

IFS-GCORE 海外派遣プログラム 体験記

氏名	秋葉 貴輝
所属/学年	工学研究科博士後期課程 3 年
指導教員	丸田 薫 教授
研究課題	燃焼限界統一理論構築に向けた対向流場における反応性流体ダイナミクス の研究
派遣期間	2022 年 12 月 1 日 - 2023 年 9 月 30 日
派遣機関	プリンストン大学
受入教員	Prof. Yiguang Ju

体験記：

2022 年 12 月から 2023 年 9 月までの 10 ヶ月間、米国プリンストン大学の Yiguang Ju 教授の下で研究留学をしました。留学先の選択にあたって理由は 2 つありました。1 つは私の研究分野である燃焼の基礎研究において常に最新の理論研究を進めている Ju 先生の下で研究し理論構築のエッセンスを学ぶこと、もう 1 つは世界中から多くの人が集まるアメリカの生活を体験したかったことです。

プリンストンは大学町で、人口は 3 万人ほどの小さな市です。住民の多くが大学関係者ということもあり、治安は非常によく、気候も仙台とそう変わらないため、慣れてしまえば非常に住みやすい環境でした。生活面での不満点はスーパーマーケットが街から少し離れたところにあることと、娯楽がほとんどないことくらいです。

今回の滞在で、主に 2 つの研究テーマに取り組みました。1 つ目はプラズマ反応と燃焼反応が錬成する場における不均一なプラズマ場に関するものでした。産業への応用では均一なプラズマが望まれますが、特定の条件において不均一なプラズマが発生するため、その発生メカニズムを理解することが目的でした。プラズマに関しては全く知識がないところからのスタートでしたが、親切なポスドクに恵まれ、基礎から現在の課題までをスムーズに学ぶことができました。私は主に数値計算における化学反応のモデル構築を行い、燃焼とプラズマ両方を考慮したモデルとその数値計算のアプローチについて実装を行いました。こうして得られた数値計算の結果をすでに取得済み実験の計測結果と比較することで、気体中に存在する水が不均一なプラズマを引き起こしていることがわかりました。

2 つ目のテーマは冷炎と呼ばれる低温（700K 前後）で起こる燃焼現象に関するものでした。通常の燃焼は一般に 1500K 以上の高温で起こるため、冷炎は燃焼の初期段階など非常に限られた場所でのみ確認され、燃焼研究の初期に発見はされたものの長らく研究対象とはならず、比較的最近になって活発に研究がなされている新しい研究分野です。しかしながら、近年の研究を通じて実用燃焼機内で起こる様々な問題の多くが冷炎と関わっていることが示され、また効率的なエネルギー利用法の一つとして注目が

集まっています。私はその中で圧力が冷炎に与える影響を調べ、通常の火炎よりも圧力の影響を受けやすいことを定量的に示すことに成功しました。

約 10 ヶ月の滞在を通じて、アメリカにおける研究の風土から日常生活のスタイルまで様々な現地の雰囲気を感じられ、非常に刺激的な時間を過ごすことができました。一見天才的なアイデアに見える理論なども、日々の議論と自分の中に存在する素朴な疑問との対話の積み重ねに基づいていることがわかり、そのサイクルを高めることが非常に革新的な研究成果につながるということがわかりました。また、様々な背景の人が色々な国から集まり、私の人生の中で最大級に多様性に溢れた時間でした。

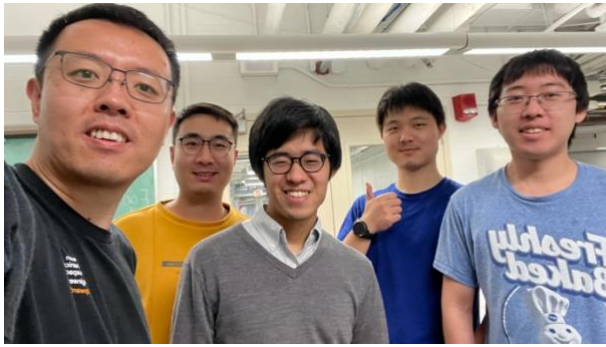
実は私自身は留学に対して積極的な強いモチベーションはなく、研究室メンバーが同時期に研究留学を計画していたことや、学部時代から長く同じ環境にいることへの漠然とした危機感から外部に刺激を求めて留学を決意した経緯があります。いざ渡航を開始してみれば、新生活の不安は現地の人に親切に対応してもらい、経済面でも本プログラムにおいて辛いところに手が届く支援をいただき、研究面では研究室メンバーに支えられ、気づけば次々と不安が解消されながら過ごすことができました。同時に、アメリカという国を様々な面において肌で感じ、もともと持っていたアメリカに対する解像度を上げることができました。

プリンストン大学工学部の建物は四角形の特徴的な構造となっており、廊下が回遊できるようになっています。一辺が 100m 近くある一方で、高さは 4 階建と、土地の広さを活かした水平方向に広い建築設計になっており、非常に多くの学生・研究者が一つのフロアを共有することで、日常的な出会いと議論の場を醸成しているように感じられました。こうしたハード面の設計に加えて、ソフト面からの研究者交流も積極的に行なっており、機械工学科では毎週外部の研究者を呼んで昼食セミナーを開催してありました。セミナー参加者には無料の昼食が振る舞われ、米国でも物価高に苦しむ学生が多く集まり、さらにそうした交流の場を求めて教授陣が集まるなど、知の交流の場がうまく機能していると感じました。さらに、大学運営には教授以外の専門的なスタッフがおり教授が研究に相当の時間を割けること、研究費が大規模であるだけでなくポストドクをはじめとする人的資源に柔軟に費やせることなど、研究を遂行するのに最適化されたシステムが出来上がっていると実感しました。

研究・生活の両面において、アメリカの強さを感じる一方で、日本の強み、改善点などアメリカとの差異を感じることができました。多様性が重んじられる中で、日本人の欠点を補い、長所を最大限活かしながら、世界における日本人の影響力を高めていく方法がないか模索していきたいと考えています。

最後に、このような機会をくださった指導教員の丸田薫教授、急な受け入れのお願いを快諾くださったプリンストン大学 Yiguang Ju 教授と研究室メンバー、GCORE 事務局の皆様、その他全ての関わってくださった方々に深く感謝いたします。

写真：



ラボメンバー，中央が筆者．特に左側の二人に実験と計算をそれぞれ丁寧に面倒を見ていただきました



プリンストン大学の歴史的建物，ナッソーホール．独立戦争時に前線として使われ，アメリカ独立まで暫定の首都機能も果たした．緑に囲まれ季節の移ろいを感じられる場所の一つ．



工学部の建物．工学部のすべての学科がこの建物に集中しており多数の学生と教職員がいる．四角形状の建物で回遊でき，研究内容のポスターが至る所にあるのでプリンストン大学の工学部の全容がわかる．



週末ニューヨークへ気分転換．電車で2時間弱ほどの距離で，数ヶ月に一回の息抜きに訪れました．物価高さえなければもう少し行きやすかったのですが．