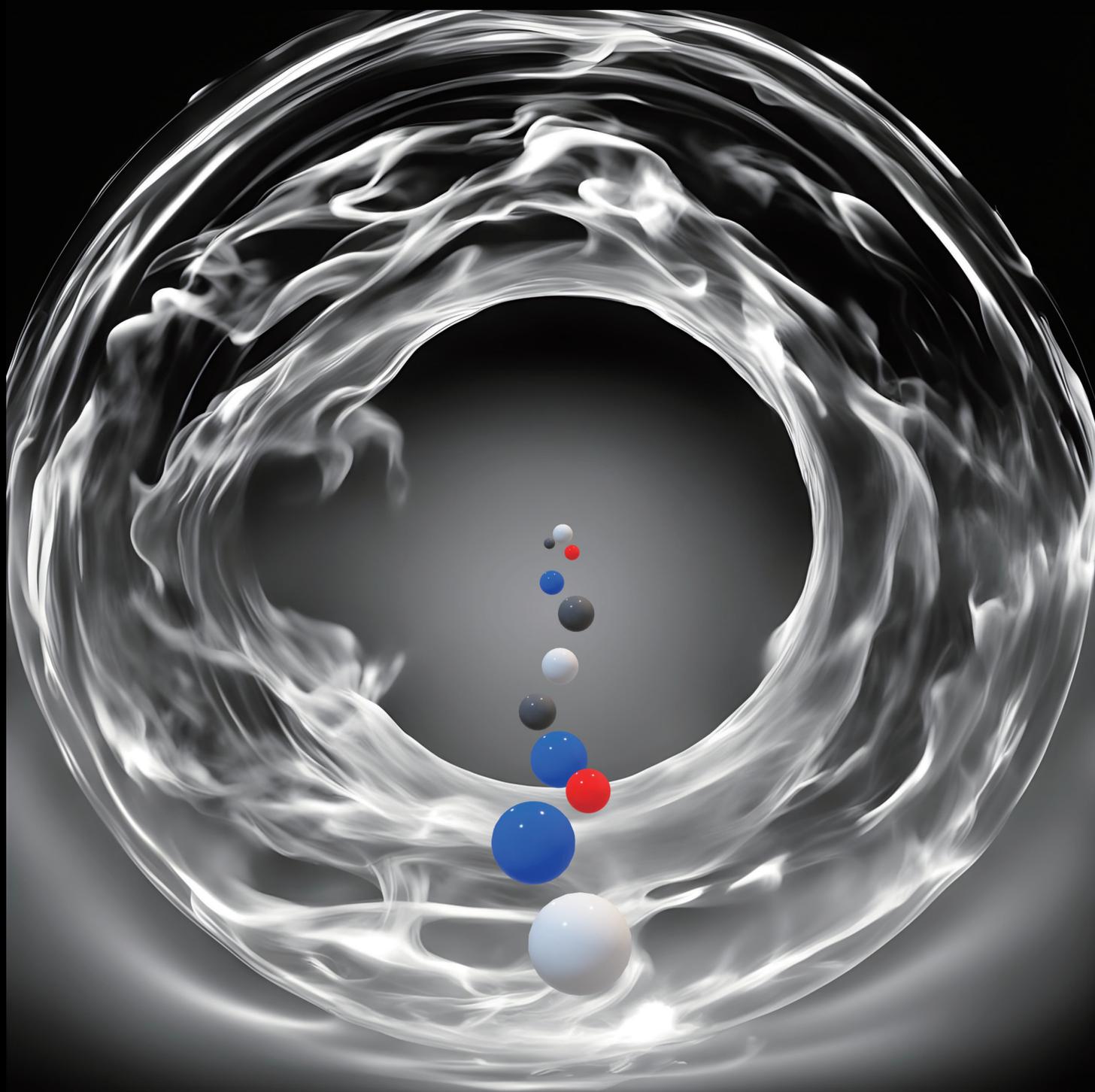


ぶんせき ⑧

Bunseki 2024

The Japan Society for Analytical Chemistry



日本分析化学会

<https://www.jsac.jp>

最先端科学・分析システム&ソリューション展

JASIS
Japan Analytical & Scientific Instruments Show
2024



未来発見。

入場無料

入場
無料

9/4 WED ▶▶ **6** FRI

幕張メッセ国際展示場 10:00~17:00

『測る』が支える
未来の社会

実機展示は、**約400社・団体**が**出展!**
更に、「**新技術説明会**」は**約300セッション**実施!

『**WEB事前入場登録**』をご利用ください!

ご来場の際は、入場証をカラー印刷してご持参ください

WEB事前入場登録で
各会場に直接入場できます!

事前入場登録
はこちら▶▶▶



www.jasis.jp



JASISオフィシャルサイトとWebExpoが一体化。
見やすくりニューアル!!

JASIS **WebExpo** **ポイント**貯まります!

2024 **7/5** FRI 10:00 ▶▶▶ 2024 **10/31** THU 17:00



https://www.jasis.jp/

9/3(火)までに出展社情報を見て貯めたポイントは、**9/4(水)~9/6(金)**に幕張会場の抽選会で使えます!!

出展社300社以上の情報をチェックできる見やすいサイトにリニューアル。前回JASISの人気セミナー動画を多数掲載。分析機器・科学機器の最新情報が集結します。

ぶんせき Bunseki 2024 Contents 8

目次

とびら	Analytical Sciences 誌の国際化が進んでいます／高柳 俊夫 285
入門講座	データ解析：定量・定性からビッグデータの解析まで Python を用いた部分最小二乗 (PLS) 回帰／森田 成昭 286
ミニファイル	非破壊・固体分析 固体核磁気共鳴／矢澤 宏次 291
話 題	表面微細構造観察における原子間力顕微鏡 (AFM) —走査型電子顕微鏡 (SEM) との比較—／高橋 幸奈 293
技術紹介	ICP-MS および ICP-OES 分析用自動希釈装置の開発 ／山下 蓮太郎・辻 景太 295
トピックス	DNA コンピュータのがん診断への展開／坂江 広基 301 メチル化 DNA を高感度に検出するナノポアカウンタ／龍崎 奏 301
リレーエッセイ	『教養』を教える？／石原 量 302
報 告	第 84 回分析化学討論会 (京都, 2024)／前田 耕治 303
表 彰	2024 年度日本分析化学会 学会賞・学会功労賞・ 先端分析技術賞 JAIMA 機器開発賞・女性 Analyst 賞受賞者 310
ロータリー	————— 318 談話室：研究を実用化に結びつけてきて思うこと／インフォメーション：第 395 回 液体クロマトグラフィー研究懇談会／執筆者のプロフィール

〔論文誌目次〕	321	〔カレンダー〕	iii
〔訂正〕	320	〔広告索引〕	A9
〔お知らせ〕	M1	〔ガイド〕	A10

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

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

1) 放射能分析用大豆認証標準物質

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

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

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

○充填容器と価格

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

2) 放射能分析用しいたけ認証標準物質

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

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

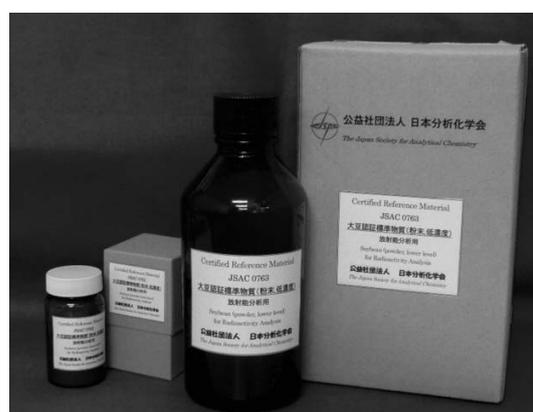
	低濃度	高濃度
^{134}Cs 放射能濃度 (Bq/kg) :	99 ± 9	225 ± 15
^{137}Cs 放射能濃度 (Bq/kg) :	233 ± 20	533 ± 34
^{40}K 放射能濃度 (Bq/kg) :	707 ± 53	633 ± 50

○充填容器と価格

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

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

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



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

カレンダー

2024年

ISO/IEC17043に基づく分析技能試験

		「第26回ダイオキシン類分析(河川底質)技能試験」(申し込み受付中).....(6号	M4)
8月	8・9日	表面分析実践講座2024「実践!最新走査電子顕微鏡実習 実際の作業を通して身につける最新技術」[日本電子開発館].....(7号	M6)
	22日	2024年度LC/MS分析士三段認証試験 〔①東京会場:五反田文化会館;②京都会場:島津製作所本社研修センター〕.....(6号	M7)
	22・23日	第21回次世代を担う若手のためのフィジカル・ファーマフォーラム (PPF2024) [レクターレ葉山湘南国際村].....(6号	M10)
	26日	2024年度イオンクロマトグラフィー分析士四段認証試験 [日本分析化学会会議室].....(6号	M7)
	27~30日	第61回(2024年度)真空夏季大学 [八王子生涯学習センター].....(7号	M6)
	28・29日	第36回バイオメディカル分析科学シンポジウム ―創薬と医療を支える分析化学― [静岡県コンベンションアーツセンター].....(5号	M5)
	29・30日	第41回分析化学中部夏期セミナー [ゆーとりあ越中].....(6号	M8)
9月	2~4日	第27回XAFS討論会 [東京都立大学南大沢キャンパス講堂小ホール].....(7号	M6)
	3・4日	初心者のための電気化学測定法―実習編(現地) [東京理科大学野田キャンパス].....(M	6)
	4・5日	第13回環境放射能除染研究発表会 [いわき市立中央公民館(いわき市文化センター)].....(6号	M10)
	5・6日	SPring-8シンポジウム2024「SDGs実現に向けた放射光・FEL」 [九州大学医学部百年講堂大ホール・中ホール].....(7号	M7)
	10日	第3回標準化セミナー ―微小粒子の破壊・変形強度の測定方法とその応用展開― [ウインクあいち].....(5号	M5)
	11~13日	日本分析化学会第73年会 [名古屋工業大学].....(4号	M1)
	18日	2024年度LC/MS分析士二段認証試験 〔①東京会場:島津製作所東京支社イベントホール; ②京都会場:島津製作所本社研修センター〕.....(6号	M8)
	18~20日	2024年度日本地球化学会第71回年会 [金沢大学角間キャンパス(自然科学本館)].....(7号	M7)
	18~20日	VACUUM2024真空展 Vacuum Technology for innovation [東京ビックサイト東ホール].....(7号	M7)
	19・20日	第40回シクロデキストリンシンポジウム [東京大学駒場キャンパス21KOMCEE West].....(5号	M6)
	20日	第399回液体クロマトグラフィー研究懇談会 [島津製作所東京支社イベントホール].....(M	3)
	26~28日	第60回熱測定討論会 [京都府立京都学・歴影館].....(5号	M6)
10月	1~9日	初心者のための電気化学測定法―実習編(オンデマンド配信) [オンデマンド].....(M	6)
	8・9日	入門触媒科学セミナー [大阪科学技術センター7階700号室].....(M	3)
	16日	第253回西山記念技術講座「最新シミレーション技術の進歩と鉄鋼業への展開」 [CIVI研修センター新大阪東7階E705会議室].....(5号	M6)
	8~10日	第10回材料WEEK [京都テルサ].....(7号	M7)
	20~24日	2024年日本表面真空学会学術講演会 [北九州国際会議場].....(M	6)
	21日	2024年度LC/MS分析士初段認証試験 〔①東京会場:島津製作所東京支社イベントホール; ②京都会場:島津製作所本社研修センター〕.....(6号	M9)
	23日	第400回記念液体クロマトグラフィー研究懇談会 [機械振興会館・研修-1会議室].....(5号	M3)
	23~25日	第46回溶液化学シンポジウム [千葉大学けやき会館].....(3号	M5)
	23~25日	第73回ネットワークポリマー講演討論会 [近畿大学東大阪キャンパス].....(6号	M10)
	30日	第254回西山記念技術講座「最新シミレーション技術の進歩と鉄鋼業への展開」 [鉄鋼会館会議室].....(5号	M6)
	31・11/1日	第60回X線分析討論会 [高知県教育会館高知城ホール].....(7号	M6)
	31・11/1日	第29回高分子分析討論会(高分子の分析及びキャラクタリゼーション) [ウインクあいち].....(5号	M4)
	31・11/1日	連合年会2024(第37回日本イオン交換研究発表会・第43回溶媒抽出討論会) [水戸市民会館].....(M	6)
11月	1日	第37回新潟地区部会研究発表会 [新潟大学五十嵐キャンパス物質生産棟161演習室,1F展示スペース].....(M	4)
	13~15日	第40回近赤外フォーラム [東京大学弥生講堂].....(7号	M7)
	16・17日	第70回ポーラグラフィーおよび電気分析化学討論会 The International Meeting of the Polarographic Society of Japan [京都大学農学部総合館].....(7号	M7)
	17~20日	第15回アジア化学センサ国際会議 (ACCS 2024) The 15th Asian Conference on Chemical Sensors (ACCS 2024) [北九州国際会議場].....(7号	M7)
	17~22日	第9回実用表面分析国際シンポジウム 9th International Symposium on Practical Surface Analysis (PSA-24) [Paradise Hotel Busan パラダイスホテル釜山].....(1号	M7)
	25~27日	第45回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム 45th Symposium on UltraSonic Electronics [明治大学駿河台キャンパスアカデミーコモン].....(6号	M10)
	21日	第75回白石記念講座「データ駆動型材料開発の最前線とその適用例」 [鉄鋼会館会議室].....(5号	M6)
12月	3日	LC研究懇談会創立50周年記念会 〔第1部~第3部:北とぴあ・スカイホール14階,第4部:北とぴあ・レストラン〕.....(M	4)
	13日	新アミノ酸分析研究会第14回学術講演会 [大田区産業プラザPiO].....(M	6)

NMR 分析に光をもたらす… 最新型 NMR 分光計 ECZ Luminous



ECZ Luminous R 400 MHz~600 MHz

- 600 MHzまでの高磁場に対応し、
溶液NMRだけでなく、
固体NMRまでを可能とした超小型分光計

ECZ Luminous S 400 MHz

- 溶液NMR専用のエントリーモデル

ECZ Luminous G 400 MHz~1300 MHz

- 全ての拡張性に対応したハイエンドモデル
Foot printはECZの半分に！

JEOL  **日本電子株式会社**

本社・昭島製作所

〒196-8558 東京都昭島市武蔵野3-1-2 TEL:(042)543-1111 (大代表) FAX:(042)546-3353
www.jeol.co.jp ISO 9001・ISO 14001 認証取得

RENEWAL

高周波溶融装置

ビード&フューズサンプル AT-5000

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

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

【主な機能】

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



株式会社アメナテック

〒224-0003

横浜市都筑区中川中央 2-5-13 メルヴェーサガノ 401

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



JASIS
2024

9/4(水) 5(木) 6(金)
10:00~17:00 幕張メッセ



ブース No. 7B-403

オルガノは
JASIS2024に出展します。

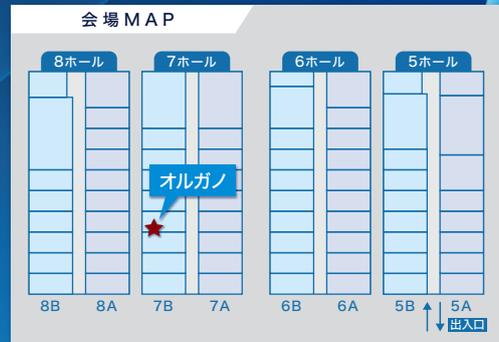
皆様のご来場を心よりお待ちしております。

展示品

超純水装置

ピュアリックωⅡ(オメガ ツー)他

新商品



新技术説明会

日時 9/5(木) 11:00~11:30 会場 TKP(旧アバ)会場 No.4

タイトル メタル ≤ 0.01 ppt、ホウ素 ≤ 1 ppt、微粒子(50nm) ≤ 1 個/mLを達成！
超純水最新データのご紹介

JASIS Web Expo

過去に実施した水セミナーの
アーカイブ動画がご覧いただけます。

マイページへ
ログイン



公開期間 7月5日(金)~8月4日(日)

イオンクロマトグラフィーに
適した水と汚染の管理

分析業務の悩みや
課題を取り上げ
トークディスカッションを
行います。

- 実験器具の洗浄方法
- 溶離液の管理
- コンタミネーション等

分析装置メーカー

東ソー株式会社
尾花 昭平



分析従事者

オルガノ株式会社
松田 菜津季



純水装置メーカー

オルガノ株式会社
小島 葵



公開期間 8月5日(月)~10月31日(木)

超純水の最新情報と
ICP-MSにおける要求水質

微量分析において特に課題に
なりやすい「ホウ素」「シリカ」
「メタル」「微粒子」にフォーカ
スし、除去方法やコンタミ対
策等を超純水のプロフェッ
ショナルが解説します。



講師 技術開発本部
開発センター 企画管理部

川田 和彦

オルガノ株式会社

機能商品事業部
〒136-8631 東京都江東区新砂 1-2-8
※ピュアリックはオルガノ株式会社の登録商標または商標です。

お問い合わせ



JASIS ホームページ

会場へお越しの方は
事前入場登録をお薦めします。



JASISでお会いしましょう!



自動滴定装置



カールフィッシャー水分計



イオンクロマトグラフ



ポテンシostat / ガルバノスタット



ラマン分光計



近赤外分析計(NIR)



プロセス分析計



VA/CSV分析計



酸化安定性試験装置



電動ビュレット

JASIS2024 出展のご案内 小間番号：7B-304

【新技術説明会】

【カールフィッシャー水分計】

カールフィッシャー水分計によるバッテリー材料の水分測定

日時9月4日(水)14:15～14:45 会場：幕張メッセ会議場 104会議室

【近赤外分析計】

近赤外分析計でラボに新しい“波”を！～新製品 OMNIS NIRの紹介と近赤外の基礎～

日時9月5日(木)10:30～11:00 会場：TKP(旧アパ)会場 No.5

【イオンクロマトグラフ】

今知っておきたい PFAS 分析！スクリーニング分析に最適な燃焼イオンクロマトグラフの紹介

日時9月6日(金)15:00～15:30 会場：幕張メッセ会議場 104会議室

デモやサンプルテストもお気軽にお問い合わせください。

e-mail: metrohm.jp@metrohm.jp

URL <https://www.metrohm.jp>



新製品

Agilent Advanced Dilution System 2 (ADS 2)

Less Work. More Flow.

ICP-OES, ICP-MS のラボ運用でこうしたお悩みはありませんか？

- オペレータの人数が限られており負担が大きく
残業などの時間外労働でカバーしている
- 熟練のオペレータと経験の浅いオペレータの
希釈操作の違いにより測定値に差が生じる
- 自動化・省力化による改善を行いたいが
何から手をつければよいか分からない



Advanced Dilution System 2 (ADS 2) がこれらの悩みを解決します



ICP-MS × ADS 2 × オートサンブラ



ICP-OES × ADS 2 × オートサンブラ

検量線用標準液の希釈

サンプル溶液の事前の希釈

検量線範囲を超えたサンプル溶液の希釈

作業を低減し生産性を向上

アジレント・テクノロジー株式会社
DE41259627
〒192-8510 東京都八王子市高倉町 9-1
フリーダイヤル 0120-477-111
www.agilent.com/chem/jp

 **Agilent**
Trusted Answers

多彩な機能で品質管理や 研究開発をサポート

自動滴定装置

AUT-801



2系列同時滴定に対応

デュアルシステム



2系列の滴定画面を同時に表示

シングルシステム時は、
600データを本体にメモリー可能

各種滴定法に合わせた電極類をご用意

ターンテーブル(オプション)接続による
省力化を実現

広範な分野での分析ニーズにお応えします

食品分野

化学・分析分野

メッキ分野

電気・鉄鋼・金属分野

環境分野

石油分野

薬品・化粧品・香料分野



食品



石油



薬品・化粧品・香料

東亜ディーケーケー株式会社

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

本社 / 〒169-8648 東京都新宿区高田馬場1-29-10 TEL.03(3202)0219

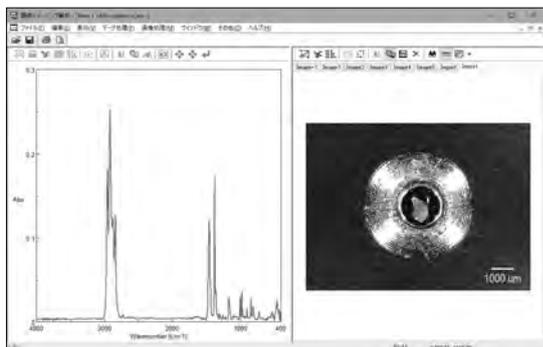
●東京:03(3202)0226 ●大阪:06(6312)5100 ●札幌:011(726)9859 ●仙台:022(353)6591 ●千葉:0436(23)7531
●名古屋:052(485)8175 ●広島:082(568)5860 ●四国:087(831)3450 ●九州:093(551)2727



サンプル画像を ATRプリズム上で見る

USB顕微鏡セット

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



スペクトルと画像をセットで保存

「スペクトル」、「ATRプリズムに密着したサンプル画像*」、「USB顕微鏡で取得した密着前のサンプル画像」を、一つのファイルに保存できます。 ※ ATR PRO 4X VIEW の場合



特長

- ・移動の手間削減：測定前に試料画像をATRプリズム上で取得
- ・作業が簡単：小さな試料も拡大された観察画像で取扱いが簡単
- ・確実な紐付け：スペクトルと画像データを一つのファイルに保存
- ・便利な機能：ソフトウェア上で試料サイズを計測



日本分光は JASIS2024 に出展いたします。

開催期間：2024年9月4日(水)～6日(金)

開催場所：幕張メッセ国際展示場 ブース No：7B-101,201

JASIS WebExpo2024(日本分光の製品情報がダウンロードできます)



JASIS WebExpo2024
(JASIS へのご登録が必要です)

光と技術で未来を見つめる

日本分光

日本分光株式会社

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

日本分光の最新情報はこちらから

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



日本分光HP

JASCO

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

窒素ガスICP分析計 MICAP™-OES 1000

RADOM™



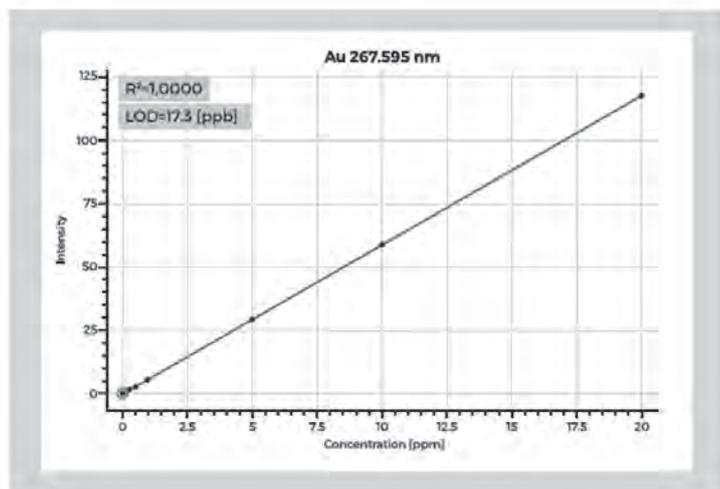
独自開発の高周波技術CERAWAVE™が可能にした窒素ガススペースのICP発光装置です。

小型で高性能なMICAP-OES-1000は、独立したプラズマソースと光ファイバー接続のエシェル型分光光度計から構成されます。小型、軽量なこのシステムはユーザーに大幅なランニングコストの低減をもたらします。

JASIS
2024

出展案内 9/4(水)~6(金)

Booth No: 5B-501



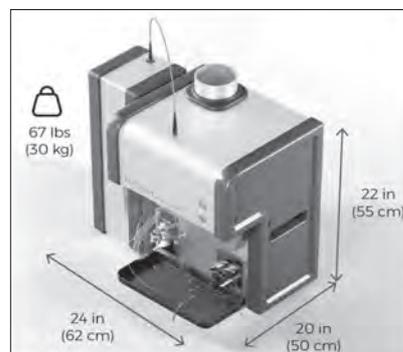
金の検量線 (0.025~20.00ppm)

特徴

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

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

光ファイバー接続のエシェル分光検出器



装置寸法・重量

輸入総販売元

株式会社 エス・ティ・ジャパン

<http://www.stjapan.co.jp>

東京本社 /

〒103-0014 東京都中央区日本橋蛸殻町1-14-10

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

大阪支店 /

〒573-0094 大阪府枚方市南中振1-16-27

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

ST.JAPAN INC.



視るチカラで、 世界を変える

先進技術を支える、自動化ソリューション

リガクは、JASIS2024へ出展します。

電池、電子デバイス、ライフサイエンスなど多岐にわたる分野に対応したソリューションをご提案します。

X線回折や蛍光X線の分析自動化システムをはじめとする幅広い製品展示の他、分析相談コーナーも設けております。是非お気軽にお立ち寄りください。

JASIS 2024

最先端技術・
分析システム&ソリューション展

9/4 [WED] 5 [THU] 6 [FRI]

幕張メッセ：5～8ホール

リガクブース

A6-101,201 (6ホール)

6ホールエスカレーター降りてすぐ

リガク JASIS特設WEBサイト

「分析相談コーナー」事前予約受付中！
ブースセミナーの詳細はこちら



分析業界のコストカッター ディスポチューブでらくらく粉碎!!



立体8の字®原理による

商標登録第 6576850 号

秒速粉碎機 マルチビーズショッカー®

Multi-beads Shocker®

☑️ 卓上型・省スペース ☒ 極静音 MB3000シリーズ

豊富な種類の粉碎用ディスポ容器

96well～最大100mlチューブまでラインナップ!!

粉碎チューブ一例



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

更新キャンペーン実施中! ※詳しくはお問い合わせください。

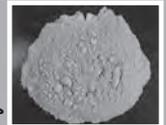
CE ヨーロッパ安全基準適合



硬化コンクリート



粉碎時間
60秒
常温



ゴム



粉碎時間
10秒
液体窒素
条件下



樹脂



粉碎時間
10秒
液体窒素
条件下



植物生葉



粉碎時間
10秒
液体窒素
条件下



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



お陰様で2023年に創業70周年を迎えました。

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

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

©2024 Yasui Kikai Corporation, all rights reserved.

AD240701



Analytical Sciences 誌の 国際化が進んでいます

高柳 俊夫

Analytical Sciences 誌の副編集委員長を務めています高柳俊夫です。編集委員長の加地範匡先生（九州大）、もう1名の副編集委員長の堀田弘樹先生（神戸大）はじめ、32名の編集委員の先生方と編集にあたっています。2年目の副編集委員長になり、投稿と査読に関係する皆様が滞りなく進められるよう編集業務に努めています。

さて、Anal. Sci. 誌は2022年に編集・出版等の業務がSpringer Nature社（SN社）へ委託され、Editorial Manager上で投稿・査読作業を行っています。SN社への移行から2年半が経過し、各種データが蓄積してきましたので紹介させていただきます。まず、この2年間の投稿数ですが2022年に555編、2023年に599編の投稿がありました。2年間の総アクセプト数は410編となっています。国別投稿数は中国（300編）、日本（217編）、インド（206編）の順となっており、イラン、エジプト、トルコと続きます。国別では64の国と地域から投稿されています。SN社への委託前のデータ（藪谷智規先生、本誌2021年8月号とびら）と比較すると、海外からの投稿が国数・投稿数とも増えて国際化が進んでいます。各国の研究者にAnal. Sci. 誌のvisibilityが高まり、論文投稿の裾野が広がっているようです。また、2024年6月に発表された2023年の最新のAnal. Sci. 誌のインパクトファクター（IF）は1.8で、昨年2022年のIF 1.6から少し向上しました。しかし、本会からの発行となっていた2020年、2021年からはやや低くなっています。編集・出版がSN社へ移行した不連続性による一過性のものと考えられます。Anal. Sci. 誌がSN社のジャーナルパッケージに入り契約機関もこれから増えてきますので、海外からの投稿は今後も増えることが予想でき、オープンアクセス化も進むことから、IFも今後上昇することを期待したいと思います。

本誌の国際化が進む一方で、その裏返しになりますが国内からの投稿数が頭打ちになっていることが懸念事項です。国内ではAnal. Sci. 誌の認知度がすでに高いためとは思いますが、本誌のvisibilityやIFをあげるには国内研究者の皆様からの質の高い論文のご投稿が不可欠です。編集・出版業務がSN社に委託されても、Anal. Sci. 誌は本会のジャーナルであり、会員の皆様のジャーナルです。会員の皆様には、本会webページにある「会員マイページ」から引き続き無料ですべての論文のアクセス・ダウンロードが可能です。Anal. Sci. 誌のプレゼンスやIFを高めるためにも、質の高い論文を引き続きご投稿いただけますようよろしくお願い申し上げます。

最後になりますが、Anal. Sci. 誌は本年が40年目であり、国際誌として一層発展していくためにも40周年の特集号企画も進めています。タイムリーな情報は、毎月配信されます「Analytical Sciences」メールマガジンをご参考にしてください。会員マイページから設定いただけます。会員の皆様からは投稿をはじめとした一層のご支援をAnal. Sci. 誌に賜われますようお願い申し上げます。

〔TAKAYANAGI TOSHIO, 徳島大学大学院社会産業理工学研究部〕

〔Analytical Sciences〕副編集委員長

Python を用いた 部分最小二乗 (PLS) 回帰

森田 成昭

1 はじめに

本稿ではプログラミング言語の Python¹⁾²⁾ を用いて部分最小二乗 (partial least squares, PLS) 回帰³⁾ の計算を紹介する。種々の機器分析において、着目物質の量に比例する信号の一つを選定し、単回帰により定量分析を行ったことがある人は多いだろう。このとき、夾雑物の影響などによって定量分析がうまくいかないことがあるが、そのときは単回帰ではなく、機器分析データを多変量データと捉えて重回帰⁴⁾ を試すとよい。

重回帰の基礎となる計算は線形重回帰 (multiple linear regression, MLR) であるが、機器分析データの場合、波長や溶出時間といった説明変数の数が、回帰にあてはめるサンプルの数よりも多くなりやすく、多重共線性や過学習 (オーバーフィッティング) の影響を受けてうまくいかないことがある。これを回避する方法として、主成分分析 (principal component analysis, PCA) のような次元削減を行い、説明変数の数をサンプルの数よりも少なくすることが有効である。PLS 回帰の計算にも次元削減が含まれており、分光分析において比較的ロバストに定量分析ができることから、汎用的に使われてきた実績がある。

多変量データを使って回帰の計算をする方法には他にも support vector machine (SVM) など、いろいろとあるが、Python の機械学習ライブラリである scikit-learn⁵⁾ の使い方がわかってくると書き換えは容易である。また、定性分析に使われる線形判別分析 (linear discriminant analysis, LDA) のようなクラス分類の学習器も scikit-learn に含まれており、Python を使いこなすことで典型的なケモメトリックス^{6)~9)} の計算ができるようになる。以前に機器分析データを用いて Python で PCA の計算を行う方法を紹介したが¹⁰⁾、本稿では次のステップとして PLS 回帰の計算方法を解説する。

以降で紹介する Python のサンプルコードは、統合環境である Anaconda¹¹⁾ をインストールしたコンピュータの Jupyter Notebook¹²⁾ で動作することを確認した。ハッ

シュ (#) から始まるコメント行を除くと 50 行しかないサンプルコードなので、手を動かしながら PLS 回帰の計算を修得してほしい。

2 データセット

以降では公開されている軽油の近赤外スペクトルを用いて、ディーゼルエンジンでの着火性の指標であるセタン価を回帰する。用いるデータセットは <https://eigenvector.com/resources/data-sets/> からダウンロードできる。データセットは Matlab フォーマットと csv フォーマットから選べるが、今回は csv フォーマットのデータを使うことにする。スペクトルデータは diesel_spec.csv に、物性値データは diesel_prop.csv に書き込まれているので、図 1 のようにして読み込み、pandas.DataFrame オブジェクトである data に変換しておく。

ここで 2~4 行は必要なライブラリの読み込みを行っている。5~6 行では pandas.read_csv 関数を用いてスペクトルデータ diesel_spec.csv と物性値データ diesel_prop.csv を pandas.DataFrame オブジェクトとして読み込み、それぞれの変数名を spec と prop とした。7~9 行では spec と prop をまとめて、新たに data という変数名の pandas.DataFrame オブジェクトをつくり、data.

```
001 # データの読み込み
002 import numpy
003 import pandas
004 from matplotlib import pyplot
005 spec = pandas.read_csv("diesel_spec.csv", header=9, index_col=1)
006 prop = pandas.read_csv("diesel_prop.csv", header=8, index_col=1)
007 data = spec.iloc[:, 1:-1]
008 data.index = prop.iloc[:, 2].values
009 data.columns = data.columns.astype(int)
010 data = data[data.index.notna()]
011 display(data)
```

	750	752	754	756	758	760	762	764	766	768	...
55.1	-0.028073	-0.025056	-0.020949	-0.016544	-0.011938	-0.007299	-0.003553	-0.002041	-0.001611	-0.001701	...
46.5	-0.024340	-0.021221	-0.016691	-0.011428	-0.006280	-0.000757	0.002302	0.002651	0.002176	0.001553	...
53.6	-0.021778	-0.018302	-0.014348	-0.010099	-0.005716	-0.001257	0.002011	0.003679	0.004023	0.003941	...
45.0	-0.022484	-0.019083	-0.014823	-0.010395	-0.006021	-0.001663	0.001402	0.002746	0.002786	0.002084	...
45.8	-0.005264	-0.002123	0.001831	0.006170	0.010394	0.014847	0.018028	0.019488	0.019644	0.019701	...
...
51.2	-0.027873	-0.024856	-0.020544	-0.016217	-0.010540	-0.005448	-0.002336	-0.001839	-0.002849	-0.003495	...
50.9	-0.027034	-0.024048	-0.019643	-0.015469	-0.009928	-0.004994	-0.001675	-0.000624	-0.001729	-0.002087	...
51.5	-0.026734	-0.023591	-0.019396	-0.014691	-0.009706	-0.004795	-0.001207	-0.000346	-0.001298	-0.001923	...
50.6	-0.027399	-0.024747	-0.020104	-0.016381	-0.010736	-0.005670	-0.002499	-0.001968	-0.002908	-0.003550	...
50.1	-0.027894	-0.024818	-0.020525	-0.016340	-0.011272	-0.006216	-0.002493	-0.001425	-0.002270	-0.002796	...

381 rows x 401 columns

図 1 データの読み込み

index が目的変数であるセタン価, data.columns が説明変数である波長, data.values がスペクトルデータの吸光度となるようにした。10 行では, セタン価に欠損値があったので, 欠損値となっているセタン価と, 対応するスペクトルデータを削除した。11 行は data の確認であり, 目的変数 (セタン価) が 381 個, 説明変数 (波長) が 401 個である横長の行列が得られている。以降で自身のデータセットを用いて解析を行う場合は, 同様に, data.index が目的変数, data.columns が説明変数, data.values が多変量データとなるように pandas.DataFrame オブジェクトである data を準備すればよい。

3 データの前処理

図 2 は, 図 1 で読み込んだ 381 本の近赤外スペクトルをプロットした結果である。横軸は波長であり, 960–1120 nm の領域と 1200–1400 nm の領域にそれぞれ, 特徴的な近赤外吸収の信号がみられる。ここでは 960–1120 nm の領域だけを選んで PLS 回帰を行ってみることにする。

図 3 は, 横軸を 960–1120 nm の範囲で指定して, pandas.DataFrame オブジェクトである data を上書きし,

```
012 # データのプロット
013 data.T.plot(legend=None)
014 pyplot.show()
```

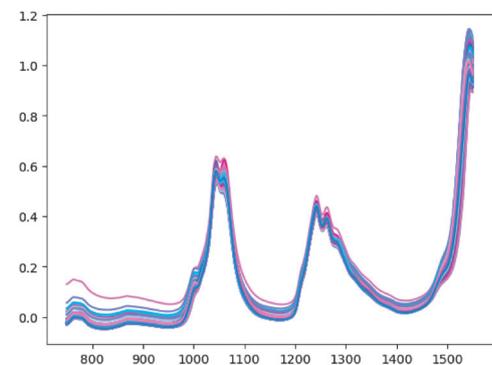


図 2 データのプロット

```
015 # 横軸の範囲指定
016 data = data.iloc[:, (960 <= data.columns) & (data.columns <= 1120)]
017 data.T.plot(legend=None)
018 pyplot.show()
```

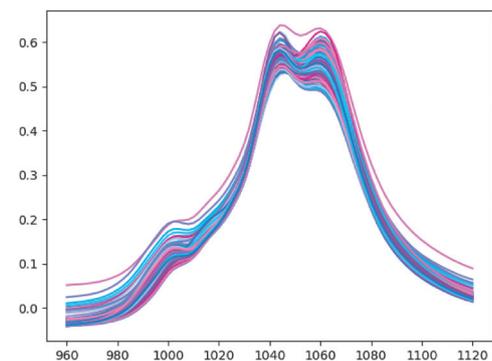


図 3 横軸の範囲指定

再度プロットした結果である。横軸の範囲指定は 16 行のように, data.columns が 960 以上 1120 以下である列を抽出することで行った。これをみると, この領域にいくつかの近赤外吸収ピークがあり, それらの強度がサンプルによって変化しているのがわかる。しかし, ベースライン強度の変動も大きく, 解析に影響することが予想される。

そこで図 4 のように, フィルターの窓内でデータを多項式に近似する Savitzky-Golay フィルターを用いて二次微分スペクトルを計算した。Python で Savitzky-Golay フィルターの計算をするには scipy.signal.savgol_filter 関数を用いればよい。20 行のように savgol_filter 関数をライブラリから読み込んでおき, 21 行のようにいくつかの引数を指定する。引数の指定方法は, scipy.signal.savgol_filter をインターネット検索すると SciPy のオンラインマニュアルが見つかるし, あるいは ChatGPT のようなチャットボットを用いて対話的に教えてもらってもよい。チャットボットを活用するなら「Python で Savitzky-Golay 微分をしたい」くらいから始めてみよう。

今回は 21 行にあるように, savgol_filter 関数に四つの引数を指定した。順に説明すると, 一つ目は入力データ, 二つ目はフィルターの窓の大きさ, 三つ目は近似する多項式の次数, 四つ目は微分の次数である。すなわち, 入力データとして pandas.DataFrame オブジェクトである data を指定し, フィルターの窓の大きさを 9, 近似する多項式を二次関数, 微分の次数を二次微分と指定した。

フィルターの窓の大きさが 9 ということは, ここでは横軸の波長間隔が 2 nm なので, ある波長点での二次微分強度を計算するのに, 左側 4 点 × 2 nm と右側 4 点 × 2 nm で合計 16 nm の窓を用いて元データを多項式に近似し, その多項式を微分したということである。離散データの平滑化と同様に, 窓の大きさが大きいと小さな信号を消してしまい, 逆に小さいとノイズの影響を受け

```
019 # 二次微分
020 from scipy.signal import savgol_filter
021 data = pandas.DataFrame(savgol_filter(data, 9, 2, 2),
022 index=data.index, columns=data.columns)
023 data.T.plot(legend=None)
024 pyplot.show()
```

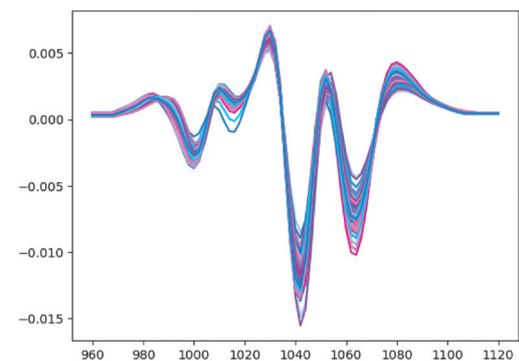


図 4 二次微分

てしまうので、窓の大きさは慎重にチューニングする必要がある。

二次微分スペクトルの計算結果（図4）をみると、ベースライン強度の変動が抑えられており、また、下向きの四つのピークは、負の強度がサンプルによって異なっているのがわかる。以降ではこの二次微分スペクトルを用いて回帰の計算を行うために、21行でdataを二次微分スペクトルで上書きした。

4 回帰モデルのチューニング

今回は381本のスペクトルデータを用いて回帰を行うが、そのすべてを回帰モデルの構築に使ってしまうと、新たなスペクトルデータが得られたときにロバストな回帰が行えるかを検証できなくなってしまう。そこで一般に、全データセットを、モデル構築用のトレーニングセットと、モデル検証用のテストセットの二つに分けておき、トレーニングセットで回帰モデリング（キャリブレーション）を、テストセットで得られた回帰モデルの検証（バリデーション）を行う。

Pythonの機械学習ライブラリであるscikit-learnには、データセットをトレーニングセットとテストセットに分けるためのsklearn.model_selection.train_test_split関数が準備されている。ここでは25行でtrain_test_split関数をライブラリから読み込んでおき、26行でtrain_size=0.6と指定することで、データセットであるdataを60%と40%の割合で分割し、トレーニングセットをtrain、テストセットをtestという変数名でメモリに書き込んだ。最後の引数をrandom_state=12としたが、これによりデータセットをランダムに分割するときの乱数の初期値を指定している。このときのdata、train、testにそれぞれ割り振られたデータのセタン値を27行でバイオリンプロットした。図5をみると、テストセット

```
024 # データのスプリット
025 from sklearn.model_selection import train_test_split
026 train, test = train_test_split(data, train_size=0.6,
027                               random_state=12)
027 pyplot.violinplot([data.index, train.index, test.index])
028 pyplot.show()
```

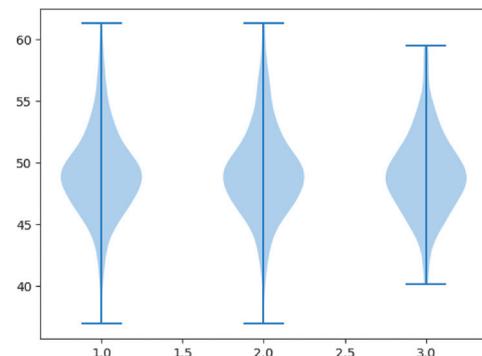


図5 データのスプリット

左からそれぞれ、全データセット、トレーニングセット、テストセットにおける目的変数（セタン値）のバイオリンプロット。

のセタン値の分布がトレーニングセットのセタン値の分布より狭くなっているのがわかる。もしテストセットの目的変数の分布がトレーニングセットのそれよりも広がっているときは、モデル構築時に学習していない範囲を予測しなければならなくなるので、予測誤差が大きくなることが予想される。データセットの分割は、ここで示したように、テストセットの目的変数の分布がトレーニングセットの分布よりも狭くなるようにrandom_stateの値を適切に選んで指定しておくといよい。

PythonでPLS回帰の計算をするにはsklearn.cross_decomposition.PLSRegressionクラスを用いればよい。ここでは30行でPLSRegressionクラスをライブラリから読み込んでいる。PLS回帰におけるハイパーパラメータは次元削減の成分数だけである。例えば成分数を5に固定してYをXでPLS回帰するにはPLSRegression(5).fit(X, Y)とすればよい。今回はXに二次微分スペクトルを、Yにセタン値を指定する。

次にハイパーパラメータのチューニングについて説明する。今回はハイパーパラメータが一つだけなので1次元のグリッドサーチを行う。グリッドサーチを行うにはsklearn.model_selection.GridSearchCVクラスを用いればよい。ここでは31行でGridSearchCVクラスをライブラリから読み込んでいる。32行で、1から20まで1ずつ増加する1次元配列p1を準備し、32行でPLS回帰の成分数n_componentsの値がp1である辞書型の変数parmを準備した。これを使って1次元グリッドサーチを実行するには34行のように書けばよい。ここでcvはk-foldクロスバリデーションの分割数であり、今回はcv=5と指定することで5-foldクロスバリデーションを行った。グリッドサーチの結果は変数searchに格納し、35行でその結果を表示した。今回は成分数8でク

```
029 # グリッドサーチによるハイパーパラメータの決定
030 from sklearn.cross_decomposition import PLSRegression
031 from sklearn.model_selection import GridSearchCV
032 p1 = numpy.arange(1, 21, 1)
033 parm = {"n_components": p1}
034 search = GridSearchCV(PLSRegression(), parm,
035                       cv=5).fit(data.values, data.index)
036 print(search.best_estimator_, search.best_score_)
037 pyplot.scatter(p1, search.cv_results_["mean_test_score"])
038 pyplot.show()
039 model = search.best_estimator_.fit(train.values, train.index)
PLSRegression(n_components=8) 0.5048790652445199
```

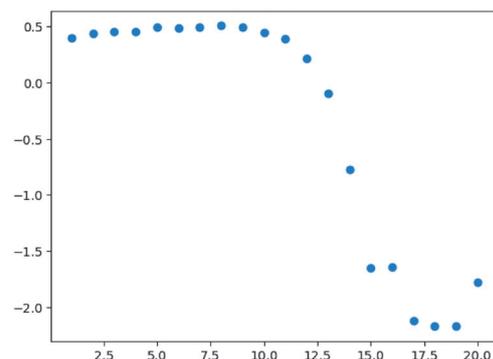


図6 グリッドサーチによるハイパーパラメータの決定

ロスバリデーションのスコア（決定係数の平均）が最大値 0.504... となっている。36~37 行は横軸を成分数、縦軸をクロスバリデーションのスコアとしたプロットであり、図 6 を見ると成分数 8 までは緩やかにスコアが増加し、それ以降は急激に減少していることから、成分数 9 以上で過学習が起こっていると判断できる。39 行ではグリッドサーチで得られた最適なハイパーパラメータ（ここでは成分数 8）を使ってトレーニングセットで回帰モデルを構築し、得られた結果を変数 model に代入した。

5 回帰結果の評価

得られた回帰モデルにスペクトルデータを入力してセタン価を予測してみよう（図 7）。ここでは 40 行のように、153 本あるテストセットの 1 本目のスペクトルを取り出し、spec とした。41 行では model.predict メソッドにこのスペクトルデータを入力して結果を出力した。ただしこの方法では、Python で得られた回帰モデルを測定装置に組み込む際に、Python で実装しなければならなくなる。

そこで次に、得られた回帰モデルの実体である回帰係数を用いて同様の予測を行ってみよう。model の回帰係数は model.coef_ で取り出すことができる。ただし、回帰係数 model.coef_ にスペクトルデータ spec を直接当てはめても正しい予測値は得られないことに注意が必要である。これは目的変数もオートスケーリングされているためであり、正しく予測するには 42 行のようにしてオートスケーリングを元に戻さなければならない。

```
039 # 回帰係数を用いた予測
040 spec = test.iloc[0].values
041 print(model.predict([spec])[0][0])
042 print(((spec - model._x_mean) / model._x_std @ model.coef_[0] +
model._y_mean)[0])
53.10374305917401
53.10374305917401
```

図 7 回帰係数を用いた予測

続いて回帰の結果をプロットしてみよう（図 8）。44 行と 45 行でそれぞれ、得られた回帰モデルにトレーニングセットとテストセットを当てはめ、キャリブレーションとバリデーションの結果を計算した。46 行で作図する領域を準備し、47 行で（横軸）=（縦軸）となる対角線をプロットしている。ここで横軸はセタン価の真値、縦軸は PLS 回帰によるセタン価の予測値である。48 行によってキャリブレーションの結果が青色に、49 行によってバリデーションの結果がオレンジ色に、それぞれプロットされた。

この回帰の結果を評価してみよう。ここでは二乗平均平方根誤差（root-mean-square error, RMSE）と決定係数 R^2 を計算してみる。二乗平均誤差（mean-square error, MSE）は sklearn.metrics.mean_squared_error 関

```
043 # 回帰結果のプロット
044 calibration = model.predict(train.values)
045 validation = model.predict(test.values)
046 pyplot.figure(figsize=(4, 4))
047 pyplot.plot([data.index.min(), data.index.max()],
[data.index.min(), data.index.max()])
048 pyplot.scatter(train.index, calibration)
049 pyplot.scatter(test.index, validation)
050 pyplot.show()
```

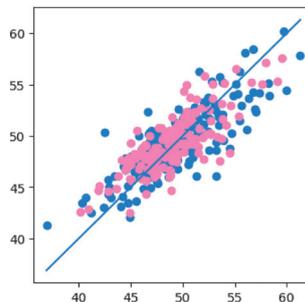


図 8 回帰結果のプロット

横軸はセタン価の真値、縦軸は PLS 回帰によるセタン価の予測値。青色はキャリブレーションの結果、オレンジ色はバリデーションの結果。

```
051 # RMSE と決定係数の計算
052 from sklearn.metrics import mean_squared_error, r2_score
053 print("calibration")
054 print("RMSE =", numpy.sqrt(mean_squared_error(train.index,
calibration)))
055 print("R^2 =", r2_score(train.index, calibration))
056 print("")
057 print("validation")
058 print("RMSE =", numpy.sqrt(mean_squared_error(test.index,
validation)))
059 print("R^2 =", r2_score(test.index, validation))
calibration
RMSE = 2.1063809198962775
R^2 = 0.6649517526812241
validation
RMSE = 2.0962595727739464
R^2 = 0.6012617326815684
```

図 9 RMSE と決定係数の計算

数で計算できるので、RMSE はこれの平方根を計算すればよい。決定係数は sklearn.metrics.r2_score 関数で計算できる。図 9 にキャリブレーションとバリデーションにおけるそれぞれの RMSE と決定係数の計算結果を示した。

今回は図 3 で 960–1120 nm の領域を選んだが、1200–1400 nm の領域など、他の波長領域を選んでみる、図 4 の二次微分で窓の大きさを 9 としたが他の値にしてみる、といった工夫で、よりよい回帰モデルが得られるかもしれないので挑戦してみしてほしい。二次微分における窓の大きさをハイパーパラメータとして PLS 回帰モデルをチューニングするには、パイプラインと呼ばれる計算テクニックが必要となるが、紙面の都合により説明は割愛する。実装するには sklearn.pipeline.make_pipeline 関数を用いればよい²⁾。二次微分における窓の大きさと次元削減における成分数のように、二つのハイパーパラメータを同時に最適化するには、二次元のグリッドサーチを行えばよく、さらに高次のグリッドサーチも GridSearchCV クラスで実装が可能である。

6 ま と め

本稿では Python を用いて PLS 回帰の計算を行う方法を紹介した。説明は必要最低限にとどめており、まずはここまでの技術をしっかりと修得してほしい。データの前処理とモデルのチューニングは腕の見せ所であり、工夫することでよりロバストな学習器を得ることができる。

学習器に入力する機器分析データや教師データは人が測定することになるが、それらの誤差よりも計算による推定値の誤差が小さくなることは原理的にあり得ない。機器分析のプロは、サンプルの前処理、機器分析の最適化、計算データの前処理、計算の最適化の四つのプロセスに精通している必要があり、分析技術だけでなく、計算技術も鍛錬してほしい。

文 献

- 1) 金子弘昌：“化学のための Python によるデータ解析・機械学習入門”，(2019)，(オーム社)。
- 2) 森田成昭：“Python で始める機器分析データの解析とケモメトリックス”，(2022)，(オーム社)。
- 3) S. Wold, M. Sjörström, L. Eriksson : *Chemometrics Intellig. Lab. Syst.*, **58**, 109 (2001)。
- 4) 永田 靖, 棟近雅彦：“多変量解析法入門”，(2001)，(サイ

エンス社)。

- 5) A. C. Müller, S. Guido, 中田 秀：“Python ではじめる機械学習：scikit-learn で学ぶ特徴量エンジニアリングと機械学習の基礎”，(2017)，(オライリー・ジャパン)。
- 6) 宮下芳勝, 佐々木慎一：“ケモメトリックス 化学パターン認識と多変量解析”，(1995)，(共立出版)。
- 7) 尾崎幸洋, 宇田明史, 赤井俊雄：“化学者のための多変量解析 ケモメトリックス入門”，(2002)，(講談社サイエンティフィク)。
- 8) 長谷川健：“スペクトル定量分析”，(2005)，(講談社サイエンティフィク)。
- 9) 森田成昭：日本結晶成長学会誌，**49**, 49 (2022)。
- 10) 森田成昭：ぶんせき (*Bunseki*)，**2020**, 290。
- 11) 〈www.anaconda.com〉(2023年11月27日確認)。
- 12) 池内孝啓, 片柳薫子, 岩尾エマはるか, @driller：“Python ユーザのための Jupyter [実践] 入門”，(2017)，(技術評論社)。



森田 成昭 (MORITA Shigeaki)

大阪電気通信大学工学部 (〒572-8530 大阪府寝屋川市初町 18-8)。東京農工大学大学院生物システム応用科学研究所博士後期課程修了。博士 (学術)。《現在の研究テーマ》分子分光とデータ解析。《主な著書》“Python で始める機器分析データの解析とケモメトリックス”，(オーム社)。《趣味》ジャズドラム。

E-mail : smorita@isc.osakac.ac.jp

原 稿 募 集

トピックス欄の原稿を募集しています

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

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

なお、執筆者自身の文献を主として紹介するこ

とは御遠慮ください。又、二重投稿は避けてください。

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

〒141-0031 東京都品川区西五反田 1-26-2

五反田サンハイツ 304 号

(公社)日本分析化学会「ぶんせき」編集委員会

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

固体核磁気共鳴

1 はじめに

核磁気共鳴 (NMR) は有機化合物や有機天然物の構造解析において欠かせない分析法であり、化学、医薬分野で広く用いられている。その利用法の多くは化学構造解析や定量のために試料を溶媒に溶かして測定する溶液 NMR である。一方、医薬品製剤、高分子材料、無機材料など、固体材料の構造は材料物性に大きく影響するため、固体構造解析は極めて重要である。分析手法には X 線回折、赤外吸収分光、熱分析等種々あるが、その中でも固体 NMR は、結晶、非晶の分別、混合物の定量、分子間相互作用、配位数、分子運動など、他の分析法では得られない情報が得られるため、近年その重要性が広く認識されるようになってきた。とはいえ、なじみがない、難しそう、マニアック、といった理由で測定人口は溶液 NMR に比べ圧倒的に少ない。本稿では固体 NMR の入り口が少しでも広がるように、固体 NMR の特徴と応用例を紹介したい。

2 固体 NMR 装置の特徴：マジック角回転

NMR から得られる情報で最も有用な情報は化学シフトだろう。溶液 NMR では、これを頼りに官能基など核の化学環境の情報を得て、分裂幅 (J 結合)、積分値などと合わせ化学構造情報を取得する。化学シフトは、核をとりまく電子雲による遮蔽やまわりの原子や分子による誘起磁場によってきまり、その大きさは核が外部磁場に対しどのように配向しているかで変化する。溶液試料では、ブラウン運動により原子や分子が高速で等方的に運動しているため、化学シフトの平均値 (等方化学シフト σ_{iso}) が得られるが、固体試料では、単結晶でない限り外部磁場に対し原子や分子があらゆる角度をとるため、様々なシフト値を示し、線幅が広がってしまう。これを化学シフトの異方性という。そこで固体 NMR では、この異方性を消去して σ_{iso} を得るため、試料を静磁場の方向から 54.74° 傾けて数 kHz から数十 kHz の速さで高速回転させるマジック角回転 (magic angle spinning,

MAS) (図 1 左) を行う。具体的には、試料をセラミック製の試料管につめ、固体 NMR 専用のプローブ (検出器) に挿入し、乾燥空気の高圧を調整して回転制御を行う。固体 NMR 試料管は回転周波数に応じていくつかの外径のものがあり、それぞれ専用のプローブを用いる。日本電子製では 2023 年 9 月現在、外径 8 mm (最高回転周波数 8 kHz) から 0.75 mm (最高回転周波数 110 kHz) まで 7 種類の試料管を販売しており、用途に応じて使い分けられる (図 1 右)。有機固体材料で基本となる ^{13}C 観測では 3~4 mm 径で最高回転周波数が 20 kHz 程度のもがよく用いられる。一秒間に数万回、物理的に回転させるというのは中々すごい技術であり、一昔前は手動でガス圧を調整して恐る恐る回転させたものだが、現在は試料回転制御が完全に自動化され、目的の周波数を入力するだけでよい。またごく最近ではオートサンプラーやオートチューンも可能なシステムも発売されており、溶液 NMR と同様にルーチン測定が可能になってきている。超電導磁石、分光計、ソフトウェアは溶液 NMR と共通なので、NMR 利用者であれば導入、運用のハードルは低い。

3 固体 NMR の基本測定

固体 NMR では、Single Pulse MAS, cross polarization MAS (CP/MAS), direct polarization MAS (DP/MAS) の三つが基本的な測定法となる。これらをマスターすれば固体 NMR の 8 割くらいの測定はカバーできるだろう。難しいイメージのある固体 NMR だが、2 次元 NMR を多く用いる溶液 NMR に比べると簡単かもしれない。Single Pulse は観測する核を直接励起して観測するだけの最もシンプルな測定法である。 ^1H や ^{19}F 、あるいは ^1H や ^{19}F との異種核間磁気双極子相互作用がほとんどない核 (^7Li , ^{27}Al , ^{29}Si など) を観測する場合に用いられる。一方、 ^{13}C など ^1H や ^{19}F との双極子相互作用がある核は、観測時に高出力デカップリングを用いる CP/MAS か DP/MAS で観測する。CP/MAS は感度の高い ^1H (または ^{19}F) と感度の低い ^{13}C との双極子相互作用を利用して交差分極 (cross polarization) することで、高感度な ^{13}C スペクトルを得る測定法である。また ^{13}C に比べ比較的緩和時間の短い ^1H を励起するため、積算ごとの待ち時間を短く設定でき、時間効率も良く、 ^{13}C 測定ファーストチョイスとなる。一方 DP/MAS は ^{13}C を直接励起、観測する方法で、感度は一般的に CP/MAS に劣るものの、CP/MAS ではできない定量測定や、ゲルやゴムなど運動性の高い試料の測定に用いられる。

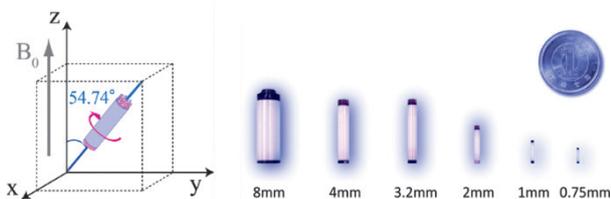


図 1 マジック角回転 (MAS) の模式図 (左) と固体 NMR 試料管 (右)

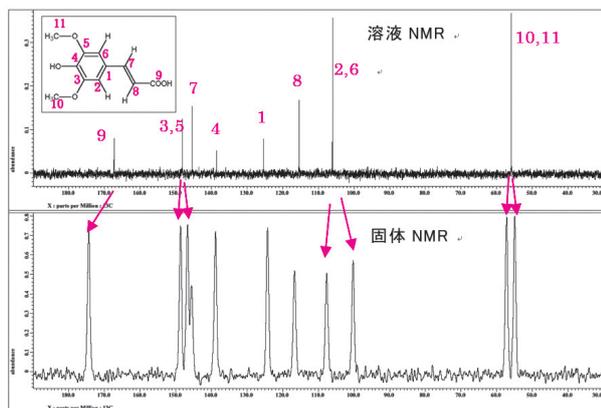


図2 3,5-dimethoxy-4-hydroxycinnamic acid の溶液 ^{13}C 及び固体 ^{13}C CP/MAS NMR スペクトル

4 固体 NMR 測定例

4.1 溶液 NMR スペクトルと固体 NMR スペクトル

まずは有機低分子の溶液 NMR および固体 NMR スペクトルの違いから固体 NMR の特徴を見てみよう。溶液 NMR では最も感度の良い ^1H 核の観測が最も基本的な測定である。一方、固体 NMR では ^1H 核の観測はあまり一般的ではない。溶液状態では分子の高い運動性によって平均化し無視できる ^1H 同士の双極子相互作用が、固体状態ではスペクトルを広幅化してしまい、MAS 下でも化学シフトの抽出を難しくするからである。そのため、有機物の固体 NMR では天然存在比が 1.1 % と低く同種核間の双極子相互作用を無視できる ^{13}C 観測が一般的となる。図2に 3,5-dimethoxy-4-hydroxycinnamic acid の溶液 ^{13}C 及び固体 ^{13}C CP/MAS スペクトルを示す。溶液 NMR では3と5, 2と6, 10と11の炭素は分子運動により、化学シフトが等価で区別されないのに対し、固体 NMR では結晶中でこれらが非等価なので異なるシフト値を示す。また9のカルボキシル炭素は固体中で大きく低磁場シフトしている。これは結晶中でカルボキシ基が水素結合を形成していることに起因する。このように、固体 NMR では固体中の局所構造を反映したスペクトルが得られる。

4.2 固体高分子材料の固体 NMR

高分子材料においても、固体 NMR は広く利用されており、溶媒に不溶な材料の NMR 測定や、固体高分子特有の性質（結晶/非晶、相分離、分子運動）の解析を行うのが主な目的である。例えばポリエチレンでは、非晶と結晶が異なる化学シフト値を示すため、定量条件で測定すれば結晶化度を求めることが出来る。また非晶と結晶に化学シフトの差がほとんどない場合でも、線幅の違いを利用した波形分離や運動性の違いを利用した種々の方法によって区別、解析可能である。ここでは、上述した固体 NMR の基本測定である CP/MAS 法と DP/MAS 法を用いた結晶/非晶の信号の同定や、運動性の解析例を紹介する¹⁾。図3に CP/MAS および DP/MAS 法で得た、結晶性高分子 poly-L-lactic acid (PLLA) の ^{13}C スペクトルの温度依存性を示す。DP/MAS では繰り返し時

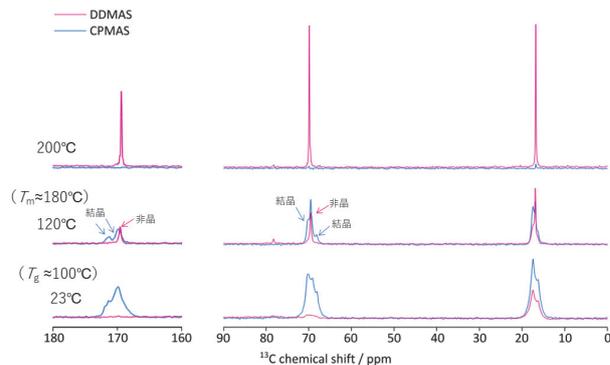


図3 PLLA の ^{13}C DP/MAS および CP/MAS スペクトルの温度依存性

間を比較的短い時間（2秒）に設定し、 ^{13}C 緩和時間の短い（運動性の高い）部位を強調した。PLLA のガラス転移点 (T_g) は 60~80 °C 程度、融点 (T_m) は 160~200 °C 程度である。 T_g 以下の 23 °C では、結晶部、非晶部ともに運動性が低いので CP/MAS のみ両部位の信号が現れるが、 T_g を超えると非晶部の運動性が高くなるため、DP/MAS スペクトルに非晶部の信号が現れる。結晶が融解する (T_m 以上になると)、CP/MAS では信号は現れず、DP/MAS で線幅の細い熔融状態の信号が観測される。このように、基本の2種の測定法を使い分けることで結晶/非晶部位のスペクトルの切り分けや運動状態の解析ができる。他にも ^{13}C 緩和時間の温度依存性による詳細な分子運動の解析²⁾ や、 ^1H 緩和時間時間を利用した方法でのブレンドや共重合体の相構造の解析^{3,4)} など、高分子材料においては多くの応用例がある。

5 まとめ

本稿では有機固体分子の固体 NMR 応用例を紹介したが、本技術は電池、触媒など無機材料分野でも広く用いられている。 ^{29}Si であれば、酸素との結合数 (MDTQ) や SiO_4 四面体の先の結合情報 (Q1, Q2, Q3, Q4) を、また ^{27}Al や ^{11}B 、その他多くの核の配位数を化学シフトから得ることができる。さらにガラス状態でも信号を得られるため、構造解析の有力な手段となっている。

上述のように装置の取り扱いはとて簡単になっている。多くの分析機関で測定が可能なので、興味を持っていただいた方は、ぜひトライして頂きたい。

文 献

- 1) 日本電子アプリケーションノート, NM160009 (<https://www.jeol.co.jp/solutions/applications/details/NM160009.html>), (accessed 2023.11.17).
- 2) K. Yazawa, Y. Inoue, T. Shimizu, M. Tansho, N. Asakawa : *J. Phys. Chem. B*, **114**, 1241 (2010).
- 3) A. Asano, M. Eguchi, M. Shimizu, T. Kurotsu : *Macromolecules*, **35**, 8819 (2002).
- 4) K. Yazawa, N. Asakawa, Y. Nishiyama : *Chem. Pap.*, **76**, 7783 (2022).

〔日本電子株式会社 矢澤 宏次〕

表面微細構造観察における 原子間力顕微鏡 (AFM) —走査型電子顕微鏡 (SEM) との比較—



高橋 幸奈

1 はじめに

電極や基板の表面のような、マクロには平滑なサンプルの微細な表面形状を、光学顕微鏡の解像度を超えて観察したいと考えたとき、候補に挙がる測定装置として、原子間力顕微鏡 (AFM, atomic force microscope) や走査型電子顕微鏡 (SEM, scanning electron microscope) がある。これらはいずれも光の回折限界を超えたナノレベルの表面形状を知りたいときに有用であるが、測定原理が異なるため、目的やサンプルの性質によっては互換できない場合がある。今回はこの AFM と SEM に着目して、表面微細構造観察について考えたい。

2 AFM と SEM

2.1 AFM の概要

AFM の詳細な測定原理については他の文献に譲るとして、ごく簡単に触れておくと、ナノサイズの探針を試料に接近させ、サンプルの表面との原子間力を利用して凹凸を検出するというものである。AFM には、常温常圧で測定できる上に、試料の導電性を問わないという特長がある。一定のサイズ内であれば段差などの高さ方向の情報も得られるが、ラフネスが大きすぎる (おおよそサブマイクロ以上) 試料の測定には不向きである。さらに、光でこ方式ではカンチレバーの変位の検出にレーザーを用いるため、光で変化が起きる試料の測定には注意が必要である。

2.2 SEM の概要

同様に、もう一つの主要な手段である SEM についてもごく簡単に原理を説明すると、真空中で加速した電子線を試料に照射・走査して、二次電子や反射電子を検出することで像を得るというものである。焦点の深度を深

く設定できるため、奥行きを持つ像を得ることができる等の特長がある。電子線を照射するという機構のため、測定試料は電子の逃げ道を確保しておく必要がある。具体的には導電性の試料を観察するか、導電性のない試料の場合は、金属を薄くスパッタする等の前処理が必要になる。また例えば、揮発する液体を含む可能性のある試料や、電子線で変化が起きる可能性のある試料は測定に注意を要する。

3 得られる像の違い

3.1 AFM 像と SEM 像の比較

ここで例として、平滑なインジウムスズ酸化物 (ITO, indium-tin oxide) 被覆ガラス電極上に製膜した多孔性酸化アルミニウム薄膜 (図 1 (a)) の孔に、金ナノ粒子を電解析出した基板試料¹⁾の表面を観察した場合について説明する。AFM 像 (図 1 (b)) からは孔を埋めるよ

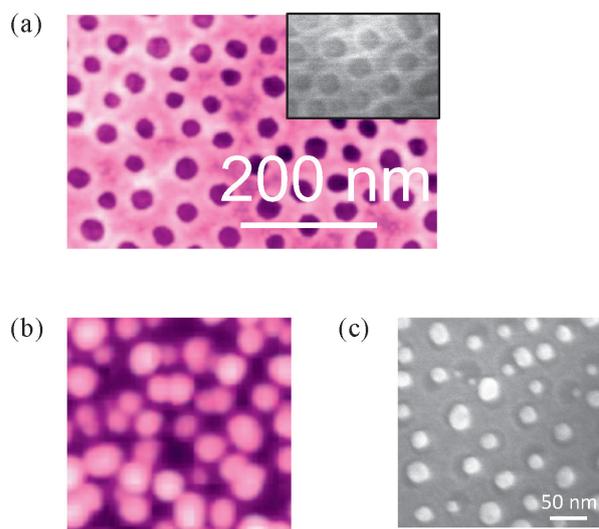


図 1 多孔性酸化アルミニウム薄膜 (a) の孔に金ナノ粒子を電解析出させた基板表面の AFM 像 (b) および SEM 像 (c) (すべて同じスケールで比較)

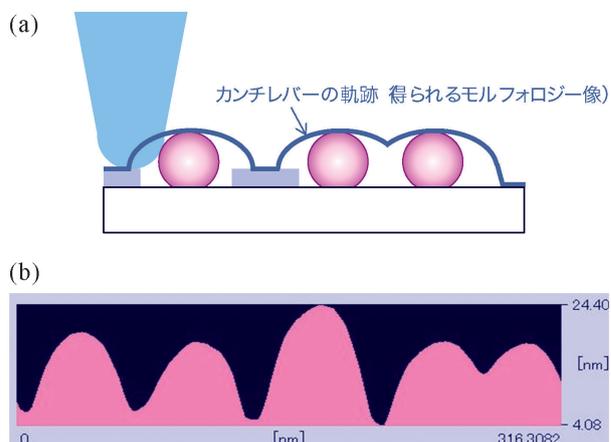


図 2 AFM 観察で得られる高さ方向プロファイルの探針の軌跡の模式図 (a) および実例 (b)

Atomic Force Microscopy (AFM) in Surface Morphology Observation
—Comparison with Scanning Electron Microscopy (SEM)—

うに金ナノ粒子が析出しているように見える。しかし、同一試料のSEM像（図1(c)）からは、孔に対して担持した粒子の粒径が小さく、隙間が生じているのが明確に観察できる。これはAFMでは、カンチレバーの探針の先端よりも小さい穴を検出することができないことによる（図2）。つまり、AFMではカンチレバーの大きさ（今回の測定例では半径約10 nm）の分だけ粒子が“太って”観察されるため、ナノレベルの隙間の検出ができなかったと考えられる。このように、どのような情報が得たいのかによっては、測定法の選択を間違えると知りたい情報が得られない可能性がある。

3.2 断面プロファイル

引き続き、測定試料として基板に担持されている球状粒子を考えてみる。AFM測定において探針は、粒子の下側には回り込めないため、先ほどの図2で探針の先端が描く軌跡のような山なりの断面プロファイルが得られる。一方、断面SEM観察であれば、担持された粒子が球状であるのか、山なりの半球状であるのかを明らかにできる。

ここで、担持された粒子が完全な球状であると仮定する。形状像から粒径を算出する場合は、実際の粒子よりも“太って”見えるため、探針の直径分の補正をかける必要がある。一方で、断面プロファイルから得られる、山のてっぺんと麓の平らな個所との高低差は、探針の大きさの影響を受けない。つまり、理論上1 nm程度の小さな粒子であっても、正確な粒子径を知ることができる。薄膜の膜厚測定も同様である。これはSEM観察（表面観察・断面観察）では解像度的に困難であり、透過型電子顕微鏡（TEM, transmission electron microscope）の出番である。

3.3 探針の形状が及ぼす影響

AFM測定においてよくある失敗例として、相似形の形状像が得られる場合が挙げられる。探針にゴミがついていたり、ささくれたように割れている状態で測定を行った場合、その形状を拾ってしまい、判で押したような相似形が現れる。現実の試料表面の状態を正しく反映した像ではないため、このような像が得られた際は、カンチレバーを交換する必要がある。

ここでさらに極端な例として、基板上に針状の粒子が屹立した試料（図3(a))をAFMで観察することを考えてみる。簡単のために、カンチレバーの先端の探針の形状が四角錐だと仮定する。このような場合、どのような形状像が得られるだろうか。針状粒子の根本の部分には四角錐の探針は入り込めない。その結果、針状の粒子の先端が探針の形状をなぞるような形状像が得られると推察される。つまり、探針の形状をそのまま写し取ったような形状像（図3(b))が得られるであろう。これも

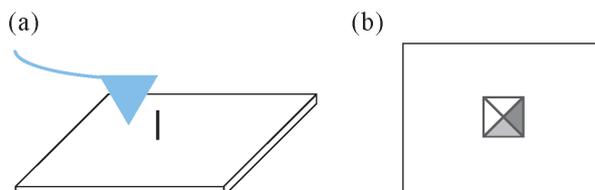


図3 針状試料の模式図 (a) および四角錐状の探針を用いたときに得られると想定されるAFM像の模式図 (b)

試料の形状像が正しく得られない例の一つである。

4 最後に

ドラえもののひみつ道具の中に、スモールライト²⁾とガリバートンネル³⁾がある。どちらも人や物を小さくする道具であるが、なぜ両方存在するのか昔から不思議に思っていたことを、本稿を書きながら思い出した。フィクションを精査しようとするのは無粋かもしれないが、機構の違いが時に結果の違いをもたらすためではないだろうか。

測定装置も、本質的な測定原理をよく理解したうえで使用しないと、適切な結果が得られないことがあるのは本稿でも述べた通りである。それどころか、場合によっては危険さえある。試料の特性や知りたい情報を考慮して、用途に応じて採用する測定法をよく吟味することが重要である。測定装置は残念ながら“魔法の箱”ではない。

一方で、分析装置の分解能の向上や測定上の制限の撤廃などは技術革新によって進化し続けている。例えば最近、福岡市産学連携交流センター（FiaS）にAFM-IRというナノスケール赤外分光分析が可能になる、夢のような最先端の装置が導入され、外部からの利用も可能とのことである。どのような装置で何がどこまで測れるのかは日々更新されていくため、今の技術では測定できないものであってもいずれ観察可能になる未来を考えると夢が広がる。

文献

- 1) Y. Takahashi, T. Tatsuma : *Nanoscale*, **2**, 1494 (2010).
- 2) 藤子・F・不二雄：“ドラえもんひみつ道具完全大辞典”，喜入今日子，大作裕之編集，p. 128 (1994)，(小学館)。
- 3) 藤子・F・不二雄：“ドラえもんひみつ道具完全大辞典”，喜入今日子，大作裕之編集，p. 94 (1994)，(小学館)。



高橋 幸奈 (TAKAHASHI Yukina)

九州大学カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所 (iCNER) (〒819-0395 福岡市西区元岡 744)。東京大学大学院工学系研究科応用化学専攻博士課程修了。博士 (工学)。《現在の研究テーマ》ナノ材料を用いた新規な光エネルギー変換システムの開発。《趣味》読書，芸術鑑賞，日本酒。E-mail : yukina@i2cner.kyushu-u.ac.jp

ICP-MS および ICP-OES 分析用自動希釈装置の開発

山下 蓮太郎, 辻 景太

1 はじめに

ICP-MS (誘導結合プラズマ質量分析法) および ICP-OES (誘導結合プラズマ発光分光分析法) は微量元素分析に広く用いられている。特に ICP-MS は非常に高感度で多元素同時分析が可能であり、測定濃度範囲も広いことから、水質、土壌分析から半導体材料中の不純物測定に至るまで、その使用機会はますます増加している。

また、近年、無機分析機器のユーザビリティは著しく向上しており、装置やソフトウェアのユーザー支援機能を利用することで、高性能の機器と試薬類を揃え、公定法やマニュアルに従って操作すれば、高度な専門知識や経験がなくともそれなりの結果を得ることができるようになってきた。このように、コモディティ化 (汎用品化) が進む一方で、測定濃度が ng/L、時には fg/L レベルに達する微量元素分析で信頼性の高い結果を継続的に得るためには、課題を認識し、適切な対応策を理解しておく必要がある。

ICP-MS、ICP-OES は主に溶液中の元素分析を行うため、多くのユーザーにとって試料の希釈は欠かせない作業である。ほとんどのラボでは手作業で試料の調製、希釈を行っているが、手作業はヒューマンエラーのリスクを抱えている上、元素分析ワークフローの中で最も時間と手間を要するため、元素分析を行うラボの生産性向上の障壁のひとつとなっている。

Agilent Advanced Dilution System 2 (ADS 2) は ICP-MS および ICP-OES を用いた分析において、試料溶液や標準液の希釈を自動化することで、手作業に伴う問題点を解決し、信頼性の高いデータを安定して出すことを目的として開発された。本稿では ICP-MS および ICP-OES 分析における溶液希釈の課題、自動希釈装置の概要、自動希釈装置を利用して得られた測定データについて紹介する。

2 試料溶液の希釈における課題

分析がストップする、分析結果が明らかにおかしいという現象は容易に把握できるが、なかには問題が顕在化せずに結果に影響を及ぼす場合もあるので、注意が必要

である。

2.1 試料の前処理、標準液の準備における誤操作

試料の前処理は、分析結果の信頼性に大きく影響する。ICP-MS、ICP-OES においては既知の濃度の標準液から作成した検量線を用いて試料中の元素濃度を定量するため、ピペット等を使用した手作業で希釈を行う場合、分注精度にばらつきが出やすくなる上¹⁾、人為的ミスも起こりうるが、それを認識、修正するのは容易ではない。

2.2 試料や溶媒の汚染

高感度な測定条件になるほど、わずかな汚染も検出に影響してしまうため、試料の前処理や標準液の調製、試料導入系部品の洗浄など、すべての過程で汚染を最小限に抑えるための注意が必要である。典型的な事例は、ピペット操作で試料を希釈する際、環境中に多く含まれる元素 (Na, K, Ca, Fe 等) で試料が汚染されることである。また、希釈液が汚染されると、試料の実測値に及ぼす影響が希釈率に伴って大きくなる。例として、濃度 1 µg/L の Fe に汚染された希釈液で、超純水 (Fe 濃度 0 µg/L と見なす) を希釈した場合を挙げる。10 倍、100 倍希釈した超純水試料からは、実測値にしてそれぞれ 0.90 µg/L、0.99 µg/L の Fe が検出される。この結果から希釈率を考慮して試料中の濃度に換算すると、10 倍、100 倍希釈した超純水試料には、それぞれ 9.0 µg/L、99 µg/L の Fe が含まれていたという誤った測定結果が得られてしまうことになる。したがって、試料の前処理や希釈液の分注を手作業で操作するのは最小限に留め、試料や溶媒の汚染リスクが少ない手法を取るのが望ましい。

2.3 測定エラーへの対応

希釈、調製の作業は測定後に必要になる場合もある。手作業で希釈を行うことで測定のエラーが生じたときに実行される対応フローを考えてみる。まずソフトウェアの画面を確認して、どの試料でどういったエラーが生じたかを把握する。調製時の人為的エラーやさらなる希釈の必要性が考えられた場合、該当する試料の再調製を手

作業で行い、試料導入部に戻して再測定を実行する。これら一連の対応を行うには手間がかかるだけでなく、先の項で挙げた誤操作や汚染のリスクも再び負うことになる。

3 自動希釈装置の概要と ADS 2 使用例

前項で挙げた問題点を解決するため、自動希釈装置 ADS 2 を開発した。この項では上市されている自動希釈装置と共に ADS 2 を利用して得られた測定データについて紹介する。

3.1 無機分析市場における自動希釈装置の種類

上市されている自動希釈装置は、以下のように分類される。

(a) オフライン型自動希釈装置

サンプルラック上に置かれた試料や溶媒をサンプルプローブによって吸引・吐出し、複数の溶液を混合希釈する調製作業を自動で行うタイプを指す。溶液同士のコンタミネーションを防ぐため、プローブと流路は十分にリンスされる。この希釈装置は分析装置から独立しているため、分析装置の周辺にスペースがなくても、ラボ内で任意のスペースに設置できるメリットがある。ただし、希釈後の試料が並んだサンプルラックを分析装置の試料導入部に移動させることが必要である。

(b) インライン型自動希釈装置

オートサンプラーで取り込まれた試料が自動希釈装置で希釈され、自動的に分析装置に送液、測定されるタイプを指す。分析装置のソフトウェアから操作され、分析装置と連動したタイミングで駆動する。また、測定にエラーが生じた場合、当該サンプルの希釈、測定を再び行うこともできる（後述）。本稿で紹介する ADS 2 は、このインライン型自動希釈装置に該当する。

(c) 個別のアプリケーションに特化した自動希釈装置

特殊な試料を測定する場合は、汎用的なインライン型自動希釈装置にはない特別な要件が求められることがある。海水中の測定対象を濃縮するカラムが付属しているタイプや、半導体材料の不純物分析を行うため高濃度の強酸に耐性をもつフッ素樹脂で製造されたタイプなどがこれに該当する。

3.2 ADS 2 とは

ADS 2 は Agilent 製 ICP-MS、ICP-OES 用に開発されたインライン型自動希釈システムである。図 1 にシステム外観を、図 2 に ADS 2 の概略流路図を示す。ADS 2 は三つのバルブと二つのシリンジから構成されており、1% 硝酸のような希釈溶液とループに充填された試料



図 1 (左から) Agilent SPS 4 オートサンプラー, Agilent ADS 2, Agilent 7850 ICP-MS

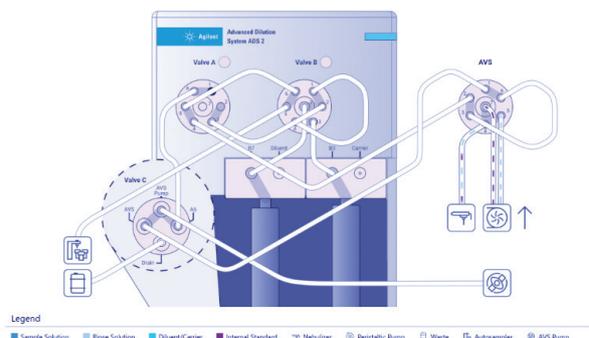


図 2 Agilent ADS 2 概略流路図

溶液を一定の割合で押し出すことで、2~400 倍の希釈を行うことが可能である。

ここで、ADS 2 の主要機能を三つ紹介する。

・検量線の自動作成

オートサンプラーにセットした一つまたは複数の標準液から検量線を作成する。

・試料の希釈

あらかじめ設定した倍率で試料溶液を希釈する。

・試料の自動再希釈・再測定

定量結果が検量線の範囲を超過したり、内標準元素の回収率が基準値から外れたりした場合、自動的に適した希釈倍率を決定し、再測定を行う。

また、ICP-MS や ICP-OES では、通常、試料の取り込みにペリスタルティックポンプを使用するが、ADS 2 ではよりハイスピードなポンプで試料の取り込みを行うため、試料の吸引時間やリンス時間が数秒短縮され、試料測定効率が向上する。次の項で、これらの機能を実際の測定例から見てみる。

3.3 実験手順

Agilent 7850 ICP-MS、ADS 2、SPS 4 オートサンプラーを使用し、すべての溶液は 1% 硝酸と 0.5% 塩酸で調製した。測定対象元素およびその検量線の範囲を表 1 に示す。また、内標準元素には 6Li、Sc、Ge、Y、In、Tb、Ir を使用した。

検量線は ADS 2 によって標準液を 400、200、100、50、20、10、5、2、1 倍に希釈することで作成した。この検量線を用いて認証標準物質（表 2）を定量し、認証

表1 各元素の検量線範囲

元 素	検量線範囲 [μg/L]
Na, Mg, Al, K, Ca, Fe	20-10,000
Mn, Zn, Pb	2-1,000
Hg	0.004-2
Be, V, Cr, Co, Ni, Cu, As, Se, Mo, Ag, Cd, Sb, Ba, Tl, Th, U	0.2-100

表2 試料情報

名 称	タイプ	販売元
NIST 1643f Trace Elements in Water (1643f)	飲料水	NIST, Gaithersburg MD
Certified Waste Water - Trace Metals Solution H (CWW-TM-H)	排水	High-Purity Standards, Charleston SC
River Sediment Solution B (RS-B)	河川堆積物	
Soil Solution B (Soil-B)	土壌	

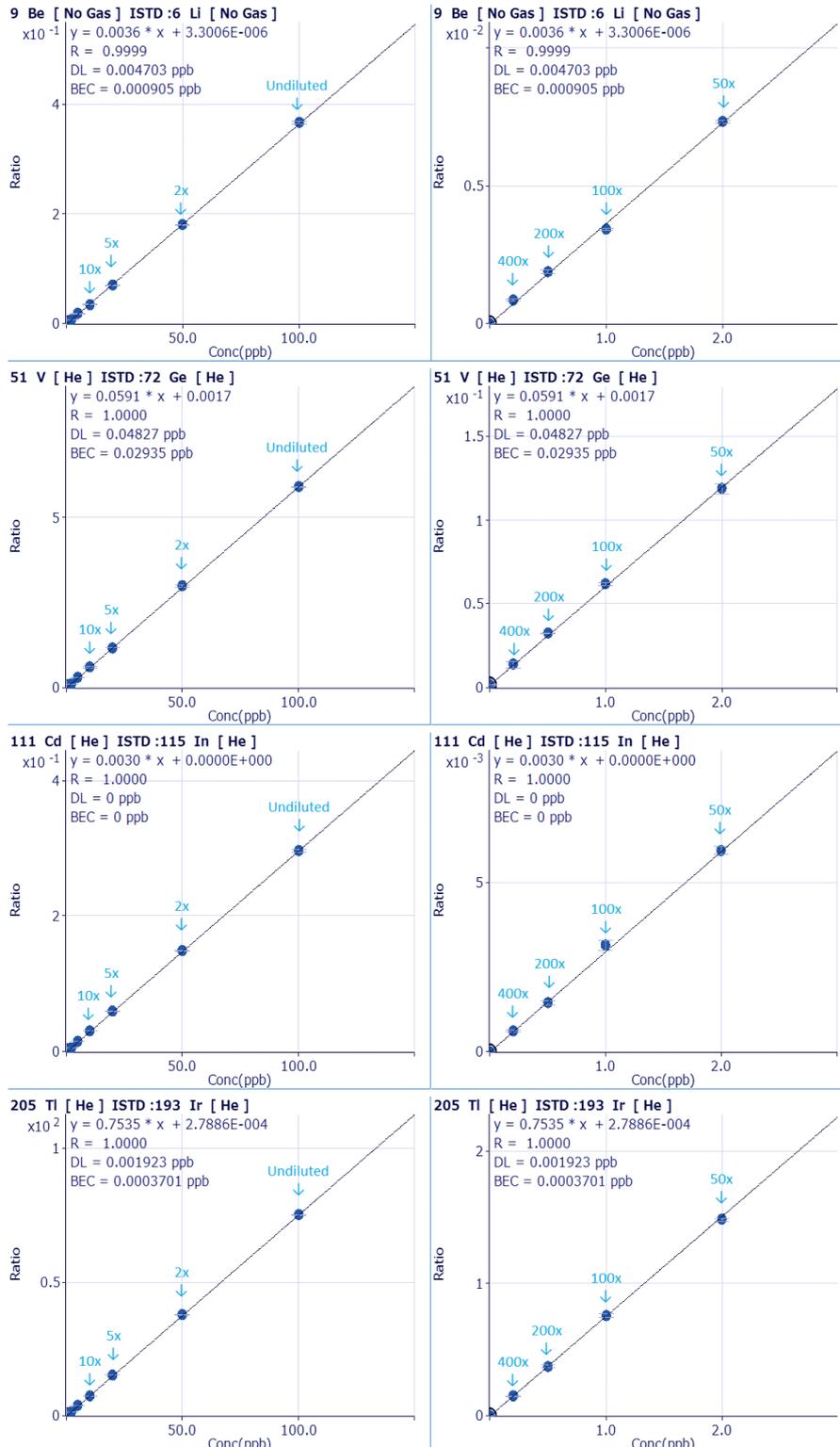


図3 Be, V, Cd, Tl 検量線

値と比較することで、ADS 2 の希釈正確性を確認した。飲料水の認証標準物質はマトリックス濃度が低いため無希釈で測定し、その他の高マトリックス認証標準物質は ADS 2 により 20 倍希釈した後に測定した。測定対象元素の濃度が検量線の範囲を超えた試料は、ADS 2 で自動希釈した後に再測定するよう設定した。

また、飲料水 4 試料は無希釈、他試料は 20 倍希釈した後約 9 時間測定を続けることで、内標準元素の回収率から長期安定性を評価した²⁾。

3・4 実験結果

3・4・1 自動希釈機能を用いた検量線の作成

ADS 2 の自動希釈機能を使って作成された検量線は、無希釈から 400 倍希釈までの広い範囲で優れた直線性を示しており、全元素において相関係数は 0.9995 以上であった (図 3)。また、抜粋された一部元素 (Be, V, Cd, Tl) の検量線 (図 3 右列) からわかるように、高希釈倍率で希釈された検量線試料も低希釈倍率と同様に高

い直線性が得られた。

3・4・2 認証標準物質の定量

飲料水、排水、河川堆積物、土壌の測定に用いる認証標準物質の定量値と回収率を表 3 に示す。認証値のない元素については N/A と表示し、回収率は算出していない。一部元素 (飲料水の Na, Ca, Mo, Ba ; 河川堆積物の Al, Ca, Cr, Fe, Ba ; 土壌の Al, K, Mn, Fe, Cu, Zn, As, Ba, Pb) の濃度は検量線の範囲を超えたため、ADS 2 により自動希釈を行った後に再測定された、表中にグレーの網掛けで示す。

すべての元素は認証値に対して ±10 % 以内の回収率を示した。この結果は、ICP-MS と ADS 2 の組み合わせが、濃度に応じた適切な希釈率をコントロールし、一つの測定条件でマトリックス濃度の異なる様々な環境試料に対応できる高い汎用性をもつことを示している。

表 3-1 認証標準物質の定量結果

元 素	飲料水 (1643f)				排水 (CWW-TM-H)			
	希釈倍率	認証値	定量値	回収率	希釈倍率	認証値	定量値	回収率
9 Be	1	13.53	13.9	102 %	20	20	19.2	96 %
23 Na	10	18640	19500	105 %	20	N/A	608	
24 Mg	1	7380	7410	100 %	20	N/A	<DL	
27 Al	1	132.5	137	104 %	20	100	104	104 %
39 K	1	1913.3	1980	103 %	20	N/A	268	
44 Ca	10	29140	30600	105 %	20	N/A	253	
51 V	1	35.71	35.9	100 %	20	500	508	102 %
52 Cr	1	18.32	18.4	100 %	20	500	522	104 %
55 Mn	1	36.77	37.3	102 %	20	100	98.8	99 %
56 Fe	1	92.51	96.7	105 %	20	250	266	107 %
59 Co	1	25.05	25.0	100 %	20	500	529	107 %
60 Ni	1	59.2	58.4	99 %	20	500	534	107 %
63 Cu	1	21.44	20.7	96 %	20	500	536	107 %
66 Zn	1	73.7	75.0	102 %	20	500	522	104 %
75 As	1	56.85	57.1	100 %	20	100	105	105 %
78 Se	1	11.583	11.7	101 %	20	50	49.6	99 %
95 Mo	10	114.2	116	102 %	20	100	104	104 %
107 Ag	1	0.961	0.929	97 %	20	20	20.9	104 %
111 Cd	1	5.83	5.80	100 %	20	100	102	102 %
121 Sb	1	54.9	54.8	100 %	20	200	201	100 %
137 Ba	10	513.1	512	100 %	20	100	100	100 %
201 Hg	1	N/A	0.021		20	N/A	0.175	
205 Tl	1	6.823	6.95	102 %	20	250	238	95 %
Pb*	1	18.303	18.7	102 %	20	500	485	97 %
232 Th	1	N/A	0.007		20	N/A	0.048	
238 U	1	N/A	0.006		20	N/A	<DL	

(認証値・定量値の単位は µg/L)

表 3-2 認証標準物質の定量結果

元 素	河川堆積物 (RS-B)				土 壌 (Soil-B)			
	希釈倍率	認証値	定量値	回収率	希釈倍率	認証値	定量値	回収率
9 Be	20	N/A	0.025		20	N/A	<DL	
23 Na	20	50000	50300	101 %	20	100000	100000	100 %
24 Mg	20	120000	119000	99 %	20	80000	79400	99 %
27 Al	200	600000	589000	98 %	100	700000	680000	97 %
39 K	20	200000	197000	98 %	100	210000	204000	97 %
44 Ca	200	300000	303000	101 %	20	125000	121000	97 %
51 V	20	1000	959	96 %	20	800	772	97 %
52 Cr	200	15000	14800	98 %	20	400	389	97 %
55 Mn	20	6000	5800	97 %	100	100000	97600	98 %
56 Fe	200	400000	409000	102 %	100	350000	351000	100 %
59 Co	20	150	151	100 %	20	100	104	104 %
60 Ni	20	500	478	96 %	20	200	205	102 %
63 Cu	20	1000	944	94 %	100	3000	3000	100 %
66 Zn	20	5000	4720	94 %	100	70000	69500	99 %
75 As	20	200	191	96 %	100	6000	5810	97 %
78 Se	20	10	10.7	107 %	20	N/A	1.61	
95 Mo	20	N/A	0.83		20	N/A	1.03	
107 Ag	20	N/A	0.19		20	N/A	0.077	
111 Cd	20	30	28.7	96 %	20	200	196	98 %
121 Sb	20	40	40.1	100 %	20	400	387	97 %
137 Ba	200	4000	3790	95 %	100	7000	6710	96 %
201 Hg	20	N/A	0.200		20	N/A	<DL	
205 Tl	20	10	9.34	93 %	20	N/A	0.318	
Pb*	20	2000	1890	94 %	100	60000	57500	96 %
232 Th	20	100	95.1	95 %	20	100	95.6	96 %
238 U	20	30	28.9	96 %	20	250	239	95 %

(認証値・定量値の単位は μg/L)

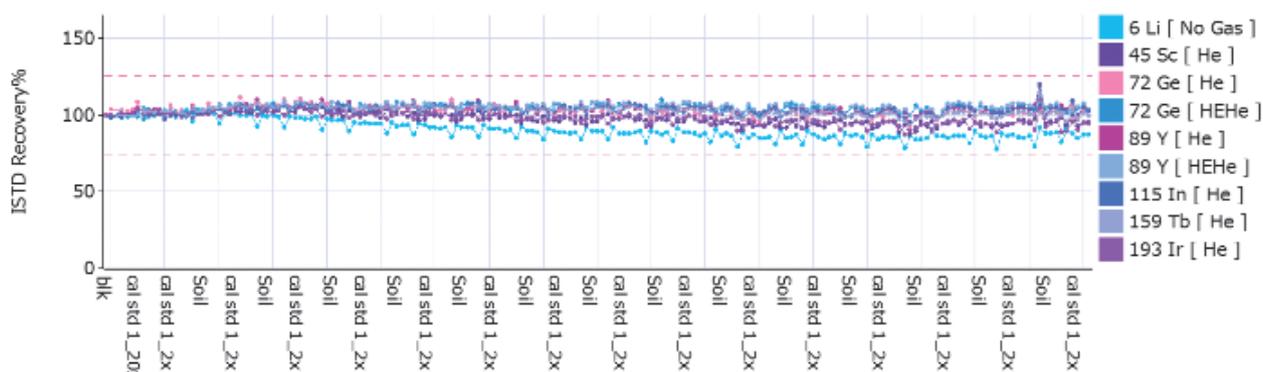


図 4 140 サンプル測定時の内標準元素の回収率

3.4.3 長期安定性

内標準元素の回収率は、9 時間にわたり全試料・標準液を測定することで算出された (図 4)。回収率の値が測定全体を通して ±25 % 以内に収まっていることから、ICP-MS と ADS 2 はマトリックスによる感度低下の影響を抑え、長期安定性の点においても優れていることが示された。

回収率は検量線ブランク溶液の内標準元素で得られたカウントをもとに標準化されている。

4 ま と め

分析業界に限らず、自動化が議論されるようになって久しい。人員不足、生産効率の向上などの課題の解決策として、また、分析の信頼性を向上させるため、自動化

はこれからも進むと考えられる。データ採取や解析においては、装置のユーザビリティ向上により、ヒューマンエラーの余地が最小化され、効率的に正確なデータを得ることができるようになった。他方、試料の前処理などは依然として手作業が主流である。ADS 2 のようなインライン型自動希釈装置を用いた自動化は、作業の効率化のみならず、手作業のリスクを最小化し、正確なデータを安定的に出すことを可能にする。本装置が分析上の様々な課題の解決策の一つになることを期待している。

文 献

- 1) 古川聡子, 河口勝憲, 岡崎希美恵, 森永睦子, 大久保学, 辻岡貴之, 通山 薫: 医学検査, **67**, 44 (2018).
- 2) 山下蓮太郎, Agilent publication, 5994-7114JAJP.



山下 蓮太郎 (YAMASHITA Rentaro)
アジレント・テクノロジー・インターナショナル株式会社 (〒192-0033 東京都八王子市高倉町 9-1). 《現在の業務内容》
ICP-MS のアプリケーション開発および新製品の性能評価.
E-mail : rentaro.yamashita@agilent.com



辻 景太 (Tsuji Keita)
アジレント・テクノロジー・インターナショナル株式会社 (〒192-0033 東京都八王子市高倉町 9-1). 《現在の業務内容》
ICP-MS プロダクトマーケティング.
E-mail : keita.tsuji@agilent.com

会社ホームページ URL :

<https://www.chem-agilent.com/index.php>

関連製品ページ URL :

<https://www.chem-agilent.com/contents.php?id=1007984>

原 稿 募 集

「技術紹介」の原稿を募集しています

対象：以下のような分析機器、分析手法に関する紹介・解説記事

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

報など

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

お問い合わせ先：

日本分析化学会『ぶんせき』編集委員会

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

トピックス

DNA コンピュータのがん診断への展開

DNA の相補的塩基対形成能を利用した DNA コンピューティングという概念は、1994 年に Adleman によって提案され¹⁾、現在では化学薬品や食料品の生産量の制御や生物・環境センシングなど様々な分野で応用が試みられている。

Gong らは、DNA 液滴コンピュータによるマイクロ RNA (miRNA) センサーの開発を報告している²⁾。図 1 に、DNA 液滴 A と B をリンカーでつなげて作製された DNA 液滴コンピュータの機能を例示する。リンカーは、インプットとして溶液中に存在する miRNA と相補的塩基対を形成するレセプター部位を有し、miRNA が結合することにより開裂する。miRNA を認識して開裂した融合 AB 液滴は、それぞれ性質の異なる液滴 A と B に相分離する。miRNA1 と miRNA2 の両方が存在する場合にのみ両液滴が形成され「1」、それ以外は「0」と判別される。すなわちこの DNA コンピュータは AND 回路になる。OR や NOT 回路として作動する DNA 液滴の作製にも成功している。さらに、三つの乳がんバイオマーカー miRNA の相補的な配列を持つ酵素-DNA 複合体を AND 回路として利用した例も報告されている³⁾。これら DNA コンピュータは、miRNA の検出限界に改善の余地はあるものの、ポータブルな早期がん診断や再生医療デバイスに応用できる可能性を秘めている。

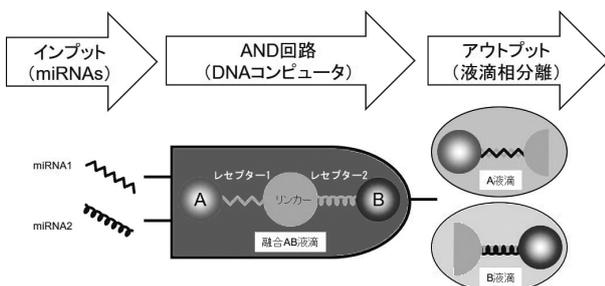


図 1 DNA 液滴コンピュータの作動原理

- 1) L. M. Adleman : *Science*, **266**, 1021 (1994).
- 2) J. Gong, N. Tsumura, Y. Sato, M. Takinoue : *Adv. Funct. Mater.*, **32**, 2202322 (2022).
- 3) A. Mameuda, M. Takinoue, K. Kamiya : *Anal. Chem.*, **95**, 9548 (2023).

〔金沢大学理工研究域物質化学系 坂江 広基〕

メチル化 DNA を高感度に検出する ナノポアカウンタ

メチル化された DNA は、様々な病理診断バイオマーカーとしての可能性を有するため、簡便にメチル化 DNA を検出する手法の構築が求められている。2023 年、J. Wang らは BstUI/HhaI エンドヌクレアーゼを用いてメチル化されていない標的 DNA (PUC57-SEPT9) を完全に分解する一方で、メチル化された標的 DNA を分解させずに PCR で増幅し、大量のメチル化 DNA を獲得・検出する手法について報告している¹⁾。

具体的には、SEPT9 遺伝子に存在するメチル化されていない 5'-CGCG-3' サイトおよび 5'-GCGC-3' サイトを BstUI/HhaI エンドヌクレアーゼによって分解し、メチル化されていない標的 DNA を完全に消化する。続いて、ナノピペットを基盤とした高感度ナノポアカウンタでこの増幅されたメチル化 DNA を計測することで、最終的に 0.61 aM といったごく微量のメチル化 DNA の検出に成功している (図 1)。さらに、0.01 % の DNA メチル化を識別することにも成功している。ナノピペットは、その作製法が安価で容易であると同時に、構造の再現性も高いことから、商業用ナノポアカウンタのコアパーツとして注目を集めている。

本論文で報告された手法は、他の手法と比較して検出限界が低く、さらに低コストで簡便な計測手法であることから、臨床応用において有望なメチル化 DNA 検出方法として期待される。

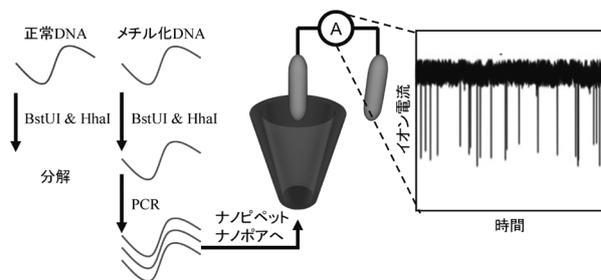


図 1 BstUI/HhaI エンドヌクレアーゼシステムとナノピペット型ナノポアカウンタを用いた高感度メチル化 DNA 検出の概略図

- 1) J. Wang, L. Chen, C. Gui, J. Zhu, B. Zhu, Z. Zhu, Y. Li, D. Chen : *Analyst*, **148**, 1492 (2023).

〔北海道大学大学院理学研究院 龍崎 奏〕



『教養』を教える？

現在私は順天堂大学医学部で一般教育研究室に所属し、機能性材料分野（主にバイオ分析）で研究をしつつ、科学（主に化学）を通じて教養を教えています。それ以外に同大学のスポーツ健康科学部、国際教養学部を併任しています。私は工学部の出身なので（もちろん学生達とは世代も違いますが）、学生達の興味や能力が異なるなど感じています。例えば、医学部は工学部の学生達と似ているところも多いですが、一定数18歳とは思えない高い倫理観を持った学生がいて将来医師になるということで頼もしく思います。スポーツ健康科学部は、勉強には苦手意識を持っているけれども、オリンピックなど世界をめざしているという学生が多くいます。国際教養学部は、3Cなんて言われる作文技術に慣れてしまった私には新鮮な“CorrectでもClearでもConciseでもないけれども感動するレポート”を書く学生もいたりします。材料や分析化学の人がいない環境に寂しさもありますが、割り切って違いを楽しみながら生活しています。

突然ですが皆さん「教養はありますか？」普段表面的には常識人のように振舞っているけれども心のどこかでは奇人でありたい、ユニークでありたい、そんな世界にいらっしやる皆さん。この文章を読んで下さっている方にはそういった方が多いと勝手に想像して今本エッセイを書いています。「教養はありますか？」恐らくこの質問に大きな声で「はい」と答えること自体が教養の無さを表すあたりに、この教養という言葉の難しさがあるのかなと思います。皆さんのことはさておき、自信のなかった私は教養を教えることになり勉強しました。『教養』とは何なのか（What）、そもそもなぜ必要で（Why）、どうやったら身につくのか（How）。

教養には狭義には単純に“知識”という意味もあるようですが、GoogleもChatGPTも使い放題の現代において、大学そして学生から求められているのは恐らくもう少し深遠な広義の『教養』。こちらの教養になると前述の通り急に難しくなります。そこで、そもそもなぜ教養が必要なのか？ここから学びはじめることにしました。国際教養学部は除き、医学部やスポーツ健康科学部においてもなぜ教養が必要なのでしょう？すぐに理解できたのは医学部の医師が患者と心を通わせるために必要なものが教養ということです。もう少し深めると、自身や大切な人の健康が損なわれ過度なストレスによっ

て“論理”を司る脳の前頭前野の機能が著しく低下した、端的に言うと言葉（論理）の通じなくなった患者やご家族を前にして医師に残るものは数字（論理）ではなく教養というわけです。順天堂ではこういった概念を学是『仁』として定め、法人全体で共有しています。

では、スポーツ健康科学部においてはなぜ教養が必要なのでしょう？スポーツマンシップに通じる前述の『仁』はもちろんですが、私はもう一つ『知覚力』を向上させるためであると考えています。知覚力とは要は気付く力のことで、同じものを見ても人によって捉え方が異なります。これは知覚するものが異なるからで、知覚は知識の量や種類に影響を受けます。スポーツの練習においてよく競技を実施している動画をみますが、知識が無い状態で“見る”のと、例えば心理学、生理学、経営学を学んでから“観る”のとでは全く観えるもの（知覚できるもの）が変わってくるはずで、研究によると、これは誇張や言葉表現ではなく、Mental Imageryなどと呼ばれ、実際に目に映り脳で認識する像が異なってくるようです。つまり、教養を身につけると『知覚力』が向上し、文字通り世界が違って観えるわけです。

『教養』の全貌を明らかにすることは難しいですが、『知覚力』で様々なことに気付き『仁』の心で接する。こういった振る舞いができる人はまさに教養人という気がします。つまり教養（本稿では、仁+知覚力）を身に付けるためには、一見無関係・非効率にみえる狭義の教養（知識）の修得（How）が欠かせないということです。WhyからはじめかろうじてWhatにたどり着いた教養。教養はやはり誰にとっても大切そうですが、非効率的な学びを必要とする教養の効率的な教育方法Howは、私自身現在も模索中です。最後にこのエッセイのどこが分析化学なんだとお感じになった方もいらっしやると思いますが、分析化学分野でユニークな知覚力を発揮するには分析化学と無関係・非効率にみえることも重要であるという本稿の論理にご賛同いただき、ご容赦下さい。

さて次の著者は私が研究をはじめたまさに1年目からお世話になっている、産業技術総合研究所の浅井志保さんをお願いしてあります。標準物質に関連する、まさに分析化学の主要分野で国際的に活躍されている浅井さんのエッセイを是非お楽しみください。

〔順天堂大学 石原 量〕

第84回分析化学討論会（京都，2024）

標記討論会は、2024年5月18日、19日に新緑溢れる京都工芸繊維大学松ヶ崎キャンパスにて開催された。近畿支部の担当としては、2017年の龍谷大学での開催に続いて京都市での開催であった。京都は第1回年会、第2回討論会の開催地という歴史をもつが、一つの支部で同じ都道府県での開催が続くのは珍しい。龍谷大学が京都市南部の伏見区深草に位置するのに対し、当大学は洛北妙法山の麓にあり地域の趣が異なるせいも、コロナ禍明けの京都開催が新鮮だったのか、連続開催が決まってからもそれほど異論は聞かれなかった。

実は、本学では1981年に30回記念の年会在開催されているが、当時を知る者はほとんどおらず、キャンパス内の建物も大きく変わった。2022年3月に、当時の村松康司近畿支部長から本学での開催を打診され、大きな講義棟を持たないキャンパスで10ほどの講演会場が適度な距離で確保できることを確認したうえで、支部長に開催承諾の返事をした。その秋には、当時の年会討論会担当副会長だった故大谷肇先生が懇談に来られて、年会とは異なる討論会独自の特色を打ち出してほしいとの要請を受けた。その後、実行委員会で講演分類の一新、近畿らしい討論主題の議論を始めて、討論会のアウトラインを固めていった。

2023年5月の新型コロナウイルス感染症の5類移行にともない、「万が一感染拡大による行動制限が復活したときは…」などの断り書きはどこにも掲載することなく、オンライン配信も行わず完全対面での実施とした。

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 858名〔正会員414、学生会員249、維持会員16、特別・公益会員10、団体会員7、名誉会員

12、永年会員4、ジュニア会員5、非会員（一般）70、非会員（学生）10、非会員（依頼講演）22、テクノレビュー講演1、展示関係者38〕

講演件数454件〔口頭発表198件（討論主題40、一般講演157、テクノレビュー講演1）、ポスター発表256件（若手講演174、一般講演64、産業界R&G紹介講演18）〕

事前登録の締切後も増えていく登録者数を見ながら、プログラム冊子やご提供いただいた名札ストラップ（島津製作所）、コンgresバッグ（堀場製作所）が足りるかどうかわかるか、狭い会場が耐えうるかどうか案じたが、大過なく実施することができた。以下、討論会の実施内容について項目別に報告する。

1 新しい講演分類による一般講演（口頭発表）

年会との差別化を図るために、従来の方法論と分析対象が入り混じった講演分類を思い切って分析対象に限った分類に変えることにした。実行委員へのアンケートも踏まえて、下記のように、大分類から小分類を作成した。カッコ内の数字は一般講演（口頭発表）における発表件数である。

大分類 A 元素・単体・分子・材料

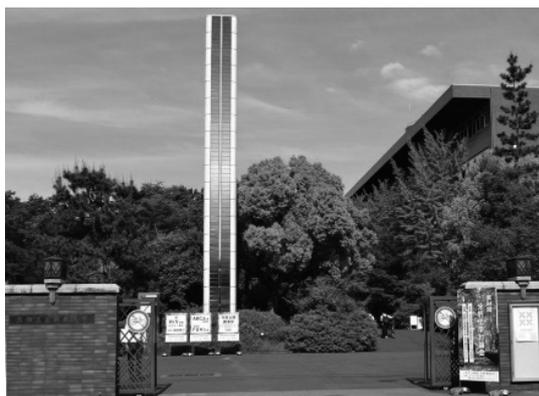
- 1 金属材料，金属錯体（8）
- 2 希土類元素，アクチノイド元素，放射性元素，原子力関連材料（1）
- 3 非金属元素，炭素材料（4）
- 4 無機化合物，無機材料（4）
- 5 高分子・有機化合物，繊維材料（6）

大分類 B 化成品，工業製品

- 6 半導体，電気・電子製品（2）
- 7 磁器・陶器，セラミックス，ゴム，樹脂，プラスチック（5）
- 8 油脂，界面活性剤，染料，顔料，塗料，化粧品（3）
- 9 木材，パルプ，被服，繊維製品（0）
- 10 電池，エネルギー関連材料・製品（6）

大分類 C 食品，農林水産業

- 11 食品，食品添加物，発酵生産物，飲用アルコール（7）
- 12 農産物，林産物（キノコ，漆，炭等を含む），水産物（0）



- 13 農薬, 飼料 (0)
- 大分類 D 自然, 環境, 考古学, 法科学
- 14 宇宙 (星間物質, 小惑星) (0)
- 15 大気環境 (無機ガス, VOC, エアロゾル, 浮遊粒子, ばい煙) (3)
- 16 水環境 (海洋, 陸水, 地下水, 飲料水, 排水) (18)
- 17 土壌, 岩石 (2)
- 18 植物, 動物 (0)
- 19 廃棄物, 煤塵, 焼却灰 (2)
- 20 文化財, 遺跡, 遺物 (5)
- 21 法科学 (5)
- 大分類 E 生体物質, 医薬・医療
- 22 生体構成物質 (核酸, アミノ酸, ペプチド, タンパク・酵素, 脂質等), 代謝物 (23)
- 23 細菌, ウイルス, 菌 (1)
- 24 細胞, 脂質二分子膜, リボソーム (13)
- 25 医薬品 (4)
- 26 医療・臨床・疾病診断 (3)
- 大分類 F 分離場, 状態
- 27 表面・界面 (液液系, 固液系, 気液系, 気固系)

- (8)
- 28 溶液 (水溶液, イオン液体, 濃厚塩), 凝縮相 (液滴, 氷) (13)
- 29 コロイド (微粒子およびナノ粒子) (4)
- 大分類 G 基礎・一般
- 30 情報科学, 理論科学 (3)
- 31 計測原理一般 (1)
- 32 分析化学基礎・教育 (1)

上記では選択のない分類もあるが, 討論主題講演を含めれば, 宇宙や動物・植物, 農産物を含めてほとんどの分類で発表があったといえる. 本会の発表者がいかに幅広い物質を対象にしているかが分かる. プログラム編成においては, 関連する講演分類を1会場に集めたり, 講演数が多かった22生体構成物質については内容により再編成をして2日間に分けて実施したりした. 環境関係も発表件数が多く, 討論主題S2との重複が多かったため, できる限り同じ会場で実施するように努めたが, 一部別会場に分かれざるを得なかったことは討論の活性化のうえでは反省点である. 下記に, 会場分類と参加人数 (最大人数) を記す.

	1日目	聴衆	2日目	聴衆
A会場	21: 法科学	50	20: 文化財, 遺跡, 遺物	58
	S4: 宇宙と分析化学 (市民公開講演会)	150	S1: 文化財をはかる, なおす, まもる分析化学 (市民公開講演会)	124
B会場	S2: 環境調和・資源循環型社会の創生と分析化学	68	S2: 環境調和・資源循環型社会の創生と分析化学	43
	15: 大気環境 17: 土壌, 岩石 19: 廃棄物, 煤塵, 焼却灰	70		
C会場	16: 水環境 (海洋, 陸水, 地下水, 飲料水, 排水)	39	S5: 生命の活動を知る分析化学	52
D会場	S3: ものづくりを支える分析化学	100	30: 情報科学, 理論科学 31: 計測原理一般 32: 分析化学基礎・教育	30
E会場	07: 磁器・陶器, セラミックス, ゴム, 樹脂, プラスチック	40	01: 金属材料, 金属錯体 (ICP-MSを含む) 02: 希土類元素, アクチノイド元素, 放射性元素	37
	08: 油脂, 界面活性剤, 染料, 顔料, 塗料, 化粧品			
	10: 電池, エネルギー関連材料・製品	40	03: 非金属元素, 炭素材料	40
F会場	11: 食品, 食品添加物, 発酵生産物, 飲用アルコール	33	04: 無機化合物, 無機材料	50
	22: 生体構成物質 A (核酸, アミノ酸, タンパク質, 細胞)		85	24: 細胞, 脂質二分子膜, リボソーム 25: 医薬品 26: 医療・臨床・疾病診断
G会場	22: 生体構成物質 B (代謝物, 酵素, 抗体) 23: 細菌, ウイルス, 菌	40	05: 高分子・有機化合物, 繊維材料 06: 半導体, 電気・電子製品	32
H会場	27: 表面・界面 (液液系, 固液系, 気液系, 気固系)	37	28: 溶液 (水溶液, イオン液体, 濃厚塩), 凝縮相 (液滴, 氷)	29
	28: 溶液 (水溶液, イオン液体, 濃厚塩), 凝縮相 (液滴, 氷)	41	29: コロイド (微粒子およびナノ粒子)	33

開催後に実施した座長アンケートによれば、「異なる分野の方と交流ができて良かった」「いつもとは異なる質問があり新鮮に感じた。講演者間の交流もあった」「分析法の垣根を超えた討論が実現でき、期待通り専門外の分析法による講演を拝聴することで新たな発見が数多く得られた」など、多くの座長から好評の声、継続を望む声を得られ、とりあえず講演分類の改革としては成功したといえるであろう。一方では、「関係する研究者が少ないためか、フロアからの質問は一つもなかった」「(講演間で)せわしなく移動する人が多く、会場どうしが近いとベターだった」「主題討論との関係性は検討が必要かもしれない」など、プログラム編成や会場設定での工夫を指摘する声もあったので、今後に生かしたい。

2 5つの討論主題によるセッション

実行委員会では、近畿地方の特色を打ち出すために、以下の1~4の討論主題を設定した。1の文化財関連、4の宇宙関連のセッションは市民公開講演会として大勢の高校生や市民にも参加いただいた。さらに、会員から公募のあった5番目の討論主題を加えた。以下に、それぞれのオーガナイザーによる報告を記す。

(1) 文化財をはかる、なおす、まもる分析化学 [オーガナイザー：辻幸一 (大阪公立大)、藤原学 (龍谷大)]

2日目の午後に、討論主題1「文化財をはかる、なおす、まもる分析化学」が市民公開講演会として企画された。文化財を保存(まもる)するためには、文化財を知り(はかる)、損傷があれば適正に修復(なおす)することが求められる。2023年には文化庁が京都に移転したこともあり、市民公開講演会として企画された。2日目の14時からの講演会であり、学会参加者が大幅に減るのではないかと危惧されたが、124名の聴講者があった。その内訳は学会参加者がおよそ6割、一般参加者(市民)が4割であり、一般市民の関心も高いテーマであったといえる。

まず、文化庁文化資源活用課の米村祥央先生(古墳壁画対策調査官)からは文化庁の組織を説明していただいた後に、「高松塚古墳壁画」、「キトラ古墳壁画」などの保存環境に苦勞されているお話があった。お二人目の講師は龍谷大学文学部の北野信彦先生であり、「平等院鳳凰堂」、「日光東照宮陽明門」、「比叡山延暦寺根本中堂」の修復を通じて、分析化学との共同・協力関係の重要性を示された。次いで、東京理科大学の阿部善也先生からは、X線分析の基礎から応用に至るまで丁寧に説明していただいた。ガラス工芸品の分析結果から、ローマやエジプトで製造された古代ガラスがシルクロードを通じて日本に伝わる様子を紹介された。最後に、龍谷大学名誉教授の岡田至弘先生から、国際敦煌プログラムの一つである「ベゼクリク石窟寺院仏教壁画」のデジタル復元や

須弥山儀・天球儀などの動態復元などの事例を紹介していただいた。デジタル復元は単なる精細な画像データの収集にとどまらず、使用されている材料への鋭い洞察が必要であることを説明された。質疑応答では、京都の機器分析メーカーがこれまで以上に文化財保存に貢献すべきとの意見もあった。考古遺物を対象とする研究活動を支援される文化庁の京都移転を契機に、関連する分野の研究者・学生、機器分析メーカーが「京都から」とのキーワードでさらに協同・協働することを考える良い機会となった。

(2) 環境調和・資源循環型社会の創生と分析化学 [オーガナイザー：布施泰朗 (京工織大)、長谷川浩 (金沢大)]

本シンポジウムは大気環境、水環境、そして廃棄物資源循環分野の広い範囲の環境に高度な分析化学的手法取り入れた研究や研究シーズもお持ちの研究者の方に2日間にわたって講演していただいた。

初日の午前は大気環境を課題とした3件の研究を紹介いただいた。最初に biogenic に放出される揮発性有機化合物の重要性とその動態、さらには二次生成される物質について切り込まれ、最新の分析手法を駆使した興味深いお話をしていただき、2題目は、超微量で捕集が難しい大気環境中の有機フッ素化合物の最新分析手法や旧来から規制されていた PFOS と PFOA に加え、新たに規制された PFAS を含めた全国的な調査結果を紹介いただくと共に網羅的な分析の重要性に言及された。3題目では、大気環境中のマイクロプラスチックの最新分析法について紹介された。起源、拡散範囲などの最新情報や熱分解 GCMS による PM10 及び PM2.5 に含まれるマイクロプラスチックの定量法などを紹介された。これら3題では分析対象物質に合わせた分析手法の開発や前処理の重要性などについて活発な議論があった。

次に初日午後に廃棄物資源循環を課題として2件の研究を紹介いただいた。1題目は、様々な環境に拡散した PFAS の現象と課題を紹介いただき、最新分析技術を駆使した莫大な調査データと包括的・体系的な解析で聴衆を圧倒していた。2題目は廃棄物最終処分場の有害物質の分析方法における様々な分析化学的課題を紹介いただき、環境中マトリックスの影響を受ける有害物質動態調査など関連の研究者と今後に連携が期待される議論がなされた。

最後に2日目午前水環境を課題として4件の研究を紹介いただいた。1題目は、金沢大学の眞塩麻彩実先生が世界の海洋海水中の白金濃度分布に関する研究を紹介され、高い解像度と精度の解析で地殻運動との関連性について言及された。2から4題目は琵琶湖の物質循環を解明する研究グループの成果について講演された。地球温暖化の影響を生物化学的或いは分析化学的な様々な手法を用いた研究成果について講演された。特に溶存有

機物の動態や解析技術について最新の知見や分離・分析技術が報告され、活発な議論がなされた。

一般公演でも各課題講演と関連する研究が多数発表され、課題講演講師の方との意見交換も活発になされた。

(3) ものづくりを支える分析化学 [オーガナイザー：山本雅博 (甲南大), 駒谷慎太郎 (堀場テクノサービス)]

最初にオーガナイザーの山本によりシンポジウムの趣旨説明があった。

依頼講演1では、堀場テクノサービスの駒谷氏より、ラボ分析からインライン分析へ展開する取り組みについての話があった。Carbon, Sulfurの重量分析を自動分析機で測定するビデオが印象的であった。依頼講演2では島津製作所の星氏より、高感度、構造解析の観点からLC-MSの様々分野での活用についての話があり、有機フッ素化合物PFAS等のng/Lのtriple四重極型の分析についてお話をくださった。

一般講演3件では逆相キラルHPLCカラムによる分離、超偏極キセノンNMRを利用した高分子材料の空洞評価、光学異性体の連続分離についての講演があった。

依頼講演3では、コベルコ技研の磯尾氏よりは、依頼分析の要求レベルが年々向上しているため最先端をつねに走っていくためには逆に原理を深く理解してコントロールしてゆく必要があるとの指摘がなされた。

依頼講演4ではリガクの渡辺氏より、ものづくりを支える蛍光分析と題して、蛍光X線分析による非破壊元素分析についてその信頼性の向上について講演がなされた。依頼講演5では、サントリーホールディングスの鳥羽氏より食品企業の品質保証と題して、品質保証の科学的手段に注力しており、飲料製品のミネラルウォーター、オレンジジュース、エタノール濃度の近赤外分光による測定について述べられた。依頼講演6では、招徳酒造の木村氏より、酒造りを分析化学装置メーカーと共同して分析化学的な観点でとらえなおそうとした試みを行ったが、お酒の味は多成分系のため近年流行のデータ解析の手法ではとらえられにくく、最後は人間による官能検査に頼っていると指摘された。

依頼講演7では京都電子工業の松木氏より、分析化学基礎である容量分析について終点の判定や滴下量の制御についてのノウハウをため込んでおり、終点が判断しにくいクエン酸の三つの当量点も容易に判別することを示した。依頼講演8では、名古屋大学の中西氏よりゾルゲル反応を利用して多孔質材料の気孔率と粒子径を制御し、HPLCカラムに応用したことについて講演された。液体の流れをつくる大きな孔とクロマト用吸着分配用細孔の2種類が存在することがモノリスカラムとして重要であることを指摘された。依頼講演9では、京大院工の安部氏より、リチウムイオン電池の負極上に生成するSEI膜 (Solid Electrolyte Interphase) と電池性

能との関係について、SEI膜発見と多くの分析技術を使用しても現在においてさせままだ未解決のことが多いとの報告があった。

(4) 宇宙と分析化学 [オーガナイザー：村松康司 (兵庫県大), 大城敬人 (大阪大)]

市民公開講演会「宇宙と分析化学」を開催した。講師と演題は、小林憲正 (横浜国大)「生命の起源と未来を宇宙に探る」、上杉健太郎 (JASRI)「Spring-8における小惑星試料の分析」、鳴沢真也 (兵庫県立大)「電磁波の分析で探る地球外文明 SETI の話」で、皆さん夫々の分野で活躍する第一人者。本来は難しい研究内容を高校生・一般にも分かりやすく講演していただいた。

会場は立ち見も出るほどで、参加者は150名を超えると推定された。回収した100部のアンケートを集計すると、参加者の半数は一般参加者で、そのうち小学生～高校生は30名を超えた。高校生の多くは熱心に講演内容をノートにとり、積極的に質問を投じた。総じて本講演会は大成功であり、次のアンケート感想欄 (抜粋) が証明している。「今までの自分が思っていた宇宙とはまったく別の世界を知ることができ、とても興味深かった。宇宙をもっと知りたいと思った」(高校生)、「学校ではどうも習わない宇宙に関する深いところまで貴重な話を聞くことができ、とても良い経験になりました」(高校生)、「少し難しい話もありましたが、面白くて引き込まれました。早速、紹介されていた本も読みたいと思います」(高校生)、「とても面白くてわかりやすい講演ばかりでした。科学に興味をもつ機会として十分な役割を果たしたと思います」(大学生)、「大きなテーマでありながら、分析というのはとても細かいものの積み重ねであることがわかりました。“実験中です。実験でわかりました。”というお話しで、日々わかっていくことが増えていくのだと思いました。研究と分析化学に非常に興味をもちました。高校生にもっと聞いていただきたいと思いました」(一般市民)

今回のように分析化学とは少し離れた大きな分野をテーマとして市民公開講演会を開催すると、社会に対する分析化学会のプレゼンス向上につながると思う。



(5) 生命の活動を知る分析化学 [オーガナイザー：井上久美 (山梨大), 長峯邦明 (山形大)]

近年の生命科学の発展は、生命の活動を知る分析手法の発展とともにあると言って過言ではない。人間の活動や生理反応をモニタリングする一連の技術は、近年では身体的負担を伴わない非侵襲的センシング技術へと発展し、ポストコロナ時代の日常的な個別化予防医療を支えるデジタルヘルスの基盤技術として進化している。更に、同様の技術はそのまま農業における農作物の管理・病害予防を支えるアグリテック、あるいは畜産業における家畜の管理・予防を支える家畜テック指向したセンシング技術へと展開されつつある。そこで、講演分類「植物、動物」に沿い、生命のような複雑系をひもとく分析化学について議論を深め、その役割を考えるきっかけとすることを目的とし、植物、人間を含む動物を対象とした分析法や分析結果に関する討論がなされた。

5件の依頼講演と2件の一般講演があった。依頼講演では、蛍光イメージング法を用いた非接触での農畜水産物の病害、鮮度、熟度、栄養状態の評価技術の研究開発、ストレス評価を指向したヒト唾液成分センサの研究開発とそのデータ再現性を含む実用化の課題、多機能ファイバセンサによる生体由来の物理的・化学的シグナルのマルチ計測法の研究開発、農作物の葉に貼付したハイドロゲルによる葉内化学成分の非破壊抽出・検出法の研究開発と栄養・病害管理への応用、土壌・環境サンプルのマルチオミクス解析結果に基づく農業生態系のサイバー空間でのシミュレーション「農業デジタルツイン」の研究開発という、今後の人類の持続的発展に避けて通れない食糧生産への分析化学の貢献が期待できる討論がなされた。また一般講演では、ヒトタンパク質の疑似ルシフェラーゼ活性を利用した新規の化学発光分析法の研究、テロメアDNAの4本鎖構造特異的な環状インターカレータの抗がん剤への応用研究といった、疾病の診断や病理の解明につながる分析手法の新たな展開についても議論された。

3 ポスター発表 (若手講演)

若手ポスター発表は、1日目の昼休みを挟んで午前と午後に行われた。今回の特色の一つは、若手講演が昨年より50件ほど増えたことである。口頭発表のセッションとポスター発表の時間帯とできる限り重ならないように配置し、聴衆・審査員の利便性を増した。

今回は若手研究者の奨励のために、ポスター賞を設定した。審査の労力をともなうが、世話人の末吉健志先生(北里大)によれば、以下の経緯で進められた。

全174件の若手ポスター発表に対して(前半86件、後半88件)、66名(前後半各33名)の審査員にご協力いただき、要旨やポスターの出来栄、研究に対する理解、質疑応答のクオリティなどの観点から多角的な審査



を行った。例年は若手をお願いしていた審査員について、今回は一般参加者全体を対象として公募したところ、企業研究者や教授クラスの先生方からも多数のご協力が得られ、審査の幅が例年よりもさらに広がったように感じられた。また、本会では「分析法」ではなく「分析対象」での区分となったため、慣れない分析法に対する審査を含む場合も多く、審査員の皆さんも苦労されたケースがあったようだが、それは全員が同じ条件ということでもあり、より公平な審査に繋がったように見受けられた。学生からも、「同じ測定対象に対して全く異なるアプローチで分析しているポスターが近くにあることは、非常に大きな刺激を受けた」という感想をもらった。非常に多くの来場者がポスター会場に集い終始大盛況であったが、体育館の十分なスペースを生かして、各自十分なゆとりをもって発表・審査できていたと思われる。最終的に全20件(前半10件、後半10件)の発表者が若手ポスター賞に選出され、翌5月19日の表彰式にて実行委員長より賞状を授与された。

4 ポスター発表 (一般講演、産業界 R&G 紹介講演)

会場担当の小山宗孝先生(京大院工)、北山沙織さん(紀本電子)によれば、ポスター会場は、一般講演においても若手講演と同様に、向かい合うポスターボードの間に十分なスペースがあり、討論や移動も行きやすい設営であった。また、体育館内の企業展示と休憩室がうまく配置されていたので、それらとの相乗効果と適切な時間配分により、少し離れていた場所にもかかわらず、多くの方に参加いただいた。1日目の若手ポスターのときは最大人数は250名から300名程度で、2日目はそれに比べると減ったが、それでも最大200名程度の来場があった。一般ポスターには、締切後に台湾からの5件の発表の申し入れがあり、会員登録・参加登録と入金を確認のうえ発表いただいた。連名と思われる学生の当日参加登録もあった。

産業界 R&G 紹介講演ポスターは、今回は若手ポスターと重複しないように、2日目に設定し、総合受付や休憩室に宣伝ポスターを掲示して学生の参加を奨励した。一般講演と同じ時間帯に同じ区画内で各社の発表が

行われた。常に活発な質疑が行われていたようである。

2日目は小雨も降りかけたが、幸いなことに参加者の移動はそれほど雨の影響を受けていないようだった。8時過ぎからポスターの掲示が可能だったため、一時に掲示で込み合うようなこともなく、開始時刻前からも一部討論が行われていた。

5 付設展示会・ランチョンセミナー

付設展示会には22の企業に出展していただいた。新規の出展や久しぶりの復活出展が多かったのも特徴的であった。本会3誌編集委員会のブースも並んで取められた。展示会場の条件として、多くの参加者が足を運びやすい場所にあること、ポスター会場と同じスペースで行うことが求められていたので、講演会場から少し離れるが、同じ空間を広々と共有できる体育館を使用することにした。非常電源の配置や床の養生など経費がかかることにもなったが、本来の目的の達成を優先させることとした。結果的に、予想を超える件数のポスター発表も収まり、展示ブースも出展数を制限することなく受け入れられた。また、休憩スペースを囲む形で展示ブースがレイアウトされ、会場内に設けた休憩コーナーは出展社と商談できるスペースとして利用できた。従来、時間帯によって人出に波があるが、会期中、絶えず人並みが途切れず、出展された企業からは例年より多くの人に来ていただいたとの感想が聞かれた。

ランチョンセミナーには、1日目に3社、2日目に2社に応募していただいた。学内のランチ環境が乏しかったこともあるが、1日目からチケット配付に行列ができるほどで、心配された2日目も含めてチケットはすべて出尽して盛況であった。



6 ものづくり技術交流会 in 近畿

ものづくり技術交流会は、分析や分析化学に従事する産官学の研究者・技術者との間での共同研究の促進を目的とした交流イベントであり、分析イノベーション交流会が主催し、討論会実行委員会協力のもとで開催された。以下、世話人である東海林敦先生（東京薬大）の報告を掲載する。

本討論会の1日目に、60周年記念館2階大セミナー室にて、実行委員会総務の吉田裕美先生を本交流会の特別実行委員長として「ものづくり技術交流会 2024 in 近畿」を開催した。ものづくり技術交流会の開催としては8回目となり、参加者は展示会参加者を含めて、のべ130名であった。例年と比較すると、討論会の展示ブースに出展していただいている分析機器メーカーの方々も、多数ご参加くださったことが、今回の交流会の特徴であった。産学官連携に関するご経験をご紹介いただく事例レクチャーでは、戸田敬先生（熊本大学）に「分析に関わるものづくりと基礎研究のはざままで」というタイトルでご講演いただいた。産学官連携を実施している、もしくは模索しているの方々にとって、貴重な情報を得ることができたと思われる。椅子席を50席ほど用意したが、立ち見の方が多数出るほど、事例レクチャーは大盛況だった。展示交流会では、ものづくりをベースとした企業の方々に、その技術をポスター形式、ブースにて実際の製品をご紹介いただいている。今回は、近畿地方を中心に展開している企業様にお声がけし、ものづくりを得意とする9社の企業様と京都工芸繊維大学の産学公連携推進センターが出展くださった。会場では軽食としてサンドイッチも提供し、本交流会で目指している、ゆったりとした雰囲気、展示ブースごとに活発な情報交換が行われた。製品を目の前にしながら、企業の方と情報交換できたことから、参加くださった方のご研究に関する気付きと発想に繋がる機会になっていれば幸いである。

7 懇親会

懇親会は、1日目終了後の18時30分から、ホテルオークラ京都の大宴会場である暁雲の間にて、294名（そのうち学生が41名）の参加により盛大に開催された。実行委員長の開会挨拶につづいて、山本博之本会会長の挨拶、島津製作所山本靖則社長の祝辞をいただき、木村優名誉会員の乾杯の発声で宴が始まった。乾杯の前には、島津製作所・招徳酒造のコラボ製作の乾杯酒「源遠流長」をはじめ、京都酒造組合提供の日本酒、HORIBAワインの蘊蓄が司会の西直哉先生（京大院工）、奥田浩



子さん（鳥津テクノリサーチ）より語られた。参加者の食欲は旺盛で、若い学生が多いこともあって、料理は綺麗になくなり、フードロスと避けるようにとの打ち合わせは全くの杞憂であった。質と量のバランスで難しいところがあったが、空腹を満たしきれなかった方にはこの場を借りてお詫びしたい。

宴もたけなわになったころ、73年会実行委員長の安田純子先生、85回討論会実行委員長の朝日剛先生がそれぞれに開催地のアピールを行った。中締めは、近畿支部ではおなじみのお大阪締めが行われた。山本雅博近畿支部長はじめ実行委員が壇上に上り、紀本岳志さんの「打一ちましょ」の音頭で元気よくお開きになった。

8 準備・運営について

討論会本体の内容とは別に、運営に関しても特徴的な点を記録として残しておきたい。

(1) アトラス社 Confit 参加登録システム

Confit システムによる講演登録や参加登録は会員の間ではかなり定着しつつある。今回は、参加登録料と懇親会参加料の請求書・領収書を分割発行できる機能が加えられた。また、参加登録料を決済したあとでも懇親会を追加決済できる機能もオプションとして契約し、契約料をまかなう懇親会の追加申込があった。実行委員会としては、同システムにより、参加登録や決済状況の即時把握、プログラムの編成・公開・修正のほか、参加者全員や座長全員への一斉メール、未決済者への督促など、有効に利用することができた。今回は、クールビズ実施の直前案内や座長アンケートの実施などに役立った。

Confit を使うプログラム編成方法は実行委員会によって異なるが、今回の経緯を記す。講演申込締切翌日の2月1日にシステムから講演データを取り出し、すぐさま実行委員会では会場区分案、プログラム・座長原案をExcel上で作成して、2月16日にプログラムデータをConfitシステムに戻した。その際、Confit委員に京都に来てもらい、会員データベースとも連携させながら一日がかりの作業となった。その後、座長の打診・交代を経て、3月15日に座長込みの完成プログラムのHP公開の運びとなった。最短時間を心掛けたつもりだが、1か月半かかったことにシステム使用の難しさを感じる次第である。

毎回交代する実行委員会にとっては本システムを完璧に運用するのは難しく、システムに習熟している本部Confit委員の津越敬寿先生、平山直紀先生のサポートは必須であった。今後は、Confit委員の他に、各支部でシステムに通じる後継者の育成の必要性を感じた。

(2) 会場・プログラム編成について

発表・討論のスムーズな実施のうえで会場の設定が肝要であるが、いくつかの反省点、注意点を記す。会場係からの感想で一番多かったのが、マイク設備に関するこ

とであった。マイクの本数については通常の講義室にはピンマイクと手持ちマイクの二つが配置されていたが、演者、座長、質問者で三つのマイクがあるとよいという声が多かった。これについては、かなり前から大学との交渉が必要となる。

本学のような小規模大学での開催になると、会場が複数の建屋に散らばらざるを得ない。講演分類を分析対象にしたせいで、会場間の移動も頻繁になりがちであった。今回では、D・E会場が少々離れた場所となり、ご不便をかけた例が多かったようである。プログラム編成により会場数を減らせたかもしれないが、今回は、ポスター発表と口頭発表の重複を極力減らすために、口頭発表を8会場とせざるを得なかった。

休憩室・休憩コーナーは5か所に万遍なく配置して、会場外での懇談や休息に使えるようにした。とくに、展示会場の休憩コーナーは、空調がないこともあいまって、飲料類の消費が早くもとても有効に使われたようであった。

(3) プログラム冊子

今回も昨年に続いて、「展望とトピックス」との合本として、総合受付で配付した。72年会にならって背表紙、インデックスを付けた。予想以上の参加者に、展示・広告等の提供企業への配付を含めて900冊の印刷数はぎりぎりであった。

(4) Wifi 環境

今回は、Wifi環境としては、学内無線LANを通じてeduroamを提供した。大学・国立研究機関関係者は所属機関で登録したアカウントでeduroamに接続し、アカウントを持っていない参加者には総合受付でeduroamのビジター用アカウントを発行した。結局、ビジター用アカウントの手続きをしたのは数十件であった。展示会場であった体育館にアクセスポイントがないこともあり、企業関係者はそれほど利用しなかったと思われる。

(5) 託児サービス

乳幼児から小学生まで対応できる託児委託業者と契約して学内での託児サービスを提供した。両日とも3組6人の子どもを預かり有効に利用された。今回は、最大20人程度まで受入可として5月1日を申込締切とした。締切後の申込やキャンセルなど、緊急の要望に応えられる態勢をとっておくのが大切である。

以上、全体としては、大きなトラブルもなく無事に終了することができた。ひとえに、参加者の皆さま、多大な支援、協力をいただいた企業・団体・京都市の皆さま、そして会場を提供いただいた本学法人、最後に近畿支部実行委員・事務局のお陰です。この場をお借りして関係各位に深く感謝いたします。有難うございました。

〔実行委員長 京都工芸繊維大学 前田 耕治〕

井原 敏博 氏

(IHARA Toshihiro
熊本大学大学院先端科学研究部 教授)

1964年5月宮崎県に生まれる。1988年九州大学工学部卒業。1993年同大学大学院工学研究科博士後期課程を修了し、「新規な機能をもつDNA結合性小分子の研究」により博士(工学)。1993年九州大学工学部助手。1996年熊本大学工学部講師。2002年同助教授。2010年同大学大学院自然科学研究科教授。2024年より同大学大学院自然科学教育部長・工学部長。2001~2002年米国ラトガス大学客員研究員。2004~2008年JST さきがけ研究者。1993年井上研究奨励賞, 1998年日本分析化学会奨励賞など。2009~2013年 *Anal. Sci.* 編集委員。2021年九州支部長。本会理事。趣味は映画, TVドラマ, 自転車。



【業 績】

合成核酸を利用した生体分析に関する研究

井原敏博氏は、核酸が化学的に安定であること、および分子設計が単純であることなどを利用して、核酸、あるいはその他の生体関連分子の新しい分析法、および関連する生命現象の制御への応用を提案されている。具体的には、合成化学的アプローチにより、DNAやRNAなどの核酸に様々な機能性分子を化学修飾し、錯体化学、光化学、超分子化学、ケミカルバイオロジーなどの知見・手法と組み合わせて独創的な分析・制御法への応用研究を展開されている。これらの研究成果は国際的にも高く評価されており、多数の国際会議で招待講演を行われている。以下に同君のおもな業績を4項目に要約して紹介する。

1. 錯体化学^{1)~10)}

末端に金属配位子を導入した短鎖核酸、DNAコンジュゲートは連続する標的配列に結合する際に様々な興味深い現象を誘導することができる。多くのタンパク質の結合サイトであるC₂対称な配列の二本鎖に対しては、特定の金属イオンによりhead-to-headの二量体形成を誘導して高い協同性により特異的に結合することを示した。また、金属イオンとして希土類金属を用い、配位子の構造を最適化することでこれを検出系に応用した。希土類錯体の特異な発光により高感度な多色アッセイが可能であった。また、アプタマーと組み合わせて使用することで核酸以外の分子を標的とすることもできた。

DNAの鎖中に二つの金属配位子を組み込んだDNAコンジュゲートを合成した。特定の金属イオン添加により分子内1:2錯体を形成することで構造がΩ型に折り畳まれ、互いに離れた2箇所配列が連結されて新しい塩基配列を形成する。すなわち、金属イオンによる可逆的なシークエンス編集である。

2. 光化学^{11)~13)}

末端にアントラセンを導入したDNAコンジュゲートを合成した。標的配列上でタンデムに結合した二つのコンジュゲートのアントラセン同士は照射により数分で二量化する。DNAの光化学ライゲーションである。反応効率は標的配列に依存し、生成物をHPLC、MSにより高感度に検知できるので、これを核酸の分析技術として提案した。また、同反応により環状型DNA、およびΩ型DNAを可逆的に形成させることも可能であり、標的との結合能を可逆的に光制御できることを示した。

3. 超分子化学^{14)~24)}

β-シクロデキストリン(βCyD)をDNAの末端に修飾した。

これに種々の塩基特異的リガンドと蛍光色素を連結したハイブリッド小分子を組み合わせてSNP解析を行った。組み合わせにより、どの位置のどの塩基をどんな色で光らせたいかカスタマイズできる。また、従来型プローブの検出原理、すなわち二本鎖の熱安定性の差に基づくSNP検出とは原理を異にしているので実験温度を厳密にコントロールする必要がない。

上記βCyD修飾DNAとフェロセン(Fc)修飾DNAを組み合わせて核酸の電気化学検出を行った。両DNAコンジュゲートが、標的DNA/RNA上でタンデム二本鎖を形成すると、FcとβCyDが接近して包接体Fc-βCyDを形成することでFcの電子移動が遮蔽されることを利用した。さらに両末端にβCyDとFcをそれぞれ導入して、これを電気化学分子ビーコンとして展開した。電気化学検出器を備えたHPLCシステムを用いてシグナル比95(=on/off)で標的を特異的に検出することに成功している。

4. ケミカルバイオロジー^{25)~28)}

CTC(血中循環腫瘍細胞)表面に過剰発現しているEpCAMに対するアプタマーを用いてCTCの選択的捕捉、および検出を行った。捕捉したCTC表面のEpCAMを標的にしてDNAサーキットをまわし、CTCを高感度に検出することができた。胃癌患者、および健康体から提供された血液を使用して本法の有効性を確認した結果、がん患者の病態や治療経過と矛盾のないシグナルを得ることができた。

以上、井原敏博氏の合成核酸を利用した生体成分の分析に関する研究は、分析化学の発展に貢献するところ顕著なものがある。

〔九州工業大学工学研究院 竹中 繁織〕

文 献

- 1) *J. Am. Chem. Soc.*, **123**, 1772 ('01).
- 2) *Chem. Commun.*, **36**, 4523 ('05).
- 3) *Anal. Biochem.*, **359**, 259 ('06).
- 4) *J. Inorg. Biochem.*, **102**, 1921 ('08).
- 5) *J. Am. Chem. Soc.*, **131**, 3826 ('09).
- 6) *Chem. Commun.*, **49**, 285 ('13).
- 7) *Nat. Commun.*, **6**, 6640 ('15).
- 8) *ACS Appl. Bio Mater.*, **2**, 2988 ('19).
- 9) *Chem. Commun.*, **56**, 3863 ('20).
- 10) *MDPI Life*, **12**, 686 ('22).
- 11) *J. Am. Chem. Soc.*, **126**, 8880 ('04).
- 12) *Anal. Sci.*, **24**, 173 ('08).
- 13) *Org. Biomol. Chem.*, **7**, 1349 ('09).
- 14) *Anal. Biochem.*, **218**, 436 ('94).
- 15) *Nucleic Acids Res.*, **24**, 4273 ('96).
- 16) *Talanta*, **56**, 857 ('02).
- 17) *Chem. Commun.*, **18**, 2152 ('02).
- 18) *Nucleic Acids Res.*, **32**, e105 ('04).
- 19) *J. Am. Chem. Soc.*, **131**, 1386 ('09).
- 20) *Bioconjugate Chem.*, **20**, 1643 ('09).
- 21) *Chem. Commun.*, **47**, 12388 ('11).
- 22) *Chem. Eur. J.*, **19**, 10526 ('13).
- 23) *Anal. Chem.*, **89**, 5742 ('17).
- 24) *Anal. Sci.*, **37**, 533 ('21).
- 25) *Anal. Methods*, **12**, 2703 ('20).
- 26) *Talanta*, **228**, 122239 ('21).
- 27) *Micromachines*, **13**, 1046 ('22).
- 28) *Bull. Chem. Soc. J.*, **96**, 241 ('23).

坪井 泰之 氏

(Tsuboi Yasuyuki)
(大阪公立大学大学院理学研究科 教授)

1967年3月京都市に生まれる。1990年大阪大学基礎工学部卒業。1995年同大学院工学研究科博士後期課程修了。同年(株)富士写真フイルム入社。1996年京都工芸繊維大学繊維学部助手。1999年同講師。2001年北海道大学大学院理学研究科助教。2007年同准教授。2013年大阪府立大学大学院理学研究科教授。2022年大阪公立大学大学院理学研究科教授。1998~2001年JST さきがけ研究21「状態と変革」研究員。2010~2013年同「光エネルギーと物質変換」研究員。2005年光化学協会奨励賞。2017年光化学協会賞。2018年、2020年大阪府立大学学長表彰。趣味はビートルズ、将棋(二段半)、料理など。



【業績】

光共鳴ピンセット技術の開発と分析化学への応用

坪井泰之君は分子性ナノ物質を安定に光捕捉するために、貴金属や半導体のナノ構造に着目し、貴金属のプラズモン共鳴や半導体のミー共鳴による光電場増強効果を利用した光共鳴ピンセットを開発した。電磁気学的な力である「光圧」を増強して化学の重要な対象であるナノ物質(直鎖高分子、分子集合体、DNA、量子ドットなど)を溶液中で安定に捕捉し、空間的に操ることを可能にした。坪井君は、このように開発した新しい光ピンセットを分析化学における新しいツールに昇華させる研究を展開し、以下に述べる成果を挙げた。

1. プラズモン共鳴光ピンセット^{1)~17)}

坪井君はマイクロ微小球の持つ Whispering Gallery Mode による光閉じ込め効果で二光子蛍光の高感度検出に成功し、共鳴による光電場増強効果の研究の端緒を掴んだ。続いて貴金属ナノ構造のプラズモン共鳴に着目し、その光電場増強効果により、弱いインコヒーレントな光の照射でも、分子に2光子吸収を誘起できることを実証した。この光電場増強効果を利用し、強力な捕捉力を持つプラズモン光ピンセットを製作し、従来の光ピンセットでは決して捕捉できなかった量子ドットの捕捉と、その高感度蛍光検出に成功した。そして、このプラズモン光ピンセットが直鎖高分子を捕捉し、その集合体を形成できることを初めて実証した。このように形成した高分子集合体を利用し、水中に微量に存在する有機分子を抽出・濃縮し、蛍光/ラマン信号を二桁以上増強できる高感度分析法も提案している。坪井君はさらにDNAを対象に、その「可逆的な捕捉と解放」と「不可逆的な固定」の二つの捕捉モードを切り替え選択できるフェムト秒プラズモン光ピンセットを開発した。そして、塩基数が異なる二種類のDNAを、分離しながら捕捉・固定するプラズモン光クロマトグラフィーの開発にも成功した。最近ではこれをさらに応用したプラズモンTLCの実証も行った。坪井君はこれらの一連の研究において、捕捉力の定量的な評価を行い、プラズモンの共鳴励起における局所的な温度上昇に関しても精密に測定し、プラズモン光ピンセットの全貌を明らかにしている。

2. ミー共鳴(Mie-Tronic)光ピンセット^{18)~23)}

坪井君はプラズモン励起に伴う光熱効果が時に安定な光捕捉を大きく妨げる可能性を指摘した。そこで、このような熱による障害(熱泳動)が全くない光ピンセットの開発に取り組み、半導体(シリコン結晶)のナノ構造による光電場増強効果に基づく強い捕捉力を持つ、全く新しい光ピンセットの開発に成功した。坪井君は数々の実験によって、これがプラズモン光ピンセットをも凌駕する次世代型光ピンセットとしての可能性を秘めることを実証した。さらに、この光ピンセットの捕捉力が顕著なレーザー波長依存性を示すことを見だし、光電場のシミュレーションにより、捕捉力の増強の起源がシリコンナノ構造のミー(Mie)共鳴であると結論した。坪井君はこの新型光ピンセットを駆使し、ナノ微粒子の大量捕捉(捕集)を実現した。微粒子の数や密度が飛躍的に増えるので、その分光信号も著しく増強でき、高感度検出が可能となる。さらに、ナノ粒子をシリコンナノ構造上に二次元的に最密充填に捕捉し、二次元フォトリソグラフィ構造を形成できることも示した。坪井君は、このミー共鳴光ピンセットを最適化し、水中に均一に溶解した

シングルナノメートルサイズの蛍光性直鎖高分子の安定な光捕捉にも成功している。光圧を調整することにより、捕捉した高分子の局所濃度を制御し、蛍光発色団のモノマー蛍光とエキシマー蛍光の強度比を通じて、蛍光カラーのフルカラー制御にも成功している。坪井君は、さらにチタンナノ構造を利用し、世界で初めてインコヒーレント光(ランプの光)で駆動する光ピンセットの開発にも成功している。これらはいずれも坪井君が独自に実現したものである。近年、誘電体・半導体ナノ構造の持つ光機能に立脚した光工学の新潮流「ミートロニクス(Mie-tronics)」が脚光を浴びているが、坪井君の研究は早い段階からこの端緒を開拓した研究と評価できる。

3. 物質共鳴光ピンセットや伝統的光ピンセットの拡張^{24)~33)}

坪井君はタンパク質の発色団(Heme)や色素集合体の電子遷移を光共鳴励起し、安定な捕捉も実現している。これも光共鳴ピンセットの分析化学応用の一つである。また、個体ナノ構造を用いない伝統的光ピンセットの高度化にも注力し、油水面における高効率な捕捉法を開発し、界面における光触媒反応の分析にも成功している。ごく最近では、坪井君は水溶液中に光ピンセットで形成した高分子液滴中の蛍光色素の濃度を光圧で変化させ、液滴中のフェルスター共鳴励起エネルギー移動を鮮やかに制御することにも成功している。坪井君は顕微鏡蛍光分析法と蛍光イメージングにより、これを明瞭に実証している。その他、坪井君は温度応答性高分子として有名なポリ(N-イソプロピルアクリルアミド)の骨格振動のラマンスペクトルの測定を稀薄溶液中で初めて成功した。また、光ピンセットとラマン分光分析を駆使し、このような温度応答性高分子の液液相分離で形成する高分子リッチドメイン(高分子液滴)中の高分子濃度を系統的に分析している。また、DDSに使用されるマイクロカプセルの一粒ごとの分析にも成果を挙げている。

以上、坪井君の独自に開発した新型光ピンセットを用いた研究は、光化学、高分子化学、液滴化学、分光化学と密接に関連しながら、分析化学の発展に貢献するものがある。

〔京都大学化学研究所 長谷川 健〕

文 献

- 1) *Anal. Sci.*, **26**, 1241 ('10).
- 2) *J. Am. Chem. Soc.*, **131**, 12623 ('09).
- 3) *J. Phys. Chem. Lett.*, **1**, 2327 ('10).
- 4) *J. Phys. Chem. C*, **116**, 14610 ('12).
- 5) *Jpn. J. Appl. Phys.*, **51**, 092001 ('09).
- 6) *J. Phys. Chem. C*, **117**, 2500 ('13).
- 7) *J. Phys. Chem. C*, **117**, 8388 ('13).
- 8) *J. Am. Chem. Soc.*, **135**, 6643 ('13).
- 9) *J. Phys. Chem. Lett.*, **5**, 2957 ('14).
- 10) *Opt. Rev.*, **22**, 137 ('15).
- 11) *Anal. Chem.*, **89**, 532 ('17).
- 12) *J. Phys. Chem. C*, **123**, 23096 ('19).
- 13) *Sci. Rep.*, **10**, 3349 ('20).
- 14) *Polymer J.*, **53**, 271 ('20).
- 15) *ACS Appl. Nano Mater.*, **3**, 10067 ('20).
- 16) *ACS Omega*, **7**, 13120 ('22).
- 17) *NPG Asia Materials*, **14**, 64 ('22).
- 18) *Sci. Rep.*, **7**, 12298 ('17).
- 19) *ACS Appl. Nano Mater.*, **2**, 7637 ('19).
- 20) *ACS Appl. Nano Mater.*, **3**, 9831 ('20).
- 21) *ACS Appl. Mater. Intf.*, **13**, 27586 ('21).
- 22) *Angew. Chem. Int. Ed.*, **61**, e202117227 ('22).
- 23) *ACS Appl. Nano Mater.*, **6**, 180 ('23).
- 24) *J. Phys. Chem. C*, **117**, 10691 ('13).
- 25) *Optics Express*, **25**, 13617 ('17).
- 26) *ACS Appl. Nano Mater.*, **4**, 11743 ('21).
- 27) *Adv. Optical Mater.*, **12**, 2400302 ('24).
- 28) *J. Phys. Chem. B*, **109**, 7033 ('05).
- 29) *Anal. Chim. Acta.*, **854**, 118 ('15).
- 30) *J. Phys. Chem. B*, **124**, 8454 ('20).
- 31) *Langmuir*, **37**, 2874 ('20).
- 32) *J. Mater. Chem. B*, **3**, 3677 ('15).
- 33) *Anal. Chem.*, in revision ('24).

藤浪 眞紀 氏

(FUJINAMI Masanori)
千葉大学大学院工学研究院 教授

1959年静岡県に生まれる。1978年県立清水東高等学校卒業、1982年東京大学工学部工業化学科卒業、1987年同大学大学院工学系研究科工業化学専門課程博士課程修了(工学博士)。同年新日本製鐵第一技術研究所、1998年東京大学大学院新領域創成科学研究科准教授、2004年千葉大学工学部助教授、2009年同大学大学院工学研究院教授、現在に至る。1994年本会奨励賞、日本表面科学会奨励賞、2011年本会先端分析技術賞 JAIMA 機器開発賞、2019年日本表面真空学会技術賞。2005~2006年本会 *Anal. Sci.* 誌編集理事、2019年本会68年会実行委員長、2020年本会関東支部長、2020~2021年日本鉄鋼協会評価・解析・分析部会長、本会副会長、2021~2022年本会副会長、2018~2024年日本アイソトープ協会理事、2021~2024年日本陽電子科学会会長。

【業績】

陽電子消滅法による原子空孔分析の高度化

藤浪眞紀氏は、原子空孔(以下、空孔と略す)やサブ nm 空孔と材料物性との因果関係を解明するため、高感度空孔検出能を有する陽電子消滅法において、発生源の単色ビーム化・マイクロビーム化、*in situ* および *operando* 化といった高度化研究とその応用で顕著な業績をあげている。また、ポジトロニウム(Ps, 電子と陽電子の束縛状態)の高分子空隙構造手法としての可能性を開拓するための系統的研究を行うことでPsがもたらす物質情報を拡大し、その質を高めてきた。以下に同君の主な業績を紹介する。

1. エネルギー可変陽電子ビーム装置の開発^{1)~6)}

半導体デバイスは、Si基板の表面層(1 μm レベル)に成膜され、化学的・物理的処理が施されるが、その処理の副次的現象によって誘起する空孔がデバイス特性に与える影響の解明が課題であった。そこで放射性同位体 ²²Na から発生した白色陽電子を単色ビーム化し、固体表面に0.1~30 keVで照射することで、空孔の深さ方向分析を可能とするエネルギー可変陽電子ビーム装置とそのデータ解析法を開発した。それによりSiでのイオン注入誘起空孔の深さ方向分布が理論と比較して注入層の2倍程度の深さまで広がっていることを実証した。また、空孔・不純物(特に水素、酸素、銅)複合体の情報を陽電子から得られることを見だし、空孔複合体挙動の解明に成果をあげた。

2. 陽電子マイクロプローブの開発^{7)~12)}

陽電子は独自の空孔検出のみならず、表面組成や構造に対してもその表面選択性の観点から電子以上のポテンシャルがある。しかしながら、電子と比較してその輝度が1/10¹⁶しかない単色陽電子源のマイクロビーム化は困難であった。同君は、陽電子ビームの磁場輸送から静電輸送への高効率変換、高効率透過型再減速材などを開発し、数 μm 径の陽電子マイクロプローブを得ることに成功した。透過型陽電子顕微鏡では世界初の透過陽電子像の取得や透過型電子顕微鏡の電子透過率との比較による陽電子透過率の評価を行い、電子との相違を明らかにした。現在、その陽電子マイクロビーム源は表面第一層構造解析手法として陽電子回折実験へと展開され、未解明であった表面構造の決定で成果をあげている。また、空孔マッピング測定を可能とする陽電子プローブマイクロアナライザーでは、延伸における金属材料の破壊箇所での空孔高密度形成を実証した。最近では、金属材料の破壊面直下100 nm領域の空孔分析を実現し、破壊現象の素過程における空孔挙動の解明を進めている。金属材料開発者から注目されている。

3. *in situ* および *operando* 陽電子消滅寿命測定法の開発^{13)~18)}

水素社会を迎えるにあたり水素が材料特性に与える影響は重要であるが、水素の存在下で金属材料の力学特性が劣化する水素脆化は長年の未解決課題である。水素脆化の素過程における空孔の役割を明らかにするため、陽電子消滅法が応用されてきたが、材料の延性低下と水素誘起空孔挙動との相関がとれていなかった。この不一致は、水素誘起空孔の不安定性にあると考

え、水素を添加しながら測定する *in situ* 法を開発した。その手法を純鉄に適用し、水素感受性の低い純鉄では空孔クラスター(集合体)が生成するが、水素感受性の高い純鉄では単空孔が生成するという新規知見を得た。また、水素脆化純鉄で水素添加を停止し、大気測定すると空孔がクラスター化することから、空孔-水素複合体が水素脆化の素過程に関与していることを初めて明らかにした。さらに、水素添加かつ応力負荷状態での *operando* 計測に成功し、応力負荷状態では水素が添加されなくても単空孔が安定に存在できることを示した。2で述べた破断面直下の空孔分析と合わせて、破断面所での空孔-水素複合体の高密度凝集を実証し、数十年の未解決課題の解明に挑戦している。

4. 高分子材料の空隙構造と物性との相関^{19)~25)}

非晶質材料を構造解析する手法は結晶性物質に比較して少なく、その開発が課題である。非晶質試料では一部の陽電子はPsを形成し、その寿命値からサブ nm 空隙サイズを測定できることから、空隙構造の解明が期待されている。一方、そのPsの生成確率や消滅過程は、空隙以外の化学組成や不純物でも変化する可能性があり、系統的研究が求められていた。同君は、石英ガラスにおいて、仮想温度(液相SiO₂を急冷する際の液相温度)を変えて密度のみが異なる試料を調製し測定したところ、高密度になるほど空隙サイズが小さくなるという一見矛盾した結果が得られた。これは、空隙分布が大小両方に幅広くなる(密度ゆらぎが大きくなる)ためであり、Psがより大きなサイズの空隙を検出していることを明らかにした。また、高分子材料のタイヤにおいて、強度向上を目的としたカーボンブラック(CB)添加の役割解明にPsを活用した。ゴムマトリックス(イソプレンなど)成分は一定としてCB添加量のみを変化させた試料を調製したところ、Ps形成確率のCB添加量依存性が力学特性と一致することがわかった。これは、タイヤ強度のしきい値を超えるとCB周りのバンド層の体積比が急激に増加することを示唆し、バンド層のタイヤ強化への寄与に定量的考察を与えた。

以上のように、藤浪眞紀君の陽電子消滅法における材料特性に資する方法論の開発と空孔や空隙が関与する物質科学研究は、分析化学の発展に貢献するところ顕著なものがある。

〔沼津工業高等専門学校 岡田 哲男〕

文 献

- 1) *Phys. Rev. B*, **53**, 13047 ('96).
- 2) *J. Appl. Phys.*, **79**, 9017 ('96).
- 3) *Phys. Rev. B*, **58**, 12559 ('98).
- 4) *J. Appl. Phys.*, **94**, 4382 ('03).
- 5) *J. Appl. Phys.*, **95**, 3404 ('04).
- 6) *Jpn. J. Appl. Phys.*, **58**, 096501 ('19).
- 7) *Anal. Sci.*, **24**, 73 ('08).
- 8) *Appl. Phys. Lett.*, **94**, 1941041 ('09).
- 9) *Anal. Sci.*, **25**, 837 ('09).
- 10) *Rad. Phys. Chem.*, **78**, 1096 ('09).
- 11) *Nucl. Instrum. Methods A*, **645**, 102 ('11).
- 12) *e.J. Surf. Sci. Nanotech.*, **16**, 313 ('18).
- 13) *Acta Mater.*, **67**, 342 ('14).
- 14) *Acta Mater.*, **219**, 117264 ('21).
- 15) *ISIJ Int.*, **61**, 1927 ('21).
- 16) *Int. J. Hydr. Ener.*, **46**, 6960 ('21).
- 17) *Mater. Sci. Eng. A*, **800**, 140281 ('21).
- 18) *ISIJ Int.*, **46**, 6960 ('21).
- 19) *Nucl. Instrum. Methods B*, **116**, 347 ('96).
- 20) *Rad. Phys. Chem.*, **184**, 109441 ('21).
- 21) *Anal. Sci.*, **37**, 1117 ('21).
- 22) *Appl. Phys. Lett.*, **101**, 164103 ('12).
- 23) *Opt. Exp.*, **26**, 7942 ('18).
- 24) *J. Appl. Poly. Sci.*, **139**, e52857 ('22).
- 25) *Rad. Phys. Chem.*, **198**, 110267 ('22).

齋藤 徹 氏

(SAITOH Tohru
北見工業大学 教授)

1959 年群馬県高崎市生まれ。1982 年東北大学工学部応用化学科卒、1984 年同大学院工学研究科材料化学専攻博士課程前期修了、1986 年同博士課程後期中退、1993 年博士 (工学) 東北大学。1986 年北海道大学工学部化学系共通助手、1995 年東京薬科大学生命科学部講師、1999 年名古屋大学大学院工学研究科物質制御工学科助教授、2014 年北見工業大学工学部教授、現在に至る。1995~1998 年「ぶんせき」編集委員、2020~2023 年 Analytical Science Associate Editor、1995 年日本分析化学会奨励賞。趣味：読書、音楽鑑賞、散歩、お酒は嗜む程度。



【業 績】

水系分離化学の設計と応用技術の開拓および分析化学教育への貢献

齋藤君は、分析化学における溶媒抽出研究を端緒とし、分析者や環境への負荷を低減する水系抽出分離化学の設計と分析化学および周辺分野への応用を検討してきた。また、分析化学の教育研究を通じて、多方面で活躍する研究・技術者を育成した。以下に同君の研究業績と貢献について紹介する。

1. 水性ミセル二相分配法の設計とタンパク質の分離^{1)~5)}

任意のタンパク質の合成を実現し得る遺伝子工学の可能性が喧伝された一方、タンパク質の分離精製には、長時間を要し、回収率も極めて低かった。界面活性剤ミセル水溶液の相分離現象を用いる抽出分離法 (曇点抽出法) が、故渡辺寛人北海道大学名誉教授により金属キレートの濃縮技術、C. Bordier Basel 大学教授により膜タンパク質の分離技術として創始され、多くの応用例が報告されていた。齋藤君は、タンパク質の変性・失活を最小限に抑えることのできる 0℃ において界面活性剤ミセル溶液が相分離する条件を見だし、さらにタンパク質の抽出選択性を制御する方法を考案した。これに基づき、簡便・迅速なタンパク質の相互分離技術を設計し、肝ミクロゾーム膜タンパク質の分離精製に応用した。

2. 温度感応性高分子を用いる均一固相抽出法の設計^{6)~16)}

東京薬科大学松原チヨ名誉教授による水溶性高分子の凝集現象を用いる濃縮法の創案を受け、溶媒抽出化学の考えに基づき、疎水性有機化合物、金属イオンおよびイオン対の分離系を設計し、吸光分析、原子吸光分析およびクロマトグラフィーのための簡便・迅速な前濃縮法とした。さらに、キトサンやポリアリルアミン、イミノ二酢酸含有高分子を結合させた温度感応性高分子を調製し、金属イオンの原子吸光分析やフェノール類の除去に応用した。

3. 界面活性剤吸着担体を用いる分離場の設計と応用^{17)~28)}

界面活性剤吸着担体を用いるアドミセル抽出法が平出正孝名古屋大学名誉教授により創始された。界面活性剤、担体および目的成分との親和性を有する分子の組み合わせにより、有機化合物、金属イオン、タンパク質のためのテイラーメイドな分離媒体を調製し、微量計測、環境浄化、資源回収への応用可能性を示した。さらに、凝集沈殿法との融合による水中有機汚染物

質の迅速除去法、界面活性剤吸着粘土鉱物 (オルガノクレー) 用いる抗生物質や農薬の捕集・分解法を創案した。

4. 薬物捕捉気液界面の創成と迅速水系分離技術の開発^{29)~31)}

水中の薬物や色素の気液界面への吸着を利用する気泡分離技術を開発した。界面活性剤やキレート化剤が主役である従来の起泡分離 (泡沫分離) においては、気泡が分離剤の運搬体として機能している。これに対し、気泡分離においては、気液界面が薬物や色素の選択的な分離場となり得ることを明らかにした。合成後の色素や薬物の粗生成品から高純度精製品を数分で得た。膜分離技術との融合、対象物質や用途の拡大など、気液界面を分離場とする研究領域を開拓している。

5. 分析化学の教育研究を通じた工学技術者の育成

研究室の学生は、しばしば学会発表賞や注目研究に選出され、競争的資金の獲得も聞かれる。研究テーマの提案から成果の発信に至る研究全般を学生が主体的に行っており、彼の役割は学生の発言に耳を傾けることと聞く。1991 年に北海道大学で学生実験を教科書の確認から課題解決型に変えて以来、授業や実験に工夫を凝らし、国内外で活躍する工学技術者の育成に携わってきた。四ツ柳隆夫東北大学名誉教授や星野仁同教授の薫陶をはじめ、多くの方々の教えが彼の教育力の源になっていると感じる。

以上、齋藤君は大学教員として 38 年間にわたる教育と研究に携わり、水系分離化学の基礎と応用において顕著な研究業績をあげ、本学会と社会に大きく貢献した。

〔愛知工業大学工学部応用化学科 手嶋 紀雄〕

文 献

- 1) *Anal. Chem.*, **63**, 2520 ('91). 2) *Anal. Sci.*, **10**, 299 ('94). 3) *Talanta*, **42**, 119 ('95). 4) *Trend. Anal. Chem.*, **14**, 213 ('95). 5) *化学と生物*, **35**, 756 ('97). 6) *Anal. Sci.*, **13**, 1 ('97). 7) *ibid.*, **14**, 929 ('98). 8) *Talanta*, **46**, 541 ('98). 9) *ibid.*, **61**, 811 ('03). 10) *Anal. Chem.*, **71**, 4506 ('99). 11) *J. Chromatogr. A*, **89**, 69 ('00). 12) *ibid.*, **1134**, 38 ('06). 13) *React. Funct. Polym.*, **69**, 792 ('09). 14) *ibid.*, **72**, 137 ('12). 15) *J. Hazard. Mater.*, **185**, 1369 ('11). 16) *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **86**, 438 ('13). 17) *J. Chromatogr. A*, **932**, 159 ('01). 18) *ibid.*, **972**, 205 ('02). 19) *ibid.*, **1028**, 149 ('04). 20) *ibid.*, **1040**, 185 ('04). 21) *ibid.*, **1069**, 271 ('05). 22) *ibid.*, **1097**, 179 ('05). 23) *React. Funct. Polym.*, **67**, 247 ('07). 24) *Water Res.*, **45**, 1879 ('11). 25) *J. Environ. Chem. Eng.*, **2**, 1852 ('14). 26) *ibid.*, **8**, 104000 ('20). 27) *J. Hazard. Mater.*, **317**, 677 ('16). 28) *Sep. Purif. Technol.*, **187**, 76 ('17). 29) *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **94**, 1210 ('21). 30) *Anal. Sci.*, **39**, 43 ('23). 31) *ibid.*, **39**, 1601 ('23).

茶 山 健 二 氏

(CHAYAMA Kenji
甲南大学理工学部 教授)

1958 年鳥取県生まれ。理学博士（神戸大学）。1982 年鳥根大学理学部卒業，1984 年神戸大学大学院理学研究科化学専攻修了，1985 年同大学院自然科学研究科博士課程中退。1985 年同大学理学部教務職員，1988 年同大学院自然科学研究科助手，1991 年甲南大学理学部講師，1999 年同助教授，2001 年同理工学部助教授，2007 年同教授，現在に至る。1992 年より，日本分析化学会近畿支部幹事，近畿支部会計幹事，分析化学誌編集委員，近畿支部・機器による分析化学講習会委員長，近畿支部副支部長を歴任し，2019～2020 年近畿支部支部長および本部理事。1994 年日本分析化学会奨励賞受賞。趣味：ドライブ，旅行，音楽鑑賞。



【業 績】

新規な溶媒抽出試薬創製とイオン液体抽出デバイスの開発および学会への貢献

茶山健二君は，1983 年に日本分析化学会に入会以来，分析化学における研究活動および学会活動に精力的に取り組んできた。同君は，液液抽出においてポリチオエーテル誘導体を中心とした新規分析試薬を開発した。またイオン液体生成を利用する新規抽出システムを創成した。以下に同君の主な研究業績と学会等への貢献について紹介する。

1. 高選択性ポリチオエーテル誘導体の設計・合成¹⁾²⁾

スルフィド状硫黄原子が，HSAB 則でソフトな酸に分類される貴金属類と選択的に反応することに着目し，数多くの新規含硫黄試薬を合成した。クラウン化合物の酸素原子を硫黄原子に置換したチアクラウン化合物群をはじめ，種々の環状，非環状ポリチオエーテルをデザイン，合成した。そして，分子内の硫黄原子が貴金属イオンに対して選択特異的に反応することを見いだした。また，チアクラウン化合物と銀イオンがどのような構造の錯イオンを形成するかを調べるために，X 線構造解析を行い，銀イオンと 15 員環のチアクラウン化合物が 2:2 錯体を形成していることを明らかにした。これらの研究により，1994 年日本分析化学会奨励賞を受賞した。さらに，金属イオンの抽出選択性を調べるために，酸素，窒素，硫黄原子を配位原子とする配位子を合成し，それぞれの溶媒抽出における金属選択性の特徴を明らかにした。また，中央に窒素原子を有する含硫黄化合物の選択性が，主に硫黄原子の配位の影響を受けることを明らかにした。

2. 硫黄原子を含む温度感応性高分子およびイオン液体抽出システムの設計³⁾⁴⁾

窒素原子を中心に持ち複数の硫黄原子を有する配位子を，窒素原子を介して温度官能性高分子に誘導する新規温度官能性高分子を共重合により合成した。典型的な温度官能性高分子である *N*-イソプロピルアクリルアミドに環状および非環状モノアザテトラチオエーテルを誘導することにより，水溶液中で銀イオンを選択的に捕捉し，温度の上昇とともにゲル状の固相を形成する分離システムを構築した。一方，イオン液体に硫黄原子を誘導し，貴金属の選択的イオン液体抽出を試みることも成功した。この研究過程において，イオン液体抽出のメカニズムを再構築した。そして，イオン液体構成成分である有機陽イオ

ンの水溶液と陰イオンの水溶液を目的化合物が存在する水溶液に加えると，溶解度積を超えたときにイオン液体が生成し，目的化合物が迅速に抽出されることを見いだした。この手法は，均一液液抽出法と称されていたが，沈殿生成平衡と同様の異相形成平衡に基づく手法であることから，イオン液体共抽出法として，有用な分離の手段になり得ることを予想し，新たな分離システムの開発に着手した。

3. イオン液体生成を利用する自動抽出デバイスの創製⁵⁾

イオン液体共抽出法において振とうする前にほぼ抽出平衡に達していることを見いだした。このため，イオン液体共抽出では，振とうの必要がなく，溶媒としての蒸気圧がほとんどないことから，古くから使用されていた分液ロートあるいは遠心管とは全く違った形の抽出デバイスを創成することを試みた。そして，遠心分離のみで，生成したイオン液体相を分離するディスクを 3DCAD によりデザインし，3D プリントによる試作ののち，樹脂状ディスクによるイオン液体共抽出を試みた。その結果，法科学的な応用分野では，大麻の代謝物の濃縮定量に成功し，また，環境水中のリン酸イオンの定量にも供することが可能であることを明らかにした。このように古典的な溶媒抽出法においては，新規選択的試薬を数多く合成し，イオン液体共抽出法においては，新しい画期的な抽出デバイスを考案するなど，液液抽出分野の研究進展に大きく寄与した。

4. 学会活動⁶⁾

学会活動においては，1992 年以来，日本分析化学会近畿支部幹事として活動し，2000 年に甲南大学において開催された分析化学年会では，辻 治雄実行委員長を支えて年会を成功裏に導いた。支部においては，会計幹事，機器による分析講習会実行委員長を務め，副支部長，支部長，本部理事を歴任した。

以上，茶山健二君は大学教員として 39 年間にわたる教育と研究に携わり，溶媒抽出およびイオン液体抽出の研究分野において分析化学の発展に大きく貢献した。さらに，分析化学会会員として学会活動に貢献するところ顕著なものがある。

〔金沢大学理工研究域物質化学系 長谷川 浩〕

文 献

1) *Anal. Sci.*, **3**, 535 ('87). 2) *ibid.*, **6**, 883 ('90). 3) *J. Chromatogr. A*, **1217**, 6785 ('10). 4) *Anal. Sci.*, **31**, 1115 ('15). 5) *Proc. Intl. Solvent Extraction Conf.*, **20** ('17). 6) ぶんせき, **2019**, 139.

小池 雅人 氏*
(KOIKE Masato
(国研)量子科学技術研究開発機構 関西光子科学研究所 客員研究員)

寺内 正己 氏
(TERAUCHI Masami
(東北大学多元物質科学研究所 教授)

村野 孝訓 氏
(MURANO Takanori
(日本電子(株)SA 事業ユニット SA 技術開発部 1G グループ長)

大上 裕紀 氏
(OUE Yuki
(株)島津製作所 デバイス部プロセスグループ主任)

越谷 翔悟 氏
(KOSHIYA Shogo
(日本電子(株)SA 事業ユニット SA 技術開発部 1G 主事)

垣尾 翼 氏
(KAKIO Tsubasa
(株)島津製作所 デバイス部プロセスグループ主任)



小池雅人氏



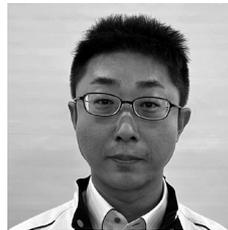
寺内正己氏



村野孝訓氏



大上裕紀氏



越谷翔悟氏



垣尾翼氏

* 1951 年(和歌山)生まれ。1974 年和歌山大学教育学部卒業。1976 年東京教育大学大学院理学研究科修士課程修了。1979 年大阪市立大学大学院工学研究科後期博士課程修了工学博士。同年株式会社島津製作所入社。1991 年米国 Lawrence Berkeley 国立研究所 加速器核融合部門 X 線光学センター 専任研究員。1997 年日本原子力研究所 関西研究所主任研究員。2008 年(独法)日本原子力研究開発機構 関西光子科学研究所 ユニット長・研究主席。現在(国研)量子科学技術研究開発機構関西光子科学研究所 客員研究員・東北大学多元物質科学研究所特任教授・大阪公立大学大学院工学研究科 客員教授・兵庫県立大学 高度産業科学技術研究所 客員教授。2018 年 紫綬褒章。趣味はパソコンの自作。

【業績】

軟 X 線ホログラフィック不等間隔溝回折格子の開発と高分解能発光分光システムへの応用

小池君らは、ホログラフィック法で回折格子溝パターンを生成する際にレーザー光の波面を非球面に整形し、高度な溝間隔の制御により分光器の取差を打消し、高スペクトル分解が得られる不等間隔溝回折格子の生成技術、並びに軟 X 線多層膜の付加による高回折効率化技術を開発した。この開発の成果の一つとして、従来ホログラフィック法では製作が困難とされていた軟 X 線平面結像型分光器に用いる不等間隔溝回折格子の開発に成功した。この回折格子を搭載した電子顕微鏡搭載型の軟 X 線発光分光装置 (SXES) は、軽量・高強度な高機能鋼板による自動車の燃費向上などで環境への低負荷社会の実現や、大容量で安全な次世代リチウム電池等の開発等に貢献した。この研究開発が蛍光 X 線分析技術の進歩とその社会実装に大きく貢献した。

以下にその業績について記す。

1. 軟 X 線ホログラフィック不等間隔溝回折格子開発

同君らは、レーザー光の二光束干渉縞パターンを回折格子基板のレジスト膜内に記録するホログラフィック法で、レーザー光の波面を従来の球面波の代わりに非球面波の干渉を用い、溝間隔が高次まで制御されながら大きく変化した不等間隔溝回折格子の製造を可能とした。これにより、回折光がほぼ垂直方向から検出器に入射し、平面上に結像する平面結像型分光器の取差を相殺し、数百の高いスペクトル分解能を実現した。

また、現像後のレジスト膜のマスクとして、軟 X 線に適したラミネー (矩形) 型の格子溝を形成するイオンビームエッチング加工を行う際、反応性と不活性エッチャントガスの混合比を最適化し、測定対象の軟 X 線の波長とほぼ同じの数 nm の浅い溝深さで、矩形の溝の側面を直立させる技術を開発し

た。これにより、軟 X 線の回折効率を向上させ、検出限界を下げることに成功した。更に、様々な軟 X 線のエネルギー領域に最適なタイプの傾斜屈折率型の軟 X 線多層膜を開発し、25 eV から 4 keV の広いエネルギー領域で従来と比較して数倍の高い回折効率を実現した。

2. 電子顕微鏡搭載型軟 X 線高分解能発光分光システム開発

電子顕微鏡の元素分析機器としては、半導体検出器を用いたエネルギー分散型 X 線分光器 (EDS) が普及しているが、エネルギー分解能が 120 eV 程度で、元素の種類の同定は可能であるが、物質の機能に大きく影響する元素の化学結合状態の分析は非常に困難であった。これに対し同君らは、電子顕微鏡観察で特定した試料の局所領域の組織構造観察と化学組成分析とあわせて、化学結合状態分析を電子顕微鏡で可能にすることを目的に、軟 X 線回折格子分光器を汎用電子顕微鏡に装着し、分光スペクトルの 2 次元マッピングが自動で行えるソフトと組み合わせた汎用軟 X 線発光分光計測システム (SXES) を構築した。

前述の軟 X 線不等間隔ラミネー型回折格子と高空間分解能 CCD 検出器を組み合わせることで、Al-L 発光: 73 eV で 0.2 eV のエネルギー分解能と波長分散型検出器の約 100 倍の検出効率を実現し、電子顕微鏡での化学結合状態分析を初めて可能とした。さらに、電子線励起による軟 X 線領域での特性 X 線発光強度をより高めるため、大電流量で電子ビーム径サイズが小さい電子顕微鏡をベースに、軟 X 線傾斜屈折率型反射膜の付加による高い回折効率をもつ回折格子を新たに開発し、信号強度を増幅させ感度と検出限界の向上を計った。

これらの開発と改良により、電子顕微鏡の高い空間分解能と軟 X 線回折格子分光器の高エネルギー分解能をあわせ持つ、軟 X 線領域から真空紫外線域に至るまでの広いエネルギー領域で高い検出感度を持つ汎用の SXES を世に生み出した。これにより、材料開発の現場でのオンデマンドな物質機能解明に直結した顕微分析を可能とし、材料創製・分析のフィードバックサイクルの迅速化にも大きく貢献した。

(千葉大学大学院理学研究院 沼子 千弥)

文献

- 1) *Proc. SPIE*, **4146**, 163 ('00).
- 2) *Microsc.*, **62**, 391 ('13).
- 3) X 線分析の進歩, **53**, 69 ('22).
- 4) "Handbook of Soft X-ray Emission Spectra", vol. 8.1, (JEOL Ltd.), ('23).
- 5) *Rev. Sci. Instrum.*, **94**, 125113 ('23).

中川 沙織 氏

(NAKAGAWA Saori
新潟薬科大学医療技術学部臨床検査学科 教授)

1976年7月、富山県福光町(現南砺市)出身。1999年新潟薬科大学薬学部卒業、2001年新潟薬科大学大学院薬学研究科博士(前期)課程修了、2005年新潟大学大学院医歯学総合研究科修了。博士(医学)。2005年4月より、新潟薬科大学薬学部助手、助教、准教授を経て、2023年4月より新潟薬科大学医療技術学部教授。2012年日本臨床化学会奨励賞受賞。2022年日本分析化学会関東支部新世紀賞受賞。2023年日本臨床化学会学術賞受賞。現在は、コレステロール合成・吸収・代謝物の測定法を応用し、疾患の新規バイオマーカーの発見、新しいコレステロール抑制物質の探索に取り組みながら、子供向け実験教室「キッズ&ジュニアサイエンススクール」も主宰している。



【業 績】

生体中のコレステロール合成・吸収・代謝物の高感度定量法の開発と臨床応用

中川沙織氏は、生体中のコレステロールの合成・吸収・代謝物の高精度な高感度定量法の開発を行い、その定量法を臨床応用し、疾患の鑑別診断や治療薬の新しい作用を明らかとした。また、細胞培養系を用いることで新たなコレステロール合成抑制物質を発見した。以下に同氏の主要な研究業績を記す。

1. コレステロール合成・吸収・代謝物の定量法の開発

血漿中コレステロール合成・吸収の高感度測定法として、ジルコニアビーズおよびメタノールを添加し、ボルテックスミキサーによる血中リポタンパクの破壊、水酸化カリウムによるけん化、*n*-ヘキサンによる溶媒抽出、トリメチルシリル誘導体化を行う前処理法を用いることで、コレステロールおよびその合成前駆体5種、植物ステロール3種、コレステロール代謝物であるコレスタノールの高感度定量法を確立した¹⁾。

また、コレステロール代謝物であるオキシステロールの高感度定量法については、オキシステロールはコレステロールに比べ、12000~900000分の1とごく微量にしか存在せず、構造もかなり類似しているため、前処理で大量のコレステロールを取り除く必要がある。そのため、コレステロール合成・吸収の高感度測定法の前処理法の中の*n*-ヘキサンによる溶媒抽出後に順相系の固相抽出による前処理を追加することで、大量のコレステロールを取り除くことができ、血漿中のオキシステロール12種の高感度定量法を開発した¹⁾²⁾。

2. 定量法の患者血漿検体への応用

脂質異常症の治療薬であるコレステロール吸収阻害薬であるエゼチミブの長期投与において、吸収マーカーであるカンベステロールおよびシトステロールの有意な低下、合成マーカーであるラソステロールの有意な増加が認められ、コレステロール吸収抑制による代償作用でコレステロールの合成が促進されることを発見した³⁾。さらに、食品由来の7β-ヒドロキシコレステロールの吸収をエゼチミブが抑制する可能性を見いだした³⁾。また、脳髄黄色腫症およびシトステロール血症との鑑別診断の有用性を検討し、コレスタノールおよびオキシステロール定量によって脳髄黄色腫症の診断を行うことができた⁴⁾。さらに、フェニルケトン尿症患者における24S-ヒドロキシコレ

ステロールの中枢神経障害マーカーとしての有用性を明らかにした⁵⁾。そして、small for gestational age (SGA) 低身長症患者における成長ホルモン投与において、肝臓および脳内コレステロール代謝が活性化されることを明らかにした⁶⁾。また、オキシステロールと2型糖尿病の心血管危険因子との関連性を発見した⁷⁾。

このように、開発したコレステロール合成・吸収・代謝物の定量法を患者血液検体に応用することで、脂質異常症治療薬の新しい作用の発見、様々な疾患との関連性や生体内における反応が明らかとなった。

3. 定量法の細胞培養系および動物実験系への応用

この開発した測定法を細胞培養系に応用し、食品機能成分であるキノコなどに含まれるエルゴステロールが7-デヒドロコレステロール還元酵素(DHCR7)の競合作用によってコレステロールを抑制すること⁸⁾、新潟県魚沼地域の雪室で発見された乳酸菌 *Lactobacillus sakei* UONUMA が、24-デヒドロコレステロール還元酵素(DHCR24)を抑制すること⁹⁾、大豆由来のダイゼインがデスモステロールからコレステロールの経路を抑制することを発見した¹⁰⁾。さらに、高脂肪・高ショ糖(HFHS)食を与えた肥満ラットモデルを用いて、エルゴステロールを評価したところ、*in vivo* レベルにおいてもコレステロール生合成経路を抑制することが分かった¹¹⁾。さらに、7-デヒドロコレステロールの増加によって、ビタミンD₃生合成が促進され、コレステロール合成抑制作用のみならず、ビタミンD₂およびビタミンD₃促進作用を持つことも発見した¹¹⁾。

このように、中川沙織氏は、コレステロール合成・吸収・代謝物の定量法を開発し、血液などのマトリックスが多いサンプルへ応用され、患者検体、細胞培養系、動物実験系に応用され、様々な新しいバイオマーカーとしての有用性、治療薬の新しい作用、食品機能成分の新しい作用の発見につながった。この研究は、医療や食品機能分野での分析化学の発展に寄与するところが大きい。

[国立研究開発法人産業技術総合研究所 津越 敬寿]

文 献

- 1) *Med. Mass. Spect.*, **7**, 89 ('23). 2) 分析化学, **57**, 707 ('08). 3) *Atherosclerosis*, **230**, 48 ('13). 4) *Prog. Med.*, **33**, 1659 ('13). 5) *Clin. Chim. Acta.*, **416**, 54 ('13). 6) *J. Clin. Lipidol.*, **11**, 1032 ('17). 7) *J. Clin. Lipidol.*, **17**, 384 ('23). 8) *Lipids*, **57**, 303 ('22). 9) *Biol. Pharm. Bull.*, **44**, 485 ('21). 10) 臨床化学, **48**, 39 ('19). 11) *Biol. Pharm. Bull.*, **46**, 1682 ('23).

西垣 敦子 氏

(NISHIGAKI Atsuko
東邦大学理学部生命圏環境科学科 教授)

1970年12月大阪府茨木市に生まれる。1993年東邦大学理学部生物分子科学科卒業、1998年同大学院理学研究科生物分子科学専攻博士課程修了、博士(理学)。1998年国立国際医療センター研究所研究員、1999年千葉大学工学部博士研究員、2001年日本大学生産工学部博士研究員を経て、2005年に東邦大学理学部生命圏環境科学科講師、2013年同准教授、2020年より現職。2009～2016、2024年日本分析化学会関東支部幹事、監事、常任幹事、2011年～現在、千葉県分析化学交流会幹事、2014～2019年日本分析化学会代議員、2016年～現在、女性研究者ネットワーク幹事、2016～2019年「分析化学」編集幹事。大学では齋藤姓を使用。



【業績】

環境試料中の有機汚染物質の新規分析法の開発及び環境動態の解析

西垣敦子氏は、河川や底質等の環境試料に含まれる有機環境汚染物質の新規定量法の開発や、これらの物質の環境中での濃度や挙動について研究を行ってきた。以下に同君の主な研究業績を紹介する。

1. 環境水中の陽イオン及び陰イオン界面活性剤の同時定量法の開発¹⁾²⁾

陽イオン界面活性剤(CS)はヘアーリンス等の主成分として広く使用されているが、微生物分解を受けにくく毒性が高いため、環境中での濃度の把握が求められている。しかしCSは、吸着性が高いことや発色団を持たないことなどから、精確な分析が困難であった。同君は、固相抽出による前処理と親水性高分子ゲルカラムを用いたLC/MSシステムによる、CS及び陰イオン界面活性剤(AS)の同時分離・定量法を開発を行い、河川及び海水中のppb～pptレベルのCSとppmレベルのASの同時定量を達成した。また、同手法でASの同族体及び異性体の種別分離定量を行い、環境水中での微生物分解等による異性体組成の変化を報告した。CSは、一般的なODSカラムを用いた場合、ピークがテーリングし安定したクロマトグラムの取得が困難である。そこで分離カラムに、ポリビニルアルコールゲルを基材とした親水性カラムを用いた。溶離液にアルキル鎖長の異なるカチオン性イオンペア試薬を添加したところ、イオンペア試薬のアルキル鎖長が長いほどCSの保持時間は短くなり、ASの保持時間が長くなることが分かった。これより、本系においてイオンペア試薬は、イオン排除効果によりCSの溶出に寄与し、ASとは動的にイオン対を形成し、固定相への保持に寄与すると考えられた。また本法の検出限界は、CSが3～6 ppt、ASが13～47 pptと見積もられた。次に、千葉県船橋市の海老川とその河口(東京湾)にて採取した水試料の分析を行った。河川水試料から検出されたASには、アルキル鎖長が10～13のものが多く含まれ、各鎖長に複数の異性体のピークが確認された。また海水試料では、異性体組成に変化が見られ、微生物分解され易い異性体の比率の低下が確認された。海老川河川水中のCS濃度は、6.6 ppb、海水では0.028 ppbであった。総AS濃度は、河川水試料で1100 ppb、海水試料で11 ppbと定量され、本研究で開発した手法が、環境水試料中の微量のCSとASの同時定量に有用であることが示された。

2. 干潟環境中の多環芳香族化合物の分布と挙動の解析^{3)～9)}

多環芳香族炭化水素(PAHs)は、化石燃料の燃焼等により環境中に排出される難分解性の環境汚染物質の一つである。

PAHsは疎水性が高いことから、河川や海域の底質に多く分布することが知られている。そこで同君は2006年から現在まで、GC/MS等により、東京湾沿岸部の底質や底生生物糞中のPAHsの定量を行ってきた。その過程で、千葉県市原市養老川河口干潟に生息する環形動物イワムシ(*Marphysa* sp. E)糞中のPAHs濃度が、生息場所の底質(砂泥質)の10～100倍高濃度であり、排泄後2時間で約1/2に濃度低下することを見いだした。底質環境中でのPAHsの半減期は数週間から数か月と報告されていることから、イワムシ糞中での濃度低下は高速であり、糞中微生物や酵素の関与が考えられた。また近年、養老川河口干潟底質中から、イワムシ糞と同様に高濃度のPAHsを含む還元有機泥の存在を見だし、炭素及び窒素の安定同位体比分析等により、イワムシが還元有機泥を選択的に摂取することが分かった。このようなイワムシの摂取・排泄行動は、干潟環境中のPAHsの分解と拡散に大きく寄与すると考えられる。また、安定同位体比分析の結果から、還元有機泥は陸上植物の分解により生成すると考えられ、分解が進んだ還元有機泥ほどTotal PAHsに対するペリレン(Pery)の割合が高くなることが分かった。植物の還元的分解でのPeryの生成はこれまで報告されているが、本研究結果は、植物片が実際の環境中で還元泥化する過程でのPery濃度の上昇を示した初めての事例と考えられ、学術的にも意義が深い。

養老川河口干潟では2011年3月の東日本大震災直後に、近隣の製油所で大規模な火災が発生した。火災から1か月後の底質中には、プロパンやブタンの燃焼により生じるPAHsが火災前の2～5倍高濃度に存在していたが、その後PAHs濃度は徐々に低下し、10か月後には火災発生前と同程度まで回復が見られた。この回復には、干潟環境中の微生物やイワムシ等の底生生物によるPAHsの分解作用が寄与していると推察された。

西垣敦子氏は、このほかにも種々の分析法を駆使して、環境中の化学物質の濃度や挙動について多くの新規知見を報告してきた。これらの知見は、環境保全と持続可能な社会の構築に寄与すると期待される。また同君は、日本分析化学会の関東支部常任幹事、分析化学誌編集幹事、女性研究者ネットワーク幹事等を担当し、女性研究者のロールモデルとして後進の育成にも貢献してきた。

(京都工芸繊維大学 吉田 裕美)

文 献

- 1) *Anal. Sci.*, **20**, 143 ('04). 2) *Curr. Chromatogr.*, **7**, 57 ('20). 3) *Polycycl. Aromat. Compd.*, **28**, 462 ('08). 4) *Polycycl. Aromat. Compd.*, **30**, 334 ('10). 5) *Polycycl. Aromat. Compd.*, **32**, 238 ('12). 6) *Polycycl. Aromat. Compd.*, **33**, 151 ('13). 7) *分析化学*, **62**, 25 ('13). 8) *分析化学*, **72**, 175 ('23). 9) *Zool. Sci.*, **40**, 292 ('23).

研究を実用化に結びつけてきて思うこと

1 はじめに

北海道大学水産学部を卒業以来、上野製菓、ヤトロン、そして堀場製作所と、いずれも事業分野の違う民間企業で研究とビジネスに携わってきた。今は、堀場製作所を定年より少し早く退職して、麻布大学で教員を務めている。この間40年余りが経過したが、キャリアの半分以上を国などの産官学連携研究プロジェクトに参加しながら抗体を用いた分析技術開発を続け、その成果を実用化してきた。本稿では、研究成果を社会に役立たせたいと考えている分析化学研究者のために、その実現への私の取り組みを紹介したい。

2 産官学連携研究プロジェクトの恩恵

まず、私の研究とプロジェクトとのかかわりを簡単に紹介する。私は、これまで農薬やかび毒など食品衛生にかかわる化学物質の抗体作製と免疫測定法の開発を中心に活動してきた。今では違和感なく聞こえるこのテーマも、研究開始当初は学会発表の場で「疎水性の化学物質を抗体で測れる訳がない」とか「抗体作製は科学ではなくて当てもんだから」などと、驚くべき批判をされる始末で苦しんだ。それでも継続できたのは、実用化への可能性を理解したヤトロン（抗体を強みとする臨床診断薬メーカー）の上司やご指導くださった先生らが通商産業省（当時）に働きかけた結果、5年間の研究プロジェクトによってサポートされたことが大きい。プロジェクトでは研究チームを編成できたことから、研究要素の多かった抗体作製技術を確立するのに必要な基礎的な研究に専念しつつ、実用化の種になる抗体の種類を充実させることができた。産官学連携研究プロジェクトを上手く活用すると、研究が進みやすくなるとともに、実用化へも結びつきやすくなった。

3 一筋縄ではいかない研究成果の事業化

次は直ちに実用化へと言いたいところだが、その直前にバブルが崩壊して日本経済が暗転した。ヤトロンを始めとした研究プロジェクトへの参画企業（6社）もその影響を受けて、新規事業への投資を中止して本業へ回帰した。しかし、そのような空前の不況にもかかわらず、計測機器メーカーの堀場製作所が事業化に手を挙げた。私も意を決めて転職した。堀場製作所で始めた試薬開発は、それまでに必要な技術を蓄積していたので

順調に進んだ。しかし、この時点になって研究と事業は別物であることを、身をもって経験した。すなわち、箇条書きにすると、1) 試薬は消耗品事業（一般に、売上は小さいが利益率が高いので、小規模な開発型企業が多い）であり、機器事業（売上、間接費、企業規模ともに大きい）と業態が異なる、2) 営業部門はノルマがあるので、既存の売りやすい製品を優先する、3) 新規の事業は、顧客開拓から開始しなければならない、4) 通常の販売ルートに乗らなければ、新たな販路を構築しなければならない、などである。要するに事業化は、一筋縄ではいかないのである。企業にいても、研究所勤務ではここがさっぱり見えない。おそらく、企業研究者が研究成果を事業化しようとしたときに初めて経験する壁だと思う。乗り越える方法は、月並みではあるが、積極的にカウンターパートの懐に入ってwin-winを探ることだと思う。

4 研究プロジェクトの社会実装と事業化とのギャップ

私がこれまでに参加したいいくつかの産官学連携研究プロジェクトの中でも、近年は大型になるほどゴールを「社会実装」に置いているものが多い。そして、あくまで研究プロジェクトなので、「社会で使える、あるいは社会を変える可能性のある研究成果を出した」を結論にして終了する。しかし、社会実装を企業による事業化（すなわち実用化の一形態）と位置付けるならば、実際にはここから投資を必要とするのである。企業の研究者は、研究プロジェクトに参加した場合、この点を見越してあらかじめ事業化への戦略をもつ必要がある。一方、大学などの研究者は、ここから先は企業の役目だと割り切って次の研究に移ると、いつまで経っても実用化の芽が出ないことが多い。なぜなら、研究成果の技術や材料の長所や注意点を知悉しているのは、それを生み出した研究者本人に他ならないからである。研究成果を社会に役立たせたいと考えている研究者は、企業の製品開発チームと研究の早期から組んで、事業化に際しても技術面で積極的にかかわれば、思いを遂げやすくなるのではないかと思う。

5 最後に

大学教員として7年目になった今も、農林水産省の産官学連携研究プロジェクトに参加している。当初は、基礎的な検討に時間を要したが、幸いなことに研究成果がいくつか出てきたので、「社会実装」をゴールに掲げることにした。先般、タイミングよく研究成果の一つをイギリスの企業が「買いたい」と言ってきたため、担当官に相談したところ、その方のご尽力により輸出が実現した。もうすぐ、その知財を組み込んだ製品が、世界中で販売されるはずである。これでまた、社会の食品リスクを少しだけ下げのりに貢献できたと喜んでいる。他にも、国内企業と組んで研究プロジェクトの期間中での事業化を試みている。結局、私自身が研究成果の実用化を目指したいのだが、それがチームの研究者共通の思いになって推進力が生じていることを今まさに実感している。

〔麻布大学 三宅 司郎〕

第 395 回液体クロマトグラフィー研究懇談会

2024年5月29日に栗田工業(株)(東京都昭島市)にて標記研究懇談会が開催された。講演主題は「HPLCカラムの基礎知識」として6題の講演が行われた。HPLCカラムは、試料に含まれる化合物を分離するための重要なもので、その選択は、分析の精度と効率に大きく影響する。カラムは、内径、長さ、粒子径などの物理的特性と、逆相、順相、サイズ排除などの分離モードによって分類され、これらは、分離の効率や感度などに影響を与える。そこで、本例会では、各分離モードのカラムにフォーカスした基礎な内容を中心にご講演いただいた。また、参加者は29名であった。講演に先立ち、オーガナイザーである筆者より、講演主題概説を行った後、6名の講師による講演が行われた。

1 演題目は、日本ウォーターズ(株)の島崎裕紀氏より「充填剤の物理的特性と分離挙動との関係」と題する講演があった。基材シリカの粒子径や細孔径などの違いが分離やカラム効率に及ぼす影響などの発表があった。特に、全多孔性、表面多孔性、無多孔性シリカの違いを van Deemter プロットを用いて理論的に説明された。さらに、一般的な逆相クロマトグラフィーだけでなくサイズ排除クロマトグラフィー (SEC) における細孔径の違いによる分離例の紹介もあった。

2 演題目は、筆者より「C18カラムの基礎とトラブルシューティング」と題する講演があった。逆相クロマトグラフィーは、固定相と移動相間との分配平衡に基づく分離を利用した分離モードのうち、極性の低い固定相と極性の高い移動相を組み合わせた分離モードである。この分離モードは、利用している分析者が最も多いと言われており、その中でも C18 (ODS) カラムを中心に、製造方法や評価方法などが紹介された。また、酸性化合物や塩基性化合物における移動相の選択や劣化のメカニズムや耐久性に関する情報なども紹介された。

3 演題目は、ジーエルサイエンス(株)の太田茂徳氏より「ODS以外の逆相固定相の特性と選び方」と題する講演があった。C18以外のカラムを選択する場合に、明確な判断基準がある場合は少なく、分析者の経験により選択されることが多い。各メーカーからさまざまな特性を有する官能基の逆相系のカラムが販売されており、そのカラムの特性を把握したうえでカラムを選択することは重要である。スパーサーの異なるフェニルカラムの分離特性やミックスモードカラムの保持のメカニズムなどの紹介があった。さらに、分離例や注意点などの紹介もあった。

4 演題目は、(株)クロマニックテクノロジーの小山隆次氏より「HILICカラムの種類と特徴」と題する講演があった。今日のHPLC分析法の主流となっているC18カラムを用いた逆相クロマトグラフィーは、高極性の分析種(例: $\log P < 0$) に対しては保持が十分得られないといった課題がある。そのような高極性化合物を効果的に分析する手法として、親水性相互作用クロマトグラフィー (HILIC) が知られている。HILICカラ

ムとして各社から販売開始された2003年以降に有用な分離例が載った論文が多く発表され、近年では、HPLCにおける分離モードの一つとして定着している。HILICカラムは、ジオール、アミド、両性イオンなどさまざまなタイプの充填剤があり、保持や分離が大きく異なると紹介された。また、塩濃度は、分離、ピーク形状、再現性に影響すると紹介された。

5 演題目は、東ソー(株)の伊藤誠治氏より「SECカラムの基礎と応用例」と題する講演があった。SECは、簡便な方法で平均分子量と分子量分布の情報が同時に得られ、精密な測定も可能であるため広く利用されている。そのSECの基本原則と分子量測定の際の留意点及び応用例について紹介された。また、SECカラムの分析例として、日本薬局方に準拠したヒアルロン酸の定量やポリマーなどの添加剤の分析例の発表があった。SECカラムは高分子量の化合物のみが分析対象ではなく、分子量が数百程度の化合物にも使用できると紹介された。

6 演題目は、東京理科大学の中村 洋先生より「HPLCカラムの基礎知識」の総括が行われた。各講師への質問や補足の後、全体についてのまとめがなされた。

講演の休憩時間中に、栗田工業(株)様の研究所「Kurita Innovation Hub」の見学会が開催された。該社は社内外の交流・協働を通じたイノベーション創出の加速を積極的に推進している旨の説明があった。また、該社の歴史説明や事業内容などが動画やタブレットによる仮想現実技術で視聴することができた。

その後、講師を囲んでの情報交換会が行われ、和やかな雰囲気の中意見交換が行われた。参加者は17名で、話も弾み参加者同士の親睦が深められた。最後に、会場をご提供、研究所見学会を開催いただいた栗田工業(株)様、ご多忙にもかかわらず講演していただいた講師の皆様にご挨拶申し上げます。また、参加者の皆様、運営にご協力いただいた役員の皆様にご挨拶申し上げます。

〔(一財)化学物質評価研究機構 坂牧 寛〕

本誌 2024 年第 6 号の (p.182) 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、2・1・1 の 7 行目、

(誤) 「2H と 2H の質量に ...」

(正) 「1H と 2H の質量に ...」

執筆者のプロフィール

(とびら)

高柳 俊夫 (TAKAYANAGI Toshio)

徳島大学大学院社会産業理工学研究部 (〒770-8506 徳島市南常三島町 2-1)。東北大学大学院工学研究科博士課程後期 3 年の課程修了。博士 (工学)。《現在の研究テーマ》分離キャピラリー内での反応ダイナミクスの解析とその応用。《趣味》ボタリング。
E-mail : toshio.takayanagi@tokushima-u.ac.jp

(ミニファイル)

矢澤 宏次 (YAZAWA Koji)

日本電子株式会社 (〒196-8558 東京都昭島市武蔵野 3-1-2)。東京工業大学生命理工学研究科生体分子機能工学専攻博士課程。博士 (工学)。《現在の研究テーマ》固体 NMR を用いた電池材料の応用研究。《趣味》立ち飲み。
E-mail : kyazawa@jeol.co.jp

(トピックス)

坂江 広基 (SAKAE Hiroki)

金沢大学理工研究域物質化学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)。金沢大学自然科学研究科物質科学専攻。博士 (理学)。《現在の研究テーマ》薬剤キャリアの探索と膜反応機構の解明。《趣味》体を動かすこと、お酒。
E-mail : hsakae@se.kanazawa-u.ac.jp

龍崎 奏 (RYUZAKI Sou)

北海道大学大学院理学研究院化学部門 (〒060-0810 北海道札幌市北区北 10 条西 8 丁目理学部 6 号館 7 階 7-02 室)。東京工業大学大学院理工学研究科原子核工学専攻。博士 (工学)。《現在の研究テーマ》1 分子/1 粒子解析のための分析化学。《主な著書》“実験医学増刊号「EVs 細胞外小胞の生物学」” 第 4 章、(羊土社)。《趣味》運動、音楽。

(リレーエッセイ)

石原 量 (ISHIHARA Ryo)

順天堂大学医学部一般教育研究室化学。 (〒270-1695 千葉県印西市平賀学園台 1-1)。千葉大学大学院工学研究科共生応用化学専攻博士後期課程修了。博士 (工学)。《現在の研

究テーマ》がんのその場診断確立のためのマイクロ流体チップの開発。《主な著書》“早期発見・予防に向けた次世代がん検査技術の最前線”。第 4 編 デバイス開発および臨床研究 ”。17 章、pp. 156-166、(2019)。 (ISBN 978-4-7813-1405-1)。石原 量、中島 忠章 (分担執筆)。 (シーエムシー出版)。《趣味》サッカー鑑賞、テニス、音楽、スノーボード、子育て。

E-mail : r-ishihara@juntendo.ac.jp

(ロータリー・談話室)

三宅 司郎 (MIYAKE Shiro)

麻布大学生命・環境科学部食品生命科学科 (〒252-5201 神奈川県相模原市中央区淵野辺 1-17-71)。北海道大学水産学部水産食品学科。博士 (医学)。《現在の研究テーマ》食品衛生上の危害要因に対するモノクローナル抗体の作製と応用。《主な著書》“免疫測定法～基礎から先端まで～”。 (講談社)。 (共編著)。《趣味》山歩きをしながらの生き物観察、魚の飼育、植物の栽培。

E-mail : s-miyake@azabu-u.ac.jp

目 次

年間特集「分」：報 文

- メートル長高分離能光学分割カラムを用いる食酢中アラニン及び
セリン鏡像異性体の分析
…………… 石井千晴・古賀夢美・藤井 暁・秋田健行・三田真史・長野正信・浜瀬健司 337

年間特集「分」：報 文 (若手初論文)

- 蛍光検出 HPLC による杏仁含有食品中のシアノ化物イオン及び
シアノ配糖体の定量
…………… 古澤魁世・菊島優奈・葛西伶乃凜・岩崎雄介・伊藤里恵・穂山 浩 345
- 基質部位・蛍光部位を独立させる新規応答機構に基づく
酵素応答性ナノエマルジョン型オプトードの開発
…………… 和田奈由子・末吉健志・遠藤達郎・久本秀明 351

年間特集「分」：ノ ー ト

- EDXRF スペクトルにおけるフィッティングによる $UL\alpha$ 線のピーク分離
…………… 吉井 裕・柳澤右京・松山嗣史・酒井康弘 359

総合論文

- X 線吸収分光を基軸とした定量的局所構造・電子状態解析法の構築と
複合型その場分析への展開 …………… 吉田朋子 369
- 地球化学・海洋化学における微量金属同位体比分析に関する研究 …………… 高野祥太郎 381
- 環境・エネルギー問題解決のためのセラミックス開発と構造解析 …………… 稲田 幹 393

テクノレポート

- 技能試験から推定される精米粉末の水分測定値がばらつく原因 …………… 進藤久美子・安井明美 401
- 「分析化学」特集“表示・起源分析技術の現在”の論文募集 …………… 409
- 「分析化学」年間特集“環”の論文募集 …………… 410
- 「分析化学討論会」特集の論文募集 …………… 412
- “第23回若手研究者の初論文特集”募集のお知らせ …………… 413
- 「分析化学産業技術論文賞」のご案内 …………… 414
- テンプレートによる投稿要領 …………… 415
- 「分析化学」に投稿される皆様へ …………… 416

「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。

- ◇7月は世間や天候に危うさを感じられ、報道が気になる日が続くような気がします。今年は、演説中にトランプ氏が銃撃され、本人の被害は少なかったものの、容疑者射殺により真相は闇の中。また、線状降水帯における被害が多発しています。
- ◇今月号の「とびら」は、Analytical Sciences 誌 (Anal. Sci. 誌) 副編集長2年目の高柳俊夫先生です。Anal. Sci. 誌は編集・出版等の業務を Springer Nature 社に委託し、2年半が経過しています。海外からの投稿が増えて国際化が進んでいます。国内からの投稿数の頭打ちが懸念されており、会員の皆様にはより多くのご投稿を期待していますとのこと。
- ◇「リレーエッセイ」は、順天堂大学の石原量先生です。『教養』とは何なのか、そもそもなぜ必要で、どうやったら身につくのかについて書かれています。『教養』とは「仁+知覚力」を見につけることで、その取得は欠かせないことであるという見解はもっともですが、非常に難しいと考えます。
- ◇来週から始まるパリオリンピックでは、多くのアスリートの活躍が期待されます。また、MLBの大谷選手の活躍にも心踊らされ、目が離せません。夏はフィーバーの季節ですね。ただし、くれぐれも熱中症にはご注意ください。

[S. M.]

〈とびら〉

事務局長を拝命して..... 福井 俊司

〈入門講座〉 データ解析：定量・定性からビッグデータの解析まで

分析データの MI 活用..... 鈴木 啓幸

〈ミニファイル〉 非破壊・固体分析

中性子放射化分析法..... 三浦 勉

〈話 題〉

生体試料中に存在する糖鎖の

高感度機器分析法の現状..... 米野 雅大

◇ 編 集 委 員 ◇

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

☒ 複写される方へ

日本分析化学会は学術著作権協会(学著協)に複写に関する権利委託をしていますので、本誌に掲載された著作物を複写する場合は、学著協より許諾を受けて複写してください。

〒107-0052 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル3階
一般社団法人 学術著作権協会

FAX: 03-3475-5619 E-mail: info@jaacc.jp

なお、複写以外の許諾(著作物の転載願い等)は、学著協では扱っていませんので、直接日本分析化学会へお尋ねください。

ぶんせき 2024年 第8号 (通巻596)

2024年 8月 1日印刷

2024年 8月 5日発行

定価 1,000円

編集兼発行人 公益社団法人 日本分析化学会

印刷所 〒173-0025 東京都板橋区熊野町13-11

株式会社 双文社印刷

発行所 〒141-0031 東京都品川区西五反田1-26-2

五反田サンハイツ 304号

公益社団法人 日本分析化学会

電 話 総務・会員・会計: 03-3490-3351

編集: 03-3490-3537

FAX: 03-3490-3572 振替口座: 00110-8-180512

© 2024, The Japan Society for Analytical Chemistry

購読料は会費に含まれています。

表彰

〔2024年度学会賞受賞者〕

- 井原 敏博 君（熊本大学大学院先端科学研究部・教授）
 研究業績 合成核酸を利用した生体分析に関する研究
- 坪井 泰之 君（大阪公立大学大学院理学研究科・教授）
 研究業績 光共鳴ピンセット技術の開発と分析化学への応用
- 藤浪 眞紀 君（千葉大学大学院工学研究院・教授）
 研究業績 陽電子消滅法による原子空孔分析の高度化

〔2024年度学会功労賞受賞者〕

- 齋藤 徹 君（北見工業大学・教授）
 研究業績 水系分離化学の設計と応用技術の開拓および分析化学教育への貢献
- 茶山 健二 君（甲南大学理工学部・教授）
 研究業績 新規な溶媒抽出試薬創製とイオン液体抽出デバイスの開発および学会への貢献

〔2024年度奨励賞受賞者〕

- 熊谷 将吾 君（東北大学大学院工学研究科・准教授）
 研究業績 有機炭素資源利用プロセス開発への熱分解ガスクロマトグラフィーの応用
- 宋和 慶盛 君（京都大学大学院農学研究科・助教）
 研究業績 電気分析化学と構造生物学による直接電子移動型酵素の反応機構解明
- 外間 進悟 君（京都工芸繊維大学・助教）
 研究業績 細胞内の物理化学量を分析するナノ計測技術の開発と応用
- 中村 圭介 君（(国研)産業技術総合研究所計量標準総合センター・主任研究員）
 研究業績 HPLCにおける保持機構解明および同位体希釈質量分析法による精確定量法の開発

〔2024年度先端分析技術賞受賞者〕

JAIMA 機器開発賞

- 小池 雅人 君（(国研)量子科学技術研究開発機構・客員研究員）
- 寺内 正己 君（東北大学多元物質科学研究所・教授）
- 村野 孝訓 君（日本電子(株)・グループ長）
- 大上 裕紀 君（(株)島津製作所・主任）
- 越谷 翔悟 君（日本電子(株)・主事）
- 垣尾 翼 君（(株)島津製作所・主任）
 研究業績 軟X線ホログラフィック不規則溝回折格子の開発と高分解能発光分光システムへの応用

〔2024年度女性 Analyst 賞受賞者〕

- 中川 沙織 君（新潟薬科大学医療技術学部・教授）
 研究業績 生体中のコレステロール合成・吸収・代謝物の高感度定量法の開発と臨床応用
- 西垣 敦子 君（東邦大学理学部・教授）
 研究業績 環境試料中の有機汚染物質の新規分析法の開発及び環境動態の解析

お知らせ

〔2024年度有功賞受賞者〕（敬称略）

井上 淳	住鋁テクノロジー株式会社	浅野 貴男	JFE テクノリサーチ株式会社
曾我 賢一	住友金属鋁山株式会社	野村 浩市	JFE テクノリサーチ株式会社
岩崎 敏治	(株)東ソー分析センター	菊池 昌宏	JX 金属株式会社
本川 睦文	(株)東ソー分析センター	久保井幸代	JFE スチール株式会社
末松 浩一	(株)日立ハイテクフィールドディング	都木 健司	デンカ株式会社
橘 宣幸	(株)日立ハイテクフィールドディング	吉永 文博	三井金属鋁業株式会社
庄司 哲弘	日産化学株式会社	矢橋 昭久	味の素株式会社
渡辺 義市	(株)日立ハイテクサイエンス	森田 浩之	富士フイルム和光純薬株式会社
橋本 敬子	(株)三井化学分析センター	酒寄 和紀	(株)レゾナック
大平 義途	(株)三井化学分析センター	石黒 茂樹	(株)レゾナック・セラミックス
吉原 英樹	(株)三井化学分析センター	柳内 厚人	(株)レゾナック
神成かおり	(株)三井化学分析センター	松原 龍一	三菱重工業株式会社
中島 礼子	(株)三井化学分析センター	鷺尾 勝利	(株)UBE 科学分析センター
秋馬 立幸	(株)住化分析センター	長谷川博子	(株)東レリサーチセンター
佐々木康晴	(株)住化分析センター	林 裕美	(株)東レリサーチセンター
藤井三千男	三菱ケミカル株式会社	酒井 公人	東芝ナノアナリシス株式会社
小山純一郎	旭化成株式会社	秋元 忠親	DOWA テクノリサーチ株式会社
池田 陽彦	(株)東洋検査センター	田中 美樹	DOWA テクノリサーチ株式会社
沖 真一	(株)トクヤマ	楠本 義幸	MHI ソリューションテクノロジーズ株式会社
佐藤 正光	三菱マテリアル株式会社	坂本 美鶴	(株)大同分析リサーチ
山本 珠永	(株)コベルコ科研	今野 正雄	日鉄テクノロジー株式会社
平澤 悟士	JFE テクノリサーチ株式会社	御手洗利則	日鉄テクノロジー株式会社
池田 慶一	JFE テクノリサーチ株式会社	吉田 昌弘	日鉄テクノロジー株式会社

第399回液体クロマトグラフィー研究懇談会

主催 (公社)日本分析化学会液体クロマトグラフィー (LC) 研究懇談会

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

J. J. Kirkland がシリカ系充填剤を用いた HPLC を発表したのが 55 年前の 1969 年であり, 今年は 55 周年にあたります。装置メーカー・カラムメーカーから, 現在に至る HPLC 製品の変遷など各メーカーの歴史を交え, HPLC の発展について語り合いの場を作ります。

期日 2024 年 9 月 20 日 (金) 13.00~17.15

会場 (株)島津製作所東京支社イベントホール (神田) [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 HPLC 提唱後 55 周年記念 HPLC の歩み

講演

講演主題概説 (オーガナイザー) (13.00~13.05)

(株)クロマニックテクノロジーズ 長江徳和
(LC 分析士二段)

1. クロマトグラフィーの創始から HPLC の今日迄
(13.05~13.35)

(株)島津総合サービス リサーチセンター) 三上博久
(LC マイスター, LC/MS 分析士初段)

2. 日立高速アミノ酸分析計の歩み (13.35~14.05)

(株)日立ハイテクサイエンス) 清水克敏
(LC 分析士二段, LC/MS 分析士初段)

3. 20 年目を迎える超高速 LC (14.05~14.35)

(日本ウォーターズ(株)) 島崎裕紀
(LC 分析士三段, LC/MS 分析士二段)

4. 充填剤開発の歴史と今後の発展 (14.35~15.05)

(東ソー(株)) 伊藤誠治
(LC 分析士五段, LC/MS 分析士二段)

休憩 (15.05~15.25)

5. 担体自社合成の強みと新しい市場へのチャレンジ
(15.25~15.55)

(ジーエルサイエンス(株)) 太田茂徳
(LC 分析士初段)

6. LC-MS インターフェイスの変遷 (15.55~16.25)

(エムエス・ソリューションズ(株)) 高橋 豊
(LC 分析士二段, LC/MS 分析士五段)

7. 総括「HPLC 提唱後 55 周年記念 HPLC の歩み」
(16.25~16.55)

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

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

申込締切日 9 月 13 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 研究懇談会・個人会員, 協賛学会・個人会員, その他の別および情報交換会参加の有無を明記

のうえ, お申込みください。なお, 参加者名と振込者名が違う場合は, 参加申込書の連絡事項欄に振込者名を明記してください。

2. お申込みが完了した場合には, 登録されたアドレスに「第 399 回液体クロマトグラフィー研究懇談会申込受付 (自動返信)」のメールが届きます。メールが届かない場合は, 世話人までお問い合わせください。

3. 申込受付のメールを受領後, 必ず期限内に研究懇談会参加費, 情報交換会費の納入を行ってください。期限内に納入が確認できない場合, お申込みを無効とし参加 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, 2024 年 9 月 14 日以降に要旨集をメールにてお送りいたします。必要に応じてプリントアウトしてご参加ください。なお, 請求書の発行はいたしておりません。

液体クロマトグラフィー研究懇談会 (例会) 参加費送金時のご注意

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

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/znbTRFGt4L1n4eNw9>

(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 (株)クロマニックテクノロジーズ 長江徳和 [E-mail: nagae@chromanik.co.jp]

入門触媒科学セミナー

主催 (一社)近畿化学協会触媒・表面部会
協賛 (公社)日本分析化学会近畿支部ほか

期日 2024 年 10 月 8 日 (火)・9 日 (水)

会場 大阪科学技術センター 7 階 700 号室

プログラム

第 1 日 (8 日) 10 時~17 時

1. 開会挨拶 (阪大院基礎工) 満留敬人
2. 触媒科学の基本概念—これだけは知っておこう— (関西大環境都市工) 池永直樹
3. 遷移金属錯体触媒—錯体の基礎と有機合成触媒反応— (阪公大院理) 亀尾 肇
4. 固体表面の酸・塩基点とその触媒機能 (阪公大院工) 田村正純

交流懇親会 (無料)

第 2 日 (9 日) 10 時~17 時

5. 金属酸化物触媒—多様な触媒機能の宝庫— (京都工繊大材料化学系) 細川三郎
6. 金属ナノ粒子触媒—構造と触媒作用及び設計法— (阪大院基礎工) 満留敬人
7. 触媒調製化学—基礎から最近のナノ構造触媒まで— (阪大院工) 桑原泰隆
8. 閉会挨拶 (阪大院基礎工) 満留敬人

参加費・申込方法 詳細は

<https://kinka.or.jp/catalytic/> をご参照ください。

申込締切 9月12日(木)

申込・問合せ先 〒550-0004 大阪市西区鞆本町1-8-4 近畿化学協会触媒・表面部会〔電話：06-6441-5531, FAX：06-6443-6685, E-mail：catal@kinka.or.jp〕

2024年度関東支部 「新世紀賞」・「新世紀新人賞」 候補者募集

関東支部では2000年より新世紀賞および新世紀新人賞を設け、表彰を行っています。2024年度も下記のとおり募集しますので、適当な候補者がおられましたら、ご推薦の程お願いいたします。

2023年1月13日から新しい支部表彰規定が施行されました。詳しくは関東支部HP (<https://kanto.jsac.jp>) をご覧ください。
新世紀賞資格 ①2024年4月1日現在で満39歳以上54歳以下の者で関東支部所属の正会員。ただし、上限年齢を超えても受け付ける場合*がある。②研究業績は、本会論文誌またはその他の論文誌に公表されたものでなければならない。③受賞の基礎となる研究業績が共同研究の場合は、主たる研究者について適用する。④候補者となるべきものは会員の推薦によるものとする(自薦を含む)。

*上限年齢は、研究職からの異動、産休・育休、また長期療養などのライフステージを考慮する。

新世紀新人賞資格 ①2024年4月1日現在で満38歳以下の関東支部所属の正会員。②研究業績は、本会論文誌またはその他の論文誌に公表されたものでなければならない。③受賞の基礎となる研究業績が共同研究の場合は、主たる研究者について適用する。④候補者となるべきものは会員の推薦によるものとする(自薦を含む)。⑤ただし、日本分析化学会奨励賞受賞者は除く。

提出書類

新世紀賞 ①推薦書(関東支部HP (<https://kanto.jsac.jp/award/>) よりダウンロードしてください)、②推薦理由書(A4判を縦(1行45字×40行)に使用し、本文および文献リスト(主要論文等)を合わせて3ページ以内で作成すること)、③添付資料(特に重要な論文の別刷、その他審査の参考となる資料)

新世紀新人賞 ①推薦書(関東支部HP(同上)よりダウンロードしてください)、②推薦理由書(A4判を縦(1行45字×40行)に使用し、本文および文献リスト(主要論文等)を合わせて3ページ以内で作成すること)、③添付資料(特に重要な論文・特許等の写し、3編以内)

提出方法 上記書類を電子ファイルとし、推薦者より書類提出先記載のE-mailアドレス宛送信(cc:候補者)のこと(ただし自薦の場合は候補者より送信、いずれも押印不要)。①、②についてはそれぞれ1件のファイルとすること。③については複数のファイル送付も可とするが、必要最小限とすること(いずれもPDFファイルを推奨)。なお、事務局にてメールおよびファイルを受信後、受領通知が送信されるので、確認のうえ、受領通知のメールは保管のこと。送信後1週間以内に受理通知が届かない場合は書類提出先アドレスに必ず問い合わせのこと。

締切日 2024年10月31日(木)必着

書類提出先 日本分析化学会関東支部事務局
〔E-mail：kanto@jsac.or.jp〕

第37回新潟地区部会研究発表会 —講演募集—

主催 (公社)日本分析化学会関東支部・同新潟地区部会

期日 2024年11月1日(金)13時から

会場 新潟大学五十嵐キャンパス 物質生産棟161演習室、1F展示スペース〔新潟市西区五十嵐二の町8050、電話：025-262-7323〕

プログラム

1. 特別講演
2. 招待講演
3. 一般講演
4. ポスター発表

一般講演・ポスター発表申込方法 電子メールに一般講演・ポスター発表の別、講演題目、発表者名(講演者に○印)、所属、連絡先を記入のうえ、下記の締切日までに申し込みください。講演要旨集作成要領をお送りします。

一般講演の申込締切日 2024年8月16日(金)

ポスター発表の申込締切日 2024年9月16日(月)

*ポスター発表の申込期間は延長される可能性もありますので、ご連絡ください。

参加費 無料

申込・照会先 〒950-2181 新潟市西区五十嵐二の町8050 新潟大学理学部 韓 智海〔電話：025-262-7323, E-mail：jhhan@chem.sc.niigata-u.ac.jp〕

LC研究懇談会創立50周年記念会

主催 (公社)日本分析化学会LC研究懇談会

後援 (公社)日本薬学会(申請中)、(公社)日本化学会、(公社)日本農芸化学会、(公社)日本分析化学会、分析士会、LCシニアクラブ

協賛 日本ウォーターズ(株)、(株)北浜製作所、ジーエルサイエンス(株)、(株)プレッパーズ/(株)エムエス・ソリューションズ、(株)日立ハイテクサイエンス、(株)島津製作所、東ソー(株)、(一財)化学物質評価研究機構(社内申請中)、関東化学(株)、アジレント・テクノロジー(株)など

LC研究懇談会は、1974年に当時の(社)日本分析化学会の下部組織として創立され、2024年に創立50周年を迎えます。そこで、実行委員会を組織して本記念会を開催するほか、一連の創立50周年記念出版(記念誌、用語辞典、分析士試験解説書Q&A)、記念品・記念名刺の作成など各種の記念事業を行います。本記念会の参加者には、「創立50周年記念誌」と記念品を贈呈します。

日時 2024年12月3日(火)

会場 第1部～第3部：北とびあ・スカイホール(14階)〔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〕

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

第4部：北とびあ・レストランVIEW & KITCHEN QUAD17(17階)

プログラム

レセプション 伊藤誠治(東ソー(株))
映像・音声 榎本幹司(栗田工業(株))
総合司会 井上剛史(株)北浜製作所)

第1部 記念式典(13.00～14.00)

開会の辞 (公社)日本分析化学会・LC研究懇談会委員長、創立50周年記念事業実行委員長(東京理科大学)中村 洋

祝辞

(一財)化学物質評価研究機構・理事長 今田中伸哉
(公社)日本分析化学会・関東支部長(日本大学)四宮一総
褒賞

- ①研究支援感謝状
(一財)化学物質評価研究機構 今田中伸哉
- ②創立 50 周年特別功労賞
(株)島津総合サービス リサーチセンター) 三上博久
- ③ホームページ管理特別感謝状
(株)ライフ 勝田 啓
- ④「ぶんせき」会告掲載感謝状
(日本分析化学会) 三浦隆志
- ⑤経理アドバイザー感謝状
(日本分析化学会) 田中久光
- ⑥創立 50 周年記念懸賞論文優秀賞
- ⑦永年会員表彰 (30 年)

個人の部 (7 名): 中村 洋, 前田恒昭, 松崎幸範, 岡橋
美貴子, 浜瀬健司, 宮野 博, 浜崎敦子

団体の部 (12 社): ジーエルサイエンス(株), 第一三共(株)製
薬技術本部, 日産化学(株), 昭和産業(株), (株)フジクラ, 東
京化成工業(株), 関東化学(株), (株)日立ハイテクサイエン
ス, (株)味の素, 大日精化工業(株), 富士シリシア化学(株),
アジレント・テクノロジー(株)

記念撮影 (参加者全員の集合写真)

第 2 部 記念講演会 (14.00~15.35)

14.00~14.45 (座長: 三上博久)

LC 研究懇談会の来し方, 行く末

(創立 50 周年記念事業実行委員長) 中村 洋

14.50~15.35 (座長: 熊谷浩樹)

題目未定

(日本分析化学会・2024 年度関東支部長) 四宮一総

第 3 部 記念座談会「老若男女と LC」 (15.40~16.50)

司会: 中村 洋, パネリスト: 石井直恵 (メルク), 太田茂
徳 (ジーエルサイエンス), 熊谷浩樹 (LC シニアクラブ),
坂本和則 (関東化学), 清水克敏 (日立ハイテクサイエン
ス), 竹澤正明 (東レリサーチセンター), 寺田英敏 (島津
製作所), 濱崎保則 (太田胃散)

第 4 部 記念祝賀会 (17.30~19.30)

司会: 褒賞小委員長・岡橋美貴子 ((一社)臨床検査基準測定
機構)

- ①開会挨拶, ②来賓祝辞, ③乾杯, ④協賛企業等ノベル
ティーグッズ抽選会
- ・分析士試験解説書全 30 冊: 選り取り何冊? 引換券
(LC 研究懇談会)
- 特賞: 10 冊 (1 名), 金賞: 5 冊 (1 名), 銀賞: 2 冊 (2 名),
銅賞: 1 冊 (10 名)
- ・企業ノベルティーグッズ

第 1 部~第 3 部参加費 ① LC 研究懇談会・個人会員, 学生:
2,000 円, ② LC 研究懇談会・団体会員: 3,000 円, ③後援学
会・個人会員: 4,000 円, ④後援学会・団体会員: 5,000 円,
その他: 6,000 円. 参加申込締切後の受付はできませんので,
ご了承ください.

第 4 部参加費 講演終了後, 講師を囲み情報交換会を開催し
ます (会費 5,000 円). 参加申込締切後のご参加はできませ
ないので, ご了承ください.

申込締切日 2024 年 11 月 26 日 (火) (入金締切時刻: 15 時
まで)

申込方法 (対面方式のみ, Web 参加はありません)

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

2. お申込みが完了した場合には, 登録されたアドレスに
「創立 50 周年記念会申込み受付 (自動返信)」のメール
が届きます. メールが届かない場合は, ①入力したご自
分のアドレスに間違いがないか, ②迷惑メールフォル
ダーをご確認のうえ, 世話人までお問い合わせください.
3. 申込受付メールを受領後, 必ず期限内に参加費の納入を
行ってください. 期限内に参加費納入が確認できない場
合, 参加申込みを無効としますので, 十分ご注意ください
い. なお, いったん納入された参加費は, 返金いたしま
せん. また, 請求書の発行はいたしておりません.

**液体クロマトグラフィー研究懇談会 (例会) 参加費送金時のご
注意**

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

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/mzL2j8HCSmY4SRvi9>

(学生申込者は, 所属欄に大学名, 学部, 学年を記載)

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

問合先 (公社)日本分析化学会・液体クロマトグラフィー研究
懇談会 世話人 東京理科大学 中村 洋
[E-mail: nakamura@jsac.or.jp]

—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。

初心者のための電気化学測定法—実習編（現地）

主催（公社）電気化学会
 期日 2024年9月3日（火）・4日（水）
 会場 東京理科大学野田キャンパス
 ホームページ
<https://www.electrochem.jp/seminar/>
 連絡先 〒101-0065 東京都千代田区西神田3-1-6 日本弘道会ビル7階（公社）電気化学会事務局
 [電話：03-3234-4213, E-mail：seminar@electrochem.jp]

初心者のための電気化学測定法—実習編（オンデマンド配信）

主催（公社）電気化学会
 期日 2024年10月1日（火）午前9時～9日（水）午後5時
 会場 オンデマンド（Vimeoにてストーリーミング配信）
 ホームページ
<https://www.electrochem.jp/seminar/>
 連絡先 〒101-0065 東京都千代田区西神田3-1-6 日本弘道会ビル7階（公社）電気化学会事務局
 [電話：03-3234-4213, E-mail：seminar@electrochem.jp]

2024年日本表面真空学会学術講演会

主催（公社）日本表面真空学会
 期日 2024年10月20日（日）～24日（木）
 会場 北九州国際会議場
 ホームページ
<https://pub.conf.it.atlas.jp/en/event/jvss2024>
 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：taikai2024@jvss.jp]

連合年会 2024
（第37回日本イオン交換研究発表会・第43回溶媒抽出討論会）

主催 日本イオン交換学会、日本溶媒抽出学会
 期日 2024年10月31日（木）・11月1日（金）
 会場 水戸市市民会館
 ホームページ
<http://www.solventextraction.gr.jp/symposium/00top.html>
 連絡先 〒310-8512 茨城県水戸市文京2-1-1 茨城大学理学部化学コース 大橋 朗 [電話：029-228-8704, E-mail：akira.ohashi.sci@vc.ibaraki.ac.jp]

新アミノ酸分析研究会第14回学術講演会

主催 新アミノ酸分析研究会
 期日 2024年12月13日（金）
 会場 大田区産業プラザ PiO
 ホームページ
<http://jsa3.s2.weblife.me/>
 連絡先 〒351-0198 埼玉県和光市広沢2-1 理化学研究所環境資源科学研究センター 生命分子解析ユニット内 川谷 誠 [E-mail：aminoacidanalysis2011@gmail.com]

「分析化学」年間特集「環」論文募集

「分析化学」編集委員会

2025年は「環」をテーマとすることと致しました。分析化学において「環」は、様々なスケールでの意味を持ちます。たとえば“環境”や“循環”のような大きなスケール、あるいは、多環芳香族炭化水素（PAHs）などの“環状化合物”という小さなスケールです。いずれにおいても、分析化学は重要な役割を果たしています。

本特集では「環」をキーワードとして、基礎・応用を含めた分析化学の“最新の知見”はもちろん、総合論文や分析化学総説といった形で現在の分析化学の“研究の背景”についても広く募集し、分析化学が担う役割を社会に向けて発信することを目的としています。本特集にかかわる論文はすべての論文種目で年間を通じてご投稿いただくことが可能で、審査を通過した論文は、単行の特集号を除く「分析化学」第74巻（2025年）合併号の冒頭に掲載する予定です。国内外、産学官を問わず、「環」にかかわる分析化学の研究・開発に従事されている多くの皆様方からの投稿をお待ちしておりますので、是非この機会をご活用ください。なお、詳細は「分析化学」誌の6号及びホームページをご参照ください。

特集論文申込締切：2024年7月21日（金）（第1期）
 特集論文原稿締切：2024年8月18日（金）（第1期）

「分析化学」特集

“表示・起源分析技術の現在”の論文募集

「分析化学」編集委員会

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

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

ぶんせき 8月号 掲載会社 索引

【ア行】

アジレント・テクノロジー(株)..... A3
(株)アメナテック..... カレンダー裏
(株)エス・ティ・ジャパン..... A6
オルガノ(株)..... A1

【サ行】

JASIS2024..... 表紙 2
(株)島津製作所..... 表紙 3

【タ行】

田中科学機器製作(株)..... A15

(株)デジタルデータ

マネジメント..... A16
東亜ディーケーケー(株)..... A4

【ナ行】

日本精密科学(株)..... A16
日本電子(株)..... カレンダー裏
日本分光(株)..... A5

【ハ行】

PerkinElmer Japan(同)..... 表紙 4
フロンティア・ラボ(株)..... A14

【マ行】

マイルストーンゼネラル(株)..... A13
室町ケミカル(株)..... A12
メトロームジャパン(株)..... A2

【ヤ行】

安井器械(株)..... A8

【ラ行】

(株)リガク..... A7

製品紹介ガイド..... A10~11

日本分析化学会第73年会

2024年9月11日(水)~13日(金)

名古屋工業大学

主催:公益社団法人 日本分析化学会

最先端の分析機器、研究装置などを展示！

■ 付設展示会 (ポスター会場内)

9月11日(水) 9:30~17:00
9月12日(木) 9:30~12:00
9月13日(金) 9:30~15:00

新製品や最新技術情報を詳しく解説！

■ ランチョンセミナー (年会会場) お弁当+ドリンク付

9月11日(水) 12:00~12:50
9月13日(金) 12:00~12:50

展示会・ランチョンセミナーの開催時間は変更になる場合がございます。
詳しくは大会ホームページをご覧ください。
<https://confit.atlas.jp/guide/event/jsac73nenkai/top>

■企画・運営
公益社団法人日本分析化学会 指定広告代理店
株式会社 明報社

原子スペクトル分析

各種水銀測定装置

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

分子スペクトル分析

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

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

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

レーザー分光分析

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

質量分析

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

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

熱分析

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

クロマトグラフィー

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

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

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

電気化学分析

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

分析装置・関連機器

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

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

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

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

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

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

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

書籍

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



イオン交換・吸着・濾過
MUROMACHI CHEMICAL

column



mini/ソリューション
【展示コーナー】に
出展いたします！

ムロマックミニカラムの使用例（公開論文・文献より）

1. 環境分野：海水、雨水など環境試料の分析用途
2. 鉱業分野：岩石、鉱物、石英などの組成分析
3. 農業分野：植物などの分析
4. 生化学分野：タンパク質、生体などの精製研究
5. 原子力分野：高レベル廃棄物の処理法研究（詳細はお問い合わせください）

ムロマック® ミニカラム

ムロマック®ミニカラムはカラムと液溜槽がポリプロピレンにより一体成型されており、丈夫で耐薬品性に優れています。小さなカラムながら濾槽が効率良く試料中の物質を吸着できるように設計されており、リークやテリングの少ない精度の高いクロマトグラフィーが可能です。

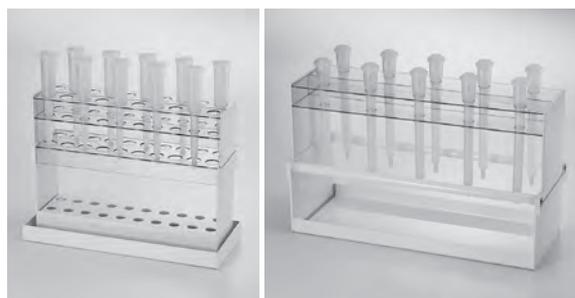


種類	内径(mm)	長さ(mm)	容量(mL)	液溜槽容量(mL)
S	5.0~5.5	50	1.0	8.0
M	6.5~8.5	5.8	2.5	10.0
L	10.0~11.0	118	10.0	5.0*1

*1. 連結キャップを使って50ml注射器を接続すると便利です。

ムロマック® ミニカラムスタンド

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



種類	横(cm)	縦(cm)	高さ(cm)	立数
S・M共用	26.5	7.0	20.5	20本
L用	36.5	14.5	22.5	10本

ムロマック® ガラスカラム

ムロマック®ガラスカラムはガラス製で耐薬品性に優れ、鮮明にイオン交換反応を可視化します。イオン交換樹脂の初期検討後、樹脂量を多くして使用することでより正確なデータを取ることが可能です。枝管付きタイプはムロマック分液ロートを使用することで液枯れしません。また、ライブ試験など樹脂層高を上げて試験を行う場合は細長カラムを使用することで正確なデータを取得できます。



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

ムロマック® 分液ロート

【各ガラスカラム対応】

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



種類	容量(mL)
S	500
M	1000

お問合せ先

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

【東京】TEL. 03-3525-4792 【大阪】TEL. 06-6393-0007 【本社】TEL. 0944-41-2131



JASIS
2024

2024. 9/4 (水)~ 9/6 (金)
A.M. 10:00 ~ P.M. 5:00
【幕張メッセ国際展示場】
ブースNo. 8A-308

FLEXIBILITY AND
PERFORMANCE
THAT MAKE THE
DIFFERENCE



NEW
COMING
SOON !!

マイクロ波試料分解装置 ultraWAVE ③ (ウルトラウェーブ3)

高い生産性と前処理性能を備えたマイクロ波分解装置です。独自のシングルリアクションチャンバー (SRC) 技法により、難分解性試料、大量試料、多種試料の同時処理を実現します。



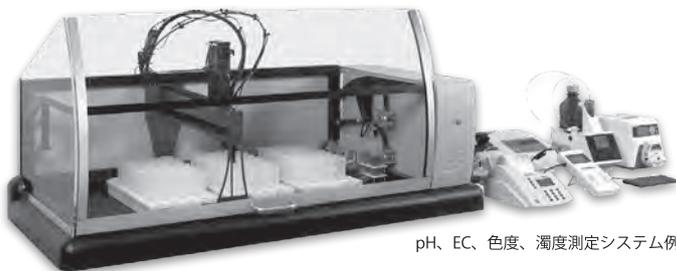
マイクロ波試料前処理装置 ETHOS UP (エトスアップ)

無機元素分析のためのマイクロ波前処理装置は、高温高压処理に有用な分解容器のほか、多検体試料に対応した分解ローター、アルカリ溶融キットなど幅広い試料前処理アプリケーションに対応します。



自動試薬分注モジュール easyFILL (イージーフィル)

マイクロ波装置と組み合わせることで、分解容器への試薬添加作業が自動化され、前処理にかかる時間や手間といった様々な負担を削減することができます。多検体用の細いパイプであっても、簡単に確実な注液操作を実現します。



pH、EC、色度、濁度測定システム例

ロボティックアナライザー SP2000 シリーズ

SP2000 ロボティックアナライザーは、飲料水、河川水、湖水、工業用水、廃水、土壌抽出液、ビールなどの一般的な水質分析試験用に柔軟で高度な自動化ソリューションを提供します。測定に関わる単純操作を自動化することによりオペレーターの作業時間を短縮させ、ヒューマンエラーを排除することができます。分析コストを削減させて業務の生産性が向上します。

新技術説明会

9月4日 (水) 12:30~13:00
無機元素分析の前処理操作を自動化 !!
酸分解に適した安全なワークフロー

9月4日 (水) 15:30~16:00
BOD 測定における自動化技術のご紹介
~ SP2000 シリーズを用いた pH 調整、
希釈、ATU 添加、測定等の一連操作の
自動化 ~

9月5日 (木) 11:15~11:45
最強で無敵のマイクロ波様! 新たなマイ
クロ波試料分解装置 ultraWAVE 3

9月6日 (金) 10:30~11:00
酸分解だけではもったいない! マイクロ
波による有機化合物分析のための溶媒
抽出法

こちらの製品も展示します

マイクロ波試料前処理装置
マイクロ波溶媒抽出装置

微量元素分析用自動洗浄システム
水銀測定装置

連続流れ分析装置

MG マイルストーンゼネラル株式会社

Milestone
General

〒 213-0012 神奈川県川崎市高津区坂戸 3-2-1 KSP

TEL 044-850-3811 / FAX 044-819-3036

E-Mail info@milestone-general.com

マイルストーンゼネラル

検索

<http://www.milestone-general.com>



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

- 室温から1050°Cまでの幅広い温度領域を任意設定
- 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

豊富な周辺装置

- 目的に合わせて選べる周辺装置で分析業務をサポート

ライブラリー登録数が大幅増！
ポリマー・添加剤を瞬時に同定できる
マススペクトル検索ソフトウェア **F-Search**



メンテナンス性が向上！
より使いやすくなった
自動分析用オートサンプラー **AS-2020E**

簡単操作でパワフル！
各種試料の粉碎・攪拌・分散に最適な
卓上可搬型 凍結粉碎装置 **IQ MILL-2070**

微量ポリマーの検出感度が大幅向上！
スプリットレス熱分解用オプション装置
MFS-2015E



製品情報



フロンティア・ラボはJASIS2024に出展します。
熱分解総合分析システムと凍結粉碎装置を展示。ご来場をお待ちしております。

2024年9月4日(水)~6日(金) 10:00~17:00 幕張メッセ国際展示場 入場無料

ブース番号：5B-605

展示・実演 パイロライザーを含む各種製品の展示、凍結粉碎装置の展示と実演 ほか

新技術説明会 9月4日(水) 15:00~15:30 【マイクロプラスチック(MPs)分析の最新ニュース】
ASTMに準拠した熱分解GC/MSを用いるMPs分析法をご紹介します

フロンティア・ラボ 株式会社

www.frontier-lab.com/jp info@frontier-lab.com

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

TANAKA
Petroleum Testing & Beyond

NEW 100 Series

TANAKA の石油類試験器が 100 Series としてリニューアル
JIS K 2265-4「クリーブランド開放法」に規定された引火点試験を自動化

クリーブランド開放式自動引火点試験器

ACO-100



9月4日(水)～6日(金)に幕張メッセで開催されます
JASIS 2024 に出展いたします。
皆様のご来場をお待ちしております。
ブース番号 5A-403 <https://www.jasis.jp>

デモのご要望はこちらまで

☎ 電話でのお問い合わせは
03-3620-1711 (営業時間平日 9:00~17:30)

✉ メールでのお問い合わせは
tanaka@tanaka-sci.com

●製品の外観及び仕様は、予告無く変更することがあります。予めご了承ください。

 **田中科学機器製作株式会社**

〒120-0005 東京都足立区綾瀬7-10-3 TEL: 03-3620-1711 FAX: 03-3620-1713 URL: www.tanaka-sci.com

NS

NHON SEIMITSU KAGAKU CO.,LTD

日本精密科学のプランジャーポンプが
さらに使いやすくなりました!

高品質

高精度

高耐圧

NS pump series

High pressure plunger Pumps



KX504型

KX204型

NRX04型



JASIS2024では各種プランジャーポンプ
充実のラインナップを出展いたします。
ぜひ弊社ブースにお立ち寄りください。

日本精密科学株式会社

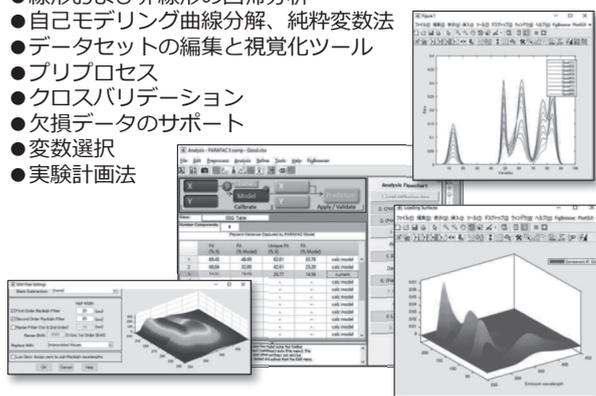
<https://nihon-exa-sci.com/>

JASIS2024に出展いたします

ケモトリックスソフトウェア
PLS_Toolbox (MATLAB Add-in)

データの検量(Calibration)、バリデーション、モデルの作成
(Model)と結果の解釈用グラフィック(Plot)インターフェース、
未知データの予測(Prediction)ツールです。MatLab、Excel、
GRAMS、ASCII XY他のデータファイルからデータを
インポートし、データセットのオブジェクトを組み立てます。

- データの探索とパターン認識
- 判別分析
- 線形および非線形の回帰分析
- 自己モデリング曲線分解、純粋変数法
- データセットの編集と視覚化ツール
- プリプロセス
- クロスバリデーション
- 欠損データのサポート
- 変数選択
- 実験計画法



製作会社: Eiigenvectorr Research Inc..

株式会社デジタルデータマネジメント

〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町1-11-8 紅萌ビル

TEL.03-5641-1771 FAX.03-5641-1772

E-mail:tech@ddmcorp.com URL:<http://www.ddmcorp.com>

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

AX Analytical Transformation

Analytical Transformation は、島津製作所が提案するこれからの分析を指し示す概念です。最先端の分析計測機器、ロボティクス、AI、IoT技術を活用し、LABにおける属人性を解消することで、研究者はより高度な業務に取り組むことができ、分析プロセスにおける生産性を向上させ「お客様のビジネス変革」を実現します。この革命的な Analytical Transformation が、未来への扉を開き、人々の生活を豊かにする鍵となることでしょう。

JASIS 2024 最先端科学・分析システム&ソリューション展

2024.9.4 [水] ~ 6 [金]

幕張メッセ国際展示場 島津製作所ブース：8ホール 8B-701

※ 展示会公式サイトにて事前入場登録をお済ませのうえご来場ください。

最新情報は特設サイトをご覧ください

JASIS2024 島津製作所

<https://www.an.shimadzu.co.jp/topics/jasis/jasis.htm>



注目製品を多数展示！

島津製作所が誇る技術を集約したトリプル四重極質量分析計 LCMS-TQ RX シリーズ、熟練作業者が行った波形処理を AI に学習させた Peakintelligence™ for LC、新世代のガスクロマトグラフ質量分析計 GCMS-QP™2050 など、これからの時代をリードする注目製品を多数展示します。



トリプル四重極質量分析計

NEW LCMS-TQ RX シリーズ



LabSolutions™ 向け波形処理ソフトウェア

NEW Peakintelligence™ for LC

新技術説明会 38 講演を実施！

毎年人気の新技術説明会では、AIによる分析法開発や自動化など業務改革を実現する注目トピックスから分析ノウハウまで、幅広いテーマで講演します。



ガスクロマトグラフ質量分析計

NEW GCMS-QP™2050



オンライン分析用超高速液体クロマトグラフ

NEW Nexera FV

出展予定製品

高速液体クロマトグラフ
高速液体クロマトグラフ質量分析計
ガスクロマトグラフ
ガスクロマトグラフ質量分析計
ワークステーション/インフォマティクス

フーリエ変換赤外分光光度計
紫外可視分光光度計
原子吸分光光度計
赤外ラマン顕微鏡
蛍光X線分析装置

電子線マイクロアナライザ
ライフサイエンス関連機器
走査型プローブ顕微鏡
マトリックス支援レーザー脱離イオン化-
飛行時間型質量分析計

ICP質量分析計
全有機体炭素計
熱分析装置
天びん
カラム&クロマト消耗品

ACCELERATING
SCIENTIFIC OUTCOMES
WITH CUTTING-EDGE TECHNOLOGY
WORLD-CLASS SERVICE
PASSION AND PURPOSE

JASIS 2024 出展

2024/9/4 (水) - 9/6 (金) 10:00 - 17:00

幕張メッセ国際展示場 Booth #: 6B-305

JASIS 特設サイト

<https://jasispkj.perkinelmer.co.jp/>



PerkinElmer は材料、環境、食品、医薬など様々な分野のお客様が日々直面されている課題を解決し、よりクリーンでサステイナブルな世界の実現に貢献する分析ソリューションを提供いたします。



NEW

NexION 1100

ICP 質量分析装置



NEW

DSC 9

示差走査熱量測定装置
(シングルファーンレス DSC)



Avio 220 Max

ICP 発光分光分析装置



NexION 5000

マルチ四重極 ICP 質量分析装置



GC 2400 システム

ガスクロマトグラフ / 質量分析計



PinAAcle 500

フレーム原子吸光分析装置



Spotlight 400

IR イメージングシステム



QSight

トリプル四重極型
液体クロマトグラフ質量分析計

PerkinElmer Japan 合同会社

www.perkinelmer.co.jp



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


PerkinElmer
Science with Purpose