研究成果報告書 科学研究費助成事業

今和 6 年 6 月 10 日現在

機関番号: 14603

研究種目: 基盤研究(B)(一般)

研究期間: 2021~2023

課題番号: 21H01370

研究課題名(和文)TPCO自己キャビティにおける励起子フォノンポラリトンレーザー発振

研究課題名(英文)Exciton-phonon polariton lasing in TPCO self-cavities

研究代表者

水野 斎 (Mizuno, Hitoshi)

奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・助教

研究者番号:60734837

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 12,500,000円

研究成果の概要(和文):TPCOの一種であるBP3T単結晶において観測されたレーザー発振スペクトルを基にエネルギー対波数の分散プロットを作成した結果,励起子 - 分子振動 - 光子の結合状態を考慮した現象論的ハミルトニアンにより良く再現できることがわかった。これは,単結晶内で秩序配列した分子の協同的振動が励起子ポラリトン状態と結合した複合準粒子が形成されていることを示している。また,TPCO単結晶の育成条件を探索していた際,結晶成長方法を溶液成長・気相成長・溶融法と変化させることにより,結晶面・分子配向・結晶構造の異なる結晶多形を形成することを初めて見出し,光励起レーザー発振も観測した。

研究成果の学術的意義や社会的意義 従来,励起子ポラリトンを形成されるためにはマイクロキャビティ構造が必要であった。本研究で観測された励起子・分子振動・光子の結合状態に基づくレーザー発振は,単結晶の両端面が共振器として働くことによって起こるため,外部共振器を必要としない。室温かつ外部共振器を必要としない状況で上記の強結合状態に基づくレーザー発振を有機結晶を用いて観測したことは初めてである。このことは,低コストで高機能な光源やセンシングに繋がる。今後,単結結晶自己共振器中における上述した強結合状態が形成される条件を明らかにすることがで きれば,他の有機半導体材料にも拡張することができるため,汎用性が高く,学術的意義も大きい。

研究成果の概要(英文): A dispersion plot of energy versus wavenumber based on the lasing spectrum observed in a BP3T single crystal which is a type of TPCO was found to be well reproduced by a phenomenological Hamiltonian that takes into account the exciton-molecular vibration-photon coupling state. This indicates that the formation of quasiparticles in which cooperative vibrations of ordered molecules in a single crystal were coupled with exciton-polariton states. In addition, while investigating conditions for growing TPCO single crystals, we found for the first time that crystal polymorphs with different crystal planes, molecular orientations, and crystal structures can be formed by using the crystal growth methods with solution growth, vapor phase growth, and melting methods. We also observed optically pumped lasing for those of crystal polymorphs.

研究分野: 光物性物理学

キーワード: (チオフェン/フェニレン)コオリゴマー レーザー発振 励起子ポラリトン 強結合

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等に ついては、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

これまで申請者らは、高い発光量子収率を持つπ共役オリゴマーである(チオフェン/フェニレン)コオリゴマー(TPCO)(図1参照)のパラレルな両端面がファブリペロー共振器

として働くことに基づく光励起レーザー発振特性について報告してきた。TPCOの一種である 2,5-bis(4'-methoxybiphenyl-4-yl)thiophene (BP1T-OMe)の単結晶をパルスレーザーを用いて高密度光励起したときには、励起時間原点から約 300 ps 遅れて発光が立ち上がる遅延時間を伴ったパルス型発光が室温で観測された。このような遅延型パルス発光は、気体分子や固体結晶における超蛍光や無機半導体マイクロキャビティにおける励起子ポラリトンに基づくレーザー発振で観測されている。先行研究における 300 ps に及ぶ遅延時間を伴ったパルス型発光は、超蛍光やポラリトンレーザー発振と現象的に酷似しているが、室温で外部共振器を持

図 1. 種々の TPCO の分子構造.

たないマクロなサイズの単結晶共振器 (>100 μm) 中で自発的にコヒーレンスを形成し得るのか, また励起子-光子強結合が実現するのか等, 未解明な点があった。

このような TPCO 単結晶自己共振器から観測される特異なレーザー発振特性のメカニズムを明らかにしたいと考え、本研究を開始した。

2. 研究の目的

パラレルな両端面を有する TPCO 単結晶を作製し、パルスレーザー励起下での光励起レーザー発振特性を調べることで、励起子一光子強結合状態や分子振動が結合した励起子一光子強結合状態が形成されているかどうかを明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

本研究では TPCO として、5,5"-bis(4-biphenylyl)-2,2':5',2"-terthiophene (BP3T)、5,5'-bis(4'-cyanobiphenyl-4-yl)-2,2'-bithiophene (BP2T-CN) 及 び 5,5'-bis(4'-methoxybiphenyl-4-yl)-2,2'-bithiophene (BP2T-OMe)を用いた。

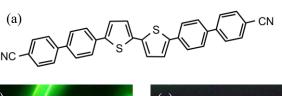
BP3T 結晶は、粉末を 190 $^{\circ}$ の 1,2,4-trichlorobenzene に溶解させて飽和溶液を作製し、15-36 時間かけて 30 $^{\circ}$ 0まで徐冷することにより薄板状単結晶を得た。BP2T-CN(図 2(a))結晶は、粉末を石英管内に静置し、ヒーターで加熱して昇華させる気相成長を用いることにより、緑色発光ロッド状結晶を得た(図 2(b))。 60° 0のテトラヒドロフラン (THF)に BP2T-CN 粉末溶解させ、その後 24 時間かけて 30 $^{\circ}$ 0まで徐冷することにより黄色発光ロッド状結晶を得た

(図 2(c))。150°Cのo-ジクロロベンゼン (o-DCB)にBP2T-CN粉末を溶解させ、その後 20 時間かけて 30°Cまで徐冷することにより黄色発光ファイバー状結晶を得た(図 2(d))。また、BP2T-CN粉末をヒーターを用いて溶解させ、石英基板上で自然冷却することによりオレンジ色発光ディスク状結晶を得た(図 2(e))。BP2T-OMe結晶は、粉末を 190°Cの 1,2,4-trichlorobenzeneに溶解させて飽和溶液を作製し、16 時間かけて 30°Cまで徐冷することにより薄板状単結晶を得た(図 3)。

4. 研究成果

Nd:YAG レーザー (λ_{ex} =355 nm, パルス幅: 1.1 ns, 繰り返し周波数: 1.2 kHz) 及びチタンサファイアフェムト秒パルスレーザー (λ_{ex} =400 nm, パルス幅: 150 fs, 繰り返し周波数: 1 kHz) を用いて BP3T 単結晶の光励起

レーザー発振特性を調べた。レーザー発振帯に対して 複数に分裂した発光スペクトルにおいて現れたモード 構造を基にエネルギー対波数の分散プロットを作成し たところ、キャビティフォトン、0-0励起子と分子振動 と結合した励起子を考慮した現象論的ハミルトニアン により実験結果を良く再現できることがわかった。こ れは、分子振動が結合した励起子ポラリトン状態がマ クロな自己共振器中で形成されていることを示してい る("Optically pumped lasing based on vibrationally dressed exciton polariton in single-crystal molecular cavity at room



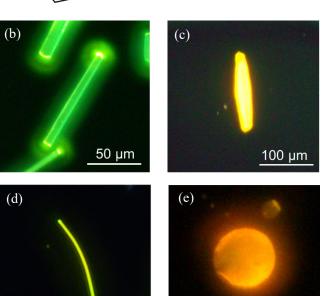
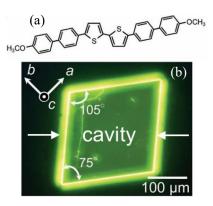


図 2. BP2T-CN の分子構造(a). 緑色発光ロッド状結晶 (b), 黄色発光ロッド状結晶 (c), 黄色発光ファイバー状結晶 (d), オレンジ色発光ディスク状結晶 (e)の蛍光顕微鏡写真.

20 µm



20 µm

図 3. BP2T-OMe の分子構造(a)と 単結晶の蛍光顕微鏡写真(b).

temperature", Takumi Matsuo, Yusuke Ueda, <u>Hitoshi Mizuno</u>, Fumio Sasaki, Kenichi Yamashita, Hisao Yanagi, ACS Photonics, vol. 9, pp. 2015-2023, 2022.)。レーザー発振帯に対して複数に分裂したスペクトルが観測されているときの時間分解測定を行った結果,約60 ps の遅延時間を伴ったパルス型発光が観測された。コヒーレントな分子振動が強い分子間相互作用により誘起され、大域的に相関した0-0 励起子が励起子リザーバーに形成されたとき、このコヒーレントな振動相互作用に要する時間が遅延時間として表れたと考えられる。このような集団励起子が形成され、基底状態の振動準位に遷移してレーザー発振する際、複数の分子振動が励起子ポラリトンと結合することにより、レーザー発振帯に対して複数に分裂した発光帯が観測されたと考えられる。

BP2T-CN を用いた実験については、BP2T-CN 緑色発光ロッド状結晶と黄色発光ロッド状

結晶の X 線構造解析 の結果, それぞれ単斜 晶系と三斜晶系に属 することがわかった。 このことから,結晶多 形を形成しているこ とが明らかになった。 図 2(d)に示す黄色発 光ファイバー状結晶 も三斜晶系をとり,分 子配向が図 2(c)と異 なるために結晶形態 が異なっていること がわかった。図 2(e)の オレンジ色ディスク 状結晶は発光色も結 晶形態も他と異なる が, 図 2(b)と同じ単斜 晶系をとっているこ

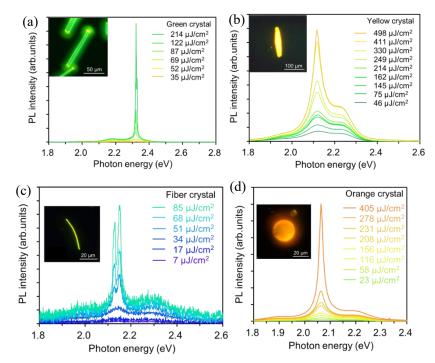


図 4. 緑色発光ロッド状結晶 (a), 黄色発光ロッド状結晶 (b), 黄色発光ファイバー状結晶 (c), オレンジ色発光ディスク状結晶 (d)からのレーザー発振スペクトル.

とが X 線構造解析の結果明らかになった。オレンジ色ディスク状結晶は、緑色発光ロッド 状結晶とは異なる結晶成長面と小さなスリップ角によりレッドシフトした発光が得られた と考えられる。

図4は、図2に示した BP2T-CN 結晶それぞれからのレーザー発振スペクトルである。それぞれのレーザー発振関値は、87 µJ/cm²、214 µJ/cm²、17 µJ/cm²、156 µJ/cm²であり、黄色発光ファイバー状結晶が最も低閾値であった。これは、2次元光閉じ込めと寝た分子配向による高い光吸収効率に起因する。このように、結晶成長方法を変化させることで4種類の異なる結晶形態及び分子配向を持つ結晶を作製し、光励起レーザー発振特性を調べた。TPCOにおいて結晶多形形成を初めて実証し、その特性を明らかにした("Polymorph- and molecular alignment-dependent lasing behaviors of cyano-substituted thiophene/phenylene co-oligomer"、Tomomi Jinjyo、Hitoshi Mizuno、Fumio Sasaki、Hisao Yanagi、J. Mater. Chem. C, vol. 11. pp. 1714-1725、2023.)。

BP2T-OMe 単結晶を用いた光励起レーザー発振の実験については、単結晶のパラレルな両端面がファブリペロー共振器として働くことにより縦マルチモードのレーザー発振が観測された(フォトンレーザー発振)。このフォトンレーザー発振閾値以下の励起密度領域において、BP3T 単結晶の場合と同様にレーザー発振帯に対して複数に分裂した発光スペクトルが観測された。この時の時間分解発光スペクトルを調べたところ、励起時間原点から約80 ps 遅れて発光が立ち上がる遅延型パルス発光が観測された。レーザー発振帯に対して分裂した発光が現れているときのモード構造を基にエネルギー対波数の分散プロットを作成したところ、0-1 帯励起子・0-2 帯励起子とキャビティフォトンが結合した結果生じる、分子振動と結合した励起子ポラリトンのモデルで実験結果が良く再現された。このことは、前閾値励起密度領域では、分子振動が結合した励起子ポラリトンに基づくレーザー発振が発現していることを強く示唆している(論文投稿前のため、詳細な説明と図の掲載は差し控え

る)。今後、BP3T と BP2T-OMe の実験結果をベースに、分子対称性・分子振動・光閉じ込め性能や分子間相互作用の大きさと分子振動が結合した励起子ポラリトンの光学特性の関係を明らかにしていく必要がある。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件(うち査読付論文 6件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件)

1 - 養者名 Toronoi Jinjyo, Hitoshi Mizuno, Kazuki Bando, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 3 3 2 . 論文標題 Observation of Size-Dependent Optical Properties Based on Surface and Quantum Effects in Sancoizystals of 5,5 - Bis(4-5)phenyly)-2,2 - Bithiophene 6 20022年 200223-1-12 2 200223-1-12 2 200223-1-12 2 200223-1-12 2 200223-1-12 2 200223-1-12 2 200223-1-12 2 200223-1-12 2 200223-1-12 2 200223-1-12 2 200223-1-12 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	〔雑誌論文〕 計6件(うち査読付論文 6件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件)	
Tomoni Jinjyo, Hitoshi Wizuno, Kazuki Bando, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 3 2. 孫文理題	1,著者名	4 . 巻
Doservation of Size-Dependent Optical Properties Based on Surface and Quantum Effects in 2002年		
Doservation of Size-Dependent Optical Properties Based on Surface and Quantum Effects in 2002年	2 检查证明	c ※行在
Remoncystals of 5,5 - Bis(4-8)phenylyl)-2,2 - Sithiophene		
3. 補証名 Advanced Photorics Research 2. 最初の文化の1でデジタルオブジェクト選別子) 10.1002/adpt - 202100323 - 1-12	Observation of Size-Dependent Optical Properties Based on Surface and Quantum Effects in	2022年
Advanced Photonics Research 2100323-1-12	Nanocrystals of 5,5 -Bis(4-Biphenylyl)-2,2 -Bithiophene	
Advanced Photonics Research 2100323-1-12	3 . 雑誌名	6.最初と最後の頁
据載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adpr.202100323		
10.1002/adpr.202100323 有	Advanced Filotoffics Research	2100323-1-12
10.1002/adpr.202100323 有	掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	 査読の有無
オープンアクセス 1 . 著名名 Tomoni Jinjyo, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 2 . 論文標題 Polymorph- and molecular alignment-dependent lasing behaviors of a cyano-substituted thiophene/phenylene co-oligomer 3 . 婚話名 Journal of Naterials Chemistry C 初願論文のDOI (デジタルオプジェクト識別子) 10.1038/d2tc04151k 1 . 著名名 Tomoya Tagami, Yusuke Ueda, Keita Imai, Shun Takahashi, Hitoshi Mizuno, Hisao Yanagi, Takeshi Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2 . 論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3 . 婚話名 Optics Express 4 . 巻 2021年 1 . 著名名 Optics Express 6 . 最初と最後の頁 26433-28443 超離論文のDOI (デジタルオプジェクト識別子) 10.1364/0E.425461 1 . 著名名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 1 . 著名名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 1 . 著名名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 1 . 著名名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 2 . 論文標題 Micro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary 3 . 確話名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 4 . 巻 11 5 . 発行年 2021年 2 . 論文標題 Micro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary 3 . 確話名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 4 . 巻 10.1083/5.0087793 3 . 確話名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 1 . 著名名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 1 . 真然の有無 Micro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary 3 . 確認名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 1 . 真然の有無 Micro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary 3 . 確認名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 1 . 真然の有無 Micro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary 3 . 確認名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi		
***********************************	10.1002/aupt.202100323	1
***********************************		C Chy +1 ++-
1. 著者名 Tomomi Jinjyo, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 2. 論文標題 Polymorph- and nolecular alignment-dependent lasing behaviors of a cyano-substituted (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1)		国除共者
Tomory Tagami, Yusuke Ueda, Keita Imai, Shun Takahashi, Hitoshi Mizuno, Hisao Yanagi 11 1. 著名名 「Option Polymorphe Tagami, Yusuke Ueda, Keita Imai, Shun Takahashi, Hitoshi Mizuno, Hisao Yanagi, Takeshi Optica Express 3. 雑誌名 Journal of Light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3. 雑誌名 Optics Express 4. 巻 Optics Express 5. 発行年 2021年 6. 最初と最後の頁 26433-28443 1. 著名名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 1. 著名名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 2. 論文理語 Microcavity 3. 雑誌名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 1. 著名名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 3. 雑誌名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 3. 雑誌名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 4. 卷 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 3. 雑誌名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 1. 著名名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 2. 論文理語 Microcavity 3. 雑誌名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 1. 著名名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 1. 養養名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 1. 養養名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 2. 論文理語 Microcavity 3. 雑誌名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 1. 養養名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 1. 養養名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 1. 養養名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 1. 養養名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 2. 論教子母母母母母母母母母母母母母母母母母母母母母母母母母母母母母母母母母母母母	オープンアクセスとしている(また、その予定である)	-
Tomory Tagami, Yusuke Ueda, Keita Imai, Shun Takahashi, Hitoshi Mizuno, Hisao Yanagi 11 1. 著名名 「Option Polymorphe Tagami, Yusuke Ueda, Keita Imai, Shun Takahashi, Hitoshi Mizuno, Hisao Yanagi, Takeshi Optica Express 3. 雑誌名 Journal of Light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3. 雑誌名 Optics Express 4. 巻 Optics Express 5. 発行年 2021年 6. 最初と最後の頁 26433-28443 1. 著名名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 1. 著名名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 2. 論文理語 Microcavity 3. 雑誌名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 1. 著名名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 3. 雑誌名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 3. 雑誌名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 4. 卷 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 3. 雑誌名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 1. 著名名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 2. 論文理語 Microcavity 3. 雑誌名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 1. 著名名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 1. 養養名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 1. 養養名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 2. 論文理語 Microcavity 3. 雑誌名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 1. 養養名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 1. 養養名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 1. 養養名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 1. 養養名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Funio Sasaki, Hisao Yanagi 2. 論教子母母母母母母母母母母母母母母母母母母母母母母母母母母母母母母母母母母母母		
2 . 論文標題 Polymorph- and molecular alignment-dependent lasing behaviors of a cyano-substituted thiophene/phenylene co-oligomer 3 . 雑誌名 Journal of Materials Chemistry C 信義論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1039/d2t004t5tk 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) 1 . 著名名 Tomoya Tagami, Yusuke Ueda, Keita Imai, Shun Takahashi, Hitoshi Mizuno, Hisao Yanagi, Takeshi Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yanashita 2 . 論文 花園	1.者者名	4. 巻
2 . 論文標題 Polymorph- and molecular alignment-dependent lasing behaviors of a cyano-substituted thiophene/phenylene co-oligomer 3 . 雑誌名 Journal of Materials Chemistry C 信義論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1039/d2t004t5tk 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) 1 . 著名名 Tomoya Tagami, Yusuke Ueda, Keita Imai, Shun Takahashi, Hitoshi Mizuno, Hisao Yanagi, Takeshi Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yanashita 2 . 論文 花園	Tomomi Jinjyo, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi	11
Polymorph- and molecular alignment-dependent lasing behaviors of a cyano-substituted thiophene/phenylene co-oligomer 3 . 雑誌名 Journal of Materials Chemistry C 6 . 最初と最後の頁 1714-1725 掲載論文の201 (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d2tc04151k 7 ー ブンアクセス オーブンアクセスとしている (また、その予定である) 1 著名名 Tomoya Tagami, Yusuke Ueda, Keita Imai, Shun Takahashi, Hitoshi Mizuno, Hisao Yanagi, Takeshi Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2 . 論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3 . 雑誌名 Optics Express 6 . 最初と最後の頁 26433-26443 掲載論文の2001 (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/0E.425461 7 ーブンアクセス オーブンアクセスではない、又はオーブンアクセスが困難 1 . 著名名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 1 . 著名名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 2 . 論文標題 Nicro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary 3 . 雑誌名 AIP Advances 1 . 養初と最後の頁 95301 1 . 養読の有無 有 オープンアクセス 1 . 母談の表別と最後の頁 95301		
Polymorph- and molecular alignment-dependent lasing behaviors of a cyano-substituted thiophene/phenylene co-oligomer 3 . 雑誌名 Journal of Materials Chemistry C 6 . 最初と最後の頁 1714-1725 掲載論文の201 (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d2tc04151k 7 ー ブンアクセス オーブンアクセスとしている (また、その予定である) 1 著名名 Tomoya Tagami, Yusuke Ueda, Keita Imai, Shun Takahashi, Hitoshi Mizuno, Hisao Yanagi, Takeshi Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2 . 論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3 . 雑誌名 Optics Express 6 . 最初と最後の頁 26433-26443 掲載論文の2001 (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/0E.425461 7 ーブンアクセス オーブンアクセスではない、又はオーブンアクセスが困難 1 . 著名名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 1 . 著名名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 2 . 論文標題 Nicro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary 3 . 雑誌名 AIP Advances 1 . 養初と最後の頁 95301 1 . 養読の有無 有 オープンアクセス 1 . 母談の表別と最後の頁 95301	2 经分摊的	5
thiophene/phenylene co-oligomer Journal of Materials Chenistry C 「特数論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d2tc04151k オープンアクセス 本ープンアクセスとしている(また、その予定である) 「著名名 Tomoya Tagami, Yusuke Ueda, Keita Imai, Shun Takahashi, Hitoshi Mizuno, Hisao Yanagi, Takeshi Obuchi, Massaaki Nakayana, Kenichi Yamashita 2 . 論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3 . 雑誌名 Cptics Express 「表彰論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/0E.425461 オープンアクセス Tag際共著 「本ープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 「・著名名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 1 . 著名名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 2 . 論文標題 Micro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary 3 . 雑誌名 AIP Advances 「表彰のクロ」(デジタルオブジェクト識別子) 10.1083/6.0057783 「最影論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1083/6.0057783 「国際共著		
3 . 雑誌名		2023年
3 . 雑誌名	thiophene/phenylene co-oligomer	
Journal of Materials Chemistry C 1714-1725		6 . 最初と最後の百
掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 1. 著者名 Tomoya Tagami, Yusuke Ueda, Keita Imai, Shun Takahashi, Hitoshi Mizuno, Hisao Yanagi, Takeshi Duchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2		
10.1039/d2tc04151k 有 国際共著 オープンアクセスとしている(また、その予定である)	Journal of waterials chemistry c	1/14-1/20
10.1039/d2tc04151k 有 国際共著 オープンアクセスとしている(また、その予定である)		
10.1039/d2tc04151k 有 国際共著 オープンアクセスとしている(また、その予定である)	IF SELACE AND CONTRACTOR IN THE CONTRACTOR IN TH	<u> </u>
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)	掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
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)	10.1039/d2tc04151k	有
### A - ブンアクセスとしている(また、その予定である) 1. 著者名 Tomoya Tagami, Yusuke Ueda, Keita Imai, Shun Takahashi, Hitoshi Mizuno, Hisao Yanagi, Takeshi Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2. 論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity microcavity Dotics Express 5. 発行年 2021年 2021年 2021年 2021年 2021年 2031年 20433-26443 [掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/0E.425461 7. 著者名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 1. 著者名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 2. 論文標題 Micro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary 3. 雑誌名 AIP Advances 「表現の方法を表現します。」 「表現しませんの頁の方法を表現します。」 「表現しませんの頁の方法を表現します。」 「表現しませんの頁の方法を表現します。」 「表現しませんの頁の方法を表現します。」 「表現しませんの頁の方法を表現します。」 「表現しませんの頁の方法を表現します。」 「表現します。」 「表現します		'-
### A - ブンアクセスとしている(また、その予定である) 1. 著者名 Tomoya Tagami, Yusuke Ueda, Keita Imai, Shun Takahashi, Hitoshi Mizuno, Hisao Yanagi, Takeshi Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2. 論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity microcavity Dotics Express 5. 発行年 2021年 2021年 2021年 2021年 2021年 2031年 20433-26443 [掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/0E.425461 7. 著者名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 1. 著者名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 2. 論文標題 Micro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary 3. 雑誌名 AIP Advances 「表現の方法を表現します。」 「表現しませんの頁の方法を表現します。」 「表現しませんの頁の方法を表現します。」 「表現しませんの頁の方法を表現します。」 「表現しませんの頁の方法を表現します。」 「表現しませんの頁の方法を表現します。」 「表現しませんの頁の方法を表現します。」 「表現します。」 「表現します	オープンアクセス	国際共著
1. 著者名 Tomoya Tagami, Yusuke Ueda, Keita Imai, Shun Takahashi, Hitoshi Mizuno, Hisao Yanagi, Takeshi Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2. 論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3. 雑誌名 Optics Express 信頼 (1. 18 18 18 18 18 18 18 18 18 18 18 18 18		日かハコ
Tomoya Tagami, Yusuke Ueda, Keita Imai, Shun Takahashi, Hitoshi Mizuno, Hisao Yanagi, Takeshi Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2	オーノファクセ人としている(また、ての7年である)	-
Tomoya Tagami, Yusuke Ueda, Keita Imai, Shun Takahashi, Hitoshi Mizuno, Hisao Yanagi, Takeshi Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2		T
Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2 . 論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3 . 雑誌名 Optics Express 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/0E.425461 1 . 著者名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 1 . 業務名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 2 . 論文標題 Micro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary 3 . 雑誌名 AIP Advances 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0057793 有 オープンアクセス 国際共著	1.著者名	4.巻
Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2 . 論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3 . 雑誌名 Optics Express 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/0E.425461 1 . 著者名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 1 . 業務名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 2 . 論文標題 Micro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary 3 . 雑誌名 AIP Advances 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0057793 有 オープンアクセス 国際共著		29
2 . 論文標題	Tomova Tadami. Yusuke Ueda, Keita Imai. Shun Takahashi. Hitoshi Mizuno, Hisao Yanadi. Takeshi	
Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 2021年 6 . 最初と最後の頁 26433-26443 6 . 最初と最後の頁 26433-26443 6 . 最初と最後の頁 26433-26443 7		
### microcavity 3 . 雑誌名 Optics Express 6 . 最初と最後の頁 26433-26443 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/0E.425461 7 カーブンアクセス 1 . 著者名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 2 . 論文標題 Micro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary 3 . 雑誌名 AIP Advances 6 . 最初と最後の頁 95301 2 . 最初と最後の頁 95301 2 . 最初と最後の頁 95301	Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita	
3 . 雑誌名 Optics Express 6 . 最初と最後の頁 26433-26443 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/OE. 425461 オーブンアクセス 国際共著 オーブンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 1 . 著者名 Naho Kurahashi,Hitoshi Mizuno,Fumio Sasaki,Hisao Yanagi 2 . 論文標題 Micro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary 3 . 雑誌名 AIP Advances おまます (6 . 最初と最後の頁 95301 香誌の有無 10.1063/5、0057793 本ブンアクセス 国際共著	Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2 . 論文標題	5.発行年
26433-26443 26433-26443	Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2.論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal	5.発行年
26433-26443 26433-26443	Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2.論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal	5.発行年
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/0E.425461	Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2.論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity	5.発行年 2021年
10.1364/0E.425461 有	Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2 . 論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3 . 雑誌名	5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁
10.1364/0E.425461 有	Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2 . 論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3 . 雑誌名	5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁
10.1364/0E.425461 有	Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2 . 論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3 . 雑誌名	5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁
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 1 . 著者名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 2 . 論文標題 Micro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary 3 . 雑誌名 AIP Advances 4 . 巻 11 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 95301 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5. 0057793 有 国際共著	Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2.論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3.雑誌名 Optics Express	5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 26433-26443
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 1 . 著者名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 2 . 論文標題 Micro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary 3 . 雑誌名 AIP Advances 4 . 巻 11 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 95301 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5. 0057793 有 国際共著	Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2.論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3.雑誌名 Optics Express 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 26433-26443
### A - プンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 4 . 巻 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 11 2 . 論文標題 Micro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary 5 . 発行年 2021年 3 . 雑誌名 AIP Advances 6 . 最初と最後の頁 95301 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 査読の有無 有 オープンアクセス 国際共著	Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2.論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3.雑誌名 Optics Express 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 26433-26443
### A - プンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 4 . 巻 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 11 2 . 論文標題 Micro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary 5 . 発行年 2021年 3 . 雑誌名 AIP Advances 6 . 最初と最後の頁 95301 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 査読の有無 有 オープンアクセス 国際共著	Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2.論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3.雑誌名 Optics Express 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 26433-26443
1 . 著者名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 2 . 論文標題 Micro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary 3 . 雑誌名 AIP Advances 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0057793 本プンアクセス 4 . 巻 11 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 95301	Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2. 論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3. 雑誌名 Optics Express 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/0E.425461	5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 26433-26443 査読の有無 有
Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 11 2 . 論文標題 Micro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary 2021年 3 . 雑誌名 AIP Advances 6 . 最初と最後の頁 95301 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 査読の有無 有 オープンアクセス 国際共著	Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2.論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3.雑誌名 Optics Express 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/0E.425461 オープンアクセス	5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 26433-26443 査読の有無 有
Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 11 2 . 論文標題 Micro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary 2021年 3 . 雑誌名 AIP Advances 6 . 最初と最後の頁 95301 掲載論文のDOI (デジタルオプジェクト識別子) 査読の有無 有 オープンアクセス 国際共著	Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2.論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3.雑誌名 Optics Express 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/0E.425461 オープンアクセス	5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 26433-26443 査読の有無 有
Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 11 2 . 論文標題 Micro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary 2021年 3 . 雑誌名 AIP Advances 6 . 最初と最後の頁 95301 掲載論文のDOI (デジタルオプジェクト識別子) 査読の有無 有 オープンアクセス 国際共著	Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2.論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3.雑誌名 Optics Express 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/0E.425461 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	5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 26433-26443 査読の有無 有 国際共著
2.論文標題 Micro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary 3.雑誌名 AIP Advances 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0057793 10.875	Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2.論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3.雑誌名 Optics Express 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/0E.425461 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	5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 26433-26443 査読の有無 有 国際共著
Micro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary 2021年 3 . 雑誌名 AIP Advances 6 . 最初と最後の頁 95301 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 査読の有無 有 オープンアクセス 国際共著	Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2. 論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3. 雑誌名 Optics Express 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/0E.425461 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	5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 26433-26443 査読の有無 有 国際共著
Micro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary 2021年 3 . 雑誌名 AIP Advances 6 . 最初と最後の頁 95301 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 査読の有無 有 オープンアクセス 国際共著	Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2.論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3.雑誌名 Optics Express 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/OE.425461 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	5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 26433-26443 査読の有無 有 国際共著
3.雑誌名 AIP Advances6.最初と最後の頁 95301掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0057793査読の有無 有オープンアクセス国際共著	Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2. 論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3. 雑誌名 Optics Express 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/OE.425461 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 1. 著者名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi	5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 26433-26443 査読の有無 有 国際共著
AIP Advances95301掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5. 0057793査読の有無 有オープンアクセス国際共著	Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2. 論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3. 雑誌名 Optics Express 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/0E.425461 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 1. 著者名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 2. 論文標題	5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 26433-26443 査読の有無 有 国際共著 - 4 . 巻 11
AIP Advances95301掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5. 0057793査読の有無 有オープンアクセス国際共著	Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2. 論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3. 雑誌名 Optics Express 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/OE.425461 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 1. 著者名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 2. 論文標題	5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 26433-26443 査読の有無 有 国際共著 - 4 . 巻 11
AIP Advances95301掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5. 0057793査読の有無 有オープンアクセス国際共著	Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2. 論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3. 雑誌名 Optics Express 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/OE.425461 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 1. 著者名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 2. 論文標題 Micro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary	5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 26433-26443 査読の有無 有 国際共著 - 4 . 巻 11 5 . 発行年 2021年
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0057793	Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2. 論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3. 雑誌名 Optics Express 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/OE.425461 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 1. 著者名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 2. 論文標題 Micro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary	5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 26433-26443 査読の有無 有 国際共著 - 4 . 巻 11 5 . 発行年 2021年
10.1063/5. 0057793 有 オープンアクセス 国際共著	Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2 . 論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3 . 雑誌名 Optics Express 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/0E.425461 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 1 . 著者名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 2 . 論文標題 Micro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary 3 . 雑誌名	5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 26433-26443 査読の有無 有 国際共著 - 4 . 巻 11 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁
10.1063/5. 0057793 有 オープンアクセス 国際共著	Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2 . 論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3 . 雑誌名 Optics Express 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/OE.425461 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 1 . 著者名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 2 . 論文標題 Micro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary 3 . 雑誌名	5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 26433-26443 査読の有無 有 国際共著 - 4 . 巻 11 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁
10.1063/5. 0057793 有 オープンアクセス 国際共著	Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2. 論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3. 雑誌名 Optics Express 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/0E.425461 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 1. 著者名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 2. 論文標題 Micro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary 3. 雑誌名	5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 26433-26443 査読の有無 有 国際共著 - 4 . 巻 11 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁
オープンアクセス 国際共著	Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2 . 論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3 . 雑誌名 Optics Express 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/0E.425461 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 1 . 著者名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 2 . 論文標題 Micro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary 3 . 雑誌名 AIP Advances	5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 26433-26443 査読の有無 有 国際共著 - 4 . 巻 11 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 95301
	Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2. 論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3. 雑誌名 Optics Express 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/0E.425461 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 1. 著者名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 2. 論文標題 Micro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary 3. 雑誌名 AIP Advances	5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 26433-26443 査読の有無 有 国際共著 - 4 . 巻 11 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 95301
	Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2. 論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3. 雑誌名 Optics Express 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/0E.425461 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 1. 著者名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 2. 論文標題 Micro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary 3. 雑誌名 AIP Advances	5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 26433-26443 査読の有無 有 国際共著 - 4 . 巻 11 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 95301
	Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2. 論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3. 雑誌名 Optics Express 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/0E.425461 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 1. 著者名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 2. 論文標題 Micro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary 3. 雑誌名 AIP Advances	5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 26433-26443 査読の有無 有 国際共著 - 4 . 巻 11 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 95301
オーノノテッピヘこしている(みた、てのずたてのる) -	Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2.論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3.雑誌名 Optics Express 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/0E.425461 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 1.著者名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 2.論文標題 Micro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary 3.雑誌名 AIP Advances 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0057793	5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 26433-26443 査読の有無 有 国際共著 - 4 . 巻 11 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 95301 査読の有無
	Obuchi, Masaaki Nakayama, Kenichi Yamashita 2 . 論文標題 Anisotropic light-matter coupling and below-threshold excitation dynamics in an organic crystal microcavity 3 . 雑誌名 Optics Express 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/0E.425461 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 1 . 著者名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi 2 . 論文標題 Micro-ring Laser with CH3NH3PbBr3/PEO Composite Coated inside Microcapillary 3 . 雑誌名 AIP Advances 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0057793	5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 26433-26443 査読の有無 有 国際共著 - 4 . 巻 11 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 95301 査読の有無 有

1 . 著者名	4.巻
Hitoshi Mizuno, Tomomi Jinjyo, Kazuki Bando, Fumio Sasaki, Kenichi Yamashita, Hisao Yanagi	9
2.論文標題	5.発行年
Impact of material parameters on strong exciton-photon coupling states formed in microcrystal resonators of p- and n-type thiophene/phenylene co-oligomers	2021年
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
J. Mater. Chem. C	11189-11197
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10.1039/d1tc02024b	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	4 . 巻
Tomomi Jinjyo, Hitoshi Mizuno, Kazuki Bando, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi	2100323
2.論文標題	5.発行年
Observation of Size-Dependent Optical Properties Based on Surface and Quantum Effects in	2022年
Nanocrystals of 5,5 -Bis(4-Biphenyly1)-2,2 -Bithiophene	
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
Advanced Photonics Research	2100323
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10.1002/adpr.202100323	有
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスとしている(また、その予定である)	-

〔学会発表〕 計19件(うち招待講演 1件/うち国際学会 3件)

1 . 発表者名

松尾 匠, 上田 悠介, 水野 斎, 佐々木 史雄, 山下 兼一, 柳 久雄

2 . 発表標題

有機単結晶共振器における分子振動をまとった励起子ポラリトン形成に由来する光励起レーザ発振

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

佐々木 史雄、松尾 匠、高田 徳幸、椋橋 奈穂、水野 斎、柳 久雄

2 . 発表標題

溶液キャスト法による有機半導体微小結晶共振器の pn 接合と EL 発光

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 水野 斎,甚上 知美,佐々木 史雄,柳 久雄
2 . 発表標題 (チオフェン/フェニレン)コオリゴマーナノ結晶を用いた有機EL素子の作製とその評価
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 甚上 知美,水野 斎,阪東 一毅,佐々木 史雄,柳 久雄
2 . 発表標題 (チオフェン/フェニレン)コオリゴマーナノ結晶のカソードルミネッセンス特性
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 甚上 知美,水野 斎,佐々木 史雄,柳 久雄
2.発表標題 シアノ基置換(チオフェン/フェニレン)コオリゴマーを含有するマイクロキャビティの作製とその光学特性
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 佐々木 史雄,松尾 匠,高田 徳幸,椋橋 奈穂,水野 斎,柳 久雄
2.発表標題 溶液キャスト法とcytopスピンコート法による有機半導体微小結晶共振器を有したEL素子の開発
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 柳 久雄,松尾 匠,水野 斎,佐々木 史雄,阪東 一毅,山下 兼一
2.発表標題 TPCO低次元結晶の協同的発光増幅現象
3.学会等名 第41回レーザー学会年次大会(招待講演)
4 . 発表年 2021年
1 . 発表者名 Naho Kurahashi, Hitoshi Mizuno, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi
2.発表標題 Fabrication of Perovskite Light-emitting Electrochemical Cells with Micro-ring Structure
3 . 学会等名 2021 International Conference on Solid State Device and Materialss (SSDM 2021)(国際学会)
4 . 発表年 2021年
1.発表者名 甚上知美,水野斎,阪東一毅,佐々木 史雄,柳 久雄
2.発表標題 (チオフェン/フェニレン)コオリゴマーナノ結晶の作製と量子サイズ効果の検証
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 佐々木 史雄, 松尾 匠, 高田 徳幸, 椋橋 奈穂, 水野 斎, 柳 久雄
2 . 発表標題 ペロブスカイト電荷移動層と(チオフェン/フェニレン)コオリゴマー発光層からなる有機EL素子の開発
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 水野 斎,甚上 知美,阪東 一毅,佐々木 史雄,柳 久雄
2 . 発表標題 ブチル基置換(チオフェン/フェニレン)コオリゴマーの結晶多形形成による光学特性の変化
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 椋橋 奈穂,水野 斎,佐々木 史雄,柳 久雄
2.発表標題 マイクロキャピラリ共振器を有するペロブスカイトLECの作製
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 樋口 献,甚上 知美,水野 斎,阪東 一毅,佐々木 史雄,柳 久雄
2 . 発表標題 シアノ基置換(チオフェン/フェニレン)コオリゴマーナノ結晶の作製とその光学特性
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 Tomomi Jinjyo, Hitoshi Mizuno, Kazuki Bando, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi
2. 発表標題 Preparation of nanocrystals of thiophene/phenylene co-oligomers and crystal size effects on their photoluminescence properties
3.学会等名 The 2021 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem2021)(国際学会)

4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 Hitoshi Mizuno, Yuya Mekata, Tomomi Jinjyo, Kazuki Bando, Fumio Sasaki, Hisao Yanagi
2.発表標題 Preparation of hexyl-substituted thiophene/phenylene co-oligomer nanocrystals and their opticalproperties
3.学会等名 The 2021 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem2021)(国際学会)
4 . 発表年 2021年
1.発表者名 佐々木 史雄,松尾 匠,高田 徳幸,椋橋 奈穂,水野 斎,柳 久雄
2 . 発表標題 溶液キャスト法による微小共振器形成とその有機EL素子開発
3 . 学会等名 レーザー学会第560回研究会「有機コヒーレントフォトニクス」
4 . 発表年 2021年
1.発表者名 甚上 知美,水野 斎,佐々木 史雄,柳 久雄
2 . 発表標題 シアノ基置換(チオフェン/フェニレン)コオリゴマーの結晶多形の光学特性
3.学会等名 2022年第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 門司 悠佑,水野 斎,甚上 知美,山下 兼一,佐々木 史雄,柳 久雄
2 . 発表標題 シアノ基置換(チオフェン/フェニレン)コオリゴマー単結晶マイクロキャビティの作製とその光学特性
3.学会等名 2022年第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 菅原 拓実,水野 斎,甚上 知美,佐々木 史雄,柳 久雄		
2.発表標題		
へキシル基置換(チオフェン/フェニレン)コオリゴマー単結晶の作製とその光学特性 		
3.学会等名 2022年第69回応用物理学会春季学術講演会		
4. 発表年 2022年		
[図書] 計0件		
〔出願〕 計5件		
産業財産権の名称 有機ナノ結晶の製造方法および分散液	発明者 水野 斎, 甚上 知	権利者 同左
FIM / MAROVACE/JIAO & O JIRAN	美,柳 久雄	1-1-7
産業財産権の種類、番号 特許、特願2021-148051	出願年 2022年	国内・外国の別 国内
13417 1300		ш э
産業財産権の名称	発明者	権利者
有機ナノ結晶の製造方法および分散液 	水野 斎,甚上 知美,柳 久雄	同左
産業財産権の種類、番号	出願年	国内・外国の別
特許、PCT/JP2022/ 33878	2022年	外国
産業財産権の名称	発明者	権利者
有機ナノ結晶の製造方法および分散液	水野斎,甚上知美,眞	同左
	田隆,吉村大祐,高口	
産業財産権の種類、番号	卓也,井上浩,西村元 出願年	国内・外国の別
注意	2023年	国内・外国の別
1341(1340),2020 0.0.20	2020	<u> </u>
産業財産権の名称	発明者	権利者
有機半導体素子	水野斎,甚上知美,眞	同左
	田隆,井上浩,吉村大 祐,高口卓也,近藤克	
産業財産権の種類、番号	出願年	国内・外国の別
特許、特願2023-040121	2023年	国内国的加

発明者

出願年

2021年

水野 斎,甚上 知 美,柳 久雄 権利者

同左

国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

産業財産権の名称

産業財産権の種類、番号

特許、特願2021-148051

有機ナノ結晶の製造方法および分散液

その他 J	
是先端科学技術大学院大学光量子物性研究室HP	
ps://qps-lab-naist.labby.jp/	
量子物性研究室(公式)(Quantum Photo-science)	
ps://twitter.com/QuantumMateria1	
ps://www.instagram.com/qms_lab/	
_lab	
₹物性科学研究室HP	
ps://mswebs.naist.jp/LABs/optics/index-j.html	

6 研究組織

6	<u>,研究組織</u>			
	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	
	山下 兼一	京都工芸繊維大学・電気電子工学系・教授		
研究分担者	(Yamashita Kenichi)			
	(00346115)	(14303)		
	阪東 一毅	静岡大学・理学部・教授		
研究分担者	(Bando Kazuki)			
	(50344867)	(13801)		
研究分担者	佐々木 史雄 (Sasaki Fumio)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・エレクトロニクス・ 製造領域・上級主任研究員		
	(90222009)	(82626)		
	柳 久雄	奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・教授		
研究分担者	(Yanagi Hisao)			
	(00220179)	(14603)		
	ļ. <u>'</u>	ļ.		

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1件

国際研究集会	開催年
The Japan Society of Applied Physics, Kansai Chapter "Young Researchers Association on Organic Electronics and Photonics"	2021年~2021年

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			
イタリア	CNR-NANOTEC			