候補者の推薦を受け付けます。POTY賞はLC懇の発展に大きく貢献した者に授与しますが(副賞1万円、年度1件以内)、CERIクロマトグラフィー分析賞並びに液体クロマトグラフィー努力賞の受賞者を授与の対象としません。推薦を希望される方は、下記2点に留意され、資料を電子ファイル(1ファイル)で提出してください。なお、受賞者にはLC懇の電子ジャーナル「LCとLC/MSの知恵」(通巻第9号、2024年12月15日発行予定)への投稿とともに、第30回LC&LC/MSテクノプラザ(2025年1月を予定)における受賞講演をお願いいたします。

1. 受賞者の年齢は問わないが、LC懇の会員であることが望ましい。
2. 推薦者(または自薦者)は、LC懇の個人会員とする。

提出資料 推薦者等は、A4判サイズに横書きで記入した以下の①~③の資料を、8月末日までに下記提出先に電子メールで送付してください。①履歴書(生年月日、現住所、勤務先と連絡先、高校卒業以後の履歴を含む)、②推薦理由書、③貢献業績(40字以内)およびその概要。

資料提出先 LC懇POTY賞係
[E-mail: nakamura@jsac.or.jp]

第393回液体クロマトグラフィー研究懇談会

主催 (公社)日本分析化学会液体クロマトグラフィー(LC)研究懇談会

後援 (公社)日本薬学会、(公社)日本化学会、(公社)日本農芸化学会、(公社)日本分析化学会

近年有機フッ素化合物(PFAS)に対する環境規制が世界各地で強化されています。本例会では液体クロマトグラフィーを活用したPFAS分析において注意すべきポイント、各社の最新の取り組みについてご講演いただきます。

期日 2024年3月22日(金) 13.00~16.50

会場 (株)日立ハイテクサイエンス サイエンスソリューションラボ東京〔東京都中央区新富2-15-5 RBM築地ビル、交通:東京メトロ有楽町線「新富町」駅より徒歩1分(5番出口利用)、東京メトロ日比谷線「築地」駅より徒歩4分(4番出口利用)、JR京葉線、東京メトロ日比谷線「八丁堀」駅より徒歩8分(A3出口利用)
<https://www.google.com/maps/search/?api=1&query=35.671216%2C139.775152>

講演主題 PFAS分析の為のHPLC

講演

講演主題概説(オーガナイザー)(13.00~13.05)
(ジエールサイエンス(株)太田茂徳
(LC分析士初段)

1. PFAS分析における超純水の役割と超純水製造装置によるPFAS除去試験のご紹介(13.05~13.40)
(メルク(株)石井直恵

(LC分析士二段)

2. 超短鎖PFASとレガシーPFAS分析におけるカラム選択アプローチの違い(13.40~14.15)
(Restek(株)海老原卓也
(LC分析士二段)

3. PFAS分析におけるサンプル前処理の最適化(14.15~14.50)
(日本ウォーターズ(株)島崎裕紀
(LC分析士三段、LC/MS分析士二段)

休憩(14.50~15.10)

4. 環境分野におけるPFAS分析の最新情報(15.10~15.45)
(アジレント・テクノロジー(株)城代航
(LC分析士初段、LC/MS分析士初段)

5. 環境水や水道水のPFAS分析条件の検討(15.45~16.20)
(栗田工業(株)榎本幹司
(LC分析士三段、LC/MS分析士三段)

6. 総括「PFAS分析の為のHPLC」(16.20~16.50)
(東京理科大学)中村洋
(LCマイスター、LC/MSマイスター)

参加費 ①LC研究懇談会・個人会員:1,000円、②LC研究懇談会・団体会員:2,000円、③後援学会・個人会員:3,000円、④後援学会・団体会員:4,000円、その他:5,000円、学生:1,000円、参加申込締切後の受付はできませんので、ご了承ください。

情報交換会 終了後、講師を囲んで情報交換会を開催します(会費5,000円)。参加申込締切後のご参加はできませんので、ご了承ください。

申込締切日 3月15日(金)(入金締切時刻:15時まで)

申込方法

1. 参加希望者は、下記申込先にアクセスし、氏名、勤務先(電話番号)、LC会員:協賛学会会員・その他の別および情報交換会参加の有無を明記のうえ、お申込みください。なお、参加者名と振込者名が違う場合は、参加申込書の連絡事項欄に振込者名を明記してください。
2. お申込みが完了した場合には、登録されたアドレス欄に「第393回液体クロマトグラフィー研究懇談会申込み受付(自動返信)」のメールが届きます。メールが届かない場合は、世話人までお問い合わせください。
3. 申込受付メールを受領後、必ず期限内に参加費の納入を行ってください。期限内に参加費納入が確認できない場合、参加申込みを無効としますので、十分ご注意ください。なお、一旦納入された参加費は、返金いたしません。
4. 参加費の納入が確認できた方には、2024年3月16日以降に要旨集をメールにてお送りいたします。必要に応じてプリントアウトしてご参加ください。なお、請求書の発行はいたしておりません。

液体クロマトグラフィー研究懇談会(例会)参加費送金時のご注意

例会参加費、情報交換会費を送金される場合、下記を禁止しておりますので、ご理解のほどよろしくお願いいたします。

1. 複数例会の参加費の同時振込(→例会ごとに振り込んでください)
2. 複数参加者の参加費の同時振込(→参加者ごとに振り込んでください)
3. 年会費や他の費用との合算振込(→費目ごとに振り込んでください)

申込先 <https://forms.gle/aTToaLzyTVsAAXXDA>

(学生申込者は、所属欄に大学名、学部、学年を記載)

銀行送金先 りそな銀行五反田支店(普通)1754341 口座名義:シヤ)ニホンブンセキカガクカイ〔公益社団法人日本分析化学会・液体クロマトグラフィー研究懇談会〕

問合せ先 (公社)日本分析化学会液体クロマトグラフィー研究懇談会 世話人 ジエールサイエンス(株)太田茂徳

[E-mail : sig-ota@gls.co.jp]

第 21 回生涯分析談話会へのお誘い

主催 生涯分析談話会

協賛 LC 研究懇談会

生涯分析談話会は、日本分析化学会 (JSAC) 会員で定年退職された方々と現役のシニアの方々が中心となり、定年後の再出発や趣味の道に活力をもって生き生きと過ごし、JSAC の発展に資するために組織されました。第 1 回を日本分析化学会第 59 年会の初日 (2010 年、東北大学) に開催して以来、毎年、年会の初日に開催してまいりました。また、第 9 回を第 78 回分析化学討論会 (山口大学常盤キャンパス) の前日 (2018 年) に開催して以来、年に 2 回 (分析化学討論会前日と分析化学会年會初日) 開催地区の重鎮の先生方に講演をお願いし、情報交換会を開催して参加者の親睦を図っております。

さて、標記の第 21 回生涯分析談話会は今年の第 84 回分析化学討論会 (京都工芸繊維大学) にリンクして開催いたしますが、これまでとは異なり討論会の初日に開催することとなりました。奮ってご参加くださるよう、よろしくお願いたします。

なお、未定の部分は決まり次第、LC 研究懇談会のホームページでお知らせいたします。

会長：中村 洋

日時 2024 年 5 月 18 日 (土) 夕刻

会場 京都工芸繊維大学松ヶ崎キャンパス

[京都市左京区松ヶ崎橋上町 1]

講演

講師 木村 優 (奈良女子大学名誉教授)

題目 私のやり残した研究—リン酸ラジカル

情報交換会 18 時～ (第 84 回分析化学討論会の懇親会に合流して開催するため、参加者数に定員がございます。討論会の実行委員会 Web から早目に登録をお願いいたします)。

<https://confit.atlas.jp/guide/event/jsac84touron/top>

会場 ホテルオークラ京都

申込先 幹事：田端正明 [E-mail : tabatam@cc.saga-u.ac.jp]

—以下の各件は本会が共催・協賛・後援等をする行事です—

◎詳細は主催者のホームページ等でご確認ください。

表面科学セミナー 2024 (実践編) 基礎と実用例を通じてこれから学ぶ インフォマティクス

主催 (公社)日本表面真空学会

期日 2024 年 3 月 14 日 (木)

会場 大田区産業プラザ PiO 特別会議室およびオンライン

ホームページ <https://www.jvss.jp/jpn/activities/06/detail.php?eid=00017>

連絡先 113-0033 東京都文京区本郷 5-25-16 石川ビル 5 階 (公社)日本表面真空学会事務局

[電話：03-3812-0266, E-mail : office@jvss.jp]

日本顕微鏡学会第 80 回学術講演会

主催 (公社)日本顕微鏡学会

期日 2024 年 6 月 3 日 (月)～5 日 (水)

会場 幕張メッセ・国際会議場

ホームページ <https://conference.wdc-jp.com/microscopy/conf2024/index.html>

連絡先 169-0075 東京都新宿区高田馬場 1-21-13 廣池ビルディング 402 (公社)日本顕微鏡学会事務局 崔 由美

[電話：03-6457-5156, E-mail : jsm-post@microscopy.or.jp]

電子機器トータルソリューション展 2024

主催 (一社)日本電子回路工業会

期日 2024 年 6 月 12 日 (水)～14 日 (金)

会場 東京ビッグサイト東展示棟

ホームページ <https://www.jpcashow.com/show2024/jp/exhibition/index.html>

連絡先 (株)JTB コミュニケーションデザイン内 運営事務局
[電話：03-5310-2020, E-mail : jpcashow@jtbcom.co.jp]

第 34 回環境工学総合シンポジウム 2024

主催 (一社)日本機械学会

期日 2024 年 7 月 17 日 (水)～19 日 (金) (17 日は見学会のみ)

会場 高野山大学

ホームページ <https://www.jsme.or.jp/env/symp/sympo-info2024/index.shtml>

連絡先 162-0814 東京都新宿区新小川町 4-1 KDX 飯田橋スクエア 2 階 (一社)日本機械学会 環境工学総合シンポジウム 2024 事務局 橋口

[E-mail : kankyosympo2024@jsme.or.jp]

第46回溶液化学シンポジウム

主催 溶液化学研究会
 期日 2024年10月23日(水)～25日(金)
 会場 千葉大学けやき会館
 ホームページ <https://sites.google.com/view/sscj46chiba/>
 連絡先 263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33
 千葉大学大学院理学研究院化学研究部門
 分子分光学研究室内 城田秀明
 [電話: 043-290-3983, E-mail: sscj46chiba@gmail.com]

「分析化学」年間特集“分”の論文募集

「分析化学」編集委員会

「分析化学」では2010年より「年間特集」を企画し、節目の15年目に当たる2024年は「分」をテーマとすることと致しました。

本特集では「分」をキーワードとして、基礎・応用を含めた分析化学の“最新の知見”はもちろん、総合論文や分析化学総説といった形で現在の分析化学の“研究の背景”についても広く募集し、分析化学が担う役割を社会に向けて発信することを目的としています。本特集に関わる論文はすべての論文種目で年間を通じてご投稿いただくことが可能で、審査を通過した論文は単行の特集号を除く「分析化学」第73巻(2024年)合併号の冒頭に掲載する予定です。国内外、産学官を問わず、「分」に関わる分析化学の研究・開発に従事されている多くの皆様方からの投稿をお待ちしておりますので、是非この機会をご活用ください。なお、詳細は「分析化学」誌の10・11号及びホームページをご参照ください。

特集論文の対象: 「分」に関連した分析化学的な基礎・応用研究に関する論文。例を以下に示します。

- 1) 環境水や体液といった液体試料を分析するための前処理分離に関する研究、
- 2) さまざまな物質中から測定対象物質を分離抽出する技術に関する研究、
- 3) 環境からの有害物質の除去・有用物質の回収に関する研究、
- 4) クロマトグラフィーに関する基礎・応用研究、
- 5) 分離のシミュレーションを活用した分析化学的研究、
- 6) 生体サンプル中のバイオマーカー検出に関する研究。

特集論文原稿締切: 2024年4月26日(金) (第3期)

初めて書く論文は母語の日本語で!
 “第23回若手研究者の初論文特集”募集のお知らせ

「分析化学」編集委員会

「分析化学」編集委員会では、2024年(第73巻)に第23回「若手研究者の初論文特集」を企画します。卒研究生、修士・博士課程院生並びに若手研究者の方々にとって、ご自分の研究成果を日本語で投稿できるよい機会です。なお、2019年より本特集を年間特集とし、都合の良いときに執筆して投稿できるようにしました。年間を通して論文原稿を受け付け、審査を経て掲載可になり次第随時掲載いたしますので、奮ってご投稿ください。

なお、詳細は「分析化学」誌HPをご参照ください。

ぶんせき誌「技術紹介」の原稿募集

『ぶんせき』編集委員会

分析化学は種々の分野における基盤技術であり、科学や産業の発達・発展だけでなく、安全で豊かな生活の実現に分析機器が大きく貢献してきました。近年の分析機器の高性能化・高度化は目覚ましく、知識や経験がなくても、微量物質の量や特性を測定できるようになりました。この急速な発展は、各企業が持つ高度で多彩な技術やノウハウによって達成されたといっても過言ではありません。一方、高度化された分析機器の性能・機能を十分に発揮させるためには、既存の手法に代わる新規な分析手法が必要であり、高度な分析機器に適合した分析手法や前処理手法の開発が分析者にとって新たな課題となっています。また、分析目的に合致した高純度試薬の開発に加えて、測定環境の整備、試薬や水の取り扱いなどにも十分な配慮が必要です。極微量の試料を分析する際には、測定原理を把握すると共に、手法や操作に関する知識・技能を身に付ける必要があると考えます。

このような背景に鑑み、『ぶんせき』誌では新たな記事として「技術紹介」を企画いたしました。分析機器の特徴や性能、機器開発に関わる技術、そしてその応用例などを紹介・周知することが分析機器の適正な活用、さらなる普及に繋がると考えており、これらに関する企業技術を論じた記事を掲載することといたしました。また、分析機器や分析手法の利用・応用における注意事項、前処理や操作上のコツなども盛り込んだ紹介記事を歓迎いたします。これらの記事を技術紹介集として、『ぶんせき』誌ホームページ内に蓄積することで、様々な分野における研究者や技術者に有用な情報を発信でき、分析化学の発展に貢献できるものと期待しております。分析機器や分析手法の開発・応用に従事されている多くの皆様方からのご投稿をお待ちしております。

記

1. 記事の題目: 「技術紹介」
2. 対象: 以下のような分析機器、分析手法に関する紹介・解説記事
 - 1) 分析機器の特徴や性能および機器開発に関わる技術、
 - 2) 分析手法の特徴および手法開発に関わる技術、
 - 3) 分析機器および分析手法の応用例、
 - 4) 分析に必要な試薬や水および雰囲気などに関する情報・解説、
 - 5) 前処理や試料の取扱い等に関する情報・解説・注意事項、
 - 6) その他、分析機器の性能を十分に引き出すために有用な情報など
3. 新規性: 本記事の内容に関しては、新規性は一切問いません。新規の装置や技術である必要はなく、既存の装置や技術に関わるもので構いません。また、社会的要求が高いテーマや関連技術については、データや知見の追加などにより繰り返し紹介していただいても構いません。
4. お問い合わせ先: 日本分析化学会『ぶんせき』編集委員会
 [E-mail: bunseki@jsac.or.jp]

「お知らせ」欄原稿について

支部並びに研究懇談会の役員の皆様：掲載用の原稿ファイルをどうぞ電子メールでお送りください。送り先は shomu@jsac.or.jp です。原稿の長さに制限はありませんが原稿締切日は掲載月の前々月 25 日（例：1 月号掲載→11 月 25 日締切）となっておりますのでご注意ください。

本会外から掲載をご希望の場合は以下をご参照ください。

- 1) 掲載できるものは本会が共催、協賛、後援するものに限られます。
- 2) 国際会議につきましては共催、協賛、後援申請に関する規程並びにフォームがありますので、ホームページをご覧ください。か、本会事務局宛にお問い合わせください。
- 3) 国際会議以外の講演会等に関しましては、会名、会場、主催団体名、同代表者名、開始期日、終了期日、連絡先並びに同電子メールを記載のうえ、書面でお申し出ください。
- 4) 掲載原稿の作成要領に関しましては承諾をご返事する際にお知らせします。
- 5) 本会支部または研究懇談会が共催、協賛、後援を承諾した事業につきましては、その旨をメールにお書きいただき、原稿ファイルを shomu@jsac.or.jp にお送りください。

国際会議以外の共催、協賛、後援に関する規程抜粋（共催）

8. 討論会、講演会等の共催とは、その討論会、講演会等の開催について、本会は主体性を持たず、会誌等を通じて広報活動等の援助を行う場合をいう。
9. 本会が討論会、講演会等を共催する場合は、その討論会、講演会等の主要議題が本会の専門分野と関連を持ち、本会正会員が会議の準備、運営等の委員に若干名加わることを条件とする。
10. 本会が共催する討論会、講演会等に対しては、他学協会長等の申し出によって会誌等による広報活動の援助を行う。特に理事会の承認を得て分担金を支出することがある。
（後援又は協賛）
11. 討論会、講演会等の後援又は協賛とは、本会がその討論会、講演会等の開催に賛同し、後援又は協賛団体の一つとして、本会名義の使用を認める場合をいう。
12. 本会が討論会、講演会等を後援又は協賛する場合は、その討論会又は講演会が分析化学に関連を持ち、その開催が本会会員にとっても有意義であることを条件とする。
13. 本会が後援又は協賛する討論会、講演会等に対しては、希望に応じ会誌等による広報活動の援助を行うことがある。

「分析化学」の掲載料についてのお知らせ

「分析化学」誌では、2020 年 4 月より論文掲載料を以下の計算式にしたがってお支払いいただき、pdf ファイルを進呈することになりました。なお、論文の別刷を希望される場合は、別途別刷頒布料金をお支払いいただくことにより購入することができます。

掲載料金計算式（P：印刷ページ数）（単位：円）

会員の場合：30,000 + 5,000 × (P - 4)（印刷ページ数が 14 ページ以上は一律 80,000 円）

会員外の場合：40,000 + 5,000 × (P - 4)（印刷ページ数が 14 ページ以上は一律 90,000 円）

* 上記に消費税がかかります。

【ア行】	【タ行】	(株)日立ハイテクサイエンス……表紙3
(株)エス・ティ・ジャパン……A4	(株)デジタルデータ	フロンティア・ラボ(株)……A10
【サ行】	マネジメント……表紙4	【ラ行】
(株)島津製作所……表紙2	【ナ行】	(株)リガク……A1
西進商事(株)……カレンダー裏	日本分光(株)……A3	製品紹介ガイド……A6~7
(株)ゼネラルサイエンス	【ハ行】	
コーポレーション……A2	ビー・エー・エス(株)……A9	

新規会員募集中!!

日本分析化学会は、研究者・技術者が一体となって組織化された分析化学分野では世界最大級の学会です。今後ますますハイテク化していく生活・産業活動を支えるため、本学会ではその技術力の進歩・発展に活発に貢献しております。この度、さらに幅広く事業を拡大していくため広く会員拡充を図ることになりました。この好機に多数特典のある本会会員への入会をお知り合いにぜひお勧め下さい。

公益社団法人 **日本分析化学会** 会員係

〒141-0031 東京都品川区西五反田1-26-2 五反田サンハイツ304号
TEL : 03-3490-3351 FAX:03-3490-3572
E-MAIL : memb@jsac.or.jp

原子スペクトル分析

各種水銀測定装置

日本インスツルメンツ(株)
電話072-694-5195 営業グループ
<https://www.hg-nic.co.jp>

分子スペクトル分析

FTIR用アクセサリーの輸入・製造の総合会社
市販品から特注まであらゆるニーズに対応
(株)システムズエンジニアリング
<https://www.systems-eng.co.jp/>
E-mail: info@systems-eng.co.jp

複数の手法で同一試料を測定できる「複合分析」が手軽に
フーリエ変換赤外分光光度計FT/IR-4X+
パームトップラマン分光光度計PR-1
日本分光(株) <https://www.jasco.co.jp>

紫外可視近赤外分光光度計 UH4150 AD+
高感度分光蛍光光度計 F-7100
(株)日立ハイテクサイエンス
<https://www.hitachi-hightech.com/hhs/>
E-mail: hhs-info.fy.ml@hitachi-hightech.com

レーザー分光分析

レーザーアブレーション LIBS 装置 J200
伯東(株) システムプロダクツカンパニー
電話 03-3355-7645 E-mail: LA-LIBS@hakuto.co.jp
<https://www.process.hakuto.co.jp/product/2562/>

質量分析

様々な分析ニーズに応える、
質量分析計 (GC-MS, MALDI-TOFMS, LC-MS) を
使用したソリューションをご提案いたします。
日本電子(株) 電話 03-6262-3575
<https://www.jeol.co.jp/>

MALDI-TOF (/TOF), 迅速微生物同定, ESI-QTOF,
FT-ICR, LC-MS/MS, GC-MS/MS
ブルカー・ジャパン(株) ダルトニクス事業部
電話 045-440-0471
E-mail: info.BDAL.JP@bruker.com

熱分析

小型反応熱量計 SuperCRC
少量で高感度・高精度な反応熱量測定を実現
最適化・スケールアップ・安全性評価
(株)東京インスツルメンツ
電話 03-3686-4711 <https://www.tokyoinst.co.jp>

クロマトグラフィー

ナノカラムからセミ分取カラムまで、豊富なサイズ
逆相 HPLC 用カラム L-column シリーズ
GC 用大口径中空カラム G-column
一般財団法人化学物質評価研究機構 クロマト技術部
www.cerij.or.jp E-mail: chromat@cerij.jp

高速液体クロマトグラフ Chromaster
5610 質量検出器 (MS Detector)
(株)日立ハイテクサイエンス
<https://www.hitachi-hightech.com/hhs/>
E-mail: hhs-info.fy.ml@hitachi-hightech.com

ムロマックミニカラム 精度の高いクロマトグラフィー
ムロマックガラスカラム イオン交換反応を可視化
室町ケミカル(株) 電話 03-3525-4792
<https://www.muro-chem.co.jp/>

電気化学分析

電位差自動滴定装置 カールフィッシャー水分計
最大5検体同時測定, FDA Par11対応, DI 対策も安心
メトロームジャパン(株) 電話 03-4571-1743
<https://www.metrohm.jp>

分析装置・関連機器

ユニット機器型フローインジェクション分析システム
AQLA-700
測定項目やご使用環境にあわせて機器の組合せが可能
(株)アクアラボ 電話 042-548-2878
<http://www.aqualab.co.jp>

XRF分析用ガラスビードの作製及びICP分析のアルカリ融
解処理には、高周波溶融装置ビード&フューズサンブラ
(株)アmenaテック
<http://www.amena.co.jp>

英国エレメンタルマイクロアナリシス社製 CHNOS
有機・無機・同位体微量分析用 消耗品・標準物質等
アルファサイエンス(株) <http://www.alphasience.jp/>
電話 03-3814-1374 FAX 03-3814-2357
E-mail: alpha@m2.pbc.ne.jp

高性能 HPLC/GPC-FTIR インターフェースシステム
新型 LC-CollectIR
(株)エス・ティ・ジャパン
東京 03-3666-2561 大阪 072-835-1881
<https://www.stjapan.co.jp/>

モジュール式ラマンシステム RAMAN-QE
高感度の小型ファイバ分光器、励起用レーザー、各種ラ
ンプローブを組み合わせたコンパクトなシステムです。
励起レーザー選択や光学系のカスタマイズもご相談ください。
オーシャンフォトニクス(株) <https://www.oceanphotonics.com>

電位差自動滴定装置・カールフィッシャー水分計・密
度比重計・屈折計・粘度計・水銀測定装置・熱計測機
器・大気分析装置・水質分析装置・排ガス分析装置
京都電子工業(株) 東京支店 03-5227-3151
<https://www.kem.kyoto/>

<p>高品質・高精度・高耐圧 NSプランジャーポンプシリーズ 日本精密科学(株) 電話 03-3964-1198 https://nihon-exa-sci.com</p>
<p>オンライン・プロセス分析計 滴定・水分・イオンクロマト・近赤外・VA/CVS メトロームジャパン(株) ※デモ機あります。 https://www.metrohm.jp</p>
<p>秒速粉碎機 マルチピースショッカー® ディスポ容器で岩石・樹脂・生体等の凍結粉碎も可能。 分析感度UP, 時間短縮, 経費節減に貢献。 安井器械(株) 商品開発部 https://www.yasuikikai.co.jp/</p>
<h2>研究室用設備機器</h2>
<p>分析用超純水のことなら何でもエルガにご相談ください 世界第2位のラボ用超純水装置メーカー エルガラボウォーター ヴェオリア・ジェネッツ(株) エルガ・ラボウォーター事業部 e-mail: jp.elga.all.groups@veolia.com https://www.elgalabwater.com</p>
<p>グローブボックスシステム MBRAUN 社製 有機溶媒精製装置 MBRAUN 社製 (株)ブライト 本社 048-450-5770 大阪 072-861-0881 https://www.bright-jp.com E-mail: info@bright-jp.com</p>
<h2>試薬・標準試料</h2>
<p>認証標準物質 (CRM), HPLC・LC/MS 関連 超高純度試薬 (Ultrapur, Primepure®) 関東化学(株) 電話 03-6214-1090 https://www.kanto.co.jp</p>
<p>研究・産業用の金属/合金/ポリマー/ガラス等 8 万点 取扱サプライヤー GOODFELLOW CAMBRIDGE LTD 日本代表事務所 電話 03-5579-9285 E-mail: info-jp@goodfellow.com https://www.goodfellow-japan.jp</p>
<p>X線/中性子解析向けタンパク質結晶作成をあなたのラボで 『C-Kit Ground Pro』XRD:¥50,400 (税抜), ND:¥151,200 (税抜) (株)コンフォーカルサイエンス 電話 03-5809-1561 http://www.confsci.co.jp</p>
<p>標準物質は当社にお任せください! 海外 (NIST, IRMM, BAS, MBH, Brammer, Alcoa 等) 国内 (日本分析化学会, 産総研, 日環協等) 各種標準物質を幅広く, また, 分析関連消耗品も各種取り 扱っております。是非, ご相談ください! 西進商事(株) https://www.seishin-syoji.co.jp</p>
<p>RESEARCH POLYMERS (株)ゼネラルサイエンス コーポレーション 電話 03-5927-8356(代) FAX 03-5927-8357 https://www.shibayama.co.jp E-mail: gsc@shibayama.co.jp</p>
<p>お求めの混合標準液を混合成分から検索できる! 農薬・動物用医薬品 混合標準液検索 WEBページで「和光 農薬 検索」で検索! 試薬でお困りの際は当社HPをご覧ください。 富士フイルム和光純薬(株)</p>

<h2>書籍</h2>
<p>Pythonで始める 機器分析データの解析とケモメトリックス 森田成昭 著 A5判 216頁 定価3,300円 (税込) (株)オーム社 https://www.ohmsha.co.jp</p>
<p>基本分析化学 —イオン平衡から機器分析法まで— 北条正司, 一色健司 編著 B5判 260頁 定価3,520円 (税込) 三共出版(株) 電話 03-3264-5711 https://www.sankyoshuppan.co.jp/</p>
<p>Primary大学テキスト これだけはおさえたい化学 改訂版 大野公一・村田滋・齊藤幸一 他著 B5判 248頁 フルカラー 定価2,530円 (税込) 大学初年次での化学を想定。高校の復習から大学に必要な知識へのテキスト。 実教出版(株) 電話03-3238-7766 https://www.jikkyo.co.jp/</p>
<p>Pyrolysis-GC/MS Data Book of Synthetic Polymers 合成高分子の熱分解 GC/MS ハンドブック Tsuge, Ohtani, Watanabe 著 定価31,900円 (税込) 163種の合成高分子の熱分解 GC/MS, また33種の縮合系 高分子には反応熱分解 GC/MSも測定したデータ集。 (株)デジタルデータマネジメント 電話 03-5641-1771</p>
<p>TOF-SIMS: Surface Analysis by Mass Spectrometry John C. Vickerman and David Briggs 著 B5・定価51,700円 (税込) 二次イオン質量分析法の装置と試料の取扱い, 二次イオン 形成のメカニズム, データ解析アプリケーション例など (株)デジタルデータマネジメント 電話 03-5641-1771</p>
<p>Surface Analysis by Auger and X Ray Photoelectron Spectroscopy David Briggs and John T. Grant 著 B5・定価51,700円 (税込) 表面分析に欠かせない AES と XPS 法の原理, 装置, 試料の扱い, 電子移動と表面感度, 数値化, イメージング, スペクトルの解釈な だ。(SurfaceSpectra, Ltd.) (株)デジタルデータマネジメント 電話 03-5641-1771</p>
<p>第3巻「永久磁石の保磁力と関連する技術課題」 徳永雅亮, 山本日登志 著 B5判・118頁, 定価: ¥2,300+送料 ネオジコンサル 電話 090-2204-7294 https://hitoshiad26.sakura.ne.jp</p>
<p>改訂6版 分析化学データブック 日本分析化学会編 ポケット判 260頁 定価1,980円(税込) 丸善出版(株) 電話 03-3512-3256 https://www.maruzen-publishing.co.jp</p>
<h2>セミナー・試験</h2>
<p>海外技能試験の輸入代行サービス 西進商事(株) 神戸 078-303-3810 東京 03-3459-7491 https://www.seishin-syoji.co.jp/</p>
<p>演習中心で解り易いと評判の「不確かさ」セミナー開催。 オンラインでの参加も可能になりました! 日本電気計器検定所 (JEMIC) 電話 03-3451-1205 https://www.jemic.go.jp E-Mail: kosyukai-tky@jemic.go.jp</p>
<p>「本ガイド欄」への掲載については下記にお問合せください。 (株)明報社 電話 03-3546-1337 E-mail: info@meihosha.co.jp</p>

分析化学教育用ビデオ(DVD版)

●好評をいただいたビデオシリーズをDVDとしました



**好評
発売中**

全4巻

監修：公益社団法人日本分析化学会

定価
(各巻)

[一般] 30,000円(税別,送料込)

[(公社)日本分析化学会会員]
25,000円(税別,送料込)

現在お持ちのビデオを返送いただいた方は
10,000円(税別,送料込)

1巻
17分

容量分析法

容量分析の原理	中和滴定の操作方法
標準溶液の作り方	酸化還元滴定の操作方法
器具の操作方法	滴定の応用



[1巻] 容量分析の原理



[2巻] 吸光度の測定方法と装置の操作方法は?

2巻
22分

吸光光度分析法

溶液の色は、溶けているものとどんな関係?	精度の高い吸光光度定量を行うための留意点は?
吸収の大きさと、溶液濃度及びセルの長さとの関係は?	吸光光度法の特徴は?
吸光度の測定方法と装置の操作方法は?	どのような所で使われているのか?



[3巻] クロマトグラフィーとは



[6巻] プラズマへの試料導入

3巻
18分

ガスクロマトグラフ分析法

クロマトグラフィーとは	ガスクロマトグラムの構造
クロマトグラフィーの原理	分析操作
クロマトグラムの読み方	定性分析と定量分析

6巻
27分

ICP 発光分光分析法

発光分光分析の原理	プラズマへの試料導入
発光分光分析装置	スペクトル干渉
ICPについて	分析操作

お問い合わせ・ご注文は

(公社)日本分析化学会 教育用ビデオ係
〒141-0031
東京都品川区西五反田 1-26-2 五反田サンハイツ 304号

Tel 03-3490-3351

Fax 03-3490-3572

Mail dvds@jsac.or.jp

BAS

光学式酸素モニターシステム

基本機能の光学式酸素モニタリングに加えて、温度およびpH(一部機種のみ)の同時測定が可能

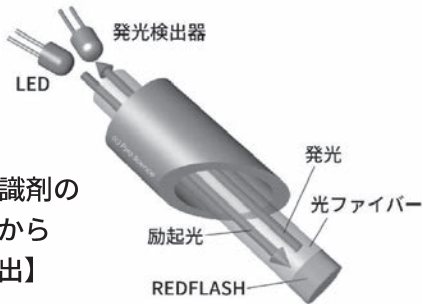
BAS FireSting



- 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
- 酸素濃度測定は広い濃度範囲で対応可能
- 非接触型など様々なタイプのセンサーをラインナップ



FireSting O2-C 酸素モニター(4ch)



【REDFLASH標識剤の発光寿命検出から酸素濃度を算出】



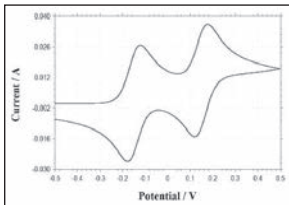
【センサー付きバイアル内部の酸素濃度を外側から測定可能】

分光電気化学測定

BAS SEC2020

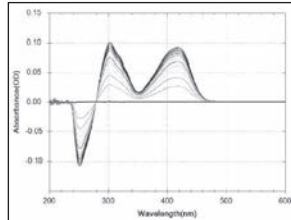


CV測定



※測定データはイメージです。

吸光度測定



+

分光電気化学測定とは「分光法」と「電気化学的手法」を組み合わせた測定方法です。

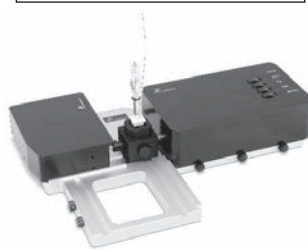
同時に測定を行うことで、より正確な実験データが得られます。

測定装置からセルなどの消耗品まで、すべてBASの開発品のため初めてのお客様でも簡単に測定が行えます。

新登場



モデル3325
バイポテンシオスタット



SEC2020スペクトロメーターシステム

● 製品の的外観、仕様は改良のため予告なく変更される場合があります。

予算申請などですぐ見積書が必要なときに!

インターネット環境があればいつでもご自身でご確認いただける

WEB見積書サービスが便利です!!



BAS ビー・イー・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

実験用途に適したサンプリングアクセサリも豊富にラインアップしています。詳しくはホームページまで!!

BAS 光ファイバー



製品情報・技術情報などBAS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

パワフル粉碎とシンプル操作の卓上可搬型

新製品

迅速凍結粉碎装置 IQ MILL-2070

機器分析の試料前処理に最適 - 各種試料の粉碎・攪拌・分散に特化

IQ MILL-2070 の特長

● 使いやすいシンプル操作

- ✓ 簡単な操作でサンプルの粉碎が可能
設定項目は、粉碎速度、粉碎時間、サイクル数、サイクル間の停止時間です。回転ノブとタッチパネルで簡単に設定できます。

● 短時間で効率的に微粉碎

- ✓ パワフルな衝撃と剪断力で粉碎時間を数秒へ大幅短縮
高弾性ベルトを用いた* 高速上下ねじれ運動による粉碎方式を採用しており、試料の迅速粉碎が可能です。 *特許第7064786号
- ✓ 粉碎時の静かな作動音
粉碎時に発生する音は55 dB程度で通常会話を妨げません。
- ✓ 同一プログラムで最大3試料の同時粉碎が可能
最大3本の試料容器が収納可能なホルダーを搭載しており、より効率的な粉碎が可能です。

● 省エネの試料冷却キット付属

- ✓ 液体窒素の消費量は300 mL程度 (試料と粉砕子入りの試料容器1個の場合)
標準付属の試料冷却キットには冷媒容器、 tong、試料冷却ホルダーが含まれます。
- ✓ 冷媒を使わない室温粉碎も可能

通常会話を妨げない
静音設計



仕様

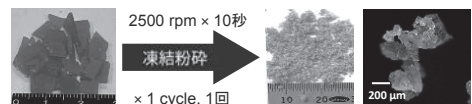
粉碎温度	室温あるいは冷媒（液体窒素等）を用いる試料冷却	
粉碎設定	回転数 (rpm)	50 から 最大 3000 (無段階設定)
	回転時間 (秒)	10 から 60 (10 秒毎)
	回転サイクル間の待ち時間 (秒)	10 から 600 (10 秒毎)
	回転サイクル数	1 から 10 (1サイクル毎)
安全装置	マイクロスイッチと手動ロック方式による誤動作防止	
本体寸法、重量	幅 270 × 奥行 340 × 高さ 300 (mm), 約 12 kg	
電源 (50/60 Hz)	AC 100/120 V あるいは 200/240 V (450 VA)	

高速上下ねじれ運動



試料容器内における粉砕子の高速上下ねじれ運動により、試料を短時間で効率的に粉砕します。

粉砕例：ポリイソブレン (0.53 g)



40種以上の粉砕応用例をウェブサイトから閲覧可能！

フロンティア・ラボ 株式会社

ご購入検討時にテスト粉碎を承ります。お気軽にお問い合わせください。
www.frontier-lab.com/jp info@frontier-lab.com

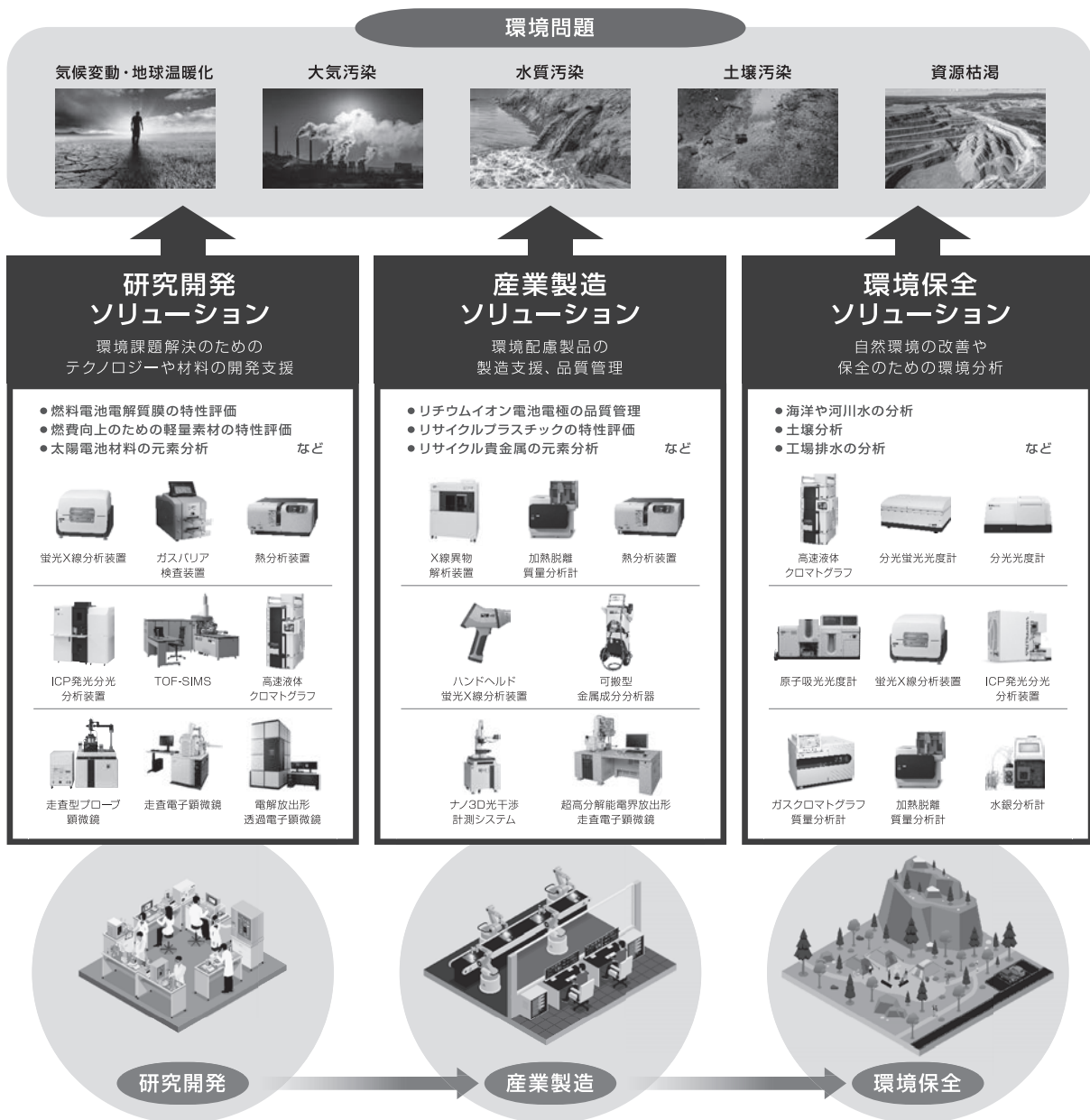


高性能の熱分解装置と金属キャピラリーカラムの開発・製品化に専念して、洗練された製品をお届けしています

持続可能な将来を支える日立ハイテクの先端機器

HITACHI High-Tech's advanced instruments support sustainable future.

自然環境と社会発展が共存するサステナブル社会の構築を目指し、
私たち日立ハイテクは、機器分析で、
“研究開発”、“産業製造”、“環境保全”を支援します。



株式会社 日立ハイテク 株式会社 日立ハイテクサイエンス

本社 〒105-6409 東京都港区虎ノ門一丁目17番1号 虎ノ門ヒルズ ビジネスタワー 電話03-3504-6111

インターネットでも製品紹介しております。

URL www.hitachi-hightech.com/jp/science/

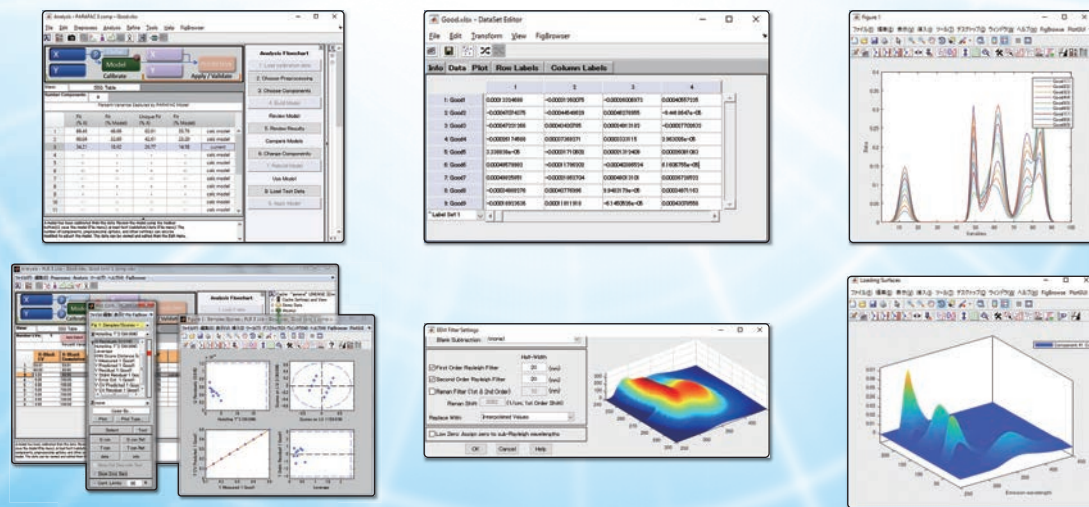
ケモメトリックスソフトウェア PLS_Toolbox (MATLAB Add-In)

データセットの作成/インポート (DataSet Editor)、プリプロセスのオプション設定 (Preprocessing)、クロスバリデーション法の選択/設定 (Cross Validation)、検量 Calibration)、結果と解釈に役立つ豊富なグラフィック (Figure Objects) / エクスポート、モデルの作成 (Modeling)、未知データの予測 (Prediction) をボタン/フローボックスに従って実行できます。三次元の蛍光分光解析に使われる PARAFAC や遺伝アルゴリズムによる有意な変数選択他、ユニークなツールも揃っています。Excel、ASCII XY などの一般的なデータのインポート、GRAMS や分析機器の生データファイルのインポート、MATLAB のデータセットなどを使用できます。

基本機能

- データの探索とパターン認識 (Principal Components Analysis(PCA)、Parallel Factor Analysis(PARAFAC)、Multiway-PCA、Tucker Models...)
- 判別分析 (SIMCA、PLS-Discrimination Analysis(PLS-DA)、K-Nearest Neighbors、Support Vector Machine Classification、Clustering (HCA)...))
- 線形および非線形の回帰分析 (Partial Least Squares(PLS)、Principal Components Regression(PCR)、Multiple Linear Regression(MLR)、Classical Least Squares(CLS)、Support Vector Machine Regression、Artificial Neural Networks(ANN)、N-way PLS、Locally Weighted Regression...)
- 自己モデリング曲線分解、純粋変数法 (Multivariate Curve Resolution(MCR)、Purity...)
- データセットの編集と視覚化ツール(DataSet Editor)
- プリプロセス (Centering、Scaling、Smoothing、Derivatizing、Transformations、Baselining、EEM Filtering...)
- クロスバリデーション (Venetian Blinds、Contiguous Blocks、Leave-One-Out、Random)
- 欠損データのサポート (SVM、NIPALS)
- 変数選択 (Genetic algorithms、IPLS、Selectivity、VIP...)
- 実験計画法 (Full Factorial、Fractional Factorial、Box-Behnken...)

必要なシステム構成：MATLAB 7.6(2008a) がインストールされた Windows、MAC OS、UNIX、LINUX
(MATLAB のオプション/ツールボックスはなにも必要ありません)



SOLO(スタンドアローンバージョン)

MATLAB のない PC (Windows マシン) で PLS_Toolbox と同じタスクと同じようなインターフェイスで実行できます。
必要なシステム構成：Windows 10/11

製作会社：Eigenvector Research Inc.

株式会社 デ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