

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 15 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19H02737

研究課題名（和文）プラズモン誘起化学反応における時間効果の解明と光反応場の創製

研究課題名（英文）Elucidation of temporal effects on plasmon-induced chemical reactions and fabrication of photochemical reaction fields

研究代表者

上野 貢生（Ueno, Kosei）

北海道大学・理学研究院・教授

研究者番号：00431346

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,300,000円

研究成果の概要（和文）：元来、光と物質の相互作用は小さい。我々は、これまで金属のナノ構造体を用いて、光を微小な空間に閉じ込め、光と物質の相互作用を増大させることに成功してきた。本研究では、これまでの研究をさらに深化させ、金属ナノ構造と他の光学のモードとの強い相互作用を誘起することにより、光をより長時間微小な空間に閉じ込めることに成功し、少数分子の計測や光反応効率の制御を実現することが可能であることを実験的に明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

持続可能な社会を実現するためには、太陽電池や人工光合成（水素発生）などの太陽光エネルギーの利用が不可欠である。しかし、光と物質の相互作用は小さいため、太陽光のような希薄な光子では、エネルギー変換に利用することは難しい。本研究では、光をある程度の時間蓄える光共振器の性能を向上させることに成功した。本研究期間中に約一桁の増幅に成功し、さらに研究が進んで、あと一桁長い時間閉じ込められれば、太陽光をエネルギーの高い紫外光に変換できる可能性があり、今後の展開が期待される。

研究成果の概要（英文）：Originally, the interaction between light and matter is minimal. Thus far, we have achieved the confinement of light in a tiny area and enhanced the interaction between light and matter through the utilization of metal nanostructures. In this study, we expanded upon our previous research and successfully confined light in a nanometer-scale space for an extended duration by inducing robust interactions between metal nanostructures and other optical modes. Experimental findings have demonstrated the feasibility of measuring minute quantities of molecules and controlling the efficiency of photoreactions.

研究分野：分析化学

キーワード：プラズモン共鳴 位相緩和時間 表面増強ラマン散乱 光反応

### 1. 研究開始当初の背景

金や銀などの金属ナノ微粒子上に光を照射すると局在表面プラズモン共鳴が誘起され、金属ナノ微粒子上表面近傍において入射光電場強度の数桁倍に及び光電場増強効果が得られる。金属ナノ微粒子上近傍に存在する分子は、強い光電場を感じ、高い確率で励起されることから蛍光やラマン散乱シグナルの増強だけではなく、光化学反応がプラズモン増強により促進される。プラズモン共鳴に基づく光電場増強効果は、ナノ空間における「光電場の局在」と金属ナノ微粒子上に近接場として「光が閉じ込められる時間」(位相緩和時間)によって引き起こされる。これまで、複数の金属ナノ微粒子上が数ナノメートルの間隙を有し配列したナノギャップ金属構造体が化学的な合成方法や高度ナノ加工技術により作製され、ナノギャップへの強い光電場の局在に基づき、表面増強ラマン散乱(SERS)の単一分子計測や微弱なインコヒーレント光源による2光子吸収過程を介した光反応などに応用されてきた。一方、プラズモンの位相緩和時間と光電場増強効果との相関、および位相緩和時間がSERSの信号強度や光反応効率に与える影響については、明らかになっていない点が多い。その理由として、10 fs以下で高速に減衰するプラズモン共鳴の位相緩和時間を計測することが困難であること、従来の金属ナノ微粒子上を基板上に単純に敷き詰めるだけの方法では、「時間」の効果のみにフォーカスして光電場増強との相関を系統的に解明することが困難であることが背景として挙げられる。

### 2. 研究の目的

本研究では、光が金属ナノ微粒子上に近接場として閉じ込められる時間と光電場増強効果との相関、および光閉じ込め時間がSERSの信号強度や光反応効率に与える影響について、時間分解分光計測技術、および高度ナノ加工技術を駆使して系統的に明らかにし、高い光電場増強に基づいて高効率に光反応を促進する場を創造することを目的とする。

### 3. 研究の方法

本研究では、ガラス基板上に電子ビームリソグラフィ/リフトオフ法により種々の結合系プラズモニックナノ構造を作製し、プラズモンの位相緩和時間を長寿命化するとともに、位相緩和時間の長寿命化がSERSの信号強度や光化学反応効率に与える影響を系統的に明らかにした。結合系プラズモニック構造として、主に銀や金のナノ構造体周期構造による遠方場カップリング、1次元フォトニック結晶を利用した遠方場カップリング、金/誘電体/金ナノ構造を用いた近接場カップリング、ナノギャップへの金ナノロッドの配置による近接場カップリング、および励起子との近接場相互作用を利用した強結合系を構築した。近接場励起スペクトルは、波長可変フェムト秒レーザーを励起光源として金2光子発光強度を各励起波長においてプロットすることにより得た。パルス幅17 fsのフェムト秒レーザーをマイケルソン干渉計により2つのレーザーパルスに分割し、干渉型ポンプ-プローブ法によりプラズモンの位相緩和時間を計測した。また、ポピュレーションの緩和ダイナミクスは、パルス幅150 fsの再生増幅フェムト秒レーザーを励起光源として用いた過渡吸収分光計測系により明らかにした。SERS計測には、クリスタルバイオレット分子を金表面に配位結合により固定化して、顕微ラマン分光により行った。光反応には、メロシアンインのフォトクロミック反応を用いた。

### 4. 研究成果

ガラス基板上に金/アルミナ/金を任意の厚みで成膜し、電子ビームリソグラフィ/ICPドライエッチングにより、金/アルミナ/金ナノ構造を作製した。作製した結合系プラズモニックナノ構造の近接場励起スペクトルを測定したところ、遠方場スペクトルにおけるFanoディップ波長近傍で単一のピークを示し、暗モードプラズモンが誘起されていることが明らかになった。そこで、位相緩和時間を測定したところ、11 fsであることが見積もられ、金ナノブロック構造に比べて約2.5倍程度長寿命化することを明らかにした。時間領域差分(FDTD)法による光電場強度の解析結果からプラズモンの長寿命化と高い光電場増強に相関があることを明らかにした。

次に、ナノギャップ金2量体構造のギャップ幅は5 nmと変化させないで、位相緩和時間が長寿命化する構造設計を明らかにした。界面活性剤で覆われた金ナノロッドをナノギャップ金2量体構造のナノギャップ領域に配置して近接場相互作用を誘起することにより(図1(a))、不完全な四重極子共鳴が励起され、位相緩和時間が3倍程度長寿命化することを明らかにした。また、図1(b)に示すように、クリスタルバイオレット分子のSERS強度が単純なナノギャップ金2量体構造よりも2~3倍増強することを実験的に明らかにした。解析結果から、共鳴波長は同じだがサイズが全く異なるナノギャ

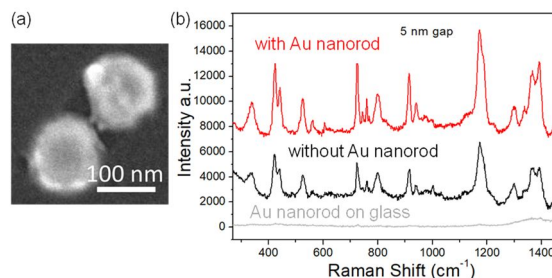


図1 (a) ナノギャップにおいて金ナノロッドを配置したナノギャップ金2量体構造の電子顕微鏡像、(b) 金ナノロッドの有無によるクリスタルバイオレット分子のSERSスペクトルの違い

アップ金 2 量体構造と金ナノロッドが電磁的に相互作用することにより準ダークプラズモン共鳴が誘起され、若干の光散乱の抑制とそれに伴うプラズモンの長寿命化に基づいて SERS 強度が増大することを明らかにした。

プラズモンの長寿命化は、金や銀のナノ構造体周期構造においても顕著に観測された。ガラス基板の上に種々の構造周期（ピッチサイズ）のナノギャップ金 2 量体周期構造を作製し、位相緩和時間を金の 2 光子発光を用いた自己相関波形を測定することにより求めた。なお、発光強度は非線形成分を有しているため、一次の電場成分に変換して表示している。ピッチサイズ 500 nm の構造は、700 nm に比べて自己

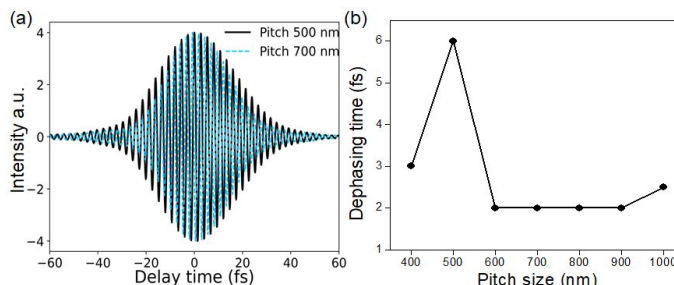


図 2 (a) ピッチサイズ 500 nm、および 700 nm で作製したナノギャップ金 2 量体構造の自己相関波形、(b) 位相緩和時間のピッチサイズ依存性

相関波形が明確にブロードニングしていることがわかった。レーザーパルス自己相関波形を用いてプラズモンの位相緩和と寿命を反映したコンボリューション解析により位相緩和時間を見積もったところ、図 2(b)に示すように、ピッチサイズ 500 nm と 1000 nm において位相緩和時間の長寿命化が観測された。FDTD 法による電磁場解析から、波長 800 nm にプラズモン共鳴を有する場合は、隣接する構造からの散乱光の位相がプラズモンの位相とコンストラクティブな干渉を示すために長寿命化すること、逆にピッチサイズ 700~800 nm ではディストラクティブな干渉を示して短寿命化することが明らかになった。重要な点は、位相緩和時間の長寿命化が、光電場増強に密接に関係していることを系統的に明らかにすることができた点である。近接場励起スペクトルを測定して、長寿命な構造で金 2 光子励起発光の強度が顕著に増大することを明らかにした。

同様の構造で銀ナノロッド周期構造体を作製してメロシアンinのフォトクロミック反応を行ったところ、異方性形状を持つ銀ナノロッドプラズモンの横モードとメロシアンinの吸収スペクトルの裾が重なった条件で顕著に光反応速度が加速することが明らかになった。特筆すべきは、銀ナノブロック周期構造を作製して、プラズモン共鳴とメロシアンinの吸収帯を完全に重ねたところ、強結合に由来する消光スペクトルの分裂が観測された。分裂したピークエネルギーをプラズモン共鳴波数に対してプロットしたところ、強結合に特有の反交差な振る舞いを示した。そこで、メロシアンinのフォトクロミック反応を誘起したところ、上枝ポラリトンと下枝ポラリトンを励起しても、強結合条件では反応速度が低下することが明らかになった。

同様のスペクトルの分裂をテトラフェニルポルフィリンスルホン酸塩の J 会合体 (TPPS-J) と金ナノブロック周期構造の系で再現した (図 3(a))。近接場励起スペクトルを測定したところ、スペクトルは 2 つのピークに分裂し、分散曲線は反交差な振る舞いを示した。つまり、実吸収に相当する近接場励起スペクトルにおいて 2 つのハイブリッド準位が形成されていることが明らかになった (図 3(b) 上段)。興味深い点は、発光スペクトルを測定したところ (図 3(b) 下段)、上枝ポラリトンと下枝ポラリトンの

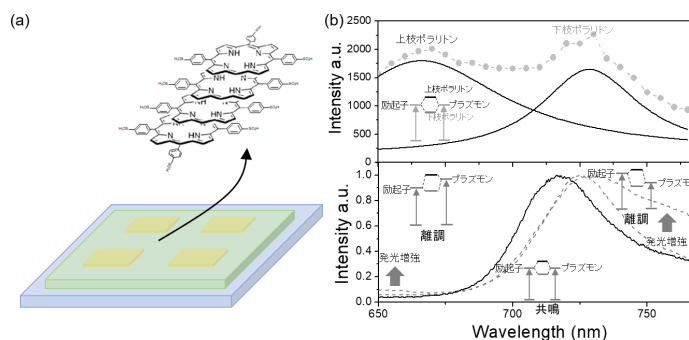


図 3 (a) ポルフィリンスルホン酸塩 J 会合体 - プラズモンハイブリッド構造略図、(b) 近接場励起スペクトル (上段 図中実線はスペクトル分離解析)、J 会合体の発光スペクトル (下段 実線) とハイブリッド構造 (離調 - 共鳴 - 離調) 上の発光スペクトル (下段 破線)

波長付近で発光強度の増大が観測された点である。これは、ハイブリッド準位で光電場増強が誘起され、Purcell 効果により自然放出レートが増大して発光増強が誘起されたものを考えられる。

そこで、クエン酸で覆われた金ナノ粒子にメロシアンin分子を吸着させ、プラズモンとメロシアンinの吸収スペクトルを重ねた条件において、2.5 倍程度の発光増強と 2 倍強の反応速度の低下が観測された。過渡吸収スペクトルを測定したところ、基底状態ブリーチングの回復が 8.7 ps から 4.4 ps と加速していることがわかり、Purcell 効果によって輻射レートが増大することで、スピロピランへの転換反応の収率が減少したことが明らかとなった。

一次元フォトニック結晶上にナノギャップ金 2 量体構造を作製して、位相緩和時間、近接場スペクトル、クリスタルバイオレットの SERS 特性を検討したところ、垂直方向の遠方場カップリングにより位相緩和時間の長寿命化、フォトニックバンド端における光電場増強、および SERS の更なる増強を明らかにした。以上の結果から、結合系プラズモニックナノ構造の位相緩和時間を制御することにより、SERS 強度や光反応効率を自在に変調できることを明らかにした。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計20件（うち査読付論文 19件 / うち国際共著 10件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Allison Giles, Sana Amrita Kumar, Ogawa Yuta, Kato Hidemi, Ueno Kosei, Misawa Hiroaki, Hayashi Koki, Suzuki Hironori	4. 巻 12
2. 論文標題 A Fabry-Perot cavity coupled surface plasmon photodiode for electrical biomolecular sensing	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 6483-1 ~ 7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-021-26652-7	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 Ueda Yusuke, Masuda Yusuke, Iwai Tomohiro, Imaeda Keisuke, Takeuchi Hiroki, Ueno Kosei, Gao Min, Hasegawa Jun-ya, Sawamura Masaya	4. 巻 144
2. 論文標題 Photoinduced Copper-Catalyzed Asymmetric Acylation of Allylic Phosphates with Acylsilanes	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 2218 ~ 2224
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.1c11526	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 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 Li Yaolong, Sun Quan, Zu Shuai, Shi Xu, Liu Yunquan, Hu Xiaoyong, Ueno Kosei, Gong Qihuang, Misawa Hiroaki	4. 巻 124
2. 論文標題 Correlation between Near-Field Enhancement and Dephasing Time in Plasmonic Dimers	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 163901-1 ~ 6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.124.163901	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 Shi Xu, Li Xiaowei, Toda Takahiro, Oshikiri Tomoya, Ueno Kosei, Suzuki Kentaro, Murakoshi Kei, Misawa Hiroaki	4. 巻 3
2. 論文標題 Interfacial Structure-Modulated Plasmon-Induced Water Oxidation on Strontium Titanate	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Applied Energy Materials	6. 最初と最後の頁 5675 ~ 5683
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsaem.0c00648	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 Kimura Mari, Yoshida Masaki, Fujii Sho, Miura Atsushi, Ueno Kosei, Shigeta Yasuhiro, Kobayashi Atsushi, Kato Masako	4. 巻 56
2. 論文標題 Liquid-liquid interface-promoted formation of a porous molecular crystal based on a luminescent platinum(II) complex	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 12989 ~ 12992
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0CC04164E	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 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 Wang Yaguang, Shi Xu, Oshikiri Tomoya, Zu Shuai, Ueno Kosei, Misawa Hiroaki	4. 巻 12
2. 論文標題 Plasmon-induced electron injection into the large negative potential conduction band of Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub> for coupling with water oxidation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nanoscale	6. 最初と最後の頁 22674 ~ 22679
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0NR06319C	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 Kim Yongjoon, Iwai Tomohiro, Fujii Sho, Ueno Kosei, Sawamura Masaya	4. 巻 27
2. 論文標題 Dumbbell Shaped 2,2' Bipyridines: Controlled Metal Monochelation and Application to Ni Catalyzed Cross Couplings	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 2289 ~ 2293
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202004053	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 Nakamura Keisuke, Oshikiri Tomoya, Ueno Kosei, Ohta Hiromichi, Misawa Hiroaki	4. 巻 50
2. 論文標題 Hot-carrier Separation Induced by the Electric Field of a p-n Junction between Titanium Dioxide and Nickel Oxide	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 374 ~ 377
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.200790	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 Kitajima Yuto, Sakamoto Hiyori, Ueno Kosei	4. 巻 13
2. 論文標題 Coupled plasmonic systems: controlling the plasmon dynamics and spectral modulations for molecular detection	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nanoscale	6. 最初と最後の頁 5187 ~ 5201
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0NR06681H	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 Sun Kai, Ueno Masato, Imaeda Keisuke, Ueno Kosei, Sawamura Masaya, Shimizu Yohei	4. 巻 11
2. 論文標題 Visible-Light-Driven $\alpha$ -Allylation of Carboxylic Acids	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACS Catalysis	6. 最初と最後の頁 9722 ~ 9728
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acscatal.1c02558	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, Oshikiri Tomoya, Ueno Kosei, Sunaba Yuji, Sasaki Keiji, Misawa Hiroaki	4. 巻 125
2. 論文標題 Highly Sensitive and Spatially Homogeneous Surface-Enhanced Raman Scattering Substrate under Plasmon-Nanocavity Coupling	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry C	6. 最初と最後の頁 19880 ~ 19886
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.1c05788	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 Ueno Kosei	4. 巻 -
2. 論文標題 Modulations of Electronic States in Plasmonic Strong Coupling Systems and Their Application to Photochemical Reaction Fields	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Photosynthetic Responses in Molecules and Molecular Aggregates	6. 最初と最後の頁 135 ~ 146
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-15-5451-3_8	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 -

1. 著者名 Cao Yanfeng, Oshikiri Tomoya, Shi Xu, Ueno Kosei, Li Jie, Misawa Hiroaki	4. 巻 5
2. 論文標題 Efficient Hot-Electron Transfer under Modal Strong Coupling Conditions with Sacrificial Electron Donors	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ChemNanoMat	6. 最初と最後の頁 1008 ~ 1014
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cnma.201900178	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 Lee Kuang-Li, You Meng-Lin, Shi Xu, Li Yi-Ru, Ueno Kosei, Misawa Hiroaki, Wei Pei-Kuen	4. 巻 16
2. 論文標題 Injection compression molding of transmission-type Fano resonance biochips for multiplex sensing applications	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Materials Today	6. 最初と最後の頁 72 ~ 82
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apmt.2019.05.003	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 Oshikiri Tomoya, Ueno Kosei, Misawa Hiroaki	4. 巻 21
2. 論文標題 Ammonia photosynthesis via an association pathway using a plasmonic photoanode and a zirconium cathode	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Green Chemistry	6. 最初と最後の頁 4443 ~ 4448
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9GC01658A	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 Oshikiri Tomoya, Sawayanagi Hiroki, Nakamura Keisuke, Ueno Kosei, Katase Takayoshi, Ohta Hiromichi, Misawa Hiroaki	4. 巻 152
2. 論文標題 Arbitrary control of the diffusion potential between a plasmonic metal and a semiconductor by an angstrom-thick interface dipole layer	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of Chemical Physics	6. 最初と最後の頁 034705-1 ~ 8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5134900	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 Zhang Xiao-Yan, Li Zhe-Yu, Ueno Kosei, Misawa Hiroaki, Ren Nan-Qi, Sun Kai	4. 巻 11
2. 論文標題 On-chip MIC by combining concentration gradient generator and flanged chamber arrays	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Micromachines	6. 最初と最後の頁 207-1 ~ 207-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/mi11020207	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 Shibata Kizuku, Fujii Sho, Sun Quan, Miura Atsushi, Ueno Kosei	4. 巻 152
2. 論文標題 Further enhancement of the near-field on Au nanogap dimers using quasi-dark plasmon modes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of Chemical Physics	6. 最初と最後の頁 104706-4 ~ 10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5142569	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 -



[学会発表] 計58件(うち招待講演 17件/うち国際学会 26件)

1. 発表者名 Ueno Kosei
2. 発表標題 Spectral properties of nano-engineered coupled plasmonic structures and its application to molecular detections
3. 学会等名 The 5th A3 Metamaterial Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ueno Kosei, Miyazaki Rin, Imaeda Keisuke
2. 発表標題 Presentation title: Control of near-field enhancements by coupled nano-engineered metallic particles
3. 学会等名 OSK-OSA-OSJ Joint Symposia on Optics 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ueno Kosei
2. 発表標題 Control of surface-enhanced Raman scattering signals by quasi-dark plasmon modes and infrared Purcell effects
3. 学会等名 The 21st IEEE International Conference on Nanotechnology (IEEE Nano 2021) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Miyazaki Rin, Imaeda Keisuke, Ueno Kosei
2. 発表標題 Optical characteristics of Au nanogap dimers on one-dimensional photonic crystals
3. 学会等名 International Conference on Photochemistry (ICP 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ueno Kosei、Miyazaki Rin、Sakamoto Hiyori、Imaeda Keisuke
2. 発表標題 Control of fluorescence and Raman scattering signals by visible and infrared plasmons
3. 学会等名 International Conference on Photochemistry (ICP 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮崎 凜、今枝佳祐、上野貢生
2. 発表標題 プラズモン - 光学モード相互作用による近接場増強効果
3. 学会等名 2021年光化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yue Junfeng、Imaeda Keisuke、Ueno Kosei
2. 発表標題 Plasmon-enhanced near-fields controlled by the far-field coupling
3. 学会等名 2021年光化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Xu Yinhao、Imaeda Keisuke、Ueno Kosei
2. 発表標題 Plasmon-induced photochromic reactions under resonance conditions
3. 学会等名 2021年光化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 武内浩輝、高橋 彩、今枝佳祐、上野貢生
2. 発表標題 結合性プラズモニック構造における近接場スペクトル特性
3. 学会等名 2021年光化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 福本雄真、許 殷豪、高橋佑輔、今枝佳祐、上野貢生
2. 発表標題 制御された金属ナノ構造を用いたプラズモン誘起光反応計測
3. 学会等名 日本分析化学会第70年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮崎 凜、今枝佳祐、上野貢生
2. 発表標題 結合系プラズモニックナノ構造による表面増強ラマン散乱分光特性
3. 学会等名 日本分析化学会第70年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ueno Kosei, Kitajima Yuto, Sakamoto Hiyori, Imaeda Keisuke
2. 発表標題 Control of fluorescence and Raman enhancement by near-field effects of visible and infrared plasmons
3. 学会等名 The 2021 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Imaeda Keisuke, Yue Junfeng, Miyazaki Rin, Sakamoto Hiyori, Takeuchi Hiroki, Kosei Ueno
2. 発表標題 Near-field spectral and temporal characteristics of coupled plasmonic systems
3. 学会等名 The 2021 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kitajima Yuto, Imaeda Keisuke, Ueno Kosei
2. 発表標題 Coupling with infrared plasmonic structures for controlling surface-enhanced Raman scattering
3. 学会等名 The 2021 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shikama Yuto, Imaeda Keisuke, Ueno Kosei
2. 発表標題 Interaction between plasmonic cavities and molecular vibrational modes revealed by static and dynamic optical measurements
3. 学会等名 The 2021 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Miyazaki Rin, Imaeda Keisuke, Ueno Kosei
2. 発表標題 Further enhancement of surface-enhanced Raman scattering signals by modal strong coupling between plasmon and photonic crystals
3. 学会等名 The 2021 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 武内浩輝、岳 俊峰、今枝佳祐、上野貢生
2. 発表標題 励起子 - プラズモン強結合系の近接場分光特性
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会(2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岳 俊峰、武内浩輝、今枝佳祐
2. 発表標題 周期配列ナノ構造によるプラズモン増強近接場の制御
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会(2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 北島雄人、志釜優斗、今枝佳祐、上野貢生
2. 発表標題 赤外Purcell効果による蛍光分子の発光制御
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会(2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 北島 雄人、上野 貢生
2. 発表標題 赤外プラズモン増強場における蛍光・ラマン散乱分光特性
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 上野 貢生
2. 発表標題 可視・赤外 プラズモンによる蛍光やラマン散乱信号の制御
3. 学会等名 第18回プラズモニク化学（オンライン）シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 上野 貢生
2. 発表標題 光を蓄えるプラズモンナノ材料の化学
3. 学会等名 徳島大学ポストLEDフォトンクス研究所研究会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 上野 貢生
2. 発表標題 金属ナノ構造による光の貯蔵と表面化学反応
3. 学会等名 表面真空学会東北・北海道支部市民講座（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ueno Kosei
2. 発表標題 Spectral properties of nano-engineered coupled plasmonic structures and its application to molecular detections
3. 学会等名 The 5th A3 Metamaterial Symposium（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ueno Kosei
2. 発表標題 Control of near-field enhancements by coupled nano-engineered metallic particles
3. 学会等名 OSK-OSA-OSJ Joint Symposia on Optics 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Miyazaki Rin、Imaeda Keisuke、Ueno Kosei
2. 発表標題 Optical characteristics of Au nanogap dimers on one-dimensional photonic crystals
3. 学会等名 International Conference on Photochemistry - 30th Edition (ICP 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ueno Kosei、Miyazaki Rin、Sakamoto Hiyori、Imaeda Keisuke
2. 発表標題 Control of fluorescence and Raman scattering signals by visible and infrared plasmons
3. 学会等名 International Conference on Photochemistry - 30th Edition (ICP 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ueno Kosei
2. 発表標題 Control of surface-enhanced Raman scattering signals by quasi-dark plasmon modes and infrared Purcell effects
3. 学会等名 The 21st IEEE International Conference on Nanotechnology (IEEE Nano 2021) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 宮崎 凜、今枝 佳祐、上野 貢生
2. 発表標題 プラズモン - 光学モード相互作用による近接場増強効果
3. 学会等名 2021年光化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yue Junfeng、Imaeda Keisuke、Ueno Kosei
2. 発表標題 Plasmon-enhanced near-fields controlled by the far-field coupling
3. 学会等名 2021年光化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Xu Yinhao、Imaeda Keisuke、Ueno Kosei
2. 発表標題 Plasmon-induced photochromic reactions under resonance conditions
3. 学会等名 2021年光化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 武内 浩輝、高橋 彩、今枝 佳祐、上野 貢生
2. 発表標題 結合性プラズモニック構造における近接場スペクトル特性
3. 学会等名 2021年光化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Guan Yutong、Imaeda Keisuke、Ueno Kosei
2. 発表標題 Plasmon-induced optical force with coupled nano-engineered metallic particles
3. 学会等名 2021年光化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 坂本 ひより、遠藤 尚彦、今枝 佳祐、宮田 耕充
2. 発表標題 Au/WSe <sub>2</sub> 結合系ナノ構造の発光特性
3. 学会等名 日本分析化学会第70年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 福本 雄真、許 殷豪、高橋 佑輔、今枝 佳祐、上野 貢生
2. 発表標題 制御された金属ナノ構造を用いたプラズモン誘起光反応計測
3. 学会等名 日本分析化学会第70年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮崎 凜、今枝 佳祐、上野 貢生
2. 発表標題 結合系プラズモニックナノ構造による表面増強ラマン散乱分光特性
3. 学会等名 日本分析化学会第70年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 北島 雄人、今枝 佳祐、上野 貢生
2. 発表標題 赤外プラズモン構造を用いた蛍光・ラマン散乱信号の制御
3. 学会等名 日本分析化学会第70年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ueno Kosei
2. 発表標題 Photochemical properties of organic dye molecules under vibrational strong coupling regimes
3. 学会等名 The 10th International Conference on Metamaterials, Photonic Crystals and Plasmonics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Oikawa Shunpei, Minamimoto Hiro, Sun Quan, Ueno Kosei, Misawa Hiroaki, Murakoshi Kei
2. 発表標題 Spectroscopic evaluation of ultimate confined light energy field prepared by electrochemical method
3. 学会等名 The 29th International Conference on Photochemistry (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Onishi Azusa, Zu Shuai, Shi Xu, Sun, Quan, Oshikiri Tomoya, Ueno Kosei, Misawa Hiroaki
2. 発表標題 Emission properties of fluorescent molecules under the condition of modal strong coupling between localized surface plasmon
3. 学会等名 The 29th International Conference on Photochemistry (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Suganami Yoshiki, Oshikiri Tomoya, Shi Xu, Sun Quan, Ueno Kosei, Misawa Hiroaki
2. 発表標題 Optical properties of plasmonic nanoparticles composed of Au/Ag nanocomposite coupled with Fabry-Perot nanocavity
3. 学会等名 The 29th International Conference on Photochemistry (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Liu Yen-En, Shi Xu, Sun Quan, Oshikiri Tomoya, Ueno Kosei, Misawa Hiroaki
2. 発表標題 Manipulation of modal strong coupling between localized surface plasmon and Fabry-Perot nanocavity modes
3. 学会等名 The 29th International Conference on Photochemistry (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ueno Kosei, Tatsumi Ryota, Sun Quan, Oshikiri Tomoya, Misawa Hiroaki
2. 発表標題 Optical trapping of polymer nanoparticles by quadrupole plasmon resonance
3. 学会等名 SPIE Optics + Photonics 2020 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ueno Kosei
2. 発表標題 Infrared plasmonic nanoantennae: vibrational strong coupling and optical trapping
3. 学会等名 The International Workshop on Ultrafast Micro/Nano Photonics and Photochemistry (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ueno Kosei
2. 発表標題 Plasmon-enhanced photochemistry; nanoprocessing and energy conversion
3. 学会等名 The 10th International Symposium of Advanced Energy Science (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 上野貢生
2. 発表標題 プラズモン誘起オプティカルトラッピングを利用した赤外光検出デバイス
3. 学会等名 2019年光化学討論会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 上野貢生
2. 発表標題 制御されたナノ構造体の光物性と分析化学への応用
3. 学会等名 日本分析化学会第68年会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 巽 亮太, 押切友也, 三澤弘明, 上野貢生
2. 発表標題 蛍光相関分光法によるプラズモンオプティカルトラッピングの評価
3. 学会等名 第9回CSJ化学フェスタ2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 柴田 築, 藤井 翔, 三浦篤志, 上野貢生
2. 発表標題 金ナノロッド/分子/金ナノロッド構造の分光特性と分析チップの創製
3. 学会等名 第9回CSJ化学フェスタ2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 北島雄人, 藤井 翔, 三浦篤志, 上野貢生
2. 発表標題 振動モード強結合下における制御されたナノカーボン材料の分光特性
3. 学会等名 第9回CSJ化学フェスタ2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ueno Kosei
2. 発表標題 Modulations of electronic states in plasmonic strong coupling systems and their application to photochemical reaction fields
3. 学会等名 Final International Symposium on Photosynergetics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ya-Chiao Lee, Huang Chih-Hao, Kudo Tetsuhiro, Shi Xu, Ueno Kosei, Misawa Hiroaki, Masuhara Hiroshi
2. 発表標題 Laser trapping and swarming of gold nanoparticles with gold nanodisks patterned on the glass substrate
3. 学会等名 The International Symposium on Plasmonics and Nanophotonics 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ueno Kosei
2. 発表標題 Plasmon-induced optical force using nano-engineered metallic particles and its application to optical sensors
3. 学会等名 The International Symposium on Plasmonics and Nanophotonics 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ueno Kosei
2. 発表標題 Development of highly-sensitive surface-enhanced Raman scattering chips by using dark plasmon modes
3. 学会等名 The 15th Nanjing University- Hokkaido University-NIMS Joint Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西村尚, 藤井 翔, 孫 泉, 三浦篤志, 上野貢生
2. 発表標題 金ナノロッドに担持したポルフィリンJ会合体の分光特性
3. 学会等名 化学系学協会北海道支部2020年冬季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 北島雄人, 藤井 翔, 孫 泉, 三浦篤志, 上野貢生
2. 発表標題 分子振動-光学モード結合による振動スペクトルの変調を利用した分光分析システム
3. 学会等名 化学系学協会北海道支部2020年冬季研究発表会
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 上野貢生
2. 発表標題 準ダークブラズモン共鳴モードを利用した表面増強ラマン散乱分光
3. 学会等名 2019年度 日本分光学会北海道支部シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 柴田 築, 藤井 翔, 孫 泉, 三浦篤志, 上野貢生
2. 発表標題 準ダークブラズモンモードを用いた高感度表面増強ラマン散乱分析
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会2020
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

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

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関