



船井情報科学振興財団 第三回留学報告書

2025 年 12 月

本橋悠人 — Yuto Motohashi

ETH zürich

ETH Zurich — Stanford University



1 はじめに

授業終わり、セメスタープロジェクト終わり、残すは半年間の Master thesis project のみとなりました。来年 2026 年の夏には、修士号が取得できる予定です。私が所属する Master in Quantum Engineering の卒業要件は 120ECTS 取得で、二年を標準年限とするプログラムです。既に 90ECTS が取得できているので、かなり順調に進んでいると思います。

最近のアップデートと、次の半年へ向けてのお知らせが今回の内容です。

2 最近のアップデート

2.1 授業

今セメスターは専門科目の授業はありませんでした。専門外の授業として、computational social science with audio and image を取りました。前セメスターに introduction to machine learning という授業で技術面での基礎をやっていたので、この授業でアプリケーションサイド側の議論を見えたのは非常に興味深かったです。

2.2 研究

春学期で、授業の履修は一つを除いてすべて終わっていたので、この半年はゆっくり研究に集中できる時間でした。実験装置設計のフェーズが終わり、組み立て・動作確認をしています。パソコン上で設計していた時にうまく設計したものがうまく動き満足する・下手に設計したものの組み立てが大変な思いをするというような、過去の積み上げを自分の手で実感する期間でした。まだ実験装置のアップグレード中なので成果となるようなものは出てきていません。やはり複雑な実験というのは時間が掛かるんですね。

前回の報告書の研究の場所もほぼ同じことを書いていてつまらないので、このような状況の中で ETH の研究サポートがありがたい話でもまとめてみようと思います。大学として金属加工などをしてくれるワークショップで部品の製造をやっていただいたり・冷凍機（ここで言っているのは $4K \sim -269$ にする冷凍庫）や基本的な計測機器・実験機器のメンテナンスのサポートなどの部門があります。さらに製造・メンテナンスだけでなく設計の相談も一緒にしてくれるので一から百まですべてを自分でやらならないと実験が動かせないということがなくて非常に助かります。結局自分でほぼ全てのトピックについて考えるのは考えるのですが、他の人が実際の作業はやってくれるとやはり凄く作業は楽になります。

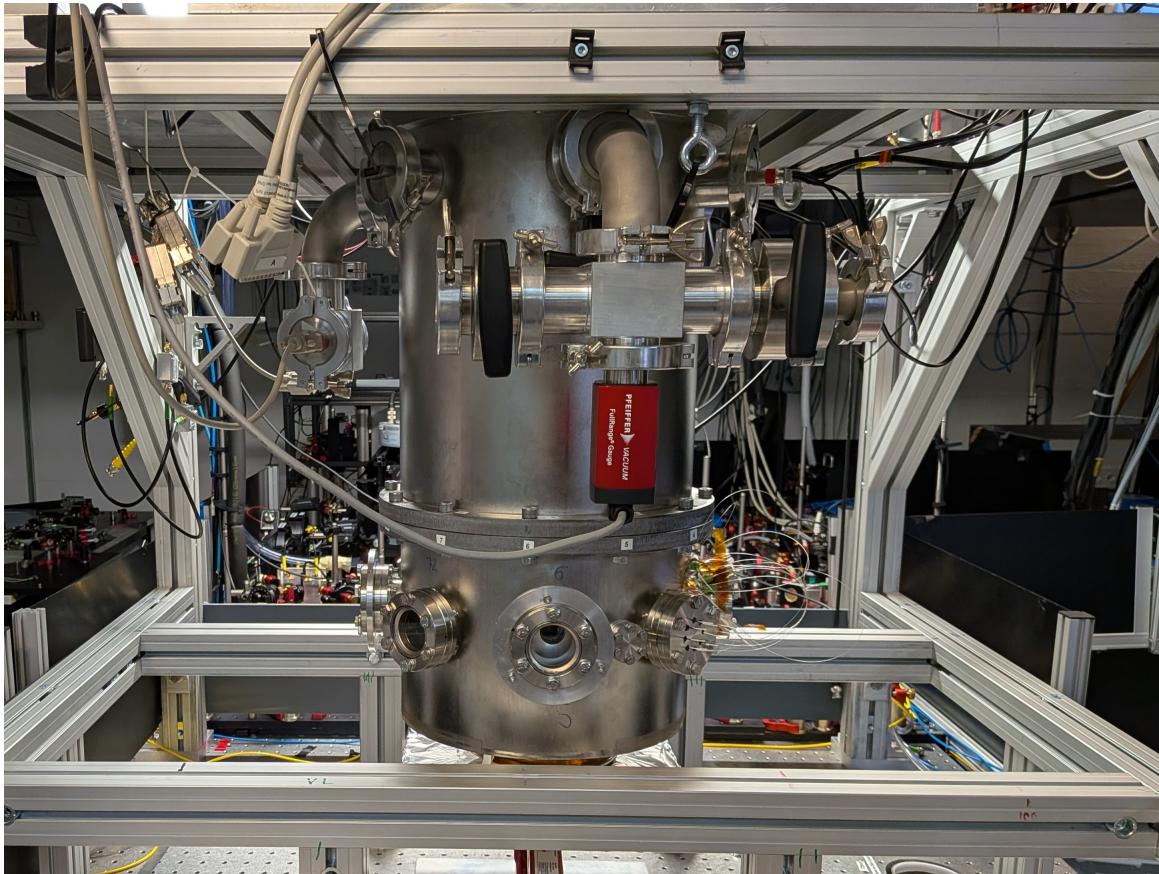


図 1 組み立てている実験装置の様子。

3 来半期の予定：スタンフォード大学での Master thesis project

突然のお知らせになりますが、来年 2026 年の 1 月から 6 月まで、スタンフォード大学にて Master thesis project を行うことになりました。これに伴い、2025 年 12 月末から、アメリカでの生活を始める予定です。Stanford や UC Berkeley など近隣の大学に在籍している船井の奨学生の皆さん、半年と短い時間になりますがどうぞよろしくお願いいたします。

滞在先は、Stanford University, School of Engineering の Nanoscale and Quantum Photonics Lab^{*1} という研究室です。指導教員は Prof. Jelena Vuckovic です。Nanoscale and Quantum Photonics Lab は、集積光学の研究を行っており、ナノスケールでの光を制御する技術に長けているグループです。この集積光学の技術は、私が ETH Zurich で行っている原子物理実験の中で使用しているレーザー光を制御する技術と親和性が高く、今回の滞在では、集積光学技術の神髄を学びつつ、私のバックグラウンドである原子物理実験に応用できる技術を手に入れられたら良いなと思っています。

正式には『留学に至るまでの経緯』ではありませんが、船井情報科学振興財団の奨学生として、スタンフォード大学での Master thesis project を行うことになった経緯を簡単にご紹介します。

^{*1} <https://nqpl.stanford.edu/>



図 2 スタンフォード大学のキャンパスの様子。今年の 7 月にキャンパスに訪れた際に撮影した写真です。

3.1 留学に至るまでの経緯

3.1.1 なぜ ETH Zurich ではなく、スタンフォード大学なのか？

ETH で今まで行ってきた研究は着実に積みあがってきています。ただ指導教員・ポスドクなど多くの人から、本格的に PhD を始める前に他の研究分野・研究スタイルを経験してみるといいと思うよ、という言葉を受けることが多くありました。自分自身の感覚としても、今の研究室では累計 2 年半ほど研究を行ってきており、研究が軌道に乗ってきている安心感と同時に、「安定して」研究を進めるのが上手になってきてしまったことへの危機感がありました。

ETH Zurich の他のグループでも多くの魅力的な研究がおこなわれているので、そこに乗り移ってみることも考えました。けれど、いつまで場所・大学などをごそっと変える”雑な”進路選択ができるかもわからないので、ここで一度、全く違う環境に身を置いてみるのもいいのではないかなと思うに至りました。

では、どこに行くのか？ということ考えたときに、色々なことを考えました。「分野・場所・研究スタイルなどを変えて視点を広げておきたい」、「ある程度自分の研究と相乗効果のある所に行って、戦力になりたい」(←これである種矛盾する選択を強いられています)、「スイスの安心安全の暮らしから、めちゃくちゃ治安の悪いところに行ける生命力・精神力が残っている自信もない」、「ただでさえ半年の短い期間なので、生活の切り替えにパワーを丸ごと奪われるのはすこしもったいない」。

こういう矛盾しまくっている選択肢を悩んでもあまり埒が明かないものですが、今まで興味をひかれていた論文の中で、技術的にかなり違う分野って何かあったかな？などと考えているうちに、スタンフォード大学の

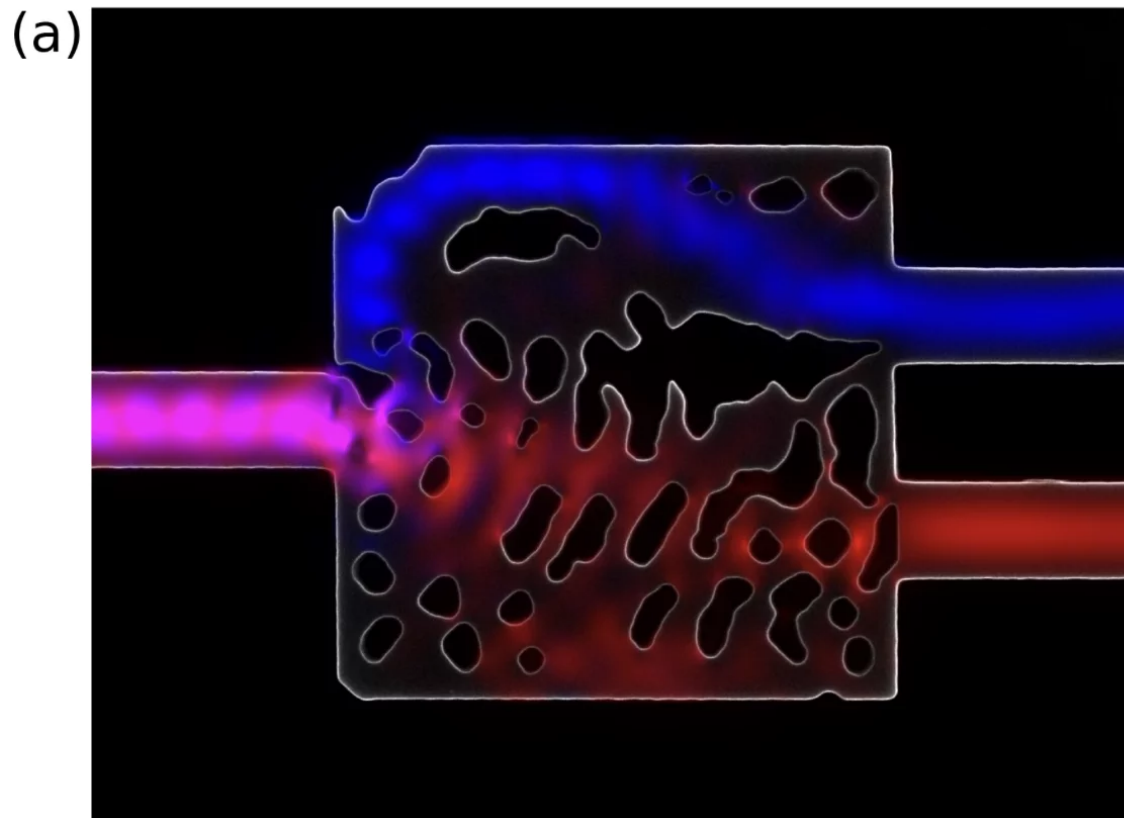


図 3 Inverse Design による光学チップの設計の例。白線で区切られ黒とグレーで書かれているのがチップの二次元断面です。その上に書き込まれている青と赤の色はこの光学チップ内での光の伝搬の様子を表しています。波長の違う二種類のレーザー光線を左側から入射したときに、波長によって光の伝搬経路が大きく変わり、右側の二つの光の出口に波長ごとに分離されるという様子を示しています。

Nanoscale and Quantum Photonics Lab が、Integrated Photonics の分野で Inverse Design という不思議な設計手法の開発をしていたな、ということを思い出しました。図 3を見ていただきたいのですが^{*2}、特定の機能を持つ光学チップをまじめに機能定義をして、最適化計算という数理手法につなぎこんだ結果、白線で書かれているような変な形をチップに描くのがよいことになった、という衝撃的な手法です。このように最適化計算の仕組みをしっかりと物理系への理解をもとに組み上げていくことは自分の興味がある研究の手法であり、興味を惹かれました。

新しくチャレンジする光学チップの設計の分野と自分のバックグラウンドである原子物理実験の設計は、原子物理実験が自動車を作ることだとすると、光学チップ設計はいいエンジンを作る研究にあたります。技術のレイヤーが一段ずれています。新しいプロジェクトを通して強制的に視点を切り替えるために、いい分野のずれ方だな、と感じていました。私のスイスでの研究が、自動車設計に新型のエンジンを搭載することでいい車を作ろうとしているような位置づけにあるので、「エンジン業界」の設計技術・ワークフロー・評価項目への深い理解は今後の研究プロジェクトを具体的に進めていく上でのごく良い知見になると期待できて、このグループで研究をすることで自分にとって非常に貴重なスキルセットを獲得できると強く納得していました。

^{*2} <https://nqp.stanford.edu/research/heterogeneously-integrated-inverse-designed-photonics-optical-interconnects-computing>

3.1.2 どのように準備したか

具体的にコンタクトしようと思った段階では、どんな研究がおこなわれているか、などは既にかなり分かっていたので、返信がもらえるように何かを工夫したというよりは、自分が納得するか、をメインに考えていました。例えば、なぜこのグループに行きたいのか、本当に行きたいのか、行けるとしたら何をしたいのか、など。そして一度連絡（と数回のリマインド）を送りましたが、返事は来ませんでした。ただ、教授陣がどれほど忙しいのか、どれだけのメールを毎日受け取ってるのか、どれだけナチュラルにメールを返信忘れるのかを見た後だと、まあそうだよな、という感じでした。なので指導教員からお願いして直接連絡してもらった結果、割とあっさり、Yes の返事がきました。

一つ特筆する点があるとなると、滞在時の費用についてです。スタンフォード大学での Master thesis project は、Visiting Student Researcher としての滞在になるのですが、registration fee として無視できない金額を大学に支払う必要がありました^{*3}。学生にとって、上記の registration fee は大きな額なので、もし今後 Stanford 大学での滞在を検討する際には、頭に入れておくといいかもしれません。

3.1.3 実際のプロジェクト開始に至るまでの過程

受け入れてもらえることになると、事務手続きと同時に、一度オンラインで興味があるプロジェクトの PhD 学生とオンラインで話し、また 7 月に開催されていた船井の交流会の前にサンフランシスコを經由し実際に Stanford 大学を訪問し、研究室の雰囲気を見たり 3 つほどあるサブグループのメンバーとも話をしたりできました。この時は既に Nanoscale and Quantum Photonics Lab での滞在は決まっていたので、現地ではインタビューをするような様子は全くなく、むしろ色々な研究進んでいるから今日色々話聞いてやりたいこと考える助けになるといいなという雰囲気でした。

3.2 事務手続き

手続きの流れは以下の通りです。

1. Visiting Student Researcher としての invitation を受ける（2025 年 7 月 8 日）
2. 大学への登録
3. 大学が DS-2019 を発行（2025 年 8 月 7 日）
4. DS-160^{*4} に記入
5. 面接の予約
6. 在スイスアメリカ大使館で面接後（2025 年 9 月 23 日）、その週にビザを受け取った
7. フライト・滞在場所の確保

^{*3} <https://ed.stanford.edu/scholars/vsr>

^{*4} <https://ceac.state.gov/genniv/>

この滞在を計画するまで、アメリカのビザについてあまりまともに考えたこともなかったので、色々と知識が足りずに大変でした。というのも学士課程中のアメリカ滞在は、visa waiver program^{*5} を利用したので、ビザを取ったのが初めてだったのです。夏の交流会では特にアメリカの奨学生の方々から貴重な情報をいただき、非常に助かりました。スケジュールは私がもう少し迅速に書類を書いていれば一か月弱早回しで進めることはできたと思います。ただ私の場合は滞在までの時間が十二分にあったので大学へのメールの返事が一週間空いたり、DS-160 の記入に三週間ほどだらだら書いたりしていました。急ぎでビザを取りたい人は私のスケジュールを見て絶望しないでください。

4 おわりに

日頃から大学院での学修・研究活動を支援いただいている船井情報科学振興財団の皆様はこの場を借りて深くお礼申し上げます。またスタンフォード滞在の準備にあたり、船井の奨学生でスタンフォードにいらっしゃる大島さんに、いろいろなアドバイスをいただき大変助かりました。

^{*5} <https://travel.state.gov/content/travel/en/us-visas/tourism-visit/visa-waiver-program.html>