

### 有機環境汚染物質分析の進展、課題及び期待

環境分析化学分野はこの半世紀で大幅に進歩した。そこで、有機環境汚染物質分析の進展と課題さらに期待について述べる。

わが国における環境化学物質の微量分析に関しては、環境庁が1974年度に化学物質の環境残留調査をスタートさせたことから、GC-MSによる分析法の検討が進められ、1984年には既にマニュアルとしてまとめられ、その後も進歩を踏まえて更新されたり、公定法に採用されたりしている。

特に、ダイオキシン類による環境汚染が世界的な問題となったのを契機に、国内では1990年代後半にGC-HRMS（高分解能MS）が急速に普及すると共に、高感度・高選択性、高精度の分析技術が発展し、2000年までに各種調査マニュアル、JISや法律が整備された。測定結果に基づいて焼却炉などの発生源低減対策や環境モニタリングが実施されると同時に、精度管理や試験所認定制度（ISO/IEC17025）、測定の信頼性の確保に対する要求も高まってきた。一方、内分泌かく乱化学物質、PPCPs、PFASなどGC-MSによる分析が困難な難揮発性、高極性、熱不安定化学物質に対しては2000年代からLC-MSが使用されるようになった。環境化学物質の分析技術は、これらGC-MS、GC-HRMSやLC-MS/MSを中心に飛躍的に発展してきた。筆者の所属する日本環境化学会（1991年設立）主催の環境化学討論会では、最近の対象物質や研究発表内容は非常に多岐にわたる。環境分析の主流はコンピュータやIT技術を駆使した機器分析へと劇的に様変わりし、高性能化、高精度・高感度化、操作の簡易化・自動化、多機能化（複合化）、機動力化さらにコスト低減が図られてきている。原理となる技術は従来の延長線上にあるが、機器をブラックボックス化させず理解して使用することが重要である。

極微量分析の技術的課題としては、ダイオキシン類やPCB分析を例にとってみても、現在では、分析マニュアルが整備され、多くの分析技術が適用可能であるが、分析法は十分に検証した上でその特性を理解し、注意点やノウハウを実際の分析で活用すべきである。前処理操作の熟練度や測定データの確認処理能力の点で、十分な経験と知識を持たない技術者が行った測定では、精度の悪い結果がみられる傾向がある。

時間空間的な代表試料を採取する際は、サンプリングやサブサンプリングによる誤差が大きいので、最適化した合理的なサ

ンプリング法やデザインが必要である。実試料の微量分析を行う場合には、試料ごとに特徴的な影響を受けるので、試料マトリックスの影響を限りなく排除する効果的なクリーンアップを行うなど、多くの注意点を理解しておく必要がある。試料が高濃度の場合には、その影響が前処理器具、分析機器すべてに及ぶため、器具の洗浄など分析環境の整備が必要であり、試料間でのクロスコンタミの防止に対する配慮も必要である。分析室の隔離、分析装置の専用化も場合によっては必要となる。定量下限・検出限界を低濃度にするためには、装置の高感度化、最適化の他に、大量の試料や試薬を用いる場合は多大の労力を必要とするが、器具・試薬などからも影響を受ける可能性があるため、現実的に使用可能な試料量も限定されてくる。また、分析誤差も微量分析ではより大きくなるため、統計的手法を用いてばらつきを把握し、再現性を確認する必要がある。

質量分析計の応用範囲は現在では食の安全や環境モニタリングまで拡大しているが、利用者の専門分野が広がったことで、ブラックボックス化や装置の性能維持が課題となったり、結果を正しく評価出来ないケースが増えたりしているとも言われている。そのため、これまでの研究者や技術者が何を意識して装置を扱い、データ解析していたのかを伝承していく必要がある。現在一般化しているハイスルーputとデータの品質保証のバリデーションを確保するばかりではなく、真に正しい値を出すために分析法の理解度を深めることが大切である。

日本分析化学会でもダイオキシン類の分析に関して種々の貢献があり、認証標準物質の作成と提供をはじめ、技能試験では2001年から現在まで計25回の継続実施、分析技術セミナーは2000年から2019年まで継続実施し筆者もかかわってきた。残念ながら分析技術セミナーは参加者の減少もあり現在は実施されていないが再開が望まれる。

筆者はダイオキシン分析に黎明期からかかわり、多くの試料を分析した貴重な経験がある。HRMSやTOFMSを駆使して多くの未知妨害物質を同定したが、妨害物質の同定はクリーンアップ法の改良にも繋がる。有機ハロゲン化合物の検索・同定は未規制物質も対象となり、挙動調査に発展したり、さらには農業や化成品中の微量の不純物（非意図的生成）にもなったPOPの汚染問題へも展開したりした。

今後は、有機環境汚染物質の分析も高感度、高精度、高分解能、多成分同時分析、ノンターゲット分析、網羅的分析、データ処理ソフトの充実、高速分析などへと発展することが予想され、一方で、精密分析と簡易・スクリーニング分析、生物検定法などの併用による効率的な環境モニタリング、指標成分の測定、代替物質の測定、代謝物、天然生成成分、非意図的生成成分などへの展開も起こるであろう。さらに過去から現在そして将来予測につながる環境試料バンクの利用も重要である。また分析技術や測定値のデータベース化や情報共有なども必要である。データの品質管理、精度管理の重要性が高まっている現在、信頼性のある測定結果を提供するためにも、人材育成や分析システムと人との調和が重視されている。

今後も環境中の有害化学物質の精密で、見逃しのない監視体制の構築に向けた研究が進展し、化学物質対策が適切に進められることを期待する。

〔株式会社島津テクノリサーチ 高菅 卓三〕

理事会だより (2023 年度第 2 回)

私は 2022 年度に北海道支部長を拝命したので、それから支部担当理事として理事会に参加しています。これまでも理事の先生方が「理事会だより」で報告しているように、理事会ではさまざまなことが審議・報告されています。直近の 2023 年 7 月 3 日に開催された 2023 年度第 3 回理事会では、本部活動・組織運営（キャッシュフロー、会計報告、役員等候補者選考委員候補者、規定類の改定、役員職務分担）、広報事業・会員管理（HP 更新、会員・広報関連委員会名簿、会員現況・入退会状況）、学術会合事業（第 83 回分析化学討論会報告、第 72 年会準備状況、第 84 回分析化学討論会報告、年会・討論会について、他学協会からの協賛等名義申請）、出版事業・表彰事業（2023 年度学会賞等受賞候補者、『改訂七版 分析化学便覧』編集委員会、「ぶんせき」誌冊子体に関する提案書、Analytical Sciences 編集委員会必要経費、女性 Analyst 賞規定と内規）、社会活動（第 33 回基礎および最新の分析化学講習会講演ビデオの再利用に関する許可願、産官学連携委員会について）、その他（インボイス制度・電子帳票保存制度対応状況）などが審議・報告されました。どの議題も日本分析化学会の運営や活動にとって重要なものであり、理事会で議論する必要があるものです。しかし、この分量を審議・報告するためにはかなりの時間がかかります。実際に第 3 回理事会では 3 時間強かかりました。理事会は現在オンラインで開催されているため、対面の場合とは異なり細かいニュアンスが伝わりにくく、より多くの時間がかかっているように思います。対面開催にかかる費用などを考えると、理事会を以前のように対面に戻すことは現実的ではないように思います。オンラインを前提にした理事会の在り方について、今後検討していくことも必要ではないかと感じています。

毎年年会では、本部・支部・研究懇談会連絡会議（懇談会）が開催されており、本部役員、支部長・支部担当理事、研究懇談会委員長、若手交流会委員長が集まり、短い時間ですが意見交換を行っています。会の趣旨は異なりますが、懇談会は多くの理事会構成メンバーと対面でお会いできる貴重な機会なので、9 月の第 72 年会（熊本）の懇談会を楽しみにしていました。そんな折、8 月 1 日に柿田和俊事務局長より大谷肇会長の訃報の連絡がありました。あまりにも突然のことで、言葉も見つかりませんでした。新体制がスタートしたばかりでしたので、本当に残念でなりません。

日本分析化学会の会長の職務は多岐にわたるため、会長が不在だと学会の運営・活動に支障をきたします。そのようなことがないように理事会では、8 月 22 日に緊急臨時理事会を開催して議論することが予定されています。議論の内容は、本稿が「ぶんせき」誌に掲載されるころには、すでに皆様にご報告されていると思います。

最後に、大谷肇会長の逝去を悼み、謹んでお悔やみ申し上げ

げますとともに、心からご冥福をお祈りいたします。

〔北海道支部担当理事 渡慶次 学（北海道大学）〕

高分子分析研究懇談会第 415 回例会報告

7 月 14 日（金）・15 日（土）の日程で、第 415 回例会を開催した。4 年ぶりの夏季合宿形式での例会開催となり、仙台へ約 40 名の参加者が集まった。また例会開催前に、東北大学新青葉山キャンパス内に建設中の次世代放射光施設“Nano Terasu”の見学会を実施した。

Nano Terasu の見学会では、量子化学技術研究開発機構（QST）の内海 渉センター長・小西啓之副センター長から施設概要や共用利用に関する説明をいただき、次いで共用ビームライン（BL）調整のご担当者様方から、BL の構成や研究対象に関する技術的な説明を受けた。その後、光科学イノベーションセンター（PhoSIC）の高田昌樹理事長から、企業と学術をつなぐ仕組み（コアリション利用）に関する取り組みをご紹介いただいた。続いて、グリーンクロステック研究センターの岡部朋永センター長から、Nano Terasu の将来利用展望に関して、昨今のリサイクル材料の研究動向などを交えてご紹介いただいた。最後には、建設中の実験ホールの見学をさせていただいた。Nano Terasu の実験ホールは、日本で唯一、実験ホールを放射線管理区域の適用除外とした施設である。小西様は、この特徴を生かして「利用者の利用負担の軽減や、距離感の近い活発な研究議論ができる場となるとうれしい」と述べられていた。稼働前の放射光施設を見学という貴重な経験になり、参加者との質疑応答も活発に行われていた。今後とも産学官が連携する最先端の分析施設として活用されることを楽しみにしている。

第 415 回例会では、招待講演 3 件と、分科会を 2 回（1 日目に 5 テーマ、2 日目に 3 テーマ）開催した。招待講演 1 は、Nano Terasu での見学に関連し、東北大学の丸林弘典先生に「放射光 X 線を用いた高分子の個体構造解析」と題したご講演をいただいた。本講演では、イントロダクションに放射光に関する基礎のパートを含めていただき、本分野に馴染みの薄い参加者でも大変理解しやすい内容であった。また後半には、パイオマス由来ポリエステル結晶転移機構の解析における放射光 X 線法の応用事例などをご紹介いただいた。さらには、放射光 X 線法で得られる高分子の大局的な構造情報を、電子顕微鏡などで得られる局所構造情報と併せて解析するといった研究の将来発展性が数多く述べられており、多くの参加者の注目を集めていた。

招待講演 2 は、産総研の渡邊亮太先生に「複合材料の界面構造を見える化する技術」と題したご講演をいただいた。本講演では、無機酸化物やセルロース等のフィラー含有の高分子複合材料における「界面構造」を読み解き、これらが機能性に及ぼす影響を解析する最新手法についての技術知見をご紹介いただいた。本研究で評価対象とする界面領域が材料全体に占める割合はごくわずかであり、必要な情報が他の情報に埋もれてしまう可能性があるが、これら情報のピックアップのためにはインフォ

マティクスの活用が不可欠である。今回は、顕微赤外分光法によりデータを取得し、隣接するピクセルごとに2波数間の相関値を計算・プロットすることで、相互作用の形成情報を二次元解析する手法をご紹介いただいた。実応用として、弾性率などの物性値と、本手法で得た情報を組み合わせて解析を実施した研究例などをご紹介いただき、高分子複合材料を扱う身として大変興味深く聴講させていただいた。

招待講演3は、名古屋大学の石田崇人先生に「(海外学会報告)ポストコロナにおける国際学会のリアルと参加へのすすめ」と題したご講演をいただいた。本講演では、石田先生が直近で参加した国際学会2件で得られた学びや、感じた国内学会との違いについてご紹介いただいた。特に、学んだことの1つとして「どんなにニッチな研究領域であっても、自分と似た興味をもつ世界中の研究者と直接つながることができる」と述べられていたことが印象的であった。国際学会への参加は、ただの研究成果の発表に留まらず、人脈形成という点においても大変有意義であるということに改めて感じた。また、こういった学術的な話ではない経験談を伺える点も、リアル開催の夏季合宿の良さであると実感できたご講演であった。

1日目の分科会は、1)放射光・高次構造、物性分析(レオロジー等)、2)データサイエンス、3)質量分析法、4)NMR・分光分析法、5)分離分析のように、分析手法をテーマとしたグループ分けを行った。いずれのグループにおいても、参加者から日頃の分析業務における話題や悩みをご提供していただき、それらを中心に意見交換を行った。たとえば、データサイ

エンスの分科会ではChatGPTの研究活用に関する活発な議論が行われており、研究者や指導者に求められる能力・研究姿勢がリアルタイムで多様化している状況を強く感じた。

2日目の分科会では、1)劣化、2)材料(ウレタン、マイクロプラスチック、リサイクル、ゴム等)、3)その他のように、分析目的をテーマとしたグループ分けを行った。中でも、材料グループでは「熱分解GC/TOFMSを用いたリサイクルポリプロピレン樹脂の品質評価」といった話題提供があり、注目の集まる研究分野に関する情報交換が活発に行われていた。また、その他グループでは、「大学教育と企業で求められる知識とのギャップ」といった話題があり、学生・企業研究者・大学教員が参加する当夏季合宿ならではの意見交換が行われていた。

招待講演や分科会以外でも、夕食の時間には、「分析業務の後継者育成をどのように実施しているか」「分析部門の社内アピール法」などのさまざまなトピックスを題材にざっくばらんな意見交換を行った。分析経験歴を問わない多様なメンバー構成で、夜遅くまで活発な議論が行われており、運営委員としてリアルイベントの神髄を実感させられた会となった。来季以降も、当夏季合宿が、多くの分析研究者のネットワーク形成に貢献できる場として発展していくことを望んでいる。最後に、招待講演の演者の皆様、分科会で話題提供をしていただいた皆様、ご参加いただいた参加者の皆様に厚く御礼を申し上げます。

〔株コーセー 菅 駿一〕



## 執筆者のプロフィール

(とびら)

朝日 剛 (Tsuyoshi ASAHI)

愛媛大学大学院理工学研究科 (〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番). 大阪大学大学院基礎工学研究科博士後期課程中退. 博士 (工学). 《現在の研究テーマ》単一ナノ粒子の顕微レーザー分光、有機ナノ粒子コロイドの作製と応用. 《主な著書》“プラズモンナノ材料の設計と応用技術”, (山田淳監修), (シーエムシー出版), 分担執筆 (第16章担当).

E-mail : asahi.tsuyoshi.mh@ehime-u.ac.jp

(ミニファイル)

真栄城 正寿 (Masatoshi MAEKI)

北海道大学大学院工学研究院応用化学部門. (〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目). 九州大学大学院総合理工学府物質理工学専攻博士課程修了. 博士 (工学). 《現在の研究テーマ》医薬学分野への応用のためのマイクロ流体デバイス開発. 《主な著書》“マイクロ流体分析”, (共立出版). 《趣味》ジムトレーニング.

E-mail : m.maeki@eng.hokudai.ac.jp

(トビックス)

加藤 健 (Takeshi KATO)

福島工業高等専門学校化学・バイオ工学科 (〒970-8034 福島県いわき市平上荒川字長尾30). 茨城大学大学院理工学研究科物質科学専攻博士後期課程修了. 博士 (工学). 《現在の研究テーマ》機能性分離メディアに基づく金属の分離・回収・濃縮法の開発. 《趣味》散歩, 家族でのお茶, 野球.

E-mail : katou@fukushima-nct.ac.jp

飯國 良規 (Yoshinori IGUNI)

名古屋工業大学 (〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町). 大阪大学大学院理学研究科博士後期課程修了. 博士 (理学). 《現在の研究テーマ》磁場および電場を用いた物質移動制御に基づく新規分析法の開発.

鈴木 絢子 (Ayako SUZUKI)

大分大学理工学部理工学科生命・物質化学プログラム (〒870-1192 大分県大分市大字旦野原700番地). 山口大学大学院医学系研究科応用分子生命科学系専攻博士学位取得. 博士 (生命科学). 《現在の研究テーマ》遺伝子組換え微生物による有用物質生産およびその機構の解明と向上. 《趣味》料理.

E-mail : suzuki-ayako@oita-u.ac.jp

(リレーエッセイ)

金子 聡 (Satoshi KANECO)

三重大学大学院工学研究科応用化学専攻 (〒514-8507 三重県津市栗真町屋町1577). 名古屋大学大学院工学研究科博士課程後期課程材料機能工学専攻中退. 博士 (工学). 《現在の研究テーマ》原子スペクトル分析. 《主な著書》“原子吸光分析 (分析化学実技シリーズ (機器分析編5))”, (共立出版). 《趣味》国際交流.

E-mail : kaneco@chem.mie-u.ac.jp

(ロータリー・談話室)

高菅 卓三 (Takumi TAKASUGA)

株式会社テクノリサーチ (〒604-8436 京都市中京区西ノ京下合町1番地). 愛媛大学大学院農学研究科修士課程修了. 博士 (農学). 《現在の研究テーマ》残留性有機汚染物質 (POPs) の分析化学的研究. 《主な著書》“現場で役立つ ダイオキシシン類分析の基礎”, (分担執筆) 平井昭司監修, 日本分析化学会編著, (オーム社), (2011). 《趣味》ゴルフ, アルトサックス演奏.

E-mail : t\_takasuga00@shimadzu-techno.co.jp

## 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へお願いします。

〒141-0031 東京都品川区西五反田1-26-2

五反田サンハイツ304号

(公社)日本分析化学会「ぶんせき」編集委員会

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