Nakatani RIES　修了報告書

早稲田大学 先進理工学部 化学・生命化学科 3 年 大岡千帆

ホストラボ：Paravastu Lab, Georgia Institute of Technology

PI：Anant Paravastu メンター：Daniel Dinakarapandian

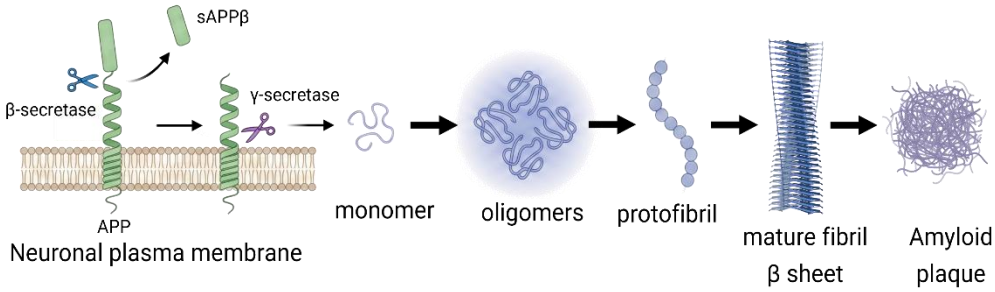
1. ジョージア工科大学での研究活動

1.1 Paravastu Lab について

私が配属されたジョージア工科大学の Paravastu Lab は、疾患に関連する自己組織化ペプチドや、新規ペプチド集合体の研究に取り組んでいる研究室です[1]。構造生物学と計算機設計を融合させた、エンジニアリング的なアプローチを特徴としています。主に、アルツハイマー病の発症に深く関わるアミロイドβを研究対象としています。具体的には、アミロイドβの変異体を作成して細胞毒性や凝集速度を比較するといった手法から凝集メカニズムを解明し、その知見をもとに、既存の治療薬とは異なる新たなアルツハイマー病治療法の開発を目指しています。

1.2 研究の背景とリサーチクエスチョン

アルツハイマー病の主な発症要因は脳内におけるアミロイドβ（1-42）の凝集と蓄積だと考えられています。前駆体タンパク質から切り出されたアミロイドβはモノマー、オリゴマー、プロトフィブリルそしてフィブリルへと凝集していき、最終的には老人斑として脳内に沈着します(図 1.1)。



Created by claude

図 1.1 アミロイドβ（1-42）の凝集過程

この凝集過程において、特に中間体であるオリゴマーとプロトフィブリルに強い神経毒性があると考えられています。近年、日本でも承認されたレカネマブはプロトフィブリルを標的とした抗体薬です。しかし、凝集の初期段階における詳細なメカニズムは解明されておらず、オリゴマーを標的とした治療薬は

開発されていません。本研究の意義はモノマーからオリゴマーへの凝集という初期段階に着目した点です。

メンターの先行研究により、アミロイドβの15番目のグルタミンを脱アミド化し、グルタミン酸にした変異体 (Q15E) が野生型と比較してオリゴマーの生成量が少なく、ミクログリア細胞や神経細胞に対する毒性も低いことが明らかになりました[2]。そこで本研究では、Q15Eのオリゴマーの構造は野生型と比較してどのように異なるのか、Q15Eと野生型が共凝集する際メカニズムは構造にどのような変化が生じるのか、の2点を解明することを目的としました。

1.3 方法

Liberty-Blueを用いた固相ペプチド合成法により、アミロイドβの野生型とQ15Eをそれぞれ合成し、質量分析を行って目的のペプチドが得られていることを確認しました。その後、サイズ排除クロマトグラフィー (SEC) を用いてモノマーを単離し、インキュベートすることでオリゴマーを得ました。再びSECを用いてオリゴマーの生成量を比較し、凝集過程を評価しました。さらに、円二色性スペクトル(CD)測定による二次構造の解析、チオフラビンT (ThT) 蛍光アッセイによるフィブリル形成の定量、および^{1}H NMR測定による構造評価などを行いました。

1.4 結果

SECにより、変異体に特有の凝集過程が明らかとなりました。また、CD測定によりβシート構造の形成が確認され、ThT蛍光アッセイの結果からは、Q15Eは野生型と比較してフィブリルの形成量が減少していることが示されました。さらに、NMR測定においても微小な環境変化を反映するスペクトルが見られ、Q15Eの凝集過程に影響する知見が得られました。

※論文未発表のため、簡易的な報告に留めます。

2. 研究活動における日米の違い

2.1 研究体制

私がParavastu Labで特に印象に残ったのは、Ph.D.学生が学部生を直接指導する仕組みです。日本では基本的に学部4年生からの研究室配属が一般的であるため、早い段階から学部生がラボに出入りしていることには驚かされました。 この仕組みは、両者にとって大きな利点のある優れたシステムだと感じました。Ph.D.学生にとっては、指導を通じて自身の研究内容への理解をさらに深められるだけでなく、実験を手伝ってもらうことで研究を効率化させることができます。また、アメリカではポスドクへ応募する際に指導経験の有無が問われることも多いため、キャリア形成上のメリットにもなります。一方、学部生にとっては、早い段階から研究経験を積めるだけでなく、場合によっては論文に名前が載ることもあり、早期から研究に対するモチベーションを大きく高め

ることができます。

実際に Paravastu Lab で出会った学部生たちとの交流を楽しむことができました。Lexi とは一緒にコーヒーを飲んだり、Druv とはラボのメンバーである Musiab がおすすめしてくれたハンバーガーを一緒に食べに行ったりしました。Abhi は私が実験を行っていた時に複雑な濃度計算を快くサポートしてくれました。さらに、大学院へ出願の準備を進めていた Kaitlyn からは、アメリカの大学院進学のシステムについて教わることができました。高いモチベーションを持ち、自立して研究や自身のキャリアに向き合う学部生たちと出会えたことは素晴らしかったです。

2.2 キャリアの考え方

アメリカと日本では Ph.D.学生の扱いが異なると感じました。日本では博士課程の学生も依然として社会に出る前の学生という枠組みで見られがちですが、アメリカでは十分な給与を得ており、独立した研究員として雇用されている感覚です。PI とも対等な立場で議論し、Ph.D.学生同士でも、まるで他のプロジェクトを自身の研究であるかのように熱量を持って議論を交わしていました。一人ひとりがプロフェッショナルとして自立し、研究に向き合う姿勢が根付いていると感じました。

こうした立場の違いは、社会における博士号の価値やキャリア選択のあり方にも直結していると思います。日本では博士に進むことが研究者志望とみなされる傾向が強く、学部や修士で卒業して就職する人が大半です。一方、アメリカの化学系やエンジニアリング系の企業では、研究開発職に就くための必須要件として Ph.D.を掲げていることが多く、Ph.D.取得後に企業へ就職する人が数多く存在します。そのため、Ph.D.への進学は就職が遅れるというネガティブなものではなく、学部卒業後のごく自然なキャリアパスの選択肢の一つとして認識されていました。

また、キャリアやライフイベントに対する寛容さと支援体制もアメリカの大きな特徴だと思います。Ph.D.課程に在籍しながら企業のインターンシップに参加する学生や、子育てと研究を両立している学生も珍しくありません。メンターの Daniel も、一度 Amazon で社会人経験を積んだのちに Ph.D.を取得するために大学院へ進学しています。一人ひとりのキャリア形成のための多様な挑戦や、人生のフェーズの変化をラボ全体で応援し、受容する環境が整っていました。



図 2.1 Anant は毎週コーヒーを奢ってくれて、みんなの進捗を聞いてくれます



図 2.2 何から何までお世話になった Daniel と Paper and Craft を楽しみました



図 2.3 院生のピクニックイベントに連れて行ってくれた Chandraki(中央)とお友達



図 2.4 人生で一番おいしいハンバーガー屋さんに Druv(右)と私を連れて行ってくれた Musaib(左)

2.3 研究のスケール

San Francisco では Stanford と UC Berkeley を訪問しました。UC Berkeley では研究成果を社会実装へと導くエコシステムのスケールの大きさに驚きました。インキュベーション施設の Bakar Labs では David V. Schaffer 教授からスライドを交えたお話を伺いました。Bakar Labs は人類と地球の健康に焦点を当てており、初期段階に分類されるスタートアップが 25 社入居していると聞きました。さらに、これまで入居した企業の調達資金は合計 10 億ドル以上であると知りました。分野としては Therapeutics が大半を占めていたことが印象的でした。Stanford では、一つのラボに多数の実験機器が設置されている様子を見学しました。ラボには多様なバックグラウンドを持つ数多くのメンバーが在籍していましたが、十分な数の設備があることで、誰もがスムーズに実験を行える

環境が整っていました。また、工学系の学生が必要な実験装置を自作している実践的な姿にも驚かされました。

これらの訪問を通じて、日本との圧倒的な資金力やスケールの違い、そして大学と企業の強固な結びつきといったアメリカらしさを肌で感じました。充実した設備によって研究成果をスピーディーに生み出し、それを巨大なエコシステムによってダイレクトに社会実装へとつなげていく仕組みが、アメリカにはしっかりと構築されているのだと実感しました。



図 2.5 Stanford では Taichi から Aki へと続く RIES 伝統行事があります



図 2.6 Baker Labs と早稲田の共通点は打ちっぱなしコンクリート

3. アメリカでの生活

3.1 食生活

私はアメリカの食事がとても合っていたので日本食が恋しくなることはありませんでした。私は料理が下手なのですが、よく Anju と Anon が一緒に料理をしてくれて、おいしい食事をいただくことができました。近所の Publix で買い物をすることが多く、無料の会員登録をするとクーポンをゲットできるのでお勧めです。Buy One Get One Free の商品も多いので、レコペイという割り勘アプリをみんなで使っていました。

ホテルでは毎週水曜午後 6 時から食事とデザート、ビール、ワインが出るので水曜日は頑張って実験を早く終わらせましょう。

大学内には Panda Express (図 3.1)と Chick-fil-A (図 3.2) があります。昼食はそこでとるか、ホテルの朝ごはんをちょっとタッパーに詰めて持っていく人が多いです。



図 3.1 油が Too much っていう Hikaru, Nori, and Tsubasa は White Rice と Teriyaki を勧めますが、アメリカンなら Fried Rice と Orange Chicken 一択です



図 3.2 コスパを考えるなら Panda ですが、狂人 Yuto のお気に入りはこっちで、毎日食べてました

大学周辺では Tech Square に行くと色々なお店があります。そこから少し離れた Real Tacos (図 3.3) でメンターのみなさんも交えた食事会をしました。日本食が恋しくなった人は大学の北側にある Wagaya (図 3.4) というお店がおすすめです。



図 3.3 Real Tacos ではたくさん頼んでみんなとシェアするのがおすすめ



図 3.4 ちゃんと日本の味付けでした染み渡るお味噌汁

Bay Area での朝ごはんも紹介しておきます。Taco Bell (図 3.5) は早朝も営業しているので朝早い一日目におすすめです。10 時以降で良い 2 日目はぜひ Panera Bread (図 3.6) で Bread bowl のスープを召し上がってください。



図 3.5 少なめメニューもあって朝にぴったり



図 3.6 おいしいけど割とボリュームあります

3.2 ホテルでの Chips

ホテルは広く快適でしたが、いくつか困った点がありました。まず、洗濯機をまわすにはクォーターが 12 枚必要です。両替は Chace Bank で行いましたが、少額ならホテルのフロントでも対応して頂けました。ただし、受付の人によるという話も聞いたので銀行での両替をお勧めします。Publix でも可能ではありましたが、対応に慣れている人が少ないのであまりお勧めできません。また、中央下段にあるのは乾燥機で、洗濯機ではありません。私たちが滞在していたときは向かって右側の列の洗濯機が故障しがちでした。コインを入れてもカウントされないこともあるので、コインはゆっくりと一枚ずつ入れ、毎回カウントが減っていることを確認したほうが良いです。洗濯機も部屋の食洗器も作動しないときは大抵力不足なので思い切り扉を閉めましょう。

また、2 日に 1 回清掃の方が入ってくれるのですが、シンクにおいておいたタッパーが無くなってしまっていました。Anju と Anon が持参していたお米を炊けるプラスチック容器も清掃後に無くなっていたと聞きました。勘違いされやすそうなものはシンクに放置せず、すぐに洗ってしまっておくと安心です。

食器棚に用意されている食器類の数は部屋によって少しずつ違いました。足りない食器がある場合や、みんなでパーティーをする際に少し食器を増やしたいときには、フロントの方に伝えて追加で持ってきてもらうことができます。

さらに、ホテルの鍵は気づいたときにはインキーしています。~~私は 8 回以上やらかしました~~。Hilton Honors の会員登録をしておけば宿泊日数分のポイントが貯まるだけでなく、デジタルキーの利用が可能になります。

3.3 アトランタの治安

大学周辺の治安は想像していたほど悪くありませんでした。確かにホームレスの方は複数人いつも同じ場所にいらっしゃいましたが、何もしなければもちろん何かされることはありません。ただし、夜には赤信号で停まっている車に

対して金銭の要求をしている様子を何度か見かけたので、夜遅くに出歩かないに越したことはないと思います。シンポジウム直前でみんな帰りが遅くなったときには連絡を取り合って一緒に帰りました。

地下鉄の MARTA で大学周辺より遠くに移動した人たちは酷い治安を目撃したようなので、水族館などが集まるエリアより南に移動する場合は Uber Taxi を利用したほうが安全だと思います。

4. 参加した意義

本プログラムに応募する前、私は海外の大学院進学に関心を持っていたものの、自身の研究力や英語力には自信がありませんでした。高校時代にグローバルサイエンスキャンパスに参加して研究の機会をいただいた経験はありましたが、論文発表には至っておらず、大学に入学してからは学業こそこなしていたものの、日々の生活はサークルとアルバイトに明け暮れていました。周囲に大学 3 年生の時点で海外の大学院への進学を真剣に考えいる人に出会ったこともなく、自分も修士課程まで進学してそのまま就職するのかもしれないと漠然と考えていました。しかし、海外の大学院進学という選択肢を完全に諦めることができず、海外での研究とはどのようなものなのかを知りたいという思いで参加を決意しました。5 月の富士山合宿での顔合わせは、私にとって大きな衝撃でした。そこに集まった同期たちは、すでに本格的な研究経験を持ち、論文を出していたり、学部生のうちから研究室に配属されていたりと、凄まじい熱量と実績を持っていたからです。

自信を持てないまま渡米した私でしたが、Georgia Tech のラボでメンターの Daniel やメンバーたちと研究を進めるうちに、心境は大きく変化していきました。今この瞬間に私たちは未知の世界を切り開いているという、研究が持つ本来の高揚感を肌で知ることができたのです。たった 6 週間という短い期間で十分な成果が出せるのかと不安になる時期もありました。しかしメンターは、実験そのものに闇雲に時間を割くよりも、論文を深く読み込み、綿密な計画を立てることで短期間でも必要な結果を得ることができるということを、身をもって教えてくれました。第一線で活躍する彼らから、プロフェッショナルな研究者としての姿勢を学ぶことができたことには大きな意義があります。私はこの経験を通して、心の奥底に眠っていた研究への情熱を確実に取り戻すことができました。

一方で、実践的な環境に身を置いたことで、自分に足りない能力も明確になりました。特に言語の壁は厚く、日常会話はこなせても、実験結果を深く考察する場面などでは、どうしても頭の中で日本語を使って思考している自分がいました。今後は専門用語をさらに深く学習し、英語で思考しながらネイティブとも高度なディスカッションができるようになりたいと強く感じています。技術的な課題だけでなく、将来自分はどのような研究者になりたいのか、何を大切にして生きているのか、自分を形作るものは何か、何に対して喜びを見出すのかを深く自問自答し、学術面だけでなく人間としても大きく成長できた期間でした。

そして、最終的に私がこのプログラムで得た最大の成果は、単なる海外研究の経

験ではありません。メンターやラボメンバー、US Fellows、同期の仲間たち、Alumni の皆様、さらには高山先生や Soojung さん、小川さんといった方々との間に築かれた絆です。最終のシンポジウムに向けて焦りが募っていた期間、私を心から支えてくれたのは同期の仲間たちでした。振り返れば、これまで私は自身の課題に対して、本当の意味で誰かに深く頼ることを避けて生きてきたように思います。勉強や習い事など、多くの場面で個人の努力によって物事を完結させてきたため、周囲からの応援や支えに感謝しつつも、心のどこかで最後に努力して乗り越えるのは自分自身であり、一人でやり遂げることこそが強さなのだ、と思い込んでいました。しかし、慣れない環境で未知の研究に直面したとき、自分ひとりの力がいかに小さく未熟であるかを思い知らされました。同時に、困難を素直に打ち明ければ、誰もが親身になって相談に乗り、助言をくれるという温かさに気づかされました。人に頼らず一人で抱え込むことは、決して強さではありません。自身の弱さを認めて周囲の力を借りることの大切さを学べたことは、私にとって非常に大きな意味を持っており、支えてくれた仲間たちには感謝してもしきれません。

もしあの時、参加への一歩を踏み出していなかったら、そしてこの仲間たちに出会っていなかったら、私は周囲に流され、挑戦することなく自信を失い、研究に対する情熱も忘れたまま漫然と就職の道を選んでいたことでしょう。挑戦せずに自信を失っていくことほど、人生において惜しいことはありません。私はこのプログラムで得た人という財産を胸に、これからも自身の情熱に誠実に向き合い、未知の世界への挑戦を続けていきたいと思います。

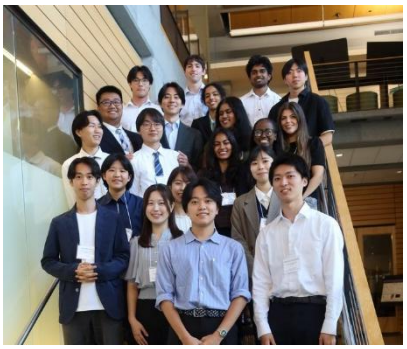


図 4.1 Nakatani RIES 2026 メンバー



図 4.2 みんなの太陽 Soojung



図 4.3 GT に進学した大先輩 Ryoka さん (中央左)



図 4.4 はっちゃける小川さん

5. 謝辞と RIES に応募する皆さんへ

最後に、私の人生においてかけがえのない挑戦の機会を与えてくださり、多大なるご支援をいただいた小川様と藤川様をはじめとする中谷医工計測技術振興財団の皆様に、心より厚く御礼申し上げます。

ジョージア工科大学での 6 週間、右も左も分からない私を温かく迎え入れてくださった Paravastu Lab の皆様、そして何より、共に試行錯誤し、研究の面白さとプロフェッショナルとしての姿勢を教えてくれたメンターの Daniel に深く感謝いたします。

また、多方面から手厚いサポートをしてくださった高山先生や Soojung 先生、親身に相談に乗ってくださった Alumni の皆様にも、深く感謝申し上げます。そして、共に苦難を乗り越え、これ以上ない最高の刺激を与えてくれた JP Fellows。国境を越えて語り合い、充実した楽しい時間を共に過ごした US Fellows の仲間たち。皆様との出会いがなければ、今の私の成長はありませんでした。この場を借りて、心からの感謝を申し上げます。

もし本プログラムへの応募を考えていて、何か気になることがあれば気軽に連絡してください。迷っていること、選考のこと、現地での研究生活のことなど、どんなことでもいつでも相談に乗ります。私自身、最初は不安でいっぱいでしたが、次は Alumni として皆さんを支える側になりたいと思っています。

先日 LinkedIn のアカウントを作成しましたので、ぜひこちらにご連絡ください。

https://www.linkedin.com/in/

アカウントを持っていなければ、以下の Google フォームにご回答いただければ折り返し返信いたします。

https://forms.gle/vCWNPRGcaDen2VhJ7

参考文献

[1]Paravastu Research Group, Georgia Institute of Technology, https://sites.gatech.edu/paravastulab/

[2]Griffin, M. N., Dinakarapandian, D. M., Li, C., Ramaswamy, P., Saheba, S. J., Lee, J., Sudarshan, T. R., Sajimon, M., Wheeler, C. J., Raskatov, J. A., Paravastu, A. K., & Wood, L. B. (2026). Aβ-42 Side Chain Deamidation at Q15 or N27 Modulates Protein Aggregation and Alters Microglial Cytokines and CD68. *ACS Chemical Neuroscience, 17*(20), 3421–3430