

第三回 MERIT 海外研修報告書



2015 年 2 月 23 日～2015 年 3 月 1 日
アメリカ マサチューセッツ工科大学



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		4
スケジュール		5
個人報告書		
工学系研究科		
物理工学専攻	杉田 悠介	6
	濱本 敬大	8
	増田 英俊	12
マテリアル工学専攻	小野田 実真	15
	佐竹 皓宇	17
	吉永 直人	19
	Hwang Jaekyun	21
応用化学専攻	足立 精宏	24
	徳納 吉秀	27
化学システム工学専攻	兼古 寛之	31
化学生命工学専攻	佐野 航季	35
	中屋敷 量貴	38
	中山 真成	41
	矢野 慧一	43

理学系研究科

物理学専攻	谷田 桜子	46
	中山 健	48
化学専攻	小澤 直也	50
	沓澤 大	52
	林 峻	54
	平田 圭祐	56

新領域創成科学研究科

物質系専攻	岸 柁之	59
	鷺見 浩樹	63
	瀧澤 誓	65
	森本 剛史	69

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 2015 年 2 月 23 日 (月) から 2015 年 3 月 1 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」「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 24 名の学生がアメリカのマサチューセッツ工科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 24 日は MERIT 海外研修参加者全員でアメリカ・ボストンのマサチューセッツ工科大学を訪問しました。午前中は学内を見学し、午後は Department of Materials Science and Engineering の Lionel C. Kimerling 教授の研究室を訪問しました。2 月 25 日から 2 月 27 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。そ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と思います。

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をはじめとする先生方、引率を担当してくださった百瀬健先生、中野匡規先生、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。

(第三回 MERIT 海外研修参加者一同)

スケジュール

2月23日（月）

11:00 成田国際空港出発

13:36 Boston Logan 国際空港到着

2月24日（火）

9:50 マサチューセッツ工科大学到着

10:00～11:30 キャンパスツアー

13:30～16:30 Kimerling 教授の研究室見学

16:30～18:00 Kimerling 研究室の学生との交流会

2月25日（水）

各自自由行動（研究室・研究施設訪問）

2月26日（木）

各自自由行動（研究室・研究施設訪問）

2月27日（金）

各自自由行動（研究室・研究施設訪問）

2月28日（土）

9:03 Boston Logan 国際空港出発

3月1日（日）

20:35 成田国際空港到着

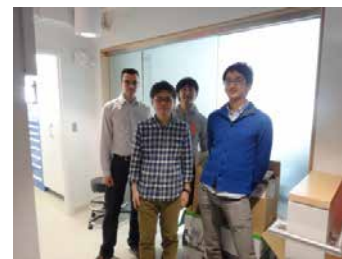
MERIT 海外研修に参加して、1 週間ほど Boston に滞在し、研究機関を訪問させていただきました。特に 2/25-27 の自由行動期間中には、自分の専門分野あるいは興味ある分野の研究室（物性理論、物性実験、冷却原子実験）が訪問できたので、とても有意義な時間を過ごすことができました。この報告書では 3 日間の見学内容を振り返りたいと思います。



Vijay さんと

まず 25 日に MIT の Liang Fu 准教授のグループを訪問させていただきました。グループのメンバーである Vijay さんに案内していただき、他のメンバーも交えて研究内容を簡単に紹介し合いました。メンバーの方々は、トポロジカルな系におけるエンタングルメントスペクトルの解析から現実の物質に対するトポロジカルな現象の予想まで、「トポロジカルな物性」という共通点を持ちながら各々興味のあることに取り組んでおりました。

次に 26 日には Harvard 大学の Hoffman 研を訪問させていただきました。ここでは主に走査型トンネル顕微鏡 (STM) と原子間力顕微鏡を用いた物性探索が行われており、それらの設備を紹介してもらいました。STM は分子線エピタキシー装置につなげて設置しており、作成した試料の表面を純良に保ったまま実験する工夫がなされていました。実験の内容に関しましては、STM を用いてトポロジカル絶縁体の表面状態を観測する話とスピン偏極 STM によって表面磁気構造を調べる話を聞くことができました。（スカーミオンの磁気構造は空間周期が大きすぎて STM で見るには適していないという話が面白かったです。）



余談ですが、この日に Harvard 大学の Ph. D. コースに在籍している田中秀宣君のもとを訪ねて、アメリカの学生事情等、色々な話を聞くことができました。特に興味深かった話は、アメリカには学問における開拓精神に溢れた学生が多いという話でした。（例えば、日本よりも非平衡物理学や量子生物物理学が盛んだそうです。）

最後、27 日には同じく Harvard 大学の Greiner 研を訪問させていただきました。ここでは冷却原子気体を用いて、量子現象のシミュレーションを行っています。設備を Preiss さんに案内していただいた後、最近行った研究について

で紹介していただきました。興味深かったのは、**Bloch** 振動等の量子論的なダイナミクスが冷却原子気体を用いて再現、観測できることです。また冷却原子実験における最近の流行について聞いてみたところ、磁場やスピン軌道相互作用によって誘起される物性現象を、冷却原子系で再現する試みが盛んだということでした。

海外の研究機関を訪問して議論できたことで、語学力不足は痛感したものの、海外における研究活動の第一歩が踏み出せました。今後、**MERIT** エラントリー等を利用して積極的に海外での研究活動に挑戦していきたいと思います。最後になりましたが、このような貴重な機会を与えていただいた **MERIT** 関係者各位にこの場をお借りして御礼申し上げます。

MERIT 海外研修報告書

工学系研究科 物理工学専攻 修士一年

濱本 敬大

【2/24 Kimerling Lab. 訪問】

参加者全員で MIT の Kimerling 研究室を訪問した。Ge 結晶を用いた発光素子や、結晶育成、光学測定用の様々な装置を見学させていただいた。専門に近い分野だったこともあって、まだ耳が慣れていないにもかかわらず何とか理解することができた。特に面白いと思ったのは原子スケールの分解能で不純物の位置を特定し熱アニールなどによって取り除いてゆけるということだった。このことによって高純度の Ge 結晶の作製ができるようだ。実験設備のことは正直詳しくはないが、東大の設備と比べて格段に優れているとは感じなかった。その後は食事をしながら周辺グループの学生たちとさまざまなディスカッションを行った。研究以外の話題となると耳がついていかないこともあったが、理解できなかったことを堂々と聞き返すことで十分なコミュニケーションが可能であった。ディスカッションの中で印象に残っているのは、中国人の留学生に「韓国人や中国人の留学生は多いが、日本人はなぜ留学しに来ないのだ」と聞かれたことであった。明確な返答ができなかったため、帰国後にじっくり考えてみると、単位互換や経済支援などの制度上の問題はもちろん、日本人のいわば保守的な性格にも一因があると感じた。後者の問題においては、今回のような海外経験は壁を乗り越える足掛かりともであろう。

【2/25 Fu Lab. 訪問】

自由行動初日は MIT の Liang Fu 先生の研究室を訪問した。ここはトポロジカル結晶絶縁体やトポロジカル超伝導など、私が所属する永長研に非常に近いテーマを取り扱う理論の研究室で、永長先生をはじめ永長研の先輩方とも縁が深い研究室であったため、訪問が実現した。Fu 先生は博士論文審査や APS の関係でお忙しかったため、実際に案内をしてくださったのは Sagar さんという学生であった。初めに MIT の物性理論の研究室が集中する建物を案内してもらった。ディスカッション中心の研



究スタイルとは聞いていたがまさしくその通りで、周辺研究室の学生と居室を共有したり、居室の扉を透明にして出入りを促したり、また、廊下に黒板やいす机を多く配置するなど、いつでもどこでも議論を始められる環境であった。物理工学専攻の理論研究室でも似たような取り組みは行われているが、より徹底されていると感じた。その黒板の中の一つを使って、Sagar さんや周辺の研究室の学生を呼んでいただいてそれぞれの研究紹介をしていただいた。いきなり日本の学生が押しかけてきていきなり研究のことを教えろと言われた学生たちも、即座にまとまった研究紹介をされていて、非常に感心した。研究内容としてはやはり我々に近く、しかし数値計算にはあまり頼らず紙とペン（黒板とチョーク）で抽象的な議論を重ね、きわめて一般的な系でトポロジカル相転移が存在することの証明を見せていただき、豊富な知識量と論証力には圧倒された。

【2/26 Hoffman Lab. 訪問】

自由行動2日目はハーバード大学の Hoffman 先生の研究室をお尋ねした。物質の合成から STM による表面状態の測定などを行っている実験系の研究室である。まず見せていただいたのは STM 測定用の小部屋であった。この小部屋は部屋ごとエアダンパなどで浮かせることができ、外的な振動を完全にシャットアウトできるそうだ。また、部屋の内壁にはスポンジ状の吸音材のようなものが取り付けられており、さらに振動を抑えている。これらによって原子スケールの解像度で表面状態を観察することができるという。また、STM の測定装置は分子線エピタキシーによる薄膜作製装置と接続されており、作成した試料を外気にさらすことなくその場で低温、磁場中で測定ができるという。同行した実験系の参加者もこれには驚いていた。自分の研究で扱っているスキルミオンと呼ばれる 100nm 程度の磁気構造を検出できるのかと質問してみると、大きすぎてスイープできないと回答され、これにも驚かされた。実験設備の動向を把握し、どこまでが現在実験可能であるのかを把握しておくことは理論家にとっても必要であることを実感した。

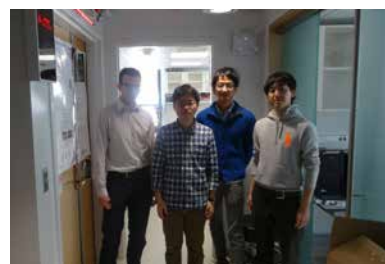


Hoffman 研の見学の後、今年度夏学期まで物理工学専攻有田研究室に在籍し、9月からハーバード大学に通っている田中秀宣君と合流し、学生生活の様々なことを聞いた。アメリカの物理学科では量子力学、統計力学などの基礎的な科目

は大学院に入ってからもう一度発展的な教科書（JJ サクライ先生の教科書等）を用いて一通り学習し直す講義があるということを聞き、非常に羨ましく思った。基礎的なことを非常に高いレベルで共有した状態で研究に入ること、高度なディスカッションが可能であるのだと感じた。

【2/27 Greiner Lab. 訪問】

自由行動最終日は同じくハーバード大学の Greiner 研究室を訪問した。冷却原子系の実験を行う研究室で、近年、超流動-モット絶縁体転移の超高速スイッチングに成功している。冷却原子系は、光格子によって任意の形のポテンシャルや電子相関を与えることができるため、固体中の電子のシミュレータとしての役割も持っている。とくに我々理論家としては少々無茶なパラメータ設定でも実現が可能であるため、実験の動向を知っておくことは重要である。ハーバード大学は世界で初めてボース凝縮を観測して以来冷却原子系のメッカであり実験、理論ともに多くの研究室が存在する。Greiner 研では原子レベルでの解像度での原子系の観測を可能にしておき、それにより一次元量子系における、ボソン・フェルミオンの統計性の違いに起因するダイナミクスの相違などを明らかにしている。実験系ではありながらその理論背景はかなり入り組んでおりかなり有意義な議論ができた。実験設備は光学系が大部分であり非常に高密度に配置されたレンズなどが印象的であった。



【全体的な感想】

今回の訪問では実験系の研究室を多く訪問したが、その設備については特に日本の環境が劣っているとは感じなかった。しかし、研究室間の連携や、多くの留学生による多様な人脈などは日本とは比べるまでもない。この海外研修によって海外での研究生活に大きな魅力を感じたし、自分の中でハードルが大きく下がったのを感じる。英語力にいささか心配は残るが、物理のディスカッションにおいてそこまで不便は感じなかった。

【アメリカ物理学会】

ボストンにおける活動ののち、私は帰国せずそのままテキサス州サンアントニオに移動し、アメリカ物理学会の March meeting を見学した。多くの学生が国際学会という業績稼ぎの場として利用しており、率直な感想としては学生の発表のレベルはそこまで高くなかった。そのためいくつかの招待講演と自分の

研究に非常に近い分野のセッションのみに絞って参加をしたが、それでも一日中休みがないほど多くのセッションが行われている。ここでも主な目的は人脈を作ることであると感じた。実際、発表後の講演者が聴衆に捕まって質問を受けるシーンは日本物理学会におけるより多く見られた。こういった場で発表を行い、相互に議論をすることで人脈が築かれていく様子を見ると、自分も早くその輪に入りたいと実感させられる。

【謝辞】

今回の海外研修を企画していただいた **MERIT** の全関係者の方に深く感謝いたします。特に現地での引率をしてくださった中野先生と百瀬先生には改めてお礼を申し上げます。

物理工学専攻 修士 1 年 増田英俊

私は 3 日間あった自由行動期間のうち、1 日目に MIT の Checkelsky lab と Zwiwerlein lab, 2 日目に Harvard Univ. の Hoffman lab, 3 日目に MIT の Gedik lab を訪問した。

2015/2/25 Joseph Checkelsky lab (MIT)

ここでは主に強相関電子系やトポロジカル物質について実験研究を行っている。試料合成と測定の両方を自前で行う、米国では珍しいタイプの研究室である。私自身の研究と分野、手法ともに近いこともあり、非常に密度の濃い訪問になった。

研究室に到着し、まず中野先生によるセミナーを聴講した。発表の途中であっても活発に質疑が行われる様子が印象的であった。その後 Ye Linda 氏に実験室を案内していただいた。設立から間もない研究室ながら、以前の研究室から引き継いだ合成装置が豊富に揃っており、測定装置も徐々に準備が進められていた。さらにその後、Ye 氏と鈴木健士氏、Aravind Devarakonda 氏と最近の私の研究について議論し、データの解釈についてコメントを頂いた。また Ye 氏は昨年まで物理工学専攻に所属していたこともあり、最近の研究内容や東大と MIT の違いなどについて話していただいた。その内容についてはあとで述べる。

2015/2/25 Martin Ziwerlein lab (MIT)

ここではレーザー冷却によって作った極低温原子気体について実験を行っている。研究室に到着後、Zhenjie Yan 氏に実験室を案内していただいた。MIT や Harvard Univ. は伝統的に極低温原子気体の研究が盛んで、原子気体におけるボース-アインシュタイン凝縮を初めて観測したと言う実験室にも案内していただいた。多くの実験室はレーザーを用いた実験中のため見学できなかったが、光学系や測定装置が所狭しと並んでいる様に圧倒された。Yan 氏が参加している一様なバックグラウンド中にフェルミオンガスを閉じ込めることで現実の固体における超伝導状態を模倣する実験の他、いくつかの実験プロジェクトが平行して進められているということであった。

その後、東大理学部物理学科から Zwiwerlein lab に進んだ QingYang Wang 氏にお話を聞くことができた。その内容についてはあとで述べる。

2015/2/26 Jenny Hoffman lab (Harvard Univ.)

ここでは走査型トンネル顕微鏡(Scanning Tunneling Microscopy, STM)や原子間力顕微鏡(Atomic Force Microscopy, AFM)を用いた固体物理の実験研究を行っている。Zhihuai Zhu 氏に実験室を案内していただいた。STM や AFM は原子スケールの分解能を持つ装置であり、振動を抑制するために実験室全体を免震構造にするなどの工夫がなされていた。物質のミクロな構造が観測できる強力な実験手法である一方、平坦かつ清浄な試料表面を得るため分子線エピタキシー法によって合成した試料を in situ で測定しており、実験条件の確立にかなり苦勞するということであつた。

2015/2/27 Nuh Gedik lab (MIT)

Daniel Pilon 氏に実験室を案内していただいた。ここは光を用いた物性測定を行っている研究室であり、スピン・時間分解 ARPES, テラヘルツレーザー発生, ポンププローブ分光, 円偏光二色性などほとんどの光物性測定を行えるほどの豊富な機材が揃っており、さらに電子線回折装置などが立ち上げ中であつた。個々の装置の性能は他の研究室に劣る部分もあるが、物質の電子構造を自前ではば研究し尽くすことができる点が研究室としての強みだということであつた。また装置の立ち上げで苦勞する点や光学測定の魅力についてもお話しいただいた。私の研究では試料合成が主で実験装置を立ち上げた経験はほとんど無いため、興味深いお話を聞くことができた。

全体を通して

ここでは海外研修全体を通しての感想、特に初日の Kimerling lab の学生との議論や Checkelsky lab の Ye 氏や鈴木氏, Zwierlein lab の Wang 氏と話す中で感じたことについて述べたい。

特に Wang 氏が東大と MIT を比較する中で強調していたのは、MIT や Harvard では学生が非常に多様だということだった。出身大学や年齢が異なるだけでなく、能力や特徴にもいろいろあり、数学や物理学オリンピックで優勝するような頭のいい学生がいる一方、数学や物理学は分かっていないけれど回路作成や工作がやたらとうまい学生がいる、という環境はかなり刺激になるということだった。

また、研究室間での交流も盛んであり、物理学科内での交流会やコロキウム

が頻繁に行われるということであった。次回のコロキウムは天体物理学の分野からの発表だが、固体物理を専攻する Ye 氏のような異分野の学生も必ず参加することになっているらしい。私も MERIT コロキウムを通して異分野の研究者と議論する難しさや面白さに触れており、東大でももっと多くの学生がこうした機会を持つべきだという点で意見が一致した。

自由行動研修：2015年2月25日~27日

下記のスケジュールにて3日間の自由行動研修を行ったため報告致します。

1日目：Andersen lab (MIT)での研究発表・ディスカッション・研究室見学

2日目：Balazs lab (Pittsburgh)での研究発表・ディスカッション

3日目：Whitesides lab (Harvard)での研究室見学、MIT マテリアル工学専攻・懇親会参加

1日目：Andersen lab (MIT)での研究発表・ディスカッション・研究室見学

Andersen lab は貝が岩場などに接着する機能に着想を得た高分子材料・高分子ゲルに関する研究を行っており、生体模倣高分子材料を研究テーマにする私にとって強い興味を抱いている研究室でした。研究討論では相互に活発に意見を交わし、充実した時間となりました。今後のビジョンについても話を伺うことができ、興味深いものでした。また、同研究室には数年前に国際プログラムで知り合った米国籍の友人がおり、彼女とお互いの研究の話ができたのもいい刺激となりました。

2日目：Balazs lab (Pittsburgh)での研究発表・ディスカッション

Balazs lab は主にゲルや高分子材料のシミュレーションをしている研究室です。私が所属する吉田研究室と合同研究の実績もあつてか、非常に丁寧にもてなしていただきました。当日はセミナーを担当し、「Self-oscillating polymer and gels: Recent developments and evolution into block copolymer systems」という演題で1時間程度喋る機会をいただきました。色々な質疑・コメントをいただき勉強になりましたが、1時間も、それも英語で話をするのはこれが初めてであったため力不足を痛感しました。私の発表後は米国応用物理学会の発表練習がはじまり、述べ5時間のミーティングでした。ミーティング中、厳しい意見を含め活発な議論が交わされていく様子には圧倒されました。滞在中は食事にも招かれ、研究生活全般に関する様々な話を伺え大変お世話になりました。



Balazs lab の方々と夕食に招かれて

3 日目：Whitesides lab (Harvard)での研究室見学、MIT マテリアル工学専攻・懇親会参加

Whitesides lab は化学工学系の研究室ですが、多岐に渡る研究テーマを擁する世界的に有名な研究室です。当日は研究室を見せていただき、5 つほどの研究トピックについて研究員の方から説明を受けました。そのどれもがアイデア溢れる研究テーマで、驚かされるばかりでした。テーマの発案者は全て Whitesides 教授だというのでさらに驚かされてしまいました。



Whitesides lab を案内して下さった Alok 氏と

夜からは MIT 生の友人と共に、MIT マテリアル工学専攻懇親会に参加しました。同専攻の多くの学生・教授がいらしており、意見交換を行いました。アジアで修士号を取ってから MIT の Ph. D 課程へ留学している学生からは留学に関する具体的な話を伺うことができました。また、都合が合わず訪問を断念していた研究室の教授と話す機会もありました。次に MIT へ訪れる際は是非ディスカッションをしよう、と声をかけていただき感激しました。幸いにして、MRS Fall Meeting が毎年 Boston で開催されているため、近いうちに訪問を実現させたいところです。

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。引率の百瀬先生、中野先生には大変お世話になりました。ありがとうございました。また、自由行動期間にボストンから遠く離れてピッツバーグ大学を訪問する計画を後押し・許可下さった市川先生には深く感謝申し上げます。事務手続き等、取り纏めてくださった MERIT 事務局様に感謝申し上げます。訪問先で歓迎して下さい貴重な体験をさせていただいた教授・研究員・学生の皆様に感謝いたします。ボストン滞在中に丁寧にホストしてくれ、何度も助けてくれた MIT の友人に感謝申し上げます。ともに一週間を過ごした同期の仲間にも、この場を借りて感謝申し上げます。

今回 MIT やハーバードといった世界屈指の大学、研究機関が集うボストンを訪問し、自分の目で直接研究の現場を見るとともにその現場で働く研究者と交流を持った経験は何よりも刺激的であり、研究への向かい方、姿勢について叱咤された思いであった。

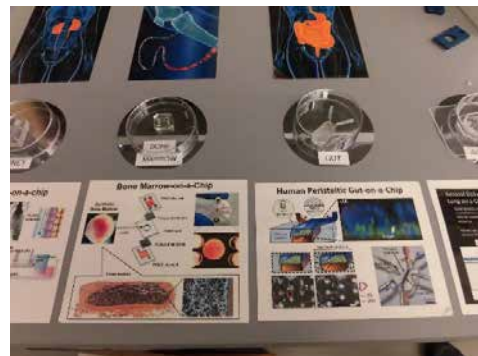
自分にとって最も有意義であったのはやはり自由日の研究室見学であったと思う。私の専門は半導体センサーを用いたバイオセンシングであり、今回の見学ではこれに関連した研究室を訪問したので報告したい。

初日はハーバード大学の **Liber** 研を訪問した。ここは主にシリコンナノワイヤーの研究を行っており、その応用として例えばマウス脳細胞の活動のセンシングなども行っているとのことだった。中でも目を引いた設備は多種のガスを備えた **CVD** 装置であり、ほぼマニュアル化された作製プロセスに則ることで研究に必要なすべてのサンプルを作製する事が可能となっていた。バイオセンサーとして用いる際のナノワイヤーの長所は特にその非常に細い形状であり、ディッシュエンジニアリングに比べ生体サンプルのより内部の情報が入手しやすい点は大変魅力的であった。



CVD 装置(Liber 研)

二日目はハーバードメディカルスクールの **Silver** 研を訪問した。ここは細胞のリプログラミングに関連する研究を幅広く扱っている研究室であり、研究の一つにはマイクロ流体デバイスがあり、内臓を再現した環境をデバイス内で作ることでメカニズムや薬剤効能の研究に使用できるとのことであった。東大の研究室と比較して印象的だったのは一つの研究拠点の規模が大きく設備や人材が非常に充実している点であった。温度管理の設備を例に挙げると、細胞は -80°C 、酵素は -30°C 、培養液などは 4°C といったように異なる温度のフリーザーが各 10 台ほど



用意されている上、作業のため部屋自体が 4°C に保たれた部屋もあった。さらに生体分子を観察するために自前の **TEM** があった他、センサー自体を作製するための設備も非常に充実していた。生体现象側、センサー側、解析側とバイオの研究に関するあらゆる側面

を最適に設計できる環境が整っており、最高の環境だと感じた。

三日目はハーバードメディカルスクールの Mizuno 研を訪問した。こちらは病院と併設されており、初めにそちらを見学したが、医療制度や保険制度、さらにはリハビリの仕方まで日本とは大きく異なっていた。Ph.D. Mizuno は軟骨研究の専門家であり、現在臨床用の再生軟骨の静水圧負荷培養装置の設計開発を行っている。ディスカッションにおいてはセンサー側および細胞側について多くのアドバイスを頂くことができ、今後の研究活動に活かしたいと思う。

総括して、今回の訪問においてセンサーを作製する現場、実験系を組み測定解析する現場、臨床応用に向けた製品開発を行う現場を見学したことは、バイオセンシングにおけるセンサー、測定対象という各要素を掘り下げ、研究に対する視野を広げることにつながり非常に有意義であった。

謝辞

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、引率いただいた百瀬先生、中野先生、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。皆様のお蔭でトラブルに遭うこともなく、有意義な時間を送ることができました。深く感謝いたします。

マテリアル工学専攻 修士課程 1 年 吉永 直人

全体活動…Kimerling 研究室訪問及び研究室メンバーとの交流

活動 1 日目では、マサチューセッツ工科大学(MIT)全体を見学した後、半導体の研究を行っている Kimerling 教授の研究室を見学させていただいた。研究室見学後、Kimerling 研究室のメンバーと交流を行った。交流の場において Kimerling 教授のお話を伺う機会があり、“リーダー”となるのに必要なポリシーをご教授頂いた。その中で分野を越えた活発な交流であるというお話があり、それは MERIT のコンセプトと同様であり、MERIT プログラムは世界共通のリーダーを育て得るものだとなり、嬉しく思った。

個人活動…Hammond 研究室及び Johnson 研究室訪問

活動 2 日目では活動 1 日目に引き続き MIT にて、Paul Hammond 教授のグループを訪問した。Hammond 教授は私自身の研究分野でもあるドラッグデリバリーシステムにおいて多くの研究成果を報告しており、そのような研究室のメンバーと議論する機会を得られたことは非常に有意義であった。活動としては、まず研究室の装置などの実験環境を見学させて頂いた後、ポスドクや学生の方とディスカッションをさせて頂いた。実験環境については建物や部屋の広さは圧倒的に Hammond 研究室の方が私たちの研究室よりも広がったが、実験装置といった設備においては優らずとも劣らないと感じた。また、ディスカッションの時間が十分にあり、実験の手順などの細かいところまで質問することができた。どの研究内容も既存の研究を基にしつつも、よりよくより新しいものを作ろうとしているのが見て取れた。残りの活動では MIT の Jeremiah A. Johnson 助教授の研究室を訪問し、双方の研究に関するディスカッションを行った。昨年末に東京大学にて Johnson 先生のセミナーがあり、その際にご挨拶させて頂き、研究室訪問をさせて頂くこととなった。Johnson 研究室の学生とのディスカッションの中で、まだ研究歴の浅い自分と同年代の学生でさえも自分自身の研究に対してこだわりを持って研究を行っていることに驚いた。こだわりを持つには研究に対する広い知識を必要とするため、同年代の学生がそこまで意識高く研究活動に取り組んでいることに、焦りを覚えてしまうと同時に、自分はまだまだ努力が足りないなと認識させられた。今回で研究室の外部の人たちに英語で研究紹介を行う機会は 3 度目となったが、それでもまだま

だな部分が多かった。しかし、自分の考えをなんとか伝えることができ、自分の英語力に関して少なからず改善されていると感じ、自信がついた。

全体を通して…

たくさんの貴重な経験をすることができ、研究活動が続けていく上で海外の大学に負けられないようにもっと頑張らなければならないと前向きな気持ちになった。あっという間な5日間の滞在であったが、確かに将来につながるものであったと思う。そして何よりも、本研修で築くことができた人脈を大切にしていきたいと思う。

謝辞

今回に研修を準備していただいた MERIT のスタッフの方々、引率の中野先生と百瀬先生、一緒に参加した MERIT コース生、Kimerling 先生、Hammond 先生、Johnson 先生をはじめとする本研修で出会ったすべての人々に感謝申し上げます。

海外研修報告書

工学系研究科マテリアル工学専攻修士1年

渡邊研究室

ファン ジェギョン

今回の海外研修は初めての米国訪問で、しかも、世界で一番優秀だと言われる MIT に行くことでとても楽しみにしていた。しかし、研究室に訪問するためのアポを取ることで問題が発生した。多分みな忙しかったからだろう。ポスドクに志願するために連絡したのかと聞かれたこともあって、Ceder 先生とはつくばの NIMS の勉強会で直接話をしてみたり、国際電話をかけたこともある。最終的にはしゅびよく約束をまとめて、今回の研修をこなせる事ができた。

2/24(火曜日, 共同日程)

- ・MIT キャンパスツアー、Kimerling 先生らとディスカッション

本格的な日程は火曜日から始めたが、明日からの自主日程の練習的な感じであった。訪問した研究室の研究が自分のとは異なる分野であっても、実験設備を回りながら研究の話や日常の話をすることはとても楽しかった。その後の MIT の学生さんとの話で MIT 生のいろんな話を聞けて面白かったが、時間が足りなかった気がする。

2/25(水曜日, 自主日程 1 日目)

- ・MIT の Ceder 研究室(Prof. Gerbrand Ceder)

自主日程の初日は Ceder 研究室に訪問した。Ceder 先生はバッテリーの第一原理計算と、‘The Materials Project’ で有名な先生である。この時期に先生が MIT にいなくて、今回は Ceder 先生には会えなくて、ポスドクの助教たちに来て、研究室のメンバーと設備の紹介をもらった。

そこで印象深かったものはそのメンバーたちの多様性であった。Ceder 研は確かにシミュレーションをメインにしているが、1/3 のメンバーは実験系の背景を持った人たちであった。そして、研究室にリチウムイオン電池の新しいカソード材料の合成から、電池を組み合わせて、その性能を評価することまでできる実験装置を完備していた。それは、第一原理シミュレーションで計算した結果をすぐに実験で検証することができるということを意味する。渡邊研では実

験をしないから羨ましいと思って聞いたら、研究室の中ですでに共同研究をしている感じで、コミュニケーションが早いから時間の無駄がないと言う。

研究の方の議論も実際に私の研究にすごく役立って、彼らからさまざまな重要なコメントや意見を聞くことができ、今回の日程の中で一番だと思う。これは、彼らの‘The Materials Project’が私の研究に対して材料の種類と物性が違うだけで、その目的と手法が似ているだけだからである。

2/26(木曜日, 自主日程 2 日目)

・MIT の授業 3.70(Prof. Harry L. Tuller), 図書館ツアー

今回私が聴講すると選んだ授業は ‘Materials Science and Engineering of Clean Energy’ というタイトルで、自分の研究目的であるエネルギー問題に取り組んでいる 授業だった。その中には私の研究分野である燃料電池の話もする予定だったが、その日程を合わせることは出来なかった。しかし結論から言うと、この授業を選んだのはすごく運がよかったと言える。この授業は実験の授業ではないけど、毎授業ごとに先生が授業の内容をより理解させるために簡単な実験を用意してきた。

今回の訪問での授業は熱電発電で、内容は簡単な物理的な理論から最新の研究動向まで扱っていた。そこで、あらかじめ配布した ペルティエ素子の効率を計算するための実験と議論が始まった。その後には、先生から熱電発電のための政府や企業の役割、その実現可能性などの質問が続いた。

授業の全体的な構成もよくて、理論的な基礎から実用性の感覚まで広く扱っていた。もっとも印象的だったところは、授業の途中に‘前のスライドのあれはなぜ~ですか。’という質問をどんどん投げるところだった。それと、先生からの質問にもみんなが自分なりの意見を出していた。

その後には MIT とハーバード大学、それとボストンの図書館を回ってみた。私が訪問した MIT の図書館はすべて訪問客の入場が可能で、MIT の雰囲気をも十分に感じる事が出来た。MIT の図書館の中で3ヶ所ではグループスタディーのための空間を MIT 生に対して 24 時間開放していた。実際それを使う必要があるのではなく、使う事が出来るというのは誰かには確かに必要になると思う。それに対して、ハーバード大学はすべての図書館の見学を許可してもらえなかった。それ後に Boston public library と Boston athenaeum にも訪問してみたが、米国の歴史と芸術がメインであった。



図 1. イングランドの女王、エリザベス 1 世からの手紙 (Boston public library)



図 2. 3.70 の授業を始める前に

2/27(金曜日, 自主日程 3 日目)

・MIT の電気化学エネルギー研究室(Electrochemical energy laboratory, Prof. Yang Shao-Horn)

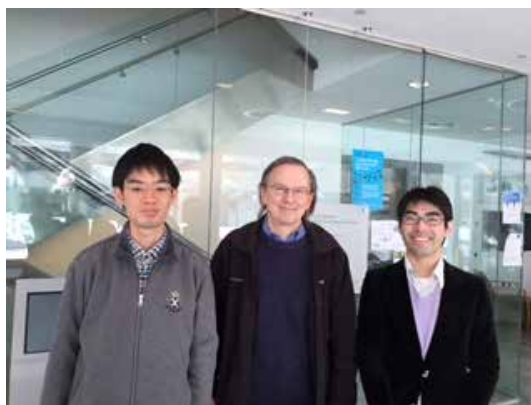
最終日は EEL に訪問した。ここは実験がメインに行われる研究室で、実験の専門家たちは私の研究をどう思うのかを聞いてみたかった。もちろん、この研究室でも広い範囲のスペクトルの人たちが集まっていた。新しい物質を合成する人、それを最新の技術で分析する人、第一原理で計算する人まで。ここでの議論も自分の研究にすごく宅だったと思う。渡邊研にはまだ燃料電池の専門家がいなくて、私の知っているものを確認してもらったり、新しいものを学んだりすることができた。それぞれの研究を発表しながら、最新の論文で勉強しあうのは楽しかった。

応用化学専攻 修士1年 足立精宏

今回の海外研修では、3日目(3/25)～5日目(3/27)の3日間は各自でアポを取って研究室を訪問することになっていた。私はこの3日間で4つの研究室を訪問させていただいた。本報告書では、その内容について述べたい。

Szostak 研究室

3日目の午前中は、Harvard 大学の Szostak 先生にお会いした。Szostak 先生は2009年に、テロメアとテロメラーゼによる染色体保護の発見の業績が評価され、ノーベル生理学・医学賞を受賞した。現在は、当時の仕事からは離れ、生命の起源を探るべく、広範囲にわたる研究をなさっている。



左から、小澤君、Szostak 先生、足立

この日、Harvard 大学の建物のロビーで4期生の小澤君とともにディスカッションをさせていただいた。最初に私達の研究内容の話聞いてくださり、優しくアドバイスを下さった。続いて、先生の最近の研究内容の話をして下さった。私の専攻は化学であり、先生のご専門の生物学とは離れているが、私にもイメージしやすいように分かりやすく説明して下さったおかげで、理解することができたように思う。この時に説明して下さった内容は、いわば化学の手法を取り入れた生命の起源の探究であって、生物学と化学が互いに入り混じり結びついた時の強み・面白味を感じた。また、後日明らかになったことだが、私の研究室の卒業生が Szostak 研究室で今ポスドクをしており、実際にそのような分野横断的な取り組みが可能だということを改めて実感した。

Buchwald 研究室

その日の午後は MIT に移動し、林君と Buchwald 研究室を訪問した。スタッフの方が我々を出迎えてくれ、初めに Buchwald 先生とお話をさせていただいた。とても愛嬌のある方で、「マサチューセッツ工科大学 ステファン・バックウォールド」と日本語で書かれた名刺を下さった。自分たちの研究紹介は予め原稿もある程度考えてあったので大きな問題もなく話せたのだが、日本の大学の制度などの研究以外の話題に及ぶと英語が詰まったり、時折織り交ぜてくるアメリカンジョークにキョトンとしてしまったりと、自分の英語力のなさを改めて痛感した。ディスカッションの後は、我々と同学年の日本

人の方が研究室の案内をしてくれた。彼女は英語が堪能で、ここでも英語の重要性を再認識した。この研究室見学の間たくさんの学生・ポスドクと話をすることができ、特に、私の研究室の研究内容と大いに関わりのある論文をちょうど去年に発表された方と話ができしたのは刺激になった。

Swager 研究室

4 日目は、MIT の Swager 研究室を訪れた。Swager 先生は私の指導教員の先生とも親交があり、親日家のように、約 40 人の研究室メンバーのうち 5 人が日本人であった。あいにく先生は出張で不在だったが、日本人の方々とご飯を食べながら、研究について、ボストンでの生活についてなど、和気藹々とした雰囲気の中でお話をさせていただいた。その後は研究室見学をさせていただいた。Swager 研究室は拠点が 2 つに分かれており、一方には軍のバックアップがついていた。おそらく先生の代表的な仕事である、爆薬感知ポリマーなどの研究を応用するためだろう。どちらの拠点にある装置も、これといって日本の研究室とさほど変わらないが、研究室が広く、そのため装置の数がかなり多かった。印象的だったのは随所に黒板・ホワイトボードが設置され、いつでも議論できるようになっていたことである。また、技術職員の方が常駐しており、試薬の購入・備品の整理から機器のメンテナンス・測定まで、幅広い仕事をして研究室を支えていた。

Langer 研究室

5 日目は MIT の Langer 研究室を訪れた。Langer 研究室は総勢 100 人を超えるとても大きな研究室で、大きな建物の 1 フロアを占めていた。実験室は大きく化学系・生物系に分かれていた。先生は超多忙のため、代わりにポスドクの方が案内してくださったが、時間の都合もあり、研究室の見学と質問タイムのみであった。案内してくださった方はベトナム出身で、「誰も成し遂げることがない科学を見つけたい。」と語っていた。

まとめ

ボストンの街を歩いていると、我々と肌の色が似ている人が意外と多いことに気づく。日本人かと思って耳を澄ませば、「◎×▽◇●」という僕には理解できない言葉の塊—中国語や朝鮮語が聞こえてくる。「なんだ、日本人じゃないのか。」

2 日目の MIT との交流会の時にいらした JJ 研究室の学生たちは、先生が中国出身ということもあり、ほとんどが中国人だった。「なぜアメリカに来たの？」と聞くと彼らは答えた。「研究をするにふさわしい環境があるから。」「ここがこの世界で一番だから。」「一番になりたいから。」

MIT のベンチで休んでいたときに、隣に座ってきた学生と話をした。「そういえば、中国や韓国からの学生は多いのに、なんで日本からはあまり来ないの？」

日本の学生は、少なくとも意識の点で中国や韓国からの学生に負けているのかもしれない。ボストンで出会ったたくさんの中国人や韓国人の留学生はみな澆刺としていて意欲に燃えていた。少数ながらも MIT にいた日本人の留学生も目が輝いていた。今、日本でこの報告書を書きながら周りを見渡すと、果たしてどうだろうか。報告書の期限に間に合わずに血走った目をしている私を筆頭に、ほとんどの人の目からは輝きが失われ、目の前にあることだけにせかせかと勤しんでいるだけなのではないだろうか。

よく、「日本の技術は世界最高水準だ」とか言われるし、日本でも世界をリードするような研究はできるし、実際にどの分野でもそのような研究室はたくさんある。でも、今こうして振り返ると、私はそのような状況に甘んじて努力を怠っていたのかもしれない。改めて自分に言い聞かせよう、‘Stay hungry, stay foolish’

最後に、このような貴重な機会を与えてくださった MERIT に関わる先生方・事務局の方々、お忙しい中私を出迎えてくださった訪問先の方々、そして 4 期生のみんなとボストンで出会ったたくさんの人たちに感謝し、海外研修の報告とさせていただきます。

応用化学専攻 修士一年 徳納吉秀

この度は、ハーバード大学、MITをはじめ、様々な大学の優秀な研究者、学生と交流する海外研修プログラムという機会を与えてくださったことに対し、MERITの先生方に感謝申し上げます。特に、引率してくださった百瀬先生、中野先生には、非常にお世話になりました。ありがとうございました。

本海外研修プログラム 3 日間の自由行動(25～27)において得られた成果として、研究における専門性の向上がまず挙げられると考えます。優秀な学生、研究者の方々と話をしていくうえで、様々な知識を得、さらに新しいアイデアを得ることもでき、非常に有意義な研修を行うことができたと自負しております。しかし、このような専門性の向上にとどまらず、今回の海外研修では様々なことを学びました。以下に、研修によって学んだことを3つにまとめました。

- ① 海外において必要とされる語学的能力や、文化の違いを体感することができたこと
- ② 異文化においても、怖気づくのではなく、積極的に行動し、他人に働きかける経験を行うことができたこと
- ③ 様々な学生の、博士課程に対する考え、研究に対するとらえ方などを知ることができたこと

私の所属する研究室では、海外からの学生やポスドクの方が多く、英語で接する機会が比較的高いため、今回の海外研修でもある程度の会話はできだろうと考えていました。しかし、実際のボストンでの生活では、日常会話ですら満足に行うことができず、愕然としました。今回の1週間の研修では、語学的能力の向上を図ることはできませんでしたが、現在の自分の語学的能力の水準と、必要とされる語学的能力の水準にはどのくらい開きがあるのかが分かり、とてもいい経験になったと思います。さらに、このような言語の壁だけでなく、文化の違いも多く感じました。将来的に海外で研究を行う可能性もあるため、英語のリスニング能力、スピーキング能力を今のうちから鍛えておこうというモチベーションにつながり、文化の違いに対しても今のうちからある程度の心構えができるという意味で、1歩前進できたのではないかな、と思います。

また、それに伴って、異文化の中でも積極的に行動することを学びました。

後にも述べますが、自由行動 2〜3 日目、訪問する予定ではなかったボストン大学の研究室を訪問することを決め、ボストン大学の学生にひたすら声をかけていきました。2 日目には勇気が出せず、結局 1 人にも声をかけられなかったのですが、3 日目には学生に声をかけることができ、結果、研究室を訪問することができました。このような孤独を感じやすい異文化の中でも、小さな勇気を振り絞ることができるのは多くの状況で重要だと思いますし、実際に勇気を出すことで研究室を訪問できた、という一定の成果を得られたことはある程度自信にもなりました。

また、今回の研究室訪問では、様々な学生の研究に取り組む姿勢や、研究に対する考え方を聞き、感ずることができました。東京大学とは異なる考え方を持つ人も多くいて新鮮に感じましたし、実際に会って、見て、そのような研究に対する姿勢を感じることができたのは、研修ならではの利点だと思います。

以下に、自由行動の記録を訪問した研究室ごとに紹介します。

1 日目(25 日)

Cisse Lab

MIT 物理学科の研究室で、いわゆる「1 分子生物物理」の分野を得意とする研究室でした。超高分解能を持つ光学顕微鏡を用いて、生きた細胞内の 1 分子のダイナミクスや結合などを直接観察することを主目的として研究していました。分子と分子、分子とタンパク質、タンパク質と遺伝子の相互作用など、生きた細胞内では様々な相互作用が存在しており、今まではその合計が、生体現象として観測されてきました。しかし、細胞内で引き起こされるどの分子間の相互作用も、一定の確率で起こり、統計的なアウトプットしか観測することができないことから、未知の部分が多くありました。この壁を越えて、1 分子間の相互作用を可視化しようと試みていました。

この研究室は、私の知り合いが所属していて、その関係で訪問が実現しました。そのため、ディスカッションだけでなく、研究に対する取り組み方、考え方、さらには将来設計についてまで、いろいろな点でアドバイスをもらうことができました。例えば彼の場合は、「自分の研究によって社会を変えたい、世の中を良くしたい」という強い夢に支えられて研究を続けていました。彼だけでなく、今回の訪問で知り合った学生の方々は、みな夢を持ち、それに向かって

全力で走っている、そんな人々ばかりでした。もちろん私も研究を楽しんでいますが、彼らほど目を輝かせて、夢に向かって進んでいるかと言えば少し疑問があります。これを機に、自分の研究を行う理由、自分の将来的な夢について再認識する必要性を感じさせられました。

2日目(26日)

Lieber Lab

午前中、再度 Cisse Lab を訪問したのち、Lieber Lab を訪れました。これはハーバード大学の化学科にある研究室です。もともとの訪問予定はなかったのですが、Cisse Lab 関連で知り合った方から紹介を受け、急遽訪問することになりました。この研究室では、ナノスケールのセミコンダクターを用いた研究を行っています。蒸着、CVD どちらでも半導体作成ができ、ナノワイヤー状、ナノパーティクル状に形成していました。最近では、半導体-細胞間のインターフェイスに関心を持っているようで、細胞を半導体上で培養したり、半導体ナノワイヤーを細胞内に挿入することで、細胞内電位の変化を観測したりしていました。具体的な応用としては、神経細胞に適用することによる脳のマッピングを考えていると仰っていました。

自分自身が半導体系に詳しいわけではないので、あまり細かい部分までディスカッションできなかったのですが、博士進学に対する意識、研究をすることの意義など、研究に対する考え方について聞くことができました。

3日目(27日)

Langer Lab

MIT の Langer Lab に、足立、小澤とともに訪問しました。ドラッグデリバリーを目指し様々なプロジェクトを持った研究室で、1つのフロアほぼすべての部屋を占有しているほどの大きさでした。有名研究室だけあってか、案内してくださった方も多忙で、あまり時間をとることができず、研究室全体を紹介してもらって質問して終了という流れでした。

案内してくださった方は、もともと圧電体を用いた細胞のメカニカルなセンシング技術の開発をプリンストン大学にて行っていたのですが、ポスドクとし

てドラッグデリバリーの **Langer Lab** に入られた方です。この理由について聞いたところ、「もともと自分の得意分野は物理的な知見だが、興味、夢は病気を治したい、難病に対する薬を作りたい、という生命科学、免疫学的なものだった。圧電体の細胞センシング技術も、圧電体という物理的な知見を利用して、バイオコンパティブルなエネルギー変換システムを作りたいという興味、夢にひかれたものだった。夢を叶えるには、やはりドラッグデリバリーの研究室が一番だと考え **Langer** 研に決めた」ということを仰っていました。**Cisse Lab** の方と同様、強い夢を抱いていたことがとても印象的でした。また、海外に出て研究をする理由も、この強い夢に支えられたものだと聞き、強い原動力になっているのだな、と実感しました。

Elliott Lab

前半で述べたように、**Elliott Lab** は、訪問する予定になかった研究室です。**Elliott** 教授とメールのやり取りを繰り返したのですが、教授がお忙しかったのか、途中でやり取りが途絶えてしまいました。どうしても **Elliott Lab** でディスカッションがしたく、自由行動 2 日目にボストン大学に向かいました。ボストン大学はセキュリティが厳しく、ロビー以外は入ることのできない仕様でした。そのため、教授や **Elliott Lab** の学生たちと会うこともできず、2 日目は何もできず帰らざるを得ませんでした。単離タンパク質を用いた電気化学を行う研究室で、これから行う自分の研究プランに近い実験をしているため、諦めきれず 3 日目、もう一度ボストン大学を訪れ、**Elliott Lab** の学生に会うためにロビーにいる学生に片っ端から声をかけました。研究室訪問として褒められた方法ではありませんが、自分から積極的に行動し、こちらから働きかけることができたことは、大きな自信につながりました。また、実際に **Elliott Lab** を訪問することができ、ディスカッションを経て様々な知識を得ることができました。未発表の内容も含まれているようだったので詳細は省略いたしますが、これからの研究計画に大いに参考になるディスカッションをすることができ、非常に有意義な時間を過ごすことができたと思います。

最後に、繰り返しになりますが、このような海外研修という機会を与えてくださった方々に心よりお礼申し上げます。

2/24

初日は時差ボケと空気の乾燥により
つらさを感じていたが、**MERIT** 参加者
全体で**MIT**のキャンパスツアー(午前)
と研究室の訪問・ディスカッション(午
後)をさせていただいた。ツアーでは、
慣れないネイティブ・イングリッシュを
聴き取るのに苦労したが、先進的なだけ
ではなくユーモラスで個性的な **MIT** の
雰囲気を感じ取った。ドームに対する



MIT : 10 号館 (グレートドーム) 前

「ハック」の様々なエピソードや、計算機工学の建物のユニークな構造が特に
面白かった。

午後は **Prof. Kimerling** の研究室を訪問した。**Wada** 先生は研究内容だけでなく
国際研究交流の作法や **MIT** の特徴についても懇切丁寧に指導してくださった。
ここで学んだことはその後の個別訪問にも大変役に立った。

2/25

この日はボストン・カレッジ (BC) の
Dunwei Wang グループを訪問した。あ
いにく **Wang** 先生はご不在であり、**Dr.**
Chun Du に研究室の紹介をしていただ
いた。この研究室は僕の研究室と研究内
容が近く、交流が盛んである。原子層堆
積 (ALD) 装置に対して大変優れた技術
を持っている研究室で、その装置を見せ
ていただけたことに大変感謝している。
多彩な種類の酸化物の ALD「レシピ」を
持っていた。装置そのものは一般的なものであったが、丁寧に手が加えられて
いる印象を受けた。



BC : **Wang** グループの所在地である

Merkert Chemistry Center

学生が自ら立ち上げている測定装置を見学し、仕組みを教えてもらった。LED 単色光を用いた、一種の光電気化学的インピーダンス測定法は今まで知らなかった手法であり、表面反応の状態を光吸収と電気化学測定を組み合わせる測定するという理論が大変刺激的だった。

今回の研修では、訪問を受け入れていただいたお礼として、光触媒消臭スプレー「ルネキャット」、ミニドライバースセット、フリクションボールペンセットを各研究室にギフトとしてお渡しした。お菓子でないことを笑われてしまったが、喜んでいただけたようだった。

2/26

この日は、ニュー・ヘイブンまで足を伸ばし、Yale 大学の Gury Brudvig グループを訪問した。Amtrak はよく揺れたため軽く酔い気味であったが、Yale 大学の広大なキャンパスは気持ち良かった。Brudvig 先生は錯体を用いた水の光による酸化をメインテーマとされており、私の研究室の教授にも学会で何度かお会いしたことがあると仰っていた。



Yale : Brudvig グループの所在地である
Kline Chemistry Lab

目の前で先生と学生が、二酸化炭素や有機酸の還元による有機物生成についての議論が行われた。私の研究も還元による水素の生成であるため、参加したいと思ったが、私の英語にとってはあまりにテンポが早く、ほとんど参加できなかったのが悔しい。

幸運にも、私の研究を先生に説明し、それに対してコメントをいただくことができた。英語を使って 1 対 1 で説明することは大変緊張し、ろれつが回らなくなりそうになった。キーポイントは伝えられることができたため、本質的なアドバイスをいただけたと思う。また、グラフの見辛い箇所に対する貴重なご指摘もいただけた。ギフトに対して”Very impressive. I never forget you with them.”というような意味のコメントもいただき、嬉しく思う。

その後、学生の Julianne に研究室を紹介してもらった。私の研究室ではあまり意識徹底されていなかった点が徹底されており（光電気化学測定は暗室で行

う、など)、実験データの測定方法についても学ぶことが多かった。

2/27

この日は、午前中 Harvard のキャンパスを見学した後、再び MIT に戻り、Yuriy Roman グループを訪問した。専攻の先輩が研究員として所属されており、その紹介があつての訪問だった。ガスや糖改質、不均一触媒といった化学工学らしい研究テーマの研究室であるが、光触媒とはあ



MIT : Roman グループが所属している
Chemical Engineering 専攻の看板

まり近くないため、スライドを作り直しての訪問だった。様々な相手に対する研究紹介スライドを考える良い機会でもあった。しかしながら、用事と用事の合間だったため、10 分程度しか時間がなく、ほとんどスキップしながらの紹介だった。Roman 先生は大変豪快で気さくな先生で、絶妙な合いの手を入れてくださったのでとても話やすかった。

ギフトに対しては、「ほとんどの人は食べ物だから、こういうものも嬉しいね!」という意味のコメントをいただいた。期待していたコメントをいただけて嬉しい。ボールペンにも喜んでおられ、周りの人にイレーザー機能を実演しておられた。

研究室見学は、1 人 1 台の実験台や、配管から供給される高圧ガスなど、設備に羨ましいと感じさせるものが多かった。一方で、手作りの装置には、私達のそれと似た苦勞がにじみ出ており、親しみを感じた。

総括と謝辞

「世界的に優秀といわれている学生はどんな人柄で何を考えているのだろう」という疑問を晴らすというのが私の中での 1 つのテーマだった。今回の研修で感じた印象としては、自分の研究や大学に対する想いは共感する面が大きい、ということであり、ある意味で安心した。だが、東大生との 1 つの大きな違いに、ディスカッションに対する意欲が段違いに大きいということを感じた。研

究の方針や手段を完全に理解・納得して取り組んでいることが分かった。和田先生も、教える側の立場から似たようなことを仰っていた。「日本の学生は、教員の指示を素直にきくが、MIT の学生は検討を重ねるまで納得しない」という。この姿勢が洗練された研究業績につながっていくものだと思う。

私達を引率してくださった中野先生と百瀬先生、現地でお世話になった和田先生、この機会を与えてくださった MERIT プログラムに大変感謝いたします。お忙しい中訪問を受け入れてくださった 3 大学の先生方とメンバーの方々にお礼申し上げます。この経験を、今後の研究生活、院生生活に活かしてまいります。

化学生命工学専攻 修士1年 佐野 航季

【全体を通して】

MERIT プログラムの一つである MERIT 海外研修に参加することで、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た。MERIT 生同士だけでなくアメリカ人研究者とも接することで、凝り固まった価値観がほぐされ、自分の将来についての見方が広がったと感じた。また、この海外研修をきっかけに、より研究に打ち込もうというモチベーションに繋がった。以下に各日程の活動内容について報告する。

【2/24 全体行動 MIT 訪問】

初日は、MERIT 生全員で MIT キャンパスツアー及び、Kimerling 研究室訪問を行った。キャンパスツアーは MIT の学生が担当しており、MIT の歴史や小ネタを盛り込みながら案内をしていく対話型のスタイルであったため、非常に楽しめた。また、彼らが自分の大学のことをいかに良く知っているか、ということを目の当たりにし、私も東京大学についてより深く知らなければいけないと感じた。

Kimerling 研究室見学後、研究室のメンバーとの交流会を行った。学生やポスドクの方々と話してみて感じたのは、1) 自分の考えをしっかりと持っており、一人の個人として独立していること、2) 研究だけではなく国際情勢、政治、経済、歴史、文化など様々な知識を持っていること、3) 研究を効率的に行い、研究を楽しんでいること、である。1) に関しては、ディスカッションをする際も自分の意見をきちんと持っており、人間としての「コア」があるように感じた。また、行動についても誰かの意見を気にする訳ではなく、自分の裁量で行動している様子が見受けられた。2) に関しては、ポスドクの方に日本の政治家についての質問をされ、ディスカッションをした時に強く感じた。私は日本人であるため、日本の政治に関しては多少の知識はあるが、アメリカ人が日本の政治や文化、そしてアジアの情勢について非常に詳しく知っていたことに驚きを隠せなかった。外国人と話す際には自国に関する知識は最低限知っていないと話にならないということを実感した。また、研究に関してだけでなく、幅広い分野に渡って好奇心を持ち情報収集していることは大いに学ばなくてはならないと思った。

【2/25 自由行動 MIT Holten-Andersen 研究室訪問】

2日目は、MIT Department of Materials Science and Engineering の Niels Holten-Andersen 先生の研究室を訪問した。Holten-Andersen 先生は生物に着想を得た

マテリアルの研究を行っている。特に、ムール貝の接着機能に着目したソフトマテリアルを研究している。訪問時には、私の研究を先生及び研究室のメンバーの前で発表できる機会を頂いた。私の研究も生物に着想を得た研究であるため、Holten-Andersen 研究室の研究と通じるものがあり、有意義なディスカッションをすることが出来た。発表途中にも関わらず積極的な質問が飛んできたことに加え、ただ質問するだけでなく、研究テーマを提案するようなコメントもあり、研究室の質の高さを感じた。

このミーティングの後の出来事が印象的だったので紹介する。ミーティングの後、一人の学生が自分のところに来て、「あなたの研究に近い研究をしている先生を知っているよ。Kolle 先生と言って、参考になるかもしれないよ。」といったアドバイスをくれたのだ。その後、その学生は授業があるにもかかわらず、私をその先生のところまで連れて行ってくれて紹介してくれた。そして、なんと驚くべきことに、その次の日にディスカッションの約束を取り付けることに成功したのだ。このように、アメリカの学生の持つ積極性と行動力には非常に驚かされた。また、Mathias Kolle 先生は Department of Mechanical Engineering であることを考えると、専攻の違いを超えて、生徒と先生との交流が非常に活発であり、その距離が非常に近いことが伺える。

【2/26 自由行動 MIT Swager 研究室・Kolle 研究室訪問】

3日目は元から予定していた Swager 研究室及び、前日にディスカッションのアポイントメントを取った Kolle 研究室を訪問した。Swager 研究室のポスドクと一緒に昼食をとった後に研究室を案内して頂いた。残念ながら Timothy Swager 先生は学会のため不在であったが、Swager 研究室のポスドクの方々が親切に研究室を案内して下さった。Swager 研究室は、基礎研究から実用まで幅広く行っている巨大な研究室である。 π 共役系ポリマーを用いた化学センサー・液晶・電気化学的な研究を主に行っており、実際にベンチャー企業を多数設立している。そのため、研究室も非常に広大で、一人当たりに割り当てられる実験デスクの大きさが日本のデスクの約4倍程度であった。もちろん、測定装置も非常に数多く、この研究室で出来ない測定はないのではないか、と思うほど種々の装置が設置されていた。

その後、Mathias Kolle 先生と研究に関してディスカッションを行った。Kolle 先生は機械的刺激を与えることで色の変化を生み出す伸縮性ファイバーの研究を行っている。これは自然界によく見られる発色原理である構造色を利用した材料である。私の研究も構造色を利用したものであるため、深く突っ込んだディスカッションをすることができた。特に、構造色を利用してどのような面白い材料を作ることができるか、といった将来の話について熱く語るすることができた。

【2/27 自由行動 Harvard 大学 Whitesides 研究室訪問】

4 日目は Whitesides 研究室を訪問した。George Whitesides 先生といえば、化学を学ぶものならば誰もが耳にしたことはあるはずの超有名人だ。その研究分野は非常に多岐に渡っており、存命の化学者の中で最も高い h-index を持っている。今回は、Whitesides 研究室のポスドクであり、以前私も所属する相田研究室に滞在していた Dr. Tayi に研究室及び Harvard 大学のキャンパスを案内してもらった。Whitesides 研究室の目標は“to fundamentally change the paradigms of science”であるとのことで、科学のパラダイムを根本的に変えることを目指している。Whitesides 研究室はフロアを丸ごと使用しており、研究テーマごとに部屋が異なる。そのため、一部屋毎にその研究を行っているポスドクのところへ連れて行ってもらい、研究内容を聞くといったスタイルで見学を行った。まず、驚いたのがその研究の幅の広さである。見せて頂いたテーマだけでも、炎の燃焼、メタマテリアル、紙を利用した安価な化学センサー、スキャナーを利用した簡便なディテクター、磁場を利用した品質管理、密度差を利用したセンサーなど、非常に多岐に渡っていることが分かる。ここで、研究テーマには大きく分けてふたつの方向性があると感じられた。一つは、炎の燃焼やメタマテリアルといった、科学者の疑問であったものを解明する、あるいは、将来人類の役に立つ技術を開発するという基礎的な方向。二つ目は、既存の方法よりも、より安価で簡単な画期的な手法を生み出すという産業に直結する方向である。どの研究室においても、この二つのどちらかを目指しているとは思うが、Whitesides 研究室では本当に「実現すると世界が変わる」基礎研究か、「実現すると即戦力になり多くの人の役に立つ」産業に直結する研究のどちらかしかやっておらず、中途半端なところに目標を定めていないという点で非常に衝撃を受けた。また、ほとんど合成は行っていない点に関しても考えることがあった。化学者としては、分子をデザインし合成することで新規分子を作れるといったことが大きな強みの一つである。しかし、例えば数十ステップといった反応で合成される化合物は果たして実用化されるのであろうか。やはり、本当に産業化を目指すのであれば、Whitesides 研究室のようにアイデア勝負の「知ってしまえば誰でもできる」方法が一つの選択肢なのではないかと強く感じた。

【謝辞】

今回、事前準備並びに、現地まで引率して下さった百瀬先生と中野先生、海外研修という貴重な機会を与えて下さった MERIT プログラム担当者の皆様、そして、訪問を受け入れて下さった各研究室の皆様に感謝申し上げます。この海外研修が、自分の将来に繋がる非常に良い経験になったと確信しております。本当にありがとうございました。

化学生命工学専攻 修士 1 年 中屋敷 量貴

2/24 Campus Tour & Lionel Kimerling Lab @MIT

初日はまず MIT のキャンパスツアーを行った。2 つのグループに別れキャンパス全体を回った。MIT にはジムやプールが施設内に常設されており、学生は自由に使用することが出来るらしい。また、5 つの寮が存在し学生間の積極的な交流が行われているらしい。MIT は理系大学ということもあり、理系間の異分野交流も積極的に行われている様子であった。また、研究室がガラス張りになっており、中の様子がよく見えていた。自由な発想に基づく研究の反面、安全第一というスタイルに感心した。



上図: MIT の有名なキャンパ

Lionel Kimerling 研の研究室訪問ではガリウムを基本とする半導体について説明を受けた。これまでガリウムがレーザーになることはないと言われていた既成概念を覆した研究を行っており、これら独自の研究技術をセンサー等に応用しているという話を聞いた。測定装置等は学生らが自ら作製しており、発想力や創造力を大事にしている様子



左図: Kimerling Lab

右図: 懇親会 with Prof. Kimerling

子が伺えた。研究室訪問後にはキャンパスの一室で MIT 生と語り合った。博士号を取得することの意義や将来像等が明確で研究者としての自立を目指していた。日本人以上に野心に燃えている印象を受けた。同年代の学生であったため、かなりの刺激となった。

2/25 Yogesh Surendranath Lab @MIT

自主活動初日は Yogesh Surendranath 研究室を訪問した。Yogesh 研は電気化学をベースに無機材料表面で起こる反応機構の解明や触媒への応用を展開している。Ph.D コ



ース生数名とお互いの研究についてホワイトボードや PC を用いてディスカッションし合った。質疑応答を繰り返すことで相互理解し合い、異なる観点から様々な意見を出し合う事ができた。同年代の学生同士ということもあり、かなり刺激的なディスカッションとなった。しかしながら、英語の壁は想像以上に高く、所々コミュニケーションに困った点もあった。完全に母国語から孤立した環境で自分の意見を伝えることの難しさを身をもって体験した。

左図: Yogesh Lab, 右図: 学生ら

2/26 Timothy Swager Lab @MIT

自主活動二日目は Timothy Swager 研究室を訪問した。Swager 研は爆発物のセンサーの開発や単層 2D ポリマーの合成に従事している。ポスドク数名の方に普段の生活やこちらでの研究スタイルなどを詳しく聞くことができた。また、MIT は試薬類のセキュリティが厳重であり、安全面にはかなり気を配っていた。Swager 研では各自が独立したテー



マを受け持っていたが、個人間での積極的なディスカッションを行うことで異なる視点からの意見も尊重しあっていた。このような異なる視点を持った人からの意見は、新たな発見に繋がるためとても刺激的だった。

左図: 昼食, 右図: Swager

2/27 George Whitesides Lab @Harvard

自主活動 3 日目は George Whitesides 研究室を訪問した。Whitesides 研は生物模倣の触媒から分子の自己組織化による材料開発まで幅広く研究している。研究室に在籍するポスドク数名の研究内容について聞いて回った。強力な磁場の間に溶液を設置し、溶媒内に形成される密度勾配を巧みに利用することで物体を望みの場所・配向で浮遊させる技術が印象的であった。またこれらの技術を鎌状赤血球症診断に用いていた点がとても興味深かった。Whitesides 研では個人が各々の研究テーマを持っており、実用的な応用を目的とした自由研究のようであった。この自由な発想に基づく研究スタイルは私の初心をととても刺激した。好奇心に基づく研究を実用レベルまで引き上げるという点を見習いたいと思った。



左 図： John Harvard

右図: 講義室

全体を通して

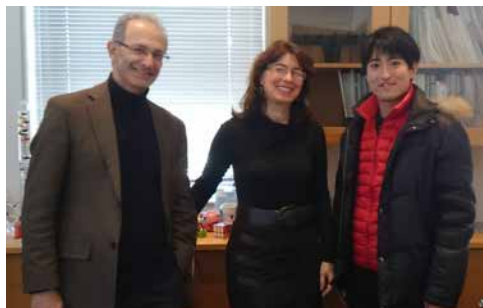
研究室訪問のみならず、ボストンの町並みに触れることで物事の視野が広がった点が良かった。また、日本を外から見ることで、自分たちがいかに狭いところで生きているのかにも気付くことができた。そして、今まで以上に海外への留学を強く志願するようになった。自由な発想・分野を超えた交流・積極的な議論は今後の研究のみならず科学技術の発展に大きく寄与するものと思われる。今回の留学を通して、今まで日本で培ってきた既成概念が払拭できた。今後はより大胆な発想を持って研究に臨みたいと思う。また、このような機会を与えてくださった MERIT 関係者各位をはじめ、出会った人全てに感謝の意を表す。

化学生命工学専攻 修士 1 年 中山 真成

Michael Aizenberg 先生(ハーバード大学)

まず私が訪問したのは、ハーバード大学の Wyss Institute for Biologically Inspired Engineering に所属されている Michael Aizenberg 先生です。

先生はまず、Wyss Institute の歴史についてお話を下さり、Wyss Institute が産業界と学術界の橋渡しの役割を果たしていることを教えてい



ただきました。そこでは一度産業界を経験したさまざまな分野の研究者が所属しており、医療やロボット工学分野などへの応用を目指した研究で画期的成果を出されていました。また、Wyss Institute のさまざまな実験室にもご案内いただき、Bio 関連と有機合成関連の装置や設備についての説明もして頂きました。

Joanna Aizenberg 先生(ハーバード大学)

続いて訪問したのが、Michael Aizenberg 先生の奥様であるハーバード大学の School of Engineering and Applied Science の Joanna Aizenberg 先生です。非常に多忙な中、直接お会いする時間を作っていただき非常に感謝しております。写真は左から Michael Aizenberg 先生、Joanna Aizenberg 先生、私です。

Timothy Swager 研究室(MIT)

Swager 研究室の Ishihara 博士、Inamoto 博士、Kawasumi 博士、Goya 博士にご案内頂き、Swager 研究室の実験室を案内して頂きました。ガラス器具や薬品の保管の仕方など多くの違いを学ぶことができました。



George M. Whitesides 研究室(ハーバード大学)

Alok S. Tayi 博士に案内頂き、Whitesides 研究室での研究を紹介して頂きました。非常に自由な発想に基づく研究テーマに感銘を受けました。さらにその後キャンパス内を案内して頂き、ハーバード大学の雰囲気を知ることができました。



最後に、海外研修を準備していただいた MERIT のスタッフの方々、引率の百瀬先生と中野

先生、訪問のアポ取りを手助け頂いた加藤先生、訪問を受け入れてくださった Michael Aizenberg 先生、Joanna Aizenberg 先生、Timothy M. Swager 先生、George M. Whitesides 先生ならびに各研究室のメンバーの方々に厚く御礼申し上げます。

化学生命工学専攻 相田研究室 修士 1 年 矢野 慧一

2 月 23 日から 3 月 1 日までの一週間、MERIT 海外研修としてアメリカ・ボストンエリアに滞在し、MIT と Harvard の研究室を訪問したので、その所感を以下に報告する。

Kimerling Group @ MIT

2 月 24 日に参加メンバー全員で MIT の Kimerling 教授（半導体工学の専門）の研究室を訪問した。Visiting Professor の和田先生と Kimerling Group の博士課程学生 3 人に研究説明をしていただき、特に、和田先生のゲルマニウムレーザーに関する話に魅了された。「なぜゲルマニウムは光らないのか」「どのようにしてゲルマニウムレーザーを実現するのか」「これを実現すると何に應用できるのか」について、専門外である自分にも分かるように（英語で）説明していただき、とても勉強になった。



図 1 MIT 校舎「グレードーム」

Holten-Andersen Group @ MIT

マテリアル工学専攻の小野田くんに誘われて、2 月 25 日に研究室同期の佐野くんとともに MIT の Holten-Andersen 助教授を訪れ、自らの研究について発表する機会をいただいた。Holten-Andersen Group は、海水中でムール貝が岩石に強く接着する現象から発想を得て、カテコール部位と金属イオンによる金属配位結合を用いたマテリアルの研究を行っており、自分が行っている液晶の研究とは専門が異なるものの、液晶相の形成について鋭い指摘を頂き、また研究全体に関しても有意義なコメントを頂いた。我々の研究発表の後、Holten-Andersen 先生も研究紹介をしてくださり、初めて間近で見るアメリカスタイルの発表をエンジョイしつつ、未発表データに関して議論を深めることができた。

Swager Group @ MIT

2 月 26 日に MIT の Swager 教授の研究室を訪問した。Swager Group は MIT 内だけでなく、近隣の Institute for Soldier Nanotechnologies (ISN) にも実験室があり、特に ISN は一般には公開されていないそうなのだが、研究室関係者として特別に入室させてもらった。ISN 施設内には、兵士の写真が飾られていたり軍の階級一覧が掲示されていたりと、軍事に関係している施設であることを強く認識させられた。実験室の様子は MIT 内のそれ

と特に変わりなかったが、MIT 内の実験室はワンフロアすべてが Swager Group のもので、一人一台デスクとドラフトが与えられ、個人の試薬庫もデスクに備え付けられており、広々と実験ができる環境がとても羨ましいと思った。ただ安全意識に関して、どちらの実験室も入室の際には保護めがねの着用が義務付けられていたが、白衣着用の義務はなく（そもそも実験室内に白衣が見当たらなかった）、日本に比べて安全への意識が低いように感じられた。

Whitesides Group @ Harvard University

自由行動最終日の 2 月 27 日、研究室同期の佐野くん、中屋敷くん、同じ専攻の中山くん、前述の小野田くんの 5 人で、Harvard University の Whitesides Group の見学に伺い、4 人のポスドクからそれぞれの研究について詳細に説明していただいた。4 人の研究テーマは、コロイド粒子を用いたナノパターニング、ケブラーを圧着して製作する防弾素材、紙素材の HIV 簡易検出キット、磁場浮遊を用いた異物検出法と、一見して一貫性のないようにも見えるが、「安くて」「簡単で」「誰でも使える」技術・マテリアルを考案することに重きを置いているように感じた。余談だが、同行者の誰かが言った「自由研究を大真面目にやっている研究室」という表現が、言い得て妙であったことを添えておきたい。



図 2 ハーバード校舎前にて。左から小野田、中屋敷、中山、佐野、矢野、Dr. Alok Tayi。

総括

研究室を訪問して話していると、アメリカの科学研究が極めて強い目的志向で行われていることを感じた。コストや環境にも配慮しながら、日常生活だけではなく軍事展開も考えて研究しているところに、日本との大きな違いが見えた。また、研究室訪問に限らずアメリカに一週間身を置いてみることで、日本と海外の文化の違いを痛感した。よく日本人は同質性を重んじると言われるが、アメリカでは他人と違うことが当然で、積極的に自分の存在をアピールしていく姿勢の重要性を感じた。実際、2 日目の Kimerling Group の訪問の際に、和田先生から「何も意見を言わなかったら、そこに居ないのと同じだ」ということを強く言われ、少なくとも海外研修期間中は自分の意見をできるだけ発信し続けるように意識したこともあって、多少英語が分からなくてもちゃんと聞き返し、自分の意見を言う訓練ができたと思っている。この姿勢を日本に帰ってからちゃんと維持していくの

が今後の課題である。

謝辞

最後になりましたが、海外研修を設けてくださった MERIT 事務局の皆様、MIT 訪問プログラムを組んでくださった百瀬先生と中野先生に感謝申し上げます。また、現地での訪問を快く承諾してくださった Kimerling 教授、Holten-Andersen 助教授、Swager 教授、Whitesides 教授、Kimerling Group を案内してくださった和田先生、Holten-Andersen Group を案内してくれた Ms. Erica Lai、Swager Group 訪問の世話役を引き受けてくださった石原さん、案内してくださった稲本さん、辻本さん、呉屋さん、川澄さん、Legal Sea Food でのランチをご馳走してくださった Swager 先生、Whitesides Group を案内してくださった Dr. Alok Tayi にも厚く御礼申し上げます。

物理学専攻 谷田桜子

2015年2月23日から3月1日にMERIT海外研修に参加し、MIT、ハーバードメディカルスクール、ブランダイス大学を訪問した。自分の研究に強くかかわる研究室からこのプログラムに参加することで知ることのできた分野の研究室まで、多くの方々と議論することが出来、広い知見を手に入れることが出来た。ボストンに滞在していた24日から27日までの4日間の研究活動について報告する。

2月24日

MERIT海外研修参加者全員でMITを訪問した。午前中は施設全体を見学し、午後はKimerling研究室の実験施設の見学と学生とのディスカッションと交流会を行った。施設見学では食堂・ジムから研究棟まで広いキャンパスを回りながら説明してもらった。MITはキャンパス内の建物が地下通路や地上連絡路等でつながっている。今年のように雪が多い場合には便利でうらやましい。午後のKimerling研は半導体に関わる研究室で今まで触れたことのない分野であったので興味深かった。

2月25日

ボストン市内から電車で30分ほどにあるブランダイス大学を訪問した。参加者の訪問予定表を見ると、この大学に訪問した学生は他に居なかったようだ。ボストン中心地から電車で20分位西に行った駅にあり、降りてすぐの丘全体が大学であった。この大学ではアクティブマターの実験を中心に研究をしている研究室を訪問した。個々人それぞれで違った研究テーマを持っており、1対1で研究内容についてディスカッションすることが出来た。学生・スタッフ共に訪問者である私との議論を歓迎してくれ、私の研究にも興味をもって熱心に聞いてくれた。彼らとの議論で、様々な研究を知ることができ自分の研究への理解が深まっただけでなく、他人に興味を持ってもらえる研究をしている自信を得ることが出来たと感じている。

2月26日

現在取り組んでいる実験で使用している微小管とキネシンというタンパク質について知るために、ハーバードメディカルスクールを訪問した。ここではPh.D. defenseを見学した。東京大学で見た博士論文審査会と雰囲気は異なり、聴衆が50人と多く赤ちゃんも2人いた。発表も分かりやすく、途中で冗談も交えながら進めていたのが印象的だった。

2月27日

再びMITで、有機化学を専攻している学生と話をした。彼女は東京大学出身で昨年9月からMITのPhDコースに進学した。異分野交流が出来たことに加え、海外の大学院を選んだことについて体験談を聞いたことが非常に刺激的だった。

最後に、MERITの方々、引率の中田先生と百瀬先生、参加者の皆様のおかげでこのような素晴らしい経験が出来たことに感謝申し上げます。

物理学専攻 修士1年 中山 健

3日間の自由行動のうち、1日目はMITのLiang Huグループ、2日目はHarvardのHoffmanグループ、3日目はGreinerグループを訪問した。以下ではそれぞれの研究室への訪問について報告したい。

Liang Hu グループ

Liang Hu グループはMITの凝縮系理論グループのうちの一つのグループである。物質が持つトポロジカルな性質に注目し、最近ではTopological crystalline insulatorを理論的に提唱している。訪問の際には研究室の学生のSagarさんに理論グループの紹介をしていただき、Senthil教授の学生と一緒に研究について議論した。お昼ご飯を共にした後はSagarさんの研究内容を紹介していただいた。しかし、第一に英語をうまく聞き取れないこと、さらにエンタグメントに関する理解が十分ではないこともあり、的外れだと思われる質問をしてしまったのは悔やまれた。



MITを背景にして学生のSagarさんとの一枚

Hoffman グループ

Harvard大学にあるHoffmanグループは、走査型トンネル顕微鏡、原子間力顕微鏡を用いて超伝導やトポロジカル絶縁体を実験的に研究しているグループである。物性理論を専門としている自分にとって、実際にどのような環境で実験が行われているのかを知る良い機会だと思ったので訪問した。研究室の学生に実験室の案内をしていただき、実験室に入ってすぐに驚いたことは実験室の防音、防振設備である。一緒に訪問した物性実験を専攻する学生も驚く環境であった。これはどこの研究室を訪問しても同じようなことが言えるが、実験設備や研究内容を説明するときには分野外の人にもわかりやすいように基本的な事柄から丁寧に話すこと、そしてとても楽しそうに話す姿勢が伺えた。自分が分野外の人に自身の研究について話すときにその姿勢を活かしていこうと思った。



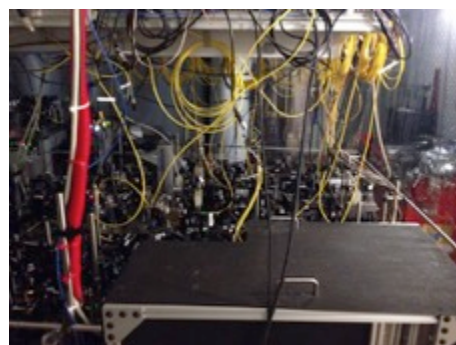
Hoffman教授を囲んでの一枚

Greiner グループ

3日目にはHarvard大学にあるGreinerグループを訪問した。HarvardとMITは冷却原子気体の分野に非常に力を入れており、Greinerグループもそのうちの一つの実験グループである。今回、数ある冷却

原子気体の実験グループの中から Greiner グループを選んだ理由は私の研究内容に特に密接に関係のある実験を行っているためである。冷却原子気体の持つ利点として、従来の物性研究に比して電子間の相互作用を自在にコントロールできることがしばしば挙げられる。実際に物性の理論研究をする立場から見るとその利点は非常に扱い勝手がよいものの、そんな都合のよいことが本当に可能なのだろうかという思いも訪問前には抱いていた。

実際の訪問では Greiner 教授は会議のために会うことはできなかったが、学生の Philipp さんにポスターを用いて研究内容の説明していただき、さらに実験設備の見学させていただいた。光格子に原子を入れたとき、1 つのサイトレベルでいくつの粒子があるのかを知ることができることに驚き、訪問前の疑問が氷解した。さらにその技術を用いてブロッホ振動させた光格子の粒子のランダムウォークを見る実験は非常にエキサイティングに感じられた。



複雑に組み立てられた光学装置

総括

今回の研修では語学の壁が非常に大きいように感じた。自分の言いたいことをある程度準備しておけば主張までは押し通すことができることを学びつつも、やはり会話のキャッチボールがスムーズにできないようであれば研究の発展にはつながらないであろう。また、今回の研修は研究交流という面でも非常に良い機会であった。特に分野の近い海外の研究者と顔を合わせて話すことができることは何よりも刺激になることだと理解した。実際、研修を終えてから投稿した論文に対して訪問先の学生からメールでコメントをいただけたのは研究の励みにもなった。

謝辞

引率の百瀬先生、中野先生、研修プログラムの手配をくださった MERIT 事務局と先生方、並びに訪問を快く受け入れてくださった研究室の皆様に対して心よりお礼を申し上げます。また、研修にあたり、多くの時間を共にした物理工学専攻の杉田君と濱本君、Hoffman グループとコンタクトを取っていただいた物質専攻の鷺見君をはじめとする MERIT 生の皆様にはとても感謝しています。本当にありがとうございました。

化学専攻 修士1年 小澤 直也

2月24日は海外研修参加者全体でMITのキャンパスツアーに参加した後、Kimerling研究室を訪問した。25-27日の個別訪問ではHarvard大学のSzostak研究室およびMITのDrennan研究室とLanger研究室を訪問した。

24日午前 MIT キャンパスツアー

MITの学生にキャンパス内の案内や学生生活の話しをしていただいた。キャンパスは塀や門はなく開放的で、内部には様々な形の建物が並んでいた。特に興味深かったのは、hackという文化である。Hackとは学生による高度ないたずらのことであり、ドームの上に自動車が載せられたこともあるそうである。

24日午後 MIT Kimerling 研究室訪問

この研究室では半導体の研究を行っている。研究室のメンバー4人から、それぞれの研究内容について実験装置を見ながら説明していただいた。私の研究とは全く異なる分野であるが、専門知識がなくても理解できるようにわかりやすく解説してくださった。

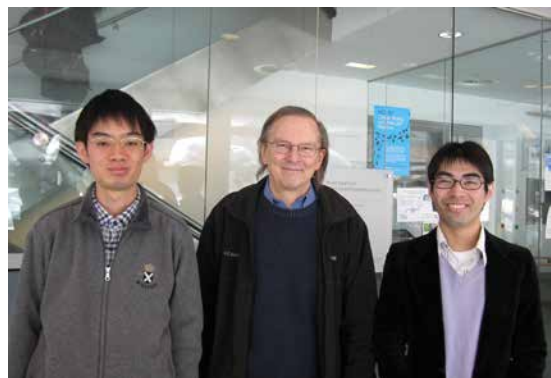
見学後の交流会では、MITには多くの留学生いるが日本からの留学生は非常に少ないと聞いた。他国の学生は日本よりも積極的に留学するようである。

25日 Harvard 大学 Szostak 研究室訪問

Harvard大学のキャンパスは、MITとは対照的で、歴史のありそうな赤レンガの建物が並んでいた。

Szostak研究室への訪問は、指導教員の菅教授に紹介していただくことで実現した。

午前は、足立君とともに、Harvard大学のキャンパスでSzostak教授と面会した。Szostak教授は私の研究の基礎となる技術を開発した方である。また、テロメアに関する研究でノーベル賞を受賞されている。最初に、私の研究を紹介しアドバイスをいただいた。その後、Szostak教授の現在の研究を説明していただいた。現在の研究は生命の起源に関するもので、初期の細胞のモデルとして、ベシクルの成長や、酵素が存在しない環境でのRNAの複製を調べている。



午後は、ポスドクの Kamat さんに研究室を案内していただいた。研究室はキャンパスから 4 km ほど離れた MGH の研究所にあり、広い実験室を他の研究室と共有していた。見学の後、他のメンバーも紹介していただき、互いの研究について議論したり、研究生生活について伺ったりした。

26 日 MIT Drennan 研究室訪問

Drennan 教授に直接メールを差し上げたところ、訪問を快諾してくださった。

この研究室は、金属酵素の働きを X 線結晶構造解析を用いて研究している。

最初に Drennan 教授と面会した。MIT では学位論文のプレゼンテーションの他に、研究計画の授業もあるそうである。仮想の研究テーマについて詳細な計画書を作成し、学科の先生方から批判を受けるというものである。学生にとっては辛いがとてもよい経験になるとのことであった。



その後、ポスドクの Bridwell-Rabb さんに実験室を案内していただいた。結晶化条件を自動でスクリーニングするためのロボットや、X 線発生装置を見せていただいた。さらに、酸素に弱いタンパク質を扱うためのグローブボックスが各部屋に備え付けられていた。

さらに、学生の Kang さんの紹介で、Pentelute 研究室も見学させていただいた。タンパク質の化学合成を行っている研究室で、カスタムメイドのペプチド合成機で合成する様子を見せてくださった。

27 日 MIT Langer 研究室訪問

海外研修参加者の足立君に誘ってもらった研究室であり、ドラッグデリバリーシステムや再生医学を研究している。ポスドクの Nguyen さんに案内していただいた。100 人以上が所属する大規模な研究室で、Koch Institute の 1 フロアの約 4 分の 5 を専有していた。研究室は 6 つほどのサブグループに分かれており全体としては多数のプロジェクトを抱えているが、Langer 教授はすべてをしっかりと把握しているようでその能力に驚いた。

謝辞

訪問を快諾してくださった Szostak 教授、Drennan 教授、Langer 教授と各研究室のメンバー、Szostak 教授に紹介してくださった菅教授、海外研修を企画してくださった MERIT 担当者の皆様、引率してくださった百瀬先生と中野先生に感謝いたします。ありがとうございました。

化学専攻 固体化学研究室 沓澤大

1. Ramanathan lab.

自由行動初日は Harvard 大学の Ramanathan 博士の研究室を訪問した。同研究室では、主に酸化バナジウムやニッケル酸サマリウムといった強相関酸化物薄膜を用いたデバイスについて研究している。私自身、機能性酸化物薄膜の合成をテーマにしており、このような物質が実際にどういった形で応用研究されているのか興味があったので、今回訪問させていただいた。当日は、残念ながら 30 分程しか Ramanathan 博士とお話することは出来なかったが、博士は非常に話のスピードが速く、もちろん理解力も相当なものであったので、かなり密な時間を過ごすことが出来た。主に私の現在の研究テーマについて議論をしたが、博士には興味を持っていただけたようで、合成に関する技術的な事から物性にいたるまで多くの助言を頂いた。

2. Hoffman lab.

二日目は Harvard 大学の Hoffman 教授の研究室を訪問した。同研究室では、分子線エピタキシー法(MBE)によって高温超電導体やトポロジカル絶縁体といった機能性薄膜を layer-by-layer 成長で作製し、走査型トンネル顕微鏡(STM)や原子間力顕微鏡を用いることで原子レベルの分解能での測定を行っている。大きく分けて 3 つの実験室があり、その内の 2 部屋を見学させていただいた。装置はどれも大掛かりなもので、圧倒させられた。特に、単位格子数個分さらには 1 個分の厚さの超薄膜を作製し、その場観察を可能とするために MBE と STM を組み合わせた装置系は、縦にも横にも大きくて圧巻であった。非常に大きいにも関わらず、装置内真空度は 10^{-11} Torr と非常に高い値を維持しており、同様に真空系を扱っている私から見ても、かなりの技術力とコストが必要なのでは無いかと思われた。

最後に数分ほど Hoffman 教授とお話する機会があったが、私自身の研究として薄膜を作っているといったところ、興味深い物質が出来たら測定するから何時でもメールしてくれと言って頂いた。とても優しそうな方であったが、教授室内にあった黒板がかなり使い込まれている様子が印象的であった。

3. Ross lab.

三日目は MIT の Ross 教授の研究室を訪問した。残念ながら教授は予定があり、お会いすることは出来なかったが、研究室の大学院生が研究室を案内してくださった。同研究室は、酸化物の磁性研究に関して非常に有名であり、パルスレーザ堆積法を用いた薄膜作製やブロックコポリマーを用いたデバイスのパターニングなど高い技術力を有している。研究内容については、当日に居室にいた院生の方々からポスターや

スライドを用いて説明していただいた。恥ずかしながら、私の勉強不足でかなり見当違いな質問を多々してしまったが、おかげで専門外の研究についての知識を多く得ることが出来た。

4. 全体を通して

初めての海外という事もあって、最初は何をするにも大変であった。そういった中で、単独で研究室へと赴き、研究について議論を交わすというのは精神的に非常に疲れるものであった。終わってみるとあっという間の 7 日間であったが、得るものは多く、非常に良い経験となった。今までは将来のキャリア構想として、国際的に活躍したいと漠然と思う一方で海外を何処か遠くへ感じていたが、今回の研修を通して少し身近に感じる事が出来るようになったと思う。

最後に、今回の旅行の機会を提供して下さった **MERIT** 事務局の皆様、引率でお世話になった百瀬先生、中野先生に深く感謝申し上げます。ありがとうございました。

化学専攻 修士一年 林 峻

MERIT コースのコースワークの一つである海外研修に参加させていただいた。以下に訪問した 3 研究室での活動および海外研修において学んだことを報告する。

2 月 25 日 : Buchwald 研究室 (MIT)

研究室見学の初日は MIT の Buchwald 先生の研究室を訪問した。Buchwald 先生は有機金属錯体を触媒とする反応開発を行っており、パラジウム触媒によって芳香族ハロゲンとアミンを結合させる Buchwald–Hartwig 反応の開発で有名である。現在研究室にはパラジウムあるいは銅錯体を触媒とする反応開発を行うグループと、流通反応器を用いた触媒反応のシステムの開発を行うグループの 3 つのグループがある。初めに先生にお会いしたとき、「私が有名だから見学に来たのか？」というジョークへの答え方がわからず、非常に居心地が悪かったのを覚えている。先生からは私の塩基触媒に関する研究について、反応開発を行っている立場からのご意見を頂いた。その後、昨年まで化学専攻の同期であり現在 MIT の大学院生である市川さんに研究室を案内して頂いた。実験室にいた方々は実験中にも関わらず研究内容についてかみ砕いて説明してくださった。研究内容はいずれもやや専門外で難しかったが、ドラフトのガラス窓に構造式や反応機構を描きながらの英語によるディスカッションは非常に楽しく、英語を勉強しようというモチベーションになった。

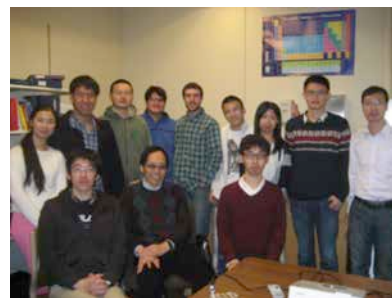
2 月 26 日 : Swager 研究室 (MIT)

二日目は MIT の Swager 先生の研究室を訪問した。Swager 先生はセンサー、液晶などに用いられる機能性ポリマーの設計に取り組んでおり、中でも爆薬の主成分である TNT を検出する共役系ポリマーの開発で有名である。Swager 研究室はナノテクノロジーの軍事応用を行う機関にも属している。実際ある実験室の外にはアメリカ兵のマネキンがあり、アメリカが軍事研究へ莫大な予算を投じているという事実改めに気づいた。あいにく Swager 先生は不在であったが、日本人のポスドクの方々に研究室を案内していただいた。多少古い装置も混じっていたものの、私が共通機器として使用しているような装置をはじめ必要な装置はすべて研究室内に揃えられているようであった。ポスドクの方からは住居の選び方や買い物のコツ、言葉の壁など留学における注意点を教えていただき、たくさんの日本人がアメリカで研究を行っている様子を見て留学に対する不安が少し薄れた。

2 月 27 日 : Wang 研究室 (Brown 大学)

三日目は Brown 大学の Wang 先生の研究室を訪問した。Wang 先生は気相中のクラスターの光電子分光を専門としており、近年フラーレンに似たケージ状構造を持つホウ素クラスターの発見で注目を集めている。私の研究内容を研究室の方全員に紹介する機会を頂き、

質量分析の結果に対するコメントをはじめ様々なご指摘、ご質問を受けた。研究室には中国出身の方が多く、自己紹介の際に私の名前を漢字で書いて披露したところ、大いに盛り上がり、名前の中国語での読み方を教わった。研究室見学では、現在使用している質量分析、光電子分光の装置を3台見せてもらった。私が論文から知っていた装置には改良が加えられており、その改良部分



Wang 研究室の方々

について原理から測定結果の例まで詳しく教えていただいた。実験室に入ったとき、その部屋の静かさに驚かされた。質量分析では装置内を高真空に保つ必要があり、私の研究室では排気ポンプの大きな騒音がする。一方、Wang 研究室ではいくつかのポンプ本体を別室に隔離し、装置とパイプでつないで排気していた。また、エレクトロスプレーイオン化質量分析 (ESI-MS) の装置を見せてもらった。シリンジに入れられた試料溶液は大気圧下で噴霧され、キャピラリーを通じて装置へと導入されるが、測定条件が毎回同じになるように、シリンジの位置は固定され、かつ試料導入部全体は扉がついたアクリルの箱で覆われ、中には湿度を一定にするための装置が置かれていた。私の研究室の装置ではシリンジとキャピラリーの間の距離、雰囲気は測定ごとに変化してしまうので、この工夫を取り入れてみたいと思った。ここでの会話は渡米初日に比べて比較的スムーズに行え、自分の英語力に関して少し自身を持てた。

海外研修で学んだこと

今回の研修でアメリカの文化や研究室の雰囲気に触れることができ、今後経験するかもしれない海外留学への障壁が大きく下がったと思う。初日はコーヒーを買うのですら手間取っていたが、一週間の間に徐々に慣れ、何となく海外でも生活していける自信がついたように思う。しかしながらディスカッションを通じて自分の英語力不足だけでなく自分の勉強不足を実感し、日々幅広い分野の知識を吸収していく姿勢が大切だと改めて気づいた。また日本人の留学生は同じアジアの中国人や韓国人に比べて少ないという話を訪問先で耳にした。確かに日本の研究設備や大学のレベルは今のところ十分に高いのかもしれないが、研究に対するハングリー精神を失ってはならないと感じた。



飛行機から見たボストン
白く凍った川の奥が MIT

謝辞

今回の海外研修の機会を与えてくださった MERIT の方々、引率してくださった百瀬先生、中野先生に謝辞を述べたいと思います。貴重な体験をさせていただき本当にありがとうございました。

理学系研究科 化学専攻 修士1年 平田 圭祐

2/23 から 3/1 にかけてアメリカのボストンで海外研修を行った。2/24 に研修生 24 人全員が Massachusetts Institute of Technology (MIT) の Kimerling 研を訪問した。2/25～2/27 は自由行動であった。

2/24 Kimerling Lab.

MIT の Kimerling 研は MOSFET などの半導体の研究で有名な研究室である。研究室見学では薄膜生成用の CVD (Chemical vapor deposition) 装置や光学特性を測るセットアップ等を見ることができた。装置見学後は Kimerling 研の学生と英語で交流し、非常に有意義な体験となった。学生とのディスカッションを通して自分の英語力がまだまだ未熟であることを実感するとともに、中国人や韓国人などアジア系の留学生が多いことにも驚かされた。日本人の留学生は彼らに比べて極端に少なく、なぜこれほど日本人が少ないのか不思議なくらいであった。

2/25 Mark A. Johnson Lab.

Yale 大学の Johnson 研究室は原子集合体であるクラスターの赤外分光を中心に研究を行っている研究室である。我々の研究室もクラスターの研究を主体として行っており、Johnson 研を訪問することは我々の研究を進める上で非常に刺激

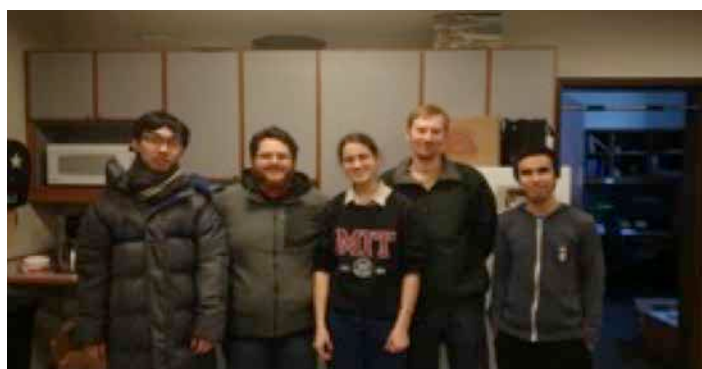


図 1. Johnson 研のメンバーとの記念写真

的なことであった。実験設備は全長 4-5 m もある巨大な真空装置であり、多様な実験ができるように随所に工夫がなされていた。こうした工夫は自分の実験装置でも応用可能なもので、とても勉強になった。また、日本と比べて実験室が広いため、このような巨大な装置があっても全く窮屈な感じがしないことに驚いた。Johnson 研のメンバーのみなさんはとても親切で、くだらない質問や

細かい質問にも親身に答えてくださり、実りの多い訪問となった。

2/26 Timothy Swager Lab.

MIT の Swager 研究室は、 π 共役系高分子の分子センサーで有名である。Swager 研の実験設備自体は日本の有機系の実験室と大差ないものであったが、一人一台ドラフトが備え付けられており、日本に比べて実験スペースが大きい印象を受けた。

2/27 Lai-Sheng Wang Lab.

Brown 大学の Lai-Sheng Wang 研究室は気相中のクラスターの光電子分光 (PES) で著名な研究室である。Lai-Sheng Wang 教授は中国人であるためか、中国人留学生の割合が多く、研究室メンバー10人中8人が中国人であった。しかし、研究室内での会話は中国語ではなく全て英語であった。まず、自らの

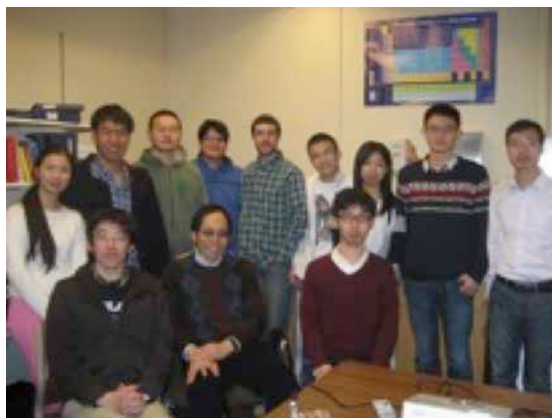


図 2. Wang 研のメンバーとの記念写真

研究内容についてプレゼンテーションを行った。自分の拙い英語では研究テーマの半分も Wang 研の方々には伝わらなかったことと思う。今後自らの研究を日本語・英語問わず発信していけるように研鑽していきたいと考えている。Wang 研究室は PES 用の真空装置が三つ、合成室が一つあった。三つの真空装置はいずれも数メートル四方ほどの巨大な装置であり、ここでもアメリカの敷地の広さを実感させられた。これらの装置からも今後の実験生活で使えるような技術・工夫を発見することができ、非常に有意義であった。

総括

この海外研修では MIT、Yale 大学、Brown 大学の三つの大学に赴き、四つの研究室を訪問した。それぞれの研究室で研究のみならず、研究の進め方、自分が成長していくための方法論を学びとることができた。とりわけ、自ら積極的に発言し、フィードバックを求める姿勢が大切であると実感した。よく日本人

は恥ずかしがり屋であると言われるが、そのような性向は研究者としては好ましくないことだと実感させられた。今後は今回の研修で学んだことを生かし、積極的に行動していきたい。

謝辞

今回海外研修の機会を与えてくださった MERIT の方々、とりわけ引率の百瀬先生、中野先生に深く感謝いたします。また、我々の訪問を快く承諾してくださった Kimerling 先生、Johnson 先生、Swager 先生、Wang 先生ならびに各研究室のメンバーの方々に深く御礼申し上げます。また、指導教官の佃先生にはたいへんお世話になりました。まことにありがとうございます。最後に、この海外研修に参加した第四期 MERIT 生の皆様に感謝申し上げます。

海外研修報告書

新領域創成科学研究科
物質系専攻 岸 柁之

【概要】

本海外研修は平成 26 年度 2 月 23 日から 3 月 1 日にかけて行われた。2 月 24 日には研修生全員で MIT の Kimerling 研究室を訪問し、自由行動である 2 月 25 日から 27 日には、Rutgers 大学の Podzorov 研究室の訪問と MIT 博物館でのインタビューを行った。

今回の海外研修を通して、

- ・自分の研究分野以外にも広く興味を持ち、話を聞ける仲間を作ること
- ・研究とは如何に考えて実験を行い、解析するのかということ
- ・科学知識の背景を持たない人に自分の研究を伝えることで見えてくることがあること

を再確認し、学ぶことができた。

【MIT Kimerling 研究室の訪問】

Kimerling 研究室の訪問は研修生全員で行い、研究室の見学とディスカッションの 2 つのパートに分かれていた。研究室見学では、ポスドクの方が Kimerling 研での研究内容について丁寧に解説してくださった。Kimerling 研で最も自分の印象に残ったことは、ディスカッションのときに和田先生と Kimerling 先生のお話であったことで、「MIT ではまわりを見渡せば世界の研究をリードするトップランナーがいるので、わからないことがあればすぐに聞きに行き、ディスカッションをし、共同研究をすることができる」という点であった。自分の場合、まず新領域の他の研究室が何をやっているのかをいまひとつ理解し切れていないこと、また気になってもすぐにディスカッションしにくいほどハードルが低くないことを鑑みて、MIT のフットワークの軽さに驚いた。MERIT のセミナーなどでも繰り返し言われていることではあるが、自分の研究分野にとらわれず、広く興味を持ってアンテナを張っている必要があること、また気になったらすぐ聞きにいける仲間を作ることの大切さを再認識した。

【Rutgers 大学 Podzorov 研究室の訪問】

自由行動の前半では Rutgers 大学の Vitaly Podzorov 先生の研究室に訪問した。

Podzorov 先生は有機半導体の物性の分野で様々な成果を挙げられた大先生で、先日日本の学会にいらしたときに、指導教官である竹谷先生に紹介していただき、訪問を打診した。研究室の訪問では、研究室の見学、Rutgers 大学でのコロキウムへの参加をし、最後に Podzorov 先生と、同大学教授の Piers Coleman 先生と Premi Chandra 先生、コロキウムの講師にいらしていた Ramamurti Shankar 先生とのディナーをいただいた。研究室見学では Podzorov 先生とポスドクの方に、装置や実験内容を具体的に説明していただいた。研究内容は自分のものと大きく被っているために、今まで気になっていたことをいろいろ質問することができ、大変ためになった。また見学をして考えさせられたことのひとつが、研究では新しい装置を使えば楽だが、いかに考えて実験をするかであるということである。Podzorov 研にある装置はどれも最新式のものとは言えず、10 年ほど前のものが多かったが、それでも丁寧に実験を行い、結果を慎重に解析することで、世界を興奮させる成果を出している。頭ではわかっていたはずなのだが、実際に Podzorov 研究室を訪問することで直接体験することができたのは、大変貴重なことであつた。

研究室の見学に次いで、Rutgers 大学の授業のコロキウムに参加させていただいた。本来予定にはなかったのだが、たまたま Podzorov 先生がその日のコーディネーターだったため、ありがたいことに参加することができた。講師の方は著名な量子力学の教科書である「Principles of Quantum Mechanics」を書かれた Ramamurti Shankar 先生で、内容は天才数学者の Ramanujan の生涯についてであつた。初めて海外の大学の講義に参加すること、また幸い内容がハードな物理の話ではなかったため、楽しみながら聞くことができた。しかしフランクな英語になかなかついて行けず、まわりの学生が笑っているのに理解できず悔しい思いもした。日本の授業と異なっていると感じたのは、ディスカッションの時間に活発な議論が行われていること、授業が終わっても Shankar 先生の周りには学生が集まって話をしていた点で、この積極的さをぜひ見習いたいと思った。また思いもかけず、Shankar 先生とはコロキウム後にディナーをご一緒することになった。Shankar 先生、Podzorov 先生に加え、Piers Coleman 先生、Premi Chandra 先生の 4 人の教授の方との豪華な夕食をとることができ、これもまた貴重な体験をすることができた。ただしここでも英語をうまく聞き取ることができず、恥ずかしい思いもした。先生方は、自分は当然英語が話せるとだろうという前提で話をしてくださるのだが、残念ながらそれについてい

けないことも半々であった。自分の言いたいことを話す方はまだ何とかなったが、聞く方はこつこつと努力して練習しようと思った。

【MIT 博物館でのインタビュー】

自由行動の後半では、MIT 博物館の職員の Juan さんに科学コミュニケーションについてのインタビューを行った。このインタビューの目的は、研究者が、科学コミュニケーションにおいて何を求められているのかを聞くことであった。自分がこのインタビューを行おうと思ったきっかけは、欧州や米国では研究者がプロ研究者ではない一般の市民に対して研究活動の紹介や広報を行うことが強く勧められており、場所によっては義務付けられてさえいること、一方日本では理科離れなどが問題になり科学コミュニケーションが重視されているものの、博物館の職員などの専門職の教育は行っているが、研究者自身は市民への説明などはあまり意識されていないということを知ったためである。専門職員ではなく、研究者自身が市民と交流を持つ意味を知りたくて、このインタビューを行った。

MIT 博物館では、世の中で科学コミュニケーションの重要性が広く説かれる前の 1971 年から、MIT での研究成果を世の中に紹介することを使命としており、毎年 MIT の学生の研究成果の展示や、教授の先生方を呼んでのサイエンスカフェなどを開催している先進的な博物館である。お忙しい中のインタビューだったので、それほど長い時間を取れなかったのだが、貴重なお話を聞くことができた。

まず、研究成果の展示を行った学生の声として、専門ではない人に向けて自分の研究をわかりやすく伝えることが、大きな勉強になるとのことだった。これはまさに MERIT の目的のひとつである異分野の学生とのコミュニケーションの恰好の訓練だと思う。同じ研究者ならまだしも、科学のバックグラウンドがそれほどない可能性のある見学者に対し、わかりやすく伝えるには相当考えられた展示を行う必要があり、こうして伝える力がのびていくのだな、と感じた。また、専門ではない市民と触れ合うことで、倫理観や広く社会で求められている研究について考えさせられるという声を多いそうである。確かに普段、学会や論文のアブストラクトでは、自分の研究が実現したら達成できることについてイントロダクションを書くが、本当にそれが社会で必要とされているの

か、その技術を実現するには、研究が進むだけでいいのか（倫理上問題はないか、プライバシーの問題をどう扱うかなど）ということを深く考える機会はありませんと思う。そういうことを忘れないためにも、定期的な科学コミュニケーションは役に立つそうである。

【謝辞】

本研修という自分を成長させる機会を与えてくださった MERIT プログラムと実行委員長である市川先生、引率してくださった中野先生、百瀬先生、訪問させていただいた Kimerling 研究室、Podzorov 研究室、MIT 博物館、素敵な夕食をご一緒してくださった Coleman 先生、Chandra 先生、Shankar 先生に感謝致します。

物質系専攻 修士 1 年 鷲見浩樹

3 日間の自由行動は Harvard 大学の Silvera Lab、Hoffman Lab、そして MIT の Gedik Lab をそれぞれ 1 日ずつ訪問した。以下順に詳細を述べる。

(1) Issac F. Silvera Lab

Silvera Lab は超高压技術を用いた水素固体の相図研究を行っており、固体物理でありながら冷却原子的な問題を取り扱うという研究室である。Harvard 大学は高压技術の祖 Bridgeman が所属していた大学であり、その技術が脈々と受け継がれている点に歴史を感じた。私はそんな Silvera 教授の元を一人で訪れた。私は Silvera 教授と 1 対 1 のディスカッションの後、研究室のメンバーの研究をそれぞれ説明していただいた。研究室には個人のダイヤモンドアンビルセル以外に、物性測定用の光学系が複数台、極低温実験用の大型希釈冷凍機 (Fig. 1) といった、冷却原子系特有の装置と超高压技術特有の実験が並列されるというあまり見慣れない光景であった。

Silvera 教授は見ず知らずの私の研究の話に丁寧に耳を傾け、また教授自らが研究室を紹介してくださるという手厚くもてなしてくださった。一方で自分の英語能力が至らなかったため、より密なコミュニケーションができなかったことが非常に悔やまれた。



Figure 1: 希釈冷凍機

(2) Jenny Hoffman Lab

Hoffman Lab は STM、AFM、PFM といった実験技術を用いた薄膜試料に対する電子状態や物性の測定を行っている研究室である。どの測定技術も非常に大型の装置かつ高価なものなので早々お目にかかるものではないが、それが分子線エピタキシー装置という非常に高価な薄膜形成装置と直列している様はまさに圧巻であった。日本の予算規模ではまず不可能であると考えら

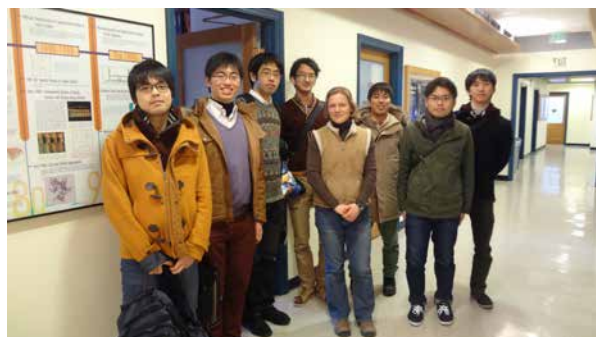


Figure 2: Hoffman 教授との集合写真

一装置という非常に高価な薄膜形成装置と直列している様はまさに圧巻であった。日本の予算規模ではまず不可能であると考えら

れ、改めて世界レベルの研究の規模の大きさというものを思い知らされた。Fig. 2 は Hoffman 教授と訪問者との撮影した写真である。

(3) Nuh Gedik Lab

Gedik Lab は強相関電子系に対し、第二次高調波、テラヘルツ波、光電子分光法、電子線回折といった様々な光のプローブを用いて強相関電子系の電子状態を測定する研究室である。研究室内には非常に複雑な光学系の組まれた光学台が5台以上あり、さらに個人の研究室で世界トップレベルの時間分解能をもつ光電子分光装置を所有している。試料合成を専門とする人間としては、自分の試料が完成した暁にはこの研究室を訪ね、これらの実験技術を使ってあらゆる測定をすることを夢見ている。

最後にこの海外研修プログラムをコーディネートしてくださった方々へお礼を申し上げます。特にプログラムを準備し、現地での引率をしてくださった和田教授、百瀬講師、中野講師には大変お世話になりました。本当にありがとうございます。この経験をこれからの研究の糧とし、より一層精進します。

瀧澤 誓

March 23, 2015

MERIT 海外研修レポート

MIT 2015 winter

この一週間に及ぶ海外研修においては、教授や研究者のみなさんとの多くのディスカッションや研究室訪問を通じてとても実りの多い体験をさせていただきました。普段なかなか見ることができないような実験設備や、特に日本とはまた違った研究風土におけるシステムができており、研究に対するアプローチの仕方も日本のそれとは異なって見え、自分の研究スタンスを考える上で非常に刺激的でした。このレポートはおそらく一般に公開されるものであるため、細かい議論の内容や実験設備に関することを詳しくは描けないのが残念ですが、四日間の研究室見学を通じて自分が違いを感じた点などをレポートさせていただきます。

First day Kimerling lab MIT

一日目はキマリングラボを訪れました、3つのグループに別れ4つの研究区画を拝見させていただきました。リサーチの分野が自分とは異なるものではありませんでしたが、大変興味深く聞こえるようなプレゼンテーションを聞くことができ、とても刺激

的でした。研究内容のアウトプットに対する情熱のようなものを感じ、それがこの研究室の研究内容を広く周知させる上でとても役に立っているのだらうと感じました。



Google building inside MIT, there are many private corporations having collaborative research like this, such as Novartis.

Second day Beach lab MIT

ビーチ研究室においては、実験施設の見学や共同利用施設の見学を行いました。多くの研究施設において共同利用の実験機器というものがあり、それ自体は珍しいものではないかもしれませんが、MITにおいて気になったのはウォーターカッターのようなやや変わり者の制作機器から3Dプリンターなどの最新の機器まで幅広い実験・制作機器が充実していた点です。それぞれの施設には技術者が滞在し、使い方などを丁寧に解説してくださいます。3Dプリンターのような機器は、ホビー用途のイメージが強くありますが実験においてはとて

も便利で、パーツから自分で組み上げるような実験機器を作る場合の足りない空間を埋める、固定する治具、あるいは簡単な実験機器のプロトタイピングなどに対して、非常にスピーディかつ安価に作成ができるのが特徴であり、実際の研究施設にも様々な部位に使われておりました。またポスドクや PhD 学生との議論も非常に興味深いものとなり、特にポスドクの方は磁壁の分野において大変興味深い研究を以前なさっていた方で、アカデミアのなかでの生活の考え方や、日本とアメリカの研究環境の違いに関して、夕飯をご一緒させて頂きながらお話いただきました。

Third day Philip Kim lab MIT

ハーバード大学には、先進的なマテリアルサイエンスの研究を行っているビルがあり、そこは共同利用の実験施設が大変充実しておりました。データの解析などを行うパソコンに関しても共同利用のコンピュータが存在し、何から何まで技術者が管理を行っており、管理が行き届いている雰囲気を感じました。

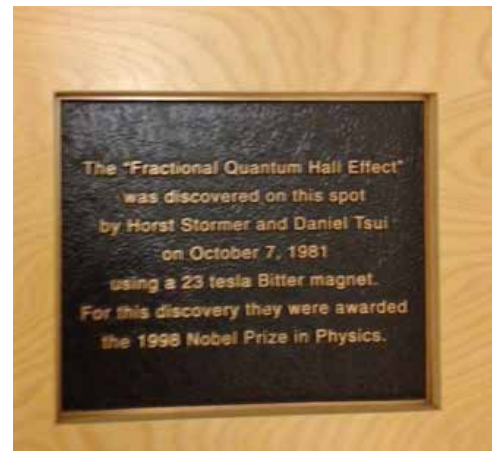
Fourth day Moodera lab MIT

この研究室はビター磁性研究所の中に存在し、ビター磁性研究所はビター法で有名なフランシスビターの名を関する著名な研究所で、有名な発見の一つとして 1998 年にノーベル賞を受賞した分数量子ホール効果の実験的な観測があげられるでしょう。教授も磁性の分野においては大変著名な方であり、お忙しい時期であるにもかかわらず大変長い一対一の時間をおとり頂き、白熱した議論をする時間を過ごせたのはとても光栄であり、知的に充実した時間で

した。議論が終わったあとに、磁性における知恵の嵐のようなものが脳内をよ



Francis Bitter magnet laboratory, where many researcher made a famous discoveries.



The place where “Fractional Quantum Hall Effect” was discovered. 1998 Nobel Prize.

ぎっていったような感覚が残ったのが印象的で、帰国後の研究を進める上でとても役に立つ情報を得られただけでなく、自分の中での研究に対する考え方がより一層深まりました。

最後にはなりますが、この海外研修でお世話になりました百瀬先生、中野先生、また MERIT 事務局の皆様及びこの大変素晴らしい機会をお作り下さった川崎先生に感謝を述べさせていただき、レポートの最後とさせていただきます。

物質系専攻 岡本貴田研究室 森本剛史

今回の海外研修では初日に全体行動として MIT で活動したのち、3 日間の自由行動で計 3 つの研究室を訪れた。それぞれの場所での活動内容と感想を記す。

2/24 MIT 全体活動

午前は MIT のキャンパスツアーに参加した。MIT の学部生とともに構内を回り、各所で説明を受けた。これはこの後の研究室見学等でも感じたことだが、学生自身が MIT の一員であることに誇りを持ち、積極的にさまざまな活動に取り組んでいるのが印象的だった。

午後は Kimerling 先生の研究室を訪れ、研究の紹介を受けたのち学生との懇親会を行った。研究分野は近からず遠からずといったところだったので、内容はそれなりに理解できた。学生が自身の研究の意義、強みを問われたときに明確に答えており、そこに感心させられた。自分も自身の研究内容を説明することぐらいはできるが、その意義を問われたときにこれほどはっきりと答えることができるだろうか、と考えさせられた。

2/25 Nelson Lab.訪問

自由行動初日は MIT で光物性の研究を行っている Nelson 先生の研究室を訪れた。自身と同じ研究分野の先生であり、訪問できたことは非常に幸運であった。まず先生の居室を訪れると、先生自身が行っている研究について思うところを語ってくださった。内容は専門的になるのでここに書くことはできないが、研究の目標として目指すところが明確であり、そのために最適な手段・手法を選択し、必要があれば手法そのものを開発する、という貪欲な姿勢が印象的だった。Nelson Group の論文は目を通したことがあり、研究内容についてもそれなりに知っていたが、こうして直接お会いして話を聞くことができると、その奥にある思想のようなものが見えてきて非常に面白かった。英語ができれば世界中のどの研究者とも会話ができて、そのようなことを語り合えるのだと思うと、わくわくするとともに、英語力の重要性を再認識させられた。

Nelson 先生との会談後は、先生を含む学生の前で研究内容の発表をし、ディスカッションを行った。先生、学生ともに的確かつ重要な質問をたくさんぶつけてくれてありがたかった。色眼鏡かもしれないが、質問の的確さから MIT の

学生の優秀さがうかがえた。自身の研究に対して、同じ分野の研究者が抱く印象を知ることができ、非常に有益だった。

訪問の最後には実験室の見学をさせていただいた。非常に広い実験室に豊富な設備があり、ライバルとしては脅威だと感じた。「君の所でもこのミラーを使っているのかい」などといった会話もあり、親近感がわいた。

2/26 Hoffman Lab. 訪問

自由行動二日目は Harvard の Hoffman 先生の研究室を訪れた。大勢での訪問となったが、先方は実験室を快く案内してくれた。主に STM を扱っている研究室であり、私自身の STM に関する専門知識はそれほど多くなかったが、基本的な質問にも丁寧に答えてもらえた。MBE で作成した資料をそのまま STM で測定できるようなセットアップになっており、非常に興味深かった。後で友人に「みんなあんな風な装置をもっているのか」と聞いたところ、「そんなわけではない、どちらも単体で非常に高い装置だ」という答えが返ってきたので、やはりすごい装置なのだろう。長時間の滞在ではなかったが、良い経験をさせてもらえた。

2/27 Gedik Lab. 訪問

自由行動最終日は MIT に戻り、光物性の研究を行っている Gedik 先生の研究室を訪れた。先生にお会いすることはできなかったが、実験室を一通り見学させてもらうことができた。実験室を見学してもっとも驚いたのはその装置の豊富さだ。テラヘルツを含むポンププローブ、時間分解電子線回折、時間分解 ARPES など等。それぞれ装置の規模はそう大きくはなかったが、この種類の豊富さは一つの研究室としては驚異的である。開発中の装置もあったが、これらの装置を用いれば物質の過渡的な電子状態に関して主要な情報はすべて得ることができるのではないだろうか。研究室の学生もそのことを強みに思っているようだった。

最後に

自身の英語力不足のせいで、コミュニケーションに難がある部分もあったが、それを差し引いても非常に有意義な研修だった。このような機会を与えてくだ

さった関係者の皆さんに感謝しつつ、得られた経験を最大限生かせるよう精進
していきたいと思う。