2026年 9月 1日

Tazaki 財団英国留学支援奨学金
留学報告書

所 属 (本 学)	東京科学大学理学院物理学系
現在の学年	学士3年
氏　　名	大沢　元哉
渡 航 先 国	イギリス
渡 航 先	インペリアル・カレッジ・ロンドン
渡航プログラム	International Research Opportunity Programme
渡 航 期 間	2026/06/29-2026/08/21

1. 留学の概要について

(1)プログラムの概要

本プログラムは、英国ロンドンのインペリアル・カレッジ・ロンドンが実施する国際研究インターンプログラム(International Research Opportunity Programme、以下 IROP)であり、提携大学同士の交換留学として、2026 年 6 月 29 日から 8 月 21 日までの約 8 週間、学生が海外の大学・研究機関の研究室に一定期間所属し、現地の研究プロジェクトに実際の担当を持って参加するものである。いわゆる語学留学や短期見学とは異なり、滞在中の活動の中心は研究そのものである。提携大学としては、マサチューセッツ工科大学、ミュンヘン工科大学、コーネル大学、トロント大学、東京科学大学がある。今回のプログラムでは過半数が MIT から来ており、3 割程度が TUM の学生で、残りの大学の参加者は疎らであった。また本学物理学系から本プログラムに採択されたのは私の代が初めてである。

(2)受入研究室の概要

受入先は、インペリアル・カレッジ・ロンドン物理学科(Blackett Laboratory, Prince Consort Road, London SW7 2AZ)に置かれた Centre for Cold Matter(以下 CCM)である。CCM は、レーザーで冷却した原子・分子・イオンを用いて様々な問題を検証し、量子技術の開発を行う研究センターである。
私が所属したのは、CCM のうち電子の電気双極子モーメント(electron EDM)の測定を担う班である。受入教員は同班を率いる Prof. Ben Sauer である。同班では、フッ化イッテルビウム(YbF)分子を用いた測定を二系統で進めている。一つは超音速分子ビームを用いる従来型の実験、もう一つはレーザー冷却によって極低温まで冷やした YbF を用いる次世代の実験であり、私が関わったのは後者に向けた磁気シールドの評価である。
班は Ben ともう一人の教授がトップで、その下に研究員が 4 人ほどいた。研究員は中国系、韓国系、中欧系と幅広い人種の人が在籍していた。また PhD 課程の学生が 3 人ほどおり、うち二人が中国系で一人はヨーロッパから来ていた。また自分と同時期に滞在していた学生として、同じプログ

ラムで来ている日本人学生が一人、インペリアル学内の研究インターンをしている学生が一人、ケンブリッジから研究インターンで来ている学生が一人いた。

（3）研究テーマの背景

配属先の研究グループは、「電子は完全な球なのか」という問いを実験で確かめようとしている。電子は現在のところ完全な球と考えられているが、もしごくわずかにでも歪んでいることが分かれば、それは今の物理学の標準的な理論では説明のつかない、未知の法則が存在する証拠になる。従来では認められていない理論のいくつかで、電子の歪みが予言されており、その歪み度合いを測定することができれば、どの理論が正しいのかを調べることができる。こうして正しさを調べた理論を用いれば、宇宙になぜ物質だけが残り、反物質が消えてしまったのかという長年の謎を解き明かすことができるようになるのではないかと期待されている。
同じ問いに挑む方法として、巨大な加速器で高いエネルギーの衝突を起こす道もある。しかしこの研究グループが取っているのは、特殊な分子を用意して、そのわずかな性質の違いを極めて精密に測るという、まったく別の道である。装置は実験室の机の上に収まる大きさで、いわば「卓上で最先端に届く」数少ない分野の一つである。

2. 留学中の勉学，研究等についての感想

（1）渡航前の準備と、その効果

専門的な議論に最初の週から参加できるようにするため、渡航前の数か月を準備に充てた。まずは学部 3 年までに学んだ数学と物理から出発して、この研究の大まかな原理を学習した。
あわせて、関連する論文を整理し、「何が書かれているか」「何が新しいか」「今のプロジェクトとどうつながるか」の 3 点にまとめた。さらに、ラボでの議論に必要な英語も自分の単語帳を作って日本語と違う専門用語を学習した。到着した初週から、何をどう測るかという計画そのものの議論に加わった。
渡航前の数か月を、原理の学習と論文の整理、そして専門用語の単語帳作りに充てたことの効果は、到着後の初週にはっきりと現れた。この準備がなければ、初めの数週は背景の理解に費やされ、何をどう測るかという計画の議論には入れなかったと思う。短い滞在でも中身のある仕事を任されるかどうかは、現地での努力よりも行く前にどこまで埋めておいたかで決まる。これが最初の実感であった。

（2）任された仕事と、手順を作るということ

この測り方には、一つ厄介な弱点がある。探している信号が、磁気の影響によって生じる現象と見分けがつかないのである。したがって、実験装置の周囲がどれだけ「磁気的に静か」であるかが、そのまま測定の精度の限界を決めてしまう。研究グループが計画している次世代の実験では、地球の磁場のおよそ 10 億分の 1 という水準まで、磁気の揺らぎを抑える必要がある。
私が任されたのは、そのために米国から届く新しい磁気シールド（磁気を遮る金属の箱）が、カタログどおりの性能を本当に持っているのかを、実際に測って確かめることであった。誰もまだ測っていない条件での評価であり、測定器の使い方から手順の設計、データの解析、報告書の執筆まで、すべて何もない状態からの立ち上げとなった。
任された仕事には、なぞればよい既存の手順がなかった。測定器の使い方から手順の設計、データの解析、報告書の執筆までを自分で組み立てる必要があり、決めることの多さに当初は戸惑った。しかし、何を測れば何が言えるのかを自分で設計する作業は、滞在中で最もやりがいのある時間であった。与えられた問いを解くことと、問いの測り方を決めることは別の能力であるということを、ここで初めて理解した。

（3）どこで苦戦したか

実際に届いたシールドを測ってみると、必要な精度にまるで届いていなかった。まずここで、装置の不良なのか、測り方が悪いのか、そもそも部屋の環境が悪いのかを切り分ける必要があった。私はいくつかの状況証拠を組み合わせて、輸送中に箱の壁の金属が磁気を帯びてしまったことが原因であると突き止め、時間が経てば自然に直るという可能性も測定によって否定した。原因が分かった以上、金属から磁気を抜く「消磁」という処理の手順を、一から作るしかなかった。
最も苦戦したのはここからである。消磁に使う装置が、理由を何も表示しないまま途中で停止してしまう。故障ではないか、電源が足りないのではないか、設定が間違っているのではないかと、思いつく原因を一つずつ実測によって否定していく作業に1週間を費やした。最終的に、説明書のどこにも書かれていない装置の保護動作に行き着き、自分で設計したコイルを巻き直すことで、2 週間かけてようやく完全な消磁に成功した。この間、私は帰国までの残り日数を数えながら作業していた。焦りが先に立ったが、一人で抱えていても進まないと考え、Prof. Ben Sauer と博士課程の Simeng に、どうすれば原因を絞り込めるかを相談しながら手順を組み直した。原因が装置の保護動作であると分かった瞬間に感じたのは、達成感よりも安堵であった。
苦戦はこれだけではない。自分で書いた、センサーの読み取りプログラムのエラーによって、実験データを取り直すことになったり、配線を間違えて装置が使えなくなったりした。
8 週間のうち、順調に進んだ時間よりも、何かがおかしいと気づいてその原因を探していた時間のほうが長かった。渡航前はこれを遠回りだと考えていたが、今はこの時間そのものが研究であると考えている。装置が仕様どおりでないという想定外の事態に対して、原因を切り分ける手順を一から作ったことが、結果としてグループに残る成果になった。うまくいかないときに何を記録し、どこまでを確かめてから次の手を打つかという進め方は、物理に限らずどんな仕事でも通用する態度だと考えている。

（4）何ができ、何ができなかったか

できたことは三つある。第一に、磁場のセンサーをセットアップしシールドの中の磁場を測定する手順を確立したこと。既存の手法に比べて精度高く測定でき、またプログラムを用いて半自動的に測定できるように作業手順を効率化した。第二に、消磁の手順を確立し、その効果を確かめたこと。処理の前後で、実験を邪魔する磁気の揺らぎは桁違いに小さくなり、目標の水準に大きく近づいた。第三に、装置の遮蔽性能そのものを測る新しい測定に最終週から着手し、最初の一点についてはカタログ値を上回る結果を得たことである。
できなかったこともはっきりしている。消磁をしても消えないノイズが一つ残った。私はこれが、消磁からどれだけ時間が経っても、また消磁をどれだけ強くしても変わらないことまでは確かめたが、詳細な原因は特定できなかった。遮蔽性能の測定も、全体の評価を完了させるには時間が足りなかった。消えないノイズを未解決のまま残して帰国することには、正直なところ強い心残りがあった。もう少し続けて自分の手で決着をつけたいというのが、滞在を終える時点での正直な気持ちであった。

（5）卓上の実験で最先端に届くということ

巨大な加速器を使わず、実験室の机の上に収まる装置で標準理論の外側を探れるというこの分野の成り立ち方に、滞在を通して最も魅力を感じた。装置が小さいということは、学生一人が手を動かして測定の条件を変えられるということでもある。自分の手で回した測定がそのままグループの判断材料になるという近さは、大規模な共同実験とは違うこの分野の優れた点だと考えている。

3．留学中に自らの国際感覚や異文化適応力を磨くことのできた経験について



滞在期間において研究に充てた時間以外はプログラムにともに参加している他の学生との交流をしていた。いつも 12 人ほどで一緒にロンドンを観光した。グループは、半分ほどが MIT の学生で、TUM の学生が 2 人とコーネル大の学生が 2 人、トロント大の学生が一人であった。またケニアから来たインペリアルの学生もよく一緒にいた。短いイギリスでの滞在の中で、アメリカの学生やドイツの学生、インド系アフリカ系ブラジル系などいろんな属性の人と関わることができたと思う。
最初はグループで会話していると、自分の方向を向いていない人の英語が何を喋っているか全くわからずに苦戦したり、WhatsApp で英語を使って会話する場面で略語が分からずに苦戦したりもした。そんな中でも、積極的に会話したり食事をともにしたりした。さらにノッティングヒル、セブンシスターズ、オックスフォード、キューガーデン、ロンドン塔などをみんなで一緒に観光もした。そうした過程を通じて、関係を深めることができたと思う。プログラムの途中で自分の 21 歳の誕生日があり、彼らが集まってくれて一緒に寮の中庭で祝ってくれたのも良い思い出になった。

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)この留学で決まったこと

渡航前、私は自分がどの分野に進むのかを決めかねていた。物理を続けるつもりはあったが、その先の具体的な像はなかった。8 週間を終えて最も大きく変わったのはそこである。私は量子技術という分野に関心を持ち、この分野を志すようになった。
きっかけは、自分が担当していた仕事の隣で進んでいた研究にあった。Centre for Cold Matter は、原子や分子を極めて低い温度まで冷やし、その状態を精密に制御する技術を共通の土台として、基礎的な物理の検証から、微小な力の測定、量子技術の開発までを手がけている研究グループである。私は自分の測定をしながら、隣で進む別の実験を日常的に目にし、研究会では自分の担当以外のテーマの話を聞いた。
目的は実験ごとにまったく違うのに、使われている道具立てが驚くほど共通していることに、次第に気づいた。基礎的な問いに答えるために磨かれてきた技術が、そのまま量子計測や量子コンピュータといった応用へつながっている。この重なりを、隣で動いている装置として 8 週間見続けたことが、進路を決める材料になった。

(2)卒業後のキャリアプラン

私は 2027 年に学士課程 4 年次で研究室に配属され、2028 年から修士課程に進み、2030 年 3 月の修了を予定している。その後は博士課程へ進む計画で、英国およびドイツの研究機関も視野に入れている。今回の滞在は、この意志をより強く持つ転機となった。海外の研究室が実際にどう動いているのか、物事が決まる速さ、人を評価するときに見られている点を、内側から見ることができたためである。博士課程を終えた後は、大学に残るよりも、産業界やスタートアップ、あるいは科学技術政策の分野に進むつもりである。量子技術は基礎研究と実用の距離が短く、大学だけでなく企業でも研究が進んでいる分野であるため、この進路と矛盾しない。物理学という基礎科学を実際の人間社会へと還元する橋渡しができる人材になれたらと展望を広げている。

(3)今後取り組む二つのこと

第一に、始めた仕事を終わらせる。原因が分からないまま残した問題について、帰国後も遠隔で解析を手伝い、後任の実験者とともに原因の切り分けを進める。また、今回のプログラムでわかったことを英語でスタンダードな形式で報告書にまとめてみようと思っている。英語でのアカデミックライティングへの挑戦というだけではなく、今後の様々なアプライに対して見せることで有利になるのではないかとも考えている。
第二に、本学物理学系で今後このプログラムに参加する人の支援をできたらと考えている。学内の留学支援サークルに所属したり、インペリアル側のメンターに登録したりして、今後も同様の経験をしてくれる人が増えたら嬉しい限りである。

5. その他(勉学・研究以外の体験等)

その他の体験として、今回のイギリス滞在では Tazaki 財団奨学生の友人に会った。
植田と山口は中高の同級生で、2 か月の滞在の間に複数回会った。山口に大英博物館をガイドしてもらったり、植田にエディンバラを紹介してもらったりした。また彼らの紹介で、朝川くんにも会うことができた。同じ物理学専攻ということもあり、ケンブリッジを案内してもらい、物理学について様々な議論を交わすこともできた。

6. 謝辞

末筆ながら、本奨学金に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。
学部 3 年の夏に、ロンドンに 2 か月間身を置くという経験は、経済的な支えなしには実現し得ないものでした。滞在費と渡航費の心配をせずに研究そのものに集中できたことが、この報告書に記した成果に直接つながっております。
貴財団のご支援は、私一人の 8 週間にとどまるものではないと考えております。私が本学物理学系から本プログラムに採択された最初の学生であることから、この経験を学内で共有することにより、後に続く学生の道を少しでも広げられるものと考えております。
いただいたご支援を、今後の研究と、その先の社会への貢献をもってお返しできるよう努めてまいります。誠にありがとうございました。