

MIT 交換留学報告書

機械情報工学科 3 年

2024 年 8 月～12 月

目次

1	概要	1
2	留学準備	2
2.1	留学への応募・選考	2
2.2	事務手続き・奨学金	3
3	オリエンテーション	3
4	授業・研究	4
4.1	Robotic Manipulation	4
4.2	AI & ML for Engineering Design	5
4.3	Electronics Project Laboratory	6
4.4	Undergraduate Research	6
5	生活	8
5.1	寮	8
5.2	食事	8
5.3	MIT Career Fair	9
5.4	グルメ・観光	9
6	最後に	10

1 概要

- プログラム: University of Tokyo-MIT Exchange Program
- 派遣先大学: Massachusetts Institute of Technology (MIT)
- 所属学科: Department of Mechanical Engineering (Course 2)
- 派遣期間: 2024 年 8 月～12 月 (1 学期間)



図1 Great Dome の前で世界各国からの交換留学生たちと記念撮影。

2 留学準備

2.1 留学への応募・選考

機械系では10月の学科ガイダンスで本プログラムの紹介があり、11月末に募集要項が告知され、2024年1月末に応募書類の締め切りがあった。応募書類は、MIT 交換留学申請書、CV、成績証明書、語学能力証明書の4点が求められた。語学要件は、TOEFL iBT スコア 100 以上、または、IELTS 7.5 以上であった。まず、東大側の選考があり、通過後は、東大から MIT に学生を推薦するプロセスがある。そして、MIT から受け入れ許可が下りたら無事 MIT への交換留学が決まる。なお、推薦状はアドバイザー教員に書いていただいた。

TOEFL 対策は、アゴス・ジャパンと連携して東大で開催されている TOEFL 対策講座を通じてを行った。講座は、週2回、6限に開講されており、10月から始まって12月に終わるため、応募のスケジュールとの相性が良かった。ただし、機械系の2A セメスターは授業数や期末テストの数が多く、それらと並行して TOEFL 対策および書類作成を行うのは大変だったため、少しでも MIT への留学を考えている人は早めに点数を確保しておくと思う。

2.2 事務手続き・奨学金

MIT への派遣が決まると、MIT のアカウント開設・ビザの申請・予防接種・寮の選択といった手続きがある。基本的に、MIT の事務局の方がメールで手続き方法を教えてくださるので、それに従って進めれば問題なかった。ただし、予防接種に関しては、一定の期間において複数回接種しなければならないものがあり最後まで接種し終わらないと MIT に着いてから残りを打つことになるそうなので、早めに接種することをおすすめする。私は、新規で打つ必要のあるワクチンはすべて東大の保健センターで接種した。また、ビザに関しては、アメリカ大使館での面接が平日の午前しか予約できないため、補講日を利用した。

奨学金に関しては、6月に国際部経由で応募した JASSO から月 8 万円の奨学金をいただいた。1月で締め切りの奨学金まで含めるとより多くの金額を支給していただける奨学金が色々あったそうだ。余裕をもって語学要件等を満たしておく、応募書類準備と並行して手厚い奨学金にも応募でき、より選択肢が広がると思う。

3 オリエンテーション

秋学期が始まる前に、交換留学生向けの 5 日間のオリエンテーションがあった。このオリエンテーションを通じて、MIT との交換留学プログラムを提携している世界各国 6 大学から来た交換留学生たちと親睦を深めることができた。2024-2025 年度は、イギリスのオックスフォード大学、インペリアル・カレッジ・ロンドン、スイス連邦工科大学チューリッヒ校、フランスのパリ政治学院、日本の東大、東京科学大学の 6 校から 30 人弱の交換留学生が参加していた。オリエンテーションはキャンパス案内や各種施設・事務局の紹介のみならず、街歩き謎解きゲームの一種のスカベンジャーハントというレクリエーションもあった。オックスフォード大学からの 2 人、インペリアル・カレッジ・ロンドンからの 2 人と私の 5 人チームでボストン市内を探索し、仲良くなることができた。オリエンテーション終了後も、交換留学生全体のグループチャットを通じて気軽にご飯に誘い合ったりするなどの交流ができた。



図2 スカベンジャーハントでボストン市内を探索。

4 授業・研究

必修科目への単位認定を行う必要があったため、ロボット、AI、電子回路の授業を1つずつ計3つの授業を履修した。加えて、研究インターンシップに相当する Undergraduate Research Opportunity Program (UROP) にて研究活動の対価として12単位をもらい、合計45単位を取得した。

- 6.4210 Robotic Manipulation (15 単位)
- 2.155 AI & ML for Engineering Design (12 単位)
- 6.2020 Electronics Project Laboratory (6 単位)
- 6.UR Undergraduate Research (12 単位)

4.1 Robotic Manipulation

Computer Science の学科で開講されているロボティクスの名物授業である。私が留学した秋学期では、いわゆるロボティクスの授業が6.4210 Robotic Manipulation と2.74 Bio-inspired Robotics の2つしか開講されておらず、どちらもはじめの数回分の講義に出たうえで、パーセプションや学習ベースの制御についても扱う Robotic Manipulation の方を選択した。マニピュレーションに関する内容を基礎から幅広く網羅した授業となっており、運動学から始まって制御理論やパーセプション、最終的には強化学習・模倣学習を用いた制御法まで扱った。Drake というシミュレータ上で課題やプロジェクトを行った。なお、Robotic Manipulation は Advanced Undergraduate subject (AUS), Independent Inquiry (II), Communication-intensive subject (CI-M) に認定されている授業であり、通常は1教科12単位のところ、15単位と少し重めの授業だった。

基本的には週2回の講義 + 週1回の recitation と呼ばれる論文の読み書きや発表のお作法について学ぶ演習があり、記述型の問題とコーディングから成る Pset と呼ばれる宿題が毎週課された。他の履修科目と比べて宿題の量が多く、計画的に終わらせていく必要があった。なお、講義は全て録画されており、オンデマンド形式で視聴することができたため、対面で授業に出席している人は少なかった。

はじめの方は東大のロボティクス I・II で学んだ内容と重なる部分が多かったが、授業が進むにつれて東大での既習内容はほとんどなくなり、復習をしながら新しい内容を徐々に学ぶことができたため、非常に良い学びのペースだった。基本的には復習ベースで進め、講義資料が非常に丁寧に書かれていたため復習にとっても役立つ。資料および講義動画はネットに公開されているため、気になった人は見てみることをおすすめする。

学期末には授業で学んだことを組み合わせてマニピュレーションにまつわるプロジェクトを提案しチームで取り組む final project があった。私は MIT の学部4年生とハーバート大学の学部3年生の2人とチームを組み、言語指示とアフォーダンスに基づいた把持姿勢生成とロボットマニピュレーションを目的としたシステムを開発するプロジェクトに取り組んだ。MIT では卒業要件に卒論がない代わりに、プロジェクトを通じて発案～研究～学会発表までのプロセスを疑似体験できる様式になっており、プロジェクトの提案書の作成、中間報告、学会予稿形式の最終レポート作成及びピアレビューを行った。発表会は、対面で口頭発表をするのではなく、プロジェクトを紹介するビデオを各チーム作成し、最終授業でスクリーンに投影して鑑賞した。

4.2 AI & ML for Engineering Design

Mechanical Engineering の学科で開講されている AI の授業である。本当は Computer Science で開講されている名物授業 Artificial Intelligence を受講したかったが、隔年で開講されているらしく、残念ながら私が留学した年は開講されていなかった。機械学習・深層学習に関して幅広いトピックを扱った授業で、数理的な解説というよりもモデルの概要とその応用先に焦点が当てられていた。

週 2 回の講義と毎週の宿題があった。講義でモデルの概要を扱い、宿題で Google Colab 上で実際にモデルを動かして実装面の理解を深める形式だった。それに加え、授業内ハッカソンがあり、モデルの精度を競った。ハッカソンでは惜しくも優勝は逃してしまったが、第 2 位になることができ、賞状と副賞として MIT のグッズをいただいた。

この授業も final project があり、メキシコとインドからの修士の留学生 2 人とチームを組み、画像から 3D CAD モデルを生成するモデルの生成率を diffusion guidance と回帰モデルを組み合わせて向上させるプロジェクトに取り組んだ。先行研究をされていたのが授業を担当されている研究室のポスドクだったこともあり、ポスドクの方には複数回のミーティングでアドバイスもいただき大変お世話になった。また、チームメンバーとはご飯を一緒に食べたり、締め切り間際は夜遅く（というよりもはや早朝）まで zoom でつなぎながら一緒に作業したりと楽しくグループワークをすることができた。プロジェクトの発表会は学会のポスター発表形式で行われ、先生や TA の方々から高評価をいただくことができ大変良い経験になった。なお、発表会はフォーマルな格好で来るよう指示されたため、ジャケットを一枚用意しておくと思い思う。

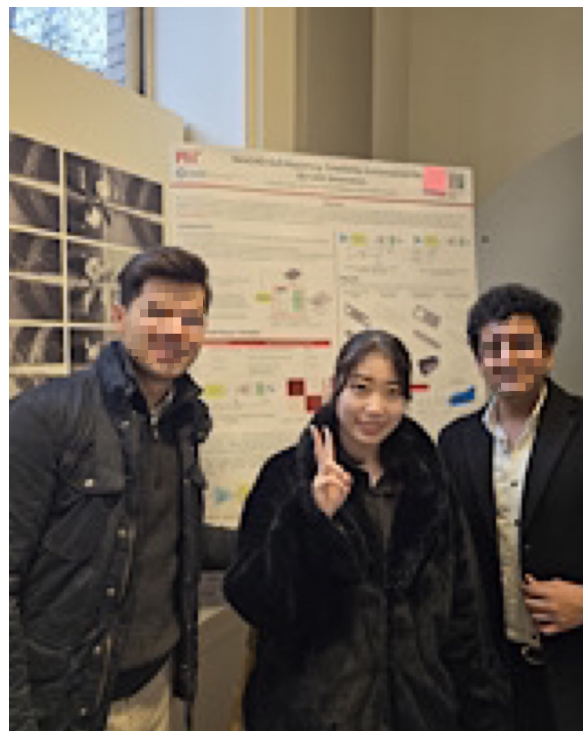


図3 AI & ML for Engineering Design のポスター発表の様子。

4.3 Electronics Project Laboratory

Electrical Engineering の学科で開催されている電気回路の授業である。6 単位の授業のため履修した科目の中で最も負担の軽い授業だった。

週 1 回の lab と呼ばれる演習と毎週の宿題で、講義はなかった。宿題の reading assignment と問題で回路の動作原理など理論的側面を扱い、lab で実際に回路をブレッドボードで組んだ。lab は 3 時間となっているが、はじめの 30 分で宿題の解説を、残りの時間で演習を行い、課題をすべて終えた人から帰宅できた。大体 1 時間～1 時間半程度で演習は終わることが多かった。2A のメカトロニクスで扱った内容で実際に回路を組むような授業で、演習形式は機械系の 3S の必修演習の電子回路の回にかなり近かった。

また、中間プロジェクトと最終プロジェクトがあり、音の高低によって LED の色を切り替える回路などを作成した。



図4 ラボがある建物。Improbable AI Lab 以外にも CSAIL の研究室がたくさん入っている。最近で来た建物らしく、非常にきれいだった。



図5 CSAIL のフリーフードピザ。アメリカで食べたピザの中で一番おいしかった。

4.4 Undergraduate Research

通称 UROP と呼ばれる研究インターンシップのようなもので、研究活動の対価として単位か給料がもらえる。私は、なるべく東大への単位互換をしたかったため単位として 12 単位をいただいた。MIT 生のほとんどが在学中に一度は経験するそうだが、研究室の方針や学生の受講目的によって活動内容の濃度は様々で、視野を広げたり経験値を積んだりすることを目的として受講する学生もいれば、本格的に研究に関わって大学院出願のための足がかりとして利用する学生もいる。

私は、機械系の研究インターンシップの成果を発表した国際学会で MIT の PhD の学生の方とお話したことをきっかけに、Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory (CSAIL) の Pulkit Agrawal 先生率いる Improbable AI Lab にて、humanoid の研究に関わることができた。ちょうど私が渡米した頃が、ヒューマノイドロボットがラボに届いたタイミングで、ラボ史上初めてのヒューマノイドロボットを使った研究

に携われた。学会で話して面識があったことや、ラボのヒューマノイドチームに perception 周りにあまり詳しい人がいない中、ロボコンや自動運転のスタートアップでのインターンシップを通じて培った perception の経験を評価されたことが大きかったように思う。ただし、1 年単位で研究プロジェクトを進めているケースも多く、留学期間が一学期の場合は受け入れが困難になることもあるそうだ。その点、今回の研究プロジェクトはもともと一学期程度を目安に進めるプロジェクトだったので幸運だった。

ヒューマノイドチームのメンバーは、学会でお話した PhD の学生、イギリスからの visiting researcher、学部 4 年生と私の 4 人で、私は、オブジェクトの姿勢推定を含む perception 全般の機能開発や外骨格を使ったデータ収集、及びそれらのデータを用いたオブジェクトのピッキング動作の学習などを担当した。基本的に週 1 回のラボミーティングがあり、各自進捗状況をスライドにまとめて報告し、メンバーや Pulkit 先生からフィードバックをいただき、今後の方針などについて議論を交わした。

また、CSAIL では毎週木曜日にピザがふるまわれ、別の研究をしているラボの人たちと雑談や議論を交わすことで親睦を深めることができた。さらに、Pulkit 先生が外部からスピーカーを呼んで行われたゼミにも参加して議論できたことは大変勉強になった。帰国する前には、ラボの人たちがお別れパーティーを開いてくださって、MIT の近くにあるスケートリンクで滑ったり、カフェに行ってケーキを食べたりと、UROP を通じて分野に対する興味・理解が深まるとともにコミュニケーション力も向上し大変充実した時間を過ごすことができた。

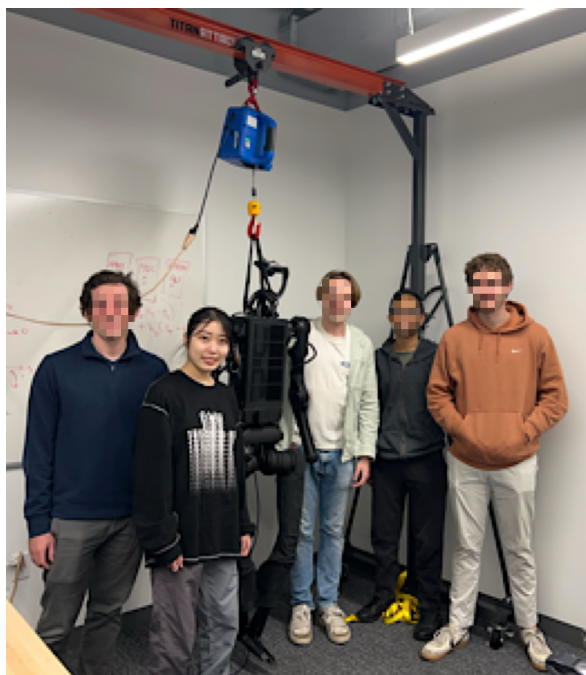


図6 Locomotion group のメンバー + humanoid と記念撮影。



図7 ラボのメンバーとスケート。

5 生活

5.1 寮

第一希望であった女子寮の McCormick Hall の 1 人部屋が割り当てられた。キャンパスに近く、1 人部屋の割合が約 8 割と他の寮と比べて高かったため希望した。居住スペースは西棟と東棟に分かれており、西は角部屋が 3 人部屋、残りは 1 人部屋でカーペットなし、東は全部屋 1 人部屋でカーペットありとなっていた。各フロアに共用のシャワー・トイレ・キッチンがあり、食べ物や飲み物はキッチンの冷蔵庫に置くことができた。また、洗濯機は西棟と東棟で共同利用する形で、アプリで使用状況を確認することができた。洗濯機と乾燥機に分かれており、料金はどちらも一回当たり 1.25 ドルだった。週末は非常に混むため、なるべく平日に洗濯を済ませよう心掛けた。



図8 McCormick Hall. Student Center に最も近く、立地的にも色々便利だった。

5.2 食事

McCormick Hall ではミールプランへの加入が必須だったため、基本的に学食を利用した。ほとんどの寮に食堂があり、どの寮の食堂も利用できるが、品数が多くキャンパスに近い Maseeh Hall を最もよく利用した。ただし、メニューは学期を通じてほぼ毎日変わらない上、学食と同程度の金額を払えばキャンパスの近くにあるお店でおいしいご飯を食べられるため、加入が必須の寮でも必要最低限の回数のミールプランで十分だと感じた。参考までに、私はもっとも回数が少ないミールプランだったがそれでも使いきれず余ってしまった。



図9 Maseeh Hall の食堂。ビュッフェ形式になっていた。



図10 Thanksgiving Day の特別メニュー。ターキーがおいしかった。

5.3 MIT Career Fair

9月下旬に開催される就活イベントで、授業のプロジェクトのチームメンバーに誘われて一緒に見に行った。名物イベントだと聞き、特に就活に興味はなかったが経験だと思って参加した。様々な企業がブースを出していて、興味のあるブースに話を聞きに行ったり、履歴書をもって採用担当者にエレベーター・ピッチをしている学生が見受けられた。Apple や Boston Dynamics が参加している年もあるそうだが、私が見た限りではGAFAM などいわゆる大手企業は Google くらいしか見つけることができなかった。インターンシップや就活を考えている人は履歴書をもって参加すると良いと思う。また、私は参加しなかったが、11月にはボストンキャリアフォーラムがあるのでそちらも興味がある人は参加すると良いと思う。

5.4 グルメ・観光

まず、紹介したいのは、スターバックスで売っているアメリカ限定ドリンクのピンクドリンクだ。リフレッシュシリーズの一種で、ストロベリーアサイーリフレッジャーズにココナッツミルクが追加されたメニューだ。さっぱり系の甘酸っぱいドリンクで、スタバがラボから比較的近いところにあったこともあり、よく買いに行っていた。日本とは異なり、レシートではなく名前と照合して商品を受け取るの、最後の方には店員さんに名前を覚えられてしまった。また、MIT 生おすすめの地元のカフェ Tatte も大変おすすめだ。ケーキやイスラエル料理であるシャクシュカが人気で、寮から少し距離はあるが何度も足を運んだ。

次に、Brothers Marketplace というスーパーマーケットだ。とにかく安くて近場にある Target というスーパーが一般的に MIT 生には人気なのだが、Brothers Marketplace は店内がきれいでホットフードが非常に充実していておいしいので、個人的にお気に入りだった。特に、ローストビーフのサンドはこれでもかというほどローストビーフが挟んでありとてもおいしかった。また、スーパーに買い出しに行かなくてもほぼオンキャ

ンパスの距離にいくつかテイクアウトできるレストランもあり，例えば Greek というピタのお店では MIT の学生証を見せるとフライドポテトが無料でついてくるのでおすすめだ。

それ以外にも，駅の近くにある Legal Sea Foods のロブスターロールもとてもおいしく，MIT でできた友達と一緒に食べに行ったりした。

観光に関しては，王道だが，Freedom Trail やボストン科学博物館，プルデンシャルタワーの展望台などを観光した。



図11 Tatte 店内. お気に入りイチゴのチーズケーキ.



図12 Legal Sea Foods のロブスターロール.

6 最後に

MIT での 4 か月で大変貴重な経験をする事ができた。特に，東大での研究室配属前・卒論前に，UROP を通じて研究の方向性やキャリアパスを考える上で大変役立つ経験を積むことができた。この経験を活かして今後につなげていきたいと思う。最後に，このような素晴らしい機会を提供してくださったすべての方々に心から感謝申し上げたい。