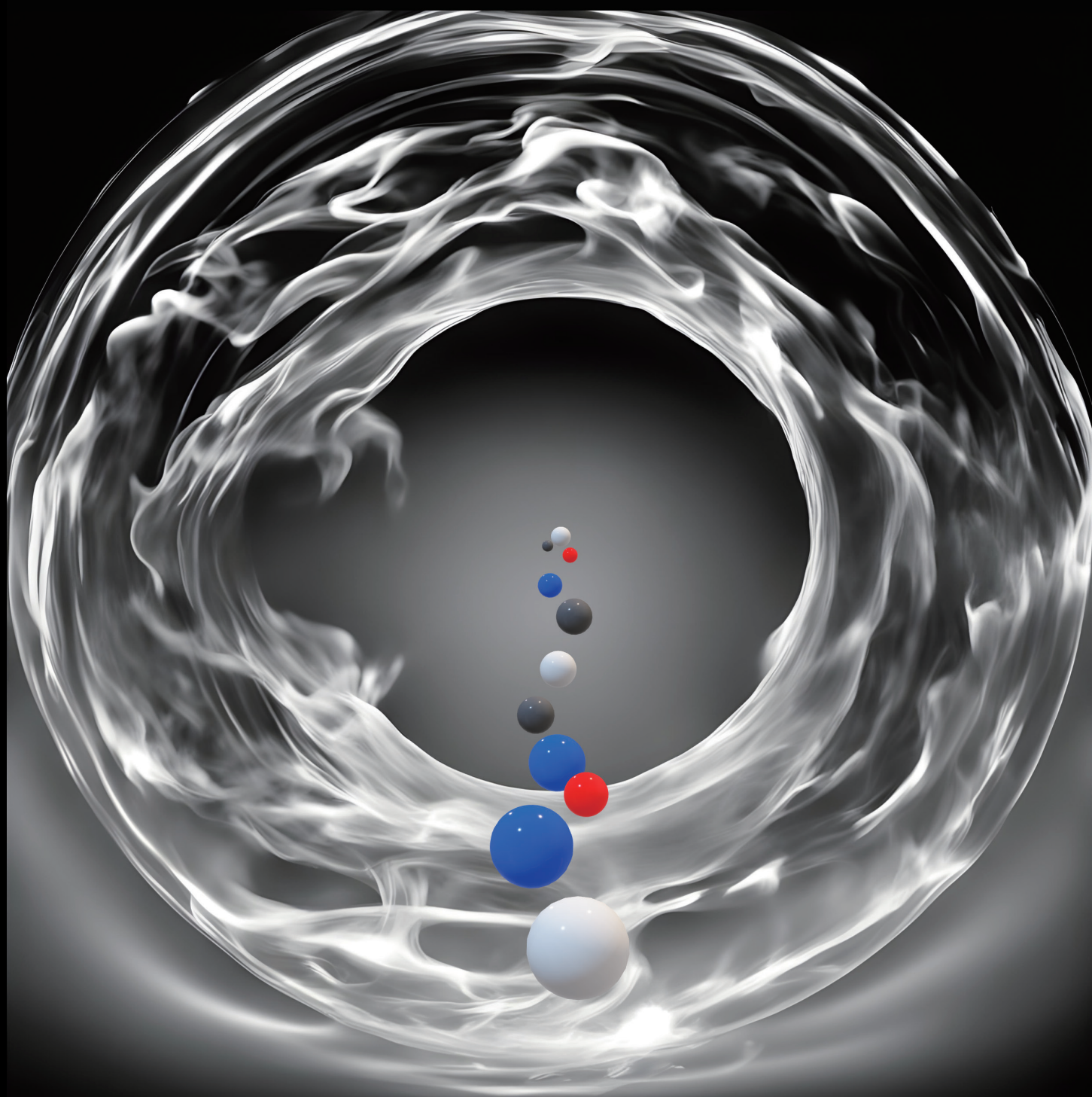


ぶんせき 7

Bunseki 2024

The Japan Society for Analytical Chemistry



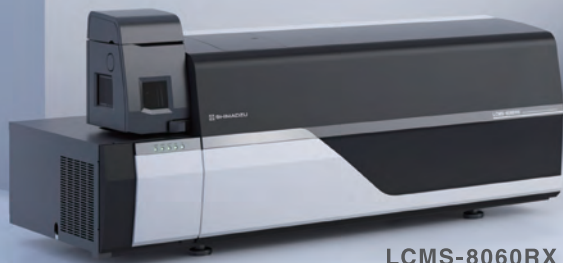
日本分析化学会

<https://www.jsac.jp>



LCMS-8050RX

Ultrafast Track to
Your Success



LCMS-8060RX

高速液体クロマトグラフ質量分析計
Liquid Chromatograph Mass Spectrometer

LCMS-TQ RX シリーズ



LCMS-8045RX

分析業務を取り巻く事業環境やニーズは時代とともに大きく変わってきています。LCMS-TQ RX シリーズは、多様化する分析現場のニーズに対して、島津製作所が誇る技術を集約した、Reliable、Resilient、Responsibleの3Rを兼ね備えたトリプル四重極質量分析計です。圧倒的な信頼性と安定性を誇るハードウェアと、優れた操作性と卓越した自動化技術を搭載したソフトウェアにより、新しい価値を提供します。

Reliable

信頼性が求められる
ルーチン分析に特化



Resilient

変化に強いシステムが
効率運用を支援

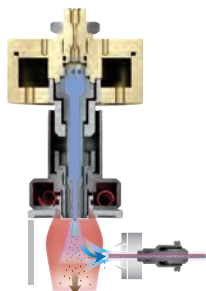
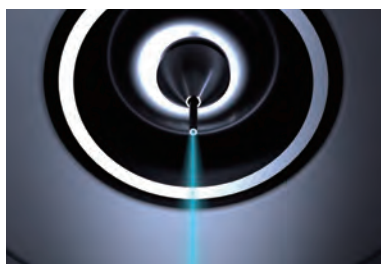


Responsible

環境への負荷低減が
求められるラボに

より安定なネブライザーフローを実現 — 新開発 CoreSpray —

新開発のネブライザーノズルであるCoreSprayにより、ネブライザーフローの更なる均一性向上と流量の上限値拡張（7 L/min）を実現。より安定なイオン化を実現し、イオン導入量が安定することで、同一サンプルはもちろんのこと、装置間でのバラツキを低減。ラボにある複数の装置の効率運用を後押しします。



万全の装置状態で質量分析

— 新開発 パフォーマンス・コンシェルジュ —

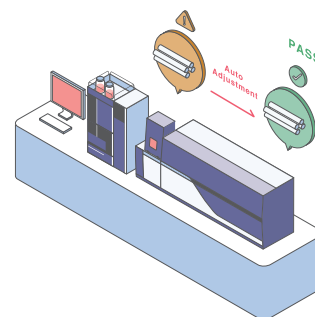
自動で標準試料を注入し、質量精度、分解能、強度等の装置状態をチェックします。結果に応じて自動でチューニングを行うことも可能で、ベストな状態で分析を開始できます。基準を満たさない場合は、原因箇所を特定し必要な処置をお知らせ。メンテナンス時のダウンタイム削減にもつながります。



ANALYTICAL
INTELLIGENCE



PERFORMANCE
CONCIERGE



ぶんせき Bunseki 2024 Contents

7

目次

とびら	変化と対応／倉光 英樹 225
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 蛍光 X 線分析 ー 定性・定量データ解析とその応用 ー ／森山 孝男 226
解説	単一分子蛍光イメージングの材料分析・評価への応用 ／伊都 将司・宮坂 博 235
ミニファイル	非破壊・固体分析 ラマン分光法／齋藤 広大 241
話題	分析対象としての涙液／砂山 博文 243
技術紹介	多核種を含む試料の溶液 NMR 分光法 ー コツと注意点 ー ／吉田 恵一 245
トピックス	イムノスティック法による食物アレルゲン検出の高感度化 ／白土 英樹 252 炭素鎖が非常に短いペル及び ポリフルオロアルキル化合物（超短鎖 PFAS）の精密分析 ／松神 秀徳 252
こんにちは	京都大学農学研究科生体機能化学研究室を訪ねて／末吉 健志 253
リレーエッセイ	リンパぶんせきのすゝめ／章 逸汀 256
ロータリー	257 談話室：分析化学を活かした基礎化学実験の試み／インフォメーション：理事会だより（2024 年度第 1 回）；第 394 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

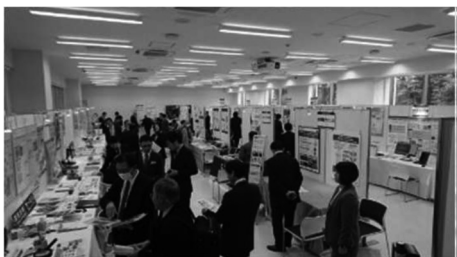
〔論文誌目次〕	261	〔カレンダー〕	iii
〔会報〕	262	〔広告索引〕	A5
〔お知らせ〕	M1	〔ガイド〕	A6

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



本年会では、下記の企業協賛メニューを募集しております。

●講演プログラム集（冊子） 広告掲載料

白黒1頁 ￥ 70,000（税別）

白黒1/2頁 ￥ 40,000（税別）

●大会ホームページ バナー 広告掲載料

1枠 ￥ 30,000（税別）～

●付設展示会 出展料

1小間 ￥ 100,000（税別）

書籍販売1小間 ￥ 50,000（税別）

●ランチョンセミナー 開催料

1枠 ￥ 150,000（税別） ※お弁当代等の経費は別途

詳しくは大会ホームページをご覧ください。

<https://confit.atlas.jp/guide/event/jsac73nenkai/top>

■お問合せ・お申込み

公益社団法人日本分析化学会 指定広告代理店

株式会社 明報社

〒104-0061 東京都中央区銀座7-12-4 友野本社ビル

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

2024 年

ISO/IEC17043 に基づく分析技能試験		
7 月	4・5 日	「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)
		プラズマ分光分析研究会 2024 筑波セミナー ―プラズマ分光分析法の基礎を確認しよう― 〔つくば国際会議場中会議室 202 およびオンライン〕……………(6 号 M9)
	5 日	第 42 回高分子表面研究会基礎講座〔東京理科大学森戸記念館第 1 フォーラム〕……………(6 号 M9)
11～13 日		有機微量分析研究懇談会・創立 70 周年記念大会シンポジウム・ 第 91 回日本分析化学会有機微量分析研究懇談会・ 第 125 回計測自動制御学会力学量計測部会・ 第 41 回合同シンポジウム〔岐阜大学講堂・工学部他〕……………(6 号 M4)
		北陸地区講演会〔福井大学文京総合研究棟 I 2 階総合大 2 講義室〕……………(5 号 M2)
	12 日	第 6 回使えるセンサ・シンポジウム 2024（同時開催：第 6 回使えるセンサ・計測展 2024） 〔マイドームおおさか〕……………(5 号 M5)
	17～19 日	第 34 回環境工学総合シンポジウム 2024〔高野山大学〕……………(3 号 M4)
	19 日	2024 年度第 2 回近畿支部講演会〔大阪科学技術センター 7 階 700 号室〕……………(5 号 M3)
	19 日	第 397 回液体クロマトグラフィー研究懇談会〔栗田工業 Kurita Innovation Hub 講堂 A〕……………(6 号 M5)
	19 日	第 36 回イオン交換セミナー「挑戦するイオン交換Ⅶ」〔上智大学四ツ谷キャンパス〕……………(6 号 M9)
19・8/27 日		熱測定講習会 2024〔オンライン講義：7/19；対面実習：8/27 （東京理科大学神楽坂キャンパス 6 号館 4 階理科実習室）〕……………(M 6)
		第 12 回対称性・群論トレーニングコース（英語講義） 〔高エネルギー加速器研究機構つくばキャンパス〕……………(6 号 M10)
	22～26 日	HPLC & LC/MS 講習会 2024〔島津製作所殿町事業所 MainHall（4 階）ほか〕……………(4 号 M4)
	24～26 日	（一社）日本結晶学会講習会「粉末 X 線解析の実際」〔東京工業大学大岡山キャンパス西 9 号館〕……………(5 号 M5)
	25・26 日	九州分析化学若手の会 第 37 回若手研究講演会および第 42 回夏季セミナー〔サンブラザ天文館〕……………(6 号 M6)
	26・27 日	2024 年度 LC/MS 分析士五段認証試験〔日本分析化学会会議室〕……………(6 号 M6)
	29 日	第 12 回対称性・群論トレーニングコース（日本語講義） 〔高エネルギー加速器研究機構つくばキャンパス〕……………(6 号 M10)
	29～8/2 日	24-1 高分子学会講演会 主題＝バイオプラスチックの最前線〔オンライン開催〕……………(5 号 M5)
	30 日	2024 年度 LC/MS 分析士四段認証試験〔日本分析化学会会議室〕……………(6 号 M7)
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〕……………(M 6)
		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） 〔レクト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〕……………(M 6)
	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 回分析化学中部夏季セミナー〔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〕……………(M 6)
		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)
	4・5 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〕……………(M 7)
	5・6 日	第 3 回標準化セミナー ―微小粒子の破壊・変形強度の測定方法とその応用展開― 〔ウイंकあいち〕……………(5 号 M5)
	10 日	日本分析化学会第 73 年会〔名古屋工業大学〕……………(4 号 M1)
	11～13 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 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）〕……………(M 7)
	18～20 日	VACUUM2024 真空展 Vacuum Technology for innovation〔東京ビックサイト東ホール〕……………(M 7)
	18～20 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)
	19・20 日	第 60 回熱測定討論会〔京都府立京都学・歴史館〕……………(5 号 M6)
10 月	16 日	第 253 回西山記念技術講座「最新シミュレーション技術の進歩と鉄鋼業への展開」 〔CIVI 研修センター新大阪東 7 階 E705 会議室〕……………(5 号 M6)
		第 10 回材料 WEEK〔京都テルサ〕……………(M 7)
	8～10 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)
	21 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 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)
	23～25 日	第 254 回西山記念技術講座「最新シミュレーション技術の進歩と鉄鋼業への展開」 〔鉄鋼会館会議室〕……………(5 号 M6)
	30 日	第 60 回 X 線分析討論会〔高知県教育会館高知城ホール〕……………(M 6)
	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）〔ウイंकあいち〕……………(5 号 M4)
11 月	13～15 日	第 40 回近赤外フォーラム〔東京大学弥生講堂〕……………(M 7)
		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〕……………(M 7)
	16・17 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〕……………(M 7)
	17～20 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)
	17～22 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)
	25～27 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)
	21 日	

各種標準物質 (RM, CRM)

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

ICP-OES/ICP-MS AAS/IC	固体発光分光分析 蛍光X線／ガス分析	物理特性／熱特性	有機標準物質
・無機標準液／オイル標準液 ・鉄・非鉄各種金属 ・工業製品 (石炭、セメント、セラミックス等) ・環境物質 (土壌、水、堆積物、岩石等) ・乳製品、魚肉、穀物等	・鉄・非鉄各種金属 ・工業製品 (石炭、セメント、セラミックス等) ・環境物質 (土壌、水、堆積物、岩石等) ・乳製品、魚肉、穀物等	・X線回折装置用 Si powder, Si nitride, 等 ・粒度分布計用 ・熱分析用 DSC (In, Pb, 等) ・粘度測定用 ・膜厚分析用	・製薬標準物質 SPEX, LGC, EP, USP, TRC, MOLCAN ・認証有機標準液 ・ダイオキシン類／PCB ・有機元素計用標準物質 ・Cayman Chemical

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

凍結粉碎機 (Freezer/Mill)

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

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

ボールミル (Mixer/Mill)

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

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



日本バイオテクノロジー認証機構 (JBCO) 技能試験



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



理化学試験
(ヒスタミン)



理化学試験
(栄養成分)



微生物試験
(一般生菌数)



リアルタイムPCR
(DNAコピー数の測定)

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

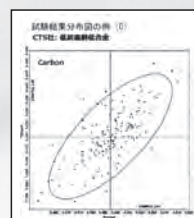
海外技能試験輸入代行サービス

技能試験 (外部精度管理) とは・・・

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

〈メーカー/サンプル例〉

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



YouTubeチャンネル【西進商事公式】

弊社取り扱い製品の情報を公開中です。(順次アップロード予定)



SEISHIN

標準物質専門商社

西進商事株式会社

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

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

顕微複合分析システム

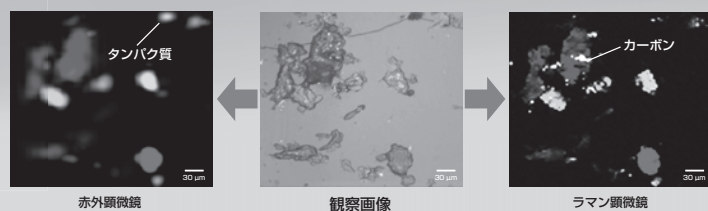
- 赤外顕微鏡とラマン顕微鏡で位置情報を共有し、簡単に同じ位置を測定
- 画像マッチングによる自動位置合わせ
- 有機物と無機物を含んだ複合材料の評価
- 同一位置の試料の再測定が容易

顕微赤外システム
FT/IR X series + IRT series



レーザーラマン分光光度計
NRS series

Sharing Holder と専用プログラムによる迅速な自動位置合わせを実現

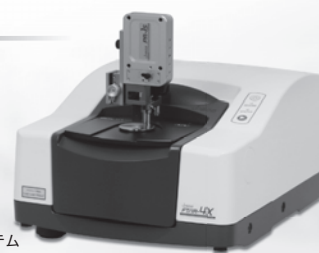


顕微でもマクロでも 二つの手法で同一試料を測定

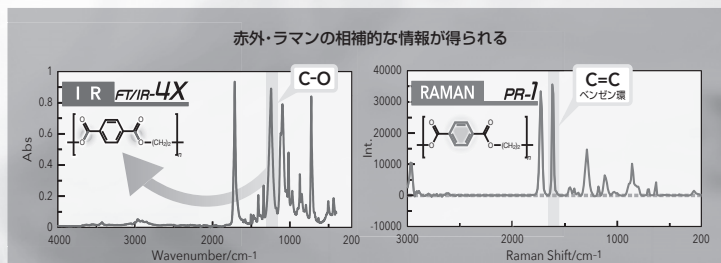
赤外・ラマン複合分析システム

- 小型でコストパフォーマンスに優れた赤外・ラマン複合分析システム
- 一度のサンプリングで赤外・ラマン測定の両方が可能
- 相補的な情報が得られるため、一手法では判別が難しい成分の定性に有効

赤外・ラマン複合分析システム
FT/IR-4X + PR-1



赤外・ラマンの相補的な情報が得られる



光と技術で未来を見つめる

日本分光

日本分光株式会社

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

日本分光の最新情報はこちらから

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

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。

新製品

迅速凍結粉碎装置 IQ MILL-2070

機器分析の試料前処理に最適 - 各種試料の粉碎・攪拌・分散に特化

IQ MILL-2070 の特長

● 使いやすいシンプル操作

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

● 短時間で効率的に微粉碎

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

● 省エネの試料冷却キット付属

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

通常会話を妨げない
静音設計



仕様

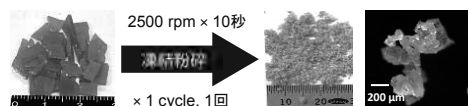
粉碎温度	室温あるいは冷媒（液体窒素等）を用いる試料冷却	
粉碎設定	回転数 (rpm)	50 から 最大 3000 (無段階設定)
	回転時間 (秒)	10 から 60 (10 秒毎)
	回転サイクル間の待ち時間 (秒)	10 から 600 (10 秒毎)
	回転サイクル数	1 から 10 (1サイクル毎)
安全装置	マイクロスイッチと手動ロック方式による誤動作防止	
本体寸法、重量	幅 270 × 奥行 340 × 高さ 300 (mm), 約 12 kg	
電源 (50/60 Hz)	AC 100/120 V あるいは 200/240 V (450 VA)	

高速上下ねじれ®運動



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

粉碎例：ポリイソブレン (0.53 g)



40種以上の粉碎応用例をウェブサイトから閲覧可能！

フロンティア・ラボ 株式会社

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



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

ポリマー分析用試料キット

ポリマーサンプルキット205

<1セット 100本入・10-20g/1本>

100本の構成ポリマーは汎用性ポリマー試料だけでなくエンブラ試料も含まれておりますのでIR分析等のライブラリーへの収録にご利用いただけるポリマー分析試料キットです。

スペックとして：引火点・平均分子量・屈折率・ガラス転移点・融解温度等の情報がございます。

100種類の試料の一部試料については入れ替えも可能です。

詳しくはお問い合わせ下さい。



Cap No.	Cat No.	Polymer	Cap No.	Cat No.	Polymer
1	032	Alginate acid, sodium salt	51	184	Polyethylene, chlorinated, 25% chlorine
2	209	Butyl methacrylate/isobutyl methacrylate copolymer	52	185	Polyethylene, chlorinated, 36% chlorine
3	660	Cellulose	53	186	Polyethylene, 42% chlorine
4	083	Cellulose acetate	54	107	Polyethylene, chlorosulfonated
5	077	Cellulose acetate butyrate	55	041	Polyethylene, high density
6	321	Cellulose propionate	56	042	Polyethylene, low density
7	031	Cellulose triacetate	57	405	Polyethylene, oxidized, Acid number 16 mg KOH/g
8	142	Ethyl cellulose	58	136A	Poly(ethylene oxide)
9	534	Ethylene/acrylic acid copolymer, 15% acrylic acid	59	138	Poly(ethylene terephthalate)
10	454	Ethylene/ethyl acrylate copolymer, 18% ethyl acrylate	60	414	Poly(2-hydroxyethyl methacrylate)
11	939	Ethylene/methacrylic acid copolymer, 12% methacrylic acid	61	112	Poly(isobutyl methacrylate)
12	358	Ethylene/propylene copolymer, 60% ethylene	62	106	Polyisoprene, chlorinated
13	506	Ethylene/vinyl acetate copolymer, 9% vinyl acetate	63	037A	Poly(methyl methacrylate)
14	243	Ethylene/vinyl acetate copolymer, 14% vinyl acetate	64	382	Poly(4-methyl-1-pentene)
15	244	Ethylene/vinyl acetate copolymer, 18% vinyl acetate	65	391	Poly(p-phenylene ether-sulphone)
16	316	Ethylene/vinyl acetate copolymer, 28% vinyl acetate	66	090	Poly(phenylene sulfide)
17	246	Ethylene/vinyl acetate copolymer, 33% vinyl acetate	67	130	Polypropylene, isotactic
18	326	Ethylene/vinyl acetate copolymer, 40% vinyl acetate	68	1024	Polystyrene, Mw 1,200
19	959	Ethylene/vinyl alcohol copolymer, 38% ethylene	69	400	Polystyrene, Mw 45,000
20	143	Hydroxyethyl cellulose	70	039A	Polystyrene, Mw 260,000
21	401	Hydroxypropyl cellulose	71	046	Polysulfone
22	423	Hydroxypropyl methyl cellulose, 10% hydroxypropyl, 30% methoxyl	72	203	Poly(tetrafluoroethylene)
23	144	Methyl cellulose	73	166	Poly(2,4,6-tribromostyrene)
24	374	Methyl vinyl ether/maleic acid copolymer, 50/50 copolymer	74	1019	Poly(vinyl acetate)
25	317	Methyl vinyl ether/maleic anhydride, 50/50 copolymer	75	002	Poly(vinyl alcohol), 99.7% hydrolyzed
26	034	Nylon 6 [Poly(caprolactam)]	76	352	Poly(vinyl alcohol), 98% hydrolyzed
27	331	Nylon 6(3)T [Poly(trimethylhexamethylene terephthalamide)]	77	043	Poly(vinyl butyral)
28	033	Nylon 6/6 [Poly(hexamethylene adipamide)]	78	038	Poly(vinyl chloride)
29	156	Nylon 6/9 [Poly(hexamethylene azelamide)]	79	353	Poly(vinyl chloride), carboxylated, 1.8% carboxyl
30	139	Nylon 6/10 [Poly(hexamethylene sebacamide)]	80	012	Poly(vinyl formal)
31	313	Nylon 6/12 [Poly(hexamethylene dodecanediamide)]	81	102	Poly(vinylidene fluoride)
32	006	Nylon 11 [Poly(undecanoamide)]	82	132	Polyvinylpyrrolidone
33	045A	Phenoxy resin	83	103	Poly(vinyl stearate)
34	009	Polyacetal	84	494	Styrene/acrylonitrile copolymer, 25% acrylonitrile
35	001	Polyacrylamide	85	495	Styrene/acrylonitrile copolymer, 32% acrylonitrile
36	376	Polyacrylamide, carboxyl modified, low carboxyl modified	86	393	Styrene/allyl alcohol copolymer, 5.4-6.0% hydroxyl
37	1036	Polyacrylamide, carboxyl modified, high carboxyl modified	87	057	Styrene/butadiene copolymer, ABA block copolymer, 30% styrene
38	026	Poly(acrylic acid)	88	595	Styrene/butyl methacrylate copolymer
39	385	Polyamide resin	89	452	Styrene/ethylene-butylene copolymer, ABA block, 29% styrene
40	688	1,2-Polybutadiene	90	178	Styrene/isoprene copolymer, ABA block
41	128	Poly(1-butene), isotactic	91	049	Styrene/maleic anhydride copolymer, 50/50 copolymer
42	961	Poly(butylene terephthalate)	92	068	Vinyl chloride/vinyl acetate copolymer, 10% vinyl acetate
43	111	Poly(n-butyl methacrylate)	93	063	Vinyl chloride/vinyl acetate copolymer, 12% vinyl acetate
44	1031	Polycaprolactone	94	070	Vinyl chloride/vinyl acetate copolymer, 17% vinyl acetate
45	035	Polycarbonate	95	422	Vinyl chloride/vinyl acetate/maleic acid terpolymer
46	196	Polychloroprene	96	911	Vinyl chloride/vinyl acetate/hydroxypropyl acrylate, 80% vinyl chloride, 5% vinyl acetate
47	010	Poly(diallyl phthalate)	97	395	Vinylidene chloride/acrylonitrile copolymer, 20% acrylonitrile
48	126	Poly(2,6-dimethyl-p-phenylene oxide)	98	058	Vinylidene chloride/vinyl chloride copolymer, 5% vinylidene chloride
49	324	Poly(4,4'-dipropoxy-2,2'-diphenyl propane fumarate)	99	369	n-Vinylpyrrolidone/vinyl acetate copolymer, 60/40 copolymer
50	113	Poly(ethyl methacrylate)	100	021	Zein, purified

・ここに記されている他にも数千種類のポリマー試料を取り揃えております。 カタログ・資料ご希望およびお問い合わせ等は下記へご連絡下さい。



株式会社 ゼネラル サイエンス コーポレーション

〒170-0005 東京都豊島区南大塚3丁目11番地8号 TEL.03-5927-8356 (代) FAX.03-5927-8357

ホームページアドレス <http://www.shibayama.co.jp> e-mail アドレス gsc@shibayama.co.jp

分析業界のコストカッター ディスポチューブでらくらく粉砕!!

立体8の字[®]原理による **秒速粉砕機**
商標登録第 6576850 号

マルチビーズショッカー[®]
Multi-beads Shocker[®]



MB3000シリーズ

■ 卓上型・省スペース × 極静音

豊富な種類の粉砕用ディスポ容器

96well ~ 最大 100ml チューブまでラインナップ!!

粉砕チューブ一例

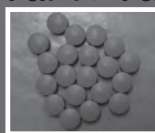


各サンプル量に合わせた最適粉砕を実現!
タングステンカーバイド、チタン、メノウ、酸化ジルコニウム、
PTFEなど豊富なラインナップ!

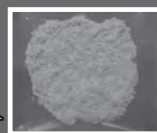
更新キャンペーン実施中!

※詳しくは、お問合せ下さい。

フィルムコーティング錠剤 20粒



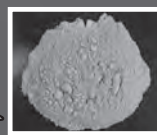
粉砕時間
30秒
常温



硬化コンクリート



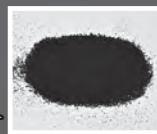
粉砕時間
60秒
常温



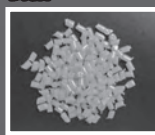
ゴム



粉砕時間
10秒
液体窒素
条件下



樹脂



粉砕時間
10秒
液体窒素
条件下



ヨーロッパ安全基準適合



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



お陰様で2023年に創業**70**周年を迎えました。

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

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

©2024 Yasui Kikai Corporation, all rights reserved.

240613

変 化 と 対 応



倉 光 英 樹

日本分析化学会中部支部・令和6年度支部長を務めております富山大学の倉光と申します。本稿の締切は2月末ということでしたが、私にしては珍しく早めに執筆しようと思い、年末年始にこの原稿と向き合っております。これから始まる任に何をすべきか、何ができるのかなどを考えると、胸が「キュッ」とするような緊張を感じます。執筆内容を考えている最中、北陸は元旦から能登半島地震に見舞われ、さらに余震が続く翌日には羽田空港で燃え盛る飛行機のライブ映像が地震速報と同時中継されるといった異例の年明けとなりました。震災支援の飛行機事故ということで、なんとも痛ましいことです。古くからある立山信仰のせいかな、県民は富山が天災の少ない地域であるとの印象をもっていますが、今回の地震では多くの方が高台の公園や避難所に足を運んでいました。我が家でも、断水と停電に備えて、湯船に水を張り、炊飯を済ませ、携帯やバッテリーの充電、防寒着と暖房器具、調理用のカセットコンロ、ラジオと懐中電灯などを確認してから床に就きました。このような災害所作は、東日本大震災や胆振東部地震におけるブラックアウトなどを経て、近年、社会に浸透するに至ったものかと思います。つまりは、災害頻発への適応でしょう。

大学における校務に関しても、俗にいうコロナ明けは、便利なはずの非対面業務の促進なども起因して仕事量が劇的に増加しました。さらに生成AIへの対応とも相俟って、教育現場における仕事量は^{あいま}閾^{しきい}値を超えています。この巨大な変化の大波に器用に乗ることのできていない方も多いのではないのでしょうか、私もそんな一人です。学会活動も、人々の対面交流が極端に制限されたコロナ禍の状況から、従来に近い活動が可能になる過程で、年会や討論会が各実行委員長をはじめ諸先生方の大変な気苦労を伴う甚大なご労力によって盛大に実施されましたが、これにも様々な変化への対応が含まれていたことは言うまでもありません。昨年は、第83回分析化学討論会を富山大学で開催することもでき、夏期セミナーや高山フォーラムなど伝統と特徴ある中部支部行事が従来に近い形式で実施されました。このような素晴らしく前向きな変化への対応に尽力できることは幸せなことであると思える一方で、仕事量を増やす一方向の対応には限界があるのも事実。学会員の急速な減少への対策や時代に適応した学会と企業との連携の在り方など、学会運営にも変化が求められています。小さな工夫から大きな改革まで、様々な試みを検討し、実施することが必要とされている重要な局面ではありますが、学会をつくるメンバーと顔を合わせながらワクワクする気持ちで頭を捻るといった、ストラテジックには昔から何ら変わらない対応が実務のやり方として最善であることは明らかです。

〔KURAMITZ Hideki, 富山大学学術研究部理学系, 中部支部長〕

蛍光 X 線分析

— 定性・定量データ解析とその応用 —

森 山 孝 男

1 はじめに

蛍光 X 線 (XRF, X-ray fluorescence) 分析は、固体、粉末、液体といった試料形状を問わず、含有する元素の定性分析、定量分析ができる優れた手法として広く用いられている。迅速に分析ができ、測定精度が高いことから、研究開発用途だけでなく、鉄鋼、非鉄金属、セメント、耐火物等といった製品の元素管理分析に使われている^{1)~5)}。

また、非破壊で分析が可能であることから、X 線の透過性を利用した膜厚・組成の分析に応用されている。半導体では各種デバイスの膜厚・組成の管理分析やその研究開発、鉄鋼関係では、鋼板の多種多様なめっき厚の管理や合金化溶融亜鉛めっき鋼板といった高機能性を有した鋼板の膜厚組成管理⁶⁾にも使われている。

XRF 分析装置は、波長分散型 (WDX, wavelength dispersive X-ray fluorescence spectrometry) とエネルギー分散型 (EDX, energy dispersive X-ray fluorescence spectrometry) に方式が分かれる。光学系の違いや X 線の計数方式に違いはあるが基本は変わらない。

WDX は古くから鉄鋼、セメントの高精度の定量管理に使用されており、定量計算における検量線の補正の基礎が確立されている。今回は、XRF 原理、XRF 装置について解説した後、定量分析の検量線法に使用されているマトリックス補正 (吸収励起補正)、重なり補正演算の解説を中心に、その応用例を紹介する。

2 蛍光 X 線分析とは

2.1 蛍光 X 線発生の原理

図 1 に蛍光 X 線発生の原理を示す。物質に励起 X 線 (一次 X 線) を照射すると、構成原子の内殻電子が光電子として放出され (光電効果)、原子は励起状態になる。これを緩和するため、外殻より電子が遷移する。この時、内殻と外殻間のエネルギー差に相当するエネルギーが X 線として放出される。この励起・緩和過程で生じ

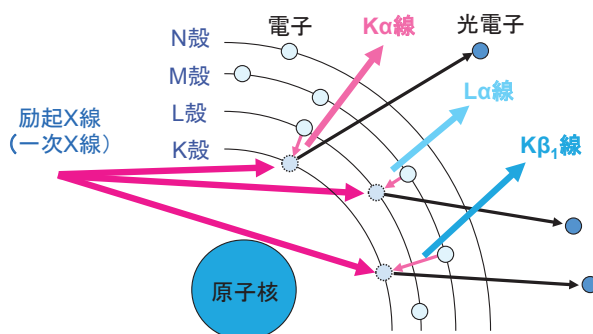


図 1 蛍光 X 線発生の模式図

た X 線を蛍光 X 線 (二次 X 線、特性 X 線) と言う。L 殻から K 殻の電子遷移で発生する X 線を $K\alpha$ 線、M 殻から K 殻、M 殻から L 殻の遷移で発生する X 線をそれぞれ $K\beta_1$ 線、 $L\alpha$ 線と表記する⁷⁾。K 殻電子エネルギーを E_k 、外殻 (L, M, N 等) の電子エネルギーを E_n としたとき、K 系列の特性 X 線の波長 λ_k は式 (1) で求められる。

$$\lambda_k = \frac{h \cdot c}{E_n - E_k} \quad \dots\dots\dots (1)$$

ただし、 E_k : K 殻電子のエネルギー、 E_n : L, M, N ……殻電子のエネルギー、 h : プランク定数、 c : 光速度。

また、WDX では主に波長、EDX ではエネルギーが使用されている。X 線の波動性 (波長: λ) と粒子性 (エネルギー: E) の関係は、式 (2) で示される。

$$E = h\nu = h \frac{c}{\lambda} \quad \dots\dots\dots (2)$$

ν : 振動数

2.2 蛍光 X 線分析装置の光学系

図 2 に WDX と EDX の光学系の模式図を示す。X 線管からの一次 X 線により試料を励起することで、試料に含有する元素から固有の蛍光 X 線が発生する。WDX

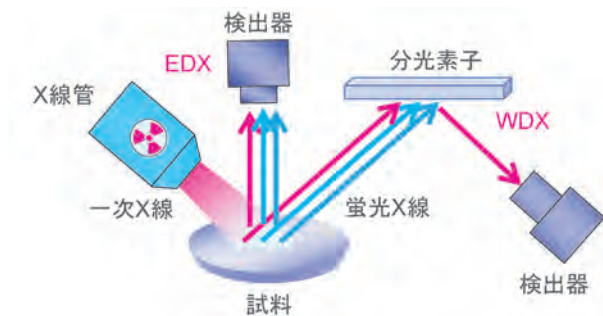


図2 WDXとEDXの光学系の模式図

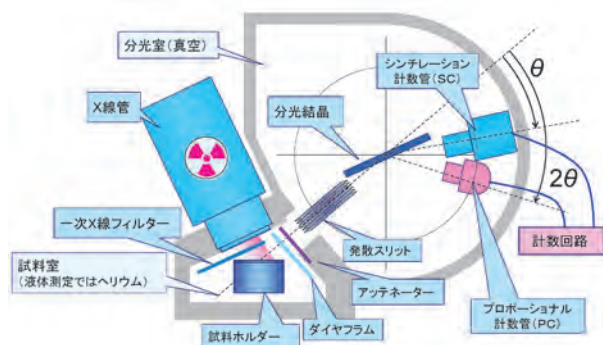


図3 走査型WDXの概略図

は分光素子により分光し、検出器で検出する。一方、EDXでは試料から発生した蛍光X線を直接検出器で検出し、電氣的にスペクトルを分離する。

図3に走査型のWDX分析装置の概略図を示す。X線管と試料の間には、X線管のターゲット固有の特性X線や連続X線などのバックグラウンドを減衰させるための一次X線フィルタを備えている。試料から発生した蛍光X線はダイヤフラム（絞り）、アッテネータ（減衰板）を介し、発散スリットで平行ビームとし、分光結晶（分光素子）に入射する。分光結晶を θ 、検出器を 2θ の関係で回転させると、入射した蛍光X線の内、ブラッグの反射式： $2d \sin \theta = n\lambda$ （ d ：分光結晶の面間隔、 θ ：入射X線と結晶面のなす角度、 n ：結晶の反射次数、 λ はX線の波長）を満たす波長の蛍光X線のみが分光され、検出器に入射し、目的の波長の蛍光X線を計数することができる。 $\theta-2\theta$ の動作を行う回転機構をゴニオメーターと呼ぶ。ゴニオメーターを走査することにより定性分析を行い、目的の角度で固定し定時計数することにより定量分析ができる。

分光結晶（分光素子）には単結晶、人工累積膜が用いられる。ベリリウム（Be）～アメリシウム（Am）までの特性X線（蛍光X線）は1種類の分光結晶では対応できないので、必要に応じて複数の分光結晶を使い分ける。検出器には、軽元素用にガスフロー型プロポーショナルカウンター（F-PC）、重元素用にシンチレーションカウンター（SC）を使用している。

走査型WDXはゴニオメーターを駆動しつつ、各々の元素を測定するため、秒分単位で多元素の分析要求がある製鋼、非鉄金属の現場では対応ができない。そのため同時型と呼ばれる $\theta-2\theta$ 角度が固定された元素チャンネルを必要元素数搭載した専用の同時型XRF分析装置がある。

2.3 X線強度と計数方式

X線強度は検出器に入射したX線光量子を電気パルスとして計数したものである。したがって、単位はkcps（kilo counts per sec）といった1秒間当たりカウントされたX線光量子の数で表す。EDXでは検出器の計数限界を超えないように管電流でX線管の出力を制御するため、管電流で規格化されたcps/ μ Aといった単位が使用される。

図4はWDXとEDXのX線強度の計数方法の違いを示した。WDXは分光素子を用いて目的の測定線を分光し、計数を行うため、定性スペクトルのピーク角度がX線強度となる。EDXでは検出器に入ったX線光量子を電氣的に分離するため、X線強度は定性スペクトルを積分したものとなる。

一般に、分光して目的の元素のみを高計数で計数できるWDXは精度が高い。EDXは定性、定量分析の区別なく多元素同時分析ができることが利点である。

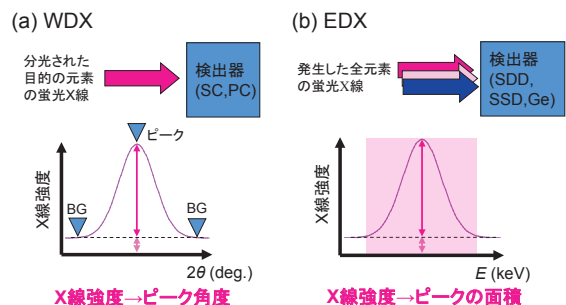


図4 WDXとEDXのX線強度の計数方式の違い

3 定性分析

測定で得られた蛍光X線のピークの波長またはエネルギーから試料に含まれる元素を同定するのが定性分析である。

発生するX線の各系列の波長 λ は、原子番号 Z の増加と共に短くなり、波長と原子番号の間は、近似的に式(3)で示す関係があることをモズレイが見出し⁸⁾、定性分析を可能とした。

$$1/\lambda = KR(Z - \sigma)^2 \dots\dots\dots (3)$$

ここで、RはRydberg定数で、 $K\alpha$ 線系列では、 $\sigma=1$ 、

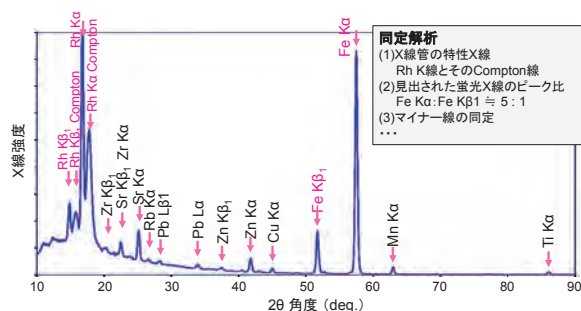


図5 WDXの定性スペクトル例（セメント試料）

$K=3/4$, $L\alpha$ 系列では, $\sigma=7.4$, $K=5/36$ である。

図5にセメント試料のWDXの定性分析例を示す。ゴニオメーターを走査してデータを得るため、横軸は2θ角度となる。2θ角度が大きくなるほど長波長（低エネルギー）になる。パソコンが普及されていない時代、定性分析はWDXでは各分光素子に対して分析線を2θ角度で表した「2θ表」、EDXでは「エネルギー表」といったデータベースを用い、管球の特性X線、見いだされた蛍光X線ピークの $K\alpha$, $K\beta$ 比（ペアピーク）、マイナー線等に注意しつつ、出力されたスペクトルチャートの同定解析を行っていた。パソコンがある現在は機能が進化し、同定解析は自動化されている。また、定性分析結果と基本的な物理量（ファンダメンタル・パラメーター）から計算された理論強度⁹⁾¹⁰⁾ $I_{theory}=f$ （含有率または付着量、物理定数、装置定数）を用いるファンダメンタル・パラメーター（FP）法を組み合わせたスタンダードレスFP分析が発展し^{11)~13)}、標準試料が準備できない研究開発分野等の元素分析や薄膜試料の分析などに使われている。

使いやすくなったものの、計算された結果が正しいか？同定された元素が本当に試料に含まれるか？その中でも特に微量成分はブランク試料を用い、比較しながら進める必要がある。最終的に判断するのは分析者である。

4 定量分析

4.1 検量線法

他の分析手法と同様、各分析元素において標準試料の標準値と標準試料を測定したX線強度との相関を検量線と呼ぶ。今回は、試料厚さが十分であり、発生する蛍光X線の強度が厚さの変化の影響を受けない試料（バルク試料）を対象とする。

限られた含有率範囲の分析において検量線は直線で近似することができる。比較的広い含有率範囲で検量線が曲線となるとき、式(4)に示すように二次式の検量式が使用される。非常にまれであるが限定的な範囲で三次式が適用されることがある。

$$W = aI^2 + bI + c \dots\dots\dots (4)$$

但し、 W : 定量値 (mass%), I : X線強度 (cps (counts/s), kcps), a , b , c : 検量線定数。

未知試料の定量値 W は、測定したX線強度と検量線定数から求められる。

4.2 吸収励起効果

蛍光X線は電子線励起と異なり、励起線が試料の中まで透過する。したがって、発生した蛍光X線は試料内部から表面へ脱出する間に吸収、あるいは励起が起こる。検量線は共存元素による吸収、励起の影響がある場合、図6に示す三つのパターンで代表できる。

曲線 (a) は軽元素（原子量が小さい元素）が主成分の試料の重元素（原子量が大きい元素）を分析するときの分析元素の測定強度と含有率の関係である。主成分が軽元素では、短い波長（高いエネルギー）をもつ重元素の分析線に対する軽元素の吸収効果は比較的少ないため、低含有率範囲では重元素含有率に対して強いX線強度となるが、重元素の含有率が増大するに従って分析元素自身による吸収が大きくなり曲線の勾配が小さくなる。

曲線 (b) は原子番号が互いに近く、X線の吸収が主成分元素と測定元素でほぼ同じように起こる場合の例である。

曲線 (c) は (a) の逆で、分析元素自身による吸収が主成分による吸収よりも小さい場合である。検量線に使用する標準試料は組成と試料性状が未知試料に近いものを使用することを基本としているが、これは共存元素の吸収励起効果（マトリックス効果）の影響や試料固有の誤差要因を避けるためである。

吸収効果と励起効果を2元素試料（2種の元素で構成された試料）で説明する。原子番号が近くても吸収、励起が起こる。吸収効果の例として鉄鋼試料の鉄 (Fe) とニッケル (Ni) の2元素モデルを図7 (a) に示す。図7 (c) は質量吸収係数とそれぞれの分析線の関係を示す。分析線のNi $K\alpha$ (0.166 nm, 7.47 keV) は、FeのK吸収端波長 (0.174 nm, 7.11 keV) より短い波長（高

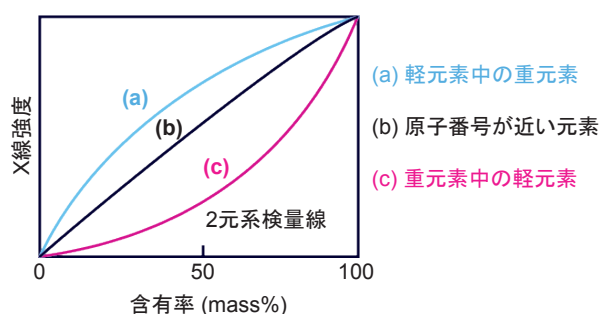


図6 共存元素による検量線の違い

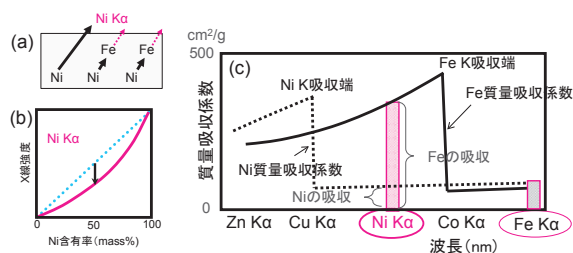


図7 吸収効果 (a) Fe-Ni系試料モデル, (b) Ni 検量線, (c) 質量吸収係数と波長の関係

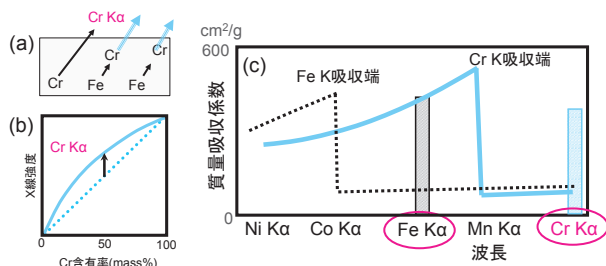


図8 励起効果 (a) Fe-Cr系試料モデル, (b) Cr 検量線, (c) 質量吸収係数と波長の関係

エネルギー) となる。したがって、Niの低含有率領域ではFeの吸収の影響を大きく受け、図7 (b) のようにNiは下に凸の検量線となる。一方、図8 (a) のようにクロム (Cr) とFeの2元系モデルでは励起効果が起こる。図8 (c) においてCrのK吸収端波長 (0.207 nm, 5.99 keV) より短い波長 (高エネルギー) に共存元素FeのFe Kα (0.194 nm, 6.40 keV) があり、Fe KαはCrの励起源となる。したがって、低濃度領域からFeの励起をうけるため、図8 (c) のように上に凸の検量線となる。吸収効果と比べ、励起効果は励起源のX線と吸収端波長が近くなければ発現しにくい。このように試料内部のマトリックス効果が発生する場合には数値演算などによって補正を行わなければ正確な分析ができない。

4.3 補正検量線法

検量線法で共存元素によるマトリックス効果の影響があるときは、共存元素の補正項を含む検量線を使用する。この補正検量線法については、旧来から鉄と鋼の分析に用いられているJIS G 1256の方法¹⁾に従って説明する。

4.3.1 補正の考え方

測定線のX線強度は共存する元素により、マトリックス効果を受ける。上述で述べた2元系の試料であれば、二次式の検量線で表されるが、それが多元素になるとそれに対応した補正式が必要となる。この影響の補正をマトリックス補正と呼び、補正項を含む検量線式を使

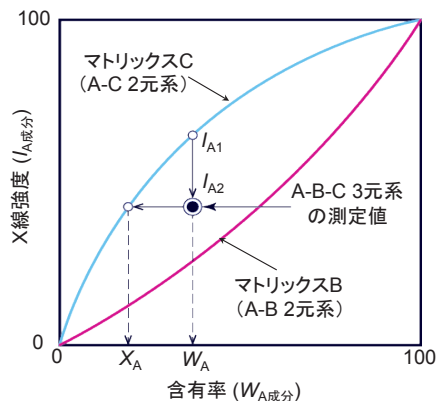


図9 3元系の試料モデル

用する。マトリックス補正には、様々な補正モデルが利用されている¹⁴⁾¹⁵⁾が、ここではJISの方法を用いる。

図9において「マトリックスB」は「A-B」2成分試料中の測定線をA成分とした検量線である。一方、「マトリックスC」は「A-C」2成分系試料中のA成分の検量線とする。

図9で「マトリックスC」の検量線に注目する。まず、「A-C」2元系試料を測定した場合、測定点は「マトリックスC」の検量線上なので、X線分析値 X_A は化学分析値 W_A と一致し、式(5)が成り立つ。

$$\frac{W_A}{X_A} = 1 \quad \dots\dots\dots (5)$$

ここで、B成分が加わった「A-B-C」の3元系試料を測定した場合、C成分の一部がB成分に置き代わったこととなり、測定強度が変化する。すなわち、図9に示す測定値のように測定強度が I_{A1} から I_{A2} に減少する。その時、「マトリックスC」の検量線で分析した定量値を X_A とすると、式(5)の関係が崩れ、式(6)になる。

$$\frac{W_A}{X_A} > 1 \quad \dots\dots\dots (6)$$

ここで W_A/X_A の1からのずれがB成分の含有率 W_B に比例するとし、 d_B を補正係数として置いたとき、式(7)が成立する。

$$\begin{aligned} \frac{W_A}{X_A} &= 1 + d_B W_B \\ \therefore W_A &= X_A (1 + d_B W_B) \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (7)$$

未知試料の分析は測定したX線強度をマトリックス「C」(2元系)の検量線を使って X_A を求め、式(7)に従ってB成分の補正を加え、補正定量値 W_A を算出する手順で行われる。

4.3.2 マトリックス補正式

実際の試料は2元系や3元系のような理想的なもの

は少ない。式 (7) を拡張すると多元系に適用できる式 (8) が得られる。

$$W_i = X_i \left(1 + \sum_j d_j W_j \right) \dots\dots\dots (8)$$

上式は吸収励起補正の補正式であるが、後述するスペクトルの重なる補正を加えるとマトリックス補正式 (9) が得られる。

$$W_i = X_i \left(1 + \sum_j d_j W_j \right) - \sum_j \ell_j W_j \dots\dots\dots (9)$$

ただし、 W_i : 定量元素 (i) の補正定量値 [mass%], X_i : 定量元素 (i) の未補正定量値 [mass%], d_j : 共存元素 (j) による吸収励起補正のマトリックス補正係数, ℓ_j : 重なり補正係数, W_j : 共存元素 (j) の含有率 [mass%]

この補正方法では、分析線を補正する共存元素はベース元素 (主成分の元素、鉄鋼では Fe となる) 以外の元素である。

4.3.3 推定基準値

2 元素試料の検量線を多元系試料に対応できる基準の検量線にするためには前準備が必要となる。式 (9) を変形すると式 (10) の推定基準値の式が得られる。

$$\hat{X}_i = \frac{W_i + \sum \ell_j W_j}{1 + \sum d_j W_j} \dots\dots\dots (10)$$

$\hat{X}_i$: 定量元素の推定基準値 [mass%], W_i : 定量元素の標準値 [mass%], W_j : 共存元素の標準値 [mass%]

推定基準値は、標準試料の「みかけ」の含有率で、未知試料分析時の基準検量線による定量値である未補正定量値に対応している。推定基準値と基準検量線の求め方について説明する。まず標準試料の推定基準値 $\hat{X}_i$ を式 (10) から算出する。この計算に際しては d_j の値は既知であり、同時に重なり補正係数 ℓ_j も予備実験で求めているものとする。

JIS G 1256 には“ d_j 表”があり、鉄ベースおよびニッケルベースについて d_j 値がそれぞれ求められている。それを用いてステンレス鋼のクロム (鉄ベース) を例にとり具体的な計算手順を示す。式 (11) は次のようになる。

$$\hat{X}_{Cr} = W_{Cr} / \left(\begin{array}{l} 1 - 0.0227W_C + 0.0101W_{Si} + \\ 0.0032W_{Mn} + 0.0041W_{Ni} + \\ 0.0311W_{Mo} + 0.0058W_{Cu} + \\ 0.0397W_{Ti} + 0.0282W_{Nb} \end{array} \right) \dots\dots\dots (11)$$

$W_C, W_{Si} \dots\dots$ には標準試料の各元素の含有率 (mass%) を代入し、 W_{Cr} には Cr の含有率 (mass%) を代入して推定基準値 $\hat{X}_{Cr}$ を計算する。ここで含有している全元素

によるマトリックス補正はかならずしも必要ではなく、影響の大きい共存元素のみで補正して推定基準値 $\hat{X}_i$ を求めても実用精度を満足できる場合が多い。次に複数の標準試料に対して算出した推定基準値 $\hat{X}_i$ と測定強度の関係から式 (12) の検量線を作成することができる。

$$\hat{X}_i = aI_i + b \text{ または, } \hat{X}_i = aI_i^2 + bI_i + c \dots\dots\dots (12)$$

以上の化学分析値の含有率 W_i と推定基準値 $\hat{X}_i$ との関係を図 10 にまとめた。前述のとおり、推定基準値は標準試料の“みかけ”の含有率となり、測定された X 線強度と推定基準値のグラフはマトリックス効果が補正されているので、良い相関を示す。実測したステンレス鋼の Cr の検量線を図 11 に示した。図 11 (A) では、

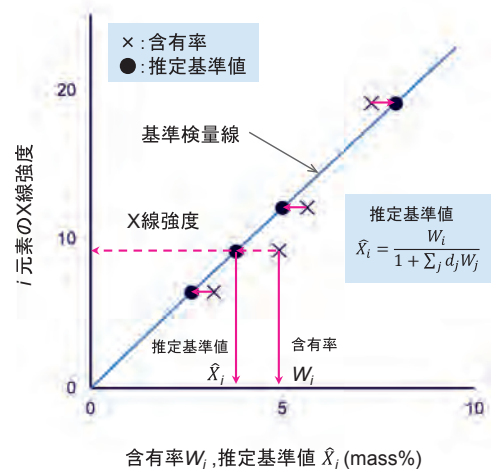


図 10 含有率と推定基準値

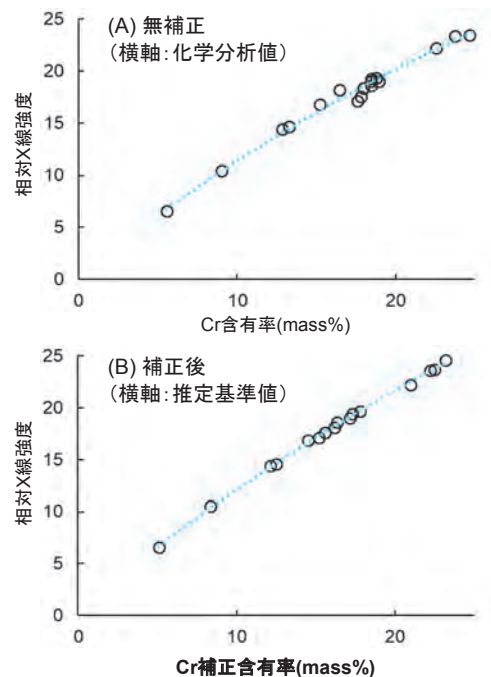


図 11 ステンレス鋼中のクロム (Cr)
(A) 無補正, (B) 補正検量線

共存元素の影響により相関が良くないが、補正された図11 (B) の検量線の相関は向上している。紹介したマトリックス補正の計算手法により、検量線の正確度は向上し、より正確な定量分析が可能となっている。

4.3.4 未知試料の定量方法

未知試料の定量分析は、測定したX線強度から式(12)の検量線で未補正定量値 X_i を求め、式(9)に代入し、共存元素の補正を行い、補正定量値 $\hat{W}_i$ を求める。この計算は逐次繰り返して計算を行う。

第1回目の繰り返し計算では、共存元素の含有率には共存元素の未補正定量値 $\hat{X}_j$ を、2回目以降は共存元素でも計算されている補正定量値 $\hat{W}_j$ を使用する。この繰り返し計算は、全元素の定量値が収束するまで繰り返し、最終結果を W_i とする。

この計算について、前記のクロム (Cr) の例で補正定量値の算出 ($\hat{W}_{Cr}$ の計算) 例を式 (13) に示す。重なり補正はないものとする。共存元素の含有率は、第1回のとき未補正定量値 $\hat{X}_j$ と定量元素の未補正定量値 (X_{Cr}) を代入して $\hat{W}_{Cr}$ を計算する。

$$\hat{W}_{Cr} = X_{Cr} \begin{pmatrix} 1 - 0.0227W_c + 0.0101\hat{X}_{Si} + \\ 0.0032\hat{X}_{Mn} + 0.0041\hat{X}_{Ni} + \\ 0.0311\hat{X}_{Mo} + 0.0058\hat{X}_{Cu} + \\ 0.0397\hat{X}_{Ti} + 0.0282\hat{X}_{Nb} \end{pmatrix} \dots\dots\dots (13)$$

第2回以降の繰り返し計算では、共存元素の補正定量値 $\hat{W}_j$ を使用する。こうして繰り返し計算を行い、 $\hat{W}_{Cr}$ の値が収束するまで行う。

なお、上式には、炭素 (C) の補正項 ($-0.0227 W_c$) を含んでいるが、加補正元素が分析対象元素でない (C を測定しなかった) 場合、この含有率を試料ごとに手入力して補正するか、あるいは影響が少ないときは補正項から除く。

4.4 重なり補正

4.4.1 スペクトルの重なりと補正法の概略

分析線に近接する妨害線の影響は、波長 (エネルギー) が近い場合で、重なり の程度がWDX ならば分光系の角度分解能に依存し、EDX では検出器のエネルギー分解能に依存する。その他、WDX ならば高次線の影響、EDX ならば、パイルアップやエスケープピークを考慮する必要がある。

分析線の重なりは光学系に依存するため、重なり補正係数はマトリックス補正係数“ d_j ”のような数表はなく、装置、測定条件ごとに、実験的に求めなければならない。ただし、装置の光学系、検出器等が同じ測定条件であれば、重なり補正係数は大きな差はない。重なりの有無は、定性分析などにより確認する。

4.4.2 重なり補正係数の求め方

重なり補正の代表的な方法を二つ紹介する。分析線のX線強度を妨害元素のX線強度を用いて補正する方法と もう一つは鉄鋼のJIS G 1256 で採用されている分析元素の定量値を妨害元素の含有率定量値で補正する方法である。

まず、妨害元素のX線強度で補正する方法について説明する。図12はWDXで測定した分析元素の硫黄 (S) のS K α 線に対してモリブデン (Mo) のMo L α 線の重なりを示している。S K α 線のピークにMo L α 線のすそが重なっているため、S 分析においてMoの重なりの影響が発生する。

図13は、鉄鋼試料中の硫黄の検量線である。硫黄 (S)、鉄 (Fe) の2元素の検量線 (A) に比べ、試料にモリブデン (Mo) が含む場合、S のX線強度はMoの重なりによって強度が高くなる。もし、(B) に示すようにMoの含有率が同じであれば、重なりの影響は同じとなるため、バイアスを含んだ検量線となる。

図12に基づき、重なり補正係数を決定する。純物質のSとMoをそれぞれ測定すると実線で示したスペクトルが得られる。両方を含む試料では合成した点線のようなプロファイルとなる。 α 、 β をMo L α 線、S K α 線のそれぞれの相手スペクトルへの重なり率とすると次の関

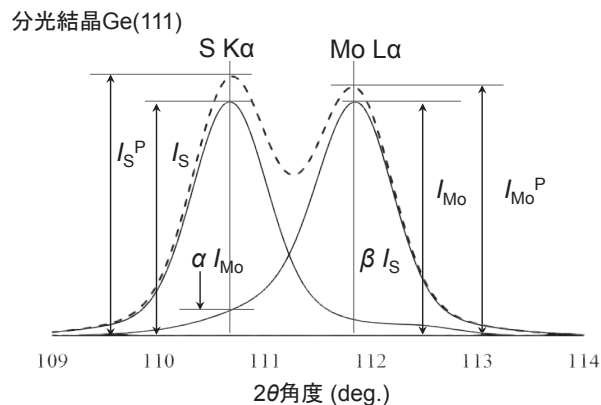


図12 S K α と Mo L α の重なり

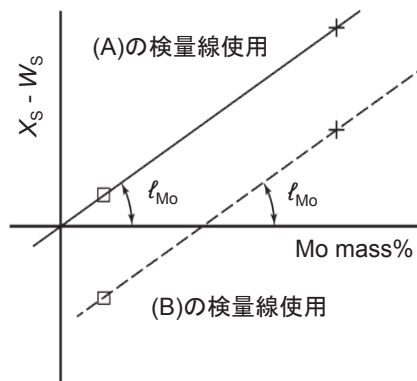


図13 硫黄 (S) の検量線

×, □印のデータはモリブデン (Mo) 含む

係が成立する。

$$I_S^P = I_S + \alpha \cdot I_{Mo} \quad \dots\dots\dots (14)$$

$$I_{Mo}^P = I_{Mo} + \beta \cdot I_S \quad \dots\dots\dots (15)$$

$$\begin{aligned} \therefore I_S &= I_S^P - \alpha \cdot I_{Mo} = I_S^P - \alpha(I_{Mo}^P - \beta I_S) \\ &= I_S^P - \alpha I_{Mo}^P + \alpha \cdot \beta I_S \end{aligned}$$

$\alpha \times \beta$ が小さいと次のようになる。

$$I_S \doteq I_S^P - \alpha I_{Mo}^P \quad \dots\dots\dots (16)$$

このように、妨害線への分析線の重なりが無視できるとき、式(16)で重なり補正が可能である。

EDX の場合、S $K\alpha$ (2.31 keV)、Mo $L\alpha$ (2.29 keV) でエネルギーの差は 0.02 keV (20 eV) となり、検出器の分解能が 130 eV 程度なので互いのスペクトルはほぼ完全に重なる。この時は加補正線に Mo $L\alpha$ 線の替わりに妨害のない Mo $K\alpha$ 線 (17.4 keV) を使用して、式(16)で補正する方法もある。この方法であれば、分析線と加補正線の互いの重なりはない。WDX もこの方法を適用できる。

次に、JIS G 1256 の方法を示す。上記、硫黄 (S) 分析に対する重なり補正は妨害線 Mo $L\alpha$ 線を測定する代わりに Mo $K\alpha$ 線を測定し、検量線で Mo の含有率を求め、この含有率で重なり補正をする方法を採用している。これは妨害元素の含有率と重なりの影響が比例関係であることを利用している。

重なり補正係数 " ℓ_j " を求める方法として、分析元素と妨害元素の両方含む標準試料を使用する方法と、妨害元素を含まない標準試料 (2 元系試料など) で求める方法とがある。

妨害元素を含まない標準試料を使用する場合として、Fe-S の 2 元系試料で S の検量線を作成し、Fe-S-Mo の 3 元系試料を測定する。Fe-S の 2 元系試料で作成した基準検量線で求めた 3 元系試料の未補正定量値を " X_s " とすると、次の関係式が成り立つ。

$$W_s = X_s - \ell_{Mo} \cdot W_{Mo} \quad \dots\dots\dots (17)$$

$$\therefore \ell_{Mo} = \frac{X_s - W_s}{W_{Mo}} \quad \dots\dots\dots (18)$$

ただし、ここで W_s は 3 元系試料の S の標準値 (化学分析値)、 W_{Mo} は同じく Mo の標準値である。

図 14 は縦軸 $X_s - W_s$ 、横軸 W_{Mo} でプロットすると傾きが ℓ_{Mo} となることを示したグラフである。グラフの傾きから重なり補正係数を求める。

分析元素と妨害元素の両方を含む、多数の標準試料を使用する方法では、多重回帰計算で検量線定数と重なり補正係数 ℓ_j を同時に計算で求める。(このとき d_j は固定

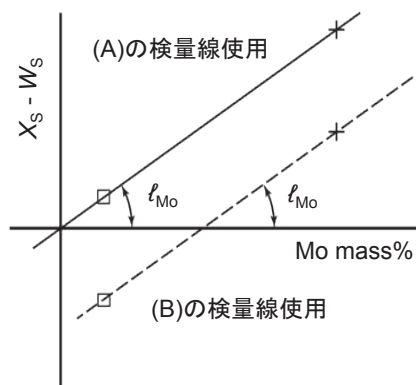


図 14 重なり補正係数 ℓ_{Mo} の決定

値で入力)

4.5 マトリックス補正係数の求め方

最後にマトリックス補正係数 " d_j " の求め方について述べる。鉄系やニッケル系では JIS G 1256 に " d_j 表" が掲載されており、この補正係数を使用して定量分析を行うことができる。しかしながら、マトリックス補正係数 d_j が存在しないアプリケーションも多い。マトリックス補正係数の求め方は種々の方法があり、最近では FP 法による理論強度を用いた補正係数算出法を使用することで、大方のアプリケーションに対応できるようになっている。

計算の概念を理解する上で、実験的算出法の代表的な d_j 算出法である個別三元法を紹介する。実験的算出法において、回帰計算法が多数のマトリックス補正係数計算用標準試料を使用し、同時に多数の補正係数を求めるのに対して、個別三元法では 2 元系標準試料とそれに 1 元素を追加した 1 個または少ない個数の 3 元系標準試料 (鉄鋼の場合 Fe-i-j) を使用して、元素ごとに個別に補正係数を求める。実際に鉄鋼において d_j を算出するときに使われた。

図 15 に基づき補正係数の求め方を説明する。分析元素を " i " として "Fe-i" 試料を使用して 2 元系検量線

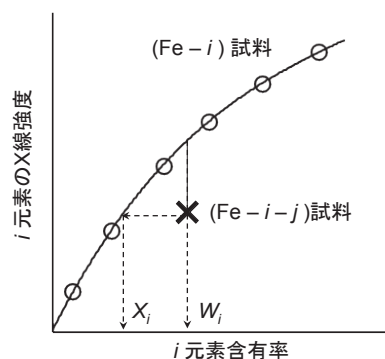


図 15 個別三元法

を作成する。次に、3 元系試料“Fe-*i-j*”の *i* 元素の測定強度を使用する。この場合、*i* 元素、*j* 元素とも高含有率の方がよい。“Fe-*i-j*”試料の *i* 元素の含有率を W_i 、2 元系検量線による検量線定量値を X_i 、*j* 元素の含有率 W_j とすると“ d_j ”は次の式 (19) で求めることができる。

$$d_j = \frac{(W_i + \sum \ell_j W_j) - X_i}{X_i W_j} \dots\dots\dots (19)$$

FP 法では理論強度を実測強度として計算することで d_j を算出することができる。

以上、XRF の定量分析における代表的な数値演算補正法について述べた。高マトリックスをもつ測定試料に対し、数値補正による正確な定量分析を迅速に提供することで、蛍光 X 線は鉄鋼、非鉄、耐火物といった現場における元素管理分析で活躍し、品質の高い製品を供給することに役立っている。

5 応 用 例

5.1 製品管理における定量データの応用

XRF による元素分析は迅速、高精度といった特長を生かし、製造工程中の品質管理として従来から応用されている。製造現場の各サイトにおいて XRF 分析を行い、逐次測定される大量のデータに対し $\bar{X}$ -R 管理図等で管理し、品質異常を発見、また、データのトレンドを分析することで品質予測を行うことができる。こうした工程管理による不良品の流出防止、万が一、不良品が発生した場合は元素解析を始めとしたあらゆる分析手法で発生原因調査等を行い、事故の再発を防止する。

5.2 迅速な高精度定量分析の応用

高精度の品質管理の例で鉄鋼の高合金の例を示す。高合金はニッケル (Ni) やクロム (Cr) の比率を高めた合金で、ステンレス鋼に比べ、耐熱性、耐食性、磁気特性が優れている。自動車、船舶等の部品や腐食の影響があるパイプライン等に幅広く使用されている。ニッケル (Ni)、クロム (Cr) といった有価金属を炉にて合金化する上で、精度よく配合する元素の含有率の管理をしなければならない。主に炉前で分析に使用されている同時型 WDX における分析精度は、1 回の分析時間を 60 秒として、10 回繰り返し測定における標準偏差はクロム (Cr) 17 mass% で標準偏差 0.0015 mass% となり、変動係数 C.V % は 0.01 % である。また、ニッケル (Ni) 2 mass% で、標準偏差および変動係数 C.V % はそれぞれ 0.0003 mass%、0.02 % となる。わずか 60 秒の測定で高精度の定量分析を可能とし、その元素情報を炉にフィードバックすることで高精度の元素品質管理ができる。これが現場分析における XRF の大きな強みの一つである。製品で規格されている含有率範囲内において調

合を高精度に制御することができるため、材料コストを抑え、かつ高品質の製品を提供することができる。

5.3 セメントにおける管理分析

セメント製造設備の大型化、省力化、省エネルギー化、燃料の多様化が進んでいる。近年のセメント業界は産業廃棄物処理の役目を担っており、まさにサステナブル業界の一つであるといえる。セメントの品質を維持向上するため調合原料、受け入れ原料、中間製品および製品の化学成分の迅速・正確な把握が益々重要視されている。

図 16 にセメント製造工程の模式図を示す。原料工程、焼成工程、仕上工程において、XRF による迅速な分析がなされており、それぞれの箇所で得られた膨大なデータは一極集中され、分析された結果は、フィードバックにより、それぞれの工程を制御している。

XRF 分析は主に調合原料のオンライン制御に使用され、図 16 では、①原料調合、②中間製品 (クリンカ)、③製品 (セメント) の成分管理にも用いられており、主に WDX の装置が使われている。近年は、産業廃棄物の

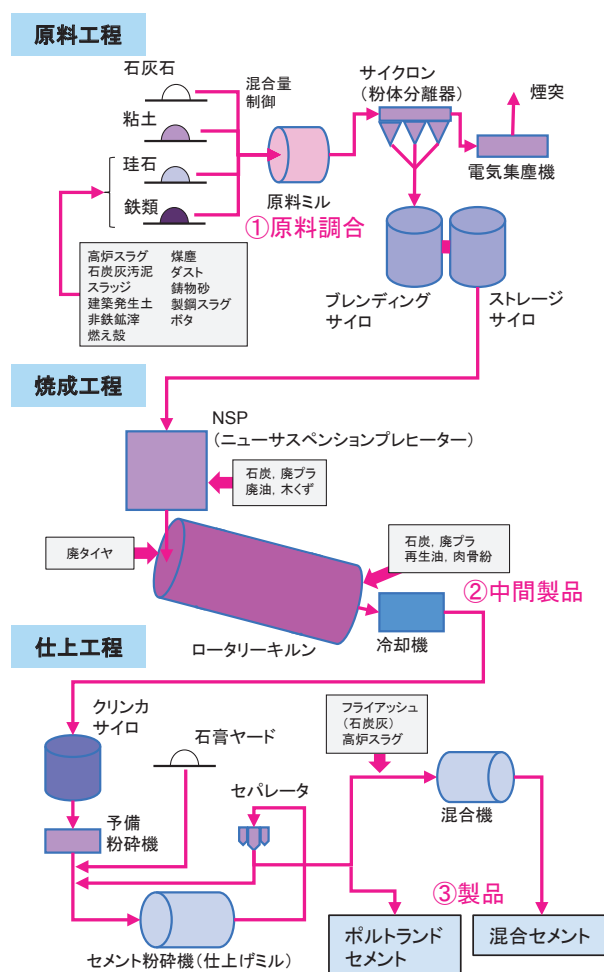


図 16 乾式セメント製造工程の例
測定管理箇所①原料調合、②中間製品 (クリンカ)、③セメント製品。

受け入れ分析，また工程内での塩素濃化が問題となっており高温焼却，脱塩工程の管理も重要になっている．こうした焼却物の受け入れ検査には，塩素が分析可能なEDXや小型のWDXが使用されている．

6 終わりに

XRFの基本原理，定性分析，定量分析及びその応用例について紹介した．今回は割愛したが，XRFは分析装置，データ解析も重要であるが，試料前処理が重要である．すべてにおいて試料のサンプリング方法が要であり，試料処理では，鉄鋼系のインゴット試料であれば分析面の研磨方法，粉末のセメント試料，耐火物試料等であれば，粉碎，加圧成形，さらに粉末の粒度効果，粒度効果をなくすためのガラスビード法など，多くの方法がある．また，検量線法の補正法でも数値補正だけでなく，一般の分析機器で行われている内標準法，散乱線レシオ法や標準添加法がある．最近ではスタンダードレスFP法によるスクリーニング分析が多く，標準試料が準備できない研究開発などに応用されている．試料調整を含め，これらを解説した文献を参考にいただきたい^{16)~18)}．

今回はXRF分析の原点にもどり実際の現場で応用されている定量分析の計算方法を中心に解説した．日々，活用されている分析装置のデータ解析手法の基本を理解し，応用につなげてもらいたい．

文 献

- 1) JIS G 1256，鉄及び鋼—蛍光X線分析方法．
- 2) JIS H 1292，銅合金の蛍光X線分析方法．
- 3) JIS H 1287，ニッケル及びニッケル合金—蛍光X線分析方

法．

- 4) JIS R 5204，セメントの蛍光X線分析方法．
- 5) JIS R 2216，耐火物製品の蛍光X線分析方法．
- 6) 片岡由行，古澤衛一，河野久征：リガクジャーナル 38, 30 (2007)．
- 7) MANNE SIEGBAHN：Nature., **96** (2416)：676 (17 Feb 1916)．
- 8) Moseley, Henry G. J.：Philosophical Magazine., **6** 27：703 (1914)．
- 9) J. Shreman：Spectrochem. Acta., **1**, 283 (1955)．
- 10) T. Shiraiwa, N. Fujino：Jpn. J. Appl. Phys., **5**, 886 (1966)．
- 11) J. W. Criss and L. S. Birks：Anal. Chem., **40**, 1080 (1968)．
- 12) 片岡由行：X線分析の進歩，**50**, 33 (2019)．
- 13) 桜井健次（編集，著）：“リファレンスフリー蛍光X線分析入門”，(2019)，（講談社），（講談社サイエンティフィック）．
- 14) G. R. Lachance, R. J. Traill：Can. J. Spectrosc., **11**, 43 (1966)．
- 15) W. K. de Jongh：X-ray Spectrom., **2**, 151 (1973)．
- 16) 辻 幸一（編集，著），村松康司（編集，著）：“X線分光法（分光法シリーズ）”，(2018)，（講談社サイエンティフィック）．
- 17) 中井 泉（編集）：“蛍光X線分析の実際”，第2版，(2016)，（朝倉書店）．
- 18) 森山孝男（編集）：“蛍光X線分析ハンドブック”，(2022)，（株式会社リガク）．



森山 孝男 (MORIYAMA Takao)

株式会社リガク（〒569-1146 大阪府高槻市赤大路町 14-8）．京都工芸繊維大学博士後期課程終了．博士（学術）．《現在の研究テーマ》蛍光X線によるアプリケーション開発など．「蛍光X線分析用点滴乾燥試料保持具（特許第 3793829 号）」で「中小企業庁長官賞」を受賞．《主な著書》“蛍光X線分析ハンドブック”，株式会社リガク，(2022)，ISBN 978-4-910603-09-4．《趣味》ドライブ，釣り（船，波止），模型
E-mail：t-moriya@rigaku.co.jp

『ぶんせき』再録集 vol. 1 出版のお知らせ

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

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

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

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

単一分子蛍光イメージングの材料分析・評価への応用

ホスト材料中の蛍光ゲスト分子の並進・回転拡散を単一分子蛍光イメージングにより追跡することで、材料内部の極めて微小な（分子レベルの）領域のホスト材料の物性やその変化に関する情報を取得することができる。本稿では、単一分子イメージングの装置構成や解析手法について概説し、応用例として高分子材料の評価について解説する。また、近年開発された、蛍光スイッチ分子を用いた新たな単一分子追跡法についても紹介する。

伊 都 将 司, 宮 坂 博

1 はじめに

蛍光測定は、バックグラウンドフリー測定が可能であり、単一分子レベルの極めて高感度な検出も比較的容易に実現できる。このような蛍光検出の利点を活用し、1980年代から蛍光測定による単一分子検出が報告されるようになった。例えば、1981年には複数の蛍光色素で標識された単一 DNA 鎖の蛍光イメージングが報告され¹⁾、1990年には極低温の分子性結晶中の単一蛍光分子の蛍光励起スペクトル測定も報告されている²⁾。1990年代以降は、蛍光測定による単一分子検出がより一般的となり、さまざまな単一分子のダイナミクスの計測も行われてきた。例えばパルスレーザーを光源とした共焦点レーザー顕微鏡に時間相関単一光子計数法を組み合わせた顕微測定システムにより、ps から ns の時間領域の単一分子の励起状態（発光）ダイナミクスに関する情報も取得されている³⁾。また溶液中の分子を対象とした蛍光相関分光法では、共焦点顕微鏡のレーザー集光スポットにブラウン運動で出入りする単一分子の蛍光強度の自己相関関数の解析から、分子の並進拡散係数やそれに関連した溶液の温度、生体高分子の熱的な構造変化、非発光状態（励起三重項など）への遷移ダイナミクスなど ns から ms に渡る種々の分子ダイナミクスに関する情報が取得可能となっている。

共焦点顕微鏡ベースの単一分子蛍光検出システムでは、蛍光励起用レーザーの集光スポットに存在する単一分子の発光を検出するため、基本的に複数の単一分子を同時に観測することはできない。一方、CCD 検出器による蛍光イメージングは、時間分解能は一般的に ms 程度であり共焦点顕微鏡測定システムのように単一分子の励起状態ダイナミクスを追跡することは一般には困難で

あるが、数 10 μm 四方程度の空間領域に存在する複数の単一分子を同時に検出可能である。したがって位置選択的な情報も含め、ms 以降の時間スケールにおける単一分子の回転緩和、並進拡散などの情報を取得することができる。本稿では特に単一分子蛍光イメージングに焦点をあて、その測定系、得られる情報、超解像技術との関連、材料評価への展開について解説する。

2 単一分子蛍光イメージング

2.1 単一分子蛍光イメージング装置の構成

単一分子蛍光イメージング装置（ワイドフィールド（広視野）顕微鏡）の例を図 1a に示す。蛍光の励起光源として連続発振（CW）レーザーを用い、落射配置で試料を励起する。試料中の分子を均一に励起するため、通常は偏光補償板などを用いてレーザー光の偏光を円偏光に変換して照射する。一方、励起の偏光依存性を検出するときは直線偏光を用いる。数十 μm から 100 μm 四方程度のイメージング領域全体をほぼ均一に励起するため、対物レンズ透過後の光束がほぼ平行に試料に入射する光学配置とする。そのために、対物レンズの後側焦点に励起用レーザー光を集光するよう顕微鏡外部のレーザー入射用光学系を調整する。試料の蛍光は同じ対物レンズで集められ CCD 検出器に導かれる。検出器としては、単一の蛍光分子からの光子を検出可能な感度を有する電子増倍 CCD (EMCCD) カメラや CMOS カメラなどが使用される。一般的な単一分子蛍光イメージングでは、可視域の量子収率が 90 % 以上の検出器が用いられる。結象系の光路には励起光をカットする高性能の光学ロングパスフィルター（励起光の波長における OD が 6 以上）が挿入され、試料の蛍光のみが EMCCD（あるいは CMOS）カメラにより検出され PC の記憶媒体に保存される。イメージングの 2 次元動画データはスペクトルなどの 1 次元データに比べて容量が大きく、そのためデータ転送速度が十分高速で、かつデータ保存用記憶

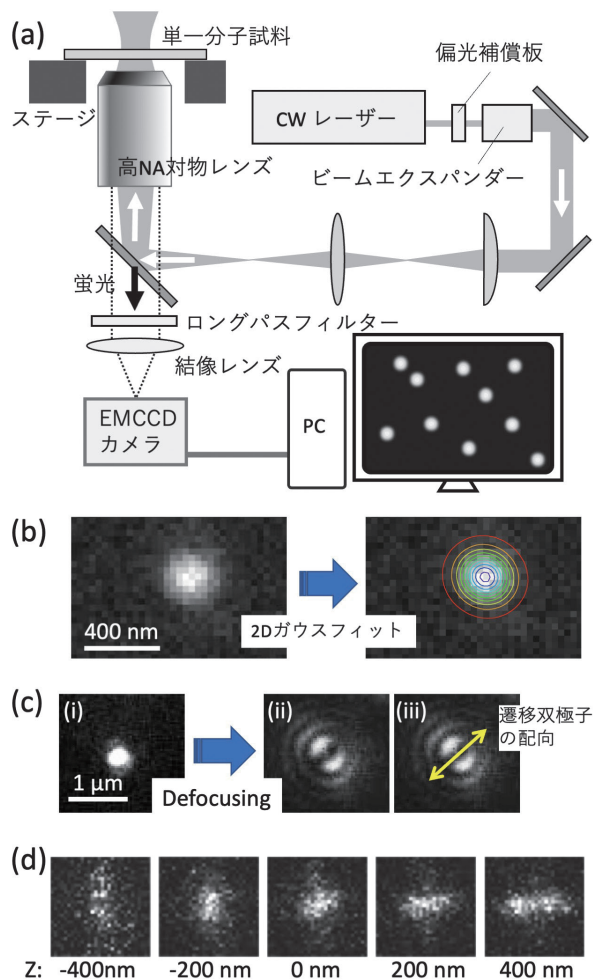


図1 (a) 単一分子蛍光イメージング装置の構成例；(b) 単一分子の蛍光像と2Dガウスフィットの結果の例；(c) 単一分子のフォーカス像(i)とデフォーカス像(ii)の例。(iii)では(ii)のデフォーカス像に蛍光の遷移双極子の向きを矢印で追記した；(d) 非点収差イメージングにより得られる単一分子蛍光像の光軸方向位置による変化の例

媒体の容量が大きなPC(ワークステーションが望ましい)を用いる必要がある。

2.2 単一分子追跡とローカリゼーション法

通常の蛍光分子のサイズは1~2 nm程度であり、光学顕微鏡の分解能(せいぜい200 nm程度)に比べて十分小さい。したがってCCDカメラで検出される単一分子の蛍光像は200 nm程度の発光スポットとして観測される。このスポットは顕微鏡の結像光学系の点像関数(PSF)と見なすことが可能であり、この蛍光像を2次元ガウス関数を用いて解析し光強度分布の重心の位置を求めることで分子の位置が決定できる(図1b)。この精密な位置決め手法はローカリゼーション法と呼ばれている⁴⁾。分子の位置決め精度は、単一分子の蛍光スポットのS/N比に依存するが、一般的な蛍光イメージングにおいては、数nmから数十nmである。時間的に連続した多くの蛍光像をこの手法により解析した場合には、単

一分子の各時間における位置の時間発展、すなわち並進拡散挙動をナノメートルの精度で追跡することができる。この単一ゲスト分子の拡散の軌跡からは、ホスト材料内部の構造や不均一性に関する知見が得られる。

2.3 デフォーカスイメージング法

上述のように、単一分子の蛍光像は回折限界で決まるサイズの発光スポットとして検出される。しかしながら、単一分子の発光は双極子放射であり、厳密には単一分子は球面波を発する点光源ではない。そこで、対物レンズの高さをわずかにずらしてデフォーカスし、焦点のボケた像を取得すると、双極子放射の異方性を反映した非同心的な蛍光像が得られる(図1c)⁵⁾。このデフォーカス像は分子の回転緩和に対応して変化するため、単一分子の並進及び回転運動を追跡することが可能となる。

2.4 非点収差イメージング法

光学顕微鏡は物体面上の2次元分解能は波長の半分程度(可視光では200から300 nm)が達成可能であるが、対物レンズの光軸方向の分解能は数μmであり、一般に光学顕微鏡は2次元観察に用いられる。しかし、結像光学系にシリンドリカルレンズを挿入し、非点収差をあえて導入することで観測対象である単一分子の光軸(Z軸)方向のわずかな(<1 μm)位置の変化に伴って、蛍光像の縦横比が変化する(図1d)⁶⁾。あらかじめZ方向の変位と蛍光像の形状との相関を取得しておくことで、3次元の単一分子追跡が実現できる。分子のZ変位に対する蛍光像の変化の度合いは挿入するシリンドリカルレンズの焦点距離に依存するため、観測対象のZ変位の大きさに合わせて適当なシリンドリカルレンズを選択する。

3 単一分子蛍光イメージングの応用例

3.1 高分子材料の重合・架橋反応の追跡

熱や光で重合・架橋を起こし、固体化する高分子材料は、半導体微細加工用のフォトリソトやマイクロ3Dプリンティングなどの微細加工に広く用いられている。このような材料系では、重合・架橋反応のミクロな不均一性が不均一なエッチング結果や、造形した微小構造の部分的構造脆弱性などにつながるため、微小領域における反応の進行具合を*in situ*で評価可能な分析手法は非常に重要である。筆者らは、単一ゲスト蛍光分子の拡散挙動を詳細に追跡することで、上記の反応性高分子材料の重合・架橋反応に伴うミクロな粘性変化を評価した。

図2aにポリ2-ヒドロキシエチルアクリレート(PHEA)を主材とし、架橋剤と重合開始剤を含む熱架橋性高分子材料(薄膜)中のゲスト蛍光分子(ペリレンジイミド(PDI)誘導体)の並進拡散挙動を室温(22~23℃)下で単一分子追跡した結果を示している⁷⁾。PHEAのガラ

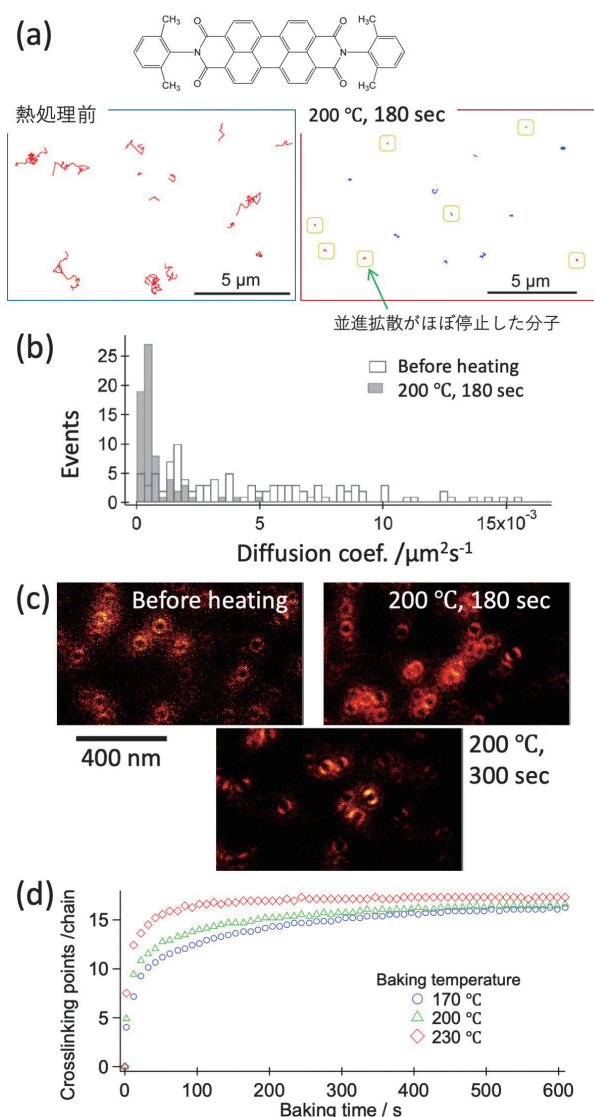


図 2 (a) ゲスト蛍光分子 (PDI 誘導体) の構造と熱処理前後の熱架橋 (硬化) 性高分子薄膜中の PDI の単一分子追跡結果 (拡散の軌跡); (b) 熱処理前後の PDI 誘導体の並進拡散係数のヒストグラム; (c) 熱処理前, 200 °C で 3 分及び 5 分熱処理した熱硬化高分子材料中 PDI 誘導体のデフォーカス像; (d) 熱処理に伴う高分子鎖あたりの架橋点数の変化 (IR スペクトル測定より導出)

ス転移温度は約 16 °C であり, 加熱前の試料では PDI はブラウン運動による回転・並進運動を呈している. 200 °C で 3 分間加熱後室温まで冷却しイメージングした試料では, 並進拡散係数が明らかに低下していることが拡散の軌跡から確認でき, 並進拡散係数のヒストグラム (図 2 b) にも明瞭に表れている. このとき 40 % 程度の分子は並進拡散がほぼ停止していた. 図 2 c は各加熱条件での蛍光デフォーカス像である. 未熱処理の試料中では PDI は自由に並進・回転拡散し, 露光時間に比べ回転緩和が高速なためデフォーカス像は平均化されドーナツ状となる. 200 °C で 3 分間加熱した試料では, 上述のように約 40 % の分子はほぼ並進拡散が止まっているが, デフォーカス像ではほぼすべての分子が同心円

状の当方的な形状を示している. これは並進運動がほぼ停止するほど重合・架橋が進んだ場合でも, 低分子量のゲスト分子が回転拡散できる程度の微小なスペースが存在していることを意味する. さらに加熱すると図に示すように並進, 回転拡散ともに停止する. FTIR による赤外吸収スペクトル測定の結果 (図 2 d) と併せて議論すると, 並進運動のみが停止するのは約 86 % の架橋剤が反応し高分子鎖あたり平均 14.8 個の架橋点が形成されたときで, さらに 91 % 以上反応が進み 15.7 個の架橋点が形成されるとゲスト分子の並進・回転拡散が完全に停止する. このように, ゲスト分子の動きを一分子ずつ追跡することで材料の局所的な反応の進み具合を評価することができる.

3・2 薄膜材料中ゲスト分子の膜の厚さ方向の分布評価

上述の非点収差蛍光イメージング法を用いると, 膜厚 1 μm 以下の非常に薄い薄膜中の, 膜の厚さ方向のゲスト分子の空間分布や拡散挙動を評価することもできる⁸⁾. 図 3 には測定結果の一例として, ガラス基板状に製膜した膜厚 1 μm のポリメタクリル酸メチル (PMMA), ポリアクリル酸メチル (PMA), ポリスチレン (PSt) 及び PHEA 薄膜中のペリレンジイミド誘導体 (BP-PDI, 構造は図 3 b のインセットに示した) の Z 方向 (膜厚及びイメージング光学系の光軸と並行方向) の空間分布を示す. 興味深いことに, 高分子ごとに膜厚方向のゲスト分子の分布が異なることが分かる. 特に PHEA はゲスト分子がガラスと高分子界面付近には全く存在せず, 界面から数百 nm 離れた領域に局在している. この理由には明確には解明されていないが, 界面近傍の高分子がバルクとは異なるネットワーク構造を有し, ゲスト分子の溶解度が界面付近で異なることを示唆している. このような分析手法は, 種々の低分子量分子を添加した材料系の内部構造や反応性を理解し目的的性能を実現する上で重要な情報を与えると期待される.

4 蛍光スイッチ分子を用いた単一分子追跡

4・1 単一分子追跡に基づく材料評価の課題と解決法

上述のように, 蛍光イメージング法を用いて単一分子の挙動を詳細に追跡することで, 非常に微小な (観測する単一分子周囲の) 領域の材料物性やその変化に関する情報が取得できる. しかし, 単一分子追跡のためには, 回折限界で決まる単一分子の蛍光スポット (200~300 nm 程度) 同士が互いに重ならない程度の, 非常に薄い濃度でのイメージングが必要である. また比較的高強度の励起光照射による蛍光分子の光褪色のため, 一個の蛍光分子を追跡可能な時間は数秒からせいぜい数十秒程度であり, 時間と共に発光スポットの数が減少する. このような理由から, 観測領域全域をゲスト分子が隈なく拡散するような条件でのイメージングは難しく, 観測領域

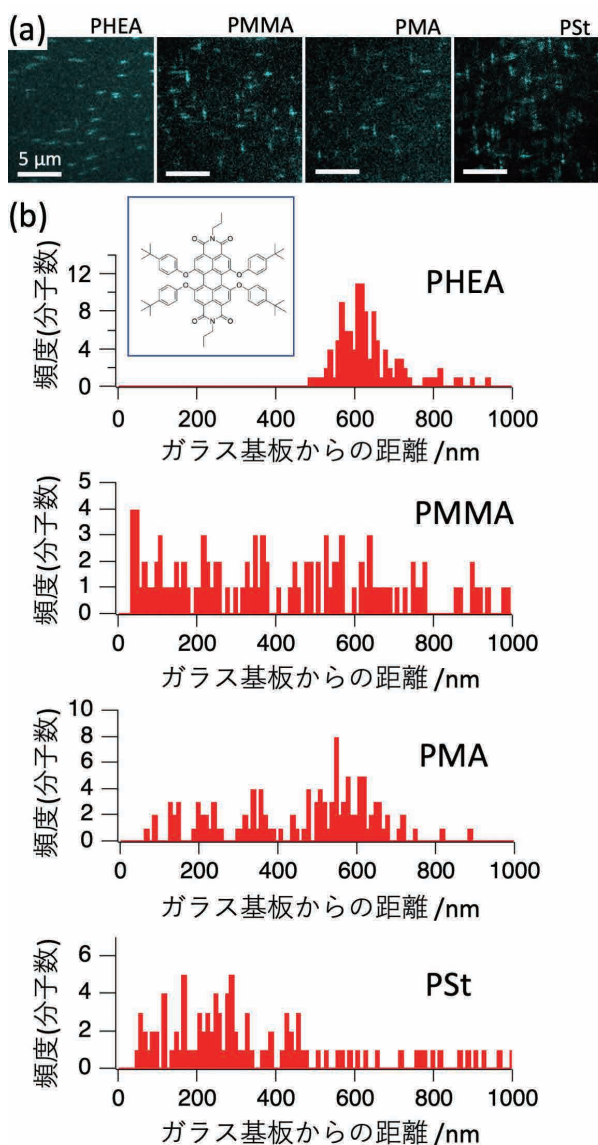


図3 (a) 種々のポリマー薄膜中のPDI誘導体(BP-PDI, bのインセットに構造を示す)の非点収差イメージ; (b) 膜厚1 μm のPHEA, PMMA, PMA, PSt薄膜中のBP-PDIの膜の厚さ方向の空間分布
(a) 中の蛍光像は参考文献⁸⁾のFig. 1, (b) 中のヒストグラムは参考文献⁸⁾のFig. 2を改変掲載。

全体の材料評価は困難な課題であった。

しかし近年筆者らは、光照射などの外部刺激によって非蛍光性の異性体と強い蛍光を示す異性体間を相互変換する分子系を用いることで、上記の課題を克服し、非常に長時間にわたる単一分子追跡とそれによる観測領域全域にわたるゲスト分子の拡散挙動の詳細な情報取得に成功した⁹⁾。

4.2 単一波長の可視光照射により実現されるジアリールエテン誘導体の自発的蛍光スイッチング

図4aに示すジアリールエテン(DAE)誘導体は、非蛍光性の開環体と強い蛍光を示す閉環体の2種類の異

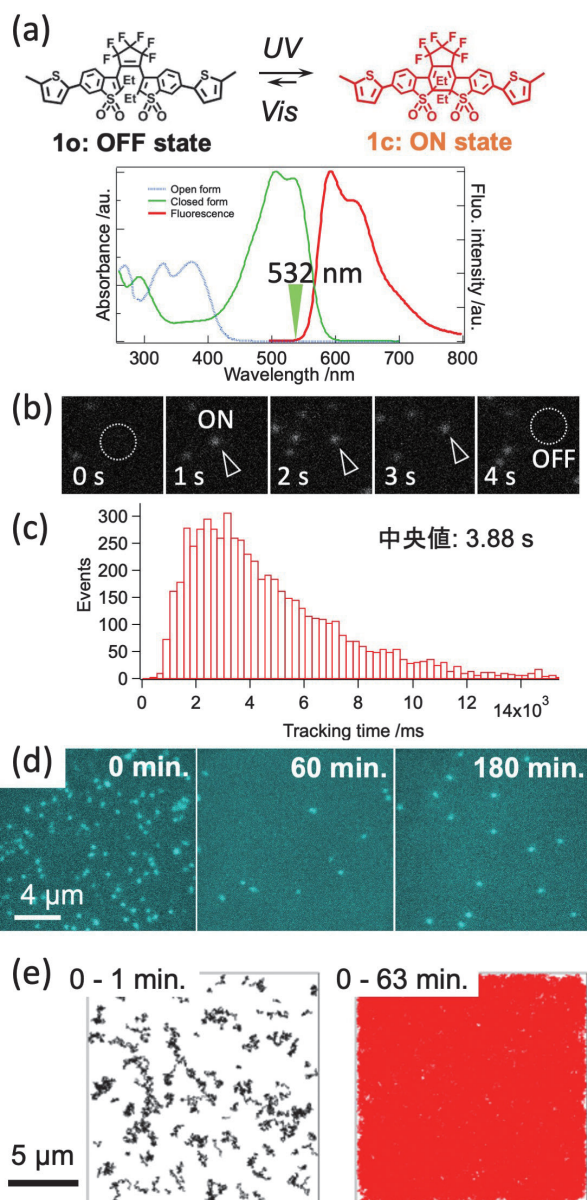


図4 (a) 蛍光スイッチ特性を示すDAE誘導体の構造と異性化反応, それぞれの異性体の吸収スペクトルと閉環体の蛍光スペクトル⁹⁾; (b) CW 532-nm レーザー照射下のDAE誘導体の単一分子蛍光スイッチの様子; (c) DAE誘導体の蛍光ON状態の持続時間のヒストグラム; (d) 532-nm レーザー光照射直後, 1時間後, 3時間後のPHEA中DAE誘導体の蛍光イメージ; (e) 1分間及び63分間の単一分子イメージングで得られたPHEA薄膜中のDAE誘導体の並進拡散の軌跡のオーバーレイ

性体の間で光異性化を行う。図に示すように開環体は紫外域のみに吸収帯を持つが、閉環体は紫外から可視域にも吸収帯を持つ。開環体に紫外光照射すると蛍光性の異性体が生成し、一方閉環体に可視光を照射すると量子収率70~80%程度で蛍光を発すると共に、低い(収率 10^{-3} ~ 10^{-5})確率で開環体への逆異性化を示す。一般にはこの分子系の蛍光スイッチングには紫外光及び可視光を用いるが、開環体の非常に微弱な吸収帯の長波長側の裾(ホットバンド,あるいはUrbach tailとして知られ

る)と閉環体の吸収バンドを同時に励起可能な可視レーザー光をこの分子に照射すると、単一波長照射下で自発的な蛍光 ON-OFF スwitching が実現できる⁹⁾。

図 4 b は高分子 (PHEA) 薄膜中の DAE の蛍光像の 4 秒間の時間変化であり、マークされた DAE 誘導体は、3 秒ほど蛍光 ON 時間が続いた後蛍光が消失している。蛍光 ON 状態の持続時間は置換基により異なるが、図 4 c のヒストグラムで示されているように、この系の場合波長 532 nm の光照射下で ON 時間は中央値で 4 秒ほどである。個々の DAE はランダムに ON-OFF を繰り返すが、蛍光 ON 状態にある DAE の数は、単一分子追跡が適用可能な濃度に保たれる。また、光褪色と競合して戻りの異性化反応が起こるため光褪色が幾分抑制される。さらに添加された DAE のうち一部のみが ON 状態となるため、たとえ褪色が起こっても OFF 状態の DAE 分子が ON 状態となり蛍光イメージで追跡が可能となり、この系では 3 時間以上にわたって単一分子追跡が可能であった (図 4 d)。63 分の単一分子追跡の結果が図 4 e であり、観測視野全域が単一分子の並進拡散の軌跡で埋め尽くされていることがわかる。この測定手法により、場所ごとの並進拡散係数の 2D マップが作成できる。ゲスト分子の並進拡散係数は、周囲のホスト分子の環境に強く依存するので、この 2D マップはホスト高分子の不均一性を示す。

4.3 蛍光スイッチングに基づく長時間単一分子追跡によるポリマーブレンドの評価

上で述べた DAE の蛍光スイッチングに基づく多数分子の長時間追跡手法を用いてポリマーブレンドのナノ構造と局所拡散係数を評価した応用例について紹介する¹⁰⁾。ホスト材料は、PHEA と多分岐シリコンポリマーの混合膜で、海島構造のミクロ相分離を示す。図 5 a はその光学透過像で、図 5 b は原子間力顕微鏡 (AFM) 像である。このポリマーブレンドにおいては、PHEA が海を、シリコンポリマーが島を形成している。DAE は選択的に PHEA 相に存在し、シリコンポリマー相には進入しない。

図 5 c は 60 分の蛍光イメージングデータに対してローカリゼーション法により解析した DAE の存在位置の空間分布である。これは超解像顕微鏡法の一つである光活性化局在顕微鏡法 (PALM, photoactivated localization microscopy) で得られる超解像イメージと本質的に同じものであり、ポリマーブレンドの海島構造が高い空間分解能で可視化されている。一方、図 5 d は拡散係数の空間マップであり、ゲスト分子の DAE が場所に依存した拡散係数を呈していることが分かる。図 5 e は試料の一部を拡大した PALM 像と対応した場所の拡散係数マップである。

興味深いことに、球状のシリコンポリマー周囲の

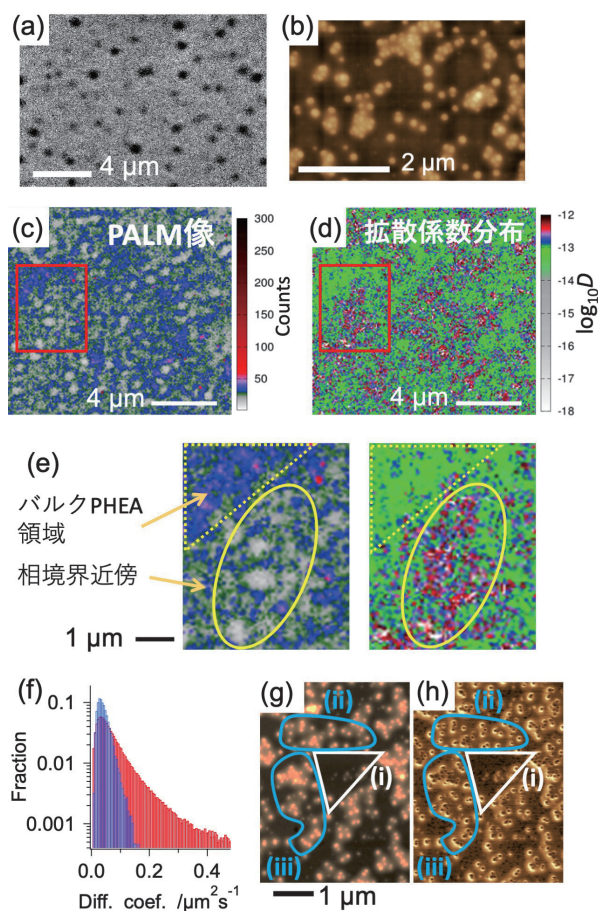


図 5 (a, b) PHEA と多分岐シリコンポリマーの混合固体膜の光学透過像 (a) と AFM (高さ) 像 (b) ; (c) PHEA 相に選択的に存在する DAE 誘導体の検出位置の分布 ; (d) DAE 誘導体の並進拡散係数の空間分布 ; (e) (c) 及び (d) の赤い四角部分の拡大図 ; (f) PHEA バルク相と PHEA と多分岐シリコンポリマーの相境界近傍の拡散係数分布. (g, h) PHEA と多分岐シリコンポリマーの混合固体膜の AFM 高さ像 (g) と位相像 (h)

PHEA 相においては、PHEA のバルク相に比べて拡散係数が大きくなっており、相界面に特異的な物性 (粘性、あるいは拡散係数) の変調が可視化されている。この結果は、本手法では材料のナノ構造の可視化に加えて、物性の空間分布に関する情報も同時に取得可能であることを示している。図 5 f は PHEA バルク相と相界面付近の拡散係数のヒストグラムである。上述のように、従来の単一分子イメージングでは観測可能な分子数が制限されていたため、同一のイメージング領域でこれほど多数個の統計情報を取得することは困難であった。一方、本手法では数千から数万分子の測定が可能となり、さまざまな統計的解析に足るデータ量を取得できることを示している。

また、図 5 g, h はこの試料の AFM 測定の結果であり、左は高さ像、右は位相像である。位相像の信号強度は材料の粘弾性に関する情報を含んでおり、PHEA バルク相である領域 (i) と相境界近傍の領域 (ii), (iii) では明

らかに異なる信号強度を示していることから、相境界近傍と PHEA バルク相とで異なる拡散係数を示した単一分子追跡の結果を支持している。

5 おわりに

本稿では、単一分子の蛍光イメージング手法と関連技術、ローカリゼーション法と単一分子追跡について概説し、その高分子系材料評価への展開に関して、研究例を紹介した。また、一般的な蛍光分子をゲストとした単一分子追跡を広く材料評価へ展開する際に障壁となっていた観測可能分子数及び観測時間の制限について述べ、近年筆者らが開発した、一波長蛍光スイッチングに基づく多数の「単一分子」追跡手法による上記制限の超克へのアプローチを紹介した。多数分子の独立追跡手法の原理を解説し、それを用いたポリマーブレンドのミクロ相分離構造の可視化と拡散係数分布の同時計測についても紹介した。

単一分子は、イオンや原子を除けば、最も微小なナノ発光体である。本稿で紹介したように、その発光挙動、拡散挙動は分子周囲の極めて微小な領域のホスト材料の物性に関する情報を与えてくれる。本稿で紹介したように、従来は困難であった「極めて多数個の単一分子の拡散挙動を同一イメージング視野内で観測」することが近年可能となり、それにより非常に多くの単一分子に関する測定データが取得できるようになった。今後は、インフォメーションサイエンス、データサイエンスやケモメトリクスなどとの融合により、分子レベルのミクロ物性とマクロな物性との階層を繋ぐ新たな知見、概念の創出が期待される。

謝辞 本稿で紹介した成果は、立教大学入江正浩教授・森本正和教授、富山県立大学竹井 敏教授、東京農工大学花崎逸雄准教授、また大阪大学基礎工学研究科の研究室の学生諸氏との共同研究の成果である。ここに謝意を表する。

文 献

- 1) K. Morikawa, M. Yanagida : *J. Biochem.*, **89**, 693 (1981).
- 2) M. Orrit, J. Bernard : *Phys. Rev. Lett.*, **65**, 2716 (1990).
- 3) J. J. Macklin, J. K. Trautman, T. D. Harris, L. E. Brus : *Science*, **272**, 255 (1996).
- 4) E. Betzig, G. H. Patterson, R. Sougrat, O. W. Lindwasser, S. Olenych, J. S. Bonifacino, M. W. Davidson, J. Lippincott-Schwartz, H. F. Hess : *Science*, **313**, 1642 (2006).
- 5) M. Böhmer, J. Enderlein : *J. Opt. Soc. Am. B*, **20**, 554 (2003).
- 6) L. Holtzer, T. Meckel, T. Schmidt : *Appl. Phys. Lett.*, **90**, 053902 (2007).
- 7) S. Ito, T. Kusumi, S. Takei, H. Miyasaka : *Chem. Commun.*, **2009**, Issue 41, 6165 (2009).
- 8) S. Ito, K. Hiratsuka, S. Takei, H. Nishi, D. Kitagawa, S. Kobatake, H. Miyasaka : *Photochem. Photobiol. Sci.*, **21**, 175 (2022).
- 9) Y. Arai, S. Ito, H. Fujita, Y. Yoneda, T. Kaji, S. Takei, R. Kashiwara, M. Morimoto, M. Irie, H. Miyasaka : *Chem. Commun.*, **53**, 4066 (2017).
- 10) S. Ito, M. Funaoka, I. Hanasaki, S. Takei, M. Morimoto, M. Irie, H. Miyasaka : *Polym. Chem.*, **13**, 736 (2022).



伊都 将司 (Ito Syoji)

大阪大学大学院基礎工学研究科 (〒560-8531 大阪府豊中市待兼山町 1-3)。大阪大学大学院工学研究科博士後期課程。博士 (工学)。《現在の研究テーマ》レーザーと顕微鏡を駆使した新規メゾスコピック光応答の開拓と応用。《趣味》釣り、トレイルラン、自転車。

E-mail : sito@chem.es.osaka-u.ac.jp



宮坂 博 (MIYASAKA Hiroshi)

大阪大学エマージングサイエンスデザイン R3 センター (〒560-8531 大阪府豊中市待兼山町 1-3)。大阪大学大学院基礎工学研究科博士後期課程修了。工学博士。《現在の研究テーマ》超高速時間計測による光化学反応の機構解明と新規光応答の開拓。《主な著書》“光化学フロンティア 未来材料を生む有機光化学の基礎”，(化学同人)。《趣味》写真撮影、料理、ワイン、ビール。

E-mail : miyasaka@chem.es.osaka-u.ac.jp

ラマン分光法

1 はじめに

光分析技術は、非破壊・非接触な測定手法の代表格である。その中でもラマン分光法は、測定対象に特別な前処理を必要とせず、物質の化学同定を可能にする手法であり、幅広い分野の材料分析に利用されている。近年ではラマン分光法と光学顕微鏡を組み合わせたラマン顕微鏡が発展しており、サブミクロンレベルの空間分解能でケミカルイメージングが可能となっている。本稿では、ラマン分光法の原理や特徴、さらにケミカルイメージングの事例を解説する。

2 ラマン分光法

2.1 ラマン散乱

物質にレーザー光を照射したときに発生する散乱光の大部分は、入射光と同じ振動数をもつレイリー散乱光である。このような入射光と散乱光の振動数差がない、すなわち散乱の前後で光子のエネルギーが保存される散乱過程は弾性散乱と呼ばれる。しかし、光子の中には散乱の際、物質とエネルギーをやり取りし、入射光と異なる振動数で散乱されるものもわずかに存在する。散乱の前後で光子のエネルギーが保存されない散乱過程は非弾性散乱と呼ばれ、分子や結晶格子の振動による非弾性散乱光のことをラマン散乱光と呼ぶ。この現象は1928年に

C. V. Raman と K. S. Krishnan によって報告され、発見者の名前が冠された¹⁾。

ラマン散乱の概念をエネルギー状態図と共に図1(a)に示す。エネルギー状態図を用いるとラマン散乱光は、基底状態の分子が振動数 ν の入射光によって仮想準位と呼ばれる準位まで励起した後、振動準位に遷移する際に放射される振動数 ν_r の光として解釈される。つまり入射光とラマン散乱光の振動数差 $|\nu_r - \nu|$ が、分子振動の振動数に相当する。なお仮想準位は実在する量子準位ではなく、入射光によって分子の分極が大きくなった状態を仮想的に表したものである。ラマン散乱には、図1(a)に示したような基底状態から振動準位に遷移することで光子の振動数が低くなるストークス光だけでなく、振動準位から基底状態に遷移することで光子の振動数が高くなるアンチストークス光も存在する。しかし室温付近ではストークス光の強度の方が大きいため、一般的にはストークス光を分析することが多い。

2.2 ラマンスペクトル

図1(a)には振動準位を一つだけ示したが、実際の分子は様々な化学結合から構成されており、振動準位も複数存在する。つまり振動準位に応じた複数の振動数のラマン散乱光が発生する。このラマン散乱光を、回折格子を搭載した分光器で振動数ごとに分解して検出し、分子振動の振動数に相当する入射光との振動数差 $|\nu_r - \nu|$ を横軸、各振動数における光強度を縦軸にプロットすることで、分子振動のスペクトルを得ることができる。このスペクトルをラマンスペクトルと呼び、スペクトルを得る手法がラマン分光法である。実際の横軸は、振動数差ではなく、ラマンシフトと呼ばれる入射光とラマン散乱光の波数(波長の逆数)の差で表記される(単位は cm^{-1})。図1(b)に具体例としてポリエチレンテレフタレート(PET)のラマンスペクトルを示す。分子振動の振動数は化学結合の種類で決まるため、ラマンスペクトルのピーク位置から化学結合の種類を判別できる。分子に含まれる化学結合の種類が分かれば、分子の構造を決定できるため、化学同定が可能になるわけである。そのためラマンスペクトルは「分子の指紋」と呼ばれる。

2.3 ラマン分光法の特徴

ラマン分光法の特徴はいくつかあるが、固体分析に関連した主な利点を以下に挙げる。(1) すりつぶしや薄片化等の前処理が不要で、そのままの状態の試料を測定できる。その意味で非破壊の手法と言える。(2) 化学同定の他にもピーク位置のシフトから残留応力、ピーク幅から結晶性を分析することも可能である。(3) 入射光の波長が任意であるため、可視光域(波長400~800

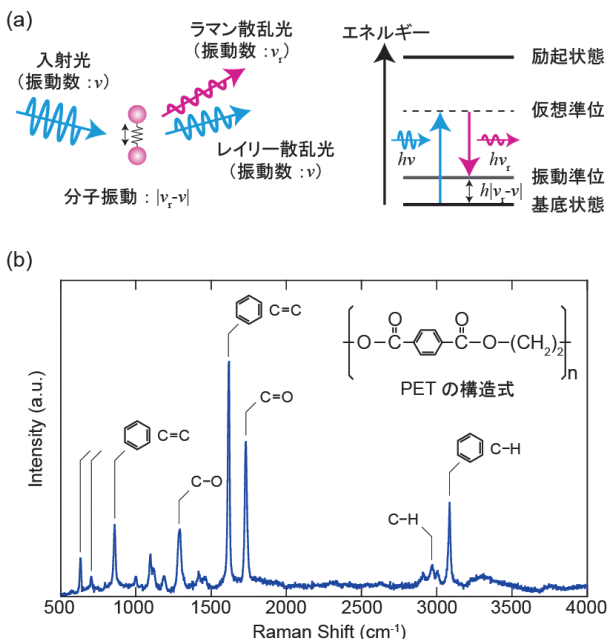


図1 ラマン散乱の概念とラマンスペクトルの例

(a) ラマン散乱の概念。エネルギー状態図において、 h はプランク定数を表す。(b) PETのラマンスペクトル。

nm) のレーザー光を利用することができ、次節で述べるケミカルイメージングにおいて、顕微赤外分光法よりも高いサブミクロンに達する空間分解能を実現できる。

一方、ラマン分光法の難しい点は、ラマン散乱光が極めて微弱な光であるため、 S/N の良いスペクトルを得るためには長い露光時間を必要とすることである。一般的にラマン散乱光の強度は、レイリー散乱光よりも3桁以上小さい²⁾。そのため、かつては「ラマン分光は、ガマン（我慢）分光」とまで言われていた。しかし2000年代に入る頃には、高強度のレーザー光源、レイリー散乱光を除去する光学フィルター、ラマン散乱光を高感度に検出するCCDカメラなどが開発され、露光時間は大幅に短縮されるようになった。このようにしてラマン分光法は、スペクトルを測定する手法からイメージングを行う手法へと発展した。

3 分光分析からケミカルイメージングへ

3.1 ラマン顕微鏡

ラマン顕微鏡は、ラマン分光装置と光学顕微鏡を組み合わせた装置である。ラマン顕微鏡では、光学顕微鏡に搭載された対物レンズを用いて、レーザー光を試料表面に集光し、顕微鏡の試料ステージ（またはレーザー光）を走査しながら各点におけるラマンスペクトルを測定する。測定後、特定の波数を選択し、その波数におけるピーク強度をマッピングすることで、そのピークを持つ物質の空間分布を描き出すことができる。さらに異なる波数におけるピーク強度を色分けしてマッピングすれば、試料に含まれる物質の組成を可視化することが可能となる。このようにスペクトルから抽出した化学情報を可視化するという意味で、ラマン顕微鏡によるイメージングはケミカルイメージングと呼ばれる。このようなイメージングでは、画像の1ピクセルごと一つのスペクトルが必要となるため、画素数に応じた多数のスペクトル測定が必要となる。そのため、測定を高効率化する工夫も行われている³⁾⁴⁾。

3.2 ケミカルイメージングの事例

身近なものを例にとりて、ケミカルイメージングを説明しよう。図2 (a) はあるカップヨーグルトの蓋の裏面を光学顕微鏡で観察した画像である。直径30 μm 程度の粒子が凝集体を作って広く分布している様子が写る。近年ではヨーグルトを蓋に付着しにくくする工夫の一つとして、このような微小な凹凸による撥水効果（ロータス効果⁵⁾）を利用したものが開発されている。では、この粒子は何であろうか？ 図2 (b) は、図2 (a) に示した矩形領域をラマン顕微鏡でケミカルイメージングした画像である。ここで各色は、水色：2886 cm^{-1} 、ピンク：2953 cm^{-1} 、青：3085 cm^{-1} 付近のピーク面積強度のマッピングを表す。図2 (a) では同一の物質と思われていた粒子が、図2 (b) では水色とピンクに色分けされており、実は異なる物質の混合物であったことがわかる。図2 (c) に各色の部分のラマンスペクトルを示すが、スペクトル形状より各色の部分はそれ

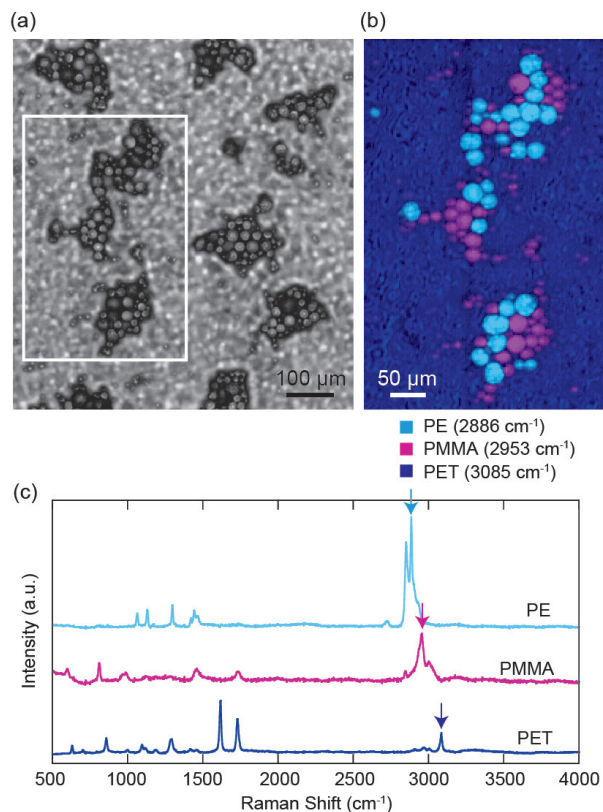


図2 ケミカルイメージの例

倍率10×の対物レンズで観察したヨーグルトの蓋の裏面の (a) 光学顕微鏡像と (b) 矩形領域のケミカルイメージ。 (c) ケミカルイメージにおける各色の部分のラマンスペクトル。矢印は画像化の際に使用したピークを示す。

ぞれ、水色：ポリエチレン (PE)、ピンク：ポリメタクリル酸メチル (PMMA)、青：PET、であると特定できる。このようにラマン顕微鏡を用いることで、光学顕微鏡では判別できない物質の違いを可視化することが可能となる。

4 おわりに

本稿では、ラマン分光法の原理からラマン顕微鏡によるケミカルイメージングの基礎までを概説した。現在ラマン顕微鏡は、半導体、ポリマー、電池、製薬、食品など幅広い分野の材料分析に利用されており、今後もその利用はますます拡大するものと期待される。本稿をきっかけにラマン分光法・顕微鏡に興味を持っていただければ幸いである。

文 献

- 1) C.V. Raman, K. S. Krishnan : *Nature*, **121**, 501 (1928).
- 2) G. Turrell, J. Corset (Ed.) : “*Raman Microscopy: Developments and Applications*”, (1996), (Elsevier Sci. Pub., Amsterdam).
- 3) 齋藤広大, 青木克仁, 足立真理子 : ぶんせき (*Bunseki*), **2022**, 35.
- 4) K. Hamada, K. Fujita, N. I. Smith, M. Kobayashi, Y. Inouye, S. Kawata : *J. Biomed. Opt.*, **13**, 044027 (2008).
- 5) 西川浩之 : 表面技術, **67**, 482 (2016).

〔ナノフoton株式会社 齋藤 広大〕

分析対象としての涙液



砂山 博文

1 はじめに

現在日本の平均寿命は男性が約 81 歳、女性は約 87 歳である¹⁾。一方で健康寿命は男性約 72 歳、女性 75 歳と「不健康な期間」が男女ともに 10 年近く存在する。社会保障制度を持続可能なものとするためには健康寿命の延伸が重要となる。それには身体の不調をできるだけ早く検知する必要があることから、日々の（定期的な）健康状態を気軽にチェックできる技術が望まれる。バイタルサインの何をモニタリングするかは目的により異なるが、比較的短い間隔でのサンプリングを基本とすることから「簡単に装着できる（ウェアラブル）」ことや「非侵襲的」であることが重要となる。ウェアラブルなセンシング技術は印刷技術、ナノ加工技術等の発展とともに魅力的な技術が多数報告されている（詳細は文献参照²⁾³⁾。血液は現状のスタンダード試料ではあるが、侵襲的で何回も試料を採取するには高いハードルがある。尿や唾液も用いられるが、試料採取に心理的な抵抗や、技術が必要などの課題がある。涙液はその点、非侵襲的かつ心理的な抵抗もなく採取できることから魅力的な試料であると考えられる。本稿では涙液の分析の現況について、近年報告された論文に基に概説する。

2 涙液成分

涙液はその 98 % が水分で、それ以外にタンパク質や炭水化物、電解質等が含まれている⁴⁾⁵⁾。表 1 は涙液と血清の主要成分を示す。オスモル濃度はともに 300 mOsm/L 程度、pH も中性だが、総タンパク質濃度は涙液が血清の 1/10 程度低い。このことから涙液は血清よりも複雑さが低減されているといえる。近年のプロテオミクス研究から 1500 以上のタンパク質が特定されている⁶⁾。主要タンパク質は Lysozyme で IgA とともに微生物の侵入や感染を防御する役割を担っている。血清と比

表 1 涙液と血清の主要成分

	涙 液	血 清
Osmolarity, mOsm/L	302	300
pH	7.2~7.4	7.2~7.4
Total proteins, mg/mL	7.4	68~82
Albumin, mg/mL	0.054	35~55
Lysozyme, mg/mL	2.4	0.004~0.015
Lactoferrin, mg/mL	1.5	ND
Transferrin, mg/mL	ND	2~3
IgA, mg/mL	0.41	0.9~4.5
IgG, mg/mL	0.032	8~12
TGFβ1, ng/mL	2~10	6~50
PDGF, ng/mL	0.09~1.7	30~100
EGF, ng/mL	0.2~3	0.1~1
HGF, ng/mL	0.2~0.5	0.1~1
VEGF, ng/mL	0.019	1~5
Vitamins		
vitamin A, ng/mL	16~20	800~1000
vitamin C, μg/mL	117	7~20
Antioxidants		
tyrosine, μM	45	77
glutathione, μM	107	ND
Carbohydrate		
glucose, mg/mL	0.026	0.6~1.2
Electrolytes		
Na ⁺ , mEq/L	145	135~146
K ⁺ , mEq/L	24	3.5~5
Ca ²⁺ , mM	1.5	1
Cl ⁻ , mM	128	96~108
HCO ₃ ⁻ , mM	26	21~29
NO ₃ ⁻ , mM	0.14	0.19
PO ₄ ³⁻ , mM	0.22	1.42
SO ₄ ²⁻ , mM	0.39	0.53

較して albumin が非常に少ないが、炎症反応や機械的刺激で増加することが示唆されている。鉄を運ぶ lactoferrin は血清中にはごく少量しか存在しないが、同様の機能を有する transferrin が同程度の濃度で存在する。Vitamin 類では視細胞にとって重要な vitamin A は涙液中の方が少なく、一方で抗酸化物質である vitamin C は多く存在するなど、涙液と血清で異なる点が多い。

3 涙液の分析

涙液の分析は眼科系疾患に関するものが多く報告されているが、近年では他の疾患と涙液成分の変化に関する報告もされている⁷⁾。例えば涙液中のグルコース濃度は糖尿病患者において有意に高くなる⁸⁾。Li らはグルコース酸化酵素と色素を含んだハイドロゲルと電極部を含んだコンタクトレンズ型のグルコースセンサを開発し、涙液中のグルコース濃度に応答し色に変化することを報告

している⁹⁾。また、Tan らは糖尿病マーカーである糖化アルブミンについて血清中の濃度と涙液中の濃度に相関があることを報告している¹⁰⁾。近年、質量分析計等の分析技術の発展により涙液のプロテオミクス解析も行われている。Lee らは涙液のプロテオミクス解析からアルツハイマー病のマーカーとして adenylyl cyclase-associated protein 1 を特定し、抗体修飾磁性粒子と色素担持粒子を用いた高感度検出法を提案している¹¹⁾。また、涙液中の細胞外小胞 (EV) に着目した研究も推進されている。涙液中の EV 濃度は精製法により様々な報告があるが、 $10^8 \sim 10^{10}$ particles/mL 程度含まれている¹²⁾。Hu らは 2 枚の多孔質膜に挟まれた空間に試料を添加し、ここに周期的な負圧振動と超音波調和振動の印加によって生じる流れを利用して孔径以下の物質を除去する迅速 EV 分離技術 (EXODUS 法¹³⁾) により涙液由来 EV を 20~100 nm, 100~200 nm, 200~450 nm の三つの大きさの範囲で分画し、それぞれに含まれるタンパク質について LC-MS/MS を用いたプロテオミクス解析を行ったところ、各分画において含まれるタンパク質の組成は大きく異なり、中程度 (100~200 nm) の EV 群にはエンドソームを経由する経路に関連するタンパク質の搭載が確認され、アポトーシス経路関連のタンパク質は中程度および大きな粒子が含まれる画分で観察されるなど、大きさによって産生経路が異なることが示唆された。また、これらのプロテオミクス解析から、涙液中 EV には眼特異的細胞に由来するものだけでなく血液や免疫細胞など、他の臓器に関連するものが確認されたことから涙液中 EV から全身の情報を取得できることが示唆された¹⁴⁾。

4 涙液採取

涙液の採取はシルマー試験紙と呼ばれるろ紙 (本来は涙液生産量を測定するために使用) やガラスキャピラリーを用いる方法がある。しかし、シルマー試験紙とキャピラリーによる採取法の違いにより得られる結果が異なることが示唆されている¹⁵⁾。シルマー試験紙は簡易に涙液を採取できるが、ろ紙の一部が角膜や結膜と接触し、機械的な刺激の誘発による影響が懸念される。これはシルマー試験紙の先端部分を分析対象から外すことである程度解消できることが示唆されているが、分子量の大きなタンパク質については先端部に残っている可能性があるため注意が必要である¹⁶⁾。

5 おわりに

涙液中の成分分析により生体情報が得られる可能性についてこれまでの報告を基に概説してきた。血液や腹水、組織生検等とはことなり、涙液は比較的非侵襲的に採取可能な試料として魅力的ではあるが、まだまだ情報が不足している。今後高感度分析技術や多変量解析技術

の発展により各種疾患と涙液のタンパク質や脂質、代謝物の組成変化との関係について新たな知見が得られることでその真価が明らかになると期待される。

文 献

- 1) 厚生労働省：令和 4 年度簡易生命表の概況 (令和 5 年 7 月)。
- 2) 荒木徹平, 植村隆文, 関谷 毅：機能材料, **44**, 30 (2024)。
- 3) K. Mitsubayashi (Ed.) : "Wearable Biosensing in Medicine and Healthcare". (2024), (Springer Singapore, Singapore)。
- 4) K. Tsubota, A. Higuchi : *Int. Ophthalmol. Clin.*, **40**, 113 (2000)。
- 5) S. Rauz, V. P. Saw : *Cell Tissue Bank.*, **11**, 13 (2010)。
- 6) C. Aass, I. Norheim, E. F. Eliksen, P. M. Thorsby, M. Pepaj : *Anal. Biochem.*, **480**, 1 (2015)。
- 7) S. Hagan, E. Martin, A. Enriquez-de-Salamanca : *EPMA Journal*, **7**, 15 (2016)。
- 8) D. K. Sen, G. S. Sarin : *Br. J. Ophthalmol.*, **64**, 693 (1980)。
- 9) Z. Li, J. Yun, X. Li, M. Kim, J. Li, D. Lee, A. Wu, S. W. Lee : *Adv. Funct. Mater.*, **33**, 2304647 (2023)。
- 10) Y. Tan, E. De La Toba, S. S. Rubakhin, L. T. Labriola, C. Canfield, D. Pan, J. V. Sweedler : *J. Am. Soc. Mass Spectrom.*, **35**, 106 (2024)。
- 11) S. Lee, E. Kim, C-E. Moon, C. Park, J-W Lim, M. Baek, M-K. Shin, J. Ki, H. Cho, Y. W. Ji, S. Haam : *Nat Commun.*, **14**, 8153 (2023)。
- 12) H. Liu, W. Yuan, Q. Pang, C. Xue, X. Yan. : *Talanta*, **239**, 123089 (2022)。
- 13) Y. Chen, Q. Zhu, L. Cheng, Y. Wang, M. Li, Q. Yang, L. Hu, D. Lou, J. Li, X. Dong, L. P. Lee, F. Liu : *Nat. Methods*, **18**, 212 (2021)。
- 14) L. Hu, X. Liu, Q. Zheng, W. Chen, H. Xu, H. Li, J. Luo, R. Yang, X. Mao, S. Wang, T. Chen, L. P. Lee, F. Liu : *Sci. Adv.*, **9**, eadg1137 (2023)。
- 15) F. Bachhuber, A. Huss, M. Senel, H. Tumani : *Sci. Rep.*, **11**, 10064 (2021)。
- 16) D. P. C. Vergouwen, A. J. Schotting, T. Endermann, H. J. G. van de Werken, D. G. B. Grashof, S. Arumugam, R. M. M. A. Nuijts, J. C. ten Berge, A. Rothova, M. W. J. Schreurs, M. Gijis : *Sci. Rep.*, **13**, 4433 (2023)。



砂山 博文 (SUNAYAMA Hirobumi)

神戸大学大学院医学研究科 (〒657-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町 1-1)。神戸大学大学院工学研究科応用化学専攻修士。博士 (工学)。《現在の研究テーマ》機能性分子集積ナノ空間の創製と高感度バイオセンシングへの展開。《趣味》旅行。

E-mail : sunayama@penguin.kobe-u.ac.jp

多核種を含む試料の溶液 NMR 分光法

—コツと注意点—

吉田 恵一

1 はじめに

磁石の性質（磁気モーメント）を持つ試料を静磁場中に置き、ある周波数のラジオ波を照射すると、そのエネルギーが吸収され励起が起きる。これを核磁気共鳴（NMR, nuclear magnetic resonance）現象と呼び、ラジオ波の照射を止めると、エネルギーの放出過程である緩和が生じる。この放出されるエネルギーは自由誘導減衰（FID, free induction decay）と呼ばれ、これを NMR 信号として取得し、フーリエ変換（FT, fourier transform）したものが NMR スペクトルとなる。この NMR 現象を起こす性質を利用するのが核磁気共鳴（NMR）分光法である。

NMR においては試料中の磁気モーメントを持つ原子核が測定対象となり、一般的に広く測定されるのは主に水素核 (^1H)、炭素核 (^{13}C) の溶液 NMR であるが、実はそれ以外にも測定可能核種は多数存在し、一部を除いてハードウェアの切り替えを必要とせず、ソフトウェア上で測定核を指定するだけで簡単に測定が可能である。測定核ごとに化学種の情報や運動性の情報などを取得できる点は NMR の特徴の一つであり、 ^1H , ^{13}C 以外の測定核の情報から分析を行うアプローチは非常に有用である。一方で NMR 分光法は他の分光法に比べて低感度な分光法であり、NMR 信号を積算することで低感度を補っている。今回紹介する測定核の中には ^{13}C よりも低感度だったり、測定時間が長くなるものも紹介しており、特にそういった測定核の場合には測定核を切り替えだけでは効率的に NMR 信号を得ることができず、かけた時間の割には期待した NMR 信号が得られないといった事態に陥りやすい。そこで本稿では ^1H , ^{13}C 以外の核種の測定を測定してみたいという方向けにいくつか具体的な測定核を例にあげて気を付ける点や推奨される測定手法について紹介する。

2 測定対象ごとに注意すべき特徴について

2・1 NMR における測定可能核種について¹⁾

磁気モーメントを持つ原子核とは、具体的には原子番号と質量数がともに偶数ではない原子核を指し、 ^1H の

頻繁に測定する元素

測定可能な元素

測定不可能な元素

測定不可能な元素																		He			
H																B	C	N	O	F	Ne
Li	Be															Al	Si	P	S	Cl	Ar
Na	Mg																				
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr				
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe				
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn				
Fr	Ra	Ac																			
			Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu					
			Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Md	No	Lr						

図1 NMRの測定可能元素を示す周期律表

場合は原子番号1で奇数となるので測定可能核種である。一方で ^{12}C の場合、原子番号が6、質量数が12とともに偶数なので測定不可能となる。そのため、NMRでは同位体である ^{13}C を対象として炭素核を測定することになる。図1にNMRにおける測定対象となりうる元素をまとめた。これを見るとわかる通り、ほとんどの元素はNMRにおける測定対象であることがわかる。

NMR の測定対象元素が非常に多い一方で実際に NMR 測定される核種はそれほど多くない。まず溶液 NMR では溶媒に溶解する試料である必要があるため、溶媒に溶けない試料は対象としない。その他に核種ごとの特徴によって測定が難しい、または測定しても必要な情報が得られないようなケースもあり、そういった元素についても測定例は少ない。本項では初めてその元素を測定しようとする際に検討すべき共鳴周波数、スピン量子数、天然存在比、化学シフト範囲、緩和時間、カップリングの項目について詳しく説明していく。

2.1.1 共鳴周波数

共鳴周波数とは、測定対象核を共鳴させるために必要なラジオ波の周波数である。共鳴周波数 ν は、磁気回転比(γ)と静磁場強度(B_0)を用いて(式1)で表される。

$$v = \frac{\gamma B_0}{2\pi} \dots\dots\dots (1)$$

磁気回転比は原子ごとに固有の値を持ち、静磁場強度

は磁石の磁場の強さを示す。超伝導磁石の種類によって 400 MHz の NMR 装置、500 MHz の NMR 装置といった言い方をするが、これは最もよく測定される水素核の共鳴周波数が 400 MHz、500 MHz であるということを示す。

例えば 400 MHz の NMR 装置における ^{13}C の共鳴周波数は 100.58 MHz、 ^{15}N の共鳴周波数は 40.54 MHz になる。基本的には共鳴周波数が高い核種ほど NMR 測定が容易である。一方で共鳴周波数が低いほど感度が悪くなるため測定や解析が難しくなる傾向がある。

2.1.2 スピン量子数

NMR においてはスピン量子数 I が $\pm 1/2$ の核とそれ以外の核種で異なった特徴がある。スピン量子数 $I = \pm 1/2$ の核種の例として $^1\text{H} (+1/2)$ 、 $^{13}\text{C} (+1/2)$ 、 $^{15}\text{N} (-1/2)$ 、 $^{29}\text{Si} (-1/2)$ などが挙げられる。一方スピン量子数 $I = \pm 1/2$ 以外の核種（四極子核と呼ぶ）には $^2\text{H} (+1)$ 、 $^{17}\text{O} (-5/2)$ 、 $^{33}\text{S} (+3/2)$ 、 $^{39}\text{K} (+3/2)$ などがある。

$\pm 1/2$ 核は、四極子核と比較してシャープな NMR 信号が得られ、微細情報であるカップリング（詳細は 2.1.6 に記載）による化学構造情報をはっきりと読み取ることが出来ることが多い。

これに対し、四極子核の種類は $\pm 1/2$ 核よりも多く、また高機能性材料に必須の元素も多いとされているが、 $\pm 1/2$ 核と比較して、広幅な信号が得られることが一般的である。そのため、信号の線幅に対して微細情報である同種核、および異種核のカップリングによる分裂幅が小さく、カップリングから化学構造情報を読み取ることが難しい。またスピン量子数には符号がある。この符号は例えば測定対象核のみを共鳴させて測定する場合にはあまり気にする必要はないが、 ^{13}C NMR 測定のような ^1H デカップリングを行う測定の場合は、測定対象の核種とデカップリングする核種の符号が一致しているかどうかによって信号強度に与える影響が異なるので注意が必要である。

2.1.3 天然存在比

物質を構成する元素の中には同位体を持つ元素が数多く存在し、自然界で存在する各元素の同位体存在比を天然存在比と呼ぶ。天然存在比の高い核の例として ^1H : 99.985 %、 ^{19}F : 100 %、 ^{31}P : 100 % 等が挙げられ、これらは NMR の感度が高い核種である。一方天然存在比の低い元素として、 ^{29}Si : 4.7 %、 ^{15}N : 0.37 %、 ^{17}O : 0.037 % 等が挙げられ、いずれも前者に比べると測定時間が必要な核種である。

一般に多核種の溶液 NMR の検出感度は、共鳴周波数、スピン量子数、天然存在比の組み合わせが重要なファクターとなる。

一定の静磁場のもとでの検出感度 S は共鳴周波数 ν 、

スピン量子数 I 、天然存在比 N と以下のような比例関係で表すことができる。

$$S \propto |I| (|I| + 1) \nu^3 \cdot N$$

注) この場合 I を絶対値とする

本式を利用して、核種間の感度比較が可能とされている。例えば ^{29}Si の共鳴周波数は ^1H が 400 MHz とした場合に ^{29}Si は 79.47 MHz (^{13}C は 100.58 MHz)、天然存在比が 4.7 % の $I = -1/2$ の核種である。これらの値を参考に ^{13}C との総合相対感度 R' は以下のように求められる。

$$\begin{aligned} \text{総合相対感度 } R' &= \left(\frac{I_{\text{Si}}(I_{\text{Si}} + 1)}{I_{\text{C}}(I_{\text{C}} + 1)} \right) \left(\frac{{}^{29}\text{Si の共鳴周波数}}{{}^{13}\text{C の共鳴周波数}} \right)^3 \\ &\quad \times \left(\frac{\text{Si の天然存在比}}{\text{C の天然存在比}} \right) \\ &= \left(\frac{79.47}{100.58} \right)^3 \times \left(\frac{4.7}{1.1} \right) \approx 2.09 \end{aligned}$$

となり、つまり理論上は ^{29}Si NMR は ^{13}C NMR よりも高感度＝測定が容易ということになる。しかしながら実際には後述する特徴によってそうとも限らない場合がある。

2.1.4 化学シフト範囲

化学シフト範囲とは、NMR 信号が出る領域を指す。化学シフトは原子核周辺の電子による磁場の遮蔽によって起こるもので、この作用を磁気遮蔽という。金属元素等の d 軌道を持つ核種は同一元素でも多くの価数が存在したり、単一の電子配置をとらないため化学シフト範囲が広がる傾向にある。化学シフト範囲が広い核種の場合、高感度の核種であっても、信号自体を見つけることが難しい場合がある。また複数の信号が非常に離れて存在している場合には信号間の正確な定量が難しくなる可能性がある。NMR で信号を励起できる帯域は一般的に照射のパルス照射時間（パルス幅と呼ぶ場合もある）の逆数で計算できる。例えばパルス照射時間 10 μs の装置の場合、励起帯域は $2/(1.0 \times 10^{-5} \text{ s}) = 200 \text{ kHz}$ となる。しかし図 2 に示す通り、励起帯域をすべて均一に励起できるわけではなく、矩形パルスによる励起を行った場

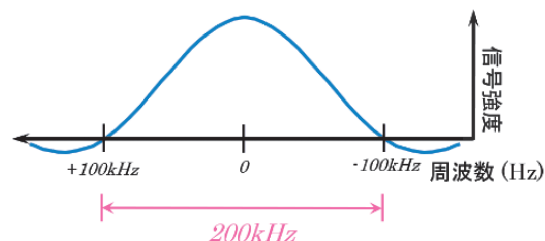


図 2 10 μs の矩形パルスで励起した信号の強度の模式図

合は観測中心から離れるほど励起される信号の強度は小さくなってしまふ。この問題は共鳴周波数が高く、化学シフト範囲が広い測定核種で、高磁場装置ほど顕著になる。事例については次章の ^{19}F NMR の項目で紹介する。

2.1.5 緩和時間

測定核種にラジオ波を照射して励起状態とし、そこから基底状態に戻る過程を緩和と呼ぶ。この緩和にかかる時間を緩和時間と呼ばれる時定数で表現する。溶液 NMR では運動性の高い核種は緩和時間が長くなる傾向があり、緩和時間を調べることで分子のダイナミクスを調べることができる。一般的に $I = \pm 1/2$ の核種は緩和時間が長く、それ以外の四極子核は四極子緩和と呼ばれる緩和機構が働き、緩和時間が短くなる傾向にある。

緩和時間には縦緩和（スピン-格子緩和）時間 T_1 、横緩和（スピン-スピン緩和）時間 T_2 の 2 種類があり、それらには色々な緩和機構が合わさっている。

縦緩和時間 T_1 を求める測定手法として一般的に反転回復法（inversion recovery 法）を、横緩和時間 T_2 を求める手法として CPMG 法（Carr-Purcell-Meiboom-Gill 法）を用いる。

例えば T_1 は定量測定の条件や最適な測定繰り返し時間を決める際に役に立ち、 T_2 は対応する原子核のダイナミクスを議論する際に役に立つ。

前述の ^{13}C と ^{29}Si の NMR の測定のしやすさの話に戻るが、一般的には ^1H や ^{19}F 等の天然存在比の高い核種と結合した ^{13}C や ^{29}Si は緩和が促進され、4 級炭素や SiO_2 等よりも緩和時間が短くなる。また、通常の有機化合物では近傍に ^1H の存在する炭素が多いため、比較的短い繰り返し時間で多くの積算ができるのに対して、 ^{29}Si の場合は直接 ^1H や ^{19}F が結合する構造が少ないため、緩和時間が長い試料が多い。つまり 1 回の積算ごとに長い待ち時間（または繰り返し時間）を設定しないときちんと信号が出ないことが多い。結果的に ^{13}C と ^{29}Si で同じ積算回数で比べた際に ^{29}Si のほうが計算上感度が良かったとしても実際の測定時間は ^{29}Si のほうが長くかかってしまうというケースが一般的である。

2.1.6 カップリング

通常の ^1H NMR では各 ^1H 信号は近傍の共有結合した ^1H 信号と互いに電子を介して相互作用しており、それぞれの信号の分裂を引き起こす。この現象をカップリングと呼び、カップリングパートナーが ^1H (99.99 %) や ^{19}F (100 %), ^{31}P (100 %) など天然存在比が高い核種の場合は、メイン信号そのものが分裂して観測されるのに対し、 ^{13}C (1.11 %) や ^{29}Si (4.7 %) といった天然存在比の低い核種とのカップリングはメイン信号に対するサテライト信号として観測される（図 3）。面積強度としてみると、例えば図 3 b) の ^{13}C と結合した ^1H 信号

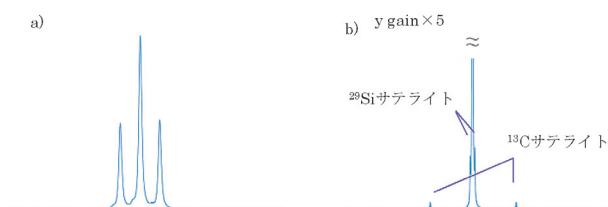


図 3 ^1H NMR の信号パターン例

a) 他の ^1H 核との同種核カップリング, b) ^{13}C および ^{29}Si 核との異種核カップリング

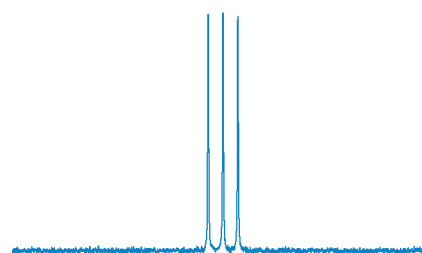


図 4 CDCl_3 の ^{13}C 信号パターン

（メイン信号）の 1.11 % の強度で ^{13}C と結合した ^1H 信号（ ^{13}C サテライト信号）で検出される。つまり、定量測定においては、積分をとる範囲にサテライト信号を含むか含まないかによって正確な積分比からの誤差要因となってしまう。そのため厳密な定量測定においては ^{13}C デカップリング（ ^{13}C とのカップリングを消去する手法である）をしながら測定する。 ^{13}C デカップリングを行うとサテライト信号はダブレットの中間点、つまりメイン信号の位置にシングレットで検出されるためメイン信号と重なるようになるため、信号同士が混みあってサテライト信号まで正確に積分をとりづらいうケースで効果的である。

またカップリングの分裂パターンには法則性があり、前述のスピン量子数 I の絶対値を用いて $2|I| + 1$ の分裂を生じる。そのため同位体標識された重溶媒である重クロロホルムの ^{13}C NMR スペクトルを見ると $I = +1$ の ^2H 核一つとのカップリングにより等価なトリプレットの分裂パターンを示す（図 4）。

またこの分裂幅（カップリング定数、 J 値等の名称で呼ばれる）は通常直接結合した場合に最も大きな分裂を示し、2 結合以上離れた遠距離結合の場合は相対的に小さな分裂幅になる。HSQC (hetero-nuclear single quantum coherence) や HMBC (hetero-nuclear multiple bond connectivity) といった異種核間の相関を得る 2 次元 NMR 法ではこの分裂に応じた測定パラメータ（展開時間）を設定することで最も効率良くエネルギーの移動が起き、結果として相関信号を得ることができる。例えば ^1H と ^{13}C の相関を得る場合には装置メーカーのデフォルト条件で測定してもきれいなスペクトルを得られる。これは ^1H を共鳴させたエネルギーを ^{13}C へ移す過程が

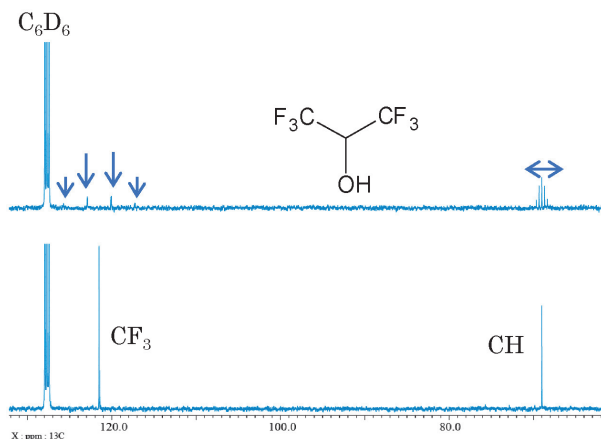


図5 HFIPの ^{13}C スペクトル

a) ^{13}C 観測 ^1H デカップリング, b) ^{13}C 観測 ^1H , ^{19}F デカップリング

効率的に行われるという意味である。

一方 ^{19}F と ^{13}C の相関を得たい場合には直接結合 ($\text{F}-\text{C}$), 遠距離結合 ($\text{F}-\text{C}-\text{C}$, $\text{F}-\text{C}-\text{C}-\text{C}$ 等) とともに $^1\text{H}-^{13}\text{C}$ 相関の展開時間では適切に信号が出ない ($^{19}\text{F} \rightarrow ^{13}\text{C}$ のエネルギーの移動が起こりづらい) ため、適正值を設定することが重要である。

1 次元 NMR においても ^1H , ^{13}C NMR における多核種とのカップリングは異種核相互作用の証明にはなるが、詳細な構造解析を行う場合は、より単純で信号強度の高いスペクトルで行うのが望ましい。図5は HFIP (hexafluoroisopropanol) の ^{13}C スペクトルである。a) は普段一般的に行われる ^1H デカップリングする測定の結果で、b) は ^1H と ^{19}F のデカップリングした測定結果である。a) では CF_3 の ^{13}C 信号は直接結合による分裂で4重線 (quartet) に、 CH の ^{13}C 信号は遠距離結合による分裂で7重線 (septet) に分裂するため、複雑で信号強度も低い、 ^{19}F のデカップリングを加えることで非常に単純な1重線 (singlet) で観測され、信号強度も増大するため、解析しやすいスペクトルとなる。

3 実際の多核 NMR 測定例と注意点

3.1 ^{19}F 核測定について

^{19}F 核は共鳴周波数で ^1H の 94 % 程で、 $I = +1/2$ 、天然存在比 100 % であることから ^1H に次いで高感度な核種である。一方で化学シフト範囲は有機フッ素に限っても $>200 \text{ ppm}$ の広い範囲を持つ。これは ^1H と比べて化学シフトのオーバーラップが少ないというメリットであり、必要な励起帯域が広いというデメリットでもある。例えば 100 ppm の範囲に信号が出るとすれば必要な励起帯域は 400 MHz の装置で 37.6 kHz であるが、 600 MHz の装置の場合は 56.4 kHz に広がる。 ^1H の場合は 6 kHz (600 MHz で 10 ppm) 程度の範囲を励起できれば良いことを考えると非常に広帯域であるといえる。

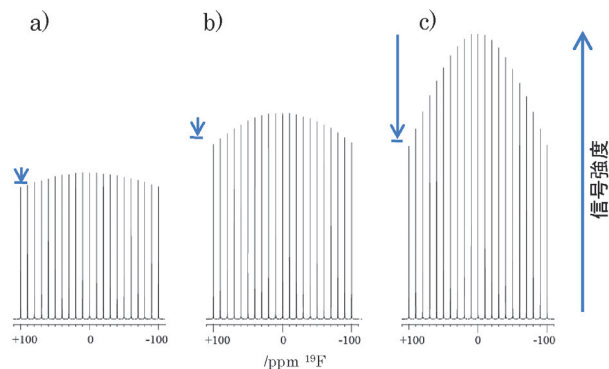


図6 ^{19}F の励起強度の比較

(a) フリップ角 30° , (b) フリップ角 45° , (c) フリップ角 90°

^{19}F 核のような広い化学シフト範囲を持つ原子の測定においては1積算当たりの感度とのトレードオフにはなるがフリップ角を小さくすることでパルス幅が短くなり、励起強度の変化をある程度低減することができる。図6はフリップ角と信号の励起強度の均一性を示したものである²⁾。600 MHz でパルス幅 $8 \mu\text{s}$ の NMR 装置を用いてヘキサフルオロベンゼンを、信号の中心から照射中心を 10 ppm ずつずらして測定を行った結果である。フリップ角 90° のデータでは観測中心から 100 ppm 離れた信号では 39 % も強度が低下することに対して、 45° では 15 %, 30° では 10 % の強度低下に収まっている。またこの図から観測中心から高磁場側にずれても、低磁場側にずれても強度は変わらないことがわかる。そのため、図7a) のように両端の信号の中間点を観測中心に設定することで高磁場側と低磁場側のパルスの不完全励起による積分比のずれが少なくなる。試料として用いたエチル 1,1,2,3,3,3-ヘキサフルオロプロピルエーテルは 100 ppm 以上の ^{19}F の化学シフト範囲を持つ試料である。そして必要な励起帯域が広いということはこのような試料の ^{19}F デカップリングを行う場合にはデカップリング帯域の広いデカップリングシーケンスと適切なデカップリング中心の設定が不可欠である。

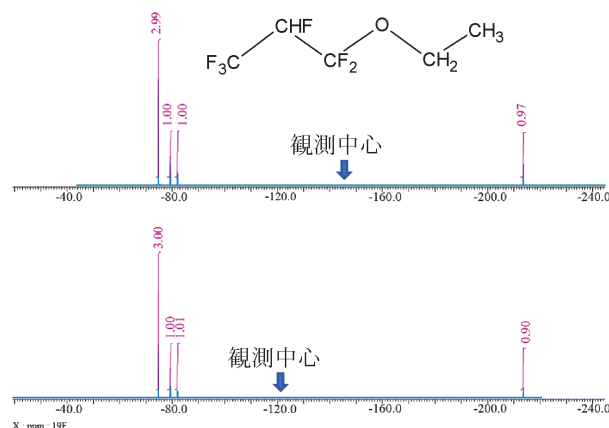


図7 観測中心を変化させた場合の積分比の比較

a) -144 ppm , b) -120 ppm

3.2 ^{29}Si 核測定について

前述の通り、 ^{29}Si は ^{13}C よりも測定時間がかかる場合が多い核種であるが、スピン量子数が $-1/2$ となるため ^1H や ^{13}C の $+1/2$ とは符号が異なる点に注意が必要である。

通常 ^{13}C 測定時には待ち時間、取り込み時間共にデカップリングを行うコンプリートデカップリングを行う。これにより ^1H と結合した ^{13}C は感度の良い ^1H の磁化が核オーバーハウザー効果（以下 NOE と呼ぶ）により ^{13}C へ移動し信号強度が増大する。一方近傍に ^1H が結合している化合物の ^{29}Si NMR 測定時にコンプリートデカップリングを行うと、スピン量子数の符号の異なる ^1H の磁化は NOE によって ^{29}Si の信号強度を減少させる働きをする。そのため ^{29}Si 測定の場合、待ち時間の間にデカップリングを行わないインバースゲートデカップリングを用いる。ただし前述の通り ^{29}Si は緩和時間が長い化合物が多く、緩和時間に対して待ち時間が不足している場合には NOE の影響が残ってしまい信号強度が減少してしまう恐れがある。図 8 に縦緩和時間 T_1 の異なる三つの化合物（フェニルシラン、ジフェニルシラン、トリフェニルシラン）の混合試料の ^{29}Si スペクトルを示す。3 成分のうち 1 成分のみ T_1 の短い成分となっている。測定の待ち時間は 210 s に設定しており、この

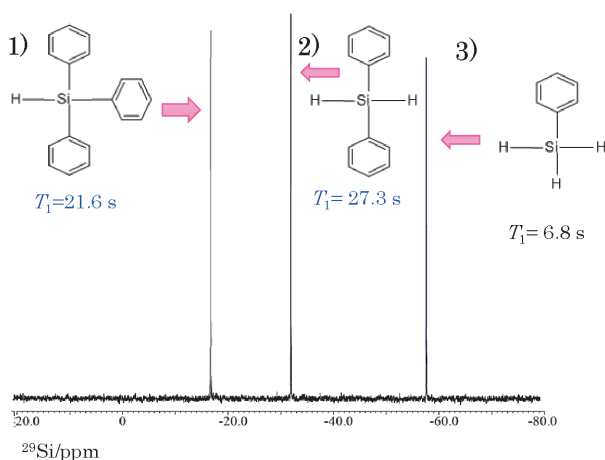


図 8 混合試料の ^{29}Si スペクトル

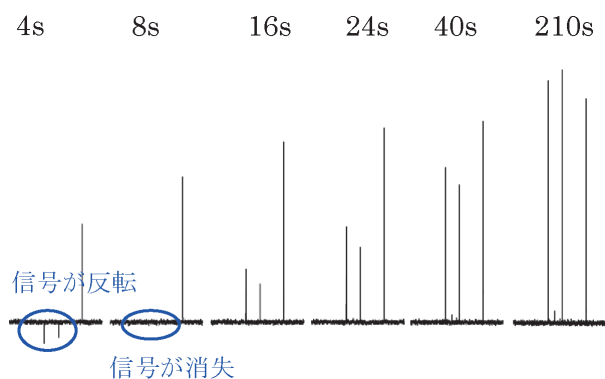


図 9 待ち時間可変実験

スペクトルでは三つの ^{29}Si 信号の強度も揃っていることがわかる。一方図 9 の実験で主に待ち時間を短い条件で測定したスペクトルでは異なった結果になっている。緩和時間に対して極端に待ち時間が足りない信号に関しては、 ^1H の NOE 磁化 $>$ ^{29}Si 信号の磁化となり、信号の向きが反転する（図 9 待ち時間 4 s）。また ^1H の NOE 磁化 $=$ ^{29}Si 信号の磁化となると、信号が相殺されていくら積算しても信号が観測されない（図 9 待ち時間 8 s）。こういった条件も存在するため ^{13}C NMR 以上に待ち時間のパラメータが重要となる。

このように緩和時間が非常に長い試料の積算効率を向上させるアプローチとして緩和試薬を添加する方法がある。緩和試薬とは試料の緩和時間を短くするために使用される常磁性物質のことを指す。常磁性体の持つ電子スピンの磁気モーメントと相互作用を起こすために常磁性緩和が働く。これは他の緩和機構に比べても非常に強力であるため、各信号の緩和時間が短くなり、 ^1H からの NOE の影響もほぼなくなる。有機溶媒では $\text{Cr}(\text{acac})_3$ 、水溶媒では CuCl_2 や GdCl_3 等が用いられる。図 10 は図 8 の試料に 10 mM $\text{Cr}(\text{acac})_3$ を添加して再度待ち時間可変実験を行った結果である。こちらでは信号の反転や、消失を起こらず待ち時間 24 s ですでに信号強度が揃っていることがわかる。このように緩和時間の長い多核種の測定においては緩和試薬の添加は効果的な手法である。

また ^{29}Si はガラスに含まれる元素であるため、試料管や NMR 検出器のガラス素材からバックグラウンド信号が検出される。これは NMR でガラス材料等を測定したい場合にはバックグラウンド信号が解析を困難にさせてしまう、ということである。そういった場合にはパイレックス製の試料管を石英製の試料管やテフロン製の試料管に変更する、さらに ^{29}Si のバックグラウンドが低減される専用の検出器を用いることが効果的である。図 11 a) はガラス素材を含む検出器とパイレックス製試料管を用いて測定したケイ酸ナトリウム水溶液の ^{29}Si スペクトルである。-100 ppm 付近の信号はバックグラウンドと重なるためブロードな信号はこのままだと解析が困難である。一方 b) ではガラス素材を用いない ^{29}Si バッ

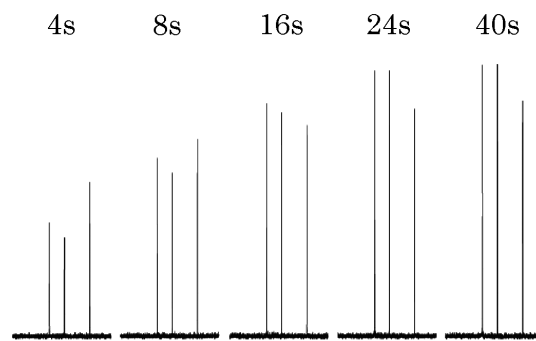


図 10 $\text{Cr}(\text{acac})_3$ 添加試料での待ち時間可変実験

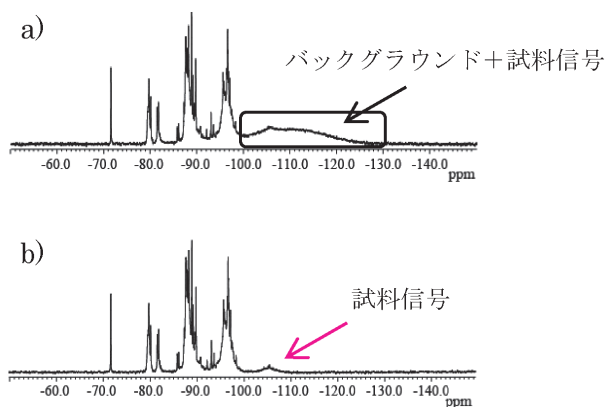


図 11 ケイ酸ナトリウム水溶液の ^{29}Si NMR 比較

a) パイレックス試料管および通常の溶液 NMR 検出器での測定結果, b) テフロン試料管およびバックグラウンド低減タイプの NMR 検出器での測定結果

クグラウンドを低減した検出器とテフロン製試料管を用いたスペクトルである。こちらではきちんとブロードな信号を検出することが可能になる。

3.3 ^{15}N 核測定について

^{15}N 核は共鳴周波数で ^1H の 10 % 程で, $I = -1/2$, 天然存在比 0.37 % であることから有機化合物としては一般的な元素であるものの, ^{13}C と比べても約 1/45 の感度と, 非常に低感度な核種である。そのため ^{15}N の直接観測の例は少ないが, 試料量, 溶解性が十分な試料であれば時間をかければ信号を観測することは可能である。図 12 はアデノシンのインバースゲートデカップリングでの ^{15}N NMR の測定結果である。1 晩の積算結果とはいえすべての ^{15}N 信号が観測できている。また ^{15}N はスピン量子数の符号が負であるため ^{29}Si と同様に ^1H の NOE の効果は ^{15}N の信号を減少させる働きがある。ただし NH や NH_2 のように直接 ^1H の結合した ^{15}N の場合は, ^{15}N 自身の磁化 $\ll$ ^1H の NOE であるため, 図 13 の N1 信号に着目すると実はコンプリートデカップリングで ^1H の NOE を観測するほうが符号は逆転するが信

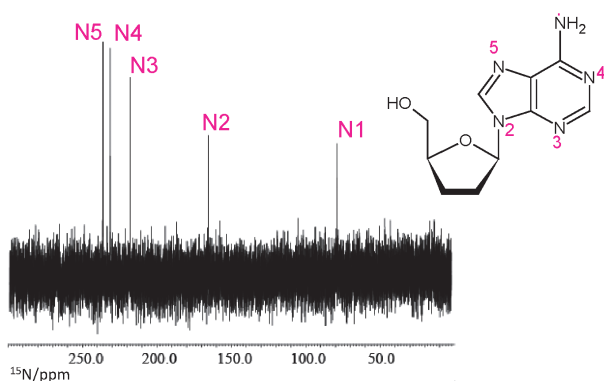


図 12 40 mg アデノシンの ^{15}N スペクトル
積算 4096 回, 測定時間 16 時間

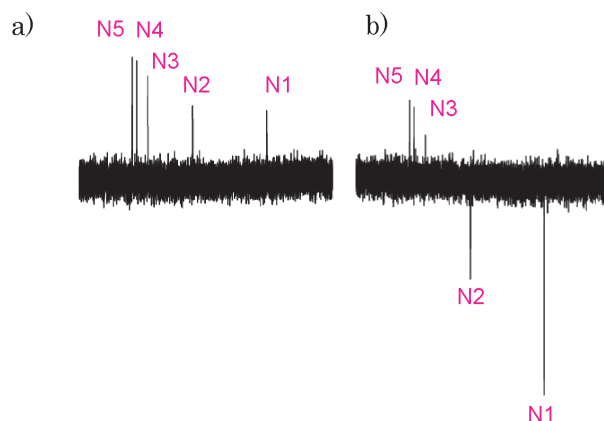


図 13 NOE 有り無し比較

a) NOE 無し, b) NOE 有り

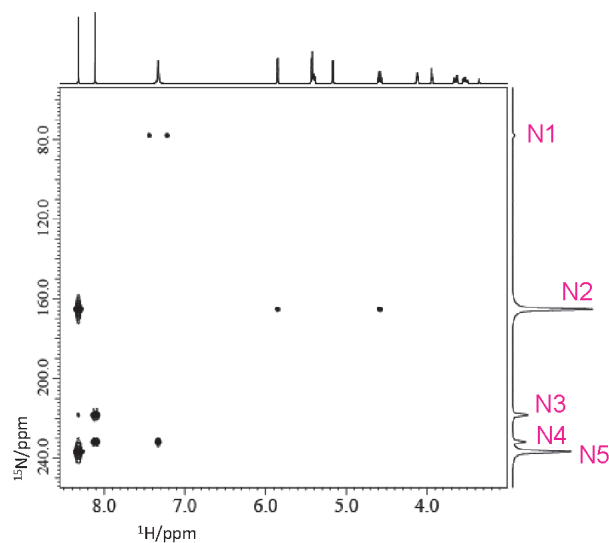


図 14 ^1H - ^{15}N HMBC スペクトル
積算 4 回, 測定時間 30 分

号は検出しやすい³⁾。

とはいえ長時間の積算を要するため, 手っ取り早く ^{15}N 信号の位置を確認したい, という場合には HMBC 法等の 2 次元 NMR を用いる方が短時間で信号を検出できる。3 結合以内に ^1H 信号がある化合物に限られるが, 図 14 に示すように ^1H - ^{15}N HMBC では 5 本の ^{15}N 信号の位置すべてがわずか 30 分で観測できている。

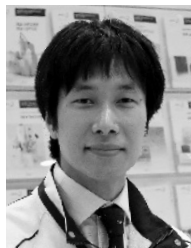
4 ま と め

本稿では, ^1H , ^{13}C 以外の溶液 NMR を測定してみようと考えている方々に向けて, いくつか核種ごとの特徴を紹介した。そのうえで ^1H または ^{13}C と同じ感覚で測定できるのか, できないのかを考えていただくとともに測定例の多い ^{19}F , ^{29}Si , ^{15}N の NMR に関して実例とおすすめの測定手法を紹介した。今回は紹介しきれなかったがスピン量子数 $\pm 1/2$ 以外の核種についても NMR 測定によって有益な情報が得られるようなアプリケーションがあるため, 読者の皆様にはぜひ多核種の NMR もチャレ

ンジしていただき、それによって新たな多核 NMR の測定事例が増えていくことを期待したい。

文 献

- 1) 2011 年 NMR ユーザーズミーティング資料
NMR 基礎講座 ～溶液 NMR 多核測定入門～.
- 2) 2017 年 NMR ユーザーズミーティング資料
NMR 講座 ～¹⁹F を含む化合物の測定テクニック～.
- 3) 2019 年 NMR 基礎型ユーザーズミーティング資料
多核測定入門.



吉田 恵一 (YOSHIDA Keiichi)
日本電子株式会社 NM 事業ユニット (〒196-8558 東京都昭島市武蔵野 3-1-2).
《現在の研究テーマ》溶液 NMR を用いた
分析手法の開発. 《趣味》旅行.
E-mail : keyoshid@jeol.co.jp

会社ホームページ URL :

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

関連製品ページ URL :

<https://www.jeol.co.jp/products/scientific/nmr/JNM-ECZL.html>

<https://www.jeol.co.jp/solutions/applications/meeting.html>

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

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

本書は下記の二章だてとなっています。

〈1 章 分析における試料前処理の基礎知識〉

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

〈2 章 分析試料の正しい取り扱いかた〉

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

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

●——イムノスティック法による食物アレルギー

検出の高感度化

食物アレルギーは、世界中で2億～2億5千万人が罹患していると報告されており¹⁾、意識障害を引き起こす最も深刻な疾患のひとつである。食物アレルギー患者にとっては、アレルゲンに関する情報提供が行われていることが重要であり、食品アレルゲンが日常生活に取り込まれる前に容易に検出されなければならない。そのため、専門的な知識や機器を必要とせず、できるだけ簡便かつ高感度に食品中の食物アレルゲンを測定する技術の開発が求められている。

現在、アレルゲンのスクリーニングに最も良く用いられている方法はマイクロプレートを用いたELISA法で、各社からキットが市販され、様々な分析検査機関で採用されているが、高価な機器や専門的知識が必要である。また、測定に数時間かかるため、現場での簡易なスクリーニングには不向きである。

このような背景のもと、Sadamuraらは、黄色ブドウ球菌プロテインA由来のタンデムIgG Fc結合Zドメインを有するバイオナノカプセルスキャホールド(ZZ-BNC)をイムノスティック法(マイクロプレートの代わりに、ポリスチレン等のスティックを用いてELISAを行う方法)に適用し、簡便かつ高感度に食物アレルゲンの検出が可能であることを実証した²⁾。

ZZ-BNCは固相へのクラスタリングと配向固定化を可能にするスキャホールドで、二次抗体が表面に指向固定化されるため、固相へのクラスタリングと抗体を整列させて抗原との反応を最大化することが可能となる。

Sadamuraらはまず、主要な食物アレルゲンについて、ZZ-BNCのELISAにおける検出感度に及ぼす影響を検討し、ZZ-BNCによって検出感度が大幅に向上することを実証した。さらに、小麦グルテン中のグリアジンおよび無脂乳中のカゼインの検出感度がZZ-BNCにより1.5～1.8倍に向上することを明らかにし、食品中の食物アレルゲンを特異的かつ高感度に検出できることを実証した。次に、簡便な食物アレルゲン検出を目的としてZZ-BNCをイムノスティック法に適用し、発色強度が30倍に向上すること、抗体反応時間が1/5に短縮できることを明らかにした。さらに、ZZ-BNCを用いたイムノスティック法は単一原材料だけでなく、複数の原材料からなる加工食品中の標的食物アレルゲンを従来法よりも高感度で特異的に検出できることを実証した。

今後、本技術が食物アレルゲンはもとより、抗原-抗

体反応で検出可能な、さまざまな食品汚染物質の高感度スクリーニングに応用されることが大いに期待される。

- 1) R. Pawankar, S. T. Holgate, G. W. Canonica, R. F. Lockey, M. Blaiss (Eds.): "The WAO White Book on Allergy (update 2013)", (2013), (World Allergy Organization, Milwaukee).
- 2) Y. Sasamura, S. Yamamoto, A. Tanabe, K. Kera, S. Kuroda, T. Nakayama, M. Iijima: *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **87**, 765 (2023).

〔熊本県立大学環境共生学部 白土 英樹〕

●——炭素鎖が非常に短いペル及びポリフルオロアルキル化合物(超短鎖PFAS)の精密分析

ペルフルオロオクタンスルホン酸(PFOS)及びペルフルオロオクタン酸(PFOA)による水環境経由の人の健康への懸念に基づき、4730物質以上のペル及びポリフルオロアルキル化合物(PFAS)に対する管理に向けた検討が国内外で活発に進められている。その中ではPFOS・PFOA対策を最優先課題と位置づけながらも、PFAS全体の管理に向けた科学的知見の収集と評価、管理方策・評価手法の開発が重要視されている。そのような潮流の中で、近年、C1～C3のペルフルオロアルキル基の末端にカルボキシ基またはスルホ基を有するPFAS(超短鎖PFAS)による水質汚染に関心が集まっている。

Liangらは、飲料水及び非飲料水に含まれるトリフルオロ酢酸(TFA)、ペルフルオロプロパン酸(PFPa)、トリフルオロメタンスルホン酸(TFMS)、ペルフルオロエタンスルホン酸(PFEtS)、及びペルフルオロプロパンスルホン酸(PFPPrS)について、液体クロマトグラフ-タンデム四重極質量分析計を用いる精密分析法を開発している¹⁾。その中では親水性相互作用クロマトグラフィー(HILIC)とイオン交換クロマトグラフィーを兼ね備えた新たな液体クロマトグラフィーカラムが超短鎖PFASの分離に最適であることを発見している。Liangらの検討結果によると、TFAでは20～800 ng/L、PFPaでは5.0～800 ng/L、TFMS、PFEtS、PFPPrSでは2.5～800 ng/Lの範囲で正確な定量が可能である。また、添加回収試験では、86.6～107%と良好な回収率が確認されている。さらに、水道水、ボトル詰めされた湧水、下水処理場の放流水について実測したところ、TFA(C2)の濃度はC4の短鎖PFASよりも桁違いに高いことが明らかになっている。PFAS全体の管理に向けた科学的知見の収集と評価、管理方策・評価手法の開発が重要視される中で、Liangらの分析法は、超短鎖PFASの存在状況を明らかにするために欠かせない評価手法のひとつとして応用展開されると期待される。

- 1) S-H. Liang, J. A. Steimling, M. Chang: *J. Chromatogr. Open*, **4**, 1000098 (2023).

〔国立環境研究所資源循環領域 松神 秀徳〕

こんにちは



京都大学農学研究科 生体機能化学研究室を訪ねて

〈はじめに〉

年末も差し迫る12月中旬にしては穏やかな陽気の中、筆者は卒業後約20年ぶりに京都大学北部キャンパスを訪れました。鴨川沿いの出町柳駅から吉田山のふもとに^{なつ}む京都大学吉田キャンパスまでの風景は当時と比べてかなり変化したものの、キャンパスに一步踏み込むと20年前の雰囲気が思い出され、とても懐かしい気分になりました。農学部がある北部キャンパスの正門から北に真っ直ぐと延びる道は美しい銀杏並木としても有名であり、紅葉シーズンには黄色のカーテンがたなびき、黄色の^{じゅうたん}絨毯が敷き詰められたような素晴らしい風景であったであろうことは想像に難くありません。

銀杏並木とは対照的な、両側に立ち並ぶ近代的な理学部系研究棟群を横目に北へと進むと、本部キャンパスの喧騒からも徐々に遠ざかり、^{せいひつ}静謐とした雰囲気となってまいりました。そして、目的の農学研究科2号館へとたどり着きました。最初に驚いたのは、それまでに目にしてきた大型研究棟群とは対照的に、比較的小ぢんまりとした佇まいの建物であったことです。その2階に、今回訪問する京都大学農学研究科生体機能化学研究室があ



写真1 北部キャンパスの銀杏並木（冬景色）



写真2 京都大学農学研究科2号館（訪問先）

ります。教授室のドアをノックすると、すぐに白井先生が優しい笑顔で迎えてくださりました。

〈研究室について〉

生体機能化学研究室は、ポーラログラフイーの生みの親である志方益三先生が担当された旧京都帝国大学農芸化学科林産化学講座を源流としており、館勇先生、千田貢先生、池田篤治先生、加納健司先生と引き継がれてきた、日本の電気化学分析の本流の一つともいえる研究室です。現在は白井理先生が教授として継承され、さらに発展されております。加えて、助教の北隅優希先生と宋和慶盛先生は、それぞれ独自のエッセンスを電気化学に加えて昇華し、展開されております。教員3名に加え、スタッフ4名、博士後期課程学生3名、修士課程学生7名、4回生4名が研究室に所属されており、研究に励ん



写真3 教授室にて

（上）左から順に宋和先生、北隅先生、白井先生、著者。（下）志方先生がチェコで開発された（左）ポーラログラフ2号機と（右）国産ポーラログラフ初号機

でおられます。訪問時にとても印象的だったことは、学生さんにとって初対面の私に対しても、みなさん元よく挨拶をしてくれたこと、そして先生方と物怖じなく自由闊達な議論を繰り広げられていたことです。このような学生さんの様子からも、先生方のご指導の素晴らしさが伺えました。また、小型研究棟である故に1フロア+ α のスペースを一つの研究室でゆったりと占有できるという垂涎の研究環境も、素晴らしい研究報告が生体機能化学研究室から量産される要因の一つなのかな、と感じました。

〈研究テーマについて〉

生体機能化学研究室では、生体膜を介したイオン透過や薬剤輸送、酸化還元酵素による電子移動、神経伝達機構および細胞間コミュニケーションの解明など、電子とイオンの流れによって生じる生物機能を解明する「生物電気化学」を研究しておられます。生体内では、電子とイオンの流れによって生命活動を維持する「エネルギー」が生み出され、生体膜を介した薬物輸送や情報伝達が起きています。また、酸化還元酵素は、電子移動を介した物質-エネルギー変換において重要な役割を担っています。これらの現象に対して以下の研究テーマを掲げて、研究室一丸となって研究に取り組んでおられます。

白井先生は、主に膜が関与する反応の基礎と応用について研究しておられます。生体膜ではイオンチャネルやポンプ、キャリア化合物、そして疎水性イオンがイオン輸送に関与しています。イオンチャネルやキャリア化合物の場合は、それらを脂質二分子膜に再構成し、対イオンの分配と移動も含めた透過機構を提案し、解析法を考案しておられます。加えて、電気的中性則を念頭に置き、電子移動系との共役も考えておられます。神経伝導および細胞間コミュニケーションについても、化学伝達と電気伝達の相乗作用を考慮し、新しい視点から解明しようとしています。また、速度論に基づく薬物輸送や植物栄養成分のセンサや、有害物質の自発的回収材の開発も進めておられるとのことでした。

北隅先生は、バイオセンサの特性向上、特に安定性の向上を追求し、シミュレーションと実験との比較から電極形状や基質供給経路、そして酵素反応場のデザインに



写真4 ジャーナルの表紙を飾った研究の数々

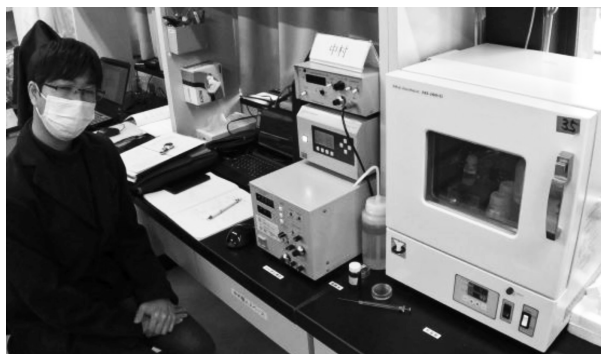


写真4 膜透過に関する実験の様子

取り組んでおられます。また、酵素電極反応の解析モデル開発から酵素と電極間の電子移動反応に対する理解の深化を目指しておられます。開発された解析モデルは、より合理的で効率的な材料探索の指針となっているそうです。また、生体膜を透過する物質輸送を解析するためのシミュレーションモデルの開発にも取り組んでおられます。さらに、研究活動で急遽必要になる小物や実験を円滑に進めるためのちょっとした治具の制作、測定装置の組み立てや修理など、裏方としても学生の研究を支えていらっしゃるそうです。

宋和先生は、農芸化学的見地から生体機能機構の基礎理解と応用研究を推進されておられます。特に、電極への直接接合が可能な直接電子移動 (DET) 型酵素に関して、構造生物学と生物電気化学の観点から基礎研究を行っておられます。最近では、クライオ電子顕微鏡観察技術を取り入れた共同研究によって30年間未解明であったモデル酵素の構造を解明し、DET型酵素におけるブレイクスルーを生み出されました。また、高度な生体機能を活用することで、第3世代型バイオセンサやCO₂のバイオ資源化、エタノールあるいは水素バイオ電池などの応用展開にも挑戦しておられます。さらには、社会実装に向けてアカデミア発ベンチャーの設立にも取り組んでいらっしゃるそうです。

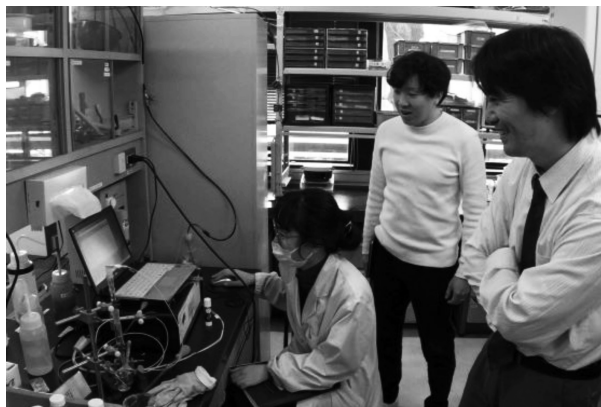


写真5 イオンの疎水性評価実験の様子
担当学生 (左)、宋和先生 (中)、北隅先生 (右)

以上、^{せんえつ}僭越ながら生体機能化学研究室の研究テーマについて紹介させていただきました。電気化学については講義内容程度の知識しかない私にも大変分かりやすく丁寧にご説明くださりましたこと、感謝いたします。原理・真理の学問的追求から社会実装に至る応用研究まで、本当に幅広く研究を展開されており、大地にしっかりと根を張り、逞しい幹を伸ばし、青々とした枝葉をしっかりと茂らせていく、クスノキの巨木をイメージさせるようなスケールの大きさを感じました。白井先生、北隅先生、宋和先生の今後のご研究の益々のご発展を心より祈念いたします。

〈さ い ご に〉

取材中、2023 年がポーラログラフイー 100 周年、そして京都大学農学部 100 周年という非常に大きな節目

であったことを伺いました。様々な行事や記念号発刊など大変お忙しい中、本記事執筆のために先生方の貴重なお時間をいただきましたこと、改めて御礼申し上げます。また、取材が終わって私が生体機能化学研究室を後にする際、最後まで白井先生、北隅先生、宋和先生は^{そろ}揃って見送って下さり、改めて先生方の温かいお人柄が感じられました。普段から、日本分析化学会近畿支部の各種活動で先生方には大変お世話になっており、学会発表などでもお話を伺うことはありましたが、この機会を通じてご研究の一端や研究環境に改めて触れたのは大変幸運なことであり、大きな刺激を受けました。久々に母校を訪れたこともあって付近を少し散策し、変わらないもの、変わりゆくものそれぞれに思いを馳せながら、私も意気込みを新たにして帰途につきました。

〔北里大学理学部化学科 末吉 健志〕

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〕



リンパぶんせきのすゝめ

東京薬科大学の東海林敦先生よりバトンを受け取りました立教大学理学部化学科の章逸汀と申します。一昨年まで東京大学の豊田太郎先生のもとでポストドクとして研究していた頃に初めてお会いして以来、いつもお気遣いいただいております。今回はリレーエッセイを書く機会を頂きまして大変光栄に思います。

さて今回、私が学生時代に癌診断の研究で対象とした「センチネルリンパ節」について取り上げようと思います。

リンパは、血液が流れる血管と同じくらい（というかほぼ並走している形で）全身をめぐる管状のネットワークです。リンパ節はそのネットワークの途中で数百個の節として存在する器官です。リンパ節の主な役割は、細胞の老廃物や病原体などの無害化、いわゆる「下水処理」を行っています。血管から滲み出た体液には栄養素や酸素などが含まれており、それらが生体組織中の細胞に送り届けられますが、細胞から先は下流にあたる近場のリンパ管に諸々流れ込んでいきます。

ここで癌の話に移りますが、癌が進行していくと転移という現象を引き起こします。転移の詳細は省きますが、多くの癌転移はリンパ節を経由すると言われています（リンパ行性転移という）。この場合、元の癌だけを治療をしても、体の別の箇所でもたまたま癌が発生するので、なかなか治らないという問題が起こります。そのため、昔は外科医も再発防止のため、癌の部分よりも広めの領域を切り取ることが多く、一方で体の組織を多く切除してしまうため、体の機能や見た目などの欠失につながり、患者さんの「クオリティ・オブ・ライフ」の低下が問題となっていました。そんな中、米国の Morton 先生が 1992 年の論文で「センチネルリンパ節理論」というものを提唱しました。彼の理論では、癌の周りにいくつかリンパ節があったとしても、リンパ行性転移の場合は、同時に癌細胞が複数のリンパ節に移動することではなく、必ず最初に辿り着くリンパ節があるはずで、そこをセンチネル（見張り）リンパ節と定義しようといったものです。そこで癌細胞の有無を病理組織学的に調べれば、全身の転移状況の指標につながるのではないかと考えたわけです。この理論は非常に画期的なもので、米国では悪性黒色腫（悪い皮膚がん）や乳がんの治療費をおおよそ年間 38 億ドルも節約したと算出されており、また一部の疾患タイプの患者さんで術式の簡略化も可能に

なりました。

しかしながら、センチネルリンパ節理論に基づく評価を用いた癌治療でも、転移癌診断の正しさは 100 % にならないと言われています。理由はいろいろとありますが、例えば医師の検出技量というの大きな要因になります。解剖学上でリンパ節の位置は、おおむねどの患者さんと同じくらいのところにあるので見つけられますが、それがセンチネルリンパ節かどうかは肉眼で判断できません。そこで癌の近くに色素（最近は蛍光色素が多い）もしくは放射性同位体を標識したコロイドを造影剤として用いることで検出できます。ただどちらにも一長一短な特性があって、色素は扱いやすいですが、投与箇所からの拡散が著しく、気づいたら何個もリンパ節が見えてどれがセンチネルリンパ節なのか分かりにくい場合があったりします。一方で放射性コロイドは定量的な評価には優れるものの、放射線管理施設での使用制限があるのと、大きさのある粒子なので投与箇所からなかなか流れないといったことが知られています。したがって外科医の臨床報告でも、センチネルリンパ節を 100 % 見つけられるケースもあれば、60 % 程度しか見つけられないケースもあります。その上、多くはありませんが、センチネルリンパ節を見つけて癌転移がない診断をしても、実は転移が起こっていた患者さんもありました。これは決して誤診をしたわけではなく、しっかり調べてもこのようなケースが見られます。そうした課題解決の取り組みはいろいろと進められていますが、いまだ決め手には至ってない状況です。

体内の生化学的な反応系は複雑で難しいものの、私は分析化学的なアプローチでどうにか実態を解明し、解決できないかと勘案しているところです。本稿をきっかけとして皆さんにセンチネルリンパ節を知っていただき、ぜひ分析対象としてご注目いただけると幸いです。

さて次号のバトンは順天堂大学の石原量先生にお願いをしました。石原先生は、現所属先 PI の佐々木直樹先生が理研所属時代のラボ繋がりで交流されていて、私もご縁あってお世話になっております。実は今回かなり唐突なバトンの受け渡しになってしまったのですが、それにもかかわらず快くお引き受けいただき大変恐縮でございました。改めて御礼申し上げます。みなさん次号を楽しみにお待ち下さい。

〔立教大学 章 逸汀〕



談 話 室

分析化学を活かした基礎化学実験の試み

明治大学理工学部では、「数理データサイエンス人工知能リテラシーレベルプログラム科目」の「データリテラシー実習」として、学部1年生の春学期に「基礎化学実験1」、秋学期に「基礎化学実験2」を行っている。「基礎化学実験1・2」は理工学部の1年生全員（約1030名）が受講する必修科目であり、理工学部8学科（電気電子生命学科、機械工学科、機械情報工学科、建築学科、応用化学科、情報科学科、数学科、物理学科）に所属する学生が、専門分野にかかわらず、履修する。その基礎化学実験が、「データリテラシー実習」の一つに組み入れられたことから、データサイエンスを取り入れた新たな課題設定が必要となった。そこで、授業到達目標の一つに、「自身で取り組んだ化学実験で得られる様々なデータを『読み、扱い、説明する』ことで、実験結果を正しく理解し、化学実験の現場においてデータを適切に分析する方法を修得すること」を組み込んだ。

データサイエンスを取り入れた新たな課題設定を検討する際に、「分析化学」の知見を活かし、数値の取り扱いを学べる「データサイエンス課題」の作成を着想した。具体的には、化学実験で得られる実験結果を用いた「平均、分散、標準偏差、誤差の求め方と扱い方」といったデータ解析の基礎、化学実験で得られる実験結果を評価・説明するための「データの相関、標本抽出、グラフを用いた統計処理、エクセルの使い方」といったデータ解析の方法についての課題である。コロナ禍において、オンデマンド実験の収録動画を準備できたため、明治大学の学習管理システム（LMS）である「Oh-o! Meiji」を活用することで、データサイエンス実習環境が整った。現在は以下の三つの課題を設定している。

- (1) 金属の溶解試験および電位差測定データについて、平均、分散、標準偏差、理論値との誤差を算出することで実験値の精確さ（accuracy）について評価する。
- (2) タンパク質定量実験で用いる検量線を一つの例に、エクセルを用いたデータ解析と回帰分析の方法を学ぶ。
- (3) 密度測定の基本を知り、得られる密度のデータ群から平均、分散、標準偏差を求め、実験の精度（precision）を評価する。

「データサイエンス課題」に取り組んで3年目となるが試行錯誤は続いている。授業終了後に実施する「授業改善アンケート」の自由記述において、「オンライン対応のエクセルシートを用いた問題はかなり新鮮だった」とのコメントがあった一方で、フィードバックの方法や課題解説が不足しているというコメントが多くみられた。特に「エクセルには、標準偏差関連の関数が「STDEV」「STDEV.S」「STDEV.P」など複数あり、誤答をしても正しい解答や解説が表示されないため、学生側からは理解を修正する（学ぶ）ことができなかった」というコメントは印象的であり、学部1年生の「データリテラシー実習」として認識が不足していたことを痛感した。そこで、解説動画をオンデマンド実験教材としてLMS上にアップロードすることや、学生が複数回チャレンジできる小テスト機能を活用することで改善を進めている。学部1年生の科目として、データサイエンスについて、自ら学ぶ習慣を身に着けるために、自身の実経験と合わせて学べる機会を提供できるシステム構築が今後の改善目標である。

「基礎化学実験1」では、「金属のイオン化傾向と電池の基礎」、「電池の作製と観察」、「PMMA（有機ガラス）の合成と観察」、「プラスチックの分離とリサイクル」、「粘土の成形と焼成」および「素焼物の密度測定と本焼」、「基礎化学実験2」では、「水の電気分解と水素燃料電池」、「色素増感太陽電池とシリコン太陽電池」、「生物化学におけるタンパク質の定量」、「ナイロン6,6の合成と染織」、「蛍光体の固相合成」および「蛍光灯とLEDの発光機構」を実験課題としている。「化学実験の入門から最先端技術まで」をテーマに、「身近な化学現象」に関する実験を企画している。それぞれの実験課題についてデータの取り扱いに関する「データサイエンス課題」を設定することで、様々な分野での役割を伝えたい。理工系のあらゆる分野で分析にかかわる知見と技術は必要であるため、この試みは重要なチャレンジと考えている。「分析化学」の知見を活かすという観点では、まだまだ幅広い課題設定ができると考えており、ご意見をいただきたい。

筆者は、応用化学科の2年生の専門科目である「分析化学」を担当している。そこでは、分析化学に用いる水溶液中での化学反応の基礎（酸塩基平衡、酸化還元平衡、錯平衡、沈殿平衡）とその分析化学への適用（中和滴定、酸化還元滴定、錯滴定、沈殿滴定）について演習を取り入れながら授業を実施している。授業を進めていくうえで、有効数字や物理量などの数値の取り扱いに関する知識が不足していると感じる。演習問題では、滴定を学ぶ中で、常用対数 $\log$ の計算における精度などにもふれるため、学部1年時の学修は重要な位置づけと考えている。「データサイエンス課題」では、過去に収集した実験データをエクセルのワークシートにまとめ、LMSで配信して各自課題に取り組むように設定している。提出された課題はLMSの小テスト機能により採点后フィードバックされるため、学生の積極的な学修につながることを望んでいる。「データサイエンス課題」に取り組み、学部1年生から実験によって得られるデータを適切に解析する方法を理解・習得することで、理工系の学生としての知識とセンスを身につけることを期待している。

〔明治大学理工学部 小池 裕也〕

理事会だより (2024 年度第 1 回)

2023 年度から近畿支部の支部長を仰せつかっております甲南大学理工学部機能分子化学科の山本雅博と申します。近畿支部担当理事として理事会に参加しております。近畿支部は大学の茶山先生、兵庫県立大の村松先生と引き継いできており、兵庫県から 3 期連続で選ばれることはないと思っておりましたが、支部のためにほんの少しでも寄与ができればと思いお引き受けすることとなりました。

近畿支部は、滋賀県、京都府、奈良県、大阪府、和歌山県、兵庫県の 2 府 4 県の 900 名弱の会員からなります。会員は大学関係者と民間の方が半々の構成となっております。近畿支部からは、分析化学会理事さらには執行部で多くの先生方が活躍されたこともあり、それらの方々の後押しをうけて、理事会や総会で“ジャブ”を放つ(前副会長談)ことが近畿支部の使命となっているようです。ただし、東京の本部で対面の理事会が開催されていた時代とは異なり、コロナ禍を避けるためにオンライン会議しか経験したことのない当方にはなかなか会議に入って、理事会での議論に入ることは容易ではないことも事実です。理事会メンバーの顔がすでに 1 年経過した今でもあまり見えないのです。会議においては、議長、発表者、手元資料だけでなく、会のメンバーの相互コミュニケーションも大事だと改めて思っておりますが、オンラインでは容易ではないことも事実です。ただし、経費削減の点は重要です。近畿からは一回の往復 3 万円で年 6 回、理事会メンバー 25 名となれば単純計算で 500 万弱の節約になることを考慮すると、理事会はオンライン会議で開催される選択しか本学会にはないと思います。

昨年支部の 70 周年を迎えてお祝いの会を支部で開催しましたが、その際に支部の会員の年齢分布を調べました。20 代に学生会員のピークがありますが、個人会員では 20 代から 40 代が 200 名、40 から 45 歳が 60 名、45 歳から 50 歳が 80 名、50 歳から 65 歳が 320 名となっております。今後 25 年経過して、65 歳以上は全員退会して今の 20 から 40 歳レベルの会員数となるとすると近畿支部の会員数は 450 名となり現在のほぼ半減となります。他の支部もおなじような状況であれば、現在とは 1/2 の学会の activity にもっていかないと収支バランスはとれなくなります。理事会においては長期的な視野にたったの議論も必要なのかもしれませんが、各理事の任期が 2 年ほどにとどまるため議論は容易ではないように思います。

分析化学会での会計はこれまで基金の切り崩し等を繰り返してきて危機を乗り越えてきましたが、これも一時しのぎであり根本的な解決ではありません。山本会長および現執行部の皆様、福井新事務局長には、財務体質改善のための改革のベクトルをキープというよりは、より方向も大きさも加速して下さり、今後学会の難局を理事とともに乗り越ってくださることを切に願ってやみません。

最後に 2024 年 5 月 18、19 日に京都工芸繊維大学で開催さ

れました第 82 回分析化学討論会およびその懇親会には多数ご参加くださり、前田実行委員長をはじめ支部の実行委員一同大変感激しております。この場をお借りしても感謝申し上げたいと存じます。ありがとうございました。懇親会が若手の力を中心にあのような盛り上がりを示す学会の将来は明るいと思います。

〔近畿支部担当理事 山本 雅博 (甲南大学)〕

第 394 回液体クロマトグラフィー研究懇談会

2024 年 4 月 23 日(火)に、(株)島津製作所殿町事業所にて、「環境分析に関わる種々の技術～水、試薬、前処理、分離、検出～」を講演主題として、標記研究懇談会が開催された。近年、環境分析の分野においては、未知の化学物質の脅威や新たなリスク管理の必要性に対応した法規制が強化される傾向にある。それに伴い、試験に用いる水や試薬の品質やトレーサビリティ、適切な前処理法、最適な分離及び検出法、等の環境分析に関わる各要素の重要性も高まっている。本例会では、これらの種々の要素に関する技術開発やノウハウ、および分析事例について知見を深めることを目的として、幅広い分野の専門家に講演をお願いした。講演総括も含めて 8 演題の講演が行われた。

1 題目は、メルク(株) 石井直恵氏より、「環境分析における超純水の重要性とその精製方法」の演題で講演いただいた。HPLC で最も使用される溶媒である分析用水について、JIS K 0557 の内容、精製および水質の管理方法等について解説された。また、水質が分析結果に与える影響についても詳細に説明された。また、超純水製造部と各アプリケーション用フィルター(メンブランフィルター、逆相シリカ、活性炭、限外濾過膜等の種類がある)を組み合わせることで、用途に応じた拡張性の高い超純水製造装置として効率よく運用可能であるとのことである。

2 題目は、関東化学(株) 坂本和則氏より、「JCSS 制度における標準物質について」の演題で講演いただいた。JCSS (Japan Calibration Service System) とは、計量法に基づくトレーサビリティ制度のことであり、「計量標準供給制度」と「校正事業者登録制度」から成り立っている。講演では、HPLC 測定において、その手法評価の基準となる JCSS 標準物質について、その概要と仕組みについて説明された。JCSS 標準物質は、公定法にも収載されるなど、測定値の信頼向上にも極めて有用であるとのことである。なお、関東化学(株)は、JCSS 標準物質を販売している登録事業者である。

3 題目は、(一財)化学物質評価研究機構 坂牧 寛氏より、「水道法関連分析に用いる JCSS 標準液の開発」の演題で講演いただいた。具体的な例として、計量トレーサビリティの確保されたハロ酢酸 4 種混合標準液の開発について紹介された。SI トレーサブルな基準物質を用いて特定標準液(国家標準)の濃度が決定され、その特定標準液によって値付けされた特定二次標準液を用いて精確に値付けされたものが、現在市販されているハロ酢酸 4 種混合 JCSS 標準液であるとのことである。その濃度の決定には、定量 NMR と HPLC を組み合わせた内標準法

(定量 NMR-LC) が採用されているとのことであった。

4 題目は、ジーエルサイエンス(株) 坂井拓斗氏より、「環境分析のための前処理における注意点と改善点」の演題で講演いただいた。環境分析を行う際に多用される固相抽出法の特徴および、自動化手法、注意点、改善方法等について詳細に説明された。分析種の存在濃度が低い環境分析では、前処理が必須となるが、回収率やコスト、煩雑さ等の課題も多く、それらの課題の解決法のヒントになる有用な知見も紹介いただいた。実試料による前処理事例も多く説明いただき、明日からの改善検討にも繋がる実用的な内容であった。

5 題目は、アジレント・テクノロジー(株) 山下和之氏より、「様々なマトリックスでの PFAS 前処理と LC/MS 分析の事例紹介」の演題で講演いただいた。EPA に準拠した飲料水の PFAS の分析法をはじめ、土壌や生体試料をマトリックスとした分析法等、種々のマトリックスに適した前処理法から分析条件まで詳細に説明いただいた。現在、PFAS 分析は、最もホットな分析種の一つである。環境マトリックスに起因するイオン化阻害の影響の回避や、装置や前処理ツールに起因するコンタミネーションの低減等に関して種々の検討が進められており、参考となる内容であった。

6 題目は、(株)島津製作所 渡邊 淳氏より「LC-MS/MS を用いた蜂蜜中の農業成分とその代謝物の同時測定」の演題で講演いただいた。残留農薬の規制対象物質であるグリホサート、グル

ホシネートおよびその代謝物を分析種とした一斉分析法の開発について紹介された。グリホサート類は高極性のために分析が難しく、蜂蜜は、糖類を主成分としており前処理が難しいとされている。C18 基と 3 級アミン基の両方が導入されたシリカゲルを充填した分析カラムを使用することで分離を改善し、また、C18 基とアミノ基が導入された 2 種類の固相カラムを直列に使用することにより精製の効率を向上させているとのことであった。高極性化合物の分析への適用範囲が広いツールであると言える。

7 題目は、東ソー(株) 伊藤誠治が、「残留移動性有機化合物 (PMOCs) の分析法の検討」の演題で講演を行った。高極性化合物の分析に対し、イオン交換カラムを適用した例である。

8 題目として、本研究懇談会の中村 洋委員長 (東京理科大学) より総括が行われ、各講演者に対する質疑とともに、環境分析の現状と課題、将来展望等の示唆に富んだ内容であった。

例会終了後、講演者を囲んでの情報交換会が行われ、メーカーやユーザーの隔たりなく参加者同士の交流を深めることができ来た。最後に、例会にご参加いただいた皆様、および本例会の開催にあたって、講演依頼をご快諾いただいた講師の皆様、会場をご提供いただいた(株)島津製作所の皆様に深く御礼申し上げます。

〔東ソー(株) 伊藤 誠治〕

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]

執筆者のプロフィール

(とびら)

倉光 英樹 (KURAMITZ Hideki)

富山大学学術研究部理学系 (〒930-8555 富山市五福 3190)。北海道大学大学院地球環境科学研究科。博士 (地球環境科学)。《現在の研究テーマ》環境分析化学、環境化学。

E-mail: kuramitz@sci.u-toyama.ac.jp

(ミニファイル)

齋藤 広大 (SAITOH Kohta)

ナノフォトン株式会社 (〒562-0036 大阪府箕面市船場西 3-1-7)。慶應義塾大学大学院理工学研究科基礎理工学専攻後期博士課程修了。博士 (理学)。《現在の研究テーマ》ラマン顕微鏡の機能強化および新製品開発。《主な著書》“Tip Enhanced Raman Microscopy, Comprehensive Nanoscience and Nanotechnology, 2nd edition, Vol.4, pp13-32” (2019), (Elsevier)。

E-mail: kohta.saitoh@nanophoton.jp

(トビックス)

白土 英樹 (SHIRATSUCHI Hideki)

熊本県立大学環境共生学部環境共生学科食健康環境学専攻 (〒862-8502 熊本県熊本市東区月出 3-1-100)。九州大学大学院農学研究科食糧科学工学専攻博士後期課程修了。博士 (農学)。《現在の研究テーマ》食品香気の機能性に関する研究。《主な著書》“食べ物と健康 食品の科学 改訂第3版”, (南江堂)。《趣味》写真, ロードバイク, 音楽鑑賞。

E-mail: hideki-s@pu-kumamoto.ac.jp

松神 秀徳 (MATSUKAMI Hidenori)

国立研究開発法人国立環境研究所 (〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2)。東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻博士後期課程。博士 (環境学)。《現在の研究テーマ》PFAS 廃棄物の適正管理のための評価手法の開発と応用。《趣味》ほんやりすること。

(リレーエッセイ)

章 逸汀 (ZHANG Yiting)

立教大学理学部化学科 (〒171-8501 東京都豊島区西池袋 3-34-1)。千葉大学大学院医学薬学府先端医学薬学専攻 4 年博士後期課程修了。博士 (医学)。《趣味》機械式時計作り, 映画鑑賞。

(ロータリー・談話室)

小池 裕也 (KOIKE Yuya)

明治大学理工学部 (〒214-8571 神奈川県川崎市多摩区東三田 1-1-1)。明治大学大学院理工学研究科工業化学専攻博士後期課程修了。博士 (工学)。第1種放射線取扱主任者。《現在の研究テーマ》多摩川集水域における河川水及び底質中放射性セシウムの動態評価。《趣味》ドライブ, おいしい日本酒探し。

E-mail: koi@meiji.ac.jp

原稿募集

話題欄の原稿を募集しています

内容: 読者に分析化学・分析技術及びその関連分野の話題を提供するもので, 分析に関係ある技術, 化合物, 装置, 公的な基準や標準に関すること, 又それらに関連する提案, 時評的な記事などを分かりやすく述べたもの。

但し, 他誌に未発表のものに限ります。

執筆上の注意: 1) 広い読者層を対象とするので, 用語, 略語などは分かりやすく記述すること。2) 啓蒙的であること。3) 図表は適宜用いてもよい。4) 図表を含めて 4000 字以内 (原則として

図・表は 1 枚 500 字に換算) とする。

なお, 執筆者自身の研究紹介の場とすることのないよう御留意ください。

◇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]

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は、一般社団法人学術著作権協会（〒107-0052 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル3階, FAX: 03-3475-5619, E-mail: info@jaacc.jp）から受けてください。



2023 年度（令和 5 年度）事業報告書

（2023 年 3 月 1 日～2024 年 2 月 29 日）

会員の移動状況書

会員種別	員 数		増減数
	令和6年2月29日 現在	令和5年2月28日 現在	
名誉会員	52	48	4
永年会員	331	320	11
正会員	2,964	3,143	-179
シニア会員	67	0	67
教育会員	1	0	1
学生会員	550	514	36
ジュニア会員	5	0	5
維持会員	182	182	0
特別会員	492	511	-19
公益会員	294	304	-10
計	4,938	5,022	-84

1. 第 12 回定時総会（定款第 17 条）

日時 令和 5 年 4 月 26 日（水）
場所 日本分析化学会 Web 会議方式 総社員数 115 名 出席者数 96 名

2. 会誌、研究報告および資料の刊行（定款第 5 条（1））

- ①学会誌「ぶんせき」を下記のとおり、電子版にて発行した。
発行年月日 巻 号
自 令和 5 年 3 月 5 日 2023 3
至 令和 6 年 2 月 5 日 2024 2
毎月 1 回 5 日に発行。すべての団体会員と個人会員の希望者には冊子体発行（約 1,500 部）。
- ②和文論文誌「分析化学」を下記のとおり発行した。
発行年月日 巻 号 発行部数
自 令和 5 年 3 月 5 日 72 3 1,800
至 令和 6 年 1 月 5 日 73 1・2 1,800
（1, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 12 月 5 日発行）
- ③英文論文誌「Analytical Sciences」を Springer Nature 社から電子版にて、下記のとおり発行した。
発行年月日 巻 号
自 令和 5 年 3 月 10 日 39 3
至 令和 6 年 2 月 10 日 40 2
毎月 1 回 10 日に発行
すべての維持会員と、特別会員、公益会員および個人会員の希望者には冊子体発行（約 330 部）。
- ④学会、ぶんせき、分析化学、Anal. Sci. 4 種のメールマガジンを毎月 1 回発行した。ただし、「分析化学」誌は発行月のみ年 8 回。
- ⑤教育用 DVD ならびにビデオシリーズの頒布を行った。

3. 講演会、講習会および研究会の開催（定款第 5 条（2））

〔研究発表会〕

- ①第 83 回分析化学討論会
日時 令和 5 年 5 月 20 日・21 日
場所 現地開催（富山大学五福キャンパス）論文発表 404 件、参加者数 648 名
- ②第 72 年会
日時 令和 5 年 9 月 13 日～15 日
場所 現地開催（熊本城ホール）講演数 602 件、参加者数 1,112 名

4. 調査、研究および建議（定款第 5 条（3））

〔技能試験〕

事業所を対象とした技能試験を次のとおり実施し、結果に基づく「技能試験成果報告書」を公刊した。

- ・ISO/IEC 17043 に基づく技能試験「第 25 回ダイオキシン類分析（フライアッシュ）」参加試験所：52

〔標準物質〕

新規標準物質は作製せず、これまで開発した各種標準物質の供給活動を行った。

〔関係団体との協力〕

- ①次の諸団体に参画し、種々の調査・建議に協力した。
日本学術会議、（一社）化学情報協会、標準物質協議会、ASIANALYSIS 国際諮問委員会、（一社）日本化学連合／化学系学協会連絡会、男女共同参画学協会連絡会
- ②次の委員会に委員を派遣して各種規格の立案などに協力した。（一社）日本化学工業協会、（一社）日本試験協会、（一社）日本環境測定分析協会、（一社）日本分析機器工業会

5. 研究の奨励および研究業績の表彰（定款第 5 条（4））

- ①2023 年度学会賞を次のとおり授与した。
高 橋 利 幸 君「有機分子の溶存構造に関するマイクロからメゾスコピックレベルにおける分析法の開発」
松 井 利 郎 君「食品因子の生体利用性に関する分析化学的研究」
宮 部 寛 志 君「モーメント理論に基づく高性能液相分離系の分析機能創出に関する研究」
- ②2023 年度学会功労賞を次のとおり授与した。
大 橋 弘 三 郎 君「キレート配位子による金属元素の選択的分離法の開発および学会への貢献」
- ③2023 年度技術功績賞を次のとおり授与した。
駒 谷 慎 太 郎 君「X 線分析顕微鏡の開発とその応用」
澤 澤 橋 徹 哉 君「PCB 無害化処理プロセス用オンライン迅速分析技術の開発とその社会実装」
- ④2023 年度奨励賞を次のとおり授与した。
稲 田 幹 君「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」
鈴 木 敦 子 君「金属錯体の特性を利用した分離・分析機能の開発」
高 野 祥 太 朗 君「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」
田 中 佑 樹 君「ICP 質量分析計を用いた生命金属元素の応用分析法の開発」
渡 辺 壱 君「熱分解 GC/MS による高分子材料関連物質のキャラクタリゼーション」
- ⑤2023 年度先端分析技術賞を次のとおり授与した。
JAIMA 機器開発賞
西 尾 友 志 君 室 賀 樹 興 君 高 味 拓 永 君
橋 本 忠 範 君 石 原 篤 君
「工業用無補充式セルフクリーニング pH 電極の製品開発およびその防汚技術」
- ⑥2023 年度女性 Analyst 賞を次のとおり授与した。
木 村・須 田 廣 美 君「赤外・ラマンイメージングによる骨ミネラル代謝の可視化解析法の開発」
吉 田 朋 子 君「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」
- ⑦2023 年度有功賞を次のとおり授与した（敬称略）。
小 室 ゆ う 子 小 住 孝 宏 東 康 則 小 林 秀 司
加 倉 井 洋 祐 水 澄 昌 宏 菅 寿 夫 高 木 正 徳
古 屋 裕 子 長 谷 恒 一 郎 前 田 憲 二 森 有 紀 子
大 島 輝 男 西 村 重 夫 家 田 ま ゆ み 井 垣 敬 士
原 田 最 之 中 村 光 昭 長 西 敦 子 藤 井 学
御 代 田 恭 子 高 橋 里 織 篠 田 昭 二 上 野 勝 利
野 口 純 後 々 田 忠 夫 千 田 祐 美 鈴 木 一 光
石 田 博 基 谷 口 裕 美 子 伊 藤 秀 己 栗 原 茂
大 島 洋 一 後 藤 直 美 鳥 井 田 直 美 山 田 裕 二
江 口 祐 一 五 戸 佐 織 松 本 弘 和 岩 崎 知 子
星 野 健 二 白 鳥 英 雄 松 本 博 美 清 水 誠 司
武 中 彩 谷 井 義 治 小 田 島 千 子 武 石 正 幸
鈴 木 博 美 奥 田 和 弘 富 岡 強 新 村 典 康
石 崎 浩 司 玉 川 雅 幸

⑧2022 年「分析化学」論文賞を次のとおり授与した。
末吉 健志 君 松田 景太 君 遠藤 達郎 君
久本 秀明 君

「デジタル分子ふるい電気泳動用キャピラリーデバイスの開発」

尾関 優香 君 北川 慎也 君 大谷 肇 君
近藤 洋輔 君 品田 弘子 君
「エレクトロスプレーイオン化-イオンモビリティスペクトロメトリー質量分析法によるスチレン/アクリル酸n-ブチル共重合体の解析」

⑨他機関による表彰および研究助成に対し会員を候補者として推薦した。

6. その他前条の目的を達成するために必要な事業（定款第5条(5)）

[広報]

広報委員会展望とトピックス小委員会において、第83回分析化学討論会および第72年会研究発表の中で注目される研究内容を、小冊子「展望とトピックス」にまとめて発行し、ホームページを通し、また、報道機関の記者に同資料を配付して広報した。ホームページを全面的に改訂し、本会から会員への情報提供、会員相互のコミュニケーション促進を図った。

[若手交流会]

年会討論会において若手ポスター賞選考を支援し、各支部での若手交流会企画と支部同士の情報交換を支援し、各支部に助成を行った。

[研究懇談会]

研究懇談会活動を次のように行った。

①有機微量分析研究懇談会

【委員長：榊飛雄真（千葉大学）、委員11名、会員数157名（個人会員151名、顧問6名）】委員会を2回（1回目はオンライン、2回目は対面+オンラインのハイブリッド形式）開催した。第90回有機微量分析研究懇談会、第122回計測自動制御学会力学量計測部会、第40回合同シンポジウムを6月22日・23日にオンラインで開催（計測自動制御学会力学量計測部会と共催、日本分析化学会、日本化学会、日本薬学会協賛）。その内訳は特別講演2件、口頭発表16件、オンライン分析交流会である。講演会（第72年会9月13日、熊本城ホール、招待講演1件）、マイクロ電子天びんオンラインセミナー（5月19日、座学オンライン）を開催したほか、会報25号を発行（2月）した。ホームページを順次更新し、内容の充実を図った。創立70周年記念事業として過去10年間のシンポジウム講演要旨集や会報のDVD化を行い、会員に配布した。また標準試料検定小委員会において標準試料の検定作業を行った。

②ガスクロマトグラフィー研究懇談会

【委員長：佐藤 博（長崎国際大学）、運営委員会委員56名、会員数102名（個人会員44名、団体会員41機関、名誉会員17名）】運営委員会はメール・遠隔で3回開催、研究会と講習会の運営担当者間では会議を遠隔で複数回開催した。研究会開催数4回（第382回～385回、第72年会講演、ガスクロマトグラフィー研究懇談会特別講演会を開催した。年会講演以外は会場とオンラインのハイブリッドで開催）。第28回キャピラリーガスクロマトグラフィー講習会は見送った。SPRING-8大型放射光施設の見学会（8月25日、25名）を行った。本部主催の日中韓シンポジウム2023（中国）はコロナ禍で中止・延期となった。「ガスクロ・ガスマス自由自在」Q&Aの既刊本の改版とGC/MSの新版を刊行すべく継続実施中である。

③高分子分析研究懇談会

【委員長：菅沼こと（帝人㈱）、運営委員18名、企画委員6名、会員数163名（個人会員64名、法人会員99社）】開催数：運営委員会6回、企画委員会3回、例会5回（第414回～418回；4月28日[60周年記念講演会]、7月14日・15日、10月3日、12月22日[熱分析研究懇談会との合同例会]、2月15日）、第72年会における研究懇談会講演（9月15日、熊本城ホール）、第66回高分子分析技術講習会（応用編）（3月1日・2日、オンライン）、第67回高分子分析技術講習会（基礎編）（8月31日・9月1日、明治大学）、第28回高分子分析討論会（11月9日・10日、つくば国際会議場）をそれぞれ開催した。

④X線分析研究懇談会

【委員長：早川慎二郎（広島大学）、5月より辻 幸一（大阪公立大学）が委員長を代行、運営委員30名、参与9名、会員数122名（個人会員102名、団体会員20社）】開催数：例会2回（第279回・280回）、運営委員会4回（2回はリモート）。

「X線分析の進歩」第54集をアグネ技術センターより出版したほか、第59回X線分析討論会（10月21日・22日、東京都市大学で対面開催、参加者160名）を主催した。X線分析討論会において第17回浅田榮一賞を中野ひとみ氏（堀場テクノサービス）に授与し、6件の学生賞を選考し授与した。

⑤分析試薬研究懇談会

【委員長：壹岐伸彦（東北大学）、運営委員会委員15名、参与委員14名、会員数99名（個人会員93名、賛助会員2名）】開催数：1回。第72年会において、分析試薬研究懇談会（9月15日、熊本城ホール、講演1件）を開催した。第20回ホスト・ゲスト・超分子化学シンポジウム（東京立大学南大沢キャンパス、6月17-18日）を協賛した。

⑥液体クロマトグラフィー研究懇談会

【委員長：中村 洋（東京理科大学）、役員会役員の数30名、会員数184名（個人会員136名、団体会員48社）】コロナ禍の影響を受け、例会の前半（3月から7月まで）はZoomウェビナーで、また後半（9月から2月まで）は対面式で、合計12回実施した（第381～392回）。2023年9月以降は対面式で以下の事業を行った。LC研究懇談会講習会「HPLC & LC/MS講習会2023」（五反田文化会館、9月27日～29日）、第28回特別講演会・見学会（東レリサーチセンター滋賀事業所、11月29日）、LC- & LC/MS-DAYS 2023（琵琶レイクオーツカ、11月30日・12月1日）、第2回LCシニアクラブ（琵琶レイクオーツカ、12月1日・2日、LC懇後援）、第29回LC & LC/MSテクノプラザ（横浜市金沢産業振興センター、1月18日・19日）を主催した。電子ジャーナル『LCとLC/MSの知恵』の第6号（6月15日発行）、第7号（12月15日発行）をホームページに掲載した。『第5回LC分析士三段試験解説書』（7月10日発行）を榊双文社印刷より発行した。また、下記8種類の日本分析化学会・分析士認証試験を対面形式で実施した：LC初段、LC二段、LC三段、LC四段、LC/MS初段、LC/MS二段、LC/MS三段、LC/MS四段、（LC五段、LC/MS五段は受験者なし）。さらに、第83回分析化学討論会（富山大学五福キャンパス）の前日（5月19日、富山大学）開催された第19回生涯分析談話会、ならびに分析化学会第72回年会（熊本城ホール）の初日（9月13日）夕刻に開催された第20回記念生涯分析談話会をそれぞれ後援した。

⑦化学センサー研究懇談会

【委員長：久本秀明（大阪公立大学）、会員数45名（個人会員45名）】第72年会において化学センサー研究懇談会講演を行った（9月13日、熊本城ホール）。熊本大学の井原敏博先生に講演をお願いし、「合成核酸を利用した生体関連分子および細胞の検出・制御」を拝聴した。多くの参加者があり、議論も盛況であった。また、研究懇談会委員会を行った。

⑧電気泳動分析研究懇談会

【委員長：石濱 泰（京都大学）、顧問7名、常任委員5名、委員33名】第72年会において研究懇談会講演（「イオンモビリティースペクトロメトリー質量分析を用いた合成・生体高分子の分析」北川慎也先生（名工大））を行った（9月15日、熊本）。第43回キャピラリー電気泳動シンポジウム（SCE2023、11月、愛知県名古屋市）を共催した。電気泳動分析懇談会賞（寺部茂賞）の表彰を行った。第10回寺部茂賞は埼玉大学齋藤伸吾教授に授与された。

⑨イオンクロマトグラフィー研究懇談会

【委員長：森 勝伸（高知大学理工学部）、運営委員会委員21名、会員数90名（個人会員82名、維持会員7社、団体会員1社）】運営委員会を1回（年会開催期間中）開催した。講演会を2名（年会会期中（9月15日、熊本城ホール）開催した。分析士（初段）をリモート試験で開催した（1月29日）。分析士認証委員会を開催した（2月7日）。

⑩フローインジェクション分析研究懇談会

【委員長：手嶋紀雄（愛知工業大学）、運営委員会委員49名、会員数113名（個人会員96名、賛助会員9社、特別賛助会員8社）】講演会を2回（年会会期中、9月13日、熊本大学）、第59回FIA講演会（11月24日、とくぎんトモニプラザ）を

開催したほか、Journal of Flow Injection Analysis 誌の発行 (40 巻 1, 2 号) およびそのための編集委員会を 2 回 (5 月 (富山大学) と 11 月 (とくぎんトモニプラザ)), また褒賞委員会を 1 回 (9 月, 熊本大学) 開催した。

⑪環境分析研究懇談会

【委員長: 梅村知也 (東京薬科大学), 委員 8 名, 顧問 7 名, 会員数 73 名 (個人会員 70 名, グループ会員 3 名)】第 72 年会において、環境分析研究懇談会講演会 (9 月 15 日, 熊本城ホール, 講演 1 件) を開催した。また、同日に運営委員会も開催して今後の在り方について議論した。

⑫表示・起源分析技術研究懇談会

【委員長: 安井明美 ((国研)農業・食品産業技術総合研究機構), 運営委員会委員 15 名, 参与 4 名, 個人会員 43 名, 団体会員 13 社】9 月 15 日に第 72 年会において表示・起源分析技術研究懇談会講演を 1 件, 12 月 22 日に第 28 回講演会を対面にて, 2 月 28 日に第 29 回講演会を SPRUC 文化財研究会との合同で Zoom を用いたオンライン方式にて開催した。運営委員会はオンラインにて 3 月に 1 回開催した。

⑬化学分析技能研究懇談会

【委員長: 上本道久 (明星大学), 運営委員会委員 11 名, 会員数 15 名 (個人会員のみのみ)】当研究懇談会独自の講演会は年度内開催を中止し, 第 72 年会で懇談会講演を行った。同日に運営委員会を開催して会員拡充と今後の活動について議論した。懇談会講演の資料を会員に配布した。

⑭熱分析研究懇談会

【委員長: 西本右子 (神奈川大学), 運営委員会委員 8 名, 個人会員 18 名, 団体会員 8 社】対面で熱分析研究懇談会+高分子分析研究懇談会 (417 回) 合同例会を 12 月 22 日に開催 (参加者計 5,234 名, 熱分析研究今代会から 13 名, 講演計 4 件, 熱分析研究懇談会から 2 件) を開催した。運営委員長交代があった。

⑮溶液反応化学研究懇談会

【委員長: 梅林泰宏 (新潟大学), 運営委員会委員 18 名, 会員数 18 名 (個人会員 18 名, 賛助会員 0 名)】9 月 13 日の第 72 年会 (熊本城ホール) で, 講演会および運営委員会を開催した。3 月 30 日の医療・診断の化学シンポジウム (新潟大学), 11 月 24 日の溶液化学の新たな潮流シンポジウム (駅南キャンパスときめいと) を共催で行った。また, 10 月 18 日の現場診断の分析化学シンポジウム (アオーレ長岡) は協力で, 10 月 17 日~20 日の第 45 回溶液化学シンポジウム (山形テルサ) は協賛で開催した。

⑯電気分析化学研究懇談会

【委員長: 前田耕治 (京都工芸繊維大学), 運営委員会委員 34 名, 顧問 3 名】富山大学で開催された討論主題「未来の「食」と「薬」を創る分析化学」を立てて依頼講演 6 人, 一般講演 4 人を含むシンポジウムを実施した。また, 熊本大学で開催された第 72 年会では, 「両連続相マイクロエマルジョン電気化学の分析への応用」國武雅司氏 (熊本大学), 「Effect of water solubility in organic solvents on electrochemical behavior of ions at W/O interface」Zdeněk Samec (J. Heyrovský Inst. Phys. Chem.), 「A polarizable reference electrode」Vladimír Mareček (J. Heyrovský Inst. Phys. Chem.) の 3 件の依頼講演を行い, 活発な質疑が行われた。また, 現地で運営委員会を開催し, 若手を中心に新規運営委員の候補者数名があげられた。翌年の第 84 回分析化学討論会に懇談会として「生命の活動を知る分析化学」を討論主題に提案することになった。また, 2024 年度より委員長を交代することとした。

⑰ナノ・マイクロ化学分析研究懇談会

【委員長: 渡慶次学 (北海道大学), 副委員長: 火原彰秀 (東北大学), 会員数: 約 30 名 (個人会員のみのみ)】第 72 年会 (熊本城ホール) にて, 9 月 13 日に研究懇談会講演会を開催した。また, 同学会中 (9 月 13 日) に運営委員会を開催し, 今後の活動や運営体制について議論した。Pittcon 2024 (San Diego) にて, PAI-NET Contributed Session 「Analytical Methods for New Analytes: Extracellular Vesicles and PFAS」(2 月 28 日) に協力した。

⑱バイオ分析化学研究懇談会

【委員長: 佐藤守俊 (東京大学), 運営委員会委員 11 名, 顧問 2 名, 会員数 14 名 (個人会員 14 名, 賛助会員 0 名)】8 月 4 日・5 日, 第 11 回 Chem-Bio Joint Seminar 2023 を大学セミナーハウス (東京都八王子市) で開催し, 70 名以上が参加した。さらに, 第 72 年会における研究懇談会講演会では, 1 名の先生をお招きし招待講演を行った。また, 同学会中 (9 月 13 日) に運営委員会を開催し, 今後の活動などを話した。

⑲スクリーニング分析研究懇談会

【委員長: 津越敬寿 (産業技術総合研究所), 運営委員会委員 8 名, 会員数 15 名 (個人会員 12 名, 団体会員 3 名)】年 2 回の講演会 (第 7 回講演会を 9 月 15 日の第 72 年会において, 第 8 回講演会を 2 月 22 日に日立ハイテクサイエンス・東京ソリューションラボにおいて開催した。また, 第 8 回講演会に先立ち運営委員会を開催し, 来期の運営方針や活動内容について意見交換を行った。

[支部]

支部活動を次のように行った。

【北海道支部】

①役員の選任

支部長	渡慶次 学		
副支部長	坂入 正敏	(木村) 須田 廣美	
参 与	伊藤八十男	片山 則昭	齋藤 健
神 和夫	高橋 一樹	高橋 英明	長谷部 清
森田みゆき	横沢 龍朗		
監 事	伊藤 慎二	蠣崎 悌司	
庶務幹事	菅 正彦	谷 博文	
会計幹事	真栄城正寿	三浦 篤志	
幹 事	青柳 直樹	池田 敦子	石田 晃彦
今枝 佳祐	上野 貢生	宇都 正幸	大木 淳之
大津 直史	岡 征子	奥田 弥生	川口 俊一
工藤 英博	黒澤 隆夫	齋藤 徹	堺井 亮介
佐々木隆浩	佐藤 久	真田 哲也	高瀬 舞
高橋 徹	田中 俊逸	田原 り子	千葉 真弘
徳光 藍	富田 恵一	中田 耕	中谷 暢丈
西村 一彦	沼田ゆかり	古崎 睦	松井 宏之
南 尚嗣	三原 義広	村井 毅	諸角 達也
山田 幸司	吉村 昭毅	若杉 郷臣	龍崎 奏

②研究発表会

- 1) 夏季研究発表会 (共催): 9 月 3 日, 一般講演 79 件, 特別講演 2 件 (参加者 113 名)。また, 懇親会を行った (36 名)。
- 2) 化学教育研究協議会 (共催) (ハイブリッド): 11 月 11 日, 北海道教育大学サテライトキャンパス (札幌市) 開催, 特別講演 1 件, 分析化学若手教育研究者による話題提供, 自由討論を行った (参加者 56 名)。また, 懇親会を行った。
- 3) 冬季研究発表会 (共催): 1 月 23 日・24 日。北海道大学術交流会館 (札幌市) 開催, 研究発表 131 件 (口頭 80 ポスター 51), 特別講演 1 件 (参加者 312 名)。また, 懇親会を行った。

③セミナー

- 1) 第 39 回分析化学緑陰セミナー: 7 月 8 日・9 日, 旅亭 雪の屋 (旭川市) 開催, 招待講演 4 件, 学生によるポスター口頭発表 15 件を行った (参加者 40 名)。
- 2) 2023 年公開セミナー (ハイブリッド): 9 月 14 日, 北海道大学函館キャンパス (函館市) 開催, 講演 2 件を行った (参加者 73 名)。
- 3) 第 59 回氷雪セミナー: 1 月 6 日・7 日, ホテルグランテラス千歳 (千歳市) 開催, 講演 3 件を行った (参加者 26 名)。

④交流事業

若手の交流会: 「九州支部若手の会」へ学生を派遣した。

⑤支部ニュースの発行

北海道支部ニュース第 67 号, 第 68 号を発行した。

【東北支部】

①役員の選任

支部長	大江 知行		
副支部長	珠玖 仁	高貝 慶隆	
参 与	秋葉 健一	宇野原信行	大関 邦夫
大類 洋	尾形 健明	荻野 博	長 哲郎
小田嶋次勝	後藤 順一	齋藤 紘一	佐藤 允美
南原 利夫	糠塚いそし	星野 仁	山崎 慎一

四ツ柳隆夫
 監 事 西澤 精一 藤村 務
 庶務幹事 熊谷 将吾
 会計幹事 李 宣和
 幹 事 赤坂 和昭 壹岐 伸彦 石川大太郎
 伊藤 徹二 伊野 浩介 井上 賢一 岩田 吉弘
 遠藤 昌敏 大橋 弘範 小川 信明 押手 茂克
 尾高 雅文 加藤 健 上條 利夫 唐島田龍之介
 菊地 洋一 菊池美保子 北川 文彦 斎藤昇太郎
 佐藤 勝彦 佐藤 健二 佐藤 雄介 猿渡 英之
 志村 清仁 高橋 薫 田副 博文 多田 美香
 寺前 紀夫 照井 教文 仲川 清隆 沼田 靖
 野原 幸男 橋本 隆光 橋本 幹雄 幡川 祐資
 比嘉 勝孝 平野 愛弓 平山 和雄 福山 真央
 末永 智一 松村 洋寿 眞野 成康 盛田 伸一
 山田 理恵 和久井喜人 渡辺 竜 渡辺 健一
 渡辺 忠一

②研究発表会

2023 年度化学系学会東北大会および日本化学会東北支部 80 周年記念国際会議（共催）（主催：日本化学会東北支部）：9 月 8 日～10 日に開催され（会場：東北大学青葉山コモンズ・川内萩ホール），分析化学・環境化学セッションでは，招待講演 3 件（海外 2 件，国内 1 件），依頼講演 11 件が行われた。

③講演会・セミナー

- 1) 東北支部特別講演会：3 月 4 日，菊池美保子博士（（株）環境分析研究所）による特別講演会を開催した（会場：東北大学大学院理学研究科）。
- 2) 第 40 回無機・分析化学コロキウム（共催）：5 月 26 日・27 日に開催され（会場：山形市協同の杜 J A 研究所），2 件の招待講演および 7 件の依頼講演が行われた（参加者 103 名）。
- 3) 2023 年度 東日本分析化学若手交流会：6 月 23 日に開催し（会場：東北大学環境科学研究科棟），招待講演 2 件，学生依頼講演 3 件，ポスター発表 39 件が行われた（参加者 67 名）。また，優秀ポスター賞 3 件を授与した。
- 4) みちのく分析科学シンポジウム・分離機能とセンシング機能の化学セミナー2023：7 月 15 日に合同開催し（会場：東北大学大学院理学研究科），特別講演 3 件，若手ポスター発表 18 件が行われた。また，優秀なポスター発表 3 件に対して，フロンティア・ラボ賞を授与した。
- 5) 東北支部各賞受賞講演会：12 月 16 日，東北分析化学奨励賞の授賞式と受賞講演会を開催した（会場：東北大学大学院理学研究科）。東北分析化学奨励賞：柳澤華代氏（福島大），青木 譲氏（福島大）。

④助成

令和 5 年度東北支部助成金：「酸化還元活性な近赤外吸収錯体の自己凝集を利用した腫瘍選択的な造影・治療システムの開発」（代表：澤村瞭太氏（東北大））を採択した。また，研究紹介講演会を 12 月 16 日に開催した（会場：東北大学大学院理学研究科）。

【関東支部】

①役員の選任

支 部 長	安田 純子			
次期支部長	四宮 一総			
副支部長	敷野 修	平山 直紀	宮下 隆	
参 与	梅澤 喜夫	岡田 哲男	小熊 幸一	
大橋弘三郎	金澤 秀子	楠 文代	合志 陽一	
澤田 清	渋川 雅美	杉谷 嘉則	鈴木 康志	
高田 芳矩	高村喜代子	田中 龍彦	津越 敬寿	
角田 欣一	中込 和哉	中村 洋	二瓶 好正	
丹羽 修	早下 隆士	平井 昭司	藤浪 眞紀	
保母 敏行	本田 俊哉	前田 瑞夫	宮村 一夫	
望月 直樹	矢野 良子	山崎 素直	山根 兵	
山本 博之				
監 事	会田 秀樹	津越 敬寿		
常任幹事	青木 寛	石川 隆一	板橋 大輔	
稲川 有徳	植田 郁生	上野 祐子	梅林 泰宏	
大塚 克弘	岡村 浩之	国村 伸祐	桑田 啓子	
坂元 秀之	島田亜佐子	東海林 敦	菅沼 こと	
菅原 一晴	鈴木彌生子	高橋あかね	高橋由紀子	

高橋 豊	豊田 太郎	並木 健二	丹羽 宏之
沼子 千弥	林 英男	古庄 義明	森岡 和大
由井 宏治	吉田 達成		
支部幹事	伊藤 彰英	勝又 啓一	吉川ひとみ
中村 圭介	西島 喜明	半田友衣子	福原 学
南木 創	森田耕太郎		

②講習会・セミナー

- 1) 第 42 回分析化学基礎セミナー～現場技術者の分析技術の基礎習得へ向けて～を 6 月 21 日・22 日にオンライン形式で開催した（講演者 11 名，受講者 19 名）。
- 2) 第 43 回分析化学基礎セミナー～現場技術者の分析技術の基礎習得へ向けて～を 11 月 13 日・14 日にオンライン形式で開催した（講演者 11 名，受講者 12 名）。
- 3) 第 13 回分析化学の基本と安全セミナーを 1 月 30 日にオンライン形式で開催した（講演者 7 名，受講者 17 名）。

③講演会

- 1) ものづくり技術交流会 2023～分析に役立つ基礎技術～：第 83 回分析化学討論会の関連行事として 5 月 20 日に開催（参加者 101 名），また，第 72 年会の関連行事として 9 月 14 日に開催した（参加者 150 名）。それぞれ分析イノベーション交流会が主催，各討論会・年会実行委員会が共催となり，ハイブリッド形式（対面形式：展示交流会，対面・同時オンライン形式：講演会）にて行った。
- 2) 令和 5 年度関東支部若手交流会：東日本分析化学若手交流会：東北支部若手の会，関東支部若手の会主催，各支部共催により 6 月 23 日に東北大学環境科学研究科棟（青葉山新キャンパス）にて行った（参加者 67 名）。招待講演 2 件，学生依頼講演 3 件の他，ポスター発表 39 件が行われた。さらに，優秀ポスター賞の授賞式が行われた。
- 3) 第 16 回千葉県分析化学交流会：11 月 25 日に東邦大学習志野キャンパスにおいて，千葉県分析化学交流会主催，日本分析化学会関東支部，日本分析化学会液体クロマトグラフィ研究懇談会および日本分析化学会分析士会後援，ならびに 5 団体からの協賛にて開催された。招待講演 4 件，施設見学会および情報交換会が行われた。参加者は，一般 31 名，学生 96 名であった。
- 4) 新潟地区部会第 36 回研究発表会：関東支部・同新潟地区部会の主催により 11 月 2 日に開催し，参加者は対面 47 名，オンライン 3 名であった。支部長特別講演，一般講演 6 件，ポスター発表 11 件，さらに若手賞およびポスター賞の授賞式が行われた。
- 5) 第 17 回茨城地区分析技術交流会：12 月 1 日にザ・ヒロサワ・シティ会館（茨城県水戸市）にて開催した（参加者 111 名）。支部長講演に加え，2 件の依頼講演が行われ，途中，協賛企業の展示（13 社）とポスター発表 24 件（学生 14 件，一般 10 件）が行われた。学生 3 件，一般 1 件の優秀ポスター賞の表彰式を情報交換会にて行った。
- 6) 第 4 回群馬・栃木分析技術交流会：日本分析化学会関東支部と前橋工科大学学生体情報解析研究室の主催によりハイブリッド形式で 12 月 22 日に開催された。3 件の講演が行われ，対面，オンラインでの参加者数は，それぞれ 19 名，12 名であった。
- 7) 新世紀賞授賞式および講演会：1 月 12 日に日本電子大手町会議室とオンラインのハイブリッド形式で開催した（参加者数現地参加 22 名・オンライン 16 名）。新世紀賞受賞者は，南 豪君（東京大学），新世紀新人賞受賞者は，岡崎琢也君（東京都立大学）および板橋大輔君（日本製鉄㈱）である。
- 8) 令和 5 年度分析イノベーション交流会：分析イノベーション交流会の主催により 2 月 7 日・8 日に対面形式にて開催した（参加者数 180 名）。討論主題として「極微量分析」，「高機能材料・界面」を設定し，展示交流会ならびに講演会が行われた。

④助成

- 1) 分析イノベーションフォーラム助成：「生体膜デザインコンファレンス」代表者：東海林敦君（東京薬科大）および「その場診断に役立つ分析化学」Diagnostic Chemistry”フォーラム”代表者：渡辺日香里君（東京理科大学）につ

いて助成を継続した。いずれも助成期間は 2024 年 2 月 29 日まで。

【中部支部】

①役員の選任

支 部 長	江坂 幸宏				
次期支部長	倉光 英樹				
副支部長	小川 数馬	巽 広輔			
顧 問	板谷 芳京	上田 穰一	上田 一正		
太田 清久	北川 邦行	酒井 忠雄	佐々木与志実		
鈴木 正巳	田口 茂	柘植 新	津田 孝雄		
寺田喜久雄	永長 幸雄	中村 俊夫	野村 俊明		
早川 和一	原 稔	樋上 照男	平出 正孝		
舟橋 重信	三輪 智夫	山田 真吉	山寺 秀雄		
湯地 昭夫					
参 与	一ノ木 進	井村 久則	宇野 文二		
大谷 肇	小谷 明	竹内 豊英	田中 智一		
遠田 浩司	中田 隆二	波多 宣子	服部 敏明		
馬場 嘉信	藤本 忠蔵				
監 事	栗原 誠	長谷川 浩			
庶務幹事	山本 拓平	佐澤 和人			
会計幹事	水野 初	間中 淳			
常任幹事	石田 康行	甲斐 穂高	加賀谷重浩		
加藤 亮	倉光 英樹	後反 克典	柴田 信行		
高田 主岳	高橋 史樹	轟木堅一郎	西山 嘉男		
湯川 博	リムリーワ				
幹 事	青木賢一郎	飯國 良規	伊藤 雅章		
植松 宏平	黄 国宏	太田 一徳	奥山 修司		
香川 信之	勝又 英之	金子 聡	儀賀 義勝		
北出 和久	木全 良典	金 継業	倉光 英樹		
妹尾 健吾	高橋 透	立石 一希	袋布 昌幹		
手嶋 紀雄	永谷 広久	丹羽 敏之	丹羽 啓誌		
淵上 剛志	古川 真衣	松宮 弘明	御子柴正明		
三添 英明	吉田 一之	吉田 佳宏	四津 佳伸		
薬科 知之					

②講演会

- 1) 北陸地区講演会（石川地区）：7 月 7 日，北陸地区講演会（石川地区）：7 月 7 日，金沢大学自然科学系図書館一階大会議室で開催，講演 3 件を行った（参加者 67 名）。
- 2) 静岡地区講演会：1 月 31 日，静岡県立大学看護学部棟二階 13215 教室で開催，講演 3 件を行った（参加者 30 名）。
- 3) 愛知地区講演会：9 月 22 日，豊橋技術科学大学サテライトオフィスで開催，講演 3 件を行った（参加者 30 名）。

③講習会

- 1) 第 33 回基礎および最新の分析化学講習会：9 月 21 日・22 日，豊橋技術科学大学サテライトオフィスで開催，講義 6 件と見学会を行った（参加者 34 名）。

④セミナー

- 1) 「第 40 回分析化学中部夏期セミナー」：9 月 1 日・2 日，大垣市山村体験施設「奥養老」で開催，招待講演 1 件，中部分析化学奨励賞受賞講演 2 件，若手依頼講演 1 件，ポスター発表 37 件，企業新製品紹介講演 2 件を行った（参加者 72 名）。
- 2) 「分析中部・ゆめ 21」若手交流会・第 23 回高山フォーラム：11 月 17・18 日，高山市図書館「煥章館」およびお宿「山久」で開催，プレビュー講演，ポスター発表 46 件を行った（参加者 57 名）。

【近畿支部】

①役員の選任

支 部 長	山本 雅博				
副支部長	岩月 聡史	堀田 弘樹			
庶務幹事	森澤 勇介	岩月 聡史			
会計幹事	奥田 浩子	宇田 亮子			
参 与	荒川 隆一	池田 篤治	池田 昌彦		
大塚 利行	大塚 浩二	尾崎 幸洋	垣内 隆		
加納 健司	河合 潤	木原 壯林	木村 恵一		
木村 優	紀本 岳志	小島 次雄	佐伯 正夫		
澁谷 康彦	田中 稔	谷口 一雄	千熊 正彦		
寺部 茂	中原 武利	萩中 淳	藤田 芳一		
藤原 英明	松下 隆之	八尾 俊男	横井 邦彦		

渡辺 巖	渡會 仁				
常任幹事	大城 敬人	桑本 恵子	駒谷慎太郎		
椎木 弘	下条晃司郎	許 岩	高野祥太郎		
高原 晃里	壺井 基裕	鳥羽真由子	中島 陽一		
西 直哉	牧 秀志	山本佐知雄	吉田 裕美		
幹 事	青山 佳弘	浅川 大地	飯田 琢也		
石切山一彦	石濱 泰	磯尾賢太郎	伊藤 滋之		
猪鼻 祐介	上田 啓太	遠藤 達郎	岡本 行広		
小堤 和彦	小山 宗孝	糟野 潤	門 晋平		
金尾 英佑	川上奈津子	川崎 英也	川田 武史		
河原 直樹	川元 達彦	北隅 優希	北山 紗織		
木村 敦臣	久保 拓也	久保埜公二	倉内 奈美		
小池 亮	河野 七瀬	小島 順子	小林 典裕		
小林 宏資	坂本 英文	佐々木隆之	作花 哲夫		
下山 昌彦	白井 理	末吉 健志	杉原 崇康		
杉山 雅人	鈴江 崇彦	鈴木 哲	鈴木 雅登		
鈴木 哲仁	砂山 博文	諏訪 雅頼	瀬戸 康雄		
宗林 由樹	宋和 慶盛	高木 達也	高橋 弘樹		
武上 茂彦	竹田さほり	谷田 肇	千葉 光一		
茶山 健二	塚越 一彦	塚原 聡	塚本 効司		
辻 幸一	角井 伸次	坪井 泰之	天満 敬		
土井 光暢	床波 志保	豊田 岐聡	永井 秀典		
中口 譲	中澤 隆	中田 靖	中原 佳夫		
中村 稜雅	中山 茂吉	並川 敬	西尾 友志		
野田 達夫	萩森 政頼	橋田紳乃介	長谷川 健		
張野 宏也	東 昇	久本 秀明	平原 将也		
藤居 義和	藤嶽 暢英	藤森 啓一	藤原 学		
布施 泰朗	細矢 憲	堀山志朱代	本間 秀和		
前田 耕治	牧 輝弥	松本 明弘	丸尾 雅啓		
三木功次郎	三戸彩絵子	宮崎 哲男	宮道 隆		
向井 浩	村上 正裕	村松 康司	森内 隆代		
森田 成昭	八木 正浩	矢嶋 摂子	安井 裕之		
安川 智之	山垣 亮	山口 英一	山口 敬子		
山根 常幸	吉田 朋子	脇田 慎一	渡邊 誠也		

②講演会

- 1) 第 18 回近畿分析技術研究奨励賞表彰式・受賞講演会：3 月 10 日，対面とオンラインのハイブリッド開催，表彰・受賞講演 2 件を行った。
- 2) 第 1 回支部講演会：4 月 7 日，対面とオンラインのハイブリッド開催，講演 2 件を行った。
- 3) 第 2 回支部講演会：7 月 21 日，対面とオンラインのハイブリッド開催，講演 2 件を行った。
- 4) 第 3 回支部講演会：12 月 1 日，対面とオンラインのハイブリッド開催，講演 2 件を行った。

③講習会

- 1) ぶんせき講習会・基礎編その 1：5 月 12 日，大阪公立大学で開催，講義と講習を行った（受講者 35 名）。
- 2) ぶんせき講習会・基礎編その 2：6 月 16 日，堀場テクノサービスで開催，講義と実習を行った（受講者 21 名）。
- 3) ぶんせき講習会・実践編：10 月 6 日，リガクで開催，講義と実習を行った（受講者 18 名）。
- 4) ぶんせき講習会・発展編：11 月 24 日，オンライン開催，講義と講習を行った（受講者 35 名）。

④セミナー

- 1) 第 1 回提案公募型セミナー：9 月 22 日に大阪公立大学開催（参加者 25 名）。
- 2) 第 17 回近畿支部若手夏季セミナー「ぶんせき秘帖巻ノ拾七」：8 月 7 日から 8 日にかけてアイ・アイ・ランドで開催（参加者 62 名）。

⑤支部ニュース

ぶんきんニュース第 54 号および第 55 号を発行。

⑥支部創設 70 周年記念事業

支部創設 70 周年記念式典：6 月 24 日に大阪工業大学で開催（参加者 132 名）。

【中国四国支部】

①役員の選任

支 部 長	朝日 剛
次期支部長	高柳 俊夫
副支部長	名郷 洋信

支部参与	池田 早苗	伊藤 一明	今井 嘉彦	出口 俊雄	中島憲一郎	中村 博	肥後 盛秀
岩知道 正	奥村 稔	木ト 光夫	熊丸 尚宏	増田 義人	松本 清	山口 敏男	山口 政俊
善木 道雄	田頭 昭二	竹味 弘勝	中野 惠文	山田 淳	横山 拓史	吉村 和久	脇田 久伸
林 康久	平田 静子	廣川 健	藤原 照文	監 査	富安 卓滋	赤瀬信一郎	
北條 正司	真鍋 敬	宮田 晴夫	本仲 純子	庶務幹事	江藤真由美		
本水 昌二	森田 秀芳	山崎 恒博		会計幹事	鈴木 絢子		
支部監事	小園 修治	中山 雅晴		常任幹事	新垣 雄光	井倉 則之	大島 達也
庶務幹事	小崎 大輔	管原 庄吾	水口 仁志	岸川 直哉	栗崎 敏	高橋 幸奈	高椋 利幸
会計幹事	浅岡 聡			竹中 繁織	戸田 敬	浜瀬 健司	松尾 隆司
常任幹事	安達 健太	石坂 昌司	池内 研二	幹 事	信明		
泉 雅典	今井 昭二	上田 忠治	上田 真史	伊藤 圭亮	安藤 功	石岡 寿雄	石川 洋哉
金田 隆	紙谷 浩之	北出 哲朗	北山 宏三	王子田彰夫	井原 敏博	宇都宮 聡	梅木 辰也
座古 保	竹田 一彦	田所 大典	田中 秀治	恩田 健	大渡 啓介	大庭 義史	大平 慎一
谷本 典之	西 博行	原 哲也	平岡 章二	川島 正美	片山 佳樹	加藤 祐子	桃島 力
藤井 健太	藤田 勉	藤原 薫	森 勝伸	川畑 明	上畑桂太郎	亀川 尚登	川上 健次
盛田啓一郎	森本 稔	藪谷 智規	横山 崇	栗原 龍	神崎 亮	北村 裕介	木下 将和
吉村 友宏	和田 修治			財津 慎一	黒田 直敬	呉 行正	児玉谷 仁
支部幹事	浅野 比	井上 裕文	片岡 洋行	佐藤 正雄	笹木 圭子	佐藤しのぶ	佐藤 博
苅部 甚一	川村 邦男	小松原恒生	島崎 洋次	塩路 幸生	佐藤 好美	白土 英樹	澤津橋徹哉
竹内 政樹	竹永 史典	武安 伸幸	谷村 俊史	宗 伸明	清水 陽一	高橋 政孝	末田 慎二
寺川 敦哉	永阪 文惣	西本 潤	西脇 芳典	田中 充	高橋 浩司	高橋 政孝	竹原 公
樋口 浩一	藤原 勇	瀧脇 雄介	松原 弘樹	鳥羽 陽	手嶋 康介	天日 美薫	富永 昌人
門木 秀幸	山下 浩	山本 剛	山本 孝	中野 幸二	中島 常憲	中園 学	中武 貞文
吉岡 徹	和田 光弘			西田 正志	能登 均	中山 研一	新留 康郎

②研究発表会

1) 2023 年日本化学会中国四国支部大会：11 月 11 日・12 日，山口大学常盤キャンパス（共催）。

③講演会

1) 中国四国支部分析化学講演会：3 月 11 日，ピュアリティまきび，講演 2 件を行った。

2) 岡山地区講演会（岡山地区分析技術懇談会と共催）：2023 年度は開催せず。

3) 広島地区講演会（広島地区分析技術研究会と共催）：2023 年度は開催せず。

4) 山口地区講演会：2023 年度は開催せず。

宇部・山陽小野田地区講演会（宇部地区分析技術研究会と共催）：2 月 7 日，山口大学工学部（常葉キャンパス）で講演 3 件を行った。

5) 愛媛地区講演会（第 10 回先端ナノ・バイオ分析セミナー）：2 月 22 日，愛媛大学理学部講義棟 S24 で，Prof. Mikael Lindgren（ノルウェー科学技術大学（NTNU））講演会を行った（参加者 12 名）。

6) 徳島地区講演会（徳島化学工学懇話会と共催）：1 月 16 日，徳島大学薬学部で大学院生研究発表 3 件と特別講演 1 件を行った（参加者 37 名）。

7) 鳥取地区講演会（鳥取総合分析研究懇談会と共催）：12 月 1 日，鳥取環境大学まちなかキャンパス，講演 3 件を行った。

8) 島根地区講演会（島根環境分析化学・陸水化学懇話会と共催）：2023 年度は開催せず。

9) 高知地区講演会（高知地区分析技術懇談会と共催）：2023 年度は開催せず。

10) 外国人学者講演会：10 月 31 日，徳島大学常三島キャンパスでProf. Suherman(Universitas Gadjah Mada, Indonesia)講演会を行った（参加者 33 名）。

④セミナー

1) 第 29 回中国四国支部分析化学若手セミナー：6 月 24 日，山口大学常盤キャンパスにて対面とオンラインのハイブリッド開催，特別講演 2 件，若手・一般講演 18 件を行った（現地参加者 57 名，オンライン参加者 45 名）。

【九州支部】

①役員の選任

支 部 長	井上 高教			
次期支部長	加地 範匡			
副支部長	稲田 幹	浅田 泰		
参 与	石黒 慎一	今坂藤太郎	今任 稔彦	
岩崎 正武	鎌田 薩男	河済 博文	喜納 兼勇	
黒木 広明	合屋周次郎	財津 潔	下田 満哉	
城 昭典	高館 明	谷口 功	田端 正明	

②研究発表会

1) 第 60 回化学関連支部合同九州大会（共催）：7 月 1 日，北九州国際会議場で開催。優秀ポスター発表 5 件を「九州分析化学ポスター賞」として選出。

③講演会・セミナー

1) 第 36 回若手研究講演会および第 41 回夏季セミナー（主催）：7 月 28 日・29 日，対面形式で開催（参加登録者：23 団体 96 名）。

2) 九州支部講演会・見学会（主催）：11 月 10 日，九州支部講演会を住化分析センター・大分ラボラトリーで開催。

④講習会

1) 第 61 回分析化学講習会（主催）：8 月 1 日：福岡市産学連携交流センター，8 月 8 日・9 日：九州大学伊都キャンパス，8 月 8 日・9 日：九州大学馬出キャンパス，8 月 22 日：福岡大学理学部で開催。

⑤支部ニュース

支部ニュース第 48 号（9 月）および第 49 号（3 月・予定）を発行。

令和5年度会計報告

貸借対照表

(令和6年2月29日現在)

(単位:円)

科 目	当 年 度	前 年 度	増 減
I 資産の部			
1. 流動資産			
現金預金	123,034,685	122,945,646	89,039
売掛金	1,367,520	1,973,620	△ 606,100
未収金	2,450,195	3,155,075	△ 704,880
棚卸資産	29,928,680	30,085,215	△ 156,535
貯蔵品	84,566	89,071	△ 4,505
一年以内回収予定長期貸付金	199,920	199,920	0
前払金	2,493,410	3,211,047	△ 717,637
仮払金	432,400	384,367	48,033
流動資産合計	159,991,376	162,043,961	△ 2,052,585
2. 固定資産			
(1) 基本財産			
定期預金	10,000,000	10,000,000	0
基本財産合計	10,000,000	10,000,000	0
(2) 特定資産			
退職給付引当資産	22,854,892	20,767,023	2,087,869
標準物質開発基金	2,060,473	2,060,453	20
国際交流事業基金	30,300,603	30,300,301	302
分析化学研究奨励基金	17,876,852	20,100,166	△ 2,223,314
預り保証金引当預金	5,000,000	5,000,000	0
支部研究懇談会特定預金	45,509,078	46,209,445	△ 700,367
特定資産合計	123,601,898	124,437,388	△ 835,490
(3) その他固定資産			
建物	8,159,654	8,544,141	△ 384,487
器具備品	223,133	28,334	194,799
土地	30,607,799	30,607,799	0
ソフトウェア	140,490	381,330	△ 240,840
電話加入権	28,000	28,000	0
敷金	100,000	100,000	0
長期貸付金	728,280	928,200	△ 199,920
その他固定資産合計	39,987,356	40,617,804	△ 630,448
固定資産合計	173,589,254	175,055,192	△ 1,465,938
資産合計	333,580,630	337,099,153	△ 3,518,523

貸 借 対 照 表

(令和6年2月29日現在)

(単位:円)

科 目	当 年 度	前 年 度	増 減
Ⅱ 負債の部			
1. 流動負債			
未払金	3,337,749	3,677,724	△ 339,975
前受会費	25,115,600	25,738,750	△ 623,150
前受購読料	1,228,200	1,906,500	△ 678,300
前受金	622,000	879,000	△ 257,000
預り金	487,492	593,594	△ 106,102
仮受金	49,250	84,650	△ 35,400
賞与引当金	2,104,866	2,029,997	74,869
未払消費税等	1,807,300	2,344,300	△ 537,000
流動負債合計	34,752,457	37,254,515	△ 2,502,058
2. 固定負債			
退職給付引当金	49,107,334	47,019,671	2,087,663
預り保証金	5,000,000	5,000,000	0
固定負債合計	54,107,334	52,019,671	2,087,663
負債合計	88,859,791	89,274,186	△ 414,395
Ⅲ 正味財産の部			
1. 指定正味財産			
補助金	0	853,299	△ 853,299
指定正味財産合計	0	853,299	△ 853,299
(うち基本財産への充当額)	0	0	0
(うち特定資産への充当額)	0	0	0
2. 一般正味財産	244,720,839	246,971,668	△ 2,250,829
(うち基本財産への充当額)	0	0	0
(うち特定資産への充当額)	0	0	0
正味財産合計	244,720,839	247,824,967	△ 3,104,128
負債及び正味財産合計	333,580,630	337,099,153	△ 3,518,523

正味財産増減計算書

(令和5年3月1日～令和6年2月29日)

(単位：円)

科 目	当 年 度	前 年 度	増 減
I 一般正味財産増減の部			
1. 経常増減の部			
(1) 経常収益			
基本財産運用益	200	100	100
基本財産運用益	200	100	100
特定資産運用益	1,665	891	774
退職給付引当資産運用益	206	163	43
標準物質開発基金運用益	20	45	△ 25
国際交流事業基金運用益	302	301	1
分析化学研究奨励基金運用益	417	166	251
支部研究懇談会特定預金運用益	720	216	504
受取入会金	149,000	168,000	△ 19,000
受取会費	70,414,460	70,150,111	264,349
正会員会費	24,291,000	24,865,000	△ 574,000
学生会員会費	1,865,250	1,782,000	83,250
維持会員会費	14,586,600	14,523,600	63,000
特別会員会費	14,850,000	14,550,000	300,000
公益会員会費	8,147,600	7,848,000	299,600
支部研究懇談会会費	6,669,510	6,581,511	87,999
教育会員会費	4,500	0	4,500
事業収益	97,176,292	90,390,132	6,786,160
購読料収入	4,387,270	3,718,961	668,309
年会収入	16,610,100	15,067,465	1,542,635
討論会収入	16,580,400	13,050,600	3,529,800
講演会収入	9,233,324	3,786,800	5,446,524
講習会収入	9,355,720	5,637,885	3,717,835
研究懇談会収入	332,500	406,000	△ 73,500
技能試験収入	3,229,380	4,922,500	△ 1,693,120
分析士事業収入	1,721,800	1,721,780	20
印税収入	506,267	505,868	399
教育ビデオ・DVD 頒布収入	525,800	174,350	351,450
標準物質頒布収入	15,205,740	18,891,290	△ 3,685,550
広告料収入	13,469,170	15,778,285	△ 2,309,115
別刷頒布収入	4,993,494	5,965,188	△ 971,694
複写権使用料収入	1,025,327	763,160	262,167
受取補助金等	2,688,299	5,730,395	△ 3,042,096
受取国庫補助金	853,299	2,035,205	△ 1,181,906
受取民間補助金	1,785,000	3,695,190	△ 1,910,190
受取自治体補助金	50,000	0	50,000
受取寄附金	0	0	0
受取寄附金	0	0	0
雑収益	1,039,900	317,817	722,083
受取利息	27,056	32,245	△ 5,189
雑収益	1,012,844	285,572	727,272
経常収益計	171,469,816	166,757,446	4,712,370
(2) 経常費用			
事業費	138,963,591	126,024,121	12,939,470
給料手当	18,705,521	18,152,895	552,626
臨時雇賃金	11,090,265	9,698,675	1,391,590
退職給付費用	1,306,877	1,389,429	△ 82,552
法定福利費	3,387,207	3,307,125	80,082
会議費	16,798,883	7,486,578	9,312,305
旅費交通費	7,158,898	5,117,520	2,041,378
通信運搬費	1,287,221	1,631,567	△ 344,346
減価償却費	819,379	647,613	171,766
修繕費	1,338,797	1,116,720	222,077

正味財産増減計算書

(令和5年3月1日～令和6年2月29日)

(単位：円)

科 目	当 年 度	前 年 度	増 減
消耗品費	950,549	1,097,669	△ 147,120
印刷製本費	17,330,614	16,205,966	1,124,648
光熱水料費	189,813	239,389	△ 49,576
賃借料	12,551,236	9,529,083	3,022,153
支払リース料	146,910	3,377	143,533
保険料	7,915	3,870	4,045
諸謝金	6,258,176	4,331,938	1,926,238
租税公課	3,743,400	3,875,800	△ 132,400
支払負担金	366,325	345,473	20,852
支払助成金	510,000	700,000	△ 190,000
委託費	32,304,363	38,544,211	△ 6,239,848
表彰費	1,908,391	2,307,420	△ 399,029
雑費	802,851	291,803	511,048
管理費	34,757,054	31,927,958	2,829,096
給料手当	13,802,728	13,187,037	615,691
臨時雇賃金	1,858,113	1,096,370	761,743
退職給付費用	780,786	830,109	△ 49,323
法定福利費	2,934,805	2,455,138	479,667
福利厚生費	310,000	0	310,000
会議費	0	29,600	△ 29,600
旅費交通費	495,774	308,633	187,141
通信運搬費	690,102	672,293	17,809
減価償却費	23,069	24,156	△ 1,087
修繕費	334,699	279,180	55,519
消耗品費	329,511	447,393	△ 117,882
印刷製本費	0	0	0
光熱水料費	54,535	68,295	△ 13,760
賃借料	618,090	489,665	128,425
支払リース料	4,419,800	4,103,440	316,360
租税公課	6,850	3,800	3,050
支払負担金	1,126,461	1,096,488	29,973
委託費	6,662,431	6,694,170	△ 31,739
雑費	309,300	142,191	167,109
経常費用計	173,720,645	157,952,079	15,768,566
評価損益等調整前当期経常増減額	△ 2,250,829	8,805,367	△ 11,056,196
評価損益等計	0	0	0
当期経常増減額	△ 2,250,829	8,805,367	△ 11,056,196
2. 経常外増減の部			
(1) 経常外収益			
固定資産売却益	0	0	0
経常外収益計	0	0	0
(2) 経常外費用			
経常外費用計	0	0	0
当期経常外増減額	0	0	0
当期一般正味財産増減額	△ 2,250,829	8,805,367	△ 11,056,196
一般正味財産期首残高	246,971,668	238,166,301	8,805,367
一般正味財産期末残高	244,720,839	246,971,668	△ 2,250,829
Ⅱ 指定正味財産増減の部			
受取補助金等	0	0	0
受取補助金	0	0	0
一般正味財産への振替額	△ 853,299	△ 2,035,205	1,181,906
当期指定正味財産増減額	△ 853,299	△ 2,035,205	1,181,906
指定正味財産期首残高	853,299	2,888,504	△ 2,035,205
指定正味財産期末残高	0	853,299	△ 853,299
Ⅲ 正味財産期末残高	244,720,839	247,824,967	△ 3,104,128

正味財産増減計算書内訳表

(令和5年3月1日～令和6年2月29日)

(単位：円)

科 目	公益目的事業会計	法人会計	内部取引消去	合 計
I 一般正味財産増減の部				
1. 経常増減の部				
(1) 経常収益				
基本財産運用益	0	200	0	200
基本財産運用益	0	200	0	200
特定資産運用益	1,439	226	0	1,665
退職給付引当資産運用益	0	206	0	206
標準物質開発基金運用益	0	20	0	20
国際交流事業基金運用益	302	0	0	302
分析化学研究奨励基金運用益	417	0	0	417
支部研究懇談会特定預金運用益	720	0	0	720
受取入会金	0	149,000	0	149,000
受取会費	54,478,223	15,936,237	0	70,414,460
正会員会費	18,218,250	6,072,750	0	24,291,000
学生会員会費	1,398,938	466,312	0	1,865,250
維持会員会費	10,939,950	3,646,650	0	14,586,600
特別会員会費	11,137,500	3,712,500	0	14,850,000
公益会員会費	6,110,700	2,036,900	0	8,147,600
支部研究懇談会会費	6,669,510	0	0	6,669,510
教育会員会費	3,375	1,125	0	4,500
事業収益	77,741,036	19,435,256	0	97,176,292
購読料収入	3,509,816	877,454	0	4,387,270
年会収入	13,288,080	3,322,020	0	16,610,100
討論会収入	13,264,320	3,316,080	0	16,580,400
講演会収入	7,386,660	1,846,664	0	9,233,324
講習会収入	7,484,576	1,871,144	0	9,355,720
研究懇談会収入	266,000	66,500	0	332,500
技能試験収入	2,583,504	645,876	0	3,229,380
分析士事業収入	1,377,440	344,360	0	1,721,800
印税収入	405,014	101,253	0	506,267
教育ビデオ・DVD 頒布収入	420,640	105,160	0	525,800
標準物質頒布収入	12,164,592	3,041,148	0	15,205,740
広告料収入	10,775,336	2,693,834	0	13,469,170
別刷頒布収入	3,994,796	998,698	0	4,993,494
複写権使用料収入	820,262	205,065	0	1,025,327
受取補助金等	2,688,299	0	0	2,688,299
受取国庫補助金	853,299	0	0	853,299
受取民間補助金	1,785,000	0	0	1,785,000
受取自治体補助金	50,000	0	0	50,000
受取寄附金	0	0	0	0
受取寄附金	0	0	0	0
雑収益	1,013,776	26,124	0	1,039,900
受取利息	932	26,124	0	27,056
雑収益	1,012,844	0	0	1,012,844
経常収益計	135,922,773	35,547,043	0	171,469,816
(2) 経常費用				
事業費	138,963,591	0	0	138,963,591
給料手当	18,705,521	0	0	18,705,521
臨時雇賃金	11,090,265	0	0	11,090,265
退職給付費用	1,306,877	0	0	1,306,877
法定福利費	3,387,207	0	0	3,387,207
会議費	16,798,883	0	0	16,798,883
旅費交通費	7,158,898	0	0	7,158,898
通信運搬費	1,287,221	0	0	1,287,221
減価償却費	819,379	0	0	819,379
修繕費	1,338,797	0	0	1,338,797

正味財産増減計算書内訳表

(令和5年3月1日～令和6年2月29日)

(単位：円)

科 目	公益目的事業会計	法人会計	内部取引消去	合 計
消耗品費	950,549	0	0	950,549
印刷製本費	17,330,614	0	0	17,330,614
光熱水料費	189,813	0	0	189,813
賃借料	12,551,236	0	0	12,551,236
支払リース料	146,910	0	0	146,910
保険料	7,915	0	0	7,915
諸謝金	6,258,176	0	0	6,258,176
租税公課	3,743,400	0	0	3,743,400
支払負担金	366,325	0	0	366,325
支払助成金	510,000	0	0	510,000
委託費	32,304,363	0	0	32,304,363
表彰費	1,908,391	0	0	1,908,391
雑費	802,851	0	0	802,851
管理費	0	34,757,054	0	34,757,054
給料手当	0	13,802,728	0	13,802,728
臨時雇賃金	0	1,858,113	0	1,858,113
退職給付費用	0	780,786	0	780,786
法定福利費	0	2,934,805	0	2,934,805
福利厚生費	0	310,000	0	310,000
会議費	0	0	0	0
旅費交通費	0	495,774	0	495,774
通信運搬費	0	690,102	0	690,102
減価償却費	0	23,069	0	23,069
修繕費	0	334,699	0	334,699
消耗品費	0	329,511	0	329,511
印刷製本費	0	0	0	0
光熱水料費	0	54,535	0	54,535
賃借料	0	618,090	0	618,090
支払リース料	0	4,419,800	0	4,419,800
租税公課	0	6,850	0	6,850
支払負担金	0	1,126,461	0	1,126,461
委託費	0	6,662,431	0	6,662,431
雑費	0	309,300	0	309,300
経常費用計	138,963,591	34,757,054	0	173,720,645
評価損益等調整前当期経常増減額	△ 3,040,818	789,989	0	△ 2,250,829
評価損益等計	0	0	0	0
当期経常増減額	△ 3,040,818	789,989	0	△ 2,250,829
2. 経常外増減の部				
(1) 経常外収益				
固定資産売却益	0	0	0	0
経常外収益計	0	0	0	0
(2) 経常外費用				
経常外費用計	0	0	0	0
当期経常外増減額	0	0	0	0
他会計振替額	0	0		0
当期一般正味財産増減額	△ 3,040,818	789,989	0	△ 2,250,829
一般正味財産期首残高	144,247,666	102,724,002	0	246,971,668
一般正味財産期末残高	141,206,848	103,513,991	0	244,720,839
II 指定正味財産増減の部				0
当期指定正味財産増減額	0	0	0	0
指定正味財産期首残高	853,299	0	0	853,299
指定正味財産期末残高	0	0	0	0
III 正味財産期末残高	141,206,848	103,513,991	0	244,720,839

財務諸表に対する注記

1. 重要な会計方針

「公益法人会計基準」

(平成 20 年 4 月 11 日(平成 21 年 10 月 16 日改正)内閣府公益認定等委員会)を採用している。

(1) 満期保有目的有価証券の評価基準及び評価方法

償却原価法を採用している。

(2) 棚卸資産の評価基準及び評価方法

先入先出法による原価法を採用している。

(3) 固定資産の減価償却の方法

有形固定資産

建物…定額法を採用している。

(ただし、平成 10 年 3 月以前に取得した建物については定率法を採用している。)

器具備品…定率法を採用している。

無形固定資産

ソフトウェア…定額法を採用している。

(4) 引当金の計上基準

賞与引当金…職員に対する賞与の支給に備えるため、支給見込額のうち当期の負担に帰属する金額を計上している。

退職給付引当金…職員の退職給与の支給に備えるため、退職金支給規程に基づき期末自己都合要支給額に相当する金額を計上している。

(5) 消費税等の会計処理

消費税等の会計処理は税込方式によっている。

2. 基本財産及び特定資産の増減額及びその残高

基本財産及び特定資産の増減額及びその残高は、次のとおりである。

(単位：円)

科 目	前期末残高	当期増加額	当期減少額	当期末残高
基 本 財 産				
定期預金	10,000,000	0	0	10,000,000
小 計	10,000,000	0	0	10,000,000
特 定 資 産				
退職給付引当資産	20,767,023	2,087,869	0	22,854,892
標準物質開発基金	2,060,453	20	0	2,060,473
国際交流事業基金	30,300,301	302	0	30,300,603
分析化学研究奨励基金	20,100,166	400	2,223,714	17,876,852
預り保証金引当預金	5,000,000	0	0	5,000,000
支部研究懇談会特定預金	46,209,445	753	701,120	45,509,078
小 計	124,437,388	2,089,344	2,924,834	123,601,898
合 計	134,437,388	2,089,344	2,924,834	133,601,898

財務諸表に対する注記

3. 基本財産及び特定資産の財源等の内訳
基本財産及び特定資産の財源等の内訳は、次のとおりである。

(単位：円)

科 目	当期末残高	(うち指定正味財産 からの充当額)	(うち一般正味財産 からの充当額)	(うち負債に 対応する額)
基 本 財 産				
定期預金	10,000,000	-	(10,000,000)	-
小 計	10,000,000	-	(10,000,000)	-
特 定 資 産				
退職給付引当資産	22,854,892	-	-	(22,854,892)
標準物質開発基金	2,060,473	-	(2,060,473)	-
国際交流事業基金	30,300,603	-	(30,300,603)	-
分析化学研究奨励基金	17,876,852	-	(17,876,852)	-
預り保証金引当預金	5,000,000	-	-	(5,000,000)
支部研究懇談会特定預金	45,509,078	-	(45,509,078)	-
小 計	123,601,898	-	(95,747,006)	(27,854,892)
合 計	133,601,898	-	(105,747,006)	(27,854,892)

4. 固定資産の取得価額、減価償却累計額及び当期末残高
固定資産の取得価額、減価償却累計額及び当期末残高は、次のとおりである。

(単位：円)

科 目	取 得 価 額	減価償却累計額	当期末残高
建物	57,522,500	49,362,846	8,159,654
器具備品	6,008,905	5,785,772	223,133
ソフトウェア	1,204,200	1,063,710	140,490
合 計	64,735,605	56,212,328	8,523,277

5. 満期保有目的の債券の内訳並びに帳簿価額、時価及び評価損益
該当事項はありません。

6. 補助金等の内訳並びに交付者、当期の増減額及び残高
補助金等の内訳並びに交付者、当期の増減額及び残高は、次のとおりである。

(単位：円)

補助金等の名称	交 付 者	前期末残高	当期増加額	当期減少額	当期末残高	貸借対照表上の記載区分
国庫補助金	日本学術振興会	853,299	0	853,299	0	指定正味財産
自治体補助金	高山市	0	50,000	50,000	0	-
民間補助金	大塚電子等	0	1,785,000	1,785,000	0	-
合 計		853,299	1,835,000	2,688,299	0	

7. 指定正味財産から一般正味財産への振替額の内訳
指定正味財産から一般正味財産への振替額の内訳は以下の通りです。

内 容	金 額
経常収益への振替額	
受取国庫補助金計上による振替額	853,299
合 計	853,299

付 属 明 細 書

1. 基本財産及び特定資産の明細
財務諸表に対する注記3「基本財産及び特定資産の増減額及びその残高」に記載をしているため、内容の記載を省略する。

2. 引当金の明細

(単位：円)

科 目	期首残高	当期増加額	当期減少額		期末残高
			目的使用	そ の 他	
賞与引当金	2,029,997	2,104,866	2,029,997	0	2,104,866
退職給付引当金	47,019,671	2,087,663	0	0	49,107,334

財 産 目 録

令和 6 年 2 月 29 日現在

(単位：円)

貸借対照表科目	場所・物量等	使用目的等	金 額
(流動資産)			
現金	手元保管	運転資金として(本部現金 141, 951 円)	1,096,409
預金	預金合計		121,938,276
	普通預金		27,244,255
	三井住友銀行五反田支店	本部	18,754,537
	三井住友銀行五反田支店	本部講習会口	793,033
	三井住友銀行新宿通支店	本部	1,856,054
	三井住友銀行五反田支店	本部分析士口	204,379
	みずほ銀行五反田支店	本部	2,204,180
	三井住友信託銀行芝営業部	本部	172,092
	鹿児島銀行みずほ通支店	若手交流会	104,940
	GMO あおぞらネット銀行	第 73 年会	1,934,100
	法人第二営業部		
	三井住友銀行京都支店	第 84 回討論会実行委員会	1,220,940
	支部/普通預金		38,850,841
	北洋銀行本店営業部	北海道支部	3,040,434
	七十七銀行大学病院前支店	東北支部	6,671,891
	みずほ銀行五反田支店	関東支部	5,309,654
	みずほ銀行名古屋支店	中部支部	7,047,668
	三井住友銀行名古屋支店	中部支部	220,402
	りそな銀行御堂筋支店	近畿支部	4,805,512
	りそな銀行御堂筋支店	近畿支部近畿分析技術研究懇話会	3,259,161
	広島銀行西条支店	中国四国支部	8,496,119
	研究懇談会/普通預金		34,497,637
	みずほ銀行南大沢支店	環境分析研究懇談会	534,863
	武蔵野銀行みずほ台支店	有機微量分析研究懇談会	4,144,632
	りそな銀行五反田支店	ガスクロマトグラフィー研究懇談会	1,043,140
	りそな銀行五反田支店	高分子分析研究懇談会	12,409,915
	りそな銀行五反田支店	高分子分析討論会	4,700,568
	七十七銀行本店営業部	分析試薬研究懇談会	541,442
	りそな銀行五反田支店	液体クロマトグラフィー研究懇談会	1,703,037
	りそな銀行五反田支店	液体クロマトグラフィー研究懇談会	3,411,325
	十六銀行黒野支店	電気泳動分析研究懇談会	714,415
	荘内銀行宝田支店	電気泳動分析研究懇談会	274,034
	四国銀行朝倉支店	イオンクロマトグラフィー研究懇談会	2,124,746
	三菱 UFJ 銀行藤ヶ丘支店	フローインジェクション分析研究懇談会	1,830,824
	三菱 UFJ 銀行平塚支店	熱分析研究懇談会	510,566
	足利銀行宇都宮東支店	化学分析技能研究懇談会	124,124
	京都銀行下鴨支店	電気分析化学研究懇談会	65,635
	みずほ銀行渋谷中央支店	バイオ分析研究懇談会	84,984
	三菱 UFJ 銀行上野支店	スクリーニング分析研究懇談会	279,387
	ゆうちょ銀行(通常貯金)		14,270,796
		近畿支部	2,003,913
		九州支部	8,320,095
		溶液反応化学研究懇談会	54,353
		有機微量分析研究懇談会	2,373,616
		X 線分析研究懇談会	1,027,773
		化学センサー研究懇談会	95,057
		イオンクロマトグラフィー研究懇談会	197,388
		ナノ・マイクロ化学分析研究懇談会	198,601
	ゆうちょ銀行(振替口座)	運営資金として	5,268,679
		本部	1,096,383
		環境分析研究懇談会	652,387
		有機微量分析研究懇談会	12,626
		X 線分析研究懇談会	815,845
		フローインジェクション分析研究懇談会	546,007
		表示・起源分析技術研究懇談会	2,145,431
定期預金			1,806,068
	りそな銀行御堂筋支店	近畿支部	506,068
	広島銀行西条支店	中国四国支部	1,300,000
売掛金	標準物質, 教育 DVD	公益目的事業での販売商品に対する未収額	1,367,520
未収入金	広告料, 雑誌	公益目的事業で発行している雑誌の別刷印刷	2,450,195
前払金	討論会・年会実行委員会他		2,493,410
討論会		第 84 回討論会	779,060
年会		第 73 年会	65,900
その他		業者委託費	1,648,450

財 産 目 録

(令和 6 年 2 月 29 日現在)

(単位：円)

貸借対照表科目		場所・物量等	使用目的等	金 額
	棚卸資産	会誌/標準物質/教育DVD/分析士解説書	公益目的事業で販売している商品	29,928,680
	標準物質			24,731,897
	DVD			1,814,400
	分析士解説書			3,348,846
	その他			33,537
	貯蔵品	切手, 印紙, はがき等	公益目的事業及び法人の管理業務で使用	84,566
	一年以内回収長期貸付金	職員住宅購入資金貸付	長期貸付金の一年以内回収予定額	199,920
仮払金				432,400
労働保険料			労働保険料未精算分	432,400
流動資産合計				159,991,376
(固定資産)				
基本財産				
特定資産	定期預金	三井住友信託銀行芝営業部	運用益を管理費の財源として使用	10,000,000
				10,000,000
	退職給付引当資産		職員の退職金の支払いのために使用	22,854,892
	普通預金	みずほ銀行五反田支店	支払の財源として使用	22,854,892
	標準物質開発基金		標準物質開発事業の積立資産であり、運用益を本事業の財源として使用	2,060,473
	普通預金	三井住友銀行五反田支店		2,060,473
	預り保証金引当預金			5,000,000
	定期預金	三井住友信託銀行芝営業部	会誌広告で(株)明報社から受け入れた預金であり、運用益を本事業の財源として使用	5,000,000
	国際交流事業基金		公益目的保有財産であり、運用益を国際交流事業の財源として使用	30,300,603
	普通預金	三井住友銀行五反田支店		30,300,603
その他	分析化学研究奨励基金		公益目的保有財産であり、運用益を研究の奨励及び研究業績の表彰事業の財源として使用	17,876,852
	定期預金	三井住友信託銀行芝営業部		17,876,852
	支部研究懇談会特定預金		各支部研究懇談会の積立資産であり、運用益を本事業の財源として使用	45,509,078
	普通預金	七十七銀行大学病院前支店	東北支部企画基金	1,497,484
		七十七銀行大学病院前支店	東北支部活性化基金	3,018,853
		みずほ銀行名古屋支店	中部支部	1,189,729
		りそな銀行御堂筋支店	近畿支部	2,001,252
		四国銀行朝倉支店	イオンクロマトグラフィー研究懇談会	1,622,769
		三菱UFJ銀行藤ヶ丘支店	フローインジェクション分析研究懇談会国際会議	3,430,128
		三菱UFJ銀行藤ヶ丘支店	フローインジェクション分析研究懇談会技術論文	338,666
その他	定期預金	みずほ銀行五反田支店	関東支部	11,660,635
		りそな銀行五反田支店	高分子研究懇談会	13,023,826
		ゆうちょ銀行	X線分析研究懇談会	3,326,056
		りそな銀行五反田支店	液体クロマトグラフィー研究懇談会	4,399,680
	建物	220.4㎡		8,159,654
		東京都品川区西五反田		
	器具備品	東京都品川区西五反田	主たる事務所で保有し、公益目的事業及び法人の管理業務で使用	223,133
	土地	30.22㎡	主たる事務所 公益目的事業及び法人の管理業務で使用している	30,607,799
		東京都品川区西五反田		
	電話加入権	3490-3351 他 6 本	公益目的事業及び法人の管理業務で使用	28,000
その他	ソフトウェア	論文投稿管理システム	公益目的事業で使用している	140,490
	敷金	近畿支部	入居している大阪科学センターに対する敷金	100,000
	長期貸付金	職員住宅購入資金貸付		728,280
固定資産合計				173,589,254
資産合計				333,580,630
(流動負債)				
	未払金	いであ他	標準物質管理業務に対する未払額など	3,337,749
	前受会費	翌年度の会費の前受額	会員からの翌年度分の会費の前受額	25,115,600
	前受金	高分子分析研究懇談会他	翌年度実施技術講習会の前受額	622,000
	前受購読料	翌年度購読料の前受額	公益目的事業で発行する雑誌購読料の前受額	1,228,200
	預り金	所得税 社会保険料等		487,492
	健康保険料			137,805
	厚生年金保険料			246,135
	源泉所得税			-26,548
	住民税			130,100
	仮受金			49,250
	賞与引当金	職員 4 名の夏期賞与	職員 4 名の夏期賞与の支払いに備えたもの	2,104,866

財 産 目 録

(令和 6 年 2 月 29 日現在)

(単位：円)

貸借対照表科目		場所・物量等	使用目的等	金 額
	未払消費税等			1,807,300
流動負債合計				34,752,457
(固定負債)	退職給付引当金	職員 4 名の退職金	職員 4 名の退職金の支払いに備えたもの	49,107,334
	預り保証金	(株)明報社	会誌広告に関して受け入れたもの	5,000,000
固定負債合計				54,107,334
負 債 合 計				88,859,791
正 味 財 産				244,720,839

監 事 監 査 報 告 書

公益社団法人日本分析化学会

会長 山本 博之 殿

令和 6 年 3 月 28 日

公益社団法人日本分析化学会

監事 田中 俊逸 

監事 宮野 博 

私たち監事は、公益社団法人日本分析化学会の令和 5 年 3 月 1 日から令和 6 年 2 月 29 日までの令和 5 年度の監査を日本分析化学会監事監査規程に基づき実施しましたので、次のとおり報告いたします。

1. 監査の方法及びその内容

各監事は、日本分析化学会監事監査規程第 7 条に定める監査事項について、理事会その他重要な会議に出席し、理事及び使用人から業務の執行状況について報告を受け、必要に応じて説明を求め、業務及び財産の状況を調査いたしました。

また、令和 5 年度事業報告を受領し、さらに、計算書類（貸借対照表、貸借対照表内訳表、正味財産増減計算書、正味財産増減計算書内訳表、財務諸表に対する注記）及び付属明細書並びに財産目録を受領し、これらの書類について監査しました。

2. 監査結果

- 一、事業報告は、法令及び定款に従い、当公益社団法人の状況を正しく示していると認めます。
- 二、理事の職務の執行に関する不正の行為又は法令若しくは定款に違反する重大な事実はありません。
- 三、計算書類及び付属明細書並びに財産目録は、当公益社団法人の財産及び損益の状況をすべての重要な点において適正に表示しているものと認めます。
- 四、引き続き財政状況を注視するとともに、綿密な会員管理と会員（個人・団体）の減少を抑制する対策に引き続き実行することを望みたい。

以上

2024 年度（令和 6 年度）事業計画書

（令和 6 年 3 月 1 日～令和 7 年 2 月 28 日）

1. 定時総会の開催（定款第 17 条）

第 13 回定時総会を下記のとおり行う。

日時 令和 6 年 4 月 26 日（金）14 時より

場所 Web 会議

参加予定者数 114 人。

2. 会誌、研究報告および資料の刊行（定款第 5 条（1））

①学会誌「ぶんせき」を下記のとおり発行する。

2024 年第 3 号～2025 年第 2 号 毎月 1 回、5 日に発行（各号 A4 判、100 ページ）。電子版発行（すべての団体会員と個人会員の希望者には冊子体発行）

②和文論文誌「分析化学」を下記のとおり発行する。

第 73 巻第 3 号～第 12 号を 7 回、および第 74 巻第 1 号と 2 号の合併号を 2025 年 1 月に、それぞれ 5 日に発行（各号 A4 判、90 ページ）発行部数 1,800

③英文論文誌「Analytical Sciences」を Springer Nature 社から下記のとおり発行する。

Vol. 40 No. 3～Vol. 41 No. 2 を毎月 1 回発行

④学会、ぶんせき、分析化学、Anal. Sci. 4 種のメールマガジンを発行する。

3. 講演会および研究会の開催（定款第 5 条（2））

各支部ならびに研究懇談会が主催するものは別に記載する。

〔研究発表会〕

①第 84 回分析化学討論会を下記のとおり行う。

日時 令和 6 年 5 月 18 日（土）・19 日（日）

場所 京都工芸繊維大学松ヶ崎キャンパス 参加予定者数 600 人

②第 73 年会を下記のとおり行う。

日時 令和 6 年 9 月 11 日（水）～13 日（金）

場所 名古屋工業大学 参加予定者数 1,000 人

4. 調査、研究および建議（定款第 5 条（3））

〔技能試験〕参加予定試験所数：合計 50 試験所
ISO/IEC17043 に基づく分析試験所技能試験を行う。

予定テーマ

ダイオキシン類分析技能試験（河川底質） 50 試験所

〔標準物質〕

新標準物質は作製せず、これまで開発してきた各種標準物質の安定性試験と再認証を必要に応じて行い、社会への供給活動を継続する。

5. 研究の奨励および研究業績の表彰（定款第 5 条（4））

①学会賞、学会功労賞、技術功績賞、奨励賞、有功賞、本部委員会功労賞、「分析化学」論文賞、先端分析技術賞ならびに女性 Analyst 賞を下記のとおり表彰する。

学会賞（3 名以内）、学会功労賞（5 名以内）、技術功績賞（3 名以内）、奨励賞（5 名以内）、有功賞（50 名程度）、本部委員会功労賞（10 名程度）、「分析化学」論文賞（2 編以内）、先端分析技術賞（2 名以内）、女性 Analyst 賞（2 名以内）

②他機関による表彰および研究助成に対して会員を候補者として推薦する。

6. その他目的を達成するために必要な事業（定款第 5 条（5））

①ホームページをさらに充実させ、本会から会員への情報提供、会員相互のコミュニケーション促進などに役立てるとともに、本会の社会への窓口として有効に活用する。

②本会の広報活動として、各種展示、分析化学討論会および年会におけるハイライト講演をまとめた冊子「展望とトピックス」の発行および報道関係記者への連絡などを行う。

③若手交流会の活動を次のとおり行う。

・各支部の若手交流会企画に対して共催・支援を行う。

・分析化学討論会および年会において若手ポスター賞選考を行う。

④分析士認証活動については、液体クロマトグラフィー研究懇談会およびイオンクロマトグラフィー研究懇談会の項にて述べる。分析士会を開催して講演会などの活動を行う。

7. 各研究懇談会の事業計画

①有機微量分析研究懇談会

委員会を 2 回、第 91 回有機微量分析研究懇談会シンポジウム（計測自動制御学会・力学量計測部会と共催、日本分析化学会、日本化学会、日本薬学会協賛申請中）を 7 月に岐阜県岐阜市（岐阜大学）、講演会（第 73 年会会期中）、マイクロ電子天びん技術研修会（1 回）、マイクロ電子天びんオンラインセミナー（座学オンライン、1 回）を開催するほか会報第 26 号（2025 年 2 月）を発行する。ホームページを順次更新し、内容の充実を図る。創立 70 周年記念事業として標準試料検定小委員会の分析実施機関の表彰などを行う。

②ガスクロマトグラフィー研究懇談会

例会を数回、特別講演会、見学会、講習会（実習付含む）を開催する。例会の中で基礎講座を開催する（受講証を発行）。開催形式として会場での対面開催を基本とし後日参加者に録画配信を行う。昨年試行した、展示に変わる情報交換の場として参加者が資料提供するスペースを設ける。年会で特別講演会を開催する。本部運営となった日中韓シンポジウムの開催に協力する。ガスクロ誕生 70 周年記念事業として表彰、出版などの企画を進めている。研究懇談会活動の過去記録、講演会資料などをホームページで公開するなどさらにホームページを充実させる。運営委員会を Web 併用して開催する。

③高分子分析研究懇談会

例会を 5 回（うち 1 回は夏季合宿）、年会時に講演会を開催、高分子分析技術講習会を 2 回（前期：基礎編、後期：応用編）、第 29 回高分子分析討論会を 10 月 31 日・11 月 1 日にウイנקあいちで開催する。

④X 線分析研究懇談会

例会を数回（うち 1 回は年会時に開催）と第 60 回 X 線分析討論会（11 月頃、2 日間、高知市内の予定）を開催し、「X 線分析の進歩」誌（第 55 集）を出版する。X 線分析講習会は 9 月に実施予定である。運営委員会は年に 2 回開催する。第 18 回浅田賞、および、第 1 回「X 線分析の進歩」論文賞の選考・授与を行う。

⑤分析試薬研究懇談会

第 73 年会で懇談会講演会と幹事会を開催する。また、第 21 回ホスト・ゲスト・超分子化学シンポジウム（共催、京都大学、6 月 1 日・2 日）で招待講演を開催する。

⑥液体クロマトグラフィー研究懇談会

運営委員会を 11 回、例会を 12 回（うち 1 回は年会時に開催）、液体クロマトグラフィー特別講演会・見学会を 2 回、「HPLC & LC/MS 講習会 2024」（7 月）、「LC- & LC/MS-DAYS 2024」（12 月）、「第 30 回 LC & LC/MS テクノプラザ」（1 月）を開催する。「第 5 回 LC 分析士三段試験解説書（27 冊目）」、「LC & LC/MS 用語辞典」、「第 5 回 LC/MS 分析士初段試験解説書（28 冊目）」の出版に向け、それぞれ査読会を 3 月、4 月、8 月に実施する。第 84 回分析化学討論会（京都工芸繊維大学）の前日に開催される第 21 回生涯分析談話会、第 73 年会（名古屋工業大学）の初日に開催される第 22 回生涯分析談話会をそれぞれ後援する。LC 分析士、LC/MS 分析士の認証試験（各 5 回）に対する認証専門委員会を構成し、それぞれ試験を実施する。

⑦化学センサー研究懇談会

第 73 年会期間中に研究懇談会講演会を開催する。必要に応じて他の研究懇談会とのジョイント講演会も検討する。また化学センサー関連国際会議など、関連する情報の情報交換を行う。女性 Analyst 賞の推薦など、メール審議事項の承認を行う。

⑧電気泳動分析研究懇談会

講演会を 1 回（分析化学会年會会期中間）開催するほか、第 44 回キャピラリー電気泳動シンポジウム（SCE2024）（10 月、札幌市）を共催する。電気泳動分析研究懇談会賞（寺部茂賞）の選考、褒章を行う。また、本懇談会ホームページ（HP）の整備を行い、シンポジウムの要旨集アーカイブの HP 上での公開

ほか、プロトコル集、基礎講座動画の作成・掲載など内容の充実を図る。

⑨イオンクロマトグラフィー研究懇談会

分析士（初段）のオンライン試験（1月下旬）を実施予定。分析士（2段）のオンライン試験（6月下旬）を実施予定および分析士専門認証委員会を年2回開催予定。IC企画講演会（9月、第73年会）を開催予定。第39回IC討論会・12th Asia Pacific Symposium on Ion Analysis（12月、インドネシア）を合同開催予定。運営委員会を年2回開催予定（メール会議を含む）。

⑩フローインジェクション分析研究懇談会

第60回FIA講演会（11月予定、金沢工業大学）を開催する。褒賞委員会を第73年会（9月、名古屋工業大学）の会期中に開催する。第73年会会期中に研究懇談会講演会を行う。第84回分析化学討論会会期中および第60回FIA講演会会期中に「Journal of Flow Injection Analysis」(JFIA)誌編集委員会を開催するほか、第60回FIA講演会中にJAFIA委員会を開催する。JFIA誌を2回（6月、12月）発行する。日中韓分析化学シンポジウムの開催に協力する。The 23rd International Conference on Flow Injection Analysis（12月、タイ）を共催する。

⑪環境分析研究懇談会

講演会を2回（第73年会会期中および6月または12月）、運営委員会を1回（第73年会会期中）開催する。また、他の研究懇談会や研究会との交流を深め、必要に応じてジョイント講演会を開催する。会員拡充に努め、メーリングリストとホームページを活用した情報発信・情報交換も適宜行う。

⑫表示・起源分析技術研究懇談会

講演会を3回（第73年会会期中および年度前半・後半）、運営委員会を2回開催する。また、必要に応じ他研究会とのジョイント講演会を開催する。

⑬化学分析技能研究懇談会

講演会を2回（第73年会会期中および6月または12月）、運営委員会を1回（第73年会会期中）開催する。また必要に応じ関連する他の研究懇談会とのジョイント講演会を開催する。会員拡充に努め、会員に技術情報の提供をおこなう。

⑭熱分析研究懇談会

講演会を1回開催予定。熱分析討論会を1回開催予定。運営委員会を3～4回開催する。またメーリングリストを活用し、情報交換を行う。

⑮溶液反応化学研究懇談会

講演会を1回と懇談会を1回（いずれも第73年会中）開催する。第46回溶液化学シンポジウム（千葉）を共催する。メーリングリストを作成し適宜情報交換を行うとともに、会費徴収を試行する。

⑯電気分析化学研究懇談会

第84回分析化学討論会にて、討論主題「生命の活動を知る分析化学」を立てて依頼講演5人（予定）を含むシンポジウムを実施予定である。また、第73年会において、依頼講演による講演会および運営委員会を各1回、開催するほか、メールによる情報交換を行う。新規運営委員の募集を図る。

⑰ナノ・マイクロ化学分析研究懇談会

第73年会において、依頼講演による講演会および運営委員会を開催する。他の懇談会とジョイント講演会を開催する。

⑱バイオ分析化学研究懇談会

本研究懇談会は、バイオ分析化学の研究者間での情報交換や交流、共同研究の促進などを目的とする。9月に第73年会でのシンポジウムを企画する。また、運営委員会をさらに拡充・充実させるとともに、ホームページなどでバイオ分析研究懇談会をアピールして会員増強を図る。2024年度の新たな試みとしては、これまで研究懇談会主催行事であった夏の合同セミナーを、研究懇談会役員メンバーで立ち上げる別組織の主催行事とし、8月～9月上旬の間で開催する。研究懇談会は共催の立場を取り、引き続きサポートを行うことを予定している。

⑲スクリーニング分析研究懇談会

講演会を2回（1回は第73年会の会期中）と、運営委員会を1回開催する。またメーリングリストを活用し、会員間での情報交換を行う。

8. 各支部の事業計画

定款第5条の事業を次のとおり行う。

【北海道支部】

- ①研究発表会：夏季研究発表会（7月上旬）、冬季研究発表会（1月中旬）を開催する。
- ②講演会：化学教育研究協議会（11月上旬）を開催する。
- ③セミナー：第40回分析化学緑陰セミナー（7月）、公開セミナー（9月）、第60回氷雪セミナー（1月上旬）を開催する。
- ④支部ニュースの発行：7月、12月（年2回）

【東北支部】

- ①研究発表会：みちのく分析科学シンポジウム2024の開催ならびに令和6年度化学系学協会東北大会を共催する。
- ②講演会：各地区講演会を開催する。
- ③セミナー：分離機能とセンシング機能の化学セミナー2024、2024年度日本分析化学会東北支部若手交流会を開催する。
- ④表彰：東北支部各賞の公募と表彰、東北支部助成金の公募と助成を実施。

【関東支部】

- ①講習会：分析化学基礎セミナー、分析化学の基本と安全セミナー、分析化学基礎実習講座の開催を予定。
- ②地区活動など：新潟地区部会研究発表会、茨城地区分析技術交流会、群馬・栃木地区分析技術交流会、山梨地区分析交流会、千葉県分析化学交流会、若手交流会の開催を予定。
- ③表彰：新世紀賞・新世紀新人賞の公募と表彰を予定。
- ④産官学連携：分析イノベーション交流会の開催を予定。
- ⑤研究交流助成：分析研究イノベーションフォーラム公募と助成を実施。
- ⑥支部ニュースの発行：3月
- ⑦上記支部活動広報のためのホームページほか、常任幹事会で必要と認められた事項を実施。

【中部支部】

- ①研究発表会：第55回中部化学関係学協会支部連合秋季大会（名古屋工業大学）を共催の予定。
- ②講演会：愛知・三重・福井での地区講演会、および研究者招聘講演会の開催を予定
- ③講習会：第34回基礎および最新の分析化学講習会を開催の予定。
- ④セミナー：第41回分析化学中部夏期セミナー、「分析中部・ゆめ21」若手交流会・第24回高山フォーラムを開催の予定。

【近畿支部】

- ①講演会：支部講演会（4月、7月、12月）、近畿分析技術研究奨励賞受賞講演会（3月）を開催予定。
- ②講習会：ぶんせき講習会・基礎編（1、2）（5月、6月）、同・実践編（第68回機器による分析化学講習会）（7月）、同・発展編（会期末定）を開催予定。
- ③セミナー：提案公募型事業（随時）、第18回近畿支部夏季セミナー「ぶんせき秘帖」を開催予定。
- ④支部ニュースの発行（年2回発行予定）
- ⑤分析化学討論会（5月、本部事業）を京都工芸繊維大学で開催予定
- ⑥若手への国際交流助成を年2回募集する（支部復活事業）

【中国四国支部】

- ①講演会：支部講演会（3月）、岡山・広島・山口・愛媛・徳島・鳥取・島根・高知地区講演会、外国人学者講演会を開催の予定。
- ②セミナー：第30回中国四国支部分析化学若手セミナー（愛媛）を開催の予定。

【九州支部】

- ①研究発表会：第61回化学関連支部合同九州大会（6月）を開催の予定。
- ②講演会：第37回若手研究講演会および第42回夏季セミナー（7月）、支部講演会・見学会（11月）のほか、機器分析ワークショップや外国人講演会、地区懇談会などを随時開催の予定。
- ③講習会：第62回分析化学講習会を開催の予定。

令和6年度予算書

(令和6年3月1日～令和7年2月28日)

(単位：円)

科 目	令和6年度予算額(税込)	令和5年度予算額(税込)	増 減
I 一般正味財産増減の部			
1. 経常増減の部			
(1) 経常収益			
基本財産運用益	400	200	200
基本財産受取利息	400	200	200
特定資産運用益	1,300	640	660
退職給付引当資産	200	200	0
標準物質開発基金	0	100	△ 100
分析技術教育基金	0	0	0
国際交流事業基金	300	300	0
分析化学研究奨励基金	800	0	800
預り保証金引当預金	0	0	0
支部研究懇談会特定預金	0	40	△ 40
受取入会金	101,300	127,000	△ 25,700
受取入会金	101,300	127,000	△ 25,700
受取会費	66,775,000	67,627,000	△ 852,000
正会員受取会費	23,962,000	24,199,000	△ 237,000
学生会員受取会費	2,010,000	1,726,000	284,000
維持会員受取会費	13,232,000	13,327,000	△ 95,000
特別会員受取会費	14,999,000	15,717,000	△ 718,000
公益会員受取会費	6,004,000	6,091,000	△ 87,000
支部研究懇談会受取会費	6,568,000	6,567,000	1,000
賛助会員受取会費	0	0	0
事業収益	103,175,000	102,403,000	772,000
購読料収入	4,308,000	6,659,000	△ 2,351,000
年会収入	18,232,000	12,510,000	5,722,000
討論会収入	12,115,000	6,540,000	5,575,000
講演会収入	6,446,000	6,534,000	△ 88,000
講習会収入	7,670,000	11,443,000	△ 3,773,000
研究懇談会収入(含む若手の会)	4,900,000	450,000	4,450,000
技能試験収入	3,102,000	6,262,000	△ 3,160,000
分析士事業収入	1,369,000	1,040,000	329,000
支部研究懇談会討論会収入	4,520,000	4,109,000	411,000
印税収入	606,000	861,000	△ 255,000
教材頒布収入	53,900	110,000	△ 56,100
標準物質収入	18,108,000	17,341,000	767,000
広告料収入	16,707,000	22,531,000	△ 5,824,000
別刷頒布収入	5,017,000	5,974,000	△ 957,000
複写権使用収入	21,000	39,000	△ 18,000
JIS改正受託収入	0	0	0
事務委託収入	0	0	0
受取補助金等	510,000	2,084,000	△ 1,574,000
受取国庫補助金	0	0	0
受取民間補助金	450,000	1,474,000	△ 1,024,000
自治体補助金	0	0	0
本部からの補助金	0	0	0
その他からの補助金	60,000	610,000	△ 550,000
受取補助金	0	0	0
受取寄付金	370,000	370,000	0
受取寄付金	370,000	370,000	0
雑収益 雑収入	1,135,000	3,030,000	△ 1,895,000
受取利息収入	1,000	34,000	△ 33,000
雑収入	1,134,000	2,996,000	△ 1,862,000
経常収益計	172,068,000	175,642,000	△ 3,574,000
(2) 経常費用	0		0
事業費	137,058,000	137,469,000	△ 411,000
給与手当	21,546,000	19,906,000	1,640,000
臨時雇賃金	8,225,000	8,087,000	138,000
退職給付費用	1,321,000	1,082,000	239,000
法定福利費	4,541,000	3,402,000	1,139,000
会議費	13,735,000	18,195,000	△ 4,460,000
旅費交通費	5,910,000	7,404,000	△ 1,494,000
通信運搬費	1,470,000	1,728,000	△ 258,000

令和6年度予算書

(令和6年3月1日～令和7年2月28日)

(単位：円)

科 目	令和6年度予算額(税込)	令和5年度予算額(税込)	増 減
減価償却費	648,000	700,000	△ 52,000
修繕費	1,412,000	1,045,000	367,000
消耗品費	1,931,000	2,047,000	△ 116,000
印刷製本費	18,434,000	16,968,000	1,466,000
光熱水料費	0	250,000	△ 250,000
賃借料	10,394,000	4,146,000	6,248,000
支払リース料	0	210,000	△ 210,000
支払保険料	65,000	15,000	50,000
諸謝金	5,687,000	7,445,000	△ 1,758,000
租税公課	3,949,000	2,932,000	1,017,000
支払負担金	662,000	283,000	379,000
支払助成金	5,310,000	5,060,000	250,000
委託費	27,818,000	33,320,000	△ 5,502,000
表彰費	1,885,000	1,996,000	△ 111,000
雑費	1,175,000	548,000	627,000
会長企画戦略経費	0	0	0
記念行事費・情報交換会費	940,000	700,000	240,000
管 理 費	35,010,000	38,173,000	△ 3,163,000
給与手当	10,773,000	11,944,000	△ 1,171,000
臨時雇賃金	5,723,000	4,387,000	1,336,000
退職給付費用	789,000	649,000	140,000
法定福利費	2,270,000	2,041,000	229,000
福利厚生費	560,000	72,000	488,000
会議費	0	0	0
旅費交通費	1,348,000	1,023,000	325,000
通信運搬費	1,291,000	1,940,000	△ 649,000
減価償却費	24,000	27,000	△ 3,000
修繕費	261,000	261,000	0
消耗品費	281,000	399,000	△ 118,000
印刷製本費	0	225,000	△ 225,000
光熱水料費	257,000	97,000	160,000
賃借料	646,000	357,000	289,000
支払リース料	4,358,000	4,086,000	272,000
租税公課	6,000	7,000	△ 1,000
支払負担金	0	1,623,000	△ 1,623,000
委託費	6,146,000	9,031,000	△ 2,885,000
雑費	277,000	4,000	273,000
会長企画戦略経費	0	0	0
経 常 費 用 計	172,068,000	175,642,000	△ 3,574,000
評価損益調整前当期増減額	0	0	0
評価損益等計	0	0	0
当期経常増減額	0	0	0
2. 経常外増減の部			
(1) 経常外収益			
固定資産売却益	0	0	0
経常外収益計	0	0	0
(2) 経常外費用			
経常外費用計	0	0	0
当期経常外増減額	0	0	0
当期一般正味財産増減額	0	0	0
一般正味財産期首残高	244,720,839	246,971,668	△ 2,250,829
一般正味財産期末残高	244,720,839	246,971,668	△ 2,250,829
Ⅱ 指定正味財産増減の部			
当期指定正味財産増減額	0	△ 853,299	853,299
指定正味財産期首残高	0	853,299	△ 853,299
指定正味財産期末残高	0	0	0
Ⅲ 正味財産期末残高	244,720,839	246,971,668	△ 2,250,829

◇7月に入り、本格的な暑さになってきました。報道ではエルニーニョ現象が終息に向かい、夏から秋にかけてラニーニャ現象の発生かと話題になっていました。昨夏のエルニーニョ現象の時分でも真夏日、猛暑日が続く日が多かったですので、ラニーニャ現象の発生で更に猛暑にならないことを願いつつ、熱中症対策グッズを探してしまいます。

◇今回の「とびら」は、令和6年度中部支部長で富山大学の倉光英樹先生です。年明けの能登半島地震での対応や、コロナ明けからの環境変化に伴う校務のご苦労など、大学、企業を問わず共感される方も多いのではないのでしょうか。特に生成AIの存在は教育現場にとって大きな問題として考えさせられました。

◇今月号にご執筆賜りました先生方はじめ、制作にご尽力いただきました皆様方に改めて感謝申し上げます。

[S. K.]

〈とびら〉

Analytical Sciences 誌の国際化が進んでいます……高柳 俊夫

〈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

〈ミニファイル〉 非破壊・固体分析

固体核磁気共鳴 ……矢澤 宏次

〈話 題〉

表面モルフォロジー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

◇ 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・インターナショナル株)
	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)	北 牧 祐 子 (産業技術総合研究所)
	古 賀 舞 都 (農 研 機 構)	坂 真 智 子 (株) エ ス コ	島 田 健 吾 (石福金属興業株)
	東 海 林 敦 (東京薬科大薬)	末 吉 健 志 (北 里 大 理)	高 橋 幸 奈 (九州大カーボンニュートロ・エネルギー国際研)
	高 橋 豊 (IAMIS・ソリューションズ株)	谷 合 哲 行 (千葉工業大先進工)	原 賀 智 子 (日本原子力研究開発機構)
	原 田 誠 (東 工 大 理)	半 田 友 衣 子 (埼 玉 大 工)	福 島 健 (東 邦 大 薬)
	三 原 義 広 (北海道科学大薬)	盛 田 伸 一 (東 北 大 院 理)	山 口 浩 輝 (味 の 素 (株))
	山 崎 由 貴 (国立医薬品食品衛生研)		

☐ 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 7 号 (通巻 595)

2024 年 7 月 1 日印刷

2024 年 7 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。

名誉会員候補者推薦について

日本分析化学会は、名誉会員推薦基準③項及び名誉会員推薦手続内規3項により、名誉会員候補者の推薦を受け付けております。日本分析化学会会員で、標記候補者の推薦を希望される方は、下記の規定を参照のうえ、2024年10月末日までに所属支部長にお申し出ください。また、支部長は2024年12月末までに会長（本部）まで推薦してください。

『名誉会員推薦基準』

- ① 前・元会長で65歳以上（4月1日現在）の者
- ② 分析化学に関する業績により、国内又は国際的な最高の栄誉（ノーベル賞・文化勲章・学士院賞など）を授けられ、かつ本会への功績のあった者
- ③ ①、②に準ずる学問的業績及び本会への功績があり、70歳以上（4月1日現在）の者

『名誉会員推薦手続内規』

（推薦基準①の場合）

1. 会長経験者が65歳（4月1日現在）に達する場合、会長は毎年度第1回理事会（3月）において名誉会員に推薦する。但し、現職会長の場合は、次期会長がこれを推薦する。

（推薦基準②の場合）

2. 会員が、ノーベル賞、文化勲章、学士院賞を受賞したとき及び文化功労者に選定されたときは、会長は随時名誉会員推薦委員会を開催し、名誉会員に推薦することができる。
3. 名誉会員推薦基準③の場合は、次の手順による。
 - 1) 名誉会員は、2013年から2年ごとに推薦する。
 - 2) 会長は、名誉会員推戴時前年7月に、機関誌「ぶんせき」に推薦依頼の会告を行う。
 - 3) 正会員は、所属各支部長に名誉会員推薦基準に基づき名誉会員候補者を推薦する。なお、推薦する名誉会員候補者は、当該支部所属の正会員に限定せず、全国的視野において推薦するものとする。
 - 4) 支部長は、推薦された名誉会員候補者について支部内で十分検討した後、12月末までに会長に推薦する。
 - 5) 会長は、理事会内に名誉会員推薦委員会を設け、各支部長から推薦された名誉会員候補者を名誉会員推薦基準に合わせて審議し、通常総会に諮る名誉会員候補者を選定する。
 - 6) 名誉会員推薦委員会は、会長、次期会長、副会長5名、の計7名で構成し、会長が議長を務める。
なお、名誉会員推薦委員会構成者は、各支部長に名誉会員候補者を推薦することはできない。
 - 7) 外国人推薦の場合も、原則としてこれに準ずる。

<以下省略>

〔注記〕

- a. 所定の名誉会員候補者推薦書を入用の場合は、下記支部宛または本部総務課宛お申し出ください。
- b. 支部への推薦書提出期限：2024年10月末日

☆ ☆

【推薦書類提出先】

北海道支部：〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目 北海道大学大学院工学研究院内
東北支部：〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-3 東北大学大学院薬学研究科臨床分析化学分野
関東支部：〒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）日本分析化学会内
中部支部：〒460-0011 愛知県名古屋市中区大須1-35-18 中部科学技術センター内
近畿支部：〒550-0004 大阪府大阪市西区靱本町1-8-4 大阪科学技術センター内
中国四国支部：〒739-8526 広島県東広島市鏡山1-3-1 広島大学大学院先進理工系科学研究科分析化学研究室内
九州支部：〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡744 九州大学大学院工学研究院

【問合先】

〒141-0031 東京都品川区西五反田1-26-2 五反田サンハイツ304号
公益社団法人日本分析化学会総務課 e-mail: shomu@jsac.or.jp, shomu2@jsac.or.jp

2025 年度学会賞・学会功労賞・奨励賞・ 女性 Analyst 賞候補者推薦について

日本分析化学会は、2025 年度の学会賞・学会功労賞・奨励賞・女性 Analyst 賞受賞候補者の推薦を受け付けております。

日本分析化学会会員で、標記候補者の推薦を希望される方は、下記の規程を参照のうえ、10 月末日までに所属支部の学会賞・学会功労賞・技術功績賞・奨励賞・女性 Analyst 賞候補者推薦委員会あてに、推薦理由書 [A4 判（縦に使用）用紙に 1,200 字以内] に文献リストと候補者の略歴を添えて、文書及び電子ファイルの双方にて、お申し出ください。

『学 会 賞 規 程』

- 第 1 条 本会に学会賞（以下本賞という）を設け、本会の正会員にして分析化学に関する貴重な研究をなし、その業績を本会論文誌およびその他の論文誌に発表した者の中から、特に優秀なる者にこれを贈呈する。ただし、学会功労賞受賞者および技術功績賞受賞者は受賞できない。また、同一年度の学会功労賞および技術功績賞の受賞候補者となることはできない。
- 第 2 条 本賞の贈呈は、毎年 3 件以内とする。
- 第 3 条 本賞は、賞状および賞牌とし、年会において贈呈する。
- 第 4 条 本賞を受けた者は、年会において学会賞受賞講演を行う。
- 第 5 条 会長は、各支部長に推薦を依頼するほか、毎年会誌「ぶんせき」7 号に本賞候補者の推薦に関する会告を掲載する。
- 第 6 条 支部長は、各支部ごとに学会賞・学会功労賞・技術功績賞・奨励賞候補者推薦委員会（以下支部推薦委員会という）を設ける。
- 第 7 条 会員は、その所属する支部推薦委員会に 10 月末日までに候補者を推薦することができる。
- 第 8 条 候補者の推薦にあたっては、所属支部の範囲に拘泥せず、全国的視野において行う。
- ＜以下省略＞

『学 会 功 労 賞 規 程』

- 第 1 条 本会に学会功労賞（以下本賞という）を設け、本会の正会員にして日本分析化学会および分析化学の発展に多大な貢献をなした者で、受賞の年の 1 月 1 日現在、30 年間以上引き続き本会会員であり、満 55 歳以上の者にこれを贈呈する。ただし、学会賞受賞者および技術功績賞受賞者は受賞できない。また、同一年度の学会賞および技術功績賞の受賞候補者となることはできない。
- 第 2 条 本賞の贈呈は、毎年 5 件以内とする。
- 第 3 条 本賞は、賞状および賞牌とし、年会において贈呈する。
- 第 4 条 会長は、各支部長に推薦を依頼するほか、毎年会誌「ぶんせき」7 号に本賞候補者の推薦に関する会告を掲載する。
- 第 5 条 支部長は、各支部ごとに学会賞・学会功労賞・技術功績賞・奨励賞候補者推薦委員会（以下支部推薦委員会という）を設ける。
- 第 6 条 会員は、その所属する支部推薦委員会に 10 月末日までに候補者を推薦することができる。
- 第 7 条 候補者の推薦にあたっては、所属支部の範囲に拘泥せず、全国的視野において行う。
- ＜以下省略＞

[注記] 学会功労賞は、次のような業績が対象となります。

- (1) 本会の発展に対する功績、(2) 分析化学の教育における功績、(3) 分析化学の国際交流における功績、(4) 本会の本部・支部の役員としての功績、(5) 本会の各種委員会・研究懇談会における功績、(7) 本会の本部・支部事業等における功績、(8) その他分析化学による社会的功績

『奨 励 賞 規 程』

- 第 1 条 本会に奨励賞（以下本賞という）を設け、本会の正会員にして受賞選考の時期までになされた分析化学に

お知らせ

関する研究が独創的であり、将来を期待させる研究者で、受賞の年の4月1日現在で満38歳以下の者に、女性もしくは企業に所属する者については受賞の年の4月1日現在で満45歳以下の者に贈呈する。

- ② 研究業績は、本会論文誌またはその他の論文誌、および特許等の知的財産を対象とし、いずれも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 学会賞、学会功労賞、技術功績賞受賞者は、受賞できない。また、同一年度の学会賞、学会功労賞、技術功績賞の受賞候補者となることはできない。女性 Analyst 賞と同一内容で応募することはできない。

第2条 本賞は、毎年5件以内とする。ただし、大学および公的研究機関に所属する者については4件以内とする。1件以上は企業に所属するものに授与することが望ましい。

第3条 本賞は、賞状および賞牌とし、年会において贈呈する。

第4条 本賞を受けた者は、年会において奨励賞受賞講演を行うほか、本会論文誌「分析化学」に受賞研究に関する論文を投稿しなければならない。

第5条 会長は、各支部長に推薦を依頼するほか、毎年会誌「ぶんせき」7号に本賞候補者の推薦に関する会告を掲載する。

第6条 支部長は、各支部ごとに学会賞・学会功労賞・技術功績賞・奨励賞候補者推薦委員会（以下支部推薦委員会という）を設ける。

第7条 会員は、その所属する支部推薦委員会に10月末日までに候補者を推薦することができる。

第8条 候補者の推薦にあたっては、所属支部の範囲に拘泥せず、全国的視野において行う。

<以下省略>

『女性 Analyst 賞 規 程』

第1条 本会に女性 Analyst 賞（以下本賞という）を設け、本会会員、非会員にかかわらず、分析化学に関する優秀な業績をあげた女性研究者、女性技術開発者あるいは女性企業経営者に、これを贈呈する。ただし、学会賞、学会功労賞、技術功績賞受賞者は、受賞できない。また、同一年度の学会賞、学会功労賞及び技術功績賞の受賞候補者となることはできない。奨励賞と同一内容で応募することはできない。

第2条 本賞の贈呈は原則として毎年2件以内とする。

第3条 本賞は賞状および賞牌とし、年会において贈呈する。

第4条 本賞を受けた者は、年会において女性 Analyst 賞受賞講演を行うほか、本会論文誌「分析化学」に受賞研究に関する論文を投稿しなければならない。

第5条 会長は、各支部長、研究懇談会委員長並びに本会女性研究者ネットワークに推薦を依頼する。

第6条 推薦者は、1月末日までに推薦書、推薦理由書、履歴書及び説明資料を会長に提出する。

第7条 本賞候補者の選考は、女性 Analyst 賞審査委員会（以下審査委員会という）において行う。

<以下省略>

2025 年度技術功績賞候補者推薦について

日本分析化学会は、2025 年度の技術功績賞受賞候補者の推薦を受け付けております。

日本分析化学会会員で、標記候補者の推薦を希望される方は、下記の規程を参照のうえ、所属支部長または団体会員（維持会員、特別会員及び公益会員）代表者にお申し出ください。

『技 術 功 績 賞 規 程』

第1条 本会に技術功績賞（以下本賞という）を設け、本会会員にして分析技術の向上、あるいは、分析技術による社会的貢献に関し、業績の著しい者の中から、特に優秀なる者にこれを贈呈する。本賞は、本会正会員を中心とするグループに贈呈することもできる。ただし、学会賞受賞者および学会功労賞受賞者は受賞できない。また、同一年度の学会賞および学会功労賞の受賞候補者となることはできない。

第2条 本賞の贈呈は、毎年3件以内とする。

第3条 本賞は、賞状および賞牌とし、年会において贈呈する。

第4条 本賞を受けた者（グループにおいてはその中心になる者）は、年会において技術功績賞受賞講演を行うほ

お知らせ

か、本会論文誌「分析化学」に受賞研究に関する論文を投稿しなければならない。

第5条 会長は、各支部長に推薦を依頼するほか、毎年会誌「ぶんせき」7号に本賞候補者の推薦に関する会告を掲載する。

第6条 会員は、候補者を所属支部の支部長または団体会員代表者に推薦することができる。

第7条 支部長または団体会員（維持会員、特別会員及び公益会員）代表者は、候補者を会長に推薦する。

第8条 候補者の推薦に際しては、次の書類を1月末日までに会長に提出する。

a) 推薦書 [所定の用紙], b) 推薦理由書 [A4判用紙を縦（1行45字×40行）に使用し、本文及び業績リスト（主要なもの）はそれぞれ2頁以内で作成すること], c) 被推薦者履歴書 [所定の用紙], d) 説明資料 [特に重要な報告の別刷など審査の参考となる資料]

<以下省略>

[注記]

- 1) 推薦書の団体会員代表者は、本会に登録されている代表者名を記入してください（代表者を変更される場合は、あらかじめ変更届を提出してください）。
- 2) 所定の推薦書類を入用の場合は、返信用封筒（切手120円添付）を同封のうえ、下記技術功績賞係あてにお申し出ください。なお、電子ファイルをご希望の場合は shomu@jsac.or.jp へご連絡ください。
- 3) 推薦書類提出期限：2025年1月末日（郵送の場合は、当日消印のあるものまで受理します）。なお、推薦理由書が規程〔上記第8条b〕の書式、枚数〕に従っていない場合は受理しません。
- 4) 推薦書類提出先：〒141-0031 東京都品川区西五反田1-26-2 五反田サンハイツ304号 公益社団法人日本分析化学会技術功績賞係〔電話：03-3490-3351〕

2025年度先端分析技術賞候補者推薦について

日本分析化学会は、2025年度先端分析技術賞受賞候補者の推薦を受け付けております。

標記候補者の推薦を希望される方は下記の規程を参照のうえ、10月末日までに日本分析化学会のいずれかの支部の支部長、研究懇談会の委員長、または（一社）日本分析機器工業会専務理事（JAIMA 機器開発賞）あてにお申し出ください。

『先端分析技術賞規程』

第1条 本会に先端分析技術賞（以下、本賞という）を設け、先端的分析技術開発（機器開発、分析・評価技術開発、分析用新規物質の開発、など）や実用化において、優秀なる業績と展開性を示した個人あるいはグループにこれを贈呈する。

第2条 本賞は、（一社）日本分析機器工業会（以下JAIMAという）のスポンサーシップによるJAIMA 機器開発賞によって構成される。

第3条 本賞は、毎年2件以内とする。

第4条 本賞は、賞状、賞牌及び副賞とする。

第5条 本賞を受けた者は、受賞記念講演を行うほか、本会論文誌「分析化学」に受賞研究に関する論文を投稿しなければならない。

第6条 本会会長は、毎年会誌「ぶんせき」7号に本賞候補者の推薦に関する会告を掲載するとともにJAIMA 機関誌夏号に掲載を依頼する。

第7条 本賞への応募者は自薦・他薦を問わず、本会支部長、本会研究懇談会委員長またはJAIMA 専務理事あてに必要な書類を定められた期日までに提出する。

第8条 支部長、研究懇談会委員長またはJAIMA 専務理事は、候補者を会長に推薦する。

第9条 候補者の推薦に際しては、次の書類を1月末日までに会長に提出する。

a) 推薦書 [所定の用紙], b) 推薦理由書 [A4判用紙を縦（1行45字×40行）に使用し、本文及び業績リスト（主要なもの）はそれぞれ2頁以内で作成すること], c) 被推薦者履歴書 [所定の用紙], d) 説明資料 [特に重要な報告の別刷など審査の参考となる資料]

<以下省略>

☆

☆

お知らせ

【照会先】支部の推薦委員会並びに研究懇談会宛先は下記のとおりです。

- 北海道支部 : 〒060-8628 北海道札幌市北区北 13 条西 8 丁目 北海道大学大学院工学研究院内
jsac-hb@w9.dion.ne.jp
- 東北支部 : 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-3 東北大学大学院薬学研究科臨床分析化学分野
kosuke.ino@tohoku.ac.jp
- 関東支部 : 〒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
内
jsac-kanto@jsac.or.jp
- 中部支部 : 〒460-0011 愛知県名古屋市中区大須 1-35-18 中部科学技術センター内
bunseki@cstc.or.jp
- 近畿支部 : 〒550-0004 大阪府大阪市西区靱本町 1-8-4 大阪科学技術センター内
mail@bunkin.org
- 中国四国支部 : 〒739-8526 広島県東広島市鏡山 1-3-1 広島大学大学院先進理工系科学研究科分析化学研究室
内
ishizaka@hiroshima-u.ac.jp
- 九州支部 : 〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744 九州大学大学院工学研究院
jsac_kyushu@jsac.jp

研究懇談会

- 液体クロマトグラフィー : nakamura@jsac.or.jp
- ガスクロマトグラフィー : satoh@niu.ac.jp
- 高分子分析 : infopacd@pacd.jp
- X 線分析 : shigeo.sato.ar@vc.ibaraki.ac.jp
- 化学センサー : hisamoto@omu.ac.jp
- 有機微量分析 : orgmicro@jsac.jp
- 分析試薬 : iki@tohoku.ac.jp
- 電気泳動分析 : yishiham@pharm.kyoto-u.ac.jp
- イオンクロマトグラフィー : ic@jsac.jp
- フローインジェクション分析 : jafia@jsac.jp
- 環境分析 : kumata@ls.toyaku.ac.jp
- 表示・起源分析技術 : kigen@jsac.jp
- 熱分析 : y24moto@kanagawa-u.ac.jp
- 化学分析技能 : koguma@faculty.chiba-u.jp
- 溶液反応化学 : yumescc@chem.sc.niigata-u.ac.jp
- 電気分析化学 : maedak@kit.ac.jp
- ナノ・マイクロ化学分析 : tokeshi@eng.hokudai.ac.jp
- バイオ分析 : info_bioanalysis@yoshimotolab.c.u-tokyo.ac.jp
- スクリーニング分析 : scr-info@jsac.jp

(一社)日本分析機器工業会専務理事宛先

〒101-0054 東京都千代田区神田錦町 2-5-16 名古路ビル新館 6 階

第 60 回 X 線分析討論会

主催 (公社)日本分析化学会 X 線分析研究懇談会
 期日 2024 年 10 月 31 日 (木)・11 月 1 日 (金)
 会場 (一財)高知県教育会館高知城ホール〔高知県高知市丸ノ内 2-1-10〕
 討論主題 次の 6 点に関係する発表を募集する。
 (1) 社会問題を解決するための X 線分析
 (2) X 線分析と各種分析技術の融合による先端科学への応用
 (3) X 線要素機器の開発と X 線分析への展開
 (4) X 線イメージングおよび顕微解析
 (5) X 線吸収分光と電子分光 (XAFS, EELS)
 (6) 表面分析 (XPS, TXRF 等), その他
 講演申込期間 7 月 1 日 (月)～8 月 7 日 (水)
 ・講演内容は未発表のものに限ります。
 講演要旨受付期間 9 月 6 日 (金)～10 月 4 日 (金)
 事前参加申込期間 9 月 6 日 (金)～10 月 4 日 (金)
 参加登録料
 一般事前 4,500 円 (会員*), 5,500 円 (非会員)
 一般当日 6,000 円 (会員*), 7,000 円 (非会員)
 学生事前 2,000 円, 学生当日 3,000 円
 (*協賛学会員を含む)
 詳細については、討論会 Web サイト
<https://xbun.jsac.jp/conference/no60.html> をご覧ください。
 連絡先 〒780-8520 高知県高知市曙町 2-5-1 高知大学教育学部 西脇芳典
 [電話: 088-844-8462, E-mail: xbun60@kochi-u.ac.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。

熱測定講習会 2024

主催 日本熱測定学会
 期日 オンライン講義: 2024 年 7 月 19 日 (金)/対面実習: 8 月 27 日 (火)
 会場 8/27 実習会場: 東京理科大学神楽坂キャンパス 6 号館 4 階理科実験室
 ホームページ <https://www.netsu.org/2024lecture/>
 連絡先 〒103-0014 東京都中央区日本橋蛸殻町 2-15-9 須磨マンション 901 日本熱測定学会事務局 土信田裕子
 [電話: 03-6310-6831, E-mail: netsu@mbd.nifty.com]

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

主催 (公社)日本表面真空学会
 期日 2024 年 8 月 8 日 (木)・9 日 (金)
 会場 日本電子(株)開発館
 ホームページ <https://www.jvss.jp/jpn/activities/06/detail.php?eid=00020>
 連絡先 〒113-0033 東京都文京区本郷 5-25-16 石川ビル 5 階 (公社)日本表面真空学会事務局
 [電話: 03-3812-0266, E-mail: office@jvss.jp]

第 61 回 (2024 年度) 真空夏季大学

主催 (公社)日本表面真空学会
 期日 2024 年 8 月 27 日 (火)～30 日 (金)
 会場 八王子市生涯学習センター
 ホームページ <https://www.jvss.jp/jpn/activities/16/detail.php?eid=00023>
 連絡先 〒113-0033 東京都文京区本郷 5-25-16 石川ビル 5 階 (公社)日本表面真空学会事務局
 [電話: 03-3812-0266, E-mail: office@jvss.jp]

第 27 回 XAFS 討論会

主催 日本 XAFS 研究会
 期日 2024 年 9 月 2 日 (月)～4 日 (水)
 会場 東京都立大学南大沢キャンパス講堂小ホール
 ホームページ <https://www.jxafs.org/conference/jxafs27/>
 連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 東京都立大学南大沢キャンパス 第 27 回 XAFS 討論会実行委員会
 [電話: 042-677-2553, E-mail: jxafs27@gmail.com]

SPring-8 シンポジウム 2024
SDGs 実現に向けた放射光・FEL

主催 SPRing-8 ユーザー協団体 (SPRUC)
期日 2024 年 9 月 5 日 (木)・6 日 (金)
会場 九州大学医学部百年講堂大ホール・中ホール
ホームページ <http://www.spring8.or.jp/ja/science/meetings/2024/sp8sympo2024>
連絡先 〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1
SPring-8 ユーザー協団体 (SPRUC) 事務局 古川美奈
〔電話：0791-58-0970, E-mail: users@spring8.or.jp〕

2024 年度日本地球化学会第 71 回年会

主催 (一社)日本地球化学会
期日 2024 年 9 月 18 日 (水)～20 日 (金)
会場 金沢大学角間キャンパス (自然科学本館)
ホームページ <http://www.geochem.jp/meeting/>
連絡先 〒920-1192 石川県金沢市角間町 金沢大学 2024
年度日本地球化学会実行委員会 委員長 長尾誠也
〔E-mail: fukushi@staff.kanazawa-u.ac.jp〕

VACUUM2024 真空展
Vacuum Technology for innovation

主催 (一社)日本真空工業会, (公社)日本表面真空学会, 日刊工業新聞社
期日 2024 年 9 月 18 日 (水)～20 日 (金)
会場 東京ビッグサイト東ホール
ホームページ <https://biz.nikkan.co.jp/eve/vacuum/>
連絡先 〒103-8548 東京都中央区日本橋小網町 14-1 日刊工業新聞社イベント事業部
〔電話：03-5644-7221, E-mail: autumnfair@nikkan.tech〕

第 10 回材料 WEEK

主催 (公社)日本材料学会
期日 2024 年 10 月 8 日 (火)～10 日 (木)
会場 京都テルサ
ホームページ <http://www.jsms.jp>
連絡先 〒606-8301 京都府京都市左京区吉田泉殿町 1-101
(公社)日本材料学会
〔電話：075-761-5321, E-mail: jimu@office.jsms.jp〕

第 40 回近赤外フォーラム

主催 近赤外研究会
期日 2024 年 11 月 13 日 (水)～15 日 (金)
会場 東京大学弥生講堂
ホームページ <https://jcnirs.org/NIR2024>
連絡先 〒305-8642 茨城県つくば市観音台 2-1-12 (国研) 農業・食品産業技術総合研究機構食品研究部門分析評価

ループ内 近赤外研究会事務局 池羽田晶文
〔電話：029-838-8057, E-mail: office@jcnirs.org〕

第 70 回ポーラロ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**

主催 日本ポーラログラフ学会
期日 2024 年 11 月 16 日 (土)・17 日 (日)
会場 京都大学農学部総合館
ホームページ <http://www.polaro.jp/index.html>
連絡先 〒606-8502 京都府京都市左京区 京都大学農学部 2 号館 2 階 206 号室 日本ポーラログラフ学会事務局 討論会理事 白井 理
〔電話：075-753-6392, E-mail: shirai.osamu.3x@kyoto-u.ac.jp〕

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)

主催 第 15 回アジア化学センサ国際会議組織委員会
期日 2024 年 11 月 17 日 (日)～20 日 (水)
会場 北九州国際会議場
ホームページ <https://orbit-cs.net/accs2024/>
連絡先 〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町 1-1 九州工業大学大学院工学研究院 物質工学研究系 清水陽一
〔電話：093-884-3323, E-mail: shims@cche.kyutech.ac.jp〕

「分析化学討論会」特集の論文募集

「分析化学」編集委員会

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

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

特集論文の申込締切：2024 年 7 月 12 日 (金)

特集論文の原稿締切：2024 年 8 月 9 日 (金)

「分析化学」年間特集“環”論文募集

「分析化学」編集委員会

2025 年は「環」をテーマとすることと致しました。分析化学において「環」は、様々なスケールでの意味を持ちます。たとえば“環境”や“循環”のような大きなスケール、

あるいは、多環芳香族炭化水素（PAHs）などの“環式化合物”という小さなスケールです。いずれにおいても、分析化学は重要な役割を果たしています。

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

特集論文申込締切：2024年7月21日（金）（第1期）

特集論文原稿締切：2024年8月18日（金）（第1期）

「分析化学」特集 “表示・起源分析技術の現在”の論文募集

「分析化学」編集委員会

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

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

「分析化学」編集委員会

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

なお、詳細は「分析化学」誌HPをご参照ください。

「お知らせ」欄原稿について

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

本会外から掲載をご希望の場合は以下をご参照ください。

- 1) 掲載できるものは本会が共催、協賛、後援するものに限られます。
- 2) 国際会議につきましては共催、協賛、後援申請に関する規程並びにフォームがありますので、ホームページをご覧ください。か、本会事務局長宛にお問い合わせください。
- 3) 国際会議以外の講演会等に関しましては、会名、会場、主催団体名、同代表者名、開始期日、終了期日、連絡先並びに同電子メールを記載のうえ、書面でお申し出ください。
- 4) 掲載原稿の作成要領に関しましては承諾をご返事する際にお知らせします。
- 5) 本会支部または研究懇談会が共催、協賛、後援を承諾した事業につきましては、その旨をメールにお書きいただき、原稿ファイルをshomu@jsac.or.jpにお送りください。

国際会議以外の共催、協賛、後援に関する規程抜粋（共催）

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

「分析化学」の掲載料についてのお知らせ

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

掲載料金計算式（P：印刷ページ数）（単位：円）

会員の場合：30,000 + 5,000 × (P - 4)（印刷ページ数が14ページ以上は一律80,000円）

会員外の場合：40,000 + 5,000 × (P - 4)（印刷ページ数が14ページ以上は一律90,000円）

*上記に消費税がかかります。

【ア行】

(株)エス・ティ・ジャパン……………表紙 4

【サ行】

(株)島津製作所……………表紙 2

西進商事(株)……………カレンダー裏

(株)ゼネラルサイエンス

コーポレーション……………A3

【ナ行】

日本電子(株)……………A5

日本分光(株)……………A1

【ハ行】

ビー・エー・エス(株)……………表紙 3

フロンティア・ラボ(株)……………A2

【ヤ行】

安井器械(株)……………A4

製品紹介ガイド……………A6~7

ラボラトリーガイド……………A9~13

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

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)アメナテック

<http://www.amena.co.jp>英国エレメンタルマイクロアナリシス社製 CHNOS
有機・無機・同位体微量分析用 消耗品・標準物質等アルファサイエンス(株) <http://www.alphasience.jp/>

電話 03-3814-1374 FAX 03-3814-2357

E-mail: alpha@m2.pbc.ne.jp

高性能 HPLC/GPC-FTIR インターフェースシステム
新型 LC-CollectIR

(株)エス・ティ・ジャパン

東京 03-3666-2561 大阪 072-835-1881

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

モジュール式ラマンシステム RAMAN-QE

高感度の小型ファイバ分光器、励起用レーザー、各種ラ
マンプローブを組み合わせたコンパクトなシステムです。

励起レーザー選択や光学系のカスタマイズもご相談ください。

オーシャンフォトンクス(株) <https://www.oceanphotonics.com>電位差自動滴定装置・カールフィッシャー水分計・密
度比重計・屈折計・粘度計・水銀測定装置・熱計測機
器・大気分析装置・水質分析装置・排ガス分析装置

京都電子工業(株) 東京支店 03-5227-3151

<https://www.kem.kyoto/>

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

書籍
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
基本分析化学 —イオン平衡から機器分析法まで— 北条正司, 一色健司 編著 B5判 260頁 定価3,520円 (税込) 三共出版(株) 電話 03-3264-5711 https://www.sankyoshuppan.co.jp/
Primary大学テキスト これだけはおさえない化学 改訂版 大野公一・村田滋・齊藤幸一 他著 B5判 248頁 フルカラー 定価2,530円 (税込) 大学初年次での化学を想定。高校の復習から大学で必要な知識へのテキスト。 実教出版(株) 電話03-3238-7766 https://www.jikkyo.co.jp/
Pyrolysis-GC/MS Data Book of Synthetic Polymers 合成高分子の熱分解 GC/MS ハンドブック Tsuge, Ohtani, Watanabe 著 定価31,900円 (税込) 163種の合成高分子の熱分解 GC/MS, また 33種の縮合系 高分子には反応熱分解 GC/MS も測定したデータ集。 (株)デジタルデータマネジメント 電話 03-5641-1771
TOF-SIMS: Surface Analysis by Mass Spectrometry John C. Vickerman and David Briggs 著 B5・定価51,700円 (税込) 二次イオン質量分析法の装置と試料の取扱い, 二次イオン 形成のメカニズム, データ解析アプリケーション例など (株)デジタルデータマネジメント 電話 03-5641-1771
Surface Analysis by Auger and X Ray Photoelectron Spectroscopy David Briggs and John T. Grant 著 B5・定価51,700円 (税込) 表面分析に欠かせない AES と XPS 法の原理, 装置, 試料の扱い, 電子移動と表面感度, 数量化, イメージング, スペクトルの解釈な ど。(SurfaceSpectra, Ltd.) (株)デジタルデータマネジメント 電話 03-5641-1771
第3巻「永久磁石の保磁力と関連する技術課題」 徳永雅亮, 山本日登志 著 B5判・118頁, 定価: ¥2,300+送料 ネオジコンサル 電話 090-2204-7294 https://hitoshiad26.sakura.ne.jp
改訂6版 分析化学データブック 日本分析化学会編 ポケット判 260頁 定価1,980円(税込) 丸善出版(株) 電話 03-3512-3256 https://www.maruzen-publishing.co.jp
セミナー・試験
海外技能試験の輸入代行サービス 西進商事(株) 神戸 078-303-3810 東京 03-3459-7491 https://www.seishin-syoji.co.jp/
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
「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

放射能測定の信頼性を確保する放射能標準物質を開発 —牛肉および魚類放射能分析用認証標準物質—

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

1) 放射能分析用牛肉認証標準物質

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

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

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

○充填容器と価格

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

2) 放射能分析用魚類認証標準物質

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

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

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

○充填容器と価格

JSAC 0781:U8 容器(50 mm 高さ) 20,000 円, JSAC 0782, 0785:100 mL 容器 20,000 円,
JSAC 0783:1 L 容器 100,000 円, JSAC 0784:U8 容器は 1 回 5,000 円のレンタル品(価格はいずれも本体価格、送料込み・消費税別)

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

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



写真左 ポリエチレン袋に装填された牛肉認証標準物質



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

ラボラトリーガイド

— 研究計画立案のために —

■本製品ガイドに掲載の製品に関するカタログ・資料請求は…

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

(株)明報社『ぶんせき』係行 ぶんせき 2024 年 7 月号

FAX.03-3546-6306

資料請求用紙

年 月 日

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

資料ご希望の節は下記請求番号(製品横の数字)に○印をお付けください。

No.		No.		No.		No.	
1		4		7		10	
2		5		8		11	
3		6		9		12	

1 X線分析・電子分光分析



ZSX Primus IV/IVI

特長

上面照射型 (ZSX Primus IV)・下面照射型 (ZSX Primus IVi) のハイスベックモデルです。ハード・ソフト両面の最新技術により、高速・高精度測定を実現。測定・解析をサポートする“ZSX Guidance”を備え、初心者の方でも簡単に正確な分析結果が得られます。(写真はZSX Primus IV)

仕様

- 高輝度4kW X線管、人工多層累積膜
- 検量線作成アシスト機能 (定量アプリケーション自動設定)

価格はお問い合わせください

- D-MCAシステムによる分析精度向上
 - 高速駆動ゴニオメーター
 - 高解像度カメラによるポイント/マッピング分析 (位置分解能100 μ m)
- ※最大400mm径の試料が測定可能なZSX Primus400もラインアップ

株式会社リガク

TEL.03-5312-7077 FAX.03-5312-7078
URL: <https://rigaku.com>

2 X線分析・電子分光分析



Supermini200

特長

小型でありながら高出力200WのX線管を搭載し、エネルギー分散型蛍光X線分析装置では得られない分解能と軽元素の高感度分析を実現しています。鉱物資源分析から環境分析まで広範囲に対応します。冷却水が不要なので、サテライトラボにも設置できます。ヘリウムガスを用いることなく液体試料を大気/真空雰囲気での測定が可能となります。

価格はお問い合わせください

仕様

- X線管: Pd (200W)
- 分光結晶: 3結晶交換
- 検出器: SC&F-PC
軽元素用S-PCも選択可能
- 測定範囲: sO~96Cm
- 測定雰囲気: 真空またはヘリウム仕様に対し、大気/真空仕様の追加可能

株式会社リガク

TEL.03-5312-7077 FAX.03-5312-7078
URL: <https://rigaku.com>

3 X線分析・電子分光分析



MiniFlex

特長

コンパクトなデスクトップ機で、上位機種に迫る高分解能・高角度精度・高PB比を実現します。1次元/2次元検出器使用により、高速/高強度測定を実現。送水装置内蔵型もラインアップしています。

- 配向や粗大粒の影響も一目瞭然: 2次元検出器との組み合わせにより、試料の配向状態や粗大粒の影響も一目瞭然で

価格はお問い合わせください

す。粒子が粗くても、データベースの強度比に近い粉末X線回折プロファイルを得ることが可能です。

- 豊富なアタッチメント: 8試料自動交換装置、温度可変アタッチメント、回転試料台、汎用雰囲気セパレーターなど

株式会社リガク

TEL.03-5312-7077 FAX.03-5312-7078
URL: <https://rigaku.com>

4 X線分析・電子分光分析



CT Lab HX

特長

医薬品、医療用デバイス、骨、鉱物、電子デバイス、電池、アルミ铸件、プリント基板などの多種多様なサンプルを高速・高分解能で測定可能な3D マイクロX線CTです。省スペースなデスクトップ型、100V電源で動作する省エネルギー設計でありながら、「 ϕ 200 $\times$ 150mmの広視野撮影」「最速18秒の高速撮影」「最小画素1.3 μ mの高分解能撮影」が可能です。また、任意の視野/解像度を選択し、細部構造の観察も可能です。

価格はお問い合わせください

仕様

- HX100/HX130の2機種ラインアップ
- 広視野・高速・高分解能なデスクトップ型CT
- オートサンプルチェンジャー (拡張オプション) による16試料自動撮影も可能

株式会社リガク

TEL.03-5312-7077 FAX.03-5312-7078
URL: <https://rigaku.com>

5

クロマトグラフィー

分取HPLCシステム PrepAce



特長

逆相、順相、サイズ排除、いずれのモードにも適用できる精製システムです。カラムダメージ軽減機能、少デッドボリウムのリサイクル分離、分取カラムも流路も温調できるカラムオープンなど、独自機能によりカラム性能を最大限に生かすことができます。ソフトウェアは分取専用のため、必要な設定のみで制御できます。

装置一式：価格はお問い合わせください

仕様

ご用途、ご予算に合わせたシステム構成をご提案します。実験毎、テーマ毎に組みかえできます。

ジーエルサイエンス株式会社

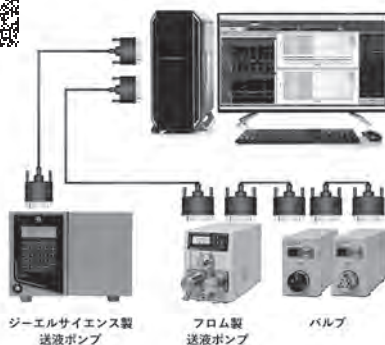
URL: <https://www.gls.co.jp/>

E-mail: info@glsc.co.jp

6

コンピュータ・データ処理

FlowScheduler Ver.2.0



ジーエルサイエンス製
送液ポンプ

フロム製
送液ポンプ

バルブ

特長

フロー合成の条件検討におすすめのソフトウェアです。ポンプ、バルブの動作を各10台までスケジューリングできます。ワンクリックでスタートし、終了時は自動でポンプを止めることができます。送液データとともにコメントを残せます。

価格はお問い合わせください

仕様

制御対象ポンプ：

ジーエルサイエンス製 PUシリーズ

フロム社製 UIシリーズ、MP シリーズ

送液プログラム：最大50ステップ

送液設定時間：最長9999分(166時間39分)

ジーエルサイエンス株式会社

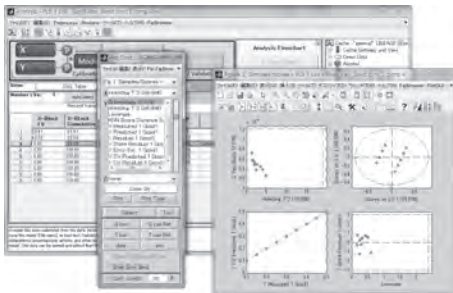
URL: <https://www.gls.co.jp/>

E-mail: info@glsc.co.jp

7

コンピュータ・データ処理

PLS_Toolbox, 9.x/MIA_Toolbox 3.x (ケモメトリックスソフトウェア)



特長

データの管理と分析、モデルの作成と結果の解釈用のグラフィックインターフェイスを提供します。いろいろなデータソース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できます。

★データの探求とパターン認識(主成分分析、PARAFAC、MCR、純度)

★分類(SIMCA、PLS判別分析、クラスター解析、デンドグラムを持つクラスター解析)

★回帰モデリング(PLS、主成分回帰、重回帰)

★高度なグラフィックによるデータセットの編集と視覚化ツール

PLS_Toolbox (MATLAB用アドイン)

定価(税込)：550,000円/253,000円(一般/教育)

MIA_Toolbox (MATLAB用アドイン)

定価(税込)：286,000円/121,000円(一般/教育)

Solo (スタンドアロン)

定価(税込)：825,000円/308,000円(一般/教育)

★netCDF (Mass) のインポート

★高度な前処理(中央化、スケーリング、スムージング、微分)

(製作元：Eigenvector Research Inc.)

株式会社 デジタルデータマネジメント

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

URL: <http://www.ddmcorp.com>

8

熱分析

示差走査熱量計 DSCvesta2



特長

初心者からベテランまで、幅広いユーザーに魅力を感じていただける革新的なDSCです。使いやすさに重点を置きながら、デザインには高級感を漂わせ、最先端の性能を実現しました。

業界初の自己診断機能vestaeye®の搭載により、今までは測定を行わないと判断がつかなかった潜在的な問題も早期に発見し素早く対処することが可能となるため、日々安心して装置をご利用いただけます。さらに、

価格はお問い合わせください

センサーの再現性向上と位置ズレ防止機構により、確かな測定を保証します。

仕様

●測定温度範囲：-180℃～725℃

●DSCスケール：±1,000mW

●昇温速度(最大)：150℃/min

●ノイズレベル(RMS)：0.05μW

株式会社リガク

TEL.03-5312-7077 FAX.03-5312-7078

URL: <https://rigaku.com>

9

熱分析

顕微鏡用大型試料冷却加熱ステージ(電圧印加可能) 10084/10084L



特長

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

仕様

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

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

本体価格：お問い合わせください

10

熱分析

顕微鏡用加熱ステージ 10016/10042D



特長

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

仕様

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

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

本体価格：お問い合わせください

11

分析装置・関連機器

ビード&フューズサンプラ AT-5000



特長

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化してリニール！
高周波を利用した蛍光X線分析用ガラスビード作成やICP/AA分析のアルカリ融解処理を行う無機試料の前処理装置です。
電気炉とは違い、溶融温度のコントロールを簡単に行うことができます。

仕様

- 高周波出力：2kW
- 電源：単相 200V, 3kVA, NFB30A, 要アース
- サイズ：幅600×奥行700×高さ350
- 重量：約50kg
- 登録プログラム数：8

株式会社アメナテック
TEL.045-548-6049 FAX.045-548-6179
URL: <http://www.amena.co.jp>

価格：お問い合わせください

12

研究室用設備器具

フリッチュジャパン NANO対応粉砕機“Premium Line P-7”



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

仕様

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

フリッチュ・ジャパン株式会社
TEL.045-641-8550 FAX.045-641-8364
URL: <http://www.fritsch.co.jp>
E-mail: info@fritsch.co.jp

本体価格(税別)：2,350,000円

掲載会社 所在地

アメナテック(株)	〒224-0003 神奈川県横浜市都筑区中川中央2-5-13 メルヴューサガノ401
ジーエルサイエンス(株)	〒163-1130 東京都新宿区西新宿6-22-1 新宿スクエアタワー
ジャパンハイテック(株)	〒260-0001 千葉県千葉市中央区都町3-14-2-405
(株)ディジタルデータマネジメント	〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町1-11-8 紅萌ビル
フリッチュ・ジャパン(株)	〒231-0023 神奈川県横浜市中区山下町252 グランベル横浜ビル
(株)リガク	〒151-0051 東京都渋谷区千駄ヶ谷4-14-4 SKビル千駄ヶ谷

ぶんせき 2025 年 2 月号・予告

2025年度・製品ガイド

2025年2月号にて、年度末「製品ガイド」を予定しております。
予算対策の絶好のPR機会としてご期待ください。

MEIHOSSHA
ADVERTISING AGENCY

株式会社 明報社

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

分析化学DVDシリーズ

- 最新技術と装置による映像と解説書を収録
- 日本語版／English Version 収録



好評
発売中

1～3巻

監修：公益社団法人日本分析化学会

定価
(各巻)

[一般] 35,000 円 (税別)

[(公社)日本分析化学会会員]
30,000 円 (税別)

1巻
30分

分析および分析値の信頼性 —信頼性保証の確立に向けて—

1. 分析値の信頼性を確保するには
2. GLP での品質保証をえるためには
3. 分析機器／分析法のバリデーション
4. コンピュータ システム バリデーション
5. トレーサビリティと標準物質
6. 外部査察

2巻
30分

高速液体クロマトグラフィー HPLC

1. 高速液体クロマトグラフィーとは？
2. クロマトグラフィーの原理
3. カラム
4. HPLC 装置
5. 試料溶液の調製
6. 操作法
7. データ解析
8. 定性と定量の方法

3巻
34分

高速液体クロマトグラフィー質量分析法 LC-MS

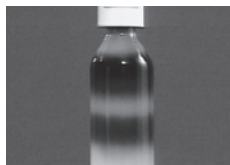
1. LC-MS の原理
2. LC-MS 装置の構成
3. LC-MS 装置の各部
4. 測定時の注意事項
5. メンテナンス
6. 試料の前処理
7. データ解析
8. 応用編



[1巻] 分析機器／分析法のバリデーション



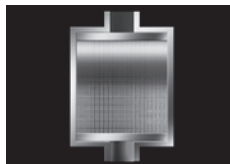
[1巻] トレーサビリティと標準物質



[2巻] 高速液体クロマトグラフィーとは？



[2巻] HPLC装置



[3巻] LC-MSの原理



[3巻] 応用編

お問い合わせ・ご注文は

(公社)日本分析化学会 DVD 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

Mail dvds@jsac.or.jp

BAS

光学式酸素モニター



FireSting O2-C 酸素モニター(4ch)

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

- 一台で最大4チャンネル対応。項目の組合せは自由
- 気相および液相での測定に利用できます
- 酸素濃度測定用のセンサーには通常用と低濃度用があります
- 非接触型など様々なタイプのセンサーをラインナップ

ミニプローブを
溶液に挿して...



密閉容器内の酸素濃度や
温度の測定に...



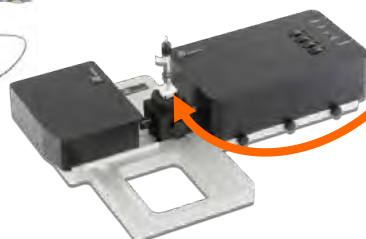
フローセルタイプで
流体の測定に...

**BAS**

分光電気化学システム



モデル3325
バイポテンショスタット



SEC2020
スペクトロメーターシステム



SEC-CT
石英ガラス製光電気化学
セルキット+参照電極

電気化学的な挙動と
分光スペクトル変化を
同時に測定できる
システムです。

● 製品の外観、仕様は改良のため予告なく変更される場合があります。

BAS

ビー・イー・エス株式会社

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

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

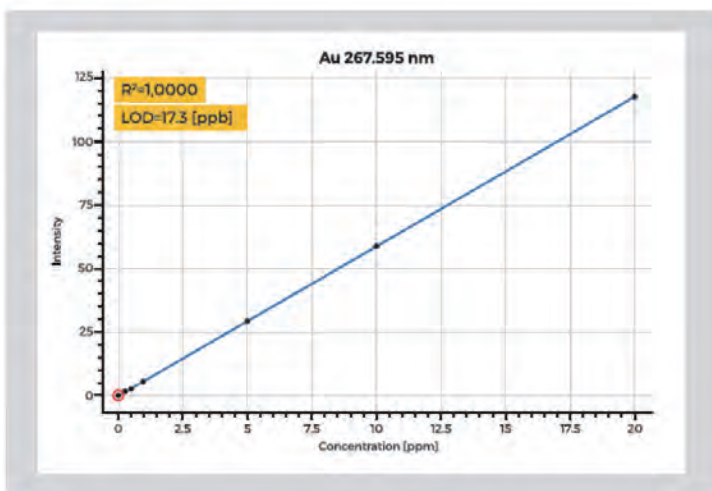
セミナー講演内容などビー・イー・エス株式会社の最新情報はメールニュースで随時配信しております。配信ご希望の方はお気軽にお問い合わせ下さい ⇒ E-mail: sp2@bas.co.jp

窒素ガスICP分析計 MICAP™-OES 1000

RADOM™



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



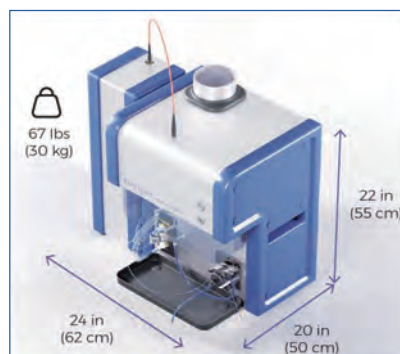
金の検量線 (0.025~20.00ppm)

特徴

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

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

光ファイバー接続のエシエル分光検出器



装置寸法・重量

輸入総販売元

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

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

大阪支店／
〒573-0094 大阪府枚方市南中振1-16-27
TEL: 072-835-1881 FAX: 072-835-1880

ST.JAPAN INC.