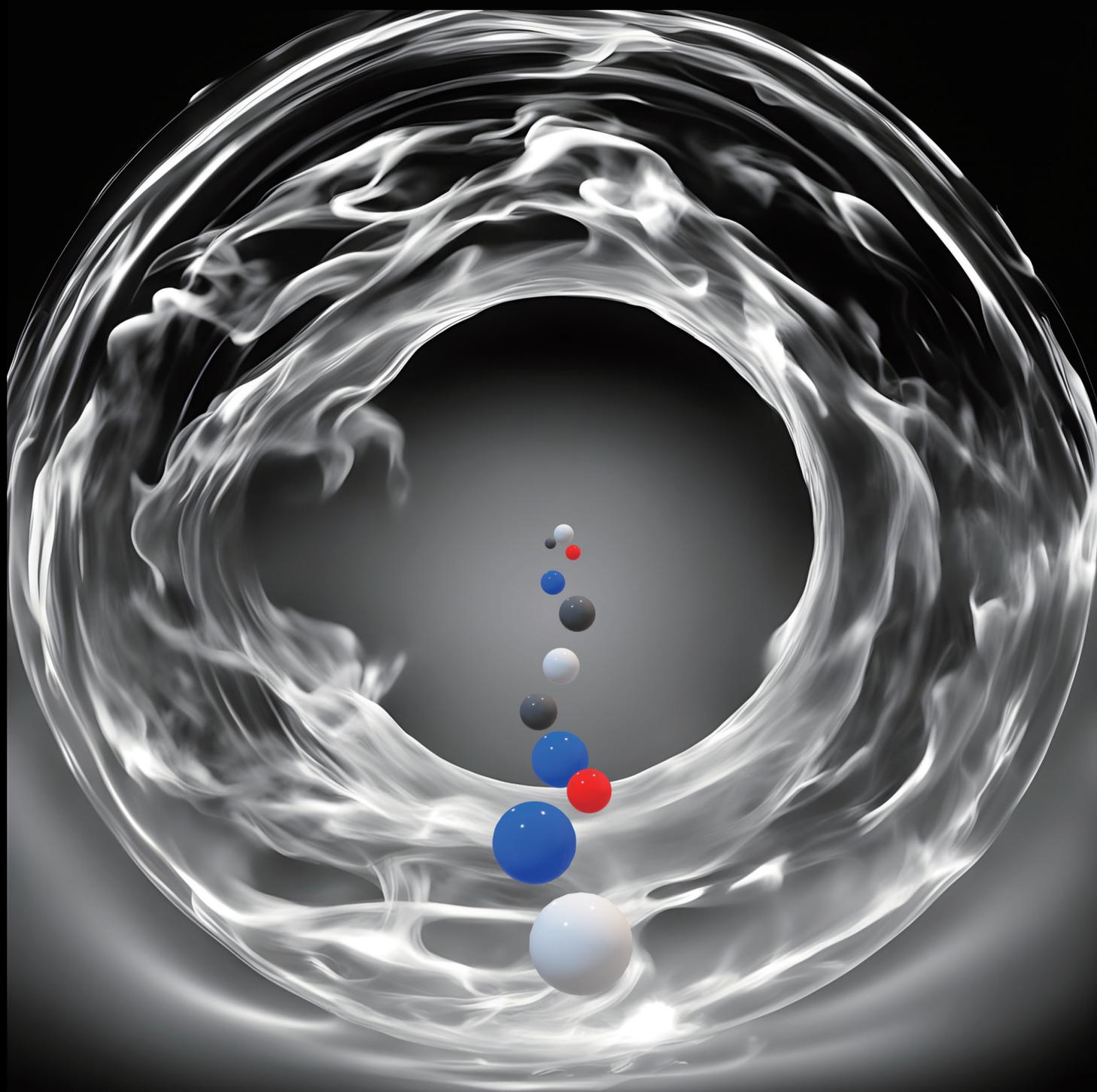


ぶんせき ⑤

Bunseki 2024

The Japan Society for Analytical Chemistry



日本分析化学会

<https://www.jsac.jp>

ガスクロマトグラフ質量分析計
GCMS-QP2050

Excellence Redefined



分析業務を取り巻く事業環境やニーズは時代とともに大きく変わってきています。

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

Minimum Maintenance, Maximum Progress

最小限のメンテナンスで最大限の成果

Simple Operation, Confident Results

シンプルな操作で確実な分析結果

One Instrument, Infinite Possibilities

1台の装置に無限の可能性

詳しい製品情報はこちら



ぶんせき Bunseki 2024 Contents 5

目次

とびら	災害時における分析化学を考える／大江 知行 151
入門講座	データ解析：定量・定性からビッグデータの解析まで クロマトグラフィーの基礎／藤崎 真一 152
講義	ネイティブ質量分析でできること／明石 知子 157
ミニファイル	非破壊・固体分析 フーリエ変換赤外分光法／新居田 恭弘 162
話題	水素分離技術／Mubark M. Mohamed・加藤 善大 164
技術紹介	ポータブル蛍光光度計 FC-1 —尿酸値測定への応用—／熊谷 直也・加藤 祐史 166
トピックス	電気化学センサーの表面改質による 重金属イオン検出の高感度化／盛田 伸一 169 放射性ヨウ素種の電気化学的検出と分離／吉田 航 169
こんにちは	金沢工業大学生活環境研究所を訪ねて／西山 嘉男 171
リレーエッセイ	スマートの裏にある努力／長瀬 健一 173
論文賞	2023 年「分析化学」論文賞受賞論文 174 2023 年「分析化学」論文賞受賞論文 175
ロータリー	インフォメーション：第 392 回液体クロマトグラフィー研究懇談会／ 執筆者のプロフィール 176

〔論文誌目次〕	179	〔広告索引〕	A7
〔お知らせ〕	M1	〔ガイド〕	A8
〔カレンダー〕	iii		

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

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

1) 放射能分析用大豆認証標準物質

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

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

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

○充填容器と価格

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

2) 放射能分析用しいたけ認証標準物質

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

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

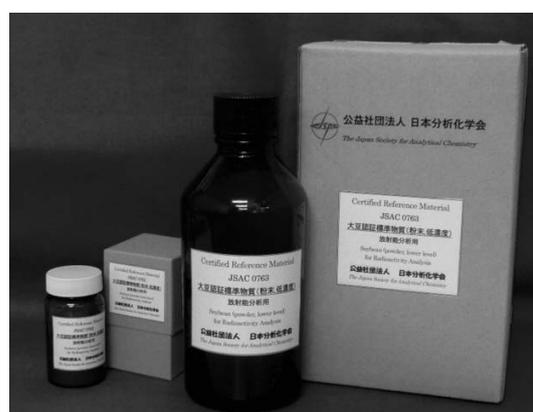
	低濃度	高濃度
^{134}Cs 放射能濃度 (Bq/kg) :	99 ± 9	225 ± 15
^{137}Cs 放射能濃度 (Bq/kg) :	233 ± 20	533 ± 34
^{40}K 放射能濃度 (Bq/kg) :	707 ± 53	633 ± 50

○充填容器と価格

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

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

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



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

カレンダー

2024 年

5 月	10	2024 年度「ぶんせき講習会」(基礎編その 1) 「分析における統計手法～統計の基礎と統計手法の実際について～」[オンライン].....(4 号 M2)
	10	24-1 NMR 研究会ケモインフォマティクス入門 [新大阪丸ビル別館 4 階 4-1 号室].....(M 5)
	16・17	第 40 回希土類討論会 [松山市立子規記念博物館].....(12 号 M1)
	17	プラズマ分光分析研究会第 122 回講演会野々瀬穂子先生記念講演会 [京都大学百周年時計台記念館国際交流ホールおよびオンライン].....(4 号 M6)
	18	第 21 回生涯分析談話会へのお願い [京都工芸繊維大学松ヶ崎キャンパス].....(3 号 M4)
	18・19	第 84 回分析化学討論会 [京都工芸繊維大学松ヶ崎キャンパス].....(2 号 M3)
	22～24	ナノ学会第 22 回大会 [東北大学新青葉山キャンパス].....(4 号 M6)
	24	第 251 回西山記念技術講座 [CIVI 研修センター新大阪東 7 階 E705 会議室].....(M 5)
	29	第 395 回液体クロマトグラフィー研究懇談会 [栗田工業 Kurita Innovation Hub 講堂 A].....(4 号 M3)
	30	2024 年度液体クロマトグラフィー (LC) 分析士二段認証試験 〔①東京会場：島津製作所東京支社；②京都会場：島津製作所本社研修センター〕.....(1 号 M5)
	31	第 252 回西山記念技術講座 [鉄鋼会館会議室].....(M 5)
6 月	3～5	日本顕微鏡学会第 80 回学術講演会 [幕張メッセ・国際会議場].....(3 号 M4)
	12～14	電子機器トータルソリューション展 2024 [東京ビックサイト東展示棟].....(3 号 M4)
	13・14	界面コロイドラーニング第 40 回現代コロイド・界面化学基礎講座 東京会場 [同志社大学東京オフィス].....(M 5)
	13～15	みる・はかる・未来につなぐ科学機器展東海サイエンスパーク 2024 [名古屋国際会議場].....(1 号 M7)
	18	2024 年度液体クロマトグラフィー (LC) 分析士初段認証試験 〔①東京会場：島津製作所東京支社；②京都会場：島津製作所本社研修センター〕.....(2 号 M2)
	26	第 396 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)
	27・28	界面コロイドラーニング第 40 回現代コロイド・界面化学基礎講座 大阪会場 [大阪産業創造館].....(M 5)
7 月	3	2024 年度「ぶんせき講習会」(基礎編その 2) 「化学分析の基礎講座～実験用ガラス器具, マイクロピペット, 電子天びん, および pH メーターの原理と使い方～」[島津製作所関西支社].....(M 1)
	4	第 29 回 LC 研究懇談会特別講演会・見学会 [東京都農林水産振興財団・農業総合研究センター].....(4 号 M4)
	11～13	有機微量分析研究懇談会・創立 70 周年記念大会シンポジウム・ 第 91 回日本分析化学会有機微量分析研究懇談会・ 第 125 回計測自動制御学会力学量計測部会・ 第 41 回合同シンポジウム [岐阜大学講堂・工学部他].....(1 号 M6)
	12	北陸地区講演会 [福井大学文京総合研究棟 I 2 階総合大 2 講義室].....(M 2)
	17・18	第 6 回使えるセンサ・シンポジウム 2024 (同時開催：第 6 回使えるセンサ・計測展 2024) [マイドームおおさか].....(M 5)
	17～19	第 34 回環境工学総合シンポジウム 2024 [高野山大学].....(3 号 M4)
	19	2024 年度第 2 回近畿支部講演会 [大阪科学技術センター 7 階 700 号室].....(M 3)
	24～26	HPLC&LC/MS 講習会 2024 [島津製作所殿町事業所 MainHall (4 階) ほか].....(4 号 M4)
	25・26	(一社)日本結晶学会講習会「粉末 X 線解析の実際」[東京工業大学大岡山キャンパス西 9 号館].....(M 5)
	30	24-1 高分子学会講演会 主題=バイオプラスチックの最前線 [オンライン開催].....(M 5)
8 月	28・29	第 36 回バイオメディカル分析科学シンポジウム ―創薬と医療を支える分析化学― [静岡県コンベンションアーツセンター].....(M 5)
9 月	10	第 3 回標準化セミナー ―微小粒子の破壊・変形強度の測定方法とその応用展開― [ウインクあいち].....(M 5)
	11～13	日本分析化学会第 73 年会 [名古屋工業大学].....(4 号 M1)
	19・20	第 40 回シクロデキストリンシンポジウム [東京大学駒場キャンパス 21KOMCEE West].....(M 6)
	26～28	第 60 回熱測定討論会 [京都府立京都学・歴史館].....(M 6)
10 月	16	第 253 回西山記念技術講座「最新シミレーション技術の進歩と鉄鋼業への展開」 [CIVI 研修センター新大阪東 7 階 E705 会議室].....(M 6)
	23	第 400 回記念液体クロマトグラフィー研究懇談会 [機械振興会館・研修-1 会議室].....(M 3)
	23～25	第 46 回溶液化学シンポジウム [千葉大学けやき会館].....(3 号 M5)
	30	第 254 回西山記念技術講座「最新シミレーション技術の進歩と鉄鋼業への展開」 [鉄鋼会館会議室].....(M 6)
	31・11/1	第 29 回高分子分析討論会 (高分子の分析及びキャラクター化) [ウインクあいち].....(M 4)
11 月	17～22	第 9 回実用表面分析国際シンポジウム 9th International Symposium on Practical Surface Analysis (PSA-24) [Paradise Hotel Busan パラダイスホテル釜山].....(1 号 M7)
	21	第 75 回白石記念講座「データ駆動型材料開発の最前線とその適用例」[鉄鋼会館会議室].....(M 6)

各種標準物質 (RM, CRM)

PFAS関連 (EPA 1633対応など)、RoHS (MCCPs、TBBPA)、REACH規則 (PAHs) など取り扱っております。
核燃料関連 (ウラン、トリウム、プルトニウム)、環境中放射能標準物質などもございます。

<p>ICP-OES/ICP-MS AAS/IC</p>	<p>固体発光分光分析 蛍光X線 / ガス分析</p>	<p>物理特性 / 熱特性</p>	<p>有機標準物質</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・無機標準液 / オイル標準液 ・鉄・非鉄各種金属 ・工業製品 (石炭、セメント、セラミックス等) ・環境物質 (土壌、水、堆積物、岩石等) ・乳製品、魚肉、穀物等 	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄・非鉄各種金属 ・工業製品 (石炭、セメント、セラミックス等) ・環境物質 (土壌、水、堆積物、岩石等) ・(乳製品、魚肉、穀物等) 	<ul style="list-style-type: none"> ・X線回折装置用 Si powder, Si nitride, 等 ・粒度分布計用 ・熱分析用 DSC (In, Pb, 等) ・粘度測定用 ・膜厚分析用 	<ul style="list-style-type: none"> ・製薬標準物質 SPEX, LGC, EP, USP, TRC, MOLCAN ・認証有機標準液 ・ダイオキシン類 / PCB ・有機元素計用標準物質 ・Cayman Chemical

Cole-Parmer 社 (旧 SPEX 社) 前処理機 (フリーザーミル・ボールミル)

凍結粉碎機 (Freezer / Mill)

粉碎容器にインパクトター (粉碎棒) とサンプルを一緒に入れ、液体窒素にてサンプルを常時凍結させて運転を開始します。インパクトターを磁化させ、往復運動させる事による衝撃でサンプルを粉碎します。やわらかいサンプルや熱に弱い生体サンプルに最適です。

〈サンプル例〉プラスチック、ゴム、生体サンプルなど、
〈使用例〉ICP, XRF, GC, LCの前処理 DNA/RNAの抽出の前処理

ボールミル (Mixer / Mill)

SPEX独自の8の字運動により、効率的な粉碎、混合が可能。サンプルに合った粉碎容器、ボールを選択可能。

〈サンプル例〉岩石、植物、錠剤、合金など
〈使用例〉ICP, XRFの前処理 メカニカルアロイニング



日本バイオテクノロジー認証機構 (JBCO) 技能試験



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



理化学試験 (ヒスタミン)



理化学試験 (栄養成分)



微生物試験 (一般生菌数)



リアルタイムPCR (DNAコピー数の測定)

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

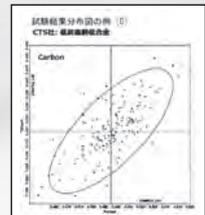
海外技能試験輸入代行サービス

技能試験 (外部精度管理) とは・・・

技能試験提供機関が提供する未知サンプルを分析することによって、分析者の分析技能を測るテストです。分析能力に関して中立的な評価が得られ、国内外の参加試験所と分析能力の比較が出来ます。

〈メーカー/サンプル例〉

- ・LGC (ドイツ)：環境・食品・飲料・アルコール・微生物・化粧品・製薬・オイル・飼料
- ・CTS (アメリカ)：鉄鋼・非鉄・樹脂
- ・iis (オランダ)：ポリマー (化学試験)・繊維・化粧品
- ・NIL (中国)：ポリマー (化学試験・物性試験) 鉄鋼原料
- ・NSI (アメリカ)：飲料水・環境・食品・微生物・製薬
- ・PTP (フランス)：非鉄関連・航空宇宙関連試験
- ・TESTVERITAS (フランス)：食品・食肉・野菜



YouTubeチャンネル [西進商事公式]

弊社取り扱い製品の情報を公開中です。(順次アップロード予定)



SEISHIN

標準物質専門商社

西進商事株式会社

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

本社 〒650-0047 神戸市中央区港島南町1丁目4番地4号
TEL.(078)303-3810 FAX.(078)303-3822
東京支店 〒105-0012 東京都港区芝大門2丁目12番地7号 (RBM芝パークビル)
TEL.(03)3459-7491 FAX.(03)3459-7499
名古屋営業所 〒450-0002 名古屋市中村区名駅4丁目2番25号 (名古屋ビルディング桜館4階)
TEL.(052)586-4741 FAX.(052)586-4796
北海道営業所 〒060-0002 札幌市中央区北二条西1丁目10番地 (ピア2・1ビル)
TEL.(011)221-2171 FAX.(011)221-2010

計測技術セミナー

(公社)日本分析化学会と共催

分析化学における不確かさ研修プログラム

楽しく！ 簡単に！ わかりやすく！

オンライン参加も可能になりましたので、遠方の方も是非ご参加下さい

受講者全員に目が届く
少数定員

講義と演習を
繰り返すので身に着く

受講者全員に
受講証明書を発行

未経験者でも
簡単に不確かさの計算が
できるようになる

複数の講師が対応

受講者一人一人の
理解度を確認しながら
進めるので安心！

社員教育として
活用できる！

難しい数式や
偏微分は
使いません！

質問
しやすい！

その他、JEMICで開催しているセミナー

「知っておきたい不確かさの評価法 応用編」
「不確かさ評価に必要な統計的手法」
「事例で学ぶ不確かさ：電気編」
「事例で学ぶ不確かさ：温度編」
「ISO/IEC 17025：2017内部監査員研修」

「ISO/JIS Q 10012計測器管理規格の解説と活用」
「質量計の校正と不確かさ評価」
「一次元寸法測定器の校正と不確かさ評価」
「温度測定の基礎」 「抵抗温度計の校正」
「熱電対の校正」 「放射温度計基礎講座」など



問い合わせ先

日本電気計器検定所 (JEMIC) セミナー事務局

〒108-0023 東京都港区芝浦4-15-7

TEL : 03-3451-1205 / E-Mail : kosyukai-tyk@jemic.go.jp

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



標準器・計測器の校正試験については下記へお問い合わせください

日本電気計器検定所

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

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

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

校正試験実施・窓口

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

JEMICのネットワーク・代表電話

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



JEMICイメージキャラクター
「ミクちゃん」

6th
Anniversary



新製品

迅速凍結粉碎装置 IQ MILL-2070

機器分析の試料前処理に最適 - 各種試料の粉碎・攪拌・分散に特化

IQ MILL-2070 の特長

● 使いやすいシンプル操作

- ✓ 簡単な操作でサンプルの粉碎が可能

設定項目は、粉碎速度、粉碎時間、サイクル数、サイクル間の停止時間です。回転ノブとタッチパネルで簡単に設定できます。

● 短時間で効率的に微粉碎

- ✓ パワフルな衝撃と剪断力で粉碎時間を数秒へ大幅短縮

高弾性ベルトを用いた高速上下ねじれ®運動による粉碎方式を採用しており、試料の迅速粉碎が可能です。特許第7064786号

- ✓ 粉碎時の静かな作動音

粉碎時に発生する音は55 dB程度で通常会話を妨げません。

- ✓ 同一プログラムで最大3試料の同時粉碎が可能

最大3本の試料容器が収納可能なホルダーを搭載しており、より効率的な粉碎が可能です。

● 省エネの試料冷却キット付属

- ✓ 液体窒素の消費量は300 mL程度 (試料と粉砕子入りの試料容器1個の場合)

標準付属の試料冷却キットには冷媒容器、 tong、試料冷却ホルダーが含まれます。

- ✓ 冷媒を使わない室温粉碎も可能

通常会話を妨げない
静音設計

仕様

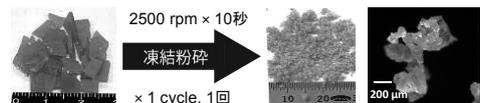
粉碎温度	室温あるいは冷媒（液体窒素等）を用いる試料冷却	
粉碎設定	回転数 (rpm)	50 から 最大 3000 (無段階設定)
	回転時間 (秒)	10 から 60 (10 秒毎)
	回転サイクル間の待ち時間 (秒)	10 から 600 (10 秒毎)
	回転サイクル数	1 から 10 (1サイクル毎)
安全装置	マイクロスイッチと手動ロック方式による誤動作防止	
本体寸法、重量	幅 270 × 奥行 340 × 高さ 300 (mm), 約 12 kg	
電源 (50/60 Hz)	AC 100/120 V あるいは 200/240 V (450 VA)	

高速上下ねじれ®運動



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

粉砕例：ポリイソブレン (0.53 g)



40種以上の粉砕応用例をウェブサイトから閲覧可能！

フロンティア・ラボ 株式会社

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



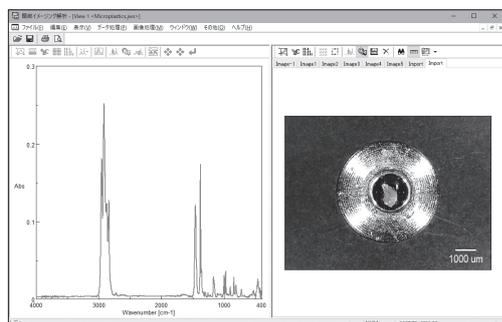
高性能の熱分解装置と金属キャピラリーカラムの開発・製品化に専念して、洗練された製品をお届けしています

サンプル画像を ATRプリズム上で見る



USB顕微鏡セット

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



スペクトルと画像をセットで保存

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

* ATR PRO 4X VIEW の場合



特長

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

光と技術で未来を見つめる

日本分光

日本分光株式会社

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

日本分光の最新情報はこちらから

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

日本分光HP



JASCO

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

標準物質



標準物質とは

分析機器の校正、性能向上
分析技術の進歩、確立
分析対象物の値づけ

に用いられます。

より正確な分析データを求めるには、高い信頼性のある標準物質を御使用下さい。

標準物質は以下の分野に数多くあります。

- | | | |
|------------|-------------|----------|
| ・環境、生体、食物 | ・ガラス、セラミックス | ・粘度、密度 |
| ・石炭、石油(燃料) | ・有機、無機分析 | ・比表面積、粒径 |
| ・残留農薬 | ・薬局方試料、臨床化学 | ・X線分析各種 |
| ・金属、鉱石、鉱物 | ・抗血清 | ・放射能、核物質 |
| ・ガス分析 | ・高分子(ポリマー) | ・光学分析各種 |
| ・安定同位体 | ・熱分析各種 | ・度量衡 |

☆世界の代表的な標準物質製造・作成者一覧☆

NIST(NBS)/NATIONAL INSTITUTE OF STD. & TEC.	標準物質一般
LGC/LABORATORY OF THE GOVERNMENT CHEMIST.	標準物質一般
BCR/COMMUNITY BUREAU OF REFERENCE	標準物質一般
BAS/BUREAU OF ANALYSED SAMPLES LTD.	金属
SP ² /SCIENTIFIC POLYMER PRODUCTS INC.	ポリマー
PL/POLYMER LABORATORIES LTD.	ポリマー
μM/MICRO MATTER CO.	けい光X線用薄膜
IAEA/INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY	生体・環境
NANOGEN/NANOGENS INTERNATIONAL	農薬(溶液、原体)
CANMET/CANADA CENTRE FOR MINERAL & ENERGY TEC.	鉱石・鉱物
NRCC/NATIONAL RESEARCH COUNCIL CANADA	水質環境用標準物質
ONL/OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY	安定同位体
KENT/KENT LABORATORYS	抗血清
DSC/DUKE SCIENTIFIC CORPORATION	球型、表面積
EP/EUROPEAN PHARMAPOEIA	医薬品
USP/U.S.P. REFERENCE STANDARDS	医薬品
BP/BRITISH PHARMAPOEIA	医薬品
NIES/国立環境研究所	環境・生体

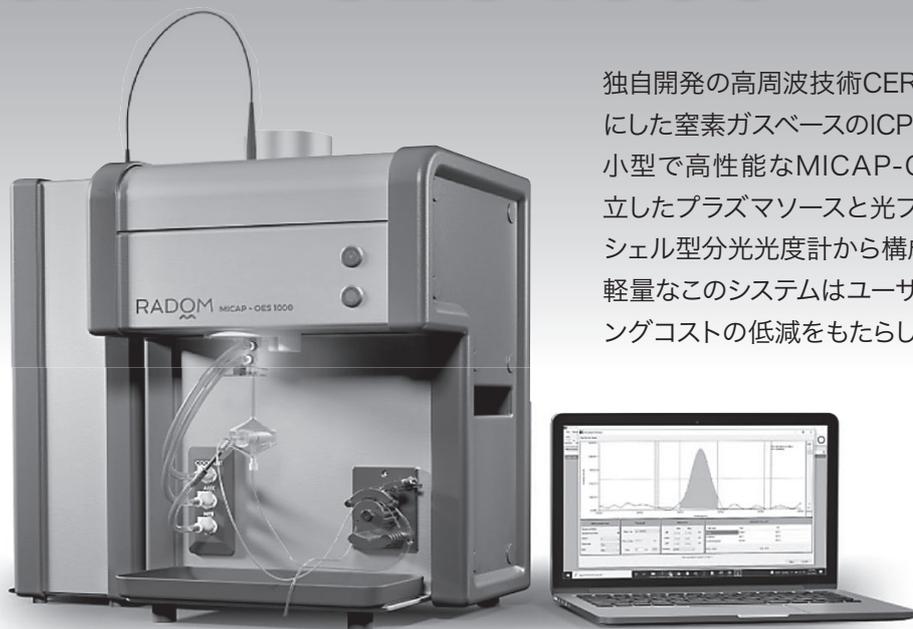
ここに記載されている他にも、多数の標準物質を取り扱っております。
カタログ及び資料希望、お問い合わせについては下記へご連絡下さい。

GSC 株式会社 ゼネラルサイエンスコーポレーション

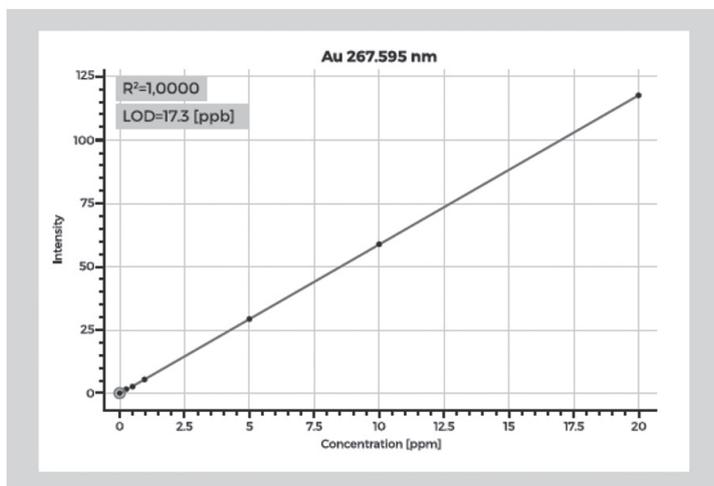
〒170-0005 東京都豊島区南大塚3丁目11番地8号 TEL.03-5927-8356 (代) FAX.03-5927-8357
ホームページアドレス <http://www.shibayama.co.jp> e-mail アドレス gsc@shibayama.co.jp

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。



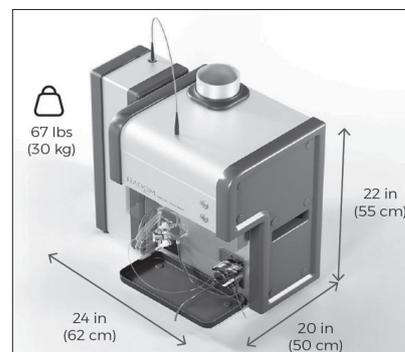
金の検量線 (0.025~20.00ppm)

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

輸入総販売元

株式会社 エス・ティ・ジャパン

<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 /

〒573-0094 大阪府枚方市南中振1-16-27

TEL: 072-835-1881 FAX: 072-835-1880

ST.JAPAN INC.

分析業界のコストカッター ディスポチューブでらくらく粉砕!!

立体8の字®原理による 秒速粉砕機 マルチビーズショッカー® Multi-beads Shocker®

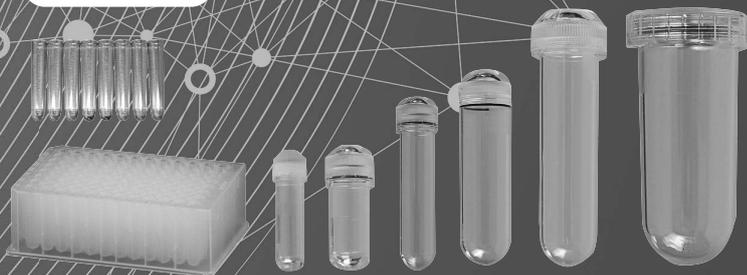
「マルチビーズショッカー」「立体8の字」は、安井器械株式会社の登録商標です。

📍 卓上型・省スペース 🗑️ 極静音

豊富な種類の粉砕用ディスポ容器

96well ~ 最大 100ml チューブまでラインナップ!!

粉砕チューブ一例



各サンプル量に合わせた最適粉砕を実現!
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!

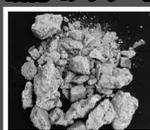
更新キャンペーン実施中!

※詳しくは、お問合せ下さい。

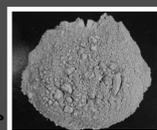


MB3000シリーズ

硬化コンクリート



粉砕時間
60秒
常温



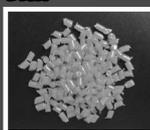
ゴム



粉砕時間
10秒
液体窒素
条件下



樹脂



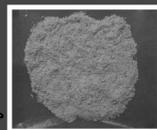
粉砕時間
10秒
液体窒素
条件下



フィルムコーティング錠剤 20粒



粉砕時間
30秒
常温



ヨーロッパ安全基準適合



アプリケーションラボ完成!

テスト粉砕とデモは無料で実施します。
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.

240415

災害時における分析化学を考える



大江 知行

以前ぶんせき誌のとびらに、東日本大震災のことを書かせて頂いた（「雑感：あの時考えていた事…」、ぶんせき、2012年5月号）。震災時、不眠不休の電力会社・水道局・ガス局職員、自衛隊、医師・看護師、ボランティアの人たちを目の当たりにして、私自身「専門性を活かして何か出来ないか？」と考えていた。同時に、研究室の被害対応、家族のための食料・水の確保しか出来ない自分に、苛立ちも感じていた。一方、日本分析化学会の対応は素早く、震災対応ワーキンググループの立上げ、被災会員の会費免除、原発事故に関連した一般市民向け講演会の開催、「ぶんせき」誌上での緊急特集「放射能・放射線を正しく理解する」の連載、土壌や食品の放射能分析用の認証標準物質の作成などに取り組んでいた（“日本分析化学会の東日本大震災に対する取り組み”、日本原子力学会誌、57、205-206（2015））。災害時における分析化学の底力を感じたものであった。

それからほぼ13年後の能登半島沖地震。大学院修了後、北陸で3年9か月の研究生活を送った身としては、懐かしい地名と風景が、悲惨な形でテレビに映し出され胸が痛む。それでは今回の震災で分析化学（者）は、何に貢献できる（できた）だろう。テレビでは、地震や津波の研究者がデータを示して解説をしている。データサイエンスや各種測定機器などは広義の分析研究者の貢献であろうことは想像に難くない。一方、幸いなことに近隣の原発・化学工場で甚大な事故がなかったせいか、分析化学の表立った貢献が見えない。試しにGoogleで『災害 分析化学』を検索してみると、やはり環境リスク評価・化学物質漏洩時との関連が目立つ。再度、分析化学者として他に何が出来るか自問する。

前回の震災時、子供が小さかったことから、大雑把でも迅速な情報の必要性を感じた（前回、このようなことを書いたら、編集段階で『分析化学者は正確なデータを目指すもの』とお叱りを受けた）。そこで怪しげな海外製ガイガーカウンターをネットで購入した。妙な日本語のマニュアル付きで感度・精度とも酷いものであった。ただし自宅周辺では検出限界以下ではあったが、ホットスポットを見つけるには十分であった。ちなみに、コンクリート高架上を走る東北新幹線の車内でも、数値がジャンプする場所も見つけた。のどかな田園地帯にもかかわらず、見えないリスクの恐ろしさと、オンサイト・リアルタイム分析の重要性を感じた。ここ数年、スマートフォンを用いた簡易分析法など、学会でも目にするが増えた。この様な観点での分析法開発も分析化学者の使命かもしれない。

最後に、能登半島沖地震で亡くなられた方々に深い哀悼の意を、被災された方、そのご家族の皆様にご心よりお見舞い申し上げます。

〔Oe Tomoyuki, 東北大学大学院薬学研究科,

日本分析化学会理事・東北支部支部長〕

クロマトグラフィーの基礎

藤 崎 真 一

1 クロマトグラフィーの原理

1.1 クロマトグラフィーとは

クロマトグラフィーとは、混合物（試料）と固定相・移動相との相互作用の差異を利用して、混合物を分離・検出する手法である。固定相と移動相は、それらの界面を隔てて接触しており、一定の状態に変化しない平衡状態にある。川に例えると、固定相が川底で、移動相が流れている水である。クロマトグラフィーでは、このように、分離の場が二つの相に分かれており、一方を固定相（動かない相）と呼び、他方を移動相（一方向に一定速度で動く）と呼ぶ。クロマトグラフィーの創始者はロシアの植物学者 M. Tswett と言われており、Tswett はガラス管に炭酸カルシウムを詰め、葉緑素に石油エーテルを流して着色した層を分離し、これを「クロマトグラフィー」と命名した¹⁾。

1.2 液体クロマトグラフィーとは

液体クロマトグラフィー（liquid chromatography, LC）とは、液体を移動相として用いるクロマトグラフィーである。また、固定相としては、固体もしくは固体表面に官能基を化学結合させた細かい粒子（充填剤）が用いられる。これを円筒管に充填したものをカラムと呼ぶ。試料としては、基本的には、移動相中で安定に溶解できる物質が使用可能である。液体クロマトグラフィーは、ガスクロマトグラフィーで分析できない揮発性物質や熱分解しやすい物質も分析できることが利点である。また、試料はカラムに液体の状態を導入する。

1.3 カラムによる分離とシステム構成

カラムを用いた分離の過程を説明する。移動相をカラム入口から導入すると試料中の各成分は、カラム内の固定相と移動相との間で様々な相互作用の影響を受け、下流に早く到達するもの、もしくはカラム内部に留まりなかなか移動しないものに分かれるため、移動速度に差が

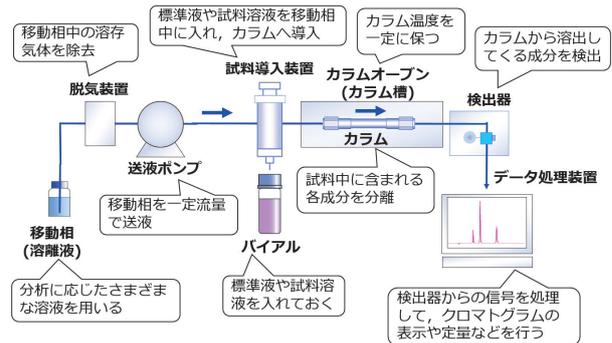


図1 HPLCで用いられる装置構成

生じる。例えばカラム出口に試料濃度に応答する検出器を設置しその信号をモニターすると、カラムに注入された混合物が各成分に分離され、異なる時間に溶出することがリアルタイムで測定できる。横軸に時間、縦軸に試料濃度を取ってプロットした波形をクロマトグラム、各成分で構成されるガウス分布形状をピークと呼ぶ。分離能向上を目的としたカラム充填剤の微粒子化に伴い、カラムで生じる圧力が上昇し、移動相を専用ポンプで送液するシステムが誕生した。高速液体クロマトグラフ（high-performance liquid chromatograph, HPLC）の装置構成の一例を図1に示す。通常、移動相は送液ポンプにより、最下流の検出器まで一定速度で送られる。また、試料導入装置により、複数成分が混合した試料がカラムに注入され、分離が行われる。カラム出口に接続した検出器で分離された試料をモニターし、各成分の定性・定量が可能である。

2 クロマトグラムの読み方

ここでは、クロマトグラムから求められる各種のパラメーター（第十八改正日本薬局方第一追補²⁾に準ずる）について解説する。詳細は日本薬局方を参照のこと。

保持時間 (t_R)

試料の注入から溶出した試料の最大ピークまでの経過時間。

Chromatography Fundamentals : From Quantitative and Qualitative Analysis to Data Interpretation.

保持容量 (V_R)

次式によって定義される。ある成分が、溶出するために必要な移動相の容量。

$$V_R = t_R \times F$$

t_R : 保持時間

F : 流量 (mL/min)

ホールドアップタイム (t_M)

カラムに保持されない成分の溶出に必要な時間。

ホールドアップボリューム (V_M)

次式によって定義される。カラムに保持されない成分の溶出に必要な移動相の容量。

$$V_M = t_M \times F$$

t_M : ホールドアップタイム

F : 流量 (mL/min)

保持係数 (k)

次式によって定義され、試料が固定相にどの程度強く保持したかを表す。

$$k = (t_R - t_M) / t_M$$

t_R : 保持時間

t_M : ホールドアップタイム

分離係数 (α)

次式によって定義される。隣り合う二つのピークから計算された保持比。

$$\alpha = k_2 / k_1$$

k_1 : 最初のピークの保持係数

k_2 : 2番目のピークの保持係数

分離度 (R_s)

次式によって定義される。二つのピークがどの程度分離しているかを示すパラメーター。

$$R_s = 1.18(t_{R2} - t_{R1}) / (w_{h1} + w_{h2})$$

t_{R1}, t_{R2} : それぞれのピークの保持時間。ただし、 $t_{R1} > t_{R2}$

w_{h1}, w_{h2} : それぞれのピークの高さの midpoint におけるピーク幅

理論段数 (N)

次式によって定義される。カラム性能 (カラム効率) を示す数値。

$$N = 5.54(t_R/w_h)^2$$

t_R : 被検成分のピークの保持時間

w_h : ピークの高さの midpoint におけるピーク幅

理論段高さ (H)

次式によって定義される。カラムの長さと言論段数の

比。

$$H = L/N$$

L : カラム長さ (μm)

N : 理論段数

シンメトリー係数 (AS)

次式によって定義される。クロマトグラム上のピークの対称性の度合いを示すもの。

$$AS = W_{0.05} / 2d$$

$W_{0.05}$: ピークの基線からピーク高さの 1/20 の高さにおけるピーク幅

d : $W_{0.05}$ のピーク幅をピークの頂点から横軸へ下ろした垂線で二分したときのピークの立ち上がり側の距離

SN比 (S/N)

次式によって定義される。ピーク高さとノイズ幅の比率。

$$S/N = 2H/h$$

H : 対象物質のピークの基線 (バックグラウンドノイズの中央値) からのピーク高さ

h : 対象物質のピークの前後における試料溶媒又は溶媒ブランクのクロマトグラムのバックグラウンドノイズの幅

3 液体クロマトグラフィー用吸光度検出器の原理

3.1 吸光度検出法の原理

ここでは、LCクロマトグラムの取得に用いられる代表的な検出法である吸光度検出法について述べる。分析対象成分において有機化合物は、紫外から可視の波長領域にて光を吸収するが、その吸収の波長帯は分子構造の違い等に依存する。吸光度検出器は、セル部において、移動相に溶解した分析対象成分に特定波長の光を照射し、成分 (吸光物質) 通過前後での光の減少度合いを測定する。

3.2 吸光度検出器の構造

HPLCにおいて最も汎用的に用いられる、紫外可視吸光度検出器 (UV-VIS 検出器) とフォトダイオードアレイ検出器 (photodiode array detector, PDA 検出器) の構造を、それぞれ図 2 及び図 3 に示す。UV-VIS 検出器では、光源のランプから射出された光は、回折格子 (グレーティング) により特定の波長の光に分光される。その後、リファレンス側とサンプル側へ分割され、一方は、リファレンス側の検出器へ、他方は、セルを通過しサンプル側の検出器へ照射される。吸光度はセルを通過した光量とリファレンスの光量から検出器内部で算出さ

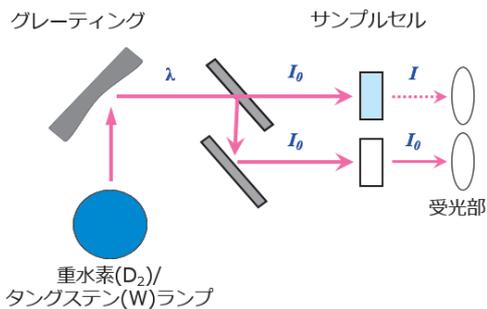


図2 紫外可視吸光度検出器 (UV-VIS 検出器) の構造

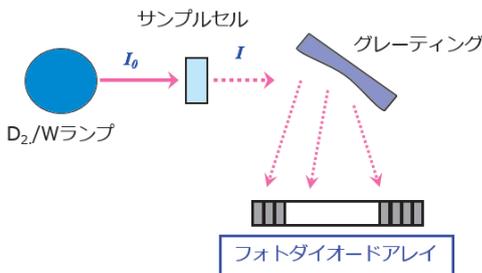


図3 フォトダイオードアレイ検出器 (PDA 検出器) の構造

れ、データ処理装置に出力される。UV-VIS 検出器から得られるクロマトグラムは、特定の波長における時間と分析対象成分濃度(吸光度)の二次元情報である。一方、PDA 検出器においては、ランプから射出された光はセルの通過後に分光される。PDA 検出器ではリアルタイムで UV スペクトルを取得していることとなり、得られるデータは時間、波長、分析対象成分濃度(吸光度)の三次元情報である。

3.3 スペクトルによる定性能力の向上

3.2にて述べた通り、PDA 検出器を用いることで、分析対象成分の三次元のデータを得ることができる(図4)。例えば、横軸を時間、縦軸を吸光度とすると特定波長でのクロマトグラム(図4上)を描画することができ、ま

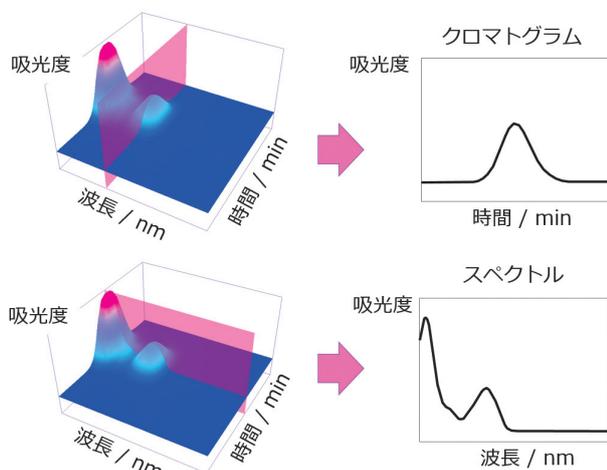


図4 PDA 検出器で得られるクロマトグラム及びスペクトル

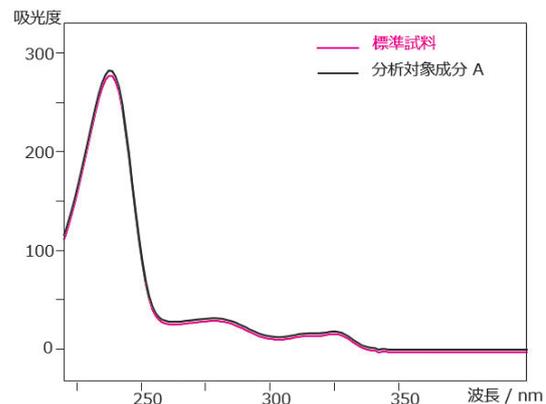
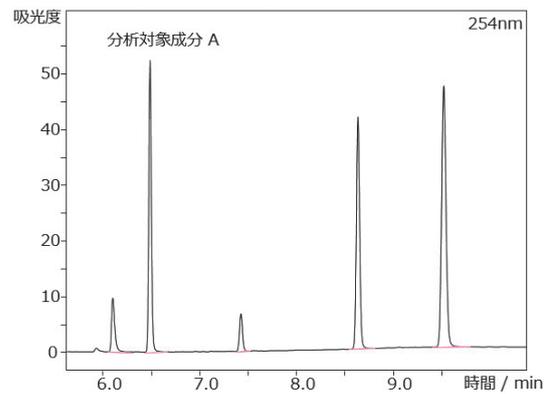


図5 スペクトルを用いたピーク同定(上:分析対象成分Aのクロマトグラム,下:分析対象成分Aの標準試料のスペクトルによる同定)

た、横軸を波長とすると、特定時刻でのスペクトル(図4下)を描画できる。UV-VIS 検出器を用いた場合、ピークの定性情報は保持時間のみであるが、PDA 検出器では、保持時間に加え、標準試料のスペクトルと検出された成分のスペクトルの比較が可能(図5)なため、ピーク同定能力の向上が可能である。また、標準試料のスペクトルを事前に登録しデータベースを構築し、検出されたピークの UV スペクトルとの一致度を検索することもできる。

4 定性・定量について

4.1 定性・定量とは

定性とは試料溶液中にどのような成分が含まれているかを調べることである。HPLCにおいては、標準試料のピーク保持時間との一致度で定性を行い、先述の通り UV スペクトルによる補完も可能である。また、定量とは、試料溶液中に含まれる成分の量を求めることである。定量は、検出器の信号強度(UV 検出の場合、特定波長のクロマトグラムのピーク高さや面積値)に基づき実施される。濃度既知の標準試料を分析し、そのピーク面積値と試料濃度との関係を求める。この関係を表したグラフは検量線と呼ばれ、目的成分の定量はこの検量線に基づいて行われる。

4.2 検量線（外部標準法）に基づく定量手順

外部標準法とは、濃度既知の標準試料で検量線を作成し、未知試料を定量する方法である。外部標準法による定量順序を下記に示す。

- ①標準試料を複数段階の濃度に調製した後分析し、ピーク面積値を測定する。
- ②標準試料の濃度を横軸に、ピーク面積値を縦軸に取り、図6に示す検量線を作成する。多くの場合、最小二乗法による直線近似が用いられる。
※単一濃度の標準試料で作成した検量線を1点検量線、 n 個の濃度で作成した検量線を「 n 点検量線」と呼ぶ。
- ③試料溶液（濃度未知）を分析し、ピーク面積値を測定する。
※このときの分析条件は、標準試料の分析条件と同じ。
- ④ピーク面積値（検量線の縦軸）から目的成分の濃度（検量線の横軸）を算出する。

正確な定量結果を得るために、検量線の直線性は事前に評価されるべきである。また、目的成分の定量は、直線性が確認された濃度範囲内で行う必要がある。外挿（検量線の範囲外での計算）は避け、目的成分の濃度が検量線の濃度範囲を逸脱した場合は、試料を希釈する等して検量線の濃度範囲内に収まるよう再測定する。

外部標準法以外にも、標準試料で検量線を作成する際に内部標準物質を一定量添加し、測定対象成分と内部標準物質のピーク面積比を基に検量線を作成し定量を行う、内部標準法という定量手法も存在する。対象成分や試料中の夾雑成分のピークと保持時間が重複しない内部

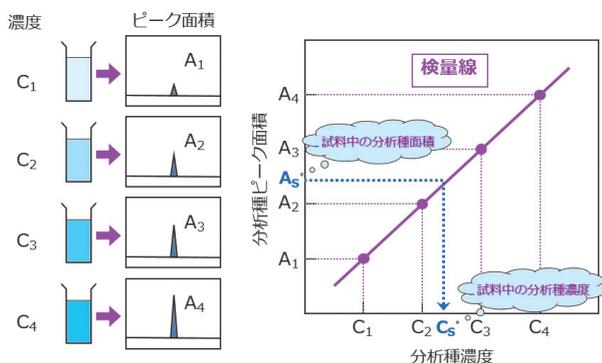


図6 検量線（外部標準法）

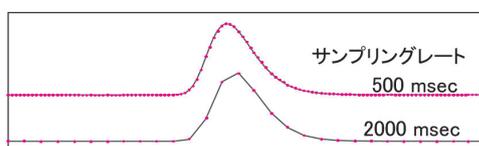


図7 サンプリングレートとピーク形状

標準物質の選定が必要だが、注入量誤差の影響を排除できる等の利点がある。

5 データ採取・解析時の留意点

5.1 サンプリングレート及び時定数が定量値に与える影響

「サンプリングレート」は、検出器から送られてきた信号を、データ処理装置が受け取る頻度を定めるパラメーターである。サンプリングレートの周期が長い場合、検出器からの信号変化を追従できなくなり、ピーク形状がいびつになる（図7）。一方で、サンプリングレートの周期を短くすると、ピーク形状が滑らかになり、幅の狭いシャープなピークも検出できるようになる。ただし、不必要に短くし過ぎるとデータ容量が過剰になるため、定量結果に影響しない適切なサンプリングレートを選択する必要がある。ピーク成分の正確な定量には、一つのピークに対して20~30点程のデータ取得が望ましい。したがって、検出されたピークの中で、最も幅の狭いピークについて、ピーク幅の1/20~1/30程度となるように設定するのが適切である。

「時定数」は、検出器信号のデジタルフィルタ処理性能のパラメーターである。信号の応答速度に関与するため、ピークやバックグラウンドノイズの形状を変化させる。適切に設定すれば、バックグラウンドノイズを低減し良好なSN比を得ることができる。図8に時定数が50 msec、1500 msecでのクロマトグラムを示す。時定数が大きい場合バックグラウンドノイズは低減するが、その反面ピーク形状が悪化し分離が悪くなる。特に高速高分離分析の場合は、必要な分離が得られる範囲でバックグラウンドノイズを考慮しながら時定数を設定することが好ましい。

5.2 波形処理が定量値に与える影響

クロマトグラムに対して適切な波形処理を適用することで、目的成分ピークを抽出し、そのピークから得られる情報を解析することができる。波形処理は、目的成分の定性・定量や不純物の検出等の用途において、測定されたクロマトグラムから正確な情報を得るために必要なステップである。例えば、医薬品の品質管理において、

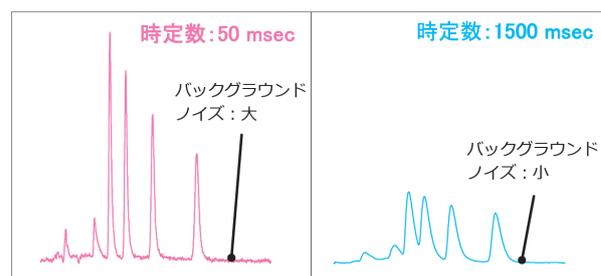


図8 時定数とピーク形状

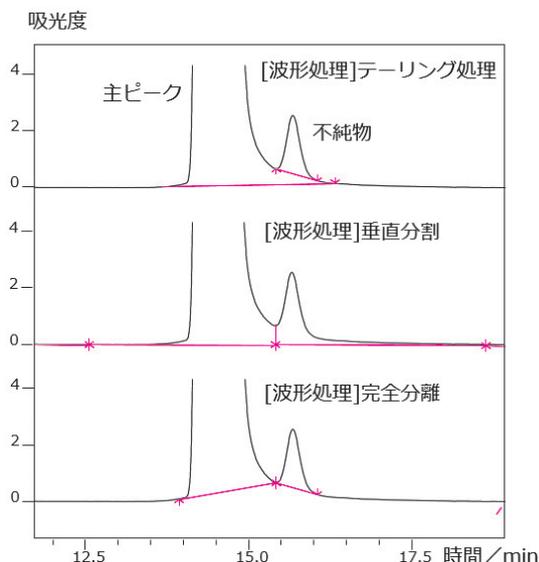


図9 不純物ピークに対する波形処理

表1 不純物ピークに対する定量結果 (面積百分率法)

	テーリング処理	垂直分割	完全分離
Main Peak	99.840	99.704	99.839
Impurity	0.160	0.296	0.161

不純物ピークはしばしば主ピークの裾野に表れるため、不純物ピークを波形処理し、正しく検出することは不純物の正確な定量のために重要である。図9及び表1に不純物ピークの波形処理の違いが不純物の定量値(面積百分率法)に与える影響を示す。波形処理は、目的によって適切に選択する必要があるが、波形処理の違いが定量結果に影響を及ぼす可能性があることを理解することは重要である。

5.3 未分離ピークが定量値に及ぼす影響

試料溶液中のある成分の定量を目的として分析した際に、図10(上)のような各成分が未分離の状態のクロマトグラムが得られることがある。各成分が未分離の状態では、正確な面積値が得られないため、定量の信頼性を確保することが困難である。この場合、各ピークの分離を改善するため、移動相やカラムや各種LCパラメーター(グラジエント条件やオープン温度等)を変更し、分離を再検討することが望ましい。一方で、分析条件の変更には試験法の再バリデーションが必要とされる場合や、そもそも試験法の変更が認められていない場合など、試験法の変更は必ずしも有効な手段ではない。これに対し、PDA検出器の三次元データを活用した新しいデータ解析手法として、i-PDeA II(Intelligent Peak Deconvolution Analysis II)の適用^{3,4)}が考えられる。i-PDeA IIとは multivariate curve resolution alternating least squares(MCR-ALS)法によるデコンボリューション

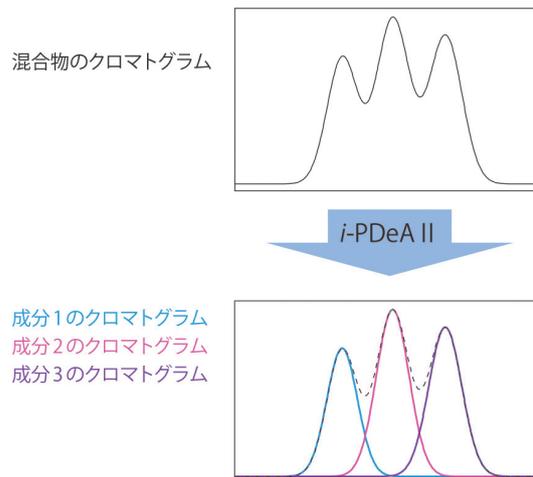


図10 i-PDeA IIで得られるクロマトグラム

ン機能で、PDA検出器で取得したデータについて、カラムでの分離が困難な複数成分が重なったピークを各成分ピークに分離する機能である(図10下)。本機能を活用することで未分離ピークの検出が可能となり、分離検討に要する時間を削減したり、定量を補完したりする役割を果たすことが可能である。未分離ピークの視覚化以外にも、高濃度成分のテーリング上に溶出する微小ピークの検出や定量等への活用も期待される⁵⁾。

6 まとめ

クロマトグラフィーの原理と読み方、定量・定性及びデータ解析について概要を述べると共に、新技術についても解説を加えた。分析化学者のクロマトグラフィーの更なる活用のきっかけになれば幸いである。

文献

- 1) K Sakadynsky. : *J. Chromatogr.*, **49**, 2 (1970).
- 2) 厚生労働省：第十八改正日本薬局方第一追補 <<https://www.pmda.go.jp/rs-std-jp/standards-development/jp/0192.html>>, (accessed 2023.9.29).
- 3) 柳沢年伸：フォトダイオードアレイ検出器の新しい分析手法 i-PDeA II の原理と概要 <https://www.an.shimadzu.co.jp/sites/an.shimadzu.co.jp/files/pim/pim_document_file/an_jp/technical/technical_reports/19781/c190-0400.pdf>, (accessed 2023.9.29).
- 4) S. Arasea, K. Horie, T. Kato, A. Noda, Y. Mito, M. Takahashi, T Yanagisawa : *J. Chromatogr. A*, **1496**, 35 (2016).
- 5) D. Vecchietti, A. Nishio, Y. Fujita, T. Yoshida, T. Yanagisawa, D. Kou : *J. Chromatogr. A*, **1678**, 463364 (2022).



藤崎 真一 (FUJISAKI Shinichi)
株式会社島津製作所分析計測事業部ライフサイエンス事業統括部 LC ビジネスユニット。(〒604-8511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1)。大阪大学大学院基礎工学研究科機能創成専攻修士課程。修士。《現在の研究テーマ》分析開発支援ソフトウェアの開発。《趣味》海外旅行。

ネイティブ質量分析でできること

非共有結合を保ったまま、変性させずに観測することを可能とする質量分析をネイティブ質量分析という。ネイティブ質量分析では、例えばタンパク質-薬物複合体、複数のサブユニットから構成されるタンパク質複合体など、機能している状態をそのまま観測することが可能であるため、生体高分子の構造を解析することで機能に関して探求する構造生物学領域において、重要な分析手法として位置づけられている。本稿ではネイティブ質量分析の概要を、測定のための要件と研究例とともに紹介する。

明石 知子

1 はじめに

有機化合物の分子量を正確に求める際に用いられる質量分析は、原則として共有結合でつながれた分子の質量の情報を提供する。一方、試料の調製方法を工夫し、ソフトなイオン化法を用いることで、静電相互作用や疎水性相互作用等の非共有結合を保ったまま分子をイオン化し、その質量情報も得ることができる。この手法を利用すれば、タンパク質の場合には、非変性状態での質量分析が可能となり、薬物やタンパク質等との複合体のままでの質量を得ることができる。また、質量が同じでも観測される価数の違いからタンパク質のコンフォメーションの違いを議論することも可能となる。このような質量分析の手法をネイティブ質量分析という。この講義では「変性させずに質量分析し、機能にかかわる情報を引き出す」という観点から、ネイティブ質量分析でできることを解説する。

2 ネイティブ質量分析の要件

2.1 イオン化法

質量分析は、原子や分子を気体状のイオンにし、電場や磁場の中を運動させ、その様子を測定することにより電荷あたりのイオンの質量 (m/z) を求める分析法である。試料は、気体状のイオンとして分析されるため、質

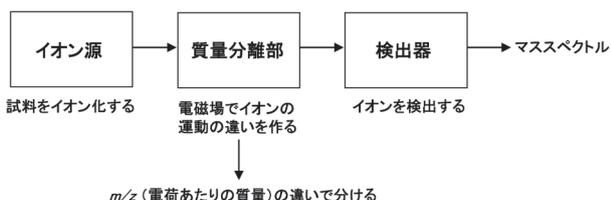


図1 質量分析装置の概要

量分析装置の試料導入部には「イオン化」するためのデバイスであるイオン源が配置される (図1)。現在、数多くのイオン化法が開発されている。用いられるイオン化法は、試料の揮発性や分子量等の特徴によって選定され、タンパク質やDNA/RNAなどの生体高分子のイオン化には、エレクトロスプレーイオン化 (ESI) 法¹⁾ またはマトリックス支援レーザー脱離イオン化 (MALDI) 法²⁾³⁾ が汎用される。

1章で述べた、「変性させずに複合体を観測する」場合、タンパク質のような不揮発性の生体高分子でも極めてソフトにイオン化できるイオン化法が必要となる。上述のESI法とMALDI法を比較すると、ESI法は溶液試料をそのままイオン源に導入しスプレーして脱溶媒、イオン化、気化を行う一方、MALDI法は溶液試料をマトリックスと混合後、乾固させてイオン源に導入し、レーザー照射によりイオン化と気化を行う。そのため、MALDI法では基本的に試料は変性した状態で質量分析されることになる。したがって、ネイティブ質量分析のためのイオン化法として、MALDI法は一般的に用いられず、ESI法でイオン化する。また、観測する対象は正イオンの場合が多いが、アプタマー等の核酸試料では主に負イオンでの観測が行われる。

2.2 試料調製と導入方法

ESI法でタンパク質を正イオンとして高感度に観測するには、以下の方法が一般的に用いられる。(i) 試料を酸性の水溶液とし、プロトン化しやすくする。(ii) アセトニトリルのような有機溶媒を加え、スプレーの液滴をできるだけ小さくすることで脱溶媒の効率を高める。しかしながら、この試料調製法ではタンパク質は変性してしまうため、「ネイティブ」質量分析することはできない。ネイティブ質量分析では、試料は原則として中性水溶液を用いて調製する。一方、生化学的な実験で用いられる緩衝液に含まれるナトリウムやリン酸など不揮発

性の無機イオンは、ESI 試料のイオン化を妨害するため、汎用的な緩衝液は原則として用いることができない。そのため、揮発性があり試料のイオン化に有利に働く 5 mM~2 M 程度の酢酸アンモニウム水溶液が一般に用いられる。しかし、酸や有機溶媒を加えない溶液条件では、感度低下は避けられないことを理解しておかなければならない。また、脱溶媒しイオン化の際、試料にダメージを与えないよう最小限のエネルギーを印加するため、導入する試料の流速を数十 nL/min 程度にできるナノエレクトロスプレーイオン化 (nanoESI) 法⁴⁾で行う (図 2)。

生理的環境下では約 150 mM NaCl が存在することから、生化学実験でタンパク質試料を扱う場合は、一般にこの程度の濃度の塩を含む緩衝液を用いることが多い。しかし、上述の通り、150 mM NaCl の存在下では目的試料の ESI によるイオン化が妨げられるため、試料溶液は、原則として測定前に脱塩する必要がある。ネイティブ質量分析用に酢酸アンモニウム溶液に置換する場合、まず検討するのは、脱塩前の NaCl 濃度とほぼ同じかそれ以下の濃度の酢酸アンモニウム水溶液を使用することである。しかし、質量分析を行う気相では、静電相互作用は液相よりも強められる一方、疎水性相互作用は保ちにくい。そのため、疎水性相互作用によって形成されている複合体は、基本的に不安定になりやすい。疎水性相互作用によって安定化されているタンパク質-薬物およびタンパク質-タンパク質複合体の中には、150 mM 酢酸アンモニウム水溶液に置換して nanoESI でイオン化し質量分析すると、複合体が解離して観測される場合もある。このようなケースでは、酢酸アンモニウムの濃度を 0.5~2 M 程度まで高めて疎水的環境を安定化させて測定すると、複合体が解離せず観測できることが多い。

汎用的な緩衝液から酢酸アンモニウム溶液への溶媒交換は、透析もしくはゲルろ過のスピンカラムを用いて行う。透析の場合、一般的な透析チューブでは容量が大きすぎるため、数十 μ L 程度でも透析可能な微量透析デバイスを用いる。ゲルろ過のスピンカラムを用いる場合は、試料によって低塩濃度でゲルろ過の担体に吸着し、溶出されなくなることもある。その場合は、他のゲルろ過担体を試すか、透析に切り替える。そして溶媒交換前後で吸光度 (280 nm) を測定し、タンパク質の濃度を確認して実験を行うことが重要である。いずれの場合も、これらの脱塩操作により、試料は基本的に希釈される。1 回の測定に必要な試料は 1~5 μ M の溶液が 3 μ L 程度であるが、実験の再現性を確認することを考えると、脱塩前には 10 μ M 程度もしくはより高濃度の試料溶液を 20 μ L 程度は準備することが望ましい。

試料導入は、nanoESI 用のエミッター (ガラスキャピラリー) (図 2) を用いる。エミッターは、先端口径が極細で、かつ先端部分表面がプラチナや金等でコーティングされている。このエミッターにゲルローダーチップを用いて背面から試料溶液を導入する。エミッターは原則使い捨ての消耗品であるが、市販品は 1 本あたり 1000~1500 円とかなり高価である。エミッターはガラスプラーと金属蒸着装置を用いてガラス素管 (外径 1.0~1.2 mm) から自作することも可能である。金属蒸着はエミッター先端部でイオン化の電位を印加するために行われるが、代わりに、エミッター背面から細いプラチナ電極 (太さ 0.127 mm) を試料溶液に浸して電位を印加することもできる。nanoESI で用いるエミッター先端の口径は、3 μ m 程度がよく用いられるが、これを極細 (~0.5 μ m 程度) にすることで、エミッターから放出される液滴が小さくなり、その結果、汎用的な緩衝液を用いても、十分な S/N でネイティブ条件でのマススペクトルが得られることが報告されている⁵⁾。しかしながら、極細のエミッターはスプレー中に詰まりやすく、積算を重ねた S/N のよいマススペクトルを得ることが難しい場合も多い。そのため、試料の性質に合わせてエミッターを選択して使用することが望ましい。

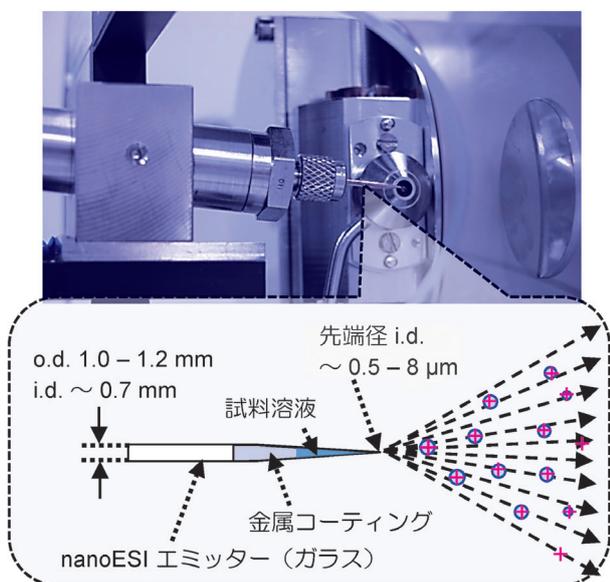


図 2 nanoESI のイオン源および nanoESI エミッター

2.3 質量分離部

質量分析装置はイオン源、質量分離部、検出部から構成される (図 1)。ネイティブ質量分析のためのイオン源については 2.1 で詳述したとおりであるが、ネイティブ質量分析のための質量分離部として市販装置で用いられているのは、大きく分けて飛行時間型 (time-of-flight, TOF) とオービトラップ型の 2 種類である。いずれも TOF やオービトラップの前に四重極 (quadrupole, Q-pole) 質量分離部等を組み合わせ、タンデム質量分析 (MS/MS) を行える装置として市販されていることが多い。検出器はそれぞれの質量分離部と相性の良い検出器

が採用されているため、ユーザーが選択することはない。しかし、実験に使用しているイオン検出の原理は理解しておく必要がある。

筆者らの研究室では、長年 Q-TOF 型（イオンモビリティ部付属）を使用しており、この装置を例に解説する。イオン源で生成した複合体のイオンにおける弱い非共有結合を保持するためには、できるだけマイルドに質量分析装置の中を移動させる必要がある。Q-TOF 型装置の場合、一般に差動排気で検出部までの高真空を保っているが、nanoESI は大気圧イオン化法であるため、イオンを取り込む領域における圧力勾配が最も急峻となる。そこで、筆者らの研究室の装置では、真空度をモニターしながらイオン源直後の領域の真空引きをしているスクロールポンプのバルブを徐々に閉め、この領域の真空度（Backing pressure）をあえて悪くさせる（通常時の約 2 mbarr（200 Pa）から約 5 mbarr（500 Pa）まで圧力を高くする）。これにより、イオン化直後の急激な圧力低下を防ぎ、複合体イオンが解離しないようにして質量分析計内に取り込む。その後、四重極部に続いて配置されている Trap 領域を通過し、Ion Mobility Cell、Transfer 領域を通過して TOF へと導かれる。Trap および Transfer 領域では、衝突誘起解離（collision induced dissociation, CID）を起こさないよう、必要以上にコリジョン電圧を高くしない。また測定対象とする試料が 50 kDa を超えるような大きなタンパク質複合体の場合、Trap 領域へ導入する Ar ガスの量を増やして（3.0 mL/min 以上）イオンをクーリングすることで感度向上を図る。なお、このガス流量は TOF 領域の真空度にも影響するので、必要以上高い値にはしないように注意する。

Q-TOF 型装置では、マススペクトルに観測されるイオンは、最終的に TOF の後ろに置かれた検出器で検出されるため、高い S/N のスペクトルを得るためには四重極部での質量フィルターとしての機能を利用するのがよい。筆者らの使用している Q-TOF 型質量分析装置では、四重極部に印加するラジオ周波数（RF 値）を時間分割で設定できる。すなわち、ある m/z 範囲のイオンが四重極を通過するタイムスケジュールをマニュアルで設定することができる。一方、測定する質量範囲に合わせて自動設定することも可能であり、一般的には自動設定で行う。ネイティブ質量分析で高 m/z のイオンをできるだけ高い S/N で測定したい場合は、四重極部を低 m/z のイオンがあまり通過しないようにして測定する。これにより、次項 3 章で述べるような巨大なタンパク質複合体の測定でも、質の高いマススペクトルを得ることが可能となる。

3 ネイティブ質量分析の測定例

3.1 金属が結合したタンパク質複合体：ヒト SOD1⁶⁾

ヒト Superoxide dismutase 1 (SOD1) は、銅・亜鉛

SOD1: dimer

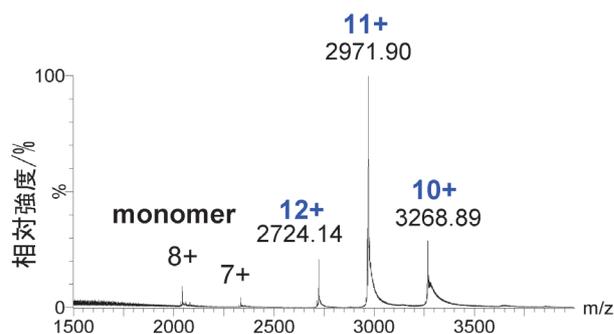


図 3 ヒト SOD1 のマススペクトル

イオンを結合する金属タンパク質で、反応性の高い活性酸素種であるスーパーオキシドを分解し、酸素分子と過酸化水素に変換する酵素である。変異型の SOD1 は異常な構造をとることで凝集し、筋萎縮性側索硬化症（ALS）の原因となる可能性が示唆されている。図 3 に、大腸菌発現系で調製した野生型ヒト SOD1（16 kDa（単量体））のネイティブマススペクトルを示す。

ESI マススペクトルでは、複数の多価イオンが観測される。図 3 で強く観測されたピークは 10+, 11+, 12+ のピークと帰属でき、観測された m/z の値と価数から分子量を求めると 32686.78 ± 0.93 となる。アミノ酸配列から計算される分子量（アポ型単量体：16215.00）と観測された質量を比較することで、SOD1 がホモ二量体であり、単量体あたり銅および亜鉛イオンを 1 個ずつ保持していることがわかる。

このように、金属結合タンパク質でも適切に試料調製を行い、できる限りソフトなパラメータを設定して質量分析することで、二量体構造や結合している金属イオンを保持したままでイオンを観測し、正確な質量決定を行うことができる。

3.2 タンパク質-核酸複合体：ヌクレオソームコア粒子⁷⁾

真核生物が核内にコンパクトに DNA を収納する際、その最小構造単位であるヌクレオソームコア粒子（NCP）は、ヒストンタンパク質 H2A, H2B, H3, H4 二分子ずつからなるヒストン八量体に DNA が約 2 回転弱、左巻きで巻き付いたタンパク質-DNA 複合体である。遺伝子組み換えタンパク質として調製した 4 種類のヒストンタンパク質と 146 塩基対からなる DNA を用いて NCP を *in vitro* で再構成したところ、主生成物に加え、副生成物と思われる画分が得られたことがネイティブポリアクリルアミドゲル電気泳動（ネイティブ PAGE）で確認された。そこで、両画分を単離しネイティブ質量分析を行った結果、図 4 に示すように、主生成物は目的とした NCP の分子量と矛盾のない値（実験値 205003 ± 33 ）であったが、副生成物の画分では

28 kDa 小さい質量 (Mw 175449±9) と 146 塩基対の DNA に相当する質量 (実験値 93226±9) を示した. その質量から, 後者の 28 kDa 小さい成分はヒストン H2A, H2B 各 1 分子ずつ欠損したヒストン六量体と DNA との複合体であることがわかった. ヒストン六量体と DNA からなる複合体が再構成の過程で生じることは, *in vivo* の実験でも示唆されていたが, 本データは, *in vitro* でもヒストン六量体が NCP の中間体として生成することを示すものである.

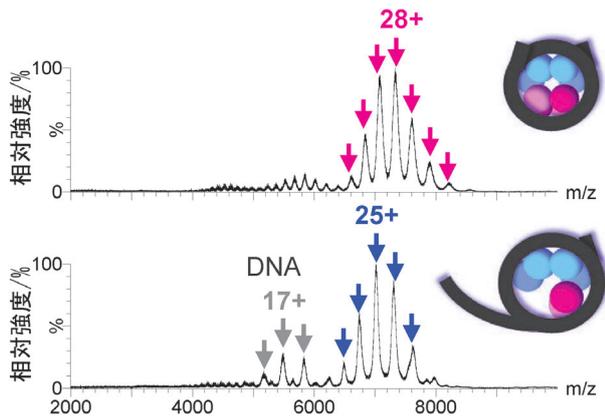


図4 再構成して得られたNCP(上)と副生成物(下)のマススペクトル

NCPのマススペクトルでは主に25+から31+まで, ヒストン六量体とDNAからなる副生成物では23+から28+までが観測されている. 副生成物の場合, その不安定性のため, はがれたDNAの16+から18+までのイオンも観測されている.

Reprinted with permission from Ref.7: *Biochemistry*, **52**, 5155 (2013). Copyright 2013 American Chemical Society.

本来, ESIでのイオン化と相性のよくないリン酸のポリマーである核酸と, ヒストンタンパク質とで形成するNCPでは, ネットチャージはマイナスとなり, ネイティブ質量分析で正イオンを観測することは不利であると考えられた. しかしながら, 上述のように, NCPがネイティブ質量分析で正イオンとして問題なく観測されることが示された. これは, クロマチンリモデリングなど核内イベントの解析にネイティブ質量分析が有用であることを示唆する結果である.

3.3 膜タンパク質: 大腸菌膜内切断亜鉛メタロプロテアーゼ RseP⁸⁾

膜タンパク質は細胞膜に存在し, 細胞内外の情報伝達を担う重要な存在である. その疎水性表面は膜内に埋もれることで安定化されているため, 膜から剥がして単離すると変性してしまう. そこで, 構造解析用等に膜タンパク質を調製する場合, 膜画分を単離後, 界面活性剤でミセル化して可溶化する. ネイティブ質量分析では, ミセル化された試料を用い, nanoESI質量分析の際に脱溶

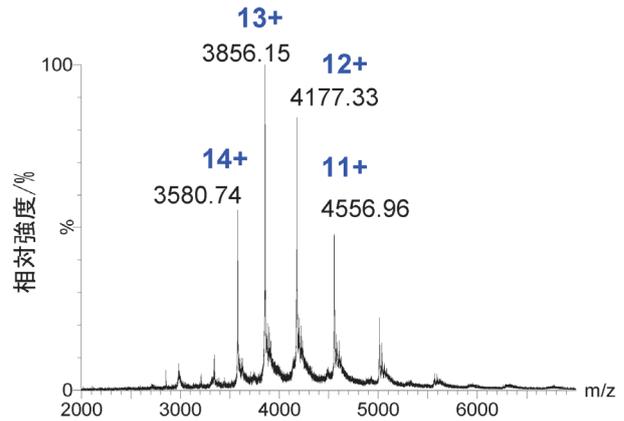


図5 大腸菌膜内切断亜鉛メタロプロテアーゼ RseP のマススペクトル

媒と脱ミセルを行い, 膜タンパク質そのものの質量を求める. 膜タンパク質が情報伝達物質や薬剤との複合体を形成し, 複合体としての質量やその安定性を調べたい場合には, 質量分析時のパラメータ(コリジョン電圧, イオン化電圧等)を最適化し, 複合体をそのまま保ち界面活性剤だけを剥離して質量分析する. そのため, 強固に膜タンパク質に結合して安定化する界面活性剤を測定時に用いることは避ける. すなわち, 試料精製時には安定化能の高い界面活性剤を用い, 質量分析時には, 測定直前に比較的剥がしやすい界面活性剤にゲルろ過スピンカラムを用いて交換する(2.2節参照). 試料精製時および測定時に用いる界面活性剤は膜タンパク質ごとに検討する必要がある. 図5に, この方法で測定した大腸菌膜内切断亜鉛メタロプロテアーゼ RseP のマススペクトルを示す. 試料調製では, スクロースモノラウレート(SM)でミセル化し, 測定前にラウリルジメチルアミノオキシド(LDAO)に界面活性剤を交換して測定した. 観測されたピークから計算された分子量 50115.6 ± 0.8 は, RseP が亜鉛イオン一つを結合した状態に相当している. このように, 膜タンパク質の場合, 界面活性剤だけを選択的に剥離する条件が決まれば, 金属ヤリガンドが結合した状態でも, 質量分析による解析が可能となる.

3.4 一細胞ネイティブ質量分析⁹⁾

上述のネイティブ質量分析は, いずれも遺伝子組み換えタンパク質を用いた実験であった. 一方, 生体内で機能するタンパク質の様子を理解するには, 生細胞のままネイティブ質量分析することが求められる. その第1歩として, 細胞内の全タンパク質のうち, 約98%がヘモグロビンといわれている赤血球を丸ごと質量分析した例を紹介する. この実験では, 赤血球を壊さずに nanoESI用のエミッターにサンプリングすることでヘモグロビンの局所濃度を上げた. さらに, サンプリング時の水溶液の最適化(細胞膜を壊さず, かつ質量分析にできるだけ

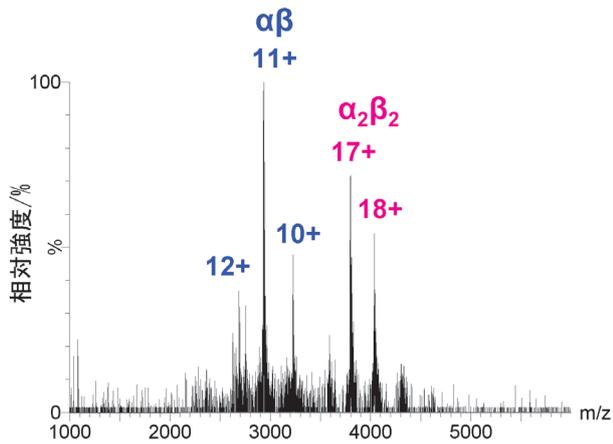


図6 赤血球1個から得られたマススペクトル
Hbの $\alpha_2\beta_2$ 四量体および $\alpha\beta$ 二量体のイオンが観測されている。

悪影響を与えない濃度の酢酸カリウム水溶液と酢酸アンモニウム溶液の使い分け), 極細プラチナ電極を用いた電圧印加等, 様々な工夫を行った結果, たった一つの赤血球からヘモグロビンのネイティブ質量分析することに世界で初めて成功した(図6)。ヘモグロビンは, 2分子ずつの α -および β -グロビン鎖からなるヘテロ四量体であり, それぞれのグロビン鎖にヘム分子が非共有結合している。図6では, α -および β -グロビン各1分子が形成するヘテロ二量体のイオンとともに, ヘテロ四量体のイオンが観測されている。これは, 試料中のヘモグロビンの濃度が十分に高くないため, ヘモグロビンのかなりの割合がヘテロ二量体に解離していることを示している。このようなネイティブMSの手法を用いることで, 細胞内での相互作用を細胞ごとに解析できるようになることも現実味を帯びてきている。

3 おわりに

生命科学領域で利用されているネイティブ質量分析の概要と研究例を紹介した。海外ではネイティブ質量分析を用いて生体高分子の構造機能解析を行う研究者は少なくない。一方, 国内では数えるほどしかないのが現状である。タンパク質の機能にかかわる重要な情報を引き

出すことができるネイティブ質量分析は, 「生命科学」の学際領域研究を加速する可能性を秘めている。本稿が, ネイティブ質量分析に一人でも多くの方が興味を持ち, 自身の研究に取り入れて, オリジナリティの高い研究を進展させるきっかけとなれば幸甚である。

謝辞 本稿で取り上げた研究に際し, ご協力いただいた学内外の共同研究者の皆様へ深く感謝いたします。

文 献

- 1) J.B. Fenn, M. Mann, C.K. Meng, S.F. Wong, C.M. Whitehouse : *Science*, **246**, 64 (1989).
- 2) K. Tanaka, H. Waki, Y. Ido, S. Akita, Y. Yoshida, T. Yoshida : *Rapid Commun. Mass Spectrom.*, **2**, 151 (1988).
- 3) M. Karas, F. Hillenkamp : *Anal. Chem.*, **60**, 2299 (1988).
- 4) M. Wilm, M. Mann : *Anal. Chem.*, **68**, 1 (1996).
- 5) A.C. Susa, Z. Xia, E.R. Williams : *Anal. Chem.*, **89**, 3116 (2017).
- 6) M. Tajiri, H. Aoki, A. Shintani, K. Sue, S. Akashi, Y. Furukawa : *Free Radic Biol Med.*, **183**, 60 (2022).
- 7) N. Azegami, K. Saikusa, Y. Todokoro, A. Nagadoi, H. Kurumizaka, Y. Nishimura, S. Akashi : *Biochemistry*, **52**, 5155 (2013).
- 8) Y. Imaizumi, K. Takanuki, Y. Miyake, M. Takemoto, K. Hirata, M. Hirose, R. Oi, T. Kobayashi, K. Miyoshi, R. Aruga, T. Yokoyama, S. Katagiri, H. Matsuura, K. Iwasaki, T. Kato, M. K. Kaneko, Y. Kato, M. Tajiri, S. Akashi, O. Nureki, Y. Hizukuri, Y. Akiyama, T. Nogi : *Sci Adv.*, **8**, eabp9011 (2022).
- 9) W. Sakamoto, N. Azegami, T. Konuma, S. Akashi : *Anal. Chem.*, **93**, 6583 (2021).



明石 知子 (AKASHI Satoko)

横浜市立大学大学院生命医学研究科
(〒230-0045 横浜市鶴見区末広町1-7-29)。千葉大薬学部総合薬品科学科卒, 薬学博士。《現在の研究テーマ》質量分析を用いたタンパク質の構造機能解析。《主な著書》“生命金属ダイナミクス: 生体内における金属の挙動と制御”, 城直嗣, 津本浩平 監修, 分担執筆, 第7章 方法論 第9節 ネイティブ質量分析 (エヌ・ティー・エス出版), p.445-454 (2021)。《趣味》生け花, ランニング, スキー。
E-mail : akashi@yokohama-cu.ac.jp

フーリエ変換赤外分光法

1 はじめに

フーリエ変換赤外分光法 (Fourier transform infrared spectroscopy, FT-IR) は赤外光を試料に照射したときに生じる、赤外光と物質の相互作用に起因する赤外光の変化、すなわち試料による赤外光の吸収を、赤外波長ごとに記録する¹⁾²⁾。得られた赤外吸収スペクトルを解析することで試料の化学的情報、例えば有機物中の官能基の種類や量等の情報が得られる。FT-IRは他の分析機器と比べ、以下のような特長がある。①固体・液体・気体問わず様々な形態の物質が測定できる³⁾。②赤外光のエネルギー強度が低いいため、試料を変質させる恐れがない。③数秒～数分程度の短時間で測定データが得られる。これらの特長より固体を非破壊で簡単に測定できるため、FT-IRは研究、開発、品質管理はじめ極めて多くの分野で利用される。本ミニファイルでは、FT-IRを固体の非破壊分析に適応する際の代表的な手法と、スペクトルから有意義な情報を得るための活用方法を示す。

2 透過法

透過法は試料に対し赤外光を透過させる光学配置で試料の測定を行う。一般的な有機物の透過測定に適する厚みは20 μm以下であるため、多くの固体試料はこの厚みに加工したり、粉体にしてKBr錠剤とともに錠剤成型する必要がある。そのため、一般的に透過法は非破壊分析とは呼ばないが、試料が薄いフィルムで加工不要な場合、透過法は非破壊分析の有力な手段となる。

フィルムを測定する場合の問題は、赤外吸収スペクトルに干渉縞が乗る点である。干渉縞はフィルムの膜厚によって変動するため、ピーク強度を計測する際、干渉縞がしばしば問題となる。この干渉縞は試料を透過した光と内部で反射した光が干渉することで生じる。

干渉縞除去の有効な方法として、偏光子でp偏光させた赤外光を試料に対してブリュースター角 (Brewster's angle) で入射する方法が知られている¹⁾。ブリュースター角では空気-試料界面におけるp偏光の反射率が0となるため内部反射が抑制でき、干渉縞が大幅に軽減される。図1にポリエチレンフィルムを透過法で測定したスペクトルを示す。(a)は通常測定であり、ベースラインに干渉縞が観察される。(b)は干渉縞が良好に除去されている。この結果から、ブリュースター角で入射し、p偏光で測定した場合の干渉縞は、垂直入射で測定した場合に比べ干渉縞が低減していることがわかる。

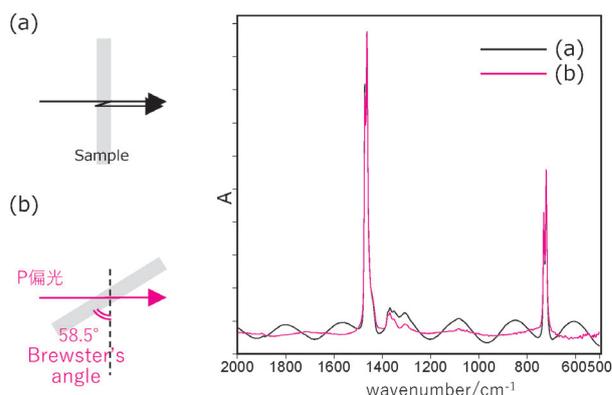


図1 ポリエチレンの透過スペクトル

(a) 0°入射, 無偏光 (b) Brewster角入射, P偏光

3 反射法

3.1 正反射法

反射法には様々な測定手法があり、正反射法、外部反射法、拡散反射法、全反射法 (attenuated total reflection法, ATR法) が代表的な手法である³⁾。正反射法は固体の試料表面で正反射した赤外光を検出する。この方法は試料の厚みが十分大きく、試料表面で透過した赤外光が試料内部ですべて吸収あるいは透過され、かつ表面が十分に平滑である場合に適應できる。正反射スペクトルは試料の複素屈折率 $\tilde{n} = n + ik$ の実部である屈折率 n の影響を強く受けるため、スペクトルを一次微分したような正負に大きく歪んだ形状となる³⁾。クラマース・クロニツヒ (Kramers-Kronig, KK) 変換は複素屈折率から実部 n と虚部 k を計算できる。 k スペクトルのピーク波数位置は吸収スペクトルのものとよく一致するため、KK変換は正反射スペクトルを吸収スペクトルに変換する手段としてよく利用される。一方で変換の過程で積分範囲に近似計算がなされているため、定量性の議論は慎重に行うべきである。

3.2 外部反射法

外部反射法では、空気-試料界面で正反射せず透過した光による吸収を扱う。透過した光は試料-基板界面で反射したのちに検出器へ向かう。この場合の試料も透過法と同様に薄膜である必要がある。基板が誘電体の場合は外部反射法と呼ぶが、基板が誘電体ではない金属である場合は反射吸収法と呼ぶ³⁾。

反射吸収法の場合、透過測定で取り上げたようなフィルムの測定で利用される。干渉縞は同様にp偏光をブリュースター角で入射することで除去できる。図2は透過測定で使用したものと同一ポリエチレンフィルムを

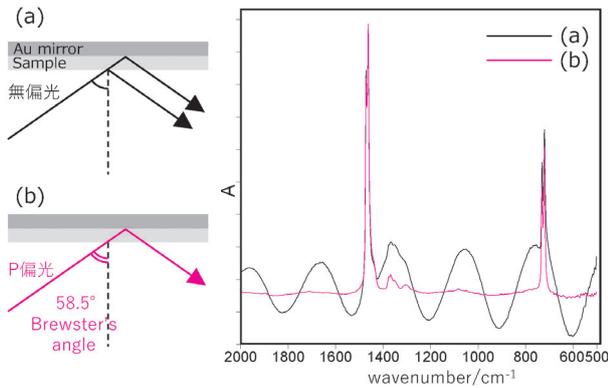


図2 ポリエチレンの反射吸収スペクトル
(a) 無偏光 (b) Brewster角入射, P偏光

金ミラー上に設置し、反射吸収法で測定したものである。(a)では干渉縞が強く観測されるが、(b)では干渉縞が良好に除去されている。この方法は、シリコンウエハなどの誘電体基板上に蒸着した成膜層の干渉を除去する手段としても有効である。

3.3 拡散反射法

拡散反射法は主に粉体を測定するための手段である。試料を直径数 mm のカップに充填し、赤外光を照射する。赤外光は粉体中で散乱したのち、凹面鏡で検出器に集光される。拡散反射法の測定は、粉体そのものの測定は光路が長すぎて吸収ピークが飽和するため、一般的には KBr 粉末で試料粉体を 2% 程度まで希釈して測定する。したがって同法は非破壊分析とはいいがたいが、一部の粉体、例えば電子写真印刷用の黒色トナーなどは KBr で希釈することなく非破壊で測定可能である。母材となる数 μm の粒子の表面に数十~数百 nm の微小粒子が付着しており、良好な散乱特性が得られるためと考えられる⁴⁾。

3.4 ATR 法

FT-IR で固体を非破壊で分析する場合の最も有効な方法は ATR 法である。ATR 法は、ATR クリスタルと呼ばれる赤外光を透過しかつ屈折率の高い結晶に試料を密着させた状態で、ATR クリスタルの裏面側から試料に向けて赤外光を照射する。赤外光は ATR クリスタルと試料の界面で全反射を起こす。この際クリスタルと試料の界面でエバネッセント光が発生し、試料側に数 μm 程度染み出す。染み出したエバネッセント光は試料によって吸収される。全反射後の赤外光は試料による吸収を受けるため、検出器で検出することで赤外スペクトルが得られる。ATR 法は透過法、反射吸収法のように厚みの制限を受けず、クリスタルに接触さえすれば吸収スペクトルが得られるため、ゴム、樹脂、粉体等の固体の表面分析に適している。図 3 (a) は表面に滑剤が付着しているポリエチレンフィルムを ATR 法で測定したスペクトル

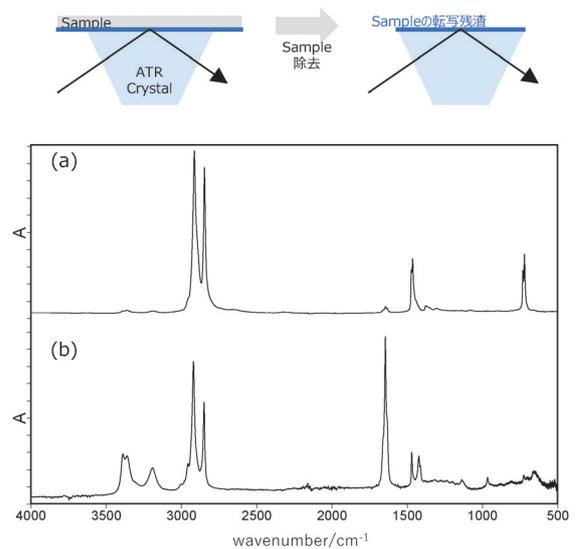


図3 ポリエチレンの ATR スペクトル
(a) 樹脂+滑剤 (b) 滑剤の転写残渣

である。透過法や反射法のように干渉縞が見られず、吸収強度が飽和することもないため、良好なスペクトルが得られる。滑剤由来のピークもわずかに観察される。図 3 (a) の測定後、試料のポリエチレンフィルムを ATR クリスタルから除去し、表面にわずかに滑剤のみが転写された状態で再度 ATR 測定を行った。結果を図 3 (b) に示す。滑剤のステアリン酸アミドが感度良く検出されていることがわかる。

5 おわりに

FT-IR で固体を非破壊分析する際の代表的な五つの手法として、透過法、正反射法、反射吸収法、拡散反射法と ATR 法を概説し、それぞれの測定法の特長と活用方法について述べた。現代の FT-IR は、分光器を顕微鏡に接続し、顕微 IR や IR イメージングを計測できる。この方法で、おおよそ 3 μm 程度の大きさの赤外スペクトルの情報が得られる。特に顕微 ATR や ATR イメージングは非破壊分析の手法として極めて有効なので、併せてご活用いただきたい。

文 献

- 1) P. R. Griffiths, J. A. De Haseth, J. D. Winefordner: "Fourier Transform Infrared Spectrometry 2nd Edition", p.13 (2007), (J. Wiley & Sons).
- 2) N. B. Colthup, L. H. Daly, S. E. Wiberley: "Introduction to Infrared and Raman Spectroscopy, Third Edition", p.12 (1990), (Academic Press).
- 3) 田隅三生編著: "赤外分光測定法 基礎と最新手法", p.1 (2012), (日本分光学会).
- 4) 錦田晃一, 西尾悦雄: "チャートで見る FT-IR", p.94 (1990), (講談社).
- 5) 長谷川健: "スペクトル定量分析", p.137 (2005), (講談社サイエンティフィク).

[PerkinElmer Japan 合同会社 新居田 恭弘]

水素分離技術



Mubark M. Mohamed・加藤 善大

1 はじめに

地球に大量に存在する海水を電気分解して次世代エネルギーとして期待される水素を得ることができる¹⁾。しかし、この魅力的アプローチには、海水を電気分解すると同時に塩素ガスが生じてしまうという問題がある。この例からも分かるように、水素を実際に社会で用いるためには、副生成物等から水素を分離精製する技術が必須であり重要であるということがわかる。いったいどのような原理で、水素を分離精製しているのだろうか？最近開発された技術を用いれば、どのようなことができるのだろうか？(図1)。本稿では、水素を製造するために実用的に効率よく分離する技術について簡単に説明し、最近の研究報告について紹介する。

これまで、水素は石油や鉄鉱石の精製、半導体の製造、ロケット燃料などに使われてきた。その水素は、特に近年、家庭用燃料電池や燃料電池自動車で実用化されている。図2は、社会で用いられている主な水素の製造方法を示している。①化石燃料の部分酸化(石炭を蒸し焼きにすると水素と一酸化炭素の混合ガスとなる。一酸化炭素は水蒸気と反応して二酸化炭素となる)、②水蒸気改質(水蒸気とメタン等の炭化水素を反応させて水素と一酸化炭素に分離する。一酸化炭素は水蒸気と反応し二酸化炭素となる)、③水の電気分解(水に通電して水素と酸素に分離する)である。特に、風力や太陽光発

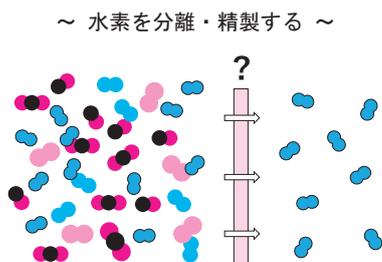


図1 製造された水素をどのように分離するのか？(模式図)

～ 水素を製造する主な方法 ～

① 化石燃料の部分酸化
 石炭を蒸し焼きにしてH₂とCOの混合ガスとなる。
 COは水蒸気 H₂O と反応しCO₂となる

$$2C_mH_n + mO_2 \rightarrow 2mCO + nH_2 \quad CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2$$

② 水蒸気改質
 水蒸気H₂OとメタンCH₄等の炭化水素を反応させ、H₂とCOに分離する。COは水蒸気 H₂Oと反応しCO₂となる

$$CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2 \quad CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2$$

③ 水の電気分解
 水に通電し水素と酸素に分離する

$$2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$$

③' 海水の電気分解

$$2H_2O + 2Cl^- \rightarrow 2H_2 + O_2 + Cl_2 + 2e^-$$

図2 工業的に水素を製造する主な方法

電などのような再生可能な電力を用いた水(あるいは海水)の電気分解は、製造工程においても二酸化炭素を排出しないことから「グリーンな」水素製造法と呼ばれ期待されている。社会で用いられている①～③の水素製造過程では、いずれも水素のみならず副生成物が生じ、適宜、水素が分離精製されている。

2 水素分離の種類

水素の分離について、歴史的には、パラジウムが水素を透過するという現象が、1866年に発見された²⁾。すなわち、(a)水素分子がパラジウム表面に吸着、(b)吸着水素分子の水素原子への解離、(c)水素原子のプロトンと電子への電離、(d)パラジウム内でプロトンと電子が拡散、(e)プロトンと電子との水素原子への再結合、(f)水素原子同士による水素分子の生成、(g)水素分子のパラジウム表面から脱離、(a)～(g)のプロセスによりプロトンとなり得る水素だけがパラジウム膜を透過し、他の分子はパラジウム膜を透過できない。この機構が応用され、パラジウム膜は水素精製に用いられている。

現代において、水素を分離する方法は、膜分離法、圧力スイング吸着法、化学蒸留法、その他の化学的方法の四つに大別できる。膜分離法とは、膜に水素を含む混合ガスを通過させ、水素を識別し分離する方法である。圧力スイング吸着法とは、加圧と減圧を繰り返し、目的物(水素)を抽出する方法である。化学蒸留法とは、水素が他の物質よりも非常に低い沸点を持つことを利用して混合ガスを一253℃のように低い温度にすることで水素ガスのみを抽出する方法である。その他の化学方法とは、特定の化学反応を利用し水素を抽出する方法である。

上記四つの方法の中で、膜分離法が最も頻繁に使われ

る。同じ膜でも、金属、無機物質、高分子などその材料は様々である。上記のパラジウム膜の水素分離機構だけではなく、水素の小さい分子サイズを利用して、膜中の原子レベルの細孔を通過させ水素を分離する機構が多い。以下に、最近報告された水素の分離技術について紹介する。

3 最近の進展

水素製造に用いる電気エネルギーをも含め二酸化炭素を全く排出しない上記③のプロセスは、工業的に高コストであり、現状では、①②による水素製造が工業的に主流である。この①②の水素製造方法では、その製造過程で水素と二酸化炭素が混在するので、水素と二酸化炭素を分離することが必要であり、水素と二酸化炭素をより効率的に分離する方法が模索され日々改良されている。これまで、高分子膜を用いた分離技術では、燃料電池に用いられるレベルの水素純度 99.99 % 以上の水素精製と二酸化炭素捕捉を同時に行うための高い透過性と顕著な選択性は実現していなかった。そこで Yan らは、高分子を改変し水素と二酸化炭素を分離できる膜を開発した³⁾。アミン結合ポリマーフィルムからベンズイミダゾールおよびアミン結合ポリマー層への制御可能な変換を介して、13~30 nm の厚みの超薄膜ポリマーに正確な分子ふるい機能を備えたサブミクロンサイズの小孔を作製した。この高分子膜は、安定した前例のない $H_2/CO_2=120$ という選択性と高い水素透過性を示した。高圧（最大 11 bar）および高温（最大 300 °C）でも分離膜機能を保持した。

グラファイト状の構造を利用して二酸化炭素等の他の分子種から水素を分離した報告がある。Zhou らは、二次元グラファイト状窒化炭素によるナノシートを開発し、そのラメラ（層状の）構造により、水素を識別し二酸化炭素等他の物質の混合ガスから水素を分離することに成功した⁴⁾。二次元グラファイト状窒化炭素ナノシートは、従来のトップダウン調製ではガス分離への応用が妨げられていたが、彼らは、ボトムアップ合成による高品質ナノシートをベースとした無秩序層積層構造を有するガス分離ナノシートを開発した。高密度の識別チャンネルと中間層バスによる高速かつ高度に選択的な輸送のおかげで高い水素の透過度を示した。特に、温度変動、湿った大気、200 日を超える長期稼働など、厳しい環境下でも優れた安定性を示した。

一酸化炭素を水素から分離することも工業的に重要である。工業的に重要な上記①②の水素製造の初期過程では、水素と一酸化炭素の混合ガスがまず生じるからである。その一酸化炭素はさらに水蒸気と反応し、二酸化炭素となる（シフト反応）。Bang らは、水素から微量の一酸化炭素を識別して除去する優れた能力を有する分離膜を開発した⁵⁾。ビーズ構造のマグネシウム、銅、セリウムベースの吸着剤が、水素から微量の一酸化炭素を除去する優れた能力を示した。マグネシウムの導入が重要で、これにより多孔質構造と銅イオン (I) の表面積が

強化され、吸着性能が向上した。注目すべきことに、既存のペレット化吸着剤と比較して、一酸化炭素が 10 Pa 以下の圧力条件で 15.5~50 倍の平衡能力を示し、水素中の 50 ppm の一酸化炭素の除去において 31 倍長い破過時間を示した。120 °C の環境下で、20 サイクルもの安定した吸着性能が得られた。

冒頭で触れたように、海水を電気分解し水素を製造する方法は、無尽蔵な供給源である海水を用いる点で非常に魅力的であるが、電気分解の際に塩素ガスを生じることが難点であった。Abe らは、新たに触媒の特異な反応選択性を利用することで、塩素を出さず海水を電気分解する技術を開発した⁶⁾。陽極の表面に、電気メッキの方法で二酸化マンガンシートが積み重なった構造から成る薄膜を形成し、300 °C 以上で加熱した。二酸化マンガンの格子中に酸素欠陥が形成され、シートが乱れバラバラになった。酸素欠陥を持つ二酸化マンガンシート上で、酸素発生反応の速さに変化し、乱層構造の電極からは酸素が優先的に発生した。

4 おわりに

水素は次世代エネルギーとして期待され、本稿で数例紹介したように、その分離精製技術も日々開発されている。今後、ユニークなメカニズムの発見や革新的な技術進歩などが続くものと予想できる。

文 献

- 1) J. Guo, Y. Zheng, Z. Hu, C. Zheng, J. Mao, K. Du, M. Jaroniec, S.-Z. Qiao, T. Ling : *Nat. Energy*, **8**, 264 (2023).
- 2) T. Graham : *Philos. Trans. R. Soc. Lond.*, **156**, 399 (1866).
- 3) X. Yan, T. Song, M. Li, Z. Wang, Z. Liu : *Nat. Commun.*, **5**, 628 (2024).
- 4) Y. Zhou, Y. Wu, H. Wu, J. Xue, L. Ding, R. Wang, H. Wang : *Nat. Commun.*, **13**, 5852 (2022).
- 5) G. Bang, S. Jin, H. Kim, K.-M. Kim, C.-H. Lee : *Nat. Commun.*, **14**, 7045 (2023).
- 6) H. Abe, A. Murakami, S. Tsunekawa, T. Okada, T. Wakabayashi, M. Yoshida, M. Nakayama : *ACS Catal.*, **11**, 6390 (2021).



加藤 善大 (Kato Zenta)

東北工業大学工学部 (〒982-8577 宮城県仙台市太白区八木山香澄町 35-1)。北海道大学院工学研究科分子化学専攻。博士 (工学)。《現在の研究テーマ》海水直接電解のための酸素発生陽極の創製。《趣味》野球観戦。

E-mail : zenta721@tohtech.ac.jp



ムバルク モハメッド (Mubark M. Mohamed)

東北工業大学工学部 (〒982-8577 宮城県仙台市太白区八木山香澄町 35-1)。エジプト、Tanta 大学。Ph.D.《現在の研究テーマ》スーパーキャパシタ、燃料電池、色素増感太陽電池、電気化学センサーによる溶存薬剤の定量、水の電気分解。《趣味》サッカーのプレイと観戦。

E-mail : mhmunbark@tohtech.ac.jp

ポータブル蛍光光度計 FC-1

—尿酸値測定への応用—

熊谷 直也, 加藤 祐史

1 はじめに

屋外や実験室以外の場所で測定するニーズは高く、容易に持ち運ぶことのできるポータブルな分析装置の需要が高まっている。現場で採取した新鮮な試料を計測できるようになると、試料の搬送時に生じる可能性のあるコンタミネーションを心配せずに試料を測定できる。また、すぐに測定を実施できることから結果を迅速に取得できる。

筆者ら東海光学㈱は、メガネレンズの製造販売や、光学薄膜加工および光学薄膜製品の製造販売を本業としており、光学フィルターの設計・製造も行っている。このような背景のもと、光学薄膜製品開発技術を活用し、持ち運んで手軽に蛍光測定できる「ポータブル蛍光光度計 FC-1」を販売している。ポータブル蛍光光度計 FC-1 (図 1a) は、サイズが 130 mm×140 mm×62 mm、質量は 600 g であり、バッテリー駆動駆動 (単三乾電池 2 本) も可能である。装置構成は、シンプルであり、励起光源と光検出器はキュベットに対して垂直に配置されている。測定は、試料を入れたセルを本装置にセットして、MEASURE ボタンを押す、という操作で簡単に取り扱うことができる (図 1b)。ボタンを押してから約 1 秒で測定結果 (メモリナンバーや測定値) が表示される。これまで、本装置のアプリケーションとして、血中炎症マーカーとして知られる C 反応性タンパク (CRP) や、清涼飲料水中に含まれるグルコースの定量への応用について技術紹介記事で紹介してきた¹⁾。本稿では、血清中における尿酸値の定量への応用について紹介する。

2 簡便に尿酸値を測定する意義

代謝異常の一つである高尿酸血症は、血液中の尿酸値が上昇した状態であり²⁾³⁾、痛風、尿酸腎症、腎臓病など、様々な重篤な疾患を引き起こすことがある。遺伝的要因や食を含めた生活習慣 (環境要因) が高尿酸血症の要因となるが、その個人差は大きい。定期的に尿酸値を検査することにより、自身の健康状態をモニタリングしていき、必要に応じて検査結果をもとに体質や生活習慣を改善することが重要となる。また、すでに高尿酸血症

(a)



(b)

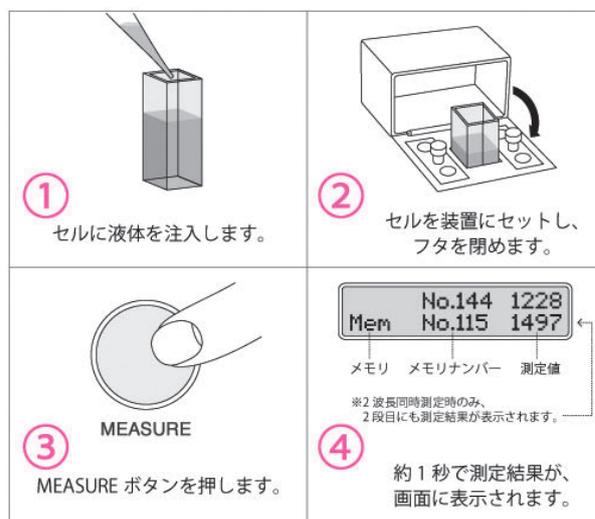


図 1 ポータブル蛍光光度計 FC-1

(a) 外観写真. (b) 操作方法.

で内科的治療を受けている患者にとっても、尿酸値のモニタリングは適切な治療計画を実施する上で有益である。しかしながら、医療機関で検査する場合、検体の輸送に時間を要してしまうことから、結果を取得するまでに数日程度、要してしまう。医療機関の大小にかかわらず、医療の現場で尿酸値を測定できる方法が望まれる。

3 FC-1 を用いる尿酸値の測定

アナライトの濃度に依存して生成する色素をマイクロ粒子の表面に濃縮することで、測定の高感度化を達成できる⁴⁾⁵⁾。濃縮した色素を簡便に脱離させ、その色素の蛍光強度をFC-1で測定可能であれば、施設の規模にかかわらず、様々な医療機関でも尿酸値を即時測定できるものと期待される。

そこで本稿では、尿酸に応答して赤色に発色するマイクロ粒子を創成し、尿酸測定に応用した(図2)。本法では、マイクロ粒子表面にウリカーゼまたは西洋わさびペルオキシダーゼ(HRP)が固定化された2種類のマイクロ粒子を用いる。尿酸とAmplexRedを溶解した緩衝液(尿酸溶液)中に酵素修飾マイクロ粒子を懸濁し、遮光して5分間攪拌すると、粒子表面のウリカーゼによりアラントインと過酸化水素が生成される。さらに過酸化水素は粒子表面のHRPにより水に変換されると同時に、基質であるAmplex Redが反応し赤色の蛍光色素であるレゾルフィンが生成される。レゾルフィンは疎水性相互作用により酵素固定化微粒子表面に直ちに濃縮されるため、マイクロ粒子は赤色を呈することになる。一方、上清の色調は変化しない。酵素-メディエーター反応後の懸濁液の上清を除去し、回収したマイクロ粒子にエタノールを添加すると、レゾルフィンがマイクロ粒子から脱離するため粒子の赤色が無色になり、上清が赤色を呈する。上清を10倍希釈して蛍光強度を測定することでも、レゾルフィンが粒子から脱離されていることを確認することができた。

コントロール血清中の尿酸においても、尿酸溶液と同様にマイクロ粒子における赤色への色調変化が認められ、その色強度は尿酸溶液と同程度であった。そこでコントロール血清における尿酸値の測定を検討した。ヒト

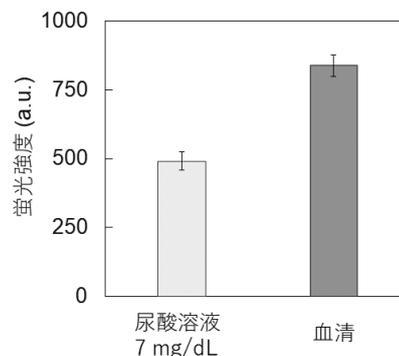


図3 尿酸測定時の蛍光強度

尿酸値の基準値である7.0 mg/dLの尿酸溶液とコントロール血清中に酵素修飾マイクロ粒子を懸濁した。マイクロ粒子に濃縮されたレゾルフィンをエタノールで脱離させ、上清の蛍光強度を測定した(図3)。コントロール血清における尿酸値は、コントロール血清および尿酸溶液で得られた蛍光強度の比から算出した。その結果、コントロール血清における尿酸値は 12 ± 0.6 mg/dLと見積もられ、回収率は 114 ± 5.7 %であった。

4 おわりに

本稿では、弊社で開発したポータブル蛍光光度計FC-1を用いて迅速かつ簡便に尿酸値を測定する方法について紹介した。FC-1は小型、軽量、バッテリー駆動であり、いつでもどこでも簡便に高感度な蛍光測定が可能であるため、施設の規模によらず、様々な医療機関で使用できる。装置構成が単純であり、初心者が蛍光光度計の装置構成を理解するのに適している。医療検査以外にも、環境や食品など様々な分野において、「都合の良い」蛍光光度計としてご活用いただける装置である。

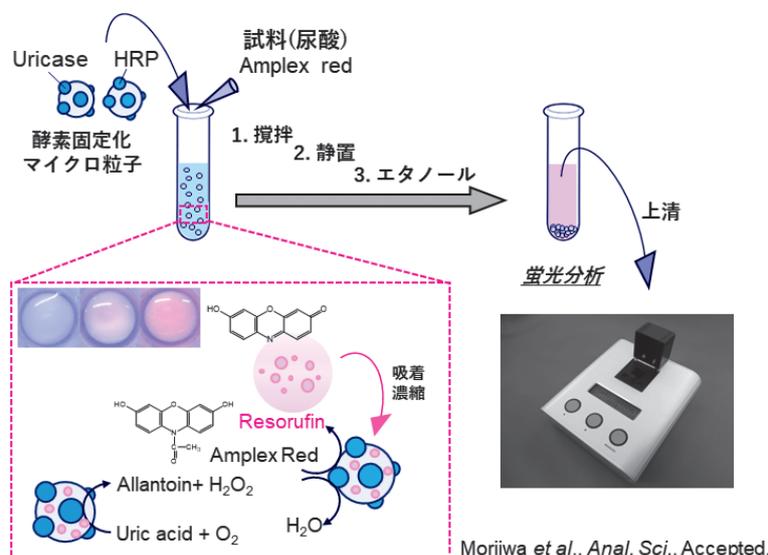


図2 尿酸測定法の概要

文 献

- 1) 熊谷直也, 森岡和, 中村好花, 千明大悟, 北谷菜津美, 加藤祐史, 東海林敦: 分析化学 (*Bunseki Kagaku*), **70**, 721 (2021).
- 2) T. Petreski, R. Ekart, R. Hojs, S. Bevc : *Ren. Fail.*, **42**, 978 (2020).
- 3) Y. Saito, A. Tanaka, K. Node, Y. Kobayashi : *J. Cardiol.*, **78**, 51 (2021).
- 4) Y. Moriiwa, N. Oyama, R. Otsuka, K. Morioka, A. Shoji, A. Yanagida : *Talanta.*, **252**, 123827 (2023).
- 5) Y. Moriiwa, K. Hatakeyama, K. Morioka, Y. Inoue, H. Murakami, N. Teshima, A. Yanagida, A. Shoji : *Ana. sci.*, in press.



熊谷 直也 (KUMAGAI Naoya)
東海光学ホールディングス株式会社開発本部 (〒444-2192 愛知県岡崎市恵田町下田5-26). 《現在の研究テーマ》光学技術を応用した製品開発. 《趣味》ランニング.
E-mail : n-kumagai@tokaiopt.co.jp



加藤 祐史 (KATO Yuji)
東海光学ホールディングス株式会社開発本部 (〒444-2192 愛知県岡崎市恵田町下田5-26). 《現在の研究テーマ》光学技術を応用した製品開発. 《趣味》バレーボール.
E-mail : y-kato@tokaiopt.co.jp

会社ホームページ URL :

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

関連製品ページ URL :

https://www.tokaioptical.com/products/optical_technology/fc-1/

原 稿 募 集

「技術紹介」の原稿を募集しています

対象：以下のような分析機器、分析手法に関する紹介・解説記事

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

報など

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

お問い合わせ先：

日本分析化学会『ぶんせき』編集委員会

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

電気化学センサーの表面改質による 重金属イオン検出の高感度化

有害物質による環境汚染の中でも、鉛 (Pb) 等の重金属による河川等の水質汚染は、世界的に懸念されている問題の一つである。水中に微量含まれる Pb^{2+} 等の重金属イオンの汚染物質を定量する手段の一つとして、カーボンペースト電極による電気化学センサーが注目されている^{1)~3)}。カーボンペースト電極による電気化学センサーは、前処理を必要とせず、かつ高感度で計測できるという利点があり、その計測感度は、ますます改良されつつある。本稿では、カーボンペースト電極中にグラフェンおよび酸化鉄を組み込んだ電気化学センサーについて紹介したい⁴⁾。

El-Desoky らは、電気化学センサーとしての作用電極として、カーボンペーストによる電極を採用し、その中に、5 w/w% のグラフェンと 2 w/w% の酸化鉄 Fe_3O_4 を加え、電圧をかける前に 60 秒間水溶液をスターラーで攪拌し Pb^{2+} 等の重金属イオンを電極に吸着させることにより、感度向上を狙っている。カーボンペースト電極とは、グラファイトにパラフィンオイルを加えたペースト状の電極である。グラファイトでは、シート状の sp^2 炭素原子が積み重なり凝集している。その一つのシートを、グラフェンと呼ぶ。物質としてグラフェンと呼ぶ場合、このシート状の構造がバラバラな状態で安定的に存在している。グラフェンの有する表面積は、グラファイトのそれよりもずっと大きい。そのため、カーボンペーストにグラフェンを混ぜることによって、電極としての表面積が向上し感度向上を期待できる。 Fe_3O_4 ナノ粒子の添加は、水中に溶存する Pb^{2+} 等の重金属の作用電極への吸着を向上させる働きがある。 Pb^{2+} 等の重金属が溶存する水溶液を 60 秒間攪拌し電極に吸着させてから計測するという共通の方法 (吸着ストリッピングボルタンメトリー) を用いると、カーボンペーストのみによる電極では定量限界 (LOQ) が 10^{-7} M 程度の感度を示すところ、このグラフェンと酸化鉄を混ぜて改良した電極の LOQ は 10^{-9} M 程度となり感度が大きく向上した。世界保健機関による飲料水の Pb^{2+} の安全基準値: 2.4×10^{-5} M と比較しても十分に高い感度を実現している。これまで報告された他の電気化学センサーと比較しても、最も高い感度を示すセンサーの一つであると言える。この電気化学センサーは、 Pb^{2+} 、 Bi^{3+} 、 Cu^{2+} という重金属イオンが混在する多成分系においても、それぞれの濃度情報が干渉することなく、そんな感度でそれ

ぞれの濃度が定量できる。このように、この研究で実現した電気化学センサーの高感度は、水質検査のみならず、例えば医療の分野で、低濃度かつ狭い範囲で血中濃度を維持する必要のある薬物治療モニタリングにも応用できると考えられる。

- 1) B. Habibi, F. F. Azhar, J. Fakkar, Z. Rezvani : *Analytical Methods*, **9**, 1956 (2017).
- 2) S. Michalkiewicz, A. Skorupa, M. Jakubczyk : *Materials*, **14**, 7630 (2021).
- 3) C. Laghlimi, A. Moutcine, A. Chtaini, J. Isaad, A. Soufi, Y. Ziat, H. Amhamdi, and H. Belkhanchi : *ADMET & DMPK*, **11**, 151 (2023).
- 4) H. El-Desoky, A. Beltagi, M. Ghoneim, A. El-Hadad : *Microchem. J.*, **175**, 106966 (2022).

[東北大学大学院理学研究科 盛田 伸一]

放射性ヨウ素種の電気化学的検出と分離

19 世紀に海藻から初めて抽出されたヨウ素は、現在、工業規模で生産されており、医療や触媒など幅広い分野で利用されている¹⁾。ヨウ素 (^{127}I) はヒトにとって必須元素である一方、核分裂生成物の放射性ヨウ素 (^{129}I , ^{131}I) は、生物濃縮による長期的な環境リスクや、甲状腺がんなど人体への重大なリスクをもたらす。そのため、高感度のヨウ素ガスセンサーや、放射性ヨウ素を安全かつ効率的に分離するための研究が盛んに行われている²⁾³⁾。

一般的なヨウ素ガスの検出方法としては、燃料電池タイプや、固体酸化物タイプのもが知られているが、これら既存のヨウ素センサーは感度が低い、選択性が低い、寿命が短いなどの欠点があり、用途が制限されている。オックスフォード大学の Babal らは、ヨウ素ガス選択的なサイトを有する Metal-Organic Framework (MOF; ZIF-70) を合成し、センサー部位に組み込むことで ppb オーダーのヨウ素ガスの電気化学的検出を達成した²⁾。開発されたセンサーは電極上へのドロップキャスト、単結晶の *in-situ* 合成、またはインクジェットプリントによって作製されており、市販のセンサーと比較して、高選択性、超高感度、優れた可逆性、迅速な応答を示した。Babal らは MOF 単結晶の電気応答を測定することで、ヨウ素センシングについて原子レベルでの詳細な情報を得ている。また、インクジェットプリントを使用することで、MOF 層の最適厚さを決定している。

一方、使用済み核燃料 (SNF) の再処理プロセスにおいては、放射性ヨウ素の環境への漏洩を防ぐために、優れた分離分析および除去の方法が求められている。イオン交換法では、SNF 溶液中に存在する I_2 が樹脂と反応し、カラムからの溶出と分離が困難になるなどの課題があった。蘭州大学の Jia らは、SNF の硝酸溶液に含まれる ^{129}I の各化学種 (I_2 , I^- , IO_3^-) を段階的に分離する手法を開発した³⁾。この研究では ^{129}I の分離法として溶媒抽出が用いられており、溶媒として四塩化炭素 (CCl_4)

とメシチレンの使用が提案されている。はじめに CCl_4 を用いた溶媒抽出により I_2 が分離される。次いで水相に残った I^- を亜硝酸ナトリウムの添加により I_2 に酸化し、メシチレンを用いた溶媒抽出で分離した。最後に残った IO_3^- は、ヒドロキシルアミン塩酸塩を用いて I_2 に還元し、メシチレンで抽出分離された。この手法により 3 mol/L 硝酸中に微量に含まれる I_2 , I^- , IO_3^- の 98 % 以上が別々に分離回収される。

放射性ヨウ素に限らず、微量の化学物質をリアルタイムで選択的に検知する技術や、分離分析する手法へのニーズはいつの時代も大きく、標的物質の種類も時代の変化とともに増えている。比較的新しい材料である MOF や、古くから知られている分離手法である溶媒抽出法が活用されることで、革新的な検知・分離の手法が開発されることを期待する。

- 1) F. C. Küpper, M. C. Feiters, B. Olofsson, T. Kaiho, S. Yanagida, M. B. Zimmermann, L. J. Carpenter, G. W. Luther III, Z. Lu, M. Jonsson, L. Kloo : *Angew. Chem. Int. Ed.*, **50**, 11598 (2011).
- 2) A. S. Babal, S. Mollick, W. Kamal, S. Elston, A. A. Castrejón-Pita, S. M. Morris, J.-C. Tan : *Mater. Today*, **58**, 91 (2022).
- 3) T. Jia, K. Shi, Y. Wang, J. Yang, X. Hou : *Anal. Chem.*, **94**, 10959 (2022).

〔山口大学大学院創成科学研究科 吉田 航〕

『ぶんせき』再録集 vol. 1 出版のお知らせ

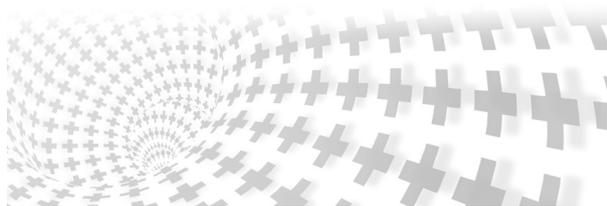
ぶんせき誌の過去記事の有効利用の一環として、『ぶんせき』再録集 vol. 1 が出版されました。2011 年から 2020 年まで、10 年間分の〈ミニファイル〉の記事が詰まっています。

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。

こんにちは



金沢工業大学生活環境 研究所を訪ねて

〈はじめに〉

2023年6月20日、金沢工業大学やつかほりサーチキャンパス内の鈴木保任先生、大嶋俊一先生、坂本宗明先生の3研究室を訪ねた。梅雨の季節では珍しく晴天であり、筆者は所属する金沢大学からバスで1時間ほど移動した後、歩いて向かった。辺りは田園が広がっており、夕日がよく映えるらしい。すぐ近くには日本酒に疎い筆者でも口にしたことがある、手取川、天狗舞といった銘柄の酒蔵もある。やつかほりサーチキャンパスに到着すると、一見、企業の研究所と間違えような建物が並んでいた(写真1)。訪問先の玄関で鈴木先生に迎えていただいた。

〈沿革〉

金沢工業大学は1965年に工学部をもつ私立大学として開校し、メインの扇が丘キャンパスを中心として、施設の大半は金沢と隣接する野々市や白山市に設置されている。訪れたやつかほりサーチキャンパスは、白山市八束穂にある附置研究所、研究センターが集約されたキャンパスである。企業の研究用地だった一角に設置されており、各施設のすぐ傍にシグマ光機や大日本印刷などの



写真1 やつかほりサーチキャンパス

企業の研究所が並んでいる。建物自体も元々企業の研究用だった施設を活用しているものが多く、見た印象の通りだったわけである。今回お世話になった3人の先生は、バイオ・化学部応用化学科の教員であるとともに、研究センターである生活環境研究所の所長(鈴木先生)、研究員(大嶋先生、坂本先生)を兼務されている。生活環境研究所は21世紀の課題となる、水環境の浄化と水資源の有効利用に関する研究の拠点として、2001年に小松優先生を初代所長として設立された。現在は、設立当初から取り組んでいる水質浄化材料の開発とともに、有害金属の除去方法の開発や、貴金属を回収する機能性化合物の創成、環境水分析装置の開発など、生活環境の改善につながる研究を進めている。研究所設立時よりオーストラリアのメルボルン大学と協定を結んでおり、コロナ禍を除いて大学院生の研究留学や研究会を実施するなど現在も国際的な交流を続けている。

〈研究室について〉

お尋ねしたときはちょうど3研究室合同でのゼミの時間であり、所属する学部生、大学院生がそれぞれの研究の進捗報告を行っていた(写真2)。研究室へはバイオ・化学部応用化学科の学生が3年生の後期から配属され、修士課程3名、学士課程14名の学生が3先生の下に所属し、研究に取り組んでいる。

鈴木先生は環境水中に含まれる化学成分をその場分析できる、小型分析装置の開発を専門とされており、今回実物を見せていただいた。装置は流れ分析法と分光検出



写真2 (左)ゼミの風景(右)3研究室の集合写真
(前列右:鈴木先生、左端:坂本先生)

を活用しており、手のひらサイズの小型ポンプによって送られた試料溶液が反応試薬と温度制御可能な流路内で反応後、自作の吸光度検出器に送られる。手のひらサイズの吸光度検出器には可視-近赤外の5波長を備えた発光ダイオードとフォトダイオードが内蔵されており、それぞれの波長での吸光度を1秒ごとに取得できる。そのため、呈色試薬を用いた反応を利用することで、環境水中に含まれる様々な無機イオンを定量することが可能である。実際にモリブデンブルー法によるリンの分析を見せていただいたが、リアルタイムでパソコン上に吸光度データが記録され、まさにその場で定量分析できることを実感した。さらに、紫外LEDを内蔵し、より高感度な蛍光検出型の装置も開発されており、ホウ素やセレンなどの蛍光定量に適用されている。装置全体が小型であり、迅速に測定できるため、環境水など実試料のスクリーニング用途には強力な測定法となる。先生は簡易分析とよくおっしゃられていたが、計測精度向上のための光学系の改良やデータ処理についても十分検討されてお

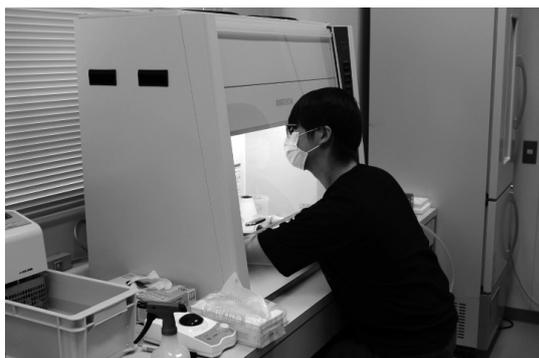
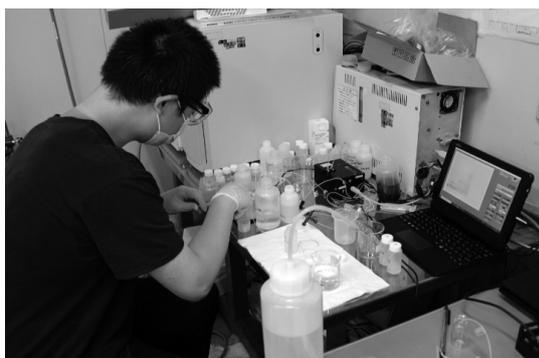


写真3 3研究室の実験風景

り、取材の傍ら筆者自身の研究の参考にもさせていただいた。

大嶋先生の研究は、(1) 金属回収を目的とした固相抽出剤の開発、(2) コンクリートの耐久性向上のための含浸剤の検討、(3) 骨欠損治療のための人工足場材料の開発、と多岐に渡る。(1)では、固相担体となる無機多孔質材料をキレート分子で修飾し、選択的な錯形成能を持つように分子構造を設計することで、有害金属の除去やレアメタルの回収が可能となる固相抽出剤を開発している。(2)では、酸の侵入によるコンクリートの劣化を抑制する上で重要となる表面塗布剤(ケイ酸塩系含浸材)の効果を、化学成分の分析を中心とした評価により明らかにしている。強度試験など従来の評価法だけではわからない、セメント劣化の機構解明や含浸剤の性能向上につなげる取り組みである。(3)では、病気や事故によって欠損した骨を修復する上で必要な足場となる材料を金沢医科大学との共同研究で開発している。足場材料には支持物質としての強度だけでなく、骨が成長するための生体適合性や感染症対策など様々な性能が要求される。ダイヤモンド・ライク・カーボン(DLC)と呼ばれるダイヤモンドに類似した非晶質に着目し、フッ素を添加し抗菌性を併せ持ったDLCに関して、骨の修復にかかわる骨芽細胞の増殖挙動を評価されている。

坂本先生は有機合成技術を用いて金属イオンの回収技術に取り組んでおられ、リチウムイオン選択性を有する有機配位子(ベンゾイルピラゾロン誘導体)の開発に特に注力されている。クラウンエーテルのように空孔サイズを利用するのではなく、配位子のかさ高さや電子供与性によってリチウムイオンの選択性を向上させるという設計指針は困難を伴うが、実現すれば格段に低コストで回収できる要素技術へとつながる研究である。その他、固相抽出剤の表面修飾を目的とした有機配位子の合成や、電気化学的に錯形成過程を制御する配位子(テルチオフェン誘導体)の合成に関する研究を進められている。

〈おわりに〉

計測機器の開発から、キレート配位子の新規合成・検討、材料評価と多岐に渡る研究を見学させていただいた。これらすべてが分析化学と直結しており、学問としての間口の広さを改めて実感した。研究室の見学後は、鈴木先生に駅まで車で送っていただき、道中、前職の山梨大学時に行っていたワインの成分分析など楽しい話を聞かせていただくこともできた。(先生はお酒は飲まないの、残念ながら分析結果をご自身では検証されなかったようだ。)お忙しい中、鈴木先生、大嶋先生、坂本先生にはお時間を割いていただき、心より感謝申し上げます。

〔金沢大学理工研究域物質化学系 西山 嘉男〕



スマートの裏にある努力

物質・材料研究機構の中西淳先生から、リレーエッセイのバトンを受け継いだ広島大学薬学部（前所属：慶應義塾大学薬学部）の長瀬健一と申します。中西先生には、若手研究者の頃から、分析化学、高分子化学、バイオマテリアルなどの様々な学会や研究会でお世話になっており、リレーエッセイのバトンを受け取ることを大変光栄に存じます。

自身の研究では、温度応答性高分子を用いたクロマトグラフィーの研究を展開しております（図1）。温度応答性高分子は、温度にตอบสนองして水和・脱水和を起こす高分子で、温度により疎水性を変化させます。この温度応答性高分子を充填剤の表面に修飾したクロマトグラフィーは、カラム温度を変化させるだけで、溶質との相互作用を制御することができるため、従来のクロマトグラフィーと異なり移動相の組成を変化させて溶質の保持を制御する必要がありません。これにより、基本的には移動相に有機溶媒を添加することがなく、完全水系の移動相のみで分離を行うことができます。近年、話題となっている Sustainable Development Goals (SDGs) に即した分離分析を実現することができます。

この研究に携わるきっかけになったのが、自分の学生時代の出身研究室の先輩方が、共同研究先の東京女子医科大学（現：ユタ大学）の岡野光夫先生の研究所に行っていたことでした。当時の研究所では、温度応答性高分子のポリ(N-イソプロピルアクリルアミド) (PNIPAAm) を用いて、ドラッグデリバリーシステム (DDS) や、シート状の細胞組織を培養する培養皿の研究、また、金澤秀子先生（慶應義塾大学）との共同研究で、温度応答

性クロマトグラフィーの研究を行っていました。学生の時に、これらの研究がものすごく魅力的に見えており、学位取得後に博士研究員としてお世話になることになりました。

実際に自分で作った充填剤を、HPLC カラムに充填し、HPLC 装置に取り付け、ステロイドの溶出挙動を観察した時の感動を鮮明に覚えております。通常の逆相クロマトグラフィーでは、カラム温度が上がると従って保持時間が減少します。それに対して、温度応答性クロマトグラフィーはカラム温度の上昇に伴い、充填剤表面の温度応答性高分子が脱水和を起こし、ステロイドとの疎水性相互作用が増大するため、保持時間が増加する挙動を観察できました。

『カラム温度を変えるだけで溶出挙動を自由自在に制御可能』という、泥臭くなくスマートな印象を受けますが、実際の充填剤の開発では、莫大な量の実験による試行錯誤の繰り返しでした。おそらく自分で行った実験だけでも数百回の実験を行い、充填剤を作製しています。学生と一緒にやった物を含めると数千種類の充填剤を作製していると思います。

視点を分析化学という分野全体に広げると、分析化学という分野は、学会での研究発表、論文での研究紹介は、スマートかつエレガントな印象を受けます。しかし、その成果を発表するために、やはり、莫大な量の実験と試行錯誤があるのではないのでしょうか。

そのようなことを考えながら、研究発表でのデータ、グラフを見ると、研究者、学生が莫大な努力の末に結果を得たことが想像でき、より深い感銘を覚えます。研究発表から、研究者の人生を垣間見ることができます。自身も最近になってようやく気づき始めましたが、これもまた研究の醍醐味ではないのでしょうか。今後も学会で御一緒させて頂く先生方、学生の研究発表に励まされながら、自分自身の研究をより発展させて行きたいと思っております。

このリレーエッセイのバトンを東京薬科大学の東海林敦先生にお渡したいと思っております。東海林先生とは、薬学、分析化学の分野で切磋琢磨している同志とも言える間柄です。破天荒なキャラクターで様々な業務を精力的にこなす東海林先生がどのようなエッセイを繰り広げるのか非常に楽しみにしております。

〔広島大学薬学部 長瀬 健一〕

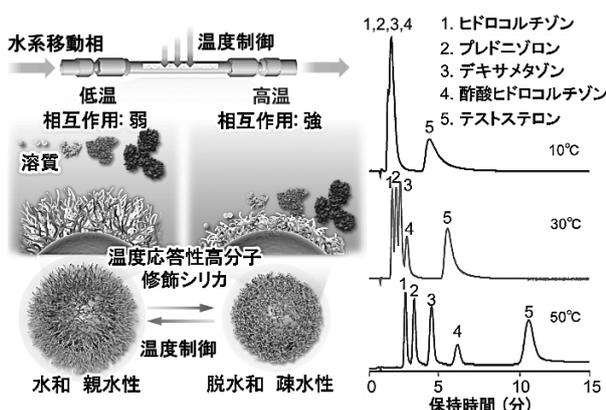


図1 温度応答性クロマトグラフィーの概念図

論文題名 『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』

掲載ページ：「分析化学」第 72 巻 第 6 号 217-225 ページ

著者名：浦田 泰成¹，松山 嗣史¹，井上 史之^{1,2}，辻 幸一¹

(¹大阪公立大学大学院工学研究科 物質化学生命系専攻，²株式会社ノビアス)

2023 年「分析化学」論文賞として、上記の論文が選定されましたので、お知らせいたします。

【選定理由】ならびに「論文概要」

人体の健康状態を把握するために、爪を分析することがある。これは、非侵襲的な分析が可能であることに加えて、爪には長期間にわたり元素の蓄積がみられることから、範囲を選択して分析することで数か月間の栄養摂取状態や有害金属の曝露履歴などを推定することができるためである。これまで、爪試料に含まれる元素の組成分析は誘導結合プラズマ発光分析法/質量分析法 (ICP-AES/MS) などを用いて行われている。しかし、これらの分析では試料の酸溶解を伴うため、簡便性に欠けるとともに、それにより得られる結果は、試料中に含まれる元素の平均的な情報であり、爪試料の面内及び爪内部 (深さ方向) における元素分布は報告されていない。

本論文では、蛍光 X 線 (XRF) 分析法を用いて爪試料内に含まれる元素の分布情報を非破壊的に取得した結果を報告している。前述の ICP-AES/MS と同様に、通常の XRF 分析装置では爪試料中の平均的な元素組成に関する情報しか取得されない。そこで、著者らは X 線管と試料の間に X 線キャピラリー集光レンズを取り付けた微小部蛍光 X 線 (Micro-XRF) 分析法を用いて、試料の 2 次元元素イメージングを行っている。加えて、X 線管と検出器の両方に X 線ポリキャピラリー集光レンズを搭載した共焦点型微小部 XRF (CM-XRF) 分析法を用いて、試料内部における深さ方向の元素分布情報を取得している。

Micro-XRF 分析法による爪試料内の 2 次元元素イメージングでは、硫黄、カリウム、カルシウム、亜鉛の

XRF が観測された。硫黄及びカルシウムは、試料中でほぼ均一に分布していたが、カリウム及び亜鉛は XRF 強度が強く観測される領域が存在し、爪の成長とともに、元素濃度の変動している様子を示唆する結果が確認されている。また、CM-XRF 分析法を用いて、非破壊的に試料断面の元素分布像を取得したところ、硫黄及びカリウム、カルシウムの深さ方向への XRF 強度プロファイルが得られ、カルシウムは爪試料の表面だけでなく内部に特徴的な分布が確認された。得られた深さ方向への XRF 強度プロファイルに対して、試料中での XRF の吸収の影響を考慮した強度の補正を行っており、試料表面付近と試料内部に二つのピークがみられ、爪試料内部においても高い濃度で分布している領域が存在していることを明らかにしている。このような結果から、CM-XRF 分析法は非破壊的に試料内部の元素分布情報を提供する手段として有用であり、生体関連試料に対する新たな分析手法として注目される。

以上の通り、本論文では、Micro-XRF 分析による爪試料の 2 次元元素イメージングおよび CM-XRF 分析法による爪試料内部における深さ方向の元素イメージングを行うことにより、爪試料に含まれるいくつかの元素に対してその分布情報を明らかにすることに成功している。今後、これらの手法が、人体や動物などの多様な爪試料、および、歯や骨などの生体関連試料の深さ方向イメージングにも適用され、健康状態のモニタリングなどにも展開されるものと期待される。

委員会で慎重に審議・検討し、上記の理由により、本論文を 2023 年「分析化学」論文賞受賞論文に値すると認め、選定した。

〔「分析化学」論文賞選考委員会〕

論文題名 『箱根温泉・大涌谷の「黒たまご」黒色物質の起源推定』

掲載ページ：「分析化学」第 72 巻 第 7・8 号 249-256 ページ

著者名：木村 凜太郎¹，萬年 一剛²，熊谷 英憲³，松井 洋平³，伊規須 素子³，高野 淑識³
 (¹ 広尾学園中学校高等学校，² 神奈川県 温泉地学研究所，³ 国立研究開発法人 海洋研究開発機構)

2023 年「分析化学」論文賞として、上記の論文が選定されましたので、お知らせいたします。

【選定理由】ならびに「論文概要」

箱根ジオパーク内の大涌谷の湧泉場所一帯は、約 3000 年前に形成された箱根火山最大の地熱地帯である。湧出する温泉の泉質は強酸性、泉温は沸点に近い。その大涌谷には、名物の『黒たまご』がある。「なぜ、黒いのか？」著者らは、その科学的な疑問に真正面から取り組んだ。

黒たまごの売店では、硫化鉄が黒色の原因とする説明がされている。しかし著者らは、黒たまごを室内で放置すると茶色く褐色することを確認した。第一著者の木村（当時、中学生）は、空気中で比較的安定な硫化鉄が黒たまごの黒色の原因であるという言説に疑問を覚え、化学分析を行うことを考えた。木村は、コロナ禍中の大涌谷で、手指のアルコール消毒後に黒たまごを手にした人の手が真っ黒になる姿を目撃し、適切な電解質の液体で黒色物質を単離できれば、黒色の理由を解明できると考えた。身近にある様々な溶媒を用いて検討した結果、黒たまごをクエン酸に浸すことで、黒色物質の物理的な剥離に成功した。

著者らは、単離した黒色物質を用いて、非破壊分析及び破壊分析により、分光的特性の評価、軽元素組成及び主要な有機分子群の同定を行った。非破壊分析では、粉末 X 線回折による構成鉱物の同定、レーザ元素分析法及び元素分析法による元素組成解析、FT-IR 及びラマン分光法による官能基解析を用いて、黒色物質は硫化鉄とされる従来説の検証を行った。その結果、有機質であることが示唆されたため、GC/MS 法によるアミノ酸組成、

GC/MS 法による脂質組成、直接灰化法により、有機分子群の特定を行う破壊分析を行った。以上により、箱根温泉・大涌谷の『黒たまご』について、五つの化学的特徴を明らかにした。

- 1) 黒色物質は、卵殻外層に薄膜状に発達したものであり、クエン酸やアルコールにより、卵殻から物理的に分離可能である。
- 2) X 線回折の結果、黒色物質は非晶質成分に富むことがわかり、若干の自然硫黄が認められた。
- 3) 元素分析の結果、黒色物質は主に炭素、窒素、硫黄から構成されることが判明した。硫黄の含有量が多く、硫黄の架橋反応による高分子有機物の形成も考察された。
- 4) 分光スペクトルの結果から、黒色物質を構成する O-H 結合、脂肪族 C-H 結合、アミド結合、C-O 結合などの化学結合が観測され、多様な有機分子群の存在が示された。
- 5) 黒色物質には、タンパク性アミノ酸や脂肪酸の存在が示され、メイラード反応などによる高分子化が起きていると考察した。つまり、硫黄架橋を有する黒色物質は、高分子結合態有機物として存在する可能性を示した。

本論文では、多角的な解析により、黒色物質の正体を明らかにしている。また、著者らの純真な探求心と先入観にとらわれない科学的な姿勢が評価される。

委員会で慎重に審議・検討し、上記の理由により、本論文を 2023 年「分析化学」論文賞受賞論文に値すると認め、選定した。

〔「分析化学」論文賞選考委員会〕

第 392 回液体クロマトグラフィー研究懇談会

「食品分析法の最適化と効率化」を講演主題とした標記研究懇談会が、筆者がオーガナイザーを務め 2024 年 2 月 27 日（火）13 時～17 時、(株)島津製作所殿町事業所（神奈川県川崎市）において開催された。

分析法の性能は、前処理法や測定条件の最適化に大きく依存する。迅速かつ簡便な分析法の導入は、効率的な分析業務において不可欠である。昨今の DX（デジタルトランスフォーメーション）の波に乗り、分析法開発、分析実務の両方において、AI 技術を活用した自動化が進展している。この例会では、最先端の技術を駆使した分析法の開発から、AI による革新的な自動化アプローチ、分析法開発の戦略まで、実務に直結する実践的な事例について紹介した。参加者数は 42 名と盛況であった。以下に各講演の概要を紹介する。

1 題目の講演は、「ミネラルウォーター類分析への LC/MS の適用」と題して伊藤誠治氏（東ソー(株)）により行われた。清涼飲料水等の規格基準において LC ポストカラム誘導体化法が採用されている六価クロム及びシアンの 2 項目について LC/MS を適用した事例が紹介された。六価クロムについては陰イオン交換クロマトグラフィーを採用し、セレン酸イオン (Se(VI) , SeO_4^{2-})、亜セレン酸イオン (Se(IV) , SeO_3^{2-})、モノクロロ酢酸 (MCAA)、ジクロロ酢酸 (DCAA)、トリクロロ酢酸 (TCAA) の同時分析を検討し、完全分離を達成した。いずれの分析種においても規格値の 1/100 の検出感度が得られた。市販のミネラルウォーター（殺菌、除菌とも未処理）に適用した結果、本法の有効性が確認された。シアンについては、シアン化物イオン（遊離シアン）を測定対象とし、プレカラム誘導体化法としてイソインドール誘導体形成反応を用いた逆相クロマトグラフィーによる LC/MS 法を検討した。反応試薬は、10 mmol/L 6-アミノヘキサン酸と 50 mmol/L OPA との組み合わせが最適であった。本法は規格値の 1/100 の検出感度が得られ、プレカラム誘導体化法を用いることにより、汎用的な ODS カラムでの分析が可能であることが示された。いずれの方法も簡便な前処理であるため、ルーチン分析のハイスループット化に大変有効な手法と思われた。

2 題目の講演は、「食品分析における 2DLC 分析の事例紹介」と題して米本龍太氏（サーモフィッシャーサイエンティフィッ

ク(株)）により行われた。分析カラム 2 本を直接に接続した 2D-LC とトラップカラムと分析カラムを接続したオンライン SPE-LC について紹介された。2D-LC は、1 本目の分析カラムで分離した分析種の保持時間前後を分画し、2 本目の分析カラム（1 本目の分析カラムとは選択性の異なる充填剤）に導入して分析する手法で、夾雑成分が多い食品分析では選択性の向上に有用である。栄養ドリンク中ビタミン類の分析に応用した事例の紹介があった。オンライン SPE-LC は、分析種の濃縮や精製を目的とする手法であり、試料の注入量を上げることで定量下限を低くすることも可能である。飲用水中の農薬分析に応用して検出感度を向上させた事例、ビール中のイソフロン分析に応用して夾雑成分の影響を受けず定量分析を行った事例が紹介された。トラップカラムからの分析種の溶出にバッシュフラッシュ（溶離液を逆方向に送液する方法）を用いて回収率を向上させる方法など、分析性能を向上させるノウハウについても紹介された。前処理の自動化を検討する際に参考にすべき大変有用な情報であった。

3 題目の講演は、「食品サンプル分析のための前処理法最適化」と題して島崎裕紀氏（日本ウォーターズ(株)）により行われた。液体クロマトグラフィーの一種である固相抽出法 (SPE) の原理について解説され、市販されているデバイスの種類や具体的な操作方法について解説された。充填剤には、シリカゲル基材や疎水性モノマー・親水性モノマーからなるコポリマー基材にさまざまな修飾基を導入したもの、並びにグラファイトカーボンや活性炭など基材単体で用いられるものが存在する。デバイスには、シリンジバレル、ルアーロック式カートリッジ、ウェルプレートなどさまざまな形態があり、充填剤の量、試料の粘性、固相への負荷量などを考慮して適切なものを選択する。キャッチ&リリース法とパススルー法の操作方法、イオン交換固相を用いた前処理法の開発方法などについて解説がされた。最後には、液体分注及び固相抽出の操作を自動化することができるさまざまなロボットが紹介された。ルーチン分析の効率化において大変有用な情報が提供された。

4 題目の講演は、「LC-MS を用いた食品中残留農薬分析の効率化と食品添加物分析の紹介」と題して滝楚昌彦氏（アジレント・テクノロジー(株)）により行われた。初めに、食品衛生法にポジティブリスト制度が導入されて以来、残留農薬の分析において一般的な手法となっている LC-MS を用いた多成分一斉分析法のデータ解析を効率化することができる iReflex が紹介された。iReflex は、LC-MS による試料の連続測定において、試料測定完了後ただちにデータ解析し、その結果を反映して再測定する手法である。あらかじめトリガーとなる条件（定量値が設定値を超過、ピーク面積が検量線の範囲を超過など）を設定しておき、データ解析結果がトリガー条件を満たす場合に、あらかじめ設定した測定条件で再測定される。iReflex の応用例として、ODS カラムでの定量値が設定値を超過した場合に、ビフェニルカラムで再測定することで、偽陽性を低減し、分析値の信頼性を向上させた事例が紹介された。多成分一斉分析のルーチン分析において、最も時間と手間がかかる工程であるデータ解析と再測定を自動化させる本システムは大変有用と思われた。今後、多くのメーカー、装置に実装されることが期待

される。続いて、加工食品への使用頻度が高く、同時に使用されることが多い甘味料および保存料の LC/MS による一斉分析法を、沢庵、キムチ及び飲料に適用させた事例が紹介された。食品中の食品添加物の分野でも、今年度中に妥当性確認ガイドラインが発出されることになっているため、本法のルーチン分析での活用が進むことが予想される。

15 分の休憩を取ったあと、5 題目の講演は、「AI アルゴリズムによるグラジエント条件の自動最適化 —お茶中機能性成分一斉分析メソッド開発への応用」と題して野村文子氏（㈱島津製作所）により行われた。HPLC の分析条件を設定するためには、一般的に①移動相及びカラムのスクリーニング、②オープン温度、流量等のパラメーターやグラジエント条件の最適化、③カラムロットやパラメーターの変動に対する頑健性評価の 3 ステップで行われる。本講演では、ステップ②の検討を自動化するソフトウェアである LabSolutions MD の機能が解説され、このソフトウェアを用いてカテキン類、テアフラビン類、没食子酸（15 種）の分析条件を設定して茶葉分析を行い、茶種や品種間の比較を行った事例について紹介された。分析者が試行錯誤して HPLC 条件の設定を行う場合には、ノウハウや経験が必要であり、最終的な条件決定に個人差が生じるだけでなく、膨大な手間と時間がかかっていた。LabSolutions MD を用いることで、これら問題点が解決され、分離度、シンメトリー係数などの指標を判断基準とした HPLC 分析条件開発の定量的なエビデンスを提供できることが最大のメリットと思われた。質量分析計のピーク強度やマトリックスファクターを指標とした、LC-MS (MS/MS) 用の HPLC 条件を自動的に設定する機能の搭載が望まれる。

6 題目の講演は、「食品分析法の開発：戦略的アプローチと実務への応用」と題して筆者が行った。食品分析法開発の考え

方及びその手順を解説し、分析法開発の実務について紹介した。食品分析では、既知の栄養素やハザード（危害要因）を分析対象とする。これら分析種を対象とした分析法を開発する際に参照されるのは、Codex 分析法（CXS234-1999）である。この分析法は、コーデックス委員会が策定した「食品の輸出入規制にかかわる試験所の能力評価に関するガイドライン（CAC/GL 27）」に挙げられた事項「コーデックス委員会によって定められた原則に従って妥当性確認された分析法の使用（使用可能な場合）」を満たす分析法を調査するのに有用である。Codex 分析法の種類（Type I～Type IV, Criteria）とその種類に応じた分析法開発のアプローチの違いについて解説した。基本的に、分析結果に与える影響の大きいサンプリング法、試料採取法、抽出法については修正せず、精製法、測定法はスモールスケール化やハイスループット化を行い、ランニングコスト低減を検討する。実務への応用事例として対 EU 輸出検査や輸入命令検査で用いる分析法の開発事例、および分析法開発のコツについて紹介された。

最後に、当研究懇談会の中村 洋委員長（東京理科大学）より「総括：食品分析法の最適化と効率化」と題して、各講演内容についての補足説明及び今後の LC 懇談会の活動内容等について情報提供があった。

講演後の情報交換会では、22 名が参加し講師の方を囲んで、活発な意見交換が行われ、和やかな雰囲気のなか親睦を深めた。

最後に、本例会の開催に会場をご提供いただきました㈱島津製作所、会場設営及び情報交換会の開催にご支援をいただきました㈱島津製作所の齋藤洋臣氏、高橋哲郎氏、並びに講演者の皆様に心よりお礼申し上げます。

〔(一財)日本食品検査 橋田 規〕

原 稿 募 集

ロータリー欄の原稿を募集しています

内容

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

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

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

執筆上の注意

1) 原稿量は 1200～2400 字（但し、掲示板は 400

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

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

〒141-0031 東京都品川区西五反田 1-26-2
五反田サンハイツ 304 号
(公社)日本分析化学会「ぶんせき」編集委員会
〔E-mail : bunseki@jsac.or.jp〕

執筆者のプロフィール

(とびら)

大江 知行 (OE Tomoyuki)

東北大学大学院薬学研究科臨床分析化学分野 (〒980-8578 仙台市青葉区荒巻字青葉6-3). 東北大学大学院薬学研究科博士課程前期2年の課程修了. 博士(薬学), 薬剤師. 《現在の研究テーマ》タンパク質上の化学修飾解析を基盤としたバイオマーカー探索. 《主な著書》“パートナー分析化学II”, (共著), (南江堂). 《趣味》妻との家飲み, 野球観戦, 漫画.

E-mail: t-oe@mail.pharm.tohoku.ac.jp

(ミニファイル)

新居田 恭弘 (Niida Yasuhiro)

PerkinElmer Japan 合同会社営業本部アプリ

ケーションリサーチラボ (〒240-0005 神奈川県保土ヶ谷区神戸町134 横浜ビジネスパークテクニカルセンター4F). 神戸大学大学院自然科学研究科応用化学専攻. 工学修士. 《現在の研究テーマ》国内における紫外可視, 近赤外, 赤外分光光度計の分析解析技術の向上に貢献する.

(トビックス)

盛田 伸一 (MORITA Shin-ichi)

東北大学大学院理学研究科.

吉田 航 (YOSHIDA Wataru)

山口大学大学院創成科学研究科 (〒755-8611 山口県宇部市常盤台2-16-1). 九州大学大学院工学府化学システム工学専攻博士後期課程修了. 博士(工学), 化学工学技士.

《現在の研究テーマ》資源・エネルギー循環のための新しい材料開発. 《趣味》深夜ラジオ.

E-mail: w-yoshida@yamaguchi-u.ac.jp

(リレーエッセイ)

長瀬 健一 (NAGASE Kenichi)

広島大学薬学部 (〒734-8553 広島県広島市南区霞一丁目2番3号). 早稲田大学大学院理工学研究科応用化学専攻博士課程. 博士(工学). 《現在の研究テーマ》高分子ナノテクノロジーを用いた分析化学, バイオマテリアル, 再生医療. 《趣味》サッカー観戦, ドラム演奏.

日本分析化学会の機関月刊誌『ぶんせき』の再録集 vol. 2 が出版されました! 初学者必見! 正しく分析するための24ページです.

本書は書籍化の第二弾として, 「入門講座」から分析試料の取り扱いや前処理に関する記事, 合計36本を再録しました. 『ぶんせき』では, 分析化学の初学者から専門家まで幅広い会員に向けて, 多くの有用な情報を提供し続けています. これまで掲載された記事には, 分析化学諸分野の入門的な概説や分析操作の基礎といった, いつの時代でも必要となる手ほどきや現役の研究者・技術者の実体験など, 分析のノウハウが詰まっています.

本書は下記の二章だてとなっています.

〈1章 分析における試料前処理の基礎知識〉

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

〈2章 分析試料の正しい取り扱いかた〉

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

なお, 『ぶんせき』掲載時から数年が経過しているため, 記事の中には執筆者の所属も含め, 部分的に現在の状況とは異なる内容を含むものがあるかもしれません. 本書では, 各記事の『ぶんせき』掲載年を明記することで, 再録にともなう本文改稿を割愛しました. これらの点については, 執筆者および読者の方々にご了承いただきたく, お願い申し上げます. 本シリーズが化学分析の虎の巻として多くの方に活用されることを願ってやみません.

目 次

年間特集「分」：報 文

- 四国山岳地域における渓流水中硫酸イオンの長距離輸送及び国内起源に基づく
地質環境画分と大気降下物画分の推計法
…………… 今井昭二・山本祐平・長崎昌太・黒谷 功・上井優佑・奥田桂子・中尾佑子 131

年間特集「分」：ノ ー ト

- ショウガの加熱調理における主要成分濃度及び抗酸化能への影響
…………… 伊藤里恵・坂本真央・藤本友紀・吉村吉博・齊藤貢一・穂山 浩 141

総合論文

- 因子分析と X 線吸収分光 —化学種・化合物同定への応用— …………… 池田篤史 147
生体イメージングのための近赤外光を吸収する白金(II)錯体プローブ …………… 鈴木敦子 161
工業用無補充式セルフクリーニング pH 電極の製品開発
…………… 西尾友志・室賀樹興・高味拓永・橋本忠範・石原 篤 171

技術論文

- 親水性-親油性バランス型充填剤を用いる簡便な固相抽出精製による
二枚貝中オカダ酸群の精密定量
…………… 鳥居塚 南・上原由理香・長谷川守文・渡辺卓穂・鎗田 孝 185

技術論文 (若手初論文)

- 高濃度界面活性剤含有試料中の香料の定量分析法開発 I
—柔軟仕上げ剤— …………… 佐藤惇志・筒井拓也・埴原鉦行 193

アナリティカルレポート

- マグネシウム及びマグネシウム合金標準物質 (JSAC 0141-0143, JSAC 0151-0154) の開発
…………… 上本道久・菊池鉄男・佐々木美波・中村利廣・駒井 浩・川田 哲・
野呂純二・藤本京子・板橋大輔・小沢 洋・小島勇夫・柿田和俊・大澤隆雄 201
候補標準物質を用いる中鎖塩素化パラフィン分析法の比較研究 …………… 羽成修康・中野 武 213

- 「分析化学討論会」特集の論文募集 …………… 219

- 「分析化学」年間特集“分”の論文募集 …………… 220

- “第23回若手研究者の初論文特集”募集のお知らせ …………… 222

- テンプレートによる投稿要領 …………… 223

- 「分析化学」に投稿される皆様へ …………… 224

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

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

◇今年には桜の開花が例年よりも遅かったため、満開の桜の下で入学式が行われた学校や大学が多かったのではないのでしょうか。今日、編集後記を執筆している地点では、すでに葉桜となりつつあります。分析討論会が開催される5月18・19日には、新緑が美しくなっていることでしょうか。本年度の分析化学討論会は京都工芸繊維大学で開催されます。従来とは異なり、「方法論」ではなく「分析対象物」で講演が分類されているため、これまで別会場で発表していた研究者同士の交流が期待されます。

*本号のリレーエッセイは、温度応答性クロマトグラフィー用の充填剤の開発を目指して試行錯誤された経験を、長瀬先生が執筆されました。学会や論文発表をするために「膨大な実験量と試行錯誤」があるという一文に共感を覚える方も多いと思います。分析討論会が開催される5月にとってもタイムリーな内容となっています。

*その他、本号ではクロマトグラフィー（入門講座）、フーリエ変換赤外分光法（ミニファイル）、電気化学分析（トピックス）など、様々な分野の記事が紹介されています。皆さまの研究のヒントになることがあれば幸いです。

[K. M.]

〈とびら〉

学術雑誌の現状と学会誌投稿のお願い……………久本 秀明

〈入門講座〉 データ解析：定量・定性からビッグデータの解析まで

質量分析におけるマススペクトル解析……………高橋 豊

〈展 望〉

誘導結合プラズマ質量分析計を用いる

放射性同位体の迅速分析と今後の展開

……………松枝 誠・高貝 慶隆

〈ミニファイル〉 非破壊・固体分析

近赤外分光法……………高松 利寛

〈話 題〉

自然界における同位体変動と原子量の不確かさ……谷水 雅治

◇ 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)
	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 (東工大理)	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ン)
		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 2024年 第5号（通巻593）

2024年5月1日印刷

2024年5月5日発行

定価1,000円

編集兼発行人 公益社団法人 日本分析化学会

印刷所 〒173-0025 東京都板橋区熊野町13-11

株式会社 双文社印刷

発行所 〒141-0031 東京都品川区西五反田1-26-2

五反田サンハイツ304号

公益社団法人 日本分析化学会

電 話 総務・会員・会計： 03-3490-3351

編集： 03-3490-3537

FAX：03-3490-3572 振替口座：00110-8-180512

© 2024, The Japan Society for Analytical Chemistry

購読料は会費に含まれています。

日本分析化学会第73年会

【日本分析化学会第73年会】

<https://conference.jsac.jp/73nenkai/>

【日本分析化学会第73年会講演申込スケジュール】

- ・講演申込締切：2024年6月5日（水）（厳守）
- ・講演要旨締切：2024年7月3日（水）（厳守）

第396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

LC分析を行ううえで移動相や試料の前処理に有機溶媒の使用が必須となっていますが、作業者の吸入暴露や廃液による環境負荷などのリスクが潜在しています。

さらに、2023年4月からは労働安全衛生法の化学物質の規制が『法令準拠型』から『自律管理型』の制度に見直され、有機溶媒削減のニーズはより高まっています。

本例会では、有機溶媒削減のための取り組みやノウハウ、アイデアについて紹介していただきます。

期日 2024年6月26日（水）13.00～16.40

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 LC分析におけるESG

講演

講演主題概説（オーガナイザー）（13.00～13.05）

（花王(株) 奥田愛未
（LC分析士初段）

1. ESG概論（13.05～13.25）

（花王(株) 奥田愛未
（LC分析士初段）

2. 固相抽出におけるダウンサイジング、溶媒削減における注意点（13.25～14.00）

（ジェエルサイエンス(株) 太田茂徳
（LC分析士初段）

3. HPLCのSFC化におけるワークフローの検討

（14.00～14.35）

（日本分光(株) 寺田明孝
（LC分析士三段、LC/MS分析士二段、IC分析士初段）

休憩（14.35～14.55）

4. 分取LC/SFCにおける省溶媒化について（14.55～15.30）

（(株)島津製作所 寺田英敏
（LC分析士二段）

5. ミセル液体クロマトグラフィーの概要と化粧品分析への応用例（15.30～16.05）

（花王(株) 佐藤晃司
（LC/MS分析士初段受験予定）

6. 総括「LC分析とESG」（16.05～16.40）

（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 LC研究懇談会・個人会員、学生：1,000円

② LC研究懇談会・団体会員：2,000円

③ 後援学会・個人会員：3,000円

④ 後援学会・団体会員：4,000円

⑤ 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 講演終了後、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 2024年6月19日（水）（入金締切時刻：15時まで）

申込方法

- 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。
- 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396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、①入力したご自分のアドレスに間違いがないか、②迷惑メールフォルダーをご確認のうえ、世話人までお問い合わせください。
- 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。
- 参加費の納入が確認できた方には、2024年6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。なお、請求書の発行はいたしておりません。

液体クロマトグラフィー研究懇談会（例会）参加費送金時のご注意 例会参加費、情報交換会費を送金される場合、下記を禁止しておりますので、ご理解のほどよろしく願います。

- 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）
- 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）
- 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/N3VpMqT3uRHe2WrYA>

（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 花王(株) 奥田愛未
〔E-mail: okuda.narumi@kao.com〕

2024年度「ぶんせき講習会」(基礎編その2)

「化学分析の基礎講座～実験用ガラス器具、マイクロピペット、電子天びん、およびpHメーターの原理と使い方～」

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

協賛 (公社)化学工学会関西支部、(一社)近畿化学協会、(公社)日本化学会近畿支部、(公社)有機合成化学協会

お知らせ

関西支部、(公社)高分子学会関西支部、(一社)日本鉄鋼協会関西支部、(公社)日本金属学会関西支部関西分析研究会

化学分析のみならず、合成・物性測定など化学実験や培養などのバイオ実験を行ううえで、試薬の秤量や調合は実験の質を左右する重要なファクターになります。最近では機器のデジタル表示やパソコンの普及により、これらの操作における測定値は容易に得られるようになりましたが、正しい値や信頼性のある値を得るためには、実験器具の適切な使い方や、機器の正しい校正法や操作方法を理解・修得することが必要です。そこで、本講習会では、主に初心者(研究室配属直後の学生や新入社員)や基礎から学びなおしたい人を対象に、化学実験の基礎となる秤量・調合・溶液調製をより適切に行えるための講義と実習を企画しました。

ピペット・メスフラスコなどの実験用ガラス器具、マイクロピペット、電子天びんおよびpHメーターの基本操作を原理も含めて習得できます。

期日 2024年7月3日(水) 9.50~16.50(受付9.30~)

会場 (株)島津製作所関西支社〔大阪市北区梅田1-13-1 大阪梅田ツインタワーズ・サウス24階、電話:06-4797-7200、交通:阪急「大阪梅田」駅より徒歩7分、阪神「大阪梅田」駅より徒歩1分、大阪メトロ御堂筋線「梅田」駅より徒歩1分、大阪メトロ四つ橋線「西梅田」駅より徒歩3分、大阪メトロ谷町線「東梅田」駅より徒歩2分、JR「大阪」駅より徒歩3分、JR「北新地」駅より徒歩4分〕

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

講習内容 実験用ガラス器具、マイクロピペット、電子天びん、およびpHメーターの原理と使い方

対象者 学生や新入社員および基礎から学びなおしたい方

講習プログラム

0. はじめに(9.50~10.00)

(原子力機構) 下条晃司郎

1. 講義「実験用ガラス器具の原理と取扱い方」

(10.00~10.30)

(神戸大院海事) 堀田弘樹

- ・ガラス製体積計(測容器)の取扱い~受用、出用各器具の取扱い~
- ・標準溶液の調製

2. 「マイクロピペットの取扱い方と管理方法(実習付き)」

(10.40~11.40)

(エー・アンド・デイ) 羽生 智

- ・マイクロピペットの規格、構造、選択、基本的な操作方法、維持管理
- ・精度よく分注するために~揮発性のある液体、粘性のある液体の分注方法~
- ・電動ピペット操作方法~通常分注と連続分注~

3. 「電子天びんの原理と取扱い方(実習付き)」

(13.00~14.50)

(島津製作所) 本田弘毅

- ・電子天びんの据付、感度調整
- ・天びんの環境や測定目的に応じた使い方
- ・天びんの点検方法
- ・応用測定
- ・天びんの取扱い

4. 「pHメーターの原理と取扱い方(実習付き)」

(15.00~16.50)

(堀場アドバンスドテクノ) 桑本恵子

- ・pHとは
- ・pHを測るには
- ・電極のメンテナンス方法
- ・サンプルに適したpH電極の選び方

*参加者には事前に電子メールにてPDF資料を送付します。

*当日はテキストの配布は行いませんので、各自でPDFを印刷しての持参、あるいはタブレット等での準備をお願いします。

*主催者側で昼食を用意します。

参加費 主催・協賛団体所属会員7,000円、学生4,000円、会員外11,000円

申込締切 2024年6月26日(水)

定員 20名。お申込受付は先着順とし、定員になり次第、締め切ります。6月27日以降のキャンセルは不可。

申込方法 参加を希望される方は、近畿支部HP(<http://www.bunkin.org/>)から本講習会のページに入ってください、【参加申込フォーム】にてWebからお申し込みください。

*お申込み後、自動返信メールが届きましたら、開催日までに参加費のお支払いをお願いいたします。参加費は銀行口座(りそな銀行御堂筋支店、普通預金、No.2340726、名義:公益社団法人日本分析化学会近畿支部)にお振り込みください。

*参加証と会場案内図・テキストダウンロード情報などをメールにて送付します。当日、この参加証を持参して下さい。

*コロナウイルス、インフルエンザなどの感染状況により延期または中止する可能性があります。変更などの詳細は、近畿支部HPにてご確認ください。

申込先 〒550-0004 大阪市西区鞠本町1-8-4 大阪科学技術センター6階 (公社)日本分析化学会近畿支部〔電話:06-6441-5531, FAX:06-6443-6685, E-mail:mail@bunkin.org, 近畿支部HP:<http://www.bunkin.org/>〕

問合先 下条晃司郎(原子力機構)

[E-mail:shimojo.kojiro@jaea.go.jp]

北陸地区講演会

主催 日本分析化学会中部支部

期日 2024年7月12日(金) 14.00~16.40

会場 福井大学文京総合研究棟1 2階総合大2講義室(仮)〔福井県福井市文京3-9-1、交通:JR「福井」駅東口えちぜん鉄道「福井」駅から、三国芦原線「三国港行き」に乗り、「福大前西福井」駅下車(所要時間10分程度)〕

講演

1. 環境分析科学—社会貢献を模索して—
(富山大学理学部自然環境科学科) 倉光英樹
2. 電気化学的に生成するラジカルイオンの反応性の応用—電気化学発光と表面処理を中心に—
(福井大学工学部応用物理学科) 石松亮一
3. 電気化学反応における電極表面局所pH測定法
(京都大学大学院工学研究科物質エネルギー化学専攻) 横山悠子

参加費 無料

意見交換会等 講演終了後福井駅周辺で行います。詳細(会場、会費等)につきましてはお問い合わせください。参加希望者は6月21日(金)までにE-mailにて下記へお申し込みください。なお、件名に「講演会」または「意見交換会」を入れてください。担当者:福井県立大学 植松宏平
[E-mail:kuematsu@fpu.ac.jp]

講演問合先 〒910-8507 福井県福井市文京3-9-1 福井大学工学部応用物理学科 石松亮一

[電話:0776-27-8753, E-mail:ishima2@u-fukui.ac.jp]

2024年度第2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話会

期日 2024年7月19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. ライフサイエンス分野におけるイメージング技術の進展 (15.00~16.00)

(株東レリサーチセンター) 松田和夫

2. 「あんなことをしてたら、こうなる」~自戒をこめて~ (16.00~17.00)

(京都府立大学) 細矢 憲

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。

第400回記念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、LCシニアクラブ

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、今年の12月3日に50周年記念祝賀会を開催します。この間、本会は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の発展と普及に尽くしてきました。振り返りますと、1994年に第100回例会、2006年に第200回例会、2016年に第300回例会をそれぞれ開催し、本日第400回例会を迎えます。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ありません。そこで、節目となる今回の例会でわが国におけるHPLCの発展の道筋をたどるとともに、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したいと希望します。また、午前中にはLC研究懇談会の将来を担う若手・中堅役員の抱負を伺い、参加者が抱える疑問・質問等にお答えする相談会も例会に先立って開催しますので、奮ってご参加ください。なお、参加者には本例会の講演要旨類をも掲載した「LC研究懇談会第400回記念誌」を贈呈します。

期日 2024年10月23日(水) 9.00~17.00

会場 機械振興会館・研修-1会議室(定員120名、B3階)〔東京都港区芝公園3-5-8、電話:03-3434-8211(代表)、交通:①東京メトロ日比谷線「神谷町」駅下車、徒歩8分、②都営地下鉄三田線「御成門」駅下車、徒歩8分、③都営地下鉄大江戸線「赤羽橋」駅下車、徒歩10分、④都営地下鉄浅草線・大江戸線「大門」駅下車、徒歩10分、⑤JR山手線・京浜東北線「浜松町」駅下車、徒歩15分〕

第1部 若手・中堅、物申す(9.00~10.30)

パネリスト: 太田茂徳(ジーエルサイエンス)、奥田愛未

(花王)、橘田規(日本食品検査)、坂牧寛(CERI)、島崎裕紀(日本ウォーターズ)、寺田英敏(島津製作所)

第2部 何でも相談会(10.30~12.00)

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)、⑦LC/MS:高橋豊(エムエスソリューションズ)、⑧LC-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)、⑫DART-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)

休憩(12.00~12.45)

第3部 講演会「HPLCとLC/MS~日本の実力と将来」(12.45~17.00)

1. 講演主題概説(オーガナイザー)

(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

(東京理科大学) 中村 洋
(LCマイスター、LC/MSマイスター)

3. HPLC、LC/MSにおける試料前処理技術の進歩と最前線

(一社)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

(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)

休憩(14.50~15.00)

6. HPLC、UHPLCにおける検出技術の進歩と最前線

(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

(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

(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

(栗田工業株) 榎本幹司
(LC分析士三段、LC/MS分析士三段)

第4部 情報交換会(17.30~19.30)

情報交換会では、本研究懇談会の発展と運営に尽力された方々を特別表彰し、感謝の意を表したいと思います。

第1部~第3部参加費 ①LC研究懇談会・個人会員、学生:2,000円、②LC研究懇談会・団体会員:3,000円、③後援学会・個人会員:4,000円、④後援学会・団体会員:5,000円、その他:6,000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。

第4部参加費 講演終了後、近隣の店で講師を囲み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 10月15日(火)(入金締切時刻:15時まで)

申込方法（対面方式のみ、Web参加はありません）

1. 参加希望者は、下記申込先にアクセスし、氏名、勤務先（電話番号）、LC会員：協賛学会会員・その他の別および情報交換会参加の有無を明記のうえ、お申込みください。なお、参加者名と振込者名が違う場合は、参加申込書の連絡事項欄に振込者名を明記してください。
2. お申込みが完了した場合には、登録されたアドレス欄に「第400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、①入力したご自分のアドレスに間違いがないか、②迷惑メールフォルダーをご確認のうえ、世話人までお問い合わせください。
3. 申込受付メールを受領後、必ず期限内に参加費の納入を行ってください。期限内に参加費納入が確認できない場合、参加申込みを無効としますので、十分ご注意ください。なお、いったん納入された参加費は、返金いたしません。なお、請求書の発行はいたしておりません。

液体クロマトグラフィー研究懇談会（例会）参加費送金時のご注意

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

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/azcWv52JqhNjpru7>

（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 東京理科大学 中村 洋
〔E-mail：nakamura@jsac.or.jp〕

2. 高分子分析研究懇談会ホームページからお申し込みください。ホームページからの申し込みができない場合には、下記に問い合わせてください。
3. 講演要旨執筆要領はホームページに掲載します。
4. ポスター発表のプログラム編成は実行委員会に一任願います。

発表申込締切 7月5日（金）

発表要旨締切 8月30日（金）

研究発表申込先 高分子分析研究懇談会ホームページ
（<https://pacd.jp/>）

その他 発表者は第29回高分子分析討論会の参加登録もお願いいたします。

参加費 予約登録（10月11日締切）一般：10,000円、学生：2,000円

当日登録（10月12日以降）一般：14,000円、学生：3,000円

問合先 〒572-8530 大阪府寝屋川市初町18-8 大阪電気通信大学工学部 基礎理工学科 森田成昭〔電話：072-824-1131（呼）、E-mail：pacd-touron@pacd.jp〕

第29回高分子分析討論会 （高分子の分析及びキャラクターゼーション）

—研究発表募集—

主催（公社）日本分析化学会高分子分析研究懇談会

高分子分析・特性解析全般に関する討論です。高分子分析は物性発現機構を解明し、構造設計の指針を得る基盤であり、その重要な認識は高まっています。高分子分析・キャラクターゼーションを対象とした本討論会の内容は、化学的手法、分光学的手法、各種クロマトグラフ法、熱分析法などによる組成、分子構造、高次構造、構造と物性の相関、物性発現機構、重合機構等の解析に関する基本原理、手法開発、解析実例などに及びます。

発表形式討論を重視するため、発表はすべてポスター発表のみとし、これに先立って2分半の口頭による概要説明を行います。このほかに特別講演を予定しています。優秀なポスターへの表彰を予定しております。

期日 2024年10月31日（木）・11月1日（金）

会場 ウィンクあいち〔愛知県名古屋市中村区名駅4-4-38、

交通：JR「名古屋」駅桜通口徒歩5分〕

<https://www.winc-aichi.jp/>

研究発表会申込方法

1. 発表内容には既発表のものを含んでも構いません。また、新しい試みであれば、研究途中のものでも差し支えありません。

—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。

24-1 NMR 研究会 ケモインフォマティクス入門

主催 高分子学会 NMR 研究会
期日 2024年5月10日(金)
会場 新大阪丸ビル別館4階4-1号室
ホームページ

<https://member.spsj.or.jp/event/index.php?id=572>
連絡先 104-0042 東京都中央区入船3-10-9 新富町ビル6
階 (公社)高分子学会事業課 石津光暉
〔電話：03-5540-3770, E-mail: resg2@spsj.or.jp〕

第251・252回西山記念技術講座 「今後激変することが予想される鉄源の確保に向けて」

主催 (一社)日本鉄鋼協会
期日 第251回：2024年5月24日(金)(大阪/対面開催),
第252回：2024年5月31日(金)(東京/ハイブリッド開催)
会場 第251回：CIVI研修センター新大阪東7階E705会議
室, 第252回：鉄鋼会館会議室
ホームページ

<https://www.isij.or.jp/event/index.html>
連絡先 (一社)日本鉄鋼協会 育成グループ〔電話：03-3669-
5933, E-mail: educact@isij.or.jp〕

界面コロイドラーニング 第40回現代コロイド・界面化学基礎講座 東京会場

主催 日本化学会コロイドおよび界面化学部会
期日 2024年6月13日(木)・14日(金)
会場 同志社大学東京オフィス
ホームページ
<https://colloid.csj.jp/202403/learning-40th-tokyo/>
連絡先 第40回現代コロイド・界面化学基礎講座 事務局
〔E-mail: jigyoukikaku_01@colloid.csj.jp〕

界面コロイドラーニング 第40回現代コロイド・界面化学基礎講座 大阪会場

主催 日本化学会コロイドおよび界面化学部会
期日 2024年6月27日(木)・28日(金)
会場 大阪産業創造館
ホームページ
<https://colloid.csj.jp/202403/learning-40th-osaka/>
連絡先 第40回現代コロイド・界面化学基礎講座 事務局
〔E-mail: jigyoukikaku_01@colloid.csj.jp〕

第6回使えるセンサ・シンポジウム2024 (同時開催：第6回使えるセンサ&計測展2024)

主催 (一社)センサイト協議会使えるセンサ・シンポジウム
実行委員会
期日 2024年7月17日(水)・18日(木)
会場 マイドームおおさか
ホームページ <http://sensait.jp/stc/symposium/>
連絡先 162-0814 東京都新宿区新小川町5-5 オプトロニ
クス社気付 STC2024 運営事務局
〔電話：03-3269-3550, FAX：03-5229-7253〕

(一社)日本結晶学会講習会「粉末X線解析の実際」

主催 (一社)日本結晶学会
期日 2024年7月25日(木)・26日(金)
会場 東京工業大学大岡山キャンパス西9号館
ホームページ <http://analytsci.org/xrd2024/>
連絡先 162-0801 東京都新宿区山吹町358-5 アカデミー
センター 日本結晶学会講習会ヘルプデスク 青木友理恵
〔E-mail: crsj-xray@conf.bunken.co.jp〕

24-1 高分子学会講演会 主題=バイオプラスチックの最前線

主催 (公社)高分子学会行事委員会
期日 2024年7月30日(火)
会場 オンライン開催
ホームページ <https://member.spsj.or.jp/event/>
連絡先 104-0042 東京都中央区入船3-10-9 新富町ビル
(公社)高分子学会 24-1 高分子学会講演会係
〔電話：03-5540-3771, FAX：03-5540-3737〕

第36回バイオメディカル分析科学シンポジウム —創薬と医療を支える分析化学—

主催 日本薬学会物理系薬学部会
期日 2024年8月28日(水)・29日(木)
会場 静岡県コンベンションアーツセンター(グランシップ)
ホームページ <https://sites.google.com/view/bmas2024/>
連絡先 422-8526 静岡県静岡市駿河区谷田52-1 静岡県立
大学薬学部 生体機能分子分析学分野 轟木堅一郎
〔電話：054-264-5656, E-mail: bmas2024shizuoka@gmail.
com〕

第3回標準化セミナー —微小粒子の破壊・変形強度の 測定方法とその応用展開—

主催 (一社)日本粉体工業技術協会
期日 2024年9月10日(火)
会場 ウィンクあいち(愛知県産業労働センター)
ホームページ [https://appie.or.jp/イベント/第3回標準化1
セミナー/](https://appie.or.jp/イベント/第3回標準化1セミナー/)

連絡先 113-0033 東京都文京区本郷 2-16-11 種苗会館 5
階 (一社)日本粉体工業技術協会東京事務所
〔電話：03-3815-3955, E-mail：standardization@appie.or.jp〕

第 40 回シクロデキストリンシンポジウム

主催 シクロデキストリン学会
期日 2024 年 9 月 19 日 (木)・20 日 (金)
会場 東京大学駒場キャンパス 21 KOMCEE West
ホームページ
<http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/terao/CD40/>
連絡先 〒153-8902 東京都目黒区駒場 3-8-1 東京大学大
学院総合文化研究科広域科学専攻 寺尾研究室
〔電話：03-5454-6727, E-mail：ctaki@g.ecc.u-tokyo.ac.jp〕

第 60 回熱測定討論会

主催 日本熱測定学会
期日 2024 年 9 月 26 日 (木)~28 日 (土)
会場 京都府立京都市・歴史館
ホームページ
<https://www.netsu.org/60touron/index.html>
連絡先 103-0014 東京都中央区日本橋蛸殻町 2-15-9 須
磨マンション 901 日本熱測定学会事務局 土信田裕子
〔電話：03-6310-6831, E-mail：netsu@mbd.nifty.com〕

第 253・254 回西山記念技術講座

「最新シミュレーション技術の進歩と鉄鋼業への展開」

主催 (一社)日本鉄鋼協会
期日 第 253 回：2024 年 10 月 16 日 (水) (大阪/対面開催)、
第 254 回：2024 年 10 月 30 日 (水) (東京/ハイブリッド開
催)
会場 第 253 回：CIVI 研修センター新大阪東 7 階 E705 会議
室、第 254 回：鉄鋼会館会議室
ホームページ
<https://www.isij.or.jp/event/index.html>
連絡先 (一社)日本鉄鋼協会 育成グループ
〔電話：03-3669-5933, E-mail：educact@isij.or.jp〕

第 75 回白石記念講座

「データ駆動型材料開発の最前線とその適用例」

主催 (一社)日本鉄鋼協会
期日 2024 年 11 月 21 日 (木)
会場 鉄鋼会館会議室
ホームページ
<https://www.isij.or.jp/event/index.html>
連絡先 (一社)日本鉄鋼協会 育成グループ
〔電話：03-3669-5933, E-mail：educact@isij.or.jp〕

「分析化学討論会」特集の論文募集

「分析化学」編集委員会

「分析化学」誌では、毎年第 12 号に分析化学討論会特集号として、分析化学討論会の討論主題に関連した論文を掲載しております。第 84 回分析化学討論会では、「文化財をはかる、なおす、まもる分析化学」、「環境調和・資源循環型社会の創生と分析化学」、「ものづくりを支える分析化学」、「宇宙と分析化学」、「生命の活動を知る分析化学」の 5 テーマを討論主題として取り上げました。

近年の大きな話題として、2022 年 11 月の ChatGPT 公開が挙げられ、その後も、急激な速度で生成 AI 技術が進化しています。生成 AI は、既存のビッグデータを学習することで、新たな知見を加速度的に生み出しており、一部の領域ではすでに人間の能力を超えています。一方で、測る技術である分析化学によって、新規データの取得や生成 AI データの検証なども可能であり、生成 AI と分析化学は相補的な関係とも捉えることができます。また、分析化学は、文化財・環境・モノづくり・生命・宇宙などの幅広い分野に関連しており、これからの社会を変革していくために、分析化学が先頭に立ってその役割を果たしていくことが強く求められています。

そこで、2024 年度の分析化学討論会特集号では、生成 AI と一緒に考え、5 つの討論主題を「フロンティアとしての分析化学：文化財から宇宙まで」としてテーマにしました。本テーマにおいて、第 84 回分析化学討論会で設けた 5 つの討論主題に関する論文を広く募集します。多数のご投稿をお待ちしております。詳細は「分析化学」73 巻 4・5 号及びホームページをご覧ください。

特集論文の申込締切：2024 年 7 月 12 日 (金)

特集論文の原稿締切：2024 年 8 月 9 日 (金)

「分析化学」年間特集“環”論文募集

「分析化学」編集委員会

「分析化学」では、2010 年より「年間特集」を企画し、設定テーマに関連する論文を年間を通じて募集・掲載しています。2025 年は「環」をテーマとすることと致しました。

分析化学において「環」は、様々なスケールでの意味を持ちます。たとえば“環境”や“循環”のような大きなスケール、あるいは、多環芳香族炭化水素 (PAHs) などの“環式化合物”という小さなスケールです。いずれにおいても、分析化学は重要な役割を果たしています。

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。本特集にかかわる論文はすべての論文種目で年間を通じてご投稿いただくことが可能で、審査を通過した論文は、単行の特集号を除く「分析化学」第 74 巻 (2025 年) 合併号の冒頭に掲載する予定です。国内外、産学官を問わず、「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 6 号及びホームページをご参照ください。

特集論文申込締切：2024 年 7 月 21 日 (金) (第 1 期)

特集論文原稿締切：2024 年 8 月 18 日 (金) (第 1 期)

【ア行】

(株)アmenaテック…………… A7
(株)エス・ティ・ジャパン…………… A5

【サ行】

(株)島津製作所…………… 表紙 2
西進商事(株)…………… カレンダー裏
(株)ゼネラルサイエンス
コーポレーション…………… A4

【ナ行】

日本電気計器検定所…………… A1
日本分光(株)…………… A3

【ハ行】

PerkinElmer Japan (同)…………… 表紙 4
ビー・エー・エス(株)…………… A10
フロンティア・ラボ(株)…………… A2

【ヤ行】

安井器械(株)…………… A6

【ラ行】

(株)レゾナック…………… 表紙 3

製品紹介ガイド…………… A8~9

RENEWAL

AmenaTech

高周波溶融装置
ビード&フューズサンプラ AT-5000

高周波誘導加熱を利用した、蛍光 X 線分析用ガラスビードの作成や ICP/AA 分析のアルカリ融解を行う試料前処理装置

従来の TK-4100 とプロコンを一体化し
操作パネルをタッチパネルにしてリニューアル!

【主な機能】

- ・多段階加熱
- ・昇温スピードをコントロール
- ・るつぼ揺動回転(るつぼ内溶液の攪拌)時の角度や回転スピードを自由に設定
- ・流量計を新たに搭載(冷却水の流れを目視)



株式会社アmenaテック

〒224-0003
横浜市都筑区中川中央 2-5-13 メルヴェーサガノ 401
TEL : 045-548-6049 e-mail : info@amena.co.jp <http://www.amena.co.jp>

原子スペクトル分析

各種水銀測定装置

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

分子スペクトル分析

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

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

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

レーザー分光分析

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

質量分析

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

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

熱分析

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

クロマトグラフィー

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

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

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

電気化学分析

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

分析装置・関連機器

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

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

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

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

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

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

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

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

BAS

光学式酸素モニターシステム

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

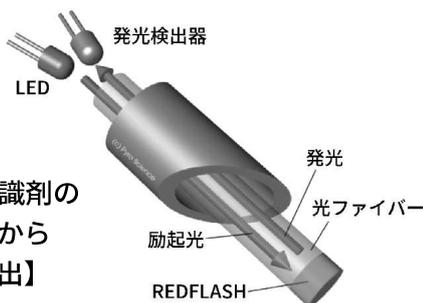
BAS FireSting



- 一台で最大4チャンネル対応。項目の組合せは自由
- 気相および液相での測定に利用できます
- 酸素濃度測定は広い濃度範囲で対応可能
- 非接触型など様々なタイプのセンサーをラインナップ



FireSting O2-C 酸素モニター(4ch)



【REDFLASH標識剤の発光寿命検出から酸素濃度を算出】



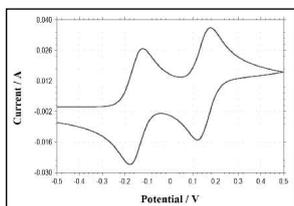
【センサー付きバイアル内部の酸素濃度を外側から測定可能】

分光電気化学測定

BAS SEC2020

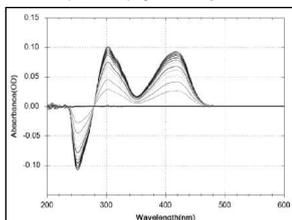


CV測定



※測定データはイメージです。

吸光度測定

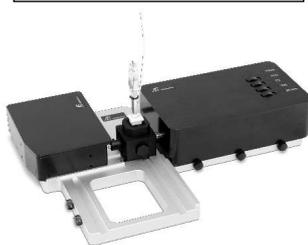


+

新登場



モデル3325
バイポテンシオスタット



SEC2020スペクトロメーターシステム

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

同時に測定を行うことで、より正確な実験データが得られます。

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

● 製品の的外観、仕様は改良のため予告なく変更される場合があります。

予算申請などですぐ見積書が必要なときに!

インターネット環境があればいつでもご自身でご確認いただける

WEB見積書サービスが便利です!!



BAS ビー・イー・エス株式会社

本社 〒131-0033 東京都墨田区向島 1-28-12
東京営業所 TEL: 03-3624-0331 FAX: 03-3624-3387
大阪営業所 TEL: 06-6308-1867 FAX: 06-6308-6890

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

BAS 光ファイバー



製品情報・技術情報などBASの最新情報はメールニュースで随時配信しております。配信ご希望の方はお気軽にお問合せ下さい ⇒ E-mail: sp2@bas.co.jp

50 years

Shodex
HPLC Columns

おかげさまで Shodex は50周年

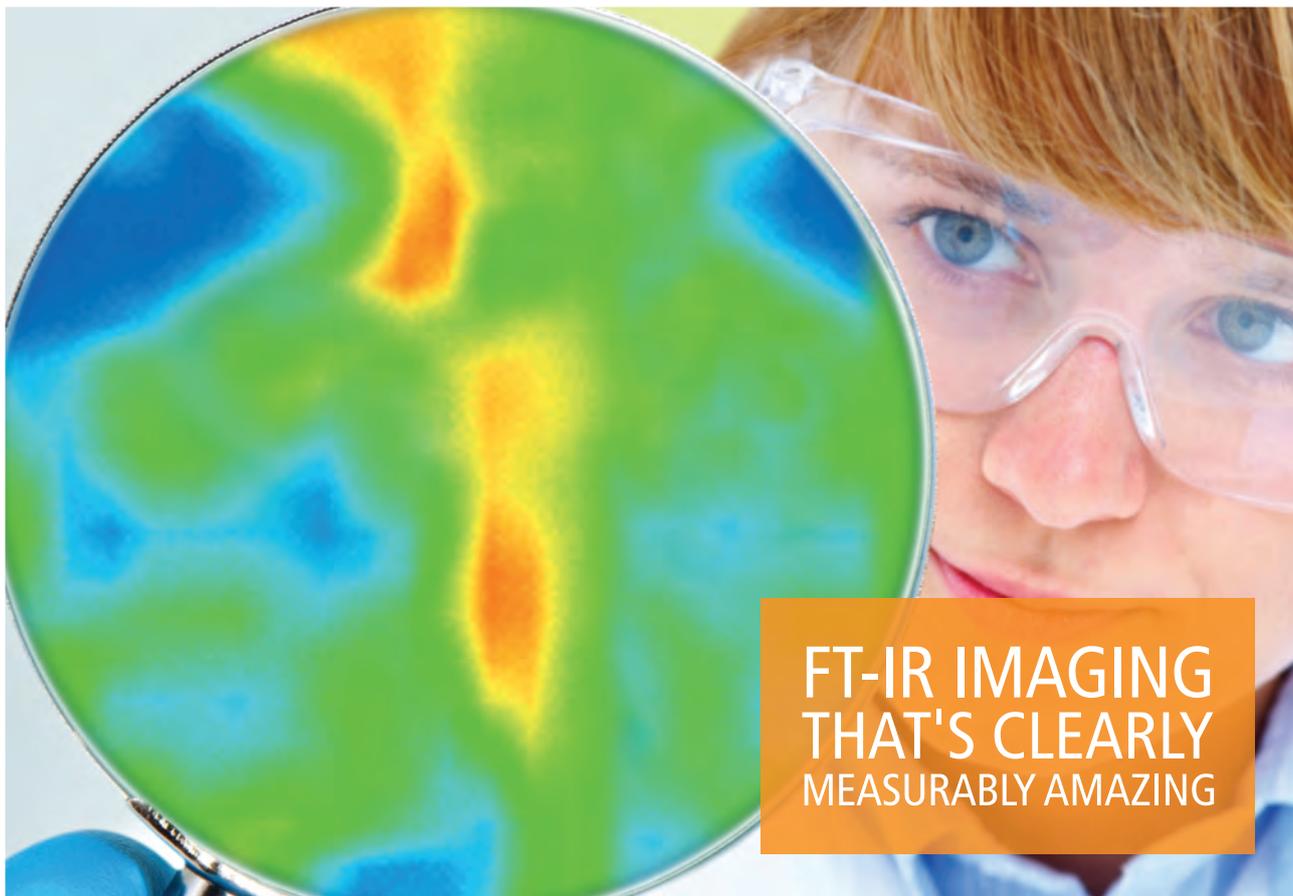
みなさまからの長年のご愛顧に心より感謝申し上げます。

これからもお客様の分析のお役に立てるような
HPLCカラムをお届けしてまいります。



50周年記念特設サイト
www.shodex.com/ja/50th.html

RESONAC

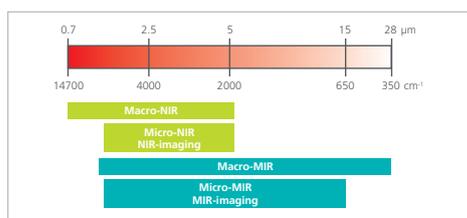


FT-IR IMAGING
THAT'S CLEARLY
MEASURABLY AMAZING

IR イメージングシステム Spotlight 400



各測定モードの測定波数範囲



1 台の装置に 6 つの測定モードを搭載可能

- マクロ MIR/ マクロ NIR
- 顕微 MIR/ 顕微 NIR
- MIR イメージング / NIR イメージング

イメージングの特長

- ピクセルサイズを選択 (6.25 μm, 25 μm, 50 μm)
- イメージングサイズを自由に可変 (25 μm - 50 mm)
- ATR イメージング
(最小 1.56 μm/ ピクセルの空間分解能を実現)

低波数 650 cm⁻¹ (透過・反射測定時) までの
イメージング測定が可能

100 μm × 100 μm から 50 mm × 50 mm までの
イメージング領域を任意に選択

PerkinElmer Japan 合同会社

www.perkinelmer.co.jp



本社 〒221-0031 神奈川県横浜市神奈川区新浦島町 1-1-32 アクアリアタワー横浜 2F TEL. (045) 522-7822 FAX. (045) 522-7830


PerkinElmer
Science with Purpose