

第2回海外留学報告書

研究と生活の近況

阿江伸太郎

Physical and Theoretical Chemistry Laboratory

University of Oxford

July 2026



テムズ川で Punting を

する筆者

2025 年 10 月に留学を始めてから、はや 10 ヶ月が経ってしまいました。研究の進捗と生活について書ければと思います。

1. 研究について

例えばボールを投げるとき、初速度と初めの角度が分かれば、その軌道が分かります。このように、ある瞬間の状態から未来の状態を予測することは、その状態を支配する法則（この場合においてはニュートンの力学の法則）が分かれば可能です。自分は同様のことを、ミクロな量子の世界で行っています。さらに、ボールの例において、そこに散逸があるかないかでボールの軌道は変わります。例えば、空気抵抗があると、ボールという「系」と、空気という「環境」の間の相互作用を考えなければ正しい軌道は導けません。このような散逸のある系を開放系と呼びます。自分は、その開放量子系のシミュレーションを、量子化学・物質の世界に適用しようとしています。

詳しく書くと、現在注力しているのは、開放量子系のダイナミクスを量子コンピュータ上でシミュレーションする方法です。特に、非マルコフ過程と呼ばれる、最も一般的なダイナミクスのシミュレーションを考えています。この仕事が終わったら、アンダーソン不純物モデルのような具体的な開放量子系のモデルに適用し、そこに現れる現象を考えていきたいと思っています。

a. 開放量子系のダイナミクス

この仕事は、指導教官の一人である Queen Mary University of London の [Jinzhaio Sun](#) としています。普通は時間発展がその系の現在の状態のみに依存するという近似を行うのですが、その制限を外して、系の時間発展が過去の状態にも依存するダイナミクスのシミュレーションを私たちは考えています。近似をするとシミュレーションがより簡単になるのですが、厳密な結果は出ません。私たちが考えているのは最も一般的なダイナミクスであり、それを量子コンピュータ上でどのように再現するかを考えています。

最初はシミュレーションする時間 t に対してシミュレーションのコストが $t \log t$ くらいになるかと思っていたのですが、事前に想定していたよりも難しかったので、最近コストが少なくとも指数関数的、 e^t であることを示そうとしています。8月に日本に帰るのですが、その前に示せば良いです。また、前に出ていた非マルコフの量子シミュレーションの先行研究の前提に重大な欠陥があることが分かり、シメシメと思って研究を進めています。

b. 量子化学

これは指導教官の一人である University of Oxford の [David Tew](#) と行っています。固体中の不純物のダイナミクスを考えようとしています。ここでは、不純物が系、固体が環境になります。最終的なゴールである、量子コンピュータでの開放量子系のシミュレーションに活かすため、環境と系の相互作用の強さを表すスペクトル密度と呼ばれる量を取り出したいです。グリーン関数と呼ばれる物性を記述する手法を使ってその量を求めることを目標にしています。最近、グリーン関数の手法の一つである GW や DMFT などの理論の基礎を勉強しています。

c. 量子コンピューティング

Block-Encoding と呼ばれる手法があり、そこにランダム化を加えたときに計算がどのように簡単になるかを考えています。東京大学の[吉岡信行先生](#)との仕事です。最初は QSVT と呼ばれるアルゴリズムにこの手法を活かそうと思っていたのですが、どうやら無理で非常に悲しかったです。ですが、期待値推定などの応用先を見つけ、8月にアムステルダムで行われる会議にてポスター発表予定です。

d. その他のプロジェクト

i. Chern Number 推定アルゴリズム

阪大の[黄海仲星先生](#)と、東大の今村さんとの仕事です。Oxford で行われた量子情報の会議で、京大の[早川先生](#)が Berry 位相の推定アルゴリズムを発表しており、その応用先として Chern Number の推定アルゴリズムができると思い、混ぜてもらいました。お役に立てるように頑張ります…

ii. 多様体上でのエントロピー生成

[東大沙川研](#)にいたときに混ぜてもらっていた仕事です。ランジュバン方程式という、ミクロな粒子の散逸を記述した方程式があります。これを曲がった空間（多様体）上で考えるときに、エントロピー生成がどう分解できるかを考えています。あまり貢献したとは言えませんが、2026 年夏の物理学会で発表されるようです。

iii. 進行波型パラメトリック増幅器

[東大中村研](#)にいたときに混ぜていただいていた仕事です。マイクロ波の増幅に関するテクニックを考案しました。あまり貢献したとは言えませんが、草稿ができ、ジャーナルに出そうとしています。

2. 生活面

ロンドン近郊にいて良かったことの一つは、観劇です。イースターの間、Les Miserables, Phantom of the opera, Lion King, Hamilton と激しく劇を見に行きました。歌声、踊り、舞台上の仕掛けや小道具と全てが素晴らしかったです。何物にも代えがたい充実感と高揚を感じました。ぜひこれからも見続けたいです。

友達が遊びに来てくれることが多く、Oxford を案内するのも楽しみの一つになっています。Oxford が観光地で良かったと思いました。中高の友達、NUS 時代や大学の友達が遊びに来てくれて、本当に嬉しかったです。Oxford でも、日々充実して過ごし、沢山友達を作りたいです。

す。この一年はスカッシュをして過ごすことが多く、そこで知り合った人達との縁をもっと深めていければと思います。また、もっと本を読みたいと思っているので、来年は読書を通じて他の人と交流できたらとも思います。全ては貼れないのですが、友達との写真を何枚か下に添付しておきます。

また、自分が所属する Jesus College にて、院生の集まりが MCR (Middle Common Room) と呼ばれますが、来年は企画を運営する立場になりたいです。特に去年のクリスマス、現地の人たちが全員帰省して、自分はとても寂しい思いをしていました。そのような海外から来ている院生のクリスマスの間の交流の場を、来年度は作れたらと思います。



中高の友達
のT松君



中高の友達
達のT.K.



NUS時代の友人とUCLにて。150年前の日本人の足跡があり、驚きました。



NUS時代の友人と自身のカレッジにて