

量子技術を適用した生命科学基盤の創出
2018年度採択研究者

2020年度 年次報告書

Radostin Danev

The University of Tokyo, Graduate School of Medicine
Professor

Fast Synchronous Quantum Wave Modulation for High-Resolution Biological
Observations

§ 1. 研究成果の概要

プロジェクトは二年目を迎え、大幅な進展を遂げた。初年度の理論的かつ概念実証の結果を基に、高速デフォーカス変調器 (FADE)の最初のプロトタイプを設計、構築した。変調器のコントロールユニット(MCU)には、高電圧電子機器とLinuxのコンピュータを使用した。MCUは電子顕微鏡のデジタルカメラから同期信号を受け取り、それを使用してデフォーカス変調器に適用される正確な高電圧変調パルスを生成する。この装置を東京大学大学院医学系研究科に設置されている汎用電子顕微鏡に搭載した。完成したFADEプロトタイプの最初のテストでは、振幅変調に関する設計パラメータを満たしていることが示されたが、変調パルスの正確なタイミングに問題があった。そこで、制御ソフトウェアのさらなる研究と最適化によりタイミングの問題を解決し、パルスのタイミング精度も大幅に改善し、設計要件を満たすことができた。

室温のサンプルでFADEシステムが適切に動作することを確認した後、実験作業はより一層困難なクライオ電子顕微鏡法観察へと移行した。汎用電子顕微鏡は、クライオ電子顕微鏡法実験用としては最適化されていないため、実用面での課題がいくつか出てきたが、体系的なテストと入念なパラメータの最適化によって、信頼性の高いクライオ電子顕微鏡法の自動取得データに使用できる、有効な実験コンフィギュレーションを確立した。最適化された条件で、凍結タンパク質サンプルのテストデータを収集した結果、このタイプのシステムでは非常に高品質で、2.1Åの解像度に達した。これは、汎用電子顕微鏡においては世界新記録である。基本的なクライオ電子顕微鏡法の性能を確認した後、FADEを使用して凍結タンパク質のデータセットも収集した。このデータに必要となる新しい方法を研究し、さらに高い解像度を目指して処理しているところである。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Danev R, Iijima H, Matsuzaki M, Motoki S. Fast and accurate defocus modulation for improved tunability of cryo-EM experiments. IUCrJ 7, 566–574 (2020)