

社会課題解決を志向した革新的計測・解析システムの創出
2022 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

高橋 哲

東京大学 先端科学技術研究センター
教授

計測標準と情報科学を援用した先端精密計測の卓越進化:10nm 超解像光学ルーペの開発

主たる共同研究者:

大竹 豊 (東京大学 大学院工学系研究科 准教授)

三隅 伊知子 (産業技術総合研究所 計量標準総合センター 研究グループ長)

研究成果の概要

採択初年度にあたる本年度は、各グループにおいて研究環境整備と要素技術開発に着手した。

東大・高橋グループ(G)では、提案プロジェクトの技術的、学術的意義を、より普遍的に整理するため、広く”光学知覚”の観点から分野横断サーベイを行い、これまで分野間で乖離があると思われていた光学的超解像技術群の、本質的共有物理要素に着目した整理可能性を明らかにし、これにより提案手法実現のための設計指針が立脚すべき物理基本構造を抽出できた。また、設計開発時の超解像光学ルーペの理論特性解析を支援する階層型物理シミュレータの構築に成功した。加えて、超解像光学ルーペを構成する構造要素の検討を進め、物理的に最も重要な位置づけを有するナノ擾乱要素として、金ナノ粒子自己組織化層が適用可能であることを、FDTD(時間領域差分法)シミュレーション解析により明らかにした。

産総研・三隅 G では、開発超解像光学ルーペのナノスケール絶対評価に資する測定観測機器の整備を行った。具体的には測長原子間力顕微鏡(測長 AFM)の高水準環境測定システムを構築するとともに、大竹 G と連携し、測長 AFM の 3D ナノ標準試料測定におけるナノマーカ座標同定手法を開発した。加えて、高橋 G へ電子顕微鏡の像シャープネス評価・倍率校正用認証標準物質を供給し、電子線ビーム径の定量評価値($R_{DR}=12$ nm、ISO/TS 24597:2011 に準拠)の算出に成功した。

東大・大竹 G では、画像超解像化手法開発にあたり、機械学習適用手法を中心に、既存研究調査を進め、ナノスケール計測の不確かさを考慮した機械学習技術開発を進める提案指針について、従来技術にない学術的意義を確認した。画像処理手法としては、本プロジェクトで用いるナノ擾乱体の基礎的なケースと位置づけられる構造化光を用いた顕微画像の高解像度化において、既存手法の追試・新手法の検討を行い、従来法と比較してノイズを低減した超解像画像構築が実現できる可能性を明らかにした。