

2023 年度  
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	三宮工
研究機関名	東京工業大学
所属部署名	物質理工学院
役職名	准教授
研究課題名	電子線を用いた多次元多空間ナノスケール光計測
研究実施期間	2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日

### 研究成果の概要

ナノスケールに光を拘束することは、単に光デバイスが小型化するだけでなく、物質と光の相互作用を高めることになる。物質内の電磁波を解析するためには、光の波長限界を超えたナノスケールの空間情報に加えて、エネルギー・運動量測定、さらには時間スケールの計測も欠かすことができない。本研究では、電子線励起発光の高い空間分解能を活用した光の多次元・多空間計測を実施する。

これまでに開発をすすめてきた空間—運動量—エネルギー同時分解4次元カソードルミネセンス（CL）法を用いて、2023年度には、電子線励起によるシリコンナノ粒子オリゴマーからの円偏光生成を解析した。ダイマーにおいては、特定の条件下で、片側の粒子すべてが右円偏光、反対側の粒子すべてが左円偏光に寄与するという奇妙な結果が得られた。特定のモードを分解した半解析的な数値計算により、これらが粒子間のカップリングによるものであることが明らかとなった。

また、金属平面における円形孔からの電子線励起円偏光生成の解析も行った。金属表面に電子線入射をすると電子線位置において遷移放射により光子が放出されると同時に、表面プラズモンポラリトン（SPP）が励起される。SPP が伝搬し円形孔に到達すると、円形孔の局在モードにより散乱され、光子に変換される。この遷移放射と SPP 散乱はいずれもコヒーレントな過程であるため、干渉する。遷移放射と SPP 散乱の偏光と位相差を調整することで、円偏光を制御することが可能となる。実際の計測において、円偏光の干渉マップを得ることができ、この干渉により簡便に円偏光制御が可能であることが明らかになった。さらに、この手法を逆利用することで、複数の孔の干渉により SPP の「光渦」生成の可視化にも成功した。