

2024年度 交流助成 成果報告（海外派遣）



2025年 3月 18日

所属：東京大学

氏名：犬塚 悠剛

会議等名称 Biophysical Society (BPS) 2025年年次総会

開催地 ロサンゼルス・コンベンションセンター

期 日 2025/02/14 ～ 2025/02/21

1) 会議（研究会）の概要

Biophysical Society (BPS) 2025 年年次総会は、2025 年 2 月 15 日から 19 日まで、米国カリフォルニア州ロサンゼルス・コンベンションセンターで開催される。この会議は、生命科学、物理学、化学、数学、AI などの情報科学を融合させた学際的な研究者が集う場であり、医療や健康に貢献する革新的なアプローチが数多く発表される。特に、膜生物物理学、マルチスケール生物物理学、顕微鏡技術など基礎から応用まで幅広い分野で最新の研究成果が共有される。生物物理関連の学会で最大規模の学会であり、世界中の研究者が集まって知見の共有や活発な議論が行われ、新たなコラボレーションの機会が生まれる場となっている。この会議への参加は、バイオメディカルエンジニアリング分野における最先端の知識と技術を習得し、研究の発展に寄与する絶好の機会となる。

2) 会議（研究会）で発表した研究テーマとその討論内容

EASY-SETUP SINGLE-SHOT LABEL-FREE NANOSCOPY FOR QUANTITATIVE ANALYSIS OF LIVING SAMPLES

生命科学において、蛍光顕微鏡法は特定のターゲットを特異的に染色し観察することができる強力なライブイメージング技術である。しかし、高速・高解像度観察のためには強い励起光や光学的な改良が必要であり、光毒性、光退色、染色の必要性、プローブサイズの影響などの制約がある。これらの課題を克服し、生命科学の研究対象を広げるためには、蛍光に頼らない無染色観察法の有効活用が不可欠である。無染色観察法として、細胞内の屈折率の不均一性により変化する透過光の位相差を強度コントラスト

に変換する、位相差顕微鏡が広く用いられている。しかし、広く使われるゼルニケ位相差や微分干渉法には、空間分解能や配向依存性など、手法特有の課題がある。さらに、屈折率は乾燥質量と線形関係を持ち、構造の体積や数密度に関する情報を含むにも関わらず、これらの手法は位相シフトを定量的に回復するようには設計されていない。そこで、位相差を定量的に回復する定量的位相顕微鏡法が開発されてきた。古典的な干渉計を用いる方法は高感度であるが、外乱に敏感で生体試料への適用は困難である。近年では、干渉計を用いずに透過光画像から光の伝搬を逆計算して位相シフトを求める計算手法が開発され、ロバストな実装が可能となっている。本発表では、市販顕微鏡への簡単な実装により実現でき、矩形波の 100 nm のギャップを分解でき、100 fps 以上で観察できるライブセルイメージング手法を、応用例とともに紹介する。

3) 出席した成果（ご自身の研究のみならず、他の研究者との交流を通じて得たものがあれば具体的に報告して下さい。）

まず、自分の発表に対して、たくさんの反響とフィードバックがあった。中でも、核酸やアミノ酸を通してそのときの電圧から分子種を推定するナノポアの研究者との議論で、ノイズの大きい電圧観察に加えてイメージングでも観察したいという需要を認識できた。少し離れた分野の人との交流は、自分の考えていないような応用法を知るきっかけになるのだと再認識した。また、蛍光標識が難しいウイルスが細胞に感染する様子を観察したいという先生から、共同研究のお誘いもいただいた。自分の顕微鏡を更に洗練し、将来共同研究の形で成果にできればと感じた。

応用を視野に入れた研究者に加えて、バイオイメージングや画像解析の研究者から興味を持ってもらうことも多かった。特に、自分と同様無染色イメージングを別のアプローチで行っている先生から、共同研究の議論に加えて、先生の主催するワークショップや研究室訪問の招待を受けた。実際にこれらの機会を生かし、二つの技術を組み合わせたより情報を得られる顕微鏡を作成したいと次の研究の種を見つけた。また、同様なバイオイメージングの会議の招待をもう一つ受けた。これらを含め、将来的にも関わりそうな、沢山のバイオイメージング研究者とのネットワークができた。

また、学会での口頭発表やポスター発表によって、最新の技術に触れることができた。特に、光学系の学会ではあまり見ることができなかった、DNA-PAINT などバイオロジーのツールを生かしたイメージングの技術の沢山の応用例を知ることができ、生物実験の現場での一種のトレンドを知ることができてとても参考になった。また、2つの対物レンズを用いて干渉を生かすことで高解像度を得る 4Pi 顕微鏡や、高速かつ効率的に位置決めができる MINFLUX など、既出ではあるが難易度が高く技術開発が主であった顕微鏡が応用された例をいくつか見て、刺激を受けた。他にも、まだ公開されていない様々なイメージングモダリティの技術開発や、

たくさんの応用例を見ることができ、とても勉強になった。

4) その他

公益財団法人中谷医工計測技術振興財団の多大なるご支援、心より感謝申し上げます。

※最後に現地での交流の様子を撮った写真(2～3枚程度)がありましたら、簡単な説明を添えて、挿入してください。

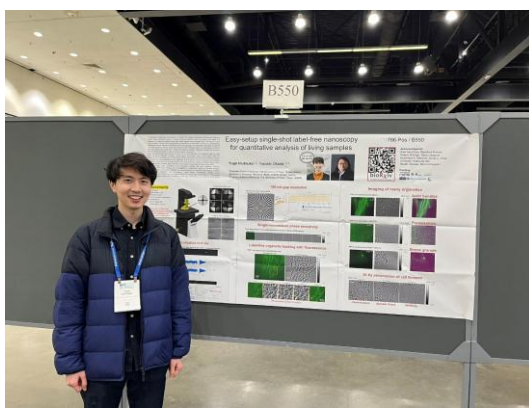


図1 発表に使用したポスター。



図2 レセプションでの交流。



図3 学会後に訪問した UCLA。