

ぶんせき ①

Bunseki 2025

The Japan Society for Analytical Chemistry



エネルギー分散型蛍光X線分析装置

Energy Dispersive
X-ray Fluorescence Spectrometer

ALTRACE



元素分析の限界を超越する

簡単操作で微量元素を高速に分析。さらなる高感度を求めて、最適光学系設計と当社独自の高速信号処理技術により、蛍光X線分析装置が新しいステージに到達しました。

類いなき高感度

- サブppmから%まで広範囲の一斉元素分析を実現
- 1 ppm未満の簡易スクリーニングとして活用
- 粉末・液体試料を溶解や希釈することなく、簡便に分析が可能

煩雑な前処理からの解放

- 化学的な前処理なしに分析可能
- 精密分析前の簡易スクリーニングに最適
- 精密分析よりコスト削減・操作性が優位

圧倒的な効率性

- 最大48試料搭載の連続自動分析
- 扱いやすいトレイ引き出し方式採用
- 測定中の割り込み分析に対応



詳しい製品情報はこちら

ぶんせき Bunseki 2025 Contents

1

目次

とびら	「世に問う」姿勢／山本 博之 1
入門講座	分析におけるコンタミ・キャリアオーバー対策 分析におけるコンタミネーションの原因とその対策／齋藤 凜太郎 2
解説	X線吸収端近傍スペクトル測定法による医薬品原薬・製剤の解析 ／野口 修治・伊藤 雅隆・鈴木 浩典 10
ミニファイル	分析用試薬 標準物質／北牧 祐子 17
話題	小型化固相抽出法の現状／村上 博哉 19
トピックス	量子センサによるマイクロ RNA のラベルフリー計測／外間 進悟 21 紫外プラズモニクスによる蛍光増強／田邊 一郎 21
博士論文要録	分散した微粒子による固相抽出を原理とする 新しい簡易比色分析法の開発と環境水への応用／小濱 望 22
リレーエッセイ	ものづくりが切り拓く研究者への道／森岡 和大 24
ロータリー	25 談話室：はじめに分析あり（その2）ーガリレオの眼／インフォメーション：プラズマ分光分析研究会 第 123 回講演会；第 29 回高分子分析討論会；第 401 回液体クロマトグラフィー研究懇談会；2025 年の表紙デザインについて／執筆者のプロフィール

〔論文誌目次〕	29
〔お知らせ〕	M1
〔カレンダー〕	iii

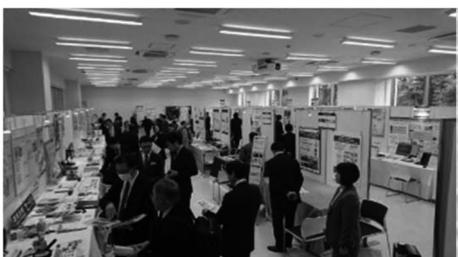
〔広告索引〕	A5
〔ガイド〕	A6

第85回分析化学討論会

2025年5月31日(土)~6月1日(日)

愛媛大学 (城北キャンパス)

主催:公益社団法人 日本分析化学会



本大会では、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

一般展示 1小間 ￥ 80,000 (税別)

書籍販売 1小間 ￥ 50,000 (税別)

●ランチオンセミナー 開催料

1枠 ￥ 150,000 (税別) ※お弁当等の経費は別途

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/jsac85touron/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>

カレンダー

2025年

- 1月 10日 2024年度徳島地区講演会～第26回徳島地区分析技術セミナー～
〔徳島大学理工学部工業会館2階〕……………(12号 M1)
- 14～16日 International Symposium on Green Transformation Initiative and I
nnovative Zero-Carbon Energy Systems (GXI-ZES) 〔東京工業大学大岡山キャンパス〕……………(10号 M7)
- 15日 第300回ゴム技術シンポジウム「基礎から応用技術で見るゴムのトライポロジーVI」
〔東京都港区元赤坂1-5-26 東部ビル5階〕……………(M 5)
- 15・16日 第30回LC & LC/MSテクノプラザ 〔大田区産業プラザPiO〕……………(9号 M6)
- 23・24日 第42回コロイド界面技術シンポジウム「温故知新：経験を知り新たな製剤開発への展開を探る」
〔同志社東京オフィス〕……………(M 5)
- 24日 第403回液体クロマトグラフィー研究懇談会 〔鳥津製作所殿町事業所〕……………(12号 M2)
- 24日 山口地区講演会 〔山口大学人文学部大講義室〕……………(M 3)
- 28日 東海支部2024年度アドバンスセミナー『機能性ソフトマテリアルの開発と研究動向』
〔オンライン〕……………(12号 M4)
- 29日 第17回千葉県分析化学交流会～新春企業特集 〔千葉市生涯学習センター・大研修室〕……………(11号 M1)
- 29～31日 nano tech 2025 第24回国際ナノテクノロジー総合展・技術会議
nano tech 2025 International Nanotechnology Exhibition & Conference ……(10号 M7)
- 31日 表面科学技術研究会2025半導体産業の現状と課題—これからの日本を支える半導体技術—
〔大阪産業技術研究所森ノ宮センター〕……………(M 5)
- 2月 6日 第2回分析士特別講演会・見学会 〔ブルカーージャパン本社(横浜営業所)]……………(M 2)
- 19日 第404回液体クロマトグラフィー研究懇談会
〔日立ハイテクサイエンスサイエンスソリューションラボ東京〕……………(M 3)
- 18日 24-2 高分子学会講演会 主題=量子ビームを用いた先端計測と高分子材料開発への展開
〔オンライン〕……………(12号 M4)
- 3月 3日 2025年度液体クロマトグラフィー分析士五段認証試験 〔日本分析化学会会議室〕……………(12号 M3)
- 6・7日 第44回分析化学における不確かさ研修プログラム 〔日本電気計器検定所本社〕……………(M 2)
- 21日 プラズマ分光分析研究会第124回講演会「現場で活躍するプラズマ分光分析」
〔東京都産業技術研究センターおよびオンライン〕……………(M 5)
- 31日 2025年度液体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〕……………(12号 M3)
- 5月 8日 2025年度液体クロマトグラフィー(LC)分析士三段認証試験実施のお知らせ 〔五反田文化会館〕……………(M 4)
- 16・17日 シンポジウム「モレキュラー・キラリティー2025」〔名古屋大学野依記念学術交流館〕……………(M 5)
- 22・23日 第41回希土類討論会 〔倉敷市民会館〕……………(12号 M4)
- 31・6/1日 第85回分析化学討論会 〔愛媛大学城北キャンパス〕……………(9号 M2)
- 6月 19・20日 第92回日本分析化学会有機微量分析研究懇談会・第128回計測自動制御学会力学量計測部会・
第42回合同シンポジウム 〔北里大学薬学部〕……………(12号 M3)
- 9月 14～19日 The 7th Asia-Pacific Symposium on Radiochemistry 〔島根県立産業交流会館くにびきメッセ〕……………(12号 M4)

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

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

1) 放射能分析用牛肉認証標準物質

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

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

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

○充填容器と価格

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

2) 放射能分析用魚類認証標準物質

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

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

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

○充填容器と価格

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

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

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



写真左 ポリエチレン袋に装填された牛肉認証標準物質



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

各種標準物質 (RM, CRM)

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

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

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

凍結粉碎機 (Freezer/Mill)

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

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

ボールミル (Mixer/Mill)

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

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



Environmental Express社 不純物証明&目盛つき容器 50mL



Environmental Express社製ポリプロピレンチューブの特長

CertiTube

- ・不純物濃度証明書と公差証明書が付属
⇒メスアップや保存容器として使用でき容器の移し替えをする作業(手間、時間)を削減できます。
- ・ガラス器具由来の金属コンタミリスクも軽減できます!
110℃の耐熱性があり分解容器としても使用できます。
※130℃以上の温度では使用できません。
- ・容器本体とキャップの材質が同じ商品です。
- ・Certi Tubeはディスポーザブルで使用可能な価格設定です。

UltiTube

- ・超高純度UltiTubeは、68元素ppbおよびpptの低濃度が保証され、より低ブランクの測定を実現します。

項目	規格	公差	不純物
容量	50mL	±0.5%	
材質	ポリプロピレン		
耐熱性	110℃		
公差	±0.5%		
不純物	68元素 ppb		

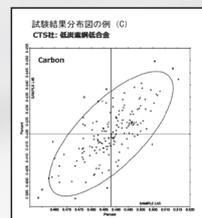
海外技能試験輸入代行サービス

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
- ・NIL (中国) : ポリマー (化学試験・物性試験) 鉄鋼原料
- ・PTP (フランス) : 非鉄関連・航空宇宙関連試験
- ・iis (オランダ) : ポリマー (化学試験)・繊維・化粧品
- ・NSI (アメリカ) : 飲料水・環境・食品・微生物・製薬
- ・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)



標準物質専門商社

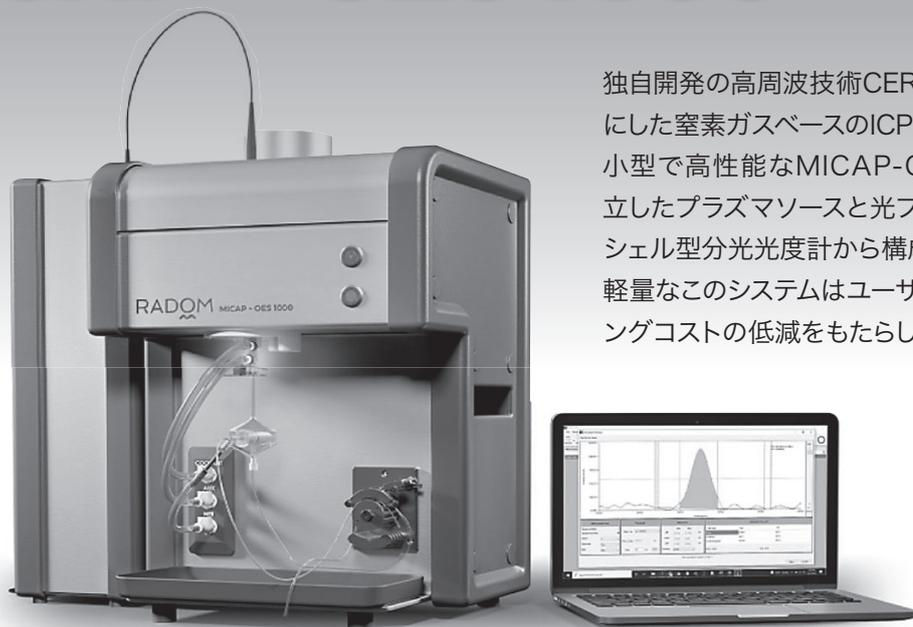
西進商事株式会社

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

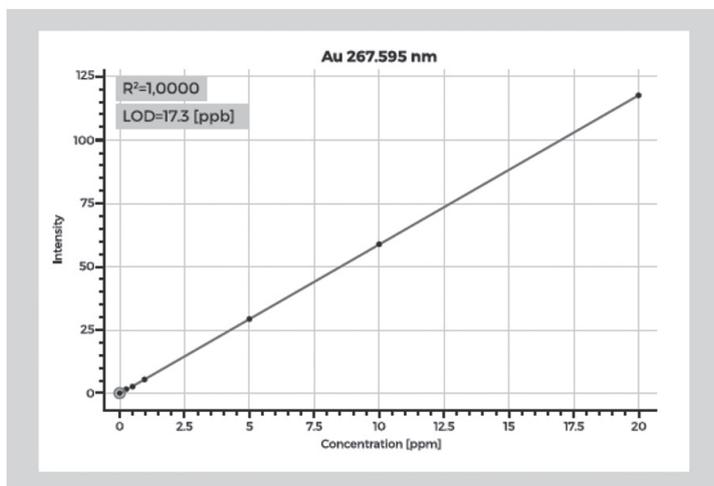
本社 〒650-0047 神戸市中央区港島南町1丁目4番地4号
TEL.(078)303-3810 FAX.(078)303-3822
東京支店 〒105-0012 東京都港区芝大門2丁目12番地7号 (RBM芝パークビル)
TEL.(03)3459-7491 FAX.(03)3459-7499
名古屋営業所 〒450-0002 名古屋市中村区名駅4丁目2番25号 (名古屋ビルディング桜館4階)
TEL.(052)586-4741 FAX.(052)586-4796
北海道営業所 〒060-0002 札幌市中央区北二条西1丁目10番地 (ピア2・1ビル)
TEL.(011)221-2171 FAX.(011)221-2010

窒素ガスICP分析計 MICAP™-OES 1000

RADOM™



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



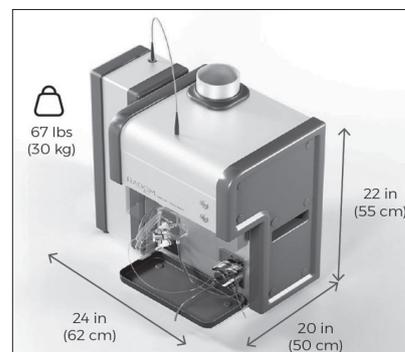
金の検量線 (0.025~20.00ppm)

特徴

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

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

光ファイバー接続のエシエル分光検出器



装置寸法・重量

株式会社 エス・ティ・ジャパン
URL: <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 /
〒540-6127 大阪府大阪市中央区城見2-1-61 ツイン21 MIDタワー
TEL: 06-6949-8444 FAX: 06-6449-8445

ST.JAPAN INC.

標準物質



標準物質とは

分析機器の校正、性能向上
分析技術の進歩、確立
分析対象物の値づけ

に用いられます。

より正確な分析データを求めるには、高い信頼性のある標準物質を御使用下さい。

標準物質は以下の分野に数多くあります。

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

☆世界の代表的な標準物質製造・作成者一覧☆

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

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

GSC 株式会社 ゼネラルサイエンスコーポレーション

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

分析業界のコストカッター ディスポチューブでもらくらく粉碎!!



立体8の字[®]原理による

商標登録第 6576850 号

秒速粉碎機

マルチビーズショッカー[®]

Multi-beads Shocker[®]



MB3000シリーズ

☑️ 卓上型・省スペース ☒ 極静音

豊富な種類の粉碎用ディスポ容器

96well ~ 最大 100ml チューブまでラインナップ!!

粉碎チューブ一例

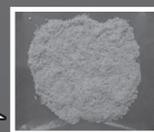


各サンプル量に合わせた最適粉碎を実現!
タングステンカーバイド、チタン、メノウ、酸化ジルコニウム、
PTFEなど豊富なラインナップ!

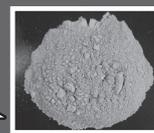
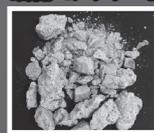
更新キャンペーン実施中!

※詳しくは、お問合せ下さい。

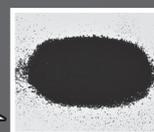
フィルムコーティング錠剤 20粒



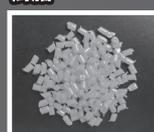
硬化コンクリート



ゴム



樹脂



ヨーロッパ安全基準適合



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



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.

241127

「世に問う」姿勢



山本 博之

それぞれに新たな年をお迎えのことと思います。昨年は皆さまにとりどのような年でしたでしょうか。素晴らしい成果を上げられた方、なかなか思うようでなかった方…… 様々と思いますが、本年がより良い年となりますことを心よりお祈り申し上げます。

ある程度シニアの方の中には昨今の社会情勢が昔に比べて「窮屈」になったとお感じになられることも少なからずあると思います。「昔はよかった」などと昔日への想いを述べるつもりはなく、今のほうがよいことも多々あるように思いますが、それでも「大らかでない」、「不寛容」などの言葉が現状を表しているのは、諸々の意見を簡単に並存させるほどの余裕が世の中にないことを示しているように感じます。

現在、学会では「日本分析化学会未来戦略構想 (JSAC2024)」として社会に望まれる方向性や対応すべき課題について検討しています。同時にこの仕事を通して困難な現状や多くの意見を目の当たりにし、その策定が容易ではないことに改めて気づかされます。そうした状況の中にあっても私たちの未来を描き、考えを少しでも実現させるには、学会から広く社会に向け私たちの活動内容とともに分析の必要性、重要性を訴え続け、理解を求めていくこと、いわば「世に問う」姿勢が必要であると考えます。会員である私たちは「分析」は社会で何らかの重要な意義をもつと考えていますが、学会外に出れば必ずしも私たちの考えが通用するとは限りません。「世に問う」ことによって当然ながら好意的な理解だけでなく、批判的な意見や反論にさらされることも少なくないでしょうし、そもそも広報が行き届かず「知らない」という方々も多いものと思います。しかしながら、その現実に出会うことは私たちの考えがさらに広く受け入れられることへの一歩となるのではないのでしょうか。「異なる考えの並存」が難しくなりつつある現状を十分理解しつつも、「分析」のもつ意義を社会に説いてゆくことは欠かせないと思います。

翻って自らについてどれほど他のコミュニティについて知っているか、と問われるとおよそ心もとないところがあります。この立場になってようやく、他学会の活動状況等についていくばくかの情報を得てきたとはいえ、一般の方々が「分析」にどのような印象をもたれているかなどは手探りで掴むしかありません。そうであればこそ、学会から私たちの姿勢や活動を「世に問い続け」なくてはと強く感じます。

もちろん、学会の中にも様々な価値観があることは言うまでもありません。学会は基本的に希望者が集う団体ですから、まずは私たち自身が所属する価値がある、意義があると思うことが原点となります。その原点を大切にし、そこから少しずつ外へと広げ、最終的に社会的に認知されるために不断の努力が求められるものと思っています。

[YAMAMOTO Hiroyuki, 量子科学技術研究開発機構, 日本分析化学会会長]

分析におけるコンタミネーションの原因とその対策

齋藤 凜太郎

この度、2025年の入門講座として「分析におけるコンタミ・キャリアオーバー対策」を企画いたしました。

近年の社会環境の変化に伴い、分析技術は高精度化・高感度が求められている中で、分析操作上で生じ得るコンタミネーション・キャリアオーバーに関して正しく対策することがとても重要です。

本入門講座では、「分析におけるコンタミ・キャリアオーバー対策」と題しまして12個のテーマを取り上げ、代表的な分析機器における取り扱いで気をつけること、さらに特定の対象物質の分析で気を付けることをご執筆いただきました。分析化学者が正しいデータを得るために必要なことを改めて理解して頂くきっかけとなれば幸いです。

〔「ぶんせき」編集委員会〕

1 はじめに

分析化学は、物質の成分や性質を定量的に解明する科学の一分野であり、取得したデータの精度と信頼性は極めて重要である。しかし、分析業務に従事する多くの人々が「分析結果が思い通りにいかない!」「なぜ先輩と同じ結果が出せないのだろうか?」という問題に直面していると思う。その一因として、コンタミネーション(汚染)が挙げられる。何らかの汚染物質が分析結果に大きな誤差を引き起こすコンタミネーションの理解と対策は、日常業務に欠かせない。

分析におけるコンタミネーションとは、分析対象もしくはそれ以外の物質が試料や装置を汚染する現象を指し、測定誤差の大きな要因となる。たとえその汚染量が微量であっても、積み重ねが誤った結果を導き、研究や業務に大きな影響を及ぼす可能性がある。コンタミネーションが発生すると、再測定や再試験が必要となり、追加の試料や試薬、装置の使用が求められる。その結果、時間と費用が多く費やされ、原因追及や対策を講じるための労力とコストも膨大である。

本稿では、分析化学におけるコンタミネーションの基本とその対策について解説する。まずはコンタミネーションがどのように発生し、どのような影響を及ぼすのかを具体的な事例を交えながら説明する。次に、分析の目的濃度範囲によって異なるコンタミネーションの捉え

方や対策について考察する。さらに、無機分析と有機分析における注意点の違いについても触れ、それぞれの分野での具体的な対策を紹介する。

この文章を通じてコンタミネーションの基本的な理解を深め、実際の分析業務においてどのように対策を講じるべきかの参考にさせていただければ幸いである。

2 コンタミネーションについて

2.1 コンタミネーション対策と分類

コンタミネーションの対策について論じる前に、その種類を明確に分類したい。コンタミネーションは分析の各段階で発生するため、その種類や発生原因を明確に分類することが適切な対策を講じるための第一歩であり、分析の正確性と信頼性を維持するための必要条件である。

2.2.1 試料(器具・試薬を含む)からのコンタミネーション

試料コンタミネーションは、分析対象の試料自体に外部から何らかの物質で汚染される現象である。試料の採取、輸送、保存の各段階で発生する可能性がある。試料コンタミネーションの対策としては、クリーンな器具を使用し、適切な保存方法を確保することが重要である。さらに、異なる試料間での相互汚染を指すクロスコンタミネーション(交差汚染)にも留意する。同じ器具を複数の試料に使用する場合、前の試料の残留物が次の試料に移行することがあり、特に微量成分の分析において大きな問題となる。クロスコンタミネーションを防ぐためには、試料ごとに専用の器具を使用するか、試料間で器具を徹底的に洗浄することが必要である。また、試料の取り扱いにかかわるすべての実験担当者が適切な手順を守ることも求められる。

2.2.2 装置からのコンタミネーション

装置からのコンタミネーションは、分析に使用する装置や器具が原因で発生する。特に、前回の分析で使用した残留物が次回の分析に影響を与える現象を「キャリアオーバー」という。キャリアオーバーによるゴースト

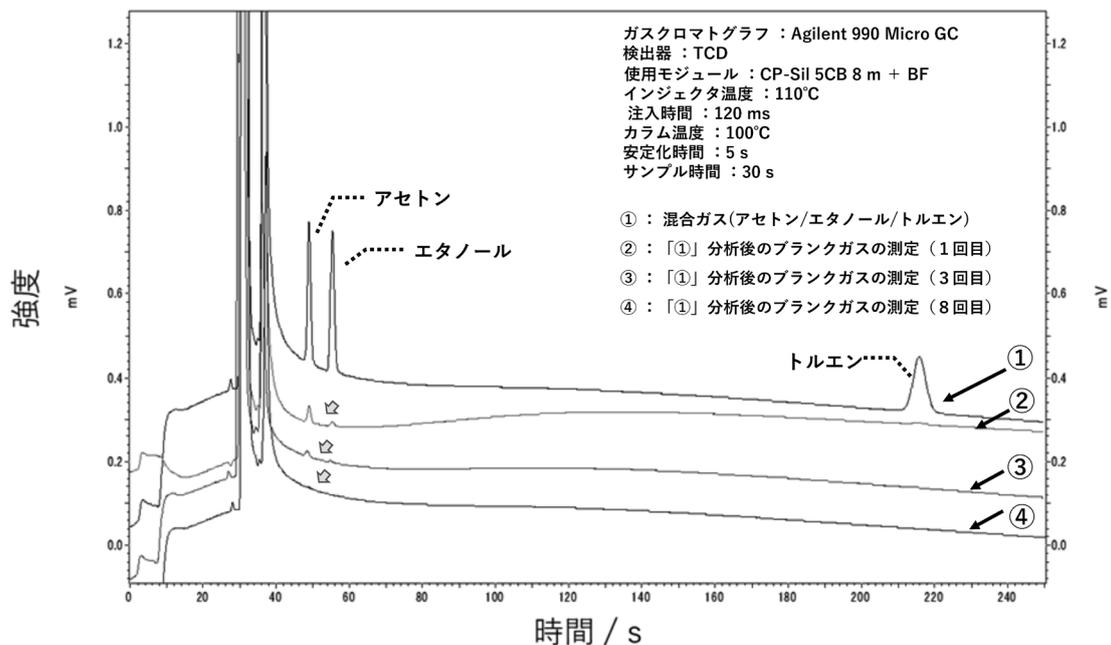


図1 ガス分析における装置の汚染とキャリーオーバーの例

ピーク出現の一例を図1に示す。濃度の高い混合ガスを1番目に分析してしまったため(①)、次の分析に検出されるべきでない成分(アセトン・エタノール)が検出されている(②, ③)。ベースラインが落ち着くまで8回の分析が必要となった(④)。高濃度のサンプルを無計画に分析すると後の分析に悪影響を与えるだけでなく、時間や経費も無駄になる。

試料の注入順番や洗浄のタイミングに意識を向けることも重要である。極端に濃い試料液や精製不十分な試料液を最初に分析すると、装置の検出器や導入部を汚染するため注意が必要である。残留性の高い目的成分の検量線を作成する際には、高濃度試料を最初に分析しない方が良い。キャリーオーバーを防ぐためには、一連の分析シーケンスにおいて、定期的にブランク液と標準品を注入して装置の汚染影響を確認するとともに、オートサンプラーの洗浄溶媒と洗浄回数をサンプルに合わせて臨機応変に最適化するなど、効率的な洗浄方法を確立することが必要である。

2.2.3 環境からのコンタミネーション

環境からのコンタミネーションは、分析が行われる環境そのものが原因で発生するコンタミネーションである。分析室内が汚れているというのは論外としても、空气中に浮遊する粉塵や微粒子が試料を汚染する可能性を考えて作業を行う。このタイプのコンタミネーションを防止するためには、分析環境のクリーン化が欠かせない。実験室の整理整頓や定期的な清掃は言うまでもなく、使用前の実験機は清潔にした状態で運用する。必要に応じて、有機分析の場合はアルミホイル、無機分析の場合はテフロンシートなどを敷いて作業することも有効

である。微量分析を行うのであれば、クリーンルームの使用や空気清浄機の設置が推奨される。

実験者由来のコンタミネーションも無視できない。まず、実験する者は必ず手袋を着用する。手袋は怪我を防ぐ目的もあるが、皮膚からの汚染を防止できる。皮膚表面には大量の無機物や有機物が存在しており、指先が触れただけでも、フタル酸エステル、酢酸イオン、元素類などで汚染されることが知られている^{1)~3)}。他にも、生活環境に伴う汚染の可能性もある。飲酒後の状態では皮膚からアルデヒドが発生することが知られており⁴⁾、アルデヒド関連のサンプリングや分析を行うことはできない。ペルフルオロアルキル化合物及びポリフルオロアルキル化合物(PFAS)の測定にあたっては、クリーニング等でフッ素加工処理した服に触れたり、廊下に撥水性のワックスをかけたりすれば、コンタミネーションリスクは高まるであろう。分析対象物質の種類や特性に合わせた対策を講じられるよう、日常的にアンテナを張り巡らせておくようにすると良い。

3 コンタミネーションに対しての心構え

コンタミネーションは分析者にとって、解決するべき重要なテーマであるが、過剰で不必要な対策はかえって分析作業の非効率化と余計なコストを発生させる。コンタミネーション対策の具体的な内容に入る前に、定量分析の濃度感覚を整理するため、慣例的によく用いられる濃度表現を紹介する(表1)。

当然、低濃度レベルの分析になるほどコンタミネーションに注意する必要がある。濃度の水準にあった対策を講じる必要がある。例えば、%オーダーの主成分分析を実施する場合には、試料中の成分濃度が高いため、少

表 1 慣例的によく用いられる濃度表現

表記	定義	固体中濃度	溶液中濃度	例
%	per cent ($1/10^{-2}$) 百分の一	g kg^{-1}	g L^{-1}	海水中の塩濃度 (約 3.5 %)
ppm	part per million ($1/10^{-6}$) 百万分の一	mg kg^{-1}	mg L^{-1}	一般的な大気中の CO_2 濃度 (約 400 ppm)
ppb	part per billion ($1/10^{-9}$) 十億分の一	$\mu\text{g kg}^{-1}$	$\mu\text{g L}^{-1}$	鉛の環境基準ならびに 水道水基準 (10 ppb)
ppt	part per trillion ($1/10^{-12}$) 一兆分の一	ng kg^{-1}	ng L^{-1}	水道水質基準における PFAS の 暫定目標値 (50 ppt)
PPq	part per quadrillion ($1/10^{-15}$) 千兆分の一	pg kg^{-1}	pg L^{-1}	環境中 ^{90}Sr やダイオキシンの モニタリングレベル

量のコンタミネーションが全体の測定結果に与える影響は相対的に小さい。仮に 0.5 ng の成分が外部から汚染した場合を考える。試料が 1 g であるとする、0.5 ng は 0.5 ppb に相当する。測定したい成分の濃度レベルが 0.1 % (1000 ppm) 以上であれば、0.5 ppb のコンタミネーションは全体に与える影響が小さく、測定結果に対する誤差は相対的に少なくなる（無視できる）。一方で、低い濃度レベルが要求されている場合では、試料中の成分濃度が非常に低いため、わずかなコンタミネーションでも測定結果に重大な影響を与える。同様に 0.5 ng の成分が外部から汚染した場合を考える。試料が 1 g であるとする、0.5 ng は 0.5 ppb に相当する。ppt から ppb レベルの分析において、0.5 ppb のコンタミネーションは測定結果に大きな影響を与える。実際に、「原子吸光電気加熱炉方式による水道水中の Pb 分析」を実施した際に、コンタミネーションが起こった事例を図 2 に示す。試料液 1 mL あたり 0.5 ng 程度の Pb コンタミネーションが見られ（左上）、検量線の直線性も悪く低濃度の信頼性が低い（右上）。時間をかけて採取したデータであっても値が精確でなければ、再分析となる。

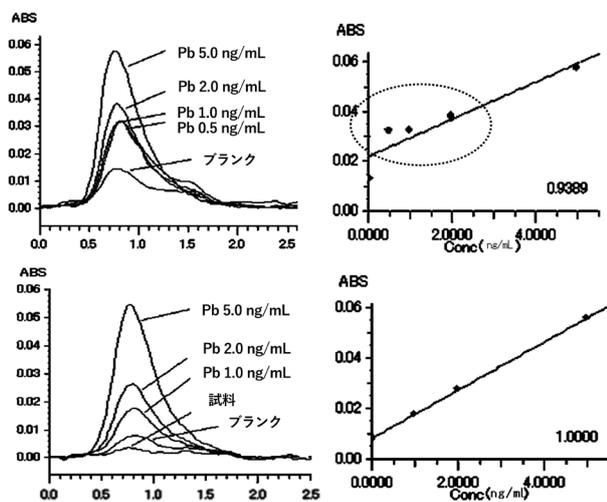


図 2 原子吸光電気加熱炉を用いた Pb 測定におけるコンタミの影響

一方で、Pb コンタミネーションが少ない試料液（左下）では、良好な直線性が確認されている（右下）。ただし、直線性は確保されているながらも、バックグラウンド自体は高い状態である点にお気づきだろうか？ 原因究明と解決のアプローチのヒントについては、次の章で語る。

管理すべきブランクレベルは、目的とする分析濃度レベルによって変わってくる。まずは、測定対象とする濃度や環境中からの汚染について知るべきである。自分の実験室環境で一連の操作を行ったとき（空試験）に、どれくらいのコンタミネーションが発生するのかを把握し、目標とする濃度レベルと比較してどの程度影響を与えるのか（もしくは無視できるのか）を、事前に把握することは極めて重要と言える。

4 コンタミネーションの具体的な対策（無機分析と有機分析の違い）

4.1 コンタミネーション要因の追究

無視できないコンタミネーションによる誤差が発生した場合には、相応の対応が必要となる。要因の解析にあたって、どのような手がかりが考えられるだろうか？ 実験を行う際に用いる標準操作手順書（standard operating procedure, SOP）やフローチャートはすべての実験担当者が一貫した作業を行うための詳細な手順を示したもので、作業時のコンタミネーションリスク低減に有効であるが、発生してしまったコンタミネーションの原因を特定する目的としては十分ではないことがある。コンタミネーション要因の解析方法の一つとして、フィッシュボーンダイアグラム（魚の骨図）を活用することが有効である。フィッシュボーンダイアグラムは、特定の問題や結果に影響を与える誤差の要因を視覚的に理解するために広く使われている。例えば、「樹脂中の金属分析」の試験を行うにあたり、図 3 のようなフィッシュボーンダイアグラムを作成することで、カテゴリごとに誤差要因を抽出できる。例えば『標準液の作成』では「試薬の純度や保存状態、サンプルの取り扱い方法」にも必然的に注意が向き、『測定』では「分析機器

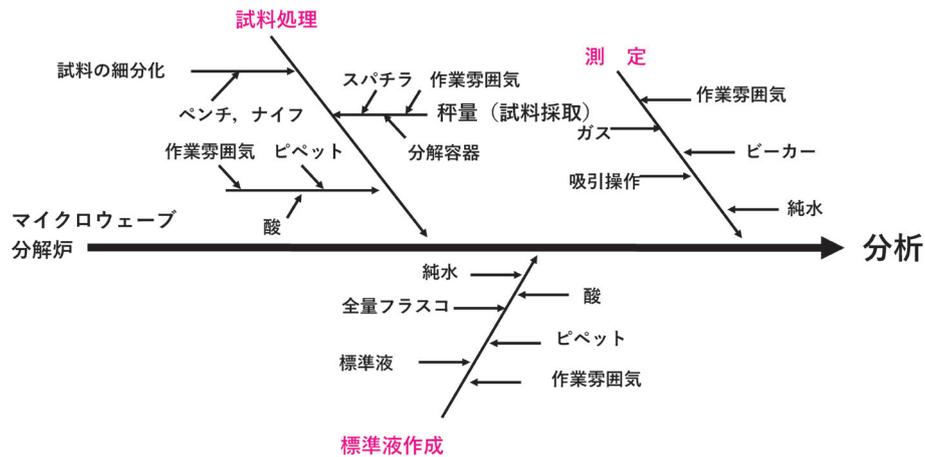


図3 フィッシュボーンダイアグラムを用いた樹脂中金属分析操作における汚染の要因の抽出^(*)
 (*「現場で役立つ化学分析の基礎」^[5]より作成)

の校正状態やメンテナンスの状況」について意識することができるようになる。カテゴリごとに誤差要因を整理することで、SOPだけでは見落としがちな細かな要因まで洗い出すことができ、実験誤差の原因をより明確に特定することができる。

しかし、フィッシュボーンダイアグラムも万全ではない。コンタミネーション要因は、実験室環境における空气中の微粒子や粉塵（換気不十分による汚染もあれば、不用意な換気によって汚染されることもある）、使用される器具からの微量な不純物（新規購入した器具の洗浄不足、傷をつけてしまった器具からの不純物溶出、いつもと違う試料を扱った）、予期せぬ汚染の発生（メンテナンス不足の超純水精製装置の使用、異なるロットの試薬を使用した、実験中に雑談をしてしまい唾液が試料に汚染した）など様々である。各作業に付随する形でバックグラウンド試験を実施しておくことも重要で、自分が作業を行っている環境における汚染の下限を把握・記録しておくことが必要である。手順書に書かれていることだけを漫然と実施するのではなく、「問題が無かった時の操作と何が変わったか？」を自分で気づけるようなマインドセットを常に持っていることも大切である。そして、問題解決のためには、第三者（上司や同僚が多いであろう）との相談、状況を客観的に説明できるよう実験ノートを作成しておけば安心である。

4.2 無機分析と有機分析における注意点の違い

無機分析と有機分析は、それぞれ異なる分析対象と目的を持ち、用いる技術や手法も異なる。無機分析は主に元素や無機化合物を対象とし、環境試料、生体試料、工業製品など非常に広範囲な試料を扱う。代表的な分析装置としては、原子吸光光度法（AAS）、誘導結合プラズマ発光分光分析（ICP-OES）、誘導結合プラズマ質量分析（ICP-MS）、などにより、微量元素の定量および定性分析が可能となっている。一方、有機分析は有機化合物

を対象とし、環境中有機汚染物質、食品添加物、医薬品成分などの分析に重点を置いている。使用される技術としては、高速液体クロマトグラフィー（HPLC）、ガスクロマトグラフィー（GC）で分離を行い、検出器として水素炎イオン化検出器（GC-FID）、紫外可視分光光度計（HPLC-UV）、質量分析（GC-MS, LC-MS）を用いることで、有機化合物の定量および定性分析が行われる。

両者の分析過程においては、試料の前処理や環境要因、使用する試薬や溶媒、作業手順などにおいて別個のコンタミネーションリスクが存在する。無機分析と有機分析のコンタミネーション対策には共通項が多いが、意識の向け方が多少異なる。無機分析の場合、サンプル中に混在する有機物を湿式や乾式で灰化した後に分析を行うため、目的元素自体のコンタミネーションが問題となる。無機分析において、特定の元素は容易に環境から汚染する。汚染されやすい元素として、ナトリウム、カリウム、カルシウム、鉄、亜鉛などが知られている。特に、ナトリウムやカリウムは、試薬や容器からの汚染が多く、人体からも豊富に供給されるため、特に注意が必要である。標準品や、酸およびアルカリ試薬の純度が重要であると同時に、装置の定期的なメンテナンス、器具の洗浄、換気装置やクリーンルームの扱いが特に重要視される。一方で、ヒ素、カドミウム、ウランなどは特定の環境条件下でしか存在しないため、汚染のリスクは相対的に低い。しかし、これらの元素でも、適切な対策を怠ると、汚染の可能性がある。

有機分析でも、目的成分そのものや物性が近い成分が作業中に汚染することで、分析結果が不正確になるのは無機分析と同様の問題である。特に、揮発性有機化合物（VOC）、アルデヒド、フタル酸エステル（PAE）、ペルフルオロアルキル化合物（PFAS）などは、通常的环境や生活圏で一般的に発生する可能性が高い。これらの物質が分析過程で汚染するリスクは無視できない。一方、環境中に高濃度で存在しにくい有機物を測定する場合、

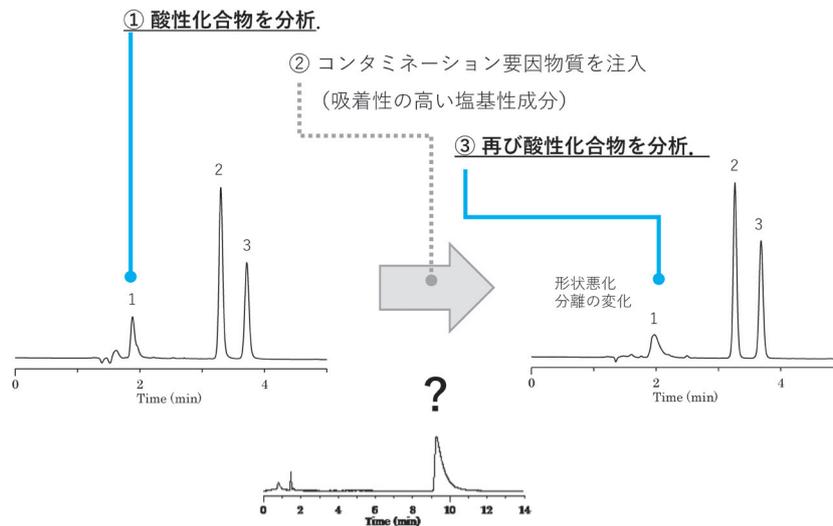


図4 機器やカラムの汚れがピーク形状に影響を与える

そのリスクは相対的に少なくなる。ダイオキシンやポリ塩化ビフェニル (PCB)、農薬、医薬成分は特定の環境条件下でのみ高濃度に存在するため、分析対象の試料自体がそのような環境から採取されない限りリスクは低いと言える。むしろ、有機分析では、共存するコンタミネーション成分が分析に悪影響を与える可能性が高い。目的成分や共存成分の極性や酸性・塩基性官能基による吸着性に起因する異常事態に苦しめられることが多い(図4)。図4の解説を以下に示す。

- ①：装置に汚染が無い状態で、ある3成分混合標準液のクロマトグラム
- ②：良い状態の装置にコンタミネーション要因物質(吸着性の高い塩基性成分)を注入すると装置やカラムが汚染
- ③：「②」を注入した後、洗浄を行わずに「①」と全く同じサンプルを注入すると、同じピークが得られない。装置内に塩基性物質が汚れとして残ってしまったため、酸性物質のピーク形状が悪化していると推定

試料容器や分析装置の洗浄方法の徹底が優先されるべきである。

4.3 分析におけるコンタミネーション対策

分析における試料前処理はドラフトなどで行うことが多いであろう。ドラフトで作業を行う際には、吸気側からの汚染影響を考えフィルターが適切に管理されているか、吸気排気のバランスが規定通りの状態にあるかを確認する。無機分析においては、クリーンベンチやクリーンルーム内で行うことで、環境由来の汚染を最小限に抑えることができる。コンタミネーション対策については、有機分析も無機分析も大枠は同じである。

4.3.1 分析で使う器具類について

無機分析と有機分析の器具の扱い方には、多くの異なる部分がある。無機分析は微量元素の分析が主目的となりやすいため、コンタミネーションの管理が極めて重要である。無機分析の微量分析の場合、ガラス器具は極力避け、ポリプロピレン (PP) やポリエチレン (PE) などのプラスチックや、フッ素系樹脂 (PTFE, PFA) の製品を用いることが好ましい。ただし、新品容器など、汚れが少ないと判断できる場合でも、製造時に使用した薬剤(金型からの剥離剤など)が残存していることがあるため、有機溶媒や化学用品用洗剤に入れて超音波洗浄を行う。洗剤洗浄後は純水で溶媒や洗剤をきれいに洗い流す。その後、酸(多くの金属類を溶解)やアルカリ(アルカリ金属やアルカリ土類金属の洗浄に有効)で洗浄を行う。樹脂製とはいえ新品の状態では、金型由来の金属不純物があるとされる⁶⁾。以上を踏まえ、微量分析を視野に入れた洗浄操作の一例を表2に示す。

有機分析の場合は、クロスコンタミネーションの防止のため、前に使用したサンプル由来の汚れと目的成分を徹底的に洗浄することが重要である。目的成分に注目した洗浄だけを意識すると、サンプル由来の油污れなどに目的成分が取り込まれたままになっていることもあり、次の分析に影響を与える危険性がある。ただし、極度に汚れてしまった試料容器などを無理やりブラシでこすり洗しても容器内壁を傷つけるだけであるため、あきらめて廃棄するか、表面に付着した汚れを浮かし出す工程と、洗浄する工程を別々に実施する(表3)。洗剤を用いる際はすすぎを十分に行うこと。特にLC-MS分析において、すすぎが不十分の場合洗剤成分がバックグラウンドとして検出される例などが知られている⁷⁾。しかし、「すすぎが十分であること」を逐一確認するのは現実的では無いため、有機溶媒と水のみで洗浄するよう管理した方が良い。当然、その容器を他の用途に使いまわすの

表 2 無機系分析の洗浄方法の一例

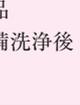
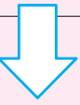
✓汚れの酷いもの ✓使用したもの ✓予備洗浄 	有機系の汚れ	① 表面に付着している有機物の汚れを有機溶媒で洗浄 (前のサンプルの残存した汚れなどを落とす) ② 水溶性溶媒 (アセトン, エタノール, IPA) で水に馴染むようにする ③ 大量の水道水ですすぐ
	無機系の汚れ	① 表面に付着している金属類の汚れを酸で洗浄 (無機塩, 金属を溶解液: 蓋近辺が乾燥して落ちにくい) (落ちにくい汚れは1夜~1週間漬け置きする) ② 大量の水道水ですすぐ
✓新品 ✓予備洗浄後 	本洗い すすぎ洗い 酸溶出 一次すすぎ洗い 乾燥	① 化学洗剤で漬け置き (1夜~1週間) ② 純水洗い ③ 硝酸 (1:10) で漬け置き (1夜~使用直前) ④ 超純水で最低2回洗浄 (希釈の場合そのまま使用可) ⑤ クリーンな環境を保つ

表 3 有機系分析の洗浄方法の一例

✓汚れの酷いもの ✓使用したもの ✓予備洗浄 	残留物の除去	① 溶解に使用した溶媒で洗浄 (落ちにくい汚れは1夜~1週間漬け置きをする) ② 水溶性溶媒 (アセトン, エタノール, IPA) で水に馴染むようにする ③ 大量の水道水ですすぐ
	本洗い 一次すすぎ洗い 二次すすぎ洗い 乾燥	① 化学洗剤で漬け置き (1夜~1週間) ② ブラシ, 洗剤等でこすり洗い (傷をつけないように注意) ③ 超音波洗浄機, 洗剤を用いる (全量フラスコのような形状は細部まで ブラシが届かない) ④ 水道水ですすぎ洗い ⑤ 超音波洗浄機ですすぎ洗い (高感度分析) ⑥ 純水で最低2回洗浄 (高感度分析の場合超純水を用いる) ⑦ クリーンな環境を保つ

は厳禁である。「微量分析用」「LC-MS用」のようにラベル付を行い、清浄な環境で保管することが望ましい。

4.3.2 標準品について

標準品の取り扱いにおいて最も重要なのは、外部からの不純物で汚染しないようにすることである。標準品は純度が高く、厳密に管理された条件下で保存されるべきである。標準品そのものや、標準原液が汚染されてしまうと、そこから希釈したすべての標準液の信頼性を損なう。取り扱いの際には、清潔な器具を使用し、作業環境を整えることが必須であり、保存方法も厳密に守ることが求められる。高濃度標準品を調製する器具と低濃度希釈に用いる器具は混在して使用する事は避け、目的用途を決めた器具を用いて運用した方が無難である。

元素分析用の標準液については、コンタミネーションのリスクを最小限に抑えるため、より慎重に管理する必要がある。何よりも標準液のトレーサビリティが重要となる。対象元素の標準液にどのような原料物質(スターティングマテリアル)が使用されているかを理解することが重要である。通常、ICP-OES, ICP-MSの標準試薬は、AAS用の標準試薬と比べ、金額も高く不純物金属の種類や量が保証されている。それは、「なんとなく品

質が良いから」という話では無く、検出器の選択性、分光干渉やイオン化干渉を想定したうえで作製されている。図5は原子吸光用試薬とICP-OES, ICP-MS用標準試薬の違いの一例(ニッケル)である。AASは選択性が高いため、試薬由来の共存元素が分析に与える影響は軽微である。そのため安価な金属塩を原料物質として標準試薬を作られることが多い。当然、ニッケルとしての純度は低いため不純物金属が多く含まれ、その種類や量の保証もされていない。一方で、ICP-OES, ICP-MSは共存成分の干渉影響を受けやすいため、原料物質は不純物金属が少なく、かつ、他元素の値付けされた標準試薬を選ぶべきである。値付けされた標準試薬には、図6に示す様な品質保証書が付属される。上半分には原料物質と純度が明記され、認証値・トレーサビリティ・不確かさに関する情報が明記されている。下半分は共存する元素類の保証値が記載されている。

無機分析における混合標準液の作製時には、コンタミネーションリスクにより注意が必要である。例えば、ヒ素とナトリウムをICP-OES, ICP-MSで測定する際にナトリウムの濃度が不安定になることがある。これは、ヒ素の標準試薬にはナトリウムが安定剤として添加されているためである。

	試薬の原料物質 Starting Material	標準試薬 (溶液化した場合)	分析すると	ポイント
AAS用	ニッケル塩 (例: ニッケル硫酸 アンモニウム)	ニッケル + 硫酸 + アンモニウム + その他	ニッケル + 不純物金属 A 不純物金属 B 不純物金属 C	不純物金属が多く含まれ、 その種類や量も不明。
ICP-OES ICP-MS用	ニッケル (メタル)	ニッケル	ニッケル	不純物金属が微量であり、 その種類や量を保証。

図5 AAS用標準試薬とICP-OES, ICP-MS用標準試薬の違い(同じニッケル標準液と言えるのか?)

試薬メーカー名 **Certificate of Analysis**

1.0 **DESCRIPTION:** PlasmaCAL ICP/ICPMS Standard - Lead 10000 µg/ml
 Catalogue Number: 140-001-52x
 Starting Material: Lead Nitrate 99.99+%
 Lot Number: S141105020
 Matrix: 4% HNO₃ (See Section 3 for actual matrix)
 Expiration Date: November 2016 (or 15 months after bottle is opened, whichever comes first)

Pb

2.0 **CERTIFIED VALUES AND ASSOCIATED UNCERTAINTY:**
 Certified Concentration: 10010 µg/ml +/- 30 µg/ml
 9690 µg/g +/- 30 µg/g
 Method of analysis: Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy (ICP-AES)
 Traceability: NIST Standard Reference Material 3128 Lot: 101026

3.0 **REFERENCE VALUES:**
 Density: 1.033 g/ml @ 20.1°C
 Actual Matrix: 4.0% (v/v) HNO₃
 Trace Metal Impurities as tested by ICP-MS:

Element	Conc. (ppm)						
Ag	<-0.0010	Fe	<-0.0016	Nd	<-0.0010	Sn	<-0.0010
Al	<-0.0010	Ga	<-0.0010	Ni	<-0.0010	Sr	<-0.0025
As	<-0.0010	Gd	<-0.0010	Os	*	Ta	<-0.0010
Au	<-0.0010	Ge	<-0.0010	P	<-0.0026	Tb	<-0.0010
B	<-0.0015	Hf	<-0.0010	Pb	N/A	Te	<-0.0010
Ba	<-0.0010	Hg	*	Pd	<-0.0010	Th	<-0.0010
Be	<-0.0010	Ho	<-0.0010	Pr	<-0.0010	Ti	<-0.0012
Bi	<-0.0010	In	<-0.0010	Pt	<-0.0010	Tl	<-0.0011
Cd	0.0296	Ir	<-0.0010	Rb	<-0.0010	Tm	<-0.0010
Ce	<-0.0010	K	<-0.0024	Re	<-0.0010	U	<-0.0010
Co	<-0.0010	La	*	Rh	<-0.0010	V	<-0.0010
Cr	<-0.0010	Li	<-0.0010	Ru	<-0.0010	W	<-0.0020
Cs	<-0.0010	Lu	<-0.0010	S	*	Y	<-0.0010
Cu	<-0.0010	Mg	0.0239	Sb	<-0.0010	Yb	<-0.0010
Dy	<-0.0010	Mn	<-0.0010	Sc	<-0.0010	Zn	<-0.0010
Er	<-0.0010	Mo	<-0.0010	Se	*	Zr	<-0.0010
Eu	<-0.0010	Na	<-0.0010	Si	*		
		Nb	<-0.0010	Sm	<-0.0010		*: Not tested

4.0 **APPROVAL AND DATE OF CERTIFICATION:**
 Certification Approval: Daniel Boisvert, Chemist
 Certification Date: November 13, 2014

図6 ICP-OES, ICP-MS用標準試薬の品質保証書(鉛, Pb)

目的成分以外の成分がコンタミネーションすることで、予想された値が得られなくなる事案もある。カリウムの分析においてクロムが汚染すると、クロム酸カリウムが形成されカリウムの濃度が適切でなくなることがある。同様に、銀標準液に塩酸が汚染すると塩化銀の沈殿が生じ正確な測定ができなくなる可能性がある。このように、混合標準液を自分で調製するのであれば、共存元素のコンタミネーション影響を十分に認識するとともに、検証用の混合標準液を購入し比較検証を定期的に行う方が良い。

有機分析における微量分析でも、試薬の取り扱いが分析精度と信頼性に直接影響を与えることは無機分析と一

緒である。有機化合物の場合は、測定対象成分の物性によって注意すべきコンタミネーションリスクが異なる点を把握し、環境中に普通に存在する成分であれば、クリーンベンチの使用と環境のブランクコントロールが必須であり、分解性や吸着性が高い成分であれば、その性質を促進させる物質の汚染を防ぐ必要がある。特に溶媒自体に水分や添加物が含まれていると影響を及ぼす可能性がある。特に低濃度に調製した標準液は速やかに使用し、長期間保存はできないものと考えておく。

4.3.3 分析で使う酸・アルカリ・溶媒について

分析に使用する酸は、なるべく高純度のものを使用し、不純物の汚染を防ぐことが必要である。一般社団法人日本試薬協会で、高純度試薬の定義がされているので引用する⁸⁾。“たとえば高純度硫酸の場合は、不純物として27項目の規格値が定められている。そのうち、金属不純物については22元素を試験対象としており、試験方法は迅速かつ高感度であって、多元素同時定量の可能なICP質量分析法を試験方法の一つとして採用している。規格値は金属元素ごとに、0.05 ppm~1 ppb以下のオーダーとなっている。”

高純度試薬には通常、製造元から品質証明書(サーティフィケート)が提供されていて、試薬の品質が保証されている。もっとも、高純度試薬は高価なものが多いため、すべての用途において使用する必要は無い。硝酸などは、洗浄目的なのか、AASレベルの測定なのか、ICP-MSを使用した高感度測定用なのかによって使い分けすると良い。

一般に有機溶媒は、1級、特級、HPLC用、蛍光分析用などさまざまなグレードのものが市販されており、それぞれ含有不純物の量や、安定剤などの添加物の有無によってランクづけされている。農薬やPCB分析用として、例えば「残留農薬・PCBヘキササン5000」のように溶媒名と数字が併記されているのであれば、5000倍に濃縮したときに決められた不純物が出ないレベルとなるよう作られている。ただし、有機溶媒については漠然と

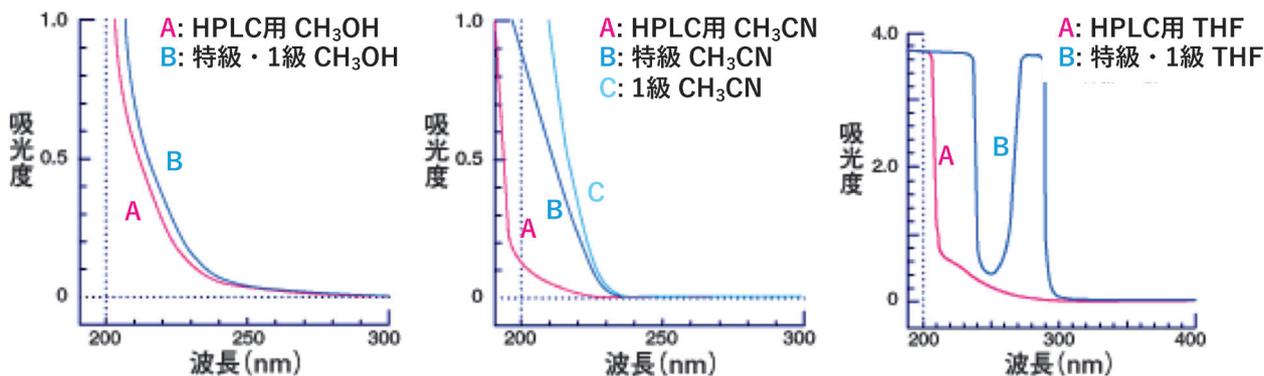


図7 HPLCに用いられる移動相溶媒のグレードについて⁹⁾

高純度であれば良いというものではなく、用途によって使い分けられる必要があることを認識するべきである。特に、HPLC用の移動相としてしようする場合、溶媒中の不純物や添加剤には紫外吸収を持つものが多いため、溶媒自身の持つ紫外特性以外にもこれらの吸収を考慮した溶媒選択（グレード選択）が必要となる。以下に、HPLCでよく使用される3種類の溶媒について、グレード別の紫外吸収曲線を示す（図7）。メタノールに関しては、どのグレードの溶媒でもほとんど差がないことがわかる。アセトニトリルは、特級や1級で低波長側に大きな吸収が現れており、200~230 nm範囲でのバックグラウンドは高くなる。THFに関してもアセトニトリル同様、低波長側に大きな吸収が見られるが、それ以外に260~290 nmに特異的な吸収が現れている。この吸収帯は、酸化防止剤として添加されているBHT (3,5-Di-tert-butyl-*p*-hydroxytoluene) によるものであり、この付近の波長で分析を行う場合はHPLC用THFを使用する。

5 まとめ

本稿の目的は、主に初心者~中級者の実験担当者が分析化学におけるコンタミネーションの問題を理解し、実践的な対策を講じることができるようになることである。精度の高い分析を実現するためには、日常的な注意と管理が欠かせない。近年の分析機器の高精度・高感度化にともない、分析対象成分の定量下限も下がり、分析従事者に求められる分析操作の水準も高くなっている。そして、ソフトウェアや装置のユーザーフレンドリー化により測定装置が簡易に扱えるようになった一方で、専門的な知識や技術を習得できないまま測定を行わざるを得ない現場も多くなっているように見受けられる。そのような環境下において、コンタミネーションについての理解を深めることは、分析値精度の低下（突発的な外れ

値)、分析値の過少・過大評価を防ぎ、信頼性のあるデータを取得するために、最も基本的かつ必須な知識であると言える。本稿が、読者（特に分析化学の世界に一步踏み出したばかりの読者）にとって、これから長い分析の現場で直面する様々な問題に対処できる力を身につけ、正確なデータを得るための一助となることを願っている。

文 献

- 1) 今中努志：ぶんせき (*Bunseki*), **2001**, 366.
- 2) 黒木祥文：分析化学 (*Bunseki Kagaku*), **59**, 85 (2010).
- 3) 米谷 明, 平井庄司 (監修)：“現場で役立つ化学分析の基礎”, 第1版, 日本分析化学会編, p. 61 (2006), (オーム社出版).
- 4) 関根嘉香, 木村桂大, 梅澤和夫：*J. Japan Association on Odor Environment*, **48**, 410 (2017).
- 5) 米谷 明, 平井庄司 (監修)：“現場で役立つ化学分析の基礎”, 第1版, 日本分析化学会編, p. 60 (2006), (オーム社出版).
- 6) 井上達也：ぶんせき (*Bunseki*), **2001**, 376 (2010).
- 7) 高橋 豊：“HPLC/ガスクロ分析~トラブル・異常事例とその発生原因, 解決法~”, 第3章 第1節, 技術情報協会, p. 298 (2004).
- 8) 一般社団法人日本試薬協会：“「試薬の種類」「高純度試薬」”, https://www.j-shiyaku.or.jp/About/Reagent3_5 (2024年7月現在).
- 9) ジーエルサイエンス株式会社：技術情報：“HPLCの上手な使い方Ⅱ章—2 HPLCで使用される溶媒”. https://www.gls.co.jp/technique/technique_data/lc/usage_of_hplc/P2_2.html. (2024年7月現在).



齋藤 凜太郎 (Saito Rintaro)

ジーエルサイエンス株式会社総合技術本部
カスタマーサポートセンター1課 (〒358-0032 埼玉県入間市狭山ヶ原 237-2)。明治大学大学院理工学研究所応用化学専攻修了。《現在の研究テーマ》無機分析・固相抽出法。《趣味》カードマニピュレーション (手品)。

X線吸収端近傍スペクトル測定法による 医薬品原薬・製剤の解析

医薬品原薬の結晶形や結晶性の分析と評価は製剤学的に重要な課題である。最近、X線吸収端近傍スペクトル測定法が有機化合物である医薬品原薬や製剤の分析に適用できることが明らかになった。本稿では、同測定法の特徴、および医薬品原薬の分析や製剤の構造解析への適用例について解説する。

野口 修治, 伊藤 雅隆, 鈴木 浩典

1 はじめに

薬理作用を示す医薬品原薬（有効成分）は、その結晶形や結晶化度により溶解度や溶解速度が異なるので、治療効果も異なる場合がある。このため、原薬の結晶や非晶質の分析・評価は製剤学的に極めて重要な課題である。原薬の結晶や非晶質の分析には、これまで粉末X線回折測定法や赤外吸収スペクトル測定法、ラマン分光法、固体NMR法などが用いられてきた。しかし、特に医薬品製剤の場合は、原薬以外にも製剤を形成するのに必要な賦形剤や、徐放性や腸溶性といった製剤機能を付与するためのポリマーなど、多種多様な添加剤が大量に共存するのが普通である。このため従来の分析法では、添加剤に由来する情報も同時に観測されるため、原薬特異的な構造・物性情報を得るのは困難となる場合も多い。したがって、原薬の情報が特異的に得られる分析法は非常に有用となる。そのための分析法としてX線吸収端近傍スペクトル測定法（XANES法）が適用可能であることを筆者らは見いだした。ここでは同測定法の特徴と実際の応用例について解説する。

2 X線吸収端近傍スペクトル測定法

2.1 X線吸収端微細構造

測定対象となる試料に種々のエネルギーのX線を照射し、その吸光度スペクトルを測定する方法をX線吸収スペクトル測定法という。同法は紫外可視吸光度測定法と原理的には同じであるが、紫外可視吸光度測定法が紫外・可視光（200～750 nm程度）の光を利用するのに対し、X線吸収スペクトル測定法ではエネルギーが遥かに高いX線（通例、エネルギーでは2 keV程度以上、波長では0.6 nm程度以下）を用いるのが特徴である。X線吸収スペクトル測定法では、スペクトルを表示する

ときの横軸の単位は、波長ではなくエネルギー値が用いられる。

どの元素もK殻など内殻電子の軌道エネルギー値以上のX線を強く吸収するので、そのエネルギー値のところで吸光度が急激に増大する（図1）。その急激な増大部分のスペクトルを吸収端（K殻の電子の遷移を観測するときはK吸収端、L殻の場合はL吸収端）という。内殻軌道からエネルギーの最も低い遷移可能な空軌道へ遷移するときの吸収が大きなピークとして観測され、そのピークよりもエネルギー値の高い部分には、よりエネルギー値の高い多数の空軌道への遷移に対応する小さなピークが重ね合わされた状態で観測される。さらにX線のエネルギーが大きくなっていくと電子は原子から飛び出してイオン化するようになり、吸収されるエネルギーはイオン化するエネルギー値に近づき、吸光度は一定の値を示すようになる。X線吸収スペクトル測定法では、バックグラウンドを差し引き、吸収端よりも低エネルギー値での吸光度と、吸光度が一定値に近づくエネルギー値での値との差が1となるように規格化処理がなされたスペクトルが利用される。

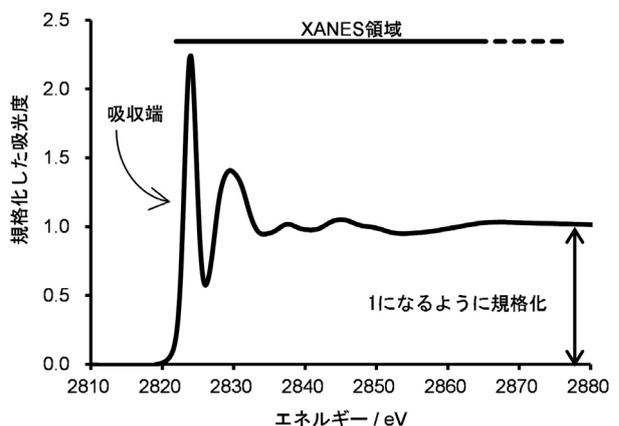


図1 XANES スペクトルの例
アモキシシピン (C₁₇H₁₆ClN₃O) のCl K吸収端 XANES スペクトル。

吸収端およびその高エネルギー側のスペクトルのことを、X線吸収微細構造 (X-ray absorption fine structure, XAFS) といい、この部分に着目した分光法が XAFS 測定法である。XAFS はさらに二つの領域に分けられる。吸収端およびそこから高エネルギー側 50 eV 程度までの吸収端近傍のスペクトルを X 線吸収端近傍構造 (X-ray absorption near-edge structure, XANES) といい、本稿で取り上げる X 線吸収端近傍スペクトル測定法 (XANES 法) はその XANES 領域に着目した分析法である。また、吸収端から 50~1000 eV の領域は広域 X 線微細構造 (extended X-ray absorption fine structure, EXAFS) と呼ばれる。

2.2 XANES 法の特徴

XANES のスペクトル形状は、X 線吸収原子の価数や化学形態、すなわち X 線吸収原子の電子状態によって特有の形状を示す。したがって、XANES に基づいて X 線吸収原子が形成する相互作用に関する情報が得られるし、XANES の形状をいわば指紋のように利用することで物質を同定することができる。

XANES 法の特徴としては、第一に同法が元素特異的な測定法であることが上げられる。例えば医薬品原薬の場合、ある元素が原薬には含まれるが医薬品添加剤には含まれないとすると、その元素の XANES スペクトルを測定することにより、原薬に特異的な情報が得られることになる。この特異性は、多種多様な添加剤が共存している医薬品製剤試料の分析・評価に適用する際には非常に役立つ。XANES 法は原理的にはすべての元素に対して適用可能であるが、原子番号が Si よりも小さい元素の場合は、吸収端付近のエネルギーの X 線が空気や He などの測定雰囲気中の気体に吸収されて測定の障害となるため、超高真空状態で測定する必要が生じる。超高真空状態では、原薬結晶が風解するなどして変質する恐れが生じる。したがって医薬品原薬・製剤に XANES 法を適用する場合には、Si 以上の原子番号で、添加剤には含まれないが原薬に含まれることの多い元素が測定対象となる。具体的な対象元素として、P、S など医薬品原薬中に共有結合を形成する形態で含まれる元素や、共有結合を形成するか塩基性薬物の対イオンとして含まれるハロゲン (Cl, Br, I)、酸性薬物の対イオンとなる K や Ca が考えられる。

XANES 法は、固体のみならず、半固体や液体、液体の中に固体粒子が分散している懸濁剤、更には気体であっても測定可能である特徴もある。医薬品での適用例としては、原薬や製剤の粉末のみならず、錠剤そのまま、あるいは医薬品原薬結晶が水溶液中に分散している懸濁液などがある。

また、XANES 法は検出感度が非常に高いことも特徴である。一般に、ppm オーダーの低い含量でもスペク

トル測定が可能とされている。測定対象元素が 1 原子含まれる原薬分子の粉末ならば数 mg 程度でも良好な測定データが得られる。

2.3 XANES 法の測定

XANES 法の測定では、試料に様々なエネルギーの X 線を照射する必要があるため、通例は放射光 X 線を利用する。一般に供用されている放射光施設ならば、XANES 測定用のビームラインは必ず設置されている。

実際の測定時の試料調製法は、測定対象元素の吸収端のエネルギー値により異なる。Cl や S、P などの K 吸収端や I の L 吸収端など、2~5 keV の比較的エネルギーの低い X 線を用いる場合、原薬結晶などの固形粉末は電子顕微鏡の観察に頻用される導電性両面テープに付着させ、液状試料はポリエチレンの袋に封入する (図 2)。こうした試料をヘリウム置換雰囲気において測定する。この場合、試料に X 線を照射したときに試料から放出される電子あるいは蛍光 X 線を観測することで吸光度に比例した値の情報が得られる。Br の K 吸収端 (約 13.5 keV) などエネルギー値が高く透過性が高い X 線を用いる場合は、通常の空気雰囲気下で測定できる。固形粉末試料ならば X 線吸収の小さい窒化ホウ素 BNなどを賦形剤として錠剤化して、照射 X 線と透過 X 線の光子数を測定することで吸光度の情報を得ることも可能である。

測定したデータは、前述のようにバックグラウンドを差し引き、規格化を行う処理を行うが、その処理には Demeter と名付けられている X 線吸収スペクトル測定データ解析処理パッケージに含まれるソフトウェア Athena を用いるのが事実上のデフォルトとなっている。同ソフトウェアは Web サイト¹⁾からダウンロードして一般的な PC にインストールすることで簡便に利用できる。

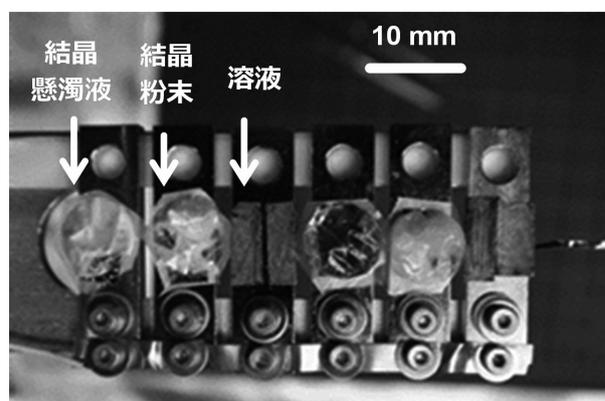


図 2 XANES 測定試料の例

結晶粉末は導電性両面テープに薄く塗りつけられている。液状試料は、ポリエチレン緩衝剤の袋部分に封入している。

3 XANES 法の医薬品原薬・製剤への適用

これまで XANES 法は、触媒や電池などに含まれる、遷移金属元素などの酸化状態や配位様式の解析に広く適用されてきた。一方で、XANES 法を原薬の種々の結晶形に適用することを考えた場合、測定対象元素を含む原薬分子は完全に同一であり、酸化状態や化学的狀態も同一と考えられるため、XANES スペクトルに違いが観測されるかは全く不明であった。以下では XANES 法を原薬結晶等の試料に適用し、どのような要因が XANES スペクトル形状に変化をもたらすのかを明らかにした例と、XANES 法を原薬結晶形の定量および製剤の構造解析に応用した例について述べる。

3.1 Cl 含有モサプリド結晶

胃腸薬として用いられるモサプリドは、Cl 原子を 1 個含む分子である。XANES のスペクトル形状が結晶形により異なることはモサプリド結晶を用いて初めて明らかにされた²⁾。

モサプリド結晶のうち、クエン酸塩結晶や溶媒和物結晶など計 4 種の結晶試料について Cl K 吸収端の XANES 測定を行ったところ、プロピレングリコール和物結晶のみ他の三種とは異なる XANES スペクトル形状を示した

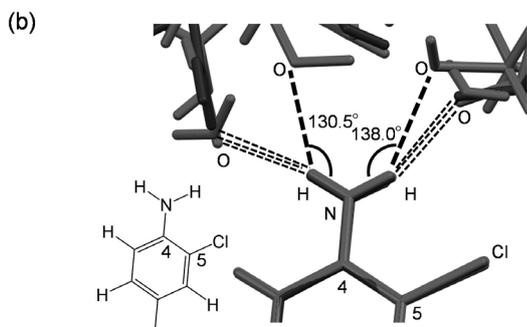
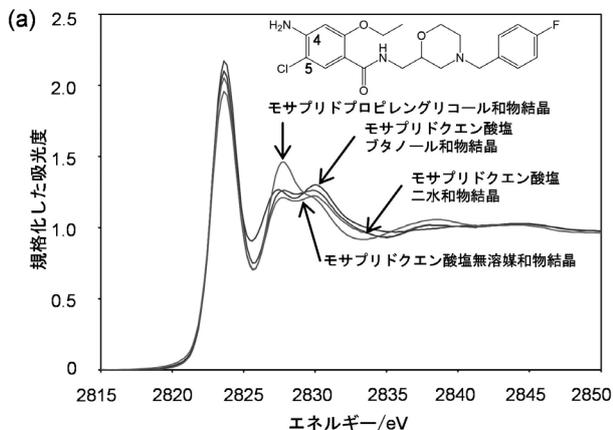


図 3 モサプリド結晶の XANES 測定

- (a) モサプリドの化学構造と Cl K 吸収端 XANES スペクトル。
 (b) 結晶中でのモサプリド 4 位アミノ基の水素結合様式。各結晶構造をモサプリドのベンゼン環部分で重ね合わせて示す。モサプリドプロピレングリコール和物結晶の水素結合を太い点線で、それ以外の結晶を細い点線で示す。

(図 3 (a))。この要因を明らかにするため、単結晶構造を比較したところ、Cl 原子に直接関与する原子間相互作用にはプロピレングリコール和物結晶に特有のものは見いだされなかったが、Cl 原子と同じベンゼン環に結合している 4 位のアミノ基がプロピレングリコール和物のみ特有の水素結合様式であることが明らかとなった(図 3 (b))。水素結合は、水素供与体・受容体の各原子と水素原子が直線状の配置になるときに最も強くなる。プロピレングリコール和物結晶以外では、水素結合に関わる原子が直線状に近い配置であるのに対し、プロピレングリコール和物結晶のみが直線状の配置から外れた配置となっていた。4 位のアミノ基は sp^2 の混成軌道であり、Cl 原子も非共有電子対を持つので、どちらもベンゼン環と共役系を形成していると考えられる。アミノ基の水素結合様式の違いが共役系を介して Cl 原子の電子軌道の形状やエネルギー値に影響を与え、そのことが XANES スペクトル形状の違いとして観測されたと考えられた。

3.2 Cl 含有インドメタシン結晶と非晶質

インドメタシンは非ステロイド性消炎・鎮痛薬であり、分子中に Cl 原子を 1 個含む。インドメタシンの α 形結晶と γ 形結晶の Cl K 吸収端の XANES のスペクトルは、それぞれ特有の形状を示した³⁾(図 4 (a))。単結晶 X 線構造の解析から、 α 形結晶の非対称単位中に含まれるインドメタシン 3 分子のうち、2 分子には Cl 原子と O 原子にファンデルワールス半径の和よりも遙かに近い原子間接触が形成されていることが明らかとなった(図 4 (b))。Cl, Br, I などのハロゲン原子には、共有結合の延長線上に σ ホールと呼ばれる電子が不足した領域が存在し、その領域が電子受容体として機能することで、非共有電子対を持ち電子供与体となる O 原子などとハロゲン結合と呼ばれる結合が形成される⁴⁾。ハロゲン結合の結合力は水素結合よりもやや弱い程度と考えられている。インドメタシンの結晶多形間における XANES のスペクトル形状の違いは、ハロゲン結合の形成が Cl 原子の電子軌道の形状やエネルギーを変化させたことが要因の一つと考えられた。

原薬を分子状態でポリマー中に分散させて非晶質化した固体分散体では、結晶に比べて溶解度が向上するので、溶解度改善を図る製剤化技術としてよく用いられる。一方で、固体分散体中の原薬分子は保管条件によって結晶化して品質低下が起こる恐れもある。インドメタシンをポリマー(オイドラギット-E)に分散させた固体分散体を 40 °C、相対湿度 75 % の条件下で保存すると、非晶質状態のインドメタシンが徐々に α 形結晶として結晶化していき、その過程では XANES スペクトルも非晶質状態のものから α 形結晶のものに変化していた(図 4 (c))。このように測定試料中に複数種

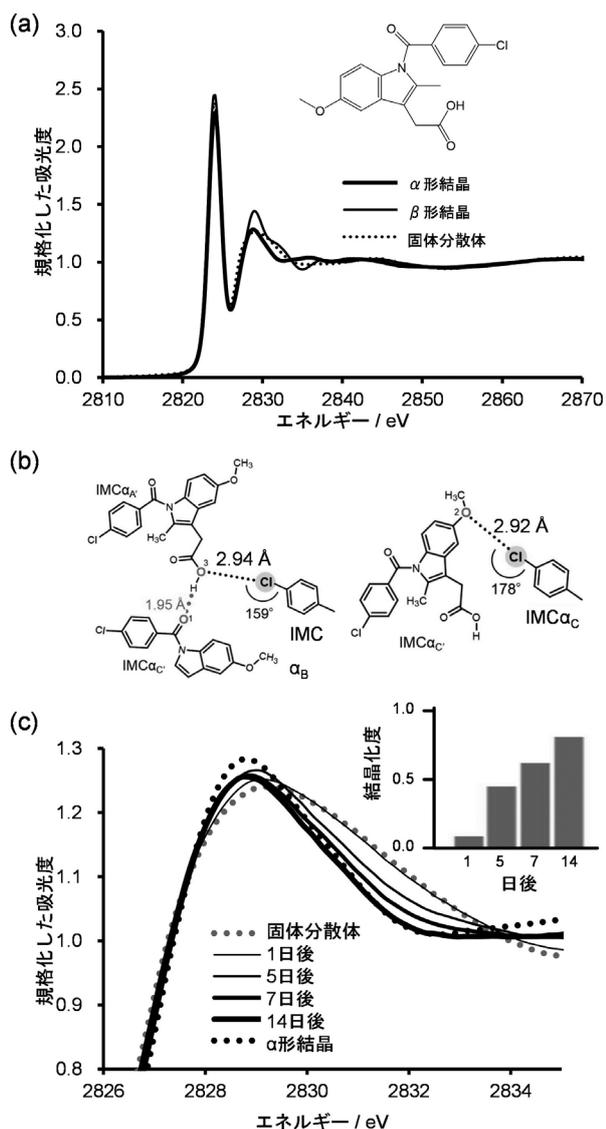


図4 インドメタシン結晶と固体分散体の XANES 測定
 (a) インドメタシンの化学構造と Cl K 吸収端 XANES スペクトル。
 (b) α 結晶で形成されている Cl 原子のハロゲン結合の模式図。Cl と O のファンデルワールス半径の和は 3.27 Å である。
 (c) 固体分散体 XANES スペクトルの経時変化。XANES スペクトルから見積もられた結晶化度を右上の棒グラフで示す。

の試料が含まれている場合、観測される XANES スペクトルはそれら複数種のスペクトルの量に応じた重ね合わせとなる。この性質を利用すれば、XANES 測定法により、試料中の物質の定量が可能である。インドメタシンの固体分散体の場合で考えれば、固体分散体のうち割合 x だけが α 形結晶へと結晶化した混合物のスペクトルの計算値 $S_{\text{mix-calc}}$ は、固体分散体のスペクトルの測定値 S_{ASD} と α 形結晶のスペクトルの測定値 $S_{\alpha\text{-crystal}}$ の線形結合として表すことができる。

$$S_{\text{mix-calc}} = S_{\alpha\text{-crystal}} \times x + S_{\text{ASD}} \times (1 - x)$$

測定した混合物のスペクトルに対して、計算値のスペ

クトルを最小自乗法で当てはめて x を求めることで、固体分散体から結晶化した量を定量できる。この方法を用いることで高温高湿条件下での保管中に増大していく α 形結晶の割合を見積もることができた (図 4 (c))。

3.3 S 含有アンピシリン結晶とアモキシシリン結晶

アンピシリンとアモキシシリンは β -ラクタム系抗生物質であり、それぞれ分子中に S 原子を 1 個含んでいる。アンピシリンおよびアモキシシリンの水和物結晶はほぼ同形であり、S K 吸収端の XANES のスペクトルもほぼ同じ形状であったが、アンピシリン無水物結晶は XANES の領域にふたつのピークが観測されるなど特有の形状を示した⁵⁾(図 5 (a))。単結晶 X 線構造の解析から、S 原子は C-H...S の水素結合を形成していることが明らかとなった (図 5 (b))。水素結合を形成する C, H, S の各原子の空間配置の違いなどがスペクトル形状の違いを引き起こした要因と考えられた。C-H...S の水素結合は N 原子や O 原子のかかわる水素結合と比べてかなり弱いと考えられているが、そうした水素結合が形成される場合であっても電子軌道の形状やエネルギーの変化を通して、XANES のスペクトル形状の違いとして観測できることが示された。

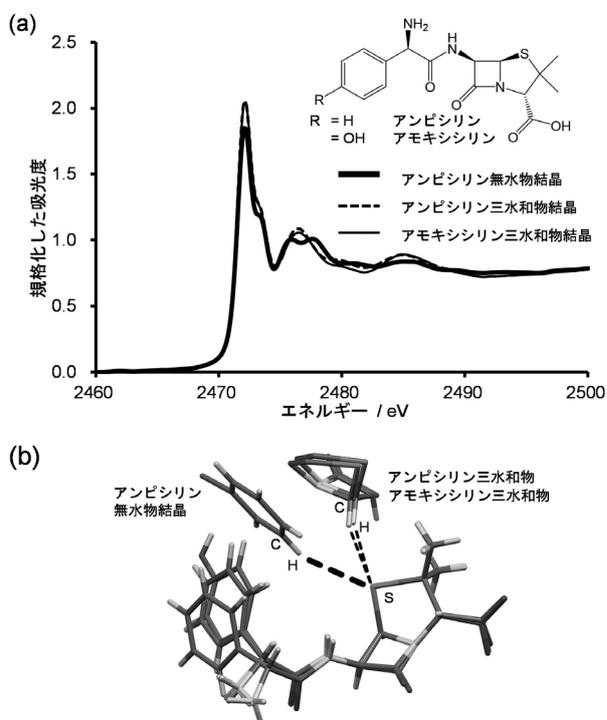


図5 アンピシリン結晶とアモキシシリン結晶の XANES 測定
 (a) アンピシリン類の化学構造と S K 吸収端 XANES スペクトル。
 (b) 結晶中での S 原子の水素結合様式。各結晶構造を 5 員環部分で重ね合わせて示す。アンピシリン無水物結晶の水素結合を太い点線で、アンピシリン三水合物結晶とアモキシシリン三水合物結晶の水素結合を細い点線で示す。

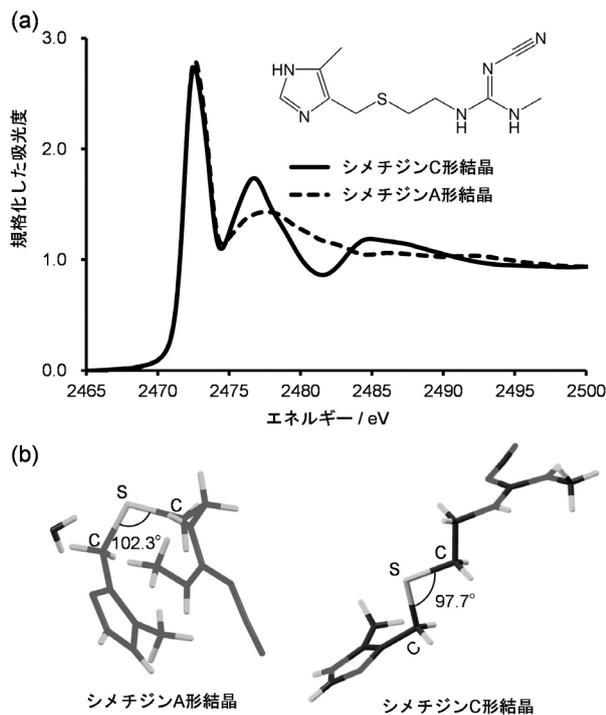


図6 シメチジン結晶のXANES測定

- (a) シメチジンの化学構造とSK吸収端XANESスペクトル。
 (c) A形とC形結晶のシメチジン分子のコンフォメーションとC-S-Cの結合角。

3.4 S含有シメチジン結晶

シメチジンは胃酸抑制薬であり、S原子を1個含む。シメチジンの結晶多形では、A形とC形ではXANESスペクトルに違いが観測された⁶⁾(図6(a))。単結晶X線構造解析の結果、A形ではシメチジンがS原子のところで折れ曲がったコンフォメーションであり、C-S-Cの結合角は約102°であるのに対し、C形では伸びきったコンフォメーションで結合角は約98°と小さかった(図6(b))。この結合角の違いがS原子の電子軌道に影響を及ぼしてXANESスペクトル形状の違いを引き起こした要因の一つと考えられた。すなわち、分子のコンフォメーションの違いが結合角の変化を通してXANES法により検出可能であることが示唆された。

3.5 P含有ビスホスホネート結晶

骨粗鬆症の治療に用いられる、ビスホスホネートと呼ばれる原薬には多種多様なものがあり、リン酸基を二つ含む基本骨格を共通して有している(図7(a))。これらビスホスホネートのナトリウム塩水和物結晶のPK吸収端XANESスペクトルの形状も、原薬毎に固有の形状を示していた⁷⁾(図7(b))。リン酸基のO原子が形成する水素結合やNaイオンとの配位結合の様式は結晶毎に違いがあり、それがPの電子状態に影響を与えてXANESスペクトルの形状の違いとして観測されたと考えられた。XANES法によるリン酸基含有物質の同定が可能であることが示唆されたが、このことは硫酸基を持

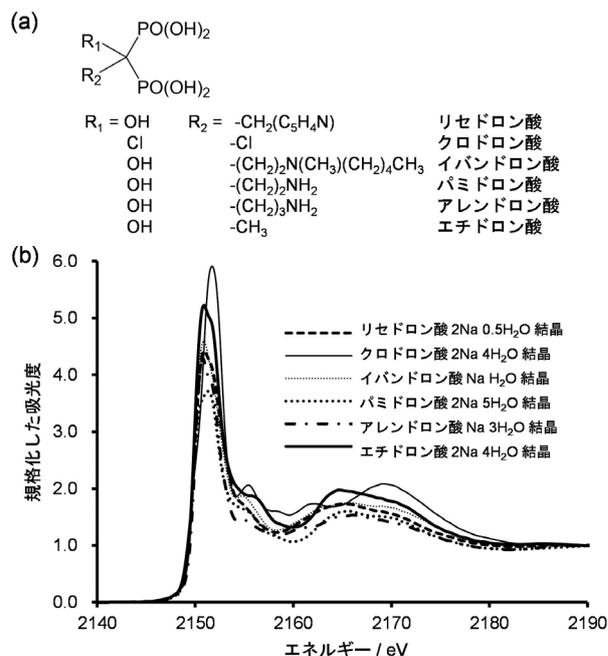


図7 ビスホスホネート結晶のXANES測定

- (a) ビスホスホネートの化学構造。
 (b) ビスホスホネート結晶のPK吸収端XANESスペクトル。

つ原薬結晶や、リン酸イオンや硫酸イオンが対イオンとなっている原薬塩結晶でも同様と考えられる。

3.5 Br含有ブロムヘキシシン塩酸塩結晶錠剤

ブロムヘキシシンはBr原子を2個含む分子であり、その塩酸塩が去痰薬として利用されている。ブロムヘキシシン結晶でもXANESスペクトルは、結晶毎に固有の形状を示していた⁸⁾(図8(a))。ClやS、PのK吸収端XANESスペクトルに比べると、Br K吸収端XANESスペクトルの結晶形間の違いは小さかったが、その原因は、ClやS、Pと比べるとBr K吸収端のエネルギーは約13.5 keVと非常に高いためと考えられた。

単結晶X線構造解析の結果から、XANESスペクトルに形状の違いをもたらした要因は、Brと同じくベンゼン環に結合しているアミノ基の混成軌道の違い(sp²とsp³)などに加えて、Br原子のσホール(電子不足領域)とベンゼン環のπ電子との間のハロゲン-π相互作用の形成が考えられた(図8(b))。

BrのK吸収端のエネルギー値付近のX線は透過力が高く、アルミニウムなどの軽金属程度ならば十分に透過できる。錠剤やカプセル剤では、ポリプロピレンなどのプラスチックでできたくぼみに製剤を入れてアルミニウム箔で封入したPress-through package (PTP)と呼ばれる包装が用いられることが多い。Br K吸収端を利用するXANES法では、PTPの包装の有無でスペクトルは全く変化せず(図8(c))、PTPで包装されたままの錠剤であっても錠剤のXANES測定を行うことで錠剤中の結晶形はI形と同定することができた。

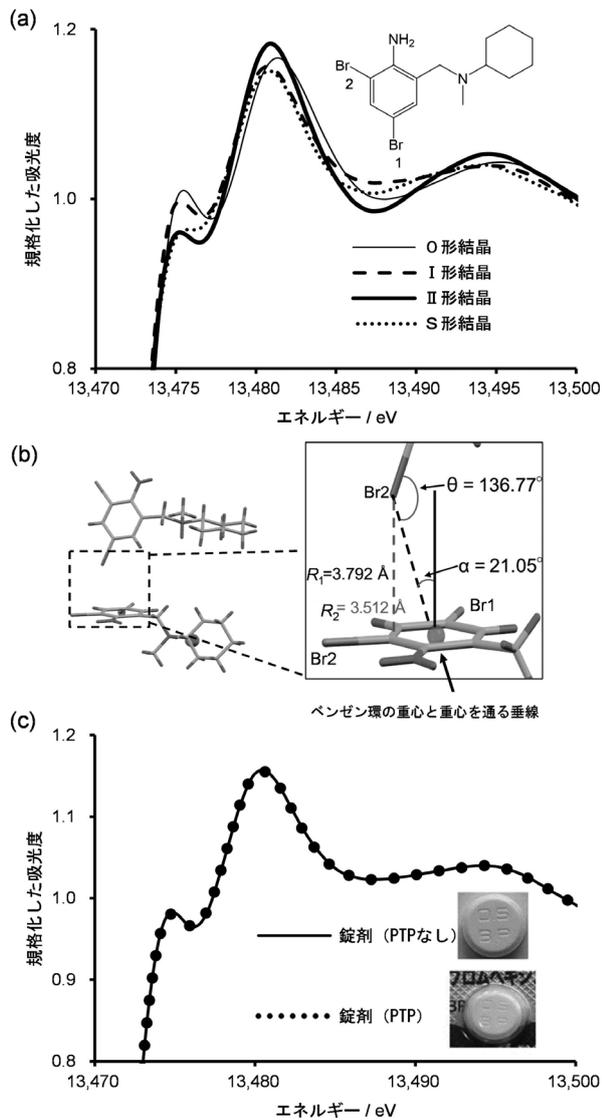


図8 ブロムヘキシンの XANES 測定

- (a) ブロムヘキシンの化学構造とブロムヘキシンの Br K 吸収端 XANES スペクトルの拡大図。
- (b) II 型結晶で形成されている、Br 原子とベンゼン環 π 電子とのハロゲン- π 相互作用。Br 原子とベンゼン環重心との距離 (R_1) やベンゼン環との距離 (R_2)、Br 原子とベンゼン環重心に関する角度 (θ , α) はハロゲン- π 相互作用が形成されていることを示している。
- (c) アルミ箔とポリプロピレンからなる包装 (PTP) の有無での XANES スペクトルの比較。

3.6 CT-XANES 法による錠剤内部構造解析

XANES 法により得られるスペクトルから原薬の結晶形や非晶質を区別できるので、XANES 法を X 線断層撮影法 (X 線 CT 法) と組み合わせた CT-XANES 法で、製剤の内部構造解析を行うことができる。X 線 CT 法では、測定試料中の各部位の吸光度に相当する情報が得られるので、X 線 CT 測定を複数の X 線エネルギーで実施してそれぞれの吸光度の情報を得れば、原薬の XANES スペクトル情報と組み合わせて、測定試料中における原薬結晶や非晶質の分布を可視化できる。

ブロムヘキシリン塩酸塩の II 型結晶と固体分散体の

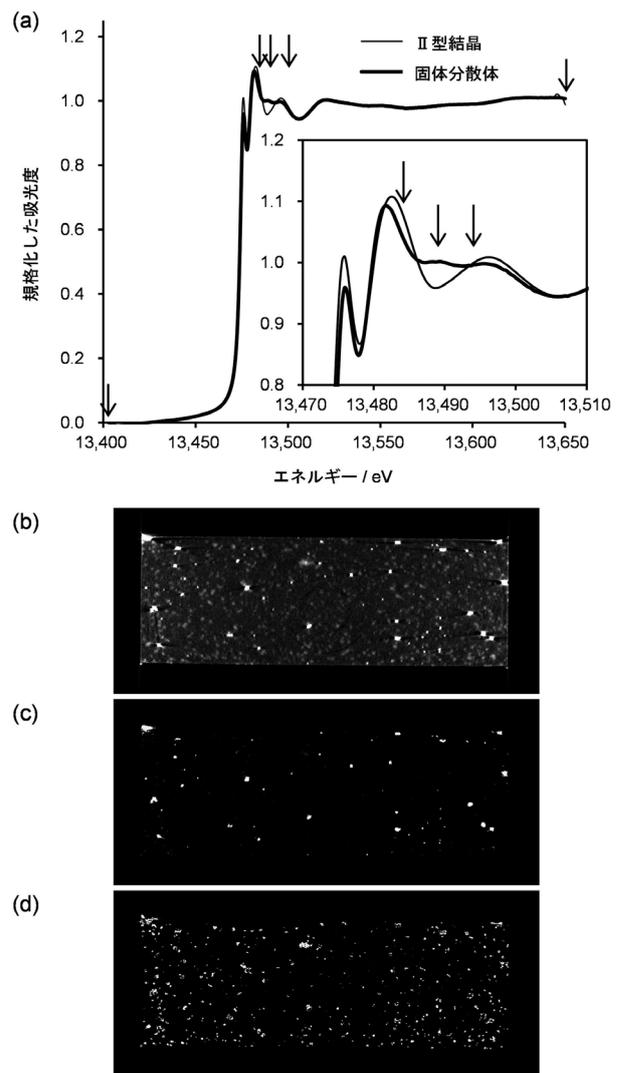


図9 ブロムヘキシリン II 型結晶と固体分散体の CT-XANES 法による解析

- (a) II 型結晶と固体分散体の Br K 吸収端 XANES スペクトル。
- (b) X 線 CT 法による断層画像。X 線の吸収が高い領域を白色で示す ((b)~(d) の画像は見やすくするためにコントラストを調整)。
- (c) XANES スペクトルに基づいて結晶と同定した領域を白色で示した断層画像。
- (d) XANES スペクトルに基づいて固体分散体と同定した領域を白色で示した断層画像。(c), (d) のカラー画像の重ね合わせ図は文献 9 を参照。

XANES スペクトルは、類似性は高いものの、13490 eV 付近の吸光度値に違いが見られるので、その点に着目すれば、結晶と固体分散体を区別することが可能と考えられた⁹⁾(図 9 (a))。II 型結晶と固体分散体が混在しているモデル錠剤 (直径 8.0 mm, 厚さ約 3.5 mm) について、図 9 中の矢印で示した、13490 eV を含む五つの X 線エネルギー値で X 線 CT 測定を実施し、得られた吸光度情報を XANES スペクトルと定量的に比較することで、錠剤中においてどの部分の原薬が結晶か非晶質であるのかの分布を非破壊的に可視化することができた (図 9 (b)~(d))。X 線の吸収の違いに基づいて内部構造を

可視化する X 線 CT 法では吸収の差の小さい物質を区別することは困難な場合も多いが、XANES スペクトルの情報を併用することでより精密な製剤内部構造の可視化が可能と考えられる。

4 おわりに

医薬品原薬の結晶等の試料では、ハロゲン結合や C-H \cdots S の水素結合など、非従来の弱いと考えられている非共有結合性の相互作用が形成される場合であっても、XANES スペクトルの形状変化として一般的に検出できることが明らかとなった。これは XANES 法の適用範囲を医薬品原薬などの有機化合物まで拡大できることを意味している。XANES 法の適用は、結晶多形の同定だけでなく、従来の分光法では検出困難なハロゲン結合や C-H \cdots S 水素結合などの非共有結合性相互作用の形成を特異的に検出・評価できる可能性があり、測定試料に対する新しい物質観の獲得にもつながる分析法としての活用も期待できる。医薬品製剤では、こうした XANES 法の特徴は特に開発段階における原薬の物性評価と製剤の構造解析に寄与すると考えられる。

本稿に記載した放射光 X 線を用いた測定実験は、すべてあいちシンクロトロン光センターで行われたものである (XANES 測定: BL6N1, BL5S10 BL11S2, CT-XANES 測定: BL8S2)。

文 献

- 1) Demeter: XAS Data Processing and Analysis. (<https://bruceravel.github.io/demeter/>), (accessed 2024.10.30)
- 2) M. Ito, H. Suzuki, S. Noguchi: *Cryst. Growth Des.*, **20**, 4892 (2020).
- 3) H. Suzuki, M. Iwata, M. Ito, S. Noguchi: *Mol. Pharm.*, **18**, 3475 (2021).
- 4) 山口充洋: *ファルマシア*, **56**, 401 (2020).

- 5) H. Suzuki, D. Matsubara, Y. Nakata, M. Ito, S. Noguchi: *Chem. Pharm. Bull.*, **70**, 731 (2022).
- 6) H. Suzuki, M. Matsushima, M. Ito, S. Noguchi: *Mol. Pharm.*, **20**, 1213 (2022).
- 7) N. Ito, M. Ito, H. Suzuki, S. Noguchi: *Chem. Pharm. Bull.*, **72**, 480 (2024).
- 8) Z. Huang, H. Suzuki, M. Ito, S. Noguchi: *Int. J. Pharm.*, **625**, 12257 (2022).
- 9) Z. Huang, H. Suzuki, M. Ito, S. Noguchi: *J. Drug Deliv. Sci. Tec.*, **93**, 105434 (2024).



野口 修治 (NOGUCHI Shuji)

東邦大学薬学部薬剤学教室 (〒274-8510 千葉県船橋市三山 2-2-1)。東京大学大学院薬学系研究科修士課程修了。博士 (薬学)。《現在の研究テーマ》放射光 X 線を利用した医薬品原薬と製剤の構造物性研究。《主な著書》“製剤学・物理薬剤学通論”, (京都廣川書店)。《趣味》登山。
E-mail: shuji.noguchi@phar.toho-u.ac.jp



伊藤 雅隆 (ITO Masataka)

東邦大学薬学部 (〒274-8510 千葉県船橋市三山 2-2-1)。東邦大学薬学部。博士 (薬学), 薬剤師。《現在の研究テーマ》医薬品の製剤設計, 深共晶溶媒を用いた原薬調製および製剤設計。《主な著書名》“製剤学・物理薬剤学通論”, (京都廣川書店)。《趣味》写真撮影, 映画鑑賞, 子供と遊ぶこと。
E-mail: masataka.itou@phar.toho-u.ac.jp



鈴木 浩典 (SUZUKI Hironori)

東邦大学薬学部薬剤学教室 (〒274-8510 千葉県船橋市三山 2-2-1)。東京大学大学院薬学系研究科博士課程修了。博士 (薬学), 薬剤師。《現在の研究テーマ》放射光 X 線を利用した低分子医薬品および生体高分子の分析。《趣味》水泳, バイクツーリング。
E-mail: hironori.suzuki@phar.toho-u.ac.jp

機器分析が分析化学の主流になった現在においても、分析用試薬は必要不可欠の存在です。試料の調製や前処理、誘導体化、分離や抽出に至るまで、有用な結果を得るためには適切な試薬の選定や取り扱いが重要であり、優れた試薬を用いることでより高度な反応生成物を得ることも可能になります。また、近年では試薬の安全性や低環境負荷にも関心が高まっています。そこで2025年のミニファイルでは、「分析用試薬」をキーワードに、日常的な分析実務から最先端の研究に至るまで、試薬に関する様々な情報をお届けしていきます。

〔ぶんせき〕編集委員会〕

標準物質

1 はじめに

毎日の生活において、時間や温度など、身の回りのさまざまなものはかるときには「基準」となるものが必要である。例えば、物の長さをはかるときには長さがわかっているものさしと比較することで正しい長さを知ることができる。同じように、化学物質の量をはかるときに必要な基準が「標準物質」である。技術の発展や経済のグローバル化に伴い、環境問題、製品の質、食品の安全性など、さまざまな面で化学物質の量を正しく求め、リスクや有効性を適切に評価することが必要不可欠になってきている。そのためには、評価の根拠となる分析結果に対する信頼性が重要視されており、正しい値が付与された標準物質の使用が欠かせない。本稿では、化学分析用の標準物質について、概要と標準物質情報の入手方法について紹介する。

2 標準物質とは一定義と主な用途

標準物質 (RM, Reference Material) とは、JIS Q 0030¹⁾において、「一つ以上の規定特性について、十分均質かつ安定であり、測定プロセスでの使用目的に適するよう作製された物質」と定義されている。標準物質の中でも、「一つ以上の規定特性について、計量学的に妥当な手順によって値付けされ、規定特性の値及びそれに付随する不確かさ、並びに計量トレーサビリティを記載した認証書が付いている標準物質」を認証標準物質 (CRM, Certified Reference Material) という。つまり、認証標準物質とは不確かさ (値の信頼できる範囲) と計量トレーサビリティを確実にするための手段が記載された認証書が付いている標準物質のことである。トレーサビリティとは、現場の分析結果が校正の連鎖を通して切れ目なくより上位の標準につながっていることを意味しており、国家標準までのトレーサビリティが確保されると、現場の分析結果はその信頼性の根拠を国家標準に求めることができる²⁾。各国の国家計量標準機関は、普遍的な

値 (国際単位系 (SI) へのトレーサビリティを確保した値) を有する国家標準を開発しており、その値付け技術は国際比較を行うことで国際同等性が確保されている³⁾。そのため、国家標準へのトレーサビリティが確保された分析結果は互いに同等であると示され、効率的で公正な取引へとつながる。計量トレーサビリティの用語の定義および計量トレーサビリティを実現するための構成要素に関しては ISO/IEC Guide 99⁴⁾に記載されているので参照されるとよい。

標準物質の主な用途には、分析機器の校正 (Calibration)、試料への値付け、分析方法の妥当性確認 (Validation) がある²⁾³⁾⁵⁾。今日の化学分析では、多くの場面において分析機器が使用されるが、分析機器から得られる値は相対的な信号強度に過ぎないため、正しい値が付与された標準物質を用いて濃度との関係 (検量線) を得る必要がある。そのために主に使用されるのが純物質系標準物質 (校正用標準物質) である。また化学分析では、試料をそのまま分析機器に導入できるとは限らず前処理等を行うことがある。試料の前処理方法を含めた一連の分析方法が適切であるかを確認 (妥当性確認) するために使用されるのが組成標準物質である。測定したい試料と化学組成が類似している組成標準物質を実際の分析方法と同じ方法で試料前処理・測定・解析を実施し、得られた分析結果と標準物質に付与された値を比較することで一連の分析方法が適切であるかを判断する。JIS Q 0033⁵⁾には分析結果の評価方法や標準物質の選択方法なども記載されているので、参考にされるとよい。

3 水道水の安全を守る標準物質

標準物質がどのような校正の連鎖をたどって供給されているかについて、水質検査で使用できる標準物質を例に紹介する。日本の水道水は、その安全性を確保するために水道法第4条に基づいて水質基準が定められている。水道水質基準に適合しているかを判定するための検査方法 (告示法) には使用する標準物質が規定されており、2015年の告示法改正において計量法トレーサビリティ制度 (JCSS, Japan Calibration Service System) のもとで供給される市販の標準原液の使用を認める旨の追記がなされた⁶⁾。JCSSのもとで供給される、水質検査で使用できる標準物質の供給体系を図1に示す。

JCSSは「計量標準供給制度」と「校正事業者登録制度」から構成されている⁷⁾。計量標準供給制度は、校正の連鎖が国家標準までたどり着くことを維持するための仕組みであり、校正事業者登録制度は、ISO/IEC17025⁸⁾の要件を満たしていることを認定された校正事業者が登

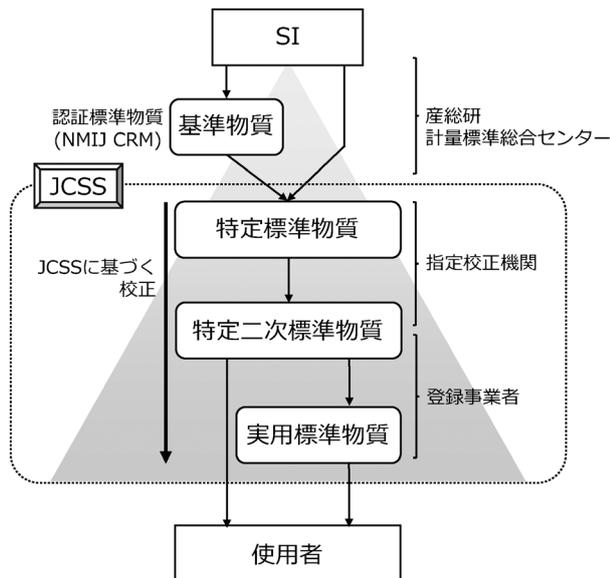


図1 JCSSのもとで供給される、水質検査で使用できる標準物質の供給体系

録される制度である。JCSSのもとで供給される標準物質の場合は、経済産業大臣の指定を受けた指定校正機関である(一財)化学物質評価研究機構(CERI)が特定標準物質を製造・維持管理している。CERIは特定標準物質をもとに特定二次標準物質の濃度を校正し、登録事業者は特定二次標準物質をもとに実用標準物質の濃度を校正する、という校正の連鎖を通して正しい値が付与された実用標準物質が使用者へ供給される⁹⁾。登録事業者が供給する実用標準物質にはJCSS認定シンボル付きの証明書が付されており、特定標準物質へのトレーサビリティが確保されていることが示されている。

特定標準物質は、国際単位系(SI)へのトレーサビリティが確保されている。そのしくみについて、水質検査で使用できる標準物質のうち有機標準液を例に紹介する。特定標準物質は、日本の国家計量標準機関である国立研究開発法人産業技術総合研究所計量標準総合センター(NMIJ)がISO17034¹⁰⁾の要求事項に基づいて純度を決定した高純度有機化合物の認証標準物質(NMIJ CRM)を原料(基準物質)とし、質量比混合法で製造される。基準物質の純度評価は主に一次標準測定法(SIへのトレーサビリティを実現しうる値付け方法)の一つである凝固点降下法を採用している¹¹⁾。凝固点降下法で決定した基準物質の純度は非常に精密であるが、特定標準物質を製造するために必要な物質は多様であり、またすべての物質の純度を評価し整備するためには非常に多くの手間と時間を要する。そのため最近では、定量核磁気共鳴分光法(qNMR)やポストカラム反応ガスクロマトグラフィーといった、一つの基準物質から様々な有機化合物の定量が可能な技術を利用して、特定標準物質(有機標準液)へ直接値付けを実施するといった効率的な標準供給スキームの構築・実用化もされている¹²⁾。

4 標準物質情報の入手²⁾

標準物質は、分析対象の試料に含まれる化学物質の量を正しく評価するために必要な基準である。そのため、分析目的を正しく把握し、適切な標準物質を選択することが重要である。

標準物質総合情報システム(RMinfo, Reference Materials total information services in Japan)には、日本国内の機関が供給している認証標準物質および標準物質が登録されている。標準物質名称、生産者、頒布機関に関する情報を得ることができ、各標準物質の詳細情報については生産者のウェブサイトへリンクが付されている。国内に適切な標準物質がない場合は、海外の機関から適切な標準物質が供給されていないか検索してみるのも手である。国際標準物質データベース(COMAR, Code d'Indexation des Matériaux de Référence)は、おもに海外の国家計量標準機関によって供給されている認証標準物質を検索することができる。

5 おわりに

化学物質の量を正しく求め、リスクや有効性を適切に評価するためには、正しい値が付与された標準物質の使用が欠かせない。本稿では、化学分析用の標準物質について概要と標準物質情報の入手方法について紹介した。今後も安全・安心な社会を構築し維持していくためには、適切な標準物質を選択・使用し、分析結果の信頼性を確保していくことが一層重要になると考えられる。

文 献

- 1) JIS Q 0030: 2019 (ISO Guide 30: 2015), 標準物質—選択された用語及び定義 (2019).
- 2) 久保田正明編著: “化学分析・試験に役立つ標準物質活用ガイド”, (2009), (丸善).
- 3) 藤本俊幸, 高津章子: 計測と制御, **60**, 545 (2021).
- 4) ISO/IEC Guide 99:2007, International vocabulary of metrology-Basic and general concepts and associated terms (VIM) (2007).
- 5) JIS Q 0033: 2019 (ISO Guide 33: 2015), 標準物質—標準物質の適正な使い方 (2019).
- 6) 小林憲弘: 計測と制御, **60**, 595 (2021).
- 7) 独立行政法人 製品評価技術基盤機構: “JCSSの概要”, <<https://www.nite.go.jp/iajapan/jcss/outline/index.html#gaiyou3>>, (accessed 2024. 8. 20).
- 8) JIS Q 17025: 2018 (ISO/IEC 17025: 2017), 試験所及び校正機関の能力に関する一般要求事項 (2018).
- 9) 上野博子: 計測と制御, **60**, 571 (2021).
- 10) JIS Q 17034: 2018 (ISO 17034:2016), 標準物質生産者の能力に関する一般要求事項 (2018).
- 11) Y. Shimizu, Y. Ohte, X. Bao, S. Otsuka, Y. Kitamaki, K. Ishikawa, T. Ihara, K. Kato: *Accred. Qual. Assur.*, **13**, 389 (2008).
- 12) M. Numata, Y. Kitamaki, Y. Shimizu, T. Yamazaki, N. Saito, M. Kuroe, N. Hanari, K. Ishikawa, T. Saito, T. Ihara: *Metrologia*, **56**, 034002 (2019).

[産業技術総合研究所 北牧 祐子]

小型化固相抽出法の現状



村 上 博 哉

1 はじめに

機器分析をはじめとする定量分析では、試料溶液に必要な応じて適切な前処理を施し、分析に供するのが一般的である。以前は、その前処理として液-液抽出が利用されていた。一方で、液-液抽出を用いる前処理では有機溶媒の多量の使用が必要不可欠であることが問題視されており、環境負荷の観点から代替法の提案が求められていた。その液-液抽出の代替法として、固相抽出が有機溶媒の使用量の大幅な低減が可能であることから、試料前処理手法として幅広い分野で利用されている¹⁾。

固相抽出は、溶媒に不溶な固相抽出剤と試料溶液との間における、試料中成分に対する相互作用の差を利用して目的成分の抽出を可能にする。固相抽出では、選択する固相抽出剤と試料溶液や洗浄溶液の最適化を施すことによって、選択性を付与することが可能である。そのため液-液抽出と比較して、非常に広範囲の試料成分への適用が可能である。

固相抽出では、種々の固相抽出剤がシリンジパレル型やルアー型などの形状をしたカートリッジに充填されたものに、試料溶液などを通液して前処理を達成するのが一般的である。一方近年では、より環境負荷の低減を目指す分析手法の開発が望まれていることから、様々な小型化 (miniaturization) された固相抽出法に関する研究が報告されている²⁾。固相抽出法の小型化は、有機溶媒の使用量の低減はもちろんであるが、生体試料などの微量にしか入手することができない試料に対する前処理にも好適である。本話題では、小型化された固相抽出法の現状について紹介する。

2 小型化固相抽出法

これまでに多くの固相抽出法が提案され、それらに様々な名称が付与されてきている。それらの中でも、小

型化された固相抽出法について Trujillo-Rodríguez らは、オペレーション方法に基づいて、 μ -固相抽出 (micro-solid-phase extraction, μ -SPE) と固相マイクロ抽出 (solid-phase microextraction, SPME) の二つに大別することができる³⁾。 μ -SPE は、従来からの固相抽出法を小型化したものであり、microextraction by packed sorbents (MEPS) やピペットチップに固相抽出剤などを充填して行う SPE (PT-SPE)、従来の分散 SPE をスケールダウンした分散マイクロ固相抽出 (dispersive micro-solid-phase extraction, D- μ SPE, Trujillo-Rodríguez らは μ -dSPE と略称をしているが、D- μ SPE や D μ SPE の表記のほうが多く見られるため、本稿ではこちらの略称を採用)、スターバー抽出 (stir bar sorptive extraction, SBSE) などが挙げられている。一方で SPME では、ファイバーを用いたものやインチューブの SPME などに加えて、薄膜マイクロ抽出 (thin film microextraction, TFME) などが分類されている。以下に、 μ -SPE と SPME とに分類し、それぞれがどのようなものか、簡単ではあるが説明をする。

2.1 μ -SPE

上述の通り μ -SPE として分類されるものの一つとして、MEPSがある。MEPSは、液体などを吸引・吐出するシリンジに固相抽出剤を充填したもので容易に固相抽出を行う手法である⁴⁾。PT-SPEでは、マイクロピペット用のチップに固相抽出剤などを充填して固相抽出を行うものであり、少量の試料の前処理に適用可能である⁵⁾。また D- μ SPEでは、固相抽出剤を試料溶液に攪拌することで目的成分などを抽出する手法である dSPE を小型化したものであり、例えばミルク中の抗ヒスタミン剤の抽出⁶⁾や食品中のアフラトキシンの抽出⁷⁾などへの適用例がある。また SBSE は、スターバー表面に種々の固相抽出剤となる成分をコーティングしたものを試料中で攪拌することにより、抽出を達成するものであり⁸⁾、市販品としては GERSTEL 社の Twister™ などが販売されている。さらに SBSE では、攪拌子が付いた型に円柱状のモノリス型固相抽出剤をはめ込み、攪拌をして抽出を達成する stir cake sorptive extraction (SCSE) なども提案されている⁹⁾。

2.2 SPME

一般的に利用されている SPME は fiber 型であり、Sigma-Aldrich や Agilent などから入手可能である。SPME では、fiber を利用してヘッドスペースに揮発してきた化合物を抽出するヘッドスペース-SPME (headspace-SPME, HS-SPME) や試料溶液に fiber 部分を浸漬して化合物の抽出を達成する直接浸漬-SPME (direct immersion-SPME, DI-SPME) の手法が用いられている。加えて、チューブ内で SPME を達成するインチューブ

SPMEにも用いられている。さらにSPMEでは、例えばフェイスマスク中にSPMEファイバーを装着し、呼気中成分の抽出・測定¹⁰⁾や脳細胞中からの代謝物抽出・分析への適用¹¹⁾などの報告があり、多様な分析対象物へ適用されている。

3 最後 に

本稿では、小型化された固相抽出法の分類に注目し、現状どのような適用がなされているかを紹介した。誌面の都合上、本稿では小型化された固相抽出法にフォーカスしたが、固相抽出法そのもの以外にも、近年では利用される固相抽出剤も多様化してきており、従来のシリカゲルやポリマー樹脂などに加えて、金属有機構造体 (metal-organic framework, MOF) や炭素素材などを利用した固相抽出も報告があり、その組み合わせにより様々な化合物の前処理が可能となってきた¹²⁾。

近年の機器分析の革新的な発展により、前処理の重要性はより一層増している。特に生命科学の分野では微量試料中から目的成分を抽出する需要は高く、固相抽出法の開発はさらに重要性が増すものである考えられる。

文 献

- 1) Y. Chen, L. Xia, R. Liang, Z. Lu, L. Li, B. Huo, G. Li, Y. Hu : *TrAC, Trends Anal. Chem.*, **120**, 115652 (2019).
- 2) J. Plotka-Wasyłka, N. Jatkowska, M. Paszkiewicz, M. Caban, M. Y. Fares, A. Dogan, S. Garrigues, N. Manousi, N. Kalogiouri, P. M. Nowak, V. F. Samanidou, M. de la Guardia : *TrAC, Trends Anal. Chem.*, **162**, 117034 (2023).
- 3) M. J. Trujillo-Rodríguez, I. Pacheco-Fernández, I. Taima-Mancera, J. H. A. Díaz, V. Pino : *J. Chromatogr. A*, **1634**, 461670 (2020).
- 4) M. M. Moein, A. Abdel-Rehim, M. Abdel-Rehim : *TrAC, Trends Anal. Chem.*, **67**, 34 (2015).
- 5) S. Seidi, M. Tajik, M. Baharfar, M. Rezazadeh : *TrAC, Trends Anal. Chem.*, **118**, 810 (2019).
- 6) S. Decheng, S. Zhanteng, X. Zhiming, L. Yang, L. Wuyan, W. Junming, F. Xia : *J. Chromatogr. A*, **1727**, 464989 (2024).
- 7) R. Thati, B. S. Seetha, P. Alegete, M. K. R. Mudiam : *Food Chem.*, **433**, 137342 (2024).
- 8) M. He, Y. Wang, Q. Zhang, L. Zang, B. Chen, B. Hu : *J. Chromatogr. A*, **1637**, 461810 (2021).
- 9) Y. Wang, J. Zhang, X. Huang, D. Yuan : *Anal. Chim. Acta*, **840**, 33 (2014).
- 10) Z. C. Yuan, W. Li, L. Wu, D. Huang, M. Wu, B. Hu : *Anal. Chem.*, **92**, 11543 (2020).
- 11) N. Reyes-Garcés, E. Boyaci, G. A. Gómez-Ríos, M. Olkowitz, C. Monnin, B. Bojko, D. Vuckovic, J. Pawliszyn : *J. Chromatogr. A*, **1638**, 461862 (2021).
- 12) D. A. V. Medina, A. T. Cardoso, E. V. S. Maciel, F. M. Lanças : *TrAC, Trends Anal. Chem.*, **165**, 117120 (2023).



村上 博哉 (MURAKAMI Hiroya)
愛知工業大学工学部応用化学科 (〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247).
岐阜薬科大学大学院薬学研究科博士後期課程博士課程単位取得満期退学. 博士 (薬学). 《現在の研究テーマ》固相抽出剤の開発. 《趣味》BBQ (夏). 薪ストーブ (冬). おちょこ収集.
E-mail : hmurakami@aitech.ac.jp

量子センサによるマイクロ RNA のラベルフリー計測

ダイヤモンド結晶内部の格子欠陥である窒素空孔中心 (NVC, nitrogen-vacancy center) の量子状態は常温で読み取り可能であり, NVC を内包するダイヤモンドは「量子センサ」とも呼ばれている。これまでに, HIV-1 RNA¹⁾ や SARS-CoV-2²⁾ 抗原タンパク質の高感度検出が報告されている。

Zaliecckas らのグループは NVC を利用した、^{がん} 癌の診断に重要なマイクロ RNA (miR-21) をラベルフリーで検出する新しい方法を開発した³⁾。本手法は, NVC の量子状態を光偏極し, その緩和時間 (T_1) を計測することで達成される。従来型のターゲット分子の電荷を計測するトランジスタバイオセンサーでは, 溶液中のイオンによるデバイ遮蔽が感度を制限していた。本手法では常磁性イオン (Mn^{2+}) が発生する磁気ノイズを検出することで, miR-21 の溶液中での高感度な計測が可能となる (図 1)。実験において, miR-21 がダイヤモンド表面に吸着すると, Mn^{2+} イオンが静電相互作用により局所的に集積し, NVC の T_1 が減少することを確認している。 T_1 から miR-21 を定量することが可能であり, その検出感度は 10 pM に達する。開発された量子センシング手法は, miR-21 以外のマイクロ RNA はもちろんのこと, 常磁性イオンと相互作用するバイオマーカーや合成高分子にも応用できることから, 水処理や食品科学, 電池, さらには癌の早期診断や治療モニタリングなど, 幅広い分野での応用が期待できる。

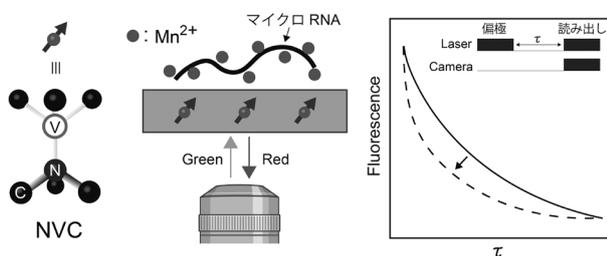


図 1 NVC によるマイクロ RNA 検出

- 1) B. S. Miller, L. Bezing, H. D. Gliddon, D. Huang, G. Dold, E. R. Gray, J. Heaney, P. J. Dobson, E. Nastouli, J. J. L. Morton, R. A. McKendry : *Nature*, **587**, 588 (2020).
- 2) W. W.-W. Hsiao, N. Sharma, T.-N. Le, Y.-Y. Cheng, C.-C. Lee, D.-T. Vo, Y. Y. Hui, H.-C. Chang, W.-H. Chiang : *Anal. Chem. Acta*, **1230**, 340389 (2022).

- 3) J. Zaliecckas, M. M. Greve, L. Bellucci, G. Sacco, V. Håkonsen, V. Tozzini, R. Nifosi : *Commun. Chem.*, **7**, 101 (2024).

〔京都工芸繊維大学 外間 進悟〕

紫外プラズモニクスによる蛍光増強

ナノ構造をもつ金属中の自由電子の集団振動にともなう局在増強電場を活用するプラズモニクスは, 金や銀が共鳴波長をもつ可視域を中心に発展してきた。増強電場による光の吸収, 散乱, 発光などの増強に加えて, バイオセンサーや環境センサーなどの分野にも応用範囲は広がっている。近年では, よりエネルギーの高い紫外域でのプラズモニクスが注目を集めている。紫外域でのプラズモニック金属としては安価で加工のしやすいアルミニウムがよく用いられ, 最近では Morisawa らから, コロイドリソグラフィーで作製された大面積にわたる均一なアルミニウムナノホールアレイによる, フォトエミッション効率の向上が報告されている¹⁾。紫外プラズモニクスの大きな長所として, タンパク質や核酸塩基をはじめとした可視域では吸収をもたない多くの分析対象分子において, 紫外域では分子内電子励起にともなう強い共鳴効果が期待できる。最近の Roy らの研究では¹⁾, 紫外プラズモニクスによる蛍光増強を利用することで, タンパク質中の単一トリプトファンからの自家蛍光検出を実現した。アルミニウムの紫外プラズモニックアンテナの構造最適化に加えて, 抗酸化剤の使用による蛍光信号の安定化と, スペクトルフィルタリングと時間ゲーティングを組み合わせたバックグラウンドノイズの大幅低減により, 従来複数のトリプトファンを持つ比較的大きなタンパク質に限られていた測定対象を, 生体中で大きな割合をしめる小型タンパク質にまで拡張した。蛍光標識を必要としないため, 分子の自然な状態での挙動を観察できるという利点があり, タンパク質の本来の機能や相互作用が妨げられることなく, より正確な解析が可能となる。また, 中央のアーチャーと円錐形の反射器を組み合わせたナノアンテナは, 光の局所的な増強効果を活用して微弱な信号を増幅し, 感度を向上させるものであり, 蛍光増強のほかにも吸収増強やラマン増強などほかの多くの光学的手法にも応用可能である。さらには, これらのナノ構造体の光検出器や表面電子源の応用に向けた新たな可能性も示している。すなわち, 紫外プラズモニクスの増強・高感度分光分析手法としての応用のみならず, 工学的な紫外オプトロニクスへの展開も期待される。

- 1) H. Morisawa, A. Ono, K. Ikegami, W. Inami, Y. Kawata : *Opt. Mater. Express*, **14**, 1149 (2024).
- 2) P. Roy, J.-B. Claude, S. Tiwari, A. Barulin, J. Wenger : *Nano Lett.*, **23**, 497 (2023).

〔立教大学理学部 田邊 一郎〕

分散した微粒子による固相抽出を原理とする 新しい簡易比色分析法の開発と環境水への応用

小濱 望

学位授与：富山大学（2023年3月23日）

緒言 利便性と精度に優れた簡易分析法は、持続的な開発目標（SDGs）の達成に必要なツールのひとつである。近年、様々な分野の現場において、簡易分析法の重要性が増している反面、それら分析法の感度や精度、選択性の改善がしばしば課題となっている。これまでに分離科学の視点から固相抽出や溶媒抽出により測定物質を濃縮分離する前処理法を伴う簡易分析法が開発されてきた。しかしそれらは一様に、目的成分の呈色反応、分離・濃縮、測定の前工程を細分化し、付加的な操作を要求することで“簡易分析”の意図を損なわせている。

そこで本研究では、水中の目的成分の呈色と分散した微粒子による分離・濃縮のプロセスを同一容器内で同時進行させる新しい簡易分析システムを開発した。本法の基盤となる新規分離・濃縮法を「分散微粒子抽出法」と名付けた。現場分析の視点から測定感度や選択性、分析の操作性などを考慮していくつかの簡易分析法を開発し、環境試料に応用することで本法の有用性を評価した。

本学位論文は10章から構成されている。第1章“緒言”では、これまでに報告されている目視や画像処理に基づく簡易分析法について解説し、本研究の目的と着想に至った経緯を論じた。

第2章“分散微粒子抽出/比色分析法における吸着捕集の仕組み—アンモニア、ニッケル、鉄(II)の分析法の開発—”では、静電吸着を原理とする三つのモデルで、本法の検出原理を議論した。(1)陰イオン成分の捕集：アンモニアの呈色反応で生じるフェノール性色素（青色または緑色）を、微細孔構造を持つスチレンジビニルベンゼン共重合体にアミノ基を修飾した陰イオン交換樹脂微粒子（DOWEX™ 1×8 (Cl⁻)）に静電的に吸着・捕集することで0~2.0 mg/Lの低濃度での目視分析を可能にした。(2)陽イオン成分の捕集：Fe²⁺を α -フェナントロリンと反応させた[Fe(α -phen)₃]²⁺錯体をシリカゲル微粒子で捕集することで、呈色溶液の目視分析と比較して、10倍程度の高感度化を達成した。本法の測定は30秒以内に完了する。河川水の測定が可能であることを示した。(3)吸着条件（pH）によって電荷が変化する化学種の捕集：Ni(II)を4-(2-pyridylazo)resorcinol (PAR)と反応させて生成した[Ni(II)-PAR]錯体（赤色）は水相のpHによって負電荷あるいは無電荷で存在する。陽イオン界面活性剤を修飾したシリカゲル微粒子を吸着剤として用い、静電的な作用と疎水性相

互作用を利用することで、目的成分の選択的な捕集を可能とした。

第3章“亜硝酸の簡易分析法—微粒子が与える呈色反応速度への影響—”では、ナフチルエチレンジアミン法により生成させたアゾ色素をプロピルスルホン酸修飾シリカゲル微粒子で捕集した。アゾ色素による微粒子の着色速度は溶液中での呈色速度よりも約2倍高く、測定時間を短縮でき、検出限界は1.7 µg/Lと高感度であった。

第4章“ホルムアルデヒドの簡易比色分析法—微粒子の吸着力が測定へ与える影響—”では、ホルムアルデヒドをMBTH法で呈色し、いずれも陽イオンとして存在する目的成分（青色）と過剰の試薬（黄色）の陰イオン交換体微粒子への捕集を議論し、微粒子の素材によって大きく変化する色調の違いを両成分の吸着平衡の解析から明らかにした。結果、水道水基準値の0.08 mg/L以下を測定可能な高感度化が達成できた。

第5章“酵素法を用いたリン酸の高感度な簡易分析法の開発—微粒子の物理的な性状が測定へ与える影響—”では、酵素反応を用いてTOPS（トリンダー試薬）で呈色させた双性イオンを粒径0.36±0.10 µmのXAD-7HP（親水性の無電荷粒子）に吸着させることで、呈色溶液と比べて約10倍の高感度化を達成し、河川水に含まれる数十µg/Lレベルのリン酸が測定できた。ここでは、微粒子の粒径が吸着定数や粒子の沈降速度に、微粒子の添加量が感度に与える影響を議論し、微粒子の粒径や添加量を調整することで測定感度の調整が可能であることを示した。

第6章“6価クロム（Cr(VI)）の簡易分析法の開発—微粒子への抽出種の推定—”では、分散微粒子を使用したイオン対固相抽出による比色分析を提案した。Cr(VI)の有色錯陽イオンの場合、対イオンとしてドデシル硫酸陰イオンを添加し、XAD-7HPによって捕集することで、5分以内に呈色と微粒子への吸着が完了し、環境基準値である0.02 mg/LのCr(VI)を目視で判定できる十分な感度を示す。さらに、比色画像解析によりµg/LレベルのCr(VI)の検出が可能であることを示した。

第7章“過マンガン酸イオンの吸着を利用した簡易分析法の開発—Mnと化学的酸素要求量（COD）の測定—”では、マンガンを過マンガン酸イオン（MnO₄⁻：赤紫色）として、陰イオン交換体であるジエチルアミノプロピル修飾シリカゲル微粒子による捕集法を開発した。溶液のみの色変化と比較して約10倍の高感度化が達成でき、マンガンの検出限界は0.05 mg/Lであった。さらに、この方法を応用して、CODの分散微粒子抽出/簡易画像測色法を開発した。アルカリ性常温法を利用した本法では、有機物を過マンガン酸イオン（あらかじめ

E-mail：sincerely_bee@icloud.com

現連絡先の機関 富山大学理学部：

930-8555 富山県富山市五福 3190

学会受付 2024年11月7日

容器に添加)で3分間酸化し、溶液のpHを中性とし、水相に溶存する MnO_4^- を微粒子に吸着させることでCODを測定する。アルカリ試薬の濃度や微粒子の添加量を変えることで、淡水・汽水・海水と幅広い水試料の測定が可能であることを示した。

第8章 “遊離シアン化合物 (CN^-) の簡易分析法の開発 —分散微粒子抽出法に適した小型撮影ボックスの開発—では、容器内に沈降した呈色微粒子を下方から光を照射して画像を撮影することで、溶液の色による干渉を受け難い画像データが得られることを見だし、3Dプリンターで作製した携帯型撮影ボックスを使ったシアンの簡易分析法に応用した。本法は、従来法(吸光度法:30分)よりも短時間(10分以内)で、高感度(検出限界:0.005 mg/L)にシアンの測定が可能であることを示した。

第9章 “蛍光測定法への応用 —微粒子への蛍光体の吸着と蛍光画像測色法—では、蛍光色素であるレゾルフィン陽イオン界面活性剤のゼフィラミンでイオン対とし、シリカゲル微粒子に捕集する蛍光画像測色法を開発した。ゼフィラミン濃度に応じて静電的相互作用と疎水性相互作用が関与する捕集機構を議論した。本法は、カメラで撮影した蛍光画像を解析することで高感度な測定が可能である。可視光画像の場合、0.1~2.0 μM の範囲で直線性のある測定結果が得られ、検出限界は80 nMであった。蛍光画像の場合では、0.01~0.2 μM の範囲で直線性が得られ、検出限界は7 nMであった。したがって、画像撮影時に照射するライトを変えることで低濃度(紫外光照射)から高濃度(可視光照射)と、目的

成分濃度に応じた測定が可能である。さらに、本法をAmplex Red[®]とペルオキシダーゼを用いた過酸化水素の測定に応用したところ、0~1.0 μM の測定が可能であり、検出限界は0.28 μM であった。河川水と雨水に含まれるサブ μM レベルの過酸化水素の測定が可能であることを示した。

結論 第10章 “総括”では、本博士学位論文に記述した11の分散微粒子抽出/比色分析法の利点と展望を論じた。開発した方法はサンプル量が1 mLと少量で、目視による水相の比色分析よりも2~10倍高感度であり、画像処理によってさらに高感度で信頼性の高い結果を得ることができるため、実用的で汎用性に富む分析法である。また、微粒子の素材、粒径、添加量等によって測定範囲を幅広く調節可能で、試料水に含まれる着色成分の影響も低減できる。微粒子による呈色速度の促進効果は分析操作の短縮につながる発見であった。本研究では環境水への応用を示したが、本法は様々な分析分野への応用が期待できる。

公表論文

- 1) N. Kohama, K. Matsuhira, T. Okazaki, K. Sazawa, N. Hata, H. Kuramitz, S. Taguchi : *Anal. Bioanal. Chem.*, **414**, 8389 (2022).
- 2) N. Kohama, T. Okazaki, K. Sazawa, N. Hata, H. Kuramitz, S. Taguchi : *Anal. Sci.*, **39**, 857 (2023).
- 3) N. Kohama, T. Okazaki, K. Sazawa, N. Hata, H. Kuramitz, S. Taguchi : *Molecules*, **29**, 5371 (2024).



Digest of Doctoral Dissertation

A novel simple colorimetry based on solid-phase extraction with dispersed particulates and its applications to environmental water samples

KOHAMA Nozomi

E-mail : nkohama.sbh.2023@gmail.com

University of Toyama

Gofuku 3190, Toyama, 930-8555

(Awarded by University of Toyama dated March 23, 2023)

This doctoral thesis describes the development of novel and practical simple colorimetric analysis methods that can be used for a field survey. The principle of this method is that the coloring of the analyte, the adsorption of the colored analyte onto the dispersed fine particles, and the sedimentation of the fine particles are all carried out simultaneously in a single container. The analyte is determined from the color information obtained by visual inspection or image analysis of the sedimented fine particles. Eleven analytical methods have been developed to demonstrate the potential of this method in a systematic manner. By optimizing the material, size and quantity of the adsorbent fine particles, and making full use of electrostatic interactions, hydrophobic interactions and ion-pair extraction, the application to 11 different analytes have been achieved. All of the methods can be measured simply by injecting 1 mL of sample solution into a 1.5 mL microtube filled with coloring reagent, adsorbent particles and other chemicals. The entire analysis process is completed within 15 min. The sensitivities of these methods were 2 to 10 times higher than those of the conventional visual colorimetric analysis method in the aqueous phase. These methods were applied to environmental water. The analytical results were in good agreement with those of instrumental analysis. The major advantage of this method is that it not only has high selectivity, but also that the sensitivity can be easily controlled by changing the amount and size of the particles.

(Received November 7, 2024)

Keywords : colorimetric analysis; solid-phase extraction; sedimentable dispersed particulates; on-site analysis.



ものづくりが切り拓く研究者への道

東北大学大学院環境科学研究科の唐島田龍之介先生よりバトンを引き継ぎました。東京薬科大学の森岡和大と申します。唐島田先生とは、若手の会つながりで大変仲良くさせて頂いております。このようなエッセイを書く機会は今までになく、どのようなことを書けば良いか悩みました。その中で、自身が研究者として人生を歩んでいくにあたり、お世話になった恩師との出会いを振り返りながら、少し自己紹介をさせて頂けたらと思い、筆を執っております。拙い文章ではございますが、お付き合いいただけますと幸いです。

私は学生時代、首都大学東京 内山研究室に所属し、内山一美先生や中嶋秀先生にご指導いただきました。実は、研究室配属を決める際、もともと他分野の研究室を志望していたのですが、(ジャンケンに負けて) 定員からあふれてしまいました。その後、他の研究室を見学した際に、中嶋先生から装置開発の面白さややりがいについて教えて頂き、それが分析化学を深く学ぶきっかけとなりました。今振り返ると、志望していた研究室に行けずに本当に良かったと思います。内山研究室に配属され、現在の研究の基盤となる「マイクロ流体デバイス」と出会いました。流路が緻密に刻まれた手のひらサイズのマイクロチップを見て、「これはすごい！」と魅了され、マイクロ流路に関連する研究テーマを希望しました。実験では、直属の指導教官であった中嶋先生や、たびたび研究室に来て下さった有限会社メビウスアドバンステクノロジー 辺見彰秀博士にご指導いただき、分析化学の重要性や、光学設計や電子工作の奥深さを教わりました。試行錯誤を重ねて進めていく装置開発の面白さに夢中になり、気づけば時間を忘れて実験に熱中していました。内山研究室は、学生の主体性を重んじる研究スタイルであり、それが、私が研究に没頭し、アカデミックの道に進むことを後押ししてくれたと思います。お世話になった皆様に、この場を借りて心よりお礼申し上げます。

その後、現職の東京薬科大学に赴任しました。上司である東海林敦先生とは、私が博士課程の学生だった時に共同研究で知り合い、「とても気さくで面白い先生だ！」というのが最初の印象でした。その後一緒に働くことになってとても驚きましたが、研究者・教育者にとって重要なことをたくさんご指導いただき、この環境で仕事に

取り組めて本当に幸せであると感じています。研究では、内山研で培ってきたマイクロ流体デバイスや分析装置開発に、何か新しい技術を取り入れて、自身の研究の幅を広げたいと思い、情報収集をしておりました。その中で、3Dプリンターの動画をYoutubeで視聴したときに、鳥肌が立つほど衝撃を受けたことを覚えています。3Dプリンターは、材料を薄い厚みで一層一層積み上げていくことで三次元の構造体を形成します。動画を繰り返し観ても飽きることなく、体の底からワクワクする感情が湧き上がるのを感じ、すぐに「この技術をぜひ取り入れたい！」と強く思いました。早速、研究室に当時まだ高価だった光造形式3Dプリンターを導入しました。初期の3Dプリンターは、設定すべきパラメーターが非常に多く、操作にもコツが必要で、試行錯誤を重ねて構造体を作製した時には、とても感動しました。3Dプリンターでもものを作る時には、造形原理や材料など、用途に合わせて選択する必要があります。そこで、3Dプリンティングをさらに深く学習するために勉強し、3Dプリンター活用技術検定の資格を取得しました。実は、自宅にも2台ほど3Dプリンターを所有しており、休日にも家でも造形物を作れる環境を整えています。

研究室では、学生に装置開発に取り組んでもらうわけですが、薬剤師になるという大きな目標を持った大半の6年制薬学生にとって、3D CADソフトウェアでの図面設計や、はんだ付けをはじめとした電子工作のスキルは国家試験の取得に役に立ちません。もちろん、卒業研究で得られるものはそれだけではない！と見学に来た学生さんに一生懸命説明するのですが、なかなか心に響かなかったり、イメージと違うと感じる学生さんも多いです。しかし、薬学生の中にも「装置を作りたい」「大学受験で薬学部と工学部どちらに行くか悩んでいたのが嬉しい」と言ってくれる熱心な学生もいます。そのような学生さんと一緒に楽しく研究に取り組んでいる時間が、とても楽しく、そしてありがたく感じています。

次号は、宇都宮大学工学部の稲川有徳先生にバトンを引き継がせていただきました。稲川先生とは、学生時代に関東支部若手交流会で出会い、それ以来とても仲良くさせて頂いております。ご活躍されて大変お忙しい中、執筆をお引き受けいただき心より感謝申し上げます。

〔東京薬科大学 森岡 和大〕



談 話 室

はじめに分析あり（その2）—ガリレオの眼

ガリレオ（1564～1642）の望遠鏡（＝眼・手段・道具）は、自然科学の研究のみならず人類の宗教・政治哲学などを一気に飛躍・発展させた。その事実からベーコン（1561～1626）は「知は力なり」といった。そこから17世紀以降の人間中心主義の新しい自然科学と政治経済などの社会科学の改革が始まった。

さて、知覚できない無形（＝神や霊魂など）を扱う「形而上」と、有形の物事（＝社会や政治など）の原理を探究する「形而下」という言葉がある。同様に自然科学でも形而上的な理論又は「演繹学」と、形而下的な実験を含む「帰納学」の分野がある。帰納学においては、その対象の物事を正確に知覚できるか否かの分析能力は、分析の適切 ▶ 的確な手段・方法にかかっている。それが人類の「知の力」を決定づけてきた。

化学は実験に基づく帰納 Induction 学である。帰納学は具体的な現象から結論を導き出す思考法で、化学や生物学などの研究に当たり、広辞苑には『…個々の具体的事実から一般的な命題ないし法則を導き出すこと。特殊から普遍を導き出すこと。…帰納法はスコラ哲学、F. ベーコンを介し、J.S. ミルが大成した。狭義ではミルの定式化した因果関係…』と詳しく長文で解説されている。化学には成分を分析する「分析化学」と、実験や分析に基づいた「帰納的推論」を行って、新化合物をつくる「合成化学」の分野がある。帰納的推論は国家や政治など社会現象の研究（＝国家論や政治哲学など）の思考法でもある。

分析機器の開発・発見に関係したノーベル賞の受賞者を数名挙げると、ポーラログラフのヘイロフスキー（1959）、ラーマン分光器のラーマン（1931）、マスペクトル（MS）の田中耕一（2002）などがある。ポーラログラフ、吸光分析器、発光分析器、原子吸光分析器（AAS）、X線、MS、NMR、ESRなどの分析機器は、どれも物理学で発見された原理や法則に基づいて開発された。その中で化学反応の平衡移動の原理から反応速度を測定する緩和法（温度ジャンプ法、圧力ジャンプ法）の研究でノーベル化学賞を受賞したドイツのM. Eigen（1967）は異色だったが、それと同様にクロマトグラフィーは自然現象に基づいて、帰納法的に開発された分析機器として異色である。すなわち、クロマトグラフィーの原理はろ紙（ペーパー）

に色素を含む試料溶液を浸すと、混合成分の色素がろ紙表面に拡散して色が分離する自然現象に基づいていた。クロマトグラフィーは化学成分の拡散速度の違いを用いたものだったが、そこには吸着、分配などの様々な自然現象が含まれている。人文社会の現象にもいろいろな情報の成分・現象が混在しているので、クロマトグラフィー（＝LC、GC、HPLCなど）は文系の思考法に近く、情報やメディアはクロマトグラフィーの展開剤にあたるともいえよう。

分析機器によって新しい分析の世界が芽生えて飛躍・発展をした結果、20世紀初頭からノーベル賞が開始した。その20世紀後半には高性能の分析機器の開発によって分析化学は応用科学（soft science）の色彩が強くなった。それに応じて日本分析化学会は *Analytical Sciences* の学会誌を発行したようだ。この誌名に科学のパラダイムシフトが刻まれていた。さて、2002年のノーベル化学賞の受賞者田中耕一氏の業績は「生体高分子の同定および構造解析のための手法の開発」だった。その開発したMSはプロテオミクスという新しい分野（主として考古学）を切り開き絶大な研究威力を発揮している。つまり、ガリレオの望遠鏡と同様、科学および化学に新しい能力を芽生えさせ、分析機器は自然科学や社会科学の「眼」であり「芽」である証拠を示した。ここに「はじめに分析あり」の本領が益々発揮される感がする。

〈補 遺〉

文理融合：研究対象が物質か社会かの違いによって文系と理系の区分があり、社会で起こる現象を扱う小説（フィクション）や歴史（ノンフィクション）などは文系である。情報学は社会現象を扱うので社会学またはメディア学に近いので文理融合型であろう。理系・文系に限らず、「理」（＝理論・論理・合理・真理・理性など）に基づいた現象論または帰納学は学問の始めであり、それは『はじめに分析あり』にあたり、*Analytical Sciences* である。

宗教と政治と科学：ガリレオによって天動説が間違いだと分かったとき、西欧人のキリスト教徒の信仰心を益々深化した感がある。アインシュタインは「神即自然（スピノザ）を信ずる」といった。また、ニュートン、フアラデーなども「はじめに神（＝真理）あり」を確信したのではなかろうか。その証拠にガリレオ後の西欧では宗教・政治の革命と並んで科学革命が起こった。20世紀にはノーベル賞の時代となった。そして今、ガリレオの眼はAIの眼になった感がする。

〔日本化学会名誉会員・奈良女子大学・

奈良学園大学名誉教授 木村 優〕

インフォメーション

プラズマ分光分析研究会 第123回講演会

2024年10月25日に広島市中区のJMSアステールプラザにて、プラズマ分光分析研究会第123回講演会を開催しました。

本講演会は、金属・重金属の微量元素分析で威力を発揮するプラズマ発光分析法の研究開発・普及を目指して、1980年に設立されたプラズマ分光分析研究会の講演会です。当研究会では、年3~5回の講演会と、夏期に宿泊形式のセミナー、さらに近年では若手会やワークショップ等も開催しています。前回の広島が担当の講演会の開催は、コロナ禍の2021年3月にオンラインでの開催でした。さらにその前は2011年10月に広島市での開催であったので、今回の講演会は広島市での久しぶりの対面開催となりました。

今回の講演会では、副題を「環境の理解、保全、修復のための分析技術」とし、西日本を中心とした研究者6名による講演をいただきました。熊本大学大学院先端科学研究部の大平慎一先生からは、「溶存イオンハンドリング技術のICP-MS前処理への展開～マトリックスの除去や置換・インライン濃縮～」、京都大学複合原子力科学研究所の福谷哲先生からは、「ICP-MSを用いた土壌環境中微量元素の測定」、公立鳥取環境大学環境学部の山本敦史先生からは、「有機ハロゲン系環境汚染物質分析の課題」、国立水俣病総合研究センターの丸本幸治先生からは、「水銀の健康リスク評価を目的とした生物試料中の総水銀及びメチル水銀、セレンの簡易分析」、九州大学工学研究院の米津幸太郎先生からは、「LA-ICP-MSによる地熱発電所で生成されるシリカスケールの初期沈殿挙動の解明」と題してそれぞれご講演をいただきました。講演予定であった1名の先生の体調がすぐれず、講演ができないとのことで、その時間は現地開催担当者である私が、「環境中での光化学反応とそれに関わる物質の計測とその動態」の題目で講演をいたしました。これらの講演はいずれも、プラズマ分光分析法を中心に、広く環境に関わる物質の測定や、それに伴う地球環境への影響に関する内容が盛り込まれておりました。最近の地球環境問題といえば温室効果気体による温暖化や気候変動、カーボンニュートラルに関する話題が注目を集めていますが、本講演会では地球環境に関わるさまざまな物質の分析や計測法に関する話題、多種多様な環境化学的、地球化学的諸問題に関する講演を聞く大変よい機会となりました。講演会は活発な意見交換、質疑応答があり、予定していた時間から20分程度超過して全日程を終えることになりました。本講演会は対面と同時にオンラインでも中継され、参加者は対面で26名、オンラインで44名、合計70名でした。次回、第124回講演会は、2025年3月21日に東京都立産業技術研究センターで「現場で活躍するプラズマ分光分析」との副題にて開催の予定となっております。

最後に、本講演会で講演を快く引き受けてくださった先生方には深く感謝申し上げます。また協賛いただいた日本化学会、日本分析化学会、日本分光学会、日本薬学会、電気学会、日本微量元素学会、日本分析化学会中国四国支部、広島大学瀬戸内CN（カーボンニュートラル）国際共同研究センター、学振R051メタロミクス委員会には感謝申し上げます。ありがとうございました。

〔広島大学大学院統合生命科学研究科 竹田 一彦〕

第29回高分子分析討論会

2024年10月31日（木）と11月1日（金）の2日間の日程で、愛知県産業労働センター「ウインクあいち」において、日本分析化学会高分子分析研究懇談会の主催により、第29回高分子分析討論会が開催された。関西での会場として利用してきた名古屋国際会議場が、本年から改修工事等による臨時休場*を予定していたため、初めて本討論会をウインクあいちで開催する運びとなった（*：同会議場の臨時休場は、都合により2025年2月からに変更された）。

今回の討論会には446名が参加登録し、2件の特別講演と119件のポスター発表が行われ、協賛企業のうち22社が展示を行った。参加登録者数と発表件数はいずれも過去最多を約2割も上回り、高分子材料への要求の高度化や多様化などに伴い、高分子分析に対する関心がより一層高まっていることが窺えた。

初日午前は、2階の大ホールにて実行委員長である小池 亮（花王）の開会挨拶、ポスター講演（ショートプレゼン）I、企業講演（テクニカルレビュー）Iが行われた後、6階の会場に移動してポスター発表I（写真）が行われた。昼休みを挟み午後には特別講演I、ポスター講演II、企業講演II、およびポスター発表IIが行われた。

特別講演Iでは、東北大学大学院の吉岡敏明先生より「プラスチック資源循環の価値」と題した講演が行われた。リサイクルや関連する分析技術の現状、さらには循環社会の実現には要素技術の開発に加え、その活用に向けた国や業界レベルでの積極的な取り組みが必要であるなどの提言が示された。循環社会の構築にはリサイクルを視野に入れた材料開発や回収のための仕組みづくり、さらには一人でも多くの人にリサイクルの価値を浸透させることが不可欠だと、改めて認識した人も多かった。



と思われる。

初日最後には170名の参加による懇親会が開催され、当懇談会顧問の寺前紀夫先生（東北大学名誉教授）の挨拶と乾杯の発声で会が始まり、交友や議論を深めることができた。同じく顧問の高山 森様（スペクトラ・フォーラム）から提供いただいた著書「舞台裏から見たプラスチックの開発物語」の抽選会も行われ、大いに盛り上がった会は、企画委員長長の石田康行先生（中部大学）の一丁締めにてお開きとなった。

2日目は、午前にはポスター講演Ⅲとポスター発表Ⅲ、午後にはポスター講演Ⅳとポスター発表Ⅳの後、須藤栄一先生（豊田中央研究所）による特別講演Ⅱ「自動車用高分子材料の分析—真因究明のアプローチ方法—」が行われた。講演ではロベルト・コッホが感染症の病原体特定のために提唱した4原則の考え方やアプローチが、材料分析や顕在化した問題の真因究明に有用であることが示された。実際にその原則に基づいて異物発生や変色などの真因を究明した事例も紹介され、多くの参加者が新たな気付きを得たことと思われる。

119件の研究発表に対して、審査委員の選考による「審査委員賞」と参加者全員の投票による「ポスター賞」が各日3件ずつ選出され、1日目は懇親会、2日目は閉会式で表彰式が行われた。以下に受賞された研究発表の演題と演者を記す。

◆審査委員賞

「熱分解質量スペクトルの標品フリー定量解析を基点としたポリマーシークエンサーの開発」

日比裕理（物質・材料研究機構）

「デコンポリューション法を用いたO-PTIRイメージングの高解像度化」

浅野伸哉（京セラ）

「SECの異常溶出挙動の解明と制御」

菊地守也（山形大工）

「PTFE分子ほぐしと分子集合再生」

火原彰秀（東工大理学院）

「樹脂金属直接接合体における界面樹脂構造が接合強度に及ぼす影響」

米山弘亮（豊田中央研究所）

「水素結合による可逆架橋を有するエラストマーのRheo-optics解析」

田島怜奈（東大生研）

◆ポスター賞

「ナノ赤外分光法による第二世代アクリル接着剤/アルミニウム界面の組成解析と接着発現機構の解明」

加藤雄一（豊田中央研究所）

「Py-APGC-MS及びMALDI-MSによるポリブタジエンとシランカップリング剤の反応解析」

中植巧麻（名工大院工）

「超臨界流体クロマトグラフィーを用いた高分子物性評価法の開発」

松原功達（日産化学）

「樹脂エマルション中の乳化剤の状態解析」

山口潤也（DIC）

「顕微ラマン分光法を用いた結晶性高分子の劣化過程で

生じる高次構造変化の解析」

木田拓充（滋賀県立大）

「アルミニウムの表面状態がエポキシ接着剤との

界面領域に及ぼす影響」

岩井美奈（豊田中央研究所）

本討論会は、高分子分析研究懇談会の運営委員長である本多貴之先生（明治大学）の閉会挨拶により、大盛会のうちに幕を閉じた。過去最大規模の討論会を、初めて使用する会場で無事に終了できたのは、ひとえに参加者と実行委員をはじめとする運営関係者のみなさまのお陰です。本当にありがとうございました。なお、大きな節目となる第30回高分子分析討論会は、2025年11月に明治大学駿河台キャンパス（アカデミーホール）にて開催予定です。

最後に、本討論会開催にあたり企業協賛いただいた、i-NEAT(株)、アジレント・テクノロジー(株)、伊勢久(株)、インフォコム(株)、エーエムアール(株)、(株)エス・ティ・ジャパン、(株)島津製作所、スペクトラ・フォーラム、(株)デジタルデータマネジメント、東ソー(株)、日本ウォーターズ(株)、日本カンタム・デザイン(株)、日本電子(株)、日本分析工業(株)、NETZSCH Japan(株)、(株)パイオクロマト、浜松ホトニクス(株)、(有)ヒューズ、ブルカー・ジャパン(株)、フロンティア・ラボ(株)、ライカマイクロシステムズ(株)、(株)リコー、LECO ジャパン合同会社の各社に深く感謝いたします。

〔花王(株) 小池 亮〕



第401回液体クロマトグラフィー研究懇談会

2024年11月15日（金）に(株)日立ハイテクサイエンス サイエンスソリューションラボ東京において、「HPLC、LC/MSの基礎知識」を講演主題とした表記研究懇談会が開催された（オーガナイザー：筆者）。

HPLC、LC/MSは、環境・食品、医薬品などさまざまな分野の分析で広く使用されており、正確な結果を得るためには基礎的な知識が不可欠である。本研究懇談会では、HPLC、LC/MSの原理からHPLC、LC/MSで用いるカラム、試薬・溶媒、超純水などの基礎知識について講演いただいた。

1題目は、エムエス・ソリューションズ(株) 高橋 豊氏より「LC/MSの基礎知識」の演題で講演が行われた。LC/MSや質量に関する用語の解説、イオン化の種類、用いる溶媒の種類、さらには試料調製時の注意点などについて紹介があった。

2題目は、関東化学(株) 坂本和則氏より「HPLC、LC/MSに用いる試薬・溶媒の基礎知識」の演題で講演が行われた。HPLC用溶媒の特性、LC/MS用溶媒の特性、溶媒取り扱い時に用いる容器・実験器具の影響、さらには試薬に関する法規の紹介があった。

3題目は、メルク(株) 石井直恵が「LC/MSに用いる超純水の基礎知識」の演題で講演を行った。HPLC、LC/MSに求められる分析用水の水質とその精製方法、ならびに使用時の注意点に関して紹介した。

4 題目は、(一財)化学物質評価研究機構 坂牧 寛氏より「HPLC カラムの基礎知識」の演題で講演が行われた。充填剤の基材・充填剤の化学結合基・カラムの形状などのカラムの基礎から、カラムの劣化と対策について紹介があった。

5 題目は、(株)クロマニックテクノロジーズ 長江徳和氏より「シリカ系逆相充填剤におけるシラノール基の効果：完全エンドキャッピングそれとも有効活用？」の演題で講演が行われた。シリカ系逆相固定相を作成する際に残存するシラノール基について、エンドキャッピングによりシラノール基の影響を排除する方法に対し、シラノール基の影響を分離に活用する方法について紹介があった。

6 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などが行われた。また、今後の液体クロマトグラフィー研究懇談会見学会や例会などの紹介がされた。

研究懇談会終了後、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た。

最後になりましたが、研究懇談会にご参加いただきました皆様、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、運営にご協力をいただきました運営委員の皆様、および会場をご提供いただきました(株)日立ハイテクサイエンスの皆様、深く御礼申し上げます。

〔メルク(株) 石井 直恵〕



2025 年の表紙デザインについて

本年の表紙デザインは以下のとおりです。制作者から寄稿いただいた文面もあわせて掲載いたします。

表題「分析技術を支えるサンプル導入技術」

原案製作：アジレント・テクノロジー・

インターナショナル株式会社 久保田 哲央

撮影協力：同社 石原 壮一郎

2025 年の本表紙デザインは、ガラス製ネブライザーの先端部を顕微鏡で拡大した写真です。透明なガラスの先端から青白い光の筋が円錐状に伸び広がる様子を、製造元から特別な許可を得て、撮影・掲載させていただきました。この器具は元素分析装置 ICP-MS および ICP-OES で利用されています。

ICP-OES が初めて発表された 1964 年の論文¹⁾によれば、最初は金属製のキャピラリーでサンプル導入を行っていました。1973 年に開発されたガラス製同軸ネブライザーは、サンプル流路の外側にガス流路が同心円状に設計されており、流路の先端から飛び出すガスと液滴の効率的な相互作用が、10 μm 未満のエアロゾルを安定的に生み出しました²⁾。1990 年代から開発され始めたものがマイクロネブライザーで、本表紙のネブライザーもその一種に数えられます³⁾。サンプル流路の内径縮小によって従来のサンプル消費量 0.5~2 mL/min を 0.3 mL/min 程度まで低減することに成功しました。その副次的効果としてさらに細かいエアロゾルが生成され、水由来の干渉イオンが軽減された³⁾。結果、サンプル消費量の低減にもかかわらず従来と同等かそれ以上の測定性能向上に貢献しました⁴⁾。

普段私たちはサンプル導入系より後段の分析技術に注目しがちです。しかし、サンプル導入系の高性能化を実現した開発努力と精度の高い製作技術があってこそ、高感度で信号の安定した機器分析ができるのだと、本デザイン制作者は再認識させられました。新たな分析法の紹介だけに留まらず、縁の下の力持ちとなる基礎技術の紹介も、「ぶんせき」誌の重要な役目と考えております。

- 1) S. Greenfield: "High-pressure Plasmas as Spectroscopic Emission Sources".
- 2) J. Todoli and J. Mermet: "Liquid Sample Introduction in ICP Spectrometry".
- 3) Diane Beauchemin: "Sample Introduction Systems in ICPMS and ICPOES".
- 4) J.W. Olesik, J.F. Kinzer, B. Harkleroad: "Inductively coupled plasma optical emission spectrometry using nebulizers with widely different sample consumption rates".

〔「ぶんせき」編集委員会〕

執筆者のプロフィール

山本 博之 (YAMAMOTO Hiroyuki)

量子科学技術研究開発機構高崎量子技術基盤研究所 (〒370-1292 群馬県高崎市綿貫町 1233)。東京理科大学大学院理学研究科化学専攻博士課程修了。理学博士。《現在の研究テーマ》量子ビームを用いた分析技術の開発。《趣味》クラシック音楽、旅行、お酒とともに漫然と過ごす時間。

E-mail: yamamoto.hiroyuki@qst.go.jp

(ミニファイル)

北牧 祐子 (KITAMAKI Yuko)

国立研究開発法人産業技術総合研究所。

(トピックス)

外間 進悟 (SOTOMA Shingo)

京都工芸繊維大学分子化学系 (〒606-8585 京都府京都市左京区松ヶ崎橋上町)。京大

学大学院工学研究科分子工学専攻。博士 (工学)。《現在の研究テーマ》ナノ材料の機能制御と細胞イメージング・センシング。《主な著書》"Thermal Biology: Cellular Thermal Biology Using Fluorescent Nanothermometers". (Springer)。《趣味》野球。

E-mail: shsotoma@kit.ac.jp

田邊 一郎 (TANABE Ichiro)

立教大学理学部化学科 (〒171-8501 東京都豊島区西池袋 3-34-1)。東京大学大学院工学系研究科応用化学専攻。博士 (工学)。《現在の研究テーマ》紫外分光、特に減衰全反射紫外分光法による電気化学界面分光とセンサー応用。

(リレーエッセイ)

森岡 和太 (MORIOKA Kazuhiro)

東京薬科大学薬学部医療薬物薬学科生体分析化学教室 (〒192-0392 東京都八王子市堀之

内 1432-1)。首都大学東京大学院都市環境科学研究科分子応用科学域博士後期課程。博士 (工学)。甲種危険物取扱者、3D プリンター活用技術検定。《現在の研究テーマ》3D 微細流路・微小空間を利用した分析デバイスの開発。《趣味》フットサル、草野球、動画鑑賞。

E-mail: kmorioka@toyaku.ac.jp

(ロータリー・談話室)

木村 優 (KIMURA Masafu)

奈良女子大学・奈良学園大学名誉教授。東北大学大学院博士課程修了。理学博士。《現在の研究テーマ》溶液内の化学反応機構。《主な著書》"分析化学の基礎"。(裳華房)。《趣味》散歩と旅行。

E-mail: mkiimu.1936@docomo.ne.jp

目 次

年間特集「環」：アナリティカルレポート

- ガスクロマトグラムデータを用いた多変量解析による再生プラスチックペレットの
由来の分類・判別手法の検討
..... 山崎絵理子・羽成修康・中村圭介・小栗朋子・小島直也・
篠原直秀・小倉 勇・小野恭子・梶原秀夫・蒲生昌志 1

年間特集「環」：テクノレポート

- ABS樹脂（ペルフルオロアルキル化合物分析用：NMIJ CRM 8155-a）中の
総フッ素定量
..... 羽成修康・山崎絵理子・中村圭介・和田彩佳・三浦 勉 7

分析化学総説

- 無機・有機イオンのイオンクロマトグラフィーにおけるオンラインプレカラム法
及びポストカラム法 森 勝伸 13

報 文

- 多波長励起光を備えた光熱変換顕微鏡による水中でのチオリンゴ酸修飾銀ナノ粒子の
凝集挙動の定量評価
..... 中原佳夫・宮崎 淳・廣野碧唯・家永隆史・矢嶋摂子 23
- コアシェル型逆相HPLCカラムにおける茶カテキン8種とカフェインの分離挙動と
高カテキン含有緑茶飲料中の成分定量への応用
..... 西 博行・植田桃加・木本彩夏・川畑公平 29

技術論文

- 尿中ナトリウム/カリウム濃度比の簡易測定器の妥当性評価
..... 浅井 開・服部敏明・篠田大輔・土橋卓也 37

ノ ー ト (初執筆論文)

- 植物由来バイオマスを基体とする固定化リパーゼの調製及び触媒能の評価
..... 井垣佑生・辻本昌毅・三浦航輝・爾見優子・宮内俊幸 45

ノ ー ト

- 酸化染毛剤で染色した毛の分析：銀鏡反応で作製した銀ナノ構造体を用いる
表面増強ラマン散乱 柿原颯人・和田将英・国村伸祐 51

- 「分析化学」特集“拡がる！分析化学と溶液化学の境界”の論文募集 57

- 「分析化学」年間特集“環”の論文募集 58

- “第24回初執筆論文特集”募集のお知らせ 60

- テンプレートによる投稿要領 61

- 「分析化学」に投稿される皆様へ 62

「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。

◇明けましておめでとうございます。昨年は内外共に社会情勢の変化が激しい年でしたが、穏やかに新年をお迎えに出来ましたでしょうか。「ぶんせき」誌も干支の“蛇”に因み、従来から脱皮して新たな挑戦に取り組み、一層魅力ある記事を掲載し、会員相互の交流のお役に立つ存在でありたいと思っています。

◇「とびら」では、本会会長の山本博之先生が『「世に問う」姿勢』と題し、学会から広く社会に向け、その活動内容と共に分析の重要性を訴え続け、理解を求めていくことの必要性を述べられています。分析が社会に不可欠であることを不断の努力で発信し続けなければ社会も分析を軽視し、学会も社会的意義を失うという警鐘とも取れる内容に身の引き締まる思いがします。

◇「リレーエッセイ」では、東薬大の森岡和夫先生が「マイクロ流体デバイス」の装置開発を通して知ったその面白さや奥深さを工学が専門ではない薬学生にも伝えたいと述べられています。実験上手な薬学生は調剤や服薬指導にも優れているというのは指導薬剤師からよく聞く話であり、薬学生の研究体験は、社会に有意な薬剤師の養成に欠かせない教育であるといえます。

◇今年が皆様にとって幸多き1年となりますようお祈りいたします。
(S. K.)

〈とびら〉

「方法論の科学」としての原点……………四宮 一総

〈入門講座〉 分析におけるコンタミ・キャリアオーバー対策

液体クロマトグラフィー質量分析法の基礎と

測定時の注意点……………小林 まなみ

〈講 義〉

揮発性有機化合物の標準気体試料の作製……………植田 郁生

〈ミニファイル〉 分析用試薬

酸……………箭内 悠希

〈話 題〉

動的な分子イメージングプローブによる

生理活性評価の新展開……………金 誠培

◇ 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・テクノロジーズ) |
| | 橋本 剛 (上智大理工) | |
| 〈委員〉 石橋 千英 (愛媛大院理工) | 上田 忠治 (高知大農林海洋科学) | 岡崎 琢也 (東京都立大都市環境科学) |
| | 岡林 識起 (日大生物資源科学) | 勝又 英之 (三重大院工) |
| | 古賀 舞都 (農研機構) | 坂 真智子 (株エスコ) |
| | 東海林 敦 (東京薬科大薬) | 末吉 健志 (北里大理) |
| | 高橋 豊 (EMIS・ソリューションズ) | 谷合 哲行 (千葉工業大先進工) |
| | 原田 誠 (東京科学大理) | 半田友衣子 (埼玉大工) |
| | 三原 義広 (北海道科学大薬) | 盛田 伸一 (東北大院理) |
| | 山崎 由貴 (国立医薬品食品衛生研) | |
| | | 北牧 祐子 (産業技術総合研究所) |
| | | 島田 健吾 (石福金属興業(株)) |
| | | 高橋 幸奈 (九州大カーボン・ニュートロン) |
| | | 原賀 智子 (日本原子力研究開発機構) |
| | | 福島 健 (東邦大薬) |
| | | 山口 浩輝 (味の素(株)) |

☑ 複写される方へ

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

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

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

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

ぶんせき 2025年 第1号 (通巻601)

2025年1月1日印刷

2025年1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

© 2025, The Japan Society for Analytical Chemistry

購読料は会費に含まれています。

2025 年度有功賞候補者推薦について

日本分析化学会は、毎年、多年にわたって分析の実務に従事した方々や、分析に欠くべからざる機械、器具、試薬などの製造等の実務に従事した方々を表彰して「有功賞」を贈呈してまいりました。

本年も下記の有功賞規程により 2025 年度有功賞候補者を募集します。各関係機関におかれましては、適任者がおられましたら 1 名（維持会員の場合は 1 口に付き 1 名）を推薦くださいますようお願い申し上げます。

『有功賞規程』

第 1 条 本会に有功賞を設け、多年にわたり分析の実務に従事し、または分析に欠くべからざる機械、器具ならびに試薬などの製造等の実務に従事して功労のあった者に、これを贈呈する。

第 2 条 有功賞は、賞記ならびに賞牌とし、年会において贈呈する。

第 3 条 会長は、毎年会誌「ぶんせき」1 号に有功賞候補者の推薦に関する会告を掲載する。

第 4 条 有功賞候補者の推薦者は、維持会員代表者、公益会員代表者および支部長とする。

(1) 維持会員代表者および公益会員代表者は、その機関に所属する者を推薦することができる。

(2) 支部長は、維持会員および公益会員に所属しない会員歴 5 年以上の正会員を推薦することができる。

第 5 条 前条によって推薦される者は、受賞する年の 1 月 1 日現在において満 50 歳以上であり、かつ休職期間を除いて満 25 年以上第 1 条の実務に従事している者とする。

第 6 条 候補者の推薦に際しては、次の (1) ~ (3) に規定する書類正、副各 1 通を 4 月 30 日までに本会に提出するものとする。

(1) 推薦書 (2) 推薦理由書 (3) 被推薦者履歴書（いずれも本会所定の用紙に記入すること）

第 7 条 有功賞候補者の選考は、有功賞審査委員会において行う。

審査委員は、理事会が本会会員中より 11 名を選考し、会長がこれを委嘱する。

委員長は、委員の互選による。

(以下省略)

☆

☆

1) 2025 年度有功賞授賞式は、9 月 25 日（木）第 74 年会（札幌）において行う予定です。

2) 被推薦者の学歴制限はありませんが、被推薦者は本年 1 月 1 日現在において第 1 条の実務に従事されていることが必要ですので、ご注意ください（上記第 5 条）。

3) 有功賞候補者推薦書の維持会員代表者氏名は、本会に登録されている代表者氏名を記入してください（代表者氏名が異なる場合は返却します）。

4) 推薦理由書の所属部課係名、実務内容ならびに期間は、できるだけ詳細に記入してください。

5) 推薦書類（推薦書、被推薦者履歴書、推薦理由書：本会所定の用紙）は、正 1 通、副 1 通（コピーでも可）を下記期限までに提出してください。

6) 推薦期限：4 月 30 日（郵送の場合は、当日の消印のあるものまで受理します）

7) 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有功賞係（メールでの送信は shomu@jsac.or.jp）

8) 所定の書類を入用の場合は、<https://www.jsac.jp/applications/> からダウンロードしてください。

上本先生受賞記念報告

上本道久明星大学教授が、令和6年度産業標準化事業表彰において経済産業大臣表彰を受賞されました。

上本先生は、長年にわたるJISやISOなどの標準化活動が産業標準化業績として認められ、表彰されました。さらに、日本分析化学会において標準物質委員会委員長として、10年以上活躍され、標準物質開発を行ってきた実績も、功績の1つになっています。最近ではマグネシウム標準物質の開発を行いました。

上本先生ご自身の名誉はもちろん、日本分析化学会においても名誉なことです。

・下記に経済産業省の令和6年度産業標準化事業表彰の功績紹介PDFが載っています。

<https://www.meti.go.jp/press/2024/10/20241007003/20241007003-2r.pdf>

第2回分析士会特別講演会・見学会

主催 (公社)日本分析化学会・分析士会
協賛 (公社)日本分析化学会・LC研究懇談会
後援 LCシニアクラブ

期日 2025年2月6日(木)

会場 ブルカージャパン(株)本社(横浜営業所)〔神奈川県横浜市神奈川区守屋町3-9、電話：045-522-7700、交通：JR京浜東北線・京浜急行線「新子安」駅より徒歩8分

https://www.brucker.com/ja/about/our-business-groups/_jcr_content/root/contentpar/threecolumns/contentpar-1/calltoaction.download-asset.pdf/links/item0/Map_Yokohama.pdf

対象者 分析士および分析士認証試験の受験を考慮しておられる方。分析士資格をお持ちでない方の参加も歓迎いたします。なお、見学会の参加により、分析士認証試験受験が義務づけられることはありません。分析士の方との情報交換の場としてご活用ください。

スケジュール

13.00～13.30 受付

司会：分析士会見学会小委員長 榎本幹司(栗田工業(株))

13.30～13.35 開会挨拶

分析士会会長(東京理科大学)
中村 洋

13.35～13.55

講演1「会社概要及び最新卓上型MALDI-TOF/TOF/MSneoflexの御紹介」

(ブルカージャパン(株)ダルトニクス事業部)
志村信之

13.55～14.40

講演2「timsTOFシリーズを用いた最新オミクスソリューションの御紹介」

(ブルカージャパン(株)ダルトニクス事業部)
葦澤 崇, 中林 亮

14.40～15.25

講演3「質量分析を用いたバイオ医薬品及び核酸医薬品の特性解析」

(株)東レリサーチセンター研究部門兼総合企画室
竹澤正明

15.25～15.35 休憩

15.35～16.35 施設見学

16.35～16.45 休憩、記念撮影

17.00～19.00 情報交換会(新子安駅付近)

19.00 解散

参加費 5,000円(税込み10%)。

定員 20名(定員になり次第、締め切らせていただきます)。

参加方法

- 参加希望者は、下記申込先にアクセスし、氏名、メールアドレス、勤務先、電話番号、などを明記のうえ、お申込みください。参加者名と振込者名が違う場合は、参加申込書の連絡事項欄に振込者名を明記してください。
- お申込みが完了した場合には、登録されたアドレス宛に「第2回分析士会特別講演会・見学会(自動返信)」のメールが届きます。メールが届かない場合は、問合せ先までご連絡ください。
- 申込受付メールを受領後、必ず期限内に参加費の納入を行ってください。期限内に参加費納入が確認できない場合、参加申込みを無効としますので、十分ご注意ください。いったん納入された参加費は、返金いたしません。なお、請求書の発行はいたしておりません。

申込期限 2025年1月24日(金)(入金締切時刻：15時)

申込先 <https://forms.gle/G816FFYxUxHBXA5o6>

銀行送金先 りそな銀行五反田支店(普通)0802349口座名義：シヤ)ニホンブンセキカガクカイ〔公益社団法人日本分析化学会・LC研究懇談会〕

問合せ先 (公社)日本分析化学会・LC研究懇談会
〔E-mail：nakamura@jsac.or.jp〕

第44回分析化学における不確かさ研修プログラム

—受講者募集—

主催 日本電気計器検定所、(公社)日本分析化学会

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

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

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

この研修では、

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

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

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

ハイブリッド型の詳細は、日本電気計器検定所のホームページをご覧ください。

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

期日 2025年3月6日(木)・7日(金)

会場 日本電気計器検定所本社〔東京都港区芝浦4-15-7、電

話：03-3451-1205、交通：JR「田町」駅芝浦口（東口）から徒歩約13分または都営浅草線・都営三田線「三田」駅A4（JR田町駅方面）出口から徒歩約15分

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

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

講義内容

第1日（9.30～16.30）

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

第2日（9.30～16.30）

《初日のおさらい》

12. 用語について2（不確かさの評価/計算に必要な用語の説明）
13. 不確かさの合成と拡張（タイプAの標準不確かさとタイプBとして評価した不確かさの合成とその拡張の説明）
14. 演習：不確かさの合成と拡張（合成標準不確かさと拡張不確かさを求める演習）
15. 実際の不確かさ評価の事例紹介（水道水中のナトリウムの測定）
16. 演習：間違い探し
17. 総合演習：拡張不確かさまでの計算
18. 不確かさの利用について（ILACの示す不確かさを考慮した適合性表明の指針の説明と実際に適合性表明に不確かさを用いている例と技能試験の紹介）
19. まとめ
20. 確認テスト

募集定員 24名（定員に達し次第、締め切ります）

参加方法 会場参加またはオンライン参加のいずれかを選択できます。

申込締切 2025年2月27日（木）

受講料 会員64,900円（日本分析化学会会員、JEMIC計測サークル会員）、会員外75,900円

※テキスト代、消費税を含みます。

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

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

申込方法 日本電気計器検定所のホームページ（https://www.jemic.go.jp/gizyutu/j_keisoku.html）から「分析化学における不確かさ研修プログラム」用の受講申込書をダウンロードし、必要事項を入力の上、E-mailに添付してお申し込みください。なお、電話での申込は受け付けません。

送金方法 受講申込みをいただきますと、日本電気計器検定所から受講票と請求書をお送りしますので、指定口座に受講料

をお振込みください。振込手数料は貴方でご負担ください。なお、受講料の返金はいたしませんので、あらかじめご了承ください。

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

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

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

山口地区講演会

主催 日本分析化学会中国四国支部

共催 山口大学研究推進体「先端的な計測・分析機器基盤技術の創出」・山口大学理学部

期日 2025年1月24日（金）15.00～16.00

会場 山口大学人文学部大講義室（山口市吉田1677-1、交通：JR山口線「湯田温泉」駅下車、徒歩30分）

講演

「連続生産プロセスのための小型リアクター内流動解析」

（慶應義塾大学）藤岡沙都子

参加費 無料

連絡先 〒753-8511 山口市吉田1677-1 教育・学生支援機構教育支援センター 藤原 勇〔電話・FAX：083-933-5137、E-mail：fuji@yamaguchi-u.ac.jp〕

第404回液体クロマトグラフィー研究懇談会

主催（公社）日本分析化学会・液体クロマトグラフィー（LC）研究懇談会

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

生薬および生薬から構成される漢方は多くの成分が含まれており、その定性・定量にはHPLC分析が大きな役割を果たしています。本例会では、生薬分析に用いられる前処理やカラムについての基礎知識および実際の分析例から応用例についてご講演いただきます。

期日 2025年2月19日（水）13.00～17.00

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

<https://www.google.com/maps/search/?api=1&query=35.671216%2C139.775152>

講演主題

生薬・漢方におけるHPLC分析～基礎から応用まで～

講演

講演主題概説（オーガナイザー）

(13.00~13.05)

(株)太田胃散 濱崎保則

(LC分析士二段, LC/MS分析士初段)

1. 生薬分析について—概論—

(13.05~13.30)

(株)太田胃散 濱崎保則

(LC分析士二段, LC/MS分析士初段)

2. 複雑なマトリクスを有する試料を分析するための前処理方法

(13.30~13.55)

(ジーエルサイエンス(株) 太田茂徳

(LC分析士二段)

3. 物理的・化学的特性に基づいたカラム選択

(13.55~14.20)

(日本ウォーターズ(株) 島崎裕紀

(LC分析士三段, LC/MS分析士二段)

4. 生薬分析の実例—ニガキについて—

(14.20~14.45)

(株)太田胃散 若林宏治

(LC分析士初段取得予定)

休憩 (14.45~15.00)

5. LC-MS/MSを用いた漢方薬の薬物動態研究

(15.00~15.30)

(株)ツムラ 瀧山幹奈

(LC分析士初段受験予定)

6. 生薬中不純物分析の実例—マイコトキシンについて—

(15.30~16.00)

(クラシエ(株) 吉田翔太

(LC分析士初段受験予定)

7. シングル四重極LC-MSによる生薬・漢方関連のアプリケーション事例のご紹介

(16.00~16.30)

(株)島津製作所 服部考成

(LC/MS分析士初段)

8. 総括「生薬・漢方におけるHPLC分析」

(16.30~17.00)

(東京理科大学) 中村 洋

(LCマイスター, LC/MSマイスター)

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

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

申込締切日 2月12日(水)(入金締切時刻：15時まで)

申込方法

- 参加希望者は、下記申込先にアクセスし、氏名、勤務先(電話番号)、LC研究懇談会・個人会員、協賛学会・個人会員、その他の別および情報交換会参加の有無を明記のうえ、お申込みください。なお、参加者名と振込者名が違う場合は、参加申込書の連絡事項欄に振込者名を明記してください。
- お申込みが完了した場合には、登録されたアドレス欄に「第404回液体クロマトグラフィー研究懇談会申込み受付(自動返信)」のメールが届きます。メールが届かない場合は、世話人までお問い合わせください。
- 申込み受付のメールを受領後、必ず期限内に研究懇談会参加費、情報交換会費の納入を行ってください。期限内に納入が確認できない場合、お申込みを無効とし参加URLを発行しませんので、十分ご注意ください。当日払いは受け付けません。なお、いったん納入された参加費は、返金いたしません。

- 参加費の納入が確認できた方には、2025年2月13日以降に要旨集をメールにてお送りいたします。必要に応じてプリントアウトしてご参加ください。また、請求書の発行はいたしておりません。

液体クロマトグラフィー研究懇談会(例会)参加費送金時のご注意

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

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

申込先 <https://forms.gle/HqT4UTGMiRp8Qnf7>

(学生申込者は、所属欄に大学名、学部、学年を記載)

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

問合先 (公社)日本分析化学会・液体クロマトグラフィー研究懇談会 世話人 (株)太田胃散 濱崎保則
[E-mail : y_hamazaki@ohta-isan.co.jp]

2025年度液体クロマトグラフィー(LC) 分析士三段 認証試験実施のお知らせ

標記につき、下記要領で実施する予定ですので、お知らせいたします。

日時 2025年5月8日(木)14時~16時

会場 五反田文化会館〔東京都品川区西五反田1-32-2、交通：JR・都営地下鉄「五反田」駅より徒歩3分。〕

<http://www.gotandabunkakaikan.com/contact.html>

三段資格のイメージ 各種分析士に共通するものとして、「新しい分析法を開発し、その妥当性確認(Method validation)を計画し、実施できるレベル、当該分析・測定技術に関連する学術的知識に詳しく、経験が深い。」と規格されます。液体クロマトグラフィー分析士においては「HPLCを用いた試験に関連する前処理に関する知識が十分である。与えられた公定法や論文を正確に読みこなし、自らその試験を行うかSOPを作成する事ができる。」ことが求められます。なお、試験問題としては科学ならびに分析化学一般に関する知識を問う内容が約30%含まれます。

受験料 8,800円(合格者は登録料5,500円を別途申し受けます)。入金確認後、受験番号をお知らせします。

受験資格 受験できる方はこれまでに行われた液体クロマトグラフィー分析士二段試験に合格し、登録された方に限ります。

申込方法 受験料の銀行振込後、専用ホームページ(<https://forms.gle/MDK619U7s3k4NPrV6>)にアクセスして必要事項を入力してください。

申込締切 4月28日(月)

振込銀行口座 りそな銀行五反田支店普通預金0802349 名義：公益社団法人日本分析化学会液体クロマトグラフィー研究懇談会((シヤ)ニホンブンセキカガクカイエキタイクロマトグラフィー)。一度お振り込みいただいた受験料は返却しません。万一、コロナ禍等で試験が中止された場合には、次回の受験料を免除します。

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

—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。

第300回ゴム技術シンポジウム

基礎から応用技術で見るゴムのトライボロジーⅥ

主催 (一社)日本ゴム協会トライボロジー研究分科会
期日 2025年1月15日(水)
会場 東京都港区元赤坂1-5-26 東部ビル5階
ホームページ https://www.srij.or.jp/newsite/schedule/view_detail.php?gno=6413&keepThis=true&TB_iframe=true&height=550&width=680
連絡先 〒107-0051 東京都港区元赤坂1-5-26 東部ビル5階 (一社)日本ゴム協会 研究部会 高田顕弘
〔電話：03-3401-2957, E-mail: kenkyuubukai@srij.or.jp〕

第42回コロイド界面技術シンポジウム

“温故知新；経験を知り新たな製剤開発への展開を探る”

主催 日本化学会 コロイドおよび界面化学部会
期日 2025年1月23日(木)・24日(金)
会場 同志社東京オフィス
ホームページ <https://colloid.csj.jp/202411/42nd-techsympo/>
連絡先 日本化学会 コロイドおよび界面化学部会
〔E-mail: jigyokukaku_01@colloid.csj.jp〕

表面科学技術研究会 2025

半導体産業の現状と課題

—これからの日本を支える半導体技術—

主催 (一社)表面技術協会関西支部, (公社)日本表面真空学会関西支部
期日 2025年1月31日(金)
会場 大阪産業技術研究所 森之宮センター
ホームページ <https://www.jvss.jp/chapter/kansai/hyoumengijutsu2025/>
連絡先 〒604-8511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1 (公社)日本表面真空学会関西支部 (株)島津製作所分析計測事業部 表面科学技術研究会担当
〔電話：075-823-1794, E-mail: hirade@shimadzu.co.jp〕

プラズマ分光分析研究会第124回講演会

現場で活躍するプラズマ分光分析

主催 プラズマ分光分析研究会
期日 2025年3月21日(金)
会場 東京都産業技術研究センターおよびオンライン
ホームページ <https://plasma-dg.jp/seminar/124/program124.html>
連絡先 〒192-0392 東京都八王子市堀之内1432-1 東京薬科大学生命科学部 分子生命科学科生命分析化学研究室内プラズマ分光分析研究会事務局 大関杏子

〔電話：042-816-3001, E-mail: office@plasma-dg.jp〕

シンポジウム「モレキュラー・キラリティー 2025」

主催 Molecular Chirality Research Organization (MCRO)
期日 2025年5月16日(金)・17日(土)
会場 名古屋大学野依記念学術交流館
ホームページ <https://ladpoly.chembio.nagoya-u.ac.jp/mc2025/>
連絡先 〒464-8603 名古屋市中種区不老町 名古屋大学大学院工学研究科 有機・高分子化学専攻 実行委員長兼総務担当 井改知幸〔電話：052-789-4667, E-mail: mc2025@chembio.nagoya-u.ac.jp〕

「分析化学」特集 “拡がる！分析化学と溶液化学の境界” の論文募集

「分析化学」編集委員会

「分析化学」編集委員会は、溶液反応化学研究懇談会と共同で「拡がる！分析化学と溶液化学の境界」特集を企画しました。溶液化学の研究は、電気化学や錯体化学はもちろんのこと、クラスターや化学反応を解明する分子科学やイオン液体や超臨界流体などの応用が期待されている工学的分野など、多くの分野と密接に関係しています。本特集号では、更なる拡がりを見せている溶液化学と分析化学の境界領域における最新の研究に関する論文の投稿をお待ちしています。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：2025年2月21日(金)

特集論文原稿締切：2025年4月18日(金)

初めて書く論文は母語の日本語で！ “第24回初執筆論文特集”募集のお知らせ

「分析化学」編集委員会

「分析化学」編集委員会は、2025年(第74巻)に企画しております第24回「若手研究者の初論文特集」の特集名称を変更し、第24回「初執筆論文特集」として原稿を募集いたします。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。年間を通して論文原稿を受け付け、審査を経て掲載可になり次第随時掲載いたしますので、奮ってご投稿ください。なお、詳細は「分析化学」誌HPをご参照ください。

「分析化学」年間特集「環」論文募集

「分析化学」編集委員会

2025年は「環」をテーマとすることと致しました。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。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。

い。なお、詳細は「分析化学」誌の12号及びホームページをご参照ください。

特集論文原稿締切：2025年4月25日（金）（第3期）

「お知らせ」欄原稿について

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

本会外から掲載をご希望の場合は以下をご参照ください。

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

国際会議以外の共催、協賛、後援に関する規程抜粋（共催）

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

ぶんせき誌「技術紹介」の原稿募集

【ぶんせき】編集委員会

分析化学は種々の分野における基盤技術であり、科学や産業の発達・発展だけでなく、安全で豊かな生活の実現に分析機器が大きく貢献してきました。近年の分析機器の高性能化・高度化は目覚ましく、知識や経験がなくても、微量物質の量や特性を測定できるようになりました。この急速な発展は、各企業が持つ高度で多彩な技術やノウハウによって達成されたといっても過言ではありません。一方、高度化された分析機器の性能・

機能を十分に発揮させるためには、既存の手法に代わる新規な分析手法が必要であり、高度な分析機器に適合した分析手法や前処理手法の開発が分析者にとって新たな課題となっています。また、分析目的に合致した高純度試薬の開発に加えて、測定環境の整備、試薬や水の取り扱いなどにも十分な配慮が必要です。極微量の試料を分析する際には、測定原理を把握すると共に、手法や操作に関する知識・技能を身に付ける必要があると考えます。

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

記

1. 記事の題目：「技術紹介」
2. 対象：以下のような分析機器、分析手法に関する紹介・解説記事
 - 1) 分析機器の特徴や性能および機器開発に関わる技術、
 - 2) 分析手法の特徴および手法開発に関わる技術、
 - 3) 分析機器および分析手法の応用例、
 - 4) 分析に必要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
3. 新規性：本記事の内容に関しては、新規性は一切問いません。新規の装置や技術である必要はなく、既存の装置や技術に関わるもので構いません。また、社会的要求が高いテーマや関連技術については、データや知見の追加などにより繰り返し紹介していただいても構いません。
4. お問い合わせ先：日本分析化学会『ぶんせき』編集委員会 [E-mail : bunseki@jsac.or.jp]

「分析化学」の掲載料についてのお知らせ

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

掲載料金計算式（P：印刷ページ数）（単位：円）
 会員の場合：30,000 + 5,000 × (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。

ぶんせき 1月号 掲載会社 索引

【ア行】	(株)ゼネラルサイエンス	フロンティア・ラボ(株)…………… A10
(株)エス・ティ・ジャパン…………… A2	コーポレーション…………… A3	【ヤ行】
【サ行】	【ナ行】	安井器械(株)…………… A4
ジーエルサイエンス(株)…………… 表紙3	日本分光(株)…………… 表紙4	製品紹介ガイド…………… A6~7
(株)島津製作所…………… 表紙2	【ハ行】	
西進商事(株)…………… A1	ビー・エー・エス(株)…………… A9	

新規会員募集中!!

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

公益社団法人 **日本分析化学会** 会員係

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

<h2>原子スペクトル分析</h2>	<p>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/</p>
<p>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</p>	<p>MALDI-TOF (/TOF), 迅速微生物同定, ESI-QTOF, FT-ICR, LC-MS/MS, GC-MS/MS, SPR ブルカージャパン(株) ダルトニクス事業部 電話 045-440-0471 E-mail: info.BDAL.JP@bruker.com</p>
<h2>分子スペクトル分析</h2>	<h2>熱分析</h2>
<p>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</p>	<p>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</p>
<h2>レーザー分光分析</h2>	<h2>分析装置・関連機器</h2>
<p>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/</p>	<p>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</p>
<h2>クロマトグラフィー</h2>	<p>XRF分析用ガラスビードの作製及びICP分析のアルカリ融解処理には、高周波溶融装置ビード&フューズサンブラ (株)アmenaテック https://www.amena.co.jp</p>
<p>ナノカラムからセミ分取カラムまで、豊富なサイズ 逆相 HPLC 用カラム L-column シリーズ GC 用大口径中空カラム G-column (一財)化学物質評価研究機構 クロマト技術部 www.cerij.or.jp E-mail: chromat@ceri.jp</p>	<p>英国エレメンタルマイクロアナリシス社製 CHNOS 有機・無機・同位体微量分析用 消耗品・標準物質等 アルファサイエンス(株) http://www.alphascience.jp/ 電話 03-3814-1374 FAX 03-3814-2357 E-mail: alpha@m2.pbc.ne.jp</p>
<p>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/</p>	<p>高性能 HPLC/GPC-FTIR インターフェースシステム 新型 LC-CollectIR (株)エス・ティ・ジャパン 東京 03-3666-2561 大阪 06-6949-8444 https://www.stjapan.co.jp/</p>
<h2>電気化学分析</h2>	<p>モジュール式ラマンシステム RAMAN-QE 高感度の小型ファイバ分光器、励起用レーザー、各種ラマンプローブを組み合わせたコンパクトなシステムです。 励起レーザー選択や光学系のカスタマイズもご相談ください。 オーシャンフォトニクス(株) https://www.oceanphotonics.com</p>
<p>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</p>	<p>電位差自動滴定装置・カールフィッシャー水分計・密度比重計・屈折計・粘度計・水銀測定装置・熱計測機器・大気分析装置・水質分析装置・排ガス分析装置 京都電子工業(株) 東京支店 03-5227-3151 https://www.kem.kyoto/</p>
<p>ポテンショスタット・ガルバナスタット メトローム オートラボやドロップセンスの電気化学装置なら最大16チャンネル, スクリーンプリント電極の特注も対応 メトロームジャパン(株) https://www.metrohm.jp</p>	<p>高品質・高精度・高耐圧 NSプランジャーポンプシリーズ 日本精密科学(株) 電話 03-3964-1198 https://nihon-exa-sci.com</p>
<h2>質量分析</h2>	<p>赤外顕微鏡における「観る」, 「測る」, 「使う」を再構築、顕微赤外測定に新たなイノベーションを創出します。 赤外顕微鏡 IRT-5X 日本分光(株) https://www.jasco.co.jp</p>

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

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>

ラボ用超純水装置は「オルガノ ラボサロン」で検索
 世界トップレベルの分析と導入後のサポート体制を強
 みとする日本の水処理エンジニアリング企業です。
 オルガノ(株) <https://puric.organo.co.jp/>

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

試薬・標準試料

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

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

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

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

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

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

書籍

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

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

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

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/>

開催20年, 受講者700名超の不確かさセミナー。
 複数の講師が一人一人丁寧に指導! オンライン参加も可。
 日本電気計器検定所 (JEMIC) 電話 03-3451-1205
<https://www.jemic.go.jp>
 E-Mail: kosyukai-ky@jemic.go.jp

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

分析化学教育用ビデオ(DVD版)

●好評をいただいたビデオシリーズをDVDとしました



好評
発売中

全4巻

監修：公益社団法人日本分析化学会

定価
(各巻)

[一般] 30,000円(税別, 送料込)

[(公社)日本分析化学会会員]
25,000円(税別, 送料込)

現在お持ちのビデオを返送いただいた方は
10,000円(税別, 送料込)

1巻
17分

容量分析法

容量分析の原理	中和滴定の操作方法
標準溶液の作り方	酸化還元滴定の操作方法
器具の操作方法	滴定の応用



[1巻] 容量分析の原理

2巻
22分

吸光光度分析法

溶液の色は、溶けているものと どんな関係?	精度の高い吸光光度定量を 行うための留意点は?
吸収の大きさと、溶液濃度 及びセルの長さとの関係は?	吸光光度法の特色は? どのような所で使われているのか?
吸光度の測定方法と 装置の操作方法は?	



[2巻] 吸光度の測定方法と
装置の操作方法は?

3巻
18分

ガスクロマトグラフ分析法

クロマトグラフィーとは	ガスクロマトグラムの構造
クロマトグラフィーの原理	分析操作
クロマトグラムの読み方	定性分析と定量分析



[3巻] クロマトグラフィーとは



[6巻] プラズマへの試料導入

6巻
27分

ICP 発光分光分析法

発光分光分析の原理	プラズマへの試料導入
発光分光分析装置	スペクトル干渉
ICPについて	分析操作

お問い合わせ・ご注文は

(公社)日本分析化学会 教育用ビデオ係
〒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

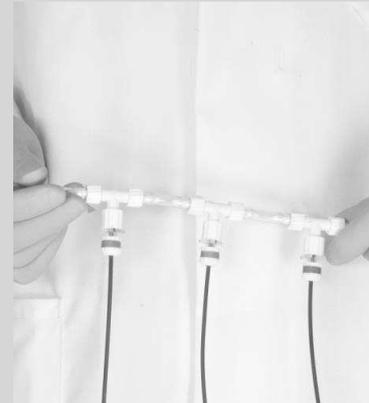
ミニプローブを
溶液に挿して...



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...

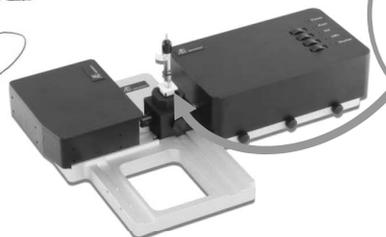


BAS

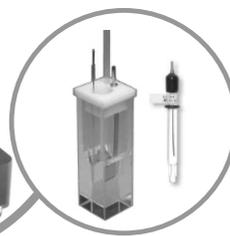
分光電気化学システム



モデル3325
バイポテンシostat



SEC2020
スペクトロメーターシステム



SEC-CT
石英ガラス製光電気化学
セルキット+参照電極

電気化学的な挙動と分光スペクトル変化を同時に測定できるシステムです。

● 製品の的外観、仕様は改良のため予告なく変更される場合があります。

BAS ビー・イー・エス株式会社

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

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

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

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

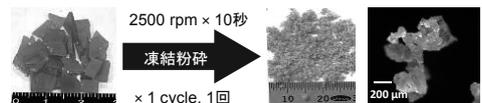
粉碎温度	室温あるいは冷媒(液体窒素等)を用いる試料冷却	
粉碎設定	回転数(rpm)	50 から 最大 3000(無段階設定)
	回転時間(秒)	10 から 60 (10 秒毎)
	回転サイクル間の待ち時間(秒)	0 から 600(10 秒毎)
	回転サイクル数	1 から 20 (1サイクル毎)
安全装置	マイクロスイッチと手動ロック方式による誤動作防止	
本体寸法、重量	幅 270 × 奥行 340 × 高さ 300 (mm), 約 12 kg	
電源(50/60 Hz)	AC 100/120 V あるいは 200/240 V(450 VA)	

高速上下ねじれ®運動



試料容器内における粉碎子の高速度上下ねじれ®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

無機元素分析用関連製品

プログラム昇温高温加熱分解システム MetaPREP AT2



- ✓ フッ素樹脂コーティングのグラファイトブロック採用
- ✓ 100V 電源で最高 230℃まで加熱可能
- ✓ コントローラー部独立設計でドラフト外設置が可能



MetaPREP AT2
製品ページ

酸分解用分解容器 *DigiTUBEs & MetaTUBE*



- ✓ *DigiTUBEs* : 使い捨てポリプロピレン製分解チューブ
- ✓ *MetaTUBE* : 汎用性が高い PTFE 製酸分解チューブ
- ✓ MetaPREP AT2 による湿式酸分解処理に最適



無機分析アクセサリ
製品ページ

無機分析用固相抽出カラム *InertSep & MetaSep*



- ✓ InertSep ME-2 : 海水中元素分析の前処理に最適
- ✓ MetaSep Muromac : プラント用精製カラム向けに最適化
- ✓ MetaSep AnaLig : 放射性核種を選択的に分離精製



InertSep ME-2
製品ページ



MetaSepシリーズ
製品ページ



本社 営業企画課

〒163-1130 東京都新宿区西新宿6丁目22番1号 新宿スクエアタワー30F

電話 03 (5323)6617 FAX 03 (5323)6622

web ページ : <https://www.gls.co.jp/> E-mail: kikaku@gls.co.jp

No. MK2401

Welcome to the Next Generation

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

「観る」

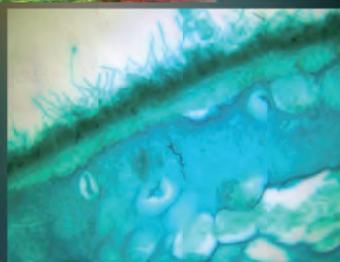
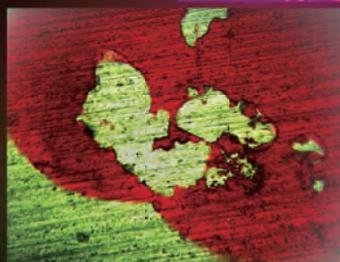
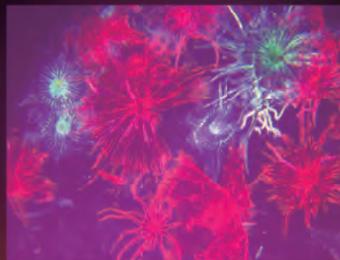
- ・500万画素の高解像度カメラを搭載
- ・光学系の改良と電動アイリス機構による高品位な観察画像
- ・オートフォーカス標準搭載
- ・スマートモニターによる観察・測定の同時実行
- ・各種観察オプションを用意

「測る」

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

「使う」

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



FT/IR-4X + IRT-5X システム

IRT-5X

赤外顕微鏡 / Infrared Microscope

IRT-5Xについて



詳しくはこちらから

光と技術で未来を見つめる

日本分光

日本分光株式会社

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

日本分光の最新情報はこちらから

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

日本分光HP



JASCO

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

ぶんせき・分析化学
広告掲載のお問い合わせは

取扱社 株式会社 明報社へ

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

ぶんせき

二〇二五年第一号
(通巻第六〇一号)

令和七年一月五日発行(毎月一回五日発行)

発行所 公益社団法人 日本分析化学会

〒141-0031 東京都品川区西五反田一丁目二十六番一
電話 (0)三三四九〇三三五
FAX (0)三三四九〇三三七二

振替口座・〇〇一〇八一八〇五二
定価千円