

留学報告書（2024年12月）

渡邊優大

2024年12月14日

1 はじめに

University of California San Diego (UCSD), Electrical and Computer Engineering (ECE) の博士課程に2024年の9月から在籍しています、渡邊優大と申します。主に制御理論を研究しています。船井財団のご支援に感謝します。

今回のレポートでは、渡米直前・直後の様子の簡単な振り返りとUCSDの感想、最近の研究内容について書きたいと思います。

2 渡米の準備

もはや遠い昔のように感じますが、最も大変だったのはビザの準備です。ビザ申請に必要なI20という書類が6月下旬に発行されたものの、記述にミスがあり再発行に数週間を要しました。これによりビザ面接が最速でも7月下旬という状況になり、加えて船井財団の交流会 (@イギリス) が7月末にあったため^{*1}、結局面接を終えたのはお盆前頃、ビザを無事入手したのはお盆の後になってからでした。渡米予定日が9月1日だったためなんとか間に合いましたが、ギリギリでした。

家探しについては、大学の On campus housing に住めることが決まっていたため、フォームを記入して提出する程度の手間で済みました。UCSD のメールボックスのチェックを怠っていたがために、部屋決定のオファーを一度見逃し再度申請することになるという致命的ミスを犯しましたが、Waitlist がたまたま短めだったという豪運 (!!) により事なきを得ました。

そのほかには、ワクチン接種 (5万円ほどかかりました) や日本国内の諸々の手続きなどが面倒でした。加えて、京大時代の投稿中ジャーナル論文2本の査読結果が6、7月に届き (ともにメジャーリビジョン)、査読期間は4ヶ月ずつあったものの、渡米前にある程度これらのある程度終わらせた方が良いのは明白だったので、7、8月にかなり追い込んで作業を進めました。これによりかなり消耗しました。

3 渡米～渡米直後

9月1日に渡米しました。住居には入国日から住めることになっていたため、ホテル暮らしなどはすることなく新生活がスタートしました。渡米直後は、周辺地域を散策したり自転車を購入した

^{*1} ビザ面接後は数日間パスポートを大使館側に預けることになるため、面接日時を設定を誤ると渡英時にパスポートがない状態に陥ります。



図 1: Geisel library



図 2: Nuevo west



図 3: 自室

り銀行口座を作ったりなどして過ごし、数日で完全に慣れました。大抵の必要なものは、自転車やトロリー（モノレールみたいな鉄道）で行ける範囲で手に入れることができました。Amazon やコンボイ（日系スーパーなどがあるエリア）なども駆使すれば、日本食も手に入れることができ、（物価は高いですが）食事にも特に困りませんでした。

住居は先ほども述べた通り、On campus housing です。Nuevo West というエリアにある 11 階の 4 人シェアルーム（個室あり）に住んでいます。部屋は綺麗で見晴らしも良いため、気に入っています。ルームメイトは医学生のアメリカ人 1 人とインド人二人（PhD student と修士）です。全員が親切でそれなりに綺麗好きのため、不満はほぼなく、仲良く生活できていると思います。とくにインド人のうち一人（PhD student の方）はつねに規則正しい生活をしており頻繁に手の込んだ料理を作っているため刺激を受けています。



図 4: 京大と UCSD の合同イベント

4 UCSD の感想

3 ヶ月ほどサンディエゴで生活しましたが、ほとんど不満はありません。気候や生活環境、研究環境、人間関係のどれをとっても非常に快適で、もしかすると日本にいた頃よりも調子が良いかもしれません。

■食事について バーガーキングなどの典型的な店にくわえて中華料理店やラーメン屋などがあり、大きな不満はありません。一食 15 ドル前後でそれなりの食事にあります。物価が高いため、ほぼ毎日昼食は自炊した簡単な食事（炒飯など）を持参していますが、一日 2 食外食しても 25 から 30 ドル/日ほどで乗り切ることが可能です。

■コースワークについて UCSD は Quarter 制であり、1 年で 4 学期あります。うち夏学期は夏休みに相当する期間であり、主に秋～春にかけて講義を履修します。各学期は 3 ヶ月あり、うち 2 ヶ月が授業、1 週間が試験、以降が採点・休憩期間です。修士号を持っている PhD student が Preliminary exam のために取るべきコースの最低数は 2 つなので、渡米もない今期はゲーム理論のコースのみを取りました。京大時代の授業よりも明らかにヘビーでしたが（この講義は特にヘビーなものだったと友人との会話で後から知りました）、身につけている実感があり、アメリカでコースワークが重視される理由が少しわかったような気がしています。日本の博士課程では、授業を積極的に履修する人は少数派だと思いますが、こちらでは多くの学生が勉強のために自主的に講義を履修しているように思います。自分も今後は数学の講義などを受けてみようかなと考えています。

■研究環境について Franklin Antonio Hall (FAH) という新しい建物で働いています*²。非常に綺麗で自室からも近いのでとても快適です。自分のいるオフィスは、制御・ロボティクス系のグループで共有するオープンなラボであり、自分のアドバイザーである Yang のほかには、Jorge Cortes, Sonia Martinez, Henrik Christiansen, Xiaolong Wang, Nikolai Atanasov, Sylvia Hervert 教授らとその学生・ポスドクらが同室にいます。教員の居室も同じ部屋の中にあり、教員とも日常的に顔を合

*² FAH のかわいいビデオがあります。https://www.youtube.com/watch?v=Xpx4fVLF4R4&ab_channel=JacobsSchoolNews

わせます。他のラボのメンバーと自然と仲良くなることができる上、パワハラなども起こりづらい良い研究環境だと思います。自分のラボのメンバーも皆いい人たちであり、一緒にランニングをしたりエスニックな中華料理店に行ったりしています。全員が精力的に研究を進めており、密な研究の議論ができることも非常に楽しいです。UCSD 外からの訪問も多数あり、毎週のようにセミナーが開かれています。この秋は John Doyle や Jeff Shamma などのビッグネームが来ました。10 月には京大と UCSD の合同イベントが FAH で開催されており（自分は当日にたまたま知りました）、母校の先生何人かとお話する機会を得ました。具体的な研究内容や指導教員については次のセクションで述べます。

5 最近取り組んでいる研究について

最近クラシックな制御理論（LQR, \mathcal{H}_∞ 制御など）における重要な定理を、従来知られているものとは異なるアプローチで証明するという研究を主にしています。よく知られるこれらの問題の解法は変分法に基づいています。これに対して、我々は有限次元の最適化の観点から主に SDP や双対定理の理論を活用して、この問題に取り組んでいます。この研究の目指すところは、既多くの人により馴染み深いであろう凸最適化の視点で既存の証明を再考することで、新しい理解の道筋を整備し制御理論の敷居を下げることです。日々膨大な研究成果が発表され続ける今日では学ぶべき内容も増え続けており、情報圧縮は極めて重要な課題です。いま取り組んでいるテーマは、制御理論を理解するための新しいルートを整備するという形でこの課題にアプローチしています。すでに LQR の結果はほぼ完成しており、新しい視点をたくさん盛り込みながら基礎的な性質をほとんど再構成できたと思うので、今月末か来月に arXiv に 30–35 ページほどの論文をアップすると思います。ちゃんとした論文を公開できるまでは日本に帰国することはないと思っていたのでよかったです。現在は \mathcal{H}_∞ 制御やフィルタリング問題に注力していますが、すでに興味深い解析結果や知見を得つつあるため、完成し次第またどこかで簡単に説明したいと思っています。

この研究テーマは私自身の考えやスキルセットによくマッチしている良いテーマだと思っています。留学を志望した理由の一部は修士時代の研究テーマよりも一般性の高く自身の価値観にも寄り添った新テーマに移行したい（そしてその新テーマに優秀な共同研究者とインタラクティブな形で取り組みたい）というものでしたが、その希望をほとんど理想通りの形で叶えることができたと思っています。私自身はアプリケーションなどよりもテクニカルな部分により大きな関心を寄せるタイプだと自己分析していますが、まさにそのテクニカルな視点やアイデアが軸となるテーマで、以前よりも理論の深いところにリーチできていると思います。また、指導教員とのマッチングや関係性も留学前から感じていた通り非常に良好です。彼は制御、最適化の両方に対して深い理解と知識を持ち頭の回転も高速、加えて人とのつながりを大事にする人なので、彼とともに研究と論文執筆ができることも非常に楽しいです。京大時代よりもハードワーカーになっている気がしますが、もともとそのつもりでしたし、多数の PI と学生・ポスドクがいる共同ラボで働いているからか、対外的な交流が盛んで学生・教員間のパワーバランスも健全な形で保たれているため、良好な研究生活を送ることができていると思います。

ところで、いま私の取り組んでいるテーマの将来性について疑問に思われた方がいらっしゃるかもしれません。実際、私が考察対象はすでによく調べられたものであり、改めてそれを掘り返すよりも新しい対象・技術に取り組む方が将来性があるという主張は理にかなったものだと思います。しかしながら、私自身は今取り組んでいる研究が私の将来に対する大きな投資になっていると考え

ています。なぜなら、私がいま注力している理論（とくに \mathcal{H}_∞ 制御）は制御理論の中心的結果として今後も重要性を損なわない内容のはずであるにも関わらず、これらに詳しい研究者の人口は、そのボリュームゾーンが 50 代前後かそれ以上であるために、遅かれ早かれ減少していくと予想されるからです^{*3}。つまり、重要であるにも関わらず専門家人口の減少が予想されるトピックなので、この分野の専門家を目指すのには将来性があるということです。研究のつねに新しいものを志向する性質に研究者間の競争の激化が重なって、あらゆる分野がテーマの細分化と論文数の増加に直面しています。制御理論も例外ではなく、機械学習やコンピュータサイエンス由来の種々の概念を持ち込んだテーマがトレンドを席卷しており、論文の数は増え続けていると感じます。このトレンドの駆動力は PhD student、ポスドクたちですが、彼らの大部分は、もはや古典となりつつある線形システム理論の細部や \mathcal{H}_∞ 制御に数ヶ月・年単位の時間を費やすことはないでしょう。このような世代が PI となる 10~20 年後には、これらの理論を確立した今の 50 代以上の世代はほぼ引退しているため、（やや誇張気味かもしれませんが）制御理論の重要な基礎理論がほとんどの人に目を向けられないロステクノロジーになってしまうことを少々危惧しています。重要なトピックは誰かが理解して（内容をアップデートした上で）説明できる必要があります。その誰かに自分なろうとすることには社会的意義が認められると思いますし、専門家としてきちんとした実力を身につけられれば、活躍の場を見つけることは難しくないと考えています。

もちろんこのテーマだけに一生注力するわけではなく、さまざまな視点から自分が興味を抱いた社会課題や未解決問題にアプローチしたいと思っています。「新技術を作る」系のテーマも非常に有意義だと思っているので、どこかのタイミングでそういったテーマに再度取り組むと思います。（実は現テーマのような方向性の研究に取り組もうと思ったきっかけは、どちらかといえば「新技術を作る」系の理論研究だった修士時代の研究において得たある気付きにあります。聞かれたらお答えします。）また、2~3 年後に取り組んでみたいと思っている研究（制御・最適化ではない）があり、その勉強を少しずつ進めています。ひとまず現テーマを良い形で完成させて論文化できるよう邁進したいと思っています。

6 おわりに

読んでいただきありがとうございました。いろいろと書きましたが、UCSD に正規の PhD student として入学してよかったと思います。日本人の間で UCSD の人気が高まることを期待します。

最後に船井財団に改めて感謝申し上げます。

^{*3} もちろん取り組んでみたら面白い結果が出たというのもこのテーマが有意義だと思える理由の一つです。