

令和 3 年 6 月 15 日現在

機関番号：24506

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17H02755

研究課題名(和文)細胞内情報伝達の仕組みを究明する統合ナノマイクロシステムの創製

研究課題名(英文) Study on an integrated nano/micro system for investigating intercellular communication

研究代表者

山口 明啓 (Yamaguchi, Akinobu)

兵庫県立大学・高度産業科学技術研究所・准教授

研究者番号：70423035

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,000,000円

研究成果の概要(和文)：細胞内外でどのような情報伝達が行われているかを定量的に制御するために、理想的な実験環境を提供する統合ナノマイクロシステムに必要な要素及び機構についての研究開発を実施した。期待した通りの機構を創出することにある程度成功した。まず、構造体となるPTFEやPMMAを高アスペクト比で高精度に微細加工し、マイクロ流路システムを構築できることを示した。また、層流混合を迅速に行い、混合度の経時変化を定量的に評価する方法を提案して実施することができた。表面増強ラマン散乱による生体イメージングやナノ磁性体を用いた磁気センターの高感度化等にも成功し、生物モデルの分子イメージング等にも成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究によって、命題を解くための理想的な実験環境を提供できるようになった。特に、化学反応や生命現象において、定量的な操作やその反応応答をリアルタイムで計測することが、その機構究明には必要不可欠であると考えられる。本研究で実現した分子イメージング機構とそれを実装したシステムは、化学反応過程や生命現象モニタリングを実施できるので、生命現象に関する科学的なアプローチの幅を広げ、創薬等への展開も期待できる。また、コンビナトリアル化学合成システムへの展開も期待でき、自動的に新しい材料探索を行う系へ発展することで、脱炭素化社会の実現に向けた材料科学への新しい一歩を提供できる可能性も示唆される。

研究成果の概要(英文)：In order to quantitatively control what kind of information is transmitted inside and outside the cell, we conducted research and development on the elements and mechanisms necessary for an integrated nanomicrosystem that provides an ideal experimental environment. We have succeeded to some extent in creating the mechanism as expected. First, it was shown that a microchannel system can be constructed by microfabrication of PTFE and PMMA, which are structures, with high aspect ratio and high accuracy. In addition, we were able to propose and implement a method for rapidly performing laminar flow mixing and quantitatively evaluating changes in the degree of mixing over time. We have also succeeded in bioimaging by surface-enhanced Raman scattering and increasing the sensitivity of magnetic centers using nanomagnetic materials, and also succeeded in molecular imaging of biological models.

研究分野：ナノマイクロシステム

キーワード：ナノマイクロシステム 表面増強ラマン散乱 分子イメージング 放射光光励起反応 放射光分析 ナノ磁性体 ヘテロ界面 マイクロ化学システム

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

細胞内のオートファジーや分化誘導等に NO や CO といった物質の関与が示唆されている。細胞への制御された刺激を与え、その細胞応答を分子レベルで検出しイメージングを行える機構が広く一般的に利用できるようになれば、生命現象の理解は進み、癌や遺伝性疾患等の難治性疾患の原因が特定できるだけでなく、根治を可能とする創薬開発が実現できる。また、この機構は迅速診断を必要とする感染症検査にも応用できる。申請者らは、世界で初めてテフロンを構造体とした Lab-on-a-chip を実現し、高次ナノ構造体による選択的分子センシングならびに液体・粉体の同時輸送とナノ磁性体中の磁気センシングを実現してきた。これらの要素技術を統合することで、リアルタイムで単位化学操作を行いつつ、細胞内の NO 等の分子イメージングを行う統合ナノマイクロシステムを創製することができれば、様々な生命現象を制御してリアルタイムに関連する分子挙動を検出することができるのではないだろうか？

例えば、良く知られている現象としては、次のような例がある。脳の血流が低下すると神経細胞から一酸化窒素(NO)が算出され、神経細胞死を起し、脳梗塞等につながると考えられている。東京大学のグループでは、NO がカルシウムイオン(Ca²⁺)を神経細胞内で動員することを発見し、この機構によって神経細胞死が誘発されることを示した。(EMBO J. 2013) 一方、一酸化炭素(CO)は脳循環に関連する細胞内伝達物質として重要で、テネシー大学のグループでは、大脳皮質において、グルタミン酸塩が CO 生成に関連していることを明らかにした。(AJP-Hearth Circ. Physic. 2003) 神経細胞では、興奮性と抑制性の刺激があり、Ca チャンネルとグルタミン酸刺激が関わっている。すなわち、NO と CO の細胞内分布を調べることは、細胞内外でどのような情報伝達が行われているのかを直接解明することになる。

我々は、ナノ・マイクロシステムを構築することで、理想的な実験系を創製し、理論と実験を整合させて物理機構の究明を行ってきた。例えば、Fig. 1 に示すように、電流による磁化反転を実現したり (Phy. Rev. Lett.等)、マイクロ波を磁性体で整流することで検波素子として利用してきた (Appl. Phys. Lett.等)。整流作用は非常に強力な検出システムを構築できることから、磁性体内部での磁気ダイナミクス等の検出へ応用し、その物理機構の究明だけではなく、デバイスへの応用を検討してきた (Phys. Rev. B 等)。申請者は微細加工の技術を用いて、最近では、マイクロ流体デバイスに展開し、単位化学操作による細胞培養や医療用免疫抗体化学チップの創製を行っている。一例として、Fig. 2 には、微細加工が非常に困難であるが、薬物耐性があるテフロンで構成したアミノ酸分析チップの例を示す (Appl. Phys. Lett.)。さらに、ナノ構造が副次構造を有する高次ナノ構造体を創製し、プラズモニクスを利用した高感度分子センシングデバイスを実現した (RSC Adv.や Sensor&Actuator B 等)。

上述したナノ・マイクロシステムは、現在は Lab-on-a-chip や μ TAS と呼ばれ、特に環境分析やポイント・オブ・ケア検査等への応用を目指して、国内外で研究開発が進められている。我々のグループでは、さらにナノ・マイクロシステムを発展させることで、物理・化学的現象を究明した実験システムのように、生命システムそのものを系統的かつ定量的に機能解明するナノ・マイクロシステムへ昇華することで、細胞内情報伝達機構 (特に NO と CO に関係する現象) の理解と制御、オートファジーや細胞分化の電気・光・分子刺激による制御システムへと発展させる着想に至った。

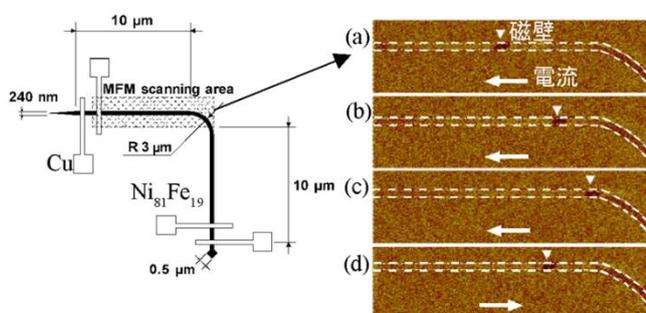


Fig. 1 人工ナノ磁性体中に閉じ込めた単一磁壁 (磁区境界) のパルス電流による駆動実験. (Phys. Rev. Lett. 92, 077205 (2004)).

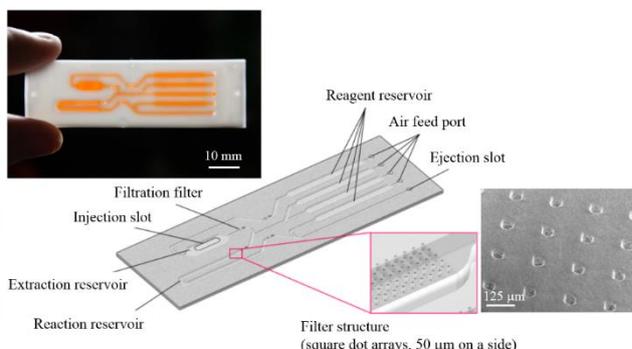


Fig. 2 テフロン (PTFE) を構造材としたアミノ酸分析チップの創製. 50 μ m 角フィルター構造を付与. (Appl. Phys. Lett. 108, 051610 (2016)).

2. 研究の目的

本研究では、生命システムの統合的な理解を深めるために、細胞内外の情報伝達物質輸送、電気信号伝達とエネルギー輸送の機構をマイクロ化学チップという理想的な実験系に細胞を培養することで、すべての情報を制御して応答を計測する網羅的な研究システムを構築することを目的とする。以下にその具体的な内容を示す。

- 1) 統合ナノ・マイクロシステムに必要なマイクロ流体デバイスの設計及び構築を行う。
 - 1-1) X線選択熱化学エッチングによる PTFE チップの創製
 - 1-2) PTFE チップの基板・電極への接合と電鍍
 - 1-3) ポンプ機能ならびに粉体輸送機能を有する圧電体基板を用いたシステムとの融合
- 2) 微小信号を検出するための素子開発
 - 2-1) 高次ナノ構造体を用いた選択的分子検出ならびにイメージング機構の創製
 - 2-2) 微小磁性体を用いたナノ・マイクロ核磁気共鳴素子の創製
- 3) 統合ナノ・マイクロシステムを用いた基本的操作および細胞実験の構築
 - 3-1) 単位化学操作による分子濃度、薬剤投与タイミング、投入位置等の正確な制御
 - 3-2) 誘電泳動による細胞の播種と培養技術の創製
 - 3-3) 高次ナノ構造体プラズモニクスによる蛍光増強イメージングの創製
- 4) 上記研究開発要素を統合ナノ・マイクロシステムへ組み込むことで、全体の系を自動的に制御・維持して生命機能の究明を行う。

以上の情報伝達とエネルギー輸送の両面から、生命システムそのものの統合的理解を行う研究分野を創製する。生命システムの理解を深めることで、細胞を自在に電気・光・物質で制御し、究極的にはオートファジー機構の制御ならびに分化誘導とエレクトロニクスとの融合を行うことを目的とする。

3. 研究の方法

テフロンやポリスチレン等、細胞培養に適した構造体で電極構造などを埋め込んだマイクロ流体デバイスを創製する。観察システムとの融合を図り、統合ナノマイクロシステムを構築する。分子センシングとイメージングを行うために、微小空間での磁気共鳴イメージング素子や NO 等特定分子検出用の機能性ナノ粒子等の要素技術の研究開発も並行して行う。特に、分子量の小さな NO や CO 等の細胞内外イメージングを行うために、機能性ナノ粒子の設計・創製と反応系の構築を行う。構築した反応系や分子センシング機構を用いて、ゼブラフィッシュや脳神経細胞ネットワークを対象とした外部刺激入力に対する分子イメージングをリアルタイムで行うことで生命システムの機能究明を行う。

4. 研究成果

今回の研究目標に関する要素についての研究成果を以下に記載する。最初に分子センシングを行うためのナノ粒子生成やナノ構造を形成するために、コロイドを用いる方法と放射光光化学反応及びマイクロ波加熱による方法を用いた。以下、それぞれについて、概略を記述する。

【コロイドによる方法】

金コロイドのボトムアッププロセスを制御することで表面増強ラマン散乱活性なナノセンサーを構築することに成功した。一つは、通常

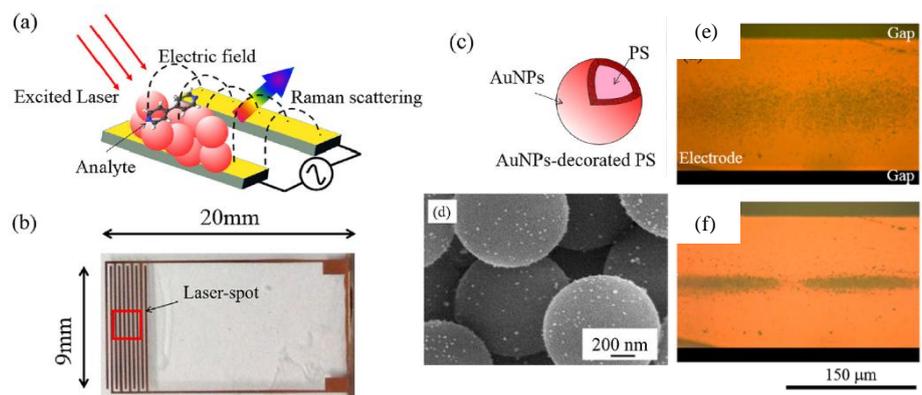


Fig. 3 (a) 電圧印加による粒子挙動制御機構を搭載し、表面増強ラマン散乱を測定できるシステム概念図。(b) システムに搭載する金電極の光学写真。(c) ポリスチレン粒子を金ナノ粒子で被覆したナノシェル構造体概念図。(d) 被覆率を小さくした場合のナノシェル構造体の SEM 観察像。(e) 電圧印加前の金電極付近の様子。(f) 電圧印加中における電極付近の様子。黒く見えるのが、ナノシェル構造体であり、電圧印加によって凝集がしていることが分かる。(Appl. Sur. Sci. 465 (2019) 405.)

はブラウン運動しているコロイド粒子に様々な手法でせん断場を印加することで、表面増強ラマン活性状態を維持した状態を形成することに成功した。このセンサーを用いることで、非常に高感度なラベルフリーな分子センシングを行う事ができることを確認した。さらに、ポリスチレン粒子に金ナノ粒子を被覆したナノシェル構造体については、デバイス内で誘電泳動と電気浸透流を利用して、Fig. 3 に示すように能動的に凝集・拡散を制御して、所望の場所でのラベルフリー分子センシングを行う事に成功した。

【放射光光励起反応による粒子・ナノ構造体生成】

放射光を液体に照射することで、ナノ粒子及び所望の領域にナノ構造を形成することに成功した。Fig. 4 に示すように、酢酸銅水溶液にアルコールを添加することで、マキビシ形状の粒子を放射光照射領域にのみ固着することができる。さらに、酢酸銅水溶液や硫酸銅水溶液等の pH を変えたり、アルコール濃度や直鎖アルコールの鎖長によって生成する粒子サイズが異なることを実験的に明らかにし、その化学反応機構を明らかにした。さらに、固液界面での核生成と粒子成長過程が放射光光励起反応において顕著に発現することを発見し、その機構に関する考察等も行った。このことによって、固液界面での化学反応機構の理解だけではなく、金属や酸化物などによる微小 3 次元造形などへの展開も図ることができ示した。

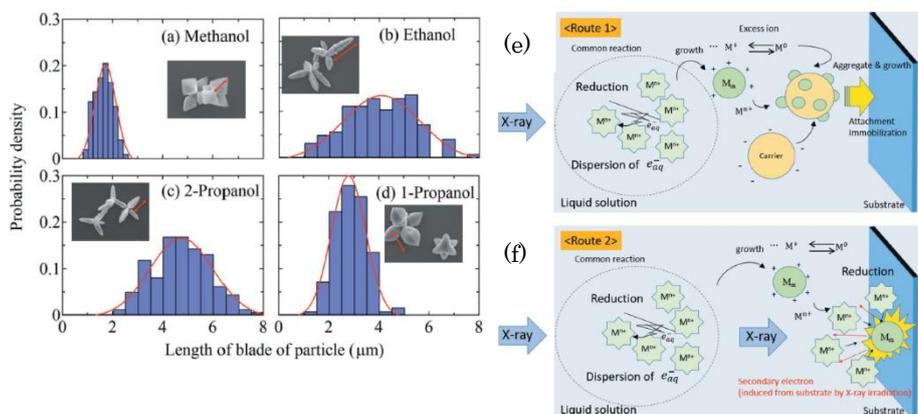


Fig. 4 放射光光励起化学反応による酢酸銅水溶液からの銅粒子生成実験における直鎖アルコール依存性. (a) メタノール (b) エタノール (c) 2-プロパノール (d) 1-プロパノールを添加したときに生成する粒子サイズ分布と粒子形状. 粒子生成・成長・凝集・固着に関する機構と過程に関する概念図: (e) 水溶液中で核生成が始まり、成長と凝集を経て浸漬した基板に堆積・固着する過程 (f) 水溶液に浸漬した基板からの2次電子発生励起による粒子生成・成長・凝集・固定化過程. (J. Synchrotron Rad. 27 (2020) 1008, 26 (2019) 1986, 24 (2017) 653 など)

【マイクロ波加熱チップを用いた合成】

ポスト壁導波路を用いて、塩化金酸ナトリウムから金ナノ粒子を生成することに成功した。通常の加熱によるコロイド生成と同様の金ナノ粒子が得られることが分かった。(IEEJ Trans. C 140 (2020) 471.)

その他、分子センシング方法について、表面増強ラマン散乱を基盤とした手法を確立して、マイクロ化学システムに実装可能とした。次に、マイクロ流体システム創製に関する研究開発要素として、テフロン等の加工やその他、高アスペクト比微細加工などによる成果について、以下に記載する。

【PTFE 加工に関する内容】

熱化学選択的エッチングを基に、加工条件を更に調査したところ、PTFE の切削と同時に再架橋過程もあることが分かった。これらを組み合わせると、ある条件で透明になることがわかった。すなわち、PTFE から FEP への変化を放射光照射によって励起できることが分かった。(J. Photopolymer Sci. Technol. 32 (2019) 249, J. Synchrotron Rad. 26 (2019) 528.等)

【高アスペクト比加工について】

PMMA 基板上に直接 X 線マスクを創製することで、これまで以上に制度の良い微細加工を実現した。この手法を用いることで、高精度の X 線コリメータやマイクロ化学システムの創製が可能になることが期待できることが分かった。(J. Photopolymer Sci. Technol. 印刷中)

【マイクロ化学システムの創成】

このようにマイクロ化学システムの形成が自在にできるようになったので、マイクロ化学システムその

ものの創製と評価も行った。マイクロ化学システムでは、レイノルズ数が小さくなることから、層流状態を形成することが容易である。単位化学操作には適しているが、化学反応を促進するための混合には適さない。そこで混合機構を創製し、その評価を行う必要がある。そこで、Lab-on-a-CDにおけるオイラー力を用いる混合方法と混合度を評価するための尺度を新しく導入した。2つの密度の異なる水溶液を混合して、その混合度についてエントロピーを用いて評価することで、Fig. 5のように混合度の経時変化を直接エントロピーという定量的な物理量で評価することに成功した。

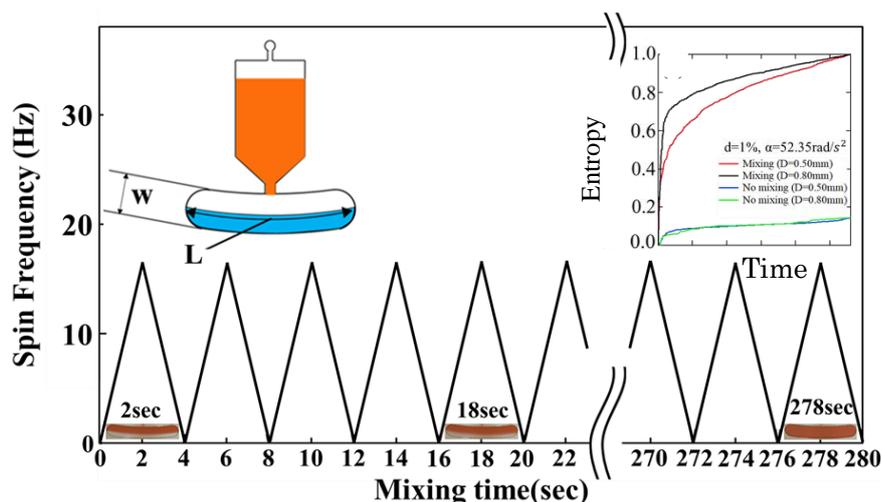


Fig. 5 2種類の溶液を混合するための混合機構. 円盤上に形成したチャンバーに2種類の溶液を封止して、加速減速の回転運動を行う事でオイラー力を発生し、混合を促進する. その際、混合度をエントロピーを用いて評価した結果が、挿入図になる. 完全に混合した状態のエントロピーで規格化して表示した.

【磁気センシング及びナノ磁性体の特性評価】

ナノ磁性体を用いた磁気センサー開発についても研究開発を進めた。特に着目したのは、強誘電体/強磁性体ヘテロ界面接合を創製することで、磁気と電場の両方の機能を有する材料や機能性デバイスである。ニオブ酸リチウム基板上に作製したニッケル細線に発現する一軸磁気異方性によって、磁区構造を制御できることが分かったので、縞状磁区構造を閉じ込めることで強磁性共鳴応答や磁化反転に伴う磁気応答が大きくなることが分かった。これらの機構を利用することによって、より高感度な磁気センサーへの展開が可能になることを分かった。(Nanomaterials 11 (2021) 1024, Jpn. J. Appl. Phys. 60 (2021) SBBC01等)

【ポンプ機能：圧電体素子】

送液や粉体輸送を担う機構として、圧電体素子の表面弾性波を用いる方法を採用して、送液及び粉体輸送を備えたマイクロ化学システムの創製を行った。また、粉体と溶液を混合する機構についても、表面弾性波を利用した機構で実現することに成功した。

【その他：放射光分析や生体試料などへの適用について】

その他、放射光を用いたイメージング等にも成功し、マイクロ化学システムと顕微ラマン分光及び顕微X線吸収蛍光分析などを行う事ができることを示した。ゼブラフィッシュの幼生について、餌の中にナノ粒子を混ぜて食べさせることで、予めナノ粒子中に仕組んでおいた分子のラマン信号について生体内部からの信号として検出して生体全体にわたってイメージングすることにも成功した。今後は、さらにマイクロ化学システムを進歩させて、細胞分化やエレクトロニクスとの融合について、分子レベルでのイメージングとリアルタイム操作を組み合わせた系を創製していきたいと考えている。

【まとめ】

以上のように、統合マイクロ化学システムの要素技術については、想定していた機能性をほとんど実現して搭載できることが分かった。さらに、生体モデル動物として、ゼブラフィッシュについてもナノビコンからの信号を検出してイメージングできることが分かった。簡易的ではあるが、統合ナノマイクロシステムの形成ができた。今後はさらに複雑な機構を搭載したり、観察したい対象に合わせてシステムを造り込む必要があると考えられる。今回、開発したそれぞれの手法や手段については、今後の研究開発に十分に展開していくことができるものとなった。さらに、研究開発を進めていきたいと考えている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計40件（うち査読付論文 40件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Yamaguchi Akinobu, Ohkochi Takuo, Oura Masaki, Yamada Keisuke, Saiki Tsunemasa, Suzuki Satoru, Utsumi Yuichi, Nakao Aiko	4. 巻 11
2. 論文標題 X-ray Photoemission Spectroscopy Study of Uniaxial Magnetic Anisotropy Induced in a Ni Layer Deposited on a LiNbO3 Substrate	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nanomaterials	6. 最初と最後の頁 1024 ~ 1024
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/nano11041024	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 Fujitani Kaito, Takeuchi Masaya, Haruyama Yuichi, Yamaguchi Akinobu, Utsumi Yuichi	4. 巻 11
2. 論文標題 Anisotropic pyrochemical dry etching of fluorinated ethylene propylene induced by pre-irradiation with synchrotron radiation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 AIP Advances	6. 最初と最後の頁 025104 ~ 025104
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/6.0000702	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 Elphick Kelvin, Yamaguchi Akinobu, Otsuki Akira, Hayagan Neil Lonio, Hirohata Atsufumi	4. 巻 14
2. 論文標題 Non-Destructive Imaging on Synthesised Nanoparticles	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Materials	6. 最初と最後の頁 613 ~ 613
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ma14030613	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 Nakamura Ryo, Saegusa Shunya, Akamatsu Naoya, Yamada Keisuke, Ogasawara Takeshi, Oura Masaki, Ohkochi Takuo, Yamaguchi Akinobu	4. 巻 60
2. 論文標題 Direct observation of a magnetic domain change in Ni wire and film on a LiNbO3 substrate using X-ray magnetic circular dichroic photoemission electron microscopy	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 SBBC01 ~ SBBC01
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/abdce	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 Abe Takaaki, Okamoto Shunya, Taniguchi Akinobu, Fukui Michiyasu, Yamaguchi Akinobu, Utsumi Yuichi, Ukita Yoshiaki	4. 巻 12
2. 論文標題 A lab in a bento box: an autonomous centrifugal microfluidic system for an enzyme-linked immunosorbent assay	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Analytical Methods	6. 最初と最後の頁 4858 ~ 4866
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0AY01459A	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 Kumar Samir, Fukuoka Takao, Takahashi Ryo, Yoshida Mitsuhiro, Utsumi Yuchi, Yamaguchi Akinobu, Namura Kyoko, Suzuki Motofumi	4. 巻 286
2. 論文標題 Highly stable and reproducible Au nanorod arrays for near-infrared optofluidic SERS sensor	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Materials Letters	6. 最初と最後の頁 129106 ~ 129106
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.matlet.2020.129106	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 Ishihara Tomoko, Ohkochi Takuo, Yamaguchi Akinobu, Kotani Yoshinori, Oura Masaki	4. 巻 15
2. 論文標題 Visualization of elemental distributions and local analysis of element-specific chemical states of an Arachnoidiscus sp. frustule using soft X-ray spectromicroscopy	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0243874
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0243874	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 Oura Masaki, Ishihara Tomoko, Yamaguchi Akinobu	4. 巻 59
2. 論文標題 Application of microprobe soft X-ray fluorescence and absorption spectroscopic analyses to characterize the buried multi-layered micro-structure	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 060902 ~ 060902
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/ab9461	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 Suzuki Satoru, Haruyama Yuichi, Yamaguchi Akinobu, Yamamoto Tomoki, Yoshizumi Takuya, Fujii Ayaka, Nakashima Seiji, Fuchiwaki Yakumo, Fujisawa Hironori, Ohkochi Takuo, Ishihara Mari, Sumida Hirotsuke	4. 巻 128
2. 論文標題 X-ray absorption and photoemission spectroscopy of bulk insulating materials using graphene	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 015304 ~ 015304
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0010715	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 Yamada Keisuke, Kogiso Kazuma, Shiota Yoichi, Yamamoto Mikiya, Yamaguchi Akinobu, Moriyama Takahiro, Ono Teruo, Shima Mutsuhiro	4. 巻 513
2. 論文標題 Dependence of Gilbert damping constant on microstructure in nanocrystalline YIG coatings prepared by co-precipitation and spin-coating on a Si substrate	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Magnetism and Magnetic Materials	6. 最初と最後の頁 167253 ~ 167253
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jmmm.2020.167253	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 Yamaguchi Akinobu, Nakamura Ryo, Saegusa Shunya, Akamatsu Naoya, Kim Kab-Jin, Lee Taekhyeon, Nakao Aiko, Ohkochi Takuo, Yamada Keisuke	4. 巻 59
2. 論文標題 Study on relatively large response of rectifying voltage in Ni wires fabricated on a LiNbO3 substrate	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 083001 ~ 083001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/aba794	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 Yamaguchi Akinobu, Sakurai Ikuya, Okada Ikuo, Izumi Hirokazu, Ishihara Mari, Fukuoka Takao, Suzuki Satoru, Utsumi Yuichi	4. 巻 27
2. 論文標題 Solid/liquid-interface-dependent synthesis and immobilization of copper-based particles nucleated by X-ray-radiolysis-induced photochemical reaction	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Synchrotron Radiation	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) 10.1107/S1600577520005184	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 Takeuchi Masaya, Fujitani Kaito, Saegusa Shunya, Ishimoto Atsushi, Yamaguchi Akinobu, Utsumi Yuichi	4. 巻 140
2. 論文標題 Mixing of Different Density Liquids by Euler-force on Lab-on-a-disc	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEJ Transactions on Electronics, Information and Systems	6. 最初と最後の頁 465 ~ 470
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejeiss.140.465	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 Takeuchi Masaya, Kishihara Mitsuyoshi, Fukuoka Takao, Yamaguchi Akinobu, Utsumi Yuichi	4. 巻 140
2. 論文標題 On Chip Synthesis of Au Nanoparticles by Microwave Heating	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEJ Transactions on Electronics, Information and Systems	6. 最初と最後の頁 471 ~ 475
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejeiss.140.471	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 Masaya Takeuchi, Hirokazu Izumi, Mari Ishihara, Toshiro Kobayashi, Akinobu Yamaguchi, and Yuichi Utsumi	4. 巻 32
2. 論文標題 Deposition of Polytetrafluoroethylene Film Assisted by Synchrotron Radiation Irradiation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Photopolymer Science and Technology	6. 最初と最後の頁 249 - 252
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2494/photopolymer.32.249	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 Masaya Takeuchi, Toshiro Kobayashi, Akinobu Yamaguchi, and Yuichi Utsumi	4. 巻 32
2. 論文標題 Modification of the Transmittance of Bulk Polytetrafluoroethylene via Synchrotron Radiation Irradiation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Photopolymer Science and Technology	6. 最初と最後の頁 253 - 256
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2494/photopolymer.32.253	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 Toshiro Kobayashi, Yuhei Yoshimasa, Masaya Takeuchi, Yuichi Utsumi, and Akinobu Yamaguchi	4. 巻 4
2. 論文標題 Improving the mixing performance of a 3D lab-on-a-chip device by using fluid dynamics simulation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Advanced Experimental Mechanics	6. 最初と最後の頁 55 - 60
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11395/aem.4.0_55	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 Akinobu Yamaguchi, Ikuo Okada, Ikuya Sakurai, Hirokazu Izumi, Mari Ishihara, Takao Fukuoka, Satoru Suzuki, Kelvin Elphick, Edward Jackson, Atsufumi Hirohata, and Yuichi Utsumi	4. 巻 26
2. 論文標題 Controllability of cupric particle synthesis by linear alcohol chain number as additive and pH control in cupric acetate solution using X-ray radiolysis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Synchrotron Radiation	6. 最初と最後の頁 1986 - 1955
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1107/S1600577519010543	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 Ryo Nakamura, Shunya Saegusa, Satoru Suzuki, Aiko Nakao, Yuichi Utsumi, Takuo Ohkochi, Masaki Oura, Yukako Takizawa, Tsunemasa Saiki, Taekhyeon Lee, Kab-Jin Kim, Keisuke Yamada, Takeshi Ogasawara, and Akinobu Yamaguchi	4. 巻 31
2. 論文標題 Magnetic Scattering in Ni Wires Fabricated on Ferroelectric LiNbO3 Substrate for Magnetic Sensor Applications	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Sensors and Materials	6. 最初と最後の頁 3007 - 3022
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/SAM.2019.2494	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 S. Saegusa, I. Sakurai, I. Okada, T. Fukuoka, S. Suzuki, Y. Utsumi, and A. Yamaguchi	4. 巻 12
2. 論文標題 X-ray radiolysis-based three dimensional additive manufacturing process	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Transactions of The Japan Institute of Electronics Packaging (TransJIEP)	6. 最初と最後の頁 E19-003-1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5104/jiepeng.12.E19-003-1	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 M. Takeuchi, A. Yamaguchi, and Y. Utsumi	4. 巻 14
2. 論文標題 Anisotropic pyrochemical etching of PTFE by Synchrotron radiation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 14th Annual IEEE International Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular Systems (IEEE-NEMS)	6. 最初と最後の頁 418 - 422
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/NEMS.2019.8915627	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 Akinobu Yamaguchi, Ikuya Sakurai, Ikuo Okada, Atsushi Yamaguchi, Mari Ishihara, Takao Fukuoka, Satoru Suzuki, and Yuichi Utsumi	4. 巻 14
2. 論文標題 Study on three dimensional additive manufacturing process using X-ray radiolysis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 14th Annual IEEE International Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular Systems (IEEE-NEMS)	6. 最初と最後の頁 139 - 142
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/NEMS.2019.8915620	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 A. Yamaguchi, M. Kishihara, T. Fukuoka, M. Takeuchi, and Y. Utsumi	4. 巻 23
2. 論文標題 On-chip Synthesis of An Nanoparticles by Microwave-induced Reaction in Microchannel Embedded in the Post-Wall Waveguide	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 23rd International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Science	6. 最初と最後の頁 544 - 545
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Akinobu Yamaguchi, Akiko Nakao, Takuo Ohkochi, Akira Yasui, Toyohiko Kinoshita, Yuichi Utsumi, Tsunemasa Saiki and Keisuke Yamada	4. 巻 8
2. 論文標題 Ferromagnetic resonance of Ni wires fabricated on ferroelectric LiNbO3 substrate for studying magnetic anisotropy induced by the heterojunction	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 AIP Advances	6. 最初と最後の頁 56411
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5007143	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 Akinobu Yamaguchi, Takuo Ohkochi, Akira Yasui, Toyohiko Kinoshita, and Keisuke Yamada	4. 巻 453
2. 論文標題 Heterojunction-induced magnetic anisotropy and magnetization reversal of Ni wires on LiNbO3 substrate	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Magnetism and Magnetic Materials	6. 最初と最後の頁 107-113
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jmmm.2018.01.020	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 山口明啓, 福岡隆夫, 内海裕一	4. 巻 138
2. 論文標題 環境分析や食品安全のための高次ナノ構造体を用いた微量分子検出システムの検討	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 電気学会誌E部門誌	6. 最初と最後の頁 191-197
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejsmas.138.191	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 Akinobu Yamaguchi, Takao Fukuoka, Yuichi Utsumi	4. 巻 101
2. 論文標題 Study on fabrication of molecular sensing system using higher-order nanostructure for environmental analysis and food safety	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Electron Comm. Jpn.	6. 最初と最後の頁 38-44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ecj.12114	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 Yu Nishie, Mitsuyoshi Kishihara, Akinobu Yamaguchi, Yuichi Utsumi	4. 巻 2
2. 論文標題 5.8 GHz (2.45 GHz) Microwave Applicator Using Post-Wall Waveguide	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Electromagnetic Wave Energy Applications	6. 最初と最後の頁 18-25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Akinobu Yamaguchi, Yuichi Utsumi, and Takao Fukuoka	4. 巻 465
2. 論文標題 Aggregation and dispersion of Au-nanoparticle-decorated polystyrene beads with SERS-activity using AC electric field and Brownian movement	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Surface Science	6. 最初と最後の頁 405-412
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apsusc.2018.09.206	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 Satoru Suzuki, Yuichi Haruyama, Masato Niibe, Takashi Tokushima, Akinobu Yamaguchi, Yuichi Utsumi, Atsuchi Itoh, Ryo Kadowaki, Akane Maruta, Tadashi Abukawa	4. 巻 6
2. 論文標題 Quasi-free-standing monolayer hexagonal boron nitride on Ni	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Materials Research Express	6. 最初と最後の頁 16304
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Akinobu Yamaguchi, Keisuke Yamada, Aiko Nakao, Tsunemasa Saiki, Yuichi Utsumi, and Takeshi Ogasawara	4. 巻 55
2. 論文標題 The study in magnetization reversal of stripe domain structure in Ni wires fabricated on a LiNbO3 substrate	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Transaction on Magnetics	6. 最初と最後の頁 25004004
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TMAG.2018.2874629	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 Kataoka Chiwa, Azeta Tsukasa, Sawadaishi Kazuyuki, Ukita Yoshiaki, Yamaguchi Akinobu, Utsumi Yuichi	4. 巻 137
2. 論文標題 3次元Lab-on-a-CD免疫センシングにおける高感度化	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 IEEJ Transactions on Electronics Information and Systems	6. 最初と最後の頁 418 ~ 423
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejeiss.137.418	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 Utsumi Yuichi, Yamaguchi Akinobu, Matsumura-Inoue Takeko, Kishihara Mitsuyoshi	4. 巻 242
2. 論文標題 On-chip synthesis of ruthenium complex by microwave-induced reaction in a microchannel coupled with post-wall waveguide	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Sensors & Actuator B : Chemical	6. 最初と最後の頁 384 ~ 388
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.snb.2016.10.127	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 Saiki Tsunemasa, Tsubosaka Akio, Yamaguchi Akinobu, Suzuki Michitaka, Utsumi Yuichi	4. 巻 28
2. 論文標題 Interdigital transducer generated surface acoustic waves suitable for powder transport	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Advanced Powder Technology	6. 最初と最後の頁 491 ~ 498
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.appt.2016.11.006	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 Yamaguchi Akinobu, Ohkochi Takuo, Yasui Akira, Saiki Tsunemasa, Utsumi Yuichi, Kinoshita Toyohiko, Yamada Keisuke	4. 巻 137
2. 論文標題 圧電体基板上に作製したNiCu合金微小磁性細線の磁気抵抗効果	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 電気学会論文誌A	6. 最初と最後の頁 487 ~ 488
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejfms.137.487	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 Akinobu Yamaguchi, Ikuo Okada, Ikuya Sakurai, Takao Fukuoka, Mari Ishihara, Yuichi Utsumi	4. 巻 24
2. 論文標題 Caltrop particles synthesized by X-ray radiolysis in liquid phase with photochemical reaction	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Synchrotron Radiation	6. 最初と最後の頁 653 ~ 660
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Yoshiaki Ukita, Chiwa Kataoka, Kazuyuki Sawadaishi, Akinobu Yamaguchi, Yuichi Utsumi	4. 巻 29
2. 論文標題 Development of Bead-Based Multiplexed Immunoassay with Image Cytometric Analysis	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Sensors and Materials	6. 最初と最後の頁 567 ~ 573
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Akinobu Yamaguchi, Takuo Ohkochi, Akira Yasui, Toyohiko Kinoshita, Keisuke Yamada	4. 巻 53
2. 論文標題 Control of domain structure in artificial Ni wires fabricated on a LiNbO3 substrate	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Magnetics	6. 最初と最後の頁 8108504
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 山口明啓, 木戸秀樹, 竹内雅耶, 内海裕一	4. 巻 137
2. 論文標題 X線を用いた熱化学異方性エッチングによるPTFEの微細加工プロセスの検討	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 電気学会論文誌E	6. 最初と最後の頁 417 ~ 421
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 福岡隆夫, 山口明啓, 内海裕一, 倉本亮介, 森康維	4. 巻 66
2. 論文標題 金ナノ粒子のボトムアッププロセスで表面増強ラマン散乱活性なナノセンサー/ナノピーコンを造る	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 BUNSEKI KAGAKU	6. 最初と最後の頁 919 ~ 923
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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77件（うち招待講演 4件 / うち国際学会 38件）

1. 発表者名 山口明啓
2. 発表標題 表面増強ラマン散乱を基盤としたプラズモニクセンサーと応用
3. 学会等名 第30回日本MRS年次大会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 石本 睦, Edwin En-Te Hwu, Sriram Thoppe Rajendran, Utsumi Yuichi, Yamaguchi Akinobu
2. 発表標題 Lab-on-a-Discにおけるエントロピーを用いた液体混合の評価
3. 学会等名 2021年 第68回 応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Akinobu Yamaguchi, Shunya Saegusa, Ryo Nakamura, Naoya Akamatsu, Aiko Nakao, Ikuya Sakurai, Ikuo Okada, Yuichi Utsumi, Takeshi Ogasawara, Keisuke Yamada, Masaki Oura, Takuo Ohkochi
2. 発表標題 Study on solid/solid- and solid/liquid-interface-dependent material properties for an artificial multiferroic system and additive manufacturing process
3. 学会等名 2020 International Conference on Solid State Deives and Materials (SSDM 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Akinobu Yamaguchi, Ryo Nakamura, Shunya Saegusa, Naoya Akamatsu, Aiko Nakao, Yuichi Utsumi, Masaki Oura, Takeshi Ogasawara, Keisuke Yamada, Takuo Ohkochi
2. 発表標題 Study on magnetic properties of artificial magnets induced by ferromagnetic/ferroelectric heterojunction
3. 学会等名 IEEE-NEMS 2020 (The 15th IEEE International Conference on Nano/Micro Engineered & Molecular Systems (国際学会))
4. 発表年 2020年

1 . 発表者名 Edwin En-Te Hwu, Lina Gruzinskyte, Atsushi Ishimoto, Laura Seriola, Sriram Thoppe Rajendran, Akinobu Yamaguchi, Kinga Zor, and Anja Boisen
2 . 発表標題 Real-time optical monitoring of cell culture in centrifugal microfluidics
3 . 学会等名 The 24th International Conference on Miniaturized Systems for chemistry and life sciences (microTAS 2020) (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Akinobu Yamaguchi, Yuichi Utsumi, Kyoko Namura, Motofumi Suzuki, and Takao Fukuoka
2 . 発表標題 Aqueous-soluble Ink including Nano Beacon
3 . 学会等名 Pittcon 2021 (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 M. Takeuchi, A. Yamaguchi, and Y. Utsumi
2 . 発表標題 Anisotropic pyrochemical etching of PTFE by Synchrotron radiation
3 . 学会等名 14th Annual IEEE International Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular Systems (IEEE-NEMS) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Akinobu Yamaguchi, Ikuya Sakura, Ikuo Okada, Atsushi Yamaguchi, Mari Ishihara, Takao Fukuoka, Satoru Suzuki, Yuichi Utsumi
2 . 発表標題 Study on fabrication system of 3D printing or additive manufacturing process using X-ray radiolysis
3 . 学会等名 14th Annual IEEE International Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular Systems (IEEE-NEMS) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 S. Saegusa, I. Sakurai, I. Okada, T. Fukuoka, S. Suzuki, Y. Utsumi, and A. Yamaguchi
2 . 発表標題 X-ray radiolysis-based three dimensional additive manufacturing process
3 . 学会等名 20th International Conference on Electronic Packaging (ICEP 2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 A. Yamaguchi, T. Ohkochi, M. Oura, K. Yamada, Y. Utsumi, A. Nakao
2 . 発表標題 Study on the physical mechanism of uniaxial magnetic anisotropy induced in Ni layer on LiNbO3 substrate
3 . 学会等名 10th International Symposium on Metallic Multilayers (MML) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 A. Yamaguchi, K. -J. Kim, A. Nakao, and K. Yamada
2 . 発表標題 Enhancement of damping constant in Ni wire deposited on LiNbO3 substrate
3 . 学会等名 10th International Symposium on Metallic Multilayers (MML) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 M. Takeuchi, H. Izumi, M. Ishihara, T. Kobayashi, A. Yamaguchi, Y. Utsumi
2 . 発表標題 Deposition of Polytetrafluoroethylene Assisted by Synchrotron Radiation Irradiation
3 . 学会等名 The 36th International Conference of Photopolymer Science and Technology (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 A. Yamaguchi, I. Okada, I. Sakurai, S. Saegusa, Y. Utsumi
2 . 発表標題 Additive manufacturing process by X-ray-induced-photochemical reaction
3 . 学会等名 The 10th Japan-China-Korea Join Conference on MEMS/NEMS (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 M. Takeuchi, A. Yamaguchi, Y. Utsumi
2 . 発表標題 Thermal Evaporation of a Polytetrafluoroethylene Film Under Atmospheric Pressure Assisted by Synchrotron Radiation Pre-Irradiation
3 . 学会等名 The 10th Japan-China-Korea Join Conference on MEMS/NEMS (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 A. Yamaguchi, T. Ohkochi, M. Oura, K. Yamada, A. Naoko, Y. Utsumi
2 . 発表標題 XPS and XMCD-PEEM Studies of uniaxial magnetic anisotropy induced in Ni layer deposited on LiNbO ₃ substrate
3 . 学会等名 10th Joint European Magnetic Symposia (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 A. Yamaguchi, K.-J. Kim, T. Lee, A. Nakao, T. Ohkochi, K. Yamada
2 . 発表標題 Evaluation of Gilbert damping in magnetic wires on LiNbO ₃ using rectifying effect
3 . 学会等名 10th Joint European Magnetic Symposia (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 A. Yamaguchi, I. Sakurai, I. Okada, M. Ishihara, T. Fukuoka, K. Elphick, E. Jackson, A. Hirohata, Y. Utsumi
2 . 発表標題 Study on X-ray radiolysis-induced-chemical reaction at interface between liquid and substrate for additive manufacturing process
3 . 学会等名 45th International conference on micro & nano engineering (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 A. Yamaguchi, R. Nakamura, S. Saegusa, K. Yamada, T. Saiki, A. Nakao, Y. Utsumi, T. Ogasawara, M. Oura, T. Ohkochi
2 . 発表標題 Ferromagnetic/Ferroelectric heterojunction-induced modulation of magnetic properties of artificial magnets
3 . 学会等名 45th International conference on micro & nano engineering (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 M. Takeuchi, M. Kishihara, T. Kobayashi, A. Yamaguchi, T. Matsumura-Inoue, Y. Utsumi
2 . 発表標題 On-chip synthesis of ruthenium complex in a microchannel by microwave heating
3 . 学会等名 45th International conference on micro & nano engineering (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 A. Yamaguchi, M. Kishihara, T. Fukuoka, M. Takeuchi, Y. Utsumi
2 . 発表標題 On-chip synthesis of Au nanoparticles by microwave-induced reaction microchannel embedded in the post-wall waveguide
3 . 学会等名 The 23rd International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Science (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 K. Fujitani, M. Takeuchi, A. Yamaguchi, Y. Utsumi
2 . 発表標題 Anisotropic pyrochemical etching of polytetrafluoroethylene by soft X-ray
3 . 学会等名 MNC 2019 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 A. Yamaguchi, Y. Utsumi, T. Fukuoka
2 . 発表標題 Aggregation and dispersion of Au-nanoparticles and decorated polystyrene beads with SERS-activity in optofluidic chip
3 . 学会等名 Okinawa Colloids 2019 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 T. Fukuoka, H. Nakanishi, Y. Mori, A. Yamaguchi
2 . 発表標題 Longevous Plasmonic Nanotags for On-dose-authentication of Medical Tables in Supply Chain Security
3 . 学会等名 Okinawa Colloids 2019 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 S. Saegusa, R. Nakamura, T. Ogasawara, Y. Utsumi, K. Yamada, T. Ohkochi, T. Kinoshita, M. Oura, and A. Yamaguchi
2 . 発表標題 Study on magnetization dynamics in magnetic wires on LiNbO ₃
3 . 学会等名 Materials Research Meeting 2019 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名	R. Nakamura, S. Saegusa, A. Nakao, Y. Utsumi, K. Yamada, T. Ohkohic, T. Kinoshita, M. Oura, and A. Yamaguchi
2. 発表標題	Study on mechanism and control of uniaxial magnetic anisotropy induced in the ferromagnetic/ferroelectric heterojunction using XMCD-PEEM and XPS
3. 学会等名	Materials Research Meeting 2019 (国際学会)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	山口明啓, 福岡隆夫, 岡田育夫, 桜井郁也, 内海裕一
2. 発表標題	放射光光化学反応による金属・酸化物粒子生成
3. 学会等名	日本化学会
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	山口明啓, 福岡隆夫, 内海裕一
2. 発表標題	電界誘起による表面増強ラマン散乱活性微粒子の分散と凝集
3. 学会等名	電気学会センサ・マイクロマシン部門 総合研究会
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	山口明啓, 三枝峻也, 中村遼, 中尾愛, 内海裕一, 山田啓介, 小笠原剛, 大浦正樹, 大河内拓雄
2. 発表標題	強誘電体基板上に創製した人工強磁性体の物性研究
3. 学会等名	電子情報通信学会 電子デバイス研究会
4. 発表年	2019年

1. 発表者名 山口明啓, 中村遼, 三枝峻也, 中尾愛子, 内海裕一, 山田啓介, 大浦正樹, 大河内拓雄
2. 発表標題 強磁性体 / 強誘電体ヘテロ界面によって発現する磁気特性
3. 学会等名 日本物理学会 秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村遼, 三枝峻也, 中尾愛子, 内海裕一, 山田啓介, 大浦正樹, 大河内拓雄, L. Taekhyeon, K.-J. Kim, 山口明啓
2. 発表標題 強磁性体 / 強誘電体ヘテロ界面に誘起される磁気状態の電流応答特性
3. 学会等名 日本物理学会 秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三枝峻也, 中村遼, 山口明啓, 赤松直哉, 才木常正, 瀧澤由佳子, 大河内拓雄, 大浦正樹
2. 発表標題 マルチフェロイック材料開発のための強磁性体 / 強誘電体ヘテロ接合の物性研究
3. 学会等名 マイクロエレクトロニクスシンポジウム (MES) 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村遼, 三枝峻也, 山口明啓, 赤松直哉, 才木常正, 瀧澤由佳子
2. 発表標題 強誘電体基板上に実装されたNi細線の電気・磁気特性
3. 学会等名 第29回 マイクロエレクトロニクスシンポジウム (MES) 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 赤松直哉, 中村遼, 三枝峻也, 中尾愛子, 内海裕一, 山田啓介, 大浦正樹, 大河内拓雄, Taekhyeon Lee, Kab-Jin Kim, 小笠原剛, 山口明啓
2. 発表標題 強誘電体上に創製した人工強磁性体中の磁気状態に関する電流応答
3. 学会等名 第43回 日本磁気学会学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山口明啓, 三枝峻也, 中村遼, 中尾愛子, 福岡隆夫, 内海裕一, 山田啓介, 小笠原剛, 大浦正樹, 大河内拓雄
2. 発表標題 強誘電体・強磁性体ヘテロ界面を介した強磁性体磁気状態制御
3. 学会等名 第4回 材料WEEK
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 福岡隆夫, 森康雄, 中西博, 山口明啓
2. 発表標題 金ナノ粒子SERS活性ナノ構造のその場創製とco-aggregation法による湿式分析への応用
3. 学会等名 第4回 材料WEEK
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 福岡隆夫, 森康雄, 鈴木基史, 名村今日子, 山口明啓
2. 発表標題 金ナノ粒子を固定化した塗布可能な無機ゲルと局在表面プラズモン共鳴センサー
3. 学会等名 第4回 材料WEEK
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山口明啓, 竹内雅也, 福岡隆夫, 岸原充佳, 内海裕一
2. 発表標題 マイクロ波導波を実装したマイクロ化学チップによる化学合成
3. 学会等名 第4回 材料WEEK
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山口明啓, 三枝峻也, 中村遼, 中尾愛子, 内海裕一, 山田啓介, 大浦正樹, 大河内拓雄
2. 発表標題 強誘電体基板上に形成した人工ナノ磁性体の物性評価
3. 学会等名 第36回センサ・マイクロマシンと応用システム・シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 A. Yamaguchi, T. Fukuoka, Y. Utsumi
2. 発表標題 Electric control of aggregation and dispersion of Au-nanoparticles decorated polystyrene beads with SERS-activity in optofluidic chip
3. 学会等名 第29回 日本MRS年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石原知子, 大河内拓雄, 山口明啓, 大浦正樹
2. 発表標題 軟X線分光顕微鏡による珪藻被殻中の元素分布およびその化学状態分布の可視化
3. 学会等名 日本珪藻学会 第39回研究集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山口明啓, 中村遼, 三枝峻也, 内海裕一, 山田啓介, 大浦正樹, 小笠原剛, 大河内拓雄
2. 発表標題 強磁性 / 強誘電ヘテロ界面接合によって誘起される磁気特性
3. 学会等名 電気学会研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三枝峻也, 山口明啓, 竹内雅也, 内海裕一, 成影典之
2. 発表標題 X線微細加工によるX線コリメータの研究開発2
3. 学会等名 第19回 宇宙科学シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山口明啓, 櫻井郁也, 岡田育夫, 内海裕一
2. 発表標題 シンクロトロン光光励起反応によるナノ・マイクロ粒子生成
3. 学会等名 電気化学会 第87回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山口明啓
2. 発表標題 ナノマイクロシステムを基盤とした科学実験室の構築と応用展開
3. 学会等名 電気学会 全国大会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 A. Yamaguchi, A. Nakao, Y. Utsumi, T. Saiki, Y. Takizawa, T. Ogasawara, K. Yamada
2. 発表標題 Magnetic field dependence of ferromagnetic resonance of Ni wire fabricated on ferroelectric LiNbO ₃ substrate for studying magnetic anisotropy induced by the heterojunction
3. 学会等名 Intermag 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 A. Yamaguchi
2. 発表標題 Heterojunction-induced magnetic anisotropy of Ni wires on LiNbO ₃ substrate
3. 学会等名 The 5th International Conference of Asian Union of Magnetics Societies (IcAUMS 2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 A. Yamaguchi, Y. Utsumi, T. Fukuoka
2. 発表標題 Dielectrophoresis-controllable aggregation and dispersion of Au-nanoparticles-Decorated Polystyrene Beads with SERS activity
3. 学会等名 International Conference on Advancing Molecular Spectroscopy (ICAMS) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Fukuoka, Y. Mori, A. Yamaguchi
2. 発表標題 The self-assembly of Gold Nanoparticles is Available to SERS Nanobeacons
3. 学会等名 International Conference on Advancing Molecular Spectroscopy (ICAMS) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1 . 発表者名 A. Yamaguchi, K. Yamada, A. Nakao, T. Saiki, Y. Utsumi, T. Ogasawara
2 . 発表標題 The study on magnetization reversal of zebra-stripe domain structure in Ni wires fabricated on a LiNbO3 substrate
3 . 学会等名 International Conference of Magnetism (ICM) 2018 (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 A. Yamaguchi, A. Nakao, T. Saiki, Y. Utsumi, T. Ogasawara, K. Yamada
2 . 発表標題 Wire width dependence of ferromagnetic resonance in Ni wires on ferroelectric LiNbO3 substrate for studying heterojunction-induced magnetic characteristics
3 . 学会等名 International Conference of Magnetism (ICM) 2018 (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 A. Yamaguchi, T. Ogasawara, Y. Utsumi, K. Yamada, A. Nakao
2 . 発表標題 The study on the generation of magnetic anisotropy induced by the heterojunction between ferromagnetic and ferroelectric materials
3 . 学会等名 International Colloquium of Magnetic Film and Surface (ICMFS) 2018 (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 A. Yamaguchi, T. Ogasawara, K. Yamada, Y. Utsumi, A. Nakao
2 . 発表標題 Study in magnetic characteristics modulated by ferromagnetic/ferroelectric heterojunction
3 . 学会等名 The Joint European Magnetic Symposia (JEMS) 2018 (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1. 発表者名 A. Yamaguchi, T. Saiki, A. Nakao, Y. Utsumi, T. Ogasawara, A. Yasui, T. Ohkochi, T. Kinoshita, K. Yamada
2. 発表標題 Ferromagnetic resonance study of Ni wire with additional magnetic anisotropy induced by ferromagnetic/ferroelectric hetero-junction
3. 学会等名 44th International Conference on Micro & Nano Engineering (MNE) 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Saiki, K. Iimura, A. Yamaguchi, M. Takeo, Y. Utsumi, M. Suzuki
2. 発表標題 Study on surface acoustic wave actuator utilizing gravity for feeding various kinds of micro-powders
3. 学会等名 44th International Conference on Micro & Nano Engineering (MNE) 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 A. Yamaguchi, I. Sakurai, I. Okada, A. Yamaguchi, M. Ishihara, T. Fukuoka, S. Suzuki, Y. Utsumi
2. 発表標題 Study on fabrication system of 3D printing or additive manufacturing process using X-ray radiolysis
3. 学会等名 44th International Conference on Micro & Nano Engineering (MNE) 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山口明啓
2. 発表標題 表面増強ラマンを用いた微量検体システム
3. 学会等名 応用物理学会 応用電子物性分科会 プラズモニクス/メタマテリアルの応用展開最前線 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山口明啓, 山田啓介, 中尾愛子, 内海裕一, 小笠原剛
2. 発表標題 強誘電体基板上に作製されたNi細線の磁化反転過程
3. 学会等名 日本物理学会 第73回年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山口明啓, 福岡隆夫, 内海裕一, 木下淳, 駒田富佐夫
2. 発表標題 誘電泳動と表面増強ラマン散乱分光法を用いた分子センシング
3. 学会等名 第68回 日本薬学会近畿支部総会・大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山口明啓, 福岡隆夫, 内海裕一, 岡田育夫, 桜井郁也
2. 発表標題 X線光化学 反応 によるナノ・ナノ・ マイクロ 粒子生成
3. 学会等名 第4回 材料シンポジウムWEEK
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 福岡隆夫, 二階堂昌孝, 山口明啓, 春井里香, 奈良明司, 内海裕一, 八田公平
2. 発表標題 金ナノ粒子自己集合体を用いた生体SERS イメージング の試み
3. 学会等名 第4回 材料シンポジウムWEEK
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山田啓介, 山口明啓
2. 発表標題 単結晶LiNbO3基板上に作製した微小Ni細線の磁気特性
3. 学会等名 電子情報通信学会 磁気記録・情報ストレージ研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山口明啓, 福岡隆夫, 鈴木哲, 内海裕一, 桜井郁也, 岡田育夫
2. 発表標題 放射光光化学反応による液相からの粒子生成と構造形成
3. 学会等名 第35回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山口明啓, 福岡隆夫, 岡田育夫, 桜井郁也, 内海裕一
2. 発表標題 放射光励起化学反応による金属・酸化物粒子生成
3. 学会等名 日本化学会 第99回春季年会 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 A. Yamaguchi, T. Ohkochi, A. Yasui, T. Kinoshita, K. Yamada
2. 発表標題 Control of domain structure in artificial Ni wires fabricated on a LiNbO3 substrate
3. 学会等名 Intermag 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山口明啓, 福岡隆夫, 永井賢一, 内海裕一
2. 発表標題 環境分析や食品安全のための高次ナノ構造体を用いた微量分子検出システムへの検討
3. 学会等名 平成29年度電気学会E部門総合研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山口明啓, 福岡隆夫, 内海裕一
2. 発表標題 高次ナノ構造体を用いた表面増強ラマン散乱による分子センシングシステム
3. 学会等名 電子情報通信学会 電子デバイス研究科(ED研究会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山口明啓, 福岡隆夫, 内海裕一
2. 発表標題 超高感度分子センシングを目指したマイクロ化学チップの検討
3. 学会等名 第27回マイクロエレクトロニクスシンポジウムMES2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山口明啓, 福岡隆夫, 内海裕一
2. 発表標題 機能性ナノ粒子の誘電泳動を用いた表面増強ラマン散乱
3. 学会等名 第68回コロイドおよび界面化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 福岡隆夫 , 二階堂昌孝, 山口明啓, 春井里香, 奈良明司, 内海 裕一, 八田公平
2. 発表標題 SERSナノビーコンを用いたゼブラフィッシュのin vivoイメージング
3. 学会等名 日本分析化学会第66回年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山口明啓, 上田洸右, 中島武憲, 内海裕一, 大河内拓雄, 保井晃, 木下豊彦, 山田啓介
2. 発表標題 強誘電体 / 磁性体接合による微小磁性体の磁気特性究明
3. 学会等名 平成29年度 電気学会A部門大会 (基礎・材料・共通部門)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山口明啓, 上田洸右, 中島武憲, 内海裕一, 山田啓介
2. 発表標題 強誘電体基板上に作製した微小磁性体の輸送現象特性
3. 学会等名 第41回日本磁気学会学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山口明啓, 内海裕一, 大河内拓雄, 保井晃, 木下豊彦, 山田啓介
2. 発表標題 強誘電体基板上に創製したナノ・マイクロ磁性体の磁気特性
3. 学会等名 第3回材料WEEK 材料シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Akinobu Yamaguchi, Takao Fukuoka, Yuichi Utsumi
2. 発表標題 Dielectrophoresis-enabled Dynamic Formation of Higher-Order Nanostructure Consisting of Au-nanoparticles-Decorated Polystyrene Beads for SERS Detection
3. 学会等名 MicroTAS 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山口明啓, 福岡隆夫, 内海裕一
2. 発表標題 誘電泳動による高次ナノ構造体創製と分子センシングへの適用
3. 学会等名 第34回 センサマイクロシンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Akinobu Yamaguchi, Kohsuke Ueda, Takekazu Nakazima, Yuichi Utsumi, Takuo Ohkochi, Akira Yasui, Toyohiko Kinoshita, Keisuke Yamada
2. 発表標題 Strain-induced magnetic properties of micro-scale artificial magnets on ferroelectric LiNbO3 substrate
3. 学会等名 62nd ANNUAL CONFERENCE ON MAGNETISM AND MAGNETIC MATERIALS (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Akinobu Yamaguchi*, Kohsuke Ueda, Takenori Nakashima, Yuichi Utsumi, Keisuke Yamada
2. 発表標題 Ferromagnetic resonance of Ni wires fabricated on ferroelectric LiNbO3 substrate for studying strain-induced magnetic properties
3. 学会等名 62nd ANNUAL CONFERENCE ON MAGNETISM AND MAGNETIC MATERIALS (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山口明啓, 山田啓介, 中尾愛子, 内海裕一, 小笠原剛
2. 発表標題 強誘電体基板上に作製されたNi細線の磁化反転過程
3. 学会等名 日本物理学会 第73回年次大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 A. Yamaguchi, A. Hirohata, B. Stadler	4. 発行年 2021年
2. 出版社 Elsevier	5. 総ページ数 812
3. 書名 Nanomagnetic Materials: Fabrication, Characterization and application	

〔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
研究分担者	山田 啓介 (Yamada Keisuke) (50721792)	岐阜大学・工学部・助教 (13701)	
研究分担者	中尾 愛子 (Nakao Aiko) (60342820)	早稲田大学・ナノ・ライフ創新研究機構・客員上級研究員 (研究院客員教授) (32689)	
研究分担者	内海 裕一 (Utsumi Yuichi) (80326298)	兵庫県立大学・高度産業科学技術研究所・教授 (24506)	

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			
韓国	KAIST			
英国	University of York			
デンマーク	Technical University of Denmark			