

原子スペクトル分析研究の 40 年



中原 武利

1 はじめに

小生の学んだ高校（山口県立安下庄高等学校）では、1 年次に生物、2 年次に化学、3 年次に物理というように科目が指定されていた。まず、1 年次に学んだ生物では、個人的な印象では、暗記する事柄が多くて、自分にはなじみにくい科目であった。ところが、2 年に進級して受けた化学の授業は、当時の化学担当の先生がとても分かりやすい講義をし、さらに講義実験やグループ実験も多くて、組織的な暗記項目もまったく苦にならずに、本当に化学の面白さを体験させてもらい、何時しか大学進学の際には、理学部の化学科や工学部の応用化学科を目指すようになっていた。そして、結果的には、1961 年に大阪府立大学工学部応用化学科に入学した。大学の第 2 年次になって初めて武者宗一郎先生の分析化学の講義を受講し、数々の講義実験に感銘を受け、内容的にも分析化学という学問および武者先生の個性に親近感を覚え始めたのはこの時期であった。その講義中に、同先生は、まず国内学会の学生会員になるようにということで、日本化学会への入会を勧められたので、小生も入会した。3 年次に進級して、分析化学（機器分析）の単位認定の課題として夏休みに各人が *Analytical Chemistry* 誌から論文を選んで、図表を含めてすべてを和訳し、さらに考察を加えてレポートにして提出することとなった。当時は、現在のような便利なコピー機がなく、そこで、接写リングを一眼レフカメラに装着し、同誌のページごとに写真を撮影してネガをつくり、さらに引き伸ばし・焼き付けをして「文献コピー」を得ることができた。このときクラス全員の文献コピーを用意する機会に、初めて武者研究室に出入りして、カメラ機材や暗室などを使わせていただき、武者研の先生方にご指導いただいた。そして、いよいよ 4 年次に進んで、卒業研究をするために当時の応用化学科の八つの講座から一つを選ぶことになり、分析化学研究室を主宰されていた武者先生の講座を選んだ。なお、このときの講座選びには自分ながらのエピソードがあったが、ここでは紙面の関係で割愛する。当時の武者研究室は武者宗一郎教授、宗森 信助教授、東野利昌講師、伊藤三夫助手、和佐保助手、石井 猛助手（諸先生の中で物故された先生も、以下



著者近影

では「〇〇先生」と記述をする）の 6 名で、現在では想像できないような多くのスタッフから構成されていた。そして、特筆すべきことは助教授以下のスタッフが各人別々の分析化学分野の研究を推し進められ、武者先生が、全体を統括・指導されていた。さて、小生の武者研究室での 4 年次の卒業研究は、伊藤先生の直接指導により、「工場廃水中のフェノール類の連続吸光度定量」がテーマであった。まず、当時の零点法表示の島津製分光光度計の取り扱いに習熟して分光光度分析法をマスターすることに始まり、今で言う「流れ分析（フローアナリシス）」（当時は、このような呼称ではなかったかと思う）のための発色セル、試薬注入・混合部の試作や全体の流れ分析システムの構築などを推し進めた。この間に、工作のために学内の実験工場において各種の工作機械の使い方などにも慣れ、ささやかながら装置の組み立てなどを経験して、これが後述するような本格的な「分析の装置化」（いわゆる「インストルメンテーション」）に手を染める契機となったと思われる。さらに、大学内外での池や河川での実際の水試料のサンプリングを行い、フェノール類の定量の応用を通して比較的早い時期から環境分析への関心を持つこともできた。当時（1964～65 年頃）は、公害（環境汚染）の問題は必ずしも大きな社会的な関心事でもなかったように記憶している。1964 年秋に大阪府の特別予算措置により、武者研究室に島津の 3.4 m エバート型分光写真器やパーキン・エルマーのダブルビーム方式原子吸光度計などが同時に納入され（ただし、その 2, 3 年前から武者研究室では、日立の分光光度計にアタッチメントとして中空陰極ランプと噴霧装置を装着した“バラック立て”の原子吸光分析装置を用いて原子吸光分析の研究が開始されていた）、武者研における原子スペクトル分析の飛躍的な発展の土台となった。このような状況下で研究をまとめて卒業論文を提出して、1965 年に学部を卒業した。そして、同年大学院修士課程に進学すると同時に別の新たな研究テーマを与えられたのが、前年秋に納入されたエバート型分光写真器を用いる固体の発光分光分析の研究で、これが筆者の原子スペクトル分析に関する研究のスタートとなった。以下に、筆者がたった 40 年の原子スペクトル分

析研究の足跡を、小さな自分史として述べることにする。

2 写真測光式発光分光分析

当時は、すでに光電測光式の発光分光分析装置が主流であったが、武者先生が東北大学金属材料研究所後藤秀弘研究室時代に慣れ親しんでいた写真測光式の装置に愛着を持たれて、あえて島津の3.4 m エバート型分光写真器の機種選定となったことを後日談として聞いたことがある。当時、某社から持ち込まれた原油精製の脱硫過程で大量に副生する比較的高純度な硫黄の粉末中に不純物として含まれ、その同族体であるセレンやテルルの定量が具体的なテーマとして与えられた。まず、硫黄試料が粉末であるので、導電性の黒鉛粉末と粘結剤の炭酸リチウムを混合して、プレス機で加圧して1円玉の約二周り程度小さいサイズに成形して、発光スタンドに取り付けて、主として高圧スパーク放電を行い、発生する発光スペクトルを中間結像法で分光して、写真乾板（ガラス板）に露光・記録した。その乾板を現像・定着して乾燥後に、マイクロデンストメーターでスペクトル線の波長検索により定性分析を行い、特定の波長におけるスペクトル線の黒度（黒化度）を測定して定量分析を行う、大変に骨の折れる測定を続けた。また、スペクトル写真の撮影の際には、乾板の露光感度（当時使用した富士やコダック社の写真乾板は約200 nm 付近の短波長の紫外領域にはほとんど感度がなかった）の関係から、分析元素のセレンやテルルの発光線の2次スペクトル線を測光した。約1年間の研究結果から、黒鉛粉末との混合による希釈や非常に微弱光となる2次スペクトル線の測光などの点で、両分析元素の高感度な測定には限界があり、最終的な微量濃度での定量操作を断念することとなった。しかし、この研究の過程で、現在では肉眼でほとんど観測することが不可能な原子スペクトル線を写真乾板上で直接肉眼で見ること、また今では古典的となった固体の発光分光分析に直接手を染めることなどの貴重な体験をすることができた。さらには、分光器の仕組みや発光分光分析の特徴や欠点を直に学ぶことができて、実験結果から判断して研究としては失敗であったが、当時を振り返って、原子スペクトル分析のスタートとしては得難い経験であったと自負している。このように、学会での研究成果の発表には至らなかったが、この研究を通して、何やら研究というもののイロハの「イ」程度がおぼろげながらも分かり、この頃に武者先生の推薦で、学生会員として本会に入会した（1965年1月）。

3 原子吸光分析

固体の写真測光式発光分光分析では武者先生から直々の指導を受けたが、修士課程の途中で研究テーマの変更を余儀なくされた。「硫黄中のセレンやテルルの定量」を引き続いて原子吸光分析で行うことになり、宗森先生の指導に移った。溶液試料を扱う原子吸光分析では、当初からの硫黄の粉末試料を溶液化することが不可欠であった。これがなかなか難しく、種々の検討の結果から最終的には過激な、濃硝酸-臭素水混液中で加熱する強力な酸化反応を利用した溶解法を選んだ。この処理で硫黄は硫酸にまで酸化された。次に原子吸光分析に固有な現象として出くわした困難は、200 nm 付近の短波長の紫外領域での通常の空気-アセチレン炎（すでに設置されていたダブル

ビーム方式原子吸光光度計を用いて）自身および硫酸による大きなバックグラウンド吸収である。この難点に対する対策（解消）として、前者の炎による大きな吸収は、短波長域で透過性の大きな（炎自身の吸収の小さい）空気-水素炎（その後に購入された0.5 m エバート型分光器を備えたシングルビーム方式原子吸光光度計による）を用いた。この化学炎の場合には、全消費式バーナーを用いるために吸収の光路長が短いので、光源ランプからの光を3回通す方式（triple-pass mode）を採用した。さらに、硫酸によるバックグラウンド吸収については、当時の普通の分光光度計の光源に使われていた紫外波長域用の水素放電ランプを中空陰極ランプの代わりに転用して、手動で波長走査して硫酸のバックグラウンド吸収曲線を測定し、各分析線波長での補正を行った。これらの対策を実施することによって、当時の数年来の念願であった硫黄中のセレンおよびテルルの定量を実現（完了）して、その結果を九州大学で開催された本会の年会で初めて発表した（学会デビュー）。その後、数元素の低感度元素に対して、有機溶媒抽出法などを組み合わせた通常の空気-アセチレン炎や空気-水素炎による原子吸光分析やアルミニウム、ベリリウム、バナジウムなどの耐火性元素の定量に一酸化二窒素（別名、亜酸化窒素）-アセチレン炎を用いる原子吸光分析を種々検討し、それらの研究成果をまとめて、大阪府立大学より工学博士の学位を授与された（1972年6月）。

学位取得前後の頃から、Florida大学のJ. D. Winefordner教授のグループが、原子吸光の現象時に励起された原子が二次光として「原子蛍光」を放射するので、この信号を計測する原子蛍光分析に関する論文を立て続けて発表しており、我々も大きな関心を寄せていた。しかし、原子蛍光の測定には励起光源と試料導入とに特別の工夫を要するから、当研究室では直ちに原子蛍光分析の研究に着手することができなかった。そこで、まず、励起光源として使われていたマイクロ波励起無電極放電ランプ（microwave-excited electrodeless discharge lamp, EDL）は国内外で市販されていなかったので、研究室内で自作することに着手した。また、試料導入には水素化物生成法に着目して、分析元素としてヒ素やセレンをターゲットにした。ヒ素やセレンの強い発光スペクトルを放射するEDLの試作のために真空ラインを組み立て、これにボールジョイントを介してEDLブランクを取り付けて、目的元素のハロゲン化物（数mg程度）をネオン、アルゴンあるいはヘリウムとともに充填して、封入した後、真空ラインから切り離してEDLを自作した。その後、マイクロ波発生電源と共鳴キャビティーを取り付けて、このランプをキャビティー内にセットして、ランプの性能（発光特性を含めて）を原子吸光分析で調べた。先に述べたヒ素やセレンの水素化物は、低温度の化学炎中でも容易に原子化することができるので、まったく新しいタイプのバーナーの試作を始めた。この際に、新しいバーナーに付与する性能として、i) 200 nm 付近の短波長で炎自身の吸収が少ない水素炎が得られる、ii) 水素を燃焼しても安全である、iii) 多種類の化学炎が得られる、iv) 吸収光路長が十分に大きい、などである。いろいろの試行錯誤の末に、先の条件を満足したバーナーを試作することができ、さらに、検討の結果、多種類の化学炎に使用することができたことから、この新しいバーナーを「マ



1974年11月、大阪大学吹田キャンパスにて、右より宗森 信先生、武者宗一郎先生、筆者、和佐 保先生

図1 (写真) 日本分析化学会 1974 年度奨励賞受賞時

ルチフフレームバーナー (“multi-flame” burner) と命名した。特に、当初の目標であった低温炎としてアルゴン (空気)-水素炎や窒素 (空気)-水素炎をヒ素やセレンの原子吸光分析に大いに活用することができることを先駆けて発表した (その後、この種の低温炎は水素化物生成法を併用する原子吸光分析ではごく一般的に使用されるようになった)。さらに、この手法を他の分析元素の定量に拡大して幾つかの論文を発表し、これらの研究成果が認められて、本会の 1974 年度奨励賞を受賞する光栄に浴した。受賞直後に会場 (大阪大学吹田キャンパス) 近くで撮影した写真を図 1 に示す。その後、グラファイト炉原子吸光分析なども続けて研究した。

4 原子蛍光分析

ご存知のとおり、原子蛍光分析の市販装置は、当時も現在もほとんど見られないので、すべて各部分を寄せ集めて装置を組み上げた。特に、装置化 (インスツルメンテーション) をするに当たり困難であったのは、励起光源の光軸と蛍光測定の光軸が互いに直交し、さらに原子蛍光シグナルがごく微弱であることであった。そのために、励起光源の光軸上に試作した光チョッパーを置き、その固有の周波数を一対の豆球ランプとフォトセルで取り出して参照信号とし、極微弱信号の増幅のためにロックインアンプを用いた。さらに、原子蛍光の測定には、蛍光の測光軸中にモノクロメーターを配置する分散方式と、モノクロメーターを用いずに、受光器として開口部の大きさを調整することのできるフォトマルハウジング内にソーラーブラインド (“solar blind”) 型のフォトマルを装着した非分散方式の 2 種類の原子蛍光分析システムを完成した。そして、もっとも簡単にかつ高感度に測定のできる水銀の還元・気化法を併用する原子蛍光分析を行った。励起光源の水銀 EDL は、前述のような手順で自作して用いた。この研究において、現在では、その後の我々の研究室のエピソードとなったが、当時試作した光チョッパーに組み込んだ回転板用モーターのシャフトが歪んでおり、そのためにモーターの高速回転時に参照信号中に大きなノイズが重畳され、測定されるはずの高濃度の水銀の原子蛍光シグナルがどうしても現れなかった (測定することができなかった)。この原因を調査し、解決するのに当時の院生

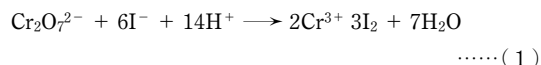
と一緒に約 1 年を要した。実際にはいろいろの検討の結果、このモーターを保持する支柱を大きな鉄製角材に取り替えることによりノイズ成分は霧散し、予期された水銀の大きなシグナルが記録計の針が振り切れて現れた瞬間には、その院生とともに大きな歓声を上げて感激したことを今も昨日の如くに記憶している。水銀に次いで、ヒ素やセレンなどの水素化物生成法を試作した原子蛍光分析システムに組み込んで、分散方式と非分散方式の比較や実際試料への応用などを研究した。用いた励起光源 (各元素の EDL) が輝線スペクトル光源であり、水素化物生成法により溶液マトリックスから各元素が水素化物として分離されるので、非分散方式による測定が、分散方式のそれよりも高感度であった。この水素化物生成法に関する研究を精力的に行い、海外での何回かの国際学会に出掛けて数多く発表しているうちに、何時しか海外の友人達から “Dr. Hydride” とあだ名されるようになった。

5 プラズマ発光分光分析

我々がこれまでに用いたプラズマは、アルゴン誘導結合プラズマ (inductively coupled plasma, ICP)、大気圧ヘリウムマイクロ波誘導プラズマ (atmospheric-pressure helium microwave induced plasma, He-MIP) および高出力窒素マイクロ波誘導プラズマ (high-power nitrogen microwave induced plasma, N₂-MIP) で、いずれも発光分光分析 (atomic emission spectrometry, AES) の励起光源である。

原子吸光分析が隆盛を誇っていた時期から根気強く発光分光分析に取り組み、特に執念と思えるほどの情熱を注いで ICP を開発し、世に送り出したのは Iowa 州立大学の V. A. Fassel 教授のグループである。筆者が 1976~1977 年にカナダ・オンタリオ州立カールトン大学の C. L. Chakrabarti 教授の研究室に留学していた間の 1976 年 10 月にフィラデルフィアで開催された The 3rd Annual Conference on the Federation of Analytical Chemistry and Spectroscopy Sciences (略して FACSS 1976、この国際会議は、毎年開催されており、2005 年には第 32 回目の開催となる) に参加する機会があり、同会場で日本から参加された不破先生 (当時、東京大学)、保田博士 (当時、日立) そして留学先の Florida 大学から J. D. Winefordner 教授らとともに参加された原口先生 (当時、国立公害研究所) の皆さんと再会した折に、ちょうど ICP が異常なほどに大きな話題になっていた国際学会であったので、思わず「すごい熱気ですね!」という言葉を変えたことを記憶している。それから 2, 3 年して国内のメーカーが安価なシングルチャンネルの ICP-AES 装置を上梓したので、同機種が文部省科学研究費で当研究室にも購入・設置された。そこで、ありきたりの ICP-AES 研究を進めるのはやめて、当研究室の特徴を生かすべく、水素化物生成法との組み合わせを検討した。この場合には、水素化物生成反応過程で同時に大量に副生する水素がプラズマ中に少しでも導入されると、すぐにプラズマが消えることが度々で、その対策に苦慮した。種々の検討の結果、プラズマ条件や水素化物生成条件などを微細に調整することにより、この難点をなんとか克服することができ、ほとんどの水素化物生成元素の ICP-AES について研究し、材料分析や環境分析に応用した。

ビスマスの水素化物生成—ICP-AES の研究中に、ヨウ化物イオンとニクロム酸イオンが共存すると、ビスマスの ICP-AES シグナルが大幅に増大されるという特異な現象が見られた。この現象を詳しく検討した結果、この原因が溶液内で発生するヨウ素（気体）が同時にプラズマ中に導入されることによることを見いだした〔式(1)参照〕。



このことを別の面から見ると、非金属元素であるヨウ素の ICP-AES 測定ができることを示唆しており、この偶然性から非金属元素の発光分光分析を開始する大きな契機となった。一般に、非金属元素の原子スペクトル分析は、次の二つの理由で非常に困難であるとされていた。その第一は、非金属元素の励起エネルギーが非常に大きい、次に高感度な分析線が 200 nm 以下の短波長域にある。前述のようにアルゴンをプラズマガスに用いる ICP 中でもヨウ素は励起されたが、より大きなエネルギーを有するヘリウムをプラズマガスとして用いる He-MIP による AES が、より有効であると判断した。ところが、このような He-MIP を作り出すためには、Beenakker 型の共鳴キャビティが必要であり、これも市販品がない（当時も現在も）ので、自作せざるを得なかった。また、200 nm 以下の波長域での発光スペクトル線の測定が可能になるように既存の装置の光学系やモノクロメーター内を窒素で置換する「窒素パージ」システムを完成した。この窒素パージシステムを利用することにより、約 170 nm までの短波長域でのスペクトルが測定できるようになった。さらに、He-MIP（直径 2~3 mm、長さ約 10 mm）は、ICP（直径 15~18 mm、長さ約 30~40 mm）に比べて、はるかに小さいプラズマ（供給するマイクロ波出力が、せいぜい 200 W 程度で小さい）なので、溶液試料のエアロゾルを導入すると、プラズマが容易に消えてしまう。そこで、分析試料を化学反応によって分析試料中の分析元素を気化してガス体として導入する必要がある。例えば、ヨウ素の場合には、前記の反応式(1)のような反応を利用すればよいことになる。また、窒素パージ光学系を用いて、190 nm 以下の短波長にある高感度なヨウ素の MIP スペクトルを利用して、微量のヨウ素を定量する方法を確立した。同じような方法で、臭素、塩素、硫黄などの非金属元素の気相試料導入—He-MIP-AES を研究し、多くの興味深い成果を挙げることができた。

その後、当時日立・中研の岡本博士（現在、東洋大学工学部教授）が、まったく新しいタイプのマイクロ波共鳴キャビティ（その後、これは Okamoto キャビティと呼称されるようになった）を開発し、Beenakker 型の共鳴キャビティの欠点を改善した。すなわち、ICP と同程度の高出力（最大 1.5 kW）で得られるプラズマは、ICP に類似のドーナツ構造を有し、溶液試料のエアロゾルを連続的に導入することができた。さらに、このプラズマは、アルゴンよりも安価な窒素を使用することができる大きな特徴があった（以下、この高出力窒素プラズマを N₂-MIP と記述する）。この N₂-MIP は、当初プラズマ質量分析のイオン源として開発され、N₂-MIP 質量分析計として上梓された。しかし、当研究室では、このプラズ

マを励起光源とする発光分光分析に関心を持ち、高周波電源、導波管（含スリースタブチューナー、three-stub tuner）、Okamoto キャビティ、噴霧システム、コンピュータ制御の分光器、データ処理システムなどを別々に購入し、世界に 2 台とない N₂-MIP-AES 装置を組み立てた。この装置の特性を調べ、通常の溶液噴霧法によって ICP-AES との感度を比較した結果、N₂-MIP-AES では窒素をプラズマガスに用いていることから、ICP-AES よりも相当に感度が低いことが判明したので、以後の研究では、試料導入には水素化物生成法を併用することとした。水素化物生成—N₂-MIP-AES によりヒ素やセレンなどの水素化物生成元素の単元素および多元素（2, 3, 4 元素）定量法を確立し、主に鉄鋼分析に適用し、満足すべき結果を得ることができた¹⁾。

6 プラズマ質量分析

ICP 中にイオンが高効率で生成することから、ICP をイオン源とする質量分析（ICP-MS）が開発され、今や ICP-MS は微量元素の定量には不可欠な分析法となっているが、当研究室で ICP-MS 装置を購入・設置することができなかったのも、大学院博士課程の社会人特別選抜で入学された大学院生とともに、彼らが所属する会社の所有する ICP-MS 装置を使って三つの ICP-MS 研究を行った。その一つは、水素化物生成法を ICP-MS と組み合わせて、鉄鋼中の微量元素の多元素（3 元素）同時分析であり、もう一つは、蛍光灯内壁（蛍光体）中の水銀をレーザーアブレーション法により、プラズマ中に導入する直接定量法で、三つ目（最後）は、鉄鋼試料を酸溶解し、硫黄を硫酸イオンにし、これを強力に還元して硫化水素に変換して、プラズマ中に導入する同位体希釈-ICP-MS である。この場合、酸素の影響を避けるために、硫黄の同位体 ³⁴S を用いた。いずれの ICP-MS 研究においても、非常に高い感度が得られ、実際試料の分析に応用し、良好な分析結果を得ることができた。

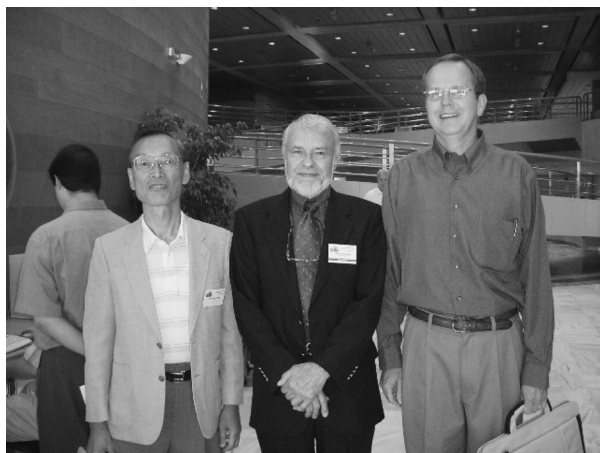
7 国際交流（素晴らしき出会い）

既述のような 40 年間の研究の個々の成果は、国内外の学会（本会年会・討論会などを含めて）で発表し、多くの研究者との出会いや再会の機会を持つことができた。特に、1976~77 年の 1 年間、カナダ・オンタリオ州立カールトン大学（オタワ）の C. L. Chakrabarti 教授の研究室に留学したことは、大変に貴重な海外での初の研究生活であった。それ以来、多くの海外出張を重ね、Colloquium Spectroscopicum Internationale（国際分光学会議、略して、CSI Meeting）を中心に海外での研究発表を行った。この CSI Meeting は隔年に世界の各地で開催され、開催の決定済みでは、2005 年は第 34 回でベルギー・アントワープで、2007 年の第 35 回は中国・厦門（アモイ）で開催される。この間に多くの交流を通して、大勢の友人・知人関係ができ、長い付き合いを現在も続け、筆者の大きな心の財産となっている。このような交流を通じて、国際学術誌（例えば、*Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, *Spectrochimica Acta Part B* (Atomic Spectroscopy), *Applied Spectroscopy*, *Progress in Analytical Atomic Spectroscopy*, *Microchemical Journal*, *Canadian Journal of Analytical Sciences* and



P. W. J. M. Boumans 博士と筆者

図2 (写真) 第27回国際分光学会議 (Bergen, Norway, June, 1991)



左から筆者, J. D. Winefordner 教授 (Florida 大学), P. B. Farnsworth 教授 (Brigham Young 大学)

図3 (写真) 第33回国際分光学会議 (Granada, Spain, September, 2003)

Spectroscopy などの編集委員を務める機会を与えられ、最後の2誌の編集委員は現在でも継続している。なお、筆者がこれまでに、強く影響を受け、今も最も敬愛する Dr. P. W. J. M. Boumans (元 Phillips 研究所・オランダ) と Prof. J. D. Winefordner (Florida 大学、本会名誉会員) の写真をそれぞれ図2および3に示す。

8 おわりに

過去の研究人生を振り返ってみると、筆者は大変な幸運に恵まれていたとすることができる。まず、院生時代に原子スペクトル分析の研究を開始した頃には原子吸光分析が創始されて以来、その研究が盛んになりつつあり、その市販装置が国内でも急速に普及し始めた時期であった。その後、カナダ留学中に参加した米国・フィラデルフィアでの FACSS 1976 において ICP 発光分光分析の隆盛期に遭遇し、カナダからの帰国前後に盛んであった原子蛍光分析を手がけ、その後に MIP 発光分光分析や ICP 質量分析までも研究することができた。このような原子スペクトル分析分野における分析法の栄枯盛衰の各局面を目の当たりにすることができ、数々のすばらしい体験を重ねることができた。上述のように、40 年もの長期間にわたり、原子スペクトル分析の研究を一筋に続けることができたのは、国内外の諸先生のご指導とご鞭撻^{べんたつ}とともに、大阪府立大学における大勢の大学院生と学部生の協力によるところが大であり、さらに装置の手直しや改良にご協力・ご尽力いただいた機器メーカー各社のご支援の賜物であり、ここに厚く感謝申し上げます。また、科学研究費補助金をはじめ種々の外部研究資金を拝受したことにも大いに深謝します。また、個人的に特筆すべきことは、一連の研究の集大成として本会の 2003 年度学会賞を受賞する榮譽に浴したことは望外の喜びとするところであり、この場をお借りして本会の皆々様に衷心より御礼申し上げます。終わりに、本稿では、文献の引用を極力避けたので、関連する文献については、本稿に密接に関連する最近の拙稿²⁾および同総説に引用されている原著論文をご参照いただければ幸いです。

文 献

- 1) A. Matsumoto, T. Nakahara : *Can. J. Anal. Sci. Spectrosc.*, **49**, 334 (2004).
- 2) T. Nakahara : *Anal. Sci.*, **21**, 477 (2005).

中原武利 (Takatoshi NAKAHARA)

大阪府立大学名誉教授。自宅：〒589-0005 大阪狭山市狭山5丁目2232-3-2-516) 大阪府立大学大学院工学研究科応用化学専攻修士課程修了。工学博士。

《現在の研究テーマ》微量元素の原子スペクトル分析、環境化学分析、材料分析。《主な著書》“Sample Preparation for Trace Element Analysis” (分担執筆) (Elsevier Science)。《趣味》水泳、テニス、クラシック音楽鑑賞。

E-mail : nakahara@chem.osakafu-u.ac.jp