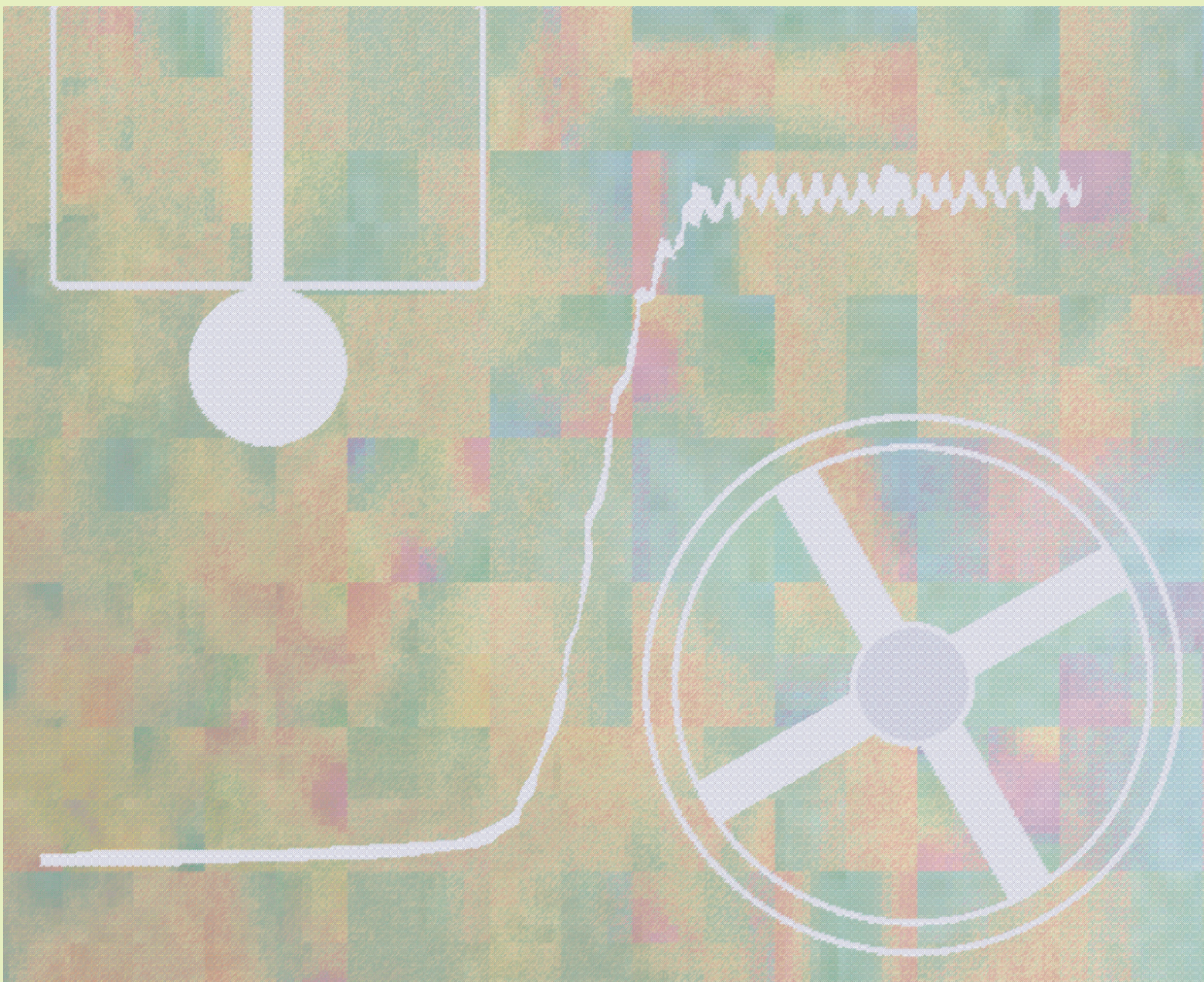


ぶんせき 12

Bunseki 2023

The Japan Society for Analytical Chemistry



iMT 株式会社アイ・モーションテクノロジー

業界初 指示薬法の滴定画像自動化装置

HIPPO SCAN

特許出願中

滴定を**手動**で行う場合…

分析者の不足
目視判断の
ストレス

入力漏れ・
入力ミスの
リスク

経験が必要で
判別に個人差



滴定の課題をすべて解決



HIPPO SCAN
ヒッポスキャン

〈装置構成〉



- ① 滴定画像自動化装置
- ② 電動ビュレット (別売)
- ③ マグネチックスターラ (別売)
- ④ パソコン (ご用意ください)

自動化

人手不足の解消
精神的・身体的
負担の解消

DI

試験結果を
自動で記録保存
改ざん・不正防止

難しい試験が
誰でも正確にできる

画像による判断のため
特別なトレーニングの
必要がない

製造元

iMT

株式会社アイ・モーションテクノロジー <https://www.i-motion.co.jp/>
〒020-0857 岩手県盛岡市北飯岡2-4-23 ヘルステック・イノベーション・ハブ内 TEL: 019-601-8016

販売元

FREUND

フロイント産業株式会社 <https://www.freund.co.jp/> Email: cssp@freund.co.jp
〒160-0023 東京都新宿区西新宿6丁目25-13 フロイントビル TEL: 03-6890-0769

製品の詳細
お問い合わせは
こちらから



ぶんせき Bunseki 2023 Contents 12

目次

とびら	「ぶんせき」誌の付加価値向上を目指して／四宮 一総 519
入門講座	分離技術：原理から最新技術まで マイクロ流路デバイス／火原 彰秀 520
解説	HPLC/ICP-MS による化学形態別分析と 多元素同時分析への利用／岡林 識起 525
ミニファイル	マイクロ・ナノの分析化学 マイクロ流体デバイスの実用化と展望／渡慶次 学 530
話題	ペルおよびポリフルオロアルキル化合物 (PFAS) の 包括管理に向けて／三宅 祐一 532
技術紹介	水中の PFAS 分析における前処理や測定時のポイント ／高原 玲華・高柳 学・太田 茂徳 534
トピックス	結晶スポンジ法によるホップ代謝物の構造解析／渡邊 慎平 539 振動円二色性分光法を利用した柔軟な構造を持つ脂肪酸の 絶対立体配置決定／梅宮 茂伸 539 クライオ電子顕微鏡による生体材料の立体構造解析／宋和 慶盛 540
こんにちは	FS CREATION を訪ねて／宮下 振一・松神 秀徳 541
リレーエッセイ	クラフトビールと分析化学と私／末吉 健志 544
報告	日本分析化学会第 72 年会開催報告／戸田 敬 545
ロータリー	549 インフォメーション：九州支部だより；HPLC & LC/MS 講習会 2023；高分子分 析研究懇談会第 416 回例会；2023 年度分析士会総会・研修講演会；第 384 回液 体クロマトグラフィー研究懇談会；第 386 回液体クロマトグラフィー研究懇談会； 第 387 回液体クロマトグラフィー研究懇談会／執筆者のプロフィール

〔訂正〕	554	〔広告索引〕	A7
〔論文誌目次〕	555	〔ガイド〕	A8
〔お知らせ〕	M1	〔図書案内〕	A10
〔カレンダー〕	iii	〔2023 年目次〕	S1
		〔2023 年広告掲載会社一覧〕	S6

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

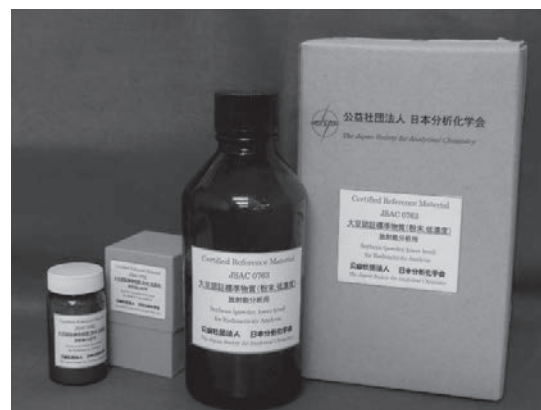
	低濃度	高濃度
^{134}Cs 放射能濃度 (Bq/kg) :	99 ± 9	225 ± 15
^{137}Cs 放射能濃度 (Bq/kg) :	233 ± 20	533 ± 34
^{40}K 放射能濃度 (Bq/kg) :	707 ± 53	633 ± 50

○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

カレンダー

2023 年

- 12月 7・8日 第36回日本吸着学会研究発表会〔石川県立音楽堂〕……………(8号 M5)
 8日 新アミノ酸分析研究会第13回学術講演会〔大田区産業プラザ Pio〕……………(9号 M5)
 15日 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〕……………(6号 M4)
 20・21日 テラヘルツ科学の最先端 X〔東北大学電気通信研究所ナノ・スピコン総合研究棟〕……………(11号 M3)
 22日 第4回群馬・栃木地区分析技術交流会〔前橋工科大学1号館多目的ホール〕……………(10号 M14)

2024 年

- 1月 18日 表面科学技術研究所2024 カーボンニュートラルを目指して
 —太陽光発電と風力発電の現状と将来展望—
 [(地独)大阪産業技術研究所森え宮センター大講堂ならびにオンライン]……………(11号 M3)
 18・19日 第29回 LC & LC/MS テクノプラザ〔横浜市金沢産業復興センター〕……………(9号 M3)
 22日 第32回放射線利用総合シンポジウム〔ONSA Office 会議室〕……………(M 1)
 24日 東海支部2023年度アドバンスセミナー「ソフトマテリアルの機能化技術と研究動向」
 [オンライン]……………(10号 M15)
 26日 第3回油化学セミナー〔油脂工業会館9階会議室〕……………(M 1)
 2月 21日 23-2 高分子学会講演会 主題=構造と物性を解き明かす ～ポリマー分析技術の最先端～
 [オンライン]……………(11号 M3)
 3月 6日 2024年度液体クロマトグラフィー分析士五段認証試験〔日本分析化学会会議室〕……………(10号 M3)
 13日 2024年度液体クロマトグラフィー分析士四段認証試験〔日本分析化学会会議室〕……………(10号 M3)
 5月 16・17日 第40回希土類討論会〔松山市立子規記念博物館〕……………(M 1)
 18・19日 第84回分析化学討論会〔京都工芸繊維大学松ヶ崎キャンパス〕……………(M 3)

＜マグネシウム認証標準物質 7 種類の頒布開始＞

日本分析化学会は、実試料の分析時への妥当性確認などのために高純度マグネシウム認証標準物質として JAC 0141, JSAC 0142 及び JAC 0143 を開発し、汎用マグネシウム合金認証標準物質として JAC 0151, JSAC 0152, JSAC 0153 及び JAC 0154 を開発した。マグネシウム中の成分分析における機器の校正及び分析結果のバリデーションに使用することを目的としたものである。

◇微量元素分析用 高純度マグネシウム認証標準物質◇

[JAC 0141～JAC 0143 (ディスク状 3種類)]

JIS H 2150 に準拠したインゴットからビレットを作製し、押し出し加工により丸棒にし、ディスク状に切り出した標準物質で 3～6 元素を認証した。

直径 50 mm 厚さ 20 mm のディスク状：表面を平滑に研磨仕上げ

単位 (µg/g)

	Mg 純度(%)	Al, Si, Mn	Ca, Zn, Fe	Cu, Ni, Pb	Li, Ga, Ce
JSAC 0141	99.9	100 ~ 200	10 ~ 100	1 ~ 10	0.1 ~ 1
JSAC 0142	99.95	50 ~ 100	10 ~ 50	0.5 ~ 5	0.1 ~ 1
JSAC 0143	99.99	5 ~ 20	5 ~ 20	0.5 ~ 5	0.1 ~ 1

◇汎用マグネシウム合金認証標準物質◇

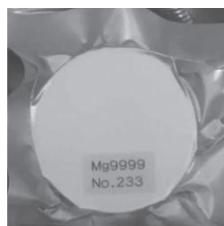
[JAC 0151～JAC 0154 (ディスク状 4種類)]

JIS H 4203 に準拠したマグネシウム合金を連続鋳造で作製したビレットを押し出し加工により丸棒にし、ディスク状に切り出した標準物質で Al, Mn, Zn を主成分に他 3～7 元素を認証した。

直径 50 mm 厚さ 20 mm のディスク状：表面を平滑に研磨仕上げ

	Al (質量分率%)	Mn (質量分率%)	Zn (質量分率%)	Si, Fe, Cu, Ni (µg/g)	Ca, Ga, Pb, La, Ce (µg/g)
JSAC 0151	3	0.5	1	10 ~ 100	1 ~ 10
JSAC 0152	6	0.5	1	10 ~ 100	1 ~ 10
JSAC 0153	9	0.3	1	10 ~ 100	1 ~ 10
JSAC 0154	6	0.3	0.05	10 ~ 100	1 ~ 10

◇ 頒布方法：真空パックした標準物質(a)をプラスチックケースに入れて頒布します(b)



(a)



(b)

◇ 頒布価格：試料 1 ディスクにつき

本会団体会員：40,000 円, それ以外：60,000 円 (送料込み、消費税別)
7 ディスクセット購入の場合は 10 %引きとします。

見積及び頒布問合せ先 〒105-0012 東京都港区芝大門 2-12-7 (RBM 芝パークビル)

西進商事 (株) 東京支店 [電話：03-3459-7491, FAX：03-3459-7499,

E-mail：info@seishinsyoji.co.jp, URL：http://www.seishinsyoji.co.jp/]

技術問合せ先 〒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 標準物質委員会 事務局 [電話：03-3490-3352, FAX：03-3490-3572,

E-mail：crmpt@ml.jsac.or.jp, URL：https://www.jsac.jp/]

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。

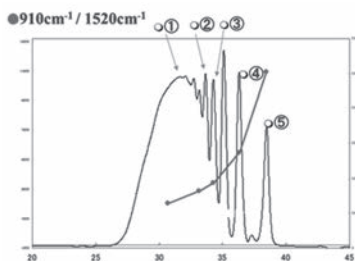


応用例

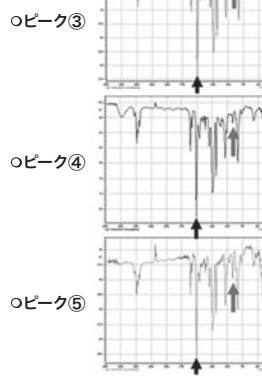
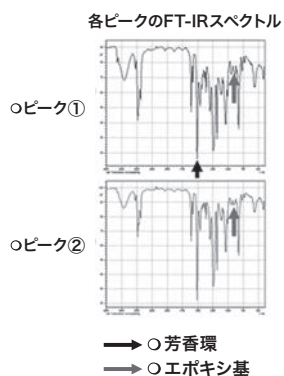
- 混合物の分離と各成分の簡単に迅速な構造解析
- 分子量分布における、共重合体の組成変化
- 微細構造解析および樹脂の混合系の判別
- 樹脂の末端や内部構造の推定
- 分子量が近似した物質の分子構造の区別
- 簡易分取装置としての利用

GPC-IR測定

BPA型エポキシ樹脂のFTIRによる組成分析



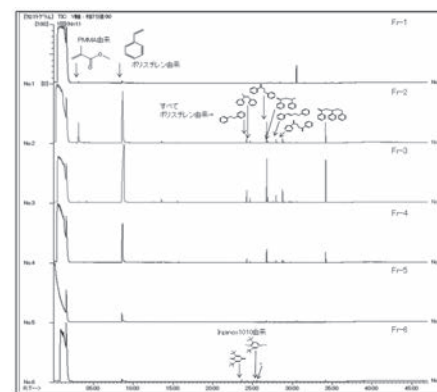
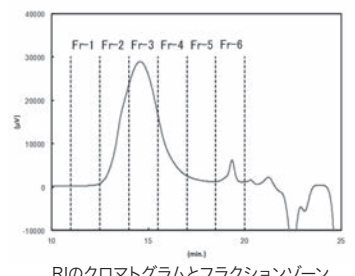
本システムでは、GPCフラクション毎の赤外スペクトルを測定可能です。得られたスペクトルから官能基の比等をクロマトグラムにオーバーラップさせた解析も可能です。



GPC-PyroGC/MS測定

ポリマーブレンドと添加剤の測定

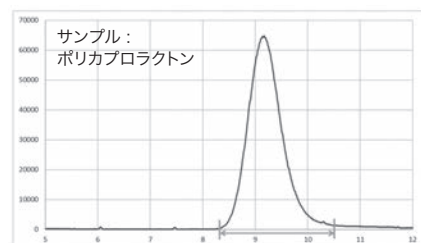
GPCからのフラクションを熱分解装置用試料カップにトラップする事で、GPCの溶出時間ゾーン毎にPyroGC/MS測定が可能となります。得られたスペクトルの解析により、使用されているポリマーの種類や割合が解ります。また、数%程しか使用されていない添加剤の特定も可能です。



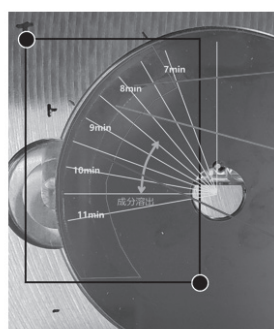
各分取フラクションの熱分解GC/MS結果

GPC-MALDI-MS測定

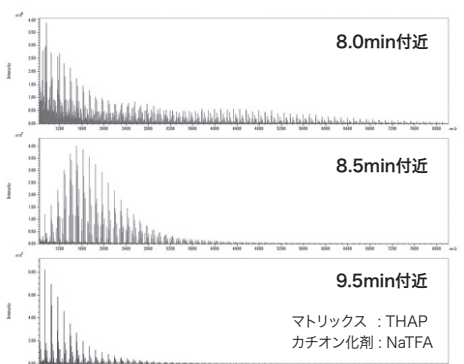
MALDI-MSイメージング測定



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



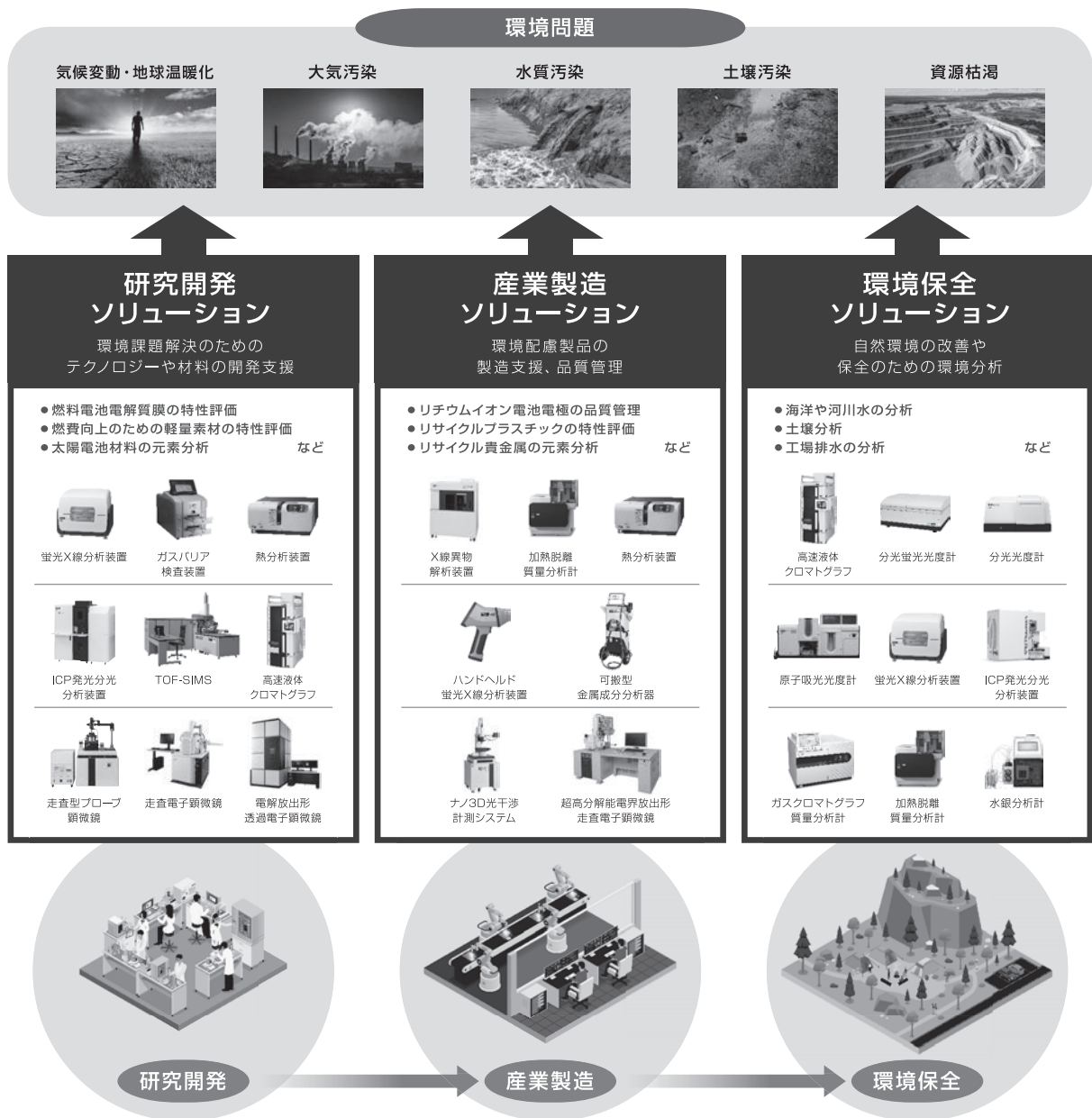
データは日本電子製JMS-S3000にて取得



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/

EXTREMA

HPLC System

高速液体クロマトグラフィーシステム



EXTREMA 高速液体クロマトグラフ

- 広い流量範囲で安定した送液が可能なポンプ群
- UHPLC/RHPLCによる高速分析に対応した100Hzの高速データ出力の検出器群
- SFC・イナート・分取・LC-MSシステムも構築できる拡張性が高いモジュールタイプ
- 前面から作業ができてメンテナンスが容易なフロントアクセス



EXTREMA 4500Model

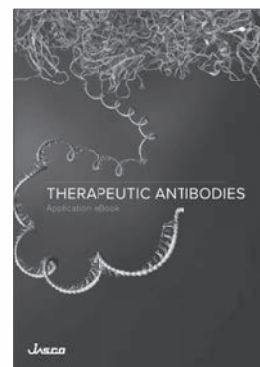
- コンベンショナルHPLCに最適
- 幅15cmのコンパクトモジュール
- グラジエント送液やプレカラム誘導体化が可能で多様な測定に対応
- テンキー付操作パネルにより単体操作が容易



抗体医薬品 eBookのご紹介

抗体医薬品は共有結合に加え多数の非共有結合を駆動力として高次構造 (Higher Order Structure : HOS) を形成することで活性を発現します。そのため、安全性や有効性に影響を及ぼす重要品質特性として HOS を総合的に評価することが必要です。本 eBook では、円二色性分散計、フーリエ変換赤外分光光度計、レーザラマン分光光度計、高速液体クロマトグラフィーを用いて抗体医薬品の HOS を評価したソリューションを紹介いたします。

右のQRコードよりダウンロードできます。



光と技術で未来を見つめる

日本分光

日本分光株式会社

〒192-8537 東京都八王子市石川町2967-5
TEL 042(646)4111(代)
FAX 042(646)4120

日本分光の最新情報はこちらから

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

日本分光HP



JASCO

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



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



7インチカラー液晶採用
2系列の滴定画面を同時に表示に対応

シングルシステム時は、
600データを本体にメモリー可能

各種滴定法に合わせた電極類をご用意



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

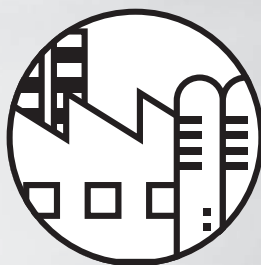
環境分野

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



イオン交換・吸着・濾過
MUROMACHI CHEMICAL
column

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。

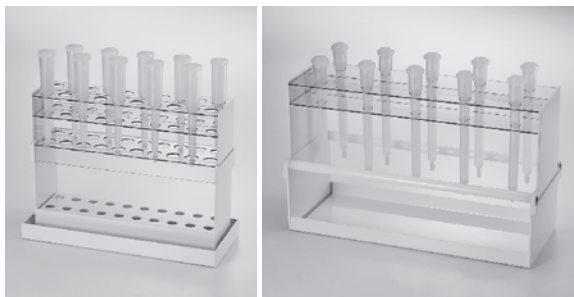


種類	内径(mm)	長さ(mm)	容量(mL)	液溜槽容量(mL)
S	5.0~5.5	50	1.0	8.0
M	6.5~8.5	5.8	2.5	10.0
L	10.0~11.0	118	10.0	5.0*1

*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、ライフ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

ICDD (JCPDS) 粉末回折データベース

(PDF-2 Release 2024/PDF-5 2024/PDF-4 Minerals 2024)

PDF-2 Release 2024

ICDDで収集された有機物/無機物約125,400件、ドイツのFIZで収集された結晶データベースから計算で作成された無機物約213,300件、米国NISTで収集された無機物約10,000件のXRDピークデータ、ミラー指数、格子定数、空間群番号、ピアソン記号、結晶タイプ、ID情報など。

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

- XRDパターンマッチング検索 (X-Search機能)
- 強度の高いラインからの絞り込み検索 (Any Peaks機能) とマッチング
- ブックフォームのようなカード表示とXML形式での表示
- データカードから物質材料研究機構 (NIMS) のAtomWorks (Pauling FileのNIMSバージョン) へのリンクで結晶構造の表示も可能
- XRD Rawデータのベースライン補正、スムージング、ピークピック (X-Viewer機能)
- 5年間ライセンス



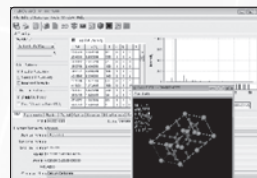
新規購入: ¥2,125,200 (一般) / ¥1,790,250 (教育) 更新: ¥519,750 ~ (一般) / ¥392,700 ~ (教育)

PDF-5 2024

昨年までのPDF-4 Full FileとPDF-4 Organicsを統合してPDF-5の名称になりました。ICDDで収集された有機物/無機物約125,400件、ドイツのFIZで収集された結晶データベースから計算で作成された無機物約96,400件、米国NISTで収集された無機物約2,800件、英国Cambridge Crystal Data Centerで収集された有機物/有機金属の結晶データから計算で作成された509,900件に加え、Pauling Fileの無機物約271,000件のXRDピークデータ、ミラー指数、格子定数、空間群番号、ピアソン記号、結晶タイプ、ID情報など。Pauling/FIZ/Cambridgeデータでは結晶構造のグラフィック表示も可能。

付属のソフトウェア ■X-Search ■DDViewer+/Sleve+ ■X-Viewer

- XRDパターンマッチング検索 (X-Search機能)
- ブックフォームのようなカード表示とXML形式での表示
- データカードから物質材料研究機構 (NIMS) のAtomWorks (Pauling FileのNIMSバージョン) へのリンク
- XRD Rawデータのベースライン補正、スムージング、ピークピック (X-Viewer機能)
- 1年間ライセンス (複数年契約も可能)



新規購入: ¥2,125,200 (一般) / ¥1,799,250 (教育) 更新: ¥519,750 ~ (一般) / ¥392,700 ~ (教育)

PDF-4 Minerals 2024

ICDDで収集されたMinerals Subfile約13,100件、ドイツのFIZで収集された結晶データベースから計算で作成された鉱物約14,700件、米国NISTで収集された鉱物約200件に加え、Pauling Fileの鉱物約23,700件を集めたデータベース。XRDピークデータ、ミラー指数、格子定数、空間群番号、ピアソン記号、結晶タイプ、ID情報など。Pauling Fileの結晶データ (プロトタイプ) では結晶のグラフィック表示も可能。

付属のソフトウェア ■DDViewer+/Sleve+

- XML形式でのカード表示
- 1年間ライセンス (複数年契約も可能)

新規購入: ¥462,000 (一般) / ¥334,950 (教育) 更新: ¥277,200 ~ (一般) / ¥242,550 ~ (教育)

●PDFデータベースに関する注意事項

- PDF-4/5のユーザーライセンス1年間ライセンスでは1年間限りで、更新しない限り、タイムロックが働き使用できなくなります。
- PDF-2のライセンス期間は5年です。5年後にタイムロックが働きます。この期間内更新すれば、そこから5年間使用できます。
- ICDDのライセンスは使用場所として建物を特定しています。2nd、3rdなどの追加ライセンスはこの条件のもとで認められます。
- 追加ライセンスの価格は新規/更新とも基本価格の目安は1/5強です。
- 納入媒体としてDVD、USB、ダウンロードの選択があります。USBは安定性に欠けるため、保管メディアとしてあまり適切ではないと考えます。ダウンロードの場合、ダウンロードの有効期間が30日に制限されており、なによりも源泉所得税支払いの負担 (20%) がかかるため価格に転嫁しなければなりません。そこで弊社では特別な事情がない限りDVDを納入媒体とします。

PDF Statistics 2024

Data Entry Source	PDF-5+2024 PDF-5+/Web 2024	PDF-4/ Axiom 2024	PDF-4/ Minerals 2024	PDF-2 2024
00-ICDD	125,448	38,031	13,114	125,448
01-FIZ	96,440	13,569	14,788	213,378
02-CCDC	509,918	0	0	0
03-NIST	2,827	379	229	10,067
04-MPDS	271,047	56,060	23,733	0
05-ICDD Crystal Data	56,218	0	75	869
Total No. of Entries	1,061,898	108,039	51,939	349,762
Subfile Distribution:				
Inorganics	442,671	95,694	51,300	295,931
Organics	632,058	12,483	776	55,228
New Entries	42,081	2,761	989	10,213
Rietveld-No. with atomic coordinates	586,704	78,592	42,772	0
Reference Intensity Ratio (RIR) - I/I ₀	956,655	77,567	40,111	244,553
Experimental Digital Patterns	19,434	8,984	203	0

※表示価格は税込みです

株式会社 デジタルデータマネジメント

〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町1-11-8 紅萌ビル
TEL.03-5641-1771 FAX.03-5641-1772
E-mail:tech@ddmcorp.com URL:http://www.ddmcorp.com

「ぶんせき」誌の付加価値向上を目指して



四 宮 一 総

残暑の厳しさが収まらない中、地方で開催された学外委員会に出席し、現地で1泊したのち、帰路についた。台風を心配した天候であったにもかかわらず、機上から見下ろす海岸線は日本地図さながらの鮮やかなパノラマとなった。私は手にしていた原稿に目を通す義務を感じながらも眼下の景色に釘付けになった。それから1か月以上の時間が経過し、学外委員会の内容はうろ覚えになったが、美しい風景は色あせずに臉に焼き付いている。

「ぶんせき」誌は、現在、一般会員には冊子ではなく（希望者には実費で配送可）、電子版で配布されている。目次と編集後記はメールマガジンで配信されているので、読みたい項目が目にとまった場合には、「ぶんせき」誌のサイトから直接記事にアクセスすることができる。この利点は電子版の特徴であり、コンピュータが不可欠の日常では違和感なく行われる。一方、目にとまらなかった題目は記事にたどり着くことなく忘れ去られる。冊子では何気なく目にした隣の記事が思いのほか重要であったという経験は誰しもあると思われるが、電子版では意識して自ら読まなければ、記事の方から目に飛び込んでくることはない。電子版の抱える根本的な問題点である。

今年の3月下旬、勝田正一先生（千葉大理）から編集委員長を引き継いだ。かつて編集の際に感じた編集委員に共通する分析化学への熱い思いを思い出したためかもしれない。記事は編集委員の発想と人脈、時流に対するアンテナなどが原点となり、執筆者の手により完成される。こうした点では、編集は研究と変わらないクリエイティブな作業といえる。編集委員会もオンラインとなり、かつての口角泡を飛ばすような議論はなくなってしまったが、分析化学への熱い思いは何ら変わらず継承されていると感じている。第83回分析化学討論会（富山）では、本会三誌合同展示ブースの出展に初めて携わったが、編集委員諸氏と話をし、一層その思いを強くした。

分析法は、創出者が時間をかけて完成させ、世に送り出したものである。会員諸氏には、目的以外の記事にもぜひ目を通していただき、編集委員と思いを分かち合っていただければ幸いである。気にしなかった隣の記事の中に将来のヒントが隠されているかもしれず、その発見は私が機上から見た景色と同じくらい忘れられないものとなろう。この付加価値こそが会員諸氏をつなぐ「ぶんせき」誌の更なる使命であり、その向上に心を砕きたいと思っている。

〔Kazufusa SHINOMIYA, 日本大学薬学部, 「ぶんせき」編集委員長〕

マイクロ流路デバイス

火原 彰 秀

1 はじめに

マイクロ加工の分離への応用の歴史は比較的長く、半導体製造技術とともに発展中であったマイクロ加工技術を利用したシリコンウェハ上のガスクロマトグラフィーデバイスが、1979年に発表されている¹⁾。このデバイスでは、光リソグラフィとシリコン湿式エッチングにより流路構造（インジェクター・分離カラムなど）を作製し、追加工によりバルブや熱伝導度検出器を組み込んでいる。4インチウェハ上に幅 200 μm・深さ 30 μm の分離カラム流路を、らせん状に 1.5~3.0 m 加工して、理論段数 1000 程度の分離を達成している。ガスクロマトグラフィーとしては分離性能がもの足りないものの、マイクロ加工による分析技術集積化という意味で非常に先進的かつ独創的な研究である。

分離性能を議論するとき、いわゆる理論段高 H と流速 u に関する van Deemter 式²⁾

$$H = A + B/u + Cu \dots\dots\dots (1)$$

が用いられることが多い。ここで右辺各項は、

A 項：流路長多様性によるバンド拡がり（渦拡散）等

B 項：流速方向の拡散拡がり

C 項：移動相・固定相間の平衡（遅さ）による拡がり
を表している。

1990年、日立（その後 Ciba-Geigy ほか）の Manztar³⁾ は、シリコンマイクロ加工により、幅 8 μm・深さ 2 μm・長さ 6.4 cm のような液体クロマトグラフィー用カラム数種類を加工した結果を示している。アイデア段階では、

A 項：オープン流路なので渦拡散なし

B 項：流速設定により十分小さな拡散拡がり

C 項：短拡散距離で十分早い平衡

を達成でき、高速・高性能分離が実現可能と目論んだ。しかし、当時の周辺技術では分離は報告されていない。

分離法を含む様々な分析法が集積化できることは、その後の発展が証明している。マイクロ流路デバイスがど

のように作製され、分離に利用されるのかを紹介する。

2 加工法

ナノサイズ・マイクロサイズの構造をつくるには多種多様な手法がある。

例えば、光リソグラフィ・湿式エッチングは、マイクロメートルサイズの加工に多く用いられる。プロセスの例を図 1 に示す⁴⁾。金属層および紫外線照射によって溶媒耐性が変化する高分子層（光レジスト）が塗布されたガラス基板に対して、電子線描画法などで作製したパターンをもつ光マスクを通して紫外光を照射すると、露光部のみが現像溶媒によって除去されるようになる。現像後に露出した基板保護用の金属膜を除去し、フッ化水素酸（HF）水溶液によりガラスをエッチングする。HF 水溶液によるガラスエッチングは等方エッチングであるため、ガラス露出部からエッチングが等方的に進行する。加工深さと同程度の幅が転写したパターンより広がる。最後に上板接着することにより、流路構造として電気泳動等の分析に用いる。

その他の代表的加工法に、厚膜レジストにより鋳型を作り、シリコンゴムの一種であるポリジメチルシロキサン（PDMS）を硬化させる「ソフトリソグラフィ」⁵⁾がある。必要な機材が少なく、比較的低廉に加工を行うこ

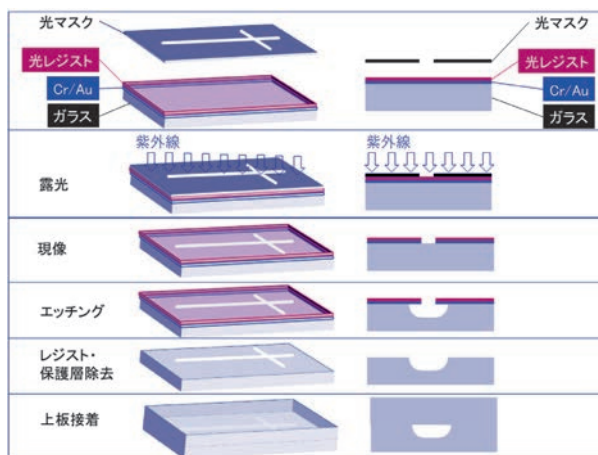


図 1 光リソグラフィ・湿式エッチングによるマイクロ加工の概要 (Ref. 4)

Microfluidic Devices.

とができる点で優位性がある。この例のような低廉な実験器具によりマイクロ流路デバイスを作製するような Do-It-Yourself 的研究も、この分野では広く受け入れられている⁶⁾。

3 電気泳動

1990 年代の科学界の大きな話題の一つはヒトゲノム計画 (HGP) であった⁷⁾。30 億塩基対の全塩基配列を明らかにしようとする野心的な計画であり、ヒトの設計図を手にする利益は様々な方面に影響すると期待された。この計画の副産物として当初より見込まれていた成果に、ゲノム情報解析、特に塩基配列を決定するシーケンシング法の高速化・低廉化がある。ゲノム解析、その基幹技術としての分離技術が汎用化することによる、生命化学・医療などへの波及が当初より期待されていた。DNA シーケンシングに関しては、キャピラリーゲル電気泳動 (CGE) を中心に研究がすすんだ⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾。実際並列キャピラリー電気泳動シーケンサーの上市により HGP は急速に進展し、2003 年に全ドラフトデータの発表に辿り着いた¹¹⁾。そのような折、1993 年から 1994 年、前述の Manz のグループ¹²⁾ および Ramsey のグループ¹³⁾¹⁴⁾ からマイクロ流路デバイスを用いた電気泳動チップが提案された。ここでは、マイクロチップ電気泳動にかかわる基礎的事項と、特性について述べる。

簡単のためにガラス管 (キャピラリー) やガラス製電気泳動チップのような流路に中性水溶液を満たした状況を考える。ガラス表面のゼータ電位 (ζ 電位) は -20 から -50 mV 程度の負の値が報告されている。このような状況で流路に電位を印加して陽極から陰極に向けた電場 E とすると、陰極側に向かって電気浸透流 (EOF) が発生する。その陽極から陰極に向けた速度 v_{EOF} は、

$$v_{EOF} = \mu_{EOF} E \dots\dots\dots (2)$$

と表される。ここで、 v_{EOF} は電気浸透流移動度で $v_{EOF} = \epsilon\zeta/4\pi\eta$ (ϵ : 誘電率, η : 粘度, ζ : ゼータ電位) で表される。水溶液中の電気泳動移動度を μE とし、電気浸透流中での電気泳動速度は $v_E = \mu_E E$ (カチオンで v_E が正, アニオンで v_E が負になるように符号をとる) となり、正味の速度 v_{Total} は

$$v_{Total} = v_{EOF} + v_E \dots\dots\dots (3)$$

と表される。中性分子は EOF と同じ速度、カチオンは EOF よりも早く、アニオンは EOF よりも遅く流れる。

マイクロチップ電気泳動では、図 2A のように EOF を利用した流れにより、十字交差点に試料溶液を導入し、流路幅程度の試料バンドを分離チャンネルに送ることで、インジェクションを達成する。図 2B は、マイクロチップ電気泳動の結果の例である。この例では、ローダミン B とスルホローダミンを、十字交差点から 33 mm

(上), 66 mm (中), 165 mm (下) の点で蛍光検出している。わずか数十秒程度でベースライン分離が出来ていることが分かる。

図 2C は、クロマトグラフィーの様式に倣って、理論段高 H を図 2B の検出点 33 mm の条件で計算した例である。理論段高は下記の様に表される。

$$H = H_{inj} + H_{det} + H_{geo} + H_{diff} \dots\dots\dots (4)$$

H_{inj} は試料導入幅に起因する項であり、この項が十分小

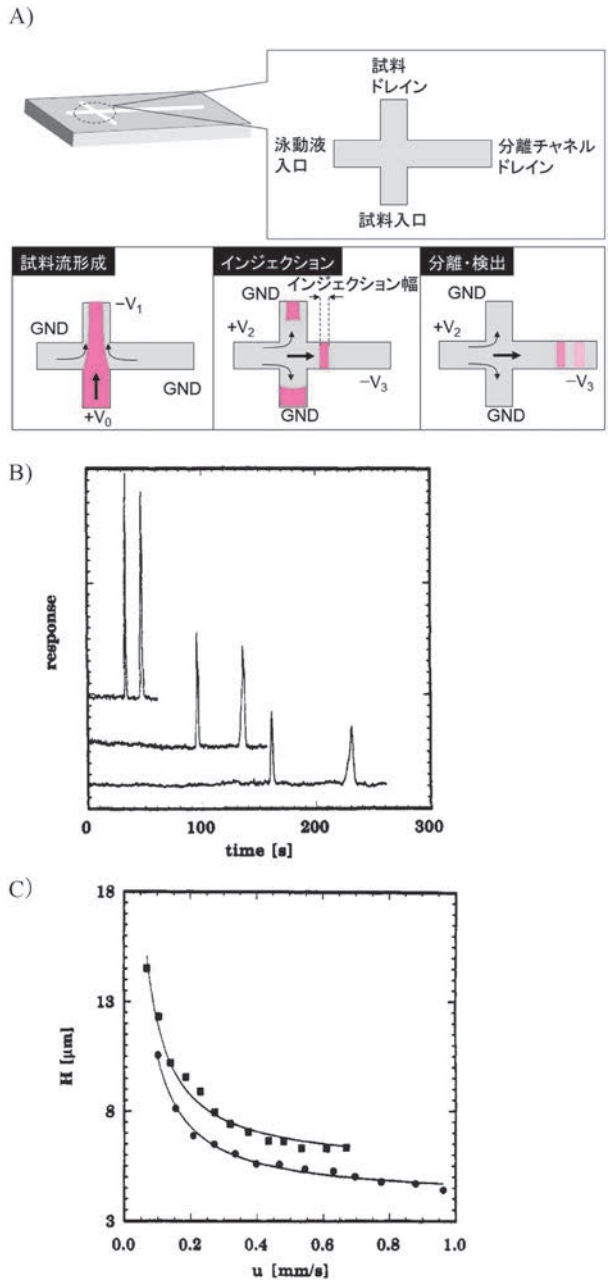


図 2 A) 電気泳動マイクロ流路形状と、十字型試料導入、高速分離のイラスト。試料導入の電圧設定は一例。B) マイクロチップ電気泳動の例。ローダミン B とスルホローダミンを分離・検出している。C) B の実験の理論段高さ

Reprinted with permission from Ref. 14. Copyright 1994 American Chemical Society.

さいことがマイクロチップ電気泳動の大きな特徴である。 H_{det} は検出窓の幅に起因する項で蛍光画像検出の場合十分小さく出来る。 H_{geo} は、分離流路に折り返し構造などを設置する場合など、流路構造に起因してバンド幅が広がる項でクロマトグラフィーにおける多流路拡散に相当するが直線流路を想定する場合は考えなくてよい。この3項が式(1)のA項に相当するが、試料導入・検出・分離流路構造を工夫することで十分小さくすることが可能である。

H_{diff} は式(1)のB項に相当し、試料バンドを小さくしたことにより、相対的に大きな項をもつ。図2Cのように1 mm/sより試料の速度が遅いとき、速度の上昇とともに急激に H_{diff} が小さくなる。ゲルを用いないオープン型の電気泳動では、C項は存在しない。図2Cに示すように理論段高として5 μm も可能で、これは200,000 plate/mであり、高い分離性能をもつといえる。

試料バンド幅を小さくするアプローチは大変有効であるが、ゲル電気泳動は例外となる。ゲル電気泳動では、溶液-ゲル間の試料導入部で試料濃縮がおこるため、マイクロ流路試料導入法は利点となりにくく、DNAシーケンクスとしてはCGEが主役の座を占め続けた。

電気泳動にマイクロ流路を用いる利点のもう一つはデザイン性である。試料導入部の工夫により、試料プラグより先にミセル溶液プラグを導入することで過渡的に試料をミセル内に濃縮し、分離するミセル導電クロマトグラフィー(MEKC)のような分離能を高める操作も可能である¹⁵⁾。

ナノ加工を用いてデザインされた分離空間を作製することも可能である。数百ナノメートルレベルの空間分解能で、規則配置をもつナノピラー構造は、ゲルの網目を人工的にデザインして加工したものと見なすことができる¹⁶⁾。ナノピラーの配置や流れに対する角度などを変更することにより、短鎖から長鎖のDNAの分離をデザインできるという意味でマイクロチップ電気泳動特有の分離といえる。

ナノ構造と電気泳動(電場印加)の組合せをより積極的に利用して、特異的試料濃縮を実現することもできる(図3)¹⁷⁾。前述のようにガラス表面は負に帯電している。流路深さを十ナノメートル程度まで小さくすると、ガラスに接触した液相に形成される(正電荷過剰な)電気二重層が流路全体を占める。深さが十分ある場合に表面から十分離れた部分に存在する中性溶液部が存在しない。この接続部に電位差を印加すると、カチオンは電気二重層部のカチオンとの入れ替えによりナノ流路部を通過できるが、アニオンはここに入れないため、ナノ流路部は一種のカチオンフィルタとして作用する。拡散や対流によるカチオン供給よりも速くカチオンを接続部から泳動させると、接続部のマイクロ流路側にカチオン欠乏層(脱塩層)が形成される。電気的中性を維持するため

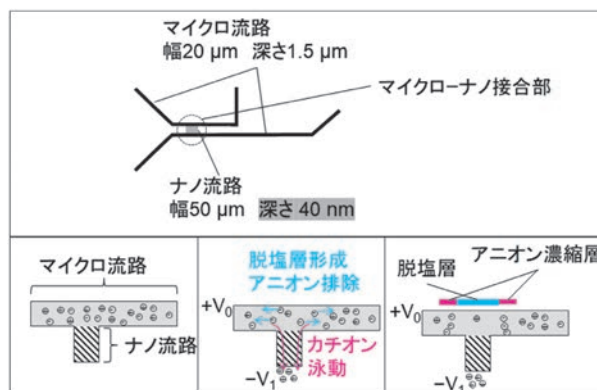


図3 マイクロ流路-ナノ流路接続構造におけるイオン欠乏層および帯電液相による試料濃縮法の原理図

Reprinted with permission from Ref. 17. Copyright 2005 American Chemical Society.

アニオンは、マイクロ流路方向にこの欠乏層から排除される。以上の過程を経て、マイクロ・ナノ接続部に形成された脱塩部の両側にアニオン(試料)濃縮部が形成される。接続構造や印加電位パターンの設計により百万倍の前濃縮も可能となる方法であり、マイクロ流路チップの前濃縮法として用いられる。

4 液体クロマトグラフィー

マイクロ加工を用いた導入試料バンドの制御は、液体クロマトグラフィーでも有効である。図4は3.5 μm あるいは5.0 μm 径粒子が充填された分離カラムをもつポリイミドフィルム製マイクロ流路デバイスである¹⁸⁾。液体導入コネクタ部の工夫により試料導入バンドを小さくし、カラム出口がエレクトロスプレーイオン化用tipとなっているため検出による拡がりもほとんど考慮に入れなくてよい。ナノ流路の複数の出入口にマイクロ流路を接続し、その流路内流体圧力を空圧制御することにより、十字ナノ流路で、マイクロチップ電気泳動と同様の試料導入を実現した例もある¹⁹⁾。

この例だけでなく、周辺機器を含めた集積化による可搬型クロマトグラフィーシステムなどが多く実現している²⁰⁾。

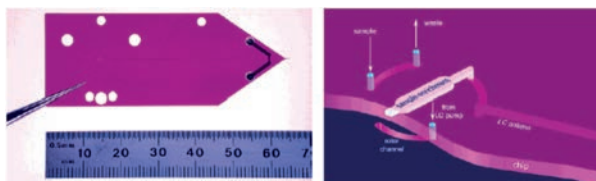


図4 ポリイミドフィルムに作製した粒子充填型液体クロマトグラフィーチップ。

Reprinted with permission from Ref.18. Copyright 2005 American Chemical Society.

5 その他の特徴的分離法

電気泳動・クロマトグラフィー以外にも、マイクロ流路構造の特徴を活用した様々な分離法が提案されている。ここではその代表的な数例を紹介する。

5.1 水力学ろ過法

まず、水力学ろ過法の概要を図5に示す²¹⁾²²⁾。マイクロ流体内の圧力駆動流では、極端な条件としない限り、流れのレイノルズ数が小さく、慣性よりも粘性の強いことを特徴とする層流となる。層流では、流路中心部の流速が大きく、壁面では流速がゼロとなる。

層流中をマイクロ粒子が流れる状況を考えると、ある粒子の速度は、その粒子中心の座標での層流流れに乗って移動するとみなせる。壁面付近のマイクロ粒子は、粒子が有限の大きさをもつため、粒子中心は粒子半径以上には壁面に近づくことはできない。より大きな半径をもつ粒子の中心は、より壁面から離れた位置にしか存在し得ない。

ここで、図5のような左から流れてきて、右と上に分かれる分岐マイクロ流路を考える。上へ排出されるマイクロ流路の流路抵抗を、流路長さや流路幅で調整すると、上と右への流量比 (Q_1/Q_0) を設計できる。層流の流速分布すべてを積分した流量に対し、壁面から黒塗りになった部分の積分流量が、前述の流量比になるように

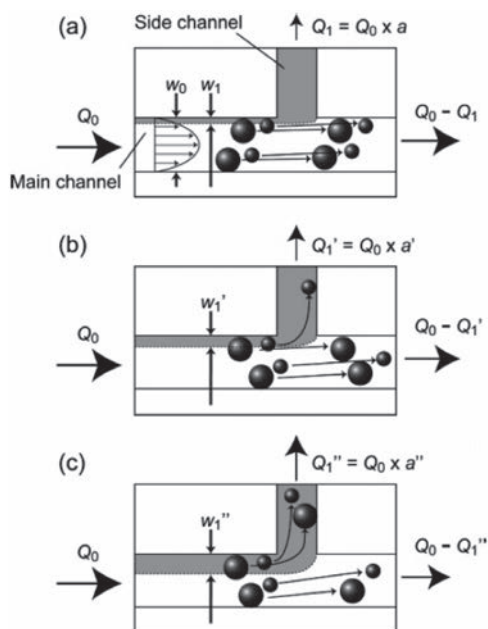


図5 水力学ろ過法による粒子分級法の原理図

(a) サイド流路への流量が少なく粒子が全てメイン流路に流れる場合。(b) サイド流路への流量が中程度で小粒子はサイド流路へ大粒子はメイン流路へ分離される場合。(c) サイド流路への流量が多く小粒子・大粒子ともにサイド流路に流れることが可能な場合。 Reprinted with permission from Ref. 22. Copyright 2006 American Chemical Society.

分岐が起こる。このとき、この黒塗り部分に粒子中心が存在する粒子は上へ分岐され、それ以外の粒子は右に分岐される。黒塗り部分の幅よりも粒子半径が小さな粒子は、偶然により（あるいは意図的な操作により）、粒子中心がこの上への分離ゾーンに入り得る。これに対して、黒塗り部分の幅よりも粒子半径が大きな場合は、粒子中心がこの分離ゾーンに入り得ないため、決定論的に右流路に輩出される。この粒子分級原理は、マイクロ流体の構造により流量比、つまり粒子分級設定値を設計できるため、マイクロ流体特有の分離原理といえる。

5.2 マイクロ水滴選択濃縮法

マイクロ流体デバイスの分析化学応用が研究されている技術の一つにマイクロ水滴がある。マイクロ空間で油や気液の二相操作を行う場合、表面張力が支配的な力となることが多く、この原理を利用すると均一系のマイクロ水滴を形成することができる²³⁾。マイクロ水滴は、分子・粒子・細胞などを閉じ込めた孤立水相であり、並列実験を行う場として、デジタル PCR²⁴⁾など様々な化学・バイオ分析に利用可能であるが、外部有機相との物質の出入りの制御は困難である。

図6Aに示すように、固定したマイクロ水滴の周りに中性界面活性剤逆ミセルを流すと、逆ミセル中の親水空間にマイクロ水滴から溶媒である水が分配して、水滴の縮小がおこる²⁵⁾²⁶⁾。このとき溶質は、その化学的性質や分子量にしたがって分配されるため、分配を適切に設計することにより、分配を通したマイクロ水滴選択濃縮法が実現する²⁷⁾。

マイクロ水滴選択濃縮法に用いるマイクロ流体デバイスを図6Bに示す。幅広のマイクロ流路の天井部分に複数個のウェル構造を配置する。試料水溶液を導入すると、マイクロ流路とウェルがすべて満たされる。次に有機層を導入すると、ウェル構造部分に水相が残り、マイクロ流路部分に有機相が導入される。ここに中性界面活性剤逆ミセルを含む有機相を流すと、水相がマイクロ水滴となり、分離濃縮がはじまる。図6B下部には、マイクロ水滴中の溶媒である水が、逆ミセルに分配してマイクロ水滴が縮小していく様子が示されている。マイクロ水相体積は、直径縮小の三乗に従って縮小している。図6Cには、この水滴縮小に伴う、溶質ローダミン123の分配の様子を示している。有機相の流速、つまり固定されたマイクロ水滴近傍を逆ミセルが通過する時間に依存して、溶質が濃縮して濃度上昇するか、逆ミセル側に分配して濃度低下するかが異なる。この現象は、ミセルに分配した水と溶質から算出したミセル内溶質濃度と、マイクロ水滴側の溶質濃度の平衡により説明される。分配過程が速度論的であるため、現象・操作としては濃縮と希釈が制御できる。この例のように、マイクロ流体の構造や安定した流れを利用して、溶質・溶媒両方の分配を

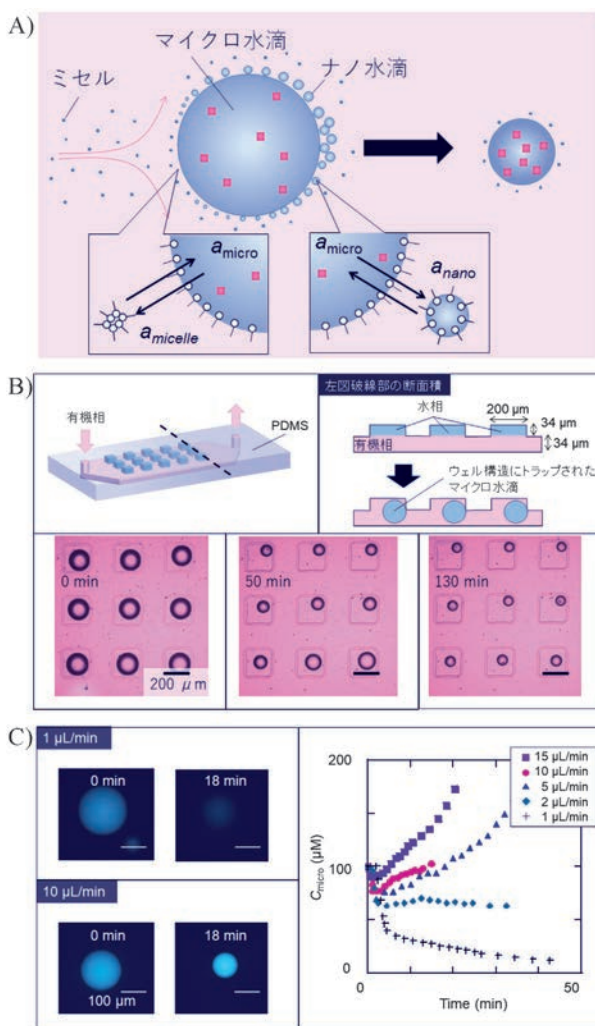


図 6 A) 油中マイクロ水滴と油中逆ミセル内部親水空間 (水相) の間の溶質・溶媒分配を利用する選択的濃縮分離法の原理図。B) 複数のウェルを設置した幅広マイクロ流路を用いる油中水滴生成デバイスと、水の逆ミセルへの分配を利用した試料濃縮 (水滴縮小) の写真。C) 溶質の逆ミセルへの分配速度を利用したマイクロ水滴内溶質の希釈・濃縮の制御

Reprinted with permission from Ref. 27. Copyright 2017 American Chemical Society.

制御し、選択的濃縮を実現できる特異な手法であるといえる。

6 おわりに

ナノサイズ流路を含むマイクロ流体デバイスは、複数原理の集積化や、大きさに基づく分離など、デバイスならではの分離を実現可能である。さらに高い生産性や可搬性などにより、個別診断やオンサイト分析などの分析イノベーションの中心に今後も利用されるであろう。

本稿では、分析化学の既存概念を打ち破り、分野に新しい風を吹き込んだ手法を取り上げ、その原理を中心に説明してきた。ここで紹介したもの以外にも多くの分離法がマイクロ流路デバイスを利用して提案されている。今後の発展に期待頂くとともに、この分野に参入する

研究者が増えることを期待する。

文 献

- 1) S. C. Terry, J. H. Herman, J. B. Angell : *IEEE Trans. Electron Devices*, **26**, 1880 (1979).
- 2) 宗林由樹監訳, 岩本俊一訳: “ハリス分析化学 原著 9 版 (下)”, p768, (2017), (化学同人).
- 3) A. Manz, Y. Miyahara, J. Miura, Y. Watanabe, H. Miyagi, K. Sato : *Sensors Actuators B Chem.*, **1**, 249 (1990).
- 4) A. Hibara, S. Iwayama, S. Matsuoka, M. Ueno, Y. Kikutani, M. Tokeshi, T. Kitamori : *Anal. Chem.*, **77**, 943 (2005).
- 5) D. C. Duffy, J. C. McDonald, O. J. A. Schueller, G. M. Whitesides : *Anal. Chem.*, **70**, 4974 (1998).
- 6) J. H. Shin, S. Choi : *Sensors Actuators B Chem.*, **347**, 130624 (2021).
- 7) J. D. Watson : *Science*, **248**, 44 (1990).
- 8) Y. Baba, N. Ishimaru, K. Samata, M. Tshako : *J. Chromatogr. A*, **653**, 329 (1993).
- 9) S. Takahashi, K. Murakami, T. Anazawa, H. Kambara : *Nucleic Acids Res*, **66**, 2038 (1994).
- 10) N. J. Dovichi : *Electrophoresis*, **18**, 2393 (1997).
- 11) F. S. Collins, M. Morgan, A. Patrinos : *Science*, **300**, 286 (2003).
- 12) D. J. Harrison, K. Fluri, K. Seiler, Z. Fan, C. S. Effenhauser, A. Manz : *Science*, **261**, 895 (1993).
- 13) S. C. Jacobson, R. Hergenroder, L. B. Koutny, J. M. Ramsey, R. J. Warmack : *Anal. Chem.*, **66**, 1107 (1994).
- 14) S. C. Jacobson, R. Hergenroder, L. B. Koutny, J. M. Ramsey : *Anal. Chem.*, **66**, 1114 (1994).
- 15) K. Sueyoshi, F. Kitagawa, K. Otsuka : *Anal. Chem.*, **80**, 1255 (2008).
- 16) N. Kaji, Y. Okamoto, M. Tokeshi, Y. Baba : *Chem. Soc. Rev.*, **39**, 948 (2010).
- 17) Y. C. Wang, A. L. Stevens, J. Han : *Anal. Chem.*, **77**, 4293 (2005).
- 18) H. Yin, K. Killeen, R. Brennen, D. Sobek, M. Werlich, T. Van De Goor : *Anal. Chem.*, **77**, 527 (2005).
- 19) T. Tsukahara, K. Mawatari, A. Hibara, T. Kitamori : *Anal. Bioanal. Chem.*, **391**, (2008).
- 20) A. Ishida, M. Fujii, T. Fujimoto, S. Sasaki, I. Yanagisawa, H. Tani, M. Tokeshi : *Anal. Sci.*, **31**, 1163 (2015).
- 21) M. Yamada, M. Seki : *Lab Chip*, **5**, 1233 (2005).
- 22) M. Yamada, M. Seki : *Anal. Chem.*, **78**, 1357 (2006).
- 23) S. Y. Teh, R. Lin, L. H. Hung, A. P. Lee : *Lab Chip*, **8**, 198 (2008).
- 24) P. L. Quan, M. Sauzade, E. Brouzes : *Sensors*, **18**, 1271 (2018).
- 25) M. Fukuyama, A. Hibara : *Anal. Chem.*, **87**, 3562 (2015).
- 26) M. Fukuyama, A. Hibara : *Bunseki Kagaku*, **65**, 57 (2016).
- 27) M. Fukuyama, A. Hibara, Y. Yoshida, K. Maeda : *Anal. Chem.*, **89**, 9279 (2017).



火原 彰秀 (Akihito HIBARA)

東京工業大学理学院 (〒152-8550 東京都目黒区大岡山 2-12-1-W4-19)。東京大学工学部化学生命工学科卒業。東京大学大学院工学系研究科応用化学専攻博士課程中退。博士 (工学)。《現在の研究テーマ》マイクロ流体を用いる分析化学、マイクロ気液界面レーザー計測法など。《趣味》スポーツ観戦。

E-mail : hibara.aa@m.titech.ac.jp

HPLC/ICP-MSによる化学形態別分析と 多元素同時分析への利用

元素が持つ毒性の評価や生体内での代謝経路を明らかにするためには化学形態別分析が必要である。本稿では、化学形態別分析法として広く利用されているHPLC/ICP-MSの特徴を述べるとともに、環境学分野やメタロミクス分野の化学形態別分析によって得られている知見を紹介する。また、複数の元素を同時に測定する多元素同時化学形態別分析についても解説する。

岡 林 識 起

1 はじめに

地球上には様々な元素があり、生物や植物はそれらを取り込み、利用し、代謝して生きている。元素の中には生体に対して毒性を発現するようなものもあり、そのような元素の人為的な排出は環境に悪影響を与える可能性もある。そのような観点から、従来、元素が持つ毒性や生物学的利用能、代謝経路などが研究されてきており、生物、植物、環境水など様々な物質の元素濃度が測定されてきた。しかし、最近では、元素の毒性や生物学的利用能、代謝経路はその元素の化学形態と密接に結びついていることがわかってきている。そのため、元素濃度が同じであっても、各化学形態の存在割合が異なれば、生体や環境に与える影響が変化する場合がある。すなわち、元素がもたらす生体への健康リスクや環境への影響を評価するためには、元素濃度測定だけでは不十分であり、その化学形態を知る必要がある。

近年、元素の化学形態別分析手法として広く使用されている手法の一つに、高速液体クロマトグラフィー (high performance liquid chromatography, HPLC) による化学形態分離と、誘導結合プラズマ質量分析法 (inductively coupled plasma-mass spectrometry, ICP-MS) による高感度元素検出を組み合わせた HPLC/ICP-MS がある。この手法では化学種ごとの濃度を知ることができる他、HPLC の溶離液の組成を最適化することにより複数元素の化学形態を同時に測定することができるといった特徴がある。本稿では、環境化学やメタロミクス分野などで利用されている HPLC/ICP-MS について概説する。また、多元素同時化学形態別分析に着目し、その最近の動向などを解説する。

2 化学形態分析の必要性

これまでに様々な元素の化学形態別分析が行われているが、ここでは毒性、生物学的利用能、代謝経路の解明に着目し、化学形態別分析により得られている知見を紹介する。

2・1 毒性の評価

ヒ素 (As) は無機態と有機態とで毒性の大きさが異なることが知られている元素である。無機態の As はタンパク質のチオール基と結合することにより酵素の活性を阻害し、肝臓や腎臓の代謝を妨害する。無機態の As は曝露されることにより、皮膚がん、肝臓がん、膀胱がんのリスクが高くなる。特に、三価の無機態 As の毒性が大きいことが知られている。一方で、アルセノベタインなどの多くの有機態 As の毒性は極めて低い¹⁾²⁾。ヒジキやワカメといった海藻をはじめとする海産物中には比較的高濃度の As が含まれているが (~百数十 mg kg⁻¹)、そのほとんどがアルセノベタインのような毒性の低い有機態 As であり、海産物の摂食による As 中毒の例は報告されていない。

水銀 (Hg) もまた、毒性の高い元素として知られており、その化合物は金属水銀、無機水銀、有機水銀に分類される。有機水銀の一つであるメチル水銀は消化管から容易に吸収され、ヒトの神経毒となる。また、金属水銀が蒸発した水銀蒸気を慢性的に吸入すると、震えや認知能力の低下、睡眠障害を引き起こす³⁾。一方で、金属水銀の消化吸収効率は低く、経口的に摂取しても急性毒性が現れる可能性は低い。また、硫化水銀は水に溶けにくく化学的にも安定であり、ほとんど毒性を示さず、皮膚疾患の治療薬として利用されている⁴⁾。

クロム (Cr) は生体必須元素であると考えられてきた元素であり (ただし、近年ではその必須性に疑義が提唱されている⁵⁾)、その酸化状態によって毒性が変化す

ることがよく知られている元素である。六価クロム (Cr (VI)) はその強い酸化力によって毒性を発現する。呼吸器系や消化器官にダメージを与える可能性があり、また、皮膚に付着すると皮膚炎を引き起こす。さらに、DNA の損傷作用を持つ発がん性物質でもある。一方で、三価クロム (Cr (III)) はヒトにとってほとんど害はなく、糖代謝の維持や糖尿病の予防を目的としたサプリメントとしても販売されている。

これらの他に、アンチモン (Sb) もその酸化数によって毒性が異なることが知られており、三価の Sb は五価の Sb と比べて 10 倍の毒性を持つとされる⁶⁾。これらの例はすべて、元素が生物に与える毒性の影響を知るためには、その元素の濃度分析だけでなく、化学形態別分析によりどのような化学種がどのような割合で存在しているのかを知る必要があることを示している。

2.2 生物学的利用能の評価

鉄 (Fe) やマンガン (Mn)、銅 (Cu) など様々な元素が生体必須元素として認められているが、セレン (Se) もその一つである。Se は欠乏すると心筋障害や筋力低下などを引き起こす。また、抗酸化作用や抗がん作用があると考えられており、近年注目を集めている元素である。一方で、過剰に摂取することにより神経障害や胃腸障害などを引き起こすことも知られている。また、Se については欠乏症と過剰症の間の至適濃度範囲が狭い⁷⁾⁸⁾。そのため、Se を摂取する際には、元素濃度だけでなく、生体に取り込みやすい化学形態であるかといった化学形態の情報も考慮する必要がある。Se には無機化合物 (セレン酸、亜セレン酸) と有機化合物 (セレノメチオニン、セレノシステイン、セレノシスチンなど) がある。一般に無機化合物の毒性は有機化合物より高いとされている。また、生体への吸収効率は有機態の方が無機態よりも大きく、特にセレノメチオニンは Se の欠乏を防ぐのに効果的であると考えられている。

2.3 代謝経路の解明

生物や植物に取り込まれた元素の化学形態は、その代謝過程において変化していく。三価や五価の As をヒトが摂取した場合、モノメチルアルソン酸やジメチルアルシン酸といった毒性の低い化学形態へと代謝される⁹⁾。一方で、Hg はメチル化されて毒性の高いメチル水銀となる可能性がある¹⁰⁾。また、Se を蓄積しやすいタマネギやニンニクなどの植物中では、無機態の Se が取り込まれるとセレノシステインとなり、さらにメチル化されてメチルセレノシステインとなる¹¹⁾。これらの元素が最終形態に代謝されるまでの中間体については明らかになっていない点も多い。また、代謝過程でどのように生体に取り込まれ、どのように排出されるのかを完全に理解するためには、さらなる化学形態別分析の進展が必要

となる。

3 HPLC/ICP-MS の装置構成

HPLC/ICP-MS の基本的な構成を図 1 に示す。まず、送液ポンプにより溶離液を吸引し、カラムへと送液する。送液ポンプとカラムの間にはインジェクターが接続されており、試料溶液はここからシリンジを用いて注入される。注入された試料溶液は溶離液とともにカラムへと送られる。この際、カラム内の固定相への親和性が大きい成分ほどカラムからの溶出時間が遅くなるため、各成分ごとに溶出時間に差が生じることになる。各成分はカラムから溶出した順にチューブを通して直接 ICP-MS へと導入され、対象元素を測定することになる。HPLC/ICP-MS で実際に得られた As のクロマトグラムを図 2 に示す。

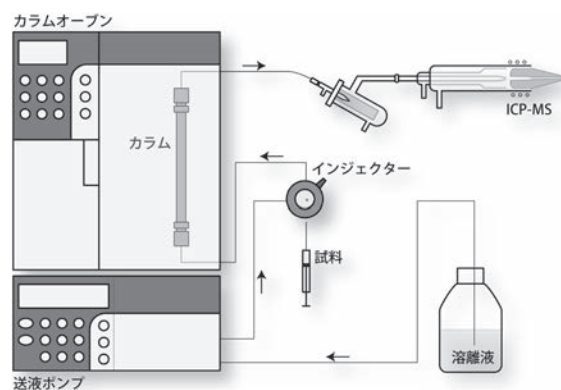


図 1 HPLC/ICP-MS の基本的な構成

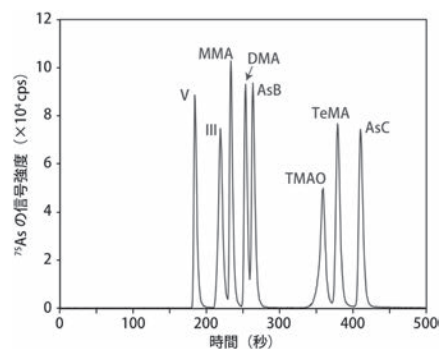


図 2 HPLC/ICP-MS で得られる As のクロマトグラム

V : As (V), III : As (III), MMA : モノメチルアルソン酸, DMA : ジメチルアルシン酸, AsB : アルセノベタイン, TMAO : トリメチルアルシンオキシサイド, TeMA : テトラメチルアルソニウム, AsC : アルセノコリン

3.1 試料溶液の注入

試料溶液の注入には自動のインジェクターとマニュアルインジェクターがある。一般的なマニュアルインジェクターは図 3 のような六方切り替えバルブになっている。試料注入時には、ロード状態にして試料溶液を二

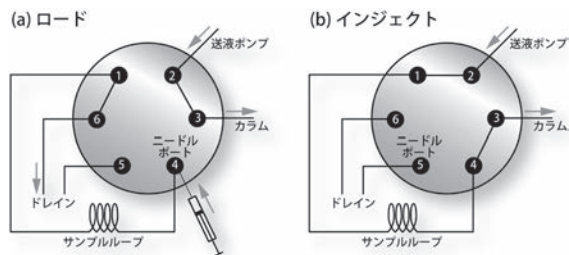


図3 マニュアルインジェクターによる試料溶液の注入

ドルポートから注入する(図3(a)). 注入された試料溶液はサンプルループに導入され, 余剰な試料溶液はドレインとして排出される. この時, 溶離液は送液ポンプにより直接カラムへと導入されており, 試料溶液はサンプルループに留まったままである. 次に, インジェクターをインジェクト状態にすると, 溶離液がサンプルループを通りようになる(図3(b)). これにより, 試料溶液がカラムへと輸送され, 化学形態分離が行われる. この時, ニードルポートはドレインへとつながるため, シリンジから溶液が注入されたとしてもカラムには運ばれない.

マニュアルインジェクターによる試料導入では, サンプルループの容量を変えることにより試料の注入量を変えることができる. 試料注入量が多ければ信号強度も大きくなるが, カラムの負荷が大きくなるためピーク割れ等が発生する可能性があり, 注意が必要である. 一般的には, 数 μL から数十 μL のサンプルループが使用される. また, 使用するシリンジの体積を変えることにより試料注入量を変えることも可能である. 試料注入時にシリンジやニードルポート内に試料溶液が残存してしまうと, 次の試料の測定時に残存試料がサンプルループに押し込まれてしまい, 正確なデータを得られなくなる. そのため, 新たな試料を注入する前にシリンジを洗浄するとともに, インジェクト状態でシリンジをニードルポートに挿入し, 溶離液等を用いてニードルポートを洗浄する必要がある.

3.2 カラムによる化学形態の分離

HPLC/ICP-MSにおける化学形態の分離に用いられるカラムには様々な種類があるが, よく使用されるものとしてイオン交換カラム(陰イオン交換カラム, 陽イオン交換カラム), 逆相カラム, サイズ排除カラムなどが挙げられる.

イオン交換カラムは, 固定相としてイオン交換樹脂が充填されたカラムであり, 主にイオン性化合物の分離・分析に用いられる(例えば^{12)~14)}. 陰イオンと陽イオンの同時分析は困難であるため, 分析対象となる化合物の特性に合わせて陰イオン交換カラムか陽イオン交換カラムのどちらかを適切に選択する必要がある.

逆相カラムは最も一般的に使用されているカラムであ

る. 固定相として, シリカゲル担体にオクタデシルシリル基のような疎水性の官能基を結合させたものが使用される. また, 溶離液(移動相)としてメタノール/水のような比較的極性の高い溶液が使用される. 疎水性化合物がカラムに強く吸着されるため, 化合物の疎水性の違いにより化学形態の分離が可能となる(例えば¹⁵⁾¹⁶⁾. また, 逆相カラムに対して保持力の弱いイオン性化合物の保持力を向上させるために, 溶離液にイオン対試薬を添加して用いることがある.

サイズ排除カラムは, 分子サイズの違いを利用して化学形態を分離する手法である(例えば¹⁷⁾¹⁸⁾. カラム内の充填剤に細孔が多く存在しており, 小さなサイズの分子は細孔の奥まで浸透しながらゆっくりと溶出する. 一方で, 大きなサイズの分子は細孔の奥まで入りきらないため溶出時間が早くなり, 分離が可能となる.

これらのカラムの他に, 近年では親水性相互作用クロマトグラフィー(hydrophilic interaction chromatography, HILIC)カラムが使用されることもある(例えば¹⁹⁾²⁰⁾. HILICカラムは固定相にスルフォベタイン基やホスホリルコリン基といった高極性物質が結合したシリカゲルやポリマーが使用されている. 溶離液としては比較的極性の大きいアセトニトリル/水が用いられることが多く, 極性化合物を保持しやすい性質を有している.

化合物のピークの溶出時間や形状は, 送液ポンプの流速, 溶離液の組成やpH, カラム温度により変化する. そのため, 新たな分離手法を検討する際にはこれらの値を調整する必要がある. カラム温度が変化すると, 多くの場合, 温度の上昇とともに保持時間は短くなる傾向がある. そのため, カラムをカラムオープン内に設置し, 一定の温度で分析することが望ましい(図1).

3.3 ICP-MSによる元素の検出

HPLCにおける送液ポンプの流速は $0.5\sim 1.5\text{ mL min}^{-1}$ であることが多いため, カラムから排出された溶離液や試料溶液は, チューブで繋がれたネプライザーへと直接導入することができる. そして, ネプライザーでスプレーチャンパー内に噴霧され, 小さなエアロゾル粒子のみが選択的にICPへと導入され, イオン化されることによって測定対象元素が検出される. 検出感度は極めて高く, pptオーダーでの測定が可能である. また, ICP-MSは9桁以上の広いダイナミックレンジを持っており, さらに複数元素を同時に測定することができるため, HPLCによる化学形態別分析の検出器として非常に有用である.

ICP-MSで血液や尿などマトリックス元素を多く含む試料を測定する際には, マトリックス効果や多原子分子の干渉が生じる可能性がある. しかし, HPLC/ICP-MSでは試料がカラムを通過する際に, 測定対象の元素を含む化学種と, 干渉の原因となる元素の溶出時間に差があ

きるため、これらの干渉を低減することが可能である。また、測定対象元素における複数の同位体をモニターすることにより、干渉による影響を確認することができる。

前述のカラムを用いて化学形態を分離する際に、溶離液としてメタノールやアセトニトリルといった有機溶媒が使用されることがある。ICP-MS に有機溶媒を多量に導入すると、不完全燃焼により発生したススがトーチやサンプリングコーン・スキマーコーンの先端部に付着して閉塞を起こし、プラズマの不安定化や ICP-MS の故障を引き起こす可能性がある。これを防ぐために、キャリアガス（アルゴンガス）に少量の酸素を混合することで、ススの燃焼を促し、装置への悪影響を抑えることができる。通常は、キャリアガス流量の 10~20 % の酸素が導入される。

カラムで分離された物質は時間差を持って ICP-MS へと導入される。ここで注意しなければならないのが、ICP-MS はあくまで各物質中の特定の元素（図 2 の例では As）を検出しているにすぎないということである。試料溶液の測定だけでは、クロマトグラム上でピークが出現したとしても、それがどのような構造を持った化合物であるのかを知ることはできない。そのため、各化学種の標準物質を事前に測定し、標準物質の溶出時間と試料測定時に出現したピークの溶出時間を照らし合わせる必要がある。HPLC/ICP-MS の測定では標準物質のない化学種の同定や定量は困難であることから、そのような場合は LC-ESI-MS などを相補的に用いて、化合物の構造を決定することが必要となる。しかし、ICP-MS と LC-MS の検出感度は大きく異なるため、これは決して容易ではない。

また、HPLC/ICP-MS では試料溶液と標準物質との間でのマトリクスの違いに起因する溶出時間の若干の変動が生じる可能性がある。そのため、化合物の同定の際には、試料溶液と標準物質の溶出時間の比較だけでなく、試料溶液への特定の標準物質の添加を行い、対象化合物のピーク面積や高さが增大するかどうかを確認することが有効である（図 4）。

多くの場合、検出された化学種の溶出ピーク面積はその化学種の濃度に比例する。そのため、濃度既知の標準

物質を用いて検量線を作成すれば、各化学種の定量が可能である。ただし、濃度が高すぎる場合は溶出ピークの形状が崩れてピーク割れのような現象が生じることもあるため、どのような濃度範囲で検量線の直線性が保たれるのかを確認しておく必要がある。

4 HPLC/ICP-MS による多元素同時化学形態別分析

HPLC/ICP-MS の多くは一つの元素のみに着目したものである。しかし、複数の元素における化学形態別分析を行いたい場合、それぞれの元素に対する分離法を個別に確立する必要がある。また、測定したい元素の数だけ、同じ試料を用いた分析を何度も繰り返さなければならない。一般的に HPLC/ICP-MS は一度の測定に数十分を要するため、これを何度も繰り返すのには多大な時間と労力を要する。そのため、近年では多元素同時化学形態別分析法の開発と検討が積極的に進められており、分析時間の短縮や試料消費量の削減につながっている。

元素によっては、生体内で他の元素との相互作用によってその毒性や生物学的有用性が変化する可能性がある。これらの元素間での相互作用を解明し、生体へと与える影響を評価するためには、多元素同時化学形態別分析が有用である。例えば、Hg は生体内で細胞を損傷させるが、Se と結合することによりその毒性を著しく低減させることができるのではないかと考えられている。毒性低減の大きさは Se の化学種によって異なることが報告されている²¹⁾²²⁾。また、As と Se は互いの毒性を緩和し合う可能性も指摘されているが、この効果の大きさも元素の化学形態に依存していると考えられている²³⁾。

いくつかの多元素同時化学形態別分析の例を表 1 に示す。多くの先行研究では多元素同時化学形態別分析で測定される元素の数は二つであるが、五つ以上の元素の同時分析の報告例もある²⁴⁾。測定する元素数が増えることにより、溶離液の組成が複雑になる場合もある。多くの場合、単元素化学形態別分析のためにすでに確立されている溶離液組成を基にして、多元素分析用の溶離液組成を検討することになる。Narukawa *et al.* では、As の化学形態別分析用に開発された溶離液に L-システイン

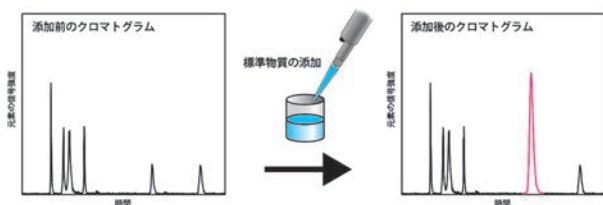


図 4 標準物質の添加による化合物の同定

試料溶液に特定の標準物質を添加することにより、特定のピークのみが増大する。これにより、化合物の同定が可能である。

表 1 HPLC/ICP-MS による多元素同時化学形態別分析の例

測定元素	試料	カラムのタイプ	文献
As, Hg	食用魚油	逆相カラム	25)
As, Se	尿	逆相カラム	27)
As, Se, Cr	環境水	陰イオン交換カラム	28)
As, Se, Pb	ハスの実	逆相カラム	29)
As, Se, Sb, Cr, Mo, V	セメントからの溶出物	陰イオン交換カラム	24)

を添加し、溶離液組成や pH を再調整することで As-Hg の同時化学形態別分析を可能としている²⁵⁾。また、多元素同時化学形態別分析では溶離液と測定化学種との反応に注意を払う必要もある。前述の As-Hg の例では Hg の測定のために L-システインを溶離液に添加しているが、中性-塩基性で L-システインと三価の As が結合し沈殿を生じる可能性があるため、溶離液の pH を酸性に保つ必要がある²⁵⁾²⁶⁾。

5 おわりに

本稿では、環境学分野やメタロミクス分野で利用されている HPLC/ICP-MS を概説するとともに、多元素同時化学形態別分析について簡潔に解説してきた。これまでに様々な生体試料や環境試料の化学形態別分析が行われてきた。近年では ICP-MS の高感度化に伴い、今まで研究対象とされてこなかった極微量元素にも注目が集まり、HPLC/ICP-MS による化学形態別分析を用いてその毒性や代謝経路が研究されている。本解説が、HPLC/ICP-MS を用いた化学形態別分析を行う際の参考になれば幸いである。

文 献

- 1) A. Popowic, Q. Zhang X. C. Le : *Nat. Sci. Rev.*, **3**, 451 (2016).
- 2) M. F. Hughes : *Toxicol. Lett.*, **133**, 1 (2002).
- 3) K. M. Rice, E. M. Walker, M. Wu, C. Gillette, E. R. Blough : *J Prev Med Public Health*, **47**, 74 (2014).
- 4) J. Liu, J.-Z. Shi, L.-M. Yu, R. A. Goyer, M. P. Waalkes : *Exp Biol Med (Maywood)*, **233**, 810 (2008).
- 5) J. B. Vincent : *Proc. Nutr. Soc.*, **63**, 41 (2004).
- 6) M. Krachler, H. Emons, J. Zheng : *TrAC, Trends Anal. Chem.*, **20**, 79 (2001).
- 7) E. M. Alissa, S. M. Bahijri, G. A. Ferns : *Med. Sci. Monit.*, **9**, (2003).
- 8) L. H. Foster, S. Sumar : *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **37**, 211 (1997).
- 9) C.-H. Tseng : *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, **235**, 338 (2009).
- 10) H. Li, X. Lin, J. Zhao, L. Cui, L. Wang, Y. Gao, B. Li, C. Chen, Y.-F. Li : *Bull Environ Contam Toxicol*, **102**, 597 (2019).
- 11) P. J. White : *Biochimica et Biophysica Acta - General Subjects*, **1862**, 2333 (2018).
- 12) K. Müller, B. Daus, J. Mattusch, H.-J. Stärk, R. Wennrich : *Talanta*, **78**, 820 (2009).
- 13) J. A. Day, M. Montes-Bayón, A. P. Vonderheide, J. A. Caruso : *Anal Bioanal Chem*, **373**, 664 (2002).
- 14) J. J. Sloth, E. H. Larsen, K. Julshamn : *J. Anal. At. Spectrom.*, **18**, 452 (2003).
- 15) T. Narukawa, K. Chiba, S. Sinaviwat, J. Feldmann : *J. Chromatogr. A*, **1479**, 129 (2017).
- 16) Y. Shibata, M. Morita : *Anal. Sci.*, **5**, 107 (1989).
- 17) K. Sommer, M. Sperling, U. Karst : *Chemosphere*, **300**, 134528 (2022).
- 18) M. H. M. Klose, A. Schöberl, P. Heffeter, W. Berger, C. G. Hartinger, G. Koellensperger, S. M. Meier-Menches, B. K. Keppler : *Monatsh Chem*, **149**, 1719 (2018).
- 19) P. Hemström, K. Irgum : *J. Sep. Sci.*, **29**, 1784 (2006).
- 20) M. Birka, C. A. Wehe, L. Telgmann, M. Sperling, U. Karst : *J. Chromatogr. A*, **1308**, 125 (2013).
- 21) L. Magos, T. W. Clarkson, S. Sparrow, A. R. Hudson : *Arch Toxicol*, **60**, 422 (1987).
- 22) F. Moreno, T. García-Barrera, J. L. Gómez-Ariza : *Analyst*, **135**, 2700 (2010).
- 23) I. Zwolak, H. Zaporowska : *Cell Biol Toxicol*, **28**, 31 (2012).
- 24) M. Mulugeta, G. Wibetoe, C. J. Engelsens, W. Lund : *J. Chromatogr. A*, **1217**, 6186 (2010).
- 25) T. Narukawa, T. Iwai, K. Chiba : *Talanta*, **210**, 120646 (2020).
- 26) D. Zhang, S. Yang, H. Cheng, Y. Wang, J. Liu : *Talanta*, **199**, 620 (2019).
- 27) F. Pan, J. F. Tyson, P. C. Uden : *J. Anal. At. Spectrom.*, **22**, 931 (2007).
- 28) Y. Martínez-Bravo, A. F. Roig-Navarro, F. J. López, F. Hernández : *J. Chromatogr. A*, **926**, 265 (2001).
- 29) D. Zhang, S. Yang, Q. Ma, J. Sun, H. Cheng, Y. Wang, J. Liu : *Food Chemistry*, **313**, 126119 (2020).



岡林 識起 (Satoki OKABAYASHI)

関西学院大学生命環境学部 (〒669-1330 兵庫県三田市学園上ヶ原1番)。京都大学大学院。博士(理学)。《趣味》日本酒、旅行。

E-mail : s-okabayashi@kwansai.ac.jp

マイクロ流体デバイスの実用化と展望

1 はじめに

マイクロ・ナノ空間を利用した分析手法は多岐にわたるため、ここで取り上げた実用化の例はマイクロ流体デバイスを利用したものに限定した。マイクロ流体デバイスは、特定の目的のための分析デバイスではなく、さまざまな分析法を実現するためのプラットフォームである¹⁾。そのため研究レベルでは多岐にわたった分析応用が報告されているが²⁾、現在までに実用化された例はそれほど多くない³⁾。

2 マイクロチップ電気泳動装置

DNA/RNA やタンパク質の電気泳動分析のためのマイクロ流体デバイス（マイクロチップ）を利用した電気泳動装置が、1999年にアジレント・テクノロジーから販売された。マイクロ流体デバイスを利用した最初の分析装置ということで、当時は世界的にも大きな注目を集めた。その後、2000年に日立化成工業や2001年に島津製作所からも同様の装置が実用化された⁴⁾。日立化成のマイクロチップ電気泳動装置は、現在は市販されていないが、アジレント・テクノロジーと島津製作所の装置は、アプリケーションの充実や装置の高性能化が進められ、現在はライフサイエンス分野の研究における汎用装置となっている。

3 i-STAT[®]システム

i-STAT[®]システムは、世界で最も広く利用されているポイントオブケア（Point-of-Care Testing, POCT）用の血液分析システムである。東日本大震災の時に被災地での検査にも用いられており⁵⁾、災害医療や在宅医療にも応用されている。システムを開発した i-STAT Corporation がアボット・ラボラトリーに買収されたため、現在はアボット・ラボラトリーから販売されている⁶⁾。システムは、ハンディタイプのアナライザー（W76.8 mm×L23.4 mm×H72.4 mm）とディスプレイのカートリッジ（マイクロ流体デバイス：W27.0 mm×L44.0 mm×H7.0 mm）から構成されている。測定項目に応じた多数のカートリッジが用意されており、現在はナトリウム（Na⁺）、カリウム（K⁺）、クロール（Cl⁻）、β-hCG（妊娠判定）、ACT（活性化凝固時間）、cTnl（心筋トロポニン）、血液ガス（pH、pCO₂、pO₂、乳酸）、ヘマトクリット、カルシウム（Ca²⁺）、グルコース、尿素窒素、クレアチニンを測定できるカートリッジが市販されてい

る。カートリッジに1~3滴（17~95 μL）の血液を注入し、カートリッジをアナライザーに挿入するだけで、自動的にカートリッジに内蔵されている校正液がセンサー（電極）に流れ、発生した電気信号を測定し、検体中の成分濃度を測定・計算表示するようになっている。測定時間は測定項目によって異なるが、2~10分程度である。

4 ハイスループット定量 PCR システム

Standard Bio Tools Inc.（旧 Fluidigm Corporation）は、マイクロ流体デバイスの大規模集積化⁷⁾で著名なスタンフォード大学の Stephen Quake 教授が1999年に設立した企業であり、同社製のハイスループット定量 PCR（HT-qPCR）システムには Quake 教授らが開発した大規模集積化のコアテクノロジー（PDMS（ポリジメチルシロキサン）マイクロバルブ⁸⁾）が使われている。紙面の都合上、デバイスの詳細は説明しないが、興味のある方は同社の HP を参照されたい⁹⁾。定量 PCR（リアルタイム PCR・qPCR）は、遺伝子発現解析、ジェノタイピング、病原体やウイルスの検出、mRNA や miRNA の定量、siRNA/RNAi 解析など幅広い用途で利用されており、創薬研究や検査センターなどの大量のサンプルを短時間で解析したい用途ではハイスループット解析システムが重要になる。同社製の HT-qPCR 解析システムには、従来の 96 ウェルプレートと同様のサイズの 3 種類のマイクロ流体デバイスが準備されており、48 サンプル×48 アッセイ=2304 反応、96 サンプル×96 アッセイ=9216 反応、192 サンプル×24 アッセイ=4608 反応の同時解析ができる。1 枚のマイクロ流体デバイスから最大 9216 のデータを数時間で取得できる。最近ニュースや新聞報道でも話題となった、下水中の新型コロナウイルス・病原ウイルスの一斉検出にもこのシステムが利用されている¹⁰⁾。

5 遠心力駆動マイクロ流体デバイスシステム

円盤型のマイクロ流体デバイスを回転させることで、遠心力を液体の駆動力に利用して、サンプルの前処理・試薬の混合・サンプル液の定容などを実現できる遠心力駆動マイクロ流体デバイス（Lab-on-a-Disk・Lab-on-a-CD）システムは、診断システムのプラットフォームとして魅力的である。デバイスにサンプルを導入し、デバイスを回転するだけで、診断結果を得ることができる。そのため古くから診断分野で研究・開発されてきており¹¹⁾、ベンチャー企業を含む多くの企業や研究者が取

り組んできた。Gyros Protein Technologies, Inc. (旧 Gyros AB) の Lab-on-a-Disk 免疫分析システムは、円盤状の基板に 96 あるいは 112 本の流路構造体が放射状に作製されており、流路内にトラップしたビーズの表面でサンドイッチアッセイを行うフォーマットになっている¹²⁾。96 あるいは 112 サンプルの同時測定ができる¹³⁾。その他にも Lab-on-a-Disk システムをコアテクノロジーとしたベンチャー企業が多数あり、Spindiag GmbH は、PCR を検出原理とした、呼吸器系ウイルス検査デバイス (SARS-CoV-2, A 型インフルエンザウイルス, B 型インフルエンザウイルス, RS (呼吸器多角体) ウイルスの同時検査が可能), SARS-CoV-2 検査デバイス, MRSA (メチシリン耐性黄色ブドウ球菌) 検査デバイスの 3 種類のデバイスがあり、鼻腔スワブ検体をデバイスに導入するだけで検査ができる¹⁴⁾。

6 おわりに

現在、多くのベンチャー企業や研究者がマイクロ流体デバイスを利用した血中循環腫瘍細胞 (CTC) の分離・検出システムやエクソソームの分離・検出システム、高性能セルソーターなどの開発に取り組んでおり、それらは近い将来実用化される可能性が高い。また、マイクロ流体デバイスを利用した応用の中で、将来の市場規模が最も大きくなると期待されているのは、Organ-on-a-Chip (Organs-on-a-Chip・MPS: Micro Physiological Systems) である¹⁵⁾。これは臓器機能を模倣したデバイスで、動物実験の代替システムとして期待されている。実現にはまだまだ多くのハードルがあるが、各国の公的研究助成機関や製薬企業などが巨額の研究費を投入しており、注目していく必要があると思われる。

文 献

- 1) 日本分析化学会編：“分析化学実技シリーズ 機器分析編 19 マイクロ流体分析”。(2020)。(共立出版)。
- 2) D. E. W. Patabadige, S. Jia, J. Sibbitts, J. Sadeghi, K. Sellens, C. T. Culbertson : *Anal. Chem.*, **88**, 320 (2016)。
- 3) L.R. Volpatti, A. K. Yetisen : *Trend. Biotechnol.*, **32**, 347 (2014)。
- 4) 中西博昭：ぶんせき (*Bunseki*), **329**, 263 (2002)。
- 5) <<https://www.jslm.org/books/earthquake/all.pdf>>, (accessed 2022. 10. 11)。
- 6) <<https://www.globalpointofcare.abbott/ja/product-details/apoc/i-stat-system.html>>, (accessed 2022. 10. 11)。
- 7) T. Thorsen, S. J. Maerkl, S. R. Quake : *Science*, **298**, 580 (2002)。
- 8) M. A. Unger, H. P. Chou, T. Thorsen, A. Scherer, S. R. Quake : *Science*, **288**, 113 (2000)。
- 9) <<https://www.standardbiotools.com/products-services/technologies/microfluidics>>, (accessed 2022. 10. 11)。
- 10) B. Malla, O. Thakail, S. Shrestha, T. Segawa, M. Kitajima, E. Haramoto : *Sci. Total Environ.*, **853**, 158659 (2022)。
- 11) R. Gorkin, J. Park, J. Siegrist, M. Amasia, B. S. Lee, J.-M. Park, J. Kim, H. Kim, M. Madou, Y.-K. Cho : *Lab Chip*, **10**,

1758 (2010)。

- 12) N. Honda, U. Lindberg, P. Andersson, S. Hoffmann, H. Takei : *Clin. Chem.*, **51**, 1955 (2005)。
- 13) <<https://www.gyrosproteintechnologies.com/immunoassays>>, (accessed 2022. 10. 11)。
- 14) <<https://www.spindiag.de/#technology>>, (accessed 2022. 10. 11)。
- 15) B. Zhang, M. Radisic : *Lab Chip*, **17**, 2395 (2017)。

[北海道大学大学院工学研究院 渡慶次 学]

ペルおよびポリフルオロアルキル化合物 (PFAS) の包括管理に向けて



三宅 祐一

1 はじめに

ペルおよびポリフルオロアルキル化合物 (Per- and polyfluoroalkyl substances, PFAS) は、撥水・撥油性、熱・化学的安定性などの物性を示すことから、1940年代に製造が開始されて以降、界面活性剤、半導体用反射防止剤、水成膜泡消火剤などの幅広い産業分野や消費者製品において用いられてきた。これら PFAS は安定性が高い点で多用されてきた反面、環境残留性、生体蓄積性およびヒトへの有害性があることが2000年頃から指摘され始めた。一部の PFAS については、難分解性、高蓄積性、生物や環境への有害性、長距離移動性のすべての性質を満たすことが科学的に明らかとなり、2009年にペルフルオロオクタンスルホン酸 (PFOS) とその塩が残留性有機汚染物質 (POPs) に指定された。また、2019年にはペルフルオロオクタン酸 (PFOA) とその塩及び PFOA 関連物質が POPs に指定され、さらに2022年にはペルフルオロヘキサンスルホン酸 (PFHxS) とその塩及び PFHxS 関連物質が新たに POPs に指定にされた。現在においても、長鎖ペルフルオロカルボン酸とその塩及び関連物質について、POPs への指定に関する議論が進められている。POPs に指定されている PFAS だけでも数百種類の化合物が含まれており、液体クロマトグラフ-タンデム質量分析法 (LC-MS/MS) などで個別の化合物を同定・定量していくことに関して多くの課題がある。本稿では、数多くの関連物質を有する PFAS に関する包括的な分析方法の動向について紹介する。

2 PFAS の定義

有機フッ素化合物の一部である PFAS は、現時点では国際的に統一された定義が存在しない。2011年に Buck らが提案した定義では、「PFAS とは、分子構造中にペルフルオロアルキル基 ($-C_nF_{2n+1}$, $n \geq 1$) を有する、

高い割合でフッ素化された脂肪族化合物」とされていた¹⁾。しかし、Buck らの定義では、異性体など構造的性質の近い化合物間で、定義を満たす物質、満たさない物質が分かれてしまう事例があり、より一貫性のある論理、表現が必要であった。そこで、経済協力開発機構は、2018年に Buck らの定義を修正する形で、「一つ以上の C 原子を含む高度にフッ素化された脂肪族物質であり、すべての H 置換基 (非フッ素化類似体) がペルフルオロアルキル部分 ($-C_nF_{2n+1}$) を含むように F 原子に置き換えられているもの²⁾」とし、CAS 番号が存在する 4730 種の化合物を PFAS としてリストアップした。その後、官能基に芳香環が含まれる場合などを考慮し、2021年に新たな PFAS の定義として「PFAS とは、ペルフルオロメチル基 ($R-CF_3$) またはペルフルオロメチレン基 ($R'-CF_2-R''$) を構造中に少なくとも1つ以上有する、有機フッ素化合物の総称 (R, R', R'' に H, Cl, Br, I 原子が対応する化合物は除く)³⁾」を提案した。ただし、2021年の定義改訂後に具体的な化合物のリストは示されていない。また、米国環境保護庁 (USEPA) の「PFAS Master List of PFAS Substances⁴⁾」では、12000種類を超える化合物が PFAS としてデータベースに登録されている。このように、PFAS は定義の仕方に違いがあるものの、数千から数万にも及ぶ対象化合物が存在することから、個別化合物の管理だけでなく PFAS をグループで包括的に管理する必要がある。

3 PFAS の包括的分析方法

化合物ごとに同定・定量を行う PFAS 個別分析法について、様々な分析方法が提案されている。これら PFAS 個別分析法では、数十種程度の PFAS を対象として、試料を弱陰イオン交換系の固相カラムを用いて抽出した後、対象化合物を LC-MS/MS で測定する流れが一般的である⁵⁾。対象化合物を個別に高感度で定量できる利点がある一方で、標準物質が存在する化合物しか評価できない欠点がある。そこで、近年、数千種以上存在する PFAS を包括的に評価するために、個別分析法と異なる視点の包括的な分析方法が提案されてきた。それぞれの包括的分析法の概要と課題について以下に示す。

3・1 吸着可能有機フッ素分析法

吸着可能有機フッ素 (adsorbable organic fluorine, AOF) 分析法は、液体試料中の活性炭に吸着可能な有機フッ素を測定する手法である。AOF 分析法については、2022年に USEPA Draft Method 1621 が提案されており、水質試料を (粒状) 活性炭カラムに通液して対象化合物を吸着させ、硝酸ナトリウム水溶液で無機フッ素化合物を除去した後、その活性炭を燃焼イオンクロマトグラフィ (combustion ion chromatography, CIC) で測定する方法である。AOF 分析法は、対象化合物 1 種ずつに

Control for Per- and Polyfluoroalkyl Substances.

着目した PFAS 個別分析法と異なり、吸着可能な幅広い対象化合物中の有機フッ素総量を測定することができるため、数千種以上存在する PFAS のスクリーニング法としての活用が期待される。一方で、吸着・分析可能な対象化合物は活性炭の性能に依存すること、短鎖 PFAS は活性炭に吸着しにくいことなどが課題である。また、PFAS 以外の有機フッ素化合物（フッ素系農薬・医薬品等）も活性炭に吸着し、AOF として検出される点には留意すべきである。加えて、活性炭自体のフッ素ブランクが高いことから定量下限は比較的高く、欧州の飲料水指令などの極低濃度の PFAS 管理への対応は難しい。

3.2 抽出可能有機フッ素分析法

抽出可能有機フッ素 (extractable organic fluorine, EOF) 分析法は、土壌や堆積物などの固体試料や液体試料中において、有機溶媒へ抽出可能な有機フッ素を測定する手法であり、2007 年に著者らが開発した方法である⁶⁾。EOF 分析法では、固体試料や液体試料を溶媒抽出法や固相抽出法により抽出し、抽出できた対象化合物を CIC などで測定する。EOF 分析法における抽出操作は、無機フッ素化合物を除去し、対象の有機フッ素化合物を抽出するための重要な操作である。EOF 分析法は、AOF 分析法と同様に幅広い対象化合物中の有機フッ素総量を測定できる方法であり、低コストで比較的容易に測定可能であることから、PFAS のスクリーニング法として活用できる。近年では、フッ素のマスマランスという概念が広く適用され、EOF により有機フッ素全体を把握しながら PFAS 個別の定量結果と比較することで、個別分析だけでは評価しきれない多数の未知 PFAS を含めた PFAS 全体の管理方法として期待されている。一方で、EOF 分析法は AOF 分析法と同様の課題を有しており、化合物の種類・構造は特定できない。また EOF 分析法では、試料の性状等に応じて抽出方法を選択することは可能であるが、抽出溶媒の種類や抽出方法により抽出される対象化合物や抽出効率が異なるため、抽出方法の妥当性については検討が必要である。

3.3 全酸化可能前駆体分析法

全酸化可能前駆体分析法 (total oxidizable precursor assay, TOPA) は、ペルフルオロアルキル酸 (PFAA) の前駆体化合物を測定する手法である。TOPA では、酸化分解により試料中の PFAA 前駆体化合物はカルボン酸 (PFCA) やスルホン酸 (PFSA) などの安定な PFAA に変換され、分解後の PFAA を LC-MS/MS などで測定する。前駆体化合物は、一般的に安定なペルフルオロアルキル基と比較的不安定な非フッ素化アルキル基を持ち、酸化分解の際に非フッ素化アルキル基から酸化される。TOPA により、対象化合物以外の様々な前駆体化合物を、検出可能な対象化合物に変換することで、対象化合

物以外の PFAS (前駆化合物) の存在を明らかにできる。また、酸化分解前後で PFAA 濃度の差分を取ることで PFAA 前駆体化合物の総量を定量・評価可能であり、PFAA のみを評価対象とすれば良い点で従来の個別分析法より簡易的に測定可能である。一方で、PFAA 濃度の増加に寄与した前駆体化合物が特定できないことが問題点として挙げられる。また、分解生成物を個別に定量・評価することから、AOF や EOF 分析法と比較すると、比較的煩雑かつ高コストな手法である。さらに、TOPA は試料マトリックスの影響を受けやすく、試料の性状に応じて pH や酸化剤の量を調整する必要があり、再現性のある結果を得るのが難しい。

4 おわりに

現在、環境省では「PFAS に対する総合戦略検討専門家会議」を設置し、PFAS に関して当面对応すべき候補物質の整理、存在状況に関する調査の強化（水環境中の調査、化学物質の人への曝露モニタリング調査対象物質の検討）、調査結果を踏まえた対応（適正な管理の在り方の検討、物質群としての評価手法の検討）に関する議論を進めている。主に、特定の PFAS のみに焦点を当てた議論が行われている。個別の PFAS を分析することは重要であるが、本稿で示したような包括的な分析方法を組み合わせることで、今まで見えなかった事実が見えるようになり、PFAS 全体の管理が進むことを期待したい。

文 献

- 1) R. Buck, J. Franklin, U. Berger, J. Conder, I. Cousins, P. Voogt, A. Jensen, K. Kannan, S. Mabury, S. Leeuwen : *Integr Environ Assess Manag*, 7, 513 (2011).
- 2) OECD, Series on Risk Management No. 39, (2018).
- 3) OECD, Series on Risk Management No. 61, (2021).
- 4) USEPA, PFAS Master List of PFAS Substances, (2021).
- 5) ISO 21675: 2019, (2019).
- 6) Y. Miyake, N. Yamashita, P. Rostkowski, M. So, S. Taniyasu, P. Lam, K. Kannan : *J. Chromatogr. A*, 1143, 98 (2007).



三宅 祐一 (Yuichi MIYAKE)

横浜国立大学大学院環境情報研究院 (〒240-8501 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-7)。横浜国立大学大学院環境情報学府博士後期課程修了。博士 (工学)。《現在の研究テーマ》残留性有機汚染物質の環境汚染調査、環境動態解析、曝露・リスク評価。《主な著書》“室内環境の事典—快適で健康な暮らしを支える科学—”, 分担執筆, (朝倉書店), (2023)。《趣味》国内外でのサッカー観戦。

水中のPFAS分析における前処理や測定時のポイント

高原 玲華, 高柳 学, 太田 茂徳

1 はじめに

PFAS（ペルフルオロアルキル化合物およびポリフルオロアルキル化合物）は、耐熱性、耐水性、耐薬品性に優れており、化学的に非常に安定した特性を持っているため、焦げ付き防止の調理器具、撥水剤、防水剤、消火剤など様々な用途に使われている。しかし、自然環境下に放出されてしまうと、その難分解性により長期間分解されず環境中に残存し、生物蓄積性も高いと推察されていることから、POPs（残留性有機汚染物質）として認知されるようになった。

近年では、国内外で規制の対象となり、大気・水・土壌・食品・汚泥肥料等、様々な分野で調査が行われている。日本においては、水道水質分野における水質管理目標設定項目としてPFOS（ペルフルオロオクタンスルホン酸）、PFOA（ペルフルオロオクタン酸）が2020年に要検討項目から格上げされたのに加え、PFHxS（ペルフルオロヘキサンスルホン酸）が2021年に要検討項目として新たに追加されている。環境水質分野においても、要監視項目としてPFOS、PFOAが位置付けられているところである。なお、PFASは構造が多様であることも特徴であり、イオン性のもの（PFOS、PFOA等）、中性で半揮発性のもの（MeFOSA、MeFOSE等）、中性

で揮発性のもの（4:2FTOH、6:2FTS等）をはじめ、4000種以上のPFASが確認されており、これからもより多くのPFASが測定対象として議論されていくと考えられる。

PFASは、測定濃度がほかの化合物に比べて低いことから、固相抽出カラムを用いた分析方法が提案されている。また、PFASは利便性が良いことから分析装置の部材などに使用されているため、一連の分析操作時による汚染に注意が必要である。

本技術紹介では、水中PFAS分析における固相抽出カラムを用いた前処理方法と操作時の注意点および操作ブランクを低減するための手法について紹介する。

2 水中PFAS分析の前処理と分析例

2-1 PFAS分析に用いられる固相抽出カラム

国内外における、水中PFAS分析の前処理方法と分析方法を確認すると、固相抽出法により水中から抽出した後、LC-MS/MSで分析する例がほとんどである。アニオン性PFASの多くは、その構造から陰イオン交換相互作用も、疎水性相互作用も適用可能であるため、使用できる固相抽出カラムは、弱陰イオン交換固相抽出カラムもしくは逆相固相抽出カラムである（図1）。

水中PFAS分析の固相抽出操作例を『水質管理目標設

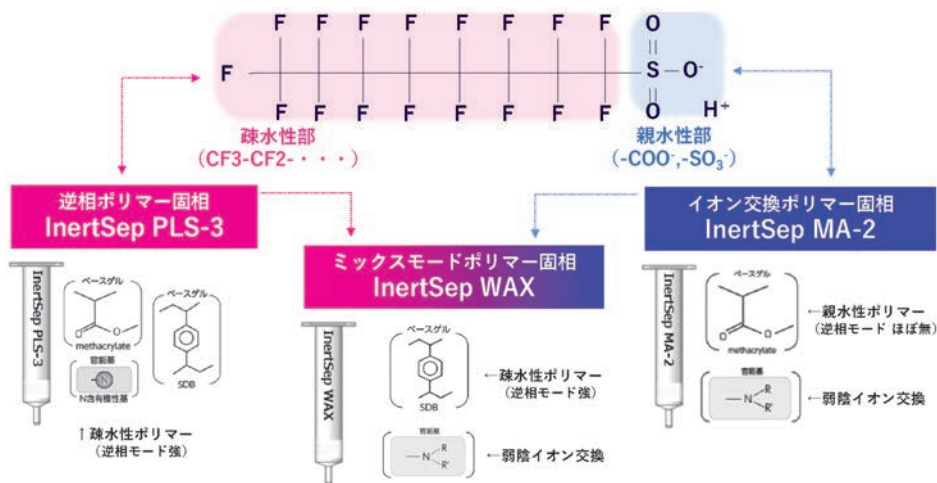


図1 アニオン性PFASの構造からみた固相抽出カラムの選択

定項目の検査方法 目標 31』¹⁾を参考にした、弱陰イオン交換ポリマー固相抽出カラムの前処理フローと『上水試験方法 2020 年版 Ⅲ、有機物編』²⁾を参考にした、逆相ポリマー固相抽出カラムの前処理フロー (図 2, 3) を用いて説明する。

弱陰イオン交換固相抽出カラムには、疎水性相互作用を持つミックスモード型イオン交換タイプと、疎水性相互作用を持たない (もしくは微弱にしか作用しない) 弱陰イオン交換タイプが存在する。図 2 に示した InertSep MA-2 は、メタクリレート母体に 3 級アミンを導入したポリマー固相抽出カラムである。メタクリレート母体の固相は疎水性相互作用が非常に弱いため、3 級アミンによる陰イオン交換作用を主な相互作用として保持できる。分析時に妨害成分の影響を受けにくく、溶出効率も高いことから、順方向溶出による操作性の良い前処理操作法が構築できる。また、中性域の試料水であれば試料水の pH 調整が不要という操作上の利点も期待できる。本法を用いることで、少なくともイオン性 PFAS 21 成

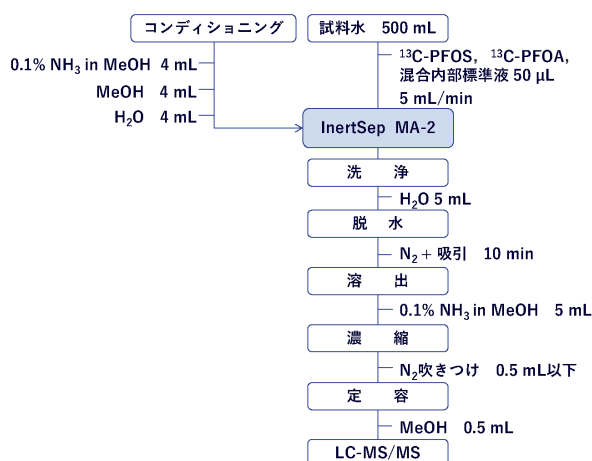


図 2 弱陰イオン交換ポリマー固相抽出カラム InertSep MA-2 を用いた水中 PFAS 分析の前処理フロー

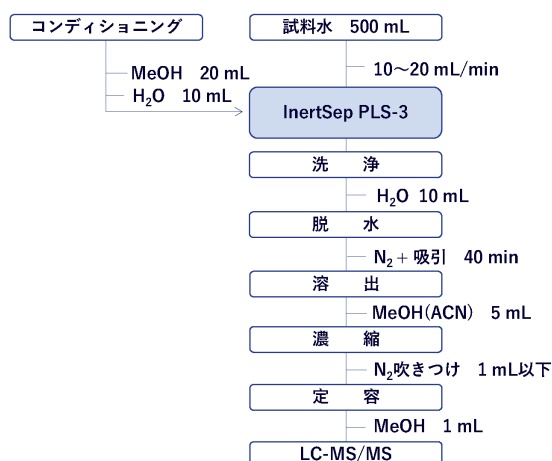


図 3 逆相ポリマー固相抽出カラム InertSep PLS-3 を用いた水中 PFAS 分析の前処理フロー

分の回収率が 80~120 % 以内であることが確認できている。

次に、疎水性相互作用を持つミックスモード型イオン交換固相抽出カラムに InertSep WAX (粒子径: 30 μm) および InertSep WAX FF (粒子径: 70 μm) がある。ミックスモード型イオン交換固相抽出カラムは、EPA Method 533³⁾や ISO 21675⁴⁾で用いられており、アニオン性 PFAS に加え中性 PFAS についての保持も可能となる。InertSep WAX FF を用いてアニオン性 PFAS と中性 PFAS 40 成分の添加回収試験を行ったところ、回収率が 70~120 % 以内であることが確認できている。

試料水中に妨害成分が多く存在する場合や、試料水の塩濃度が高い場合は、純粋な弱陰イオン交換のみでは PFAS の保持が弱くなるため、ミックスモード型イオン交換固相抽出カラムを用いることを推奨する。

次に、図 3 で示した逆相ポリマー固相抽出カラムを用いた固相抽出法について述べる。使用した逆相ポリマー固相は InertSep PLS-3 で、スチレン-ジビニルベンゼン母体に N 含有官能基を導入したものである。本法を用いると、妨害成分に影響されにくい回収率が安定して得られ、かつ PFOS, PFOA 以外の PFAS 成分である、炭素数が 7 個の PFHpA, 9 個の PFNA, 10 個の PFDA, 11 個の PFUnDA の 4 成分が前処理可能であることが確認されている。なお、PFOS, PFOA のようなアニオン性 PFAS を対象成分とする場合は、試料水の pH を酸性条件にすることで対象成分の解離を抑えてから試料負荷操作を行うことが一般的であり、最適な条件を事前に確認したほうが良い。

このように操作利便性に加え、試料水の性質に合わせた固相抽出カラムの選択も PFAS 分析においては重要なファクターとなる。

2.2 PFAS の固相抽出の操作における注意点

固相抽出の操作以前の問題として、使用器具などの基本的部分について述べる。使用する器具類を扱う上での最も基本的な注意点として、“標準液及び試料と触れる部分にポリテトラフルオロエチレンが使用されている容器を用いない”³⁾ことである。

一般的には、メタノールでつけ置き洗浄したポリエチレン製やポリプロピレン製の容器を使用することが多い。ガラス器具についても、同様に洗浄を行うことでブランクの影響を低減した上で使用できる。ただし、ガラス表面へ PFAS が吸着する可能性も指摘されているため³⁾、試料調製時、特に低濃度域での添加回収試験を実施するときには、注意が必要である。

固相抽出の操作において、コンディショニングや溶出操作を手動で実施する場合、自然落下マニホールドの材質を確認しておくが良い。PFAS 汚染リスクを減らせるよう、金属やポリプロピレン (PP) で作製されている

PFAS 用自然落下マニホールドを販売しているの、必要に応じて使用をお勧めする (図 4)。

次に、固相抽出カラムに試料水を流す際に、専用の自動化装置を用いる場合、配管やバルブにどのような素材が使われているのかを事前に確認し、使用前に十分なメタノール洗浄を実施した後、ブランク確認を行うことが必要である。どうしてもブランク値が低減しないブランクが落としきれない、もしくはブランク値が安定しない場合は、PFAS 分析に対応したオプション品を取り扱っているか、メーカーに問い合わせると良い。ただし、オプション品もブランクフリーを保証しているわけではないため、事前にメタノールで十分に洗浄し、確認する作業は必要である。

固相抽出自動化装置の PFAS 分析における、ブランク低減対策例を紹介する。弊社では、加圧送液装置として固相抽出送液装置アクアローダー AL898 を販売している。一般的な加圧送液装置は、ポリテトラフルオロエチレン (PTFE) 製プランジャーヘッドを装着したガラスシリンジで試料水を固相抽出カラムまで送り出す方式が多い。しかし、なるべくガラスシリンジ内に試料水を入れたくないという要望を想定し、加圧送液装置を使いな



図 4 PFAS 対応の固相抽出用自然落下マニホールド

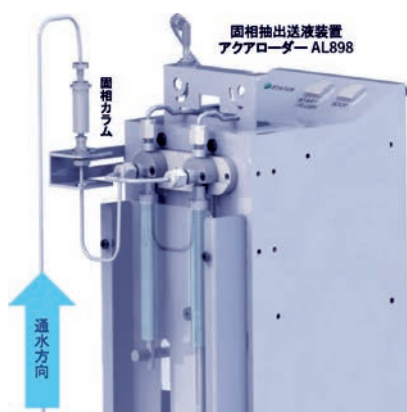


図 5 アクアローダー AL898 を用いた吸引方式による通水方法

がらも、吸引方式にて通水処理を可能としたオプション品として PFAS 抽出用吸引送液キットを取り扱っている (図 5)。

次に、固相抽出操作を全自動で行う場合の PFAS 分析のためのブランク低減対策について述べたい。まず、装置を使用する前にはメタノールを用いてサンプルライン洗浄を行うことを推奨する。また、加圧式の全自動固相抽出装置 ASPE899 に適する方法として、従来用いられているガラスシリンジのプランジャーヘッドを PTFE 製から超高分子量ポリエチレン (UHMWPE) 製のシリンジに変更、試料水ラインを PTFE 製から PEEK 製に変更等の改善方法がある (図 6)。

固相抽出法による前処理は、工程数が多いため、操作時間、器具類、使用溶媒量も増え、分析操作ブランク影響のリスクも高くなる。分析機器の感度に余裕があり、妥当性も確保できるのであれば、試料量の濃縮倍率を下げる手法を考えても良い。図 7 は、少充填の InertSep MA-2 を用いて、試料量 30 mL で前処理を行った例である。固相充填量を少なくしているため、全体的な溶媒や窒素の使用量が減り、作業時間も短縮され、分析操作ブランク汚染リスクも低減できる。スケールダウンをさ



図 6 試料水ラインを PEEK に変更した全自動固相抽出装置と窒素ガス精製管

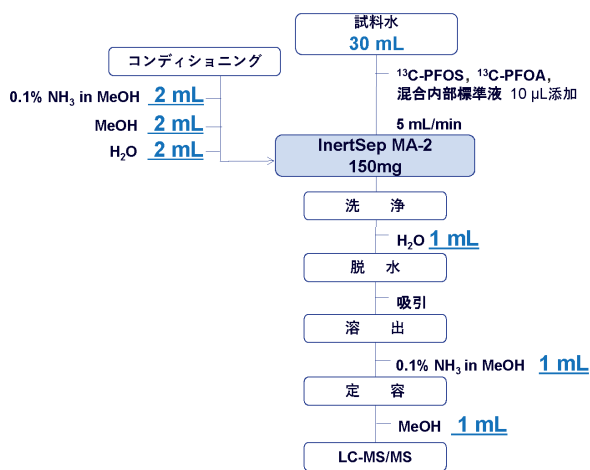


図 7 小充填固相カラムによる PFAS 前処理フロー

らに突き詰めると、感度の良い検出器を備えた装置(LC-MS/MS)を用いて、試料水を直接注入する手法で測定する手法も有効であるかもしれない。ただし、試料中に含まれる分析妨害成分(高極性から低極性まで)も共に注入されてしまうため、妨害成分による測定結果への影響やLCカラムの汚染に十分な配慮が必要である。試料中の妨害成分が一定であるとは限らないため、固相抽出法の目的をクリーンアップに切り替え、つねに安定した結果を得られるように準備したい。

2・3 LC-MS/MS 分析における注意点

LC-MS/MS による分析は ODS カラムによるシンプルな手法で実施される。分析する上で悩まされるのは、LC システムや移動相バックグラウンドの影響である。フッ素系樹脂製の部材や配管を LC システムに使わなければ、ブランク防止対策として有効であることは言うまでもないが、いかなる対策をしようとも、ブランクレベルをゼロにすることは現実的に困難である。

そのため、LC システムによるブランクをなるべく低減させた状態に環境を整えつつ、検体分析に影響を与え

ないための工夫が要求される。その工夫の一つとして、Delay カラムの使用がある。Delay カラムをグラジエントミキサーとオートサンプラーの間に導入することで、ミキサーより前(デガッサーなど)から溶出するシステムブランクの溶出時間を遅らせることができる(図8)。

分析したい PFAS のピークとシステムブランクの溶出時間に時間差を設けられるため、PFAS の正確な定量が可能となる。理論上はシステムブランクの溶出が遅くなるほど有効であるため、高純度アクティブカーボンのように保持力の強い充填剤を用いた Delay カラムの使用が推奨される。特に、多成分 PFAS 分析を検討する場合は、Delay カラムの保持力の強さが重要になると考えられる。図9に高純度アクティブカーボンを充填した Delay Column for PFAS を用いた PFAS 21 成分の分析事例を記す。図9のクロマトグラムに示すように、Delay Column for PFAS は目的成分の後にシステムブランクを溶出させるためのアイテムである。

その他、PFAS の LC 分析における注意点を述べる。移動相に用いる溶媒は、当然 PFAS 分析用を用いるべきであるが、溶媒瓶を開封した瞬間から雰囲気由来の汚染が始まるため、開封して一定時間経過したものは使用しない方がよい。「PFOS, PFOA 分析用超純水」については、L 単位ではなく、数百 mL 単位で使い易い量で販売されている製品もあるので参考にしてほしい。また、オートサンプラーの洗浄液は気づかずに放置してしまうことが多いが、都度交換することが望ましい。最後に、オートサンプラー用パイアルについて説明する。一般的に使用されるキャップのセプタムは PTFE コートされているため、ブランクの影響を防ぐためには PTFE を使用しないセプタムレス、あるいはアルミディスクを用いたキャップを使用したい。

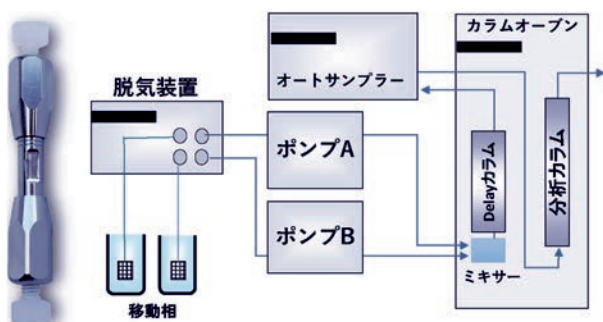


図8 Delay Column for PFAS と接続例

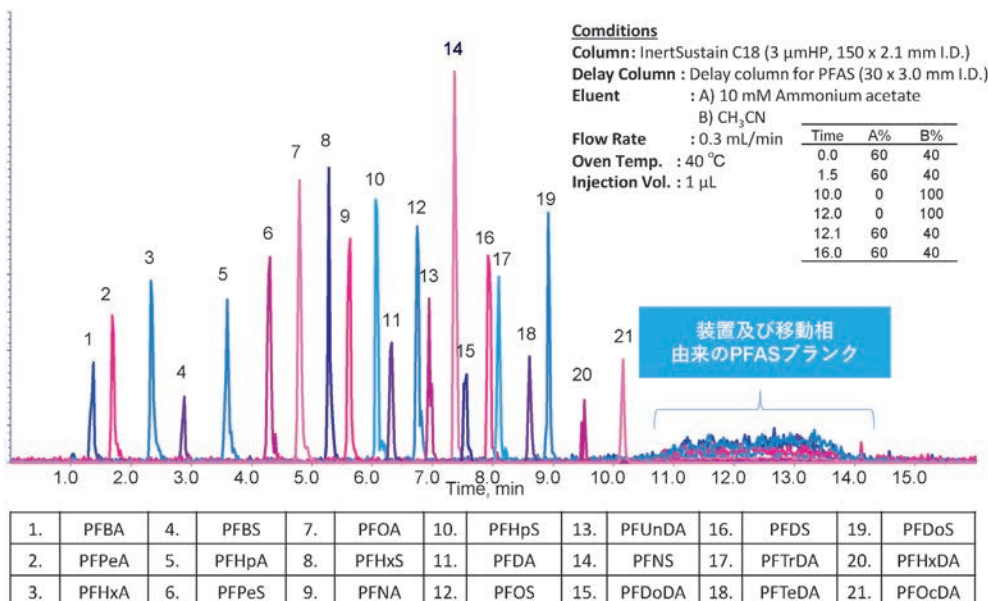


図9 Delay カラムを用いた PFAS 21 成分の分析事例

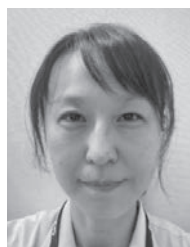
3 おわりに

PFAS 分析は様々な分野において測定方法が確立されてきており、世間の注目度も上がっている。しかし、定量濃度が低く、操作ブランクの影響を受けやすいことから、作業者の経験や熟練度によって結果が左右されやすい。特に環境由来のブランクについては、PFAS 製品をすべて除外することが良好な定量値を得る一番の改善策ではあると思われるが、実際に対応することは難しいと思われる。実環境に合わせた対策を行うことで、少しでもストレスを感じずに作業を行ってほしい。

本稿が水中 PFAS 分析に携わる関係者の一助になれば幸いである。

文 献

- 1) 厚生労働省：平成 15 年 10 月 10 日付健水発第 1010001 号，“水質管理目標設定項目の検査方法”。
- 2) 日本水道協会：上水試験方法 2020 年版 III. 有機物編。
- 3) EPA Method 533 : Determination of Per- and Polyfluoroalkyl Substances in Drinking Water by Isotope Dilution Anion Exchange Solid Phase Extraction and Liquid Chromatography/Tandem Mass Spectrometry.
- 4) ISO 21675:2019 : Water quality — Determination of perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in water — Method using solid phase extraction and liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS).



高原 玲華 (Reika TAKAHARA)
ジーエルサイエンス株式会社 (〒358-0032 埼玉県入間市狭山ヶ原 237-2). 専門学校卒. 《現在の研究テーマ》水質・環境・食品分析の前処理. 《趣味》子供とイベント巡り, Youtube 鑑賞.
E-mail : rkoh@gls.co.jp



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



太田 茂徳 (Shigenori Ota)
ジーエルサイエンス株式会社 (〒358-0032 埼玉県入間市狭山ヶ原 237-2). 山口大学大学院創成科学研究科修了. 博士 (生命科学). 《現在の研究テーマ》各種生体試料の簡便前処理法の確立. 《趣味》サッカー.
E-mail : sig-ota@gls.co.jp

会社ホームページ URL :

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

関連製品ページ URL :

InertSep MA-2 :

https://www.gls.co.jp/product/spe_columns/inertsep_series/01056.html

InertSep WAX FF :

https://www.gls.co.jp/product/spe_columns/inertsep_series/02699.html

PFAS 用 固相抽出自然落下ラック :

https://www.gls.co.jp/product/spe_accessories/other_manifold/02676.html

固相抽出送液装置アクアローダー AL898 :

https://www.gls.co.jp/product/sp_devices/water_analysis/02512.html

全自動固相抽出装置 AquaTrace ASPE899 :

https://www.gls.co.jp/product/sp_devices/water_analysis/01296.html

Delay Column for PFAS :

https://www.gls.co.jp/product/lc_columns/special_column/02667.html

●——結晶スポンジ法によるホップ代謝物の構造解析

ビール醸造に欠かせないホップ (*Humulus lupulus* L.) は、その代謝物がビールに特徴的な苦みや香りを与える。α酸は、ホップの中でも最も重要な代謝物の一種であり、化学的・物理化学的に同等の性質を持った類縁体から構成されている。これらα酸のうち、フムロンは最も量が多く、ビール醸造過程でシスイソα酸とトランスイソα酸に異性化することが知られている。これらのα酸は、苦みのほか、泡の安定性や抗菌作用に寄与している。

しかし、これらのα酸の立体構造の絶対配置は、2013年まで解明されてこなかった。その原因として、水素原子の不足により核磁気共鳴分光法による分析が困難であることやイソα酸がビール熟成中に複数の誘導体に変化することが挙げられる。ビールの風味や品質は、一般的に試行錯誤を通して改良されており、ホップなどのビール成分の化学的・生物学的理解が品質向上に繋がるとの期待があるが、熟成中に形成されたイソα酸の誘導体の多くは、その後も解明されずにいた。

そこで Taniguchi らは、結晶スポンジ (CS) 法を用いてトランスイソα酸の誘導体の構造解析を行った¹⁾。CS法とは、近年 Inokuma らにより発明された有機低分子化合物の単結晶 X 線構造解析法である²⁾。通常、単結晶 X 線構造解析では、対象化合物の結晶化が必要である。これに対して、CS法では結晶スポンジと呼ばれる結晶の内部に対象の化合物を取り込んだものを分析するため、結晶化を必要とせず、結晶化が困難な化合物や数 μg 以下の微量なサンプルの解析が可能となる。この手法により、ビール熟成過程に似た条件 (4 weeks at 40 °C and pH 4.0 in a 5 % EtOH solution) で形成し、高速液体クロマトグラフ法により分離した 13 種類のトランスイソα酸誘導体の構造を絶対配置まで決定することに成功した。このうち、八つの誘導体は初めて構造が解明された。本研究により解明された誘導体の構造と苦みや抗菌作用などの活性との間の相関を明らかにすることで、ビールの苦み成分制御や品質向上などに貢献できると考えられる。

ビール産業のみならず、従来構造解析が困難な化合物に対する構造決定の需要は多く、CS法は様々な分野での応用が期待される。

- 1) Y. Taniguchi, T. Kikuchi, S. Sato, M. Fujita : *Chem. Eur. J.*, **28**, e202103339 (2022).
- 2) Y. Inokuma, S. Yoshioka, J. Ariyoshi, T. Arai, Y. Hitora, K. Takada, S. Matsunaga, K. Rissanen, M. Fujita : *Nature*, **495**, 461 (2013).

[理化学研究所放射光科学研究センター 渡邊 慎平]

●——振動円二色性分光法を利用した柔軟な構造を持つ脂肪酸の絶対立体配置決定

キラル分子はアミノ酸や糖など、生体内に含まれる多くの化合物を構成しており、我々の生活と密接にかかわっている。これらのキラル分子はそのエナンチオマー間で異なる生物活性を持つ場合も多く、その絶対立体配置決定法の開発は重要である。

キラリティを持つ脂肪酸は生体内で様々な役割を担っている化合物である一方、柔軟な構造を持つことから絶対立体配置の決定が困難な化合物群である。最も強力な絶対立体配置の決定法として X 線結晶構造解析が挙げられるが、脂肪酸のような柔軟な分子は解析に適した結晶を形成しにくく、従来の手法が適用困難である場合が多い。水酸基を有する脂肪酸であれば Mosher 法¹⁾などを用いて NMR により決定することができるが、誘導化が必要になることから、化学変換を必要としない簡便な絶対立体配置の決定法が強く望まれている。最近、振動円二色性 (VCD) 分光法を利用したキラルな脂肪酸の絶対立体配置の決定が谷口らによって達成されたのでその研究について紹介する²⁾。

谷口らはまずリシノール酸の VCD を用いた絶対立体配置の決定を行った。リシノール酸は 1500~1000 cm⁻¹ の領域に幾つかの特徴的な VCD シグナルを示した。またリシノール酸の構造を簡略したモデル基質を合成し、そのコンフォメーションを計算したところ、再安定構造から 1.6 kcal/mol 以内に 19 個のコンフォマーが得られた。これらの VCD スペクトルを計算し、そのボルツマン分布に基づいて加重平均することで計算による VCD スペクトルが得られた。これはリシノール酸の実際の測定により得られた VCD スペクトルと非常によい一致を示した。キラル中心での O-H および C-H 変形に起因する 1404 cm⁻¹ の負のバンドを含め、モデル基質の計算結果と 1 対 1 の対応を示した。本手法はヒドロペルオキシド化合物にも拡張可能であり、化合物の誘導化を行うことなく絶対立体配置及びそのコンフォメーションの決定に成功している。

本手法を用いることで、これまで絶対立体配置の決定が困難とされてきたキラルな脂肪酸類の絶対立体配置とコンフォメーションが簡便に決定できるようになった。これらの化合物は生体内で重要な役割を担っており、本手法によって得られる絶対立体配置とコンフォメーション

ンに関する知見は脂質生化学の研究や脂質関連医薬品の開発に貢献すると期待される。

- 1) J. A. Dale, H. S. Mosher: *J. Am. Chem. Soc.*, **95**, 512 (1973).
- 2) T. Taniguchi, N. Ida, T. Kitahara, D. O. Agbo, K. Monde: *Chem. Commun.*, **58**, 6116 (2022).

[東北大学大学院理学研究科 梅宮 茂伸]

● クライオ電子顕微鏡による生体材料の立体構造解析

2017年のノーベル化学賞は、「クライオ電子顕微鏡単粒子像解析法」であり、クライオ電子顕微鏡による生体分子の立体構造解析のパイオニアとなった3名の研究者、J. Dubochet, R. Henderson, J. Frankに贈られた。J. Dubochetらは生体試料を急速凍結することで非晶質の氷の中に埋め込む“氷包埋法”を開発した¹⁾²⁾。R. Hendersonらは電子顕微鏡でタンパク質の原子座標を決定できることを示した³⁾。そして、J. Frankらは多数の投影像から立体構造を再構成する“単粒子解析法”を開発した⁴⁾。これらの技術によって、クライオ電子顕微鏡法は、X線結晶解析法やNMR分光法が独占的であった構造生物学の世界に革命をもたらした。

従来の構造解析手法と比較して、クライオ電子顕微鏡法には二つの特徴がある^{5)~7)}。一つ目は生体試料の結晶化を必要としない点である。特に、結晶化がボトルネックでX線結晶構造解明が困難であった膜タンパク質において、クライオ電子顕微鏡法を活用することで、数多くの構造解析成果が報告されている。二つ目はサンプルの形態に制限が少ない点である。数十kDaから数MDaのタンパク質複合体まで、様々なサイズの試料に対応できるため、小さなタンパク質から複合体、ウイルス粒子や細菌、細胞などといった多彩な生体関連試料を観察可能である。

クライオ電子顕微鏡単粒子像解析法は、①試料グリッドの作製、②クライオ電子顕微鏡による画像データの収集、③単粒子像解析、の三つのプロセスに分類できる(詳細は解説記事を参照^{5)~7)})。膜穴グリッドに対してサンプル試料を滴下し、余分な水分を除去した後、液体エタンで凍結(プランジ凍結)する。本グリッドをクライオ電子顕微鏡内に挿入し、適切な条件で電子線を照射することで、数千から数万枚の画像データを取得する。本データをもとに、二次元クラス分類や粒子像の再構築、3次元クラス分類を行い、最終的なモデリングが行われる。

クライオ電子顕微鏡法は、創薬等に資する支援技術基盤(共用ファシリティ)の一つとして整備され、積極的な外部共用や技術的な支援体制が構築されている。具体的には、国立研究開発法人日本医療研究開発機構(AMED)の創薬等先端技術支援基盤プラットフォーム

(BINDS)制度⁸⁾によって、様々な研究者が使用できる環境となっている。今後、医学や創薬に限らず、生命科学・分子生物学・計算科学・材料科学などの学問領域においても、本技術は幅広く利用されるだろう。分解能の向上だけでなく、条件の異なる様々な立体構造情報があらゆる学問領域にブレイクスルーを生み出すことが期待される。

- 1) M. Adrian, J. Dubochet, J. Lepault, A.W. McDowell: *Nature*, **308**, 32 (1984).
- 2) J. Dubochet, M. Adrian, J. J. Chang, J. C. Homo, J. Lepault, A. W. McDowell, P. Schultz: *Q. Rev. Biophys.*, **21**, 129 (1988).
- 3) R. Henderson, J. M. Baldwin, T. A. Ceska, F. Zemlin, E. Beckmann, K. H. Downing: *J. Mol. Biol.*, **213**, 899 (1990).
- 4) J. Frank: *Three-Dimensional Electron Microscopy of Macromolecular Assemblies: Visualization of Biological Molecules in Their Native State*, Oxford University Press, (2006). DOI: 10.1093/acprof:oso/9780195182187.001.0001.
- 5) 難波啓一, 加藤貴之: *日本電子 news*, **50** (1), (2018).
- 6) 藤吉好則: *生物工学*, **97**, 345 (2019).
- 7) 宋 致弘, 村田和義: *日本結晶学会誌*, **63**, 80 (2021).
- 8) <https://www.binds.jp/>.

[京都大学大学院農学研究科 宋和 慶盛]

こんにちは



FS CREATION を訪ねて

〈はじめに〉

東京大学社会連携講座「統合分子構造解析講座」の新研究拠点である FS CREATION は、千葉県柏市の三井リンクラボ柏の葉 1 (写真 1) の 6 階にある。三井リンクラボ柏の葉 1 は、千葉大学柏の葉キャンパス、産業技術総合研究所柏センター、国立がん研究センター東病院などに近接している賃貸ラボ施設で、三井不動産が推進する街づくり事業「柏の葉スマートシティ」の一環として建設された。社会連携講座「統合分子構造解析講座」は、東京大学国際オープンイノベーション機構のプログラムの一つである、東京大学国際高等研究所東京カレッジ・工学系研究科応用化学専攻 藤田卓越教授により産学連携のための講座として開設され、この講座が目指す世界トップレベルの分子構造解析の拠点となる場所が FS CREATION である。

FS CREATION は、アカデミアのラボ（藤田ラボ及び佐藤ラボ）と参画企業の合同ラボ（オープンラボ）から構成される¹⁾。藤田ラボは、東京大学と分子科学研究所の藤田誠グループのラボであり、学生 20 名前後が研究活動を行っている。佐藤ラボは、東京大学社会連携講座「統合分子構造解析講座」のラボであり、佐藤宗太特



写真 1 三井リンクラボ柏の葉 1 の外観

任教授が主宰している。FS CREATION の特色の一つであるオープンラボは、大手分析装置メーカー 3 社（株式会社島津製作所、日本電子株式会社、及び株式会社リガク）が入居しており、「統合分子構造解析講座」参画企業（2023 年 6 月時点で計 19 社）の実験スペースとなっている。オープンラボは、入居している 3 社にとっては展示装置のデモルームを兼ねている。

FS CREATION の「FS」は、公式には「flagship science」の頭文字から来ているが、非公式には藤田卓越教授と佐藤特任教授の苗字の頭文字から来ている。また、FS CREATION の富士山様のロゴマークは、正に 6 階フロアから眺望できる富士山にアスペクト比を合わせてあるが、これはテーブルクロスの中央を持ち上げてそれを横から見た様子がモチーフになっており、アカデミアに期待される基礎研究を上を牽引する力と参画企業に期待される社会実装の裾野を広げる力をイメージしている。今回はそんな FS CREATION を訪ね、佐藤特任教授に研究内容及びラボをご紹介いただいた。また、ラボ見学では、ラボの設計を担当された建築事務所望月公紀代表取締役にもご同行いただき、設計時にこだわった点について解説いただいた。望月代表取締役は、東京大学大学院理学系研究科化学専攻にて合成化学で修士号を取得後、東京藝術大学大学院美術研究科建築専攻を修了されたという異色の経歴を有する建築士である。

〈統合分子構造解析〉

FS CREATION が取り組んでいる研究は、ライフサイエンス研究の基盤となる統合分子構造解析を主軸とする。統合分子構造解析では、藤田卓越教授が開発した結晶スポンジ法を中核技術のひとつとし、多様な分析手法を併用して信頼性ある分子構造解析を着実に達成するマルチモーダル解析をワンストップで行う。分子構造解析には、質量分析計 (MS)、核磁気共鳴装置 (NMR)、単結晶 X 線回折装置 (scXRD) が欠かせない。MS は分子の存在の確認、分子量の決定及び分子の平面構造の推定が可能であるのに対して、NMR 及び scXRD は MS では困難な分子の立体構造の決定が可能である。これらの分析装置の開発・販売で実績のある株式会社島津製作所、日本電子株式会社、及び株式会社リガクがオープンラボに入居しているのは、正にこのためといえる。

結晶スポンジ法は、結晶スポンジ（細孔性錯体）の中に数 μg の解析対象分子を吸い込ませることで単結晶を作り出す手法であり、解析対象分子の結晶化を必要としない分子構造解析が実現可能である。解析対象分子は結晶化がそもそも不可能な液体又は気体でもよく、有機小分子から有機高分子（タンパク質など）まで多岐に渡る。本法は、試料を結晶化しないと X 線構造解析はできない、という「100 年問題」を解決する手法として、アカデミアのみならず、微量成分の迅速構造決定を必要

とする創薬や食品などの産業分野からも高い注目を集めている。佐藤ラボのウェブサイト²⁾には、本法を非常に分かりやすく紹介する秀逸なアニメーションがあるため、是非ご覧いただきたい。当面の課題は数 ng の試料量でも単結晶 X 線構造解析ができるようにすることであり、結晶スポンジの大きさを小さくするなどの検討を進めているとのことである。また、X 線の代わりに電子線を駆使することで数 pg でも構造解析可能と見込んでおり、将来的には fg オーダーの試料量での解析の実現を目指すとのことである。

〈オープンイノベーション研究〉

FS CREATION では、産学連携活動として「統合分子構造解析講座」参画企業とのオープンイノベーション(OI)研究を進めている³⁾。この背景には、東京大学では研究施設の不足によりOI研究を進めづらいという課題を抱えていたことがある。FS CREATION のオープンラボは、正にこの課題解決を可能とする場所であり、学内でも注目されているとのことである。2023年6月時点では、(株)島津製作所、日本電子(株)、及び(株)リガクを含む19社が東京大学に研究費を提供するとともに、共同研究契約を締結して参画しており、積極的にOI研究を進めている。OI研究の成果は、講座内での成果発表会にて積極的に共有することが参画企業には求められている。例えば、参画企業の一つであるキリンホールディングスは、結晶スポンジ法を用いることで、ビールやその原料であるホップに含まれている未知化合物の解析に成功している⁴⁾。

〈ラボ設計のこだわり〉

ラボに入って真っ先に感じたことは、見通しがよいことである。ラボは、全面がガラス張りとなっているため(写真2)、デスクスペースと実験スペースの様子が互にかつ自由に確認可能となっている。また、学生諸氏を含む全関係者の鍵カードは、すべての扉を解錠可能である



写真2 ほぼ全面がガラス張りの藤田ラボ及び佐藤ラボ

ため、出入りも自由となっている。ラボの見通しのよさは、望月代表取締役が重要視した点であり、入ってすぐの受付脇のガラスに隅切り(斜めに切る)を採用したのは正にこの実現のためとのことである(写真3)。また、NMR等の比較的大型の装置が見通しを悪くせずに絶妙な位置に設置されているのは、フロア設計時点でそれらの装置の大きさ等を考慮して設計したためとのことである。計5台のドラフトも全面ガラス張りであり、1台が4人分のため、20人が同時に作業可能となっている。これらにより、学生諸氏は実験の待ち時間にデスクワークをしていたとしても、実験の様子を逐一確認できるため、安全・安心に実験を進められるとともに、効率的なデスクワークを行うことができる(写真4)。

ラボに入って二つ目に感じたことは、快適かつ落ち着いた雰囲気である。学生諸氏が実験する藤田ラボ及び佐藤ラボと企業人が実験するオープンラボの間にある広い共用空間(LAB LIVING)(写真5)は、正にこの雰囲気を作り出しており、FS CREATION が推進するOI研究には不可欠なオープンディスカッションや憩いの場となっている。1階にも共用スペースがあり、学生諸氏は



写真3 隅切り部分のガラスから見た藤田ラボ及び佐藤ラボ



写真4 デスクワーク中でも実験の様子を確認できるよう設計されたガラス張りのラボ



写真5 学生諸氏が実験する藤田ラボ及び佐藤ラボ（左側）と企業人が実験するオープンラボ（右側）の間にある広い共用空間（LAB LIVING）

両スペースを上手に活用して食事や気分転換を行っているとのことである。

ラボ内を歩いていて感じたことは、どの部屋でも室温が一定で風がないことである。例えば合成実験室では、ドラフトの開口に合わせて風量を調整するVAVを備えた給排気用の空調設備によってこれが実現されているとのことである。外気を室内に給気する際は、外気の温度に応じて適宜、外調機で温調した上で給気しているため、一定の室温の確保が可能となっている。また、NMRやscXRDを設置した分析室では、エアコンの吹き出し口を複数に分岐させて天井にむけて風を送っている。このような環境は、室温の不均一性・変動と風の影響を受けやすいNMR及びscXRDには不可欠とのことである。

〈おわりに〉

今回は柏の葉スマートシティにあるFS CREATIONを訪れた。統合分子構造解析を主軸としてOI研究を展開するFS CREATIONのラボには、随所に設計のこだわりが見られ、唯一無二の存在感を示していた。企業以外の大学や公的研究機関との共同研究も可能であり、既に一部の大学とは実績もあるとのこと、今後ますますOI研究が展開されるものと期待される。また、今回は時間の都合上、実物には触れられなかったが、佐藤ラボとトヨタ中央研究所が共同開発する、分子を直接見る



写真6 FS CREATIONのロゴマークの前にてラボの皆様（前列中央：佐藤特任教授，後列左端：望月代表取締役）と筆者（前列右端：宮下，前列左端：松神）

スマホシステム（VR-MD）のプロトタイプが完成したとのことである⁵⁾。今後もFS CREATIONの活動からは目が離せそうにない。

最後になりましたが、今回の訪問をご快諾くださり、約3時間半という長時間にわたってご丁寧に対応してくださいました佐藤特任教授、望月代表取締役、その他ご協力くださった皆様（写真6）に本誌面をお借りして感謝申し上げます。2023年5月15日には分子科学研究所の客員教授にも就任された佐藤特任教授の益々のご活躍を祈念いたします。

文 献

- 1) 柏の葉スマートシティ：“FS CREATION 佐藤 宗太特任教授インタビュー” (<https://www.kashiwanoha-smartcity.com/info/topics/22/>), (accessed 2023. 6. 5).
- 2) 東京大学 社会連携講座 統合分子構造解析講座 佐藤研究室：“社会連携講座「統合分子構造解析講座」を結晶スポンジさんが解説！” (https://satolab.t.u-tokyo.ac.jp/featured/crystalline_sponge/), (accessed 2023. 6. 5).
- 3) 柏の葉スマートシティ：“FS CREATION 参加企業インタビュー” (<https://www.kashiwanoha-smartcity.com/info/topics/29/>), (accessed 2023. 6. 5).
- 4) Y. Taniguchi, T. Kikuchi, S. Sato, M. Fujita : *Chem. Eur. J.*, **28**, e202103339 (2021).
- 5) 東京大学 社会連携講座 統合分子構造解析講座 佐藤研究室：“「VR-MD」プロトタイプ実装” (<https://satolab.t.u-tokyo.ac.jp/featured/03/>), (accessed 2023. 6. 5).

〔産業技術総合研究所 宮下 振一〕
〔国立環境研究所 松神 秀徳〕



クラフトビールと分析化学と私

名古屋工業大学の北川慎也先生よりバトンを受け取りました。大阪公立大学大学院工学研究科の末吉健志と申します。北川先生には、学生時代から研究者となった現在に至るまで、特に分離分析関連の様々な学会で大変お世話になっており、また懇親会等でも一緒にさせていただくことも多く、このような貴重な機会をくださりましたこと、至極光栄に存じております。

さて、本年度は対面での懇親会・情報交換会が多くの学会で解禁され、皆様と一緒にする機会がコロナ禍以前のように増えてまいりました。先日、富山大学にて開催されました第83回分析化学討論会でも、美味しい富山湾の幸に舌鼓を打ちながら、議論や歓談に花を咲かせた方が多くいらっしゃったのではないかと存じます。このように華やかな場を盛り上げる要素の一つは、やはり美味しいお酒ではないでしょうか（飲酒されない読者の方、すみません）。私はどんなお酒も楽しめるタイプなのですが、最近ではビールを特に好んでよく飲んでおります。ですので、現地ではしか入手できない地ビール（クラフトビール）をお土産に買うことが、出張の隠れた楽しみの一つとなっております。そこで、今回のエッセイでは「クラフトビール」について取り上げさせていただきます。

そもそも「ビール」とは、酒税法によって明確に規定されたアルコール飲料です。元々、年間2000キロリットル以上の最低製造量が定められていたため、大量醸造可能な主要ブルワリーによる寡占状態が長く続いておりました。しかし、1994年の酒税法改正によって最低製造量が60キロリットルまで大幅に引き下げられたことで、小規模なブルワリーが各地で数多く立ち上げられました（第1次地ビールブーム）。しかし、主原料（水・麦芽・ホップ）および当時の限られた副原料のみではブルワリーごとの個性を創出するのにも限界があり、残念ながら当時の「地ビール」人気は一時的なものでした。

次に転機が訪れたのは、2018年の酒税法再改正です。ここで、麦芽比率が従来の67%以上から50%以上へと大きく引き下げられるとともに、副原料の制限が大幅に緩和され、新たに追加された香辛料や果実の添加も麦芽重量の5%を超過しない範囲で可能となったことで、ビールの定義が飛躍的に拡張されました。山椒や生姜、ゆずなど「和」のテイストを取り入れたビール、土地の特産物をテーマにしたビールなど、閉塞していた研究が異分野交流によって新たな学際領域を生み出すかの如

く、従来の発想にとらわれない新しい「クラフトビール（Craft：手作り、手工芸品、こだわりのある丁寧な製品、とBeerを合わせた言葉）」が生み出され始めます。また、麦芽比率が50%以上67%未満で、それまで発泡酒に区分されていたものもビールを名乗れるようになったことに加えて、法改正前に免許を取得していたブルワリーでは、その最低製造量（発泡酒：6キロリットル以上）が維持されたため、それまで以上に挑戦的かつ斬新なビールを小ロット（低リスク）で製造可能となりました（まさに挑戦的・萌芽的研究！）。その結果、小規模なマイクロ・ナノブルワリーが隆盛を極め、現在では国内総数が700社を超えるほどになっています（第2次クラフトビールブーム）。酒税法改正という一つのきっかけで大きく花開いたクラフトビール業界のように、分析化学のさらなる発展のための新風となるような研究ができればと、週末はクラフトビールで晩酌しながら考える次第です。

余談ではございますが、クラフトビール業界では、現在の市場で主流となっているラガービールとの差別化のためか、エールビールやIPA（イソプロピルアルコール、ではなくインディアンペールエール）など、味わいや香りの強いビール、あるいは副原料で独特な風味が加えられたビールを得意としているブルワリーが多いように見受けられます。このあたり、後発研究が生き残るためには先行研究に無い個性や新たな価値観を創出する必要がある点と似ているようにも思います。ただ、やはり独自路線による自身のみの生存を目指すのではなく、新たな王道を切り開いて後進研究者の礎や目標となれるように、今後も研究に邁進してまいりたいと存じます。みなさま、今後ともクラフトビールを片手に、引き続き温かいご指導ご鞭撻をいただけましたら幸いです。

さて、このバトンは学生時代からの付き合いである立教大学の佐々木直樹先生にお渡ししたいと思います。佐々木先生は、マイクロ・ナノ分析化学関連の学会で一緒にして以来、かれこれ20年近く親しくさせていただいております。国内外問わず様々な学会でビールや議論を酌み交わしてきた佐々木先生がどのようなエッセイを繰り広げられるのか、私も大変楽しみにしています。最後まで私の拙文にお付き合いくださいました読者のみなさま、誠にありがとうございました。

〔大阪公立大学大学院工学研究科 末吉 健志〕

日本分析化学会第72年会開催報告

1 はじめに

日本分析化学会第72年会は、2023年9月13日（水）～15日（金）の三日間、熊本城ホールにおいて開催された。コロナ禍になってからは、前年度水戸での討論会を皮切りに4度目の対面開催となったが、主催者側は数か月心配が続いた。無事開催できたことは嬉しい限りである。また、大学以外の施設では初めての年会であり、熊本城ホールに惚れ込んで理事会に申請したものの、当初は不安も大きく、何度となく会場を訪ね打合せや施設の確認を繰り返した。開催期間は残暑が続いていたが、ワンフロアにすべての講演会場を集約したので、会場に入れば快適そのものであった。メインの通路の両側と突き当りにすべての講演会場が面していて、講演の部屋の間の行き来も便利であった。会場以外にも、表1のようにこれまでとは異なった運営を展開した。詳細は2項以降の内容を参考にされたい。



熊本城ホールの入り口となるサクラマチの玄関

表1 第72年会の特色

会議施設「熊本城ホール」での開催
すべての講演や展示をワンフロアに集約
講演分類を22に集約
口頭発表：初日と三日目は口頭発表のみとし、連続した講演会とした
約360件のポスター発表を二日目午前中に集約
「大阿蘇若手ポスター賞」授賞式を開催期間に実施
産官学交流カフェはテーマ（環境・エネルギー）を設定して開催
学会開催と同じサクラマチ内にあるラソールガーデンでの懇親会
完全立食、屋外のガーデンも利用

本年会では、1112件の参加登録があり、また講演も666件に上った。コロナ禍前と比べても盛況な年会となった。

2 講演

これまでの年会での講演分類は35～36あったが、第71年会（岡山）で30にまとめられた。今回は分類ごとの最近の発表数や動向を参考に、思い切って22に集約した。細分化した分類では、申込時の選択に悩むことも多く、関連した講演が異なるセッションになることもあったが、枠を大きくしたことで、できるだけ同じ分類になるようになった。分類内ではConfitによって自動的に並べることも可能であったが、今回は会場担当やプログラム編集担当が講演内容に基づいて講演の配置を行った。

多くの講演申込をいただいたが、一般口頭発表が245件、一般ポスター139件、テクノレビューポスター

表2 第72年会の分類別講演数の一覧

分類	一般口頭	一般ポスター	若手ポスター
01. 原子スペクトル分析	34	8	4
02. 分子スペクトル分析	12	3	21
03. レーザー分光分析	7	3	6
04. X線分析・電子分光分析	7	1	9
05. 放射線・磁場	1	0	1
06. 電気化学分析	14	6	11
07. センサー	20	2	16
08. 質量分析	5	9	12
09. マイクロ分析	6	5	2
10. FIA	5	0	5
11. LC	16	14	9
12. 抽出	3	2	10
13. GC	3	10	2
14. 分離・分析試薬	6	9	14
15. 反応基礎論	12	0	5
16. 標準物質、データ処理	2	3	0
17. 界面分析	6	2	2
18. 微粒子分析	9	3	6
19. 環境分析	26	17	29
20. 材料分析	13	8	7
21. 食品・医薬・臨床	10	31(1)	4
22. バイオ	44	4	42
計	245	140(1)	217

()内はテクノレビューの内数

1 件, 若手ポスター 217 件, シンポジウム 19 件, 研究懇談会講演 23 件, 産官学交流カフェ 7 件, 受賞講演 15 件の内訳となった。とりわけ一般ポスターと若手ポスターが多かった。

口頭発表は, 学会賞受賞講演を除きすべて一日目と三日目に配置し, A1~A4, B1~B3, C, D, E 合計 10 室の講演会場を設けた。講演会場名は当初 A~J としていたが, 会場の部屋の前に A1, A2 などと大きな表記があるため, アルファベットでの二重表記を避けるため, 開催二か月前に会場名を変更した。この二日間を口頭発表のみとしたのは, これまでに無いプログラム構成である。午前も午後も切れることなく講演を配置したので, 途中で聴講者が抜けることも少なく, また同様の講演を切れ目なく続けることができた。部屋に入りきれないほど聴講者に満たされた講演会場も多く見られた。ただし, 口頭発表が続いたので, 体力的には少々負担があったかもしれない。

一般講演のほかに, 以下の四つのシンポジウムが執り行われた。1) 分析化学反応場における酸と塩基~酸・塩基の定義から 100 年~, 2) バイオ界面の分析化学, 3) 医薬領域の進歩に貢献する分析化学, 4) ポストコロナに向けた分析化学。歴史が長くも新しい切り口のものや現代社会が直面する課題への挑戦をテーマにした討論が行われた。

初日には, 産官学交流カフェが行われた。江坂幸宏先生の仕切りのもと, 実行委員長から趣旨説明があり, 「環境・エネルギー」をテーマに 7 件の講演, その後講演者を囲んでのミキサーが催され意見交換が行われた。夕方にもかかわらず講演会は立ち見が出るくらい盛況な会となった。また二日目には分析イノベーション交流会および日本分析化学会九州支部の主催で「ものづくり技術交流会 2023 in 九州」が開催された。今回はポスター発表と時間帯を重ね, また時間も 9 時半~14 時半までと長めに行った。会場もポスター会場と隣接したせいも, 来場者も例年以上であった。熊本の企業や大学を中心にものづくりや試薬・材料などの独自技術を提供いただいた。熊本のソウルフードとも言える「いきなり団子」や「ちくわサラダ」も提供された。

初日に生涯分析談話会が開催され田端正明氏の記念講演が行われた。また三日目のお昼には大塚製薬様のスポンサーシップにより女性研究者ネットワークカフェが開催され, ここもほぼ満員に席が埋まった。

一方, ポスター発表はすべて二日目の午前中に集中して実施した。会場費を節約するため, また企業展示やものづくり技術交流会との動線を考慮して, 初日の A1~A4 の会場を統合し, 広大なポスター会場を設営した。ここに 90 枚のボードを並べ, 表裏で同時に 180 名の発表を可能にした。この大胆な会場変更も, 九州支部の実行委員やアルバイト学生の協力により迅速に実施する



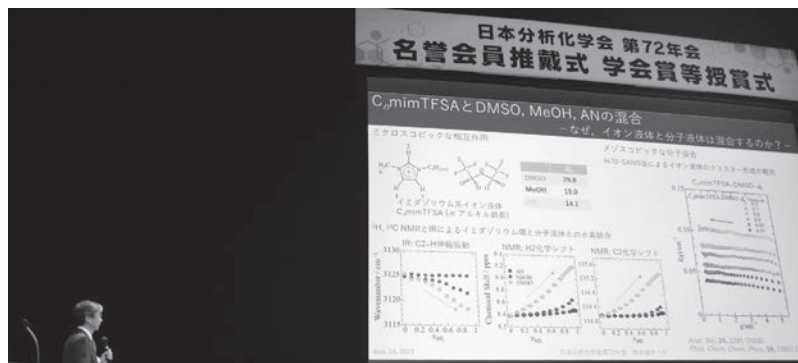
口頭発表やポスター発表の様子

ことができた。各ポスターボードの間は 0.8 m (六つごとには 2.5 m), 対向面は 4.5 m の間隔を開けていたため, 数百人が一同に会しても, 混雑しているという感覚は少なかった。なおポスター発表では, 講演者, 聴講者ともにマスクの着用を推奨した。

3 授賞式・受賞講演

学会賞を除く各賞の受賞講演は, 関連する分野の講演会場で実施した。各賞の受賞講演者は以下の通りである。技術功績賞の駒谷慎太郎氏, 澤津橋徹哉氏, 奨励賞の稲田幹氏, 鈴木敦子氏, 高野祥太郎氏, 渡辺孝氏, 先端分析技術賞の西尾友志氏, 女性 Analyst 賞の木村・須田廣美氏, 吉田朋子氏, そして分析化学論文賞の末吉健志氏, 尾関優香氏の 11 名の方々である。田中佑樹氏(奨励賞)の講演は別の機会に設けることとなった。

二日目午後は会場を 4 階のメインホールに移し, 名誉会員推戴式・授賞式と受賞講演が行われた。メインホールは壁に熊本県産の杉材を施した雰囲気のある大ホールで, 趣のある授賞式となった。授賞式に先立ち, 田端正明氏, 岡田哲男氏, 金澤秀子氏, 早下隆士氏の 4 名に名誉会員の推戴が行われた(鈴木孝治氏はご欠席)。上記の受賞講演者の他に大橋弘三郎氏が学会功労賞を受賞され, また有功賞の受賞者は 54 名のうち 44 名の方が参列された。授賞式後, 高橋利幸氏, 松井利郎氏, 宮



受賞講演の様子

部寛志氏（講演順に記載）による学会賞受賞講演が行われた。三名のご研究はいずれも独自性が強く、それぞれ感銘を受ける講演であった。

4 企業展示、ランチョンセミナー

企業展示は、これまでポスター会場の一角で行われることが多かったが、今回はホワイエと呼ばれるスペースを中心に展開した。講演会場内ではなかったが、参加者の動線になるように配置した。ここに25の企業および学会三誌にブースを出していただいた。ランチョンセミナーは初日、三日目それぞれ4件、計8件実施していただいた。いずれもチケットは売り切れたが、一部連絡がないまま会場に来ない方がおられ、せっかくのお弁当が余ってしまう事態があった。この分参加・聴講できない方がおられたわけで、このようなことが起こらない対策やモラルが必要と感じた。

発表は二日目午前中に二つの時間帯に分けて実施された。若手の会を中心とした会員61名による厳正な審査の結果、21件を優秀な発表として選定した。今回の賞は、規模世界一のカルデラを有する熊本の阿蘇にちなみ、また若手研究者に大きく羽ばたいていって欲しいという願いを込めて「大阿蘇若手ポスター賞」とした。今回の若手ポスター講演は特に多く、かつ一度に発表を設けたため、審査員の方々には大変な苦勞があったと推測する。大阿蘇若手ポスター賞の運営にご尽力いただいた方々にお礼申し上げたい。受賞者は以下の通りである（敬称略）：

渡部菜月（日本大）、佐藤泉美（東邦大）、神谷彩江（名工大）、橋詰満衣（宮崎大）、稲葉恵梨佳（甲南大）、佐々木蓮（宇都宮大）、押山健悟（筑波大）、君島惇哉（宇都宮大）、松田望来（茨城工専）、児玉康輝（北見



企業展示の様子

5 若手企画

若手企画として、若手ポスター発表に対する審査と表彰を行った。この若手ポスターには、学生会員とおおむね30才以下の若手研究者による217件の発表が申し込ま



大阿蘇若手ポスター賞の授賞式と賞状に描いた阿蘇五岳の絵

工大), 津留大馬 (熊本大), 志村瞬 (麻布大), 廣瀬颯太 (東京都立大), 谷藤遥平 (慶應大), 大代晃平 (東京大), 太原誠也 (東京工大), 鈴木輝 (慶應大), 寺田侑平 (産総研), 藤嶋寛大 (九州工大), 竹内絢子 (慶應大), 板垣賢広 (大阪公立大).

6 懇親会

二日目の9月14日に行われた授賞式後, 同じサクラマチにあるラソールガーデン・熊本, 7階リアトゥーナにて懇親会を開催した。授賞式に参列された方々は, メインホールのホワイエから屋上庭園を散策しながら会場のガーデンに到着された。17時半過ぎより開場してウェルカムドリンクがふるまわれ, 徐々に賑やかになっていった。また, 熊本大学教育学部の石井彩夏さん, 堤彩葉さんによるフルート演奏が落ち着いた華やかさを醸し出し, 場を彩った。懇親会は完全な立食形式とした。18時に井原敏博氏の司会のもと, 懇親会がスタートし, 冒頭で故大谷肇先生に対して黙祷を捧げた。実行委員長, 山本博之会長の挨拶に続き, 熊本大学 小川久雄 学長, および日本分析機器工業会 足立正之 会長にご挨拶をいただいた。その後, 22年前第50年会 (於熊本大) の実行委員長を務められた国立高等専門学校機構 谷口功 理事長の乾杯で会食に入った。乾杯では, ダイヤモンドブルーイング様から提供いただいた地元のクラフトビールを楽しませていただいた。また, 口頭発表もされた同社の酵母研究者 高橋醇太郎氏にご挨拶をいただいた。

会食半ばで, 2024年開催予定の第84回分析化学討論会実行委員長である前田耕治氏 (京都工芸繊維大), 2024年開催予定の第73年会の実行委員長である安田純子氏 (コーセー) からスピーチをいただいた。最後に, 九州支部長の井上高教氏 (大分大) から締め挨拶があり, 盛会のうちに幕を閉じた。参加者258名と懇親会も盛況であった。外のガーデンは天候予測不能のため照明の準備ができず少し暗い中ではあったが, それでも席に座って落ち着いた雰囲気を楽しめるスペースとなった。心配された天候も何とか最後まで持ちこたえた



挨拶に聞き入る懇親会参加者

が, 皆さんを送り出した帰り支度の際, 外はどしゃ降りの雨になっていたのには驚いた。運にも恵まれた学会であった。

7 おわりに

冒頭に述べましたが, 今回は様子の異なった年会になりました。変革に伴いご不満もあったかもしれませんが, おおむね皆さまから「とても良かった」との声をいただいています。参加された皆さまが, よい研究発表の場, 討論の場としてご活用され, 熊本の味を楽しみながら交流を深めていただけたのであれば, 主催者として嬉しい限りです。

本学会の準備や運営では多くの方々のご協力をいただきました。企画当時は, 故大谷肇先生にも多くのご助言やご指導をいただきました。また, 山本博之会長をはじめ理事会の先生方や学会本部のみなさまにもたいへんお世話になりました。実務的には熊本大学の大平慎一氏 (総務), 北村裕介氏 (会計), 井原敏博氏 (懇親会) を中心に九州圏内各地から駆けつけていただいた実行委員のみなさまや Confit 小委員会の津越敬寿氏, 平山直紀氏にはたいへんご苦勞をおかけしましたが, 末尾となりましたが, 改めてお礼申し上げます。また, 展示, ランチョンセミナー, 広告等でご協力いただいた企業の皆様, 年会に参加していただいた会員の皆様に改めて謝意を表したいと思います。

〔熊本大学 戸田 敬〕



インフォメーション

九州支部だより —九州支部受賞者の報告—

日本分析化学会九州支部では、九州における分析化学の発展に多大な貢献をされた方に対して、2005年度より九州分析化学会賞を授与しています。また、例年通り、若手研究者の育成を目的として、九州分析化学奨励賞、九州分析化学ポスター賞および九州分析化学若手賞を授与しています。2023年度の各賞受賞者は以下のとおりです（敬称略）。

1. 2023年度九州分析化学会賞

受賞者はありませんでした。

2. 2023年度九州分析化学奨励賞

2022年5月27日に行われた選考委員会および6月10日の第1回常任幹事会を経て、下記4名の受賞が決定しました。

Fatema Kaladari（長崎大学大学院医歯薬学総合研究科生命薬科学専攻）：Development of signal multiplication system using quinone for non-enzymatic immunoassay

Ganjar Fadillah（熊本大学大学院自然科学教育部理学専攻）：Electrodialytic device with a molecularly imprinted membrane for switching analytical chiral amino acids separation and analysis

小柳出 麻衣（九州大学大学院薬学府創薬育薬産学官連携分野）：ヒドロキシアミノ酸鏡像異性体の多次元HPLC分析法開発とヒト血液および尿中含量の解析

金子 諒右（九州大学大学院工学府応用化学専攻）：細胞状態の迅速かつ精密な定量分析を可能にする「ヒト直交性」酵素群の開拓

3. 第60回化学関連支部合同九州大会 九州分析化学ポスター賞

2023年7月41日北九州国際会議場で開催された第60回化学関連支部合同九州大会において、下記5名の受賞が決定しました。

山崎 真瑚（山口大学大学院創成科学研究科）：炭酸緩衝液

中で機能するNi・Co水分解触媒の開発と活性構造の機能解明

竹下 奈津美（九州大学大学院生物資源環境科学府）：マイクロ波によるW/Oエマルションの加熱挙動とその機構

千々岩 風音（熊本大学大学院先端科学研究部）：抗EpCAMアプタマー修飾金フィルターによる血中循環腫瘍細胞の可逆的捕捉

山本 真綾（九州工業大学大学院工学府）：環状ナフタレンジイミド固定化電極と逆転写酵素を組み合わせたRNA検出法の開発

角浜 孝紀（熊本大学大学院自然科学教育部）：ニトロフェノール化合物における損失を抑えた大気採取フローの構築

4. 第36回若手研究講演会および第41回夏季セミナー 九州分析化学若手賞

2023年7月28日～7月29日に対面開催された第36回若手研究講演会および第41回夏季セミナーにおいて、下記4名の受賞が決定しました。

中島 望吾（九州大学農学研究院）：誘導体化LC-MS法を用いたHyp含有ペプチドの腸管膜透過性評価

持永 勝也（北海道大学大学院工学院）：マイクロプレートリーダーを用いた酵素活性測定に基づく細菌定量法の開発

朝比奈 雄志（熊本大学大学院先端科学研究部）：Ru複合錯体を鋳型特異的に連結脱離するDNAプローブの設計と核酸検出への応用

古賀 鈴二（鹿児島大学理学部）：鹿児島湾生体試料中の水銀及びセレン濃度と海底火山活動の影響

また、本講演会・セミナーにおいては、良質な質問を多数行った以下の学生4名に対してベスト質問賞を授与しました。

Fatema Kaladari（長崎大学大学院）

小柳出 麻衣（九州大学大学院）

金子 諒右（九州大学大学院）

山中 皓太（九州大学大学院）

〔九州支部支部長 大分大学理工学部 井上 高教〕

HPLC & LC/MS 講習会 2023

（公社）日本分析化学会・LC研究懇談会（LC懇）が主催した標記講習会が、9月27日（水）～9月29日（金）の3日間、五反田文化会館（東京都品川区）で開催された。LC懇主催の講習会は昨年も開催されているが、実習なしの1日だけのオンライン形式であったのに対し、今年は初日に下記講義7件と情報交換会、2日目・3日目は実習などが行われた。

●1日目（9:00～19:30、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 (9:00～16:00, 実習)

受講生は4班に分かれ、以下の4種類の実習(各3時間)を2日間に渡って体験した。

- 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) 野村文字, 向井美樹
 実習 A-2 検出器の使い方: 蛍光検出器 (日本分光(株)) 寺田明孝, 佐藤泰世
 実習 B カラム分離とデータ解析 (株日立ハイテックス) 清水克敏, 宮野桃子
 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
 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

また、2日目の実習後(16:15～16:45)には実力判定試験(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)が行われ、合格者のうち分析士の登録希望者には既定の受験料と登録申請料を納入することにより、2023年度LC分析士初段またはLC/MS分析士初段として登録できる特典が与えられた。さらに、3日目の実習終了後には講師陣と受講者による集合写真の撮影と総合討論(16:00～16:45)が行われ、受講証授与(16:45～17:00)をもって3日間の全行程を無事終了した。

最後に、講師の方々とお実習スタッフに加え、ノベルティー

グッズを提供いただいたアジレント・テクノロジー(株)、関東化学(株)、ジーエルサイエンス(株)、株島津製作所、株東レリサーチセンター、東ソー(株)、日本分光(株)、株日立ハイテックスサイエンスに厚く御礼申し上げます。

[オーガナイザー (東京理科大学) 中村 洋]



高分子分析研究懇談会第416回例会

高分子分析研究懇談会第416回例会が2023年10月3日にWeb形式で開催された。プログラムは受賞講演1件と招待講演1件および職場紹介1件、また「講演者との語らいの部屋」と「便利なツール紹介」の2部からなるブレイクアウトセッションの構成で、56名の参加があった。最初に、菅沼こと運営委員長(帝人(株))より開会の挨拶があった。引き続き、受賞講演として第27回高分子分析討論会のポスター賞を受賞された生方正章先生(日本電子(株))に「GC-TOFMSスペクトルに対する機械学習を用いた構造解析手法の高分子材料への応用」の演題で講演いただいた。未知化合物をGC-MSで定性解析する場合、NIST監修のEIマスマスペクトルデータベースが有用であるが、NISTに登録されている化合物は約35万件で、PubChem登録化合物が1億件以上であることに対しわずか0.3%である。NIST未登録の化合物の場合、GC-TOFMSを測定し精密質量を解析することにより組成式を推定することができるが、構造式の推定までには至らない。構造式を推定するには、CI、PI、FIなどのソフトイオン化法を用いて分子式を推定すること、さらにmsFineAnalysis AIのような機械学習を用いることで高類似度かつ高精度で構造式を推定することができる。実際にアクリル樹脂のPy-GC-TOFMSのEIとFIの測定結果から、検出された20成分に対してmsFineAnalysis AI解析を実施したところ、上位はすべてアクリル樹脂の熱分解物の構造式がヒットした例を紹介いただいた。2件目は、「高分解能電子顕微鏡法の基礎と高分子材料観察への応用」の題目で宮田智衆先生(東北大学)に講演いただいた。透過型電子顕微鏡法(TEM)および走査TEM(STEM)は、材料内部の原子～ナノスケールの構造観察を可能とする強力な手法であるが、高分子材料は、TEM試料の作製が困難で、電子線によるコントラストがつきにくく、電子線照射に弱い、といった問題を有

しており、高分子材料の TEM, STEM 観察を専門としている研究者は少ない。本講演では、TEM および STEM の原理から使い分け、何が観察できるかおよび高分子の階層構造を説明いただき、主に 10 nm 以下の高分解能観察の事例を多数紹介いただいた。また ADF-STEM 観察と分子シミュレーションを組み合わせて高分子の単一分子鎖の原子レベル構造解析を行った事例も紹介いただいた。職場紹介は西原智史様（日本ゼオン株）に紹介いただいた。日本ゼオン株は、エラストマー素材事業と高機能材料事業およびその他の事業の 3 事業に分かれており、タイヤ、ゴム、バインダー、粘着剤、塗料、RIM 用配合液、レンズ、医療用容器、光学フィルム、香料、食品添加剤など幅広い材料を提供している。また職場の構成および、MS や NMR を用いた実際の分析事例を紹介いただいた。最後のブレイクアウトセッションでは、講演者 3 名の部屋に別れて、質疑応答、意見交換していただく「講演者との語らいの部屋」と、便利なグッズ、実験器具、方法、書籍、Web サイトなどを紹介しあう「便利なツール紹介」の 2 部に分け、会員間で積極的に交流いただき有意義な時間となった。

〔三洋化成工業株 伊藤 美穂〕



2023 年度分析士会総会・研修講演会

標記の分析士会総会・研修講演会が 10 月 12 日（木）の午後、五反田文化会館で開催された（主催：（公社）日本分析化学会・分析士会、協賛：LC 研究懇談会、後援：LC シニアクラブ）。前回の開催は 2018 年 12 月 3 日であり、コロナ禍を挟んで 5 年ぶりに対面式で下記プログラムに従って進行された。分析士会では、役員、地区幹事、小委員が提案どおり承認され、分析士会ホームページに掲載される「分析士の声」への投稿を申し合わせ、分析士会に一層の活性化を図ることとした。さらに、分析士会の会員（年会費無料）が 2023 年 10 月に 3,000 名に達したにもかかわらず、活動資金がゼロである現状を改善すべく、協賛団体（年会費 1 口 5,000 円）を募る提案が承認された。

総会后、研修講演として 4 名の講師から最新情報が提供された。会長講演（筆者）では、2010 年に始まった分析士認証制度・認証試験の継続と発展の成果が紹介され、分析士資格を取得する意義、分析士会が我が国の産業構造を支えるプラットフォームとして維持発展する重要性が改めて強調された。LC マイスター講演（三上博久氏）では、クロマトグラフィーの原点ともいべき F. F. Runge の業績紹介、分析化学における最新トレンドとしての“Greenness and Sustainability”に関する解説が行われた。この視点から、HPLC においても CO₂ の発生源となる有機溶媒使用量の削減とともに、有害性が高い有機溶媒を代替溶媒へ移行する重要性が指摘された。LC/MS マイスター講演（竹澤正明氏）では、20 世紀の主流であった低分子医薬やタンパク質医薬の開発が、21 世紀には抗体医薬、抗体薬物複合体など新モダリティ医薬品に移行し、2015 年以降は中分子医薬（ペプチド、核酸）、遺伝子治療薬の開発が増加している動向が紹介された。質量分析計がこうした時代の流れを大きく加速している具体例として、核酸医薬開発に不可欠な

MS/MS フラグメントイオンによる配列解析や不純物解析事例、タンパク質や抗体の糖鎖構造解析事例、D-アミノ酸に着目したバイオマーカー分析事例の紹介があった。解説講演（熊谷浩樹氏）では、冒頭で HPLC による合成高分子分析の概要が紹介された。すなわち、サイズ排除に基づく GPC (gel permeation chromatography) では分子量に関連する情報が得られるため、高分子の特性解析や品質管理に利用されるが、化学的な情報（末端基の情報、共重合体のモノマー比など）が得られないこと、これに対して GPEC (gradient polymer elution chromatography) や LCCC (liquid chromatography at critical condition) では化学的な情報の取得が可能なが解説された。続いて、GPC, GPEC, 2 次元 LC (2D-LC) の原理と応用例の紹介があった。

13:30~14:00 分析士会総会（プレゼンター：中村 洋）

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「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「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「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「高分子の HPLC」(アジレント・テクノロジー株) 熊谷浩樹

18:15~20:15 情報交換会

〔LC 研究懇談会・委員長, 東京理科大学 中村 洋〕



第 384 回液体クロマトグラフィー研究懇談会

2023 年 6 月 20 日（火）に、Zoom によるオンライン形式にて、「LC 及び LC/MS 分析における装置と関連技術の発展」を講演主題として、標記研究懇談会が開催された（オーガナイザー：筆者）。LC 及び LC/MS 分析に用いられる装置やカラム、前処理システム及びソフトウェア等は、日進月歩で進歩しており、従来は不可能であると思われた超高速分析や不揮発性塩を用いた MS 分析が実現されるようになった。本例会では、それらの最近の技術進歩に関する理解を深める目的で、装置メーカーを中心として幅広い内容での講演をお願いした。講演総括も含めて 6 演題の講演が行われ、31 名の参加により開催された。

1 題目は、日本ウォーターズ株の島崎裕紀氏より、「高速・高分離を実現する為の LC およびカラムの発展」の演題で講演いただいた。「良い分離」の指標としての分離度 (R : resolution) に着目し、ピーク幅に影響を与えるカラム内拡散とシステム拡散（カラム外拡散）に関する説明が行われた。カラム内拡散は、van Deemter equation に基づいて理論的に解説され、システム拡散は、ハード（サンプラー、配管、フローセル）面

での留意点を中心に説明された。合わせて、近年のUHPLC化を支える技術革新についても説明された。

2 題目は、株式会社 梺島津製作所の荒尾洋平氏より、「LC から LC/MS 分析へのシームレスな移行を実現する装置と最新ソフトウェア」の演題で講演いただいた。分析者にとって HPLC から LC/MS へ移行する際のハードルとなる多くの項目に関して、そのハードルを下げるために開発されたハードウェア及びソフトウェアの工夫について説明された。ハードウェアに関しては、ESI と APCI の垣根を取り払うイオン化法として、加熱型 Dual Ion Source (DUIS) が紹介された。ソフトウェアに関しては、MS のスペクトルから容易に多変量解析が可能な eMSTAT Solution が紹介された。これらの使用により、イオン化法を意識することなく測定可能で、データ読み込みだけで複雑な解析が可能となることであった。

3 題目は、エムエス・ソリューションズ株式の高橋 豊氏より、「LC/MS 分析における装置と関連技術の発展」の演題で講演いただいた。LC/MS 分析の発展に寄与する装置や周辺技術について紹介いただき、ASMS でのトピックスについても紹介いただいた。質量分析計の性能の一つである質量分解能に関して、フーリエ変換イオンサイクロトロン共鳴質量分析計 (FT-ICRMS)、Orbitrap、TOFMS の 3 種類の性能差や実用性を説明された。ASMS で発表された最新装置に関する情報などは非常に興味深い内容であった。イオンの分離方法やイオンモビリティに関して、最近の情報を中心に説明が行われた。合わせて、移動相の使用可否の制約を外す技術である脱塩チューブに関して、その実用性の高さが示された。

4 題目は、アジレント・テクノロジー株式の熊谷浩樹氏より、「バイオコンパチブル LC の進歩 - ハードウェアとアプリケーション」の演題で講演いただいた。最近市場要求が高まっているメタルフリー仕様 HPLC を支える非金属化及び不活性化技術に関して説明された。PEEK ライニング配管の普及に加え、MP35N 等のコバルト合金の使用により、高耐圧 UHPLC も実現されているとのことであった。抗体医薬や核酸医薬、リン酸を官能基としてもつ低分子化合物などのアプリケーションが拡大するとともに、2D-LC やバイオプロセスのオンラインモニタリング (PAT) にも利用範囲は拡大するとのことである。

5 題目は、東ソー株式の伊藤誠治が、「SEC 装置とアプリケーションの進歩」の演題で講演した。高分子の物性評価に使用される SEC について、測定結果の信頼性を高めるための装置の改良点の歴史やカラムの改良技術を説明した。

6 題目として、本研究懇談会の中村 洋委員長 (東京理科大学) より総括が行われ、各講演者に対する質疑とともに、ハードウェア、ソフトウェア、カラムの将来展望等の示唆に富んだ内容であった。

例会終了後の講演者を囲んでの Zoom オンライン形式での情報交換会には 8 名が参加し、メーカーやユーザーの隔たりなく参加者同士の交流を深めることができたものとする。

最後に、本例会の開催にあたって、例会にご参加いただいた皆様、講演依頼をご快諾いただいた講師の皆様、及びオンライン形式での開催の準備にご尽力いただいた Web 小委員会の皆様に深く御礼申し上げます。

(東ソー株式会社 伊藤 誠治)

第 386 回液体クロマトグラフィー研究懇談会

2023 年 9 月 13 日 (水)~15 日 (金) に日本分析化学会第 72 年会が熊本城ホールで開催され、標記懇談会が 15 日の 11:15~11:45 に液体クロマトグラフィー研究懇談会講演として実施された。座長は筆者が務め、伊藤誠治氏 (東ソー株式会社) が「HILIC における分析種の溶出挙動とアプリケーション」のタイトルで講演された。

HPLC の分離モードのうち、親水性相互作用クロマトグラフィー (HILIC, hydrophilic interaction chromatography) は、1990 年に A. J. Alpert によって提唱された比較的新しい術語である。当時は、HILIC カラムとして使用可能な充填剤の種類も限られていたことから、糖類が主な分析種であった。この術語の広まりも限定的で、いわゆる、順相クロマトグラフィー (NPC, normal phase chromatography) の一種としての位置づけに過ぎなかった。2000 年代になると、糖類以外のペプチドやアミノ酸等の親水性化合物の分析用途として注目され、その動向に合わせて、各カラムメーカーにおいて、種々の種類の官能基が導入された HILIC 用充填剤が開発されるようになった。現在では、元々の“逆相クロマトグラフィー (RPC) の補完的な役割”の位置付けを超え、さまざまなカラムの開発や、HILIC モードの特長を生かしたアプリケーションの提案が行われている。本講演では、HILIC 固定相の種類や分析条件 (溶離液組成、カラム温度等) が、分析種の溶出挙動に与える影響の説明とともに、その特性を利用したアプリケーションが紹介された。

まず、代表的な HILIC 固定相による特性評価結果が紹介された。アミド結合形 (カルバモパイル基を導入、結合)、アミノ結合形 (アミノ基を導入、結合)、両性イオン結合形 (スルフォアルキルペタインを重合修飾)、ジオール形 (アルキルジオールを修飾)、未修飾シリカの 5 種類の固定相が取り上げられ、固定相表面の親水性、酸性-塩基性の状態、立体選択性の各項目について評価された。また、主に静電的相互作用に着目した分析条件の影響についても紹介された。同じ HILIC カラムでも、官能基の種類によって異なる特性を示すことから、分析種の特性や目的に応じてカラムを選択することの重要性が示された。次に、HILIC の分離特性を生かしたアプリケーションの例として、オリゴヌクレオチドの分離例が示された。オリゴヌクレオチドは、その重合度や修飾状態 (ホスホロチオエート化等) によって分子の親水性やイオン性が異なるため、RPC と HILIC では異なる溶出挙動を示し、目的によっては HILIC が有利となることであった。

昼食前の時間帯の開催であった効果もあり、予想された以上の参加者に聴講いただいたとの心象を受けた。運営本部の発表によると、本年度では 1,115 名の参加登録者があり、3 年ぶりの現地開催となった昨年とほぼ同水準の規模で開催されたとのことである。この規模が現在の本学会の定常状態なのかもしれないが、来年以降も、今年と同等以上の規模で開催され、学会のさらなる発展と進化に繋がることを祈念するものである。

(LC 研究懇談会委員長、東京理科大学 中村 洋)

第 387 回液体クロマトグラフィー研究懇談会

標記研究懇談会が、2023年9月20日に東ソー(株)(東京都港区)にて開催された。本研究懇談会は、2020年2月に対面式の会を開催した後、新型コロナウイルス感染症の影響で翌月の会より開催中止となったが、2021年3月よりオンラインによる会を開催してきた。今回は、2年7か月ぶりの対面形式の会となった。

講演主題は「臨床検査におけるHPLC、LC/MSの活用」として六つの講演が行われた。迅速さを求められることの多い臨床検査の現場では、共存分析である自動分析装置が多く用いられているが、分離分析であるHPLCやLC/MSは、自動分析装置ではカバーできない日常測定法や、精度や正確さを求める基準測定法、関連分野の研究などに活用されている。本例会では、HPLCやLC/MSの特長を生かした活用例とそれらを支える技術についてご講演いただいた。参加者は28名であった。

講演に先立ち、オーガナイザーである筆者より、講演主題概説及びHbA1cにおける基準測定法へのHPLCの活用についての紹介を行った後、6名の講師による講演が行われた。

1 演題目は、東京大学医学部附属病院検査部の安川恵子氏より「アルブミンの糖化と酸化、HPLC分析から日常臨床への応用」と題する講演があった。糖尿病の血糖応答指標としてのグリコ(糖化)アルブミン及び酸化ストレスマーカーとしての酸化(型)アルブミンのいずれも、まずHPLCによる測定法が開発され臨床意義の検討されたこと、その後簡便な測定法の開発により臨床に普及して行くという経緯についての紹介があった。

2 演題目は、東ソー(株)の伊藤誠治氏より「HPLCを用いた臨床検査システム」と題する講演があった。HPLCを日常測定法の検体検査に適用する場合、分析カラムや充填剤、システムに求められる要件及びその優先順位は、一般的な分析とは多少異なり、分析カラムの耐久性、短時間分析、簡易操作性が優先されるとのことであった。HPLCを用いた日常検査システム

として、グリコヘモグロビン、リポタンパク質、カテコールアミンの3種の分析計についての紹介があった。

3 演題目は、(株)日立ハイテクサイエンスの清水克敏氏より「医療分野向けHPLCシステムの紹介」と題する講演があった。医療現場からの要望により開発したHPLCシステム(一般医療機器)では、検体の適切な前処理方法・測定条件・操作手順の確立から日常の精度管理などHPLC分析全体をサポートすることが可能であるとの紹介があった。

4 演題目は、(株)東レリサーチセンターの櫻井 周氏より「医療分野に展開するLC-MS/MSの実例紹介」と題する講演があった。LC-MS/MSを用いた薬物濃度モニタリング(TDM)、バイオマーカーについて、低侵襲検査や生体高分子の測定例を含めての紹介があった。

5 演題目は、エーエスフロンティアーズの宮野 博氏より「リスクスクリーニング検査に用いられるLC/MSアミノ酸分析」と題する講演があった。プレカラム誘導体化LC/MSによる血漿中の遊離アミノ酸分析法を用いた、臨床検査アミノ酸分析及びアミノ酸による疾病リスクスクリーニング検査についての紹介があった。

6 演題目は、東京理科大学の中村 洋先生より「臨床検査におけるHPLC、LC/MSの活用」総括が行われた。各講師への質問や補足の後、全体についてのまとめがなされた。

講演終了後、2022年度一般会員賞の表彰式が行われた。受賞者6名のうち4名の出席があり、中村委員長から表彰状と副賞の授与がなされた。

その後、講師を囲んでの情報交換会が行われ、和やかな雰囲気の中意見交換が行われた。参加者は19名であった。久しぶりに顔を合わせた会であったこともあり、話も弾み参加者同士の親睦が深められた。

最後に、会場をご提供いただいた東ソー株式会社様、ご多忙にもかかわらず講演していただいた講師の皆様へ御礼申し上げます。また、参加者の皆様、運営にご協力いただいた役員の方々に御礼申し上げます。

〔(一社)臨床検査基準測定機構 岡橋 美貴子〕



本誌 2023 年第 10 号の入門講座 (p390~397) において著者より依頼がありましたので、下記のとおり訂正いたします。

(訂正) p390 1・1 節 21 行目および p393 3・3 節題の「導電」を「動電」に訂正

執筆者のプロフィール

(とびら)

四宮 一総 (Kazufusa SHINOMIYA)

日本大学薬学部 (〒274-855 千葉県船橋市習志野台 7-7-1). 千葉大学大学院薬学研究科博士後期課程修了. 薬学博士. 《現在の研究テーマ》向流クロマトグラフィーに関する研究. 《主な著書》“Encyclopedia of Chromatography”, (共著), (Marcel Dekker, Inc.). 《趣味》史跡巡り.

E-mail : shinomiya.kazufusa@nihon-u.ac.jp

(ミニファイル)

渡慶次 学 (Manabu TOKESHI)

北海道大学大学院工学研究院応用化学部門 (〒060-8628 札幌市北区北 13 条西 8 丁目). 九州大学大学院総合理工学研究科分子工学博士課程修了. 博士 (工学). 《現在の研究テーマ》マイクロ流体デバイスを利用した分析・診断システムの開発と機能性粒子の開発. 《主な著書》“Applications of Microfluidic Systems in Biology and Medicine”, (Springer), (2019).

《趣味》読書.

E-mail : tokeshi@eng.hokudai.ac.jp

(トビックス)

渡邊 慎平 (Shimpei WATANABE)

理化学研究所放射光科学研究センター法科学研究グループ (〒679-5148 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1 物理科学研究棟 312 号室). University of Technology Sydney, Australia. Doctor of Philosophy. 《現在の研究テーマ》新規違法薬物の代謝物の構造分析.

E-mail : shimpei.watanabe@spring8.or.jp

梅宮 茂伸 (Shigenobu UMEMIYA)

東北大学大学院理学研究科 (〒980-8578 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6 番 3 号). 東北大学大学院博士課程修了. 博士. 《現在の研究テーマ》キラルリン酸触媒を用いた不斉反応の開発及び天然物の全合成. 《趣味》読書, ドライブ.

E-mail : shigenobu.umemiya.b5@tohoku.ac.jp

宋和 慶盛 (Keisei SOWA)

京都大学大学院農学研究科 (〒606-8502 京都市左京区北白川追分町京都大学農学研究科生体機能化学分野). 京都大学大学院農学研究科. 博士 (農学). 《現在の研究テーマ》直接電子移動型酵素の機能解明と生体模倣技術への社会実装. 《趣味》ゴルフ, 将棋.

E-mail : sowa.keisei.2u@kyoto-u.ac.jp

(リレーエッセイ)

末吉 健志 (Kenji SUEYOSHI)

大阪公立大学大学院工学研究科応用化学分野. (〒599-8531 大阪府堺市中区学園町 1-1). 京都大学大学院工学研究科材料化学分野博士後期課程修了. 博士 (工学). 《現在の研究テーマ》ミクロスケール電気泳動を駆使したバイオ分析法の開発. 《主な著書》“機器分析ハンドブック 2 高分子・分離分析編”, (化学同人), (2020), (担当: 5 章 キャピラリー電気泳動, 大塚浩二・末吉健志 共著). 《趣味》燻製 (調理), クラフトビール飲み比べ.

E-mail : sueyoshi@omu.ac.jp

分析化学

第 72 卷第 12 号
2023 年 12 月

特集：ポストコロナ時代の分析化学

目 次

「第 83 回討論会特集論文」特集号の刊行にあたって	巽 広輔	481
分析化学総説		
第三世代型バイオセンサの開発研究	足立大宜・宋和慶盛	483
蛍光乳酸センサー開発の現状	那須雄介	493
総合論文		
小角中性子散乱によるリン脂質の膜間移動とフリップフロップの解析法	中野 実	497
ゼロ有機合成による自己集合型ケモセンサの調製とそのアレイ	佐々木由比・南 豪	503
Activatable 型ラマンプローブを用いる酵素活性イメージング	藤岡礼任・神谷真子	511
技術論文		
発光ダイオードを光源に用いる吸光度検出器とマイクロリングポンプを用いる 簡易で小型のフローインジェクション分析装置の開発	鈴木保任・大嶋俊一・坂本宗明・藤永 薫・Zongqi LIU・本水昌二	523
「分析化学」編集委員会特集“産業の発展に貢献する分析化学”の論文募集		529
「分析化学」特集“流れ分析—40年の歩みとこれから”の論文募集		530
“第 23 回若手研究者の初論文特集”募集のお知らせ		531
「分析化学」年間特集“分”の論文募集		532
「分析化学産業技術論文賞」のご案内		534
テンプレートによる投稿要領		535
「分析化学」に投稿される皆様へ		536

「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。

- ◇師走の季節になり、新たな2024年に向けて慌ただしさが増してまいりました。新しい一年のはじまりを控え、日常の喧騒にほんの少しの余裕を求めたい気分です。
- ◇お酒を嗜みながら過ごす時間もまた一興でしょう。「リレーエッセイ」では、「クラフトビール」に焦点を当て、分析化学との関連について紹介されています。ビール愛好者ならきっと興味を引かれることでしょう。
- ◇「とびら」では、4月から編集委員長に就任された四宮先生が「ぶんせき」誌の付加価値向上について述べられています。時代の流れで、書物の電子版への移行が進んでいる中で見逃されがちな貴重な記事に対する懸念を示されています。このような状況でも本誌は多様な分析情報が掲載し続け、読者に新しい考えや意欲を生む手助けとなり続けたいです。
- ◇今年は猛暑が続き、11月前半まで平年より高い気温が続きましたが、ここにきて急に気温が平年並みの寒さに戻りました。皆様の体調管理にはくれぐれもお気をつけ、良いお年をお迎えください。

[T. M.]

- 〈とびら〉
「改革」に希望を添えて……………山本 博之
- 〈入門講座〉 データ解析：定量・定性からビッグデータの解析まで
測定における統計解析の基礎……………田中 秀幸
- 〈解 説〉
NMR スペクトルの多変量解析を活用した
高分子の一次構造解析……………百瀬 陽起
- 〈ミニファイル〉 非破壊・固体分析
蛍光 X 線分析……………保倉 明子
- 〈話 題〉
ワイヤレス給電システムを利用した
電気化学分析技術……………高橋 史樹

◇ 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12号 (通巻588)

2023年12月1日印刷

2023年12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。

——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。

第32回放射線利用総合シンポジウム

主催 (一社)大阪ニュークリアサイエンス協会
期日 2024年1月22日(月)
会場 ONSA Office 会議室
ホームページ <http://onsa.gdgd.jp/>
連絡先 〒542-0081 大阪府大阪市中央区南船場3-3-27
サンエイビル4F (一社)大阪ニュークリアサイエンス協会
〔電話:06-6282-3350, FAX:06-6282-3351,
E-mail:onsa-ofc@nifty.com〕

第3回油化学セミナー

主催 (公社)日本油化学会関東支部
期日 2024年1月26日(金)
会場 油脂工業会館9階会議室
ホームページ <https://jocs.jp/oil-multi/kantosibu/>
主催セミナー/
連絡先 〒230-0053 神奈川県横浜市鶴見区大黒町7-41
㈱J-オイルミルズ 加茂修一
〔電話:045-503-2624, E-mail:shuichi.kamo@j-oil.com〕

第40回希土類討論会

主催 日本希土類学会
期日 2024年5月16日(木)・17日(金)
会場 松山市立子規記念博物館
ホームページ <http://www.kidorui.org/>
連絡先 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1 大阪大学
大学院工学研究科 応用化学専攻内 日本希土類学会事務局
〔電話:06-6879-7352, E-mail:office@kidorui.org〕

「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12号及びホームページをご参照ください。

特集論文の対象:「分」に関連した分析化学的な基礎・応用研

究に関する論文。例を以下に示します。

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

特集論文原稿締切:2024年4月26日(金) (第3期)

「分析化学」特集

“流れ分析—40年の歩みとこれから”の論文募集

「分析化学」編集委員会

「分析化学」編集委員会は、フローインジェクション分析研究懇談会と共同で「流れ分析—40年の歩みとこれから」と題した特集を企画しました。フローインジェクション分析研究懇談会は、1984年に設立され、2024年に40周年を迎えます。この間、様々な流れ分析のプラットフォームが開発され、発展してきました。また、JISにおいて規格化され、臨床、産業、環境をはじめとする様々な分野で活用されるようになりました。本特集号では、流れ分析のこれまでの発展に関する総合論文、流れ分析法の未来を切り開く新しいプラットフォームの開発、新しい検出法や流れの特性を活かした検出反応、溶液のハンドリングを自動化し様々な測定器への直接導入を可能とした前処理法などの分析法をはじめ、流れ分析の迅速かつ高感度である特徴を活かしたアプリケーションの展開などについて報文などの投稿をお待ちしております。奮ってご投稿ください。詳細はホームページをご確認ください。

特集論文申込締切:2024年2月20日(火)

特集論文原稿締切:2024年4月12日(金)

初めて書く論文は母語の日本語で!

“第23回若手研究者の初論文特集”募集のお知らせ

「分析化学」編集委員会

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

なお、詳細は「分析化学」誌HPをご参照ください。

ぶんせき誌「技術紹介」の原稿募集

『ぶんせき』編集委員会

分析化学は種々の分野における基盤技術であり、科学や産業の発達・発展だけでなく、安全で豊かな生活の実現に分析機器が大きく貢献してきました。近年の分析機器の高性能化・高度化は目覚ましく、知識や経験がなくても、微量物質の量や特性を測定できるようになりました。この急速な発展は、各企業が持つ高度で多彩な技術やノウハウによって達成されたといっても過言ではありません。一方、高度化された分析機器の性能・機能を十分に発揮させるためには、既存の手法に代わる新規な

分析手法が必要であり、高度な分析機器に適合した分析手法や前処理手法の開発が分析者にとって新たな課題となっています。また、分析目的に合致した高純度試薬の開発に加えて、測定環境の整備、試薬や水の取り扱いなどにも十分な配慮が必要です。極微量の試料を分析する際には、測定原理を把握すると共に、手法や操作に関する知識・技能を身に付ける必要があると考えます。

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

記

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

「お知らせ」欄原稿について

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

本会外から掲載をご希望の場合は以下をご参照ください。

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

国際会議以外の共催、協賛、後援に関する規程抜粋（共催）

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

第84回分析化学討論会

— 講演募集 —

標記討論会を以下の日程で開催いたします。講演申込及び講演要旨の提出にはアトラス社、Confitによるオンライン登録システムを使用します。郵送、FAX及び電子メールでの受付は一切行いません。本討論会では、主題講演（口頭発表）、一般講演（口頭発表、ポスター発表）、若手講演（ポスター発表）、テクノレビュー講演（口頭発表、ポスター発表）及び産業界R&D紹介講演（ポスター発表）を設けましたので、以下の各事項をご参照のうえ、講演申込登録締切までにオンライン登録システムによりお申し込みください。講演要旨は1講演A4判1頁となります。最新の情報や講演申込等の詳細については、12月上旬に開設予定の第84回分析化学討論会ホームページ（以下、討論会HPと略）を必ずご確認ください。

【第84回分析化学討論会公式WebサイトURL（講演申込）】

討論会HP：<https://confit.atlas.jp/jsac84touron>

【第84回分析化学討論会講演申込・講演要旨提出スケジュール】

・講演申込登録開始：2023年12月13日（水）

ご注意ください：講演申込は会員登録がお済みの方に限られます。

非会員の方は必ず個人会員登録をお済ませの上お申し込みください。

・講演申込登録締切：2024年1月24日（水）（厳守）

・講演要旨提出締切：2024年3月6日（水）（厳守）

主催（公社）日本分析化学会

協賛 国立大学法人京都工芸繊維大学

会期 2024年5月18日（土）・19日（日）

日程 5月18日：主題講演（口頭）、一般講演（口頭、ポスター）、若手講演（ポスター）、テクノレビュー講演（口頭、ポスター）、産業界R&D紹介講演（ポスター）、市民公開講演会、ランチョンセミナー、機器展示会

5月19日：主題講演（口頭）、一般講演（口頭、ポスター）、テクノレビュー講演（口頭、ポスター）、市民公開講演会、ランチョンセミナー、機器展示会

※日程は変更する場合があります。

会場 京都工芸繊維大学松ヶ崎キャンパス

〔京都市左京区松ヶ崎橋上町1〕

懇親会 5月18日（土）18時～20時（予定）

ホテルオークラ京都

発表形式 01：主題講演（口頭発表）、02：一般講演（口頭発表）、03：一般講演（ポスター発表）、04：若手講演（ポスター発表）、05：テクノレビュー講演（口頭発表）、06：テクノレビュー講演（ポスター発表）、07：産業界R&D紹介講演（ポスター発表）

討論主題（主題講演）

第84回分析化学討論会では5件の討論主題を設定します。

1) 「文化財をはかる、なおす、まもる分析化学」

（市民公開講演会）

オーガナイザー：

辻 幸一（大阪公立大）、藤原 学（龍谷大）

2) 「環境調和・資源循環型社会の創生と分析化学」

オーガナイザー：

布施泰朗（京工繊大）、長谷川浩（金沢大）

3) 「ものづくりを支える分析化学」

オーガナイザー：

山本雅博（甲南大）、駒谷慎太郎（堀場テクノサービス）

4) 「宇宙と分析化学」（市民公開講演会）

オーガナイザー：

村松康司（兵庫県大）、大城敬人（大阪大）

5) 「生命の活動を知る分析化学」

オーガナイザー：

井上久美（山梨大学）、長峯邦明（山形大学）

※討論趣旨及び依頼講演は決定しましたら討論会HP上で公開します。

【講演分類一覧】 別記を参照ください。

【講演申込要項】

本討論会に講演申込を行うにあたり、下記の各事項をあらかじめご承諾のうえ、講演申込を行ってください。

- 講演内容は、未発表のものに限ります。ただし、主題講演には、既発表のものが一部含まれていても差し支えありません。
- 講演時間は、一般講演（討論主題での口頭発表を含む）は15分（講演12分、討論3分）、依頼講演及びテクノレビュー講演（口頭発表）は30分（講演25分、討論5分）、ポスター発表（一般講演、若手講演、テクノレビュー講演、産業界R&D紹介講演）は60分を予定。なお、口頭及びポスター発表の講演方法についての詳細は、討論会HPに掲載予定です。若手講演（ポスター発表）、テクノレビュー講演（口頭・ポスター発表）及び産業界R&D紹介講演（ポスター発表）への応募の詳細は別記を参照ください。
- すべての口頭発表会場にプロジェクターと接続用HDMIケーブルを用意します。講演者は講演データのいったノートパソコンを持参して講演発表を行ってください。
- 講演者（登壇者）は、講演申込時点において日本分析化学会の個人会員（正会員、教育会員、学生会員）であること（産業界ポスターは維持会員も可）、会員は2024年会費が納入済みであることが必要です。講演を希望する方は、学会ホームページ（以下、学会HPと略）から入会手続きを済ませたうえで、講演申込をお願いします。なお、講演者

(登壇者)は、本討論会への参加登録とは別に、参加登録料の支払いを済ませないと講演発表ができません。

- 同一演題で発表形式を変えて(口頭とポスター発表など)重複講演することはできません。
- 関連ある複数の講演(口頭発表に限る)を連続して発表したい場合は、講演申込締切日までに発表順序を実行委員会に申し出てください。但し、発表形式と講演分類(主題講演の場合は討論主題分類)が一致している場合に限り、講演日及び講演時間の指定はご容赦ください。なお、希望にそえない場合もありますので、最終決定は実行委員会に一任ください。
- 会場の都合等で、発表形式を変更する場合は、事前に実行委員会より連絡します。

講演申込方法 Web申込に限ります。討論会HPおよび「要旨作成テンプレート」をご覧のうえ、講演申込登録、要旨作成及び提出をお願いいたします。郵送、FAX及び電子メールでの申込はできません(講演申込登録締切日厳守のこと)。申込者のコンピュータ環境(ネットワーク環境を含む)が原因で講演申込の登録に不備をきたしても、実行委員会、学会事務局は一切責任を負いかねます。講演申込に関する緊急情報や変更点などのお知らせ、講演申込システム等の障害情報は速報性を考慮してすべて討論会HP(または学会HP)に掲載しますので、適宜ご覧ください。本誌発行後に登録システムを予告なく変更する場合があります。最新情報等の詳細は討論会HPを参照ください。

【若手講演(ポスター)募集】

主催 第84回分析化学討論会実行委員会

共催 全国若手交流会

期日 5月18日(土)

会場 京都工芸繊維大学松ヶ崎キャンパス

趣旨 分析化学の時代を担う大学院生や若手研究者・技術者による研究成果の発表と相互のさらなる発展を目的として若手講演(ポスター)を企画しました。分析化学は自然科学の基盤を支える重要な学問・研究分野として、また産業の技術革新を押し進める原動力として重要な役割を果たしています。本企画が、大学院生や若手研究者・技術者の研究成果のアピールや情報交換・交流によって分析化学の一層の活性化を促す機会となることを期待しています。このポスターセッションでは優秀ポスター賞を選出いたします。奮ってご応募ください。

発表形式 ポスター発表会場における60分のポスター発表形式。講演要旨は要旨集に掲載します。

講演申込方法 一般講演等に準じてオンライン(Web)上からお申し込みください。「発表形式」の欄で、「04:若手講演(ポスター)」を選択してください。講演申込・講演要旨提出はすべて本討論会の諸規則に準じます。講演申込締切後の発表形式の変更はできません。

講演申込登録締切 一般講演等と同じ。

募集対象 本会学生・個人会員(概ね30歳まで)

※非会員は発表できません。

【テクノレビュー講演募集】

主催 第84回分析化学討論会実行委員会

期日 5月18日(土)・19日(日)

会場 京都工芸繊維大学松ヶ崎キャンパス

発表形式 口頭発表かポスター発表を選択できます。口頭発表は一般講演口頭発表会場で、ポスター発表は一般講演ポスター会場で開催します。口頭発表は30分(講演25分、討論5分)、ポスター発表は60分の予定です。講演要旨は要旨集に掲載します。

講演料 口頭発表、ポスター発表いずれも1件50,000円(税

込)。講演料には発表者の参加登録料1名分が含まれます。

講演申込方法 一般講演等に準じてWeb上からお申し込みください。「発表形式」の欄で、「05:テクノレビュー講演(口頭)」または「06:テクノレビュー講演(ポスター)」を選択してください。講演申込・講演要旨提出はすべて本討論会の諸規則に準じます。

講演申込登録締切 一般講演等と同じ。

【産業界R&D紹介講演(ポスター)募集】

主催 (公社)日本分析化学会・「産業界における研究開発と分析ソリューション」シンポジウム企画運営委員会

趣旨 産業界の分析部門間及び産学官の交流・情報収集・研究議論・技術発信/アピール・若手育成と、学生に向けた企業活動説明を目的とします。

期日 5月18日(土)

会場 京都工芸繊維大学松ヶ崎キャンパス

発表形式 ポスター発表会場における60分のポスター発表形式。講演要旨は要旨集に掲載します。

募集対象 産業界で活躍されている研究者、技術者(本会維持会員または正会員に限ります)。ただし、維持会員企業の方のご発表は1件に限ることとします。

講演申込方法 一般講演等に準じてWeb上からお申し込みください。「発表形式」の欄で、「07:産業界ポスター」を選択してください。講演申込・講演要旨提出はすべて本討論会の諸規則に準じます。

講演申込登録締切 一般講演等と同じ。

【付設展示会等出展のお願い】

機器・カタログ出展および
ランチョンセミナー・バナー広告

主催 第84回分析化学討論会実行委員会

分析・計測機器関連のメーカー・販売会社、分析技術提供会社との相互交流・情報交換の場として、展示会を開催いたします。また、期間中の昼休みを利用して企業セミナー(ランチョンセミナー)を開催いたします。

【機器・カタログ展示会】

展示日時 5月18日(土)・19日(日)

(ただし、19日は14時までの予定)

会場 京都工芸繊維大学松ヶ崎キャンパス(ポスター会場)

展示費用 1小間:80,000円(税別)

書籍販売 1小間:50,000円(税別)

募集締切日 3月27日(水)

【ランチョンセミナー】

日時 5月18日(土)・19日(日)12時10分~13時

会場 京都工芸繊維大学松ヶ崎キャンパス(口頭発表会場)

開催費用 150,000円(税別)

※セミナー運営に関する費用(昼食用弁当など)は別途。

募集締切日 3月27日(水)

【ホームページバナー広告】

公開場所 第84回分析化学討論会HP

掲載期間 2024年1月~5月

掲載料金 1枠:1月~5月 50,000円~

3月~5月 30,000円~(いずれも税別)

問合先・申込先 〒104-0061 東京都中央区銀座7-12-4

(友野本社ビル) ㈱明報社(担当:後藤)

[電話:03-3546-1337, FAX:03-3546-6306,

E-mail: info@meihosha.co.jp]

※展示会及びランチョンセミナーの内容は変更になる場合がございます。詳細は㈱明報社にお問い合わせください。

【宿泊等についてのご注意】

実行委員会では宿泊先等にかかる斡旋は行いません。なお、皆さまの宿泊先についてのアンケートを実施予定ですので、参加受付時には是非ご協力の程、お願いいたします。

【託児所開設について】

第84回分析化学討論会では、託児所を開設の予定です。事前予約制とします。詳細は討論会HPをご参照ください。

【Web版講演要旨集の発行日について】

第84回分析化学討論会Web版講演要旨集の発行日は、2024年5月2日です。特許出願の際は、下記の特許庁ホームページを参照ください。

<https://www.jpo.go.jp/index.html>

本要旨集に掲載されたものについての著作権は、(公社)日本分析化学会に帰属します。

【その他事項】

講演プログラム速報版は討論会HPに3月下旬までに掲載予定です。

【その他の会合】

【市民公開講演会】

主催 第84回分析化学討論会実行委員会
日時 2024年5月18日(土)
会場 京都工芸繊維大学松ヶ崎キャンパス60周年記念館1階大ホール

「宇宙と分析化学」

オーガナイザー:

村松康司(兵庫県大), 大城敬人(大阪大)

日時 2024年5月19日(日)
会場 京都工芸繊維大学松ヶ崎キャンパス60周年記念館1階大ホール

「文化財をはかる, なおす, まもる分析化学」

オーガナイザー:

辻 幸一(大阪公立大), 藤原 学(龍谷大)

【ものづくり技術交流会 2024 in 近畿】

主催 分析イノベーション交流会
日時 2024年5月18日(土)
会場 京都工芸繊維大学松ヶ崎キャンパス60周年記念館2階大セミナー室

【講演分類一覧】

大分類 A 元素・単体・分子・材料

- 01: 金属材料, 金属錯体
- 02: 希土類元素, アクチノイド元素, 放射性元素, 原子力関連材料
- 03: 非金属元素, 炭素材料
- 04: 無機化合物, 無機材料
- 05: 高分子・有機化合物, 繊維材料

大分類 B 化成品, 工業製品

- 06: 半導体, 電気・電子製品
- 07: 磁器・陶器, セラミックス, ゴム, 樹脂, プラスチック
- 08: 油脂, 界面活性剤, 染料, 顔料, 塗料, 化粧品
- 09: 木材, パルプ, 被服, 繊維製品

- 10: 電池, エネルギー関連材料・製品

大分類 C 食品, 農林水産業

- 11: 食品, 食品添加物, 発酵生産物, 飲用アルコール
- 12: 農産物, 林産物(キノコ, 漆, 炭等を含む), 水産物
- 13: 農薬, 飼料

大分類 D 自然, 環境, 考古学, 法科学

- 14: 宇宙(星間物質, 小惑星)
- 15: 大気環境(無機ガス, VOC, エアロゾル, 浮遊粒子, ばい煙)

- 16: 水環境(海洋, 陸水, 地下水, 飲料水, 排水)

- 17: 土壌, 岩石

- 18: 植物, 動物

- 19: 廃棄物, 煤塵, 焼却灰

- 20: 文化財, 遺跡, 遺物

- 21: 法科学

大分類 E 生体物質, 医薬・医療

- 22: 生体構成物質(核酸, アミノ酸, ペプチド, タンパク・酵素, 脂質等), 代謝物

- 23: 細菌, ウイルス, 菌

- 24: 細胞, 脂質二分子膜, リポソーム

- 25: 医薬品

- 26: 医療・臨床・疾病診断

大分類 F 分離場, 状態

- 27: 表面・界面(液液系, 固液系, 気液系, 気固系)

- 28: 溶液(水溶液, イオン液体, 濃厚塩), 凝縮相(液滴, 氷)

- 29: コロイド(微粒子およびナノ粒子)

大分類 G 基礎・一般

- 30: 情報科学, 理論科学

- 31: 計測原理一般

- 32: 分析化学基礎・教育

【各種お問い合わせ先】

講演及び会場などに関するご質問は実行委員会までお問い合わせください。なお今般、討論会・年会にかかる運営が大幅に変更となった関係で回答までに相応の日数を要する場合がございますことご容赦ください。

第84回分析化学討論会実行委員会事務局

E-mail: 84touron@jsac.jp

【重要】講演要旨について

1 講演あたりの講演要旨のサイズはA4判1頁とし、PDFファイルによる提出となります。概略は以下の通りです。詳細は討論会HPを参照ください。

- ・1 講演あたりの講演要旨のサイズはA4判1頁

(図表, 画像等を含みます)。

- ・カラー図表, 画像も可。

記載内容, 形式等については討論会HP内に要旨作成テンプレートを置く予定ですので, そちらをご参照ください。

【第84回分析化学討論会参加登録料について】

本討論会に参加予定の方は、登壇者を含めて全員参加登録をお願いいたします。登壇者(依頼講演者の一部)は討論会への参加申込登録を行わないと講演発表ができませんので、必ず参加登録をしてください。参加予約登録(オンライン登録)の申込方法の概要は「ぶんせき」誌2月号及び討論会HPに掲載いたします。参加予約登録料等は以下の通りです。

参加登録料

予約: 会員 9,000 円, 学生会員 4,000 円, 非会員 18,000 円, 非会員学生 8,500 円

通常: 会員 12,000 円, 学生会員 5,000 円, 非会員 21,000 円, 非会員学生 9,500 円

お知らせ

※参加登録料はすべて税込金額です。

【参加登録料の領収書の発行について】

参加登録のサイトからダウンロードできます。

ぶんせき 12月号 掲載会社 索引

【ア行】	【ナ行】	【マ行】
(株)エス・ティ・ジャパン…………… A1	日本分光(株)…………… A3	室町ケミカル(株)…………… A5
【サ行】	【ハ行】	【ラ行】
(株)島津製作所…………… 表紙 3	(株)日立ハイテクサイエンス…………… A2	(株)リガク…………… 表紙 4
【タ行】	フロイント産業(株)…………… 表紙 2	製品紹介ガイド …………… A8～9
(株)デジタルデータマネジメント… A6	フロンティア・ラボ(株)…………… A12	図書案内 …………… A10～11
東亜ディーケーケー(株)…………… A4		

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。
 富士フイルム和光純薬(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
 だ。(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>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 メル 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>有機化学・有機分析</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>有機化学 改訂3版 奥山 格・石井昭彦・箕浦真生 著 B5 456頁 定価 5,500円(税込) 日本の大学のカリキュラムに合った, 1~2年間の有機化学コースに対応できるようにコンパクトにまとめられた教科書。</p>	<p>丸 善 出 版</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>誤差がわかれば実験データがいきる 技術者と科学者のための不確かさ解析 重川秀実・吉村雅満・重富千紘 訳 A5 356頁 定価 5,280円(税込) 実験の測定値の信頼性を高めるために必要不可欠な不確かさ(誤差)解析を, 様々な実験例題を通して原理と応用を体系的に学ぶ。</p>	<p>丸 善 出 版</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>機器分析</p>		<p>化学一般・その他</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 35,200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, パイログラム, 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 ジタ メル デー トタ</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>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 メル デー トタ</p>	<p>機械学習による分子最適化 数理と実装 梶野 洗 著 A5 312頁 定価 3,520円(税込) 機械学習を用いた新規分子構造の生成や最適化にまつわる技術について, 基礎理論から実装まで一貫して解説。</p>	<p>オ ー ム 社</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 メル デー トタ</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)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)0641
(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
丸善出版(株)	URL : https://www.maruzen-publishing.co.jp 〒101-0051 東京都千代田区神田神保町 2-17 神田神保町ビル	☎03(3512)3256

次回の図書案内は 2024 年 6 月号に掲載します。

新製品

迅速凍結粉碎装置 IQ MILL-2070

機器分析の試料前処理に最適 - 各種試料の粉碎・攪拌・分散に特化

IQ MILL-2070 の特長

● 使いやすいシンプル操作

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

● 短時間で効率的な粉碎

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

● 省エネの試料冷却キット付属

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

静音設計



仕様

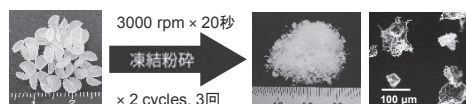
粉碎温度	室温あるいは冷媒（液体窒素等）を用いる試料冷却	
粉碎設定	回転数 (rpm)	50 から 最大 3000 (無段階設定)
	回転時間 (秒)	10 から 60 (10 秒毎)
	回転サイクル間の待ち時間 (秒)	10 から 600 (10 秒毎)
	回転サイクル数	1 から 10 (1サイクル毎)
安全装置	マイクロスイッチと手動ロック方式による誤動作防止	
本体寸法、重量	幅 270 × 奥行 340 × 高さ 300 (mm)、約 12 kg	
電源 (50/60 Hz)	AC 100/120 V あるいは 200/240 V (450 VA)	

高速上下ねじれ運動



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

粉砕例：高密度ポリエチレン (0.48 g)



40種以上の粉砕応用例をウェブサイトから閲覧可能！

フロンティア・ラボ 株式会社

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



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

2023年 目次

〈とびら〉

- 学会改革の継承を期待して……[早下隆士] 2023 (1) 1
 学会の会員構成と持続可能性……[津越敬寿] 2023 (2) 43
 世界ランキングに思う……[渡慶次 学] 2023 (3) 81
 SDGsにつながるサステナビリティ活動と
 “分析”の果たす役割について
 ……[駒谷慎太郎] 2023 (4) 127
 5年一貫教育による高度専門人材の育成
 —16歳からの分析化学—
 ……[上條利夫] 2023 (5) 173
 分析化学誌をぜひご活用ください
 ……[水口仁志] 2023 (6) 215
 多彩な人々との活動を再び楽しもう
 ……[江坂幸宏] 2023 (7) 251
 AI時代における Analytical Sciences 誌,
 その一歩先へ……[加地範匡] 2023 (8) 303
 千客万来御礼! 分析イノベーション交流会
 ……[豊田太郎・東海林 敦・菅沼こと] 2023 (9) 351
 好きな研究と役に立つ研究……[朝日 剛] 2023 (10) 389
 初心の眼……[井上高教] 2023 (11) 429
 「ぶんせき」誌の付加価値向上を目指して
 ……[四宮一絵] 2023 (12) 519

〈入門講座〉

- 分離技術：原理から最新技術まで
 溶媒抽出……[藤永 薫] 2023 (1) 2
 固相抽出……[小池裕也] 2023 (2) 44
 膜分離……[赤松憲樹] 2023 (3) 82
 液体クロマトグラフィー (1)
 ……[渋川雅美] 2023 (4) 128
 液体クロマトグラフィー (2)
 ……[渋川雅美] 2023 (5) 174
 イオンクロマトグラフィー……[森 勝伸] 2023 (6) 216
 サイズ排除クロマトグラフィー
 ……[香川信之] 2023 (7) 252
 ガスクロマトグラフィー……[石田康行] 2023 (8) 304
 フィールドフローフラクショネーション
 ……[板橋大輔] 2023 (9) 352
 キャピラリー電気泳動法……[齋藤伸吾] 2023 (10) 390
 イオンモビリティ……[菅井俊樹] 2023 (11) 430
 マイクロ流路デバイス……[火原彰秀] 2023 (12) 520

〈解説〉

- 海水を対象としたトリチウムの分析方法とその実測例
 ……[城谷勇陸・神林翔太・及川真司] 2023 (1) 11
 NMRによる正しい構造解析に必要な知識と心掛け
 ……[越野広雪] 2023 (3) 88
 圧力を視る：力学刺激に応答する化学センサーの開発
 ……[若子綜思・福原 学] 2023 (4) 136
 次世代蓄電池電解液開発に役立つ分析手法と溶液中の
 分子論的描像……[渡辺日香里] 2023 (9) 358
 電気化学分析におけるカーボン電極材料
 ……[加藤 大] 2023 (10) 398

- HPLC/ICP-MSによる化学形態別分析と多元素
 同時分析への利用……[岡林識起] 2023 (12) 525

〈展 望〉

- 科学捜査における微細サンプルのスクリーニング
 および非破壊分析の重要性
 ……[西脇芳典] 2023 (2) 50
 薬学分析化学教育における法中毒学の必要性和
 今後の展開……[永澤明佳] 2023 (5) 182

〈講 義〉

- 高分子材料の寿命評価法……[仲山和海] 2023 (5) 188
 実験室の安全 (リスクと対策)……[町田 基] 2023 (6) 225
 加硫ゴムのオゾン劣化……[岩瀬由佳] 2023 (7) 259
 生体試料の定量分析について……[水落正慶] 2023 (8) 312

〈ミニファイル〉

- マイクロ・ナノの分析化学
 概論・基礎……[火原彰秀] 2023 (1) 18
 先端的分析化学のためのナノ流体デバイスの
 作製技術……[小林 丈・許 岩] 2023 (2) 57
 表面加工 —マイクロ・ナノ構造形成—
 ……[梅村知也] 2023 (3) 96
 ナノ構造を用いたバイオ分析
 ……[遠藤達郎] 2023 (4) 144
 ナノ粒子の抽出化学
 ……[中川太一, 高貝慶隆] 2023 (5) 194
 マイクロ流体チップを用いた細胞の分離
 ……[田中 陽] 2023 (6) 231
 マイクロ電極基板の作製方法
 ……[鈴木雅登, 安川智之] 2023 (7) 265
 地球化学への応用……[平田岳史] 2023 (8) 319
 医学の新しい扉を開く生体試料の
 マイクロ・ナノ分析……[小川覚之] 2023 (9) 363
 タンパク質結晶構造解析へのマイクロ流体
 デバイスの応用……[真栄城正寿] 2023 (10) 404
 光学顕微鏡を用いた蛍光検出技術
 ……[橋 椋] 2023 (11) 437
 マイクロ流体デバイスの実用化と展望
 ……[渡慶次 学] 2023 (12) 530

〈話 題〉

- 生薬成分解析における高速液体クロマトグラフ
 —フーリエ変換型質量分析計の活用
 ……[大月興春] 2023 (1) 20
 Lanmodulin：希土類金属イオンを選択的に結合する
 タンパク質……[半田友衣子] 2023 (2) 59
 技能試験に使用する統計的方法
 ……[鈴木知道] 2023 (3) 98
 匂い成分の分析 —MSを添えて—
 ……[内村智博] 2023 (4) 146
 引っかき刺激を検出して光る材料
 —「役割分担」による新たな設計指針—
 ……[吉田将己] 2023 (5) 196
 オンライン試料凝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] 2023 (6) 233

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] 2023 (7) 267
 細胞分析の国際動向……………[藤井紳一郎] 2023 (8) 321
 電子エネルギー損失分光法による振動分光測定と
 材料物性分析
 ……………[山本宗昭, 吉田朋子] 2023 (9) 368
 蛍光 X 線分析の試料調製を考える
 ……………[市川慎太郎] 2023(10) 406
 熱分解 GC/MS による土壌有機物質の分子特性解析
 ……………[佐澤和人] 2023(11) 499
 ペルおよびポリフルオロアルキル化合物 (PFAS) の
 包括管理に向けて……………[三宅祐一] 2023(12) 532

〈特集〉

令和の分析化学教育……………2023 (11) 439
 大学教員と高専校長の立場からみた分析化学教育
 ……………[岡田哲男] 2023(11) 440
 理工学系大学における分析化学教育の今後
 ……………[上原伸夫] 2023(11) 443
 理工系大学の分析化学教育
 ……………[小川信明] 2023(11) 446
 大学（農学系）における分析化学教育
 ……………[白井 理] 2023(11) 449
 九州支部による HPLC 講習会
 ……………[浜瀬健司] 2023(11) 452
 高専における分析化学教育の実態と特徴
 ……………[澤井 光, 原 嘉昭] 2023(11) 455
 高専での“電子回路×分析化学”をテーマとした
 実験実習……………[野田達夫] 2023(11) 458
 バーチャル実験を取り入れた分析化学教育
 モデルの開発……………[重里徳太] 2023(11) 462
 化学分析技能士の資格取得に向けた取り組みと
 技能五輪国際大会への挑戦
 ……………[池田泰久] 2023(11) 466
 中高生に分析化学を伝える—「夢ナビライブ」にて—
 ……………[宮村一夫] 2023(11) 469
 スーパーサイエンスハイスクールの分析化学教育
 ……………[川野和也] 2023(11) 471
 高校の科学部活動で活用される分析化学
 ……………[山口 悟] 2023(11) 473
 都立多摩科学技術高校における分析化学教育
 ……………[田中義靖] 2023(11) 479
 計量証明事業所における分析業務の特色と伝承
 ……………[管 雅英] 2023(11) 482
 水処理会社の分析部門における教育と技能伝承
 ……………[江川 暁] 2023(11) 486
 公設試験研究機関における分析化学教育
 ……………[林 英男] 2023(11) 489
 環境計量講習（濃度関係）
 ……………[米谷 明, 高塚登志子] 2023(11) 492
 作業環境測定士の育成
 ……………[飛鳥 滋, 宮部寛志] 2023(11) 494

〈こんにちは〉

東京都立科学技術高等学校を訪ねて
 ……………[高橋あかね・津越敬寿] 2023 (2) 67
 東北大学大学院農学研究所食品機能分析学分野を訪ねて
 ……………[石川大太郎] 2023 (3) 115

AGC 株式会社 AGC 横浜テクニカルセンターを訪ねて
 ……………[市場有子, 村居景太] 2023 (7) 271
 高知県工業技術センターを訪ねて
 ……………[森 勝伸] 2023 (9) 376
 鹿児島大学理学部理学科化学プログラム
 （環境解析講座）富安研究室を訪ねて
 ……………[江藤真由美] 2023(10) 418
 FS CREATION を訪ねて
 ……………[宮下振一, 松神秀徳] 2023(12) 541

〈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] 2023 (6) 242

〈会長就任の言葉〉

会長就任にあたって……………[大谷 肇] 2023 (6) 243

〈故人をしのぶ〉

辻 章夫先生を偲ぶ……………[荒川秀俊] 2023(10) 415
 大谷 肇先生をしのぶ……………[北川慎也] 2023(11) 506

〈博士論文要録〉

ハイブリッドロケットに用いる低融点熱可塑性樹脂
 燃焼の燃焼機構解明に関する研究
 ……………[坂野文業] 2023 (1) 32

〈トピックス〉

誘導結合プラズマを利用したマイクロプラスチック計測
 ……………[宮下振一] 2023 (1) 31
 血管再現マイクロ流体デバイスの進化
 ……………[今野 杏] 2023 (1) 31
 リチウムイオン電池リサイクルのための分離技術
 ……………[山下 浩] 2023 (2) 66
 金ナノ粒子を用いた病原体の核酸の比色分析
 ……………[佐藤 久] 2023 (2) 66
 金属有機構造体を用いた二酸化炭素の蛍光検出
 ……………[谷嵐正之] 2023 (3) 114
 海中の金属－有機配位子錯体の測定における
 電気化学的手法の適用とその問題点
 ……………[黄 国宏] 2023 (3) 114
 植物細胞中のホウ素によるペクチンの架橋部位の解明
 ……………[真瀬田幹生] 2023 (4) 158
 水晶振動子マイクロバランス法を用いた
 両親媒性分子の抗菌活性評価
 ……………[生田雄己] 2023 (4) 158
 クライオレーザーアブレーション ICP-MS による
 血液中微量元素の直接分析
 ……………[榎納好岐] 2023 (5) 205
 ヤヌス粒子の熱泳動に対する基材表面の効果
 ……………[岡本行広] 2023 (5) 205
 窒素ガスプラズマを用いたレーザーアブレーション
 ICP-MS の性能評価……………[黒木康生] 2023 (5) 206
 アミロイドを標的とする蛍光プローブの開発
 ……………[朝本紘充] 2023 (6) 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] 2023 (6) 239

小型ドローンに昆虫触角を搭載したにおい源
自動検出技術……………[佐伯健太郎] 2023 (7) 269

浸透気化法による香気化合物の回収
……………[松下 香] 2023 (7) 269

流動光学を用いたゲル化の観察
……………[木田拓充] 2023 (7) 270

水晶増幅光音響分光法による大気中のCO₂測定
……………[藤田道也] 2023 (8) 328

DNA アプタマーによる分子認識とマイクロ流体
抵抗バルスセンシング技術を組合せた
低分子化合物の超高感度計測
……………[守岩友紀子] 2023 (8) 328

簡便・高感度な顕微ラマン分光法によるマイクロ
プラスチック分析……………[佐々木隆浩] 2023 (9) 374

レーザー捕捉—顕微ラマン分光法による
単一エアロゾル液滴のリアルタイム pH 計測
……………[三浦篤志] 2023 (9) 374

試験紙とスマートフォンを用いるシンプルな
分析システム……………[加藤 健] 2023(10) 416

二相磁気浮上法によるマイクロプラスチックに
吸着した汚染物質の検出
……………[飯國良規] 2023(10) 416

酵母形態データを用いる Eta ノール収量の AI 予測
……………[鈴木絢子] 2023(10) 417

超濃厚電解質溶液の電池特性と構造分析
……………[澤山沙希] 2023(11) 507

リチウムの抽出・分離を指向した吸着材の開発
……………[菅野宙依] 2023(11) 507

結晶スポンジ法によるホップ代謝物の構造解析
……………[渡邊慎平] 2023(12) 539

振動円二色性分光法を利用した柔軟な構造を持つ
脂肪酸の絶対立体配置決定[梅宮茂伸] 2023(12) 539

クライオ電子顕微鏡による生体材料の立体構造解析
……………[宋和慶盛] 2023(12) 540

〈技術紹介〉

赤外イメージングを用いた硬骨魚類ウロコの成分
分布分析……………[新居田恭弘] 2023 (1) 22

機械の状態基準保全を実現するオイル分析
—オイル分析による機械状態監視とトラブル解決—
……………[山中克浩] 2023 (1) 26

イオン交換樹脂を用いた液体処理技術
—ムロマック[®] ミニカラム・ガラスカラムの紹介—
……………[出水丈志] 2023 (2) 61

高分子材料への時間領域核磁気共鳴 (TDNMR) 法の
活用……………[原 英之] 2023 (3) 100

2次元 LC および 2次元 LC/MS を用いた
生体分子・バイオ医薬品の分析技術
……………[内藤厚子] 2023 (3) 108

アダマンチル基を有する逆相系カラムの特長と
分離性能……………[西山尚秀] 2023 (4) 148

抗体凝集体の測定を目的とした微粒子定量技術の開発
……………[古川琴浩, 片山晃治] 2023 (4) 154

GC-TOFMS 及び機械学習を用いた構造解析手法
—未知物質解析ソフトウェア msFineAnalysis
AI の紹介—……………[生方正章] 2023 (5) 198

固体材料中の軽元素分析……………[田中 悟] 2023 (6) 235

メタルフリーカラムの特徴とそのアプリケーション
……………[坂牧 寛] 2023 (8) 323

深層学習を用いた GC/MS 波形処理ソフトウェアの
開発……………[金澤慎司] 2023 (9) 370

簡易水質分析が担う社会的役割
—水質の簡易測定器「バックテスト[®]」—
……………[海田 学] 2023(10) 408

LC-MS/MS による食物アレルギー検査方法
—標準物質「食物由来アレルギー抽出物TM」の
ご紹介—
…[稲垣江梨, 富上香澄, 山下賀容子] 2023(11) 501

水中の PFAS 分析における前処理や測定時のポイント
……………[高原玲華, 高柳 学, 太田茂徳] 2023(12) 534

〈学会賞〉

2023 年度日本分析化学会 学会賞受賞者

高原利幸氏……………[戸田 敬] 2023 (8) 331

松井利郎氏……………[黒田直敬] 2023 (8) 332

宮部寛志氏……………[岡田哲男] 2023 (8) 333

〈学会功労賞〉

2023 年度日本分析化学会 学会功労賞受賞者

大橋弘三郎氏……………[手嶋紀雄] 2023 (8) 334

〈技術功績賞〉

2023 年度日本分析化学会 技術功績賞受賞者

駒谷慎太郎氏……………[吉田裕美] 2023 (8) 335

澤津橋徹哉氏……………[東海林 敦] 2023 (8) 336

〈奨励賞〉

2023 年度日本分析化学会 奨励賞受賞者

稲田 幹氏……………[黒田直敬] 2023 (8) 337

鈴木敦子氏……………[片山佳樹] 2023 (8) 338

高野祥太郎氏……………[平田岳史] 2023 (8) 339

田中佑樹氏……………[四宮一総] 2023 (8) 340

渡辺 壱氏……………[香川信之] 2023 (8) 341

〈先端分析技術賞〉

2023 年度日本分析化学会 先端分析技術賞 JAIMA 機器
開発賞受賞者

西尾友志氏, 室賀樹興氏, 高見拓永氏,
橋本忠範氏, 石原 篤氏
……………[丹羽 修] 2023 (8) 342

〈女性 Analyst 賞〉

2023 年度日本分析化学会 女性 Analyst 賞受賞者

木村・須田廣美氏……………[上野祐子] 2023 (8) 343

吉田朋子氏……………[保倉明子] 2023 (8) 344

〈リレーエッセイ〉

大学教員になって早 12 年目……………[榎元廣文] 2023 (1) 34

分析化学の守備範囲?……………[鈴木道生] 2023 (2) 70

名前のお話……………[小椋康光] 2023 (3) 117

「質量分析」つながり……………[安部寛子] 2023 (4) 159
 応用研究 vs. 開発研究, 業務ミッションの三位一体
 ………………[瀬戸康雄] 2023 (5) 207
 One for all, All for one……………[上田忠治] 2023 (6) 241
 私の分析遍歴……………[高原晃里] 2023 (7) 274
 分析化学から経営学へ……………[森 良弘] 2023 (8) 330
 汚れに強い pH 電極を……………[西尾友志] 2023 (9) 378
 最近の話題……………[金子 聡] 2023(10) 420
 クロマトグラフィー分離のアナロジー
 ………………[北川慎也] 2023(11) 509
 クラフトピールと分析化学と私
 ………………[末吉健志] 2023(12) 544

〈報 告〉

JASIS 関西 2023 見聞録
 ………………[中原佳夫, 津越敬寿] 2023 (4) 160
 第 83 回分析化学討論会 (富山, 2023)
 ………………[遠田浩司] 2023 (9) 379
 日本分析化学会第 72 年会開催報告
 ………………[戸田 敬] 2023(12) 545

〈ロータリー〉

談話室

日本企業のキレート樹脂……………[宗林由樹] 2023 (1) 35
 生涯分析談話会に寄せて (その 4) —今と昔—
 ………………[木村 優] 2023 (1) 35
 「教える」から「身に付ける」授業へ
 ………………[齊藤和憲] 2023 (2) 71
 分析化学的研究と教育……………[小川信明] 2023 (3) 118
 大型分析機器の共同利用と会計改革
 ………………[井原敏博] 2023 (4) 165
 気づかない不確かさ要因と分析の精確さ
 ………………[朝海敏昭] 2023 (5) 208
 オンライン, オンデマンド, 対面?
 ………………[菅原一晴] 2023 (6) 246
 滴定実験について思うこと……………[勝田正一] 2023 (7) 275
 学会発表は対面か, リモートか, 発表ツールは?
 ………………[伊藤一明] 2023 (8) 345
 大学での学びに繋げる米国の高校教育
 ………………[水谷晶代] 2023 (9) 383
 有機環境汚染物質分析の進展, 課題及び期待
 ………………[高菅卓三] 2023(10) 421

インフォメーション

支部だより

「分析中部・ゆめ 21」

若手交流会・第 22 回高山フォーラム

……………[轟木堅一郎] 2023 (3) 120

九州支部だより

—九州支部受賞者の報告—

……………[富安卓滋] 2023 (4) 165

近畿支部だより

—2021 年度後半から 2022 年度の活動報告—

……………[鈴木雅登] 2023 (5) 209

中部支部だより

—第 40 回分析化学中部夏期セミナーの報告—

……………[南谷臣昭] 2023(11) 510

九州支部だより

—九州支部受賞者の報告—

……………[井上高教] 2023(12) 549

研究懇談会

第 27 回高分子分析討論会

……………[森田成昭] 2023 (1) 36

第 379 回ガスクロマトグラフィー研究懇談会

講演会・見学会……………[坂本美穂] 2023 (1) 37

第 377 回液体クロマトグラフィー研究懇談会

……………[西岡亮太] 2023 (2) 71

「LC シニアクラブ」(LC Senior Club, LCSCCL)

設立総会……………[中村 洋] 2023 (2) 72

HPLC & LC/MS 講習会 2022

……………[中村 洋] 2023 (2) 73

第 380 回ガスクロマトグラフィー研究懇談会

特別講演会……………[渡辺 壱] 2023 (2) 73

第 58 回 X 線分析討論会……………[上原 康] 2023 (2) 74

第 89 回日本分析化学会有機微量分析研究懇談会

第 119 回計測自動制御学会力学量計測部会

第 39 回合同シンポジウム

……………[網塚 浩・武田希美] 2023 (2) 75

第 378 回液体クロマトグラフィー研究懇談会

……………[松岡秀雄] 2023 (3) 121

第 58 回フローインジェクション分析

講演会……………[樋口慶郎] 2023 (3) 122

第 28 回 LC & LC/MS テクノプラザ

……………[中村 洋] 2023 (3) 123

第 18 回生涯分析談話会

……………[本水昌二] 2023 (4) 166

第 379 回液体クロマトグラフィー研究懇談会

……………[柿田 穰] 2023 (4) 167

高分子分析研究懇談会第 412 回例会

……………[古賀舞都] 2023 (4) 168

第 27 回液体クロマトグラフィー研究懇談会

特別講演会・見学会……………[榎本幹司] 2023 (4) 169

高分子分析研究懇談会第 413 回例会

……………[木田拓充] 2023 (5) 209

第 381 回ガスクロマトグラフィー研究懇談会

講演会……………[渡邊卓朗] 2023 (5) 210

第 380 回液体クロマトグラフィー研究懇談会

……………[加藤幸一郎] 2023 (5) 211

第 382 回液体クロマトグラフィー研究懇談会

……………[川口 研] 2023 (7) 275

第 381 回液体クロマトグラフィー研究懇談会

……………[大塚克弘] 2023 (7) 276

第 383 回ガスクロマトグラフィー研究懇談会

……………[坂本和則] 2023 (8) 345

高分子分析研究懇談会第 414 回例会

～高分子分析研究懇談会設立 60 周年記念講演会～

……………[菅沼こと] 2023 (8) 346

第 382 回ガスクロマトグラフィー研究懇談会講演会

……………[植田郁生] 2023 (9) 384

X 線分析研究懇談会「第 17 回浅田榮一賞」

……………[上原 康] 2023 (9) 385

第 385 回液体クロマトグラフィー研究懇談会

……………[熊谷浩樹] 2023 (9) 385

高分子分析研究懇談会第 415 回例会

……………[菅 駿一] 2023(10) 422

第 383 回ガスクロマトグラフィー研究懇談会

講演会・見学会……………[岸本 徹] 2023(11) 510

2023年度CERIクロマトグラフィー分析賞授賞者[中村 洋] 2023(11) 511	
2023年POTY賞授賞者.....[中村 洋] 2023(11) 512	
2023年液体クロマトグラフィー科学遺産認定[中村 洋] 2023(11) 512	
第19回生涯分析談話会(富山)[田端正明] 2023(11) 513	
第20回記念生涯分析談話会(熊本)[田端正明] 2023(11) 514	
HPLC & LC/MS 講習会2023[中村 洋] 2023(12) 549	
高分子分析研究懇談会第416回例会[伊藤美穂] 2023(12) 550	
2023年度分析士会総会・研修講演会[中村 洋] 2023(12) 551	
第384回液体クロマトグラフィー研究懇談会[伊藤誠治] 2023(12) 551	
第386回液体クロマトグラフィー研究懇談会[中村 洋] 2023(12) 552	
第387回液体クロマトグラフィー研究懇談会[岡橋美貴子] 2023(12) 553	
理事会だより	
2022年度第4回.....[栗原 誠] 2023 (3) 118	
2022年度第5回.....[村松康司] 2023 (3) 119	
2023年度第2回.....[渡慶次 学] 2023(10) 422	
編集委員会だより	
2023年の表紙デザインについて 「ポーラログラフ開発100周年に向けて」 原案制作：永谷広久..... 2023 (1) 38	

〈その他〉

2022年「分析化学」若手初論文賞受賞者 2023 (4) 162	
2022年「分析化学」若手初論文賞受賞者 2023 (4) 163	
2022年「分析化学」産業技術論文賞受賞論文2023 (4) 164	
2022年「分析化学」論文賞受賞論文2023 (6) 244	
2022年「分析化学」論文賞受賞論文2023 (6) 245	

〈新刊紹介〉

物理化学演習—大学院入試問題から学ぶ— 2023 (4) 170	
きちんと単位を書きましょう 国際単位系(SI)に基づいて..... 2023 (4) 170	

「ぶんせき」 広告掲載会社 (50音順) 2023年1月~12月

アジレント・テクノロジー(株).....	5	東ソー(株).....	6・8
(株)アmenaテック.....	1・8・9・10	日本精密科学(株).....	8
(株)エス・ティ・ジャパン		日本電気計器検定所.....	5・11
.....	1・2・3・4・5・6・7・8・9・10・11・12	日本電子(株).....	5
オルガノ(株).....	8	日本分光(株).....	1・2・3・4・5・6・7・8・9・10・11・12
(一財)化学物質評価研究機構.....	8	(株)パーキンエルマー・ジャパン.....	1
関東化学(株).....	1・6・11	ビー・イー・エス(株).....	1・3・5・7・9・11
(株)共立理化学研究所.....	10	(株)日立ハイテクサイエンス	
(株)クロマニックテクノロジーズ.....	1	1・2・3・4・5・6・7・8・9・10・11・12
JASIS 2023.....	8	フリッチュ・ジャパン(株).....	2
(株)島津製作所.....	1・2・3・4・5・6・7・8・9・10・11・12	フロイント産業(株).....	12
西進商事(株).....	1・3・5・7・9・11	フロンティア・ラボ(株)	
(株)ゼネラルサイエンスコーポレーション		1・2・3・4・5・6・7・8・9・10・11・12
.....	1・3・5・7・9・11	マイルストーンゼネラル(株).....	8
田中科学機器製作(株).....	8	室町ケミカル(株).....	2・4・6・8・10・12
田中貴金属工業(株).....	10	メトロームジャパン(株).....	8
(株)デジタルデータマネジメント.....	3・8・10・12	安井器械(株).....	1・2・5・7・8・11
東亜ディーケーケー(株).....	2・4・6・8・10・12	(株)リガク.....	1・3・6・7・8・12

ガスクロマトグラフ
Gas Chromatograph

Brevis GC-2050



Small but Mighty



「より小さく、よりシンプルで使いやすく、しかし、分析性能は落とすことなくラボ分析が確実にこなせれば…」
そんなニーズから生まれた島津のGC Brevisは、ラテン語でスリム/コンパクトを意味します。省スペースながら
妥協のない分析性能を実現し、フラッグシップのNexis™シリーズと共に、多岐にわたるラボの分析ニーズに応えます。

01 Compact without Compromise

妥協のないコンパクト設計

03 Best-in-Class Performance

クラス最高レベルの性能

02 Built-in Analytical Intelligence

最新のユーザー支援技術

詳しい製品情報はこちら



示差走査熱量計

DSCvesta2

業界初・自己判断機能搭載



- ▶ 業界最高クラスの温度範囲 (-180~725°C)
- ▶ 低ノイズ&新型センサーで小さな変化も見逃さない
- ▶ 測定中の試料をリアルタイム画像で観察可能
- ▶ 新機能vestaeye®で装置状態をいつも自己診断

DSCvesta2 
詳細はWEBページへ

株式会社 **リガク** 〒196-8666 東京都昭島市松原町3-9-12 ☎(042)545-8111 <代表電話案内>
●東京支店 ●大阪支店 ●東北営業所 ●名古屋営業所 ●九州営業所

<https://www.rigaku.com> 