

革新的光科学技術を駆使した最先端科学の創出
2020 年度採択研究者

2021 年度 年次報告書

上杉 祐貴

東北大学 多元物質科学研究所
助教

光子-電子誘導非線形散乱による新規光学技術の創出

§ 1. 研究成果の概要

本年度は主に、光と自由電子の誘導過程を電子顕微鏡技術に応用する技術について研究をおこなった。円環状の強度分布を持つレーザーがつくるポンドロモーティブポテンシャルを利用して、電子ビームを収束・発散する電子レンズが実現可能であることを、本さきがけ研究の実施前に見出し論文および特許にまとめている。前年度および本年度を通じてその内容を進展させた。

まず、これまで数値計算により確認していた電子レンズ作用を、解析的な解を持つ円環状光ビームを対象として、焦点距離や球面収差係数を少数のパラメータで導くことができる簡単な公式を整備した¹⁾。得られた公式を利用することで、実際の電子レンズ系の設計を大幅に効率化することができるようになった。特に、トポロジカル数が1のベッセルビームおよびラゲールガウシアンビームの場合にのみ、3次球面収差係数が負になることを見出した。これにより、ポンドロモーティブポテンシャルを実用的な球面収差補正用のレンズ素子として設計する場合にどのような光ビームのプロファイルが要求されるのか、設計の指針を得るための評価式を整備することができた。

次に、ポンドロモーティブポテンシャルによる電子レンズ作用を実験的に検証するために、必要な装置の設計と構築に取り組んだ。2021年度中に真空およびレーザー装置の設計を完了し必要な構成部品の取得を完了する予定であったが、国際的な材料・部品調達の遅れなどが影響し納品が遅れた。しかし、いずれも2022年度の早い時期に納品されることから、当初計画からのスケジュールの遅延は最小に抑えることができた。

【代表的な原著論文情報】

- 1) “Properties of electron lenses produced by ponderomotive potential with Bessel and Laguerre-Gaussian beams”, Journal of Optics 24, 054013 (2022)