

集光光学系においたカイラル構造により獲得する 光のトポロジカルチャージ

Topological charge of light given by chiral metal structures on focusing optics

¹ 東北大院理, ² 東北大高等研究機構 [○]大野誠吾^{1,2}、石原照也¹

¹Dept. Physics, Tohoku Univ., ²Org. for Advanced Studies, Tohoku Univ.

[○]Seigo Ohno^{1,2}, Teruya Ishihara¹

E-mail: seigo@tohoku.ac.jp

光渦をはじめとした光の持つトポロジカルチャージは、物質の異なる励起状態と結合できることなどから、光の新たな自由度として注目されている。前回、2 層金属周期構造を集光光学系に配置し、円偏光クロスニコル測定を行うことで、光渦を観測できる可能性について報告した[1]。これは、集光により光が異なる方向への波数ベクトルを持ち、それぞれが感じる局所的な構造の異方性に応じた幾何学的位相を光が獲得することによる。これをポアンカレ球面上に表現すると、入射した円偏光（北極、もしくは南極）が、各方向に進むことで構造透過後に極回りを経度方向に周回して分布することに対応する。ただ、実証するための円偏光クロスニコル測定は光学系が通常の直線偏光クロスニコル測定に比べ煩雑となる。そこで、今回直線偏光を集光しながら構造に入射した時にポアンカレ球上をその入射した直線偏光状態に対して緯度方向に周回するような偏光状態を作り出すことで、通常のクロスニコル配置でも光渦の観測ができないか検討した。

直線偏光を入射して、円偏光成分を得る方法の一つとして、カイラル構造に入射する方法がある。図 1(a)のような金属ロッド構造が 2 層（緑、赤）になっていて、層間のロッド対が直交している構造を考える。このような構造に緑の層側から光を集光入射するとき、入射方向の異なる成分によってロッド間の見かけの位置関係が図 1(b-j)に示すように、連続的に変化する。各緑、赤のロッド対に注目すると、左右(e,g)、上下(c,i)に傾いた入射では、それぞれ紙面に垂直な方向に 180 度回転させると重なるが、上と右に傾けた構造(c,g)は鏡映対称的に見えキラリティ(外因性)[2]が逆になっている。なお、各ユニットセルは、三角格子上に並んでいて全体では内因性のキララル構造でもある。このような構造を集光光学系に配置し、クロスニコル測定を行った場合について数値的に調査したところトポロジカルチャージ 2 に対応する位相分布が得られた。

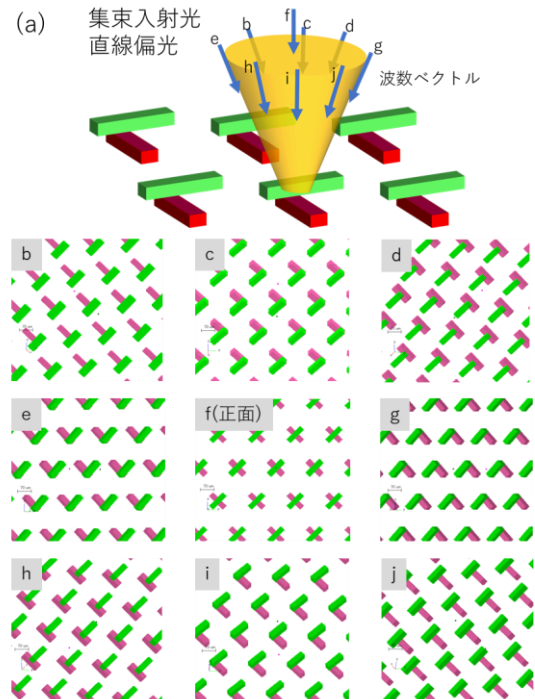


図1 (a)集束光学系に置かれた直交ロッド2層構造と (b-j)各方向から見た見かけの構造

本研究の一部は JST 創発的研究支援事業 (JPMJFR2036) の支援を受けた。

[1] 第 68 回応用物理学会春季学術講演会, 2021.3. [2] E. Plum et al., Appl. Phys. Lett. 93, 191911 (2008).