

こんにちは



京都大学農学研究科 生体機能化学研究室を訪ねて

〈はじめに〉

年末も差し迫る12月中旬にしては穏やかな陽気の中、筆者は卒業後約20年ぶりに京都大学北部キャンパスを訪れました。鴨川沿いの出町柳駅から吉田山のふもとに^{なつ}む京都大学吉田キャンパスまでの風景は当時と比べてかなり変化したものの、キャンパスに一步踏み込むと20年前の雰囲気が思い出され、とても懐かしい気分になりました。農学部がある北部キャンパスの正門から北に真っ直ぐと延びる道は美しい銀杏並木としても有名であり、紅葉シーズンには黄色のカーテンがたなびき、黄色の^{じゅうたん}絨毯が敷き詰められたような素晴らしい風景であったであろうことは想像に難くありません。

銀杏並木とは対照的な、両側に立ち並ぶ近代的な理学部系研究棟群を横目に北へと進むと、本部キャンパスの喧騒からも徐々に遠ざかり、^{せいひつ}静謐とした雰囲気となってまいりました。そして、目的の農学研究科2号館へとたどり着きました。最初に驚いたのは、それまでに目にしてきた大型研究棟群とは対照的に、比較的小ぢんまりとした佇まいの建物であったことです。その2階に、今回訪問する京都大学農学研究科生体機能化学研究室があ



写真1 北部キャンパスの銀杏並木（冬景色）



写真2 京都大学農学研究科2号館（訪問先）

ります。教授室のドアをノックすると、すぐに白井先生が優しい笑顔で迎えてくださりました。

〈研究室について〉

生体機能化学研究室は、ポーラログラフイーの生みの親である志方益三先生が担当された旧京都帝国大学農芸化学科林産化学講座を源流としており、館勇先生、千田貢先生、池田篤治先生、加納健司先生と引き継がれてきた、日本の電気化学分析の本流の一つともいえる研究室です。現在は白井理先生が教授として継承され、さらに発展されております。加えて、助教の北隅優希先生と宋和慶盛先生は、それぞれ独自のエッセンスを電気化学に加えて昇華し、展開されております。教員3名に加え、スタッフ4名、博士後期課程学生3名、修士課程学生7名、4回生4名が研究室に所属されており、研究に励ん



写真3 教授室にて

（上）左から順に宋和先生、北隅先生、白井先生、著者。（下）志方先生がチェコで開発された（左）ポーラログラフ2号機と（右）国産ポーラログラフ初号機

でおられます。訪問時にとても印象的だったことは、学生さんにとって初対面の私に対しても、みなさん元よく挨拶をしてくれたこと、そして先生方と物怖じなく自由闊達な議論を繰り広げられていたことです。このような学生さんの様子からも、先生方のご指導の素晴らしさが伺えました。また、小型研究棟である故に1フロア+ α のスペースを一つの研究室でゆったりと占有できるという垂涎の研究環境も、素晴らしい研究報告が生体機能化学研究室から量産される要因の一つなのかな、と感じました。

〈研究テーマについて〉

生体機能化学研究室では、生体膜を介したイオン透過や薬剤輸送、酸化還元酵素による電子移動、神経伝達機構および細胞間コミュニケーションの解明など、電子とイオンの流れによって生じる生物機能を解明する「生物電気化学」を研究しておられます。生体内では、電子とイオンの流れによって生命活動を維持する「エネルギー」が生み出され、生体膜を介した薬物輸送や情報伝達が起きます。また、酸化還元酵素は、電子移動を介した物質-エネルギー変換において重要な役割を担っています。これらの現象に対して以下の研究テーマを掲げて、研究室一丸となって研究に取り組んでおられます。

白井先生は、主に膜が関与する反応の基礎と応用について研究しておられます。生体膜ではイオンチャネルやポンプ、キャリア化合物、そして疎水性イオンがイオン輸送に関与しています。イオンチャネルやキャリア化合物の場合は、それらを脂質二分子膜に再構成し、対イオンの分配と移動も含めた透過機構を提案し、解析法を考案しておられます。加えて、電気的中性則を念頭に置き、電子移動系との共役も考えておられます。神経伝導および細胞間コミュニケーションについても、化学伝達と電気伝達の相乗作用を考慮し、新しい視点から解明しようとしています。また、速度論に基づく薬物輸送や植物栄養成分のセンサや、有害物質の自発的回収材の開発も進めておられるとのことでした。

北隅先生は、バイオセンサの特性向上、特に安定性の向上を追求し、シミュレーションと実験との比較から電極形状や基質供給経路、そして酵素反応場のデザインに



写真4 ジャーナルの表紙を飾った研究の数々

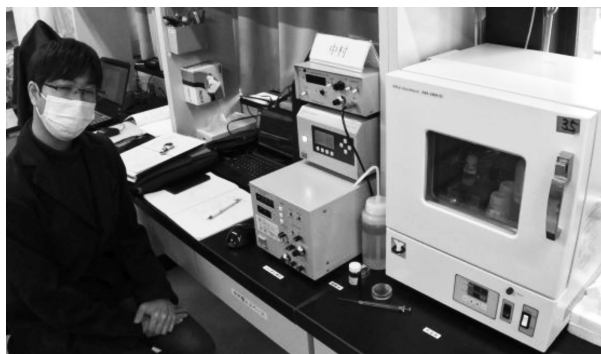


写真4 膜透過に関する実験の様子

取り組んでおられます。また、酵素電極反応の解析モデル開発から酵素と電極間の電子移動反応に対する理解の深化を目指しておられます。開発された解析モデルは、より合理的で効率的な材料探索の指針となっているそうです。また、生体膜を透過する物質輸送を解析するためのシミュレーションモデルの開発にも取り組んでおられます。さらに、研究活動で急遽必要になる小物や実験を円滑に進めるためのちょっとした治具の制作、測定装置の組み立てや修理など、裏方としても学生の研究を支えていらっしゃるそうです。

宋和先生は、農芸化学的見地から生体機能機構の基礎理解と応用研究を推進されておられます。特に、電極への直接接合が可能な直接電子移動 (DET) 型酵素に関して、構造生物学と生物電気化学の観点から基礎研究を行っておられます。最近では、クライオ電子顕微鏡観察技術を取り入れた共同研究によって30年間未解明であったモデル酵素の構造を解明し、DET型酵素におけるブレイクスルーを生み出されました。また、高度な生体機能を活用することで、第3世代型バイオセンサやCO₂のバイオ資源化、エタノールあるいは水素バイオ電池などの応用展開にも挑戦しておられます。さらには、社会実装に向けてアカデミア発ベンチャーの設立にも取り組んでいらっしゃるそうです。

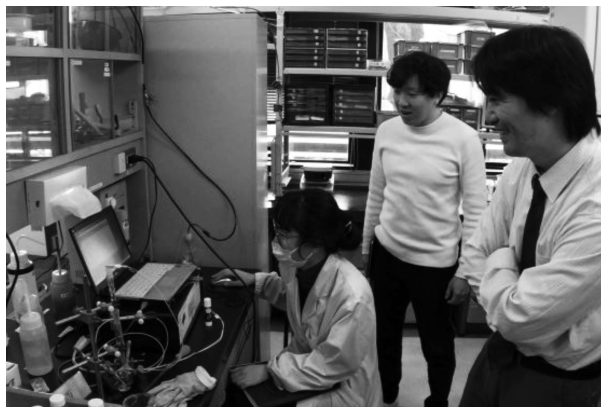


写真5 イオンの疎水性評価実験の様子
担当学生 (左)、宋和先生 (中)、北隅先生 (右)

以上、^{せんえつ}僭越ながら生体機能化学研究室の研究テーマについて紹介させていただきました。電気化学については講義内容程度の知識しかない私にも大変分かりやすく丁寧にご説明くださりましたこと、感謝いたします。原理・真理の学問的追求から社会実装に至る応用研究まで、本当に幅広く研究を展開されており、大地にしっかりと根を張り、逞しい幹を伸ばし、青々とした枝葉をしっかりと茂らせていく、クスノキの巨木をイメージさせるようなスケールの大きさを感じました。白井先生、北隅先生、宋和先生の今後のご研究の益々のご発展を心より祈念いたします。

〈さ い ご に〉

取材中、2023 年がポーラログラフイー 100 周年、そして京都大学農学部 100 周年という非常に大きな節目

であったことを伺いました。様々な行事や記念号発刊など大変お忙しい中、本記事執筆のために先生方の貴重なお時間をいただきましたこと、改めて御礼申し上げます。また、取材が終わって私が生体機能化学研究室を後にする際、最後まで白井先生、北隅先生、宋和先生は^{そろ}揃って見送って下さり、改めて先生方の温かいお人柄が感じられました。普段から、日本分析化学会近畿支部の各種活動で先生方には大変お世話になっており、学会発表などでもお話を伺うことはありましたが、この機会を通じてご研究の一端や研究環境に改めて触れられたのは大変幸運なことであり、大きな刺激を受けました。久々に母校を訪れたこともあって付近を少し散策し、変わらないもの、変わりゆくものそれぞれに思いを馳せながら、私も意気込みを新たにして帰途につきました。

〔北里大学理学部化学科 末吉 健志〕

原 稿 募 集

「技術紹介」の原稿を募集しています

対象：以下のような分析機器、分析手法に関する紹介・解説記事

- 1) 分析機器の特徴や性能および機器開発に関わる技術、2) 分析手法の特徴および手法開発に関わる技術、3) 分析機器および分析手法の応用例、4) 分析に必要な試薬や水および雰囲気などに関する情報・解説、5) 前処理や試料の取扱い等に関する情報・解説・注意事項、6) その他、分析機器の性能を十分に引き出すために有用な情報など

報など

新規性：本記事の内容に関しては、新規性は一切問いません。新規の装置や技術である必要はなく、既存の装置や技術に関わるもので構いません。また、社会的要求が高いテーマや関連技術については、データや知見の追加などにより繰り返し紹介していただいても構いません。

お問い合わせ先：

日本分析化学会『ぶんせき』編集委員会

〔E-mail：bunseki@jsac.or.jp〕