

# ぶんせき ⑨

**Bunseki 2022**

The Japan Society for Analytical Chemistry



2022年3号から電子版に移行しました(団体会員除く)

詳細は2021年第7号挟み込み頁および  
ぶんせきホームページをご確認ください

日本分析化学会  
<https://www.jsac.jp>

フーリエ変換赤外分光光度計  
Fourier Transform Infrared Spectrophotometer

# IRXross



## IR, Xross over

Performance × Operability

IRXrossは、新たな赤外分光分析の概念を創造します。  
多様な用途が求められる新しい時代に、最適なソリューションを。

様々なニーズを満たす卓越した性能

簡単操作と解析を実現する独自機能

安心の規制対応



赤外顕微鏡システム



# ぶんせき Bunseki 2022 Contents 9

## 目次

とびら	食の「安全」と「安心」とは／宮下 隆 307
入門講座	地球環境問題へのとびら 富栄養化—森林生態系の窒素—／木庭啓介 308
講義	固体飛跡検出器を利用したレーザー加速イオンの特性評価 ／金崎真聡 315
ミニファイル	衛生と安全 局所排気装置の適切な取扱い／中山政勝・金澤浩明 320
話題	脂質ナノ粒子を利用する検出やイメージングの展望／宇田亮子 322
トピックス	水環境に存在する微細プラスチックの分析手法／三小田憲史 324 マイクロセンサーで境界面を測る／岩本洋子 324
リレーエッセイ	グリコサミノグリカンのポストカラム HPLC とともに ／豊田英尚 325
表彰	2022 年度日本分析化学会 学会賞・学会功労賞・技術功績賞・ 奨励賞・女性 Analyst 賞・先端分析技術賞受賞者 326
ロータリー	————— 341 談話室：伝統的誤差論と「不確かさ」／インフォメーション：第 377 回ガスクロマトグラフィー研究懇談会講演会；第 373 回液体クロマトグラフィー研究懇談会／ 執筆者のプロフィール

[論文誌目次].....	344	[カレンダー].....	iii
[会報].....	345	[広告索引].....	A5
[お知らせ].....	M1	[ガイド].....	A6



# 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

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 及びセルの厚さとの関係は?	吸光光度法の特徴は? 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?	

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

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



[1巻] 容量分析の原理



[2巻] 吸光度の測定方法と  
装置の操作方法は?



[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

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



# カレンダー

## 2022 年

9 月	10・11 日	第 38 回シクロデキストリンシンポジウム [ソニックシティビル 4 階市民ホール].....(5 号	M8)
	11~13 日	第 16 回プラズマエレクトロニクス・インキュベーションホール [国立中央青少年交流の家].....(8 号	M7)
	11~16 日	第 22 回真空に関する国際会議 (IVC22) [札幌コンベンションセンター].....(3 号	M6)
	14~16 日	日本分析化学会第 71 年会 [岡山大学津島キャンパス].....(8 号	M8)
	14~16 日	次世代センサ総合シンポジウム 2022 “これからの社会課題に挑むセンサ技術” [オンライン].....(M	5)
	15~17 日	日本放射化学会第 66 回討論会 (2022) [東京大学本郷キャンパス].....(8 号	M7)
	16 日ほか	熱測定オンライン討論会 2022 [オンライン開催].....(6 号	M5)
	20~22 日	第 73 回コロナおよび界面化学討論会 [広島大学東広島キャンパス (オンライン)].....(M	5)
	25・26 日	SPring-8 シンポジウム 2022~SPring-8 がつむぐ学術と社会のリンケージ~ [SPring-8 放射光普及棟大講堂・中講堂とオンラインのハイブリッド開催].....(8 号	M8)
	28・29 日	「“つける” と “はがす” の新技術—分子接合と表面制御」コース [かながわサイエンスパーク (KSP) 内会議室].....(M	5)
	28・29 日	第 65 回高分子分析技術講習会 (基礎編) [オンライン配信 (Cisco Webex Meetings システム)].....(8 号	M3)
	29 日	第 375 回液体クロマトグラフィー研究懇談会 [Zoom オンライン会場].....(8 号	M4)
	30 日	第 26 回液体クロマトグラフィー (LC) 研究懇談会特別講演会・見学会 [(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].....(8 号	M4)
10 月	3 日	2022 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].....(7 号	M9)
	3~11 日	初心者のための電気化学測定法—実習編 [オンデマンド (Vimeo にてストリーミング配信)].....(8 号	M8)
	4 日	2022 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].....(7 号	M9)
	4・5 日	日本金属学会オンライン教育講座「状態図・相平衡・拡散の基礎」[オンライン (Zoom)].....(M	5)
	6 日ほか	第 27 講研究開発リーダー—実務講座 2022 —企業の将来を担う理想の研究開発リーダー像とは？— [対面式：大阪科学技術センター/オンライン式：Zoom].....(6 号	M4)
	6 日	2022 年度 LC/MS 分析士四段認証試験 [日本分析化学会会議室].....(7 号	M9)
	7 日	2022 年度 LC/MS 分析士五段認証試験 [日本分析化学会会議室].....(7 号	M9)
	7 日	第 73 回白石記念講座「攻めの操業を支えるシステムレジリエンス—環境の揺らぎへの対応力—」 [早稲田大学早稲田キャンパス].....(8 号	M8)
	11・12 日	入門触媒科学セミナー [大阪科学技術センター 4 階 401 号室].....(7 号	M11)
	11~14 日	第 8 回材料 WEEK [京都テルサ].....(M	6)
	12~28 日	VACUUM2022 真空展 [オンライン].....(M	6)
	19~21 日	VACUUM2022 真空展 [東京ビックサイト].....(M	6)
	19~21 日	第 71 回ネットワークポリマー講演討論会 [伝国の杜 置賜文化ホール (山形県米沢市)].....(6 号	M6)
	20 日	第 376 回液体クロマトグラフィー研究懇談会 [Zoom オンライン会場].....(M	3)
	20・21 日	日本金属学会オンライン教育講座「材料強度の基礎」[オンライン (Zoom)].....(M	6)
	25・26 日	色材協会創立 95 周年記念会議 95th JSCM Anniversary Conference “Sustainable Technology in Colour Materials” [アルカディア市ヶ谷 (私学会館)].....(M	6)
	25 日	第 70 回プラスチックフィルム研究会講座 主題=次世代モビリティ・通信用フィルム [東京工業大学大岡山キャンパス西 9 号館コラボレーションルーム].....(M	6)
	27・28 日	第 27 回高分子分析討論会「高分子の分析及びキャラクターゼーション」 [名古屋国際会議場白鳥ホール].....(5 号	M6)
	31 日	第 51 回薄膜・表面物理基礎講座 (2022) 「Beyond 5G と薄膜・表面物理の接点」 [慶応義塾大学日吉キャンパス来往舎大会議室 (ハイブリッド開催)].....(M	6)
11 月	8~10 日	第 61 回 NMR 討論会 [高知県立県民文化ホール].....(M	6)
	9 日	日本希土類学会第 40 回講演会 [崎陽軒本店マンガリン].....(M	6)
	9・10 日	日本膜学会膜シンポジウム 2022 「膜を学ぶ・膜に学ぶ」 [神戸大学百年記念館].....(M	6)
	10・11 日	第 58 回 X 線分析討論会 [イーグレひめじ].....(7 号	M11)
	10・11 日	第 35 回日本吸着学会研究発表会 [JA 長野県ビル・アクティーホール].....(M	6)
	10・11 日	第 68 回ポーラログラフィーおよび電気分析化学討論会 [京都大学桂ホール桂ホール].....(M	7)
	12 日	「分析中部・ゆめ 21」若手交流会・第 22 回高山フォーラム [オンライン開催].....(M	4)
	15~17 日	第 38 回近赤外フォーラム [東京大学弥生講堂].....(7 号	M12)
	18 日	第 35 回新潟地区部会研究発表会 [新潟大学五十嵐キャンパス物質生産棟 1F-161 室].....(8 号	M5)
	18 日	第 37 回元素分析技術研究会 [オンライン開催].....(8 号	M8)
	18 日	HPLC & LC/MS 講習会 2022 [オンライン (Zoom ウェビナー)].....(M	4)
	25 日	第 58 回フローインジェクション分析講演会 [湊川神社 楠公会館菊水の間他].....(8 号	M6)
	24・25 日	LC- & LC/MS-DAYs 2022~人材育成~ [箱根パークス吉野].....(8 号	M5)
	24・25 日	ナノ材料の表面分析講習 [近畿大学].....(7 号	M11)
	24・25 日	第 41 回溶媒油出討論会 [東京工業大学大岡山キャンパス西 8 号館 (E) 10 階大会議室].....(M	7)
	25・26 日	日本腐植物質学会第 38 回講演会および総会 [東邦大学理学部 3 号館・5 号館].....(M	7)
	3~5 日	第 33 回クロマトグラフィー科学会議 [Zoom].....(6 号	M6)
12 月	7~9 日	第 49 回炭素材料学会年会 [姫路市民会館].....(6 号	M6)
	8 日	2022 (11th) Asia-Pacific Symposium on Ion Analysis (国際会議) [オンライン (Zoom)].....(M	4)
	9 日	第 38 回イオンクロマトグラフィー討論会 [東京 23 区内 (対面で実施予定。講演会場は 10 月下旬にプログラムと同時公開)].....(M	5)
	9 日	新アミノ酸分析研究会第 12 回学術講演会 [大田区産業プラザ Pio].....(M	7)

## 2023 年

6 月	26~30 日	第 43 回国際分光学会、第 5 回レーザーブレイクダウン分光学アジアシンポジウム Colloquium Spectroscopicum Internationale XLII The 5 th Asian Symposium on Laser Induced Breakdown Spectroscopy [徳島大学].....(8 号	M8)
7 月	23~28 日	第 31 回光化学国際会議 31st International Conference on Photochemistry (ICP2023) [札幌パークホテル].....(M	7)

各種標準物質 (RM, CRM)

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

・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。お探しの標準物質ございましたら、お問い合わせください。

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 (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 メカニカルアロイイング

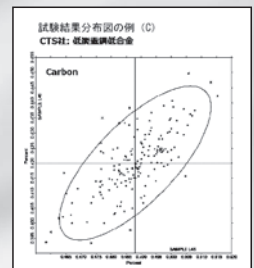


海外技能試験輸入代行サービス

技能試験とは・・・

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。国内では毒物劇物取締法など特殊な法令に沿った通関手続きが必要でございます。当社はコンプライアンスを遵守し、ノウハウを活かし、輸入の代行を致します。

〈サンプル例〉  
金属材料中元素分析、フタル酸エステル類、物性試験 (引張・曲げ・硬さ)  
ニッケル溶出試験、医薬品、化粧品、環境分野、オイル、食品、玩具規制専用試験など



YouTubeチャンネル【西進商事公式】

弊社取り扱い製品の情報を公開中です。(順次アップロード予定)



**SEISHIN**

標準物質専門商社

**西進商事株式会社**

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

— 西進商事は日本分析化学会の販売総代理店です —

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 〒450-0003 名古屋市中村区名駅南1丁目24番地30 (名古屋三井ビル本館)  
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

# ESIイオン源一体型 マイクロチップ・キャピラリー電気泳動装置

## ZipChip™

### お使いのMSが高速分析装置になります！

ZipChip™プラットフォームは、キャピラリー電気泳動 (CE) とエレクトロスプレーイオン化 (ESI) を一つのマイクロ流体チップに統合し質量分析計にスプレーするシステムです。

広範囲の生体試料の調整、分離、イオン化を迅速に行い試料を質量分析計へ直接導入可能です。

CE/ESIチップはユニット内にクリップで装着するだけです。分析時間は通常3分程度で完了し、ほとんどのLCよりも短時間でより良い分離品質を得ることができます。

シンプルなワークフローと複数のキットオプションにより、多数のバイオセラピー、メタボローム、およびプロテオミクスのアプリケーションをサポートします。

#### ZipChip™の特徴

- 迅速な分析時間 (ほとんどの分析時間は2~3分)
- 高感度・高安定のナノレベルスプレー
- 少ない試料消費 (ピコグラム~ナノグラム)
- オンラインの脱塩により、サンプル調整が最小限

#### アプリ別に便利な分析キットが用意されています。

- ペプチド用
- インタクトタンパク質用
- ネイティブタンパク質用
- 代謝物 (アミノ酸) 用
- オリゴ核酸用

#### 下記メーカーの質量分析計でご使用いただけます。

- ThermoFisher Scientific社
- Bruker社
- SCIEX社

(対応モデル名・型式につきましては別途ご照会ください。)





# 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 <sup>2</sup> /SCIENTIFIC POLYMER PRODUCTS INC.	ポリマー
PL/POLYMER LABORATORIES LTD.	ポリマー
μM/MICRO MATTER CO.	けい光X線用薄膜
IAEA/INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY	生体・環境
NANOGEN/NANOGENS INTERNATIONAL	農薬(溶液、原体)
CANMET/CANADA CENTRE FOR MINERAL & ENERGY TEC.	鉱石・鉱物
NRCC/NATIONAL RESEARCH COUNCIL CANADA	水質環境用標準物質
ONL/OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY	安定同位体
KENT/KENT LABORATORYS	抗血清
DSC/DUKE SCIENTIFIC CORPORATION	球型、表面積
EP/EUROPEAN PHARMACOPOEIA	医薬品
USP/U.S.P. REFERENCE STANDARDS	医薬品
BP/BRITISH PHARMACOPOEIA	医薬品
NIES/国立環境研究所	環境・生体

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

 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](mailto:gsc@shibayama.co.jp)

JASCO

## リサーチグレードでありながら、 ダウンサイジングを追求

*Debut*

FT/IR-4Xは、高い拡張性とS/N比・分解能を保持したまま、従来比40%のサイズダウンを実現したリサーチグレードの赤外分光光度計です。大型機同等の20cm幅の試料室は、サードパーティ製を含む各種大型付属品を使用することが可能で、赤外顕微鏡接続、検出器拡張、近中赤外・中遠赤外への波数拡張にも対応可能です。モノコック構造の干渉計は高い密閉性と堅牢性を誇り、NISTトレーサブルフィルムによる自動バリデーション機構内蔵により、永きに渡る信頼性を担保いたします。

Fourier Transform Infrared Spectrometer  
フーリエ変換赤外分光光度計

# FT/IR-4X



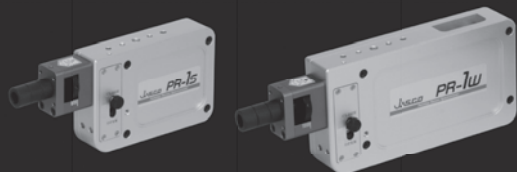
*New*

## ラマン測定を、手の中に。

PR-1s/PR-1wは、手のひらに収まる超小型ラマン分光光度計です。測定波数範囲とレーザー出力の異なる2つのモデルをラインアップしています。測定対象の自由度が高く、専用試料室やバイアルホルダーも用意しており、シンプルで手軽なラマン測定を実現します。



Palmtop Raman Spectrometer  
パームトップラマン分光光度計



# PR-1s/PR-1w

光と技術で未来を見つめる

# 日本分光

日本分光株式会社

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

日本分光の最新情報はこちらから

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

日本分光HP



# JASCO

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

NEW

## 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、待ち時間のみです。回転ノブとタッチパネルで簡単に設定が可能です。

## ● 短時間で効率的な粉碎

- ✓ 同一プログラムで最大3サンプルの同時粉碎が可能

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。

- ✓ パワフルな衝撃と剪断の粉碎力で 粉碎時間を大幅短縮

高弾性ベルトを用いた高速立体8の字運動による粉碎方式\*を採用しており、短時間での試料粉碎が可能です。

\*特許第7064786号

## ● 液体窒素での予冷方式

- ✓ 粉碎前に冷媒（液体窒素等）を用いて試料容器を予冷

液体窒素の最小消費量は300 mL程度と省エネです。製品には予冷用キットが付属します。

- ✓ 冷媒を使わずに室温でも粉碎可能

迅速粉碎凍結装置  
IQ MILL-2070

## 主な仕様

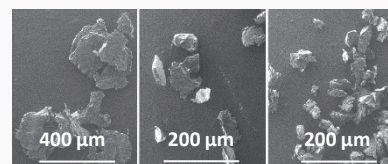
粉碎温度	室温あるいは冷媒（液体窒素等）を用いる試料冷却	
粉碎設定	回転数 (rpm)	50 から 最大 3000（無段階設定）
	回転時間 (sec)	10 から 60（10 sec毎）
	回転サイクル間の待ち時間 (sec)	10 から 600（10 sec毎）
	回転サイクル数	1 から 10（1サイクル毎）
安全装置	2つのマイクロスイッチと手動ロックの組合せ	
本体寸法、重量	幅 270 x 奥行 340 x 高さ 300 (mm)、約 12 kg	
電源 (50/60 Hz)	AC 100/120 V あるいは 200/240 V (450 VA)	

ポリスチレン（20ペレット、約 500 mg）

2000 rpm x 60 sec x 1 サイクル

前処理温度

25 °C      0 °C      -196 °C



粉碎温度 25 °C

フロンティア・ラボ 株式会社

ご導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



# 食の「安全」と「安心」とは



宮 下 隆

近年の食品にまつわる事件事故を振り返ると、1996年の腸管出血性大腸菌O-157による大規模食中毒（患者数 岡山県 468名、大阪府 9523名）、2000年の牛海綿状脳症（BSE）問題、加工乳での黄色ブドウ球菌による大規模食中毒（患者数は戦後最大規模 14780名）、それ以降、輸入農産物の残留農薬基準値超過による回収の多発、加工食品への異物混入、産地偽装や賞味期限の改ざん、数年前ではSNSサイトへの食品への悪戯動画の掲載など、食や食品にまつわる事件・事故などが多発し、消費者の食と食品への不信と不安は増大していきました。

その現状を打破しようと、産学官それぞれが、食と食品の信頼回復、安全性向上の活動を積極的に推進してきました。そして2021年に食品の安全性確保の国際的な動きとして、全ての食品事業者に対し食品衛生法のもとHACCP（hazard analysis and critical control point）に沿った衛生管理の制度化が開始されました。HACCPとは、危害要因を解析しそれを重要管理点として確認する食品事故を防止する方法です。その危害要因は、化学的危険、物理的危険、生物的危険に分けられます。

これらの具体的な危険としては、病原性微生物を原因とした食中毒、特定原材料の混入によるアレルギー発症、また残留農薬などでの残留基準値超過や食品添加物の用途間違い等による法令違反が該当します。前者の食中毒やアレルギー発症は、消費者の健康危害に直結する案件であり、上記HACCPにおいて強い管理が求められています。後者の残留農薬や食品添加物などについては（おそらく）健康危害にはならないが、法令違反となりマスメディアに取り上げられることもあります。これら残留農薬や食品添加物は、認可時にその安全性について綿密に調査し、問題がない物質のみ採用しているため、実は安全な物質となります。これらの物質は、消費者からはネガティブなイメージを持たれることがあり、良く分からない（怖い）化学物質として不安を増大する要素にもなっています。

では食の安全とはいったい何だろうか、食の「安全」と「安心」は混同されることが多いですが、安全は科学的な根拠に基づいた評価であり、安心は受容者側からのイメージや過去からの実績（信頼）、報道などによるものが多いと考えられます。

そこで、第82回分析化学討論会では、一般の方々にも無料公開したシンポジウムを行いました。テーマは、多くの消費者の不安の要因となっている残留農薬、カビ毒、食物アレルギーとし、科学的な部分を研究者から分かりやすく説明し、一緒に学び考える場としました。多くの方にご参加頂き、参加者の理解が深まり、不安を少し払拭できたかと思っております。

現在、インターネットやマスメディアにはこの不安情報が溢れています。特に“食品リスク情報”については、事業者・行政・アカデミアの絶え間ない情報提供と、消費者自らがしっかりと科学的根拠を確認しSmart Consumers（賢い消費者）になっていくことが重要と考えます。

〔Takashi MIYASHITA, キューピー株式会社, 日本分析化学会関東支部常任幹事〕

# 富栄養化

## —森林生態系の窒素—

木庭 啓介

### 1 はじめに

窒素は大気の78%程度を占める元素であり、そのほとんどはN<sub>2</sub>ガスという極めて安定な形で存在している。一方でDNAやタンパク質などに窒素が含まれるように、生物にとって窒素は必須の元素である。また、実際に生物が利用できる窒素（可給態窒素）はごく少量でしかなく、窒素固定や大気からのインプット（大気沈着）により供給された窒素は、生態系そして生体内でさまざまな酸化数を取り、特有の化学的特徴を持つ窒素化合物として存在し、その機能は異化同化によるエネルギー代謝、シグナル伝達など様々に渡る（図1）。

生態系における窒素を分析する際には、1. 様々な窒素化合物が様々な形態（ガス態、溶存態、固体）をとること、2. 窒素化合物が物理化学的に反応してしまうこと（土壌吸着など）、3. 生物による要求性が高いため、重要な窒素化合物の濃度が低く、かつその回転速度が高いこと、といった困難さがある。この状況の中、比較的分析およびその解析が定量的に行いやすい海洋や湖沼にて窒素循環研究は進展してきた。たとえば本稿の題目にある「富栄養化」については、栄養素としての窒素増加

によるアオコの発生や沿岸態の貧酸素状態などの現象がよく知られている<sup>1)</sup>。

一方で陸上生態系、特に森林生態系では、窒素循環の重要な要素である土壌が極めて高い空間的異質性を取ること、一次生産者の樹木のバイオマスが巨大かつ生長量が相対的に小さくその動態が追跡しにくいことなどがあり、研究はなかなか進んでいない。しかし人間活動の増大により、森林生態系への窒素供給は増大しており、その結果森林の富栄養化（窒素過多）状態が生じている。この窒素過多状態は、「窒素飽和」とよばれ、酸性雨問題が生じていた欧米で1980年代後半に概念が提唱されている<sup>2)~5)</sup>（図2）。

そこで本稿では生態系として森林生態系を取り上げ、どのように森林窒素循環を分析してゆくことが可能か、そして森林の富栄養化というものをどのように捉えることが可能かについて、特に鍵となる可給態窒素の分析を紹介しながら解説してゆくこととする。

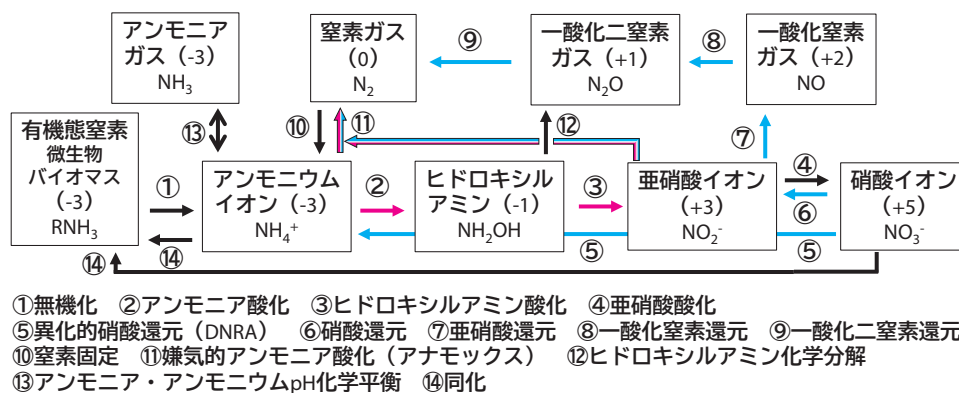


図1 森林土壌中の窒素循環

様々な酸化数（括弧内）を取る物質が様々な生物化学反応によって生成・消費されている。一般的な従属栄養微生物による反応ではなく独立栄養微生物による反応（赤色）、また一般的な酸化的環境ではなく還元的（低酸素）環境で生じる反応（青色）が混在していることが特徴である。また一般に②③④をあわせて「硝化」、⑥⑦⑧⑨をあわせて「脱窒」と呼ぶ（図2）

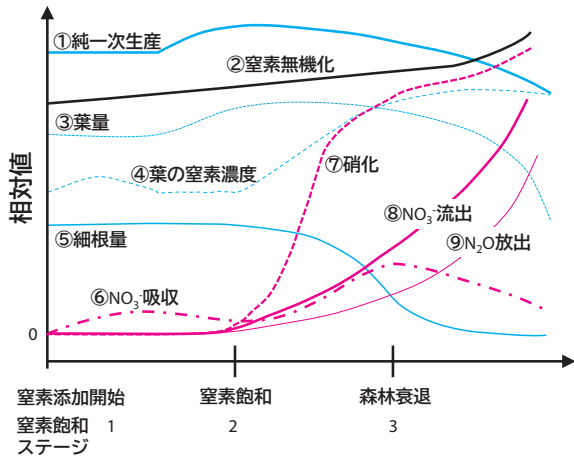
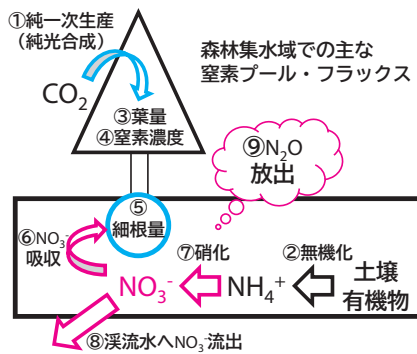


図2 森林窒素循環（上図）が窒素沈着に伴い、どのように変化してゆくか、についての概念図（下図：文献2より改訂）

上図と下図にある窒素プール・フラックスの番号はそれぞれ対応している。

窒素が足りない大気窒素沈着の増大前（ステージ0）から、大気窒素沈着が増大し、窒素添加が開始されてから「窒素飽和」となり、森林が衰退してゆくまでをステージ1, 2, 3と定義して、それぞれのステージ内で窒素沈着が継続してゆくにつれてどのような窒素循環パラメーターが変化してゆくかを相対的に示している。

## 2 森林生態系における窒素循環：土壌、集水域レベルでの議論

### 2.1 森林土壌窒素プール測定

#### 2.1.1 土壌サンプリングと可給態窒素の抽出

森林土壌は森林生態系内の窒素の大部分を蓄積する重要な窒素プールである。土壌窒素のほとんどが植物・微生物由来の窒素と鉱物が複雑に混合した有機態窒素である。この有機態窒素のほとんどは微生物や植物が利用可能な窒素（可給態窒素）ではなく、その濃度オーダーは、土壌有機態窒素≫土壌微生物バイオマス窒素≫可給態窒素（数～数十 mg-N/kg 乾燥土壌）である（表1）。本稿ではこの「可給態窒素」をアミノ酸のようなモノマー、またはアンモニウムイオンや硝酸イオンのようにイオン状態で溶存しているものとするが、重要なことはその量が土壌窒素全体の1%にも満たないことである（表1の太枠内が可給態窒素）。

この可給態窒素の測定については（1）土壌水（土壌

表1 森林土壌窒素の内訳

	窒素濃度 (mg-N/kg 土壌)	%
有機態窒素	555.43	94.14
微生物バイオマス窒素	34.33	5.82
アンモニウム態窒素	0.18	0.03
硝酸態窒素	0.06	0.01

（京都大学上賀茂研究林鉱質土壌0～5 cm深；木庭ら未発表データ）

溶液）を採水し、そこに含まれる可給態窒素の濃度を測定する、（2）土壌を採取し、溶液と混合し、溶存態、イオン交換態の可給態窒素を抽出し、その濃度を測定する、という2種類のアプローチが可能である。（1）での採水については、採水セラミックカップを土壌に設置し、内部を減圧することで土壌水を採水する方法（テンションライシメーター法）や、ちりとりのような受け皿を土壌に埋設し、土壌中を流れてくる水を回収する方法（テンションフリーライシメーター法）などがある<sup>6)</sup>。どちらもひとたび土壌に設置して、ライシメーター設置による根の裁断などの攪乱の影響がおさまれば、その後同一地点から時系列的にサンプルを採取できる利点がある。一方でそもそも土壌水分が少ないと採水が不可能であること、また可給態窒素の溶液濃度は得られるものの、土壌中にどれだけ可給態窒素が存在したかという体積的、面的な濃度情報を得ることができないことが欠点である。

一方（2）は、土壌を採取し抽出できさえすれば乾燥時期でも確実に濃度情報を得ることができ、一定底面積、一定体積の土壌コアをサンプリングに利用することで単位体積、単位面積土壌あたりの窒素量を取得できるという長所があるため、こちらが一般的である。この土壌抽出においては、1 M または 2 M KCl 溶液か 0.5 M K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 溶液が抽出液として頻用される。これは、アンモニウムイオンとイオン半径が近く、その土壌粒子への吸着様式が類似していると考えられる<sup>7)</sup>カリウムイオンによるイオン交換で、土壌に吸着しているアンモニウムイオンを抽出できるためである。可給態窒素の一種であるアミノ酸についても、その土壌粒子への吸着は主に土壌粒子のイオン交換サイトで生じていると考えられるので、KCl や K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 溶液により土壌に吸着されている、利用可能なアミノ酸が抽出されると考えられる。

#### 2.1.2 土壌微生物バイオマス窒素の抽出

比較的プールが大きく重要な土壌微生物バイオマス窒素（表1）については、クロロホルム蒸気にて1日燻蒸<sup>くんじょう</sup>し、土壌微生物細胞中の窒素を抽出可能にした土壌と未燻蒸土壌との間で抽出可能窒素濃度を差し引き、抽出効率を掛け交わせて算定するクロロホルム燻蒸抽出法<sup>8)</sup>がよく用いられている。この方法においては、基礎となる



微生物バイオマス炭素（溶存有機炭素）濃度測定において、 $K_2SO_4$  溶液を抽出液として利用するのが一般的である。これは測定法開発当時に用いられていたニクロム酸カリウムによる比色法では、塩化物イオンによる干渉<sup>9)</sup>があるためである。

### 2.1.3 窒素濃度測定

採取された溶液サンプルに含まれる窒素化合物は、IC 法などを用いて定量されることもあるが、上記の KCl や  $K_2SO_4$  土壌抽出液中の窒素化合物は一般に吸光度法で測定されることが多い<sup>10)</sup>。ここで注意すべきは、対象とする窒素化合物が低濃度である場合が多いことに加え、土壌抽出液に含まれる様々な夾雑物、そして高塩濃度が測定に影響を与える可能性があることである。たとえば硝酸イオン濃度は亜硝酸イオンヘカドミウムなどを用いて還元したのちに、ナフチルエチレンジアミン吸光度法で測定されることが多いが<sup>10)</sup>、腐植物質などの溶存有機物が亜硝酸イオンへの還元反応を阻害するだけでなく、測定波長（540 nm）に吸光をもってしまい、測定吸光度が過大評価される可能性がある。このような問題に対応するためには、土壌抽出液の吸光特性を前もって確認すること、さらには濃度定量に用いる検量線が純水と KCl や  $K_2SO_4$  溶液で異なる可能性があるかの検討を行うことが重要であり、対応が難しい場合は標準添加法による測定を考慮に入れる必要があるであろう。

## 2.2 土壌窒素フラックス測定

### 2.2.1 純速度測定

より大きな問題は、前項の (1) も (2) も、ある時点での濃度（量、プール）情報を与えるだけであり、どれだけ窒素が動いているか、というフラックス情報は与えてくれないことにある。可給態窒素は植物も微生物も利用するため、その濃度は一般に低く保たれており、濃度の大小だけで可給態窒素の動態を議論することは極めて困難である。そこで (2) においては、採取した土壌を実験室または野外で一定期間（たとえば 1 か月）培養し、培養前と培養後の可給態窒素濃度の増減をみることで、見かけの生成・消費速度を見積もることができる（純速度測定）。野外培養の場合は土壌コアをビニール袋に入れ、採取した地点に戻し 1 か月後に掘り出す。室内培養の場合は、土壌をピーカーなどにいれ、培養器にて一定温度で、定期的に乾燥して失われる水分を補給しながら 1 か月間培養し、その後、抽出して分析する。培養期間中、培養土壌に含まれている可給態窒素は植物によって吸収されることはないため、土壌と土壌微生物との間での窒素循環情報が得られ、土壌窒素供給潜在能評価が可能となる。事実、この窒素可給化（無機化）純速度が、作物の窒素吸収速度の良い指標となるという論文もあり<sup>11)</sup>、その容易さもあって、純無機化速度はさまざまな土壌で測定されてきた。

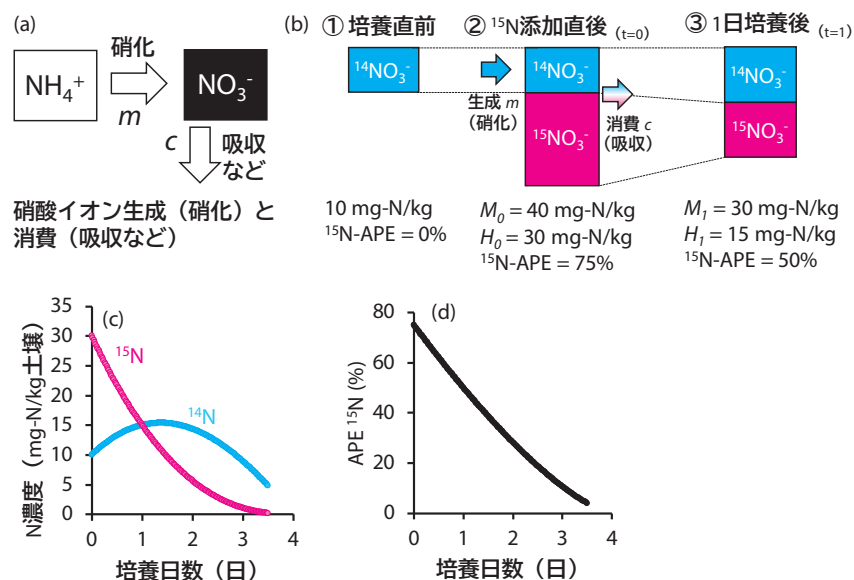


図3 同位体希釈法による硝酸イオンの総生成速度・総消費速度の推定例

(a) 硝酸イオンの生成（硝化）と消費（吸収など）。テキスト中の総生成速度 ( $m$ ) と総消費速度 ( $c$ ) を対応させて示している。  
 (b) 採取した土壌 (①) に  $^{15}\text{N}$  でラベルした硝酸イオンを添加し (②)、1 日間培養後 (③)、 $M$  ( $^{14}\text{N} + ^{15}\text{N}$  濃度)、 $H$  ( $^{15}\text{N}$  濃度) を測定し、テキストにある計算式を用いて  $m$  と  $c$  を計算する。培養中に生成される  $NO_3^-$  のほとんどが  $^{14}\text{N}NO_3^-$  であり、 $^{14}\text{N}NO_3^-$  は同時に消費も受ける。一方  $^{15}\text{N}NO_3^-$  はもっぱら消費だけを受ける。今回の例 ( $m: 24.1 \text{ mg-N/kg/day}$ ,  $c: 14.1 \text{ mg-N/kg/day}$ ) では  $^{15}\text{N}NO_3^-$  は単調減少するが、 $^{14}\text{N}NO_3^-$  プールは  $m$  と  $c$  のバランスの結果、培養 1 日後ではむしろ大きくなっている (c)。また、純生成速度は  $-10.0 \text{ mg-N/kg/day}$  ( $M_1 - M_0$ ) であり、 $m$  とは全く違うことに注意されたい。(c)、(d) 得られた総速度を元に、シミュレーションした培養期間中の  $^{14}\text{N}$  と  $^{15}\text{N}$  濃度および  $^{15}\text{N}$  レベルの変化。

※ APE: atom % excess の略で  $^{15}\text{N}$  自然存在比率 (約 0.366%) から  $^{15}\text{N}$  が何%, より濃縮されているかを示す指標。

### 2・2・2 同位体希釈法による総速度測定

純速度は必ずしも総速度と同じ傾向を示さない。実際<sup>15</sup>Nラベルした硝酸イオンを土壌に添加し、硝酸イオンの総生成・消費、回転速度を見積もる「同位体希釈法」を用いた研究<sup>12)</sup>では、硝酸イオンが極低濃度かつ純生成（硝化）速度も低かった森林土壌中で、実は硝酸イオンはかなりの総生成速度と同時に総消費速度を持ち、大変速く回転している（1日程度の滞留時間）ことが明らかとなった。ここで用いられた同位体希釈法（図3）は、いわゆる<sup>15</sup>Nトレーサー法の一つであるが、基質（硝化の場合アンモニウムイオン）を<sup>15</sup>Nでラベルするのではなく、生成物（硝化の場合硝酸イオン）を<sup>15</sup>Nでラベルし、<sup>15</sup>Nラベルされた硝酸イオンが消費されると同時に、<sup>14</sup>Nを持つ硝酸イオンがアンモニウムイオンから生成されてゆくのに従う、全硝酸イオン濃度とそこに含まれる<sup>15</sup>N濃度の変化を追跡するものであり、基質濃度を上昇させて測定対象反応を促進させることがない点が長所である。総生成速度（*m*）と総消費速度（*c*）は以下のような式で算出される<sup>13)</sup>；

$$m = \frac{M_0 - M_1}{t} \times \frac{\log(H_0 M_1 / H_1 M_0)}{\log(M_0 / M_1)}$$
$$c = \frac{M_0 - M_1}{t} \times \frac{\log(H_0 / H_1)}{\log(M_0 / M_1)}$$

ここで *M* は <sup>14</sup>N+<sup>15</sup>N の濃度、*H* は <sup>15</sup>N の濃度、0, 1 という添え字はそれぞれ培養初期、終了時を表し、*t* は培養時間である。<sup>15</sup>N濃度についてはアンモニウムイオンや硝酸イオンはそれぞれ回収後、元素分析計（EA）により N<sub>2</sub> ガスへ燃焼され、安定同位体比質量分析計（IRMS）を用いて測定される。この測定では多量の窒素が必要となることと、一般的ではない EA-IRMS を利用するという欠点があるので、近年では GC/MS を用いた測定法も確立されている<sup>14)</sup>。

この同位体希釈法の短所は、EA-IRMS に供するまでの前処理、および <sup>15</sup>N 測定が大変複雑かつ困難であること、<sup>15</sup>N トレーサーの土壌への均一な添加に限界があること、そして回転速度が培養時間と比較して速すぎる場合に総速度推定が困難になることである。しかし、これらの欠点にもかかわらず、本来の窒素循環像に近いフラックスを測定できる方法として、この同位体希釈法は1990年以降、土壌窒素循環測定で重要な測定法となっている。

### 2・2・3 ガスフラックス測定

上述したとおり土壌中の窒素動態を追跡することは難しいが、土壌から放出されるガスのフラックスのうち、一酸化窒素や一酸化二窒素といった一部のガスについては比較的容易に測定可能となっている。一酸化窒素ガスは化学発光法、一酸化二窒素ガスは電子捕獲型検出器

(ECD)-GC で、大気濃度レベルの濃度定量が可能であるため、土壌を閉鎖容器に一定時間入れ、容器内の一酸化窒素や一酸化二窒素ガス濃度の上昇から、ガス発生フラックスを算出することが可能である。またその <sup>15</sup>N トレーサー濃度を GC/MS や GC-IRMS、レーザー分光計を用いて測定することで、一酸化窒素や一酸化二窒素の生成および消費過程の解析が可能となる。問題点は、一酸化窒素や一酸化二窒素放出フラックス速度が小さいことから、大量のガスサンプルを濃縮するなどの前処理または測定機器の改造が必要になる場合があること、一酸化窒素ガスは反応性が高いために、容器をテフロンコーティングし常にガスサンプルを流しながら測定する必要があること、測定のために十分な一酸化二窒素濃度を確保しようと長期間土壌を閉鎖培養する場合、同時に大量の二酸化炭素ガスの蓄積、酸素ガスの消費が進むため、微生物生理活性に大きな影響があるだけでなく、測定阻害の可能性もあること、などが挙げられる。

## 3 集水域としての森林、土壌—植物系における窒素循環

### 3・1 森林の窒素循環：窒素制限から窒素飽和へ

水分・光とならび、植物への窒素供給は植物の一次生産を制限する要素である<sup>15)</sup>。植物と土壌微生物が窒素を要求するため、土壌中の可給態窒素濃度は低く抑えられているが、人間活動、特に化石燃料の燃焼や化学肥料の利用の増加により、森林生態系への窒素供給は近年増大している。降水に溶存した形での窒素供給を湿性窒素沈着、エアロゾルのような形での窒素供給を乾性窒素沈着と呼ぶが、この窒素沈着が長期間にわたり高いレベルで保たれた場合に、元々窒素が足りなかった森林はそれまでとは異なる窒素循環像を示し始める（図2）。森林は広大であるが、主な物質輸送媒体である水に着目し、水の収支を考察できる空間単位（集水域）を生態系の境界条件として扱うことが多い。それぞれの森林が持つ集水域（多くの場合山の尾根で囲まれた空間で、水は最終的に一つの湧水地点から渓流水として系外へ放出される）において、沈着速度、ガス放出速度、そして渓流水として流出する窒素を測定することで、異なる生態系の窒素状況を比較することが可能となる<sup>10)</sup>。集水域の構成要素である植物と土壌の窒素についてみてみよう（図2）。

そもそも森林は植物にとって窒素が足りない状態であるが、窒素沈着が増大し始めたステージ1では、供給された窒素を用いて植物の葉の窒素濃度は上昇し（これは一次生産増大に繋がる）、その窒素濃度の高い葉が土壌へと供給されるため、土壌窒素無機化は少しずつ増大する。さらに沈着が継続すると（ステージ2）、土壌中では窒素無機化がさらに進み、生成された大量のアンモニウムイオンをもはや土壌微生物が同化しきれなくな

り、特殊な独立栄養微生物である硝化菌が硝化し始める。結果、土壌・土壌溶液中の硝酸イオン濃度は上昇し、脱窒が促進されるため中間生成物である一酸化二窒素放出が増大、また硝酸イオンが渓流水とともに流出する。この状態では生態系に供給される窒素量と生態系から失われる窒素量がほぼ釣り合うような異常事態であり、窒素が足りず土壌や植物体に窒素が蓄積していった当初の状態とは全く異なっている。このような状態を窒素飽和と呼んでいる。さらに窒素沈着が継続し、森林が衰退しているステージ3となると、もはや植物の一次生産は逆に減少してしまう。

## 3・2 窒素飽和判定

### 3・2・1 渓流水硝酸イオン

窒素飽和は欧米の問題というわけではなく、国内でも窒素飽和森林が増大しているという懸念が広がっている。この状況把握が急務ではあるが、図2にある指標を単発的に測定するだけでは窒素飽和状態の判定は極めてむずかしい。たとえば窒素飽和の指標としてよく用いられている渓流水硝酸イオン濃度であっても国内森林で大きな幅があり<sup>16)</sup>、高濃度であるからと言ってその森林が衰退しているわけではないということもわかっている。図2をよく見れば、その指標の大半は濃度ではなくフラックスであり、単なる濃度測定では窒素飽和状態の判定ができず、フラックス測定が必要であることが示唆されている。しかしこれまで見てきたとおり窒素のフラックスを求めることは土壌に関してだけでも困難であり、さらに植物がどれだけ窒素を吸収しているかを測定することは極めてむずかしい。渓流水による硝酸イオン流出フラックスの算定においては、流出する渓流水の量、そこに含まれる硝酸イオン濃度の両方を長時間分解能で長期間（少なくとも数年間）観測する必要があり、大変な労力が必要である。

### 3・2・2 $^{15}\text{N}$ 追跡

海外では森林の広範囲に $^{15}\text{N}$ でラベルしたアンモニウムイオンや硝酸イオンを窒素沈着と見立てて散布し、 $^{15}\text{N}$ が樹木にどれだけ蓄積したかで窒素吸収量を見積もる研究が多く展開されている<sup>17)</sup>。 $^{15}\text{N}$ でラベルした硫酸アンモニウムなどを森林に散布し、定期的に植物体や土壌を採取し、EA-IRMSで $^{15}\text{N}$ 含量を測定することで、どれだけ散布された $^{15}\text{N}$ が森林内のどこに保持されているかについての定量的な議論が可能である。しかし、一度散布した窒素は森林のなかで何度となく再循環され、その結果可給態窒素の $^{15}\text{N}$ 濃度は急激に減少してゆくと、 $^{15}\text{N}$ 散布後数年経過してしまうと、植物の窒素吸収速度を正確に見積もるにはシミュレーションモデル計算とそのシミュレーションのために土壌、可給態窒素、樹体内窒素など様々なコンパートメントの $^{15}\text{N}$ 濃度測定が必要となり、大変な労力を必要とする<sup>18)</sup>。

全く別のアプローチとして、生態系窒素循環が定常状態であると仮定し、土壌からの脱窒の同位体効果により土壌窒素の $^{15}\text{N}$ 自然存在比が上昇するはずとして脱窒速度を見積もる試み<sup>19)</sup>や、さらに脱窒の実際の基質である硝酸イオンの集水域へのインプットとアウトプット、さらにそれらの $^{15}\text{N}$ 、 $^{18}\text{O}$ 、 $^{17}\text{O}$ 自然存在比を組み合わせた集水域総硝化速度と脱窒速度の推定の試みが展開されている<sup>20)</sup>。しかし、たとえば窒素飽和状態へと移行している状態の生態系を定常状態と見なして議論することが果たして可能かという大きな問題が残っている。

### 3・2・3 ガスフラックス測定

フラックスとして測定が比較的容易なものは、渓流水による窒素流出と、ガス態窒素損失の中の一酸化二窒素ガス放出速度である。脱窒（図1）の最終放出産物は $\text{N}_2$ ガスであり、大気 $\text{N}_2$ ガスが余りに高濃度であるため、土壌からの $\text{N}_2$ 放出速度を見積もることはほぼ不可能であるが、中間生成物である一酸化二窒素については前述の通り、土壌からの放出速度の見積もりがクロードチャンパー法<sup>21)</sup>などを用いて可能な状態にある。また理想的には、一酸化二窒素が $\text{N}_2$ ガスへと還元される割合を様々な土壌環境で測定することで関数化することができれば、一酸化二窒素の連続観測にその関数（または変換係数）を適用することで、一酸化二窒素と $\text{N}_2$ ガスとしてどれだけの窒素が放出されているかを推定できるはずである。しかし現在までの所、一酸化二窒素から $\text{N}_2$ ガスへの還元割合推定は不確か<sup>22)</sup>、脱窒速度の正確な見積もりには至っていない。観測された一酸化二窒素がどれだけ $\text{N}_2$ ガスに還元された残りなのかが判明すれば大きな手がかりになるため、一酸化二窒素の $^{15}\text{N}$ 、 $^{18}\text{O}$ 自然存在比、並びにN-N-Oの中心のN原子（分子内同位体分布<sup>23)</sup>）に関して、同位体効果（軽い $^{14}\text{N}$ や $^{16}\text{O}$ が重い $^{15}\text{N}$ や $^{18}\text{O}$ と比較して速く反応すること）により $^{15}\text{N}$ や $^{18}\text{O}$ 濃度が上昇することを利用して、一酸化二窒素がどれだけ還元を受けているかを推定する試みも行われている<sup>24)</sup>。

### 3・2・4 リモートセンシング

フラックスを直接観測することが難しい場合、プールの時空間的分解能を上昇させプール変化の時系列情報から生態系の状態を捉えるというアプローチも妥当なものと思われる。図2にある一次生産、葉量、葉の窒素濃度などについては、リモートセンシング技術によって現在様々に測定が可能となりつつある。これまで地道に葉をサンプリングし、乾燥粉碎し、EAにて炭素窒素濃度を測定し、最終的に個葉の情報を面的にかけ算してゆく、といったことが、より広域により高い時間分解能で、非破壊で実現可能となってきている。流出窒素についても、水質モニタリング技術の発展により、たとえば渓流水中の水質について様々な水質をUVセンサーでモ



ニタリングできるという報告が出てきている<sup>25)</sup>。これらのようなモニタリング技術により、窒素フラックスのいくつかについては劇的にその見積もり精度が上昇する可能性がある。特に窒素飽和の指標として重要な渓流水硝酸イオン濃度は、降水、それに伴う流出水量の増減に敏感に反応することが知られており、一般的に行われる定期観測での採水だけでは、大きな流出フラックスを見逃す可能性がある。連続的な水質モニタリングが進むことで、森林の窒素流出の詳細な状況把握が実現し、さらに、たとえば硝酸イオン濃度が高まる時期だけより高時間分解能で自動サンプリングを行うといった、より定量的に窒素フラックスを議論するためのモニタリング体制の見直しが可能になると期待されている。

### 3・2・5 窒素飽和状態判定の新指標

窒素飽和の全体像を描くことはむずかしいにせよ、その一端を追跡することは可能である。たとえば窒素沈着で供給される窒素化合物のうち、硝酸イオンだけに着目し、どれだけ大気沈着硝酸イオンが森林生態系で除去されているかという点に着目すると、通常窒素制限森林では大気沈着硝酸イオンは植物や土壌微生物により利用され、渓流水硝酸イオンは土壌中で硝化により生成されたものとなっているはずである。逆に窒素飽和で窒素が余っている状態であれば、渓流水硝酸イオンには大気沈着硝酸イオンが混じっているであろう。実は同じ硝酸イオンではあるものの、大気沈着硝酸イオンは<sup>18</sup>Oや<sup>17</sup>Oに富むことが知られており、渓流水の硝酸イオンの<sup>17</sup>O自然存在比（正確には<sup>17</sup>O異常濃縮度）を精密に測定することで、渓流水硝酸イオンにどれだけ大気沈着硝酸イオンが混入しているかを定量的に測定することが可能である<sup>26)</sup>。渓流水硝酸イオン濃度が高い森林ほどこの<sup>17</sup>O異常濃縮度が高いことが報告されており<sup>27)</sup>、今後、様々な森林での測定が進むことで、この新指標の代表性がより担保されてゆくと期待されている。

## 3 おわりに

森林という広大な対象での複雑な窒素循環について、どのようなアプローチがあり得るのかということ、可給性窒素、窒素飽和という面から、異なる測定法で異なる特徴付けができてしまうこと、窒素循環が生物地球化学的に様々な要素を持っていることから、その特徴付けについては単一指標での切り口では足りないこと、などを議論してきた。日本の森林生態系の多くは、高温多雨なアジアモンスーン地域で、火山活動・造山活動が活発なため土壌にミネラルが豊富であり土壌の酸中和能力が比較的高いなど、世界的にみても希有な特徴を有している<sup>28)</sup>。風化が進み土壌にミネラル分がすでに足りないことがある欧米の森林、リンが足りなくなっているために、相対的に窒素が飽和している状態にあると考えられている熱帯雨林などいろいろな状態の森林があるが、全

世界的には窒素沈着が増大すると予想されている。このような状況の中、日本の森林は将来どのような応答を示すのかという点を理解し、健全な森林の維持管理へとつなげることは、窒素循環の包括的な理解とともに、SGDsに代表される社会的基礎基盤の保全に大きく寄与するものである。窒素循環は複雑、特に土壌窒素循環は大変複雑で、という声は常にあるが、その複雑さに様々なアプローチを駆使して対峙してゆくことが急務となっており、本稿がその中での一助になれば大変うれしいことである。

## 文 献

- 1) 門脇浩明, 立木佑弥: “遺伝子・多様性・循環の科学 生態学の領域融合へ”, (2019), (京都大学学術出版会).
- 2) J. D. Aber, K. J. Nadelhoffer, P. Steudler, J. M. Melillo: *Bioscience*, **39**, 378 (1989).
- 3) J. Aber, W. McDowell, K. Nadelhoffer, A. Magill, G. Berntson, M. Kamakea, S. McNulty, W. Currie, L. Rustad, I. Fernandez: *Bioscience*, **48**, 921 (1998).
- 4) J. L. Stoddard: “Long-term changes in watershed retention of nitrogen; Its causes and aquatic consequences”, p223-284 (1994) in L. A. Baker (ed) *Environmental Chemistry of Lakes and Reservoirs*, (Washington (DC)), (American Chemical Society).
- 5) 林健太郎, 柴田英昭, 梅澤 有: “図説 窒素と環境の科学 人と自然のつながりと持続可能な窒素利用”, (2021), (朝倉書店).
- 6) 小杉賢一郎: 水文・水資源学会誌, **13**, 462 (2000).
- 7) J. B. Page, L. D. Baver: *Soil Science Society of America Proceedings*, **4**, 150 (1939).
- 8) P. C. Brookes, A. Landman, G. Pruden, D. S. Jenkinson: *Soil Biology & Biochemistry*, **17**, 837 (1985).
- 9) J. G. Guinn, M. Salomon: *Soil Science Society of America Proceedings*, **28**, 456 (1964).
- 10) 柴田英昭: “森林集水域の物質循環調査法”, (2015), (共立出版).
- 11) K. J. Nadelhoffer, J. D. Aber: *Plant and Soil*, **80**, 321 (1984).
- 12) E. A. Davidson, J. M. Stark, M. K. Firestone: *Ecology*, **71**, 1968 (1990).
- 13) E. A. Davidson, S. C. Hart, C. A. Shanks, M. K. Firestone: *Journal of Soil Science*, **42**, 335 (1991).
- 14) K. Isobe, Y. Suwa, J. Ikutani, M. Kuroiwa, T. Makita, Y. Takebayashi, M. Yoh, S. Otsuka, K. Senoo, M. Ohmori, K. Koba: *Microbes and Environments*, **26**, 46 (2011).
- 15) P. M. Vitousek, R. W. Howarth: *Biogeochemistry*, **13**, 87 (1991).
- 16) 柴田英昭, 戸田浩人, 稲垣善之, 館野隆之輔, 木庭啓介, 福澤加里部: 地球環境, **15**, 133 (2010).
- 17) X. Zhou, A. Wang, E. A. Hobbie, F. Zhu, Y. Qu, L. Dai, D. Li, X. Liu, W. Zhu, K. Koba, Y. Li, Y. Fang: *New Phytologist*, **229**, 3184 (2021).
- 18) W. S. Currie, K. J. Nadelhoffer, J. D. Aber: *For. Ecol. Manage.*, **196**, 109 (2004).
- 19) B. Z. Houlton, E. Bai: *Proc. Nat. Acad. Sci. U. S. A.*, **106**, 21713 (2009).
- 20) 柴田英昭編: “大気窒素沈着による森林生態系の窒素飽和現象 安定同位体を用いた研究アプローチ”, 森林と物質循環, p. 14, (2018), (共立出版).
- 21) 森林立地調査法編集委員会編: “地表面のガスフラックス”, 森林立地調査法—森の環境を測る, p. 209 (2010),

(博友社).

- 22) C. Scheer, K. Fuchs, D. E. Pelster, K. Butterbach-Bahl : *Curr. Opin. Environ. Sustainability*, **47**, 72 (2020).
- 23) N. Yoshida, S. Toyoda : *Nature*, **405**, 330 (2000).
- 24) 木庭啓介 : 海洋科学研究, **31**, 10 (2018).
- 25) J. Pesántez, C. Birkel, G. M. Mosquera, P. Peña, V. Arízaga-Idrovo, E. Mora, W. H. McDowell, P. Crespo : *Hydrological Processes*, **35**, e14357 (2021).
- 26) 角皆 潤, 中川書子 : エアロゾル研究, **31**, 5 (2016).
- 27) F. Nakagawa, U. Tsunogai, Y. Obata, K. Ando, N. Yamashita, T. Saito, S. Uchiyama, M. Morohashi, H. Sase : *Biogeosciences*, **15**, 7025 (2018).
- 28) 大手信人 : 陸水学雑誌, **67**, 259 (2006).



木庭啓介 (Keisuke Koba)

京大大学生態学研究センター(〒520-2113 滋賀県大津市平野 2-509-3). 京都大学大学院農学研究科博士課程退学. 博士(農学). 《現在の研究テーマ》主に安定同位体を用いた, 自然生態系における生元素循環. 《主な著書》“Earth, Life and Isotopes” N. Ohkouchi, I. Tayasu, K. Koba, (Kyoto University Press.) pp430, (2010), ISBN 978-87698-960-7. 《趣味》読書, 音楽鑑賞.

## 原 稿 募 集

「技術紹介」の原稿を募集しています

対象 : 以下のような分析機器, 分析手法に関する紹介・解説記事

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

報など

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

お問い合わせ先 :

日本分析化学会『ぶんせき』編集委員会

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

# 固体飛跡検出器を利用した レーザー加速イオンの特性評価

高強度レーザーと物質の相互作用で加速されるイオンの計測には固体飛跡検出器が最も信頼性の高い検出器として用いられている。本稿では、固体飛跡検出器の基本的な動作原理を解説するとともに、近年、注目を集めているグラフェンターゲットを用いたレーザープラズマ粒子加速実験で実施した固体飛跡検出器の特性を活かした炭素イオンと酸素イオンの弁別計測を紹介する。

金 崎 真 聡

## 1 はじめに

### 1.1 レーザープラズマ粒子加速

高強度レーザーと物質の相互作用によるレーザープラズマ粒子加速は、近年、レーザーの高強度化やターゲットの改良に伴い、100 MeV に迫るプロトンや高エネルギー重イオンの加速に成功している<sup>1)2)</sup>。理論研究においては、様々なイオン加速メカニズムが提唱されている。例えば、Target Normal Sheath Acceleration (TNSA) と呼ばれるイオン加速メカニズムでは、ターゲット裏面に形成される電荷分離電場（シース場）を利用してイオンが加速される。具体的には、固体薄膜をターゲットとして高強度レーザーを集光すると、物質中の電子が電離されるだけでなく、レーザー光の電磁場の影響を受けてターゲット物質中で最も軽い電子が加速される。その後、加速された電子とターゲット裏面との間に形成されるシース場によってイオンが加速される。TNSA では、従来型の加速器では到達不可能な MV/ $\mu\text{m}$  (=TV/m) 程度の大きな加速電場が生成するとされており、非常に小さな空間で高エネルギーイオンの生成が可能である<sup>3)4)</sup>。実験においても数十 MeV を超える高エネルギーイオンの加速が確認されている。また、TNSA 以外にも、レーザー光の放射圧によるイオン加速や、レーザープラズマ中に生成される衝撃波によるイオン加速メカニズムが提唱されており、これらを利用すれば GeV に迫る高エネルギーイオンの加速が可能とされており、実験においてもこれらのメカニズムを利用したイオン加速が試みられている<sup>5)</sup>。このように、レーザープラズマ粒子加速は、従来型加速器装置に比べて大幅にコンパクトな次世代型加速器開発を目的として、世界各国の高強度レーザー施設において積極的に取り組まれている。

### 1.2 レーザー加速イオン計測

上述のような状況下、レーザー加速イオンの計測手法については、未だ確立されたものが少ない。これは、レーザープラズマ中で、イオンとほぼ同時発生する高エネルギー電子線や、それに起因する X 線が検出器に対して深刻なノイズとなり、通常の加速器ビーム診断等に用いられる検出器の多くが適用困難となるためである。加えて、発生するイオンのエネルギースペクトルは、加速器イオンビームのように単色ではないこと、複数のイオン種が同時加速されることも一因である。しかしながら、レーザープラズマ粒子加速の高度化、即ち、より高エネルギーかつ高品質なレーザー加速イオンビーム発生のためには、実験において、イオンの加速メカニズムを明らかにすることが重要となる。そのためには、エネルギースペクトルや空間分布など、レーザー加速イオンの特性を高精度に評価する必要がある。このような状況下、レーザー加速イオン計測においては、受動型検出器を積層したスタック型検出器や、ピンホール通過後のイオンを電場と磁場で分光するトムソンパラボラスペクトロメータなど、いくつかの計測手法が適用されており、様々な放射線検出器が組み込まれている<sup>6)~9)</sup>。その中でも、イオンと同時に発生する電子線や X 線に感度を示さず、イオンのみをエッチピットとして計測可能な固体飛跡検出器は、レーザー加速イオン計測において最も信頼性の高い検出器として利用されている<sup>10)</sup>。本稿では、固体飛跡検出器の概要を紹介するとともに、高強度レーザーによるイオンの加速メカニズム解明に貢献することを目的として実施した固体飛跡検出器によるレーザー加速イオン計測の中から、最新の研究成果であるレーザー加速重イオンの弁別計測について紹介する。

## 2 固体飛跡検出器

### 2.1 固体飛跡検出器の動作原理

本稿で説明する固体飛跡検出器はエッチング型のものに限るため、飛跡を現像によって可視化する原子核乾板



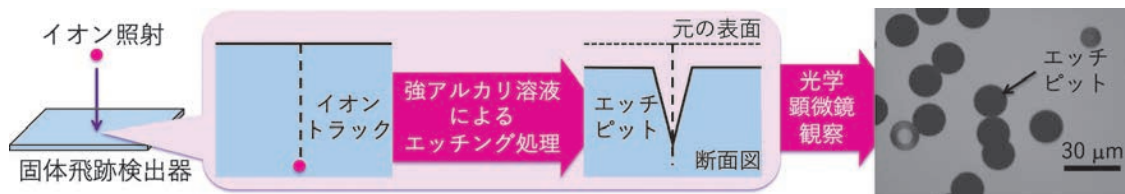


図1 固体飛跡検出器の動作原理

を利用したレーザー加速イオン計測については浅井らによる論文を参照されたい<sup>11)</sup>。

図1に固体飛跡検出器の動作原理を示す。高速のイオンが物質中の原子の近くを通ると、原子の軌道電子はイオンからクーロン力を受け、その力が十分に大きい場合には電離が生じる。このとき、イオンは運動エネルギーを失って減速される。一方で、電離された電子は物質中の原子を電離しながら進み、やがて停止する。固体飛跡検出器として一般的に用いられる高分子材料にイオンを照射すると、先述の相互作用により、物質中の化学結合が切断され、イオンの飛跡に沿って潜在飛跡もしくはイオントラックと呼ばれるナノメートルスケールの特異な損傷が生じる。潜在飛跡が記録された高分子材料に対して、強アルカリ溶液によるエッチング処理を施すと、イオンによる損傷部がそれ以外の部分に比べて優先的に溶出される。これら一連の原理でイオンの通り道である潜在飛跡は光学顕微鏡下で観察可能な程度にまで拡大され、エッチピットとしてイオンのシグナルを検出することが可能となる<sup>12)13)</sup>。エッチピットは、その開口部形状を光学顕微鏡下で直接観測することで、入射粒子の核種判別や入射エネルギーの推定が可能となる。ここで、固体飛跡検出器にエッチピットを形成するためには、潜在飛跡のように局所的な損傷が必要となる。即ち、電子線やX線のように局所的な損傷を生じない線種ではエッチピットを形成することはないため、高エネルギーイオン、電子線、X線が混在するレーザープラズマのような混成場においてもイオンのみを計測することが可能である。また、一つのイオンに対して一つのエッチピットが形成されるため、原理的にイオン一つから計測が可能である。これが、固体飛跡検出器がレーザー加速イオンの最も信頼性の高い検出器として幅広く用いられている理由である。

## 2.2 固体飛跡検出器の感度特性

固体飛跡検出器のイオンに対する感度  $S$  は、潜在飛跡に沿った溶出速度であるトラックエッチング速度  $V_t$  とそれ以外の部分に対する溶出速度であるバルクエッチング速度  $V_b$  の比で式(1)のように定義される。

$$S = \frac{V_t}{V_b} \dots\dots\dots (1)$$

一般に、感度  $S$  は、イオンが物質との相互作用によっ

て単位長さあたりに失うエネルギー、即ち、阻止能に正の相関がある。物質中でブラッグピークを迎えていないおよそ MeV もしくはそれ以上のエネルギー領域のイオンでは、高エネルギーイオンほど阻止能が小さいため、形成されるエッチピットは小さくなる。即ち、感度の値が小さくなる。また、原子番号が小さいイオンほど阻止能が小さいため、感度  $S$  は小さくなる。言い換えれば、感度を求めることで、入射核種等の推定が可能になるが、エッチピット形状からトラックエッチング速度とバルクエッチング速度を直接求めることはできない。そこで、式(2)のようにエッチピット幾何形状から求められる値を用いて感度を評価する。

$$S = \frac{1 + \left(\frac{r}{G}\right)^2}{1 - \left(\frac{r}{G}\right)^2} \dots\dots\dots (2)$$

ここで、 $r$  はエッチピット開口部の半径（単にエッチピット半径と呼ぶ）、 $G$  は溶出厚である。溶出厚の測定については、原子間力顕微鏡や核分裂辺のエッチピット半径を用いるなど様々な手法が開発されている<sup>10)14)15)</sup>。

固体飛跡検出器の検出閾値は材料により異なることが知られている。本稿では高分子材料に絞って説明する。現在、固体飛跡検出器として最も感度が高いものは CR-39 の商品名で知られるポリアリルジグリコールカーボネート (poly(allyl diglycol carbonate), PADC) であり、中性子個人線量計など幅広い分野で用いられている。CR-39 は、それ自身で数 MeV 程度のプロトンを計測可能であるが、酸化防止剤の添加や共重合体の開発により、最大で 27 MeV のプロトンが計測可能である<sup>16)~18)</sup>。その次に感度の高いものとして、硝酸セルロース (cellulose nitrate, CN) は数 MeV 以下のアルファ線の計測が可能である。また、その他の高分子材料のおおよその閾値として、ポリカーボネート (polycarbonate, PC) は炭素イオン、ポリエチレンテレフタレート (polyethylene terephthalate, PET) は酸素イオン、ポリイミド (polyimide, PI) はアルミニウムイオンよりそれぞれ重いイオンに対して感度を有する<sup>19)20)</sup>。即ち、異なる材料の検出器を組み合わせることでイオン種の弁別計測が可能となる。

### 3 レーザー加速イオンの核種弁別計測

#### 3.1 グラフェンターゲットによる炭素イオン加速

炭素イオン加速を主目的としたレーザープラズマ粒子加速では、近年、大阪大学の蔵満らのグループを中心としたグラフェンターゲットによるイオン加速が注目を集めている<sup>2)</sup>。薄膜を用いたレーザーイオン加速は、ターゲットが薄いほどイオンが高エネルギーになることが知られている。しかし、薄いターゲットほど脆くなるため、高強度レーザーを集光する際に、プレパルスと呼ばれるピーク強度の前にターゲットに到達するノイズ成分によってターゲットが破壊されてしまうという問題点を含んでいた。このため、極薄膜を用いる場合には、プラズマミラーを用いるなどプレパルスを除去する必要がある。しかし、グラフェンはほぼ透明な光学特性を持っており、レーザーのプレパルスの熱によるターゲットの溶解を防ぐことが可能とされている。また、最も薄く、最も丈夫な物質であり、これまでのどのターゲットよりもプレパルスに対する耐性があると考えられている。一方で、薄膜によるイオン加速は、薄膜を構成する元素のイオン種だけでなく、表面に不純物として付着している水や油分に起因するプロトンや酸素イオンも同時に加速される。グラフェンを用いた場合にも、同様の現象が起こることが想定されるため、加速されるイオンのうち、炭素イオンの割合を求める必要があった。そこで、本研究ではグラフェンから加速される重イオンの弁別を目的として、固体飛跡検出器であるPCとPETを組み合わせた炭素イオンと酸素イオンの弁別計測を実施した。

ここで、固体飛跡検出器以外の計測手法について言及する。前述の磁場と電場によりイオンを分光するトムソンパラボラでは、フルストリップされた炭素イオンと酸素イオンの電荷質量比はいずれも1/2で同じ軌道を描くため分離することができない。即ち固体飛跡検出器を組み合わせた弁別手法は、唯一無二の方法であるといえる。

#### 3.2 PCとPETの校正実験

本研究ではGoodfellow社で購入したPC(CT303050)とPET(ES303010)を検出器として使用した。これらの感度特性を明らかにするため、量子科学技術研究開発機構量子医科学研究所の重粒子線がん治療装置(HI-MAC)の中エネルギービーム照射室にて、数MeV/nの炭素イオンと酸素イオンをPCとPETに照射した。照射後のPCとPETは、それぞれ、60℃と50℃に保持した6mol/Lの水酸化カリウム水溶液にてエッチング処理を施した。エッチピットの解析には、エッチングと光学顕微鏡観察を繰り返し行う多段階エッチング法を適用した<sup>10)</sup>。本校正実験では、PCに対して1, 2, 3, 4, 6時間、PETに対しては11.75, 14, 16, 18, 20, 22, 24時

間エッチング後に光学顕微鏡によるエッチピット半径の計測を行い、エッチピットの成長挙動を明らかにした。PCの結果を図2に、PETの結果を図3に示す。図2及び図3の横軸に示す溶出厚は、PCとPETが水の吸収による膨潤を無視できることからマイクロメータを用いて測定した。

まず、PCの結果に着目すると、36 MeVの炭素イオンを照射した場合を除いて、原点からエッチピットが成長していることがわかる。これは検出器表面からエッチピットが成長したことをあらわしている。一方で、36 MeVの炭素イオンは、およそ1.9  $\mu\text{m}$  溶出された面からエッチピットが発生したことがわかる。即ち、36 MeVの炭素イオンはエッチピットを形成するのに十分な損傷を作ることができず、検出器中で減速され阻止能が大きくなった後にエッチピットを形成している。そこで、本研究では、PC中における減速後の炭素イオン

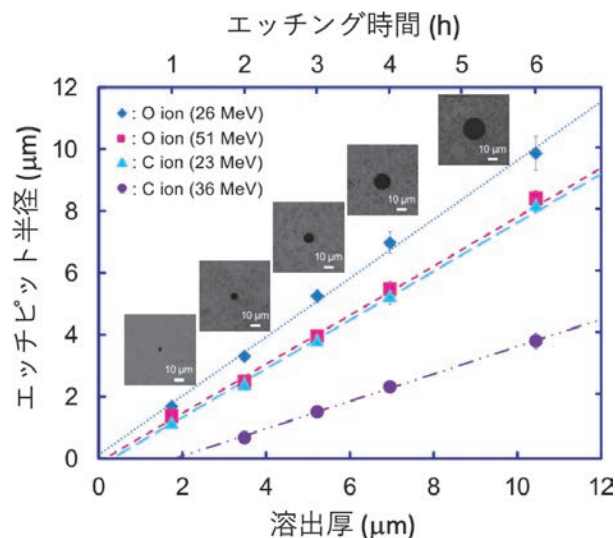


図2 ポリカーボネート上のエッチピット成長挙動

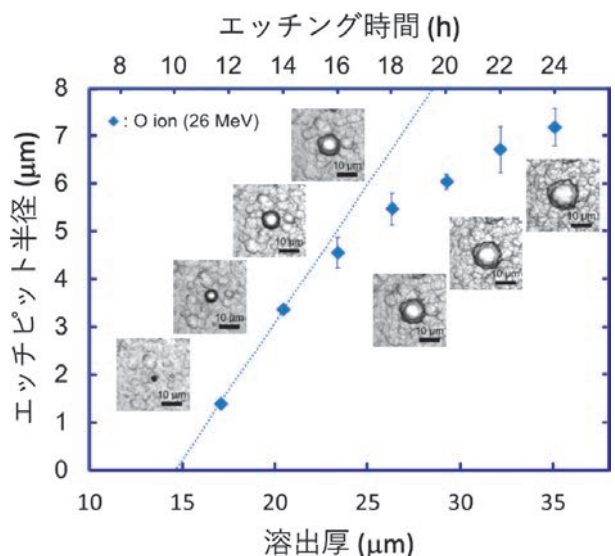


図3 ポリエチレンテレフタレート上のエッチピット成長挙動

のエネルギーを求めるために、SRIM (The Stopping and Range of Ions in Matter) コードを用いた<sup>21)</sup>。SRIM コードは、Ziegler らによって開発された任意の物質中に入射されるイオンについて、エネルギーや阻止能、飛程等を計算可能なプログラムであり、イオン注入の分野などで幅広く用いられている。SRIM コードを用いてエッチピット発生深さでの炭素イオンのエネルギーを求めたところ 35 MeV であった。これにより、35 MeV 以上の炭素イオンは PC で検出できないことがわかった。また、23 MeV の炭素イオンと 51 MeV の酸素イオンの成長挙動がほぼ同じであることがわかる。これは、エッチピット径からイオン種の弁別が困難であることを示している。

次に PET の場合には、図 2 に示す PC の場合と同様のイオンを照射したにもかかわらず、それぞれのイオンの PET 中での飛程を超える深さまでエッチングを進めても、26 MeV の酸素イオンしかエッチピットを形成しなかった。さらに、26 MeV の酸素イオンにおいても 14.6  $\mu\text{m}$  エッチング後の表面からエッチピットが発生しており、SRIM コードを用いてエネルギーに換算すると 6 MeV 以下の酸素イオンしかエッチピットを形成しないことがわかった。

本校正実験の結果をまとめると、PC は炭素イオンより原子番号が大きいイオンに対して感度があり、PET は酸素イオンより原子番号が大きいイオンに対して感度があることがわかった。また、PC のみでは炭素イオンと酸素イオンの弁別をすることはできず、PC に計数されるエッチピット数から PET で計数されたエッチピット数を引くことで、両イオンが存在する場において炭素イオンのみを計数することが可能であることがわかった。

### 3.3 レーザー加速イオンの弁別計測

グラフェンターゲットを用いたイオン加速実験に校正した PC と PET を適用した。レーザープラズマ粒子加速実験は量子科学技術研究開発機構関西光科学研究所の J-KAREN レーザーにて実施した。実験の概観を図 4 に示す。本実験ではパルス幅 40 fs のレーザー光を軸外し放物面鏡で集光し (集光強度  $1 \times 10^{21} \text{ W/cm}^2$ )、レーザー進行方向に対して 45 度傾けたグラフェンターゲットに集光した。加速された炭素イオンと酸素イオンを計測するために、レーザー光が直接入射しないように 12  $\mu\text{m}$  のアルミニウム箔で覆った 3 枚重ねの PC と PET をレーザー進行方向の集光点からおよそ 1.6 m の位置に設置した。12  $\mu\text{m}$  のアルミニウム箔を貫通して PC 及び PET に到達するためには炭素イオンで 14 MeV、酸素イオンで 19 MeV 必要である。

エッチング後の PC と PET の 1 層目表面の光学顕微鏡写真を図 5 に示す。典型的なエッチピットに矢印を

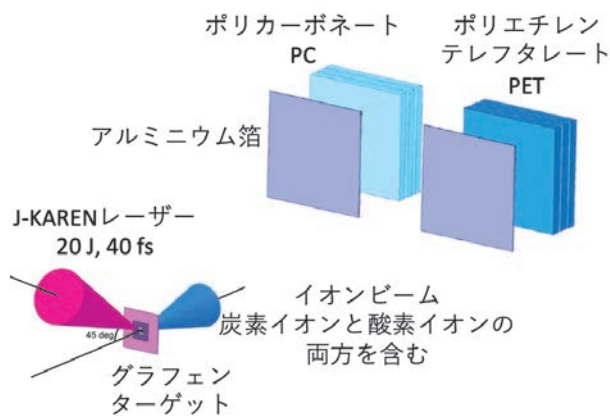


図 4 グラフェンターゲットを用いたレーザープラズマ粒子加速実験の概観

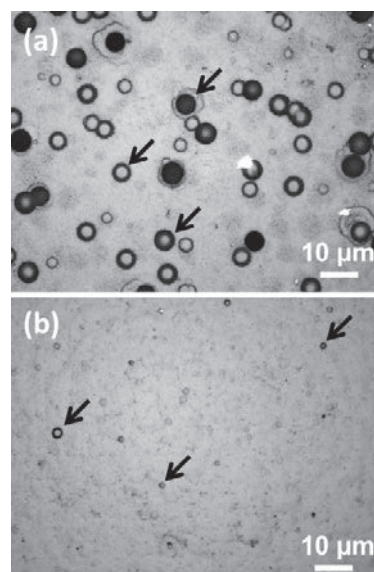


図 5 エッチング後の PC (a) と PET (b) 表面の光学顕微鏡写真

付した。円錐状で黒く観察される通常のエッチピットに加えて、中心部の白いエッチピットが存在する。飛程が短い場合にはエッチピット先端部が丸くなるため、顕微鏡観察時に中心部が白く観察される。図 5 から分かるように、PC と PET のいずれにもエッチピットが形成されており、グラフェンを構成する炭素イオンのみならず、表面に付着している水などに由来する酸素イオンも加速されていることがわかる。これは、イオン加速実験は高真空下で実施しているが、表面の不純物を除去しきれないためである。一方で、2 層目以降の PC と PET にはエッチピットが確認されなかった。即ち、1 枚の PC 及び PET を貫通するエネルギーを持つ炭素及び酸素イオンは存在しなかったことが分かる。1 層目表面に形成されたエッチピット数を計数し、PC と PET の差を求めたところ、グラフェンから加速された 14 MeV を超える重イオンのうち、 $93 \pm 1\%$  が炭素イオンで、7



±1% が酸素イオンであることが判明した。本計測により、レーザー加速イオンに対して初めて炭素イオンの純度を求めることができた。本研究で開発した検出手法を用いることで、より高純度な炭素イオンビーム発生に向けた研究が加速され、その応用に一步近づくものと期待される。

#### 4 ま と め

レーザープラズマ粒子加速と固体飛跡検出器を利用したイオン計測を紹介した。

固体飛跡検出器は古くから用いられている検出器であるが、その特性を活かし、近年盛んに行われているレーザープラズマ粒子加速実験に適用されている。固体飛跡検出器による計測技術を向上させることで、グラフェンを用いたレーザープラズマ粒子加速実験において炭素イオンが優位に加速されていることを明らかにし、高純度の炭素イオンビームを生成できる可能性を見いだした。

#### 文 献

- 1) A. Higginson, R. J. Gray, M. King, R. J. Dance, S. D. R. Williamson, N. M. H. Butler, R. Wilson, R. Capdessus, C. Armstrong, J. S. Green, S. J. Hawkes, P. Martin, W. Q. Wei, S. R. Mirfayzi, X. H. Yuan, S. Kar, M. Borghesi, R. J. Clarke, D. Neely, P. McKenna : *Nat. Commun.*, **9**, 724 (2018).
- 2) Y. Kuramitsu, T. Minami, T. Hihara, K. Sakai, T. Nishimoto, S. Isayama, Y. T. Liao, K. T. Wu, W. Y. Woon, S. H. Chen, Y. L. Liu, S. M. He, C. Y. Su, M. Ota, S. Egashira, A. Morace, Y. Sakawa, Y. Abe, H. Habara, R. Kodama, L. N. K. Döhl, N. Woolsey, M. Koenig, H. S. Kumar, N. Ohnishi, M. Kanasaki, T. Asai, T. Yamauchi, K. Oda, Ko. Kondo, H. Kiriya, Y. Fukuda : *Sci. Rep.*, **12**, 2346 (2022).
- 3) A. Macchi, M. Borghesi, M. Passoni : *Rev. Mod. Phys.*, **85**, 751 (2013).
- 4) H. Daido, M. Nishiuchi, A. S. Pirozhkov : *Rep. Prog. Phys.*, **75**, 056401 (2013).
- 5) R. Matsui, Y. Fukuda, Y. Kishimoto : *Phys. Rev. Lett.*, **122**, 014804 (2019).
- 6) M. Kanasaki, A. Hattori, H. Sakaki, Y. Fukuda, A. Yogo, S. Jinno, M. Nishiuchi, K. Ogura, K. Kondo, K. Oda, T. Yamauchi : *Radiat. Meas.*, **50**, 46 (2013).
- 7) K. Ogura, M. Nishiuchi, A. S. Pirozhkov, T. Tanimoto, A. Sagisaka, T. Zh. Esirkepov, M. Kando, T. Shizuma, T. Hayakawa, H. Kiriya, T. Shimomura, S. Kondo, S. Kanazawa, Y. Nakai, H. Sasao, F. Sasao, Y. Fukuda, H. Sakaki, M. Kanasaki, A. Yogo, S. V. Bulanov, P. R. Bolton, K. Kondo : *Opt. Lett.*, **37**, 2868 (2012).
- 8) H. Sakaki, M. Kanasaki, Y. Fukuda, M. Nishiuchi, T. Hori, A. Yogo, S. Jinno, K. Niita : *Rev. Sci. Instrum.*, **84**, 013301 (2013).
- 9) S. Jinno, M. Kanasaki, M. Uno, R. Matsui, M. Uesaka, Y. Kishimoto, Y. Fukuda : *Plasma Phys. Control. Fusion*, **60**, 044021 (2018).
- 10) M. Kanasaki, T. Yamauchi, K. Oda, Y. Fukuda : *Progress in Ultrafast Intense Laser Science XV. Topics in Applied Physics*, **136**, 133 (2020).
- 11) T. Asai, M. Kanasaki, S. Jinno, N. Kitagawa, N. Shutoh, S. Kodaira, T. Yamauchi, K. Oda, K. Morishima, Y. Fukuda : *High Energy Density Phys.*, **32**, 44 (2019).
- 12) M. A. Rana, I. E. Qureshi : *Nucl. Instrum. Methods. B*, **198**, 129 (2002).
- 13) F. Leonardi, M. Caresana, M. D'Alessandro, R. Mishra, S. Tonnarini, R. Trevisi, M. Veschetti : *Radiat. Meas.*, **44**, 787 (2009).
- 14) N. Yasuda, M. Yamamoto, N. Miyahara, N. Ishigure, T. Kanai, K. Ogura : *Nucl. Instrum. Methods. B*, **142**, 111 (1998).
- 15) S. Kodaira, N. Yasuda, N. Hasebe, T. Doke, S. Ota, K. Ogura : *Nucl. Instrum. Meth. A*, **574**, 163 (2007).
- 16) K. Ogura, T. Hattori, M. Asano, M. Yoshida, H. Omichi, N. Nagaoka, H. Kubota, R. Katakai, H. Hasegawa : *Radiat. Meas.*, **28**, 197 (1997).
- 17) K. Ogura, M. Asano, N. Yasuda, M. Yoshida : *Nucl. Instrum. Methods. B*, **185**, 222 (2001).
- 18) S. Kodaira, K. Morishige, H. Kawashima, H. Kitamura, M. Kurano, N. Hasebe, Y. Koguchi, W. Shinozaki, K. Ogura : *Nucl. Instrum. Methods. B*, **383**, 129 (2016).
- 19) T. Yamauchi, K. Matsukawa, Y. Mori, M. Kanasaki, A. Hattori, Y. Matai, T. Kusumoto, A. Tao, K. Oda, S. Kodaira, T. Konishi, H. Kitamura, N. Yasuda, R. Barillon : *Appl. Phys. Express*, **6**, 046401 (2013).
- 20) T. Hihara, M. Kanasaki, T. Asai, T. Kusumoto, S. Kodaira, H. Kiriya, K. Oda, T. Yamauchi, W. Y. Woon, Y. Kuramitsu, Y. Fukuda : *Sci. Rep.*, **11**, 16283 (2021).
- 21) J. F. Ziegler, M. D. Ziegler, J. P. Biersack : *Nucl. Instrum. Methods. B*, **268**, 1818 (2010).



金崎真聡 (Masato KANASAKI)

神戸大学大学院海事科学研究科 (〒658-0022 兵庫県神戸市東灘区深江南町 5-1-1)。神戸大学大学院海事科学研究科博士課程後期課程修了。博士 (工学)。《現在の研究テーマ》レーザー加速イオン計測の高精度化。《趣味》釣り, お酒。  
E-mail : kanasaki@maritime.kobe-u.ac.jp

## 局所排気装置の適切な取扱い

### 1 はじめに

ドラフトチャンパー（以下、ドラフト）やヒュームフードと呼ばれる装置を使ったことがある方は多いことだろう。これらは法律上だと「局所排気装置」という呼び方になり、特定化学物質障害予防規則<sup>1)</sup>や有機溶剤中毒予防規則<sup>2)</sup>で一定の要件のもとに使用を義務付けられているが、要するに有害物の蒸気や粉末等の室内拡散とヒトへの吸入を防ぐ装置である。法的な義務の有無にかかわらず、特に遅発性の健康影響のある溶媒類を扱う実験室では、日常的にこれらを適切に使っていくことが将来的な健康被害の防止に重要である。

### 2. 局所排気装置の構成<sup>3)</sup>

この装置の主な構成にはフード、ダクト、排風機（モーターとファン）、スクラパー（空気清浄装置）がある。「フード」とは有害な蒸気や粉末を吸い込み気流で補足する部分で、外付け式、ブース式など様々な形状のものがあ、ドラフトだと「前面ガラス扉のある箱状の装置」が「囲い式フード」にあたる。ガラス扉をなるべく下げて使うのは、開いた部分が小さいほど有害物の拡散防止に効果的だからである。なお、フードは掃除機でいけば床にあてるヘッドの部分である。掃除機のホースにあたるのが「ダクト」であり、排気能力を作り出す部分は「排風機」である。排風機は屋外に設置されることも多く、目にしたことのない人も多いが、掃除機本体に該当する心臓部にあたる。掃除機では紙パック等でごみを除去するが、局所排気装置だとスクラパーにて有害物を除去する。実験室には活性炭で吸着する乾式と、水や薬液で洗う湿式のスクラパーがよくみられる。少なくとも自分の扱うドラフトのスクラパーの有無と方式は確認しておきたいところである。

### 3 局所排気装置の点検と定期自主検査

局所排気装置には定期的なメンテナンスが必要である。可動部分の摩耗・劣化を食い止めるには定期的に注油し、排風機がベルト駆動であれば定期交換が必要になる。ダクトが鋼管ならば酸や水で腐食する恐れがあるし、他の材質でも破損や経年劣化は生じ得る。したがって設置時の性能を長期間保持するためには、性能低下を早期に発見して、低下した機能回復を図ることが重要である。法律上も「1年ごとの定期自主検査」<sup>1)2)</sup>と「初使用時、修理後、そして1か月ごとの点検」が定義され

ていて、それぞれを機能回復の機会とすることが義務付けられている。専門家に一括依頼する方式や実験室の管理者が自ら実施する方式など、所属組織によってやり方は様々だが、局所排気装置がメンテナンスフリーな装置でないことは現場作業員としても認識しておきたいものである。

### 4 作業員ができる確認事項

正式な定期自主検査<sup>4)5)</sup>や点検となると、専門的な知識と技能が必要となるが、ここでは特別な技術がなくても実験室でできるドラフト利用時の確認事項について説明する。

#### 4.1 フード内はきれいに

ひと昔前の大学などでは、ドラフト内が廃液置き場や物置のようになっている風景を見かけたが、原則としてフードの作業面には実験に直接関係ない物品を置いてはならない。邪魔な物品による気流の妨げが増えて性能低下につながるからである。実験で用いる物品・容器等は最小限にし、また、影響が少なくなるように全面ガラス扉の位置よりなるべく中央部から奥に置くことが望ましい。なお、やむを得ず物品や装置を多数用いる実験では、装置等に足をつけるか、フード内底板にすのこを設置するなど、障害物の底部に気流の通り道を確保すると性能が改善されることがある。

#### 4.2 吸い込み気流の確認

電源を入れたら、吸い込み気流が発生していることを確認して欲しい。電源ランプが点灯し、ゴォーという音はしているのに、なぜか吸い込み気流が弱い、場合によっては全く感じられないことがある。本来、電源を入れると屋外の排風機が空気を吸い込む（図1参照）はずであるが、ファンとモーターをベルトで接続させるタイプの排風機だと、ゴムベルトが劣化すればファンに動力が十分に伝わらない。それでもモーターの回転音はダクトを介して聞こえるため「動作音はするのだから吸い込んでいるはずだ」などと思いつままないように注意して欲しい。本格的な検査では風速計やスモークテスターを使用するが、図1のようなガラス扉下部に用紙・テープで作成した「吹き流し」を張っておき、たなびき方をみるだけでも日常の管理には役に立つ。

#### 4.3 排気と同じだけの給気の確保

見落としがちだがドラフトから排気する際には、同じ

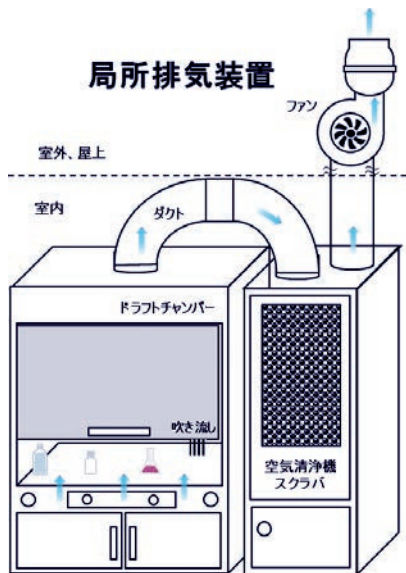


図 1 局所排気装置の概略

量の給気が必要である。特に部屋で複数台のドラフトを稼働させている実験室では扉が開きづらい（または閉めづらい）ことがある。大概、実験室の扉にはガラリ（スリット状の給気口）を利用した自然給気、もしくは機械空調による給気がついているが、排気と給気のバランスが偏った状態（排気が増大、もしくは給気が減少）に陥ると本来の排気能力は発揮できない。特に冬季になると廊下からの冷気を嫌ってガラリにビニールや段ボールで塞ぐ例を見かけるが、ドラフトを使う部屋では性能低下に注意すべきである。

#### 4・4 フィルター清掃と異物混入防止

給気・排気のある装置の宿命として、空気を移動させれば一緒にほこり等を吸い込む。ドラフトの場合はほこりだけでなく薬包紙や紙製のウエス、ポリ袋、他の異物をうっかり吸い込んでしまう場合があり、これらが著しい性能低下の原因となることがある。フード内にフィル



写真 1 フィルター前の異物混入



写真 2 排風機への異物混入

ターのあるドラフトであれば、異物やほこりはそこで止まる（写真 1）のでフィルターの定期清掃で改善するが、フィルターが付いていない場合は排風機内まで異物が混入して（写真 2）より重大な故障の原因となり得る。

これにはフード内の整理整頓に努め、異物を吸い込ませないようにすることが大切だが、異物を吸い込まなくてもフィルターがついていればほこり等が蓄積されるので、定期的な清掃が必要になる。これを機に、自分の使うドラフトのフィルターの有無や、その清掃方法を取説説明書やメーカーで確認しておくことをお勧めする。

#### 5 最後に

ドラフトを使用するにあたって、「いつもと違うところはなにか」「変な音はしていないか」と常に安全意識をもって作業に当たって頂き、安全確保の維持に努めていただけると幸いです。また、危険有害性がわかっていない薬品も数多くあるため、化学実験をする場合は原則、ドラフトの中で作業することで安全が守られるであろう。

#### 文 献

- 1) 有機溶剤中毒予防規則（昭和四十七年労働省令第三十六号）、[https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=347M50002000036\\_20200828\\_502M60000100154](https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=347M50002000036_20200828_502M60000100154).
- 2) 特定化学物質障害予防規則（昭和四十七年労働省令第三十九号）、[https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=347M50002000039\\_20210401\\_502M60000100134](https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=347M50002000039_20210401_502M60000100134)
- 3) 沼野雄志：“新やさしい局排設計教室改訂第 7 版”（2019）、（中央労働災害防止協会）。ISBN No.978-4-8059-1842-5 C3053.
- 4) 局所排気装置の定期自主検査指針—厚生労働省、<https://jsite.mhlw.go.jp/aichi-roudoukyoku/library/aichi-roudoukyoku/jyoho/roudouisei/kyokusyohaikikensa.pdf>.
- 5) 中央労働災害防止協会編：“局所排気装置、プッシュプル型換気装置及び除じん装置の定期自主検査指針の解説 改訂第 6 版”（2017）、（中央労働災害防止協会）。

〔静岡大学 中山政勝〕  
〔茨城大学 金澤浩明〕



## 脂質ナノ粒子を利用する検出やイメージングの展望



宇田 亮子

### 1 はじめに

昨年、コロナワクチン接種券が自宅に届いた。同封されていた成分表を眺めると有効成分は mRNA。添加物としてはホスファチジルコリン、コレステロール、ポリエチレングリコール結合脂質、緩衝液成分…筆者には慣れ親しんだ物質名が列記されていた。ワールドワイドな科学技術と自分の研究との微かな接点を勝手に感じ、筆者は「コロナワクチンはどうなっているかという」と家人に熱弁をふるうも、最後には煙たがられてしまった。mRNA ワクチンの詳細は他を参照頂くとしてごく簡単に述べると、mRNA はイオン化脂質との錯体として脂質ナノ粒子に入っている<sup>1)</sup>。細胞内にエンドサイトーシス経路で取り込まれた脂質ナノ粒子は、イオン化脂質が電荷を獲得してエンドソームからの脱出を促し mRNA を細胞質に放出する<sup>2)</sup>。本稿では、接種券の受け取りを発端として筆者が感じた脂質ナノ粒子の検出やイメージングへの可能性について述べたい。

### 2 脂質ナノ粒子とは

脂質ナノ粒子は、脂質などの界面活性剤で構成される 10~1000 nm サイズの粒子であり、リポソームやエマルションなども脂質ナノ粒子だといえる。しかしここでは狭義を採用し、脂質ナノ粒子とは mRNA ワクチンに使われたような固体脂質ナノ粒子またはナノ構造脂質キャリアを指すこととする。図 1 に典型的な脂質ナノ

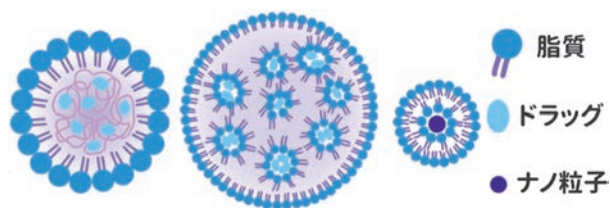


図 1 典型的な脂質ナノ粒子の構造

粒子の構造を示す。脂質ナノ粒子は中央に固体や液晶の脂質コアまたは逆ミセル構造体を有している。そのコア部を覆うのは、リン脂質に加えて脂肪酸や脂肪族アルコール、グリセリド、ワックスといった界面活性剤であり、1 分子膜でなく 2 分子膜となることもある。また、金属ナノ粒子のみがコア部を構成する場合でも脂質ナノ粒子としている報告もある。

### 3 脂質ナノ粒子の特徴

「脂質ナノ粒子」の言葉が現れたのは 1990 年代の初めであり、ナノテクノロジーやナノサイエンスの幕開けと同時期であった。一方でリポソームは 1960 年代発見と歴史が古く、研究者には長くなじみがあり（筆者もそのうちの一人）、多くの研究が積み重ねられてきた。リポソームについては本誌にも多くの解説があるためそちらに譲るとして、ここでは脂質ナノ粒子の特徴をリポソームと比較して述べたい。リポソームは脂質二分子膜からなる閉鎖小胞体であり、内部に水相を持つ構造を有しており、その調製には有機溶媒を用いた複雑な工程が必要である。一方で脂質ナノ粒子の調製には、高圧ホモジナイザー、高速攪拌、超音波処理といった、有機溶媒を使わない大量生産が容易な方法を選ぶことができる。また脂質ナノ粒子はリポソームに比べて安定であり、キャパシティにも優れている。加えて、コア内部では分子運動が抑制され担持物の放出を正確に行うことができる。生体内で分解を受ける際にリポソームでは内水相の担持物がバーストする恐れがあるが、脂質ナノ粒子コア部の崩壊は 0 次反応となるため、担持物の放出を緩やかに継続できる<sup>3)</sup>。

とはいえ、先行のリポソームで培われてきた技術は脂質ナノ粒子にも適用でき、実際に多くの手法が取り入れ

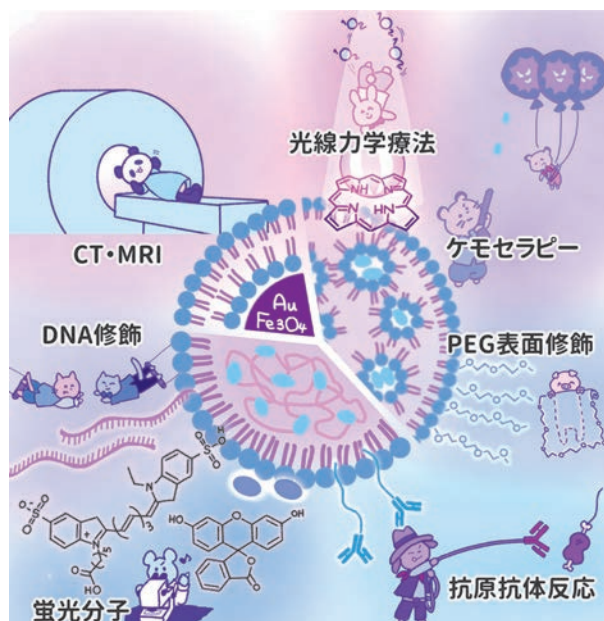


図 2 脂質ナノ粒子の修飾と機能の搭載

られている。そのうちのひとつが脂質膜表面への修飾である(図2)。代表的なものに mRNA ワクチンにも使われたポリエチレングリコール(PEG)がある。PEGで表面修飾されたリポソームは、食細胞による血液からの除去を回避できるうえ、表面の性質を改善し血中滞留性を大きく向上させる。そのため医療目的の脂質ナノ粒子には PEG 修飾が必ずと言ってよいほど行われている。また PEG 修飾に併せて、リガンドやペプチドまたは抗体を脂質膜表面に結合させることも可能であり、特定細胞の認識と標的化を目指した薬物送達システムの研究が盛んに行われている。検出を目的としたアプローチでは、蛍光分子や DNA を表面修飾し、細胞やアポトーシスまたは RNA の検出を狙ったものもある<sup>4)5)</sup>。

#### 4 バイオイメージングとセラノスティクス

核磁気共鳴画像法(MRI)やコンピュータ断層撮影(CT)でのイメージングにおいても、脂質ナノ粒子を用いた解像度向上の試みがなされている。たとえば MRI では、コントラスト増強剤の Gd や Mn を脂質ナノ粒子に担持させることで緩和度が増加した<sup>6)</sup>。また脂質ナノ粒子は金属ナノ粒子の担持にも使われており、Au ナノ粒子を含むことで腫瘍の CT イメージング、酸化鉄などのナノ粒子では MRI イメージングが可能となる。また表面修飾による脂質ナノ粒子のラベル化を行えば、蛍光イメージングに対応させることも難しくない。

担持に優れ表面修飾も多彩であることから、脂質ナノ粒子は多機能を搭載できる。技術的な最適化はもちろん必要だが、いわゆる足し算で設計を立てられるところも脂質ナノ粒子の大きな魅力だと筆者は考えている。このような多機能脂質ナノ粒子はバイモーダルまたはマルチモーダルとされており、代表的なものとして治療と診断を同時に行うセラノスティクスへの展開が挙げられる。例えば脂質ナノ粒子に担持させた酸化鉄ナノ粒子によって MRI イメージングを行い狙いを定め(診断)、同じく担持したポルフィリンにより光線力学療法を施す(治療)というものである<sup>7)</sup>。さらにはこの“足し算”を発展させて、ケモセラピー、光線力学療法、フォトサーマ

ル療法の複数の治療法を一つの脂質ナノ粒子に担わせることも提案されている<sup>8)</sup>。

#### 5 おわりに

この数年、我が国を含めた多くの国で mRNA ワクチンの接種が実施された。この事実は、治療・イメージング用プラットフォームとしての脂質ナノ粒子の地位を格段に向上させたと筆者は感じている。また次世代型医療として、年齢やライフスタイル、生活環境、共存疾患などの患者の情報に基づいた個別化医療が示唆されている。将来、それらの情報に対応したマルチモーダルな脂質ナノ粒子が患者ごとに調製され個別化医療を支える日が(筆者もそのお世話になる日が)来るかもしれない。

#### 文 献

- 1) Y. Eygeris, M. Gupta, J. Kim, G. Sahay : *Acc. Chem. Res.*, **55**, 2 (2022).
- 2) K. A. Hajj, K. A. Whitehead : *Nat. Rev. Mater.*, **2**, 17056 (2017).
- 3) R. H. Muller, K. Mader, S. Gohla : *Eur. J. Pharm. Biopharm.*, **50**, 161 (2000).
- 4) G. A. F. van Tilborg, W. J. M. Mulder, N. Deckers, G. Storm, C. P. M. Reutelingsperger, G. J. Strijkers, K. Nicolay : *Bioconjugate Chem.*, **17**, 741 (2006).
- 5) X. Peng, Z. B. Wen, P. Yang, Y. Q. Chai, W. B. Liang, R. Yuan : *Anal. Chem.*, **91**, 14920 (2019).
- 6) E. Andreozzi, P. Wang, A. Valenzuela, C. Tu, F. Gorin, M. Dhenain, A. Louie : *Bioconjugate Chem.*, **24**, 1455 (2013).
- 7) X. Liang, M. Chen, P. Bhattarai, S. Hameed, Y. Tang, Z. Dai : *ACS Nano*, **15**, 20164 (2021).
- 8) H. Xu, Y. Han, G. Zhao, L. Zhang, Z. Zhao, Z. Wang, L. Zhao, L. i Hua, K. Naveena, J. Lu, R. Yu, H. Liu : *ACS Appl. Mater. Interfaces*, **12**, 52319 (2020).



宇田亮子 (Ryoko Uda)

奈良工業高等専門学校(〒639-1080 奈良県大和郡山市矢田町22)。大阪大学大学院工学研究科物質生命工学専攻博士前期課程修了。博士(工学)。《現在の研究テーマ》分子集合体、機能性材料。《趣味》旅行、子供と家で行う科学実験。  
E-mail : ryoko@chem.nara-k.ac.jp

## ● 水環境に存在する微細プラスチックの分析手法

マイクロプラスチック (MPs) に関する研究分野では missing plastics の議論が度々行われている。これは海洋観測で得られたプラスチックの存在量が推計よりも低く、流出したと推定されるプラスチックごみの多くが行方知れずになっているという問題である<sup>1)</sup>。一般的な調査では 300  $\mu\text{m}$  程度までの MPs が対象とされることが多いが、missing plastics の行方を明らかにするためにはこれよりも微細な MPs を高精度に分析する必要がある。しかし微細 MPs はこれまで行われてきたピンセットによる検体ごとの拾い上げ (ピッキング) が困難であることや、分析過程のコンタミネーションが結果に大きく影響し得るといった課題<sup>2)</sup>から有効な手法の報告例がまだ少ない。本トピックでは水中の微細 MPs (>20  $\mu\text{m}$ ) の分析手法開発を行った最近の事例を紹介する<sup>3)</sup>。

試料には河川水のほか下水流入水、下水処理水を用い、10  $\mu\text{m}$  のプランクトンネットを通過させ、親水性 PTFE メンブランフィルターでろ過した。このフィルターを 30 % 過酸化水素水が入った 200 mL のガラス容器内において 60  $^{\circ}\text{C}$  で攪拌し、試料に含まれる夾雑有機物を除去した。超純水 100 mL、ヨウ化ナトリウム 100 g を加えて 10 分攪拌後に静置 (>6 時間) し、溶液中で密度分離を行った。回収した上澄みを再度ろ過し、顕微-フーリエ変換赤外分光光度計 ( $\mu\text{FTIR}$ ) で測定した。測定は透過法によりフィルター上に設定した 3 箇所の計測点 (中心部、上端部、右端部 各 25  $\text{mm}^2$ ) で行い画像処理によるマッピングで得られた赤外吸収スペクトルをライブラリのデータと照合した。これによりピンセットを用いた手作業によるピッキングを行うことなくフィルター上の微細 MPs を分析可能であった。回収率はろ過済みの水道水に市販のポリエチレン粒子 (32~38  $\mu\text{m}$ ) を添加して評価され、94.0~100 % であった。

18 種のポリマー成分を対象とした結果、河川水中の MPs 個数密度は 335  $\mu\text{m}$  のプランクトンネットを河川に浸漬して調査を行った従来の事例よりも約 200 倍高かった。この要因として 335  $\mu\text{m}$  より小さな MPs が検出されたほか、 $\mu\text{FTIR}$  によるスキニングによってピッキングでは見逃されやすかったフィルム状 MPs や透明 MPs も検出可能であったことが挙げられた。このような手法は微細 MPs を検出できるだけでなく、操作者の違いによって生じる誤差の低減や分析の効率化にも繋がると期待される。

1) A. Isobe, S. Iwasaki : *Sci. Total Environ.*, **852**, 153935 (2022).

- 2) 大塚佳臣, 高田秀重, 二瓶泰雄, 亀田 豊, 西川可穂子 : 水環境学会誌, **44**, 35 (2021).  
3) Y. Kameda, N. Yamada, E. Fujita : *Environ. Pollut.*, **284**, 117516 (2021).

[富山県立大学工学部 三小田憲史]

## ● マイクロセンサーで境界面を測る

大気と海洋の境界には、海洋表層マイクロ層 (Sea surface microlayer, SML) と呼ばれる、厚さ 1 mm 以下の薄い層が存在する。SML には界面活性物質が存在し、下層の水とは化学組成や生物相が異なる。この境界面は気体や粒子の交換の場として重要である。例えば大気海洋間の  $\text{CO}_2$  交換速度は SML の物理・化学・生物的性質に依存する<sup>1)</sup>。しかし、化学・生物分析に十分な量の SML 試料を採取するのは困難で、現行法では下層の水の混入が避けられない。SML の物性や化学的性質を計測する新しい手法として、マイクロセンサーを用いたものがある<sup>2)</sup>。マイクロセンサーは、先端が直径数  $\mu\text{m}$  のガラス電極型のセンサーで、微小領域における物性や物質の分布の計測が可能である。微生物が形成するバイオフィルムを対象に医療や環境工学分野で使用実績があり<sup>3)</sup>、センサーそのものは目新しいものではない。マイクロセンサーに微小移動量を制御可能なアクチュエータを付けることで、擬似的に海洋を再現したタンク内において SML から下層の水までの温度や溶存酸素濃度のプロファイルを得ることが可能となった (図 1)。その結果、SML では表面から下層に向けて溶存酸素濃度の上昇が見られること、その勾配は拡散のみでは説明できず植物プランクトンの代謝活性に依存することがわかった。波のある現場での計測には課題が残るものの、将来  $\text{CO}_2$  をはじめとする温室効果気体を計測可能なマイクロセンサーが開発されれば、大気海洋間の気体交換速度のより詳細な推定が可能となり、気候変動予測の精緻化につながることを期待される。

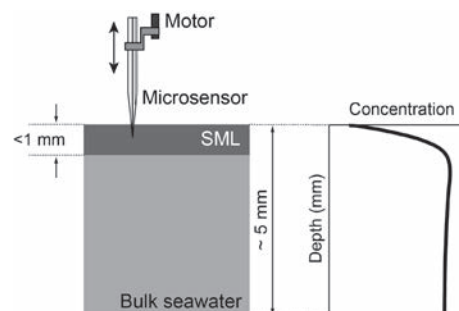


図 1 マイクロセンサーを用いた SML 計測の概要と計測例

- 1) T. Barthelmeß, F. Schütte, A. Engel : *Front. Mar. Sci.*, **8**, 718384 (2021).  
2) J. Rahlff, C. Stolle, H.-A. Giebel, M. Ribas-Ribas, L. R. Damgaard, O. Wurl : *Front. Mar. Sci.*, **6**, 11 (2019).  
3) H. Beyenal, J. Babauta : *Adv. Biochem. Eng. Biotechnol.*, **146**, 235 (2014).

[広島大学大学院統合生命科学研究科 岩本洋子]





## グリコサミノグリカンのポストカラム HPLC とともに

立命館大学薬学部の豊田英尚と申します。今年で還暦を迎えることとなり、分析化学への思いや若手研究者へのメッセージを執筆できるようになっているかと思えばそうでもなく、思うように筆が進みませんでした。幸いにも？ 前号執筆者の四宮一総先生から、“精密な糖鎖分析法を確立しながら糖鎖の生理活性解明に情熱を傾けており、どのような話が聞けるか楽しみである”と言われていましたので、私が分析化学的に付き合ってきた糖鎖の話をしたと思います。

タンパク質に結合する糖鎖は、*N*-結合型糖鎖、ムチン型糖鎖、グリコサミノグリカン (GAG) に大別されます。GAG は多糖であり、ヒアルロン酸以外は複雑に硫酸化されているので、今も昔も化学分析するのが難しい糖鎖だと言えます。GAG 分析法の追究は大学院時代のテーマであり、最初の研究報告の「血漿中コンドロイチン硫酸の不飽和二糖分析」が *Anal. Sci.* に掲載されたのが 1988 年なので、かれこれ 30 年以上の長きにわたって GAG の分析に従事してきたことになり。分析手法として用いている蛍光ポストカラム高速液体クロマトグラフィー (HPLC) は、液体クロマトグラフィー質量分析 (LC-MS) が実用化されていなかった当時としては最良の選択だったと思います。今でも分析法の改善につながる発見が時折あり、四宮先生と同じく私も、“狭く深く”を実践している一人ということになるでしょうか。

世間に名前が浸透している順に GAG を並べると、ヒアルロン酸、コンドロイチン硫酸、ヘパリン、デルマトン硫酸、ヘパラン硫酸 (HS)、ケラタン硫酸 (KS) の順になると思います。前述のようにコンドロイチン硫酸を皮切りに、高感度と実用性を売りにして、GAG の蛍光ポストカラム HPLC をデルマトン硫酸、ヒアルロン酸へと適用範囲を広げながら、血液や尿を中心に適用していきましたが、特に大きな評価を得ることもなく、蛍光ポストカラム HPLC は GAG 分析法の一つにすぎませんでした。転機が訪れたのは、ヘパリンや HS の二糖組成分析に応用範囲が広がった 1999 年でした。そのころは、細胞表面の HS が様々な細胞間シグナル伝達に関与していることが解明されて大きな話題となり、さらに、発生遺伝学の研究成果として相次いで報告された *sgl*, *ttv*, *sgf* 変異体 (ショウジョウバエ) や *sqv* 変異体 (線虫) が HS 関連遺伝子変異体であると予想され、HS

の研究がショウジョウバエや線虫で実施できる時代が来るのではないかと期待された時でした。そこで、件の分析法を引っさげてアメリカの発生遺伝学の研究室に留学し、幸いにもショウジョウバエと線虫にヒトと同じく HS が存在することを化学的に証明することに成功して、その構造を明らかにすることができました。当時の糖鎖生物学/発生生物学研究者が興味を持っていた、“ショウジョウバエや線虫はヒトと同じように複雑な構造をもつ HS を産生しているのか？”という問いに答えを出せたことが大きな成果となり、GAG の蛍光ポストカラム HPLC は日の目を見ることになりました。

新設された立命館大学薬学部に 2008 年に異動して自分の研究室を構えた時、新しく何かを始めようかとも思いましたが、まだ KS の分析法が満足のいくレベルになっていませんでした。ちょうどその時、ヒト iPS 細胞では KS 様の糖鎖が非常に重要な役割を担っているらしいということを知り、KS の分析法に本腰を入れることにしました。KS は長年にわたり角膜や軟骨で研究が行われてきましたが、1986 年に脳にも存在することが報告され、今では神経再生やアルツハイマー病との関連性が注目されている GAG です。どちらかというマイナーな GAG だった KS がヒト iPS 細胞で大活躍しているらしいという情報は、GAG 分析法の締めくくりとして KS の蛍光ポストカラム HPLC を追究する大きなモチベーションになりました。KS の蛍光ポストカラム HPLC を整備してヒト iPS 細胞に応用したところ、ポドカリキシンという、ヒト iPS 細胞の未分化マーカーに KS が結合していることを化学的に証明することができました。本来ポドカリキシンは、腎糸球体のポドサイトで発見された 165 kDa (ヒト) の複合糖質で KS は結合していません。特筆すべきことは、コアタンパク質の分子量が 55 kDa であるにもかかわらず、ヒト iPS 細胞のポドカリキシンは 250 kDa 以上の高分子であるということに頭を悩ませながら、今日もポストカラム HPLC の改良に精を出す日々を送っています。

今回のエッセイは、薬学部分析化学の糖鎖研究つながりということで、近畿大学薬学部の木下充弘先生にお願いしたいと思います。

[立命館大学薬学部 豊田英尚]

## 金 田 隆 氏

(Takashi KANETA  
岡山大学学術研究院自然科学学域 教授)

1963年4月27日北海道札幌市に生まれる。1987年北海道教育大学札幌分校教育学部卒業。1992年北海道大学大学院理学研究科博士後期課程を修了し、「新しい移動制御手法に基づくキャピラリー電気泳動分離に関する研究」により博士(理学)。1992年九州大学工学部助手。1995年同助教授。2007年九州大学大学院工学研究院准教授。2010年岡山大学大学院自然科学研究科教授。1996~1997年アイオワ州立大学文部省在外研究員。Microchemical Journal 編集委員。1992年北海道分析化学奨励賞, 1998年日本分析化学会奨励賞, 並びに2021年FIA 学術賞受賞。趣味はバスケットボールとギター。



## 【業 績】

## レーザーやペーパーデバイスを用いた分離・検出に関する研究

金田隆君は、新規な概念や技術を活用発展させ、化学物質の分離・検出法や微粒子の分離・操作法の開発に関する基礎的な研究を推進してこられた。これまで取り組んだ研究は、レーザー光の照射によって生じる光の圧力(光圧)による微粒子の動きの制御や分離、レーザー励起蛍光やアダマール変換と呼ばれる信号処理法を組み合わせた試料導入によるキャピラリー電気泳動の超高感度化、ならびに新しい機構のペーパー分析デバイスなど多岐にわたっている。以下に同君の成果を4項目に要約し、紹介する。

1. 光圧による微粒子の分離法<sup>1)~11)</sup>

光圧を利用して微粒子を分離する方法「光クロマトグラフィー」を開発した。微粒子を導入した微小な流路内で、流れと逆向きにレーザー光を集光して導入すると、大きさや屈折率の違いによって微粒子を分離・濃縮できることを明らかにした。本手法を体系づけるため、幾何光学モデルに基づき光クロマトグラフィーの分離性能に関する基礎理論を構築した。さらに、イムノアッセイ、微生物や牛精子の微小力測定、赤血球の変形能評価に応用し、光クロマトグラフィーの有用性を示した。また、光圧を利用して、水に分散させた二つの油滴を捕捉し融合させたり、がんマーカーとして注目されている細胞外小胞、エキソソームを捕集したりする方法を開発した。

2. レーザー励起蛍光検出・キャピラリー電気泳動法<sup>12)~30)</sup>

キャピラリー電気泳動(CE)の検出感度を向上させるためにレーザー励起蛍光検出(LIF)を用いて、種々の物質の高感度分析を実現した。CEにより分離された芳香族化合物、DNA、アミノ酸、タンパク質の高感度検出を達成するとともに、アントラサイクリン系抗がん剤の細胞内への取り込み挙動をCE-LIFにより評価する手法を開発した。

3. アダマール変換キャピラリー電気泳動法<sup>31)~43)</sup>

キャピラリー電気泳動における検出感度向上のために、世界で初めてアダマール変換(HT)を利用するCE(HT-CE)を開発した。HT-CEは試料の多重注入により、ノイズを軽減、信号を増強させる方法である。したがって、HT-CEでは通常のCE測定とは異なり、電圧を印加したままで変換コードに従って試料を連続的にキャピラリーに導入するシステムが必要である。そこで、光分解に基づく光ゲート試料注入装置、マイクロチップを用いた多重注入装置、レーザー加工したキャピラリーを用いた多重注入装置を開発し、CEにおける顕著な検出

感度向上を実現した。また、アダマール変換法を高速液体クロマトグラフィー/質量分析法やガスクロマトグラフィー/質量分析法にも適用し、両方法での検出感度向上を実現した。

4. ペーパー分析デバイスの研究<sup>44)~56)</sup>

世界保健機関(WHO)の感染症診断イニシアチブは、設備の不十分な環境での現場即時検査を目的とした計測デバイスの必要性を提唱している。ペーパー分析デバイス(PAD)は、この目的を満たすものとして期待されている。同君は実験室外で容易に化学分析できる種々のPADを開発した。金属イオン分析、滴定、発展途上国のリモート地域での分析、食品分析に適用するとともに、多量試料導入による高感度化、PAD用小型化学発光検出器の開発、ポリマーによる反応試薬の安定化に成功している。

以上、金田隆君のレーザー光やペーパー分析デバイスを用いた研究は、分析化学の発展に貢献するところ顕著なものがある。

(熊本大学大学院先端科学研究部 戸田 敬)

## 文 献

- 1) *Anal. Chem.*, **67**, 1763 ('95).
- 2) *Talanta*, **48**, 551 ('99).
- 3) *Anal. Chem.*, **69**, 2701 ('97).
- 4) *Anal. Chem.*, **69**, 2711 ('97).
- 5) *Anal. Chim. Acta*, **404**, 1 ('00).
- 6) *Anal. Chem.*, **70**, 3513 ('98).
- 7) *Anal. Chem.*, **72**, 2414 ('00).
- 8) *Anal. Chem.*, **73**, 5791 ('01).
- 9) *Anal. Sci.*, **33**, 709 ('17).
- 10) *ACS Omega*, **3**, 2527 ('18).
- 11) *R. Soc. Open Sci.*, **6**, 190293 ('19).
- 12) *Anal. Chim. Acta*, **299**, 371 ('95).
- 13) *Anal. Chem.*, **67**, 829 ('95).
- 14) *J. Chromatogr. A*, **831**, 285 ('99).
- 15) *Anal. Sci.*, **12**, 875 ('96).
- 16) *J. Chromatogr. A*, **805**, 295 ('98).
- 17) *Anal. Sci.*, **14**, 1017 ('98).
- 18) *J. Chromatogr. Sci.*, **46**, 712 ('08).
- 19) *Electrophoresis*, **23**, 550 ('02).
- 20) *J. Chromatogr. A*, **959**, 281 ('02).
- 21) *Electrophoresis*, **23**, 2465 ('02).
- 22) *Anal. Sci.*, **21**, 37 ('05).
- 23) *Electrophoresis*, **30**, 3780 ('09).
- 24) *Electrophoresis*, **32**, 1061 ('11).
- 25) *J. Chromatogr. B*, **759**, 337 ('01).
- 26) *J. Chromatogr. A*, **1066**, 197 ('05).
- 27) *Electrophoresis*, **31**, 1396 ('10).
- 28) *Biomed. Chromatogr.*, **25**, 1168 ('11).
- 29) *J. Chromatogr. A*, **1218**, 3923 ('11).
- 30) *J. Chromatogr. A*, **1629**, 461513 ('20).
- 31) *Anal. Chem.*, **71**, 5444 ('99).
- 32) *Anal. Chem.*, **74**, 2257 ('02).
- 33) *Anal. Sci.*, **19**, 1659 ('03).
- 34) *BUNSEKI KAGAKU*, **52**, 1193 ('03).
- 35) *Anal. Chem.*, **75**, 1765 ('03).
- 36) *Anal. Chem.*, **76**, 4421 ('04).
- 37) *Anal. Chem.*, **80**, 5755 ('08).
- 38) *J. Chromatogr. A*, **1217**, 755 ('10).
- 39) *J. Sep. Sci.*, **33**, 626 ('10).
- 40) *J. Chromatogr. A*, **1217**, 5274 ('10).
- 41) *Anal. Chim. Acta*, **556**, 178 ('06).
- 42) *Electrophoresis*, **28**, 328 ('07).
- 43) *J. Appl. Phys.*, **105**, 102018 ('09).
- 44) *Anal. Sci.*, **32**, 31 ('16).
- 45) *ACS Omega*, **4**, 15249 ('19).
- 46) *Anal. Sci.*, **37**, 585 ('21).
- 47) *Anal. Chem.*, **86**, 12108 ('14).
- 48) *Anal. Chim. Acta*, **924**, 60 ('16).
- 49) *Anal. Sci.*, **34**, 65 ('18).
- 50) *Anal. Sci.*, **38**, 123 ('22).
- 51) *Anal. Methods*, **8**, 5414 ('16).
- 52) *Anal. Methods*, **11**, 179 ('19).
- 53) *Anal. Bioanal. Chem.*, **413**, 3339 ('21).
- 54) *Sci. Rep.*, **9**, 12951 ('19).
- 55) *ACS Sens.*, **7**, 1194 ('22).
- 56) *Microchem. J.*, **179**, 107513 ('22).

## 黒田 直 敬 氏

(Naotaka KURODA  
長崎大学大学院医歯薬学総合研究科 教授)

1958 年長崎県生まれ。1981 年九州大学薬学部卒業。1986 年同大学院博士後期課程修了。りん光分析法の開発に関わる研究で学位(薬学博士)取得。1986 年 11 月～1991 年 3 月福岡県赤十字血液センター勤務。1991 年 4 月長崎大学薬学部助手。1993 年 4 月から 10 か月間文部科学省在外研究員(米国カンザス大学)。1996 年同助教授。1999 年同教授。本学会「分析化学」編集委員、九州支部幹事・常任幹事、支部長及び日本臨床化学会理事を歴任。現在、本学会及び日本薬学会理事。2015 年本学会フローインジェクション分析研究懇談会フローインジェクション分析学術賞、2018 年九州分析化学会賞受賞。趣味は、旅行、アウトドア。



## 【業 績】

## 生体成分及び医薬品を対象とした精密分離・高感度検出法の開発

黒田直敬君は、生体成分及び医薬品を対象とする分析法の開発において、複雑なマトリックスからなる生体試料の分析には、精密な分離法と高感度で選択的な検出法の開発が不可欠との信念のもと、ルミネッセンスを利用する検出法や機能性充てん剤の開発に基づく分離法の確立を中心に優れた成果を挙げてきた。以下に同君の主な成果を 3 項目に要約し、紹介する。

1. 蛍光検出を利用する分析法の開発<sup>1)~11)</sup>

近年、有機合成の便利なツールとして広く用いられるようになったパラジウム触媒クロスカップリングに早くから着目し、従来の蛍光標識試薬とは異なる部位を標的とする蛍光標識試薬及び標識法を確立し、多くの医薬品の分析に適用した。例えば、ボロン酸を有するロフィン誘導体を試薬に用い、Suzuki coupling を利用してアリーールハライド構造を有する医薬品の選択的な標識法及び試薬の開発を試みた。その結果、クロフィブラート、ハロペリドール、クロルフェニラミン等の医薬品の選択的な蛍光標識法を確立するとともに、無蛍光性のフェニルボロン酸を試薬として用いることで、血糖降下薬クロルプロパミドの発蛍光誘導体法を開発した。また、同じパラジウム触媒を用いる Mizoroki-Heck coupling や Sonogashira coupling の分析化学的な応用も成し遂げた。さらに Huisgen reaction に基づく選択的で迅速な蛍光標識法を確立し、多成分縮合反応である Petasis reaction を利用することで、蛍光標識と同時に HPLC 分離での保持時間の調節や試料の簡便な固相抽出を可能にする機能性タグの導入にも成功した。また、ロフィン骨格の構築反応に基づくアルデヒド類の蛍光誘導体法も種々開発した。

2. 化学発光 (CL) 検出を利用する分析法の開発<sup>12)~21)</sup>

CL 検出法は蛍光法を上回る感度を有している。しかし、蛍光法に比べて CL 試薬や反応の数は限られており、これらの充実が求められている。CL 反応のほとんどは酸化反応であり、多くの場合で H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> が反応の引き金となるため、CL 反応には H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> が汎用されている。そこで、有機過酸化物質に紫外線 (UV) を照射すると H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> が発生する現象を利用し、有機過酸化物質やその構造内にペルオキシドを有する抗マラリア薬アルテメシニンの選択的で簡便な CL 定量法を確立した。さらに、UV 照射により活性酸素 (ROS) を発生する化合物を探索した結果、キノンや多環芳香族炭化水素が ROS を発生することを見いだした。この発見に基づいて、キノンや芳香族化合物の極めて選択的な CL 定量法の開発に成功した。また、キノンは、チオー

ル等の還元性物質との共存下で酸化還元サイクルが誘起されて ROS を発生する。このように UV 照射や酸化還元サイクルを利用することで、生体試料中のビタミン K 類、ユビキノン、抗がん剤ドキソルピシンなどのキノンの選択的かつ高感度な定量が可能となった。その他、ルミノールが多くの種類の ROS と反応して CL を示す現象を利用して、ROS の種類別にその消去能を簡便、迅速に測定できる流れ分析法 (SIA) の開発も行った。

3. 機能性充てん剤を利用する分離法の開発<sup>22)~28)</sup>

2000 年代に入り、キャピラリー電気泳動 (CE) に比べてほとんど検討されていなかったキャピラリー電気クロマトグラフィー (CEC) の検討を開始した。CEC の充てん剤としてナフタルイミド修飾シリカゲル (NAIP) の評価から始まり、さらに、低 pH での EOF の低下を抑える目的で NAIP にスルホン酸を導入した mix-mode の SNAIP 充てん剤やその他の充てん剤を開発できた。HPLC 充てん剤の開発に関しては、ユニークな手法として市販充てん剤であるアミノプロピルシリカゲル上でペプチドの固相合成を直接行い、そのまま固定相としてキラル分離能を評価した。この手法は、多様な種類のアミノ酸を用いて任意の長さや配列をもつペプチドで、容易に充てん剤を修飾できる特長を有している。L-Phe、L-Val、L-Pro からなる異なる長さのペプチドを検討し、L-Phe からなるペプチド等ではワルファリンの良好な分離が得られた。

以上、黒田直敬君はこれらの研究に加えて、LC-MS/MS を用いる免疫複合体の網羅解析法の開発<sup>29)30)</sup>を行うなど、分析化学の発展に大きく貢献した。

〔日本大学薬学部 四宮一総〕

## 文 献

- 1) *J. Chromatogr. A*, **1066**, 119 (05).
- 2) *Anal. Bioanal. Chem.*, **386**, 719 (06).
- 3) *J. Chromatogr. A*, **1216**, 6873 (09).
- 4) *J. Chromatogr. A*, **1218**, 3002 (11).
- 5) *J. Chromatogr. A*, **1355**, 206 (14).
- 6) *Anal. Bioanal. Chem.*, **403**, 2675 (12).
- 7) *Talanta*, **180**, 323 (18).
- 8) *J. Chromatogr. A*, **1057**, 83 (04).
- 9) *J. Chromatogr. A*, **1300**, 199 (13).
- 10) *Anal. Biochem.*, **464**, 36 (14).
- 11) *Anal. Chem.*, **90**, 13867 (18).
- 12) *J. Chromatogr. A*, **1133**, 76 (06).
- 13) *Anal. Chim. Acta*, **591**, 148 (07).
- 14) *J. Chromatogr. A*, **1216**, 3977 (09).
- 15) *Talanta*, **78**, 94 (09).
- 16) *Talanta*, **85**, 230 (11).
- 17) *Analyst*, **137**, 4802 (12).
- 18) *Anal. Bioanal. Chem.*, **393**, 1337 (09).
- 19) *Anal. Bioanal. Chem.*, **400**, 381 (11).
- 20) *J. Chromatogr. A*, **1403**, 96 (15).
- 21) *Anal. Sci.*, **22**, 73 (06).
- 22) *Electrophoresis*, **25**, 594 (04).
- 23) *Electrophoresis*, **26**, 812 (05).
- 24) *J. Chromatogr. A*, **1042**, 189 (04).
- 25) *Electrophoresis*, **25**, 3224 (04).
- 26) *J. Chromatogr. A*, **1064**, 255 (05).
- 27) *J. Chromatogr. A*, **1208**, 242 (08).
- 28) *Chromatographia*, **70**, 1501 (09).
- 29) *Clin. Chem.*, **57**, 905 (11).
- 30) *Anal. Biochem.*, **443**, 181 (13).



## 久本 秀明 氏

(Hideaki HISAMOTO)  
(大阪公立大学大学院工学研究科 教授)

1969年1月茨城県勝田市(現ひたちなか市)生まれ。1991年慶應義塾大学理工学部卒業、1993年同大学院修士修了、1996年同博士修了。同年、慶應義塾大学理工学部応用化学科助手。1999年、東京大学大学院工学系研究科応用化学専攻講師、2003年、姫路工業大学大学院理学研究科物質科学専攻(現兵庫県立大学)助教授、2007年、大阪府立大学大学院工学研究科准教授、2010年、同教授、2022年、大阪公立大学教授。Anal.Sci. 誌副編集委員長、化学センサー研究懇談会委員長等を歴任。2004年日本分析化学会奨励賞、2008年化学とマイクロナノシステム研究会奨励賞、2019年慶應義塾大学理工学部矢上賞受賞。趣味はテニス、ラーメン屋探索。

## 【業 績】

## 高機能センシング材料・多機能集積マイクロ分析デバイスの基盤技術開発研究

久本秀明氏はこれまでに、高機能性色素材料・分子認識分子を活用した光検出型化学センサーデバイスの基盤技術開発研究を展開しており、材料の設計・合成からマイクロチップ・キャピラリーアレイをプラットフォームとする多様な多機能集積マイクロ分析デバイスの提案まで、診断・バイオ応用を指向した独自の分析化学研究を多数発表している。以下に同君の主な業績を記す。

1. 高機能センシング材料<sup>1)~17)</sup>

久本秀明氏は高機能化学センサー用色素と脂溶性イオン認識分子を用いるイオン選択性オプトードの研究において、その応答機構を明らかにする理論的研究に加え、超微細化光ファイバーデバイス、アクティブ光導波路デバイス、フロー型デバイス、フィルム型デバイスなど、多様なデバイスへ展開し、現在進めている多様なマイクロ分析デバイス研究の礎を築いた。また、同君はpHのみならず溶媒の極性によっても変色するソルバトクロミック色素の性質に着目し、有機溶媒・水混合溶液中の混合比とみかけのpHの同時測定を行う新規な方法論、色素固定化ハイドロゲル膜に基づく有機溶媒中水分・pH同時測定、可塑剤の極性調整に基づく検出波長可変型イオン選択性オプトードなど、ユニークで独自性の高い方法論を多数提案した。また、抗体等のレセプター分子を固定した酸化グラフェン系材料開発ではナノ粒子ゲルへの包含とキャピラリー型センサーへの適用に基づく蛍光検出型1ステップタンパク検出を実現した。一方、電気泳動時の電圧印加でイオン性試薬を放出する試薬放出ゲルを開発して液体リザーバーを排除した電気泳動マイクロデバイスを作製し、試料導入・電圧印加のみでスウィーピング濃縮を活用した超高感度1ステップマルチ酵素活性アッセイを実現した。また、同君は従来固体粉末であることが常識だった色素分子を液状化した新材料「色素液体」を開発し、極限濃度色素に基づく超薄液膜やナノエマルジョンに基づく高感度・高速なイオン・酵素分析、蛍光色素液体中にドープしたアクセプター蛍光色素への高効率エネルギー移動に基づく高感度分析等、これまでにない多数の分析化学的応用を実現した。

2. 多機能集積マイクロ分析デバイス<sup>18)~31)</sup>

マイクロ流体デバイスを使った研究は2000年代に入ってから世界中で爆発的に研究が展開されたが、久本秀明氏は1999年にその分野に参入し、上記高性能センシング材料を使った多くの先駆的な成果を上げた。イオン選択性オプトードで使われる脂溶性色素とイオン認識分子を有機溶媒に溶解させ、油水2相流形成を活用したイオンセンシング、マイクロ流路内界面重合・酵素固定化膜に基づく複雑なバイオセンシングプロセス集積化の研究は、機能分子の特徴と油水多層流を活用した極めて先駆的な研究である。また同君は、マイクロ流体デバイスが閉

じられた流路であるために流路内特定位置への特定機能分子・機能層の固定が困難であり、多種集積が限定される課題に対し、あらかじめ様々なセンサー機能をデザインした化学修飾角型キャピラリーを、角型キャピラリーの外形に一致するポリマー製流路に埋め込む“キャピラリー-アセンブド・マイクロチップ”の方法論を提案した。この方法論はキャピラリーおよびマイクロ流路の利点を併せ持つデバイスとして評価された。同君はこのプラットフォームに適用できる機能性キャピラリーを多種開発し、流体制御・バイオセンシング・イムノアッセイ、蛍光イオンセンシング、キャピラリー電気泳動用除タンパク前処理、電解質・酵素活性マルチアッセイ、細胞試料中マルチ酵素活性アッセイなど、有用なデバイス開発の例を多数発表している。中でも細胞試料中マルチ酵素活性アッセイでは、従来調べられてこなかった多様な酵素活性の同時検出デバイス開発に成功しており、従来知られていなかった細胞内反応を含むと思われるデータ取得にも成功している。また同君は、固定化中に互いに反応してしまう試薬である酵素と基質や抗原と抗体などのキャピラリー内同時固定を実現するために、凹型と凸型のポリマー流路を組み合わせたキャピラリー構造体作製方法を開発した。これはそれぞれの構造体に別々の機能性分子・機能層を固定した後に合体させて作製する手法であるため、これまで困難であった互いに反応する2種以上の試薬固定ができる。久本氏はこの手法で創薬分析では欠かせない酵素阻害剤アッセイの1ステップ化を初めて実現した。この手法はインフルエンザウイルスの阻害剤アッセイ、抗がん剤アッセイ、さらにはバイオセンシングと電解質センシングの併用によるマルチセンシングにも展開された。

以上のように久本秀明氏は、独自の発想に基づいた新しい高機能センシング材料・多機能集積マイクロ分析デバイス開発の基盤技術・方法論を多数提案しており、国内外で高い評価を受けている。これらの業績は、分析化学の発展に貢献するところ顕著なものがある。

〔東北大学大学院理学研究科 西澤精一〕

## 文 献

- 1) *Trends Anal. Chem.*, **18**, 513 (99).
- 2) *Anal. Chem.*, **71**, 3558 (99).
- 3) *ibid.*, **70**, 1255 (98).
- 4) *ibid.*, **71**, 259 (99).
- 5) *ibid.*, **89**, 6505 (17).
- 6) *ibid.*, **93**, 4143 (21).
- 7) *Analyst*, **141**, 3389 (16).
- 8) *ibid.*, **142**, 472 (17).
- 9) *ibid.*, **144**, 1858 (19).
- 10) *ibid.*, **145**, 5430 (20).
- 11) *ibid.*, **146**, 4121 (21).
- 12) *ibid.*, **147**, 1529 (22).
- 13) *Sens. Actuators B*, **29**, 378 (95).
- 14) *ibid.*, **258**, 1125 (18).
- 15) *Anal. Chim. Acta*, **342**, 31 (97).
- 16) *FlatChem*, **13**, 34 (19).
- 17) *Anal. Sci.*, **36**, 143 (20).
- 18) *Anal. Chem.*, **73**, 1382 (01).
- 19) *ibid.*, **73**, 5551 (01).
- 20) *ibid.*, **75**, 350 (03).
- 21) *ibid.*, **76**, 3222 (04).
- 22) *ibid.*, **77**, 2266 (05).
- 23) *ibid.*, **79**, 908 (07).
- 24) *Anal. Bioanal. Chem.*, **386**, 733 (06).
- 25) *ibid.*, **391**, 2507 (08).
- 26) *Anal. Chim. Acta*, **556**, 164 (06).
- 27) *ibid.*, **589**, 173 (07).
- 28) *Lab Chip*, **12**, 204 (12).
- 29) *ibid.*, **12**, 1522 (12).
- 30) *Analyst*, **138**, 3158 (13).
- 31) *ibid.*, **140**, 1459 (15).

## 故 大 森 保 氏

(Tamotsu OOMORI  
琉球大学理学部海洋自然科学科 名誉教授)

1944 年愛知県豊田市生まれ。1967 年金沢大学理学部地学科卒業、1972 年名古屋大学院理学研究科大気圏無機化学専攻満期退学（理学博士）。1972 年琉球大学理工学部化学科助手、1988 年同理学部化学科講師、1989 年同助教、1998 年同化学系教授、2010 年同定年退職、2010 年同名誉教授、2006～2007 年放射性同位元素取扱施設長、1982～1983 年米国 NY 州立大学化学科文部省在外研究員、1996～2010 年日本分析化学会九州支部幹事、2004～2007 年常任幹事、2004 年第 65 回分析化学討論会実行委員長、2008 年九州分析化学会賞受賞、趣味：読書、健康体操。2022 年 7 月物故。



## 【業 績】

## 固相-液相間における微量元素の分配挙動の解明と亜熱帯環境化学への応用及び学会への貢献

大森保君は、琉球大学の国立移管に伴い 1972 年 5 月より 38 年間に渡って教育研究に尽力した。同君は、炭酸塩-水溶液界面における微量元素の分配挙動の解明、石灰岩地域の天然水と炭酸塩堆積物の分析、サンゴ礁生物の骨格年輪を用いた古環境解析、サンゴ礁の大気-海水間における炭酸系の動態分析、海底熱水鉱床の放射化分析、生物多様性に影響する有害物質の環境分析などの研究を行った。以下に同君の研究業績と貢献について紹介する。

1. 微量元素の分配定数の測定と  $\text{CaCO}_3$  結晶生成の溶液化学

(1) 模擬海水から  $\text{CaCO}_3$  結晶を均質沈殿法により生成し、微量元素 (U, Sr, Ba, Mg 等) の固相-液相間の分配定数を測定した。金属炭酸塩の溶解度積、溶存する金属イオンの化学形態、イオン強度、イオンの活量係数、イオン対形成および水温などが重要な規定因子であった<sup>1)</sup>。特にカルサイトへの Mg の分配定数の温度依存性のデータ<sup>2)</sup>は、古水温を推定する標準的な分配定数値として広く認知された。

(2) 沖縄本島、南・北大東島などに分布するドロマイト ( $\text{CaCO}_3$ - $\text{MgCO}_3$  複塩) の常温常圧下での合成実験を行い、 $\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$  濃度比と  $\text{CO}_3^{2-}$  イオン濃度が重要な規定因子となることを示した<sup>3,4)</sup>。これより海水が極端に蒸発濃縮した濃厚塩水や還元環境にある海底堆積物の間隙水中で硫酸還元バクテリアなどの作用により  $\text{CO}_3^{2-}$  イオンが供給されドロマイトが生成されることの理解が可能となった。

(3) 現在の海水組成でアラゴナイト骨格を形成する稚サンゴを  $\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$  比の小さい海水 ( $\leq 1$ ) 中で培養すると、カルサイト骨格が形成されることを初めて確認した<sup>5)</sup>。これによりカルサイト海と言われる  $\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$  比が小さい白亜紀の海で、カルサイトの殻や骨格を持つ海洋生物が多いことと整合することを示した。

(4) カルサイト質の骨格や骨片をもつ八方サンゴ類 (深海サンゴや軟体サンゴ) の炭酸塩骨格中に含まれる基質タンパク質の分離精製法を初めて確立し、抽出した新規の基質タンパク質の機能解析を行った。炭酸脱水酵素活性や炭酸塩結晶の鉱物種・形態・生成速度・化学組成を制御する機能をもつタンパク質の存在を明らかにした。特にアスパラギン酸を含むタンパク質が効果的にカルサイト形成に寄与することを明らかにした<sup>6)</sup>。

## 2. サンゴ礁海水における炭酸システムの精密測定

海洋における炭酸システムの変質とサンゴ礁生態系への影響について理解に努めた。サンゴ礁における二酸化炭素濃度の吸収量とサンゴ礁生物群集による炭素代謝量を pH-アルカリ度

法によって評価した。海水中の二酸化炭素濃度の日変動を非分散型赤外線ガス分析装置と気液平衡器を組み合わせた分析装置によって評価し、大気海水間の二酸化炭素輸送量 (フラックス) をチャンバー法によって評価した<sup>7)</sup>。また、実験室レベルの高精度分析が可能な屋外設置型の全自動全炭酸-アルカリ度連続分析装置を開発し、瀬底島サンゴ礁の群集代謝量の時系列観測を行った。

## 3. 海底熱水鉱床とサンゴ礁環境における化学分析

(1) サンゴ礁に湧出する竹富海底温泉近傍の柱状堆積物の元素組成を放射化分析により測定した。Hg, Cd, As, Sb, U, Ba などが異常濃集し、鹿児島湾奥“たぎり”や紅海、東太平洋海膨などで発見された“海底熱水現象”と類似の組成を示した。

(2) 沖縄トラフ、東太平洋海膨、大西洋中央海嶺などの潜水調査に参加し、海底熱水鉱床の元素組成と形成年代を系統的に研究し、熱水鉱床の広範囲におよぶ地域的特性を明らかにした<sup>8)</sup>。沖縄トラフ熱水域では海底から液状二酸化炭素が湧出し、海底において二酸化炭素クラスレートが形成することが観測され、これは自然状態における最初の観察例となった<sup>9)</sup>。

(3) サンゴ礁や沿岸生態系に影響する PCBs や有機スズ、残留農薬などの有害化学物質の環境動態の実態調査を行い、上流域での農業や海域における船舶の影響を示唆した<sup>10,11)</sup>。

## 4. 日本分析化学会及び教育と社会への貢献

略歴に記載の通り、九州支部幹事・常任幹事を 14 年間努め、第 65 回分析化学討論会を琉球大学で開催した。また分析化学会 50 周年事業の一環として、日本分析化学会九州支部沖縄部会の設立を主宰し、沖縄部会設立記念事業を開催し、沖縄における分析化学の普及に貢献した。21 世紀 COE「サンゴ礁島嶼系の生物多様性の総合解析」に参画し、大学院若手研究者の育成に貢献した。また、特許申請や企業との共同研究を通して研究成果の社会への還元を行った。これら九州支部等における活動と貢献が評価され九州分析化学会賞を受賞した。

以上、大森保君の炭酸塩化学と亜熱帯環境化学に関連する一連の研究業績と教育、学会および社会への寄与は、分析化学への発展に大きく貢献した。

[埼玉大学大学院理工学研究科 齋藤伸吾]

## 文 献

- 1) *J. Oceanogr. Soc. Jpn.*, **27**, 34 (71).
- 2) *Mar. Chem.*, **20**, 327 (87).
- 3) *Geochem. J.*, **17**, 147 (83).
- 4) *Mar. Chem.*, **25**, 57 (88).
- 5) *PLOS ONE*, **9**, e91021 (14).
- 6) *Ana. Sci.*, **25**, 153 (09).
- 7) *La Mer*, **40**, 99 (02).
- 8) *分析化学*, **53**, 1009 (04).
- 9) *Science*, **248**, 1093 (90).
- 10) *Mar. Pollut. Bull.*, **58**, 1922 (09).
- 11) *Int. J. Anal. Chem.*, **87**, 847 (07).



## 藏 源 一 郎 氏

(Genichiro KURA  
福岡教育大学 名誉教授)

1945 年福岡県門司市に生まれる。1968 年九州大学理学部化学科卒業、1974 年同大学院理学研究科化学専攻博士課程修了（理学博士）。1974 年日本学術振興会奨励研究員（九州大学理学部）、1975 年九州大学理学部化学科助手、1977 年福岡教育大学講師、1978 年同助教授、1989 年同教授、2003～2004 年同副学長、2004～2006 年同理事、2009 年同定年退職、2009 年同名誉教授。2000 年日本無機リン化学会学術賞受賞。この間日本分析化学会九州支部幹事、同常任幹事を務める。趣味：テニス、スポーツのテレビ観戦。



## 【業 績】

## 環状、直鎖状縮合リン酸塩オリゴマーの分析化学研究とそれらの溶液中反応に関する研究と学会への貢献

藏 源一郎君は、環状、直鎖状縮合リン酸塩オリゴマーの相互分離法の開発と分離機構の解明、それらと種々陽イオンとの相互作用や加水分解反応に関する研究に従事し、多くの新しい知見を得た。以下に同君の研究業績、日本分析化学会並びに分析化学教育への貢献について紹介する。

## 1. 環状、直鎖状縮合リン酸塩オリゴマーの分離

分子ふるい機能と陰イオン交換機能を併せ持つ陰イオン交換セファデックスを用いたカラムクロマトグラフィーを開発し、環状の 3 量体から 8 量体までの縮合リン酸塩イオン ( $P_3O_{10}^{3-}$ ) の相互分離に成功した。単体での合成が不可能である 5 量体と 7 量体の単離にも成功した<sup>1)</sup>。更に、縮合リン酸塩イオンの HPLC 溶離挙動の温度依存性を検討し、分離シミュレーションを行った。カラム温度を最適化 (70 °C) することで、3 量体から 8 量体までの相互分離を可能にした<sup>2)</sup>。また、環状、直鎖状リン酸塩オリゴマーのイオン交換分配係数が、溶離剤陰イオンの対イオンに大きく影響されることを見いだした。たとえば溶離剤として 0.5 M  $(CH_3)_4NCl$  を用いた時、シクロ-ハリン酸塩イオン ( $P_8O_{24}^{8-}$ ) の分配係数は、同モル濃度の KCl を用いた時の約 3600 倍になった。これは、オリゴマーが交換体相に入る時、溶液相で生成しているイオン対の解離および陰イオンの脱溶媒和等の影響が大きいと結論した<sup>3,4)</sup>。

## 2. 水溶液中における環状リン酸塩オリゴマーと種々の陽イオンとの相互作用

3, 4, 6, 8 量体の環状リン酸塩イオンが  $Na^+$  イオンとの高いイオン対生成度を有することを、電気伝導度の測定から明らかにした。 $(CH_3)_4N^+$  塩では、6 量体および 8 量体の環状リン酸塩イオンがそれぞれ -6 価、-8 価の電荷をもつことを示した<sup>5)</sup>。アルカリ金属イオン選択性電極を用いてこれら環状オリゴマーとアルカリ金属イオンとのイオン対生成定数を求めた結果、6 量体および 8 量体では、共存陽イオン濃度が高い時には、それらのほとんどがイオン対として存在することを明らかにした。また、環状オリゴマーの  $H^+$  イオン会合体の生成定数の対数値はオリゴマーの負電荷に対してほぼ直線的に変化し、それらの相互作用は主に静電的相互作用に基づくことを推定した<sup>6)</sup>。3, 4, 6, 8 量体の環状オリゴマーと  $Cu^{2+}$  イオンとの錯体生成反応については、 $Cu^{2+}$  イオン選択性電極を用いた電位差法、イオン交換法、 $Cu^{2+}$  イオンの紫外吸収変化を追跡する分光光度法の 3 方法で詳細に検討した。その結果、電位差法とイオン交換法では安定度定数に良い一致が見られた。分光光度

法ではいずれの環状オリゴマーについても低い値が得られ、この原因について詳細に考察した<sup>7)</sup>。

## 3. 縮合リン酸塩オリゴマーの加水分解反応

独自に開発した HPLC 分析系を用いて、環状、直鎖状縮合リン酸塩オリゴマーの加水分解反応について詳細に検討した。直鎖状オリゴマーは重合度が増すにつれて分解されやすくなるが、環状オリゴマーではその逆になった。いずれも酸性溶液中で分解速度は上昇した。これは、 $PO_3^-$  基に  $H^+$  イオンが結合することで、 $H_2O$  分子の P 原子への求核攻撃が容易になるためと推察した。アルカリ性溶液中ではいずれのオリゴマーとも分解速度は小さく、 $OH^-$  の対イオンがその速度に大きく影響することを見いだした。たとえば、シクロ-ハリン酸塩の場合、0.5 M LiOH 中の速度定数 (50 °C) は 0.5 M  $(CH_3)_4NOH$  中の約 1000 倍となった<sup>8)</sup>。直鎖状リン酸塩オリゴマーは、酸性溶液中では末端からの開裂が顕著であった。直鎖状ハリン酸塩が、弱酸性で  $Cu^{2+}$  イオン共存のもと、シクロ-三、シクロ-四、シクロ-六リン酸塩の生成を伴う開裂反応をすることを初めて明らかにした。アルカリ性溶液中ではそのような開裂は観測されなかった。また、直鎖状二リン酸塩を等モル程度の  $Al^{3+}$  イオン共存下で加水分解したところ、直鎖状三リン酸塩が生成することがわかった<sup>9)</sup>。同様の条件で直鎖状三リン酸塩を加水分解し、直鎖状四リン酸塩が生成することを見いだした<sup>10)</sup>。ADP を同様の条件下で分解したところ、ATP を生じることも確認した。 $Al^{3+}$  イオンの配位溶媒分子の交換速度は極めて遅く、このことがこれらの特異な反応に関与していると結論した。

## 4. 日本分析化学会及び分析化学教育への貢献

日本分析化学会九州支部常任幹事および幹事を歴任するとともに、日本化学会九州支部化学教育協議会議長、立ち上げにも参画した福岡県理科・化学教育懇談会の会長を務める等、日本分析化学会および化学・分析化学教育の進展にも貢献した。

以上、藏 源一郎君は大学教員として 34 年間にわたる教育と研究に携わり、縮合リン酸塩オリゴマーの分析化学研究に顕著な業績を挙げ、本学会と分析化学教育に大きく貢献した。

(徳島大学大学院医歯薬学研究所薬学域 田中秀治)

## 文 献

- 1) *J. Chromatogr.*, **56**, 111 (71).
- 2) *J. Chromatogr.*, **628**, 241 (93).
- 3) *J. Chromatogr.*, **644**, 198 (93).
- 4) *React. Funct. Polym.*, **38**, 197 (98).
- 5) *J. Inorg. Nucl. Chem.*, **34**, 3899 (72).
- 6) *J. Inorg. Nucl. Chem.*, **38**, 1151 (76).
- 7) *J. Inorg. Nucl. Chem.*, **34**, 3899 (72).
- 8) *Polyhedron*, **9**, 2177 (90).
- 9) *Chem. Lett.*, **1995**, 819.
- 10) *Polyhedron*, **17**, 1907 (98).



## 喜 多 純 一 氏

(Junichi KITA  
(株式会社島津製作所 シニアエキスパート))

1957年5月京都市に生まれる。1981年京都大学工学部化学工学科卒業後(株)島津製作所入社。中央研究所に配属後、主任研究員、分析計測事業部との兼務を経て分析計測事業部課長。2020年より現職。2002年から2011年にかけて大阪電気通信大学大学院客員教授を兼務。2014年九州大学大学院システム情報科学研究科にて博士(工学)を取得。2009年よりにおい協会環境協会学会委員、2019年より同協会学会誌副編集長、2021年より理事を兼務。2007年におい協会環境協会技術賞、2011年電気学会進歩賞、2014年におい協会環境協会技術賞および学術賞受賞。趣味はゴルフ。



## 【業 績】

## におい識別装置の開発および実用化への導入

喜多純一氏は、島津製作所に入社以来センサ関連の開発に従事してきた。初期においては、フーリエ変換赤外分光測定用の焦電型赤外線検出器および焦電素子の開発や、高温電導体高感度磁気センサの研究を行った。その後1994年からにおい識別装置用のセンサ素子の開発に取り組み、1999年におい識別装置「FF-1」を開発した。つづけて2003年には「FF-2A」、2010年には「FF-2020Sシステム」の開発などと装置の改良を重ね、2012年に希釈混合装置「FDL-1」を用いることで検知閾値測定を実現するなど、におい識別装置の開発と実用化に関する優れた業績を残した。以下に同君の主な業績について説明する。

## 1. におい識別装置の存在意義の追究

におい識別装置 (Electronic Nose, EN) は、1982年にその原理が提案されて以来、ポータブル型も含め多数開発されてきたが、ほとんどが実用化に至っていない。同君はその一つ要因として、従来の EN 開発が「ヒトの官能評価は頼りなく、においの可視化が必要」という観点で進められてきたことにあると考えた。例えば、前者においては、ヒトの官能評価のうち分析型官能評価である3点比較法などは再現性が高く、官能評価はむしろ EN 開発におけるゴールドスタンダードとすべきくらいである。また、後者においても、におい嗅ぎガスクロマトグラフ質量分析計 (GCMS) を用いることで、一定のレベルまではにおいの可視化は実現されている。それに対して、未だ達成できていないのは、靴下の蒸れたにおいに相当するイソ吉草酸とバニラ臭であるバニリンを混合するとチョコレート臭になることや、レモンとライム、シナモンの香りを合わせるとコーラの香りになるというように、複合臭が個々の成分のにおいの加算にならないケースである。これは成分間の相互作用に起因しているため、成分を分離せずに評価する方式が重要なことを示唆している。同君は、これらの調査研究から、「複合臭の可視化」こそが EN の存在意義であり、それをもとに EN 開発を進める必要があると結論を得た。

## 2. EN における基準臭の設定と絶対値表現解析の実現

EN においては嗅覚感度の尺度で定量的な出力を得る必要があるが、においの「強度」については悪臭防止法で規定されている臭気指数が利用できるものの、においの「質」については、色の3原色に相当する原臭が存在しないために客観尺度が定義されない問題があった。同君はいくつかの基準臭を測定ごとに設定することにより、これら基準臭との類似度 (%) もしくは基準臭の寄与程度 (臭気指数単位) で表す絶対値表現解析という独自の解析手法を開発した<sup>1)~5)</sup>。しかも、既定の9

種類の基準ガスのみならず、ユーザー独自に基準ガスを設定可能な仕様を設けるなど、分析目的あった使い方を提唱している<sup>2)</sup>。

## 3. 多変量解析が適用しにくいサンプルのにおい識別

EN 開発においても、多変量解析や人工知能 (AI) を取り入れ、複数のセンサ出力とヒトの官能評価の値とを対応させる試みがなされているが、これは瞬時に再現性の高いデータが多数得られる場合のみに限られる。特に EN で汎用される化学・生化学センサは、物理センサと比べると再現性と感度の観点から、多数の信頼性のある教師データを取得するのに困難を極める。上述した絶対表現解析法では、複数のセンサの出力値を基準臭ベクトルの空間と置き換えるため、教師データを用意する必要がない。さらに、センサと嗅覚の感度の違いに対応するために、基準臭ごとに検量線 (ベクトル長と臭気指数の関係) を求める方法や<sup>2)6)~8)</sup>、希釈混合装置を用いて二つのにおい間の類似度をより正確に求める方法なども実用化している<sup>1)9)</sup>。

## 4. バックグラウンド低減のための前処理法の開発

におい識別においては、対象外のにおいや VOC (揮発性有機化合物) がセンサ出力を妨害するいわゆるバックグラウンドの影響が大きな問題となる。特に、におい強度はその成分濃度の対数に比例するため (ウエーバーヘヒナーの法則)、においを検知できる最小の濃度 (検知閾値濃度) はにおい成分により6桁以上異なることが知られている。同君は、センサ前段の捕集管の捕集温度と加熱追い出し温度を変更して高揮発成分を除去するトップモードや、低沸点成分を除去するラストモードを用いる方法を開発した<sup>10)</sup>。さらにクロマトグラム中の不要部分を除去する自動オMISSIONシステムを開発し<sup>11)</sup>、エタノール溶媒中の精油の微小なにおい質の変化の検出に成功している。

以上のように、喜多純一氏は、においの本質及びにおい識別装置に求められる特性を正しく見極め、においの表現解析手法から、付帯技術開発に至るまで、幅広くにおい識別装置の開発と実用化に大いに貢献している。

〔物質・材料研究機構 中西 淳〕

## 文 献

- 1) *Sensor and Materials*, **26**, 149 (14).
- 2) 島津評論, **64**, 63 (07).
- 3) *Aroma Research*, **14**, 36 (13).
- 4) ジャパンフードサイエンス, **9**, 53 (11).
- 5) 日本包装学会誌, **19**, 443 (10).
- 6) 技術情報協会次世代自動車の夢を実現するセンサ開発と制御技術, **11**, 163 (12).
- 7) 食品の臭気対策第2集, **4**, 103 (11).
- 8) 食品と開発, **45**, 14 (10).
- 9) 情報機構 実務における官能評価の留意点, **2**, 137 (13).
- 10) 島津アプリケーションニュース NO.F017 (02).
- 11) SENS・AIT 2019/07/02,09,16,30 (19).

## 中 川 公 一 氏

(Kouichi NAKAGAWA)  
(神奈川大学 研究員)

1956年1月秋田県秋田市に生まれる。1982年秋田大学大学院の途中からアメリカのウエストバージニア大学大学院のマスターコース(化学)に入学、電子スピン共鳴(ESR)を主とする研究に従事。1985年にマスターを修了後、マサチューセッツ州ボストンのボストン大学大学院PhDコースに入学し、1989年に修了。約3年間博士研究員でESR研究の研鑽を積み、1992年福島県立医科大学附属放射性同位元素研究施設の助手。2010年12月に国立大学法人弘前大学大学院保健学研究科教授、2022年4月から現職。趣味:アメリカに渡って始めたジョギングとウォーキング。



## 【業 績】

## X-バンド ESR イメージング法によるバイオメディカル試料の測定技術開発

中川公一君の主な研究手法である電子スピン共鳴(ESR)法の研究は、アメリカの大学院から始めた。その当時は、パルスESR法や極低温(4K)での金属酵素の活性サイトの解析を行った。それから、バイオメディカル試料の計測にシフトした後、ESRイメージング装置の改良と非侵襲計測用の検出器の開発を行った。

水分を含むバイオメディカル試料は、マイクロ波の吸収(誘電損失)を発生する。このためキャピラリー法でスピンプローブ剤を用いた二分子膜のダイナミクスの定量解析を行った。さらに、ESRは検出器に挿入可能な試料サイズの制限を受けるなどの問題を解決する方法として、検出器に挿入しない検出器の開発やより感度の高いX-バンド(9GHz)ESRイメージング装置の開発にも尽力し、皮膚角層構造の解析や内因性のラジカルの研究に従事した。以下に、同君の主な業績について説明する。

## 1. スピンプローブ剤による脂質二分子膜のダイナミクスやバイオメディカル試料の計測と解析

水溶液のESR測定には、石英<sup>6</sup>扁平セルが用いられていたが、試料測定やセルの洗浄に困難さがある扁平セルに代わるキャピラリー(毛細管)法<sup>1)</sup>を提案し、液体試料の測定を簡便かつ迅速にした。この例として、「ラットの肝臓によるラジカル消去過程や消去能<sup>2)</sup>を明らかにした。また、血清などに低反応性のアスコルビン酸のラジカルが内在することを見だし、「ヒト脳脊髄液中や血清中に内在するアスコルビン酸のラジカル<sup>3)</sup>を定量し、はじめて血液疾患とアスコルビン酸のラジカル濃度変化との関連性を解析した。

次に、医薬品や化粧品分野で使用される脂質二重膜(例えばジミリスチルホスファチジルコリン)の物性・ダイナミクス・シミュレーション解析で成果を上げた。膜の頭部から末端に至る各部位の鎖の配向性や動的挙動を定量解析し、膜内の分子の配向状態・膜鎖の運動や流動性などを明らかにした<sup>4)~8)</sup>。

## 2. ESR イメージングによる皮膚疾患計測と画像解析

メラノーマ(悪性黒色腫、皮膚ガン)をはじめとする皮膚疾患にESRイメージング法を応用した。メラニン、ユーメラニンとフェオメラニンから成る。これらが、それぞれの安定なラジカルとして検出されるが、フェオメラニンのラジカルの寄与については不明であった。

得られた超微細結合定数から、悪性黒色腫にはユーメラニンとフェオメラニンのラジカルがあると同定できた<sup>9)</sup>。一方、母斑はユーメラニンのラジカルのみ観測されることから、悪性黒色腫との識別が可能であると分かった。また、得られた信号から悪性黒色腫の病期とラジカル強度は相関を示すことが分かった<sup>10)11)</sup>。ここで、病期は臨床検査による細胞レベルのデータを用いた。メラニンラジカルの定量や悪性黒色腫と母斑を対照とした悪性黒色腫のラジカル分布画像を示すことができた<sup>12)~14)</sup>。

## 3. 非侵襲 ESR 計測に向けた皮膚検出器の開発

通常のESRの検出法は、口径約6mmの挿入口に試料を挿入する方式である。この方式では試料サイズが検出器の挿入口サイズに依存し、且つ、生体試料を挿入することでマイクロ波のロスが増し、検出信号の減少が起こる。そこで、検出器に試料を挿入するのではなく、試料を載せるタイプの皮膚検出器を考案した。メラニンなどの皮膚に内在するラジカルをプローブとする非侵襲計測を検討した。試料や検出器サイズに依存しない新測定方式とし特許を取得した<sup>15)</sup>。この載せるタイプの皮膚検出器は、ヒトの指や爪の無侵襲計測を可能にした。

さらに、新たな誘電体を用いることでマイクロ波を試料部分に集め、高い充填率となるようデザインした。検出感度は、市販の挿入タイプの検出器よりやや劣る程度になった<sup>16)</sup>。その結果、プローブ試薬によらず皮膚に内在するメラニン色素由来のラジカルを非侵襲に測定し解析することが可能となった。

以上、中川公一君は不対電子を持つ分子や化合物の反応特性に関する独自の概念に基づきESRを駆使したバイオメディカル試料のラジカル定量とシミュレーション解析を行い、世界的にも数少ないX-バンドESRイメージング法を開発するなど、生体物質をはじめとする分析化学領域で顕著な成果をあげた。さらに、皮膚疾患への新たな画像解析を行うなどバイオメディカルに関するフリーラジカルの測定技術と解析の発展にも大きく貢献した。

〔京都大学大学院農学研究科 白井 理〕

## 文 献

- 1) 特開平6-317548(94).
- 2) *Free Radical Res.*, **21**, 169(94).
- 3) *Analytical Biochem.*, **254**, 31(97).
- 4) *Langmuir*, **19**, 5078(03).
- 5) *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **77**, 269(04).
- 6) *ibid.*, **77**, 1323(04).
- 7) *Lipids*, **40**, 745(05).
- 8) *ibid.*, **42**, 457(07).
- 9) *J. Dermatol. Sci.*, **81**, 71(16).
- 10) *Anal. Sci.*, **33**, 1357(17).
- 11) 特願2017-136585(17).
- 12) *Anal. Sci.*, **34**, 837(18).
- 13) *ibid.*, **35**, 1027(19).
- 14) *ibid.*, **36**, 865(20).
- 15) 特許5481651号(14).
- 16) *Spectrochim. Acta Part A*, **150**, 461(15).



## 有馬 彰 秀 氏

(Akihide ARIMA)  
(名古屋大学 特任講師)

1987年6月鹿児島県鹿児島市に生まれる。2011年大阪大学理学部化学科卒業、2013年同大学院理学研究科化学専攻博士前期課程修了、2016年同博士後期課程修了。在学中は、渡會仁教授、塚原聡教授、谷口正輝教授の指導を受け、2016年に「Study on electrical analysis of single-particles and -molecules using extended-nanospace in aqueous conditions」で博士(理学)の学位を得る。2015年日本学術振興会特別研究員(DC2)、2016年大阪大学産業科学研究所特任助教、2019年名古屋大学大学院工学研究科特任助教を経て、2021年より同大学未来社会創造機構特任講師。現在はマイクロポアデバイスを用いた1細胞解析、および機能性高分子を導入した単一微粒子分析に資するナノスケールデバイスの開発に取り組んでいる。趣味は美術鑑賞。



## 【業 績】

## ナノ・マイクロポアデバイスを用いた単一生体微粒子分析法の開発

有馬彰秀氏は、微細加工技術を駆使して細孔(ポア)を有する種々のデバイスを作製し、イオン電流計測に基づく単一生体微粒子分析に関する基礎から応用まで一貫した研究を展開してきた。以下に、同君の主要な研究業績を記す。

## 1. ナノポアを用いた単一微粒子検出

ナノポアを用いたセンシングは、単一粒子レベルの感度を有することから、広範な分子・微粒子のキャラクタリゼーションに利用されている。その検出では、ナノポアを電解質溶液で満たし、DC電圧を印加することで生じるイオン電流を計測する。電極間のイオンの移動において、この極小の流路であるナノポアは大きな抵抗となるため、ポアに電圧が集中し、イオン電流は細孔内部のイオン輸送状態を鋭敏に反映する。荷電微粒子がこのポア近傍に集中した電場を受け、電気泳動によってポアを通過すると、ポア内部のイオンは微粒子によって排除されるため、イオン電流の瞬間的な変化として検出できる。

同君は、半導体材料に対して微細加工技術を駆使することで、高空間分解能が期待される直径に対する厚さの比を小さく(薄く)設計した低アスペクト比の固体ナノポアを作製し、基礎研究として、同一粒径粒子の表面電荷による識別など、その能力評価を進めてきた<sup>1)</sup>。さらに、検体よりも小さく直径を設計したポアを用いることで、液中でブラウン運動する微粒子をポアという局所空間に電気的に固定し、捕捉時のイオン電流に捕捉微粒子の体積や表面電荷の情報が含有されていることを見いだした<sup>2)</sup>。加えて、蛍光観察と微小電流計測を同時に行うためのデバイスを新規に設計し、微粒子の挙動をイオン電流シグナルへ帰属した<sup>3)</sup>。

## 2. ナノポアセンシングと機械学習の融合による生体微粒子識別

また応用研究として、機械学習との融合に基づく生体微粒子の高精度識別にも取り組んだ。ナノポアセンシングはウイルスや細菌のような感染性微粒子に対し、疫学的・分子生物学的な性質ではなく物理性状の違いから識別することが可能である。また、1粒子レベルという高い感度を有することから、増殖がまだ進行していない感染初期でも検出できるポテンシャルを有している。従来の分析では、イオン電流の抑制強度(波高)および検体通過時間(波幅)の二つのパラメータが利用されてきたが、低アスペクト比ナノポアを用いることで得られる、粒子の大きさや形状、表面電荷といった多様な性状の影響が複雑に反映された膨大なイオン電流の時系列データをさらに活用するため、機械学習を利用した。この学習では、従来の波高や波幅に加え、尖度・慣性などの特徴量を複数採用した。これらをイオン電流の時系列データとランダムに組み合わせて特徴量ベクトルを生成し、教師データとして用いた。その結果、代表的な呼吸器感染症の起因ウイルス5種について、1粒子の検出で70%を超える精度での識別が実証された。ヒト唾液にウイル

ス粒子を分散させた場合においても検出およびその識別に成功しており、臨床現場における単一粒子レベルでの多項目ウイルスセンシングの展望を拓いた<sup>4)~6)</sup>。

## 3. 機能性ナノポアの創出

さらに、機能性分子を修飾した新型ナノポアの創出も進めている。代表的なものがナノポアへの検体認識能の付与である。ナノポア内部に検体粒子を認識する分子を修飾することで、検体粒子-認識分子間の相互作用によって通過時間を延長することができる。このシグナル特徴量の強調を機械学習と組み合わせることで、形状や体積の非常に類似した検体の識別に効果的に働くことが期待された。そこで、ペプチドアレイを用いた結合試験によって、インフルエンザウイルスに適度に親和的なペプチドを探索し、ナノポアに修飾することで分子認識ナノポアを創出した<sup>7)</sup>。非修飾のものと比較して、分子認識ナノポアを用いた際のイオン電流シグナルは通過時間の延長が確認されたとともに、修飾したペプチドの親和性と延長の度合いに対応が見られた。機械学習を用いた際の重型との識別精度も向上し、加えて識別に有用なシグナルの形状特徴量は、ポア内部のウイルス粒子の挙動をより反映していると考えられ、識別の妥当性も示された。本デバイスの認識機構は1粒子-少数分子間の相互作用に基づくことから、今後1粒子・分子イムノクロマトグラフィー技術への広い展開が期待される。

## 4. マイクロポアを利用した1細胞解析への展開

加えて同君は、上述の1粒子捕捉を1細胞の機能評価へと発展させた。細胞に関する多様なイベントを包括的に捉えるため、イオン電流計測と顕微観察の両面から評価を行った結果、1細胞の捕捉に対応したイオン電流の急峻な減少の検出に成功し、その抑制強度が細胞の生死判別に適用可能なことを示した。さらに、顕微観察では捕捉された細胞はポアを完全に閉塞している一方で、ポアを流れるイオン電流は遮断されておらず、細胞をパスとしたイオン輸送の存在が示唆された。そこでイオンチャネルに着目し、チャネル阻害剤を導入したところ、この緩和が抑制されることを確認した。さらにその濃度依存性は、細胞破砕を伴うホールセルパッチクランプ法と同様の傾向が得られた。これらのことから、マイクロポアが低侵襲な1細胞の新たな機能評価の場として利用できることが実証された。

以上のように、有馬彰秀氏は、ナノ・マイクロ空間におけるイオン輸送の評価に基づく単一生体微粒子分析について、極めて独創性の高い研究を展開しており、一連の成果は今後の分析化学の発展に大きく寄与するものである。

(九州大学工学研究院 片山佳樹)

## 文 献

- 1) *Appl. Phys. Lett.*, **104**, 163112 (2014). 2) *J. Nanobiotechnol.*, **17**, 40 (19). 3) *AIP Adv.*, **6**, 115004 (16). 4) *Sci. Rep.*, **8**, 16305 (18). 5) *ACS Sens.*, **5**, 3398 (20). 6) *Anal. Chem.*, **93**, 215 (21). 7) *J. Am. Chem. Soc.*, **140**, 16834 (18).



## 井上 賢 一 氏

(Ken-ichi INOUE  
東北大学大学院理学研究科 助教)



1985年2月福岡県朝倉市に生まれる。2008年京都大学理学部理学科卒業、2010年京都大学大学院理学研究科化学専攻修士課程修了、2013年京都大学大学院理学研究科化学専攻博士課程修了。在学中は松本吉泰教授の指導を受け、「金属表面に吸着したCO分子の超高速ダイナミクス」で博士(理学)の学位を取得。2010年日本学術振興会特別研究員(DC1)、2013年理化学研究所田原分子分光研究室特別研究員、2015年理化学研究所基礎科学特別研究員を経て、2017年より東北大学大学院理学研究科化学専攻助教。2022年文部科学大臣表彰若手科学者賞を受賞。現在は、主に生体膜・電極界面を対象として、界面で起こるダイナミクスの解明に取り組んでいる。趣味は馬術。

### 【業 績】

#### 和周波発生分光法を用いた新規界面分析手法の開発と界面ダイナミクスの解明

井上賢一君は、2次の非線形分光法である和周波発生(Sum Frequency Generation, SFG)分光法を用いて、界面ダイナミクスを選択的に測定できる新規界面分析手法を開発した。この新規手法を駆使し、比較的規定された金属表面・液体界面から、より複雑な生体膜・電極界面まで様々な界面を対象とした研究を推進している<sup>1)</sup>。以下に、同君の主な研究成果を紹介する。

##### 1. 時間分解ヘテロダイン検出 SFG 分光法の開発

界面は、異なる物質の境界であり、広範な科学・技術の分野で重要な現象が起こる領域である。そのため、これらの研究・開発において、界面における構造や反応を分子レベルで分析・理解することが不可欠である。しかし、界面の厚みは通常分子数層と非常に薄く、圧倒的に支配的なバルクの寄与を除いて界面のみを選択的に測定できる手法は極めて限られている。SFG分光法は、2次の非線形光学効果に基づいて、入射光の和の周波数のSFG光が反転対称性の破れた領域(=界面)からのみ発生し、反転対称性を持つ領域(=バルク)はSFG光に寄与しないことを利用した界面選択的な分光法である。SFG光の強度だけでなく位相も含めて測定する最先端技術であるヘテロダイン検出を用いると、バルクの吸収分光で得られる物理量( $\text{Im}\chi^{(1)}$ :線形感受率の虚部)と直接対応した界面の物理量( $\text{Im}\chi^{(2)}$ :2次の非線形感受率の虚部)を測定できる。同君は、ヘテロダイン検出SFG分光法にポンププローブ法に基づいた時間分解測定を組み合わせ、フェムト秒領域で起こる超高速ダイナミクスも測定可能な高時間分解能の界面分析手法を開発した<sup>2)</sup>。

##### 2. 金属基板上の一酸化炭素分子の光刺激ダイナミクス

金属表面の分子吸着系では、基板の金属が連続的な電子状態を持つため、吸着種の運動と金属中の電子励起が強く結合している。そのため、金属触媒など金属表面上での反応の理解には、吸着種の運動の詳細を知ると共に、それらがどのように金属自由電子と相互作用しているかを明らかにすることが重要である。本手法で得られるSFG光電場の振幅と位相から時間領域の光電場を再構築できることに着目し、振動緩和時間以下の瞬間的な変化の議論が可能となった。金属基板上に吸着した一酸化炭素分子を対象として、C-O伸縮振動の瞬間的な振動数と強度の変化にLangevinシミュレーションを組み合わせ、光励起された金属基板電子との相互作用により一酸化炭素分子に誘起される脱離・拡散過程の分子レベルでの描像を得ることに成功した<sup>3)</sup>。

##### 3. 空気/水界面の超高速水素結合ダイナミクス

水は、沸点や表面張力など他の液体と大きく異なる物性を示す。これらの特異的な物性は、水分子間に張り巡らされた3

次元の水素結合ネットワークに起因している。この水素結合ネットワークが突然途切れる空気/水界面には、水素結合したOH(HB OH)と水素結合していないOH(Free OH)が存在する。フェムト秒のタイムスケールで起こる水素結合の揺らぎや組み換えといった水素結合ダイナミクスが、バルクと界面で異なるのかということに関してこれまで議論が続けられてきた。同君は、励起光の条件を精密に制御した実験結果とMDシミュレーションから、水素結合ネットワークが界面で途切れていることのHB OHへの影響は非常に効率よく遮蔽されていることを明らかにし、これまでの論争に決着をつけた<sup>4)</sup>。

また、界面にのみ存在するfree OHの振動エネルギーは、他の振動モードへの直接のエネルギー移動ではなく、界面の水分子の回転を経由する特異的な失活過程を示すことを明らかにした。さらに、その回転の時定数から、バルクの水で広く受け入れられている水素結合の組み替えを伴う水分子の回転とは異なり、界面のfree OHは水素結合を組み替えることなく拡散的に回転することを示した<sup>5)</sup>。

##### 4. 生体膜・電極界面のダイナミクス

生体膜は、親水的なヘッドグループと疎水的な炭化水素鎖からなる脂質の膜で構成されている。生体膜界面の水は、生物学的プロセスで重要な役割を担っている。水上に形成した脂質単分子膜を生体膜のモデルとして、脂質のヘッドグループと水分子の水素結合が界面水の揺らぎを大きく抑制していることを明らかにした。さらに、共存する異なるヘッドグループには界面水の揺らぎに対して協奏的な効果が存在することも示した<sup>6)</sup>。

また、不飽和脂質単分子膜の極微量オゾンによる酸化反応を高感度で実時間追跡することにも成功している。炭化水素鎖の不飽和結合が選択的かつ効率的にアルデヒドへと酸化され、ヘッドグループの違いは不飽和結合の酸化速度には影響しないことを明らかにした<sup>7)</sup>。

さらに、表面増強ラマン分光法や赤外吸収分光法などを組み合わせることで、電気化学条件下における電極界面反応研究も進めている。リチウムイオン電池の安定作動に不可欠な固体電解質膜の生成機構における溶存酸素の影響や、理論上最大のエネルギー密度を有する二次電池であるリチウム空気電池の超酸化物イオンによる電解液の分解反応機構を明らかにした。

このように、井上賢一君は、超高真空を必要とする多くの表面分析手法と異なり、時間分解ヘテロダイン検出SFG分光法は光が到達可能な界面であれば測定可能という特長を活かして、様々な界面で起こるダイナミクスを明らかにしている。これらの研究成果は分析化学の発展に大きく貢献すると期待される。

[大阪大学大学院理学研究科 塚原 聡]

### 文 献

- 1) *Mol. Sci.*, **15**, A0116 (21).
- 2) *Phys. Rev. B*, **81**, 241408 (10).
- 3) *Phys. Rev. Lett.*, **117**, 186101 (16).
- 4) *J. Phys. Chem. Lett.*, **7**, 1811 (16).
- 5) *Nat. Commun.*, **11**, 5344 (20).
- 6) *J. Phys. Chem. Lett.*, **8**, 5160 (17).
- 7) *J. Phys. Chem. B*, **124**, 5246 (20).

## 砂山博文氏

(Hirobumi SUNAYAMA)  
神戸大学大学院工学研究科 特命准教授

1984年石川県に生まれる。2008年神戸大学工学部応用化学科卒業、2010年神戸大学大学院工学研究科応用化学専攻博士前期課程修了、2013年神戸大学大学院工学研究科応用化学専攻博士後期課程修了。在学中は竹内俊文教授の指導を受け、「ポストインプリンティング修飾によるタンパク質インプリントセンシング材料の創製」で博士(工学)の学位を得る。2013年神戸大学連携創造本部(現産官学連携本部)研究機関研究員、2016年安田女子大学薬学部助教、2019年より神戸大学大学院工学研究科特命准教授(現職)。現在は、鋳型重合によって作製したポリマーナノ空間を利用した高感度センシング材料の開発に取り組んでいる。趣味は旅行。

## 【業績】

## 高感度センシングを指向した分子インプリントナノ空間の創製

砂山博文氏は分子インプリンティング技術を用いた分子認識材料創製に関する研究を推進している。特に本技術によって高分子材料中に形成された分子認識ナノ空間選択的な修飾法、ポストインプリンティング修飾法(PIM)を開発し、これを用いたバイオマーカータンパク質の高感度センシング材料への応用研究を行ってきた。以下に、同氏の主な研究成果を紹介する。

1. PIMによる蛍光シグナリング分子認識ナノ空間の構築<sup>1)2)</sup>

分子インプリンティングでは標的分子と、それと相互作用可能な機能性モノマー、架橋剤存在下で重合反応を行い、最後に標的分子を除去することで分子認識材料、分子インプリントポリマー(MIP)を作製する。MIP内には標的分子のサイズ・形状を反映した結合空間が形成される。これまでにMIPを用いた蛍光センシング材料は提案されているが、蛍光部位を組込んだ機能性モノマーや量子ドットなどの蛍光体を用いており、これらは結合に関与しない蛍光部位がバックグラウンドとなり、シグナル/ノイズ比が低下することが課題であった。そこで同氏は結合空間内のみならず蛍光分子を導入するために、PIMを開発した。具体的には機能性モノマーにジスルフィド結合を組込んだものを作製し、これと標的タンパク質(シトクロムc, Cyt)を共有結合で連結させたものを鋳型としてポリマーを作製した。還元剤でジスルフィド結合を開裂して鋳型分子部分を取り除き、MIPを作製した。空間内に露出したチオール基に蛍光分子を反応させ、結合空間のみならず蛍光分子を導入したMIPを作製した。実際にこのMIPはCyt添加時に大きな蛍光応答を示した。一方で実際の表面吸着をSPRで測定したところ参照タンパク質がCytと同程度吸着していることが確認された。蛍光ではほぼ変化しなかったことから、PIMによってCyt結合空間内のみならず蛍光分子が導入できていることが示唆された。すなわち本技術により標的分子の結合を選択的に読み出せる材料の開発に成功した。

2. 複数機能性分子導入による高感度化<sup>3)4)</sup>

PIMによって選択的蛍光検出を達成したが、親和性は $K_d=10^{-6}$  Mオーダーと抗体とは程遠いものであった。そこで同氏は蛍光だけでなく相互作用部位も導入するPIMを開発した。ジスルフィド部位を有するモノマーに加えてオキシム部位を有するモノマーを用い、これらのモノマーを肝がんのマーカーである $\alpha$ -フェトプロテイン(AFP)に修飾し、これを用いてポリマーを合成した。ジスルフィド結合とオキシム結合を開裂させることでAFP部分を除去し、ナノ空間を形成させ、中に露出したチオール基およびアミノオキシ基に、ジスルフィド交換反応により相互作用部位を、アミンカップリングにより蛍光分子を導入し、蛍光性MIPを作製した。このMIPの蛍光検出能を評価したところAFP濃度に依存した蛍光応答を示し、検出限界は1.0 ng/mLであった。これは既存の酵素免疫測定法と

同様の感度である。PIMにより蛍光分子と相互作用部位を結合空間内に集積させることで抗体に匹敵する材料の創製を実証した。また、1種のモノマーで複数の機能導入を可能とするPIM試薬の開発についても展開しており、上記の場合と同様な性能を発現できることも実証した。

3. 選択的機能化による選択性強化<sup>5)~7)</sup>

標的分子によっては上記のような修飾が困難な場合もあることから、分子間相互作用を利用した非共有結合型の分子インプリンティングは有用な方法である。しかし、形成される分子認識空間の親和性が不均一となり、選択性が低いことが課題であった。そこで同氏は各結合空間で親和性が異なることに着目し、これを利用した低親和性結合空間の無効化を指向したPIM、キャッピング法を開発した。これは作製したMIPに解離定数程度の標的分子を添加し、高親和性の結合空間に標的分子を結合させ、この状態で低親和性の結合空間の機能性モノマー残基に、吸着抑制効果のあるエチレングリコール鎖を有する化合物を反応させることで低親和性結合空間の無効化を行った。実際に前立腺がんマーカーである前立腺特異抗原(PSA)のMIPについてキャッピングを行ったところ、PSAへの高い親和性を維持したまま非特異的な夾雑タンパク質の吸着の抑制に成功し、本手法によりMIPの性能を格段に向上できることを実証した。

4. 結合空間選択的修飾による同時多重検出<sup>8)</sup>

血液など多様な成分が含まれる試料から複数の標的成分の情報と同時に検出することは、時間と試料の節約につながる。同氏はPIMによる蛍光導入とキャッピングを利用した同時多重検出システムを開発した。まずAFPとPSAを固定した基板上でポリマー膜を合成した後に、AFPとPSAを除去することで、両標的分子に対する結合空間を有するMIP薄膜を合成した。これにキャッピングの要領でAFPとPSAの結合空間にそれぞれ別の蛍光分子を導入した。このMIPに各タンパク質を添加すると、対応する蛍光分子に由来する蛍光のみが応答し、その見かけの解離定数は $10^{-9}$  Mオーダーで検出限界は1.7 ng/mL(PSA)、1.8 ng/mL(AFP)と高感度に検出できることが示された。ひとつのMIP薄膜で複数の標的分子の同時高感度検出を実証した。

以上のように、砂山博文氏の業績は、分子インプリント材料にPIMを駆使することで生体材料を用いたものに匹敵する親和性と選択性を実現する分析手法の開発に成功した。これらの成果は、分析化学の発展に大きく貢献するものと考えられる。

[京都大学大学院薬学研究科 石濱 泰]

## 文 献

- 1) *Chem. Commun.*, **49**, 8450 (13). 2) *Biosens. Bioelectron.*, **26**, 458 (10). 3) *Angew. Chem. Int. Ed.*, **55**, 1023 (16). 4) *J. Mater. Chem. B*, **8**, 7987 (20). 5) *Chem. Commun.*, **50**, 1347 (14). 6) *Sci. Technol. Adv. Mater.*, **20**, 305 (19). 7) *Anal. Bioanal. Chem.*, **413**, 6189 (21). 8) *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **94**, 525 (21).



## 吉田 将己 氏

(Masaki YOSHIDA)  
北海道大学大学院理学研究院 助教

1985年11月佐賀県に生まれる。2008年九州大学理学部卒業、2010年九州大学大学院理学府修士課程修了、2013年同博士後期課程修了。在学中は酒井健教授の指導を受け、「Studies on Mechanism and Control of Cerium(IV)-driven Water Oxidation Catalyzed by Mononuclear Ruthenium Complexes」という論文題目にて博士(理学)を取得。2010年4月日本学術振興会特別研究員(DC1)、2013年4月自然科学研究機構分子科学研究所博士研究員を経て、2014年1月より現職。現在は、準安定状態の制御に基づく刺激応答性分子材料の開発に取り組んでいる。趣味は読書と地理雑学収集。

## 【業績】

## 金属錯体の励起状態および準安定状態の精密設計に基づく多様な外部刺激の可視化

吉田将己氏は、電子励起状態および準安定状態の設計に基づいて刺激応答する材料の開発を行い、金属錯体の光物性・光励起状態の分光分析と発光性金属錯体を用いることによって外部刺激の可視化に成功している。以下に、同君の主要な研究業績を記す。

## 1. 金属錯体の励起状態と発光挙動の分光分析

高効率発光や刺激応答性発光を示す分子の設計指針を確立するためには、光励起状態のダイナミクスを詳細に解析し、その原理を理解することが必須である。吉田氏は発光性金属錯体の光励起状態の分光分析に重点を置いて研究を展開し<sup>1)~4)</sup>、特に励起状態にある分子が光を放出する過程(輻射過程)および光を出さずに失活する過程(無輻射過程)をそれぞれ詳細に解析してきた。その一つは、発光性白金(II)錯体について発光スペクトル形状の解析や発光寿命の温度依存性の解析から、励起状態の失活につながる振動モードや非発光性励起状態を特定し、失活を阻害する分子設計を施すことにより、発光効率を大幅に向上させた<sup>1)</sup>。また、極低温における発光寿命測定から、三重項励起状態のスピン副準位についてゼロ磁場分裂(縮退の解ける度合い)の見積りを行い、励起状態に対する中心金属の寄与を解析することで輻射過程を向上させるための指針を得ている<sup>2)</sup>。さらに、より実用的な発光材料の開発を目指し、種々の銅(I)錯体について熱平衡にある励起状態間のエネルギー差を解析し、最低一重項励起状態(S1)と最低三重項励起状態(T1)との間の熱平衡による熱活性型遅延蛍光(TADF)に基づく高効率発光を示す分子設計の指針を得ることに成功している<sup>3)4)</sup>。

以上のような励起状態ダイナミクスの詳細な分析に基づく分子設計の結果、極めて高い発光効率を示す白金(II)錯体や銅(I)錯体を数多く開発し、深青色から赤色まで可視光全域をカバーする幅広い発光色の発現に成功している。励起状態の動的挙動の詳細を追求したこれらの成果は、次に述べる外部刺激の可視化の原理解明につながるものとなった。

## 2. 刺激応答性金属錯体による外部刺激の可視化

刺激に応答して発光や物性を変化させる材料はスマート材料とも呼ばれ、外部刺激を可視化するセンサーや物性をスイッチングできる電子デバイスの基盤として注目を集めている。同君はさまざまな外部刺激を可視化するために、準安定状態の戦略的設計指針の確立に取り組み、温度や力などの刺激に対する応答機構について分光分析により検証している。

## ① 温度変化を可視化する金属錯体

温度に応答して発光を変化させる材料を創製するために、同君は自己集積型の白金(II)錯体を用い、(1)複数の集積状態間におけるエネルギー移動の効率が温度によって支配される系、(2)励起子の非局在化の度合いが温度によって支配される系、の二つのアプローチから研究を展開している。(1)として、陰イオン性の白金(II)錯体に対し対イオンとして非対称イミダゾリウムイオンを導入することで、温度によって発光色を変えるイオン液体群の創製を行っている。この温度依存性は、フレキシブルなイオン液体中で集積状態の異なる状態が複

数生じ、それらの中でエネルギー移動が起こることに由来していることを突き止めた。本材料は「塗る温度計」として非常に興味深い材料として注目されている<sup>7)</sup>。また(2)のアプローチとして、中性の集積型白金(II)錯体上に導入する置換基や結晶化の環境によって、結晶中の金属間相互作用の強さや刺激応答性を制御できることを明らかにした<sup>6)7)</sup>。例えば、水素結合部位を導入した白金(II)錯体について、強い金属間相互作用と大きな細孔を有する結晶が液液界面上で選択的に得られることを顕微分光測定から見だし、この液液界面上にて得られた結晶は温度変化を検出し発光色を赤色から近赤外へと変化させた。これは金属間相互作用が温度によって微細に変化することによって励起子の非局在化が変わることに由来し、本材料はナノサイズの細孔で分子認識できる温度計としての利用が期待できる<sup>7)</sup>。

## ② 力を可視化する金属錯体

物理的な力(機械的刺激)に応答する材料は、物質にかかるダメージを可視化する手段として非常に重要である。同君は機械的刺激を可視化するために準安定状態をトラップし、それを刺激によって最安定状態へと相転移させることを着想した。具体的には、固体中では高い発光性を示す一方で溶液中では非発光となるアニオン性白金(II)錯体に対し長鎖アルキル基を有する対イオンを導入することで、過冷却状態を速度論的にトラップし、ここに力学刺激を付与することで結晶化に伴う発光のON/OFFスイッチングを可能とした。これに基づき、スクラッチにより発光の模様を描くことができる薄膜を作製することで、力学的ダメージがかかった部分を発光にて可視化することに成功した<sup>8)</sup>。また、力学刺激を検出する別の手段として、結晶の力学変形による過渡的な金属間相互作用と発光の制御にも注目し<sup>9)</sup>、実験により実証している。

## ③ 蒸気を可視化する金属錯体

揮発性有機化合物(Volatile organic compounds, VOCs)を検出して色を変えるベイボクロミズムは、目に見えない化学物質を「目で見る」興味深い性質である。一方、このような蒸気による色変化を磁性や導電性などの固体物性と連動させた例は極めて限られている。同君はニッケル(II)錯体を用いてメタノールの吸着・脱離に伴い結晶状態でメタノール蒸気に対して選択的に反応し、色とスピン状態を変換させる材料の開発に世界で初めて成功した<sup>10)</sup>。本材料は構造の類似したエタノールやイソプロパノールの蒸気にはまったく応答せず、有害なメタノールを色調と電子スピンで検出する材料として有望である。

吉田氏は、これまで一貫して光励起状態の解析および準安定状態の設計に基づき刺激応答性発光材料の開発を行ってきた。これらの成果は、従来は設計が困難であった発光性センサーの設計指針を与えるのみならず、多彩な光機能材料の開発に対する可能性を切り拓くものであり、分析化学の発展に貢献するところが大きい。

〔北海道大学名誉教授 田中俊逸〕

## 文 献

- 1) *Chem. Eur. J.*, **26**, 5449 (20).
- 2) *Inorg. Chem.*, **57**, 14086 (18).
- 3) *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **92**, 1684 (19).
- 4) *Anal. Sci.*, **36**, 67 (20).
- 5) *Chem. Commun.*, **51**, 13377 (15).
- 6) *Angew. Chem. Int. Ed.*, **59**, 18723 (20).
- 7) *Chem. Commun.*, **56**, 12989 (20).
- 8) *Adv. Opt. Mater.*, **10**, 2102614 (22).
- 9) *CrystEngComm*, **23**, 5891 (21).
- 10) *Angew. Chem. Int. Ed.*, **56**, 2345 (17).



## 森内 隆代 氏

(Takayo MORIUCHI  
大阪工業大学 教育センター長 工学部 教授)

1967年10月岡山市に生まれる。小2から大阪在住。1991年大阪大学工学部応用精密化学科卒業、1993～1996年日本学術振興会特別研究員DC1、1996年大阪大学大学院工学研究科博士後期課程修了。大学院在学中は有機金属化学を専攻し、「スズヒドリド還元剤の合成および利用に関する研究」により博士(工学)取得。1996年大阪工業大学工学部応用化学科講師(専任)として旧分析研究室への着任を機に、日本分析化学会入会。認識化学・化学センサの研究に取り組む。2002年同助教授、2007年同准教授を経て、2017年同教授。2021年大阪工業大学教育センター長、現在に至る。趣味は温泉旅行。



## 【業績】

## 認識化合物創製とイオンセンサへの応用およびPVC感応膜の新規物性評価法の確立

森内隆代氏は、イオン認識化合物の設計・創製から、液膜型イオン選択性電極(ISE)への応用、さらにはデバイスセンシング部の物性評価法の開発に至るまで、実用的なイオンセンサの開発を目指して多面的に研究を展開してきた。特に、ポリ塩化ビニル(PVC)膜に対する<sup>1</sup>H核磁気緩和時間T<sub>2</sub>を用いる新規物性評価法の開発においては、先駆的な成果を挙げている。以下に同氏の主要な研究業績を記す。

## 1. イオン認識化合物の創製

液膜型ISEでは、イオン認識化合物は微量で高い識別能の発揮が求められる。同氏は、計算化学による分子設計やスペーサー・導入置換基を駆使する手法で、ISEおよび蛍光プローブ用イオン認識化合物の認識応答部位の配位空間を制御し、高性能なイオン認識化合物の開発に成功している。例えば、12-クラウン-3がNa<sup>+</sup>イオン捕捉に適していることを分子軌道計算で導き、実際に高いNa<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>識別能をもつ新規ビス(12-クラウン-3)を開発した<sup>1)</sup>。また、認識部を連結するスペーサーであるマロン酸への導入置換基は、遠隔にもかかわらずクラウン環の対面性を大きく改良する働きがあることを明らかにした<sup>2)</sup>。

一方、剛直なイオン包接空間をもつ分子に遠隔置換基で化学修飾する方法により、鋭敏な応答性の発現に取り組んだ。具体的には、碗型シクロトリグアイアシレン<sup>3)~5)</sup>や鞍型[14]アザヌーレン<sup>6)7)</sup>をイオン包接空間の母体とし、芳香族置換基を導入することで、遷移金属や重金属用イオン認識化合物を提案した。そして、導入置換基の種類や場所によって、イオン包接空間の構造だけでなく、イオンに作用する軌道電子が制御できることを見いだした<sup>7)</sup>。

## 2. 新規センシングデバイスの開発

ISEは、試料中の特定イオンに選択的に感応し、そのイオン活量に対応した電位がネルンストの式にしたがって発生する電気センサである。同氏は、その極めて安定なセンシング機能を活かした次世代型ISEの開発を目指し、独創的なセンシングデバイスの展開を図った。

具体的には、物性変化をセンシング機能に利用した温度可変型デバイスの設計である。1例目は、液晶の分子配向性変化を利用した温度可変型デバイスである。温度に依存して分子配向

性が変化するサーモトロピック液晶として長鎖アルキル基導入型ポルフィリン誘導体を創製し、36℃前後のディスコチック液晶相変化にともなってイオン識別能を切り変えることに成功した。また、このイオン認識化合物の液晶相変化がISE電極膜中で起こり、それにもなってイオン識別能が変化していることを、世界で初めて実証した<sup>8)</sup>。

2例目は、ポリ(N-イソプロピルアクリルアミド)(Poly(NIPAM))の32℃前後の下部臨界溶解という物性変化を利用した温度可変型デバイスである。Poly(NIPAM)をPVC膜の高分子剤の一部に使用することにより、イオン識別能がAg<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>=50からAg<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>=126に大きく変化するISEの作製に成功した<sup>9)</sup>。

この2例はいずれも人の体温付近でセンシング機能が変革しており、生体機能を模倣する次世代型センサの足掛かりになると期待される。

3. <sup>1</sup>H核磁気緩和時間T<sub>2</sub>を用いるPVC膜の新規物性評価法の確立

これまで有効なPVC膜の物性評価法がなかったため、同氏は、<sup>1</sup>H核磁気緩和時間T<sub>2</sub>を用いる物性評価を世界に先駆けて取り組んだ。この手法は、PVC膜のまま測定でき、成分の分子運動性に対応した測定値が得られるという他にない魅力がある。そして、Hahn Echo法測定で取得したT<sub>2</sub>値とその成分比から算出した膜全体の平均T<sub>2</sub>値からPVC膜の柔軟性が数値化され、Solid Echo法やCarr-Purcell-Meiboom-Gill(CPMG)法測定で取得した自由誘導減衰(FID)シグナルを対数時間で直接微分して得られた緩和スペクトルからPVC膜の可塑性が視覚化された<sup>9)~12)</sup>。

森内隆代氏は、イオンセンサにかかわる一連の研究が表紙論文に選定されるなど<sup>5)7)11)</sup>、国際的に高く評価される成果を挙げている。また、新たに開発した物性評価法は、軟質塩ビ可塑剤の対応に迫られる産業界に対して今後大きく貢献するものと期待される。

[京都工芸繊維大学分子化学系 吉田裕美]

## 文献

- 1) *Anal. Chem. Acta*, **480**, 291 (03). 2) *Tetrahedron*, **70**, 9805 (14). 3) *Anal. Sci.*, **25**, 449 (09). 4) *Chem. Lett.*, **43**, 352 (14). 5) *Analyst*, **144**, 1140 (19). 6) *Anal. Sci.*, **31**, 887 (15). 7) *Electroanal.*, **29**, 1712 (17). 8) *Chem. Lett.*, **37**, 450 (08). 9) *Analyst*, **136**, 4141 (11). 10) *Talanta*, **127**, 146 (14). 11) *Analyst*, **145**, 3832 (20). 12) 分析化学, **70**, 191 (21).

## リム リーワ 氏

(LIM LEE WAH  
岐阜大学工学部 教授)

1975年8月マレーシア・セレンバン市に生まれる。1999年マレーシア国民大学物理応用科学部(現理工学部)卒業, 2004年岐阜大学大学院工学研究科博士後期課程中退。同年岐阜大学工学部助手, 2007年同助教, 2013年同准教授, 2018年同教授。2007年「Development of Micro-Flow-Controlled Techniques for Capillary Liquid Chromatography」より工学博士(名古屋大学)。2008年中部分析化学奨励賞, 2009年イオンクロマトグラフィー奨励賞, 2014年クロマトグラフィー科学会奨励賞, 2015年東海化学工業会賞。2016年より岐阜大学グローバル推進本部国際協働教育推進部門ジョイント・ディグリー(JD)専任教員, 2022年より同大工学部グローバル推進室室長(兼任)。現在は, 無機系・有機系多孔質体の合成と液体クロマトグラフィーへの応用に取り組んでいる。趣味は, スポーツ鑑賞とグルメ巡り。

## 【業 績】

## キャピラリー液体クロマトグラフィーの高性能化に関する研究

リムリーワ君はマイクロフロー制御技術ならびに新規固定相の開発<sup>1)</sup>を行い, 環境負荷の低減に有利なキャピラリー LC の高性能化に取り組み, 環境中の微量成分の高感度迅速定量に応用できることを示してきた。分離カラムの高性能化や周辺技術の開発によりキャピラリー LC が普及すれば通常の LC が抱える諸問題は解決されると思われる。以下に同君の主要な業績を紹介する。

## 1 マイクロスイッチングバルブを利用したオンライン濃縮法の開発

キャピラリー LC は, 通常の LC と比較してマス感度が大幅に改善され, 微量成分を高感度に定量する方法として注目されているが, インジェクターを用いて試料を注入する限り, 大部分の試料を無駄にしてしまうという欠点を持ち, 濃度感度が低くなってしまう。リム君は, キャピラリー LC の特長を活かすために, デットボリウムを極めて小さなマイクロバルブをキャピラリー LC システムに組み入れることによって, キャピラリーカラムの分離性能を損なうことなく, オンライン試料濃縮システムを開発し, 河川水などの環境水中に含まれる無機陰イオンや水道水に含まれるフタル酸エステルなどの微量定量に成功している<sup>2)</sup>。

## 2 リサイクル LC システムの開発

充填カラムと比較して透過性が良くカラム圧力損失が小さいため, モノリス型シリカキャピラリーカラムはより高い分離能力を持っているが, 長いカラムを調製することは非常に困難である。そこで, 調製した内径 0.1 mm のモノリス型シリカキャピラリーカラム 2 本を用いて, 極めて保持の近い成分をよりよく分離するためのリサイクル分離を可能とする実験装置を開発し, 高理論段数の獲得に成功している。リサイクルクロマトグラフィーとはカラム溶出液を再びカラムへ導入することで, 結果的に長カラムを用いた場合と同様の分離を得るための方法であり, これにより近接した保持を持つベンゼンとベンゼン-d<sub>6</sub> の完全分離に成功している<sup>3)</sup>。

## 3 新規固定相の開発

海水中微量陰イオンは, 高濃度マトリックスイオンの存在のために定量が難しく, イオンクロマトグラフィーにおける海水中微量陰イオンの分析の際には高濃度の主成分イオンの妨害を避けなければならない。そこでリム君は, ポリエチレングリコール(PEG)や陽イオン界面活性剤等を化学的・物理的に修飾した固定相により海水を前処理することなく直接注入することを可能とし, 海水中陰イオンの分離定量に成功している。とくに PEG 固定相は, 溶離液の濃度を高くするほど試料陰イオンの保持が増大し, 濃度の高い溶離液を使用しても陰イオン

の保持を確保できることから, 海水中のヨウ化物イオンやチオシアン酸イオンの微量定量が可能であることを見いだしている<sup>4)</sup>。

また, 陽イオン界面活性剤である疎水性アルキル基を有するアンモニウムイオンをシリカゲルに直接導入することができることから, モノリス型シリカキャピラリーカラムについても簡単に陰イオン交換カラムの調製が可能であることを示し, 海水中の臭化物イオンの迅速定量に成功している。さらに, オキシエチレン基を化学結合したカラムでは, イオン交換基が存在しないにも関わらず, 陰イオン交換分離が可能であることを示し, その分離機構を明らかにしている<sup>5)</sup>。

## 4 マイクロ波支援による固定相の迅速調製に関する研究

一般的に有機高分子モノリスを調製するとき, アクリルアミド系やメタクリル酸エステル系等のモノマーが使用されているが, 本研究ではマレイン酸系のモノマー等を使用することにより, カラム管の前処理を施さず, カラムの調製にポロゲン(細孔形成剤)を使用しない, 従来のカラムよりも調製手順が少ない, 簡便かつ斬新なカラム調製法を見いだした。但し, 逆相 LC 用のカラムとしての分離能は既存のカラムと比べると劣るため, さらなる検討が必要である。本研究では, マイクロ波合成の最適化を行い, モノリスカラムの骨格径や流路孔の精密制御および作製の再現性の向上を目指している。今までに, マイクロ波照射により逆相系分離に適するシリカおよび有機高分子モノリスキャピラリーカラムを通常の熱重合時間を約 1/20~1/100(最短では 10 分で調製できる)に短縮し, 従来の *in-situ* 熱重合法で調製されたモノリスと比較して遜色のないレベルを達成した。

上述のほか, 充填カラム型のサブレッサーを開発し, キャピラリーイオンクロマトグラフィーにおいて連続的に溶離液のバックグラウンドを低下させることに成功している<sup>6)</sup>。また, 光散乱検出やハイドロダイナミッククロマトグラフィーによるナノ粒子のサイズ分布測定を可能にしている<sup>7)</sup>。さらに, 固定化酵素カラムを利用し, タンパク質のオンライントリプシン消化が簡便になったためタンパク質の 2 次元分離への適用も可能にしている<sup>8)</sup>。

このようにリムリーワ君は, マイクロフロー制御技術および新規固定相等の開発に取り組み, キャピラリー LC の高性能化を図った。特に次世代カラムとも言われるモノリス型キャピラリーカラムの迅速かつ高性能調製法ならびに新たな機能を発見し, 省資源・省エネルギー型キャピラリー LC の普及に寄与するところが大きい。

(京都大学大学院薬学研究科 石濱 泰)

## 文 献

- 1) *Chromatography*, **36**, 1 (15). 2) *J. Chromatogr. A*, **1033**, 205 (04). 3) *J. Sep. Sci.*, **27**, 1339 (04). 4) *Anal. Sci.*, **23**, 1081 (07). 5) *Anal. Sci.*, **28**, 205 (12). 6) *J. Chromatogr. A*, **1203**, 239 (08). 7) *Anal. Sci.*, **28**, 107 (12). 8) *Anal. Bioanal. Chem.*,



## 渋谷 享司 氏

(Kyoji SHIBUYA  
株式会社堀場製作所 チームリーダー)



1976年兵庫県生まれ。2005年大阪大学大学院基礎工学研究科システム創成専攻博士後期課程修了。博士(工学)。2005～2008年大阪大学レーザーエネルギー学研究センターで博士研究員として、テラヘルツ分光の研究に従事。2008年に株式会社堀場製作所に入社後は、大気環境計測用の半導体ガスセンサの研究、非分散型赤外ガス分析計の開発を経て、量子カスケードレーザーを用いたガス分析技術、赤外レーザー吸収変調法(IRLAM)の研究開発に従事。そして2021年にIRLAM技術を用いた自動車排ガス計測装置、石油化学プロセスモニタの製品化に成功し、現在更なる製品開発に取り組んでいる。趣味は映画鑑賞と最近子供と一緒に始めた釣り。

### 【業績】

#### 量子カスケードレーザーを用いたガス分析技術： 赤外レーザー吸収変調法の実用化

渋谷享司君は、堀場製作所へ入社後、レーザー吸収分光法のガス分析への応用研究に長年、精力的に取り組む、独自の量子カスケードレーザー(QCL)を用いたガス分析技術「赤外レーザー吸収変調法(IRLAM<sup>TM</sup>\*, Infrared Laser Absorption Modulation)」を確立し、その実用化に成功した。同君は、レーザー吸収分光法を用いたガス分析において、多くのガス分子の指紋領域である中赤外領域の光を発振できるQCLが、応用上大変重要な光源であることを認識し、QCLを用いたガス分析技術の研究開発に早くから着手した。研究を進める中で、実際のレーザー吸収分光によるガス分析においては、分析装置によって得られた吸収スペクトルから、周囲温度・圧力の影響、目的成分以外のスペクトル干渉、レーザー光源の波長ドリフト、共存ガス組成変化に伴うスペクトルブロードニング等の様々な外乱影響をいかにして分別して、目的とするガスの濃度を精度よく求めるかという濃度演算アルゴリズムが実用化する上で最も重要な要素であることに気づいた。そこで同君は、分析装置で得られた吸収信号からの特徴抽出によって、測定精度を高めながら、演算処理の大幅な高速化が図れるIRLAMの着想を得た。以下にその業績の詳細を示す。

#### 1. IRLAMによる高速・高精度ガス分析

従来のレーザー吸収分光法を用いたガス分析計では、分析計で得られた吸収スペクトルにスペクトルフィッティングや多変量解析の手法を適用して、目的成分の濃度の算出を行うことが一般的であった。しかしこの手法では、演算処理に大きな計算負荷がかかり、リアルタイム計測を実現しようとすると、高性能なコンピュータを装置に搭載する必要がある。そのため、装置コストやサイズの増加のみならず、過酷な環境においても安定した動作が求められる工業計器としては、適用範囲に制約がかかってしまう課題があった。そこでIRLAMでは、機械学習などで用いられる「特徴量」という概念をスペクトル解析に適用し、計測で得られた吸収スペクトルから目的成分および外乱影響の特徴量を抽出し、数百点の吸収スペクトルデータの情報を10個程度の特徴量に圧縮することで、測定精度を高めながら、濃度演算処理の負荷を劇的に短縮することに成功した<sup>1)</sup>。これにより、基板組込型の汎用マイクロコンピュータでも、周囲温度・圧力影響、スペクトル干渉影響、レーザー波長ドリフト、スペクトルブロードニング等の測定精度に影響を与える様々な外乱影響を除去しながら、十分に高精度かつリアルタイム計測を実現できるようになった。

またレーザー吸収分光を用いたガス分析では、ヘリオットセルと呼ばれる分析セル内で光を多重反射させるガスセルを用いて、ガス吸収の光路長をできるだけ長くして高感度化を図ることが一般的だが、同君はセル内の多重反射の光路設計を工夫することで、セル容積が大幅に減少した小型ヘリオットセルの開発にも成功した<sup>1)</sup>。これにより、ガス置換速度に依存する分析計の応答速度が大きく改善した。

さらに、複数のパルス発振型のQCLを用いて、各QCLの発振と信号サンプリングのタイミングを制御し、多成分のガス分析を一台の装置で同時に可能にする独自の技術も確立し<sup>2)</sup>、上述のIRLAMの濃度演算アルゴリズムとヘリオットセルの技術を組み合わせることで、小型、高速、高精度かつ堅牢で様々な分野での応用が期待できる実用的なQCLを用いたガス分析計が完成した。

#### 2. IRLAM技術の実用化

そして実際に、過酷な使用環境となる車載向け専用設計のQCLを用いた自動車排ガス分析計(OBS-ONE-IRLAM)の製品化に世界で初めて成功した。近年の自動車排ガス規制においては、実路走行中の排ガス計測を求める声が高まっており、小型で耐環境性が強く、かつ微量なガスを高精度に計測可能な分析計が求められていた。IRLAM技術はその要望に応え、従来技術では高精度な計測が難しいとされていた温室効果ガスの一酸化二窒素やPM2.5の前駆物質となるアンモニア、有害物質のホルムアルデヒドなどの高精度計測が、車載排ガス計測においても実現可能であることを世界で初めて実証した<sup>3)4)</sup>。本成果は自動車排ガス規制当局にも注目され、欧州の次期自動車排ガス規制Euro 7において、QCLガス分析計が車載排ガス試験装置として大変有望であるという認識が広まり<sup>5)</sup>、IRLAM技術が今後の更なる低環境負荷車の開発等に貢献することが期待されている。

さらに、石油化学プラントなどにおけるプロセスの常時監視においてもIRLAM技術が新たな革新をもたらそうとしている。従来はガスクロマトグラフを用いたプロセス監視が主流であったが、この場合、どうしてもリアルタイム性に欠け、プロセスの異常検知にタイムラグが生じ、場合によっては大きな原材料のロス、生産性の低下に繋がる課題があった。そこで、リアルタイム性の高いレーザー吸収分光を用いたプロセス監視の検討は以前よりされていたが、多くの炭化水素類が混在し、かつその濃度が時々刻々と変化するプロセス中のガスを、ガスクロマトグラフのような分離をしないで計測するのは非常にハードルが高く、実用的なレーザー吸収分光を用いた分析装置は今まで実現できていなかった。しかしIRLAMはそのような困難なガス条件においても目的とするガスを高精度にリアルタイム計測できることが実証され、高濃度に共存するメタン、エチレン、エタン中の低濃度の不純物であるアセチレンを高精度に計測するIRLAM技術を応用した製品(PLGA-1000)は、すでに大手石油化学メーカーのプラントに採用されている。

以上のように、同君が確立した独自のガス分析技術「IRLAM」は、レーザー吸収分光を用いたガス分析の産業適用範囲を大きく広げることに成功し、従来技術では困難な条件下においても高精度なリアルタイム計測を可能とし、自動車排ガス計測やプロセス監視の分野で製品化を実現した。今後もあらゆる産業のガス分析ニーズに応え、環境負荷低減や生産性向上に大きく貢献できることが期待される。

〔日本分光株式会社 丹羽敏之〕

#### 文 献

- 1) *Meas. Sci. Technol.*, **32**, 035201 (21). 2) *Proc. SPIE*, **11685**, 116850G (21). 3) *SAE Technical Paper*, 2021-01-0610 (21). 4) *SAE Technical Paper*, 2021-01-0604 (21). 5) *Appl. Sci.*, **11**, 10055 (21).

\* IRLAMは、株式会社堀場製作所の日本及びその他の国における登録商標または商標です。



八幡 悟史 氏\*

(Satoshi YAWATA  
東亜ディーケーケー株式会社 生化学事業室生産技術課 専任課長)

野田 健一 氏

(Kenichi NODA  
東亜ディーケーケー株式会社 生化学事業室生化学企画課 専任部長)

下村 亜依 氏

(Ai SHIMOMURA  
東亜ディーケーケー株式会社 生化学事業室生化学開発課 係長)

小田 侑 氏

(Atsumu ODA  
東亜ディーケーケー株式会社 生化学事業室生化学開発課 係長)

荒川 智 氏

(Satoshi ARAKAWA  
東亜ディーケーケー株式会社 執行役員 生化学事業室長)

八谷 宏光 氏

(Hiromitsu HACHIYA  
東亜ディーケーケー株式会社 開発技術本部長付)

黒田 章夫 氏

(Akio KURODA  
広島大学大学院統合生命科学研究科 教授)



八幡悟史氏



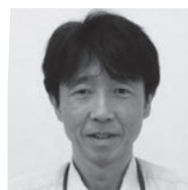
野田健一氏



下村亜依氏



小田 侑氏



荒川 智氏



八谷宏光氏



黒田章夫氏

\* 群馬県高崎市生まれ。2006年東北大学工学部化学バイオ系卒業。2009年東北大学大学院環境科学研究科博士課程前期修了。同年、東亜ディーケーケー株式会社に入社し現在に至る。入社後、透析治療をはじめとした医療関連の分析装置や、新技術に応用した分析法の開発に従事。変異型ホタルルシフェラーゼを開発し、発光を用いた透析液中エンドトキシンの分析法と、エンドトキシン検出装置を開発。2022年に広島大学大学院統合生命科学研究科にて「Development of salt-resistant luciferase and its application to endotoxin measurement」で博士(工学)を取得。現在は主に医療関連の分析装置開発に取り組んでいる。

【業績】

生物発光式エンドトキシン検出装置の開発

エンドトキシンは、血液に混入すると発熱やショック症状を引き起こす。そのため、日本薬局方や透析液清浄化ガイドラインで管理基準が定められている。透析治療現場では、0.001EU/mL (EU: Endotoxin Unit) 未満という厳しい基準で管理することが定められている。エンドトキシンはカプトガニの血球成分から作製したライセート試薬を用いて測定されているが、従来法では分析時間が非常に長いという問題があり、高感度・迅速に分析できる方法が待望されていた。本法ではルシフェラーゼの発光反応を利用することによって高感度・迅速なエンドトキシン分析を実現しており、透析液の清浄度管理などに大きく貢献できている。本法の主な業績を紹介する。

1. 高発光ルシフェラーゼの開発<sup>1)</sup>

発光酵素としてホタルルシフェラーゼに着目した。エラーブローン PCR を用いてランダムに変異を導入し、発光強度が増加する変異体の創製を行った。その結果、三つの変異で未変異型よりも高い発光を示した。これらの変異を組み合わせた3重変異体では、未変異型に比べて12倍以上の発光強度が得られた。

2. 生物発光を用いたエンドトキシン測定法の開発<sup>2)3)</sup>

ライセート試薬と高発光ルシフェラーゼを組み合わせた、生物発光式エンドトキシン分析法を開発した。エンドトキシンとライセート試薬の反応によって凝固酵素が生成し、発光基質中の Arg-アミノルシフェリン結合を切断する。遊離したルシフェリンにルシフェラーゼを反応させ、この時の発光量からエンドトキシン濃度を算出する方法である。この方法を用いることで、水中のエンドトキシンを高感度・迅速に分析することが可能となった。

3. 耐塩性ルシフェラーゼの開発<sup>4)</sup>

透析液中エンドトキシンを測定した場合、ルシフェラーゼの発光反応が阻害される現象が確認された。対策を講じる必要があり、塩化ナトリウム存在下でも発光が阻害されない耐塩性ルシフェラーゼの創製を行った。耐塩性ルシフェラーゼは、エラーブローン PCR を用いてルシフェ

ラーゼに変異を導入することで、二つの変異型ルシフェラーゼで良好な特性を確認した。この二つの変異を組み合わせた2重変異体(以下ルシフェラーゼ CR)ではより耐塩性が向上し、140 mMの塩化ナトリウム存在下でも95%以上の活性を維持していることを確認した。

4. 透析液中のエンドトキシン測定<sup>5)</sup>

ルシフェラーゼ CRを用いた透析液中のエンドトキシン分析法を開発した。透析液測定におけるガイドラインでは、透析液中エンドトキシンを測定した値が水での測定値に対して75~125%の範囲内であることが求められている。ルシフェラーゼ CRを用いることで、水での測定値に対して95%以上の値であることを確認できた。分析時間:20分、検出限界:0.00025 EU/mLの性能であり、ガイドラインの基準を満たすことを確認でき、透析液中エンドトキシンの分析に有用であることを確認した。

5. 検出装置の開発<sup>6)</sup>

生物発光式エンドトキシン分析法を用いた、エンドトキシン計(BLA-01E)を開発した。試薬入り試験管にサンプルを分注し、装置にセットすることで、装置内で加熱や、試薬の混合などをすべて自動で行い、測定結果を表示する装置である。分析時間:20分、検出限界:0.0003 EU/mLを達成し、だれでも簡単に透析液中エンドトキシンを分析することが可能となった。透析関連の6機関で同一プロトコルでのバリデーション試験を実施され、その有用性が実証されている<sup>7)</sup>。

さらに、すべての試薬を一つにまとめた1剤試薬を開発した。試薬の1剤化には、新たに耐熱性ルシフェラーゼの開発が必要であった。新たな変異型ルシフェラーゼを検討し、耐熱性を持たせることができた。高発光・耐塩性・耐熱性を備えたルシフェラーゼが完成した。この技術をもとに、ポータブル型生物発光式エンドトキシン計(BLA-01P)を開発した。B5サイズのポータブル装置であり、分析時間:10分、検出限界:0.001 EU/mLを実現した。

本受賞7名は、ルシフェラーゼの発光反応を用いた生物発光式エンドトキシン検出装置を開発し、エンドトキシンの高感度・迅速測定を実現することで、透析液の清浄化管理に貢献し、バイオ分析分野における分析化学の新たな展開に大きく寄与するものである。新たな測定用途創出につながる可能性も高く、我が国の分析機器や医療機器開発の発展にも多大な貢献をもたらすと期待される。

(中央大学理工学部 上野祐子)

文 献

- 1) *Anal. Biochem.*, **366**, 131 (07). 2) *Anal. Biochem.*, **397**, 152 (10).  
3) *日血浄化技術誌*, **23**, 365 (15). 4) *Biotechnol. Lett.*, **43**, 1585 (21). 5) *Anal. Biochem.*, **633**, 114408 (21). 6) 特許 5979318 号. 7) *日本透析医学会誌*, **51**, 591 (18).



## 談 話 室

### 伝統的誤差論と「不確かさ」

伝統的誤差論では、測定誤差＝計量値－真値と定義し、この測定誤差を、確定的な値をとる系統誤差と様々な要因の偶然的な変動によってばらついた値をとる偶然誤差とに概念的に区分して取り扱う。筆者もそのように取り扱ってきたが、一方で系統誤差の取扱いに対して疑問も持っていた。それは、次のような疑問である。

筆者が大学に赴任して、学部生向けの化学実験を企画することになったとき、他大学の実施事例にならって、衡量法による10 mL ホールピペットの体積の検定を課題のひとつとして設定した。そして、受講生の測定結果を引用しながら系統誤差と偶然誤差について解説した。しかし、それに引き続いて実施する滴定実験では、使用するピペット、メスフラスコ、ビュレットをあらかじめ検定した上でその検定値を用いるのではなく、各器具に記載されている表示値をそのまま用いていた。各器具が固有の系統誤差を持っているにもかかわらず、表示値をそのまま用いて得られた結果を寄せ集めたときに、各器具の系統誤差をどう取り扱えばよいのだろうか。

たとえば、10 mL のホールピペットを表示値どおりの体積であるとして使用した場合を考えてみる。JIS 規格に沿ったホールピペットには体積誤差の許容範囲、すなわち許容誤差が設定されており、10 mL ホールピペットの許容誤差は±0.02 mL (クラス A) とされている。多数のホールピペットの中から無作為にホールピペットを選び、表示値の通りの体積であるとして用いたとき、個々のピペットは固有の系統誤差を持っているので、その計量値は許容誤差の範囲内にばらつくはずである。また、製造工程において標線位置が表示値にできるだけ近くなるように制御されていたとすれば、計量値は許容誤差の範囲内で表示値に極大を持つ分布に近いものになるであろう。このように考えると、系統誤差も偶然誤差も分布範囲は異なるものの似たような分布形を持っているのが合理的である。つまり、系統誤差と偶然誤差は概念的には区別可能だが、実用的にはその区別はかなりあやふやな場合があるのではないかと考えたのである。しかし、当時、系統誤差と偶然誤差の仕分けが判然としないことに起因する問題を解消するために国際標準化機構 (ISO) を中心として検討が進められていたことを、不覚にも全く知らなかった。このことを知ったのは、後

述する分析化学の教科書の執筆に着手したときであった。

ISO を中心とした検討では、伝統的誤差論における誤差の定義式に含まれている真値は原理的には知り得ない量であるから定義上の曖昧さがあること、また、系統誤差と偶然誤差の区別がしばしば曖昧であること (たとえば、室温の影響を受ける測定量が室温ドリフトにともなって変化する場合など) など、伝統的誤差論に本質的に含まれている曖昧さを一掃して、計量値の信頼性に関する国際的に合意できる指標づくりが進められていた。そして、検討結果は1993年にISOを含む7機関の共同編集による国際文書“Guide to the expression of uncertainty in measurement” (GUM) として公表され、その中で計量値の信頼性に関する新たな指標として「不確かさ (uncertainty)」が提唱された。この取扱いでは、真値、誤差 (系統誤差、偶然誤差) という伝統的誤差論で使用される語の使用を意図的に避け、計測量の信頼性を表現するものとして「不確かさ」を「測定の結果に付随した、合理的に測定量に結びつけられ得る値のばらつきを特徴づけるパラメータ」として定義している。

以上のような経緯と趣旨をふまえると、計測量の信頼性を共通の考え方と手順に基づいて表現する方法として、伝統的誤差論によるものに代えて「不確かさ」を用いることが望ましい。分析化学会は「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2007年から年2回程度の頻度で定期的に研修会を開催しており、産業技術総合研究所は不確かさwebを開発して研修用資料を公開するなど、計量にかかわる団体が普及に努めている。ところが、大学生向けの分析化学の教科書の多くは伝統的誤差論の解説が中心となっており、これに代わる取扱いとして「不確かさ」を取り扱ったものは少ないと思われる。概念的には、誤差を系統誤差と偶然誤差に区分して理解することは有用であろう。しかし、信頼性の表現が実用性・有効性を持つためには、概念的な取扱いではなく、計量値に影響を与える可能性があるあらゆる要因について現実的に得られる情報に基づいた表現であることが必要である。「不確かさ」の表現はこのような取扱いをする方法として国際的に認められたものであり、計測にかかわる関係者に広く用いられることが望まれる。

筆者が北條正司教授 (高知大学、当時) から分析化学の教科書 (基本分析化学、三共出版、2020年) の編集と執筆に参加するようお声かけをいただいたときに、せっかくの機会なので伝統的誤差論の取扱いに対する従来の疑問を解消するべく資料を調べ始めたところ、「不確かさ」に関する多くの教材がすでに開発・提供されていることを知った。そこで、この教科書では思い切って伝統的誤差論の解説をやめて、不確かさの考え方を解説することにした。限られたページ数の中で解説を尽くすことはできなかったが、不確かさの基本的な考え方と初歩的な取扱い、伝統的誤差論との関係と相違点、トレーサビリティとの関連について記述することができたと考えている。この教科書が大学での分析化学教育への「不確かさ」の導入や普及の契機となることを期待している。

[高知県立大学 一色健司]

## 第 377 回ガスクロマトグラフィー研究懇談会講演会

2022 年 6 月 24 日（金）、北とびあ飛鳥ホール（東京都北区）にて第 377 回ガスクロマトグラフィー研究懇談会特別講演会が開催された。本研究懇談会では毎年度初回の時期に基礎的な内容を主体とした講演会を催しており、今年度は「検出器の最新技術と基礎を学ぶ」というテーマのもと、運営委員の和田、木下、坂本が幹事を務め、プログラムは以下に示すように GC 検出器に因んで主題講演 2 題のほか、基礎講座 1 題と技術講演 3 題から構成された。また、本講演会は会場聴講ならびにオンライン聴講のハイブリッド形式で実施され、合計で約 70 名が参加した。全面的ではないものの、会場対面形式の実施は 2019 年 11 月以来であった。会場では講師や関係者が会場に資料を並べ、本会の佐藤委員長も 2 年半ぶりに長崎から東京に来て会場で開催挨拶して久々に参加者・講演者等との情報交換も行えた。

### プログラム (13.30~16.40)

#### 【主題講演】

#### 1. 超小型質量分析計 MX908 の技術と化学剤検知

(エス・ティ・ジャパン) 小林恒夫

化学兵器の現場探知など危機管理製品として利用される装置として、高速 GC とトロイダル型イオントラップ質量分析装置を一体化したポータブル GC-MS やターボポンプ不要な低真空質量分析法を活用した検出器が紹介された。現場利用で求められる要素である、電池利用や大気圧イオン化法、短時間測定を適えており、極微量レベルの検出も可能としていた。

#### 2. ボール SAW（弾性表面波）センサの原理と超小型 GC への応用

(ボールウェーブ、東北大名誉教授) 山中一司

球状素子の多重周回する弾性表面波 (SAW) を利用したボール SAW センサが開発され、ボール表面にターゲットに合わせた感応薄膜をコートすることで、超微量な水分や水素の検知が実現されており、その技術を GC 検出器へ発展させた装置について解説がなされた。MEMS 技術が活用されたカラムと組み合わせることで手のひらサイズの GC が造られ、ppb オーダーの定量分析も達成している。適用例として、日本酒の香気

成分の分析が紹介された。

#### 【基礎講座】

#### 3. GC の検出器と質量分析計の基礎

(アジレント・テクノロジー) 中村貞夫

選択性、感度、ダイナミックレンジ、応答感度など検出器としての基本的な特徴や主な検出器の原理のほか、質量分析計について基礎的な事項についての解説がなされた。

#### 【技術講演】

#### 4. 硫黄化学発光検出器 (SCD) の原理と応用例

(島津製作所) 長尾 優

硫黄に特異的な検出器である SCD について、装置の概要や他の特異的な検出器と比較して、定量分析時の優位性などについて解説がなされた。

#### 5. MS 用キャピラリーカラムについて

(レステック) 内海 貝

低ブリードの MS 用キャピラリーカラムについて、高分子量化、架橋、silarylene 構造といった液相における特徴の解説のほか、PLOT カラムを MS につなぐ際の注意点が紹介された。

#### 6. 検出器特性を利用した同定法 (PID, DELCD, RGD)

(テクノインターナショナル) 野口政明

SRI 社による検出器である光イオン化検出器 (PID)、塩素および臭素に選択性をもつ乾式電気誘導検出器 (DELCD)、還元性のガスを対象とした還元ガス検出器 (RGD) について、各検出器の特徴ならびにクロマトグラムの違いが示された。

本講演会を通じて、GC 検出器について再認識や新たな知見が得られたほか、最新技術を駆使した装置の小型化が進んでおり、新たな形でガスクロマトグラフィーが社会に活用される姿を感じ取ることができた。講演を予定していた Spectra Analysis 社製 GC-IR (DiscovIR) の紹介 (ケン商品開発) 高橋 慶氏のオンラインでの講演は web 接続のトラブルがありスライド切替が不調であったため、後日、録画した講演を参加者に聴講していただくこととなった。最後に、本講演会の開催にあたり、ご講演をご快諾していただきました講師の皆様、ご来場ならびにオンラインにて聴講していただきました皆様に深く御礼を申し上げます。

〔(地独)東京都立産業技術研究センター 木下健司〕





## 第 373 回液体クロマトグラフィー研究懇談会

2022年7月27日(水)の13:00から、第373回液体クロマトグラフィー研究懇談会がオンライン形式(Zoom)で開催された。講演主題は、「高分解能 LC/MS/MS 装置や関連技術の最新動向」。参加者は、最大時で約45名だった。

オーガナイザーであるエムエス・ソリューションズの高橋より、開催趣旨の説明があった後、プログラムがスタートした。最初の演題は、「高分解能型質量分析計 Orbitrap をベースとして未知化合物解析のご紹介」サーモフィッシャーサイエンティフィック㈱、永島良樹氏。Orbitrap シリーズの紹介、高分解能質量分析の有意点、高分解能 LC/MS/MS から得られたマスペクトルから未知化合物の構造を推測するためのソフトウェアの紹介があった。2演題目は、「イメージング質量顕微鏡 iMScope QT のご紹介」㈱島津製作所、渡辺 淳氏。イメージング質量分析(IMS)に関する説明と、ESIと大気圧MALDIを切り替えることで、LC/MSとIMSの両方の分析を可能とする最新のQTOF-MSに関する紹介があった。3演題目は、「最新のQTOF-MSの特長とアプリケーションの紹介」アジレント・テクノロジー㈱、林 明生氏。同社のQTOF-MSの最新機種6546について、主に最新の10GHzデジタイザーを採用する事で質量分解能が60,000(FWHM)に向上したこと、自動でプロダクトイオンスペクトルを測定する幾つかの測定モードに関する紹介があった。10分間の休憩を挟んだ後の4演題目は、「Time of FlightとIon Mobilityの領域を拡大する最新技術」日本ウォーターズ㈱、佐藤 太氏。マルチフレクト

ロンを採用した事で最高質量分解能200,000(FWHM)を達成した最新のQTOF-MS、および分離能400を超えるCyclic Ion Mobilityを搭載したQTOF-MSの紹介があった。Ion Mobilityは、質量分析では分離できない異性体を分離できる技術として注目されており、各社からそれを搭載したQTOF-MSが販売されている。5演題目は、「高分解能 LC/MS/MS によるマスペクトル解析基礎講座」エムエス・ソリューションズ㈱、高橋 豊(オーガナイザー)。低エネルギーCIDによるフラグメンテーションの基本的な考え方や、電荷位置と電子の動きを考慮したフラグメンテーション解析の方法、高分解能 LC/MS/MSにより得られたマスペクトルやプロダクトイオンスペクトルの解析方法、未知化合物の構造を推測するためのフリーツールなどの紹介があった。最後に、液体クロマトグラフィー研究懇談会の委員長である中村 洋氏(東京理科大学)より、本会の総括として、各講演に対する疑問点が提示され、内容の理解を促すための質疑応答があった。また、液体クロマトグラフィー研究懇談会が主催する分析士試験や各種イベントのスケジュールや内容に関する説明があった。

QTOF-MSを代表例とする高分解能 LC/MS/MS 装置は、複数のメーカーから供給されており、質量分解能をはじめとして、その性能や機能は年々向上している。高分解能 LC/MS/MSにより得られるマスペクトルやプロダクトイオンスペクトルは、合成品や天然物成分などの構造確認や同定、未知化合物の構造推定には必須のデータである。本例会が、参加者の皆様のお仕事の一助になれば幸いである。ご講演を引き受けていただいた演者の皆様と参加者の皆様に感謝の意を表する。

[オーガナイザー エムエス・ソリューションズ㈱ 高橋 豊]

## 原 稿 募 集

ロータリー欄の原稿を募集しています

### 内容

談話室：分析化学、分析方法・技術、本会事業(会誌、各種会合など)に関する提案、意見、質問などを自由な立場で記述したもの。

インフォメーション：支部関係行事、研究懇談会、国際会議、分析化学に関連する各種会合の報告、分析化学に関するニュースなどを簡潔にまとめたもの。

掲示板：分析化学に関連する他学協会、国公立機関の主催する講習会、シンポジウムなどの予告・お知らせを要約したもの。

### 執筆上の注意

1) 原稿量は1200~2400字(但し、掲示板は

400字)とします。2) 図・文献は、原則として使用しないでください。3) 表は、必要最小限にとどめてください。4) インフォメーションは要点のみを記述してください。5) 談話室は、自由投稿欄です。積極的発言を大いに歓迎します。

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

〒141-0031 東京都品川区西五反田1-26-2

五反田サンハイツ 304号

(公社)日本分析化学会「ぶんせき」編集委員会

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

## 特集：高分子分析—この 10 年の進歩

### 目 次

「高分子分析—この 10 年の進歩」特集号の刊行にあたって .....	石田康行	447
<b>総合論文</b>		
溶媒グラジエント HPLC による高分子の組成解析 .....	香川信之	449
放射光 X 線を用いる散乱・分光分析によるソフトマテリアルの特性解析 ..... 高原 淳・石毛亮平・平井智康・西堀麻衣子・檜垣勇次・山添康介・原田慈久		461
NMR スペクトルの多変量解析によるメタクリレート系共重合体の 組成・連鎖分布解析 .....	平野朋広・百瀬 陽・上池亮太・右手浩一	471
高分解能質量分析法によるポリマーキャラクタリゼーションを加速する ケンドリックマスディフェクト (KMD) 解析の高性能化 .....	中村清香・佐藤浩昭	483
<b>報 文</b>		
溶離液グラジエント HPLC によるセルロースエステルの組成不均一性の解析 .....	川井忠智・浮田 静・島本 周	495
可逆的付加開裂連鎖移動 (RAFT) 重合により合成したスチレン-アクリル酸エステル共重合体の 分子量分布と化学組成の関係 .....	川井忠智・伊藤雄三	501
<b>技術論文</b>		
加熱下及び燃料膨潤下におけるポリオキシメチレンの分子運動性と 高次構造の解析 .....	永尾達彦・八木敦史・神田裕基・川口邦明	511
<b>ノ ー ト</b>		
イミド誘導体化を組み合わせた熱分解 GC/MS 法による 無水マレイン酸共重合体の定性分析 .....	石塚 圭・柿内俊文	517
<b>ノ ー ト (若手初論文)</b>		
セルロイドの劣化解析 .....	大城てつや・青柳佑希・山田絵里加・大石不二夫・西本右子	523
「分析化学」特集「マイクロ・ナノ分析化学の新展開」の論文募集 .....		529
「分析化学」編集委員会特集「ウェルネスに貢献する分析化学」の論文募集 .....		530
「第 22 回若手研究者の初論文特集」募集のお知らせ .....		531
「分析化学」年間特集「流」の論文募集 .....		532
「分析化学産業技術論文賞」のご案内 .....		534
テンプレートによる投稿要領 .....		535
「分析化学」に投稿される皆様へ .....		536

「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。

## 令和3年度事業報告書

(令和3年3月1日～令和4年2月28日)

### 会員の移動状況書

会員種別	員 数		増減数
	令和4年2月28日 現在	令和3年2月28日 現在	
名誉会員	50	51	-1
永年会員	311	341	-30
正会員	3,249	3,531	-282
学生会員	464	314	150
維持会員	182	192.5	-10.5
特別会員	519	524	-5
公益会員	313	322	-9
計	5,088	5,275.5	-187.5

### 1. 第10回定時総会（定款第17条）

日時 令和3年6月9日（水）  
場所 日本分析化学会 Web 会議方式 総社員数 120 名 出席者数 110 名

### 2. 会誌、研究報告及び資料の刊行（定款第5条（1））

- ①学会誌「ぶんせき」を下記のとおり発行した。  
発行年月日 巻 号 発行部数  
自 令和3年3月5日 2021 3 4500  
至 令和4年2月5日 2022 2 4600  
毎月1回5日に発行。学生会員には電子版のみ発行。
- ②和文論文誌「分析化学」を下記のとおり発行した。  
発行年月日 巻 号 発行部数  
自 令和3年3月5日 70 3 1900  
至 令和4年1月5日 71 1・2 1900  
1, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 12月5日発行)
- ③英文論文誌「Analytical Sciences」を下記のとおり発行した。  
発行年月日 巻 号 発行部数  
自 令和3年3月10日 37 3 620  
令和3年12月10日 37 12 620  
毎月1回10日に発行  
英文論文誌「Analytical Sciences」を Springer Nature 社から下記のとおり発行した。  
至 令和4年2月28日 38 1
- ④英文論文誌「X-ray Structure Analysis Online」を下記のとおり発行した。  
本誌はオンラインジャーナル。  
発行年月日 巻 号  
自 令和3年3月10日 37 3  
至 令和4年2月10日 38 2  
毎月1回10日に発行
- ⑤メールマガジンを毎月1回発行した。
- ⑥次の書籍を編集し、発行した。  
1) 第4回 LC 分析士三段試験解説書（本会）  
2) 第4回 LC/MS 分析士初段試験解説書（本会/LC 研究懇談会）  
3) 第4回 LC/MS 分析士二段試験解説書（同上）
- ⑦教育用 DVD 並びにビデオシリーズの頒布を行った。  
コロナウイルス感染拡大に伴い大学等でオンライン講義が増加したが、それに使用することを目的として、学会所有の教育用ビデオ、DVD を会員に無料公開した。令和3年度は継続登録者のみに公開した。令和2年度からの総アクセス数は33,159回再生であった。

### 3. 講演会、講習会及び研究会の開催（定款第5条（2））

- [研究発表会]  
①第81回分析化学討論会  
日時 令和3年5月22日・23日  
場所 オンライン開催（東北支部） 論文発表 278 件 参加者数 426 名  
②第70年会  
日時 令和3年9月22日～24日  
場所 オンライン開催（近畿支部担当）講演数 486 件 参加者数 814 名
- [講習会]  
①第40回分析化学基礎セミナー（無機分析編）  
日時 令和3年6月17日・18日  
場所 オンライン開催 参加者 44 名  
②第11回分析化学の基本と安全セミナー  
日時 令和4年2月4日  
場所 オンライン開催 参加者 45 名

### 4. 調査、研究及び建議（定款第5条（3））

- [技能試験]  
事業所を対象とした技能試験を次のとおり実施し、結果に基づく「技能試験成果報告書」を公開した。  
①ISO/IEC 17043に基づく技能試験「第23回ダイオキシン類分析（ばいじん）」  
②ISO/IEC 17043に基づく技能試験「第6回放射能分析（牛肉）」  
[標準物質]  
新規標準物質は作製せず、これまで開発した各種標準物質の安定性試験で品質を確認しながら、社会への供給活動を行った。  
[関係団体との協力]  
①次の諸団体に参画し、種々の調査・建議に協力した。  
日本学術会議、（一社）化学情報協会、標準物質協議会、ASIANALYSIS 国際諮問委員会、（一社）日本化学連合/化学系学協会連絡会  
②次の委員会に委員を派遣して各種規格の立案等に協力した。  
（一社）日本化学工業協会、（一社）日本試薬協会、（一社）日本環境測定分析協会、（一社）日本分析機器工業会

### 5. 研究の奨励及び研究業績の表彰（定款第5条（4））

- ①2021年度学会賞を次のとおり授与した。  
石濱 泰 君「プロテオーム解析のための基盤技術開発と応用」  
宗林 由樹 君「微量金属・同位体の精密分析法の開発と水圏環境化学の革新」  
民谷 栄一 君「生体分子分析法のためのナノ・マイクロバイオセンサーの開発」
- ②2021年度学会功労賞を次のとおり授与した。  
肥後 盛秀 君「金属薄膜の分析化学における利用に関する研究と学会への貢献」
- ③2021年度技術功績賞を次のとおり授与した。  
野呂 純二 君「溶媒抽出の基礎的研究及び工業材料分析への応用」  
松田 直樹 君「スラブ光導波路分光法による固液界面におけるその場観察方法の開発」  
脇川 憲吾 君  
白木 亮輔 君「誘導体化技術を駆使した質量分析による薬毒物分析法の高度化に関する研究」
- ④2021年度奨励賞を次のとおり授与した。  
稲川 有徳 君「相分離により生じたマイクロ構造を利用した分離計測法の確立と界面物性の解明」  
岩井 貴弘 君「大気圧プラズマを用いた微量試料の高感度無機・有機分析システムの開発」  
坂口 洋平 君「高感度化および高精度化を指向した誘導体化 LC の開発と生体試料分析への応用」  
菅沼 こと 君「溶液 NMR を用いたポリ乳酸のキャラクタリゼーション」  
福山 真央 君「自然乳化を利用した微量試料前処理操作の開発」
- ⑤2021年度女性 Analyst 賞を次のとおり授与した。  
石垣 美歌 君「ラマン分光法、近赤外分光法を用いた生体の *in situ* イメージング分析」



保倉 明子 君「放射光 X線を用いる植物の元素イメージングと微量元素の動態解明」

⑥2021年度有功賞を次のとおり授与した(敬称略)。

安川 通	安東 政徳	加藤 治彦	川上 正
牧 徹	龍見 信之	伊藤 浩征	吉岡奈緒美
本吉 卓	明比 美鈴	伊藤 哲也	菊地 浩一
三部 俊行	白崎 裕司	小堀 一博	宿谷 貴之
長尾 虎義	井波 秀樹	岡崎 晃子	原口みゆき
増田由美子	渡辺 弘恵	賀嶋 能久	葛西 誠治
堀田 周次	又川 明彦	柴田 隆	熊谷 礼子
相沢 孝義	高羽 秀紀	山本 智彦	出原 英人
杉崎 敬子	西田 満	赤松 玲子	村井 一裕
竹田美和子	中岡 成隆	中矢 則子	中村 耕三
長橋 正明	藤田 一隆	渡辺千登司	転石 弘二
田所 英二	藤中 健吉	渡辺 美泰	福本 正行
梶 朋博	和室 浩代	和田 丈晴	

⑦2020年「分析化学」論文賞を次のとおり授与した。

稲川 有徳 君 上原 伸夫 君  
「RGB-スペクトル変換法によるスマートフォン画像を利用した比色分析法の開発」

⑧他機関による表彰及び研究助成に対し会員を候補者として推薦した。

## 6. その他の目的を達成するために必要な事業(定款第5条(5))

[広報]

広報委員会展望とトピックス小委員会において、第81回分析化学討論会及び第70年会研究発表の中で注目される研究内容を、小冊子「展望とトピックス」にまとめて発行し、ホームページを通じ、また、報道機関の記者に同資料を配付して広報した。

[若手交流会]

年会討論会において若手ポスター賞選考を支援し、各支部での若手交流会企画を支援した。

[研究懇談会]

研究懇談会活動を次のように行った。

①有機微量分析研究懇談会

【委員長:酒井達子(名城大学),委員11名,会員数167名(個人会員160名,顧問7名)】委員会を2回,オンラインで開催した。第88回有機微量分析研究懇談会,第116回計測自動制御学会力学量計測部会,第38回合同シンポジウムを6月17日・18日にオンラインで開催(計測自動制御学会力学量計測部会と共催,日本分析化学会,日本化学会,日本薬学会協賛)。その内訳は特別講演2件,口頭発表14件,ランチョンセミナー2件である。講演会(第70年会9月22日,オンライン開催,招待講演1件)を開催したほか,会報23号を発行(2月)した。ホームページを再構築して情報発信を強化した。また標準試料検定小委員会において標準試料の検定作業を行った。さらに標準試料の需要に見合う供給体制の見直しを進めて整備を行い,これらを含め検定小委員会に関わる広報などを行った。

②ガスクロマトグラフィー研究懇談会

【委員長:佐藤 博(長崎国際大学),運営委員会委員56名,会員数92名(個人会員45名,団体会員44機関,名誉会員17名)】運営委員会はメール・遠隔で2回開催,研究会と講習会の運営担当者間では会議を遠隔で複数回開催した。研究会開催数:4回(第373回~376回,第374回日本分析化学会第70年会講演,ガスクロマトグラフィー研究会特別講演会をオンラインで開催した。)一方,JAIMAコンファレンスの講習会(GC編とセパレーションサイエンス編)はコロナ禍で中止,第26回キャピラリーガスクロマトグラフィー講習会(11月19日,20名)はオンライン開催。本部主催の日中韓シンポジウム2021(中国),東京都立産業技術研究所の見学会はコロナ禍で中止・延期となった。キャピラリーGC講習会の副読本として,書籍「役に立つGC分析」を改訂して,「ガスクロ・ガスマス自由自在」として丸善から出版した。

③高分子分析研究懇談会

【委員長:香川信之(関東ソー分析センター),運営委員14名,企画委員6名,会員数157名(個人会員59名,法学会員98社)】開催数:運営委員会8回,企画委員会2回,例会5回(第404回~408回;5月18日,8月5・6日,11月18日,1月

19日,2月15日),第70年会における研究懇談会講演(9月22日),第62回高分子分析技術講習会(応用編)(3月9日・10日),第63回高分子分析技術講習会(基礎編)(10月5・6日),第26回高分子分析討論会(10月28日・29日)をすべてオンラインで開催した。また,「分析化学」誌の高分子分析特集号刊行のため,小委員会を立ち上げて投稿募集を行った。2022年9月号として刊行予定。

④X線分析研究懇談会

【委員長:辻 幸一(大阪市立大学),運営委員30名,参与委員15名,会員数131名(個人会員111名,団体会員20社)】開催数:例会3回(第274回・275回・276回),運営委員会2回。「X線分析の進歩」第52集をアグネ技術センターより出版したほか,第57回X線分析討論会(11月5日・6日,福岡大学)オンライン開催,参加者116名を主催した。第16回浅田榮一賞を大淵教司氏(㈱リガク)に授与し,X線分析討論会において5件の学生賞を選考し授与した。

⑤分析試薬研究懇談会

【委員長:片山佳樹(九州大学),運営委員会委員17名,参与委員15名,会員数103名(個人会員100名,賛助会員3名)】開催数:1回。第70年会において,分析試薬研究懇談会(9月23日,オンライン,講演1件)を開催した。

⑥溶液界面研究懇談会

【委員長:塚原 聡(大阪大学),運営委員10名,個人会員104名】開催数:1回。神戸大学・オンラインで開催された第70年会の「界面・微粒子」セッションの中で1件の講演(9月23日)を行った。

⑦液体クロマトグラフィー研究懇談会

【委員長:中村 洋(東京理科大学),役員会役員の数:40名,会員数:210(個人会委員:151名,団体会員:59社)】コロナ禍の影響を受け,特別講演会・見学会,LC- & LC/MS-DAYS 2021は中止に追い込まれたが,12回の研究懇談会(第357~368回,Zoomウェビナー)及び第27回LC & LC/MSテクノプラザ(2022年1月27日・28日,Zoomミーティング)を開催した。関東支部主催第62回機器分析講習会第2コース「HPLCとLC/MSの基礎と応用」(2021年11月29日,Zoomウェビナー)の開催に協力した。『第4回LC/MS分析士三段試験解説書』(2021年8月2日~)及び『第5回LC分析士初段試験解説書』(2022年2月15日~)のメールでの査読会を開催した。また,「第4回LC分析士三段試験解説書」(2021年4月26日発行,日本分析化学会),「第4回LC/MS分析士初段試験解説書」(2021年9月28日発行,LC研究懇談会),「第4回LC/MS分析士二段試験解説書」(2022年1月11日発行,LC研究懇談会)を発行した。さらに,電子ジャーナル「LCとLC/MSの知恵」の第2号(2021年6月15日発行),第3号(2021年12月15日発行)をホームページに掲載した。

⑧化学センサー研究懇談会

【委員長:久本秀明(大阪府立大学),会員数45名(個人会員45名)】第70年会において化学センサー研究懇談会講演を行った(9月23日,オンライン)。京都大学の白井理先生に講演をお願いし,「植物栄養成分のセンサーの開発」を拝聴した。多くの参加者があり,議論も盛況であった。

⑨電気泳動分析研究懇談会

【委員長:石濱 泰(京都大学),顧問8名,常任委員7名,委員33名】第41回キャピラリー電気泳動シンポジウム(SCE2021,12月,福岡)を共催した。また電気泳動分析懇談会賞(寺部茂賞)の表彰を行った。第8回寺部茂賞は東北大学豊岐伸彦教授に授与された。

⑩イオンクロマトグラフィー研究懇談会

【委員長:森 勝伸(高知大学理工学部),運営委員会委員23名,会員数83名(個人会員75名,維持会員7社,団体会員1社)】運営委員会を2回(オンライン会議)開催した。日本分析化学 第70年会 研究懇談会講演会にてイオンクロマトグラフィー研究懇談会講演会を開催した(演者:隅田先生9/22;高知県工業技術センター・Lim先生9/24;岐阜大)。第37回IC討論会をオンラインで開催した(12/3参加者56名)。分析士(初段)はリモート試験で開催した(2022/1/24)。

⑪フローインジェクション分析研究懇談会

【委員長:手嶋紀雄(愛知工業大学),運営委員会委員50名,会員数111名(個人会員93名,賛助会員10社,特別賛助会

員8社】講演会を2回(年會会期中(9月23日,神戸大学(オンライン)),第57回FIA講演会(10月6日,愛知工業大学(オンライン)))を開催したほか,Journal of Flow Injection Analysis誌の発行(38巻1,2号)及びそのための編集委員会を2回(6月と12月,メール会議),また褒賞委員会を1回(9月,メール会議)開催した。

#### ⑫環境分析研究懇談会

【委員長:梅村知也(東京薬科大学),委員8名,顧問7名,会員数73名(個人会員70名,グループ会員3名)】講演会を1回(年會会期中(9月23日,神戸大学(オンライン)))を開催した。コロナ渦ということで,通常であれば年會会期中に開催する運営委員会は取り止め,メールで必要事項を議論した。

#### ⑬表示・起源分析技術研究懇談会

【委員長:安井明美((国研)農業・食品産業技術総合研究機構),運営委員会委員17名,参与4名,個人会員47名,団体会員14社】3月4日に第23回講演会(共催:フード・フォーラム・つくばフードセーフティ分科会),3月17日に第24回講演会,9月3日に第25回講演会(協賛:プラズマ分光分析研究会)を,それぞれオンラインにて開催した。運営委員会はオンラインにて3月に1回開催した。

#### ⑭レアメタル分析研究懇談会

【委員長:小熊幸一(元千葉大学),運営委員会委員:11名,会員数:20名(個人会員のみのみ)】当研究懇談会独自の講演会は年度内開催を中止し,1月25日~2月26日にオンライン開催された令和3年度分析イノベーション交流会に参加した。

#### ⑮熱分析研究懇談会

【委員長:西本右子(神奈川大学),運営委員会委員8名,個人会員21名,団体会員8社】対面での講演会,討論会を中止し,オンラインでのチュートリアルを4回(5/13,7/13,9/13,11/16)開催した。今後の活動について,運営委員会で議論を重ねた(オンライン運営委員会を6回開催した)。

#### ⑯溶液反応化学研究懇談会

【委員長:梅林泰宏(新潟大学),運営委員会委員18名,会員数18名(個人会員18名,賛助会員0名)】講演会を9月24日の日本分析化学会第70年会(オンライン開催)で,運営委員会(メール会議)で開催した。

#### ⑰電気分析化学研究懇談会

【委員長:前田耕治(京都工芸繊維大学),運営委員会委員29名,顧問3名】オンラインで開催された第70年会では,9月22日に,懇談会主催で,椎木弘氏(大阪府大)による「電気化学的アプローチによる微生物分析」の招待講演を行い,活発な質疑が行われた。また,メール会議で運営委員会を開催し,若手を中心に運営委員の増員(3名)を図り,翌年の第82回討論会に懇談会として討論主題「地域から世界に発信する電気分析化学」を応募することを決め採用された。

#### ⑱ナノ・マイクロ化学分析研究懇談会

【委員長:渡慶次学(北海道大学),副委員長:火原彰秀(東北大学),会員数:約30名(個人会員のみのみ)】12月6日~7日に開催されたRSC Tokyo International Conference 2021(オンライン)に協力した。第70年会(オンライン)にて,9月24日に研究懇談会講演会を開催した。3月5日~9日に開催されたPittcon2022でのPAI-NET Contributed Session「Advances in bioanalytical technology using microfluidic devices」に協力した(後日オンラインが決定)。

#### ⑲バイオ分析化学研究懇談会

【委員長:佐藤守俊(東京大学),運営委員会委員9名,顧問2名,会員数11名(個人会員11名,賛助会員0名)】2021年8月7日,合同セミナー【第9回Chem-Bio Joint Seminar 2021】をオンライン開催,50名以上が参加しました。また,2022年度の活動についてメール審議を行い,来年度はコロナ対策を施した上で100%対面の合同セミナーを東大で行う方向で合意となった。

#### ⑳スクリーニング分析研究懇談会

【委員長:津越敬寿(産業技術総合研究所),運営委員会委員7名,会員数14名(個人会員10名,団体会員4口)】新型コロナウイルス禍への感染予防対策のため,今期予定していた講演会を中止した。メーリングリスト等を使って,活動状況の情報発信を行うと共に,来期の運営方針や要望について会員

間で意見交換を行った。

#### 【支部】

支部活動を次のように行った。

#### 【北海道支部】

##### ①役員を選任

支部長	蠣崎 悌司			
副支部長	渡慶次 学	坂入 正敏		
参与	伊藤八十男	大谷 友二	片岡 正光	
	喜多村 昇	齋藤 健	神 和夫	
	那須 淑子	長谷部 清	藤吉 亮子	
	横沢 龍朗			
監事	伊藤 慎二	宇都 正幸		
庶務幹事	菅 正彦	三原 義広		
会計幹事	三浦 篤志	石田 晃彦		
幹事	青柳 直樹	今枝 佳祐	上野 貢生	
	大木 淳之	大津 直史	岡 征子	奥田 弥生
	川口 俊一	(木村) 須田 義	工藤 英博	蔵崎 正明
	黒澤 隆夫	齋藤 徹	堺井 亮介	佐々木 隆浩
	佐藤 久	真田 哲也	高瀬 舞	高橋 徹
	田中 俊逸	谷 博文	田原 りり子	千葉 真弘
	敦賀 昇	徳光 藍	富田 恵一	中田 耕
	中谷 暢丈	西村 一彦	沼田 ゆかり	古崎 睦
	真栄城 正寿	松井 宏之	南 尚嗣	村井 毅
	諸角 達也	山田 幸司	吉田 将己	吉村 昭毅
	若杉 郷臣			

##### ②研究発表会

1) 夏季研究発表会(共催):(オンライン):7月17日,一般講演73件,特別講演2件(参加者189名)。

2) 化学教育研究協議会(共催):(オンライン):11月13日,特別講演1件,分析化学若手教育研究者による話題提供,自由討論を行った(参加者55名)。

3) 冬季研究発表会(共催):(オンライン):1月25~26日,研究発表136件(口頭91ポスター45),特別講演1件(参加者363名)。

##### ③セミナー

1) 第37回分析化学緑陰セミナー:中止。

2) 2021年公開0セミナー(ハイブリッド):11月12日,旭川工業高等専門学校(旭川市)開催,講演2件を行った(参加者90名)。

3) 第57回氷雪セミナー(オンライン):1月11日,講演2件(参加者30名)。

##### ④交流事業

若手の会交流会:「九州支部若手の会」から講演者招聘中止。

##### ⑤支部ニュースの発行

北海道支部ニュース第63号,第64号を発行した。

#### 【東北支部】

##### ①役員を選任

支部長	西澤 精一			
副支部長	遠藤 昌敏	大江 知行		
参与	秋葉 健一	宇野原 信行	大関 邦夫	
	大類 洋	尾形 健明	荻野 博	長 哲郎
	小田嶋次勝	後藤 順一	齋藤 紘一	佐藤 允美
	南原 利夫	星野 仁	山崎 慎一	四ツ柳 隆夫
監事	志村 清仁	壹岐 伸彦		
庶務幹事	高貝 慶隆			
会計幹事	福山 真央			
幹事	赤坂 和昭	石川 大太郎	伊藤 徹二	
	伊野 浩介	井上 久美	岩田 吉弘	大江 知行
	大橋 弘範	小川 信明	押手 茂克	尾高 雅文
	上條 利夫	唐島 田龍之介	菊地 洋一	北川 文彦
	熊谷 将吾	佐藤 勝彦	佐藤 健二	佐藤 雄介
	猿渡 英之	珠玖 仁	鈴木 敦子	田副 博文
	多田 美香	寺前 紀夫	照井 教文	仲川 清隆
	中川 公一	中山 健一	西澤 松彦	糠塚 いそし
	野原 幸男	橋本 隆光	橋本 幹雄	火原 彰秀
	野原 愛弓	平山 和雄	福島 美智子	福山 真央
	藤村 務	末永 智一	松村 洋寿	眞野 成康
	盛田 伸一	和久井 喜人	渡辺 壱	渡辺 健一
	渡辺 忠一			

②研究発表会

1) 2021年度化学系学協会東北大会(主催:日本化学会東北支部,共催:日本分析化学会東北支部):10月2日・3日にオンライン開催で開催364件の講演があり,508名の参加登録があった。

③セミナー

1)「分離機能とセンシング機能の化学セミナー」は,新型コロナウイルス感染拡大防止のためオンラインでの開催となった。招待講演1件が行われ31名の参加があった。

2)令和3年度東日本分析化学若手交流会が関東支部との合同で開催され,登録者100名(一般29名,学生71名)の参加のもと,特別講演1件,依頼講演4件,講演3件,ポスター発表30件が行われた。

3)東北支部各賞講演会:12月11日,東北分析化学賞および東北分析化学功績賞の受賞講演をオンライン開催にて行った。東北分析化学賞は,田副博文氏(弘前大),東北分析化学功績賞は,小川信明氏(秋田大)が受賞した。

④セミナー等共催事業

1)第38回無機・分析化学コロキウムが6月4日にオンラインで開催され,4件の招待講演及び7件の依頼講演が行われた。

【関東支部】

①役員を選任

支部長	山本 博之				
次期支部長	津越 敬寿				
副支部長	四宮 一総	平山 直紀	安田 純子		
参 与	梅澤 喜夫	大橋弘三郎	岡田 哲男		
小熊 幸一	金澤 秀子	楠 文代	合志 陽一		
澤田 清	渋川 雅美	菅原 正雄	杉谷 嘉則		
高田 芳矩	高村喜代子	田中 龍彦	角田 欣一		
中込 和哉	中村 洋	二瓶 好正	丹羽 修		
早下 隆士	平井 昭司	藤浪 真紀	保母 敏行		
前田 瑞夫	宮村 一夫	望月 直樹	矢野 良子		
山崎 素直	山根 兵				
監 事	鈴木 康志	本田 俊哉			
常任幹事	会田 秀樹	石川 隆一	稲川 有徳		
岩崎 雄介	植田 郁生	上野 祐子	梅林 泰宏		
梅村 知也	江坂 文孝	大塚 克弘	岡村 浩之		
上村 真生	国村 伸祐	齋藤 伸吾	坂元 秀之		
佐藤 香枝	敷野 修	東海林 敦	菅沼 こと		
菅原 一晴	鈴木彌生子	高橋あかね	谷合 哲行		
豊田 太郎	並木 健二	野呂 純二	林 英男		
蛭田 勇樹	宮下 隆	山口 央	吉岡 拓哉		
吉田 達成					
支部幹事	青木 寛	伊藤 彰英	勝又 啓一		
加藤 健	亀田 直弘	土戸 優志	富田 峻介		
中村 圭介	福原 学	馬渡 和真	南 豪		
村田 英明	森岡 和大	山本 法央			

②講習会

1)第62回機器分析講習会:第2コース「HPLCとLC/MSの基礎と実践《初級者,中級者のための実務講座》」を11月29日にオンライン形式で開催した(講演者7名,受講者16名)。

③講演会・セミナー

1)ものづくり技術交流会2021~分析に役立つ基礎技術~:第81回分析化学討論会の関連行事として5月21日に開催(参加者100名),また,第70年会の関連行事として9月21日に開催した(参加者166名)。それぞれ分析イノベーション交流会が主催,各討論会・年会実行委員会が共催となり,オンライン形式にて行った。

2)新潟地区部会第34回研究発表会:関東支部・同新潟地区部会の主催により11月12日にオンライン形式にて開催した(参加者77名)。支部長特別講演,一般講演6件,ポスター発表15件,さらに新潟地区部会若手賞の表彰式が行われた。ポスター賞表彰式は11月19日に行われた。

3)東日本分析化学若手交流会:関東支部若手の会,東北支部若手の会の主催,各支部の共催により11月26日・27日にオンライン形式にて行った(参加者100名)。支部長特別講演,依頼講演4件,ポスター発表30件の他,研究室紹介やワークショップなどが行われた。さらにポスター優秀発表,

ワークショップ優秀発表の授賞式が行われた。

4)第2回群馬・栃木分析技術交流会:関東支部,群馬・栃木地区分析技術交流会の主催によりオンデマンド形式により12月6日~10日の間開催した。3件の講演が行われ,動画再生は68回であった。

5)新世紀賞授賞式および講演会:1月6日にJEOL大手町会議室とオンラインのハイブリッド形式で開催した(参加者数50名)。新世紀賞受賞者は,島田亜佐子君(日本原子力研究開発機構)および森田耕太郎君(東邦大学),新世紀新人賞受賞者は,小汲佳祐君(東京都立産業技術研究センター)である。

6)分析イノベーション交流会:分析イノベーション交流会の主催により1月25日・26日にオンライン形式にて開催した(参加者数200名)。討論主題として「カーボンニュートラル」,「前処理」を設定し,ショートプレゼンテーションとともにオンライン展示会等が行われた。

④助成

1)分析イノベーションフォーラム助成:「その場診断に役立つ分析化学“Diagnostic Chemistry”フォーラム」代表者:渡辺日香里君(東京理科大学)(2021年10月から2023年2月)を採択した。

【中部支部】

①役員を選任

支部長	栗原 誠				
次期支部長	長谷川 浩				
副支部長	内村 智博	北川 慎也			
顧 問	板谷 芳京	上田 一正	上田 穰一		
太田 清久	北川 邦行	酒井 忠雄	佐々木与志実		
田口 茂	柘植 新	津田 孝雄	寺田喜久雄		
永長 幸雄	中村 俊夫	野村 俊明	早川 和一		
原 稔	平出 正孝	舟橋 重信	本浄 高治		
三輪 智夫	村田 旭	山田 真吉	山寺 秀雄		
参 与	一ノ木 進	井村 久則	宇野 文二		
大谷 肇	小谷 明	小泉 貞之	竹内 豊英		
田中 智一	遠田 浩司	中田 隆二	波多 宣子		
服部 敏明	馬場 嘉信	樋上 照男	藤本 忠蔵		
湯地 昭夫					
監 事	石田 康行	金子 聡			
庶務幹事	加藤 亮	眞塩 麻彩実			
会計幹事	村上 貴哉	安井 孝志			
常任幹事	飯國 良規	太田 一徳	金 継業		
佐澤 和人	高橋 透	立石 一希	手嶋 紀雄		
長谷川 浩	湯川 博	リムリーフ	藁科 知之		
幹 事	伊藤 雅章	太田 鑑	大橋 芳明		
小川 教馬	奥山 修司	甲斐 穂高	加賀谷重浩		
香川 信之	勝又 英之	加藤 仁志	菅野 憲		
儀賀 義勝	北川 均	北出 和久	木全 良典		
渡反 克典	坂江 広基	妹尾 健吾	高橋 史樹		
巽 広輔	轟木堅一郎	西山 嘉男	丹羽 敏之		
丹羽 啓誌	古川 真衣	松宮 弘明	御子柴正明		
南谷 臣昭	村上 貴哉	山腰 亮子	山下 智富		
吉田 佳宏					

②講演会

1)北陸地区講演会(福井地区):7月16日,オンラインで開催,講演3件を行った(参加者87名)。

2)長野地区講演会:9月30日,信州大学理学部2講義室オンライン同時中継で開催,講演3件を行った(参加者106名)。

3)愛知地区講演会:10月20日,オンラインで開催,講演2件を行った(参加者38名)。

③講習会

1)第31回基礎及び最新の分析化学講習会:11月9日,オンラインで開催,講義6件を行った(参加者30名)。

④セミナー

1)「第39回分析化学中部夏期セミナー」は2022年度に延期となった。

2)「分析中部・ゆめ21」若手交流会・第21回高山フォーラム:11月13日,オンラインで開催,中部分析化学奨励賞受賞講演2件,招待講演2件,ポスター発表60件を行った



(参加者 84 名).

【近畿支部】

① 役員 の 選任

支 部 長	村松 康司	安川 智之			
副支部長	森田 成昭	末吉 健志			
庶務幹事	北隅 優希	小池 亮	池田 篤治		
会計幹事	糟野 潤	尾崎 幸洋	垣内 隆		
参 与	荒川 隆一	木村 恵一	木村 優		
池田 昌彦	小川禎一郎	小島 次雄	佐伯 正夫		
加納 健司	木原 壯林	田中 久	田中 稔		
紀本 岳志	日下 譲	辻 治雄	寺部 茂		
佐藤 昌憲	澁谷 康彦	萩中 淳	藤田 芳一		
谷口 一雄	千熊 正彦	増田 嘉孝	松井 正和		
中川 照眞	中原 武利	横井 邦彦	脇阪 達司		
藤原 英明	穂積啓一郎	岩月 聡史	大城 敬人		
松下 隆之	八尾 俊男	久保 拓也	鈴木 雅登		
渡辺 巖	渡會 仁	田中 陽	中田 靖		
常任幹事	石切山一彦	山本佐知雄	吉田 朋子		
岡本 行広	北山 紗織	浅川 大地	飯田 琢也		
諏訪 雅頼	高原 晃里	伊藤 滋之	岩井 貴弘		
向井 浩	山口 英一	宇田 亮子	遠藤 達郎		
幹 事	青山 佳弘	奥田 浩子	小堤 和彦		
石濱 泰	磯尾賢太郎	河合 潤	川上奈津子		
岩本 仁志	上田 啓太	川内 達彦	木村 敦臣		
大塚 利行	大塚 浩二	倉内 奈美	桑本 恵子		
小山 宗孝	門 晋平	小林 宏資	坂本 英文		
川崎 英也	河原 直樹	作花 哲夫	椎木 弘		
久保田直哉	久保 公二	下山 昌彦	許 岩		
小菅 俊二	小林 典裕	杉山 雅人	鈴江 崇彦		
佐々木健次	佐々木隆之	杉山 康雄	瀬戸 宗林		
下赤 卓史	下条晃司郎	高橋 弘樹	竹田さほり		
白井 理	杉原 崇康	千葉 光一	茶山 健二		
鈴木 茂生	鈴木 哲仁	塚本 効司	辻 幸一		
高木 達也	高野祥太郎	坪井 泰之	天満 敬		
田中 章夫	田邊 一郎	鳥羽真由子	豊田 岐聡		
塚越 一彦	塚原 聡	中澤 隆	中島 陽一		
角井 伸次	壺井 基裕	中山 茂吉	西 直哉		
土井 光暢	床波 志保	野田 達夫	萩森 政頼		
永井 秀典	中口 譲	張野 宏也	東 昇		
中原 佳夫	並川 敬	藤嶽 暢英	藤森 啓一		
西尾 友志	西塾 誠	堀田 弘樹	堀田 弘樹		
橋田紳乃介	長谷川 健	牧 秀志	牧 秀志		
久本 秀明	藤居 義和	丸尾 雅啓	三木功次郎		
藤原 学	布施 泰朗	村上 正裕	村上 正裕		
堀山志朱代	本間 秀和	矢嶋 撰子	安井 裕之		
松尾 修司	松本 明弘	山本 茂樹	山本 雅博		
三戸彩絵子	宮崎 哲男	渡邊 誠也			
森内 隆代	森澤 哲介				
山垣 亮	山口 敬子				
吉田 裕美	脇田 慎一				

② 講演会

- 1) 第 16 回近畿分析技術研究奨励賞表彰式・受賞講演会：3 月 12 日，オンラインで開催，表彰・受賞講演 2 件を行った。
- 2) 第 1 回支部講演会：4 月 9 日，オンラインで開催，講演 1 件を行った。
- 3) 第 2 回支部講演会：7 月 16 日，オンラインで開催，講演 1 件を行った。
- 4) 第 3 回支部講演会：12 月 3 日，オンラインで開催，講演 2 件を行った。

③ 講習会

- 1) ぶんせき講習会・基礎編その 1：5 月 14 日，オンラインで開催，講義・講習 4 件を行った（受講者 73 名）。
- 2) ぶんせき講習会・発展編：11 月 26 日，オンラインで開催，講義と演習を行った（受講者 39 名）。
- 3) 予定されていたぶんせき講習会・基礎編その 2，実践編は，コロナ禍の影響で中止となった。

④ セミナー

- 1) 提案公募型事業は申請が無く，開催されなかった。
- 2) 第 15 回近畿支部夏季セミナー「ぶんせき秘帖」は，7 月 31

日から 8 月 1 日にかけてオンラインで開催された。

⑤ 支部ぶんきんニュースを 2 回発行した。

【中国四国支部】

① 役員 の 選任

支 部 長	中山 雅晴				
次期支部長	朝日 剛				
副支部長	藤原 薫	伊藤 一明	今井 嘉彦		
支部参与	池田 早苗	木下 光夫	熊丸 尚宏		
岩知道 正	奥村 稔	竹味 弘勝	中野 恵文		
善木 道雄	田頭 昭二	廣川 健	藤原 昭文		
林 康久	平田 静子	宮田 晴夫	本仲 純子		
北條 正司	真鍋 敬	山崎 恒博			
本水 昌二	森田 秀芳	若林 茂夫			
支部監事	金田 隆	小崎 大輔	管原 庄吾		
庶務幹事	浅野 比				
水口 仁志					
会計幹事	竹田 一彦	西本 潤			
常任幹事	一色 健司	石坂 昌司	泉 雅典		
今井 昭二	上田 忠治	上田 真史	越智 一志		
紙谷 浩之	北出 哲朗	北山 宏三	小園 修治		
座古 保	高柳 俊夫	田所 大典	田中 秀治		
谷崎 達也	谷本 典之	名郷 洋信	西 博行		
早川慎二郎	原 哲也	村上 良子	森本 稔		
藪谷 智規	横山 崇	吉田 和広	吉村 友宏		
和田 修治					
支部幹事	浅岡 聡	安達 健太	井上 裕文		
川島 淳憲	小野 浩	片岡 洋行	苅部 甚一		
牛村 邦男	小松原恒生	島崎 洋次	竹内 政樹		
竹永 史典	武安 伸幸	谷村 俊史	永阪 文憲		
西脇 芳典	樋口 浩一	藤井 健太	藤原 勇		
淵脇 雄介	松原 弘樹	森 勝伸	門木 秀幸		
山下 浩	山本 剛	山本 孝	吉岡 徹		
和田 光弘					

② 研究発表会

- 1) 第 28 回クロマトグラフィーシンポジウム：6 月 10 日・11 日，オンライン開催（共催）（招待講演 2 件，依頼講演 6 件，口頭発表 11 件，ポスター発表 31 件，参加登録者 134 名）。
- 2) 2021 年日本化学会中国四国支部大会：11 月 13 日・14 日，高知工科大学・オンライン開催（共催）。

③ 講演会

- 1) 中国四国支部分析化学講演会：3 月 26 日オンライン開催（講演 1 件，参加者 26 名）。
- 2) 岡山地区講演会（岡山地区分析技術懇談会と共催）：2021 年度は開催せず。
- 3) 広島地区講演会（広島地区分析技術研究会と共催）：3 月 26 日オンライン開催（講演 3 件，参加者 26 名）。
- 4) 宇部・山陽小野田地区講演会（宇部地区分析技術研究会と共催）：2 月 10 日オンライン開催（講演 2 件）。
- 山口地区講演会（山口機器分析研究会と共催）：2021 年度は開催せず。
- 5) 愛媛地区講演会（愛媛県産業技術研究所，愛媛大学紙産業イノベーションセンターと共催）：2021 年度は開催せず。
- 6) 徳島地区講演会（徳島化学工学懇話会と共催）：2021 年度は開催せず。
- 7) 鳥取地区講演会（鳥取総合分析研究懇談会と共催）：2021 年度は開催せず。
- 8) 島根地区講演会（島根環境分析化学・陸水化学懇話会と共催）：2021 年度は開催せず。
- 9) 高知地区講演会（高知地区分析技術懇談会と共催）：2021 年度は開催せず。
- 10) 外国人学者講演会：2021 年度は開催せず。

④ セミナー

- 1) 第 27 回中国四国支部分析化学若手セミナー：6 月 26 日，高知大学・オンライン開催（参加者 47 名）。

【九州支部】

① 役員 の 選任

支 部 長	井原 敏博
次期支部長	富安 卓滋
副支部長	田中 充 高橋 政孝

参 与	飯盛喜代春	石黒 慎一	今坂藤太郎
今任 稔彦	岩崎 正武	大森 保	鎌田 薩男
喜納 兼勇	黒木 広明	合屋周次郎	財津 潔
城 昭典	下田 満哉	高舘 明	谷口 功
田端 正明	出口 俊雄	中島憲一郎	中村 博
増田 義人	松本 清	山口 政俊	山田 淳
脇田 久伸			
監 査	黒田 直敬	栗原 龍	
庶務幹事	水城 圭司		
会計幹事	北村 裕介		
常任幹事	石川 洋哉	稲田 幹	大島 達也
大庭 義史	川上 健次	栗崎 敏	高橋 幸奈
西田 正志	浜瀬 健司	原田 雅章	松田 直樹
松森 信明	吉留 俊史		
幹 事	新垣 雄光	安藤 功	井倉 則之
池上 天	石岡 寿雄	石田 雄士	井上 高教
内原 博	宇都宮 聡	梅木 辰也	王子田彰夫
大渡 啓介	大平 慎一	岡上 吉広	尾本 憲昭
恩田 健	加地 範匡	片山 佳樹	加藤 祐子
金房 純代	梶島 力	梶島 正美	上畑桂太郎
河濱 博文	川畑 明	神崎 亮	岸川 直哉
木下 将和	呉 行正	児玉谷 仁	財津 慎一
笹木 圭子	佐藤 博	佐藤しのぶ	佐藤 正雄
佐野 洋一	澤津橋徹哉	塩路 幸生	清水 陽一
白土 英樹	末田 慎二	宗 伸明	高橋 章
高橋 浩司	高椋 利幸	竹中 繁織	竹原 公
田中 明	天日 美薫	戸田 敬	富永 昌人
中島 常憲	中園 学	中武 貞文	中野 幸二
中村 沙織	新留 康郎	能田 均	能登 征美
野間 誠司	馬場 由成	巴山 忠	原口 浩一
原田 明	肥後 盛秀	藤井 清永	前田 明広
増田 寿伸	真瀬田幹生	又吉 直子	松井 利郎
松野 康二	松本 篤彦	光井 康浩	満尾 良弘
満塩 勝	三宅 孝彰	村田 正治	森 健
安田みどり	藪下 彰啓	山口 敏男	山下 将一
横山さゆり	横山 拓史	吉田 亨次	吉田 祐一
吉田 秀幸	吉村 和久		

②研究発表会

- 1) 第58回化学関連支部合同九州大会(共催):7月3日,オンライン形式で開催.優秀ポスター発表5件を「九州分析化学ポスター賞」として選出.

③講演会・セミナー

- 1) 第34回若手研究講演会および第39回夏季セミナー(主催):7月23日,オンライン形式で開催(参加者数:122名).
- 2) 機器分析ワークショップ(主催):新型コロナウイルス感染症の影響により,開催中止.
- 3) 九州支部講演会・見学会(主催):11月1日,九州支部講演会を熊本大学黒髪南キャンパス工学部百周年記念館で開催.見学会は,新型コロナウイルス感染症の影響により,開催中止.

④講習会

- 1) 第61回分析化学講習会(主催):8月開催予定,新型コロナウイルス感染症の影響により,開催中止.
- 2) HPLC講習会2021(主催):8月11日,九州大学馬出キャンパスで開催(参加者数:20名).

⑤支部ニュース

支部ニュース第44号(8月)及び第45号(3月)を発行.

## 令和4年度事業計画書

(令和4年3月1日～令和5年2月28日)

### 1. 定時総会の開催（定款第17条）

第11回定時総会を下記のとおり行う。  
日時 令和4年5月11日（水）14時より  
場所 Web会議  
参加予定者数 120人。

### 2. 会誌、研究報告および資料の刊行（定款第5条（1））

- ①学会誌「ぶんせき」を下記のとおり発行する。  
2022年第3号～2023年第2号 毎月1回、5日に発行（各号A4判、100ページ）。電子版発行（全ての団体会員と個人会員の希望者には冊子体発行）
- ②和文論文誌「分析化学」を下記のとおり発行する。  
第71巻第3号～第12号を7回、および第72巻第1号と2号の合併号を2023年1月に、それぞれ5日に発行（各号A4判、90ページ）発行部数1,900
- ③英文論文誌「Analytical Sciences」をSpringer Nature社から下記のとおり発行する。  
Vol. 38, No. 3～Vol. 39, No. 2を毎月1回発行
- ④英文論文誌「X-ray Structure Analysis Online」のVol. 38, No. 3を発行する（Webのみによる無料公開）。  
2022年3月をもって休刊とするが、既刊分のWEB上での掲載は継続する。
- ⑤学会、ぶんせき、分析化学、Anal. Sci. 4種のメールマガジンを発行する。
- ⑥「分析士試験問題の解説」（本会）等の書籍を出版する。

### 3. 講演会および研究会の開催（定款第5条（2））

各支部ならびに研究懇談会が主催するものは別に記載する。  
[研究発表会]  
①第82回分析化学討論会を下記のとおり行う。  
日時 令和4年5月14日（土）・15日（日）  
場所 茨城大学水戸キャンパス（オンライン方式も併用予定）  
参加予定者数 605人  
②第71年会を下記のとおり行う。  
日時 令和4年9月14日（水）～16日（金）  
場所 岡山大学津島キャンパス 参加予定者数 1,035人

### 4. 調査、研究および建議（定款第5条（3））

[技能試験] 参加予定試験所数：合計100試験所  
ISO/IEC17043に基づく分析試験所技能試験を行う。  
予定テーマ  
ダイオキシン類分析技能試験（底質） 50試験所  
放射能分析技能試験（しいたけ） 50試験所  
[標準物質]  
新標準物質は作製せず、これまで開発してきた各種標準物質の安定性試験を必要に応じて実施し、社会への供給活動を継続する。

### 5. 研究の奨励および研究業績の表彰（定款第5条（4））

- ①学会賞、学会功労賞、技術功績賞、奨励賞、有功賞、「分析化学」論文賞、先端分析技術賞ならびに女性Analyst賞を下記のとおり表彰する。  
学会賞（3名以内）、学会功労賞（5名以内）、技術功績賞（3名以内）、奨励賞（5名以内）、有功賞（50名程度）、「分析化学」論文賞（2編以内）、先端分析技術賞（2名以内）、女性Analyst賞（2名以内）
- ②他機関による表彰および研究助成に対して会員を候補者として推薦する。

### 6. その他目的を達成するために必要な事業（定款第5条（5））

- ①コロナ禍のもとで可能な限りの下記分析士認証活動を行う。  
液体クロマトグラフィー分析士、LC/MS分析士、イオンクロマトグラフィー分析士の認証試験。  
分析士会を開催して講演会などの活動を行う。

- ②アジアの分析化学者との連携をはかる。

- ③ホームページを充実し、本会から会員への情報提供、会員相互のコミュニケーション促進などに役立てるとともに、本会の社会への窓口として有効に活用する。
- ④本会の広報活動として、各種展示、分析化学討論会および年会におけるハイライト講演をまとめた冊子「展望とトピックス」の発行および報道関係記者への連絡などを行う。
- ⑤若手交流会の活動を次のとおり行う。
  - ・各支部の若手交流会企画に対して共催・支援を行う。
  - ・分析化学討論会及び年会において若手ポスター賞選考を行う。

### 7. 各研究懇談会の事業計画

- ①有機微量分析研究懇談会  
委員会を2回、第89回有機微量分析研究懇談会シンポジウム（計測自動制御学会・力学量計測部会と共催、日本分析化学会、日本化学会、日本薬学会協賛）を6月に北海道札幌市（北海道大学学術交流会館）、講演会（第71年会会期中）、第1・2回マイクロ電子天びんオンラインセミナー（座学オンライン）を開催するほか会報第24号（2023年2月）を発行する。ホームページにてアーカイブ資料等を公開し、内容の充実を図る。なお、第89回シンポジウム及び委員会は、新型コロナウイルス感染症流行の影響により、開催方法がオンラインに変更になる場合がある。
- ②ガスクロマトグラフィー研究懇談会  
例会を数回、特別講演会、講習会（実習付含む）を開催する。例会の中で基礎講座を開催する（受講証を発行）。開催形式としてWebセミナーを取り入れる。年会で特別講演会を開催する。本部運営となった日中韓シンポジウムの開催（中国）に協力する。JAIMAコンファレンスで講習会・講演会を実施する。ガスクロ誕生70周年記念事業として表彰等の準備に着手する。研究懇談会活動の過去記録、講演会資料等をホームページで公開する等更にホームページを充実させる。運営委員会をWEB併用して開催する。
- ③高分子分析研究懇談会  
例会を5回（夏期合宿については中止し、代替例会を開催）、年会時に講演会を開催、高分子分析技術講習会を2回（前期：基礎編、後期：応用編）、第27回高分子分析討論会を10月に名古屋国際会議場で開催する。また、「分析化学」誌の高分子分析特集号を刊行する。
- ④X線分析研究懇談会  
例会を数回（うち1回は年会時に開催）と第58回X線分析討論会（11月、2日間、姫路市内）を開催するほか、第22回X線分析講習会（第11回蛍光X線分析の実際）（9月、3日間、麻布大学）を企画し、「X線分析の進歩」誌（第53集）を出版する。運営委員会は年に2回開催する。第17回浅田賞の選考・授与を行う。
- ⑤分析試薬研究懇談会  
第71年会での講演会と幹事会および第19回ホスト・ゲスト・超分子化学シンポジウム（共催：岡山大学津島キャンパス、6月）での招待講演を開催する。
- ⑥溶液界面研究懇談会  
講演会、役員会をそれぞれ1回（第71年会会期中）開催するほか、電子メールによる情報交換を行う。また、年会において界面に関するセッションを継続して開催できるよう年会実行委員会への働きかけを行う。
- ⑦液体クロマトグラフィー研究懇談会  
運営委員会を11回、例会を12回（うち1回は年会時に開催）、液体クロマトグラフィー特別講演会・見学会を2回、第28回LC & LC/MSテクノプラザ、LC- & LC/MS-DAYS 2022を開催する。関東支部機器分析講習会第2コース「HPLCとLC/MSの基礎と実践」、JAIMAセミナーにおけるHPLC講習会などを支援する。「第5回LC分析士二段試験解説書」、「第5回LC分析士三段試験解説書」の出版に向け、それぞれ査読会を8月と2月に実施する。第82回分析化学討論会（茨城大学・水戸キャンパス）の前日に開催される第17回生涯分析談話会、第71年会（岡山大学・津島キャンパス）の初日に開催される第18回生涯分析談話会をそれぞれ後援する。LC分析士、LC/MS分析士の認証試験（各5回）に対する認証専門委員会を構成し、それぞれ試験を実施する。



- ⑧化学センサー研究懇談会  
化学センサー・バイオセンサーをはじめ、関連分野の研究懇談会講演会(9月,第71年会(岡山大学・津島キャンパス)期間中)を開催する。必要に応じて他の研究懇談会とのジョイント講演会も検討する。また化学センサー関連国際会議等、関連する情報の情報交換を行う。女性 Analyst 賞の推薦等、メール審議事項の承認を行う。
- ⑨電気泳動分析研究懇談会  
講演会を1回(年会期間中)開催するほか、第42回キャピラリー電気泳動シンポジウム(SCE2022)(10月,山形県鶴岡市)を共催する。電気泳動分析研究懇談会賞(寺部茂賞)の選考、褒章を行う。また、本懇談会ホームページ(HP)の整備を行い、シンポジウムの要旨集アーカイブのHP上での公開ほか、プロトコール集、基礎講座動画の作成・掲載など内容の充実を図る。
- ⑩イオンクロマトグラフィー研究懇談会  
IC企画講演会(9月,第71年会,岡山大学,オンライン/対面)を開催予定。IC講習会及びJAIMAセミナー(9月第1週, JASIS開催期間中)を開催予定。第38回IC討論会(12月,熊本, オンライン/対面)を開催予定。運営委員会を年2回開催予定。IC分析士認証試験(二段6月下旬,初段2023年1月下旬)の実施および分析士専門認証委員会を年2回開催予定。運営委員会2回(年会及び討論会 会期中)開催予定。
- ⑪フローインジェクション分析研究懇談会  
第58回FIA講演会(11月予定,神戸)を開催する。褒賞委員会を第71年会(9月,岡山大学)会期中に開催する。第71年会会期中に研究懇談会講演会を行う。第82回分析化学討論会会期中および第58回FIA講演会会期中に「Journal of Flow Injection Analysis」(JFIA)誌編集委員会を開催するほか、第58回FIA講演会中にJAFIA委員会を開催する。JFIA誌を2回(6月,12月)発行する。日中韓分析化学シンポジウムの開催に協力する。
- ⑫環境分析研究懇談会  
講演会を2回(第71年会会期中および6月または12月),運営委員会を1回(第71年会会期中)開催する。また、他の研究懇談会や研究会との交流を深め、必要に応じてジョイント講演会を開催する。会員拡充に努め、メーリングリストとホームページを活用した情報発信・情報交換も適宜行う。
- ⑬表示・起源分析技術研究懇談会  
講演会を3回(第71年会会期中および年度前半・後半),運営委員会を2回開催する。また、必要に応じて他研究会とのジョイント講演会を開催する。
- ⑭レアメタル分析研究懇談会  
講演会を2回(第71年会会期中および6月または12月),運営委員会を1回(第71年会会期中)開催する。また必要に応じて関連する他の研究懇談会とのジョイント講演会を開催する。なおメーリングリストを作成し、適宜情報交換を行う。
- ⑮熱分析研究懇談会  
講演会を1回開催予定。熱分析討論会を1回開催予定。運営委員会を4-5回開催する。またメーリングリストを活用し、情報交換を行う。
- ⑯溶液反応化学研究懇談会  
講演会を1回と懇談会を1回(いずれも第71年会中)開催する。第44回溶液化学シンポジウム(鹿児島)を共催する。メーリングリストを作成し適宜情報交換を行う。
- ⑰電気分析化学研究懇談会  
第82回分析化学討論会にて、討論主題「地方より世界に発信する電気分析化学」を立てて依頼講演8人(予定)を含むシンポジウムを実施予定である。また、第71年会において、依頼講演による講演会および運営委員会を各1回開催するほか、メールによる情報交換を行う。新規運営委員の募集を図る。
- ⑱ナノ・マイクロ化学分析研究懇談会  
第71年会において、依頼講演による講演会および運営委員会を開催する。他の懇談会とジョイント講演会を開催する。
- ⑲バイオ分析化学研究懇談会  
本研究懇談会は、バイオ分析化学の研究者間での情報交換や交流、共同研究の促進等を目的とする。8月にオンライン又は感染対策を徹底した対面形式の夏の合同セミナー、9月に第71年会でのシンポジウムを企画する。また、運営委員会をさ

らに拡充・充実させると共に、ホームページなどでバイオ分析研究懇談会をアピールして会員増強を図る。

#### ⑳スクリーニング分析研究懇談会

講演会を1~2回(年度前半・後半),運営委員会を1回開催する。またメーリングリストを活用し、会員間での情報交換を行う。なお、計画は新型コロナウイルスの状況に応じて適宜見直すものとする。

### 8. 各支部の事業計画

定款第5条の事業を次のとおり行う。

#### 【北海道支部】

- ①研究発表会：夏季研究発表会(7月上旬),冬季研究発表会(1月中旬)を開催する。
- ②講演会：化学教育研究協議会(11月上旬)を開催する。
- ③セミナー：第38回分析化学緑陰セミナー(7月),公開セミナー(9月),第58回水雪セミナー(1月上旬)を開催する。
- ④支部ニュースの発行：7月,12月(年2回)

#### 【東北支部】

- ①研究発表会：みちのく分析科学シンポジウム2022の開催ならびに令和4年度化学系学協会東北大会を共催する。
- ②講演会：各地区講演会を開催する。
- ③セミナー：分離機能とセンシング機能の化学セミナー2022,2022年度日本分析化学会東北支部若手交流会を開催する。

#### 【関東支部】

- ①講習会：機器分析講習会,分析化学基礎実習講座の開催を予定。
- ②地区活動等：新潟地区部会研究発表会,茨城地区分析技術交流会,群馬・栃木地区分析技術交流会,山梨地区分析交流会,横浜セミナー,若手交流会の開催を予定。
- ③表彰：新世紀賞・新世紀新人賞の公募と表彰を予定。
- ④産官学連携：分析イノベーション交流会の開催を予定。
- ⑤研究交流助成：研究フォーラム公募と助成を実施。
- ⑥セミナー：オンデマンドリカレント教育の準備と実施を予定。
- ⑦研究発表会：第82回分析化学討論会(2022年5月,於茨大水戸キャンパスを予定)の開催準備・開催実施。
- ⑧上記支部活動広報のためのホームページほか,常任幹事会で必要と認められた事項を実施。

#### 【中部支部】

- ①研究発表会：第53回中部化学関係学協会支部連合秋季大会(愛知工業大学)を共催の予定。
- ②講演会：愛知・岐阜・富山での地区講演会,および研究者招聘講演会の開催を予定
- ③講習会：第32回基礎および最新の分析化学講習会を開催の予定。
- ④セミナー：第39回分析化学中部夏期セミナー,「分析中部・ゆめ21」若手交流会・第22回高山フォーラムを開催の予定。

#### 【近畿支部】

- ①講演会：支部講演会(4月,7月,12月),近畿分析技術研究奨励賞受賞講演会(3月)を開催予定。
- ②講習会：ぶんせき講習会・基礎編(1,2)(5月,6月),同・実践編(第67回機器による分析化学講習会)(7月),同・発展編(会期末定)を開催予定。
- ③セミナー：提案公募型事業(随時),第16回近畿支部夏季セミナー「ぶんせき秘帖」(8月,京都市)を開催予定。
- ④支部ニュースの発行(年2回発行予定)

#### 【中国四国支部】

- ①講演会：支部講演会(3月),岡山・広島・山口・愛媛・徳島・鳥取・島根・高知地区講演会,外国人学者講演会を開催の予定。
- ②セミナー：第28回中国四国支部分析化学若手セミナー(島根)を開催の予定。

#### 【九州支部】

- ①研究発表会：第59回化学関連支部合同九州大会(7月)を開催の予定。
- ②講演会：第35回若手研究講演会および第40回夏季セミナー(7月),支部講演会・見学会(11月)のほか,機器分析ワークショップや外国人講演会を随時開催の予定。
- ③講習会：第61回分析化学講習会(8月)を開催の予定。
- ④その他：地区懇話会,支部ニュースの発行などを行う予定。

令和3年度会計報告

貸借対照表

(令和4年2月28日現在)

(単位：円)

科目	当年度	前年度	増減
I 資産の部			
1. 流動資産			
現金預金	141,000,854	154,349,819	△ 13,348,965
売掛金	1,011,120	3,132,250	△ 2,121,130
未収会費	1,438,880	0	1,438,880
未収金	3,471,930	3,372,462	99,468
棚卸資産	30,920,125	31,557,012	△ 636,887
貯蔵品	108,287	85,079	23,208
一年以内回収予定長期貸付金	199,920	199,920	0
前払金	1,542,236	639,377	902,859
仮払金	396,080	568,268	△ 172,188
流動資産合計	180,089,432	193,904,187	△ 13,814,755
2. 固定資産			
(1) 基本財産			
定期預金	10,000,000	10,000,000	0
基本財産合計	10,000,000	10,000,000	0
(2) 特定資産			
退職給付引当資産	16,410,221	11,738,918	4,671,303
標準物質開発基金	17,079,563	25,737,970	△ 8,658,407
分析技術教育基金	0	2,993,822	△ 2,993,822
国際交流事業基金	30,300,000	18,644,165	11,655,835
分析化学研究奨励基金	8,380,845	8,380,093	752
預り保証金引当預金	6,000,000	11,000,000	△ 5,000,000
支部研究懇談会特定預金	19,311,994	19,513,303	△ 201,309
特定資産合計	97,482,623	98,008,271	△ 525,648
(3) その他固定資産			
建物	8,946,745	9,368,320	△ 421,575
器具備品	56,660	113,310	△ 56,650
土地	30,607,799	30,607,799	0
ソフトウェア	622,170	863,010	△ 240,840
電話加入権	28,000	28,000	0
敷金	100,000	100,000	0
長期貸付金	1,128,120	1,328,040	△ 199,920
その他固定資産合計	41,489,494	42,408,479	△ 918,985
固定資産合計	148,972,117	150,416,750	△ 1,444,633
資産合計	329,061,549	344,320,937	△ 15,259,388

## 貸借対照表

(令和4年2月28日現在)

(単位：円)

科 目	当 年 度	前 年 度	増 減
<b>II 負債の部</b>			
1. 流動負債			
未払金	4,207,075	10,214,148	△ 6,007,073
前受会費	25,980,800	33,165,300	△ 7,184,500
前受購読料	1,915,800	2,812,300	△ 896,500
前受金	925,000	930,000	△ 5,000
預り金	615,973	1,099,162	△ 483,189
仮受金	46,400	84,400	△ 38,000
賞与引当金	1,997,963	2,045,820	△ 47,857
未払消費税等	1,517,600	1,236,600	281,000
流動負債合計	37,206,611	51,587,730	△ 14,381,119
2. 固定負債			
退職給付引当金	44,800,133	42,663,032	2,137,101
預り保証金	6,000,000	11,000,000	△ 5,000,000
固定負債合計	50,800,133	53,663,032	△ 2,862,899
負債合計	88,006,744	105,250,762	△ 17,244,018
<b>III 正味財産の部</b>			
1. 指定正味財産			
補助金	2,888,504	16,594,560	△ 13,706,056
指定正味財産合計	2,888,504	16,594,560	△ 13,706,056
(うち基本財産への充当額)	0	0	0
(うち特定資産への充当額)	0	0	0
2. 一般正味財産	238,166,301	222,475,615	15,690,686
(うち基本財産への充当額)	0	0	0
(うち特定資産への充当額)	0	0	0
正味財産合計	241,054,805	239,070,175	1,984,630
負債及び正味財産合計	329,061,549	344,320,937	△ 15,259,388



## 正味財産増減計算書

(令和3年3月1日～令和4年2月28日)

(単位：円)

科 目	当 年 度	前 年 度	増 減
I 一般正味財産増減の部			
1. 経常増減の部			
(1) 経常収益			
基本財産運用益	2,201	701	1,500
基本財産運用益	2,201	701	1,500
特定資産運用益	4,773	5,293	△ 520
退職給付引当資産運用益	116	184	△ 68
標準物質開発基金運用益	3,392	1,460	1,932
分析技術教育基金運用益	29	1,004	△ 975
国際交流事業基金運用益	185	188	△ 3
分析化学研究奨励基金運用益	752	836	△ 84
預り保証金引当預金運用益	91	1,103	△ 1,012
支部研究懇談会特定預金運用益	208	518	△ 310
受取入金	114,000	108,000	6,000
受取会費	75,684,536	79,842,830	△ 4,158,294
正会員会費	28,267,500	29,510,000	△ 1,242,500
学生会員会費	1,803,500	1,807,750	△ 4,250
維持会員会費	15,082,200	15,760,500	△ 678,300
特別会員会費	15,510,000	15,810,000	△ 300,000
公益会員会費	6,969,600	9,568,800	△ 2,599,200
支部研究懇談会会費	8,051,736	7,385,780	665,956
事業収益	76,419,223	75,359,134	1,060,089
購読料収入	4,753,790	5,042,329	△ 288,539
年会収入	6,923,650	6,302,670	620,980
討論会収入	6,452,050	5,316,080	1,135,970
講演会収入	2,013,500	622,000	1,391,500
講習会収入	5,173,428	4,404,011	769,417
研究懇談会収入	364,700	375,900	△ 11,200
技能試験収入	4,823,500	11,188,400	△ 6,364,900
分析士事業収入	1,467,100	587,950	879,150
印税収入	1,865,854	1,053,952	811,902
教育ビデオ・DVD 頒布収入	469,700	995,500	△ 525,800
標準物質頒布収入	13,714,280	14,358,270	△ 643,990
広告料収入	16,929,510	14,887,963	2,041,547
別刷頒布収入	10,865,289	10,015,617	849,672
複写権使用料収入	602,872	208,492	394,380
受取補助金等	14,207,413	11,826,167	2,381,246
受取国庫補助金	13,706,056	9,771,167	3,934,889
受取民間補助金	501,357	2,055,000	△ 1,553,643
受取自治体補助金	0	0	0
受取寄附金	0	30,000	△ 30,000
受取寄附金	0	30,000	△ 30,000
雑収益	423,746	179,237	244,509
受取利息	37,239	42,436	△ 5,197
雑収益	386,507	136,801	249,706
経常収益計	166,855,892	167,351,362	△ 495,470
(2) 経常費用			
事業費	117,778,979	126,826,277	△ 9,047,298
給料手当	19,084,251	23,058,352	△ 3,974,101
臨時雇賃金	8,394,951	7,434,992	959,959
退職給付費用	1,337,825	2,924,163	△ 1,586,338
法定福利費	3,301,502	3,869,346	△ 567,844
会議費	1,915,097	494,301	1,420,796
旅費交通費	1,352,766	1,690,298	△ 337,532
通信運搬費	2,602,537	2,111,736	490,801
減価償却費	693,771	723,774	△ 30,003
修繕費	1,045,440	1,045,440	0

## 正味財産増減計算書

(令和3年3月1日～令和4年2月28日)

(単位：円)

科 目	当 年 度	前 年 度	増 減
消耗品費	571,221	566,423	4,798
印刷製本費	28,827,891	27,417,018	1,410,873
光熱水料費	189,980	242,405	△ 52,425
賃借料	953,605	497,785	455,820
支払リース料	0	60,192	△ 60,192
保険料	0	0	0
諸謝金	6,086,878	5,192,778	894,100
租税公課	3,056,500	3,080,900	△ 24,400
支払負担金	438,928	530,075	△ 91,147
支払助成金	107,000	115,000	△ 8,000
委託費	36,442,389	43,556,457	△ 7,114,068
表彰費	1,124,164	1,842,069	△ 717,905
雑費	252,283	372,773	△ 120,490
管理費	33,386,227	40,730,662	△ 7,344,435
給料手当	12,153,124	13,903,188	△ 1,750,064
臨時雇賃金	1,096,080	2,228,880	△ 1,132,800
退職給付費用	799,276	2,979,104	△ 2,179,828
法定福利費	2,511,827	2,895,100	△ 383,273
福利厚生費	262,000	66,000	196,000
会議費	777	0	777
旅費交通費	241,760	409,126	△ 167,366
通信運搬費	995,905	1,147,712	△ 151,807
減価償却費	25,294	26,486	△ 1,192
修繕費	261,360	261,360	0
消耗品費	715,106	724,640	△ 9,534
印刷製本費	100,760	33,990	66,770
光熱水料費	55,943	81,039	△ 25,096
賃借料	402,138	359,469	42,669
支払リース料	3,888,940	3,692,432	196,508
租税公課	7,350	11,600	△ 4,250
支払負担金	1,365,548	1,764,389	△ 398,841
委託費	8,443,136	10,109,634	△ 1,666,498
雑費	59,903	36,513	23,390
経常費用計	151,165,206	167,556,939	△ 16,391,733
評価損益等調整前当期経常増減額	15,690,686	△ 205,577	15,896,263
評価損益等計	0	0	0
当期経常増減額	15,690,686	△ 205,577	15,896,263
2. 経常外増減の部			
(1) 経常外収益			
固定資産売却益	0	0	0
経常外収益計	0	0	0
(2) 経常外費用			
経常外費用計	0	0	0
当期経常外増減額	0	0	0
当期一般正味財産増減額	15,690,686	△ 205,577	15,896,263
一般正味財産期首残高	222,475,615	222,681,192	△ 205,577
一般正味財産期末残高	238,166,301	222,475,615	15,690,686
II 指定正味財産増減の部			0
受取補助金等	0	22,300,000	△ 22,300,000
受取補助金	0	22,300,000	△ 22,300,000
一般正味財産への振替額	△ 13,706,056	△ 9,771,167	△ 3,934,889
当期指定正味財産増減額	△ 13,706,056	12,528,833	△ 26,234,889
指定正味財産期首残高	16,594,560	4,065,727	12,528,833
指定正味財産期末残高	2,888,504	16,594,560	△ 13,706,056
III 正味財産期末残高	241,054,805	239,070,175	1,984,630

正味財産増減計算書内訳表

(令和3年3月1日～令和4年2月28日)

(単位：円)

科 目	公益目的事業会計	法人会計	内部取引消去	合 計
I 一般正味財産増減の部				
1. 経常増減の部				
(1) 経常収益				
基本財産運用益	0	2,201	0	2,201
基本財産運用益	0	2,201	0	2,201
特定資産運用益	1,145	3,628	0	4,773
退職給付引当資産運用益	0	116	0	116
標準物質開発基金運用益	0	3,392	0	3,392
分析技術教育基金運用益	0	29	0	29
国際交流事業基金運用益	185	0	0	185
分析化学研究奨励基金運用益	752	0	0	752
預り保証金引当預金運用益	0	91	0	91
支部研究懇談会特定預金運用益	208	0	0	208
受取入金	0	114,000	0	114,000
受取会費	41,868,136	33,816,400	0	75,684,536
正会員会費	14,133,750	14,133,750	0	28,267,500
学生会員会費	901,750	901,750	0	1,803,500
維持会員会費	7,541,100	7,541,100	0	15,082,200
特別会員会費	7,755,000	7,755,000	0	15,510,000
公益会員会費	3,484,800	3,484,800	0	6,969,600
支部研究懇談会会費	8,051,736	0	0	8,051,736
事業収益	61,135,381	15,283,842	0	76,419,223
購読料収入	3,803,032	950,758	0	4,753,790
年会収入	5,538,920	1,384,730	0	6,923,650
討論会収入	5,161,640	1,290,410	0	6,452,050
講演会収入	1,610,800	402,700	0	2,013,500
講習会収入	4,138,743	1,034,685	0	5,173,428
研究懇談会収入	291,760	72,940	0	364,700
技能試験収入	3,858,800	964,700	0	4,823,500
分析士事業収入	1,173,680	293,420	0	1,467,100
印税収入	1,492,684	373,170	0	1,865,854
教育ビデオ・DVD 頒布収入	375,760	93,940	0	469,700
標準物質頒布収入	10,971,424	2,742,856	0	13,714,280
広告料収入	13,543,608	3,385,902	0	16,929,510
別刷頒布収入	8,692,232	2,173,057	0	10,865,289
複写権使用料収入	482,298	120,574	0	602,872
受取補助金等	14,207,413	0	0	14,207,413
受取国庫補助金	13,706,056	0	0	13,706,056
受取民間補助金	501,357	0	0	501,357
受取自治体補助金	0	0	0	0
受取寄附金	0	0	0	0
受取寄附金	0	0	0	0
雑収益	387,495	36,251	0	423,746
受取利息	988	36,251	0	37,239
雑収益	386,507	0	0	386,507
経常収益計	117,599,570	49,256,322	0	166,855,892
(2) 経常費用				
事業費	117,778,979	0	0	117,778,979
給料手当	19,084,251	0	0	19,084,251
臨時雇賃金	8,394,951	0	0	8,394,951
退職給付費用	1,337,825	0	0	1,337,825
法定福利費	3,301,502	0	0	3,301,502
会議費	1,915,097	0	0	1,915,097
旅費交通費	1,352,766	0	0	1,352,766
通信運搬費	2,602,537	0	0	2,602,537
減価償却費	693,771	0	0	693,771
修繕費	1,045,440	0	0	1,045,440



正味財産増減計算書内訳表

(令和3年3月1日～令和4年2月28日)

(単位：円)

科 目	公益目的事業会計	法人会計	内部取引消去	合 計
消耗品費	571,221	0	0	571,221
印刷製本費	28,827,891	0	0	28,827,891
光熱水料費	189,980	0	0	189,980
賃借料	953,605	0	0	953,605
支払リース料	0	0	0	0
保険料	0	0	0	0
諸謝金	6,086,878	0	0	6,086,878
租税公課	3,056,500	0	0	3,056,500
支払負担金	438,928	0	0	438,928
支払助成金	107,000	0	0	107,000
委託費	36,442,389	0	0	36,442,389
表彰費	1,124,164	0	0	1,124,164
雑費	252,283	0	0	252,283
管理費	0	33,386,227	0	33,386,227
給料手当	0	12,153,124	0	12,153,124
臨時雇賃金	0	1,096,080	0	1,096,080
退職給付費用	0	799,276	0	799,276
法定福利費	0	2,511,827	0	2,511,827
福利厚生費	0	262,000	0	262,000
会議費	0	777	0	777
旅費交通費	0	241,760	0	241,760
通信運搬費	0	995,905	0	995,905
減価償却費	0	25,294	0	25,294
修繕費	0	261,360	0	261,360
消耗品費	0	715,106	0	715,106
印刷製本費	0	100,760	0	100,760
光熱水料費	0	55,943	0	55,943
賃借料	0	402,138	0	402,138
支払リース料	0	3,888,940	0	3,888,940
租税公課	0	7,350	0	7,350
支払負担金	0	1,365,548	0	1,365,548
委託費	0	8,443,136	0	8,443,136
雑費	0	59,903	0	59,903
経常費用計	117,778,979	33,386,227	0	151,165,206
評価損益等調整前当期経常増減額	△ 179,409	15,870,095	0	15,690,686
評価損益等計	0	0	0	0
当期経常増減額	△ 179,409	15,870,095	0	15,690,686
2. 経常外増減の部				
(1) 経常外収益				
固定資産売却益	0	0	0	0
経常外収益計	0	0	0	0
(2) 経常外費用				
経常外費用計	0	0	0	0
当期経常外増減額	0	0	0	0
他会計振替額	0	0	0	0
当期一般正味財産増減額	△ 179,409	15,870,095	0	15,690,686
一般正味財産期首残高	153,755,651	68,719,964	0	222,475,615
一般正味財産期末残高	153,576,242	84,590,059	0	238,166,301
II 指定正味財産増減の部				0
当期指定正味財産増減額	△ 13,706,056	0	0	△ 13,706,056
指定正味財産期首残高	16,594,560	0	0	16,594,560
指定正味財産期末残高	2,888,504	0	0	2,888,504
III 正味財産期末残高	156,464,746	84,590,059	0	241,054,805

## 財務諸表に対する注記

### 1. 重要な会計方針

「公益法人会計基準」

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

(1) 満期保有目的有価証券の評価基準及び評価方法

償却原価法を採用している。

(2) 棚卸資産の評価基準及び評価方法

先入先出法による原価法を採用している。

(3) 固定資産の減価償却の方法

有形固定資産

建物…定額法を採用している。

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

器具備品…定率法を採用している。

無形固定資産

ソフトウェア…定額法を採用している。

(4) 引当金の計上基準

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

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

(5) 消費税等の会計処理

消費税等の会計処理は税込方式によっている。

### 2. 基本財産及び特定資産の増減額及びその残高

基本財産及び特定資産の増減額及びその残高は、次のとおりである。

(単位：円)

科 目	前期末残高	当期増加額	当期減少額	当期末残高
基 本 財 産				
定期預金	10,000,000	0	0	10,000,000
小 計	10,000,000	0	0	10,000,000
特 定 資 産				
退職給付引当資産	11,738,918	4,671,303	0	16,410,221
標準物質開発基金	25,737,970	40,003,526	48,661,933	17,079,563
分析技術教育基金	2,993,822	29	2,993,851	0
国際交流事業基金	18,644,165	11,655,835	0	30,300,000
分析化学研究奨励基金	8,380,093	752	0	8,380,845
預り保証金引当預金	11,000,000	0	5,000,000	6,000,000
支部研究懇談会特定預金	19,513,303	337,207	538,516	19,311,994
小 計	98,008,271	56,668,652	57,194,300	97,482,623
合 計	108,008,271	56,668,652	57,194,300	107,482,623

### 3. 基本財産及び特定資産の財源等の内訳

基本財産及び特定資産の財源等の内訳は、次のとおりである。

(単位：円)

科 目	当期末残高	(うち指定正味財産 からの充当額)	(うち一般正味財産 からの充当額)	(うち負債に 対応する額)
基 本 財 産				
定期預金	10,000,000	-	(10,000,000)	-
小 計	10,000,000	-	(10,000,000)	-
特 定 資 産				
退職給付引当資産	16,410,221	-	-	(16,410,221)
標準物質開発基金	17,079,563	-	(17,079,563)	-
国際交流事業基金	30,300,000	-	(30,300,000)	-
分析化学研究奨励基金	8,380,845	-	(8,380,845)	-
預り保証金引当預金	6,000,000	-	-	(6,000,000)
支部研究懇談会特定預金	19,311,994	-	(19,311,994)	-
小 計	97,482,623	-	(75,072,402)	(22,410,221)
合 計	107,482,623	-	(85,072,402)	(22,410,221)

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

(単位：円)

科 目	取 得 価 額	減 価 償 却 累 計 額	当 期 末 残 高
建物	57,522,500	48,575,755	8,946,745
器具備品	5,961,193	5,904,533	56,660
ソフトウェア	1,204,200	582,030	622,170
合 計	64,687,893	55,062,318	9,625,575

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

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

(単位：円)

補助金等の名称	交 付 者	前期末残高	当期増加額	当期減少額	当期末残高	貸借対照表上の記載区分
国庫補助金	日本学術振興会	16,594,560	0	13,706,056	2,888,504	指定正味財産
民間補助金	大塚電子等	0	501,357	501,357	0	-
合 計		16,594,560	501,357	14,207,413	2,888,504	

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

内 容	金 額
経常収益への振替額	
受取国庫補助金計上による振替額	13,706,056
合 計	13,706,056

## 付 属 明 細 書

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

(単位：円)

科 目	期首残高	当期増加額	当 期 減 少 額		期末残高
			目的使用	そ の 他	
賞与引当金	2,045,820	1,997,963	2,045,820	0	1,997,963
退職給付引当金	42,663,032	2,137,101	0	0	44,800,133



# 財 産 目 録

(令和 4 年 2 月 28 日現在)

(単位：円)

貸借対照表科目	場所・物量等	使用目的等	金 額
(流動資産)			
現金	手元保管	運転資金として(本部現金 154,782 円)	<b>1,025,317</b>
預金	預金合計		<b>139,975,537</b>
	普通預金		<b>25,202,730</b>
	三井住友銀行五反田支店	本部	13,877,524
	三井住友銀行五反田支店	本部講習会口	548,872
	三井住友銀行新宿通支店	本部	1,371,984
	三井住友銀行五反田支店	本部分析士口	564,317
	三井住友銀行五反田支店	本部科研費口	2,888,504
	三井住友銀行田園調布支店	分析化学セミナー用	1,268,850
	みずほ銀行五反田支店	本部	3,598,049
	三井住友信託銀行芝営業部	本部	2,201
	七十七銀行八幡町支店	若手交流会	126,041
	常陽銀行東海支店	第 82 回討論会実行委員会	956,388
	支部/普通預金		<b>49,080,150</b>
	北洋銀行本店営業部	北海道支部	3,179,003
	七十七銀行大学病院前支店	東北支部	6,463,225
	みずほ銀行五反田支店	関東支部	19,271,046
	みずほ銀行名古屋支店	中部支部	5,293,415
	りそな銀行御堂筋支店	近畿支部	7,264,865
	りそな銀行御堂筋支店	近畿支部近畿分析技術研究懇話会	2,703,269
	広島銀行西条支店	中国四国支部	4,905,327
	研究懇談会/普通預金		<b>45,542,056</b>
	みずほ銀行南大沢支店	環境分析研究懇談会	498,669
	武蔵野銀行みずほ台支店	有機微量分析研究懇談会	4,113,909
	りそな銀行五反田支店	ガスクロマトグラフィー研究懇談会	1,139,333
	りそな銀行五反田支店	高分子分析研究懇談会	20,290,171
	りそな銀行五反田支店	高分子分析討論会	3,182,798
	大阪信用金庫杉本町支店	X 線分析研究懇談会	2,201,589
	福岡銀行周船寺支店	分析試薬研究懇談会	505,466
	りそな銀行五反田支店	液体クロマトグラフィー研究懇談会	7,895,297
	十六銀行黒野支店	電気泳動分析研究懇談会	655,503
	荘内銀行宝田支店	電気泳動分析研究懇談会	250,273
	四国銀行朝倉支店	イオンクロマトグラフィー研究懇談会	2,026,559
	三菱 UFJ 銀行藤ヶ丘支店	フローインジェクション分析研究懇談会	2,015,794
	三菱 UFJ 銀行平塚支店	熱分析研究懇談会	305,373
	三井住友銀行八千代支店	レアメタル分析研究懇談会	79,757
	京都銀行下鴨支店	電気分析化学研究懇談会	116,600
	みずほ銀行渋谷中央支店	バイオ分析研究懇談会	25,774
	三菱 UFJ 銀行上野支店	スクリーニング分析研究懇談会	239,191
	ゆうちょ銀行(通常貯金)		<b>9,253,926</b>
		近畿支部	1,084,269
		九州支部	5,774,376
		溶液反応化学研究懇談会	59,024
		有機微量分析研究懇談会	1,723,583
		化学センサー研究懇談会	94,051
		イオンクロマトグラフィー研究懇談会	273,448
		溶液界面研究懇談会	97,235
		ナノ・マイクロ化学分析研究懇談会	147,940
	ゆうちょ銀行(振替口座)	運営資金として	<b>9,090,625</b>
		本部	1,114,685
		環境分析研究懇談会	652,487
		有機微量分析研究懇談会	102,076
		X 線分析研究懇談会	1,818,821
		フローインジェクション分析研究懇談会	3,055,987
		表示・起源分析技術研究懇談会	2,329,897
		レアメタル分析研究懇談会	16,672
	定期預金		<b>1,806,050</b>
	りそな銀行御堂筋支店	近畿支部	506,050
	広島銀行西条支店	中国四国支部	1,300,000
売掛金	標準物質, 教育 DVD	公益目的事業での販売商品に対する未収額	<b>1,011,120</b>
未収会費	会費	3 月入金分	<b>1,438,880</b>
未収入金	広告料, 雑誌	公益目的事業で発行している雑誌の別刷印刷	<b>3,471,930</b>
前払金	討論会・年会実行委員会他		<b>1,542,236</b>
討論会		第 82 討論会	676,112
その他		業者委託費	866,124
棚卸資産	会誌/標準物質/教育 DVD/分析士解説書	公益目的事業で販売している商品	<b>30,920,125</b>

## 財 産 目 録

(令和4年2月28日現在)

(単位：円)

貸借対照表科目	場所・物量等	使用目的等	金 額
標準物質			26,981,626
DVD			1,870,100
分析士解説書			2,033,681
その他			34,718
貯藏品	切手、印紙、はがき等	公益目的事業及び法人の管理業務で使用	<b>108,287</b>
一年以内回収長期貸付金	職員住宅購入資金貸付	長期貸付金の一年以内回収予定額	<b>199,920</b>
仮払金			<b>396,080</b>
労働保険料		労働保険料未精算分	396,080
<b>流動資産合計</b>			<b>180,089,432</b>
<b>(固定資産)</b>			
基本財産			
定期預金	三井住友信託銀行芝営業部	運用益を管理費の財源として使用	<b>10,000,000</b>
			10,000,000
特定資産			
退職給付引当資産		職員の退職金の支払いのために使用	<b>16,410,221</b>
普通預金	みずほ銀行五反田支店		16,410,221
標準物質開発基金		支払の財源として使用	
		標準物質の開発事業の積立資産であり、	<b>17,079,563</b>
		運用益を本事業の財源として使用	
普通預金	三井住友銀行五反田支店		17,079,563
預り保証金引当預金			<b>6,000,000</b>
定期預金	三井住友信託銀行芝営業部	会誌広告で(株)明報社から受け入れた預金	5,000,000
		であり、運用益を本事業の財源として使用	
定期預金	三井住友信託銀行芝営業部	標準物質の販売で西進商事(株)から受入れた	1,000,000
		預金で運用益を本事業の財源として使用	
国際交流事業基金		公益目的保有財産であり、運用益を国際交流	<b>30,300,000</b>
		事業の財源として使用	
普通預金	三井住友銀行五反田支店		30,300,000
分析化学研究奨励基金		公益目的保有財産であり、運用益を研究の奨	<b>8,380,845</b>
		励及び研究業績の表彰事業の財源として使用	
定期預金	三井住友信託銀行芝営業部		8,380,845
支部研究懇談会特定預金		各支部研究懇談会の積立資産であり、運用益	<b>19,311,994</b>
		を本事業の財源として使用	
普通預金	七十七銀行大学病院前支店	東北支部企画基金	1,497,460
	七十七銀行大学病院前支店	東北支部活性化基金	3,018,801
	みずほ銀行名古屋支店	中部支部	2,190,576
	りそな銀行御堂筋支店	近畿支部	1,201,252
	四国銀行朝倉支店	イオンクロマトグラフィー研究懇談会	1,622,741
	三菱UFJ銀行藤ヶ丘支店	フローインジェクション分析研究懇談会国際会議	431,188
	三菱UFJ銀行藤ヶ丘支店	フローインジェクション分析研究懇談会技術論文	339,762
	大阪信用金庫杉本町支店	X線分析研究懇談会	2,326,784
定期預金	みずほ銀行五反田支店	関東支部	1,660,369
	りそな銀行五反田支店	高分子研究懇談会	3,023,506
	りそな銀行五反田支店	液体クロマトグラフィー研究懇談会	1,999,555
その他			
建物	220.4 m <sup>2</sup>		<b>8,946,745</b>
	東京都品川区西五反田		
器具備品	東京都品川区西五反田	主たる事務所で保有し、公益目的事業及び	<b>56,660</b>
		法人の管理業務で使用	
土地	30.22 m <sup>2</sup>	主たる事務所 公益目的事業及び法人の	<b>30,607,799</b>
	東京都品川区西五反田	管理業務で使用している	
電話加入権	3490-3351 他 6 本	公益目的事業及び法人の管理業務で使用	<b>28,000</b>
ソフトウェア	論文投稿管理システム	公益目的事業で使用している	<b>622,170</b>
敷金	近畿支部	入居している大阪科学センターに対する敷金	<b>100,000</b>
長期貸付金	職員住宅購入資金貸付		<b>1,128,120</b>
<b>固定資産合計</b>			<b>148,972,117</b>
<b>資産合計</b>			<b>329,061,549</b>
<b>(流動負債)</b>			
未払金	環境テクノス他	標準物質管理業務に対する未払額など	<b>4,207,075</b>
前受会費	翌年度の会費の前受額	会員からの翌年度分の会費の前受額	<b>25,980,800</b>
前受金	高分子分析研究懇談会他	翌年度実施技術講習会の前受額	<b>925,000</b>
前受購読料	翌年度購読料の前受額	公益目的事業で発行する雑誌購読料の前受額	<b>1,915,800</b>
預り金	所得税 社会保険料等		<b>615,973</b>
健康保険料			111,240
厚生年金保険料			197,640
源泉所得税			9,323

## 財 産 目 録

(令和4年2月28日現在)

(単位：円)

貸借対照表科目	場所・物量等	使用目的等	金 額
住民税			133,600
その他			164,170
仮受金			<b>46,400</b>
賞与引当金	職員4名の夏期賞与	職員4名の夏期賞与の支払いに備えたもの	<b>1,997,963</b>
未払消費税等			<b>1,517,600</b>
流動負債合計			<b>37,206,611</b>
(固定負債)			
退職給付引当金	職員4名の退職金	職員4名の退職金の支払いに備えたもの	<b>44,800,133</b>
預り保証金	(株)明報社 西進商事(株)	会誌広告に関して受け入れたもの 標準物質の販売に関して受入れたもの	<b>6,000,000</b>
固定負債合計			<b>50,800,133</b>
負 債 合 計			<b>88,006,744</b>
正 味 財 産			<b>241,054,805</b>





## 監事監査報告書

公益社団法人日本分析化学会

会長 早下 隆士 殿

令和4年4月12日

公益社団法人日本分析化学会

監事 田中俊逸   
監事 金澤秀子 

私たち監事は、公益社団法人日本分析化学会の令和3年3月1日から令和4年2月28日までの令和三年度の監査を日本分析化学会監事監査規程に基づき実施しましたので、次のとおり報告いたします。

### 1. 監査の方法及びその内容

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

また、令和3年度事業報告を受領し、さらに、計算書類（貸借対照表、貸借対照表内訳表、正味財産増減計算書、正味財産増減計算書内訳表、財務諸表に対する注記）及び附属明細書並びに財産目録を受領し、これらの書類について監査しました。

### 2. 監査結果

- 一、事業報告は、法令及び定款に従い、当社団法人の状況を正しく示していると認めます。
- 二、理事の職務の執行に関する不正の行為又は法令若しくは定款に違反する重大な事実は認められません。
- 三、計算書類及び附属明細書並びに財産目録は、当社団法人の財産及び損益の状況をすべての重要な点において適正に表示しているものと認めます。
- 四、引き続き財政状況を注視するとともに、綿密な会員管理を望みたい。

以上

# 令和4年度予算書

(令和4年3月1日～令和5年2月28日)

(単位：円)

科 目	令和4年度予算額(税込)	令和3年度予算額(税込)	増 減
I 一般正味財産増減の部			
1. 経常増減の部			
(1) 経常収益			
基本財産運用益	4,000	700	3,300
基本財産受取利息	4,000	700	3,300
特定資産運用益	6,000	4,200	1,800
退職給付引当資産	100	100	0
標準物質開発基金	3,200	1,400	1,800
分析技術教育基金	700	700	0
国際交流事業基金	100	100	0
分析化学研究奨励基金	800	800	0
預り保証金引当預金	1,100	1,100	0
支部研究懇談会特定預金	0	0	0
受取入金	57,000	55,000	2,000
受取入金	57,000	55,000	2,000
受取会費	73,823,000	77,727,000	△ 3,904,000
正会員受取会費	27,022,000	28,646,000	△ 1,624,000
学生会員受取会費	1,708,000	1,648,000	60,000
維持会員受取会費	14,630,000	15,744,000	△ 1,114,000
特別会員受取会費	14,957,000	15,780,000	△ 823,000
公益会員受取会費	8,723,000	8,992,000	△ 269,000
支部研究懇談会受取会費	6,783,000	6,917,000	△ 134,000
賛助会員受取会費	0	0	0
事業収益	101,394,000	96,599,000	4,795,001
購読料収入	6,668,000	7,481,000	△ 813,000
年会収入	13,680,000	5,520,000	8,160,000
討論会収入	6,940,000	4,320,000	2,620,000
講演会収入	6,694,000	4,380,000	2,314,000
講習会収入	12,260,000	17,368,000	△ 5,108,000
研究懇談会収入(含む若手の会)	400,000	400,000	0
技能試験収入	6,534,000	6,534,000	0
分析士事業収入	5,258,000	5,372,000	△ 114,000
支部研究懇談会討論会収入	3,864,000	4,420,000	△ 556,000
印税収入	868,000	797,000	71,000
教材頒布収入	296,000	750,000	△ 454,000
標準物質収入	10,000,000	14,999,000	△ 4,999,000
広告料収入	20,884,000	18,731,000	2,153,000
別刷頒布収入	7,038,000	5,527,000	1,511,000
複写権使用収入	10,000	0	10,000
JIS改正受託収入	0	0	0
事務委託収入	0	0	0
受取補助金等	2,637,000	1,462,000	1,175,000
受取国庫補助金	0	0	0
受取民間補助金	1,300,000	970,000	330,000
自治体補助金	0	0	0
本部からの補助金	0	0	0
その他からの補助金	344,000	492,000	△ 148,000
受取補助金	992,000	0	992,000
受取寄付金	370,000	70,000	300,000
受取寄付金	370,000	70,000	300,000
雑収益	3,785,000	1,421,000	2,364,000
受取利息収入	39,000	1,000	38,000
雑収入	3,746,000	1,420,000	2,326,000
経常収益計	182,076,000	177,339,000	4,737,000
(2) 経常費用			
事業費	143,695,000	139,917,000	3,778,000
給与手当	22,397,000	21,954,000	443,000
臨時雇賃金	10,740,000	7,905,000	2,835,000
退職給付費用	1,808,000	1,496,000	312,000
法定福利費	3,483,000	3,460,000	23,000
会議費	18,904,000	14,467,000	4,437,000
旅費交通費	6,916,000	7,173,000	△ 257,000
通信運搬費	2,009,000	1,925,000	84,000

令和4年度予算書

(令和4年3月1日～令和5年2月28日)

(単位：円)

科目	令和4年度予算額(税込)	令和3年度予算額(税込)	増減
減価償却費	700,000	350,000	350,000
修繕費	1,045,000	700,000	345,000
消耗品費	2,930,000	2,933,000	△ 3,000
印刷製本費	19,064,000	27,942,000	△ 8,878,000
光熱水料費	250,000	250,000	0
賃借料	3,956,000	2,651,000	1,305,000
支払リース料	160,000	60,000	100,000
支払保険料	469,000	469,000	0
諸謝金	7,320,000	8,033,000	△ 713,000
租税公課	3,370,000	3,643,000	△ 273,000
支払負担金	284,000	444,000	△ 160,000
支払助成金	2,440,000	1,744,000	696,000
委託費	21,620,000	28,682,000	△ 7,062,000
表彰費	2,619,000	2,589,000	30,000
雑費	4,230,000	947,000	3,283,000
会長企画戦略経費	6,881,000	0	6,881,000
記念行事費・情報交換会費	100,000	100,000	0
管理費	38,381,000	37,422,000	959,000
給与手当	9,594,000	9,409,000	185,000
臨時雇賃金	5,755,000	6,936,000	△ 1,181,000
退職給付費用	886,000	641,000	245,000
法定福利費	1,460,000	1,483,000	△ 23,000
福利厚生費	72,000	72,000	0
会議費	0	100,000	△ 100,000
旅費交通費	996,000	500,000	496,000
通信運搬費	1,940,000	1,939,000	1,000
減価償却費	27,000	27,000	0
修繕費	261,000	257,000	4,000
消耗品費	1,027,000	554,000	473,000
印刷製本費	225,000	224,000	1,000
光熱水料費	97,000	97,000	0
賃借料	357,000	357,000	0
支払リース料	4,042,000	3,675,000	367,000
租税公課	7,000	7,000	0
支払負担金	1,623,000	1,623,000	0
委託費	10,008,000	9,517,000	491,000
雑費	4,000	4,000	0
会長企画戦略経費	0	0	0
経常費用計	182,076,000	177,339,000	4,737,000
評価損益調整前当期増減額	0	0	0
評価損益等計	0	0	0
当期経常増減額	0	0	0
2. 経常外増減の部			
(1) 経常外収益			
固定資産売却益	0	0	0
経常外収益計	0	0	0
(2) 経常外費用			
経常外費用計	0	0	0
当期経常外増減額	0	0	0
当期一般正味財産増減額	0	0	0
一般正味財産期首残高	238,166,301	222,475,615	15,690,686
一般正味財産期末残高	238,166,301	222,475,615	15,690,686
II 指定正味財産増減の部			
当期指定正味財産増減額	△ 2,888,504	△ 16,594,560	13,706,056
指定正味財産期首残高	2,888,504	16,594,560	△ 13,706,056
指定正味財産期末残高	0	0	0
III 正味財産期末残高	238,166,301	222,475,615	15,690,686



## 執筆者のプロフィール

(とびら)

宮下 隆 (Takashi MIYASHITA)  
キューピー株式会社品質保証本部食品安全科学センター (〒182-0002 東京都調布市仙川町 2-5-7)。《現在の研究テーマ》食品安全における危害物質および危害微生物の迅速で網羅的な検出法の開発。《主な著書》“食品衛生検査指針理化学編追補 2019 第 10 章異物”, (公益社団法人日本食品衛生協会)。《趣味》甘味とカツ丼の食べ歩き。  
E-mail: takashi\_miyashita@kewpie.co.jp

(ミニファイル)

中山政勝 (Masakatsu NAKAYAMA)  
静岡大学安全衛生センター (〒432-8561 静岡県浜松市中区城北 3-5-1)。局所排気装置等定期自主検査インストラクター, 衛生工学衛生管理者, 有機溶剤作業主任者, 特定化学物質及び四アルキル鉛等作業主任者, 他。《主な著書》柏木保人, 金澤浩明, 川上貴教, 中山政勝, 野本信也, 埴浩之, 宮本和明, 藤村久, “局所排気装置の維持管理—大学等に

おける実務マニュアル”, (2014), (局所排気装置の維持管理研究会)。

金澤浩明 (Hiroaki KANAZAWA)  
茨城大学工学部技術部 (〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1)。局所排気装置等定期自主検査インストラクター, 衛生工学衛生管理者。《主な著書》柏木保人, 金澤浩明, 川上貴教, 中山政勝, 野本信也, 埴浩之, 宮本和明, 藤村久, “局所排気装置の維持管理—大学等における実務マニュアル”, (2014), (局所排気装置の維持管理研究会)。

(トピックス)

三小田憲史 (Kenshi SANKODA)  
富山県立大学工学部 (〒939-0311 富山県射水市黒河 5180)。熊本県立大学大学院環境共生学研究科博士後期課程修了。博士 (環境共生学)。

岩本洋子 (Yoko IWAMOTO)  
広島大学大学院統合生命科学研究科 (〒739-8521 広島県広島市鏡山 1-7-1 広島大学総合科学部)。東京大学大学院理学系研究科。博士 (理学)。《現在の研究テーマ》海洋大気に浮

遊する微粒子の気候や海洋生態系への影響評価。《主な著書》“海のプロフェッショナル—海洋学への招待状”, 女性海洋研究者チーム著・窪川かおる編, (2011), (東海大学出版会)。《趣味》古民家いじり, 水墨画, 野球観戦。  
E-mail: y-iwamoto@hiroshima-u.ac.jp

(リレーエッセイ)

豊田英尚 (Hidenao TOYODA)  
立命館大学薬学部生体分析化学研究室 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1)。千葉大学大学院薬学研究科。薬学博士。《現在の研究テーマ》ヒト iPS 細胞が産生するグリコサミノグリカンの微量分析。

(ロータリー・談話室)

一色健司 (Kenji ISSHIKI)  
高知県立大学地域教育研究センター (〒780-8515 高知県永国寺町 2-22)。京都大学大学院理学研究科博士後期課程単位取得退学。理学博士。《現在の研究テーマ》分析化学, 水圏地球化学。《主な著書》“海と湖の化学—微量元素で探る”, (京都大学学術出版会)。  
E-mail: issniki@cc.u-kochi.ac.jp

## 求人・求職

### 求人

#### R 2022001 兵庫県立大学大学院理学研究科 助教の公募

広い意味での分析化学に関する実験的研究と教育を行える方 (詳細は下記にて)。募集人員: 助教 1 名 (任期 5 年, 再任 1 回

可)。資格: 博士の学位を有する方。(令和 5 年 3 月末までに博士学位取得見込みも可。) 着任時期: 令和 5 年 4 月 1 日 (土) (予定)。公募締切: 令和 4 年 10 月 3 日 (月) 必着。問合せ先: 〒678-1297 兵庫県赤穂郡上郡町光都 3-2-1 兵庫県立大学大学院理学研究科 安川智之 [電話: 0791-58-0171, E-mail: yasu@sci.u-hyogo.ac.jp] 詳細は <https://www.sci.u-hyogo.ac.jp/staff/index.html> をご覧ください。

## 会員の拡充に御協力を !!

本会では, 個人 (正会員: 会費年額 9,000 円 + 入会金 1,000 円, 学生会員: 年額 4,500 円) 及び団体会員 (維持会員: 年額 1 口 79,800 円, 特別会員: 年額 30,000 円, 公益会員: 年額 28,800 円) の拡充を行っております。分析化学を業務としている会社や分析化学関係の仕事に従事している人などがお知り合いにおられましたら, ぜひ本会への入会を御勧誘くださるようお願い致します。

入会の手続きなどの詳細につきまして, 本会ホームページ (<https://www.jsac.jp>) の入会案内をご覧ください。下記会員係までお問い合わせください。

◇〒141-0031 東京都品川区西五反田 1-26-2 五反田サンハイツ 304 号 (公社) 日本分析化学会会員係  
[電話: 03-3490-3351, FAX: 03-3490-3572, E-mail: memb@jsac.or.jp]

◇9月14日～16日 岡山大学津島キャンパスにて71年会が開催されますが、会員の皆さんは参加されますでしょうか？5月開催の討論会に続き対面開催であるため、関係者と意見交換を行い、懇親を深める絶好の機会と思います。筆者は原稿執筆の時点では参加する予定です。

◇さて、今月号のミニファイルでは衛生と安全をテーマに、局所排気装置の適切な取扱いについて取り上げています。普段、何気なく使用している局所排気装置ですが、使用方法が不適切な場合、有害蒸気、粉塵を吸引することになり、健康を害する可能性があります。筆者が経験した状況をご紹介しますと、十数年前になりますが亜硫酸水素ナトリウム溶液の容器を開封したときに蒸気を吸引して数秒間呼吸ができなくなり非常に困惑したことがあります。局所排気装置を稼働させてはいたのですが、排気口から試薬瓶までの距離が適切ではなかったためにこのような事態になりました。その後、体調に異常はなく、今も老化による影響以外、体調は問題ありません。自身の衛生と安全を確保した状態で実験を行うよう、皆様もご注意いただければと思います。

[K. T.]

〈とびら〉

生きた証……………田中秀治

〈入門講座〉 地球環境問題へのとびら

水質汚染（湖沼）閉鎖性水域の富栄養化など……………宮原裕一

〈解 説〉

異物分析における熱分解ガスクロマトグラフィー

質量分析法の活用……………木下健司

〈ミニファイル〉 衛生と安全

化学防護手袋の耐透過性をふまえた適正使用……………田中 茂

〈話 題〉

微小領域の温度を視る—細胞挙動から生命現象まで—

……………井上高教

◇ 編 集 委 員 ◇

〈委員長〉 勝田正一 (千葉大院理)	東海林 敦 (東京薬科大薬)	菅 寿美 (海洋研究開発機構)
〈副委員長〉 菅沼こと (帝人 株)	村居景太 (株共立理化学研究所)	
〈理事〉 津越敬寿 (産業技術総合研究所)	稲川有徳 (宇都宮大院地域創生科学)	岩井貴弘 (理化学研究所)
〈幹事〉 坂牧寛 (化学物質評価研究機構)	齊藤和憲 (日本大学生産工)	高橋あかね (オルガノ 株)
富岡賢一 (三菱マテリアル株)	谷合哲行 (千葉工業大先進工)	照井教文 (一関高専)
〈委員〉 市場有子 (ライオン 株)	中原佳夫 (和歌山大システム工)	野間誠司 (佐賀大農)
岡村浩之 (日本原子力研究開発機構)	堀田弘樹 (神戸大院海事科学)	松神秀徳 (国立環境研究所)
田中佑樹 (千葉大院薬)	宮下振一 (産業技術総合研究所)	森 勝伸 (高知大理工)
永谷広久 (金沢大院自然科学)	山崎由貴 (国立医薬品食品衛生研)	
福島健 (東邦大薬)		
三浦篤志 (北大院理)		
森山孝男 (株リガク)		

☑ 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 2022年 第9号（通巻573）

2022年9月1日印刷

2022年9月5日発行

定価1,000円

編集兼発行人 公益社団法人 日本分析化学会

印刷所 〒173-0025 東京都板橋区熊野町13-11

株式会社 双文社印刷

発行所 〒141-0031 東京都品川区西五反田1-26-2

五反田サンハイツ304号

公益社団法人 日本分析化学会

電話 総務・会員・会計： 03-3490-3351

編集： 03-3490-3537

FAX：03-3490-3572 振替口座：00110-8-180512

© 2022, The Japan Society for Analytical Chemistry

購読料は会費に含まれています。

## 表彰

## 〔2022年度学会賞受賞者〕

- 金田 隆 君（岡山大学学術研究院自然科学学域・教授）  
 研究業績 レーザーやペーパーデバイスを用いた分離・検出に関する研究
- 黒田 直敬 君（長崎大学薬学部・教授）  
 研究業績 生体成分及び医薬品を対象とした精密分離・高感度検出法の開発
- 久本 秀明 君（大阪公立大学大学院工学研究科・教授）  
 研究業績 高機能センシング材料・多機能集積マイクロ分析デバイスの基盤技術開発研究

## 〔2022年度学会功労賞受賞者〕

- 故 大森 保 君（琉球大学理学部・名誉教授）  
 研究業績 固相-液相間における微量元素の分配挙動の解明と亜熱帯環境化学への応用及び学会への貢献
- 藏 源一郎 君（福岡教育大学・名誉教授）  
 研究業績 環状、直鎖状縮合リン酸塩オリゴマーの分析化学研究とそれらの溶液内反応に関する研究と学会への貢献

## 〔2022年度技術功績賞受賞者〕

- 喜多 純一 君（㈱島津製作所・マネージャー）  
 研究業績 におい識別装置の開発および実用化への導入
- 中川 公一 君（弘前大学大学院保健学研究科・客員研究員）  
 研究業績 X-バンド ESR イメージング法によるバイオメディカル試料の測定技術開発

## 〔2022年度奨励賞受賞者〕

- 有馬 彰秀 君（名古屋大学大学院工学研究科・特任講師）  
 研究業績 ナノ・マイクロポアデバイスを用いた単一生体微粒子分析法の開発
- 井上 賢一 君（東北大学大学院理学研究科・助教）  
 研究業績 和周波発生分光法を用いた新規界面分析手法の開発と界面ダイナミクスの解明
- 砂山 博文 君（神戸大学大学院工学研究科・特命准教授）  
 研究業績 高感度センシングを指向した分子インプリントナノ空間の創製
- 吉田 将己 君（北海道大学大学院理学研究院・助教）  
 研究業績 金属錯体の励起状態および準安定状態の精密設計に基づく多様な外部刺激の可視化

## 〔2022年度先端分析技術賞受賞者〕

## JAIMA 機器開発賞

- 渋谷 享司 君（㈱堀場製作所・チームリーダー）  
 研究業績 量子カスケードレーザーを用いたガス分析技術：赤外レーザー吸収変調法の実用化
- 八幡 悟史 君（東亜ディーケーケー㈱・課長補佐）， 野田 健一 君（東亜ディーケーケー㈱・主幹研究員），  
 下村 亜依 君（東亜ディーケーケー㈱・係長）， 小田 侑 君（東亜ディーケーケー㈱・係長），  
 荒川 智 君（東亜ディーケーケー㈱・室長）， 八谷 宏光 君（東亜ディーケーケー㈱・本部長付），  
 黒田 章夫 君（広島大学・教授）  
 研究業績 生物発光式エンドトキシン検出装置の開発

## 〔2022年度女性 Analyst 賞受賞者〕

- 森内 隆代 君（大阪工業大学工学部・教授）  
 研究業績 認識化合物創製とイオンセンサへの応用および PVC 感応膜の新規物性評価法の確立
- リムリーワ 君（岐阜大学工学部・教授）  
 研究業績 キャピラリー液体クロマトグラフィーの高性能化に関する研究



## 〔2022年度有功賞受賞者〕（敬称略）

濱田 淳	日産化学(株)	安平 高憲	(株)コベルコ科研
北井 宏和	(独)造幣局	太田 明宏	(株)島津製作所
植草 里美	(株)三井化学分析センター	池戸 正和	(株)島津製作所
森川 正己	フロンティア・ラボ(株)	田中美奈子	(株)島津製作所
角田三保子	(株)三井化学分析センター	富永 晃生	(株)島津製作所
松永 聡史	旭化成(株)	福本 真治	(株)島津製作所
新濱はづき	旭化成(株)	重田 京子	(株)三井化学分析センター
内田 丈晴	(一財)化学物質評価研究機構	廣瀬枝実子	(株)東レリサーチセンター
藤原 幸彦	JFE スチール(株)	原 和佳子	(株)東レリサーチセンター
西山 里美	住友金属鉱山(株)	松井 精司	(株)住化分析センター
上田 聡弘	住鋳テクノロジー(株)	梅原 一宏	(株)住化分析センター
石飛 正	JFE テクノリサーチ(株)	竹内 裕	(株)住化分析センター
伊藤 智也	JFE テクノリサーチ(株)	的野 敦	(株)住化分析センター
高橋 誠	JFE テクノリサーチ(株)	野口 和良	味の素(株)
三島 圭司	JFE テクノリサーチ(株)	井澤 隆	デンカ(株)
河本美佐江	昭和電工(株)	江口 智子	デンカ(株)
首藤 博幸	サンアロマー(株)	土屋 恒治	(株)日立ハイテクサイエンス
竹内 和幸	昭和電工(株)	阿部 孝広	三菱マテリアル(株)
山下 任	昭和電工(株)	岩本 則政	(株)トクヤマ
召田こゆき	昭和電工(株)	木村 隆利	DOWA テクノリサーチ(株)
金本 誠	(株)日立ハイテクフィールドディング	三浦 真	DOWA テクノリサーチ(株)
萩本 尚友	(株)日立ハイテクフィールドディング	川村 美晴	(株)大同分析リサーチ
高屋敷吉秀	関東化学(株)	森 透	MHI ソリューションテクノロジーズ(株)
国府田浩之	(株)UBE 科学分析センター	小柳 敦美	三井金属鉱業(株)
大石 誠	(株)堀場テクノサービス		

## 第 83 回分析化学討論会 主題討論題目およびオーガナイザー募集

第 83 回分析化学討論会（富山大学五福キャンパス、富山市）を 2023 年 5 月 20 日（土）、21 日（日）に開催の予定です。本討論会では、これまでの討論会と同様に分析化学に関する学術研究・技術開発・普及促進等様々な場面で活躍の皆様から、主題題目とそのオーガナイザーを広く募集したいと思います。奮ってご応募いただき、討論会での充実した議論につなげることができればと考えています。特に産業界の皆様からの積極的なご提案も歓迎しております。応募を希望される方は、下記要領に従い、実行委員会までお申し込みください。なお、採否および運営につきましては実行委員会にご一任いただければ幸いです。詳細および申込フォームにつきましては下記 HP をご参照ください。

第 83 回分析化学討論会実行委員長  
遠田浩司  
記

**申込方法** 学会 HP 内の下記サイトより申込フォームをダウンロードの上、以下の実行委員会メールアドレス宛て電子ファイルをお送りください。

[<https://conference.jsac.jp/83touron/>]

**申込締切** 9 月 30 日（金）

**申込先** 第 83 回分析化学討論会実行委員会  
[E-mail : 83touron@jsac.jp]

## 第 376 回液体クロマトグラフィー研究懇談会

主催（公社）日本分析化学会・液体クロマトグラフィー研究懇談会

食品の機能性、安全衛生を担保するには LC、LC/MS が重要な役割を果たしています。従来は分析が難しかった機能性物質、有害要因物質を探索し、簡便・迅速に定量するための技術の開発が進んでいます。本例会では、食品中の化学物質の分析法について講演していただきます。

**期日** 2022 年 10 月 20 日（木）13.00～17.10

**会場** Zoom オンライン会場

**講演主題** 食品分析における LC、LC/MS の基礎から最新技術まで

**講演**

講演主題概説（オーガナイザー）（13.00～13.05）

（ハウス食品グループ本社(株)）神山和夫

1. 食品に含まれる農薬・医薬品の前処理および分析法の検討（13.05～13.45）

（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）

2. 食品中の PFASs 分析に適したサンプル前処理と LC/MS システムのご紹介（13.45～14.25）

（アジレント・テクノロジー(株)）城代 航  
（LC 分析士初段）

3. LC-MS/MS を用いた対 EU 輸出二枚貝の麻痺性貝毒分析（14.25～15.05）

（(一財)日本食品検査）橘田 規  
（LC 分析士二段、LC/MS 分析士四段）

休憩（15.05～15.20）

4. ジフェニルカラムを用いた紅茶機能性成分の LC-MS/MS 分析（15.20～16.00）

（(公社)日本分析化学会関東支部参与）望月直樹  
（LC 分析士二段、LC/MS 分析士二段）

5. 相対モル感度法を用いたウコン中の機能性成分の分析

（16.00～16.40）

（ハウス食品グループ本社(株)）神山和夫  
（LC 分析士二段、LC/MS 分析士二段）

6. 総括「食品分析における LC、LC/MS の基礎から最新技術まで」（16.40～17.10）

（東京理科大学）中村 洋  
（LC 分析士五段、LC/MS 分析士五段）

**参加費** LC 研究懇談会個人会員：1,000 円、協賛学会（日本分析化学会、日本薬学会、日本化学会）及び後援学会（日本農芸化学会）会員：3,000 円、その他：4,000 円、学生：1,000 円。

参加申込締切日後の受付はできませんので、ご了承ください。  
**情報交換会** 講演終了後、講師を交えて情報交換会を開催します（会費 1,000 円）。

締切日後のご参加はできませんので、参加希望者は必ず事前にお申し込みください。

**参加申込及び参加費等納入締切日** 2022 年 10 月 13 日（木）  
（入金締切時刻：15 時まで）

**申込方法**

- 参加希望者は、下記申込先にアクセスし、氏名、勤務先（電話番号）、LC 会員・協賛学会会員・その他別及び情報交換会参加の有無を明記の上、お申し込みください。
- 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 376 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参加 URL を発行しませんので、十分ご注意ください。なお、一旦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、2022 年 10 月 14 日以降に①例会サイト入場 URL と②「視聴者用操作マニュアル」をお送りします。また、情報交換会参加費納入者には、③情報交換会サイト入場 URL をお知らせいたします。なお、請求書と領収書の発行はいたしておりません。領収書は、振込時に金融機関が発行する振込票等をもって替えさせていただきます。

**申込先** <https://forms.gle/LsNcd8AbmQVaBsoH6>

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

**問合せ先**（公社）日本分析化学会・液体クロマトグラフィー研究懇談会 世話人 ハウス食品グループ本社(株) 神山和夫  
[E-mail : k-koyama@housefoods.co.jp]

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

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

## HPLC &amp; LC/MS 講習会 2022

主催 (公社)日本分析化学会・LC研究懇談会  
 協賛 (公社)日本分析化学会, (公社)日本薬学会, (公社)日本化学会

後援 (公社)日本農芸化学会

HPLCとLC/MSの基礎について講習します。分離、検出の基礎、移動相調製、前処理などに関する講義を行ないます。初級者の方はHPLCとLC/MS操作に必要な基礎知識を全般的に得るための機会としてご利用ください。中級者の方は弱点の補強または知識の整理にご利用ください。講師陣は装置、カラム、試薬の各メーカーの「LC分析士初段」または「LC/MS分析士初段」以上を有するベテラン技術者等が担当し、わかりやすく講義します。日々の作業に必要な実践的な知識が身に付き、受講した翌日から業務、研究に役立つ内容です。最新の情報や動向、トピックスについてもご紹介いたします。

会期 2022年11月18日(金)

開催形態 オンライン (Zoom ウェビナー)

プログラム

- 9.00~9.15 オーガナイザーズガイダンス  
 (東京理科大学) 中村 洋
- 9.15~10.00 第1講 HPLCとLC/MSの基礎と理論  
 (東京理科大学) 中村 洋
- 10.05~10.50 第2講 HPLCとLC/MSにおける分離  
 (アジレント・テクノロジー(株)) 熊谷浩樹
- 10.55~11.40 第3講 HPLCとLC/MSにおける検出  
 (株)島津総合サービス リサーチセンター) 三上博久
- 11.45~12.30 第4講 HPLCとLC/MSにおける前処理  
 (病態解析研究所) 岡橋美貴子
- 12.30~13.15 昼休み
- 13.20~14.05 第5講 HPLCとLC/MS分析に用いる試薬・溶媒  
 (関東化学(株)) 坂本和則
- 15.35~15.50 休憩
- 15.55~16.40 第6講 LC/MSの基礎  
 (株)東レリサーチセンター) 竹澤正明
- 16.45~17.30 第7講 HPLCとLC/MSにおけるトラブルシューティング  
 (第一三共(株)) 合田竜弥
- 17.35~18.20 総合討論

受講料(税込み) LC研究懇談会会員(協賛学会会員を含む) 10,000円, 会員外15,000円。参加費の払い戻しはいたしませんので、あらかじめご了承ください。

参加者特典 総合討論では、仕事上の問題点につき可能な限り質問にお答えいたします。質問事項をあらかじめ下記連絡先にメールでお寄せください。

申込方法 下記のLC研究懇談会ホームページ記載の申込URLに必要事項を記入して送信してください。

申込URL <https://forms.gle/Rt25amsMFwNvpAno7>

申込締切 11月8日(火)(入金締切時刻:15時まで)

銀行送金先 りそな銀行五反田支店(普通)0802349 口座名: シャ)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]

なお、請求書と領収書の発行はいたしておりません。領収書は、振込時に金融機関が発行する振込票等をもって替えさせていただきます。

連絡先 LC研究懇談会・講習会実行委員会

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

「分析中部・ゆめ21」  
若手交流会・第22回高山フォーラム

主催 (公社)日本分析化学会中部支部  
 協賛 日本分析化学会若手交流活動助成金

本フォーラムは、日本分析化学会中部支部の若手による企画「分析中部・ゆめ21」の一環として毎年開催されています。通常の学会発表とは異なる、若手ならではのユニークで形式にとられない学術交流の場の創作を目指しています。

期日 2022年11月12日(土)

会場 オンライン開催

内容 依頼講演, ポスター講演。

プログラム

午前の部 (10.30~12.00)

開会式

依頼講演

「分析化学の中での化学発光の特徴と利用法(仮題)」

岸川直哉 先生(長崎大医歯薬)

「生体膜を利用するバイオセンシング」

東海林敦 先生(東京薬大)

午後の部 (13.00~16.00)

ポスター講演

閉会式

定員 90名

ポスター講演募集締切・講演要旨集原稿締切・参加申込締切  
 10月28日(金)

参加申込方法 HP (<http://www.jsac.or.jp/~chubu/>)の表題セミナーのページにある【参加申込フォーム】にてWebから申し込みください。ポスター講演を申し込む方は、その際に講演要旨ファイル(pdf)を同フォームにて提出ください。

参加費 無料

問合せ先 〒422-8526 静岡県静岡市駿河区谷田52-1 静岡県立大学薬学部 生体機能分子分析学分野 轟木堅一郎

[電話:054-264-5656, E-mail: takayamaforum2022@gmail.com]

2022 (11th) Asia-Pacific Symposium on  
Ion Analysis (国際会議)

主催 日本分析化学会イオンクロマトグラフィー研究懇談会  
 APIA is a biennial symposium of the Asia-Pacific countries and APIA 2022 is organized after the series event held in September of 2019 at Daejeon, KOREA. Unfortunately, the 2021 APIA, which was supposed to be held in 2021, has been cancelled to prevent the spread of the COVID-19.

APIA 2022 intends to offer a forum for intensive exchange of new knowledge and developments in the field of ionic species analysis for researchers in Asia-Pacific countries. The symposium will cover latest developments of ion analysis in ion chromatography, capillary electrophoresis and related separation methods as well as their applications. Keynote speaker, oral and student speaker presentations will be included in the program, but the poster presentation is not included. Authors are invited to contribute original abstracts on all aspect ionic species analysis and related techniques.

期日 2022年12月8日(木)

形式 オンライン (Zoom)

募集講演 Keynote Lecture, 一般講演, 学生講演, ランチオンセミナー (ポスター講演は実施しない)

講演・参加申込 IC懇談会ホームページからフォームス



(Forms) にアクセスしての申込 (詳細は、ホームページでご確認ください)。

申込 URL <https://forms.office.com/r/4F7qxnhwUs>

講演募集及び要旨締切 10月31日(月)

参加費 無料

参加申込締切 11月30日(水)

問合先 イオンクロマトグラフィー研究懇談会事務局 高知大学理工学部化学生命理工学科 森 勝伸・森みかる

[電話: 088-844-8306, E-mail: (事務局) jm-mikaru@kochi-u.ac.jp, (森 勝伸) mori@kochi-u.ac.jp]

### 第38回イオンクロマトグラフィー討論会

主催 日本分析化学会イオンクロマトグラフィー研究懇談会  
イオンクロマトグラフィーの登場から50年を迎えようとしている。その間、イオンクロマトグラフィーは、環境・食品・医療をはじめとする多様な場面でのイオン分析に活用されてきた。一方で、イオン成分の分析では、より高い感度を目指した質量分析計などの検出法、固相抽出などの前処理法が広く用いられるようになってきている。さらに、超純水や高純度試薬の品質評価、環境中成分など、これまでの分析法の限界を超えた高感度分析のニーズも高まっている。本討論会では、「超微量分析への挑戦」を主題とし、目的とするイオン成分を高感度に検出するための手法について議論を深める。主題に関連する講演をまとめたセッションを設け、集中的に取り扱う予定である。

期日 2022年12月9日(金)

会場 東京23区内(対面)で実施予定。講演会場は10月下旬にプログラムと同時公開)

討論主題 「超微量分析への挑戦」

募集講演 一般講演、技術紹介、学生講演、ランチョンセミナー(ポスター講演は実施しない)

講演・参加申込 IC懇談会ホームページからフォームにアクセスしての申込(詳細は、ホームページでご確認ください)。

講演募集締切 10月7日(金)

講演要旨締切 10月28日(金)

参加費 IC懇談会会員:3,000円、新会員(年会費込):5,000円、会員外:6,000円、学生:2,000円

情報交換会 12月9日。講演終了後、講演会場近くで17時30分頃より(一般5,000円、学生2,000円)

参加申込締切 10月28日(金)

問合先 第38回イオンクロマトグラフィー討論会実行委員会事務局 熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門化学

コース 大平慎一

[電話: 096-342-3384, E-mail: ohira@kumamoto-u.ac.jp]

### ——以下の各件は本会が共催・協賛・後援等をする行事です——

◎詳細は主催者のホームページ等でご確認ください。

### 次世代センサ総合シンポジウム2022 “これからの社会課題に挑むセンサ技術”

主催 (一社)次世代センサ協議会

期日 2022年9月14日(水)~16日(金)

会場 オンライン

ホームページ <http://www.jisedaisensor.org/>

連絡先 (一社)次世代センサ協議会 事務局

[電話: 03-6910-0889, FAX: 03-6910-0899, E-mail: office@jisedaisensor.org]

### 第73回コロイドおよび界面化学討論会

主催 (公社)日本化学会コロイドおよび界面化学部会

期日 2022年9月20日(火)~22日(木)

会場 広島大学東広島キャンパス(オンラインを加えたハイブリッド)

ホームページ

[https://colloid.csj.jp/202201/73rd\\_meeting\\_sympo/](https://colloid.csj.jp/202201/73rd_meeting_sympo/)

連絡先 第73回コロイドおよび界面化学討論会事務局

[E-mail: secre.dm@colloid.csj.jp]

### “つける”と“はがす”の新技术— 分子接合と表面制御—コース

主催 (地独)神奈川県立産業技術総合研究所

期日 2022年9月28日(水)・29日(木)

会場 かながわサイエンスパーク(KSP)内会議室

ホームページ

<https://www.kistec.jp/learn/researcher/molecular-bonding/>

連絡先 〒213-0012 神奈川県川崎市高津区坂戸3-2-1(地独)神奈川県立産業技術総合研究所 人材育成部教育研修グループ [電話: 044-819-2033, FAX: 044-819-2097, E-mail: manabi@kistec.jp]

### 日本金属学会オンライン教育講座 「状態図・相平衡・拡散の基礎」

主催 (公社)日本金属学会

期日 2022年10月4日(火)・5日(水)

会場 オンライン(Zoom)による講義

ホームページ [https://jim.or.jp/EVENTS/event\\_index.html](https://jim.or.jp/EVENTS/event_index.html)

連絡先 〒980-8544 宮城県仙台市青葉区一番町1-14-32(公社)日本金属学会 セミナー・シンポジウム参加係

[電話: 022-223-3685, FAX: 022-223-6312, E-mail: meeting@jim.or.jp]

## 第8回材料WEEK

主催 (公社)日本材料学会  
 期日 2022年10月11日(火)~14日(金)  
 会場 京都テルサ  
 ホームページ <http://www.jsms.jp>  
 連絡先 〒606-8301 京都府京都市左京区吉田泉殿町 1-101  
 (公社)日本材料学会 [電話: 075-761-5321, FAX: 075-761-5325, E-mail: jimuj@jsms.jp]

## VACUUM2022 真空展

主催 (一社)日本真空工業会, (公社)日本表面真空学会, (株)日刊工業新聞社  
 期日 2022年10月12日(水)~28日(金)(オンライン), 10月19日(水)~21日(金)(東京ビッグサイト)  
 ホームページ <https://biz.nikkan.co.jp/eve/vacuum/>  
 連絡先 〒103-8548 東京都中央区日本橋小網町 14-1 日刊工業新聞社イベント事業部「VACUUM 真空展」事務局  
 [電話: 03-5644-7221, FAX: 03-5641-8321, E-mail: autumnfair@nikkan.tech]

日本金属学会オンライン教育講座  
「材料強度の基礎」

主催 (公社)日本金属学会  
 期日 2022年10月20日(木)・21日(金)  
 会場 オンライン (Zoom) による講義  
 ホームページ [https://jim.or.jp/EVENTS/event\\_index.html](https://jim.or.jp/EVENTS/event_index.html)  
 連絡先 〒980-8544 宮城県仙台市青葉区一番町 1-14-32  
 (公社)日本金属学会 セミナー・シンポジウム参加係  
 [電話: 022-223-3685, FAX: 022-223-6312, E-mail: meeting@jim.or.jp]

色材協会創立 95 周年記念会議  
95th JSCM Anniversary Conference  
“Sustainable Technology in Colour Materials”

主催 (一社)色材協会  
 期日 2022年10月25日(火)・26日(水)  
 会場 アルカディア市ヶ谷 (私学会館)  
 ホームページ <http://www.shikizai.org/>  
 連絡先 〒150-0013 東京都渋谷区恵比寿 3-12-8 東京塗料会館 201 号室 (一社)色材協会事務局  
 [電話: 03-3443-2811, FAX: 03-3443-3699, E-mail: info@jscm.or.jp]

## 第70回プラスチックフィルム研究会講座

主題 = 次世代モビリティ・通信用フィルム

主催 (公社)高分子学会 プラスチックフィルム研究会  
 期日 2022年10月25日(火)  
 会場 東京工業大学大岡山キャンパス西9号館コラボレーションルーム

ホームページ <https://member.spsj.or.jp/event/>  
 連絡先 〒104-0042 東京都中央区入船 3-10-9 新富町ビル 6F (公社)高分子学会 プラスチックフィルム研究会係  
 [電話: 03-5540-3771, FAX: 03-5540-3737]

第51回薄膜・表面物理基礎講座 (2022)  
「Beyond 5G と薄膜・表面物理の接点」

主催 (公社)応用物理学会薄膜・表面物理分科会  
 期日 2022年10月31日(月)  
 会場 慶應義塾大学日吉キャンパス来往舎大会議室 (ハイブリッド開催)  
 ホームページ <https://annex.jsap.or.jp/tfspd/kiso2022/>  
 連絡先 (公社)応用物理学会 分科会担当 白石陽子  
 [電話: 03-3828-7723, E-mail: divisions@jsap.or.jp]

## 第61回NMR討論会

主催 (一社)日本核磁気共鳴学会  
 期日 2022年11月8日(火)~10日(木)  
 会場 高知県立県民文化ホール  
 ホームページ <https://www.nmrj.jp/NMR2022/>  
 連絡先 〒102-0072 東京都千代田区飯田橋 3-11-15 6階 (株)クバプロ内 第61回NMR討論会事務局  
 [電話: 03-3238-1689, FAX: 03-3238-1837, E-mail: nmr61@kuba.jp]

## 日本希土類学会第40回講演会

主催 日本希土類学会  
 期日 2022年11月9日(水)  
 会場 崎陽軒本店マンダリン  
 ホームページ <http://www.kidorui.org/lecture.html>  
 連絡先 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 大阪大学大学院工学研究科 応用化学専攻内 日本希土類学会事務局  
 [電話: 06-6879-7352, FAX: 06-6879-7354, E-mail: kidorui@chem.eng.osaka-u.ac.jp]

日本膜学会膜シンポジウム 2022  
“膜を学ぶ・膜に学ぶ”

主催 (一社)日本膜学会  
 期日 2022年11月9日(水)・10日(木)  
 会場 神戸大学百年記念館  
 ホームページ <http://www.maku-jp.org/symposium/>  
 連絡先 〒113-0033 東京都文京区本郷 5-26-5-702 日本膜学会事務局 [E-mail: membrane@mua.biglobe.ne.jp]

## 第35回日本吸着学会研究発表会

主催 日本吸着学会  
 期日 2022年11月10日(木)・11日(金)  
 会場 JA 長野県ビル・アクティール

ホームページ [http://www.j-ad.org/annual\\_meeting/](http://www.j-ad.org/annual_meeting/)  
 連絡先 〒380-8553 長野県長野市若里 4-17-1 信州大学先  
 鋭領域融合研究群先鋭材料研究所 田中秀樹  
 [電話：026-269-5181, E-mail: annualmeeting@j-ad.org]

### 第 68 回ポーラログラフィーおよび 電気分析化学討論会

主催 日本ポーラログラフ学会  
 期日 2022 年 11 月 10 日 (木)・11 日 (金)  
 会場 京都大学桂キャンパス桂ホール  
 ホームページ <http://www.polaro.jp/meeting.html>  
 連絡先 〒615-8510 京都府京都市西京区京都大学桂 京都  
 大学大学院工学研究科 物質エネルギー化学専攻 討論会世  
 話人 作花哲夫 [電話：075-383-2489, FAX：075-383-  
 2490, E-mail: polaro2022kyoto@gmail.com]

### 第 41 回溶媒抽出討論会

主催 日本溶媒抽出学会  
 期日 2022 年 11 月 24 日 (木)・25 日 (金)  
 会場 東京工業大学大岡山キャンパス西 8 号館 (E) 10 階大会  
 議室  
 ホームページ  
<http://www.solventextraction.gr.jp/symposium/00top.html>  
 連絡先 〒152-8550 東京都目黒区大岡山 2-12-1 N1-2 東  
 京工業大学科学技術創成研究院 福島復興再生研究ユニット  
 竹下研究室 第 41 回溶媒抽出討論会実行委員長 竹下健二  
 [電話：03-5734-3845, E-mail: takeshita.k.ab@m.titech.ac.jp]

### 日本腐植物質学会第 38 回講演会および総会

主催 日本腐植物質学会  
 期日 2022 年 11 月 25 日 (金)・26 日 (土)  
 会場 東邦大学理学部 3 号館・5 号館  
 ホームページ  
[https://www.research.kobe-u.ac.jp/ans-soil/jhss/meetings\\_info.html](https://www.research.kobe-u.ac.jp/ans-soil/jhss/meetings_info.html)  
 連絡先 〒274-8510 千葉県船橋市三山 2-2-1 東邦大学理  
 学部内 第 38 回講演会実行委員長 千賀有希子  
 [E-mail: yukiko.senga@sci.toho-u.ac.jp]

### 新アミノ酸分析研究会第 12 回学術講演会

主催 新アミノ酸分析研究会  
 期日 2022 年 12 月 9 日 (金)  
 会場 大田区産業プラザ P10  
 ホームページ <http://jsa3.s2.weblife.me/>  
 連絡先 新アミノ酸分析研究会 第 12 回学術講演会事務局  
 [E-mail: todoroki@u-shizuoka-ken.ac.jp]

### 第 31 回光化学国際会議 31st International Conference on Photochemistry (ICP2023)

主催 ICP2023 実行委員会  
 期日 2023 年 7 月 23 日 (日)~28 日 (金)  
 会場 札幌パークホテル  
 ホームページ <https://icp2023.jp/>  
 連絡先 〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138 大阪公立  
 大学理学研究科化学専攻 坪井泰之 [電話：06-6605-2505,  
 E-mail: twoboys@omu.ac.jp], 〒001-0021 札幌市北区北  
 21 条西 10 丁目 北海道大学電子科学研究所 三澤弘明 [電  
 話：011-706-9358, E-mail: misawa@es.hokudai.ac.jp], 事  
 務局連絡先: secretariat@icp2023.jp

### 「分析化学」特集 “マイクロ・ナノ分析化学の新展開”の論文募集

「分析化学」編集委員会

「分析化学」編集委員会は、マイクロ・ナノ化学分析研究懇  
 談会と共同で「マイクロ・ナノ分析化学の新展開」と題した特  
 集を企画しました。マイクロ・ナノ化学分析は、測定対象の微  
 量化・微小化に資するデバイスやシステムはもとより、微小領  
 域の観測や定量に関する計測法や分析技術を対象としているこ  
 とから、分析化学のみならず分子生物学や細胞生物学、臨床医  
 学などの広範な研究分野で活用されています。最近では、精密  
 分析だけでなく、簡易分析にも広がりを見せています。また、  
 マイクロ・ナノデバイスの新しい作製法、装置・測定法の開  
 発、実試料の前処理法、既存分析装置との融合など、さまざま  
 な開発が進められています。

このような背景に鑑み、本特集号では、マイクロ・ナノ分析  
 化学の新展開に関する論文の投稿をお待ちしています。奮っ  
 てご投稿ください。詳細はホームページをご確認ください。

特集論文申込締切：2022 年 9 月 30 日 (金)

特集論文原稿締切：2022 年 10 月 28 日 (金)

### 初めて書く論文は母語の日本語で！ “第 22 回若手研究者の初論文特集” 募集のお知らせ

「分析化学」編集委員会

「分析化学」編集委員会では、2023 年 (第 72 巻) に第 22 回  
 「若手研究者の初論文特集」を企画します。卒研究生、修士・博  
 士課程院生並びに若手研究者の方々にとって、ご自分の研究成  
 果を日本語で投稿できるよい機会です。なお、2019 年より本  
 特集を年間特集とし、都合の良いときに執筆して投稿できるよ  
 うにしました。年間を通して論文原稿を受け付け、審査を経て  
 掲載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 “流”の論文募集

「分析化学」編集委員会

「分析化学」では2010年より「年間特集」を企画し2023年は「流」をテーマとすることと致しました。

本特集では「流」をキーワードとして分析化学における基礎・応用を含めて幅広い観点で見渡し、分析化学が担う役割を社会に向けて発信することを目的としています。本特集に関わる論文はすべての論文種目で年間を通じてご投稿いただくことが可能で、審査を通過した論文は単行の特集号を除く「分析化学」第72巻(2023年)合併号の冒頭に掲載する予定です。国内外、産学官を問わず、「流」に関わる分析化学の研究・開発に従事されている多くの皆様方からの投稿をお待ちしておりますので、是非この機会をご活用ください。なお、詳細は「分析化学」誌の9号及びホームページをご参照ください。

**特集論文の対象:**「流」に関連した分析化学的な基礎・応用に関する論文。例を以下に示します。1) 液体や気体などの流れを利用した分析装置や分析手法の開発・応用、2) 連続的に流れている河川や大気などの分析に関する研究、3) 製造ラインなどの流れの中で利用する分析法の開発・応用、4) 電子の流れを計測する電気分析化学的研究、5) 原子・分子の流れを扱うシミュレーションを活用した分析化学的研究。

特集論文原稿締切: 2022年11月18日(金) (第2期)

## 「分析化学」編集委員会特集 “ウェルネスに貢献する分析化学”の論文募集

「分析化学」編集委員会

2023年度(第72巻第6号)の「編集委員会特集」のテーマは、『ウェルネスに貢献する分析化学』に決定いたしました。

本特集では、ウェルネスに貢献する分析化学と題し、医療、福祉、スポーツ、食と農、美容、環境、IT等の様々な分野における分析化学を対象とした研究に着目することと致しました。ウェルネスに関連した、新たなサイエンスを切り拓くための基盤技術、およびその応用に関する論文の投稿をお待ちしております。なお、詳細は「分析化学」誌の6号及びホームページをご参照ください。

特集論文申込締切: 2022年10月7日(金)

特集論文原稿締切: 2022年12月2日(金)

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

## 『ぶんせき』再録集 vol. 1 出版のお知らせ

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

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

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



## 【ア行】

(株)アmenaテック…………… A5

(株)エス・ティ・ジャパン…………… A1

## 【サ行】

(株)島津製作所…………… 表紙2

西進商事(株)…………… カレンダー裏

(株)ゼネラルサイエンス

コーポレーション…………… A2

## 【タ行】

田中貴金属工業(株)…………… 表紙4

## 【ナ行】

日本分光(株)…………… A3

## 【ハ行】

ビー・エー・エス(株)…………… 表紙3

(株)日立ハイテクサイエンス…………… A8

フロンティア・ラボ(株)…………… A4

製品紹介ガイド…………… A6～7

## 高周波溶融装置

# ビード&フューズサンプラ



オートサンプラ機能搭載  
TK-4500

高周波誘導加熱方式による  
蛍光 X 線分析用ガラスビードの作成や  
ICP や AA 分析用アルカリ融解処理を行う  
無機材料の前処理装置です。

- ・ 温度コントロールが容易で  
軽元素の飛散を抑え、難溶解物を溶融させます。
- ・ 卓上タイプとオートサンプラ機能を搭載した 2 機種の  
ラインナップで研究開発部門から品質管理部門まで  
幅広くサポートします。



卓上タイプ TK-4100

\* 白金ルツボ等の化学分析用白金製品の改鑄も承ります。

株式会社アmenaテック

〒224-0003 神奈川県横浜市都筑区中川中央 2-5-13 メルヴューサガノ 401

TEL : 045-548-6049 / FAX : 0445-548-6179

e-mail : info@amena.co.jp URL : http://www.amena.co.jp

<h2 style="text-align: center;">原子スペクトル分析</h2>	<p>UV吸収のない化合物までしっかりフラクション UVとELSDを内蔵した一体型ダブルトリガー分取装置 日本ビュッヒ(株) 電話 03-3821-4777 <a href="https://www.buchi.com/ja">https://www.buchi.com/ja</a></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 <a href="https://www.hg-nic.co.jp">https://www.hg-nic.co.jp</a></p>	<p>高速液体クロマトグラフ Chromaster 5610 質量検出器 (MS Detector) (株)日立ハイテクサイエンス <a href="https://www.hitachi-hightech.com/hhs/">https://www.hitachi-hightech.com/hhs/</a> E-mail: <a href="mailto:hhs-info.fy.ml@hitachi-hightech.com">hhs-info.fy.ml@hitachi-hightech.com</a></p>
<h2 style="text-align: center;">分子スペクトル分析</h2>	<p>ムロマックミニカラム 精度の高いクロマトグラフィ 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 <a href="https://www.muro-chem.co.jp/">https://www.muro-chem.co.jp/</a></p>
<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 <a href="https://www.systems-eng.co.jp/">https://www.systems-eng.co.jp/</a> E-mail: <a href="mailto:info@systems-eng.co.jp">info@systems-eng.co.jp</a></p>	<p>長期保証のイオンクロマトグラフ 装置3年保証 &amp; 陰イオンサブレッサは10年保証 メトロームジャパン(株) 電話 03-4571-1744 <a href="https://www.metrohm.jp">https://www.metrohm.jp</a> IC コラム「ご隠居達の IC 四方山話」掲載中!</p>
<p>紫外可視近赤外分光光度計 UH4150 AD+ 高感度分光蛍光光度計 F-7100 (株)日立ハイテクサイエンス <a href="https://www.hitachi-hightech.com/hhs/">https://www.hitachi-hightech.com/hhs/</a> E-mail: <a href="mailto:hhs-info.fy.ml@hitachi-hightech.com">hhs-info.fy.ml@hitachi-hightech.com</a></p>	<h2 style="text-align: center;">電気化学分析</h2>
<p>リサーチグレードでありながら、ダウンサイジングを追求 フーリエ変換赤外分光光度計 FT/IR-4X 日本分光(株) 電話 042-646-4111(代) <a href="https://www.jasco.co.jp">https://www.jasco.co.jp</a></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 <a href="https://www.metrohm.jp">https://www.metrohm.jp</a></p>
<h2 style="text-align: center;">レーザー分光分析</h2>	<h2 style="text-align: center;">質量分析</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 <a href="http://www.g5-hakuto.jp">http://www.g5-hakuto.jp</a> E-mail: <a href="mailto:info@g5-hakuto.jp">info@g5-hakuto.jp</a></p>	<p>MALDI-TOF(/TOF), ESI-QTOF, FT-ICR, LC-MS/MS, GC-MS/MS ブルカージャパン(株) ダルトニクス事業部 電話 045-440-0471 E-mail: <a href="mailto:info.BDAL.JP@bruker.com">info.BDAL.JP@bruker.com</a></p>
<h2 style="text-align: center;">NMR・ESR・磁気分析</h2>	<h2 style="text-align: center;">熱分析</h2>
<p>NMR スペクトル解析ソフトウェア Mnova (株)リアクト 担当: 化学事業部 梅本 電話 045-567-6633 E-mail: <a href="mailto:umemoto@react-corp.com">umemoto@react-corp.com</a> <a href="https://www.react-corp.com/">https://www.react-corp.com/</a></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 <a href="https://www.tokyoinst.co.jp">https://www.tokyoinst.co.jp</a></p>
<h2 style="text-align: center;">クロマトグラフィー</h2>	<h2 style="text-align: center;">分析装置・関連機器</h2>
<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 一般財団法人化学物質評価研究機構 クロマト技術部 <a href="http://www.cerij.or.jp">www.cerij.or.jp</a> E-mail: <a href="mailto:chromato@ceri.jp">chromato@ceri.jp</a></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 <a href="http://www.aqualab.co.jp">http://www.aqualab.co.jp</a></p>
<p>ポータブルガス分析装置 XG-100 シリーズ 新コスモス電機(株) 電話06-6308-2111 インダストリ営業本部 <a href="http://www.new-cosmos.co.jp">www.new-cosmos.co.jp</a></p>	<p>TD-NMR (-100℃~200℃) ペプチド合成装置 (UV モニタ, IH ヒーティング) マイクロウェーブ・ダイジェスター アステック(株) 東京 03-3366-0811 大阪 06-6375-5852 <a href="https://www.astechcorp.co.jp/">https://www.astechcorp.co.jp/</a></p>

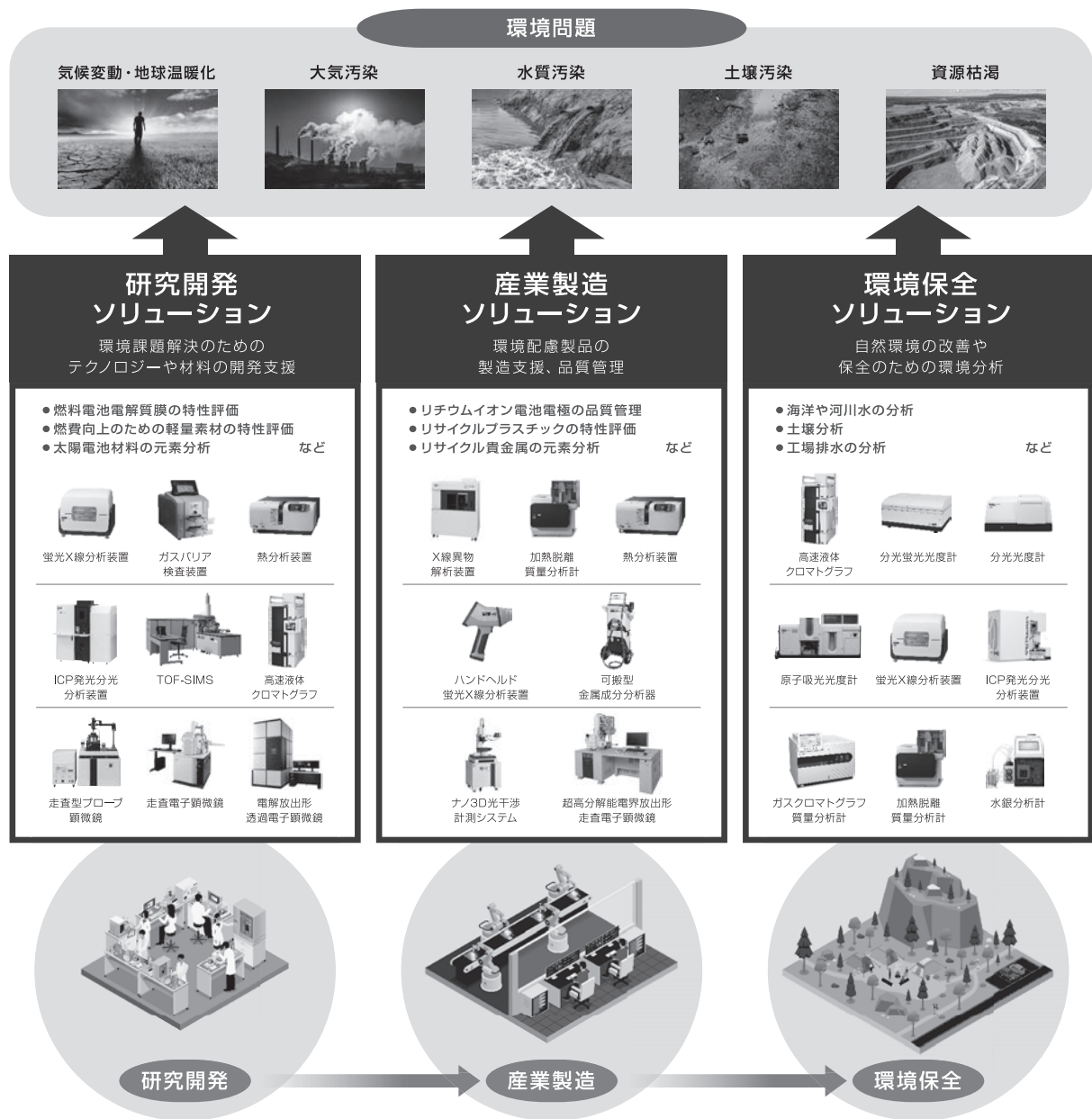
<p>XRF分析用ガラスビードの作製及びICP分析のアルカリ融解処理には、高周波溶融装置ビード&amp;フューズサンブラ (株)アmenaテック <a href="http://www.amena.co.jp">http://www.amena.co.jp</a></p>
<p>英国エレメンタルマイクロアナリシス社製 CHNOS 有機・無機・同位体微量分析用 消耗品・標準物質等 アルファサイエンス(株) <a href="http://www.alphascience.jp/">http://www.alphascience.jp/</a> 電話 03-3814-1374 FAX 03-3814-2357 E-mail: alpha@m2.pbc.ne.jp</p>
<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、各種ラマンプローブを組み合わせたコンパクトなシステムです。励起レーザ選択や光学系のカスタマイズもご相談ください。オーシャンフォトニクス(株) <a href="http://www.oceanphotonics.com">http://www.oceanphotonics.com</a></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 <a href="https://www.kem.kyoto/">https://www.kem.kyoto/</a></p>
<p>秒速粉碎機 マルチビーズショッカー ディスポ容器で岩石・樹脂・生体等の凍結粉碎も可能。分析感度UP、時間短縮、経費節減に貢献。 安井器械(株) 商品開発部 <a href="http://www.yasuikikai.co.jp/">http://www.yasuikikai.co.jp/</a></p>
<h2>研究室用設備機器</h2>
<p>グローブボックスシステム MBRAUN 社製 有機溶媒精製装置 MBRAUN 社製 (株)ブライト 本社 048-450-5770 大阪 072-861-0881 <a href="http://www.bright-jp.com">http://www.bright-jp.com</a> E-mail: info@bright-jp.com</p>
<h2>試薬・標準試料</h2>
<p>認証標準物質 (CRM), HPLC・LC/MS 関連 超高純度試薬 (Ultrapur, Primepure®) 関東化学(株) 電話 03-6214-1090 <a href="https://www.kanto.co.jp">https://www.kanto.co.jp</a></p>
<p>研究・産業用の金属/合金/ポリマー/ガラス等 8 万点 取扱サプライヤー GOODFELLOW CAMBRIDGE LTD 日本代表事務所 電話 03-5579-9285 E-mail: info-jp@goodfellow.com <a href="https://www.goodfellow-japan.jp">https://www.goodfellow-japan.jp</a></p>
<p>X 線回折実験等に使える『高度精製タンパク質試料』 グルコースイソメラーゼ, αアミラーゼほか (株)コンフォーカルサイエンス 電話 03-3864-6606 <a href="http://www.confsci.co.jp">http://www.confsci.co.jp</a></p>
<p>信頼性確保に重要な認証標準物質 (CRM) 標準物質のご用命は シグマアルドリッチジャパン(同) テクニカルサービス 電話03-4531-1140 E-mail: jpts@merckgroup.com</p>
<p>標準物質は当社にお任せください! 海外 (NIST, IRMM, BAS, MBH, Brammer, Alcoa 等) 国内 (日本分析化学会, 産総研, 日環協等) 各種標準物質を幅広く、また、分析関連消耗品も各種取り扱っております。是非、ご相談ください! 西進商事(株) <a href="https://www.seishin-syoji.co.jp">https://www.seishin-syoji.co.jp</a></p>

<p>RESEARCH POLYMERS (株)ゼネラルサイエンスコーポレーション 電話03-5927-8356(代) FAX 03-5927-8357 <a href="https://www.shibayama.co.jp">https://www.shibayama.co.jp</a> E-mail: gsc@shibayama.co.jp</p>
<p>お求めの混合標準液をサクサク検索! 農薬・動物用医薬品 混合標準液検索システム WEBページで「和光 農薬」で検索! 試薬でお困りの際は当社HPをご覧ください。 富士フィルム和光純薬(株)</p>
<p>薄層クロマトグラフィー (TLC) のリーディングカンパニーとして最高レベルの品質と豊富な担体・サイズ・支持体のプレートをご用意しています。 メルク(株) テクニカルサービス 電話03-4531-1140 E-mail: jpts@merckgroup.com</p>
<h2>書籍</h2>
<p>DNA origami入門 一基礎から学ぶDNAナノ構造体の設計技法— 川又生吹・鈴木勇輝・村田智 共著 B5変判 264頁 定価4,730円 (税込) (株)オーム社 <a href="https://www.ohmsha.co.jp">https://www.ohmsha.co.jp</a></p>
<p>基本分析化学 —イオン平衡から機器分析法まで— 北条正司, 一色健司 編著 B5判 260頁 定価3,520円 (税込) 三共出版(株) 電話03-3264-5711 <a href="https://www.sankyoshuppan.co.jp/">https://www.sankyoshuppan.co.jp/</a></p>
<p>専門基礎ライブラリー 新編基礎化学 第2版 藤野竜也・相沢宏明・石井茂・田代基慶 著 B5判 264頁 本文2色 定価2,530円 (税込) 高校レベルの化学から大学の基礎まで無理なく学習できる。 実教出版(株) 電話 03-3238-7766 <a href="https://www.jikkyo.co.jp/">https://www.jikkyo.co.jp/</a></p>
<p>Pyrolysis-GC/MS Data Book of Synthetic Polymers 合成高分子の熱分解 GC/MS ハンドブック Tsuge, Ohtani, Watanabe 著 定価31,900円 (税込) 163種の合成高分子の熱分解 GC/MS, また33種の縮合系高分子には反応熱分解 GC/MS も測定したデータ集。 (株)デジタルデータマネジメント 電話03-5641-1771</p>
<p>TOF-SIMS: Surface Analysis by Mass Spectrometry John C. Vickerman and David Briggs 著 B5・定価51,700円 (税込) 二次イオン質量分析法の装置と試料の取扱い, 二次イオン形成のメカニズム, データ解析アプリケーション例など (株)デジタルデータマネジメント 電話 03-5641-1771</p>
<p>Surface Analysis by Auger and X Ray Photoelectron Spectroscopy David Briggs and John T. Grant 著 B5・定価51,700円 (税込) 表面分析に欠かせない AES と XPS 法の原理, 装置, 試料の扱い, 電子移動と表面感度, 数量化, イメージング, スペクトルの解釈など。(SurfaceSpectra, Ltd.) (株)デジタルデータマネジメント 電話 03-5641-1771</p>
<p>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 <a href="https://www.maruzen-publishing.co.jp">https://www.maruzen-publishing.co.jp</a></p>
<h2>不確かさセミナー</h2>
<p>不確かさセミナーは、講義と演習を繰り返し全員の解答を確認しつつ進めるので、安心してご受講頂けます。 不確かさ小冊子も無料謹呈中! 日本電気計器検定所 電話03-3451-1205 <a href="https://www.jemic.go.jp">https://www.jemic.go.jp</a> E-mail: kosyukai-ky@jemic.go.jp</p>

# 持続可能な将来を支える日立ハイテクの先端機器

HITACHI High-Tech's advanced instruments support sustainable future.

自然環境と社会発展が共存するサステナブル社会の構築を目指し、  
私たち日立ハイテクは、機器分析で、  
“研究開発”、“産業製造”、“環境保全”を支援します。



◎ 株式会社 日立ハイテク    ◎ 株式会社 日立ハイテクサイエンス

本社 〒105-6409 東京都港区虎ノ門一丁目17番1号 虎ノ門ヒルズ ビジネスタワー 電話03-3504-6111

インターネットでも製品紹介しております。

URL [www.hitachi-hightech.com/jp/science/](http://www.hitachi-hightech.com/jp/science/)



**BAS**

# 光学式酸素モニターシステム

基本機能の光学式酸素モニタリングに加えて、温度およびpH(一部機種のみ)の同時測定が可能

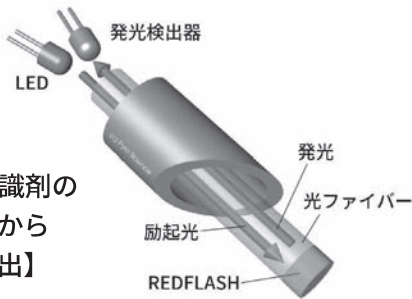
BAS FireSting



- 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
- 酸素濃度測定は広い濃度範囲で対応可能
- 非接触型など様々なタイプのセンサーをラインナップ



FireSting O2-C 酸素モニター(4ch)



【REDFLASH標識剤の発光寿命検出から酸素濃度を算出】



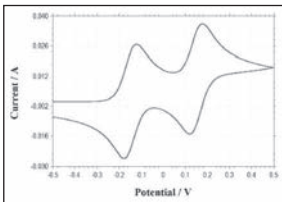
【センサー付きバイアル内部の酸素濃度を外側から測定可能】

# 分光電気化学測定

BAS SEC2020

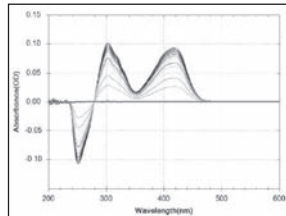


CV測定



※測定データはイメージです。

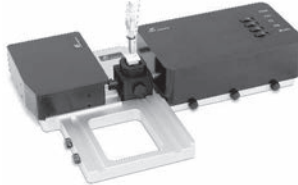
吸光度測定



+



ALS600Eシリーズ



SEC2020スペクトロメーターシステム

分光電気化学測定とは「分光法」と「電気化学的手法」を組み合わせた測定方法です。

同時に測定を行うことで、より正確な実験データが得られます。

測定装置からセルなどの消耗品まで、すべてBASの開発品のため初めてのお客様でも簡単に測定が行えます。

● 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。

## 予算申請などですぐ見積書が必要なときに!

インターネット環境があればいつでもご自身でご確認いただける

# WEB見積書サービスが便利です!!

**BAS** ビー・エー・エス株式会社

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

実験用途に適したサンプリングアクセサリも豊富にラインアップしています。詳しくはホームページまで!!

BAS 光ファイバー



製品情報・技術情報などBASの最新情報はメールニュースで

随時配信しております。配信ご希望の方はお気軽にお問い合わせ下さい ⇒ E-mail: sp2@bas.co.jp

貴金属がもたらす

ゆとりある豊かな社会の実現へ

近代から現代に至るまで、

産業の発達を根底から支え続ける貴金属。

これからも新しい領域を拓いていきます。

あなたのチャレンジをサポートします。



## 募集 2022年度 貴金属に関する研究助成金

貴金属が関係している  
テーマであれば応募可能

助成金は奨学寄附金  
扱いになります

研究や成果を  
拘束することはありません

### 募集要項

田中貴金属記念財団では、「貴金属が拓く新しい世界」に向けて、  
貴金属が貢献する新しい技術や製品の実用化に向けた研究・開発テーマを募集いたします。

応募資格 国内の教育機関あるいは公的研究機関に所属  
されている方

募集期間 2022年9月1日(木)~2022年11月30日(水)

研究助成金 プラチナ賞 500万円 (1件)  
ゴールド賞 200万円 (1件)  
シルバー賞 100万円 (4件)  
萌芽賞\* 100万円 (2件)  
奨励賞 30万円 (複数件)

\*2022年4月1日現在で37歳以下の方が対象となります。

主催者 一般財団法人 田中貴金属記念財団

お問い合わせ先 「貴金属に関する研究助成金」事務局

E-mail:joseikin@ml.tanaka.co.jp

〒100-6422

東京都千代田区丸の内2-7-3

東京ビルディング 22階

田中貴金属工業株式会社

新事業開発統括部 企画推進S 内

田中貴金属記念財団

詳細はこちら▶ <https://tanaka-foundation.or.jp>

