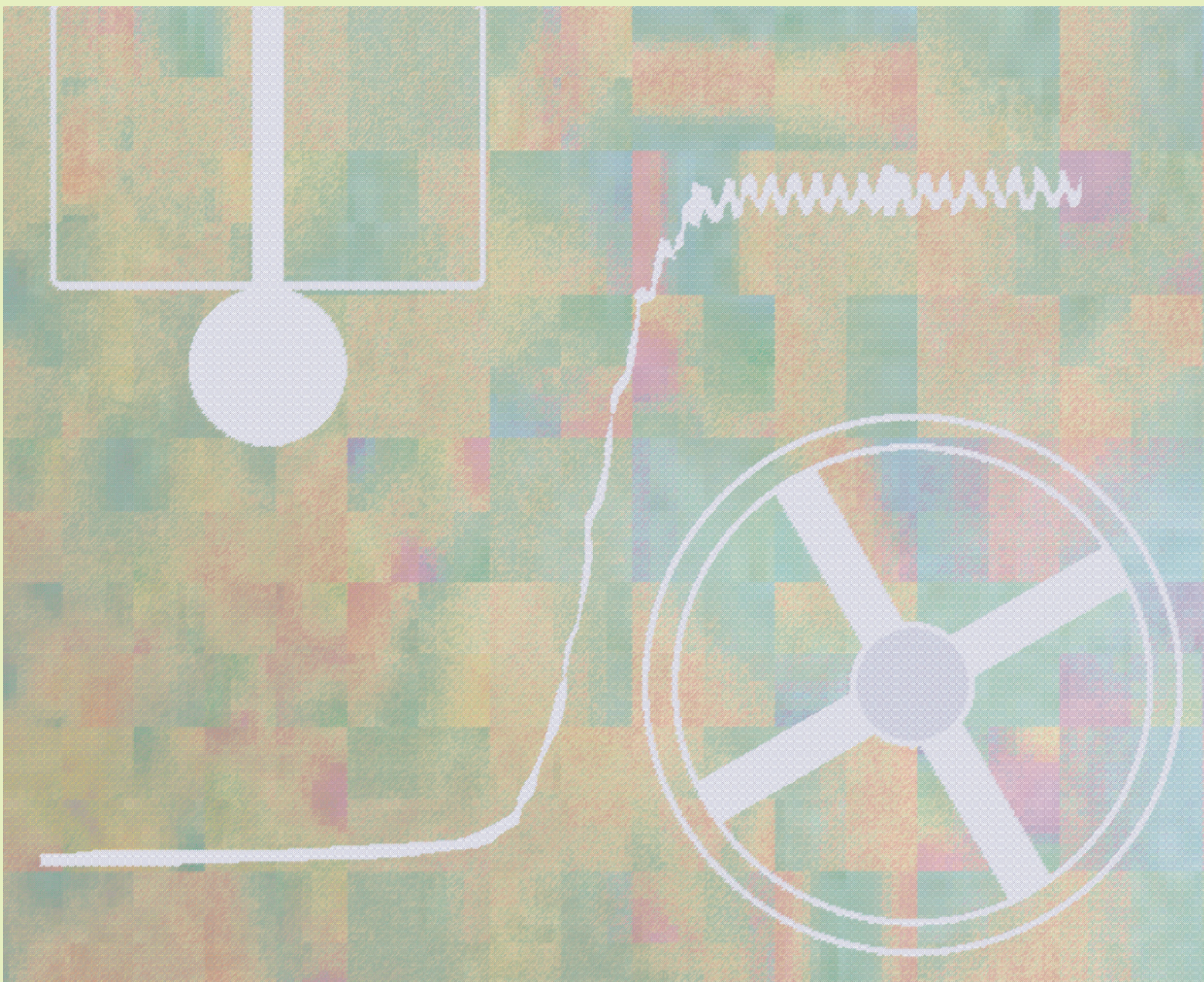


ぶんせき ⑥

Bunseki 2023

The Japan Society for Analytical Chemistry



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。

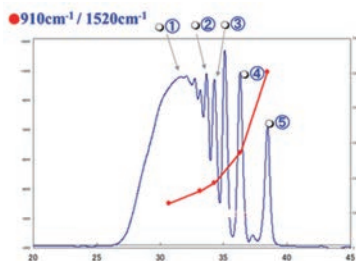


応用例

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

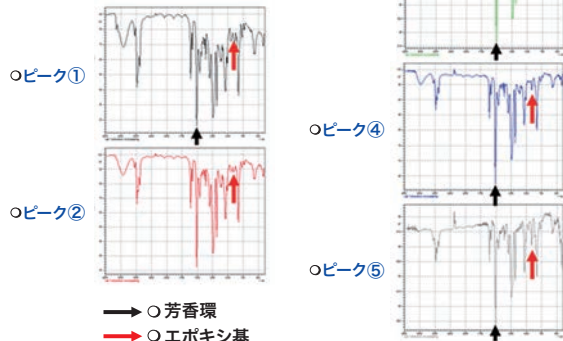
GPC-IR測定

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。

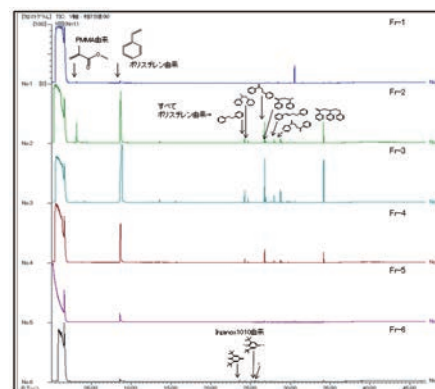
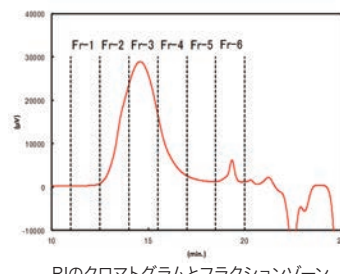
各ピークのFT-IRスペクトル



GPC-PyroGC/MS測定

ポリマーブレンドと添加剤の測定

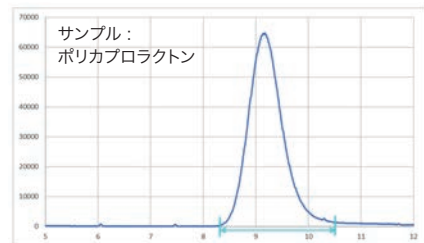
GPCからのフラクションを熱分解装置用試料カップにトラップする事で、GPCの溶出時間ゾーン毎にPyroGC/MS測定が可能となります。得られたスペクトルの解析により、使用されているポリマーの種類や割合が解ります。また、数%程しか使用されていない添加剤の特定も可能です。



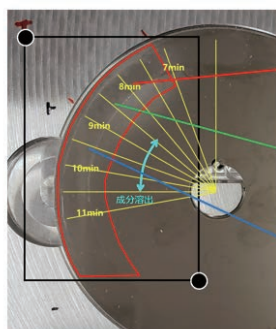
各分取フラクションの熱分解GC/MS結果

GPC-MALDI-MS測定

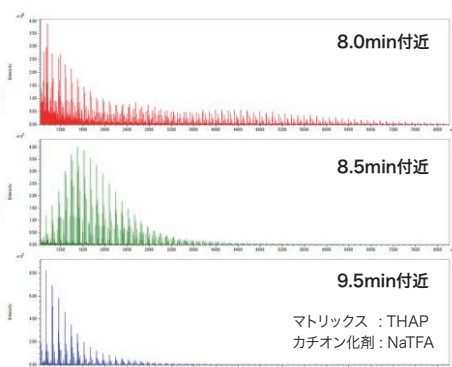
MALDI-MSイメージング測定



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

ぶんせき Bunseki 2023 Contents 6

目次

とびら	分析化学誌をぜひご活用ください／水口 仁志 215
入門講座	分離技術：原理から最新技術まで イオンクロマトグラフィー／森 勝伸 216
講義	実験室の安全（リスクと対策）／町田 基 225
ミニファイル	マイクロ・ナノの分析化学 マイクロ流体チップを用いた細胞の分離／田中 陽 231
話題	オンライン試料濃縮による ナノ微粒子のキャピラリー電気泳動分析／北川 文彦 233
技術紹介	固体材料中の軽元素分析／田中 悟 235
トピックス	アミロイドを標的とする蛍光プローブの開発／朝本 紘充 239 光応答性ナノポアセンサによる 単一生体分子の選択的検出／有馬 彰秀 239
リレーエッセイ	One for all, All for one／上田 忠治 241
このひと	日本分析化学会会長に就任される 大谷 肇 氏／石田 康行 242
会長就任の言葉	会長就任にあたって／大谷 肇 243
論文賞	2022年「分析化学」論文賞受賞論文 244 2022年「分析化学」論文賞受賞論文 245
ロータリー	————— 246 談話室：オンライン、オンデマンド、対面？／執筆者のプロフィール

〔論文誌目次〕	249	〔カレンダー〕	iii
〔求人・求職〕	247	〔広告索引〕	A7
〔お知らせ〕	M1	〔ガイド〕	A8

日本分析化学会 第72年会

2023年9月13日(水)～15日(金)

熊本城ホール



主催：公益社団法人日本分析化学会

本年会では、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 ￥100,000 (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

2023年

6月	1・2日	界面コロイドラーニング —第39回現代コロイド・界面化学基礎講座— 〔東京会場：同志社大学東京オフィス〕……………(M 8)
	1～30日	第75回表面科学基礎講座「表面・界面分析の基礎と応用」〔オンライン〕……………(M 8)
	2日	日本アミノ酸学会第7回産官学連携シンポジウム「日本のたんぱく質栄養～新知見と次世代への提案」 〔東京大学農学部弥生講堂一条ホール〕……………(5号 M6)
	5日	2023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〕……………(5号 M1)
	6日	2023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〕……………(5号 M1)
	6日	第248回西山記念技術講座「サステナブルな社会を支える高機能厚板の技術進展と将来展望」 〔東京/鉄鋼会館会議室ハイブリット開催〕……………(4号 M3)
	12日	2023年度LC/MS分析士四段認証試験〔日本分析化学会会議室〕……………(5号 M1)
	12日	2023年度LC/MS分析士五段認証試験〔日本分析化学会会議室〕……………(5号 M2)
	14日	23-2 ポリマーフロンティア21「地球環境にやさしい高分子・プラスチック材料の循環利用技術」 〔オンライン開催〕……………(4号 M3)
	15日ほか	熱測定オンライン講習会2023〔オンライン開催〕……………(M 8)
	15・16日	界面コロイドラーニング —第39回現代コロイド・界面化学基礎講座— 〔大阪会場：大阪科学技術センター〕……………(M 8)
	16日	2023年度「ぶんせき講習会」(基礎編その2)化学分析の基礎講座 ～実験用基本器具、マイクロピペット、電子天びん、およびpHメーターの原理と使い方 〔榊場テクノサービス新本社ビル〕……………(5号 M2)
	17・18日	第20回ホスト・ゲスト・超分子化学シンポジウム〔東京都立大学南大沢キャンパス〕……………(2号 M2)
	19・20日	第29回化学安全講習会〔19日オンライン、20日大阪科学技術センター〕……………(5号 M3)
	20日	第384回液体クロマトグラフィー研究懇談会〔Zoomオンライン会場〕……………(5号 M3)
	22・23日	第90回日本分析化学会有機微量分析研究懇談会・第122回計測自動制御学会化学量計測部会・ 第40回合同シンポジウム〔オンライン〕……………(5号 M4)
	23日	第382回ガスクロマトグラフィー研究会講演会〔北とびあ〕……………(5号 M5)
	23日	第41回高分子表面研究会基礎講座「表面をつくる・みる・つかう」 〔東京理科大学森戸記念館第1フォーラム〕……………(M 8)
	26～28日	日本顕微鏡学会第79回学術講演会〔くにびきメッセ〕……………(3号 M4)
	26～30日	第43回国際分光学会、第5回レーザーブレイクダウン分光学アジアシンポジウム Colloquium Spectroscopicum Internationale XLII The 5th Asian Symposium on Laser Induced Breakdown Spectroscopy〔徳島大学〕……………(8号 M8)
7月	5～7日	第60回アイソトープ・放射線研究発表会〔東京都内会場(予定)〕……………(2号 M2)
	5日～	第4回オンライン真空講習会入門講座〔オンライン〕……………(M 9)
	6日ほか	第28講研究開発リーダー実務講座2023 —企業の将来を担う理想の研究開発リーダー像とは?— 〔大阪科学技術センター〕……………(M 4)
	6・7日	プラズマ分光分析研究会2023筑波セミナー〔つくば国際会議場202会議室およびオンライン〕……………(M 9)
	7日	北陸地区講演会〔金沢大学自然科学系図書館棟1階大会議室〕……………(5号 M5)
	7日	第35回イオン交換セミナー「挑戦するイオン交換Ⅵ」〔上智大学四谷キャンパス〕……………(M 9)
	10～14日ほか	第11回対称性・群論トレーニングコース(日本語講義・英語講義) 〔高エネルギー加速器研究機構つくばキャンパス〕……………(M 9)
	9～14日	第13回国際膜会議 The 13th International Congress on Membranes and Membrane Processes 〔幕張メッセ〕……………(2号 M2)
	14日	2023年度「ぶんせき講習会」(実践編)第68回機器による分析化学講習会 ～蛍光X線分析法による液体試料の微量金属元素分析～〔榊りガク大阪工場〕……………(M 5)
	19日	第385回液体クロマトグラフィー研究懇談会〔Zoomオンライン会場〕……………(M 5)
	20・21日	第5回使えるセンサ・シンポジウム2023(同時開催：第5回使えるセンサ技術展2023) 〔マイドームおおさか〕……………(M 9)
	23～28日	第31回光化学国際会議31st International Conference on Photochemistry (ICP2023) 〔札幌パークホテル〕……………(9号 M7)
	25日	第33回環境工学総合シンポジウム2023〔くにびきメッセ〕……………(3号 M5)
	28・29日	第35回倍バイオメディカル分析科学シンポジウム(BMAS2023)〔北海道大学学術交流会館〕……………(3号 M5)
	30～8/4日	第26回IUPAC化学熱力学国際会議26th International Conference on CHEMICAL THERMODYNAMICS (ICCT-2023)〔千里ライフサイエンスセンター〕……………(5号 M6)
8月	1～22日	第61回分析化学講習会〔九州大学伊都キャンパスほか〕……………(M 6)
	7・8日	第33回電顕サマースクール～形態学の真髄～〔川崎医科大学〕……………(M 9)
	29日	第60回(2023年度)真空夏季大学〔八王子市生涯学習センター〕……………(M 9)
	30・31日	第12回環境放射能除染研究発表会 〔とうほう・みんなの文化センター(福島県文化センター)とWeb開催〕……………(M 9)
9月	3日	日本化学会北海道支部2023年夏季研究発表会 創立75周年記念大会〔北海道教育大学旭川校〕……………(4号 M3)
	5日～	第3回オンライン真空応用技術講座〔オンライン〕……………(M 9)
	5日～	第4回オンライン真空講習会〔オンライン〕……………(M 9)
	20・21日	第39回シンクロラキストリンシンポジウム〔名古屋国際会議場〕……………(4号 M4)
	13～15日	日本分析化学会第72年会〔熊本城ホール〕……………(5号 M1)
	15・16日	第34回日本微量元素学会学術集会〔三鷹産業プラザ〕……………(5号 M6)
	21～23日	2023年度日本地球化学会第70回年会〔東京海洋大学品川キャンパスおよびハイブリット開催〕……………(M 10)
	27～29日	HPLC & LC/MS講習会2023〔五反田文化会館〕……………(M 6)
10月	12日	2023年度分析士会総会・研修講演会〔五反田文化会館〕……………(M 4)
	21・22日	第59回X線分析討論会〔東京都市大学世田谷キャンパス〕……………(M 8)
	25～27日	第72回ネットワークポリマー講演討論会 〔東京工業大学すずかけ台キャンパスすずかけ台大会館〕……………(5号 M6)
11月	7～9日	第62回NMR討論会〔横須賀芸術劇場〕……………(M 10)
	13～15日	第44回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム〔富山国際会議場〕……………(M 10)
	9・10日	第28回高分子分析討論会(高分子の分析及びキャラクタリゼーション)〔つくば国際会議場〕……………(5号 M5)

放射能測定信頼性を確保する放射能標準物質を開発 —大豆およびしいたけ放射能分析用認証標準物質—

(公社)日本分析化学会では、2011年3月の原発事故により広く飛散した放射性物質の放射能濃度を信頼性高く定量するための認証標準物質を開発し頒布中である。開発された標準物質は、国内の信頼ある分析機関の計量トレーサビリティが確保された測定機により求められた値に基づく共同分析により JIS Q0035(ISO ガイド 35)に準拠して認証値および不確かさが決定された。

1) 放射能分析用大豆認証標準物質

(低濃度 : JSAC 0761, 0762, 0763, 高濃度 : JSAC 0764, 0765, 0766)

○認証値と拡張不確かさ U (包含係数 $k = 2$) 基準日 : 2013年2月1日

	低濃度	高濃度
^{134}Cs 放射能濃度 (Bq/kg) :	37.1 ± 2.6	190 ± 11
^{137}Cs 放射能濃度 (Bq/kg) :	68.2 ± 4.6	345 ± 19
^{40}K 放射能濃度 (Bq/kg) :	619 ± 60	613 ± 40

○充填容器と価格

JSAC 0761, 0764:U8 容器(50 mm 高さ) 20,000 円, JSAC 0762, 765:100 mL 容器 20,000 円,
JSAC 0763, 0766:1 L 容器 100,000 円 (価格はいずれも本体価格、送料込み・消費税別)

2) 放射能分析用しいたけ認証標準物質

(低濃度 : JSAC 0771, 0772, 0773, 高濃度 : JSAC 0774, 0775, 0776)

○認証値と拡張不確かさ U (包含係数 $k = 2$) 基準日 : 2013年12月1日

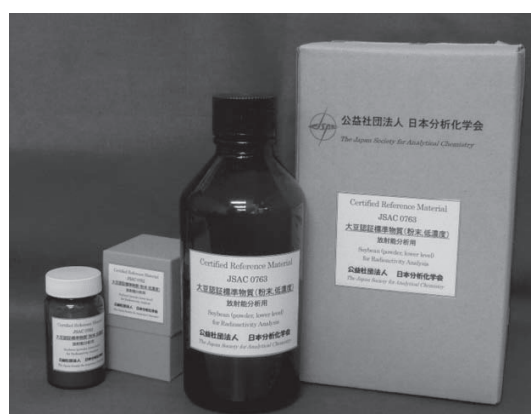
	低濃度	高濃度
^{134}Cs 放射能濃度 (Bq/kg) :	99 ± 9	225 ± 15
^{137}Cs 放射能濃度 (Bq/kg) :	233 ± 20	533 ± 34
^{40}K 放射能濃度 (Bq/kg) :	707 ± 53	633 ± 50

○充填容器と価格

JSAC 0771, 0774:U8 容器(50 mm 高さ) 20,000 円, JSAC 0772, 0775:100 mL 容器 20,000 円,
JSAC 0773, 0776:1 L 容器 100,000 円(価格はいずれも本体価格、送料込み・消費税別)

* 内容に関する問い合わせ先 : (公社)日本分析化学会 標準物質係 TEL : 03-3490-3351, FAX : 03-3490-3572, E-mail : crmpt@ml.jsac.or.jp, <http://www.jsac.jp/srm/srm.html/>

* 頒布に関する問い合わせ先 : 西進商事(株)東京支店, TEL:03-3459-7491, FAX:03-3459-7499, E-mail : info@seishin-syoji.co.jp, <http://www.seishin-syoji.co.jp/>



写真左 U8 容器(50 mm 高さ) 写真右, 100 mL 容器, 1 L 容器に充填された大豆認証標準物質

リサーチグレードでありながら、 ダウンサイジングを追求

FT/IR-4X は、小型の筐体でありながら堅牢性を誇り、性能、機能、拡張性はリサーチグレードクラスであり、高分解、高 S/N、高感度検出器、測定波数拡張、マルチチャンネル顕微鏡、ラピッドスキャンに対応しています。試料室は大型装置と変わらない幅 200 mm あり、サードパーティー製を含む大型付属品も使用できます。



Fourier Transform Infrared Spectrometer
フーリエ変換赤外分光光度計

FT/IR-4X

「複合分析」が手軽に

赤外 × ラマン複合分析システム

異物の定性分析に効果的な FTIR とラマン分光光度計の複合分析が、低価格でコンパクトになりました。
赤外／ラマン測定ともに前処理は不要で、試料を動かさずに簡単な操作で測定手法を切換えることができます。



ラマン測定を、手の中に。

PR-1s/PR-1w は、手のひらに収まる超小型ラマン分光光度計です。測定波数範囲とレーザー出力の異なる 2つのモデルをラインアップしています。測定対象の自由度が高く、専用試料室やバイアルホルダーも用意しており、シンプルで手軽なラマン測定を実現します。



Palmtop Raman Spectrometer
パームトップラマン分光光度計

PR-1s/PR-1w

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(内)
FAX 042(646)4120

日本分光の最新情報はこちらから

<https://www.jasco.co.jp>

日本分光HP



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、
改訂のため予告なく変更することがあります。



多彩な機能で品質管理や 研究開発をサポート

NEW

自動滴定装置

AUT-801

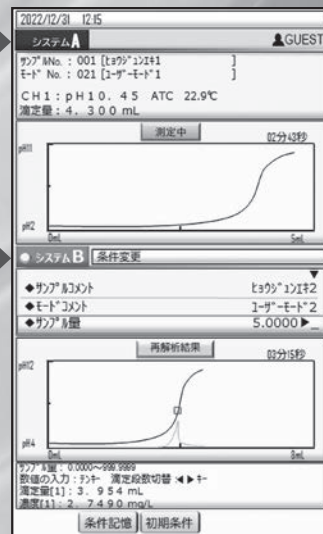


2系列同時滴定に対応

デュアルシステム



2系列の滴定画面を同時に表示



広範な分野での分析ニーズにお応えします

食品分野

化学・分析分野

メッキ分野

電気・鉄鋼・金属分野

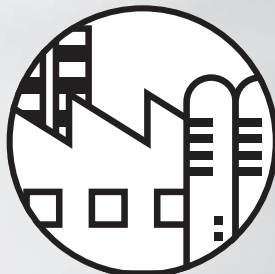
環境分野

石油分野

薬品・化粧品・香料分野



食品



石油



薬品・化粧品・香料

東亜ディーケーケー株式会社

<https://www.toadkk.co.jp/>

本社 / 〒169-8648 東京都新宿区高田馬場1-29-10 TEL.03(3202)0219

●東京:03(3202)0226 ●大阪:06(6312)5100 ●札幌:011(726)9859 ●仙台:022(353)6591 ●千葉:0436(23)7531
●名古屋:052(324)6335 ●広島:082(568)5860 ●四国:087(831)3450 ●九州:093(551)2727





視るチカラで、世界を変える

 **Rigaku**



株式会社 **リガク**

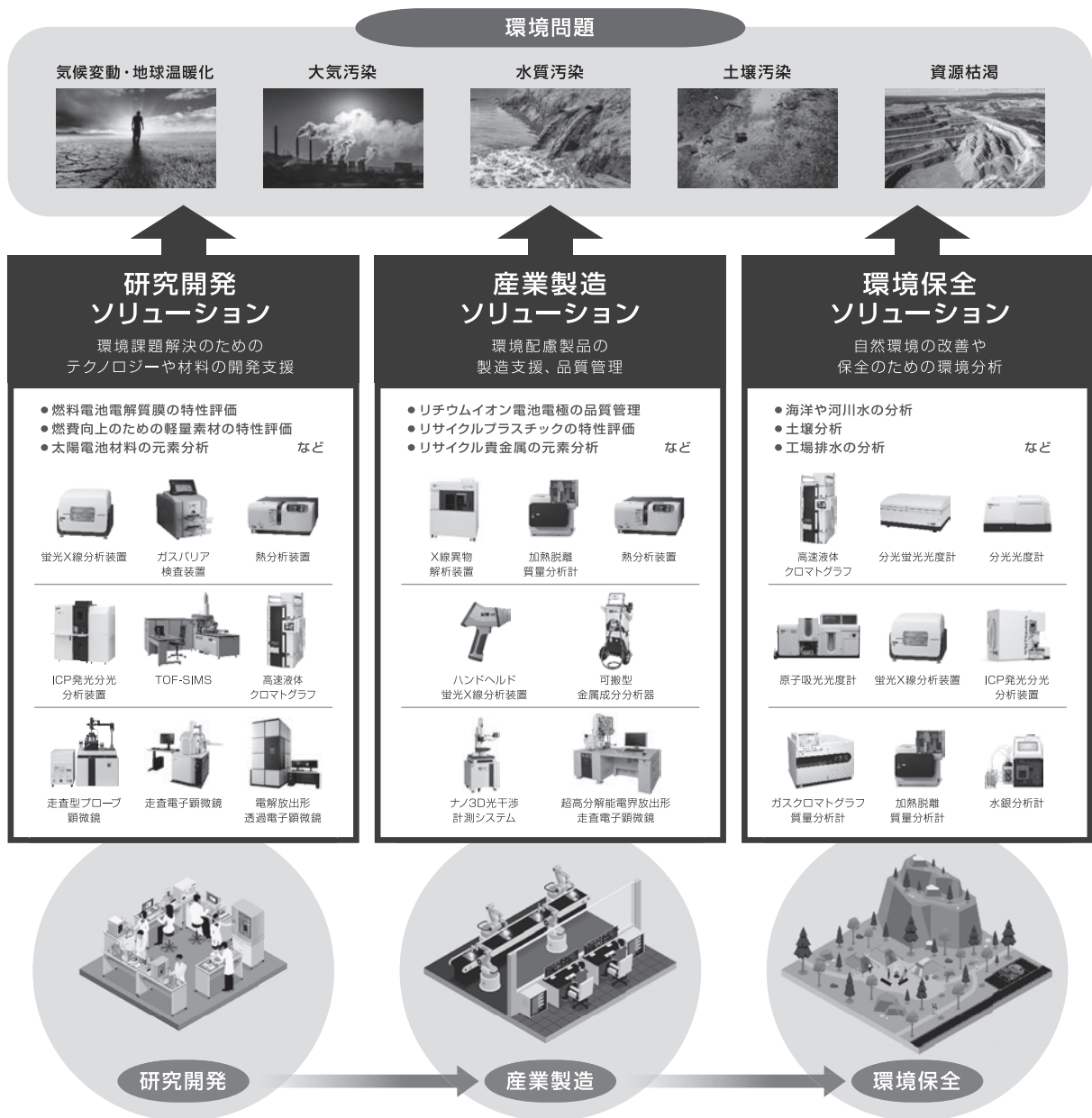
www.Rigaku.com

- 本社 〒196-8666 東京都 昭島市 松原町 3-9-12
代表電話案内 (042)545-8111 FAX.(042)544-9795 e-mail : info-gsm@rigaku.co.jp
- 東京 : (03)5312-7077 ●東北 : (022)264-0446 ●大阪 : (072)696-3387
- 名古屋 : (052)931-8441 ●九州 : (093)541-5111

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/

ムロマックミニカラムの使用例 (公開論文・文献より)

1. 環境分野：海水、雨水など環境試料の分析用途
2. 鉱業分野：岩石、鉱物、石英などの組成分析
3. 農業分野：植物などの分析
4. 生化学分野：タンパク質、生体などの精製研究
5. 原子力分野：高レベル廃棄物の処理法研究 (詳細はお問い合わせください)

ムロマック® ミニカラム

ムロマック®ミニカラムはカラムと液溜槽がポリプロピレンにより一体成型されていて、丈夫で耐薬品性に優れています。小さなカラムながら濾槽が効率良く試料中の物質を吸着できるように設計されており、リークやテリングの少ない精度の高いクロマトグラフィーが可能です。

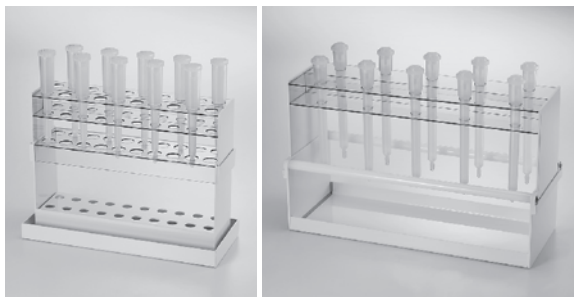


種類	内径(mm)	長さ(mm)	容量(mL)	液溜槽容量(mL)
S	5.0~5.5	50	1.0	8.0
M	6.5~8.5	5.8	2.5	10.0
L	10.0~11.0	118	10.0	5.0*1

*1. 連結キャップを使って50mL注射器を接続すると便利です。

ムロマック® ミニカラムスタンド

カラムSまたはM用のスタンドは、直径15~16.5mm、長さ100~165mmの試験管を20本立てることができます。カラムL用スタンドのトレイには100mLのビーカー又は三角フラスコを10個並べることができます。



種類	横(cm)	縦(cm)	高さ(cm)	立数
S・M共用	26.5	7.0	20.5	20本
L用	36.5	14.5	22.5	10本

ムロマック® ガラスカラム

ムロマック®ガラスカラムはガラス製で耐薬品性に優れ、鮮明にイオン交換反応を可視化します。イオン交換樹脂の初期検討後、樹脂量を多くして使用することでより正確なデータを取ることが可能です。枝管付きタイプはムロマック分液ロートを使用することで液枯れしません。また、ライブ試験など樹脂層高を上げて試験を行う場合は細長カラムを使用することで正確なデータを取得できます。



種類	横(cm)	縦(cm)	容量(mL)
S	8	28	30.0
M	8.5	32.5	100.0
ロング	5	43	40.0

ムロマック® 分液ロート

【各ガラスカラム対応】

ムロマック®分液ロートはガラス製で耐薬品性に優れ、ムロマック®ガラスカラム(S・M・ロング各種)に互換性のあるすり合わせ規格を有しています。



種類	容量(mL)
S	500
M	1000

お問合せ先

室町ケミカル株式会社 <https://www.muro-chem.co.jp>

[東京] TEL. 03-3525-4792 [大阪] TEL. 06-6393-0007 [本社] TEL. 0944-41-2131

高速イオンクロマトグラフ

IC-8100

先進のセパレーションテクノロジーを継承、
さらに進化したニューコンセプトIC…
ますますの快適さと信頼性をお届けします。

ION CHROMATOGRAPH

IC-8100



高速分析

測定時間5分のハイスループット分析を実現

高速分離カラムとの組み合わせで、陰イオン・陽イオンの測定がそれぞれ5分で終了。
分析時間を大幅に短縮できます。

測定時間10分で臭素酸を含む水道水質基準項目の分析を実現

水道水質分析用の高速高分離カラムと、高感度ポストカラム反応システムを用いることで、
臭素酸を含む水道水質基準項目が10分以内で測定できます。
従来、複数の条件で行なわれていた分析を一度の測定で行うことが可能です。

高感度

自動交換型ゲルサプレッサー方式で高感度分析が可能

サプレッサーロータリーバルブとサプレッサーゲルを組み合わせ、自動交換型ゲルサプレッサー方式の採用により
安定した高感度連続自動分析が可能です。

高機能 拡張性

自動希釈機能付きのオートサンプラーを標準搭載 (IC-8100EX)

高濃度イオン含有試料などに対して希釈と注入を連続して行うことができます。

試料濃縮機能を追加搭載可能

オプションの試料濃縮機能を追加すれば、最大1200 μ Lの試料を濃縮カラムを用いて濃縮し、
自動でイオンクロマトグラフィー測定を行うことが可能です。試料のマトリックスの影響を抑え、より高感度な測定をすることが可能です。

IC-8100シリーズ専用紫外可視吸光光度検出器

フローセルの最適化及び温度変化を最小限に抑えた流路設計により、低ノイズ、低ドリフトのベースラインを実現しています。
当社従来器に比べて感度がおよそ5倍向上しています(亜硝酸イオンのS/Nより算出)。

IC-8100EX専用自動溶離液供給ユニット

新規開発した調製機構により安定的に溶離液を調製し、装置へ供給します。
濃縮溶離液と純水をセットするだけで分析が可能となります。
常に安定した組成の溶離液が供給されるため、経時変化による溶出時間の変動がなく安定した分析が可能です。

IC-8100EX専用自動前処理ユニット

専用前処理用陽イオン交換ゲルを用いて、自動で試料を前処理してからイオンクロマトグラフに注入することが可能です。
試料の中和処理や、カラム寿命に影響を与える可能性のある過剰に含まれる対イオンや金属の除去ができます。
自動処理が可能であるとともに、前処理にかかるコストは約50円/分析と前処理コストの削減にも寄与します。

IC-8100シリーズ専用ポストカラム反応システム

イオンクロマトグラフIC-8100EXと紫外可視吸光光度検出器UV-8100との組み合わせにより
水道水質検査法に準拠した臭素酸やシアン等の高感度分析を実現します。

※ "IC-8100" は日本における東ソー株式会社の登録ロゴです。



東ソー株式会社
バイオサイエンス事業部

東京本社営業部 ☎(03)5427-5180 〒105-8623 東京都港区芝3-8-2
大阪支店 バイオサイエンスG ☎(06)6209-1948 〒541-0043 大阪市中央区高麗橋4-4-9
名古屋支店 バイオサイエンスG ☎(052)211-5730 〒460-0008 名古屋市中区栄1-2-7
福岡支店 ☎(092)781-0481 〒810-0001 福岡市中央区天神1-13-2
仙台支店 ☎(022)266-2341 〒980-0014 仙台市青葉区本町1-11-1
カスタマーサポートセンター ☎(0467)76-5384 〒252-1123 神奈川県綾瀬市早川2743-1
バイオサイエンス事業部ホームページ <https://www.separations.asia.tosohbioscience.com/>

M2204GD.B

分析化学誌をぜひご活用ください



水口 仁志

日本分析化学会の設立とともに1952年に創刊された「分析化学」は、今年、第72巻を発刊しております。今日では、研究成果を日本語で公表できる大変貴重な学術論文誌のひとつとなりましたが、会員の皆様にはぜひ本誌を有効にご活用いただきたく、編集の立場から近況をご報告いたします。

本誌は現在年8回発行しております。3号と9号は研究懇談会特集、6号は編集委員会特集、12号は分析化学討論会特集としているほか、1/2号、4/5号、7/8号、10/11号はいずれも合併号として、上記特集以外の、主に一般投稿論文を掲載しております。論文種目には、「報文」「技術論文」「ノート」「アナリティカルレポート」「速報」「総合論文」などがあります。このうち「総合論文」は、これまで公表した数編の成果を和文でまとめた内容であり、ご自身の研究を幅広い読者に向けて解説するにはとても便利です。重要なキーワードをネットで検索すると本誌の記事が高い確率でヒットすることを考えれば、強くお勧めできるカテゴリーです。一方、若手研究者初論文特集は今年で22回目となります。現在は通年で募集しており、他の特集との兼用も可能で、毎年多くのご投稿をいただいております。昨年は、若手論文として15編が掲載されました。このうち2編が編集委員会での厳正な審査を経て「若手論文賞」に選出されました。また、企業あるいは公設試験研究機関に所属される方が筆頭著者あるいは連絡代表者である論文を対象として「分析化学産業技術論文賞」も設定されております。2022年は1編が選出されました。「分析化学論文賞」は、その年に掲載された論文（総説や総合論文等を除く）を対象として、数編がその候補として編集委員会によって推薦されたのち、本会理事等で構成される論文賞選考委員会での議論を経て、1ないし2編（規程上）が選出されます。最近、年会の授賞式にて賞状が授与されております。

本誌は2018年よりWEB上で投稿できるようになりました。昨年より ScholarOne を導入し運用しております。ご投稿の際に本誌HPで公開している無料版のテンプレートを利用いただくと組版料金が節約できます。また、本誌では、経験豊富なインストラクターが内容等について助言する「論文作成支援サービス」を提供しております。最近はこのサービスへの問合せが増えたように感じておりますが、論文投稿においてお悩みがあればぜひご相談いただければと存じます。本誌HPではアクセスランキングを掲載しております。同一IPからのアクセス等を考慮した独自集計の結果を、月間と年間に分けてお知らせしておりますが、どのような論文が長く読まれ続けているのか、大変興味深いデータです。

今年は久本秀明先生を編集委員長としてお迎えしました。引き続き権威ある学術論文誌としてあり続けるとともに、会員の皆様がさらに有効に活用できる媒体を目指してまいります。多くのご投稿をお待ちしております。

〔Hitoshi Mizuguchi, 徳島大学, 「分析化学」編集理事〕

イオンクロマトグラフィー

森 勝 伸

1 はじめに

イオンクロマトグラフィー (ion chromatography, IC) は、イオン交換樹脂を充填した分離カラムと、試料を分離カラムに送り込む溶離液によって、分析対象のイオンをイオン交換分離し、電気伝導度検出器によって検出する分析方法である。IC は、Small らが“Novel ion exchange chromatographic method using conductivity detection”¹⁾と題した論文を発表して以来、飛躍的な進歩を遂げ、今日も無機陰イオンと陽イオンをはじめ、有機酸やアミンなど、種々なイオンの多成分同時分析法として広範囲な分野で用いられている。

本稿では、ICに興味を持っている企業、研究所、学校等の関係者を中心に、最も汎用性の高いイオン交換型の分離モードに関する装置構成、分離原理、定量分析の操作に絞って解説する。なお、本稿に記載の「イオンクロマトグラフ」と「イオンクロマトグラム」については、あらかじめ下記をご確認いただきたい。

- ・イオンクロマトグラフィー (IC) : イオン交換樹脂カラムと溶離液によってイオンを分離分析する方法。
- ・イオンクロマトグラフ : ICに関する機器・装置。
- ・イオンクロマトグラム : ICによって分離されたイオンの分離状態を示した像。

2 イオンクロマトグラフ

IC は、イオン交換樹脂を詰めた分離カラム (イオン交換樹脂カラム) と溶離液、溶離液と試料を送る送液ポンプ、試料導入部 (インジェクター)、溶離液の導電性

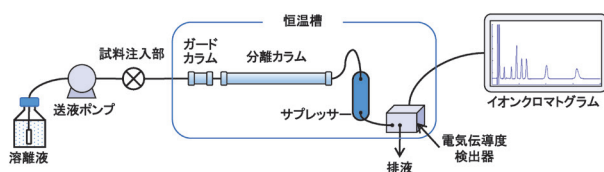


図1 イオンクロマトグラフの基本構成

イオンを除去するサブプレッサー、分離されたイオン種を検出する検出部及びデータ処理部で構成される。この構成は分析の目的に応じて変更されることがあるが、ほとんどは図1に示したものが基本となっている。

2・1 溶離液

溶離液は、イオンクロマトグラフの試料注入部に注入された試料を、分離カラム (イオン交換樹脂カラム) に送りこみ、分離されたイオンを検出器まで移動させるものであり、液体クロマトグラフィー (LC) の移動相に相当する。

溶離液の種類は、分析対象のイオンの種類によって異なる。無機陰イオンを分離分析する場合は、分離カラムに陰イオン交換樹脂カラムを、溶離液に炭酸ナトリウムや水酸化カリウム等の塩基を用い、無機陽イオンの場合は、分離カラムに陽イオン交換樹脂カラムを、溶離液にメタンスルホン酸や硝酸等の酸を用いる。

通常、ICに用いる溶離液は、均一な濃度と化学組成を有する溶離液を用いる。このような種類の溶離液を用いてイオンを分離する方法を「イソクラティック溶離法」と呼ぶ。また、分析対象イオンの中で、イオン交換樹脂カラムに強く保持され、イソクラティック溶離法では長時間の分析を要する場合には、「グラジエント溶離法」を用いる。この溶離法は、分析の途中で段階的に溶離液の濃度や化学組成を変化させ、全体の保持時間を短縮させるときに用いられる。

また、溶離液の濃度と化学組成は、イオン交換樹脂での分析対象イオンのイオン交換分離を制御する重要な役割を果たす。例えば、試料溶液中のイオンを速く溶出させるには、溶離液の濃度を増加させたり、溶出力の強い溶液に代えたりすることで達成される。

2・2 分離カラム

イオン交換樹脂を充填した分離カラムは、溶離液と共にイオン分離の“要”となるものであり、LCの固定相に相当する。ICの分離機構は、イオン交換樹脂に固定された溶離液中のイオンと溶離液内の試料イオンとの間で生じるイオン交換反応が主である。他にもイオン排

除・浸透作用，イオン対作用，水素結合，疎水性相互作用等があるが，ここでの詳細な説明は割愛させていただく。

なお，図1には分離カラムの前に分離カラムの劣化を防止するためのガードカラムが示されている。ガードカラムには分離カラムと同じイオン交換樹脂が充填されており，フィルターの詰まりや充填剤への試料中の夾雑物の吸着による劣化を防止する。分離カラムの劣化は，カラムの入り口で生じるため，ガードカラムそのものの長さは約1~2 cmと短い。

2.3 分離機構

次に，ICの分離機構を陰イオンのイオン交換分離を例に説明する。

Step 1 溶離液中に存在する陰イオン（溶離液陰イオン）は，静電効果によって陰イオン交換樹脂表面の正電荷を帯びた陰イオン交換基に吸着した後，連続して送り込まれる別の溶離液陰イオンが吸着することで脱着する（図2 a）。このように，溶離液陰イオンがイオン交換樹脂に対して吸着と脱着を繰り返し，イオン交換基に対する吸着と脱着の速度が同じ状態になることを平衡状態という。

Step 2 イオン交換分離は，主に静電的な相互作用によってイオンを識別する。電気的中性を保つために，陰イオン交換基には溶離液陰イオン（例えば，OH⁻）が固定されている（Step 1）。ここに試料陰イオンが送り込まれると，陰イオン交換基上で交換反応が起こり，試料陰イオンが陰イオン交換基に吸着される（図2 b）。溶離液は連続的に送り込まれるので，溶離液陰イオンが吸着すると試料陰イオンは脱着される（図2 c）。

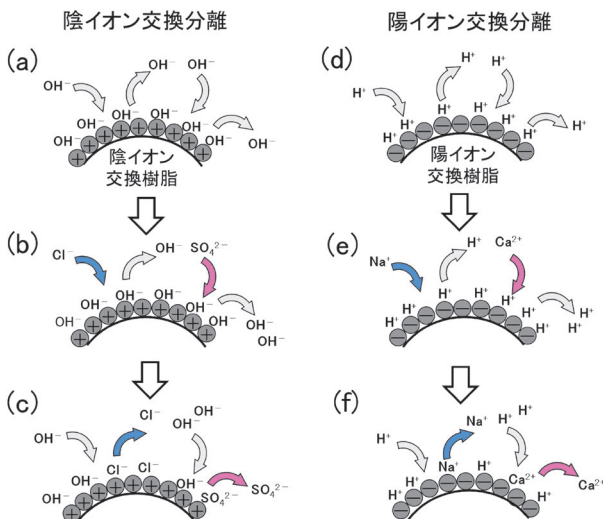


図2 イオン交換分離の原理

Step 3 Step 2で説明したイオン交換反応が繰り返し起こり，試料陰イオンの電荷数，極性，水和の強さなどによって，陰イオン交換基上での溶離液陰イオンとの交換の速さが異なることから分離が生じる。

一方，試料陽イオンの交換分離は，陰イオンの交換分離の説明と電荷が逆と考えてよい（図2 d-f）。陽イオン交換基に固定された溶離液陽イオンと同じ電荷をもつ他の陽イオン（試料陽イオン）が導入されると陽イオン交換反応が生じ，試料陽イオンの電荷数，極性，水和の強さなどによって分離が生じる。通常，陽イオン交換分離での溶離液は酸を用いるので，溶離液陽イオンはH⁺となる。したがって，陽イオン交換基表面に吸着した溶離液中のH⁺が試料陽イオンと交換作用を示し，吸脱着の速度差によって分離が生じる。

2.4 検出器

2.4.1 電気伝導度検出器（導電率検出器）

ICの検出器で最も汎用されているのが，電気伝導度検出器（conductivity detector, CD）である。CDは，導電率検出器とも呼ばれており，原理的に電離した化学種であれば検出することができる。また，検出感度は，強酸性の陰イオン（Cl⁻，NO₃⁻，SO₄²⁻等）や強塩基性の陽イオン（Na⁺，K⁺，Mg²⁺，Ca²⁺等）のように，水溶液中で完全に電離するイオンの方が，弱酸性の陰イオン（ギ酸，酢酸等）や弱塩基性の陽イオン（アンモニウムイオン，メチルアミン等）のように一部電離したイオンよりも高くなる。これらは，イオン1 mol当たりの電気伝導率（極限当量伝導率）に関連しており，その値が高いものほど，検出感度は高くなる。表1のように，陽

表1 主なイオンの極限当量伝導率（25℃）²⁾

陽イオン	10 ⁻⁴ S·m ² /mol	陰イオン	10 ⁻⁴ S·m ² /mol
H ⁺	349.8	OH ⁻	198.6
Li ⁺	38.7	F ⁻	54.4
Na ⁺	50.1	Cl ⁻	76.4
K ⁺	73.5	Br ⁻	78.1
Rb ⁺	77.8	I ⁻	76.8
Cs ⁺	77.3	NO ₂ ⁻	71.8
NH ₄ ⁺	73.5	NO ₃ ⁻	71.4
N ₂ H ₅ ⁺	59.0	H ₂ PO ₄ ⁻	33.0
Mg ²⁺	53.1	HPO ₄ ²⁻	57.0
Ca ²⁺	59.5	PO ₄ ³⁻	69.0
Sr ²⁺	59.5	SO ₄ ⁻	80.0
Ba ²⁺	63.9	ClO ₂ ⁻	52.0
		ClO ₃ ⁻	64.6
		ClO ₄ ⁻	67.9
		HCO ₃ ⁻	44.5
		CO ₃ ²⁻	72.0

イオンの極限当量伝導率は水素イオン (H⁺) が最大であり、陰イオンは水酸化物イオン (OH⁻) が最大である²⁾。CD はほとんどのイオン種を広い濃度範囲で検出できるので、分離された多成分のイオンを一斉に検出するには有用な検出器である。しかし、その感度は、各イオンの極限当量伝導率が固有であるため分析するイオンの数だけ検量線を作成する必要がある。

2・4・2 サプレッサー

2・4・1で述べたように、ICに用いる検出器には、分離されたイオンを一斉検出できる電気伝導度検出器 (CD) を用いることが多い。一方、溶離液はイオン交換樹脂に吸着する試料イオンを溶離して検出器まで運ぶためには、数 mM~数十 mMの酸、塩基あるいは塩を必要とする。そのため、溶離液中の電解質も試料イオン同様に CD に応答するので、溶離液をそのまま CD に導入すると、溶離液の濃度に依存してベースラインが高くなる。これによって試料イオンを感度よく検出させるのを難しくさせる。この問題を解決する装置がサプレッサーである。

サプレッサーは、図 1 のように、分離カラムと CD の間に接続されるものであり、分離カラムから流れてくる溶離液を、イオン交換反応を利用して溶離液中の電解質を非電離状態の化学種に変化させ、ベースラインの電気伝導度を低下させる。これによって、試料イオンの検出感度は改善され、高感度検出が達成される (図 3)。

陰イオン分析用のサプレッサーでは、炭酸ナトリウムや水酸化カリウム等の塩基性の溶離液を通すと、式 (1) のように、水素イオンとの陽イオン交換反応によって非電解質 (炭酸や水) に変換される。ここで、読者の中には、試料陰イオンも溶離液と同じような反応が起こらないのかという疑問があると思われるが、その答えは “Yes” である。試料イオンもイオン交換分離を経た後、サプレッサーを通過すると、式 (2) のように水素イオン型になる。サプレッサーを通過した溶離液は塩基性から中性付近に変化するが、強酸性の陰イオンは完全に酸解離した状態であり、弱酸性の陰イオンも中性ではほぼ酸解離した状態であるため、検出感度が維持される。

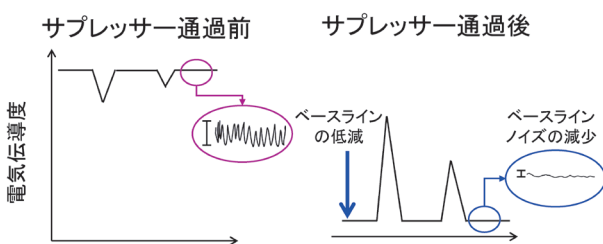
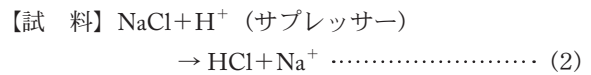
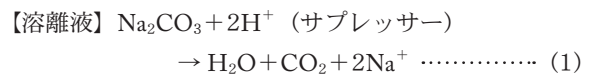


図 3 サプレッサーによるクロマトグラムの変化



2・4・3 サプレッサーの種類

サプレッサーの種類には、水素型陽イオン交換樹脂を用いるゲル方式、イオン交換膜を用いる膜透析方式がある。ゲル方式は 1 回用いると装置から排出されるが、膜透析方式は、再生液として別途水素イオンが供給されるため繰り返し用いることができる。なお、膜透析方式は硫酸水溶液を用いる化学反応方式 (図 4 a) と、水または検出器から排出された液を電気分解して生成させる電解方式 (図 4 b) がある。

サプレッサーの主な効果は、溶離液由来のベースラインを下げることであるが、もう一つの効果はベースラインのノイズを低減できることである。イオンクロマトグラフでは、溶離液の送液にプランジャーポンプを使用する。微量濃度のイオン分析など、ベースラインのノイズが問題とされる濃度領域では送液ポンプに基づく圧力変動の影響を無視できなくなる。しかし、CD の前にサプレッサーを通すと、溶離液の電気伝導度が低くなるので、ポンプ由来の圧力変動の影響を大きく低減できる (図 3)。ベースラインのノイズが小さくなると、イオンのピーク高さ (シグナル-ノイズ比) が相対的に大きくなるので、定量下限値が低くなり、微量濃度のイオンを高精度に定量できるようになる。

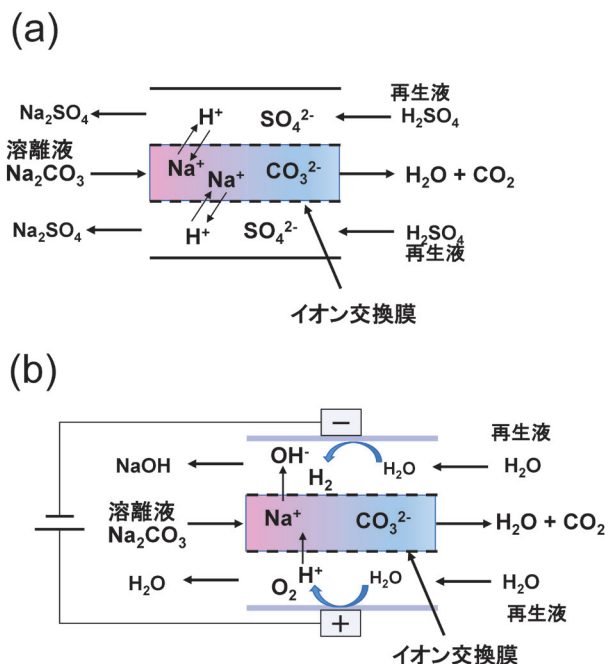


図 4 膜透析方式サプレッサーの概念図

(a) 化学反応方式, (b) 電解方式.

2・4・4 紫外可視吸光検出器

ICでは、電気伝導度検出器の他に、紫外可視吸光検出器 (UV-Vis 検出器) が用いられている。UV-Vis 検出器によるイオンの分析は種々あるが、主なものとして UV 吸収を持つ陰イオンを選択的に検出する直接分析法と、分離後に反応試薬によって発色させて分析するイオンクロマトグラフ-ポストカラム誘導体化法がある。

2・4・4・1 直接検出法

直接分析法は、 Br^- 、 BrO_3^- 、 ClO_2^- 、 CrO_4^{2-} 、 I^- 、 IO_3^- 、 MoO_4^{2-} 、 NO_2^- 、 NO_3^- 、 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 、 SCN^- 、 SeO_3^{2-} 、 WO_4^{2-} 等、200~220 nm あたりに吸収を持つイオンを測定する場合に用いる。特に、海水試料や血清試料など、塩化物イオンを高濃度に含む試料では、検出波長を Cl^- がほとんど吸収しない波長 (210 nm あるいはそれよりも長波長) に設定し、その波長を吸収するイオンのみを測定することができる。また、溶離液に紫外可視領域の吸光度が極めて低い化合物を用いれば、サブレッサーを設置することなく高感度に UV 検出できる。

2・4・4・2 イオンクロマトグラフ-ポストカラム誘導体化法 (IC-PC 法)

IC-PC 法は、銅 (II)、亜鉛 (II)、ヒ酸 (V) 等、環境水や飲料水中に微量に存在するイオンを分析する場合に、イオン交換樹脂カラムによって分離した後、選択的に発色試薬と反応させ、UV-Vis 検出器で選択的かつ高感度に分析するものである。

この装置構成は、図 5 に示されるように、分離カラムの後に接続される。この方法は、大気、雨水、河川水、飲料水、海水等に含まれる高濃度の共存イオン種との分離分析が困難なイオンを選択的に分析できるメリットがある。

IC-PC 法には、主に一段階で目的のイオンと 1 種類あるいは 2 種類以上の試薬と反応させて発色させる方法、第一段階で目的のイオンの化学形態を変化させ、第二段階で発色させる方法がある (図 5)。代表的なものとして、微量重金属イオンの一斉分析には 4-(2-ピリジルアゾ) レゾルシノール (PAR)、クロム六価 (CrO_4^{2-}) をメタノール-硫酸溶液に溶解したジフェニルカルバジドと反応させて発色させる方法、ケイ酸イオンやリン酸イオンをモリブデン酸塩及び硫酸を用いて発色させる方法、シアン化物と塩化シアンの分析に対して 1-フェニル-3-メチル-5-ピラゾロン/4-ピリジンカルボン酸溶液による発色によって可視光検出器で測定する方法、臭素酸イオンに対し臭化カリウム-硫酸溶液との反応によって三臭素イオンを生成し UV 検出器で測定する方法等がある (表 2)。特にシアン化物イオン及び塩化シアン、そして臭素酸イオンの IC-PC 法は水道水の水質検査方法に採用されている³⁾⁴⁾。

最近では、微量なイオン成分を検出するため、超微量分析が可能なイオンクロマトグラフ誘導結合プラズマ質量分析 (IC-ICP-MS) の利用が増えているが、ランニングコストが非常に高いため、IC-PC 法は現在も根強く利用されている。

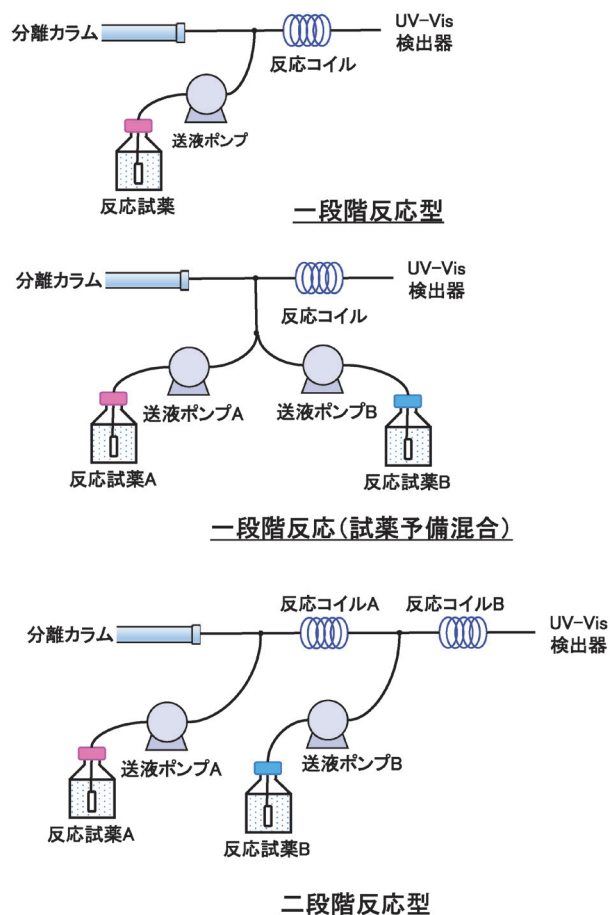


図 5 イオンクロマトグラフ-ポストカラム誘導体化法の概略図

表 2 ポストカラム誘導体化法の主な適用例

分析対象イオン	反応試薬	検出波長 (nm)
Fe^{2+} 、 Co^{2+} 、 Ni^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 等	ピリジルアゾレゾルシノール-ジメチルアミノエタノール	500~530
BrO_3^-	(1) 亜硝酸ナトリウム (2) 臭化カリウム-硫酸	268
CN^- 、 CNCI	(1) クロラミン T 溶液/リン酸 (塩素化剤) (2) 1-フェニル-3-メチル-5-ピラゾロン/4-ピリジンカルボン酸 (発色剤)	638
$\text{Cr}(\text{IV})$ (CrO_4^{2-})	ジフェニルカルバジド-メタノール-硫酸	520~530
P, Si	モリブデン酸-硫酸	370~410

2・5 ノンサプレッサー型イオンクロマトグラフィー

通常のイオンクロマトグラフは、分離カラムと電気伝導度検出器の間にサプレッサーを挿入し、試料イオンを高感度に検出するが、サプレッサーを介さずに分離されたイオンを電気伝導度によって検出する方法がある⁵⁾。これをノンサプレッサー方式あるいはノンサプレッサー型ICと呼ぶ。この方法は、溶離液に電気伝導度検出器に対して応答の低い弱酸や弱塩基、低濃度の強酸や強塩基を用いて行う。

分析対象が陰イオンの場合、溶離液に電気伝導度検出の応答が低いフタル酸や安息香酸のカリウム塩を1~2 mMの範囲で用いると、少なくとも100 µg/L程度まで、サプレッサー無しで高感度にイオンを分析できる。陽イオンの場合も、低濃度(2 mM以下)のメタンスルホン酸、硝酸等を用いることで分析が可能である。実際、陽イオンのICではノンサプレッサー方式を用いていることが多い。

ノンサプレッサー型ICはサプレッサー付きのICよりも装置構成が簡単なため、ランニングコストも抑えられる。欠点としてはサプレッサーを付けたICよりもベースラインは高くなるため、定量下限が高くなる傾向がある。

3 イオンクロマトグラフィーの基本操作

ここでは、ICに必要な注入試料と定量分析の基本操作を解説する。

3・1 注入試料

試料をイオンクロマトグラフに導入する前に、試料が分析対象イオンの分析に適正な状態であるかを判断する必要がある。例えば、粒子状成分が多く含まれる試料には、孔径0.45 µm以下のフィルターでろ過を行う。雨水、河川水、飲料水等に含まれる主要イオンの濃度はmg/Lオーダーであることが多く、粒子状成分の除去や希釈によってイオンクロマトグラフに注入できる。

一方、非常に濃度が高い塩を含む試料を注入すると、分析対象イオンの分離検出を妨害するだけでなく、分離カラムの寿命を縮める原因にもなる。この場合には、適正濃度まで希釈する必要がある。ただし、高塩濃度を含む試料を希釈するだけでは、分析対象のイオンも希釈され検出できなくなる可能性があるため、固相抽出法による夾雑物の分離や分析対象イオンの濃縮を行うことができる。

また、分析試料の形体が廃棄固体物、電気・電子構成物、スラグのような固体であり、その中のハロゲンや硫黄を分析する場合には、燃焼法が用いられている。燃焼法には、管状炉燃焼法や酸素燃焼フラスコ法等⁶⁾があり、これらによって試料を燃焼し、生成したガスを分析対象イオンに応じた吸収液に吸収させ、ICで分析する。実

際、燃焼装置とイオンクロマトグラフとを組み合わせたものが市販されており、公定法(JIS K 6233: ゴム-イオンクロマトグラフィーによる全硫黄の求め方)にも採用されている。

3・2 定量分析

3・2・1 カラムのコンディショニング(平衡化)

まず、イオンクロマトグラフの測定方法に従い溶離液を準備する。溶離液は、空気などが多く含まれると、ポンプによる送液が不安定になるため、あらかじめ脱気を行う。また、分析前には溶離液を分離カラムに通液し、検出器に出力されるベースラインが安定するまで行う。この操作は、溶離液とイオン交換基の溶離イオンの分配を「平衡化」させることで、再現性のある定量分析を実現できるようになる。目安としては30分程度とされているが、再現性の高い定量分析を行うには、確実にベースラインが安定するまで平衡化に十分時間を取っていただくことを推奨する。

3・2・2 検量線の作成

試料中の分析対象イオンの定量を行うために、もう一つ大事なことが検量線を作成することである。あらかじめ濃度のわかった分析イオンを含む標準試料溶液を段階的に希釈調製し、各標準試料溶液を機器に一定量導入し、得られたクロマトグラムより応答値(ピーク面積または高さ)を計測する(図6)。検量線は標準溶液中の

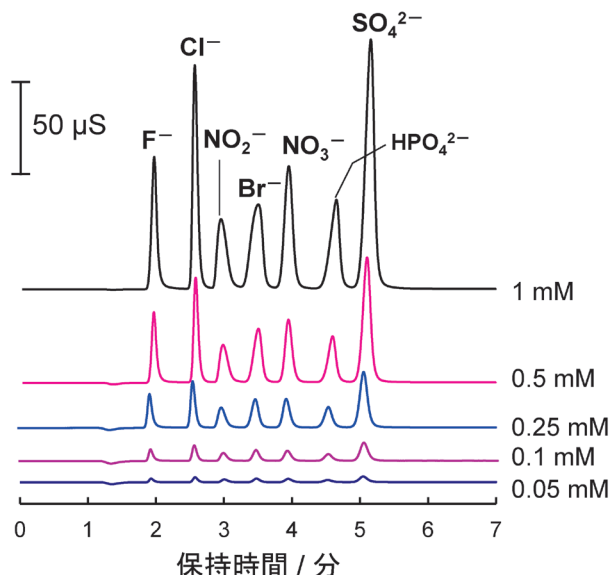


図6 標準試料中の陰イオンのイオンクロマトグラム
分離カラム：水酸化物型強塩基性陰イオン交換樹脂カラム(東ソー製 TSKgel SuperIC-Anion HS: 100 mm×4.6 mm I.D.)。溶離液：3.8 mM NaHCO₃+3.0 mM Na₂CO₃。流量：1.0 mL/min。温度：40℃。検出器：サプレッサー付電気伝導度検出器。サプレッサー：ゲルサプレッサー方式(東ソー製 TSKgel Suppress IC-A)。注入試料：NaF, NaCl, NaNO₂, NaBr, NaNO₃, Na₂HPO₄, Na₂SO₄。

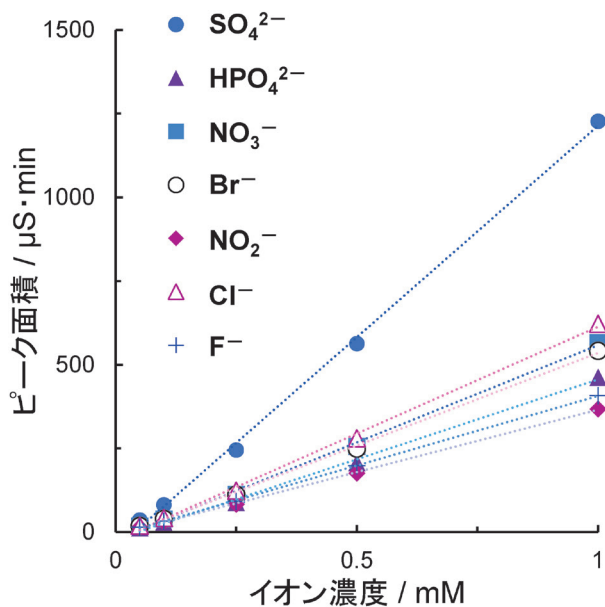


図7 標準試料中の陰イオンの検量線
分析条件は図6と同じ。

分析対象イオンの濃度を横軸に、ピークの高さあるいは面積を縦軸にして作成する。この検量線の作成方法は絶対検量線法と呼ばれている。図7に示されるように、最小二乗法から得られる関係式を導いておき、未知試料中のイオン種の応答を、関係式に代入することで濃度を決定することができる。この関係式は一次式 ($y=ax+b$) で表わされ、相関係数は0.999以上が理想的とされている。

未知試料中の分析対象イオンは、分析条件が一定であれば、同じ時間に溶出し、そのときに得られるピークの高さまたは面積を関係式に代入することで、その濃度を決定することができる。

4 イオンの分離に及ぼす要因

4.1 溶離液の種類と濃度

溶離液は、その組成や濃度によってイオンの保持時間や分離能等を大きく変化させることができる。

陰イオンのイオン交換分離に用いられる溶離液には、主に炭酸ナトリウム (Na_2CO_3) や水酸化カリウム (KOH) 等の塩基が一般的であるが、その種類によって試料陰イオンの溶出時間が変わってくる。例えば、陰イオン交換基に吸着する溶離液中の2価の CO_3^{2-} は、1価の OH^- よりも試料陰イオンを速く溶出させることができる。したがって、同じ濃度であれば、 CO_3^{2-} を含む炭酸ナトリウムの方が OH^- を含む水酸化カリウムよりも溶出力が強い。また、炭酸ナトリウムに炭酸水素ナトリウムを混ぜていくと、溶離液に溶出力の弱い1価の陰イオン (HCO_3^-) が増加し、溶出時間は長期化する(図8)。さらに、化学組成は同一にし、溶離液の濃度を上げると、イオン交換基に対する溶離液イオンと試料イ

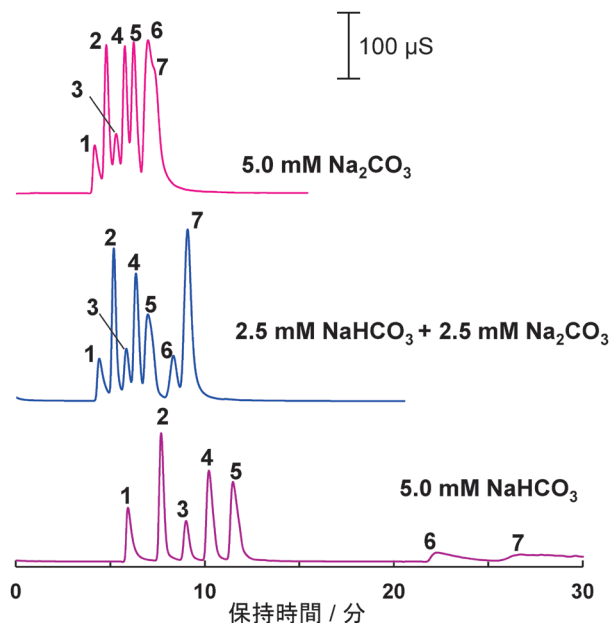


図8 陰イオンのイオンクロマトグラムに及ぼす炭酸緩衝液の組成の影響

分離カラム：水酸化物型強塩基性陰イオン交換樹脂カラム（東ソー製 TSKgel SuperIC-AZ：150 mm×4.6 mm I.D.）。流量：0.8 mL/min。温度：40℃。検出器：サプレッサー付電気伝導度検出器。サプレッサー：ゲルサプレッサー方式（東ソー製 TSKgel Suppress IC-A）。ピーク：1. F^- , 2. Cl^- , 3. NO_2^- , 4. Br^- , 5. NO_3^- , 6. HPO_4^{2-} , 7. SO_4^{2-} （各1 mM）。

オンが競合するため、試料イオンの分配が妨げられ、溶出時間が速くなる。

一方、陽イオンのイオン交換分離に用いられる溶離液には、メタンスルホン酸、硫酸、硝酸等の酸があげられる。このとき、試料陽イオンは陽イオン交換基に吸着した溶離液中の水素イオン (H^+) との交換の速さによって分離が生じる。陽イオンに対する溶出力は弱酸（酢酸、酒石酸、フタル酸等）よりも強酸（メタンスルホン酸、硝酸、硫酸等）の方が強く、1価の陰イオン (CH_3SO_3^- , NO_3^-) を含む強酸よりも2価の陰イオン (SO_4^{2-}) を含む強酸の方が強い。

4.2 溶出順

イオンの溶出順は分離カラムと溶離液の組み合わせによって決まる。イオン交換基は1価のイオンよりも2価のイオンを強く保持する傾向がある。また、疎水性が高いイオンは、疎水性が低いイオンよりもイオン交換樹脂に保持されやすい傾向がある。

例えば、陰イオン交換基に対し1価の塩化物イオン (Cl^-) よりも2価の硫酸イオン (SO_4^{2-}) の方が強く保持され、同じ価数であれば、 $\text{F}^- < \text{Cl}^- < \text{Br}^- < \text{I}^-$ のようにイオン半径が大きく、疎水性が高いものが強く保持される。また、図6に示されるような、第4級アンモニウム基 ($-\text{NR}_3^+$; Rは炭化水素) を有する強塩基性陰イオン交換樹脂カラムを用いる場合には、弱酸性の F^-

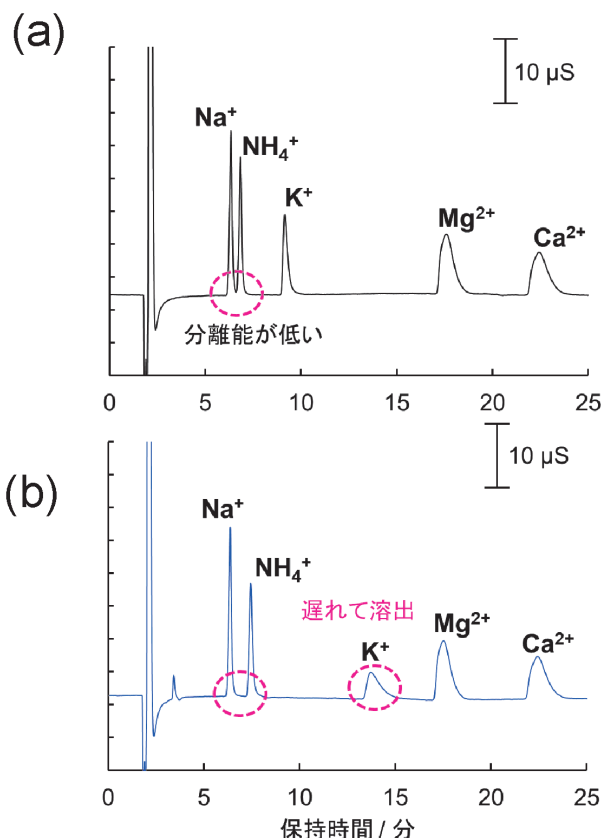


図9 ICによる陽イオンのイオンクロマトグラム

分離カラム：水素型強酸性陽イオン交換カラム（東ソー製 TSKgel Super IC-CR：150 mm×4.6 mm I.D.）。溶離液：(a) 1.5 mmol/L メタンスルホン酸，(b) 1.5 mmol/L メタンスルホン酸+1 mmol/L 18C6。流量 0.6 mL/min。カラム温度：40℃。検出器：電気伝導度検出器（サブレッサー無）。注入試料：NaCl, NH₄NO₃, KSCN, MgSO₄, CaCl₂（各 0.1 mM）。

は強酸性の Cl⁻ よりも前に溶出するが、弱酸性の NO₂⁻ は Cl⁻ よりも後に溶出される。したがって、常に弱酸性の陰イオンが強酸性の陰イオンの前に溶出されるとは限らない。すなわち、陰イオン交換樹脂への保持は、試料陰イオンの酸性度の強さだけでなく、イオン半径や水に対する親和性等、様々な要因が重なって溶出順が決定される。

一方、陽イオンはスルホ基（-SO₃⁻）を有する強酸性陽イオン交換樹脂カラムに対し 1 価の Na⁺ よりも 2 価の Mg²⁺ の方が強く保持され、同じ価数であれば、Li⁺ < Na⁺ < K⁺ < Rb⁺ < Cs⁺ となる。図 9 のように、陽イオンは電荷数が大きく、イオン半径が大きい陽イオンが後に溶出される。なお、海水試料や河川水等の Na⁺ が高濃度で存在すると、NH₄⁺ や K⁺ の測定を妨害することがある。このとき、溶離液に環状構造の 18-クラウン-6（以下、18C6）や有機溶媒のアセトニトリルを添加することがある。特に、18C6 を溶離液に添加すると陽イオン交換樹脂に吸着され、K⁺ や NH₄⁺ をトラップすることができるので、Na⁺ から遅れて溶出させることができる（図 9 b）。

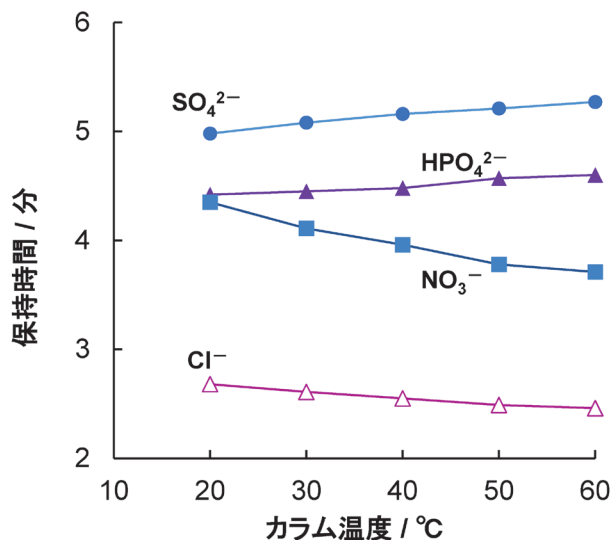


図10 カラム温度と陰イオンの保持時間の関係

カラム温度：20～60℃。注入試料：NaCl, NaNO₃, Na₂HPO₄, Na₂SO₄（1 mM）。その他の分析条件は図 6 と同じ。

なお、カルボキシ基（-COO⁻）を有する弱酸性陽イオン交換樹脂カラムを用いた場合でも、上述した傾向は変わらない。

4.3 カラム温度の影響

カラム温度を変化させると、分離平衡、拡散速度、解離度、溶離液の粘性などが変化し、測定イオンの保持時間が変化する。温度の影響はイオンによって異なり、その度合いはカラムや溶離液によっても異なる。一般的に温度を上げると溶離液の粘性が下がるため、イオン交換基上での溶離液イオンと試料イオンの交換速度が速くなることから、溶出が速くなる傾向がある。一方、硫酸イオンのような、水和されやすい 2 価のイオンは、温度上昇に伴い水和状態が不安定になり、イオン交換基への親和性が増加し、溶出が遅くなることがある（図 10）。

以上のように、分離カラムに応じた溶離液の選択やカラム温度による溶出の変化がみられるが、その他に分離カラムに充填されたイオン交換樹脂の基材の種類、粒径やイオン交換容量、カラムの長さ等も影響する。

今回紹介したように、イオンの分離にかかわる要因は様々であることから、初心者ユーザーには、基本的な操作を身につけた上で、目的に応じたイオンクロマトグラフ条件を検討した方が良いと考えられる。また、細かい分析条件の設定が必要な場合は、イオンクロマトグラフの購入先の企業の技術者や専門家にご相談いただければ幸いである。

5 イオンクロマトグラフィーの公定分析への適用

IC はイオンの分析として優れた性能を持っており、ユーザーも多いことから、公定法として取り入れられて

表 3 IC が用いられている公定法

公定法	規格	分析対象イオン (前処理も含む)
イオンクロマトグラフ分析通則	JIS K 0127	陰イオン, 陽イオン
工業用水試験方法	JIS K 0101	(陰イオン) Cl^- , NO_2^- , NO_3^- , Br^- , SO_4^{2-} (陽イオン) Na^+ , K^+ , NH_4^+
工場排水試験方法	JIS K 0102	(陰イオン) F^- , Cl^- , NO_2^- , NO_3^- , Br^- , SO_4^{2-} (陽イオン) Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}
排ガス中のアンモニア分析方法	JIS K 0099	ホウ酸溶液に吸収 → NH_4^+ として測定
排ガス中の硫黄酸化物分析方法	JIS K 0103	過酸化水素水に吸収 → SO_4^{2-} として測定
排ガス中の窒素酸化物分析方法	JIS K 0104	O_3 や O_2 で酸化 → 水で吸収 → NO_3^- として測定
排ガス中の塩素分析方法	JIS K 0106	<i>p</i> -トルエンスルホンアミド吸収液に吸収 → 少量の KCN 溶液と KOH 溶液を添加 → CNO^- として測定
排ガス中の塩化水素分析方法	JIS K 0107	水に吸収 → Cl^- を測定
超純水中の金属元素試験方法	JIS K 0553	Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}
超純水中の陰イオン試験方法	JIS K 0556	F^- , Cl^- , NO_2^- , NO_3^- , Br^- , PO_4^{2-} , SO_4^{2-}
用水・排水の分析に用いる水	JIS K 0557	Cl^- , SO_4^{2-}
ゴム-イオンクロマトグラフィーによる全硫黄の求め方	JIS K 6233	管状炉燃焼法や酸素燃焼フラスコ法にゴム試料を燃焼 → ガスを過酸化水素水に吸収 → SO_4^{2-} として測定
坑水廃水試験方法	JIS M 0202	Cl^- , SO_4^{2-}
ボイラの給水及びボイラ水-試験方法	JIS B 8224	(陰イオン) Cl^- , NO_2^- , Br^- , NO_3^- , SO_4^{2-} 等 (陽イオン) Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}
光触媒材料の水質浄化性能試験方法	JIS R 1704	メタンスルホン酸, SO_4^{2-}

その他の水質検査法

公定法	分析対象イオン
上水試験方法	(陰イオン) F^- , Cl^- , NO_2^- , NO_3^- , Br^- , PO_4^{2-} , SO_4^{2-} (陽イオン) Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}
食品管理衛生法	(陰イオン) 無機陰イオン (F^- , Cl^- , NO_2^- , NO_3^- , Br^- , PO_4^{2-} , SO_4^{2-}), 有機酸イオン (クエン酸, シュウ酸, リンゴ酸等) (陽イオン) Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}
米国環境保護庁 (EPA) Method 300.1	A (主要陰イオン) F^- , Cl^- , NO_2^- , NO_3^- , Br^- , PO_4^{2-} , SO_4^{2-} B (無機消毒副産物) Br^- , BrO_3^- , ClO_3^- , ClO_2^-
EPA Method 218.7 (クロム酸イオン)	CrO_4^{2-} (ポストカラム誘導体化法によって検出, 表 2 参照)
EPA Method 314.0 (過塩素酸イオン)	ClO_4^- (電気伝導度検出器の他に ICP 質量分析計でも測定)

いる事例が多い。公定法は、国際機関、国家若しくはそれに準ずる公定試験機関、研究所において指定された方法であり、IC は主に水質関連の分析法に多く用いられている。IC が採用されている公定法には、日本産業規格 (JIS)、衛生試験法、食品添加物分析法などがある。また、海外では米国環境保護庁 (EPA) での Method 300.0 では飲料水の陰イオン分析にて IC を規定している。表 3 に IC にかかわる公定法の一部をリストにしたので、参照いただきたい。

6 おわりに

本稿は、IC の基本操作、分離原理、分離に関する要因等を概説した。IC について様々な試料を用いたアプリケーションも盛んに行われており、それらの成果は公定法に数多く採用されている。IC のアプリケーションについては「イオンクロマトグラフィー」と「アプリ

ケーション」をキーワードに検索すると数多くのデータが拝見できる。また、IC はクロマトグラフィーの一種でもあるので、ぶんせき誌の入門講座シリーズで液体クロマトグラフィーやガスクロマトグラフィーも拝読いただき、IC と比較していただければ知識の幅も広がると思われる。

IC の技術開発については、分離系の見直し、様々な形態の試料の前処理・後処理システムの構築、分析可能なイオン種の拡張、AI による自動分析等、現在も大学、企業等の機関が研究を進めており、様々な分野のユーザーのニーズに応えるように日々検討が進められている。

本稿を通して、一人でも多くの方々が IC に興味を持っていただけると幸いです。

謝辞 本稿で示されているクロマトグラム及び検量線は、高

知大学大学院理工学専攻の野川桜寿氏、同学大学院土佐さきがけプログラム修士課程の明珍尋紀氏により作成されたものです。また、本稿作成に先立ちイオンクロマトグラフィー研究懇談会委員の方々からも情報をご提供いただきました。ここに謝意申し上げます。

文 献

- 1) H. Small, T. S. Stevens, W. C. Bauman : *Anal. Chem.*, **47**, 1801 (1975).
- 2) 日本化学会編, “化学便覧基礎編 改訂4版”, p. II-452. (1993), (丸善).
- 3) 野々村誠: 分析化学 (*Bunseki Kagaku*), **58**, 57 (2000).
- 4) 厚生労働省: 水質基準項目と基準値 (51 項目) (令和2年4月1日施行) (<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/>)

bunya/topics/bukyoku/kenkou/suido/kijun/kijunchi.html), (accessed 2022. 7. 1).

- 5) J. S. Fritz, D. T. Gjerde : *J. Chromatogr. Sci.*, **48**, 525 (2010).
- 6) 長嶋 潜, 出羽 好: 分析化学 (*Bunseki Kagaku*), **66**, 81 (2017).



森 勝伸 (Masanobu Mori)

高知大学教育研究部総合科学系複合領域科学部門 (理工学部) (〒780-8520 高知県高知市曙町2-5-1). 北海道大学大学院地球環境科学研究科. 博士 (地球環境科学). 《現在の研究テーマ》新規クロマト固定相の開発, 金属 RI の分離精製方法の開発等. 《趣味》(趣味とは言えませんが) 温泉でゆっくりすること.

E-mail : mori@kochi-u.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

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]

実験室の安全（リスクと対策）

実験室の安全確保やリスクの低減は、創造的、効率的な研究や検査を推進していく上での前提条件である。換言すれば安全に不安のある実験室は研究・検査の妨げになるような事象が起こる確率が高いことになる。本講では主に火災予防を中心に化学物質や実験機器の取り扱いなどにも触れながら、実験者や検査者の安全（怪我や火傷の予防）や健康障害の防止といった観点からその対策を含めて述べる。

町田基

1 はじめに

2011年に「ぶんせき」誌の入門講座で「安全な実験のしかた(1)：実験室における一般的な安全確保」といった題名で実験室の安全について基本的なことがらを広く浅く述べた¹⁾。前回と少し重複するところもあるが、今回は講義欄ということもあり少しポイントを絞った内容で、実験室の安全について一般社会の関連する事例なども交えて述べてみたい。化学実験室ではさまざまな操作や反応を行うので、多様なトラブルが発生してきた。これまでの事故事例などを踏まえて、発生頻度の高い具体的な事故事例を集めた書籍もいくつか発行されており²⁾³⁾、以前と比べると実験室の事故防止などの安全対策も進んでいると感じられる。また、実験者あるいは実験室の安全に関する一般的な書籍も多数出版されている⁴⁾⁵⁾。少し自己紹介になるが筆者はこれまで石油会社の研究所などで15年以上、大学の研究室で20年以上、主に分離分析、定量分析を主体に実験に携わってきた。石油会社では燃料の水素化精製に関する触媒反応の研究をしていたため主に有機溶剤や油を、大学では活性炭などの炭素系材料による水質汚染物質の吸着除去について検討してきたため水（水中の汚染物質の分離・定量分析）を扱ってきた。分析化学の専門家ではないが、業務として費やした時間は分析実験が圧倒的に多い。具体的にはフーリエ変換赤外分光光度計（FT-IR）、X線光電子分光（XPS）、走査型電子顕微鏡（SEM）などの触媒や吸着剤の表面を分析するための機器の他、ガスクロマトグラフィー、液体クロマトグラフィー、イオンクロマトグラフィー、誘導結合プラズマ（ICP）、原子吸光分析など油および水関連の分析機器およびそれらに付随する周辺装置を扱ってきた。今回は筆者のこれまでの経験を振り返りながらいかに効果的に実験室の安全の維持を

図っていったらいいかについて筆者の見方で述べる。少し偏りがあるかも知れないが、読者の皆さんにインパクトのある内容にできればと思う。

2 実験室のリスクとその対策

2・1 実験室に要求される構造

一口に化学実験室と言っても、分析化学、物理化学、無機化学、有機化学、高分子化学、生化学などその分野は多岐に渡るため、化学実験室にはさまざまな設備が必要である。まず、全国的にみても頻繁に発生する火災についてであるが、実験室の構造の観点からは、火災に伴い大量の煙が発生することを想定して排煙窓が必要である。火災で逃げ遅れるのはほとんどの場合、煙に巻かれて発生した煙をできる限り屋外に放散させるために排煙窓の役割は重要である。実験室及び廊下には消火器や消火栓、さらには防火扉が必要となる。火災の発生初期に検知可能な煙感知器も重要である。また、実験室には2か所以上の逃げ道（出入口）も必要である。特に2階以上の階では屋内に出入口が2か所あっても火災時に実験棟全体が煙突の役割をしてしまう可能性（屋内に煙が充満することを）も想定して、1か所はマンションやホテルのように屋外バルコニーや屋外の非常階段があることが望ましい。そうすれば一つの実験室が煙で充満してしまってもバルコニーを伝って煙の充満していない隣の実験室や屋外の非常階段に逃げることも可能になる。バルコニーがない場合は窓に折りたたみ式の非常用梯子などを設置しておく方法もある。

また、実験室ではさまざまな試薬を使用するので、実験台や床は耐薬品性で実験専用の堅牢な構造のものを設置すべきである。実験室にある備品で地震の際に転倒の恐れのあるものは、床や壁にアンカーボルトで強固に固定しておく。それが無理な場合にはワイヤーや鎖を使用して地震時に実験台などからズレ落ちないようにする方法もある。高圧ガスボンベも実験室に設置する場合に

は、実験台にボンベ固定ベルトなどをつけてしっかり固定する。また、実験室の雰囲気（空気）を良好な状態に維持できるよう局所排気設備（ドラフト）は必須である。大学などそれほど大量の試薬を使用していない実験室・検査室でも労働安全衛生法に基づく作業環境測定をすると第二管理区分（なお改善の余地があると判断される状態）あるいは件数は少ないが第三管理区分（作業環境管理が適切でない）となる場合も毎年のように報告されている。試薬のなかには毒劇物のように毒性（急性毒性）がはっきりしているものもあるが、反応中間体や新たな化合物で思わぬリスク（爆発・発火、健康障害、慢性毒性）がある可能性もあるので、それら未知の物質の取り扱い時には安全第一でドラフトの中で操作することが望ましい。筆者の知りうるケースでは、塩化ビニル管の炭素化について熱分解反応を調べたところ昇温中に発生するガスを GC-MS にかけてみると、ダイオキシン類が検出されたため、直ぐに検討を中止している。この時は炭素化で発生するガス類は全てドラフトから屋外に排気させていたので、実験室のダイオキシン汚染を防ぐことができたと思われる。

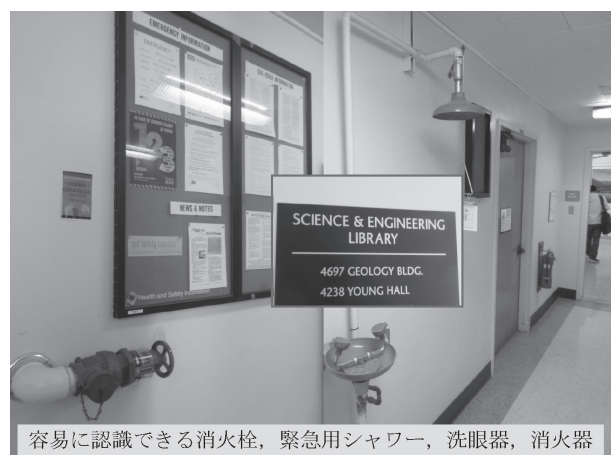
2・2 火災と防火設備

火災は日本国内だけでも毎日のように発生している。発生件数は民間家屋が多いが、大学などの研究機関でも毎月、ときに毎週のようにどこかで火災あるいは小火（ボヤ）が発生している。民間の家屋の場合には、就寝中に発生するケースが多いため、逃げ遅れて命を落とす場合もあるが、研究機関の火災・小火は、ほとんどが昼間の実験中に発生している。特に多いのが実験をしている当事者が別室や買い物、食事に出かけて実験室をはなれて無人状態のまま反応や加熱操作をしている場合である。筆者が現場検証に立ち会ったケースでは、紫外線ランプを使用して引火点が 12℃ 程度の溶媒中で光反応をドラフト中に行っていたが、紫外線ランプを覆う純正品のカバーが割れてしまったため、メスシリンダーを代替品として使用した。ところが紫外線ランプの熱で歪を生じてメスシリンダーが割れて、紫外線ランプと溶媒が接触して発火してしまった。この時、実験室は無人状態で、実験していた大学院生は学生の居室でデスクワークをしており、反応時間が 4 時間以上かかるため 30 分に 1 回の割合で反応させている浴槽の様子を見に行っていた。そして、特に異常がなければ居室に戻っていたとのことであった。一般的に、火災は発火から 2~3 分程度で炎が天井などに達してしまい初期消火が困難になると考えられている。したがって、火災も早期発見と早期処置（初期消火）が肝要ということになるが、30 分に 1 回状態を見に行くだけでは 29 分以上の時間は無監視状態となってしまう。これは大学の研究室などで起こる火災・小火の典型例であるが、無人状態での反応や加熱操

作は極力避けなければならない。火災が発生する恐れのある反応操作や加熱をする場合には、実験室に直ぐに気づける場所に必ず誰かが在室するようにすべきと思われる。そうすれば臭いや炎は比較的気づきやすいので初期消火に成功して小火程度で鎮火させられる確率が高まる。また、学生の集合実験でやはり指導・監督者の教員が実験中に外出して火災が発生し、該当教員が諭旨解雇を受けた例もある。筆者の場合、昼食時に学生が実験を仕掛けたままで外出することが多いので、学生の昼食時間などはできるかぎり研究室のスタッフは在室するようにしている。

防火設備としては、先に述べた防火扉、煙感知器などがあるが、廊下の防火扉の傍に実験室に置ききれない装置などを放置したり、わざわざ敷物をしいたりして、緊急時に防火扉が閉まらないような状態になっているところもあるので定期的な点検も必要である。煙感知器も有用な防火設備ではあるが、通常実験室の天井についており、頻繁に煙などが発生するドラフト内には設置されていないので、ドラフト内は気づきにくい発火源として見落としがちな死角となっている（危険性のある空間である）。また、消火器や消火栓も点検の他に、いざという時に学生も含めた建屋の構成員の誰でもが使用できるように最低年 1 回程度の防火訓練や消火訓練が必要である。

消火器や消火栓については、横浜国大の小柴らが化学系と機械系の教員および学生を対象にアンケート調査をして、興味深い結果が報告されているので紹介したい⁶⁾。この調査では対象者に消火器および屋内消火栓の位置を認識しているか否かを無記名で記入してもらっている。その結果、約半数しか自身の研究室周辺の消火設備の位置を認識していなかったとのことである。このことは少なくとも日本国内でも他の大学や研究機関でも大同小異と思われる。筆者も学内の実験棟で構成員の学生に消火器と消火栓の位置について口頭で質問してみたところ、



容易に認識できる消火栓、緊急用シャワー、洗眼器、消火器

写真 米国カリフォルニア州立大学ロサンゼルス校 (UCLA) の廊下に設置されている緊急用設備

廊下などに消火器が置いてあるところは即答できたが、エレベーターの横のスペースで普段は通り過ぎてしまう陰の部分に設置されている消火器や消火栓は大きな扉に非常ベルの鳴動ボタンと共に明記されているにもかかわらず答えられなかった。日本は欧米など他の先進国と比較すると明らかに消化設備などの視認性が悪い。写真に米国カルフォルニア州立大学ロサンゼルス校 (UCLA) で筆者が撮影した消火器、洗眼器、緊急用シャワーなどの緊急設備の写真を示す。ここは理学 (科学) と工学の図書館棟であるが廊下に消火栓や消火器が一目で分かるように設置されており、ビジターでも容易に操作ができるようになっている。筆者はこれまでに北米の大学や研究機関には 10 か所以上訪れているが、例外なく消火設備などの緊急設備が判然と認識できるように設置されていた。これに対して日本では、消火栓をはじめとした緊急用設備は目立たないように設置する傾向があり、中には白い廊下の壁に白い扉をつけた消火栓などもあり遠くからみると同じ色なので一見して認識することが困難な場合もある。消火設備に注目して駅ビルや百貨店などの商業施設を歩いてみても、日本国内ではどこへ行っても目立たないように設置されている。ある商業施設の婦人販売り場では部屋の角に上から見てみると直角三角形のステンレスのカバーを置いて、その中に消火器を入れておくといった具合である。もちろんカバーの外側には消火器と白色の文字で記載されていたが、視認性の観点からは不十分に思え、定期的に訓練をしておかないと、客はもちろんのこと店員でさえもいざという時に探すのが困難と思われる状態である。日本と海外では文化的背景も異なるという側面もあるが、我々日本人特有の盲点をみる思いがする。実験室のことに話題を戻すが、消火設備などの緊急設備が既に設置されているのであれば、年度初めなど研究室に多くの新人が配属される機会を使って、研究室員に消火器や消火栓の位置の確認、さらには火災や小火が発生したときは、可能な限り周辺から初期消火ができるように消火器などを集合させる必要があるなど基本的認識やその訓練などしておくのも一法と思われる。

2・3 実験室での試薬の取り扱い

ここでは実験室で試薬を使用する学生、研究者、検査者などの健康障害の防止といった観点から試薬の取り扱いについて述べる。実験室では有機溶剤や無機試薬などさまざまな試薬を使用するが、それらには法律によって様々な規制がかけられている。消防法では発火性、引火性、爆発性などの観点から、毒物及び劇物取締法 (毒劇物取締法) では薬品を摂取してしまった場合での急性毒性の観点から、また、有機溶剤中毒予防規則 (有機則) では有機溶剤による中毒の観点から、特定化学物質障害予防規則 (特化則) は主に発がん性の観点から、そして

化学物質排出移動量届出制度 (PRTR 制度) では環境中に排出した時の主に生態系へのハザードの観点から、それぞれ取り扱い時や廃棄時の規制や注意義務あるいは届出が課せられている。試薬の使用、保管、廃棄に関しては関連法規に則って取り扱う必要があるが、市販の試薬には安全データシート (SDS, safety data sheet; 旧名称は MSDS) の提供が義務づけられているので、SDS を見れば、購入した試薬について遵守すべき項目がわかるようになっている。但し、例えば実験装置にプラスチックや段ボール板などを使った場合には、可燃物であるので加熱や漏電による発火などにも十分に注意する必要がある。毒劇物、特に毒物については保護具などを適切に使って皮膚や経口摂取をしないよう注意する。誤って飲み込んでしまった場合などは、直ちに吐き出すあるいは医療用活性炭などを使って消化器管内で吸収させる処置をとる。処置が直ぐにわからない場合には「つくば中毒 110 番・電話サービス⁷⁾」などに連絡して応急処置などの緊急情報の提供を受ける方法もある。緊急時以外では、毒物等に関する正しい予備知識をもっておく必要がある。たびたび引用される内容であるが、毒性学の父と呼ばれるスイス出身の医師であるパレケルスス (1492 ~ 1541 年) の名言「すべてのものは毒であり、毒でないものなど存在しない、その服用量こそが毒であるか、そうでないかを決めるのだ」。実際に私たちが常日ごろ食している食塩や砂糖もその使用を誤ると急性毒性で人を死に至らしめる。2015 年の真夏に起こった事例であるが、保育施設であずかり中であつた幼児 (当時満 1 歳の女児) が食塩中毒で死亡している。病院に搬送された幼児の食塩の体内摂取量は血中濃度から推定して 5 g 程度とのことで、専門家によると 1 歳児では 5 ~ 6 g 程度の食塩を摂取すると死に至る恐れがあるとのことでほぼ致死量相当の食塩を摂取させられた疑いがある。当時、保育施設には保育士と幼児の二人だけで、保育士は乳幼児用のイオン飲料を容器に入れ、さらに食塩を混ぜてスプーンで与えたとみられ、幼児の背中には多量の食塩が付着していて、嘔吐もした可能性がある。この不幸な事例では、おそらく保育士は幼児が夏の暑さで塩分不足にならないよう食塩を追加して加えたとみられている。通常、食塩では体重 60 kg の成人が摂取した場合に個人差はあるものの 30 ~ 300 g が致死量であると言われており 30 g 程度であれば摂取可能な量である。砂糖では食塩より多く 1 kg が致死量と言われているが、一度に砂糖を 1 kg 食べるのは不可能と思われるので、一般に砂糖には急性毒性はないと思われる訳である。もう一つ硝酸銀 (劇物) を例にとると、硝酸銀は少量であれば怪我や火傷の治療薬としてかさぶたの形成を促進する役割を果たすので硝酸銀希釈液が皮膚科などで外用薬として使用されている。以前は少量の硝酸銀を経口摂取 (内服) して胃潰瘍の潰瘍部分の回復を促進させるの

にも使われていたこともある。この治療法は明治期にドイツで確立して⁸⁾、日本でも病院などで試され、胃潰瘍になやまされた文豪の夏目漱石も硝酸銀を服用させられて耐え難い苦さに辟易したという記録が残っている⁹⁾。食塩のように劇物に指定されていなくても致死量を摂取してしまう恐れのあるものもあれば、劇物に指定されていても少量では薬になるものの極めて経口摂取が困難なものもある。ここでは食塩も砂糖も食べ物の味を良くするために有用であるが、一度に摂りすぎれば致死量の毒になりうるということでパレケルススの名言を裏付ける具体的な例として紹介した。また、先にも述べたが毒劇物取締法で規制されている薬品は急性毒性に焦点を当てて定められている。有機合成実験などで生成する反応中間体やカーボンナノチューブ（アスベストと同様に中皮腫の原因物質になる可能性も指摘されている）など、いまだその急性毒性はもちろんのこと慢性毒性や発がん性について分かっていない物質も多数存在するので¹⁰⁾、健康障害防止のためグローブをつけてドラフト内で取り扱うよう心がけたいものである。有機則の観点からはトルエンなどの溶媒をドラフトなどの排気設備を使わずに、短期であるが大量（18 L 缶で数本）に使用した学生が倦怠感を訴えたため検査したところ尿からトルエンの代謝物である馬尿酸が検出された例もある。また、酸を取り扱う実験に携わる人々の健康診断に歯牙酸蝕症（酸蝕歯とも）の項目があるが、これは作業環境中で酸の蒸気やミストによって歯が溶けてしまう現象である。筆者も歯科医から酸蝕歯が進行しているとの指摘を受けて、実験室内に保管していた酸、特に濃塩酸や濃硝酸などのガロン瓶の定期的な保管場所を実験室内から施設可能で比較的通風のよい屋外倉庫に移した。以上述べたようなことから健康障害防止の観点から試薬や新たに生成した化学物質等を扱うときは、できる限り手袋などの保護具を装着し、ドラフト内で操作をすべきであることを改めて認識してもらえたいことを期待したい。

次に試薬による火災の防止という観点からすると、単なる加熱ばかりでなく、混触による発火や爆発に注意することが大切である。1978年に発生した宮城県沖地震では、薬品棚から試薬が飛び出し異種の化合物が混じりあうことにより数か所の実験室から火災が発生した¹¹⁾。例えば、濃硝酸と可燃性のトルエンを同じ劇物だからと言って隣り合わせに置いて保管するのは危険である。濃硝酸はそれ自身不燃性であるが、その強い酸化力により可燃性物質の燃焼を助長する。1973年の出来事であるが、濃硝酸をドラム缶に充填して航空貨物で運ぶためにドラム缶のクッションとして貨物室内におが屑を敷いた。飛行輸送中に濃硝酸の一部がドラム缶から漏れ出し、おが屑が発火、火災となり航空機は墜落してしまった（パンアメリカン航空 160 便墜落事故）。このように試薬は関連する法規に則って管理することはもちろんの

こと、取り扱い、保管、廃棄の各段階において、混触による発火や爆発の危険性や歯牙酸蝕症（酸蝕歯）などにも注意を払う必要がある。また、新たに合成した毒性などが未知の物質についても高い毒性をもっている可能性があるので取り扱い時には適切な保護具やドラフトを有効に使うべきである。

2・4 実験装置やガラス器具の取り扱い

筆者の学生の頃は熱伝導度検出器（TCD）付のガスクロマトグラフなどは手作りであったが、現在は信頼性の高いオートサンプラーやキャピラリーカラム、およびPCによる制御が普及しており、迅速な分離定量分析データが容易に得られるようになってきた。装置自身もフルプルーフ（fool proof、装置を故障させたり発火させたりするような「誤った操作ができないようにする」）やフェールセーフ（fail safe、間違えた操作をしても装置に異常が生じないよう「安全側に作動する」）といった設計思想が活かされており、さらにフォールトトレランス（fault tolerance、「一部の機能が失われても他の機能がバックアップする」、航空機などに採り入れられており、例としてはジェット機で片側のエンジンが停止しても暫定的にもう一方のエンジンだけで飛行を続けることができる）といったいわゆる冗長系（バックアップ機能）も組み込まれている場合もあり安全性や信頼性もますます向上している。但し、装置の部品を取り換えたり、ユーザーができる簡単な修理をしたりするときは必ず装置の元電源を切って（OFFにして）から作業をすることが必ず守らなければならない。これまでに感電や突然の回転機の作動による事故が数多く報告されている。また、電気火災を防止するために年1回以上は電源コンセント周りの綿ぼこりなどを除去する必要がある。コンセントに綿ぼこりが付着して水分を吸収すると電気ショート（トラッキング現象）が起こりコンセント付近から出火するリスクが高まる。

ガラス器具の取り扱いではガラス管のゴム栓への取り付け時などに、ガラス管の根本（ゴム栓と接続する方）をもってゴム栓に取り付けるとガラス管が割れにくく、装着が比較的楽である。それでもゴム栓に通しにくい時はガラス管を水に濡らして挿入すると比較的スムーズに入れることができる。反対にガラス管のゴム栓から遠い方をもって装着しようすると、容易にガラス管が割れて手に負傷を負いやすい。ホールピペットを安全ピペッター（ゴムピペッター）に取り付ける際も同様の注意が必要である。ガラス器具の取り扱いでは上記のミスによる負傷が最も多いと言われている。

2・5 ヒューマンエラーの防止

人間はミスをする動物である。どんなに安全設備が整っていても、実験者・検査者が不慣れであったり、べ

テランでも疲れていたりするとミスが起きやすい。ミスにも「物を直ぐに落とす」あるいは「ガスをつけっぱなしにして忘れてしまう」といった個々人に特有のものがある。心理学の用語で言うと「内的必然性」というが、このような個人の癖ともいうものは本人が自覚すれば改善できる。電動回転ノコギリを扱う時は、長い髪は束ねてから回転体に近づくようにするといったことである。一方、多くの人が余り危険と思っていない、むしろ安全と思っている操作などが危険を招くこともある。例えば、材木に穴をあける電動ドリル（回転体）などを使ったり、シリコンオイル浴などで試験管を温めたりするときには、軍手などの保護具をした方が一見安全に思えるが、実はこれまでに使用中に手袋が巻き込まれて指を痛めたり、オイルに手袋が浸ってしまい手に火傷を負ったりする事例が多数報告されている。このような意外と思われる事例を集めると、より安全な操作とはどのような操作かが分かるので有効である。しかしこのような危険性の芽を摘んでいくためには、実験室で長く作業や操作をしているベテランの研究者・検査者、あるいは教員・技官がヒヤリハット事例などを整理して、新人等に対して危険箇所や気をつけるべき操作などを教育・訓練していく必要がある。

3 おわりに

実験室での安全確保はそこで研究・検査などを行う人たちが、身体の安全を確保し快適な環境で創造的な研究や迅速で精度の高い検査ができるようにするためには必須である。再現性のある高精度のデータを迅速、効率的に出すといった「実験効率」といったものは「安全確保」の上に成り立っているため、「実験室の安全」は研究・検査を含める上での前提条件である。実験室や検査室によって異なるがポイントを押さえた合理的な安全確保をしたいものである。今回は多くの実験室・検査室に共通した安全項目の内、火災や小火の防止を主体に、試薬を取り扱う上での心構えなどにもふれながら述べた。少し乱雑な内容になってしまったかも知れないが、最後に筆者の研究室（実験室）で学生向けに掲示している「実験を安全に行うために」（下記（1）～（7）の箇条書きの内容）を紹介して本講義のまとめとしたい。

- (1) 一人で実験しないようにします。特に深夜や休日などは実験中に負傷した場合に、助けを呼べる確率が急激に低下します。
- (2) 適切な安全保護具を身に着け“自分の身は自分で守る”ことを念頭において実験をします。万一に備えて常に保護メガネ、白衣、グローブなど適切な保護具を装着しすべし履物で実験をします。
- (3) 新しい実験、不要薬品の処理、あるいは、常日

ごろ扱っている試薬でも高濃度での使用、試料量の増加などに伴い、思わぬ発火や爆発を招くことがあります。必ず教員や先輩など経験者に相談してから、注意深く、よく観察しながら操作を行います。

- (4) 万一、発火、火災などが発生してしまったときは、まず大声を出して助けを呼び、可能であれば消火器などで初期消火に努めます。但し、有毒ガスの発生や延焼の食い止めに困難と判断したときは即座に避難して119番通報で消防署へ火災発生の連絡をします。
- (5) 不幸にも実験で負傷してしまったときに備え、学生諸君は「学生教育研究災害障害保険（学研災）」に加入します。留年してしまった場合には5年目以降、毎年単年度契約で申し込みが必要となります。
- (6) どんなに安全設備が整っていても、卒論や学会発表の追い込みなどで疲れが蓄積し、寝不足などになると、実験者の心身の状態も悪化します。このとき、事故やミスの発生リスクは急激に上昇します。
- (7) 普段から早めに登校して早めに実験を終了するように、一人ひとりが心がけることが大切です。こういった日々の習慣が、危険を遠ざけ環境負荷の低減にも結びつくことを認識できるようにしましょう。

文 献

- 1) 町田 基：ぶんせき (*Bunseki*), 2011, 636.
- 2) 奥田 欽之助：“事故から学ぶ化学災害の防止対策”，(2000)，(日刊工業新聞社)。
- 3) 鈴木仁美：“有機化学実験の事故・危険一事例に学ぶ身の守り方”，(2004)，(丸善)。
- 4) 日本化学会編：“安全な実験室管理のための化学安全ノート”，第3版，(2016)，(丸善)。
- 5) 研究実験施設・環境安全教育研究会編：“研究室に所属したらすぐ読む 安全化学実験ガイド”，(2010)，(講談社)。
- 6) 小柴祐介，鈴木雄二：環境と安全，6, 135 (2015)。
- 7) 日本中毒情報センター，〈<https://www.j-poison-ic.jp/110serviece/>〉，(accessed 2023. 1. 12)。
- 8) 丹羽寛文：日本消化器内視鏡学会誌，53, 2963 (2011)。
- 9) 夏目漱石：“漱石全集”，第9巻解説，小宮豊隆編，(1956)，(岩波書店)。
- 10) 中村 修：ぶんせき (*Bunseki*), 2022, 252.
- 11) 大津康祐：安全工学，20, 76 (1981)。



町田 基 (Motoi MACHIDA)

千葉大学総合安全衛生管理機構 [兼] 大学院工学研究院 (〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33). 北海道大学理学部化学科卒. 博士 (工学), 技術士 (化学部門). 《現在の研究テーマ》炭素系材料によるイオン性水質汚染物質の吸着除去. 《主な著書》“The Handbook of Environmental Chemistry, Chapter 10”, (Springer Nature), (2023), 分担執筆, 10 章 “Preparation and Modification of Activated Carbon Surface and Functions for Environments” [DOI: 10.1007/698_2020_673]. 《趣味》ウォーキング, 山歩き, 写真.
E-mail : machida@faculty.chiba-u.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. サンプルング, 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。

マイクロ流体チップを用いた細胞の分離

1 はじめに

細胞は生物を構成する最小単位であり、生命科学分野や医学分野における主要な研究対象の一つである。近年の研究により、細胞は個性を持ち、各細胞が異なる挙動や機能を持つことが明らかになっており、がんの発生機序や薬剤の効果にも影響していることが示唆されている。したがって、細胞の個別の分離や分析はきわめて重要な技術として注目されている。

従来、細胞の分離は蛍光活性化細胞選別 (fluorescence activated cell sorting, FACS) や磁気活性化細胞選別 (magnetically activated cell sorting, MACS)、遠心分離等が用いられてきたが、ラベリングが必要なことや、大量のサンプルが必要になることなどから、単一細胞解析には必ずしも適していなかった。

一方で、掌サイズの基板上に半導体加工技術で微細流路を加工したマイクロ流体チップは細胞のスケール適合した流路を作ることが可能であり、単一細胞解析にきわめて適したツールである。その前処理にあたる選別操作も流路やマイクロ構造物を用いることできわめて正確に行うことができる。その手法は大別して一個ずつの細胞を自在に操作する「精密分離」法と大量の細胞を高速に分離する「大量分離」法に分けられる。さらに、「大量分離」法は外部から力を加えることによる「能動式」選別とチップ内部の流体の性質や構造体によって分ける「受動式」選別に分類される。各方式を図1にまとめ、以下の項にて具体的な手法について解説する。

2 精密分離法

2.1 超音波による分離

精密分離はすべて能動式分離であり、細胞に直接力を与えて操作・分離するものである。超音波分離は、圧電 (ピエゾ) 素子を用いた音響波により発生する音響圧を利用し細胞を操作するものである。移動距離は細胞サイズ・密度と圧縮性に依存し、マイクロ流路内に腹と節を作り出すことで細胞を節に集約する^{1)~3)}。細胞へのダメージが少なく、デバイスの表面のみを振動させる表面弾性波を用いた方法では設備も比較的小型で済むという特徴があり、細胞分離に幅広く用いられているが、操作性や精密性では他の手法に比べやや劣る。

2.2 誘電泳動による分離

誘電泳動とは、細胞が不均一な電界にさらされたときに力がかかる現象である。誘電率の差を利用して細胞を分離することができる。安定的に力を及ぼすためには細胞を液滴に閉じ込めた上で分離する手法がとられる⁴⁾。これにより、200 cells/s のスループットが達成されている。流路構造に分離を補助する分離帯を導入することでさらにスループットを上げた例もある⁵⁾。電磁誘導は細胞の侵襲性が少なく操作性も高いという特徴があるが、電解質溶液が必要で液滴を用いるため使える細胞種が限られ、スループットを上げると熱が発生して細胞へのダメージがあり得るといった欠点もある。

2.3 光による分離

光による分離は光で細胞を移動させたり軌道を変えたりするものである。光の焦点サイズや力の大きさは細胞のサイズとマッチし、細胞への侵襲性も比較的低い。このような特徴を活かし、光ピンセットを用いて細胞を選別した例⁶⁾やレーザーにより 230000 cells/s の高速で FACS 中で細胞を選別した例もある⁷⁾。このように高速選別にも適したシステムだが、レーザー等の焦点が細胞に合わせられるようシースフローや複雑な流路形状を併せて用いる必要があり、光照射機自体の大きさもあり、システムが大掛かりになりがちである。

2.4 機械的手法による分離

主に圧電 (ピエゾ) 素子を利用し、流路中の流れを変えることで細胞を選別する手法である。高速性と精密操作を両立したシステムが可能であり、HeLa 細胞のような体細胞の選別⁸⁾の他、ユーグレナのような藻類細胞の選別を 23000 cells/s の高速で行った例もある⁹⁾。システ

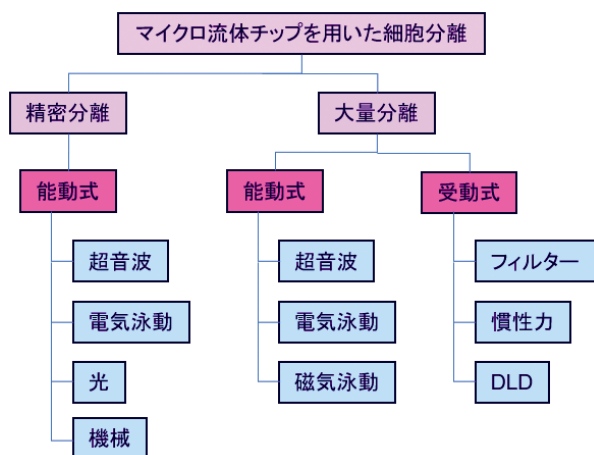


図1 粒子・細胞分離法の分類

ムを並列で24個並べるなどハイスループット化も可能である¹⁰⁾が、高電圧や高圧力が必要なこともあり、細胞にダメージがある場合もある。

3 能動的な大量分離法

3.1 超音波による分離

大量分離法では精密分離のように一細胞ずつの操作は難しいが、大量のサンプルを短時間に処理して特定の細胞群を抽出することが可能である。精密分離の前処理としても用いられる。超音波を用いた方法では精密分離とは異なり長距離で持続的に超音波振動を与える構造としており、5 $\mu\text{L}/\text{min}$ の高速で血液から単核細胞を選別した例³⁾や循環がん細胞を1000 cell/s以上で抽出した例¹¹⁾などが報告されている。

3.2 誘電泳動による分離

誘電泳動を用いた大量分離方法として精密分離とは異なり細胞自体の誘電率の違いを利用し、流路内で長距離で持続的に電界をかけることで幹細胞と分化後の細胞の選別をラベルフリーで行った例が報告されている¹²⁾。

3.3 磁気泳動による分離

ターゲット細胞に磁気標識して永久磁石で磁力を加えて選別するものであり、上記MACSをマイクロ流路内に応用したものである。マラリア感染赤血球細胞¹³⁾や大腸菌細胞¹⁴⁾の選別など様々な用途に用いられる。

4 受動的な大量分離法

4.1 フィルタリングによる分離

最も基本的な受動的な分離法であり、流路中にダム、ピラーなど様々な構造物やポア膜を配置することで特定のサイズの細胞のみを選別するものであり、ややサンプルロスは大きいですが、血中がん細胞が他の細胞とサイズが異なることを利用した分離などシンプルに細胞分離したいときに有用である¹⁵⁾。

4.2 慣性力による分離

細胞の流体中での慣性力による動き、すなわち流路をスパイラル形にしたり、ダムなどを利用して広狭を繰り返したりすることで細胞が一定のエリアに集約することを利用したものである¹⁶⁾。高速で流す必要があるが、細胞の希釈やラベリングも必要ないので細胞ダメージやロスも少ない手法である。

4.3 決定論的横置換法 (DLD) による分離

決定論的横置換法 (deterministic lateral displacement, DLD) とは微小なピラーアレイに細胞を流すと、大きい細胞はピラー周囲に生じる流れの変化で斜めに流れ、

小さい細胞は直線的に進む性質を利用して細胞を分離する方法である。様々なサイズの細胞が混じった血液の分離などに有効である¹⁷⁾が、精密に分離しようと思えば流路がやや長くなってしまふという課題もある。

5 おわりに

細胞分離法の発展は非常に目覚ましいものがあり、ここに挙げた以外にも、気泡を用いたもの¹⁸⁾や温度差を用いたもの¹⁹⁾などの、新たな原理による分離手法も最近報告されている。いずれの手法も長所と短所があり、用途によって使い分けが必要となる。今後のさらなる技術の発展とそれを活かした生物・医療分野等への展開が期待される。

文 献

- 1) Z. Wang, J. Zhe : *Lab Chip*, **11**, 1280 (2011).
- 2) M. A. Faridi : H. Ramachandriaiah, I. Iranmanesh, D. Grishenkov, M. Wiklund, A. Russom : *Biomed. Microdevices*, **19**, 23 (2017).
- 3) A. Urbansky, P. Ohlsson, A. Lenshof, F. Garofalo, S. Scheduling, T. Laurell : *Sci. Rep.*, **7**, 17161 (2017).
- 4) L. Mazutis, J. Gilbert, W. L. Ung, D. A. Weitz, A. D. Griffiths, J. A. Heyman : *Nat. Protoc.*, **8**, 870 (2013).
- 5) A. Sciambi, A. R. Abate : *Lab Chip*, **15**, 47 (2015).
- 6) X. Qi, D. Carberry, C. Cai, S. Hu, Z. Yuan, Y. Uan, H. Dunlop, J. Guo : *Biomed. Opt. Express*, **8**, 177 (2017).
- 7) Y. Chen, T.-H. Wu, Y.-C. Kung, M. A. Teitell, P.-Y. Chiou : *Analyst*, **138**, 7308 (2013).
- 8) Z. Cheng, X. Wu, J. Cheng, P. Liu : *Microfluid. Nanofluidics*, **21**, 9 (2017).
- 9) S. Sakuma, Y. Kasai, T. Hayakawa, F. Arai : *Lab Chip*, **17**, 2760 (2017).
- 10) R. Hulspas, L. Villa-Komaroff, E. Koksall, K. Etienne, P. Rogers, M. Tuttle, O. Korsgren, J. C. Sharpe, D. Berglund : *Cytotherapy*, **16**, 1384 (2014).
- 11) P. Li, Z. Mao, Z. Peng, L. Zhou, Y. Chen, P.-H. Huang, C. I. Truica, J. J. Drabick, W. S. El-Deiry, M. Dao, S. Suresh, T. J. Huang : *Proc. Natl. Acad. Sci.*, **112**, 4970 (2015).
- 12) H. Song, J. M. Rosano, Y. Wang, C. J. Garson, B. Prabhakarpandian, K. Pant, G. J. Klarmann, A. Perantoni, L. M. Alvarez, E. Lai : *Lab Chip*, **15**, 1320 (2015).
- 13) A. Blue Martin, W. T. Wu, M. V. Kameneva, J. F. Antaki : *Biomed. Eng.*, **45**, 2888 (2017).
- 14) V. Kumar, P. Rezai : *Biomed. Microdevices*, **19**, 39 (2017).
- 15) C. B. Raub, C. Lee, E. Kartalov : *Sens. Actuators B. Chem.*, **210**, 120 (2015).
- 16) D. Di Carlo : *Lab Chip*, **9**, 3038 (2009).
- 17) H. W. Hou, C. Petchakup, H. M. Tay, Z. Y. Tam, R. Dalan, D. E. K. Chew, K. H. H. Li, B. O. Boehm : *Sci. Rep.*, **6**, 29410 (2016).
- 18) J. Zhao, Z. You : *Cytom. Part A*, **93**, 222 (2018).
- 19) Y. Shen, Y. Yuan, T. Tang, N. Ota, N. Tanaka, Y. Hosokawa, Y. Yalikul, Y. Tanaka : *Sens. Actuators B-Chem.*, **358**, 131511 (2022).

[理化学研究所生命機能科学研究センター
集積バイオデバイス研究チーム (執筆当時) 田中 陽]

オンライン試料濃縮による ナノ微粒子のキャピラリー 電気泳動分析



北川 文彦

1 はじめに

近年のナノ材料化学の進展により様々なナノ微粒子 (NPs) が開発され、多岐にわたる応用がなされているが、環境中に放出された NPs の悪影響は完全には解明されておらず、その高感度検出ならびにキャラクタリゼーションが重要となっている (表 1)¹⁾。極低濃度の金属 NPs を分析するために ICP-MS などの高感度検出器が利用されている一方で、フラーレンやカーボンナノチューブなどの炭素系 NPs も環境放出の影響を明らかにする必要性が増しているが、ICP を適用できないために測定が難しい。したがって、分析現場におけるサイズ分布や凝集状態の解析には、従来の DLS や電子顕微鏡測定に頼らざるを得ない状況である。最近の報告でも河川水中から ppt から ppq レベルの金属酸化物 NPs やフラーレン誘導体が検出されており²⁾、環境分析において NPs を高感度にサイズ分布解析できる新規な方法論の確立が急務である。

一方、キャピラリー電気泳動 (CE) は高い分離性能を有しているにもかかわらず、低い検出感度が問題となっており、感度を改善するために様々なオンライン試料濃縮技術が開発されてきた。特に、泳動液と組成の異なる試料溶液を注入し、二液間の速度差を利用して試料成分の濃縮を行う手法の開発が進められている。例えば、試料マトリックスと泳動液におけるイオン強度、pH、先行電解質 (LE)・終末電解質 (TE) 濃度やミセル濃度に差をつけて濃縮を行う技法はそれぞれ、電場増強試料スタッキング (FASS)、ダイナミック pH ジャンクション (DpHJ)、等速電気泳動 (ITP)、スウィーピングと呼ばれ、様々な分析に応用されている³⁾。本稿では、オンライン試料濃縮法による NPs の高感度 CE 分析について紹介する。

2 オンライン試料濃縮によるナノ微粒子の電気泳動分析

Baron らは最も基本的な濃縮法である FASS により、表面にカルボキシ基を有する直径 75 nm のコアシェル型の磁気 NPs (MNP) の濃縮を行い、塩基性の泳動液

を用いることで、NPs を 1 本のピークとして検出することに成功している⁴⁾。この方法では、濃縮効率 (SEF) は 76 倍となっており、FASS の標準的な濃縮効率を達成している。また、Nguyen らは、電圧極性切替を伴う大容量試料スタッキング (LVSS) 法を蛍光性のコアシェル型 MNPs の分析に適用し、350 倍の高感度化に成功している⁵⁾。一方、Baron らは、電場増強スタッキング試料注入 (FASI) 法により同一の NPs 試料を分析した試みを報告している。ポリビニルアルコール修飾キャピラリーおよびカチオン性界面活性剤を泳動液に添加することによって電気浸透流 (EOF) を抑制し、2 分間の電氣的注入を行うことで、860 倍の高感度化を達成している⁶⁾。また、NPs の FASI 分析の応用として、Oukacine らは FASI により 100~1000 倍に濃縮したピークの形状から、シリカ NPs の流体力学的径を見積もる方法を提案しており、DLS および TEM 測定の結果との良い一致が示されている⁷⁾。

Liu らのグループは、ミセル動電クロマトグラフィー (MEKC) における逆極性スタッキング (REPSM) による金 NPs (AuNPs) の分析について網羅的な検討を行っており、種々の分析条件の最適化を通して、効率的な濃縮とサイズ分離を達成している。はじめに、SDS を含む泳動液を用い、極性切替時間、緩衝液濃度、pH、SDS 濃度、試料注入量の最適化により、17 nm の AuNPs および 60 nm の Au/Ag コアシェル型 NPs をそれぞれ 30 倍および 140 倍に濃縮しながら完全分離に成功している⁸⁾。同様のアプローチにより、サイズの異なる AuNPs の濃縮・分離についても検討されており、試料溶液への塩添加により分離効率が 2.1×10^6 まで向上することを明らかにするとともに、5 nm および 40 nm の AuNPs をそれぞれ 20 倍および 380 倍に濃縮しながら良好な分離を達成している⁹⁾¹⁰⁾。さらに、極性切替時間を最適化し、前記で用いたキャピラリーよりも 2.5 倍長いものを利用することによって、5 nm、40 nm および 60 nm の 3 種 AuNPs の完全分離を達成し、SEF を 500 倍に、分離効率も 1.15×10^7 までに向上できることを明らかにしている¹¹⁾。一方、Engelhard らのグループは、この REPSM によるオンライン試料濃縮法を AgNPs の分析に応用し、さらに CE 装置と ICP-MS 検出器を結合することにより、20, 40, 60 nm の AgNPs の分離ならびに $\sim 0.1 \mu\text{g/L}$ レベルの LOD を実現している¹²⁾。

Oszwałdowski らのグループは、強い発光を示すことで知られる半導体結晶の Cd/Se NPs のオンライン試料濃縮について検討を行い、ミセル溶液と泳動液の境界面に Cd/Se NPs が濃縮される機構を提案している。はじめに試料として疎水性の trioctylphosphine (TOP) 修飾された Cd/Se NPs を用い、中性ならびにアニオン性界面活性剤を含む水に分散してから CE 分析することで良好なピークが得られることを明らかにした¹³⁾。また、界面活性剤を含まない泳動液との境界面で濃縮が進行していることが示唆されている。試料溶液中ではアニオン性ミセルに取り込まれて負電荷を帯びていた NPs が、泳動液中の有機溶媒や高い塩濃度により境界面付近でミセルが不安定化して、表面電荷が低下することによって泳動速度の差が生じるために、濃縮が進行するものと推測されている¹³⁾¹⁴⁾。さらに、試料溶液と泳動液の間に

Capillary Electrophoretic Analyses of Nanoparticles by On-line Sample Preconcentration.

表 1 従来の NPs 測定技術

ナノ微粒子	環境中への放出例	高感度分析法	サイズ分析法
金属 NPs	Au, Ag など	ICP-MS	TEM, DLS
金属酸化物 NPs	TiO ₂ , ZnO など	ICP-MS, SERS	
炭素系 NPs	C ₆₀ , CNT など	TG-MS	
マイクロプラスチック	ポリエチレン, PET など	Py-GC-MS	DLS
大気中浮遊粒子	PM _{2.5} , PM _{0.1} など	ICP-MS, TOT	

C₆₀: fullerene, CNT: carbon nanotube, PET: polyethylene terephthalate, PM: particulate matter, ICP: inductively-coupled plasma, MS: mass spectrometry, SERS: surface-enhanced Raman scattering, TG: thermogravimetry, Py: pyrolysis, GC: gas chromatography, TOT: thermal optical transmittance, TEM: transmission electron microscope, DLS: dynamic light scattering.

ミセル溶液を注入する濃縮モードを提案し、最大で 60 倍の濃縮率を達成した^{15)~17)}。

Petr らのグループは、カルボキシ基修飾 MNPs の DpHJ によるオンライン試料濃縮について検討を行っており、酸性の試料溶液とアルカリ性の泳動液の境界面に MNPs を濃縮することに成功している¹⁸⁾。キャピラリー内 pH 変化のコンピュータシミュレーションしながら、濃縮における pH や緩衝液の種類、試料注入量の影響について調べている。その結果、pH 4.5 および pH 9.5 の緩衝液を試料マトリックスおよび泳動液としたときに MNPs が効率よく DpHJ されて細かいピークを与え、12 倍の高感度化を達成した。

ITP による NPs の濃縮についても、複数のグループによって検討されている。Nann らのグループは、クエン酸で安定化された AuNPs について ITP によりサイズ分離が可能であることを示した¹⁹⁾。Pyell らは AuNPs, Cd/Te NPs およびウシ血清アルブミン (BSA) コロイド NPs といった種々の NPs の ITP 分析について検討し、検量線を作成せずに定量が可能となる新たなアプローチを提案している²⁰⁾。Praus らは AgNPs の ITP 分析について検討し、LE として硝酸イオン、TE として MES や カプロン酸を用いることで 4~22 nm の粒径を有する AgNPs の濃縮・分離に成功している²¹⁾。Riley らは、AuNPs および金ナノロッド (AuNRs) の分析に過渡的 ITP (tITP) の適用について検討を行っており、クエン酸イオンや塩化物イオンを LE とすることで、通常の CE 分析に比べピークの段数を 2.5 倍向上できることを示している²²⁾。さらに、アスペクト比の異なる AuNRs の分離にも成功していることから、tITP による NPs の高感度分析法の確立が望まれる。

3 おわりに

CE で開発されてきた種々のオンライン試料濃縮法が NPs の分析にも有効であることが示されつつある現状を紹介した。今後も、様々な新規ナノ材料の開発ならびに応用が進んでいくことに疑いはなく、CE の特徴である高分離能分析とオンライン試料濃縮による高感度分析を組み合わせることで、特に環境中に放出された極微量の新規 NPs の分析に有効な手段となりうることを期待される。

文 献

- 1) J. R. Lead, G. E. Batley, P. J. J. Alvarez, M. N. Croteau, R. D. Handy, M. J. McLaughlin, J. D. Judy, K. Schirmer: *Environ. Toxicol. Chem.*, **37**, 2029 (2018).

- 2) S. D. Richardson, S. Y. Kimura: *Anal. Chem.*, **92**, 473 (2020).
- 3) F. Kitagawa, K. Otsuka: *J. Chromatogr. A*, **1335**, 43 (2014).
- 4) D. Baron, P. Dolanská, Z. Medříková, R. Zbořil, J. Petr: *J. Sep. Sci.*, **40**, 2482 (2017).
- 5) N. V. T. Nguyen, C. Smadja, M. Taverna, S. El Mousli, E. Secret, J. M. Siaugue, L. T. H. Nguyen, T. D. Mai: *Anal. Chim. Acta*, **1161**, 338466 (2021).
- 6) D. Baron, C. Cacho, J. Petr: *J. Chromatogr. A*, **1499**, 217 (2017).
- 7) F. Oukacine, A. Geze, L. Choïnard, J. Putaux, J. Stahl, E. Peyrin: *Anal. Chem.*, **90**, 2493 (2018).
- 8) K. Lin, T. Chu, F. Liu: *J. Chromatogr. A*, **1161**, 314 (2007).
- 9) F. Liu: *J. Chromatogr. A*, **1216**, 2554 (2009).
- 10) F. Liu: *Anal. Sci.*, **26**, 1145 (2010).
- 11) F. Liu: *Anal. Chim. Acta*, **694**, 167 (2011).
- 12) D. Mozhayeva, I. Strengge, C. Engelhard: *Anal. Chem.*, **89**, 7152 (2017).
- 13) S. Oszałdowski, K. Z. Gibuła, K. P. Roberts: *Anal. Bioanal. Chem.*, **399**, 2831 (2011).
- 14) S. Oszałdowski, K. Zawistowska-Gibuła, K. P. Roberts: *Microchim. Acta*, **176**, 345 (2012).
- 15) S. Oszałdowski, K. P. Roberts, A. R. Timerbaev: *J. Chromatogr. A*, **1305**, 320 (2013).
- 16) S. Oszałdowski, P. Kubán: *Anal. Chim. Acta*, **864**, 85 (2015).
- 17) S. Oszałdowski: *J. Chromatogr. A*, **1601**, 365 (2019).
- 18) C. Cacho, Z. Marková, J. Sevcik, R. Zboril, J. Petr: *J. Chromatogr. A*, **1364**, 59 (2014).
- 19) W. Bücking, T. Nann: *IEEE Proc. Nanobiotecnol.*, **153**, 47 (2006).
- 20) U. Pyell, W. Bücking, C. Huhn, B. Herrmann, A. Merkoulou, J. Mannhardt, H. Jungclas, T. Nann: *Anal. Bioanal. Chem.*, **395**, 1681 (2009).
- 21) P. Praus, M. Turicova, P. Suchomel, L. Kvittek: *RSC Adv.*, **5**, 59131 (2015).
- 22) K. R. Riley, H. El, J. Tan, V. A. Hackley, W. A. Maccrehan: *J. Chromatogr. A*, **1598**, 216 (2019).



北川 文彦 (Fumihiko KITAGAWA)

弘前大学大学院理工学研究科 (〒036-8561 弘前市文京町 3)。北海道大学大学院理学研究科化学専攻博士課程修了。博士 (理学)。《現在の研究テーマ》高性能マイクロスケール電気泳動分析システムの開発。《趣味》スポーツ観戦。

固体材料中の軽元素分析

田中 悟

1 はじめに

一般に固体材料中の軽元素（非金属元素）の定量は難しい。湿式分析あるいは高度な分析手法が必要で、時間がかかることも多い。そのため、元素を絞り、簡便で短時間に結果を得られる機器分析が用いられる。ここでは二つの手法を紹介したい。一つは酸素気流中燃焼-赤外線吸収法、もう一つは不活性ガス中インパルス加熱融解-赤外線吸収法/熱伝導度法である（JIS ではいくつかの異なる表記がある^{1)~7)}。分析元素は限定されるが、前者では材料中の燃焼ガスから炭素および硫黄の、後者では熱融解により発生するガスから酸素、窒素および水素の定性、定量分析を簡便・迅速におこなう。

これら5元素は鉄鋼の機械的特性を決めるため、もともと鉄鋼分野でよく利用されており、「金属分析計」と呼ばれることも多い。しかしながら、最近では鉄鋼だけでなく、非鉄金属、セラミクスをはじめ、電子材料や燃料電池の分野においても広く利用されている。いずれの方法も一般的な検量線による相対分析であるが、JIS等にも詳しいので、ここでは定量そのものの説明は省略する。

2 炭素および硫黄計

2.1 炭素および硫黄の抽出（燃焼）

炭素および硫黄を抽出する酸素気流中燃焼-赤外線吸収法には二つの方式がある。一つは「高周波誘導加熱炉方式」と呼ばれ、IH調理器などでも用いられている誘導加熱を利用している。石英製の燃焼管内に置かれた試料に高周波を印加すると、発生する電場/磁場により試料表面付近に渦電流が流れる。このとき試料の自己発熱と支燃ガスである酸素により燃焼が起こる。試料の自己発熱だけでは燃焼に至らない場合が多く、助燃剤を添加し、燃焼熱を補う。助燃剤にはタングステン、スズ、銅、純鉄などを使用し、試料の燃焼しやすさなどに応じて使い分ける。一方、あらかじめ加熱された電気炉に酸素を導入し、試料を燃焼させる方式を「電気抵抗加熱炉方式」と呼ぶ。高周波誘導加熱炉方式では、試料を一気に燃焼することができるが、逆に、温度コントロールが

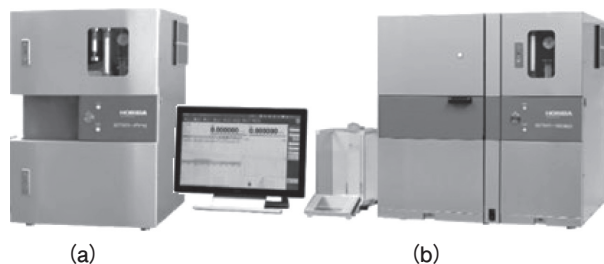


図1 炭素・硫黄分析装置 EMIA シリーズの外観
(a) 高周波誘導加熱炉, (b) 電気抵抗加熱炉。

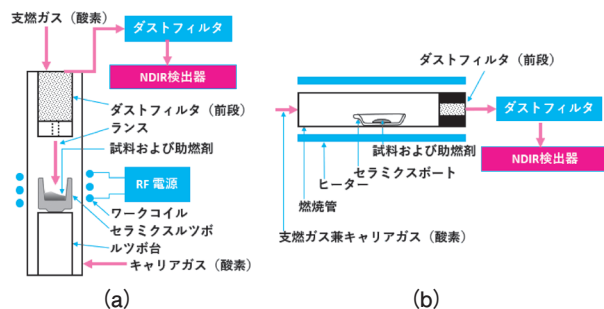


図2 炭素・硫黄分析装置の構成
(a) 高周波誘導加熱炉, (b) 電気抵抗加熱炉。

できず、完全に試料の燃焼に依存した手法である。それに対して電気抵抗加熱炉方式では室温から1450℃程度までの温度コントロールが可能で、試料を一気に燃焼させるだけでなく、炉の温度を変化させながら形態の異なる炭素・硫黄を分離できる可能性がある。また、不燃性ガスを用いて熱分解させることも可能である。

2.2 炭素・硫黄分析装置の外観および構成

最近の炭素・硫黄分析装置（HORIBA）の外観を図1に、構成を図2に示す。図1(a)の高周波誘導加熱炉方式では、図2(a)に示すように試料をセラミクスるつぼ内に入れ、適した助燃剤を添加、炉に封止した後、ワークコイルに高周波を印加する。試料および助燃剤の発熱に加え、ランスと示した部分から酸素ガスを吹き付けることにより燃焼が促進される。ここで、材料M中の炭素Cおよび硫黄Sは主に次のような反応イメージで、それぞれ二酸化炭素CO₂、一酸化炭素CO、二酸化

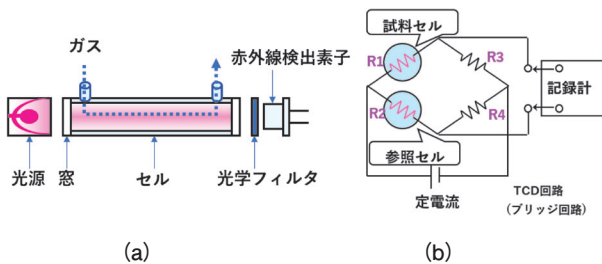
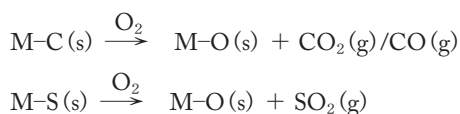


図3 検出器の概要
(a) NDIR 検出器, (b) TCD.



図4 酸素・窒素・水素分析装置 EMGA シリーズの外観

硫黄 SO₂ としてガス化される。



キャリアガスでもある酸素は発生した燃焼ガスを検出器側へ搬送する。このとき燃焼ガスだけではなく、助燃剤や残試料の酸化物が粉塵として発生するので、フィルタにより分離する。対象である SO₂ がフィルタ部で分離したダストに吸着する場合があります。フィルタ部を加熱することもある。ガスは NDIR (非分散型赤外線) 検出器へ導入され、検出される。燃焼により汚れた炉内を自動クリーニングすることで、高い精度を維持する。炉内の状態を正常に保つことは、燃焼の安定性および検出の精度など、分析の結果にとって非常に重要である。

次に NDIR 検出器の概要を図 3 (a) に示す。赤外線光源、ガスが通過するセル、セルを封止する窓、特定の波長域 (赤外線) のみを透過させる光学フィルタ、赤外線検出素子から構成される。対象である CO₂、CO、SO₂ はそれぞれに特定波長の赤外線を吸収する。NDIR ではその特性を利用し、特定の光学フィルタの選択により定性を、赤外線吸収強度の変化により定量を行う。

一方、図 1 (b) の電気抵抗加熱炉方式では、図 2 (b) に示すようにセラミクス製ポートに試料を入れ、加熱されたセラミクス製燃焼管に挿入、炉の挿入口を封止した後、酸素ガスを導入し燃焼を促進する。炉内温度は 1450 °C 程度まで設定可能で、燃焼が十分な場合、助燃剤は不要である。ただし、試料によっては燃焼しにくいものがあり、助燃剤を添加することもある。本方式で使用される助燃剤には、スズや純鉄がある。発生したガスは同様に NDIR 検出器へ導入される。同時に発生した粉塵に関しても、同様にフィルタ分離を行い、粉塵が後段に流入しないように設計されている。

3 酸素、窒素および水素計

3.1 酸素、窒素及び水素の抽出 (加熱融解)

酸素、窒素および水素の分析は不活性ガス中インパルス加熱融解-赤外線吸収法/熱伝導度法による。本法は上

下電極で挟み込んだ黒鉛製のるつぼに高い電力を印加し、発生する黒鉛の抵抗発熱を利用する。るつぼ内の試料から加熱融解により抽出されるガス成分を赤外線吸収法および熱伝導度法で分析する方式である (図 3)。試料の加熱融解に利用する黒鉛の発熱 (ジュール熱) は、流れる電流 (抵抗値) に応じて温度が決まる。炉の温度応答性は非常に速く、スロープ状の昇温設定や、ステップ状の昇温設定など、様々な昇温パターンの設定が可能であり、3000 °C 程度までの温度コントロールが可能である。炉内は昇華してガス化した炭素により還元雰囲気となっており、試料中の酸素は CO ガスとして、窒素は N₂ ガスとして、水素は H₂ ガスとして抽出される。

3.2 酸素・窒素・水素分析装置の外観および構成

最近の酸素・窒素・水素分析装置 (HORIBA) の外観を図 4 に、構成を図 5 に示す。抽出炉は試料を保持する部分 (試料ホルダ)、黒鉛るつぼを含む。通常、黒鉛るつぼは水分等を含んでいるため、そのままでは水分等由来の酸素も還元されて CO となり、検出対象である試料由来の CO ガスに対するコンタミネーションとなりうる。そのため、試料投入前に黒鉛るつぼ中の水分を除去する。この脱水処理後に試料を導入する必要があり、試料ホルダ構を備えている。

試料を加熱融解させ、ガスが抽出されるのと同時に、昇華・ガス化していた黒鉛や融解時に飛散した試料が冷却されて、粉塵として発生するため、炭素・硫黄分析装置と同様に、フィルタ除去を行う。材料 M 中の酸素、窒素および水素は、主に次のような反応イメージでガス化される。

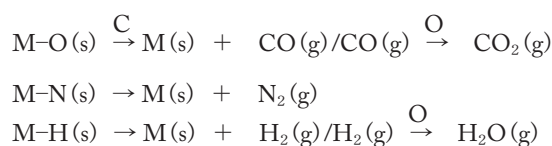


図 5 の構成のように、最初に CO を NDIR で検出し、続いて加熱酸化器により、CO を CO₂ に変換、H₂ を H₂O に変換し、それぞれ NDIR で検出する。CO₂ 検出器は、微量酸素測定用である。CO や CO₂ は NDIR で

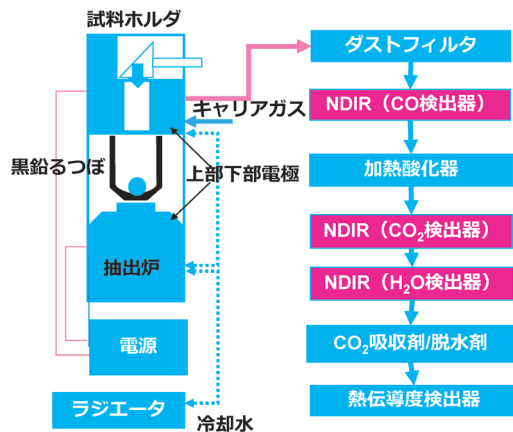


図5 酸素・窒素・水素分析装置の構成

検出可能だが、等核二原子分子である N_2 や H_2 には赤外線の吸収がなく、NDIR では検出できない。 N_2 に関しては、 CO_2 および H_2O をそれぞれ試薬で分離し、 N_2 ガスのみを図3 (b) に示す TCD (熱伝導度検出器) に誘導し検出する。 N_2 ガスは、それ自体が非常に安定で、他の成分への変換が非常に困難なため、 N_2 として検出する必要がある。また、TCD は選択性のない検出器なので、 N_2 を検出するために N_2 以外のガスを除去する必要がある。それらを除去するための二酸化炭素吸収剤および脱水剤を TCD の前段に配している。なお、水素に関しては H_2 のまま TCD で検出する、より高感度な水素専用分析装置もある。

4 測定例

ここまで述べた装置で、固体中の炭素/硫黄 (EMIA シリーズ)、酸素/窒素/水素 (EMGA シリーズ) を抽出時間に対する質量として検出し、あらかじめ秤り取った試料質量で除することで、質量濃度に換算する。いくつかの分析例を以下に示す。

4.1 材料中の成分分析

一般的な鉄鋼は約 1 g の試料量を目安に使う。高濃度の場合には試料量を減らすことで 100 % 近くまでの定量分析が可能となる。定量分析には標準物質による校正を行う必要がある。図6 および図7 に鉄鋼標準試料の炭素/硫黄の抽出例 (JSS 057-10) および酸素/窒素/水素の抽出例 (JSS 610-11) を示す。また、純鉄 (JSS1201-1) 中の炭素・硫黄の定量分析例を表1に示す。

4.2 燃焼が緩やかな材料中の成分分析

～微量炭素分析への応用 (全量)

燃焼が緩やかな試料は、測定時間が長く、ピーク形状はブロードで、各点の信号量が小さい。つまり S/B (信号/バックグラウンド) 比, S/N (信号/ノイズ) 比が悪く、一般的に再現精度が悪くなるが、最新 EMIA シリー

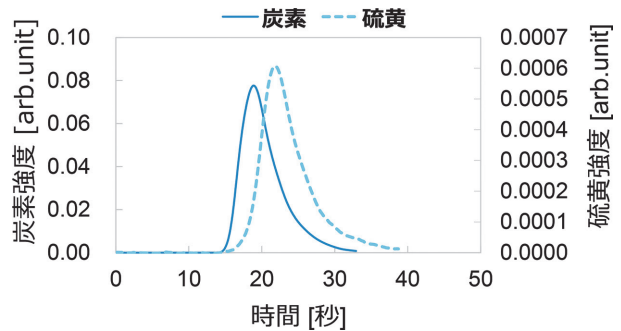


図6 炭素および硫黄の抽出曲線 (JSS 057-10)

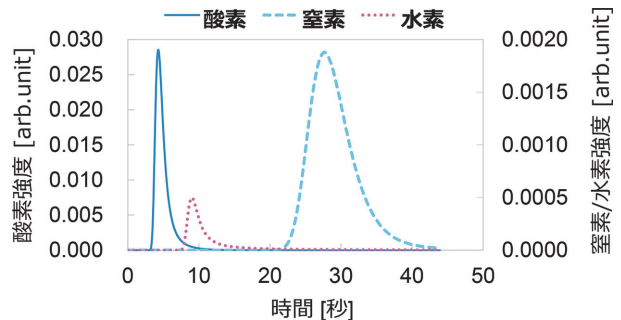


図7 酸素、窒素および水素の抽出曲線 (JSS 610-11)

表1 純鉄の炭素・硫黄の定量結果 (n = 5)

試料	試料質量 (g)	炭素 (mass%)	硫黄 (mass%)
純鉄 JSS 1201-1	1.026	0.00050	0.00025
	1.074	0.00051	0.00027
	1.037	0.00051	0.00029
	1.038	0.00048	0.00028
	1.054	0.00048	0.00024
	平均値	0.00049	0.00027
	標準偏差	0.00001	0.00002

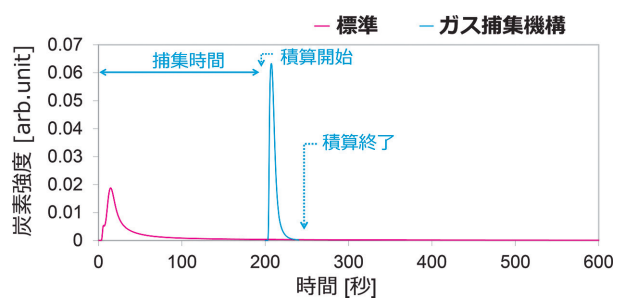


図8 ガス捕集機構による SiC 遊離炭素の抽出曲線

ズの電気抵抗加熱炉方式にはそれを向上させるガス捕集機構がある。これは燃焼炉後段を任意の時間封止したまま燃焼させる機構で、燃焼が完了するタイミングで炉の後段を開放し、燃焼ガスを一気に検出する。図8に、炭化ケイ素の遊離炭素を用いて、200秒で S/B 比が3倍向上する例を示す。炭素・硫黄分析装置は ppm ~ % オーダーにわたる広い質量濃度範囲を対象とするが、表1に示すような微量分析にもこの機構は有効と考えている。

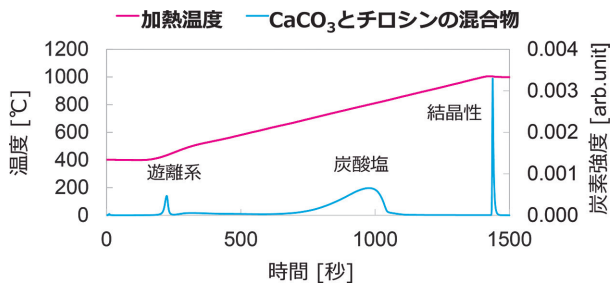


図9 温度可変機構による炭素の分離分析
CaCO₃とチロシン混合物の分離

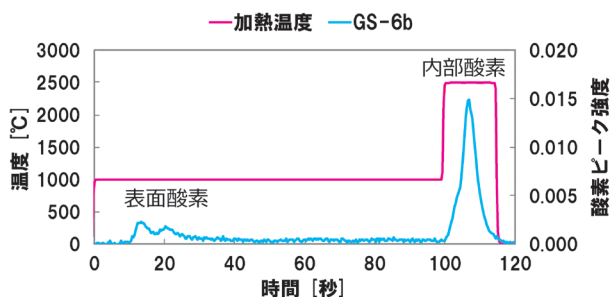


図10 温度可変機構による酸素の分離分析
鉄鋼 (JIS GS-6b) の表面酸素の分離

4.3 材料中成分の分離分析

炉の温度コントロールが可能な電気抵抗加熱炉方式および不活性ガス中インパルス加熱融解方式では次のような形態別分析が可能である。

EMIA シリーズの電気抵抗加熱炉方式による分離分析例を図9に示す。模擬的に混合試料を昇温分析した例であり、温度の違いにより、遊離系、炭酸塩、結晶性の炭素のピークを分離できることがわかる。

次にEMGA シリーズの不活性ガス中インパルス加熱融解方式により、鉄鋼標準試料を2段階ステップの昇温パターンで測定した例を図10に示す。本手法は酸化しやすい試料に対して有効であり、酸化による表面酸素と

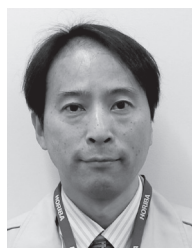
材料に含まれる内部酸素を分離し、定量することができる。

5 まとめ

今回紹介した固体材料中の軽元素分析手法は、対象元素が炭素/硫黄/酸素/窒素/水素の5元素に限定されるが、様々な材料において ppm ~ % の広い質量濃度範囲の定性・定量分析が可能である。最近では、装置の高精度化に加え、ガス捕集機構や昇温分析などの高機能化も進み、形態別分離や、表面汚染か否かなど、これまで得られなかった情報を得ることも可能になってきている。また、試料を不活性ガス下でセル封入し、装置へ導入することも可能であり、これまで難しかった大気非暴露測定など、更なる展開が期待される。

文献

- 1) JIS G 1211-3 : 2018, 鉄及び鋼—炭素定量方法.
- 2) JIS G 1215-4 : 2018, 鉄及び鋼—硫黄定量方法.
- 3) JIS G 1239 : 2014, 鉄及び鋼—酸素定量方法.
- 4) JIS G 1228-3 : 2022, 鉄及び鋼—窒素定量方法.
- 5) JIS H 1619 : 2012, チタン及びチタン合金—水素定量方法.
- 6) JIS R 2011 : 2007, 炭素及び炭化けい素含有耐火物の化学分析方法.
- 7) JIS R 2016-2 : 2009, 耐火物製品及び耐火物原料中の硫黄の定量方法.



田中 悟 (Satoru TANAKA)

株式会社堀場テクノサービス分析技術本部 (〒601-8305 京都市南区吉祥院宮の東町2番地). 京都大学大学院人間・環境学研究科 (修士). 《現在の研究テーマ》元素分析, 粒子計測, エリブソメトリーの応用技術. 《主な著書》“粉粒体/多孔質材料の計測とデータの解釈/使い方 6. 光による粒子径測定”, (S&T 出版). 《趣味》スポーツ観戦, バスケットボール.
E-mail:satoru.tanaka@horiba.com

会社ホームページ URL :

<https://www.horiba.com/jpn/service/>

関連製品ページ URL :

<https://www.horiba.com/jpn/scientific/products/carbon-sulfur-oxygen-nitrogen-and-hydrogen-analyzers/>

アミロイドを標的とする 蛍光プローブの開発

社会の高齢化が進む日本において、認知症の罹患者数は2030年までに現在の約500万人から700万人に増加すると言われている。認知症患者の過半数はアルツハイマー病（AD）であり、脳におけるアミロイドβタンパク質（Aβ）の凝集が原因とされている。こうした凝集体はアミロイドとも呼ばれ、Aβのみならず種々のタンパク質が前駆体となり、またその形態は多様で異なる細胞毒性を示す。現在までに、アミロイドをターゲットとした様々な蛍光プローブが開発されている。

Xiangらは、銅イオン（Cu²⁺）がAβの一種であるAβ42と高い親和性で結合する事実に基づき、蛍光化合物であるローダミン骨格と銅錯体の構造を組み合わせた蛍光プローブを開発した¹⁾。図1に示したとおり、Rho4と名付けられた蛍光プローブは、Cu²⁺と錯体を形成すると光誘起電子移動（PET）の機構によりローダミン骨格からの蛍光が消光する。この状態でAβ42のオリゴマーがCu²⁺に結合すると、PETが阻害されて蛍光が回復する。こうしたRho4は*in vitro*における定量分析はもちろん、マウスの組織染色によるAβ42の蓄積部位のイメージング解析にも有効であることが示された。一方、30年以上に渡りアミロイド線維の検出用蛍光色素として汎用されてきたチオフラビンT（ThT）を基にした蛍光プローブの開発も進んでいる。Lavyshらは、ThTのアナログであり、より長い波長領域での検出が可能な*trans*-2-[4-(dimethylamino)styryl]-3-ethyl-1,3-benzothiazolium perchlorate (DMASEBT)を合成した²⁾。さらにSulatskayaらは、同プローブが種々の前駆タンパク質から形成される多様なアミロイド線維の詳細な構造比較に

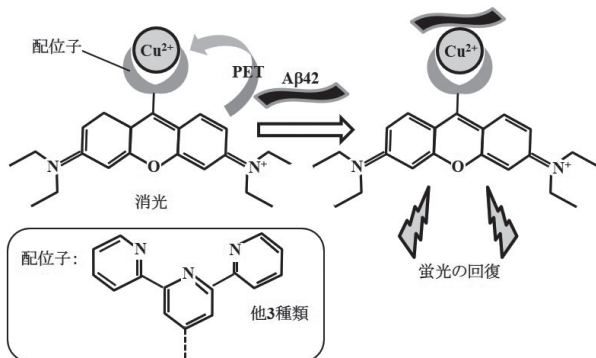


図1 蛍光プローブ Rho4 の構造と発光原理

有用であることを示した³⁾。これら蛍光プローブは、ADの早期診断など臨床への応用が期待される。

- 1) J. Xiang, C. Xiang, L. Zhou, M. Sun, L. Feng, C. Liu, L. Cai, P. Gong: *Anal. Chem.*, **94**, 11791 (2022).
- 2) A. V. Lavysh, A. I. Sulatskaya, A. A. Lugovskii, E. S. Voropay, I. M. Kuznetsova, K. K. Turoverov, A. A. Maskevicha: *J. Appl. Spectrosc.*, **81**, 205 (2014).
- 3) A. I. Sulatskaya, M. I. Sulatsky, Iu. A. Antifeeva, I. M. Kuznetsova, K. K. Turoverov: *Anal. Chem.*, **91**, 3131 (2019).

〔日本大学生産工学部 朝本 紘充〕

光応答性ナノポアセンサによる 単一生体分子の選択的検出

固体ナノポアは単一粒子レベルの高い感度を持ったセンサである。その粒子検出では、電解質溶液中でナノポアを挟んで電圧を印加した際に生じるイオン電流を計測する。粒子がポアを通過する過程では、主に電気泳動や電気浸透流の抗力が作用し、ポア内部のイオンが瞬間的に排除されることで得られるイオン電流シグナルをキャラクタリゼーションに利用する。

Haganらは、固体ナノポア内壁に光異性化分子を修飾することで光応答性を付与し、検体を選択的に検出した¹⁾。センサとして、直径約10 nmのポアがSiNx薄膜への高電圧印加による絶縁破壊によって作製され、内壁にアゾベンゼン誘導体が修飾された。アゾベンゼンは波長365 nm付近の紫外光の照射でトランス体からシス体へ、熱または可視光でその逆の異性化が起こることで知

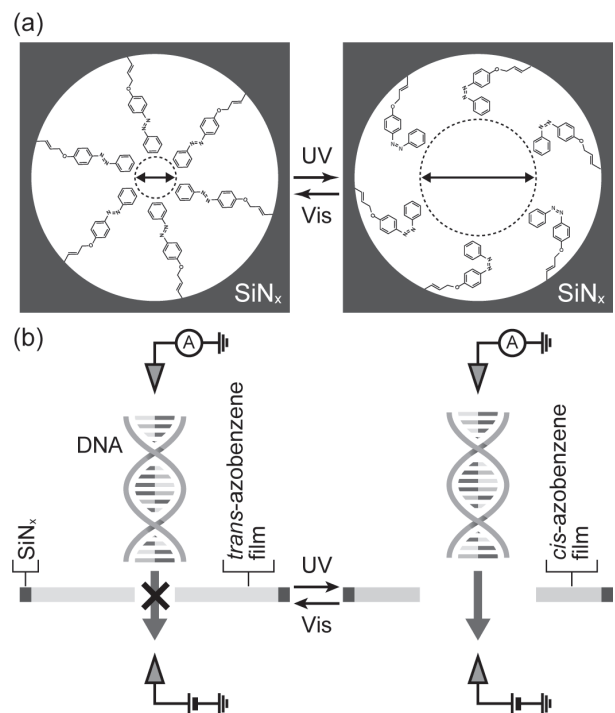


図1 光応答性ナノポアによる検体の選択的検出
(a) 修飾分子の光異性化を利用したナノポア径の制御。
(b) DNAの選択的検出の模式図。

られる。この光異性化を利用し、ナノポアの有効直径を可逆的に切り替えられることを実証した (図 1 (a))。また、DNA とマルトデキストリンを計測し、紫外・可視光の照射によって検出のオン・オフを制御した (図 1 (b))。今後、光応答性の物質輸送が可能なプラット

フォームとして、ろ過や 1 分子センシングなど幅広い分野での展開が期待される。

1) J. T. Hagan, A. Gonzalez, Y. Shi, G. G. D. Han, J. R. Dwyer : *ACS Nano*, **16**, 5537 (2022).

[名古屋大学未来社会創造機構 有馬 彰秀]

日本分析化学会の機関月刊誌『ぶんせき』の再録集 vol. 2 が出版されました！ 初学者必見！ 正しく分析するための 241 ページです。

本書は書籍化の第二弾として、「入門講座」から分析試料の取り扱いや前処理に関する記事、合計 36 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。

本書は下記の二章だてとなっています。

〈1 章 分析における試料前処理の基礎知識〉

- | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| 1. 土壌中重金属分析のための前処理法 | 11. 大気中揮発性有機化合物分析のための前処理 |
| 2. 岩石試料の分析のための前処理法 | 12. 放射性核種分析のための前処理法 |
| 3. プラスチック試料の分析のための前処理法 | 13. 脂質分析のための前処理法 |
| 4. 金属試料分析のための前処理 | 14. 糖鎖分析のための試料前処理 |
| 5. 分析試料としての水産生物の特徴と取り扱い | 15. イムノアッセイのための前処理法 |
| 6. 食品分析のための前処理法 | 16. 加速器質量分析における超高感度核種分析のための試料前処理法 |
| 7. Dried blood spot 法による血液試料の前処理 | 17. 生元素安定同位体比分析のための試料前処理法 |
| 8. 生体試料のための前処理法 (液-液抽出) | 18. セラミックス試料分析のための前処理法 |
| 9. 生体試料のための前処理法 (固相抽出) | |
| 10. 環境水試料の分析のための前処理法 | |

〈2 章 分析試料の正しい取り扱いかた〉

- | | |
|---------------------------|--------------------|
| 1. 生体 (血液) | 10. 岩石 |
| 2. 生体 (毛髪) | 11. 食品 (農産物の残留農薬) |
| 3. 金属 (非鉄金属) | 12. ガラス |
| 4. 金属 (鉄鋼) | 13. 環境 (陸水) |
| 5. 食品 (酒類) | 14. 温泉付随ガス |
| 6. 医薬品 (原薬・中間体・原料) | 15. 透過電子顕微鏡観察の試料調整 |
| 7. 海水 (微量金属) | 16. 環境 (ダイオキシン類) |
| 8. 考古資料 | 17. 高分子材料 |
| 9. 海底下の試料 (地球深部の堆積物および岩石) | 18. 沈降粒子 |

なお、『ぶんせき』掲載時から数年が経過しているため、記事の中には執筆者の所属も含め、部分的に現在の状況とは異なる内容を含むものがあるかもしれません。本書では、各記事の『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。

本シリーズが化学分析の虎の巻として多くの方に活用されることを願ってやみません。



One for all, All for one

皆さんは、“One for all, All for one”というフレーズを聞いたことないでしょうか？ 2019年のワールドカップラグビー前後で、各メディアがこのフレーズを頻繁に取り上げていたので、どこかで耳にしたことがあるのではと思います。自分は、かなり昔からこのフレーズを、やはりラグビーをプレーしていた人から聞きました。このフレーズの意味は、「1人はみんなのために、みんなは1つの目的のために」です。これは、ラグビーに限らず団体球技全般に当てはまると思います。どの競技も得点シーンが特に注目され、その得点を取るエースプレーヤー達は、メディアの注目的になります。昨年のW杯サッカーでも、メッシやエムバペ、日本代表では堂安選手達が脚光を浴びたのは、記憶に新しいと思います。しかし実際のゲームでは、そのようなエースプレーヤー^{つな}だけで得点が取れるのはまれで、多くの場合は得点に繋がる前のプレーや、ボールを持っていない選手のプレーが大事だったりします。自分も、大学の時から体育会ハンドボール部に所属し、卒業後も社会人のクラブチームで長年ハンドボールをしていました（ちなみに、筆者らのクラブチームは近畿大会で優勝したことや、西日本クラブ選手権にも出場したことがあります）。自分のポジションは、ピボット（あるいはポスト）と呼ばれるポジションで、相手ディフェンスの中に入って、ディフェンスの邪魔をして味方の選手がシュートを打ちやすい状況を作る役目でした。自分自身がシュートを打って得点を挙げることもあります。どちらかというと裏方の役割です。しかしチームを勝利に導くには、裏方の働きが重要になってくるので、非常に楽しいポジションでした。

“One for all, All for one”は、研究にも当てはまると思います。2007年にオーストラリアのモナッシュ大学のProf. Alan M. Bondの研究室において、客員研究員として半年間研究する機会がありました。研究を進めていく中で、彼の研究室にはない分析機器を使った測定が必要となった場合、次のミーティング時には、その測定の専門家である研究者（学内外関係なく）が参加して、研究が進められていくということが普通に行われていました。彼は、電気化学の分野では世界的に非常に著名な先生です。そのような先生ですので、研究室には多種多様な分析機器が充実しているのだろうと、渡航前には予想

していました。しかし、実際の研究室は必要最低限の機器、器具および試薬しかなく、その時に必要になれば近くの研究室から借りればよいというスタンスでした。今でこそ異分野交流、大型機器の共同利用や産学官の共同研究が、一般的になってきています。しかし、その当時は、一研究室内で研究を完結するのが普通と思っていた自分にとっては、自分の研究スタイルを見直すいいきっかけになりました。特に地方大学では、設備面では色々苦勞することも多かっただけでなく、教員の数も限られているので、自分の研究を行う上で助けていただける先生も近くにいない状態でした。そういった状況を少しでも改善しようと、オーストラリアから帰国した後は、あちこちの共同利用施設を利用したり、一緒に研究をやっていたらそんな先生を積極的に探して、共同研究を推進することにしました。そうすることによって、自分の研究が深化したとともに、様々な分野へ幅広く展開できるようになったと思います。この研究スタイルこそ、“One for all, All for one”ではないかと思っています。特に近年では、研究分野の拡大とともに、細分化されていて、一人の研究者だけでは手に負えない部分が増えてきています。限られた時間と予算を考えると、一研究室内のメンバーだけでやり遂げるよりも、それぞれの専門家と一緒に研究を遂行した方が、研究自身のクオリティーも上がり、研究の展開も早く、自分が予想もなかった思いがけない発見にも繋がると思います。今後も様々な分野の先生方や研究者の方々と共同研究を進めていこうと思っています。

このリレーエッセイは、理化学研究所放射光科学研究センターの瀬戸康雄さんからバトンを受けました。瀬戸さんとは、2021年の長野地区講演会において、お互い講演者としてたまたま一緒になり、2022年に岡山大学で開催された第71年会の時に、直接お話できる出来る機会がありました。非常にユニークで元気な方です。このバトンは、次に頼りガクの高原晃里さんに渡します。彼女とは、お互い別の研究室でしたが大学の同級生で、今でも大阪に帰った時には飲みに行く友人の一人です。人のつながりも非常に興味深いですね。

〔高知大学教育研究部総合科学系 上田 忠治〕

このひと

日本分析化学会会長に就任される

大谷 肇 氏

(Hajime OHTANI
名古屋工業大学産学官金連携機構客員教授)

1980年名古屋大学工学部卒業。同大学大学院工学研究科博士課程を経て1985年工学博士(名古屋大学)。1986年名古屋大学工学部助手。1995年名古屋大学理工科学総合研究センター助教授。1998年名古屋大学大学院工学研究科助教授。2005年名古屋工業大学大学院工学研究科教授。2023年名古屋工業大学産学官金連携機構客員教授。2016、2017年「分析化学」論文賞。2019年日本分析化学会学会賞。2008～2009年度日本分析化学会高分子分析研究懇談会運営委員長。2013年度日本分析化学会中部支部長。2020年日本分析化学会第69年会実行委員長。2020～2022年度日本分析化学会副会長。

このたび名古屋工業大学の^{大谷肇}先生が日本分析化学会の会長に就任されました。お祝いの気持ちを込めつつ、先生のキャリアやお人柄をご紹介します。

上記の略歴にありますように、大谷先生は1986年に名古屋大学 柘植新先生の研究室の助手に就任され、プロとしての研究キャリアを開始されました。私もその5年後に卒研生として柘植研究室に配属され、大谷先生の指導を直接受けることとなります。学生指導の点で振り返ると、的確なアドバイスを与えつつ、常に温厚な態度でもって学生と接するのが先生の持ち味でした。私自身、その日の実験がうまくいかない時にも、先生の大局的な視点に立った、穏やかな口調での助言に安心感を覚え、翌日の実験に向けて奮起した記憶があります。その後、名大の助教授、そして名工大の教授とキャリアを積まれましたが、常に学生に寄り添った教育方法はブレることなく変わらなかったと聞き及んでおります。一方で研究面では、ご専門である高分子の熱分解分析法を、ポリマーの熱分解メカニズムの解明や熱分解以外の多彩な分解場の構築なども総合した、一大学問体系にまで高められました。さらに、最先端の質量分析法の技術開発にも携わりながら、国内外の高分子分析の分野を長年けん引されてきました。その間、実行委員長として、当該分野にかかわる国際会議やシンポジウムを多数開催されており、その円滑な運営に振るわれた手腕や実行力は今回の会長職でも遺憾無く発揮されることと思えます。

次に、大谷先生のお人柄についても少し触れてみます。私の印象ですが、先生の周りには常に人の輪ができ



ているイメージがあります。ご自身の講演会やその後の懇親会ではもちろんのこと、学会でのちょっとした幕間の時間など至るところでそういう場面が見られます。失礼ながら、決して多弁でもなくトーク力が高いとも思えない(本当に失礼ですね、すみません)先生がいつも人の輪に囲まれている、その理由こそ上述した学生指導でも見られた、先生の暖かいお人柄に因るものと思えます。そうした性分が自然と周りにも伝わり、いつも頼られる存在として話題の中心にいらっしゃる気がします。

その一方で、核心を突いた鋭い情報発信も大谷先生の天分と云えましょう。会議や委員会にて議論が行き詰った時、先生の発言でもってその場の雰囲気が好転し、歯車も噛み合い出し、さらには物事が具体的に動き出す、そんな場面を私は何度も目にしてきました(首肯される方も多いのでは)。他者との温かな関係を容易に築ける暖かい人柄に加えて、事態の改善につながる言葉の発信力と、その内容を具体化する実行力。それらをバランスよく備えていることが組織を動かすリーダーには欠かせない要素であり、このたび大谷先生が会長に選出された理由であると私は思っています。

唐突ですが、私が所属する中部大学には「不言実行—あてになる人間」という建学の精神があります。この言葉には、「思うことを行為にあらわすことによってはじめて人間の価値ができる」という本学創設者の想いが込められています。この建学の精神に接して私がまず思い起こしたのは、上述したような大谷先生のお人柄や性分です。本学会が進めてきた改革の促進を、会員間の互恵性も維持しながら実行する大役には大谷先生以外に適任者は考えられません。激務に当たられますので、お体くれぐれもご自愛下さればと願いつつ、先生の今後のご活躍をお祈り申し上げます。

[中部大学応用生物学部 石田 康行]

会長就任にあたって

大谷 肇

2023~2024年度の会長に選出されました大谷 肇でございます。70年を超える歴史を有する本会の会長に就任させていただくことは、身に余る光栄であると同時に、その重責に身の引き締まる思いでございます。

私は、故内山会長のもと、2020年度から副会長を拝命し、その後3年間同職を務めてまいりました。副会長に就任した当時、会員数の減少などに伴って本会の財政が危機的状況にあることが顕在化しておりました。これを打開するために、2019年に岡田会長のもと、「近い将来見込まれる会員数3000人でも対応できる学会の運営体制の構築」を目指したタスクフォースが発足、その後の内山・金澤・早下各会長のリーダーシップのもと、企画戦略会議及び理事会構成役員の献身的な努力の甲斐あって、改革が着実に進められてきました。具体的には、「年会・分析化学討論会の自主運営」、「Analytical Sciences誌出版事業の外部委託」、「ぶんせき誌の完全電子化と冊子体会員配布の取りやめ」などを実現してまいりました。こうした成果によって、財務状況も徐々に改善され、タスクフォース設置当時の大幅赤字から、現在では単年度黒字を計上できるまでになりました。

一方、2020年からの3年間はまさしくコロナ禍の3年間でもありました。2020年度初めに緊急事態宣言が発出された際には、他学会同様本会でも、分析化学討論会を始めとする諸行事は軒並み中止、事務局も事実上の閉鎖に追い込まれました。その後、近年の情報革命に基づくオンライン技術の導入が積極的に進められ、丁度私自身が実行委員長を仰せつかった第69年会が初めてのオンライン開催となりました。また、支部・研究懇談会主催を含めた各種講習会・セミナー等も基本的にオンライン開催となり、また事務局員の勤務形態にも在宅勤務が取り入れられました。さらに、理事会・企画戦略会議を始めとする諸会議はほぼすべてオンライン開催となり、その結果、特に遠方からの出席者の時間と労力の負担低減につながるとともに、旅費を中心とした会議費が大幅削減され、これにより本会の財政が改善する大きな一因ともなりました。その反面、オンラインだけでは十分な意思疎通ができないことがあったり、過度の在宅勤務が業務の停滞を招きかねないことも明らかになってまいりました。特に、本会の重要行事である年会・分析化学討論会はやはり対面でなければ十分な意見交換ができないことが改めて認識され、これを受けて昨年度の第82回分析化学討論会および第71年会は、それぞれの実行委員会のご尽力により、他学会よりも先駆けて懇親会開催を含めた対面開催が実現されました。ようやくコロナ禍の終息も見通すことができるようになった今、オンラインやリモートワークの良さは残しつつも合理的なルールに基づく効果的な運用を行うとともに、年会や分析化学討論会は従来通りの対面開催を基本にストリーミング配信なども取り入れた、発表者・参加者にとっても

より良い方法での開催を進めてまいりたいと考えております。

さて、これまで述べてきたような改革の実施によって、本会の財政基盤が改善しつつあるとはいえ、会員数の減少傾向は依然として続いており、危機的状況から脱したとは残念ながら言えません。やはり求められるのは会員数減少の歯止めから会員拡大への転換であり、そのためには会員にとっていかに魅力ある学会にするかが根本的な課題となっています。いうまでもなく、分析化学は学術における基礎を担うとともに、産業界の活動を支える基盤技術としての側面を有しています。にもかかわらず、本会における産業界所属の会員、特に個人正会員の占める割合は決して多いとは言えません。産業界の会員に向けて、これまでも年会における産業界シンポジウムなどが開催されてきましたが、アカデミアのメンバーとの連携が必ずしもスムーズには行われてはおりませんでした。近年、新たな試みとして、年会における産官学交流カフェや、関東支部を中心とした分析イノベーション交流会なども実施されており、これらを含めた産官学連携の在り方を再構築して、産業界の皆様にもメリットを実感していただき、会員、特に若手個人会員の増強を図っていききたいと考えております。

さらに、学術の融合・学際化がますます進行する昨今において、これまでは本会との直接的な関係が希薄であった諸分野における研究者を、いかに本会に取り込んでいくかも、本会活動の活性化の大きなカギを握っていると思います。分析化学は、環境科学、バイオ医薬学、材料科学、宇宙航空科学などあらゆる最先端科学においても重要な役割を担っております。こうした先端学術分野の第一線で活躍している研究者も何らかの形で分析化学とのかかわりを持っているはずで、本会からもこうした研究者に対して、ジョイントシンポジウムを企画するなどを通じて積極的に働きかけを行い、分析化学の魅力と必要性をアピールできれば、必ずや会員拡大につながるはずで、

これらに加えて、国際交流の推進も重要であることは言うまでもありません。昨今、主要論文数などを始めとする学術分野での我が国の国際競争力の低下がクローズアップされ大きな問題となっております。これを打開するための方策の一つとして、国際交流の充実が必要不可欠です。本会では、このところコロナ禍および財政基盤の脆弱性などの理由から国際交流活動が停滞しておりましたが、これらの制約が解消しつつある現在、国際交流の活性化にも改めて取り組んでいく所存です。

以上述べてきた本会活性化に向けた諸方策の実現は会長一人の力ではできるものではありません。本部並びに支部・研究懇談会の諸役員の皆様、事務局員の方々、さらには会員諸氏のご理解とご協力がなければ成し得ませんので、なにとぞよろしくお願い申し上げます。

論文題名 『デジタル分子ふるい電気泳動用キャピラリーデバイスの開発』

所載ページ：「分析化学」第 71 巻第 6 号 325-331 ページ

著者名：末吉健志^{1,2}，松田景太¹，遠藤達郎¹，久本秀明¹

(¹大阪公立大学大学院工学研究科，²さががけ，科学技術振興機構)

2022 年「分析化学」論文賞として、上記の論文が選定されましたので、お知らせいたします。

【選定理由】ならびに「論文概要」

タンパク質の分離分析の分野では、古くからポリアクリルアミドゲル電気泳動 (PAGE) が広く用いられている。しかし、平板型ゲルを用いた PAGE や変性後タンパク質に硫酸ドデシルナトリウム (SDS) で電荷を付与して分子量に基づく分離を行う SDS-PAGE などの従来手法では、分析時間の長さ、試薬・試料量の多さ、分離能・感度の低さが課題となっている。

これらの課題解決のため、本研究ではデジタル分子ふるい電気泳動を用いた簡便・高分離能・高感度なキャピラリーデバイスを開発している。デジタル分子ふるい電気泳動は、分子ふるい効果の異なるヒドロゲルに対する試料分子の通過・捕捉の違いを利用し、任意の位置で特定の分子を分離・濃縮する方法である。本研究では、キャピラリー内に異なる濃度のプレポリマー溶液を順次充填・重合してデジタル電気泳動デバイスを作製する。続いて、作製したデバイスにタンパク質混合試料を電気泳動導入するだけの簡便な操作で、試料の分離・濃縮が達成される。コンセプト検証のためのモデル試料として、蛍光標識されたウシ血清アルブミン (FITC-BSA, 約 66 kDa)、免疫グロブリン G (TRITC-IgG, 約 150 kDa)、およびホスホリラーゼ b (SDA-PAGE 用, FITC-Phos b, 約 98 kDa) を用いて、分離・濃縮挙動を蛍光顕微鏡で観察した。

デジタル分子ふるい分離・濃縮の基礎評価として、プレポリマー濃度がタンパク質の通過・捕捉に与える影響を検討した。その結果、FITC-BSA の単量体、二量体、三量体と推察される成分および TRITC-IgG は、それぞれ

異なるプレポリマー濃度 (10, 18, 32 および 17 % T) の溶液から調製されたゲルによって捕捉されたが、SDS-Page 用に変性された FITC-Phos b は捕捉されなかった。これらの結果から、タンパク質の分子量に依存する三次構造の空間的半径と分子ふるいゲルの孔径が通過・捕捉に関与していることが明らかとなった。そこで、調製したポリアクリルアミドゲル孔径の中央値とタンパク質分子半径の概算値を比較した結果、孔径分布の最大値が分子半径概算値を下回る条件でのタンパク質捕捉が確認された。また、本実験条件下では捕捉によって約 180 倍の濃縮効果が確認され、従来のマイクロチップ型デジタル分離デバイスと遜色ない分離・濃縮効果が示された。加えて、異なる分子ふるい効果を持つゲルが連続的に充填されたデバイスを用いて、FITC-BSA と TRITC-IgG との空間的分離・濃縮が達成された。以上の結果から、簡便な手順で作製・操作可能な本デバイスの分離能・濃縮性能の高さが明らかとなった。

本論文の結果として、デジタル分子ふるい電気泳動デバイス作製法の簡便化とタンパク質混合試料分離・濃縮への応用が達成された。開発された技術によって、プレポリマー濃度の調整とキャピラリー内でのゲル重合で簡便に作製可能なデバイスを用いた特定の分子量のタンパク質の選択的な分離・濃縮が実証された。今後、キャピラリーデバイスを用いたデジタル電気泳動法は、異種機能性ヒドロゲルを用いたハイブリッド型デジタル電気泳動デバイスへの応用による多次元分離・濃縮へと展開されるものと期待される。

委員会で慎重に審議・検討し、上記の理由により、本論文を 2022 年「分析化学」論文賞受賞論文に値すると認め、選定した。

〔「分析化学」論文賞選考委員会〕

論文題名 『エレクトロスプレーイオン化-イオンモビリティスペクトロメトリー-
質量分析法によるスチレン/アクリル酸 *n*-ブチル共重合体の解析』

掲載ページ：「分析化学」第 71 巻第 10・11 号 563-570 ページ

著者名：尾関優香¹，北川慎也¹，大谷肇¹，近藤洋輔²，品田弘子²¹名古屋工業大学大学院工学研究科生命・応用化学専攻，²三菱ケミカル株式会社分析物性研究所

2022 年「分析化学」論文賞として、上記の論文が選定されましたので、お知らせいたします。

【選定理由】ならびに「論文概要」

質量分析法 (MS) は、ポリマーの重合度、繰り返し単位、末端構造、共重合組成などを分子レベルで解析できる手法である。しかしながら、実用的に用いられているマトリックス支援レーザー脱離イオン化 (MALDI)-MS では、高分子量成分ほどイオン化効率および検出効率が低下するため、分析可能な分子量範囲には制限がある。この課題解決には、生体高分子の分析に汎用されるエレクトロスプレーイオン化 (ESI)-MS の利用が有効であると考えられるが、ポリマーは分子量分布を持つため、価数の異なる成分が同一 m/z に重なり解析が困難になる。著者らの研究グループは、同一 m/z のイオンを衝突断面積や電荷数の違いで分離できるイオンモビリティスペクトロメトリー (IMS) を利用した手法により、この課題を解決する方法を既に報告しているが、その分析対象はホモポリマーに限られていた。

本論文では、実際に工業的に合成されることが多い「多分散度が大きく、複数のモノマー種から成るコポリマー」の ESI-IMS-MS 分析の有効性について評価が行われた。なお、コポリマーの解析にはケンドリックマスマディフェクト (KMD) 法が利用された。スチレン (St) とアクリル酸 *n*-ブチル (nBA) の 2 元系共重合体 (数平均分子量 2700、重量平均分子量 6100、多分散度 2.3) を MS 測定した結果、MALDI-MS 測定では、分子量約 5000 までシグナルが観測された。一方、ESI-IMS-MS 測定では、IMS 分布図から 4 価として観測された分布に m/z 2200 付近までシグナルが観測されたこ

とから、分子量約 9000 まで観測することができた。すなわち、多分散度の大きな試料中の高分子量成分の測定において、MALDI-MS よりも ESI-IMS-MS の利用が有効であることが示された。

ESI-IMS-MS から得られた抽出 MS スペクトルを Resolution-enhanced KMD プロットを用いて解析した。まず、スペクトルが比較的単純である 1 価の分子量約 1000 の範囲の解析が行われた。KMD プロットによって、候補組成の理論値と実測値がよく一致する箇所が可視化でき、この結果からシグナルの同定を行うことができた。また、本試料において、再結合停止成分のモノアイソトピックピークに、不均化停止成分 (飽和) の ^{13}C が一つ含まれた同位体ピークがほぼ同一質量に重なるため m/z がシフトするが、このことについても KMD プロット上で可視化して解釈することに成功している。著者らは、KMD プロットを併用した解析によって、再結合停止反応成分の共重合組成を、最大分子量 7800 まで解析することに成功した。すなわち、サイズ排除クロマトグラフィー (SEC) によって求められた標準ポリスチレン換算分子量分布の約 80 % に相当する範囲の試料成分の解析に成功している。

以上の通り、本論文では、ESI-IMS-MS による測定、および KMD 法に基づいた解析が、多分散度の高いコポリマー解析に有効であることが示されている。提案された方法は、合成高分子の解析法としてさらなる発展が期待される。

委員会で慎重に審議・検討し、上記の理由により、本論文を 2022 年「分析化学」論文賞受賞論文に値すると認め、選定した。

〔「分析化学」論文賞選考委員会〕



談 話 室

オンライン、オンデマンド、対面？

新型コロナウイルス (Covid-19) 感染拡大前までは、オンラインによる講演、研究発表、講義などは行われていたが、それほど積極的になされることはなかった。しかしながら、Covid-19 の感染拡大によって、瞬く間にオンラインによる授業・講義が高校や大学で実施された。企業においても、企業内外のミーティング、大学生や大学院生のインターンシップや就職活動における面接もオンラインに変わった。学会発表においても口頭、ポスター発表に関してもプレゼンテーションソフトを介したものが主流になっていった。最近では、オンデマンドによる講義や講演、ハイブリッドによる研究発表やミーティングが普及してきている。ここでは、上記の経緯を踏まえオンライン、オンデマンド、ハイブリッド、対面に基じた話題を二つ提供する。

私が所属する日本分析化学会関東支部では地区活動が活発で栃木・群馬地区での分析技術交流会を一つ目の話題として紹介したい。この交流会は、分析化学の発展への寄与と地域に根付いた産学官の技術や知見を共有することを目的としている。具体的には、分析化学に従事する大学教員並びに研究所の研究員の方々の講演を聴講する機会を設け、最新のトピックスや各分野のニーズ、シーズを把握しつつ情報交換を行うとともに共同研究等の可能性を探るものである。加えて、大学生・大学院生の分析化学への意識の向上と視野の拡大もねらいである。本交流会は、2019年に宇都宮大学工学部の上原伸夫先生と一緒に菅原が立ち上げた。Covid-19の影響で2020年は中止となり、2021年には担当が宇都宮大学工学部の稲川有徳先生に引き継がれオンデマンド形式で1週間の公開で交流会を再開した。この試みは、参加していただいた方からこれまでの開催方法とは異なり、ユニークなものであるとのコメントを頂いた。2022年にはハイブリッドによる交流会を企画し、稲川先生のご提案でAV機器の画面を切り替えるスイッチャーを導入し会場のスクリーンにPC画面を投影し、ネット配信も同時に可能とする取り組みを行った。

二つ目の話題として日本分析化学会が主催する討論会と年会を取り上げる。Covid-19の感染拡大を考慮し、北海道教育大学札幌校での第80回分析化学討論会は、会員および関係各位の健康と安全を第一と考えて、現地開催は難しいものとなっ

た。その後の、名古屋工業大学御器所キャンパスにおける日本分析化学会第69年会、山形大学米沢キャンパスでの第81回分析化学討論会、神戸大学鶴甲第1キャンパス開催予定だった日本分析化学会第70年会はオンライン開催された。これらの学会は、準備にあたった実行委員長の先生をはじめ各実行委員、協力いただいた方々のご尽力によって、有益なイベントとして開催されたことを記憶している。そして、2022年5月14~15日に茨城大学で山本博之先生(量子科学技術研究開発機構量子ビーム科学部門)を実行委員長とした、対面での第82回分析化学討論会を開くことができた。筆者も討論会の運営を微力ながらお手伝いさせていただき、その際に感じたことをふりかえる。まず、久しぶりの対面での開催とあって、会場の設営に関して、こまごまとしたことを思い出すことが必要とされた。もちろん、大枠は決まっているので体制に支障はないが、掲示物の位置やマイク、プロジェクターなどのセッティングにいつもより時間がかかったように思える。特に、皆さんご存じだと思うが、数台のパソコンの画面を投影する場合に切り替え器を使用することがある。しばらく使用していないことが原因か定かではないが、正常に動作しない機器があった。また、パソコンの画面の解像度を調整してもプロジェクターとの接続が困難となり、ある意味で2年間のブランクにより様々なAV機器が進歩したことによるのかもしれない。一方、発表についてであるが、ポスター発表については担当された委員の先生のご提案でポスターを掲示するボードの間隔を広くするなどの工夫が取り込まれていた。会場内は非常に盛況であり、活発な討論が繰り広げられていた。特に、若手のポスターでは、対面での発表は初といった学生さんが多かったが、真剣なまなざしで発表し笑顔も見られ学会発表の醍醐味が戻ってきたようである。新たな取り組みとしてストリーミングでの講演配信、別室での講演聴講も目を引くものであった。

With/After Covid-19になり、Before Covid-19とは異なった活動が始まっている。例えば、対面での講義、発表などを録画したビデオをオンデマンド配信することで、繰り返しの視聴を可能にし、時間的制約を少なくする取り組みも進められている。また、緩急をつけたプレゼンテーションを行うために、クロマキー合成によるオンライン、オンデマンド配信も有効である。ハイブリッドの講演では、PCのスライド画面と複数のビデオカメラにより講演者や会場からの質問の様子などを撮影した画面とを切り替える試みも推奨される。今後は、オンライン、オンデマンド、対面を臨機応変に組み合わせた効果的な取り組みが必要になると考えられる。

〔前橋工科大学工学部 菅原 一晴〕

執筆者のプロフィール

(とびら)

水口 仁志 (Hitoshi MIZUGUCHI)

徳島大学大学院社会産業理工学研究部 (〒770-8506 徳島市南常三島町 2 丁目 1 番地)。東北大学大学院工学研究科応用化学専攻博士後期課程修了。博士 (工学)。《現在の研究テーマ》トラックエッチドメンブレンを用いる電気化学センサの開発。《趣味》アロマテラピー。

E-mail : mizu@tokushima-u.ac.jp

(ミニファイル)

田中 陽 (Yo TANAKA)

理化学研究所生命機能科学研究センター集積バイオデバイス研究チーム。(〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 1-3)。東京大学大学院工学系研究科応用化学専攻博士課程修了。博士 (工学)。《現在の研究テーマ》バイオ実験の次世代化および生物機械融合デバイスの創

成。《趣味》物書き、講演、旅行。

E-mail : yotanaka1980@gmail.com

(トピックス)

朝本 紘充 (Hiromichi ASAMOTO)

日本大学生産工学部教養・基礎科学系 (〒275-8576 千葉県習志野市新栄 2-11-1)。日本大学大学院薬学研究科薬学専攻。博士 (薬学)。《現在の研究テーマ》中空カラムを備えた HPLC によるタンパク質凝集体の分離分析。《趣味》ギター演奏。

E-mail : asamoto.hiromichi@nihon-u.ac.jp

有馬 彰秀 (Akihide ARIMA)

名古屋大学未来社会創造機構 (〒464-8603 愛知県名古屋市中種区不老町)。大阪大学大学院理学研究科化学専攻博士後期課程。博士 (理学)。《現在の研究テーマ》ナノ・マイクロデバイスをを用いた単一生体微粒子分析法の開発。《趣味》美術鑑賞、革製品のチェック。

(リレーエッセイ)

上田 忠治 (Tadaharu UEDA)

高知大学教育研究部総合科学系複合領域科学部門 (〒783-8502 高知県南国市物部乙 200)。神戸大学大学院自然科学研究科博士後期課程・中退。博士 (理学)。《現在の研究テーマ》新規ポリオキソメタレート合成および電気化学的酸化還元挙動の解析。《趣味》旅行、スポーツ。

E-mail : chuji@kochi-u.ac.jp

(ロータリー・談話室)

菅原 一晴 (Kazuharu SUGAWARA)

前橋工科大学工学部生命工学領域情報・生命工学群 (〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460-1)。北海道大学理学研究科博士後期課程化学専攻修了。博士 (理学)。《現在の研究テーマ》細胞や生体分子センシングのためのアプタプローブの構築。《趣味》スノーボード。

E-mail : kzsuga@maebashi-it.ac.jp

求人・求職

求人

R2023002 九州大学大学院工学研究院応用化学部門 教員公募
募集人員：助教1名。所属：応用化学部門応用分析化学講座。
専門分野：分析化学分野（バイオ分析化学、ナノバイオテクノロジー、バイオイメージングに立脚した新しいバイオ分析化学の方法論開発）。応募資格：博士の学位を有すること（令和5年9月頃までに取得見込みの者を含む）。着任時期：決定後な

るべく早い時期。提出書類：公募詳細を参照（<http://kobo.jimu.kyushu-u.ac.jp/pdf/2023032893059.pdf>）。公募締切：令和5年6月23日（金）（必着）。書類提出・問合せ先：〒819-0395 福岡市西区元岡 744 九州大学大学院工学研究院応用化学部門加地範匡〔電話：092-802-2883、E-mail : kaji@cstf.kyushu-u.ac.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比の測定原理 | 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。

原 稿 募 集

ロータリー欄の原稿を募集しています

内容

談話室：分析化学、分析方法・技術、本会事業（会誌、各種会合など）に関する提案、意見、質問などを自由な立場で記述したもの。

インフォメーション：支部関係行事、研究懇談会、国際会議、分析化学に関連する各種会合の報告、分析化学に関するニュースなどを簡潔にまとめたもの。

掲示板：分析化学に関連する他学協会、国公立機関の主催する講習会、シンポジウムなどの予告・お知らせを要約したもの。

執筆上の注意

1) 原稿量は 1200~2400 字（但し、掲示板は

400 字）とします。2) 図・文献は、原則として使用しないでください。3) 表は、必要最小限にとどめてください。4) インフォメーションは要点のみを記述してください。5) 談話室は、自由投稿欄ですので、積極的発言を大いに歓迎します。

◇採用の可否は編集委員会にご一任ください。原稿の送付および問い合わせは下記へお願いします。

〒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

(公社)日本分析化学会「ぶんせき」編集委員会

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

特集：ウェルネスに貢献する分析化学

目 次

「ウェルネスに貢献する分析化学」特集号の刊行に当たって	鈴木祥夫	205
総合論文		
磁性ナノ粒子を利用する生体関連物質の蛍光検出法の開発	鈴木祥夫	207
報 文 (若手初論文)		
共焦点型微小部蛍光 X 線分析法による爪試料の元素イメージング	浦田泰成・松山嗣史・井上史之・辻 幸一	217
技術論文		
イメージングプレートを用いる家屋内放射性物質分布の現場測定	田中 敦・高木麻衣・菅野宗夫・田尾陽一	227
ノ ー ト		
受容体認識部位由来のペプチドを活用したグルカゴン特異的高感度蛍光プローブの開発	重藤 元・鈴木祥夫・山村昌平	233
「分析化学討論会」特集の論文募集		239
「分析化学」年間特集“分”の論文募集		240
「分析化学」年間特集“流”の論文募集		242
“第 22 回若手研究者の初論文特集”募集のお知らせ		244
テンプレートによる投稿要領		245
「分析化学」に投稿される皆様へ		246

「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は、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。

- ◇今月号では2023-2024年度会長に就任されました大谷 肇先生の「会長就任の言葉」が掲載されております。本会の活性化に向けて、会員の拡大、国際交流の充実等、熱く語られました。その中で触れられていますが、コロナ禍で推進されたものとして、様々なオンライン技術の活用があり、学術集会においても、対面での開催とともにストリーミング配信などオンライン活用も存続されていくことでしょう。このことは今月号「談話室」にも記載されています。
- ◇大学における重要な分析化学教育に学生実習があり、私が勤務する大学でも実習が始まりました。大勢の学生が真新しい白衣を着て実習に取り組む姿は、今も昔も変わりませんが、容量分析の手順や操作を撮影した動画を個々の学生が視聴できるようにになりました。これはコロナ禍で実習中止になった学生のため、容量分析の様子が分かるように教員が撮影した動画の再活用です。このようにオンライン活用が学生実習の場にも浸透している現在ですが、初々しい白衣姿の学生の中から、未来の分析化学を担う人材が育つことを願ってやみません。
- ◇末筆ながら、今月号にご執筆賜りました先生方に心より感謝致します。

[T. F.]

- 〈とびら〉
 多彩な人々との活動を再び楽しもう …………… 江坂 幸宏
- 〈入門講座〉 分離技術：原理から最新技術まで
 サイズ排除クロマトグラフィー …………… 香川 信之
- 〈講 義〉
 加硫ゴムのオゾン劣化 …………… 岩瀬 由佳
- 〈ミニファイル〉 マイクロ・ナノの分析化学
 マイクロ電極基板の作製方法 …………… 鈴木 雅登
- 〈話 題〉
 近年の水銀分析装置の動向と関連する
 新規手法 …………… 小崎 大輔

◇ 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 (イジタニ・テクノロジーズ)
	坂 真 智子 (株エスコ)	島田 健 吾 (石福金属興業(株))
	古賀 舞 都 (農 研 機 構)	高橋 あか ね (オルガノ(株))
	末吉 健 志 (大阪公立大院工)	野間 誠 司 (佐賀大農)
	永谷 広 久 (金沢大院自然科学)	福 島 健 (東 邦 大 薬)
	原賀 智 子 (日本原子力研究開発機構)	宮下 振 一 (産業技術総合研究所)
	三浦 篤 志 (北 大 院 理)	森 山 孝 男 (株リガク)
	盛田 伸 一 (東北大院理)	

☑ 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 2023年 第6号 (通巻582)

2023年6月1日印刷

2023年6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

© 2023, The Japan Society for Analytical Chemistry

購読料は会費に含まれています。

2023 年度日本分析化学会役員

会長 (代表理事)	大谷 肇						
副会長	山本 博之	保倉 明子	手嶋 紀雄	江坂 幸宏	平山 直紀		
庶務担当理事	渡慶次 学	大江 知行	安田 純子	倉光 英樹	山本 雅博	朝日 剛	
	井原 敏博	小澤 岳昌	早下 隆士	上野 祐子	吉田 裕美		
会計担当理事	松浦 義和	本田 俊哉					
編集担当理事	加地 範匡	水口 仁志	津越 敬寿				
常務理事	柿田 和俊						
監事	田中 俊逸	宮野 博					

2023 年度日本分析化学会支部役員

【北海道支部】	(〒060-86282 北海道札幌市北区北 13 条西 8 丁目 北海道大学大学院工学研究院応用科学部門内)							
支部長	渡慶次 学							
副支部長	坂入 正敏	(木村)須田廣美						
参 与	伊藤八十男	大谷 友二	片山 則昭	齋藤 健	神 和夫	高橋 一樹	高橋 英明	
長谷部 清	森田みゆき	横沢 龍朗						
監 事	伊藤 慎二	蠣崎 悌司						
庶務幹事	菅 正彦	谷 博文						
会計幹事	真栄城正寿	三浦 篤志						
幹 事	青柳 直樹	池田 敦子	石田 晃彦	今枝 佳祐	上野 貢生	宇都 正幸	大木 淳之	
大津 直史	岡 征子	奥田 弥生	川口 俊一	工藤 英博	黒澤 隆夫	齋藤 徹	堺井 亮介	
佐々木隆浩	佐藤 久	真田 哲也	高瀬 舞	高橋 徹	田中 俊逸	田原るり子	千葉 真弘	
徳光 藍	富田 恵一	中田 耕	中谷 暢丈	西村 一彦	沼田ゆかり	古崎 睦	松井 宏之	
南 尚嗣	三原 義広	村井 毅	諸角 達也	山田 幸司	吉村 昭毅	龍崎 奏	若杉 郷臣	
【東北支部】	(〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-07 東北大学大学院環境科学研究科先端環境創成学専攻)							
支部長	大江 知行							
副支部長	珠玖 仁	高貝 慶隆						
参 与	秋葉 健一	宇野原信行	大関 邦夫	大類 洋	尾形 健明	荻野 博	長 哲郎	
小田嶋次勝	後藤 順一	齋藤 紘一	佐藤 允美	南原 利夫	糠塚いそし	星野 仁	山崎 慎一	
四ツ柳隆夫								
監 事	西澤 精一	藤村 務						
庶務幹事	熊谷 将吾							
会計幹事	李 宣和							
幹 事	赤坂 和昭	壹岐 伸彦	石川大太郎	伊藤 徹二	伊野 浩介	井上 賢一	岩田 吉弘	
遠藤 昌敏	大橋 弘範	小川 信明	押手 茂克	尾高 雅文	加藤 健	上條 利夫	唐島田龍之介	
菊地 洋一	菊池美保子	北川 文彦	斎藤昇太郎	佐藤 勝彦	佐藤 健二	佐藤 雄介	猿渡 英之	
志村 清仁	高橋 薫	田副 博文	多田 美香	寺前 紀夫	照井 教文	仲川 清隆	西澤 精一	
沼田 靖	野原 幸男	橋本 隆光	幡川 祐資	比嘉 勝孝	火原 彰秀	平野 愛弓	平山 和雄	
福山 真央	末永 智一	松村 洋寿	眞野 成康	盛田 伸一	山田 理恵	和久井喜人	渡辺 壱	
渡辺 健一	渡辺 忠一							
【関東支部】	(〒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)							
支部長	安田 純子							
次期支部長	四宮 一総							
副支部長	敷野 修	平山 直紀	宮下 隆					
参 与	梅澤 喜夫	大橋弘三郎	岡田 哲男	小熊 幸一	金澤 秀子	楠 文代	合志 陽一	
澤田 清	渋川 雅美	杉谷 嘉則	鈴木 康志	高田 芳矩	高村喜代子	田中 龍彦	津越 敬寿	
角田 欣一	中込 和哉	中村 洋	二瓶 好正	丹羽 修	早下 隆士	平井 昭司	藤浪 眞紀	
保母 敏行	本田 俊哉	前田 瑞夫	宮村 一夫	望月 直樹	矢野 良子	山崎 素直	山根 兵	

お知らせ

山本 博之								
監 事	会田 秀樹	津越 敬寿						
常任幹事	青木 寛	石川 隆一	板橋 大輔	稲川 有徳	植田 郁生	上野 祐子	梅林 泰宏	
	岡村 浩之	国村 伸祐	桑田 啓子	坂元 秀之	島田亜佐子	東海林 敦	菅沼 こと	菅原 一晴
	鈴木彌生子	高橋あかね	高橋由紀子	高橋 豊	豊田 太郎	並木 健二	丹羽 宏之	沼子 千弥
	林 英男	古庄 義明	森岡 和大	由井 宏治	吉田 達成			
支部幹事	伊藤 彰英	勝又 啓一	吉川ひとみ	中村 圭介	西島 喜明	半田友衣子	福原 学	
	南木 創	森田耕太郎						

【中部支部】 (〒460-0011 愛知県名古屋市中区大須 1-35-18 一光大須ビル 7F (公財)中部科学技術センター内)

支 部 長	江坂 幸宏							
次期支部長	倉光 英樹							
副支部長	小川 数馬	巽 広輔						
顧 問	板谷 芳京	上田 一正	上田 穰一	太田 清久	北川 邦行	酒井 忠雄	田口 茂	
	柘植 新	津田 孝雄	寺田喜久雄	永長 幸雄	中村 俊夫	野村 俊明	早川 和一	原 稔
	樋上 照男	平出 正孝	舟橋 重信	本浄 高治	三輪 智夫	山田 真吉	山寺 秀雄	湯地 昭夫
参 与	一ノ木 進	井村 久則	宇野 文二	大谷 肇	小谷 明	竹内 豊英	田中 智一	
	遠田 浩司	中田 隆二	波多 宣子	服部 敏明	馬場 嘉信	藤本 忠藏		
監 事	栗原 誠	長谷川 浩						
庶務幹事	山本 拓平	佐澤 和人						
会計幹事	水野 初	間中 淳						
常任幹事	石田 康行	甲斐 穂高	加賀谷重浩	加藤 亮	後反 克典	柴田 信行	高田 主岳	
	高橋 史樹	轟木堅一郎	西山 嘉男	湯川 博	リムリーワ			
幹 事	飯國 良規	伊藤 雅章	植松 宏平	黄 国宏	太田 鑑	太田 一徳	奥山 修司	
	香川 信之	勝又 英之	金子 聡	儀賀 義勝	北出 和久	木全 良典	金 継業	妹尾 健吾
	高橋 透	立石 一希	袋布 昌幹	手嶋 紀雄	永谷 広久	丹羽 敏之	丹羽 啓誌	淵上 剛志
	古川 真衣	松宮 弘明	御子柴正明	三添 英明	吉田 一之	吉田 佳宏	四津 佳伸	藁科 知之

【近畿支部】 (〒550-0004 大阪府大阪市西区靱本町 1-8-4 (一財)大阪科学技術センター内)

支 部 長	山本 雅博							
副支部長	岩月 聡史	堀田 弘樹						
庶務幹事	森澤 勇介	岩月 聡史						
会計幹事	奥田 浩子	宇田 亮子						
参 与	荒川 隆一	池田 篤治	池田 昌彦	大塚 利行	大塚 浩二	尾崎 幸洋	垣内 隆	
	加納 健司	河合 潤	木原 壯林	木村 恵一	木村 優	紀本 岳志	小島 次雄	佐伯 正夫
	澁谷 康彦	田中 稔	谷口 一雄	千熊 正彦	寺部 茂	中川 照眞	中原 武利	萩中 淳
	藤田 芳一	藤原 英明	増田 嘉孝	松下 隆之	八尾 俊男	横井 邦彦	渡辺 巖	渡會 仁
常任幹事	石濱 泰	大城 敬人	桑本 恵子	駒谷慎太郎	椎木 弘	許 岩	鈴木 哲仁	
	高野祥太郎	高原 晃里	壺井 基裕	鳥羽真由子	中島 陽一	西 直哉	長谷川 健	牧 秀志
	山本佐知雄	山本 茂樹	吉田 裕美					
幹 事	青山 佳弘	浅川 大地	飯田 琢也	石切山一彦	磯尾賢太郎	伊藤 滋之	猪鼻 祐介	
	岩本 仁志	上田 啓太	遠藤 達郎	岡本 行広	小堤 和彦	小山 宗孝	糟野 潤	門 晋平
	金尾 英佑	川上奈津子	川崎 英也	河原 直樹	川元 達彦	北隅 優希	北山 紗織	木村 敦臣
	久保 拓也	久保埜公二	倉内 奈美	小池 亮	河野 七瀬	小林 典裕	小林 宏資	坂本 英文
	佐々木隆之	作花 哲夫	下赤 卓史	下条晃司郎	下山 昌彦	白井 理	末吉 健志	杉原 崇康
	杉山 雅人	鈴江 崇彦	鈴木 哲	砂山 博文	諏訪 雅頼	瀬戸 康雄	宗林 由樹	宋和 慶盛
	高木 達也	高橋 弘樹	武上 茂彦	竹田さほり	田中 章夫	谷田 肇	千葉 光一	茶山 健二
	塚越 一彦	塚原 聡	塚本 効司	辻 幸一	角井 伸次	坪井 泰之	天満 敬	土井 光暢
	床波 志保	豊田 岐聡	永井 秀典	中口 讓	中澤 隆	中原 佳夫	中村 稜雅	中山 茂吉
	並川 敬	西尾 友志	野田 達夫	萩森 政頼	橋田紳乃介	張野 宏也	東 昇	久本 秀明
	平原 将也	藤居 義和	藤嶽 暢英	藤森 啓一	藤原 学	布施 泰朗	細矢 憲	堀山志朱代
	本間 秀和	前田 耕治	牧 輝弥	松本 明弘	丸尾 雅啓	三木功次郎	三戸彩絵子	宮崎 哲男
	宮道 隆	向井 浩	村上 正裕	村松 康司	森内 隆代	森田 成昭	八木 正浩	矢嶋 撰子

お知らせ

安井 裕之 安川 智之 山垣 亮 山口 英一 山口 敬子 山根 常幸 吉田 朋子 米田 哲弥
渡邊 誠也

【中国四国支部】(〒739-8526 広島県東広島市鏡山 1-3-1 広島大学大学院先進理工系科学研究科 (化学プログラム) 分析化学研究室内)

支 部 長	朝日 剛								
次期支部長	高柳 俊夫								
副支部長	名郷 洋信								
支部参与	池田 早苗	伊藤 一明	今井 嘉彦	岩知道 正	奥村 稔	木卜 光夫	熊丸 尚宏		
善木 道雄	田頭 昭二	竹味 弘勝	中野 恵文	林 康久	平田 静子	廣川 健	藤原 照文		
北條 正司	真鍋 敬	宮田 晴夫	本仲 純子	本水 昌二	森田 秀芳	山崎 恒博			
支部監事	小園 修治	早川慎二郎							
庶務幹事	小崎 大輔	管原 庄吾	水口 仁志						
会計幹事	浅岡 聡								
常任幹事	安達 健太	石坂 昌司	池内 研二	泉 雅典	今井 昭二	上田 忠治	上田 真史		
金田 隆	紙谷 浩之	北出 哲朗	北山 宏三	座古 保	竹田 一彦	田所 大典	田中 秀治		
谷崎 達也	谷本 典之	西 博行	原 哲也	藤井 健太	藤田 勉	藤原 薫	森 勝伸		
盛田啓一郎	森本 稔	藪谷 智規	横山 崇	吉村 友宏	和田 修治				
支部幹事	浅野 比	井上 裕文	片岡 洋行	苅部 甚一	川村 邦男	小松原恒生	島崎 洋次		
竹内 政樹	竹永 史典	武安 伸幸	谷村 俊史	寺川 敦哉	永阪 文惣	中山 雅晴	西本 潤		
西脇 芳典	樋口 浩一	藤原 勇	瀧脇 雄介	松原 弘樹	門木 秀幸	山下 浩	山本 剛		
山本 孝	吉岡 徹	和田 光弘							

【九州支部】(〒870-1192 大分県大分市旦野原 700 大分大学理工学部)

支 部 長	井上 高教								
次期支部長	加地 範匡								
副支部長	浅田 泰	稻田 幹							
支部参与	石黒 慎一	今坂藤太郎	今任 稔彦	岩崎 正武	鎌田 薩男	河濟 博文	喜納 兼勇		
黒木 広明	合屋周次郎	財津 潔	下田 満哉	城 昭典	高館 明	谷口 功	田端 正明		
出口 俊雄	中島憲一郎	中村 博	肥後 盛秀	増田 義人	松本 清	山口 政俊	山田 淳		
脇田 久伸									
監 査	富安 卓滋	赤瀬信一郎							
庶務幹事	江藤真由美								
会計幹事	鈴木 絢子								
常任幹事	新垣 雄光	井倉 則之	大島 達也	岸川 直哉	栗崎 敏	高橋 幸奈	高椋 利幸		
竹中 繁織	戸田 敬	浜瀬 健司	松尾 隆司	松森 信明					
幹 事	安藤 功	石岡 寿雄	石川 洋哉	石田 雄士	井原 敏博	宇都宮 聡	梅木 辰也		
王子田彰夫	大渡 啓介	大庭 義史	大平 慎一	恩田 健	片山 佳樹	加藤 祐子	梶島 力		
梶島 正美	上畑桂太郎	川上 健次	川畑 明	神崎 亮	北村 裕介	木下 将和	栗原 龍		
黒田 直敬	呉 行正	児玉谷 仁	財津 慎一	笹木 圭子	佐藤しのぶ	佐藤 博	佐藤 正雄		
佐野 洋一	澤津橋徹哉	塩路 幸生	清水 陽一	白土 英樹	末田 慎二	宗 伸明	高橋 章		
高橋 浩司	高橋 政孝	竹原 公	田中 充	手嶋 康介	天日 美薫	富永 昌人	鳥羽 陽		
中島 常憲	中園 学	中武 貞文	中野 幸二	中村 沙織	中山 研一	新留 康郎	西田 正志		
能田 均	能登 征美	野間 誠司	馬場 由成	巴山 忠	原口 浩一	原田 明	原田 雅章		
藤井 清永	前田 明広	増田 寿伸	真瀬田幹生	又吉 直子	松井 利郎	松田 直樹	松本 篤彦		
水城 圭司	満尾 良弘	満塩 勝	三宅 孝彰	村田 正治	森 健	安田みどり	藪下 彰啓		
山口 敏男	山下 将一	横山さゆり	横山 拓史	吉田 亨次	吉田 秀幸	吉田 祐一	吉留 俊史		
吉村 和久									

2022年「分析化学」論文賞

多数の掲載論文の中から厳正なる審査の結果、標記論文賞が下記のとおり決まりました。受賞論文の概要は本号244~245ページをご覧ください。

著者：末吉健志・松田景太・遠藤達郎・久本秀明
 題名：『デジタル分子ふるい電気泳動用キャピラリーデバイスの開発』
 [[分析化学] 所載ページ：第71巻第6号、325-331ページ]

著者：尾関優香・北川慎也・大谷 肇・近藤洋輔・品田弘子
 題名：『エレクトロスプレーイオン化—イオンモビリティセクトロメトリ—質量分析法によるスチレン/アクリル酸 *n*-ブチル共重合体の解析』
 [[分析化学] 所載ページ：第71巻第10・11号、563-570ページ]

2023年度分析士会総会・研修講演会

主催 (公社)日本分析化学会・分析士会
 協賛 (公社)日本分析化学会・LC研究懇談会
 後援 LCシニアクラブ

分析士の方にはリカレント教育の一環として各分野の最新情報を、また受験予定者には受験に必要な情報をそれぞれ提供いたします。

期日 2023年10月12日(木) 13:00~19:30

会場 五反田文化会館〔東京都品川区西五反田1-32-2、電話：03-3491-4010、交通：JR「五反田」駅または東急池上線「大崎広小路」駅下車、徒歩7分〕
<http://www.gotandabunkakaikan.com>

対象者 分析士の方々及び分析士認証試験の受験を考えておられる方。

定員 50名(申込順)

プログラム

13:00~13:30 受付

総合司会 榎本幹司

13:30~14:00 (プレゼンター 中村 洋)

分析士会総会

1. 新役員承認

2. 地区幹事承認

3. 見学会小委員承認

4. ホームページ小委員承認

5. その他、活動方針などの承認

14:00~14:30 会長講演(座長 三上博久)

「分析士と分析士会のSDGs」

(東京理科大学) 中村 洋

14:35~15:35 LCマイスター講演(座長 熊谷浩樹)

「HPLCを紐解く」

(株)島津総合サービスリサーチセンター) 三上博久

15:35~15:50 休憩

15:50~16:50 LC/MSマイスター講演(座長 合田竜弥)

「新モダリティ医薬品の開発に対する質量分析計の役割」

(株)東レリサーチセンター) 竹澤正明

16:55~17:55 解説講演(座長 竹澤正明)

「高分子のHPLC」

(アジレント・テクノロジー(株)) 熊谷浩樹

18:00~20:00 情報交換会

参加費 申込期限内4,000円、申込期限後5,000円。当日、受付でお支払いください。

申込方法 ①氏名、②所属、③連絡用電子メールアドレス、④登録済みの分析士資格(種別と段位)の有無を明記して下記申込先にメールでお申し込みください。④は、参加者の中から分野ごとに新幹事をお願いする原則に必要な情報です。

申込期限 10月5日(木)

申込・問合せ 分析士会総会担当 [E-mail: nakamura@jsac.or.jp]

第28講研究開発リーダー実務講座2023

—企業の将来を担う理想の研究開発リーダー像とは?—

主催 (一社)近畿化学協会

協賛 (公社)日本分析化学会近畿支部

日時 第1回:2023年7月6日(木)、第2回:8月3日(木)、第3回:9月1日(金)、第4回:10月13日(金)、第5回:11月2日(木)、第6回:12月15日(金)、各回13:00~18:30

場所 大阪科学技術センター〔大阪市西区鞆本町1-8-4〕

(対面式開催のみ)

プログラム (各回終了後、グループディスカッション、ビジネス交流会を開催)

7月6日(木)第1回【研究開発リーダーのあり方】

1. 「弱者の時代」の歩き方—リーダーに求められる2つのコアコンピテンス—

(アルプス薬品/ケルセジェン・ファーマ) 小野光則

8月3日(木)第2回【新規事業への挑戦】

1. 目撃証言:富士フィルムの新規事業創出

(富士フィルム) 曾呂利忠弘

2. グローバル目線の人脈形成と、新規事業への人財活用

(ウェストコーナー/北大名誉) 西田まゆみ

9月1日(金)第3回【知財戦略とオープンイノベーション】

1. 産学連携を成功に導く知財戦略

(東工大) 進士千尋

2. 産学連携によるイノベーション創出(仮)

(神戸大院科学技術イノベーション) 坂井貴行

10月13日(金)第4回【事業変革と人材育成】

1. やりきる力がすべてを変えた

(十全化学) 廣田大輔

2. 月曜日が楽しいな会社にしよう!—逆境からの飛躍を実現する人財を育てる全体最適のマネジメント理論TOC—

(Goldratt Japan) 岸良裕司

11月2日(木)第5回【オープンイノベーションと事業変革】

1. 科学技術イノベーション創出のためのアントレプレナーシップ

(神戸大院経営) 忽那憲治

2. リサーチトランスフォーメーション(RX)の羅針盤

(JST) 永野智己

12月15日(金)第6回【新事業創出】

1. イノベーションプロセスの概要—40年間の企業生活で学んだ事—

(三井化学/元日東電工) 表 利彦

参加費 主催団体所属会員:66,000円、協賛団体所属会員:88,000円、会員外:110,000円(1名参加分、6回通し受講のみ、消費税込)

申込・問合せ 〒550-0004 大阪市西区鞆本町1-8-4 大阪科学技術センター6階 (一社)近畿化学協会「研究開発リーダー実務講座」係 [電話:06-6441-5531, FAX:06-6443-6685, E-mail:seminar@kinka.or.jp]

詳細はホームページ

<https://kinka.or.jp/event/2023/28leader.html> をご参照くだ

さい

2023年度「ぶんせき講習会」(実践編) 第68回機器による分析化学講習会

～蛍光 X 線分析法による液体試料の微量金属元素分析～

主催 (公社)日本分析化学会近畿支部, 近畿分析技術研究懇話会

期日 2023年7月14日(金) 10.00~17.00

会場 (株)リガク大阪工場〔大阪府高槻市赤大路町14-8, 電話: 072-693-3800, 交通: JR「摂津富田」駅下車徒歩20分/タクシー2km以内, 阪急「総持寺」駅下車徒歩8分〕

<https://japan.rigaku.com/ja/about/map-takatsuki>

講習プログラム

1. 講義「蛍光 X 線微量分析の基礎と応用」(阪公立大) 辻幸一
2. 講義「水の品質保証における微量元素分析」(サントリーホールディングス) 鳥羽真由子
3. 講義「蛍光 X 線分析法による液体分析」(リガク) 本間寿
4. 実習「蛍光 X 線分析法による液体分析」リガク
 - ・直接法による試料調製と検量線法を用いた液体分析
 - ・点滴法による試料調製とスタンダードレス FP 法を用いた液体分析
 - ・全反射蛍光 X 線分析法による水の微量元素分析

参加費 主催・協賛団体所属会員: 11,000円, 会員外一般: 21,000円, 学生: 6,000円

参加申込締切 7月7日(金), 定員(20名)。お申込受付は先着順とし, 定員になり次第締め切り, 7月8日以降のキャンセルは不可。

申込方法 詳細は近畿支部 HP (<http://www.bunkin.org/>) をご参照ください。申込先 〒550-0004 大阪市西区鞠本町1-8-4 大阪科学技術センター6階(公社)日本分析化学会近畿支部〔電話: 06-6441-5531, FAX: 06-6443-6685, E-mail: mail@bunkin.org, 近畿支部 HP: <http://www.bunkin.org/>〕問合先 堀田弘樹(神戸大学) [E-mail: hotta@opal.kobe-u.ac.jp]

第385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

ピークを分離することは, ピークの検出と並ぶクロマトグラフィーの根幹要素です。HPLCにおいても, 種々の技術や手法が試みられ開発されてきました。本例会では, ピーク分離に関する技術, 手法について, HPLCシステムやカラム, ピーク処理手法等さまざまな角度から講演をしていただきます。

期日 2023年7月19日(水) 13.00~16.55

会場 Zoom オンライン会場

講演主題 ピークを分ける技術

講演

講演主題概説(オーガナイザー)(13.00~13.05)

(アジレント・テクノロジー(株)) 熊谷浩樹(LC分析士四段, LC/MS分析士二段)

1. あと少しの分離改善のテクニック(13.05~13.40)

((一財)化学物質評価研究機構) 坂牧 寛

(LC分析士二段, LC/MS分析士初段)

2. 低吸着 LC システムによるクロマトピークの改善(13.40~14.15)

(日本ウォーターズ(株)) 島崎裕紀(LC分析士三段, LCMS分析士二段)

3. 2次元 LC の最新技術と応用(14.15~14.50)

(アジレント・テクノロジー(株)) 熊谷浩樹(LC分析士四段, LC/MS分析士二段)

休憩(14.50~15.10)

4. PDA 検出器とケモメトリクス技術の融合によるピークデコンボリューション(15.10~15.45)

(株)島津製作所) 寺田英敏(LC分析士二段)

5. HPLC メソッド開発の効率化について(15.45~16.20)

(株)日立ハイテクサイエンス) 清水克敏(LC分析士二段, LC/MS分析士初段)

6. 総括「ピークを分ける技術」(16.20~16.55)

(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 LC 研究懇談会・個人会員: 1,000円, 後援学会・会員: 3,000円, その他: 4,000円, 学生: 1,000円。参加申込締切日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1,000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 7月12日(水)(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・その他の別及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宛に「第385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. 申込み受付のメールを受領後, 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参加 URL を発行しませんので, 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, 2023年7月13日以降に①例会サイト入場 URL と②「視聴者用操作マニュアル」をお送りします。また, 情報交換会参加費納入者には, ③情報交換会サイト入場 URL をお知らせいたします。なお, 請求書と領収書の発行はいたしていません。領収書は, 振込時に金融機関が発行する振込票等をもって替えさせていただきます。

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, 情報交換会参加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/MqRMz6AJNnJGARcN7>

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 アジレント・テクノロジー(株) 熊谷浩樹

[E-mail : hiroki_kumagai@agilent.com]

第 61 回分析化学講習会

主催 日本分析化学会九州支部
 共催 福岡市, 九州大学先端科学技術研究所 (ISIT), 九州大学学術研究都市推進機構, 日本化学会九州支部, 電気化学会九州支部, 日本薬学会九州支部, 日本食品科学工学会西日本支部, 日本農芸化学会西日本支部, 日本栄養・食糧学会九州・沖縄支部, 日本臨床化学会九州支部, 日本水環境学会九州支部, 化学工学会九州支部事務局, 福岡県環境計量証明事業協会

期日 2023年8月1日(火)~22日(火)

会場

九州大学伊都キャンパス [福岡市西区元岡 744]
 九州大学馬出キャンパス [福岡市東区馬出 3-1-1]
 福岡大学理学部 [福岡市城南区七隈 8-19-1]
 福岡市産学連携交流センター [福岡市西区九大新町 4-1]

講義と実習・期日

- GC ガスクロマトグラフィー
 8月8日(火)九州大学伊都キャンパス
 講師:(熊本県立大)白土英樹,(九大院農)井倉則之
 A. 化合物の同定(保持指標, マススペクトル)
 B. 定量分析(内標準法)
 C. 試料導入法(スプリット法, スプリットレス法)
 D. 香気成分のサンプリング(固相マイクロ抽出法)
 E. 食品の香気成分分析(GC-MS法)
- HPLC 高速液体クロマトグラフィー
 8月9日(水)・10日(木)九州大学馬出キャンパス
 講師:(九大院薬)浜瀬健司,(福岡大薬)巴山 忠
 A. 逆相 HPLC の基礎実習と実試料分析(医薬品・化粧品分析)
 B. HPLC 機器の内部構造とメンテナンス
 C. HPLC 用超純水製造装置
 D. 超高速全自動プレカラム誘導体化アミノ酸分析
 E. AI 支援による自動 HPLC メソッド開発システムの紹介
 F. 逆相モード, HILIC モードを用いた低分子化合物の分離~汎用から最新の高速分析カラムまでのカラム選択~
 G. 極性化合物分析へのアプローチ
 H. イオンクロマトグラフィーによる水, 大気などの環境分析ならびに各種品質評価
 I. 卓上小型 MS 検出器 ACQUITY QDa を用いる新感覚 LC-MS 分析
 J. 円二色性検出器を用いたキラル分離
- ICP-MS 誘導結合プラズマ質量分析法
 8月8日(火)・9日(水)九州大学伊都キャンパス
 講師:(九環協)天日美薫
 A. 無機分析に関する基礎
 B. 固相抽出法等による前処理
 C. マイクロピペッターの精度管理とメンテナンス
 D. ICP-MS 法による金属分析及びメンテナンス
- X-ray X線分析
 8月22日(火)福岡大学理学部
 講師:(福岡大理)栗崎 敏, 市川慎太郎
 A. X線分析(回折, 蛍光X線分析)の基礎に関する講義と測定及びデータの解析
- SEM/TEM 電子顕微鏡分析
 8月1日(火)福岡市産学連携交流センター
 講師:(九大院理)宇都宮聡

A. 電子顕微鏡分析(SEM/TEM)の基礎に関する講義とSEM/TEMによる試料観察

6. NMR 核磁気共鳴分光法

8月7日(月)福岡市産学連携交流センター

講師:(九大院理)松森信明

A. NMRの基礎と溶液NMRの測定法

B. 有機物質の構造解析

ランチョンセミナー 8月9日(水)・10日(木), 12:00~13:00, HPLC 会場

使用機器 日立ハイテックサイエンス, サーモフィッシャーサイエンティフィック(ジェイ・サイエンス西日本), 東ソー, 島津製作所, 日本分光, 日本ウォーターズ, ジーエルサイエンス, エムエス機器, 大阪ソーダ, メルク, オルガノの提供による最新機器

申込方法 Webサイト(www.jsac.or.jp/~jsac_kyushu/)より以下の項目(①~⑤)を入力してお申し込みください。当方から受付番号をお知らせしますので, 参加費を下記口座にお振込みください。その際, 振込み人氏名の前に受付番号を必ず記入してください。①受講者氏名, ②所属, ③連絡先(郵便番号, 住所, Tel, E-mail), ④希望コース(GC, HPLC, ICP-MS, X-ray, SEM/TEM, NMR)の6コースから選択, 日程が重ならなければいくつでも可, ⑤所属する主催および共催学協会(複数回答可)

・やむを得ない事情により, プログラムの一部を変更することがあります。

・各実習コースは定員制ですので, お早めにお申し込みください。

・参加費の入金の確認をもって申し込みを受理いたしますので, 振込用紙には参加者の名前を必ず記載してください。

・会員には, 勤務先が維持会員, 特別会員, 公益会員の方も含まれます。

・いったん納入された参加費の払い戻しはいたしません。

申込締切 7月7日(金)

参加費(税込)

主催・共催会員: 35,000円(非課税)

会員外: 45,000円(税込)

学生: 15,000円

振込先 福岡銀行 鹿児島営業部(支店コード751)

普通 1400596, 名義: 第61回分析化学講習会 事務局会計 児玉谷 仁

問合先 〒890-0065 鹿児島市郡元1-21-35 鹿児島大学大学院理工学研究科化学プログラム

[E-mail : bunkou2023@envchem.sci.kagoshima-u.ac.jp]

実行委員長 富安卓滋 [電話: 099-285-8107]

庶務担当 神崎 亮 [電話: 099-285-8106]

会計担当 児玉谷仁 [電話: 099-285-8108]

HPLC & LC/MS 講習会 2023

参加者募集

主催 (公社)日本分析化学会 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, LC シニアクラブ

協賛 アジレント・テクノロジー(株), 関東化学(株), 株島津製作所, 東ソー(株), 日本ウォーターズ(株), 日本分光(株), 株日立ハイテックサイエンス

HPLC, LC/MS の初心者・中級者を対象とし, 基礎から最近のトレンドまでを講義と実習で学びます。規定の講習を終えた方には, 受講証を差し上げます。また, 希望者には実力判定試験を受験する機会が付与され(無料), 合格者は2023年度LC分析士初段またはLC/MS分析士初段認証試験の筆記試験

が免除される特典があります。

開催日 2023年9月27日(水)～29日(金)

会場 五反田文化会館(第一会議室, 第二会議室, もみじ)
〔東京都品川区西五反田1-32-2, 電話: 03-3491-4010, 交通: JR「五反田」駅または東急池上線「大崎広小路」駅下車, 徒歩7分〕

<http://www.gotandabunkakaikan.com>

講習プログラム

1日目(講義と情報交換会)

- 9.00～9.20 ガイダンス(オーガナイザー) 中村 洋
9.20～9.50 講義1 概論(東京理科大学) 中村 洋
9.55～10.55 講義2 分離(東ソー(株)) 伊藤誠治
11.00～12.00 講義3 検出(株)島津総合サービス・リサーチセンター) 三上博久
12.00～13.00 昼休み
13.00～14.00 講義4 前処理(日本ウォーターズ(株)) 島崎裕紀
14.05～15.05 講義5 試薬・有機溶媒・水(関東化学(株)) 坂本和則
15.05～15.20 休憩
15.20～16.20 講義6 LC/MS(株)東レリサーチセンター) 竹澤正明
16.25～17.25 講義7 トラブル解決法(第一三共(株)) 合田竜弥
17.30～19.30 情報交換会

2日目・3日目(実習, 実力判定試験, 総合討論)

9.00～16.00 実習
受講者は4班に分かれ, 以下の4種類の実習(各90分)を2日間で受講します。

実習 A-1 検出器の使い方: フォトダイオードアレイ検出器(株)島津製作所) 野村文子

フォトダイオードアレイ検出器(PDA 検出器)を用いると, 一度の分析でUV スペクトル情報を取り込むことができます。従って, 通常の間隔-吸光度の二次元データに加えて波長軸を含む三次元データを取り扱うことができ, 分析後にさまざまな解析が可能となります。本実習では, 着色料(食品添加物)の分析を例に取り, フォトダイオードアレイ検出器の基本操作と機能(ピーク純度の検定, スペクトルによるピーク同定など)について, 実際の分析データを基にして学んでいただきます。また, PDA 検出器の能力をさらに高める最新のピーク解析技術についてもご紹介します。

実習 A-2 検出器の使い方: 蛍光検出器(日本分光(株)) 未定

蛍光物質を高感度かつ選択的に検出する蛍光検出器は, HPLC における微量成分の高感度検出や蛍光誘導体化した成分の測定などに多く使用されています。実習では, 実際に蛍光検出器付 HPLC システムを動作させて, 蛍光物質を測定しながら, 蛍光検出器の原理と特長, 励起及び蛍光波長の設定, 波長のタイムプログラムの使用方法, 測定時における留意点を学んでいただきます。

実習 B カラム分離とデータ解析(株)日立ハイテクサイエンス) 清水克敏, 宮野桃子

使用頻度が高い逆相系のカラムを用い, 目的成分が分離する移動相条件を検討します。移動相条件が分離・保持時間に影響を与えること, 最適条件を設定するためのポイントを学びます。取得したクロマトグラムを使用し, ベースライン補正方法と定量的実際, カラムの性能評価を実習していただきます。

実習 C 固相抽出～オフラインからオンラインまで(日本ウォーターズ(株)) 島崎裕紀

LC/MS/MS など分析装置の感度と選択性の向上が目覚ましい今日においても信頼性の高い分析を行うためにはサンプル前処理が必要な場合が少なくありません。特に医薬品バイオアナリシス, 食品分析, 環境分析など複雑なサンプルマトリクス中の微量成分を分析する場合はサンプル前処理が成功の鍵となります。本実習では幅広く使用されている固相抽出について色素サンプルを使用し受講者全員に前処理を体験していただきます。また, カラムスイッチング技術を使用したオンライン固相抽出法についても紹介します。

実習 D LC/MS の使い方(アジレント・テクノロジー(株)) 滝埜昌彦, 城代 航

タンデム四重極質量分析計を用いた LC/MS/MS システムは, 通常のマスマスペクトルの測定に加え, プロダクトイオンスペクトルやブリッカーイオンスペクトルの測定が可能です。近年では, 特に SRM モードを用いた選択性の高い高感度分析が可能であり, さまざまな試料中の微量成分の定量分析に使用されています。本実習では, 合成抗菌剤の一斉分析を例に取り, 測定条件の最適化方法, SRM 法を用いた定量分析法について学んでいただきます。

なお, 有機溶媒を使用しますので, 安全めがねを各自お持ちください。実習用の白衣はなくても結構です。実習 B では, 計算機(またはスマホ等)を使用しますので, 各自ご持参ください。また, 実習に当たっては十分な安全対策を講じておりますが, 講習会への行き帰り及び講習・実習中の事故等については, 免責とさせていただきます。必要と思われる方はご自身での保険加入をお願いいたします。

2日目

16.15～16.45 実力判定試験(無料・マークシート方式, 希望者のみ, LC コースまたは LC/MS コースのいずれかを受験)

受験希望者は B2～B6 の黒鉛筆と消しゴムを持参ください。実力判定試験の合格者は, LC 分析士初段または LC/MS 分析士初段認証試験合格者と同等の実力を有すると見なされます。後日, 初段試験の受験料と登録費を支払われた方には, 当該資格の登録証が送付されます。

3日目

16.00～16.45 総合討論

16.45～17.00 受講証授与

日程	1日目午前	2日目午後	3日目午前	3日目午後
開始時間	9.00	13.00	9.00	13.00
実習 A	1班	4班	3班	2班
実習 B	2班	1班	4班	3班
実習 C	3班	2班	1班	4班
実習 D	4班	3班	2班	1班

募集定員 50名

参加費用 40,000円(LC 研究懇談会個人会員, 後援学会個人会員), 50,000円(その他)

参加方法 LC 研究懇談会のホームページなどから, 以下の URL にお申し込みください。

<https://forms.gle/HC3tbfy8Q4jQnrGz6>

参加申込・振込期日 9月6日(水)(15時)

参加費振込先 りそな銀行五反田支店, 普通預金口座, 口座番号: 0802349, 口座名義: (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

シヤ)ニホンブンセキカガクカイエキタイクマトグラフィーケンキュウコンダンカイ

連絡先 ご質問・総合討論で議論したい事柄などを下記へお知らせください。LC 研究懇談会 [E-mail: nakamura@jsac.or.jp]

第59回 X線分析討論会

主催 (公社)日本分析化学会 X線分析研究懇談会
 期日 2023年10月21日(土)・22日(日)
 会場 東京都大学世田谷キャンパス〔東京都世田谷区玉堤1-28-1〕

討論主題 次の6点に関係する発表を募集する。

- (1) 実験室系 X線源・小型 X線源による迅速分析
- (2) X線分析と各種分析技術の融合による先端科学への応用
- (3) X線要素機器の開発と X線分析への展開
- (4) X線イメージングおよび顕微解析
- (5) X線吸収分光と電子分光 (XAFS, EELS)
- (6) 表面分析 (XPS, TXRF 等), その他

講演申込期間 7月1日(土)~7月31日(月)

・講演内容は未発表のものに限ります。

講演要旨受付期間 9月1日(金)~9月29日(金)

事前参加申込期間 9月1日(金)~9月29日(金)

参加登録料

一般事前: 4,500円(会員*), 5,500円(非会員)

一般当日: 6,000円(会員*), 7,000円(非会員)

学生予約: 2,000円, 学生当日: 3,000円

(*協賛学会員を含む)

詳細については、討論会 Web サイト

<https://xbun.jsac.jp/conference/no59.html>

をご覧ください。

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤1-28-1 東京都
 大学理工学部応用化学科 江場宏美

〔電話: 03-5707-0104 (代表), E-mail: xbun59@tcu.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。

界面コロイドラーニング

—第39回現代コロイド・界面化学基礎講座—

主催 (公社)日本化学会コロイドおよび界面化学部会
 期日 東京会場: 2023年6月1日(木)・2日(金), 大阪会
 場: 6月15日(木)・16日(金)

会場 東京会場: 同志社大学東京オフィス, 大阪会場: 大阪科
 学技術センター(本町)

ホームページ

<https://colloid.csj.jp/category/seminar/>

連絡先 第39回現代コロイド・界面化学基礎講座事務局
 [E-mail: jigyoukikaku_01@colloid.csj.jp]

第75回表面科学基礎講座

表面・界面分析の基礎と応用

主催 (公社)日本表面真空学会

期日 2023年6月1日(木)~30日(金)

会場 オンライン(Google Classroom)

ホームページ <https://www.jvss.jp/>

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〔電話: 03-3812-0266,
 FAX: 03-3812-2897, E-mail: kaiin@jvss.jp〕

熱測定オンライン講習会 2023

主催 日本熱測定学会

期日 2023年6月15日(木), 6月30日(金), 7月14日
 (金), 7月28日(金)

会場 オンライン開催

ホームページ

<https://www.netsu.org/2023onlinelecture/>

連絡先 〒101-0032 東京都千代田区岩本町1-6-7 宮沢ビ
 ル601 日本熱測定学会事務局〔電話: 03-5821-7120,
 FAX: 03-5821-7439, E-mail: netsu@mbd.nifty.com〕

第41回高分子表面研究会基礎講座

「表面をつくる・みる・つかう」

主催 (公社)高分子学会高分子表面研究会

期日 2023年6月23日(金)

会場 東京理科大学森戸記念館第1フォーラム

ホームページ

<https://member.spsj.or.jp/event/index.php?id=457>

連絡先 〒104-0042 東京都中央区入船3-10-9 新富町ビル
 (公社)高分子学会 第41回高分子表面研究会基礎講座係
 [電話: 03-5540-3770, FAX: 03-5540-3737]

第4回オンライン真空講習会入門講座

主催 (公社)日本表面真空学会
 期日 オンデマンド講義受講可能期間:2023年7月5日(水)
 12時~2024年2月15日(木)12時
 会場 オンライン(オンデマンド講義:AirCourse)
 ホームページ <https://www.jvss.jp/>
 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〕

プラズマ分光分析研究会 2023 筑波セミナー

主催 プラズマ分光分析研究会
 期日 2023年7月6日(木)・7日(金)
 会場 つくば国際会議場 202 会議室およびオンライン
 ホームページ <http://plasma-dg.jp/>
 連絡先 プラズマ分光分析研究会事務局 梅村知也〔電話:
 042-816-3001, E-mail:office@plasma-dg.jp〕

第35回イオン交換セミナー
「挑戦するイオン交換 VII」

主催 日本イオン交換学会
 期日 2023年7月7日(金)
 会場 上智大学四ツ谷キャンパス
 ホームページ <http://www.jaie.gr.jp/>
 連絡先 長岡技術科学大学工学研究量子原子力系 鈴木達也
 〔電話:0258-47-9692, E-mail:tasuzuki@vos.nagaokaut.ac.jp〕

第11回対称性・群論トレーニングコース
(日本語講義・英語講義)

主催 日本結晶学会
 期日 (英語講義)2023年7月10日(月)~14日(金), (日本
 語講義)2023年7月24日(月)~28日(金)
 会場 高エネルギー加速器研究機構つくばキャンパス
 ホームページ <http://pfwww.kek.jp/trainingcourse/>
 連絡先 対称性・群論トレーニングコース事務局 高橋良美
 〔E-mail:tyoshimi@post.kek.jp〕

第5回使えるセンサ・シンポジウム 2023
(同時開催:第5回使えるセンサ技術展 2023)

主催 (一社)センサ協会の使えるセンサ・シンポジウム
 実行委員会
 期日 2023年7月20日(水)・21日(木)
 会場 マイドームおおさか
 ホームページ <http://sensait.jp/stc/symposium/>
 連絡先 〒162-0814 東京都新宿区新小川町 5-5 オプトロ
 ニクス社気付 STC2023 運営事務局〔電話:03-3269-
 3550, FAX:03-5229-7253〕

第33回電顕サマースクール
~形態学の真髄~

主催 (公社)日本顕微鏡学会
 期日 2023年8月7日(月)・8日(火)
 会場 川崎医科大学
 ホームページ
<https://microscopy.or.jp/summerschool/>
 連絡先 〒701-0192 岡山県倉敷市松島 577 川崎医科大学解
 剖学(内)第33回電顕サマースクール事務局 福田未来子
 〔電話:086-462-111(内線27520), E-mail:denkensummer33
 @med.kawasaki-m.ac.jp〕

第60回(2023年度)真空夏季大学

主催 (公社)日本表面真空学会
 期日 2023年8月29日(火)
 会場 八王子市生涯学習センター
 ホームページ <https://www.jvss.jp/>
 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, FAX:03-3812-2897, E-mail:office@jvss.jp〕

第12回環境放射能除染研究発表会

主催 (一社)環境放射能とその除染・中間貯蔵および環境再
 生のための学会
 期日 2023年8月30日(水)・31日(木)
 会場 とうほう・みんなの文化センター(福島県文化センター)
 と Web のハイブリッド開催
 ホームページ <http://khjosen.org/>
 連絡先 〒305-0061 茨城県つくば市稲荷前 24-10-A-102
 (一社)環境放射能とその除染・中間貯蔵および環境再生のため
 の学会〔電話:029-886-9227, FAX:029-886-9228,
 E-mail:office@khjosen.org〕

第3回オンライン真空応用技術講座

主催 (公社)日本表面真空学会
 期日 オンデマンド講義受講可能期間:2023年9月5日(火)
 12時~2024年2月15日(木)12時
 会場 オンライン(オンデマンド講義:AirCourse)
 ホームページ <https://www.jvss.jp/>
 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〕

第4回オンライン真空講習会

主催 (公社)日本表面真空学会
 期日 オンデマンド講義受講可能期間:2023年9月5日(火)
 12時~2024年2月15日(木)12時
 会場 オンライン(オンデマンド講義:AirCourse)
 ホームページ <https://www.jvss.jp/>

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〕

2023年度日本地球化学会第70回年会

主催 (一社)日本地球化学会
期日 2023年9月21日(木)~23日(土)
会場 東京海洋大学品川キャンパスおよびハイブリッド開催
ホームページ
<http://www.geochem.jp/meeting/index.html>
連絡先 名古屋大学大学院環境学研究所地球環境科学専攻
浅原良浩〔E-mail:affairs@geochem.jp〕

第62回NMR討論会

主催 (一社)日本核磁気共鳴学会
期日 2023年11月7日(火)~9日(木)
会場 横須賀芸術劇場
ホームページ
<https://nmr62yokosuka.sakura.ne.jp/>
連絡先 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水1-10-20 防衛
大学校応用化学科 浅野敦志〔E-mail:asanoa@nda.ac.jp〕

第44回超音波エレクトロニクスの基礎と 応用に関するシンポジウム

主催 超音波エレクトロニクス協会 USE シンポジウム運営
委員会
期日 2023年11月13日(月)~15日(水)
会場 富山国際会議場
ホームページ <https://use-jp.org>
連絡先 実行委員長〔E-mail:steering@use-jp.org〕

「分析化学討論会」特集の論文募集

「分析化学」編集委員会

「分析化学」誌では、毎年第12号に分析化学討論会特集号として、分析化学討論会の討論主題に関連した論文を掲載しております。第83回分析化学討論会では、「生命を観る・測るバイオ分析の最前線」、「Next Gen」化学センシング~次世代化学センシングの方法論・デバイス開発の最前線~、「流れ分析法の新展開と社会への貢献」、「より迅速で、より簡便な分析化学を目指して」、「未来の「食」と「薬」を創る分析化学」の5テーマを討論主題として取り上げました。

一方、新型コロナウイルス感染症は、発生から3年余り経た今年5月ようやく5類感染症へと引き下げられましたが、この間、世界中で人々の生活に大きな変化をもたらしました。

そこで2023年度の分析化学討論会特集号では、5つの討論主題を「ポストコロナ時代の分析化学」と位置づけ、第83回分析化学討論会で設けた討論主題5テーマに関する論文を広く募集します。多数のご投稿をお待ちしております。詳細は「分析化学」72巻6号及びホームページをご覧ください。

特集論文の題目:「ポストコロナ時代の分析化学」

特集論文の対象:第83回分析化学討論会討論主題の下記5

テーマに関する論文。(討論会での発表の有無は問わない)
「生命を観る・測るバイオ分析の最前線」、「Next Gen」化学センシング~次世代化学センシングの方法論・デバイス開発の最前線~、「流れ分析法の新展開と社会への貢献」、「より迅速で、より簡便な分析化学を目指して」、「未来の「食」と「薬」を創る分析化学」

特集論文の申込締切:2023年7月7日(金)

特集論文の原稿締切:2023年8月11日(金)

「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6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。

特集論文申込締切:2023年7月21日(金) (第1期)

特集論文原稿締切:2023年8月18日(金) (第1期)

ぶんせき 6月号 掲載会社 索引

【ア行】	東ソー(株)…………… A6	【ラ行】
(株)エス・テイ・ジャパン…………… 表紙 2	【ナ行】	(株)リガク…………… A3
【カ行】	日本分光(株)…………… A1	製品紹介ガイド …………… A8～9
関東化学(株)…………… 表紙 4	【ハ行】	図書案内 …………… A10～11
【サ行】	(株)日立ハイテクサイエンス…………… A4	
(株)島津製作所…………… 表紙 3	フロンティア・ラボ(株)…………… A12	
【タ行】	【マ行】	
東亜ディーケーケー(株)…………… A2	室町ケミカル(株)…………… A5	

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

<h2 style="text-align: center;">原子スペクトル分析</h2>	<p>高速液体クロマトグラフ Chromaster 5610 質量検出器 (MS Detector) (株)日立ハイテックサイエンス https://www.hitachi-hightech.com/hhs/ E-mail: hhs-info.fy.ml@hitachi-hightech.com</p>
<p>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</p>	<p>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/</p>
<h2 style="text-align: center;">分子スペクトル分析</h2>	<h2 style="text-align: center;">電気化学分析</h2>
<p>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</p>	<p>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</p>
<p>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)日立ハイテックサイエンス https://www.hitachi-hightech.com/hhs/ E-mail: hhs-info.fy.ml@hitachi-hightech.com</p>	<h2 style="text-align: center;">質量分析</h2>
<p>フーリエ変換赤外分光光度計 FT/IR-4X リサーチグレードでありながら、ダウンサイジングを追求 日本分光(株) 電話 042-646-4111(代) https://www.jasco.co.jp</p>	<p>MALDI-TOF(/TOF), 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</p>
<h2 style="text-align: center;">レーザー分光分析</h2>	<h2 style="text-align: center;">熱分析</h2>
<p>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 https://www.g5-hakuto.jp E-mail: info@g5-hakuto.jp</p>	<p>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</p>
<h2 style="text-align: center;">NMR・ESR・磁気分析</h2>	<h2 style="text-align: center;">分析装置・関連機器</h2>
<p>NMR スペクトル解析ソフトウェア Mnova (株)リアクト 担当: 化学事業部 梅本 電話 045-567-6633 E-mail: umemoto@react-corp.com https://www.react-corp.com/</p>	<p>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</p>
<h2 style="text-align: center;">クロマトグラフィー</h2>	<p>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)アメナテック http://www.amena.co.jp</p>
<p>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@ceri.jp</p>	<p>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</p>
<p>UV吸収のない化合物までしっかりフラクション UVとELSDを内蔵した一体型ダブルトリガー分取装置 日本ビュッヒ(株) 電話 03-3821-4777 https://www.buchi.com/ja</p>	<p>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 マ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</p>

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/>

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>

秒速粉碎機 マルチピースショッカー®
 ディスボ容器で岩石・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 <http://www.yasuikikai.co.jp/>

研究室用設備機器

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

試薬・標準試料

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>

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>

X 線回折実験等に使える『高度精製タンパク質試料』
 グルコースイソメラーゼ, α アミラーゼほか
 (株)コンフォーカルサイエンス 電話 03-3864-6606
<http://www.confsci.co.jp>

信頼性確保に重要な認証標準物質 (CRM)
 標準物質のご用命は
 シングマアルドリッチジャパン(同)
 テクニカルサービス 電話 03-4531-1140
 E-mail: jpts@merckgroup.com

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>

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

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。
 富士フィルム和光純薬(株)

薄層クロマトグラフィー (TLC) のリーディングカン
 パニーとして最高レベルの品質と豊富な担体・サイ
 ズ・支持体のプレートをご用意しています。
 メルク(株) テクニカルサービス
 電話 03-4531-1140 E-mail: jpts@merckgroup.com

書籍

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>

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/>

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/>

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

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

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, 数量化, イメージング, スペクトルの解釈な
 ど。(SurfaceSpectra, Ltd.)
 (株)デジタルデータマネジメント 電話 03-5641-1771

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>

不確かさセミナー

演習中心で解り易いと評判の「不確かさ」セミナー
 開催中!
 日本電気計器検定所 (JEMIC) 電話 03-3451-1205
<https://www.jemic.go.jp>
 E-Mail: kosyukai-tyk@jemic.go.jp

「本ガイド欄」の掲載については下記にご連絡ください。
 (株)明報社
 電話 03-3546-1337 FAX 03-3546-6306
 E-mail: info@meihosha.co.jp

※価格はすべて税込です

<p>化学分析・化学実験</p>		<p>Mass Spec: Desk Reference, 2nd edition 4,400 円 (税込) 質量分析に使われる用語の解説と誤用される用語例. 質量分析の書誌情報の集積. (Global View Publisher)</p>	<p>マデ ネジ ジタ ルメ ルデー ンデー トタ</p>
<p>粉末 X 線解析の実際 第 3 版 中井 泉・泉 富士夫 編著 B5 308 頁 定価 6,490 円 (税込) 粉末回折法の全容を実践的に理解できる。[内容] 原理/データ測定・読み方・活用/特殊な測定法と試料/リートベルト法/RIETAN-FP の使い方/MEM・MPF 解析/未知結晶構造解析/先端材料への応用/他</p>	<p>朝 倉 書 店</p>	<p>Surface Analysis by Auger and X-Ray Photoelectron Spectroscopy David Briggs and John T. Grant 編 B5 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, 数量化, イメージング, スペクトルの解釈など (Surface Spectra, Ltd.).</p>	<p>マデ ネジ ジタ ルメ ルデー ンデー トタ</p>
<p>図説 表面分析ハンドブック 日本表面真空学会 編 B5 576 頁 定価 19,800 円 (税込) 約 120 の手法を見開き形式で解説。実際の適用例を複数紹介し, その手法の特徴や主な適用先などをまとめ, 一目で概要がわかるよう工夫。試料の種類や性質, 目的により適切な手法を選択するためのリファレンス。</p>	<p>朝 倉 書 店</p>	<p>ToF-SIMS : Surface Analysis by Mass Spectrometry 2nd edition John C. Vickerman and David Briggs 著 B5 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 (Surface Spectra, Ltd.).</p>	<p>マデ ネジ ジタ ルメ ルデー ンデー トタ</p>
<p>蛍光 X 線分析の実際 第 2 版 中井泉 編/日本分析化学会 X 線分析研究懇談会 監修 B5 280 頁 定価 6,490 円 (税込) 試料調製, 標準物質, 蛍光 X 線装置スペクトル, 定量分析などの基礎項目を平易に解説し, 食品中の有害元素分析, 放射性大気粉塵の解析, 文化財への非破壊分析など豊富な応用事例を掲載した実務家必携のマニュアル。</p>	<p>朝 倉 書 店</p>	<p>放射化学</p>	
<p>機器分析</p>		<p>放射化学の事典 日本放射化学会 編 A5 376 頁 定価 10,120 円 (税込) 生命科学・地球科学・宇宙科学等の基礎科学の基本概念である放射化学を約 180 項目・各 1~4 頁で解説した読む事典。[内容] 放射線計測/人工放射性元素/原子核プローブ・ホットアトム化学/分析法/環境放射能/原子力/宇宙・地球化学/他</p>	<p>朝 倉 書 店</p>
<p>光と物質の量子相互作用ハンドブック 荒川泰彦/監修 B5 992 頁 77,000 円 (税込) 900 ページを超える体系的かつ網羅的なハンドブック。前半では, 光と物質の量子相互作用について, 量子力学の一般的基礎事項から, 各物質・構造に特有な基礎について論じる。後半では量子相互作用とデバイス, システムへの応用, 計測・分光技術としてまとめている。</p>	<p>エ ヌ ・ テ イ ・ エ ス</p>	<p>化学一般・その他</p>	
<p>スピントロニクスハンドブック~基礎から応用まで~ 佐橋政司・湯浅新治・遠藤哲郎/監修 B5 760 頁 77,000 円 (税込) 今まさに応用上重要な位置づけにある MRAM を中心に, 磁気ストレージ, 磁気センサ, 高周波デバイス, 新機能デバイスへの応用展開を視野に, 関連する基礎現象, 材料物性, 先端計測技術について, 重要なデータを網羅。</p>	<p>エ ヌ ・ テ イ ・ エ ス</p>	<p>触媒総合事典 触媒学会 編 A5 判 548 頁 定価 14,300 円 (税込) 触媒の基礎から幅広い応用分野まで網羅する中項目事典。約 250 のトピックを通じて我々の豊かな生活を支える触媒を総覧できるレファレンス。</p>	<p>朝 倉 書 店</p>
<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 216 頁 定価 3,300 円 (本体 3,000 円 + 税) Python によるデータ解析の入門書, 化学に計量学を取り入れたケモメトリックスと, その機器分析データへの応用についても言及。</p>	<p>オ ー ム 社</p>	<p>生産プロセスにおける IoT, ローカル 5G の活用 三瓶政一・阪田史郎 ほか 70 名 2023 年 6 月刊 A4 判 約 500 頁 本体価格 88,000 円 (税込) 試読可 アカデミック割引価格 33,000 円 (税込) 試読可 ローカル 5G の最新動向, 歩留まり改善, 要因分析, 機械学習に向けたデータ処理など, スマートプラント, 工場に向けたデータの取得・収集と, 活用事例を総説。</p>	<p>技 術 情 報 協 会</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 エルゼビア 2011 刊 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, バイログラム, 生成物の帰属, 相対生成率, 保持指標, 質量スペクトルと構造式など, 昇温過程での生成物のサーモグラムとその平均質量スペクトルも収録。</p>	<p>マ デ ネ ジ タ ル メ ル デー ン デー ト タ</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 ほか著 B5 判 248 頁 2,530 円 (税込) 理論化学を高校で学習する基礎から学べるテキスト。フルカラー印刷で物質の状態や色の変化を写真で見られ, 概念図・モデル図も理解しやすい。「物質の構造」「物質の状態」「物質の変化と平衡」の章配列。</p>	<p>実 教 出 版</p>

◆掲載図書発行所◆

図書購入・問い合わせなどは、下記発行所に直接ご連絡ください。

※価格はすべて税込です

(株)朝倉書店	URL : https://www.asakura.co.jp/ 〒162-8707 東京都新宿区新小川町 6-29	☎03(3260)7631
(株)エヌ・ティー・エス	URL : http://www.nts-book.co.jp/ 〒102-0091 東京都千代田区北の丸公園 2-1 科学技術館 2階	☎03(5224)5430
(株)オーム社	URL : https://www.ohmsha.co.jp/ 〒101-8460 東京都千代田区神田錦町 3-1	☎03(3233)0853
(株)技術情報協会	URL : https://www.gijutu.co.jp/ 〒141-0031 東京都品川区西五反田 2-29-5 日幸五反田ビル	☎03(5436)7744
実教出版(株)	URL : https://www.jikkyo.co.jp/ 〒102-8377 東京都千代田区五番町 5	☎03(3238)7765
(株)デジタルデータマネジメント	URL : http://www.ddmcorp.com 〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町 1-11-8 紅萌ビル	☎03(5641)1771

次回の図書案内は 2023 年 12 月号に掲載します。

高分子材料分析の強力な戦力！

マルチショット・パイロライザー EGA/PY-3030D

未知試料へ多面的にアプローチ

- 室温から1050°Cまでの幅広い温度領域を任意設定
- 発生ガス分析や瞬間熱分析などの組み合わせにより未知試料を多面的に分析

前処理なしで迅速に分析

- あらゆる形態のポリマー試料を煩雑な前処理なしで簡単・迅速に分析

高性能で高信頼

- サーモグラムとパイログラムの高い再現性を保証



豊富な周辺装置

新製品

目的に合わせて選べる周辺装置で分析業務をサポート

メンテナンス性が向上！
より使いやすくなった

自動分析用オートサンプラー AS-2020E

ライブラリー登録数が大幅増！
ポリマー・添加剤を瞬時に同定できる
マススペクトル検索ソフトウェア F-Search

簡単操作でパワフル！
各種試料の粉碎・攪拌・分散に最適な
卓上可搬型 凍結粉碎装置 IQ MILL-2070

微量ポリマーの検出感度が大幅向上！
スプリットレス熱分解用オプション装置 MFS-2015E



製品情報

最新のアプリケーション

300報を超える多彩なアプリケーションでユーザーをサポート

- Py-GC/MS分析における水素キャリアーガスの影響
 - 微量マイクロプラスチックの分析
- ほか



テクニカルノート

フロンティア・ラボ 株式会社

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

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

赤外ラマン顕微鏡

Infrared / Raman Microscope

AIRsight



Raman and FTIR microscopy In perfect harmony

赤外分光法とラマン分光法

相補的な分子情報を得る2つの分析手法を融合した赤外ラマン顕微鏡
観察から解析まで簡単にできるシンプルなシステムで効率的な分析作業をサポートします。

Same position

サンプルを移動させることなく、
極微小部の同一箇所における観察、
赤外およびラマン測定が可能

Smart software

ソフトウェア上で
赤外測定とラマン測定を
簡単に切り替え可能

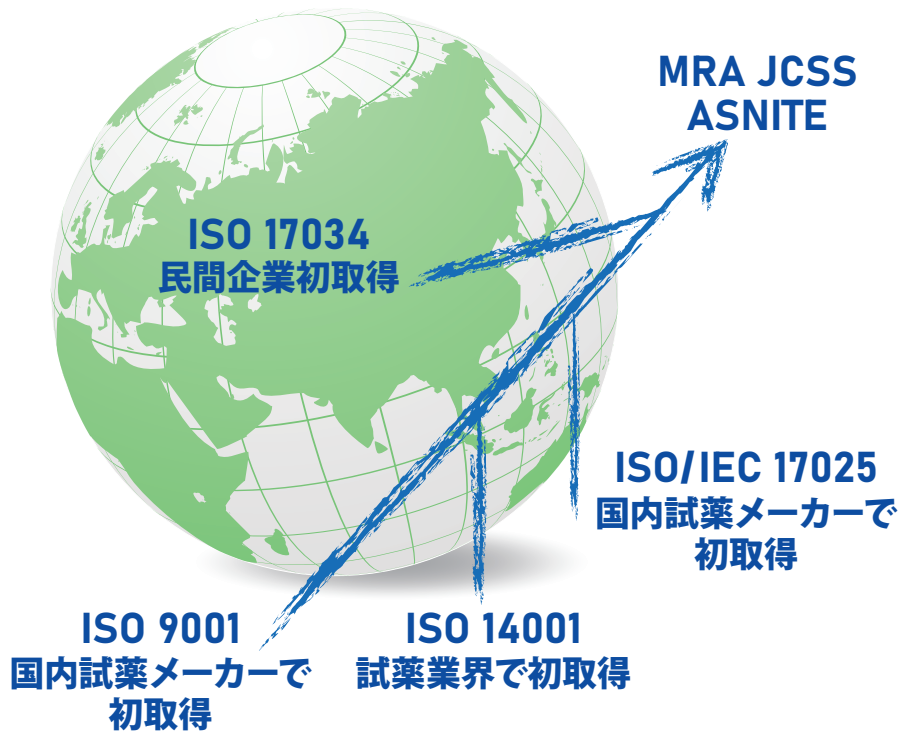
Single system

1台分の設置スペースで
赤外測定とラマン測定が可能



認証標準物質 (CRM)

～グローバルレベルの分析技術～



[認定概要] MRA JCSS

種別	品目数	製品数	認定業者
pH標準液 (第1種)	2	2	伊勢原工場 (認定番号: 0015)
pH標準液 (第2種)	6	12	
金属標準液	36	63	草加工場 (認定番号: 0014)
金属混合標準液	1	1	
非金属イオン標準液	12	16	
有機化合物標準液	3	3	
有機化合物混合標準液	5	5	

ASNITE認定 認証標準物質

認定概要 容量分析用標準物質 : 10品目
定量NMR用標準物質 : 2品目
電気伝導率測定用標準液 : 1品目

認証書 (COA)

ILAC MRAマーク・IA Japan認定シンボル入りの認証書

ISO/IEC 17025対応 容量分析用滴定液

適用品目 20品目

試験報告書 (COA)

ILAC MRAマーク・JAB認定シンボル入りの試験報告書
※試験報告書は有料でご提供しております。



関東化学株式会社 〒103-0022 東京都中央区日本橋室町2丁目2番1号 (03)6214-1090