

# 博士号取得報告書

2022年6月

小松夏実

## 1. はじめに

お世話になっております、今年の5月に Rice 大学で博士号を取得した小松夏実です。今年の7月から [Schmidt Science Fellow](#) という奨学金を頂きつつ UCLA でポスドクをします。2週間前に LA に引っ越してきて、新居探しや様々な制度の違いに苦労しつつも新しい生活を楽しんでおります。

## 2. 研究成果

最後の学期は博士論文の執筆に費やされるのかなという勝手なイメージがあったのですが、予想に反して試料作製と実験に追われる学期となりました。具体的には、カーボンナノチューブ配向ファイバーにおける電気輸送を調べていました。ファイバー（直径 $\sim 10\ \mu\text{m}$ ）での巨視的な伝導のデータはもうとれたのですが、解明しきれなかったメカニズムがあるので、ファイバーを **exfoliation** することにより、よりマイクロなバンドル（直径 $\sim 20\ \text{nm}$ ）を用いて実験をしました。モチベーションとしては、1. カーボン系試料（ファイバー含む）の伝導はたくさん調べられてきたが、ここまで質の高い（各ナノチューブの長さ、不純物の少なさ、など）ファイバーでの報告はなく、実際このファイバーでは今までと異なる振舞が見られた。2. 今後もこのファイバーの質（電気伝導率の高さなど）の向上を目指すにあたり、伝導メカニズムや不純物レベルの理解が不可欠。という背景があります。

結果としては、直径  $20\ \text{nm}$  程度のバンドルの磁場抵抗実験において **universal conductance fluctuations (UCF)** と呼ばれる量子現象が観測されました。現在後輩が様々な追加実験をしてくれていますが、この現象が証明されれば、バンドル（数本のカーボンナノチューブの集まり）における UCF の観測は初めてとなります。さらに、実験結果の分析から量子コヒーレンスの長さや平均自由行程を求めることができるので、バンドル内、更にファイバー内での電子輸送原理の更なる解明につながると期待できます。「カーボンナノチューブファイバーの特性を高めるためには何をすれば良いのか？」という長年の問いに一步近づけるよう頑張ります。

以下今学期 **publish** された論文です。

1. 金属と半導体に分離したカーボンナノチューブ薄膜でホール効果を測定した [論文](#)。薄膜の用意と分析の手伝いをしました。
2. カーボンナノチューブ配向膜から直線偏光された黒体放射を観察して [論文](#)。配向膜の用意をしました。

3. アニールリングによりカーボンナノチューブ配向ファイバーの強度と熱伝導を向上した論文。熱伝導測定に貢献しました。

※以上を含め、大学院中に出版された論文は第一著者 3 本を含め合計 16 本となりました。共同研究者の皆様がこの場をお借りして御礼を申し上げます。

### 3. 博士論文とディフェンスに関して

先述したように電子輸送のプロジェクトは追加実験が必要なので、博士論文は実験を引き継いでくれる後輩に向けたラブレターのつもりで書きました。ラブレターと言っても変な意味ではなく、私の博士論文さえ読めば、Google scholar で何時間も論文を漁らなくとも、カーボンナノチューブの電子輸送に関して基礎から歴史、最新の理論の実験結果までわかるようになりかなり気合を入れて網羅した、という意味です。また、この電子輸送に関してはまだ論文を書けていなかったもので、近い将来その叩き台にもなると思っています。

ディフェンスは審査会の教授 4 名に加え共同研究でお世話になった教授 2 名も招待し、対面とオンラインのハイブリッドで行いました。共同研究の関係者や友人が 20 名ほど対面で参加してくれた上、オンラインで日本にいる共同研究者の皆様やポストク先の指導教官やグループメンバーも参加してくださり大盛況となり、それだけでとても感慨深かったです。自分が如何にたくさんの方のサポートのおかげで博士号を取得できるのかを再認識し、感謝の思いでいっぱいになりました。審査会のみとの質疑応答に関しては、私の研究内容に対する批判というよりも、今後の展望をみんなで議論するという形でした。博士論文の大きな修正もなく、無事 5 月卒業及び卒業式に漕ぎつけることができました。

### 4. 進路（ポストク先と奨学金）に関して

進路決定の話をするためには Schmidt Science Fellow との出会いから話さないといけません。ちょうど去年の今頃、指導教官からこの奨学金を紹介してもらいました。この比較的新しい奨学金は、世界中どこの研究室に行っても良い点や、ポストク奨学金にしては破格の支給額などユニークな点が多々あるのですが、私が最も影響を受けたのが「ポストク先の研究は PhD 中の研究と違う分野でなければならない」という点でした。それまで勉強不足だった私はポストク先の研究は PhD 中の研究と似ていないとポストクとして雇ってもらえないと思っていたので、この制約にとっても驚きました。と同時に、今でもとても感謝しています。このおかげで、「自分がどんな研究でもできるとしたら、何を研究したいか」と一旦立ち止まって自分に問いかけることができました。

そこから「量子生物」なる研究分野を見つけ、インターネットで色々調べていたときに YouTube で次の指導教官となる Clarice Aiello 教授の講演を見つけました。彼女の研究アイディアは素晴らしくクリエイティブで、講演中興奮と鳥肌が止まりませんで

した。ビデオを見終わった後隣にいたパートナーに”I think I’ve just found my next advisor.”と宣言したのを今でもよく覚えています。とは言え彼女は UCLA に assistant professor として着任したばかりで実験装置はまだなく、しかも量子生物という全く新しい分野な上、恐らくポストク中は論文出ないだろうなあなどと不安要素も多く、他の研究室から有難くも頂いていたオファーとかなり迷いました。しかし、どうしても彼女の魅力的な研究アイデアを諦めることができなくて、様々なリスクを承知で UCLA にやってきました！先日研究室に行ったところ、聞いてはいましたが optical tables 以外何もなく、この先苦しむ未来しか見えません(笑)しばらくポストクとしてあがいてると思いますが、どうか温かく見守ってください。

そして！信じられないことにこの度 2022 Schmidt Science Fellow に選ばれました。この奨学金は経済的支援だけでなくメンタリングとリーダーシップトレーニングに力を入れており、これから毎月のメンターとの面談と年3回あるリーダーシップ研修に参加することができます。また、この船井情報科学振興財団の奨学金のように奨学生同士のネットワークが強く、多様なバックグラウンドを持つ先輩方や同期と繋がれるのがとても楽しみです。…と前向きな側面をご紹介しましたが、実は選考結果を頂いた時は何かの間違いだと思って辞退しかけました。その理由を暫く考えたのですが、「女だから実力もないくせに選ばれたんだ」とまた言われるのではないかと、そしてそれが本当だったらどうしよう、というのが一番大きかったと思います。この出来事のおかげで、「人生をかけて STEM におけるジェンダー格差の是正をしたい」という思いを新たにしました。生まれ持った要素のせいで差別を受けたり自分の能力を疑い続けなければいけないのは私たちの世代で最後にすべきです。この度頂いた機会やネットワークを活かして、具体的にどの職業に就けば私が最大限の貢献をできるか模索していこうと思っています。

## 5. 最後に

大学院での5年間を通じて、研究の能力が向上したのはもちろんですが、「私の声には価値があり、そして何かを変える力がある」と教えてもらったことに心から感謝しています。Rice 大学に来るまでは、はなからどうせ何も変わらないと諦めていて、不都合があると愚痴をこぼすだけでした。Rice 大学は、私に「不満を述べるだけでなく変化を提案する」ことを、そしてその変化の起こし方を、様々な研究やアウトリーチプログラムの企画、そして学生活動を通じて教えてくれました。私の声の一つ一つ研究内容や学校運営システムに反映されていく過程を経験することで、自分の声の価値を信じていることができるようになり、人生の目標がみつかりました。そして、これが可能だったのは、私のような若輩者の生意気な意見に耳を傾けてくださった指導教官や学長を始め大学院関係者のおかげです。今まで私に関わってくくださった全ての方に心から御礼申し上げます。

最後になりますが、博士号の取得は船井情報科学振興財団の御支援なしには不可能でした。経済的なご支援はもちろん、大学院の出願からポストク探しまで、折に触れて関係者の皆様に温かいご支援を頂きました。この場をお借りして深く御礼申し上げます。



(左上) ディフェンス後に審査会の教授たちと。(右上) 卒業式前に仲の良い友人たちと。何がそんなに面白かったのかは覚えていません… (左下) たくさんの学生活動を支援してくれた学長と。(右下) とてもお世話になったメンターと。