

非回折光渦が創る長尺螺旋ファイバー

Creation of centimeter-scale helical fiber with a non-diffractive vortex beam

千葉大学大学院融合理工¹, 千葉大学分子キラリティー研², セントアンドリュース大学³

○(M1)川口 晴生¹, 有田 佳彦^{2,3}, (D)李 俊亨¹, (M2)松尾 怜門¹, 宮本 克彦^{1,2},

Kishan Dholakia^{2,3}, 尾松 孝茂^{1,2}

Chiba Univ.¹, MCRC, Chiba Univ.², Univ. St. Andrews³, °Haruki Kawaguchi¹, Yoshihiko Arita^{2,3},

Junhyng Lee¹, Reimon Matsuo¹, Katsuhiko Miyamoto^{1,2}, Kishan Dholakia^{2,3},

Takashige Omatsu^{1,2}

E-mail: omatsu@faculty.chiba-u.jp

非回折性ビームの一種である高次ベッセルビームは、長いコンフォーカル長、自己修復性、軌道角運動量などのユニークな特徴を持つ。そのため、光ピンセット、イメージング、物質加工などの幅広い分野で応用されている。

本研究では、可視域の高次ベッセルビームを光硬化性樹脂に照射することでできたセンチメートルスケールの長尺螺旋ファイバー[1,2]について報告する。実験光学系を図1に示す。光源には、光硬化性樹脂の吸収端に相当する波長 532 nm の CW レーザー(~1 W)を使用した。レーザー光を螺旋型位相板とアキシコンレンズによって軌道角運動量を持つ高次ベッセルビームに変換し、対物レンズ(×20, NA 0.45)を含みレー光学系を用いてセル内の樹脂中に照射した。螺旋ファイバーの形成メカニズムを理解するために、セル中での光重合過程を側面から観察するとともに、セルを透過する光の空間モードの時間変化を計測した。

まず、第一段階として光照射により樹脂が硬化し、ファイバー状に成長する。やがて、ファイバーは、空間ソリトン効果によって緩やかに回転し始めると同時にさらに成長する。そして最後に、高次ベッセルビームの軌道角運動量に起因するトルクによってファイバーが急激に捩じれる(図2)。照射時間は~15秒であった。できあがったファイバーの一例を図3に示す。ファイバー長は>5 mm、捩じれピッチは~250 μm ピッチであった。ファイバー形成メカニズムの詳細は当日発表する。

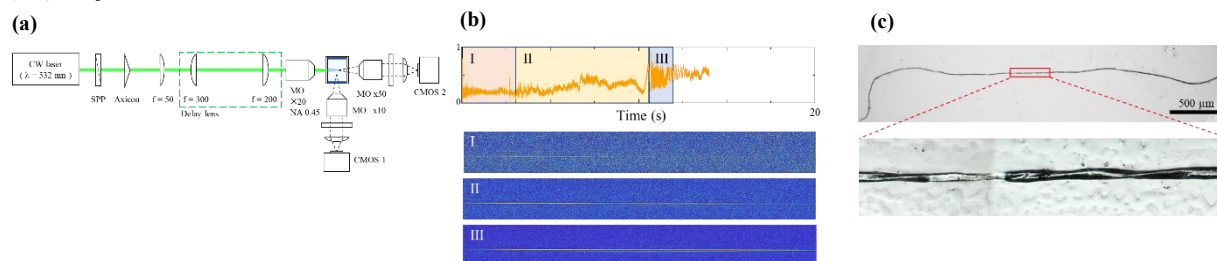


Figure (a) Experimental setup. (b) Time evolution of photopolymerization observed from axial and side views. I. Non-helical fiber is created as an initial form. II. The fiber is twisted by spatial soliton effects. III. The fiber is twisted by OAM, (c) Helical fiber generated by the illumination of Bessel beam.

[1] J. Lee, Y. Arita, S. Toyoshima, K. Miyamoto, P. Panagiotopoulos, E. M. Wright, K. Dholakia, T. Omatsu, ACS Photonics 5 (10), 4156-4163 (2018).

[2] T. Omatsu, Y. Arita, K. Miyamoto, R. Morita, K. Dholakia, Adv. Opt. Mat. 7, (14), 1801672 (2019).