

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 5 月 29 日現在

機関番号：24405

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20H02550

研究課題名(和文) 相界面を利用したナノ物質の光マニピュレーション法の確立

研究課題名(英文) Optical Manipulation at Interfaces

研究代表者

坪井 泰之 (Tsuboi, Yasuyuki)

大阪公立大学・大学院理学研究科・教授

研究者番号：00283698

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,600,000円

研究成果の概要(和文)：(1)インコヒーレント光マニピュレータの開発：金属チタンのナノ構造を利用し、レーザーではなく、水銀ランプの光で、それも従来よりも100万分の一弱い光強度で、20 nm サイズのナノ粒子の捕捉に成功した(固液界面の利用)。(2)油水分界面光マニピュレーション法の確立：通常では光捕捉できないような小さな100 nm 以下のナノ粒子を、油水分界面において安定に光捕捉し、そこで光触媒反応を誘起し、実時間計測することに成功した。(3)光マニピュレータによる量子状態制御：ブラックシリコンにより、蛍光性ポリマーを捕捉し、蛍光の色をレーザー光の強度だけで完全にリモートかつ可逆的に自在に制御できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

細胞や細菌、DNAなどの小さな物体をレーザー光で自在に操る(=空間操作)する技術を光ピンセットと呼ぶ。既に、ノーベル賞が二度授与された極めて重要な技術である。光ピンセットはそのような小さな物体を捕捉できるが、物体のサイズが100 nm よりも小さくなると、捕捉は難しくなる。このような小さなサイズの物体や、分子(サイズは数 nm 以下)まで安定に捕捉するために、固液界面や油水分界面の利用を着想した(学術的意義)。本研究で開発した光ピンセットは簡単に安定にナノ物質を捕捉できるので、今までできなかった化学分析や分子マシンの組み立て、新しい医療診断方法の開発に応用できる点で、社会的な意義もある。

研究成果の概要(英文)：Optical tweezers enable the manipulation of micro-and nano dielectric particles through entrapment using a tightly focused laser. In this project, we particularly investigated optical manipulation of micro-and nano particles at interfaces; solid/liquid interfaces and oil/water interfaces. As representative achievements, here we show 3 researches. (1) Coherent Optical Tweezers on Black Titanium, (2) Optical Trapping of Nanocrystals at an Oil/Water interface Toward a Catalytic Chemical Reaction, (3) Fluorescence Colour Control in Perylene-Labeled Polymer Chains Trapped by Nanotextured Silicon. (4) Generation of Ultralong Liposome Tubes by Membrane Fusion Beneath a Laser-Induced Micro Bubble on Gold Surfaces.

Thus, these interfaces were demonstrated to play a key role. These Techniques using interfaces will open a new channel to nanomaterial manipulation and could be applied to chemistry and biology.

研究分野：基礎物理化学

キーワード：プラズモン ブラックシリコン ブラックチタン 光ピンセット ナノ構造 ミー共鳴 蛍光顕微鏡 フォトニッククリスタル

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

集光レーザービームの焦点位置で発生する光圧(電磁学的な双極子勾配力)を利用すれば、その焦点付近でミクロンサイズの微小物体(細胞やバクテリアなど)を捕捉できる。ビームを走査すれば、その捉えた微小物体を自在に空間的に操作(マニピュレーション)できる。このような方法論を光マニピュレーションあるいは光ピンセットと呼ぶ。この方法では、光の波長よりもはるかに小さい生体高分子や低分子を、熱ゆらぎに打ち克って光によって安定に捕捉することは容易ではない。何故なら、光圧  $F$  の大きさは分極率を通じて物体の体積( $V$ )に比例する。つまり、捕捉物体が小さくなればなるほど、光圧は著しく小さくなってしまう( $F \propto V$ )。

光ピンセットによって、このようなナノ物質系の安定な光捕捉を実現するには、輻射圧を著しく増強させる全く新しい学理の導入を図らなければならない。そのような新学理の有力な候補が、本課題の骨子となる、「固体/液体」あるいは「液体/液体」の界面の利用なのである。

### 2. 研究の目的

本研究では、固/液界面、液/液界面におけるナノ物質の光マニピュレーション法の特徴を明らかにし、界面を利用した高効率光捕捉法の確立と、駆動機構の解明を目指す。

### 3. 研究の方法

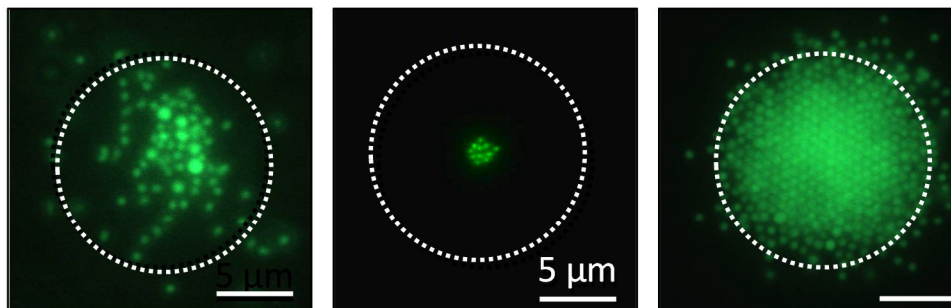
ここで示す「相界面」とは、「固体/液体 界面」と「液体(油)/液体(水)界面」のことである。私たちは代表的な「固/液界面光マニピュレーション法」であるプラズモン光ピンセットの開発に国内ではいち早く成功した。これに加え、2017年、独自に開発した非プラズモニックな機構で駆動する「ブラックシリコン光ピンセット」を開発した。これは、場合によってはプラズモン光ピンセットをしのぐ高い性能を発揮する。本申請課題では、この技術の高性能化を一層追及し、捕捉挙動、駆動機構を完全解明する。同時に、シリコン以外の固体材料でも(例えばチタン)表面ナノ構造の付与により光圧を強力に増強する機能があることを確信しており、ブラックチタン光ピンセットやナノ構造ジルコニア光ピンセットも開発する。

また私たちは、油水界面がナノ物質の安定な光捕捉を強力に支援することも見出している。サイズ10 nmの量子ドットや金ナノ粒子でも、油水界面では簡単に光捕捉できることを発見した。そこで、様々な有機溶媒(油)とナノ物質を対象に、この「油水界面光マニピュレーション」の特徴、捕捉能、捕捉機構を明らかにする。

両方法とも、顕微ラマン・蛍光分光計測で捕捉挙動を捉え、FDTD 電場分布シミュレーションもを行い、定量的な議論を行う。最終的には物質・材料やナノ構造の最適化より、分子系ナノ物質(小さなタンパク質や低分子など)の安定な光捕捉・操作の実現と化学応用(反応誘起や結晶化相転移の実現)を目指す。

### 4. 研究成果

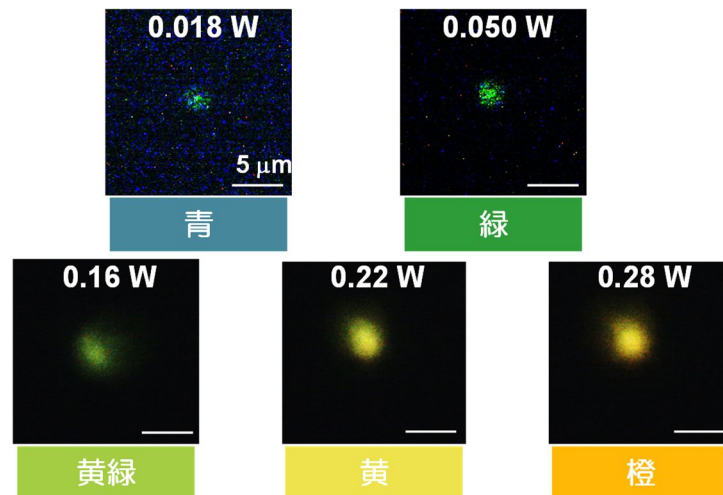
(1) ナノシリコン単結晶光ピンセットを用いた二次元フォトニッククリスタルの形成に成功した。これは、固液界面光マニピュレーションの成功例である。試料は水に分散した蛍光性ポリスチレンビーズ(直径100~500 nm)であり、捕捉用光源には波長808 nm、1064 nmのcwレーザーを用いた。この波長なら、熱攪乱の影響を極力抑えこめる。ナノ構造ブラックシリコン上で数百個以上のおびただしい数の粒子を規則正しく二次元にパッキングして捕捉し、フォトニッククリスタルを形成できた(下図)。「光を照射する」という操作だけで、このようなマイクロスケールの秩序構造を形成できるので、新しい光デバイス、マイクロデバイスのファブリケーション方法の開発に応用できる可能性がある。



on a glass silicon surface   on a flat silicon surface   on a black silicon surface

Optical trapping of polymer beads on 3 substrates.

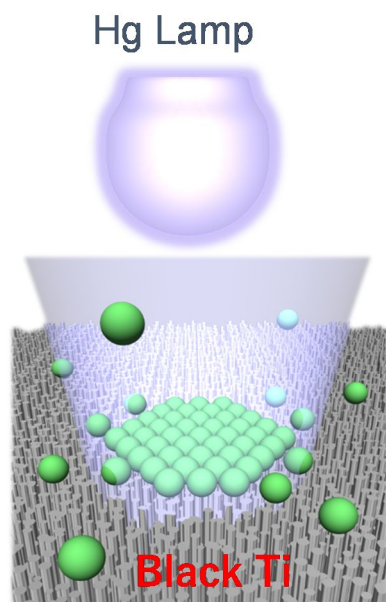
(2) ナノシリコン単結晶光ピンセットを用いた蛍光カラーのリモート制御に成功した。これは、固液界面光マニピュレーションの成功例である。ペリレンを修飾した水溶性ポリマーを合成し、その水溶液を試料として、ポリマーの光捕捉圧に成功した。光圧(レーザーパワー)の変化により、捕捉したペリレンの密度を変化させることができる。これに対応し、その蛍光は青色のモノマー蛍光、緑色の型エキシマー蛍光、黄色の型エキシマー蛍光へと変化する。この効果を駆使し、光圧の変化だけで、蛍光カラーを青～青緑～緑～黄緑～黄色～オレンジ色へと自在にリモート制御することに成功した(下図)。



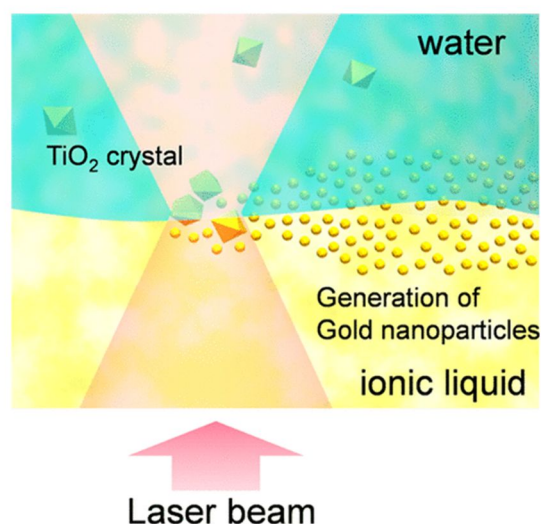
レーザー強度によって蛍光色を制御できる

(3) ナノ構造チタン単結晶を用いて、水銀ランプ光で駆動できるインコヒーレント光ピンセットの開発に成功した。これは、固液界面光マニピュレーションの成功例である。水銀ランプから紫外線を照射すると、極めて弱い光でも、ポリスチレン微粒子をナノ構造チタン上に光捕捉できた。世界初のインコヒーレント光捕捉の実現である(下図)。

(4) 通常では光捕捉できないような小さな100 nm以下のナノ粒子(金や半導体の結晶)を、油水界面において安定に光捕捉し、そこで光触媒反応(塩化金酸からの金の光還元)を誘起し、実時間計測することに成功した。これは、油水界面光マニピュレーションの成功例である(下図)。



ランプの光で駆動する  
ブラックチタン光ピンセット



油水界面光ピンセット

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 16件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 12件）

1. 著者名 Kojima Chiaki, Noguchi Akemi, Nagai Tatsuya, Yuyama Ken-ichi, Fujii Sho, Ueno Kosei, Oyamada Nobuaki, Murakoshi Kei, Shoji Tatsuya, Tsuboi Yasuyuki	4. 巻 7
2. 論文標題 Generation of Ultralong Liposome Tubes by Membrane Fusion beneath a Laser-Induced Microbubble on Gold Surfaces	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ACS Omega	6. 最初と最後の頁 13120 ~ 13127
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsomega.2c00553	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 Torimoto Tsukasa, Yamaguchi Naoko, Maeda Yui, Akiyoshi Kazutaka, Kameyama Tatsuya, Nagai Tatsuya, Shoji Tatsuya, Yamane Hidemasa, Ishihara Hajime, Tsuboi Yasuyuki	4. 巻 14
2. 論文標題 Development of plasmonic thin-layer chromatography for size-selective and optical-property-dependent separation of quantum dots	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 NPG Asia Materials	6. 最初と最後の頁 1 ~ 13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41427-022-00414-3	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 Tanaka Maho, Kuramichi Itsuki, Tsuboi Yasuyuki, Yuyama Ken-ichi	4. 巻 61
2. 論文標題 Confinement and aggregation of colloidal particles in an ionic liquid microdroplet formed by optical tweezers	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 100901 ~ 100901
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/ac8c0d	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 Tanaka Maho, Tsuboi Yasuyuki, Yuyama Ken-ichi	4. 巻 58
2. 論文標題 Formation of a core-shell droplet in a thermo-responsive ionic liquid/water mixture by using optical tweezers	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 11787 ~ 11790
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D2CC02699F	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 Nagai Tatsuya, Yuyama Ken-ichi, Shoji Tatsuya, Matsumura Yuriko, Linklater Denver P., Ivanova Elena P., Juodkazis Saulius, Tsuboi Yasuyuki	4. 巻 6
2. 論文標題 Wavelength-Sensitive Optical Tweezers Using Black-Si Nanospikes for Controlling the Internal Polarity of a Polymer Droplet	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ACS Applied Nano Materials	6. 最初と最後の頁 180 ~ 189
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsnm.2c04222	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 Takao Ryota, Ushiro Kenta, Kusano Hazuki, Yuyama Ken ichi, Shoji Tatsuya, Linklater Denver P., Ivanova Elena, Juodkazis Saulius, Tsuboi Yasuyuki	4. 巻 61
2. 論文標題 Fluorescence Colour Control in Perylene Labeled Polymer Chains Trapped by Nanotextured Silicon	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 e202117227
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202117227	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 Tsuboi Yasuyuki, Naka Shota, Yamanishi Daiki, Nagai Tatsuya, Yuyama Ken-ichi, Shoji Tatsuya, Ohtani Bunsho, Tamura Mamoru, Iida Takuya, Kameyama Tatsuya, Torimoto Tsukasa	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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hashimoto Sayaka, Uenobo Yuki, Takao Ryota, Yuyama Ken-ichi, Shoji Tatsuya, Linklater Denver P., Ivanova Elena, Juodkazis Saulius, Kameyama Tatsuya, Torimoto Tsukasa, Tsuboi Yasuyuki	4. 巻 13
2. 論文標題 Incoherent Optical Tweezers on Black Titanium	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACS Applied Materials & Interfaces	6. 最初と最後の頁 27586 ~ 27593
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acсами.1c04929	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 Matsumoto Mitsuhiro, Asoh Taka-Aki, Shoji Tatsuya, Tsuboi Yasuyuki	4. 巻 37
2. 論文標題 Formation of Single Double-Layered Coacervate of Poly(N,N-diethylacrylamide) in Water by a Laser Tweezer	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Langmuir	6. 最初と最後の頁 2874 ~ 2883
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.langmuir.0c03009	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 Nakata Yoshiki, Tsubakimoto Koji, Miyanaga Noriaki, Narazaki Aiko, Shoji Tatsuya, Tsuboi Yasuyuki	4. 巻 11
2. 論文標題 Laser-Induced Transfer of Noble Metal Nanodots with Femtosecond Laser-Interference Processing	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nanomaterials	6. 最初と最後の頁 305 ~ 305
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/nano11020305	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 Naka Shota, Shoji Tatsuya, Fujii Sho, Ueno Kosei, Wakisaka Yumi, Murakoshi Kei, Mizoguchi Tadashi, Tamiaki Hitoshi, Tsuboi Yasuyuki	4. 巻 3
2. 論文標題 Thermo-Plasmonic Trapping of Living Cyanobacteria on a Gold Nanopyramidal Dimer Array: Implications for Plasmonic Biochips	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Applied Nano Materials	6. 最初と最後の頁 10067 ~ 10072
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsnm.0c02071	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 Shoji Tatsuya, Tsuboi Yasuyuki	4. 巻 53
2. 論文標題 Nanostructure-assisted optical tweezers for microspectroscopic polymer analysis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Polymer Journal	6. 最初と最後の頁 271 ~ 281
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41428-020-00410-w	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 Komoto Sawa, Nagai Tatsuya, Takao Ryota, Ushiro Kenta, Matsumoto Mitsuhiro, Shoji Tatsuya, Linklater Denver P., Juodkazis Saulius, Tsuboi Yasuyuki	4. 巻 3
2. 論文標題 Optical Trapping of Polystyrene Nanoparticles on Black Silicon: Implications for Trapping and Studying Bacteria and Viruses	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Applied Nano Materials	6. 最初と最後の頁 9831 ~ 9841
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsnm.0c01901	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 該当する

1. 著者名 Ushiro Kenta, Shoji Tatsuya, Matsumoto Mitsuhiro, Asoh Taka-Aki, Horibe Hideo, Katsumoto Yukiteru, Tsuboi Yasuyuki	4. 巻 124
2. 論文標題 Microanalysis of Single Poly(N-isopropylacrylamide) Droplet Produced by an Optical Tweezer in Water: Isotacticity Dependence of Growth and Chemical Structure of the Droplet	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry B	6. 最初と最後の頁 8454 ~ 8463
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.0c06932	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 Nakata Yoshiki, Hayashi Eiki, Tsubakimoto Koji, Miyanaga Noriaki, Narazaki Aiko, Shoji Tatsuya, Tsuboi Yasuyuki	4. 巻 2
2. 論文標題 Nanodot array deposition via single shot laser interference pattern using laser-induced forward transfer	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Extreme Manufacturing	6. 最初と最後の頁 025101 ~ 025101
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/2631-7990/ab88bf	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 Asoh Taka Aki, Nakamura Megumi, Shoji Tatsuya, Tsuboi Yasuyuki, Uyama Hiroshi	4. 巻 41
2. 論文標題 Electrophoretic Adhesion of Conductive Hydrogels	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Macromolecular Rapid Communications	6. 最初と最後の頁 2000169 ~ 2000169
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/marc.202000169	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43件（うち招待講演 6件 / うち国際学会 14件）

1. 発表者名 柚山 健一, 田中 真穂, 坪井 泰之
2. 発表標題 集光レーザー型光ピンセットによる温度応答性イオン液体の液滴形成
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 2022年

1. 発表者名 草野 葉月, 高尾 亮太, 柚山 健一, 東海林 竜也, 坪井 泰之
2. 発表標題 ブラックシリコン光ピンセットによる鎖状高分子の光捕捉と蛍光色変調
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 2022年

1. 発表者名 宮崎 麻衣, 柚山 健一, 坪井 泰之
2. 発表標題 チトクロムc水溶液への紫外レーザー照射による凝集体形成
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 2022年

1. 発表者名 西口 真帆, 柚山 健一, 坪井 泰之
2. 発表標題 光渦レーザーによる固体ナノ構造上での微粒子の捕捉
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 2022年



1. 発表者名 野口 明美, 小島 千昌, 柚山 健一, 小山田 伸明, 村越 敬, 東海林 竜也, 坪井 泰之
2. 発表標題 光誘起マイクロバブルによるリボソームの融合・チューブ化
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 2022年

1. 発表者名 永井 達也, 柚山 健一, 坪井 泰之
2. 発表標題 光ピンセットで形成した単一高分子液滴の応用：蛍光分子濃縮によるFRET制御
3. 学会等名 2022年光化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 草野 葉月, 高尾 亮太, 柚山 健一, 東海林 竜也, 坪井 泰之
2. 発表標題 ブラックシリコン光ピンセットによる高分子の光捕捉と蛍光色変調
3. 学会等名 2022年光化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 宮崎 麻衣, 柚山 健一, 坪井 泰之
2. 発表標題 紫外レーザー照射によるチトクロムcの凝集体形成
3. 学会等名 2022年光化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田中 真穂, 坪井 泰之, 柚山 健一
2. 発表標題 近赤外集光レーザーによる温度応答性イオン液体のコアシェル液滴形成
3. 学会等名 2022年光化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西口 真帆, 草野 葉月, 柚山 健一, 小山田 伸明, 村越 敬, 坪井 泰之
2. 発表標題 銀プラズモン光ピンセットによる高分子の光捕捉とパターン形成
3. 学会等名 2022年光化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 野口 明美, 小島 千昌, 柚山 健一, 東海林 竜也, 小山田 伸明, 村越 敬, 坪井 泰之
2. 発表標題 光誘起マイクロバブルによるリポソームの融合・チューブ化
3. 学会等名 2022年光化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Maho Tanaka, Yasuyuki Tsuboi, Ken-ichi Yuyama
2. 発表標題 Single Droplet Formation in the Ionic Liquid/Water Mixture by Optical Tweezers
3. 学会等名 The 15th Pacific Rim Conference on Lasers and Electro-Optics(CLEO-PR2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Maho Nishiguchi, Maho Kubota, Ken-ichi Yuyama, Yoshiki Nakata, Yasuyuki Tsuboi
2. 発表標題 Trapping of poly (N-isopropylacrylamide) by optical tweezers using silver plasmon
3. 学会等名 The 15th Pacific Rim Conference on Lasers and Electro-Optics(CLEO-PR2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Akemi Noguchi, Chiaki Kojima, Ken-ichi Yuyama, Tatsuya Shoji, Yasuyuki Tsuboi
2. 発表標題 Laser-induced microbubble fusion of liposomes and formation of ultralong tubes
3. 学会等名 The 15th Pacific Rim Conference on Lasers and Electro-Optics(CLEO-PR2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hazuki Kusano, Ryota Takao, Ken-ichi Yuyama, Tatsuya Shoji, and Yasuyuki Tsuboi
2. 発表標題 Local condensation of chain polymers labeled with perylene using NASSCA optical tweezers
3. 学会等名 The 13th Asia-Pacific Conference on Near-Field Optics (APNF013) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Mai Miyazaki, Ken-ichi Yuyama, and Yasuyuki Tsuboi
2. 発表標題 Optical trapping and patterning of protein amyloids
3. 学会等名 The 13th Asia-Pacific Conference on Near-Field Optics (APNF013) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 坪井 泰之
2. 発表標題 Optical Manipulation of Nanomaterials on Nanostructured Solid Surfaces
3. 学会等名 Advanced Laser Processing Seminar (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hazuki Kusano, Ryota Takao, Ken-ichi Yuyama, Tatsuya Shoji, Yasuyuki Tsuboi
2. 発表標題 Optical trapping of perylene-labeled polymers on black silicon
3. 学会等名 The 16th International Conference on Laser Ablation (COLA 2021/2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Mai Miyazaki, Yasuyuki Tsuboi, Ken-ichi Yuyama
2. 発表標題 Optical trapping and patterning of amyloid fibrils of hen egg-white lysozyme
3. 学会等名 The 16th International Conference on Laser Ablation (COLA 2021/2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Maho Tanaka, Ken-ichi Yuyama, Yasuyuki Tsuboi
2. 発表標題 Single droplet formation by optical tweezer in the mixture of an ionic liquid and water
3. 学会等名 The 16th International Conference on Laser Ablation (COLA 2021/2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Maho Nishiguchi, Maho Kubota, Ken-ichi Yuyama, Yasuyuki Tsuboi
2. 発表標題 Optical trapping of poly(N-isopropylacrylamide) using a silver substrate
3. 学会等名 The 16th International Conference on Laser Ablation (COLA 2021/2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Akemi Noguchi, Chiaki Kojima, Ken-ichi Yuyama, Tatsuya Shoji, Yasuyuki Tsuboi
2. 発表標題 Formation of ultralong liposome tubes by a laser-induced microbubble
3. 学会等名 The 16th International Conference on Laser Ablation (COLA 2021/2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yasuyuki Tsuboi
2. 発表標題 Optical Trapping Chemistry on Nanostructures
3. 学会等名 CEFMS (Center for Emergent Functional Matter Science) Online Lecture (National Yang Ming Chiao Tung University) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yasuyuki Tsuboi
2. 発表標題 Variable multi-mode optical tweezers based on silicon crystals
3. 学会等名 The 2021 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem2021) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yasuyuki Tsuboi
2. 発表標題 Incoherent Optical Tweezer on a Nanostructured Rare Metal
3. 学会等名 International Conference on Photochemistry - 30th Edition (ICP2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Sayaka Hashimoto, Ryota Takao, Ken-Ichi Yuyama, Tatsuya Shoji, Yasuyuki Tsuboi
2. 発表標題 Incoherent Optical Tweezer on a Nanostructured Rare Metal
3. 学会等名 The 8th Optical Manipulation and Structured Materials Conference (OMC2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Maho Kubota, Miyako Iida, Sayaka Hashimoto, Tatsuya Shoji, Yasuyuki Tsuboi
2. 発表標題 Optical trapping of Poly(N-isopropylacrylamide) gel particles using metallic nanostructures
3. 学会等名 The 8th Optical Manipulation and Structured Materials Conference (OMC2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Sayuri Wake, Tatsuya Shoji, Yasuyuki Tsuboi
2. 発表標題 Size Separation of polymer gels using Plasmonic Optical Tweezers
3. 学会等名 The 8th Optical Manipulation and Structured Materials Conference (OMC2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 坪井 泰之
2. 発表標題 半導体ナノ構造に基づく高性能光ピンセット –レーザーナノプロセスに期待すること–
3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会シンポジウム「レーザー誘起ナノ周期構造の本質と展望に迫る」(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 坪井 泰之
2. 発表標題 レーザーピンセットを駆使する高分子水溶液の顕微分光分析
3. 学会等名 第25回高分子分析討論会(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 坪井 泰之
2. 発表標題 半導体ナノ構造を利用したナノ物質の高効率光マニピュレーションと分光分析
3. 学会等名 第80回分析化学討論会(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tatsuya Nagai, Tatsuya Shoji, Yuriko Matsumura, Yasuyuki Tsuboi
2. 発表標題 Optical Trapping of Thermoresponsive Polymer using Nanostructured Silicon and Titan Substrates
3. 学会等名 2020年web光化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 永井 達也, 東海林 竜也, Saulius Juodkazis, 坪井 泰之
2. 発表標題 光圧を用いた高分子集合体の形成：ナノ構造基板を用いた光ピンセット
3. 学会等名 第9回 JAC1/GSCシンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 飯田 京子, 東海林 竜也, 坪井 泰之
2. 発表標題 光捕捉された単一マイクロカプセルからの試薬放出挙動の顕微蛍光リアルタイム追跡
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 小島 千昌, 坪井 泰之, 東海林 竜也
2. 発表標題 ナノ構造体を利用したリポソームの光捕捉挙動の顕微分光分析
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 嶋田 梨良, 山西 大樹, 東海林 竜也, 坪井 泰之
2. 発表標題 光ピンセットを用いた油水面での蛍光性ナノダイヤモンドの捕捉と分光観察
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 高尾 亮太, 後 健太, 東海林 竜也, 坪井 泰之
2. 発表標題 Siナノ構造を利用した蛍光標識直鎖高分子の光濃縮と分光分析
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 橋本 早耶香, 東海林 竜也, 坪井 泰之
2. 発表標題 共鳴光励起効果に基づく高分子ナノ粒子の選択的光マニピュレーション
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 Jie Lu, Mitsuhiro Matsumoto, Tatsuya Shoji, Yasuyuki Tsuboi
2. 発表標題 光ピンセットにより形成された温度応答性高分子液滴のラマン分光分析
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 窪田 真帆, 飯田 京子, 橋本 早耶香, 東海林 竜也, 坪井 泰之
2. 発表標題 金/シリコンナノ構造光ピンセットを用いたゲル微粒子の光捕捉と分光分析
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 和氣 小百合, 飯田 京子, 橋本 早耶香, 東海林 竜也, 坪井 泰之
2. 発表標題 プラズモン光ピンセットによる高分子ゲル微粒子のサイズ分離の試み
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 和氣 小百合, 飯田 京子, 橋本 早耶香, 東海林 竜也, 坪井 泰之
2. 発表標題 プラズモン光ピンセットによる高分子ゲル微粒子のサイズ分離の試み
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 和氣 小百合, 飯田 京子, 橋本 早耶香, 東海林 竜也, 坪井 泰之
2. 発表標題 プラズモン光ピンセットによる高分子ゲル微粒子のサイズ分離の試み
3. 学会等名 第80回分析化学討論会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 石原 一、芦田 昌明	4. 発行年 2021年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 216
3. 書名 光圧 物質制御のための新しい光利用	

〔産業財産権〕

〔その他〕

先端分析化学研究室 | 大阪公立大学  
<https://www.omu.ac.jp/sci/chem-advanachem/>

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		
オーストラリア	Swinburne University of Technology	RMIT University	