第 3 回海外留学報告（留学二年目）

早川知志

DPhil in Mathematics, University of Oxford

2022 年 7 月 6 日

お久しぶりです。今回は留学二年目について振り返っていきます。前年との大きな違いは、特にヨーロッパ圏におけるコロナ対策の大幅な緩和でしょう。2021 年の 10 月頭に日本から渡航した際には既に、ワクチンの接種証明があれば搭乗前の検査は不要となっていました。ただし、この報告書を執筆している時点でも日本に帰る際の検査は依然として求められており、ロンドンの空港での検査体制は縮小気味なので少し厄介です。

ともかく、欧州ではコロナのことは忘れ去られつつあります。特にイギリスでは、2 月末に「コロナ陽性でも隔離する必要がない」というところまで緩和され、電車や室内、あるいは食堂のスタッフなどを含めても、マスクをしている人を見ることは殆どなくなりました。流石にここで二年近く暮らしていると、だんだんマスクをするのが馬鹿らしくなってきて、私も春ごろから持ち歩くことすらなくなりました。日本に着いてからしばらくは、時差ボケのみならず社会規範ボケにも苦しむかもしれません。

数学科でのサマーパーティー

この文章を書くにあたって前回の報告書を見返してみたのですが、昨年度は約半年ロックダウンに見舞われ、オックスフォードの外にはロンドンを一度訪れただけ、という閉鎖的な生活でした。今年度は対照的に、研究活動だけでもウィーン、トゥールーズ、ベルリン、ヨークと各地に飛び回って発表や議論をする機会があり、この後も南仏で二週間のサマースクールに参加する予定です。ヨーロッパ中で色々な研究者と出会い、去年と同じ博士課程であるとは思えません。

渡英する前は「欧米」と一括りにして捉えていたものについて、各地に足を運び人と交流するに伴って解像度が上がっていくのを感じます。理解の深まりを象徴する例とは言えませんが、一つ面白かったのは、ドイツ語圏（私が訪れたのはウィーンとベルリンですが）では欧州の中では比較的コロナ対策等が厳しい割に、公共交通機関に改札がなくチケット検

査をされることも稀なので、無賃乗車が簡単にできてしまうということです。もちろん私はきちんと買っていましたが、現地の知り合いが「チケットを購入するよりも無賃乗車が見つかるたびに罰金を払う方が長期的な出費が少なくなる」ということを言っており、検査頻度を考慮に入れて罰金額が設定されていないため奇妙な状態になっているようです。

さて、本業の研究ですが、今年は去年よりも手を広げて同じ大学の工学部の人たちとの共同研究にも乗り出しました。一年目に書いたうち二つ目の論文は確率的手法を用いた数値積分アルゴリズムに関するものでしたが、実はこれはベイズ法と呼ばれる一連の統計・機械学習の枠組みと密接に関連しています。再び渡英してまもなく、新年度のカレッジ（大学に何十個かある寮のようなものです）の集まりで、まさにこのベイズ法の工学応用を研究しようとしている日本人の博士課程新入生に出会ったのです。偶然にも非常に近いことに理論と実応用のそれぞれの面から取り組もうとしている二人が出会ったことで、共同研究が始まりました。議論を重ねて少しずつ手法を改良していった結果、実際に単なる数値積分アルゴリズムから、ある種の問題について既存のベイズ法のアプローチを大幅に高速化するようなものへと昇華させることができました。この結果は既に投稿済みです。アルゴリズムが複雑化した結果数学的・理論的に解析することは部分的にしかできなくなってしまったのですが、実験では良い結果を示しており、「数学理論にインスパイアされた手法によって実験的に性能の良い手法を得る」というまさに「応用」の面白さと難しさを同時に体験することになりました。こうして一見別分野の人と思わぬ出会いがあるというのは、オックスフォードという（カレッジ等の制度による）学際的な交流が生まれる特殊な環境から受けた恩恵の一つだと思います。

これ以外にも、純粋に理論的な研究として、前回の報告書でも言及した「ランダム凸包」と呼ばれる図形に関して、重要な例でこの図形が良い形になる（正確には期待値ベクトルを高確率で含むようになる）理由として確率変数の「超縮小性」と呼ばれる性質が一役買っているということを明らかにしました。これは「予想の証明」や「アルゴリズムの提案」とは少し色が違って「現象の理解」の型の研究になるため論文の貢献がアピールしにくく、かなり論文の書き方に気をつける必要があるのですが、数学的には完成し、今は指導教員と相談しながら原稿のブラッシュアップの段階に入っており、皆さんがこれを読んでいる頃には投稿に漕ぎ着けていることを願っています。

ここまで前向きなことを書きましたが、昨年書いた二つの論文に対しては、数学研究のリアルな側面として、フラストレーションの溜まる経験もしてきました。まず、一つ目の論文については、昨春に投稿してから今に至るまで、査読が終わる気配がありません。何回かエディターへの催促もしていますが、殆ど無視されています。これほど時間がかかるのは物理学や工学などの隣接領域ではまずあり得ないことでしょう。以前にも修士の時に投稿した

論文が 14 ヶ月かけてリジェクトされたことがありましたが、こういった経験によって査読に締め切りのない雑誌に投稿することに後ろ向きになってきました。

また、昨年の二つ目の論文については、データサイエンスと数学の中間領域の雑誌に投稿したのですが、査読レポートを見る限り査読者たちが数学の議論を追うことに慣れていないようで、日本の大学の学部レベルの知識を仮定して書いた数学的証明にギャップが多すぎるという感想を抱かれてしまったようでした。うち一人は具体的に「こことここが間違っている」ということを指摘してきましたが、我々の読む限りそれは初歩的な勘違いに起因するもので、結局論文の改訂の機会を貰うこともなくリジェクトとなりました。たとえば読み手によって「学術的に重大でない」と思われることがあったとしても、「間違っている」と言われるとは思っていなかったので、かなりショックでした。教員からは「こんなことはよくあることだ、むしろ証明を読もうとしているだけ良い方かもしれない」ということを言われました。では質の低いボランティアの査読で載るかが決まる商業化された営みに対して、大学業界が大金を払って論文を掲載したり雑誌を購読したりしようとしていることに意味はあるのだろうか、ということを考えさせられています。とは言っても、性善説に基づいたボランティア査読に代わる画期的なシステムを私が提案できるという訳ではないのですが…。ここまで一方的な視点で書きましたが、私とその周りの人間が勘違いをしており、論文が単に数学的に間違っている可能性ももちろんゼロではないということには注意しておきます。その後、リジェクトされた論文をより初学者に分かりやすいように大幅に書き直す途上で去年証明しようとしてうまくいかなかった結果まで示すことに成功し、より良い論文にして再投稿することができたので、結果オーライだと思っています。

全英学生選手権にて

さて、このようにヨーロッパ各地で新しく知り合った研究者と議論したり、名前の知らない査読者やより大きなシステムを恨んだりと順調に博士課程を過ごしている訳ですが、研究以外でもアクティブに活動するようになりました。大学の卓球部に入ったのです。中学の頃からずっと卓球をしているのですが、オックスフォードの一軍はイングランド中部の二部リーグにいて、程よい強さのチームでした。秋から春にかけて大学チームのリーグ戦があり、私は一軍の試合に出たり二軍の試合に出たり、ウォリックやノッティンガムに試合のために遠征したり逆にオックスフォードの体育館でケンブリッジを迎え撃ったりと期せずして大学スポーツをガッツ

リ体験することになりました。東大時代は拘束時間が長すぎる（という噂だった）のが嫌で部には入らなかったのですが、こちらの大学スポーツは練習も非常に緩く、また学部生から博士課程までさまざまなプレイヤーがいて違った趣があります。聞けば中高の（厳しい）運動部というのは日本独特の文化で、多くの国では地元のクラブチームこそあれスポーツを学校単位でやるようになるのは大学からだそうです。

なんとオックスフォードの一軍は今季のリーグ戦で優勝し来季からは一部リーグ（この上はプレミアリーグという名前で最強のリーグになります。サッカーと同じ！）に昇格することになりました。対戦相手のレベルが上がると思うと来年が少し怖くもありますがワクワクしています。それとは別で年一回の個人戦もあり、全英学生選手権が 11 月末にノッティンガムにおいて二日間行われました。なんと私は予選リーグを 1 位通過し、最終的にシングルスでベスト 64 となりました。日本だったらインカレのベスト 64 には逆立ちしても届かないので、日英の競技レベルの違いによるものではありますが、やはり試合に勝てると嬉しいものです。団体戦の学生リーグとあわせて来季の大会が非常に楽しみです。

ロックダウン中に始めた絵の趣味も細々と続けており、現在は漫画を描くことに挑戦しています。しかし去年に比べて日々が忙しくなり、遅々として筆が進みません。これは留学生活が充実し始めているということで、喜ばしいことだとも言えます。去年オンラインでオーガナイズした Oxford-Berlin の確率解析分野の若手ワークショップも、今年は対面でベルリンにて開催され（なぜかメインのオーガナイザーをすることになりメール対応に追われて大変ではあったのですが）非常に楽しいものになりました。去年の絞り出したような報告書と比べて、こうやって他にもいくらでも書くことがあり、そのことがとても嬉しいです。

オフィスでの一枚

最後になりますが、留学中にお金の心配をすることがなく研究に打ち込めているのはこの奨学金のおかげです。この場をお借りして感謝申し上げます。ありがとうございました。これからも私の信じる面白い研究を求めて邁進していきたいと思います。