

こんにちは



関西大学化学生命工学部機器 分析化学研究室を訪ねて

(はじめに)

猛暑も一段落した2015年8月25日、質量分析法(MS)の研究で第一線を走っている関西大学化学生命工学部機器分析化学研究室(荒川隆一教授・川崎英也教授)を訪問した。

化学生命工学部のある関西大学千里山キャンパスは交通の便が非常に良い。阪急線を使えば大阪梅田からは約20分、京都四条河原町や神戸三宮からも1時間以内で最寄の阪急千里線「関大前」駅に到着できる。また、JR吹田駅より関西大学までバスが運行しており、新大阪駅からも短時間でアクセスでき、大阪モノレールを経由すれば伊丹空港からも30分以内である。

訪問日には台風が沖縄・九州地方に上陸し、少なからずその影響を心配したが、駅から化学生命工学部への道中は雨も降らず、関大生の胃袋を支える定食屋やラーメン屋が多く立ち並ぶ学生街の雰囲気を楽しむことができた。夏季休業中にもかかわらず、部活動やサークル活動、あるいは研究に勤しむ大学院生で大学正門へ向かう道は活気があるように思えた。そして、関西大学には学部・大学院であわせて約3万人の学生が在籍しており、授業期間中は毎朝多くの学生でにぎわっているとのことである。関西大学は朝の通学者を分散・緩和させるため、丘の上にある学舎までのエスカレーターを備えた南門を2008年に設置している。

キャンパス内は美しく総合的にデザインされた学舎群や芝生の広場が整備されており、さすがは全国屈指の私立総合大学と感銘を受けるとともに、学生は受験時に思い描く充実したキャンパスライフを送れることが容易に想像できた。化学生命工学部は千里山キャンパスの東の端に位置し、関大前駅から歩くこと10分ほどで到着した。研究棟は耐震工事中のため正面玄関が利用できず、やや経路が複雑になっていたため、ここで川崎先生にお電話を差し上げ、研究室までご案内いただいた。



写真1 機器分析研究室の皆様(化学生命工学部研究棟横にて) 最後列右が荒川先生、最前列右端が川崎先生、左端は筆者

〈化学生命工学部と機器分析化学研究室の概要〉

関西大学化学生命工学部と機器分析化学研究室の概要を紹介したい。化学生命工学部は2007年4月の工学部改組により誕生した比較的新しい学部である。新物質や新素材の機能の設計と創成、それらを製造するためのプロセス技術の開発など、多様な「ものづくり」を通して、科学技術の発展に貢献することをめざしている。学生は入学後、様々な化学物質の合成と反応、物質・材料の構造や解析・機能評価方法について学ぶほか、基礎物理学や生物学的知識も習得する。2年次からは、マテリアル科学コース、応用化学コース、バイオ分子化学コースの三つのコースに分属し、専門分野を探究する。3年次の秋学期に各研究室に配属され、卒業研究の準備を開始し、4年次に本格的な卒業研究に従事する。

応用化学コースに属する機器分析化学研究室は、荒川先生、川崎先生と研究員1名、博士後期過程学生1名、博士前期(修士)課程学生14名、学部学生14名で構成されている。荒川先生は大阪大学(以下、阪大)理学部のご出身で、博士課程を修了後、阪大教養部助手、阪大医療技術短期大学部(現医学部保健学科)助教授、阪大工学部助教授を勤められた後、1997年より関西大学工学部機器分析化学研究室の初代教授に就任され、ご活躍されている。学生の頃は、加速器を用いた放射化学をテーマとされていたそうである。現在の質量分析のご研究は、医療技術短期大学部に在籍中、質量分析研究の第一人者であった松尾武清先生より磁場型の質量分析計(JEOL-D300)を譲り受けたことがきっかけとなったそうである。川崎先生は、1998年に九州大学大学院理学研究科博士後期課程を修了されたあと、日本学術振興会特別研究員、九州大学大学院理学研究科助手を経て、2006年に関西大学工学部に助教授として着任され、2013年教授に昇任された。界面・コロイド科学をご専門とされており、ナノ粒子の合成から物性測定、応用まで幅広く系統的にご研究を進められている。

学生のみなさんは、見渡しの良い広い部屋を居室としていた（報告会等は居室でできそうであった）。机上には実験ノートやPC、プリントアウトした論文などのほか、自作したとみられる実験装置や計測機器類もあり、学生同士でディスカッションしながら能動的に研究を進めている様子が垣間見られた。荒川先生と川崎先生が「ぶんせき」誌の取材で筆者がお邪魔する旨をご説明下さると、「こんにちは！」と気持ちの良いご挨拶を頂いた。機器分析化学研究室では、研究能力のみでなく社会人として最低限の作法が身に付くよう指導されているとのことである。また、お二人の先生はベースとされている研究分野が異なるため、学生にとっては専門性を進化させるだけでなく、学際性・総合性を備えた能力を身につけられる環境にあるように思えた。

〈研究内容〉

機器分析化学研究室では、質量分析グループ（荒川先生）とナノ材料グループ（川崎先生）が“分析化学とナノテクノロジーの融合による新展開”を目指し、協力して共同で研究を進めている。

質量分析による計測技術の新展開

エレクトロスプレーイオン化法（ESI）やマトリックス支援レーザー脱離イオン化法（MALDI）のようなソフトイオン化法の発展により、X線回折やNMR、IR分析ではできないような高分子の分子量分布や末端基の同定をMSにより行えるようになった。これにより、タンパク質の研究が加速的に進歩した。生体高分子の場合、分子量10万を超えるような分子でも比較的簡単にイオン化することができるようになった。このようにして現在、アカデミックでMSの研究を行っているグループの多くが生体高分子を対象としている。

一方、上記のようなソフトイオン化法を用いても合成高分子は、分子量が1万を超えるとイオン化が困難である。従って、高分子量の合成高分子のMS測定をするためには、あらかじめ熱や光で低分子鎖に切断して低

分子量化する必要がある。高分子に強い超音波を照射すると分解してしまうので、高分子材料の性能向上を目指すにはご法度とされている。荒川先生はこれを逆手に取り、あえて合成高分子に超音波を照射して、イオン化しやすい低重合度の鎖に切断する前処理法を考案している。また、この超音波による分解反応には未だ多くの謎が残されており、MSを利用した反応機構の解明を目指している。

現在のソフトイオン化法で高分子材料を評価する場合、もう一つの問題がある。材料の性能を左右する可塑剤などの微量添加物、環境物質、薬物等は分子量が小さく、例えば有機マトリックスと試料を混合して測定するMALDI法では有機マトリックス由来のピークに妨害されて、低分子量化合物の検出が困難となる。従って、有機マトリックスを用いないレーザー脱離イオン化質量分析法や前処理法が必要である。表面支援レーザー脱離イオン化質量分析（SALDI-MS）法は有機マトリックスの代わりに、脱離イオン化支援剤として金属ナノ構造を利用するため、前述のような妨害物質が生じない。SALDIのイオン化効率はナノ構造を構成する粒子の光物性や形に依存するので、川崎先生と協力してSALDIに適したナノ粒子の合成も行っている。

さらに、新しいイオン化法の開発のみでなく、MSイメージング法の開発やMSを利用した微量環境物質の検出、超分子の解析なども行っている。先に触れたとおり、工業材料を対象としてMSを研究している大学の研究室は日本にほとんどなく、企業からの相談や共同研究が非常に多いとのことである。

機能性ナノ材料の創製とその応用

ナノ粒子と聞くと、筆者は直径100 nm程度の球状の金や銀粒子を最初に想像する。一方、川崎先生が対象としているナノ粒子は非常に小さいサイズで、金の場合数十～数百原子（2～3 nm）ほどの“クラスター”を溶液中で合成している。クラスターレベルの大きさになると、原子数で粒子の物性が変わると言われている。川崎

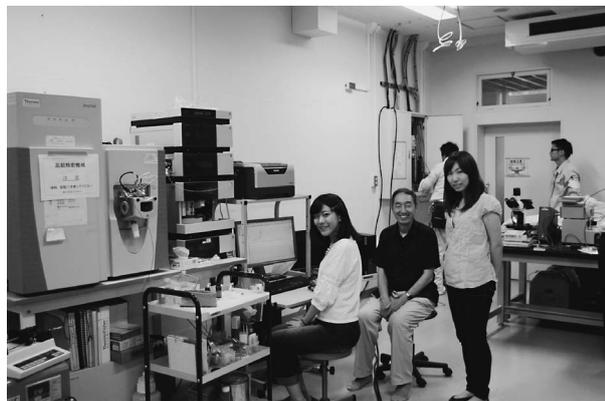


写真2 高解能 ESI-MS の前で荒川先生（中央）と質量分析グループの学生さん

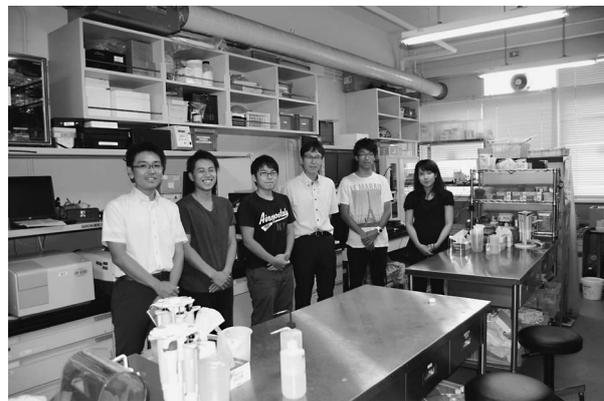


写真3 ナノ粒子合成室にて、川崎先生（右から3人目）とナノ材料グループの大学院生のみなさん（左端は筆者）。

先生は2012年に留学、米国カーネギーメロン大学で金ナノクラスターの精密合成法を学んだとのことである。

また、貴金属ナノ粒子の他、金属酸化物や、磁性体、半導体、カーボンなど非常に多岐にわたっている。さらにその形状も球状、プレート状、突起付（華状）と様々なものを合成されている。合成した多種多様なナノ粒子の性質を調べて、SALDIへの応用に限らず、ナノ粒子の蛍光を利用したセンシング材料、印刷塗布でデバイスを作製するプリンテッド・エレクトロニクス用途向けの導電ナノ材料、生体毒性の低い生体分子で保護されたナノ粒子など、様々な応用可能性を見据えた新たなテーマを創出されており、広い視野に感服した次第である。合成したナノ粒子・クラスターは、キャラクタライズする必要があるが、荒川先生と協力してMSにより行っている。このように、お二人の先生方は基盤にある分野は異なるが、お互いの強みを提供しながら研究を進められており、これぞWin-Winの関係と言える。

〈おわりに〉

機器分析研究室のHPを拝見すると、「質量分析とは」というコンテンツ内に「質分検証」、「化魂物材」、「糟粕嘗勿」という三つの言葉が記載されている。「質分検証」は荒川先生オリジナルのお言葉で、化学物質の検証には質量分析が適しているという意味だそうである。「化魂物才」は、和魂洋才になぞらえたもので、化学の精神を

大切にしつつ物理の技術（MSや新しいイオン化法）も受け入れて、両者を調和発展させるべしという意味の言葉とのこと。これらは、荒川先生がMSの研究を行う上で信条としている言葉だそうである。最後の「糟粕嘗勿（そうはくをなむるなかれ）」は、研究者としての心構えを説く長岡半太郎の格言である。他人が搾った酒糟を嘗めてはいけない、つまり他人が行った研究の真似ばかりするのではなく、“常に創造的であれ”，という意味に解釈されている。研究室の皆様はMSやナノ粒子合成をベースに新境地を開拓されており、これら三つのモットーを貫いていることが今回の訪問でひしひしと感じられた。

前述のように、訪問時には研究棟の耐震・改装工事が行われており、幾つかの計測機器類が新しい測定室へと移動中であったため、普段の様子をご紹介することができなかった。これは、よく事情を調べずに日程を調整した筆者の至らぬ点で、研究室の皆様には大変申し訳なく思う。また、耐震工事に加え9月の学会シーズンの準備等でお忙しいなか快く訪問をお引き受けいただき、心より感謝申し上げます（川崎先生はこの9月、研究室には四日ほどしか出席できないとのことでした）。工事後は安全性が格段に向上し、リニューアルされた研究棟で、研究がますます発展されること、大変楽しみである。

〔大阪大学大学院理学研究科 諏訪雅頼〕

新刊紹介

磁石の発明特許物語

——六人の先覚者——

鈴木雄一 著

磁石の開発は日本のお家芸の一つである。本書は、第二次世界大戦前にこの礎を築いた6人の先覚者（本田光太郎、三島徳七、増本量、渡辺三郎、加藤与五郎、武井武）と、世界最強のネオジム磁石の発明によって戦後欧米に水をあげられた日本の磁石技術を復興し再びトップの座へと導いた佐川真人に焦点を当て、永久磁石開発の歴史を振り返っている。

新たな磁石を発明するに至った発想や経緯、研究の過程に関しても詳細に描写されている。磁石は基本的に合金であるので、金属元素の配合割合や casting・成形・焼結等のプロセスにより物性（磁石の場合、保磁力や磁化など）が大きく変化する。すなわち無限通りの可能性がある中、彼らの類稀なる着想と弛まぬ努力でより強い磁石が開発される様子が磁石の研究者以外にも分かるよう平易に書かれている。

本書では特に、日本及び外国へ出願されて特許について実際の特許明細書に基づいて詳細に述べられている。巻末には各人が開発した磁石に関して出願した特許が年順で表にまとめられている。有志の日本企業との提携で国際的な特許競争をいかに乗り切ったか克明に描かれている。測定手法の開発で世界と競う分析化学者にとっても一読の価値がある。

(ISBN978-4-901496-80-3・A5判・118ページ・2,000円+税・2015年刊・アグネ技術センター)