船井情報科学振興財団

2024 年秋季　留学報告書

2024 年 12 月 12 日

2019 年度奨学生　黒岩広大

2019 年 9 月より、University of Waterloo の量子計算研究所に所属しております黒岩広大です。2024 年の 9 月からいよいよ博士課程の最終年に突入しました。今回の報告書では、博士論文執筆前の最後の大イベントである Thesis proposal と、8 月に学会などでアメリカを訪問した際のことを主に書いていこうと思います。

目次

Thesis Proposal, July 2024 1
アメリカ訪問, July-August 2024 2
University of Chicago 訪問 2
University of Illinois Urbana-Champaign 訪問 3
Beyond IID 4
こぼれ話・ビザ延長トラブル 4
おわりに 5

Thesis Proposal, July 2024

私が所属する量子情報研究所の博士課程では、博士論文執筆前に、Thesis Proposal を行う必要があります。この Thesis Proposal というのは、博士課程で行ってきた研究内容やその背景知識などを committee の先生方の前で発表し、研究成果や理解度を審査されるとい

う一種の試験です。形式は thesis defense と同じく、プレゼンテーションに 30 分、その後の質疑応答に 2 時間が割り当てられ、さながら本番の defense と同じ緊張感で進みます。

予定ではもう少し早く Thesis Proposal を終わらせる予定だったのですが、 committee になってくれる先生を探すのに時間がかかり、その後も先生方と予定を調整するのが難しく、結局 7 月までもつれ込んでしまいました。後述しますが、7 月半ばからは学会でアメリカに一か月ほど滞在する予定があったので、それまでに何とか間に合ったのは幸運でした。

Thesis Proposal では committee の先生方と議論が弾み、プレゼン内容や質疑応答についてはお墨付きがもらえたので非常に満足いくものとなりました。プレゼンの最後、open problem として私が長らく考えてきた難解な問題に言及した際、committee の先生の一人から「難しい問題に当たったら方向転換してもいいんじゃない？」とアドバイスをくださったことが、少し心の助けになりました。

アメリカ出張, July-August 2024

先述の通り、2024 年の 7 月半ばから 8 月にかけて一か月ほど、アメリカに研究滞在を行いました。もともと、8 月に University of Illinois Urbana-Champaign で開催される “Beyond IID” という量子情報理論のワークショップに論文が採択されて参加する予定だったのですが、共同研究者が University of Chicago にいること、ポスドク先として興味のある先生が Urbana-Champaign にいらっしゃることを考えて、学会の前に先生方を訪問させていただくことになりました。そもそもイリノイ州に行くのが初めてのことだったので、非常にわくわくしながらカナダを出発しました。

University of Chicago 訪問

まず訪問したのは University of Chicago の Bill Fefferman 先生です。この先生のグループとは以前に「量子コンピューターの現実的なノイズの解析」という研究テーマで共同研究をし、つい先日 PRX Quantum から論文が出版されました。今回の訪問では前回の論文の内容

University of Chicago のキャンパス。

をさらに発展させた研究のディスカッションを行いました。

滞在中は、以前の共同研究を一緒にメインで進めた、 Fefferman 先生の学生さんとアイディアを出しあって検討するなど、白熱した議論を連日行い、非常に密度の高い時間となりました。今考えているテーマは、「ノイズがある下での量子コンピューターの優位性」というもので、「どんな種類のノイズが乗ってしまうと量子コンピューターは優位性を示さなくなるのか」という問題を考えています。先行研究では、数学的に単純化されたモデルの下で、ノイズの強さがある程度大きくなると優位性がなくなってしまう、ということが示されていたのですが、現実のノイズは数学的にはより複雑です。私たちの研究では、「現実的なノイズを考えても、ある程度ノイズが強くなると優位性がなくなる」ということを数学的に証明することを目標にしています。今回のディスカッションで有望そうな方向性が定まり、現在さらに解析を進めています。

The Art Institute of Chicago

出発前、「シカゴは治安が悪いよ」といろんな人に言われ、確かに少し危険を感じる場面もありましたが、明るいうちに人通りの多いところを歩いている分には、キャンパスもダウンタウンも散歩を楽しめました。

University of Illinois Urbana-Champaign 訪問

シカゴを訪問したのち、私は学会が開かれる University of Illinois Urbana-Champaign (UIUC) へと旅立ちました。学会が開かれるのは一週間後ですが、ここから一週間、Eric Chitambar 先生を訪問しました。

Chitambar 先生は量子物理に特徴的なエンタングルメントという現象や、凸解析を用いた量子リソースの研究を行っており、私が今研究している分野で活躍されている先生です。今回は、私が最近論文化した、無限次元でのエンタングルメントの解析についての研究を発表させていただく機会があり、私たちが得た結果をさらに強めることができるのではないかという議論に繋がりました。その他にも、暗号理論でよく用いられるセットアップを、リソース理論の観点から解析できないかという内容でもディスカッションが盛り上がり、非常に充実した一週間になりました。

また、Waterloo で修士を取った後 UIUC で博士をやった友人の thesis defense にも参加しまして、来るべき自分の defense に対して身が引き締まる思いでした。彼とも久しぶりに研究の話や思い出話などができ楽しい時間を過ごせました。

キャンパス内に有名なトウモロコシ畑がありました。

シカゴとは打って変わって、Champaign の街は非常に長閑な大学街で、治安もよく、リフレッシュした生活が送れました。UIUC に留学している日本人の友人とも交流ができ、様々な意味で有意義な滞在になりました。

Beyond IID

さて、University of Chicago、UIUC と訪問してきましたが、今回の旅の最大の目的は UIUC で開かれる Beyond IID というワークショップに参加することです。これは量子情報理論の国際ワークショップで、私が専門に研究している分野の研究者たちが多く参加します。今年は私の指導教官が招待講演を行っていました。

早速ワークショップ一日目から私の発表があり、最近出版された、「凸性を排除したリソース理論」の研究について発表を行いました。オーディエンスからも面白い質問が出て、楽しく発表でき、非常に良かったと思います。私の専門分野のワークショップということもあり、発表はどれも非常に面白く、かなり濃密な一週間になりました。学会に参加している顔なじみの研究者たちとの議論も盛り上がり、交流を通じて新たな出会いもあったり、新しい研究のアイディアが湧き出たりなど、エネルギッシュにワークショップを過ごせたと思います。また、各国の先生方とも話す機会があり、ポスドクのポジションについていろいろとお話ができたのも非常にありがたかったです。

毎日のように『ワークショップ→パブで議論＋夕飯＋飲み→帰ってアイディア整理』の流れをやったのは非常にハードでしたが、満足のいく一週間になりました。

こぼれ話・ビザ延長トラブル

実は上記のアメリカ出張前、ちょっとしたビザトラブルがあったので、こぼれ話としてここにまとめておきます。

私は現在、カナダの就学許可証（学生ビザ）によって、博士学生としての身分を保証されているのですが、それが 2024 年 7 月でいったん期限切れとなってしまいました。博士課程の期間中は、ビザの延長は問題なくできるはずなので、大学の指示に従って延長申請を出したのがもうすでに半年前の 2024 年 1 月末。すでに半年近くたっているのに一向に延長申請が下りる気配がありません。しかも、大学の移民コンサルタントに相談したところ、申請中は海外に渡航するのが原則推奨されないとのこと。もちろん、ビザが切れたら学生の身分で再入国はできなくなってしまいます。その場合、8 月に開催される学会に参加することなくカナダに戻らなくてはいけません。――ということで、7 月上旬の時点で、私は学会発表をキャンセルせざるを得ないかもしれない窮地に立たされていました。

考えられる原因と対策を大学のコンサルタントにも相談してみたのですが、結局確かなことは分からずじまい。一応、「妻の配偶者就労ビザを同時に申請していたこと」と「私の研究分野が量子情報ということで、国防の観点から細かい審査が行われた」という二点が考えられるそうです。

何度もカナダ移民局に問い合わせを送ってみるなど、周りの力を借りながら奔走した結果、ビザ延長はなんとかアメリカ渡航の数日前に認可され、事なきを得ました。半年前も待たされた挙句、学会参加がキャンセルになるかもしれないという状況になっていたのは結構なストレスでしたが、カナダ生活も 6 年目となるとたくましくなっているもので、焦らず冷静に対処でき、大きな問題にならなかったのは不幸中の幸いでした。

おわりに

実は、博士論文執筆に本格的にとりかかる前に、少しお休みを取って体と心を休めています。博士生活ももう少し。今までやってきた研究をまとめて thesis defense まで駆け抜けて、PhD を取得できるよう、頑張ってまいります。毎度のことになりますが、この半年間も、船井財団からの支援のお陰で充実した生活が送れました。心より感謝申し上げます。