

MERIT-WINGS 長期海外派遣報告書

工学系研究科物理工学専攻 齊藤研究室 博士2年

堀部 聡平 (MERIT-WINGS 12期生)

派遣先：Oxford Instruments NanoScience (英国)

派遣期間：2025年6月28日-2025年9月7日

研究課題：低温環境下における磁性薄膜の高周波測定

■訪問先

Oxford Instruments は英国 Oxford 大学発のスタートアップを起源の一つとする企業であり、研究/産業用実験装置の研究開発・製造を行なっている。私の滞在先でもあった本社は Oxford 近郊の Abingdon に所在し、その他に日本を含むアジアや欧米圏に複数の拠点がある。その中でも私は低温実験装置や超伝導磁石を扱う事業部 NanoScience において、製造した実験装置を用いた実験・検証を行う少人数規模の研究室 Apps Lab に研究訪問学生として所属し、低温環境下における磁性薄膜の高周波測定に関する研究を行なった。



正門前に到着する帰りのバス。

■研究の背景と進展

磁性体に外部磁場を印加し、マイクロ波の交流磁場を照射すると、磁化が外部磁場を軸に歳差運動するようになる。交流磁場を止めると歳差振幅（外部磁場に垂直な磁化成分）は減衰し、最終的に外部磁場方向に収束する。このときの緩和率（振幅減衰の速さ）は、磁化ダイナミクスの期待値やゆらぎを変数とするスピントロニクスデバイスが動作するときのエネルギー障壁を決める点で、このようなデバイス制御の鍵を握る物質パラメータである。この緩和率は磁性体内に併存する複数の緩和機構によって複雑に温度依存し得ることが知られており、低温環境下でこの依存性を測定・評価することは熱ゆらぎの影響を排した高精度・高効率なスピントロニクスデバイスの開発に不可欠である。

私は数十 nm の厚さに薄膜化された磁性体試料の緩和率を評価すべく、当社にて開発・製造された温度可変物性測定装置 TeslatronPT Plus で用意した低温環境下で、新たにギガヘルツの高周波で測定ができるよう実験系を組み立てた。注入するマイクロ波によって十分な信号強度を得られるようにしたと同時に、生じる熱損失が低温環境を乱さないよう高周波回路のデザインを入念に行なった。緩和率の評価は、磁性体に吸収されたマイクロ波パ

ワーのスペクトラムを測定することによって行なった。測定が軌道に乗った後は QCoDeS (Copenhagen 大学, Delft 大学, Sydney 大学および Microsoft quantum computing consortium が開発) と呼ばれる Python ベースのデータ取得用のライブラリを活用して、一連の測定機器を自動制御し、異なる温度や外部磁場などの条件で系統測定を行なった。

得られたデータでは数十ケルビンの温度域で緩和率がピークをとる振る舞いを示していた。このような振る舞いの要因の一つには試料内の希土類不純物の存在が挙げられるが、今後詳細な解析を進めたり新たな測定をしたりすることで検討していく予定である。

■滞在中の生活

滞在先が欧州の企業であったためか、オフィスにいる時間は東京にいる頃よりも短く、周りの方々もお仕事の後は家族や友人とゆっくり過ごしたり、地域サークルの活動に参加したりすることが日常となっているようであった。私自身も夕方以降は自分の時間をかなり確保できたものの、2か月半という決まった滞在期間の中、毎日限られた時間をやり繰りして着実に進展を生みたいという心持ちは常々持っていたため、一日が終わる頃には走り切った後のような達成感と疲労感を同時に覚えていた。このような生活は、優先順位をつけて集中的に研究を遂行する重要性を再認識する機会となった。

また、研究環境を変えることで生じる変化を体感できた。訪問先の研究室では磁化ダイナミクスや高周波測定に取り組んでいるメンバーがいなかったため、測定の回路やプロトコルなどを自分で一から考案・提案することが何度かあった。その中には、現所属ではあまりにも身近でその存在意義を見過ごしてしまうような要素もあったが、訪問先ではそれらについても自分が責任をもって明示的に説明する必要がある。こういったことは、今後も自分の研究を始めから構築していくのに良い思考習慣に繋がると感じた。さらに、自分が現所属では有していて当然と思っている知識や技量であっても、外に出るとそれが強みになり得ると実感できた。このように感じられたのは、私の研究に興味を持って各段階で質問をしてくださった研究室の皆様のお蔭である。

訪問先では研究室の皆様はじめたくさんの方々と一緒に楽しい時間を過ごすことができた。コーヒーブレイクや昼食で



滞在最終日に飲み会をしたパブ。

は日常的に研究室メンバーと行動を共にし、研究の話はもちろん色々な雑談もした。嬉しいことに来日経験などで日本への興味をお持ちの方々もいたため、日本の地理、歴史、食事、生活などについて話したことも多かった。昼食時には他部門の方々とも話す機会もあり、そこで仲良くなった訪問学生とパブへ行ったり、より大人数の飲み会に誘っていただ

いたりした。他方、ミーティングなどでメンバーが集う際には真剣かつ忌憚のない意見交換が行われていた。しかし、そのような場であっても相手を尊重する姿勢を見せ、場の雰囲気が悪くならないための気遣いを感じる場面が数多くあり、慣れない環境の中でありながら居心地の良さを感じることができた。

日常生活もとても快適であった。滞在先はOxford市内で、そこからバスに20分ほど揺られ研究室に向かう生活であったが、レンガ造りの家々が並ぶ市街地を抜けるとすぐに広々とした田園風景が見られるようになり、良く晴れた日にはバスの2階で音楽を聴きながら移りゆく景色を楽しんでいた。ただ、バス車内では停留所の案内は一切ないため、景色に夢中になっていると簡単に乗り過ごしてしまう。Oxford市内は言わずと知れた歴史ある街並みが広がるばかりでなく、Thames川をはじめとする河川が何本か流れており、市民の憩いの場となっていた。

Thames川沿いに広がる草原では、放牧された馬が列をなして走っている姿を運良く見られるなど、東京の感覚では非日常な光景がすぐそこに広がっていた。食事に関しては自炊中心の生活を送っており、これが日々の励みにもなっていた。スーパーマーケットではパン、乳製品、肉類、果物の品揃えが豊富であった上、アジア、中東、欧州、アフリカ、中南米など世界各地の食材が並べられていたため、買い物に行くだけでも楽しむことができた。物価の高い英国であるが、まとめ買いやセール食材を選べばリーズナブルに美味しい食事を毎日食えることができた。黒ゴマ付きのバンにラム肉をブルーチーズと共に挟んだハンバーガー（肉の熱で融けたチーズが非常に美味しかった）や、朝食に作ったEnglish breakfastがお気に入りであった。他にも研究室の方から頂いたキャラメル缶詰を使って、英国菓子のbanoffee pie (banoffee = banana + toffee)を作ったりもした。英国の夏は日が長い上に比較的涼しいため、時折屋外で自炊した夕食を食べていた。



ラム肉とブルーチーズのダブルバーガー。



English breakfast。ベーコンとマッシュルームがないため full breakfast ではない。

■謝辞

この度、滞在先で私を温かく歓迎してくださり、研究議論や低温実験の面でサポートしてくださった Ben Yager 博士をはじめとする Apps Lab のメンバーに心より御礼申し上げます。低温・超電導事業部 (NanoScience) にて本滞在をご提案・ご調整くださった瀬尾公一様、諸々の手続きをしてくださった Ben Knott 様をはじめ、私の滞在のためお力添えいただいた Oxford Instruments の皆様に深謝申し上げます。また、本滞在を快諾してくださった指導教員の齊藤英治先生、副指導教員の沙川貴大先生に感謝申し上げます。



Oxford 大学 Magdalen College 内の Magdalen Tower から望む街並み。