

船井情報科学振興財団 第7回報告書

藤田 創 | Hajime Fujita

Ph.D. candidate, Department of Bioengineering, Stanford University

PhD 課程も3年目の終わりを迎えようとしています。この3年間、本当に色々なことがあったなとしみじみ思う一方で、やっとスタートラインに立ち始めたような感覚でいます。今回の報告書では、新たな研究の展開、受講した講義と授業補佐での学び、新しい趣味などについて、ざっくばらんに振り返りたいと思います。

1. 研究

小分子に結合する核酸分子(DNA アプタマー)の研究を継続しています。DNA アプタマーは、特定の分子に対して高い結合性を示す一本鎖 DNA で、自然界には基本的に存在しない人工的な分子です。RNA にはリボスイッチ、タンパク質には抗体など、天然の結合性分子が存在し、豊富な研究蓄積がありますが、DNA アプタマーは未知の部分が多く、30年以上の研究にも関わらずブレイクスルーが限られています。一方で、DNA は環境中でも生体内でも極めて安定しており、長期的なセンシング用途に適していると言われています。例えば、凍結乾燥した DNA 試料は室温での長期保存が可能であり、スクリーニングに用いる DNA を搭載したマイクロ流路チップも、簡単な手入れで何度でも再利用できます。このような利便性は、実験者にとって大きなメリットです。個人的には、まだまだ情報の蓄積が少ないからこそ、一本鎖 DNA ならではの未解明の機能性に期待が持てるのかなと思っています。特に、ターゲット結合に伴う大規模な三次構造変化は、熱力学的にも、センシング応用の観点からも興味深い現象です。こうした構造変化は蛍光標識を用いた検出にも利用でき、基礎研究と応用研究の両面で可能性が広がっています。ただし、抗体や人工タンパク質と単純に比較するだけでは不十分で、構造変化のメカニズムや DNA 固有の機能性に目を向けることが重要だと考えています。

1年目に発見したアプタマーは特定の小分子に対して非常に高い選択性と親和性を示すのですが、その結合メカニズムの解明には大きな困難が伴っていました。これは DNA は反応性が低く、構造データの蓄積も乏しいためです。所属している研究室はアプタマー探索技術に優れていますが、得られたアプタマーの化学的性質や反応機構の評価は、まだ十分とは言えません。機能の優れた分子を見つけても、それがなぜ優れているのかを説明できなければ、今後の分野としての発展を妨げてしまうように思います。

こうした経緯から、現在は指導教員のトムの勤めで、化学科で DNA および RNA に関する合成化学およびケミカルバイオロジーを専門に研究しているエリック・クール教授と共同研究を進めています。トムは電気電子分野を専門とし、DNA アプタマー探索デバイスの開発において非常に優れていますが、研究室全体としては化学的な評価の体制がやや不十分でした(これまでは医学系の研究者との共同研究が多かった印象です)。したがって、化学系の研究者との共同研究は自力で率先して進めていく必要がありました。研究初期は既存のツールやチーム体制に頼る場面が多かったのですが、3 年目に入り、有機化学・熱力学・量子化学・統計学などの基礎に立ち返ることで、自分に合った研究スタイルを模索し始めることが出来たように思います。おかげさまで、核酸化学分野では名前が通っているエリックと仕事をするとところまで漕ぎ着けることが出来ました。遠回りに思える時間もありましたが、今では納得しながら主体的に動けるようになったと感じています。今後アプタマーとターゲット分子の結合メカニズムに迫る試行錯誤の中で得られる知識や視点は、PhD 学生としての自分にとって非常に大きな学びになると考えています。

今は年内にプレプリントを発表し、最終的には化学系のジャーナルでの掲載を目指しています。今後の課題としては、研究の根幹にある分野をより深く理解すること、新たな手法や理論への感度を保つこと、個人作業と議論をバランスよく組み合わせながら、改善を重ねていくことが挙げられます。また、研究テーマの妥当性を常に問いつつ、偶然の発見の余地も残す柔軟さ、そして自分の研究を周囲に的確に伝え、多くの研究者と刺激を与え合えるような発信力も養っていきたいと思います。



2. 授業

冬学期から春学期にかけて受講した授業の一覧です。より化学や統計学に興味を持ち始めてきました。専門的な知識を補うことと並行して、コミュニケーション能力の向上にも引き続き取り組んでいます。

CHEM 281: Synthesis and Analysis at the Chemistry-Biology Interface (Winter)

DNA や RNA の塩基レベルの性質から、最新の応用事例までを広く扱う核酸化学の授業です。共同研究を始めたエリック・クール教授が担当しており、彼の考え方や分野への理解を深めるうえで非常に有益でした。mRNA ワクチンや CRISPR-Cas9、遺伝子治療といった話題の技術の背景には、有機化学や生化学の知見が不可欠であり、表面的な応用ではなく、その背後にある歴史的・理論的な基盤への理解の重要性を再認識しました。

CHEM 261: Computational Chemistry (Winter)

量子化学計算による分子のエネルギー状態の解析について学ぶ授業です。Gaussian などの計算ツールの使い方に加え、密度汎関数理論や基底関数、構造最適化手法の理論的背景も扱いました。最終課題では、自分が研究している核酸の塩基と小分子の相互作用によるエネルギーの変化をさまざまな空間的配置で計算し、最適な配置を探るという、実研究と直結したテーマに取り組みました。実務ではまだ限られた活用にとどまりますが、応用の可能性をさらに広げていきたいと思っています。

BIOE 230: Measurements, Statistics, and Probability (Spring)

統計学の基礎を網羅する授業です。学部時代に統計学を体系的に学ぶ機会がなかったため、研究を始めてからその重要性を痛感し、受講を決めました。尤度に基づく各種検定法の理論は、現在使用している Z 検定などと直結しており、非常に実用的でした。今後も大規模なデータを扱う機会が続くため、よりの確な統計処理の基盤を築く上で大きな一歩となりました。

GSBGEN 622: Presentation and Communication Skills for Academics (Spring)

ケリー・マゴニカル講師によるプレゼンテーションスキルの授業です。TED トークでも知られる彼女から、立ち位置や声の出し方、スライドの構成、ジェスチャーの効果など、プレゼンのあらゆる側面について直接フィードバックを受けることができました。社会科学系の PhD 学生との交流も刺激的で、理工系の研究発表が冗長になりがちな理由も少しばかり言語化できるようになったのは大きな収穫でした。特に、発表冒頭で成果の要点を簡潔に伝える重要性 (Spoiler の技法) は、今後の学会発表などでも積極的に活かしていきたいと思っています。

3. ティーチングアシスタント (BIOE 123: Bioengineering Systems Prototyping Lab)

昨年に続き、遠心分離機を作成するラボ形式の授業でティーチングアシスタント(TA)を担当しました。今年は視覚的な説明を意識し、板書や図解を活用することで、より主体的に考えてもらえる授業運営を目指しました。電子回路の設計では、トランジスタの原理理解の不足がトラブルの原因となることが多く、配線の確認や回路図の書き直しを一緒に行いながらサポートしました。オシロスコープを使ったデバッグも積極的に取り入れました。

1年目は手探りでしたが、2回目のTAを通して大きく成長を実感しています。研究と両立の難しさもありましたが、TAとしての経験は非常に価値あるものでした。生徒からの授業評価のアンケートで数々の前向きなコメントをもらったことは、自分にとっての財産になると思います。

Stanford University Winter 2025 Section Feedback

Course: W25-BIOE-123-01: BIOE SYSTEMS PROTOTYPING
See Instructor List on Last Page

Response Rate: 66/76 (86.84 %)

5 - What skills or knowledge did you learn or improve from this instructor?

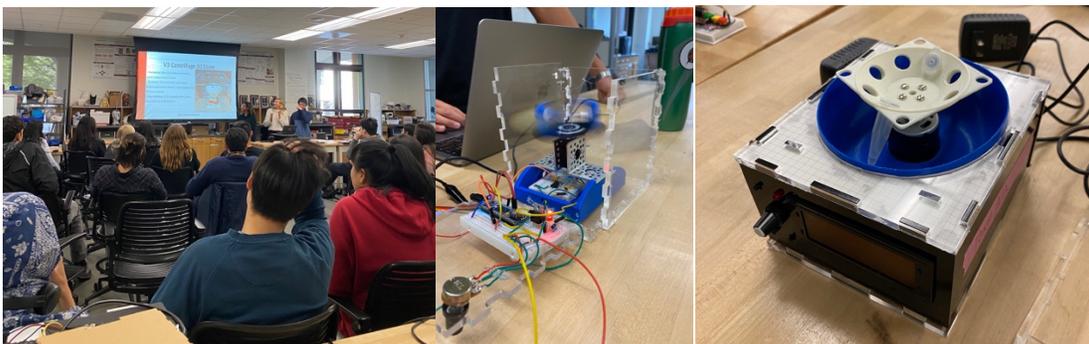
Hajime Fujita

Response Rate 5/76 (6.58%)

- Haji is the BEST TA in the whole wide world!!! Learned so much from him and would not been able to get through this quarter without him!
- Most things! making elctrical circuits, mosfet, phototransstor, comparator, Arduino debugg etc, time manegement, leadership
- Testing in subsystems.
- not much
- Corcuit diagram analysis

他学科では雑務が中心のTAもあると聞きますが、バイオエンジニアリング学科の授業はTAの成長も重視されており、教育的な意味でも充実した機会でした。アメリカの大学院教育の優れている点の一つだと思います。

今後、研究室で指導の機会が増える中で、本当に自分が好きなことを教えるときにこそ熱意が生まれるという実感を大切にしながら、誰かに手法を引き継いでもらえるような研究を目指していきたいです。



4. 運動

春学期は週に 3~4 回、スタンフォードのジムでダンスのレッスンを受けていました。筋力系のワークアウトにも参加しましたが、一番気に入っているのはダンスです。ちょうどその時期に受講していたプレゼンの授業の講師、ケリー・マゴニカルがダンスのインストラクターも務めており、授業で彼女のファンになった流れでダンスにも参加するようになりました。プレゼンとダンスという身体表現の共通点について彼女と議論できたのは、非常に貴重な体験でした。毎回汗だくなるほど動き、一日のストレスをリセットする時間にもなっています。大体 30 人ぐらいいつも生徒がいるのですが、最近もっと前列で踊るようにケリーと前列のスタメンの人たちから指示されました…。嬉しいことですが、もう少し上達してから前列で踊りたいと思います。

ケリーは自分より 20 歳ほど年上ながら驚くほどアクティブで、その姿に刺激を受け、自分も将来あのようにになりたいと思うようになりました。ダンスは未経験でしたが、音楽や演劇が好きだったこともあり、肌に合っていると感じます。ケリーのクラスはズンバやエアロビの要素もあり楽しいですが、今後はもう少し本格的なスタジオレッスンにも挑戦してみたいと考えています。

また、ルームメイトがテニスに熱中し始めたこともあり、週 2~3 回ほどテニスもしています。

7 月末にサンフランシスコでハーフマラソンを走る予定なので、トレーニングを頑張りたいと思います。噂によるとコースの高低差が激しいらしいので戦々恐々としていますが、元陸上部としての経験(?)を活かして、頑張りたいと思います。

あとは TA していた授業の生徒が女子ビーチバレーボール部(どうやらスウェーデン代表)だったこともあり、大学内でビーチバレーボール観戦を何度かしました。意外と戦略の奥が深く、とても面白いです。Student athlete はみんな学業もスポーツも両立していて本当にすごいと思います。



5. 芸術・ソーシャル

最近、陶芸を始めました。もともと陶芸作品を鑑賞するのが好きで、器を見るたびにどんな料理が映えるかを想像する癖がありました。そんな中、スタンフォードの陶芸スタジオで講師を務める友人がきっかけとなり、自分も実際に手を動かしてみようと思い立ちました。ろくろの上で粘土を成形する作業は、想像以上に難しく、中心がぶれたり、壁が均等にならなかったりと、失敗の連続でしたが、その分少しずつ上達を感じられたときの嬉しさは格別です。近々焼き上がる予定の作品もあり、それらをどんな料理と合わせるかを考える時間もまた、陶芸の楽しみの一部になっています。

また、最近七輪とピザ窯を知人から譲り受けたことで、庭での炭火焼肉やピザを楽しむようになりました。週末には近所の友人たちが集まり、炭火で焼いた肉や野菜を囲んで夕暮れの時間を過ごすのが、ちょっとした非日常感をもたらしてくれます。炎の揺らぎと香ばしい香りに包まれた時間は、日々の忙しさを忘れさせてくれる貴重なひとときです。

また5月にはスタンフォード日本人会の会長として、約60人規模のバーベキューパーティーを主催しました。準備や運営は大変でしたが、当日はグリルマスターとして焼き場に立ち、参加者と直接会話を交わしながら楽しい時間を共有することができました。スタンフォードの日本人コミュニティはまだ小規模ですが、少しでも豊かで活気ある場にしていけるよう、今後も積極的に活動を続けていきたいと考えています。



音楽についても、日常の一部として継続的に触れています。この 1 年で参加したライブを振り返ると、ジャンルも多岐にわたり、どれも心に残る体験ばかりでした。

羊文学 (2025/4/15) : PhD 一年目からほぼ毎日聴いていた大好きなバンドがサンフランシスコに来てくれました。一番のお気に入りの「深呼吸」が演奏された瞬間は感無量でした。



Kelli O'Hara (2025/10/23) : ミュージカル『王様と私』でも知られる彼女のソロライブ。クラシカルな歌唱力とステージ演出に圧倒されました。

Legacy of Wayne Shorter (2025/10/30) : 故 Wayne Shorter を偲ぶ追悼ライブ。音の一つひとつに彼の存在を感じました。この一年で最も痺れたライブかもしれません。

Julia Keefe Indigenous BigBand (2025/2/19) : ネイティブ・アメリカンのルーツを持つミュージシャンたちによるジャズライブ。リーダーとしての Julia の在り方にも強く惹かれました。

London Symphony Orchestra (2025/2/23) : George Walker の Sinfonia No. 5 "Visions" が印象的でした。複雑な構成ながらも、聴き込むうちに深い奥行きと冒険心が伝わってきました。

Anoushka Shankar (2025/3/14) : 長年聴き続けてきたシタール奏者のライブ。生で聴いた音色は想像以上に繊細で力強く、ソロ演奏の余韻は今でも記憶に残っています。

Brad Mehldau, Christian McBride, Marcus Gilmore (2025/4/2) : ジャズトリオのセッション。中でも McBride のベースは音に厚みがあり、技巧も際立っていました。

Fred Hersch Trio (2025/6/27) : ピアノの Fred Hersch が紡ぐ旋律には、彼の生き様がにじみ出ており、静かに心を打たれました。

6. 最後に

のんびりと授業を取りながら研究を進めた結果、少し時間はかかりましたが、無事にスタンフォードで修士号を取得しました。最終的な目標はあくまで博士号の取得であるため、式典には参加しませんでした。自分にとって大きな節目となったことは間違いありません。

これからの研究生活でも、「自主・敬愛・勤労」(出身中高の教育目標)をモットーに、自分らしいペースで、真摯に、そして楽しく、研究と生活の両方に向き合っていきたいと思います。

