

船井情報科学振興財団

2020 年秋季 留学報告書

2020 年 12 月 18 日
2019 年度奨学生 黒岩広大

2019 年 9 月より、University of Waterloo の物理学専攻量子情報コースに所属しております黒岩広大です。本年の 4 月にコロナウイルスの影響で日本に緊急一時帰国し、未だリモートでの研究生生活となっています。今回の報告書では春、秋学期の授業や研究、さらにコロナウイルスの自粛期間中の生活について書いていきたいと思います。

授業について

University of Waterloo は秋学期 (9 月-12 月)、冬学期 (1 月-4 月)、春学期 (5 月-8 月) の三学期制となっています。すでに必要な授業の履修は終わっておりますが、春学期には“Advanced Topics in Quantum Information Theory”、秋学期には“Theory of Quantum Communication”と、私の研究に深く関わる内容を扱う二つの授業を履修しました。

Advanced Topics in Quantum Information Theory

2019 年の秋学期で履修した、Theory of Quantum Information という授業の続編で、よりアドバンストで深い内容を扱う授業です。量子情報で幅広く出てくるエントロピーや凸最適化の性質について幅広く学びました。コロナ禍で対面の授業が行えない中、先生が YouTube に 30 分ほどのビデオをアップロードし、それを自分のペースで視聴して学習するという形式の授業だったので、日本からも履修をすることができました。良くも悪くも自分のペースでの受講になるため、モチベーションを保つのに苦労しましたが、近年の量子情報分野の結果を理解するのに非常に重要な道具を効率よく学ぶことができ、非常に良かったと思っています。

Theory of Quantum communication

私の研究に直接かかわる、量子通信の理論を取り扱った授業です。私の指導教官である、Debbie Leung 先生によって開講されていました。学術的な「通信」の定義という非常に基礎的な部分から始まり、量子通信路を用いた様々な量子通信の問題について網羅的に取り扱った授業でした。Zoom を用いてオンラインで開講された授業で、先生も授業内容のプレゼン方法などについて試行錯誤というような印象でしたが、何とか対応しながら授業に参加できたと思います。扱う内容が非常にハイレベルなので四苦八苦することも多かったのですが、興味のある分野なので意識を高く保ったまま学び続けられたと思います。実は昨日 Zoom での最終プレゼンを終え、最後までやり切れた安堵の気持ちでいっぱいです。

研究について

前回の報告分を提出してから、研究については次の3つのプロジェクトを進めていました:

1. 量子通信におけるエラーとレートのトレードオフに関する研究。
2. 量子リソースについての研究。
3. QunaSys での量子アルゴリズムの研究。

一つ目の量子通信のトレードオフの研究については、先行研究のセットアップのエラーの評価をより厳密に行う際、他分野で用いられるアプローチが有効に使えるかもしれないというアイデアに思い至り、そちらの分野でいくつか面白い結果が得られました。現在それをどう元の研究対象に生かせるか思案中で、得られた結果自体もうまくまとめようと考えています。また、学会等でのディスカッションで得られた発見もあり、人との交流の大切さを改めて痛感しました。

二つ目の量子リソースの研究については、以前 Quantum という雑誌に提出していた原稿が先日アクセプトされ、初めての論文をようやく世に出すことができました。また、この結果をいくつかのオンライン学会に提出し発表する機会ももらえ、非常に充実していたと思います。現在はこの論文で解析していない内容についてさらにアプローチしており、そちらについても現在論文にまとめています。

三つ目の量子アルゴリズムの研究について、これは日本帰国中に行っている QunaSys という量子ソフトウェアスタートアップでのインターン中の研究になります。近年での実現が有望視されている NISQ デバイスと呼ばれる量子コンピューターの応用についての研究を行いました。より具体的には、NISQ デバイスで分子の運動などをシミュレーションする際に使われるテクニックを理論的に厳密に分析し、シミュレーションを行いました。結果は論文にまとめ、arXiv に提出し、現在 PRXQuantum という雑誌に投稿して査読を受けています。

本学期もコロナウイルスでリモートでの研究になり、複数のプロジェクトに取り組んでいたため自己管理が非常に大変でした。来年すぐにカナダに戻る予定なのですが、カナダへの帰国後もしばらくリモートでの研究になり、博士課程に上がる際の研究発表もリモートになってしまいそうなので、そこまでモチベーションを落とさずに頑張っていきたいと思います。

生活について

留学報告文...と銘打っていますが、この半年は日本で研究を行っていたので、生活についてはあまり留学らしくない期間になってしまいました。前回の報告分を執筆したときには楽観視していたコロナウイルスの流行ですが、カナダの状況を見ながら帰国の機会をうかがっていたところ、未だに感染が収まらずますます難しい状況になってしまいました。また、アメリカ時間で開催されるオンライン学会への参加や指導教官とのミーティングは時差がありかなり大変で、時には昼夜逆転の状態で生活しなければならず、それについては非常に苦心しました。ただ、時差についてはうまくスケジュールを考えながら、何とか対応して乗り切れていたと思います。ともすれば一人で悶々と研究に取り組まなければならない状況になってしまうため、8月、9月ころにはメンタルがかなり弱ってしまうこともありましたが、うまく人との交流を作ったり、学会などを通して研究に対するモチベーションを高めたりなど、工夫して生活できていたかなあとと思います。

指導教官から話を聞くと、カナダは感染者が増えているのにもかかわらず、クリスマスが近づくとつれて人込みの規模が大きくなっているようなので、年明け帰国する際にはコロナの感染に気を付け、また昨年痛感したカナダの寒さに負けないように頑張っていきたい

と思います。ひとまずは日本で、コロナの感染に気を付けながら日々研究に打ち込めたらと思っています。

おわりに

この半年は論文や学会など研究を発表する機会も増え、忙しいながらも非常に充実していました。コロナウイルスの影響を受け、研究でも生活でも大変なことが非常に多いですが、日本帰国という機会を利用して研究インターンができ、その結果をまとめられたのは非常に良かったと思います。今後も支援をしてくださる財団への感謝を忘れずに、研究に精一杯邁進してまいります。