

令和 5 年 5 月 31 日現在

機関番号：14401

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：20K15196

研究課題名（和文）光圧と光発熱で制御された流体の理論研究

研究課題名（英文）Theoretical study of fluid controlled by optical force and heating

研究代表者

田村 守（Tamura, Mamoru）

大阪大学・大学院基礎工学研究科・助教

研究者番号：30793583

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、光圧と光発熱による流体制御の理論的枠組の構築と、応用に向けた指導原理の獲得を目指した。光圧で駆動された流体の時間発展を評価するために、数値流体力学と電磁気学を融合した計算手法を構築し、アゾポリマーや熔融金属における質量輸送現象における解析結果を得てきた。更には、熱流体力学のレーザー加工の計算手法を用いて、円環状の強度分布に由来したマランゴニ効果が、光渦パルスによる加工時の突起の形成に寄与していることを解明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では特に、自由界面を持つ流体を光圧や光熱で駆動する状況に関し、その理論解析の手法論を構築し、アゾポリマーや光渦によるレーザー加工など、過去に報告されてきた実験に対応する結果を得るとともに、その駆動機構の解明にも成功した。構築した手法論に基づき、今後、特定の実験系に限らず、流体の光操作の可能性をより広範に探索可能である。これは、新奇光操作技術の発見・新分野の拡大に繋がり、ひいては光を用いたナノ加工や、生体物質の選別や検出など、様々な応用技術への波及効果が期待される。

研究成果の概要（英文）：This work aims to develop a theoretical framework to control the fluid with optical force and heating and achieve the guiding principles for applications. Combining the calculation method of computational fluid dynamics and electromagnetism to evaluate the time evolution of fluid driven by optical force, the mass transport phenomena on the azopolymer and molten metal were discussed. Furthermore, using the calculation method of laser processing in the thermo-fluid dynamics, it was clarified that the Marangoni effect originating from the ring-shaped intensity distribution could contribute to the production of protrusion on the processing with the optical vortex pulse.

研究分野：光工学

キーワード：光圧 光発熱 流体 数値計算 光渦 レーザー加工

1. 研究開始当初の背景

光ピンセットは液中に分散した微小物質を非破壊・非接触に操作する技術として様々な分野で利用されてきた。通常、光操作の主役は分散された固体粒子であり、往々にして周囲の溶媒の運動は無視される。しかし、光による物質の移動は、摩擦抵抗の反作用によって溶媒を駆動する。更には、分散粒子による光発熱は粒子の光トラップを妨げる一方で、溶媒を強力に駆動できることから光トラップとは異なる戦略で粒子の輸送や集積などに利用する報告もある。

また、流体であろうと光を散乱・吸収すれば光圧が作用する。実際に、流体と見なせる熔融金属において角運動量を転写されることで螺旋状の構造を形成したと考えられる実験報告がなされている。特に、その構造形成過程において、光吸収に伴う発熱が構造形成に寄与した可能性も指摘されていた。

このように光で間接的・直接的に流体を駆動・操作できる可能性が数多く示されていた一方で、現象を理解するための理論と、更なる応用可能性の探索に関する研究は不十分であった。

2. 研究の目的

本研究の目的は、光圧と光発熱による流体制御の理論的枠組の構築と、応用に向けた指導原理の獲得である。従来の熱流体の支配方程式に、光圧と光発熱に由来する項を加えた独自の理論的枠組みを基に、理論解析の立場から光による流体制御の限界を解明し、従来の物質操作技術の新展開を導くことを目指した。

3. 研究の方法

前述の目的を達成するために、本研究では数値シミュレーションに基づく理論研究を実施してきた。特に、オープンソースの数値流体力学のソルバーに対し、状況に応じて独自の改造を施し、研究に必要な数値計算手法を整備した。例えば、後に詳細に述べるように自由界面を持つ流体の光圧による駆動を評価するために、図1に示すように数値流体力学と電磁気学を融合した計算手法を構築した。過去に報告されてきた実験結果を評価するための数値モデルを構築し、光圧と光発熱の観点から、変形過程の追跡や、駆動機構の解明を試みた。

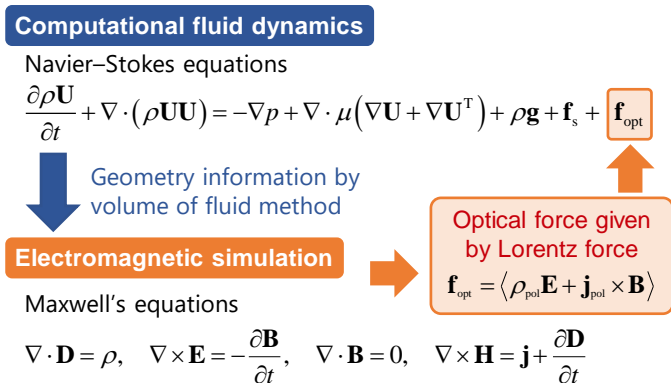


図1. 光圧で駆動された流体の時間発展を評価するための理論枠組み。

4. 研究成果

本研究で得られた成果として、(1)光圧駆動された流体の数値解析手法構築と、レーザー加工・アゾポリマー変形現象への適用、(2)光渦による螺旋状突起構造形成における熱的効果の寄与の解明、(3)分散粒子の光操作に関する研究と、分散質の光発熱を介した流体駆動の数値解析、が挙げられる。以下に詳細を述べる。

(1) 光圧駆動された流体の数値解析手法構築と、レーザー加工・アゾポリマー変形現象への適用

これまでに金属への光渦パルス照射によって螺旋状の突起構造が形成される現象が報告されていた。螺旋構造の形成は、光渦の角運動量が転写された結果だと議論されてきたが、その動的過程の詳細な解明には至っていない。また、アゾポリマーは、光照射下での光異性化によって分子が流動的な振る舞いを示し、照射光の強度分布や偏光方向に依存したレリーフ構造を形成することが知られている。このような質量輸送現象を広く流体の運動と見なし、評価するための手法の構築を行った。

数値流体力学の計算を実施するためにOpenFOAMを採用し、特に自由な界面を持つ流体の問題を扱うために、volume of fluid法によって界面の変形を追跡可能な

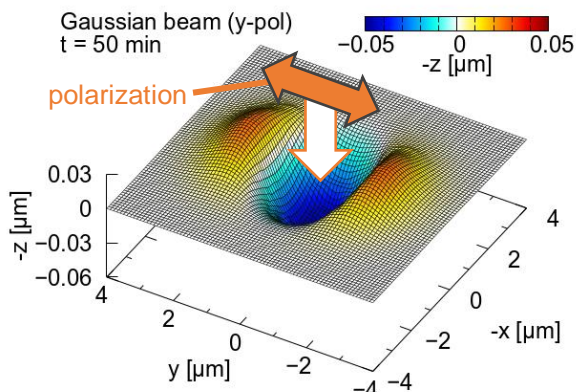


図2. アゾポリマーの光異性化に伴う質量輸送現象の解析。光源はy偏光のガウスビームを想定しており、偏光方向へと質量輸送が生じる。

ソルバーを採用した。流体に作用する光圧を評価するために、有限差分周波数領域法による電磁場解析のコードを独自に構築・ソルバーに融合し、流体の幾何学的な変形に対し、作用する光圧を逐次計算することで、その時間発展を評価した(図1)。具体的な結果として、光渦によるレーザー加工を想定した解析において、角運動量の転写による螺旋状構造の形成を確認している。更に、アゾポリマーの光異性化による質量輸送現象を想定した解析においても、図2に示すように光の偏光方向へと物質が輸送される実験結果に対応した結果が得られた。さらに、直線偏光の光渦照射下での変形現象においても、実験結果に非常によく一致する結果が得られた。

(2) 光渦による螺旋状突起構造形成における熱的効果の寄与の解明

上述の(1)において、光渦が螺旋状構造を形成する機構において光圧の寄与を探索したが、熱の効果は無視されていた。特に、光渦による突起の形成に対して熱の効果が寄与した可能性が指摘されており、そこで OpenFOAM におけるレーザー加工の数値計算手法を採用し、表面張力の温度勾配に基づくマランゴニ応力の効果や、光渦の光源の設定などを独自に追加した上で解析を実施した。結果として、光渦の円環状の強度分布によって生じるマランゴニ応力が中心力として作用することで、光発熱で溶融した金属がビーム軸の方向へと輸送され、熱の拡散後に溶融金属が再凝固し、図3に示す突起状の構造が形成された。得られた結果は、熱的効果が突起形成に大きく寄与していることを示唆しており、論文として成果を報告している[1]。

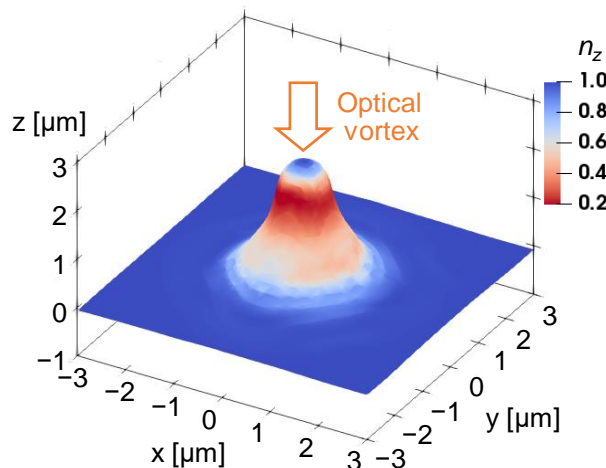


図3. 光渦を想定した光源の下での、熱的効果による突起の形成。色は表面の法線ベクトルのz成分を示す。

(3) 分散粒子の光操作に関する研究と、分散質の光発熱を介した流体駆動の数値解析

流体の間接的な光操作に関連する研究として、分散粒子の光操作の研究も実施した。特に、円偏光光渦照射下での金属ナノ粒子集団の運動に関し、散乱場を介した粒子間相互作用に基づき、スピン角運動量に依存して集団の軌道運動の加減速が生じる原理を解明し、論文として報告した[2]。また、粒子などを分散した液体を光パルス照射によって打ち上げ新奇転写技術として応用する研究が報告されているが、光照射に伴う発熱と蒸発を想定した計算モデルにおいて対応する解析結果が得られつつあり、今後、更なる研究の進展によって、液体の射出機構などの解明などが可能になる。

本研究の成果をまとめると、特に自由界面を持つ流体を光圧や光熱で駆動する状況を解析するための手法論を確立し、アゾポリマーや光渦によるレーザー加工などの過去に報告されてきた実験に対応する結果を得るとともに、その駆動機構の解明にも成功した。得られた手法論に基づき、今後、特定の実験系に限らず、流体の光操作の可能性をより広範に探索可能である。これは、新奇光操作技術の発見・新分野の拡大に繋がり、ひいては光を用いたナノ加工や、生体物質の選別や検出など、様々な応用技術への波及効果が期待される。

参考文献

- [1] Mamoru Tamura, Takashige Omatsu, and Takuya Iida, "Nanoneedle formation via doughnut beam-induced Marangoni effects," *Optics Express* **30**, 35136-35145 (2022).
- [2] Mamoru Tamura, Takashige Omatsu, Shiho Tokonami, and Takuya Iida, "Interparticle-Interaction-Mediated Anomalous Acceleration of Nanoparticles under Light-Field with Coupled Orbital and Spin Angular Momentum," *Nano Letters* **19**, 4873-4878 (2019).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Tamura Mamoru, Iida Takuya, Setoura Kenji	4. 巻 14
2. 論文標題 Plasmonic nanoscale temperature shaping on a single titanium nitride nanostructure	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nanoscale	6. 最初と最後の頁 12589 ~ 12594
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D2NR02442J	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 Tamura Mamoru, Omatsu Takashige, Iida Takuya	4. 巻 30
2. 論文標題 Nanoneedle formation via doughnut beam-induced Marangoni effects	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Optics Express	6. 最初と最後の頁 35136 ~ 35145
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/OE.460962	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 Iida Takuya, Hamatani Shota, Takagi Yumiko, Fujiwara Kana, Tamura Mamoru, Tokonami Shiho	4. 巻 5
2. 論文標題 Attogram-level light-induced antigen-antibody binding confined in microflow	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Communications Biology	6. 最初と最後の頁 1053(1~9)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42003-022-03946-0	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 Hayashi Kota, Tamura Mamoru, Tokonami Shiho, Iida Takuya	4. 巻 12
2. 論文標題 Quantitative fluorescence spectroscopy of living bacteria by optical condensation with a bubble-mimetic solid-liquid interface	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 AIP Advances	6. 最初と最後の頁 125214(1-6)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0104984	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 Nakase Ikuhiko, Miyai Moe, Noguchi Kosuke, Tamura Mamoru, Yamamoto Yasuyuki, Nishimura Yushi, Omura Mika, Hayashi Kota, Futaki Shiroh, Tokonami Shiho, Iida Takuya	4. 巻 22
2. 論文標題 Light-Induced Condensation of Biofunctional Molecules around Targeted Living Cells to Accelerate Cytosolic Delivery	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nano Letters	6. 最初と最後の頁 9805 ~ 9814
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.nanolett.2c02437	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 Tamura Mamoru, Wada Takudo, Ishihara Hajime	4. 巻 54
2. 論文標題 Basics of optical force	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews	6. 最初と最後の頁 100570(1-7)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jphotochemrev.2023.100570	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 Yasuyuki Tsuboi, Shota Naka, Daiki Yamanishi, Tatsuya Nagai, Ken-ichi Yuyama, Tatsuya Shoji, Bunsho Ohtani, Mamoru Tamura, Takuya Iida, Tatsuya Kameyama, Tsukasa Torimoto	4. 巻 4
2. 論文標題 Optical Trapping of Nanocrystals at Oil/Water Interfaces: Implications for Photocatalysis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACS Applied Nano Materials	6. 最初と最後の頁 11743-11752
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsnm.1c02335	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 Mizobata Hidetoshi, Hasegawa Seiju, Tamura Mamoru, Iida Takuya, Imura Kohei	4. 巻 153
2. 論文標題 Near-field transmission and reflection spectroscopy for revealing absorption and scattering characteristics of single silver nanoplates	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of Chemical Physics	6. 最初と最後の頁 144703(1~7)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0025328	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 Hayashi Kota, Yamamoto Yasuyuki, Tamura Mamoru, Tokonami Shiho, Iida Takuya	4. 巻 4
2. 論文標題 Damage-free light-induced assembly of intestinal bacteria with a bubble-mimetic substrate	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Communications Biology	6. 最初と最後の頁 385(1~7)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42003-021-01807-w	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44件(うち招待講演 3件/うち国際学会 5件)

1. 発表者名 五十川弘行、田村守、横山知大、石原一
2. 発表標題 半導体ナノ構造の禁制励起におけるチップ増強非線形ラマン散乱の理論解析
3. 学会等名 日本物理学会2023年春季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 友重 良嗣、田村 守、横山 知大、石原 一
2. 発表標題 非局所応答理論に基づく単一分子の先端増強発光像解析
3. 学会等名 第70回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小森 弘稀、藤原 佳奈、勝間田 麻美、高木 裕美子、田村 守、中瀬 生彦、床波 志保、飯田 琢也
2. 発表標題 マイクロ流路中での疾患マーカー生体ナノ物質の光濃縮検出
3. 学会等名 第70回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 田村 守、尾松 孝茂、飯田 琢也
2. 発表標題 光渦の下での光熱・光圧による連続体の質量輸送の理論研究
3. 学会等名 第70回応用物理学会春季学術講演会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 豊内 秀一、大間知 誠也、林 康太、高木 裕美子、田村 守、床波 志保、飯田 琢也
2. 発表標題 異種プローブの光濃縮による迅速・高感度なDNA定量分析法の開発
3. 学会等名 第70回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 田村守、尾松孝茂、飯田琢也
2. 発表標題 光渦レーザー加工における螺旋突起形成の数値探索
3. 学会等名 第33回光物性研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小森弘稀、藤原佳奈、勝間田麻美、高木裕美子、田村守、中瀬生彦、床波志保、飯田琢也
2. 発表標題 マイクロフロー光濃縮による疾患マーカー生体ナノ物質の高効率検出
3. 学会等名 第33回光物性研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 五十川弘行、田村守、横山知大、石原一
2. 発表標題 チップ増強非線形ラマン散乱における自己無撞着・非局所応答
3. 学会等名 第33回光物性研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 友重良嗣、田村守、横山知大、石原一
2. 発表標題 単一分子の先端増強発光における非局所応答理論の構築
3. 学会等名 第33回光物性研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 林 康太、田村 守、藤原 正澄、床波 志保、飯田 琢也
2. 発表標題 ファイバー型モジュールによる界面近傍での非従来型光濃縮
3. 学会等名 第83回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 渡邊 翔太、本田 杏奈、田村 守、Olaf Karthaus、飯田 琢也、床波 志保
2. 発表標題 光誘起対流による迅速かつ高感度な細菌検出
3. 学会等名 第83回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 藤原 佳奈、高木 裕美子、田村 守、中瀬 生彦、床波 志保、飯田 琢也
2. 発表標題 マイクロフロー光濃縮による細胞外小胞の表面状態の高感度検出
3. 学会等名 第83回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 叶田 雅俊、林 康太、高木 裕美子、田村 守、床波 志保、飯田 琢也
2. 発表標題 自己組織型ナノボウル基板によるウイルスの2ステップ光濃縮法の開発
3. 学会等名 第83回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 友重良嗣、田村守、横山知大、石原一
2. 発表標題 単一分子の遷移双極子・多重極子構造における先端増強発光像の非局所応答理論による解析
3. 学会等名 日本物理学会 2022年秋季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 五十川弘行、田村守、横山知大、石原一
2. 発表標題 金属チップと試料での自己無撞着な電磁増強を考慮した先端増強ラマン散乱の微視的理論
3. 学会等名 日本物理学会 2022年秋季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山本彩果、本田杏奈、石倉諒汰、田村守、Olaf Karthaus、飯田琢也、床波志保
2. 発表標題 微生物燃料電池における細菌捕捉量と有機物添加量の影響
3. 学会等名 第82回分析化学討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Mamoru Tamura, Takashige Omatsu, Takuya Iida
2. 発表標題 Laser processing simulation for Marangoni-driven needle formation under optical vortex
3. 学会等名 Optical Manipulation and Structured Materials Conference 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kota Hayashi, Mamoru Tamura, Shiho Tokonami, Takuya Iida
2. 発表標題 Low-damage and large scale optical condensation of useful bacteria with bubble-mimetic substrate
3. 学会等名 Optical Manipulation and Structured Materials Conference 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 石倉 諒汰, 林 康太, 田村 守, Olaf Karthaus, 飯田 琢也, 床波 志保
2. 発表標題 シアノバクテリア捕捉基板の電気化学特性
3. 学会等名 第81回分析化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 渡邊 翔太, 本田 杏奈, 林 康太, 田村 守, Olaf Karthaus, 飯田 琢也, 床波 志保
2. 発表標題 抗体修飾八ニカム基板による迅速細菌検出法の開発
3. 学会等名 第81回分析化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 叶田 雅俊, 渡邊 翔太, 藤原 佳奈, 林 康太, 田村 守, 床波 志保, 飯田 琢也
2. 発表標題 ナノボウル基板による生物学的ナノ粒子の光濃縮定量評価法の開発
3. 学会等名 第81回分析化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤原 佳奈, 高木 裕美子, 田村 守, 中瀬 生彦, 床波 志保, 飯田 琢也
2. 発表標題 マイクロフロー系での光圧による生物学的ナノ粒子の特異検出
3. 学会等名 第81回分析化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 林 康太, 田村 守, 床波 志保, 飯田 琢也
2. 発表標題 バブル模倣型ダメージフリー光濃縮による有用細菌の機能分析への展開
3. 学会等名 第81回分析化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤原 佳奈, 高木 裕美子, 田村 守, 中瀬 生彦, 床波 志保, 飯田 琢也
2. 発表標題 マイクロ狭小空間における生物学的ナノ粒子の選択的光誘起集積化
3. 学会等名 第82回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 叶田 雅俊, 林 康太, 田村 守, 床波 志保, 飯田 琢也
2. 発表標題 プラズモニック・ナノボウル基板によるナノ粒子の光濃縮 検出
3. 学会等名 第82回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田村 守, 飯田 琢也
2. 発表標題 光圧による分散粒子・連続体操作の理論研究
3. 学会等名 先端ナノミクス 講演会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 叶田 雅俊, 林 康太, 田村 守, 床波 志保, 飯田 琢也
2. 発表標題 生物学的ナノ粒子の光濃縮検出を目指したプラズモニック・ナノボウル基板の開発
3. 学会等名 第32回光物性研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤原 佳奈, 高木 裕美子, 田村 守, 中瀬 生彦, 床波 志保, 飯田 琢也
2. 発表標題 マイクロ流路中での生物学的ナノ粒子の光誘起集積による選択検出
3. 学会等名 第32回光物性研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Mamoru Tamura, Takashige Omatsu, Shiho Tokonami, Takuya Iida
2. 発表標題 Theoretical analysis of orbital motion of nanoparticles modulated by spin angular momentum via electromagnetic interaction
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takuya Iida, Mayu Ueda, Yushi Nishimura, Mamoru Tamura, Syoji Ito, Shiho Tokonami
2. 発表標題 Rapid detection of femtogram proteins under light-induced assembly of photothermal nanoparticles in microchannel
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kota Hayashi, Yasuyuki Yamamoto, Mamoru Tamura, Shiho Tokonami, Takuya Iida
2. 発表標題 Local fluorescent spectroscopy on damage-free optical condensation with bubble-mimetic substrate
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田村 守
2. 発表標題 プラズモニックナノ粒子の集団的光操作の理論研究
3. 学会等名 プラズモニック化学シンポジウム 第2回次世代プラズモニック化学への挑戦
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大間知 誠也, 林 康太, 高木 裕美子, 田村 守, 床波 志保, 飯田 琢也
2. 発表標題 異種プローブ微粒子によるDNAの固液界面での光誘導検出
3. 学会等名 第69回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 石倉 諒汰, 山本 彩果, 田村 守, Olaf Karthaus, 飯田 琢也, 床波 志保
2. 発表標題 微生物太陽電池における添加物の効果
3. 学会等名 第69回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 林 康太, 田村 守, 藤原 正澄, 床波 志保, 飯田 琢也
2. 発表標題 ファイバー型モジュールによる3次元任意配置における光濃縮法の開発
3. 学会等名 第69回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 床波志保, 西尾まどか, 櫻井健司, 石倉諒汰, 田村守, 中瀬生彦, 飯田琢也
2. 発表標題 光濃縮が拓くバイオ分析と応用
3. 学会等名 第80回分析化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大間知誠也, 林康太, 石倉諒汰, 田村守, 床波志保, 西嶋一欽, 飯田琢也
2. 発表標題 金ナノ粒子添加コレステリック液晶を用いた光計測型圧力センサの開発
3. 学会等名 第80回分析化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田村守, 尾松孝茂, 飯田琢也
2. 発表標題 光渦レーザー加工における光圧駆動の質量輸送機構
3. 学会等名 一般社団法人電気学会 レーザプロセッシングを用いたナノ材料制御技術調査専門委員会, レーザプロセッシングを用いたナノ材料制御 第二回委員会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田村守, 尾松孝茂, 飯田琢也
2. 発表標題 アゾポリマーの光誘起質量輸送の数値解析手法の構築
3. 学会等名 第81回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大間知誠也, 林康太, 石倉諒汰, 田村守, 床波志保, 西嶋一欽, 飯田琢也
2. 発表標題 金ナノ粒子添加液晶の協力的光応答の圧力依存性の解析
3. 学会等名 第31回光物性研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田村守, 床波志保, 飯田琢也
2. 発表標題 極微量DNAを介して結合する金ナノ粒子における光誘起集合現象の理論解析
3. 学会等名 一般社団法人量子生命科学会第2回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田村守, 飯田琢也
2. 発表標題 光渦によるニードル形成における熱的效果の数値探索
3. 学会等名 新学術領域「光圧によるナノ物質操作と秩序の創生」第5回公開シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田村守, 尾松孝茂, 飯田琢也
2. 発表標題 光渦照射下におけるマランゴニ効果が駆動するニードル形成
3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 櫻井健司, 石倉諒汰, 田村守, Karthaus Olaf, 飯田琢也, 床波志保
2. 発表標題 微生物燃料電池の負極における添加物の検討
3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

researchmap 田村守 https://researchmap.jp/mamoru_tamura
--

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
---------	---------