

第四回 MERIT 海外研修報告書



2016 年 2 月 22 日～2016 年 2 月 28 日
アメリカ スタンフォード大学



東京大学

統合物質科学リーダー養成プログラム

Materials Education program for the future leaders in Research, Industry, and Technology

目次

はじめに	3
------	---

スケジュール	4
--------	---

個人報告書

工学系研究科

物理工学専攻	西早辰一 茂木将孝 渡辺湖介 ミシエンコピョートル
電気系工学専攻	尹尚希
マテリアル工学専攻	楊皓月
応用化学専攻	金子真大 谷田部孝文
化学システム工学専攻	馬江涛 森川祐介
化学生命工学専攻	上田倫久 川野博子 三澤龍志

理学系研究科

物理学専攻	山田昌彦
化学専攻	和田慶祐

新領域創成科学研究科

物質系専攻	李智蓮 飛田一樹 橋本嵩広 藤間友理 細井優 前島夏奈 松浦康平 松本健太
-------	--

はじめに

本海外研修は「東京大学統合物質科学リーダー養成プログラム（MERIT）」の一環として 2016 年 2 月 22 日（月）2016 年 2 月 28 日（日）の七日間にわたって行われました。東京大学大学院工学系研究科「物理工学専攻」「電気系工学専攻」「マテリアル工学専攻」「応用化学専攻」「化学システム工学専攻」「化学生命工学専攻」、理学系研究科「物理学専攻」「化学専攻」、新領域創成科学研究科「物質系専攻」の各専攻から推薦された 23 名の学生がアメリカのスタンフォード大学及び近隣地域の大学や研究機関を訪問しました。

2 月 23 日（火）は MERIT 海外研修参加者全員でアメリカ・カリフォルニア州のスタンフォード大学を訪問しました。午前中は学内を見学し、午後は Department of Applied Physics の Harold Y. Hwang 教授、Department of Chemical Engineering の Zhenan Bao 教授、Department of Material Science and Engineering の Yi Cui 准教授の研究室をそれぞれ訪問しました。2 月 24 日から 2 月 26 日は自由行動となり、事前に各自でアポイントメントを取った大学や研究機関を訪問しました。MERIT 海外研修参加者全員での活動あるいは参加者の自由行動の詳細については本冊子の個人報告書の部分をご覧ください。

最後になりますが、本海外研修を企画した MERIT のプログラム責任者である小関敏彦先生、プログラムコーディネーターの川崎雅司先生、運営委員長市川昌和先生をはじめとする先生方、引率を担当してくださった岡本敏宏先生、山地洋平先生、そして現地でお世話になったすべての方々に深く御礼申し上げます。

（第四回 MERIT 海外研修参加者一同）

スケジュール

2月22日（月曜日）

17:10 成田国際空港出発

9:30 サンフランシスコ国際空港到着

2月23日（火曜日）

9:45 スタンフォード大学到着

10:00～11:45 キャンパスツアー

13:00～14:30 Harold Y. Hwang 教授 Zhenan Bao 教授 Yi Cui 准教授の研究室見学

15:00～20:00 スタンフォード大学の学生とのワークショップ・交流会

2月24日（水曜日）

各自自由行動（研究室・研究施設訪問）

2月25日（木曜日）

各自自由行動（研究室・研究施設訪問）

2月26日（金曜日）

各自自由行動（研究室・研究施設訪問）

2月27日（土曜日）

11:10 サンフランシスコ国際空港出発

2月28日（日曜日）

15:20 成田国際空港到着

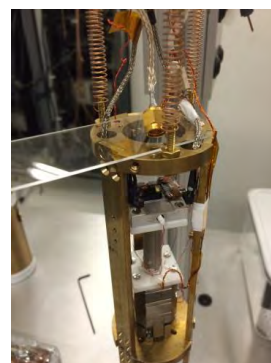
MERIT 海外研修報告書

物理工学科 修士一年
西早辰一

三日間の自由行動において、スタンフォード大学・UC バークレーの研究機関を訪問した。

【2/24 Shen Lab. & SLAC 訪問】

自由行動初日は、Stanford 大学において G.-X. Shen 研究室と放射光施設の SLAC を見学した。この研究室では主に ARPES による電子状態の観察を通して高温超伝導やトポロジカル物質の研究を行っている。特に、トポロジカル物質についてはバンド構造を APES で直接観測することがその証明として必須となる。その関連物質を研究テーマとし、ARPES の論文も手に取る自分としては実際の ARPES 装置の構成や稼働手順・実験手順などは非常に興味深かった。また、世界的にも有名な ARPES の大家だけあり、11 eV のレーザー ARPES をはじめ豪勢な装置が揃っており、特にすべての実験を高真空で行うために成膜装置である MBE2 台と PLD1 台を ARPES 装置に合体させているところを SLAC で見かけた際には驚かずにはいられなかった。さらに ARPES だけでなく、Shen 研が最近開発したマイクロ波インピーダンス測定 (MIM) の装置も紹介してもらうことができた。マイクロ波と測定試料の相互作用によるインピーダンス変化を検知し、電子伝導度が高い領域と低い領域をマッピングすることができる手法であり、ドメイン間伝導や量子ホール状態でのエッジチャネル等を数百 nm のスケールまで可視化できるという。ノイズに非常に敏感な測定でもあるため、実験室自体が免震構造となっているがそれでも人通りが多い平日と少ない週末では結果に違いが出るという話は面白かった。



Shen 研の MIM 装置

【2/25 Ramesh Lab.訪問】

二日目は UC バークレーにおいて、酸化物薄膜での強誘電やマルチフェロイック効果について研究を行っている R. Ramesh 研究室を訪問した。UC バークレーは広大な土地を持つスタンフォード大学と異なり、賑わった街中にコンパクトな造りのキャンパスがある様子で、より東大に近い雰囲気を感じられた。Ramesh 研究室は自分の研究室と同じく酸化物薄膜が専門の研究室であるだけあり、見学させてもらった PLD の成膜装置やリソグラフィによるデバイス加工、電気測定装置など、装置自体は見知ったものばかりであった。しかしながら加熱機構の違いや試料搬入スペースの有無などの装置構成の違いは随所に見られ、それらを自分の研究室のものと比較できたことは有意義だった。最近の大きな成果として SrTiO_3 と PbTiO_3 の超格子薄膜において、磁性におけるスキルミオンの強誘電体版

に相当する電気分極渦秩序の発見などの研究内容も紹介して頂き、非常に興味深かった。また、実験室を案内して頂いたポスドクの方と博士課程 2 年目の学生を交えて UC バークレーでの研究生活についてもお話を聞くことができた。Ramesh 研では他の二つの研究室と実験装置を共有しており、セミナー等も合同で行うということで、よりオープンな研究室間の連携体制が印象的だった。



Ramesh 研の PLD チャンバー

【2/26 Vishwanath Lab.訪問】

三日目は再び UC バークレーに赴き、トポロジカル物質等の物性理論の研究を行っている Vishwanath 教授を訪問した。特に、日本では研究が遅れ気味とも言えるワイル半金属・ディラック半金属についても数多くの論文を投稿されており、それらを実験的に研究している自分としては、今回教授本人や関連の学生と一緒に既出論文や自身のデータを交えて直接議論できたことは非常に有意義に感じた。今回の研修の最大の成果とも言える時間となった。当初は実験系の自分が理論家たちとまともに議論ができるか若干緊張した部分もあったが、非常にフレンドリーな雰囲気の中で歓迎してもらえ、トポロジカル相転移の可能性など今後の同分野の方向性についてまで盛況な議論ができたことには感謝の念が堪えない。また、一緒にとった昼食中には実際の実験の進め方ややり方などに話の花が咲き、理論系の学生といっても実験に関する興味や理解の深さを持ち合わせていることが感じられた。ディスカッション中には何度か教授が担当する講義に出ている大学院生が部屋に来て、講義の内容や課題について質問する場面にも遇した。分からない点については分かるまで徹底的に基礎から確認する姿勢に感心するばかりだった。他にもその研究室が入っている建物の中には 5m おきぐらいに必ず一つ黒板があり、その周囲に配置された机や椅子で何時でも議論ができる環境が整っている光景を目にし、学生たちの切磋琢磨する土壌を間近に見たように感じられた。

【その他】

MERIT 生全体で見学したスタンフォード大学ではとにかく予算や広さなどその規模に圧倒された。卒業生からの寄付額が大きいというのが、実際に見てみると日本の大学とは比べものにならないと感じた。そして、大きな予算を持つ大学側が高性能で最先端の装置を買い揃えて使用料を取る形でそれぞれの研究室に自由に使用できる制度があり、装置のメンテナンス自体は技官の人たちに任せて学生は自分の仕事に専念できるようにしているということで、研究活動の効率的な環境も整っていた。

また、今回の海外研修で多くの研究施設を見学する機会があり、それぞれで貴重な経験をさせてもらったが、同時に大学院進学から留学したというアジア系の学生にも数多く出

会った。海外には元々興味を持っている身としてそのうちの数人には留学の経緯等を聞くことができたが、その結果総じて海外へ出ることに對する障壁が低い、というより全くなく、当たり前であるかのようにも感じられた。そして目的を持って出てきている分だけ、研究意欲や積極性が非常に高かった。研究を続けていく上で自分競う相手となるのはこういった学生たちになると思うと自然に自分の中でモチベーションを高めることができた。この危機感ともいえる感情をしっかりと今後の研宄生活や進路選択に生かしていきたいと思えた。

【謝辞】

今回のような貴重な機会を準備して頂いた MERIT の先生方・事務局の方々、そして現地で引率をして頂いた山地先生・岡本先生、訪問を受け入れて頂いた研究室の皆様に深くお礼申し上げます。

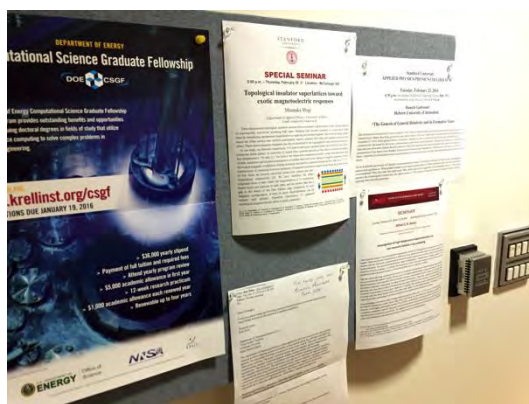
MERIT 海外研修報告書

理工学専攻 茂木将孝

今回の海外研修における3日間の自由行動期間に私が経験したことについて報告する。この3日間は全て個人で行動し、Stanford 大の Zhi-Xun Shen group、Shou-Cheng Zhang group、David Goldharber-Gordon group を訪れた。これらの研究室は、私の研究対象でもあるトポロジカル絶縁体をメインテーマの一つに掲げている。この訪問によって、より深い議論から海外の研究環境を密接に感じること、また、自分の論文になった成果や最近の進展をセミナーとして紹介することで、自分の名前と顔を覚えてもらい、国際交友関係を広げることを目的とした。これらのセミナー、及び研究室訪問は、共同研究者である、Shen group の Yong-Tao Cui 氏、Eric Yue Ma 氏らに紹介して頂いたことで実現した。彼らには非常に感謝したい。

Stanford 大 McCullough で行ったセミナーは、この研修中で最も印象深く、価値ある経験であった。まず、建物内のあらゆる場所に写真のような宣伝をして頂いた。(自分の張り紙の近くに理工学専攻の永長先生のセミナーの予定も張り出してあり、一瞬でも肩を並べられてとても光栄だった。)物理系の建物内でのセミナーで、聴衆はどこの研究室からかは分からないが、30~40 人ほどであったと思われる。質問も含めて1時間弱ほど話させて頂き、我ながら盛況なセミナーであったと思う。たくさんの質問からも、自分の研究テーマの世界的な関心の高さ、重要性を改めて強く感じた。また、東大もそうだと思うが、様々な研究機関から人を招いてセミナーを行っていることも研究の外部との関連を強めていこうという熱意を感じた。セミナー後に Cui 氏、Ma 氏ともう少し詳しく議論を行った。

Zhang group では Jing Wang 氏を訪ねた。そこではセミナー発表に関する理論的観点や今後のトポロジカ



ル絶縁体研究についての議論をして頂いた。また、連絡先も交換し今後も連絡を取り合う予定である。

Goldharber-Gordon group では David Goldharber-Gordon 教授と Eli Fox 氏、Aaron Sharpe 氏とお話しさせて頂いた。こちらの研究室の最新の結果も話していただき、密度の高い議論ができた。また、共同研究の可能性も芽生えた。

最終日の夜には、Cui 氏、Ma 氏に MERIT 海外研修引率者である山地先生と夕食に招いて頂いた。彼らが言っていたことで印象に残ったのが、「(測定を専門としているから、試料が必要な事もあり) 外との交流を大切にしている、寧ろ、研究とは交流そのものだ」ということだ。彼らは他人との直接的なディスカッションも非常に大切にしており、そういう食欲さは非常に見習うべきだと感じる。



以上、この3日間は、研究の世界最前線を肌で感じられた貴重な経験だった。このような経験を得られたのは、ひとえに MERIT プログラムに関わる全ての方々、私の所属する十倉研究室、十倉先生のご尽力があつてのものである。この感謝を今後の研究活動における自分個人の成長、及び研究成果として還元していきたい。

MERIT 海外研修報告書

工学系研究科 物理工学専攻 求研究室 修士一年 ミシエンコピョートル

2月22日から2月28日にかけて、MERIT 海外研修としてアメリカ合衆国の Stanford University と University of California Berkeley を訪問した。世界有数の教育・研究機関である両大学を見学し、スタッフや学生と交流することによって非常に貴重な体験をすることができた。以下に今回の MERIT 海外研修中の活動の詳細を述べる。

【2月23日(火曜日)、Stanford University】(団体行動)

この日は MERIT 生全員で団体行動し、Stanford University のキャンパスツアー、研究室見学、現地学生とのディスカッション・交流会などの活動を行った。アメリカ合衆国の研究・学生生活の雰囲気を感じ取る場面が沢山あり大変有意義な時間を過ごすことができた。

まず、Stanford University のキャンパスツアーでは大学の雰囲気や研究スタイルなどを学ぶことができた。その中で特に印象に残ったのは Stanford University の開放的な研究スタイルであった。実際、キャンパス内のディスカッションルーム、実験室など、あらゆる場所がガラス張りになっていただけでなく、学生が研究室内外を問わずディスカッションするためのスペースがキャンパス内のあらゆるところに設けてあった。

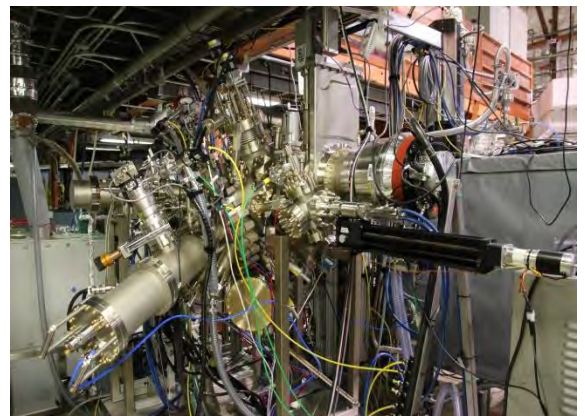
キャンパスツアーの後は、Harold Y. Hwang Lab.、Zhenan Bao Lab.、Yi Cui Lab. の3つの研究室を見学し、Stanford University での開放的な研究方法や、学生の研究に対する高い意識を感じとることができた。研究室見学で特に興味深かったのは Stanford University 内の実験装置の使い方であった。Stanford University 自体が所有する実験装置が極めて多く、各研究室はその共同施設を使う形になっている。各装置には専門のスタッフが付いているため、装置の故障時の復旧が極めて迅速に行われるだけでなく、コストも大きく削減できること、研究者が装置のメンテナンスに時間を使わずに研究のみに没頭できることなど多くの利点が述べられた。

続いて、現地学生とのディスカッション・交流会を行った。ここでは MERIT コース生を代表してスライド発表による東京大学の紹介を行うことで円滑な交流に大きく貢献するとともに、ディスカッション・交流会を通して、アメリカ合衆国での研究・学生生活に関して学ぶことができた。特に、アメリカ合衆国の学生のほとんどがグループシェアをしていることに驚いた。

現地学生との交流会(MERIT コース生を代表して東京大学の紹介を行った)



Beamline 5-2 の ARPES 装置



【2月24日(水曜日)、Zhi-Xun Shen Lab.、SLAC 訪問】(自由行動)

自由行動の初日は Stanford University の周辺で活動し、Zhi-Xun Shen Lab. と SLAC 国立加速器研究所を訪問した。Zhi-Xun Shen Lab. は高温超伝導物質やトポロジカルな物質を中心に研究を行っている。今回は ARPES、time-resolved ARPES、MIM(マイクロ波インピーダンス測定)装置を見学した。

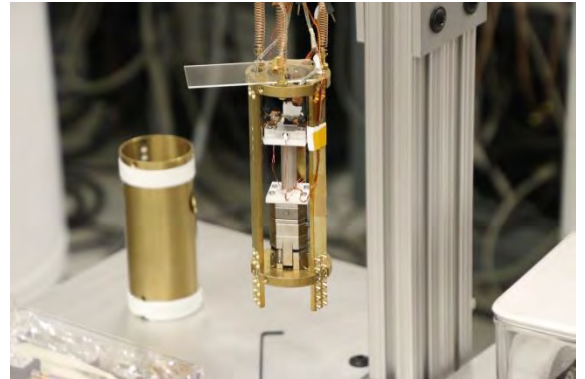
①ARPES：最初は SLAC 国立加速器研究所を訪問し、薄膜内での電子状態やバンド構造の研究に用いられている ARPES 装置を見学した。

Beamline 5-4 と Beamline 5-2 を見学したが、特に印象に残ったのは Beamline 5-2 である。この実験装置は、薄膜作成装置の MBE 2 台と PLD 1 台を ARPES 装置及び 3D スピンデテクターと組み合わせたものであり、実験を通じて高真空を保たなければいけない際に必要不可欠なものとなっている。この装置はさらに成膜装置を追加する余裕があるとも説明された。

②time-resolved ARPES：続けて Stanford University のキャンパス内にある Zhi-Xun Shen Lab.の time-resolved ARPES 装置を見学した。time-resolved ARPES は非平衡状態における電子状態の変化を時間分解しながら観測できるため、近年強相関電子系の研究に盛んに用いられている実験手法の一つである。time-resolved ARPES の原理は、まず赤外線レーザーによって観測する系を励起し(pump)、その後微小な時間後に紫外線パルスによって状態を観測する(probe)ものである。この装置は専門家でない自分には小型化された ARPES 装置に見えた。唯一の違いは、レーザーと装置の間にある光学系にあり、光学を専門に扱っている研究室と比べて比較的簡単な設定になっていた。

③MIM：最後に同研究室で開発された新しい実験技術であるマイクロ波インピーダンス測定(MIM)装置を見学した。この実験技術ではマイクロ波を用いて試料のインピーダンス変化を局所的に検知することで、空間的な伝導度の変化を 100nm スケールで検出できる。主な研究対象は、強相関物質のドメイン構造、相分離を示す物質、生体物質などである。この実験技術は振動に極めて影響されやすいため、実験室が地下にあり、建物全体が免震構造になっている。それに関わらず、人通りが少ない週末の結果が一番信頼できるという説明が印象深かった。

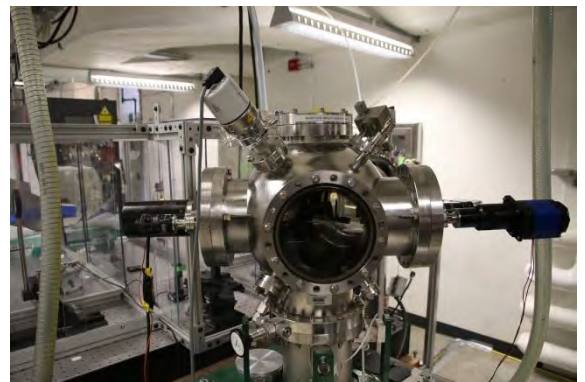
MIM 装置



【2月25日(木曜日)、Ramamoorthy Ramesh Lab.訪問】(自由行動)

自由行動の二日目は University of California Berkeley の Ramamoorthy Ramesh Lab.を訪問した。この研究室は酸化物薄膜の研究を中心に行っており、薄膜作成によく用いられる PLD 装置を使っている。研究室内は Jeremy Turcaud に案内していただき、PLD 装置をじっくり見る事ができただけでなく、この装置の構成、稼働手順、実験手順、またメンテナンス方法についても詳しく教えていただいた。その際、一緒に見学をしていた他のメンバーと違い、自分だけ理論研究室の所属であることを説明したところ、実際にレーザーを試料に当てているところを見せてもらうことができた。

PLD 装置



University of California Berkeley では Stanford University と違って、大学全体で所有・管理されている装置は少なく、ほとんどの実験装置は研究室単位で運用しているとのことだった。しかしながら Ramamoorthy Ramesh Lab.の場合、3 研究室で装置を共同利用していて、セミナーなども一緒に行っていると聞いて、研究体制は Stanford University と同様に開放的な印象を受けた。

【2月26日(金曜日)、Yuri Suzuki Lab.、Thomas Devereaux Lab.訪問】(自由行動)

最終日には Stanford University に戻り、Yuri Suzuki Lab.と Thomas Devereaux Lab.を訪問した。

最初に訪問した Yuri Suzuki Lab.では、薄膜あるいはヘテロ接合の新しい機能性などを主に研究している。研究室見学の際は Suzuki 先生ご自身に案内していただき、その後は Suzuki 先生とディスカッションをし、最近の研究に関して聞くことができた。研究室には Ramamoorthy Ramesh Lab.と同様の PLD 装置があり、専門家でない自分には Ramamoorthy Ramesh Lab.のものと全く同じ構造に見えた。Stanford University には液体ヘリウムを再利用するための施設はなく、低温実験を行う研究室が全般的に困っているなか、この研究室には液体ヘリウムを再利用する最新冷却装置が多いことが印象に残った。

次に、Thomas Devereaux Lab.を訪問した。今回の MERIT 海外研修で訪問した研究室の中で、Thomas Devereaux Lab.は唯一の理論研究室であった。この研究室では強相関系の物理を研究しており、様々な計算物理のテクニックを用いている。今回は Thomas Devereaux Lab.の研究員である Brian Moritz にディスカッションを企画していただき、データモンテカルロ法を解析に用いているグループと話をすることができた。自身の研究の内容についても話す機会をいただき、有益な提案を沢山もらうことができた。今まで考えてもいなかった物理量の計算を提案されたり、モンテカルロの実装に関する質問をされ、議論の過程で多くのことに気付かされた。また、Thomas

Devereaux Lab.で行われている研究に関しても聞くことができた。特に、デターミナントモンテカルロ法のアプリケーションに関する情報が参考になった。

【2月24日～2月26日にわたる自由活動全体の感想】

この海外研修に際しては、英語力を鍛えると同時に、実験装置に関する知識不足を補うことを目的として沢山の実験系の研究室を訪れた。それらの訪問を通じて英語でのコミュニケーションに関する不安が解消されただけでなく、実験の現場に関して多くの知識を得ることができた。

また、自由行動全体を通して印象的だったことは、Stanford University と University of California Berkeley の学生は自分の研究を異分野の人に伝えるのが得意であり、また自分の専門と関連性が薄い研究内容でも積極的に議論に参加してくることであった。これらの能力は、数多くのディスカッションをしていくことにより自然に身に付くように感じられたため、今後の自分の研究活動にフィードバックしていきたいと思った。

謝辞

本海外研修を企画して下さった先生方、MERIT プログラムの方々、引率を担当して下さった岡本先生と山地先生に多大な感謝を申し上げます。また、Stanford University と University of California Berkeley で案内して頂いた先生方と学生にも深く御礼を申し上げます。皆さまの支えがあつてこそこの様な貴重な経験を得ることができました。ありがとうございました。

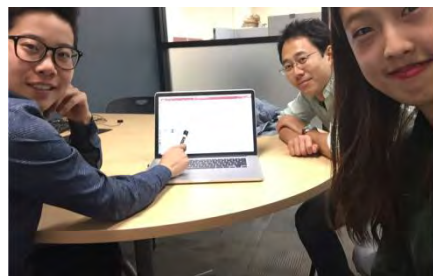
工学系研究科 電気系専攻 修士1年 尹尚希

私は3日間あった自由行動期間、すべてを UC Berkely の Tsu-Jae King Liu Lab に行った。電気系の場合、他の知らない訪問者の訪問を承認することはあまりないため、指導教員とつながりがある学生さんに連絡をして、その Lab の学生さんと一緒に話し合ったり、UC Berkely で開催されるセミナーに参加したりした。

[2016/2/24 Tsu-Jae King Liu lab(UC Berkely)]

一日目は、先生が紹介してくださった学生さんに会い、研究室の人たちを紹介してもらった。Tsu-Jae King 先生の研究室は、最近では Micro/Nano Electro Mechanical System(MEMS)の研究をしたり、Integrated Circuit の研究をしたり基本的に目指す目標は似ているが、研究の内容が少し異なる。うちの研究室はトランジスタ一つ一つの性能を上げる研究をするとしたら、King 先生の研究室はそのトランジスタを用いて回路やチップを構成していく研究をしている。それで、自分の研究の話ができるかどうか心配になった。そして、夜の6時から日本人研究者のセミナーがあって参加した。日本人研究者のセミナーは UC Berkeley の日本人研究者が中心となったネットワークであった。

UC Berkeley に到着してまず、先生が紹介してくださった学生である加藤さんにあった。研究室の訪問は絶対無理だと思い、ほぼあきらめていたが、加藤さんから連絡が取れてすごく良かった。加藤さんが学生さんとの話し合いもできるようにしたし、24-26日の間にあるセミナーなどを紹介してくださって三日が無駄にならず、有益な時間になった。右の写真は、私が最初にあった中国から来た UC Berkeley の Robin という学生さんと一緒に取った写真である。そこでは、Robin さんの研究を聞いたり自分の研究を話したりした。その他にも台湾から来た学生さんや韓国人の学生さんにもあっていろいろ話あった。それで一番面白かったのは、やはり研究の方式であった。私がいる研究室では、ある程度研究テーマが決まっていてその中で自分がしたい研究を選ぶ感じで研究テーマが決まるが、UC Berkeley (だけではなく



アメリカ大学の雰囲気であると思われる) の場合テーマから実験方法まですべて自分が決めなければならない。そのため、テーマを決めるのに3-4年もかかることもある。しかし自分のテーマに満足度やプライドが高いイメージがある。それぞれ長短点があるが、自分のテーマにプライドがあることは見習う点であると思った。

次に日本人研究者のセミナーに参加した。扱った内容は自動車のエンジン制御と生体認証だった。自分の研究にはあまり関係ないが、生体認証については多く興味があって楽しく聞いた。ただ、開始時間が6時であったため、夜の10時までには帰るべきだった私には途中で退出しなけりばならなかった。

[2016/2/25 Tsu-Jae King Liu lab(UC Berkely)]

二日目は、自分がしている研究内容(TFET と界面研究の関係)に近く研究をしている人のセミナーと UC Berkeley のクリーンルームの見学の日程である。

まず、TFET の界面研究に関わるセミナーに聞きに行った。発表の流れが特に印象的であった。日本はまず序論から始まって、データなどを見せて、最後に結論や考察を出すという決まった形式に従うが、今回の発表で感じたのは発表の流れは特に決まってなくてこのような結果があつたが急にこのように考えたらどうかなど自分の考察が発表の途中でも多く出た。そのため、発表者の考え方が感じられた。今回のセミナーで私も自分の研究を見直す機会になった。このセミナーで聞いた内容に基づいて研究がより進めれると思った。

次、UC Berkeley のクリーンルームに行った。UC Berkeley のクリーンルームは世界的でも規模が多きらしい。クリーンスーツに着替えて入って見学した。機械がすべて自分の使っている機会より何倍は大きい。私がクリーンルームで実験しているためどんな機械か大体わかった。そして、このような規模の大きいクリーンルームで実験ができたらすごくいい機会になると思った。右の写真はクリーンルームに入る前にクリーンスーツに着替えてとつた写真である。



[2016/2/26 Tsu-Jae King Liu lab(UC Berkely)]

最後の日の日程はTsu-Jae King Liu 先生に会うことと、加藤さんの友達に会うことであった。

Last day, I met professor Tsu-Jae King Liu and friend of Kato.

Tsu-Jae King Liu 先生に会っていろいろな話ができた。私に向かってアドバイスもしてくださった。すごく優しい先生で、もし長期海外派遣をする機会があれば是非Tsu-Jae King Liu 先生のLabでしたいと考えるくらいだった。

次、加藤さんから加藤さんの友達を紹介してもらった。これは、特に私の方からお願いしたものである。加藤さんの友達は今バイオデバイスの方で研究をしている。私はデバイスの研究をしているが未来にはバイオデバイスの研究をしたくて、修士課程が終わったら研究室を変えるかすこし悩んでいていろいろなアドバイスを聞きたくて頼んだ。加藤さんの友達もデバイスの研究をしていてバイオデバイスに変えたケースでいろいろアドバイスをしてくださった。結果的に研究室を変えるかどうかについては答えが出た。

[全体的な感想]

電気系の場合、他の知らない訪問者の訪問を嫌がるが多いため準備するのに時間もかかったし大変だった。訪問先が全く決まっていなときはアメリカに行く理由がなかった。加藤さんがいなかったら大変だった海外研修であった。私の場合研究内容を深く話しましょうよりは UC Berkeley の学生の研究マインドを習い、博士課程に行った先輩からアドバイスをもらいたかった。結果的には今回の MERIT 海外研修は成功的だった。いろいろ習いまして、いろいろ感じました。一週間の間幸せでした。

Report for Feb. 22nd -28th, 2016, Stanford University

楊皓月 37-145032

I am a student coming from China. I chose Japan to take further study because I respect Japanese dealing things so seriously which I believe will give amazing effect in scientific research.

But with further study in Japan, recently I realize it is still important to practice English ability even my research is in Japan. Because in present science world, worldwide language is English. We need use English get new information and need publish our result in English.

Before I came Japan for further study, I have never stay in English circumstance for scientific study. Though I might be used of daily English, for deeper research, I wish I could have experience to communicate with native English science researcher to get used to scientific English. After arrived the US on Feb 22nd, 2016, my academic tour was as followed:

23rd, all participated in this special course went to 3 labs together, including Hwang Gr., Bao Gr., Cui Gr., SMF, SNC. As actually they belong to different research department and area, we had a brief view of their lab and then mainly exchange life and research with students from these labs.

24th, from this day are all planned by individual students and as for more field outlook, I went to a public class from Stanford University Business School which gave by a CEO of clothes company. She is an independent woman and share her experience how to make progress in work.

25th, I went to Zare Lab, as they have similar research as mine. Mine is molecular imprinted polymer (MIP) and they have research on cell imprinted polymer (CIP). They introduced their research and we talked about the problem I faced now. But as they have more experience on this research, they could quickly gave advice to what I concerned. Which made me to push myself work harder.

26th, the third day I made a Google Co. tour. I heard from a lot of people Google has top working condition in the world, even from Stanford people. After I arrived there I found the reason attracting people as water pool and game room. What made me interested in is how this big company make profits. After the tour, I know that most of money Google made is from advertising department. Which help send and put advertisement on all of the media connected to Internet. Not only on web page, but also like on the smart phone game. They linked every small parts where we could see and advertisement company to put advertisement on. Depends on the large population, every glimpse or touch from us made them money.

During this event, I tried to think and study in academic English and made connection of my research in Japan and the research in Stanford University.

I precious this chance to visit Stanford University very much as it is top university in the world and by this environment new idea raised up and helped with my academic English

expression.

応用化学専攻 修士 1 年 橋本研究室 金子真大

私は、2 月 24 日~2 月 26 日の自由行動日程の中で、1 日目に Stanford 大学の Waymouth 研、Xia 研、Dai 研、2 日目に UC Berkeley の Savage 研、Lawrence Berkeley National Laboratory の Molecular Foundry にある Ajo-Flanklin 研、3 日目に UC Berkeley の Chang 研と、3 日間で合計 6 つの研究室を訪問させて頂いた。本報告書では、特に Stanford 大学の Waymouth 研、Xia 研、Dai 研、Molecular Foundry の Ajo-Flanklin 研訪問の内容について述べる。

【Waymouth 研、Xia 研、Dai 研】



Waymouth 研メンバーとの写真

Stanford 大学の Waymouth 研、Xia 研、Dai 研訪問は化学生命工学専攻相田研の上田君、川野さんが取っていたアポに应用化学専攻水野研の谷田部君と便乗する形で訪問させていただくことになった。本研究室訪問では、Waymouth 研のドクターの学生の方に研究室見学のスケジュールを組んでいただき、それぞれの研究室の設備などを見学した。見学をしている中でひとつ驚いたのが、大学の中に主要な有機溶媒や実験器具などを販売している建物があり、必要な際はすぐにそれらを手に入れるように

なっていることである。通常ならば、試薬などが切れてしまった場合、業者に注文して届けてもらうため、手に入るまで数日かかってしまうが、このような施設があれば、すぐに実験をすることが出来るため、とても便利だと思った。さらに、研究室見学のなかで、Waymouth 研のミーティングに参加させていただいた。ミーティングでは、Waymouth 研の一人が進捗報告をしたのち、それぞれ簡単に研究紹介を行った。進捗報告の内容は、メタン酸化細菌を用いたバイオプラスチック PHA（ポリヒドロキシアルカン酸）合成に関するものであり、PHA のモノマーの有機合成とメタン酸化細菌による PHA 重合という、有機化学と生化学の分野横断的な内容であった。私の所属している研究室でも、過去に細胞膜透過性ポリマーを用いた微生物 PHA 生産能の電気化学的促進に関する研究が行われており、多少の知識を持っていたため、なんとか理解することが出来た。また、研究室見学ののち、私が取り組んでいたメタン酸化細菌への電子注入などについて議論することが出来、とても良い経験となった。

【Ajo-Flanklin 研】

Ajo-Flanklin 研では、生きた微生物と無機物質のナノスケールでの界面への興味をベースとした研究を行っている。私は現在、細胞膜透過性の電子伝達ポリマーを用いた微生物と電極間の電子移動、すなわち細胞外電子移動に基づいた研究を行っている。そのため特に、

大腸菌に *Shewanella* 菌の外膜シトクロム群を発現させた株を用いた、大腸菌菌体と電極間での電子移動（細胞外電子移動）に関する研究に興味をもち、Ajo-Flanklin 研を訪問することにした。私の研究では一般の微生物において細胞外電子移動を可能にするために細胞膜透過性ポリマーを用いているのに対し、Ajo-Flanklin 研では、外膜に導電性野のタンパク質を発現させるという異なったアプローチを取っており、実験器具がどのようなになっているか、自分の研究はどういう風に捉えられるか、などを知りたかったからだ。メールでアポのお願いをしたところ、快く承諾してくださり、研究分野が近いこともあってか研究室メンバーの前で研究紹介をする機会も設けていただくこととなった。研究紹介では、30分程度話す予定でスライドを用意していたが、発表中に数多くの質問がとんできて、最終的に発表時間は一時間を越えることとなった。また、発表後には、特定の細胞内酸化還元種と選択的に反応できるような分子を作ることが出来れば、よりインパクトのある研究になる、など、研究の方向性やその具体的な方策などについていくつか有益なコメントを頂いた。また、Dr. Ajo-Flanklin から、もしこの実験機器を使用したければここにきて研究



PI の Dr. Ajo-Flanklin との写真

をしてもいいという旨の言葉も頂いた。今回訪問した Molecular Foundry は所属研究者が施設内の様々な機器を使用できるようになっているため、分野横断的な研究もしやすくなっている。また、外部からの研究者の受け入れも奨励されているようであり、MERIT コースワークの長期海外派遣の派遣先の有力な候補を得ることが出来た。英語に関しては、自分で準備していた分はほぼ問題なく話すことが出来たのだが、質問に対してうまく回答しきれなかったり、質問が聞き取れず聞き返す場面が何度かあったりしたので、今後英語でよりスムーズに議論が出来る

ような技能を磨いていきたいと感じた。

アメリカに来るのは今回の海外研修が初であったため、英語や治安などについて様々な不安を抱いていたが、おおむね問題なくすごすことが出来た。これまで、将来海外で活動することについてあまり具体的なイメージを持てていなかったが、今回の海外研修で研究室見学や研究発表をしたことで、将来海外で研究する上で必要とされる能力などを大まかにつかむことができたように感じた。また、一週間アメリカに滞在してみて、海外で生活するためには、言語だけではなく、その場所独自の常識などを身につけなければならないことも実感することが出来た。

最後になりますが、今回の海外研修を企画してくださった先生方をはじめ、準備していただいた MERIT スタッフの方々、引率いただいた岡本先生、山地先生、現地で対応いただいた研究室の皆様に心よりお礼を申し上げます。

MERIT 海外研修報告書

応用化学専攻 水野研究室 修士課程一年 谷田部孝文

今回、2016年2月22日から28日まで、主にスタンフォード大学における海外研修に参加させていただいた。多種多様な経験のできた濃密な一週間であったが、その中でもとりわけ印象深かった経験について報告していく。

1. Waymouth 研究室への訪問

2月24日は、相田研究室のMERIT5期生である上田君と川野さんをお願いして、Waymouth 研究室、Xia 研究室、Dai 研究室へ訪問させていただいた。その中でも、ホストとして迎え入れてくれた Waymouth 研究室での経験について述べる。

Waymouth 研究室では、研究室案内・研究紹介を博士課程の Xiangyi Zhang さんにしていただき、研究室のセミナーに参加して、博士課程3年の James C.A. Flanagan さんの発表をきかせていただいた。また、そのセミナーにおいて、15~20分程度でこちらの研究発表も行った。

まず、訪問時に、一つの階すべてが Waymouth 研であると聞かされ、スケールの大きさに驚いた。実際、実験室においては各人に一つのドラフトと一つのデスクが与えられており、空間も十分に広く (図1)、実験室内では人が一人通れるスペースしかない東大の工学部3号館の実験室の狭さを痛感した。しかし、東大では分析機器を基本的に全て研究室単位で保有しており、私の所属する水野研究室では、NMR2台、GC12台、単結晶X線構造解析装置2台などが一つの階に設置され、FT-IR、UV-Vis、XRD などなど多種多様な装置を取り揃えている。そのため研究室にスペースがないのだが、スタンフォードでは、前述した装置のほとんどは共通機器扱いであり、違うフロアに設置されている。これが一研究室あたりのスペース確保に大きく寄与していると考えられる。どちらが優れているかは一概には言えないが、スタンフォードでは機器が共通のため技官の方が常駐しており、学生が装置トラブルで困ることはほとんどなく、研究内容の化学に集中できる環境があるという点は魅力的であると感じた。ただ、海外では授業や、TA・RAの仕事に割かれる時間も日本と比べて非常に多く、研究室単位での機器は予約制などに煩わされず自由に使える点からも、総合すれば日本の方が研究に集中でき、一人で研究を遂行する能力は養われると思われる。

もう一つ感動したのは、Waymouth 研究室の研究内容が基礎から応用まで一貫して筋が通っていることである。ポリオールの Pd による選択酸化の速度論解析など基礎的な内容から、選択酸化によって合成した基質を用いた有機分子触媒による開環重合、重合したポリマーを用いた機能性高分子への応用の流れは、基礎から応用まで幅広く学べるという点でも、社会への貢献のしやすさという点でも、またケミストリーの美しさとしても長期的な展望が見据えられており、個人的には非常に感銘を受けた。これは、私の属する水野研究室の研究分野が多岐にわたりすぎており、一つ一つの研究のつながりが希薄であるという実感があるために、強く感じた点であるともいえるが、将来、大学で教育研究を続けていく場合は、多分野にわたりながらも一貫性をもつ研究をしていきたいと感じた。



図 1. Waymouth 研究室の実験室.

また、Waymouth 研究室のセミナーに参加させていただいたことは貴重な経験となった。普段の研究室生活において英語を使う機会は皆無であるため、英語のセミナーに参加して、実際に発表をして質疑応答に応えるというのは初の体験であった。英語能力をはじめ反省点は多々あったが、今後の課題として改善に努めていこうと思っている。Waymouth 研の研究内容は私の研究分野に近くはないため、他の研究分野を知るという意味でも有意義なセミナーであった。

最後に、Waymouth 研の方々と写真を撮らせていただいた (図 2)。一日中非常に親切に案内していただいた



図 2. Waymouth 研究室の方々と記念写真。

た Xiangyi さんをはじめ、快く受け入れてくださった Waymouth 研の方々に感謝申し上げます。

2. Cargnello 研究室への訪問

2 月 25 日は唯一私自身でアポイントメントを取ることのできた Cargnello 研究室を訪問した。Cargnello 先生は現在 assistant professor であるものの、ナノ材料の創製において多くの成果をあげている。現在の私の研究とは研究分野が異なるものの、私が今後取り組もうと考えている二元金属のチューニングの方法などについて参考になると考え、訪問に至った。訪問時には、Cargnello 先生と互いの研究内容の紹介やディスカッションを行い、研究室見学もさせていただいた。

まず、建物が完成してからまだ 2 年経っていないくらい新しい建物であるとはいえ、こちらの研究室でも、実験室の広大なスペースと綺麗さに驚いた (図 3)。化学工学専攻の研究室だけあって、研究内容は常に工学的利用を考えていることが伝わってきた。特にディスカッションをしていて感じたのは、スケールの大きな、多くの人に影響を与える研究を目指しているという点である。私の研究は、有機合成のための固体触媒開発であり、対象としている有機反応自体は有用であり、幅広く使えるものを目指してはいるものの、ファインケミカルズ合成への利用に留まり、バルクケミカルと比較すれば与える影響はやはり少ない。Cargnello 研で行っている窒素、水素からアンモニアを合成するような、化学工業の根本を変える研究の有用性を改めて実感した。ただ、有機合成への応用は考えてはいないが、その有用性は認識しているといった旨のコメントも頂けた。水野研究室では、Cargnello 研究室で行っているほど精密な材料制御を行っていないため、このような研究室と共同研究をすることで固体触媒による有機合成の可能性がより開拓できるのではないかと感じた。



図 3. Cargnello 研究室の実験室。

3. 総括

海外の研究室で他分野の研究に多く触れることができ、今後の研究生活における方針・目的などを改めて考えさせられる良い海外研修であった。また、日本の大学教育の問題点を研究室の在り方と絡めて深く考察できるきっかけにもなった (問題点については、学部 3 年時に工学系の M-Skype という授業で MIT に行ったときに報告した)。このような有意義な機会を提供していただき、ありがとうございました。

MERIT Overseas Training

Department of Chemical System Engineering, M2

MA Jiangtao

This February I visited California with other MERIT students. From San Francisco to Los Angeles, from Stanford University to University of Santa Barbara, I experienced and learnt a lot. It was my first time visiting the USA and certainly it would be an unforgettable memory in my life.

/Stanford/

The first station in California is Stanford University. We visited several laboratories including Prof. Zhenan Bao' and Prof. Harold Y. Hwang's. Stanford is quite a big university and as a result, the buildings seem to be shorter but larger. Although they belong to different departments, all the buildings we visited exhibit comfortable and efficient working environments. It is very interesting that there are many study lounges for students to discuss and study. Prof. Bao's group was doing the research about inorganic materials which was similar to our lab.



Thus, the visit to her laboratory impressed me a lot and broadened my horizons about how to organize an inorganic laboratory well. As far as I'm concerned, one of the biggest differences between research labs in Stanford and Todai was the ownership of research equipment. Usually in Todai, each lab has its own equipment and seldom share with other laboratories. In contrast, in Stanford, many equipment are shared between laboratories, even between different universities. In my opinion, this phenomenon is strongly related with culture. The conservative nature of Japanese forces the labs to focus more on their own research while in USA, cooperation is more appreciated.

After visiting the labs, we had dinner with Stanford graduate students and faculty. In the meantime, Prof. Hwang gave us an impressive introduction about his research and life experiences. Of course, we introduced Todai to the Stanford graduate students. It was a nice experience to discuss academic issues with many contemporaries from different academic and culture backgrounds. Enjoying beer and pizza, we had a detailed discussion about what our future would be like in 10 years and how we could achieve such goals.

/TESLA Motors and other companies in Silicon Valley/

Stanford is famous for its strong relationship with many first-class companies in Silicon Valley such as Hewlett Packard (HP) and Google. Thus, in the second day, I visited many world-famous companies with the guide of Wang san, who is an engineer working in Silicon Valley.

The principal objective of MERIT program is to shape outstanding students into leaders with holistic perspectives and strong creative skills who are able to work in leadership roles in industrial, academic, and governmental sectors throughout the world. This was also the reason why I visited the companies in Silicon Valley which would definitely help me have a better understanding of industry. Under the guide of WANG san, I visited the headquarters of several companies such as TESLA, FACEBOOK, APPLE and GOOGLE. All the companies are large and attractive to



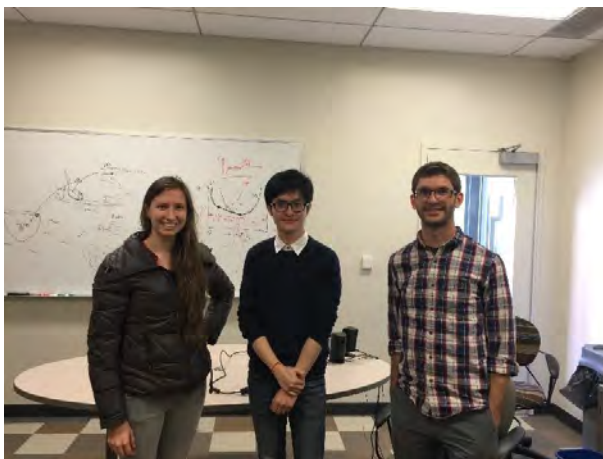
employees. The corporate welfare of these companies are really nice as I can see many free shuttle buses to take the workers come and leave all the time. Another amazing thing is that the working environments are comfortable and wonderful. We can see green trees, chairs and sculptures everywhere. Also the restaurants and recreation facilities help people have a good relax.

Nowadays TESLA was quite popular among the world due to its ecological but cute

design. Electric vehicles are helpful to solve the energy and environmental problems in the world. I am doing the research of Li/Na-ion batteries which were one of the most important parts in electric vehicles. Thus, companies like TESLA or NISSAN are attractive to me if I want to work in industry after graduation. The visit to TESLA gave me a clear picture about what the life would be like if I became an employee.

/University of Santa Barbara/

The last place I visited was the University of Santa Barbara. I visited Prof. Anton Van der Ven's group with Morikawa san. Prof. Anton Van der Ven's research seeks to develop first-principles descriptions of non-equilibrium process in the solid state with a particular goal of generating an understanding of the mechanisms of



phase transformations that couple diffusion and structural changes. They study a wide range of materials or energy storage and conversion devices. Computational materials science plays a vital role in revealing the mechanism of materials and seeking novel materials. However, I wasn't familiar with this field. Thus I visited this group for the purpose of having a better understanding of calculation.

Indeed, we really had a pleasant discussion. Firstly I gave a brief introduction about my research in the layered oxides for Na-ion batteries as the cathode materials. They were quite interested in this topic and raised many questions. In the meantime, they gave some helpful comment about my research. Also, they showed their research to us and explained how they operated the calculations. Thanks to their help, I understood the calculation better. Also they talked about the campus life in UCSB in which we were quite interested. The cultures of the USA, Japanese and Chinese were quite different. Nevertheless, we made good friends and learnt a lot from each other.

/Overall impressions/

This was really an unforgettable trip to me and here I want to talk about some ideas about the overseas training.

The importance of English. I think everyone knows the importance of English. Without this language ability, we even cannot start our scientific research. In my opinion, most of the MERIT students are good at reading and writing, however, the speaking and listening abilities are far from satisfactory. With hard working, we may get excellent research results. But without good language ability, we could not transfer our research data into a good story.

The importance of communication and cooperation. *Two heads are always better than one.* After discussion with students in Stanford and UCSB, I learnt a lot and even had some new ideas about my research. It is a shock to me to feel the campus culture of Stanford. All the students are willing to sit together and have a brainstorm. The more they discuss, the more they harvest. Thanks to the MERIT program, I could meet so many outstanding contemporary and even has a chance to cooperate with each other.

/Acknowledgement/

This overseas training was finically supported by MERIT program. Here I would like to thank all the professors and staffs who planed this trip. Prof. Yamaji and Prof. Tokamoto helped us a lot during our stay in the USA. Also I would to express my honorable thanks to Prof. Bao, Prof. Hwang, Prof. Van der Ven, WANG san and all the other people I met in the USA. Without their hospitality, this trip could be nothing but sightseeing. Lastly, I want to thank all the MERIT students in this overseas training especially the group leaders. All of you made this trip joyful and meaningful.

,

化学システム工学専攻 修士1年 森川 裕介

2月22日から28日の1週間、スタンフォード大学を中心とするMERIT海外研修に参加させていただいた。そして、スタンフォード大学、テスラモーターズ、UCSBの3か所を訪問し、先生方や学生の方々と議論をした。

スタンフォード大学(2/22-23)

最初の2日間は研修参加者全員でスタンフォード大学の施設や研究室を見学し、学生と議論を交わした。

初日はキャンパス内を散策したのだが、まずその広さに驚いた。大学には塀や門がなく、歩いているといつの間にか大学の中に入っていた。その広さのためか、学生たちの移動手段は専ら自転車か、スケートボードか、無料の学内バスであった。



スタンフォードの学生でない私たちもこの学内バスを利用することができ、キャンパス内の移動にはとても便利であった。

2日目はBao研究室の黒沢さんに案内をしていただき、大学内の施設と研究室を見学した。大学内にはスタンフォード出身のCEO等の寄付で作られた建物があり、そこに様々な分析装置が備え付けられていた。一般的なSEMやXRDから、In situ ラマン機能付きのTEMまで様々な分析機器があった。日本の研究室とは異なり、基本的な分析装置は各研究室で保有しているのではなく、共用の物を用いることが多いそうだ。そして、その建物にある分析装置はスタンフォードの人なら誰でも使用できるとのことであった。Bao研究室とHwang研究室を見学させていただいたのちに、スタンフォードの学生の方々とワークショップを行った。『10年後の生活』をテーマに、10年後に実現していそうな技術や、逆になくなっていそうな技術・ものについて議論をした。英語でディスカッションをすることの難しさを痛感した。その後、夕食を食べながら、各人の出身地の話や、各国におけるドクターの扱いなどについて話し合った。どの国も博士課程に進むことには一定のリスクが付きまとうとのことであった。

テスラモーターズ(2/24)

エンジニアのZhaoさんに案内していただき、テスラモーターズを見学させていただいた。本社に入ると世界地図が表示された大型スクリーンがあった。地図上に公衆充電スタンドが設置されている箇所がプロットされており、各充電所で何台の電気自動車が現在充電を行っているのかをリアルタイムで見ることができるものであった。日本国内にもすでに3000ヶ所以上の充電スタンドがあると知り、予想以上に多く驚いた。私は電池を研究して

いるため、電池の性能に最も興味があったのだが、100 km 分の充電を行うのに 160 分かかり、電気代は 190 円とのことであった。コストは現在のガソリン自動車よりも安い、やはり充電時間が長いのが気になった。今後普及を目指すためには充電時間が短く、1 回の充電で長距離を走行できる電池の開発が必要不可欠であると感じた。しかし、実際の電気自動車に試乗させていただいたところ、EV ならではの便利な機能もたくさんあり、今後の改良次第ではガソリン自動車の代替になりうるという印象を受けた。

カリフォルニア大学サンタバーバラ校(UCSB) (2/25-26)

サンフランシスコからサンタバーバラに移動し、UCSB を訪問させていただいた。UCSB はノーベル賞を受賞された中村修二さんが所属する大学で、海岸からほど近く、30 秒ほど歩くだけで右図のようなきれいな海を見ることができ、とてもよい場所であった。我々は、第一原理計算を用いてリチウムイオン電池の計算を行っている、Anton Van der Ven 教授の研究室を訪問させていた



だいた。残念ながら Anton 教授は学会のため不在であったが、ポスドクの Maxwell さんと修士課程の Julija さんとお話することができた。お互いの研究についてプレゼンを行い、ディスカッションをした。同じ分野を研究しているが、実験と計算でアプローチが異なるため、新たな知見を得ることができ、とても有意義な議論であった。また、研究についてだけでなく、UCSB での生活のことから当時話題だった大統領選のことまで、幅広い話題について話すことができ楽しかった。ランチタイムには同日に Van der Ven グループのもとを訪れていた Venkat 教授ともお話することができた。

全体を通して

個人的には初めての海外であったため、色々と分からないこともあったが、引率の先生方や一緒に行動した Ma 君の助けもあり、非常に有意義な海外研修を行うことができた。研修中には 2 つの大学を訪問したが、どちらもとても広く、日本とのスケールの違いを感じた。また、研究環境もとても整っており、留学することの意義を実感した。また、英語で自分の言いたいことを表現することの難しさも身に染みて感じた。

謝辞

今回海外研修の機会を与えてくださった MERIT プログラムの方々、引率の岡本先生と山地先生、私たちを受け入れてくださった Zhao さんと Anton 教授、訪問先研究室を提案してくださった指導教官の山田先生に深く感謝申し上げます。貴重な経験をさせていただき誠にありがとうございました。

化学生命工学専攻 修士一年 上田 倫久

2016 年 2 月 22 日から 28 日にかけて、MERIT 海外研修プログラムとしてサンフランシスコエリアに滞在し、Stanford 大学と UC Berkeley の研究室を訪問した。以下に詳細を報告する。

2/23 (火) 全体活動日 at Stanford 大学

海外研修の参加者全員で Stanford 大学のキャンパスツアーと研究室見学、Stanford 大学の学生とのワークショップに参加した。Stanford 大学のあまりに広大なキャンパスには舌を巻いたが、著名人の寄付金によって建てられた建物の多さにも驚かされた（コンピュータ科学科の Gates ビル、電子工学科の Hewlett ビルと Packard ビルなど）。研究室見学では数年前に建てられたという最新の工学系の建物の内部を見て回った。研究設備自体の充実度は東大と大差はないと感じたが、常駐のテクニカルスタッフによって管理されている共通の実験機器が非常に多いという点是对照的であった。また、各階に設置されたガラス張りの会議室、キッチンスペースやフリースペースといった研究者同士の交流を促進する設備の多さも強く印象に残った。Stanford 大学の学生とのワークショップは、科学技術の未来という幅広く難しい議題ではあったが自動運転技術や人工知能の話で大いに盛り上がった。

2/24 (水) 自主活動日 at Stanford 大学

自主活動日の初日は、応用化学専攻の金子くん、谷田部くん、化学生命工学専攻の川野さんとともに Stanford 大学で 3 つの研究室を訪問した。

• Yan Xia 研究室

まず、高分子重合のシークエンス制御や新規ポリマー開拓をおこなっている Xia 研究室を訪問した。研究内容の紹介は 1 期生にあたる PhD コース 3 年生の学生 3 名がおこなってくれた。発足後 3 年目の若い研究室であったが完成された研究が多く、特に新規なラダー状ポリマーの重合に関する研究は質疑の中で現行のプロジェクトの話も聞け、非常に興味深かった。ここでは自分の研究について紹介する機会もいただき、短時間ではあったが有意義な時間を過ごすことができた。

• Hongjie Dai 研究室

Dai 教授が不在であったため、日本の化学企業からポスドクとして滞在していた宇野さんに研究室や化学科の設備を案内していただいた。Dai 研究室は研究テーマが炭素材料から電気化学、生体プローブにまで及んでおり、ひとつの研究室で多岐にわたる機器を管理しているのは訪問した他の研究室と違う特徴であり、興味深かった。

・ Robert Waymouth 研究室

Waymouth 教授は出張中であつたが、学生とテクニカルスタッフ全員が参加するグループミーティングに参加させていただいた。そこでは Waymouth 研の学生の研究を聞くだけでなく、自分たちの研究も発表する時間をいただき、議論を通して非常に充実した時間を過ごせた。ミーティング後には、PhD コース 4 年生の Xiangyi さんに Stanford 大学内を丁寧に案内してもらった。ご飯の際には「どうして Stanford を選んだのか」といった個人的な話も聞け、非常に刺激を受けた。



ミーティング後に Waymouth 研究室の学生と

2/25 (木) 自主活動日 at UC Berkeley

自主活動の 2 日目は、化学生命工学専攻の川野さんとともに UC Berkeley を訪問した。この日は、朝から Chris Chang 研究室を見学した後、Ting Xu 研究室の Izaac さんと Shawn さんに大学内をくまなく案内してもらった。余談ではあるが、Chang 研の実験室にはなかなかの音量でクラブミュージックが流れており、アメリカらしさを感じた。UC Berkeley は Stanford 大学に比べると小さいキャンパスであつたが、歴史を感じさせる大きな建物が適度に分散しており、寧ろちょうど良い大きさのように感じた。また、同年代の 2 人と雑談をしながらキャンパス中を歩きまわることが予想以上に楽しく、非常に充実した 1 日を過ごせた。



キャンパス中を案内してくれた Xu 研究室の Izaac くん (右) と

2/26 (金) 自主活動日 at UC Berkeley

自主活動の 3 日目は、2 日目と同じく化学生命工学専攻の川野さんとともに UC Berkeley で 3 つの研究室を訪問した。

・ Matt Francis 研究室

朝からサブグループミーティングに参加させていただいた。ペプチドを用いた DDS の研究を行っているサブグループで、とても活気のあるミーティングだった。分野としては自分の研究バックグラウンドからかなり離れてはいたが、疑問をぶつけると丁寧に解説していただき、学びの

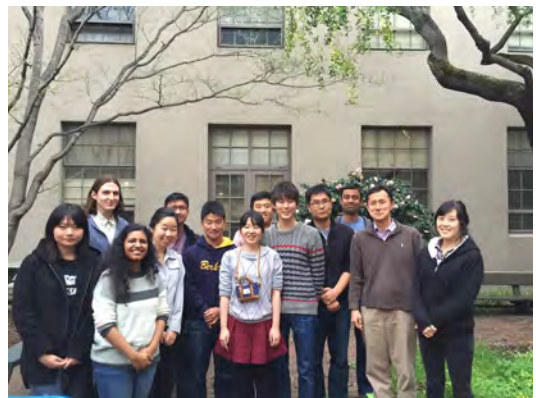
多い時間を過ごすことができた。Francis 研究室では毎週金曜日に 3 つのサブグループが全て教授とのミーティングを行って進捗を確認するらしく、教授との距離の近さを感じた。

・ Brett Helms 研究室

午後からは UC Berkeley のキャンパス内にある Molecular Foundry の Helms 研究室を訪問した。Molecular Foundry は国の研究機関であるため大学の建物とは雰囲気が違い、また、学生数は少ないものの UC Berkeley だけでなく米国全土から集まっていた。Helms 教授を待つ間、UC Berkeley 学生の Stephen さんに建物内を案内してもらった。各部屋に設置された最新機器の数々には目を見張ったが、中でも小部屋ほどの大きさがある全自動の結晶生成・分析装置には特に驚いた。全自動の実験装置は次々に導入されているらしく、まさに最先端の研究所なのだと感じた。Helms 教授には直々に研究の話をしていただき、特に超分子化学を応用した燃料電池の研究に関して詳しく説明していただいた。燃料電池に必要な要素 1 つひとつを、それぞれ革新的な方法で改良している研究は興味深く、議論も盛り上がり充実した時間を過ごせた。

・ Seung-Wuk Lee 研究室

1 日の最後に、今回 UC Berkeley の訪問をホストしていただいた Lee 教授の研究室を訪問し、グループミーティングに参加させていただいた。そこではバイオ技術を応用した高感度ガス検出アプリの開発という、いい意味で予想外のプロジェクトの話を開けて非常に楽しめた。学際的な研究を実用可能なアプリケーションにまで繋げる意識を持って大学で研究していることが新鮮で、この研修で一番刺激的な時間だった。ミーティング後には Lee 教授に大学近くのピザ屋に連れて行ってもらい、学生との交流を更に深められた。



ミーティング後に Lee 研究室のメンバーと
(右から 2 番目が Prof. Seung-Wuk Lee)

総括・謝辞

全体を通して、日本では味わうことのできない非常に刺激的な体験をすることができました。特にキャンパスの雰囲気や研究環境、両大学の意識の高い学生たちとの交流は、とてもモチベーションで、自分の視野を広げることができたと確信しています。

今回、このような機会を設けてくださった MERIT プログラム担当者みなさま、並びに現地まで引率してくださった岡本先生、山地先生、訪問を快諾していただいた各研究室の先生方、広いキャンパスを案内してくれた学生みなさまに感謝申し上げます。

MERIT 海外研修に参加し、自主的に訪問先をアレンジして Stanford 大学及び UC Berkeley の研究室を訪問した。以下、各日程における訪問先での活動を詳細に報告する。

【2/24 Stanford 大学研究室訪問】

Yan Xia Group

この研究室ではポリマーの合成法の研究が盛んに行われている。当日は、3人の研究員の方々が各自の研究を紹介してくださった。環のひずみを利用したホモポリマーの合成の研究など、論文に出たばかりの最新の研究を紹介していただき、とても感激した。また、5分程度自分の研究を発表する機会をいただけた。海外の研究室の方々に自分の研究を聞いていただけの非常に貴重な経験が得られた。

Robert Waymouth Group

環状モノマーを利用した新規の重合法の開発をメインに様々な合成法の開発を行っている研究室である。自分の研究分野とは分野が離れているので研究内容がわからないのではないかと不安であったが、ポスターを使って何度も丁寧に研究内容を説明して下さり、とても勉強になった。この研究室では、幸運なことにミーティングに参加させていただけた。ミーティングでは研究の進捗発表が行われたが、発表の最中にも質問が飛び交い、非常に活発な議論がなされていた。この研究室でも自分の研究を発表させていただき、研究内容についていくつか質問もしていただけたのでとても有意義な時間を過ごすことができた。

Hongjie Dai Group

この研究室ではカーボンナノチューブやグラフェンを用いたマテリアルの開発が行われている。日本人の訪問研究員の方が研究室の案内や研究内容の説明をしてくださった。この訪問研究員の方は企業からいらっしゃっている方で、客観的な視点から米国で研究する意義や企業で研究を行うことのメリットや面白さを教えてくださった。企業研究の面白さはマーケティングを学びながら、顧客の要望に応じた物づくりを行う点にあるそうだ。また、NMRなどの共通機器なども見せていただいたが、装置が置いてある部屋に装置を管理するスタッフが常駐しており、メンテナンスなどで学生が時間を取られないように、システムの整備がしっかりとなされていた。

【2/25 UC Berkeley 研究室訪問】

Chris Chang Group

蛍光修飾をした分子を用いて脳のマッピングや細胞のプロープとして活用する研究を行っている研究室である。学生の方が研究室の案内をしてくださった。学生の方は普段の研究生生活をどのように過ごしているかなど多くの質問に気さくに答えてくださり、とても参考になった。同じ建物にある他の研究室も見学させてくださり、なんと有機金属構造体の研究で有名な Omar Yaghi 教授の研究室も見学することができた。

Ting Xu Group

分子の集合体形成の制御を行うことで、様々なマテリアルの開発を行っている研究室である。研究室を見学させていただいた。一人の研究者が実験を行うスペースが非常に広くとても驚いた。研究室見学をした後、3人の研究員の方々と昼食をともにしながら、研究生生活などについてお話する機会があった。なぜこの研究室を選んだのかという質問に対して、教授が素晴らしい人だからと答えてくださったのが印象的であった。Ting Xu 教授が研究室のメンバーから非常に慕われていることがわかった。

Dean Toste Group

新規の触媒の開発及び合成経路の探索を行っている研究室である。研究室の見学をさせていただいた。大量合成できるペプチド合成機など、高価な装置が多く並んでいた。また、共同で研究を行っている研究室と同室で実験を行っており、共同研究を進めやすい環境になっていた。また、UC Berkeley 内の図書館や講義室などの様々な施設も案内してくださった。図書館はとても広く、自習スペースもたくさん確保されていた。工学部の図書館ではディスカッションを促進するために会話をしても良いという決まりがあり、図書館のいたるところで議論が交わされており大変興味深かった。

【2/26 UC Berkeley 研究室訪問】

Matt Francis Group

主に、たんぱく質に化学修飾を施し、たんぱく質の集合体形成の観察や薬剤ターゲティングを行っている研究室である。この研究室ではグループミーティングに参加させていただいた。ミーティングでは、実験手法の細部まで議論するなど、とても深いディスカッションが行われていた。ミーティングはまるで日常的な会話をしているかのように和気藹々としていて、意見交換がしやすい雰囲気がつくられていた。ミーティングのテーマが化学というよりは、生物よりのものだったので、理解するのが難しかったが、研究の内容についていくつか質問をさせていただき、研究内容への理解が深まった。

Kenneth Raymond Group

新規の超分子的な錯体を形成し、分子の発光の制御や MRI のコントラストエージェンとして応用するなど幅広い研究を行っている研究室である。学生の方が研究室の案内及び研究

内容の説明をしてくださった。先生のご退官が近いということもあり、学生の人数は少なかったが、それでも **3・4 週間に 1 度**はミーティングが行われ、週に **1 度**は教授とディスカッションするといった非常に精力的な研究室であった。

Brett Helms Group

この研究室は、Lawrence Berkeley National Laboratory という国の研究所に所属している。このグループの研究室だけでなく、研究所全体の案内もしていただいた。広いクリーンルームや全ての合成操作を一貫して行えるととても大きなグローブボックスなど、最新の設備であふれていた。見学の最後に、幸運なことに教授から直接研究内容について説明していただいた。電解液を分けるメンブレンは今まで、イオン透過の選択性がないのが問題であったが、分子の部分構造の角度をコントロールすることで、透過するイオンの選択性をもたせるという研究を説明してくださった。内容は難しかったが、画期的で素晴らしい研究内容であったので、とても勉強になった。

Seung Wuk Lee Group

まず研究室の設備の見学を行った。この研究室は分子集合体の形成をテーマとしていて、あまり、材料の応用まで研究しているイメージはなかった。しかし、実際は、その集合体を応用するための研究がまさに進行しているところであるというお話を伺い非常に興味深かった。また、授業の一環として学生達がこの研究室とコラボレーションして行った研究の成果を披露するミーティングに参加させていただいた。分野の異なる学生同士が各自の得意分野を活かして研究を分担しながら、一つの研究室では行えないようなマテリアルの開発から応用にまで渡って研究を行っていた。日本では、学部の人に研究室を体験する機会が少ないので、こうした授業を積極的に取り入れていくべきだと感じた。

【全体を通じて】

自由行動の日程では、訪問先の先生方のご協力のおかげで、わずか **3 日間**で **10 研究室**も訪問することができ、非常に充実した時間を過ごすことができた。どの研究室においても最新の機器が揃っており、研究環境が整っていた。日本よりも共通機器のシステムが発達しており、あまり人数の多くない規模の小さい研究室でも最新の設備が使えるようになっていることに驚いた。また、ミーティングなどにおいて皆が積極的に発言をしているのが印象的であった。日本とは異なり、大学院が **5 年制**であり、学生全員が博士号を取得することを当然に思っており、モチベーションが非常に高かった。短い時間ではあったが、そのような環境で私自身も積極的に質問をしたり、自分の研究を紹介したりすることを通じて、彼らの積極的な姿勢を学ぶことができた。また、個人差もあったが、実験を朝早くから始めて夕飯前には帰宅するというスタイルで研究を行っている方が多く、とても効率良く研究をされて

いる印象を受けた。私自身は闇雲に時間をかけて非効率的に研究をしているというのが現状なので、そういった点も見習っていきたいと思う。また、特に印象的であったのが **Stanford** 大学内に数多くの企業が参入していることであった。いくつかの研究室では企業とのコラボレーションを行っているとお聞きし、日本と比べ企業との交流が非常に盛んであることを知った。日本の大学にも企業と協力して互いに刺激しあい共に切磋琢磨し合えるような仕組みや制度があっても良いのではないかと感じた。

【謝辞】

海外研修を企画してくださった先生方、**MERIT** 事務局の方々、引率の先生方及び、受け入れ先の研究室の方々との連絡を手伝ってくださった相田先生に感謝申し上げます。現地で温かく迎え入れてくださった先生・研究員・学生の方々にも厚く御礼を申し上げます。皆様の支えによって非常に貴重な経験をすることができました。この経験を糧にして、いっそう身を入れて研究に励んでいく所存です。本当にありがとうございました。

MERIT 海外研修報告書

化学生命工学専攻 修士1年 三澤龍志

2/22 全体行動

初日は MERIT 海外研修参加者全員で Stanford 大学を訪問して、午前中のキャンパスツアーをしていただいた。Stanford 大学のキャンパスは非常に広大で、カラッとした気候と気持ちいいほどの晴天のせいか開放感が桁違いであった。午後には Harold Hwang 研究室と Zhenan Bao 研究室を訪問し、その後 Stanford の学生・ポスドクと MERIT 生で混じって「AI と人間の比較」について話し合うグループワークを行った。この研修を通して、研究に関する一対一の英語のコミュニケーションはそれほど不便を感じはしなかったが、少しでも話題になったり他人同士の会話となったりすると途端に話について行くのが難しくなると感じた。



Stanford 大学のキャンパスの様子

2 日目以降は各自アポをとった研究室に訪問した。

2/23 Bianxiao Cui 研究室訪問

2 日目は、Stanford 大学の Bianxiao Cui 教授のグループを訪問した。このグループは培養された神経細胞の膜電位の変化を、電極でできたナノピラーを用いて高感度に検出したり、細胞の物質輸送をオプトジェネティクスと呼ばれる光を用いた方法で制御したりする研究を行っている。最初に Cui 教授と 30 分ほどで、研究の紹介と僕の研究についてのディスカッションした後、博士課程の学生を一人紹介してもらいお昼を食べながら研究や研究生活についての話を伺った。この学生はいくつかのプロジェクトを掛け持ちしており、それぞれについてその内容を説明してくれた。MERIT のプログラムについてもかなり興味を示してくれ、博士課程の学生として実験のスキルを身につけるのも必要だがそれ以上に「よい問いを立てる力」が非常に大事だと言っていたのが印象的だった。

2/24 23&me 訪問

3 日目の午前には Alex Dunn 教授のグループを訪問し、学生にラボツアーをしてもらった。その日の午後からは Stanford 大学から電車で数駅のマウンテンビュー駅に位置する 23&me という会社で働く Nadia さんという方を生産研の池内与志穂講師に紹介してもらい、お話を伺った。23&me という会社は google の創始者の妻が立ちあげたバイオベ

ンチャーで、唾液を送るだけでその DNA 配列の一部を読み個人の祖先や特定の疾患のリスクがわかる、遺伝子診断というサービスを提供している会社である。今回は非常にお忙しい中仕事の合間をぬってお時間を作ってください非常に感謝したい。自己紹介や MERIT の話などをしたあと、会社の話やキャリアの話などを伺った。Nadia さん自身は PhD をとった後にポスドクを数年間した後企業のマネージメント職についているそうで、アメリカでは活きのよいポスドクを企業が積極的に採用しているという話を伺った。

2/25 UC サンフランシスコ, Gartner 研究室訪問

3 日目は Zev Gartner 教授のグループを訪問するために、医学分野の研究では世界トップクラスの大学院大学である UC サンフランシスコに訪問した。キャンパスの雰囲気は開放的な Stanford 大学と打って変わり、非常に近代的な建物が比較的小規模なキャンパスに立ち並んでいた。訪問先の建物でちょうど待ち合わせ時間に CRISPR-Cas9 という簡便なゲノム編集技術を開発し、将来ノーベル賞は確実といわれている Jennifer Doudna 博士の講演が行われていたので、時間をずらしてもらい、聴講することにした。



Jennifer Doudna のセミナーの様子

Gartner 研究室では、教授は不在で会うことができなかったが、研究分野の近い学生 1 人とポスドク 1 人に研究室を案内してもらった。このグループは昨年、DNA の相補性を用いた細胞のパターンニング手法を報告しており、研究の目的が光を用いて細胞をパターンニングしている自分の研究とかなり似通っていた。話してみると驚いたことに、パターンニングの迅速性を上げるために最近光を用いたパターンニングにも取り組んでおりそのことについても話してくれた。自分の研究についても差し障りのない範囲で紹介しディスカッションをしたが、いろいろと同じような問題に直面しており非常に興味深いディスカッションができた。

全体を通しての感想

今回は 1 週間という限られた日程だったが、アメリカと日本の研究環境の違いを知れて非常に興味深かった。アメリカでは共用の機器が充実しており、各研究室が使った分だけお金を払うシステムになっているという話を、初日のラボツアーの際に聞いた。もちろんそういった機器を使う場合予約しなければならないため時間は制限されるが、各機器に担当者があり、仮に機器が故障した場合はその担当者が迅速に直してくれる。こ

ういったシステムは日本の多くの研究室のように、必要な機器は自分で持っているシステムとどちらが優れていると単純に比較はできないと思うが、非常に新鮮だった。

また、4 日目に訪問した UC サンフランシスコの学生に聞いたところ、UCSF のようなトップレベルの大学院では、Jennifer Doudna のような著名な科学者によるセミナーは毎日のように行われているそう。また、unpublish なデータも交えて講演が行われることもしばしばあり、話に聞いたことはあったがアメリカのトップ大学の環境と日本の大学の環境だと、入ってくる最新の研究に関する情報量が違うことを、身をもって痛感した。そしてこのような、入ってくる最新研究の情報量の差が、アメリカが多くの科学の分野でトップレベルの研究を行えている理由の一つなのだと感じた。

謝辞

最後になりましたが、このような貴重な機械を与えてくださった MERIT 関係者の皆さまにこの場を借りて深く御礼申し上げます。

MERIT 海外研修報告書

東京大学大学院理学系研究科物理学専攻
物性研究所 押川研究室 修士一年 山田昌彦

自分が本 MERIT 海外研修に参加した最大の目的は Stanford 大学を訪問すると同時に、マサチューセッツ工科大学（以下 MIT）も訪問し MIT にいる共同研究者である副島智大君、並びに、Mircea Dincă 先生とミーティングをすることであった。副島君、Dincă 先生は自分が学部四年次に東京大学理学部物理学科の青木研究室に所属していたときからのパートナーであり、今も良き共同研究者として研究を続けている。特に青木研究室での 2 次元 metal-organic framework に関する研究は論文”First-Principles Design of a Half-Filled Flat Band of the Kagome Lattice in Two-Dimensional Metal-Organic Frameworks”として結実し、現在投稿中である。この共同研究は東大と MIT の国境を越えた共同研究であるだけでなく、2 次元 metal-organic framework という化学者によって新たに発見された物質についての、物性物理学の理論が専門である我々と、化学の実験を専門とする MIT 側との分野を越えた共同研究である。このような協力関係は MERIT の理想とする「最先端の物質科学研究を基盤として、分野を越えた俯瞰力と柔軟性、知を創造し活用する力、広い視野と高い倫理性を併せ持ち、社会の持続的発展に貢献する」目的に合致していると感じているので、これからも様々な機会を利用して関係を発展させられるように努力していきたいと考えている。

以上の目的を達するため、今回の MERIT 海外研修では積極的なスケジュールを組ませていただいた。特に、MERIT 事務局と市川先生にはこのような「非常識的な」スケジュールを認めていただいて非常に感謝している。具体的には、2 月 22 日から 24 日までの間アメリカ西海岸のスタンフォード大学周辺に滞在し、24 日の深夜便で東海岸のボストンに移動し 1 泊 2 日のボストン滞在ののち 26 日のうちにサンフランシスコに戻るというものである。しかし、逆にたった 1 泊のためにアメリカを飛行機で横断する弾丸出張を組んだことで、MIT で出会った人間にすぐに顔と名前を覚えてもらうことができたため、旅程の「非常識さ」が研究者として名前を売るという観点から非常に役立ったと感じている。

特に、今回の MIT の訪問で出会ったポスドクの Itamar Kimchi 氏は海外研修の後、ドイツ・ドレスデンでのワークショップ”Topological Phenomena in Novel Quantum Matter: Laboratory Realization of Relativistic Fermions and Spin Liquids”とアメリカ・ボルチモアでの APS March Meeting 2016 でもすぐに再開することになり非常に親密になれたと感じている。また、海外研修で知り合った MIT の磯部大樹氏とは APS でも食事を共にし、アメリカでの生活などについて貴重なお話を伺うことができた。

23 日の集団行動

23 日は MERIT 海外研修の参加者全員で黒澤氏の案内のもとスタンフォード大学の見学をし、Hwang 研・Bao 研の訪問をした。自分が特筆すべき事項はなかったと思うが物性物理の研究室である Hwang 研だけでなく、化学の Bao 研も訪問できたのは非常によかったと感じている。

24 日の Shen 研訪問



図 1 SLAC の施設

24 日は同期の橋本君らとともにスタンフォード大学の Shen 研を訪問し、スタンフォード大学にある Shen 研の実験室だけでなく、加速器施設 SLAC の研究設備も見せてもらうことができた。SLAC の Shen 研のビームラインには最先端の光学測定装置である ARPES（角度分解光電子分光）がいくつも用意されていて非常に圧倒された。特に ARPES と MBE（分子線エピタキシー）を組み合

わせた装置を見たのは初めてで、物質の合成とバンド構造の測定ができるこの装置でどれだけの論文を生み出せるかを考えると、ただただそのリソースに圧倒されるばかりであった。今回は Shen 研の Ma 氏、He 氏、Lu 氏に案内していただいた他、橋本君にほとんどの予定を組んでいただいたため非常に感謝している。

25 日の Dincă 研訪問

25 日からは単独行動を始め、Boston/Cambridge に移動し MIT の Dincă 研を訪問した。Dincă 研は metal-organic framework の研究をしている実験化学の研究室で最近 metal-organic framework の物性測定に力を入れているようである。午前中は Dincă 先生、副島氏とともにデ

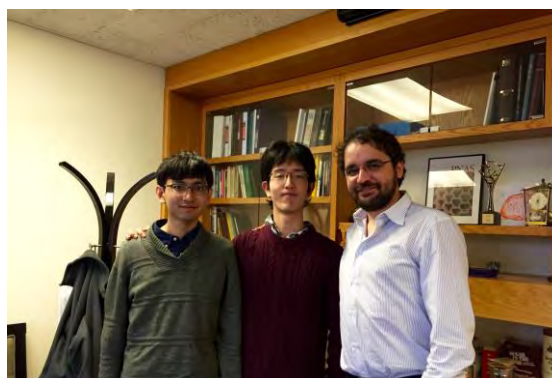


図 2 筆者（左）と副島君（中）と Dincă 先生（右）

ィスカッションをし、午後に研究室セミナーでの発表を行った。研究室セミナーは自分の学部生の時の研究”First-Principles Design of a Half-Filled Flat Band of the Kagome Lattice in Two-Dimensional Metal-Organic Frameworks”について化学の研究者に説明するという予定であったが、自分の準備不足と化学の知識のなさが露呈してしまい必ずしも満足できる内容ではなかった。ここでの失敗を反省し今後は化学の人にもわかるように発表できる練習をしていきたいが、「化学の言葉を使えば通じる」という単純なものではないことを痛感した。そもそも化学の研究者と物理の研究者では全く違うモチベーションで研究

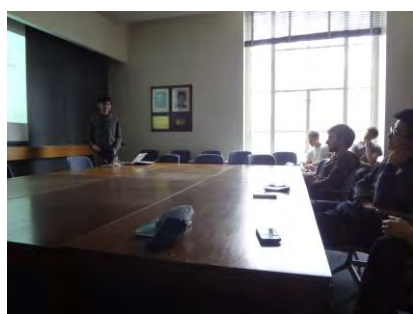


図 3 セミナー発表の様子

しているのも、我々のモチベーション、特にフラットバンドの研究においては「強磁性がなぜ起こるのか？」という問い自体が不思議で難しい問題であることをいかに伝えるかということ自体（すなわち問いを発する前の段階）が非常に難しいと感じている。我々は強相関系の物性が「非線形な多体問題で普通には解けない」からこそ面白いと感じるわけであるが、そう感じるのは物理の専門

家だけであることをまず自己認識する必要があるようである。ただ、Dincă 研のポスドク・学生のうち物理に興味がある方々からは積極的な質問があり、実際に手を動かして実験をしている研究者と議論ができたのは非常に有意義であったと感じている。失敗もあったが、実験の研究者と議論することで、自分の研究を机上の理論のままにせず、いかに現実に実現するかという方向へとすこしずつ進めていけたらよいと感じている。

Dincă 研での発表の後、たまたまこの日は重力波を世界で最初に発見した

LIGO コラボレーションの Rainer Weiss 先生の講演を聞くことができた。物性物理とは直接の関係がないが、非常に貴重な機会に興味深く聞くことができた。夕食は副島君と東大の同期で MIT に進学した高木隆司君ととり、アメリカでの生活について有意義な話をすることができた。

26 日の Fu 研訪問

26 日も単独で MIT の Fu 研、そして、Fu 研の Sagar Vijay 氏の案内のもと MIT の condensed matter theory group を訪問した。途中から共同研究者の副島君とも合流し副島君と自分の二人で Liang Fu 先生と自分の研究成果”First-Principles Design of a Half-Filled Flat Band of the Kagome Lattice in Two-Dimensional Metal-Organic Frameworks”について議論することができた。Liang Fu 先生はトポロジカル絶縁体・トポロジカル結晶絶縁体の理論研究などで非常に有名であるが、自分の発見した物質でもトポロジカルな性質が予言されるため、Fu 先生にとっても興味を持っていただくことができたと感じている。それだけでなく、この機会に Kimchi 氏や Vijay 氏、磯部氏ら（他にもたくさんの研究者と話すことができたが）とのコネクションを新たに得たことが自分としての最大の収穫であり、ここで得た人脈をこれからの自分の研究に生かしていきたいと思う。

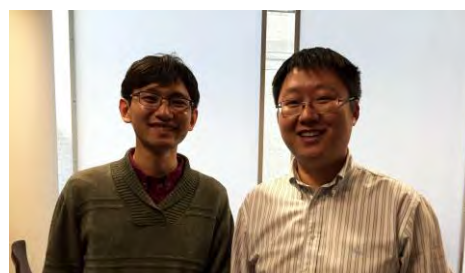


図 4 筆者（左）と Fu 先生（右）
（撮影：副島智大）

謝辞

まず、このような貴重な機会と弾丸出張を認めていただいた MERIT 事務局と市川先生に多大な感謝を申し上げます。同行していただいた岡本先生・山地先生にもご迷惑をおかけした場面もあると思いますが、様々な面でサポートしていただき感謝いたします。案内していただいたスタンフォード大の Hwang 研・Bao 研・Shen 研の方々の他、Shen 研での日程を組んでくれた橋本君に感謝します。また、Dincă 先生・副島君にはお忙しい中ディスカッションと研究室セミナーの両方をセッティングしていただき、とてもありがたかったです。今回 Fu 先生を紹介していただいた指導教官の押川先生、そして、MIT を案内していただいた Vijay 氏にも感謝いたします。最後に、MERIT 海外研修の様々な企画をほぼ一人で担ってくれたリーダーのミシェンコ君に感謝いたします。

MERIT 海外研修報告書

理学系研究科 化学専攻 修士一年

無機化学(西原)研究室

和田 慶祐

本研修では MERIT コース生全体でのスタンフォード大学におけるキャンパスツアーに加え、スタンフォード大学、カリフォルニア大学バークレー校の研究室等を個別に訪問する機会を与えていただきましたので、ここにご報告いたします。

2/23 キャンパスツアー@スタンフォード大学

このキャンパスツアーでは、大学内の名所やいくつかの学部の研究施設を案内していただきました。スタンフォード大学のキャンパスの敷地は日本の大学とは比較にならないほど広く、バスや自転車等を利用しないと移動すらも困難で驚かされました。建物は全て外装が統一されており、大学自体が有名な観光名所となっているのも納得の景観でした。

キャンパスのいくつかの名所を案内していただいた後に Applied Physics や Chemical Engineering 等が利用している研究施設を見せていただいたのですが、ここで衝撃的だったのは、様々な最先端の、そしておそらく相当高価な装置や設備がずらりと並んでいたことです。これらは基本的に大学所有の共用の設備だそうで、個々の研究室が各々に購入するより予算的に効率化するという意味合いがあります。また、各設備のメンテナンスも専門の技術者が行い、学生がそういったことに時間をとられる必要がありません。このような、効率といった点においては日本の大学も大いに学ぶ余地がある部分なのではないかと感じました。

この日は見学後にスタンフォード大学の学生との交流会を設けていただき、研究やそれ以外での幅広いトピックに関して話すことができ、大いに盛り上がりました。



The Oval and Main Quad at Stanford University

2/24 キャンパス見学@スタンフォード大学

この日は前日に周ることのできなかった構内を見学した他、Entrepreneurial Thought Leaders (ETL) といった、毎回異なる会社の CEO による講演会の一つに参加しました。私たちの研究といった分野からはやや離れたものでしたが、講演をしてくださった方の経験談やそこから生まれてきた教訓等について興味深いお話を聞くことができました。

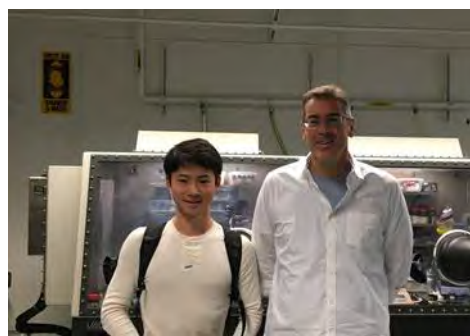
2/25 Christopher Chidsey group 訪問@スタンフォード大学

Chidsey 先生はこれまで電気化学の分野において素晴らしい研究をされてきた先生であり、私の研究分野にもかなり近いことから、今回の研修では是非ともお会いしたい先生の一人でした。訪問した際には 2 時間以上にわたって親身にディスカッションしていただきました。驚かされたのはその知識量で、私の研究テーマについて、問題点の指摘からその解決方法に至るまで丁寧に教えてくださいました。また、Chidsey 先生のグルー

プの研究テーマについてもご説明いただき、さらには先生の思い描く、ベストな触媒を設計する将来的なシステムについても話してくださいました。このシステムというのが、ロボティクスや計算化学(具体的に DFT など)を組み合わせ、人の手を使わずに自動的に最適な触媒のデザインを設計するといったもので、実現できれば夢のような技術であると言えます。この夢のようなシステムは次世代の科学者に是非とも実現してほしいということでしたので、私も科学者の一人として心の片隅で考え続けていきたいと思います。

2/26 Jeffrey Long group 訪問@カリフォルニア大学バークレー校

Long 先生は MOF の第一人者の先生で、私の研究グループも 2 次元の MOF を扱っていることから強い興味があり、お話を聞かせていただきました。この研究グループでは近年革新的な性質を持つ MOF の開発に成功しており、ガス分離や貯蔵のための材料として大きな期待が持たれています。実際にお話を伺ってみると、想像以上に実用化をしっかりと見据えており、様々な工場やエネルギー施設などにおいて MOF が広く使われる日も近いのではないかなと思うほどでした。教授から研究の概要をご説明いただき、いくつかの質問にお答えしていただいた後は、学生のひとりに研究室を案内していただきました。そこは流石にガス分離の最先端を行っているグループというだけあって、ガス吸着に関する設備がかなり充実していました。その他の研究内容としてはバッテリーの電極材料としての MOF の研究もされており、私自身そこに強い興味を持っていることから、担当の学生に詳しい話を聞くことも出来ました。



With Prof. Jeffrey Long

まとめ

今回の研修は個人的に初めて海外の大学や研究グループを訪れたということもあり、全てが新鮮で実りのある 1 週間を送ることが出来ました。訪問した全ての研究グループに共通していたのは、研究内容的にも人間関係的にもオープンであるということでした。このような開放的な精神がグループや分野を越えて物事を俯瞰する目を養い、アメリカならではの革新を生み続けているのではないかと私は感じました。したがって、MERIT プログラムの目的を達成するためにも、まず、オープンな心でいることを常に心がけていきたいと思います。

謝辞

最後になりますが、今回の海外研修を企画してくださった先生方、特に引率してくださった岡本先生と山地先生に心より感謝申し上げます。また、見学等を受け入れてくださったスタンフォード大学・カリフォルニア大学バークレー校の皆様に厚く御礼申し上げます。

MERIT 海外研修 2016 [Stanford]

Lippmaa group, ISSP
Jiyeon Lee

2/23@Stanford

公式スケジュールの初日、午前中にキャンパスを見回ってから三つの研究室を訪問した。Hwang 研究室は 2011 年まで東大新領域にあったし、Yi Cui 研究室や Zhenan Bao 研究室についても渡米前から話を聞いていてとても楽しみにしていた。期待が大きすぎたせいか、所属研究室と同じような装置が多くて少しがっかりした。特に LabView プログラムはリップマー先生が開発したものだ。驚いたのはヘリウムを回収せず、空気中に飛ばしていて、Hwang 研究室だけが独自のシステムを持っていたことだった。物性研の回収システムを紹介したら羨ましいと言われた。Yi Cui 研究室については、「恐ろしいペースで良い論文を出しているからどのように研究室が運営されているかを見学してみて」と聞いていて、「とにかく新しいものを見つける」をモットーにしているなどの話が非常に興味深かった。

午後からは学生のワークショップがあった。山地先生と学生代表が簡単に東大と MERIT プログラムについて紹介してから、グループに別れてスタンフォードの学生と歓談・討論を交わした。アメリカと日本のシステムの違いや、研究室の運営方式、一般科学議題について話し、特に Hwang 研究室の人とは滞在中もう一回会って話すことにした。アルファ碁の話で盛り上がり、AI や IoT 社会で研究者の役割をもう一度考え直すきっかけになった。



Hoover tower から見たスタンフォード

2/24@Stanford(SSRL, Shen lab, MIM , SLAC)

自由行動の初日、Dr. Yu の案内で SSRL を訪問し、ARPES, MBE など全部 in situ でできるようにした素敵な実験装置を見学した。そのあとキャンパスに移動して、Shen 研究室の施設と光学系や MIM(microwave impedance microscopy)などの装置をみた。

昼ごはんのあと、SLAC に戻り、西尾さんが取り組んでいた新しい PLD の部屋を見学した。PLD は当初 ARPES につなげる予定だったみたいだが、一旦中止していた。その部

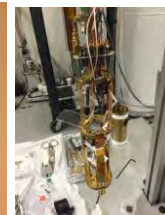
屋に出入りするためにはプロテクションを解除しなければいけなくて、eximer laser を使っている間には解除できないシステムになっていた。



SLAC entrance



Protection system



MIM

2/25@Berkeley(Ramesh lab, Hwang lab)

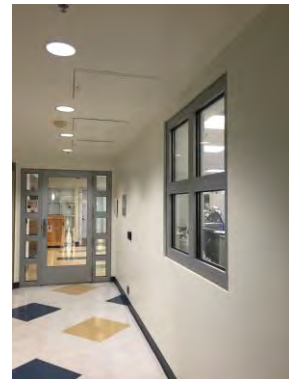
この日には U.C. Berkeley の R. Ramesh グループに訪問した。3つの excimer laser と 9つの PLD チャンバーを多数の学生・ポスドクの方が使っていた。レーザーヒーティングを使わない PLD を実際に見たのは初めてで、改めて、物性研では装置あたりユーザーの数が少なくて恵まれた環境であると感じた。学生とも話しする機会があつて、講義が日本より多いなど、Berkeley ライフについて聞くことができた。クリンルームだけの建物や放射光施設など、近くに素敵な実験装置あつて、自由に使えるところは羨ましいと思った。

夕方、スタンフォードに帰ってきたあとは、初日に約束した Hwang 研究室のポスドク・学生さんとあつて韓国・日本・アメリカの研究環境について話した。国だけではなく研究室ごとにも違いがあつて、同じく PLD を使っているとのことでとても楽しかった。

2/26@Stanford(Suzuki lab, Toshiba America)

最終日には再びスタンフォードの研究室を訪問した。Y. Suzuki 研究室は Berkeley から 2012 年にスタンフォードに移ってきて、規模が比較的小さかった。ただ、スタンフォードには誰でも使える共同利用に施設が優れていて、素晴らしい研究成果をあげていた。

午前中に見学が終わって、Hwang 研に一時利用という形で来ているサムソンの研究員の方と前日に話したポスドクの方で、学生宿舎の食堂で食事をしながら企業の研究員とアカデミア、アメリカのシステムについて話した。彼らは私に、日本で学位をとってからアメリカに一度は絶対に来るべきだと強くオススメして、再び訪問したかった。



共同利用施設

午後には東芝アメリカの佐藤泰介さんとスタンフォードのカフェで話した。佐藤さんは日本とアメリカ両方で働いた経験があり、その雰囲気や work-life balance の違いを聞くことができた。

全体を通して、

アメリカは流れ溢れている人材、資金、情報が集まる場所で、非常に優れた研究施設・成果をもっていた。卒業後や MERIT の長期派遣を上手く活用して、アメリカにまた来たいと思った。

また、物性研が持っている装置や施設も世界レベルであることを改めて感じた。日本に帰ってから速く実験したいというやる気をもらった。

謝辞

今回の海外研修は、多くの方々の支え・協力があって行かせていただいたものでした。自由行動の時に訪問を引き受けてくださった Ramesh 先生、ポスドクの Turcaud さん、西尾さん、東芝アメリカの佐藤さんに深く感謝申し上げます。また、初対面の私にたくさんの経験を聞かせてくださった Hwang 研究室の Kim さん、Yoon さん、Shur さん、ありがとうございました。最後に、MEIRT 事務局の皆様と引率の岡本先生、山地先生には大変お世話になりました。この場を借りて感謝申し上げます。

1 全体での見学について(2/23)

午前中は全員で **Stanford University** の各所を見学した。大学名の由来の説明を聞いたり、アメリカ大統領にもなった **Hoover** 氏の記念館である **Hoover Tower** に上ったりした。**Hoover Tower** からはその広大なキャンパスを一望できた。キャンパスが広すぎて、自転車やバスでないと移動に時間がかかった。

午後は 3 グループに分かれて化学専攻、物理専攻の研究設備を見学した。大きく印象に残っているのは建物の至る所にディスカッション用の小部屋やホワイトボードが設置されていたことと、ほとんどの講義室は廊下側の壁がガラス張りで、外から中の様子が良く見えることである。これは、手軽にアイデアを共有するための取り組みだと思う。また、やはり東大と比較すると資金が潤沢にあるためか、ポスドクや技官を多く雇っているようだった。共用の装置は技官によって管理され、メンテナンス、修理の際に迅速な対応ができるようになっていた。

見学の後は **Stanford** の学生とディスカッションを行った。彼らの経歴を聞いてみると、アメリカ以外で学位、博士号などをとっている学生が多かった。アメリカには優秀な人材が多くやってきて、彼らがすぐれた研究成果を挙げ研究予算を獲得する、するとまた優秀な人材がポストを求めてやってくる。このような好循環があるように感じた。博士やポスドクが厳しい雇用環境、社会的地位におかれている日本との大きな差を感じた。

2 個人での見学について(2/24-2/26)

2.1 各研究室を選んだ理由

Prof. Krill Kovnir group は現在私と同様、新規材料の探索を行っている。材料系は違うものの、新規材料の分析や性能評価には共通点も多い。今回は特に新規材料の分析方法について意見を伺うため、**Kovnir group** を見学することとした。

Prof. Susan M. Kauzlarich group は現在熱電変換材料の主流の一つである **Zintl** 化合物で高性能な熱電変換材料を発見し、また現在も大きな成果を挙げているグループである。その研究環境を実際に肌で感じるために見学することとした。

いずれのグループでも研究室の見学と学生とのディスカッション、教授に研究内容をプレゼンテーションし意見を伺った。

2.2 各研究室を訪問しての感想

2.2.1 **Prof. Kirill Kovnir group**

到着するとまず、ポスドクの方が設備の案内をしてくれた。私の研究室の

バックグラウンドは固体物理であり、Kovnir group は無機化学であるため実験設備は、特に物質合成において、違いがあるように感じた。測定機器に関しては私の研究室と同程度であったが、もともと Prof. Kovnir はドイツの Max Planck Institute で研究していたためか、ドイツやフランスの研究室との共同研究が盛んなようだった。次に廊下に張られているポスターの前で研究紹介をしてもらった。事前に大半の論文は読んでいたので、疑問に思っていた点について質問することができた。最後に居室に戻り、自分の研究内容について紹介した。詳しくはここでは述べないが、新たな知見を得ることができた。彼は親切にも二時間も私の見学に付き合ってくれた。

続いて Prof. Kovnir の居室で、自分の研究発表をした。ここでも新たな分析方法について意見をいただくことができた。

2.2.2 Prof. Kauzlarich group

2 日目はまず、このグループのメンバーの発表を聞くためにセミナーに参加した。このセミナーは授業の一環として Ph.D コース第三学年の学生が毎週二名発表する形式だった。発表を聞いた後は、院生に研究室の案内をしていただいた。本来この後教授にお会いして研究紹介をする予定だったが、教授が多忙(現在、Prof. Kauzlarich は専攻長を務めている)のため、翌日に延期となった。

3 日目は、研究室のミーティングに参加し、研究内容について教授と学生にプレゼンテーションをした。自分が今まで疑問に思うことなく前提としていた部分について鋭い質問をいただいて、大変参考になった。



UC Davis にて

3 全体を振り返って

Kauzlarich group の学生の方と

私の今回の海外研修の一番の目的は、海外の研究者と直接つながりを作ることであった。これは将来ライバルになりうる同じ分野の学生との差別化という意味で、非常に重要だと考える。私はこの目的に沿い、個別で訪問した研究室では実験設備の見学だけでなく、必ず自分と訪問先の研究のディスカッションを行った。訪問先の論文を読んだり、訪問前日にいきなりプレゼンテーションをすることを言い渡されたりと準備に多くの時間を割くこととなったが、自分の研究に貴重な意見をいただくことができた。

日本と比較するとアメリカは生活の文化の違いだけでなく、研究の文化も日本と大きく違うことを肌で感じる事ができた。この研究の文化の違いの根本には、多様性があると考えられる。多様性は、国籍や年齢はもちろんだが、研究のバックグラウンドに

も存在している．この様々なバックグラウンドを持つ研究者たちを生かすための工夫を，随所で目にすることができたのもおおきな収穫だった．

物質系専攻 修士一年 橋本嵩広

2/23 Stanford キャンパスツアー、Bao 研、Hwang 研、学生とのディスカッション

見学の初日は参加メンバー全員でのキャンパスツアーと二つの研究室の見学、学生とのディスカッションを行いました。キャンパスツアーで印象的だったのは、キャンパス内の建物の多くに大学に寄付をした人の名前が付いていたことで、寄付文化が根付いていることを感じました。集積回路で有名なムーアの法則の提唱者であるゴードン・ムーアの名前を見つけたときには驚きました。Bao 研と Hwang 研の見学では装置を見せてもらいながら丁寧に説明していただきました。学生とのディスカッションでは、将来の技術に対する展望が私のものとあまり離れていないことを感じました。

自由行動

三日間の自由行動の時間で、2/24 に Stanford University の Shen 研と放射光施設の Stanford Synchrotron Radiation Lightsource(SSRL)、2/25 に UC Berkeley の Lanzara 研と放射光施設の Advanced Light Source(ALS)、2/26 に Stanford University の Moler 研と Fisher 研を訪問しました。

・2/24, 25 Shen 研、SSRL、Lanzara 研、ALS

私の所属している辛研究室では、レーザーや放射光を用いた角度分解光電子分光(ARPES)を主な研究手法として用いています。今回の見学では Stanford University と UC Berkeley で同じ手法を用いている研究室と施設を訪問させていただきました。各装置の能力や工夫について、学生やスタッフと詳細な

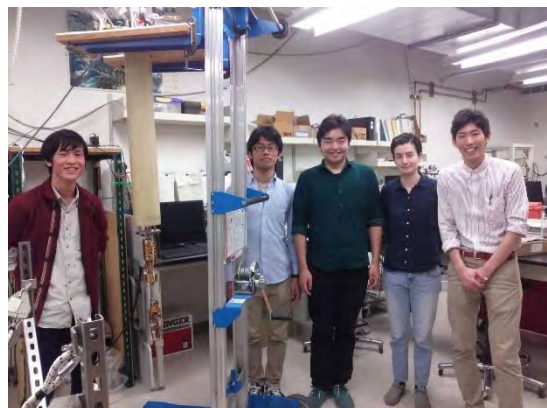


ALS の山上から見た Berkeley の街

情報交換をすることができました。Shen 研の高エネルギーの固体レーザーや、Lanzara 研の高効率のスピ分解光電子アナライザーを見ることができたのはとても刺激的でした。両方の放射光施設では複数の機能を取り付けた汎用性の高い大型装置が建設中であり、試料を大気中に出さずに真空中で全部まとめて測定する、というトレンドを直に感じる事ができました。Stanford University と UC Berkeley は放射光施設が大学のすぐそばにあるため、高分解能なレーザーと汎用性の高い放射光の使い分けが容易なのは強みです。また、装置は総じて大掛かりであり、資金力の高さに圧倒されました。他の研究室の強みを見た上で、自分の研究室では何ができるか、何が必要かを考えるためのよい刺激になりました。

・2/26 Moler 研、Fisher 研

Moler 研では世界でも珍しく、試料上での微小な磁場の位置依存性を調べることできる Scanning SQUID の装置を見せていただきました。FIsher 研ではピエゾ素子を用いた電気抵抗測定による、結晶の四回対称性の破れの起源を探る手法のセットアップを見せていただきました。ともに、新しい手法により観測できる物性の可能性について思いを馳せることができました。



Moler 研にて

謝辞

今回の海外研修を企画してくださった MERIT の担当者の方々には大変感謝しています。運営を担当してくださった市川先生、現地での引率をしてくださった岡本先生、山地先生には改めて感謝を申し上げます。そして、訪問先の Stanford University、UC Berkeley、SSRL、ALS のの方々にも心から感謝を申し上げます。

MERIT 海外研修報告書

新領域創成科学研究科 物質系専攻 修士 1 年
有馬・徳永研究室 藤間友理

MERIT 海外研修としてサンフランシスコに約 1 週間滞在し研究機関の見学や研究に関する議論などをおこなったので報告する。

【2/23 全体行動日】

参加者全員でスタンフォード大学を見学した後に、現地の学生やスタッフと懇親会を開き交流した。

【2/24 Shen 研究室 & SLAC 国立加速器研究所】

スタンフォード大学の Shen 研究室と SLAC 国立加速器研究所を訪問し、実験設備を紹介していただいた。Shen 研究室は光電子分光法を得意としている研究室であり、レーザーを光源とした実験室系の他に、SLAC にも光電子分光の実験系を所有している。私も加速器施設を使う機会が多いため SLAC を見学できたことは非常に貴重な体験であった。建造中であったが、光電子分光装置に薄膜作製装置を併置した完全な in situ 測定が可能な装置は特に壮観であった。また、Shen 研究室は Microwave Impedance Microscopy (MIM) と呼ばれる測定の装置も所有している。局所的なインピーダンスを測定することができる装置であり、パイロクロア格子における All-In-All-Out 構造のドメインウォールにおける電気伝導測定などが有名である。



図 1 SLAC の光電子分光装置

【2/25 Fisher 研究室】

スタンフォード大学の Fisher 研究室を訪問し、実験設備の紹介、実際の実験の見学、そしてポストドクの Jiun-Haw Chu 博士と私の研究に関する議論をおこなった。Fisher 研究室はバルク単結晶の育成と測定の両方を手がけている研究室である。単結晶育成は Flux 法やテトラアーク炉を用いた FZ 法などを用いているとのことであった。FZ 法は結晶育成中に目を離すことができないのでやりたくないという人が多かったことが印象的であった。測定は主に圧電素子を用いて歪みを導入した上で電気伝導測定をおこなっていた。議論に関しては、私の研究では構造相転移



図 2 Fisher 研究室での集合写真

に伴う双晶ドメインを揃えることが重要であるが、**Fisher** 研究室でも試料や現象は異なるものの双晶ドメインを揃えた測定をおこなっていた。そこで、実際に使用しているツールもを見せてもらうことができたため非常に有意義な議論であった。

【2/26 Moler 研究室】

スタンフォード大学の **Moler** 研究室を訪問し、実験設備を紹介していただいた。**Moler** 研究室は **Scanning SQUID** と呼ばれる局所的な磁束測定装置の開発をおこなっている研究室である。精密な走査を実現するために、試料を天地逆さまに貼り付けて探針となる **SQUID** 素子を圧電素子で動かすというのが興味深かった。空間分解能は 100 nm オーダーとのことであった。現在は市販化を視野に入れて開発しているとのことで、あまり馴染みのない装置開発の現場を見学することができた。

【全体を通して感じたこと】

世界中からさまざまな人々が集まっていて非常に刺激的な研究環境であると思った。しかし、英語でのコミュニケーション能力の不足からあまり積極的にコミュニケーションをとることができなかったことが悔やまれる。今後はより長期の海外留学をしたいと感じたので、英語でのコミュニケーション能力を磨いていこうと思う。

【謝辞】

今回の海外研修のために尽力してくださった **MERIT** プログラムのスタッフの皆さんに感謝いたします。特に、引率の岡本先生、山地先生に厚く御礼申し上げます。また、訪問を快諾してくださった **Shen** 先生、**Fisher** 先生、**Moler** 先生ならびに各研究室のメンバーの方々に感謝いたします。

Stanford Merit 海外研修レポート

物質系専攻 修士1年 細井 優

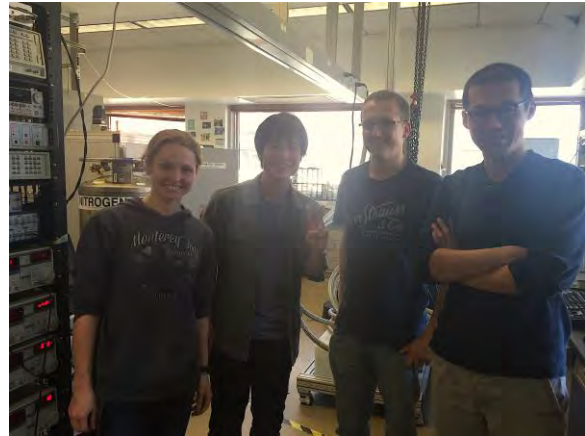
Stanford 大学の訪問は 5 日間という短い期間ながら非常に刺激的であり今後の大学院における研究活動が続ける上で大きなモチベーションとなった。2/23 の研究室ツアーでは Stanford 大学の充実した研究設備に圧倒され、現地学生との交流は自身の英語力の欠如を痛感しながらも多くを学ぶことができた。2/24~2/26 の自由行動期間は当初の予定では Ivan Fisher 教授の研究室を 3 日間訪問する予定だったが、予定していた実験が 2 日間で終わったため最終日は急遽、Moler グループを訪問した。本レポートではこの両者の研究室における訪問内容について詳細に報告する。

2/24, 25 @Fisher Group

2/24 の朝 9:30 に Fisher 教授と対面し 1 時間ほど研究内容についてディスカッションさせていただいた。もともと私自身の研究が Fisher グループにおいて開発された弾性抵抗測定を行っているためこちらの訪問先を選択したのだが、非常に有意義な意見交換を行うことができた。鉄系超伝導体における弾性抵抗測定はネマティック感受率を実験的に直接評価できる手法であり非常に強力な手法でありながら、現状日本でこの測定を行っているのは私だけであり感受率の議論を行えるのは非常に貴重な体験であった。お互いのプレリミナリーな測定結果を議論し、こちらのデータに非常に興味を持っていただき、“I love it”という言葉を繰り返し頂くほど非常に気に入っていただいた。また感受率の理論的な解釈について直接意見を伺うこと等ができ自身の知見を深めることができた。

Fisher 教授とのディスカッションの後、実際に研究室を案内させていただくとともに実際の感受率測定を 2 日間に渡って立ち会わせていただいた。感受率測定は現在ポスドクの J.H. Chu 氏が開発したものであり、実験及び解析のテクニックで私が抱えていた様々な疑問について丁寧に議論させていただいた。また、感受率測定は Fisher グループにおいて盛んに測定されており、Chu 氏のほかに主に J. Palmstrom さんと E. Rosenberg さんが測定する様子を見学させていただいた。私が同じ実験をしているため競合相手として歓迎されないのではないかという不安を持っていたが、実際会ってみると研究室のメンバーは実験テクニックを教えるのに非常に積極的で大いに勉強させてもらった。他の研究室のメンバーもまた自身の研究を積極的に紹介してくれ非常にオープンな研究

室であるように感じた。一方で測定にはトラブルがつきものであり今回の訪問中にもいくつか発生したのだが、基本的にはトラブルシューティングは自己解決が求められており、それを通じて学生がスキルを身につけていくように感じた。訪問を通じて学ぶことも大いにあったが、一方で自身の測定にも自信を持つこともできた。



Fisher グループでの記念写真

2/26 @Moler Group

Fisher グループでの実験及びディスカッションが当初の予定より早く二日で済んだため、前述の通り Moler グループに訪問させていただいた。この研究室は走査型 SQUID 顕微鏡の開発を行っている。走査型 SQUID 顕微鏡は局所磁場を観測することができる鋭敏なプローブであり、物性研究において極めて重要な意味を持っている。訪問では大学院生の Hilary さんや Chris さんが装置の詳細を説明してくださった。こちらのグループでは測定性能の向上を重きにしているため、技術的な話が多く難しいと感じつつも同時に新鮮に感じた。SQUID とは全く異なるが、新規のプローブ開発をしたいと考えている私にとって創作意欲が非常に刺激された。

総括

日本とは全くスケールもスタイルも異なるアメリカの研究室を直で見ることができ、自身の視野を大きく広げることができたと感じる。特に前々から訪問したいと考えていた研究室の方々と実験やディスカッションを通じて今後の研究に必要な実践的なスキルを学ぶことができた。

謝辞

海外研修の一環として Stanford 大学訪問という貴重な機会を準備してくださった MERIT のスタッフの方々にこの場をお借りして感謝申し上げます。また、訪問を快く受託してくださった Fisher グループ及び Moler グループのすべての関係者の方々にも感謝申し上げます。

物質系専攻 有馬・徳永研究室 47-156046 前島夏奈

海外研修中、わたしはカバンの置き引きに遭い、それに伴って病院を受診した。この経験は今後海外に出かける後輩にも役立つと思うので、多めに紙面を割いた。

自主行動では、Stanford の Moler lab, UC Barkley の Siddiqi lab, Long lab を訪問した。

以下日ごとに報告する。

3/22 移動日

初めての長距離フライトは、ほとんど眠れず、とても疲れた。マスク、耳栓、ネックピローは役立った。足がむくんで辛かったので、足を上げる折りたたみの椅子などがあると楽かもしれないと思う。

[カバンの置き引きに遭う]

サンフランシスコ国際空港から Palo Alto にあるホテルに移動する途中、電車のプラットフォームでカバンの置き引きにあった。電車に乗った後にカバンがないことに気がついた。岡本先生とリーダーのミシェンコくんと共に、すぐにタクシーで引き返したが、カバンはなかった。タクシーの運転手さんがすぐに警察に連れて行ってくれた。海外保険の補償を受けるためにも、警察に報告することが必要である。現地警察では、オンラインで報告する仕組みになっていた。

タクシーの運転手さんは、落ち込んでいるわたしを励まそうと面白い話をしてくれ、最後はハグしてくれた。カバンがなくなったことはとても悲しかったが、現地の人に親切にしてもらえて暖かい気持ちになった。

[Stanford 大の emergency にかかる]

カバンの中には薬が入っており、研修期間中も服用が必要であったため、Bao lab のポスドクの黒澤さんの案内で、Stanford 大の emergency にかかった。診察はスムーズで短時間であったが、会計処理に時間がかかった。予想通り、薬の処方だけで 8 万円近くと、医療費は高額であった。その後、薬の処方箋を持って、薬局に行った。薬はまとめてプラスチックのケースに入っており、サプリメントのように見える。薬価は日本よりも高かった。

[海外保険の活用]

海外保険の加入が義務付けられていたため、わたしは AIU 海外保険に加入していた。帰国前に保険会社に電話をし、必要書類を確認した。警察への報告など、現地でなければ手に入らない書類があるといけなかったからである。帰国後、書類を送付し、現在手続き中である。

補償の対象になるのは、領収書や保証書があるものに限られている。わたしは、パソコンや iPad をネット経由で購入したため、領収書が得られた。高額な電子機器は領収書や保証書を保管しておいた

ほうがいいかもしれない。

また、旅行前に通院していた病気の補償はされないとのことであった。つまり、病院と薬の補償はされない。このように、保険は適応範囲が決まっているので、事前に補償内容を確認しておくといいだろう。契約内容の冊子は、スーツケースに入れていて、内容を確認できたので助かった。

[盗難や紛失への備え]

カバンを失って、大変な思いをしたが、事前の備えのおかげで助かったこともあった。

まず、わたしは自分の飲んでる薬の一般名（販売名ではなく）を知っていたので、病院でもスムーズに処方してもらうことができた。病気で通院中の人は、病気の英語名や薬の一般名を控えておくといいだろう。

また、パソコンや iPad のデータはすべてバックアップをとっていた。さらに、研修の日程や宿泊先の情報、海外保険の保険番号もクラウド上のメモに記録していたため、スマートフォンから必要な情報を見ることができた。

そして、財布、携帯、パスポート、Wi-Fi、カメラは身につけていた。スリやひったくりに備えて、最低限の貴重品はポシェットやウエストポーチに入れて身につけておくといいと思う。

荷物をなくさないためには、目を離さないことはもちろん、荷物を少なく軽くすることが大事だと思った。長距離フライトで疲れていて注意力散漫になっていたのに、カバンをおろしてしまったのがよくなかった。加えて、キャリーバッグとカバン、荷物が二つあったのもよくなかった。今後はできるだけ荷物を少なくして、リュック一つで旅行するようにしたいと考えている。

3/23 Stanford 見学、学生との交流

初夏のような陽気、素晴らしい青空のもと、Bao lab の黒澤さんに広大なキャンパスを案内していただいた。建物はベージュの壁とえんじ色の屋根で統一されており、大学全体が一つの町のようであった。



[Cui lab]

建物の共有の実験設備を見せていただいた。装置は一定の金額を払えば自由に使うことができるとのこと、Stanford の財力とマネジメント力に感心した。微細加工用のクリーンルームが複数あり、各部屋はカメラでモニターされていた。

(写真1) Stanford 大



[Hwang lab]

薄膜作成用のチャンバーや希釈冷凍機を見せていただいた。東大からもってきた装置がいくつかあった (シールが貼ってあった)。船で輸送したそうだが、いくらかかったのだろうか？

[Bao lab]

ドラフトや試薬など、実験室が非常に整頓されており感心した。普通、化学系の実験室はもっとごちゃごちゃしている。事故やサンプルの汚染を防ぐためにも、片付けすることが必要なので、研究室として片付けを徹底しているの
(写真2) クリーンルームモニターの様子
だろうと思う。

[学生交流会]

幾つかのグループに分かれて研究の話をした。わたしのグループでは香港と韓国の学生さんと交流した。パソコンも書類もなかったために、十分に自分の研究説明ができなかったのが悔やまれる。Stanford にはベンチャー志向が強い人が多くて少し焦る、と学生さんが言っていて、たくさんの起業家を輩出してきた Stanford ならではの悩みだなと思った。



(写真3) グループの学生さんたち

3/24 Stanford Moler lab 訪問

Moler 先生は不在であったため、学生の Aaron Rosenberg さんに案内してもらった。

Moler lab は走査型 SQUID 磁束計の開発と、装置を使った測定を行っている研究室である。SQUID 素子を使うために、低温にする必要があるため、希釈冷凍機が3~4台あった。

Aaron さんはスピントロニクスデバイスの研究をしておられる



ので、今回は測定しているところを見せていただいた。デバイス上の磁気双極子をイメージングすることができ、スピンの反転を見ることができる。わたしはこの磁気イメージングに興味がある。磁気構造や磁気双極子を可視化する装置・技術の開発は、将来やってみたい研究の一つなのだ。そのため Aaron さんのお話は非常に興味深くわくわくさせられるものであった。

わたしの研究も磁性体なので、Aaron さんもわたしの研究に興味をもってくださったのだが、英語力不足と資料がないことで、十分に説明できずに申し訳なかった。それにもかかわらず、「いつかサンプルを持って測定しにおいで」と言ってくださった。今後自分の研究をしっかりと進め、英語も勉強して、3 ヶ月海外長期研修でいけたらいいなと考えている。

(写真5) 走査型 SQUID 磁束計



3/25 UC Berkley Siddiqi lab 訪問

量子情報は流行っている分野で、興味があったので訪問した。

Siddiqi 先生は不在であったため、Dr. James Colless, Dr. Emmanuel Flurin, Dr. Machiel Block, Mr. Andrew Eddins にお世話になった。まず James さんから lab の研究の全体像を、その後 Andrew さんにご自分の研究について、また Emmanuel さん、Machiel さんからはホワイトボードを使って量子情報について説明していただいた。

超電導素子を使うため、希釈冷凍機が2~3台あった。

(写真6) 希釈冷凍機

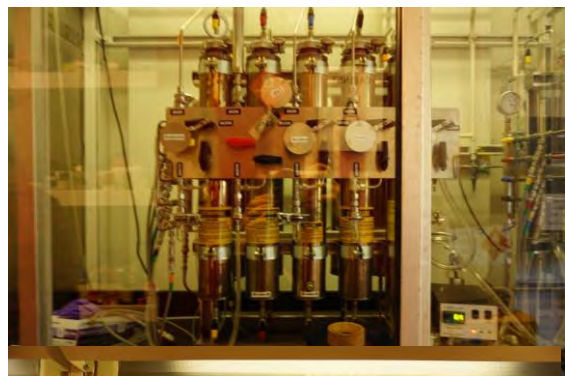
量子情報は今の研究とはほとんど関係がないので、正直説明はわからないところも多かった。しかしきょんとしているわたしにも、研究室のみなさんは根気よく説明してくださった。おかげでこの分野のことが少し理解できたし、より一層興味が持てるようになった。

3/26 UC Berkley Long lab 訪問

Long lab は磁性、伝導性、ガス吸着性などの機能をもった分子についての研究をしている研究室であり、わたしが学部ของときに所属していた研究室に非常によく似ている。

まず、Long 先生と20分ほどお話をした。わたしは学部的时候に分子磁性体の研究をしていたので、その内容についてお話しした後、研究室の研究内容について説明していただいた。

現在は分子磁性体よりも多孔性分子 (Metal-Organic



(写真7) ガス吸着測定装置



(写真8) グローブボックス

Framework: MOF)の研究に力を入れているとのことであった。わたしの興味に合わせて、Long 先生は主に分子磁性体の研究についてお話しくくださった。お話の中でも、多座配位ではなく、二座配位の錯体の研究が非常に面白かった。日本の錯体化学会では類似の研究は見たことがないように思う(わたしが知らないだけかもしれない)。また、圧力下で FeN_2 なる分子を合成しようとしていて、それも面白いと思った。

その後学生さんに研究室を案内していただいたのだが、設備が充実していて圧倒された。

まず、MOF のガス吸着性能を測定するための装置が 5 台ほどあり、本気で MOF に注力しているのだと感じた。また、IR, UV, TG, MS などの基礎測定装置はもちろん、多数のグローブボックス(10 台近く)、SQUID 磁束計、鉄系磁性体のためのメスバウアー測定装置もあった。以前の研究室も研究費は潤沢なほうであり、装置を多数所持していたのだが、それと比較しても Long lab の設備は素晴らしかった。かけるべきところに集中してお金を使っていると感じられ、そのマネジメント力に感心した。



(写真 9)メスバウアー測定装置

装置を見た後は、磁性分子の研究をしている Lucy Darago さんに研究を聞かせていただいた。やはり、潤沢な設備を生かして隅々まで測定がされていた。また、Lucy さんによると、キャンパス内に放射光設備があって、すぐに放射光単結晶 X 線解析ができるとのことであった。

以前の研究室と非常に似ていたこともあって、Long 研のすごさをより一層感じられた。世界トップレベルはこういうところなのだ。これまで、このような研究室と競争してきたわけだが、競争相手を意識して研究したことはあまりなかった。今回訪問してみて、非常に刺激を受けた。

全体を通して

まず、一緒に行った同期ととても仲良くなれたことが嬉しかった。コロキウムの際は研究の話ばかりで、終わったらすぐに帰ってしまっていたので、あまり親しくはなかった。今回何人かとゆっくり話ができて、仲良くなれてよかった。

また、訪問先の研究室とつながりができたことも嬉しい。訪問先の研究室の人には非常に親切にいただいた。たどたどしい英語でも根気よく聞いてくださったし、別れ際には必ず、「何かわからないことがあったら連絡してね」と言ってくださった。本当に有難く思う。将来何らかの形で研究協力ができたらいいなと思っている。

今回、今やっている研究と似たようなことをしている研究室は探せなかったが、以前の研究室の競

争相手である Long 研を訪問してみて、非常に刺激を受けた。今の研究についても、競争相手の論文を読むことはもちろんだが、実際に研究室を訪問してみると、研究方法や設備の違いがわかって、自分の研究の進め方にもよい影響があるのではないかと思った。

最後に、MERIT 事務局様、引率して下さった岡本先生、山地先生、病院に連れて行って下さった Bao 研の黒澤さん、訪問先の研究室のみなさまに心より御礼申し上げます。

MERIT 海外研修報告書

新領域・物質系 修士1年 松浦 康平

海外研修にあたり、引率してくださった岡本先生、山地先生、飛行機、ホテル等の手配をしてくださった MERIT 事務局の方々、訪問を快く受け入れてくださった研究室のスタッフ、学生の方々にこの場を借りてお礼申し上げたいと思います。本研修では自由行動の三日間は、研究室へのアポイントをとり、自ら活動を計画し、実際に遂行することが重要でした。私は下記に示すように研究内容が大きく関わっている二つの研究室のスタッフと学生と触れ合うことができ、Stanford 大学の学生が自分の研究に誇りを持ち、研究している姿を見ることができました。また、実験の専門的なノウハウの共有もすることができたので、非常に有意義な活動ができたのではないかと思います。しかし、研究に関する会話は情報量が多く、理解することに苦戦することがあったので、今後、難なく情報交換ができるように訓練していきたいと思っております。以下に自由行動での活動報告を記していきたいと思っております。

2/24, 2/25: Ian Fisher Group への訪問

この研究室は弾性抵抗測定のパイオニアであり、この物理量は近年鉄系超伝導体などで観測されている電子ネマティック相の研究に重要な情報を含むものです。私の所属する研究室でも、同様の測定をしており、理論的な側面に関する意見交換と実験のノウハウの共有が今回の目的でした。私と細井君が訪問しましたが、はじめに Prof. Fisher が歓迎してくださり、私たちが行っている研究内容について情報を交換しました。Prof. Fisher の

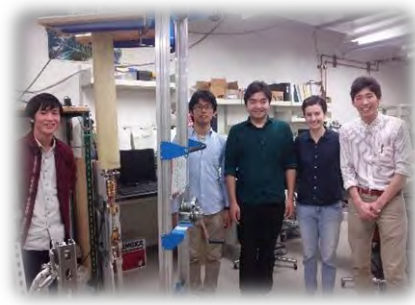


Fisher Group の方々と

現時点での意見を下さり、大変参考になりました。続いて、Dr. Chu のもと、実際の弾性抵抗測定のプロシーチャーを1サイクルすべて見学し、その都度私たちの研究室での手法と共通点と相違点についてノウハウの共有を行いました。弾性抵抗測定の仕方について、以前、私がその可能性を考えて、先行研究を調査し、今後検証していこうと考えていた手法をまさに行っていました。私は、この手法に関してどのように解析をするのかについて頭を悩ましておりました。Dr. Chu はこの解析手法に関しても教えてくださり、大変勉強になりました。また、他にも弾性抵抗を測定するデバイスも見せていただきました。これらを応用して、新たな測定手法を模索していきたいと考えております。

2/26: Moler Group への訪問

この研究室は Scanning SQUID という局所磁化観測装置のパイオニアであり、実空間観測が重要な意味を持っている近年の潮流から私は非常に興味をもっております。今回はこの装置のノウハウを学ぶことを目標としてアポイントを取りました。Moler Group はより高精度な、そして、ユーザーインターフェイスを高めるための



Moler Group にて

開発を行っておりました。研究室訪問に際には、実際に測定装置の様子を拝見させていただき、また実際に局所磁場を測定しているところを拝見させていただきました。**Scanning SQUID** で用いられている技術は精密測定で用いられる重要なものが非常に多いので、研究室を見学して学んだことを自分の測定技術の中に取り入れることができればよいと思いました。

2 月 23 日 Stanford University での全体研修

初日の全体研修ではキャンパスツアー、研究室ツアーおよびグループディスカッションを行なった。懇親会では博士課程の院生や研究員の方々とお話することができ、Stanford で研究するに至った経緯など、興味深いお話を聞くことができた。

2 月 24 日 Bokor 研究室訪問(UC Berkeley)

自由研修一日目は Berkeley の Jeffrey Bokor 先生を訪ねた。Bokor 研究室ではスピントロニクス関連現象の光学的観測に注力している。今回の訪問では光学測定用の装置や試料作製室を見せていただいた。一部の実験室は同大学の Ramesh 研究室、Salahuddin 研究室と共同で運用しており、共同研究成果も多く発表されている。こうした研究室間の垣根の低さは本研修を通して強く印象に残った。

2 月 25 日 Liu 研究室訪問(UC Davis)

自由研修二日目は少し遠くまで足をのばし、Davis の Kai Liu 先生を訪ねた。訪問した日には Liu 先生の大学院生向けの講義があったため、お願いして出席させていただいた。教室内にはバラバラな形、サイズの机がいくつか置いてあり、日本の講義室とは雰囲気が大きく異なっていた。ただ、講義自体は日本のそれと大きな違いはなく、講師がプレゼンテーションを用いて説明をし、時々学生が質問するという形式であった。この日の講義は座学であったが、回によっては装置を使った実習や学生によるプレゼンテーションなど、バラエティに富んだ内容が用意されているらしい。大学院入学以降は自分の研究にかかわらない装置に触れる機会がほぼなくなってしまったので、こうした形式の少人数講義がとりやすいのはうらやましく感じた。

講義の後で昼食に誘っていただき、2 時間ほど一対一でお話する機会を得た。Liu 先生の研究室での近年の研究成果である、ナノ構造中での Skyrmion 形成や薄膜界面でのイオン移動について説明していただき、また私の研究内容についても有意義なアドバイスを多くいただいた。

2 月 26 日 Suzuki 研究室訪問(Stanford)

最終日は Stanford に戻り、Yuri Suzuki 先生を訪問した。Suzuki 先生は磁性酸化物薄膜の研究を行なっている。研究室内の装置等を見学させていただき、その後ディスカッションの時間をとっていただいた。基本的な質問にも丁寧に答えていただき、他分野への興味が刺激された。

総括

国外に出るのはこれが初めてだったのだが、何をするにも英語力の不足を痛感させられた。お会いした方々が親切だったおかげでどうにかコミュニケーションがとれていたが、より高い密度での交流ができるよう努力していきたい。短い期間ではあったが海外で活躍する研究者の方々と話す機会が多く得られ、充実した研修であった。

謝辞

本海外研修に参加する機会を与えてくださった MERIT 担当者の皆様に感謝申し上げます。特に、本研修を取りまとめてくださった市川先生、現地での引率をしてくださった山地先生、岡本先生に深くお礼申し上げます。貴重な体験をさせていただきありがとうございました。