



〈誌上討論〉

「分析化学から分析科学へ」
(第 1 部)

分析化学という言葉の意味する内容が、およそ 30 年前から大きく変わってきました。この現象は、一般には、分析化学から分析科学への転換と捉えられています。本誌の昨年 10 号に掲載された対談“赤岩先生の瑞宝重光章受章を祝して”では、「パラダイムシフト」という言葉で表現されています。さらに、同記事を読まれた木村 優先生から、本誌（本年 1 号）の「談話室」に「分析化学から分析科学へのパラダイム」という一文が寄せられました。

本会は来年創立 60 周年を迎えます。人と言えば還暦であり、分析化学（分析科学）のあり方について改めて考えるのにふさわしい機会と思います。そこで、「分析化学から分析科学へ」と題して誌上討論を行うことになり、今回 10 名のパネラーからご寄稿戴き 50 音順に掲載させて頂きました。これをきっかけとして、読者の皆様からご意見をお寄せ戴きたくお願い致します。その要領は、後述の「第 1 部のまとめにかえて」に記載してあります。お寄せ戴いたご意見は、本誌編集委員会をへて第 2 部として掲載させて頂く予定です。

なお、このたび、ご多用中にもかかわらずご寄稿戴きました先生方に感謝申し上げます。

〔討論の進行役：千葉大学名誉教授 小熊幸一〕

新しいパラダイムとしての「分析科学」

名誉会員 赤岩英夫

カタカナ語が氾濫している。立派な日本語があるのに、わざわざ舌足らずのカタカナ語を使う手合いは鼻持ちならないが、適切な日本語で表せない輸入語があるのも事実である。科学史家の T. Kuhn が使い始めた「パラダイム (paradigm)」もこのような言葉の一つであり、意味するところは難しいが、一般的には「ある時代、ある集団での、支配的なものの見方、考え方」の意味で使われているようである。世紀をまたいで、「細分化から総合化へ」の流れが自然科学を中心に各分野で起こっており、「分析化学」から「分析科学」への発展もこれらの一環としてとらえることができよう。

前世紀後半まで、化学の一分野としての分析化学は合成化学に対比される分離の化学であった。その進歩に伴って、分析方法、分析対象もどんどん細分化され、一人で分析化学の教科書を著すことが難しくなってきたのも前世紀後半のことである。ひたすら高感度、高精度を求めて化学反応を追及してきた分析化学は、ppt 以下の対象までをも定量可能にした時点で、元素分析、破壊分析を中心とした古典的分析化学の目標であった「元素普存則の証明」に到達したのである。前世紀の最終四半期あたりから、われわれの分野は、化学のみならず、物理、生物、電子工学などの諸分野からの知識をも取り入れて急速な発展を遂げ、1990 年代には単原子、単分子の検出をも可能にした。もちろん「検出」と「定量」を同日に論じることはできないが、「元素普存則の証明」が、もはやこの分野の目的になりえなくなったことは明らかである。このような現状を考えると、われわれの分野は化学の枠に閉じ込められることなく、分析化学から分析科学へのパラダイムシフトを遂げつつあるといえるのかもしれない。新しいパラダイムは細分化された専門の総合化、そして物事を俯瞰的にみることを求めている。分析科学も将来へ向けて、社会への説明責任、分析倫理など、社会科学、人文科学的ニーズにも応えるべく発展して行くのであろう。

「分析科学」で思い出されるのは、本会の英文誌の題名を決めたときのことである。年會会場外の喫茶店で当時の藤原鎮男会長、来日中の T. Kuwana 教授と 3 人で題名としての Science の単数、複数についての話題となり、Kuwana 教授のご意見で「Analytical Sciences」に決まったのだが、もう四半世紀も昔のことになってしまった。思えば、この出来事はその後のパラダイムシフトの兆しであったかもしれない。

法人化とパラダイムシフト

近畿支部参与・奈良産業大学 木村 優

1991 年、国の科学技術振興策に沿って大学設置基準の大綱化政策実施と大学院重点化が開始され、この年に設置された奈良先端科学技術大学院大学（通称「先端大」）は本年 3 月、独法化後 6 年間の国立大 86 法人の研究や教育などの総合評価で 1 位となった。また、5 月 7 日付け奈良新聞には「先端大、全国 1 位—民間活用度」の見出しで、「内閣府は『活用度ランキング』をまとめた。1 位は奈良先端大、東大、京大など有力大学は下位に甘んじた。…枝野行政刷新担当相は《規模が大きい総合大学で改革が後退しているのは由々しき事態だ。改善されないなら、評価を運営交付金に強く反映させるべきだ》と話す。…」とあった。先端大は学部を持たない研究に特化した大学院大学であり、また、法人化を機に産官学（Industry-Government-Academy）連携推進本部を設

置し、タブー視されてきた産学連携を目指した新しいパラダイムの大学である。

我が国の大学は戦後ずっと産学協同や活用度、成果主義などとは距離をおいてきたが、法人化を境に一変した感がある。分析科学にそれをあまり感じないとしたら、それは基礎科学の証拠ではなかろうか。

「分析科学」の目指す学問、技術とは？

京都繊維工芸大学名誉教授・京都悠悠化学研究所
木原壮林

四半世紀前の Anal. Sci. 誌の発刊に前後して、日本分析化学会はその枠組を分析化学 (Analytical Chemistry) から分析科学 (Analytical Sciences) へと移行させた。これは、社会の変化、科学技術の進歩、産業構造の変遷への対応であったし、そうしなかったら本会はもっと縮小していただろう。しかし、移行以来、本会は Identity と特徴を失い、また、Science というより Technology に偏重したことも否めない。それは、分析科学の概念や範疇に関する議論が十分でなく、同床異夢のまま現在に至ったからであり、分析科学としての哲学と基盤を持った研究、教育の実践、学会運営が十分でなかったためであろう。例えば、後継者の育成においては、分析科学らしい教科書や講義が導入されていず、研究では、分析化学分野の出身者が分析科学らしい研究をリードしたとは言い難く、他分野での発見・発明の導入、それも物質分析の視点を欠如したものが多い。かつて、分析化学では、分離、分析化学反応を大切に、同反応を基盤として化学を俯瞰した。また、実分析 (応用分析) を多く経験し、それを通して物質を見る目を獲得した。これが、分析化学の Identity を生んだ。私は、①機器の活用だけでなく、分離、分析化学反応 (現在のなものも含む) の重要性を認識する、②研究においては、せめて自分では使う分析法を提案する (自分でも使わない分析法は提案しない)、③分析科学者でなければできない研究、技術開発とは何かを考えること、を提案したい。定年退職を過ぎた者が学会のあり方に物申すのは ^{はばか} ますが、ご依頼ですので考えてみました。

分析者よ大志を抱け

名誉会員 合志陽一

かつて、分析から化学が消えていくといわれた。では分析科学なのかということ必ずしも明確ではない。計測化学¹⁾を提唱したとき、この問題を論じたので、ここでは科学技術発展のダイナミズムの面から考えたい。三つの事例がある。第一はメタマテリアルをどう分析で取り扱うかである。微小な構造物を構築集積して全体として全く新しい物性を発現させる。負の屈折率など特異な挙動

も実現可能である。分析はこれをどう考えるか。第二は環境問題である。ナノから地球規模まで物質やエネルギーの循環をどうとらえ可視化すればよいか。第三は健康・医療の領域で、国民の健康を診断・予測技術でどう支えていくか。

これらの例では分析が重要な、場合によっては中心的な役割を担っている。「ぶんせき」が化学的情報を明示することによって物質系を理解し、予測し、制御するという本来の姿で先端に立つことが期待されている。

Analysts be ambitious !

1) *Trends in Anal. Chem.*, **10**, 202 (1991) ぶんせき, **1987**, (No. 11), 772.

他分野との合同学会開催による分析科学の新展開

佐賀大学名誉教授 田端正明

分析化学が化学だけでなく、物理化学、生命科学、環境科学、食品化学などの分野を含む新しい融合の分析科学として発展していることは分析化学会の欧文誌 *Analytical Sciences* が 26 巻 (2010) の刊行を経ていることからその長い歴史を知ることができる。しかし、分析科学になって他分野の研究者がどれくらい分析化学会で継続的に発表・参加しているだろうか？ それよりも分析化学者が他分野の学会に参加し、そこで得た情報を基に分析の研究をしているのが多いのではないだろうか？ 分析科学として分析化学会が更に発展していくには、他分野の学会との双方向の交流強化が必要と考える。そのために、分析化学会が他分野の学会あるいは部門と共同の学会開催や他分野との合同シンポジウムを開催したらどうであろうか。分析化学の他分野への情報発信と他分野からの情報獲得を積極的に行う必要があると考える。それによって分析化学会の独自性は高まり学会の足腰が強化されると期待する。年会は規模が大きいので現在の分析化学討論会のほうが良いのでは。実現すれば他分野からの会員増も期待できる。

分離分析におけるパラダイムシフト

名誉会員 寺部 茂

分析化学全体について述べるほどの見識を持たないで、分離分析におけるパラダイムシフトについて考えてみたい。分離分析の主流はクロマトグラフィーであり、分離性能、分離選択性、ピーク容量 (分離可能なピーク数) においてとくに優れている。クロマトグラフィーの弱点は、巨大分子や粒子の分離が難しいこと及び並列処理が難しいのでスループットが低いことである。試料、試薬、溶媒等の消費量を抑えるためにマイクロ化が進んで

いる。質量分析法検出に限ればさらにミクロ化が可能となる。溶液中での分離原理は化学現象に基づくものが主であり、物理現象のみによる分離は限られる。しかし、電場や磁場などでこれまでとは桁違いに強い場が使えるようになると新しい分離法が開発される可能性は高い。マイクロチップに分離システムを組み込めばハイスループット化が可能になるし、他の化学システムとの集積化も可能となる。では何がパラダイムシフトを起こすかの予測は難しいが、ミクロ化ではないかと思われる。

新パラダイムの創出

会長・東京理科大学薬学部 中村 洋

分析化学は伝統的に定性分析と定量分析を2本柱としてきた。1970年代、状態分析、ケミカルスペシエーションが新概念として導入され、二次元的な分析化学に三次元的な厚みと広がりをもたらされた。また、その頃からコンピューターサイエンスの発展・普及（情報科学）が分析化学と融合し、分析科学の潮流が始まったと言える。現在の分析科学は前処理科学、分離科学、検出科学、情報科学を4本柱とする、これまでに例を見ない広範な学問領域を形成している。この間、組成分析を主目的とする静的で二次元的な分析化学は機能解明・価値創造をも可能とする動的で三次元的な分析科学へと変貌した。それでは、これからの分析科学はどのように進歩発展し、どう在るべきであろうか。私見を申し上げれば、分析科学の第一義的な発展が新原理の創出にあることは言うまでもないが、我々はこの学問領域で培われた手法・技術を環境、食の安全、国民の健康維持（ライフサイエンス分析科学）と鑑識科学、美術品の真贋鑑定など社会生活全般にもっと積極的に活用すべきであるし、そこをターゲットにして研究すべきであると思う。将来、社会貢献分析科学とも言うべきジャンルが若い世代によって確立されることを期待したい。

最近の分析化学現場の技術者

東京都市大学客員教授 平井昭司

日本分析化学会が主催する講習会・セミナーを運営する委員として、最近の分析化学あるいは分析科学に携わる技術者をみて、感じたことを述べさせていただく。特に、2002年から開催している「分析化学基礎セミナー（無機分析編）」である。本セミナーでは、ピペットや電子天秤の使い方、検量線の作り方、標準液の使用上の注意、試料の溶解の仕方、汚染の原因とその管理、分離・濃縮技術、信頼性ある数値の扱い方等の化学分析を行う上で基礎となる項目を1日中かけて講義し、今まで約1500人が受講している。これらの講義内容は、一昔前であれば大学の授業の中で全て講義されていたことであ

る。受講者の年齢構成をみると、主に大学等の学校を卒業して数年の若い技術者と十数年以上のベテランの技術者に大別できる。前者の技術者は、新しい知識の習得のために、後者の技術者は、社内教育の仕方の習得のために受講している。特に、気になるのは前者のグループの人数が非常に多いことである。最近の分析装置の多くは、コンピュータ付きの機器分析装置で誰もが容易に扱うことができる。多くの分析化学の基礎知識がない者が扱ったデータの信頼性は誰が保証するのであろうか？

「無機イオンの湿式分離分析反応の研究」の振興策を立てよう

名誉会員 藤原鎮男

編集委員会のこの企画を会員と本部の直結に有益として歓迎し、表題の件をその具体化案として提案する。提案はツイッター繁盛の当節にあってワケツケ遅れに見えるかも知れないが、筆者の意図はこの「遅れ」の利用だ。一周遅れは先頭に立つチャンスである。

現在の化学界は、高校、大学、一般社会を通して皆、「無機イオンの湿式反応」を軽視ないし放棄している。ところが科学技術の最先端の実体は希元素依存が鍵なのである。その成否は当該国の将来を握る観がある。先の戦争は航空機と電波の科学が鍵で、その鍵は実は希元素利用の成否にあった。戦後、科学技術は「ソフト万能」の趨勢になり希元素の化学は忘却された。しかし希元素依存の実体は不変だったのである。我が提案は希元素依存の実体を理工農医薬の全分野にわたって鳥瞰することにある。この鳥瞰は全分野を網羅する本学会しかできない。我々は、全化学分野における希元素依存（応用）の実体を総観し得る立場にある。資源の所在、回収、環境、生理さらには微量、希薄試料の取り扱い。これらは我々の大得意の舞台なのだ。この問題を学会本部主導で推進してもらえないだろうか。事は現有の学術資源を次世代に繋ぎ、分析化学で次世代の人材育成と国の明日の繁栄を果たすことだ。本会が「一周遅れの先頭」に立つことを切に望む。

パラダイムシフトもパラダイム回帰も

東京都立大学名誉教授 保母敏行

「分析科学」は、物質・材料の組成から特性、さらには機能に関する情報をもたらすと言う、科学の発展において欠くことのできない役割を果たしている。

「分析化学」は「分析科学」に含まれているという観点からは、機器分析全盛の世の中であり、分析機器工業会も50周年を誇り、既にパラダイムはこちらへシフトしている。

ところが、試料を分析機器にかけると、定性、定量は

もとより、状態に関する情報が得られるという世の中にはなっていない。また、水の分析一つ取っても、ある元素について原子吸光法と ICP-MS 法ではどちらかが高く出る傾向がある等の議論を聞くこともある。

機器分析にかける前の試料処理がより大事であるということで、そこところを知りたがっている方々も多くなってきた。これは一例であるが、化学的取り扱いの重要性が見直されていると言えよう。

パラダイム回帰（リバースパラダイムシフト？）も起きているのではないだろうか。

第 1 部のまとめにかえて

分析化学（分析科学）の現状を把握し、将来のあるべ

き姿を見定めることは、分析化学（分析科学）の研究・教育等に携わる者にとって重要と考えます。このたびは、上記のように 10 名の方のご意見を掲載させて戴きました。読者の皆さんも日頃から様々ご意見をお持ちのことと思います。それらのお考えを 500 字程度にまとめて電子メールでお寄せください。お待ちしております。

宛先・問合先：「ぶんせき」編集係（佐藤 伐）

（メールアドレス：bunseki@jsac.or.jp 電話：03-3490-3537）

締切：2010 年 10 月 31 日

〔「ぶんせき」編集委員会〕

新刊紹介

地球温暖化スキャンダル

2009 年秋クライメートゲート事件の激震

スティーブン・モシャー、トマス・フラー 著
渡辺 正 訳

地球温暖化という語は、日常的にマスコミに登場し、今や子供から大人まで関心の高い事柄の一つである。分析化学関係者は、あらゆる科学事象を明らかにする任務を常に担っている立場であるから、さらに関心が高いと思われる。タイトルだけ見れば、原書名 CLIMATEGATE: THE CPU TAPE LETTERS の本書は地球温暖化の反証かな？と誤解されるかもしれない。本書は、地球温暖化の反証ではなく、気候科学研究の在り方を今一度問いかけたものである。任務における姿勢が常に問われている分析化学関係者には、一読をお奨めしたい。目次は次のようである：序章—事件の根元、大事な但し書き二つ、ひどいのは全体のほう、著者二人の思い、話の根元—地球の気温をどう見るか、カウボーイとインディアン、ウソのリサイクル、1 章：科学の議論とインターネット、ホラー話の繰り返し、今度は本物？、略語の世界—WMO と UNEP が IPCC を創設、登場人物と関係組織、ブログの世界、派閥抗争、2 章：あぶないデータ、都市化の影響は明々白々、3 章：研究所長の心変わり、2005 年の情報公開法、悩ましい情報公開、4 章：疑惑の論文、時間との戦い、有利な立場、自業自得、5 章：データを見せろ、2007 年—都市化問題に始まる情報請求、6 章：ダビデの軍勢、IPCC 報告書の舞台裏に迫る、犠牲の子羊—GISTEMP、世界の果て、2009 年、7 章：狂乱の週、1 年前、2009 年 11 月 12 日（木曜日）、11 月 13 日（金曜日）、11 月 14 日（土曜日）～15 日（日曜日）、11 月 16 日（月曜日）、11 月 17 日（火曜日）東部時間 6 時 20 分、11 月 17 日（火曜日）太平洋時間 18 時 25 分、11 月 18 日（水曜日）、11 月 19 日

（木曜日）、8 章：彼らの動機、気温低下は隠すのだ、言うことはお金で変わる、気候科学のゲートを守る、動機に迫る、政治を狂わす、9 章：夢のあと、現実世界を見ない（チーム）、ほんとうの罪、幼稚な科学、幼い科学者、地球温暖化と綿菓子、地球温暖化と狼少年。

（ISBN 978-4-535-78652-3・四六判・304 ページ・2,200 円＋税・2010 年刊・日本評論社）

卒論・修論発表会を乗り切るための 理系プレゼンの五輪書

斎藤恭一 著、中村鈴子 絵

本書執筆の目的は「自分の研究成果を他人に確実に、できれば魅力的に伝えて正当な、できれば高い評価をもらう、そして世の中に役立ててもらおう」ための方法論を研究室の現場から分かりやすく伝えることである。解説編は次の第 50 条から成っている：[Ⅰ. 心構えの巻] 1. 聴衆へのサービスを最優先させる、2. プレゼン次第で就職や研究助成が決まる、3. 聴衆側のコストに見合う講演を心がける、等々、[Ⅱ. シナリオの巻] 9. プレゼン時間（分）のせいぜい 1.5 倍の枚数分、スライドを作る、10. 「緒言」に配分する時間を初めに決めておく、11. 絵コンテで全体の構成を決めてからシナリオを書き始める、等々、[Ⅲ. 図表の巻] 19. 図には表や文の 1000 倍のインパクトがある、20. プロットを結んで線を引く、21. 文字や数字を読めるまでに大きくする、等々、[Ⅳ. スライドの巻] 26. 工夫して見出しをつける、27. “BOX 法”によってキレのよいスライドを作る、28. ストーリー案内用スライドを作る、等々、[Ⅴ. 演技の巻] 44. シナリオを作っても本番で読まない、45. 聴衆の邪魔にならない位置に立つ、……、50. 爽快なプレゼンをめざす。以下、事例編が、1. 卒業研究発表会、2. 修士論文発表会、3. 学会での発表会、と続く。この目次でも分かるように、日々の研究成果をきちんとドレスアップして世の中に送りだす分析化学関係者にも大いに役立つに違いない。

（ISBN 978-4-86399-023-4・四六判・156 ページ・1,600 円＋税・2010 年刊・みみずく舎）