

課題だらけの微量分析

分析化学は、『新たな化学計測の原理・技術の発案・実践から、データの信頼性評価・解決法提案に至るまで、ときに経験的なアプローチを含みながら科学的に研究する学問である（日本分析化学会 HP より）』。分析化学は化学領域に留まらず種々の分野で使用され、我々の生活を底辺から支える重要かつ不可欠なものとなっている。近年は、TV ドラマやマスコミに取り上げられる機会も増え、化学に携わらない人達にも少なからず認知されている。しかしながら、分析化学の重要性や必要性、実測定における煩雑さや大変さは理解されていない。分析機器という“箱”に僅かな試料をセットするだけで、瞬間に期待通りの結果が得られると思っている人もかなりいるだろう。

確かに、高性能な機器と必要な試薬を購入し、マニュアルや試験方法に従って操作すれば誰でもそれなりの結果を得ることができる。しかし、高性能化・高機能化により多くの機器はブラックボックス化してしまった。簡便さや便利さは入手できたが、“箱”の中で何をしているのかまったくわからないというのは若干不安である。一方で、JISをはじめとして多くの試験方法に採用されるなど、操作性の大幅な向上が機器分析の普及や汎用化に大いに貢献したことは明らかである。

分析化学の普遍的な目標は、微量分析、高感度分析、高選択性分析、迅速分析であり、多くの研究者や企業がこれらの課題に精力的に取り組んできた。実際、微量・高感度分析に関しては、目を見張る進歩を成し遂げた。分析機器が普及し始めた半世紀前は“ppm (parts per million), mg/L”が分析の対象であり、月刊『ppm』（日本工業新聞社、1970年創刊、2010年終刊）という環境関連雑誌も存在していた。今では、“ppb (parts per billion), $\mu\text{g/L}$ ”どころか、“ppt (parts per trillion), ng/L”, “ppq (parts per quadrillion), pg/L”の測定も可能である。あと10年もすれば、市販の汎用分析機器でも“ag/L (atto gram per liter)”の測定が可能となるかもしれない。

分析機器の高感度化は著しいが、高性能な機器さえ購入すれば、誰でも“ppb ($\mu\text{g/L}$)”や“ppt (ng/L)”の測定ができるというわけではない。信頼性の高い結果を得るには、適切な分析手法の選択とともに、分析者の技量や経験、創意なども必要である。分析・測定にはエラーが付き物（憑き物^{つきもの}）である。機器そのものがエラー原因となることもあるが、原因の多くは前

処理、汚染、操作である。特に、我々の身近に存在するイオンや金属元素を測定対象とする無機分析においては深刻な問題である。

試料溶液や標準液は、高度に精製された純水（超純水）で調製するが、超純水は“貪食者”であるため採取直後から汚染が生じる。採取直後の純水を実験室内に放置して、イオンクロマトグラフィーで測定すれば実験室環境を評価できる。塩化物イオンや硝酸イオン、アンモニウムイオンは、数時間もせずに10 ppb ($\mu\text{g/L}$) レベルになってしまう。揮発しないナトリウムイオンやカルシウムイオンも ppb ($\mu\text{g/L}$) レベルで検出され、室内空気中の微細粉塵による汚染も問題となる。また、環境中からの金属元素の汚染もあり、ICP 質量分析において ppb ($\mu\text{g/L}$) レベルの鉄や亜鉛の測定ができなくなることも多い。

微量分析においては、試料の前処理や取り扱いにおける汚染や損失が深刻な問題である。容器や器具、汙過材や試薬、吸着剤などからの溶出により汚染が発生する。また、容器や器具、汙過材や吸着剤などへの吸着や、除去した夾雑成分^{きょうざつぶん}への吸着による測定対象成分の損失も起こり得る。当然、操作工程が煩雑で工程数が多く、長時間を要する場合には汚染リスクは増大する。

汚染や損失の確認は標準液と比較すれば可能であるが、標準液を調製するには器具を使わざるを得ず、環境中に置かねばならない。高揮発性成分であれば、高濃度標準液の隣に置いておくだけで汚染が生じてしまうこともある。何よりも、操作する人間自体が汚染源である。外部から汚染物質を運んでくるだけでなく、汗や唾液などによる汚染も起こりうる。当然、呼吸も汚染源であり、喫煙者の呼吸を超純水に吹き付けるだけで10 ppb ($\mu\text{g/L}$) 以上もの塩化物イオンやアンモニウムイオンが検出されてしまう。残念ながら、筆者は10 ppb ($\mu\text{g/L}$) の塩化物イオンやアンモニウムイオンの標準液を調製することはできない。

微量成分の測定に関わる問題はほかにもあるが、測定環境の整備や容器・器具・試薬の管理・取り扱いには十分な配慮・検討が必要である。これらに対する指針は示されているが、適正かつ具体的な対策を策定するのは容易ではない。すべての実験室に対して共通する対策を採ることはできないだろうし、過剰な対策による操作性の低下が危惧される。最適解を見出すことは難しく、課題は山積みである。一方で、前処理の簡略化や信頼性の向上に関する研究開発も必要である。これらの支援なくしては、汚染の低減も微量・高感度分析の確立も不可能である。簡便かつ操作性に優れた革新的な前処理手法が提案されることを、若き研究者・技術者達に期待したい。

「箱」にセットすれば、誰でも簡単に測定できる、なんてことはないを趣旨に本稿を書き始めたが、過去に経験した山ほどの失敗やトラブルが頭の中を駆け巡り、若干憂鬱になってきた。さすがに、この歳になると極微量成分の測定にかかわることはないと思うが、極微量成分の測定は分析機器の性能や機能だけでなく、分析者の技量が問われるのだということを再認識している。

〔愛知工業大学 井上嘉則〕

第372回ガスクロマトグラフィー研究懇談会 研究会

日本分析化学会ガスクロマトグラフィー研究懇談会（以下GC懇）は、2021年2月19日（金）に第372回研究会を開催した。今回の主題は「ガスクロマトグラフィーで用いるヘリウムガスの供給に関する話題と技術的対応」であり、ヘリウムの供給の現状から対応策等が紹介された。またGC懇としては初の試みとなるオンライン形式（Webセミナー）での開催となり、講演者・聴講者ともリモートでの参加となった。

（基調講演）

「ヘリウムの将来と展望」と題して日本エア・リキードの田首裕一郎氏より「ヘリウムの将来と展望」の講演を頂戴した。

ヘリウムは様々な分野で使用されており、ガスクロマトグラフィーに代表されるキャリアーガス以外に、最近では半導体の製造工程、MRIやNMR測定、宇宙分野におけるロケットなど冷却を目的に使用されており、これらの産業分野で年間に3-4%の需要増加が予想されている。

ヘリウムは世界で産地が限定されており、米国、およびカタールが大部分を占めている。供給が滞る主な原因は老朽化したプラントの定期修理中のトラブル、あるいは米国のヘリウム戦略による備蓄である。2021年にロシアで新しいプラントが稼働して生産が開始される予定で、しばらくは供給が需要を上回ると予想される。

これらの理由から、グローバルなヘリウムの調達が必要であり、サプライチェーンの構築が今後のヘリウム安定供給の課題である。

（主題講演）

主題講演としては、GCメーカー二社より主に「対策」について講演いただいた。

「GC/MSにおけるHe削減と代替キャリアーガスについて」（アジレント・テクノロジー） 姉川 彩氏

「GCにおけるHe削減と代替キャリアーガスについて」（島津製作所） 和田 豊仁氏

ともに、日々の分析業務において「ヘリウムガスをいかに節約するか」と、「代替キャリアーガスを使用する際のポイント」について講演され、姉川氏からは特にGC/MSにおいて代替キャリアーガスを使用する際のポイント、和田氏からは各種GC検出器における代替キャリアーガスの影響などについて詳しくご説明いただいた。

（技術講演）

1. キャリヤーガスを変更するとGC条件はどのように変更すればよいのか？

—条件設定とモデルクロマトグラムの確認ができるツールをご紹介します—

（Restek コーポレーション） 海老原 卓也氏

ヘリウムガス以外のキャリアーガスを使用するには、分析条件の最適化が必要となる。その為のメソッド変換ツールとして「EZGC Method Translator」と、データベースを活用

したシミュレーションツールとして「ProEZGC Chromatogram Modeler」が紹介された。

2. He代替水素キャリアーガス対応、GC/GCMS用高純度ガス発生装置のご紹介

（ピークサイエンティフィックジャパン） 鈴木 義昭氏

最新式の高純度な水素ガス発生装置「PRECISION」シリーズ、およびゼロエアジェネレータについて紹介された。

GC、GC/MS分析において、ヘリウムガスは欠くことができず、すべてのGC用ガスをヘリウムから置き換えることは困難である。そのため、今回の発表のあった「ヘリウムガスの節約」と「代替キャリアーガスへの対応」は、今後も継続的な課題として取り組む必要がある。講演いただいた演者各位には、貴重な情報を共有いただき、感謝いたします。

また、今回は初の試みとしてオンライン形式での開催となりました。通信環境維持のため、ご案内をガスクロマトグラフィー研究懇談会会員に限定させていただいたこと、また質問は講演終了後講師に直接メールにてお問合せいただく形となったことをご報告いたします。通例の集合開催とは異なり、遠方からもエントリーいただくことができ50名を超える参加者に出席いただくことができました。今後GC懇の活動としての一つのモデルとすることができ、会議システムにご協力いただいた一般財団法人 大気環境総合センター様に心より御礼申し上げます。

〔ガスクロマトグラフィー研究懇談会 副委員長〕
アジレント・テクノロジー(株) 川上 肇



理事会だより（2020年度第6回）

2019年度に中部支部長を拝命した関係で、この2年間庶務理事を担当してきました。私にとって初めて参画する本部活動ということもあり、この間に気づくことや考えさせられることは決して少なくはありませんでした。本来、この欄は直近に開催された理事会（今回は第6回）の詳細をお伝えする場ですが、個人的に理事退任の時期と重なることから、ここでは最近の理事会の動向や就任中に自身が抱いた“気づき”についてアトランダムに触れたいと思います。

1. 改革に向けた動向

皆さんも本会の厳しい台所事情についてはご承知のことと思います。さらに、会員数は現在5000人台で推移していますが、現状維持の場合、10年後には約3000人まで減少するという試算もあります。体力（会員数）に見合った運営への変化が求められる中、理事会としても決して手をこまねいているわけではなく、いくつかの改革を着実に進めようとしています。例を挙げれば、「ぶんせき」誌の段階的な電子化、年会や討論会の自主運営化、各種本部活動の再編成やスリム化、本部職員の業務の効率化など、その対象は多岐にわたっています。元々、これらの方策は、岡田元会長が改革に向けて立ち上げられたタスクフォースでの議論に端を発します。継いで会長を務められた内山先生と金澤先生のご尽力によって、タスクフォースでの議論が具体的な方策として実質化され、言わば改革のための種が撒かれました。今後、早下会長の体制の下で上記の改革が順

次実行されることにより、先に撒かれた種が実を結びことを期待しています。

2. 理事会と各研究懇談会間の連携

上述しましたように、理事会では改革に向けた議論とその実行を着々と進めています。その目的達成のためには、各支部や研究懇談会との連携が不可欠であることは言うまでもありません。ただし、現状では、特に研究懇談会と理事会の間の情報交換が必ずしも十分に為されていないことが私的には懸念されます。以前は、討論会や年会開催時に「本部・研究懇談会連絡会」が催され、情報交換の場として機能していました。しかし、コロナ禍以降、まずは学会開催そのものに注力すべき状況となり、研究懇談会との連携についての議論はやや後回しになってしまった感があります。このコロナ禍の下、仕方がないといえそうですが、逆にこの状況下で誰もがその利便性を見いだしたりリモート会議システムの有効利用に活路を見いだせそうです。すでに、理事会でも検討されていると思いますが、今後、リモート形式も採用した新しい「連絡会」を立ち上げ、情報交換に留まらぬ、フランクな意見交換の場を設けること、このことが改革実行の可否の鍵を握っているのではないかと考えています。

3. ピンチをチャンスにという機運

そのコロナ感染の拡大によって、ただでさえ苦しい学会運営が、収支の観点からもより一層厳しい状況に置かれることになりました。その一方で、ほかの会員の方々と話していると、「このピンチをチャンスに」という機運も同時に高まっていることを実感します。例えば、当初は強制的に実施を強いられたオンラインシステムでしたが、今となっては会議費や交通費の節約から、エリアを超えた人的交流の実現（支部行事に地域を超えて参加することが可能）まで様々なメリットがあることは誰もが知るところです。一方で、多くの方が口を揃えて指摘する「オンラインでは打上げができない」という大問題(?)ですが、昨年度の年会ではオンラインポスター会場を利用したりモートでの懇親会が開かれ、一定の成果が得られました。この先、デジタルネイティブ世代に相当する会員の方々でしたら、学会の活性化に資する、新しいオンライン活用法を見いだせるのではないのでしょうか。赤字体質や会員数減など暗い話題が続きますが、ピンチをチャンスに変える氣勢で臨めば、今後推進する変化は必ずしも効率化・スリム化に限らず、活性化の方向にも作用するものと期待しています。

〔庶務担当理事 石田康行〕

執筆者のプロフィール

(とびら)

火原彰秀 (Akihide HIBARA)

東北大学多元物質科学研究所 (〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平 2-1-1)。東京大学大学院工学系研究科博士課程中退。博士(工学)。《現在の研究テーマ》ナノ・マイクロ計測化学。《主な著書》“分析化学実技シリーズ機器分析編 19 マイクロ流体分析”, 渡慶次 学, 真栄城正寿, 佐藤記一, 佐藤香枝, 火原彰秀, 石田晃彦, (共著) (共立出版) (2020)。《趣味》スポーツ観戦。

E-mail : hibara@tohoku.ac.jp

(ミニファイル)

菟谷智規 (Tomoki YABUTANI)

愛媛大学社会連携推進機構紙産業イノベーションセンター (〒799-0113 愛媛県四国中央市妻鳥町 127)。名古屋大学大学院工学研究科博士後期課程修了。博士(工学)。《現在の研究テーマ》紙製品、紙製分析デバイスの開発及びセルロースナノファイバーの利活用に関わる研究。《主な著書》“リンの分析”, (分担執筆) (朝倉書店)。《趣味》鉄道, 四国遍路歩き, 広島カープ野球観戦。

E-mail : yabutani.tomoki.tj@ehime-u.ac.jp

西田典由 (Noriyoshi NISHIDA)

愛媛県産業技術研究所紙産業技術センター (〒799-0113 愛媛県四国中央市妻鳥町乙 127)。九州大学大学院理学研究科修士課程修了。修士(理学)。《現在の研究テーマ》各種機器分析, 文化財保護に関する研究, 生分解性樹脂に関する研究など。《主な著書》“紙の分析・観察ノウハウ集” (共著) (技術情報協会)。《趣味》山歩き。

E-mail : nisida-noriyosi@pref.ehime.lg.jp

(トピックス)

高野淑識 (Yoshinori TAKANO)

国立研究開発法人海洋研究開発機構 (〒237-0061 横須賀市夏島町 2-15)。筑波大学第一学群自然科学類化学専攻, 横浜国立大学大学院工学研究科物質工学専攻 博士課程修了。博士(工学)。《現在の研究テーマ》自然界の有機物を分子レベルで分析する新しい分析手法開発に関する研究。

小嶋大輔 (Daisuke KOZAKI)

高知大学理工学部教育研究部総合科学系複合領域科学部門 (〒780-8520 高知県高知市曙町 2-5-1)。広島大学大学院国際協力研究科開発科学専攻。博士(工学)。《現在の研究テーマ》クロマトグラフィーを用いた微生物反応解析法の開発と応用。《趣味》銭湯めぐり。

(リレーエッセイ)

植松宏平 (Kohei UEMATSU)

福井県立大学生物資源学部生物資源学科 (〒910-1195 福井県吉田郡永平寺町松岡兼定島 4-1-1)。長崎大学大学院生産科学研究科博士後期課程修了。博士(工学)。《現在の研究テーマ》フルオラス溶媒の特性を活かした電気分析法の開発。《趣味》読書, 音楽鑑賞。

(ロータリー・談話室)

井上嘉則 (Yoshinori INOUE)

愛知工業大学工学部応用化学科バイオ環境化学専攻客員研究員 (〒470-0392 豊田市八草町八千草 1247)。山梨大学大学院工学研究科物質工学専攻。博士(工学)。《現在の研究テーマ》ポリマー系吸着分離剤の高機能化及びその応用に関する研究。《主な著書》“改訂版『クロマトグラフィーによるイオン性化学種の分離分析—イオンクロマトグラフィーの基礎理論から実践まで—”, 編者: 岡田哲男, 山本 敦, 井上嘉則, (エヌティーエス) (2010)。《趣味》古代史, 古美術, 旅行, 料理, 分離剤の開発など。