客員所員を経験して

木須 孝幸

2013 年度前・後期を通じて辛教授にホストになっていただき、極限コヒーレント光科学研究センターの客員准教授として物性研に滞在させていただきました。私は 1999 年 4 月から 2010 年 3 月まで、途中 3 年間の理化学研究所勤務を挟み大学院生、特任研究員として在籍し、その後の阪大着任後も嘱託研究員として辛研究室の仕事に携わらせて頂きました。私は、新しい光電子分光法の開発とそれを用いた物性研究をメインテーマとしており、物性研の光電子分光システムの開発にも関わらせていただきました。これらの装置は辛研究室の皆さんによって素晴らしい性能を発揮しており、物性研における光電子分光法が世界の最先端である、ということを改めて外からの視点で実感できたのはとても新鮮でした。

本客員期間中の私の研究テーマは、光電子分光法を用いた分子性導体(特に 2 次元)の電子状態の研究とそのためのノウハウの構築あるいは新しい分光法開発でした。このテーマは分子性導体と光電子分光法の相性の悪さも相まって、私が修士 2 年の時から現在に至るまで 10 年以上もの長きにわたり、悪戦苦闘してきたテーマでもあります。分子性導体はその多様性により無限ともいえる物質設計の自由度を持っており、新しい機能性デバイス創成が期待されていますが、電子状態の直接観測による電子物性発現機構に関する研究はその困難さから非有機物質ほど効率的にはなされておらず、より効率的な機能性分子性デバイス創成のために光電子分光による電子状態研究には大きな期待が寄せられています。

一つ目の仕事として *k*–(BEDT–TTF)$_2$Cu(NCS)$_2$ をレーザー光電子分光でこれまで失敗してきた角度分解測定を目指しました。これらの物質の測定においては、冷却も非常に重要なノウハウとなっており、冷却スピードをいくつかの温度域でそれぞれ制御しながら 2 日かけて超伝導転移温度まで持っていく必要があります。そのうえで、ある温度で劈開を行うわけですが、光電子測定に耐えうる表面を得ることができる確率はそれでも 2–3 割程度にとどまっています。試行した数回において、角度積分スペクトルを得ることができる表面は得られたものの、角度分散情報を得ることは残念ながらできませんでした。角度積分スペクトルは、以前同装置で取得したものと同様で、再現性の確認はできたものの新しい情報の取得には至りませんでした。角度分解測定の挑戦については、これからも腰を据えて続けていくつもりですが今回の失敗したのは大変残念であるとともに申し訳なく思っております。

一方で、分子性導体を光電子分光を用いて測定を行う上で、その励起光エネルギーによる測定効率、スペクトル形状、ラディエーションダメージなどを系統的に知ることは最も重要なノウハウの一つです。今回を含むこれまでの結果と私が大阪大学において建設しました励起光として 6eV のレーザーを用いた光電子分光の結果と合わせて、6 – 8 keV の非常に広い範囲にわたっての知見を得ることができました。これまで 7 eV のレーザーを用いることが分子性導体のフェルミ準位近傍の電子状態を知るのに最も有効であることが分かっていましたが、測定効率・ラディエーションダメージの点では 6eV の方が有利であることがわかりました。一方で、(BEDT–TTF)塩を持つ物質群においては HOMO の底が約 0.8eV 付近に位置し、6eV では電子の運動エネルギーが小さいため、ちょうどこの辺りのエネルギーは信頼性に欠ける場合があることもわかりました。これらのことから分子性導体の光電子分光研究においては 6eV と 7eV の励起光を測定対象と目的に応じて組み合わせることで最も信頼に値する研究を遂行できることが明らかになりました。

こちらはついでのような感じだったのですが、新しく開発する究極のエネルギー分解能と低温性能を持つ新型光電子分光システム構築における各部詳細の議論に参加させて頂きました。私はやはり新しい装置というものに心弾むたちらしく、研究室のメンバーに混じらせて頂いて、アナライザー・低温・磁場遮蔽・駆動機構など様々な点についてアイデアを交わしあい、こちらでもとても充実した時間を過ごさせて頂きました。研究室の皆さんの超高分解能光電子分光への理解と情熱は他の追随を許すものではなく、改めて物性研の先進性に感嘆いたしました。私も更なる高度化のため微力を尽くさせて頂ければと思います。このような物性研ならではの研究開発の中から、きっと大きな発見が出てくるものと期待しております。

現在、授業や学生指導、用務に加え理化学研究所のチームリーダーも兼任し、日々めまぐるしく過ごしておりますが、客員所員として研究に専念する時間が持てたことは大変素晴らしいことでした。多くの関係者の皆様方に深く感謝いたします。本当にありがとうございました。