

海外学生派遣事業を利用した海外短期留学

山口 拓真

総合研究大学院大学物理科学研究科構造分子科学専攻
5年一貫制博士課程4年

やまぐち・たくま

2014年千葉大学工学部ナノサイエンス学科卒業、2016年同大学院融合科学研究科博士前期課程修了後、総研大に3年次編入。光子科学研究領域の解良グループにて有機半導体材料分子の電子状態について光電子分光装置を用いた研究を行っている。

平成28年5月からおよそ3か月間、総研大の海外学生派遣事業を利用し、ドイツのフリードリヒ・シラー大学イエナ（以下、イエナ大学）のTorsten Fritz教授の研究室で共同研究をさせていただきました。Fritz教授は有機半導体材料分子の薄膜構造について走査型トンネル顕微鏡装置、低速電子線回折装置などを用いて長年にわたって詳細に研究しています。私の研究である有機半導体材料分子の電子状態を理解するうえで試料の薄膜構造を知ることは必要不可欠であったため、この研究室を選びました。Fritz教授の研究室と私が所属している解良研究室では長年にわたって共同研究しており、年に一度はイエナ大学を訪ねさせていただいたのでFritz教授とはもともと面識がありました。Fritz教授は友達のように接することができるほどとても気さくな方で、そのお人柄も留学先にこの研究室を選んだ理由の一つです。

イエナ大学は1558年に設立された長い歴史を持つ大学であり、テューリンゲン州のイエナという街にあります。イエナは典型的な大学都市であり、街の各所に大学の施設が点在しています。そのため授業を受けるために街の端から端まで移動しなければならない

ことがあるそうです。大学都市ということもあり、イエナには歴史あるドイツレストランをはじめギリシャやトルコ、中華、韓国、ベトナム、日本など世界各国のレストランがあり食事は飽きることなく楽しむことができました。気候は岡崎に比べて少し涼しく、晴天の日でも屋外でのホットコーヒーを楽しめるほどカラッと乾燥しており、非常に過ごしやすい環境でした。多くのひとがレストラン店内ではなく、外の席で食事やコーヒーを楽しんでおり、それは日本とドイツの文化の違いを感じる印象的な光景の一つです。

イエナ大学での研究生活は朝から晩まで実験生活と思いきや、すべての学生が9時ごろに来て17時ごろに帰宅するのでかなり規則正しく健康的に過ごせました。全員がこんなに早く帰宅してしまうことには日本との差を感じ、かなり驚きました。しかしこれは彼らが働いていないということではありません。Fritz教授の研究室が保有する装置は実験室の外、例えばオフィスや自宅から遠隔操作で実験ができるようになっており、帰宅してからも実験ができる環境でした。すでに結婚し子供もいる学生も何人かおり、そのような人には非常にいい環境だと思いました。



Fritz研究室のメンバーとの集合写真。
左から1人目が筆者、右から1人目が助教の上羽先生、3人目がFritz教授、4人目が解良教授。

日本ではコンピュータウイルス対策やハッキングなどのセキュリティの観点から外部からのネットワーク接続は敬遠されがちですが、このような環境を日本にももっと積極的に導入していくべきだと感じました。

海外生活での一番の不安はやはりコミュニケーションでした。研究室のメンバーは全員英語が堪能であったので、コミュニケーションはドイツ語ではなく英語でした。毎週行うミーティングも私のために英語で行っていただいていたのですが、TOEIC500点台であった私は英語を話すこと自体にかなりの抵抗があり、当初は顔を赤くしながら受け答えをしていました。しかし1週間も過ごしてるうちに抵抗はなくなり、なんとか自分の言いたいことを伝えようと思うようになりました。その後からの成長は早く、三か月後には大体の会話が聞き取れるようになりました。英語の上達には英語しか話せない環境に身を置くことが一番の近道だということを実感しました。

研究室のメンバーとは研究生活だけではなく、プライベートでも交流を深めることができました。実験の終わりにバーに飲みに行ったり、土日には近くに観光に連れていってくれたりしま

した。当時、日本で大流行していたスマホゲームのポケモンGOはドイツでも流行っており、日本文化がドイツに浸透していることを嬉しく思ったのを覚えています。ポケモンGOをきっかけに仲良くなった友達もいました。また研究室主催のカヌーツアーやサマーキャンプにも参加させていただきました。夏合宿では大自然のなかで25kmのハイキングやBBQを楽しみました。このような交流も英語上達やその後の研究生生活に非常に役立ちました。海外留学する後輩たちには、研究に没頭す

るだけでなくプライベートでも積極的に交流してほしいと思います。

ドイツでの三か月間はつらいことも楽しいこともたくさんありましたが、私にとって非常に貴重な経験となりました。この経験のおかげで日本を外から見ることができました。日本の良いところ、悪いところをたくさん見つけることができました。総研大では海外学生派遣事業をはじめ、学生を支援するプログラムが用意されています。学生が少ないと困ることもありますが、少ないからこそいろいろなことに挑戦

できる、そんな環境が総研大、分子研にあると思います。とくに海外への留学経験は社会に出てからでは自由にできることではありません。不安もあるでしょうが、ぜひ学生のうちに一度は経験してほしいと思います。最後に今回の留学でお世話になりましたFritz教授をはじめFritz研究室の皆さま、大学院係や総研大国際交流係の皆さま、解良先生、上羽先生、そして私の研究を支えてくれているすべての皆さまに心から御礼申し上げます。

COLUMN

異分野交流のすすめ 先端研究指向コースを利用した海外留学記

榎本 孝文

総合研究大学院大学物理科学研究科構造分子科学専攻
5年一貫制博士課程4年

えのもと・たかふみ

1992年生まれ。群馬県出身。群馬工業高等専門学校 専攻科を卒業後、2014年4月に総合研究大学院大学物理科学研究科 構造分子科学専攻へ入学。生命・錯体分子科学研究領域 正岡グループにて人工光合成に基軸をおいた光化学の研鑽を積んでいる。現在の興味は近赤外光を用いた光-化学エネルギー変換、機能性人工細胞の創出、アストロバイオロジーなど。

それは、いわゆる“一目惚れ”というやつだったように思う。6ページの論文の中に示されていたのは、シンプルな化学反応の連鎖によって“完全な”自己複製を繰り返す人工細胞の姿であった^[1]。その系のあまりの美しさに強い感動を覚えた私は、何時しかこの論文を書いた張本人に会い、話を聴き、一緒に研究をしてみたいと思うようになっていた。それから1年後、記録的な豪雨の続くサンディエゴの街で、私は彼の研究室のドアの前にいた。Neal K. Devaraj准教授、クリック反応に代表されるシンプルなカップリング反応を応用することで、人工細胞の機能制御を次々と達成している新進気鋭の研究者である。本稿では、私がDevarajグ

ループに滞在するまでの簡単な流れと、実際の研究生生活を通じて感じたことに関して記したいと思う。

初めに述べておきたいのだが、私の専門は溶液の光化学、特に光-化学エネルギー変換反応であり、留学までに膜というものを扱ったことは一度もなかった。そんな、膜の化学に関しては全くの素人であるにもかかわらず、寛容にも留学のチャンスを与えてくれたのが先端研究指向コースの海外留学支援制度である。この制度では、滞在費のほぼすべてを総研大側で負担するために受け入れ側が学生を受け入れやすいというメリットがあり、門外漢が異分野に飛び込むためには絶好の機会であった。また、3ヶ月という期間設定

も新しいことを学ぶにはちょうど良く、言い方は悪いかも知れないが、“何かが見つかれば儲けもの”くらいの気楽な気持ちで留学できたことは貴重な経験であったと思う。もしこの記事を読んでいる後輩諸君が本制度を利用した留学を考えているのであれば、ぜひ、“メインワークにするのは難しいが、機会があれば一度はやってみたかった研究”に挑戦することをおすすめしたい。

話は少し逸れたが、斯くの如くしてDevarajグループへの滞在が認められ、2017年1月よりカリフォルニア大学サンディエゴ校 (University of California, San Diego, UCSD) での研究生生活が始まった。滞在当時、Devarajグループは主宰であるDevaraj先生を筆頭に5人の

ポスドクと10人の学生で構成されており、それぞれのメンバーが独立したテーマをもって研究を進めていた。そこまで大きな研究グループではないが、コンスタントに一流論文誌への投稿がなされており、如何にして高いクリエイティビティを維持しているのかということに関しては滞在前から興味があった。実際にDevarajグループに滞在してまず驚かされたのは、各研究テーマのターンオーバーの速さである。Devarajグループの研究スタイルは基本的に目的志向型であり、ある命題に対して、それを解決するために多角的なアプローチを進めていく。特筆すべきは一つ一つのアプローチの妥当性・将来性を判断するまでの時間の短さであり、テーマの立案から一週間もしないうちにそのアプローチの生き死にが決まる、といった具合であった。研究グループ全体において、どのようなデータの重要性が高いのか、その優先順位の付け方に関する教育が徹底されており、研究者としてのトレーニングが十分に行われていると感じた。私自身、この研究スタイルに順応するまでには少し時間がかかったが、一度慣れてしまえば

非常に理にかなっているスタイルであり、これが自分にも向いている方法だと見だせたことは重要な経験であった。また、それぞれのメンバーが独立したテーマをもち、それぞれの得意分野をもっているため、必要に応じて協力し合うことで円滑に研究を進めていたことも印象的であった。Devaraj先生自身もグループメンバーとのディスカッションの時間を厭わず、居室では常に誰かしらのメンバーがディスカッションをしているという状況が当たり前となっていたことも、研究が円滑に進んでいる秘訣であろう。

実際の研究に関しては、膜の調製から機能評価まで、人工細胞に関する一通りの手法を学ぶことができ、大変有意義な時間を過ごすことができたと感じている。また同時に、日本から温めていったプロポーザルを元に新しいプロジェクトを立ち上げることもできた。一報の論文から始まった出会いが留学という形で実を結び、さらに広がりを見せようとしている幸運に喜びを禁じ得ないというのが率直な感想である。つい1年前までは一方的に憧れを抱いていた相手が今では共同研究者と

して肩を並べているのだから、人生は何があるかわからない。全くの異分野への挑戦、不安がなかったといえば嘘になるが、蓋を開けてみれば全てが貴重な体験だった。繰り返しにはなるが、大きな責任も伴わず、自由に留学先を選べるということの希少性を強調して、本稿を終わりたいと思う。

最後に、今回の滞在大変お世話になりましたDevaraj先生及びグループメンバーの皆様、総研大 大学院系の皆様、正岡先生、そして関わっていただいたすべての方に心より御礼申し上げます。ありがとうございました。

[1] N. K. Devaraj *et al.*, *PNAS* **112**, 8187 (2015). 一見すると難解ではあるが、非常に美しい人工細胞の自己複製系が達成されている。“完全な”自己複製系であるか、という点に関しては議論があるが、世代交代が進むに連れて膜の構成分子は完全に新生されているので、ここでは“完全な自己複製を繰り返す人工細胞”とする。



Devarajグループの集合写真。
一列目中央がDevaraj准教授、二列目左端が筆者。

先端研究指向コースを活用した海外短期留学 ～3ヶ月のパリジェンヌ～

深津 亜里紗

総合研究大学院大学物理科学研究科構造分子科学専攻
5年一貫制博士課程5年

ふかつ・ありさ

法政大学生命科学部環境応用化学科を卒業後、2013年総合研究大学院大学物理科学研究科構造分子科学専攻に入学。2016年より日本学術振興会特別研究員（DC2）。生命・錯体分子科学研究領域正岡グループにおいて、電気化学測定を用いた溶存金属錯体の光反応解析法の構築に取り組んでいる。

2016年9月20日。花の都、パリ。2つの経由地、合計24時間近いフライトを経て、2つの大きなスーツケースを抱えた私はとあるアパルトマンに辿り着いた。

“Mademoiselle Arisa Fukatsu?”

アパルトマンの一室から現れた小奇麗なマダムに呼びかけられ、私はその部屋に入って行った。賃貸契約書にサインを交わし、パリジェンヌとしての短い3ヶ月が始まった。

私が今回留学先として選んだのは、パリ第7大学 Marc Robert 教授の研究室。Robert 教授の所属する Laboratoire d'Electrochimie Moleculaire (LEM, Laboratory of Molecular Electrochemistry) では分子電気化学の基礎的な指導原理から応用まで、長年にわたり精力的に研究が行われている。LEMの創設者であり、今日の分子電気化学の基礎を築き上げた研究者の一人でもある Jean-Michel Savéant 教授（御年83歳）も現役バリバリでご研究されている。電極／溶液界面の電気化学についての第一人者である彼らの論文は、私自身電気化学の研究を始めた当初からよく読んでおり、新しい論文が出るたびに注目している研究グループの一つである。そんな私にとって、彼らはいわば「論文の中の人」。その「論文の中の人」達と一緒に研究したい、彼らの研究を肌で学びたいという思いから、

彼らの研究室を留学先として選択した。

パリジェンヌ生活2日目、研究室初日。Robert 教授に連れられ LEM のメンバーと一通り挨拶を交わした。驚いたのはそのメンバーの多様性。専門の異なる大勢のスタッフ陣とその下で研究に勤しむ学生達。化学者だけではフォローしきれない電子工作の専門家や研究室の物品の管理を一手に担う技術職員の方など、様々な立場の人々が一つのフロアに会していた。どうやら4つの研究グループが実験室やオフィスを共有しており、常に同じ空間で研究活動をしているらしい。研究室間の垣根が低いどころか、垣根が全く無いのである。絶対的な分業制の下、それぞれが自分の役割に専念しつつも、お喋り好きの国民性も影響しているのか、常にどこかしらでディスカッションが行われていた。

しかし、その活気に満ち溢れた空間も夕方になると突然静まり返る。やはりヨーロッパの夜は早い。私はそのメリハリに尊敬の念を抱きつつもなかなかその習慣に慣れず、研究室のスタッフに呆れ顔をされながら大学の門が開まる午後8時ギリギリまで実験をして帰る日々を送った。

しかも、時間を惜しんで実験に勤むことができるのは平日だけ。土日は固く門が閉ざされ、大学に入ることすら許されない。教授らは自宅デスク



凱旋門と筆者（平日は実験に追われてしまったため、Robert 教授や LEM メンバーと一枚も写真を撮っていなかったことに気付いたのは帰国後であった）。

ワークなどしているそうだが、一介の学生である私はせっかくパリジェンヌになったのだからと、パリ中の観光地やマルシェを巡り、事前に用意していた鉄道の周遊券を駆使して毎週のようにフランス中を旅した。さらに、隣国のドイツやベルギー、ルクセンブルクまで足を延ばし、ヨーロッパならではのパスポートの要らない海外外国旅行を満喫した。また、毎月第一日曜日はパリ市内の美術館に無料で入れるという、芸術の都ならではの制度があった。それを利用しない手はないと、毎月ルーヴル美術館やオルセー美術館などに通い詰めた。

一方、平日は朝から閉門まで昼食を食べる暇さえ惜しんで実験していたので、帰宅する頃には精根尽き果ててしまい、長い夜を楽しむ余裕はなかなか生まれなかった。夕食も近所のスーパーで安く手に入るパンや野菜で適度な煮込み料理を作っては、数日かけてそれを食べるということを繰り返した。それでも1ヶ月程経つと少しずつ余裕が生まれるようになり、アパルトマンの

オーナーに家賃を支払いに行ったついでに誘われた合唱団に参加するようになった。合唱団のクリスマスコンサートは生憎帰国日の前日だったため流石に出演するのは控えたが、帰国準備もそこそこに聴きには行った。このコンサートに向けて半年程前に結成されたばかりのアマチュア合唱団であったが、とある教会で行われたそのコンサートは言葉に表せないほど幻想的であり、鳥肌が立つほど感動した。やはり芸術が人々の暮らしに溶け込んでいる国だとしみじみ感じた。実は住居探しに関しては、物価の高いパリでは条件の合う物件がなかなか見つからず、契約に至るまで大変苦労した。しかし、結果的にはこのアパルトマンのオーナーであるマダムと仲良くなることができ、さらに研究室外のパリジャン・パリジェンヌ達と交流するきっかけにもなり苦労が報われた。

以上のように研究面でも生活面でも

パリジェンヌを自分なりに満喫した3ヶ月間であったが、一つ心残りがあるとすれば、フランス語をほぼ全く身に付けられなかったことである。このコラムのタイトルからパリジェンヌなどと書いてしまったが、実はフランス語についてはこれまで全く勉強したことがなく、この3ヶ月間の滞在中のやり取りもほぼ全て英語で押し通してしまったため、簡単な挨拶と街で頻繁に目にする単語程度しか身に付かなかった。「フランス人は英語が話せるのに話してくれない」などとよく言われるが、近年（特に若い人）はそうでもないらしい。パリ市内なら案外英語が通じたため、実際のところあまり不便はなかった。しかし、やはり「郷に入っては郷に従え」。現地の言葉が使えた方がより円滑にコミュニケーションが取れるというのも事実であることを痛感した。英語圏以外の外国に長期滞在したのが今回初めてだったのでこれまであまり

意識する機会が無かったが、現地の言葉を少しでも事前に習得し、現地で実践的に学びながら交流した方が良かったと今では思っている。

今回の留学を通して研究面、生活面ともにいろいろなことを学び、感じることもとなったが、一番心に残っていることをここで述べたい。これが良いか悪いかは別として、フランスでは分業がかなり進んでいるため、日本と比べて研究者が研究に専念でき、平日の昼間のみという限られた時間の中でも効率良く研究活動が行われていたことである。これがそのまま日本に適用できるとは思っていないが、ある程度做っても良いのではないかと感じた。

最後に、今回の留学にあたって大変お世話になったRobert教授、LEMの皆様、正岡准教授、大学院係や総研大基盤総括係の皆様へ深く感謝申し上げます。

COLUMN

レズーシュ・サマースクール

溝口 道栄

総合研究大学院大学物理科学研究科機能分子科学専攻
5年一貫制博士課程3年

みぞぐち・みちてる

神戸大学理学部化学科卒業後、2015年に総合研究大学院大学物理科学研究科機能分子科学専攻に入学。光分子科学第二研究部門大森グループにて、強相関・極低温リユードベリ原子気体を用いた量子多体ダイナミクスの研究に取り組んでいる。

レズーシュ (Les Houches) はスイスとイタリアの国境近くにあるフランス東部の小さな町である。ヨーロッパアルプスの最高峰モンブランの麓に位置し、スキーや登山の地として人気だ。日本からレズーシュへの交通アクセスは、ジュネーブ空港からシャトルサー

ビスを利用するのが簡便であり、シャトル便の集合場所では多くのスキーヤーを見かける。私は2016年7月に、ヘルシンキ空港を経由した計15時間弱のフライトの後、その場所に到着した。スキー板は持ってきていない。目的はレズーシュで開催されるサマースク



ルに参加することだ。

École de physique des Houches (The Physics School of Les Houches) は1951年に設立されて以来、その道の権威が行う講義を聴けるという伝統ある学校だ。私が参加したのは「Current Trends in Atomic Physics」と題された

サマースクールで、およそ1ヶ月間開催された。参加者は50人強で、女性の割合は約10%と多め。ヨーロッパからの参加が最も多いが、アメリカ、ブラジル、ロシア、イスラエル、中国、インド、韓国、シンガポールなど多岐に渡る。日本からは私と沖縄科学技術大学院大学（OIST）の学生が参加した。日本人は私のみであった。

École de physiqueには、10弱のコテージ、講義棟、食堂棟がある。コテージの各部屋は個室でバストイレが備わっている。講義棟には講義用のホールや受付、物理学に特化した小さな図書室がある。町から孤立しているため少々不便だが、周りを見渡す限りの山々で、澄んだ空気が心地よい。運動以外の娯楽には、食堂棟の下の階にある小さなバーに行けばよい。卓球台やキッカー（サッカーのボードゲーム、ヨーロッパ勢には敵わない）、ピアノ、ホワイトボードなどがあり、昼食・夕食後に楽しめる。コーヒーも無料だ。バーでは、講演者の1人で著名な研究者であるAlain Aspectの手品ショーも楽しんだ。毎日の食事は和食が恋しくならないほどに美味しかった。とくに食後のチーズは絶品で、帰国後しばらくはチーズロスに陥った。そういえば最近（2017年7月）、EUとの経済連携協定に関する交渉でチーズなどの関税を引き下げることによって一致したというニュースがあった。今後を期待したい。

さて本題に戻ろう。サマースクールに限らず、海外留学の大きな魅力は、世界トップレベルの環境で学べること、素晴らしい人々に出会えることだと思う。私はレズーシュのサマースクールで、これらを満喫することができた。以下、サマースクールでの講義とそこでの出会いについて述べたい。

これまで、原子物理学で培われてきた手法を用いることで、量子多体系の

研究が加速している。特に近年は、凝縮系物理、高エネルギー物理、極低温化学、さらには量子物理の根本的な側面など幅広い研究に原子物理学の手法が応用されている。私が参加した「Current Trends in Atomic Physics」では、講義を通してこれらホットトピックに関する知見を深めた。講義は計80時間程度で、5つのテーマ（1. Atomic physics meets artificial atoms, 2. Atomic physics meets high energy physics: high precision measurements, 3. Atomic physics meets chemistry: cold and ultra-cold molecules, ultrafast processes, 4. Atomic physics meets condensed matter physics: quantum simulation, 5. Atomic physics and the foundation of quantum physics）に沿って行われた。各テーマがさらに4つの小テーマに分かれ、それを1人の講師が担当した。1コマ90分で1日3～4コマ、講師は計20人だ。講師はマックスプランク研究所のImmanuel Blochやハーバード大学のMikhail Lukinなど全員が世界のトップを走る研究者達である。講義スタイルは講師によって様々（板書、スライド、タブレット）だったが、基礎知識を通して最近の研究現場を肌で感じられるような講義が多かった。講義は英語力や知識の問題で全く分からない部分もあった。しかし、幅広い知識に触れることで、多少なりとも自分の研究分野を広い枠組みから俯瞰できるようになったと思えたのは大きな収穫だ。

講義以外の時間は参加者と積極的に交流した。先に述べたOISTの学生とは、休み時間に町を散策した。フランスの学生に車を出してもらって、店まで連れて行ってもらったり、近

くの森を歩きながらフランス語を教えてもらったりもした。ドイツの学生とバーで酒を飲みながら研究の話をしたのも楽しかった。分子研と違って学生が多い環境は良いリフレッシュになった。さらに、このようにして出会った友達はレズーシュ限りのものではない。すでに数人とはまた別の場所で再会している。ドイツの友達が日本に来たときに一緒に遊んだり、2017年6月にアメリカで行われたGordon Research Conferenceではアメリカの友達と議論を楽しんだりした。これからより増えるだろうこのような機会を心待ちにしている。

以上述べてきたように、レズーシュ・サマースクールでの講義と出会いはかけがえの無いものとなった。今後ともここで得た刺激を原動力に一層研究に邁進したい。

最後に今回のサマースクール参加に際し推薦状を書いて下さった大森教授、参加を勧めて下さった武井助教、サマースクールのオーガナイザーをはじめとする関係者の皆様、クレジットカードの限度額を超え、帰国が危ぶまれたときに助けてくれた友人にこの場を借りて感謝の意を示したい。本滞在は総研大平成28年度インターンシップ事業（<https://www.soken.ac.jp/campuslife/dispatch/>）の支援を受けた。



講義棟に向かう途中の景色。