

大山 廣太郎

量子科学技術研究開発機構 量子ビーム科学部門
主任研究員

光熱変換の積極利用による細胞機能のアクティブ制御

§ 1. 研究成果の概要

本研究では光熱変換を積極利用し、細胞機能の時空間制御、さらには機能の限界突破を目指しています。「光で温度を操る&視る」顕微システムにより、単一細胞の局所温度を巧みに変調し、生体分子の熱応答を活用することで、細胞機能のアクティブ制御を実現します。

2019年度は光熱変換顕微鏡を用いて、筋収縮に対する温度の効果を新たに明らかにしました。筋肉は細胞内カルシウムイオン濃度が上昇し、筋肉を動かすスイッチの役目を担うタンパク質がON 状態になることで、力が生まれて収縮します。これまでに短時間の加熱(熱パルス)によって筋肉の細胞が収縮することを発見・報告し、この新しい「加熱筋収縮」では、カルシウムイオン濃度の上昇が伴わないことを示してきました。しかし、なぜカルシウムイオン濃度が変動せずに熱だけで収縮できるのか、詳細な仕組みを十分に証明できていませんでした。そこで、筋収縮に関わる主要なタンパク質(アクチン・ミオシン・トロポミオシン・トロポニン)を精製し、筋収縮の温度特性をタンパク質レベルで評価できる顕微解析法を開発しました。その結果、これら4種類のタンパク質のみを用いて「加熱筋収縮」を再現することに成功し、加熱筋収縮の仕組みに関する知見を得ることができました。さらに、哺乳類の心臓には、体温を利用し、カルシウムイオン濃度上昇に応じて効率よく収縮する仕組みが備わっていることを示唆する知見も得ました。