

### 知ってしまった分析化学者は…

水銀汚染と聞くと、まず、水俣病を思い浮かべる方は多いのではないだろうか。「水俣病は、アセトアルデヒド製造工程で副生され、工場排水とともに排出されたメチル水銀化合物が海洋生態系を通じて濃縮された魚介類を食べることによって起こった中枢神経系の病気である」とする政府公式見解が出されたのは1968年で、水俣病公式発見とされる1956年から12年も経過していた。ちょうどこの年は、硫酸水銀を触媒として用いたアセトアルデヒド生産が終了した年でもあった。1956年以降、工場は生産量を増大させ、それに伴って患者の発生数も増大した。工場が操業を止めず、水俣病の被害が拡大した背景には、工場排水が疑われていたものの、原因物質の特定に時間を要したことで、原因企業等に反論の余地を与えたことがあったかも知れない。（この間、原因企業では自社の工場排水を猫に与えると発症することを確認していたが、公表はしていない）。最終的には工場のヘドロと水俣湾産魚介類からメチル水銀化合物が検出されたことが決め手となった。分離・精製・検出を担う分析化学が重要な役割を果たした事例の一つと言える。水俣湾では、1977年から1990年にかけて行われた環境修復事業により、25 mg/kg 以上の水銀を含む底質が浚渫され、埋め立てられた。現在は、再び水俣病が起こるような状況には全くないが、埋め立て地内の水銀や、表層底質に自然レベル（0.07 mg/kg）の数十倍の濃度で残留する水銀の動きには引き続き注意を払う必要があると考えている。さて、水俣の教訓に基づき、世界的な水銀の使用や取引にかかわる規制を定めた「水銀に関する水俣条約」が、2017年に発効した。国連環境計画（UNEP, 2013）の世界の水銀排出状況によると、排出量の約4割を小規模金採掘活動（ASGM）が占めている。常温で液体、多種の金属とアマルガムを生成するという水銀の特徴を利用し、ASGMでは、金鉱石から水銀を用いて金を抽出している。初めての調査地点となったインドネシア西ジャワ州では、グルンドンと呼ばれる器具で金の抽出を行っていた。これは、長さ約80 cm、直径約40 cmの鉄製ドラムを連結したもので、その中に、砕いた金鉱石と鉄の棒、そして、金属水銀を入れて、2～3日間連続回転させた後、内容物を水で洗い流してたらいに集め、さらに、水をざぶざぶ流して、鉱滓を洗い流す。すると、比重の重い水銀（アマルガム）が残るので、これをおけに移して、水で洗いながら石や砂を丁寧に取り除き、布

に移して絞ると余分の水銀が布を通してポロポロと除かれ、布の中に金アマルガムが残る。そのアマルガムをバーナーで炙ると、水銀は気化して除かれ、金が手に入る。作業者は、加熱中は着ているTシャツの胸元を引っ張って口と鼻を覆ったりしているが、発生した水銀蒸気をほぼそのまま吸入することになる。初めて現地で一通りの作業に立ち会った際、加熱中に口の中で水銀の味を感じ、頭が痛くなってきて、このままいたら危険だと思ったことを覚えている。そして、これらの作業を通じて水銀は、何の処理をされることなく、周辺へ流れ出ていく。乾季に測定された河川水中最高水銀濃度は0.60 mg/Lで、日本の環境基準の1200倍にもなるものだった。また、この集落での調査中に宿泊したお宅の軒下にポンプを設置し2日間にわたって2時間ごとに捕集した大気中水銀濃度の最も高い値は、10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超えており、二日間の平均は約4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  と、大気中水銀濃度の長期暴露に対する指針値0.040  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  の約100倍の濃度だった。それも当然で、集落内の至る所に作業場があり、一晩中、あちこちからキュルキュルキュル…とグルンドンが回転する音が聞こえてきて、静かになるのは停電中だけだった。子ども達は、素っ裸でこの川に飛び込んで遊んだり、赤ちゃんを抱えた母親が洗濯したり、作業場では子ども達が追いかけてっこをしたりして、水銀を考えなければ、日常のほのほのした風景がそこにあった。そんな風景を前に、知ってしまった分析化学者はどうすればよいのか…。せめて、作業にかかわっている人たちに、子ども達や妊婦さんを作業場に入れないようにしてはどうかと伝えることくらいしかできなかったが、「自分は、14歳の時から10年近く作業にかかわっているので、（今はまだ何も無いが）この先はどうなるのか」と不安を訴える人もいて、一緒にいた奥さんが心配そうに寄り添っていたのが印象に残っている。中途半端に不安を与えただけだったかも知れないが、いずれ司直の手が入って、何らかの是正が勧告されたときに、それを受け入れやすい土壌を作ることにつながるかも知れないと思っている。周辺集落の世話役の立場の人たちに集まってもらって話をした時には、「自分は今住んでいるところから動くことはできない。このまま生活していて大丈夫なのか？」という声もあった。心配な人には髪の毛を採取させてもらい、次に来たときにその結果を返すと約束して、日本へ戻ったが、数カ月後にインドネシアへ調査で戻った時は、測定結果を住民に返すという話が、カウンターパートの上司の耳に入り、暴動が起こる可能性があるという理由でストップがかかってしまった。水銀という特異な元素の環境挙動を明らかにすることを目的として研究を続けてきたが、そこには社会があり人々の営みがあることは心に留めておかなければならない。ASGM集落に警察の取締が入っても、逃げた人たちは、結局広大な熱帯雨林のどこか別の場所で、採掘を始めるそうだ。脱ASGM作業者を受け入れ、ASGMにかかわらなくて済む経済基盤を社会として構築するなどの対策がない限り根本的な解決は難しいと思える。できることは限られているが、研究活動を通じて科学・技術・文化の進展および人類の福祉に寄与することを目的とする分析化学会の一員として、確実な分析データを積み重ね、それを共有することで、社会的な枠組みづくりに少しでも貢献できればと考えている。

〔鹿児島大学学術研究院理工学域理学系 富安 卓滋〕

理事会だより (2023 年度第 5 回)

2023 年度関東支部長を拝命し、今年度から支部担当理事を務めております。2023 年も理事会はオンラインで開催されておりますが、9 月に熊本で開催されました年会時に理事の皆様と直接お会いすることができました。オンラインは良さもありますが、直に顔を合わせて話をすると受け取れる情報量が多いことを改めて感じました。

2023 年度第 5 回理事会は、12 月 18 日にオンラインにて開催されました。第 4 回理事会議事録確認に始まり、本部活動・組織運営 (キャッシュフロー、第 3 四半期決算、収支見込、2024 年度予算素案、2024~2025 年度代議員候補者及び選挙規則、年会討論会会計のための本部銀行口座開設、会計処理規定改定案、定款改訂案、旅費規程改訂、役員職務分担)、広報事業・会員管理 (HP 更新、会員現況・入退会状況)、学会合事業 (第 72 年会報告、第 84 回分析化学討論会進捗報告、第 73 年会進捗報告、第 85 回分析化学討論会進捗報告、2025 年 ASIANALYSIS XVII 開催、他学協会からの協賛等名義申請)、学術振興 (学会賞等審査委員選出進捗、男女共同参画推進委員会、姓名の英文表記について、女性 Analyst 賞規定改訂、奨励賞規程改訂)、社会活動 (標準物質委員会からの提案、産官学連携委員会について)、及びインボイス制度に関連する電子帳票保存制度対応状況などが審議・報告されました。盛り沢山な内容であったこともあり 19 時近くまで議論が続きました。オンラインでは帰りの電車の時刻を気にする必要がないので、長くなりがちでしょうか。さて、今回の理事会で、年会及び討論会実行委員会で使用できる銀行口座が本部で開設されたことが報告されました。近年、実行委員会をみなし法人として新しく銀行口座を開設することが大変厳しくなっていた状況でした。これまでも実行委員の皆様がご苦労されていたことと拝察いたします。事務局の皆様のご尽力で突破していただけたのは本当にありがたいことです。感謝申し上げます。必ずしもこの口座を使用する必要はないとのことですが、年会及び討論会として 2 口座ずつ (奇数年、偶数年に対応) 準備いただきました。ネット銀行口座なので全国どこでも対応できる点も便利です。まずは第 73 年会で利用いたします。また、会員現況の報告として会費未納入のため、退会になる会員のリストが提示されました。本会定款によると、第 13 条に支払義務を 1 年以上履行しなかったときは、会員資格を喪失すると記載されています。メール及び郵便で本部から連絡を入れていただいておりますが、埋もれてしまっていないでしょうか。もし、思い当たる節がございましたら、ぜひ会費納入をよろしく願いいたします。理事会での議題は多岐に渡り、本会の活動の広さを再認識しています。分析手法はあらゆる場面で使われていますので、多少なりとも分析に関わっている方はとても多いはずで、そのような方々にも本会に興味を持っていただけるようになると、さらに発展できると思います。皆様のご協力をよろしくお願いいたします。

〔関東支部担当理事 安田 純子 (株式会社コーセー)〕

熱分析研究懇談会と

高分子分析研究懇談会 (417 回) の合同例会

熱分析研究懇談会と高分子分析研究懇談会 (417 回) の合同例会が 2023 年 12 月 22 日に明治大学駿河台校舎グローバルホールにてリアル形式で開催された。プログラムは午前 2 公演、午後 2 講演の合計 4 講演で熱分析研究懇談会・高分子分析研究懇談会合わせて 52 名の参加があった。最初に熱分析研究懇談会の西本右子委員長 (神奈川大学) より開会の挨拶があった。

引き続き阿部陽香先生 (産業技術総合研究所) に「比熱容量・熱伝導率に関する熱物性計測技術の開発」の演題でご講演いただいた。比熱容量と熱伝導率は、熱膨張率、熱拡散率とともに、物質・材料の熱特性を評価するために不可欠な物性値であり、特に環境・エネルギー分野を中心とした材料開発において求められる蓄熱性や断熱・遮熱性等を決定する役割を担っている。測定対象の種類や形態が多様化する近年では、実測値の信頼性の向上が求められている。比熱容量測定について、一般的に広く使用されている示差走査熱量計による比較測定法と、絶対測定法である断熱法について講演いただき熱伝導率については、新しい定常法での装置開発と測定例をご紹介いただいた。

2 件目は「高分子分解酵素資源の開拓」で飯塚怜先生 (東京大学大学院理学系研究科) ご講演いただいた。現在産業利用されている酵素の多くは微生物由来であり、有用な酵素は新規の微生物から発見されることが多いが環境中の 99 % 以上の微生物が難培養性微生物とされている。微生物の分離・培養を行わずに、環境中に存在する微生物群集のゲノムを抽出し、その中から標的とする酵素遺伝子を取得する方法にメタゲノム法が利用されているがこの方法は、培養法では得られない新規の酵素遺伝子が取得できる反面、多大な時間・労力・コストを要することに加え、それに見合うだけ成果が得られないことが問題となっている。講演では培養を介さずに微生物一細胞の酵素を「見える化」し、その遺伝子を取得する方法として、環境中の微生物を一細胞単位で微小な油中水滴に封入する発光基質を用いた方法をご紹介いただいた。さらに、ハイドロゲルを封入した油中水滴は外力による変形を受けにくいので、油中水滴内でハイドロゲルが酵素により分解されると外力により油中水滴が変形しやすくなる特性を利用した事例をご紹介いただいた。

午後からの 3 件目は「蓄熱性低分子の示す冷結晶化の熱分析および結晶構造解析」の演題で本田暁紀先生 (中央大学理工学部応用化学科) にご講演いただいた。蓄熱材料としては基礎研究の段階ではあるものの、社会排熱の大半を占める低温排熱の蓄熱材料として期待される冷結晶化低分子についてご紹介いただいた。冷却時の結晶化を遅延させる分子設計によってアルキル基を導入したジケトピロピロール (DPP) 色素において冷結晶化が発現することを発見し、色素分子の冷結晶化に着目した第一報となった。芳香環の運動性やアルキル基の柔軟性に着目し、アゾ色素系においても冷結晶化分子を発見することに成功し、金属錯体の系においては、各種置換基を有する分子を

合成して比較を行うことで、分子の立体障害が重要であることが判明した。また、核酸塩基の系において相補的な水素結合を形成する塩基対を混合すると冷結晶化が生じる事例をご紹介いただいた。

最後に4件目は青柳将先生（産業技術総合研究所）に「樹脂・ゴム材料の化学構造と耐久性を評価する「材料診断」」でご講演いただいた。樹脂やゴム材料はさまざまな外観や物性を作り出すことができるため、あらゆる産業において、なくてはならない材料となっている。製品の特性向上や不具合に対応するためには、適切な分析によりその発現メカニズムを理解し、鍵となるパラメータを把握することが重要であり化学構造に基づく「材料診断プロセス診断」による解決をするための先端計測機器やインフォマティクス技術を活用した化学構造解析や耐久性評価に関する材料診断技術の開発例を紹介いただいた。リサイクルPPについて10種を熱分解GC/MS、FT-IR、熱分析によって計測しマルチデータを統合、データインフォマティクスによって解析し由来の異なるポリプロピレン再生樹脂の品質判定に成功した。また添加剤の迅速分析についてリサイクル材の品質保証に必要な分析解析を簡略化し使いこなし技術の事例としてDARTによる簡易質量分析技術とインフォマティクス解析技術を組み合わせた事例をご紹介いただいた。

講演後は懇親会も開催した。熱分析研究懇談会と高分子分析研究懇談会の垣根を超えた活発な交流となり大変有意義な時間となった。

〔日本分析工業(株) 鈴木〕



## 第391回液体クロマトグラフィー研究懇談会

標記研究懇談会が、2024年1月24日に栗田工業(株)（東京都昭島市）にて開催された。講演主題は「材料分析における検出器の有効活用」として六つの講演が行われた。機能性材料の分析では、より複雑な組成を含む合成高分子やそれに含まれる添加剤の解析等にLCは欠かせない技術である。このような材料分析においては、様々な検出器を駆使し、定性から定量まで幅広く対応することが求められている。本例会では、材料分析における検出器の選定のポイントや活用方法、実際の分析事例についてご講演いただいた。参加者は19名であった。

講演に先立ち、オーガナイザーである筆者より、講演主題概説についての紹介を行った後、6名の講師による講演が行われた。

1演題目は、日本ウォーターズ(株)の島崎裕紀氏より「有機材料分析における検出器選択のポイント」と題する講演があった。有機材料の物性や分析目的はさまざまであり、検出器のほかにも適切な前処理方法を選択する必要がある旨の説明と、SECに複数の検出器を併用したポリマー分析事例についての紹介があった。

2演題目は、アジレント・テクノロジー(株)の飯室龍之介氏より「添加剤/界面活性剤分析における検出器の使い分け」と題する講演があった。汎用検出器の特徴や、目的に応じた検出器の選択に関する解説と、LC/MSを用いた最新の界面活性剤の分析事例についての紹介があった。

3演題目は、東ソー(株)の伊藤誠治氏より「高分子材料/製品分析におけるHPLCの活用事例」と題する講演があった。高分子材料を評価する目的のうち、構造解析に用いられる手法としてSEC-IRやSEC-MALS、成分分離に用いられる手法としてICやSECが挙げられ、それぞれを用いたときの分析事例について紹介があった。

4演題目は、日本電子(株)の佐藤貴弥氏より「材料分析における高分解能質量分析計とKMD解析の最新動向」と題する講演があった。クロマトグラフィーとKendrick Mass Defect (KMD)解析を組み合わせたポリマーの分析として、SEC分画とMALDI-TOFMSを組み合わせてポリマーの組成及び末端構造を解析した事例について紹介があった。

5演題目は、栗田工業(株)の榎本幹司氏より「PFAS分析条件の検討事例」と題する講演があった。欧米を中心に規制強化が加速されるなか、PFOS、PFAS、PFHxSの分析条件検討結果と、煩雑な前処理を効率よく行うための工夫について紹介があった。

6演題目は、東京理科大学の中村 洋先生より「材料分析における検出器の有効活用」総括が行われた。各講師への質問や補足の後、全体についてのまとめがなされた。

講演の休憩時間中に、栗田工業(株)様の研究所「Kurita Innovation Hub」の見学会が開催された。該社は社内外の交流・協働を通じたイノベーション創出の加速を積極的に推進している旨の説明と、分析実験室および水のろ過設備の見学があった。

その後、講師を囲んでの情報交換会が行われ、和やかな雰囲気の中意見交換が行われた。参加者は12名であった。研究所見学という新たな試みもあり、話も弾み参加者同士の親睦が深められた。

最後に、会場をご提供、研究所見学会を開催いただいた栗田工業(株)様、ご多忙にもかかわらず講演していただいた講師の皆様、ご多忙にもかかわらず講演していただいた講師の皆様、運営にご協力いただいた役員の皆様、御礼申し上げます。

〔出光興産(株) 村上 祐子〕

## 執筆者のプロフィール

(とびら)

山本 雅博 (YAMAMOTO Masahiro)

甲南大学理工学部機能分子化学科 (〒658-8501 兵庫県神戸市東灘区岡本 8-9-1). 京都大学大学院工学研究科工業化学専攻修士課程修了. 工学博士. 《現在の研究テーマ》第一原理計算をベースとした電気化学デバイスの物性評価. 《主な著書》“実験データを正しく扱うために”, 前田耕治, 山本雅博, 加納健司, (化学同人). 《趣味》プログレッシブロック鑑賞.

(ミニファイル)

小椋 俊彦 (OGURA Toshihiko)

国立研究開発法人産業技術総合研究所 (〒305-8566 茨城県つくば市東 1-1-1 中央第 6 事業所). 豊橋技術科学大学大学院工学研究科博士課程システム情報工学専攻修了. 工学博士. 《現在の研究テーマ》溶液中の生物試料や材料試料の高分解能観察技術の開発. 《趣味》音楽鑑賞.

E-mail : t-ogura@aist.go.jp

(トピックス)

坂牧 寛 (SAKAMAKI Hiroshi)

一般財団法人化学物質評価研究機構 (〒345-0043 埼玉県北葛飾郡杉戸町下高野 1600 番地). 岐阜大学大学院工学研究科. 博士 (工学). 《現在の研究テーマ》オリゴスクレオチドの分析法開発. 《主な著書》“医療/化粧品分野での HPLC・GC 分析テクニックと分析事例”. (分担執筆), (技術情報協会). 《趣味》マラソン, スキー.

E-mail : sakamaki-hiroshi@ceri.jp

岡本 行広 (OKAMOTO Yukihiro)

大阪大学大学院基礎工学研究科物質創成専攻化学工学領域 (〒560-8531 大阪府豊中市待兼山町 1-3). 京都大学大学院工学研究科材料化学専攻博士後期課程. 博士 (工学). 《現在の研究テーマ》リビドナノテクノロジーを活用した分離分析法. 《主な著書》“ナノバイオデバイスによる分析・診断医学構築と予防早期医療創成”, 岡本行広, 馬場 嘉信: 新しい地平をひらく分析手法の最前線 (化学フロンティア), (化学同人). 《趣味》旅行.

E-mail : okamoto.yukihiro.es@osaka-u.ac.jp

(リレーエッセイ)

中西 淳 (NAKANISHI Jun)

国立研究開発法人物質・材料研究機構高分子・バイオ材料研究センター (〒305-0044 茨城県つくば市並木 1-1). 東京大学大学院理学系研究科化学専攻博士課程修了. 博士 (理学). 《現在の研究テーマ》メカノバイオロジーのための機能性材料の開発. 《主な著書》“Material-based Mechanobiology”, (Royal Society of Chemistry), (2022). 《趣味》カレー.

(ロータリー・談話室)

富安 卓滋 (TOMIYASU Takashi)

鹿児島大学学術研究院理工学域理学院 (〒890-0065 鹿児島市郡元 1-21-35). 鹿児島大学大学院理学研究科修士課程化学専攻修了. 博士 (理学). 《現在の研究テーマ》水銀, ヒ素, セレンなど微量元素の環境挙動の解明. 《趣味》美味しいビールを飲むこと.

E-mail : tomy@sci.kagoshima-u.ac.jp

## 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

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]