

日本分析化学会

化学分析技能研究懇談会

Discussion Group of Knowledge and Skills of
Chemical Analysis

ニュースレター Vol.2

❖ 巻頭写真

- ピペット操作は人差し指で.....上本道久

❖ 目次

- 産業技術連携推進会議知的基盤部会分析分科会 活動の紹介—その1....富田恵一
- 古くて新しい化学分析「湿式化学分析」の継承を.....鹿籠康行
- 理工学系大学における実験実習の危機—「手を動かす」ことの意義とは.....上本道久

❖ 入会はこちらへ

上本 道久 (委員長) / 明星大学
michihisa.uemoto@meisei-u.ac.jp

上原伸夫 (会計担当) / 宇都宮大学
ueharan@cc.utsunomiya-u.ac.jp

ピペット操作は人差し指で

上本 道久



ピペット操作は人差し指で行うべきだが、親指で押さえる学生のなんと多いことか。この原因についての解説は以下の成書まで
上本：分析化学の基本操作、丸善出版（2024）

産業技術連携推進会議知的基盤部会分析分科会活動の紹介—その1

富田 恵一

まず、分析分科会の紹介の前に、この会の構成メンバーである自治体公設の工業系試験研究機関等（公設試）にあまりなじみがないかたもいらっしゃると思われるので、簡単に説明する。これらの試験研究機関は、それぞれの地域の産業振興を目的に設置されており、特に域内の主に中小企業に対する支援を行うことを主たる業務としている。具体的には、地域の産業振興に向けた研究開発を行うとともに、多くの場合、製造業等の企業からの依頼を受け技術指導、技術相談や依頼分析等の対応を行っている。

産業技術連携推進会議（産技連）は、公設試相互、および、公設試と国立研究開発法人産業技術総合研究所（産総研）との連携を通して、我が国の産業の発展に貢献することを目的とする組織である。会員機関相互の連携を通じて、各々の試験研究に関わる技術力を高めるとともに、地域の企業と連携する力を高めて、地域におけるイノベーション創出へつなげていくことを使命としている。産技連は内部組織としていくつかの技術部会を有し、技術分野別の活動を行っている。そのひとつに知的基盤部会があり、現在その中で、計測、分析、地質、電磁環境の4分科会が活動している。

この知的基盤部会分析分科会では、公設試相互及び公設試と産総研との協力体制のもとに、化学分析に係わる共通の課題について、情報交換や研究に取り組み、時代の要求に沿った国際的に通用する分析技術の確立を図ることを目的としている。分析分科会の活動は、1957年（昭和32年）に当時の通商産業省工業技術院東京工業試験所内に創設された分析センター（分析化学中央機関）の業務のひとつとして始められた。

一般に、分析法の信頼性の確保には認証標準物質を並行して分析するなどの方法もあるが、共同分析への参加が役立つ。十分な参加者がいることが条件だが、共同分析での報告結果を統計的に処理することで、分析方法ごとのばらつきの程度やかたよりがわかり、参加者は各自の分析値がどの位置にいるかを知ることができる。そのため、分析分科会では活動の最初期から、共通試料配布による共同分析が実施されてきた。むしろ共同分析から分析分科会の活動が始まったと言える。第1回分析技術共同研究（第6回より分析分科会に組入）

は、1957年に26の機関の参加を得て行われた。筆者が所属している地方独立行政法人北海道立総合研究機構エネルギー・環境・地質研究所循環資源部の無機分析セクションの前身部署である北海道立工業試験場の無機分析セクションもこの第1回から参加している。それ以来、工業技術院の各研究所のつくば移転のため実施できなかった1979年を除き67年間に渡って継続的に、年1回共通試料を配布しての共同分析が実施されてきた。最初の頃は共通試料として燃料や金属標準液を対象としたこともあったが、近年は、毎年持ち回りで開催される各都道府県の要望にちなんだ金属材料、けい酸塩材料、有機材料などが採用されることが多くなっている。また、2000年からは「材料分析」として年によりXPS、膜厚、XRD、粒度などに関するテーマを決めた共同分析も並行して行っており、従来からの無機成分の定量について取り組む活動は「無機分析」と称して区別している。また、さらにこれらと並行して各機関における研究事例等の発表および議論の場なども設けられている。

本記事では、筆者が主に携わってきた「無機分析」の活動についてご紹介する。本共同分析は、厳密な試験室間共同試験とは異なり、一般的な統計処理（平均値、標準偏差、相対標準偏差、Zスコア）も行うが、無機定量分析での前処理や測定における共通課題の把握と共有化、解決法の議論が中心になっていることが特徴である。分析における技術的要因以外の原因によって報告数が棄却されて減少するのを避けるため、計算違いなどによる異常値が発見された場合でも、可能であれば再提出を認める“やや緩い”方向で実施している。また、結果報告とともに詳細な分析フローチャートや分析にかかる留意点・問題点及び質問に関しても記載していただいております。その回答について、共同分析の結果集計後開かれる「年会」は、参加者のみのクローズな開催としているため、失敗例なども含めて問題点の把握と解決法に関して本音で議論されている。

近年の本共同分析について現状を示すと、報告機関は35機関程度であるが、1つの県から複数の方が参加されるケースがかなり増えており、参加人数としては70名程度で、報告総数は概ね80件である。参加がない都道府県が散見されるのが気がかりであるが、概ね全国の公設試から参加がある。このあたり、都道府県で試験研究機関の「分析・評価」に対する考え方の相違が出てきているように思われる。

一般に、化学分析による定量行為は寸法や質量などの物理的測定に比較して、測定量自体が不可視であり、多くの工程の適正さが定量値に大きな影響を与えるなど測定値の信頼性精度を上げるには難しい点を抱えている。そのため、集計された測定値の相対標準偏差も数%から10%を超えることも珍しくない。近年の測定機器の進歩によって微量の定量が可能になっている一方で、前処理等に関しては依然として個人の技能がその

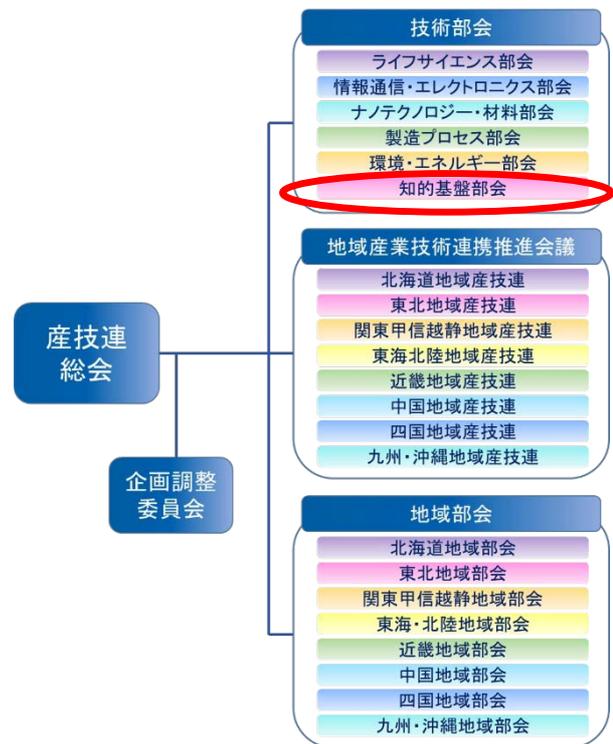


図 産議連組織図
(産議連サイトより引用、一部改変)

信頼性に大きく関わっている状況はあまり変わっていない。

一方、このような背景の中で、公設試は産業界へ正確な測定データを提供できる専門人材を育成する任務が課せられており、これはどの都道府県でも共通の課題である。そのため参加者の所属している公設試からは、参加者の分析技能レベルの向上を強く期待されている。本共同分析では前述のように詳細な分析フローチャートや操作条件も同時に提出するようになっており、異常な値の原因推定、留意点の明確化、質問と回答の議論を通じて、既存の論文／成書等に記載されないノウハウが参加者の間で共有されていくことで若手への技術継承を担っているといった側面がある。そのため、本共同分析活動は産技連全体の各種活動の中でも大きな評価を得ており、2022年度、シラス（白色砂質堆積物）を用いた共同分析等の活動に関して「シラス（白色砂質堆積物）の分析に掛かる公設試の技能向上」とのタイトルで産技連の総会において産技連会長より感謝状が授与された。

さらに、本共同分析の参加者は前述の通り、工業系公設試に所属する依頼分析担当者等である。現在では、全国に分析を業務とする民間会社等があつて、製造業等で必要な各種分析のうち公定法が存在する場合は、このような分析事業所に依頼されることも増えてきているが、公設試には、公定法が定まっていない分析など、分析法自体の検討が必要な課題が持ち込まれることが多い。そのため、この活動で得られた知見は、公設試の所内で活用されるだけでなく、都道府県域内の製造業や分析業での分析評価担当者に対しての技術指導などの基礎技術にもなっており、域内各事業所での分析に関する細かな技能の“見える化”とその継承のためにも活用されている。これは、地域でのものづくりの安定性や高度化の下支え、国内製造工業製品の品質維持への貢献、ひいては地域企業製品の産業競争力の向上にも広く役立っていると考えられる。

次号では本事業での具体的な検討事例についてご紹介する予定である。

[地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 エネルギー・環境・地質研究所 循環資源部 環境システムグループ]

古くて新しい化学分析「湿式化学分析」の継承を

鹿籠 康行

化学分析に従事しているというと、多くの方は漠然と「湿式」化学分析をイメージされる場合が多いと思いますが、最近では化学分析の範疇に入る分析手法は非常に多岐にわたっています。特に高感度分析の実現のために機器分析によるところが増え、JIS K 0050でも、化学反応に基づく(古典的?)手法のみならず光分析、電磁気分析、電気化学分析など物理的方法による多くの手法も範疇に入ると記述されています。

このように、現在では化学分析が広い意味で使用されているために、立ち位置の異なる手法を一括りに扱っていたり、本来比較すべきではない状況で手法の良し悪しが比較されたりする場合も見受けられます。それぞれの手法のうわべの利点ばかりが強調され、本質的な特徴・長所が無意識に忘れ去られ、ともすると本来の分析目的を見失い、誤った方向にその手法を適用することに無頓着な分析技術者、管理監督者の方々を多く見かけるようになりました。それは湿式化学的な、俗にいう煩雑な前処理を伴う分析を必要とされる場合によく遭遇しますが、特に固体試料を対象とする場合には物理的方法による、乾式の固体直接分析で得られる迅速簡便な分析手法に対して彼らが過大に期待を寄せているように感じています。もちろん、乾式の直接分析法を否定するものではありません。隕石試料や犯罪証拠となる試料など極微量試料を対象にせざるを得ない場合、あるいは意図してマイクロ、ナノレベルの局所分析、さらには発展させて元素マッピングを必要とされる場合など従来の湿式化学分析法では到底太刀打ちできない場合もあります。しかし、分析値の精確さ(精度、真度)に関していえば湿式化学分析に優る手法はないと思います。こうした視点から化学分析を湿式と乾式とに明確に区分して適切に議論する必要があると考えています。

課題解決のために分析の目的を明確にし、その目的とゴールを間違えずに適切な手法が選択されればなんら問題はありませぬ。しかし近年、企業においては必要とされる分析結果の品質の低下を無視し、迅速性と目先の収益性ばかりに目を向ける方が増えていることや、研究機関においては研究費獲得の容易さからやたらと新規性に目を向け、社会のニーズを疎かにした研究の提案と遂行が行われていることに違和感を覚えるのは筆者だけではないと思っています。

近年、諸外国と比較して日本における科学技術と産業の停滞(あるいは衰退)と復興についての議論を耳にすることがしばしばあります。80年、90年代、半導体分野を筆頭に日本の技術と品質は世界に冠たるレベルでした。分析技術も同様で、多くの研究者たちを筆頭に世界トップレベルの技術を開発・構築し、新規でより高度な分析結果の創出とそれらに基づくさらなる品質の向上を目指し、実現されていたと記憶していません。しかし、今では諸外国に遅れを取っているのは明確な事実で、ビジネスの上でも海外に、それも以前は新興国と呼ばれていた諸国に実権を掌握され、日本は後追いの状況になってしまっています。技術立国と呼ばれていた時代から、今は海外の下請けの時代へと変遷したように感じています。

このような事態になってしまった裏には多くの要因があると筆者は考えています。国研・大学における、社会実装を伴わない論文の数による業績の評価や基礎研究を疎かにした現状や、企業における売り上げ至上主義の結果として不十分な品質管理や意図的な不正行為など、ユーザー側の問題も無視できませんが、それらを是正するだけの技術力、倫理観を教える余裕のなくなった大学・高専における高等教育の不十分さにも起因するのではないのでしょうか。もちろん、装置メーカーからの不十分な技術情報の提供と技術指導の欠落がこのような事態を招いた一因でもあると、装置メーカーの在籍が永い筆者自身の反省の念も込めて申し上げます。

筆者自身も誤解と失敗の連続で、長い時間をかけて多くの諸先輩や関係の先生方のご指導も頂き、この歳になってようやく、自分の頭の中を少しは整理でき始めてきました。世の中では特に製品や製造プロセスの品質に関わる重要な場面では湿式化学分析の結果をもとにビジネスも展開され、国際社会における競争も激化しています。その一方で、技術の継承・伝承がままならず、国際競争力も低下する中、孤独感に苦悩されている若い方々を見てみると、歳相応の責任があり使命の放棄は許されないと思うようになりました。こうした理由から、改めて古典とも言われた湿式化学分析の優位性を見直す必要があると考えています。それは単に古典を大事にとの意味ではなく、基本に立ち返り、使う器具も試薬も装置も異なっている現代、さらに将来に向けた分析の基盤を作り直すという意味です。

当研究懇談会において湿式化学分析を再評価し、現代流の分析技術と技能を次世代に継承していくお手伝いができればと考えております。年齢、経験によらず心ある方々のご指導とお力添えを頂ければと願っております。

[東北大学金属材料研究所 附属量子エネルギー材料科学国際研究センター (兼) 国立研究開発法人産業技術総合研究所 地質情報研究部門海洋環境地質研究グループ]

理工学系大学における実験実習の危機 — 「手を動かす」ことの意義とは

上本 道久

先の国際数学・理科教育動向調査で、日本は算数・数学と理科でトップ水準であった事が報じられたが、現場の大学教員としてはなんとも複雑な心境である。現在、理工学系大学生の必須科目である実験実習の達成度が概して不調で、どのように実験科目を取り進めるべきか、科目担当者それぞれが苦慮している実態がある。同じ理科でも、ペーパーテストで評価されるいわゆる学力と実験実習能力とは、関連はしているものの別である。特に筆者が所属している化学系では、ガラス器具や試薬を使った繊細な操作(巧緻動作)が必要になるため、操作が遅く時間内にメニューをこなせない、何度やってもできない学生が続出することになる。また映像とリアルな現象との区別の付かない学生も少なくない。

自然科学はどの分野であれ、観察や観測や測定によって、自然現象から事実を掴まねばならない。知識に裏付けられた測定ではあるが、「手を動かす」と言う物理的な作業を経なければならぬのである。自然科学を学ぶ価値の一つは、現実に目の前にある事実を認識して知識・思考と結びつけるすべを学ぶことにある。その手段が実験実習であるのだが、それが満足に進められないのは専門性獲得には障害となるばかりか、実験嫌いとなって非実験系の研究室を嗜好する端緒にもなる。

「手を動かす」行為は生活動作の延長線上にあり、成長過程で家庭や学校の中で経験を積みばある程度は身に付いてくるものと思われるが、そうになっていないと言う事は、経験が積まれていないことを意味する。現在の子供は、家事手伝いをすることなく、勉強部屋で座学学習を推奨されることが多いのではなかろうか。高校では少なからず、実験実習の時間のほとんどは進学に向けた試験問題を解く時間に当てられ、高校生の時は全く実験がなかった、あるいは教卓実験(教師が生徒の前でやってみせる実験)が数回あったのみと言う学生の話も散聞する。進学実績を上げるには有効であろうこのスタイルは、大学入学後は極めて分が悪いことがあまり周知されていない。

自然科学における「手を動かす」作業は、運動や芸術分野ほど才能に起因したものではないが、やってみたいかどうかと言う適性や嗜好とは関わってくると筆者は考える。大学で専門教育を受ける前に生活動作や実験実習を経験した上で、学力もさることながら、実験実習への適性を持った学生が理工学系（おそらく医歯薬学や農学も同様であろう）に入学して来てほしい。それが学生と教員の双方を、更には卒業後の彼らを受け入れる現場をよりハッピーにするに違いない。

[明星大学理工学部 化学・生命科学コース]

