

ぶんせき ②

Bunseki 2025

The Japan Society for Analytical Chemistry



日本分析化学会

<https://www.jsac.jp>

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。

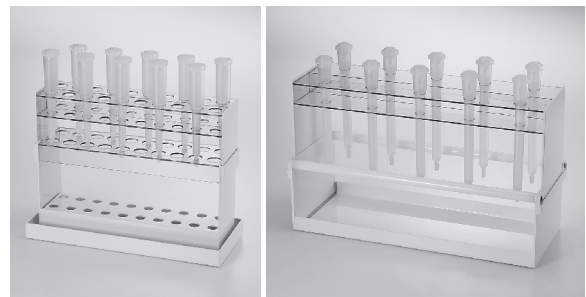


種類	内径(mm)	長さ(mm)	容量(mL)	液溜槽容量(mL)
S	5.0~5.5	50	1.0	8.0
M	6.5~8.5	5.8	2.5	10.0
L	10.0~11.0	118	10.0	5.0 ^{*1}

*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

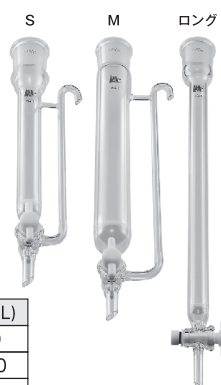
カラムSまたはM用のスタンドは、直径15~16.5mm、長さ100~165mmの試験管を20本立てることができます。カラムL用スタンドのトレイには100mLのビーカー又は三角フラスコを10個並べることができます。



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、ライブ試験など樹脂層高を上げて試験を行う場合は細長カラムを使用することで正確なデータを取得できます。



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

ムロマック® 分液ロート

【各ガラスカラム対応】

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



種類	容量(mL)
S	500
M	1000

お問合せ先

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

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

ぶんせき Bunseki 2025 Contents 2

目次

とびら	「方法論の科学」としての原点／四宮 一総 31
入門講座	分析におけるコンタミ・キャリーオーバー対策 液体クロマトグラフィー質量分析法の基礎と測定時の注意点 ／小林 まなみ 32
講義	揮発性有機化合物の標準気体試料の作製／植田 郁生 39
ミニファイル	分析用試薬 酸／箭内 悠希 42
話題	動的な分子イメージングプローブによる生理活性評価の新展開 ／金 誠培 44
トピックス	氷上で人や物が滑る理由／盛田 伸一 46 循環腫瘍細胞の分離と回収が可能なマイクロポアシステムの開発 ／磯崎 勇志 46
リレーエッセイ	「えん」／稲川 有徳 48
報告	日本分析化学会第73年会開催報告／安田 純子 49
ロータリー	53 インフォメーション：2024年液体クロマトグラフィー研修会 LC- & LC/MS-DAYS 2024 ～個性と専門性を磨く～；第3回 LC シニアクラブ；第388回ガスクロマト グラフィー研究懇談会講演会；第402回液体クロマトグラフィー研究懇談会；液体 クロマトグラフィー研究懇談会 第400回記念例会；第30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；LC 研究懇談会創立50周年記念会／執筆者のプロ フィール

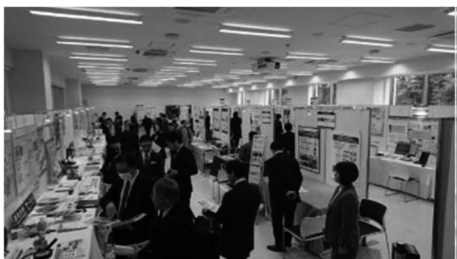
〔論文誌目次〕	61	〔広告索引〕	A5
〔お知らせ〕	M1	〔ガイド〕	A6
〔カレンダー〕	iii		

第85回分析化学討論会

2025年5月31日(土)~6月1日(日)

愛媛大学 (城北キャンパス)

主催:公益社団法人 日本分析化学会



本大会では、下記の企業協賛メニューを募集しております。

●講演プログラム集 (冊子) 広告掲載料

白黒1頁 ￥ 70,000 (税別)

白黒1/2頁 ￥ 40,000 (税別)

●大会ホームページ バナー 広告掲載料

1枠 ￥ 30,000 (税別) ~

●付設展示会 出展料

一般展示 1小間 ￥ 80,000 (税別)

書籍販売 1小間 ￥ 50,000 (税別)

●ランチオンセミナー 開催料

1枠 ￥ 150,000 (税別) ※お弁当等の経費は別途

詳しくは大会ホームページをご覧ください。

<https://confit.atlas.jp/guide/event/jsac85touron/top>

■お問合せ・お申込み

公益社団法人日本分析化学会 指定広告代理店

株式会社 明報社

〒104-0061 東京都中央区銀座7-12-4 友野本社ビル

TEL:03-3546-1337 FAX:03-3546-6306 E-mail:info@meihosha.co.jp <http://www.meihosha.co.jp>

カレンダー

2025 年

2月	6日	第2回分析士特別講演会・見学会〔ブルカージャパン本社（横浜営業所）〕……………(1号 M2)
	14日	2024年度ガラス表面・分析研究討論会「構造解析・化学状態分析技術の活用」 〔日本セラミックス協会会議室〕……………(M 3)
	19日	第404回液体クロマトグラフィー研究懇談会 〔日立ハイテクサイエンス サイエンスソリューションラボ東京〕……………(1号 M3)
	18日	24-2 高分子学会講演会 主題=量子ビームを用いた先端計測と高分子材料開発への展開 〔オンライン〕……………(12号 M4)
3月	3日	2025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〕……………(12号 M3)
	6・7日	第44回分析化学における不確かさ研修プログラム〔日本電気計器検定所本社〕……………(1号 M2)
	21日	プラズマ分光分析研究会第124回講演会「現場で活躍するプラズマ分光分析」 〔東京都産業技術研究センターおよびオンライン〕……………(1号 M5)
	27日	第405回液体クロマトグラフィー研究懇談会 〔日立ハイテクサイエンス サイエンスソリューションラボ東京〕……………(M 1)
	31日	2025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〕……………(12号 M3)
4月	18日	2025年度第1回近畿支部講演会〔大阪科学技術センター7階700号室〕……………(M 2)
5月	8日	2025年度液体クロマトグラフィー(LC)分析士三段認証試験実施のお知らせ〔五反田文化会館〕……………(1号 M4)
	16・17日	シンポジウム「モレキュラー・キラリティー2025」〔名古屋大学野依記念学術交流館〕……………(1号 M5)
	22・23日	第41回希土類討論会〔倉敷市民会館〕……………(12号 M4)
	25～30日	第19回大環状分子及び超分子化学国際会議 19th International Symposium on Macrocyclic and Supramolecular Chemistry 2025 〔ロームシアター京都・みやこめっせ〕……………(M 3)
	31・6/1日	第85回分析化学討論会〔愛媛大学城北キャンパス〕……………(9号 M2)
6月	4～6日	電子機器トータルソリューション展2025〔東京ビックサイト東展示棟〕……………(M 3)
	6日	2025年度液体クロマトグラフィー(LC)分析士二段認証試験〔島津製作所東京支社〕……………(M 2)
	9～11日	日本顕微鏡学会第81回学術講演会 顕微鏡が導く「気付き」, 「繋がり」, 「挑戦」 〔福岡国際会議場〕……………(M 3)
	19・20日	第92回日本分析化学会有機微量分析研究懇談会・第128回計測自動制御学会力学量計測部会・ 第42回合同シンポジウム〔北里大学薬学部〕……………(12号 M3)
7月	18～21日	環境工学ワークショップ2025/環境工学総合シンポジウム2025 (IWEE2025 & 2025SEE) International Workshop on Environmental Engineering 2025 (IWEE2025 & 2025SEE) 〔北見工業大学〕……………(M 3)
9月	14～19日	The 7th Asia-Pacific Symposium on Radiochemistry〔島根県立産業交流会館くまびきメッセ〕……………(12号 M4)
11月	7～10日	第41回シクロデキストリンシンポジウム・第12回アジアシクロデキストリン国際会議(合同開催) 12th Asian Cyclodextrin Conference in Conjunction with the 41st National Cyclodextrin Symposium, Japan〔同志社大学今出川キャンパス〕……………(M 3)

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

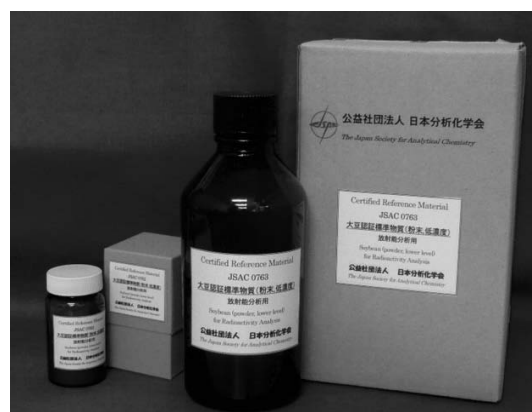
	低濃度	高濃度
^{134}Cs 放射能濃度 (Bq/kg) :	99 ± 9	225 ± 15
^{137}Cs 放射能濃度 (Bq/kg) :	233 ± 20	533 ± 34
^{40}K 放射能濃度 (Bq/kg) :	707 ± 53	633 ± 50

○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/>



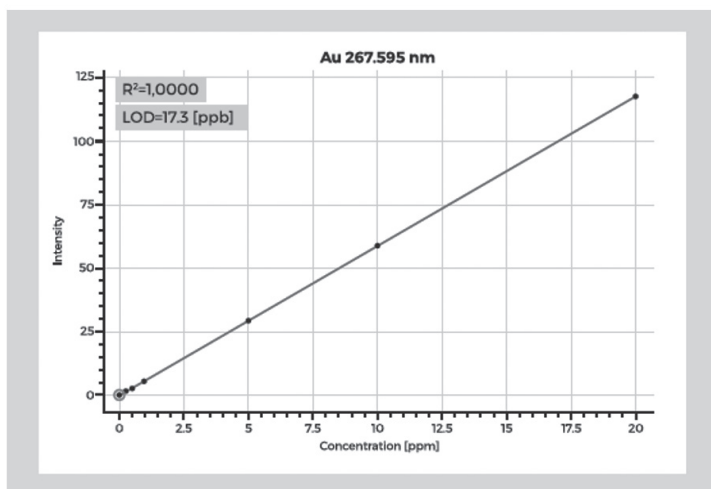
写真左 U8 容器(50 mm 高さ) 写真右, 100 mL 容器, 1 L 容器に充填された大豆認証標準物質

窒素ガスICP分析計 MICAP™-OES 1000

RADOM™



独自開発の高周波技術CERAWAVE™が可能にした窒素ガスベースのICP発光装置です。小型で高性能なMICAP-OES-1000は、独立したプラズマソースと光ファイバー接続のエシエル型分光光度計から構成されます。小型、軽量なこのシステムはユーザーに大幅なランニングコストの低減をもたらします。



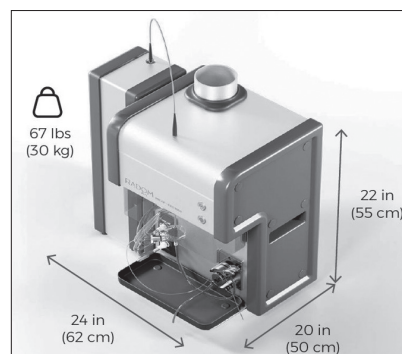
金の検量線 (0.025~20.00ppm)

特徴

- 窒素ガスプラズマ方式 (Arガス不要)
- 新開発プラズマソースCERAWAVE™ (1000W)
- 空冷式トーチ
- エシエル分光器による全波長同時測定
- 省スペース設計

Aperture:	f/10
Wavelength range:	194 nm - 625 nm
Simultaneous:	up to 625 nm
Slit Width:	30 μm slit
Resolution:	5pm - 30 pm

光ファイバー接続のエシエル分光検出器



装置寸法・重量

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

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

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

ST.JAPAN INC.



迅速凍結粉碎装置 IQ MILL-2070

機器分析の試料前処理に最適 - 各種試料の粉碎・攪拌・分散に特化

IQ MILL-2070 の特長

● 使いやすいシンプル操作

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

● 短時間で効率的に微粉碎

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

● 省エネの試料冷却キット付属

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



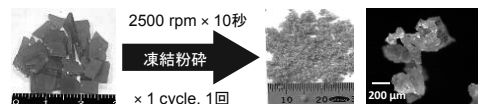
仕様		
粉碎温度	室温あるいは冷媒(液体窒素等)を用いる試料冷却	
粉碎設定	回転数(rpm)	50 から 最大 3000(無段階設定)
	回転時間(秒)	10 から 60 (10 秒毎)
	回転サイクル間の待ち時間(秒)	0 から 600(10 秒毎)
	回転サイクル数	1 から 20 (1サイクル毎)
安全装置	マイクロスイッチと手動ロック方式による誤動作防止	
本体寸法、重量	幅 270 × 奥行 340 × 高さ 300 (mm), 約 12 kg	
電源(50/60 Hz)	AC 100/120 V あるいは 200/240 V(450 VA)	

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。

粉碎例: ポリイソブレン (0.53 g)



40種以上の粉碎応用例をウェブサイトから閲覧可能!

フロンティア・ラボ 株式会社

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



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



多彩な機能で品質管理や 研究開発をサポート

自動滴定装置

AUT-801



2系列同時滴定に対応

デュアルシステム



2系列の滴定画面を同時に表示

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

ターンテーブル(オプション)接続による
省力化を実現



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(485)8175 ●広島:082(568)5860 ●四国:087(831)3450 ●九州:093(551)2727



分析業界のコストカッター ディスポチューブでもらくらく粉碎！！



立体8の字[®]原理による

商標登録第 6576850 号

秒速粉碎機

マルチビーズショッカー[®]

Multi-beads Shocker[®]



MB3000シリーズ

☑️ 卓上型・省スペース ☒ 極静音

豊富な種類の粉碎用ディスポ容器

96well ~ 最大 100ml チューブまでラインナップ!!

粉碎チューブ一例

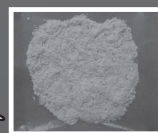
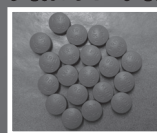


各サンプル量に合わせた最適粉碎を実現!
タングステンカーバイド、チタン、メノウ、酸化ジルコニウム、
PTFEなど豊富なラインナップ!

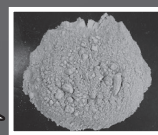
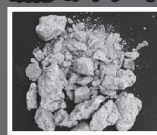
更新キャンペーン実施中!

※詳しくは、お問合せ下さい。

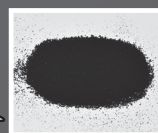
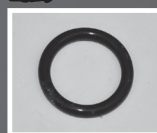
フィルムコーティング錠剤 20粒



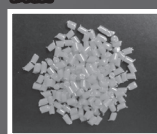
硬化コンクリート



ゴム



樹脂



ヨーロッパ安全基準適合



テスト粉碎 と デモ は、
アプリケーションラボで **無料** で実施しています。
遠慮なくお問合せ下さい!



お陰様で2023年に創業70周年を迎えました。

製造発売元 **安井器械株式会社** 本社・工場 〒534-0027 大阪市都島区中野町2-2-8

TEL.06-4801-4831 FAX.06-6353-0217
E-mail:s@yasuikikai.co.jp https://www.yasuikikai.co.jp

©2024 Yasui Kikai Corporation, all rights reserved.

241127

「方法論の科学」としての原点



四 宮 一 総

昨年11月から12月にかけて新潟、群馬・栃木、茨城の各地区の分析技術交流会や若手交流会などに出席する機会を頂いた。いずれも講演やポスター発表に学生も加わった充実した内容で、支部活動が順調に発展していることを実感した。一方で、既存の分析法を何ら工夫や改良を加えることなく使用している研究も少なからずあり、果たして分析化学会に所属する支部の発表として、これでよいのかと一抹の疑念を感じざるを得なかったのも確かである。そうは言っても会員数が減少している中で分析化学の発表かどうかなどと四の五の言っている場合ではない、研究に分析法が使用されていれば十分ではないかという声も聞こえてきそうである。

最近、分析装置はシステム化や多機能化が進み、価格も高額になった。使いこなすのも維持するのも購入するのも大変である。そんな折、ある分析機器メーカーの社員が、分析機器の完成形は「完全なブラックボックス化」であると話すのを聞いた。ボタン一つで出されるデータを黙って信じよとでも言うのだろうか。こうなると、もはや分析化学なる学問領域は存在しないに等しいことになるが、本当にそれでよいのだろうか。そう言えば、算出された数値を、有効数字を考慮することなくそのまま測定値としたり、小数点以下3桁目の吸光度の僅かな変化を大仰に検討したりするなど周りにはもはや「分析化学」を超えた事例が幾らでもあるではないか。そのうち、測定値もAIが評価するようになり、黙って信じるだけになりそうである。

翻って自分自身はどうであったか。私は、分析化学は「方法論の科学」であると教わり、偶然にも「向流クロマトグラフィー」という分離分析法の開発研究がライフワークになった。指導を受けた米国の恩師は溶出する移動相画分をフラクションコレクターに取り、古い分光光度計でその試験管1本ずつの吸光度を測定してクロマトグラムを作成し、フローセル計が描く溶出曲線を信じようとしなかった。帰国後私も恩師に倣ったので、一緒に実験した学生達も大量の試験管を相手に1本ずつ吸光度を測定してくれた。したがって、得られたクロマトグラムは単なる実験データというより、共同実験者との「作品」になった。一見遠回りとも思える時間と労力の多い作業が研究成果に信頼性を与え、次の実験につながる基礎となった。

分析化学が他の学問領域と異なるのは、研究成果が事象や考察の羅列ではなく、人の叡智^{えいち}から生み出された分析技術を対象としている点である。これまでに開発された分析法を単に使用するだけでなく、少しでも改良や工夫を加えて科学的知見の蓄積に貢献すると共に、新たな分析法開発のきっかけとなる基礎研究を進展させることが必要であろう。そのためには分析化学が「方法論の科学」であるとする原点を忘れないことが現在最も大切なことのように思われる。

[SHINOMIYA Kazufusa, 元日本大学薬学部, 関東支部長]

液体クロマトグラフィー質量分析法の基礎と測定時の注意点

小林 まなみ

1 液体クロマトグラフ質量分析計

1.1 はじめに

この章では、液体クロマトグラフと質量分析計の基礎を説明する。近年では、液体クロマトグラフ質量分析計（以下略、LC-MS）を、分析機器として最初に使用する人も増えている。この装置を問題なく使用する為には、ブラックボックスのように思えるこの装置の基本構成や原理を理解することが重要である。

1.2 液体クロマトグラフ

液体クロマトグラフィー（以下略、LC）は分離分析法のひとつであり、これを1900年代に最初に実証したのはロシアの植物学者ミハイル・ツヴェットであった。LCによる試料の成分分離は、分析種の保持力が移動相と固定相で異なるという原理に基づいている。混合試料（紫色）を、移動相を流している固定相＝カラムに注入すると、固定相への保持力の違いにより青色の分析種バンドと赤色の分析種バンドとして分離され、カラムから溶出する（図1）。このカラムから溶出した分析種を各種検出器で検出し、得られた電気信号をコンピューターに取り込み、時間軸に対して信号強度を記録したものがクロマトグラムである。

移動相や固定相の種類によるLCの分離モードは複数存在する。代表的なLCの分離モードは、逆相クロマトグラフィー、順相クロマトグラフィー、親水性相互作用クロマトグラフィー、イオン交換クロマトグラフィー、サイズ排除クロマトグラフィーなどがある。また、近年のLCは、カラムの充填剤としてより微小な3 μm以下

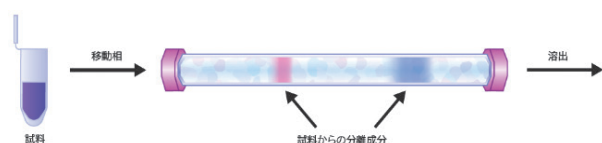


図1 LCの原理

の粒径のものを使用し、LCシステムの耐圧を高い圧力に対応することで高速・高分離分析を向上させた超高速液体クロマトグラフィー（以下略、UHPLC）も利用されている。

カラムによる分析種分離後の検出は、主なものとして示差屈折率検出器（RID）、紫外・可視吸光度検出器（UV-VIS）、蛍光検出器（FLD）、電気伝導度検出器（CD）、蒸発光散乱検出器（ELSD）など、分析種の光学的特性を用いて行われている。LCの基本構成は、①ポンプ；液体移動相の送液、②オートサンプラ；検体試料の注入、③カラム；検体試料中の成分を分離、④検出器；分離された成分の検出で成り立っている。

1.3 基本構成

LC-MSは、LC分離システムと質量分析計、および、それらを連結するインターフェイスで構成されている。LC-MSのインターフェイスでは、液体中の分析種を脱溶媒と同時に分析種のイオンを気相へ取り出さなければいけない。そのためLC-MSインターフェイスの使用においていくつかの制限がある。LCからLC-MSへのメソッド移管には、移動相の適合性や流速などを考慮する必要がある。

LC-MSの基本構成は、前述したLCに①インターフェイス（イオン化部）；成分のイオン化および液体移動相の除去、②質量分離部；質量電荷比（ m/z ）の違いに応じてイオンを分離、③イオン検出部；分離したイオンを検出で成り立っている。LC-MSでは、インターフェイスまでは大気圧下であるが、MSのイオンガイド、質量分離部、およびイオン検出部はすべて真空中に格納される。また、質量分析計の一般的な検出器は、二次電子増倍管である。検出器に到達したイオンの量は信号強度に変換後、コンピューターに出力、記録される。

1.4 質量分析計の原理

質量分析計（以下略、MS）は分析種をイオン化し、生じたイオンの質量電荷比（ m/z ）の違いを利用し、分離した個々分析種のイオン強度を測定する。

マススペクトルは、 m/z 値に対する相対的なイオン強

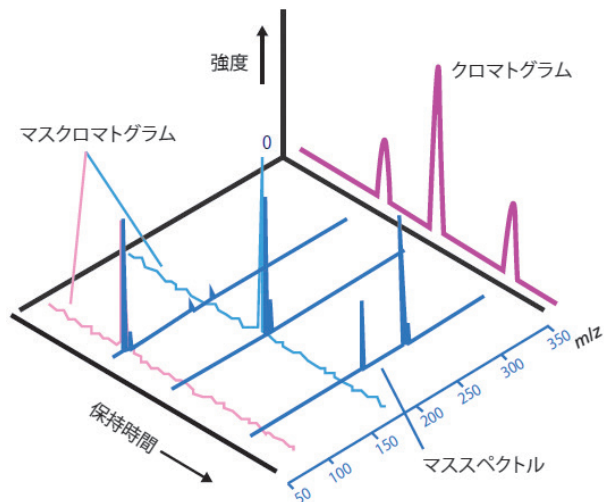


図2 マススペクトルのイメージ図

度をグラフにしたもので、LC-MSは分離分析の間、一定の時間間隔（約数百 msec）でマススペクトルを取得しつづけることができる。図2に、マススペクトルのイメージ図を示す。マススペクトルは分析種の分子量により違いが表れることから、定性情報として利用される。MSの長所は、1・2で示した他の検出器に比べ高い感度と高い選択性が得られることである。

1.5 インターフェイス

LCは分析種を液体状態で分離するため、不揮発性、熱に不安定な分析種を分析することができる。しかし、LCの移動相溶媒（液体）を高真空の質量分析計に直接導入することは困難であり、LC-MSの実用化には大気圧イオン化法であるエレクトロスプレーイオン化法（以下略、ESI）の開発を待たねばならなかった。ESIは極性化合物を静電噴霧し、大気圧下で移動相溶媒を霧化のち大半を除去し、同時に分析種のイオンの一部を質量分析計内に導入することで安定な質量分析（検出）を可能にした。大気圧下でイオン化する手法としてESIの他に大気圧化学イオン化（以下略、APCI）や大気圧光イオン化（以下略、APPI）があり、これらを総称して大気圧イオン化法と呼ぶ。

マススペクトルはイオン化法により異なる。図3には（A）電子イオン化法（以下略、EI）によるマススペクトルと（B）ESIによるマススペクトルを示す。ガスクロマトグラム質量分析計（以下略、GC-MS）でよく用いられるEIは、真空内でガス状の試料に電子線を衝突させることによりイオン化をおこなう。この時、分子イオン： M^+ が生成される。この分子イオンはラジカルカチオン（奇数電子のイオン）で不安定なため、分子イオンの生成と同時に分子の開裂が起こる。そのためEIのマススペクトルでは、分子イオンとその開裂によるいくつかのフラグメントイオンが観察される。

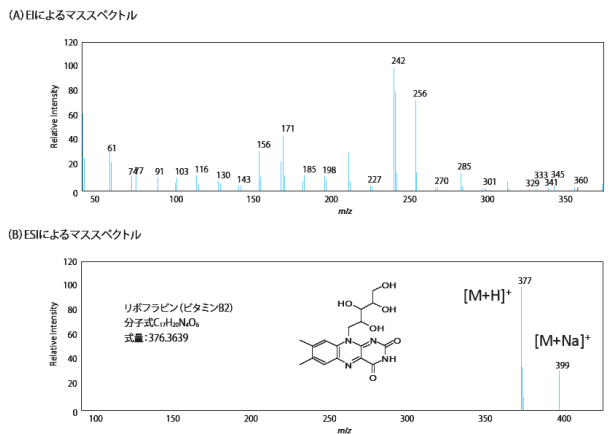


図3 (A) EI と (B) ESI によるリボフラビンのマススペクトル

一方、LC-MSでよく用いられるESIは、分析種のイオン性・極性を利用してイオン化するため、“EIに比べてソフトなイオン化法”と呼ばれている。観察されるプロトン化分子 $[M+H]^+$ 、ナトリウムイオン付加型分子 $[M+Na]^+$ などは、ラジカルイオンではないので、フラグメンテーションはあまり起こらない。主に分子量に関する情報が得られるという特長がある。

ESIのイオン化機構の模式図を図4に示す。試料溶液を±3~5 kVの高電圧を印加したキャピラリーを通過させることで帯電液滴を生成させる（エレクトロスプレー現象）。この状態では分析種のイオンはまだ液滴内に存在している。帯電液滴は大気圧下で脱溶媒され小さな液滴へと変化する。液滴内に存在する分析種のイオン同士の反発により液滴が分裂、分析種イオンが気相へと放出される（イオン蒸発現象）。気相に放出された分析種のイオンを高真空に導入して質量分析をおこなう。真空が不十分で残留ガス（空気や水）のさまざまな分子と衝突し、イオン軌道が曲げられたり、イオンが消滅したりす

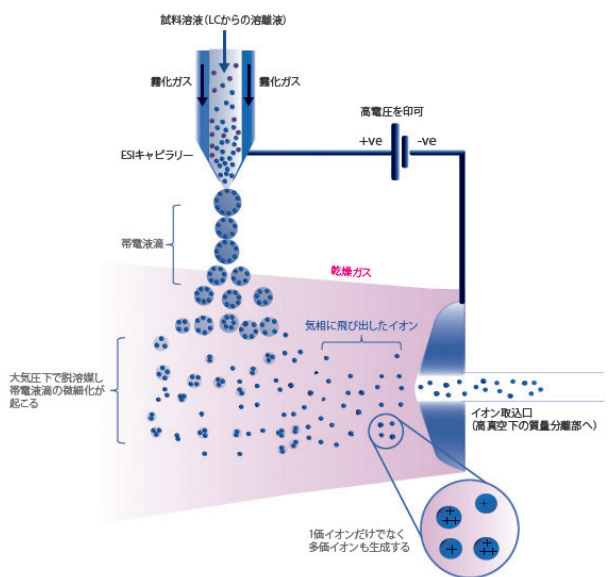


図4 ESIのイオン化機構の模式図

ると、検出器にイオンは到達することができない。イオンが衝突せずに自由に飛行できる距離の平均を「平均自由行程」という。高真空を保つことで、平均自由行程がイオン源 - 検出器間距離より長くなると、イオンは問題なく検出器に到達することができる。四重極型 MS では真空度を通常 $10^{-3} \sim 10^{-4}$ Pa で動作させ、平均自由行程は、5~10 m になるように設計されている。

エレクトロスプレー現象を利用した本来の ESI では数 $\mu\text{L}/\text{min}$ 程度の試料溶液が限界であるが、現在の ESI は、霧化ガスを併用することで数百 $\mu\text{L}/\text{min}$ 程度の試料溶液に対応することができる。ESI は、高極性、難揮発性、熱的不安定性化合物の溶液内での性質をうまく利用してイオン化している。観察されるイオン種は、正イオンではプロトン化分子 $[\text{M}+\text{H}]^+$ 、アンモニウムイオン付加型分子 $[\text{M}+\text{NH}_4]^+$ 、負イオンでは脱プロトン分子 $[\text{M}-\text{H}]^-$ 、塩素イオン付加型分子 $[\text{M}+\text{Cl}]^-$ などが観察される。その他、移動相として使用した有機溶媒や酸、酢酸などが付加したイオンなども観察される。

ESI は、特に移動相（溶離液）の流速に留意する必要がある。大気圧下での脱溶媒（微細液滴化）を効率的におこなうには、流速は低い方が適している。そのため、LC-MS では、内径 2 mm 程度のセミマイクロカラムが多く使用される。この内径のセミマイクロカラムの場合、LC 分析では 0.2 から 0.3 mL/min、UHPLC 分析では 0.4 から 0.6 mL/min の流速で用いることが一般的である。流速が大きくなると脱溶媒が難しくなるため、ESI を搭載したほとんどの LC-MS は、加熱乾燥ガスやヒータを利用した脱溶媒を補助する機能を搭載している（帯電液滴の微細化）。また、ESI では帯電液滴の微細化だけでなく、帯電液滴の生成（分析種のイオン性・極性）に留意する必要がある。ESI はアミノ基やカルボキシル基を有する極性化合物のイオン化に適している。アミノ基を有する塩基性化合物は、分子型とイオン型の平衡状態で存在する。この割合は溶液の pH に依存し、分子型とイオン型の濃度が等しい時の pH が pKa となる。pKa より pH が低ければ平衡はイオン型が増加、pKa より高ければ平衡は分子型が増加に傾くことになる。ESI によるイオン化は分子型よりイオン型の濃度が増加したほうが効率よくおこなうことができる。ただし、これはイオン化という観点での理論であり、実際の LC-MS 分析では LC による分離のしやすさ（逆相系カラムを使用した場合、分子型の方が良好な分離を行うことができる）の観点で考える必要もある。

1.6 質量分離部

質量分析では、静電場などを利用してイオン (m/z) を識別する。質量分離に先立ち、イオンを収束させることも重要である。インターフェイス（イオン化部）で生じたイオン群を収束させ、非イオン性粒子を除去する技

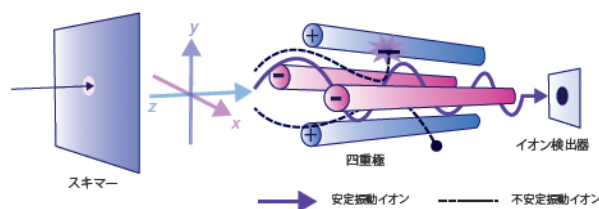


図5 四重極型質量分離部の模式図

術により、高感度分析を可能にした。1900 年初めにイギリスの物理学者 J. J. Thomson¹⁾ は、イオンを電場と磁場によって屈曲させることで正イオンの質量と電荷の比を測定し、ネオンに質量の異なる同位体が存在することを発見した。これが質量分析の始まりである。この原理をもとに扇形磁場型質量分析計が開発された。本章では、一般的な汎用 LC-MS で使用されている四重極型の質量分離部についてのみ説明する。

四重極型の質量分離部は 4 個の円柱状（内側が双曲面）の金属ロッドが中心軸から等距離となるよう配置された四重極（Quadrupole）電場を用い質量分離を行う（図 5）。四重極には直流（D.C.）と高周波の交流または無線周波数（RF）の両方を印加することで、ターゲットとする m/z を持つイオン群のみが四重極を通過して検出器に到達できる。検出器に到達したイオンの量は信号に変換され、コンピューターに出力される。

インターフェイスで生成したイオンは z 方向に加速されるが、その際に印加されるのは数十ボルト程度の比較的弱い電圧である。これらのイオン群は小さい開口部（スキマー）を通り抜けて四重極に進入する。同じ極性の電圧が対角線位置にあるロッドに印加され、逆の極性の電圧が隣接位置にあるロッドに印加される。これにより四重極内部には、高速に相が変化する電場が形成される。こうして x および y 方向に周期的に変動する電場をイオン群が通過する。四重極への印加を一定のパラメーターでおこなうことで、 m/z が特定の範囲内にあるイオン群のみが安定振動を維持し、検出器まで到達する。対照的に m/z 値が範囲外のイオン群は振動が不安定化し、四重極と衝突するかシステム外へ飛散して検出部には到達することができない。

四重極型質量分離部を通過して検出器に到達できるかどうかは図 6 に示すイオン安定領域図（Mathieu 方程式の解）に従う。

質量が異なる m_1 , m_2 , m_3 が安定振動して検出器に到達するには、各々青、赤、黄で示した領域内の条件に収める必要がある。図に示した走査線 (1) のように、直流電圧 (y 軸) と高周波交流電圧 (x 軸) を変化させることで、走査線が各々の領域を通過するときのみ、 m_1 , m_2 , m_3 のイオンだけを順番に、検出器に到達させる（スキャンモード、以下略 Scan）。また、操作線上の一点に電場条件を固定することにより、特定イオンだ

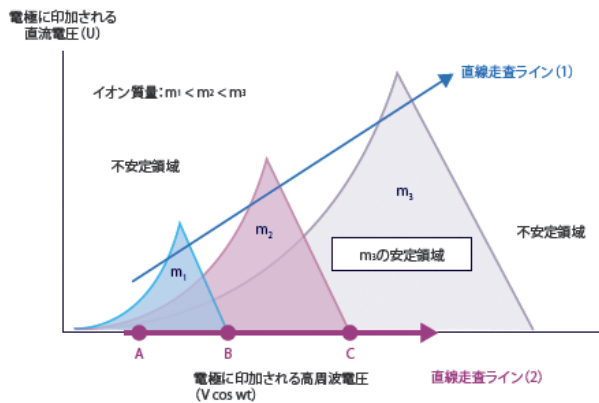


図6 四重極型質量分離部のイオン安定領域図

けが四重極ロッド内を通過することができる（選択イオンモニタリングモード、以下略SIM）。

このような四重極型質量分析計は、装置の小型化を可能とし、比較的真空で稼働でき、高速分析にも対応しやすく、高い再現性や高感度などの特長を有していることから、汎用装置の技術として広く利用されている。

さらに、三連四重極型質量分析計（以下略、LC-MS/MS）では、三つの四重極を連結し、第1質量分離部（MS1）で特定の質量を選択し、そのイオンを第2のコリジョンセルで、強制的に開裂させ生成したイオンを第3質量分離部（MS3）で測定する方法が用いられる。MS1で選択したイオンをプリカーサイオンと呼ぶ。プリカーサイオンを開裂させる手法は色々あるが、代表的な手法としてアルゴンガスや窒素ガスを衝突させることでイオンを開裂させる手法（衝突誘起解離、CID）が広く用いられている。CIDなどにより開裂したイオン群を、MS3で測定しMS/MSスペクトルを得る。生成したイオン群をプロダクトイオン、得られたマススペクトルをプロダクトイオンスペクトルと呼ぶ。この構造情報は定性に利用できる。例えば同じ m/z のプリカーサイオンであっても、構造が異なれば異なる m/z のプロダクトイオンを与える。異なる m/z のプロダクトイオンを与えるのであれば、両者は明確に区別することができ、より高い選択的検出が可能になる。類似化合物の区別だけでなく、バックグラウンドノイズもプリカーサイオンの m/z とプロダクトイオンの m/z の二つの選択性で排除することが可能であり、バックグラウンドノイズを大幅にカットすることができる。

LC-MS/MSのシステムは、MS1 および MS3 に、Scan

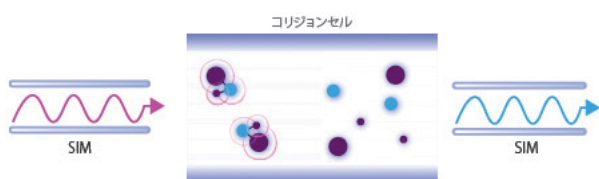


図7 MRMモードの概念図

またはSIMモードを組み合わせることで、より多様な測定をおこなうことができる。定量分析で一番活用されている分析手法は、MS1 (SIM) で特定のイオン（プリカーサイオン）を選択し、コリジョンセルでの開裂により生成した特定のイオン（プロダクトイオン）をMS3 (SIM) で分析する手法である（図7）。この手法を多重反応モニタリング（以下略、MRM）と呼ぶ*1。このMRMを用いると、たとえ同じ m/z のイオンであっても、構造が異なる分析種はCIDにより異なるプロダクトイオンが生成する可能性がある。プリカーサイオンとプロダクトイオンの組合せによりイオンを検出するので、非常に選択性の高いクロマトグラムを得ることができ、高選択高感度分析が可能となった。一度に同時測定する分析種が多い場合や、生体試料（血液や尿）、食品など複雑なマトリクスが分析を妨害する場合、MRM分析モードは非常に有効である。

1・7 LC-MSに適した移動相

高真空を必要とするMSを結合するには、LC移動相（溶離液）から、液体溶媒を可能な限り除去し、イオン化された分析種を質量分離部に導入できるようなLC移動相（溶離液）を選択する必要がある。大気圧イオン化法（ESI、APCIなど）では、LCの移動相（溶離液）としてよく利用されるリン酸緩衝液やクエン酸緩衝液などの不揮発性移動相（溶離液）を利用することはできない。なぜなら、インターフェイスで脱溶媒した時に不揮

表1 LC-MSに適した溶離液

基本的な移動相溶媒
a) アルコール類 (メタノール, エタノール, 2-プロパノールなど)
b) アセトニトリル
c) 水 (必要な場合はpH調整)
pH調整試薬 (揮発性 ≤ 20 mM)
酸
a) 酢酸
b) ぎ酸
c) トリフルオロ酢酸 (TFA)
塩基
d) アンモニア水
e) 酢酸アンモニウム
f) ぎ酸アンモニウム
揮発性の高いイオン対試薬
塩基性化合物の保持用
a) ベルフルオロ炭酸塩, C2~C8
酸性化合物の保持用
b) ジブチルアミン
c) トリエチルアミン (TEA)

*1 選択反応モニタリング (SRM) と呼ぶこともあるが、本稿ではMRMと表す。

発性の塩が析出し、質量分析計へイオンを導入する入口を物理的に塞ぐためである。LC で不揮発性移動相を使用している場合は、分析条件を変更する必要がある。移動相の変更だけで分析種の分析の目的が達成できない場合は、LC 分離モードの変更なども考える必要がある。LC-MS に適した溶離液を表 1 に示す。

逆相系で使用される水、メタノール、アセトニトリルなどは LC-MS インターフェイスに適した溶媒である。LC 分離またはイオン化に影響する pH 調整が必要である場合、揮発性のある酢酸やギ酸、それらのアンモニウム塩を使用することができる。酢酸やギ酸の場合、0.1～0.5 % 程度、それらのアンモニウム塩の場合、2～20 mM 程度の濃度での使用が推奨される。揮発性塩使用の場合は、できる限り低い濃度の方がイオン化効率は良く、感度が高い分析ができることが多いので分離面で問題がなければ低濃度の使用を推奨する。

一般的によく用いられる逆相系の分離モードでは、疎水性が弱い化合物はカラムに保持できず、分離分析ができないため、移動相にイオンペア試薬を利用することができるが、LC-MS では揮発性イオンペア試薬を使用する。分析種が塩基性化合物の場合、揮発性を高めるためアルキル鎖をフッ素で置換した比較的鎖長の短い LC-MS 用のイオンペア試薬や、分析種が酸性化合物の場合、ジブチルアミン、トリエチルアミン (TEA) などのイオンペア試薬を用いることができる。ただし、これらイオンペア試薬はそれ自体がイオン化し、LC や MS に残留し、バックグラウンド上昇の要因となるため注意が必要である。そのため、これらイオンペア試薬を使用する際には、装置を専用化するか、使用前に充分影響を考慮した上で使用し、使用後は装置を入念に洗浄するなどの必要がある。

このように LC-MS では、移動相 (溶離液) に制限があるため分離挙動を変更するためには、親水性化合物の保持が可能な PFPP (pentafluoro phenylpropyl) カラムや、親水性相互作用クロマトグラフィーカラム (hydrophilic interaction liquid chromatography, HILIC)、逆相とイオン交換のミックスモードカラム、アルキル鎖長の異なるカラムなどが利用されることも多い。

2 測定時の注意点

2.1 測定開始時の確認事項

測定開始時、MS 内部の真空度と ESI キャピラリーの状態確認が重要である。LC-MS は、MS 内部の高真空を維持する必要のある装置であり、測定開始時には、必ず最初に装置の真空度を確認することを推奨する。真空を維持するために稼働している複数の真空ポンプの動作確認や、装置内部における真空度異常の有無を確認する。通常より真空度が異常に低い場合 (高真空) には、イオンの取り組み口に固形の異物が付着してイオンの取り込

みを阻害していないかを確認する。異物が観察された場合、そのイオン取り込み口の異物を除去、洗浄を実施することで、この問題を回避できる場合もある。日頃より、装置使用時の真空状態の記録を残すことをしておけば、真空の変化にも気づきやすくなり、迅速な対応が可能となる。次に重要なのが、インターフェイスにおける ESI キャピラリーのスプレー状態確認である。キャピラリーの詰りの有無や、スプレーの偏りを確認する。これらに問題がある場合、キャピラリーの洗浄や交換を実施する。

2.2 液体クロマトグラフの汚染

LC 流路も定期的に確認することを推奨する。移動相瓶中のサクシオンフィルターの汚れやつまりなども見落としがちな項目である。また、特に分析試料が通過するオートサンプリングより下流の流路は、マトリクスの多い試料を分析した場合に汚染されやすい部分である。LC 部の流路汚染が確認された際には、メタノール、アセトニトリル、2-プロパノールなどの有機溶媒で数時間流路を洗浄する。この時、MS 部には洗浄液が導入しないようにすることも重要である。

逆相モードの分析であれば、分析メソッドに流路とカラムを洗浄するために有機溶媒比率が高い溶離液が流れる時間を長く設定した条件を組み込み、分析ごとに洗浄を実施することも効果的である。また、一連の分析の終了時には、流路とカラムを洗浄するメソッドを実行する運用も推奨される。

2.3 インターフェイスの汚染

大気圧イオン化法は、その装置の移動相履歴によってマススペクトルが変化するようなイオン化法であり、装置使用の履歴情報が重要となる。

インターフェイスの汚れは、それらがイオン化しない化合物であれば特に問題はないが、高濃度の分析種やマトリクスが残存してバックグラウンドの上昇として影響する場合がある。一連の分析終了時に、メタノールなどの有機溶媒でインターフェイス内面を拭くことが必要である。

また、装置の校正に使用するオートチューニングの標準試料、例えばポリエチレングリコール (PEG) の残存もバックグラウンドの上昇として影響がある。この時は、インターフェイスの温度を最高温度 (例えば 500 °C) に数時間設定し、それら化合物を焼き切る作業もバックグラウンド低減には効果的である。

測定開始時には、いきなり分析を開始するのではなく、超純水とメタノールなどを流し、比較的広範囲のイオンを Scan でモニターすることを推奨する。その時、通常みられないような特定のイオンが強度高く検出された場合、それらの汚染要因を考慮し適切な対処法を実施

する。

移動相に 0.1 % ぎ酸水とアセトニトリルを使用している場合、正イオンではアセトニトリルのプロトン化分子 $[M+H]^+$ m/z 42 と 2 量体 $[2M+H]^+$ m/z 83, 負イオンではぎ酸の脱プロトン分子 $[M-H]^-$ m/z 45, と 2 量体 $[2M-H]^-$ m/z 91 が検出されるため、それらイオンを Scan の測定範囲外に設定したほうがバックグラウンドのレベルは低くなる。このように使用している移動相の含有成分もイオン化され、検出されることを考慮しておく必要がある。

その他、移動相として使用していなくても、装置に残存した分子種がイオン化に影響する場合がある。この例として、アンモニア付加イオンが挙げられる。このイオンを定量イオンとして用いる場合、移動相にアンモニウム塩を含有させてイオン化を安定化させることが必要である。

2.4 移動相に関する注意点

移動相として使用する水や有機溶媒のグレードも重要である。移動相に含有している夾雑成分もイオン化し検出されてバックグラウンド上昇の要因となる。基本的に LC-MS で使用する水は、超純水製造装置で製造した水（比抵抗率 18.24 MΩ・cm）や、市販の LC-MS 用超純水を使用する。有機溶媒も LC-MS グレードを推奨する。特殊な例として、PFAS 分析には、PFOS・PFOA 分析用超純水やメタノール、アセトニトリルが販売されている。

また、LC-MS 用移動相瓶は実験室内で専用化することを推奨する。過去に実験室にある履歴不明の瓶を使用したことで、意図せずイオンが塩素付加体として検出されるなど苦い経験をしたことがある。

さらに、移動相瓶の洗浄に界面活性剤を使用することは厳禁である。界面活性剤は非常に残存しやすく、界面活性剤の種類によってはイオン化されバックグラウンド上昇の原因となる。新しい移動相瓶は、超純水や LC-MS 用グレードの有機溶媒で洗浄して使用する。移動相瓶の蓋に内蔵される内蓋にも注意が必要である。ある蓋の内蓋を使用し、移動相瓶中に有機溶媒を入れるとその内蓋表面から m/z 536 と 610 の環状シロキサンのアンモニア付加体と推定されるイオンが検出された事例もある。

なお、移動相瓶への溶媒の継ぎ足し使用も厳禁である。移動相溶液調製時には、溶液の種類と日付を明記し、1 週間を目安に使用、交換時には全溶液を交換する。

また、LC-MS の移動相を調製するためのメスシリンダーも水系、有機溶媒系として LC-MS 専用化を推奨する。

2.5 サンプルとバイアル

分析する目的によってサンプルもさまざまな種類と容

量が想定される。重要なのは、目的の分析種が可溶性溶媒に溶解すること、固形物が存在しないこと、注入することができる容量であること、バイアルの表面に吸着しないこと等々である。サンプルを入れるバイアルについても、さまざまな注意点があり、用途に応じて適切な選択が求められる。一般的に、親水性化合物はガラスに吸着、疎水性化合物はポリプロピレン（PP）に吸着する。最近では、各種バイアルに LC-MS 品質証明付きの低汚染バイアルや低吸着バイアルが販売されている。LC-MS は高感度検出する装置であり、扱う分析種の濃度も低濃度であるので、これらバイアルを使用する事を推奨する。あるバイアルを使用した時に、目的の分析種がバイアルに存在しており、悩まされたという事例もある。バイアルもいくつかの種類を用意して、問題があればバイアルを変更することも必要である。

また、PP バイアルなどで、蓋にセプタムがない場合、オートサンブラのニードルが試料を吸引した後、ニードルの外側のぬぐいが不十分で高濃度のサンプルを注入した後、他のバイアルに分析種を持ち込むということや、サンプル溶液が揮発してしまうというリスクも考慮してバイアル選択をすることが必要である。動物用医薬品の分析で PP バイアルに有機溶媒を入れて使用する場合、分析種の吸着は抑えられるが、PP から溶出した夾雑成分でマススペクトルが複雑になるので、分析対象化合物の質量をあらかじめ算出しておくなどの準備が必要である。

2.6 キャリーオーバー対策

LC-MS は高感度の検出が可能な装置である。高感度の分析種ほどキャリーオーバーの問題が発生しやすいのも、皮肉な話である。MRM トランジション最適化の為に、比較的高濃度（ppm オーダー）の分析種を複数回注入した後、溶媒ブランクを注入してキャリーオーバーピークが検出されるようになったという事例がある。LC-MS/MS の定量分析には、MRM トランジションの構築作業が必要であるが、低濃度の分析種から注入して最適化作業を行うことも不用意なキャリーオーバーを発生させないためには重要なポイントである。

また、キャリーオーバーが発生した時には、順序立てた要因追及が必要である。最初に、オートサンブラ内部（注入口、ニードル、ニードルシール、サンプルループ、バルブのロータなど）とそれ以外の要因かを切り分ける必要がある。サンプルを非注入で分析し、キャリーオーバーのピークが検出されるかを確認する。この注入動作なくピークが検出された場合、分析種はカラム、カラム以降の流路に残存、または、移動相に汚染している可能性が高い。別のカラムを保有している場合は、カラムを交換して確認することができる。流路の洗浄や、移動相を新しくするなどして、流路と移動相の要因を確認する。

一方、サンプルを非注入で分析し、キャリアオーバーのピークが検出されなかった場合、オートサンプラの注入口周りに分析種が残存している可能性が高くなる。この時、溶媒ブランクを複数回連続して注入して分析した時、キャリアオーバーのピークの強度が減少していくのであれば、キャリアオーバー問題を解決することが比較的容易であると考えられる。高濃度の分析種を分析した後複数回溶媒ブランクを注入し、問題のないレベルまでキャリアオーバーのピークの強度を下げるか、溶媒ブランクよりも分析種が溶解しやすい溶媒を注入量より大量に注入することも効果的である。一般的には、定量分析の場合、溶媒ブランクのピーク面積値が、検量線の一番低濃度のピーク面積値の10分の1以下であれば許容されると考える。

2.7 オートサンプラの最新機能

2.6のようなキャリアオーバーの問題対策の為に、各社のオートサンプラにはニードルやそのリンス機能が搭載されている。そもそもニードルに特殊加工を施して、低キャリアオーバーを実現している機体、また、ニードル外側リンスの為に、複数種類の違うリンス液を使用でき、ニードル外部をポンプで送液し洗浄する事が出来る機体もある。また、注入口とニードルの接触点を複数のリンス液で洗浄する機能もあり、あらゆるキャリアオーバー問題に対応できるように用意がなされている。それら機能を使用してキャリアオーバー対策を構築できるようになっている。

3 装置管理

3.1 装置管理とその運用

2.3で説明したように、LC-MSは装置の使用履歴情報が重要である。装置の使用にあたり、装置の真空度、使用移動相、測定分析種、オートチューニング、メンテナンスを記録し、誰もが装置の状態を把握できるような管理を運用することが推奨される。

3.2 日常点検

日常点検記録では、装置の真空度、装置の温度やガス流量のパラメーターが正常に設定どおりに実行されるか、インターフェイスのクリーニングを実行したかを記

録するのがよい。

3.3 定期点検

定期的なMS装置校正のオートチューニング合格確認、LC装置の流量正確さ、注入精度の点検などを実施することが適切な装置の運用に役立つ。

この時、窒素ガス発生器、質量分析計のロータリーポンプやターボ分子ポンプ、検出器の使用時間確認もおこない、各機器のオーバーホールの準備に備えることも必要である。

3.4 さいごに

LC-MSの使用にあたって、コンタミやキャリアオーバーの問題を考える為に、多くの要因に関する知識が必要であることをご理解いただけたと思う。測定開始時に、装置の状態を他人任せにせず、一から順を追って確認することが大切である。LC-MSは真空を常時引いており、高級な装置に見えるが、使用して即故障するものでもないで、多くの使用や経験を積み重ねてさまざまなノウハウを蓄積していくことにより、円滑な分析作業ができると思う。少しでもこの記事が、皆様のお役に立つことができたら幸甚である。

文 献

- 1) J. J. Thomson : *Proceedings of the Royal Society A*, **89**, 1 (1913).
- 2) 豊田岐聡, 荒川隆一, 中村健道, 石濱 泰, 角井伸次, 森脇 洋: “質量分析学—基礎編—”, 豊田岐聡 編著, 日本質量分析学会 監修.
- 3) E. de Hoffmann, V. Stroobant : “*Mass Spectrometry : Principles and Applications*”, 3rd Edition.



小林 まなみ (KOBAYASHI Manami)
株式会社 島津製作所 分析計測事業部 Solutions
COE ヘルスケアソリューションユニット食品G
(〒210-0821 神奈川県川崎市川崎区殿町3丁目25-40 Shimadzu Tokyo Innovation Plaza (殿町事業所)). 京都府立大学農学部農芸化学科. 第1種放射線取扱主任者. 《現在の研究テーマ》国内外の食品市場で使用される分析機器のプロモーション, アプリケーション開発. 《趣味》ゴルフ, 旅行.
E-mail : manami@shimadzu.co.jp

揮発性有機化合物の標準気体試料の作製

室内空気環境、大気環境および香気分析など様々な分野で気体試料中の揮発性成分を定量分析する場合がある。気体中の揮発性成分の定量分析は一般的にガスクロマトグラフィー法が用いられるが、対象成分の定量分析には気体の標準試料が必要である。ここでは、揮発性有機化合物の標準気体試料の作製方法および注意事項などについて記載したい。

植田 郁生

1 はじめに

揮発性有機化合物（VOC）は常温・常圧で揮発し得る有機化合物の総称であり、何千種類もの分子が存在している。ベンゼンやトルエンなど、人体に悪影響を及ぼすことが明らかとなっている化合物も多く存在し、シックハウス症候群や化学物質過敏症などの症状を引き起こす原因になり得る。そのため、厚生労働省は室内空気中化学物質の測定マニュアルを公表し、13種の有機化合物に対して基準値濃度および標準的な測定方法を公表している¹⁾。

一方で、VOCには食べ物や飲み物、香水の香り成分など、我々の生活に有益な化合物も多く存在しており、これら香り成分の定量分析も重要である。

VOCの定量分析は一般的にガスクロマトグラフィー（GC）が用いられている。特に、検出器に質量分析計（MS）を備えたGC/MSは高い測定感度と定性能を有しているため環境測定および香気分析分野において広く使用されている²⁾。

GC/MSは高い感度を有しているものの、多くの場合、測定対象VOCの濃度は非常に希薄であるため、気体試料を直接注入しても測定対象VOCを検出することはできない。そのため、試料前濃縮が必要である。活性炭粒子が充填された捕集管にVOCを捕集し、有機溶媒を用いてVOCを脱離してその溶媒をGCに注入する溶媒脱離法では、検量線作成用の標準試料は脱離溶媒と同じ溶媒を用いて液体試料を作製すれば良い。

捕集したVOCを加熱により脱離してGCに導入する加熱脱着法では、試料導入は気体状であるため、液体標準試料をGCに導入するとVOCの絶対量が同一でもGC装置への試料導入挙動が気体と液体とで変わることが多いため、正確とは言えない。そのため、液体試料を少量捕集管に添加した後に清浄な気体を吸引し、加熱脱

着させることで検量線を作製することが可能である。

一方で、比較的測定対象化合物の濃度が高く、気体試料を直接GCで分析する場合は、測定対象化合物を定量するためには標準の気体試料が必要となる。また、固相マイクロ抽出（SPME）や針型のVOC濃縮デバイス等の小型デバイスは液体試料の添加が困難であるため、これらの場合も正確な定量には標準気体試料の作製が必要である。

標準気体試料の作製方法にはいくつか方法がある。本原稿では、連続的（動的）に多量の標準ガスを調製するのではなく、GC分析用に限られた量の気体試料を簡便に調製することを目的とし、それらの方法の概要および注意点について主に述べる。

2 標準気体試料の作製方法

2.1 標準ガスの希釈

標準気体試料を作製する最も簡便な方法は、ガス会社が販売している濃度が正確に値付けされた標準ガス（JCSS標準ガス）を希釈する方法である。これは一般的には高圧ガス容器に充填されて販売されている。また、プッシュ缶入り標準ガスという低圧充填された取扱いやすい標準ガスも市販されている。

ガスサンプリングバッグに採取した標準ガスから、その一部をガスタイトシリンジに採取して、別のガスサンプリングバッグでさらに希薄な標準気体試料を作製する。バッグは事前に純空気や窒素ガスを入れて排気する操作を2~3回程度は繰り返してバッグ内を洗浄しておき、最後に排気する。次に、注射器などを用いて一定量の純空気や窒素ガスを入れ、そこに分析対象物を含むガスを正確に測り取って入れることで規定濃度の標準気体試料を作製する。ガスの種類によっては、バッグからの透過により濃度が変化する可能性がある。また、分子量がある程度大きい化合物はバッグ内への吸着も起こるため注意が必要である。

また、マスフローコントローラーを用いて高純度窒素

ガスで希釈・混合した後に真空にした採取容器に採取する方法もある³⁾。

標準ガスの希釈は簡便な方法であるが、すべてのVOCに対して標準ガスが市販されている訳ではない。また、後述する他の方法と比較すると高価である。

2.2 液体試料の揮発による作製

2.2.1 ガスサンプリングバッグを用いた作製

測定対象VOCが室温かつ常圧下でもある程度の揮発性を有する場合は、ガスサンプリングバッグ内に直接試料を作製することも可能である。ガスサンプリングバッグに既知量の純空気や窒素ガスを入れておき、そこに数マイクロリットルの分析対象化合物を入れ、しばらく静置して測定対象化合物を揮発させる(図1)。溶媒による影響が無いのであれば、注入する溶液は揮発性の溶媒で希釈した溶液でも良い。筆者は、有機化合物の原液を直接バッグ内に滴下することは控えたいため、事前にバッグ内にウールやワイプ片を入れておき、そこに滴下するようにしている。測定対象化合物の揮発性に依るが、バッグ内で完全に揮発させるには数時間必要な場合もある。バッグを加温すると揮発に要する時間を短縮させることができる。この方法は後述の真空捕集瓶内で揮発させてその一部をバッグに移して希釈する方法よりも揮発に時間を要するが、簡便かつ再現性が高い気体試料作製方法である。

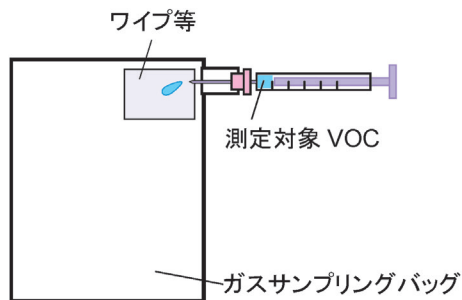


図1 ガスサンプリングバッグを用いる気体試料の作製法

2.2.2 真空捕集瓶を用いた作製

容量既知の真空捕集瓶（真空瓶）をまず純ガスで洗浄した後に、ポンプで吸引して瓶内を真空にして密閉する。そこに正確に測り取った分析対象化合物（原液）を数マイクロリットル入れて気化させる。その後、容器内が大気圧になるまで純ガスを入れることで既知濃度の標準ガスを作製することが可能である(図2)。真空捕集瓶内に注入したVOCを確実に揮発させるために、大気圧に戻した後に真空捕集瓶を60℃以上に加熱させる方法も有用である。真空捕集瓶を用いる標準ガスの作成方法は、厚生労働省の「室内空气中化学物質の採取方法と測定方法」にも明記されている³⁾。真空捕集瓶はガラス

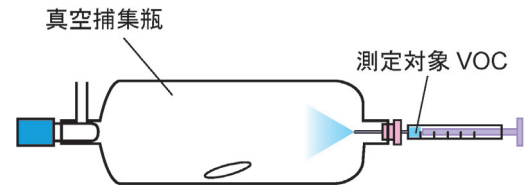


図2 真空捕集瓶を用いる気体試料の作製法

製であり容器が変形しないため、作製した標準ガスの採取体積には限度がある。ガスの採取体積がある程度多い場合は真空捕集瓶から標準ガスを一定量ガスタイトシリンジで採取し、ガスサンプリングバッグで希釈した標準ガスを作製してその希釈した標準ガスを採取する。真空捕集瓶内でのガス濃度はすぐに均一にならないため、容器内にあらかじめテフロン製のボールやガラスビーズなどを入れておき、振り混ぜることで素早く濃度を均一にすることが可能である。ある程度分子量が大きい化合物は、真空捕集瓶の内側に吸着する可能性があるため、濃度の変化には注意が必要である。また、ホルムアルデヒドは気体状でも重合して濃度が増えるため、注意が必要である。

2.2.3 動的作製法

標準気体試料を連続的に発生させる動的発生法の一つにパーミエーターを用いる方法がある。パーミエーターは連続的に標準ガスを発生させることができる装置である。分析対象化合物が入ったチューブからの透過・拡散により、一定濃度の気体試料を連続的に作製するため、吸着による損失がほとんど無い。多くの化合物に対応しており、塩素やアンモニアなどの反応性が高い化合物の気体試料の作製に特に適している。

また、拡散セルを用いる方法も作業環境測定の際の標準ガスの作成に用いられている。

3 ガスサンプリングバッグの選択

大気試料や室内空気などの実際の気体試料または標準気体試料を入れるためのガスサンプリングバッグは数種類が市販されている。対象とする化合物によっては、バッグからの透過や内側への吸着が起り、組成が変化する場合があるため注意が必要である⁴⁾。

バッグの材質には、フッ素樹脂、アルミニウム、ポリフッ化ビニル（テドラーバッグ）およびビニルアルコール系ポリマーフィルムなどがある。テドラーバッグは従来から使用されてきているが、バッグからの透過に加え、バッグからの化合物の溶出もあるため注意が必要である⁴⁾。ビニルアルコール系ポリマーフィルム製バッグは比較的新しいバッグであり、測定対象化合物の透過が少なく、不純物の溶出も少なく、幅広い気体試料に適用できるバッグである上に安価である。

4 ガス濃度の表し方

気体試料の濃度の表し方には重量/体積濃度と ppm や ppb といった体積/体積濃度 (体積分率) の 2 つがある。溶液試料の場合は溶媒が水であれば、1 mg/L は 1 ppm となるが、気体試料では値が異なるため注意が必要である。例としてトルエン (密度: 0.87 g/mL, 分子量: 92.14) 1.0 μ L を室温 (25 $^{\circ}$ C) で容量 1.0 L の真空捕集瓶内に注入して揮発させ、そこに窒素 1.0 L を入れて瓶内を大気圧に戻して標準ガスを作製した場合について考える。

【重量/体積濃度】

トルエン 1.0 μ L の重量は

$$1.0(\mu\text{L}) \times 0.87(\text{mg}/\mu\text{L}) = 0.87 \text{ mg}$$

となり、このトルエンが容量 1.0 L の真空捕集瓶内で揮発した後に窒素 1.0 L 中に存在するため、真空捕集瓶内でのトルエン濃度は重量/体積濃度で表すと 0.87 mg/L となる。

【体積分率】

0.87 mg のトルエンのモル数は

$$0.87 \times 10^{-3}(\text{g}) / 92.14(\text{g}/\text{mol}) = 9.44 \times 10^{-6}(\text{mol})$$

となる。25 $^{\circ}$ C における気体の体積は 24.8 (L/mol) であるため 1.0 μ L のトルエンが気化した際の体積は

$$9.44 \times 10^{-6}(\text{mol}) \times 24.8(\text{L}/\text{mol}) = 2.34 \times 10^{-4}(\text{L})$$

と算出される。この気体状トルエンが 1.0 L の窒素中に存在するため、体積分率で表すと

$$2.34 \times 10^{-4}(\text{L}) / 1.0(\text{L}) \times 10^6 = 2.3 \times 10^2 \text{ (v/v ppm)}$$

となる。厚生労働省が公表している室内空气中化学物質の室内濃度指針値においても、トルエンは 260 ng/L と

0.07 ppm が共に記載されており、他の VOC も同様に二つの濃度単位が表記されている¹⁾。

5 おわりに

機器の校正や精密な定量分析の場合、計量トレーサビリティが確保された標準ガスの使用が理想である。一方で、実験室で作製する VOC 標準気体試料は正確に値付けされた標準ガスではないものの、簡便かつ安価に様々な有機化合物のガスを作製可能である。VOC の気体試料の作製は、非常に面倒な操作と思われるがちであるが、要領が分かれば簡便な操作で作製が可能である。VOC の気体試料の作製に関する参考書や文献は少なく、本稿が少しでも多くの研究者の参考になれば幸いである。

文 献

- 1) 厚生労働省:平成 31 年 1 月 17 日業生発 0117 第 1 号,“室内空气中化学物質の室内濃度指針値について”, (2019).
- 2) 日本分析化学会ガスクロマトグラフィー研究懇談会編:“ガスクロ自由在 GC, GC/MS の基礎と応用”, (2021), (丸善出版).
- 3) 厚生労働省:平成 12 年 6 月 26 日,“シックハウス (室内空気汚染) 問題に関する検討会 中間報告書—第 1 回~第 3 回まとめ”, (2000).
- 4) 日本分析化学会ガスクロマトグラフィー研究懇談会編:“ガスクロ自由在 Q & A 準備・試料導入編”, 第 2 版, (2024), (丸善出版).



植田 郁生 (UETA Ikuo)

山梨大学大学院総合研究部工学域物質科学系 (応用化学科) (〒400-8511 甲府市武田 4-3-11). 豊橋技術科学大学大学院工学研究科機能材料工学専攻修了。博士 (工学)。《現在の研究テーマ》揮発性有機化合物濃縮デバイスの開発。《趣味》掃除、バイク磨き。

E-mail: iueta@yamanashi.ac.jp

原 稿 募 集

トピックス欄の原稿を募集しています

内容: 読者の関心をひくような新しい分析化学・分析技術の研究を短くまとめたもの。

執筆上の注意: 1) 1000 字以内 (図は 1 枚 500 字に換算) とする。2) 新分析法の説明には簡単な原理図などを積極的に採り入れる。3) 中心となる文献は原則として 2 年以内のものとし、出所を明記する。

なお、執筆者自身の文献を主として紹介するこ

とは御遠慮ください。又、二重投稿は避けてください。

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

〒141-0031 東京都品川区西五反田 1-26-2

五反田サンハイツ 304 号

(公社)日本分析化学会「ぶんせき」編集委員会

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

酸

1 はじめに

分析化学実験では試料の分解、溶解、または標準液調製、目的物の抽出や不純物の洗浄など多岐に渡る実験操作があり、液体粉体問わず様々な試薬を使用する。本稿では酸性試薬の取り扱い方、金属分析における役割について解説する。

2 試薬として用いる酸¹⁾

2.1 規格・等級の選択

化学実験で用いる試薬については特級、一級、高純度試薬と称された「規格」「等級」がある。それぞれでの品質保証がなされているため実際の購入に際しては研究者、技術者の判断に任せたいが、定性試験、例えば比濁や比色試験など用途が限定されないものについては特級、一級などの等級を選択して構わない。中和滴定など滴定液として用いる調製試薬は、JISなどの公定法に調製方法が記載されているためそれに従えば自分で準備することは可能であるが、調製のための原料、溶媒は公定法に規定されたものを調達し、調製、標定及び計算まで自身で行わなければならないため、手間を要する。そこで、あらかじめ濃度調製、力価が保証された「容量分析用」などの試薬を購入すれば手間は省けるので推奨されたい。金属分析に用いる酸については、コンタミネーションによって定量値に影響を及ぼす可能性があることから、精密分析用、有害金属測定用、超微量分析用など、メーカーで不純物元素含有量が保証された試薬を用いることを推奨する。このように、分析の目的に応じた使用を心がけたい。

2.2 取り扱い²⁾

これら酸の取り扱いについては、酸はその名の通り酸化性物質の特性を有しており、毒物および劇物取締法、労働安全衛生法、消防法などの規制を受ける。不注意な取り扱いが重大事故を招く可能性があるため、保管および持ち出しには厳重な警戒が求められる。実験室の管理面においても同様で、試薬の入出庫について細かく管理した上で定期的な棚卸しも実施し、外部漏洩に万全を期する必要がある。クラウド型薬品管理システムを用いることで、より堅牢な管理が可能となる(図1)。実験での取り扱いでは、例えば試薬瓶の開閉については、酸由来の気体を吸引しないように局所排気装置を有する環境、また取扱者自身もマスク、眼鏡、手袋、靴を耐薬品性の

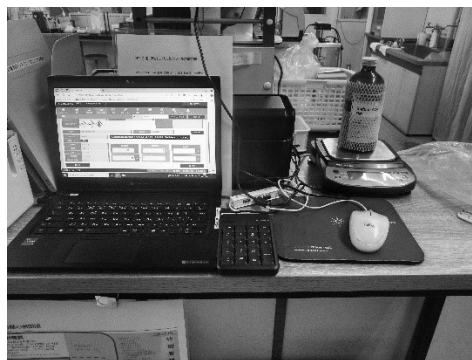


図1 クラウド型薬品管理システム
(入出庫は、バーコードを発行して管理)

ものを装着し皮膚の露出を極力避け、取り扱うことが望ましい。

3 金属分析における酸の役割

3.1 一般的な溶液化

製品中に含有される微量元素の評価、その定量値の情報は半導体、医薬品など今やどの分野においても必要なデータとなっており、また要求レベルが年々深化している分析技術である。代表的な手法としては原子吸光分析(AAS)、ICP発光分光分析(ICP-AES)、ICP質量分析(ICP-MS)などの各種原子スペクトル分析法である。一般的な測定の流れは表1の通りとなる。ICP-MSは高感度でありppb~pptのレベルの分析も可能である反面、測定環境及び測定容器または調液操作からのコンタミネーションによるバックグラウンド相当濃度(Be_c)の上昇を抑えることが課題である。また、試料中に含まれる元素の干渉を考慮した装置条件の設定、設定した条件の再現性など、データ取得には種々の課題をクリアして行く必要がある。

金属分析における酸の役割は、コンタミネーションの低減と試料の溶解である。ICP-MSでは溶液試料の測定

表1 ICP-MSを用いた測定フロー

実験操作	操作目的と注意点
<ul style="list-style-type: none"> 測定容器洗浄 装置バックグラウンド確認 	<ul style="list-style-type: none"> コンタミネーションの確認および軽減 装置導入部やインターフェース等を含めた装置コンディションチェック
<ul style="list-style-type: none"> 試料調製 測定条件の設定 	<ul style="list-style-type: none"> スペクトル干渉の影響確認 対象元素の安定した測定
<ul style="list-style-type: none"> 試料測定/添加回収試験 分析データ取得 	<ul style="list-style-type: none"> 定量性/再現性の確認 適切な添加濃度を選択

を基本とし、試料を酸性にして測定元素を溶液中で安定化させて機器に導入することが一般的である。酸性条件にする場合は硝酸1~5%程度で調製し、酸の添加によって元素の容器吸着や沈殿を抑制する。HgやPtなどの貴金属を測定する場合は、安定性向上のために塩酸を添加して測定するが、硝酸以外の酸はスペクトル干渉の原因となるため、使用する場合はできるだけ少量とすることが望ましい。近年は質量分離部にコリジョン・リアクションセルを設置しそこに反応性ガスを流して干渉除去を行い、それでも残る干渉要因をトリプル四重極で分離したアプリケーションが積極的に開発されている。これらを参考に検討することで、硝酸以外の酸溶液での測定も可能となり、調液条件にも選択性が広がっている。

低いバックグラウンドでの測定を実現するために、材質によるが、測定に供する容器も事前に酸で浸漬洗浄して容器由来のコンタミネーションの原因を除いておく必要がある。

固体試料の溶液化が難しい場合は、フッ化水素酸(フッ酸)を使用する場合がある。ただし、前述の干渉の影響だけでなく、ICPの導入系に使用している石英系のガラスを侵すため、フッ酸そのものの揮発が担保できない場合は使用できない(使用が避けられない場合は専用の耐薬品性のPTFEなどの導入系を用いる)。次項ではさらに酸を活用した溶液化の詳細について解説する。

3.2 難溶解性物質の溶解³⁾⁴⁾

水に不溶であり、室温において塩酸、硝酸、希硫酸、希過塩素酸などに簡単に溶解しないものを、一般的に難溶解性物質と言う場合が多い。それらの物質を溶解するために、多く使用される分解方法として湿式分解法が知られている。湿式分解法は、分解容器に試料と酸を仕込んで強熱し溶解する前処理法である。方式としては開放系と密閉系があるが、開放系での湿式分解のデメリットとしては試薬、器具または分解容器からの汚染、分解容器表面への吸着および容器材質との化学反応による損失、揮発によるAs、Hgなどの元素の損失、などがある。そのため、現在では密閉系での湿式分解が用いられることが多い。テフロン製の加圧容器に試料と酸を入れ、容器を加熱することで効果的に分解を促進し、なおかつ外部からの汚染が無いように揮発による元素の損失が少ないのが大きなメリットである。また、マイクロ波を照射することで試料が直接加熱されるため、試料表面と酸の破碎が起り、分解時間を短縮できるメリットがある。各メーカーで様々なアプリケーションを有しているため、分解条件の参考にされたい。

単一の酸で溶解が難しい場合は、すぐに湿式分解にシフトするのではなく、混酸を試してみることを勧める。例えば王水(濃硝酸:濃塩酸=1:3, v/v)は硝酸よりも強い酸化分解が可能となり、特に貴金属類の溶解に強

い。塩酸に30%の過酸化水素を添加すると、塩素が発生して金属の溶解を促進する。硫酸は濃度により溶解特性が異なる。希硫酸は酸化物、硫化物、炭酸塩、そしてヒ素化合物の溶解に用いることができる。熱濃硫酸は強力な酸化力を有し、有機物を分解する。ただし硫酸単独では炭素が残る可能性があるため、硝酸を添加して確実に分解する。混酸を使用する際は、酸同士または検体と激しく反応して有害ガスの発生、液の飛散、または突沸する恐れがあるので、処方検討の際はごく少量でかつドラフトでの使用を推奨する。このように酸分解は、分解に使用する酸はもちろん、分解方法の特徴について理解しておくことが重要となる。

3.3 装置のメンテナンス

ICP-MSの能力を維持するためには定期的なメンテナンスが欠かせない。感度低下やバックグラウンドの上昇、イオン信号のバラツキなど、普段の操作、得られるデータに支障が出る場合がある。詳細は各装置メーカーの説明書及びメンテナンスガイドに委ねるが、ここでも酸を用いて装置系内を洗浄する必要がある。特に金属塩を有するマトリクス化合物などを測定した後は実施するのが良いだろう。スプレーチャンバーやトーチなどは5%硝酸で浸漬洗浄をする。目視で汚れが見えている場合は王水に浸漬させてもいいだろう。サンプリングコーンなどは純水のみでも十分洗浄は可能だが、こちらも目視でひどい汚れがある場合は、硝酸水を綿棒などに浸して軽く磨き(酸浸漬はしない)、純水ですすいで超音波洗浄する。洗浄したパーツはクリーンエアで風乾または自然乾燥した後に使用する。低いバックグラウンドを維持するために、日頃からのメンテナンスを推奨する。

4 おわりに

本稿では、化学実験、特に微量金属分析の観点から、酸とその役割について簡潔に解説した。実験における酸の役割は広範囲に及ぶが、その危険性を十分に認識した上で使用いただくことをお勧めする。作業前に今一度操作をシミュレーションし、危険ポイントをチェックして頂けると安全かつスムーズに作業できるのではないかと考える。

文 献

- 1) 飯田 隆, 菅原正雄, 鈴鹿 敢, 辻 智也, 宮入伸一編: “イラストで見る化学実験の基礎知識”, 第2版, (2004), (丸善).
- 2) 赤羽勤子: ぶんせき (Bunseki), 1999, 229.
- 3) 松本 健: ぶんせき (Bunseki), 2002, 60.
- 4) 原口, 寺前ら訳: “微量金属分析の実際”, p. 10 (1995), (丸善); C. vandecasteele, C. B. Block: “Modern Methods for Trace Element Determination”, (1993), (John Wiley & Sons, Ltd, West Sussex, England).

[富士フイルム和光純薬株式会社 箭内 悠希]

動的な分子イメージングプローブによる生理活性評価の新展開



金 誠 培

1 分子イメージングプローブ

1.1 背景

分析化学の広い研究対象の中でも、特に分子量が400~1000ダルトン (Da) 台の低分子化合物は、生体内の生理活性物質類 (内分泌ホルモンやビタミンなど) と同等な分子量であり、物性や化学構造的にも類似点が多い。この分子量台の物質を対象とする分析化学研究は、直ちに基礎医学・薬学・環境科学分野に応用できる境界領域であり、革新的な学際研究が期待できる領域である¹⁾²⁾。

一方、上述の低分子化合物の定量・定性分析は、最先端の分析化学技術を駆使しても挑戦的な側面がある。最新の機器分析法やイムノアッセイなどを用いても、「化学物質の生理活性」までは評価が困難であり、この限界から生理活性評価の新展開が求められている。

1.2 静的な分子イメージングシステムの展開

この従来法の限界を打開するために、先駆者らは、生体の応答を模倣した「化学物質の生理活性評価技術」を開発・発展させてきた。1990年代から急速に発展した遺伝子組み換え技術によるレポータータンパク質 (蛍光タンパク質や発光酵素など) のクローニングがある。この遺伝子クローニングにより生体内の標的タンパク質に蛍光タンパク質や発光酵素を繋げ、関連した生命現象を低侵襲的に“スパイ”することができるようになった。

例えば、男性ホルモン受容体 (AR) や女性ホルモン受容体 (ER) に蛍光タンパク質を繋げ、動物細胞に発現させると AR や ER が細胞質に局在することが蛍光イメージで観察できる。この細胞に内分泌ホルモンや化学物質の刺激を加えると AR や ER が活性化され核内移行が観察されるため、刺激物質の性ホルモン様活性が定量的に評価できる (図1)³⁾。

また、同時代にレポーター遺伝子アッセイという手法も開発され、近年でも広く活用されている⁴⁾。この手法は、生体内におけるタンパク質の発現機構を模倣した特殊なプラスミドを動物細胞に導入する。このプラスミドは、活性化された AR や ER (転写因子となる) が結合するプロモーター領域とその下流に位置するレポーター (前述の蛍光タンパク質や発光酵素など) をコードする遺伝子で構成されている。もし内分泌ホルモンや低分子化合物の刺激により動物細胞内の AR や ER が活性化された場合、下流のレポーターが発現されるため、当初の刺激物の生理活性が定量評価できる。このような手法

は、次項の動的な分子イメージングと対比して、静的な分子イメージング (Static) と称された。

しかし、これらの手法は、分析化学的な観点から幾つか致命的な欠点がある：(1) レポーター発現を制御する細胞内 On-Off スイッチシステムが緩いため、細胞本来の基底代謝によっても擬陽性の発現が起こる。(2) レポーター発現が十分蓄積されるまで、長い刺激時間 (一般的に計測開始から結果解析までに1日程度) を要する。そのため、生体内における一過性の生理活性評価には不向きである。また (3) 生体の多様な生理活性評価にすべて対応できる訳ではなく、タンパク質発現に繋がる生理活性の評価のみに用途が制限される⁵⁾。

このような致命的な欠点に対処し、ホルモンや化学物質などによる生理活性を普遍的に評価する分析ツールの開発が必要であった。

1.3 動的な分子イメージングシステムの展開

90年代の蛍光タンパク質や発光酵素の遺伝子クローニングの成功以来、我々はその用途を単なるレポーター (光標識) に限定していたことに気付き、その反省から、遺伝子組み換え技術により蛍光タンパク質や発光酵素に何らかの「On-Off スイッチ」を付加することで、単なるレポーターを動的な分子イメージングシステムに変化させる努力をした。このようなプローブは、化学物質などにより引き起こされる多様な分子イベント (タンパク質-タンパク質間の相互作用 (PPI), リン酸化, 構造変化, 核内移行など) を標的とし、特異的に蛍光や発光信号を放つようにデザインされている。そのため、当該プローブは発生した分子イベントに対し即時に応答するため、上述の従来法の致命的な欠点を解消できる。これまでの類の分子イメージングプローブは多く開発されているが、紙面上の制約より代表的な三つの例を以下で紹介する (図1)：(1) 生物発光共鳴エネルギー移動 (BRET) 法、(2) タンパク質断片相補アッセイ (PCA) 法、(3) 分子歪みセンサー法。

BRET系の分子イメージングプローブは、蛍光タンパク質と発光酵素との間に「動きを知りたいタンパク質 (ER など)」を挿入した分子デザインを持つ。このプローブをコードするプラスミドを動物細胞に導入すると細胞内に前述のプローブが発現され、女性ホルモンに感

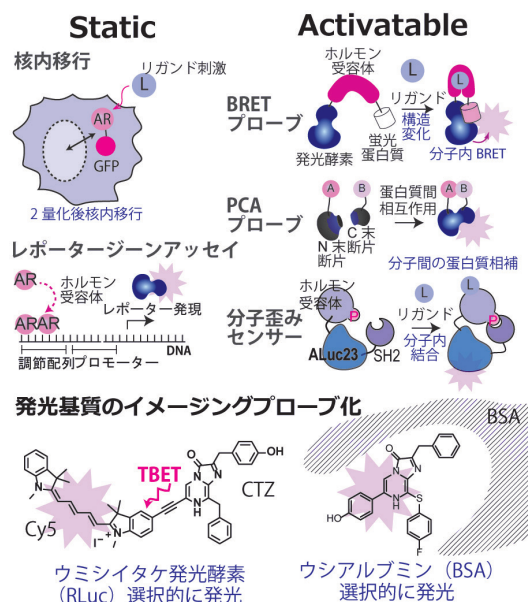


図1 静的・動的分子イメージングプローブと発光基質に基づいたイメージングプローブの例

受性を持つセンサー細胞になる。この細胞を女性ホルモンや女性ホルモン様化学物質で刺激すると、プローブ中のERの立体構造が折りたたまれ、その両端に繋げた蛍光タンパク質と発光酵素間の距離が連動して縮むため、両分子間のBRET効率が増加し特異的な長波長発光信号が現れる。この発光信号の輝度は、刺激した化学物質などに依存するため、従来分析が困難だった「化学物質などの女性ホルモン様活性」が評価できるようになる。

PCA法では、前述のレポーター（蛍光タンパク質や発光酵素など）の遺伝子を遺伝子工学的に2分割し、更にそれぞれの断片に、例えば、モデルPPIタンパク質であるFKBP-rapamycin binding protein (FRB) とFK506-binding protein (FKBP) をそれぞれ繋げた形態のDNAプラスミドを作成して動物細胞に導入する⁶⁾。このようなプローブ形態では2分割したレポーターは一時的に蛍光輝度や発光活性を失う。導入した動物細胞に免疫抑制物質のラパマイシン刺激を加えるとFRB-FKBP間の結合が起こり、それに連動して2分割した蛍光タンパク質断片や発光酵素断片の再結合が生じて、蛍光輝度や発光活性が復活する。したがって復活した蛍光輝度や発光活性を指標に、ラパマイシンやその類似体の生理活性を定量分析できる。

前述した二つの方法は、細胞内における多様な分子イベントを分析対象とし、短時間でホルモンや化学物質の生理活性が評価できる点において、従来法より進歩した手法ではあるが、依然として改善すべき点が残っている。例えば、BRET法では、一般的に分子デザインを最適化しても組み合わせによってはBRET信号が現れない場合も多く、シグナル対バックグラウンド(S/B)比が一般的に悪い。また、PCA法では、刺激後取り戻された蛍光輝度や発光活性が本来の0.5~5%程度にしかならない問題点がある。

一方、分子歪みセンサーは、前述した二つの手法の欠点を一定部分解消する分子イメージングプローブであり、二つのタンパク質の間に全長の発光酵素を挿入するだけの簡単な構造をとる。この分子デザインは、両端にある二つのタンパク質間の分子内PPIが起こった場合、その間に挿入した発光酵素が分子歪みを受け、発光輝度が上がる現象を利用している。これまでこの原理を利用して様々なタンパク質間のPPIの定量評価ができた。例えば、ERのリガンド結合ドメイン(ER LBD)とその共役因子v-SrcのSH2ドメイン(Src SH2)間のPPIを発光可視化した研究例が知られている⁷⁾。このような手法は、前項の静的な分子イメージングと対比して、動的な分子イメージング(activatable)と称された。

2 発光団に基づいた分子イメージング

2.1 背景

分析化学の展開において、分光学的持ち分は大きい。分析信号を光信号の形で読み取ることにより得られる利便性が大きいことから、冒頭で記述したように、本来蛍光性や発光性を持たない標的タンパク質にわざわざレポーター（蛍光タンパク質など）を繋げ、その挙動を光信号で読み取る手法が開発されたのである。一方、この分光学的手法が可能な背景には、蛍光タンパク質の中にある蛍光団や発光酵素の基質（発光団）の活躍がある。吸光度測定には、例えばアゾ基の発色団が代表的に用いられており、蛍光タンパク質の内部に蛍光団があり、発光酵素の発光には特異的な基質が発光団の役割を果たす。

2.2 発光基質に基づいたイメージングプローブ

前述した蛍光タンパク質や発光酵素における蛍光団や発光団の光信号発信能力に注目し、これらに何らかの分

子認識能を持たせることにより「蛍光や発光インジケーター」として活用する試みが行われてきた。本来、蛍光タンパク質の蛍光団や発光酵素の発光団は、三つのアミノ酸からなる生合成産物である（分子量：400~1000 Da台）。この分子量の蛍光団や発光団は、生体内では様々なホルモン受容体のホルモン結合ポケットやアルブミンのようなキャリアタンパク質の薬剤結合サイト(DBS)、各種酵素の酵素活性部位にちょうど当てはまるサイズである。したがってこの分子量の蛍光団や発光団が本来持つ発光特性に加え、特定重要タンパク質に特異的に当てはまる分子デザインに変えることができれば、新概念の蛍光あるいは発光インジケーターとして用いることができる。その一例として、血清アルブミンに一部のセレンテラジン骨格の発光基質が特異的に当てはまり発光する点を活用して、ヒト由来やウシ由来の血清アルブミンを定量イメージングした研究例があった（図1）⁸⁾。また、コロナウィルスのスパイクタンパク質に特異的に発光するウミホタル発光基質を用いて、コロナウィルスを定量イメージングした研究例もあった⁹⁾。

3 まとめ

分析化学は多様な検体を分析対象としているが、とりわけ400~1000 Da台の低分子化合物の生理活性評価は極めて重要である。この研究分野の展開は、分析化学と基礎医学・薬学・環境科学分野との境界領域に該当し、関連した学際研究は今後大きなインパクトを生み出す可能性を秘めている。

本「話題」では、このような低分子化合物の生理活性を評価する独特な分子イメージングプローブの開発と応用に関する研究例を紹介した。他に、蛍光団や発光団そのものの「光信号の発信能」と「分子認識能」に着目した発光インジケーターの開発と生体内重要タンパク質の定量イメージング例は今後更なる技術展開が期待できる。

文 献

- 1) X. T. Liu, Q. Q. Lv, X. Song, Y. K. Chen, L. Zhao, M. L. Yan, B. Hu, D. Chen : *Anal Chem*, **95**, 6227 (2023).
- 2) S. Hallgren, T. Sinjari, H. Håkansson, P. O. Darnerud : *Arch Toxicol*, **75**, 200 (2001).
- 3) D. L. Stenoien, M. G. Mancini, K. Patel, E. A. Allegretto, C. L. Smith, M. A. Mancini : *Mol Endocrinol*, **14**, 518 (2000).
- 4) R. A. Jefferson, T. A. Kavanagh, M. W. Bevan : *EMBO J*, **6**, 3901 (1987).
- 5) S.-B. Kim, T. Furuta : *Front. Chem. Biol.*, **3**, 1459397 (2024).
- 6) K. E. Luker, M. C. Smith, G. D. Luker, S. T. Gammon, H. Piwnica-Worms, D. Piwnica-Worms : *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, **101** (33), 12288 (2004).
- 7) S. B. Kim, R. Nishihara, D. Citterio, K. Suzuki : *Bioconjugate Chem.*, **27**, 354 (2016).
- 8) S. B. Kim, G. Kamiya, T. Furuta, N. Kitada, S. A. Maki : *Sensors-Basel*, **23** (13), (2023).
- 9) R. Nishihara, H. M. Dokainish, Y. Kihara, H. Ashiba, Y. Sugita, R. Kurita : *Acs Central Sci*, **10**, 283 (2024).

金 誠培 (Kim Sung Bae)

産業技術総合研究所・環境創生研究部門(〒305-0024 茨城県つくば市小野川16-1)。東京大学理学系研究科博士課程修了。博士(理学)。《現在の研究テーマ》新規分子イメージングプローブの開発と生体イメージングへの応用。《主な著書》Bioluminescence, (Springer Nature社)。《趣味》散歩。

E-mail : Kimu-sb@aist.go.jp

氷上で人や物が滑る理由

氷上で人や物が滑る原因は長年、人類の謎であった。定説として、圧力や摩擦熱で氷の表面に水の層が生じるというものがある。しかし、圧力で氷を融かすには人の体重を遙かに超える重さで圧力を与えなくてはならないということになる。また、摩擦熱がほとんど生じないような非常に遅い速度でも人や物はよく滑る。これらのことは上記の定説の反例である。つまり、人や物が氷上で滑る現象に水の層は関与しない可能性が高いのだ。この矛盾に気づき説明を与えた人物がファラデーである。ファラデーは0℃以下で氷の小片同士を接触させておくと結合するという現象を挙げ、0℃以下の氷の表面には「氷の表面を覆う水の層」が存在し、その水の層が再凍結することで結合するという説明を与えた¹⁾。

100年以上経過した現代、技術の進歩とともに、ファラデーの説明が正しかったことが続々に示されている。より正確には、「氷の表面の分子の振動」あるいは「氷の表面で水様にふるまう層」が氷上で人や物が滑る原因であることが分かってきた。本稿では、これらの研究成果について、簡単に紹介したい。

2021年、Lieberinkらは、アイススケートに見立てた装置を開発し実験を行った²⁾。温度・圧力・速度などの条件を振り様々な滑りを測定した。すると、温度を-100℃まで下げたとき、急に滑りが悪くなりアイススケートが不可能になった。氷の表面分子を調べたところ、やはり「水の層」は存在しなかった。そして、表面の水分子の振動の幅の変化が滑りやすさと関係することが分かった。装置による実験、およびシミュレーションにより検証した結果、氷が冷えて表面の分子振動が小さくなるにつれ、摩擦抵抗が増加した。

2024年、Hongらは、原子間力顕微鏡を使い、-123℃の氷の表面を詳細に観察した³⁾。すると-123℃の表面は結晶構造の異なる「2種類の氷」で構成されていた。この研究では、二つの領域のつなぎ目部分に、どちらにも属さない無秩序な水分子の存在を発見した。-123℃から少しずつ温度を上げると、無秩序な水分子の領域が徐々に拡大し、-120℃に達すると氷の全面を覆うようになった。彼らは、この拡大した無秩序な水分子こそ、ファラデーの言う「氷の表面を覆う水の層」の起源であるという説明を与えた。

人類の長年の謎が氷解した。私達が日常生活で接する氷はせいぜいマイナス数十度である。私達が普段接する氷は、「氷の表面で水様にふるまう層」で覆われている。

- 1) M. Faraday: *Philos. Mag.*, **17**, 162 (1859).
- 2) R. W. Liefferink, F. Hsia, B. Weber, D. Bonn: *Phys. Rev. X*, **11**, 011025 (2021).
- 3) J. Hong, Y. Tian, T. Liang, X. Liu, Y. Song, D. Guan, Z. Yan, J. Guo, B. Tang, D. Cao, J. Guo, J. Chen, D. Pan, L. Xu, E. Wang, Y. Jiang: *Nature*, **630**, 375 (2024).

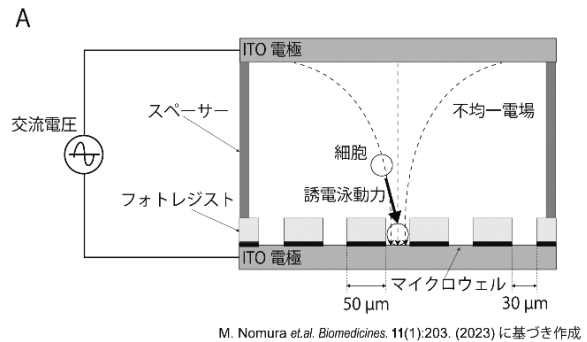
[東北大学大学院理学研究科 盛田 伸一]

循環腫瘍細胞の分離と回収が可能な マイクロポアシステムの開発

大腸がん (CRC) は世界中で患者数が多く、特に進行したステージでは予後が悪いことが知られている。そのため、CRCの診断や治療において腫瘍の進行状況や転移の有無を正確に把握することが非常に重要である。腫瘍が他の臓器に転移する兆候を早期に検知するための方法として、循環腫瘍細胞 (CTC) の解析が注目されている。CTCは腫瘍から血液中に放出され、他の臓器への転移に関与する可能性がある。しかし、血液中に存在するCTCの数が非常に少ないため、CTCの効率的な捕捉・回収は技術的な課題となっている。

この課題を解決するために、Nomuraらの研究チームは誘電泳動に基づくマイクロポアシステムを開発し、CTCを効率よく捕捉・回収する技術を提案した¹⁾。誘電泳動とは、細胞や粒子が不均一電場に曝されると、その電気的特性に基づいて移動する現象であり、CTCのような稀少な細胞を他の血液細胞から分離するのに適している。マイクロポアシステムは酸化インジウムスズ (ITO)

マイクロポアシステム



B

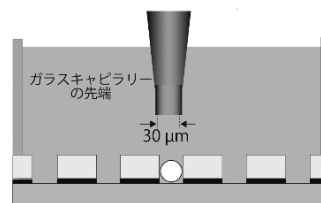


図1 マイクロポアシステム

A) 細胞は誘電泳動の力によりマイクロウェル内に捕捉される:
B) 捕捉された細胞はマイクロマニピュレーターによって回収される。(図はいずれもクリエイティブ・コモンズ・ライセンス (表示 4.0 国際) のもとに掲載を許諾されています
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

薄膜電極をコートしたガラス基板にフォトレジスト (SU-8) を使用して細孔をパターン化している (図 1)。上部基板は捕捉された細胞を自動マイクロマニピュレーターによって回収するために取り外しが可能になっている²⁾。

この研究では、ステージ II から IV の CRC 患者 24 名から血液サンプルを採取し、単核細胞を分離した。次に、マイクロポアシステム内に単核細胞を導入し 3 MHz の周波数で 3 分間、方形波の 20 V_{p-p} 交流電圧を発生させることにより、単核細胞を細孔内に捕捉した。腫瘍細胞を特定するため、抗 CD45 および抗細胞角質 (CK) 抗体を用いた免疫蛍光染色法を実施した。その結果、43 個の CTC が特定され、単一細胞解析のため、自動マイクロマニピュレーターによって回収された。PCR を用いた遺伝子解析の結果、KRAS, BRAF, PIK3CA などの代表的な遺伝子変異を特定することに成功した。これらの遺伝子変異は CRC の進行や治療法の選択に大きく影

響を与えるものであり、これらのデータは個別化医療の推進に役立つ可能性が高い。

この研究の最大のメリットは自動マイクロマニピュレーターによって単一細胞を回収し、単一細胞解析を容易にした点である。誘電泳動を利用した CTC の捕捉・回収技術は、CRC の診断や治療に有望な手法である。CTC の遺伝子解析や機能を調べることで、腫瘍の理解が深まり、個別化医療にも貢献できる。この技術は CRC だけでなく他のがんにも応用できる可能性があり、今後の研究が期待されている。

- 1) M. Nomura, Y. Miyake, A. Inoue, Y. Yokoyama, N. Noda, S. Kouda, T. Hata, T. Ogino, N. Miyoshi, H. Takahashi, M. Uemura, T. Mizushima, Y. Doki, H. Eguchi, H. Yamamoto : *Biomedicines*, **11**, 203 (2023).
- 2) A. Morimoto, T. Mogami, M. Watanabe, K. Iijima, Y. Akiyama, K. Katayama, T. Futami, N. Yamamoto, T. Sawada, F. Koizumi, Y. Koh : *PLoS ONE*, **10**, e0130418 (2015).

[兵庫県立大学大学院理学研究科 磯崎 勇志]

『ぶんせき』再録集 vol. 1 出版のお知らせ

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

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

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

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



「えん」

東京薬科大学の森岡和夫先生からバトンを引き継ぎました、宇都宮大学の稲川です。森岡先生には学生時代から関東支部の若手の会でお世話になっております。学会の度に夜の街に繰り出し、遅い時間まで飲んで学会発表に突入するというのはコロナ前の常識、懐かしいものです。所属研究室外に同じ目標を持つ先輩がいたということは、アカデミックの世界で生きていくことを決意した理由のひとつです。まさに「えん（縁）」ですね。

さて、結婚式のスピーチではないですが、私たちの周りにはいろいろな「えん」があります。自分の周りにある「えん」を探してみたいと思います。

- ・「塩」分析化学を勉強する者にとって、塩の存在は切っても切り離せません。電離、活量、イオン強度、デバイ＝ヒュッケル近似、イオン液体… 分析化学教育の初っ端から最先端の材料まで、この仕事をしていて「塩」を見ない日はないことでしょう。日常生活で「塩（しお）」を「えん」と読んだ日には白い目で見られることも、これぞ職業病。
- ・「炎」炎色反応や炎光光度法など、分析手法に「炎」を使うことは昔から使われています。最近の学生は炎色反応を高校で見たことが無いようで、学生実験で演示すると目をキラキラさせて喜びます。
- ・「鉛」電極やはんだの材料として使われてきましたが、最近では厄介者としてあまり使われなくなりました。金属イオンの定性分析においては第1属の金属として塩酸で沈殿させて熱水で溶解するという操作がありますね。学生は高校で覚えるようですが、実際に手を動かすのは大学の学生実験が初めてのようです。
- ・「宴」学務や学会の後に宴席は外せません。宴会ほど研究の話が進むことはありません(?)。リミッターが外れていれば、よい成果だけではなくうまくいかない実験の話もしやすくなります。学会の先生方もお優しいので、いいアイデアをいただいたり、装置を融通していただいたりなどと、具体的な話が進みます。もちろん、雑務が入ってくることはありますがお酒が入っているので問題なし。私たちもただお酒を飲んでいるわけではありません。そこはわかっていたいただきたい(誰に?)。
- ・「演」大学で仕事をしていると学生の前では先生という役回りを「えん(演)」じなければなりません。しかも「講義」と「研究室」での使い分けも必要です。さらに、「学務」「広報」「学会」「家庭」「趣味」「自治会」といった役回りもあるわけで、俳優も顔負けの演技能力が必要だと思っております。

他にも「えん」はたくさんありますが、すべてにおいて共通することは何でしょうか。「塩」「炎」「鉛」は化学の教授内容であります。いずれの「えん」においても「分析化学」という共通点を通じて「つながること」に違いありません。「縁」は言うまでもなく、私たちは化学の教授内容(「塩」「炎」「鉛」)を通じて学生と繋がり、人材育成や研究を行っています。「演」は常に相手ありきの行動です。相手のために私たちは様々な職務を「演」じるのです。そして、「宴」によって専門分野以外の研究者と繋がり、私たちの研究生活は豊かになるのです。

ちなみに、「縁」は人だけに当てはまるものではありません。Google Scholarを開くたびに現れる名言、皆様ご存じの「巨人の肩に立つ(standing on the shoulders of giants)」です。この表現は、まさに先人の研究成果が「縁」のようにつながることによって新しい研究成果が生まれるということではないでしょうか。論文や学会発表を通じて様々な研究成果が互いに結びつくことで、イノベーション創出の可能性は格段に上がります。学会はその縁を育むためのプラットフォームであり、その役割を果たすべく学会活動を盛り上げていかなければならないと思うわけです。人口減の現代社会において、学会、学術誌、年会・討論会の在り方をよく考え、「えん」に満ち溢れた学会へとなるよう微力ながら励む次第です。

さて、このリレーエッセイは2008年1号から続いており、まさに「えん(縁)」で成り立っている企画です。開始当初の記事を見てみると、その執筆者はなんと現在の上司である上原伸夫先生でした¹⁾。上原先生がごなたに渡したのか、それは筆者が修士課程時代に研究室でお世話になった火原彰秀先生(東京科学大学)でした²⁾。この一連の流れを上原先生にお話したところ、ニヤリとされておられました。16年たって宇都宮の地にリレーエッセイが戻ってきました。これも「えん(円)」ですね。

「円」から接線方向に「延」伸して、森岡先生から受け取ったバトンを産業技術総合研究所計量標準総合センターの中村圭介先生に渡したいと思います。中村先生も関東支部若手の会の「縁」で、学生時代は森岡先生や、中村先生が所属していた研究室の学生さんも含めて国内外で「宴」会をたくさんしました。工学博士でありながら、理学も農学も行ける「演」技派(?)研究者です。乞うご期待。

文 献

- 1) 上原伸夫：ぶんせき (Bunseki), 2008, 40.
- 2) 火原彰秀：ぶんせき (Bunseki), 2008, 88.

[宇都宮大学工学部 稲川 有徳]

日本分析化学会第73年会開催報告

1 はじめに

標記年会は、2024年9月11日(水)～13日(金)の日程で名古屋工業大学にて開催された。名古屋工業大学は最寄り駅から徒歩10分と利便性がよい会場であったが、今年は記録的な暑さで、9月中旬だというのに会期中は連日の猛暑日が続いていた。そのためか、受付を設置したNITech Hallの涼しさにほっとした顔をする参加者が多く見受けられた。今回の年会は8年ぶり2回目の本部主催であった。本部主催の場合、実行委員は関東支部から構成することが定められている。そのため、東京近郊で年会が実施できる場所の選定を行ってきた。しかし、広さ、日程、交通事情など様々な条件を満たせる会場が見つけれなかった。その後紆余曲折を経て、名古屋工業大学を会場とすることができた。大学を会場とする場合、その大学の先生方のご協力が必須で、多大なご尽力をいただくことになる。現地担当として名古屋工業大学の先生にも実行委員として参加いただいた。また、7年の間に組織として年会・討論会実行委員会が設置され、この委員の皆様により、本年会の実行委員も担当いただくこととした。このように、実行委員会が通常と異なる編成となった。

参加人数は1166名、講演件数は口頭発表236件、ポスター発表328件(一般ポスター113件、若手ポスター212件、高校生ポスター3件)、受賞講演10件、研究懇談会講演20件、シンポジウム講演17件であった。



2 一般講演

5月に開催された第84回分析化学討論会では、講演分類をこれまでの分析手法によるものから分析対象を軸としたものに大きく変えて実施された。年会は、討論主題は設定されないこと、これまでの継続性も重視したいことなどを踏まえ、分類の軸は昨年の熊本年会を踏襲した。また、口頭発表とポスター発表時間が被らないようにプログラムを編成し、会場の行き来で講演の聴講をあきらめることがないようにした。口頭発表の各分類での発表件数を表1に示す。

表1 講演分類と発表件数

分類	発表件数
1: 原子スペクトル分析	15
2: 分子スペクトル分析	10
3: レーザー分光分析	6
4: X線・電子分光分析	5
5: 放射線・磁場	1
6: 電気化学分析	18
7: センサー	19
8: 質量分析	3
9: マイクロ分析	7
10: FIA	6
11: LC	10
12: 抽出	5
13: GC	3
14: 分離・分析試薬	7
15: 反応基礎論	11
16: 標準物質, データ処理	0
17: 界面分析	6
18: 微粒子分析	14
19: 環境分析	21
20: 材料分析	14
21: 食品・医薬・臨床	10
22: バイオ	45





例年、バイオの分類での発表件数が多いことから、3日間2会場で実施した。満席に近い会場もあり、各会場ともに活発に発表が行われた。大会期間中は猛暑日が続く、暑さでマイクが不調に見舞われた会場もあったが、会場担当の実行委員及び学生アルバイトに臨機応変に対応いただき、発表を続けることができた。

3 ポスター発表（若手ポスター、高校生ポスター）

ポスター発表は、NITech Hall で実施され、ホールの1階と2階にポスターボードを配置した。今回は、1講演当たりボードを2枚利用し幅180cmとした。A0ポスターを横長で掲示できるスペースがあったことで発表者間に余裕ができ、聴講者が多くても窮屈にならずに発表できたことは、参加者からも好評であった。また、ホール内は冷房が効いていたため、集中して討論ができたと思われる。ポスター発表時間に合わせて、会場に紙パック飲料を準備したが、手軽に水分補給ができる点が好評であった。本年会では、若手ポスターは212件の講演申し込みがあり、これらは1日目、2日目に渡り3セッションで発表が行われた。若手の会担当の実行委員より参加者に審査を依頼したところ、多くの方々のご協力を得ることができた。たくさんの方々が多角的にディスカッションすることで、発表者にもよい刺激になったと思われる。厳正な審査の結果、合わせて22名が若手ポスター賞を受賞した。

高校生ポスターも実施した。発表を始める前は少々緊張も見られたが、発表内容も充実していて、しっかりと質疑応答がなされていた。発表者からは得難い経験ができたことと好印象だった。小中高校生を対象にしてジュ



ニア会員制度もあり、高校生のうちから一般の研究者に混ざって対等に議論ができる場は貴重であり、このような発表の場があることは有意義だろうと思われる。今後、ポスター発表参加者を増やすために、存在を周知させる取り組みが必要であると感じた。

4 シンポジウム

本年会では、三つのシンポジウム講演が行われた。1日目は「産業界シンポジウム」が開催された。テーマは「社会課題の解決に貢献する分析化学」で、環境・健康・エネルギーなどSDGsの観点で企業の分析部門がどのように取り組んでいるか事例が紹介された。産学からの報告があり、共通の問題として認識され、討論が交わされた。2日目は「大谷先生の業績を振り返って」と題してシンポジウム講演が行われた。昨年急逝された大谷肇前会長と深いつながりがあった講演者が、それぞれの視点から大谷先生の姿を語り、先生のお人柄が偲ばれる時間となった。3日目は「公開シンポジウム：文科省科研費学術変革領域研究(B)「細胞から環境水へと繋ぐスケール横断分析」網羅的^{つな}化学情報の取得を可能とするセンサの実現」が開催された。一般への公開シンポジウムであったため、今回は名古屋観光コンベンションビューロー経由で、名古屋市内の生涯学習センター及び市内図書館にチラシを配架して周知を図った。

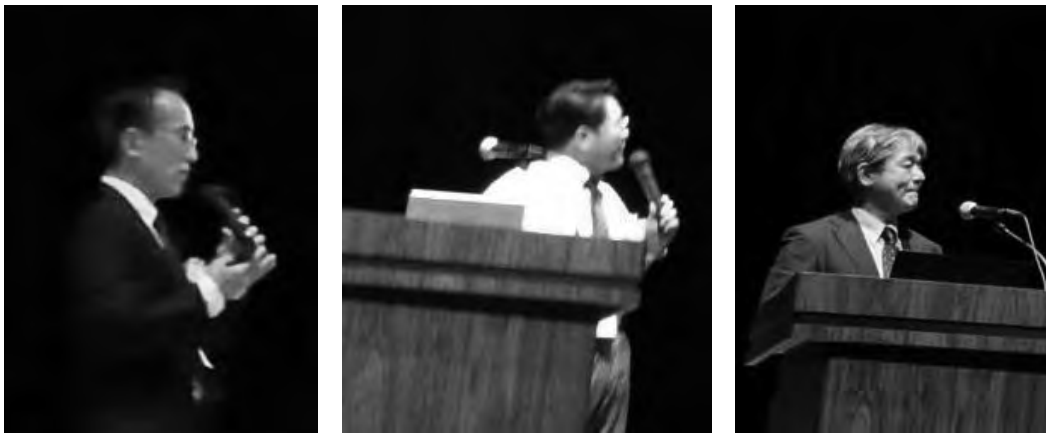
5 授賞式・受賞講演

各賞の受賞講演は、内容の近いセッションに組み込んで実施した。今年の受賞者は次の通りであった。奨励賞：熊谷将吾氏、宋和慶盛氏、外間進悟氏、中村圭介氏、先端分析技術賞：小池雅人氏、寺内正己氏、村野孝訓氏、大上裕紀氏、越谷翔悟氏、垣尾翼氏、女性Analyst賞：西垣敦子氏、中川沙織氏の各氏である。

2日目の午後には、年会会場である名古屋工業大学に隣接する鶴舞公園内の岡谷鋼機名古屋公会堂にて授賞式が執り行われた。上記の受賞者に加えて、学会賞、学会



論文賞賞状を授与される木村凜太郎氏



学会賞受賞講演（左から 井原敏博氏，坪井泰之氏，藤浪眞紀氏）

功労賞，「分析化学」論文賞及び有功賞の受賞者が出席された。学会功労賞は齋藤徹氏，茶山健二氏が受賞された。「分析化学」論文賞は浦田泰成氏，松山嗣史氏，井上史之氏，辻幸一氏による「共焦点型微小部蛍光 X 線分析法による爪試料の元素イメージング」；木村凜太郎氏，萬年一剛氏，熊谷英憲氏，松井洋平氏，伊規須素氏，高野淑識氏による「箱根温泉・大涌谷の「黒たまご」黒色物質の起源推定」が受賞した。受賞した木村凜太郎氏は高校生で，この快挙についてはプレスリリースが発表され，当日はメディアの取材も行われた。今後，ジュニア会員による論文投稿の活発化と，学会の活性化にもつながるのではないかと期待される。授賞式の後には同じ会場で学会賞受賞講演が行われ，井原敏博氏，坪井泰之氏，藤浪眞紀氏の3氏が壇上に立たれた。各氏の研究に対する熱い姿勢がうかがえる講演であった。

6 企業展示及びランチョンセミナー

今回は，ポスター会場の1階と同じ場所で企業展示を行った。先に述べたようにポスター発表時間は参加者が会場に集まるため，多くのブースで話し込む姿が見られた。広い会場が少々混みあってしまったが，飲み物を取りながらゆっくりと時間を使って話ができたとのご意見もいただいた。配置としてポスターの周りにブースが設置されている状態は好評だった。ランチョンセミナーについては，各日，朝から長蛇の列ができており，いずれのセミナーも準備した整理券はすべて早い段階で配布が完了した。ランチョンセミナーが開催されることが参加者に浸透しており，有意義な時間になっていることがうかがえる。また，2日目には日本分析化学会女性研究者ネットワーク主催で「みんなのキャリアデザイン交流会」が，株式会社リガクのスポンサーシップで開催され，参加者どうしの交流を深めていた。例年と同様，やはり整理券を持っていないながら参加しない方もおり，参加できない可能性があるなら持って行かない，参加できなくなったら早い時点で整理券を返すなど，周囲への配

慮を持った行動が求められる。

7 ものづくり技術交流会

「ものづくり技術交流会 2024 in 東海・関東」が分析イノベーション交流会主催，村上博哉氏を特別実行委員長として2日目に開催された。ものづくり技術交流会は，年会，討論会に合わせて企画されており，企業と産学官の研究者，技術者との間の共同研究の促進を目的とした交流イベントである。今回も東海・関東地方を中心に展開している企業のご協力を得て展示交流会とレクチャー講演が行われ，多くの参加者が来場され盛況だった。

8 懇親会

懇親会は，授賞式，受賞講演を開催した岡谷鋼機名古屋公会堂の四階ホールで開催された。この建物は，歴史が古く文化的な建築物でホールは天井も高く格調高い雰囲気であった。東海林敦氏及び高橋由紀子氏の司会により，和やかに懇親会が始まった。実行委員長，日本分析化学会会長の挨拶に続き，来賓として日本分析機器工業会（JAIMA）理事で日本分光株式会社代表取締役社長の佐藤賢治氏からご挨拶をいただいた。その後，年会特別



実行委員長の津越敬寿氏の音頭で鏡開きが行われ、懇親会が始まった。参加登録番号による抽選が行われ、鏡開きにフロアからも参加いただいた。故大谷肇前会長ゆかりの日本酒も準備されていたが、参加者が集中し早めに完飲されたようである。コロナ禍の制限もなく自由に懇談している参加者の方々の会話も弾んでいるようで、実際に顔を合わせての交流は大切な時間であることを改めて感じた。会の途中で2025年度に開催される第85回分析化学討論会実行委員長である愛媛大学朝日剛氏、第74年会実行委員長の北海道大学渡慶次学氏、そして第74年会と同時に開催されるASIANALYSIS実行委員長の東京大学小澤岳昌氏からそれぞれスピーチをいただいた。最後に本年会特別実行委員長の手嶋紀雄氏よりご挨拶をいただき、盛況のうちに会はお開きとなった。参加者は281名であった。

9 おわりに

本部主催の年会ということで、各方面の先生方にお世話になった。特に会場をお借りした名古屋工業大学の先生方には準備期間最後の一月は高負荷となってしまった。年会・討論会で話題になっているConfit及びプログラム作成に関しては、Confit小委員会の平山氏、津越

氏がすべて引き受けて実施いただいた。Confitのシステムも回を重ねるたびに使いやすいようにカスタマイズされてきているようである。ではあるが、誰でもすぐ使えるようになるものではない。仕事が個人に張りつかない仕組み作りが急がれる。年会の成功は、実行委員の先生方だけではなく、学生アルバイトの皆様の精力的な働きがなければ成しえなかった。細かい作業や突然の依頼にも快く対応いただき、実行委員各位からも称賛の声が多かった。実行委員及び学生アルバイト間の連絡手段として、京都での討論会において使われたLINEオープンチャットを活用した。このツールが大変便利で、問題が発生しても誰かがすぐに反応して対応することができた。もっと便利なものも開発されるかもしれないが、今後も活用をお勧めしたい。

第73年会に参加された皆様にとって、日頃の研究成果に対して白熱した討論ができ、情報交換、人脈形成など交流が深まった3日間になったのであれば幸いである。末筆になったが、展示、セミナー、広告等でお世話になった企業の皆様、そして参加いただいた会員の皆様に実行委員会を代表して深謝申し上げます。

〔株式会社コーサー 安田 純子〕

原 稿 募 集

「技術紹介」の原稿を募集しています

対象：以下のような分析機器、分析手法に関する紹介・解説記事

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

報など

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

お問い合わせ先：

日本分析化学会『ぶんせき』編集委員会

〔E-mail : bunseki@jsac.or.jp〕



インフォメーション

2024年液体クロマトグラフィー研修会 LC- & LC/MS-DAYS 2024 ～個性と専門性を磨く～

2024年11月28日・29日の2日間、液体クロマトグラフィー研究懇談会主催の標記研修会が、東レ(株)東レ総合研修センター(静岡県三島市)において開催された。会場は三島駅から徒歩10分程度に位置した場所であり、2日間ともに天候に恵まれたため、富士山や周辺の山々がきれいに見えた。

本研修会はHPLCやLC/MSおよび関連技術に関する基礎知識の習得と情報交換を目的として、技術者・研究者・メーカー・ユーザーが一体となり、基礎から最前線までを泊り込みで勉強を行うものである。今回は「個性と専門性を磨く」をメインテーマとして掲げ、52名の参加のもと、2日間に渡って、中村 洋実行委員長基調講演と六つのセッション、計39テーマの講演が行われたので以下紹介する。

(1日目)

基調講演 “個性と専門性を磨く”と題して冒頭、中村委員長から発表があり、研修会がスタートした。内容は、個性に影響を与える後天的因子、人は100年もがんばれない、人の生き方、長くはない人生で何を磨くか、専門性を磨く、継続は力な



りなどで、貴重な講演であった。

第1部(ヒューマンネットワーク構築の神髄) 社会での友達作り、内資系企業での友達作り、外資系企業でのヒューマンネットワークに関する3件の講演が行われた。

第2部(前処理の神髄) 水、試薬・溶媒、固相抽出、カラムスイッチング、2D-LC、超臨界流体抽出、溶媒抽出、除タンパクに関する8件の講演が行われた。

1日目の講演終了後、夕食・情報交換会が開催され、参加者同士の交流が図られ、業種を超えた情報交換が活発に行われた。恒例のじゃんけん大会では、各企業から提供された景品の争奪戦が繰り広げられた。続く、ミッドナイトセッションでは、①前処理&生体試料、②分離&カラム、③検出&LC/MS、④ヒューマンネットワーク、の四つのグループに分かれて、参加している方々から日頃悩んでいる課題に対して白熱した討論が行われた。有志によって深夜2時近くまで討議が行われたところもあった。

(2日目)

第3部(分離の神髄) 逆相、HILIC、イオン交換、イオン排除、イオンクロ、マルチモード、キラル、超臨界流体クロマトグラフィーに関する各分離モードに関する8件の講演が行われた。

第4部(検出の神髄) 示唆屈折率検出、吸光度検出、蛍光検出、電気伝導度検出、蒸発光散乱検出、ICP検出に関する6件の講演が行われた。

第5部(LC/MSの神髄) ESI、APCI、QMS、TOF-MS、MS/MSに関する5件の講演が行われた。

第6部(実試料分析の神髄) 生体成分分析、アミノ酸分析、PFAS分析、食品分析、生薬分析、化粧品分析、タンパク質分析、委託分析に関する8件の講演が行われた。

講演終了後、希望者に対し、①2024年度LC分析士初段認証試験筆記試験免除試験、②2024年度LC/MS分析士初段認証試験筆記試験免除試験が実施され、26名が受験した。試験時間は30分で、10問に解答する形式で行われ、合格者は各々の試験の筆記試験が免除される。

本研修会は、HPLCやLC/MSならびに関連する技術を基礎から応用まで習得することができ、またそれ以上に素晴らしいヒューマンネットワークを築く機会として有効な場である。2025年も開催する予定であり、有益な情報を参加者に提供できる内容での開催が期待される。今回の研修会にあたり、参加賞や景品をご提供いただきました(株)フレップーズ、日本ウォーターズ(株)、ジーエルサイエンス(株)、東ソー(株)、(一財)化学物質評価研究機構、(株)北浜製作所、(株)島津製作所、(株)日立ハイテクサイエンス、関東化学(株)、(株)東レリサーチセンター各社に御礼を申し上げます。また、研修会の運営にあたりご協力いただきました実行委員会の皆様にご感謝申し上げます。

[現地世話人 (株)東レリサーチセンター 竹澤 正明]

第3回 LC シニアクラブ

標記第3回 LC シニアクラブ（主催：LC シニアクラブ（略称 LCSCCL），後援：LC 研究懇談会）が、2024年11月29日・30日の2日間、（株）東レ総合研修センター（静岡県三島市）において開催された。LCSCCLは、（公社）日本分析化学会・LC 研究懇談会のシニア役員を中核とし、LC や LC/MS をはじめ、さまざまな技術や手法の開発・改良、技術を継承する人財の発掘・育成・組織化などの戦略を自由な発想に基づいて俯瞰的な立場から提案するための頭脳集団である。昨年度に続いて LC 研究懇談会が主催する LC- & LC/MS-DAYS 2024 にリンクし、その終了直後から同じ研修場所で第3回会合を開いた。今回は、筆者が現地世話人となり、1日目は情報交換会、2日目は2024年度総会が行われたので、その様子を紹介する。

LC- & LC/MS-DAYS 2024 が幕を閉じた夕方から、第1部として中村 洋氏（LC シニアクラブ会長、東京理科大学名誉教授）のご挨拶によって情報交換会が開始された。全参加者による自己紹介と歓談を行い、さまざまな四方山話に花を咲かせ、意見交換をした後に解散した。翌日朝9時30分から、第2部として2024年度の総会を開催し、報告事項として2024年度の事業報告や新規入会者等、分析士協賛団体の確認、審議事項として、2025年度事業計画案、執行役員案、定款の改定等を協議し、承認された。第3部は、三上博久氏（（株）島津総合サービス）が座長を務め、LC シニアクラブの西岡技術士事務所所長の西岡亮太氏（前職：（株）住化分析センター）から触発講演として「技術士の CPD（継続研鑽）活動について」と題する講演があった。この講演では、（公社）日本技術士会の CPD（Containing Professional Development）活動の紹介があった。技術士には自身の生涯を通じたキャリア形成を見据えて、自らの意思で主体的に業務遂行に必要な知識を深め、技術を修得することが求められており、西岡氏により技術士から CPD 認定技術士取得までの活動の紹介があった。

第4部ではアルコール・ランチ付き放談会を行い、LC 研究懇談会、分析士会、人財育成、ヒューマンネットワーク、新規事業、新技術開発等を情報交換した。「LC シニアクラブ」には、LC や LC/MS の分野で意欲ある方々が定年後や離職後も引き続き活躍されるプラットフォームとしての役割が期待される。

〔現地世話人（株）東レリサーチセンター 竹澤 正明〕

第388回ガスクロマトグラフィー 研究懇談会講演会

2024年11月27日（水）に北とびあべガスホール（東京都北区）にて第388回ガスクロマトグラフィー研究懇談会講演会が実施された。今年はガスクロマトグラフィー（GC）生誕70周年を記念して表彰を実施し、386回に続いて受賞講演を実施した。また、「持続可能な社会に貢献するガスクロマトグラフィー」と題して（国研）国立環境研究所の中島大介先生と元麻布大学生命環境学部教授（現麻布大学発ベンチャー（株）食機能探索研究所 BABELON 代表）守口 徹先生にご講演をいただいた。さらに5件の技術講演を行った。参加者数は約60名であり、講演内容は参加登録者に後日動画配信予定である。GC 懇の講演会では会場において GC に関連する企業が無料で資料の展示を行っており、休憩時間中に最新技術の紹介などの活発な意見交換が行われた。当日のプログラムは以下の通りである。

第388回 GC 研究懇談会講演会

2024年11月27日（水）10.00～17.40

開会挨拶 佐藤 博（GC 研究懇談会委員長）

【受賞講演】

- 「GC/TOFMS と機械学習を用いた未知化合物の構造決定に関する研究」
生方正章（日本電子（株））
- 「ボール SAW 検出器の実用化と小型 GC の開発研究」
糸尾慎吾（ボールウエーブ（株））
- 「特殊ガス・純ガスの高度化に関連する技術開発と利用に関する研究」
園部 淳（（株）エア・リキードラボラトリーズ）
- 「ビールの香りを構成する香気成分群に関する研究」
岸本 徹（（元）（独）酒類総合研究所）

【技術講演】

- 「オンライン SPE-GC/MS と自動同定定量システム（AIQS）による河川水中農薬の簡便・迅速な分析法の検討」
鈴木健司（（株）アイステイサイエンス）
- 「Jetanizer 及び Polyarc の製品紹介」
内山新士（（株）島津製作所）
- 「GC-MS のヘリウム供給問題を解決！ヘリウムサーバーと各サンプリング法（液打ち・HS・SPME・P & T・熱分解など）の実用例」
秦 一博（サーモフィシャーサイエンティフィック（株））
- 「未来のラボを支える最小の高性能ベンチトップ新型 GC」
風間春奈（アジレント・テクノロジー（株））

5. 「GC/MS 検量線データベース法 (AIQS-GC) に対する弊社の取り組み」

山上 仰 (西川計測㈱)

【主題講演】

1. 「平時調査につなげる事故・災害時の化学物質スクリーニング技術」

中島大介 (国立環境研究所)

2. 「食生活におけるオメガ3系脂肪酸の重要性—脂肪酸分析が教えてくれたもの—」

守口 徹 (食機能探索研究所 BABILON 代表,
(元)麻布大学)

閉会挨拶 佐藤 博 (GC 研究懇談会委員長)

18.00～ 意見交換会

(北とびあ 17階レストラン View & Kitchen QUAD17)

まず受賞講演では、GCに関する新規技術の開発やGCを用いた最新の研究成果について講演していただいた。研究中に遭遇するさまざまな問題点について、どのように解決して受賞に至る成果を挙げてきたのか各受賞者から聞くことができた。次にGCに関する新しい技術の紹介を含む技術講演を実施した。GCは比較的成熟した分析技術ではあるが、GC装置、データ処理および試料前処理においてまだまだ新技術が紹介されており、GCも進歩していることを実感した。最後に主題講演を行っていただいた。中島先生(国立環境研究所)からは、災害時における化学物質の漏洩問題に関する環境モニタリング体制の現状や今後の課題、モニタリング体制の構築の重要性などについて講演をいただいた。災害時には行政が主体となって化学物質の漏洩をモニタリングすることが必要となり、その難しさや課題については多くの聴講者が初めて聞く内容であり、貴重であった。守口先生(元麻布大学)からは日頃の食事においてオメガ3系脂肪酸を接種することの重要性について、最新の研究成果を交えて講演していただいた。オメガ3系脂肪酸欠



乏飼料で飼育したマウスの行動観察から判明したオメガ3系脂肪酸の欠乏がわれわれの生活に与える影響は、全人類にとって重要であり、聴講者の今後の生活に影響し得たいへん興味深い内容であった。

講演会終了後は会場を移して約40名で意見交換を実施した。当日の講演者への質問や意見交換を中心に、GC関連企業やユーザー、研究者間で活発な意見交換が行われた。

(山梨大学 植田 郁生)



第402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2024年12月17日(火)に(株)島津製作所本社研修センター(京都)にて開催された。講演主題は「ポリマー分析における液体クロマトグラフィーの基礎と応用」で、約3年ぶりのポリマー分析にフォーカスした内容であった。講演は総括含め全8件で、高分子分析にHPLC/UHPLC/IC/FFF/SFCが果たす役割を分かりやすく紹介、解説いただいた。オーガナイザーは本稿執筆の前中が担当させていただいた。参加者は32名で、合成高分子に関わる企業(ユーザー)および装置メーカーの方に多く参加いただいた。以下に今回の講演の概要と所感を紹介する。

1. ポリマー分析に多用されるSECの基礎と応用例

(東ソー㈱) 伊藤誠治氏

LCを用いた高分子分析で最も使用頻度の多いSECについて原理から丁寧に紹介いただいた。また、最近のトレンドとしてGPEC(グラジエントポリマー溶出クロマトグラフィー)と組み合わせた2D-LCやIR検出器を用いた組成分布の分析例を紹介いただいた。質疑ではIR検出器の感度で組成を見た際の有意差や、較正曲線作成時の低分子量標品についてなどの質問があった。

2. LC, LCMSを用いたポリマー・オリゴマーの分析事例紹介

(三菱ケミカル㈱) 行政嘉子氏

実際の高分子を分析するユーザー側からの視点で、LCCCやGPECを用いた組成分布の評価や2D-LCを用いたエチレン酢酸ビニルの共重合体の分析結果について紹介いただいた。合成高分子の複雑な組成分布の解析ニーズの高まりを感じた。質疑応答では、LCCCの再現性や、シビアな溶離液条件などについて意見が交わされた。

3. イオンクロマトグラフィーの基礎と樹脂の劣化生成物の解析への適用

(株)東レリサーチセンター) 中島沙知氏

IC (イオンクロマトグラフィー) の基礎や原理について、丁寧に解説いただいた。また、実際にポリマーの劣化物から抽出された成分を分析した例を2件紹介いただいた。ほかの分離モードでは検出することが難しいイオン性の化合物を上手に分離・同定されていた。機能付与を目的にポリマーに種々のイオン性官能基を導入したり、多種多様な添加剤を加えたりすることはよくあるので、ポリマーの劣化を評価する際にアプローチの一つとして大変有用であることが理解できた。質疑では、分離条件の工夫方法や、定量性などに関する議論があった。

4. 高速・高分解 GPC の活用

(日本ウォーターズ(株) 島崎裕紀氏

LC の高速化について van Deemter の式を用いての詳細を丁寧に解説いただいた。また、実際に高速化する際に気をつけるポイントや、実際の分析例についてご紹介いただいた。検出器に MS を分岐して使用することで、樹脂添加剤を SEC 分析に合わせて同定した例も紹介いただいた。短時間で分析が完了するというのは生産性の点だけでなく、SDGs の観点からも望ましい。質疑では、SEC の分離機構を考えた際に、van Deemter の式をそのまま適用できるのかという点で議論があった。

5. ポリマー分析にかかわる LC, LC/MS 技術

(アジレント・テクノロジー(株) 野上知花氏

GPEC や 2D-LC の原理について解説いただき、実際に分析する際に必要な装置スペックや、注意点などを丁寧に紹介いただいた。TOF/MS を検出器として用いることで、界面活性剤の分析を効率的に行った例なども紹介いただいた。質疑では細孔が GPEC の分離に与える影響についての質問があり、“無細孔カラムなどをつかった検討”が分離メカニズムを考察するうえで重要になるのではといった議論があった。

6. 液体クロマトグラフィーと MALDI-TOFMS を組み合わせた効率的な合成高分子解析手法の検討

(日本電子(株) 佐藤貴弥氏

MALDI-TOFMS および KMD 解析の仕組みと、その前処理としての LC 分離の重要性について紹介いただいた。必要なサンプル量が NMR と比較しかなり少ない MALDI-TOFMS 分析は LC 分取と大変相性が良い。市販のフラクションコレクターなども充実してきている印象をうけた。また、高い分解能を活かした KMD 解析は複雑なスペクトルの概要をつかむのに有力な解析法で、分子量分画範囲によって、末端構造が大きく異なっている分析例の紹介があった。分取 LC は組成分布をもつ高分子分析にお

いて重要な前処理方法であることがよく理解できた。質疑では、3万程度の分子量をきれいに観測するための工夫などの質問があった。

7. 高分子分析の新たな解析手法の紹介 LC-Raman と遠心 FFF など

(株島津製作所) 寺田英敏氏

LC 検出器としてのラマン分析を用いた例、カラムレス分離手法としての遠心 FFF を紹介いただいた。LC で分離した成分をラマン分析することで、複雑なスペクトル解析を容易にしている。遠心 FFF は溶媒として有機溶剤の適用が可能となり、今後ますますの用途拡大が期待される。特に LC 分析においては溶剤に溶解しない架橋高分子などは分析できないため、有機溶剤で膨潤させた架橋高分子の分離などに活用できるのではないかと感じた。また、水に反応しやすい酸無水物を開環させずに分析する処方として SFC を適応した例についての紹介があった。遠心 FFF で、溶媒に溶解しているものの分析は可能かとの質問に対し、密度差がないと難しいとの回答であった。

8. 総括「ポリマー分析における液体クロマトグラフィーの基礎と応用」

(東京理科大学) 中村 洋先生

各講演に対する質問形式で進捗や課題に対する議論が行われ、参加者の理解が深まった。いずれの技術も3年前と比較し、技術的な進歩がみられ、今後の発展への期待が感じられた。

講演終了後、西大路御池駅近辺のお好み焼き屋で演者を囲みでの情報交換会が行われた。各々鉄板を囲んで、技術トレンドや仕事の悩みなど思い思いに交流を深めることができた。情報交換会の参加者は20名と例会参加者の半数以上で大いに盛り上がった。今回の参加者は分析メーカーの方が多く、普段聞くことのできない分析展の裏話や発表資料作成の苦労話などを聞くことができて大変興味深かった。

最後に本例会開催にあたり、例会に参加いただいた皆様、講演依頼を快諾くださった講演者の皆様、例会の開催に尽力いただいた役員の皆様、とりわけ、会場設営・調整にご尽力いただいた(株)島津製作所 寺田英敏様に深く御礼申し上げます。

(三菱ケミカル(株) 前中 佑太)



液体クロマトグラフィー研究懇談会 第400回記念例会

標記記念例会が2024年10月23日(水)9時から17時まで

<p>第1部 若手・中堅、物申す (9.00~10.30)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ジーエルサイエンスとしてできること (ジーエルサイエンス) 太田茂徳 2. ユーザー視点での LC 分析の現状と将来の展望 (花王) 奥田愛未 3. AI による分析業務の未来展望 (日本食品検査) 橘田 規 4. 高性能カラムへのチャレンジ (CERI) 坂牧 寛 5. LC, LC-MS 分野に於けるコミュニティーの活用 (日本ウォーターズ) 島崎裕紀 6. 何を測るか (島津製作所) 寺田英敏 <p>第2部 何でも相談会 (10.30~12.00)</p> <p>①超純水：石井直恵 (メルク), ②標準物質：川口 研 (産総研), ③逆相：坂牧 寛 (CERI), ④サイズ排除：伊藤誠治 (東ソー), ⑤キラル分離：西岡亮太 (LC シニアクラブ), ⑥分取・精製：寺田明孝 (日本分光), ⑦ LC/MS：高橋 豊 (エムエスソリューションズ), ⑧ LC-ICP：市川進矢 (フジクラ), ⑨検出器：清水克敏 (日立ハイテクサイエンス), ⑩食品分析：神山和夫 (ハウス食品グループ本社), ⑪前処理器材：島崎裕紀 (日本ウォーターズ), ⑫ DART-MS：山本敏人 (日本電子), ⑬その他何でも：寺田英敏 (島津製作所)</p> <p>休憩 (12.00~12.45)</p> <p>第3部 講演会「HPLC と LC/MS~日本の実力と将来」 (12.45~17.00)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 講演主題概説 (オーガナイザー) (12.45~12.50) (東京理科大学) 中村 洋 (LC マイスター, LC/MS マイスター) 2. 斯界の発展に LC 研究懇談会が果たした役割 (12.50~13.20) (東京理科大学) 中村 洋 (LC マイスター, LC/MS マイスター) 	<ol style="list-style-type: none"> 3. HPLC, LC/MS における試料前処理技術の進歩と最前線 (13.20~13.50) (一般社団法人臨床検査基準測定機構) 岡橋美貴子 (LC 分析士三段) 4. HPLC, UHPLC における分離技術の進歩と最前線 (13.50~14.20) (LC シニアクラブ) 熊谷浩樹 (LC 分析士四段, LC/MS 分析士二段) 5. キラル分離技術の進歩と最前線 (14.20~14.50) (LC シニアクラブ) 西岡亮太 (LC 分析士四段) <p>休憩 (14.50~15.00)</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. HPLC, UHPLC における検出技術の進歩と最前線 (15.00~15.30) (株島津総合サービス) 三上博久 (LC マイスター) 7. MS, M/MS における技術の進歩と最前線 (15.30~16.00) (エムエス・ソリューションズ(株)) 高橋 豊 (LC 分析士二段, LC/MS 分析士五段) 8. LC/MS における進歩と最前線 (16.00~16.30) (株東レリサーチセンター) 竹澤正明 (LC/MS マイスター) 9. PFAS 分析の進歩と最前線 (16.30~17.00) (栗田工業(株)) 榎本幹司 (LC 分析士三段, LC/MS 分析士三段) <p>第4部 情報交換会 (17.30~19.30)</p> <p>第400回例会記念特別表彰者：①プラチナ賞：三上博久君, ②ゴールド賞：熊谷浩樹君, ③ウラン賞：西岡亮太君, ④タンタル賞：井上剛史君, ⑤パラジウム賞：岡橋美貴子君, ⑥シルバー賞：榎本幹司君, ⑦ビスマス賞：竹澤正明君, ⑧ニッケル賞：伊藤誠治君</p>
---	--

図1 第400回記念例会のプログラム

で、機械振興会館・研修一会議室(東京都港区芝公園)で開催された。本研究懇談会は、1994年に第100回例会、2006年に第200回例会、2016年に第300回例会を開催し、このたび第400回例会を迎えた。液体クロマトグラフィー(LC)研究懇談会は1974年に創設されて以来、最新の技術情報を発信・紹介することにより、日本におけるHPLCとLC/MSの発展と普及に尽力してきた。この50年間における科学技術の進歩のスピードは文字どおり日進月歩であり、HPLC、LC/MSとその周辺の進歩についても例外ではない。そこで、節目となる今回の例会ではわが国におけるHPLCの発展の道筋を辿るとともに、HPLC分析のコア技術の最前線を紹介し、さらなる発展のための指針にすべくプログラムを編成した(図1)。すなわち、午前中には第1部でLC研究懇談会の将来を担う若手・中堅役員6名のパネリストに抱負を伺い、第2部では参加者が抱える疑問・質問等にお答えする相談会を開催し、昼食後に参加者の集合写真(図2)を撮った後、第3部でLC研究懇談会を代表する方々に日本の実力と将来について講演いただいた。

さらに、第4部では近隣の店で情報交換会を開催し、LC研究懇談会の維持・発展に貢献した運営委員8名に第400回例会記念特別表彰の楯が贈呈された。なお、参加者全員には本例会の講演要旨類に加えて、第400回例会記念寄稿11編を含む



図2 参加者の集合写真

「LC研究懇談会第400回記念誌」(電子版)が贈呈された。

[第400回記念例会・世話人、

LC研究懇談会・運営委員長 中村 洋]



第30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

2024年12月16日(月)13時より、第30回となる液体クロマトグラフィー(LC)研究懇談会主催の特別講演会・見学会が、(公社)日本化学会、(公社)日本薬学会、(公社)日本農芸

化学会、(公社)日本分析化学会、LC シニアクラブの後援により、京都市中京区にある(株)島津製作所本社および島津創業記念資料館において開催された。参加者は、講師を含め17名であった。

冒頭のLC研究懇談会委員長中村 洋先生のご挨拶に続き、島津製作所分析計測事業部 Solutions COE (Center of Excellence) センター長荒川清美氏から、まず島津製作所の概要についての紹介があった。島津製作所は1875年3月、初代島津源蔵が教育用理化学器械の製造業を起こしたことに始まり、二代島津源蔵により近代企業へと成長し、2025年には創業150周年を迎える。島津製作所は創業以来継承されてきた社は「科学技術で社会に貢献する」および経営理念『人と地球の健康』への願いを実現する』を礎に、社会や顧客が求めるものに科学技術で応え、より便利で安心・安全な社会の実現に貢献することを目指し、売上の約2/3を占める分析計測事業をはじめ、医用機器事業、航空機器事業、産業機械事業などを展開しているとの説明があった。また、Solutions COEについては、2024年4月にマーケティングとアプリケーション開発を行う組織が統合されて誕生した部門であり、従来LCやLCMSといった機種軸で顧客と接することが多かった組織を改め、たとえば製薬会社であれば創薬から品質管理までの業務の流れやそれぞれのステップで使用されている前処理含む分析計測機器について顧客の課題とともに理解し、最適なソリューションを届けることができるように努めているということであった。

続いて、本社敷地内にある研究部門棟ヘルスケア R & D センターへと移動し、その1階にある「KYOLABS」の見学を行った。「KYOLABS」は、製品開発に従事する技術者がさまざまな分野の社外パートナーと共創・協働することにより、社会課題を解決するアイデアの創出とソリューションの提供につなげて行く場であり、具体的には「脳とこころ」、「がん・生活習慣病」、「細胞解析」そして「食を支える技術」という四つの研究分野を切り口に、人と地球の健康のためにアドバンスト・ヘルスケアに取り組んでいるとのことであった。「KYOLABS」内は広々としたオープンスペースとなっており、打ち合わせスペース、プレゼン用スペースや関連する機器の展示スペースはもちろん、最新機器を配置したラボスペースがあった。次に、分析機器の製造を担う分析工場の見学へと移動した。ここでは、分光光度計、LC-MSやHPLCの組み立てラインの一部を見ながら、カンバン方式をはじめ機器製造についての説明を受けた。参加者にとって、貴重な経験であったと思われる。

見学終了後、特別講演として島津製作所分析計測事業部 LC ビジネスユニット松本恵子氏より、「LC 最新技術の紹介」と題した講演が行われた。抗体医薬品の分析の前処理(前工程)や多段精製(後工程)を自動化した事例として、N-結合型糖鎖プロファイリングのための抗体糖鎖自動前処理装置を用いた前処理の自動化事例とオートサンプラーとフラクションコレク



「島津創業記念資料館」正面入り口にて

ター機能を同一装置内に備えたりキッドハンドラーを用いた抗体の自動多段精製による凝集体評価の事例が紹介された。続いて、分析計測事業部 MS ビジネスユニット八巻 聡氏より、「LC 最新技術の紹介」と題した講演があり、LC/MSを用いた非誘導体化D/L アミノ酸の分析法、新イオン分離法である OAD-TOF システムについての紹介があった。

上記講演の後、地下鉄で京都市役所前駅まで移動し、初代島津源蔵創業の地にある「島津創業記念資料館」の見学を行った。「島津創業記念資料館」には、創業当時の数々の珍しい理化学器械から島津製作所の歴史を語るさまざまな分析計測機器が展示されており、初代島津源蔵および二代島津源蔵の人物像から、その業績、展示品の詳細について、非常にわかりやすく丁寧な説明を受けた。特に、初代源蔵の跡を継いだ二代目源蔵が、蓄電池と医療用 X 線装置で国産第 1 号と成る製品の開発・事業化を実現させ、日本における産業と医療の発展を促したことが印象的であった。

見学後、近くの店で情報交換会を行った。当日の話題から、幅広いさまざまな話題が飛び出し大いに盛り上がり、充実した情報交換の時間が過ぎて行った。

最後に、今回の特別講演会・見学会の準備や運営をご支援くださいました皆様方に深く感謝の意を表します。

(株)島津製作所 寺田 英敏、(株)島津総合サービス 三上 博久



LC 研究懇談会創立 50 周年記念会

LC 研究懇談会は、1974年に当時の(社)日本分析化学会の下部組織として創立され、2024年に創立50周年を迎えた。そこで、LC 研究懇談会では創立50周年記念事業実行委員会を組織し、一連の創立50周年記念出版(記念誌、用語辞典、分析士試験解説 Q & A)、記念品・記念名刺の作成など各種の記念事業を企画した。標記創立50周年記念会はその一翼をなすものであり、2024年12月3日に北とびあ・スカイホール(14階)(東京都北区王子)で開催した。参加者には「創立50周年記念誌」と協賛各社からの記念品を受付で贈呈した。当日のプログラム

<p>第1部 記念式典 (13.00~14.00) 開会の辞 (公社)日本分析化学会・LC研究懇談会委員長, 創立50周年記念事業実行委員長 (東京理科大学)中村 洋</p> <p>祝 辞 (一財)化学物質評価研究機構・理事長 今田中伸哉 (公社)日本分析化学会・関東支部長 (日本大学)四宮一総 褒 賞 (アンダーラインは欠席者)</p> <p>①研究支援感謝状 (一般財団法人化学物質評価研究機構)今田中伸哉</p> <p>②創立50周年特別功労賞 (株式会社島津総合サービス リサーチセンター)三上博久</p> <p>③ホームページ管理特別感謝状 (株式会社リライフ)勝田 啓</p> <p>④「ぶんせき」会告掲載感謝状 (日本分析化学会)三浦隆志</p> <p>⑤経理アドバイザー感謝状 (日本分析化学会)田中久光</p> <p>⑥創立50周年記念懸賞論文優秀賞 (株式会社フジクラ)市川進矢 (一般財団法人化学物質評価研究機構)坂牧 寛</p> <p>⑦永年会員表彰 (30年) 個人の部 (7名):中村 洋, 前田恒昭, 松崎幸範, 岡橋美貴子, 浜瀬健司, 宮野 博, 浜崎敦子 団体の部 (12社): ジーエルサイエンス株式会社, 第一三共株</p>	<p>式会社 製薬技術本部, 日産化学株式会社, 昭和産業株式会社, 株式会社フジクラ, 東京化成工業株式会社, 関東化学株式会 社, 株式会社日立ハイテクサイエンス, 株式会社味の素, 大 日精化工業株式会社, 富士シリシア化学株式会社, アジレン ト・テクノロジー株式会社</p> <p>記念撮影 (参加者全員の集合写真)</p> <p>第2部 記念講演会 (14.00~15.35) 14.00~14.45 (座長:三上博久) LC研究懇談会の来し方, 行く末 (創立50周年記念事業実行委員長)中村 洋 14.50~15.35 (座長:熊谷浩樹) 固体充填剤を用いない液体クロマトグラフィーの開発 (日本分析化学会・2024年度関東支部長)四宮一総</p> <p>第3部 記念座談会「老若男女とLC」(15.40~16.50) 司会:中村 洋, バネリスト:石井直恵 (メルク), 太田茂徳 (ジ ーエルサイエンス), 熊谷浩樹 (LCシニアクラブ), 坂本和則 (関東化 学), 清水克敏 (日立ハイテクサイエンス), 竹澤正明 (東レリサー チセンター), 寺田英敏 (島津製作所), 瀨崎保則 (太田胃散)</p> <p>第4部 記念祝賀会 (17.30~19.30) 司会:褒賞小委員長・岡橋美貴子 (一般社団法人臨床検査基準測定機構)</p> <p>①開会挨拶, ②来賓祝辞, ③乾杯, ④協賛企業等ノベルティーグ ッズ抽選会・分析士試験解説書全30冊:選り取り何冊?引換券 (LC 研究懇談会) 特賞:10冊 (1名), 金賞:5冊 (1名), 銀賞:2冊 (2名), 銅賞: 1冊 (10名)</p>
--	--

図1 創立50周年記念会のプログラム

を図1に示す。

井上剛史氏(株式会社北浜製作所)の総合司会により, 第1部の記念式典では開会の辞(筆者)に続き, (一財)化学物質評価研究機構(CERI)・理事長・今田中伸哉氏と(公社)日本分析化学会・関東支部長・四宮一総氏からご祝辞をいただいた後, 各種の感謝状・表彰が執り行われた。なお, CERI理事長への研究支援感謝状は, 2018年に創設されたCERIクロマトグラフィー分析賞への温かいご理解とご支援に対するものである。

第1部の記念式典終了後に全員で集合写真(図2)を撮り, 第2部の記念講演会に入った。まず, 筆者からLC研究懇談会の誕生から半世紀に渡る歴史と将来展望の紹介があった。続いて四宮一総氏(関東支部長)からは, 氏のライフワークである液相2層分配に基づく向流クロマトグラフィーの原理, 装置, 応用に関する詳細な解析が述べられた。第3部の記念座談会「老若男女とLC」では, 筆者が提示したLCの現状での問題点や将来展望に対し, LC研究懇談会の役員の中から選ばれた8名が意見を述べる形式でさまざまな視点からの議論が深められた。

第4部の記念祝賀会は, 北とびあ・レストランVIEW & KITCHEN QUAD17(17階)に移動し, LC研究懇談会の褒賞小委員長を務める岡橋美貴子氏(一般社団法人臨床検査基準測定機構)の司会で執り行われた。筆者の開会挨拶, 四宮一総氏と内田文晴氏(CERI理事)のご祝辞の後, 勝田 啓氏(株)リライフ)の乾杯の音頭で一気に和やかな歓談が始まった。17階から眺める夜景の美しさと料理の美味しさも手伝って, 世代を超えて楽しいひと時を過ごした。なお, プログラム上は協賛



図2 集合写真

企業とLC研究懇談会からのグッズの抽選会は, グッズの種類と数が多すぎて混乱するため変更し, ほぼ中身が等価となるようにあらかじめ袋詰めして受付時にお渡しした。LC研究懇談会からの解説書29冊分の分析士試験解説書については, 後日参加者全員にメールで趣旨をお知らせしたうえで希望の賞に応募してもらい, 厳正に抽選して当選者を決定することとした。

最後に, 今田中CERI理事長, 四宮関東支部長はじめ, ご多用中にもかかわらずご臨席賜った方々, ならびに協賛くださった日本ウォーターズ(株), (株)北浜製作所, ジーエルサイエンス(株), (株)プレッパーズ/(株)エムエス・ソリューションズ, (株)日立ハイテクサイエンス, (株)島津製作所, 東ソー(株), (一財)化学物質評価研究機構(社内申請中), 関東化学(株), アジレント・テクノロジー(株)に感謝いたします。

[創立50周年事業実行委員長,

LC研究懇談会・運営委員長 中村 洋]

執筆者のプロフィール

(とびら)

四宮 一総 (SHINOMIYA Kazufusa)

(元)日本大学薬学部. 千葉大学大学院薬学研究所博士後期課程修了. 薬学博士. 《主な著書》“*Encyclopedia of Chromatography*”, (共著), (Marcel Dekker, Inc.). 《趣味》史跡巡り.

E-mail : shinomiya.kazufusa@outlook.jp

(ミニファイル)

箭内 悠希 (YANAI Yuki)

富士フイルム和光純薬株式会社 (〒350-1101 埼玉県川越市大字の場 1633). 日本大学大学院. 工学修士.

E-mail : yuki.yanai@fujifilm.com

(トビックス)

盛田 伸一 (MORITA Shin-ichi)

東北大学大学院理学研究科. 博士 (理学). 《現在の研究テーマ》生命現象の光計測と数理解析.

磯崎 勇志 (ISOZAKI Yushi)

兵庫県立大学大学院理学研究科 (〒678-1297 兵庫県赤穂郡上郡町光都 3-2-1). 三重大学大学院工学研究科博士後期課程材料科学専攻. 博士 (工学). 《現在の研究テーマ》誘電泳動を利用したモノクローナル抗体の効率的作製. 《趣味》競馬, 麻雀.

E-mail : yisozaki@sci.u-hyogo.ac.jp

(リレーエッセイ)

稲川 有徳 (INAGAWA Arinori)

宇都宮大学工学部 (〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2). 東京工業大学大学院理工学研究科化学専攻博士後期課程修了. 博士 (理学). 《現在の研究テーマ》相分離により形成されたマイクロ空間を利用する新規計測法の開発. 《主な著書》“*Ice Microfluidics*”, (Springer Nature). 《趣味》ハーモニカ, 譜面探し.

E-mail : ainagawa@cc.utsunomiya-u.ac.jp

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

本書は書籍化の第三弾として、「入門講座」から、質量分析・同位体分析の基礎となる記事、合計 42 本を再録しました。『ぶんせき』では、分析化学の初学者から専門家まで幅広い会員に向けて、多くの有用な情報を提供し続けています。これまで掲載された記事には、分析化学諸分野の入門的な概説や分析操作の基礎といった、いつの時代でも必要となる手ほどきや現役の研究者・技術者の実体験など、分析のノウハウが詰まっています。

〈2003 年掲載 1 章 質量分析の基礎知識〉

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

〈2009 年掲載 2 章 質量分析装置のためのイオン化法〉

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

〈2002 年掲載 3 章 同位体比分析〉

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

〈2016 年掲載 4 章 精密同位体分析〉

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

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

目 次

年間特集「環」：アナリティカルレポート

- ガスクロマトグラムデータを用いた多変量解析による再生プラスチックペレットの
由来の分類・判別手法の検討
..... 山崎絵理子・羽成修康・中村圭介・小栗朋子・小島直也・
篠原直秀・小倉 勇・小野恭子・梶原秀夫・蒲生昌志 1

年間特集「環」：テクノレポート

- ABS樹脂（ペルフルオロアルキル化合物分析用：NMIJ CRM 8155-a）中の
総フッ素定量
..... 羽成修康・山崎絵理子・中村圭介・和田彩佳・三浦 勉 7

分析化学総説

- 無機・有機イオンのイオンクロマトグラフィーにおけるオンラインプレカラム法
及びポストカラム法 森 勝伸 13

報 文

- 多波長励起光を備えた光熱変換顕微鏡による水中でのチオリンゴ酸修飾銀ナノ粒子の
凝集挙動の定量評価
..... 中原佳夫・宮崎 淳・廣野碧唯・家永隆史・矢嶋摂子 23
- コアシェル型逆相HPLCカラムにおける茶カテキン8種とカフェインの分離挙動と
高カテキン含有緑茶飲料中の成分定量への応用
..... 西 博行・植田桃加・木本彩夏・川畑公平 29

技術論文

- 尿中ナトリウム/カリウム濃度比の簡易測定器の妥当性評価
..... 浅井 開・服部敏明・篠田大輔・土橋卓也 37

ノ ー ト (初執筆論文)

- 植物由来バイオマスを基体とする固定化リパーゼの調製及び触媒能の評価
..... 井垣佑生・辻本昌毅・三浦航輝・爾見優子・宮内俊幸 45

ノ ー ト

- 酸化染毛剤で染色した毛の分析：銀鏡反応で作製した銀ナノ構造体を用いる
表面増強ラマン散乱 柿原颯人・和田将英・国村伸祐 51

- 「分析化学」特集“拡がる！分析化学と溶液化学の境界”の論文募集 57

- 「分析化学」年間特集“環”の論文募集 58

- “第24回初執筆論文特集”募集のお知らせ 60

- テンプレートによる投稿要領 61

- 「分析化学」に投稿される皆様へ 62

「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。

- ◇昨年末、数年ぶりにインフルエンザに罹患し、40度近い高熱と長引く咳に苦しみました。今シーズンは、インフルエンザ、新型コロナ、マイコプラズマと3種類のウイルス・細菌が猛威を振っているそうです。会員の皆様はもちろん、受験を控える学生さんたちがどうか健康で過ごせるよう、強く願ってやみません。
- ◇本年の入門講座では、「分析におけるコンタミ・キャリアオーバー対策」について、様々な先生からご寄稿をいただきます。コンタミ・キャリアオーバーは、分析の実務において最も重要な確認事項のひとつでありながら、つい見逃してしまいがちな落とし穴です。本講座は、特に初学者の方にとって、その概念や対策を理解する大きな助けになると感じています。次号以降も、是非ご期待ください。
- ◇私事ですが、この3月で任期満了となり、編集委員を退任いたします。至らぬ点ばかりでご迷惑をおかけしたことも多かったと思いますが、編集委員・事務局の皆様はもちろん、原稿のご執筆をいただいた先生方には大変お世話になりました。この場を借りて、厚く御礼申し上げます。学会や誌面でまた皆様にお目にかかれることを、心より楽しみにしております。

[Y.Y.]

〈とびら〉

北の大地から：支部長のひとりごと……………坂入 正敏

〈入門講座〉 分析におけるコンタミ・キャリアオーバー対策

ガスクロマトグラフィーにおける

ゴーストピークの対策……………穂坂 明彦

〈ミニファイル〉 分析用試薬

分離媒体としての気泡……………齋藤 徹

〈話 題〉

硝酸イオンを現場で簡単に測る……………中山 雅晴

◇ 編 集 委 員 ◇

- | | | |
|----------------------------|----------------------|--|
| 〈委員長〉 四宮 一 総 (日 本 大 学) | | |
| 〈副委員長〉 市場 有 子 (ライオン(株)) | | |
| 〈理 事〉 津越 敬 寿 (産業技術総合研究所) | | |
| 〈幹 事〉 稲川 有 徳 (宇都宮大院地域創生科学) | 糟野 潤 (龍谷大先端理工) | 久保田 哲央 (アジレント・テクノロジー)
<small>(インターナショナル職)</small> |
| | 橋本 剛 (上智大理工) | |
| 〈委 員〉 石橋 千 英 (愛媛大院理工) | 上田 忠 治 (高知大農林海洋科学) | 岡崎 琢 也 (東京都立大都市環境科学) |
| | 岡林 識 起 (日大生物資源科学) | 勝又 英之 (三重大院工) |
| | 古賀 舞 都 (農研機構) | 坂 真 智子 (株)エスコ |
| | 東海林 敦 (東京薬科大薬) | 末吉 健志 (北里大理) |
| | 高橋 豊 (EMIS・ソリューションズ) | 谷合 哲行 (千葉工業大先進工) |
| | 原田 誠 (東京科学大理) | 半田友衣子 (埼玉大工) |
| | 三原 義 広 (北海道科学大薬) | 盛田 伸一 (東北大院理) |
| | 山崎 由 貴 (国立医薬品食品衛生研) | |
| | | 北 牧 祐 子 (産業技術総合研究所) |
| | | 島田 健 吾 (石福金属興業(株)) |
| | | 高橋 幸 奈 (九州大カーボンニュートロ)
<small>(九州エネルギー国際研)</small> |
| | | 原賀 智子 (日本原子力研究開発機構) |
| | | 福島 健 (東邦大薬) |
| | | 山口 浩輝 (味の素(株)) |

☑ 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 2025年 第2号 (通巻602)

2025年2月1日印刷

2025年2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

© 2025, The Japan Society for Analytical Chemistry

購読料は会費に含まれています。

日本分析化学会次期会長 候補者選挙結果について

日本分析化学会理事会

本会社員（代議員）による次期会長（2025～2026年度、任期2年）選挙の投票は12月2日に役員等候補者推薦委員会委員長の立会で開票が行われました。その結果、山本博之氏が最高得票を得て、次期会長予定者に選出されましたので、ご報告いたします。

山本博之（やまもとひろゆき）先生（国研）量子科学技術研究開発機構高崎量子技術基盤研究所・副所長
（本会役員・委員の経歴）

2007～2010, 2015～2016, 2018年度
関東支部常任幹事
2009～2013年度 「Analytical Sciences」誌
編集委員
2019～2020年度 関東支部副支部長
2020年度～ X線分析研究懇談会運営委員
2021年度 関東支部長
2021年度～ 理事
2022年度 第82回分析化学討論会
実行委員長
2022年度～ 関東支部参与
2023年度 筆頭副会長
2023年度～ 会長

善木道雄先生 瑞宝中綬章受章報告

善木道雄岡山理科大学名誉教授は令和6年度秋の叙勲において瑞宝中綬章を受章されました。

永年にわたるフローインジェクション分析法（FIA）や水溶性アゾ化合物を用いる分析試薬の研究、岡山理科大学における蒜山研究所長など、地域に根差した研究および化学実験教室や講演会などを通して子供たちに科学の面白さを伝える教育などが認められたものです。特に試薬溶液をリサイクルする循環式FIAの研究では、日本分析化学会フローインジェクション分析研究懇談会から平成13年度FIA学術賞、平成18年度FIA論文賞を授与され、現在のSDGsに先駆けて地球環境に配慮された研究が行われました。

日本分析化学会においても中国四国支部で支部長などを務められ、平成21年度には学会功労賞を受賞されるなどの多くの貢献をなされました。

善木先生の受章は日本分析化学会や研究室の卒業生にとって大変名誉なこととなりました。

〈山本会長より下記のコメントをいただいております〉

善木先生のこの度のご受章、心よりお慶び申し上げます。フローインジェクション等にかかる永年のご研究とともに、教育活動へのご貢献が認められたものと思います。おめでとうございます。今後とも日本分析化学会の活動に大所高所よりご指導いただければ幸いです。

第405回液体クロマトグラフィー研究懇談会

主催（公社）日本分析化学会・液体クロマトグラフィー（LC）研究懇談会

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

脂質や界面活性剤類の分析は、異なる炭素鎖長・不飽和度を有する混合物分離が必要となる場合が多く、分離手法が重要となります。たとえば油脂の分析においては、汎用的なODS固定相より、C30などの長鎖固定相を選択したほうが、構造類似混合物分離に優れる場合があります。本例会では、脂質や界面活性剤を対象物とした、構造類似混合物の分離に関してご講演いただきます。

期日 2025年3月27日（木）13.00～17.00

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

講演主題 脂質・界面活性剤類の分析～構造類似混合物分離へのアプローチ～

講演

講演主題概説（オーガナイザー）（13.00～13.05）
（株）北浜製作所 井上剛史
（LC分析士三段）

1. 界面活性剤を含む試料の前処理方法（13.05～13.30）
（ジールサイエンス(株)）太田茂徳
（LC分析士二段）
2. C22などODSより長鎖な固定相における脂質類の分離挙動（13.30～13.55）
（株）北浜製作所 井上剛史
（LC分析士三段）

3. C30固定相の分離特性：C18固定相との相違・脂溶性化合物の保持について（13.55～14.20）
（株）クロマニックテクノロジーズ 長江徳和
（LC分析士二段）

4. SFCを用いた脂質、界面活性剤分析（14.20～14.55）
（株）島津製作所 寺田英敏
（LC分析士二段）

休憩（14.55～15.10）

5. 超臨界流体クロマトグラフィーによる界面活性剤の精密分離（15.10～15.40）
（花王(株)）森内章博
（LC分析士二段、LC/MS分析士初段）

6. 構造類似混合物の分離分析手法（15.40～16.05）
（東ソー(株)）伊藤誠治
（LC分析士五段、LC/MS分析士二段）

7. マススペクトルによる構造異性体解析（16.05～16.30）
（エムエス・ソリューションズ(株)）高橋 豊
（LC分析士二段、LC/MS分析士五段）

8. 総括「脂質・界面活性剤におけるHPLC分析」（16.30～17.00）
（東京理科大学）中村 洋
（LCマイスター、LC/MSマイスター）

参加費 ①学生：1,000円、②LC懇・個人会員：2,000円、③LC懇・団体会員：3,000円、④後援学会・個人会員：4,000円、⑤後援学会・団体会員：4,500円、⑥その他：5,000円。参加申込締切後の受付はできませんので、ご了承ください。

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

申込締切日 2025年3月12日（水）（入金締切時刻：15時まで）

申込方法

1. 参加希望者は、下記申込先にアクセスし、氏名、勤務先（電話番号）、LC研究懇談会・個人会員、協賛学会・個人会員、その他の別および情報交換会参加の有無を明記のうえ、お申込みください。なお、参加者名と振込者名が違う場合は、参加申込書の連絡事項欄に振込者名を明記してください。
2. お申込みが完了した場合には、登録されたアドレス欄に「第405回液体クロマトグラフィー研究懇談会申込み受付（自動返信）」のメールが届きます。メールが届かない場合は、世話人までお問い合わせください。
3. 申込み受付のメールを受領後、必ず期限内に研究懇談会参加費、情報交換会費の納入を行ってください。期限内に納入が確認できない場合、お申込みを無効とし参加URLを発行しませんので、十分ご注意ください。当日払いは受け付けません。なお、いったん納入された参加費は、返金いたしません。
4. 参加費の納入が確認できた方には、2025年3月20日以降に要旨集をメールにてお送りいたします。必要に応じてプリントアウトしてご参加ください。また、請求書の発行はいたしておりません。

液体クロマトグラフィー研究懇談会（例会）参加費送金時のご注意

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

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

申込先 <https://forms.gle/he5BjWF2q8Bbr9Lp7>

（学生申込者は、所属欄に大学名、学部、学年を記載）

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

問合せ先（公社）日本分析化学会・液体クロマトグラフィー研究懇談会 世話人（株）北浜製作所 井上剛史
〔E-mail：inouet@kitahama.co.jp〕

2025年度第1回近畿支部講演会

主催（公社）日本分析化学会近畿支部、近畿分析技術研究懇談会

期日 2025年4月18日（金）15.00～17.00

会場 大阪科学技術センター7階700号室〔大阪市西区鞆本町1-8-4、電話：06-6443-5324、交通：地下鉄四つ橋線「本町」駅下車、北へ徒歩約7分。うつほ公園北詰〕

講演

1. 相分離混相流の発見と学術および技術的体系化
—その道程と今の取り組み—
(15.00～16.00)
(同志社大学) 塚越一彦
2. 放射光軟X線分光計測技術の開拓と分析科学
(16.00～17.00)
(兵庫県立大学) 村松康司

参加費 無料

参加申込 標記行事名を題記し、(1)氏名、(2)勤務先（所属）、(3)連絡先を記入のうえ、下記申込先へFAXまたはE-mailにてお申し込みください。なお、参加証は発行いたしませんので、当日は直接会場にお越しください。

申込先 〒550-0004 大阪市西区鞆本町1-8-4（公社）日本分析化学会近畿支部〔電話：06-6441-5531、FAX：06-6443-6685、E-mail：mail@bunkin.org〕

※詳細は、近畿支部ホームページ（<http://www.bunkin.org/>）にてご確認ください。

2025年度液体クロマトグラフィー（LC）分析士二段認証試験実施のお知らせ

標記につき、下記要領で実施する予定ですのでお知らせいたします。各会場へのお問い合わせは、ご遠慮ください。

期日 2025年6月6日（金）14時～16時

会場（株）島津製作所東京支社〔東京都千代田区神田錦町1-3、交通：都営新宿線「小川町」駅、東京メトロ千代田線「新御茶ノ水」駅、東京メトロ丸の内線「淡路町」駅のB7出口より徒歩6分、東京メトロ銀座線「神田」駅より徒歩10分、JR「神田」駅西口より徒歩10分。〕

<https://www.shimadzu.co.jp/aboutus/company/access/tokyo.html>

二段資格のイメージ 各種分析士に共通するものとして、「手順書、作業マニュアル、規格を見れば、自分で計画して業務を遂行できるレベル。当該分析・測定技術に関連する物理、化学、生物、電気、機械等の基礎知識を有し、装置等の日常点検、保守等も行える。」と規格されます。液体クロマトグラフィー分析士においては「HPLC装置とそれぞれのパーツの内容や原理の理解が十分にある。HPLCを用いた試験について、正確な操作を行うことができる。簡単な部品の交換が自分でできる。」ことが求められます。なお、試験問題としては科学の各分野並びに化学・分析化学一般に関する知識を問う内容が約40%含まれます。

受験料 7,700円（合格者は登録料4,400円を別途申し受けます）。請求書の発行はいたしません。入金確認後、受験番号をお知らせします。

受験資格 受験できる方はこれまでに行われた液体クロマトグラフィー分析士初段試験に合格し、登録された方に限ります。

申込方法 受験料の銀行振込後、専用ホームページ（<https://forms.gle/2E4PFiLjU9kuD71k7>）にアクセスして必要事項を入力してください。

申込締切 5月26日（月）15時。会場に定員制限がありますので、入金順に受験番号を発行します。

振込銀行口座 りそな銀行五反田支店普通預金0802349、口座名義：公益社団法人日本分析化学会液体クロマトグラフィー研究懇談会（シヤ）ニホンブンセキカガクカイエキタイクロマトグラフィー。一度お振り込みいただいた受験料は返却しません。万一、コロナ禍等で試験が中止された場合には、次の受験料を免除します。

問合せ先（公社）日本分析化学会・LC研究懇談会・分析士認証専門部会〔E-mail：lckonkanri@gmail.com〕

—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。

2024 年度ガラス表面・分析研究討論会
構造解析・化学状態分析技術の活用

主催 日本セラミックス協会ガラス部会表面・分析分科会
期日 2025年2月14日(金)
会場 日本セラミックス協会 会議室
ホームページ
https://www.ceramic.or.jp/bglass/index_j.html#2024_characterization
連絡先 〒520-8639 滋賀県大津市晴嵐 2-7-1 日本電気硝子(株)研究開発本部評価部 姫井裕助
[E-mail: yhimei@neg.co.jp]

第 19 回大環状分子及び超分子化学国際会議
19th International Symposium on Macrocyclic and Supramolecular Chemistry 2025

主催 ISMSC2025 組織委員会
期日 2025年5月25日(日)~30日(金)
会場 ロームシアター京都・みやこめっせ
ホームページ <https://www.ismsc2025.com/>
連絡先 実行委員長 生越友樹(京都大学・金沢大学)
[E-mail: ismsc2025@jtb.com]

電子機器トータルソリューション展 2025

主催 (一社)日本電子回路工業会
期日 2025年6月4日(水)~6日(金)
会場 東京ビッグサイト東展示棟
ホームページ
<https://www.jpccashow.com/show2025/index.html>
連絡先 (株)ジェーシーエス・コミュニケーションズ内 運営事務局 [電話: 03-5931-0039, E-mail: jpcashow@jcs-c.com]

日本顕微鏡学会第 81 回学術講演会
顕微鏡が導く「気付き」, 「繋がり」, 「挑戦」

主催 (公社)日本顕微鏡学会
期日 2025年6月9日(月)~11日(水)
会場 福岡国際会議場
ホームページ
<https://conference.wdc-jp.com/microscopy/conf2025/index.html>
連絡先 〒169-0075 東京都新宿区高田馬場 1-21-13 廣池ビルディング 402 (公社)日本顕微鏡学会事務局 崔 由美
[電話: 03-6457-5156, E-mail: jsm-post@microscopy.or.jp]

**環境工学ワークショップ 2025/
環境工学総合シンポジウム 2025
(IWEE2025 & 2025SEE)**

International Workshop on Environmental Engineering 2025 (IWEE2025 & 2025SEE)

主催 (一社)日本機械学会
期日 2025年7月18日(金)~21日(月)
会場 北見工業大学
ホームページ
<https://www.jsme.or.jp/env/iwec/2025/>
連絡先 IWEE2025 & 2025SEE 実行委員会
[E-mail: env-symp2025@jsme.or.jp]

**第 41 回シクロデキストリンシンポジウム・
第 12 回アジアシクロデキストリン国際会議
(合同開催)**

**12th Asian Cyclodextrin Conference in
Conjunction with the 41st
National Cyclodextrin Symposium, Japan**

主催 シクロデキストリン学会
期日 2025年11月7日(金)~10日(月)
会場 同志社大学今出川キャンパス
ホームページ <https://www.acc2025.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 重光 孟 [電話: 06-6879-7922, E-mail: shigemitsu@chem.eng.osaka-u.ac.jp]

**「分析化学」特集
“拡がる！分析化学と溶液化学の境界”
の論文募集**

「分析化学」編集委員会

「分析化学」編集委員会は、溶液反応化学研究懇談会と共同で「拡がる！分析化学と溶液化学の境界」特集を企画しました。溶液化学の研究は、電気化学や錯体化学はもちろんのこと、クラスターや化学反応を解明する分子科学やイオン液体や超臨界流体などの応用が期待されている工学的分野など、多くの分野と密接に関係しています。本特集号では、更なる拡がりを見せている溶液化学と分析化学の境界領域における最新の研究に関する論文の投稿をお待ちしています。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: 2025年2月21日(金)

特集論文原稿締切: 2025年4月18日(金)

**初めて書く論文は母語の日本語で！
“第 24 回初執筆論文特集” 募集のお知らせ**

「分析化学」編集委員会

「分析化学」編集委員会は、2025年(第74巻)に企画しております第24回「若手研究者の初論文特集」の特集名称を変更し、第24回「初執筆論文特集」として原稿を募集いたします。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。年間を通して論文原稿を受け付け、審査を経て掲載に

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。

「分析化学」年間特集「環」論文募集

「分析化学」編集委員会

2025年は「環」をテーマとすることと致しました。

本特集では「環」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。国内外、産学官を問わず、「環」にかか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。

特集論文原稿締切：2025年4月25日（金）（第3期）

「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。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。

ぶんせき誌「技術紹介」の原稿募集

『ぶんせき』編集委員会

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

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

記

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

【ア行】	【ナ行】	【ヤ行】
(株)エス・ティ・ジャパン…………… A1	日本分光(株)…………… 表紙 4	安井器械(株)…………… A4
【サ行】	【ハ行】	
(株)島津製作所…………… 表紙 3	フロンティア・ラボ(株)…………… A2	製品紹介ガイド…………… A6~7
【タ行】	【マ行】	製品ガイド…………… A8~10
東亜ディーケーケー(株)…………… A3	室町ケミカル(株)…………… 表紙 2	

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>原子スペクトル分析</h2>	<p>様々な分析ニーズに応える、質量分析計 (GC-MS, MALDI-TOFMS, LC-MS) を使用したソリューションをご提案いたします。 日本電子(株) 電話 03-6262-3575 https://www.jeol.co.jp/</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>MALDI-TOF (/TOF), 迅速微生物同定, ESI-QTOF, FT-ICR, LC-MS/MS, GC-MS/MS, SPR 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>分子スペクトル分析</h2>	<h2>熱分析</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>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>レーザー分光分析</h2>	<h2>分析装置・関連機器</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 E-mail: LA-LIBS@hakuto.co.jp https://www.process.hakuto.co.jp/product/2562/</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>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menaテック https://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 (一財)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.alphascience.jp/ 電話 03-3814-1374 FAX 03-3814-2357 E-mail: alpha@m2.pbc.ne.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>	<p>高性能 HPLC/GPC-FTIR インターフェースシステム 新型 LC-CollectIR (株)エス・ティ・ジャパン 東京 03-3666-2561 大阪 06-6949-8444 https://www.stjapan.co.jp/</p>
<h2>電気化学分析</h2>	<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>
<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>電位差自動滴定装置・カールフィッシャー水分計・密度比重計・屈折計・粘度計・水銀測定装置・熱計測機器・大気分析装置・水質分析装置・排ガス分析装置 京都電子工業(株) 東京支店 03-5227-3151 https://www.kem.kyoto/</p>
<p>ポテンショスタット・ガルバナスタット メトローム オートラボやドロップセンスの電気化学装置なら最大16チャンネル, スクリーンプリント電極の特注も対応 メトロームジャパン(株) https://www.metrohm.jp</p>	<p>高品質・高精度・高耐圧 NSプランジャーポンプシリーズ 日本精密科学(株) 電話 03-3964-1198 https://nihon-exa-sci.com</p>
<h2>質量分析</h2>	<p>赤外顕微鏡における「観る」, 「測る」, 「使う」を再構築、顕微赤外測定に新たなイノベーションを創出します。 赤外顕微鏡 IRT-5X 日本分光(株) https://www.jasco.co.jp</p>

秒速粉碎機 マルチビーズショッカー®
 ディスポ容器で岩石・樹脂・生体等の凍結粉碎も可能。
 分析感度UP, 時間短縮, 経費節減に貢献。
 安井器械(株) 商品開発部 <https://www.yasuikikai.co.jp/>

研究室用設備機器

分析用超純水のことなら何でもエルガにご相談ください
 世界第2位のラボ用超純水装置メーカー エルガラボウォーター
 ヴェオリア・ジェネッツ(株) エルガ・ラボウォーター事業部
 e-mail: jp.elga.all.groups@veolia.com
<https://www.elgalabwater.com>

ラボ用超純水装置は「オルガノ ラボサロン」で検索
 世界トップレベルの分析と導入後のサポート体制を強
 みとする日本の水処理エンジニアリング企業です。
 オルガノ(株) <https://puric.organo.co.jp/>

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/中性子解析向けタンパク質結晶作成をあなたのラボで
 『C-Kit Ground Pro』XRD:¥50,400 (税抜), ND:¥151,200 (税抜)
 (株)コンフォーカルサイエンス 電話 03-5809-1561
<http://www.confsci.co.jp>

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)

書籍

機械学習による分子最適化

— 数理と実装 —

梶野 洸 著 A5判 312頁 定価3,520円 (税込)

(株)オーム社 <https://www.ohmsha.co.jp>

基本分析化学 —イオン平衡から機器分析法まで—
 北条正司, 一色健司 編著

B5判 260頁 定価3,520円 (税込)

三共出版(株) 電話 03-3264-5711

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

Primary大学テキスト これだけはおさえたい化学 改訂版
 大野公一・村田滋・齊藤幸一 他著

B5判 248頁 フルカラー 定価2,530円 (税込)

大学初年次での化学を想定。高校の復習から大学に必要な知識へのテキスト。

実教出版(株) 電話03-3238-7766 <https://www.jikkyo.co.jp/>

Pyrolysis-GC/MS Data Book of Synthetic Polymers

合成高分子の熱分解 GC/MS ハンドブック

Tsuge, Ohtani, Watanabe 著 定価31,900円 (税込)

163種の合成高分子の熱分解 GC/MS, また33種の縮合系

高分子には反応熱分解 GC/MS も測定したデータ集。

(株)デジタルデータマネジメント 電話 03-5641-1771

TOF-SIMS: Surface Analysis by Mass Spectrometry

John C. Vickerman and David Briggs 著 B5・定価51,700円 (税込)

二次イオン質量分析法の装置と試料の取扱い, 二次イオン

形成のメカニズム, データ解析アプリケーション例など

(株)デジタルデータマネジメント 電話 03-5641-1771

Surface Analysis by Auger and X Ray Photoelectron Spectroscopy

David Briggs and John T. Grant 著 B5・定価51,700円 (税込)

表面分析に欠かせない AES と XPS 法の原理, 装置, 試料の扱い,

電子移動と表面感度, 数量化, イメージング, スペクトルの解釈など。

(SurfaceSpectra, Ltd.)

(株)デジタルデータマネジメント 電話 03-5641-1771

第3巻「永久磁石の保磁力と関連する技術課題」

徳永雅亮, 山本日登志 著

B5判・118頁, 定価: ¥2,300 + 送料

ネオジコンサル 電話 090-2204-7294

<https://hitoshiad26.sakura.ne.jp>

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>

セミナー・試験

海外技能試験の輸入代行サービス

西進商事(株)

神戸 078-303-3810 東京 03-3459-7491

<https://www.seishin-syoji.co.jp/>

開催20年, 受講者700名超の不確かさセミナー。

複数の講師が一人一人丁寧に指導! オンライン参加も可。

日本電気計器検定所 (JEMIC) 電話 03-3451-1205

<https://www.jemic.go.jp>

E-Mail: kosyukai-ky@jemic.go.jp

「本ガイド欄」への掲載については下記にお問合せください。

(株)明報社

電話 03-3546-1337 E-mail: info@meihosha.co.jp

製品ガイド

■本製品ガイドに掲載の製品に関するカタログ・資料請求は…

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

(株)明報社『ぶんせき』係行 ぶんせき 2025 年 2 月号

FAX.03-3546-6306

資料請求用紙

年 月 日

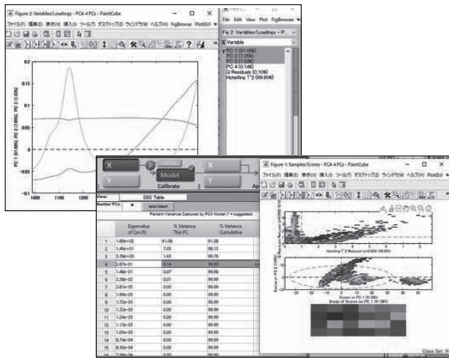
ご 請 求 者	住所 □□□ - □□□□
	会社名
	所属
	フリガナ
	氏名
	TEL () - FAX () - E-mail:

資料ご希望の節は下記請求番号(製品横の数字)に○印をお付けください。

No.		No.		No.	
1		3		5	
2		4		6	

1 コンピュータ・データ処理

多変量イメージ解析 MIA_Toolbox



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

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

PLS_Toolbox (MATLAB用アドイン)
定価(税込): 550,000円/253,000円 (一般/教育)
MIA_Toolbox (MATLAB用アドイン)
定価(税込): 286,000円/121,000円 (一般/教育)
Solo (スタンドアロン)
定価(税込): 825,000円/308,000円 (一般/教育)

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

(製作元: Eigenvector Research Inc.)

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

2 熱分析

顕微鏡用大型試料冷却加熱ステージ (電圧印加可能) 10084/10084L



特長
相転移挙動の観察に最適な冷却加熱ステージです。スライド式の上蓋は試料交換と観察中の作業を軽減させる操作性で高い評価を頂いています。電圧印加用のリモコネクターを備えていますので、温度制御された試験セルに電圧をかけ、温度と電圧印加した時の変化を観察する事ができます。

本体価格: お問い合わせください

- 仕様**
- ・温度範囲: 10084型/室温~+420℃
10084L型/-100℃~+420℃
 - ・試料サイズ(MAX):
42mm×53mm×厚さ3mm
 - ・備考: 液晶等の電圧印加に最適 (リモコネクター付)
 - 詳しくは当社HPよりご覧下さい

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

3 熱分析

顕微鏡用加熱ステージ 10016/10042D



特長
大気、不活性ガス雰囲気 (10042Dは真空も可) で使用出来るこのステージは1000℃以上の高温域においてもハレーションの影響を受ける事無くクリアな観察が可能です。

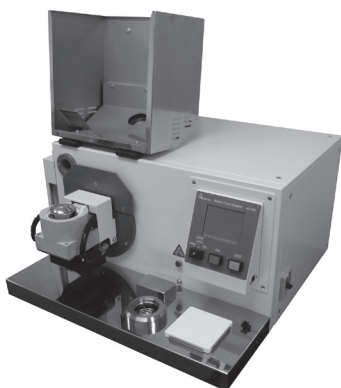
本体価格: お問い合わせください

- 仕様**
- ・温度範囲: 室温~+1500℃
 - ・試料サイズ(MAX): 直径5mm×厚さ1mm
 - ・温度精度: ±1℃
 - ・雰囲気: 10016型/大気、不活性ガス
10042D型/真空、大気、不活性ガス
 - 詳しくは当社HPよりご覧下さい

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

4 分析装置・関連機器

高周波溶融装置 ビード&フューズサンプリ



特長
蛍光X線分析用ガラスビードの作成及びICP分析や原子吸光分析の前処理としてアルカリ融解を行う無機サンプルの前処理装置。電気炉とは違い高周波誘導加熱方式でるつぼ自体が発熱するので短時間で効率良く加熱処理ができます。また、るつぼの発熱温度を上手くコントロールすることにより軽元素の飛散を抑えて難溶解物質を確実に溶融させることができます。

価格: お問い合わせください。

- 仕様**
- 高周波出力: 2kW
 - 電源: 単相 200V (要アース)
 - サイズ: W600×L700×H350 (mm)
 - 使用可能るつぼ: 白金、ジルコニウム、ニッケル
 - *アルミなるつぼは特殊アダプタをセットすることで使用可能になります。

株式会社 アメナテック
TEL.045-548-6049 FAX.045-548-6179
URL: <https://www.amena.co.jp>
E-mail: info@amena.co.jp

5 分析装置・関連機器

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・分散に特化した卓上可搬型、且つ静音性に優れた粉碎装置です。

特長

1. 使いやすいシンプルな操作性：粉碎速度、粉碎時間、サイクル数、サイクル間の待ち時間を、回転ノブとタッチパネルで簡単設定。
2. 短時間で効率的に微粉碎：同一プログラムで最大3試料を同時粉碎。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で短時間でパワフルに粉碎（特許取得）。
3. 液体窒素消費量が少なく省エネ：液体窒素の最小消費量は300 mL程度。予冷キットも付属。冷媒を使わずに室温でも粉碎可能。

価格：お問い合わせください。

仕様

粉碎方式：凍結、室温乾式、室温湿式
 回転数 (rpm)：50～最大3000（無段階設定）
 回転時間 (秒)：10～60（10秒毎）
 回転サイクル間の待ち時間 (秒)：0～600（10秒毎）
 回転サイクル数：1～20（1サイクル毎）
 本体サイズ：270 (W)×340 (D)×300 (H) mm、
 約12 kg

フロンティア・ラボ株式会社

TEL.024-935-5100 FAX.024-935-5102
 URL: <https://www.frontier-lab.com/jp>
 E-mail: info@frontier-lab.com

6 研究室用設備器具

フリッチュジャパン NANO対応粉碎機 “Premium Line P-7”



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

本体価格 (税別)：2,350,000円

仕様

台盤回転数 (最大)：1,100rpm
 容器回転数：2,200rpm
 容器の材質：メノウ、アルミナ、チッカ珪素、ジルコニア、ステンレス、クローム等
 粉碎例示：試料。SiO₂。
 粉碎時間：90分。
 結果 平均粒度：0.026 μm

フリッチュ・ジャパン株式会社

TEL.045-641-8550 FAX.045-641-8364
 URL: <http://www.fritsch.co.jp>
 E-mail: info@fritsch.co.jp

掲載会社 所在地

アメナテック(株)	〒224-0003 神奈川県横浜市都筑区中川中央2-5-13	メルヴューサガノ401
ジャパンハイテック(株)	〒260-0001 千葉県千葉市中央区都町3-14-2-405	
(株)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
フリッチュ・ジャパン(株)	〒231-0023 神奈川県横浜市中区山下町252	グランベル横浜ビル
フロンティア・ラボ(株)	〒963-8862 福島県郡山市菜根4-16-20	

エネルギー分散型蛍光X線分析装置

Energy Dispersive
X-ray Fluorescence Spectrometer

ALTRACE



元素分析の限界を超越する

簡単操作で微量元素を高速に分析。さらなる高感度を求めて、最適光学系設計と当社独自の高速信号処理技術により、蛍光X線分析装置が新しいステージに到達しました。

類いなき高感度

- サブppmから%まで広範囲の一斉元素分析を実現
- 1 ppm未満の簡易スクリーニングとして活用
- 粉末・液体試料を溶解や希釈することなく、簡便に分析が可能

煩雑な前処理からの解放

- 化学的な前処理なしに分析可能
- 精密分析前の簡易スクリーニングに最適
- 精密分析よりコスト削減・操作性が優位

圧倒的な効率性

- 最大48試料搭載の連続自動分析
- 扱いやすいトレイ引き出し方式採用
- 測定中の割り込み分析に対応



詳しい製品情報はこちら

Welcome to the Next Generation

赤外顕微鏡における「観る」、「測る」、「使う」を再構築、
顕微赤外測定に新たなイノベーションを創出します。

「観る」

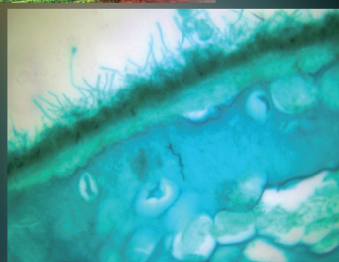
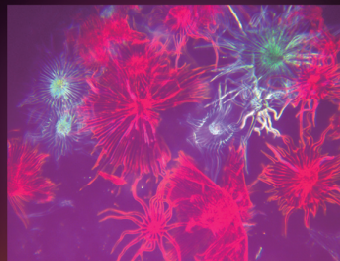
- ・ 500万画素の高解像度カメラを搭載
- ・ 光学系の改良と電動アイリス機構による高品位な観察画像
- ・ オートフォーカス標準搭載
- ・ スマートモニターによる観察・測定の実時実行
- ・ 各種観察オプションを用意

「測る」

- ・ 自動XYZステージによる顕微測定の効率化
- ・ スマートマッピングによる革新的な測定
- ・ 光学系及びミッドバンドMCT検出器の改良による感度向上
- ・ 2in1MCT検出器による高空間分解能・高感度測定
- ・ 4検出器搭載可能

「使う」

- ・ シンプルで使い易く、初心者でも使えるUI
- ・ IQ IR NAVによる自動試料認識
- ・ 集光鏡スライドイン方式の採用
- ・ 40mm厚試料の反射測定対応
- ・ 設置スペースのダウンサイジング



FT/IR-4X + IRT-5X システム

IRT-5X

赤外顕微鏡 / Infrared Microscope

IRT-5Xについて



詳しくはこちらから

光と技術で未来を見つめる

日本分光

日本分光株式会社

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

日本分光の最新情報はこちらから

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

日本分光HP



JASCO

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

ぶんせき・分析化学
広告掲載のお問い合わせは

取扱社 梅 明 報 社 へ

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