

ぶんせき 9

Bunseki 2026

The Japan Society for Analytical Chemistry



日本分析化学会

<https://www.jsac.jp>

The Next Industry Standard

ガスクロマトグラフ

Gas Chromatograph

Nexis GC-2060



01 Innovations Crafted Through Generations

時代を越えて受け継がれる革新性

02 Benchmark in Analytical Efficiency

分析効率の新たなスタンダード

03 Versatility Without Limits

限りなく広がる拡張性



Analytical Intelligenceは、島津製作所が提案する分析機器の新しい概念です。システムやソフトウェアが、熟練技術者と同じように操作を行い、状態・結果の良し悪しを自動で判断し、ユーザーへのフィードバックやトラブルの解決を行います。また、分析機器に対する知識や経験の差を補完し、データの信頼性を確保します。



詳しい製品情報はこちら

ぶんせき Bunseki 2026 Contents 9

目次

とびら	「ぶんせき」誌の情報発信／山口 央 271
ぶんせきの泉	クロマトグラフィーによるヘムタンパク質の 分離機構の解明および未解決の問題／長友 重紀 272
ミニファイル	Abbreviations in 分析化学（分析化学で使われる略号） ボルタンメトリーで用いられる略号／白井 理 279
話 題	大麻などの違法薬物の代謝と検出方法／渡邊 慎平 281
トピックス	ディスク電極の表面不均一性の解析／横山 悠子 283 負イオンモード ICP-MS によるフッ素分析／永田 洋一 283
こんにちば	中央大学上野研究室&片山研究室を訪ねて／高橋 豊 284
博士論文要録	ルテニウム錯体およびシクロデキストリン超分子複合体 を用いた水中ホウ素検出に関する研究／佐藤 海 286
リレーエッセイ	分析がつなぐ人生の道／齋藤 凜太郎 289
報 告	JASIS 2025 見聞録／稲川 有徳・高橋 豊 290 第 86 回分析化学討論会（久留米，2026）／高椋 利幸 293
ロータリー	299 談話室：イオンクロマトグラフィー研究のこれからを考える／インフォメーション： —中国四国支部だより— 第 32 回中国四国支部分析化学若手セミナー；第 420 回液 体クロマトグラフィー研究懇談会；「X 線分析の進歩」論文賞；LC 研究懇談会第 31 回特別講演会・見学会；X 線分析研究懇談会「2026 年度浅田榮一賞」／執筆者のプ ロフィール

〔訂正〕	304	〔カレンダー〕	iii
〔論文誌目次〕	305	〔広告索引〕	A5
〔新刊紹介〕	303	〔ガイド〕	A6
〔お知らせ〕	M1		

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

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

1) 放射能分析用大豆認証標準物質

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

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

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

○充填容器と価格

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

2) 放射能分析用しいたけ認証標準物質

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

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

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

○充填容器と価格

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

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

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



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

2026 年

9 月	8 日	データ駆動×実験自動化が変える研究開発：材料・反応・製品開発 DX の最前線 [オンライン].....	(8 号	M8)	
	14 日	第 45 回日本糖質学会年会 [パビオン 24 (福岡市)].....	(6 号	M5)	
	15 日	第 26 回生涯分析談話会 [日本分析化学会第 75 年会会場].....	(8 号	M3)	
	15~17 日	日本分析化学会第 75 年会 [東北大学青葉山新キャンパス]	(3 号	M1)	
	15~17 日	2026 年日本表面真空学会学術講演会 [JVSS2026] [ビッグパレット福島]	(7 号	M7)	
	15~19 日	2026 年度日本地球科学会大 73 回年会 [京都大学]	(6 号	M5)	
	28 日	日本金属学会オンライン教育講座「材料組織弾性学の基礎と応用」[オンライン].....	(8 号	M8)	
	28 日	第 423 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].....	(M	3)	
	28~30 日	日本放射化学会第 70 回討論会 (2026) [福島大学].....	(M	7)	
	29 日	第 38 回高分子学会 NMR 講座 基礎と応用コース [機械振興会館 6 階 6-67 会議室].....	(M	7)	
10 月	5 日	2026 年度 LC/MS 分析士三段認証試験 [北とびあ 701 会議室].....	(8 号	M3)	
	5 日ほか	第 261・262 回西山記念技術講座「実測データに基づいたプロセス制御・計測技術」 [261 回早稲田大学西早稲田キャンパス 63 号館; 262 回 CIVI 研修センター新大阪].....	(8 号	M8)	
	6~9 日	第 12 回材料 WEEK [京都テルサ].....	(8 号	M8)	
	7 日	第 31 講研究開発リーダー実務講座 2026 —企業の将来を担う理想の研究開発リーダー像とは？— 第 4 回:【マネジメント・AI・DX/イノベーション・AI】[大阪科学技術センター].....	(4 号	M5)	
	7・8 日	入門触媒科学セミナー [大阪科学技術センター 4 階 404 号室]	(7 号	M6)	
	14 日	APPIE 第 5 回標準化セミナー分散・凝集の“カンとコツ”を科学に変える: ISO/JIS 活用術 [アーバンネット神田カンファレンス 2 階].....	(8 号	M9)	
	16 日	セミナー「炭素循環型バイオ燃料の未来展望」[大阪科学技術センター 7 階 701 号室].....	(8 号	M3)	
	19 日	第 424 回液体クロマトグラフィー研究懇談会 [北とびあ 902 会議室].....	(8 号	M4)	
	22・23 日	表面分析実践講座エキスパート 2026「実践! 最新走査電子顕微鏡を用いた高度な実習」 [東北大学青葉山キャンパス日本電子×東北大高度マテリアル分析共創研究所].....	(M	7)	
	23 日	プラズマ分光分析研究会第 129 回講演会—半導体産業を支える超微量元素分析の動向— (若手会「最先端で輝く先輩たちからのメッセージ」併催) [東京大学本郷キャンパス化学講堂]....	(M	7)	
26・27 日	ナノ材料の総合分析講習 [大阪公立大学杉本キャンパス].....	(8 号	M5)		
28~30 日	第 75 回ネットワークポリマー講演討論会 [東京科学大学横浜キャンパス].....	(6 号	M6)		
30 日	第 39 回新潟地区部会研究発表会 [米百俵プレイス ミライエ長岡].....	(6 号	M4)		
31・11/1 日	第 72 回ポーログラフィーおよび電気分析化学討論会 [福井県県民ホール].....	(8 号	M9)		
11 月	5・6 日	第 31 回高分子分析討論会 (高分子の分析及びキャラクタリゼーション) [ウイंकあいち].....	(4 号	M5)	
	6 日	第 31 講研究開発リーダー実務講座 2026 —企業の将来を担う理想の研究開発リーダー像とは？— 第 5 回:【ビジョン・マネジメント・コミュニケーション/新規事業・人脈形成・人財活用】 [大阪科学技術センター].....	(4 号	M4)	
	6 日	第 20 回茨城地区分析技術交流会 [水戸市民会館南側 3 階大会議室および 2 階展示室].....	(8 号	M5)	
	6 日	2026 年度水素・燃料電池材料研究会講座 水電解水素製造技術の最前線: AWE, PEMWE, AEMWE [上智大学中央図書館].....	(M	7)	
	7 日	2026 年北海道地区化学教育研究協議会 [北海道教育大学札幌駅前サテライト].....	(M	3)	
	9 日	2026 年度 LC/MS 分析士二段認証試験 [島津製作所東京支社イベントホール].....	(M	4)	
	11~13 日	第 42 回近赤外フォーラム (第 10 回アジア国際近赤外シンポジウム (ANS2026)) The 10th Asian NIR Symposium (ANS2026) [沖縄県市町村自治会館].....	(6 号	M6)	
	11~13 日	第 47 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 The 47th Symposium on UltraSonic Electronics [福岡県北九州市・北九州国際会議場].....	(7 号	M7)	
	11~13 日	第 16 回イオン液体討論会 [上智大学四谷キャンパス].....	(M	7)	
	11~13 日	第 37 回クロマトグラフィー科学会議 [徳島大学蔵本キャンパス大塚講堂].....	(M	7)	
13 日	日本希土類学会第 44 回講演会 [崎陽軒本店会議室 1 号室].....	(M	7)		
16 日	2026 年度 LC/MS 分析士初段認証試験 [島津製作所東京支社イベントホール].....	(M	4)		
17・18 日	第 39 回日本吸着学会研究発表会 [横浜市開港記念会館].....	(M	7)		
18~20 日	VACUUM2026 真空展 [東京ビッグサイト].....	(6 号	M6)		
19・20・12/7 日	KISTEC Innovation Hub 2026 (神奈川県立産業技術総合研究所研究成果発表交流会) 技術と つながりをイノベーション創出へ [KISTEC 海老名本部, 殿町支所, 溝の口支所および横浜 (波止場会館) (日程により会場変更あり)].....	(M	8)		
19・20 日	日本膜学会膜シンポジウム 2026 拡がりゆく膜 [産業技術総合研究所つくば中央事業所共用講堂]....	(M	8)		
20 日	第 425 回液体クロマトグラフィー研究懇談会 [北とびあ・902 会議室].....	(M	4)		
21~23 日	第 62 回熱測定討論会 [東京科学大学大岡山キャンパス].....	(8 号	M9)		
26・27 日	第 46 回キャピラリー電気泳動シンポジウム (SCE2026 OSAKA) [大阪大学会館].....	(M	5)		
26・27 日	連合年会 2026 (第 39 回日本イオン交換研究発表会・第 45 回溶媒抽出討論会) [千葉大学けやき会館].....	(8 号	M9)		
26・27 日	第 24 回医用分光学研究会 [資生堂グローバルイノベーションセンター].....	(M	8)		
12 月	1~3 日	第 53 回炭素材料学会年会 [コラッセふくしま].....	(7 号	M7)	
	2 日	実用表面分析セミナー 2026 [神戸大学百年記念館六甲ホール].....	(M	8)	
	3・4 日	LC-&LC/MS-DAYS 2026 ~基礎から問題解決まで [①講演会場: 名古屋国際センター ②情報交換会会場: 神戸館名駅店].....	(8 号	M5)	
	4 日	第 5 回 LC シニアクラブ [①第 1 部: 四川菜園名駅店 ②第 2 部~第 3 部: 名古屋国際センター (NIC) 第 5 会議室 ③第 4 部: 名古屋駅近隣レストラン (未定)].....	(8 号	M7)	
	8 日	新アミノ酸分析研究会第 16 回学術講演会~基礎から食品・医薬まで~ [味の素川崎事業所クライアント・イノベーション・センター (CIC)].....	(8 号	M9)	
	9 日	第 31 講研究開発リーダー実務講座 2026 —企業の将来を担う理想の研究開発リーダー像とは？— 第 6 回:【新規事業・ベンチャー企業・イノベーション】[大阪科学技術センター].....	(4 号	M4)	
	10・11 日	第 48 回分析化学における不確かさ研修プログラム [日本電気計器検定所本社].....	(M	2)	
	16~18 日	nano tech 第 26 回国際ナノテクノロジー総合展・技術会議—イノベーションで未来のビジネスを拓く— [東京ビッグサイト西・南ホール & 会議棟].....	(M	8)	
	2027 年				
	1 月	19・20 日	第 32 回 LC & LC/MS テクノプラザ [北とびあ・ペガサスホール].....	(M	5)

＜マグネシウム認証標準物質 7 種類の頒布開始＞

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

◇微量元素分析用 高純度マグネシウム認証標準物質◇

[JAC 0141～JAC 0143 (ディスク状 3 種類)]

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

直径 50 mm 厚さ 20 mm のディスク状：表面を平滑に研磨仕上げ

単位 (μg/g)

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

◇汎用マグネシウム合金認証標準物質◇

[JAC 0151～JAC 0154 (ディスク状 4 種類)]

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

直径 50 mm 厚さ 20 mm のディスク状：表面を平滑に研磨仕上げ

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

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



(a)



(b)

◇ 頒布価格：試料 1 ディスクにつき

本会団体会員：40,000 円、それ以外：60,000 円（送料込み、消費税別）

7 ディスクセット購入の場合は 10 % 引きとします。

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

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

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

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

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

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

Photothermal Spectroscopy社

mIRage

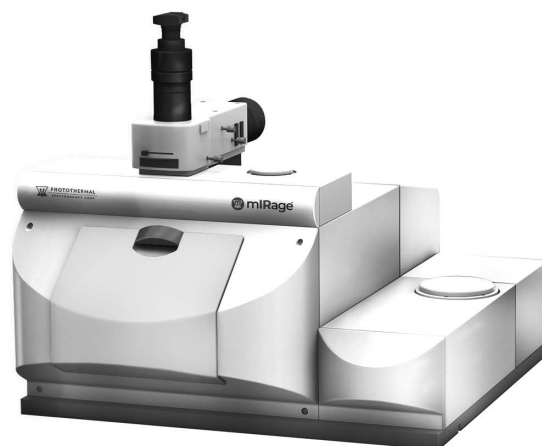


光熱変換赤外顕微分光装置 (O-PTIR)

エス・ティ・ジャパンがお届けします！

O-PTIRは、測定対象試料が赤外光を吸収した時に起きる体積の変化を可視レーザーのプローブ光を用いて、その散乱強変化を赤外スペクトルとして取得する装置です。

O-PTIRでは、従来の顕微FTIRでは測定が困難であった赤外光回折限界を超えた空間分解能 (>500nm) で赤外分析が可能となります。



Jupiter

Solid nebulizer

レーザーアブレーションの
“当たり前”を、もう一段上へ。

fsレーザー、ガルバノ光学系搭載により定量精度を確保したJupiter Solid nebulizer。
新たに機能をアップグレードしました。

新機能

1. 強化された撮像系による高解像度試料観察
2. 片手で試料交換可能な新型スライドセルによる、位置再現性、メンテナンス性の向上
3. スポット径可変 (5~15 μm) *
4. オートローダーによる自動測定 *
5. 新開発2D・3Dソフトウェア (XQuant3D) *
6. 無機有機ハイブリッド分析

*オプション



 ST.JAPAN INC.

株式会社 エス・ティ・ジャパン

URL: <https://www.stjapan.co.jp>

東京本社／

〒103-0014 東京都中央区日本橋蛸殻町1-14-10

TEL: 03-3666-2561 FAX: 03-3666-2658

大阪支店／

〒540-6127 大阪府大阪市中央区城見2-1-61 ツイン21 MIDタワー

TEL: 06-6949-8444 FAX: 06-6449-8445

高分子材料分析の強力な戦力！
マルチショット・パイロライザー

EGA/PY-3030D

未知試料へ多面的にアプローチ

発生ガス分析や瞬間熱分析などの組み合わせにより
未知試料を多面的に熱分解GC/MS分析

前処理なしで迅速に分析

あらゆる形態のポリマー試料を煩雑な前処理なしで
簡単・迅速に分析

高性能で高信頼

サーモグラムとパイログラムの高い再現性を保証



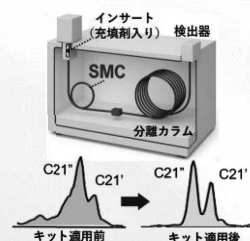
用途に合わせて選べる関連製品

NEW 異常ピーク解消キット

キャピラリーGC分析における中・高沸点領域の
異常ピーク出現を解消！

NEW Smart 微粒子コレクター

試料水中のマイクロプラスチックを試料カップに直接捕集！
捕集から測定までスムーズなプロセスを実現



NEW 迅速凍結粉碎装置 IQ MILL-2075

簡単操作！扱いやすい卓上型の粉碎装置

静かな作動音 … 周辺での会話が可能（粉碎時の騒音参考値 55 dB）

短時間 & パワフルに粉碎 … 高速上下ねじれ®運動による効率的な粉碎

試料に合わせた細かな条件設定 … 粉碎速度/時間/サイクル数の設定
種類豊富な粉碎子と容器

液体窒素消費量が少なく省エネ … 液体窒素の最小消費量は約300 mL

DNA抽出用に細胞破碎を効率化する専用モデルもございます

高分子材料や生体試料などの
粉碎・攪拌・分散に最適



フロンティア・ラボ 株式会社

www.frontier-lab.com/jp



製品情報



技術情報



お問合せ

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

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が可能な測定装置です。上位機種 of FireSting Pro は加えて pH 測定も可能です。

- 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

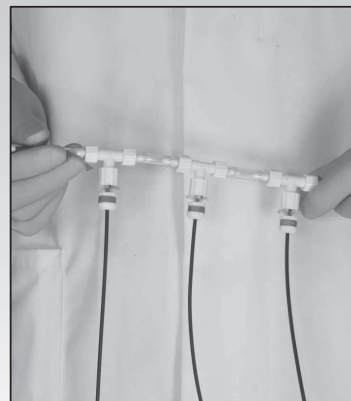
ミニプローブを
溶液に挿して...



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

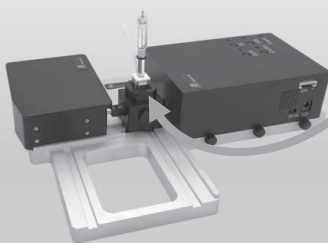


スペクトロメーターシステムがリニューアル!!

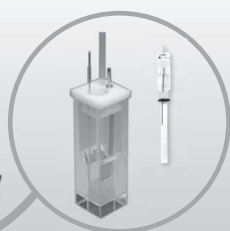
- 従来品より高感度、光源強度も増強



モデル3325
バイポテンシオスタット



【新製品】SEC2120
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。

- 製品の外観、仕様は改良のため予告なく変更される場合があります。

BAS ビー・イー・エス株式会社

各種光学式酸素センサーや光ファイバー等のアクセサリは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い合わせ下さい ⇒ E-mail: sp2@bas.co.jp

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 PHARMACOPOEIA	医薬品
USP/U.S.P. REFERENCE STANDARDS	医薬品
BP/BRITISH PHARMACOPOEIA	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

「ぶんせき」誌の情報発信



山 口 央

7月に入って猛暑が本格化した今年の夏、今号が発行される9月においても続いているものと思われます。地球温暖化の影響か、過ごしやすい秋や春の期間が短くなっている現在、私たちのライフスタイルもだんだんと変わってきています。

本会機関誌の「ぶんせき」は、分析化学の基礎や応用にかかわる「入門講座」、「解説」、本会と会員を結びつけるための「話題」、「こんにちは」といった記事を発刊当時から継続的に発信しています。特に基礎と応用に関する記事は、分析化学にかかわる技術者、研究者にも役立つものであり、2021年から再録集も出版されていますので、ご活用いただければと思います。一方で、インターネットやスマートフォンなど情報端末の発展により情報発信の方法も多様化する現在、掲載内容や発信方法をどのようにすべきか悩ましいところです。特に現在の学生会員は冊子としての「ぶんせき」誌を知らない世代であり、電子媒体である「ぶんせき」誌を若い会員の方達にどのようにアピールしていくか、編集委員会でも試行錯誤しています。そのような中、「飛躍する若手研究者」という企画が始まりました。これは、本会や研究懇談会支部が主催する学術集会などで受賞した若手研究者が、受賞対象となった研究について紹介するものです。これまでも学会賞や奨励賞、「分析化学」論文賞についての情報は、「ぶんせき」誌でも発信してきました。それに対して、本企画の主旨は本会を担う若手研究者の栄誉を称えと共に、今後の人的交流の一助になればというものです。第一弾は、第45回キャピラリー電気泳動シンポジウムにおける優秀ポスター発表賞受賞者からの寄稿で、7月号に掲載されています。内容としては、受賞された研究内容の紹介だけでなく、関心のある研究分野や技術、将来の夢など若い研究者の熱い思いが伝わってきます。分析化学会のHPから閲覧できますので、是非ともご一読ください。また、会員の皆様のお仲間や指導学生などに、「飛躍する若手研究者」の企画記事について広めていただけると幸いです。

「ぶんせき」誌は、分析化学会のホームページで公開しているほかに、掲載内容をメールマガジンで発信しています。メールマガジンという発信方法が今の時代に合わなくなっていますが、SNS等での発信も一長一短があります。情報発信について新しいアイデアをお持ちの会員の皆様は、お近くの編集委員にご提供いただければ幸いです。どうぞよろしくお願い申し上げます。

〔YAMAGUCHI Akira, 茨城大学理工学研究科, ぶんせき編集理事〕

クロマトグラフィーによるヘムタンパク質の分離機構の解明および未解決の問題

長 友 重 紀

1 はじめに

混合物の分離は古くから分析化学の重要な課題であり、現在もクロマトグラフィーの原理の解明に関する研究が進められている。クロマトグラフィーには排除体積（ゲル）クロマトグラフィー、イオン交換クロマトグラフィー、逆相クロマトグラフィーなどがある。これらは分離に関係する物質（移動相）と多孔性シリカゲル、高分子（固定相）間の相互作用の違いによって選択され、方法は異なる。いずれも細孔内に物質が取り込まれ放出される際の分配係数と拡散速度が分離と分離能に関係するので、物質の分離が可能になっている。

本解説では、これまで行って来た顕微吸収法および共焦点顕微蛍光法によって得られた単一シリカゲル細孔内でのタンパク質分子の拡散挙動の著者の研究を紹介し、次いで、タンパク質の分離における未解決の課題を2点紹介し、将来の分離に関する分析化学の課題として分析化学の発展に寄与したく考えている。

2 シリカゲル細孔内でのタンパク質の拡散挙動

2.1 ミオグロビン（Mb）の単一シリカゲル粒子細孔内での拡散挙動

タンパク質の細孔内での拡散挙動（分配と放出）を調べるためにシリカゲル粒子サイズ 30~100 μm で細孔サイズ 10, 15, 30, 50 nm のシリカゲル粒子を用いて、外部溶液（バルク）から細孔内に入る分配と細孔内からバルクへ放出される Mb の拡散挙動を調べた。実験方法は以下に示す通りである。図1のようなシャーレに入った緩衝水溶液内に浸して細孔内も緩衝溶液で満たされている。図1のように組み立てられた倒立型顕微吸収分光装置を用いて溶液と単一シリカゲル粒子の細孔内の濃度を決定して分配比（=粒子内濃度/粒子外溶液濃度）を求め、共焦点蛍光顕微鏡（Olympus, FL-1000）にて後述する重鉛再構成ミオグロビン（ZnMb）の蛍光強度測定

から拡散係数を決定した¹⁾。ZnMb は既報の方法²⁾ に従い、ウマ心筋 Mb（Sigma-Aldrich）の水溶液の pH を下げて分液漏斗によりヘム（鉄プロトポルフィリン IX）を抜いたアポ Mb を調製し、アルカリ性溶液に溶かした重鉛ポルフィリン IX をアポ Mb と混合して調製した。Mb はポリペプチド鎖とヘム（鉄プロトポルフィリン IX）をもつヘムタンパク質で、ポリペプチド鎖とヘムは近位ヒスチジン（His F8）がヘム鉄に配位結合でつながっている（図2）³⁾。重鉛ポルフィリンは鉄プロトポル

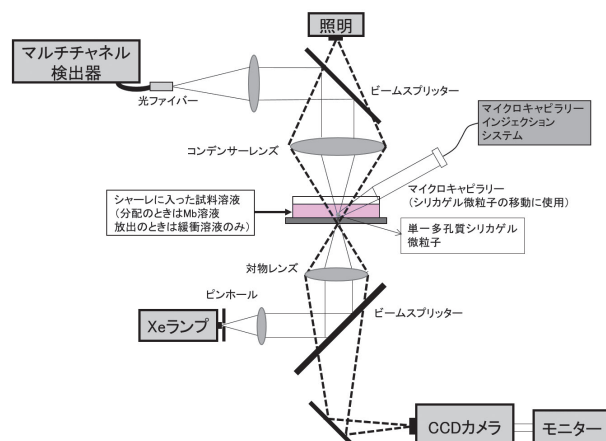


図1 マイクロキャピラリーインジェクションシステムと倒立型顕微鏡を用いた顕微吸収分光装置図

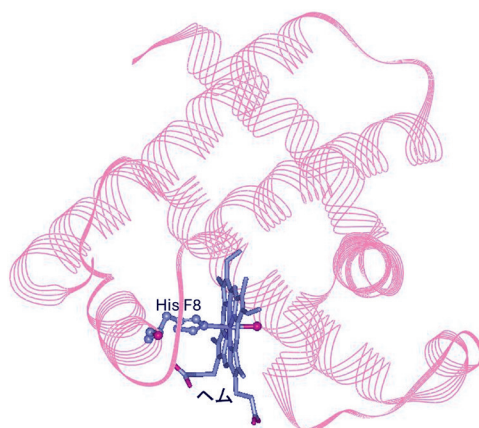


図2 ウマ心筋ミオグロビンの分子構造（酸化形）
PDB : 1YMB

フィリン IX の鉄が亜鉛に置き換わっている。

共焦点蛍光顕微鏡での結果から、拡散は細孔外律速ではなく、細孔内律速であることがわかった。細孔内拡散（拡散係数 D_p ）に関してポア・表面拡散モデル⁴⁾にしたがって解析を行った（図3）⁵⁾。

$$D_p = \frac{D_w H(a, d_p)}{\tau_w (1+R)} + \frac{D_s R}{\tau_s (1+R)} \dots\dots\dots (1)$$

$$H(a, d_p) = \left[1 - \frac{a}{d_p} \right]^2 \left\{ 1 - 2.104 \left[\frac{a}{d_p} \right] + 2.09 \left[\frac{a}{d_p} \right]^3 - 0.95 \left[\frac{a}{d_p} \right]^5 \right\} \dots\dots\dots (2)$$

なお、物理量の意味は以下のとおりである。

D_w ：水溶液中の拡散係数、 D_s ：表面拡散係数、 R ：分配係数（＝細孔内溶液濃度/細孔壁濃度）、 τ_w ：ポア拡散の屈曲率 (tortuosity)、 τ_s ：表面拡散の屈曲率、 $H(a, d_p)$ ：立体障害パラメーター、 a ：(球状分子とみなした時の) Mb の直径、 d_p ：シリカゲル細孔径（直径）。

図3より、横軸を $1/(1+R)$ 、縦軸に拡散係数 (D_p) をとると、(1) 式の第一項（傾き）が「ポア拡散」、第二項（切片）が「表面拡散」を表すことがわかる。この解析により、以下の結論を得た。

1. 分配（粒子外から粒子内への拡散）は、細孔サイズが小さいとき（10, 15 nm）、表面拡散が主で起こり、細孔サイズが大きいとき（30, 50 nm）、表面拡散に加えてポア拡散の寄与が生じる。ただし、モデルから予想される拡散係数値よりもポア拡散係数の値はかなり小さかった。
2. 放出（粒子内から粒子外への拡散）は、10 nm では表面拡散が主で起こったが、15, 30, 50 nm では表面拡散に加えてポア拡散の寄与が大きくなる。得られたポア拡散係数の値はモデルから予想される

る拡散係数値よりも小さかった。

先行研究より、シリカゲル粒子の細孔内の拡散は、低分子のローダミン 6G (R6G) では分子がポア（細孔）内を通るポア拡散のみで起こることがわかっている。なお、ポア拡散は図4に示すように、シリカゲル細孔壁との間の吸脱着平衡が成立している状態で起こっている。Mbにおいて、表面拡散のみならずポア拡散の寄与が観測されたのは、分子サイズが細孔壁のシラノール基間隔よりも大きいことから脱着がなくとも細孔内の壁面のシラノール基を“ずりずり”と動く（表面拡散する）ことができるからと考えられる。シリカゲル細孔内壁面はシラノール基 (Si-O-H) のプロトン解離のため、負に帯電している。R6Gでは、分子サイズが小さいため分子体積当たりの正電荷密度が高く、シリカゲル細孔内壁面の負電荷と強く静電相互作用（引力）で引き合うが、分子サイズが小さいため、分子サイズが大きい Mb とは異なり、表面拡散では次のシラノール基に（分子サイズを利用して）進む（表面拡散する）ことができない。そのため、低分子のローダミン 6G (R6G) ではポア拡散のみで起こったと考えられる。

なお、ミオグロビンのようなタンパク質は正味の電荷が正であっても、タンパク質表面は正と負の電荷が存在しており、シリカゲル細孔内壁面からの脱着が容易に起こるため、ポア拡散が観測されたと考えている。ただし、細孔内からの放出において、モデルから予想されるポア拡散係数の値よりも小さく（15 nm：85%，30 nm，59%，50 nm：44%）、細孔サイズが大きいほど、抑制割合が大きい。なお、この数値（%）は図3（B）の実線を破線で割った値である（15 nm のときの“破線”は図3には示していない）。

この理由としては、図4に赤色両矢印（ $\updownarrow$ ）で示した脱着が遅く、平衡に達していないため、平衡に達したときに取り得るポア拡散よりも小さくなっていると示唆される⁵⁾。

また、分配におけるポア拡散の拡散係数の値が、放出に比べて著しく小さいことが図3より示されるが、分配と放出において細孔内と細孔外を区切る“細孔の入り口”で生じる現象が両者の違いを生じていると考えられる。それは以下の通りである。

分配に際しては、細孔外から細孔内に Mb が入ってくるが、入り口で細孔壁に吸着する（図4）と Mb の分子

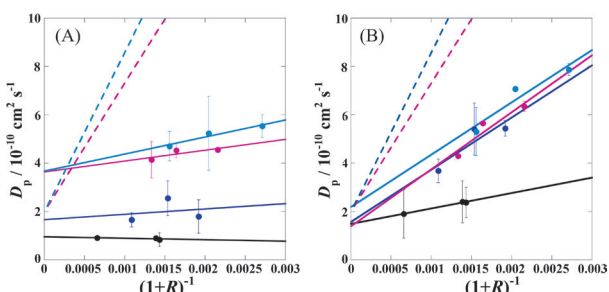


図3 (A) 分配, (B) 放出に対する D_p (細孔内拡散係数) と $(1+R)^{-1}$ の間の関係

シリカゲル細孔径（直径）10 nm（黒）、15 nm（群青）、30 nm（赤紫）、50 nm（水色）。実線は各々実験値の最小二乗、破線は式（1）のポア-表面拡散モデル（ $a=3.46$ nm, $D_w=1.3 \times 10^{-6}$ cm² s⁻¹ for ZnMb^{6),7)}, $D_s=4.0 \times 10^{-10}$ cm² s⁻¹）に基づいて計算された線である。 Reprinted with permission from *Langmuir*, 39, 11329 (2023). Copyright 2023 American Chemical Society.

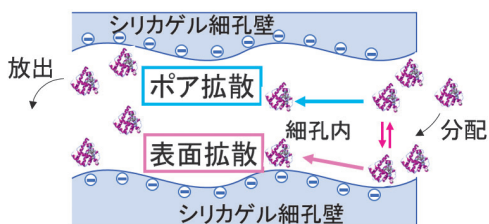


図4 ミオグロビンの分配と放出の模式図

サイズ（球状モデルと仮定；4.4 nm×4.4 nm×2.5 nm）の分だけ細孔径が小さくなるので、見かけの「細孔径」が小さくなると予測される。この影響は式（1）の H （立体障害パラメータ）に現れ、より「細孔径が小さく」なることで、ポア拡散の寄与が減少する。

一方、放出に際しては細孔内から細孔外へ出ることになるので、「細孔内が小さくなる」ことは生じない。したがって、本来の細孔径で放出が行われることになるので、同じ細孔径で比較すると、分配よりも放出の方が細孔内拡散（拡散係数 D_p ）へのポア拡散の寄与が大きくなると考えられる。

2.2 Mb のシリカゲル細孔内拡散の pH 依存性

Mb の細孔内での拡散挙動（分配）に関して、Mb を溶かしている緩衝溶液の pH の依存性を検討した⁸⁾。シリカゲル粒子サイズと細孔サイズはそれぞれ 30~100 μm 、50 nm で行った。2.1 と同様、外部溶液（バルク）から細孔内に入る分配される Mb の拡散挙動を調べた。実験方法も（1）と同様であるが、今回は紫外可視吸収スペクトルにて細孔内に入る Mb の拡散挙動を追跡したので、前述の図 1 のような顕微吸収分光装置を用いて測定した。

顕微吸収分光装置での結果から、2.1 と同様、拡散は細孔外律速ではなく、細孔内律速であることがわかった。細孔内拡散に関してポア・表面拡散モデルにしたがって解析した（図 5）。この解析より、以下の結論を得た。

1. pH 6.0 ではシリカゲル細孔内の拡散は表面拡散のみで起こり、ポア拡散は生じなかった。
2. pH 6.5, pH 6.8 と pH 7.1 ではポア拡散が観測されたが、モデルから予想されるポア拡散係数の値よりも小さく（pH 6.5：20 %，pH 6.8：23 %，pH 7.1：49 %），2.1 と同様、細孔径 50 nm でポア拡散が抑制されていることが確認された。なお、こ

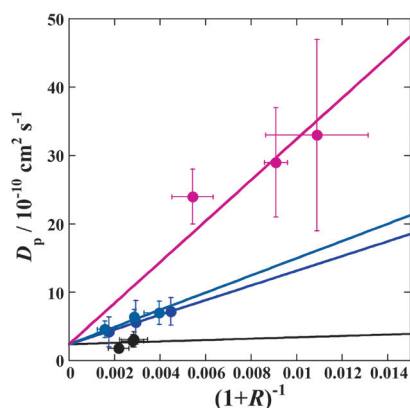


図 5 種々の pH での分配に対する D_p （細孔内拡散係数）と $(1+R)^{-1}$ の間の関係

pH 6.0（黒）、6.5（群青）、6.8（水色）、7.1（赤紫）。実線は各々実験値の最小二乗である。Reproduced with permission from Springer Nature, *Anal. Sci.*, **40**, 1545 (2024).

の数値（%）の求め方は図 3（B）の場合と同じである。

3. pH 7.1 で pH 6.5, pH 6.8 よりもポア拡散係数が大きくなっている。これは pH 7.1 で Mb の正味の電荷が正電荷から負電荷になったことにより、負電荷を帯びているシリカゲル細孔内壁面と Mb 分子間の静電相互作用（引力）が弱まり、部分的に斥力が働くことで脱着速度が大きくなったためと考えられた。

2.1 で細孔径が大きい（30 nm, 50 nm）場合のポア拡散の抑制が示唆されたが、pH 依存性を調べることで、ポア拡散係数における脱着速度の寄与が大きいことが明らかになった。

このように、単一シリカゲル細孔内でのミオグロビンの拡散挙動を研究より、タンパク質のサイズ、シリカゲル細孔の大きさの選択により、細孔内のポア拡散、表面拡散を制御できることがわかった。分配と放出でポア拡散、表面拡散の値は異なる、つまり分配と放出の細孔内拡散係数 D_p （＝ポア拡散＋表面拡散）の値が異なる。また各 pH では分配係数も異なっている。

このように、分配係数と拡散速度は Mb の分離と分離能に関係している。細孔サイズの違いによって分配と放出の拡散係数が変わり、その結果として細孔内に滞在する Mb の分子数を制御し得る。Mb の pI より低いあるいは高い pH により、Mb 分子の正味の電荷を正と負に変えることで Mb を細孔内に吸着しやすくしたり（正の場合）、拡散しやすくしたり（負の場合）することにより制御できる。このことがクロマトグラフィーによるミオグロビンを含むヘムタンパク質の分離を可能にしていることが示唆された。

3 タンパク質の分離における未解決の課題の紹介

3.1 SP-Sepharose fast-flow カラムによるヘム反転を区別するイオン交換クロマトグラフィー⁹⁾

天然のヒト成人ヘモグロビン（Hb A）は、ヒトの赤血球中に存在し、酸素運搬機能を有するヘムタンパク質である。 α サブユニットと β サブユニットを二つずつもつ四量体構造をもち、各サブユニットに一つのヘム（鉄プロトポルフィリン）をもち、そのヘムに酸素分子が可逆的に結合する（図 6）¹⁰⁾。

Hb A にあるヘムは 5-15 軸を対称軸としてほぼ対称であるが、厳密には 2,7-位のメチル基、3,8-位のビニル基がそれぞれ 5-15 軸に対して対称の位置にないため、ヘムには「表」と「裏」が存在する。天然の Hb A では、「表」のヘムの割合が α サブユニットでは 90 %、 β サブユニットでは 98 % とほぼ 100 % 近くであるのに対し、「裏」の割合は非常に少ない。以後、「表」のヘムのことをノーマル（正常）型ヘム配向、「裏」のヘムのことをリバース（反転）型ヘム配向と呼ぶことにする（図 7）。

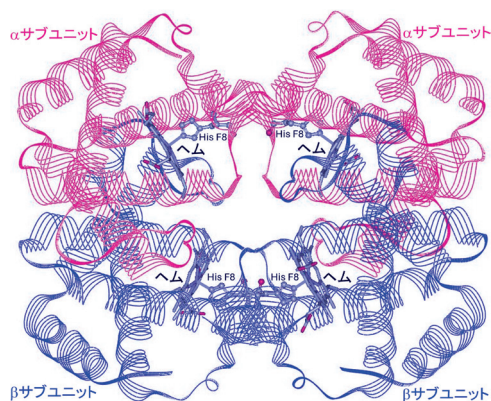


図6 ヒト成人ヘモグロビン (Hb A) の分子構造 (脱酸素形)
PDB: 2DN2

Hb A 中のヘムの配向は常磁性シフトした ^1H NMR にて区別できる (図8). 常磁性シフトした ^1H NMR の測定, 実験例はこちらの文献^{(11)~(13)}を参照されたいが, 図7に示すように, 2-, 12-, 18- (リバー型では 8'-, 18'-, 12'-) の常磁性シフトした ^1H NMR の化学シフトの値が異なる. また, ^1H NMR のシグナル強度は各々の配向で存在するメチル基の存在数を表すので, シグナル強度が大きいくほど存在数が多くなる. 天然の Hb A ノーマル型がほとんど (α サブユニットでは 90 %, β サブユニットでは 98 %⁽¹¹⁾) であることがわかる.

しかしながら, 天然の Hb A からヘムを抜いてアポヘモグロビン (α , β サブユニットのみの Hb A) とし, ここにヘムを加えて Hb A を再構成 (以後, 再構成 Hb A と呼ぶ) すると再構成直後は平均してノーマル型とリバー型が半数 (50 : 50) になる. このことは速度論的にはノーマル型, リバー型は区別されていないことを意味する. このまま Fe^{3+} の完全酸化型のままにしておくと, 熱力学的に安定な配向であるノーマル型が多数となって平衡に達する (α サブユニットでは 90 %, β

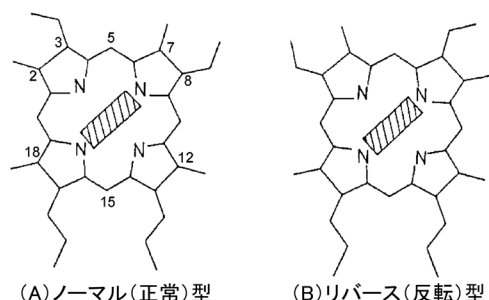


図7 近位ヒスチジン (His F8) に対するヘム (鉄プロトポルフィリン IX) の二つの取り得る配向

(A) ヒト成人ヘモグロビン (Hb A) の X 線結晶構造解析によって見いだされるノーマル型. (B) 5,15-メソ軸に対して (A) の配向から 180° 回転したヘムをもったリバー (反転) 型. 斜線をつけた長方形は近位 His F8 イミダゾール面の向きを示す. ヘムの側鎖の番号は IUPAC-IUB にしたがっている. プロトポルフィリン IX は 2,7,12,18 位にメチル基, 3,8 位にビニル基, 13,17 位にプロピオン酸基をもっている. Reprinted with permission from *Biochemistry*, **47**, 517 (2008). Copyright 2008 American Chemical Society.

サブユニットでは 98 %) が, Fe^{3+} を Fe^{2+} に還元して一酸化炭素 (CO) をヘムに配位させると, 事実上ノーマル型とリバー型半数 (平均値) の配向のままで止まり, Fe^{3+} の場合と異なりノーマル型が多数にはならない.

なお, Hb A を遺伝子工学的に調製 (以下リコンビナント Hb A (rHb A と呼ぶ)) したときも, 調製された α サブユニットと β サブユニットがヘムを取り込む際の配向は再構成 Hb A の場合と同様, 平均してノーマル型とリバー型が半数 (50 : 50) になる⁽⁹⁾. なお, 遺伝子工学的に rHb A を調製する場合, 調製途中で CO を加えるので調製された rHb A は CO 結合形になっている.

この CO 配位の rHb A はノーマル型とリバー型半数の配向をもつ. この CO 配位の rHb A を SP-Sepharose fast-flow カラムにのせて溶出した. SP-Sepharose fast-flow カラムは, 陽イオン交換体 (6 % 架橋アガロース, 強陽イオン交換体, 交換基 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{SO}_3^-$, 粒子サイズ 45~165 μm (Pharmacia 社)) である. したがって, タンパク質の正味の電荷が負であればあるほど強く吸着する. SP-セファローゼカラムは pH 7.2, 0.01 M のリン酸緩衝溶液 (Na^+) で平衡化した. 両方の Hb は pH 7.2 (0.01 M) から pH 8.0 (0.01 M) のリン酸緩衝溶液 (Na^+) の pH 勾配により溶出した. (実線) rHb A の 576 nm の吸光度 ($A_{576\text{ nm}}$). (破線) Hb A の $A_{576\text{ nm}}$. (点線, inset) rHb A の 576 nm の吸光度 ($A_{576\text{ nm}}$) に対する

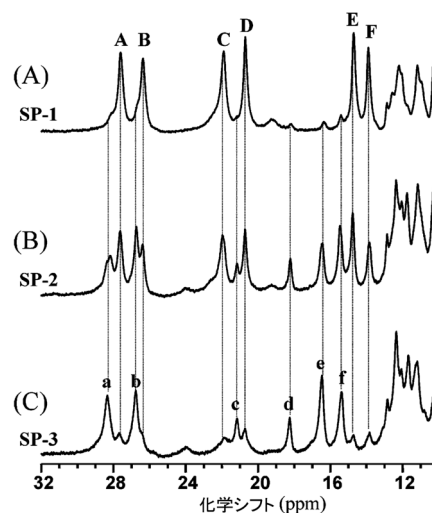


図8 メトアジド ($\text{Fe}^{3+}-\text{N}_3^-$) 誘導体リコンビナント Hb A (rHb A) の常磁性シフトした領域の 400 MHz ^1H NMR スペクトル

(A) SP-1, (B) SP-2, (C) SP-3 はそれぞれ SP-セファローゼカラムクロマトグラフィーで分離された (図9参照) rHb A の画分である. A-F と a-f のシグナルは以下の通り帰属されている. α サブユニットのノーマル型ヘム側鎖の (A) 12- CH_3 , (C) 2- CH_3 , (E) 18- CH_3 , β サブユニットのノーマル型ヘム側鎖の (B) 12- CH_3 , (D) 2- CH_3 , (F) 18- CH_3 , α サブユニットのリバー型ヘム側鎖の (a) 18- CH_3 , (c) 8-ビニルの C_αH , (E) 12- CH_3 , β サブユニットのリバー型ヘム側鎖の (b) 18- CH_3 , (d) 8-ビニルの C_αH , (f) 12- CH_3 . Reprinted with permission from *Biochemistry*, **47**, 517 (2008). Copyright 2008 American Chemical Society.

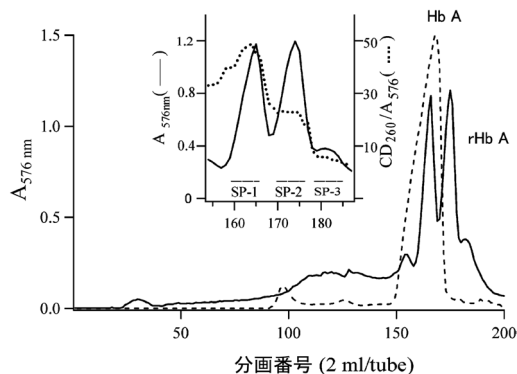


図9 SP-Sepharose fast-flow カラムによる rHb A と Hb A の溶出パターンの比較

縦軸は吸光度、横軸は分画番号。Hb A は rHb A に対して用いられた方法と同じ手順でヘモリザートから精製した。Reprinted with permission from *Biochemistry*, 47, 517 (2008). Copyright 2008 American Chemical Society.

260 nm の CD (円偏光二色性) のバンド強度比 ($CD_{260\text{ nm}}/A_{576\text{ nm}}$)。その $CD_{260\text{ nm}}/A_{576\text{ nm}}$ が 45~50, ~25, 10 以下である分画をそれぞれ SP-1, SP-2, SP-3 画分として集めた。SP カラムでの溶出パターンは、図9に示すように、①ほぼノーマル型 (図9のインセットのSP1)、②ノーマルとリバース半々型 (図9のインセットのSP2)、③ほぼリバース型 (図9のインセットのSP3) に分かれて溶出された。①、②、③とも、分子量は同じで、正味の電荷も同じである。ただし、ヘムの配向が異なるので①、②、③の Hb A の電荷の偏りは異なっているかもしれない。つまり、Hb A 表面電荷の分布の違いがあると推測される。①、②、③とも α サブユニット、 β サブユニットは全く同一であるので、ヘムの配向のみが異なるのであるが、イオン交換型の SP カラムクロマトグラフで①、②、③の配向が何故区別できる (②はノーマル、リバースが半々なので、本質的には①と③の区別になる) のか、詳述すると正味の電荷が等しいにもかかわらず、電荷の分布の違いを SP-Sepharose fast-flow column の陽イオン交換体がどのように認識して分けているかについて未解決である。

3.2 近位ヒスチジンをグリシンに置換した (His → Gly) リコンビナント Hb の Q-Sepharose fast-flow カラムによる二量体と四量体の分離¹⁴⁾

近位ヒスチジンをグリシンに置換した (His → Gly) リコンビナント Hb のうち、 β サブユニットの His92 が Gly に置換したリコンビナント Hb (以後 rHb (β H92G) と呼ぶ) は、Hb A と 92 番目のアミノ酸残基が異なる。遺伝子工学的にこの変異 β サブユニットを調製し、正常 α サブユニットと混合し、さらに (His の代わりとして His の側鎖にある 5 員環の) イミダゾールを添加することで、あたかも His92 の C_{α} - C_{β} - C_{γ} 間の共有結合が消失した Hb を作成できる (図10)。

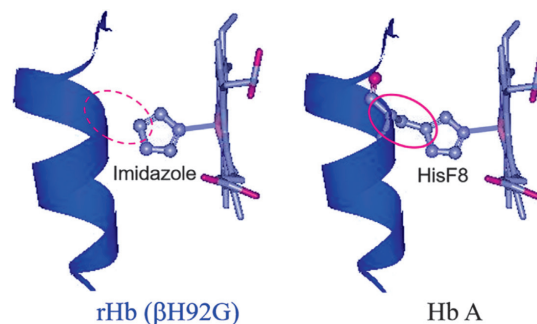


図10 (左) rHb (β H92G) (右) Hb A におけるヘムと F-ヘリックス (青リボン) の間の結合状態の比較

Hb A の正常 β サブユニットは Fe-His 結合 (鉄と近位ヒスチジンの配位結合) をもつので、 β 92His (His F8) のイミダズル環と F-ヘリックスの間に共有結合を有するが、rHb (β H92G) の β サブユニットは Fe-Im 結合 (鉄とイミダズールの配位結合) となるので、イミダズル環と F-ヘリックスの間に共有結合を有しない。なお、Hb A の図 (右) は PDB: 2DN2 を用い、rHb (β H92G) の図 (左) は PDB: 2DN2 の当該共有結合を削除して作成している。Reprinted from Publication, *Biophys. J.*, 120, 2734 (2021), Copyright (2021), with permission from Elsevier.

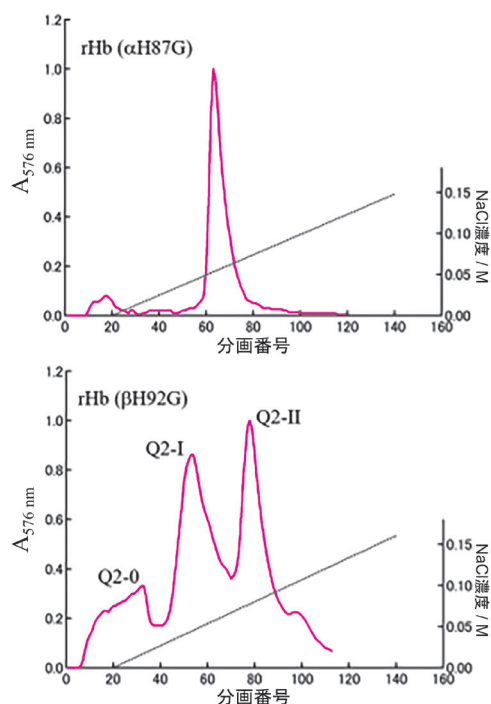


図11 (上) rHb (α H87G) と (下) rHb (β H92G) の Q-Sepharose fast-flow カラムクロマトグラフィーの溶出図

縦軸は吸光度、横軸は分画番号。各々の溶出図の黒点線は NaCl の濃度勾配 (0~0.16 M) を示す。Reprinted from Publication, *Biophys. J.*, 120, 2734 (2021), Copyright (2021), with permission from Elsevier.

この rHb (β H92G) は、His92 の C_{α} - C_{β} - C_{γ} 間の共有結合がないため、四量体構造が Hb A よりも不安定であり、四量体 $\rightleftharpoons 2 \times$ 二量体の平衡が Hb A と比べて二量体の方に著しく偏っている。実際に Q-Sepharose fast-flow カラムによるイオン交換クロマトグラフィーを行うと、二量体 (Q2-I) が先に溶出され、次いで四量体

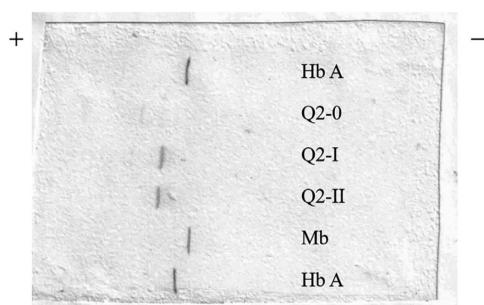


図 12 rHb (βH92G) の Q-Sepharose fast-flow カラムクロマトグラフィーからのピーク画分 (比較のためにウマ心筋ミオグロビン (Mb) と Hb A も加えている) のアンフォライン平面ゲル (pH 3.5–9.5) を用いた等電点電気泳動パターン

Q2-0, Q2-I, Q2-II はそれぞれ図 11 のピーク画分である。Hb A は電気泳動が正しく進行しているかどうかを評価するためにゲルの両側に載せた。Reprinted from Publication, *Biophys. J.*, **120**, 2734 (2021), Copyright (2021), with permission from Elsevier.

(Q2-II) が溶出される (図 11 下)。Q-Sepharose fast-flow カラムは、陰イオン交換体 (6 % 架橋アガロース、強陰イオン交換体、交換基- $\text{N}^+(\text{CH}_3)_3$ (quaternary ammonium)、粒子サイズ 45–165 μm (Amersham Biosciences 社)) である。カラム (1.5×17 cm) は 10 mM のイミダゾールを含む 20 mM の Tris-HCl 緩衝溶液 (pH 8.3) で平衡化された。rHb (αH87G) と rHb (βH92G) が Q-Sepharose fast-flow カラムに載せられた後、上に記した平衡化に用いた緩衝溶液で洗い、0–0.16 M の NaCl 線形濃度勾配 (全 300 mL) で溶出された。二量体も四量体も正味の電荷は等しいので等電点は両者で等しいと予測されるので、イオン交換クロマトグラフィーでは区別できないように思われる。実際に等電点電気泳動を用いると、両者は同じ位置に現れる (図 12)。これは両者が同一の等電点をもつことを意味する。等電点電気泳動は等電点の違いという平衡に基づく分離方法 (等電点と等しい pH のところでタンパク質の正味の電荷が 0 になり、移動が止まる) であるが、一方、イオン交換クロマトグラフィーでは、Q-Sepharose fast-flow カラムが作る「細孔」にタンパク質が入り、細孔から出る、という拡散速度と分配係数が分離と分離能に関係する分離方法であるが、同一の等電点をもつ rHb (βH92G) の二量体 (Q2-I) が先に溶出され、四量体 (Q2-II) がその後に溶出されるように両者がイオン交換クロマトグラフィーでは分離可能であった (なお、Q2-0 は不純物)。しかし、そのメカニズムについては未解決の問題である。

なお、近位ヒスチジンをグリシンに置換した (His → Gly) リコンビナント Hb のうち、 α サブユニットの His87 が Gly に置換したリコンビナント Hb (以後 rHb (αH87G) と呼ぶ) は、二量体になることはなく、Hb A と同様四量体である (図 11 上)。このことから

Hb A では α サブユニットと β サブユニットは異なる性質を有し、とりわけ近位ヒスチジンとヘムとの配位結合 (Fe-N (His)) は α サブユニットと β サブユニットで異なる性質をもつことがわかる。Hb A は酸素結合の途中で自身の酸素親和性が低から高へ変化する協同性を示すが、この性質は例えば β サブユニットのみが四量体になった場合には示さない^{15) 16)}。このことから、Hb A が酸素結合に伴う協同性を有するには α サブユニットと β サブユニットの両方が必要であることがわかる。

3・3 SP-Sepharose fast-flow カラムによるリコンビナント Hb (rHb (αH87G), rHb (βH92G)) のイオン交換クロマトグラフィー

3・1 の Hb A の結果から、SP カラムはヘムの配向を区別できることがわかる。そこで四量体の rHb (αH87G) と rHb (βH92G) に関しても SP カラムを用いた分離を試みた。その溶出図を (図 13) に示す。rHb (αH87G) の場合は、10 mM のイミダゾールを含む 20 mM の Tris-HCl 緩衝溶液 pH 7.4 でカラムを平衡化し、pH 7.4 (0.02 M) から pH 8.3 (0.02 M) の Tris-HCl 緩衝溶液の pH 勾配により溶出した。rHb (βH92G) の場合は、10 mM のイミダゾールを含む 20 mM の Tris-HCl 緩衝溶液 pH 7.2 でカラムが平衡化し、pH 7.2 (0.02 M) から pH 8.3 (0.02 M) の Tris-HCl 緩衝溶液の pH 勾配により溶出した。なお、rHb (αH87G) の平衡化において pH 7.2 にしなかったのは、pH 7.2 での平衡化では、rHb (αH87G) がカラムに非常に強く結合し、pH 7.2 から pH 8.3 の Tris-HCl 緩衝溶液では溶出できなかったからである。

それぞれ、最大の溶出部分に関して、ノーマル型とリバース型の割合を評価できる $\text{CD}_{260\text{ nm}}/\text{A}_{576\text{ nm}}$ の比を比較すると、rHb (αH87G) と rHb (βH92G) とともに 50 近くの値であり、これはほぼノーマル型の配向のみであることを示す (図 14, 表 1)。

表 1 は rHb (αH87G) のピークの画分 (図 14 左) を 3 つの画分に分け、測定方法の精度を上げて、 $\text{CD}_{260\text{ nm}}/\text{A}_{576\text{ nm}}$ の値を求め、Hb A のそれと比較したものである。3 画分いずれも 45 以上の値になり、リバース型の分子

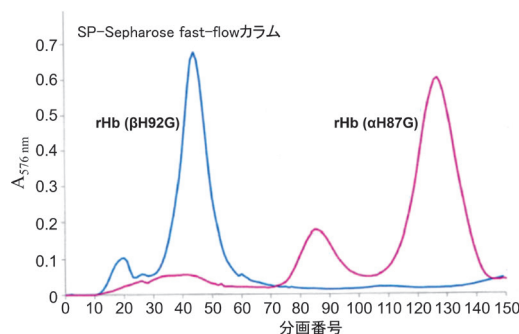


図 13 (左) rHb (βH92G) (水色) と (右) rHb (αH87G) (赤紫) の SP-セファローズカラムクロマトグラフィーの溶出図 縦軸は吸光度、横軸は分画番号。

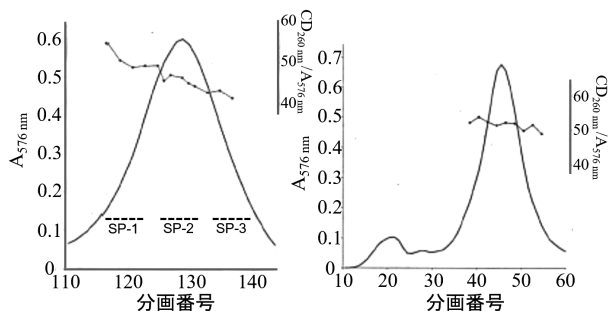


図 14 (左) rHb (αH87G) と (右) rHb (βH92G) の SP-セファローズカラムクロマトグラフィーの溶出図
折れ線グラフは図 9 の caption で紹介した各々の Hb の 576 nm の吸光度 ($A_{576 \text{ nm}}$) に対する 260 nm の CD (円偏光二色性) のバンド強度比 ($CD_{260 \text{ nm}}/A_{576 \text{ nm}}$)。

表 1 rHb (αH87G) と Hb A の $CD_{260 \text{ nm}}/A_{576 \text{ nm}}$ の比較

Mutant	Fraction	$CD_{260 \text{ nm}}/A_{576 \text{ nm}}$
rHb (αH87G)	SP-1	55.3
	SP-2	50.1
	SP-3	47.7
HbA	—	51.1

が含まれていないか、含まれていたとしても、この方法では検出できないくらいの少量であることがわかる。

四量体の rHb (αH87G) と rHb (βH92G) に関しても SP カラムを用いた分離状態は、rHb A の場合とは異なり、リバース型は非常に少なく、事実上、ノーマル型が主であった。ピーク分離も rHb A よりもよくなかった。rHb (αH87G) の α サブユニットのヘム、rHb (βH92G) の β 鎖サブユニットのヘムはポリペプチド鎖からの近位 His による配位結合がないので、ヘムが (近位 His による配位結合がある場合よりも) 動きやすく、熱力学的に安定なノーマル型をとることが考えられるが、rHb (αH87G) の β サブユニットのヘム、rHb (βH92G) の α 鎖サブユニットのヘムは近位 His による配位結合があるので、リバース型が存在することが予想されるが、この結果から判断すると、ノーマル型が多いと考えられる。この結果より、ヘムが apo ヘモグロビン (ヘムのないヘモグロビン) に組み込まれるとき、α サブユニット、β サブユニットが独立して組み込まれるのではなく、最初にヘムが組み込まれた α サブユニット、あるいは β サブユニットの配向がもう片方の β サブユニット、あるいは α サブユニットの配向に影響しているように思われる。この指摘は、先行研究 (石森と森島, 1988 年¹⁷⁾), (長井ら, 2016 年¹⁸⁾) でも指摘されている。そのため、rHb (αH87G) と rHb (βH92G) に関しても SP カラムを用いた分離は、rHb A の場合とは異なりリバース型が観測されず分離もよくなかったが、これは His → Gly 置換により His によるヘムの配位がなくなったことで His 配位のないヘムの配向がノーマル型

になり、この配向がもう片方ヘムの配向に影響した (主としてノーマル配向をとった) ということでないかと考えられる。3・1 と 3・3 の結果より、SP カラムは正味の電荷が等しいにもかかわらず、ヘムの配向に由来する電荷の分布の違いを認識していることが一層明白になるが、どのような機構 (メカニズム) で分かれているかについては、未解決の問題として残されている。

謝辞 本解説の執筆にあたり、リコンビナント Hb の調製に関して、福井医科大学名誉教授長井幸史先生にご指導いただきましたこと、筑波大学名誉教授中谷清治先生、金沢大学名誉教授長井雅子先生より多くのご助言をいただきましたことに深く感謝申し上げます。

文 献

- 1) A. Miyagawa, S. Nagatomo, H. Kazami, T. Terada, K. Nakatani : *Langmuir*, **37**, 12697 (2021).
- 2) F. W. J. Teale : *Biochim. Biophys. Acta*, **35**, 543 (1959).
- 3) S. V. Evans, G. D. Brayer : *J. Mol. Biol.*, **213**, 885 (1990).
- 4) E. M. Rekin : *J. Gen. Physiol.*, **38**, 225 (1954).
- 5) A. Miyagawa, S. Nagatomo, H. Kuno, T. Terada, K. Nakatani : *Langmuir*, **39**, 11329 (2023).
- 6) S. Longeville, W. Doster, G. Kali : *Chem. Phys.*, **292**, 413 (2003).
- 7) L. De Silva, L. Yao, Y. Wang, S. Xu : *J. Phys. Chem. B*, **117**, 7554 (2013).
- 8) A. Miyagawa, H. Kuno, S. Nagatomo, K. Nakatani : *Anal. Sci.*, **40**, 1545 (2024).
- 9) M. Nagai, Y. Nagai, Y. Aki, K. Imai, Y. Wada, S. Nagatomo, Y. Yamamoto : *Biochemistry*, **47**, 517 (2008).
- 10) S.-Y. Park, T. Yokoyama, N. Shibayama, Y. Shiro, J. R. H. Tame : *J. Mol. Biol.*, **360**, 690 (2006).
- 11) Y. Yamamoto, G. N. La Mar : *Biochemistry*, **25**, 5288 (1986).
- 12) A. Sato, H. Tai, S. Nagatomo, K. Imai, Y. Yamamoto : *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **84**, 1107 (2011).
- 13) S. Nagatomo, H. Hamada, H. Yoshikawa : *J. Phys. Chem. B*, **115**, 12971 (2011).
- 14) S. Nagatomo, T. Kitagawa, M. Nagai : *Biophys. J.*, **120**, 2734 (2021).
- 15) I. Tyuma, K. Shimizu, K. Imai : *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **43**, 423 (1971).
- 16) G. E. Borgstahl, P. H. Rogers, A. Arnone : *J. Mol. Biol.*, **236**, 831 (1994).
- 17) K. Ishimori, I. Morishima : *Biochemistry*, **27**, 4747 (1988).
- 18) M. Nagai, Y. Nagai, Y. Aki, H. Sakurai, N. Mizusawa, T. Ogura, T. Kitagawa, Y. Yamamoto, S. Nagatomo : *Chirality*, **28**, 585 (2016).



長友 重紀 (NAGATOMO Shigenori)

筑波大学数理工学系化学域 (〒305-8571 茨城県つくば市天王台 1-1-1)。大阪大学大学院理学研究科無機及び物理化学専攻博士課程単位取得退学。博士 (理学)。《現在の研究テーマ》タンパク質の分離機構およびヘモグロビンの機能と構造。《主な著書》S. Nagatomo, M. Nagai, T. Kitagawa : "Hemoglobin : Recent Developments and Topics", pp37-61, (2011)。《趣味》読書。
E-mail : nagatomo@chem.tsukuba.ac.jp

ボルタンメトリーで用いられる略号

1 はじめに

電気化学分析では数多くの略語があり、測定法、測定用機器・電極・表面修飾法で使用されている。とくにボルタンメトリーに関するものについて紹介する。

2 ボルタンメトリーでよく使用される略語

電気化学分析法としては、電極間の電位差を測定するポテンシオメトリー、電極間に印加する電位差を変化させた場合の電流変化を測定するボルタンメトリー、電極間に一定の電位差を印加した場合の電流の時間変化を測定するアンペロメトリー、目的成分を電解効率 100% で電気分解して電量を測定するクーロメトリーがある。以下には、とくにボルタンメトリーに関する測定法と使用される電極材料に関する略語を記載した。

CV (cyclic voltammetry)：ある電位領域内で電極電位を一定速度で繰り返し掃引しながら電流を記録する手法。通常は Faraday 電流が生じない初期電位で一定時間前電解した後、測定を開始し、正（または負）側の第一折り返し電位まで掃引し、同時に電流を記録する。続いて電位掃引方向を逆転して、第二折り返し電位まで掃引し、さらに電位掃引方向を逆転させて終了電位（通常は初期電位）まで掃引し、電流を記録する。同法で測定した電流 - 電位関係曲線を CV (cyclic voltammogram) とよぶ。CV では充電電流とファラデー電流が同時に測定されるが、電流の掃引速度依存性（ピーク電流が電位掃引速度に比例する場合は物質の吸脱着や表面に固定化された物質の酸化還元が関与し、電位掃引速度の平方根に比例する場合はファラデー電流が関与）や折り返し電位の変化から反応の全体像を掴むのに適している。電位掃引速度としては $10 \sim 500 \text{ mV s}^{-1}$ で測定することが多い。測定電位領域で反応物の酸化還元が生じない場合は、充電電流の大きさは電極表面での電気二重層の形成・変化に依存し、電極の表面積に比例する。測定セルの形状にもよるが、（液）抵抗および電流が大きい場合は電極反応以外の部分で電位降下が生じるので注意が必要である。多重走査法で得られた CV 曲線は厳密な解析は困難だが、反応の時間変化などを調べる場合には役立つ。なお、linear sweep voltammetry (LSV) は一定速度で初期電位から終了電位まで直線的に電位を掃引し、電流を測定する手法である。

NPV (normal pulse voltammetry)：矩形波状のパルス電位を一定時間毎に印加し、パルス状の印加電位を終了

電位まで一定値ずつ変化させる。電流は各パルス印加開始後、一定時間後に測定する。充電電流の影響を小さくするので、電極反応をより正確に解析できる。CV では常に充電電流の影響が加わるが、パルスボルタンメトリーではその影響を大幅に下げられるため、微量分析に適している。さらに、ファラデー電流の変化を測るため、電流を記録する時間を変えることで速度定数や移動係数などの速度論的パラメーターを求めることが可能である。

DPV (differential pulse voltammetry)：微小な電位パルスを重畳させながら印加し、一定時間 (t) 後の電流を記録する。パルス印加後は印加前の電位より順方向に一定電位変化した値に戻し、次のパルス印加前に電流を測定する。パルス印加の直前と t 秒後の電流の差分を印加パルス電位に対してプロットする手法である。充電電流の寄与が NPV よりも小さくて感度が上がるため、式量電位に近い複数反応を識別することができ、さらなる微量測定（検出限界： $10^{-8} \text{ mol dm}^{-3}$ ）が可能となる。square wave voltammetry (SWV) は DPV よりも大きな振幅の電位パルスを等時間間隔（パルス時間は ms 単位で周波数は最大 250 Hz）で印加する。平均印加電位をサイクルごとに進め、最大 1 V s^{-1} の電位掃引速度で測定が可能であり、CV と同程度の速さで測定できるのが特徴である。SWV 法は DPV 法に匹敵する感度を持ちながら、波形の歪みが少なく、迅速に測定でき、厳密な解析ができる。

EIS (electrochemical impedance spectroscopy)：ボルタンメトリーではないが、電極反応を各過程に分けて解析するための手法であり、交流電圧あるいは電流を印加し、周波数に対するインピーダンス変化を測定する。電気化学反応系を電気回路として取り扱い、溶液抵抗、反応抵抗、電気二重層容量で構成された等価回路を仮定する。測定結果から等価回路におけるそれぞれのパラメーターを評価する。この測定は修飾電極における修飾状況の確認によく用いられる。あまり複雑な等価回路を仮定すると、パラメーターの数が増えて解釈が困難になる。また、周波数走査をする場合は、測定時間が短い高周波数側から測定した方が初期段階で多くのデータが得られるため異常に気付きやすい。なお、EIS で使用される周波数応答解析器が frequency response analyzer (FRA) である。

RDE (rotating disk electrode)：ディスク電極を回転させ、物質移動速度を制御する測定法であり、電極表面上の電荷移動反応を定量的に解析する対流ボルタンメ

リーの一つである。反応が十分に進行する電位を印加すると、拡散限界電流 (i_L) が観測される。 i_L は電極回転数の平方根に比例する。RDEの外側に絶縁体の層を隔てて同心円のリング電極を配置した rotating ring-disk electrode (RRDE) を使用すると、反応中間体や生成物の酸化・還元など反応機構について定量的に調べることができる。ディスクとリングの電位は基準電極に対して独立して制御するため、デュアルポテンシostat (共通の参照電極に対して2本の作用電極の電位を制御できるポテンシostat) を使用する。

SV (stripping voltammetry) : 試料溶液を攪拌しながら目的成分を電極上に析出させ、攪拌停止後に電極電位を走査し、析出物を再溶解させて定量する手法。試料溶液を定電位で一定時間電解して金属イオンを電極上に金属として析出させた後、正方向へ電位を走査し、酸化により再溶解させるアノードリック法 (ASV) と陰イオンを作用電極上に難溶性塩等として析出させたのち、還元して再溶解させるカソードリック法 (CSV) がある。高感度で測定できるので微量分析でよく用いられる。

QCM (quartz crystal microbalance) : 電極上の吸着物や析出物など質量変化により水晶圧電素子の振動数が変化することを利用した分析法であり、腐食、電解析出、吸脱着、インターカレーションの研究に使用されてきた。QCMによる重量変化を測定しながら、ボルタンメトリーを行う electrochemical quartz crystal microbalance (EQCM) は、電極反応の解析と同時に表面の質量変化を ng オーダーで測定する手法であり、析出や溶解等の機構解明に非常に有用な手法である。

3 電極材および表面修飾にまつわる略語

電気化学測定においてはさまざまな材料が基盤電極として使用され、表面改質のための修飾法も多い。

GC (glassy carbon) : ガラス状不透過性カーボン。高純度なガラス状カーボン材料であるので、化学薬品に対して安定で電位窓も広い。物理的、化学的に等方性を示す。

PG (pyrolytic graphite) : 炭素化合物を熱分解させて気相成長させた材料。高純度黒鉛 (純度 99.999 % 以上) であり、耐腐食性を示す。電位窓が広く使いやすい。カミソリで表面を劈開して清浄な層面が得られる。

PFC (plastic formed carbon) : プラスチックフォームドカーボン。グラファイト粉末を主成分とし、均一な配向性を持つ炭素とガラス状炭素 (GC) の複合体であり、緻密なため他のカーボン材料より表面積が小さい。耐腐食性・耐薬品性に優れており、多孔性のものや表面を撥水処理、親水処理したものも開発されている。

HOPG (highly oriented pyrolytic graphite) : 高配向性熱分解グラファイト。高純度で配向が揃った積層型の合成黒鉛であり、基底面に沿って容易に剥がすことができ、新鮮な電極表面が得られるため、データは再現性が良い。

CNT (carbon nanotube) : カーボンナノチューブは1991年に飯島澄男博士によって発見され、軽量で高強度を有し、弾性力や導電性が高く、半導体やリチウムイオン電池など様々なデバイスに利用されている。炭素原子でできたチューブ状の構造体であり、1層のものを単層CNT (SWCNT)、複数層で構成されるものを多層CNT (MWCNT) とよび、高い熱伝導性、導電性を示す。SWCNTは直径が約1~4 nmであり、しなやかさと導電性・熱伝導性に極めて優れ、化学反応性が高い。MWCNTは、チューブの直径が約4~150 nmと太く、高強度である。MWCNTはSWCNTより安価であり、LiB導電助剤、スポーツ用品、塗料、発熱材などに用いられている。

GO (graphen oxide) : 酸化グラフェン。厚み約1 nm、シート長は数~数十 μm の炭素材料であり、酸素官能基を有した薄片構造をしており、これまでの他のナノ炭素材料では困難であった高い分散性を示す。さまざまな材料との複合化が容易になり、機能材料として注目されている。rGO (reduced graphen oxide) は還元型酸化グラフェンであり、GOを還元して得られる。GOに存在する酸素官能基の大半が除去され、GOと比べて反応性が高く、適度な導電性を持つので様々な電子デバイスの開発に利用されている。

ITO (indium tin oxide) : 透明性と導電性が高く、液晶ディスプレイ、タッチパネル、有機EL、太陽電池等の電子デバイスの材料として使用されている。

SAM (self-assembled monolayer) : 自己組織化単分子膜あるいは自己集積化単分子膜のことで、有機分子が固体表面に自発的に結合・集積して形成した単分子層の薄膜であり、タンパク質の固定を行い、タンパク質の分子認識機能や触媒作用を利用する。

FET (field-effect transistor) : 電界効果トランジスターのことで電圧駆動型の半導体素子の一種であり、表面に特定の化学種と相互作用する層を貼り付けることで表面電位の変化を測定する。ISFET (ion-selective field-effect transistor) はイオン感应性のFETである。

4 おわりに

ボルタンメトリーは様々な測定に使用されている。測定手法も多岐にわたるが、本稿では教科書や論文、解説記事、学会講演などでとくに目にするものを紹介した。

文 献

- 1) 電気化学会編: “電気化学測定マニュアル基礎編”, (2002), (丸善)。
- 2) 電気化学会編: “電気化学測定マニュアル実践編”, (2002), (丸善)。
- 3) 大堺利行, 加納健司, 桑畑 進: “ベーシック電気化学”, (2000), (化学同人)。

[京都大学大学院農学研究科 白井 理]

大麻などの違法薬物の代謝と検出方法



渡 邊 慎 平

1 はじめに

大麻、覚醒剤、コカイン、ヘロインなどの違法薬物は、古くから社会の治安や使用者の健康に大きなリスクをもたらしてきたが、近年これらの薬物の脱法的代替品として危険ドラッグが使われている。一般に危険ドラッグとは、違法薬物の化学構造をわずかに改変させた類縁体やそれを含む製品のことで、それら類縁体が指定薬物として法規制されると、また新たな危険ドラッグが登場するといった“いたちごっこ”の状態が続いている。10年ほど前は「脱法ハーブ」と呼ばれる製品が蔓延していたが、最近では「大麻グミ」や「大麻リキッド」などの製品に形を変え、これらを使用したことによる健康被害や救急搬送のほか逮捕の報道も相次いでいる。本話題では、液体クロマトグラフィー質量分析法 (LC/MS) やガスクロマトグラフィー質量分析法 (GC/MS) を用いて得られた、大麻やそれに類似した危険ドラッグの代謝のパターンや検出方法について紹介する。

2 「大麻グミ」

「大麻グミ」や「大麻リキッド」などの製品は、文字通り大麻由来の成分が含まれたものと有機合成で作られた大麻成分の類縁体 (危険ドラッグ) が含まれたものがある。これらの製品は、必ずしも成分表示がされているわけではなく、表示がある場合も実際の中身と一致しないケースが報告されており¹⁾、どのような成分が含有されているか、また含有成分が合法かは検査をするまでわからないのが実情である。

大麻とは、大麻草 (カンナビス・サティバ・エル) 及びその製品のことで、様々な成分が含まれている。テトラヒドロカンナビノール (THC)、カンナビジオール (CBD)、カンナビノール (CBN)、カンナビゲロール (CBG) などが主要成分としてあげられるが、そのうち

THC が向精神性を持ち、今のところ唯一違法 (麻薬) の成分である²⁾。

THC を模した危険ドラッグとして、側鎖長を変えたものやフェノール基がアセチル化されたものなどがある。また、THC の二重結合に水素原子を付加したヘキサヒドロカンナビノール (HHC) にも同様に側鎖長を変えたものやアセチル化されたものなどがあり、その多くが違法薬物 (指定薬物や麻薬) である。

3 薬物代謝

大麻の使用を証明するためには、違法成分である THC を薬物検査で検出する必要があるが、尿検査では THC が検出できるとは限らない。これは、体内で THC が代謝されるためである。ヒトが薬物を摂取し、その薬物が体内に吸収されると、血液により全身に運ばれ、薬理作用を発揮する。薬物が体内に長時間滞在すると害を及ぼすため、主に肝臓で薬物を代謝して排泄を促進させる。薬物代謝とは酸化還元反応やグルクロン酸抱合 (体内に存在するグルクロン酸と結合すること) などにより、薬物をより水溶性の高い化合物に変換して排泄を促進させるものである。代謝されやすい薬物の場合、代謝物のみが尿中に排泄され、薬物自体は検出できないことがある³⁾。そこで、薬物検査を行う前に薬物の代謝のパターンを知ることが重要である。

薬物の代謝を調べるには、ヒトが薬物を摂取して得られた尿などを試料として分析するのが最もシンプルでデータの信頼性が高いが、安全面・倫理面から国内では困難である。代わりに、動物に投与する方法もあるが、種の違いにより代謝のパターンがヒトと異なるという問題がある。そこで近年、ヒト由来の肝細胞またはヒト肝ミクロゾーム (肝細胞中の代謝酵素を含む画分) に薬物を加えて培養する方法が一般に用いられている³⁾。培養により生成された代謝物は、LC/MS を用いて分析することが多く、特に近年では液体クロマトグラフィー高分解能質量分析法 (LC/HRMS) を用いることで分子式を推定することができる。

THC の代謝物は合計 100 種類以上報告されているが、そのうち主要代謝物は 11-OH-THC と THC-COOH であり⁴⁾、THC が酸化することで 11-OH-THC が生成され、更なる酸化により THC-COOH が生成される (図 1)。また、THC、11-OH-THC、THC-COOH はグルクロン酸抱合を受けることも知られており、特に THC-COOH は多くが THC-COOH-グルクロニドとして存在している⁴⁾。

大麻は古くから使用されているため、THC の代謝は長く研究され、知られているが、危険ドラッグは歴史が浅いため、出現するたびに代謝の研究が行われている。

「大麻グミ」や「大麻リキッド」製品に使用されている危険ドラッグのうち、HHC は初期から出現しており、

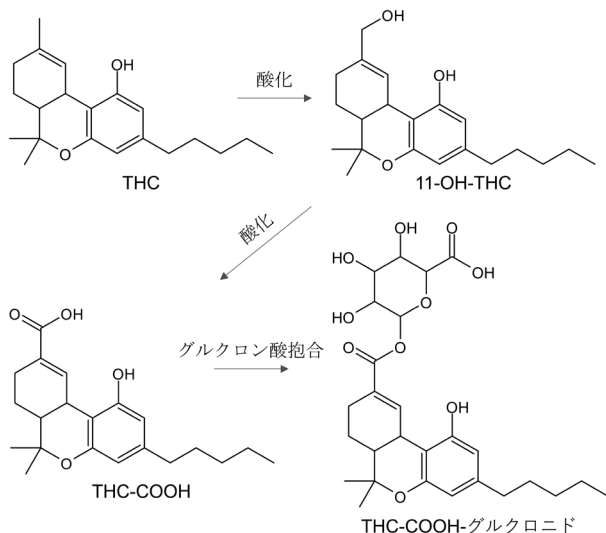


図1 THCの主要代謝経路

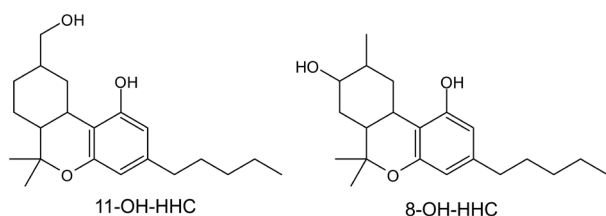


図2 HHCの主要代謝物

また THC と構造が類似していることから、類縁体の中でも最も研究が進んでいる。図2に現在報告されている HHC の主要代謝物を示す。論文により HHC の主要代謝物の中で 11-OH-HHC が特に多いという報告⁵⁾もあれば 8-OH-HHC が多いという報告⁶⁾もあり一貫していないため、主要代謝物に関する更なる検討が必要とされるが、THC では THC-COOH が主要代謝物であるのに対して、HHC では HHC-COOH は主要代謝物とは言えないことから、薬物の構造が類似していても代謝のパターンは異なることが考えられる。

4 薬物の検出方法⁴⁾

薬物摂取を証明するためには薬物検査が必要であるが、主に尿、血液、毛髪が対象となる。中でも尿は非侵襲的に採取でき、量や濃度の点からも一般的に用いられる。尿の主成分は水のため、極性の低い薬物は溶けにくく、代謝物は溶けやすい。このため、大麻使用者の尿中には THC-COOH (特に THC-COOH-グルクロニド) が多く存在するので、THC は THC-COOH として GC/MS や LC/MS により検出する。ただし、前処理として加水分解が必要で、これによりグルクロン酸を遊離させ、THC-COOH の濃度を上げることで少量でも検出できる可能性を上げることができる。通常、血液や毛髪中では代謝物より THC の濃度が高いため、主に THC が GC/MS で測定される。ただし毛髪検査の場合、受動喫

煙で毛髪が汚染された可能性を排除するために、代謝物の検出が摂取証明として有効である。

危険ドラッグの検出法も、尿中では主に代謝物、血液、毛髪中では主に薬物を対象とする点は同じであるが、測定は LC/MS で行われることが多い。これは、近年 LC/MS の普及が進んできたことや誘導体化を必要とせずに幅広い性質を持つ化合物を測定できることなどに起因する。デメリットはソフトイオン化法であるため、イオン化しにくい化合物は分析できない点である。反対に THC や THC-COOH を GC/MS で分析する理由としては、LC/MS が普及する前から GC/MS での分析法が確立されているため、新たに LC/MS での分析法を作りバリデーションを行う手間がいらないことが一因だが、GC/MS では LC/MS よりシャープなピーク形状が得られ、ピークの分離も良いというメリットもあげられる。デメリットは、気化できる化合物しか分析できないため、前処理として誘導体化が必要とされることである。

5 まとめ

近年、「大麻グミ」に代表されるような危険ドラッグが出現しており、また、リラックス効果等を目的として大麻成分の中でも合法である CBD を使用したサプリメントなどがあるが、違法薬物である THC が混在している場合もあり、合法と違法の境界線が分かりづらくなっている。製造元が曖昧な製品などは安易に入手・使用等しないことが大事だが、法中毒分野においては新たに出現する危険ドラッグに対して、代謝の研究や検出方法の開発により取り締まりに寄与することがより一層必要と考えられる。

文 献

- 1) R. Tanaka, M. Ito, and R. Kikura-Hanajiri : *Drug Test. Anal.*, **17**, 1795 (2025).
- 2) M. M. Radwan, S. Chandra, S. Gul, M. A. ElSohly : *Molecules*, **26**, 2774 (2021).
- 3) X. Diao, M. A. Huestis : *Front. Chem.*, **7**, 109 (2019).
- 4) M. Huestis : *Chem. Biodivers.*, **4**, 1770 (2007).
- 5) K. Lindbom, C. Norman, S. Baginski, L. Krebs, D. Stalberga, T. Rautio, X. Wu, R. Kronstrand, H. Gr  en : *Drug Test. Anal.*, **17**, 372 (2025).
- 6) A. Di Trana, A. Di Giorgi, G. Sprega, J. Carlier, G. Kobidze, E. Montanari, O. Taoussi, G. Bambagiotti, M. S. Fede, A. F. Lo Faro, A. Tini, F. P. Busard  , S. Pichini : *Pharmaceuticals*, **17**, 249 (2024).



渡邊 慎平 (WATANABE Shimpei)

理化学研究所放射光科学研究センター法科学研究グループ (〒679-5148 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1)。シドニー工科大学理学部博士課程修了。PhD。《現在の研究テーマ》新規危険ドラッグの特定と代謝研究。

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

● ディスク電極の表面不均一性の解析

電気化学測定においてディスク電極は頻繁に用いられる。その解析では電極をエッジの無い無限平面と仮定し、反応や物質輸送を一樣とみなすのが一般的である。しかし、現実の電極の大きさは有限であり、表面における不均一性の影響が長年議論されてきた。本稿では、回転ディスク電極（RDE）および、静止電極における電極表面不均一性に着目した研究を紹介する。

一つ目は、電極端部で拡散形態が平面から球面に近づくために起こる「エッジ効果」を Physics-Informed Neural Networks (PINN) を用いて解明した研究である¹⁾。従来、RDE の電流値は 1 次元平面拡散を仮定した Levich 式で与えられてきた。Newman のグループは特異摂動法を用いてエッジ効果を含む電流値の近似解を示したが²⁾、その適用範囲は $ScRe^{3/2}$ の大きい領域のみであり、小さな範囲は推定値にとどまっていた (Sc : Schmidt 数, Re : Reynolds 数)。本研究では、RDE を想定した円筒座標系 (2 次元) の偏微分方程式の解法に PINN を採用している。PINN は物理法則を損失関数に組み込むことで、従来の有限要素法等で困難だった高次元・非線形問題に対し、メッシュフリーで強健な解法を実現する手法である。PINN による予測電流値は、Levich 式と Newman の近似解の中間の値を示し、 $Sc^{1/3}Re^{1/2} < 3$ ではエッジ効果により Levich 式の 1.5 倍以上も増強されることを示した (水中を仮定すると、電極半径 1 mm で回転速度 < 1 rpm、または、1600 rpm で < 20 μm と極端な条件ではある)。また、 $Sc^{1/3}Re^{1/2}$ に対する電流のフィッティング式を提案し、PINN の有用性を実証している。

二つ目は、静止ディスク電極における反応の不均一性を実験的に証明した研究である³⁾。著者らは 10 mM H_2SO_4 中で金電極の表面酸化還元反応に伴う反射率変化を光学顕微鏡でリアルタイム観察し、電極エッジ部の方が中心よりも速く反応が進行することを確認した。この不均一性は mm スケールで生じ、エッジ効果ではなく、溶液抵抗の幾何学的な分布に起因すると結論付けている。

長年議論されてきたディスク電極の不均一性は、AI を用いた計算科学や新規の実験手法により、基礎的な解明が進んでおり、電池、不均一電極触媒反応、電着などの応用面にも革新をもたらすことが期待される。

- 1) H. Chen, E. Kätelhön, and R. G. Compton : *Anal. Chem.*, **95**, 12826 (2023).
- 2) W. H. Smyrl and J. Newman : *J. Electrochem. Soc.*, **118**, 1079 (1971).
- 3) B. Niu, R.-C. Xie, B. Ren, Y.-T. Long, and W. Wang : *Nat. Commun.*, **15**, 5633 (2024).

(京都大学大学院工学研究科 横山 悠子)

● 負イオンモード ICP-MS によるフッ素分析

近年、ICP-MS は飛躍的な進化を遂げ、多くの元素を $\mu\text{g/L}$ 以下の低い濃度域において検出可能である。しかし、原理的に測定が困難な元素もあり、イオン化の難しいフッ素がその一つである。過去の試みとして、負イオン (F^-) を検出する方法¹⁾、減圧ヘリウムプラズマを用いる方法²⁾、そして、 BaF^+ 等の多原子イオンを検出する方法³⁾等が報告されている。

他方、フッ素を含む有機フッ素化合物 (PFAS) は優れた物性から広く使用されており、一部は毒性を示すため、全量フッ素分析への要求が高まっている。本稿では、ICP-MS を用いた負イオン検出によるフッ素定量に関する最近の試みを紹介する。

Raab らは、かつて試みられたフッ素の負イオン検出に着目し、最近の装置を改造して再挑戦した⁴⁾。つまるところ、本法の一番の課題は F^- イオンの信号強度の低さと、バックグラウンドの高さであり、これらを何とかできるか検証している。

信号強度の低さについては、フッ素が低質量数であることに加え、イオンの生成率が低い可能性を指摘している。プラズマおよびイオン光学系のパラメータを変化させた調査から、その生成において電子温度よりも電子密度が、電子親和力よりも原子半径が重要な特性値であるとしている。また、イオンの力学的エネルギーが質量数に非依存であったため、真空中のアフターグロー領域においてイオンが生成されており、非解離性電子付着をありそうなメカニズムだとしている。信号強度の改善にはアフターグロー領域および生成過程の解明が望まれ、負イオン測定のためのインターフェイス部の改良可能性について検討すべきとしている。

バックグラウンドについては、自由電子等に起因するとされる非スペクトル性のノイズと、 $m/z=19$ に重畳するイオン性の信号とがある。後者は試料中の水や酸素等に起因する多原子イオンやアルゴンの多価イオン等のスペクトル干渉に加え、超純水中のフッ素汚染もあり得る。文献では、 D_2O や H_2^{18}O を導入した時のスペクトルとの比較から、 $^{18}\text{OH}^-$ による干渉とフッ素汚染がおよそ半分ずつ寄与したと結論づけている。

本法による実試料中のフッ素の定量についても試みており、検出下限値は 0.06~0.12 mg/L であった。この値は BaF^+ として測定した報告と同程度であった。

- 1) G. H. Vickers, D. A. Wilson, G. M. Hieftje : *Anal. Chem.*, **60**, 1808 (1988).
- 2) 林 英男, 原 泰久, 田中智一, 平出正孝 : 分析化学 (*Bunseki Kagaku*), **52**, 275 (2003).
- 3) N. Yamada, in "Agilent 8800 ICP-QQQ Application Handbook", Agilent Technologies, p.33 (2013).
- 4) A. Raab, H. Badiei, J. Feldmann : *J. Anal. At. Spectrom.*, **40**, 1689 (2025).

[アジレント・テクノロジー 永田 洋一]

こんにちは



中央大学 上野研究室 & 片山研究室を訪ねて

〈はじめに〉

中央大学後楽園キャンパスの最寄り駅、東京メトロ後楽園駅の4b出口から外へ出ると、多くの若者が文京区立礪川公園の中へと歩を進めていきます。きっと中央大学の学生さんに違いないと思いあとを付いていくと（決してストーカーではない）、程なくして大通り沿いに中央大学の建物が見えてきました。門を入れて正面の建物に、おなじみのCの文字を発見。ランニングを趣味の一つとする箱根駅伝好きの筆者ですが、仕事・プライベートを含め箱根駅伝の常連校を訪問したのは実は初めてで、かなり感動しました！

今回は、上野祐子教授の分子計測学研究室と、片山建二教授の分光化学システム研究室を訪問しました。

〈中央大学の歴史¹⁾〉

ChatGPTに「中央大学の歴史」について聞いたら、おおむね以下のような回答でした（少し編集してあります）。

① 創立（1885年）

英吉利（イギリス）法律学校として創設。創立者は増島六一郎ら18名の少壮法律家で、「実地応用の素を養う」という実学重視の理念が特徴でした。

② 大学への発展（20世紀初頭）

1905年に中央大学へ改称。法律教育を中心に発展し、日本を代表する私立大学の一つとなります。

③ 学部拡充と成長

法学部に加え、経済・商学・文学などの学部を設置し、総合大学へと拡大しました。

④ 戦後の発展

第二次世界大戦後の学制改革により新制大学として再出発。学生数も増加し、キャンパス整備が進みました。

⑤ 現代

東京都の多摩キャンパスを中心に、多様な学部・大学

院を持つ総合大学として発展を続けています。

一言でいうと、法律学校からスタートし、実学重視の伝統を持つ総合大学へ成長した大学です。

中央大学が法律学校からスタートしていたとは、恥ずかしながら全く知りませんでした。こんな機会でもないと歴史を調べようとは思わなかったので、ある意味今回の取材を引き受けたのは良かったと思います。

〈分子計測学研究室（上野研究室）訪問〉

最初に上野研究室を訪問し、上野教授から研究内容をご紹介頂き、実験室などを見学させて頂きました。上野研では、分子やイオンが持つ特性を利用して、これらの挙動を光や電気などの測定可能な信号に変換する手法の研究をしています（図1）。最近注目しているのがグラフェンという物質。グラフェンは、炭素原子が密に六角形の蜂の巣のようなパターンで結合した構造を有しています。今回調べて知ったのですが、グラフェンは透明性・柔軟性・電気伝導性が高いなどの特性から、様々な分野で革新的な素材として注目されているのですね。

例えば、蛍光分子で標識したアプタマーという一本鎖DNAから成る分子標識素子を酸化グラフェン表面に修飾すると、酸化グラフェンの特殊な光学特性により、アプタマーと特異的に結合する標的分子が存在するときだけ蛍光が観測されるというバイオセンサーを開発しました。酸化グラフェンの積層数と観測される蛍光強度には正の相関があるそうです（図1参照）。

実験室の見学では、グラフェンから作製した電極を使った実験の様子などを見せて頂きました（写真1）。筆者の専門分野とは全く異なる内容で、興味深く拝見し

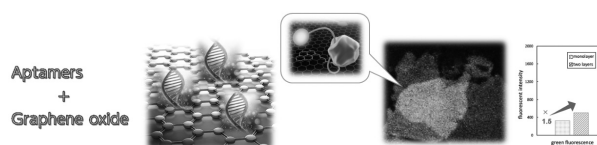


図1 上の研究室の研究概要



写真1 グラフェン電極を用いて実験をしている学生さんと、作製したグラフェン電極



写真2 上野研究室の皆さん

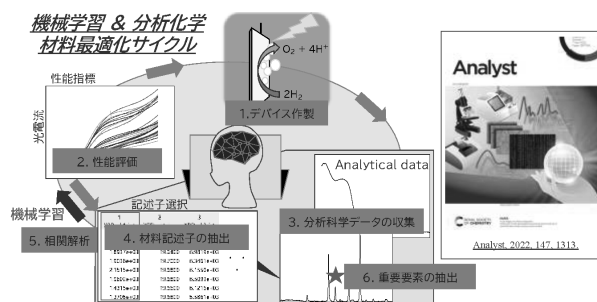


図2 片山研究室の研究内容概略

ました。最後には、在室していた皆さんに集まって頂いて写真撮影を行いました(写真2)。

〈分光化学システム研究室(片山研究室)訪問〉

上野研究室について、片山研究室を訪問しました。実は片山教授とは、20年以上前に1年間だけ、一緒に仕事をしていた時期があったのです。筆者が日本電子(株)に勤めていた時のことです。2002年7月にNEDOの支援で発足した「マイクロ化学プロセス技術研究組合」というプロジェクトに日本電子が参画し、2007年3月の終了まで4年半、筆者が研究員として出向していました。後半の1年間、片山教授もこのプロジェクトにかかわっていました。訪問日時などについて上野・片山両教授とメールでやりとりをしていた時に、片山教授から「マイクロの国プロにいた日本電子の高橋さんですか?」と連絡をもらって判明しました。

訪問時には当時の話に花が咲きましたが、しっかり現在の研究の話も伺いました。片山研では、分光法・顕微鏡法・マイクロ流体技術、AI(機械学習)を組み合わせ、太陽電池・光触媒・光応答性液晶などの、様々な光デバイスや光応答性材料の研究をしています(図2)。



写真3 片山研究室の皆さん

研究の話伺った後は、実験室を見せて頂いて、在室していた学生さん達と一緒に写真撮影を行いました(写真3)。

〈おわりに〉

末筆ながら、お忙しい中快く取材に応じて頂いた上野祐子教授と片山建二教授、また両研究室の皆さんに深謝致します。

1) <https://www.chuo-u.ac.jp/aboutus/history/>

〔エムエス・ソリューションズ(株)/

浜松医科大学/(株)プレッパーズ 高橋 豊〕

原稿募集

トピックス欄の原稿を募集しています

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

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

なお、執筆者自身の文献を主として紹介するこ

とは御遠慮ください。又、二重投稿は避けてください。

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

〒141-0031 東京都品川区西五反田1-26-2

五反田サンハイツ 304号

(公社)日本分析化学会「ぶんせき」編集委員会

〔E-mail: bunseki@jsac.or.jp〕

ルテニウム錯体およびシクロデキストリン超分子複合体を用いた 水中ホウ素検出に関する研究

佐藤 海

学位授与：上智大学大学院理工学研究科（2026 年 3 月 31 日）

第 1 章 序論 世界保健機関は飲料水中ホウ素濃度の上限値を 2.4 ppm と定めており¹⁾、ホウ素の濃度管理が必要である。また、半導体製造で利用される超純水では ppt (ng B L⁻¹) レベルのホウ素検出が要求されている²⁾。本研究は水中ホウ素（ホウ酸）検出試薬の開発を目的として、水酸基を複数持つ化合物（配位子、ルテニウム錯体、超分子複合体）について水溶液中でのホウ酸認識能評価を行った。

第 2 章 H₃thap を用いたホウ素検出 錯体の配位子としてルテニウム (Ru) に配位可能な β -ジケトン基と、ホウ酸結合可能な diol 基を持つガラセトフェノン (H₃thap) を選定した。本章では、紫外可視 (UV-vis) 吸収測定により H₃thap のホウ酸応答能を評価した。まず、pH 2.4~13.1 の範囲で pH を変化させながら、H₃thap 水溶液の測定を行った。pH 2.4 では波長 233 及び 288 nm 付近に芳香環の電子遷移に基づくと考えられる吸収極大が観測された。pH 2.4~9.8 の範囲では、pH 上昇に伴いこれらの吸光度は減少し、三つの等吸収点を伴いながら新たな吸収帯が波長 249, 330 nm 付近に観測された。さらに pH を上昇させるとこれらの吸収帯は消失し波長 392 nm に別の吸収極大が観測された。ホウ酸存在下でも同様の変化が観測されたが、波長 240 nm 付近の等吸収点は観測されなかった。各 pH における波長 240 nm の吸光度をホウ酸存在下/非存在下で比較することで、最適 pH 条件を pH 8.6 と決定した。この pH 条件下、ホウ酸濃度を増加させると波長 240 nm, 330 nm 付近の吸光度増加、300 nm 付近の吸光度減少が観測された。0~0.8 mM のホウ酸濃度範囲では、ホウ酸濃度と波長 240 nm の吸光度との間に直線関係が得られ ($R^2=0.994$)、3 σ 法による検出限界は 1.97 ppm (mg B L⁻¹) と算出された。しかし、H₃thap の吸収スペクトルは経時変化したため、溶液調製からの測定時間を厳密に管理する操作が必要であり、より簡便な検出には試薬の安定性改善が必要であった。

第 3 章 [Ru(acac)₂(H₂thap)] を用いたホウ素検出 構造が安定で電極活性な β -ジケトナトルテニウム錯体³⁾ に H₂thap を配位させた錯体 [Ru(acac)₂(H₂thap)] (acac=アセチルアセトナトイオン) を電気化学的ホウ酸検出に応用した。錯体の同定は X 線結晶構造解析、¹H NMR、質量分析法により行った。まず、2 章と同様の UV-vis 吸収スペクトル測定により、ホウ酸検出の最適 pH を、ホウ酸存在下/非存在下での波長 244 nm の吸光度を比較することで、pH 8.5 と決定した。この pH 条件下、錯体溶液 (CH₃CN/H₂O=2.2/97.8 (v/v)) のサイクリックボルタンメトリー (CV) を行った結果、0.13 V (以下電位は *vs.* Ag|AgCl_{3M NaCl(aq)}) 付近に H₂thap 配位子由来の酸化波、-0.30 V 付近にその還元波、-0.65 V 付近に Ru の酸化還元反応に対応する可逆 1 電子酸化還元波が観測された。これにホウ酸溶液を加えると 0.13, -0.30 V 付近のピーク電流値が減少し、0.52 V 付近には新たな酸化波が観測された。この新たな酸化波はホウ酸が結合した H₃thap 部位の酸化反応に由来すると考えている。ホウ酸濃度に対して ($R_0 - R$)/ R_0 ($R = I_{0.03\text{ V}} - I_{0.44\text{ V}}$, R_0 : ホウ酸水溶液添加前の R , $I_{0.03\text{ V}}$: 0.03 V の電流値, $I_{0.44\text{ V}}$: 0.44 V の電流値) をプロットした結果、ホウ酸濃度 0~0.47 mM の範囲で良好な直線関係が得られ ($R^2=0.992$)、3 σ 法による検出限界は 1.03 ppm と算出された。連続掃引後でもボルタモグラムの変化はほとんど観測されず、錯体への変換による配位子の安定性改善を実現できた。

第 4 章 Fc/Cat-CyD の電流増幅効果 シクロデキストリン (CyD) はグルコピラノース単位からなる α -1,4 結合の環状オリゴ糖であり、環の内側が比較的疎水性、外側が親水性を帯びているため、水溶液中でサイズの合う疎水性分子を内部包接できる⁴⁾。本章ではホウ酸結合部位を持つカテコール (Cat) を CyD に修飾させ、これでフェロセン (Fc) を包接したフェロセン/カテコール修飾 CyD 超分子複合体 (Fc/Cat-CyD) の酸化還元挙動を電気化学的に調査した。第 3 章と同じく CH₃OH/H₂O=10/90 (v/v) 溶液中の CV 測定を行ったところ、0.25 V 付近に特徴的な酸化電流が観測された ($I_{pa}=21.99\text{ }\mu\text{A}$)。Fc/CyD 及び Cat-CyD 単体の CV ではそれぞれ

E-mail: k-sato-7m5@sophia.ac.jp

現連絡先の機関 上智大学理工学部:

102-8554 東京都千代田区紀尾井町 7-1

学会受付 2026 年 7 月 10 日

れ $I_{pa}=3.73, 11.96 \mu A$ と観測され, Fc/Cat-CyD では電流増幅が示唆された. 増幅は Fc が Cat と近接しその酸化を触媒することで観測されたと考えた. 実験結果に基づき, 増幅機構として, ① Fc/Cat-CyD $\rightarrow$ ② $Fc^+/Cat-CyD \rightarrow$ ③ Fc/SQ-CyD $\rightarrow$ ④ $Fc^+/SQ-CyD \rightarrow$ ⑤ Fc/Q-CyD $\rightarrow$ ⑥ Q-CyD + $Fc^+ \rightarrow$ ② (SQ=セミキノン, Q=キノン) を考えている.

第5章 Fc/Cat-CyD を用いたホウ素検出 本章では第4章で議論した Cat 酸化電流の増幅をホウ素検出に応用した. 第4章で議論したのと同じ Fc/Cat-CyD 溶液にホウ酸水溶液を加えていくと, ホウ酸濃度増加に伴い増幅酸化電流は急激に減少した. これはホウ酸が Cat 基と結合し, その酸化を阻害することで増幅機構が遮断され観測されたためと考えられる. この電流減少を用いた 3σ 法による検出限界は 0.16 ppm と算出された. この感度の改善は, 増幅機構を利用しホウ酸1分子の結合に基づく応答を多分子の電極反応に増幅することが実現できたからと考えている. CyD 修飾部分のフェニル基の OH 基の数と位置を変えた, 10 種の Fc/ 修飾 CyD 複合体を新たに合成し, 同様の測定を行ったところ, diol 基を持つものだけがホウ酸応答を示した.

第6章 総括 本研究では Ru 錯体及び CyD 超分子を用いた水溶液中のホウ素検出について調査・議論した. 第2章では $H_3\text{thap}$ のホウ酸応答評価を UV-vis 吸収測定により行った. ホウ酸濃度増加に伴う電子スペクトル変化を用い, 検出限界は 1.97 ppm と算出された. 第3章では $[\text{Ru}(\text{acac})_2(\text{H}_2\text{thap})]$ を新たに合成しホウ酸応答評価を行った. CV, DPV ではホウ酸濃度の増加に伴う電気化学的応答が観測され, 検出限界は 1.03 ppm と算出された. 第4章では Fc/Cat-CyD の CV で 0.25 V 付近に観測された酸化電流の機構について議論した. 各種電気化学測定に基づき, この酸化電流は Fc による Cat 酸化の触媒・仲介により増幅されて観測されたと考えている. 第5章ではこれを水中ホウ素検出に応用した. ホウ酸濃度増加に伴い増幅電流は減少し検出限界は 0.16 ppm と算出された. 本法ではホウ酸が増幅機構を遮断し, ホウ酸1分子の結合応答を多電子の応答に増幅するアプローチを提案できた可能性がある.

公 表 論 文

- 1) K. Sato, H. Kimoto, T. Hashimoto : *Int. J. Mol. Sci.*, **26**, 4432 (2025).
- 2) K. Sato, H. Kimoto, T. Hashimoto : *J. Electroanal. Chem.*, **980**, 118994 (2025).
- 3) K. Sato, H. Kimoto, T. Hayashita, T. Hashimoto : *Anal. Sci.*, **39**, 1073 (2023).
- 4) T. Goto, T. Hashimoto, K. Sato, Y. Kitamoto, T. Hayashita, S. Iguchi, T. Sasaki, D. P. Sari, I. Watanabe : *J. Phys. Soc. Jpn.*, **92**, 124705 (2023).
- 5) H. Kimoto, M. Takahashi, M. Masuko, K. Sato, Y. Hirahara, M. Iiyama, Y. Suzuki, T. Hashimoto, T. Hayashita : *Anal.*

Chem., **95**, 12349 (2023).

- 6) S. Takeuchi, A. Cesari, S. Soma, Y. Suzuki, M. A. Casulli, K. Sato, F. Mancin, T. Hashimoto, T. Hayashita : *Chem. Commun.*, **59**, 4071 (2023).
- 7) H. Kimoto, Y. Hirahara, K. Sato, M. Iiyama, T. Hashimoto, T. Hayashita : *Talanta Open*, **7**, 100204 (2023).
- 8) K. Sato, H. Kimoto, T. Hashimoto, T. Hayashita : *J. Ion Exch.*, **33**, 100 (2022).

文 献

- 1) WHO. Guidelines for Drinking Water Quality, 4th ed.; WHO Press : Geneva, Switzerland, 2011; p. 323.
- 2) H. Kimoto, Y. Noguchi, M. Iiyama : *J. Ion Exch.*, **33**, 56 (2022).
- 3) T. Hashimoto, S. Hara, Y. Shiraishi, M. Yamauchi, K. Natarajan, K. Shimizu : *Inorg. Chim. Acta*, **358**, 2207 (2005).
- 4) 上野昭彦編: “シクロデキストリン—基礎と応用”, (1995), (産業図書).



**Study on the Detection of Boron in Water Using Ruthenium Complexes or
Cyclodextrin Supramolecular Complexes**

SATO Kai

E-mail : k-sato-7m5@sophia.ac.jp

Faculty of Science and Technology, Sophia University

7-1, Kioi-cho, Chiyoda-ku, Tokyo 102-8554

(Awarded by Graduate School of Science and Technology, Sophia University dated March 31, 2026)

Since excessive intake of boron is harmful to human, the World Health Organization has set the maximum permissible concentration of boron in drinking water at 2.4 ppm. This study aims to the development of reagent and method for the simple detection of boron in water. In Chapter 2, the ultraviolet-visible absorption spectroscopic responses of gallacetophenone (as the ligand of the (β -diketonato) ruthenium complex) to boric acid was discussed. In Chapter 3, the ruthenium complex was investigated by electrochemical methods, resulting in same sensitivity with stable response for boric acid aqueous solution. In Chapter 4, ferrocene/catechol-functionalized cyclodextrin supramolecular complex was developed and the mechanism of the amplified oxidation current observed at 0.25 V in cyclic voltammetry was discussed. In Chapter 5, this mechanism was applied to boron detection and the sensitivity was improved by amplifying electrochemical response of catechol to boric acid.

(Received July 10, 2026)

Keywords : Voltammetry; Boron; (β -Diketonato) ruthenium Complex; Supramolecular Complex; Cyclodextrin; Ferrocene; Catechol.



分析がつなぐ人生の道

ジーエルサイエンス株式会社の齋藤凜太郎と申します。バトンをいただいた環境省（島津製作所から出向中）の渡邊淳さんとは、分析化学会関連の学会や展示会などを通じて知り合いました。また、共通の飲み会に参加する「飲み仲間」でもあります。前回の8月号で「町田会」という言葉が出ましたので少しご説明しますと、その名の通り定期的に町田で開催されている飲み会です。埼玉県の入間市から毎度駆けつけております。私や渡邊淳さん以外にも様々なメンバーが集まり、楽しく乾杯をしております。今回の執筆のバトンも、乾杯のついでに自分のコップに注がれておりました。この他にも分析を通してお知り合いになった方々と仲良くさせていただいております。今回のエッセイでは、私の人生と皆様をつなげてくれた「分析」とのかかわりを振り返ってみたいと思います。

分析を始めたきっかけは学生時代に遡ります。出席番号の前後の友人がのちに所属する分析化学系の研究室を希望しており、なんとなく一緒になって所属したのが始まりです。当時は分析そのものというより、高純度Ge半導体検出器などをメインに使用し、放射性セシウムを含む焼却飛灰の不溶化処理を研究しておりました。

分析化学会へは、大学院1年目だった2021年5月に入会しました。ちょうどコロナ禍であったため、初めて参加した第81回分析化学討論会はオンライン開催でした。その時は学会で知り合いなんてできるわけありませんでしたが、対面で開催できる今を嬉しく思います。

当社に入社した経緯にも「分析」が深くかかわっております。研究室の行事の一環として、最新機器を勉強する目的でJASISに参加しておりました。展示会後の飲み会も恒例で、「飲み会を行うまでがJASIS」です。当時、自宅までの帰路が遠いためホテルに宿泊したのですが、そこへ向かう途中、同じくJASISに参加していた団体を見かけ、気分が良くなっていた自分はいきなり声をかけました。なんとホテルも同じだったその方々は、当社の社長と当時の営業本部長でした。そこで名刺交換をしたことをきっかけに、翌日ブース案内をしていただきました。名刺を作ってくくださった恩師には大変感謝しております。後日、就職活動でエントリーした際には「本当に来たのか」と社内でも驚かれたという裏話もありました。

現在はカスタマーサポートセンターのアプリケーション

ンデザインという部署に勤務し、前処理（固相抽出法や酸分解）に関するお問い合わせ対応とアプリケーション作成を行っています。分析装置は学生時代から変わりましたが、ICP-MSと共に分析業務を継続しております。

入社以来、一番苦労したのがコンタミネーション対策です。容器洗浄、材質の選定、実験室整備など、様々な方にご指導いただきながら日々励んでおります。日々の技術向上のため、ちょっとした挑戦の積み重ねが大切だと考えております。装置のブランクを下げるために特製の簡易フードを自作してみるなど、手探りで進める中で、もちろん失敗もありますが改善につながるが多々ありました。独自のPDCAサイクルを言葉にするなら、「Passion（情熱）⇒ Design（計画）⇒ Challenge（挑戦）⇒ Apologize（謝罪）」といったところでしょうか。サイクルにはなってないですね（笑）。

実は挑戦のひとつとして、LINEスタンプの作製も行ってみました（図1）。社内で2名が購入してくださったのですが、独自の分析の結果、一方は「自主的」、もう一方は「手がすべての誤購入」だったことが判明しています。分析においてミスはないに越したことはありませんが、こういうミスなら大歓迎です。皆様もスタンプ購入というチャレンジをして、華麗に失敗してみてもいいです。ご興味があればお声がけください。



図1 自主作製した Line スタンプ

まとまりのない文章でしたが、結論として言いたいのは、分析にかかわってきたおかげで今の自分があり、こうしてバトンを託していただいたのだと、しみじみ感じているということです。

さて、次のバトンは、研究室の7年先輩にあたる株式会社リガクの松田渉さんをお願いさせていただきました。学生期間の被りはないのですが大変お世話になった先輩であり、先述した私の入社経緯にも深くかかわっている方です。それでは皆様、最後までお読みいただきありがとうございます。次回もどうぞお楽しみに！

〔ジーエルサイエンス株式会社 齋藤 凜太郎〕

JASIS 2025 見聞録

(Japan Analytical & Scientific Instruments Show)

2025年9月3日から3日間、千葉市美浜区の幕張メッセにて分析機器展JASIS 2025が盛大に開催された。年に一度、国内外の分析・科学機器メーカーが一堂に会する最先端の科学・分析システム&ソリューション展であり、米国のPittcon、欧州のanalyticaと並ぶアジア最大級の展示会である。本会会員にとっても身近なイベントであり、多くの方が参加されたのではないだろうか。本稿では、その様子的一端を紹介したい。

本記事の執筆にあたり、筆者らは9月4日に傍嶋真JASIS 2025 実行委員長、長谷川壽一日本科学機器協会会長、杉沢寿志JAIMA 技術委員会委員長を訪問し、取材の機会をいただいた。

JASIS 2025 の新しい試み

JASIS 2025 が社会に向けて発信するメッセージは「『測る』が支える未来の社会」である。単一企業だけでなく、企業同士、さらには産官学の連携により産業の発展と豊かな暮らしを実現していこうとする強い意志が感じられた。また、本展示会のコンセプトは「五感で感じる学び場」である。このコンセプトのもと、JASIS 2025 ではさまざまな企画が実施された。ここでは、その一部を紹介する。

まず、展示会場のレイアウトが刷新された。会場の動線を明確化するために「JASIS Avenue」が設置され、来場者が効率よく会場を巡ることができるよう工夫されている。さらに、学協会や研究機関、スタートアップ企業などのブースが並ぶ「JASIS Street」も設けられ、活発なコミュニケーションの場が創出された。

また、JASIS では数年前から LabDX を推進する取り組みを行っている。今年は展示会場内の JASIS スクエアのメインステージにおいて、LabDX にかかわる実機展示や実演が行われ、研究室の自動化やデータ駆動型研究を具体的にイメージできる内容となっていた。

さらに、幕張メッセに来場しなくても展示内容やセミナーを視聴できる「JASIS WebExpo」も開催されている。オンライン登録を行うことで無料で閲覧することが可能であり、展示会の情報発信の幅を広げる試みとなっている。

加えて、生成 AI を活用した出展企業と来場者のマッチングサービスも導入された。WebExpo への登録情報をもとに、来場者の興味に応じて訪問すべき企業を提案する生成 AI 端末が会場内に設置されていた。

開幕式

9月3日に開幕式が行われた。本会からも山本博之会長が参加され、テープカットを務められた（写真1）。



写真1 開幕式におけるテープカット

出展ブース

実際に展示会場を訪れると、多くの来場者が各ブースで企業の説明を熱心に聞き、活発に議論している様子が見られた（写真2）。JASIS Avenue に沿って歩くことで、さまざまな分野のブースに自然と出会うことができる（写真3）。これまで自分の関心分野のブースのみを訪れることが多かったが、このレイアウトは視野を広げる有



写真2 展示ブース

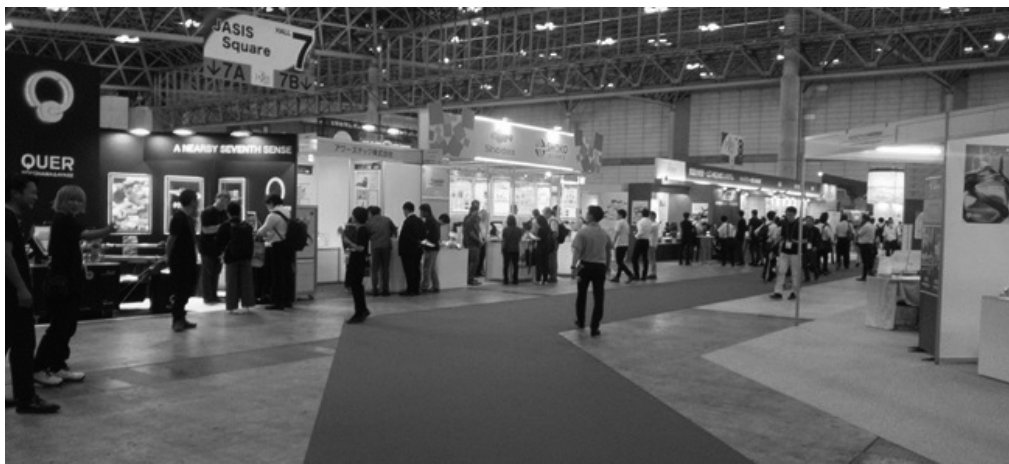


写真3 JASIS 展示会場
カーペットがJASIS Avenue

効な工夫であると感じられた。実際、来訪者が特定の場所に集中することなく各ブースに分散しており、多くの来場者がいるにもかかわらず、比較的ストレスなく展示を見学することができた。

来訪者はアンケートに回答したり、一定数のブースを巡覧したりすると景品を受け取ることができる。筆者もアンケートに回答し、JASIS オリジナルのミネラルウォーターをいただいた。各社ブースでもアンケート回答によるノベルティ配布などの企画が行われており、展示会を楽しみながら回る仕掛けが随所に見られた。

展示会場内のJASIS スクエアを訪れると、メインステージには分析の自動化に関するさまざまな装置が展示されていた。これらが研究室に導入された将来の研究環境を想像しながら見学すると、近未来のラボを彷彿とさせる内容であった。サブ会場では各社によるショートプレゼンテーションが行われており、最新の技術情報を絶え間なく聞くことができた。

会場には生成 AI による出展企業と来訪者のマッチングサービスを行う端末も設置されていたので、実際に試してみた。質問項目は四つほどで、筆者は分離手法に興味があることを入力した。すると、分離装置メーカーだけでなく、ポンプや材料など関連技術を有する企業も推薦された。従来であれば分離装置メーカーのみを訪れていたが、このサービスにより思いがけない企業との出会いがあり、視野を広げる良い機会となった。このような仕組みは異分野との接点を生み、イノベーション創出の契機にもなり得ると感じられた。

トピックスセミナー・併設学会

JASIS の「トピックスセミナー」では、化学分析の基礎から最新トレンド、各社の新製品・新技術の紹介、さらには化学分析に関わる法規や JIS 改正などを解説する講演が多数開催されている。今回は特に LabDX 関連のセミナーが多く見受けられた。例えば、「ロボットアー

ムで小さく始める実験自動化」「自動自律実験を支援するソフトウェア NIMO」「『直感』をデータが加速する：データ駆動型研究開発とラボオートメーション」などである。展示会場でも LabDX をテーマとしたステージが設けられ、関連企業による事例紹介などが行われていた。

また、生物工学会、日本学術振興会、日本定量 NMR 研究会など、さまざまな学会と連携したセミナーイベントも開催された。本会関係者や学生が多数参加したイベントとして、英国王立化学会（RSC）と JAIMA の共催による「RSC-JAIMA Symposium on Analytical Chemistry（旧 RSC Tokyo International Conference）」が 9 月 4 日および 5 日に開催された。RSC の学術誌 *Analyst* は 2025 年に創刊 150 年を迎える。*Analyst* 誌にゆかりのある研究者による招待講演と 98 件のポスター発表が行われ、会場は熱気に包まれていた。国内で、しかも無料登録で国際的な学会に参加できることから、若手研究者にとって貴重な登竜門となっている。学生や若手研究者にもぜひ参加してほしいイベントである。

JASIS Café

新しい企画として、展示会場内に「JASIS Café」と呼ばれるコーナーが設置されていた。ここではコーヒーを題材として、栽培から飲用に至るまでの過程において分析技術がどのようにかかわっているかを紹介する展示が行われていた。実際の機器展示に加え、多くの工程で用いられる分析技術が体系的に紹介されていた。筆者は参加できなかったが、実際にコーヒーを提供する企画もあり、味覚や嗅覚を通じて分析化学を体験できたようである。来年以降も継続予定とのことであり、次回のテーマにも期待したい。

日本分析化学会の関連イベント

本年度は日本分析化学会のブースも出展された（写真



写真4 日本分析化学会のブース

た傍嶋真 JASIS 2025 実行委員長、杉沢寿志 JAIMA 技術委員会委員長、長谷川壽一日本科学機器協会会長に、この場を借りて厚く御礼申し上げる。なお、執筆が遅くなり、本記事の掲載が大幅に遅れましたこと、この場を借りてお詫び申し上げます。

〔宇都宮大学工学部 稲川 有徳〕
〔浜松医科大学 高橋 豊〕

4). 本会の活動紹介に加え、「ぶんせき」「分析化学」「Analytical Sciences」各誌の紹介や認証標準物質の展示などが行われていた。事務局によれば、JASIS へのブース出展は久しぶりとのことである。会長、副会長をはじめ事務局の方々が来訪者に丁寧に対応されている様子が印象的であった。今後も継続して出展し、本会の活動を広く発信するとともに、産業界との連携がさらに広がることを期待したい。

また、セミナーイベントとして関東支部分析イノベーション交流会による産官学連携イベントも開催された。今年は「交流の輪を広げる分析イノベーションフォーラム 2025」と題し、東京大学の稲見昌彦氏、株式会社リバネスの井上浄氏による講演のほか、産学9組織によるブース出展と参加者間の交流が行われた。組織間だけでなく個人レベルでも活発な交流が見られ、本会のプレゼンスを高める良い機会となっていた。

おわりに

取材時に傍嶋委員長は「人間の“センサー”をフルに活用して JASIS を楽しんでほしい」と述べていた。まさに身体全体で分析技術を感じることでできる展示会であった。展示会は予算決定権を持つ担当者が参加する場という印象があるかもしれないが、最新の分析機器や技術を間近で見ることができ、学生にとっても非常に魅力的な機会である。また、セミナーでは講義では扱われない実務的な知識を学ぶこともできる。セミナー内容も今後さらに刷新・拡充されていくとのことであり、若手研究者にもぜひ展示会とセミナーの双方に参加してほしい。

次回の JASIS 2026 は 2026 年 9 月 2 日（水）から 9 月 4 日（金）まで幕張メッセにて開催予定である。また、WebExpo は 7 月上旬から 10 月下旬まで開催される予定である。

最後に、本記事の執筆にあたり取材にご協力いただき

第 86 回分析化学討論会（久留米，2026）

新緑の5月30日土曜日、31日日曜日の両日、福岡県南部、筑後地方に位置する久留米市の総合文化施設である久留米シティプラザを会場として第86回分析化学討論会が開催された（写真1）。九州北部では梅雨入りしそうな時期でもあり、また、南方には台風6号が近づいていたが、幸い両日も好天に恵まれ、参加者の会場への移動もスムーズであったと思う。

今回、九州支部が討論会を担当するにあたって、2024年頃から支部役員の間では、どの大学がメインとなって開催を担当するか議論されてきた。2019年北九州市開催の討論会では九州工業大学が、2023年熊本市開催の年会では熊本大学が中心となって開催していた。しかし、近年の大学は大講座制が主流となったこと、教員の減少のため、ひとつの大学が主体となって開催することは難しいことが我々の考えるところであった。一方、コロナ禍以降、オンラインでの会議や打ち合わせに慣れてきたことから、いくつかの大学の会員で実行委員コアメンバーを組み、開催準備を進めることの可能性を考えていた。この場合、開催の鍵となるのが会場である。当時の九州支部長であった加地範匡先生（九州大学）から久留米シティプラザが提案された。産業界や芸能界などに多くの有名人を輩出している久留米市ではあるが、九州以外の会員の方々には馴染みのない土地であ

るという不安があった。しかし、九州の玄関口である福岡空港や博多駅からのアクセスも良く、参加者数は心配ない考えるに至った。さらに、会場を選定する過程から、久留米観光コンベンション国際交流協会の協力を受けることができたのも久留米シティプラザを会場とした理由である。実行委員コアメンバーである高椋利幸（実行委員長、佐賀大学）、副実行委員長の井上高教先生（総務、大分大学）、井倉則之先生（プログラム、九州大学）、加地範匡先生（会場）、浜瀬健司先生（会計、九州大学）は、Webでの打ち合わせを数多く行いつつ、必要に応じて、久留米シティプラザに出向き、複数回スタッフの方々と打ち合わせながら開催にまでたどり着いた。同協会が準備したJR久留米駅の横断幕（写真1）、西鉄久留米駅の懸垂幕、さらに会場内の各箇所に設置された幟（写真1）などにより、参加者の皆さんは久留米市全体が本討論会を歓迎するムードにあることに気づかれたと思う。これらを前日準備において見たとき、実行委員からは開催準備までの苦労が消え、参加者を迎えるにあたっての士気が上がった。

講演・参加登録や要旨提出には、本討論会においても近年の討論会や年会と同じく、アトラス社のConfitシステムを用いた。このシステムにより参加登録者や要旨の管理をスムーズに行うことができる利点は大いにあつ



写真1 JR久留米駅の横断幕（左上）、会場内の幟（右上）、受付の様子（下）

た。一方、実行委員会としては初めての操作であり、不慣れなケースについては Confit 小委員会の津越敬寿先生（産総研）と平山直紀先生（東邦大学）に多くの協力を頂いたことで運営できたことは間違いない。

本討論会の参加登録および講演発表の状況は以下の通りである。参加登録者数 675 名〔正会員 315、学生会員 201、維持会員 22、特別・公益会員 9、団体会員 12、名誉会員 9、永年会員 8、シニア会員 14、非会員（一般）41、非会員（学生）9、非会員（依頼講演）16、展示関係者 17、懇親会のみ 2〕、これに市民公開講座参加者 9 名を加えると、総参加者数は 684 名であった。

講演件数は 373 件であり、その内訳は次の通りであった〔口頭発表 141 件（討論主題 38、一般講演 103）、ポスター発表 232 件（若手講演 160、一般講演 54、産業界 R&G 紹介講演 16、テクノレビュー講演 2）〕。

1 討論主題

プログラム担当の実行委員が中心となり、次の六つの討論主題を企画した。依頼講演に加えて、趣旨に相応しい一般講演も受け付けたことから、いずれの会場でも活発な討論がなされていた。以下に、各討論主題のオーガナイザーおよび依頼講演者を記す（敬称略）。また、オーガナイザーから報告されたから実施概要を記述する。なお、「S2：医療・健康に貢献する薬系分析の役割と展望」および「S5：食品のおいしさと分析化学：おいしさの可視化を目指して」は市民公開講座として一般市民の方々も迎え入れた。さらに、前者では台湾とタイ王国から 2 名の研究者を招き、講演を行って頂いた。

S1：生体膜と分析化学

オーガナイザー：松森信明（九州大学）

生体膜は、脂質・糖鎖・タンパク質などから構成される高度に組織化された分子集合体であり、情報伝達や物質輸送、化学反応の場として生命活動を根幹から支えている。古くから膜構造や機能に関する研究は精力的に進展してきたが、特に 2000 年代以降、脂質ラフトやエクソソームなどの研究の興隆により生体膜研究は新たな展開を迎えている。本討論主題では、生体膜研究の最前線で活用されている先端的分析手法として固体 NMR、高速 1 分子・超解像顕微鏡、高速原子間力顕微鏡、リポドミクス解析およびクライオ電子顕微鏡を専門とする研究者に最新の研究成果をご紹介頂いた。同時間帯には、同じくバイオ系分析化学分野の討論主題「S2：医療・健康に貢献する薬系分析の役割と展望（市民公開講座）」が開催されていたが、本討論主題にも約 50 名の参加者が集まり、各講演において活発な質疑応答が行われるなど盛会となった。本討論主題を通して、生体膜研究の発展において分析化学が果たす重要な役割が改めて示された。

依頼講演 5 件：

「脂質膜環境下で膜タンパク質を観るマジック角回転—固体 NMR」

川村 出（横浜国立大学）

「高速 1 分子・超解像顕微鏡観察による細胞外小胞の膜動態解明」

鈴木健一（岐阜大学）

「高速原子間力顕微鏡を活用した生体膜関連分子の構造変化や運動の解析」

角野 歩（京都大学）

「脂質多様性解明に資する質量分析情報計測」

津川裕司（京都大学、東京農工大学）

「脂質によるイオンチャネルの制御機構」

木瀬孔明（東京大学）

（一般講演は 1 件）

S2：医療・健康に貢献する薬系分析の役割と展望（市民公開講座）

オーガナイザー：岸川直哉（長崎大学）、浜瀬健司（九州大学）

創薬の推進や医薬品の適正使用、疾患の早期診断のためには、生体成分や医薬品の濃度変動の把握に加え、代謝物や疾患関連分子の役割解明が不可欠である。この基盤を担うのが「薬系分析」であり、前処理・検出・解析技術の革新が医療の進歩や日常的な健康維持を支えている。本シンポジウムでは、国内外の薬学部で分析化学に携わる研究者が登壇し、薬系分析の多様なアプローチが人々の健康にどのような価値をもたらすかが議論された。また、市民公開講座として開催されたことから、専門的内容が一般の参加者にも理解しやすい形で提示され、健康や医療への関心を高める機会ともなった。紹介された最先端の研究は、疾患診断に向けた代謝物や呼吸成分の網羅的解析、微量金属元素を可視化する革新的プローブ設計、生薬の品質評価と安全性確保に貢献する電気化学的アプローチ、創薬に直結するターゲット/ノンターゲット融合型メタボロミクス、さらに抗体医薬品の高精度分析を可能にする前処理技術など多様な手法を基盤として展開されており、薬系分析の多様性と国際的広がり、今後の発展性が示された。

依頼講演 6 件：

「メタロミクス研究を加速する蛍光プローブの分子設計と応用の可能性」

萩森政頼（武庫川女子大学）

「生薬の適正使用に資する電気化学分析法の開発とその応用」

小谷 明（大阪医科薬科大学）

「Metabolomic Comparison of Plasma Lactate and Amino Acid Enantiomers in Colorectal Cancer」

Lee Jen-Ai（台北医学大学）

「GC-MS Metabolomics for Cancer Biomarker Discovery from Exhaled Breath」

Tansawat Rossarin (Chulalongkorn University)
「ターゲット/ノンターゲット融合型メタボロミクス：低分子代謝物×創薬及び製薬開発への展開」

高山卓大 (立命館大学)
「臨床応用を指向した抗体医薬品分析のための新たな前処理技術の開発」

高田 誠 (福岡大学)

S3：分析化学を通じた溶液化学と熱測定との融合

オーガナイザー：神崎 亮 (鹿児島大学)

分析化学は、物質の構造・状態・相互作用を読み解くことで、分子を見て、操作する学問として発展してきた。本討論主題「分析化学を通じた溶液化学と熱測定との融合」では、それを支える溶液化学やその理論的背景である熱力学ならびに熱測定技術が果たす役割に焦点を当て、それらの融合を図った。溶液化学・熱測定、それぞれの専門家による4件の依頼講演と2件の一般講演に加え、「28：溶液，凝縮相」の講演・討論も加わり、活発な議論がなされた。溶液中の分子集合状態，相挙動，錯形成，輸送現象といった，溶液・凝縮相における物質制御の核となる諸現象を理解するための視点が示され，分析化学を基盤とした分野横断的な研究展開の重要性をあらためて認識する機会となった。

依頼講演 4 件：

「生体膜脂質の膜状態：温度・圧力・分子構造が誘起する多様性」

松木 均 (徳島大学)

「溶媒としてのイオン液体が寄与する金属イオンの錯形成平衡」

高椋利幸 (佐賀大学)

「複合熱分析手法を活かしたサーモトロピック液晶の多様な相の評価」

野口真理子 (日本大学)

「不均一構造が生む局所物性の空間分布と物質輸送：マルチスケール分子シミュレーションによる解析」

永井哲郎 (岡山大学)

(一般講演は2件)

S4：バイオ×分析化学：現象の可視化と社会実装の架け橋

オーガナイザー：末田慎二 (九州工業大学)，森 健 (九州大学)

近年，生体分子や細胞・組織・個体レベルでの生物試料を対象とした分析技術は，新規な分析試薬の開発やソフトウェア・ハードウェア技術の進展に伴い，様々な展開を見せている。このようなバイオ分析では現象を可視化することが基本戦略となっており，そこでは光を利用

したイメージング技術等の開発が大きく寄与している。一方で昨今，研究成果を社会へ還元することが強く求められており，そのような社会実装を意識した研究が一つの大きな潮流となっている。とりわけバイオ分析に関しては医療分野への展開を目的とした研究開発が積極的に進められている。本討論主題では，「現象の可視化」と「社会実装」をキーワードとし，関連する分野で活躍する講演者が最新の研究を紹介し，バイオ分析にかかわる今後の研究展開や潮流について活発に議論がなされた。

依頼講演 5 件：

「口腔癌の初期スクリーニング法としての電気化学的遺伝子検出法の開発」

佐藤しのぶ (九州工業大学)

「血中に潜む微量な腫瘍細胞の分離分析に挑む医療機器開発」

北村裕介 (熊本大学)

「先進バイオアッセイのための生物発光イメージングシステムの展開」

金 誠培 (産業技術総合研究所)

「生命現象の光操作技術の創出」

佐藤守俊 (東京大学)

「組織透明化技術を用いたマウス臓器の全細胞解析と応用」

松本桂彦 (株)CUBICStars)

(一般講演は2件)

S5：食品のおいしさと分析化学：おいしさの可視化を目指して (市民公開講座)

オーガナイザー：石川洋哉 (福岡女子大学)，安田みどり (西九州大学)

近年，食品のおいしさを「可視化 (見える化)」，すなわちおいしさを客観的指標により評価する試みが様々な分野で発展的なされている。本セクションでは，これまでと違った角度から，おいしさにかかわる成分の可視化，食品特性の解明を目指して，特にユニークな「おいしさ」研究を展開されている5名の講演者にお集まり頂き，最新の研究事例が紹介された。講演内容は，新たな食品分析技術の紹介から，新規データ解析手法の開発，AI技術の活用に至るまで幅広く，食品のおいしさ研究の未来を強く感じさせるものであった。会場は満席，講演内容に関して活発な議論が繰り広げられ，食品分野における分析化学の重要性があらためて確認された。

依頼講演 5 件：

「ご飯のおいしさに関わる米胚乳酵素活性プロファイルの可視化とケモメトリックス解析」

辻井良政 (東京農業大学)

「AI嗅覚による官能評価予測とその分析化学的基盤」

永田富治 (㈱レボーン)

「LDI-MSを用いた風味成分の一斉デジタル化・可視化技術の構築とその応用」

田中 充（九州大学）

「食品の内部構造の可視化と食感のデザイン」

小川剛伸（京都大学）

「放射光マイクロ CT による食品の内部構造可視化」

米山明男（九州シンクロトロン光研究センター）

S6：オンサイト分析で探る環境科学

オーガナイザー：大平慎一（熊本大学）

環境科学におけるオンサイト分析の重要性と将来展望について議論した。近年、従来のラボ分析では把握が困難な環境現象が増加しており、リアルタイムかつ高頻度な観測や不安定な化学種・ガス成分をその場で測定するオンサイト分析への期待が高まっている。依頼講演では、オンサイト計測を実現するための分析デバイスや小型分析装置の開発、環境中のガス成分やエアロゾルのフィールド分析技術やその活用など、多様な研究成果が紹介された。また、3件の一般講演では、ウラン汚染環境水の *in situ* 分析、災害廃棄物中アスベスト検出、現場分析を志向したシステム開発など、オンサイト分析の新たな展開が報告された。環境現象の因果関係解明や汚染の早期検知に向けたオンサイト分析の有用性と、環境科学にもたらすパラダイムシフトの可能性について理解を深める機会となった。

依頼講演 5 件：

「オンサイト環境計測に向けたペーパー分析デバイスおよび可搬型吸光検出器の開発」

金田 隆（岡山大学）

「オンサイト測定を指向した小型分析装置の開発」

中嶋 秀（東京都立大学）

「火山ガスを活用した特異的な物質生産機構の解明に向けた硫化水素濃度のモニタリング検討」

江藤真由美（大分大学）

「大気中 $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ のオンサイト分析を目指して」

竹内政樹（徳島大学）

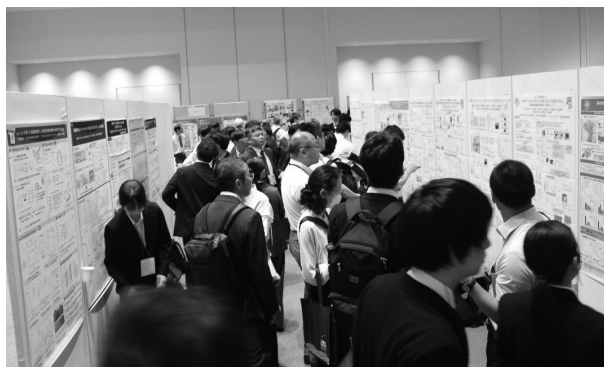


写真 2 ポスター会場

「エアロゾルの健康影響を理解するためのフィールド分析技術」

奥田知明（慶應義塾大学）

（一般講演は 3 件）

2 一般講演および若手ポスター

講演分類は、第 84 回分析化学討論会（京都工芸繊維大学）からのプログラミングを継承し、分析対象別とした。講演方法別による各分類の発表件数を表 1 に示す。

表 1 講演分類と発表件数

分 類	一般 口頭	一般 ポスター	若手 ポスター
01：金属材料，金属錯体	8	5	4
02：希土類元素，アクチノイド 元素，放射性元素，原子力 関連材料	1	1	
03：非金属元素，炭素材料	2		1
04：無機化合物，無機材料		5(1*, 1**)	6
05：高分子・有機化合物，繊維 材料	3	10(6**)	11
06：半導体，電気・電子製品		2(1*)	
07：磁器・陶器，セラミックス， ゴム，樹脂，プラスチック		3(1**)	2
08：油脂，界面活性剤，染料， 顔料，塗料，化粧品	1	4(2**)	3
10：電池，エネルギー関連材料・ 製品	3	4(1**)	4
11：食品，食品添加物，発酵生 産物，飲用アルコール	1	4(1**)	3
12：農産物，林産物，水産物	1	1	1
13：農薬，飼料品		1	
15：大気環境	1	1(1**)	4
16：水環境	1	5(1**)	21
17：土壌，岩石		2	5
18：植物，動物	1		7
19：廃棄物，煤塵，焼却灰			1
20：文化財，遺跡，遺物	4	1	1
21：法科学	1	1	
22：生体構成物質，代謝物	15	3(1**)	20
23：細菌，ウイルス，菌	1		3
24：細胞，脂質二分子膜，リポ ソーム	11		18
25：医薬品		5	4
26：医療・臨床・疾病診断	4	5	10
27：表面・界面	8		4
28：溶液，凝縮相	16	2	15
29：コロイド，微粒子およびナ ノ粒子	11	4	6
30：情報科学，理論科学	1		
31：計測原理一般	8	3(1**)	6

*テクニカルレビューポスター内数，**産業界 R&D 紹介ポスター内数

表2 会場・分類別の最大聴衆数

	1 日目	聴衆	2 日目	聴衆
A 会場	24：細胞、脂質二分子膜、リボソーム	44	S4：バイオ×分析化学：現象の可視化と社会実装の架け橋	50
	S1：生体膜と分析化学	47	24：細胞、脂質二分子膜、リボソーム	40
B 会場	26：医療・臨床・疾病診断 21：法科学	50	S5：食品のおいしさと分析化学：おいしさの可視化を目指して（市民公開講座）	73 (3*)
	S2：医療・健康に貢献する薬系分析の役割と展望 （市民公開講座）	71 (6*)	08：油脂、界面活性剤、染料、顔料、塗料、化粧品 11：食品、食品添加物、発酵生産物、飲用アルコール 12：農産物、林産物、水産物	35
C 会場	22：生体構成物質、代謝物	60	S6：オンサイト分析で探る環境科学 15：大気環境 16：水環境	83
D 会場	28：溶液、凝縮相	48	28：溶液、凝縮相	40
	S3：分析化学を通した溶液化学と熱測定との融合	62	22：生体構成物質、代謝物	18
E 会場	18：植物、動物 20：文化財、遺跡、遺物	65	01：金属材料、金属錯体	78
	30：情報科学、理論科学 31：計測原理一般	60	02：希土類元素、アクチノイド元素、放射性元素、原子力関連材料 03：非金属元素、炭素材料	17
F 会場	10：電池、エネルギー関連材料・製品 05：高分子・有機化合物、繊維材料	34	27：表面・界面	35
	29：コロイド、微粒子およびナノ粒子 23：細菌、ウイルス、菌	41		
H 会場	ものづくり技術交流会 2026 in 九州	103		

*市民参加者内数

05：高分子・有機化合物、繊維材料の発表件数が多く、22：生体抗生物質、代謝物、26：医療・臨床・疾病診断といったバイオ系の研究成果が多く発表された。最近、イオン液体や深共晶溶媒が盛んに研究されていることから28：溶液、凝縮相の発表も多かった。さらに、若手ポスターで16：水環境の発表が多いのが注目すべき点である。若手ポスターでは、審査員による評点に基づいて17件の優秀な発表に対し、実行委員長名でポスター賞が授与された（写真2）。表彰式は設けず、賞状は討論会終了後に郵送により受賞者に渡された。

表2には、会場・分類別の最大時の聴衆数をまとめた。どの会場も多くの参加者が講演を聴講されたことがわかる（写真3）。一時的には立ち見の方々も見られる



写真3 講演会場

ほどであった。特に、E会場では立ち見の参加者が会場の外まであふれた。皆さまにご不便をお掛けしたことを実行委員長として、お詫び申し上げる。

3 ものづくり技術交流会

ものづくり技術交流会については、特別実行委員長であった大平慎一先生（熊本大学）からの報告を次に記す。

分析イノベーション交流会が主催の「ものづくり技術交流会 2026 in 九州」は、九州地域を中心に展開する企業と分析・分析化学に従事する産官学の研究者・技術者との共同研究や技術交流の促進を目的として、第86回分析化学討論会の公開企画として開催された。会場は久留米シティプラザ4階スタジオ2,3（H会場）で、1日目13:00から16:30まで実施された。まず、満塩勝先生（鹿児島大学）による「共同研究の実例とその舞台裏」と題した事例レクチャーが行われ、その後、おにぎりや唐揚げを配布しながらの名刺交換会が開催された。続いて、九州地域の企業5社、東京薬科大学卒業生および熊本大学オープンイノベーションセンターによる展示交流会が行われ、素材開発、加工技術、分析機器・デバイス開発など多様な技術シーズが紹介された。参加登録不要・入退室自由の形式に加え、ガラス張りで開放的なスタジオ会場の特性もあり、多くの参加者が気軽に立ち寄り活発な交流が行われた。聴講者数は103名に達し、

近年の開催の中でも盛況な交流会となった。

4 付設展示会およびランチョンセミナー

付設展示会には 25 社の企業に出展して頂いた。久留米シティプラザ 2 階のポスター会場（P 会場）に併設で 20 社、4 階の E 会場と F 会場の間に位置した中会議室に 5 社のブースを配置した。可能ならば展示企業には同一会場での展示をして頂きたかったが、スペースの都合上、2 か所に分かれて頂くことになった。このことは、企業展示募集の時点から明報社を通じて予告させて頂いたが、ご不便をお掛けした企業があったかもしれないことを、この場を借りてお詫び申し上げる。両会場にはドリンクコーナーを設けたり、口頭講演から退出されてきた方々を誘導したりして多くの参加者に立ち寄って頂くよう努めた。各展示ブースでは、和やかな会談や名刺交換がなされていたので、胸をなで下ろして拝見していた。中会議室の 1 ブースでは、これから開催される年会や討論会の告知と「分析化学」誌の本討論会特集号に関するポスターを掲示した。さらに、並列した B, C, D 会場の前には、日本分析化学会と同学会 3 誌編集委員会のブースを設けた。こちらも口頭講演の前後で立ち寄りやすくしたことは功を奏したようであった。

ランチョンセミナーは、5 月 30 日土曜日に、3 社により隣室同士の B, C, D 会場で開催された。当日 8 時 30 分から配布したチケットは直ぐに出尽くし、盛況であった。

また、本討論会ならではの企画として、2 日目に P 会場の一角に久留米市より「地場産くるめ」を出店して頂き、久留米市のキャラクター「くるっぱ」のグッズや名産品、日本酒の即売を行った。沢山の参加者がお土産として物品を購入していた。

5 懇親会

懇親会は 5 月 30 日土曜日 18 時 30 分から、久留米シティプラザより徒歩で 10 分程度にあるホテルニュープラザ久留米 筑紫の間で開催された（写真 4）。181 名の方々に参加して頂いた。まず、実行委員長の挨拶で始まり、日本分析化学会 山本博之会長の挨拶へと進み、乾杯の音頭は、吉田秀幸九州支部長（福岡大学）によりなされた。会の中程では、久留米市に伝わる「そろばん踊り」と「久留米小唄」が久留米民謡舞踊保存会の皆さんにより披露された。鯛の刺身の舟盛りなどの和食や中



写真 4 懇親会

華、洋食などバラエティーに富んだ食事が用意された。なかでも、日本三大酒どころである久留米市や近郊の佐賀県の日本酒 19 銘柄が提供されたほか、久留米ラーメン、ダルムと呼ばれる豚の腸を含んだ焼き鳥、鰻など久留米市にちなんだメニューも振る舞われ、多くの参加者が満足に感じられたことと思う。終盤では、日本分析化学会第 75 年会の実行委員長である壹岐伸彦先生（東北大学）ならびに第 87 回分析化学討論会の実行委員長 津越敬寿先生（産総研）と特別実行委員長 宮城俊彦先生（沖縄県衛生環境研究所 元所長）から、それぞれの開催予告が述べられた。各所で参加者同士の会話や名刺交換が行われ、懇親が図られたことと察する。最後は、井倉則之副実行委員長が、いわゆる一本締めではなく、博多独特の手打ち方法である博多手一本をレクチャーされたあと、参加者全員が博多手一本で手を打って会が閉じられた。

以上、ご報告したように、多くの参加者の方々にとって初めてであったと思われる久留米市での開催であったが、幸いなことに大きな問題もなく無事かつ盛況のうちに本討論会を終えることができた。これも、ひとえに、参加頂いた方々、ご支援やご協力を頂いた企業、多大なるご協力を頂いた久留米市、日本分析化学会本部、九州支部実行委員の皆さまのお陰である。皆さまに深く感謝の意を表して、この報告を締めくくる。ありがとうございました。

〔実行委員長 佐賀大学理工学部 高椋 利幸〕



談 話 室

イオンクロマトグラフィー研究の これからを考える

近年、分析化学を取り巻く研究環境は大きく変化している。従来のように単一手法の高度化を追求するだけでなく、異分野技術との融合によって新たな価値を創出することが強く求められている。たとえば、筆者のグループが取り組んでいる分離科学と電気化学を組み合わせた有機・無機イオンの分離精製アプローチは、選択性やリアルタイム性を同時に高める前処理・分離制御技術として有効である。すなわち、電極反応と分離科学の融合は、従来の分析法では困難であった分析対象への展開を可能にする一つの方向性を示しているように思われる。

一方、筆者が委員長を務めるイオンクロマトグラフィー (IC) 研究懇談会の活動を通じて感じるのは、分野の成熟とそれに伴ういくつかの課題である。IC は水質分析や環境分析を中心に広く普及し、信頼性の高い標準技術として確立されてきた。また、「新しい研究テーマ」としての位置づけも、やや変化してきている。企業においては、IC を専門としてきた研究者・技術者が定年を迎えつつあり、本懇談会でお世話になった企業研究者の方々も徐々に減少している (この点は、他の研究懇談会にも共通する状況かもしれない)。

このような背景には、次世代人材の育成の難しさに加え、分析手法の多様化や分野横断型研究の進展により、個別技術としての IC に求められる役割が少しずつ変化してきていることも関係しているように思われる。

もっとも、IC 研究が量的に大きく縮小しているわけではない点も付け加えておきたい。たとえば、Scopus を用いて「ion chromatography」を論文タイトルに含む原著論文数を調べると、2025 年には 264 報が公表されており、最多となった 2012 年の 342 報と比べても極端な減少とは言えない。さらに、黎明期である 1980 年代前半以降、おおむね 200 報以上の水準が維持されていることから、本分野は安定した研究基盤を有しているとも捉えられる。このように見ると、現在直面している課題は、研究量そのものというよりも、新しい切り口や他分野との関係性の中で IC をどのように位置づけていくかにあるのかもしれない。

なお、このような状況に対し、IC 研究懇談会では新たな活

性化の方策を模索している。その一つが、他研究懇談会との連携である。昨年 12 月にはフローインジェクション分析 (FIA) 研究懇談会との合同研究会を開催し、熊本大学の大平慎一先生 (FIA 研究懇談会委員長、IC 研究懇談会委員) を中心に、分離技術と流れ分析の融合に関する活発な議論が行われた。こうした取り組みは、IC の枠を少し広げ、新たな研究の芽を見いだす機会につながることを期待される。また、国際的な活動として、アジア地域で共同開催している「Asia Pacific Symposium on Ion Analysis」を継続的に開催している。2025 年 10 月にはインドネシア・バリ島クタにおいて Flow Analysis XVI との合同開催が実現し、異なる分析手法間の交流が一層促進された。こうした場を通じて、分野横断的な視点の重要性が改めて認識されつつある。

さらに、人材育成の観点からは「イオンクロマトグラフィー分析士」制度の普及にも取り組んでいる。本制度は、IC の基礎から応用までを体系的に理解した技術者を認定するものであり、分野の継承と発展を支える一助となることが期待される。今後は、若手研究者や学生にどのように関心を持ってもらうかが一つの鍵となるであろう。

分析化学は、多様な技術の融合によって発展してきた学問である。IC 分野もまたその流れの中にあり、電気化学や流体工学、データ科学といった他分野との連携を通じて、新たな価値を見いだしていく段階にあると言えるのではないだろうか。分野の成熟を「停滞」と捉えるのではなく、「再編と進化」の過程として前向きに捉える視点も重要であるように思われる。

本会においても、各研究懇談会が相互に連携し、新しい研究領域を切り拓く場としてさらに機能していくことが期待される。IC 研究懇談会としても、こうした流れの中で柔軟に活動を展開しながら、分析化学全体の発展に少しでも貢献していきたいと考えている。

〔高知大学理工学部 森 勝伸〕

インフォメーション

—中国四国支部だより—

第 32 回中国四国支部分析化学若手セミナー

第 32 回中国四国支部分析化学若手セミナーが、7 月 11 日 (土) に広島大学東広島キャンパスで開催されました。特別講演、一般口頭発表、一般ポスター発表の講演種別で開催しました。昨年はハイブリット開催を行っていましたが、参加者の人数や設備等の問題で本年は現地開催のみとなりました。参加者は糖区別講演者を含めて 51 名で、内訳は一般・社会人が 13 名、学生が 39 名となりました。一般・社会人の参加人数は昨年度より減少しましたが、学生の参加者は昨年と同程度でした。発表内訳は、特別講演 2 件、一般口頭発表 9 件、一般ポスター発表 20 件で、一般口頭・ポスター発表ともに昨年度と同程度の発表件数でした。一般口頭・ポスター発表に対しては、昨年と同様に、教員参加者を審査員として選定し、要旨の

完成度を評価する一次審査と、発表を評価する二次審査を行い、優秀者に対して支部長賞を授与することにしました。特別講演では、企業やポストドクター、高専の助教など、幅広い経験をして現在に至る若手の先生に依頼しました。そのため、ご自身のキャリアパスの話や学生の研究・進学に関する内容を含めていただき、先生方の最先端のご研究の成果についてお話しいただけるようご依頼しました。

セミナーの開始にあたり、高柳俊夫中国四国支部支部長からご挨拶をいただき、続いて一般講演1および2を実施しました。学生からの質問で質問時間は終了し、休憩時間中にも学生間で議論が行われるなど、活発な議論の場として活用いただきました。昼休憩をはさんで、特別講演1を実施しました。特別講演1では、山口大学大学院創成科学研究科の吉田航先生に「硝酸還元—アンモニア合成に向けた電極触媒設計と反応機構の解析」というタイトルでお話しいただきました。企業就職を経て大学教員になられたという背景のお話から、初めて電気化学に挑戦し、高効率硝酸還元に向けた新規電極触媒の開発とその理論解明について、電気化学になじみのない方でもわかりやすくご説明いただきました。続いて、一般ポスター発表と一般講演3を実施しました。一般ポスター発表では、コアタイムが40分という少し短めな時間である一方、たくさんの活発な質疑応答が行われ、実りのある時間であったと感じております。プログラムの最後には、特別講演2を実施し、量子科学技術研究開発機構 量子生命研究所の植田泰之主任研究員に「ナノ量子センサーを基盤とするバイオセンシング技術の開発」というタイトルでご講演いただきました。有機合成化学の研究で学位を取られ、今ではイメージングの研究をされているという経緯と、量子科学技術研究開発機構のご紹介、そして最先端の量子センサーを用いた細胞内の温度計測に関してご説明いただきました。その後、講演賞（支部長賞）の授与を行いました。どの研究発表も素晴らしく、得点も僅差でしたが、栄えある受賞者として、明珍尋紀氏（高知大学）、河野晴香氏（広島大学）、上岡直矢氏（広島大学）の3名が選ばれました。彼らの今後の研究の発展を祈念いたします。発表件数が多く、参加されたすべての教員に審査員をお勤めいただきました。ご理解・ご協力をいただきました先生方に改めまして厚く御礼申し上げます。



図1 ポスター発表の様子



図2 講演賞（支部長賞）授与式（1名代理受領）

セミナー終了後には、大学構内のレストランで情報交換会を実施いたしました。6割程度の参加者が情報交換会にも参加し、所属大学や学生・教員の垣根を超えた交流が行われました。学生同士で連絡先を交換し合うなどの光景も見られ、本セミナーで構築された関係が、討論会や年会での交流や将来的な共同研究などに発展することを祈念いたします。

最後になりましたが、ご参加いただきました皆様、実行委員を務めていただきました先生方、運営スタッフを担当してくれた研究室学生各位に厚く御礼を申し上げます。

〔広島大学大学院先進理工系科学研究科 宮川 晃尚〕



第420回液体クロマトグラフィー 研究懇談会

2026年6月24日（水）に北区の北とぴあにおいて、「LC、LC/MS分析におけるソフトやハードを活用した効率化・自動化」を講演主題とした標記研究懇談会が開催された（オーガナイザー：筆者）。参加者24名。

LC、LC/MSユーザーは、各ベンダーから提供される高機能なソフトウェアやハードウェアを適切に活用することで、分析業務の効率化や生産性向上に当たっている。一方で、多様な機能の中から目的に応じた機能を選択し、実務に展開することは容易ではない。本例会では、LC、LC/MS分析における効率化・自動化を実現するためのソフトウェアやハードウェアの活用事例についてご講演いただいた。

1 演題目は、筆者より「分析現場におけるLC、LC/MS分析の効率化事例の紹介」という演題で、分析条件の改良とデータ管理システムの導入により、生産性向上とバックアップ自動化を実現した事例を紹介した。

2 演題目は、(株)クロマニックテクノロジーズの長江徳和氏より「コアシェル型充填剤を用いた場合の高効率化について」という演題で、コアシェル粒子の構造と高理論段数化の原理を解説し、分析時間短縮効果等が紹介された。

3 演題目は、(株)島津製作所の寺田英敏氏より「HPLC分析の効率化を支援する機能と事例紹介」という演題で、生成AIや機械学習を活用した条件開発、解析、自動希釈による効率化等

が紹介された。

4 演題目は、浜松医科大学/㈱プレッパーズ/エムエス・ソリューションズ㈱の高橋 豊氏より「LC/MS 用オンライン脱塩チューブ自動切換え装置の開発」という演題で、脱塩チューブの自動切換えにより、最大 100 検体の連続 LC/MS 分析を可能にした事例等が紹介された。

5 演題目は、アジレント・テクノロジー㈱の軸丸裕介氏より「ラボの自動化とデジタル化最前線」という演題で、自律型ラボ実現に向けた分析機器、ロボット、データ管理基盤の最新動向等が紹介された。

6 演題目は、(一財)日本食品検査の橘田 規氏より「デマンドドリブン型分析系の構築と実装」という演題で、納期・コスト・処理量を起点に分析系を逆算設計する実践的手法と事例等が紹介された。

各講演では、分析時間の短縮、作業負荷の低減、データ管理の高度化など、現場課題に直結する具体的な効率化手法が示され、今後の分析業務の高度化に資する有益な情報共有の場となった。

さらに、7 演題目では、LC 研究懇談会運営役員長の中村 洋先生（東京理科大学）より総括が行われ、各講演者への補足や質問をされ、全体についてまとめていただいた。これにより、LC、LC/MS 分析におけるソフトウェアやハードウェアを活用した効率化・自動化について、参加者の理解を深める機会となった。

最後に、ご多忙にもかかわらず講演いただいた講師の皆様へ厚く御礼申し上げます。また、運営にご協力いただいた役員の方々に御礼申し上げます。

〔味の素㈱ 大貫 隆史〕

「X 線分析の進歩」 論文賞

X 線分析研究懇談会では、年 1 回、学術誌「X 線分析の進歩」を発行しています。本誌は、主として前年に開催された X 線分析討論会における講演内容をもとに執筆された論文を掲載するものであり、査読を経て、株式会社アグネ技術センターより出版されています。「X 線分析の進歩」に掲載される論文のさらなる質の向上と、X 線分析研究懇談会の一層の活性化を目的として、2024 年度より「X 線分析の進歩」論文賞を創設し、優れた論文に対して表彰を行うこととなりました。本賞の規程は以下に示す通りです。

「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。

2026 年度の論文賞は、「X 線分析の進歩」57 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長として選考が行いました。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りました。

【教育・研究機関】部門

「X 線分析の進歩」57 集、249-259 (2026)

谷田 肇、岡本 芳浩、秋山 大輔、桐島 陽

「マイクロビーム XAFS/XRF/XRD 同一視野測定による模擬ガラス固化試料および模擬燃料デブリ試料の分析」

【産業界】部門

「X 線分析の進歩」57 集、151-160 (2026)

峠原 拓弥、高原 晃里、庄司 孝、表 和彦

「X 線発光分光装置 XES Chimica の開発」

いずれも論文賞にふさわしい質の高い論文であります。詳しくは「X 線分析の進歩」57 集を参照して下さい。次年度以降も本賞の授与を予定しておりますので、より多くの皆様から「X 線分析の進歩」への積極的なご投稿をいただけますことを期待しております。

〔「X 線分析の進歩」編集委員長 今宿 晋〕

LC 研究懇談会 第 31 回特別講演会・見学会

2026 年 7 月 10 日、第 31 回特別講演会・見学会が(一財)化学物質評価研究機構（CERI）東京事業所（埼玉県北葛飾郡杉戸町）において開催された。本会には 14 名が参加し、施設見学および特別講演を通じて、分析科学および関連分野における最新技術や研究成果について理解を深めた。

開会にあたり、液体クロマトグラフィー研究懇談会委員長の中村 洋先生（東京理科大学）より挨拶があり、続いて CERI 東京事業所長の内田丈晴氏から東京事業所の概要紹介が行われた。CERI が取り組む化学物質の安全性評価、標準物質の開発、各種試験研究業務について説明がなされ、参加者はその活動内容への理解を深めた。

施設見学では、高圧水素棟および大型天秤を備えた試験室で見学した。高圧水素棟は、最大 110 MPa の高圧水素環境下で

ゴムやプラスチックなどの材料試験を実施できる施設である。見学では、安全対策に関する説明に加え、実際に高圧水素に曝露した各種パッキン類が紹介され、参加者はそれらを手に取って観察した。水素利用の拡大が進む中、材料の耐久性評価や安全性確認の重要性について理解を深める貴重な機会となった。

また、大型天秤^{てんびん}を備えた試験室では、天秤の測定原理や正確な質量測定を実現するための工夫について説明が行われた。同試験室では特定標準ガス（計量法トレーサビリティ制度（JCSS）における国家計量標準）の濃度調製を質量比混合法により行っており、約 10 kg のガスボンベに対して数 mg オーダーの秤^{ひょうりょう}量が可能であることが紹介された。普段目にする機会の少ない大型計量設備を前に、測定精度を支える技術やトレーサビリティ確保の考え方について活発な質疑応答が交わされた。

特別講演第 1 部では、CERI 高分子技術部の菊地貴子氏より、「ムーンショット型研究開発プロジェクト—海洋生分解性プラスチックの評価法の開発—」と題する講演が行われた。海洋プラスチック問題の解決に向けた国家プロジェクトの概要に加え、海洋環境における生分解性評価法の開発に関する最新の取組が紹介された。分析・評価技術が環境問題の解決に果たす役割について、活発な議論が行われた。

続く第 2 部では、CERI クロマト技術部の緒方伸也氏より、「高精度脂肪酸分析に向けた基盤技術の検討—EPA 代謝物およびフラン脂肪酸の分取精製と構造解析—」と題する講演が行われた。液体クロマトグラフィーを活用した高度な分離・精製技術および構造解析の事例が紹介され、高精度分析を支える技術的課題や今後の展望について理解を深める機会となった。

講演終了後の情報交換会では、講演内容や分析技術に関する議論に加え、参加者それぞれの研究・業務に関する情報交換が活発に行われ、新たな人的ネットワーク形成の場ともなった。

本見学会・特別講演会では、普段接する機会の少ない高圧水素関連設備や大型計量設備を見学するとともに、環境分野およびクロマトグラフィー分野における最新の研究成果に触れることができた。参加者にとって大変有意義な機会となり、本会の目的である分析科学に関する知識の向上と研究者・技術者間の交流促進に大きく寄与する会となった。



〔(一財)化学物質評価研究機構 坂牧 寛〕

X 線分析研究懇談会 「2026 年度浅田榮一賞」

日本分析化学会 X 線分析研究懇談会では、元豊橋技術科学大学教授の浅田榮一先生（1924 ～ 2005 年）のご業績を記念し、X 線分析分野において優れた業績を挙げた若手研究者を表彰するため、浅田榮一賞を設けている。選考にあたっては、X 線分析討論会での発表、『X 線分析の進歩』（アグネ技術センター）への論文投稿、X 線分析研究懇談会例会での発表など、当懇談会が主催する場における研究発表が主な評価対象となる。

2026 年度の第 20 回浅田榮一賞は、村串まどか氏（明治大学理工学部応用化学科助教）に授与されることとなった。受賞題目は「非破壊オンサイト蛍光 X 線分析の文化財研究への応用と物質交流の解明」であり、授賞式および受賞講演は、第 62 回 X 線分析討論会（島根県立産業交流会館「くにびきメッセ」）において行われる予定である。村串氏の受賞理由は、以下のとおりである。

村串まどか氏は、可搬型蛍光 X 線分析装置を活用し、非破壊分析技術の考古学研究への実践的応用を推進してきた。特に、国外を含む多様な文化財資料について、現地に分析装置を持ち込んで非破壊で大規模な組成データを取得し、その化学組成に基づく資料の分類や流通経路の解明に取り組んだ点は、X 線分析の優れた応用展開として高く評価される。

また、文化財を損傷することなく科学的知見を導出する研究を継続的に推進し、従来、十分な科学的検討が行われてこなかった資料群に対して新たなデータと知見を提供した。これらの成果は、文化財研究における X 線分析の有用性を広く示すとともに、学際的研究を通じて X 線分析分野の発展に寄与するものと評価される。

さらに、同氏は、『X 線分析の進歩』への投稿実績を有するほか、X 線分析討論会などにおいて継続的に研究成果を発表し、多数の原著論文および解説記事を公表している。以上のように、村串まどか氏は X 線分析分野において優れた業績を挙げており、今後も X 線分析ならびに分析化学分野全般における一層の活躍が期待されることから、第 20 回浅田榮一賞の受賞者にふさわしいと判断された。

〔茨城大学 佐藤 成男〕

執筆者のプロフィール

(とびら)

山口 央 (YAMAGUCHI Akira)

茨城大学理工学研究科 (〒310-8512 茨城県水戸市文京 2-1-1). 東北大学大学院理学研究科博士後期課程. 博士 (理学). 《現在の研究テーマ》ナノ空間における物質の構造とダイナミクス. 《趣味》海水浴.

(ミニファイル)

白井 理 (SHIRAI Osamu)

京都大学大学院農学研究科応用生命科学専攻生体機能化学分野 (〒606-8502 京都市左京区北白川追分町). 京都大学大学院理学研究科化学専攻博士後期課程修了. 博士 (理学). 《現在の研究テーマ》膜での電荷移動の関連研究: 膜輸送, 情報伝達, 逆電気透析発電. 《主な著書》“ベーシックマスター分析化学”, 蟻川, 小熊, 角田共編, 分担執筆 (オーム社). 《趣味》読書, 思索.

E-mail: shirai.osamu.3x@kyoto-u.ac.jp

(トビックス)

横山 悠子 (YOKOYAMA Yuko)

京都大学大学院工学研究科 (〒615-8510 京都市西京区京都大学桂). 京都大学大学院工学研究科物質エネルギー化学専攻博士後期課程. 学位 (工学). 《現在の研究テーマ》電池などの応用電気化学系を志向した電流-電位曲線の新規解析法. 《主な著書》“CV 波を正しく解釈する電気化学測定入門”, (裳華房). 《趣味》音楽.

E-mail: yokoyama.yuko.4e@kyoto-u.ac.jp

永田 洋一 (NAGATA Yoichi)

アジレント・テクノロジー・インターナショナル株式会社事業本部 (〒192-0033 東京都八王子市高倉町 9-1). 東京工業大学大学院総合理工学研究科博士後期課程修了. 博士 (工学). 《現在の研究テーマ》ICP-MS の高性能化. 《趣味》コーヒー, ソフトテニス, ビアノ.

(リレーエッセイ)

齋藤 凜太郎 (SAITO Rintaro)

ジーエルサイエンス株式会社 (〒358-0032 埼玉県入間市狭山ヶ原 237-2). 明治大学大学院理工学研究科応用化学専攻修了. 修士. 《現在の研究テーマ》無機元素分析/分離技術/固相抽出法. 《趣味》カードマニピュレーション (手品).

E-mail: r-saito@gls.co.jp

(ロータリー・談話室)

森 勝伸 (MORI Masanobu)

高知大学理工学部 (〒780-8520 高知県高知市曙町 2-5-1 高知大学朝倉キャンパス). 北海道大学大学院地球環境科学研究科博士後期課程. 博士 (地球環境科学). 《現在の研究テーマ》IC, FIA, 電気化学を用いたイオンの分離精製法の開発. 《主な著書》“*Ion-Exchange Chromatography and Related Techniques*” (pp.163-179) (Chapter 8: Ion-exclusion chromatography) (分筆), (Elsevier), (2023). 《趣味》最近は, 野鳥観察.

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

新刊紹介

新スタンダード薬学シリーズ 第3巻 基礎薬学 II. 分析化学

新スタ薬シリーズ編集委員会編

(編集責任 四宮一総, 編集担当 高波利克・眞野成康)

本書は, 薬学教育モデル・コア・カリキュラム (令和4年度改訂版, 以下コアカリ) に対応した教科書であり, 「分析法の基礎」, 「溶液の化学平衡と容量分析法」, 「日本薬局方試験法と定性分析」の3部構成になっている. 薬剤師や薬学系人材養成を主眼に置いた分析化学の教科書であるため, 凡例には医薬品が多用され, 医薬品の規格基準書である日本薬局方との関連も詳説しており, 薬学における分析化学の重要性を学べる内容となっている. さらに新コアカリ策定にかかわった先生方が中心に編集したため, 学習ポイントが明確である. 例えば, 薬学生には苦手意識を持たれやすい化学平衡・滴定法に関しても, 式の誘導や考え方を丁寧に説明しており, 学生の『なぜ』に対応できる書である. 全体的な見やすさ・読みやすさに加え, 欄外の注記には他項目との関連や用語の解説など記載されており丁寧な印象をうける. 本文は厳選された内容で, 例題・章末問題・キーワード・チェックリストなども含み, 初学者でも理解しやすい構成である. 一方, 専門性の高い内容を欄外の注記やコラムで紹介しているため, 大学院に進学後や研究者・薬剤師になってからも参考書として長く使えるものである.

(ISBN978-4-8079-1734-1・B5判・280ページ・
4,000円+税・2024年刊・東京化学同人)

新スタンダード薬学シリーズ 第3巻 基礎薬学 III. 機器分析

新スタ薬シリーズ編集委員会編

(編集責任 四宮一総, 編集担当 高波利克・石濱 泰)

本書は, 前出の書籍と同じシリーズであり, 同様に薬学教育モデル・コア・カリキュラム (令和4年度改訂版) に対応した教科書である. 「電磁波を用いる分析法」, 「有機化合物の特性に基づく構造解析～原理～」, 「分離分析法」, 「医療現場における分析法」, 「生体に用いる分析技術・医療機器」の5部構成になっている. 見やすさ・読みやすさ, 欄外の注記や例題・章末問題・キーワード・チェックリストの充実度は, 本シリーズの特徴である. 本書では, 理工系の機器分析の内容に加え, 「生体試料の前処理」, 「精度管理」, 「抗体や酵素を用いる分析法」, 「臨床検査」, 「医療機器」, 「画像診断」など, 幅広く薬学領域の分析化学をカバーしている. ちなみに本書の執筆に関わった者の感想として, 編集委員のみならず出版社の方々のサポートが極めて手厚かった事も伝えたい. 例えば, 専門の用語集や引用文献の原著まで確認しての閲読, 他項目や局方との関連・整合性・重複チェック, 図版のデザインなど, 出版社の意識の高さに驚いた記憶があり, 信頼性の高い書に仕上がっている. 学生にとっては, 卒業後も手元に残して置きたい書籍であろう.

(ISBN978-4-8079-1735-8・B5判・384ページ・
4,600円+税・2025年刊・東京化学同人)

本誌 2026 年第 6 号の解説 (p.183) に誤りがありましたので、下記のとおり訂正いたします。

右段 17 行目

(誤)

8425, 374.5, 22.59, 110.3

→

(正)

8431, 354.4, 20.73, 101.2

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

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

〈2003 年掲載 1 章 質量分析の基礎知識〉

- | | |
|---------------------|-------------------------|
| 1. 総論 | 7. 無機材料の質量分析 |
| 2. 装置 | 8. 生体高分子の質量分析 |
| 3. 無機物質のイオン化法 | 9. 医学、薬学分野における質量分析法 |
| 4. 有機化合物のイオン化法 | 10. 食品分野における質量分析法 |
| 5. ハイフェネーテッド質量分析 I | 11. 薬毒物検査、鑑識分野における質量分析法 |
| 6. タンデムマスマ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ください、お願い申し上げます。

特集：未来を拓く熱分析

目 次

「未来を拓く熱分析」特集号の刊行にあたって	西本右子	477
総合論文		
複合熱分析：基礎と最近の応用	細井宜伸・徳舩奈々・服部光生	479
示差熱分析の解釈とマテリアルズインフォマティクスへの応用	鈴木悠真・鈴木俊之	491
報 文		
熱刺激電流分析によるテレフタル酸ジオクチル可塑化ポリ塩化ビニルの物性評価	吉田福蔵・森内（川上）隆代	499
湿度制御熱重量分析装置の質量目盛りの妥当性確認に用いる標準物質としての 3-(トリメチルシリル)-1-プロパンスルホン酸ナトリウムの評価	清水由隆・鮑 新努・辰巳翔一・井原俊英	511
技術論文		
DSC 法及びフラッシュ法による比熱容量測定—ラウンドロビンテストによる測定性能の検証—	阿部陽香	519
ノート		
天然琥珀の熱分析	宮本沙知・田仲二郎・西本右子	531
毛髪 of 熱分析	山田絵里加・影島一己・西本右子	539
「分析化学」編集委員会特集“産学官連携で広がる分析化学”の論文募集		547
「分析化学」年間特集“薬”論文募集		549
「分析化学」特集“イオンクロマトグラフィーの技術進展と新規開発”の論文募集		551
初めて書く論文は母語の日本語で！“第 25 回初執筆論文特集”募集のお知らせ		552
テンプレートによる投稿要領		553
「分析化学」に投稿される皆様へ		554

「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、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」では、「ぶんせき」の情報発信について紹介されています。情報発信の方法が多様化する中で、「ぶんせき」をどのように届けていくかは課題です。こうした変化を考えると、まずはその本質を考える必要があるでしょう。長く続いているものほど、その本質・意味を改めて考える機会は案外少ないことに気付かされます。

◇今月号のミニファイルでは、ボルタンメトリーで用いられる略語が紹介されています。略語は、長い言葉を簡潔に伝え、限られたスペースを有効に使える便利なものであり、現在でも日常的に使われています。一方で、AIの活用などにより大量の情報を扱うことが容易になり、その使われ方が今後さらに変化していけば、「短くする」ことの意味も、少しずつ変わっていくのかもしれませんが、もっとも、PDCAのように、略語そのものが一つの概念として定着しているものもあります。

◇リレーエッセイでは、PDCAを「Passion（情熱）⇒Design（計画）⇒Challenge（挑戦）⇒Apologize（謝罪）」とする言葉遊びが紹介されています。略語の本質が「短く伝えること」だとすれば、こうした言葉遊びは本来の目的とは少し違いますが、私は結構好きです。

[H. Y.]

〈とびら〉

企業における分析化学の役割……………林 徹太郎

〈入門講座〉 精密な定量解析を支える網羅分析：基礎技術から実践の応用まで
イオン付着質量分析法による有機化合物の

網羅的スクリーニング……………沖 充浩

〈ミニファイル〉 Abbreviations in 分析化学（分析化学で使われる略号）
生物化学分析で用いられる略語……………磯崎 勇志

〈話 題〉

シングルセルメタボロミクス技術の進展……………古庄 仰

◇ 編 集 委 員 ◇

〈委員長〉 鈴木 保 任（金沢工大バイオ・化学）

〈副委員長〉 山口 浩 輝（味の素（株））

〈理 事〉 山口 央（茨城大理）

〈幹 事〉 半田友衣子（埼玉大工）

鹿籠 康 行（東北大金材研）

〈委 員〉 村 山 周 平（昭和医科大薬）

石 橋 千 英（愛媛大院理工）

角 田 誠（国際基督教大教養）

澤 田 奎 太（ライオン（株））

西 崎 雄 三（東洋大食環境科学）

中 屋 佑 紀（北大院工）

北 川 慎 也（名古屋工業大工）

岸 川 直 哉（長崎大院医歯薬学）

北 牧 祐 子（産業技術総合研究所）

岡 崎 琢 也（工学院大学先進工）

田 原 佳 代 子（九州医療科学大薬）

古 野 忠 秀（愛知学院大薬）

岡 林 識 起（日大生物資源科学）

原 田 誠（東京科学大理）

宮 川 晃 尚（広島大院先進理工）

稲 川 有 徳（宇都宮大院地域創生科学）

黒 木 康 生（サイエンスフィジック研）

宇 田 亮 子（奈良工業高専）

鎗 田 孝（茨城大農）

高 柳 学（ジョエルサイエンス様）

大 江 知 行（東北大院薬）

佐 藤 貴 弥（日本電子（株））

萩 森 政 頼（武庫川女子大薬）

管 原 庄 吾（島根大学術）

[R] 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 2026 年 第 9 号（通巻 621）

2026 年 9 月 1 日印刷

2026 年 9 月 5 日発行

定価 1,250 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

© 2026, The Japan Society for Analytical Chemistry

購読料は会費に含まれています。

2027 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及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 2027 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、本部委員会委員長及び現在休止・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、筆頭副会長又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) 2027 年度本部委員会功労賞授賞式は、2027 年 9 月 21 日 (火) 第 76 年会 (新潟大学) 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：2026 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48回分析化学における 不確かさ研修プログラム —受講者募集—

主催 日本電気計器検定所、(公社)日本分析化学会
測定結果の信頼性の指標としての不確かさの評価がますます重要となってきています。日本分析化学会においてもエキスパートワークショップやセミナー等によりその普及と教育に努めてきました。

また、日本電気計器検定所(JEMIC)は、「計量標準等トレーサビリティ導入に関する標準化調査研究委員会」と「計測標準フォーラム人材育成WG」が共同で開発した不確かさ研修プログラムにより不確かさの研修を実施してきました。

日本電気計器検定所と日本分析化学会は、これらの不確かさ研修を参考に2006年、「楽しく・簡単に・解かり易く」をテーマとして、不確かさの計算が分かりやすく理解できるよう演習を多く取り入れた「分析化学における不確かさ研修プログラム」(2日間コース)を開発しました。

この研修では、

- ・受講者1人1人が理解することを最優先に考えたセミナー
- ・“楽しく簡単に解かり易く”不確かさの計算方法を解説
- ・多くの演習問題を解くことで講義内容を十分理解できる
- ・複数の講師が演習問題を通して、各受講者の理解のお手伝いをする、

ことを特徴としています。講師が一方向的に説明や講義を行うのではなく、受講者の理解度を確認しながら対話方式で進めていきます。

本セミナーはハイブリッド型で開催しますので、オンライン参加も可能です。遠方のお客様もお気軽にご参加ください。

ハイブリッド型の詳細は、日本電気計器検定所のホームページをご覧ください。

https://www.jemic.go.jp/gizyutu/j_keisoku.html

期日 2026年12月10日(木)・11日(金)

会場 日本電気計器検定所本社〔東京都港区芝浦4-15-7、電話：03-3451-1205、交通：JR「田町」駅徒歩浦口(東口)から徒歩約13分または都営浅草線・都営三田線「三田」駅A4(JR田町駅方面)出口から徒歩約15分〕

https://www.jemic.go.jp/kihon/m_honsha.html

対象者 不確かさの計算方法を初歩から学びたい方・不確かさの計算方法を社内教育等の参考にしたい方

講義内容

第1日(9.30~16.30)

1. イントロダクション
2. 演習：温度の測定
3. 不確かさとは何か？(不確かさの概要や必要性など)
4. 用語について1(JIS K 0211:2013 分析化学用語(基礎部門)の説明)
5. 不確かさ評価の概要(タイプAとタイプBの不確かさの違いなど)
6. タイプAの不確かさ評価(タイプAの標準不確かさの求め方)
7. 演習：タイプAの不確かさ評価(タイプAの標準不確かさを求める演習)
8. 確率分布について1(タイプBの評価に用いられるさまざまな確率分布について)
9. タイプBの不確かさ評価(タイプBとしてどのような不確かさの要因があるかと具体的な数値化の説明)
10. 演習：タイプBの不確かさの要因(タイプBの要因を考察するグループ演習)

11. 確率分布について2(確率分布に応じた除数の説明)
12. 用語について2(不確かさの評価/計算に必要な用語の説明)

第2日(9.30~16.30)

《初日のおさらい》

13. 不確かさの合成と拡張(タイプAの標準不確かさとタイプBとして評価した不確かさの合成とその拡張の説明)
14. 演習：不確かさの合成と拡張(合成標準不確かさと拡張不確かさを求める演習)
15. 実際の不確かさ評価の事例紹介(水道水中のナトリウムの測定)
16. 演習：間違い探し
17. 総合演習：拡張不確かさまでの計算
18. 不確かさの利用について(ILACの示す不確かさを考慮した適合性表明の指針の説明と実際に適合性表明に不確かさを用いている例と技能試験の紹介)
19. 確認テスト

募集定員 24名(定員に達し次第、締め切ります)

参加方法 会場参加またはオンライン参加のいずれかを選択できます。

申込締切 2026年12月3日(木)

受講料 会員64,900円(日本分析化学会会員、JEMIC計測サークル会員)、会員外75,900円
※テキスト代、消費税を含みます。

受講証明書の発行 受講者には「分析化学における不確かさ研修プログラム」を受講し、講習を受けたことの受講証明書を主催団体から発行します。

合格証明書の発行 確認テスト合格者には、日本電気計器検定所から合格証明書を発行します。

申込方法 次のいずれかの方法で申し込みください。なお、電話での申込は受け付けません。

1. 日本電気計器検定所のホームページ(https://www.jemic.go.jp/gizyutu/j_keisoku.html)の「申込みフォーム」に必要な事項を入力してください。
2. 日本電気計器検定所のホームページ(https://www.jemic.go.jp/gizyutu/j_keisoku.html)から「分析化学における不確かさ研修プログラム」用の受講申込書をダウンロードし、必要事項を入力の上、E-mailに添付してお申し込みください(送信先E-mail: kosyukai-ky@jemic.go.jp)。

送金方法 受講申込みをいただきますと、日本電気計器検定所から受講票と請求書をお送りしますので、指定口座に受講料をお振込みください。振込手数料は貴方でご負担ください。なお、受講料の返金はいたしませんので、あらかじめご了承ください。

個人情報 本セミナーの受講申込みにより取得したお客様の個人情報は、本セミナーに係る連絡に利用するほか、次の目的のために利用することがあります。なお、お客様のお申出により、これらの取扱いを中止させることができます。①JEMIC計測技術セミナーに関するお知らせ、②各種校正試験業務、検定業務、基準器検査業務等に関するお知らせ、③定期刊行物の発送、購読期限および会員の集いに関するお知らせ

喫煙に関するお願い 日本電気計器検定所では、健康増進法「受動喫煙の防止」の趣旨に従い、全館禁煙となっておりますので、ご了承ください。

申込・問合せ先 〒108-0023 東京都港区芝浦4-15-7 日本電気計器検定所JEMIC計測技術セミナー事務局(担当：長谷川)〔電話：03-3451-1205、E-mail: kosyukai-ky@jemic.go.jp〕

第423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

近年、医薬品モダリティの多様化が急速に進み、求められる分析内容も高度化・複雑化しています。HPLCおよびLC/MS/MSは汎用性が高く、高感度・高選択性を有することから、創薬研究から開発、品質評価に至るまで幅広い領域で基盤技術として重要な役割を担っています。本例会では、核酸医薬や抗体薬物複合体(ADC)を中心に、現場で実践可能な最新の分析技術や具体的な応用事例をご講演いただきます。

期日 2026年9月28日(月) 13.00~17.00

会場 (株)島津製作所東京支社イベントホール〔東京都千代田区神田錦町1-3, 交通: ①地下鉄: 都営新宿線小川町駅, 東京メトロ千代田線新御茶ノ水駅, 東京メトロ丸の内線淡路町駅のB7出口より徒歩6分, 東京メトロ銀座線神田駅より徒歩10分, ②JR 神田駅西口より徒歩10分〕

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

講演主題 医薬品モダリティの多様化に対応する HPLC 分析, LC/MS/MS 分析

講演

講演主題概説(オーガナイザー)(13.00~13.05)

(株)東レリサーチセンター 櫻井 周
(LC 分析士初段, LC/MS 分析士二段)

1. 多様化するモダリティとその周辺分野に対する LC/MS/MS 分析の事例紹介 (13.05~13.15)

(株)東レリサーチセンター 櫻井 周
(LC 分析士初段, LC/MS 分析士二段)

2. モダリティ多様化に対応したカラム・分離手法 (13.15~13.50)

(株)クロマニックテクノロジーズ 小山隆次
(LC 分析士三段, LC/MS 分析士初段)

3. LC-MS/MS を用いた抗体薬物複合体(ADC)の包括的定量分析 (13.50~14.25)

(株)住化分析センター 松井誠一
(LC 分析士初段, LC/MS 分析士二段)

4. ホスホロチオアートオリゴ核酸とその不純物の分離改善 (14.25~15.00)

((一財)化学物質評価研究機構) 坂牧 寛
(LC 分析士三段, LC/MS 分析士二段)

休憩 (15.00~15.15)

5. オリゴヌクレオチドの分離条件最適化から不純物解析までの実践事例 (15.15~15.50)

(株)島津製作所 早河瑞希
(LC 分析士二段)

6. 核酸医薬品の不純物分析 (15.50~16.25)

(株)東レリサーチセンター 高尾英伸
(LC/MS 分析士初段)

7. 総括「医薬品モダリティの多様化に対応する HPLC, LC/MS/MS」(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)

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(領収書の発行は, 送金月日にかかわらず 2026 年 9 月 29 日以降となります。請求書は発行しません)。

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。なお, 日本薬学会会員として申込みされる方は, 参加申

込 URL の後援学会欄に日本薬学会が表示されていることをご確認のうえお申込みください。まだ表示されていない場合は, 表示されるまでお待ちください。

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, 参加希望者は必ず事前にお申し込みください。

参加申込および参加費等納入締切日 2026 年 9 月 18 日(金)
(入金締切時刻: 15 時まで)

申込方法

1. 参加希望者は, 下記申込先にアクセスし, 氏名, 勤務先(電話番号), LC 会員・協賛学会会員・その他の別および情報交換会参加の有無を明記のうえ, お申込みください。なお, 参加者名と振込者名が違う場合は, 参加申込書の連絡事項欄に振込者名を明記してください。
2. お申込みが完了した場合には, 登録されたアドレス欄に「第423回液体クロマトグラフィー研究懇談会申込み受付(自動返信)」のメールが届きます。メールが届かない場合は, ①入力したご自分のアドレスに間違いがないか, ②迷惑メールフォルダーをご確認のうえ, 世話人までお問い合わせください。
3. 申込み受付のメールを受領後, 必ず期限内に研究懇談会参加費, 情報交換会費の納入を行ってください。期限内に納入が確認できない場合, お申込みを無効とし参加 URL を発行しませんので, 十分ご注意ください。当日払いは受け付けません。なお, いったん納入された参加費は, 返金いたしません。
4. 参加費の納入が確認できた方には, 2026 年 9 月 21 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。

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

申込先 <https://forms.gle/gjQhbx6NL21ad7Be9>

(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)ニホンブンセキガクカイ〔公益社団法人日本分析化学会・液体クロマトグラフィー研究懇談会〕

問合先 (公社)日本分析化学会・液体クロマトグラフィー研究懇談会 世話人 (株)東レリサーチセンター 櫻井 周
[E-mail: amane.sakurai.d5@trc.toray]

2026 年北海道地区化学教育研究協議会

主催 日本分析化学会北海道支部, 日本化学会北海道支部, 日本化学会教育・普及部門

共催 北海道教育大学

後援 北海道教育委員会, 札幌市教育委員会, 北海道高等学校長協会, 北海道小学校理科研究会, 北海道中学校理科教育研究会, 北海道高等学校理科研究会(依頼予定含む)

会期 2026 年 11 月 7 日(土) 10 時~16 時 30 分

会場 北海道教育大学札幌駅前サテライト〔北海道札幌市中央区北 5 条西 5 丁目 7 sapporo55 4 階〕での対面形式およ

び Zoom によるハイブリッド開催

対象 小学校から大学までの教員，化学教育に関心のある大学（院）生

内容

「化学分野における小・中・高・大の系統性を踏まえた探究的学びの質向上を目指して—実験・観察を基盤とした「深い学び」と主体性の育成—」（福岡教育大学）伊藤克治先生

提言：「理科（化学）教育における小・中・高・大学での取り組み」を4件ほど予定（提言20分、質疑応答5分程度）
自由討論：「小・中・高・大学での研究実践と課題に関する討論」（1時間程度）

参加費 無料

懇親会費（希望者） 4,000円（五修堂 札幌市中央区南1条東2丁目）

参加申込方法 Google フォームが電子メールで申し込みください。名簿作成の関係で10月26日（月）締切としますが、協議会につきましては「当日参加」も可能です。

Google フォーム

<https://forms.gle/bDu5v5cNwWR85zP49>

参加申込締切 10月26日（月）

定員 80名

連絡先 〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目 北海道大学大学院工学研究院材料科学部門 坂入正敏〔電話：011-706-7111, E-mail：msakairi@eng.hokudai.ac.jp〕

2026年度LC/MS分析士 二段認証試験実施のお知らせ

標記につき、下記要領で実施する予定ですのでお知らせいたします。

日時 2026年11月9日（月）14時～16時

会場 株式会社津製作所東京支社イベントホール〔東京都千代田区神田錦町1-3, 交通：（地下鉄）都営新宿線「小川町」駅、東京メトロ千代田線「新御茶ノ水」駅、東京メトロ丸の内線「淡路町」駅のB7出口より徒歩6分、東京メトロ銀座線「神田」駅より徒歩10分、（JR）「神田」駅西口より徒歩10分〕
<https://www.shimadzu.co.jp/aboutus/company/access/tokyo.html>

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

受験料 7,700円（合格者は登録料4,400円を別途申し受けます）。先着65名。請求書の発行はいたしません。入金確認後、10日程度で受験番号をお知らせします。

受験資格 受験できる方はこれまでに行われたLC/MS分析士初段試験に合格し、登録された方に限ります。

申込方法 受験料の銀行振込後、専用ホームページ（<https://forms.gle/L28nwF3TmTnb95Y86>）にアクセスして必要事項を入力してください。

申込締切 10月26日（月）15時。会場に定員制限がありますので、入金順に受験番号を発行します。

振込銀行口座 りそな銀行五反田支店普通預金1754341、口座

名義：公益社団法人日本分析化学会液体クロマトグラフィー研究懇談会〔シヤ）ニホンブンセキカガクカイエキタイクロマトグラフィー〕。なお、一度お振り込みいただいた受験料は返却しません。万一、当方の判断で試験が中止された場合には、次回の受験料を免除します。

問合先 （公社）日本分析化学会・LC研究懇談会・分析士認証専門部会〔E-mail：nakamura@jsac.or.jp〕

2026年度LC/MS分析士 初段認証試験実施のお知らせ

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

日時 2026年11月16日（月）14時～16時

会場 株式会社津製作所東京支社イベントホール〔東京都千代田区神田錦町1-3, 交通：（地下鉄）都営新宿線「小川町」駅、東京メトロ千代田線「新御茶ノ水」駅、東京メトロ丸の内線「淡路町」駅のB7出口より徒歩6分、東京メトロ銀座線「神田」駅より徒歩10分、（JR）「神田」駅西口より徒歩10分。〕
<https://www.shimadzu.co.jp/aboutus/company/access/tokyo.html>

初段資格のイメージ 各種分析士に共通するものとして、「指示をすれば一人で分析できるレベル。当該分析・測定技術に関する基礎的知識および関連する法令に関する知識を有する。」と規定されます。LC/MS分析士においては「クロマトグラフィーやLC/MSに関する基礎的知識と原理に対する理解が十分にある。」ことが求められます。なお、試験問題としては科学の各分野並びに化学・分析化学一般に関する知識を問う内容が約50%含まれます。

受験料 6,600円（合格者は登録料3,300円を別途申し受けます）。請求書の発行はいたしません。入金確認後、10日程度で受験番号をお知らせします。

申込方法 受験料の銀行振込後、専用ホームページ（<https://forms.gle/VU4ETAbAT1Tx6Ru1A>）にアクセスして必要事項を入力してください。

申込締切 11月2日（月）15時。会場に定員制限がありますので、入金順に受験番号を発行します。

振込銀行口座 りそな銀行五反田支店普通預金1754341、口座名義：公益社団法人日本分析化学会液体クロマトグラフィー研究懇談会〔シヤ）ニホンブンセキカガクカイエキタイクロマトグラフィー〕。一度お振り込みいただいた受験料は返却しません。万一、当方の判断で試験が中止された場合には、次回の受験料を免除します。

問合先 （公社）日本分析化学会・LC研究懇談会・分析士認証専門部会〔E-mail：nakamura@jsac.or.jp〕

第425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

環境負荷の低減や昨今の社会情勢の変化を背景として、HPLC分析にはさらなる効率化が求められています。

本例会では、溶離液使用量の削減、高速分析、高感度化などを実現する各種ソリューションや技術をご紹介します。

期日 2026年11月20日（金）13.00～17.00

会場 北とぴあ・902会議室〔東京都北区王子1-11-1, 交通：JR京浜東北線「王子」駅北口より徒歩2分、地下鉄南北線

「王子」駅下車 5 番出口直結、都電荒川線「王子駅前」駅より徒歩 5 分]

<https://www.hokutopia.jp/>

講演主題 HPLC 分析の効率化
講演

講演主題概説（オーガナイザー）（13.00～13.05）
（ジーエルサイエンス(株) 太田茂徳
（LC 分析士二段）

1. HPLC 分析の効率化に向けた超純水の最適化（13.05～13.40）

（メルク(株) 石井直恵
（LC 分析士二段）

2. 効率化を目指したカラムサイズの最適化とそのノウハウ（13.40～14.15）

（(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）

3. 充填剤選択による効率化—コアシェル粒子と異種固定相の活用—（14.15～14.50）

（(株)クロマニックテクノロジーズ) 小山隆次
（LC 分析士三段, LC/MS 分析士初段）

休憩（14.50～15.10）

4. 装置から考える HPLC 分析の効率化（15.10～15.45）
（(株)島津製作所) 松田倫太郎
（LC 分析士二段）

5. 受託分析機関における LC-MS 分析の高感度化及び効率化（15.45～16.20）

（ジーエルサイエンス(株) 滝埜昌彦
（LC/MS 分析士二段）

6. 総括「HPLC 分析の効率化」（16.20～16.55）

（東京理科大学) 中村 洋
（LC マイスター, LC/MS マイスター）

参加費 ①学生：1,000 円, ② LC 懇・個人会員：2,000 円, ③ LC 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（領収書の発行は、送金月日にかかわらず 2026 年 11 月 21 日以降となります。請求書は発行しません）。

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。なお、日本薬学会会員として申込みされる方は、参加申込 URL の後援学会欄に日本薬学会が表示されていることをご確認のうえお申込みください。まだ表示されていない場合は、表示されるまでお待ちください。

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、参加希望者は必ず事前にお申し込みください。

参加申込および参加費等納入締切日 2026 年 11 月 12 日（木）
（入金締切時刻：15 時まで）

申込方法

1. 参加希望者は、下記申込先にアクセスし、氏名、勤務先（電話番号）、LC 会員・協賛学会会員・その他の別および情報交換会参加の有無を明記のうえ、お申込みください。なお、参加者名と振込者名が違う場合は、参加申込書の連絡事項欄に振込者名を明記してください。

2. お申込みが完了した場合には、登録されたアドレス欄に「第 425 回液体クロマトグラフィー研究懇談会申込み受付（自動返信）」のメールが届きます。メールが届かない場合は、①入力したご自分のアドレスに間違いがないか、②迷惑メールフォルダーをご確認のうえ、世話人までお問い合わせください。

3. 申込み受付のメールを受領後、必ず期限内に研究懇談会参加費、情報交換会費の納入を行ってください。期限内に納入が確認できない場合、お申込みを無効とし参加 URL を発行しませんので、十分ご注意ください。当日払いは受け付けません。なお、いったん納入された参加費

は、返金いたしません。

4. 参加費の納入が確認できた方には、2026 年 11 月 13 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。

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

申込先 <https://forms.gle/mPpmW7hZSPS86sqTA>
（学生申込者は、所属欄に大学名、学部、学年を記載）

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

問合先（公社）日本分析化学会・液体クロマトグラフィー研究懇談会 世話人 ジーエルサイエンス(株) 太田茂徳
〔E-mail：sig-ota@glsc.co.jp〕

第 46 回キャピラリー電気泳動シンポジウム (SCE2026 OSAKA)

主催 SCE2026 実行委員会 日本分析化学会電気泳動分析研究懇談会

期日 2026 年 11 月 26 日（木）・27 日（金）

会場 大阪大学会館〔大阪府豊中市待兼山町 1-13、交通：阪急電車宝塚線「石橋阪大前」駅下車、東へ徒歩約 15 分、大阪モノレール「柴原阪大前」駅下車、北西へ徒歩約 15 分〕

ホームページ <https://www.sce2026.org/>

連絡先 〒560-8531 大阪府豊中市待兼山町 1-3 第 46 回キャピラリー電気泳動シンポジウム（SCE2026）事務局〔電話：06-6850-6288, E-mail：sce2026osaka@gmail.com〕

第 32 回 LC & LC/MS テクノプラザ ～講演・展示募集と参加申込～

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。いたがって、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拘りません。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 2027年1月19日(火)・20日(水)

会場 北とぴあ・ペガサスホール(15F)〔東京都北区王子1-11-1, 電話: 03-5390-1100, 交通: ①JR 京浜東北線「王子」駅北口より徒歩2分, ②地下鉄南北線「王子」駅下車5番出口直結, ③都電荒川線「王子駅前」駅より徒歩5分。〕
URL: <https://www.hokutopia.jp/>
情報交換会: 北とぴあ・レストラン VIEW & KITCHEN QUAD17(17階)

A 講演募集

A-1 発表形式 口頭発表およびポスター発表(横幅90cm×高さ180cm)

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, 教訓の失敗例, 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/hsnRbZVv9k8bb3bt6>
(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26日(木)

A-5 講演要旨締切 12月21日(月)

A-6 講演要旨執筆要領

1. 日本語はMS明朝, 英数字はCenturyで入力。
2. A4判白紙を縦に使用し, 横17cm, 縦25cm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。
3. 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。
4. 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, また発表が連名の場合には, 発表者の氏名の前には○印をつけてください。
5. 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。
6. 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180cm, 奥行き60cm, 高さ91cm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(電話)を明記し, 12月21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/cbGQWtgaZv2wgSHM8>

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19日(火)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/rXPE7FeYTYjecwEr9>

C-4 参加申込締切日 1月8日(金)(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

啓育講演(東京理科大学)中村 洋, 2026年度CERIクロマトグラフィー分析賞受賞講演, 2027年LC努力賞受賞講演, 2026年LC科学遺産認定講演, 2025年ベストオーガナイザー賞表彰, 第31回テクノプラザベストプレゼンテーション賞表彰, 2026年度電子ジャーナル(第12号, 第13号)優秀者講演(専門技術賞, 公益情報賞)など各賞受賞講演・表彰なども予定されております。

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)日本分析化学会液体クロマトグラフィー研究懇談会 第32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 70 回討論会 (2026)

主催 (一社)日本放射化学会
期日 2026 年 9 月 28 日 (月)~30 日 (水)
会場 福島大学
ホームページ
<http://pub.conf.itatlas.jp/ja/event/sorc2026>
連絡先 〒960-1296 福島県福島市金谷川 1 福島大学共生
システム理工学類内 日本放射化学会第 70 回討論会 (2026)
事務局 [E-mail : <https://forms.gle/2jc3aAxDjGs6w19>]

第 38 回高分子学会 NMR 講座 基礎と応用コース

主催 高分子学会 NMR 研究会
期日 2026 年 9 月 29 日 (火)
会場 機械振興会館 6 階 6-67 会議室
ホームページ
<https://member.spsj.or.jp/event/index.php?id=859>
連絡先 〒104-0042 東京都中央区入船 3-10-9 新富町ビ
ル 6 階 (公社)高分子学会事業課 石津光暉
[電話 : 03-5540-3770, E-mail : resg2@spsj.or.jp]

表面分析実践講座エキスパート 2026 「実践！最新走査電子顕微鏡を用いた高度な実習」

主催 (公社)日本表面真空学会
期日 2026 年 10 月 22 日 (木)・23 日 (金)
会場 東北大学青葉山キャンパス 日本電子×東北大高度マテ
リアル分析共創研究所
ホームページ
<https://www.jvss.jp/ja/activities/06/detail/00025.html>
連絡先 〒113-0033 東京都文京区本郷 5-25-16 石川ビル
5 階 (公社)日本表面真空学会事務局
[電話 : 03-3812-0266, E-mail : office@jvss.jp]

プラズマ分光分析研究会第 129 回講演会 —半導体産業を支える超微量元素分析の動向—

(若手会『最先端で輝く先輩たちからの
メッセージ』併催)

主催 プラズマ分光分析研究会
期日 2026 年 10 月 23 日 (金)
会場 東京大学本郷キャンパス 化学講堂
ホームページ
<https://plasma-dg.jp/seminar/129/program129.html>
連絡先 〒192-0392 東京都八王子市堀之内 1432-1 東京薬
科大学生命科学部分子生命科学科生命分析化学研究室内 プ
ラズマ分光分析研究会事務局 大関杏子 [電話 : 042-816-
3001, E-mail : ozeki@plasma.es.titech.ac.jp]

2026 年度水素・燃料電池材料研究会講座

水電解水素製造技術の最前線 :

AWE, PEMWE, AEMWE

主催 高分子学会 水素・燃料電池材料研究会
期日 2026 年 11 月 6 日 (金)
会場 上智大学中央図書館
ホームページ https://www.spsj.or.jp/group/group_490.html
連絡先 〒104-0042 東京都中央区入船 3-10-9 新富町ビ
ル (公社)高分子学会 水素・燃料電池材料研究会
[電話 : 03-5540-3770, E-mail : resg2@spsj.or.jp]

第 16 回イオン液体討論会

主催 イオン液体研究会
期日 2026 年 11 月 11 日 (水)~13 日 (金)
会場 上智大学四谷キャンパス
ホームページ https://www.ilra.jp/16th_jsil/index.html
連絡先 イオン液体研究会事務局 [E-mail : ionicliquidoffice@ilra.jp]

第 37 回クロマトグラフィー科学会議

主催 クロマトグラフィー科学会
期日 2026 年 11 月 11 日 (水)~13 日 (金)
会場 徳島大学蔵本キャンパス 大塚講堂
ホームページ
<https://www.chem.tokushima-u.ac.jp/B1/scs37/index.html>
連絡先 〒770-8506 徳島市南常三島町 2-1 徳島大学理工
学部 高柳俊夫 [電話 : 088-656-7409, E-mail : toshio.takayanagi@tokushima-u.ac.jp]

日本希土類学会第 44 回講演会

主催 日本希土類学会
期日 2026 年 11 月 13 日 (金)
会場 崎陽軒本店会議室 1 号室
ホームページ <https://www.kidorui.org/lecture.html>
連絡先 〒680-8552 鳥取市湖山町南 4-101 鳥取大学工学
部化学バイオ系学科 増井研究室内 日本希土類学会 増井
敏行 [電話 : 0857-31-5264, E-mail : office@kidorui.org]

第 39 回日本吸着学会研究発表会

主催 日本吸着学会
期日 2026 年 11 月 17 日 (火)・18 日 (水)
会場 横浜市開港記念会館
ホームページ <https://www.j-ad.org/annual-meeting39/>
連絡先 〒240-8501 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5
横浜国立大学大学院工学研究院 機能の創生部門 稲垣怜史
[電話 : 045-339-3691, E-mail : inagaki-satoshi-zr@ynu.ac.jp]

KISTEC Innovation Hub 2026 (神奈川県立産業技術総合研究所 研究成果発表交流会)

技術とつながりをイノベーション創出へ

主催 (地独) 神奈川県立産業技術総合研究所
期日 2026年11月19日(木)、20日(金)、12月7日(月)
会場 KISTEC 海老名本部、殿町支所、溝の口支所および横浜
(波止会場館) (日程により会場変更あり)
ホームページ <https://www.kistec.jp/inno-hub/>
連絡先 〒243-0435 神奈川県海老名市下今泉 705-1 (地
独) 神奈川県立産業技術総合研究所 企画部情報戦略課連携
広報グループ [電話: 046-236-1500, E-mail: sm-innovation-
hub@kistec.jp]

日本膜学会膜シンポジウム 2026 拡がりゆく膜

主催 日本膜学会
期日 2026年11月19日(木)・20日(金)
会場 産業技術総合研究所つくば中央事業所共用講堂
ホームページ
<https://www.maku-jp.org/conference/article/006080dC>
連絡先 〒113-0033 東京都文京区本郷 5-26-5 扇屋ビル
702 日本膜学会事務局 [電話: 03-3815-2818, E-mail:
membrane@mua.biglobe.ne.jp]

第24回医用分光学研究会

主催 医用分光学研究会
期日 2026年11月26日(木)・27日(金)
会場 資生堂グローバルイノベーションセンター
ホームページ
<https://new.express.adobe.com/webpage/Wf538bPHF7Jod>
連絡先 〒220-0011 神奈川県横浜市西区高島 1-2-11 第24
回医用分光学研究会実行委員会 実行委員長 江川麻里子
[電話: 070-3859-1346, E-mail: medspec@shiseido.com]

実用表面分析セミナー 2026

主催 (公社) 日本表面真空学会関西支部
期日 2026年12月2日(水)
会場 神戸大学百年記念館六甲ホール
ホームページ
https://jvsskansai.smoosy.atlas.jp/ja/kansai_jitsuyou27
連絡先 〒566-0072 大阪府摂津市鳥飼西 5-1-1 (株) カネカ
テクノロジーサーチ 澤田大輔 [電話: 072-653-8301, E-mail:
Daisuke.Sawada@kaneka.co.jp]

nano tech 第26回国際ナノテクノロジー総合展・技術会議 イノベーションで未来のビジネスを拓く

主催 nano tech 実行委員会, (株) JTB コミュニケーションデ

ザイン

期日 2026年12月16日(水)~18日(金)
会場 東京ビッグサイト西・南ホール & 会議棟
ホームページ <https://www.nanotechexpo.jp/>
連絡先 〒105-8335 東京都港区芝 3-23-1 セレスティン
芝三井ビルディング 12F nano tech 実行委員会事務局 (株)
JTB コミュニケーションデザイン内) 長尾咲世
[電話: 03-5657-0760, E-mail: nanotech@jtbcom.co.jp]

訂正

本誌 2026 年第 8 号のお知らせ欄「第 20 回茨城地区分析技
術交流会」(p M5) において誤りがございましたので、下記の
とおり訂正いたします。
(訂正) p M5 右段 18 行目の「10 月 24 日(金)」を「9 月 25
日(金)」に訂正

「分析化学」年間特集「薬」論文募集

「分析化学」編集委員会

「分析化学」では 2010 年より年間特集を企画してきました。
2027 年は「薬」をテーマとして募集を行います。

基礎・応用を含めた医薬品分析に関する「最新の知見」はも
ちろん、医薬品分析に関する「研究の背景」をまとめた総合論
文や総説を広く募集します。

さらに、薬のみならず、薬により引き起こされる生命現象
(例えば、薬の投与による生体内物質の変動など) を対象とし
た分析研究についても論文を募集します。薬と分析の関わりを
幅広い視点から捉え、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ます。

本特集に関わる論文はすべての論文種目で年間を通じてご投
稿いただくことが可能で、審査を通過した論文は単行の特集号
を除く「分析化学」第 76 巻(2027 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、「薬」に関わる分析化
学の研究・開発に従事されている多くの皆様方からの投稿をお
待ちしておりますので、是非この機会をご活用ください。

特集論文原稿締切: 2026 年 11 月 13 日(金) (第 2 期)

「分析化学誌」特集 「イオンクロマトグラフィーの技術進展と 新規開発」の論文募集

「分析化学」編集委員会

「分析化学」編集委員会は、イオンクロマトグラフィー研究
懇談会(IC 懇)と共同で「イオンクロマトグラフィーの技術
進展と新規開発」と題した特集を企画しました。

本特集号では、方法論の新規開発、試料の前処理・後処理技
術、性能向上技術など、IC に関わるイオン分離定量法だけ
でなく、IC の幅広く様々な分野への応用や適用例に関する論文
も募集しております。幅広い分野からの論文投稿をお待ちして
います。詳細は分析化学誌のホームページをご確認ください。

特集論文申込締切: 2026 年 8 月 28 日(金)

特集論文原稿締切: 2026 年 10 月 16 日(金)

「分析化学」編集委員会特集 「産学官連携で広がる分析化学」の論文募集

「分析化学」編集委員会

「分析化学」誌では、毎年第6号に「編集委員会特集」として特集号を企画しています。2027年度（第76巻）の「編集委員会特集」のテーマは、『産学官連携で広がる分析化学』に決定いたしました。高度に複雑化・多様化している社会課題の解決に向けて、専門分野や組織の異なる研究者同士が協働して研究を推進することの重要性がより一層高まっています。上記状況に鑑み、産学官、産学、学官、および産官での連携研究や、今後共同研究に発展させたい研究成果に関する論文を募集いたします。社会実装に至った研究開発事例、実用化を見据えた分析技術や分析装置・デバイスに関する研究成果、今後産学官での連携に発展させたい研究シーズに関する内容など、産学官連携研究の輪を広げる多数の論文の投稿をお待ちしております。詳細は分析化学誌のホームページをご確認ください。

特集論文申込締切：2026年10月3日（土）

特集論文原稿締切：2026年12月5日（土）

初めて書く論文は母語の日本語で！ 「第25回初執筆論文特集」募集のお知らせ

「分析化学」編集委員会

「分析化学」編集委員会は、2026年（第75巻）に第25回「初執筆論文特集」を企画し、下記要領で論文を募集します。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、2025年より本特集名を「若手初論文特集」から「初執筆論文特集」と変更しました。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。

自分のアイデア、研究成果を自由に表現できる母語の日本語で、初めての学術論文執筆にチャレンジしてください。先生や先輩に指導をいただいて、論文作成法を習得する良いチャンスにもなります。これは大変貴重な経験であり、次の新たなステップにつながることでしょう。このチャンスは一度しかありません。多数の方々からのご投稿をお待ちしております。

「お知らせ」欄原稿について

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

本会外から掲載をご希望の場合は以下をご参照ください。

- 1) 掲載できるものは本会が共催、協賛、後援するものに限られます。
- 2) 国際会議につきましては共催、協賛、後援申請に関する規程並びにフォームがありますので、ホームページをご覧ください。
- 3) 国際会議以外の講演会等に関しましては、会名、会場、主催団体名、同代表者名、開始期日、終了期日、連絡先並びに同電子メールを記載のうえ、書面でお申し出ください。
- 4) 掲載原稿の作成要領に関しましては承諾をご返事する際

にお知らせします。

- 5) 本会支部または研究懇談会が共催、協賛、後援を承諾した事業につきましては、その旨をメールにお書きいただき、原稿ファイルをshomu@jsac.or.jpにお送りください。

国際会議以外の共催、協賛、後援に関する規程抜粋（共催）

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

ぶんせき誌「技術紹介」の原稿募集

『ぶんせき』編集委員会

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

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

記

1. 記事の題目：「技術紹介」
2. 対象：以下のような分析機器、分析手法に関する紹介・解

説記事

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

「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。

『ぶんせき』再録集 vol. 1, 2 出版のお知らせ

ぶんせき誌の過去記事の有効利用の一環として、記事をまとめて書籍化するという試みを行っています。2021年5月10日に、『ぶんせき』再録集 vol. 1 が出版されました。この巻には、2011年から2020年まで、10年間分の〈ミニファイル〉の記事が詰まっています。たっぷり256ページ、2,750円(税込み)のお値打ち本です。多岐にわたる『知って得する分析化学の豆知識』を堪能できます。本書は下記10章からなり、それぞれに12から14の話題が集められています。

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

過去のミニファイルをファイリングしておきたいときに、初学者への参考書をお探しのときに、また、非学会員の方に分析化学会のアピールをしたいときに、ぜひご活用ください。本書はアマゾンオンデマンド出版サービスを利用して出版した書籍ですので、書店には並びません。アマゾンサイトからのネット注文のみとなりますので、ご注意ください。ネットで「ぶんせき再録集」と入力して検索しても、すぐに出てきます。詳しくは「ぶんせき」誌ホームページをご確認ください。

◆ ◆ ◆ ◆ ◆

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

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

『ぶんせき』では、分析化学の初学者から専門家まで幅広い会員に向けて、多くの有用な情報を提供し続けています。これまで掲載された記事には、分析化学諸分野の入門的な概説や分析操作の基礎といった、いつの時代でも必要となる手ほどきや現役の研究者・技術者の実体験など、分析のノウハウが詰まっています。

本書は下記の二章だてとなっています。

- (1 章 分析における試料前処理の基礎知識)
 1. 土壌中重金属分析のための前処理法
 2. 岩石試料の分析のための前処理法
 3. プラスチック試料の分析のための前処理法
 4. 金属試料分析のための前処理法
 5. 分析試料としての水産生物の特徴と取り扱い
 6. 食品分析のための前処理法
 7. Dried blood spot 法による血液試料の前処理
 8. 生体試料のための前処理法 (液-液抽出)
 9. 生体試料のための前処理法 (固相抽出)
 10. 環境水試料の分析のための前処理法
 11. 大気中揮発性有機化合物分析のための前処理法
 12. 放射性核種分析のための前処理法
 13. 脂質分析のための前処理法
 14. 糖鎖分析のための試料前処理
 15. イムノアッセイのための前処理法
 16. 加速器質量分析における超高感度核種分析のための試料前処理法
 17. 生元素安定同位体比分析のための試料前処理法
 18. セラミックス試料分析のための前処理法
- (2 章 分析試料の正しい取り扱いかた)
 1. 生体 (血液)
 2. 生体 (毛髪)
 3. 金属 (非鉄金属)
 4. 金属 (鉄鋼)
 5. 食品 (酒類)
 6. 医薬品 (原薬・中間体・原料)
 7. 海水 (微量金属)
 8. 考古資料
 9. 海底下の試料 (地球深部の堆積物および岩石)
 10. 岩石
 11. 食品 (農産物の残留農薬)
 12. ガラス
 13. 環境 (陸水)
 14. 温泉付随ガス
 15. 透過電子顕微鏡観察の試料調整
 16. 環境 (ダイオキシン類)
 17. 高分子材料
 18. 沈降粒子

なお、『ぶんせき』掲載時から数年が経過しているため、記事の中には執筆者の所属も含め、部分的に現在の状況とは異なる内容を含むものがあるかもしれません。本書では、各記事の『ぶんせき』掲載年を明記することで、再録にともなう本文改稿を割愛しました。これらの点については、執筆者および読者の方々にご了承いただきたく、お願い申し上げます。

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

【ア行】		
(株)アメナテック…………… A8	(株)ゼネラルサイエンス	フリッツユ・ジャパン(株)…………… A8
(株)エス・ティ・ジャパン…………… A1	コーポレーション…………… A4	フロンティア・ラボ(株)…………… A2
【サ行】		
(株)島津製作所…………… 表紙 2	日本分光(株)…………… 表紙 4	製品紹介ガイド …………… A6~7
西進商事(株)…………… 表紙 3	【ハ行】	
	ビー・エー・エス(株)…………… A3	

新規会員募集中!!

日本分析化学会は、研究者・技術者が一体となって組織化された分析化学分野では世界最大級の学会です。
今後ますますハイテク化していく生活・産業活動を支えるため、本学会ではその技術力の進歩・発展に活発に貢献しております。
この度、さらに幅広く事業を拡大していくため広く会員拡充を図ることになりました。
この好機に多数特典のある本会会員への入会をお知り合いにぜひお勧め下さい。

公益社団法人 **日本分析化学会** 会員係

〒141-0031 東京都品川区西五反田1-26-2 五反田サンハイツ304号
TEL : 03-3490-3351 FAX:03-3490-3572
E-MAIL : memb@jsac.or.jp

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075-748-6200 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

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
(一財)化学物質評価研究機構 クロマト技術部
www.cerij.or.jp E-mail: chromat@cerij.jp

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>

ポテンショスタット・ガルバノスタット
メトローム オートラボやドロップセンスの電気化学装
置なら最大16チャンネル, スクリーンプリント電極の
特注も対応
メトロームジャパン(株) <https://www.metrohm.jp>

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, SPR
ブルカージャパン(株) ダルトニクス事業部
電話 045-440-0471
E-mail: info.BDAL.JP@bruker.com

熱分析

反応危険性評価。SYSTAG社 恒温壁熱量計RADEX
熱暴走リスクを短時間でスクリーニング
(株)東京インスツルメンツ
電話 03-3686-4711 <https://www.tokyoinst.co.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
ンプラ
(株)アmenaテック
<https://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.alphascience.jp/>
電話 03-3814-1374 FAX 03-3814-2357
E-mail: info@alphascience.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 06-6949-8444
<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、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。
オーシャンフォトンクス(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/>

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>

赤外顕微鏡における「観る」「測る」「使う」を再構築
顕微赤外測定に新たなイノベーションを創出します。
赤外顕微鏡 IRT-5X / マルチチャンネル赤外顕微鏡
IRT-7X
日本分光(株) <https://www.jasco.co.jp>

分析試料の前処理作成用粉碎機 (ドイツ フリッチュ社製)
フリッチュ・ジャパン(株)
電話045-641-8550 (本社)
<https://www.fritsch.co.jp>

立体8の字 秒速粉碎機 マルチビーズショッカー®
ディスプレイで岩石・樹脂・生体等の凍結粉碎も可能。
分析感度UP, 時間短縮, 経費節減に貢献。
安井器械(株) 商品開発部 <https://www.yasuikikai.co.jp/>

研究室用設備機器

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

分析用超純水装置は「オルガノ ラボサロン」で検索
日本の技術で業界最高純度の超純水をご提供します
オルガノ(株) 電話03-5635-5191
https://puric.organo.co.jp/

グローブボックスシステム MBRAUN 社製
有機溶媒精製装置 MBRAUN 社製
(株)ブライト 本社 048-450-5770 大阪 072-861-0881
https://www.bright-jp.com E-mail: info@bright-jp.com

試薬・標準試料

認証標準物質 (CRM), HPLC・LC/MS 関連
超高純度試薬 (Ultrapur, Primepure®)
関東化学(株) 電話 03-6214-1090
https://www.kanto.co.jp

研究・産業用の金属/合金/ポリマー/ガラス等 8 万点
取扱サプライヤー
GOODFELLOW CAMBRIDGE LTD 日本代表事務所
電話 03-5579-9285 E-mail: info-jp@goodfellow.com
https://www.goodfellow-japan.jp

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

標準物質は当社にお任せください！
海外 (NIST, IRMM, BAS, MBH, Brammer, Alcoa 等)
国内 (日本分析化学会, 産総研, 日環協等)
各種標準物質を幅広く, また, 分析関連消耗品も各種取り
扱っております。是非, ご相談ください！
西進商事(株) https://www.seishin-syoji.co.jp

RESEARCH POLYMERS
(株)ゼネラルサイエンスコーポレーション
電話 03-5927-8356(代) FAX 03-5927-8357
https://www.shibayama.co.jp
E-mail: gsc@shibayama.co.jp

お求めの混合標準液を混合成分から検索できる！
農薬・動物用医薬品 混合標準液検索
WEBページで「和光 農薬 検索」で検索！
試薬でお困りの際は当社HPをご覧ください。
富士フイルム和光純薬(株)

書籍

機械学習による分子最適化
— 数理と実装 —
梶野 洸 著 A5判 312頁 定価3,520円 (税込)
(株)オーム社 https://www.ohmsha.co.jp

基本分析化学 —イオン平衡から機器分析法まで—
北条正司, 一色健司 編著
B5判 260頁 定価3,520円 (税込)
三共出版(株) 電話 03-3264-5711
https://www.sankyoshuppan.co.jp/

Primary大学テキスト これだけはおさえたい化学 改訂版
大野公一・村田滋・齊藤幸一 他著
B5判 248頁 フルカラー 定価2,530円 (税込)
大学初年次での化学を想定。高校の復習から大学で必要な知識へのテキスト。
実教出版(株) 電話03-3238-7766 https://www.jikkyo.co.jp/

Pyrolysis-GC/MS Data Book of Synthetic Polymers
合成高分子の熱分解 GC/MS ハンドブック
Tsuge, Ohtani, Watanabe 著 定価47,300円 (税込)
163種の合成高分子の熱分解 GC/MS, また33種の縮合系
高分子には反応熱分解 GC/MS も測定したデータ集。
(株)デジタルデータマネジメント 電話 03-5641-1771

TOF-SIMS: Surface Analysis by Mass Spectrometry
John C. Vickerman and David Briggs 著 B5・定価51,700円 (税込)
二次イオン質量分析法の装置と試料の取扱い, 二次イオン
形成のメカニズム, データ解析アプリケーション例など
(株)デジタルデータマネジメント 電話 03-5641-1771

Surface Analysis by Auger and X Ray Photoelectron Spectroscopy
David Briggs and John T. Grant 著 B5・定価51,700円 (税込)
表面分析に欠かせない AES と XPS 法の原理, 装置, 試料の扱い,
電子移動と表面感度, 数値化, イメージング, スペクトルの解釈な
ど。(Surface Spectra, Ltd.)
(株)デジタルデータマネジメント 電話 03-5641-1771

第3巻「永久磁石の保磁力と関連する技術課題」
徳永雅亮, 山本日登志 著
B5判・118頁, 定価: ¥2,300+送料
ネオジコンサル 電話 090-2204-7294
https://hitoshiad26.sakura.ne.jp

改訂6版 分析化学データブック
日本分析化学会編 ポケット判 260頁 定価1,980円(税込)
丸善出版(株) 電話 03-3512-3256
https://www.maruzen-publishing.co.jp

セミナー・試験

海外技能試験の輸入代行サービス
西進商事(株)
神戸 078-303-3810 東京 03-3459-7491
https://www.seishin-syoji.co.jp/

累計受講者750名超！ 複数講師の丁寧な指導で大好評の
分析化学不確かさセミナー開催。オンライン参加も可。
日本電気計器検定所 (JEMIC) 電話03-3451-1205
https://www.jemic.go.jp
E-mail: kosyukai-ky@jemic.go.jp

「本ガイド欄」への掲載については下記にお問合せください。
(株)明報社
電話 03-3546-1337 E-mail: info@meihosha.co.jp

分析試料の前処理作成用粉碎機

FRITSCH GERMANY



ドイツ フリッチュ社製

ミニミル P-23



- ナノ粒子を1-2分で作成
- 処理量0.1-5mlの少量試料作製に最適
- 重量7kg、寸法20×30×30cmと極めて小型
- 容器。ボールの材質はジルコニア、ステンレス、プラスチック
- 研究室だけでなく、DCを使って外部での使用も
- 更に、グローブボックス内での使用も可能
- マイクロチューブにも対応。Max 2ml×6個

ドイツ フリッチュ社製

遊星型ボールミル Classic Line P-7



- Fritsch 伝統の遊星型ボールミルの小型タイプ
- 容器のサイズは45ml、または12ml。2個搭載可能
- 容器、ボールの材質はメノウ、ジルコニア等7種類
- ポット回転数はMax1,600 rpmの強力パワー
- 試料作製だけでなく、本機目的の研究開発用機器としてもご使用いただけます

カタログおよび価格表は弊社にお問い合わせください

フリッチュ・ジャパン株式会社

本社 〒231-0023 横浜市中区山下町252
大阪営業所 〒532-0011 大阪市淀川区西中島7-2-7
福岡営業所 〒819-0022 福岡市西区福重5-4-2

info@fritsch.co.jp <https://www.fritsch.co.jp>

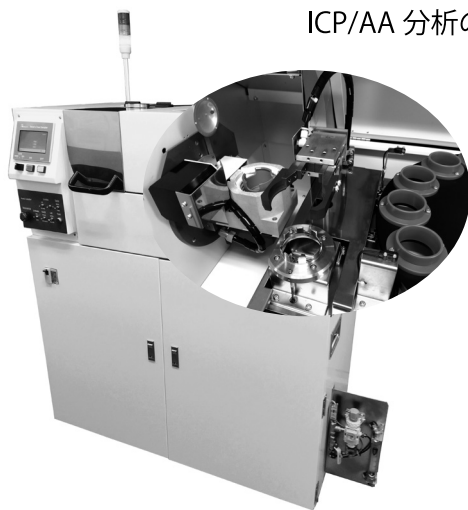
Tel (045)641-8550 Fax (045)641-8364
Tel (06)6390-0520 Fax (06)6390-0521
Tel (092)707-6131 Fax (092)707-6131

高周波溶融装置

ビード&フューズサンブラ



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



オートサンブラ機能付タイプ AT-5300

【高周波誘導加熱】

電気炉とは違い、るつぼ自体が発熱するので加熱効率が良く、短時間で溶融処理ができます。また、コイルに流れる電流値を精度良くコントロールすることで、るつぼの発熱温度を微調整することができるので、試料と融剤が激しく反応して試料が飛散することを抑えることができます。

【主な特徴】

- ・8種類の溶融レシピを自由に設定
加熱温度・加熱時間・るつぼの揺動回転
- ・色々な材質のるつぼの使用が可能
白金・ジルコニウム・ニッケル
特殊アダプタをセットするとアルミなるつぼも使用可

卓上型タイプ AT-5000



株式会社アメナテック

〒224-0003

神奈川県横浜市都筑区中川中央 2-5-13 メルヴューサガノ 401

TEL : 045-548-6049 e-mail : info@amena.co.jp <https://www.amena.co.jp>

PFOS・PFHxS・PFOA

LGC | DR EHRENSTORFER™



DRE-A30000076MW

組 成

- ・ Perfluorooctanesulfonic acid 13C8
(CAS:2265893-05-6)
- ・ Perfluorooctanoic acid 13C8
(CAS:1350614-84-4)
- ・ Perfluorohexanesulfonic Acid 13C3 (1,2,3-13C3)
(CAS:2708218-85-1)



濃 度 容 量

2μg/mL均一 1mL×1本
※溶媒はメタノール96%・水4%の混合溶媒となります

特 徴

成績書に直鎖・酸濃度の記載

2026年10月31日
ご注文分まで
10%OFF

※対象：水道法PFAS標準のみ

◆ 他PFAS関連の標準物質も取扱ございます

Native10種 ▶▶ 型番:DRE-Q60020429 容量:1mL×5本
Native3種 ▶▶ 型番:DRE-Q60020477 容量:1mL×5本
内標10種 ▶▶ 型番:DRE-Q35000170 容量:1mL×5本

全て2μg/mL (2ppm)均一)

◆ その他PFAS標準

短鎖・長鎖PFCA、EPA、ISO対応品、POPs条約対象(C15以上等)、FTOH誘導体、原体、マトリックス中PFAS等

鉄鋼認証標準物質 HORIBA CRMシリーズ

HORIBATECHNOSERVICE | SEISHIN

■ 鉄鋼標準物質としては国内製初のCRMです

株式会社堀場テクノサービスは、ISO(国際標準化機構)の規格である17025、17034の認定を取得し、分析機器の校正や化学計測の測定値を決めるために必要とされる正確に値付けされた認証標準物質(CRM:Certified Reference Material)を提供しています。

品 名	O	N	C	S	形 状	容 量
HORIBA CRM 1601-1A		0.0082%	0.0602%	0.545%	切削試料	100g
HORIBA CRM 1602-1A	0.0054%	0.043%			1g ピン	100 個
HORIBA CRM 1603-1A			0.072%	0.198%	1g ピン	100 個
HORIBA CRM 1605-1A		0.025%		0.0044%	1g ピン	100 個
HORIBA CRM 1606-1A	0.0047%	0.0294%	0.0992%	0.0017%	1g ピン	100 個
HORIBA CRM 1607-1A NEW	0.0051%	0.0140%	0.0337%	0.0140%	1g ピン	100 個
HORIBA CRM 1608-1A Soon	0.0026%	0.0805%	0.1789%	0.0007%	1g ピン	100 個

鉄鋼標準物質HORIBA CRMシリーズは、炭素・硫黄分析装置EMIAシリーズや酸素・窒素分析装置EMGAシリーズの日常管理試料としてもお使いいただけます。

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 西進商事株式会社
標準物質専門商社

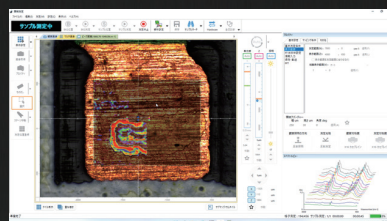
神戸本社 TEL: 078-303-3810 名古屋営業所 TEL: 052-586-4741
東京支店 TEL: 03-3459-7491 北海道営業所 TEL: 011-221-2171
https://www.seishin-syoji.co.jp / E-mail: info@seishin-syoji.co.jp

Explore with Confidence

マルチチャンネル赤外顕微鏡 IRT-7X は、圧倒的な観察画質の向上と高速化されたリニアアレイ検出器の高次元デジタル処理により、より高速で高精細な赤外イメージングを実現しました。異物解析や材料研究における“観る・測る・解析する”を次の次元へ導きます。

■ 1 秒間に最大 160 スペクトルの測定とスペクトル・色分け図表示を同時に実行

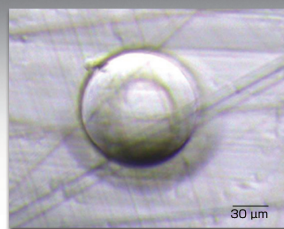
IRT-7X は 16 ch リニアアレイ検出器の各素子にデータ処理回路を備え、測定データを高速に並列処理します。目的成分の分布を測定しながら同時に把握できます。



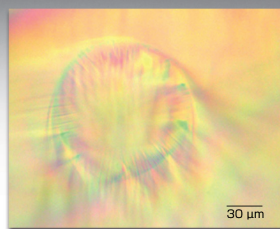
電子基板の電極上の異物測定

■ シリコンオイル中の PMMA 粒子の ATR イメージング

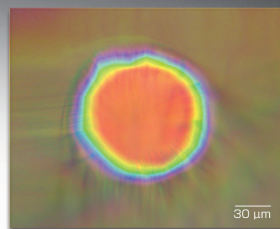
ステージを動かさずに光軸走査する日本分光独自の“スマートマッピング”により、プリズム密着時に試料が観察画像の中央以外に動いても、移動後の部位を測定エリアに指定できます。1 回のプリズム接触でケミカルイメージも取得可能です。



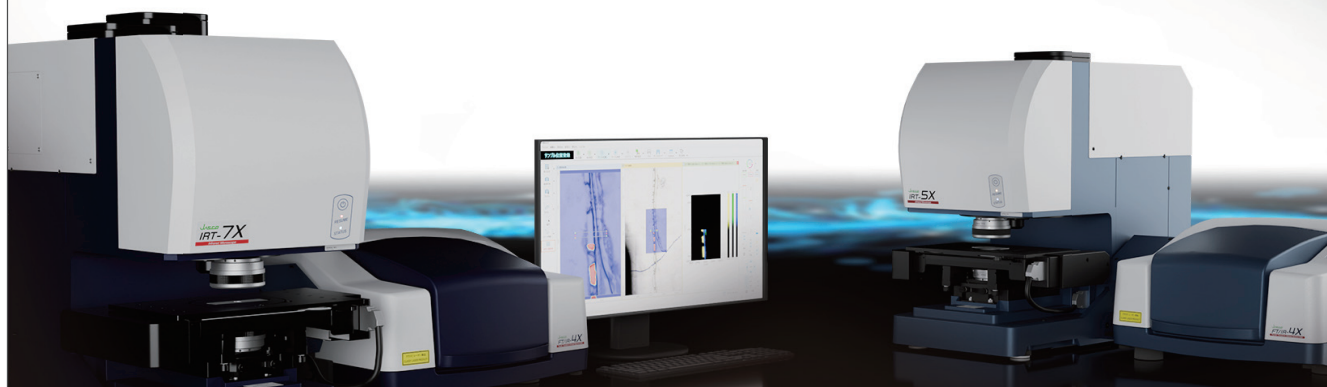
観察画像 (ATR 密着前)



観察画像 (ATR 密着後)



観察画像とケミカルイメージの重ね合わせ
(1718 cm⁻¹ のピーク高さ)



Multichannel Infrared Microscope
マルチチャンネル赤外顕微鏡

IRT-7X

Infrared Microscope
赤外顕微鏡

IRT-5X

光と技術で未来を見つめる

日本分光

日本分光株式会社

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

日本分光の最新情報はこちらから

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

JASCO

日本分光 JIP

