



## 談 話 室

### 海洋酸性化と有効数字

人間活動によって大気中のCO<sub>2</sub>が増加し、その結果、地球温暖化が進んでいると言われて久しい。その4分の1を海が吸収しているとされている。冷たい海の表面のほうが大気からCO<sub>2</sub>を吸収するが、人間活動で増加したCO<sub>2</sub>をより多く吸収できるのは暖かい海の表面であり、これは緩衝効果と言われる。一方、冷たい海では、海の表面は冷やされて周辺よりも密度が重くなり、海の表面で吸収したCO<sub>2</sub>とともに深海へと潜り込んでいく。このため、緩衝効果だけを見ると暖かい海が断然、人間活動由来のCO<sub>2</sub>を吸収するのだが、緩衝効果と深層水形成を考えあわせると、海洋内部へ取り込まれる人間活動由来のCO<sub>2</sub>はやはり冷たい海のほうが大きい。

海にCO<sub>2</sub>が溶けると弱酸性となり、およそpH=8である海は酸性の方向へと向かう。これが海洋酸性化である。海の表面水では、(200年前の)産業革命時から0.1のpHが下がったのではないかとされ、水素イオン濃度[H<sup>+</sup>]に直すと26%増えたことになる(IPCC, 2013)。そこで、私も最近、冷たい海の代表格、南大洋まで観測に出かけて海洋酸性化の研究を始めることにした。しかし、ここで、大きな疑問に突き当たる。

いまや、海のpH測定もデジタル化である。その測定の精確さを表す「有効数字」とは何かということが、観測を始めて急に気になりだした。読者の皆さんには釈迦に説法ではあるが、「有効数字」とは測定値の確かな数字 $n$ 個とその最後に不確かな数字1個および位取りのゼロからなる(小笠原原著、測定とデータ分析の基本、東京化学同人)。最小目盛りが0.1のアナログ式のpHメーターで海水を測定するなら、最小目盛りの10分の1、小数点以下2桁までを読むことになる。たとえば、8.11や10.07など。おやおや、この例では有効数字は3桁それとも4桁なのか?

デジタルの測定機ならば、一般に表示最小桁までを有効数字と見なす。実際には、メーカーの仕様書を紐解いて測定感度から推定するしかなく、アナログ式に比べて便利なようで不便に感じてしまうのは私だけだろうか。そもそも、pHは対数表記であるため、有効数字の取扱いには頭が混乱する。難儀である。周辺の仲間聞いてみる。pH=8.11の有効数字は何桁なのかと。この頃は、検量線を作るとき、数値計算ソフトで相関係数や決定係数が簡単に計算できるので、有効数字の取扱いも

気にしない若い人も多い。これが気になってしかたない。

たとえば、[H<sup>+</sup>]=7.8×10<sup>-9</sup>Mの場合のpHを考えてみよう。この[H<sup>+</sup>]の有効数字は2桁で、7.8の最終桁「8」の数字が丸められたものであり、0.09×10<sup>-9</sup>Mの範囲を持つことになる。すなわち、値としては7.75×10<sup>-9</sup>Mから7.84×10<sup>-9</sup>Mの間に真の値がある。ここで、[H<sup>+</sup>]=7.75×10<sup>-9</sup>M, 7.8×10<sup>-9</sup>M, 7.84×10<sup>-9</sup>Mの三つをpHに直してみる。

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log_{10}(7.75 \times 10^{-9}) = -\log_{10}(7.75) + 9 \\ &= -0.889\cdots + 9 = 8.111\cdots \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log_{10}(7.8 \times 10^{-9}) = -\log_{10}(7.8) + 9 \\ &= -0.892\cdots + 9 = 8.108\cdots \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log_{10}(7.84 \times 10^{-9}) = -\log_{10}(7.84) + 9 \\ &= -0.894\cdots + 9 = 8.106\cdots \end{aligned}$$

その結果は±0.0025で変化し、pH=8.111からpH=8.106の範囲で小数点以下2桁目が変動する。位取りを変えて7.8×10<sup>-11</sup>Mにしても、数字を変えて7.2×10<sup>-9</sup>Mにしても小数点以下2桁目が同じように変動する。この桁こそが不確かな桁となる。このため、有効数字の観点からすると、[H<sup>+</sup>]=7.8×10<sup>-9</sup>Mの場合のpHの計算結果は8.11として示すことになる。対数の観点から見ても当然であり、pHの小数点よりも上の桁の値「8」は「位取り」である。このため、pH=8.11の有効数字は2桁で、[H<sup>+</sup>]=7.8×10<sup>-9</sup>Mの有効数字2桁と整合性がある。[H<sup>+</sup>]の有効数字を3桁にしても、やはりpHのそれも3桁となる。

話はもとにもどるが、先に述べた「海の表面水では、産業革命から0.1のpHが下がった」という点が気になる。この報告は、気候変動の専門家が集まった、かの有名なIPCC(気候変動に関する政府間パネル)のレポートである。この報告書には、「The pH of ocean surface water has decreased by 0.1 since the beginning of the industrial era (high confidence), corresponding to a 26% increase in hydrogen ion concentration」と書いてある。high confidenceである。しかし、pH変化量(海洋酸性化)0.1の有効数字は1桁、[H<sup>+</sup>]の変化量26の有効数字は3桁(26%は1.26倍と解釈できるため)である。まさか、「0.1」の桁数が単に2桁だから、「26」も2桁にしたのでは?

pH変化量0.1の有効数字は1桁であり、[H<sup>+</sup>]の変化量を計算してみると、「1倍」という結果になる。すなわち、産業革命時と現在では海の[H<sup>+</sup>]は変化しておらず、当然、海洋酸性化も起こっていないことになる。これがもし、「The pH of ocean surface water has decreased by 0.100 (有効数字3桁)…」と書いてあったならば、[H<sup>+</sup>]の変化量は有効数字3桁の「1.26倍」で26%増加し、海洋酸性化が進んでいることになる。有効数字でこれほどまでに結果が違うことになるとは。これも「弘法も筆の誤り」。

ぜひ、分析化学、自然科学を生業とする者は心して「有効数字」の取扱いには気をつけたいものである。

(北海道大学大学院地球環境科学研究院 渡辺 豊)

## インフォメーション

### 2020年度CERIクロマトグラフィー分析賞

本賞は、(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が「液体クロマトグラフィーを利用した研究分野で優秀な研究成果を挙げた者に授与する」と規定する褒賞であり、(一財)化学物質評価研究機構 (Chemicals Evaluation and Research Institute, Japan, CERI) の協力を得て2018年度より運用を開始した。2020年度は、本年8月末日を期限として候補者の推薦公募を行った。期日までに提出された候補者の推薦理由書、研究業績等を基に、選考委員会(2020年9月25日)で審議した結果、アジレント・テクノロジー㈱所属の熊谷浩樹氏(推薦者:同社の滝埜昌彦氏)を受賞候補者として選出した。2020年度液体クロマトグラフィー研究懇談会第2回オンライン(メール)運営委員会(10月8日-9日)において、選考委員長より上申された上記結果を協議した結果、熊谷氏への授賞が承認された。

熊谷氏の研究業績名は、「HPLCシステムの高機能化による分析ラボの効率向上」である。熊谷氏は、流路切り替えバルブを組み込んだHPLCシステムを自動メソッド開発システムや、マルチメソッドシステム、2次元LCシステム等種々のアプリケーションに応用することにより、HPLC分析の効率が向上する手法となることを示した。特に、2次元LCでは、マルチハートカットシステムや1次元目/2次元目間の移動相の不適合性をオンラインで緩和するバルブシステムにより、2次元LCの利用範囲が広がることを立証した。又、PDA検出器のリニアリティーレンジを大きく拡大する手法や、HPLCシステムのエミュレーション技術を用いて異なる機種間でのメソッド移管を容易にする手法等が、HPLC分析の効率化と信頼性向上に貢献することを具体的に示した。

この様に、熊谷氏は高機能化されたHPLCシステムを例会等で数多く紹介し、これらの手法が分析ラボの効率化に繋がることをHPCLユーザーに広く浸透させた点は、LC懇の設立理念に沿う研究姿勢として高く評価された。これらの研究業績に加え、熊谷浩樹氏はLC懇の中核である運営委員として宿泊型研修会、研究発表会などの現地世話人を務める等、LC懇内での精力的な活動を通して多大な社会的貢献を果たしている実績も、CERIクロマトグラフィー分析賞授賞に相応しい人物と評価された。

[液体クロマトグラフィー研究懇談会・委員長 中村 洋]

### 2021年液体クロマトグラフィー努力賞

2020年度第2回オンライン(メール)運営委員会(10月8日-9日)において標記について協議した結果、味の素㈱所属の中山 聡氏(推薦者:宮野 博氏)に授賞することを決定した。研究業績名は「規制下の生体試料分析におけるクロマトグラフィーの活用」である。中山氏の受賞対象となった研究業績

の概要は、以下の通りである。

同氏は、東京大学大学院薬学系研究科修士課程時代から一貫して分析化学研究に従事し、1994年に味の素㈱中央研究所に配属されて以来、約25年間にわたり、味の素㈱R&Dの分析研究、特に、クロマトグラフィーを活用した業務に従事している。現在は、定量分析研究を主な業務とするグループのグループ長として、メタボロミクス研究、製品評価技術の開発等をリードしている。中山氏は、1990年代後半から約15年にわたり、生体試料中薬物濃度測定法開発の業務に従事し、当時、黎明期であったLC/MS/MSを積極的に活用し、薬物動態研究推進の立役者として活躍した。その間に得たクロマトグラフィー分析技術と分析法バリデーションに関する知見を活用し、製業協や厚生労働省研究班活動に従事し、日本国内での規制下の生体試料分析(Regulated Bioanalysis)に関する議論の牽引者として知られる。

例えば、2010年~2011年にかけての製業協を代表しての講演、厚生労働省研究班としての活動などを通して、日本初のRegulated Bioanalysisのガイドライン「医薬品開発における生体試料中薬物濃度分析法のバリデーションに関するガイドライン(2013年7月)」制定に大きく寄与したことが挙げられる。キャリアオーバーやマトリックス効果の評価方法などをQ&Aに反映させるなどの活動は、クロマトグラフィーの専門家ならではの貢献と言える。その後も、ガイドライン内容の浸透、ガイドラインではカバーしきれない項目に関する研究を精力的に遂行している。

2015年に創業業務を離れた後も、当時の知見を活かして、血漿中アミノ酸濃度の精密定量による疾病のリスク診断などの業務に従事し、Regulated Bioanalysisの社会実装に貢献した。その取り組みは、論文や成書、液体クロマトグラフィー研究懇談会での講演などを通して積極的に公開されており、クロマトグラフィー研究の進展に大きく貢献した。

このような活動内容は、まさに液体クロマトグラフィー努力賞に相応しく、また、今後もクロマトグラフィー研究の応用・発展の一翼を担うことが大きに期待される。以上の業績は、2021年液体クロマトグラフィー努力賞に値すると高く評価された。

[液体クロマトグラフィー研究懇談会・委員長 中村 洋]

### 2020年液体クロマトグラフィー科学遺産認定

(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は、2018年度より「液体クロマトグラフィー科学遺産」の認定事業を開始し、3年目の本年は8月末日を期限として推薦公募を行った。期日までに提出された推薦書を基に、2020年液体クロマトグラフィー科学遺産認定委員会(9月9日)で審議した結果、清水克敏氏(株式会社日立ハイテクサイエンス)推薦の「835形日立高速アミノ酸分析計」(所有者:株式会社日立ハイテクサイエンス)を液体クロマトグラフィー科学遺産第3号として選出した。2020年度液体クロマトグラフィー研究懇談会第1回オンライン運営委員会(9月19日)及び同・第2回オンライン(メール)運営委員会(10月9日)において、認

定委員会委員長より上申された上記結果を審議した結果、これを承認した。

「液体クロマトグラフィー科学遺産」とは、その認定に関する規定第2条に、「日本における液体クロマトグラフィーの発展にとって、歴史的な観点から顕著な貢献があったと認められるものを指す」と定義されている。認定第3号となった「835形日立高速アミノ酸分析計」は、1977年に発売が開始され、下記に示す新技術、新機能により、我が国における代表的なアミノ酸分析計となった。

1. 1962年に発売された日本初のアミノ酸分析計日立KLA-2形の遺伝子を受け継ぎつつ、コンパクトな床置き型にデザインを刷新した。
2. 835形の開発・上市は1977年であり、世界中を騒がせた世に言うニューネッシーをサメの一種であると特定し、印象的なデビューを果たした。
3. ステンレス鋼カラムを採用し、20MPa級のHPLC方式高速アミノ酸分析計となった。
4. ポストカラム誘導体化ニヒドリン法の反応検出系を最適化する事により、KLA-2形の感度を1000倍向上させた。
5. 競合製品とは異なるタイプの特徴ある陽イオン交換樹脂を用いることにより、高速・高分離化を達成した（タンパク質加水分解物分析法で50分間を実現）。
6. ワンカラムでの分析、溶離液タイムプログラムを磁気媒体に記録する等の革新性が高く評価され、アミノ酸分析計としての国内シェアは50%を超えた。
7. 最先端を目指す開発姿勢は、最新型のLA8080日立高速アミノ酸分析計AminoSAAYAにも継承されている。

これらの先駆的な機能を有した「835形日立高速アミノ酸分析計」は日本も含め世界のHPLCの発展に多大な影響を与え、液体クロマトグラフィー科学遺産に値するものと認定された。

なお、認定作業に当たったのは以下の11名である（◎印：委員長）：

伊藤誠治（東ソー）、榎本幹司（栗田工業）、大塚克弘（ムラタ計測器サービス）、岡橋美貴子（病態解析研究所）、橘田規（日本食品検査）、熊谷浩樹（アジレント・テクノロジー）、小林宣章（東洋合成工業）、小林宏資（信和化工）、竹澤正明（東レリサーチセンター）、◎中村洋（東京理科大学）、三上博久（島津総合サービス）。

〔液体クロマトグラフィー研究懇談会・委員長 中村 洋〕



## 理事会だより（2020年度第4回）

2020年度北海道支部長を拝命し、庶務担当理事として理事会に出席させていただいております。2020年5月に北海道開催の第80回分析化学討論会実行委員長を務めましたので、2018年6月から、準備及び実行委員会を開催し、大会の成功を目指して準備を進めてまいりました。ところが、国内外から約200万人の観光客が訪れた「さっぽろ雪まつり」（札幌市）の閉幕後の2月中旬から新型コロナウイルスの発症者が急増したことで、北海道知事は2月28日に緊急事態宣言を出して週末における外出自粛を道民に要請しました。クルーズ客船に

おける新型コロナウイルス感染症の流行状況も連日に報道されておりましたが、この時点では、内地（北海道方言で本州方面のこと）の皆様にとっては「対岸の火事」程度の印象であったろうと思います。しかし、すでに提出していた北海道教育大学札幌キャンパスの施設使用許可願が、3月4日に実行委員会に差し戻されました。このときは、頭が真っ白になりました。会場確保が困難となり、3月中は異なる会場への再設定、あるいは、開催日の延期の可能性を思案する毎日、自分の能力が試されているようでした。その後、本部事務局（3月27日）にて、内山会長（惜しくも8月に急逝）、早下肇頭副会長、金澤学術担当理事（当時）を交えて実行委員長が北海道支部の状況を話し合い、「第80回分析化学討論会の現地開催中止」を苦渋の選択にすることを確認いたしました。

2009年春頃から翌年3月にかけて、日本では「新型インフルエンザ」として命名されている豚インフルエンザの世界的流行がありました。2009年の第58年会は北海道大学で開催されましたが、会場各所に手指消毒液を用意したことを思い出します。その時から衛生習慣を改めました。化学実験実習の指導などの人混みに入るときは必ずマスクを着用しています。放送大学の客員教員を務めておりますが、幅広い年齢層の学生に対する化学実験面接授業でヨウ素-デンプン反応を取り上げました。デンプン溶液を両手に隈なく擦り込み、乾燥後、普段どおりに手を洗ってもらいヨウ素溶液で染色します。ほとんどの学生は、親指に洗い残りを検出し、親指を独立に洗わなければならないことを実体験します。手拭きには布製タオルの使用をやめて、使い捨てのペーパーハンドタオルに切り替えました。これらの習慣で、冬季に講義等に支障をきたす風邪をひくことはほとんどなくなったように感じております。

さて、本年度は10月で臨時を含めて8回の理事会が開催されております。第1回から全面的にWeb形式での開催です。対面形式ではないので本部へのアクセスは必要なく欠席者はほとんどおりません。討議や投票は円滑に行われておりますが、理事一年生の私としては皆様のお顔を知ることができず、寂しい気持ちも少しあります。例年の議事内容と異なることは、新型コロナウイルスの蔓延の影響による本年度のキャッシュフローの状況と対応、Web会議を利用して学会賞受賞者の審査を行った報告、今後の年会および討論会のWeb開催などがあります。大変に不幸で残念なことはありますが、2020年8月20日（木）に本会会長であられた内山一美先生（東京都立大学教授）がご逝去されたことです。前日の19日（水）には第3回臨時理事会を開催しており、会議の画面に内山先生が元気に会議を運営されているお姿を拝見しておりましたので大変に驚きました。先程も述べましたが、3月27日に本部事務局において、第80回分析化学討論会の現地開催が極めて困難な状況にあることの苦しい胸の内を先生に斟酌いただきましたことが、深く心に残っております。その後、学会として会長を不在にはできませんので、内山会長の残された任期を務められる会長を選出しなければなりません。10年後の会員は現在の半分程度の3000人規模になることが予想され、それに見合った事業の見直しについて「タスクフォース答申のタスク管理」が承認されています。これ以後、学会の維持に向けて事業の見直しを現実化する段階に入ることになりますが、北海

道支部の支部長（理事）の任期は2年ですので、今後ともお役に立ちたいと思います。

〔庶務担当理事 嶋崎悌司〕

## 執筆者のプロフィール

（とびら）

勝田正一 (Shoichi KATSUTA)

千葉大学大学院理学研究院（〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町1-33）。東北大学大学院理学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》新規溶媒・新規配位子による物質分離化学。《主な著書》“ベーシックマスター 分析化学”（分担執筆）（オーム社）。

E-mail : katsuta@faculty.chiba-u.jp

（ミニファイル）

小倉正平 (Shohei OGURA)

東京電機大学工学部自然科学系列（〒120-8551 東京都足立区千住旭町5番）。東京大学工学部システム量子工学科。博士（工学）。《現在の研究テーマ》合金表面における水素の吸収・放出・反応制御。《主な著書》S. Ogura, K. Fukutani: “Thermal desorption spectroscopy, in The Surface Science Society

of Japan” (eds), Compendium of Surface and Interface Analysis, pp 719-724, (Springer, Singapore), (2018)。《趣味》スポーツ観戦。  
E-mail : ogura@mail.dendai.ac.jp

（トビックス）

永井義隆 (Yoshitaka NAGAI)

明治大学研究・知財戦略機構（〒214-8571 神奈川県川崎市多摩区東三田1-1-1）。明治大学大学院理工学研究科応用化学専攻博士後期課程。博士（工学）。《現在の研究テーマ》炭素材料共存下における高分子材料の熱分解挙動とその応用に関する研究。《趣味》激辛グルメとお酒。

E-mail : y\_nagai@meiji.ac.jp

江口綾乃 (Ayano EGUCHI)

日本原子力研究開発機構核燃料・バックエンド研究開発部門核燃料サイクル工学研究所環境技術開発センター基盤技術研究開発部核種移行研究グループ（〒319-1194 茨城県那珂郡東海村村松4-33）。東邦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》金属イオンの岩石への収着挙動と機構の解析。《趣味》虫。  
E-mail : eguchi.ayano@jaea.go.jp

（リレーエッセイ）

坂 真智子 (Machiko SAKA)

一般財団法人残留農薬研究所（〒303-0043 茨城県常総市内守谷町4321番地）。明治大学農学部農芸化学科。明治大学大学院農学研究科。博士（農学）。《現在の研究テーマ》食品中の残留農薬分析。《主な著書》“食品分析の前処理と実際”中村 洋 監修, (日刊工業新聞社), (2020)。《趣味》ソフトボール, ガラス品収集, 旅行, お酒。

E-mail : saka@iet.or.jp

（ロータリー）

渡辺 豊 (Yutaka WATANABE)

北海道大学大学院地球環境科学研究科（〒060-0810 札幌市北区北10条西5丁目）。北海道大学大学院水産科学研究科。博士（水産学）。《現在の研究テーマ》海洋の人間活動起源の炭素・窒素循環研究。

## 求人・求職

### 求人

H 202018 海洋研究開発機構 ポストドクトラル研究員募集

募集人員：1名。資格：生命理工学関連分野の博士号取得者。勤務地：横須賀本部。雇用期間：2021年4月1日～2022年3月31日。

提出書類：履歴書、これまでに行ってきた研究の要約、当機構における研究計画、研究業績リスト、これまでを受けた競争的資金、主要論文、推薦書。公募締切：12月14日。書類提出先：recruit-app@jamstec.go.jp 詳細は、<http://www.jamstec.go.jp/recruit/details/cebn20201214.html>