

2022 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	羽田真毅
研究機関名	筑波大学
所属部署名	数理物質系
役職名	准教授
研究課題名	高コヒーレンス・極短パルス電子線創出によるナノ構造体の動的構造解析の新展開
研究実施期間	2022 年 4 月 1 日～2023 年 3 月 31 日

研究成果の概要

これまでの超高速時間分解電子線回折法では、原子・分子オーダーすなわちオングストロームオーダーの構造ダイナミクスの計測が可能であったが、パルス電子線のコヒーレンス長の制約より、ナノメートルオーダーの原子構造体や分子集合体全体の運動を観測することができなかった。本研究では、点電子源から放出するパルス電子を用いて、ナノメートルオーダーの構造ダイナミクスが観測可能な超高速時間分解電子線回折装置を開発し、原子構造体や分子集合体全体の運動を観測することを目的としている。今年度は、高コヒーレンス超高速時間分解電子線回折装置の開発に注力した（左図）。中心波長 1030 nm、パルス幅 290 fs のフェムト秒レーザーの第四次高調波（波長：527 nm）をタングステン針の先端に照射し光電子を放出させ、その光電子を 20–35 kV で加速し、ファイバーカップル型の CMOS カメラで検出するまでのシステム開発を行った。点電子源から発生する電子線の輝度は高く、自作の電磁石および四重極レンズによりかなり円に近い形にすることができた（右図）。加速電圧 20–35 kV のパルス電子を用いても単層膜や二層膜など極めて薄い試料の構造ダイナミクスは計測可能であるが、今後の試料計測のためには 50 kV 以上の加速電圧が望ましい。今後の装置開発の予定としては、加速電圧をさらに向上する（50 kV 程度）ために電子線源の放電を抑える機構を作製し、またピンホールを導入し電子線の形状を新円にする。これらの装置の改良を行った後、3 nm に粒子径を揃えた PbS ナノ粒子を用いて、開発した超高速時間分解電子線回折装置のコヒーレンス長の計測を行い、順次試料計測を行う予定である。

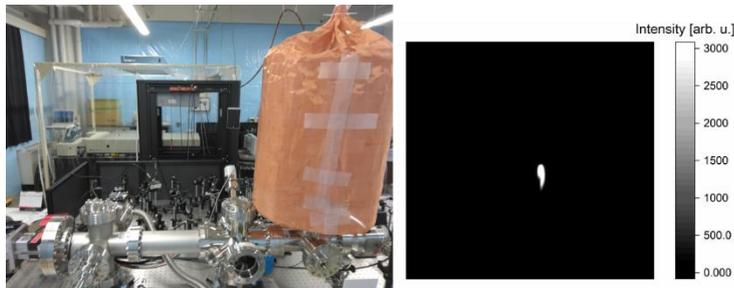


図. 開発した装置（左）および点光源から発生した電子線（右）