

令和 5 年 9 月 29 日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2018～2022

課題番号：18H03884

研究課題名（和文）光渦が誘導する超巨大キラル質量移動の学理に立脚したキラルデバイス工学

研究課題名（英文）Chiral nano/micro structures fabricated by illumination of helical light fields

研究代表者

尾松 孝茂 (Omatsu, Takashige)

千葉大学・大学院工学研究院・教授

研究者番号：30241938

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 33,800,000円

研究成果の概要（和文）：軌道角運動量を持つ光波を総称して光渦と呼ぶ。本研究では、光硬化樹脂に光渦を照射することで自己組織的に起こる螺旋ファイバー化現象を発見した。可視非回折光渦を用いることで全長1センチメートルを超える長尺螺旋ファイバーを創成することに成功するとともに、その螺旋ファイバーがガウスモードを光渦モードに変換する機能を有することを実証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、光渦を照射するだけで光重合反応を物理的に制御して螺旋ファイバーを創成できることを実証した。本研究の成果は、間違いなく光科学・物質科学・デバイス工学にパラダイムシフトをもたらす。螺旋ファイバーのみならず、多次元の螺旋構造体を光渦照射だけで創成できるようになれば、「光渦に立脚したキラルデバイス工学」という新学術領域を開拓できる。

研究成果の概要（英文）：Structured light fields, such as optical vortex, carry an orbital angular momentum and an annular spatial form owing to their helical wavefronts. We investigated the photopolymerization with optical vortex illumination via single/two photon absorption. Interestingly, we have successfully fabricated a centimeter-scale self-written helical fiber by employing a non-diffraction visible optical vortex, e.g. a green higher order Bessel beam via both single and two photon absorption processes. Also, the fabricated helical fibers act as a mode converter from a Gaussian mode to a vortex mode. Such fiber fabrication can be well understood by spatial soliton effects based on nonlinear Schrodinger equation.

研究分野：量子光工学・応用光学

キーワード：光渦 軌道角運動量 光重合 キラリティー

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

螺旋波面に由来する「軌道角運動量」とその符号で決まるキラリティーを持つ光波を総称して光渦と呼ぶ。光渦の軌道角運動量(その大きさは整数 l で与えられる)が転写されると、物体は角運動量の向きに物理的に捩じれ、サブ波長サイズの螺旋構造に変形する。

研究代表者は、液体であるモノマーにわずか1~3mWの極微弱な光渦を照射するだけで、光重合してできた超巨大な質量のファイバーが光渦の角運動量の向きに自発的に捩じれ、螺旋ファイバー(コア径1-3 μm 、長さ200-300 μm 、捩じれピッチ30~50 μm)に自己組織化すること(光渦が誘導する超巨大質量移動)を発見した。既存の化学反応を駆使しても、このような長大な螺旋ファイバーを創ることは難しい。ましてや、右巻きあるいは左巻きの螺旋ファイバーだけを100%の確率で創り分けることなど到底できない。「光渦で化学反応を物理的に刺激するだけで所望の向き(角運動量の向き)に選択的に超巨大なキラル質量移動を誘導できる」その学理を解明できれば、間違いなく光科学・物質科学・デバイス工学にパラダイムシフトをもたらす。螺旋ファイバーのみならず、あらゆる多次元の螺旋構造体を光渦照射だけで創成できるようになる。

2. 研究の目的

本研究では、「光渦が誘導する超巨大キラル質量移動」の学理を探究するとともに、光渦を固有モードとするファイバーレーザーなどのキラルな新奇光学素子(キラルデバイス)の創成を目指す。その成果に基づき、「光渦が誘導する超巨大キラル質量移動の学理に立脚したキラルデバイス工学」という新学術領域を開拓する。

3. 研究の方法

【研究項目①】「光渦が誘導する超巨大キラル質量移動の学理探求」

モノマーに光を照射すると、ラジカル生成($<1\text{ps}$)・モノマーのラジカル反応(10~100ps)・架橋反応(10~100ns)が時系列に起こり、その結果、質量移動($>100\mu\text{s}$)が誘導される。各過程の時間スケールに合わせて光渦パルスのパルス幅・パルスエネルギー・繰返し周波数を適切に設定すれば、1光子吸収(低ピークパワー、高繰返し周波数)あるいは2光子吸収(高ピークパワー、低繰返し周波数)を選択的に誘導できる。1光子吸収あるいは2光子吸収過程における光渦の角運動量転写過程を解析する。

高次光渦($l=2$)を入射した時にできる分岐螺旋ファイバーの成長過程を超高速度カメラで可視化するとともにファイバーからの散乱光の回転位相や回転周波数を計測して、分岐したファイバー間に働く光誘起結合力の大きさを解析する。さらに高次の光渦($l\geq 2$)を入射することで角運動量に対するファイバー分岐のモデルを一般化する。

【研究項目②】「キラルデバイス工学の開拓」

モノマーより屈折率が高いポリマーは光渦を導波しながらファイバーへと成長する。螺旋ファイバー・分岐螺旋ファイバーを導波した光渦の波面や角運動量を定量評価するとともに、ファイバー断面内(ファイバーは中空あるいは屈折率が低いように見える)の屈折率分布を計測し、光渦伝播特性を解析する。その結果に基づき、空間モードコンバーターなどの応用事例を提案する。また、光渦のパラメーター(パワー、波長、角運動量の大きさ、強度分布など)を最適化することで、螺旋ファイバー・分岐螺旋ファイバーのパラメーター(コア径、捩じれピッチ、長さなど)を制御する。さらに、モノマーの組成を最適化して光渦の導波性能を向上させる。

【研究項目①・②】の結果を互いにフィードバックしながら、光渦が誘導するキラルな巨大質量移動の統一的理論モデルを提案するとともに、高機能性キラルデバイス創成を目指す。

4. 研究成果

[1]螺旋ファイバーの長さを延長するため、光硬化樹脂の過度な吸収を回避できる散乱損失・吸収損失の少ない可視レーザーを用いた光重合実験を実施した。また、非回折性を示す光渦である高次ベッセルビームを用いることでより効率よく長尺ファイバーを生成することを試みた。その結果、全長で1センチメートルを超える長尺螺旋ファイバー(コア径6 μm 、最大長1.5cm)を創成することに成功した。

[2]ファイバー中にガウスビームを入射すると光渦モードに変換して射出されることが分かった。このことは、当初予定していた光渦を固有モードとするファイバー型モード変換器(キラルデバイス)を創成したことに相当する。螺旋ファイバーの捩じれピッチはファイバー中を伝播するガウスモード(LP_{0p}モード)と光渦モード(LP_{1p}モード)の導波伝播定数差に対応し、螺旋構造が、両者間の位相整合を促し、エネルギー移譲を誘導することを示唆する。今後は、より高次光渦モード変換を具現化する。この結果は、光渦によって形成された螺旋ファイバーがキラルデバイスとして応用できる可能性を示唆する重要な知見である。

[3]一光子吸収のみではなく二光子吸収による光重合でも螺旋ファイバーができることを実証した。この事実は、光の角運動量が多光子過程のような非線形合格応答を介しても物質に転写することを示す大きな学術的知見である。また、螺旋ファイバー化できる材料選択の範囲が大幅に広がり、生体適合性材料であるPEGDAなどの螺旋ファイバー化を示唆するものである。

[4]螺旋ファイバー生成が、非線形シュレディンガー方程式に従うことが明らかになった。このことは、ファイバー生成の主要メカニズムの一つが空間ソリトン効果であることを明示するものである。

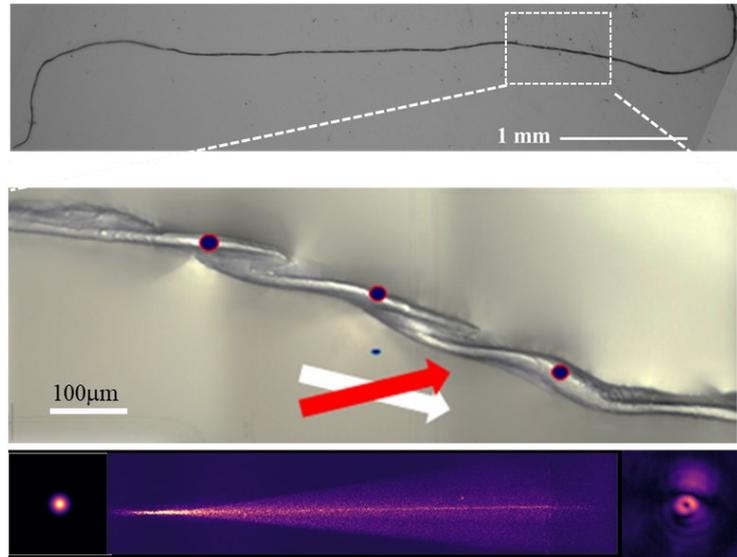


図 センチメートルスケールの長尺螺旋ファイバー。ガウスビームはファイバー中で光渦モードに変換される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計20件（うち査読付論文 20件 / うち国際共著 9件 / うちオープンアクセス 17件）

1. 著者名 Sakamoto Masami, Uemura Naohiro, Saito Rei, Shimobayashi Haruna, Yoshida Yasushi, Mino Takashi, Omatsu Takashige	4. 巻 133
2. 論文標題 Chirogenesis and Amplification of Molecular Chirality Using Optical Vortices	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie	6. 最初と最後の頁 12929 ~ 12933
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ange.202103382	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Rao A Srinivasa, Miike Taku, Miyamoto Katsuhiko, Omatsu Takashige	4. 巻 23
2. 論文標題 Optical vortex lattice mode generation from a diode-pumped Pr ³⁺ :LiYF ₄ laser	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Optics	6. 最初と最後の頁 075502 ~ 075502
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/2040-8986/ac067d	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Wang Meng, Ma Yuanyuan, Sheng Quan, He Xi, Liu Junjie, Shi Wei, Yao Jianquan, Omatsu Takashige	4. 巻 29
2. 論文標題 Laguerre-Gaussian beam generation via enhanced intracavity spherical aberration	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Optics Express	6. 最初と最後の頁 27783 ~ 27783
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/oe.436110	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Srinivasa Rao A., Miike Taku, Miyamoto Katsuhiko, Omatsu Takashige	4. 巻 29
2. 論文標題 Direct generation of 523nm orbital Poincaré mode from a diode-pumped Pr ³⁺ :LiYF ₄ laser with an off-axis optical needle pumping geometry	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Optics Express	6. 最初と最後の頁 30409 ~ 30409
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/oe.439491	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kawaguchi Haruki, Umesato Kei, Takahashi Kanta, Yamane Keisaku, Morita Ryuji, Yuyama Ken-ichi, Kawano Satoyuki, Miyamoto Katsuhiko, Kohri Michinari, Omatsu Takashige	4. 巻 11
2. 論文標題 Generation of hexagonal close-packed ring-shaped structures using an optical vortex	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nanophotonics	6. 最初と最後の頁 855 ~ 864
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1515/nanoph-2021-0437	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Sheng Quan, Wang Aihua, Ma Yuanyuan, Wang Sijia, Wang Meng, Shi Zheng, Liu Junjie, Fu Shijie, Shi Wei, Yao Jianquan, Omatsu Takashige	4. 巻 3
2. 論文標題 Intracavity spherical aberration for selective generation of single-transverse-mode Laguerre-Gaussian output with order up to 95	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Photonix	6. 最初と最後の頁 1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s43074-022-00050-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Ablez Ablimit, Toyoda Kohei, Miyamoto Katsuhiko, Omatsu Takashige	4. 巻 4
2. 論文標題 Nanotwist of aluminum with irradiation of a single optical vortex pulse	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 OSA Continuum	6. 最初と最後の頁 403 ~ 403
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/osac.417444	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Srinivasa Rao A., Miyamoto Katsuhiko, Omatsu Takashige	4. 巻 28
2. 論文標題 Ultraviolet intracavity frequency-doubled Pr ³⁺ :LiYF ₄ orbital Poincare laser	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Optics Express	6. 最初と最後の頁 37397 ~ 37397
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/oe.411624	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ma Yuanyuan, Lee Andrew J., Pask Helen M., Miyamoto Katsuhiko, Omatsu Takashige	4. 巻 28
2. 論文標題 Direct generation of 1108?nm and 1173?nm Laguerre-Gaussian modes from a self-Raman Nd:GdVO4 laser	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Optics Express	6. 最初と最後の頁 24095 ~ 24095
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/oe.400007	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Arita Yoshihiko, Lee Junhyung, Kawaguchi Haruki, Matsuo Reimon, Miyamoto Katsuhiko, Dholakia Kishan, Omatsu Takashige	4. 巻 45
2. 論文標題 Photopolymerization with high-order Bessel light beams	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Optics Letters	6. 最初と最後の頁 4080 ~ 4080
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/ol.396012	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Cheng An-Chieh, Niinomi Hiromasa, Omatsu Takashige, Ishida Shutaro, Sasaki Keiji, Sugiyama Teruki	4. 巻 11
2. 論文標題 Plasmonic Manipulation-Controlled Chiral Crystallization of Sodium Chlorate	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 4422 ~ 4426
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcllett.0c01041	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Omatsu Takashige, Miyamoto Katsuhiko, Toyoda Kohei, Morita Ryuji, Arita Yoshihiko, Dholakia Kishan	4. 巻 7
2. 論文標題 A New Twist for Materials Science: The Formation of Chiral Structures Using the Angular Momentum of Light	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Advanced Optical Materials	6. 最初と最後の頁 1801672 ~ 1801672
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adom.201801672	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Tamura Mamoru, Omatsu Takashige, Tokonami Shiho, Iida Takuya	4. 巻 19
2. 論文標題 Interparticle-Interaction-Mediated Anomalous Acceleration of Nanoparticles under Light-Field with Coupled Orbital and Spin Angular Momentum	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nano Letters	6. 最初と最後の頁 4873 ~ 4878
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.nanolett.9b00332	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Miyamoto Katsuhiko, Sano Kazuki, Miyakawa Takahiro, Niinomi Hiromasa, Toyoda Kohei, Vall's Adam, Omatsu Takashige	4. 巻 27
2. 論文標題 Generation of high-quality terahertz OAM mode based on soft-aperture difference frequency generation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Optics Express	6. 最初と最後の頁 31840 ~ 31840
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/OE.27.031840	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Mamuti Roukuya, Goto Shunsuke, Miyamoto Katsuhiko, Omatsu Takashige	4. 巻 27
2. 論文標題 Generation of coupled orbital angular momentum modes from an optical vortex parametric laser source	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Optics Express	6. 最初と最後の頁 37025 ~ 37025
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/oe.27.037025	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Masuda Keigo, Shinozaki Ryo, Shiraishi Ami, Ichijo Mitsuki, Yamane Keisaku, Miyamoto Katsuhiko, Omatsu Takashige	4. 巻 14
2. 論文標題 Picosecond optical vortex-induced chiral surface relief in an azo-polymer film	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Nanophotonics	6. 最初と最後の頁 1 ~ 1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/1.JNP.14.016012	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Omatsu Takashige, Masuda Keigo, Miyamoto Katsuhiko, Toyoda Kohei, Litchinitser Natalia M., Arita Yoshihiko, Dholakia Kishan	4. 巻 14
2. 論文標題 Twisted mass transport enabled by the angular momentum of light	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Nanophotonics	6. 最初と最後の頁 1~1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/1.JNP.14.010901	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Niu Sujian, Wang Shutong, Ababaike Mairihaba, Yusufu Taximaiti, Miyamoto Katsuhiko, Omatsu Takashige	4. 巻 17
2. 論文標題 Tunable near- and mid-infrared (1.36~1.63 μm and 3.07~4.81 μm) optical vortex laser source	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Laser Physics Letters	6. 最初と最後の頁 045402 ~ 045402
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1612-202X/ab7dcf	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Junhyung Lee, Yoshihiko Arita, Shunsuke Toyoshima, Katsuhiko Miyamoto, Paris Panagiotopoulos, Ewan M Wright, Kishan Dholakia, Takashige Omatsu	4. 巻 5
2. 論文標題 Photopolymerization with Light Fields Possessing Orbital Angular Momentum: Generation of Helical Microfibers	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ACS Photonics	6. 最初と最後の頁 4156-4163
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsp Photonics.8b00959	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Keigo Masuda, Ryo Shinozaki, Yoshinori Kinezuka, Junhyung Lee, Seigo Ohno, Shun Hayashida, Hiromi Okamoto, Dasuke Sakai, Kenji Harada, Katsuhiko Miyamoto, Takashige Omatsu	4. 巻 26
2. 論文標題 Nanoscale chiral surface relief of azo-polymers with nearfield OAM light	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Optics Express	6. 最初と最後の頁 22197-22207
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/OE.26.022197	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計27件(うち招待講演 27件/うち国際学会 22件)

1. 発表者名 Takashige Omatsu
2. 発表標題 Twisted Light: Fundamentals and Applications
3. 学会等名 The 12th International Conference on Optics-photonics Design & Fabrication (ODF'20) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takashige Omatsu
2. 発表標題 Structured light beams create helical structures
3. 学会等名 IEEE Summer Topicals Meeting Series Virtual Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takashige Omatsu
2. 発表標題 Optical vortex induced structured materials via two-photon absorption
3. 学会等名 The 11th International Conference on Metamaterials, Photonic Crystals and Plasmonics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takashige Omatsu
2. 発表標題 Optical vortex induced forward transfer
3. 学会等名 SPIE Optics + Photonics, Optical Trapping and Optical Micromanipulation XVIII (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takashige Omatsu
2. 発表標題 Versatile-wavelength optical vortex solid-state lasers and their applications
3. 学会等名 SPIE Photonics West (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 尾松孝茂
2. 発表標題 トポロジカル光波の発生とその応用
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会, トポロジーのフォトニクスへの応用 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 尾松孝茂
2. 発表標題 光渦の発生とその応用の最前線
3. 学会等名 日本シミュレーション学会光渦研究会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 尾松孝茂
2. 発表標題 光で物質を捻じれるか?
3. 学会等名 日本物理学会 2020年度公開講座 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 尾松孝茂
2. 発表標題 角運動量を有する新奇レーザー光源 - トポロジカルレーザー -
3. 学会等名 第3回光材料・応用技術研究会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 尾松孝茂
2. 発表標題 光渦が拓くキラル物質工学 - 光による螺旋ファイバーの創生 -
3. 学会等名 第168回ラドテック研究会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takashige Omatsu
2. 発表標題 Chiral photonics: light induced helical materials and beyond
3. 学会等名 International Conference on Advanced Materials Science & Engineering and High Tech Device Applications（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takashige Omatsu
2. 発表標題 Structured light offers new laser science and structured materials
3. 学会等名 JSAP-OSA joint symposia（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takashige Omatsu
2. 発表標題 Structured light beam induced 'Spin-Jet'
3. 学会等名 SPIE Optics + Photonics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takashige Omatsu
2. 発表標題 Optical Angular Momentum Opens the Door Towards Advanced Materials Technology
3. 学会等名 IEEE Summer Topics Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takashige Omatsu
2. 発表標題 Structured light beams and their applications
3. 学会等名 OSA Student Chapter Meeting, Malaviya National Institute of Technology Jaipur (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takashige Omatsu
2. 発表標題 Light Twists Matters
3. 学会等名 International Conference on Optics in Materials, Energy, and Technologies (ICOMET) 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takashige Omatsu
2. 発表標題 Light can twist materials
3. 学会等名 Applied Optics and Photonics China (AOPC) 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takashige Omatsu
2. 発表標題 A new twist for materials science
3. 学会等名 International Conference on Optical Angular Momentum (ICOAM) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takashige Omatsu
2. 発表標題 Angular momentum of light induces chiral mass transport
3. 学会等名 The 10th International Conference on Metamaterials, Photonic Crystals and Plasmonics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takashige Omatsu
2. 発表標題 The 2nd International Conference on Nano Science and Technology (ICNST) 2019
3. 学会等名 Light twists materials on nanoscale (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kohei Toyoda, Takashige Omatsu
2. 発表標題 Helical light offers a new twist of materials science
3. 学会等名 New Trends in Contemporary Optics Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takashige Omatsu
2. 発表標題 Going beyond light-induced helical nanostructures
3. 学会等名 The International Symposium on Plasmonics and Nanophotonics (iSPN) 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takashige Omatsu
2. 発表標題 Light induced helical materials and beyond
3. 学会等名 International Conference on Materials Engineering and Applications (ICMEA) 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takashige Omatsu
2. 発表標題 Chirality in optics and photonics
3. 学会等名 Interdisciplinary Workshop: Optical Science in nano-organic materials (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takashige Omatsu
2. 発表標題 Creation of Structured Materials with Optical Vortices
3. 学会等名 CLEO Laser Science and Photonic Applications 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takashige Omatsu
2. 発表標題 Structured light beams possessing orbital angular momentum
3. 学会等名 The 37th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takashige Omatsu
2. 発表標題 Can light twist matters?
3. 学会等名 Annual Joint Symposia on Optics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
英国	Imperial College London			
オーストラリア	University of Adelaide			
その他の国・地域	台湾・国立陽明交通大学			