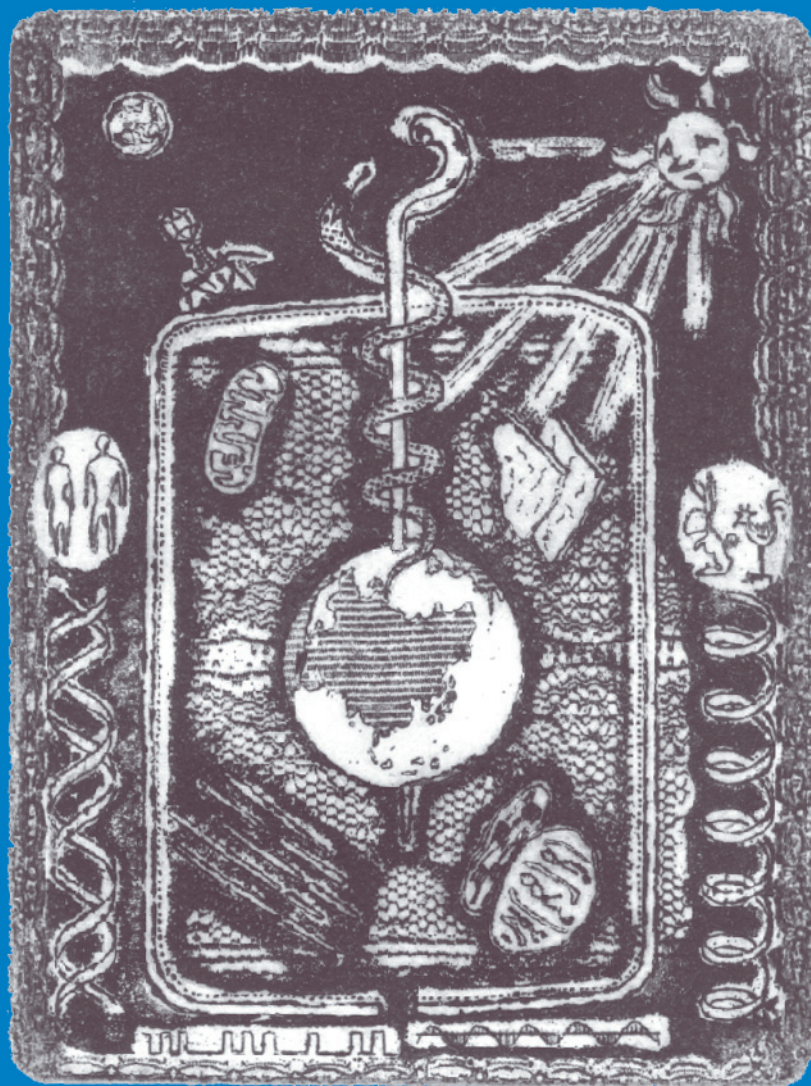


公益財団法人
東洋紡バイオテクノロジー研究財団

TOYOBO Biotechnology Foundation



2020

財団の概要

名 称

公益財団法人東洋紡バイオテクノロジー研究財団（略称 東洋紡バイオ財団）

設立趣旨

将来にわたる我が国の経済社会的発展は、高度知識集約型技術の発達に大きく依存しなければなりません。このような技術分野の一つとしてバイオテクノロジーがあります。

バイオテクノロジーは微生物や動植物などの生命材料のもっている優れた機能を人工的に実現し活用する技術体系ですが、これをさまざまな分野に活用することにより医療、食料、資源、エネルギー、環境など将来の人類の福祉に関する諸問題の解決に有力な手段を提供するものとして大きく期待されています。

我が国は歴史的に見て、醗酵技術に抜きん出た力を有しており、その延長線上にあるバイオテクノロジーに関しても、政府・民間等においてその発展のための諸施策が講じられていることは言うまでもありません。

しかしバイオテクノロジーは、その関連分野が多岐にわたっており、かつそれぞれ専門的研究を必要としております。換言すれば、国際的視野に立った学際的研究が要求されていることも事実であります。

バイオテクノロジーの分野において、特に学際的な調査研究を促進するため、研究会、シンポジウムの開催や研究助成を行うために本財団を設立し、その成果を通じて社会に貢献いたそうとするものであります。

沿 革

昭和57年5月に東洋紡績(株)「現:東洋紡(株)」が創立百周年を迎えたことを記念して設立されました。

公益財団法人制度の改革に伴い、平成26年3月20日に内閣総理大臣の認定を受けて、同4月1日に公益財団法人に移行登記しました。

目 的

この法人は、バイオテクノロジー及びその関連の研究開発が、医療、食料、資源、エネルギー、環境など人類の健康と福祉にかかわる諸問題の解決に有力な手段を提供することを期待し、これらの科学技術の調査、研究開発を助成し、その成果を通じて、より高度な文明社会の創造に寄与することを目的とする。

設立許可及び成立日

昭和57年(1982年)4月9日 設立許可

昭和57年(1982年)4月13日 成立日

主務官庁

内閣府

所 在 地

〒530-8230 大阪市北区堂島浜二丁目2番8号（東洋紡ビル内）

事 業

- ① 専門研究者を中心とした研究会の開催
- ② バイオテクノロジーの分野における各種資料の刊行
- ③ 研究者に対する助成金の交付
- ④ その他この財団の目的を達成するために必要な事業

財団名簿

役員及び評議員

代表理事	津村 準二	(東洋紡(株)名誉顧問)
理事	生田 幸士	(大阪大学・大学院工学研究科・次世代医用マイクロマシン共同講座・特任教授)
同	大城 理	(大阪大学・大学院基礎工学研究科・機能創成専攻・教授)
同	岡野 栄之	(慶應義塾大学・医学部・生理学教室・教授)
同	烏山 一	(東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・免疫アレルギー学分野・教授)
同	川人 光男	((株)国際電気通信基礎技術研究所・脳情報通信総合研究所・所長)
同	近藤 滋	(大阪大学・大学院生命機能研究科・パターン形成研究室・教授)
同	相賀 裕美子	(国立遺伝学研究所・系統生物研究センター・発生工学研究室・教授)
同	出澤 真理	(東北大学・大学院医学系研究科・細胞組織学分野・教授)
同	林 茂生	(理化学研究所・多細胞システム形成研究センター・形態形成シグナル研究チーム・チームリーダー)
同	山本 和巳	(東洋紡(株)・バイオ事業総括部長)
同	山本 雅之	(東北大学・東北メディカル・メガバンク機構・機構長・教授)
業務執行理事	大野 仁	(事務局長)
監事	渡邊 賢	(東洋紡(株)・代表取締役・専務執行役員)
	日 瀧 一郎	(ひがた公認会計士事務所・公認会計士)
評議員	石川 正俊	(東京大学・大学院情報理工学系研究科・創造情報学専攻・教授)
同	石野 史敏	(東京医科歯科大学・難治疾患研究所・所長・教授)
同	上 乃 均	(東洋紡(株)・常務執行役員・バイオ・メディカル本部長)
同	上 村 匡	(京都大学大学院・生命科学研究科・多細胞体構築学講座・教授)
同	篠原 隆司	(京都大学大学院・医学研究科・遺伝医学講座・分子遺伝学・教授)
同	白井 正勝	(東洋紡(株)・執行役員)
同	白川 昌宏	(京都大学大学院・工学研究科・分子工学専攻・生体分子機能化学・教授)
同	高橋 淑子	(京都大学大学院・理学研究科・生物科学専攻・動物発生学・教授)
同	田畑 泰彦	(京都大学・ウイルス・再生医科学研究所・生体材料学分野・教授)
同	那波 宏之	(新潟大学・脳研究所・分子神経生物学分野・教授)
同	難波 啓一	(大阪大学大学院・生命機能研究科・プロトニックナノマシン研究室・特任教授)
同	西村 いくこ	(甲南大学・理工学部・生物学科・教授)
同	畠山 鎮次	(北海道大学・大学院医学研究院・生化学分野・医化学教室・教授)
同	服部 静夫	(東洋紡(株)・バイオ事業開発部・部長)
同	松田 秀雄	(大阪大学大学院・情報科学研究科・バイオ情報工学専攻・教授)
同	森 郁恵	(名古屋大学大学院・理学研究科・生命理学専攻・教授)

選考委員会委員

委員長	近藤 滋	(大阪大学・大学院生命機能研究科・パターン形成研究室・教授)
委員	大澤 志津江	(名古屋大学大学院・理学研究科・生命理学専攻・教授)
	木下 俊則	(名古屋大学・トランスフォーマティブ生命分子研究所・教授)
	河本 宏	(京都大学・ウイルス・再生医科学研究所・再生免疫学分野・教授)
	清水 章	(京都大学・医学部附属病院・探索医療センター・教授)
	新藏 礼子	(東京大学・定量生命科学研究科・免疫・感染制御研究分野・教授)
	中邨 智之	(関西医科大学・医学部・薬理学講座・教授)
	別所 康全	(奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・教授)
	松本 健郎	(名古屋大学・大学院工学研究科・機械システム工学専攻・教授)
	渡邊 大	(京都大学大学院・医学研究科・生体情報科学講座・教授)

《所属は2020年3月現在》

事業概要

最近5ヶ年の研究助成金の推移

(金額単位：万円)

	平成27年	平成28年	平成29年	平成30年	2019年
長期研究助成					
応募者数	14	22	28	24	30
贈呈者数	7	4	7	7	5
金額	3,150	1,800	3,600	3,600	2,750
合計	3,150	1,800	3,600*	3,600*	2,750

* 二年助成含む

2019年度 長期研究助成金受贈者

氏名	所属 (身分)	留学先 (指導教官)	研究テーマ
伊東孝政 イトウ タカマサ	北海道大学医学研究院 (客員研究員)	Columbia University (Yuefeng Huang)	2型自然リンパ球の体内動態制御機構解明
今泉 結 イマイズミ ユイ	東京大学大学院薬学系研究科 (大学院生)	Institute of Molecular Genetics of Montpellier (Robert Feil)	Zfp57による組織特異的なアレル性 発現制御メカニズムの解明
大井未来 オオイ ミク	東京大学大学院薬学系研究科 (大学院生)	University of California, Berkeley (Christopher J. Chang)	疾患発症メカニズム解析を志向した エンドペルオキシド型タンパク質標 識分子の開発
光井洋介 ミツイ ヨウスケ	岡山大学・岡山大学病院 (大学院生(医員))	Cleveland Clinic (Robert L. Fairchild)	単球/マクロファージが関与する抗 体関連型拒絶機構の解明
山田俊理 ヤマダ トシミチ	明治薬科大学 (日本学術振興会 PD)	University of California San Francisco (Wendell Lim)	人工的な細胞間遺伝子発現振動の創 生による形態形成機構の解明

2019 年度長期留学助成金受贈者代表感想文



東京大学 大学院薬学研究科 今泉 結

この度、東洋紡バイオテクノロジー研究財団長期研究助成の支援を賜り、海外留学の機会をいただくことになりました。今年度の東洋紡バイオテクノロジー研究財団海外助成金の受贈者は、現北海道大学大学院医学研究院所属の伊東 孝政さん、現岡山大学大学院所属の光井 洋介さん、現明治薬科大学所属の山田 俊理さん、現東京大学大学院薬学系研究科所属の大井 未来さんと私（今泉 結）の計 5 名です。令和 2 年 2 月 19 日、東洋紡本社にて贈呈式が執り行われ、受贈者全員と津村準二理事長、上乃均評議員ならびに大野仁事務局長にご出席いただきました。

贈呈式当日、贈呈者の全員が東洋紡本社に時間通りに到着し、事務手続きなどを行ったのち、役員応接室に移動しました。贈呈式では、まずは理事長から東洋紡設立の歴史について以下のようなお話を伺いました。

1880 年代、当時の日本は繊維業を輸入に頼っていましたが、「自国で繊維を生産できるようになればさらに国力が上がるのではないかと考えた渋沢栄一は、東洋紡の元となる会社を設立するに至りました。初期は繊維業を主な売り上げとしていたものの、時代が進むにつれてさまざまな発展を遂げ、現在では非繊維事業が繊維事業を売り上げで上回り、社会の様々な局面を支える企業へと成長を遂げました。特に、1940 年代、化学繊維の成分となるパルプの自給を試みたことが、東洋紡の発展を大きく進めるきっかけになりました。当時、パルプを工場生産するには環境汚染が深刻な問題でした。廃液中の有害物質を酵母により分解・除去できる可能性に着目した東洋紡は、酵母によるパルプ廃液処理の研究を開始しました。その後、酵母培養を応用した技術は診断薬用酵素や遺伝子解析技術へと発展し、今では世界有数のバイオ技術を有する企業となっています。

1982 年には東洋紡創立 100 周年を記念し、東洋紡バイオテクノロジー財団が設立されました。バイオテクノロジーの関連分野は、専門的な知識に加え、国際的な視野が持続的な発展に必要とされるため、海外助成金を通じてバイオテクノロジーのさらなる発展に貢献する、という旨で財団が設立されたというお話を伺いました。今年度を含めて累計 206 人となり、その多くがバイオテクノロジーの研究や教育の第一線で活躍しておられます。

私は、当時の日本に必要な繊維業国力が上がるのではないかとという先人たちの洞察力や将来を見通す力、そして酵母の技術を蓄積させて企業を発展させていく柔軟な判断や広い視野に非常に感銘を受けました。





理事長のお話ののちに、受贈者 5 名に対して目録が授与され、留学先での研究に向けた応援の言葉をいただきました。その後、受贈者のそれぞれが自己紹介と研究内容の紹介、今後の抱負について数分間でスピーチしました。免疫機構の解明や臓器移植の拒絶反応、アルツハイマー病の予防など、分野は多岐にわたり、どの研究も興味深く、海外でも活躍されるポテンシャルを端々から感じました。

自己紹介の後は、津村理事長、上乃評議員、大野事務局長とともに、「順理則裕」の額の前で贈呈式の記念撮影をし、綿業会館へとタクシーで向かいました。綿業会館は歴史的に重要な建物ということで、内部を見学させていただきました。昭和 3 年に建造された綿業会館は、設立の際に冷暖房の技術や耐火ガラスの技術など、当時の最先端の技術を駆使して現在も多く部分が当時の状態で残っています。また、部屋ごとに異なる国（フランス、イギリス、アメリカなど）をイメージして作られており、扉を開けるごとに「次の部屋はどんな部屋だろう？」とわくわくしながら見学させていただきました。中でも印象に残ったのは、壁、シャンデリア、絵画、時計、大理石や椅子にいたる細部まで、非常に精巧に作られていたことです。それぞれの国のいいところを取り入れて発展しようという心意気や、さまざまな国の出身の方を歓迎したいという気づきを感じました。

会館の見学ののち、贈呈者、理事長、評議委員長、事務局長、近藤滋先生を交えた会食に参加させていただきました。そこでいただいたフランス料理は大変美味で、こんな高級な食事をいただけるのはこれまで数えるほどしかないくらいの貴重な経験でした。料理をいただきながら会話も弾み、贈呈者がどの国のどの都市に行くかなどを軽くお話したのち、近藤先生から海外での刺激的な思い出を、失敗談や危なかった経験を交えてたくさんお話を伺いました。特に私が印象深いと思ったのは、近藤先生が南アメリカで 2 回も身ぐるみをはがされたお話と、海外での飲み会でのアドバイスです。観光に行く際は場所に気を配りましょう、というお話と、海外の方にペースを合わせて飲んでいると翌日動けなくなってしまうかもしれないので、昼寝をしてから参加するなど対策をしていきましょう、というお話に真剣に聞き入りました。また、近藤先生からは、かつてご所属されていた本庶佑先生の研究室のお話もお聞きしました。現在とは文化が違って少しびっくりするところもありましたが、「今自分は、世界最先端の研究をしている」という気概を持って研究に向き合う姿勢こそが重要だ、という信念を端々からうかがえました。

海外留学は知見を大きく広められる一方で、慣れない生活や環境といった不安もあります。そのような中、私たち受贈者が海外へ思い切って飛び立つことができるのは、貴財団からのご支援のおかげだと考えています。これからは日々、楽しみながら全力を尽くして研究に励みたいと思います。帰国後には留学先での経験、技術、知識を活かして、日本の科学技術の発展に貢献できれば幸いです。最後に、貴財団の今後益々のご発展を祈念いたしますとともに、このような貴重な機会をあたえてくださった貴財団に心から感謝いたします。

平成 29 年度長期研究助成者留学報告文

前 所 属：大阪大学大学院 生命機能研究科

留 学 先：Princeton University, Neuroscience Institute

研究テーマ：予測的物体認知の神経メカニズム



内 村 元 昭

東洋紡バイオテクノロジー財団の様長期研究助成に採択していただき、2019年1月からアメリカ ニュージャージー州にありますプリンストン大学にて研究留学させていただいております内村 元昭と申します。こちらに来てから1年が経過したところで、これまでの留学生生活を振り返り、ご報告させていただきます。

留学までの経緯

私は東京医科歯科大学医学部を卒業し4年間千葉県で臨床研修を行いましたのち、念願であった基礎研究を行うため大学院に入学しました。もともと人の心理現象に興味があったことから、神経科学分野の大学院に入学いたしました。大学院入学後は主にヒト被験者を用いた心理物理研究や脳機能画像研究を行なっておりました。その後、認知機能の神経メカニズムをより詳細に知るためには実際に神経細胞の活動を計測する必要があると考え、大阪大学大学院生命機能研究科にてポストクとして、行動課題遂行中の霊長類から神経細胞活動記録を行う研究を行いました。この間の研究では、楔前部と呼ばれる脳の領域の神経細胞が持つ新たな機能を発見することができました。

脳は複数の領域が複雑に相互作用しながら機能しております。脳の機能をより詳細に理解するためには複数の領域から神経細胞活動を計測する必要があります。今後そのような複数領域にまたがる神経細胞活動を計測して脳の機能を明らかにしたいと考えておりましたところ、プリンストン大学の Timothy Buschman 教授が私の所属施設で講演を行い、複数領域に多数の電極を刺入することで脳内のダイナミックな情報伝達を可視化した研究を紹介されました。この研究手法を自分も取り入れることで、自分の研究をさらに発展させられるのではないかと考え、Buschman 教授のもとでの留学を志望するようになりました。その後、実際にプリンストン大学を訪れ研究室見学を行なった際には、閑静なプリンストンの街並みと全米一美しいとも言われているプリンストン大学の雰囲気をとて気に入り、是非ともこの環境で研究に集中したいとの思いをいただきました。その後幸運にも東洋紡バイオテクノロジー財団様に採択していただき、念願の留学を果たすことができました。

プリンストンでの生活

プリンストンという都市の名前は聞いたことがある方は結構いらっしゃるのではないかと思います。実際にどこにあるのかはよくわからない方が多いと思います。実際私も具体的に留学を検討するまで北米のどこにあるかはよくわかっておりませんでした。プリンストンはニューヨークとフィラデルフィアのちょうど中間地点に位置し、どちらの都市にも電車や車を使って約1時間程度で行くことができます。町はプリンストン大学の正門を中心に発展している学術都市です。歩いて30分程度のところにはアインシュタインやフォン・ノイマン、オープンハイマーらが在籍していたことでも有名なプリンストン高等研究所も存在します。自然も豊富でハイキングコースなども多数存在しますし、大学内でもリスや鹿、夏には蛍なども観察することができます。気候的にはアメリカの東海岸ですので冬は氷点下まで下がる事が多く時折雪も降りますし、夏には30度以上まで上昇します。一方で春や秋は大変過ごしやすく日本同様の四季を楽しむことができます。大変治安もよく、1年間住んでおりますが銃などを使われた凶悪犯罪の話などは聞いたこともありません。住民もとても穏やかでフレンドリーな方が多いように思われます。ただそのような素晴らしい環境であるため、プリンストンに住みたい人は多く、家賃などの物価がニューヨークなどの都会から離れている割にはかなり高いのが玉に瑕ではあります。また、プリンストンのあるニュージャージー州にはアジア人も多数住んでおり、車で10分ほどの距離のところには韓国系のスー



ナッソーホール



キャンパス内にある八重桜

パーがあり、そこで日本の食材などもある程度は手に入ります。ただ、それ以外は国道沿いに大きなスーパーマーケットが2〜3軒ある程度で、レストランなどの数も多くはありません。娯楽にはやや乏しい街ではありますが、キャンパス内がとても綺麗で快適であるため、研究に集中するには最適な環境です。そして少し余裕のある時にはニューヨークやフィラデルフィアまで行って都会の生活を楽しんでおります。

プリンストン大学

プリンストン大学は1746年に創立された全米でも4番目に古い大学で、東海岸に8校存在するアイビーリーグの一つに数えられます。大学の象徴とも言えるナッソーホールは1756年に建築された当時では最大の石造建築で、独立戦争の際には独立軍の臨時政府が置かれたこともあります。学部生は5000人弱しか在籍しておらず、ハーバード大学などと比べると1/4以下の人数です。リベラルアーツ教育を重視しているためメディカルスクールやビジネススクールなどの専門職大学院も存在しません。そのため、アメリカの大学としてはキャンパスは思いの外小さく、端から端まで10分足らずで歩いてしまいます。その一方で大学関係者には、映画ビューティフルマインドで取り上げられたノーベル経済学賞受賞のジョン・ナッシュ教授等、これまで68人のノーベル賞受賞者や15人のフィールズ賞受賞者がおります。学術関係者以外でも、アマゾンを作成したジェフ・ベゾス氏やミシェル・オバマ大統領夫人など多くの著名人が卒業生として知られています。U.S. Newsの発表する大学ランキングでもほぼ毎年のように1位にランクされている、全米屈指の名門大学です。キャンパスは小さいですが、古い綺麗な建物が多く、地面には芝生が植えられておりとても綺麗に整備されております。春には見事な桜など様々な花が咲き誇りますし、秋には紅葉も見られます。研究の合間にキャンパス内を散歩してリラックスし気分転換をしております。

プリンストン大学での研究生活

プリンストン大学神経科学研究所は2006年に創設され、2013年に建物が建設されたばかりの新しい研究施設です。生物学や医学、心理学などのバックグラウンドを持つ教授だけでなく、数学やコンピューターサイエンスなどの様々な分野の専門家が多数在籍しております。各教授たちの専門領域がある程度重なりながらも少しずつ異なっており、そこを補い合うような形で共同研究が頻繁に行われております。さらに誰でも参加できる形の抄読会や研究発表会なども定期的に行われております。研究室間の垣根は低く、意欲さえあれば効率的に新たな知識や技術を習得することが出来ます。日本での研究生活とアメリカでの研究生活を比較しますと、アメリカではセミナーの多さによる情報の速さや大学内/大学間での共同研究が多く効率的に研究が進んでいることを実感しました。一方で、オリジナリティのある研究という意味では日本は全く負けていないとも強く感じました。このような日米の研究手法や考え方の違いを経験することが出来たという意味でも、今回の留学経験は今後の私の研究者人生にとって本当にかげがえのないものになったと確信しております。

私の所属する Buschman 研究室には Buschman 教授の下、ポスドク4名、大学院生5名、技術員1名が在籍し



学年度終わりに研究所で行われたバーベキューパーティにて
右から2番目が筆者、右端が Buschman 教授

ています。霊長類を用いた電気生理学研究から齧歯類を用いた研究、ニューラルネットワークを用いた理論研究まで幅広く研究を行なっております。特に Buschman 教授は霊長類の行動課題遂行中に複数領域から多数の神経細胞活動を同時に計測する手法を編み出しており、この手法を用いて短期記憶や意思決定など脳の高次な機能の神経メカニズムを解明することが研究室の大きな目標の一つになります。私は 2019 年 1 月に研究室に参加して以降、動物の管理や計測手法を学ぶところから始めました。日本で行ってきた手法と異なることも多かったので慣れるまで少し苦労しましたが、なんとかこれまでの一年強で必要なデータを収集することができました。今後は得られたデータを解析していくことになるのですが、神経活動のデータは意味のある信号以外に様々なノイズが乗っていることが多くあります。特にデータの量が多くなると、それだけ意味のある科学的な結論を導き出すのは難しくなります。そのためデータの解析には、近年発展が著しい機械学習 / 人工知能分野の知識を使用していく予定です。Buschman 研究室自体でも理論的な研究が行われておりますし、プリンストン大学神経科学研究所には多くの理論的研究者が在籍しております。プリンストン大学は機械学習 / 人工知能の知識と組み合わせることで解析を行っていくには最適な環境であると言えることが出来ます。どのような解析が試せるだろうかと色々と考えているだけで今からワクワクしております。逆に、得られた実験結果を理論化することで、機械学習 / 人工知能への発展にも貢献できないかとも考えております。基礎研究を行っているものとして、将来的に自分の研究が他の分野やひいては社会の発展に役立つようなことがあれば望外の喜びになります。将来少しでも社会へ貢献できるような研究者になるべく、今回与えていただいた貴重な経験を活かしていきたいと考えております。

最後に

プリンストン大学で留学成果を始め 1 年以上が経過いたしました。この一年間、生活面や研究面でも色々と戸惑うところは多くありました。ただ、こちらでの人間関係に恵まれただけでなく、以前の職場の上司や友人にも時折励ましていただきました。そして何より東洋紡バイオテクノロジー財団様のサポートのお陰で経済面を気にすることなく研究に打ち込むことが出来たおかげで、様々な苦労を前向きに楽しみここまで研究することが出来ました。今後も引き続きプリンストン大学に滞在し、得られたデータを解析し、論文文化を目指していきます。同時に、新たなプロジェクトも計画しております。今回の留学によって、今後の研究生活をどのように送るべきか方向性が見えたように感じております。また、外国人として生活をするという経験は、他人との関わり方など生活の全てにおいて今後の人生にとって得がたい貴重な経験であったと思います。最後になりますが、東洋紡バイオテクノロジー財団の関係者の皆様に心より感謝を申し上げさせていただきます。

平成 29 年度長期研究助成者留学報告文

前 所 属：株式会社国際電気通信基礎技術研究所（ATR）

留 学 先：ボストン大学

研究テーマ：脳内ネットワークに規定される脳状態のダイナミクスによる

持続的注意メカニズムの解明



山 下 歩

2019 年 2 月より貴財団の長期助成をいただき、ボストン大学医学部の Boston Attention and Learning Laboratory に留学しております山下歩と申します。留学報告としまして、私の簡単な研究内容、留学までの経緯、留学生活について簡単にまとめさせていただきます。

なぜ私たちは注意を持続させ続けることが出来ないのか？

「集中力を高めるためのたった一つの習慣」。こんな言葉を本屋やインターネット上で見かけたことがあるかと思います。あるいは、これまでの人生で少なくとも一回は「集中しなさい」と親や教師に言われた経験があるのではないのでしょうか。しかし、私たちはいざ集中しようと思っても、言うは易く行うは難しです。どれだけ集中しようと思っても、私たちの注意状態は常に揺らいでしまいます。注意を持続させ続ける能力のことを心理学では持続的注意（sustained attention）機能として研究されてきました。私の研究では、脳活動（血流反応）を計測出来る機能的核磁気共鳴画像法（functional magnetic resonance imaging [fMRI]）と持続的注意に関する認知課題、そして数理モデルを用いて持続的注意の脳機能メカニズムを解明することを最終的な目標としています。

脳はニューロンを基本的な構成単位として、ニューロン間で活動電位と呼ばれるシグナルをやり取りすることで、情報伝達を行っていると考えられています。これは脳内ではニューロンがネットワークを構築して情報処理をしているということになります。先行研究では、持続的注意の神経基盤としてこの脳内ネットワークとの関係が示唆されているに留まり、どのように脳内ネットワークから注意状態の揺らぎが生じるのかは不明でした。そこで私は注意状態の自発的遷移を生成する脳内ネットワークに基づいた数理モデルを構築することで、なぜ注意が持続しないのか、どうすれば注意を持続させられるのかを理論的に考える土台を作成したいと考えました。数理モデルとしては、ニューラルネットワークモデルの一つであるボルツマンマシンというモデルに着目しました。ボルツマンマシンでは、各ニューロン（ノード）とニューロン間の結合強度（エッジ）を設定することで、各ニューロンが Active か Inactive として表されるニューロン群の活動パターンのエネルギーを計算することが出来ます。このエネルギーは、簡単に言うとニューロン群の活動パターンがどれくらいの頻度で生じるのかを示しています。つまり、脳内ネットワークに規定された活動パターンのエネルギー空間において、エネルギー的に局所安定状態が注意状態や非注意状態に関連し、脳状態がこの状態間を遷移することで注意状態が遷移すると思えました。残念ながら fMRI ではニューロン 1 個単位の神経活動を計測することが出来ませんので、実際にはノードとしてマクロなレベルの脳の機能領域（運動野や視覚野など）を設定しています。持続的注意に関する認知課題では、パソコンの画面上に都市画像と風景画像が 1 秒ごとに漸進的に変化する刺激が提示され、都市画像に対してはボタンを押し、風景画像に対してはボタンを押さないことが求められます。ボタンを押す反応時間の変動を指標とすることで、ヒトの注意状態を客観的に推定することが出来ます。この認知課題を MRI 装置の中で 8 分間×3 セットほど被験者に行ってもらい、脳活動を計測します。そして、得られた脳活動をよく近似できるボルツマンマシンのパラメータを推定することで、エネルギー的に局所安定状態を推定し、その状態における反応時間の変動を比較することで、各局所安定的な脳状態がヒトの注意状態と関わるかどうかを明らかにすることが出来ると思えました。

ボストンに来てから約 1 年で上記の研究は思った以上に順調に進み、脳内に少なくとも 2 つの安定的な脳状態が存在し、その脳状態によってヒトの認知課題成績が異なることが分かってきました。更に、研究室のボスである Mike Esterman 博士の助言もあって、やる気やマインドワンダリング（注意の散漫具合）がこれらの安定的



研究室のメンバー

な脳状態にどのような影響を及ぼすのか、さらには健常者と注意欠陥・多動性障害（ADHD）の違いなどまで調査することが出来ました。これらの解析結果を一つの論文としてまとめ、現在論文誌に投稿中になります。

留学までの経緯

私は中学生のころから英語が死ぬほど苦手で、偏差値が 30 台ということもざらにありました。大学受験でも英語が 0 点になることを前提に他科目の勉強に力を注いでいました。もちろん、研究者を志し始めたころからは嫌でも英語論文を読むし、研究発表も英語で行うことがありましたが、まさか自分が海外で研究をすることになるとは夢にも思っていませんでした。事の発端は私が博士 3 年生の時に急にボスから「1 年ほど海外留学について武者修行をして来い」というメールが届いたところから始まりました。プリンストン大学にいるボスの友人が fMRI 解析の出来るポストドクを一人探していたようで、私に白羽の矢が立ったようでした。私にとっては寝耳に水な話でしたが、数時間ほど人生プランを考えてみて、今後研究者として生計を立てていくのであれば間違いなくこのチャンスを逃すわけにはいかないと思い、承諾しました。しかし、投稿中の論文が難航しており、予定通りに博士を卒業することが出来そうになかったため、実際の渡米は博士号取得後ということになりました。しかしながら、想像以上に論文の出版が難航してしまい、ボスから最初のメールが来てから 1 年半が経過してしまいました。そうすると受け入れ先の状況も当初とは変わってしまい、受け入れることが出来ないとと言われてしまいました。ただ、すでに海外に行くことを前提に様々な海外留学のための助成金に応募しようとしていたこともあって、急遽他のラボを探すことにしました。その時に以前から論文を読んでいてとても興味のあるラボの幾つかにメールを送り、海外で行われる学会のついでに研究室訪問をお願いしました。幸い、2 つのラボから快諾の返事をいただき、学会に合わせてラボで研究発表をさせてもらうことが出来ました。その一つが今の受け入れ先である Mike 博士のいる Boston Attention and Learning Laboratory (BALLAB) でした。Mike 博士は、2012 年に”In the zone or zoning out?” というタイトルの論文を発表しており、私が上記で説明した持続的注意に関する認知課題を開発し、課題成績と脳活動の関係を明らかにしています。ゾーンという言葉は、スポーツをやったことがある人なら誰もが一度は耳にしたことがある言葉だと思います。私は修士 1 年生の時にすでにこの論文に出会っていて、ゾーンという現象を科学的に調査することが出来るのかと感銘を受けた記憶があり、お気に入り論文の一つでした。もちろんこの研究ではあくまで研究室での注意状態をゾーンと呼んでいるだけで、実際のスポーツの世界でのゾーンのメカニズムとはおそらく異なってくると思います。さて、話が少し逸れましたが、訪問後にもメールのやりとりを幾つかして、Skype による簡単な面接を経て、自分の助成金が取れたら来てほしいという確約をいただくことが出来ました。そして、平成 29 年度の貴財団の助成金に採用していただくことが決定し、今に至ります。ただ、採用決定からも論文の出版に難航してしまったせいで博士号取得が遅れ、渡米が 2019 年 2 月になってしまい、貴財団には多大なご心配をおかけしてしまったことをここでお詫び申し上げます。2019 年 1 月 18 日に論文の再投稿を行い、2 月 13 日に minor revision 決定、17 日に minor revision の修正を提出、



テニス仲間

18日に博士号の公聴会、22日に渡米とドタバタの2月でした。

留学生活

さて、ドタバタと渡米してからまず取り組んだのは家探しでした。以前にボストンに住んでいた先輩研究員に色々な情報は聞いていたのですが、ボストンは物価が高く、一人暮らしをしようと思うと平気で家賃が1か月2000ドルを超えてくるので、実際に目で見てから決めたいと思っていました。最初の1か月はairbnbというアプリを通して民泊に泊まりながら、1年間住む場所を探しました。家探し用のwebsiteで気になる家を見つけて、連絡を取り、幾つかの物件を見て回りました。最終的に、家賃が1500ドル以下、バストイレは個人で使えるという条件に惹かれ、台湾人がオーナーの一軒家の一室を月1300ドルで借りることにしました。これまで特段大きな問題もなく過ごすことが出来ています。また、ボストン日本人テニスクラブを見つけることが出来、週末はボストン郊外のテニスコートでテニスをして健康維持をしています。他にも、海外生活を始めるにあたって、銀行口座の開設やsocial security number(SSN)の取得など色々なハードルがありましたがネットで色々調べながらなんとかクリアすることが出来ました。食生活の面では、日本では私の自炊の90%が豚や牛の薄切り肉で構成されていたのですが、アメリカでは薄切り肉を簡単に手に入れることが出来ないことを知り(お店で最も薄く切ってくれとお願いしたり、日本系スーパーに行けば高値で手に入れられるそう)、とても苦労しましたが、ほぼ毎日パスタを自炊して節約しています。他にはホットドック、ハンバーガーなど、アメリカ人以上にアメリカンな食生活になっていますが、テニスをしているおかげでなんとか体重維持も出来ています。

研究室では、購入したばかりの解析用の新しいパソコンを準備してくれていたのですが、OSのインストールから全て解析環境を自分で整える必要があり色々と苦労しましたが、とても良い経験になりました。しかし、研究室のインターネット速度が死ぬほど遅く、ファイルを添付したe-mailが送信できないなど、苦労は絶えません。研究の進め方については、ボスにミーティングのお願いをすればいつでもミーティングをしてくれますが、こちらから何も言わないと特に何も言ってきません。これは、私がボスのお金で雇われているのではなく、自分のグラントを取って研究室にいるためだと思っています。ボスが気を遣って私の思うようにやらせてくれているのだと思います。渡米前はアメリカでは毎日研究の議論をすることが多いという話をよく聞いた覚えがありましたが、少なくとも私が在籍するラボではそこまで活発に研究の議論ばかりをしているわけではありませんでした。ボスがふらっと研究室に入ってきて、ゲームオブスローンズ(海外ドラマ)や前日のフットボールの試合の話で1時間くらい経ってしまうということもよくありました。ただ、個人的にラボメンバーやボスに研究の話を聞いたりすれば深い議論をすることは出来るので、自分がやりたいように出来る環境かなと思いました。ボストンはMITをはじめとしてハーバード大学など有名な大学がひしめく学術都市であるため、頻繁にセミナーが無料で行われていたりしているのもとても嬉しく、有名な論文の著者などに直接会って話が出来たりするのはとても有益でした。ただ、セミナーの情報があまり回っていないので、ここでも自分で情報を集める力が問われます。最



ロングウッドで朝食を

近は、毎週月曜日の朝 6 時半から日本人研究者がカフェに集まって、サイエンスについて語る「ロングウッドで朝食を」という会に毎週参加しています。ボストンは人の出入りが激しいため、この集まりでは毎週のように新しい研究者の方の話を聞けるのでとても有意義な時間を過ごすことが出来ています。

謝辞

最後になりますが、このような留学の機会を与えてくださった東洋紡バイオテクノロジー研究財団の皆様、東洋紡バイオテクノロジー研究財団に推薦していただいた ATR の川人光男脳情報通信総合研究所所長にこの場をお借りして感謝の言葉を述べさせていただきたいと思います。本当にありがとうございます。

平成 30 年度長期研究助成者留学報告文

前 所 属：京都大学大学院生命科学研究科

留 学 先：ノースカロライナ大学チャペルヒル校

研究テーマ：聴覚皮質のグローバルな回路を介した音情報の処理基盤



小野寺 孝 興

2018 年 11 月よりノースカロライナ大学チャペルヒル校に留学している小野寺孝興と申します。貴財団からいただいた二年助成のおかげで、腰を据えて研究に専念することができております。厚く御礼申し上げます。

分野の転向と留学先の決定

現在私は、加藤紘之博士が主催する研究室にてマウスの大脳聴覚皮質について研究をおこなっております。私はそれまでの大学院過程では、ショウジョウバエをモデル動物とした熱痛覚神経の情報処理について研究していました。ショウジョウバエは世代交代が早く、多くのトランスジェニック系統が作製されているため、思い付いた予備実験を短期間でガツガツできるという非常に優れたモデル動物です。対象とした熱痛覚神経は、高温刺激を特異な発火パターンとして情報変換しており、それが下流の神経群へと伝播し、個体の高温に対する回避行動を亢進することを明らかにしてきました。しかし、私はこうした感覚神経系を扱う中で、より高次の中樞神経系、とりわけ哺乳類の大脳皮質に興味を惹かれるようになりました。そこで、モデル動物をハエからマウスへ、研究内容を熱感覚から聴覚中枢へと転向いたしました。同じ神経分野の間での変更ですが、必要とされる知識・技術は全く異なります。その最たる要因は何といってもモデル動物が異なるからです。実際に大学院過程で習得した実験ノウハウで役立っているものは、手先が器用なことぐらいです。海外という母国語が通じない場所で一からその分野を学ぶことには不安が生じましたが、一方で新天地で見識を広げることができるという期待感もありました。分野を転向できる機会は滅多に無いため、私は大きく一步を踏み出すことにしました。

分野を転向すると決めてからは、情報収集と論文読みに追われる日々となりました。なぜなら、恥ずかしくも、それまで読んでいた神経系の論文はかなりショウジョウバエに偏っており、哺乳類の大脳皮質を軸とする研究室をほとんど知らなかったためです。ポストドク先の希望は当初は「国内：海外＝2：8」ぐらいであったため、始めは国内外問わずに手当たり次第に興味のある研究室を探して回りました。まず、一流科学雑誌に載っている研究室や講演を聴いたことのある研究室をリストアップしました。また、日本神経科学学会のウェブサイトにもポストドク公募している研究室も合わせてリストアップしました。そして、その研究室のウェブサイトを開覧しながら、自分の興味は当然ながら、直近3年の論文数、ラボ人数などを基準にランク付けをおこないました。私の場合、妻と同伴でしたから、現地の治安や物価・家賃も重要な要素になりました。数は順次増え続け、結果的には120

ポストドク候補の一覧例

#	PI	機関	国	テーマ	動物	論文数	人数	ランク
1	L●●●●●	Stanford Univ.	CA	神経回路同定	マウス、ハエ	31	30	B
2	C●●●●●	Univ. of Chicago	IL	シナプス可塑性	マウス	9	6	B
3	A●●●●●	UC San Diego	CA	視覚	マウス	7	11	A
4	T●●●●●	Max Planck Institute of Neurobiology	Germany	神経可塑性	マウス	7	22	C
5	C●●●●●	Columbia Univ.	NY	味覚など	マウス、ハエ	5	17	C
6	N●●●●●	UC San Diego	CA	運動学習	マウス	12	18	B
7	B●●●●●	Harvard Univ.	MA	言語学習	鳴鳥	8	11	B
8	P●●●●●	Univ. of Maryland	MD	聴覚	マウス	17	11	B
9	A●●●●●	FMI	Switzerland	恐怖記憶	マウス	6	16	A
10	D●●●●●	California Institute of Technology	CA	視覚	サル、マウス	9	12	B
...								

ほどの研究室を下調べしました。ランク上位の研究室は、論文を2-3報読んで、その上で応募するかを判断しました。しばしばビッグラボに応募すべきかどうか議論に挙がりますが、私は少人数の若手のボスを選びました。その理由は、分野転向に伴い研究の開始当初はボスやメンバーから相応の時間をかけた指導が必要であり、大人数のラボではそうした指導が受けられないと予想されたからです。アプライレターを作成・送信し、返信いただいた研究室とは Skype 面接をして研究テーマや雇用条件について相談する機会がありました。最終的には、現在のラボに直接訪れて、プレゼンテーションと面談をおこない、その場で受け入れ先 OK の返事をいただきました。受け入れ条件に関してフェローシップ獲得の有無はありませんでしたが、貴財団からの合格通知は渡米直後にいただき、ボスも幸先が良いと大変喜んでくれました。一般的な過程と比べて大掛かりな作業にはなりましたが、アプライレターは4通で留学先が決定しました。

生活のセットアップ

留学に伴う最初の難関は何と言っても生活のセットアップでしょう。慣れない英語で住居を決め、銀行口座を開設し、諸々のライフラインを契約するというのは相当ストレスのかかることです。私の場合、渡米前の準備と幸運に恵まれて、いささか楽にできたと感じています。渡米前は研究の引継ぎやビザ申請、役所の手続きで忙殺されてしまい、渡米後の手続きにまで気を回すのは難しいのが実情ですが、私のように同伴者がいる場合、家族の負担を軽減するためにも入念な準備が良いに越したことはありません。以下では、留学予定者の具体的な参考になればと思い、渡米前に手続きが可能な私が利用した各種サービスを列挙しました。企業・サービスの実名を挙げておりますが、一切の営利関係はありませんことを始めに断らせていただきます。

- (1) アメリカの銀行『Union Bank』: 三菱 UFJ 銀行の口座を既に持っている場合に、三菱 UFJ 銀行の「パシフィック・カンパニーベネフィット・プログラム」を利用して、Union Bank の口座開設が日本語でおこなえます。また、渡米後も日本語の電話窓口が利用できます。銀行カードには、デビットカードの機能をもたせることもでき便利です。
- (2) ドル建てクレジットカード『PREMIO card』: 特長としては、アメリカでのクレジットヒストリーがなくても渡米前から申し込みできる点です。カードの発行そのものは、渡米後に必要書類を提出した後にありますが、日本語の対応窓口があるため有事の際に安心です。
- (3) 携帯電話『HanaCell』: 日本人向けのアメリカの携帯電話です。日本からでも開通でき、出国前や一時帰国の際に日本で利用できるというのが最大の特長です。居住地によっては電波状況が悪く、回線速度が遅い場合がありますが、携帯電話の使用が最小限でウェブを閲覧することが少ない私にとってはあまり気になりません。

こうした手続きをしても、現地ではソーシャルセキュリティー番号の取得や家財の準備など、すべきことは山のようにあるので、渡米前にできることは終えてしまうことをお勧めします。

さて、一番の心配事となる住居ですが、私は運に恵まれ渡米前に決めることができました。実は、受け入れ決定後にボスから「別の研究室の日本人の家族がタイミング良く引っ越す」との知らせがあり、その方と連絡を取り合ってアパートの住居契約を引き継ぐことができたのです。立地について詳しく聞き、Skype 越しに簡単な内見もできたため、不安要素も特になく、まさに渡りに船でした。研究室までバスで片道 20-30 分かかりますが、バスの中で論文を読んで過ごせますし、大学から少し離れる分家賃も低く抑えることができます。

概ね楽に終えられた一方で、非常に難儀した点もあります。それは車です。諸々の事情で、車の購入が遅れて渡米 8 ヶ月後となってしまいました。ここチャペルヒル市内には様々な路線の無料バスが走っており、Uber (格安タクシー) も活用できるため、それらで間に合わせていましたが、やはり車は必須です。購入までの間、車を手放す予定があり安く譲ってくれそうな人がいないか、個人売買も視野に入れて車を探しました。結果的には、個人ではなく、信頼のおける日本系列のディーラー『Japan Auto Service』から中古車を買うことができました。また、免許取得では、私が日本の免許取得後 10 年にわたってペーパードライバーであったため、州の運転免許証を取得するのに苦労しました。DMV (日本でいう運転免許センター) の路上試験では 1 回失格になると一週間後でないかと再試験が受けられないのですが、私は路上試験を 3 回も落ちたために、4 回目に合格するまで 2 ヶ月もかかってしまいました。DMV には毎朝早くから長蛇の列ができ、待ち時間も 3-4 時間かかったため、これを 4 回も繰り返してしまったのは大きな時間のロスだったと感じています。



現在のガラス張りの研究棟 Mary Ellen Jones Building

研究室と研究内容

私の留学先のノースカロライナ大学チャペルヒル校は、リサーチ・トライアングルの一角であり、充実した研究施設と高い教育水準で有名な場所です。所属する加藤研は2017年にここで発足した新進気鋭のラボであり、なんと私が最初のポストドクとなりました。現在は2人目のポストドクが加わり、全体で7名の構成になっております。学生や技術職でも私よりマウス研究歴が長く手腕も良いため、学ばされる点は尽きません。ボスである加藤紘之博士は、覚醒下の大脳聴覚野の音に対する応答が、これまでの麻酔下での観察された応答とは大きく異なることを明らかにしており、覚醒時の大脳記録に関する先駆的な試みをしています。聴覚野が担う言語処理という観点からしても、聴覚は覚醒状態にこそ正常な応答が観測されると考えられます。ボスとの議論でも「その先行研究は麻酔下なのか覚醒下なのか」がよく話題になり、私もその点に注視してデータを解釈するようになりました。研究室は渡米当時は古い研究棟の最上8階にありましたが、2019年3月に新しいガラス張りの研究棟の6階に引っ越しました。デスクが窓に隣接しているので、ちょっとした息抜きに外を眺めたりしています。

研究室では、毎週木曜日の午前中にデータ進捗報告会またはジャーナルクラブがあります。ジャーナルクラブは、予め全員が論文を読んでおき、各Figureを交代で学生・ポストドクが説明していくというスタイルです。途中でボスから「手法はどういうものか、何を観察・記録していてそれから何が言えるのか、前述の実験との違いは何か」など理解度をテストする質問が入るのですが、その場で上手く答えられなく詰まることも多々です。そうした場合、ボスが板書しながら要点を整理してくれるため、曖昧に理解していた内容を直すことができ、非常に助かっています。他にも、7つほどの神経分野の研究室が集まって輪番でデータを発表するManPot Meetingというのが月1で開かれていたり、学外のゲストが公演をおこなうNeuroscience Seminarが各週であったりするなど、幅広いトピックに触れることができます。研究室のイベントとしては、グラント獲得や学位取得、日常的にはメンバーの誕生日などの際に、ケーキやお酒を持ち寄ってお祝いします。また、年末はHoliday Dinner Partyがレストランで開かれ、一年間の労をねぎらい合います。なんとこの費用はボスが全額払ってくれます。クレジットカードでさらっと支払いを済ませるボスに尊敬の眼差しを向けながら、私もそうなりたいなあと思う次第です。

研究を開始して暫くは、マウスの取り扱いが元より、ショウジョウバエとマウスでの研究の進め方の本質的な違いに慣れるまで苦労しました。それは、マウス研究は圧倒的に手間暇がかかり、綿密な実験計画が必要ということです。大学院時代は、ハエの世代交代の速さから、親系統がいれば実験用の次世代を1-2週間で大量に作製できていました。しかし、マウスではそうはいきません。まず、親マウスの出産タイミングは厳密には制御できず、また実験に用いる仔マウスまで生後6週間の待ち時間が必要です。次に、多くの実験目的では、カルシウムイメージングや光遺伝学的手法のために仔マウス1匹ごとに脳にウイルス注射による遺伝子導入が必要であり、術後もその遺伝子の十分な発現を誘導するために2週間は待つ必要があります。このウイルス注射を含む外科手術は1匹ごとに3時間、場合によっては6時間近くかかり、注意深くおこなわないと脳組織への損傷や細菌感染によりマウスが使い物にならなくなってしまいます。マウスは多くの時間と労力をかけて、やっと正



年末恒例の Holiday Dinner Party
(左から1番目が筆者、3番目がボス)

式にデータが記録できる段階へとなるのです。そのため、ハエ研究の頃の「試したい」という実験を次から次へとできる余裕はなく、思い付いた実験を目的・必要な日数・実現可能性・予想される結果などを基準に優先順位を付けて取捨選択することが求められます。面白そうな実験計画を切り捨ててしまうことに歯がゆさは感じつつも、こうした過程がポストドクとしての研究能力を引き上げ、将来的にPIを目指す礎石になると感じています。

おわりに

貴財団の手厚い二年助成のおかげで、一步一步ではありますが、順調に研究を進めることができております。特に、分野を転向した私にとって、長期的にご支援いただけたことは何よりも有り難く、感謝の念に堪えません。ご支援に報いますように、一層研究に邁進していく所存です。東洋紡バイオテクノロジー研究財団ならびに関係者の皆様に、深く御礼申し上げます。

平成 30 年度長期研究助成者留学報告文

前 所 属：東京薬科大学生命科学部

留 学 先：カロリンスカ研究所

研究テーマ：オートファジーによるタウ・タンパク質の分解・分泌機構の
解明と脳内タウ蓄積抑制法の開発



下 澤 誠

2019 年 1 月よりスウェーデンのカロリンスカ研究所に留学し、2019 年 4 月より東洋紡バイオテクノロジー研究財団の長期研究助成をいただいております下澤と申します。本報告文では、研究や生活環境、思い描いていた留学のイメージと現実のギャップについて記載させていただき 1 年を振り返りたいと思います。

研究環境について

私の留学先であるカロリンスカ研究所はストックホルムにあるスウェーデン最大の医科大学で、ノーベル生理学医学賞の選考委員会があることでも有名です。所属している Division of Neurogeriatrics は 16 のリサーチグループから成り、研究対象はアルツハイマー病を中心とした神経変性疾患で、基礎的な神経科学から臨床研究まで幅広い領域の研究を行なっています。Division of Neurogeriatrics には世界各地からの留学生が所属しており、特に多いのはインドと中国からの留学生ですが、その他ヨーロッパ各国はもちろんメキシコやキューバからの留学生もいて国際色豊かな環境です。研究室は 2016 年に開設されたカロリンスカ大学病院の新病棟に併設された研究棟にあります。新病棟はメインエントランスを含む各所にアート作品などが飾られ、病院と言うよりも美術館の様な建物です。私の研究グループの研究室は研究棟の 10 階にあり、オフィスのデスクやカフェスペースから公園や林が良く見える素晴らしい研究環境です。ただ一つ問題点を挙げるとすれば、最新の設備とあってセキュリティが厳重で、オフィスからカフェスペースや研究室へ移動する際に何度もカードキーをかざし、扉を開けなければいけないところでしょうか。

私の研究グループでは、主にモデルマウスを用いてアルツハイマー病におけるオートファジーの役割について研究を行なっています。多くの神経変性疾患では細胞内外への異常タンパク質の蓄積が認められており、アルツハイマー病でも細胞外へのアミロイドβや細胞内への異常タウタンパク質の蓄積が認められます。オートファジーは細胞内で機能不全に陥った細胞小器官や異常タンパク質を分解する機構で、オートファジーがそれらの異



研究室の入っている研究棟



ラボメンバーと鮭レストランにて
(右端が筆者、右から三番目がPIのNilsson 博士)

常タンパク質を分解することが報告されているため、私の研究グループではオートファジーのアルツハイマー病での役割を解明することで新たな治療法の開発を目指しています。私は日本では主に細胞を用いた実験を行なっていましたが、こちらではモデルマウスを用いた実験を行なっています。細胞とは違いマウスを用いた実験はより多くの時間が掛かると分かっていたつもりでしたが、実際に実験を始めると予想以上に大変なことに気づきました。例えばヨーロッパでは実験動物の使用に関する規制が厳しく、日本では数時間の講習で得られた実験動物の利用許可が全て読むために数日間必要なウェブベースのトレーニングと、実際に実験動物を使った講習、そして講習で習ったことが一人で実施できるかを確認する試験まで受けてやっと得ることが出来ました。留学開始から1年以上が経った現在でも、様々な想定外に直面しつつ、ラボメンバーの協力を得ながら何とか研究を進めています。

生活環境について

皆さんはスウェーデン・ストックホルムと聞いて何を思い浮かべるのでしょうか。私の場合、留学前のストックホルムのイメージは「寒い・IKEA・ノーベル賞」の三つでした。

まず寒さについてですが、実際に留学してみてもこれはイメージ通りでした。私がストックホルムに着いた2018年12月末は地面が一面凍結しており、大きなスーツケースを引ながら歩くのがとても大変だったのを覚えています。雪が何メートルも積もることはありませんでしたが、薄っすら積もった雪が寒さで凍結しずっと残っていました。日本では春を迎える4月でも、こちらはまだまだ寒く薄手のダウンジャケットを着て過ごしました。しかし、6月から8月の夏は冬とは打って変わって過ごしやすい気候になります。最高気温は25度程度で暑過ぎず、日照時間も長く夜10時でもまだまだ外は明るいです。夏場は多くのカフェやレストランが店先にテーブルと椅子を並べ、公園にもバーがオープンします。冬場はなかなか陽の光を浴びることが出来ないため、ここぞとばかりに皆さん太陽を満喫している様子でした。ストックホルムから少し離れた所に大小の島々からなるストックホルム群島があり、夏場は島にあるカフェやレストランでのんびり過ごしたり、カヤックに乗って島を巡ったり出来ます。私も日本から訪ねて来てくれた友人達とストックホルム群島のカヤックツアーに参加し、スウェーデンの自然を満喫しました。

日本でも北欧家具は有名ですが、IKEAはスウェーデン発祥の家具メーカーです。こちらは冬が暗く寒く長いので必然的に室内で過ごすことが多くなります。そのため、寒い日に快適に過ごすためにデザインや機能性の優れた家具が生まれたのだと納得です。また冬場は各家庭の窓際に星型のランプやロウソクを飾る習慣があり、暗くなってからも窓から見える明かりが気分を少し暖かくしてくれます。何度かラボメンバーの自宅に招かれて食事をご馳走になる機会がありましたが、皆さん部屋をととても綺麗に維持されていて、そんな事からもスウェーデ



研究室の友人と Lidingöloppet の 15km レースに参加

ンの人々の部屋に対するこだわりが分かります。

ノーベル賞については皆さんご存知と思いますが、2018 年は本庶先生が生理学医学賞を、2019 年は吉野先生が化学賞を受賞されました。当初は 2018 年の 11 月中にストックホルムに来る予定だったので、12 月に開催される本庶先生の受賞記念講演を本場スウェーデンで聴けることを楽しみにしていました。しかし、ビザの取得が予定より遅れ実際にこちらに来られたのは 12 月末になり、本庶先生の授賞式には間に合わず残念な思いをしました。ただ、幸運にも 2 年連続で日本人研究者がノーベル賞を受賞されたため、2019 年の吉野先生の受賞記念講演は聴くことが出来ました。ノーベル化学賞の記念講演はストックホルム大学で行われ、私も記念講演当日の 12 月 8 日は朝の 8 時からホールの外に並びました。偉大な先輩の講演を聴くことが出来、私も少しでも日本の科学の発展に貢献できる様になりたいと改めて思う貴重な経験でした。

ここからはこちらに来て初めて知ったスウェーデンについて少しお話したいと思います。スウェーデン人はとてもスポーツ好きです。まず、ストックホルム市内を歩いているとランニングをしている人を良く見かけます。春や夏は当たり前、冬場に地面が凍結していてもスパイク付きのランニングシューズを履いて走っています。冬場は街の至る所にスケートリンクが登場し、子供から大人まで朝も夜も多くの人がスケートを楽しんでいます。更にはベビーカーを押しながらランニングやスケートをしている人までいます。そして、春から秋にかけては多くのランニング大会が開催されます。私も昨年の 5 月にアルツハイマー病のチャリティーレースで 5km 走り、9 月には研究室の友人と 15km のレースにも参加しました。友人からは今年は 30km のレースに参加しようと言われているので、現在もジムで週に 1～2 回研究終わりにトレーニングをしています。

最後にご紹介するのは、ストックホルムの治安の良さです。ヨーロッパの有名な観光地でも日本人旅行者がスリや置き引きにあった話は良く聞きますが、個人的には日本と同じくらいストックホルムは治安が良いと感じています。夜に街中を歩いても危険を感じることは少なく、周りの留学生が危険な目にあったと言う話も聞きません。市内を見ても落書きなどはほとんどなく、街は綺麗で、道路に面した店の窓にも海外でよく見かけるシャッターがありません。それだけ治安が良いのだと思います。これは普段から治安の良い環境で生活している日本人の留学先として素晴らしい条件だと感じています。

留学生活のイメージと現実のギャップ

私の経歴は少し変わっていて、博士号を取る前は外資系製薬会社で薬の効果や安全性を検証する治験に関わる仕事をしていました。その際にアルツハイマー病の治験を担当していたことが、留学先に現在の研究室を選んだ理由の一つとなっています。仕事柄、海外の担当者と日常的に連絡を取る中で私もいつかは海外で仕事をしてみたいと思う様になり、博士号を取得するために大学へ戻った際にも当初から博士取得後は海外に留学することを

決めていました。英語自体は仕事でそれなりに使っていたこともあり、留学先で英語漬けの日々を送れば英語力も大幅に改善できると期待していました。しかし実際は予想以上に周りの人が言っていることが理解できず、また自分の言いたいことも上手く表現できない日々が続いています。PI との研究に関する議論やセミナーでの質疑応答でも論点が上手く伝わっていないと感じることが多く、既に留学開始から1年以上経つ今でも英語での会話はまだまだ改善が必要だと感じています。

留学の目的は人それぞれだと思いますが、個人的には研究以外の目的として海外で生活しその国の良いところ悪いところを知ることによって、日本についても見直す良い機会にしたいと考えていました。しかし、実際の生活は基本的に研究室と家の往復で友人も留学生であるため、実はスウェーデンで生活しているけれどスウェーデンのことはあまりよく知らないのが現実です。季節的な行事や、生活習慣などはPI や他のスウェーデン人の研究者が教えてくれるので少しは知っていても、スウェーデン語が分からないのでニュースなどは理解できずスウェーデンで今何が起きているのかを良く知りません。そう考えるとただ表面的に海外で生活していくことは出来ても、本当の意味でその国で生きていくのとは大きな違いがあるのだと感じています。

幸いにも、私は更に2年間こちらで研究を続けることが出来る予定ですので、英語を改善し研究についてより深く議論できる様になること、スウェーデンの歴史や文化・スウェーデン語についても学び、少しでも本当の意味でスウェーデンでの生活が出来る様になることを目指していきます。

最後になりますが、貴重な留学の機会を与えて下さいました公益財団法人東洋紡バイオテクノロジー研究財団に厚く御礼を申し上げます。

2019 年度長期研究助成者留学報告文

前 所 属：東京大学大学院 医学系研究科、東京大学医学部附属病院 脳神経外科、
日本学術振興会特別研究員 (DC2)

留 学 先：University of California, San Francisco
(カリフォルニア大学サンフランシスコ校)

研究テーマ：複合受容体システムを用いた次世代型の脳腫瘍免疫治療の開発



根 城 堯 英

東洋紡バイオテクノロジー財団の長期研究助成を頂き、2019年1月より米国のカリフォルニア大学サンフランシスコ校 (UCSF) でポスドク研究員として仕事をさせて頂いております。本報告文が、これから研究留学を検討している方にとって役立てば幸いです。

自己紹介と留学に至る経緯

私は2009年に大学を卒業し、2年間の初期臨床研修の後、脳神経外科医として研鑽を積みました。当初は脳血管障害や良性腫瘍など「手術で治せる病気」にばかり興味がありましたが、徐々に経験を重ね、悪性脳腫瘍など「手術で治せない病気」の課題を痛感し、そうした未解決の課題への取り組みに次第に興味がシフトしていきました。そして基礎研究の必要性を感じ、2015年、脳神経外科専門医資格を取得した後一旦臨床の最前線を離れ、大学院医学博士課程に進学しました。

大学院では脳神経外科の悪性脳腫瘍研究グループに所属し、神経膠腫 (グリオーマ) を研究対象としました。これは上述の「手術で治せない病気」の代表格で、原発性悪性脳腫瘍のうち最も高頻度、かつ現在の標準治療の下でも生存期間中央値が2年未満という予後不良の疾患です。注目すべきは、2005年にテモゾロミドという抗がん剤の有効性が報告され標準治療となって以降、これに続く有効な新規治療が未だに世に出ていないということです。これはこの疾患がそれだけ難治であることを意味しており、有効な新規治療の登場がずっと切望されています。私は、がん免疫治療の脳腫瘍への応用を視野に、臨床検体を用いて腫瘍内免疫機構の経時変化に関する



UCSF Mission Bay キャンパス

免疫ゲノミクス解析研究に取り組みました。

転機となったのは2016年冬、この分野で最大の学会である北米脳腫瘍学会（Society for Neuro-Oncology [SNO]）に初参加したことです。そこではUCSFからの演題が非常に多数を占め、国際的にこの分野をリードする研究施設という印象を強く受けました。それと同時に、UCSFで脳腫瘍に対する免疫治療の研究室を主宰する、現在のボスである岡田教授のことを初めて知りました。その後論文を読み漁り益々興味が強まり、留学希望先として意識するようになりました。そして約1年後、岡田教授が来日された際、上司を介して話をする機会を得、自分の研究内容を聞いて頂くとともに、脳腫瘍に対する免疫治療開発研究への興味、Okada Labの仕事への関心を伝えました。また2018年2月には米国サンディエゴで行われたAACR CNS Immunologyという学会で、岡田教授やOkada Labの大部分のメンバーの前で口演発表する機会があり、自分の研究をよく知ってもらうことができました。どうにか高評価を頂けたようでその後正式にオファーを頂くことができました。博士論文作成と学位審査を無事済ませ並行して渡米準備を進めて、念願叶い2019年1月からOkada Labでの仕事を開始しました。

UCSF について

本学UCSFは、UC BerkeleyやUCLA（ロサンゼルス）など約10の大学の集合体であるカリフォルニア州立大学（University of California）の一部です。かつて“The Medical Department of the University of California”という校名だった時期があるように、医学・生物学に特化した研究大学であることが本学の特徴です。所属学生たちは皆4年制大学（college）卒業後の人たちです。私と同じポストドクは、2019年のデータでは1,180名所属し、女性50.7%で男女ほぼ同数、米国国籍以外の割合が60.4%という構成です。また山中伸弥先生を含め、過去に9名のノーベル賞受賞者を輩出しています。

UCSFはサンフランシスコ市内外に大小のキャンパスや医療施設を持ち、メインは150年前からあるParnasusキャンパスと、2003年に湾岸地区再開発により生まれたMission Bayキャンパスの2つです。私の職場はMission Bayキャンパスの北端にあり、近隣にはNBA会場（Chase center、ウォリアーズの本拠地）や野球場（Oracle park、ジャイアンツの本拠地）、UberやDropbox他バイオ・テック系企業のオフィスなどが建ち並び、都会型のキャンパスと言えます。サンフランシスコ市内では最も治安がよい地域の一つです。

Okada Lab について

職場がある建物は5階建てのうち4階部分全体が脳腫瘍研究に特化したエリアとなっており、大小19の研究室が入っています。いわゆるオープンラボの形態で全ての研究室が一つの空間にあり、ソフト面・ハード面での積極的な交流を促す造りになっています。

岡田教授は元は日本の脳神経外科医で、Pittsburg大学で約20年仕事をされた後5年前にUCSFに移られました。



2019 年秋、Oracle Park での市民向けサイエンスイベント

この間一貫して脳腫瘍の免疫治療研究に取り組んできた、この分野のパイオニアの一人です。多忙のため不在のことも多いのですが、原則は週 1 回 30 分程の個人ミーティングを行い、データの検討やプロジェクトの方向性について議論します。その知識の深さ、幅広さと、先駆的な視点、人脈の豊富さ、そして何より圧倒的な仕事のスピードにいつも驚かされ尊敬しています。

研究室のメンバーは、ボスの他に、シニア研究員 1 名、ポスドク研究員が 5 名、大学院生が 2 名、研究補佐員が 5 名、ボランティアが 5 名所属しています。興味深いのは、college 卒業前後の若手の研究補佐員（有給）とボランティア（無給）の若手の人たちです。彼らの多くは、医学部（med school）受験を目指して研究室に所属しています。聞くと米国での（医学部）受験の仕組みは日本とは全く異なっており、学力と同時にコミュニケーション力、リーダーシップ、業績、職歴・ボランティア歴、推薦状などの全てが評価対象となります。それゆえに多くの場合、college 卒業後に研究室や企業に所属し 2-3 年働いて経験を積みながら受験勉強をし、人脈を広げより強力な推薦状を得て、一人大体 20-30 校に出願するが一般的だそうです。良し悪しは別として、ほぼ学力のみで決まる日本の受験システムのほうがわかりやすさという点では楽なように感じてしまいます。



2019 年冬、ラボメンバーと SNO2019 にて



2019年夏、イエローストーン国立公園に家族旅行

研究内容について

当研究室では、全ての研究が悪性脳腫瘍を対象とし、全ての研究が臨床指向です。私の研究も、グリオーマ細胞に特徴的な mRNA 編集のパターンをトランスクリプトーム解析から探索し、それを標的とする新規の免疫治療を開発することを目指しています。最初の数ヶ月は主に、公共データの多数例の RNA-seq データ解析を集中的に行い、条件を満たす有望な標的候補を複数同定しました。現在は次の段階として、やや特殊なトランスクリプトーム実験を追加で行い、並行してタンパク発現を実証するためプロテオーム解析に挑戦しています。UCSF 内で共同研究先が豊富なのは働く上でとてもありがたく、ボスのサポートの下、複数の研究室を巻き込みプロジェクトを進めています。まだ成果としてまとめ報告するには時間がかかりそうですが、最終的に臨床応用につなげ、グリオーマの治療成績向上に貢献することを目指しています。

米国での生活

私自身は 2019 年 1 月に渡米し、その後約 2 か月遅れで家内と 2 人の娘（6 歳と 1 歳）が合流しました。初めての海外生活で戸惑いながらも生活環境を整え、日本から船便で送った大量の荷物を荷ほどきし（約 1 か月で到着）、自動車免許を取り車を購入して家族を出迎えました。職場と同じキャンパス内の宿舎に当選し入居できたので、渡米後に家探しをスキップできたのは幸運でした。

ちなみにサンフランシスコは現在世界で最も家賃の高い都市の一つであり、近隣に家族 4 人で 2 bedroom の家を借りると相場は月額 \$4,500 以上になってしまいます。宿舎はそれに比べると格安ですが、それでも月額 \$3,000 を越えます。そしてそれが毎年数 % ずつ上昇し続けている、というにわかには信じがたい状況です。

家族合流後約 1 か月で長女の小学校も決まったらからは、およそ以下のような生活スタイルが確立しました。大体朝 7 時半前に家を出て娘を学校まで車で送り届け、8 時半前に出勤、夕方 6 時頃までに仕事を済ませ、夜は家族と一緒に過ごし、子供の寝かしつけまで夫婦で協力して行います。仕事の状況次第では夜 9 時頃から再び職場に戻り実験、ということも時折あります。家から職場まで徒歩 3 分程なので気軽に行き来でき大変便利です。日本では渡米直前まで大学院生の傍ら臨床医として仕事をしており、夜間当直が月に 7-8 回あったので家を空けることが多かったのですが、渡米後こうして毎晩家に帰り、たまにまとまった休みも取ることができ、家族と一緒に時間をしっかり取れるのは貴重だと感じます。

多国籍の環境の中で働いて感じたこと

こちらで約 1 年間生活してみて、文化の違いを感じる場面もある一方、思っていたよりも共通部分が多いというのが率直な感想です。例えば「日本人と比べアメリカ人は婉曲的な言い方をせずストレートに意見を言う」と

このような話を聞きますが、これは実際には、少なくとも自分の周囲では全く当てはまりません。こちらでも上下関係や付度はしっかり存在し、いかに相手に不快な思いをさせずにこちらの主張を伝えるかは皆常に気を使っているように感じます。言語が違ってても礼儀や協調性は普遍の価値なのだと感じました。

もちろんときには強気で主張することも必要です。主に日常生活においてですが、ピンチの場面で受け身の姿勢だと損をするので、とにかく目的を達成するまでは引き下がらない、という凶々しさもこの1年間様々な経験を通して身についた気がします。

言語についても触れない訳にはいきません。留学を意識し始めた頃から自分なりに準備をしていたつもりでしたが、しかし生の英語の中での苦労は予想以上でした。特に、ミーティングなど仕事の場面では会話に参加しないと即、自分の意見がない、参加する意志がない、あるいは全く理解していない、と見なされてしまいます。

英語の「読む書く聞く話す」の4要素のうち「話す」ことに一番の不安があったのですが、実際には一番の問題は「聞く」ことでした。それは、まずは相手の話を聞き取れないと返事のしようがなく、会話が成立しないからです。それを克服するため、耳を慣らすこと、語彙・フレーズを増やすこと、を意識し向上に努めました。話すほうも、会話の中で新しく覚えた単語やフレーズを失敗を恐れずなるべく自分でも試してみるように心がけました。幸い国際色豊かな環境のためか、周囲の人々は皆 broken English を聞き取るのに長けています。おかげで多少の文法の誤りは気にせず、とにかく自分が考えが伝わるように単語を重ねると、ほとんどの場合は相手が意図を汲み取ってくれてしまいます。現在は、たとえ全部でなくても 8-9 割程度聞き取って全体を推測し、どうにか会話のキャッチボールができており、1年前に比べると多少は上達しているのかなと感じています。ただし例えばランチタイムのネイティブ同士の早口の会話で、しかも自分の守備範囲外の内容で知らない単語だらけの場合などは完全にお手上げで、この辺はまだしばらくは厳しそうです。

もう一点、自分を相手に理解してもらおうというのは仕事の上で非常に重要です。自分の研究発表や、同僚の研究の解析方法でのちょっとしたアドバイスをきっかけに「彼はこんなことができる、これは彼に聞いたらいい」と認識してもらえ、以降色々声をかけてもらい、仕事がかまくまわり始めたように思います。日本で学び培った知識や経験はこちらでも十分に通用すると自信になり、しかしそれを活かすには周囲に理解してもらい、そのためにも言語力、コミュニケーション力が欠かせない、と再認識しました。

終わりに

この1年はまさにあつという間でした。大きなトランクを両手に抱え、初めての海外生活への期待と不安を胸にサンフランシスコ国際空港に降り立ったときの光景や、初めて研究室に出勤したときのこと、生活のセットアップの苦労、2か月遅れで渡米してきた家族を空港で迎えたこと、など今も明瞭に記憶しています。幸い現在ではすっかりこちらの生活になじみ、研究に集中できています。また海外生活を通して、異文化や多様性への理解という面でも大きく視野が広がったと感じています。家内も娘たちもこちらの生活を気に入って楽しんでくれているようですが、目に見えないところで色々不便な思いをさせてしまっているかもしれません。私のこちらでの挑戦に付き合ってくれていることに感謝の思いで一杯です。

そして最後になりますが、私に留学の機会を後押しして下さった東洋紡バイオテクノロジー研究財団の皆様に心より感謝申し上げます。研究成果という形で恩返しができるように、初心を忘れずに引き続き日々の研究生活に邁進して参りたいと思います。

平成 30 年度長期研究助成者留学報告文

前 所 属：東京医科歯科大学 生体材料工学研究所

留 学 先：The Scripps Research Institute

研究テーマ：人工塩基を持つ mRNA から非天然アミノ酸への効率的な細胞内翻訳系の開発



松 本 大 亮

私は東洋紡バイオテクノロジー研究財団長期研究助成を受け、2019 年 4 月より米国カリフォルニア州サンディエゴにあるスクリプス研究所にて研究を行っております。不安と期待に満ちた 4 月から気がつけば約 1 年が経ちました。まだまだ研究生活の途中ではありますが、これまで得られた経験や感じたことについてご報告致します。

留学まで

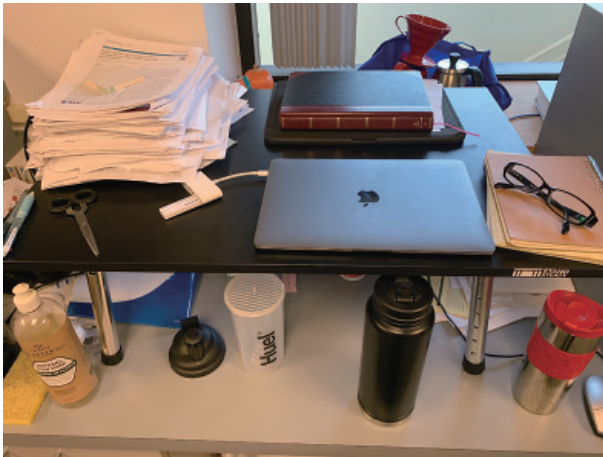
私は修士課程においてナノ針を利用した細胞内への生体高分子導入技術の開発、博士課程では外的因子による活性制御が可能なゲノム編集ツールの開発を行いました。ゲノム編集ツールはゲノム上の標的とした DNA 配列を切断し、その配列を改変することが可能です。このゲノム編集技術を利用した遺伝子治療や作物の品種改良などが期待されています。これまでの研究では、ゲノム編集ツールによる標的配列以外での予期せぬ変異導入の低減を目指し、研究をしていました。海外留学を決心した際、私はこれまでやったことのない研究でかつ、日本ではできない研究をしたいと考えました。私の派遣先研究室である Floyd Romesberg 研究室では、化学的に合成した新たな塩基対（人工塩基対）を大腸菌内で複製、転写、翻訳することに成功していました。もともと遺伝子や進化に興味を持っていたので、Nature 誌に掲載された大腸菌内での人工塩基対の保存（複製）及び書き出し（転写、翻訳）に関する論文を読んだ時に、とても面白いと思ったことを今でも鮮明に覚えています。Romesberg 教授からフェローシップがあれば来て良いとの返事がいただけた時には、絶対取ってやるという気持ちで一杯でした。教授や在籍している大学院生とメールをしながら研究内容を考え、申請書を仕上げました。幸いにも、東洋紡バイオテクノロジー研究財団長期研究助成に採用していただき、晴れてアメリカへの留学となりました。

留学先の環境

私の所属しているスクリプス研究所は米国にある私立研究機関です。海外にある研究機関の中では私にとって最も馴染みのある研究所でした。なぜなら、私が修士課程の時に共同研究をさせていただいていた産業技術総合研究所の加藤義雄先生や博士課程の時に指導をいただいた野村渉先生（現在は広島大学教授）もスクリプス研究所に所属していたからです。当時の私にはスクリプス研究所のような有名な研究所に所属できるとは全く思っていなかったもので、初めて研究所に入った時にはとても感激しました。Romesberg 研究室のオフィスからは海が見え、研究室とは思えないような雰囲気を漂わせていました。

Romesberg 研究室は 20 人弱のメンバーを有しており、これまで小規模の研究室にしか所属したことがなかった私には非常に新鮮でした。3 ヶ月間研究を行ってみて感じたことは、分析装置などの実験環境などは正直なところ日本と比べてそこまで変わりはありません（むしろ日本の方が良いかもしれませんが）が、大学院生、ポスドク、そして教授も対等な立場でどんどん意見ができる雰囲気がとても良いと思いました。Romesberg 研究室では 2 週間に 1 度自分の研究進捗の報告会があり、年に 2 回文献紹介と長期的な研究報告を行います。この報告会や文献紹介では大学院生と教授が長いこと議論を行うことも多く、私が学生であった時とのギャップに最初は驚きました。特に、アメリカで教育を受けてきた大学院生はプレゼンテーションや議論に慣れている印象を持ち、日本の大学院生との差を肌で感じることができました。

私が予想していた以上にアメリカにいる大学院生はハードワーカーであり、朝から晩まで研究している学生が多くいます。朝型の人から夜型の人まで様々な人がそれぞれに合った時間に研究をしているため、研究所は毎日



著者のデスクと実験環境

朝から晩まで電気がついてます。一方、研究所で毎月1度開かれるハッピーアワーなどの催しやスポーツを楽しむなど研究以外の時間も大切にしているように感じます。私も毎週火曜日に異なる研究室の学生やポストドクと一緒にバスケットボールをし、汗を流しています。バスケットボール仲間の中には有名雑誌に論文を掲載した大学院生やポストドクが多数おり、自分も続くぞという気持ちにさせてくれます。このようなコミュニティは自分とは異なる分野の研究者と接し、共同研究をするきっかけになることもあるので、とても貴重です。

スクリプス研究所では、メーリングリストを介して研究室内で足りない試薬や持っていない機器を他の研究室に借りることができたり、高頻度で用いる試薬や消耗品を研究所で大量購入し、ストックすることで発注から即座に納品を可能にしていたりと日本にいた時にはなかった効率的なシステムを有しています。更に、研究所では毎週のように講演会が開かれており、その多くはノーベル賞受賞者や各分野の有名な先生方が登壇されます。講演の中ではこれまでの研究に加え、論文ではまだ報告されていない最新の研究成果も発表され、質疑応答では活発な議論が行われます。このような経験は日本にはなかなか得られないものでしたし、アメリカにおける研究速度の速さの一因が垣間見られたように思います。

研究の進捗状況

私たちの生体内では4種類の塩基 (A,T(U),G,C) を用いてタンパク質の情報を保存しています。この4塩基の3つの組み合わせ(コドン)によってタンパク質の構成要素であるアミノ酸に翻訳します。この4種類の塩基に人工塩基 (X,Y) を加え、6種類の塩基を用いることによって $4 \times 4 \times 4 = 64$ 通りだったコドンが $6 \times 6 \times 6 = 216$ 通りとなり、より多くの情報を保存、書き出しすることが可能になります。これによって本来我々が用いている20種類の天然アミノ酸に加え、非天然アミノ酸の情報を生体内に保存することが可能になります。この非天然アミノ酸を有するタンパク質の生産はこれまで天然アミノ酸だけでは成し得なかった機能を持つタンパク質の発見につながる可能性を有しているため、特に抗体医薬等のバイオ医薬分野において注目を集めています。

私は改良型人工塩基の細胞内での翻訳効率に関して評価を行っていました。具体的には人工塩基を含む遺伝子(緑色蛍光タンパク質遺伝子)を持つプラスミドDNAを大腸菌内に導入し、人工塩基及び非天然アミノ酸を添加しながらその大腸菌を培養することで、非天然アミノ酸を有する緑色蛍光タンパク質を生成しました。この時の大腸菌内に存在するプラスミド中の人工塩基の保存効率及び非天然アミノ酸の導入効率を評価しました。また、これまで人工塩基を3つの塩基から成るコドン配列中の2番目に導入していましたが、1番目や3番目に導入した際に、それらの効率がどのように変化するかということも調べました。人工塩基という特殊なものを扱っているため、その評価の方法もこれまで行ったことがないものが多く、初めは戸惑うことや上手くいかないことも多かったですが、大学院生やポストドクの方々に助けられながら、徐々に上手くいくようになりました。実験操作にも慣れ、申請させていただいたCRISPRを利用した研究もこれから始めようというところで、Romesberg教授がスクリプス研究所から自身の立ち上げた会社へと移ることとなり、研究室がなくなることとなりました。所属していた学生やポストドクは新たな所属研究室を探すことになり、私もこの先どうなるのだろうと不安



公聴会が終了した学生を囲んだランチの様子
(著者は右側前から5番目)

になりました。しかし、東洋紡バイオテクノロジー研究財団の皆様が研究室先の変更を承諾してくださったおかげで、7月から新たに Reza Ghadiri 教授のもとで研究を続けることが可能になりました。その節は本当に感謝しております。現在は Ghadiri 教授のもとで自立活性制御型酵素薬の開発、種選択的な細菌への生体分子導入法の開発、細菌種のスクリーニング技術の開発という3種類のプロジェクトを進めております。Romesberg 研究室で得た技術も応用しつつ、新たな知識や研究手法を更に学ぶことができ、非常に充実しています。これらの成果を論文としてまとめられるようにこれからも精一杯研究をしていきたいと考えております。

留学先の生活

私の留学開始のセットアップは非常に順調に進んだと思います。というのも既に Romesberg 研究室に所属していた橋本講司先生に家の契約や入国以降の手続きの多くを教えていただいたからです。橋本先生にはこの場を借りて心より感謝申し上げます。実際のサンディエゴでの生活は車を使うという点以外は日本にいた時とそこまで変わらないと思います。私の場合は日本で最後に運転をしたのが大学一年生時に免許を取得した時でした。なので、渡米一週間前に数回日本で練習してから行きました。車の購入にはルームメイトに協力してもらいましたが、車をお店から家まで運転して帰った時はとても怖かったです。今になって思うのは日本での車運転歴がなかったのが逆に車線の違いに惑わされない良い結果を招いたかもしれません。とある日本人研究者の方に聞いた話ですと、免許取得の路上試験で逆走をし、一発アウトになった方もいらっしゃるようです。ペーパードライバーだった私でも今ではフリーウェイも普通に運転できるようになりましたので、アメリカの車社会に不安がある方でも問題ないのではないかと思います。食に関しては日本のスーパーやお店も多く、特に食にこだわりのない私にはすぐに順応することができました。物価が高いイメージがありましたが、自炊を行えば日本とそこまで差はないように思います。ただし、家によっては料理することをあまり好まない大家さんいらっしゃるようなので、家を決める際には注意が必要です。

私にとって何より良かったのは両親にサンディエゴを



バスケットボールを楽しむ研究者達の様子



家族でのサンディエゴ旅行の様子

(ラホヤの海岸では野生のアシカやオットセイに会えます)

案内することができたことです。博士課程に進むというただでさえ周りとは異なる道に進んだのに加え、卒業後は留学をするという決断をし、両親には心配をかけたと思っていました。そんな両親の初アメリカ本土旅行を案内できたのは嬉しかったです。私自身、研究室に所属してからはずっと研究をしていたので、何年ぶりかというくらいの家族旅行でした。サンディエゴには動物園や水族館に加え、多くの自然公園があります。ホリデーシーズンではなかったこともあるかもしれませんが、日本の観光地と比べて人が少なくゆったりと自然を楽しむことができるのでおすすめです。

終わりに

サンディエゴ国際空港に到着し、期待と不安に満ちていたあの日から早くも1年が経とうとしています。思い返せば、あっという間に過ぎていきました。初めは自分の実力が通用するのか、上手く生活できるのかという不安がありましたが、親切的な日本人研究者の先輩方、研究室の仲間に支えられ、自分自身の成長を確実に実感した1年間でもありました。幸運なことに来年度以降も研究所に残ることが可能となり、自身を更に磨く機会を得ることができました。全ては留学を始める機会を与えてくださった東洋紡バイオテクノロジー研究財団の皆様、申請にあたり推薦人を快くお引き受けくださいました東京医科歯科大学の石野史敏先生のおかげです。心より感謝申し上げます。また、これまで私を鍛えてくださった東京農工大学の中村史先生、産業技術総合研究所の加藤義雄先生、東京医科歯科大学の玉村宏和先生及び野村渉先生に心より感謝申し上げます。そしてこれまで私を支えてくださった両親にこの場を借りて心より感謝申し上げます。

平成 30 年度長期研究助成者留学報告文

前 所 属：京都大学 ウイルス・再生医科学研究所
留 学 先：ニュージャージー州立大学 ラトガース
研究テーマ：鰭と四肢をモデルとした 2 種の骨の発生機構解明



森 俊 介

東洋紡バイオテクノロジー財団長期研究助成を受け、2018 年 12 月よりアメリカ合衆国のニュージャージー州立大学ラトガースで研究を行なっています。留学開始から一年が経過した現在の研究状況やアメリカでの生活についてご報告いたします。

留学のきっかけ

留学を始める以前、私はポスドクとして ES 細胞や iPS 細胞などの多能性幹細胞から三次元組織を作製する研究に携わってきました。この研究成果として、胚発生過程に形成される四肢原基「肢芽」の形態的特徴と自律的な軟骨分化能を示す肢芽様組織の作製方法を見出しました。三次元培養法を用いて作製した細胞凝集体は、発生過程に似た遺伝子発現変化を起こし、自発的に生体内の臓器に近い形態と機能を持つ組織を試験管内で形成します。このような細胞の自己組織化は、複雑な組織構造を作るために欠かせない現象です。培養下においても、ほぼ正確に組織形態を再現できる細胞の自己組織化を目の当たりにして、組織形態だけでなく生き物の形を決定づけるメカニズムを追究したいと強く考えるようになりました。

脊椎動物の四肢やヒレなどの付属肢は、発生に必須な多くの遺伝子機能が種間を超えて高度に保存されていることから、発生過程の遺伝子発現パターンと形態形成メカニズム解析のモデルとして古くから用いられてきました。現在のボスである中村哲也先生は、四肢の手指形成に必須な *hox13* 遺伝子に着目し、ゲノム編集技術によりゼブラフィッシュの *hox13* 遺伝子欠損変異体を作製することで、この遺伝子が共通して手指とヒレの形成に必須であることを見出しました。彼のセミナーに参加した際、手指とヒレの組織形態変化を制御する分子メカニズムの解明を次に進めるプロジェクトとして紹介されており、多くの点で私が進めたい研究と共通する部分を感じました。その後、ポスドクとしての採用を前提に定期的なミーティングをお願いし、研究計画についてディスカッションを重ね正式に採用してもらうことが決定しました。

アメリカでの研究と近況報告

私が所属するラトガース大学の遺伝学分野は、約半数がバイオインフォマティクス専門の研究室で構成されています。そのため、次世代シーケンス解析で得た結果の評価や解析手法について容易に相談することができます。研究所では、ほとんどの機器が共通仕様になっており、他のラボに設置してある機器を借りて実験することができます。現在はラボメンバーも増え活気が出てきていますが、私が赴任した当時は研究室がスタートして 2 年目だったこともあり、メンバーはボスと学部生二人という状況でした。そのため、研究を進めるうえで必要な機器の場所や使用方法を把握するのに多くの時間を割かなくてはいけませんでした。そんな中でも、他の研究室のメンバーはとても親切に使用方法の説明に時間を割いてくれ、アメリカ生活の相談にも乗ってもらうなど多くの面で助けてもらいました。このように他の研究室を出入りしている中で、会話の重要性を強く感じました。ポスドクだけでなく PI や学生も含め、ラボメンバーが研究について日常的にディスカッションしているのをよく目にします。日本の研究環境と比較して明確に違うのは、ディスカッションをする頻度だと思いました。また規模を問わず多くのセミナーが頻繁に開かれ、その後はランチ付きのディスカッションタイムも設けてあります。他分野の研究者と話せる機会が多く、アイデアのインプットとアウトプットを頻繁に行えることから、新しい発想が生まれやすくなっていると感じました。ようやく研究状況も安定して、自分のペースで研究を進めることができるようになってきたので、これから積極的にセミナーを利用してアイデアを交換する機会を増やしていこ



ラトガース大学 遺伝学研究所



ラボメンバーと化石採集
(左端が筆者)

うと考えています。

現在私は、魚類のヒレをモデルとした骨発生メカニズム解明を目指し研究を行なっています。我々ヒトを含め多くの脊椎動物の骨格は、主に膜性骨（頭蓋、鎖骨など）と軟骨内性骨（四肢、脊椎など）の2種類の骨で構成されています。これまで骨発生に必須な多くの遺伝子が同定されてきました。しかし、なぜ2種の骨を持つのか、2種の骨がの発生領域がどのようにして決まるのか、その詳細なメカニズムは未だ不明な点が多く残されています。興味深いことに魚類のヒレは基部に軟骨内性骨を形成し、そこから膜性骨のヒレが発生します。そこで私は、ゼブラフィッシュを用いて、ヒレの組織発生過程で2種の骨が形成するメカニズムを解析するための実験系構築を行なってきました。これまで私は培養細胞をベースとした実験の経験しかなかったため、まず基本的なゼブラフィッシュの実験手法の習得から始め、その後、自分の研究に必要なゼブラフィッシュのトランスジェニック系統やノックアウト系統の作製を進めてきました。現在は、トランスクリプトーム解析から得た標的遺伝子を用い、組織特異的発現誘導システムとゲノム編集技術による遺伝子欠損変異体の樹立を行い表現型の解析を進めています。

留学開始から現在に至るまで、中村先生を始めラボメンバーには研究環境の設定やプロジェクトの進行に関して多くのアドバイスを頂いてきました。この場を借りて感謝申し上げます。

アメリカでの生活

アメリカ合衆国東海岸、ニュージャージー州の州立総合研究大学であるラトガース大学は、全米で8番目に古い大学です。日本の幕末時代には、日本人として初めてアメリカの大学を卒業した人物の一人、福井藩士の日下部太郎氏が在籍していたことでも知られています。残念ながら帰国することが叶わずこの地で亡くなった彼を含め、数名の日本人が埋葬される墓地がキャンパス近くにあります。毎年7月の終わりに、プリンストン日本人会が主催するお墓の清掃と盆供養が行われており、昨年は私も参加させていただきました。また、スポーツも盛んで、キャンパス内にはアメフトスタジアム、ゴルフ場など多くのスポーツ施設が完備されており、中でもサッカースタジアムはプロ女子サッカーチーム「スカイ・ブルーFC」のホームとして利用され、サッカー日本女子代表の川澄奈穂美選手が在籍しています。

私が住んでいる地域は、最寄り駅から電車を使い1時間弱でNewark 国際空港やニューヨークのマンハッタンに行くことができます。都会に近いだけでなく、近郊には自然保護区や国立公園が多いため、週末には気分転換を兼ねてハイキング、魚釣り、そして化石取りを楽しむことができます。また、アジア系移民が多いことからアジア系スーパーも多く、日常的に日本食を購入することができるため充実した食生活を送ることができています。留学当初は、あらゆる面で日本とのシステムの違いに慣れるのにとっても苦労しましたが、アメリカでの生活も一年が経過し、ようやく自分のペースで生活ができるようになってきました。日常生活で経験してきたトラブルやイベントを1つ1つクリアしていくうちに、ネイティブの英会話もようやく聞き取れるようになってきました。幸運なことに、留学して最初の半年は、大学の言語学者の先生とマンツーマンの英会話授業を受けることができ、



サッカースタジアムとアメフト練習場



プリンストン日本会の皆さんと盆供養

その後は大学院生と一緒にライティングの授業を受けることができました。その時に知り合ったライティングの先生は日本語に興味があり、現在でも英語と日本語の Language exchange を週に一回のペースで続けています。恵まれたこのような機会を生かし、英語のプレゼンや文章作成を上達させていこうと考えています。

最後に

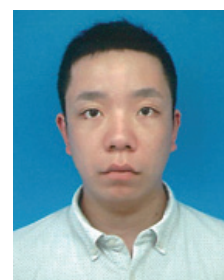
この度は、貴財団の長期研究助成に採択していただき誠にありがとうございました。不慣れな土地での生活や研究のスタートを乗り切ることができたのは、金銭的な安定だけでなく多くの研究者の中から選んでいただいたという自信も大きな心の支えとなっています。また、留学開始後も論文作製に多大なご支援をいただきました前所属研究室の永樂元次先生、坂倉永里子さん、和穎文さんにお礼を申し上げます。そして、同じ研究者として助言をくれるだけでなく日々の生活面を支えてくれている妻に感謝申し上げます。留学をして、多くの人に支えられながら研究ができているということを改めて実感しています。これからもこの感謝の気持ちを忘れることなく研究に精進していきたいと思えます。

平成 30 年度長期研究助成者留学報告文

前 所 属：筑波大学生存ダイナミクス研究センター

留 学 先：Brown University, Molecular Biology, Cell Biology and Biochemistry

研究テーマ：アメリカムラサキウニにおける生殖系列補償機構の解明



森 田 俊 平

はじめに

東洋紡バイオテクノロジー研究財団・長期研究助成を受けて、2019年5月よりアメリカ・ブラウン大学に留学しております。日常生活および研究生活の両方において新しいことの連続であったためか時間の流れがとても早く感じられ、昨年5月にアメリカに到着したことがつい最近のようです。本稿では留学までの経緯、アメリカでの生活、そして現在行なっている研究についてご報告させていただきます。将来、海外留学を考えている方々の参考になれば幸いです。

留学までの経緯

私がポスドク先の研究室を探す際には、海外へ留学したいという思いはさほど強くありませんでした。日本国内でも海外でも良いから面白そうなことをやっていて、ボスと気が合いそうなラボに行きたいと漠然と考えていました。結局はいくつかのラボで話を聞いて回ることもせず、学会での会話だけで現在のボスである Gary Wessel 博士のラボへ留学することを決めました。Wessel 博士と初めて話したのは、博士課程2年目の秋に参加したアメリカ・ニューヨークでの学会“Cold Spring Harbor Laboratory Meeting on Germ cells”においてポスター発表をしていた時でした。第一印象は「英語が苦手な人への理解がある」というものでした。具体的には、私の拙い英語でも諦めずに聞き取って理解しようとしてくれるだけでなく、話す言葉も極力平易な表現を使い、こちらが理解できていない時は異なる言葉で言い換えて伝えてくれました。このことは留学先としてアメリカ（特にアメリカ人のボス）の研究室を選ぶ際には非常に重要な要素であると思います。またその研究内容も魅力的なものでした。Wessel 博士の研究室は小割球と呼ばれる生殖系列細胞が除去されたウニ胚において、一部の体細胞が生殖系列細胞へ発生運命を転換するという現象を発見した研究室でした。一般的に多くの動物種では生殖系列細胞が一度除去された個体はそのまま不妊個体になることから、この現象は非常にユニークであるといえます。私は当時、ショウジョウバエにおける生殖系列の形成機構に関する研究を行っていました。一世代限りでその役目を終えてしまう体細胞系列と、配偶子同士の受精によって次世代作り出すことができる生殖細胞、その違いはいつ、どのように生み出されるのかについて興味がありました。したがってウニ胚において体細胞が生殖系列細胞へ発生運命を転換する現象は興味深く、ポスドクとしてそのテーマに携わりたいと考えるようになりました。そして博士課程3年目の夏、日本で開催される国際シンポジウムにおいて Wessel 博士にポスドクとして働きたい旨を直接伝えたところ、これまで何度か会って話していることもあり、数通のメールのやりとりを経て採用されることとなりました。

アメリカ生活

私は現在、アメリカ・ロードアイランド州プロビデンスにあるブラウン大学へ留学しています。ロードアイランド州は米国内で一番小さい州であり、滋賀県ほどの大きさしかありません。そのため、プロビデンスから隣のマサチューセッツ州ボストンまで電車を使って1時間程で行くことができます。プロビデンスの街の規模自体も大きくなく、いくつかの大学を中心とした地方の学術都市といった感じです。そのため毎年学生の入替わりがあり、留学生も世界中からたくさん来ているため、開放感のある住み良い街だと思います。ブラウン大学は Ivy League という米国北東部にある私立大学群のうちの一つです。世界的な知名度はそれなりに高く、学生の満足度は全米1位だそうです。しかし日本での知名度が他の Ivy League の大学と比べるといまいちであるためか、



研究室の入っている建物 SYDNEY E. FRANK HALL

留学生が多い割には日本人の学生やポスドクはさほど多くありません。

物価はおおむね日本よりも高めであり、特に家賃は高く感じます。もちろん米国内にはもっと家賃の高い地域が多くありますが、私は大学から徒歩 10 分ほどのところに Bed room 付きの部屋を月 1400 ドルで借りています。Studio と呼ばれる小さいワンルームのアパートでも、おおむね月 1000 ドル程度必要になってきます。したがって学生はシェアルームで家賃を抑えていることが多いようです。食費は外食をすると日本よりも圧倒的に高くなるため、食事のほとんどを外食で済ませるのは現実的でなく、自炊をする必要性が出てくると思います。自炊をする場合は日本と同程度か少し高い程度で済みます。日本の調味料や食材も割高ですが手に入るの、自炊をする場合はほとんど日本と変わらない食生活をするすることができます。

気候は年間を通して非常に快適です。特に夏は日本と比べると涼しくて湿気も少ないので過ごしやすくなっています。冬はマイナス 10 ～ 15 度程度まで冷え込む日もありますが、屋内は常に暖かく、外を長時間歩くこともないのであまり寒さは気になりません。暖房代が家賃に含まれており、お金の心配をせずに暖房を効かせることができるため、アパートの中は日本に住んでいた頃のアパートより暖かくなっています。そして何よりも嬉しいことは花粉症で苦しまなくて良いことです。日本では春先になると花粉症のせいで仕事にも私生活にも支障をきたしていましたが、アメリカに来てからは一切花粉の存在を感じることはなくなりました。

言語・文化の違い

アメリカへ来てから数ヶ月は言語や文化の違いに戸惑うことが何度かありました。私はそもそも英語が得意ではなかったため、アメリカへ来て間もない頃はコミュニケーションで苦勞することがありました。一番記憶に残っているのは、アパートに引っ越す際にインターネットを契約しようとした時でした。最初はネット会社の人とメールでやりとりをしていましたが、本人確認などのために電話で話さなければいけなくなりました。対面の場合はなんとかコミュニケーションを取れていましたが、実際に電話で話すとなると、途端に相手が何を言っているのかわからなくなり、「あ、これは無理だ」と思いました。電話の直後に、会話を手伝える人を探してもう一度掛け直してくれとメールが来たので、おそらく相手も同じ気持ちだったと思います。周りに日本語で助けてくれる人はいなかったので、最終的に Wessel 博士に英語から英語への通訳をお願いしてなんとか乗り切りました。ちなみに電話での会話はいまでも慣れていないため、極力やりたくはありません。

文化の違いという点では、ラボメンバーの働き方に驚きました。当たり前のように平日休むこともありますし、夏や冬は数週間単位で休暇を取ることもあります。そして当然コアタイムという概念はありません。朝 9 時にラボに来てから昼過ぎまでラボに自分しかいないという日も珍しくなく、慣れるまでは何度かカレンダーを見て、祝日ではないかと確認してしまいました。しかし一概にラボメンバーたちが働いていないということではないと



ラボメンバー集合写真

Wesse 博士：前列左から一人目，筆者：中列左から三人目

感じています。なぜなら、実験があればもちろん夜遅くまで働いていますし、祝日や週末であっても仕事があれば結構な人数がラボに来て働いています。つまり忙しい時は働き、暇な時は休むという、理想的なフレックスタイム制なのかもしれません。実際に私たちのラボで扱っている実験動物のウニは、ラボ内では一時的に保管することしかできないので、その都度カリフォルニアから送ってもらっています。したがってウニがないために実験を始められないということも珍しくなく、そういったときは休む人が多くなります。

留学先での研究

私はアメリカムラサキウニを用いて、生殖細胞形成過程を明らかにする目的で研究を進めています。1つの受精卵から生体が形作られていく過程で、生殖細胞は体細胞とは明確に異なる能力を獲得します。それは受精によって次世代を作り出す能力です。体細胞は神経や筋肉に分化した後、個体の死とともに一世代限りでその役目を終えてしまうのに対して、生殖細胞は有性生殖を行う生物が現れてから現在まで、連綿と次世代を残し続けてきた、いわゆる「死なない細胞」です。多くの動物では、将来生殖細胞へ分化する細胞（生殖系列細胞）が取り除かれると、生殖細胞を作らない不妊の個体になります。一方でウニは、将来生殖細胞へ分化する小割球と呼ばれる細胞が胚発生過程の途中で取り除かれたとしても、一部の体細胞が生殖系列細胞へ発生運命を転換させることで、その個体は妊性を持つ（生殖細胞を作ることができる）成体となることができます。では体細胞が生殖系列細胞へ発生運命を転換させる際に、その細胞内で何が起きているのか？このことを明らかにするために、現在私は主に2つのアプローチによる解析を進めています。第1のアプローチとして体細胞から生殖系列細胞への転換が起こる時期の胚を用いて1細胞RNA-seq解析を行う予定です。これによって体細胞から生殖系列細胞への転換に伴う遺伝子発現の変化を網羅的に調べることがで



実験に用いるアメリカムラサキウニ

きます。現在はアメリカラサキウニ胚から小割球を除去する手法を習得し、RNA-seqの準備を行っています。小割球の除去は非常にアナログな手法で、直径80 μ mのウニ胚から、4つある直径8 μ mほどの小割球だけを手で持ったガラス針1本で取り除くというものです。アナログであるが故に、頭で理解していてもなかなかできない、習得に時間のかかる実験です。第2のアプローチとして、CRISPR/Cas9を用いたGFPのノックイン実験です。これはGFP遺伝子を任意の遺伝子中に挿入するというもので、GFPタンパク質の蛍光を観察するだけで、その遺伝子の発現パターンを解析することができます。これまでにウニに対してCRISPR/Cas9を用いたノックインに成功したという報告はありませんでしたが、幸いにもGFP遺伝子の挿入に成功しました。今後はこの手法を用いて、小割球除去胚における生殖系列の形成や発生に必要な遺伝子の発現を観察していきたいと考えています。

最後に

今回私が海外留学することができたのは、ひとえに周囲の方々がサポートしてくださったおかげです。まだまだ未熟な私を受け入れてくださったWessel博士とラボメンバーや、気持ち良く送り出してくださった筑波大学・小林悟先生とそのラボメンバーの方々、今回の留学をサポートしていただいた先生方など、感謝しても仕切れない気持ちです。そして何より、今回このような貴重な機会を与えてくださった東洋紡バイオテクノロジー研究財団の方々には深く感謝いたします。今後、留学で学んだことを最大限活用することで日本の科学の発展に貢献していきたいと考えております。

平成30年度長期研究助成者留学報告文

前所属：名古屋大学大学院 理学研究科
留学先：ノースカロライナ大学チャペルヒル校
研究テーマ：記憶に基づく行動選択の神経基盤の解明



山田大智

はじめに

2018年10月から現在の留学先であるノースカロライナ大学チャペルヒル校の髭俊秀博士の研究室で留学を開始し、2019年4月から東洋紡バイオテクノロジー研究財団様から長期留学助成を行っていただき、1年が過ぎました。本報告文では、留学生生活を振り返り、留学先の環境や生活、留学先の研究室の様子などについて書かせていただきます。

ノースカロライナ大学チャペルヒル校

私の留学先であるノースカロライナ大学チャペルヒル校は、様々な学部で構成される総合大学です。キャンパスはとても広くすべてを回りきることはかなりの時間を要するので、自身の関係のある部分しかほとんど知りませんが、自分の所属する生物学科の建物は比較的キャンパスの中心部にあり、カフェなどが近くにあるので生活面に関してはとても過ごしやすい環境です。さらに、キャンパス内には緑がとても多く、広場のようなスペースがいくつもあります。こちらに来て驚いたことの一つとして、春になると、キャンパス内にある桜の花が一斉に開花することです。まさかアメリカの地でこれほどまでの桜の花を見ることがあるとは思いませんでした。以前は枝垂桜の並木も存在していたそうですが、現在はなくなって、少し残念です。ノースカロライナ自体が比較的、温暖な気候なので、1年を通してとても過ごしやすいです。また、話は変わりますが、数多くの国から留学生を受け入れていることもあり、留学生に対するサポートもとても充実していると感じています。例えば、



Health Sciences Library と呼ばれる、カフェ併設の図書館の裏にある憩いのスペースに咲く桜。
桜の季節には多くの人が写真を撮りに来ていた。

海外からの留学生向けに税金の申告方法を教えてくれるセミナーを開いてくれたり、留学生を含めてネイティブの方と交流を深める会を定期的に行っていたりと、とても人と人との輪を大切にする校風なのかなと感じています。

留学先ラボの紹介

私がお世話になっている髭俊秀博士のラボは発足したばかりの新しい研究室で、現在ではもう一人ポスドクが入ってきましたが、私が初めての研究室メンバーでした。キイロショウジョウバエを用いて、個体が記憶学習したことが、行動に表出するまでにどのような脳内処理の機構が存在するかを明らかにしようとしている研究室です。研究室は、複数の研究室が一つの大きな部屋をシェアしているというスタイルで、現在は5つのラボでシェアしています。また、私のいるフロアには、さらに2つの大きな部屋があり、そこも複数の研究室でシェアしています。つまり1つのフロアに15くらいの研究室が存在しています。面白いことに、このフロアにいる研究室のほとんどがキイロショウジョウバエを用いた研究をしていることです。キイロショウジョウバエを用いているといっても、発生学、進化学、神経科学などと、分野が多岐にわたっています。日々、ハエの話が部屋のいたるところで行われています。

このように、複数の研究室が1つの大部屋をシェアしていることもあり、イベントも皆で行うことが多いです。ハロウィーンの仮想パーティーでは、PIの方も含めて、仮想コンテストが行われ、なんと優勝者には豪華賞品が贈呈されていました。仮想コンテストのオフィシャルジャッジはホストのPIの娘さんが行っていました。これ以外にも、定期的なハッピーアワーやディフェンス後の懇親会が開かれています。私自身、実験の予定もあるため、すべての会に参加しているわけではありませんが、都合がつく限りは参加して、同僚の研究とは違う一面を見る機会にしています。皆、個性があるのですが、基本的にはどの人もフレンドリーでフランクです。これは、学生であろうがPIであろうが変わりません。

研究の経緯と進捗状況

私が博士後期課程に在学しているときには、キイロショウジョウバエを用いて、聴覚情報処理が脳内でどのような神経メカニズムを持って行われているのかを明らかにしようとする研究の一端を行っておりました。ハエが聴覚？と思われる方もいると思うのですが、彼らも聴覚情報を利用して、逃避や求愛行動を行っているのです。ハエの聴覚器は触角です。触角に付属するアリスタで空気の振動を知覚し、それを音の情報として利用しています。キイロショウジョウバエは求愛時に求愛歌と呼ばれる歌を用いて求愛行動を行います。キイロショウジョウバエの姉妹種も求愛歌を用いますが、姉妹種間で求愛歌の時間パターンが異なっていることが知られていました。



私の所属研究室のある Genome Sciences Building (GSB)



GSB 内の様子

グリーンポッドと呼ばれる大部屋を、髭研究室を含め5つの研究室がシェアしている。同じ階に、オレンジポッドとブルーポッドもあり、そちらも同様に複数の研究室でシェアしている。

種特異的な時間パターンを持つ求愛歌がもっとも同種の求愛行動を促進するのですが、どのようにして求愛歌の時間パターンを識別しているのかについては完全には明らかになっておらず、これについての脳内情報処理機構の解明を目的に研究を行ってまいりました。その時に利用していた手法が、カルシウムイメージング法です。神経細胞の活動を容易に観察可能であるとして、数多くの論文で利用されている手法です。とても有用な方法であるのですが、センサータンパク質を用いて二次的に神経活動を検出していることもあり、時間解像度があまり高くありません。私自身、神経活動をより時間解像度の高い方法で追いたくなり、現在の研究室を選びました。

現在の研究室では、キイロショウジョウバエを用いて、ハエが記憶学習したことが行動に表出されるまでの過程で、脳内でどのような処理をされているのかを電気生理学的手法を用いて解明しようとしています。電気生理学的手法では、細胞群としての挙動を計測することは不可能に近いですが、個々の細胞の挙動をとっても高い解像度で計測することが可能です。キイロショウジョウバエは体長、約1~2ミリと、とても小さな体ですが、その頭部には約10万個の神経細胞で構成される脳が存在します。さらに、嗅覚連合学習を行うことから、記憶学習の研究にも長く利用されています。行動として、ハエの記憶には、覚えやすさ、記憶の持続時間、そして新たな記憶の形成のしやすさ（記憶の忘れやすさ）などのさまざまな特徴が存在することが示唆されておりますが、それがどのような脳内機構によってなされているのは完全にはわかっていません。そこで、いくつかの特徴的な神経細胞を中心に焦点を当て、これを明らかにしようとしています。研究室に来てまずしたことは、電気生理学的手法の技術習得を含めた、実験でした。1つの細胞にパイペットで穴をあけるという方法に、最初は少し苦労しましたが、現在ではこれにも慣れ、順調に細胞から記録をすることが可能になっています。これにより、各種興味深いデータも取れてきております。これに加えて、現在ではさらに下流の神経細胞からの記録も取っております。キイロショウジョウバエにおいて、記憶は特定の細胞において、神経可塑性として表出するのですが、現在注目している下流の細胞の面白いところは、異なる記憶を担う各神経細胞から入力を受けることが解剖学的に示唆されていることです。さらに、異なる記憶を担う神経細胞は、抑制性と興奮性という異なる神経伝達物質を用いています。下流の細胞が、どのようにしてこれらの入力を統合しているのか、そしてその時、ハエはどちらの記憶に基づく行動をするのかを調査し、その機構を明らかにしようとしています。

留学先の環境、生活

現在は、大学の近くにアパートを借りて生活をしていますが、大学から徒歩で30分くらいかかります。ただ、平日はバスが無料で利用可能ですので、そちらを利用しています。バス停がアパートの目の前にあるため、とても重宝しています。アパートの家賃は、月に900ドル弱となっており、チャペルヒルの中では割安の物件です。しかし、アパートのマネージャーも日中はアパート内のオフィスに常駐しており、お湯が出ないとか電球が切れ



キャンパス内のスタジアムで開催された大学バスケットボールの試合を同僚夫婦と観戦に行ったときの一枚

たなどの不具合があると、それを修理してほしいと頼めば、すぐに修理してくれるので、割安ながらもサポートはしっかりしています。アパートの住人は、私と同じようにノースカロライナ大学チャペルヒル校に通う留学生、博士課程に通う大学院生、そして大学とは関わりのない仕事をしている人々がいます。家族連れも多く、住人の方とは外で会うたびに挨拶をしています。とてもフレンドリーで難を感じたことはありません。生活必需品は、アパートから少し離れたホームセンターやスーパーに行き、買い足しています。こちらでも基本的にバスでの移動が可能ですのでそれを利用していますが、やはり自分の車を持ったほうが便利であると感じています。

また、大学からすぐの通りは、レストランが多く連なるメインストリートで、こちらで食事をすることもできます。バーガー、ピザなどの食事はもちろんですが、日本料理、インド料理、アジア料理を提供する店もあり、食事の種類に関しては飽きることはないと思います。ただ、日本食レストランは値段の割に味が合わないことが多いので、自分で作ったほうがいいのかもかもしれません。もちろん、お気に入りの日本食レストランもありますが、それよりもよく行くサンドイッチ屋がとても美味しいBLTサンドを提供してくれ、値段もそこまで高くないのでお気に入りです。食事に関しては、今のところ問題を感じていません。

最後に

アメリカに来て、1年があつという間に過ぎました。最初は言葉の壁が分厚く、とても苦労しましたが、現在ではその壁も薄れています。スーパーで買い物をするにしても、その場所のシステムを知らないというのは、苦労するものです。私がアメリカに来て感じている、こういったちょっとした文化の違いに基づく苦労は、他の留学生もそれぞれの地で感じていることと思います。このような異なる文化の地で生活することで、自身の成長を感じています。また、アメリカと日本での研究スタイルの違いについても感じるどころがあります。こちらの人は、夕方、5時くらいになると多くの人が帰って行きますが、仕事と休みのメリハリがはっきりしていると思います。このような研究姿勢を学ぶことができているのも、このような貴重な機会を与えてくださった、東洋紡バイオテクノロジー研究財団の皆様のおかげです。この場を借りて厚く感謝申し上げます。また、髭俊秀博士をはじめとして、ノースカロライナでの研究をサポートしてくださるすべての方々に、心より感謝申し上げます。

最近の事業実績（平成24年度～2019年度）

長期研究助成者及び助成金総額

平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度
中藤 学 (コロンビア大学) 松井 健 (スタンフォード大学) 和田 正吾 (ハーバード大学)	植畑 拓也 (ニューヨーク大学) 加藤 君子 (キューリー研究所) 小林 幹 (スイス連邦工科大学 チューリッヒ校) 近藤 誠 (カロリンスカ研究所) 谷 沙織 (カリフォルニア工科大学)	石井 宏和 (ウッズホール海洋 生物学研究所) 石原 誠一郎 (ウィスコンシン大学 マディソン校) 市野 琢爾 (ハイデルベルグ大学) 上田 高志 (ハーバード大学) 金丸 佳織 (カリフォルニア大学) 北田 研人 (ヴァンダービルト大学) 黒澤 恒平 (シカゴ大学)	吉井 紗織 (バーゼル大学) 伊神 香菜子 (ミシガン大学) 久保 直樹 (カリフォルニア大学) 奈良原 舞子 (マギール大学) 丹羽 史尋 (高等師範学校) 松瀬 大 (ケンブリッジ大学) 豊田 洋輔 (清華大学)	石井 みどり (オックスフォード大学) 河崎 陸 (カリフォルニア大学) 都筑 正行 (ミシガン大学) 和田 進 (ワイルコーネル医科 大学)
960 万円	2,000 万円	3,150 万円	3,150 万円	1,800 万円
平成29年度	平成30年度	2019年度		
李 勇燦 (マックスプランク 生物物理学研究所) 橋本 講司 (スクリプス研究所) 内村 元昭 (プリンストン大学) 山下 歩 (ボストン大学) 永井 友朗 (仏原子力・代替エネ ルギー庁) アラム タニムル (マサチューセツ 工科大学) 豊田 峻輔 (ヘルシンキ大学分子 医学研究所)	小野寺 孝興 (ノースカロライナ大学 チャペルヒル校) 山田 大智 (ノースカロライナ大学 チャペルヒル校) 松本 大亮 (スクリプス研究所) 根城 堯英 (カリフォルニア大学 サンフランシスコ校) 森 俊介 (ラットガーズニュー ジャージー州立大学) 下澤 誠 (カロリンスカ研究所) 森田 俊平 (ブラウン大学)	伊東 孝政 (コロンビア大学) 今泉 結 (モンペリエ分子 遺伝学研究所) 大井 未来 (カリフォルニア大学 バークレー校) 光井 洋介 (クリーブランド クリニック) 山田 俊理 (カリフォルニア大学 サンフランシスコ校)		
3,600 万円	3,600 万円			

2020年度 長期研究助成(留学、招聘)募集要項

1. 助成の目的

若手研究者の研究を支援することを目的とする。主として研究者の海外派遣ないし日本への招聘のための滞在費の一部または全部を補助する(旅費のみの補助は、原則として行わない)。

2. 研究分野

バイオテクノロジーに関連した基礎及び応用研究、例えば微生物や酵素の利用、組換えDNA、細胞融合、細胞培養などの技術や基礎生命科学、これらに関連するメカトロニクス、材料技術、システム技術などの研究

3. 助成期間

1年間

4. 応募資格

対象：以下のいずれをも満足する者

- ① 年齢は、2020年8月31日現在満39歳以下であること
- ② 初めての海外留学であること(2021年4月以降新たに海外留学に出立する者)。但し、2020年9月～2021年3月末に出立する者については、事情によっては助成の対象とする。
- ③ 博士号取得者又は2021年4月までに取得見込みの者。但し、博士号取得者については、取得が2016年3月以降であること。
- ④ 留学時に休職扱い又は退職となる大学職員(非常勤も含む)、公的研究機関の研究員など。

条件：

将来、研究、教育に従事する資格を有すると認められた者

海外での研究に十分な語学力を有すること(但し、日本に招聘する海外研究者を除く)。

5. 必要書類

(1) 財団所定願書を使用する(財団ホームページよりダウンロード可能)。

なお、推薦者は以下とする。

- ① 大学院生： 本財団理事、評議員(学識経験者に限る)または所属大学院の研究科長*
- ② 博士号取得者： 本財団理事、評議員(学識経験者に限る)

*大学院研究科長の推薦件数は1推薦者につき1件となります。

(2) 研究員受入先研究機関の責任者の推薦書(Support Letter)。書式は自由。但し、当該文章には以下の内容を含む事。

- ① 申請者とのこれまでの係わり
- ② 受入期間
- ③ 研究テーマ
- ④ 報酬の有無(ある場合はその金額)
- ⑤ 署名

6. 助成を受けた者の義務

- (1) 消息については、留学先への到着及び帰国時に、住所及びE-mailアドレスなどを必ず報告する。また、留学中での研究機関の変更や住所変更等があった場合には速やかに報告する。
- (2) 研究成果(論文等)を財団に報告(送付)する。なお、研究成果(論文等)には財団より援助のあったことを明記する。
- (3) 帰国時には、留学中の研究の概要(留学先の了解を得たもの)、帰国後の所属先等を記述した報告書を提出する。

7. 助成金返還規定

本財団からの研究助成が決定した後、他機関よりの研究助成が重複したときは、本財団に研究助成金の返還を申し出ること。

これには、留学先研究室からの助成、支援は含まない。但し、留学先の支給条件の詳細を応募用紙1ページ目の「留学先での身分・報酬の有無」の欄に記述すること。例えば、「日本国内でのグラントを前提として不足分を最大\$〇〇〇まで支給」の様に。

8. 助成額

1年間として550万円とする。(なお、助成期間中に他機関から助成を受けた場合は、他機関の助成開始時期までの月割りした金額とする。)

9. 応募期日：毎年7月1日～8月31日

10. 助成発表：12月中旬までに本人に通知する。

11. 個人情報に関する事項：

- ① 当財団がこの長期研究助成に関して取得する個人情報は、選考作業や助成の可否の通知など本申請に関する業務に必要な範囲に限定して取扱います。
- ② 当財団は本件助成が決定した場合、決定者に関する情報を一般公開いたしません。
- ③ 必要が無くなった個人情報については、事前・事後の承諾を得ることなく、削除・消去をいたします。
- ④ 個人情報に関する窓口は次の通りです。 個人情報担当 事務局長 大野 仁

願書請求・送付先及び問合せ先

願書は、財団ホームページからダウンロード又は財団宛E-mailにてご請求下さい。

問合せは、E-mailにてお願い致します。

〒530-8230 大阪市北区堂島浜二丁目2番8号

公益財団法人 東洋紡バイオテクノロジー研究財団 事務局

TEL：06-6348-4111

URL：https://www.toyobo.co.jp/biofund/

E-mail：bio_fund@toyobo.jp



公益財団法人 東洋紡バイオテクノロジー研究財団

〒530-8230 大阪市北区堂島浜二丁目2番8号

TEL (06)6348-4111

URL <https://www.toyobo.co.jp/biofund/>

E-mail: bio_fund@toyobo.jp