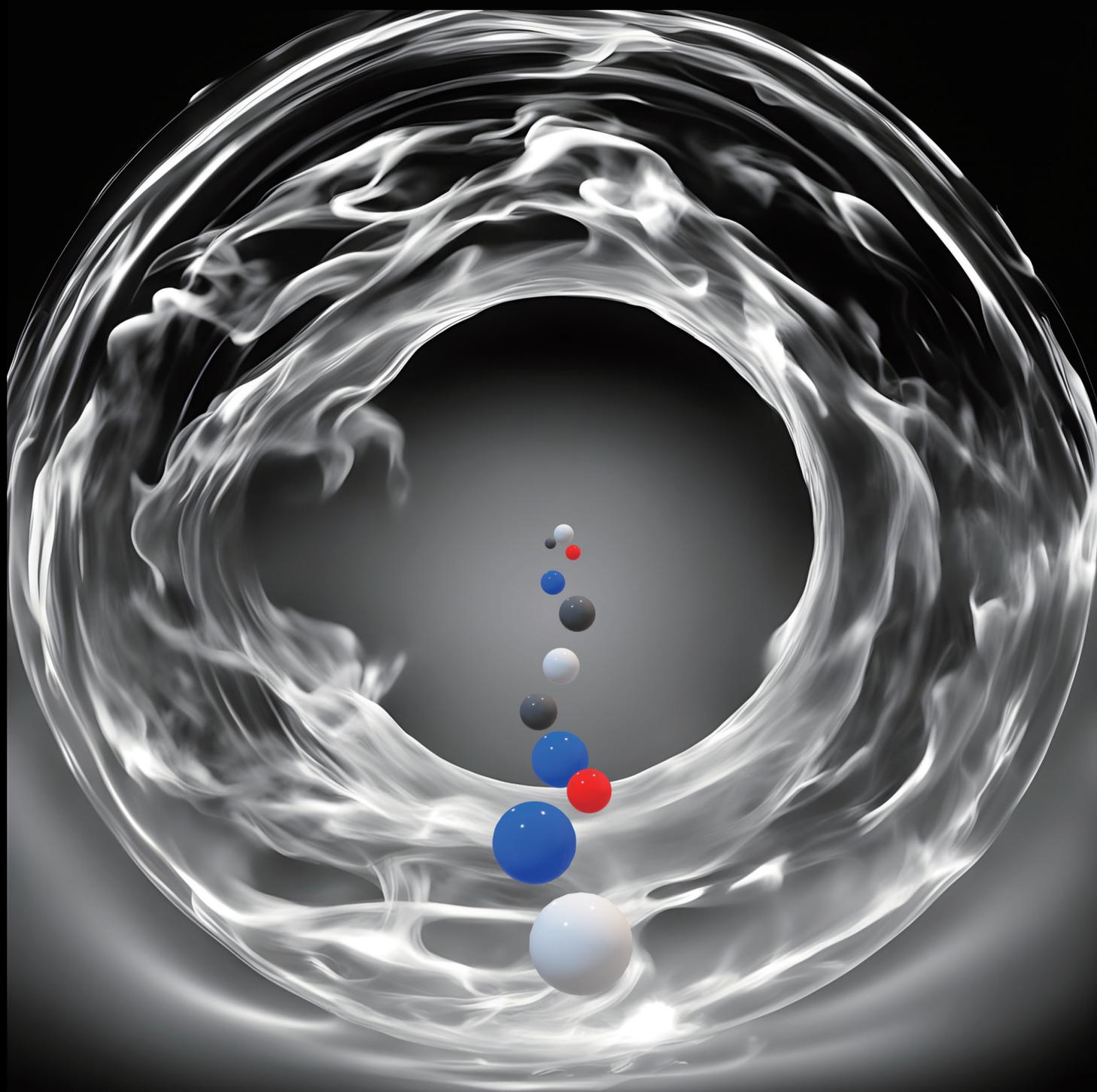


ぶんせき ⑨

Bunseki 2024

The Japan Society for Analytical Chemistry



日本分析化学会

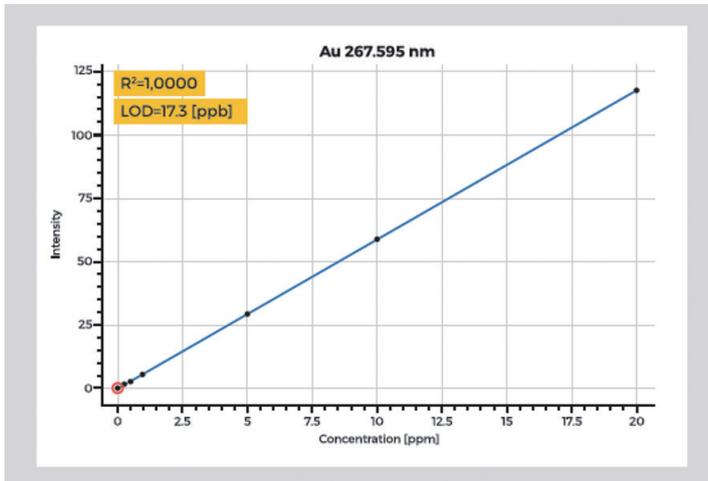
<https://www.jsac.jp>

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スペースの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。



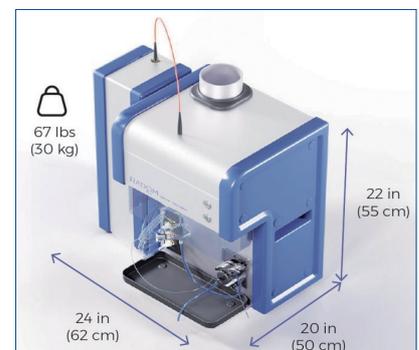
金の検量線 (0.025~20.00ppm)

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.

ぶんせき Bunseki 2024 Contents 9

目次

とびら	事務局長を拝命して／福井 俊司 323
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 マルチモーダル分析によるマテリアルズインフォマティクス ／鈴木 啓幸 324
ミニファイル	非破壊・固体分析 中性子放射化分析法／三浦 勉 329
話 題	生体試料中に存在する糖鎖の高感度機器分析法の現状／米野 雅大 331
故人をしのぶ	南原利夫先生を偲ぶ／大江 知行 333
トピックス	マイクロ流体を用いたタンパク質液液相分離の解析／福山 真央 334 環境水中微量金属元素分析の自動化／八井田 朱音 334
リレーエッセイ	計量計測とウランバートル／浅井 志保 336
表 彰	2024 年度日本分析化学会 奨励賞受賞者 337
ロータリー	インフォメーション：第 30 回中国四国支部分析化学若手セミナー；第 386 回ガス クロマトグラフィー研究懇談会講演会；第 396 回液体クロマトグラフィー研究懇談 会；第 29 回 LC 研究懇談会特別講演会・見学会；高分子分析研究懇談会第 420 回 例会；「X 線分析の進歩」論文賞／執筆者のプロフィール 341

〔論文誌目次〕	347
〔お知らせ〕	M1
〔カレンダー〕	iii

〔広告索引〕	A5
〔ガイド〕	A6

放射能測定信頼性を確保する放射能標準物質を開発 —牛肉および魚類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) 放射能分析用牛肉認証標準物質

(低濃度 : JSAC 0753, 0754, 高濃度 : JSAC 0751, 0752)

○認証値と拡張不確かさ U (包含係数 $k = 2$) 基準日 : 2012年11月19日

	低濃度	高濃度
^{134}Cs 放射能濃度 (Bq/kg) :	63 ± 6	174 ± 12
^{137}Cs 放射能濃度 (Bq/kg) :	106 ± 9	297 ± 20
^{40}K 放射能濃度 (Bq/kg) :	283 ± 54	276 ± 46

○充填容器と価格

JSAC 0753, 0751:100 ml 容器用 20,000 円, JSAC 0754, 752:1 L 容器用 100,000 円 (価格はいずれも本体価格、送料込み・消費税別)

2) 放射能分析用魚類認証標準物質

(魚肉 : JSAC 0781, 0782, 0783, 魚骨 : JSAC 0784, 0785)

○認証値と拡張不確かさ U (包含係数 $k = 2$) 基準日 : 2014年11月1日

	魚肉	魚骨
^{134}Cs 放射能濃度 (Bq/kg) :	62 ± 5	141 ± 10
^{137}Cs 放射能濃度 (Bq/kg) :	196 ± 14	445 ± 29
^{40}K 放射能濃度 (Bq/kg) :	349 ± 29	783 ± 43
^{90}Sr 放射能濃度 (Bq/kg) :	—	11.5 ± 1.2

○充填容器と価格

JSAC 0781:U8 容器(50 mm 高さ) 20,000 円, JSAC 0782, 0785:100 mL 容器 20,000 円, JSAC 0783:1 L 容器 100,000 円, JSAC 0784:U8 容器は 1 回 5,000 円のレンタル品(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 ポリエチレン袋に装填された牛肉認証標準物質



写真右 U8 容器(50 mm 高さ), 100 mL 容器, 1 L 容器に充填された魚肉認証標準物質

カレンダー

2024 年

IEC17043 に基づく分析技能試験

		「第 26 回ダイオキシン類分析 (河川底質) 技能試験」(申し込み受付中).....(6 号 M4)	
9 月	4・5 日	第 13 回環境放射能除染研究発表会 [いわき市立中央公民館 (いわき市文化センター)].....(6 号 M10)	
	5・6 日	SPring-8 シンポジウム 2024 「SDGs 実現に向けた放射光・FEL」 [九州大学医学部百年講堂大ホール・中ホール].....(7 号 M7)	
	10 日	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― [ウイंकあいち].....(5 号 M5)	
	11 日(予定)	第 22 回生涯分析談話会 [名古屋工業大学].....(M 2)	
	11~13 日	日本分析化学会第 73 年会 [名古屋工業大学].....(4 号 M1)	
	13 日(予定)	第 398 回液体クロマトグラフィー研究懇談会 [名古屋工業大学].....(M 2)	
	18 日	2024 年度 LC/MS 分析士二段認証試験 ①東京会場: 島津製作所東京支社イベントホール; ②京都会場: 島津製作所本社研修センター].....(6 号 M8)	
	18~20 日	2024 年度日本地球化学会 第 71 回年会 [金沢大学角間キャンパス (自然科学本館)].....(7 号 M7)	
	18~20 日	VACUUM2024 真空展 Vacuum Technology for innovation [東京ビックサイト東ホール].....(7 号 M7)	
	19・20 日	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].....(5 号 M6)	
	20 日	第 399 回液体クロマトグラフィー研究懇談会 [島津製作所東京支社イベントホール].....(8 号 M3)	
	23~25 日	日本放射化学会 第 68 回討論会 (2024) [グランシップ GRANSHIP].....(M 7)	
	26~28 日	第 60 回熱測定討論会 [京都府立京都学・歴影館].....(5 号 M6)	
10 月	1~9 日	初心者のための電気化学測定法―実習編 (オンデマンド) [オンデマンド配信].....(8 号 M6)	
	8・9 日	入門触媒科学セミナー [大阪科学技術センター 7 階 700 号室].....(8 号 M3)	
	9 日	日本分光学会近赤外分光部会 第 18 回シンポジウム 「可視・近赤外・赤外光を用いた生体計測の技術開発」[中央区立産業会館 3 階].....(M 7)	
	16 日	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].....(5 号 M6)	
	8~10 日	第 10 回材料 WEEK [京都テルサ].....(7 号 M7)	
	20~24 日	2024 年日本表面真空学会学術講演会 [北九州国際会議場].....(8 号 M6)	
	21 日	2024 年度 LC/MS 分析士初段認証試験 ①東京会場: 島津製作所東京支社イベントホール; ②京都会場: 島津製作所本社研修センター].....(6 号 M9)	
	23 日	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].....(5 号 M3)	
	23~25 日	第 46 回溶液化学シンポジウム [千葉大学けやき会館].....(3 号 M5)	
	23~25 日	第 73 回ネットワークポリマー講演討論会 [近畿大学東大阪キャンパス].....(6 号 M10)	
	25 日	2024 年度水素・燃料電池材料研究会講座 [上智大学四谷キャンパス].....(M 7)	
	30 日	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].....(5 号 M6)	
	31 日	第 74 回プラスチックフィルム研究会講座 [東京工業大学大岡山キャンパス西 9 号館 コラボレーションルームおよびオンライン].....(M 7)	
	31・11/1 日	第 60 回 X 線分析討論会 [高知県教育会館高知城ホール].....(7 号 M6)	
	31・11/1 日	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) [ウイंकあいち].....(5 号 M4)	
	31・11/1 日	連合年会 2024 (第 37 回日本イオン交換研究発表会・第 43 回溶媒抽出討論会) [水戸市民会館].....(8 号 M6)	
11 月	1 日	第 37 回新潟地区部会研究発表会 [新潟大学五十嵐キャンパス物質生産棟 161 演習室, 1F 展示スペース].....(8 号 M4)	
	7・8 日	ナノ材料の総合分析講習 [大阪工業大学大宮校区].....(M 2)	
	8 日	日本希土類学会 第 42 回講演会 [崎陽軒本店会議室 1・2 号室].....(M 8)	
	15 日	第 401 回液体クロマトグラフィー研究懇談会 [日立ハイテクサイエンス サイエンスソリューションラボ東京].....(M 3)	
	13~15 日	第 40 回近赤外フォーラム [東京大学弥生講堂].....(7 号 M7)	
	16・17 日	第 70 回ポーラグラフィーおよび電気分析化学討論会 The International Meeting of the Polarographic Society of Japan [京都大学農学部総合館].....(7 号 M7)	
	17~20 日	第 15 回アジア化学センサ国際会議 (ACCS 2024) The 15th Asian Conference on Chemical Sensors (ACCS 2024) [北九州国際会議場].....(7 号 M7)	
	17~22 日	第 9 回実用表面分析国際シンポジウム 9th International Symposium on Practical Surface Analysis (PSA-24) [Paradise Hotel Busan パラダイスホテル釜山].....(1 号 M7)	
	25~27 日	第 45 回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム 45th Symposium on UltraSonic Electronics [明治大学駿河台キャンパスアカデミーコモン].....(6 号 M10)	
	28・29 日	LC-&LC/MS-DAYS 2024 ~個性と専門性を磨く [東レ総合研修センター].....(M 3)	
	28・29 日	日本膜学会「膜シンポジウム 2024」融合による創膜 [滋賀県立文化産業交流会館].....(M 8)	
	21 日	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].....(5 号 M6)	
12 月	3 日	LC 研究懇談会創立 50 周年記念会 [第 1 部~第 3 部: 北とびあ・スカイホール 14 階, 第 4 部: 北とびあ・レストラン].....(8 号 M4)	
	13 日	新アミノ酸分析研究会第 14 回学術講演会 [大田区産業プラザ PiO].....(8 号 M6)	
	13 日	第 18 回茨城地区分析技術交流会 [ザ・ヒロサワ・シティ会館].....(M 5)	
	16 日	LC 研究懇談会第 30 回特別講演会・見学会 [島津製作所本社].....(M 6)	
2025 年	1 月 15・16 日	第 30 回 LC&LC/MS テクノプラザ [大田区産業プラザ PiO].....(M 6)	
	5 月 31・6/1 日	第 85 回分析化学討論会 [愛媛大学城北キャンパス].....(M 2)	

＜マグネシウム認証標準物質 7 種類の頒布開始＞

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

◇微量元素分析用 高純度マグネシウム認証標準物質◇

[JAC 0141～JAC 0143 (ディスク状 3種類)]

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

直径 50 mm 厚さ 20 mm のディスク状：表面を平滑に研磨仕上げ

単位 (µg/g)

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

◇汎用マグネシウム合金認証標準物質◇

[JAC 0151～JAC 0154 (ディスク状 4種類)]

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

直径 50 mm 厚さ 20 mm のディスク状：表面を平滑に研磨仕上げ

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

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



(a)



(b)

◇ 頒布価格：試料 1 ディスクにつき

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

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

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

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

技術問合先 〒141-0031 東京都品川区西五反田 1-26-2 五反田サンハイツ 304 号

(公社) 日本分析化学会 標準物質委員会 事務局 [電話：03-3490-3352, FAX：03-3490-3572,

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

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)

粉碎容器にインバクター (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。インバクターを磁化させ、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。



〈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

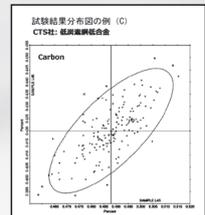
海外技能試験輸入代行サービス

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

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

BAS

光学式酸素モニター



FireSting O2-C 酸素モニター(4ch)

接続するセンサータイプを入れ替えることで、基本機能の光学式酸素モニタリング測定の外に光学式温度測定、および(一部機種のみ)pH測定が可能な測定装置です。

- 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
- 酸素濃度測定用のセンサーには通常用と低濃度用があります
- 非接触型など様々なタイプのセンサーをラインナップ

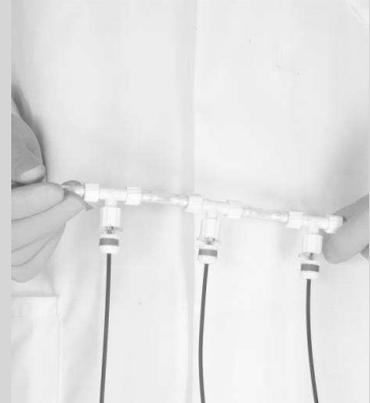
ミニプローブを溶液に挿して...



密閉容器内の酸素濃度や温度の測定に...



フローセルタイプで流体の測定に...

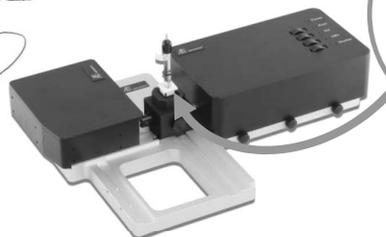


BAS

分光電気化学システム



モデル3325
バイポテンシostat



SEC2020
スペクトロメーターシステム



SEC-CT
石英ガラス製光電気化学セルキット+参照電極

電気化学的な挙動と分光スペクトル変化を同時に測定できるシステムです。

● 製品の外观、仕様は改良のため予告なく変更される場合があります。

BAS ビー・イー・エス株式会社

光学式センサーをはじめ各種のアクセサリーについては弊社ホームページでご確認下さい!!

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

セミナー講演内容などビー・イー・エス株式会社の最新情報はメールニュースで随時配信しております。配信ご希望の方はお気軽にお問合せ下さい ⇒ E-mail: sp2@bas.co.jp



FRONTIER LAB

パワフル粉碎とシンプル操作の卓上可搬型



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 (試料と粉碎子入りの試料容器1個の場合)
標準付属の試料冷却キットには冷媒容器、トング、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

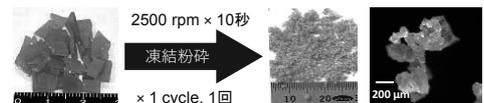
粉碎温度	室温あるいは冷媒（液体窒素等）を用いる試料冷却	
粉碎設定	回転数 (rpm)	50 から 最大 3000 (無段階設定)
	回転時間 (秒)	10 から 60 (10 秒毎)
	回転サイクル間の待ち時間 (秒)	0 から 600 (10 秒毎)
	回転サイクル数	1 から 20 (1サイクル毎)
安全装置	マイクロスイッチと手動ロック方式による誤動作防止	
本体寸法、重量	幅 270 × 奥行 340 × 高さ 300 (mm), 約 12 kg	
電源 (50/60 Hz)	AC 100/120 V あるいは 200/240 V (450 VA)	

高速上下ねじれ®運動



試料容器内における粉碎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碎します。

粉碎例：ポリイソプレン (0.53 g)



40種以上の粉碎応用例をウェブサイトから閲覧可能！

フロンティア・ラボ 株式会社

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



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

事務局長を拝命して



福井 俊司

2024年4月末より事務局長を拝命しております福井です。

2023年9月までは島津製作所及び関連子会社で主に海外事業に携わっておりました。分析化学とはほとんど縁のない仕事でしたが、海外へ出張するたびに、諸外国が教育や研究開発に国家を挙げて取組む姿勢とその国々の学生の向上心には驚かされ、翻って日本はどうだろうと漠とした危機感を覚えることがしばしばありました。今回事務局長にとの話をうかがったとき、日本の学問・学術・研究に事務方として少しでも貢献できることがあればやりがいがあると思った次第です。

これまでの本会の状況を聞き、以前制定されたタスクフォースを拝見すると、本会の置かれた環境が非常に厳しいものであったこと、そして事務局も苦しい時期を経てきたことが理解できます。その中で事務局運営を支えてこられた柿田前事務局長をはじめ職員各位の努力には、心より敬意を表します。

幸いコロナは終息し、本来の目的である分析化学の情報交換と進歩発展への取組みがやり易くなってきて、諸行事や支部・研究懇談会の活動が再び活発になろうとしています。事務局は、そのような活動が円滑に、さらにグレードアップしていけるようにサポートするのが使命であると思います。日常の業務は地味なものでしょうが、会員各位へのサービス向上を心掛け、業務効率の改善を図り、何かにつけ頼りにされるような事務局になりたいものと思います。

事務局へ来て最初に感じたのは、少しずつでも職場の美化を図ることが必要であるということです。職員がより気持ちよく仕事をできるようにするのは大事なことです。同時に、本会会員がいろいろな会議を企画する際に事務局会議室を使おうと思われるようにしたいと考えています。事務室内の整理を始めており、使い勝手・居心地も徐々に良くしていくつもりです。五反田の事務局会議室で会議を行う機会が増えれば、それだけ先生方と職員が顔を合わせて話す機会も増え、コミュニケーションはさらに改善されてくるはずですよ。

先般、理事会において山本会長より「日本分析化学会の未来戦略構想(JSAC2024)」の検討に着手しようとの提案があり、検討会が発足しました。本会の在り方・これまでの取組みを振り返り、将来構想を練るには非常に良い時期であろうと思います。そのなかで事務局に対する期待、要望も出てくるでしょう。それらを真摯に受け止めると共に事務局の将来構想も同時に考えていきたいと思っています。

〔FUKUI Shunji, 日本分析化学会事務局長〕

マルチモーダル分析による マテリアルズインフォマティクス

鈴木 啓 幸

1 はじめに

本解説では、様々な分析装置から得られるデータを、機械学習を用いて解析する方法について解説する。具体的な例としてプラスチックの特性予測について紹介する。機械学習に馴染みのない材料研究者が材料開発や機能開発の際に機械学習を利用するきっかけになれば幸いである。

分析データは材料組織構造と材料特性を関係づける上で重要であることは論をまたない。実験系の材料研究者は試作・分析・特性評価・考察のサイクルを繰り返すことで、高性能な材料の開発や新奇な機能の発見に至る。ここに理論や計算科学の知見も加わると考察が更に深まりこのサイクルが深謀遠慮する。考察は、試作条件、分析データ、特性データとの関係性を知識も交え捉えて生じている現象を推察/理解し、次のサイクルに何をすべきかを見出すことが要で、属人化していることが多い。傑出した材料研究者はこの属人的な要素が秀でている。一方、人工知能 (artificial intelligence, AI) の力を用いてサイクル数を減らす試みは各材料分野を横断して近年非常に盛んであり、マテリアルズインフォマティクス (materials informatics, MI) と呼ばれている (材料研究の行動変容を促す 10 年プロジェクトが国の研究機関を主体に進行している¹⁾)。上記の属人的なプロトコルに対して標準化する取組みと見て取れなくもない。AI は膨大なデータの中から人が気付かなかったデータ間の関係性を見出して材料研究者に提起し、材料研究者はその関係性を起点に新たな気付きを得て次にすべきことを賢く実行するのである。限定されたパラメータの中で特性を適正化するようなサイクルの場合には次にすべき試作条件を、ベイズ最適化などを使用した逆解析により提起することもできる。この MI を遂行する上で重要なのがデータである。試作・分析・特性評価の各工程で生成されるデータ (以下、実験データと総称) の処理方法について、一例として紹介していきたい。

2 機械学習とは

本節では、材料情報科学の分野に頻繁に登場する用語を導入しつつ機械学習について概説する。MI に供するデータは具体的には実験データの各パラメータであり記述子と称する。記述子の中で予測したい記述子を目的変数、その予測に用いる記述子を説明変数と称する。前節になぞると特性評価で得られる性能指標が目的変数で、試作や分析の各パラメータが説明変数に該当する。ただし、ユースケースによって当然変わる。目的変数ベクトルの集合 \mathbf{Y} (部分集合を y_i)、説明変数ベクトルの集合 \mathbf{X} (部分集合を \mathbf{x}_i) とすると $\mathbf{Y} = \mathbf{F}(\mathbf{X})$ と表記され、機械学習は関数 (/写像) \mathbf{F} を明らかにする。この集合間の関係性を示す関数 \mathbf{F} は物理化学の法則・理論として知られているものも含み、機械学習は解析関数に限定されずに決定木関数やネットワーク関数といった非常に柔軟な関数で関数 \mathbf{F} を記述できることに利がある。

機械学習の手法には、教師あり学習、教師なし学習、強化学習といった分類の仕方がある。教師あり学習は学習用データを用いて上記の関数 \mathbf{F} を明らかにし、未知のデータに対して既知となった関数 \mathbf{F} を適用して \mathbf{Y} を予測する手法である。関数 \mathbf{F} が未知データに対しても当てはまる場合には予測精度は高いが、生じている現象が異なるなど関数 \mathbf{F} が担保されない場合には予測精度は低い。教師なし学習は \mathbf{X} だけから中に潜む関係性 \mathbf{F} を学習する手法であり、 \mathbf{Y} を必要としないのが最大の長所であるが教師あり学習より予測精度が劣る。強化学習は教師ありと教師なし学習の間に位置する。要素ベクトル間の $y_i = F_i(\mathbf{x}_i)$ という関係性を学習 (教師あり学習) して次の \mathbf{x}_j を算出して行動 (実験) して y_j を取得して $y_j = F_j(\mathbf{x}_j)$ の関係性を学習する、というステップを行動報酬に基づいて繰り返すことで関数 \mathbf{F} を自律的に明らかにしていく手法である。状況に応じて関数 \mathbf{F} が変化するような場合に有効である。表 1 には機械学習の代表的な各手法を記載した (亜種も沢山ある)。ユーザはユースケースに応じて適切な手法を選択するために各手法の特徴を把握していることが望ましい。ただし、必ずしもベストな手法を選ぶ必要はなくて (何がベストプラ

表1 機械学習の手法例

機械学習の分類	使用される手法の例
教師あり学習	ガウス過程, リッジ, ラッソ, サポートベクターマシン, ナイブベイズ, ランダムフォレスト, 勾配ブースティング決定木, ニューラルネットなど
教師なし学習	次元削減・可視化: 主成分分析, 変分オートエンコーダ, 非負値行列因子分解, t分布型確率的近傍埋め込み (t-SNE), 均一多様体近似と射影 (UMAP) など クラスタリング: K-平均法 (K-means), 凝集型クラスタリング, 階層密度に基づくノイズあり空間クラスタリング (HDBSCAN) など
強化学習	モンテカルロ, 時間差 (TD), Q学習 (Q-learning), 深層Qネットワーク (DQN), サルサ (SARSA), Actor-critic など

クティスか分からないことがほとんど) ユースケースの目的が達成できる精度が出れば十分である。

3 実験データの処理

本節では、一例として「ポリプロピレン (PP) の機械特性を分析データから予測する」というタスクにおける実験データの処理フローを紹介する。

まず目的変数を設定する。今回の場合は引張機械特性になる。続いて引張機械特性に影響を与える材料因子について、材料知識を基に列挙して更にそれらを評価可能な計測手法も列挙する。ここに生成AIを使うこともできる(検索拡張生成技術²⁾³⁾によって専門化していないと材料研究者が満足する回答は得られないであろう)。計測手法から得られる情報が説明変数になる。データ取得コストも鑑みて説明変数に選ぶべき計測手法を選定する。ここでタスクの成否がまず裁定される。本タスクの場合の関係性の一部を切り出すと図1のようになる。分子量分布, エチレン分率, 混合物(フィラー, エラストマー)のサイズ・量・種類など, 酸化生成物, 結晶比率, 水酸基量, などが少なくとも引張機械特性に影響を与え, 熱重量(thermal gravity, TG)計測, 示差熱分析(differential thermal analysis, DTA), フーリエ変換赤外

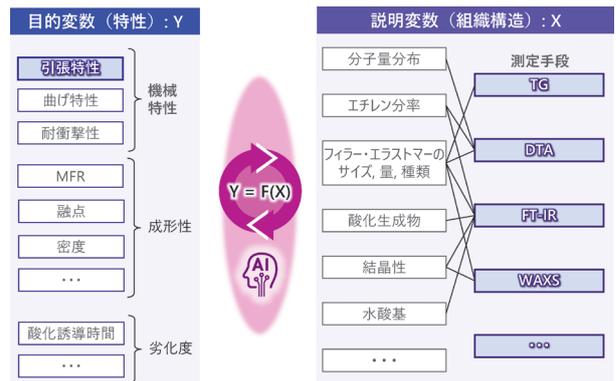


図1 PPにおける特性と組織構造の関係性

線分光 (fourier transform infrared spectroscopy, FT-IR) 計測, 広角 X 線回折 (wide angle X-ray scattering, WAXS) 計測などで直接/間接的に評価することができる。目的変数の値は多くの現象が重畳された結果であるので, 多方面から材料科学の関係性 F を探ると取りこぼしが抑えられる。熱, 光, 音といった具合に異なるプローブでの計測 (マルチモーダル計測) となるように各計測手法を選定すると良い。

ここまでする「設計」で次に「データ処理」に移る (図2)。フィジカル空間での0次データ (生デー

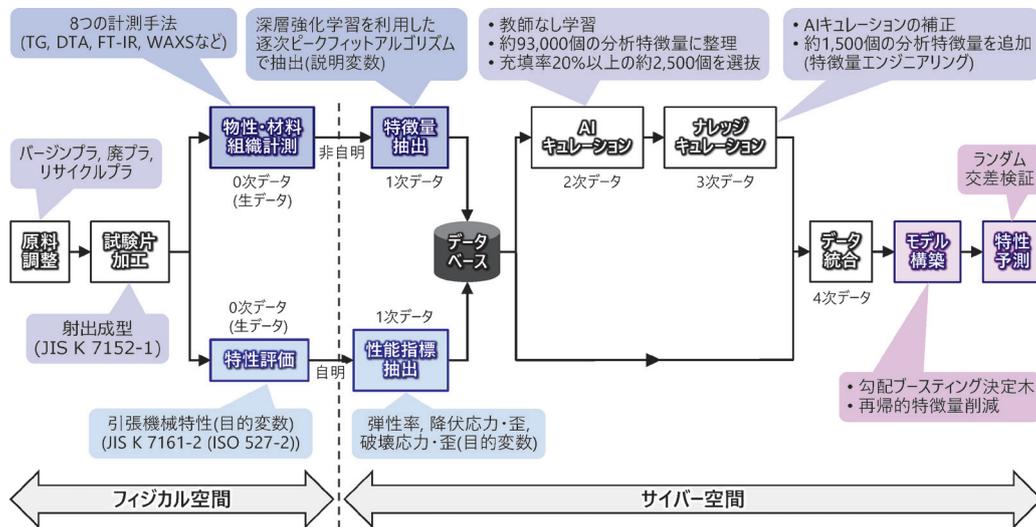


図2 PPにおける実験データの処理フロー

タ)の取得が完了してもサイバー空間において機械学習にデータを供するまでには、計測データにおいて特徴量抽出とキュレーション、全データの統合と多くの前処理(データ加工)を踏まなければならない。最大で4次まで加工する計測データがある。依然として多くの労力を費やすことになるが、この前処理はタスクの成否が裁定される2番目のポイントになる。分析データの処理方法は材料種や現象に依存して必ずしも自明ではないので、これら処理を自動化するための解析アルゴリズム、キュレーション方法、データ統合方法の開発に著者は労力を費やした。データのレコード数(表で言うと行数)と分析データ数(表で言うと列数)が増えるとそもそも人力で処理することはほぼ不可能であるので、データ規模が大きくなると避けて通ることはできない。

では具体的に見ていこう。処理が必要な計測データはスペクトルや画像で得られることが多く、ここからエッセンスの情報を抽出しなければならず特徴量と呼ばれる。要は解析である。スペクトルデータに対して深層強化学習を用いた逐次ピークフィットアルゴリズムを考案してピーク特徴量を網羅的に抽出した。ピーク追加・削除と適正化を繰り返すサイクルにおいて、アルゴリズム内の動作パラメータを残差状況に合わせて動的に調整しながら逐次的にピークを追加・削除して全パターンフィッティングを行う、というものである。ピーク特徴量(位置、幅、面積など)という形で特徴量を抽出した。ピークフィット以外にも、バックグラウンド除去や平滑化などの処理を施したスペクトルを、ニューラルネットで解析して潜在空間の特徴量を抽出する方法もある(例えば、50レコードのWAXSデータ(9500組のxyデータ)を変分オートエンコーダ(variational autoencoder, VAE)で適正化処理すると潜在空間の特徴量はたったの15個になる)。ただし、潜在空間の特徴量は物理化学的な意味が失われているので、材料科学の知識に基づいたキュレーション(AIキュレーションの補正と特徴量エンジニアリング)を行うことが困難である。なお、説明可能AI(explainable AI, XAI)技術^{4)~6)}を使うとスペクトルのどのあたりが予測に貢献したかということは分かる。次に、抽出した分析特徴量と性能指標を紐づけてデータベース(database)に格納して管理する。データベースでのデータ管理は、データの検索や共有などMI以外の用途でも利便性が向上するが本タスクにおいては必須ではない。続いて、分析特徴量を表の形にするためにレコードごとに分析特徴量を整形・整理するキュレーションを行う。各レコード間でピークを比較し、由来が同じピークを同じ列に配置する。ピークに帰属ラベルを付けるなど、データにタグやメタデータを付けることをアノテーションと呼ぶ。ここに記載のAIキュレーションとは教師なし学習により説明変数となる分析特徴量をクラスタリングすることを指す。クラスタリング手法は

各種ありそれらを組合せることもできる。データセットの規模を考慮しつつ試行錯誤で手法を選択する。多くの手法にハイパーパラメータと呼ばれる人為的に設定するパラメータがあり、これも通常は試行錯誤で適切な値を設定する。このようにキュレーションされたデータは材料科学の知識と照らし合わせると誤配置したものがあるので、ナレッジにより補正すると予測精度が向上する。さらにその際に既に知られている材料科学の法則・理論、解析方法を適用して新たに分析特徴量を算出すること(特徴量エンジニアリング)は、予測精度を向上させる上で非常に有効である。例えば今回の場合、ブロック共重合体のポリエチレン(polyethylene, PE)の含有比率、結晶相の比率、無機添加物の比率などである。前処理の最後の工程は、キュレーションした8種類の分析データ(説明変数)と機械特性データ(目的変数)を一つの表にデータ統合する。こうして機械学習に供する表形式のデータが整うことになる。後は機械学習を行うのみである。

4 機械学習による特性予測

本節の機械学習は教師あり学習で行う。教師あり学習は回帰、ランキング、クラス分類に大別される。回帰は値そのもの、ランキングは順位、クラス分類はクラスのラベルを予測するタスクである。本タスクは特性予測なので回帰である。モデル構築工程で学習用データを用いて関数 F を明らかにする。次の特性予測工程で未知のテスト用データについて明らかになった関数 F を適用して予測特性値を出力して実測値と比較して関数 F の精度を評価する(図2参照)。予想したいテストデータがある場合を除き、手持ちのデータセットを学習用とテスト用に分けてモデルの精度を評価する簡便な方法があり、交差検証と呼ぶ。交差検証にもランダム分割、シャッフル分割や説明変数の特定のラベルを使用する層化 k 分割、グループ付き、など多くのデータ分割方法がある。この際に決してテスト用データの目的変数の値を使用してはならない。テスト用に分割したデータは最後の関数 F の精度評価にしか使用してはならず、ホールアウトしておかなければならない。予測結果を次の試行に使用してもならない。テスト用データの目的変数の値が何らかのデータ操作によって学習用データに漏れることをデータリークと呼ぶ。意図せずに漏れることが多分にあり、実態に沿ったデータ分割形式になっているかを考えるとミスを防ぐことができる。予測モデルの精度を評価するには交差検証を複数回実施してその統計量で予測モデルの精度を議論すべきである。特定のデータ分割で高精度な場合には分割形式を調査することでモデルの適用範囲を把握すべきである。モデルの評価指標には、回帰の場合には決定係数(R^2)、平均絶対誤差、平均二乗誤差など、クラスタリングの場合には精

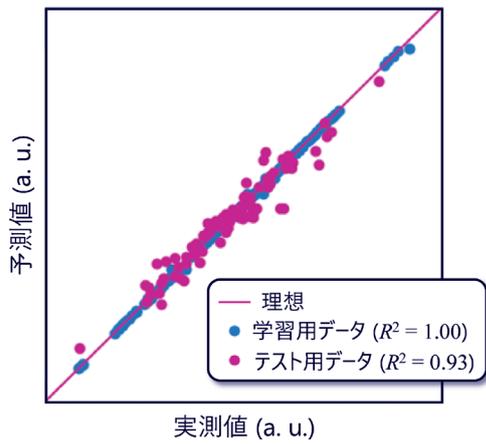


図3 引張弾性率の yy プロット

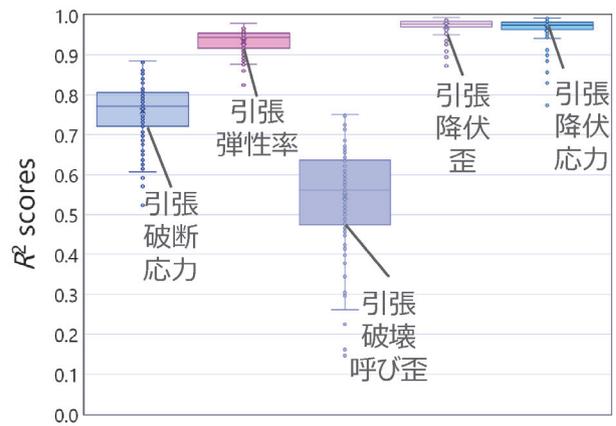


図4 指標ごとの予測精度

度、適合率、再現率、f-値など、ランキングの場合にはPR 曲線、平均相互順位、平均適合率の平均、減損累積利得など、がある。これらは機械学習の手法とユースケースから設定する。複数の評価指標を出力してモデルを改善するために役立つこともできる。分割方法と評価指標の設計は極めて重要で、タスクの成否を裁定する最後のポイントである。

それでは具体的に見ていこう。機械学習の手法は勾配ブースティング決定木を使用した。説明変数がスパースで大量にある場合に非常に強力な非線形手法である。学習用データ 80 % とテスト用データ 20 % になるようにランダム交差検証を 50 回実施した。評価指標は決定係数に設定した。テストデータはホールドアウトし、学習用データについては更に 6 分割交差検証を実施して平均決定係数から予測モデルを構築した。学習用データの中をモデル構築用データとモデル検証用データに交差検証を用いて分割していることになる。この際に再帰的特徴量削減 (recursive feature elimination, RFE) を併用すると効果的である。モデル構築とはパラメータの値を決めることである。ハイパーパラメータの適正化はベイズ最適化を使用した。予測精度を視覚的に表現する方法として横軸に実測値、縦軸に予測値を取った yy プロットと呼ばれるグラフが良く用いられる (図 3 参照)。学習用データの予測精度がテスト用データの予測精度より著しく高い場合は過学習と呼ばれる。学習用レコードに対してモデルの自由度を大きくし過ぎると生じる。学習用レコードを増やす、正則化などを使用してモデルの自由度を下げる (RFE 含む)、モデル構築時の交差検証方法を見直す、モデル検証用データを用いた早期打ち切りなどを行うことで回避できる場合が多い。予測精度は学習用データの方がテスト用データより若干高くなるのが常である。ランダム交差検証を 50 回実施した予測精度を箱ひげ図で示す (図 4 参照)。一般に決定係数が 0.7 を超える場合は相関が高いと言われていることを踏まえると、4 つの指標が良好に予測できていると言える。さら

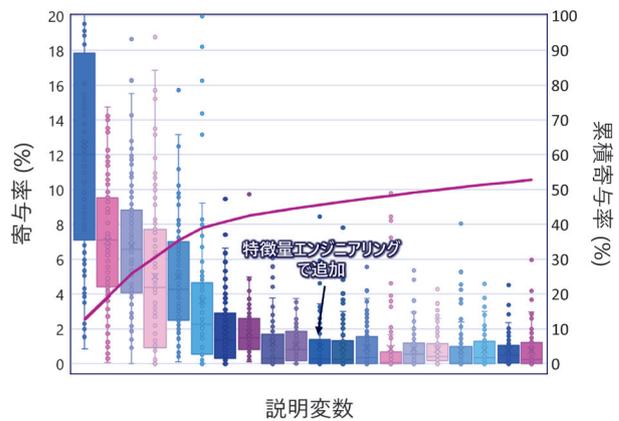


図5 予測に有効な説明変数

に XAI 技術を適用すると有効な説明変数の上位 20 個で寄与率 50 % 程度を越すことが分かる (図 5 参照)。予測に大きく寄与する説明変数はそれほど多くないことを示している。ただし今回示したのは複数のテストデータ予測における平均的な寄与率に過ぎず、特定のテストデータ予測においては上位 20 個以外の説明変数が有効に寄与していることはよくある。モデル構築時の説明変数の削減は予測対象を十分に考慮して実施すべきである。

5 最後に

紙面の都合上、分析データを用いた MI についての一例を非常に駆け足で紹介した。材料研究の目的からとなく最後の機械学習を用いた特性予測に注目が集まりがちだが、データの前処理は極めて重要でそこでも教師なし学習や強化学習といった機械学習を利用できる。機械学習は作法を心得ていればライブラリで容易に実行できる。ただモデル構築方法にはノウハウがある。機械学習の専門的な良書⁷⁾は背景技術を理解する上で有効である。一方で実用性を重視するならば「scikit-learn」という機械学習のライブラリを使用することをお勧めしたい。様々な機械学習の手法を簡便に試すことができ

る。開発者の著書⁸⁾では本解説で紹介した用語も満遍なく紹介されている。

文 献

- 1) 文部科学省 〈<https://dxmt.mext.go.jp/>〉. (2024年4月9日確認)
- 2) P. Lewis, E. Perez, A. Piktus, F. Petroni, V. Karpukhin, N. Goyal, H. Küttler, M. Lewis, W. Yih, T. Rocktäschel, S. Riedel, D. Kiela : arXiv:2005.11401.
- 3) Y. Gao, Y. Xiong, X. Gao, K. Jia, J. Pan, Y. Bi, Y. Dai, J. Sun, Q. Guo, M. Wang, H. Wang : arXiv:2312.10997.
- 4) 亀谷由隆 : *IEICE Fundamental Review*, **16**, 83 (2022).
- 5) 恵木正史 : 日本セキュリティ・マネジメント学会誌, **34**, 20 (2020).

- 6) S. Lundberg, S.-I. Lee : arXiv:1705.07874.
- 7) 元田浩, 栗田多喜夫, 樋口知之, 松本裕治, 村田昇 : “パターン認識と機械学習 上・下”, (2012) (丸善); C. M. Bishop, “Pattern Recognition and Machine Learning”, (2006), (Springer).
- 8) A. C. Muller, S. Guido : “Python ではじめる機械学習”, (2017), (オライリージャパン).

● 鈴木 啓幸 (SUZUKI Hiroyuki)

株式会社日立製作所研究開発グループ計測インテグレーションイノベーションセンターナノプロセス研究部 (〒350-0395 埼玉県比企郡鳩山町赤沼 2520 番地). 京都大学工学研究科材料工学専攻. 博士 (工学). 《現在の研究テーマ》マテリアルリサイクルを高度化する分析データの利活用技術. 《趣味》3歳の娘と一緒に掛けること.

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]

中性子放射化分析法

1 初めに

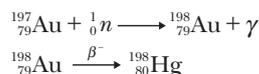
中性子放射化分析法^{1)~3)}は試料に中性子を照射して生成する放射性同位体の壊変に伴う放射線を測定する元素分析法である。中性子放射化分析法は中性子照射後に試料から放出される γ 線の測定のみで定量する機器中性子放射化分析法(INAA, instrumental neutron activation analysis)と、中性子照射後の試料から目的元素を化学分離する放射化学的中性子放射化分析法(RNAA, radiochemical neutron activation analysis)に分類される。ここでは、非破壊固体分析法であるINAAの原理、特徴、応用例について紹介する。

2 原理

安定な原子核に中性子、荷電粒子(陽子、重陽子、 ^3He 、 α 粒子)、高エネルギー光子などの粒子を照射し、不安定な原子核(放射性核種、放射性同位体)に変換することを放射化するという。放射化により生成した放射性核種は放射線を放出しながら安定核種に放射壊変する。放射性核種の半減期($T_{1/2}$)と放出される放射線のエネルギーは放射性核種に固有であるので、放射線のエネルギーと強度の時間変化(半減期)を測定することで放射性核種が特定できる。さらに放射性核種の放射能は放射化前の安定原子核の個数に比例するので、放射線の強度(計数率)を測定し放射化前にあった元素量を定量することができる。この放射化に中性子を用いる分析法が、中性子放射化分析法である。中性子は無電荷のため、陽電荷を持つ原子核に静電的に反発されない。そのため、陽子、 α 粒子などの陽電荷を持つ粒子と比べ容易に核反応を起こすことができる。特に運動エネルギーが低い熱中性子(20℃における平均運動エネルギー: 0.025 eV)は、多くの原子核と反応する確率(核反応断面積; 単位 b: 10^{-24} cm^2)が高い。熱中性子は原子炉内に多量かつ定常的に存在するので、原子炉は時間変動の少ない安定した照射ができる中性子源である。国内には中性子照射設備を備えた研究用原子炉(研究炉)として日本原子力研究開発機構JRR-3(熱出力 20 MW)、京都大学研究用原子炉 KUR(熱出力 5 MW)がある。また研究炉以外では加速器、放射性同位体を用いた中性子源($^{226}\text{Ra} + \text{Be}$ 、 $^{241}\text{Am} + \text{Be}$ 、 ^{252}Cf)が照射に利用できる。

実際に分析試料を中性子照射した際に生成する放射性核種の放射能を、50 mg の試料に含まれる Au ($0.2 \mu\text{g g}^{-1}$) を NAA で定量する場合を例として、以下に試算す

る。分析試料と既知量の分析目的元素を含む比較標準試料をそれぞれ、清浄なポリエチレン袋に二重封入するか、石英管等に封入し照射試料とする。原子炉に設置された照射設備を利用し、照射キャプセルに入れた試料に中性子を照射する。中性子照射により ^{197}Au (同位体存在度: 100%) は中性子との複合核を形成し 10^{-14} 秒以内に即発 γ 線を放出する。この反応を (n, γ) 反応という。



この時の放射性核種 ^{198}Au の生成量は以下の式で計算できる。熱中性子フルエンス率を $5 \times 10^{13} \text{ ns}^{-1} \text{ cm}^{-2}$ 、照射時間を 20 分間とすると、試料に含まれる ^{197}Au から生成する ^{198}Au は

$$\begin{aligned} A_0 &= \lambda n = \phi_{(E)} \times \sigma \times \frac{m_x}{AM} \times N_A \times \theta \times (1 - e^{-\lambda t_i}) \\ &= 5 \times 10^{13} \times 98.65 \times 10^{-24} \\ &\quad \times \frac{0.05 \times 0.2 \times 10^{-6}}{197.0} \times 6.022 \times 10^{23} \times 1 \\ &\quad \times \left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{2.6947 \times 24 \times 60 \times 60} \times (20 \times 60)} \right) = 538 \text{ Bq} \end{aligned}$$

となる。ここで A_0 は照射終了時の放射性核種 ^{198}Au の放射能 [Bq]、 $\phi_{(E)}$ は熱中性子フルエンス率 [$\text{m}^{-2} \text{ s}^{-1}$]、 σ は熱中性子捕獲断面積 [b, $1 \times 10^{-24} \text{ cm}^2$]⁴⁾、 N_A はアボガドロ定数 [mol^{-1}]、 θ は標的同位体の存在度、 m_x は目的元素の質量 [g]、 AM は相対原子質量 [g mol^{-1}]、 λ は壊変定数 [$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{(1/2)}}$, s^{-1}]、 t_i は照射時間 [s] であ

る。生成した放射性核種 ^{198}Au は半減期 2.6947 日で最大エネルギー 0.96 MeV の β 線を放出しながら安定核種 ^{198}Hg に壊変する (β^- 壊変)。 β^- 壊変に伴い、 ^{198}Au は 411.8 keV、675.9 keV、1087.7 keV の γ 線を放出する。これらの γ 線の中から最も放出率が高い 411.8 keV の γ 線ピーク計数率を Ge 半導体検出器で測定し、既知量の Au をろ紙等に添加して調製した比較標準もしくは既知量の Au を含む認証標準物質の γ 線ピーク計数率と比較し Au を高感度に定量できる。

3 特徴

3.1 全量分析

INAA で利用する原子核反応、放射壊変、放射線の放出は原子核の性質・特性である。よって、試料中の目的元素の錯形成の有無、酸化状態、粒度、粒径等の存在状

態は、中性子との原子核反応や生成した放射性核種から放出される放射線の測定には影響しないため、INAAは試料に含まれる目的元素の全量を定量できる。これはINAAが原子核反応の励起源として透過力の高い熱中性子を用いること、原子核反応後の測定に透過力が高く試料自身による減弱が少ない γ 線を用いる効果である。ただし、測定試料が高密度の金属等の場合、試料と比較標準の間で γ 線の自己吸収の程度が異なる場合がある。しかし、その影響は元素組成毎の γ 線減弱係数⁵⁾が知られているので、容易に補正できる。以上の理由からINAAは頑健な元素分析法である。

3.2 非破壊分析

INAAは中性子照射後の試料を直接測定するため溶液化等の前処理は必要ない。よって、ICP質量分析法などの化学分析法で偏りやばらつきの要因になる溶液化に伴う損失（不溶物の存在や器具への吸着による損失）、溶解時の汚染（溶解に用いた試薬、周辺環境からの汚染）等を考慮する必要がない。ただし、中性子照射時に揮発する可能性のあるHgを定量する時は、試料を石英管に密封して照射する、Hgと錯形成するシステイン(C₃H₇NO₂S)等の硫黄含有アミノ酸を添加する等の対策が有効である。

3.3 主成分元素の影響の少なさ

環境試料、生体試料の主成分元素（H, C, N, O, Si）や低原子番号のLi, Be、高原子番号のBi, Tl, Pbは熱中性子との反応で以下のいずれかの特徴を示す。

- ・放射化断面積が非常に小さい。
- ・中性子捕獲反応で生成する放射性核種が秒単位の短い半減期を持つ。
- ・生成した放射性核種は γ 線を放出しない。

以上の理由から、上記の元素の共存は、INAAでは妨害とはならない。

4 応用

有力な非破壊分析法であるINAAの応用例を以下に示す。

アボガドロ定数 N_A の高精度化を目指す国際アボガドロプロジェクトで製作された²⁸Si同位体濃縮単結晶の不純物66元素⁶⁾及び極微量の³⁰Si⁷⁾の測定にINAAが用いられた。³⁰Siのモル分率は予測値⁸⁾に近い($5.701 \times 10^{-7} \pm 8.8 \times 10^{-9}$) mol/molが得られた。

Kongら⁹⁾は、中性子照射及び γ 線測定の条件を適切に設定し、鉄隕石と石質隕石中の白金族(Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt)とFe, Co, Ni, Cu, Ga, Ge, As, Mo, Sb, W, Re, Auの合計18元素を定量し、宇宙化学的な考察を行った。Ebiharaら¹⁰⁾は小惑星イトカワから回収された微粒子中の、ngからfgのNa, Sc, Cr,

Fe, Co, Ni, Zn, Irの定量に成功し、小惑星イトカワは未分化な石質隕石を構成する物質と同様な組成を持つことを明らかにした。

臭素分析用ポリプロピレン樹脂認証標準物質の開発¹¹⁾では、INAA¹²⁾と同位体希釈ICP質量分析法¹³⁾の測定値から臭素の認証値を値付けした。

大気浮遊塵の元素分析への応用¹⁴⁾¹⁵⁾は多く、INAAが有効に活用されている。

文 献

- 1) R. R. Greenberg, P. Bode, E. A. De Nadai Fernandes : *Spectrochim. Acta B*, **66**, 193 (2011).
- 2) 海老原充：“放射化学の事典”，第1版，日本放射化学会編，p. 154 (2015)，(朝倉書店)。
- 3) 三浦 勉：ぶんせき (Bunseki), **2012**, 488.
- 4) 日本アイソトープ協会編：“アイソトープ手帳”，第12版，(2020)，(丸善出版)。
- 5) U. S. National Institute of Standards and Technology, Physical Measurement Laboratory: “XCOM” (<https://physics.nist.gov/PhysRefData/Xcom/html/xcom1.html>) , (accessed 2023. 9. 25).
- 6) G. D’Agostino, M. D. Luzio, G. Mana, M. Oddone, J. W. Bennett, A. Stopic : *Anal. Chem.*, **88**, 6881 (2016).
- 7) M. D. Luzio, A. Stopic, G. D’Agostino, J. W. Bennett, G. Mana, M. Oddone, A. Pramann : *Anal. Chem.*, **89**, 6726 (2017).
- 8) A. Pramann, O. Rienitz : *Anal. Chem.*, **88**, 5963 (2016).
- 9) P. Kong, M. Ebihara, H. Nakahara : *Anal. Chem.*, **68**, 4130 (1990).
- 10) M. Ebihara, S. Sekimoto, N. Shirai, Y. Hamajima, M. Yamamoto, K. Kumagai, Y. Oura, T. R. Ireland, F. Kitajima, K. Nagao, T. Nakamura, H. Naraoka, T. Noguchi, R. Okazaki, A. Tsuchiyama, M. Uesugi, H. Yurimoto, M. E. Zolensky, M. Abe, A. Fujimura, T. Mukai, Y. Yada : *Science*, **333**, 1119 (2011).
- 11) 和田彩佳, 三浦 勉, 大畑昌輝, 日置昭治：分析化学 (*Bunseki Kagaku*), **64**, 543 (2015).
- 12) T. Miura, R. Okumura, Y. Iinuma, S. Sekimoto, K. Takamiya, M. Ohata, A. Hioki : *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, **303**, 1417 (2015).
- 13) M. Ohata, T. Miura : *Anal. Chim. Acta*, **837**, 23 (2014).
- 14) S. M. Almeida, M. C. Freitas, M. Reis, T. Pinheiro, P. M. Felix, C. A. Pio : *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, **297**, 347 (2013).
- 15) 宮田 賢, 丹治 輝, 井村久則, 松江秀明, 米沢伸四郎：分析化学 (*Bunseki Kagaku*), **55**, 689 (2006).

[産業技術総合研究所 三浦 勉]

生体試料中に存在する糖鎖の高感度機器分析法の現状



米野 雅大

1 はじめに

食品や生体試料中の有機化合物の分離には逆相高速液体クロマトグラフィーがよく用いられる。なかでも糖類は親水性が高い化合物であり、逆相系カラムでの保持が悪い。糖類の検出は示差屈折検出器や金電極を用いた電気化学検出器などで可能であるが、これらの検出法では移動相組成に制約がある。汎用される検出器であるUV/VIS 検出器や蛍光検出器では糖類の主要な官能基が水酸基であることや発蛍光性がほとんど見られないこともあり検出が困難である。そこで、糖類の分離・検出にはカラムへの保持・検出感度向上のため誘導体化法による蛍光や質量分析計 (mass spectrometry, MS) での検出が主流となっている。本稿では糖鎖の誘導体化法による蛍光や MS/MS での検出法を紹介する。

2 糖鎖分析の難しさ

糖は生体試料中では単糖が無数に結合した多糖つまり糖鎖の形で存在する。糖鎖は核酸、タンパク質に次ぐ第三の鎖ともいわれ、微生物から動植物など生物界に広く存在する。糖鎖は細胞表面のタンパク質・脂質に結合する形で存在し、細胞の保護、細胞内・間の情報伝達に関与している。糖鎖は構成する糖の配列や修飾が一つ違えば異なった生物機能を有するため、その大きさと構造を正確に分析することが極めて重要である。しかしながら糖鎖はタンパク質や脂質などの生体高分子とは異なり、決まった大きさ (分子量) がなく分子量が不均一なため、インタクトな状態での分析は難しい。そこで酵素や酸により単糖やオリゴ糖に分解してから分析に供する方法が一般的である。

3 プレカラム蛍光誘導体化法による糖鎖分析

糖は還元末端に反応性に富むアルデヒド基やケト基が

存在することが化学構造的な特徴として挙げられる。糖の誘導体化はこれらの官能基と芳香族アミン系化合物をアミノ化反応させる方法が汎用されている。汎用される誘導体化試薬には、2-アミノベンズアミド、2-アミノ安息香酸、PA (2-アミノピリジン)、2-アミノアクリドン、7-アミノメチル-クマリンなどが挙げられる。これら化合物は単糖・オリゴ糖の還元末端を還元的アミノ化および自身がつ発色団の付与を行う。しかしながら一般にはケトースやシアル酸は還元的アミノ化反応の標識には適さない。一方で DMB (1,2-ジアミノ-4,5-メチレンジオキシベンゼン) は α -ケト酸と特異的に反応する試薬であり、強い蛍光性のキノキサリン誘導体を与えるが、この反応条件では試薬と誘導体の酸化を妨げるため高濃度の還元剤が必要となる。そこで Anumula らは *o*-フェニレンジアミンを用いる方法で DMB と比べ、反応が簡便でシアル酸結合糖鎖を高感度かつ定量的に分析ができることを報告している¹⁾。誘導体化糖は逆相クロマトグラフィーやホウ酸錯体を形成させた後に陰イオン交換クロマトグラフィーで分離する方法が一般的である。その後分離した誘導体化糖は蛍光検出器により検出する。ただしプレカラム蛍光誘導体化法では、試料および誘導体化試薬の純度が求められるほか、過剰に加えた誘導体化試薬が分離・検出に影響を与えないように、必要に応じて誘導体化糖の精製が必要となる。

4 ポストカラム蛍光誘導体化法による糖鎖分析

簡便な糖の発色定量法は濃硫酸を用いるものが多く、HPLC で使用するには装置やラインの腐食が問題となる。また感度も不十分であることから誘導体化法への利用は困難である。このような背景から、強酸を使用しないオンラインでの高感度ポストカラム誘導体化法の開発が精力的に進められている。分離した糖とエチレンジアミン²⁾、2-シアノアセトアミド³⁾、タウリン⁴⁾、アルギニン⁵⁾などと反応させる方法が開発されている。糖類は第一級、二級アミンと反応することから、アルカリ条件下でアミンやアミド、アミノ酸と反応させる方法が主流である。ポストカラム誘導体化法は誘導体化試薬用のポンプ、恒温反応槽、冷却槽が必要にはなるが、夾雑成分の影響により誘導体化効率に変化することが少なく、誘導体化反応の自動化により再現性が高いことから汎用されている。

5 MS による糖鎖分析

MS/MS は誘導体化の有無にかかわらず糖鎖が検出可能なことまた、質量から構成糖組成を把握できることから近年汎用されている。ただし生体試料中糖鎖の MS/MS 検出においてはシアル酸が脱離しやすいこと、カルボキシ基を有することから塩が付与されやすくスペクトルが複雑になり定量性も低下しやすいため注意が必要となる。MS での糖の分離は糖鎖の親水性の高さや MS と

の相性の良さから HILIC (hydrophilic interaction liquid chromatography) カラムで行われることが多くみられる。また日本薬局方では第十七改正より一般試験法として、オリゴ糖や糖ペプチドの糖鎖プロファイリングに対する MS の適用指針が示されるなど糖鎖分析における MS/MS 検出の役割はますます高くなると考えられる。MS/MS で糖鎖を検出する場合、基本的にはソフトイオン化法であるエレクトロスプレーイオン化 (ESI) やマトリックス支援レーザー脱離イオン化 (MALDI) によりイオン化する方法が主流である。質量分析部としては酸や酵素により分解した単糖や短いオリゴ糖では三連四重極型の TQ (triple quadrupole)-MS/MS、高分子な糖鎖や糖タンパク質、糖脂質では四重極型と飛行時間型を組み合わせた QTOF-MS やフーリエ変換イオンサイクロトロン共鳴型である FT-ICR MS やキングドントラップ型の Orbitrap MS を用いられることが多い。

6 ESI-MS による糖鎖の解析

ESI は脱離しやすい酸性基 (シアル酸, ウロン酸) を脱離させることなく分析できるため、糖においては次項で述べる MALDI よりも優れている。また、液体クロマトグラフィーとの高い互換性があり誘導体化した糖類との相性も良い。一方で、サンプルの詳細な特性評価を行うにはフラグメントの数が不十分であることや多価イオンの質量スペクトルが生じることにより、解析は MALDI と比較すると難易度が高い。しかし汎用性の高さや HPLC との相性が良いこと、解析が容易なネガティブイオンを生成しやすいことから ESI-MS/MS での糖鎖やオリゴ糖の分析・定量法が盛んに進められている。最近では、ヒトの脳脊髄液中の N 結合型糖鎖をパーメチル化 (permethylation) し、HPLC で分離、ESI でイオン化し Quadrupole-Orbitrap MS により検出する方法が報告されている⁶⁾。イオンのモニタリング法としてイオンをスキャンするために高解像度の Orbitrap または TOF MS を採用しイオン選択性を高めることで、SRM (selected reaction monitoring)/MRM (Multiple reaction monitoring) に比べて大きな利点がある PRM (parallel reaction monitoring) が用いられている。サンプル糖鎖はパーメチル化することにより、LC 分離の際の保持向上のみならず、シアル酸脱離やフコース再配置を防ぐなど糖鎖を安定化させることに寄与している⁷⁾。

7 MALDI-MS による糖鎖の解析

生体に存在する糖鎖は高分子であることから MALDI を用いたイオン化および飛行時間型もしくはイオントラップ型の MS/MS 検出と相性がよく、生体中の修飾糖鎖の構造解析によく利用されている。糖鎖を MALDI でイオン化する際によく使用される 2,5-ジヒドロキシ安息香酸や PA などはプロトン負荷イオンや、糖と親和性が高いアルカリ金属が付加されたイオンも生じやすいた

め、MALDI ではポジティブイオンモードでの解析が主流となっている。ポジティブイオンモードでの測定では構造異性体間の結合様式解析においてイオン強度の比較といった詳細な解析が要求されるほか、カルボン酸のカウンターイオンのバリエーションによりネガティブイオンモードと比較して一般的に難易度が高い。またシアル酸や硫酸基が付与された糖鎖はレーザー照射によるインソース分解 (in-source decay, ISD) や検出までのポストソース分解 (post-source decay, PSD) のいずれによっても脱離しやすく解析が非常に困難になる一因である。ESI-MS や FAB-MS ではネガティブイオンモードで中性糖鎖が解析されることから、MALDI においてもネガティブイオンモードでの解析法の開発が期待されている。MALDI でのネガティブイオンを生成でき得る適切なマトリックス分子の探索が進められており、 β -Carboline alkaloid の一種である harmine や norharman が報告されているが⁸⁾、未だ少ないのが現状である。

8 おわりに

誘導体化法の開発や機器の技術進歩とともに過去には知ることが困難であった糖鎖の構造や量を誰でも分析することが可能になってきた。分子量や構造が不均一で親水性が高い高分子化合物である糖鎖は、酸や酵素分解しない状態では定性・定量分析と相性が悪い化合物である。しかしながら、分析技術の発展とともに糖鎖解析も進化してきており、今後の更なる発展が期待される。

文 献

- 1) KR. Anumula : *Anal Biochem.*, **230**, 24 (1995).
- 2) T. Kato, T. Kinoshita : *Anal Biochem.*, **106**, 238 (1980).
- 3) S. Honda, Y. Matsuda, M. Takahashi, K. Kakehi, S. Ganno : *Anal Chem.*, **52**, 1079 (1980).
- 4) H. Mikami, Y. Ishida : *Bunseki Kagaku*, **32**, 207 (1983).
- 5) 加藤武彦, 飯沼文夫, 木下俊夫 : 日本化学会誌, **1982**, 1603.
- 6) BG.Cho, CD. Gutierrez Reyes, M. Goli, S. Gautam, A. Banazadeh, Y. Mechref : *Anal Chem.*, **94** (44), 15215 (2022).
- 7) S. Zhou, L. Veillon, X. Dong, Y. Huang, Y. Mechref : *Analyst*, **142**, 4446 (2017).
- 8) T. Yamagaki, H. Suzuki, and K. Tachibana : *Anal. Chem.*, **77**, 1701 (2005).



米野 雅大 (KOMENO Masahiro)
東京理科大学薬学部 (〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641)。近畿大学大学院生物理工学研究科生物工学専攻博士後期課程修了。博士 (工学)。《現在の研究テーマ》糖鎖と生物機能の解析。

南原利夫先生を偲ぶ

1926年7月兵庫県姫路市に生まれる。1951年東京大学医学部薬学科卒業、1954年同大学院特別研究生前期修了、1955年同助手、1956年北海道大学医学部薬学科講師、1957年薬学博士、同助教授、1960年米国スロン・ケッテリング^{がん}癌研究所文部省在外研究員、1961年東京大学薬学部助教授、1966年東北大学医学部薬学科教授、1972年東北大学薬学部教授（学部昇格に伴う配置換え）、1979年日本分析化学会学会賞受賞、1983年東北大学薬学部長（1986年3月まで）、1985年日本薬学会賞受賞、1988年東北大学薬学部長、紫綬褒章受章、1990年東北大学定年退官、(財)食品薬品安全センター秦野研究所研究顧問、日本分析化学会会長、1991年日本薬学会会頭、1993年中央薬事審議会会長、1994年永井財団国際賞受賞、1995年星薬科大学学長、1996年星薬科大学理事長、国際薬学連合（FIP）永年薬学研究顕著功績賞受賞、日本医用マスペクトル学会功労賞受賞、1998年日本私立薬科大学協会副会長・理事長協議会会長、2001年星薬科大学理事長・学長 任期満了退任、2024年瑞宝中綬章受章・正四位。

2024年4月20日、元日本分析化学会会長・本会名誉会員の南原利夫先生が97歳でご逝去されました。前日までご自宅で普段通り過ごしていたそうです。余りにも急な訃報で、当初は家族葬とのことでしたが、先生を慕う何人かが駆けつけ、少人数ではありましたが4月22日と23日、供花にあふれた穏やかな葬儀が執り行われました。ここに謹んで哀悼の意をささげると共に、先生の業績と思い出を振り返り、追悼文とさせていただきます。

南原先生は、東京大学・北海道大学などを経て1966年に教授として東北大学に赴任されました。「実験器具を買うために自ら東京に買い出しに行った」、「道路が未舗装なので仙台駅で長靴から革靴に履き替えた」など当時の話も度々聞いておりました。私にはその苦勞を伺い知れませんが、研究室の立ち上げのみならず、黎明期^{れいめい}の東北大学医学部薬学科を現在の薬学部へと導く礎を築いた苦勞を感じたものです。

また専門の分析化学では、「医と薬は車の両輪である」との考えから、薬学・バイオメディカルにおける分析化学の方向性を示されました。すなわち、ライフサイエンスとしての薬学の分析化学は、「生体物質の機能の解明」、「病態との関連の解析」、「薬物の有効性・安全性の確保」を指向するものであり、微量成分の質的量的変動を的確に把握することの必要性を強く訴えられました。そのため、薬学の分析化学の研究目標を、「微小差の弁別」、「非破壊化学性の利用」、「極微量試料を対象とする方法論の確立」と定め、薬物のみならずステロイド化合物全般を主な分析対象とし、それぞれ「分離系の改良」、「抱合型代謝物など不安定かつ高極性化合物の分析」、「低分子ハプテンのイムノアッセイや検出指向の誘導体化」などに展開しました。その業績は、400報以上の原著論文、日本分析化学会学会賞、日本薬学会賞、紫綬褒章、国際薬学連合（FIP）永年薬学研究顕著功績賞に結



実し、教育者としても数多くの人材をアカデミア、製薬企業などに送り出しました。

東北大学を退官後も厚生労働省などで精力的に各種要職を務められ、中でも星薬科大学学長・理事長としての功績は、星薬科大学九十年史に南原利夫語録など7ページにわたり記載されています。公職から退いた後は後進を温かく見守りながら、趣味の庭いじりと幼児期からこれまでの自分史・エッセイの執筆などをされていたそうで、7~8巻に及ぶ自費出版の書は、私にとって人生の道標となるものでした。

最後に個人的な思い出も少し記したいと思います。私が先生のもとで研究を始めたのは学部4年生からです。当時の先生の年齢を超えた現在、研究者としても教育者としても、いまだに全く足元にも及ばない不肖な弟子であるため、「大江君、頑張らなきゃあかんよ」と姫路訛りの激励が聞こえてきそうです。こんな出来の悪い私にも、在学中から最近まで、公私にわたり気に留めて頂きました。アメリカ留学中も、「日本からインスタント味噌汁やお茶漬けを持ってきたからニューヨークで会わないか」との電話があり、ロックフェラー大学のキャンパスを散歩しながら、私の将来や星薬科大学の新館建設にかける思いなどをお聞きしたのが懐かしい思い出です。また、昨年ご自宅に電話した際、息子の大学合格を喜んで頂き、「頑張って100歳まで生きるよ」とおっしゃったので、「私の最終講義までお願いします」とお話ししたのが最後の会話となりました。

先生の弟子たち、さらには孫弟子たちには、先生が道筋をつけた「薬学・バイオメディカルにおける分析化学の考え方」が脈々と流れています。南原先生、我々もいつの日かそちらにお伺いします。そのときは、昔恒例だった「南原先生を囲む会」を企画しますので、それまで安らかにお休み下さい。

〔東北大学大学院薬学研究科教授、

日本分析化学会東北支部長 大江 知行〕

● マイクロ流体を用いたタンパク質 液液相分離の解析

近年、タンパク質や核酸などの生体分子の多くが細胞内で液液相分離 (liquid-liquid phase separation, LLPS) により液状集合体 (液滴) を形成することが分かってきた。LLPS は細胞空間の区画化・組織化する役割を果たし、生化学反応のための微小反応器として機能すると考えられている。例えばストレス顆粒や核小体などの膜のないオルガネラが LLPS により形成されることや、遺伝子発現、シグナル伝達、代謝調節等広範な生理的プロセスにとって LLPS が重要であることが分かってきた。また、LLPS はタンパク質のミスフォールディング病など様々な疾患に関連することが示唆されている。

LLPS の研究において相図形成は重要である。化学的条件を変化させ均一相領域と相分離領域の間の相転移条件を決定することで、LLPS を駆動する熱力学過程について議論することができる。LLPS はイオン強度、pH、温度、夾雑物など様々なパラメータに影響を受けることが知られている。また、タンパク質の種類によって、LLPS 挙動変化の要因が異なる。しかし、従来の 96 ウェル等を用いた実験系ではこれらの膨大なパラメータを分解能高く変化させ相図を得るのは、膨大な実験と多量のタンパク質試料が必要となるため困難であった。

近年、マイクロ流体デバイス中で作成したマイクロメートルサイズの有機相水滴 (マイクロ水滴) を用いて LLPS 相図を高分解能で作成する手法が開発された¹⁾。この手法では、タンパク質水溶液・夾雑物水溶液の流量を変化させながらマイクロ水滴を作製することで、異なる濃度のタンパク質、夾雑物等を封入した大量 (10³ 個以上) の水滴を 5 分以内に準備できる。そのため、微量のタンパク質試料を用いて 10³ 点を超えるデータ点数を持つ相図を作成することができる。

本手法を用いることで、筋萎縮性側索硬化症に関連する fused in sarcoma (FUS) の相転移メカニズムの特定など LLPS の物理化学的な研究が進展している²⁾。また、本手法は非常に簡便に LLPS の相図を得ることができるため、抗菌ペプチドの LLPS を介した薬効メカニズムの検討など応用研究においても広く利用されている³⁾。

今後、本手法により LLPS についての化学的観点からの理解がより一層深まることを期待する。

- 1) W. E. Arter, R. Qi, N. A. Erkamp, G. Krainer, K. Didi, T. J. Welsh, J. Acker, J. Nixon-Abell, S. Qamar, J. Guillén-Boixet, T. M. Franzmann, D. Kuster, A. A. Hyman, A. Borodavka, P.

St George-Hyslop, S. Alberti, T. P. J. Knowles : *Nat. Commun.*, **13**, 7845 (2022).

- 2) D. Qian, T. J. Welsh, N. A. Erkamp, S. Qamar, J. Nixon-Abell, G. Krainer, P. St. George-Hyslop, T. C. T. Michaels, T. P. J. Knowles : *Phys. Rev. X*, **12**, 041038 (2022).
3) T. Sneideris, N. A. Erkamp, H. Ausserwöger, K. L. Saar, T. J. Welsh, D. Qian, K. Katsuya-Gaviria, M. L. L. Y. Johncock, G. Krainer, A. Borodavka, T. P. J. Knowles : *Nat. Commun.*, **14**, 7170 (2023).

〔東北大学多元物質科学研究所 福山 真央〕

● 環境水中微量金属元素分析の自動化

環境水中には、さまざまな元素が数 % から ng L⁻¹ にも満たない検出困難な濃度まで含まれている。河川水や海水には、自然由来だけではなく工場や病院、生活排水由来の金属元素が下水処理場で完全に処理されずに流入することが報告されている¹⁾。環境省では、環境庁告示第 59 号水質汚濁に係る環境基準²⁾として、人の健康の保護に関する環境基準と、生活環境の保護に関する環境基準を定めている。一方で未だ生体内への取り込みのメカニズムやその後の影響が明らかになっていない環境基準のない元素についても、環境や人の健康への影響が懸念されている。また元素濃度は採水地点や時期によっても異なるため、複数地点での定期的なモニタリングが必要である。

環境水中の元素分析には、原子吸光分析法や吸光光度分析法、誘導結合プラズマ発光分光分析法、誘導結合プラズマ質量分析法 (inductively coupled plasma mass spectrometry, ICP-MS) が広く用いられている。試料の前処理では、試料中の微量金属元素の濃縮と多量に含まれる Na や Ca 等による検出器への負荷の軽減および微量金属元素へのスペクトル干渉の軽減のために、一般的にキレート樹脂固相抽出法による脱塩濃縮操作が行われる。試料中の有機物量が多い場合は試料に硝酸、過塩素酸、または過酸化水素等を加え加熱酸分解する操作が行われる。これらのような煩雑な前処理を必要とする実験操作では、時間と手間がかかり、コンタミネーションや人的誤差が起きやすいという問題点があった。

そこで、これまでに様々な前処理の自動化が進められており、自動固相抽出装置³⁾や自動酸分解装置⁴⁾が開発されて利用されている。Yokota ら³⁾は、カルボキシメチル化ポリエチレンイミン型キレート樹脂を用いた微量元素の高速自動固相抽出分離・前濃縮システムを開発している。これにより、試料溶液約 100 mL を用いた場合、キレート樹脂を充填したカートリッジ 2 個を用いて抽出と溶出を同時に行うことができるため、従来の市販のキレート樹脂を用いた手動による操作の約 2 倍の試料数の前濃縮が可能である。また、固相抽出と分離に内部標準化技術を採用しているため、試料中の微量元素を正確かつ高精度に定量することが可能となっている。地下水および排水認証標準物質 (ES-L-1, EU-L) における

Cd, Co, Pb, Zn, Fe, Cu, Ni, V の 8 元素の定量値は、認証値の不確かさの範囲内であり、添加回収試験とともに良好な結果が得られている。

熊澤ら⁴⁾は、前処理操作の負担軽減およびコンタミネーション防止を目的に、ドラフトチャンバーを使用しない酸分解前処理から ICP-MS 測定までを連続流れ分析により自動化した自動酸分解装置を開発している。自動酸分解装置は、これまで人の手を介する必要のあった試料の攪拌、希釈、硝酸等試薬の添加、加熱分解、放冷、ICP-MS 測定までをチューブの中の密閉状態で一気通貫に自動的に行うことのできる分析装置である。これにより、作業の省力化や使用する試薬量と加熱分解に用いる消費電力の削減ができる。また、密閉された細管の中で分析が完結することから、外部からのコンタミネーションの減少や人への酸の暴露の低減が期待できる。環境試

料における Cd, Pb, As, Se, Cr, Zn, Fe, Cu, Mn, B, Al の 11 元素では、定量結果および添加回収試験とともに良好な結果が得られている。分析の自動化によって環境水の定期的かつ複数地点の試料分析がすすめば、将来的には安全な飲料水源の確保や水生生物の保護にもつながっていくと期待される。

- 1) P. Ebrahimi, M. Barbieri : *Geoscience*, **9**, 93 (2019).
- 2) 環境省：環境庁告示第 59 号，“水質汚濁に係る環境基準”〈<https://www.env.go.jp/kijun/mizu.html>〉, (accessed 2024.3.1).
- 3) Y. Yokota, M. G. Ide, Y. Inoue, S. Kagaya : *Anal. Sci.*, **39**, 589 (2023).
- 4) 熊澤頼博, 西村 崇, 政木一央, 太田美穂：環境と測定技術, **49**, 29 (2022).

[東京工業大学 八井田 朱音]

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

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

〈2003 年掲載 1 章 質量分析の基礎知識〉

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

〈2009 年掲載 2 章 質量分析装置のためのイオン化法〉

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

〈2002 年掲載 3 章 同位体比分析〉

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

〈2016 年掲載 4 章 精密同位体分析〉

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

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



計量計測とウランバートル

こんにちは。産業技術総合研究所、計量標準総合センター（National Metrology Institute of Japan, NMIJ）、国際計量室の浅井志保と申します。大学院時代からの研究仲間である順天堂大学の石原量先生からリレーエッセイを引き継ぎました。この場では、現所属である国際計量室の業務に触れながら、計量計測分野の国際活動について、少しですがご紹介させていただきたいと思います。

国際計量室は、NMIJにおける国際活動業務を支援する部署であり、世界中の計量関連機関とNMIJをつなぐ役割を担っています。NMIJは、日本の国家計量標準機関（National Metrology Institute, NMI）として位置づけられ、計量標準の維持や計量計測に関連する研究開発に取り組んでいます。NMIJで設定した計量標準が世界で普遍的に認められるためには、世界各国のNMIとの連携が不可欠です。このため、日々、世界中の計量計測関連機関とやりとりをしています。各NMIは、メートル条約（国際的に整合性が保証された度量衡標準を維持するための多国間条約）の下、地域ごとに設けられた計量組織に属し、NMIJは、アジア太平洋計量計画（Asia Pacific Metrology Programme, APMP）のメンバーとして活動しています。

APMPでは、中間会合と総会が毎年1回ずつ開催され、計量標準に関連したプロジェクトの報告や提案の場となっています。2023年の中間会合は、モンゴルの首都ウランバートルで開催されました。モンゴルの人口は345万人で、外務省の統計によれば、世界一人口密度が低い国だそうです。確かに、空港からウランバートル市内までの約50kmの道のりのほとんどが大草原でした。

APMPの中間会合では、5日間の会期中、分野や目的別に様々な会議が開催されます。国際計量室が担当するDeveloping Economies' Committee (DEC)では、途上国の支援プログラムの成果発表、活動報告、および今後の計画や戦略について議論されました。DECには、各NMIの国際関係の担当者が参加するため、会議に加え、国際交流を目的としたワークショップも開かれました。モンゴルを含め約20か国からの参加があり、普段はメールのやり取りだけで対面は初めてという方も多く、まず自己紹介からスタートしました。自分は、マイクで話すとき声が高めに聞こえるので、目立たないように声の周波数を調整して話すことを心がけていたのに、さっそ

く隣の席の方に「あなたの声はすごく特徴があるね」などと言われ、絶句しているうちに約30名の怒涛の自己紹介が終了しました。

今回のワークショップは、四つのグループに分かれて何かを制作するというものでした。グループごとに段ボールが用意されており、空き箱、空のペットボトル、油性ペン、はさみ、ガムテープなどなどの小学校の宿題で使う類の工作材料や道具が入っていました。まさか、みんなで工作をするのだろうか、と心配していると「計量計測に関する何かを作ってプレゼンしてください」という自由すぎるお題が与えられました。同じグループになったのは、オーストラリア、中国、インドネシア、モンゴル、シンガポール、タイからの参加者で、ワークショップの趣旨も良く分からないまま、初対面で会話が弾むはずもなく、沈黙が続きました。研究発表の国際会議では経験しない特殊な状況に動揺しつつ、次第に追い詰められる中、空のペットボトルを見て、全員がpH標準液を連想し、pHメーターを作ってプレゼンする、という分かりやすいテーマに落ち着きました。テーマが決まると、pH電極を作る担当、ディスプレイを作る担当など、各自手際良く作業が進み、すぐに本体が出来上がりました。自分はペットボトル3本でpH標準液を作りました。といっても、校正値を書いた紙を貼っただけです。フタル酸塩4.01、中性リン酸6.86、炭酸塩10.01という値を覚えていたので救われました。表示桁数が多いことを想像以上にメンバーが喜んでくれて、厳密な数値にこだわる者同士、妙な一体感が生まれました。ワークショップの狙いはこういうことだったのかもしれない。

今年の中間会合の開催地はフィリピンのボホール島で、スケジュールの都合上0泊3日の弾丸出張です。南の島でどんな無茶ぶりがあるのか不安ですが、交流を深められるよう努めたいと思います。

今回のリレーエッセイ執筆者は、日本原子力研究開発機構の松枝誠さんです。松枝さんの研究アプローチや発想がおもしろいので、リレーエッセイも期待しています。最後まで乱文にお付き合いくださり、ありがとうございました。

〔産業技術総合研究所 浅井 志保〕

熊谷将吾氏

(KUMAGAI Shogo
東北大学大学院工学研究科 准教授)

1986年宮城県仙台市生まれ。2010年東北大学工学部化学・バイオ工学科を卒業し、同年東北大学大学院環境科学研究科に進学。2015年に同研究科博士課程後期3年の課程を修了、博士(環境科学)を取得し、同研究科の助教に着任。2022年、東北大学ディステイングイッシュトリチャーの称号が付与され、2024年1月より現職。2014年より、熱分解ガスクロマトグラフィーを有機炭素資源の化学原料転換プロセス開発に応用する研究を開始し、現在に至る。2018年、*Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*のEditorに就任。2020年、経済開発協力機構(OECD)の“Sustainable Plastics Criteria from Chemicals Perspective プロジェクト”のExpert group memberに就任。リサイクル研究ならびに熱分解分析法の発展に貢献すべく国内外の様々なプロジェクトに携わる。趣味はウェイトトレーニング。



【業績】

有機炭素資源利用プロセス開発への熱分解ガスクロマトグラフィーの応用

熊谷将吾氏は、従来高分子の構造解析や組成分析を主とする熱分解ガスクロマトグラフィーを、プラスチックやバイオマス等有機炭素資源の化学原料転換プロセス開発に応用する研究を大きく開拓し、これまでに、数々の熱分解反応分析法を開発することに成功した。以下に同氏の主要な研究業績を示す。

1. タンデム- μ リアクター-ガスクロマトグラフを応用した熱分解-触媒反応のその場分析法の開発

プラスチックやバイオマスの熱分解および固体触媒との触媒反応からなる2ステッププロセスの開発が現在主流となっている。熱分解反応や触媒反応の生成物をその場分析することができれば、熱分解および触媒反応機構の解明やプロセス設計に大きく貢献する。熊谷将吾氏は、タンデム- μ リアクター-ガスクロマトグラフ/質量分析計(TR-GC/MS)を用いた様々な熱分解-触媒反応系をTR内で構築し、その反応生成物をその場分析する手法を開発してきた。例えば、ポリエチレンテレフタレート(PET)の熱分解生成物を酸化カルシウム(CaO)と反応させてベンゼンに転換するプロセス¹⁾²⁾において、その一連の反応生成物をTR-GC/MSによりその場分析する方法論を提案し、主要生成物のダイナミックな生成挙動をモニタリングすることに成功した³⁾⁴⁾。

2. 熱分解-気相誘導体化-GC/MS法による高沸点熱分解生成物のその場分析法の開発

熱分解法によるケミカルリサイクルプロセスを検討するためには、低沸点~高沸点まで幅広く熱分解生成物の組成や生成挙動を理解することが必要不可欠である。しかし、一部のプラスチックやバイオマスは、GCでは分析困難な高沸点化合物を熱分解により生成するため、熱分解ガスクロマトグラフィーによる熱分解反応解析のボトルネックとなっていた。熊谷将吾氏は、触媒スクリーニング用途に開発されたTR-GC/MSを用いて、高沸点化合物を気相中で直接誘導体化してGC/MSに導入する、熱分解-気相誘導体化-GC/MS法(Py-GPD-GC/MS法)を開発した。これまでに、4,4'-ジフェニルメタンジイソシアネート(MDI)を骨格に含むポリウレタンをTRの1段目反応炉にて熱分解し、2段目反応炉にN-メチルピス(トリフルオロアセトアミド)(MBTFA)を導入するシステムを構築し、1段目反応炉で生成した4,4'-ジアミノジフェニルメタン(MDA)を気相トリフルオロアセチル(TFA)化して、GC/MSによりその場分析することに成功した⁵⁾。

3. スーパーエンジニアリングプラスチックの燃焼反応生成物のその場分析法の開発

スーパーエンジニアリングプラスチックのような高耐熱性樹脂は、熱分解により大量の炭素残渣を形成するものが多い。よって、部分燃焼反応等のガス化によって化学原料に転換するアプローチが検討されている。従来の熱分解-GC/MS(Py-GC/MS)により燃焼反応生成物をその場分析する場合、空気中の酸素によるカラムやイオン源の損傷、窒素と酸素による大きなノイズ発生のため、燃焼反応生成物を評価することは極めて困難であった。熊谷将吾氏は、フロンティア・ラボ(株)と共同で、スーパーエンジニアリングプラスチックの燃焼反応生成物のその場分析を可能とする新しい分析手法を提案した。具体的には、パイロライザーに導入した空気をヘリウムで希釈するガス導入ラインを新設し、カラムやイオン源の損傷を防ぐと同時にノイズレベルを低減し、燃焼反応生成物をその場分析することに成功した⁶⁾⁷⁾。

4. 高効率熱分解試験システムおよび共熱分解シナジー効果の評価手法の開発

共熱分解において、プラスチック種、バイオマス種、それらの混合比、それらの熱分解温度等の組み合わせは多岐に渡る。更に、共熱分解によって得られる熱分解生成物は極めて複雑な組成を有し、生成物の評価を難しくしている。熊谷将吾氏は、熱分解から生成物の定性・定量まで一貫通貫で実施可能な熱分解-GC/マルチ検出器システム⁸⁾および階層的クラスター分析(HCA)を用いた共熱分解シナジー効果の評価手法⁹⁾¹⁰⁾を開発した。本試験システムは、熊谷将吾氏が通常実施するオフラインの熱分解試験および分析と比較して、実験および分析に要する時間をそれぞれ75%および71%短縮、つまり従来の3~4倍の熱分解試験および分析効率を達成している。また、HCAを応用した共熱分解シナジー効果の評価により、迅速かつ簡便に共熱分解シナジー効果に伴う収量増減ならびに生成物群を捉えられることを見いだしている。

このように、熊谷将吾氏は有機炭素資源利用プロセス開発に熱分解ガスクロマトグラフィーを応用する独創的なアプローチにより、資源利用化学分野における分析化学の新しい可能性を開拓すると同時にそのプレゼンスを大きく向上したことから、分析化学の発展に貢献するところが大きい。

〔東北大学大学院理学研究科 西澤 精一〕

文 献

- 1) *Environ. Sci. Technol.*, **48**, 3430 ('14).
- 2) *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **94**, 2370 ('21).
- 3) *React. Chem. Eng.*, **2**, 776 ('17).
- 4) *Chem. Eng. J.*, **332**, 169 ('18).
- 5) *Anal. Chem.*, **92**, 14924 ('20).
- 6) *J. Anal. Appl. Pyrolysis*, **168**, 105754 ('22).
- 7) *J. Anal. Appl. Pyrolysis*, **181**, 106575 ('24).
- 8) *分析化学*, **73**, 297 ('24).
- 9) *Chem. Eng. J.*, **453**, 139958 ('23).
- 10) *Chem. Eng. J.*, **493**, 152434 ('24).

宋 和 慶 盛 氏

(SOWA Keisei)
(京都大学大学院農学研究科 助教)

1989年7月生まれ、大阪市出身。兵庫県立神戸高等学校卒。2012年京都大学農学部応用生命科学科卒業、2014年京都大学大学院農学研究科応用生命科学専攻博士前期課程修了、2017年同博士後期課程修了、加納 健司教授(京大)の指導の下、「非白金水素エネルギー変換系に繋がる生物電気化学的研究」で博士(農学)の学位を取得。日本学術振興会特別研究員DC2、三井化学アグロ株、株式会社製作所を経て、2021年2月に京都大学助教。専門は、構造生物電気化学。直接電子移動型酵素の基礎理解と生体模倣技術(バイオ燃料電池、第三世代型バイオセンサ、CO₂のバイオ資源化など)の社会実装に取り組んでいる。趣味はゴルフと将棋。



【業 績】

電気分析化学と構造生物学による直接電子移動型酵素の反応機構解明

宋和慶盛氏は、電気分析化学、酵素工学、構造生物学の分野で活動している。特に、電極と直接接合する酵素として知られる“直接電子移動型酵素(DET型酵素)”に焦点を当て、電気分析化学による反応機構解明を推進し、その基礎研究を生体模倣技術へと発展してきた。以下に、同君の主要な研究業績を記す。

1. 電気分析化学的アプローチによる DET 型酵素の反応機構解明

酸化還元酵素反応と電極反応を共役した酵素機能電極反応は、生物電気化学的デバイスの基盤技術として着目されている。特に、酵素が直接的に電子移動する“直接電子移動型酵素電極反応(DET型反応)”は、電子伝達メディエータが不要なため、エネルギー変換効率の向上や副反応リスクの低減が可能となり、次世代型バイオ燃料電池や第三世代型バイオセンサなどのデバイスへの展開が期待されている。

酢酸菌由来のフルクトース脱水素酵素(FDH)は、他の酵素と比べ平均値の10倍以上のDET型活性を有し、モデル酵素として長年研究されてきた。FDHの電子移動メカニズムをより詳細に解析するには、構造情報が必須であったが、FDHが膜結合型酵素であるため結晶化が困難で、長年の間、X線結晶構造解析法による立体構造解明は難航していた。そこで、クライオ電子顕微鏡観察技術(Cryo-EM)によってFDHの立体構造を解明した。本成果は、DET型反応可能な膜結合型フラボヘモ/キノヘモ/メタロヘモタンパク質において、世界で初めて全体構造を解明したものである。解析結果から酵素内の電子移動経路を特定し、Marcus理論に基づく定量的な速度論的考察を行った。また、静電相互作用に着目し、酵素と電極表面の静電状態を制御することで、heme 2cが電極反応部位であることを決定した。さらに、heme 2c周辺の芳香族アミノ酸残基に着目し、部位特異的変異導入法によって、トリプトファン残基(Trp427)が酵素-電極間の長距離電子移動速度を3倍加速させていることを実証した¹⁾。

また、酢酸菌由来のアルコール脱水素酵素(ADH)やアルデヒド脱水素酵素(ALDH)の立体構造をCryo-EMで解明し、その電子移動反応を考察した²⁾。さらに、メタノール資化性菌由来のギ酸脱水素酵素(FoDH1)に関して、Cryo-EMで得られた立体構造と電気分析化学結果から、本酵素内には二つの電極反応部位と三つの電子移動経路が存在することを実証した³⁾。

2. 応用展開に向けた DET 型反応の改良

一般的に、DET型反応における律速過程は、酵素内の電極

反応部位-電極間の長距離電子移動である。本反応速度は、両者間の距離増加に従って指数関数的に減衰するため、DET型反応に適した酵素-電極間界面設計が重要である。ピリルビンオキシダーゼ(BOD)は、酸素から水への4電子還元を触媒するDET型酵素で、バイオ燃料電池の正極材料として汎用されている。BODの電極反応部位に着目し、(A)生理学的電子ドナーを電極に修飾する配向制御法⁴⁾、(B)適した静電相互作用を持つ炭素材料の開発⁵⁾⁻⁸⁾、(C)糖鎖ミミックによる配向制御法⁹⁾¹⁰⁾によって、BODのDET型反応特性を大幅に向上させた。

また、酵素工学的手法により優れたDET型反応特性を持つ変異体も作製した。異化代謝にかかわる補酵素であるNAD⁺/NADHの相互変換反応を担う、FoDH1のβサブユニットに着目し、βサブユニット単独発現体(FoDH1B)を発現・精製し、その電気化学特性を評価した。酵素自体のダウンサイズ効果だけでなく、酵素表面に新たに露出した鉄硫黄クラスターが新規の電極反応部位として機能することを確認し、そのDET型特性を大幅に改善することに成功した¹¹⁾。

3. 生体模倣技術への応用研究

上記のDET型酵素を活用し、3種類の燃料で発電するDET型バイオ燃料電池を開発した。特に、水素で発電するバイオ燃料電池の場合、ガス拡散型電極を活用することでヒドロゲナーゼ固有の不活性化反応を抑制できることを実証し、常温常圧静止条件下で出力密度8.4 mW cm⁻²を達成した(2024年現在においても世界最高出力)¹²⁾。

また、国際共同研究によって第三世代型バイオセンサの開発にも取り組んでおり、印刷型電極にFDHを修飾させることで明瞭なDET型反応を実現し、良好な特性を持つ第三世代型バイオセンサを構築した¹³⁾。

このように、宋和慶盛君の電気分析化学と構造生物学を組み合わせた独創的で優れた研究は、酵素反応機構の基礎理解だけでなく生体模倣技術の発展にも寄与し、分析化学の発展に貢献するところが大きい。

[中央大学理工学部 上野 祐子]

文 献

- 1) *ACS Catal.*, **13**, 13828 (‘23). 2) *ACS Catal.*, **13**, 7955 (‘23). 3) *Chem. Commun.*, **58**, 6478 (‘22). 4) *PCCP*, **16**, 4823 (‘14). 5) *J. Electroanal. Chem.*, **783**, 316 (‘16). 6) *Electrochim. Acta*, **192**, 133 (‘16). 7) *Electrochem. Commun.*, **66**, 58 (‘16). 8) *Electrochim. Acta*, **246**, 794 (‘17). 9) *Bioelectrochem.*, **146**, 108141 (‘22). 10) *Bioelectrochem.*, **152**, 108143 (‘23). 11) *Electrochim. Acta*, **465**, 142954 (‘23). 12) *J. Mater. Chem. A*, **4**, 8742 (‘16). 13) *Biosens. Bioelectron.*, **237**, 115450 (‘23).

外間 進悟 氏

(SOTOMA Shingo
(京都工芸繊維大学テニュアトラック 助教))

1986年7月兵庫県に生まれる。2010年同志社大学工学部卒業。2015年京都大学大学院工学研究科博士課程を修了し、「ダイヤモンドナノ粒子の生体計測応用に関する研究」により博士(工学)。2015~2016年京都大学工学研究科(博士研究員)、2016~2018年台湾中央研究院(博士研究員)、2018~2020年大阪大学蛋白質研究所(学振SPD)、2020~2023年大阪大学蛋白質研究所(助教)、2023年京都工芸繊維大学テニュアトラック助教。現在はダイヤモンド・量子ドット・金などのナノ粒子の表面を機能化による制御とそれらを利用したバイオイメージング・バイオセンシングの研究に取り組んでいる。趣味は野球、琉球エイサー、2人の子供との公園遊び。



【業績】

細胞内の物理化学量を分析するナノ計測技術の開発と応用

外間進悟氏は、量子センサとも呼ばれる蛍光性ダイヤモンドナノ粒子を開発し、それまで困難であった細胞内の物理化学量を定量的に計測する技術の開発に成功した。以下に同君のおもな業績を3項目に要約して紹介する。

1. イオン・電子線照射による高輝度化・高磁気共鳴活性化^{1)~3)}

ダイヤモンド結晶内部に形成する格子欠陥の1種である窒素空孔中心(NVC, nitrogen-vacancy center)は近赤外の蛍光を発する。NVCを有するダイヤモンドナノ粒子(一般に粒子径100 nm)は蛍光性ナノダイヤモンド(FND, fluorescent nanodiamond)と呼ばれる。また、NVC内部の電子スピンの磁気共鳴現象はNVCの蛍光強度から検出することができ、この技術は光検出磁気共鳴(ODMR, optically detected magnetic resonance)と呼ばれる。ODMR信号は周囲の物理化学量(外間氏の研究では温度・角度に着目)に鋭敏に応答するため、FNDはナノ領域の温度計として利用することができる。しかし、FND内部に存在するNVCの濃度は低くODMR信号強度が微弱であり、一つの粒子を計測に利用することは困難であった。外間氏はFNDに対してヘリウムイオン照射を行いダイヤモンド結晶内に人工的に欠陥を導入し、NVCの濃度を向上させることに成功した。これにより、25 nmと微小なFND1粒子からODMR信号を検出することに成功した。また、FND粒子表面の化学状態を制御することによりNVCの安定性を高めることができることを発見し、粒子径が4 nmと当時世界最小となるFND量子センサの開発に成功し、細胞計測に利用できることを世界に先駆けて示した。

2. 表面化学修飾による高分散性・機能化・選択的分子標識^{4)~8)}

FNDの表面は疎水的であるため、生命科学へ応用するためには水溶液中での分散性を向上させる必要がある。また表面をバイオコンジュゲーション可能な官能基で修飾する技術の開発、それに続いて狙った生体分子を選択的に標識する技術の開発も必要となる。外間氏はこの問題の解決を高い親水性を有する高分岐鎖ポリグリセロール(HPG, hyperbranched polyglycerol)コーティングにより達成した。FNDは水中では高い分散性を示すが、塩を含む溶液中では凝集・沈殿してしまう。FND表面をHPGでコーティング(FND-HPG)することによって、細胞培養条件下でも高い分散性を保つFNDの調製に成功した。さらにFND-HPGの表面に、カルボキシ、アミン、アジド、ピオチンなどの官能基を、ワンポットで簡便に導入する方法を開発した。この方法を応用し、細胞膜のタンパク質(CD44, 糖タンパク質, インテグリン)を選択的に標識する技術を開発、さらに1粒子トラッキングから膜タンパク質の拡散係数を算

出することに成功した。ところで、HPGコーティングはナノ粒子に高い分散性と拡張性を与える一方で、コーティングの厚みが20 nm程度となり、ODMRセンシングにおいてターゲット分子とNVCとの距離を生み感度に影響を与えることが課題となっていた。そこで、分子内にダイアセチレン構造を持つ脂質でFNDをコーティングし、脂質間にUV光を照射し光重合させることによりコーティングの安定性を大幅に向上させる技術を開発した。この光重合性脂質(PCL, photo-crosslinked lipid)コートされたFND, FND-PCLのコーティング膜厚は2 nm程度であるが、高い分散性と非特異的吸着を抑制する効果を有していることが確認された。

本手法の応用範囲は広く、バイオイメージング・バイオセンシングにおけるFNDの利用を加速させた。

3. 細胞の熱伝導率計測⁹⁾

FNDはナノ領域の温度計測が可能なセンサとして機能する。一方で、ポリドーパミン(PDA, polydopamine)はドーパミンが重合した高分子であり、光照射によって発熱する性質(フォトサーマル効果)を有する。外間氏の研究では、FND-PDAを合成、発熱体と温度計が一体となった新規ハイブリッドナノシステムを構築し、ナノ領域の熱伝導を計測可能なプローブを開発した。FND-PDAに光照射すると、PDAが発熱しその発熱はFNDによって計測することができる。FND-PDAが高熱伝導率の環境にある場合、PDAの発熱は外部へ速く拡散するため、FNDの温度は上がりやすく、逆に低熱伝導率の環境にある場合はFNDの温度は高温になる。すなわち、FND-PDAを細胞内に導入しその温度上昇を調べることによって、細胞内の熱伝導率を計測することができる。実験では、すでに熱伝導率が報告されている、空気、水、ミネラルオイル中で発熱の計測を行い、FND-PDAを正確に熱伝導率計測が行えることを確認した。その後、HeLa細胞とMCF-7細胞(いずれもヒト由来癌細胞)内にFND-PDAを導入し、熱伝導率を計測した結果、細胞の熱伝導率は、0.11 W/m・Kであり水(0.6 W/m・K)より小さく、また大きなばらつきを持つことを明らかにした。本成果により、細胞内の局所はこれまで考えられていた以上に高温になりやすく、この温度勾配が生体反応に影響を与える重要なファクターである可能性が示された。

以上の通り、外間進悟氏は材料開発から生体応用に至るすべてのフェーズで重要な研究成果を上げており、独創的な着想と技術は分析化学の発展に資するものである。

[九州工業大学工学研究院 竹中 繁織]

文 献

- 1) *Biophys. Physicobiol.*, **19**, e190034 ('22). 2) *Diam. Relat. Mat.*, **10**, 33 ('15). 3) *Sci. Rep.*, **8**, 5463 ('18). 4) *Chem. Lett.*, **3**, 354 ('15). 5) *Langmuir*, **35**, 8357 ('19). 6) *ACS Appl. Mat. Interf.*, **11**, 19774 ('19). 7) *ACS Appl. Mat. Interf.*, **15**, 21413 ('23). 8) *Chem. Commun.*, **54**, 1000 ('18). 9) *Sci. Adv.*, **7**, eabd7888 ('21).

中村 圭介 氏

(NAKAMURA Keisuke
産業技術総合研究所計量標準総合センター物質計測標準研究部門 主任研究員)

1988年11月神奈川県横浜市に生まれる。2012年埼玉大学応用化学科卒業、2014年同大学大学院理工学研究科博士前期課程修了、2017年同博士後期課程修了。埼玉大学に在学中は渋川雅美教授の指導を受け、「気体固定相を有する液体クロマトグラフィーを用いた逆相分離系の溶質保持機構に関する研究」で博士(工学)の学位を得る。2017年から国立研究開発法人産業技術総合研究所物質計測標準研究部門研究員、2021年より現職。現在は、食品中の残留農薬、プラスチック材料中の添加剤、および有機溶媒中の水分等を対象に信頼性の高い分析法の開発や認証標準物質の開発に取り組んでいる。趣味は草野球、スキー。



【業績】

HPLCにおける保持機構解明および同位体希釈質量分析法による精確定量法の開発

中村圭介氏は、新たな液体クロマトグラフィー(LC)を開発して水/疎水性物質界面で起きる物質分離の機構を実験的に明らかにするとともに、各種分離法を用いた高精度な有機物質分析法を開発し、これらを残留農薬分析技能試験(PT)の付与値の決定や認証標準物質(CRM)の開発に応用してきた。以下に中村君の主な研究業績を紹介する。

1. 表面気泡変調液体クロマトグラフィーの開発と水/疎水性物質界面の計測

分析対象となる物質の種類は増加の一途をたどっており、これに対応するためには新たな分離機能を持った分離分析法を開発することが不可欠である。LCは広範な分野で利用される分離分析法であり、分離カラム内に物理・化学的に新たな分離相を構成し、さらに高度な分離選択性や分離能を生み出そうとする試みがなされている。中村君は、逆相LCカラム内に形成させた気相を一つの構成要素とするハイブリッド固定相を分離相として用いる表面気泡変調液体クロマトグラフィー(surface-bubble-modulated liquid chromatography, SBMLC)の実験手法開発に大きく貢献した¹⁾。ここで、逆相LCカラム内における気相の形成は、充填剤として汎用されるオクタデシルシリカ(OAS)等の疎水性多孔質粒子細孔で働く細孔圧で説明できる。気相形成後の逆相LCカラム内では細孔内の気相、疎水性物質(例えばオクタデシル基)、および水/疎水性物質界面が固定相として機能しており、このうち細孔内の気相体積と、水/疎水性物質界面の大きさはカラムに加える圧力によって変化させることができる。ここで疎水性物質と、水/疎水性物質界面では溶質との相互作用が異なるため、SBMLCでは圧力によって溶質の分離選択性を自在に調節可能となる。圧力による分離選択性の制御は従来のLCにはない画期的な技術であり、新たな分離選択性を生み出す分析法として期待される。さらに中村君は、SBMLCを用いることで、従来の界面計測法では観測できなかった水/疎水性物質界面における有機分子やイオンの深さ方向の分布を観測することに成功した²⁾。このほかにも溶液の組成や疎水性物質の表面化学構造による物質分布の変化を明らかにするとともに、SBMLCによる界面計測結果について、熱力学的解析を行うことで、界面における分子の配向を明らかにした³⁾⁴⁾。このように中村君は、LCを用いた界面計測法を確立することで、逆相系のLCや固相抽出法の開発以来、30年以上未解明であった水/疎水性物質界面における分子の挙動を実験的に捉えることに成功した。

2. 高精度な食品中残留農薬分析法の開発

残留農薬分析は、抽出、クリーンアップおよび機器分析等、複雑な分析工程を要する。したがって分析結果の信頼性を担保

するためには、分析法の妥当性評価や精度管理が重要であり、CRMの使用とPTへの参加が精度管理の有効な手段となる。CRMやPT用試料中の農薬濃度の決定法の一つに、同位体希釈質量分析法(IDMS)による定量がある。IDMSは、CRM等の値付けにおいて最も正確な一次標準分析法とされているが、複雑な組成を有する食品試料への適用については、食品マトリックスに起因する測定干渉などの問題点がある。中村君は、食品中残留農薬分析におけるIDMSの問題点を解決するとともに、IDMSを利用した農薬抽出法の正確な評価法を確立した。

中村君は、LC/MSを用いた食品中のネオニコチノイド系農薬分析に、重水素化標識化合物を内部標準物質とするIDMSを適用した場合、食品マトリックスの影響によって分析値に偏りが生じることを明らかにした。さらに食品マトリックスを添加した標準液でLC/MSを校正することでマトリックスの影響を補正でき、信頼性の高い分析値が得られることを示した⁵⁾。また、加圧流体抽出法(PLE)や超臨界流体抽出法(SFE)を用いる農作物中の残留農薬分析においては実試料から十分に農薬を抽出可能な条件の決定が困難であった。中村君は、これらの抽出・分析操作においてもIDMSを適用することで、正確な定量を確立した^{6)~8)}。これにより、PLEやSFEを用いた高精度な食品中残留農薬分析法を開発するとともに、開発した分析法をPTの付与値決定に応用した。

3. グリーン調達対応標準物質とプラスチック材料中の添加剤分析法の開発

中村君は、グリーン調達対応標準物質である臭素系難燃剤含有ポリスチレン(NMIJ CRM8110-b)のロット更新および認証値決定における中心的役割を担った⁹⁾。さらに、プラスチック製品のスクリーニング分析法として汎用されるものの、定量性の低さが欠点であった熱分解ガスクロマトグラフィー/質量分析法(TD-GC/MS)にIDMSを適用することで、正確な分析値が得られることを明らかにした⁹⁾。TD-GC/MSの精密分析法としての可能性を見いだした中村君の成果は、プラスチック材料分析の簡易化と高精度化の双方に大きく貢献するものである。

以上、中村圭介氏は、SBMLCを開発してこれまでにない界面計測を実現するとともに、IDMSを用いた有機物質の高精度な分析法を開発し、技能試験の付与値の決定やCRM開発を行った。これらの研究成果は、今後の分析化学分野の発展に大いに貢献すると期待される。

〔静岡県立大学薬学部 轟木 堅一郎〕

文 献

- 1) *Anal. Chem.*, **87**, 1180 (‘15).
- 2) *J. Phys. Chem. C*, **122**, 4409 (‘18).
- 3) *J. Phys. Chem. C*, **122**, 28674 (‘18).
- 4) *J. Chromatogr. A*, **1628**, 461450 (‘20).
- 5) *J. Environ. Sci. Heal. B*, **54**, 467 (‘19).
- 6) *J. Environ. Sci. Heal. B*, **54**, 640 (‘19).
- 7) *J. Environ. Sci. Heal. B*, **55**, 604 (‘20).
- 8) *J. AOAC Int.*, **106**, 1532 (‘23).
- 9) *Anal. Bioanal. Chem.*, **416**, 407 (‘23).

第30回中国四国支部分析化学若手セミナー

標記セミナーが6月15日(土)に、対面とオンラインのハイブリッドで開催されました。対面開催地は愛媛県今治市の今治地域地場産業振興センターです。今治は、かつて本州・九州と四国を結ぶフェリー航路が集中し、現在はしまなみ海道の四国側の起点として交通の要衝を担う街であり、中国四国支部のセミナー開催地として適地と考えて開催いたしました。今年の参加者は43名であり、その内訳は一般・社会人が18名、学生が25名でした。なお、対面参加37名、オンライン参加が6名となりました。講演は、招待講演2件、口頭発表10件、ポスター発表11件でした。

セミナー冒頭に、朝日剛中国四国支部長から挨拶をいただき、引き続き招待講演を行いました。招待講演を福山大学薬学部小川祥二郎先生、徳島大学大学院社会産業理工学研究部の水口仁志先生をお願いいたしました。小川先生からは「重金属標識化を基盤とするLC/ESI-MS/MS用多機能誘導体化試薬のデザイン・合成と微量生理活性物質分析への活用」のタイトルで、LC-MSを用いた生理活性物質の高感度、ハイスループット分析に対する誘導体化試薬の精緻なデザインとシステム化の詳細な解説がありました。水口先生からは、「トラックエッチ膜フィルター電極システムの開発と応用展開」のタイトルで、トラックエッチ膜フィルター電極を駆使したフロー電気化学分析法の原理から多くの応用例について紹介がありました。また、ご自身のかつての若手関連行事を通じた出会いと、その後の研究人生とのつながりなど、若手が集う意義や重要性についてもお話いただきました。口頭発表は、1件だけオンラインで残りが対面で開催されました。会場から質問があまり出ずに座長が活躍する場面を予想しておりましたが、この事前予想に反して学生から多くの質問があり、非常に活発なディスカッションが行われました。引き続き午後3時からポスター発表が開催され、オンラインは2件、残りの9件が現地対面となりました。今回の若手セミナーから久しぶりにポスター発表を再開し、オンライン参加者のアクセス性を確保するために、WebEXのブレイクアウト機能を利用して行いました。ポスター発表でも会場内の至る所で活発な議論が行われておりました。しかし、現地参加者が多く、対面会場のインターネットリソースに大きな負荷がかかることとなり、一部円滑なポスター発表が出来ませんでした。このことを想定しておらず、参加者

の皆様方にご迷惑をおかけしたことをお詫びいたします。ポスター発表を現地・オンラインのハイブリッドで開催するには、参加者を分散させること(会議室を別に用意するなど)、また、現地に多く集まるようであれば大容量の通信環境や印刷ポスター併用(この場合、オンライン参加者のポスター発表へのアクセス性を確保する工夫)が必要かと思います。次年度以降の開催への参考としていただければ幸いです。なお、今年度も学生の口頭・ポスター発表の優秀者に支部長賞を授与することにしました。要旨の完成度を基本とする1次審査と、発表を評価する2次審査により、一般・社会人の方に審査いただきました。栄えある受賞者は、明珍尋紀氏(高知大学)、橋上敦志氏(高知大学)の2名に決定いたしました。セミナー終了後は、現地参加者を中心に情報交換会が行われ、多くの学生、先生達との語らいを満喫できました。

実は、支部若手セミナーの世話人を務めるのは2006年(第12回、徳島県小松島市)以来18年ぶり2回目となります。前回開催時の記録を見ますと、1泊2日で依頼講演2件、レビュー講演(研究室紹介、ポスター紹介)、スポーツ大会(バレーボール、ドッジボール)、交流会、ポスター講演など行っており、今思えば結構盛り沢山のスケジュールで開催しておりました。当時は自身も若手(30歳超えたところ)であり、勢いでセミナーを運営していたところもあります。あれから時代も経て、分析化学の研究室のユニットも小さくなり、若手でも非常に忙しくなっていることもあり、セミナーの今後の継続性を考慮し、世話人の負担軽減を念頭に1日での開催といたしました。今回再び世話人を務めた印象として、前回と比較して日程こそ短くなりましたが、“顔”の見える関係は構築できた実感がありました。この若手セミナーは通常の学会と違い、1つの会場で長く交流できるので、教員・学生の隔てなくお互いを良く知ることができます。この若手セミナーで得た小さなつながりを、年会や討論会、さらには将来の研究や技術開発の現場で広く強固な連携としていただければ、世話人としてこれに過ぎる喜びはありません。



最後になりましたが、招待講演をいただきました小川先生、水口先生、対面及びオンライン参加者各位、日本分析化学会中国四国支部及び全国若手会からのご支援、ならびに運営スタッフ（東京文化財研究所 西田典由氏、阿南高専山田洋平先生、愛媛大学学生）のおかげで無事行事を終えることができました。ぶんせき紙上を借りて厚く御礼申し上げます。

〔愛媛大学紙産業イノベーションセンター 藪谷 智規〕



第 386 回ガスクロマトグラフィー研究懇談会講演会

2024年6月28日（金）に北とびあべガサスホール（東京都北区）にて第386回ガスクロマトグラフィー研究懇談会講演会が実施された。今年はガスクロマトグラフィー（GC）生誕70周年を記念して表彰を実施した。午前下記9名の方にGC懇委員長より表彰状の授与および記念撮影が行われた。

【奨励賞】

木下健司（東京都産業技術研究センター）
生方正章（日本電子）
松尾俊介（アイスティサイエンス）
大塚克弘（ムラタ計測器サービス）

【技術功績賞】

赤尾慎吾（ボールウェアブ）
渡辺 壺（フロンティア・ラボ）
園部 淳（エア・リキード）

【研究功績賞】

岸本 徹（元（独）酒類総合研究所（現日本たばこ産業））
稲葉洋平（国立保健医療科学院）

午後からはGC懇講演会を実施した。本研究懇談会では例年、新年度最初の講演会では基礎的な内容を主体とした講演会を実施しており、今回は講演主題を「GC、GC/MSの基礎を学ぶ」として幅広くGCの基礎について講演会を行った。当日の参加者は約60名であった。発表内容は後日動画配信も行っており、数名が配信動画の視聴による参加であった。会場ではGCに関連する企業が無料で資料の展示を行い、休憩時間中に最新技術の紹介などの活発な意見交換が行われた。当日のプログラムは以下の通りである。

第386回GC研究懇談会講演会 13.00~17.50

開会あいさつ 佐藤 博（GC懇委員長）

【受賞講演】

- 「GCの大量注入法及び固相抽出技術の自動化やオンライン化に関する技術の普及」
松尾俊介（アイスティサイエンス）
- 「GC/MS/MSを用いたたばこ煙中の多環芳香族炭化水素に関する研究・開発」
稲葉洋平（保健医療科学院）
- 「熱分解GC/MSを用いたマイクロプラスチック分析システムの開発と製品化」
渡辺 壺（フロンティア・ラボ）

【主題講演】

「GC、GC/MSの試料前処理・導入方法概説」
植田郁生（山梨大学）

【技術講演】

- 「キャピラリーカラムの基礎と選択方法」
海老原卓也（Restek）
 - 「ヘッドスペース分析の基礎と使い方」
内山新士（島津製作所）
 - 「加熱脱着の基礎と使い方」
森 拓也（ゲステル）
 - 「質量分析計の基礎と使い方」
風間春奈（アジレント・テクノロジー）
 - 「キャニスター採取の基礎」
小野由紀子（西川計測）
- 閉会のあいさつ 佐藤 博（GC懇委員長）
意見交換会（会場）

まず受賞者の内3名の方に受賞講演を行っていただいた。受賞に至ったGCに関連する新規分析技術の開発やGCを使った最新の研究成果について講演していただいた。11月に実施予定の講演会においても、引き続き受賞講演を実施予定である。次に筆者がGCの試料導入に関する基礎について講演を行った。GCには試料注入に関して多くのノウハウや注意点があるため、気体試料と液体試料の両方を注入する際のそれぞれの注意点などについて講演した。その後、5件の技術講演を実施した。プログラム委員からの依頼により、カラム、試料前処理、検出器とGCに関連する幅広い分野について、関連する企業の方々から基礎から最新技術まで幅広く講演していただいた。

講演会終了後は15分程度であったが会場で引き続き意見交換会を行い、その後に場所を移して約30名で意見交換会を実施した。初めてGC懇の研究会に参加した方々からは、大変勉強になったとの声も頂戴し、基礎を学ぶ今回の研究会の趣旨がGCユーザーの役に立っていると実感することができた。

〔山梨大学 植田 郁生〕



第 396 回液体クロマトグラフィー研究懇談会

2024年6月26日に（株）日立ハイテクサイエンス ソリューションラボ東京（東京都中央区）にて標記研究懇談会が開催された。講演主題は「LC分析におけるESG」として6題の講演が行われた。LC分析を行ううえで有機溶媒の使用は必要不可欠であるが、環境や健康被害など、ESG/SDGsにおける負の影響が大きい要素と考えられる。また、法令遵守の面では2023年から労働安全衛生法が改正され有機溶媒の取扱いがより厳しくなっていることから、有機溶媒を大量に使用し続けるリスクは大きい。そこで、本例会では前処理から分析まで溶媒使用量削減に焦点を当てた内容を中心に講演いただいた。また、参加者は22名であった。講演に先立ち、オーガナイザーである筆者より講演主題概説を行った後、6名の講師による講演が行われた。

1演題目は、筆者より「ESG概論」と題する講演があった。ESGの成り立ち、企業および研究機関におけるESG/SDGs取

組みの利点の説明があった。また、ESGの観点でLC分析業務の改善を行う場合、個人でも取り組みやすく改善効果が期待できるのは溶媒使用量の削減と考えられると説明があった。

2 演題目は、ジーエルサイエンス(株)の太田茂徳氏より「固相抽出におけるダウンサイジング」と題する講演があった。分析の前処理において、固相抽出は液液抽出などの手法に比べて溶媒使用量を抑えることのできる手法である。微量試料の前処理など、さらなる省溶媒化を目的に固相抽出カラムをダウンサイジングすることが可能であり、従来のシリンジ型カラムに加え、96ウェルプレート型、遠心分離可能なチップ型など多様なツールが展開されている。ダウンサイジングの注意点として、充填剤の種類によってデッドボリュームや負荷量等が変化するため、目的に応じた充填剤およびカラムの選定が重要であると説明された。

3 演題目は、日本分光(株)の寺田明孝氏より「HPLCのSFC化におけるワークフローの検討」と題する講演があった。SFCは超臨界二酸化炭素を主溶媒としたクロマトグラフィーであり、二酸化炭素は使用後に気体となることから省溶媒化に有効な手法である。既存のHPLC条件を試料、分離、移動相、注入および検出の5項目に分解して評価することで、効率的にSFCへのメソッド移行を検討できるワークフローを紹介された。複数の事例紹介もあり、項目ごとに可否を判断することでSFC移行のボトルネックをあらかじめ知ることができると説明された。

4 演題目は、(株)島津製作所の寺田英敏氏より、「分取LC/SFCにおける省溶媒化について」と題する講演があった。分取の際には内径の大きなカラムを用いることから、溶媒消費量も増加する場合が多い。分取LCで溶媒消費量を減らすためのポイントとして、分離条件検討は分析スケールで実施することや、目的の純度に応じて試料負荷量を増加させて分取回数を減らすこと、リサイクル分取が有効であると紹介された。また、分取LCの代替法として分取SFCを活用する利点に、溶媒コスト削減、後処理の軽減および回収率の向上を挙げられた。

5 演題目は花王(株)の佐藤晃司氏より「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」と題する講演があった。SFCやダウンサイジング等、LC分析における溶媒削減の手法はさまざまあるが、品質保証などの現場で常に最先端の装置を導入することは困難である。そこで汎用装置を用いた溶媒削減の手法として、移動相の有機溶媒を界面活性剤ミセルで代替するミセル液体クロマトグラフィーについて紹介された。本手法の要素には界面活性剤、活性助剤及び油剤があるが、薬用化粧品の分析例では、目的成分は界面活性剤の影響を大きく受ける結果となっていた。分析例における移動相の有機溶媒量は4%であり、公定法の28%と比較すると溶媒使用量を1/7以下に低減可能と紹介された。

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

その後、講師を囲んでの情報交換会が行われ、和やかな雰囲気の中意見交換が行われた。参加者は12名で、参加者同士の親睦が深められた。

最後に、会場をご提供いただいた日立ハイテクサイエンス(株)様、ご多忙にもかかわらず講演していただいた講師の皆様へ御礼申し上げます。また、参加者の皆様、運営にご協力いただい

た役員の皆様へ御礼申し上げます。

[花王株式会社 奥田 愛未]



第29回LC研究懇談会特別講演会・見学会

2024年7月4日(木)、(公財)東京都農林水産振興財団・東京都農林総合研究センター立川庁舎(東京都立川市富士見町)で標記特別講演会・見学会を実施した。東京都農林総合研究センターは、1900年創設の東京府立農事試験場(豊多摩郡中野町、現在の東京都中野区中央)、1920年創設の東京府立種畜場などを統合して東京都唯一となる農林業の公設試験研究機関として2005年に創設された。東京府立農事試験場は1924年に現在の地に移転しているため、現在の東京都農林総合研究センターの圃場は今年で101年の歴史を有することになる。見学先の最寄り駅は、JR立川駅で青梅線に乗り換え1駅隣の西立川駅である。駅の南口から住宅街を通り抜け、立川南通りを渡り、庁舎敷地内を通る広い樹並木道を歩き7分ほどで本館に到着した。本館の正面玄関に入ると、視界一杯に立派な木製の壁、机、椅子、仕切りなどが広がる。あらためて、農林総合研究センターを訪ねたことを実感させられる。1階に設けられた受付では、液体クロマトグラフィー(LC)研究懇談会の見学会小委員の2名(坂本和則氏、濱崎保則氏)に対応をお願いした。定員20名で参加者を募集したところ、18名の申込があったが、残念ながら3名が不参加となった(急用、業務の都合、体調不良)。

当日のスケジュールは表1に示すとおりである。現地世話人と司会を務めていただいたのは、生産環境科の松下裕美氏である。松下氏は、昨年達成された3000人目の分析士登録者として、分析士会のホームページの「分析士の声」欄に執筆いただいた著名人である。会の冒頭、筆者から特別講演会・見学会は2005年から始められ、LCに関する情報を入手し、LCの将来像を模索していくこと、特に、見学先との情報交換等により、LCに限らず幅広い分野の知見を得ることを目的としていることなどが紹介された。続いて、研究企画室の星 秀男室長

表1 プログラム

13.00~13.30	受付 司会：現地世話人 (東京都農林水産振興財団) 松下裕美
13.30~13.35	LC研究懇談会・委員長挨拶 (東京理科大学) 中村 洋
13.35~14.05	施設の概要説明 (東京都農林水産振興財団) 星 秀男
14.10~15.10	見学会(施設圃場のご案内)
15.10~15.20	記念撮影
15.30~16.00	講演1 地域特産作物等農薬適用拡大試験について (東京都農林水産振興財団) 松下裕美
16.00~16.30	講演2 機能性食品の開発における分析法 (ハウス食品グループ本社) 神山和夫
17.30~19.30	情報交換会(JR立川駅付近)
19.30	解散

から施設の概要説明を伺った。(公財)東京都農林水産振興財団は事業系部局と農林総合研究センターで構成され、東京都農林総合研究センターは、①東京都における農林業の振興、②健全で豊かな都民生活の向上、③多様な分野との積極的な連携、の3つを使命とし、研究企画室、スマート農業推進室の2つの室、園芸技術科など4つの科、江戸川分場の7グループに分かれて活動されているとのことであった。

続いて、立川庁舎本館を出て、星氏の先導で“上の圃場”を見学させていただいた。本館に隣接して新樹種園、試験圃場、花木園などが設置されている。正門を出て多摩川と青梅線と並行して走る東京都道29号立川青梅線を渡ると、幹幅が3mもあろうかと思われるヒマラヤスギの巨木が目を引き、少し歩いて富士見町の町名通り富士山が望める地点に立つと、南側の低地に“下の圃場”の温室群が広がる。星氏の解説によれば、29号を挟んで北側は多摩丘陵の山の土、南側は多摩川流域の土であるため、それぞれに適した植物を育成できることも40年前に中野からこの地に移転した理由の一つであるという。“下の圃場”の大半は試験圃場で占められているが、果樹園、イチゴ環境制御ハウスなどの試験研究スペースに加え、農機具棟、ボイラー室などの圃場維持スペースで構成される。興味深い見学の途中であったが、雲行きが怪しく雨粒も落ちてきたので、見学を早めに切り上げ、坂道を登って本館にたどり着いた。歴史を感じる看板を背にし、集合写真(松下裕美氏提供)を撮って講演会場に戻った。ありがたいことに、松下氏がフルーツのように甘いフルーツトマトと3種類のブルーベリーを用意してくれており、一同舌鼓を打って試食を楽しんだ。見学を少し早めに終わらせたので、講演までに参加者全員に自己紹介をお願いし、ワンチームの雰囲気となって特別講演会の部に入った。



講演1では、「地域特産作物等農薬適用拡大試験について」と題して、松下氏から業務の話伺った。松下氏が所属される生産環境科は、農産物の安全性確保技術(残留農薬チーム)、病害虫総合管理技術(病害チーム、虫害チーム)、土壌の適正管理技術(土壌・肥料チーム)等の開発に取り組んでおられ、松下氏は農薬・安全性研究を担当されている。初めに、日本の農業環境について説明があり、①高温多雨多湿(たとえば、年間降水量は米国カリフォルニア州の6倍)であるため、病害虫や雑草の発生が多く、②施設栽培が多いため、周年栽培など特殊な栽培環境も可能であるとのことであった。日本では農業は開発から上市までに平均10年以上の年月と250~300億円の費用が必要なおえ、農業として認可されるためには、薬効、

薬害、残留性を含む農薬適用拡大試験のデータが必要とのこと。さらに、作物名ごとに使用できる農薬が決められており、地域に特徴的な農産物には使用できる農薬が少なく、栽培に苦慮するケースもあるとの説明があった。そこで、使用したい農薬が安全に使用できるかどうかの試験が必須となる。実例として、コマツナバナ、ミニチンゲンサイの残留農薬調査結果が紹介されたが、LC/MSやGC/MSで測定した残留農薬濃度は基準値を大幅に下回るものであった。

講演2では、ハウス食品グループ本社(株)の神山和夫氏より「機能性食品の開発における分析法」と題する講演が行われた。機能性食品は、安倍晋三首相(当時)が進めていた規制緩和による経済成長戦略の一つとして、2015年4月にスタートした機能性表示食品制度に基づくものである。機能性食品の受理累計数は2024年1月に7000品目を超え、3400品目程度が販売中とみられる。しかし、機能性食品は医薬品と違って臨床データが不要であり、届出のみで国の審査がないことから、当初から安全性を危惧する懸念があった。はたして、今年になって紅麹を含む製品による健康被害が社会問題化している。一方、ハウス食品グループでは、生薬(肝機能向上、消化促進)や食品(着色、着香、香辛料)に古くから利用されてきたウコンに着目し、遺伝子配列による類縁種の分類法、クルクミンやピサクロン(BC)の同定、健康人の肝機能酵素(γ -GTP、AST、ALP)値の改善機能などの基礎研究を行ってきた。神山氏は以上の背景に触れた後、食品分析の定量における相対モル感度(Relative Molar Sensitivity, RMS)法の重要性と食品試料への適用例について講演された。RMS法は標準物質の入手が困難な天然物の定量を、入手が容易である基準物質を用いて達成する方法論であり、最近注目を集めている。神山氏はp-ヒドロキシ安息香酸エチルを基準物質として、ウコン含有試料中のBC、デヒドロジンゲンロンの定量分析例を紹介された。講演終了後、そろって立川駅に移動し、南口から数分の店で充実した情報交換会を行い、満足感に浸りつつ散会した。

最後に、現地世話人として段取りを整えていただいた松下裕美氏、並びに星 秀男室長始めとする東京農林総合研究センターの皆様へ感謝いたします。

[東京理科大学 中村 洋]

高分子分析研究懇談会第420回例会

6月28日(金)・29日(土)の日程で、第420回例会を開催した。昨年に続き夏期合宿形式での例会開催となり、琵琶湖畔へ約60名と例年以上の参加者が集まった。また、例会開催前に、東レリサーチセンター(以下、TRC)滋賀地区(滋賀県大津市)の新たに完成した1号館(以下、TRC-1)見学会を実施した。

TRC-1の見学会では、本多貴之委員長(明治大学)のご挨拶の後、研究部門長の塚祐二氏からTRCの紹介があった。TRCは東レ(株)の研究開発部門から1978年6月に独立して発足し、「高度な技術で社会に貢献する」という基本理念に基づき、45年以上の歴史の中で常に新しい装置や分析技術を導入し、さらに高度な技術と知識を持つ人材を育成し、さまざまな知見を積み重ねることで最新の分析に活かしているご説明があっ

た。特に、世界初、日本初、企業初などの装置や分析技術の導入をされているというご説明が印象に残った。問題解決型研究支援産業というビジネスモデルをいち早く打ち出し、お客様の研究開発や生産技術における「原因解析」や「問題解決」を分析物性解析技術によって提供し続けているとのご説明があった。その後、2022年に新たにオープンしたTRC-1の施設概要の説明と新たなオープンラボとして立ち上げた先端分析プラットフォームのご紹介があった。

ご講演後にTRC-1の見学を4班に分かれてさせていただいた。最上層階には有機分析エリアと無機分析エリアがあり、クロマトグラフィーシステムや質量分析装置が並んでおり圧巻であった。次の階には熱分析装置や物性装置などが多く存在しており、続いて構造解析・表面分析エリアでは各種分光装置や二次イオン質量分析計をご紹介いただいた。最後である1階は振動や大型で上階に入れにくい装置群である形態観察・表面分析エリアとなっており、最先端TEM/STEMシステムであるGrandARMの見学説明があった。また、先端分析プラットフォームのエリアも併せて見学させていただいた。見学時間は40分ほどであったが、装置の種類と数の多さに時間が足りないほどであった。

第420回例会では、1日目は招待講演2件と、分科会(6テーマ)を、2日目は分科会の報告とパネルディスカッションを開催した。招待講演1は、北陸先端科学技術大学院大学の山口政之先生に「マテリアルリサイクルにも役立つポリマーブレンドのレオロジー特性と流動誘起結晶化」と題したご講演をいただいた。本講演では、題目としては2つ、「長鎖分岐高分子のブレンドにおけるレオロジー特性」と「非相溶な非晶性高分子のブレンドにおけるレオロジー特性」についてご紹介いただいた。イントロダクションに動的粘弾性測定と解析の基礎パートを含めていただき、本分野に馴染みの薄い参加者でも大変理解しやすい内容であった。最初の題目では、ひずみ硬化性がないPPとひずみ硬化性があるLDPEをブレンドした時の系全体で起こる物性特性をレオロジーの観点から構造解析まで詳細にご説明いただいた。続いての題目ではPPとPMMAのブレンドを題材に、相分離する非相溶系なブレンドで起きる溶融せん断応力時の特性についてスリップ効果を詳細な解析からご説明いただいた。また非相溶系でもPPとLDPEではこの効果が起きない理由などもご説明いただき多くの参加者の注目を集めていた。

招待講演2は、徳島大学の水口仁志先生に「熱分解GC/MSにおける大気マイクロプラスチックの分析」と題したご講演をいただいた。本講演では、イントロダクションとして、昨今世界でその影響が話題になっているマイクロプラスチックについて、その分類から人体への影響など最新の研究や総説を交えてご紹介いただいた。本研究で海洋におけるマイクロプラスチックの研究が進む中で大気中に浮遊するマイクロプラスチックの研究が進んでおらず、その研究意義から、現在多く用いられている分析法の欠点から熱分解GC/MS法の着眼とその有用性をまず紹介いただいた。また、実際に実施しているサンプリング方法からその浮遊物分析の詳細な解析結果についてご講演いただいた。その中で、ポリマー種の違いによる検出の難しさを高感度化や反応熱分解法を用いて解決した事例を用いてご講演いただき、高分子複合材料を扱う身として大変興味深く聴講させていただいた。

1日目後半の分科会は、1) マテリアルリサイクルとブレンドプラスチック、2) マイクロプラスチックの分析、3) ケミカルリサイクル、4) 分析/リサイクルの自動化、5) 分析の依頼はどう区分けする? ~分析会社からみたお勧めの使い方~, 6) 社内での分析部門の立ち回り、をテーマとしたグループ討議を行った。いずれのグループにおいても、参加者から日頃の業務における話題や悩みをご提供していただき、それらを中心に意見交換した。各テーマでの報告会を2日目の最初にさせていただいた。1) のテーマでは化学分析だけでなく物性やレオロジーの観点との結び付け、インフォマティクス活用などの議論の報告があった。2) のテーマでは実際の分析やノウハウなども交えて議論があった。3) のテーマは企業とアカデミアでの研究開発の違いなどが議論としてあがった。4) のテーマはまだまだ進んでいるところが多くなく、不定型業務における自動化の難しさなどの報告があった。5) のテーマは依頼分析した際の解決した例と解決に至らなかった例などの共有化から海外拠点における難しさなどが議論された。6) のテーマではマネジメント層にどう必要性をアピールできるかから、開発部署とどのように付き合うかなどの議論の報告があった。各テーマにおいて日常に感じている課題の共有から、それにおけるアイデア出しなど有意義なディスカッションの場となった。

2日目のパネルディスカッションでは「分析を自社で行う? 装置借用の利用する? 分析会社へ委託する? 利用者と分析会社それぞれから現状と課題を共有する」をテーマに参加者で議論した。最初のセクションで東ソー分析センター香川信之氏、東レリサーチセンター佐藤信之氏、UBE化学分析センター吉澤聡史氏から上記のテーマで話題提供をいただいた。その後、先のお三方に菅沼こと氏(帝人)、島田治男氏(バイオクロマト)、藤田康彦氏(産総研)を新たに加えて、この6名を中心に参加者全体で事前のアンケートから装置機器、分析の運用管理と意思決定、人材・ノウハウ・技術伝承の3点に絞ってディスカッションした。特に「分析の運用管理と意思決定」では社内分析部署がある中にも関わらず開発者主導で委託分析会社に材料分析を依頼している件について、分析者としてどう感じるか、どのような取り組みをされているかなど活発な意見交換が行われた。

招待講演、分科会およびパネルディスカッション以外でも、夕食の時間や交流会ではざっくばらんな意見交換が活発に行われた。特に今回は60名近くと例年以上の参加者が集まり、分析経験や年齢を問わない多様なメンバー構成で、夜遅くまで活発な議論が行われており、運営委員としても夏期合宿形式の



神髄を実感させられた会となった。来年以降も、当夏期合宿が、多くの分析研究者のネットワーク形成に貢献できる場として発展していくことを望んでいる。最後に、招待講演の演者の皆様、分科会で話題提供をしていただいた皆様、パネルディスカッションでのパネラーの皆様、最後にご参加いただいた皆様に厚く御礼を申し上げます。

〔積水化学工業(株) 新井 祥人〕

「X線分析の進歩」論文賞

X線分析研究懇談会では、「X線分析の進歩」を1年に一度発行している。これは主に前年のX線分析討論会での講演内容をまとめたものであり、査読を経て、(株)アグネ技術センターより出版されている。この学術誌における論文の質の向上と当懇談会の活性化を目的として、2024年度から「X線分析の進歩」論文賞を選考し授与することとなった。この賞の規程は以下に示すとおりである。

「X線分析の進歩」論文賞規程

1. 本賞は当年の「X線分析の進歩」誌に掲載された原著論文（ノートや技術報告も含む）のうち、学術上、技術上最も有益で影響力のある論文の著者に授与する。
2. 本賞はX線分析の基礎と応用に関する研究を奨励し、「X線分析の進歩」誌に掲載される学術論文の質の向上を目指すことを目的とする。
3. 教育・研究機関等から投稿された論文から一編、産業界から投稿された論文から一編を選定し、当年のX線分析討論会にて各論文の著者に賞状を授与することができる。
4. 受賞者はX線分析研究懇談会会員に限る。なお、受賞者（著者）が複数の場合は、そのうちの1名はX線分析研

究懇談会会員であることを要する。

5. 「X線分析の進歩」誌の編集委員会が選考委員会となり、受賞対象論文と受賞者を選考し、X線分析研究懇談会運営委員会にて承認を得て決定する。
6. 選考委員会は、受賞対象論文と著者および受賞理由を「ぶんせき」誌および翌年の「X線分析の進歩」誌で報告する。

2024年度の論文賞は、「X線分析の進歩」55集の編集委員を選考委員として、今年度の編集委員長を選考委員として選考が行われた。その結果、2つの部門に対して、次の2編の論文に授与することとなった。

【教育・研究機関】部門

「X線分析の進歩」55集、293-303（2024）

山崎真友子、鈴木彌生子、阿部善也、朱彦北、稲垣和三、保倉明子

「三次元偏光光学系エネルギー分散型蛍光X線分析装置を用いたヒト爪中微量元素定量法の開発および微量元素モニタリングへの応用」

【産業界】部門

「X線分析の進歩」55集、105-113（2024）

小川理絵、越智寛友

「散乱X線の理論強度を用いる不定形な樹脂薄膜の膜厚測定、成分分析、および形状補正」

いずれも論文賞にふさわしい質の高い論文であり、詳しくは「X線分析の進歩」55集を参照していただきたい。次年度も同様な授与を予定しているので、「X線分析の進歩」への投稿を期待したい。

〔「X線分析の進歩」編集委員長 辻 幸一〕

執筆者のプロフィール

（とびら）

福井 俊司 (FUKUI Shunji)

日本分析化学会（〒141-0031 東京都品川区西五反田1丁目26-2 五反田サンハイツ304号）、東京大学法学部、法学士。《趣味》旅行、ゴルフ、歴史探訪。

E-mail : s-fukui@jsac.or.jp

（ミニファイル）

三浦 勉 (MIURA Tsutomu)

国立研究開発法人産業技術総合研究所計量標準総合センター物質計測標準研究部門（〒305-8563 茨城県つくば市梅園1-1-1 中央事業所第3群）、群馬大学大学院工学研究科応用化学専攻修士課程修了。博士（理学）。《現在の研究テーマ》無機標準物質の開発・中性子放射化分析・放射性核種分析法の開発。《主な著書》“放射化学の事典”、(分担執筆)。

筆）、(朝倉書店)。

E-mail : tmiura@aist.go.jp

（トビックス）

福山 真央 (FUKUYAMA Mao)

東北大学多元物質科学研究所（〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平2-1-1）、東京大学工学系研究科応用化学専攻博士課程修了。博士（工学）。《現在の研究テーマ》マイクロ流体を用いた液液・固液界面現象の解析と微量分析応用。《趣味》鉱物磨き。

E-mail : maofukuyama@tohoku.ac.jp

八井田 朱音 (YAIDA Akane)

東京工業大学科学技術創成研究院未来産業技術研究所（2024年10月より東京科学大学）（〒226-8502 神奈川県横浜市緑区長津田町4259-J2-32）、麻布大学環境保健学研究所環境保健科学専攻博士課程修了。博士（学術）。《現在の研究テーマ》単一細胞内元素分析装

置の開発と分析、河川水および下水処理放流水中元素分析、他。《主な著書》“生体表面における付着物の高感度分析、異物分析のノウハウ、テクニック、同定事例集”、八井田朱音、大澤泰樹、沖野見俊（分担執筆）、(シーエムシー出版)、(2024)。《趣味》馬術、スキー・スノボ、テニス、卓球。

（リレーエッセイ）

浅井 志保 (ASAI Shiho)

国立研究開発法人産業技術総合研究所計量標準総合センター。（〒305-8563 茨城県つくば市梅園1-1-1 中央事業所3群）、千葉大学大学院自然科学研究科物質高次科学専攻（社会人コース）、博士（工学）、第1種放射線取扱主任者。《現在の研究テーマ》長寿命核種の質量分析法開発と不確かさ評価法の検討。

特集：流れ分析—40年の歩みとこれから

目次

「流れ分析—40年の歩みとこれから」特集号の刊行にあたって	大平慎一	419
総合論文		
オンサイト FIA の基礎技術と応用：小流量流れの省電力安定供給	戸田 敬	421
オンサイト環境分析のためのマイクロ流体ペーパー分析デバイス	梅田美華・金田 隆	433
流量変化を活用する流れ分析法		
—フローレシオメトリーと振幅変調多重化フロー分析法—	田中秀治	441
小型化と高性能化を両立したその場分析装置の設計・開発		
森岡和夫・東海林 敦・辺見彰秀・中嶋 秀		457
化学分析の質及び操作性の向上を志向したフロー分析法の展開		
本水昌二・Lukman HAKIM・樋口慶郎・鈴木保任		467
報 文		
相分離混相流を溶離液として利用する HPLC システムの開発		
—カラム充填剤の細孔径が新規分離モードに与える影響—	石川大暉・小幡友貴・坂牧 寛・居原田 健志・塚越一彦	505
罰則項付き非対称最小二乗法によるオンライン同位体希釈		
レーザーアブレーション-誘導結合プラズマ質量分析のフローピーク検出	柳澤華代・横田裕海・藤本勝成・高貝慶隆	515
FIA による還元糖の定量—Somogyi-Nelson 法の自動化—	秋庭正典・樋口慶郎・本水昌二・鈴木保任	523
グラジエントサンドイッチ注入/シーケンシャルインジェクション分析による		
クロム(VI)の吸光光度検出	岡田勝秀・秋庭正典・樋口慶郎・本水昌二・鈴木保任・古庄義明	531
報 文 (若手初論文)		
銅(II)錯体生成-フローインジェクション分析によるエチレンアミン類の定量	井上智之・堀野 綾・村田真優果・服部正寛・源明 誠・加賀谷重浩	539
活性炭チャンバを挟持したフィルター電極システムを用いる		
流通式電位差計測型残留塩素センサ	垣谷柚衣・飯山真充・高柳俊夫・水口仁志	545
ノ ー ト		
ラボ間比較試験による環境水中のリン酸分析の妥当性検証	チョン千香子・大畑昌輝・荒岡大輔・飯島真理子・塚崎あゆみ・町田 功・山内喜通・鈴木昌弘・山岡香子・青木伸行	553
「分析化学」特集“表示・起源分析技術の現在”の論文募集		561
「分析化学」年間特集“環”の論文募集		562
“第24回若手研究者の初論文特集”募集のお知らせ		564
テンプレートによる投稿要領		565
「分析化学」に投稿される皆様へ		566

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

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

- ◇今月号の「とびら」は、本学会の新事務局長に就任されました福井俊司氏です。職場の美化をはじめ、様々な企画が快適に進むための、新事務局長としての新たな取り組みについて書かれていますので、会員の皆様、ご一読ください。
- ◇今年猛暑の中、テレビでパリオリンピックを早朝や深夜の時間帯に観戦していました。筆者が属する大学では7月一杯で学生の試験が終了後、2日間のオープンキャンパスがあり、お盆明けから、また試験が始まるので、いつもながらの短い夏休みでしたが、スポーツに打ち込んでいた学生時代を思い出し、よい気分転換になりました。
- ◇8月は宮崎県日向灘の地震や大型台風の関東接近があり、相次ぐ天災に見舞われました。被害に遭われた方々にお見舞い申し上げます。
- ◇元日本分析化学会会長・本会名誉会員の南原利夫先生が97歳でご逝去されました。東北大学教授・大江知行先生から追悼文が今月号に寄稿されています。20年以上前に仙台の学会で南原先生のご講演を拝聴したことがあり、若手(当時)研究者からの質問に対して、若手研究者を温かく育てるような感じで、にこやかに回答されていたことが思い出されます。心より哀悼の意を表します。

[F. T.]

- 〈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
高分解能核磁気共鳴分光法における
データ分析小松 功典, 笹川 拓明
- 〈ミニファイル〉 非破壊・固体分析
非破壊検査(概論)山根 誉久
- 〈トピックス〉
マイクロ液滴を用いる血中循環がん細胞の
高感度検出古庄 仰
連続再生イオン性不純物除去装置の
作製と応用香川 剛

◇ 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 誠 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ロ)
		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9号 (通巻597)

2024年9月1日印刷

2024年9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。

2025 年度本部委員会功労賞候補者推薦について

日本分析化学会は、多年にわたって本会本部委員会および小委員会で活動し、本学会を通じて分析技術の発展に貢献された方を表彰して「本部委員会功労賞」を贈呈します。

下記の本部委員会功労賞規程により 2025 年度本部委員会功労賞候補者を募集します。関係各位におかれましては、適任者がおられましたらご推薦くださいますようお願い申し上げます。

『本部委員会功労賞規程』

- 第 1 条 本会に本部委員会功労賞を設け、多年にわたり公益社団法人日本分析化学会本部委員会および小委員会で活動し、本学会を通じて分析技術の発展に貢献した者に、これを贈呈する。対象となる委員会は別紙に定める。
- 第 2 条 本部委員会功労賞は、賞状を年会または討論会において贈呈する。
- 第 3 条 本部委員会功労賞候補者の推薦者は、本部委員会委員長および現在休止・廃止している委員会については元委員長とし、その委員会に所属する者または過去に所属した者を推薦することができる。複数の委員会の活動を合わせて申請することができる。
- 第 4 条 前条によって推薦される者は、本会正会員にして、申請する年の 2 月末日をもって、合計 10 年以上第 1 条の活動に従事した者とする。
- 第 5 条 候補者の推薦に際しては、次の (1)～(2) に規定する書類を電子媒体にて、指定された日までに本会に提出するものとする。
- (1) 推薦書 (2) 被推薦者理由書 (いずれも本会所定の用紙)
- 第 6 条 各委員会からの申請は各年で 3 件以下とする。授賞数は 10 件以下とする。
- 第 7 条 本部委員会功労賞候補者の選考は、本部委員会功労賞審査委員会において行う。審査委員は、理事会が本会副会長及び庶務担当理事より 5 名を選考し、会長がこれを委嘱する。委員長は、筆頭副会長または表彰業務担当副会長とする。

(別紙) 本部委員会功労賞の対象となる委員会

標準物質委員会、技能試験委員会、分析化学技術者教育企画委員会、分析士認証委員会、ぶんせき編集委員会、分析化学編集委員会、Analytical Sciences 編集委員会、X-ray Structure Analysis Online 編集委員会、広報委員会、会員・広報協議会、学術振興協議会、学術会合協議会及びそれらに属する小委員会

(以下省略)

☆

☆

- 1) 2025 年度本部委員会功労賞授賞式は、2025 年 9 月 25 日 (木) 第 74 年会 (北海道大学) において行う予定です。
- 2) 推薦書類 (推薦書、被推薦者理由書：本会所定の用紙) は、下記期限までに提出してください。
- 3) 推薦期限：2024 年 12 月 31 日
- 4) 推薦書類提出先：日本分析化学会本部委員会功労賞係 (E-mail：shomu@jsac.or.jp)
- 5) 所定の書類は、<https://www.jsac.jp/applications/> からダウンロードしてください。

第 85 回分析化学討論会

—開催要項—

第 85 回分析化学討論会は下記のとおり開催の予定です。前回に引き続き、講演分類を分析対象により分類し、これまでの討論会とは異なる横断的な討論を期待しています。また本討論会では、実行委員会において、以下の討論主題を設定しております。

なお、講演申込、参加登録の案内については本誌 12 月号「お知らせ」欄に掲載いたしますが、すべて web 上からの申込、要旨提出となります。

皆様のご参加をお待ちしています。

第 85 回分析化学討論会実行委員長
朝日 剛

記

開催期日 2025 年 5 月 31 日 (土)・6 月 1 日 (日)

討論会会場 愛媛大学城北キャンパス〔愛媛県松山市文京町 3〕

懇親会 ANA クラウンプラザホテル松山 (予定)

討論主題 (予定)

- 「化学物質の環境リスクと分析化学」
オーガナイザー：
国末達也 (愛媛大)、森 勝伸 (高知大)
- 「生物機能を調査する分析化学」×「生物機能を利用する分析化学」
オーガナイザー：
小川敦司 (愛媛大)、紙谷浩之 (広島大)
- 「科学捜査で役立つ分析化学」
オーガナイザー：
西脇芳典 (高知大)、瀬戸康雄 (理化学研究所)
- 「医薬品を定量し、疾患を可視化する分析化学」
オーガナイザー：
上田真史 (岡山大)、和田光弘 (山口東京理科大)
- 「生体試料を対象とする分離分析でのデータサイエンスの活用」
オーガナイザー：
高柳俊夫 (徳島大)、轟木堅一郎 (静岡県立大)

第 22 回生涯分析談話会へのお誘い

主催 生涯分析談話会

協賛 LC 研究懇談会

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

さて、標記の第 22 回生涯分析談話会は今年の日本分析化学第 73 年会 (名古屋工業大学) 初日に開催いたしますので、奮ってご参加くださるよう、よろしくお願いたします。

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

会長：中村 洋

日時 2024 年 9 月 11 日 (水) 16.30~17.30 (予定)

会場 名古屋工業大学〔名古屋市昭和区御器所町、交通：地下鉄「鶴舞」駅から徒歩 10 分、JR「鶴舞」駅名大病院口から徒歩 7 分〕

講演 研究指導における「問い」の設定力

(北見工業大学教授) 齋藤 徹

情報交換会 9 月 11 日 (水) 18 時より、会場未定

申込先 幹事 伊藤一明 [E-mail: itok1481@gmail.com]

第 398 回液体クロマトグラフィー研究懇談会

日時 2024 年 9 月 13 日 (予定)

講演番号 未定

座長 中村 洋 (東京理科大学)

講演 機能性食品の開発における LC 定量分析

(ハウス食品グループ本社(株)) 神山和夫

【注意】

- 本講演は、日本分析化学会第 73 年会 (9 月 11 日~13 日、名古屋工業大学) の研究懇談会講演として実施されます。聴講には年会への参加登録が必要です。LC 研究懇談会への参加申込は不要ですので、会場に直接お越しください。
- 名古屋工業大学〔名古屋市昭和区御器所町、交通：地下鉄「鶴舞」駅から徒歩 10 分、JR「鶴舞」駅名大病院口から徒歩 7 分〕
- 講演日時と講演番号は決まり次第、LC 研究懇談会ホームページでお知らせします。

ナノ材料の総合分析講習

主催 (一社)近畿化学協会触媒・表面部会

協賛 (公社)日本分析化学会近畿支部ほか

期日 2024 年 11 月 7 日 (木)・8 日 (金)

会場 大阪工業大学大宮校区

プログラム

第 1 日 (7 日 9.30~18.15)

- 開会挨拶 (大工大) 東本慎也
- 表面分析概論 (大工大) 東本慎也
 - 組成分析 (AAS, ICP-AES, XRF)
(関大環境都市工) 福康二郎
 - 光電子分光法 (XPS, UPS) (京大院工) 富田 修
 - X 線回折 (XRD) (京大院工) 中田明伸
 - 電子スピン共鳴 (ESR) (阪公大院工) 松岡雅也
 - 顕微鏡 (TEM・SEM・STM・AFM)
(近大理工) 田中淳皓
 - 昇温法 (TG・DTA・TPD, TPR)
(阪大院工) 森 浩亮

交流会

第 2 日 (8 日 9.30~17.40)

- X 線吸収微細構造 (XAFS) (近大理工) 朝倉博行
- 紫外可視・光ルミネセンス (UV-vis, PL)
(京大院工) 浪花晋平
- 核磁気共鳴 (NMR) (阪大院基礎工) 山口 渉
- 赤外・ラマンスペクトル (FT-IR, Raman)
(阪公大院工) 竹内雅人
- 質量分析・クロマトグラフ (MS・GC・LC)
(京大院工) 井口翔之
- 吸着法 (近大理工) 室山広樹
- 電気化学測定 (京大) 東 正信
- 総論・ケーススタディー (京大院人環) 吉田寿雄

閉会挨拶 (大工大工) 東本慎也
参加費・申込方法

詳細は <https://kinka.or.jp/catalytic/> をご参照ください。
申込締切 10月16日(水)
申込・問合せ先 〒550-0004 大阪市西区靱本町1-8-4 近畿化学協会触媒・表面部会〔電話：06-6441-5531, FAX：06-6443-6685, E-mail：catal@kinka.or.jp〕

第401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シニアクラブ

HPLC, LC/MSは、環境・食品、医薬品などさまざまな分野の分析で広く使用されています。しかし、正確な結果を得るためには基礎的な知識が不可欠です。本例会では、HPLC, LC/MSで用いるカラム、装置、試薬・溶媒、超純水などの基礎知識についてご講演いただきます。

期日 2024年11月15日(金) 13.00~17.00

会場 (株)日立ハイテクサイエンス サイエンスソリューションラボ東京〔東京都中央区新富2-15-5 RBM築地ビル, 交通：東京メトロ有楽町線「新富町」駅より徒歩1分(5番出口利用), 東京メトロ日比谷線「築地」駅より徒歩4分(4番出口利用), JR京葉線, 東京メトロ日比谷線「八丁堀」駅より徒歩8分(A3出口利用)〕

講演主題 HPLC, LC/MSの基礎知識

講演

講演主題概説(オーガナイザー)(13.00~13.05)
(メルク株)石井直恵
(LC分析士二段)

1. LC/MSの基礎知識(13.05~13.40)
(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)

2. HPLC, LC/MSに用いる試薬・溶媒の基礎知識
(13.40~14.10)
(関東化学株)坂本和則
(LC分析士初段)

3. HPLC, LC/MSに用いる超純水の基礎知識
(14.10~14.45)
(メルク株)石井直恵
(LC分析士二段)

休憩(14.45~15.05)

4. HPLCカラムの基礎知識(15.05~15.40)
(一財)化学物質評価研究機構)坂牧 寛
(LC分析士二段, LC/MS分析士初段)

5. シリカ系逆相充填剤におけるシラノール基の効果：
完全エンドキャッピングそれとも有効活用？
(15.40~16.25)
(株)クロマニックテクノロジー)長江徳和
(LC分析士二段)

6. 総括「HPLC, LC/MSの基礎知識」(16.25~17.00)
(東京理科大学)中村 洋
(LCマイスター, LC/MSマイスター)

情報交換会(17.10~19.10)申込者のみ

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

情報交換会 終了後、講師を囲んで情報交換会を開催します

(会費5,000円)。参加申込締切後のご参加はできませんので、ご了承ください。

申込締切日 11月7日(木)(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。
- お申込が完了した場合には、登録されたアドレス宛に「第401回液体クロマトグラフィー研究懇談会申込受付(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、お申込は無効となりますので、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11月8日以降に要旨集をメールにてお送りいたします。必要に応じてプリントアウトしてご参加ください。なお、請求書の発行はいたしておりません。

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

- 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/yYtNpjAHqAxChDhn9>

(学生申込者は、所属欄に大学名、学部、学年を記載)

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

問合せ先 (公社)日本分析化学会・液体クロマトグラフィー研究懇談会 世話人 メルク株)石井直恵
〔E-mail：naoe.ishii@mercgroup.com〕

LC- & LC/MS-DAYs 2024

～個性と専門性を磨く

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)日本化学会, (公社)日本農芸化学会, (公社)日本分析化学会, 分析士会, LCシニアクラブ

高速液体クロマトグラフィー(HPLC)および高速液体クロマトグラフィー質量分析(LC/MS)は汎用分離分析法として分野を問わず活用され、新しいユーザーが絶え間なく誕生しています。HPLCおよびLC/MSの初心者・中級者にとっては一日も早く関連技術を習得することが求められていますが、現場ではさまざまなトラブルに遭遇し、その解決に苦勞することも稀ではありません。一方、分析値信頼性確保への社会的な高まりに因應するため、(公社)日本分析化学会は分析士資格認証制度を2010年度から創設して液体クロマトグラフィー(LC)分析士試験を実施し、2011年度からLC/MS分析士試験、2012年

度からイオンクロマトグラフィー (IC) 分析士試験をそれぞれ継続して実施しています。2023年までに分析士として登録された方は、3,000名を超えています。

そこで、LC研究懇談会ではHPLC、LC/MS並びに関連技術に関する専門家の養成を目指し、参加者の基礎知識習得とヒューマンネットワークの構築に資するため、「個性と専門性を磨く」を2024年のメインテーマに掲げました。この研修会では、技術者・研究者・メーカー・ユーザーが一体となり、基礎から最前線までを泊り込みで勉強します。また、ミッドナイトセッションでは分離科学的な専門知識に加え、人と人との絆を改めて考えるきっかけとして、ヒューマンネットワークの構築についても学ぶ機会を設けますので、奮ってご参加ください。なお、本研修会終了後の、①2024年度LC分析士初段認証試験の筆記試験を免除する試験、②2024年度LC/MS分析士初段認証試験の筆記試験を免除する試験(①②は同時刻実施、無料)に合格されますと、当該分析士初段認証試験の筆記試験が免除される特典があります(初段登録時には正規の受験料と登録料が必要です)。

会期 2024年11月28日(木)・29日(金)

会場 東レ総合研修センター〔静岡県三島市末広町21-9、電話：055-980-0333、FAX：055-980-0350、交通：JR「三島」駅北口下車、徒歩15分〕

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

プログラム

11.30～12.30 希望者は東レの企業文化フロア見学可

12.30～13.00 受付

総合司会：井上剛史(北浜製作所)

1日目(11月28日)

13.00～13.05 実行委員長・開会挨拶

(東京理科大学) 中村 洋

13.05～13.15 現地世話人挨拶・施設説明

(東レリサーチセンター) 竹澤正明

基調講演

13.15～13.45 (座長：竹澤正明)

S0-1 個性と専門性を磨く

(東京理科大学) 中村 洋

第1部 ヒューマンネットワーク構築の神髄

(主任：熊谷浩樹)

13.45～14.00 (座長：中村 洋)

S1-2 社会での友達作り

(北浜製作所) 井上剛史

14.00～14.15 (座長：井上剛史)

S1-3 内資系企業での友達作り

(太田胃散) 濱崎保則

14.15～14.30 (座長：濱崎保則)

S1-4 外資系企業でのヒューマンネットワーク

(LCシニアクラブ) 熊谷浩樹

第2部 前処理の神髄(主任：岡橋美貴子)

14.30～14.45 (座長：熊谷浩樹)

S2-5 水

(メルク) 石井直恵

14.45～15.00 (座長：石井直恵)

S2-6 試薬・溶媒

(関東化学) 坂本和則

15.00～15.15 コーヒーブレイク

15.15～15.30 (座長：坂本和則)

S2-7 固相抽出

(日本ウォーターズ) 島崎裕紀

15.30～15.45 (座長：島崎裕紀)

S2-8 カラムスイッチング

(ハウス食品グループ本社) 神山和夫

15.45～16.00 (座長：神山和夫)

S2-9 2D-LC

(LCシニアクラブ) 熊谷浩樹

16.00～16.15 (座長：熊谷浩樹)

S2-10 超臨界流体抽出

(島津製作所) 寺田英敏

16.15～16.30 (座長：寺田英敏)

S2-11 溶媒抽出

(臨床検査基準測定機構) 岡橋美貴子

16.30～16.45 (座長：寺田英敏)

S2-12 除タンパク

(臨床検査基準測定機構) 岡橋美貴子

16.45～17.00 (座長：岡橋美貴子)

S2-13 館内施設説明&部屋割り

(東レリサーチセンター) 竹澤正明

17.00 チェックイン(個室)・入浴

17.40～18.00 景品仕分け(寺田英敏、坂本和則)

18.00～20.00 夕食・情報交流会

・司会(榎本幹司)

・じゃんけん大会(高橋 豊)

20.15～20.30 会場セットアップ(清水克敏、坂牧 寛)

20.30 ミッドナイトセッション

(4グループに分かれて討論)

①前処理&生体試料、②分離&カラム、③検出&LC/MS、

④ヒューマンネットワーク

2日目(11月29日)

7.30～8.30 朝食

第3部 分離の神髄(主任：西岡亮太)

8.30～8.45 (座長：竹澤正明)

S3-14 逆相クロマトグラフィー

(CERI) 坂牧 寛

8.45～9.00 (座長：坂牧 寛)

S3-15 HILIC

(クロマニックテクノロジーズ) 長江徳和

9.00～9.15 (座長：長江徳和)

S3-16 イオン交換クロマトグラフィー

(日立ハイテクサイエンス) 清水克敏

9.15～9.30 (座長：清水克敏)

S3-17 イオン排除クロマトグラフィー

(東ソー) 伊藤誠治

9.30～9.45 (座長：清水克敏)

S3-18 イオンクロマトグラフィー

(東ソー) 伊藤誠治

9.45～10.00 (座長：伊藤誠治)

S3-19 マルチモードクロマトグラフィー

(島津製作所) 寺田英敏

10.00～10.15 (座長：寺田英敏)

S3-20 キラルクロマトグラフィー

(LCシニアクラブ) 西岡亮太

10.15～10.30 (座長：西岡亮太)

S3-21 超臨界流体クロマトグラフィー

(島津製作所) 寺田英敏

10.30～10.45 コーヒーブレイク

第4部 検出の神髄(主任：三上博久)

10.45～11.00 (座長：寺田英敏)

S4-22 示差屈折率検出

(島津総合サービス) 三上博久

11.00～11.15 (座長：三上博久)

S4-23 吸光度検出

(北浜製作所) 井上剛史

11.15～11.30 (座長：井上剛史)

S4-24 蛍光検出

(島津総合サービス) 三上博久

- 11.30～11.45 (座長：三上博久)
S4-25 電気伝導度検出 (産総研) 川口 研
- 11.45～12.00 (座長：川口 研)
S4-26 蒸発光散乱検出 (島津総合サービス) 三上博久
- 12.00～12.15 (座長：三上博久)
S4-27 ICP 検出 (フジクラ) 市川進矢
- 12.15～13.00 昼食・記念撮影
(撮影後、希望者は東レ・企業文化フロア見学可)
- 第5部 LC/MSの神髄(主任：高橋 豊)
13.00～13.15 (座長：市川進矢)
S5-28 ESI (プレッパーズ/エムエス・ソリューションズ) 高橋 豊
- 13.15～13.30 (座長：高橋 豊)
S5-29 APCI (日本食品検査) 橋田 規
- 13.30～13.45 (座長：高橋 豊)
S5-30 QMS (日本食品検査) 橋田 規
- 13.45～14.00 (座長：橋田 規)
S5-31 TOF-MS (日本電子) 山本敏人
- 14.00～14.15 (座長：山本敏人)
S5-32 MS/MS (東レリサーチセンター) 竹澤正明
- 第6部 実試料分析の神髄(主任：竹澤正明)
14.15～14.30 (座長：竹澤正明)
S6-33 生体成分分析 (臨床検査基準測定機構) 岡橋美貴子
- 14.30～14.45 (座長：岡橋美貴子)
S6-34 アミノ酸分析 (味の素) 大貫隆史
- 14.45～15.00 コーヒーブレイク
- 15.00～15.15 (座長：大貫隆史)
S6-35 PFAS 分析 (栗田工業) 榎本幹司
- 15.15～15.30 (座長：榎本幹司)
S6-36 食品分析 (ハウス食品グループ本社) 神山和夫
- 15.30～15.45 (座長：神山和夫)
S6-37 生薬分析 (太田胃散) 濱崎保則
- 15.45～16.00 (座長：濱崎保則)
S6-38 化粧品分析 (花王) 奥田愛未
- 16.00～16.15 (座長：奥田愛未)
S6-39 タンパク質分析～DNA 配列解読 (農研機構) 高橋亜紀子
- 16.15～16.30 (座長：高橋亜紀子)
S6-40 委託分析 (東レリサーチセンター) 竹澤正明
- 16.30～16.35 実行委員長・閉会挨拶 (東京理科大学) 中村 洋
- 16.50～17.20 (認証専門委員：中村 洋, 三上博久)
修了試験 4択式で10問。マークシートに解答。無料。
① 2024年度 LC 分析士初段認証試験筆記試験免除試験
② 2024年度 LC/MS 分析士初段認証試験筆記試験免除試験
- 参加費 30,000円(税込み10%)。
参加申込方法 ①参加者氏名, ②連絡先(メールアドレス, 所属, 住所, 電話番号, Eメール, ③オーバーナイトセッション

で討論したい(聴いてみたい)テーマ, ④上記修了試験受験希望の有無(希望者はLCかLC/MSかの区分を記載。受験予定者は2B以上の黒鉛筆と消しゴムを持参)を明記し, 下記参加申込先 URL にお申し込みください。

参加申込先 <https://forms.gle/KYnWyYLDLaNXKPET6>

参加申込締切 11月15日(金)入金締切時刻15時

銀行送金先 りそな銀行五反田支店(普通)0802349, 口座名義: シヤ)ニホンブンセキカガクカイ [(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]

服装に関する注意事項 研修期間中は軽装で結構ですが, トレーニングウェア, Gパン, 短パン, サンダル, 襟のないシャツ, ヒールの高い靴はご遠慮ください。

問合先 研修会実行委員長 中村 洋

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

なお, 開催日が近付きましたら, LC 研究懇談会のホームページ (<http://www.lckon.html>) をご覧ください。

第18回茨城地区分析技術交流会

主催 (公社)日本分析化学会関東支部・同茨城地区分析技術交流会

期日 2024年12月13日(金)

会場 ザ・ヒロサワ・シティ会館 [茨城県水戸市千波町東久保697, 交通: JR常磐線「水戸」駅よりバス・タクシーで10分あるいは徒歩20分]

プログラム

12.00～ 受付

12.30～12.35 閉会挨拶

(茨城工業高等専門学校) 澤井 光

12.35～13.25 向流クロマトグラフィーの高性能化に関する研究

(日本大学生産工学部) 四宮一総

13.30～14.20 有機溶媒の代替に高温高圧水を活用した食品分析法の開発

(茨城大学農学部) 鎗田 孝

14.25～15.45 ポスター発表(分析研究, 技術開発の紹介など)

15.50～16.40 無機分析装置の革新と応用: ICP-OESとICP-MS(/MS)の基礎, 応用, 最新研究トレンド ((同)PerkinElmer Japan) 古川 真

16.40～16.45 閉会挨拶

17.00～18.30 情報交換会

ポスター発表申込 電子メールにて①発表題目, ②所属, ③発表者氏名(発表者に○), ④発表区分(学生or一般), ⑤連絡先を明記のうえ, 下記連絡先までお申し込みください。申込締切は10月25日(金)です。なお, ポスター賞(学生および一般)を設けていますので, 奮ってご応募ください。

ポスター発表要旨 A4用紙1枚(上下左右マージン2.5cm)に, ①発表題目, ②所属, ③発表者氏名(発表者に○), ④発表要旨(形式自由)を記入し, PDFファイルにて下記連絡先まで電子メールでお送りください。提出締切は11月15日(金)です。なお, ポスターサイズはA0(縦)に収まるサイズで作成してください。

参加費 無料

情報交換会 講演およびポスター発表終了後, 講師を囲んで情報交換会を開催します。会費3,000円(一般), 1,000円(学生)は当日受け付けます。

参加申込 交流会参加希望者は, 所属, 氏名, 情報交換会参加の有無を明記のうえ, 11月15日(金)までに, 電子メールにて下記連絡先へお申し込みください。

連絡先 〒312-8508 茨城県ひたちなか市中根866 茨城工

業高等専門学校 澤井 光
[E-mail : hsawai@ibaraki-ct.ac.jp]

第30回 LC & LC/MS テクノプラザ ～講演・展示募集と参加申込～

LC 研究懇談会第30回特別講演会・見学会

主催 (公社)日本分析化学会 LC 研究懇談会
後援 (公社)日本化学会, (公社)日本薬学会 (申請中), (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

期日 2024年12月16日(月)

会場 (株)島津製作所本社〔京都府京都市中京区西ノ京桑原町1〕
および島津創業記念資料館

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

交通: ①京都市営地下鉄東西線「西大路御池」駅4番出口より南へ徒歩3分, ②阪急京都線「西院」駅より北へ徒歩10分

スケジュール

12.30～13.00 受付

司会・現地世話人: 寺田英敏 (島津製作所),
三上博久 (島津総合サービス)

13.00～13.05 LC 研究懇談会・委員長挨拶
(東京理科大学) 中村 洋

13.05～13.30 島津製作所 会社/Solutions COE の紹介
(島津製作所 Solutions COE) 荒川清美

13.35～14.35 見学会 (社内施設見学)

14.40～15.05 講演1 LC 最新技術の紹介
(島津製作所 LC ビジネスユニット) 松本恵子

15.05～15.30 講演2 LC/MS 最新技術の紹介
(島津製作所 MS ビジネスユニット) 渡辺 淳

15.30～16.00 島津創業記念資料館へ移動
(本社から地下鉄+徒歩)

16.00～17.00 島津創業記念資料館見学&記念撮影

17.20～19.20 情報交流会 (京都市役所前駅周辺)

19.20 解散

参加費 5,000円(税込み10%)

定員 20名(どなたでもご参加できますが、定員になり次第、締め切らせていただきます)。

参加方法

- 参加希望者は、下記申込先にアクセスし、氏名、メールアドレス、勤務先、電話番号、などを明記のうえ、お申込みください。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宛に「LC 研究懇談会第30回特別講演会・見学会申込受付(自動返信)」のメールが届きます。メールが届かない場合は、問合せ先までご連絡ください。
- 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、参加申込を無効としますので、十分ご注意ください。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。

申込期限 2024年12月2日(月)(入金締切時刻:15時)

申込先 <https://forms.gle/aUdQVwS4moES9VoX6>

銀行送金先 りそな銀行五反田支店(普通)0802349, 口座名義: シヤ)ニホンブンセキカガクカイ〔公益社団法人 日本分析化学会・液体クロマトグラフィー研究懇談会〕

問合せ先 (公社)日本分析化学会・LC 研究懇談会

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

主催 (公社)日本分析化学会・LC 研究懇談会

共催 LC シニアクラブ

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

LC および LC/MS を日常的に利用しているオペレーター、技術者の方々の情報交換、問題解決・相互交流の場として、標記テクノプラザを開催します。本プラザの特色は、従来の機器・カタログ展示や一般講演に加え、現場の共通の悩みをその都度「集中テーマ」として取り上げ、実例を材料として具体的に議論することです。問題を解決できた例、問題提起の段階でとどまっている例、これから問題になりそうな事柄などが、いずれも「集中テーマ」の対象になります。この会の主要な目的の一つは、発表していただいた個々の問題を参加者全体の共通の認識にすることにあります。したがって、未解決の問題や失敗例でも一向に構いません。役に立つ情報であれば、いわゆるオリジナリティーには必ずしもこだわりません。なお、本テクノプラザの講演者は、次年度の「液体クロマトグラフィー努力賞」の審査対象となります。

会期 2025年1月15日(水)・16日(木)

会場 大田区産業プラザ PiO〔東京都大田区南蒲田1-20-20〕
交通: ①京浜急行「京急蒲田」駅より徒歩約3分, ②JR 京浜東北線「蒲田」駅、東急池上・多摩川線「蒲田」駅より徒歩約13分]

<https://www.pio-ota.net/access/>

A 講演募集

A-1 発表形式 口頭発表及びポスター発表

A-2 講演募集分類 ①集中テーマ: (A) 前処理における諸問題, (B) 分離における諸問題, (C) 検出・データ解析における諸問題, (D) 未解決の諸問題, 教訓的失敗例, ②一般テーマ。

A-3 講演申込先 LC 懇のホームページから、1演題ごとに下記 URL に必要事項を明記してください。

講演申込 URL

<https://forms.gle/yFQogbERvS2JkMdE8>

(この URL からの参加申込はできません)

A-4 講演申込締切 11月29日(金)

A-5 講演要旨締切 12月18日(水)

A-6 講演要旨執筆要領

- 日本語は MS 明朝、英数字は Century で入力。
- A4 判白紙を縦に使用し、横 17 cm、縦 25 cm の枠内(標準は 1 行 38 字、1 枚 38 行)にワープロで 1～2 枚作成してください。要旨集は A4 判で作製します。
- 講演番号記入(14ポイント)欄として、1枚目の左上隅(左 8 字×4 行分)は空白としてください。
- 講演題目(強調 14ポイント)を書き、1行空けて発表者の所属と氏名を書く(強調 12ポイント)。所属はカッコ内にまとめ、氏名にはふりがなを、また発表者の氏名の前には○印をつけてください。
- 所属・氏名の下を 1 行空けて、目的、実験、結果、考察などに分けて本文(10.5ポイント)を書いてください。
- 2枚目は最上段から書いてください。

A-7 講演要旨提出先 Word 版と PDF 版を電子メール(nakamura@jsac.or.jp)に添付してください。

B 展示募集

B-1 機器・カタログ展示 横幅 180 cm、奥行き 60 cm、高さ 72 cm の台を使用します。1 小間につき、機器展示は 30,000 円、カタログ・書籍展示は 10,000 円。展示ご希望の方は、①希望する展示の種類、②申込小間数、③連絡先

お知らせ

(電話)を明記し、12月16日(月)までにお申し込みください。なお、展示申込は先着順に受付、満小間になり次第締切ります。

B-2 展示申込先 URL

<https://forms.gle/6NcWbYPp3Bm4YEebA>

B-3 展示者も参加登録が必要です。

C 参加申込

C-1 参加登録費 一般6,000円、学生3,000円。

C-2 情報交換会 1月15日(水)17時30分より(参加費5,000円)

C-3 参加申込先 プログラムは編成が終わり次第、LC懇ホームページに掲載しますので、下記URLより参加登録申込、情報交換会参加申込をしてください。

参加申込 URL

<https://forms.gle/XE3Yw3w2oFkSfKbG8>

C-4 参加申込締切日 1月6日(月)(入金締切時刻:15時まで)

C-5 銀行送金先 りそな銀行五反田支店(普通)0802349、口座名義:シヤ)ニホンブンセキカガクカイ〔(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〕

主催者提供講演

LCシニア講演

- ・私の液クロ履歴書～製品とアプリケーションの開発を振り返る

(LCシニアクラブ)熊谷浩樹

- ・これ迄の歩み、そして新たな挑戦

(LCシニアクラブ)西岡亮太

啓育講演

- ・人生におけるヒューマンネットワーク

(東京理科大学)中村 洋

現地世話人講演

- ・題目未定(東ソー)伊藤誠治

上記の講演に加え、CERIクロマトグラフィー分析賞受賞講演、LC努力賞受賞講演、LC科学遺産認定講演、POTY賞受賞講演、ベストオーガナイザー賞表彰、第29回テクノプラザベストプレゼンテーション賞表彰など、今年度の各賞受賞講演・表彰なども予定されております。

問合せ先 〒141-0031 東京都品川区西五反田1-26-2 五反田サンハイツ304号(公社)日本分析化学会液体クロマトグラフィー研究懇談会 第30回LC&LC/MSテクノプラザ実行委員長 中村 洋 [E-mail:nakamura@jsac.or.jp]

—以下の各件は本会が共催・協賛・後援等をする行事です—

◎詳細は主催者のホームページ等でご確認ください。

日本放射化学会第68回討論会(2024)

主催 (一社)日本放射化学会

期日 2024年9月23日(月)~25日(水)

会場 グランシップ GRANSHIP(静岡県コンベンションアーツセンター)

ホームページ

<http://pub.conf.it.atlas.jp/ja/event/sorc2024>

連絡先 〒422-8529 静岡県静岡市駿河区大谷836 静岡大学理学部附属放射科学教育研究推進センター 矢永誠人

[電話:06-6879-8821, E-mail:jnrs2024@adb.shizuoka.ac.jp]

日本分光学会近赤外分光部会 第18回シンポジウム

「可視・近赤外・赤外光を用いた生体計測の技術開発」

主催 (公社)日本分光学会近赤外分光部会

期日 2024年10月9日(水)

会場 中央区立産業会館3階

ホームページ <https://www.bunkou.or.jp/NIR/>

連絡先 〒180-8570 東京都武蔵野市中町2-9-32

横河電機(株)服部祐介(部会代表)

[E-mail:Yuusuke.Hattori@yokogawa.com]

2024年度水素・燃料電池材料研究会講座

主催 (公社)高分子学会

期日 2024年10月25日(金)

会場 上智大学四谷キャンパス

ホームページ

<https://main.spsj.or.jp/c12/gyoji/materials.php>

連絡先 〒104-0042 東京都中央区入船3-10-9

新富町ビル6F(公社)高分子学会事業課 石原弘哲

[電話:03-5540-3770, E-mail:resg3@spsj.or.jp]

第74回プラスチックフィルム研究会講座

主催 高分子学会プラスチックフィルム研究会

期日 2024年10月31日(木)

会場 東京工業大学大岡山キャンパス西9号館コラボレーションルームおよびオンライン

ホームページ

<https://member.spsj.or.jp/event/index.php?id=627>

連絡先 〒104-0042 東京都中央区入船3-10-9

新富町ビル6F(公社)高分子学会事業課 石原弘哲

[電話:03-5540-3771, E-mail:resg3@spsj.or.jp]

日本希土類学会第42回講演会

主催 日本希土類学会
 期日 2024年11月8日(金)
 会場 崎陽軒本店会議室1・2号室
 ホームページ

<https://www.kidorui.org/lecture.html>

連絡先 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1 大阪大学大学院工学研究科応用化学専攻内 日本希土類学会事務局
 田村真治
 [電話: 06-6879-7352, E-mail: office@kidorui.org]

日本膜学会「膜シンポジウム2024」
融合による創膜

主催 日本膜学会
 期日 2024年11月28日(木)・29日(金)
 会場 滋賀県立文化産業交流会館
 ホームページ

<http://www.maku-jp.org/symposium/>

連絡先 〒113-0033 東京都文京区本郷5-26-5-702
 日本膜学会事務局 渡部恭吉
 [電話: 03-3815-2818, E-mail: membrane@mua.biglobe.ne.jp]

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

「分析化学」編集委員会

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

なお、詳細は「分析化学」誌HPをご参照ください。

「分析化学」年間特集「環」論文募集

「分析化学」編集委員会

2025年は「環」をテーマとすることと致しました。

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)

「分析化学」特集
「表示・起源分析技術の現在」の論文募集

「分析化学」編集委員会

「分析化学」編集委員会は、表示・起源分析技術研究懇談会と共同で「表示・起源分析技術の現在」と題した特集を企画しました。表示・起源分析技術研究懇談会は、「分野・分析手法を横断し、起源と表示に関する分析化学的研究を行い、学問の振興及び社会における利用を図る」ことを目的として、2008年12月に設立されました。本特集では、「表示」と「起源」に、関係する論文を様々な分野から基礎・応用を問わず広く募集します。本特集を通じて、他分野からの情報収集も図っていただきたいと思っておりますので、奮ってご投稿ください。詳細はホームページをご確認ください。

特集論文申込締切: 2024年9月27日(金)
 特集論文原稿締切: 2024年11月1日(金)

「分析化学」の掲載料についてのお知らせ

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

掲載料金計算式 (P: 印刷ページ数) (単位: 円)
 会員の場合: $30,000 + 5,000 \times (P - 4)$ (印刷ページ数が14ページ以上は一律80,000円)
 会員外の場合: $40,000 + 5,000 \times (P - 4)$ (印刷ページ数が14ページ以上は一律90,000円)
 *上記に消費税がかかります。

【ア行】

(株)アmenaテック…………… A5
(株)エス・ティ・ジャパン…………… 表紙 4

【サ行】

(株)島津製作所…………… 表紙 2

西進商事(株)…………… A1

(株)ゼネラルサイエンス
コーポレーション…………… A3

【ナ行】

日本分光(株)…………… 表紙 3

【ハ行】

ビー・エー・エス(株)…………… A4
フロンティア・ラボ(株)…………… A8

製品紹介ガイド…………… A6~7

RENEWAL



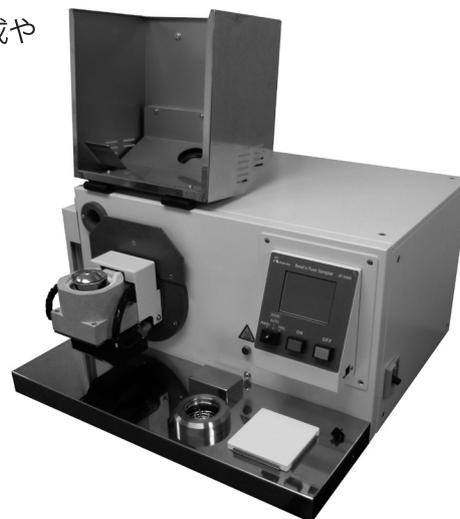
高周波溶融装置 ビード&フューズサンプラ AT-5000

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 メルヴューサガノ 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
マンプローブを組み合わせたコンパクトなシステムです。
励起レーザー選択や光学系のカスタマイズもご相談ください。
オーシャンフォトニクス(株) <https://www.oceanphotonics.com>

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



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 (試料と粉碎子入りの試料容器1個の場合)

標準付属の試料冷却キットには冷媒容器、トング、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

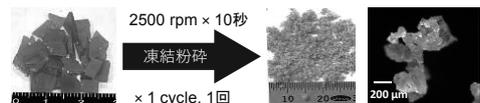
粉碎温度	室温あるいは冷媒（液体窒素等）を用いる試料冷却	
粉碎設定	回転数 (rpm)	50 から 最大 3000 (無段階設定)
	回転時間 (秒)	10 から 60 (10 秒毎)
	回転サイクル間の待ち時間 (秒)	0 から 600 (10 秒毎)
	回転サイクル数	1 から 20 (1サイクル毎)
安全装置	マイクロスイッチと手動ロック方式による誤動作防止	
本体寸法、重量	幅 270 × 奥行 340 × 高さ 300 (mm), 約 12 kg	
電源 (50/60 Hz)	AC 100/120 V あるいは 200/240 V (450 VA)	

高速上下ねじれ®運動



試料容器内における粉碎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碎します。

粉碎例：ポリイソプレン (0.53 g)



40種以上の粉碎応用例をウェブサイトから閲覧可能！

フロンティア・ラボ 株式会社

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



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



Welcome to the Next Generation

New
IRT-5X

赤外顕微鏡 / Infrared Microscope

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

「観る」

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

「測る」

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

「使う」

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

光と技術で未来を見つめる

日本分光

日本分光株式会社

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

日本分光の最新情報はこちらから

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

日本分光HP



JASCO

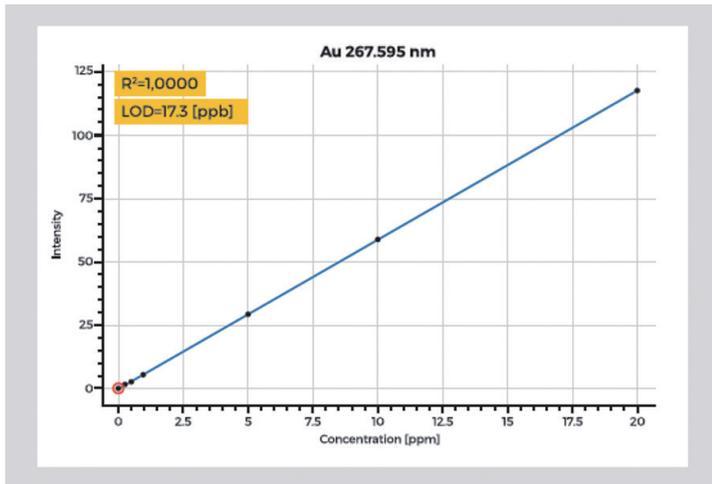
JASCOは日本分光株式会社の登録商標です。
本広告に記載されている装置の外観および各仕様は、
改善のため予告なく変更することがあります。

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、軽量の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。



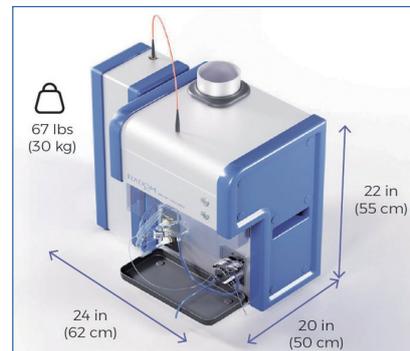
金の検量線 (0.025~20.00ppm)

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.