

第 1 回 海外留学報告（留学の経緯と近況）

山田 啓介

Bioengineering Graduate Group, University of Pennsylvania

2023 年 2 月 27 日

1. 自己紹介

2022 年秋から University of Pennsylvania (UPenn) の Bioengineering PhD プログラムに在籍しています、山田啓介と申します。専門は合成生物学と生物情報学で、機械学習と分子生物学的な実証実験を組み合わせたタンパク質の設計を目指して研究を行っています。簡単な経歴としては、高校卒業後に一年浪人をして早稲田大学の先進理工学部 電気・情報生命工学へ入学、2022 年 3 月に卒業しました。学部の途中で 2 年間休学をして、進学先でもある UPenn で交換留学と研究インターンをしていました。



図 1 校章のモニュメント

2. 出願校選び

出願校を選ぶ一番最初の段階では、論文を読む中で面白いと思った研究室がある大学院のリストを作成し、その後スクリーニングを行いました。網羅的なリストだったとは言えませんが世界中の大学院を全て調べられる訳ではないですし、最終的に行く場所の一つなのでこれも巡り合わせかなと結構割り切って考えていました。スクリーニングに当たっては以下の点を考慮しましたが、何を重視するかは人それぞれだと思うのでこれは僕個人の 100% 主観的な基準に過ぎません。

大学院/プログラムの条件として:

- 面白いと思う研究室が複数ある
- 特別に面白いと思う、かつ条件に当てはまる研究室が一つ以上ある

研究室の条件として:

- 小～中規模（約 20 人以下）
- 学生が筆頭著者の論文の割合が多い
- メインテーマの一つに分子生物学的なシステム/配列の設計がある
- 実験と計算科学的な予測/解析の両方のアプローチが直近二年の論文で書かれている

最終的に残った米大学院 7 校と OIST（沖縄科学技術大学院大学）に出願しました。因みに OIST は海外

大学院ではないので豊田理研からの支援は受けられません。

3. 出願準備～進学先決定

3-1. スコア等

早稲田での GPA は 3.71、一年間留学をしていた際の GPA は 4.00 でした。TOEFL と GRE は出願一年前の秋頃にそれぞれ受けました。TOEFL のスコアは 109 (R30/L27/S23/W29)、GRE のスコアは V155/Q170/W4.5 でした。長引くコロナの影響もあり、結局出願した全ての大学で GRE は optional か not required でした。

3-2. 推薦状

UPenn で二年間所属していた研究室の教授（アメリカ人/実験系）、東大で二ヶ月間インターンをしている研究室の教授（カナダ人/実験系）、早稲田で一年半所属した研究室の教授（日本人/生物情報系）にそれぞれ書いて頂きました。

3-3. 研究実績

出願時点では出版済みの論文が 2 報（実験系/共著）レビューが 1 報（生物情報系/共著）と、査読中の論文が 2 報（実験系/共著 1、生物情報系/筆頭 1）でした。

3-4. Statement of Purpose

豊田理研の出願書類にも SoP に類似した質問項目があったので、4 月頃に下書きを完成させました。推薦状を書いて頂いた先生方へ下書きを送りつつ、友人からフィードバックを貰って最終稿まで仕上げました。フィードバックに関しては UPenn 留学時代の学生や早稲田の友人の他にも、分野の近い海外大学院生を人伝てや SNS を通じてお願いするなどしました。

本格的に大学院への出願をするに当たっては、XPLANE という団体の SoP 執筆プログラム^{*1}からご支援頂きました。メンターを担当していただいた先輩方からは、SoP だけではなく文章作成全般に関して本当に為になるアドバイスを数多く頂き、感謝するばかりです。完成後の SoP を改めて UPenn の学生に見てもらい、ネイティブの視点からのフィードバックをもらったり不自然な英語表現の修正をしてもらいました。今年度は僕も XPLANE の SoP 執筆プログラムでメンターを担当させて頂きました。拙いながらも自分の経験を還元出来るだけでなく、他の人の英文執筆方法や視点に触れる事が出来て、メンターとしても非常に学びの多いプログラムです。

3-5. 事前コンタクト

出願する年の 4-5 月頃から、CV を添付してぼつぼつメールを送っていました。返信が無かった所は追加でリマインドを送ったり、他の教授にも送ってみたりしました。返信が有った教授には zoom で面談を打診して、学生を採る予定はあるか、研究室の指導方法、進行形のプロジェクトについて聞いたりしました。

^{*1} <https://xplane.jp/sop-mentorship-program-about/>

3-6. 結果と進学先

出願結果は表 1 に示す通りです。UPenn は留学していた事もあり、実のところ元々の志望順はあまり高くありませんでした。面接をした教授の一人が、ここ 1-2 年で僕が希望するような機械学習を用いた配列設計に向けて研究の舵を切っていて、機器や人材を揃えているとの情報をくれました。出願過程の面接後も研究室の学生や教授と何度かミーティングを重ね、ローテーションが決まった形で合格を頂けたため進学を決めました。

表 1 出願結果

大学	プログラム	コンタクト	面接（通知日）	可否（通知日）
University of Pennsylvania	BE	留学	あり（2/2）	合格/進学（3/25）
Rice University	SSPB	Zoom	なし	合格（1/4）
Boston University	BME	メール	なし	合格（2/5）
University of Wisconsin-Madison	Biophysics	Zoom	あり（12/24）	合格（2/11）
University of Wisconsin-Madison	IPiB	Zoom	あり（12/18）	合格（2/17）
OIST	-	なし	あり（12/17）	合格（2/18）
Northwestern University	CBE	なし	なし	不合格（2/16）
Stanford University	BE	なし	あり（1/20）	不合格（2/20）
California Institute of Technology	BE	メール	なし	不合格（3/31）

4. 近況報告

4-1. 研究室について

僕が所属するプログラムのオファーは、二ヶ所の研究室ローテーションが決定した状態で届きました。前述の通り一方の研究室での研究内容や研究環境が理想的だったため進学を決断した訳ですが、渡米の 5 日前にその研究室から受け入れができなくなった旨の連絡を受けました。直ぐに教授やプログラム側と面談を設定して説明を求めましたが、複数回のミーティングを通じて何故そのような状況に陥ってしまったのかと言う具体的な説明は特にありませんでした。その代わり頂いたのは次のようなありがたいおことばでした。「今回は君がカードを引いたんだ。誰にだってミスはあるんだよ。分かるよ、人生って時々サイアクだよな。」

ちょっと何を言っているのかはよく分かりませんが、じんわりと心に染み入る趣き深い短歌ですね、自然と涙が出ました。結局「8 月末には状況が分かるから」とオファーは無事に取り下げられ、渡米後も何度か歌会を開催しましたが現在まで状況のアップデートは無いそうです。思い返してみると確かに西暦何年の 8 月末かは言及が無かったので、あと 500 年くらいは待ってみようかと思います。

とはいえ今世紀のところは仕方がないですから、渡米後は大学中の研究室を虱潰しに調べたりメールを送ってはオフィスへ押しかけて面談をしたりなどしていました。ふらふら過ごしている内にどうにか新たに二ヶ所のローテーション先が見つかり、合わせて 3 つの研究室をそれぞれ二月ずつ回る事になりました。

一つ目は合格時にオファーを頂いたもう一方の研究室でした。フィラデルフィア小児病院の所属で、主にがん細胞の病理サンプルを対象に long-read RNA-seq 法の開発とデータ解析をしている所です。深層学習を使ったシーケンスデータ解析をテーマに設定はしたものの、授業の余剰時間と精神力のほとんどを追加のローテーション先探しに費やしていたため、研究はあまり出来ませんでした。

二つ目のローテーションは二つの研究室の共同配属で、ゲノム編集タンパク質の設計に取り組みました。漸く少し落ち着いて研究が出来るようになったので、wet 実験側ではタンパク質精製技術を学びつつ、dry 側ではタンパク質の設計候補を選定するパイプラインを作成する、といった様子で楽しみました。

現在は三つ目のローテーションの途中で、Wistar Institute という医学研究所の研究室でタンパク質ワクチンの設計に取り組んでいます。タンパク質の構造設計ソフトウェアを開発する研究ハブである RosettaCommons に所属する研究室で、ウイルスの抗原構造のモデリングと実験を組み合わせて設計をしています。

研究室配属に際しては初っ端からジェットコースターのような体験が出来たので、この先もエキサイティングな PhD 課程が待っていそうでワクワクしますね。幸いにもローテーションした研究室では良い人々に恵まれたので、最終的な所属先を決めた後は拾って貰えた PI への感謝を燃料に研究していこうと思います。



図2 Wistar Institute 前にて

4-2. 授業

秋学期は必修のセミナーの他に授業を三つ履修しました。秋学期の時点では転学の可能性も考えていたため、単位互換しやすそうな基礎科目を選びました。春学期は引き続き必修のセミナーと、授業を二つ履修しました。順調に行けば来年春には必要単位を取り終える予定です。

・ Cell Biology (BIOM6000、秋)

Molecular Biology of The Cell^{*2}の内容を研究の視点から広く扱う授業で、各回の講義は専門の教授がそれぞれの研究内容に触れつつ担当する形式でした。膜タンパク質の構造解析を専門にしている教授が、AlphaFold2^{*3}の登場以降役割割が無くなっていないかという趣旨の質問に対して「立てられる問いが増えて寧ろ面白くなってきた」と返していたのが印象的でした。

・ Biomolecular and Cellular Engineering (BE5400、秋)

生化学/生物物理学的な視点での生体分子の定量化や設計方法についての授業で、熱・統計力学的な生化学系のモデル化や古典的な遺伝子回路の設計・解析などが扱われました。一つ一つのテーマはそれほど深掘り出来ませんでしたが、多様なトピックを広く触れるタイプの講義でした。

・ Introduction to Probability and Statistics (ENM5030、秋)

学期始めは測度論的確率論の授業を取ろうとしましたが課題に時間がかかり過ぎて諦め、登録期間最終日に滑り込みで履修したのがこの授業でした。理論的な背景の補強を期待していましたが、残念ながらごく具体的な値を手計算するような問題が殆どでした。

・ Bioengineering Seminar (BE6990、秋～春)

唯一必修のセミナーで、秋学期はディスカッションや講演を通してソフトスキルを学び、春学期は研究計画書を書くためのライティングが主な内容です。秋学期のトピックの例としては、研究室内での交渉術、

^{*2} 分子生物学の有名な教科書

^{*3} タンパク質の配列から立体構造を予測する深層学習モデル。精度が非常に高い。

プレゼンテーション技術、大学の専任講師や産業研究者を招いたキャリアパスセッションなどがありました。春学期は NIH のフォーマットに従って、研究計画書の各セクションの執筆練習と相互査読をしています。

- Structural and Mechanistic Biochemistry (BMB5090、春)

生物物理学的な計測手法や化学的視点での生化学的トピックに焦点を当てたオムニバス形式の授業です。毎回異なる教授が専門分野の講義を行い、関連論文を読んでまとめる課題があります。博士学生が利用できる共有機器の紹介もあり、研究に実用的な計測の幅も広がっています。

- Bayesian Modeling and Computation (STAT9270、春)

ベイズモデリングの理論から応用までを扱う内容の授業です。体系的に内容を詰めつつ実用的な分布の選定や近似手法なども学べて、程よい難易度で楽しめています。

4-3. 生活について

渡米前の 7 月頃に大学が運営する物件サイトで、借りる家を見つける事が出来ました。キャンパスから歩いて 20 分程のシェアハウスで、同居人も UPenn の研究員や大学院生のため、知らない分野の話を聞くことが出来て興味深い経験をしています。Amazon の荷物が二回に一回位しか届かないのが難点でしたが、近くのガソリンスタンドにある Amazon ロッカーを利用する事で解決しました。

研究室以外ではキャンパスの図書館に行く事が多く、授業の課題に取り組む際にはよく利用しています。



図 3 いつもは混み合う図書館も冬休み中は空いていました

5. まとめ

進学後の状況としては不本意ながら稀有な事例報告をする事となってしまいました。今後の誰の役にも立たない事を祈っています。万が一同じような状況に陥ってしまった人は、最低限やらなければいけない事だけ数えて、後はよく寝て回復するまで暇を潰しましょう。

最後になりましたが、豊田理研の皆様からは出願時点から資金面に限らず多大なご支援を頂き心から感謝申し上げます。研究室配属に際しては曖昧な状況の中でも柔軟にご対応頂き、本当にありがとうございます。