Tazaki 財団英国留学支援奨学金
留学報告書

所属（本学）	理学院 物理学系
現在の学年	学士課程 3 年
氏名	稲葉 亮太郎
渡航先国	イギリス
渡航先	Imperial College London（インペリアル・カレッジ・ロンドン）
渡航プログラム	International Research Opportunities Programme（IROP）
渡航期間	2026 年 6 月 15 日 ～ 2026 年 9 月 13 日

1. 留学の概要

（1）留学先とプログラム

私は 2026 年の夏、イギリス・ロンドンの Imperial Colleage において、International-Research Opportunities Programme（IROP）に参加しました。IROP は、世界中の海外の大学から集められた学部生が Imperial College London の研究室に約 8 週間所属し、現地の研究者の指導を受けながら研究プロジェクトに取り組むプログラムです。私は物理学科の Ben Sauer 教授の研究グループに所属し、レーザーを用いて分子を冷却・捕捉する研究に関わりました。

（2）研究の背景

原子や分子にレーザー光を当てると、光が持つ「運動量」によって粒子を少しずつ減速させることができます。この技術は「レーザー冷却」と呼ばれ、粒子を絶対零度（約マイナス 273℃）のごく近くまで冷やすことができます。さらに、レーザー光と磁場を組み合わせることで、冷えた粒子を空間の一点に閉じ込めることができます。この装置は磁気光学トラップ（MOT）と呼ばれています。

Sauer 教授のグループでは、YbF（フッ化イッテルビウム）という分子をこの方法で冷却・捕捉することを目指しています。YbF 分子は、電子の形のごくわずかな歪み（電子の電気双極子モーメント）を精密に測定するのに適しており、その測定は、現在の素粒子物理学の標準理論を超える「新しい物理」の手がかりになると期待されています。分子をより冷たく、より多く捕まえることができれば、測定の精度を高めることができます。

（3）私の研究内容

YbF は非常に重い分子であり、レーザー光で押す力も原子に比べて弱いため、地球の重力が分子の捕まり方に影響を与えるのではないかという懸念がありました。その研究室においては、まだ誰もシミュレーションしていないことだったので、私は、「重力が MOT で捕まえられる分子の数にどの程度影響するのか」を、計算機シミュレーションによって検証することをテーマに研究を行いました。

具体的には、別の分子のために作られていた既存のシミュレーションプログラムを YbF 分子用に作り変え、分子がレーザー光と磁場の中でどのように運動するかを計算しました。そのうえで、重力を含めた場合と含めない場合を比較し、捕捉される分子の数がどう変わるかを調べました。また、研究室の実験チームの方々から実際の実験の設定やデータを提供していただき、その条件をシミュレーションに組み込むことで、計算結果と実験結果を比較しました。

その結果、分子が横方向に広がって散らばっていく効果のほうが重力の影響よりもはるかに大きく、重力は捕捉される分子の数にはあまり影響しないという結論に至りました。この結果は、今後の実験で装置の条件を検討するうえでの一つの指針になると考えています。

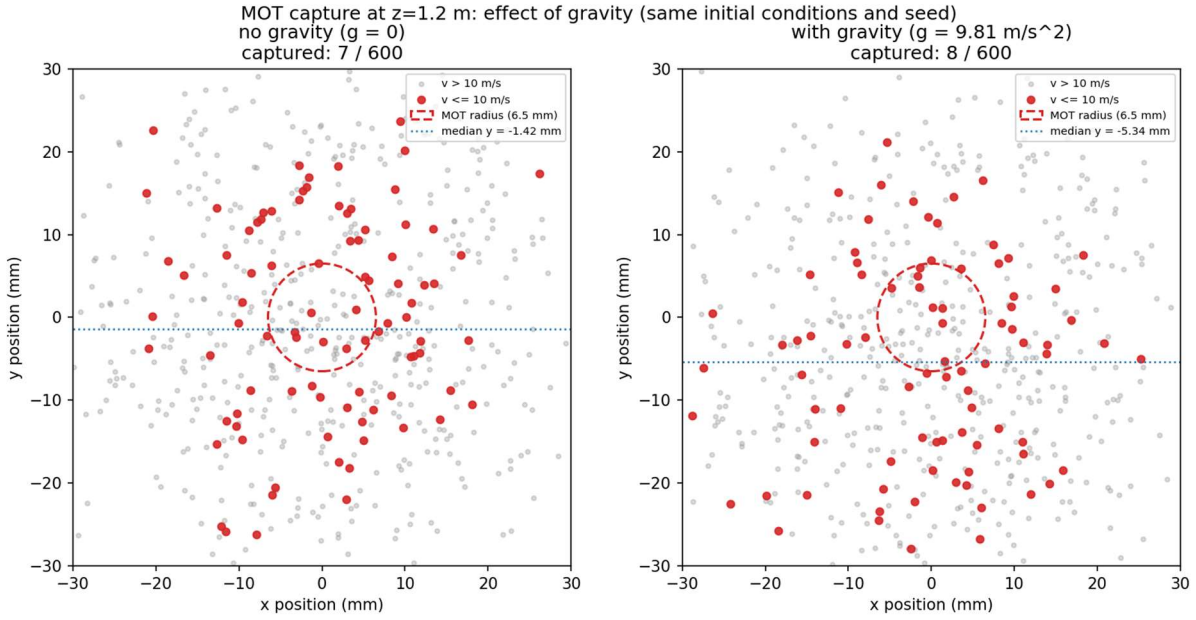


図 1　シミュレーション結果の一例

2. 留学中の勉学、研究等についての感想

8 週間という限られた期間の中で、私にとって最も大きな学びは、紙の上の物理が「動く」瞬間に立ち会えたことでした。研究では、分子にはたらくレーザー光の力、磁場による力、そして重力を運動方程式に組み込み、それをコードに書き起こして計算機で解いていきました。授業では紙の上で解いてきた運動方程式が、コードの一行一行として形になり、分子が減速し、

捕まり、あるいは逃げていく様子が計算結果として現れたとき、それまで別々に学んできた力学・電磁気学・量子力学が一つにつながったと感じました。

一方で、実際にシミュレーションを動かし始めると、計算がうまく合わない、計算に時間がかかりすぎる、そもそも渡されたコードが動かない、などといった問題に次々と直面しました。別の分子用のプログラムを YbF に合わせて作り変える過程では、分子の性質の違いによって想定外のエラーが起こり、その原因を一つずつ突き止めていく地道な作業が続きました。思うように進まない日もありましたが、原因が分かって計算が正しく動いたときの達成感は大きく、問題を切り分けて粘り強く取り組む力が身についたと感じています。

特に印象に残っているのは、実験室に足を運び、実験を担当している研究室の方々から実際のデータや装置の設定を教えていただいたことです。計算だけで完結させるのではなく、実際の実験装置を目で見て、比較して初めて、シミュレーションの意味や限界が見えてきました。理論・計算と実験が互いに支え合って研究が進んでいく様子を間近で見られたことは、今後の研究の進め方を考えるうえでも貴重な経験となりました。

また、研究室では定期的に自分の進捗を説明し、最後には研究成果を英語で発表する機会がありました。慣れない英語で、自分が何をしていて何に困っているのかを正確に伝えるのは簡単ではなく、毎回緊張しながら入念に準備をして臨みました。しかし、その準備の過程で自分の研究内容を整理し直すことができ、「人に説明できるほど理解していること」の大切さを改めて学びました。

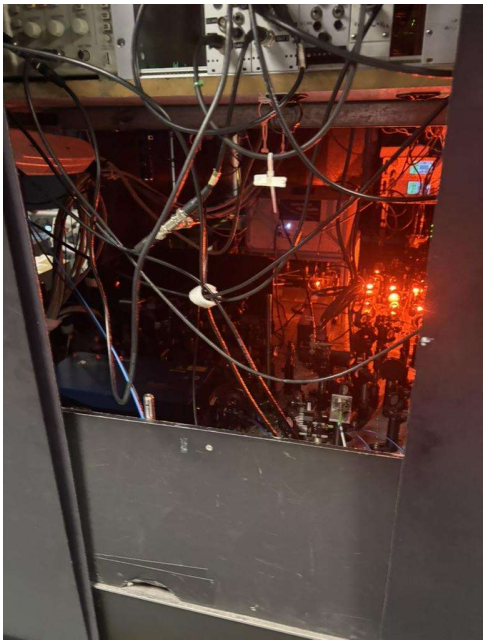


写真 2　実験室の様子

3. 国際感覚や異文化適応力を磨くことのできた経験

（1）英語での研究コミュニケーション

留学当初、最も苦労したのは研究の場での英語によるコミュニケーションでした。日常会話であれば多少言葉に詰まっても何とかなりますが、研究の進捗報告では、何を試し、どのような結果が出て、次に何をしたいのかを論理的に説明する必要があります。毎週2回、教授と行う定期ミーティング時では、自分の言いたいことがうまく言葉にならず、もどかしい思いをしました。

そこで私は、ミーティングの前に説明の流れを英語でメモにまとめ、図やグラフを使ってなるべく視覚的に伝えられるよう準備することを心がけました。また、分からないことはその場で質問し、曖昧なままにしないよう意識しました。研究室の方々は私の拙い説明にも丁寧に耳を傾けてくださり、立場や経験に関わらず対等に議論する雰囲気がありました。このような環境下で、完璧な英語でなくても、準備と工夫によって自分の考えをしっかり伝えられるという自信をつけることができました。

（2）各国の留学生との交流

IROP には世界各国から学生が参加しており、多様な背景を持つ人たちと出会うことができました。特に親しくなったのは、ドイツのミュンヘン工科大学から来ていた学生たちです。休日には一緒にロンドンの博物館や美術館を巡り、展示を見ながら、それぞれの国の大学生活や研究、将来の進路について語り合いました。同じ理工系の学生でも、大学の制度やキャリアに対する考え方には違いがあり、日本の常識が必ずしも世界の常識ではないことを実感しました。こうした友人たちとのつながりは、留学後も続く大切な財産になっています。

（3）イギリスの寮生活への適応

生活面で最も苦労したのは、夏の暑さでした。私が住んでいた寮はイギリスの伝統的なフラットで、冷房設備がありませんでした。イギリスはもともと涼しい気候のため冷房のない建物が多いのですが、滞在中は真夏の暑い日が続き、夜も寝苦しい日がありました。そこで、凍らせたペットボトルを扇風機の後ろに置いて冷たい風を送るなど、限られた環境の中で工夫して暑さをしのぎました。

また、寮では初めて本格的に自炊をしました。最初はキッチン設備の使い方にも戸惑いましたが、日本から持参した調味料とイギリスのスーパーで手に入る食材を組み合わせて、少しずつ料理の幅を広げていきました。寮の共用キッチンは、同じ IROP に参加している学生や、寮に住むさまざまな国の住人たちと毎日顔を合わせる交流の場にもなりました。それぞれが作る料理は国によってまったく異なり、お互いの料理を味見し合いながら、食文化や日々の出来事について話す時間は、毎日の楽しみの一つでした。

日本とは異なる環境で、手元にある限られた道具で工夫しながら生活を整え、周りの人たちと関わりながら暮らした経験は、どこへ行っても自分で生活を立て直し、その土地に溶け込んでいけるという自信につながりました。

4. 今回の留学経験を将来にどのように活かし、社会に貢献していくか

（1）卒業後のキャリアプラン

私は本学卒業後、大学院に進学し、物理学の研究を続けたいと考えています。今回の留学で、最先端の研究現場に身を置き、理論・計算と実験が一体となって新しい知見を生み出していく過程を経験したことで、研究の道に進みたいという思いがより確かなものになりました。特に、まだ誰も取り組んでいない問題に対して、仮説を立て、計算や実験で確かめ、他者と議論しながら前に進めていくという研究の営みに強い魅力を感じました。

大学院では、今回の経験で得た計算機シミュレーションの技術や、実験と計算を結びつけて考える視点を活かし、基礎物理の発展に貢献できる研究に取り組みたいと考えています。基礎研究は、すぐに社会の役に立つものばかりではありませんが、レーザー冷却の技術が原子時計や精密計測といった社会を支える技術につながっているように、長い目で見れば社会の基盤となる知識を生み出すものだと考えています。

（2）今後挑戦したいこと

今回の留学を通じて、海外で研究や仕事をすることへの心理的なハードルが大きく下がりました。今後は、海外インターンシップなどにも積極的に挑戦し、研究室とは異なる環境、例えば企業の研究開発の現場などで、自分の専門知識がどのように活かせるのかを経験したいと考えています。異なる国や組織で働く経験を重ねることで、物理学の知識を社会とどのように結びつけていけるのか、自分のキャリアの可能性を広げていきたいと考えています。

また、研究は一人で完結するものではなく、多くの人との協力によって成り立っていることも今回の留学で学んだことの一つです。私は大学で約150人が所属する軽音楽部の副部長を務めた経験があり、多様なメンバーの意見をまとめながら活動を運営してきました。今後は、その経験と今回の留学で培った国際的なコミュニケーション力を組み合わせ、国籍や専門分野の異なる人々をつなぎ、チームとして成果を生み出せるような研究者を目指したいと考えています。さらに、留学を迷っている後輩たちに自分の経験を伝え、海外に挑戦する学生を後押しすることにも取り組みたいと考えています。

5. その他（勉学・研究以外の体験等）

（1）ロンドンでの文化体験

ロンドンには入場無料で楽しめる博物館や美術館が数多くあり、休日には友人たちとそれらを巡りました。大英博物館では、世界各地の古代文明の遺物を一度に見ることができ、その規模に圧倒されました。また、Tate Modern や Tate Britain では、近現代美術から伝統的なイギリス絵画まで幅広い作品に触れることができました。誰もが無料で一流の文化に触れられる環境は、文化や教育を社会全体で支えるというイギリスの考え方を感じさせるものでした。

私は趣味でギターを弾いており、留学中もギターのある生活を続けたいと考えていました。そこで、現地のオンラインショップ(Argos)で手頃な価格のギターを購入し、休日や研究の合間に弾いていました。また、ロンドンには Denmark Street という、古くから多くのミュージシャンに愛されてきた楽器店街があり、何度か足を運んでギターショップを巡りました。音楽の歴史が息づく通りで実際に楽器に触れられたことは、ギターを弾く者として特別な体験でした

ギターは人とのつながりも生んでくれました。IROP のメンバーの誕生日パーティーではハッピーバースデイの曲を演奏して、言葉の壁を越えて音楽で場を盛り上げられたことは、とても嬉しい経験でした。帰国の際には、購入したギターを持ち帰らず、イギリスでできた知り合いに預けてきました。次にイギリスを訪れる理由が一つ増えたように感じています。



写真 3　Denmark Street のギターショップ

（2）ヨーロッパ周遊

研究プログラム終了後には、10 日間、ヨーロッパ各地を一人で周遊しました。ロンドンからスウェーデンのストックホルムへ向かい、そこから飛行機でチェコのプラハへ、鉄道でオーストリアのウィーンへ、さらにバスでドイツのミュンヘンへと移動しながら各地を巡りました。国境を越えるたびに言語や街並み、食文化ががらりと変わり、ヨーロッパの多様性を肌で感じることができました。

ストックホルムでは水辺に広がる日に照らされた美しい街並みを、プラハでは中世の面影を残す旧市街を、ウィーンでは音楽の都ならではの文化を楽しみました。そしてミュンヘンでは、IROP で知り合った友人と再会し、街を案内してもらいました。ロンドンで出会った友人と、今度は相手の国で再会できたことは、この留学で築いたつながりが一時的なものではないことを実感させてくれる、忘れられない思い出になりました。

一人旅では、交通機関の手配から宿泊先の確保、予定外の出来事への対応、予算の制限まで、すべてを自分で判断する必要がありました。こうした経験を通して、未知の環境でも自分で考えて行動する力が鍛えられたと感じています。



写真４　ストックホルム



写真 5　プラハ（プラハ城とモルダウ川）



写真 6　Vienna State Opera (オペラの立ち見もしました。)



写真 7　ミュンヘンで IROP の友人と(Residenz)

謝辞

最後になりますが、本留学にあたり多大なるご支援を賜りました Tazaki 財団の皆様に、心より御礼申し上げます。奨学金のご支援により、経済的な不安を抱えることなく研究と生活に集中することができ、かけがえのない経験を得ることができました。また、受け入れてくださった Ben Sauer 教授ならびに研究室の皆様、留学の準備から帰国まで支えてくださった本学国際教育課の皆様にも深く感謝申し上げます。今回の留学で得た経験を糧に、今後も研究に励み、社会に貢献できる人材となれるよう努力してまいります。誠にありがとうございました。