

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 7 日現在

機関番号：11301

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2022～2023

課題番号：22K19003

研究課題名（和文）ナノ構造を用いたキラル化学反応場の創製

研究課題名（英文）Creation of chiral reaction field using nanostructure

研究代表者

押切 友也（Oshikiri, Tomoya）

東北大学・多元物質科学研究所・准教授

研究者番号：60704567

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,900,000円

研究成果の概要（和文）：近接場におけるoptical chiralityに着目し、電磁界シミュレーションによるその体系的な評価を行った。また、実験的計測可能な近接場の増強電場分布およびそのスペクトルとの比較検討を行うことで、近接場における光のキラリティの特性評価を行った。また、ナノ空間での光-物質相互作用の新たな方法論として、金属ナノ構造が示すプラズモンと光共振器とのモード結合を利用した。複数のプラズモン粒子が光共振器と結合した際に示す量子コヒーレンス現象を用い、新奇光化学反応場へと適用した。特に、コヒーレント相互作用下でプラズモンナノ粒子をキラルに配列させ、そのキラル光学応答の増強に成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果により、量子コヒーレンスが近接場・遠方場における光のキラリティを誘起可能な新たな方法論を提案し、さらに内部量子収率の増大、ラマン散乱現象の均一化など、従来とは異なる様式で物質と相互作用することを明らかにした。

さらに、近接場キラリティの方法論として、近接場におけるoptical chiralityを数値シミュレーション的に求め、実験的に計測可能な電場増強と照合する方法論を提案した。

これらの新たな方法論は、従来手法では極めて小さかった円偏光と物質との相互作用を増大させ、新たな光物質科学へと展開可能であると期待される。

研究成果の概要（英文）：We conducted a detailed investigation into optical chirality in the near field using advanced electromagnetic field simulation. By comparing the characteristics of optical chirality with experimentally measurable enhanced electric-field distribution and its spectrum, we gained valuable insights about the chirality in the near-field. Our innovative approach involves the mode coupling of plasmons exhibited by metal nanostructures with the optical resonator for light-matter interaction in nanospace. Exploiting the quantum coherence phenomenon that arises from the coupling of multiple plasmon particles with an optical cavity, we have successfully implemented a new photochemical reaction field. Notably, our work has resulted in the alignment of plasmonic nanoparticles under coherent interaction, leading to a significant enhancement of their chiroptical response.

研究分野：光化学

キーワード：超螺旋光 プラズモン キラリティ 角運動量

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

物体や現象がその鏡像と重ね合わせることができない性質、すなわち、キラリティは、ナノスケールから日常の物質にまで広く存在しており、特に生体を構成するアミノ酸や糖が一方の鏡像異性体のみからなるホモキラリティは、生命の起源の謎として多くの研究者を惹きつけている。光と分子のキラリティの相互作用についての研究もその一環で行われてきたが、光の波長で決まる螺旋電場のピッチの空間スケール(数 100 nm)が分子のサイズよりも遙かに大きいため、その相互作用はきわめて小さい。

近年、申請者を含む多くの研究者が円偏光と金属ナノ構造の相互作用によってあらわれる近接場光の特性について盛んに研究を進めている。近接場光はナノ空間に閉じ込められているため、分子との相互作用が飛躍的に大きくなる。さらにナノ加工技術の進歩によりナノ構造の対称性を精緻に造り分けられるようになってきたことにより、キラリなナノ構造の近接場・遠方場における光学特性とその物質との相互作用は大きな物理化学的トピックとなりつつある。

このような背景を鑑み、申請者は、世界に先駆けてナノ空間でのキラリ光-物質相互作用の作用機構を系統立てて理解し、光化学反応場を創製することを着想した。

### 2. 研究の目的

本研究では、円偏光を近傍に閉じ込めて変調可能なプラズモンナノ構造を設計し、その近接場の性質を物質との光化学的相互作用を介して系統的に理解し、新規なナノ光反応場を創製することを目的とする。近接場における円偏光は分子との著しく強い光化学的相互作用をしめすことが分かっているが、それを化学物質変換に適用し、その各素過程について詳細に検討することで、反応場としての動作原理と設計指針を明らかにする。

### 3. 研究の方法

(1) 近接場における optical chirality に着目し、電磁界シミュレーション(時間領域差分法)によるその系統的な評価を行った。また、実験的計測可能な近接場の増強電場分布およびそのスペクトルとの比較検討を行うことで、近接場における光のキラリティの特性評価を行った。

(2) ナノ空間での光-物質相互作用の新たな方法論として、金属ナノ構造が示すプラズモンと光共振器とのモード結合を利用した。複数のプラズモン粒子が光共振器と結合した際に示す量子コヒーレンス現象を用い、新奇光化学反応場へと適用した。特に、コヒーレント相互作用下でプラズモンナノ粒子をキラリに配列させ、そのキラリ光学応答の増強を行った。

### 4. 研究成果

(1) 本研究ではまず、光のキラリティを表す量として注目されている optical chirality を近接場で系統的に理解することを目的とし、電磁界シミュレーションプログラムを改良した。optical chirality density,  $C$  は、式(1)で表される。<sup>1,2)</sup>

$$C \equiv \frac{\epsilon_0}{2} E \cdot \nabla \times E + \frac{1}{2\mu_0} B \cdot \nabla \times B = -\frac{\epsilon_0\omega}{2} \text{Im}(E^* \cdot B) \\ = \frac{\epsilon_0\omega}{2} \{ |E_x||B_x| \sin(\Delta_x) + |E_y||B_y| \sin(\Delta_y) + |E_z||B_z| \sin(\Delta_z) \} \quad (1)$$

ここで、 $\epsilon_0$ 、 $\mu_0$  は真空の誘電率と透磁率、 $\Delta_x$ 、 $\Delta_y$ 、 $\Delta_z$  はそれぞれ電場と磁場の各空間成分の位相差である。

式(1)で用いる各パラメータはシミュレーション結果から取得することが出来る。ここから、近接場における任意の波長の  $C$  の空間分布、および任意局在空間の  $C$  の波長依存性、スペクトルを計算するプログラムを構築した。Fig. 1 に金ナノ長方形表面に円偏光を照射した際の  $C$  の空間分布及びスペクトルを示す。これまでに押切は同じ構造に円偏光を照射した際に長軸方向と短軸方向のモード干渉によって二次元キラリな近接場電場増強分布を示すことを実験・理論的に明らかにしてきたが<sup>3)</sup>、本シミュレーション結果は強度分布だけでなく、光のねじれを表す  $C$  そのものが左右円偏光に対して異なる応答を示すことを明らかにしたものである。

### (2) 量子コヒーレンスが示す集団的モード形成と特異な光電気化学特性

複数のプラズモンナノ粒子がナノ光共振器と結合し、混成状態を形成すると、プラズモンモード同士の相互作用も強くなり、同期してコヒーレントな状態となる。このとき、プラズモンモード同士のポピュレーションも可換となるため、既存の光化学、ナノフォトニクスには見られないユニークな特性が発現することがわかった。例えば、コヒーレント相互作用下では、個々のプラズモンモードとしてではなく、複数のプラズモン粒子が集団的なモード形成をすることが明ら

かとなった (Fig. 2)。<sup>4,5)</sup>さらに、ホットキャリアの移動経路の最適化<sup>4)</sup>、表面増強ラマン散乱の空間平均化<sup>6,7)</sup>といった、新奇な光化学現象を発見した。以上より、モード結合を有効活用することで、新奇光-物質相互作用場として用いることが可能であることが示された。

### (3) モード結合によるキラル配列プラズモニックアレイのキラル光学応答

上記モード結合下での集団モード形成を利用した、光学キラル性の増強を着想した。具体的には個々の粒子はアキラルである金ナノドットを、キラルな配列で配置し、ナノ共振器と結合させた構造を作製した。その結果、ナノドットは集団的なモード形成し、近接場、遠方場ともにキラル光学応答を示した。

#### <引用文献>

- 1) Y. Tang, A. E. Cohen. *Phys. Rev. Lett.*, **104** (2010).
- 2) H. Niinomi, T. Sugiyama, A.-C. Cheng, M. Tagawa, T. Ujihara, H. Y. Yoshikawa, R. Kawamura, J. Nozawa, J. T. Okada, S. Uda. *J. Phys. Chem. C*, **125** (2021).
- 3) T. Oshikiri, Q. Sun, H. Yamada, S. Zu, K. Sasaki, H. Misawa. *ACS Nano*, **15** (2021).
- 4) Y.-E. Liu, X. Shi, T. Yokoyama, S. Inoue, Y. Sunaba, T. Oshikiri, Q. Sun, M. Tamura, H. Ishihara, K. Sasaki, H. Misawa. *ACS Nano*, **17** (2023).
- 5) T. Oshikiri, T. Hayakawa, H. Niinomi, M. Nakagawa. *J. Phys. Chem. C*, **128** (2024).
- 6) X. Zang, X. Shi, T. Oshikiri, K. Ueno, Y. Sunaba, K. Sasaki, H. Misawa. *J. Phys. Chem. C*, **125**, 19880 (2021).
- 7) Y. Suganami, T. Oshikiri, H. Mitomo, K. Sasaki, Y.-E. Liu, X. Shi, Y. Matsuo, K. Ijiro, H. Misawa. *ACS Nano*, **18** (2024).

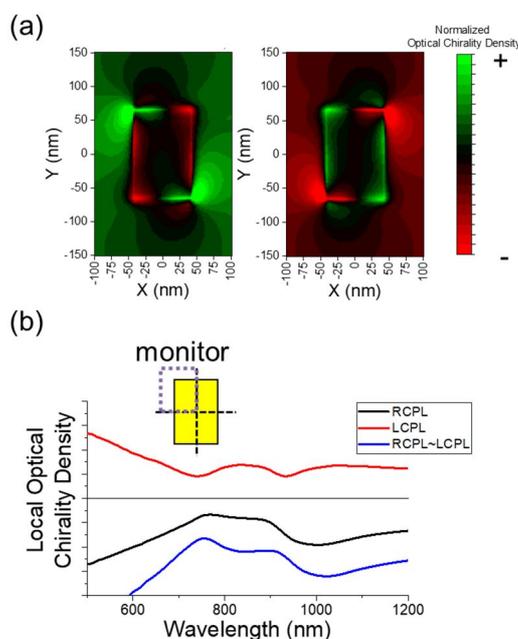


Fig. 1 (a) 金ナノ長方形表面の  $C$  の空間分布 (波長  $\times \times$  nm). (b) 金ナノ長方形左上部の  $C$  の積分値のスペクトル.

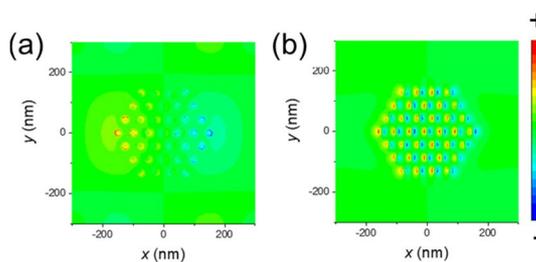


Fig. 2 金ナノドットアレイの位相の空間分布の電磁界シミュレーション. (a) 共振器あり. (b) 共振器なし.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 5件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Oshikiri Tomoya, Hayakawa Toshiaki, Niinomi Hiromasa, Nakagawa Masaru	4. 巻 128
2. 論文標題 Strong Light Confinement by a Plasmon-Coupled Parabolic Nanoresonator Array	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry C	6. 最初と最後の頁 5271 ~ 5279
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.3c07224	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 Okamoto Takuya, Onishi Azusa, Shi Xu, Oshikiri Tomoya, Ueno Kosei, Misawa Hiroaki, Biju Vasudevanpillai	4. 巻 128
2. 論文標題 Distance-Dependent Energy Transfer under Modal Strong Coupling from CdSe/ZnS Quantum Dots to a Plasmonic Fabry-Perot Cavity	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry C	6. 最初と最後の頁 4208 ~ 4214
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.3c08503	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 Cao En, Shi Xu, Oshikiri Tomoya, Liu Yen-En, Sun Quan, Sasaki Keiji, Misawa Hiroaki	4. 巻 11
2. 論文標題 Improving Charge Transfer under Strong Coupling Conditions via Interfacial Modulation	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 ACS Photonics	6. 最初と最後の頁 1205 ~ 1212
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsp Photonics.3c01733	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 Sasao Norikatsu, Sugimura Shinobu, Asakawa Koji, Oshikiri Tomoya, Nakagawa Masaru	4. 巻 63
2. 論文標題 Volume compensating materials after vapor phase infiltration: effect of different butyl isomers of polymer side-chains on high process temperature durability	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 04SP14 ~ 04SP14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/ad2977	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 Suganami Yoshiki, Oshikiri Tomoya, Mitomo Hideyuki, Sasaki Keiji, Liu Yen-En, Shi Xu, Matsuo Yasutaka, Ijiro Kuniharu, Misawa Hiroaki	4. 巻 18
2. 論文標題 Spatially Uniform and Quantitative Surface-Enhanced Raman Scattering under Modal Ultrastrong Coupling Beyond Nanostructure Homogeneity Limits	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 ACS Nano	6. 最初と最後の頁 4993 ~ 5002
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsnano.3c10959	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 Niinomi Hiromasa, Gotoh Kazuhiro, Takano Naoki, Tagawa Miho, Morita Iori, Onuma Akiko, Yoshikawa Hiroshi Y., Kawamura Ryuzo, Oshikiri Tomoya, Nakagawa Masaru	4. 巻 15
2. 論文標題 Mie-Resonant Nanophotonic-Enhancement of Asymmetry in Sodium Chlorate Chiral Crystallization	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 1564 ~ 1571
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcllett.3c03303	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 Niinomi Hiromasa, Yamazaki Tomoya, Nada Hiroki, Hama Tetsuya, Kouchi Akira, Oshikiri Tomoya, Nakagawa Masaru, Kimura Yuki	4. 巻 15
2. 論文標題 Chiral Spinodal-like Ordering of Homomiscible Water at Interface between Water and Chiral Ice III	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 659 ~ 664
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcllett.3c03006	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 Niinomi Hiromasa, Yamazaki Tomoya, Nada Hiroki, Hama Tetsuya, Kouchi Akira, Oshikiri Tomoya, Nakagawa Masaru, Kimura Yuki	4. 巻 13
2. 論文標題 Anisotropy in spinodal-like dynamics of unknown water at ice V water interface	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 16227
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-023-43295-4	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 Zang Xiaoqian, Shi Xu, Suganami Yoshiki, Liu Yen-En, Oshikiri Tomoya, Misawa Hiroaki	4. 巻 127
2. 論文標題 Investigation of Enhanced Water Oxidation under Plasmon-Nanocavity Strong Coupling Using In Situ Electrochemical Surface-Enhanced Raman Spectroscopy	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry C	6. 最初と最後の頁 15087 ~ 15095
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.3c03625	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 Liu Yen-En, Shi Xu, Yokoyama Tomohiro, Inoue Soshun, Sunaba Yuji, Oshikiri Tomoya, Sun Quan, Tamura Mamoru, Ishihara Hajime, Sasaki Keiji, Misawa Hiroaki	4. 巻 17
2. 論文標題 Quantum-Coherence-Enhanced Hot-Electron Injection under Modal Strong Coupling	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 ACS Nano	6. 最初と最後の頁 8315 ~ 8323
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsnano.2c12670	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 Wang Yaguang, Shi Xu, Oshikiri Tomoya, Misawa Hiroaki	4. 巻 5
2. 論文標題 Improved water splitting efficiency of Au-NP-loaded Ga2O3 thin films in the visible region under strong coupling conditions	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Nanoscale Advances	6. 最初と最後の頁 119 ~ 123
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d2na00768a	査読の有無 無
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 -

〔学会発表〕 計47件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 12件)

1. 発表者名 新家眞正, 後藤和泰, 高野修綺, 田川美穂, 森田伊織, 大沼晶子, 吉川洋史, 川村隆三, 押切友也, 中川勝
2. 発表標題 円偏光励振Mie共鳴体メタ表面上でのキラル結晶化
3. 学会等名 第71回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 稲川 亮太, 大沼 晶子, 新家 寛正, 押切 友也, 中川 勝
2. 発表標題 シングルナノ精度を有する光硬化成形体の蛍光強度膜厚計測法(2): 光ナノインプリント成形におけるモノマーと密着剤の重合性官能基の相同相似効果
3. 学会等名 第71回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 押切友也
2. 発表標題 窒素分子変換のための光強結合反応場の創成
3. 学会等名 日本化学会第104春季年会(2024) (招待講演)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 川瀬 智暉, 押切 友, 笈居 高明, 新家寛正, 中川勝
2. 発表標題 超臨界水熱法による酸化ニッケルナノ結晶の合成と薄膜形成法の検討
3. 学会等名 日本化学会第104春季年会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 新家寛正, 山崎智也, 灘浩樹, 羽馬哲也, 香内晃, 押切友也, 中川勝, 木村勇氣
2. 発表標題 氷III/水界面で水から分離する 同素不混和水の スピノーダル様キラル秩序
3. 学会等名 令和5年度日本表面真空学会東北・北海道支部学術講演会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 押切友也, 笈居高明, 庄司 衛太
2. 発表標題 Development of p-type semiconductor layer toward high-efficient photocathode
3. 学会等名 第11回若手アンサンブルワークショップ
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 新家眞正, 山崎智也, 灘浩樹, 羽馬哲也, 香内晃, 押切友也, 中川勝, 木村勇氣
2. 発表標題 異方スピノーダル様脱濡れが示唆する水/氷V界面における未知の水の液晶性
3. 学会等名 第23回東北大学多元物質科学研究所研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 川瀬智暉, 押切友也, 笈居高明, 中川勝
2. 発表標題 超臨界水熱法による酸化ニッケルナノ結晶合成に向けた有機修飾剤の探索
3. 学会等名 第23回東北大学多元物質科学研究所研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Tomoya Oshikiri, Takashi Katsurahara, Noriko Kubota, Hiromasa Niinomi, Yasutaka Matsuo, Hiroaki Misawa, Masaru Nakagawa
2. 発表標題 Photoelectrochemical properties of plasmonic photocathode using nickel oxide
3. 学会等名 The 12th Asian Photochemistry Conference (APC2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 新家寛正, 後藤和泰, 高野修綺, 田川美穂, 吉川洋史, 川村隆三, 押切友也, 中川勝
2. 発表標題 円偏光によりMie共鳴の励振されたSiナノディスクからの塩素酸ナトリウムキラル結晶化における結晶鏡像異性体過剰
3. 学会等名 第52回日本結晶成長学会国内会議
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 新家寛正, 山崎智也, 灘浩樹, 羽馬哲也, 香内晃, 麻川明俊, 押切友也, 中川勝, 木村勇氣
2. 発表標題 氷//水界面の未知の水のスピノーダル様脱濡れにおける異方性
3. 学会等名 第52回日本結晶成長学会国内会議
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 新家寛正
2. 発表標題 Mie共鳴励振シリコンナノ構造体からの塩素酸ナトリウムキラル結晶化における結晶鏡像異性体過剰
3. 学会等名 学術変革領域研究(A)「キラル光物質科学」領域会議
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 押切友也, 和田 健彦, 荒木 保幸
2. 発表標題 近接場キラリティを有する金属ナノ構造の作製と光電子顕微鏡を用いた近接場観測
3. 学会等名 学術変革領域研究(A)「キラル光物質科学」領域会議
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 新家寛正, 押切友也, 中川勝, 山崎智也, 香内晃, 木村勇気, 灘浩樹, 羽馬哲也, 麻川明俊
2. 発表標題 表面プラズモン共鳴・Mie共鳴のキラルな近接場でのキラル結晶化
3. 学会等名 物質・デバイス領域共同研究セミナー (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Norikatsu Sasao, Shinobu Sugimura, Koji Asakawa, Tomoya Oshikiri, Masaru Nakagawa
2. 発表標題 Volume Compensating Materials after Vapor Phase Infiltration: Effect of Different Butyl Isomers of Polymer Side-Chains on High Process Temperature Durability
3. 学会等名 36th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Tomoya Oshikiri, Takashi Katsurahara, Noriko Kubota, Hiromasa Niinomi, Yasutaka Matsuo, Hiroaki Misawa, Masaru Nakagawa
2. 発表標題 Fabrication of nickel oxide thin films for photocathodes through wet and gas phase processes
3. 学会等名 36th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 新家寛正, 押切友也, 中川勝, 山崎智也, 香内晃, 木村勇気, 灘浩樹, 羽馬哲也, 麻川明俊
2. 発表標題 異方脱濡れが示唆する水/氷V界面における未知の水の液晶性
3. 学会等名 2023年度高分子学会東北支部研究発表会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 川瀬智暉, 押切友也, 筈居高明, 中川勝
2. 発表標題 有機修飾剤を用いた超臨界水熱法による酸化ニッケルナノ結晶の合成と物性
3. 学会等名 2023年度高分子学会東北支部研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 稲川亮太, 大沼晶子, 新家寛正, 押切友也, 中川勝
2. 発表標題 シングルナノ精度を有する光硬化成形体の蛍光強度膜厚測定法
3. 学会等名 2023年度高分子学会東北支部研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 押切友也
2. 発表標題 近接場キラリティの設計と観測
3. 学会等名 学術変革領域研究「キラル光物質科学」「メゾヒエラルキー」合同シンポジウム(招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 新家寛正, 山崎智也, 灘浩樹, 羽馬哲也, 香内晃, 押切友也, 中川勝, 木村勇気
2. 発表標題 キラルな氷IIIと水の界面に生成する未知の水のキラルなスピノーダル様秩序形成
3. 学会等名 学術変革領域研究「キラル光物質科学」「メゾヒエラルキー」合同シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 押切友也, 葛原隆, 久保田紀子, 新家 寛正, 松尾 保孝, 三澤 弘明, 中川 勝
2. 発表標題 水素製造光カソード構築に向けた酸化ニッケル膜の作製と界面でのホール輸送能
3. 学会等名 第72回高分子討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 新家 寛正, 山崎 智也, 灘浩樹, 羽馬 哲也, 香内 晃, 押切 友也, 中川 勝, 木村 勇気
2. 発表標題 異方スピノーダル様脱濡れが示唆する水/氷V界面における未知の水の液晶性
3. 学会等名 第72回高分子討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 押切 友也, 葛原 隆, 久保田 紀子, 新家 寛正, 松尾 保孝, 三澤 弘明, 中川 勝
2. 発表標題 湿式・焼成プロセスを導入した金ナノ粒子/酸化ニッケル/白金電極の光電気化学反応特性
3. 学会等名 2023年光化学討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Hiromasa Niinomi, Tomoya Yamazaki, Hiroki Nada, Tetsuya Hama, Akira Kouchi, Tomoya Oshikiri, Masaru Nakagawa, Jun Nozawa, Junpei T. Okada, Satoshi Uda, Yuki Kimura
2. 発表標題 Low- and High-Density Unknown Waters at Interfaces between Water and Ices Grown/Melted by Pressure
3. 学会等名 The 20th International Conference on Crystal Growth and Epitaxy (ICCGE-20) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Hiromasa Niinomi, An-Chieh Cheng, Teruki Sugiyama, Miho Tagawa, Toru Ujihara, Hiroshi Yoshikawa, Ryuzo Kawamura, Jun Nozawa, Junpei T. Okada, Satoshi Uda, Tomoya Oshikiri, Masaru Nakagawa
2. 発表標題 Chiral Crystallization Directed by Superchiral Plasmonic Near-field Force
3. 学会等名 The 20th International Conference on Crystal Growth and Epitaxy (ICCGE-20) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Tomoya Oshikiri, Hiromasa Niinomi, Masaru Nakagawa, Hiroaki Misawa
2. 発表標題 Super Chiral Field on an Achiral Gold Nanostructure
3. 学会等名 The 31st International Conference on Photochemistry (ICP-2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 En Cao, Xu Shi, Yocef Hattori, Quan Sun, Tomoya Oshikiri, Hiroaki Misawa
2. 発表標題 Improve Charge Transfer under Strong Coupling Condition via Interfacial Modulation
3. 学会等名 The 31st International Conference on Photochemistry (ICP-2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yen-En Liu, Xu Shi, Tomohiro Yokoyama, Soshun Inoue, Yuji Sunaba, Tomoya Oshikiri, Quan Sun, Mamoru Tamura, Hajime Ishihara, Keiji Sasaki, Hiroaki Misawa
2. 発表標題 Hot Electron Transfer Enhanced by Quantum Coherence under Modal Strong Coupling Conditions
3. 学会等名 The 31st International Conference on Photochemistry (ICP-2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Xu Shi, Yaguang Wang, Tomoya Oshikiri, Hiroaki Misawa
2. 発表標題 Improved water splitting efficiency of Au-NPs-loaded gallium oxide under modal strong coupling conditions
3. 学会等名 The 31st International Conference on Photochemistry (ICP-2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yoshiki Suganami, Tomoya Oshikiri, Hideyuki Mitomo, Keiji Sasaki, Yen-En Liu, Xu Shi, Yasutaka Matsuo, Kuniharu Ijiro, Hiroaki Misawa
2. 発表標題 Quantum-coherence-enhanced Raman Scattering under Modal Ultrastrong Coupling Conditions
3. 学会等名 The 31st International Conference on Photochemistry (ICP-2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 押切友也
2. 発表標題 Creation of photo-reaction field using designed near-field
3. 学会等名 第50回東北地区高分子若手研究会夏季ゼミナール
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Hiromasa Niinomi, Tomoya Yamazaki, Hiroki Nada, Tetsuya Hama, Akira Kouchi, Tomoya Oshikiri, Masaru Nakagawa, Yuki Kimura
2. 発表標題 Liquid Crystal-Like Unknown Water Inferred by Anisotropic Spinodal-like Dynamics at a Water-Ice V Interface
3. 学会等名 第50回東北地区高分子若手研究会夏季ゼミナール
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 川瀬智暉, 押切友也, 筈居高明, 中川勝
2. 発表標題 Synthesis of nickel oxide nanocrystals by supercritical hydrothermal method
3. 学会等名 第50回東北地区高分子若手研究会夏季ゼミナール
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 新家寛正, 山崎智也, 灘浩樹, 羽馬哲也, 香内晃, 押切友也, 中川勝, 木村勇氣
2. 発表標題 氷//水界面に生成する未知の水のスピンノーダル分解様ダイナミクス
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合大会 2023年大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高野修綺, 新家寛正, 森田伊織, 後藤和泰, 押切友也, 中川勝
2. 発表標題 合成石英モールドを用いたUV-NILによるシリコンナノディスク配列体の作製と光機能
3. 学会等名 2023年第2回ナノインプリント技術研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yoshiki Suganami, Tomoya Oshikiri, Hideyuki Mitomo, Keiji Sasaki, Yen-En Liu, Xu Shi, Yasutaka Matsuo, Kuniharu Ijio, Hiroaki Misawa
2. 発表標題 Surface-enhanced Raman Scattering under Modal Ultrastrong Coupling Conditions Using Close-packed Gold Nanoparticles and Fabry-Perot Nanocavity
3. 学会等名 The 10th International Conference on Surface Plasmon Photonics (SPP10) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 押切 友也, 手塚 隆博, 荒木 魁, 新家 寛正, 松尾 保孝, 三澤 弘明, 中川 勝
2. 発表標題 光カソード型ナノ共振器特性における酸化ニッケルの効果
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 高野 修綺, 新家 寛正, 森田 伊織, 後藤 和泰, 押切 友也, 中川 勝
2. 発表標題 UV ナノインプリントリソグラフィによるシリコンナノディスク配列体の作製
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 手塚 隆博, 押切 友也, 新家 寛正, 三澤 弘明, 中川 勝
2. 発表標題 ファブリ・ペローナノ共振器形成に適した酸化ニッケル薄膜の成膜法の検討
3. 学会等名 第22回東北大学多元物質科学研究所研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 新家 寛正, An-Chieh Cheng, 杉山 輝樹, 田川 美穂, 吉川 洋史, 宇田 聡, 押切 友也, 中川 勝
2. 発表標題 キラル結晶化に巨大な鏡像異性体過剰を誘起するプラズモン構造体におけるキラル近接場の数値解析
3. 学会等名 第22回東北大学多元物質科学研究所研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 新家 寛正, 山崎 智也, 灘 浩樹, 羽馬 哲也, 香内 晃, 押切 友也, 中川 勝, 木村 勇気
2. 発表標題 高压下で成長する氷V//水界面に生成する未知の水のダイナミクス
3. 学会等名 第51回結晶成長国内会議
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tomoya Oshikiri, Xu Shi, Hiroaki Misawa, Masaru Nakagawa
2. 発表標題 Nanofabrication of metal/semiconductor/metal structure for efficient photocathode under strong coupling condition
3. 学会等名 Nanoimprint and Nanoprint Technology Conference (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 En Cao, Xu Shi, Yocefu Hattori, Quan Sun, Tomoya Oshikiri, Hiroaki Misawa
2. 発表標題 Improve Charge Transfer under Strong Coupling Conditions via Interfacial Modulation
3. 学会等名 2022年光化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 荒木 魁, 押切 友也, 石 旭, 服部 誉聖夫, 三澤 弘明
2. 発表標題 アルミニウムナノディスクを用いたモード強結合条件下における電子移動過程の観測
3. 学会等名 2022年光化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 菅浪誉騎, 押切友也, 三友秀之, 石旭
2. 発表標題 Surface-enhanced Raman Scattering Using Modal Ultrastrong Coupling Between Close-packed Gold Nanoparticles and Nano Cavity
3. 学会等名 2022年光化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yocefu. Hattori, Xu Shi, Tomoya Oshikiri, Hiroaki Misawa
2. 発表標題 Plasmonic nanoparticles decorated photocathode under modal coupling condition
3. 学会等名 2022年光化学討論会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 集光デバイス、集光デバイスの製造方法」押切友也、中川勝、早川俊昭、	発明者 押切友也、早川俊昭、中川勝	権利者 国立大学法人東北大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2023-161791	出願年 2023年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

東北大学 中川研究室 <a href="http://www2.tagen.tohoku.ac.jp/lab/nakagawa/">http://www2.tagen.tohoku.ac.jp/lab/nakagawa/</a>
---

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