

卒業報告書

苅田 裕也

2022 年 11 月

UC Berkeley, Biophysics Graduate Group の苅田裕也です。船井情報科学財団からのご支援をいただいて 2016 年度から留学をはじめ、2022 年に卒業しました。

1 卒業までの手続き

UC Berkeley はアメリカの大学院の中では珍しく defense がありません。博士論文が thesis committee の査読を通れば卒業することができます。Exit talk という家族や友人向けの発表を行うことは一般的ですが、必須ではありません。そのため、前回の報告書からの期間は日本に帰国して博論を執筆していました。早めに日本に帰国した理由はいくつかあります。

- ボスがドイツの Leipzig 大学に移籍するため、Berkeley のラボが縮小していた。
- アメリカのビザがちょうど切れた。(ビザなしでも滞在できますが、再入国できません)
- ポスドク先 (ドイツ) のビザ申請をする際、長く日本に滞在できた方が都合がよかった。
- ちょうど健康保険 (保険料がとても高い!) の切り替え時期だった。
- 息子が誕生したので、早く親族に会わせたいかった。

などが理由です。UC Berkeley の卒業間近の学生は filing fee status という身分になることで、博士論文の執筆のみに集中するかわりに高額な授業料を払う必要がなくなります。執筆以外のことはできないので (例えば、校舎へのキーアクセスがなくなります) 欠点もあるのですが、私の場合はちょうど都合が良い制度でした。

博論は 9 月に第 1 稿を提出しました。その後、1 か月程度の査読ののちに改稿し、10 月末に受理された形です。11 月からポスドクを開始する予定だったのでギリギリでしたが、間に合わせる事ができてホッとしています。また、(再) 投稿した論文のポジティブな査読が同時期に返ってきたので、こちらもホッとしています。

リモートで卒業手続きを終えたせいか、まだ実感はありません。アメリカ → 日本 → ドイツの 2 度の引越しに忙殺されていたのも理由かもしれません。正式な学位は 12 月に授与され、その後、紙の学位記と謎の “**Phinally Done**” と書かれたロリポップが送られてくるようです。実物を手にし、ロリポップを舌で転がすことでもう少し実感がわくと思います。

2 研究のはなし

今までの報告書では断片的にしか研究の話に触れてこなかったの、まとまった紹介をしたいと思います。私が博士課程で研究していたのは、微生物の集団ダイナミクスと進化です。

もともとの私の興味は「生命とは何か」という問いにありました。生物の教科書的な定義の中には自己複製能があります。これはとても重要で本質的な機能です。複製により集団が作られ、集団内・集団間での生存競争が生まれます。そして、生存競争ではより優れた個体が生き残り、進化につながります。これは自己複製の一般的な帰結です。もしかすると、自己複製する(閉じた)化学反応ネットワークは、長い時間の進化によって複雑な生命に変化するかもしれません。

自己複製するシステムの進化を研究する上で、微生物は最適な実験モデルです。分裂時間が短いため、進化に必要な多くの世代数を実験可能な時間で達成できます。また、進化の過程の追跡や、遺伝子改変による性質のコントロールも可能です。生物の複雑性を無視した乱暴な言い方をすると「分裂し相互作用する粒子集団の時間発展」を研究する上でのモデルシステムです。

私の博士課程では、微生物の「分裂する粒子」としての側面から生じる現象を研究していました。生命現象には遺伝子による複雑な設計図に沿って起こるものもあれば、単純な物理的性質の帰結として一見複雑なパターンが生まれることもあります。私は後者を研究していました。具体的には、蛍光タンパク質を発現するバクテリアや酵母を培養し、細胞の空間分布や集団の時間発展を観察します。私は特に、マイクロ流路の実験系で小さな集団のダイナミクスに注目していました。

私のはじめてのプロジェクト [1] では、発現する蛍光タンパクの色を不可逆的にスイッチする酵母を用いて、高密度な集団で細胞が残す子孫の量を調べました。結果、その分布は3つの異なる冪関数で特徴付けられることを発見しました。興味深いことに、それぞれの冪関数は高密度集団の空間的な位置と関連付けられます。これは、バイオフィームやがん腫瘍といった高密度集団をサンプルする際、サンプルする部分(表面・中央・ランダム)によって異なる結果が得られることを示唆します。論文内では、得られた知見に基づいて集団内での genetic diversity を効率的に推測するサンプリング法を提案しました。

私の Ph.D. のメインプロジェクト [2] では、バクテリアが生息空間のサイズによって異なる集団密度を示すことを発見しました。この集団密度は、あるスケールを境に不連続に変化します。反応拡散モデルを用いて解析すると、集団密度の変化を物理学でいう相転移によって特徴づけることができます。この集団密度の相転移が種の生存競争や進化に与える影響を研究し論じました。

私が博士課程で研究した現象は、個々の生化学反応によらず、分裂する粒子の性質から普遍的に導かれるものです。一方、実際の生命現象では生化学反応が本質的です。私は、物理的に導かれるダイナミクスと生化学的な複雑性がどう相互作用するかにかこそ面白さがあると感じています。ポストドクでは、生化学反応と集団ダイナミクスの協奏と、その進化的な帰結を研究する予定です。

1. Carl Schreck*, Diana Fusco*, Yuya Karita*, Stephen Martis, Jona Kayser, Marie-Cécilia Duvernoy, Oskar Hallatschek, Impact of crowding on the diversity of expanding populations, bioRxiv, 2019 (* equal contributions, under review)
2. Yuya Karita, David T. Limmer, Oskar Hallatschek, Scale-dependent tipping points of bacterial colonization resistance, PNAS, 2022

3 これまでとこれから

卒業という節目にたって見返すと、6年の留学生活はとても濃密でした。英語もろくにできないまま大学院生活に飛び込み、授業・ラボレーション・qualifying exam をもがきながら乗り越えてきました。研究が本格的にはじまってからは、思うような結果がでずに苦しむこともありました。英語での研究発表やディスカッションは、慣れるまでは長い準備時間が必要でした。

研究という一点においては、住み慣れた日本の大学院の方が効率が良かったかもしれません。ただ、異国の地でもみくちやにされることで、英語力や研究力だけでなく生命力や逞しさが培われた気がします。博士課程も研究も人生の一部でしかありません。大学院留学は、長い人生を生き抜く術の一端を与えてくれた貴重な経験でした。

留学中には精神的につらくなることもありましたが、趣味に逃げたり、家族に支えてもらうことでどうにか乗り越えることができました。大学院留学は楽ではありませんが、挑戦し survive することで得られるものも大きいです。特にアメリカの場合、まわりに同じようにもがいている留学生(現地の学生も)がたくさんいます。海外留学院を考えている学生のみなさんには、ぜひ覚悟を決めて挑戦してみてください。(それに、もちろん良い思い出もたくさんあります!)

卒業後はドイツの Max-Planck Institute for Evolutionary Biology でポスドクとして研究を続けます。実は先日引越してきたばかりで、やっと落ち着いたところです。研究所がある Plön は湖に囲まれた小さな町です。石畳の道に赤レンガの家が並んでおり風情があります。徒歩で生活に必要なものがほとんど揃い、田舎町のわりには便利です。私は湖畔が好きなので、結構気に入っています。ドイツでの生活も、自分と家族(とくに息子)にとって無二の経験となると思います。まずは健康を第一に。そして、新しいことにたくさん挑戦して、ドイツ生活も実りあるものにしたいです。

最後になりますが、長い間あたたかく支えてくださった船井情報科学振興財団のみなさまへの感謝をもって報告書を締めくくりたいと思います。ポスドク報告書でまたお会いしましょう。



図 1: ポスドク先の研究所がある Plön の湖とお城。八方を湖に囲まれた綺麗な町です。