

角度・エネルギー同時分解カソードルミネセンスによる 球状ナノ粒子からのキラル放射と相対位相マッピング

Chiral emission and relative phase mapping of spherical nanoparticle by simultaneous angle- and energy-resolved cathodoluminescence

東工大物質理工¹, JST さきがけ² ○(D)松方 妙子¹, 三宮 工^{1,2}

Tokyo Tech.¹, JST PRESTO² ○Taeko Matsukata¹, Takumi Sannomiya²

E-mail: matsukata.t.aa@m.titech.ac.jp

Introduction: キラル・ナノフォトニック構造は、円偏光場に対する非対称な光学応答を示す。構造自体のキラル性に依らず、励起系・観測系の対称性を崩すことで、アキラルな構造においてもキラルな光学応答を観測できる。走査型透過電子顕微鏡(STEM)と組み合わせたカソードルミネセンス(CL)測定では、電子線の進行方向・測定方向・励起位置の選択によりxy、yz、zx面における鏡面对称性を崩すことができる。さらに、高い空間分解能(<1nm)により、ナノスケールでの電場強度マッピングが可能である。本発表では、全方位に鏡面对称性を持つ球状 Si ナノ粒子における円偏光場マッピング及びストークスパラメータの算出による位相マッピングについて報告する。

Method: 球状 Si ナノ粒子(粒径 50-300nm)は、大気雰囲気下でのレーザーアブレーションにより TEM グリット上に作製した[1,2]。角度・エネルギー同時分解 STEM-CL 模式図を Figure(a)に示す。電子線により励起されたモードの放射場は、放物面ミラーによりコリメートされ、スリットマスクによって xz 面内方向の放射角が選択され、角度分散を維持したまま分光器の 2 次元 CCD 素子に集光される。電子線を走査し、各照射位置における角度・エネルギー分解された強度情報を取得することで、4 次元(4D:空間 2 次元・角度 1 次元・エネルギー1 次元)情報を測定できる(3 次元 STEM-CL について[2,3])。

Results: 球状 Si ナノ粒子を用い、ストークスパラメータ算出に必要な、6つの偏光条件におけるフォトンマップを取得した(Figure(b))。これらを用い、p偏光場の位相を基準としs偏光場の位相をプロットした(検出角 135°, 2.48eV)。このエネルギーは、動径方向に 2 極を持つ高次の電気双極子モードの共鳴に対応し、位相プロットでは球の中心部とエッジでの位相反転が確認できる。今回開発した4D-CL 測定を用い、球状 Si ナノ粒子からのキラル放射、円偏光場マッピング、および相対位相マッピングに成功した。

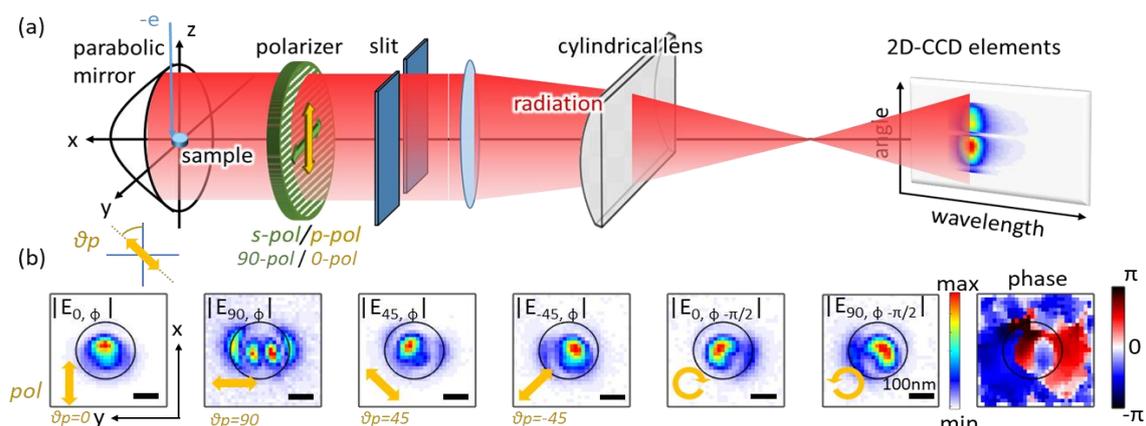


Figure: (a) Schematic of angle- and energy-resolved cathodoluminescence. (b) Photon maps and relative phase map of 220nm Si nanosphere (detection angle: 135°, photon energy: 2.48eV). A 1/4 phase plate is placed in front of the polarizer for circular polarization measurement.

[1] A. I. Kuznetsov et.al. *Scientific reports* **2**, 492, (2012).

[2] T. Matsukata et.al., *ACS Photonics*, **6** (9), 2320-2326, (2019).

[3] T. Matsukata et.al., *ACS Photonics*, **5** (12), 4986-4992, (2018).