

## 座談会

# 海外留学を経験して

## 一若手研究者が語る新しい視点での研究生生活のすすめ

出席者

東京大学大学院 工学系研究科 化学システム工学専攻  
 崇城大学薬学部 薬物動態学研究室  
 名古屋市立大学大学院薬学研究科 薬物送達学分野  
 千葉大学大学院薬学研究院 製剤工学研究室  
 (司会) 岐阜薬科大学

松並研作氏  
 岡本侑子氏  
 田上辰秋氏  
 植田圭祐氏  
 竹内洋文氏

### 海外での研究生生活を目指すきっかけは？

**【竹内】** 一般財団法人新製剤とエンジニアリング振興基金(NPTE)では、毎年、海外留学を目指す若手研究者に向けて研究助成金を支給しています。対象は「製剤開発」「製剤技術」「製剤プロセスエンジニアリング」の3分野いずれかの研究活動に従事する研究者に対して海外留学のための渡航費および研究費の一部を支給するものです。

現在はコロナ禍ということもあり、渡航が難しいという状況でもありますが、本助成金を利用して海外留学を経験された研究者の方にお集まりいただき、留学の魅力などについてお話をお聞きしたいと思います。ではまず、皆さんが留学しようと思ったきっかけ、目的についてお聞かせください。

**【植田】** 私はPurdue大学に留学させていただきました。物理薬剤分野における最先端の研究を学びに行くと同時にネットワーク形成のためでした。留学先としてPurdue大学を選んだ理由の1つとして留学先の学科の特色があげられます。Purdue大学のIPPH (Department of Industrial and Physical Pharmacy) 学科は日本ではあまり聞かない学科ですが、企業における実際の医薬品開発を強く意識した学科であり、アカデミアの研究と実際の製剤を結び付けた研究が多く行われているところに魅力を感じました。加えて、私の専門分野である物理薬剤の分野で著名な教授が多数在籍しており、本分野における最先端の研究を学ぶことができると考え、Purdue大学を留学先を選びました。

**【岡本】** 私はシドニー大学に留学させていただきました。私は大学院時代、薬物動態学研究室でDDS分野の研究を行っていました。年数回は学会に参加しており、その中で2回国際学会に参加する機会をいただきました。国際学会では他国の研究者からの質問を英語で受けましたが、普段日本にいて英語を読むことがあっても話す機会がほとんどない私にとって英語での質問を聞き取り、理解しそれに答えることはとても難しいことであり、研究を行っていくなかで英語を読むだけでなく聞き取り話すことの必要性を痛感しました。また、今後グローバル化していく社会で生きていくために広い視野を持って国境や言語にとらわれず世界中の人々と柔軟にコミュニケーションをとれるようになりたいと考えました。そこで今回、英語を学びながら研究スキルの向上と国際的視野を広げることを目的としてシドニー大学へ留学しました。

今回留学したHak-Kim Chan教授のAdvanced Drug Delivery Groupでは主に呼吸器系ドラッグデリバリーを中心にバクテリオファージなどの研究を行っており、今まで行ってきた研究を活かしつつ異分野についても学ぶことができるため、以前留学経験がある研究室の先生に紹介していただき受け入れていただくことになりました。また、シドニー大学のあるオーストラリアは英語圏の中でも特に治安が良いことも留学先として選んだ理由の1つとなりました。

**【松並】** 私はアントワープ大学に留学させていただきました。私の博士研究を進めるうえで、そして研究者としてのキャリアを考えるうえで、世界的に最先端の研究をしているグループに滞在して、かつ研究環境の大きく異なるところで学びたいと考えたからです。アントワープ大学は、錠剤の



▲松並研作氏

連続生産に関する最先端の研究をしているグループの1つです。私は修士1年の時に、同じく連続生産の研究をしているラトガース大学に滞在したことがあるのですが、そこでもさらに違った研究アプローチをしているところに行ってみたくて考えていました。ゲント大学の特徴として、連続生産の実機を所有しているだけでなく、薬科学とバイオサイエンスといった異なる所属のグループが共同で研究しているところがありました。私の専門分野であるプロセスシステム工学と少し違った分野も学びたいと感じていたため、一度に複数の異分野を学ぶことができる環境は新たな研究を生み出すのにふさわしいと感じました。

**【田上】**私も岡本さんと同じシドニー大学に留学させていただきました。私は、これまで生体適合性の高いドラッグキャリアであるリポソームをはじめとした機能性ナノ粒子に関する研究を行ってきました。それらの機能性粒子を吸入剤として製剤化するにあたって研究を遂行していくうちに、現在、市販されている吸入デバイス・吸入剤の多くは国外産であることから、海外の研究者と連携をとって研究を進めていくことの重要性について認識をしていました。その一方で、留学に関してはいくつかのハードルがありました。まず名古屋市立大学は研究者のためのサバティカル制度(長期休暇制度)がなかったため、留学するためには、研究費と滞在費をまったくのゼロから確保する必要がありました。そのような中、偶然なのですが科研費の国際共同研究加速基金を獲得することができました。さらに私が滞在する間の人材として、特任



▲岡本侑子氏

助教の先生(福重香先生(現:愛知医科大学))にカバーしていただけることにもなり、さらに海外出張という形をとることでようやく留学することができました。シドニー大学ではHak-Kim Chan先生の研究室に留学しました。Kim先生は、吸入剤研究の世界的権威として広く知られています。私が所属する尾関研究室では、スプレードライヤーを用いた機能性吸入剤に関する研究をこれまで行ってきましたが、尾関哲也教授とKim先生との間で10年以上前から交流があり、尾関研究室とKim研究室間で学生がそれぞれ数カ月交換留学し親交を深めてきた経緯があります。そのため、尾関研究室で行ってきた研究内容をうまく活かせる研究室として、Kim先生の研究室が適していると考えました。Kim先生が講演のため来日する機会があり、その時に色々とお話させていただく機会があったため、最終的にシドニー大学に留学することに決めました。

### 海外の研究室で成果をあげ、新たなステップへ

**【竹内】**ありがとうございます。皆さん、海外での研究生活ではさまざまな成果が得られたと思いますが、お聞かせいただけますか。

**【植田】**留学中には薬物過飽和溶液の相分離現象に関する研究を行い、各種製剤添加剤が薬物の過飽和溶解状態に及ぼす影響を明らかとしました。在籍中に行った研究については成果を論文にまとめ、4報の論文がすでに国



▲植田圭祐氏

際誌に受理されており、帰国後も共同研究を継続しています。

【岡本】 留学先では、細菌を宿主とするウイルスであるバクテリオファージの標的部位での安定かつ持続的な治療効果を目的としたファージ封入りリポソーム（ファージリポソーム）の調製と評価を行いました。薄膜水合法により作製したファージリポソームは孔径200nmおよび400nmのフィルターを用いて粒子径を調整し、異なるリポソームサイズによる物理化学的特性を比較しました。動的散乱装置で粒子径を測定したところ、それぞれ251nmおよび418nmのリポソームとなり、多分散指数0.3以下でありました。さらに、ファージのリポソームへの封入効率は95.5%（200nmフィルター）および89.3%（400nmフィルター）となり、均一かつ高い封入効率をもつリポソームとなりました。また、cryo-TEMを用いた形態観察により、球状の一枚膜リポソームであり、ファージはリポソーム内水相に存在していることが示唆されました。次に、4℃および25℃に保存したファージリポソームの粒子径および封入効率の経時変化を測定することにより長期安定性を評価しました。その結果、両サイズのファージリポソームとも調製後8週間まで粒子径の大きな変化は観察されませんでした。封入効率において400nmファージリポソームではわずかな減少が見られたことから200nmファージリポソームがより安定なリポソームであることが明らかとなりました。さらに、フランチセルを用いてリポソームからのファージの放出性を評価した結果、リポソームからのファージの放出は48時



▲田上辰秋氏

間後にプラトーに達し、リポソームに内包することにより持続的なファージの放出が得られることが明らかとなりました。本研究ではファージを高封入した安定なリポソーム製剤の調製法の確立に成功しました。今後は、ファージ単独とファージリポソームの*in vitro*での宿主細菌に対する溶菌活性および感染モデルマウスを用いた*in vivo*での治療効果を比較検討する予定です。

【松並】 錠剤の連続生産の中で1つの課題点であった、スタートアップ操作に関する研究に取り組んでいました。滞在した研究室が所有する連続湿式造粒機を用いて製造実験を実施しました。得られた結果を現地の学生や先生方とディスカッションしながら解析することで、スタートアップに関する理解やカギとなるパラメータについて知見を得ることができました。留学先で取り組んだ研究成果は化学工学会第51回秋季大会で発表し、SIS部会研究奨励賞を受賞しました。現在は研究成果を論文化する作業を行っています。また、留学を経て、私たちの研究室と留学先の研究室との関係をより深めることができたため、今後も私個人だけでなく、研究室レベルで共同研究などを続けることができそうだと感じています。

【田上】 時間は限られていましたが、色々なことを検討しました。例えば、高齢者の吸入剤および体内動態の調査研究として、オーストラリア・デンマーク・中国の研究者と日本の研究者とで分担した内容の論文がアクセプトされています。調査しディスカッションしてわかったこととして、一般的な臨床試験は若い健康者で行われることが多いため、高齢者患者において吸入剤を投与した



▲竹内洋文氏

場合の体内動態の臨床データについて、非常に限られているということでした。また各種生理機能が低下している高齢者は、体内動態パラメータが変化するという内容をまとめました。その一方で、機能性リポソームをスプレードライ法により粉末製剤化するための研究や免疫抑制剤であるシクロスポリンのナノ粒子化と機能性吸入剤に関する研究などについて検討をしていました。

## 言葉の壁、物価の高さ、研究マインドの違いに困惑？

【竹内】 皆さん充実した研究生活を送られていますね。でも留学中に困ったことなどはありましたか。

【岡本】 英語がまったく喋れない私にとって留学中に最も苦労したのが言葉の壁でした。留学先のオーストラリアは多民族国家であるためさまざまな国の人が住んでおり、国や地域によって英語の発音が異なるので聞きとるのに苦労しました。また、自分の考えや意見を伝えるときにも発音や細かいニュアンスなどが異なっているためうまく伝わらないことが多々ありました。しかしながら、英語を母国語としない留学生も多く、英語が喋れないことへの理解もあったため最後まで諦めずにコミュニケーションをとることができました。

【植田】 アメリカの多くの大学と同様にPurdue大学は公共交通機関が充実していない場所にあるため日常生活において車が必要でしたが、留学中にアメリカのハイウェイで車の故障に見舞われました。大学があるWest Lafayetteからシカゴに向かうハイウェイ中で車がパンクしたのですが、故障した場所が百キロ近くにわたってひたすら砂漠や広大な畑が広がるような場所であり、路肩に車を止めたものの周りには目印が何もなかったため修理

依頼の連絡で故障場所の説明が難しく、不安な思いをしました。幸い、日本でのJAFに相当するAAAに加入していたおかげでアプリから自分の位置情報を送信することができ事なきを得ましたが、もし電話だけで位置を説明するとなったらもっと時間がかかったのではないかと思います。実際、最初はGoogle Mapで位置を確認しながら修理依頼の電話をかけていたのですが、Google Map上ですら目印になる建物が遠く、対応してくれたオペレーターも場所を把握しきれず困惑していました。アメリカで車を持った場合は、AAAなどのサービスに加入してGPS情報を送信できるアプリを入れておくことをお勧めします。

【松並】 まずは留学前の話になりますが、留学の準備は自分で進めなければいけないことが多く苦労しました。特に、私のような短期留学の学生が入ることのできる住居を見つけることが大変で、大学からもらったリストなどをとに20人ほどの大家さんにコンタクトをとって、やっと一件見つけることができました。留学中も、事務手続きや日常生活で慣れないことも多く苦労したことも多かったです。幸いなことに英語で対応していただける方が多かったため、何とか自力でやり抜くことができました。あとは、大学が閉まるのが日本より早いなど、システムの違いもはじめは戸惑いました。一度だけ、実験の片付けが長引いて研究室を出るのが遅くなった時があったのですが、そのときは建物のメインのドアも施錠されており、かつ正門も閉まってしまいました。自転車で通学していたため、自転車も通ることのできる出口を見つけるのに特に苦労しました。

【田上】 オーストラリアは、物価が日本より高いことをあげたいと思います。ペットボトルのダイエットコーラが4ドル近くしたのは本当に驚きました。また、シドニーの家賃も高いことから、シェアルームに住み、節約を行いました。ルームのオーナーは、中国から移民してきた方で色々とお世話になり、他のシェアしていた方と楽しく、多国籍交流させていただきました。

また、海外で旅行したり滞在したりすると日本食が食べなくなるときが必ず来ます。私の場合は、コリアタウンの近くに住んでおり、日本の食材が手に入りやすく、オーストラリアのスーパーでは、ラム肉やカンガルー肉、オージービーフも手に入ることから家で自炊をしていました。また日本食レストランもありましたが、韓国・タイ・ベトナム・インドネシア料理のほうが口に合っていたため、うまく生活に適応できていたと思います。

**【竹内】** 皆さん、言葉や食事、物価の高さなどでご苦労されたんですね。ところで日本人の研究者と海外の研究者で研究のやり方や考え方に違いがあると感じたことはありますか。

**【松並】** 海外の研究室における博士課程の学生の重要性を改めて感じました。私たちの研究室は、博士課程の学生も増えていますが、日本の大学にいと、研究室の学生は学部生や修士学生が中心という印象を受けることも多いです。しかし、留学先の研究室は、数多くの博士課程の学生が中心に成り立っており、修士の学生ですら正式なメンバーという扱いは受けていません。博士中心の研究室ですので、皆が主体的に取り組んでおり、向上意欲も非常に高いです。また、向こうの学生の間では、博士課程の学生は「PhD student」ではなく「PhD researcher」と名乗ろうと言われることも多く、良い意味でプライドも高く感じました。留学を通して、改めて博士号取得の重要性を感じたとともに、博士課程というのは単なる学部や修士課程の延長線上ではないのだと思いました。

**【植田】** 滞在中に最も強く感じた日本の研究者と現地の研究者との違いは、自分の研究に関しての思いを相手に伝える巧みさです。日本の研究者も高いモチベーションをもって研究を行っていると思いますが、私もそうなんです。研究に対する思いをあまり外に出さずに黙々と研究を行っている人も多いかと思います。しかし、滞在した研究室では、ラボメンバーはみな自分の研究に対する熱い思いを頻繁に話しており、外国の研究者が聴衆を引き付けるプレゼンテーションを行える一因になっていると感じました。

**【田上】** 海外の人の仕事の処理速度や研究するスピードが速いと思います。もちろん、日本人の私の英語処理速度が遅いため相対的にそう見えることもあります(汗)、特に論文を読む・書くスピードが速いと思います。あと当たり前ですが、英語の情報の質・量は日本語ソースのものに比べて圧倒的に多いです。名門のシドニー大学からアクセスできる研究雑誌の種類も多く、豊富な情報源から論文を読み解いてディスカッションして、効率的に研究を進めていくスタイルは勉強になりました。その一方で、自分の得意とする実験系や実験技術は、リスペクトされると思います。

**【岡本】** オーストラリアは日本ほど上下関係が厳しくなく、研究室には教授をはじめ、ポスドク、ドクターやマスターコースの学生、学部生が在籍していましたが立場に関係

なくお互いに助け合いながら研究に取り組んでいました。また週1回行われるグループミーティングではポスドクの発表者に対して学生が臆することなく質問や考えを発しており、日本ではあまり見られない光景だと感じました。さらに、海外の研究者はオン・オフがはっきりしており、長期休暇をとることも多く、仕事とプライベートとのメリハリがしっかりとしているのが印象的でした。

## ぜひ海外留学にチャレンジを、事前の計画も重要

**【竹内】** では最後に今後、NPTEの海外留学助成金制度を利用して留学したいと考えている方にメッセージをお願いします。また、本制度への要望や期待することもあわせてお聞かせください。

**【田上】** 国内外問わず他の研究室に留学することは新しい視点や考え方を得ることにつながりますので、ぜひチャレンジされることをお勧めします。また、海外に短期滞在するのと長期居住するのでは、意味合いも変わってくると思います。本当は長く滞在したほうが得られることが多いですが、留学する方が全員できることではないです。この海外留学助成金制度に応募して、留学という貴重な機会を得ていただければと思います。

海外留学助成金制度は海外に留学する研究者にとって非常に有用な制度だと思います。特に物価が高い国に留学する場合、費用がかかるため、補助が必要だと思います。私は単身で滞在しましたが、家族で行かれる方は、さらに費用がかさむので、外的な補助は本当に助かると思います。

**【植田】** 留学先にて研究を進める上でアパートの契約や銀行口座の開設、車の取得などに関わる手続きなどはなるべく日本で進めておくことをお勧めします。留学の期間が十分に確保されていれば問題ないですが、多くの場合限られた期間での留学になると思うので、研究に集中できる時間を減らさないためにも事前の準備が重要です。現在はインターネット経由で銀行の口座開設や外貨送金、アパートや車購入の事前打ち合わせなども簡単に行えるので、いろいろな情報を集めて米国に到着後は研究に集中できる環境をそろえておくことをお勧めします。

助成金制度に対しての要望としては、より長期の留学に関して対応可能な助成金があれば良いと感じます。滞在した研究室ではさまざまな国から多くの留学生が学びに来ていましたが、その多くが1年以上の期間で研究

を行っており、長い期間での滞在が可能な助成金があると留学の可能性が広がると思います。

**【岡本】** 私は今回海外生活を楽しみながら、異なる研究分野について学ぶという目標をもって留学に挑みました。海外での研究は言葉や文化の壁があり苦勞することもありましたが、目標があることでモチベーションとなりがんばることができました。また留学を通して、さまざまな国の人と交流もでき、新しいことに挑戦することで自分の研究の発展や視野を広げることにもつながり、とてもいい経験となりました。今後留学する方には、留学するうえでの目標をしっかりと持って充実した海外生活を送っていただきたいです。

留学するには渡航費やビザ取得等の費用も必要であり、また、滞在先のシドニーは日本と比較して物価が高いため、金銭的負担が大きいことが問題でしたが、NPTE財団からの助成金制度により今回の留学を実現することができました。今後も多くの研究者が海外留学を経験できるよう助成金の継続的な支援を要望します。

**【松並】** 博士課程の間に応募させていただいたため、まずは学生向けへのアドバイスになりますが、もっと多くの学生が海外留学助成金制度に応募するようになってほしいと思います。学生のうちに、海外の研究室を直接経験することで、研究内容だけでなく、研究への姿勢や将来のキャリアなどいろいろなことを深く考えられるようになると思います。また、留学する際は、事前によく計画しておくことをお勧めします。特に私のように留学期間が限られている場合は、留学先で充実した研究ができるかは、それまでにどれだけ研究計画を練って、留学先の先生などとディスカッションできたかが重要になると思います。もちろん、それでも実際には思うようにいかないことも多いので、留学中は臨機応変に対応することも大切だと思います。

そしてNPTE財団には私の留学を支援してくださったこと、改めて深謝いたします。海外留学を支援する制度はたくさん存在するのですが、なかなか条件やタイミングなど難しいことも多いため、助成金が博士学生にも門戸を広げているのはとても貴重なことと思います。連続生産など新たなものが次々と導入されつつある現在、日本の研究を世界に発信していくことが重要になってくると思います。ぜひとも、この制度を今後も継続していただくとともに、ますます存在感を高めて、多くの研究者が応募するようになってほしいと期待しています。

**【竹内】** いろいろな要望もお聞かせいただいたので、今

後検討していきたいと思います。最後に岡本さん、田上さんが留学されていたシドニー大学のKim先生からのメッセージをご紹介します。

シドニーで若い日本人研究者にお会いするのを楽しみにしている！



シドニー大学薬学部 教授  
Hak-Kim Chan

私の研究室では過去15年の間、日本の若手研究者を受け入れる機会を多く持ち、そのうちの3～4名はNPTE振興基金によって支援を受けている。これらの研究者は、産業界(キヤノン、日東電工、第一三共)と学界(名城大学、名古屋市立大学、崇城大学、静岡大学)の双方からの出身者である。筆者自身の印象としては、日本人の若手研究者は全体的に礼儀正しく勤勉で、有能で協力的だと感じた。実際、日本人研究者のほとんどがプロジェクトを成功裏に終了し、主要な製薬ジャーナル(たとえば、International Journal of Pharmaceutics and Advanced Drug Delivery Reviews)で多くの共同出版物に論文を掲載している。

NPTE振興基金の海外留学助成金プログラムは、日本の若手研究者にとって非常に大きな意味を持つと考える。若い科学者たちが、新しい研究環境の中で新しい研究に取り組み、新しい製剤技術を学ぶことができ、彼らの探究が新しい域に広がる可能性をもたらすからである。若手研究者たちはまた、研究のアプローチと実践、労働倫理、研究チームを率いる教授の監督スタイルと役割、研究所の日常業務など、多くの点で目が覚めるような違いを見つけるかもしれない。その点において、違いがなぜどのように存在するのか、そして

日本に帰国した後の将来のキャリアにおいて何が役立つのかを学ぶことができるかもしれない。一方、海外留学プログラムは、技術研修の面だけではなく、社会的文化的側面においても同じくらい重要である。社会的交流と新しい友情が自然に生まれ、生涯にわたってプラスの影響を与える可能性がある。外国に長期滞在することは、若い日本人がその国についてより深く学ぶ絶好の機会にもなり、シドニー滞在中に、日本人の若手研究者が英語力を大幅に向上することもよく見かける。これは短い滞在では不可能である。

将来留学を計画している若い日本人研究者に役立つかもしれない提案をいくつかさせていただきたい。まず、海外での研究と日常生活の双方において、効率的なコミュニケーションが不可欠であるので、渡航前に英語力の向上に励んでいただきたい。しかし、新しい環境でははるかに速いペースで語学が向上できるので、語学力が完全でないといって心配する必要はない。次に、日本を離れる2～3カ月前に、将来の受け入れ先とテレビ会議でプロジェクトについて詳しく話し合っていたいただきたい。その目的は、あなたと受け入れ先が、将来取り組むプロジェクトに同意し、そのプロジェクトに必要なリソースが利用可能になること

を保証するためである。第三に、NPTE振興基金が提供するこの貴重な機会に感謝し、それを最大限に活用して研究と人生経験を豊かにしていただきたい。一生懸命がんばってください！

海外留学の滞在期間は1年が望ましいと考える。科学的な研究成果を発表するためには、6カ月未満の滞在期間だと十分ではないと思うからである。最後に大事なことを言い忘れたが、日本人の若手研究者をお迎えすることは、私にとって喜びであり、将来シドニーで皆さんにお会いできるのを楽しみにしている。

海外留学研究助成金の詳細はホームページ (<http://www.npte-foundation.org/aid/>) 参照。

