

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 26 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18H03766

研究課題名(和文) 決定論的ドーピング法に基づく量子物性制御とその確率的情報処理・量子計測への応用

研究課題名(英文) Development of single dopant circuit by deterministic doping and application to stochastic processing

研究代表者

品田 賢宏 (Shinada, Takahiro)

東北大学・国際集積エレクトロニクス研究開発センター・教授

研究者番号：30329099

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 42,140,000円

研究成果の概要(和文)：IoT、AIといった社会ニーズにより、脳型コンピューターに代表される非ノイマン型コンピューティングへの期待が高まりを受け、ノイズやばらつきがあっても、超低消費電力で情報処理可能な新しいハードウェア(デバイス・回路)の創出と応用を目指した。具体的には、(1)決定論的ドーピング法の多元化、(2)当該手法による新たな量子物性の発現と制御、それらが動作を支配するデバイス・回路の創製、(3)当該デバイス・回路に基づく確率的情報処理・量子計測の実証に取り組んだ。その結果、決定論的ドーピング法の高度化、新たな量子物性の発現と制御でデバイス実証により、確率的情報処理、及び量子計測応用に道筋を付けた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究課題では、決定論的ドーピング法による、制御されたドーパントに基づく量子物性制御は、自然・生物に学ぶ全く新しい情報処理との融合により、ノイズやばらつきがあっても情報処理を可能とし、かつ超低消費電力で情報処理を可能とするか、未踏の量子計測を可能とするかといった学術的問いに答えるものであった。工学的・社会的には、決定論的ドーピング法に基づく量子物性制御とその確率的情報処理・量子計測への応用に道筋を付ける意義があったと認識している。

研究成果の概要(英文)：Due to social needs such as IoT and AI, expectations for non-Von Neumann-type computing represented by brain-type computers have increased. We aimed to create and apply new hardware (devices/circuits) that can process information with ultra-low power consumption even with noise and variations. Specifically, in this research, we conducted (1) diversification of deterministic doping methods, (2) creation and control of new quantum physical properties by this method, and creation of devices and circuits that control their behavior, (3) demonstration of probabilistic information processing and quantum metrology based on the device/circuit. We paved the way for stochastic information processing and quantum metrology applications by advancing the deterministic doping method and demonstrating new quantum physical properties and device demonstrations.

研究分野：半導体工学

キーワード：決定論的ドーピング法 量子物性制御 量子物性制御デバイス 確率的情報処理回路・システム 量子計測

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。

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

### 1. 研究開始当初の背景

研究開発当初、成長を支えてきた微細化技術の限界により、学術的にも、成熟感が漂う半導体は、新たな進化を遂げようとする機運があった。2017年当時、閣議決定された成長戦略の下、次世代移動通信（5G）のサービス開始を睨んだIoT向け半導体設備投資の拡大に加えて、AI技術の応用探索が本格的に始まったことが背景にある。IoT、AIには、大量の半導体が不可欠であり、消費電力が問題となっている他、ノイズに対する脆弱性が課題となっていたことから、従来のノイマン型に加えて、非ノイマン型コンピューティングへの期待が急速に高まっていた。ヒントは、極めて低い消費電力で情報処理可能な自然や生物、脳に学ぶ非ノイマン型コンピューティングである（注：ノイマン型コンピューティングが消費電力数10W/cm<sup>2</sup>に対し、脳は数10mW/cm<sup>2</sup>と3桁低い）。

そこで、本研究課題では、決定論的ドーピング法による、制御されたドーパントに基づく量子物性制御は、自然・生物に学ぶ全く新しい情報処理との融合により、ノイズやばらつきがあっても情報処理を可能とし、かつ超低消費電力で情報処理を可能とするか、未踏の量子計測を可能とするかを本研究の「問い」として、決定論的ドーピング法に基づく量子物性制御とその確率的情報処理・量子計測への応用に取り組んだ。学術的には、“量子物性制御”の新展開、工学的には、“ドーピングの新たな応用”を切り開くことに挑戦した。

### 2. 研究の目的

半導体集積回路（LSI）は社会基盤であり、それに立脚するエレクトロニクスは我が国の成長戦略を支える基幹産業である。近年、IoT、人工知能（AI）といった新たな社会ニーズにより、従来のノイマン型に加えて、脳型コンピューターに代表される非ノイマン型コンピューティングへの期待がかつてなく高まっていた。求められているのは、ノイズやばらつきがあっても、超低消費電力で情報処理可能な新しいハードウェア（デバイス・回路）の創出と応用であるという認識を持った。この認識の下、本研究では、申請代表者等が提唱、開発を推進してきた(1)決定論的ドーピング法の多元化、(2)当該手法による新たな量子物性の発現と制御、それらが動作を支配するデバイス・回路の創製、(3)当該デバイス・回路に基づく確率的情報処理・量子計測の実証を目的とした。これにより、決定論的ドーピング法による量子物性制御とその確率的情報処理・量子計測への応用を目指した。

### 3. 研究の方法

具体的には、以下の研究項目に取り組んだ。

#### (1)決定論的ドーピング法の多元化と量子機能の発現

決定論的ドーピング法において、新たな液体金属イオン源、ガスイオン源を開発し、注入可能な元素の多様化を図った。これによりドーパントが作るクーロンポテンシャルに基づく量子準位的设计自由度が拡充される。通常、半導体において標準的に用いられるP、B、As等に加え、室温で量子ドットとして機能する深い量子準位を作るドーパント（Ge、Er等）を含むイオン源を開発し、シリコン、及びダイヤモンド表面上に2次元配列をはじめ、自在に配置可能なプロセスを開発する。これにより、量子物性制御の拡充を図った。シリコン、及びダイヤモンド表に単一ドーパント複合欠陥（NV、SiV、Er:0）に基づく単一光子エレクトロルミネッセンス、単一光子源の実現を目指した。

(2) 単一ドーパントに基づく量子デバイスを用いた THz 波検出器の開発と量子コヒーレント制御  
検出周波数帯域、検出感度の両面から最適なドーパント分布を設計し、単一ドーパントに基づ  
く量子ドットを用いた THz 波検出器の開発を進めた。加えて、ドーパント間トンネルに適切な光  
子エネルギー（周波数）を特定、その周波数帯に合わせたキャビティ構造を導入する等して、量  
子コヒーレント制御を試みた。

### (3) 単一ドーパント量子物性制御デバイスの回路実装

作製デバイスが示す電気的特性・物理現象を把握し、動作原理および制御手法を確認した後、  
自然・生物的情報処理の核となる挙動をそれぞれ比較した。類似の挙動を利用するタイプの情報  
処理手法を選択することで回路実装へと繋げるアプローチと取った。例えば、パルス波を出力で  
きるのであれば同様の挙動をするニューラルネットワーク型を、信号が波のようにデバイス上  
を伝搬するのであれば反応拡散情報処理型を選択するものである。最終的には、単一ドーパント  
デバイス用の回路アーキテクチャを確立・デバイスへの実装を目指した。

## 4. 研究成果

研究項目毎に研究成果を以下に示す。

### (1) 決定論的ドーピング法の多元化と量子機能の発現

新たな液体金属イオン源を開発し、質量分離可能な集束イオンビーム装置およびシングルイ  
オン注入装置に搭載することで、決定的ドーピング法の多元化を進めた。ガスイオン源の搭載に  
よる軽元素の注入可能性については、現有装置への搭載が不可能であったことから、特にシリコ  
ンやダイヤモンドのバンドギャップ中に不純物準位を形成する液体金属イオン源を開発するこ  
とによる代替法の構築を行った。

室温で量子準位系の利用が期待されるドーパント (Ge, Er)、及び窒素-空孔 (NV) センターを  
それぞれ Si、及びダイヤモンド表面に配列形成するプロセスを構築すると共に、以下に示す量  
子準位系の生成と評価を進めた。

- ① 決定論的ドーピング法を用いて、SOI-MOSFET のチャンネル領域に Ge イオン注入を行い、続く  
低温熱処理によって GeVn (ゲルマニウム-原子空孔) 欠陥の 1 次元配列を形成した。第一  
原理計算によって、GeVn の不純物準位を介した低温での量子的電子輸送特性を解明した。
- ② Si ナノピラーに 2 準位系を作る Er:O 共注入を行い、ErO 複合欠陥を形成した。1.5 $\mu\text{m}$  帯の  
赤外光照射による光励起電流を計測したところ、Er の光吸収スペクトルに比例する光励起  
電流を観測し、赤外領域での光吸収能を見出した。Si ナノ構造作製プロセスを改良し、ド  
ライエッチングダメージによる背景光強度を抑制することで、Er からの発光強度を 2 倍に  
向上させることにも成功した。光学シミュレーションとの比較検討により、Er の発光波長  
帯である 1.5 $\mu\text{m}$  の蛍光がナノ構造中で共鳴するのではなく、励起光 (波長 785 nm) がナノ構  
造中で共鳴し、ナノ構造中の Er が強い励起光で励起されることを明らかにした。加えて、  
3 次元アトムプローブ法により、単一フォトン源として期待される Er-Ox 複合体の分布を捉  
えることに成功し、Er:酸素の存在比が 1:1 で形成する複合体が支配的であることを明らか  
にした。各元素の注入量を変えた試料を用意し、同一試料において Er-酸素の複合体分布と  
フォトルミネッセンス発光強度を直接対応させる評価法を確立し、光学的活性との関連性  
を明らかにした。

- ③ ダイヤモンド中の NV センターの形成を試み、生成収率を向上させると共に、基板表面の水素核スピンを検出 (ナノ NMR) できることを見出した。NV センターと他の電子スピンの磁気的結合を活用した量子ビットの形成と応用に道筋を付けた。加えて、不純物としての Gd、P、B、Si を NV センター含有蛍光ナノダイヤモンドにイオン注入し、注入不純物イオンが NV センターの電荷安定性にどのように寄与するかを水溶液中での電気化学計測により調べた。Gd を注入した蛍光ナノダイヤモンドの NV センターが通常とは逆の印加電圧に対する応答を示すことを発見した。

### (2) 単一ドープメント量子ドットを用いた THz 波検出器の開発と量子コヒーレント制御

- ① テラヘルツ検出の周波数帯域に応じた最適なアンテナ構造を設計し、デバイスとの結合を行った。観測されたテラヘルツ応答は、テラヘルツ照射を通じたドープメントのイオン化によると解釈でき、ドープメントテラヘルツデバイスの重要な一歩となる成果を得た。ドープメントへのテラヘルツ集光効率向上のための更なる光電界集中構造の検討を、シミュレーションと実験の両面から行った。誘電率を適切に設定することで、光電界サイズの局限化に成功した。また、テラヘルツ波検出に対するドープメント分布の効果について考察を行い、ドープメント同士の距離を制御することで、検出帯域をチューニングできる可能性を示した。
- ② イオン注入したシリコン基板に対する THz 光応答特性を調査し、基板全体のマクロな分光測定から特徴的な共鳴スペクトルを観測したところ、さらにサブ波長解像度のマイクロな空間分解測定から、マクロな実験結果との相関を見出した。これは、低エネルギーの光励起による検出器応用や量子制御への可能性を示すものである。

### (3) 単一ドープメント量子物性制御デバイスの回路実装

単一ドープメントデバイスの特性・物理現象を解析し、既に単電子デバイス用に開発済みのシミュレーターを単ドープメント系へ拡張した。これを基に、単ドープメントデバイスの回路構成を検討し、単ドープメントデバイスに発現する現象・動作を表現できるシミュレータの開発を進め具体的なシミュレーションとその動作検証を行い、その有用性を確認した。単一ドープメント量子系に発現する現象・動作を表現するシミュレータの開発を進めると同時に、同回路に実装する具体的な自然・生物的情報処理アーキテクチャとして最近注目されているリザーバコンピューティングの要素を取り入れ、試作中のシミュレータにてその動作確認を進め、それらの有用性を確認した。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 12件／うち国際共著 3件／うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Kaide Risa, Oya Takahide	4. 巻 60
2. 論文標題 Noise-harnessing single-electron circuit with symmetrical, simple pair circuit structure and application to full adder circuit	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 085001-085001
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.35848/1347-4065/ac1039	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 河野行雄	4. 巻 26
2. 論文標題 テラヘルツカメラパッチ：フレキシブル非破壊検査シートへの応用	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 検査技術	6. 最初と最後の頁 7-14
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 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 Li Kou, Suzuki Daichi, Kawano Yukio	4. 巻 2
2. 論文標題 Series Photothermoelectric Coupling Between Two Composite Materials for a Freely Attachable Broadband Imaging Sheet	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advanced Photonics Research	6. 最初と最後の頁 2000095 ~ 2000095
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/adpr.202000095	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 河野 行雄	4. 巻 49
2. 論文標題 共鳴周波数可変型プラズモニクテラヘルツ集光デバイスによる生体分光画像観察	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 光学	6. 最初と最後の頁 501-507
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 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 Suzuki Daichi, Li Kou, Ishibashi Koji, Kawano Yukio	4. 巻 31
2. 論文標題 A Terahertz Video Camera Patch Sheet with an Adjustable Design based on Self Aligned, 2D, Suspended Sensor Array Patterning	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advanced Functional Materials	6. 最初と最後の頁 2008931 ~ 2008931
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adfm.202008931	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 Sugaya Toshio, Kawano Yukio	4. 巻 21
2. 論文標題 Frequency-Tunable Terahertz Plasmonic Structure Based on the Solid Immersed Method for Sensing	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sensors	6. 最初と最後の頁 1419 ~ 1419
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/s21041419	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 Achilli Simona, Le Nguyen H., Fratesi Guido, Manini Nicola, Onida Giovanni, Turchetti Marco, Ferrari Giorgio, Shinada Takahiro, Tanii Takashi, Prati Enrico	4. 巻 -
2. 論文標題 Position Controlled Functionalization of Vacancies in Silicon by Single Ion Implanted Germanium Atoms	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advanced Functional Materials	6. 最初と最後の頁 2011175 ~ 2011175
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adfm.202011175	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 Ueno Masaki, Oya Takahide	4. 巻 60
2. 論文標題 Design of a single-electron neural network circuit controlling weights for reservoir computing	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 SCCE02 ~ SCCE02
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/abe7fe	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 N. Kurata and T. Oya	4. 巻 10
2. 論文標題 Design of 'bubble-inspired single-electron circuit' mimicking behavior of bubble film	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nonlinear Theory and Its Applications, IEICE	6. 最初と最後の頁 399-413
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/nolta.10.399	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 Takuya Okamoto, Naoki Fujimura, Luca Crespi, Tetsuo Kodera, and Yukio Kawano	4. 巻 9
2. 論文標題 Terahertz detection with an antenna-coupled highly-doped silicon quantum dot	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 18574-1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-54130-0	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 Oya Takahide	4. 巻 59
2. 論文標題 Feasibility and advantage of reservoir computing on single-electron devices	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 040602 ~ 040602
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/ab79fc	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 Y. Tu, Y. Shimizu, Y. Kunimune, Y. Shimada, T. Katayama, T. Ide, M. Inoue, F. Yano, K. Inoue, and Y. Nagai	4. 巻 124
2. 論文標題 Effect of carbon on boron diffusion and clustering in silicon: Temperature dependence study	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 155702
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5048313	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 Simona Achilli, Nicola Manini, Giovanni Onida, Takahiro Shinada, Takashi Tanii, and Enrico Prati	4. 巻 8
2. 論文標題 GeVn complexes for silicon-based room-temperature single-atom nanoelectronics	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Scientific Report	6. 最初と最後の頁 180054
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-36441-w	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 Xiangying Deng, Leyang Li, Mitsuhiro Enomoto, and Yukio Kawano	4. 巻 9
2. 論文標題 Continuously Frequency-Tuneable Plasmonic Structures for Terahertz Bio-sensing and Spectroscopy	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 3498
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-39015-6	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 Takuya Okamoto, Toshio Sugaya, Naoki Fujimura, Kou Ishikawa, and Yukio Kawano	4. 巻 2
2. 論文標題 Near-Field Infrared Investigations of an Arm-Terminated Spiral Structure with Bow-tie Probe	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Physics Communications	6. 最初と最後の頁 105004
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/2399-6528/aadec3	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 菅谷 俊夫、河野 行雄	4. 巻 28
2. 論文標題 テラヘルツ帯プラズモニック構造体とフレキシブル撮像素子	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 次世代センサ	6. 最初と最後の頁 2
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 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94件（うち招待講演 14件 / うち国際学会 26件）

1. 発表者名 T. Sumino and T. Oya
2. 発表標題 Design of new single-electron information-processing circuit mimicking Levy walks
3. 学会等名 Silicon Nanoelectronics Workshop 2021 (SNW 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Oya
2. 発表標題 Information processing nanodevices learning from natural system
3. 学会等名 2021 Asia-Pacific Workshop on Fundamentals and Applications of Advanced Semiconductor Devices (AWAD 2021) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中村洸介, 徐海州, 朴サンミン, 大島武, 小野田忍, 谷井孝至
2. 発表標題 ナノダイヤモンドを用いた神経細胞活動計測に向けた研究
3. 学会等名 量子生命科学会 第3回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大谷和毅, 齋藤悠太, 上田優樹, 寺地徳之, 小野田忍, 大島武, 山田圭介, 加田渉, 川原田洋, 磯谷順一, 谷井孝至
2. 発表標題 ダイヤモンド中の単一NVセンターを用いた量子ヘテロダインによる交流磁場計測
3. 学会等名 量子生命科学会 第3回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 徐海洲, 中村洸介, 朴サンミン, 大島武, 小野田忍, 谷井孝至
2. 発表標題 ナノダイヤモンド中NVセンターの量子特性の評価
3. 学会等名 量子生命科学会 第3回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 上田優樹, 齋藤悠太, 大谷和毅, 津川雅人, 早坂京祐, 金久京太郎, 上田真由, 川原田洋, 谷井孝至
2. 発表標題 ダイヤモンド中の単一NVセンターを用いた量子ヘテロダイン測定における雑音因子に関する理論的考察
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 古瀬遼, 藤本宇郁, 魏啓楠, 鈴木雄大, アブデルガファ愛満, 矢野真麻, 千葉悠貴, Enrico Prati, Michele Celebrano, 佐藤真一郎, 品田高宏, 谷井孝至
2. 発表標題 ナノピラー構造を組み込んだEr:0共添加Siダイオードの電気伝導特性およびエレクトロルミネッセンス計測
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 角野友裕, 大矢剛嗣
2. 発表標題 単電子回路による流体モデルの圧力項表現
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 松岡拓哉, 大矢剛嗣
2. 発表標題 巡回セールスマン問題を解く単電子粘菌回路の動作性能評価
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 岡田壮一, 大矢剛嗣
2. 発表標題 アリの挙動に学ぶ単電子情報処理回路の新設計
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 小川 陸, 大矢剛嗣
2. 発表標題 オオカミの群れの挙動に学ぶ情報処理の単電子回路実装検討
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 齋藤真周, 大矢剛嗣
2. 発表標題 カーボンナノチューブ複合布を応用した電磁波シールドの検討
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 塚田聖司, 大矢剛嗣
2. 発表標題 単電子回路への一筆書きアルゴリズム実装検討
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 島本優樹, 深山歩夢, 大矢剛嗣
2. 発表標題 カーボンナノチューブ複合紙の熱電発電性能の向上検討
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 豊増遼大, 安保貴大, 大矢剛嗣
2. 発表標題 カーボンナノチューブ複合紙アクチュエータの炭素粉末添加による性能向上検討
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 中森唯斗, 大矢剛嗣
2. 発表標題 単電子反応拡散回路における平行波の表現
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 山辺 証斗, 向井春奈, 大矢剛嗣
2. 発表標題 カーボンナノチューブ複合系による「ペルチェ系」の性能向上検討
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 横山海里, 大矢剛嗣
2. 発表標題 分子コンピューティングの原理に学ぶ単電子情報処理
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 渡邊隼弥, 上野正暉, 大矢剛嗣
2. 発表標題 結合強度制御機能を導入した単電子リザーバコンピューティング回路
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 西山 黎, 菅谷俊夫, 河野行雄
2. 発表標題 サブ波長領域でのセンシングに向けた固浸法テラヘルツ帯ブルズアイ構造体の 3Dアパチャー形状
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 Kou Li and Yukio Kawano
2. 発表標題 Freely attachable broadband camera sheet based on series photo-thermoelectric coupling structure
3. 学会等名 1st Japan-France Virtual Workshop on Thermoelectrics (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Matsuoka and T. Oya
2. 発表標題 Design of comb-shaped single-electron slime mold circuit and its applications to solving travelling salesman problem
3. 学会等名 34th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Y. Saito, K. Ohtani, Y. Ueda, M. Tsugawa, K. Nakamura, G. Akirabha, T. Teraji, S. Onoda, K. Yamada, T. Ohshima, T. Shinada, H. Kwarada, I. Isoya, T. Tanii
2. 発表標題 Self-align fabrication of nano-reservoirs with NV centers in diamondfor high-resolution nano-NMR
3. 学会等名 42nd International Symposium on Dry Process (DPS2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Sumino and T. Oya
2. 発表標題 Design of new single-electron circuit for representation of fluid model
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 T. Matsuoka and T. Oya
2. 発表標題 Design of single-electron slime mold circuit and its application to solving travelling salesman problem
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 河野 行雄
2. 発表標題 カーボンナノチューブによるシート状フレキシブルテラヘルツ帯イメージャーと 検査分析応用
3. 学会等名 テラヘルツ材料セミナー (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Y. Kawano
2. 発表標題 A carbon nanotube terahertz camera patch sheet for multi-view imaging
3. 学会等名 5th International Caparica Symposium on Nanoparticles/Nanomaterials and Applications 2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 津川雅人, 齋藤悠太, 上田優樹, 大谷和毅, 齋藤美紀子, 品田高宏, 谷井孝至
2. 発表標題 ダイヤモンド上マイクロ波照射用銅めっき導波路の作製による単一NVセンターを用いたODMR計測の時間安定性向上
3. 学会等名 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 朴相みん, 中村洸介, 徐海州, 樋口大智, 大島武, 小野田忍, 谷井孝至
2. 発表標題 ナノダイヤモンド中のNVセンターの荷電状態を介した水溶液中電位計測
3. 学会等名 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 岡田壮一, 大矢剛嗣
2. 発表標題 アリの挙動に学ぶ単電子情報処理回路へのシミュレーテッド・アニーリング実装検討
3. 学会等名 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 小川 陸, 大矢剛嗣
2. 発表標題 オオカミの群れ挙動に学ぶ単電子回路における追跡挙動表現の検討
3. 学会等名 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 塚田聖司, 大矢剛嗣
2. 発表標題 無向グラフの一筆書き手順を導出可能な単電子情報処理回路の設計
3. 学会等名 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 中森唯斗, 大矢剛嗣
2. 発表標題 方向自在な単電子平行波発生・進行回路の性能評価
3. 学会等名 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 横山海里, 大矢剛嗣
2. 発表標題 分子コンピューティングの原理に学ぶ単電子情報処理回路における分子濃度表現
3. 学会等名 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 渡邊隼弥, 大矢剛嗣
2. 発表標題 単電子リザーバコンピューティング回路の新設計と学習機能の実装
3. 学会等名 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 T. Fujimoto, K. Gi, S. Bigoni, M. Celebrano, M. Finazzi, G. Ferrari, T. Shinada, E. Prati, T. Tani i
2. 発表標題 Electroluminescence of Er:O-doped nano pn diode in silicon-on-insulator and its current-voltage characteristics at room temperature
3. 学会等名 2020 IEEE Silicon Nanoelectronics Workshop (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 R. Kaide, T. Shinada, T. Oya
2. 発表標題 Symmetrical, simple pair circuit on single-dopant device with thermal-noise-harnessing ability and its application to a full adder circuit
3. 学会等名 20th International Conference on Nanotechnology (IEEE NANO) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Y. Kawano
2. 発表標題 Subwavelength biological spectroscopy and imaging with frequency-tunable terahertz plasmonic structures
3. 学会等名 SPIE International Symposium on Optics and Photonics (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 河野 行雄
2. 発表標題 フレキシブル・ウェアラブル広帯域光・テラヘルツカメラと分析 検査応用
3. 学会等名 レーザ・量子エレクトロニクス研究会 8月研究会「受光素子, 変調器, 光部品・電子デバイス実装・信頼性, 及び一般」
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 M. Ueno, T. Oya
2. 発表標題 Design of Weight Function Controllable Single-Electron Neural Network Circuit for Reservoir Computing
3. 学会等名 33rd International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 H. Yamashita, T. Oya
2. 発表標題 Design of Single-Electron Information-Processing Circuit Modeled on Behavior of Fish Shoals
3. 学会等名 33rd International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 上野正暉, 大矢剛嗣
2. 発表標題 単電子デバイスによるダイクストラ法の表現
3. 学会等名 第81回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 開出理砂, 大矢剛
2. 発表標題 素子ばらつきを考慮した熱雑音を利用する単電子メモリ対回路の全加算器応用
3. 学会等名 第81回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山下秀人, 大矢剛嗣
2. 発表標題 魚群の挙動をモデルとした単電子情報処理回路の設計
3. 学会等名 第81回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 角野友裕, 大矢剛嗣
2. 発表標題 単電子回路による流体モデル表現
3. 学会等名 第81回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松岡拓哉, 大矢剛嗣
2. 発表標題 巡回セールスマン問題を解く単電子粘菌回路の検討
3. 学会等名 第81回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 河野 行雄
2. 発表標題 フレキシブル広帯域光センサアレイと生体センシング応用
3. 学会等名 日本金属学会2020年秋期大会シンポジウム「医用材料・医療機器開発の最前線( )～光を用いる生体情報イメージング～」(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 E. Prati, T. Shinada, T. Tani
2. 発表標題 Single Ion Implanted Silicon Devices Towards FewPhotons Emission Regime For Space Quantum Communications
3. 学会等名 OSA Quantum 2.0 Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 河野 行雄
2. 発表標題 走査型近接場光顕微鏡を用いた光電界ベクトル分布のナノスケール直接観測とその応用
3. 学会等名 日本光学会年次大会シンポジウム「光波シンセシスと ナノオプティクス」
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 古瀬 遼、藤本 宇郁、魏 啓楠、アブデルガファ 愛満、矢野 真麻、千葉 悠貴、Enrico Prati、Michele Celebrano、佐藤 真一郎、品田 高宏、谷井 孝至
2. 発表標題 ナノピラー構造を組み込んだ Er:0 共添加 Si ダイオードの電気伝導特性およびエレクトロルミネッセンス計測
3. 学会等名 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 角野 友裕, 大矢 剛嗣
2. 発表標題 流体の拡散を表現する単電子回路の定量的評価と改善
3. 学会等名 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 松岡 拓哉, 大矢 剛嗣
2. 発表標題 巡回セールスマン問題を解く単電子粘菌回路の改良検討
3. 学会等名 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 小川 陸, 大矢剛嗣
2. 発表標題 オオカミの群れの挙動に学ぶ情報処理の単電子回路実装 検討
3. 学会等名 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 塚田聖司, 大矢剛嗣
2. 発表標題 一筆書きの定理をモデルとした単電子情報処理回路の設計
3. 学会等名 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 Takahiro Shinada, Takashi Tanii, Takahide Oya, Yasuo Shimizu, Koji Inoue, Yukio Kawano and Enrico Prati
2. 発表標題 Opportunities of deterministic doping technology for quantum and stochastic processing
3. 学会等名 235th ECS Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 E. Prati, M. Celebrano, L. Ghirardini, M. Finazzi, G. Ferrari, T. Shinada, K. Gi, Y. Chiba, A. Abdelghafar, M. Yano, T. Tanii
2. 発表標題 Resonant Photocurrent at 1550 nm in an Erbium Low-Doped Silicon Transistor at Room Temperature
3. 学会等名 2019 IEEE Silicon Nanoelectronics Workshop (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 N. Kurata, T. Oya
2. 発表標題 esign of multi-layer single-electron circuit mimicking behavior of bubble film for solving Steiner tree problem
3. 学会等名 45th International Conference on Micro & Nano Engineering (MNE 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大矢剛嗣
2. 発表標題 生物に学ぶ新しい情報処理デバイス
3. 学会等名 2019年 第80回応用物理学会秋季学術講演会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 倉田信彦, 大矢剛嗣
2. 発表標題 シャボン膜の挙動を模倣した単電子情報処理回路の設計
3. 学会等名 2019年 第80回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 上野正暉, 大矢剛嗣
2. 発表標題 単電子回路へのリザーバコンピューティングの実装検討
3. 学会等名 2019年 第80回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 開出理砂, 大矢剛嗣
2. 発表標題 熱雑音を利用する単電子メモリ対回路を用いた全加算器の多段化検討
3. 学会等名 2019年 第80回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤本宇郁, 魏啓楠, 鈴木雄大, 清水康雄, 井上耕治, 永井康介, M.Celebrano, E. Prati, L. Ghirardini, M. Finazzi, 品田高宏, 谷井孝至
2. 発表標題 MOSトランジスタへのErイオン注入と1.5 μm帯光励起電流の計測
3. 学会等名 東北大学金属材料研究所付属量子エネルギー材料科学国際研究センター 2019年度大洗アルファ合同研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Enrico Prati, Takahiro Shinada and Takashi Tanii
2. 発表標題 Single atom silicon devices for quantum technologies: from nanoelectronics to optics
3. 学会等名 Single Photon Workshop 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kazuto Kawakatsu, Yu Ishii, Yuki Hata, Yuta Saito, Kosuke Nakamura, Kirou Nagaoka, Takahiro Sonoda, Tetsuya, Tatsuishi, Tokuyuki Teraji, Shinobu Onoda, Taisei Higuchi, Keisuke Yamada, Takeshi Oshima, Takahiro Shinada, Hiroshi Kwarada, Wataru Kada, Osamu Hanaizumi, Junichi Isoya and Takashi Tanii
2. 発表標題 Self-align fabrication of nano-reservoir with NV center in diamond surface for nuclear magnetic resonance of small molecules
3. 学会等名 32nd International Microprocesses and Nanotechnology Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 河野行雄
2. 発表標題 2次元フレキシブル広帯域光検出センサー
3. 学会等名 日本金属学会研究会「光を用いた生体情報イメージング」(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡本拓也、河野行雄
2. 発表標題 赤外近接場光を使った表面光ベクトル場のナノスケール計測- 格子振動共鳴も利用して
3. 学会等名 日本光学会 ナノオプティクス研究グループ 第26回研究討論会(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 齋藤悠太、石井邑、川勝一斗、永岡希朗、畑雄貴、中村洸介、榎田尊昭、徐海州、園田隆弘、立石哲也、金久京太郎、寺地徳之、小野田忍、樋口泰成、山田圭介、大島武、品田高宏、川原田洋、加田渉、花泉修、磯谷順一、谷井孝至
2. 発表標題 高分解能ナノ NMR に向けたダイヤモンドへの NV センターと微小容器の一括形成
3. 学会等名 2020年 第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 上野正暉, 大矢剛嗣
2. 発表標題 単電子リザーバコンピューティングへの結合強度制御回路の検討
3. 学会等名 2020年 第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 開出理砂, 大矢剛嗣
2. 発表標題 熱雑音を活用する単電子メモリ対回路を用いた多ビット全加算器応用
3. 学会等名 2020年 第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山下秀人, 大矢剛嗣
2. 発表標題 魚群に学ぶ単電子情報処理回路の設計
3. 学会等名 2020年 第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小川 稜, 大矢剛嗣
2. 発表標題 単電子デバイスによるインド式計算の表現
3. 学会等名 2020年 第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 角野友裕, 大矢剛嗣
2. 発表標題 単電子デバイスによる乱流解析
3. 学会等名 2020年 第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松岡拓哉, 大矢剛嗣
2. 発表標題 単電子粘菌の巡回セールスマン問題への応用
3. 学会等名 2020年 第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 河野行雄
2. 発表標題 フレキシブル・ウェアラブル広帯域光・テラヘルツカメラと分析検査応用
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会企画シンポジウム(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 T. Oya, and T. Shinada
2. 発表標題 Study of noise- and fluctuation-harnessing single-dopant device
3. 学会等名 2018 IEEE Silicon Nanoelectronics Workshop (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 W. Zheng and T. Oya
2. 発表標題 Design of neural network construction for pulse signal generating and propagating medium
3. 学会等名 2018 IEEE Silicon Nanoelectronics Workshop (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 N. Kurata and T. Oya
2. 発表標題 Design of "bubble-Inspired Single-Electron circuit" Mimicking Behavior of Bubble Film
3. 学会等名 2018 International Symposium on Nonlinear Theory & Its Applications (NOLTA 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Oya
2. 発表標題 Noise-Harnessing Nanodevices
3. 学会等名 2018 International Symposium on Nonlinear Theory & Its Applications (NOLTA 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Tanii, Y. Suzuki, K. Gi, M. Celebrano, L. Ghirardini, P. Biagioni, M. Finazzi, Y. Shimizu, Y. Tu, K. Inoue, Y. Nagai, E. Prati, T. Shinada
2. 発表標題 Controlled Creation of Erbium-Oxygen Centers in Silicon by Deterministic Ion Implantation for Room-Temperature Photoluminescence at Telecom Wavelength
3. 学会等名 22nd International Conference on Ion Implantation Technology (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 清水 康雄、Y. Tu、アブデルガファ 愛満、鈴木 雄大、魏 啓楠、谷井 孝至、品田 高宏、Prati Enrico、Celebrano Michele、Finazzi Marco、Ghirardini Lavinia、井上 耕治、永井 康介
2. 発表標題 シリコン中におけるエルビウム-酸素複合体の室温での光学的活性の理解
3. 学会等名 第79回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名	石井 邑、福田 諒介、Priyadharshini Balasubramanian、東又 格、永岡 希朗、河合 空1、藺田 隆弘、寺地 徳之、小野田 忍、春山 盛善、山田 圭介、稲葉 優文、山野 颯、Felix M. Stuermer、Simon Schmitt、Liam P. McGuinness、Fedor Jelezko、大島 武、品田 高宏、川原田 洋、加田 渉、花泉 修、磯谷 順一、谷井 孝至
2. 発表標題	浅い単一NVセンターの規則配列を用いたナノNMRのスピンノイズ解析
3. 学会等名	第79回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年	2018年

1. 発表者名	鄭 万輝, 大矢剛嗣
2. 発表標題	パルス発生・伝搬場で表現するニューラルネットワーク
3. 学会等名	第79回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年	2018年

1. 発表者名	倉田信彦, 大矢剛嗣
2. 発表標題	シャボン膜の挙動を模倣した単電子回路設計
3. 学会等名	第79回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年	2018年

1. 発表者名	R Fukuda, P Balasubramanian, I Higashimata, Y Ishii, K Nagaoka, S Kawai, T Sonoda, T Teraji, S Onoda, M Haruyama, K Yamada, M Inaba, H Yamano, F Stuermer, S Schmitt, L P McGuinness, F Jelezko, T Ohshima, T Shinada, H Kwarada, W Kada, O Hanaizumi, J Isoya, T Tani
2. 発表標題	Lithographically Engineered Shallow Nitrogen-Vacancy Centers in Diamond for External Nuclear Spin Sensing
3. 学会等名	14th International Conference on Atomically Controlled Surfaces, Interfaces and Nanostructures (ACSIN-14) (国際学会)
4. 発表年	2018年

1. 発表者名 Y. Shimizu
2. 発表標題 Dopant Behavior in Semiconductor Materials and Nanostructures Analyzed by Atom Probe Tomography
3. 学会等名 第19回「イオンビームによる表面・界面解析」特別研究会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 永岡 希朗, 畑 雄貴, 川勝 一斗, 石井 邑, 福田 諒介, 寺地 徳之, 小野田 忍, 大島 武, 品田 高宏, 川原田 洋, 磯谷 順一, 谷井 孝至
2. 発表標題 ダイヤモンド中単一NVセンターのパルス光磁気共鳴測定のためのローエンドFPGAへのフォトンカウンタの実装
3. 学会等名 2019年第66回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 谷井 孝至, 品田 高宏, 寺地 徳之, 小野田 忍, 大島 武, McGuinness Liam, Jelezko Fedor, Liu Yan, Wu E, 加田 渉, 花泉 修, 川原田 洋, 磯谷 順一
2. 発表標題 イオン注入による単一不純物欠陥の規則的配列形成とその応用 - ダイヤモンド中浅い単一NVセンターの配列形成 -
3. 学会等名 2019年第66回応用物理学会春季学術講演会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 倉田信彦, 大矢剛嗣
2. 発表標題 シャボン膜の挙動を模倣した単電子デバイスの設計
3. 学会等名 第66回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 上野正暉, 大矢剛嗣
2. 発表標題 学習機能を実装した単電子ニューラルネットワーク
3. 学会等名 第66回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 開出理砂, 大矢剛嗣
2. 発表標題 熱雑音を利用する単電子メモリ対回路の設計と多数決論理ゲート応用
3. 学会等名 第66回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山下秀人, 大矢剛嗣
2. 発表標題 魚群に学ぶ単電子情報処理
3. 学会等名 第66回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 河野行雄
2. 発表標題 ナノカーボン材料並びにプラズモニック構造によるテラヘルツ帯撮像素子 - マルチビュー計測と超解像計測 -
3. 学会等名 電子情報通信学会テラヘルツ応用システム研究会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 河野行雄
2. 発表標題 テラヘルツ物質・バイオ分析：ナノカーボン材料・プラズモニクスの応用
3. 学会等名 第15回プラズモニク化学研究会シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Y. Shimizu
2. 発表標題 Atom probe study of silicon-based device structures
3. 学会等名 Atom Probe Tomography and Microscopy (APT&M) 2018（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2018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
研究 分担者	谷井 孝至  (Tanii Takashi)  (20339708)	早稲田大学・理工学術院・教授   (32689)	
研究 分担者	大矢 剛嗣  (Oya Takahide)  (30432066)	横浜国立大学・大学院工学研究院・准教授   (12701)	
研究 分担者	河野 行雄  (Kawano Yukio)  (90334250)	中央大学・理工学部・教授   (32641)	



6. 研究組織（つづき）

	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	井上 耕治  (Inoue Koji)  (50344718)	東北大学・金属材料研究所・准教授    (11301)	
研究分担者	清水 康雄  (Shimizu Yasuo)  (40581963)	国立研究開発法人物質・材料研究機構・磁性・スピントロニクス材料研究拠点・NIMS特別研究員    (82108)	削除：2022年2月9日

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