

# ANNUAL REPORT

2020 年度

国立大学法人 電気通信大学

量子科学研究センター

# ANNUAL REPORT 2020 年度

## INDEX

### 目次

1	教員紹介	1
2	研究成果	2
3	2020 年度外部発表	
3-1	発表学術論文	13
3-2	国際会議 Proceedings	21
3-3	総説・解説	23
3-4	著書	24
3-5	特許	25
3-6	国際会議招待講演・基調講演	25
3-7	国内会議発表招待講演・基調講演	27
3-8	国際会議発表（一般講演）	28
3-9	国際会議発表（一般講演）	31
3-10	活動報告（メディア・受賞）	36
3-11	その他	37
4	2020 年度外部研究費	
4-1	科学研究費（新規）	38
4-2	科学研究費（継続）	39
4-3	その他外部資金	42

## 1. 教員紹介

センター長 教授 美濃島 薫

### AMO 科学研究部門

部門長 教授 森下 亨  
准教授 岸本 哲夫  
教授 斎藤 弘樹  
准教授 酒井 剛  
教授 清水 亮介

### 極限計測科学研究部門

部門長 教授 美濃島 薫  
助教 浅原 彰文  
助教 大饗 千彰  
教授 桂川 眞幸  
准教授 庄司 暁  
教授 宮本 洋子  
准教授 渡邊 恵理子

### 物質科学研究部門

部門長 教授 鈴木 勝  
教授 阿部 浩二  
教授 佐々木 成朗  
教授 沈 青  
教授 瀧 真清  
准教授 谷口 淳子  
教授 平野 誉  
准教授 伏屋 雄紀

## 2. 研究成果

### 高強度レーザー場中の原子・分子ダイナミクスについての理論的研究

森下 亨

量子科学研究センター

原子・分子・光物理学分野における理論的研究を行っている。当該年度は、主に、高強度レーザー場中の原子・分子ダイナミクスに関するいくつかの研究を進め、分子のイオン化、Ar 原子の非逐次的2重イオン化、水素分子のトンネルイオン化について学術論文を発表した。

### 深層強化学習を用いたボース・アインシュタイン凝縮体の制御

斎藤 弘樹<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>基盤理工学専攻, <sup>2</sup>量子科学研究センター

近年、深層強化学習を用いたコンピュータが囲碁において人間の世界王者を打ち負かしたというニュースが話題になった。強化学習は囲碁やTVゲームなどのルールを教えなくても、AI自らが試行錯誤で最適な行動選択を見いだす機械学習の手法である。本研究では、これをボース・アインシュタイン凝縮体(BEC)の制御に応用した。量子渦が中心に一個ある状態生成を目標として強化学習を行った結果が右図である。ポテンシャルを巧妙に動かして、最終的に目標状態が生成されていることがわかる。本研究では、さらに3次元BEC中に量子渦輪を生成する問題に強化学習を応用し、一本のレーザー光によるポテンシャルでもこれが可能であることを示した。

#### 参考文献

[1] H. Saito, Creation and Manipulation of Quantized Vortices in Bose-Einstein Condensates Using Reinforcement Learning, Journal of the Physical Society of Japan 89, 074006 (2020).

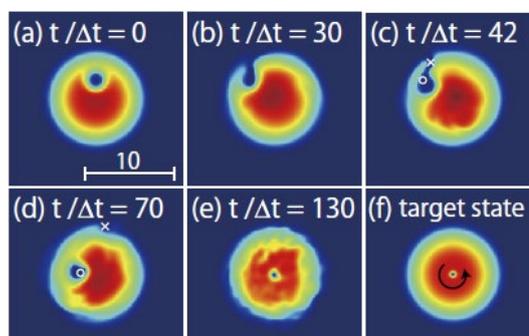


図1. 深層強化学習を用いて見いだされた単一量子渦の生成過程。外部ポテンシャルを巧妙に動かして量子渦を生成している。

## THz 帯 SIS 受信機の実現に向けた Nb<sub>3</sub>Ge 薄膜の作製と評価

山下弘基<sup>1</sup>, 酒井剛<sup>1,2</sup>, 野口卓<sup>1,3</sup>, 瀬田益道<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 基盤理工学専攻, <sup>2</sup> 量子科学研究センター, <sup>3</sup> 国立天文台, <sup>4</sup> 関西学院大

電波天文用の周波数変換器として、超伝導接合(SIS 接合)を用いた SIS ミキサが広く使用されている。ミリ波サブミリ波帯の SIS ミキサには、超伝導体としてニオブ(Nb)が用いられているが、Nb を使用した素子ではテラヘルツ帯電波のミキシングを行うことができない。この問題を解決するため、現在、高いギャップ周波数を持つ超伝導である Nb<sub>3</sub>Ge を使用した SIS 接合の開発を行なっている。今年度は、Nb<sub>3</sub>Ge の薄膜の製作、及び性能評価を行った。国天文台先端技術センターにて、サファイア基板上に Ar 圧力 0.4-0.8 Pa、基板温度 700-950°C の条件で Nb<sub>3</sub>Ge 薄膜を成膜した。スパッターターゲットには Nb:Ge=3:1(モル比)で混合した合金ターゲットを用い、基板-ターゲット距離は 20cm、成膜方法には DC マグネトロンスパッタを採用した。その結果、Ar 圧力 0.8 Pa、基板温度 825°C において超伝導転移温度( $T_c$ )が 21.4K で抵抗率(25K)が約 40  $\mu\Omega \cdot \text{cm}$  の良質な Nb<sub>3</sub>Ge 薄膜が得られることがわかった(図 1 右)。さらに、XRD 解析を行ったところ、基板温度が低い時には Nb 過多に、基板温度が高い時には Ge 過多になっていることもわかった。また、Ar 圧力が高い方が超伝導転移温度の高い薄膜が製作できることもわかった(図 1 左)。以上の結果から、サファイア基板上に Nb<sub>3</sub>Ge 薄膜を作成する手法を確立することができた。今後は、成膜した高  $T_c$  薄膜を用いて SIS 素子を作製し、THz 帯 SIS 接合の製作を行う予定である。本研究については、第 21 回ミリ波サブミリ波受信機ワークショップにて口頭講演を行なっている。

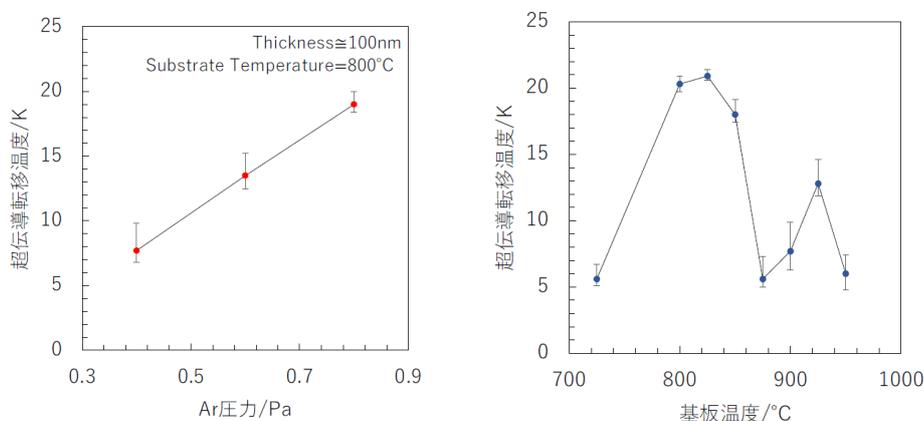


図 1. (右)Nb<sub>3</sub>Ge の超伝導転移温度と基板温度の関係、(左) Nb<sub>3</sub>Ge の超伝導転移温度と Ar 圧力の関係

## 量子もつれ光による擬似太陽光の生成

清水 亮介

<sup>1</sup> 基盤理工学専攻, <sup>2</sup> 量子科学研究センター

光が入射することにより、自然界に存在する様々な分子系において物理現象が引き起こされる。しかし、太陽光のような自然環境下では、光子の到達時刻を知ることができないため、光誘起された物理システムの動的過程を調べることは容易ではない。本研究では、パラメトリック下方変換過程を用いて生成した周波数量子もつれ光子対を利用することにより、光子数統計やスペクトル分布における太陽光の特性を模倣できることを理論的に示した。例えば、周波数量子もつれ光を利用することにより、特定の周波数スペクトルにおける太陽光の平均光子数を再構成することができる。また、周波数量子もつれ光の特徴である相関時間は、光子の到達時間を知るためのコントロールノブとして機能するため、周波数量子もつれ光による擬似的な太陽光光子が引き起こす分子内での動的過程を調べる事が可能になる [1]。

### 参考文献

[1] Yuta Fujihashi, Ryosuke Shimizu, Akihito Ishizaki, "Generation of pseudo-sunlight via quantum entangled photons and the interaction with molecules." *Phys. Rev. Research*, 2, 023256/1-7 (2020).

## 光コムとシングルピクセルイメージング技術を用いた横モード光波評価への応用

浅原 彰文<sup>1, 2</sup>, 美濃島 薫<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup> 基盤理工学専攻, <sup>2</sup> 量子科学研究センター

光コムは精密な周波数基準光源として広く知られてきたが、我々は光コムが本来有する高い制御性を積極的に活用することで、マルチ光コムのコヒーレント制御など、従来にないレベルでの自由かつ高度な光コム制御技術を示してきた[1]。さらに我々は、光コムを光渦の概念と組み合わせることによって、光コムの制御性を横モード次元に拡張し、精密な時空間位相制御を実現する“光渦コム”というコンセプトを提案してきた[2]。今年度は、空間情報の一括取得によって詳細な光波の分光情報を得るため、シングルピクセルイメージング技術をデュアルコム分光法に導入し、光渦特性評価に初めて適用した。実験では、空間位相変調器を用いてアダマール行列強度マスクのパターンを変えながら、各パターンに対応する一連のインターフェログラム干渉信号を取得した。この測定結果に対して逆アダマール行列演算とフーリエ解析を施すことで、光波の振幅・位相の分光画像を取得した(図1(a))。q-plate(光渦変換光学デバイス)と入射円偏光の組み合わせを調整することで、さまざま異なるトポロジカルチャージ( $\ell = -2, -1, 0, +1, +2$ )をもつ光渦の生成を行い、図1(b)のように本開発手法による光渦光波の振幅・位相分布の取得を実証した[3]。本手法は、カイラリティを有する物質の物性評価や横モード空間多重光通信などの幅広い分野における新たな計測技術としての発展が期待される。

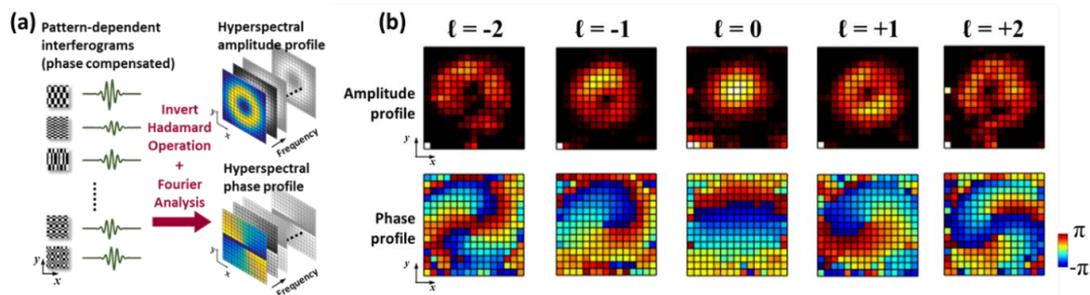


図 1. (a) シングルピクセルデュアルコム分光の原理概念図. (b) 解析の結果得られたさまざまなトポロジカルチャージをもつ光渦 ( $\ell = -2, -1, 0, +1, +2$ ) の振幅・位相空間分布.

### 参考文献

- [1] A. Asahara, and K. Minoshima, Coherent multi-comb pulse control demonstrated in polarization-modulated dual-comb spectroscopy technique, Appl. Phys. Express 12, 072014 (2019).
- [2] A. Asahara, S. Shoji, and K. Minoshima, "Optical combs and optical vortices combined for spatiotemporal manipulation of light and matter", arXiv:2005.04705 (2020).
- [3] A. Asahara, T. Adachi, S. Akiyama, and K. Minoshima, "Spatiotemporal characterization of optical vortex light-wave using hyperspectral dual-comb imaging," STu4N.6, Conference Paper on CLEO:2020 (2020).

## ラマン共鳴四波混合過程を典型例とする非線形光学過程の人為的な操作

大饗千彰,<sup>1</sup> Weiyong Liu,<sup>2</sup> Jian Zheng,<sup>2</sup> 鈴木勝,<sup>1,2</sup> 美濃島薫,<sup>1,2</sup> 桂川真幸<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>量子科学研究センター, <sup>2</sup>基盤理工学専攻

非線形光学過程はそこに関与する電磁場の相対的な位相関係に強く依存する。非線形光学過程が進行する過程で、この位相関係を任意の相互作用長において任意の値に操作する自由度を組込むことで、非線形光学過程を様々な形態に誘導することができる。この着想のもと、これまでに理論的な枠組みを構築し、数値計算による検証と初期的な実験を実行した。今年度は、本格的な実験にもとづく原理検証に向けて、低温下（液体窒素温度下）で電磁場の相対位相関係を自在に操作可能な実験系を構築した（図 1）。対象とする非線形光学過程には、パラ水素分子を非線形光学媒質とするラマン共鳴四波混合過程を選定した。

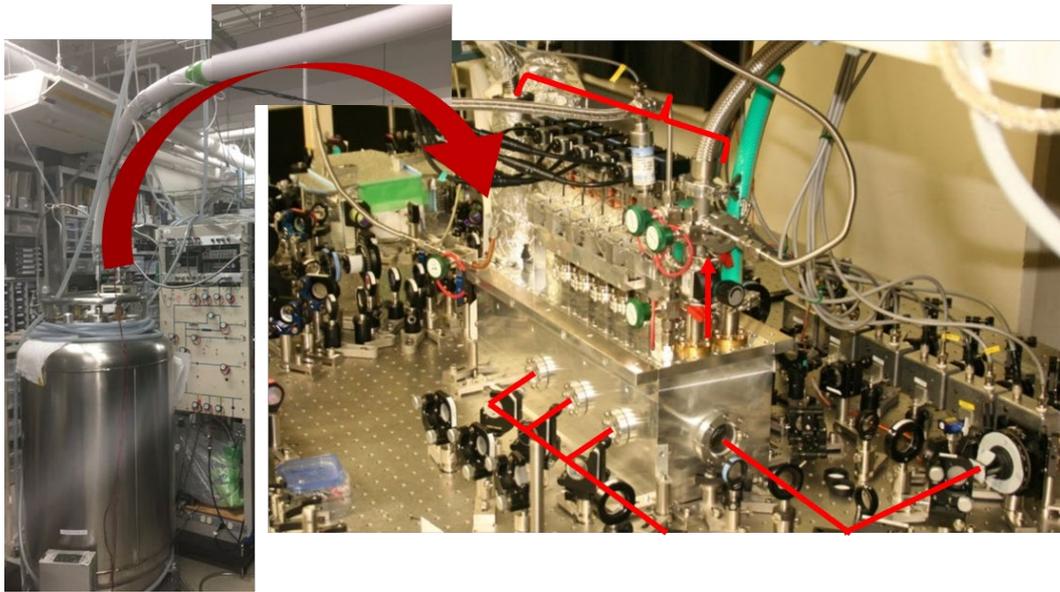


図 1. 液体窒素温度下で非線形光学過程に関与する電磁場の相対位相関係を自在に操作可能な実験システム.

## 配向性多孔質膜中 $^4\text{He}$ の超流動の音叉型水晶振動子による観測

金子愛莉, 名古屋亮人, 谷口淳子<sup>1,2</sup>, 鈴木勝<sup>1,2</sup>, 檜枝光憲<sup>3</sup>

<sup>1</sup>量子科学研究センター, <sup>2</sup>基盤理工学専攻, <sup>3</sup>東京医歯大

1次元的な超流動応答は, アスペクト比(細孔長と細孔径の比)や観測周波数に強く依存することが理論面から指摘されている. 我々はそのようなパラメータの系統的な制御を可能にする試料として, 配向性多孔質膜に注目している. この試料は, 細孔長が  $5\ \mu\text{m}$  程度と, 従来擬1次元系  $^4\text{He}$  の研究に用いられてきた粉状試料に比べて一桁程度長く, また膜状であるため, 従来に比べ多様な振動子を用いた実験が可能であるという特徴を有する. 我々は, 従来の振動子(ねじれ振り子:~kHz 帯)に比べて一桁程度高い共振周波数を有する音叉型水晶振動子(32 kHz)の先端にこの配向性多孔質膜を張りつけることで, ナノ細孔中  $^4\text{He}$  の超流動の観測を試みた. 使用した配向性多孔質膜内のナノ細孔の公称孔径は  $3.4\ \text{nm}$  である.

図1に共振周波数 $f$ 及び $Q$ 値の逆数の温度変化を示す。16.1 atoms/nm<sup>2</sup>以上の導入量では、 $f$ は2.17 Kで一度鋭い立ち上がりを見せ、さらに1.69 Kで再び立ち上がりが見られた。挿入図にあるように、ナノ細孔束は直径が100~200 nmの孔に直列に接続していることから、2.17 K、1.69 Kでの立ち上がりはそれぞれ、バルク<sup>4</sup>He、ナノ細孔中<sup>4</sup>Heの超流動転移によるものと考えられる。さらに、導入量を増やしたところ、飽和蒸気圧下におけるナノ細孔中液体<sup>4</sup>Heの転移温度は1.64 Kであることが明らかになった。これは、過去にねじれ振子を用いて測定された粉状試料（公称孔径3.5 nm、細孔長0.2-0.5  $\mu$ m）のナノ細孔中<sup>4</sup>Heの転移温度にほぼ一致した。アスペクト比が一桁程度異なるにも関わらず、転移温度がほぼ一致したことから、今後、観測周波数による転移温度の変化の大きさを評価する必要はあるものの、ナノ細孔中<sup>4</sup>Heの超流動転移温度がアスペクト比よりも細孔径に強く依存することを示唆する結果となった。

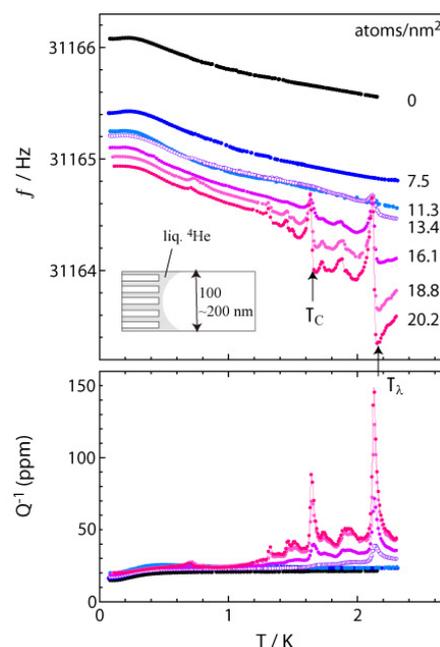


図1. 共振周波数 $f$ と $Q$ 値の逆数の温度変化。挿入図は試料中<sup>4</sup>Heの概念図。

## 参考文献

- [1] 谷口淳子, 名古屋亮人, 鈴木勝, 檜枝光憲, 山口央, 渋谷裕太, 「配向性多孔質膜中 He の超流動の音叉型水晶振動子による観測」, 日本物理学会, 76, 10 p F1-5,  
 [2] 金子愛莉, 谷口淳子, 鈴木勝, 檜枝光憲, 「配向性多孔質膜中 He の超流動の音叉型水晶振動子による観測II」, 日本物理学会, 76, 13 p F1-1

## ボトムトラッキング動的原子間力顕微鏡による原子スケール表面化学識別

Denis Damiron<sup>1,2</sup>, Pierre E. Allain<sup>1,2,3</sup>, 小林大<sup>1</sup>, 佐々木成朗<sup>4,5,6</sup>, 川勝英樹<sup>1,2</sup>, <sup>1</sup>東京大学生産技術研究所, <sup>2</sup>LIMMS CNRS-IIS/UTOKYO, <sup>3</sup>Univerisite de Paris and CNRS, <sup>4</sup>電気通信大学大学院基盤理工学専攻, <sup>5</sup>UEC ナノトライボロジー研究センター, <sup>6</sup>UEC 量子科学研究センター

2017 年度、表面化学計測に適用する超高真空原子間力顕微鏡（Atomic Force Microscopy : AFM）の新技术（ボトムトラッキングモード）を東大のグループと共同で開発した[1]。本手法では探針を支える振動子を数 MHz で微小振動させながら、数 kHz で試料の接近と離脱を繰り返す動的測定を行う（図1）。特に試料を保持する発振器の周波数シフトは、接触直前に極小値を持つ典型的なレナードジョーンズポテンシャルや

モースポテンシャルのような曲線形状を有している。2020年度は、まず超高真空イメージングの測定点としての周波数シフト曲線の極小値の物理的意味と、そこでの動的測定を維持するための制御方法を明らかにした。次に探針-試料表面間距離の変調とロックイン検出を使用して周波数シフト曲線の微分信号を制御した結果、Si (111) 表面(図2)とはんだ表面(図3)の原子分解能イメージの取得に成功した[2]。はんだ表面の二次元マップの特徴的な原子サイトで周波数シフトの極小値のヒストグラムを解析したところ、2~4種類のピークが現れた。これは原子サイトごとに異なる特徴的な周波数シフト深さが現れていることを意味している。

このように、本研究で開発されたボトムトラッキングモードAFMは、既存の一定周波数シフトモードおよび一定高さモードAFMの代替手段であると同時に、複雑な化学情報に原子スケールでアクセスする手段として有望であることを説明することができた。

#### 参考文献

- [1] P. E. Allain, D. Damiron, Y. Miyazaki, K. Kaminishi, F. V. Pop, D. Kobayashi, N. Sasaki, and H. Kawakatsu., “Color Atomic Force Microscopy: a method to acquire three independent potential parameters to generate a color image”, Appl. Phys. Lett. 111, 123104 (2017).
- [2] D. Damiron, P. E. Allain, D. Kobayashi, N. Sasaki, and H. Kawakatsu., “Bottom-tracking: the possibilities and physical meaning of keeping the bottom of the frequency shift in atomic force microscopy”, Jpn. J. Appl. Phys. 59, SN1012 (2020).

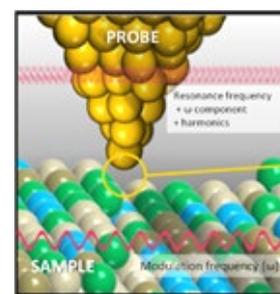


図 1. ボトムトラッキングモードAFMの模式図

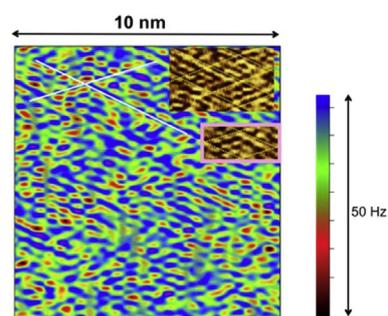


図 2. Si(111)表面のボトムトラッキングモードAFM像

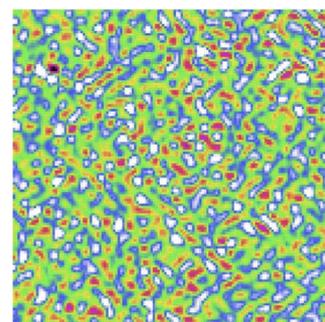


図 3. はんだ表面のボトムトラッキングモードAFM像

## 低欠陥ペロブスカイトナノ結晶の基礎研究と光電変換デバイスへの応用研究

### 沈 青<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>基盤理工学専攻,<sup>2</sup>量子科学研究センター

低欠陥半導体ナノ結晶を作製できる独自の手法を開発し、無輻射損失フリーで発光量子収率がほぼ100%である無機ペロブスカイトナノ結晶の作製に成功した。また、大変安定な低鉛ペロブスカイトナノ結晶の作製にも成功した。これらのペロブスカイトナノ結晶を太陽電池に適用したところ、エネルギー変換効率が約15%に達成し、安定であることも実証されている。これらの結果は半導体ナノ結晶太陽電池の世界的なトップレベルである。

鉛レスおよび鉛フリーのペロブスカイト量子ドットを光電変換デバイスへの応用を実現するために、我々は以下の研究を行った。

(1) トリオクチルホスフィンオキシド (TOPO) に基づく一般的な合成手法を開発し、広い光吸収領域を持つ高品質のハロゲン化Sn-Pb合金ペロブスカイト量子ドットの作製に成功した。その研究成果はimpact factor 9.8であるChemistry of Materials学術誌の表紙として掲載された。また、関連する成果については特許を出願した(出願番号: 特別出願19-022JP00)。(2) Sn-Pbペロブスカイト量子ドットにおける多数の電子トラップ欠陥を減らすために、アルカリ金属イオンドーピング技術を用いて、赤外線帯域でのペロブスカイト量子ドットの高効率発光を初めて実現した。その研究成果はimpact factor 15.3であるAngewandte Chemie学術誌に掲載された。

#### 参考文献

(1)Liu, F., Zhang, Y., Ding, C., Kawabata, K., Yoshihara, Y., Toyoda, T., Hayase, S., Minemoto, T., Wang, R., and Shen, Q. (2020). Trioctylphosphine Oxide Acts as Alkahest for SnX<sub>2</sub>/PbX<sub>2</sub>: A General Synthetic Route to Perovskite A<sub>Snx</sub>Pb<sub>1-x</sub>X<sub>3</sub> (A = Cs, FA, MA; X = Cl, Br, I) Quantum Dots. Chemistry of Materials 32, 1089-1100. 10.1021/acs.chemmater.9b03918.

(2)Liu, F.; Jiang, J.; Zhang, Y.; Ding, C.; Toyoda, T.; Hayase, S.; Wang, R.; Tao, S.; Shen, Q., Near-Infrared Emission from Tin-Lead (Sn-Pb) Alloyed Perovskite Quantum Dots by Sodium Doping. Angewandte Chemie, 59 (22), 8421-8424 (2020).

## 任意のタイミングで解毒可能な DNA アプタマー型共有結合性薬剤の開発

瀧 真清<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>量子科学研究センター, <sup>2</sup>基盤理工学専攻

### 1. はじめに

薬剤の製造/投与頻度を減らすことを目的とし、標的蛋白質に対して特異的に共有結合を形成し半永久的な薬剤効果を発揮する理想的な共有結合性薬剤の開発を目指している。同薬剤は、標的以外の蛋白質と共有結合してしまった場合、不可逆的な副作用が永続的に続くリスクがある。このリスクを極限まで低減させるため、① 多点認識によって標的だけを厳密に認識する共有結合性薬剤であること、② それでもなお副作用が起こった場合に任意のタイミングで解毒が可能であること、を両立しうる「DNA アプタマー型の共有結合性薬剤」という分子形態(モダリティ)を世界で初めて確立した(Chem. Commun., 57, 2483 (2021); front cover article)。

### 2. 実験・結果

構造情報や薬効などがよく知られている thrombin 結合性 DNA アプタマー(TBA)をモデルとして実証実験を行った。具体的には、TBA 配列内の特定残基にアルキニル長鎖アルカンを持たせたものと、アジド基を有するアリアルフ化スルホニルとを、ヒュスゲン環化付加反応により結合させることで、TBA を共有結合性薬剤へと変換した。変換後の TBA は、ヒト血清中において標的蛋白質 (thrombin) に対してのみ特異的に共有結合することが、ゲル電気泳動 (SDS-PAGE) 等によって確認された (図 1-①)。さらに、thrombin 結合アプタマーの DNA 配列に対して相補的な配列を持つ「DNA 型の解毒剤」を加えたところ、thrombin 結合アプタマーが一本鎖構造から二本鎖構造に変化して標的に係留されつつも阻害部位から離れることで、薬効の中和が可能であった (図 1-②)。

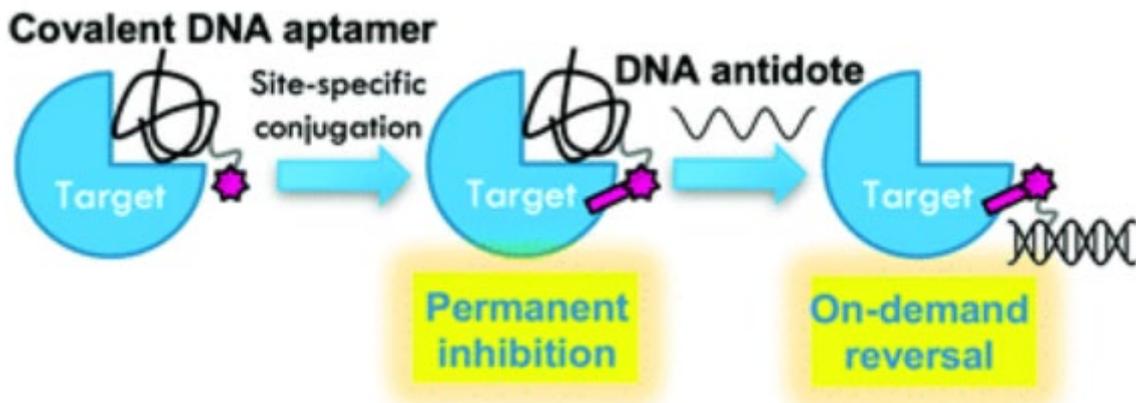


図 1. DNA アプタマー型の共有結合性薬剤：

- ①標的蛋白質(thrombin)のみを特異的に認識して共有結合することで不可逆的に阻害する。
- ②相補的な DNA 配列を持つ解毒剤により任意のタイミングで薬効を中和する。

**謝辞：**本研究は Wisconsin 大（現 北大/電通大客員教授）・J. Yang 先生との共同研究であり、また、本学内の科研費支援グラントでご支援いただきました成果でございます。この場をお借りして心より御礼申し上げます。

### 鉄道虫発光酵素とアミノルシフェリンアナログの組み合わせによる赤色発光系の構築

垣内美知雄,<sup>1</sup> V. Viviani,<sup>2</sup> V. Bevilaqua,<sup>2</sup> D. R. Souza,<sup>2</sup> G. F. Pelentir,<sup>2</sup> 平野 誉<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> 基盤理工学専攻, <sup>2</sup> Federal University of Sao Carlos (ブラジル), <sup>3</sup> 量子科学研究センター

我々は生物発光の分子機構解明とソフトクリスタル化学発光系の開拓に取り組む。生物発光系の1つとして、ホタルや鉄道虫を含む発光甲虫の反応機構解明とそれに基づくイメージング技術開発を進めている。発光甲虫は、ATP と酸素存在下、基質ルシフェリンと酵素ルシフェラーゼを用いたルシフェリン-ルシフェラーゼ(L-L)反応により発光する(Fig. 1)。多数の発光甲虫が生息するブラジルの共同研究者と協力し、我々が合成したルシフェリンアナログとブラジルの発光甲虫酵素を組合せて機構解明と応用探索を行った。ルシフェリン構造の6'位にアミノ基およびアルキル置換アミノ基を有するアナログを用いてL-L反応(Fig. 1)による発光特性評価を行ったところ、ピロリジン置換アナログと鉄道虫酵素の変異体R215Kの組合せが極大波長 650 nm で高い強度で光ることを見出し、バイオイメージング応用に有効な赤色発光系の1つを提供する

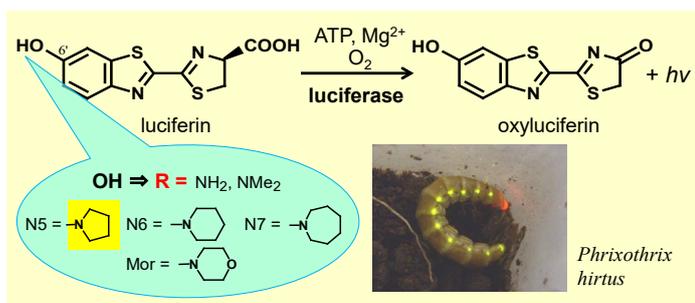


Fig. 1 Luciferin-luciferase reaction of beetle luciferin and its analogues.

ことができた。

## 参考文献

[1] Viviani, V.; Bevilaqua, V.; Souza, D. R.; Pelentir, G. F.; Kakiuchi, M.; Hirano, T., “A very bright far-red bioluminescence emitting combination based on engineered railroadworm luciferase and 6'-amino-analogs for bioimaging purposes,” *Int. J. Mol. Sci.*, 22 (1), 303 (13 pages) (2021).

## 半導体・半金属における磁気抵抗の理論

伏屋 雄紀<sup>1,2</sup>

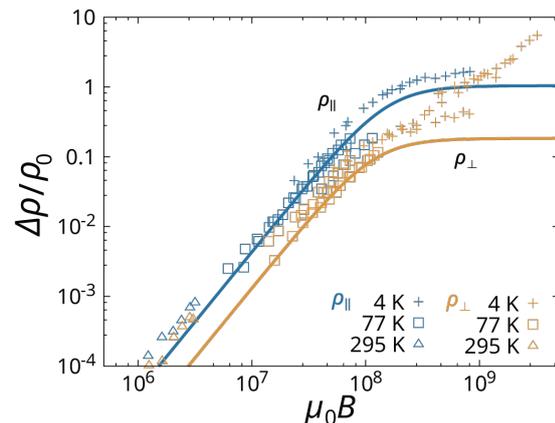
基盤理工学専攻<sup>1</sup>, 量子科学研究センター<sup>2</sup>

金属の電気抵抗が磁場によって変化する現象を「磁気抵抗」とよぶ。1857年のトムソン（ケルビン卿）による報告以来、磁気抵抗はこれまでに数多くの物質で測定されてきた。物質科学の基本現象としてだけでなく、ビスマスなど磁場に極めて敏感に反応する物質の磁気抵抗は、19世紀から磁場計測器などにも応用されている。カピッツァによる本格的研究が始まってから100年近くが経っていることもあり、磁気抵抗は研究され尽くしたかに思われる。しかし、近年の爆発的なトポロジカル物質科学の進展に伴い、よく分からない磁気抵抗現象が多く残されていることが明らかになってきた。特に、線形磁気抵抗や負の縦磁気抵抗など、“謎めいた”ふるまいとカイラルアノマリーやベリー曲率など量子効果との関連性が多く議論される様になり、にわかには注目を集めている。

こうした問題に対し、我々は半古典的理論（ボツルマン方程式）に基づく磁気抵抗の理論により、多くの謎めいたふるまいを説明できることを明らかにしてきた。その一つが、PbTeやPbSe、PbSなどIV-VI半導体における大きな縦磁気抵抗である。

縦磁気抵抗とは、電流と磁場が平行な場合の磁気抵抗を指す。この配置では磁気抵抗の起源となるローレンツ力が働かないため、「縦磁気抵抗は生じない」とするのが固体物理学の常識であった。にもかかわらず、マルチバレー半導体では、非常に大きな縦磁気抵抗が生じ、PbTeにいたっては横磁気抵抗より大きくなる。このことは実験的には1950年代から分かっていたにもかかわらず、そのメカニズムは謎に包まれたままであった。

我々は、磁場と有効質量をテンソル表現することで、複雑な磁気抵抗の理論を簡明に理解出来ることに注目した。この理論手法により、「有効質量の非対角成分が大きな縦磁気抵抗を生む」こと、「マルチバレー半導体では大きな非対角成分が現れること」を明らかにした [1]。我々の理論に基づけば、PbTeの磁気抵抗は縦も横も定量的に良く実験を説明することができる（上図）。



縦磁気抵抗 $\rho_{\parallel}$ と横磁気抵抗 $\rho_{\perp}$ の磁場依存性。異なる試料、温度での測定結果がシンボルで表されている。実線が理論結果で、実験と定量的によく一致していることが分かる。横磁気抵抗に関しては、強磁場領域で試料により飽和するものと線形磁気抵抗を示すものに分かれる。

この他, Bi におけるスピン変換 [2] やプラナーホール効果 [3] の研究も行った.

#### 参考文献

- [1] Y. Mitani and Y. Fuseya, "Large longitudinal magnetoresistance of multivalley systems", J. Phys.: Condens. Matter, 32 345802 (2020)
- [2] M. Matsushima, S. Miwa, S. Sakamoto, T. Shinjo, R. Ohshima, Y. Ando, Y. Fuseya, M. Shiraishi, "Sizable spin-transfer torque in the Bi/Ni<sub>80</sub>Fe<sub>20</sub> bilayer film", Appl. Phys. Lett. 117, 042407 (2020)
- [3] A. Yamada, Y. Fuseya, "Angular dependence of magnetoresistance and planar Hall effect in semimetals in strong magnetic fields", Phys. Rev. B, 103, 125148 (2021)

### 3. 2020 年度外部発表

#### 3-1 発表学術論文

- 【1】 J. Svensmark, O. I. Tolstikhin, and T. Morishita  
"Adiabatic theory of strong-field ionization of molecules including nuclear motion"  
Phys. Rev. A, 101[26 pages], 2020/5/12
- 【2】 Z. Chen, F. Liu, H. Wen, T. Morishita, O. Zatsarinny, and K. Bartschat  
"Nonsequential double ionization of Ar in near-single-cycle laser pulses"  
Opt. Express, 28, 22231-22246, 2020/7/20
- 【3】 H. Matsui, O. I. Tolstikhin, and T. Morishita  
"Weak-field asymptotic theory of tunneling ionization of the hydrogen molecule including core polarization, spectator nucleus, and internuclear motion effects"  
Phys. Rev. A, 103, 033102[14 pages], 2021/3/1
- 【4】 Michiteru Mizoguchi, Yichi Zhang, Masaya Kunimi, Akira Tanaka, Shuntaro Takeda, Nobuyuki Takei, Vineet Bharti, Kuniaki Koyasu, Tetsuo Kishimoto, Dieter Jaksch, Alexander Glaetzle, Martin Kiffner, Guido Masella, Guido Pupillo, Matthias Weidemüller, and Kenji Ohmori  
"Ultrafast creation of overlapping Rydberg electrons in an atomic BEC and Mott-insulator lattice"  
Phys. Rev. Lett., 124, 253201, 2020/6/22
- 【5】 Hiroki Saito  
"Creation and Manipulation of Quantized Vortices in Bose–Einstein Condensates Using Reinforcement Learning"  
Journal of the Physical Society of Japan, 89, 074006/1-074006/8, 2020/6/24
- 【6】 Tanaka, Kunihiko; Nagai, Makoto; Kamegai, Kazuhisa; Ino, Takahiro; Sakai, Takeshi  
"HCN J = 4-3, HNC J = 1-0, H13CN J = 1-0, and HC3N J = 10-9 Maps of Galactic Center Region. II. Physical Properties of Dense-gas Clumps and Probability of Star Formation"  
The Astrophysical Journal, 903, 2, id. 111, 2020/11
- 【7】 Li, Shanghuo; Sanhueza, Patricio; Zhang, Qizhou; Nakamura, Fumitaka; Lu, Xing; Wang, Junzhi; Liu, Tie; Tatematsu, Ken'ichi; Jackson, James M.; Silva, Andrea; Guzmán, Andrés E.; Sakai, Takeshi; Izumi, Natsuko; Tafoya, Daniel; Li, Fei; Contreras, Yanett; Morii, Kaho; Kim, Kee-Tae

- "The ALMA Survey of 70  $\mu$  m Dark High-mass Clumps in Early Stages (ASHES). II. Molecular Outflows in the Extreme Early Stages of Protocluster Formation"  
The Astrophysical Journal, 903, 2, id. 119, 2020/11
- 【8】** Olguin, Fernando A.; Sanhueza, Patricio; Guzmán, Andrés E.; Lu, Xing; Saigo, Kazuya; Zhang, Qizhou; Silva, Andrea; Chen, Huei-Ru Vivien; Li, Shanghuo; Ohashi, Satoshi; Nakamura, Fumitaka; Sakai, Takeshi; Wu, Benjamin  
"Digging into the Interior of Hot Cores with ALMA (DIHCA). I. Dissecting the High-mass Star-forming Core G335.579-0.292 MM1"  
The Astrophysical Journal, 909, 2, id. 199, 2021/3
- 【9】** Yang, Yao-Lun; Sakai, Nami; Zhang, Yichen; Murillo, Nadia M.; Zhang, Ziwei E.; Higuchi, Aya E.; Zeng, Shaoshan; López-Sepulcre, Ana; Yamamoto, Satoshi; Lefloch, Bertrand; Bouvier, Mathilde; Ceccarelli, Cecilia; Hirota, Tomoya; Imai, Muneaki; Oya, Yoko; Sakai, Takeshi; Watanabe, Yoshimasa  
"The Perseus ALMA Chemistry Survey (PEACHES). I. The Complex Organic Molecules in Perseus Embedded Protostars"  
The Astrophysical Journal, 910, 1, id. 20, 2021/3
- 【10】** Rui-Bo Jin, Wu-Hao Cai, Chunling Ding, Feng Mei, Guang-Wei Deng, Ryosuke Shimizu, Qiang Zhou  
"Spectrally uncorrelated biphotons generated from"the family of BBO crystal"  
Quantum Engineering, 2, 2, e38/1-15, 2020/5/16
- 【11】** Hiroyuki Endo, Mikio Fujiwara, Mitsuo Kitamura, Orié Tsuzuki, Ryosuke Shimizu, Masahiro Takeoka, Masahide Sasaki  
"Group key agreement over free-space optical links"  
OSA Continuum, 3, 9, 2525-2543, 2020/9/8
- 【12】** Yuta Fujihashi, Ryosuke Shimizu, Akihito Ishizaki  
"Generation of pseudo-sunlight via quantum entangled photons and the interaction with molecules"  
Phys. Rev. Research, 2, 023256/1-7, 2020/6/1
- 【13】** Bei Wei, Wu-Hao Cai, Chunling Ding, Guang-Wei Deng, Ryosuke Shimizu, Qiang Zhou, and Rui-Bo Jin  
"Mid-infrared spectrally-uncorrelated biphotons generation from doped PPLN: a theoretical investigation."  
Opt. Express, 29, 1, 256-271, 2020/12/22

- 【14】 A. Asahara, Y. Arai, T. Saito, J. Ishi-Hayase, K. Akahane, K. Minoshima  
 "Dual-comb-based asynchronous pump-probe measurement with an ultrawide temporal dynamic range for characterization of photo-excited InAs quantum dots"  
 Applied Physics Express, 13, 6, 062003-1-062003-4, 2020/5/4
- 【15】 Yoshiaki Nakajima, Takuya Hariki, Akiko Nishiyama, and Kaoru Minoshima  
 "Phase-stabilized all-fiber-based mode-filtering technique for generating a gigahertz frequency comb"  
 Optics Express, 28, 12, 17502-17510, 2020/6/8
- 【16】 Akifumi Asahara, Satoru Shoji, Kaoru Minoshima  
 "Optical combs and optical vortices combined for spatiotemporal manipulation of light and matter"  
 arXiv, 2005.04705, 1-13, 2020/5/10
- 【17】 Takashi Kato, Hirotaka Ishii, Kazuhiro Terada, Tamaki Morito, Kaoru Minoshima  
 "Fully non-scanning three-dimensional imaging using an all-optical Hilbert transform enabled by an optical frequency comb"  
 arXiv, 2006.07801, 1-7, 2020/6/16
- 【18】 Kenji Nishimoto, Kaoru Minoshima, Takeshi Yasui, and Naoya Kuse  
 "Investigation of the phase noise of a microresonator soliton comb"  
 Optics Express, 28, 13, 19295-19303, 2020/6/22
- 【19】 T. Mizuno, Y. Nakajima, Y. Hata, T. Tsuda, A. Asahara, T. Kato, T. Minamikawa, T. Yasui, K. Minoshima  
 "Computationally image-corrected dual-comb microscopy with a free-running single-cavity dual-comb fiber laser"  
 arXiv, 2007.128, 1-32, 2020/7
- 【20】 Kenji Nishimoto, Kaoru Minoshima, Takeshi Yasui, and Naoya Kuse  
 "Generation of a microresonator soliton comb via current modulation of a DFB laser"  
 OSA Continuum, 3, 11, 3218-3224, 2020/11/15
- 【21】 Bo Xu, Yuxuan Ma, Hirotaka Ishii, Isao Matsushima, Zhigang Zhang, Kaoru Minoshima  
 "Nonlinear amplification based on a tightly phase locked 750 MHz Yb: fiber frequency comb"  
 Applied Physics Letters, 118, 3, 031101-1-031101-5, 2021/1/21
- 【22】 Takahiro Mizuno, Yoshiaki Nakajima, Yuya Hata, Takuya Tsuda, Akifumi Asahara, Takashi Kato, Takeo Minamikawa, Takeshi Yasui, and Kaoru

Minoshima

"Computationally image-corrected dual-comb microscopy with a free-running single-cavity dual-comb fiber laser"

Optics Express, 29, 4, 5018-5032, 2021/2/2

- 【23】 Tetsushi Takano, Hisashi Ogawa, Chiaki Ohae, and Masayuki Katsuragawa  
"A 10 W injection-locked single-frequency continuous-wave titanium:sapphire laser"  
Optics Express, 29, 5, 6927-6934, 2021/2
- 【24】 Ren Usami, Teruyoshi Nobukawa, Masato Miura, Norihiko Ishii, Eriko Watanabe, and Tetsuhiko Muroi  
"Dense parallax images acquisition method using single-pixel imaging for integral photography"  
Optics Letters, Vol. 45, 25-28, 2020
- 【25】 Denis Damiron, Pierre E Allain, Dai Kobayashi, Naruo Sasaki and Hideki Kawakatsu  
"Bottom-Tracking: The possibilities and physical meaning of keeping the bottom of the frequency shift in Atomic Force Microscopy"  
Jpn. J. Appl. Phys., 59, SN1012-1-SN1012-6, 2020/5
- 【26】 Feng Liu, Junke Jiang, Taro Toyoda, Muhammad Akmal Kamarudin, Shuzi Hayase, Ruixiang Wang, Shuxia Tao, Qing Shen, "Ultra-Halide-Rich Synthesis of Stable Pure Tin-Based Halide Perovskite Quantum Dots: Implications for Photovoltaics. "  
ACS Appl. Nano Mater. 2021, March 30, in press.,  
<https://doi.org/10.1021/acsnm.1c00324>
- 【27】 Junke Jiang, Feng Liu, Qing Shen, Shuxia Tao,  
"The Role of Sodium in Stabilizing Tin-Lead (Sn-Pb) Alloyed Perovskite Quantum Dots."  
J. Mater. Chem. A, 2021, March 19, Accepted. DOI: 10.1039/D1TA00955A
- 【28】 Junke Jiang, Feng Liu, Ionut Tranca, Qing Shen, Shuxia Tao,  
"Atomistic and Electronic Origin of Phase Instability of Metal Halide Perovskites,"  
ACS Appl. Energy Mater. 2020, 3, 12, 11548–11558 (Nov. 22, 2020).,  
<https://doi.org/10.1021/acsaem.0c00791>
- 【29】 Ding, C.; Liu, F.; Zhang, Y.; Hayase, S.; Masuda, T.; Wang, R.; Zhou, Y.; Yao, Y.; Zou, Z.; Shen, Q.,

- “Passivation Strategy of Reducing Both Electron and Hole Trap States for Achieving High-Efficiency PbS Quantum-Dot Solar Cells with Power Conversion Efficiency over 12%.”  
ACS Energy Letters 2020, 5 (10), 3224-3236.
- 【30】 Chen, M.; Sahamir, S. R.; Kapil, G.; Baranwal, A. K.; Kamarudin, M. A.; Zhang, Y.; Nishimura, K.; Ding, C.; Liu, D.; Hirotsu, D.; Shen, Q.; Hayase, S.,  
“Inverted CsPbI<sub>2</sub>Br perovskite solar cells with enhanced efficiency and stability in ambient atmosphere via formamidinium incorporation.”  
Solar Energy Materials and Solar Cells 2020, 218, 110741.
- 【31】 Zhang, F.; Huang, Q.; Song, J.; Hayase, S.; Qu, J.; Shen, Q.,  
“A New Strategy for Increasing the Efficiency of Inverted Perovskite Solar Cells to More than 21%”  
High-Humidity Induced Self-Passivation of Perovskite Films. 2020, 4 (9), 2000149.
- 【32】 Nam, K.-S.; Krishnamurthy, S.; Qing, S.; Toyoda, T.; Yoshino, K.; Minemoto, T.; Ma, T.; Pandey, S.; Hayase, S.,  
“Stability Improvement of Perovskite Solar Cells by Adding Sb-Xanthate to Precursor Solution. “  
2020, 217 (18), 2000144.
- 【33】 Y Zhang, S Ozu, G Wu, C Ding, F Liu, D Liu, T Minemoto, T Masuda, S. Hayase, T. Toyoda, Q. Shen,  
“In-Depth Exploration of the Charge Dynamics in Surface-Passivated ZnO Nanowires”,  
The Journal of Physical Chemistry C 124 (29), 15812-15817, (2020)
- 【34】 Masuda, T.; Zhang, Y.; Ding, C.; Liu, F.; Sasaki, K.; Shen, Q.; Endo, M.,  
“All-inorganic cesium lead halide perovskite nanocrystals for solar-pumped laser application.”  
2020, 127 (24), 243104.
- 【35】 Gao, W.; Wang, L.; Gao, C.; Liu, J.; Yang, Y.; Yang, L.; Shen, Q.; Wu, C.; Zhou, Y.; Zou, Z.,  
“Exquisite design of porous carbon microtubule-scaffolding hierarchical In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZnIn<sub>2</sub>S<sub>4</sub> heterostructures toward efficient photocatalytic conversion of CO<sub>2</sub> into CO. “  
Nanoscale 2020, 12 (27), 14676-14681.
- 【36】 J. Hu, F. Zhang, Y. Yang, Q. Han, Z. Li, Q. Shen, Y. Zhang, Y. Zhou, Z. Zou,

- “In situ preparation of Bi<sub>2</sub>S<sub>3</sub> nanoribbon-anchored BiVO<sub>4</sub> nanoscroll heterostructures for the catalysis of Cr(vi) photoreduction”, *Catalysis Science & Technology* 2020, 10, 3843.
- 【37】 Y. Shen, Q. Han, J. Hu, W. Gao, L. Wang, L. Yang, C. Gao, Q. Shen, C. Wu, X. Wang, X. Zhou, Y. Zhou, Z. Zou, *ACS Applied Energy Materials* 2020, 3, 6561.
- 【38】 Daisuke Hirotani, Yuta Maeda, Muhammad Akmal Kamarudin, Shen Qing, Taro Toyoda and Shuzi Hayase. *2020 Jpn. J. Appl. Phys.* 59 061005.
- 【39】 Y. Zhang, G. Wu, C. Ding, F. Liu, D. Liu, T. Masuda, K. Yoshino, S. Hayase, R. Wang, Q. Shen. “Surface-Modified Graphene Oxide/Lead Sulfide Hybrid Film-Forming Ink for High-Efficiency Bulk Nano-Heterojunction Colloidal Quantum Dot Solar Cells.” *Nano-Micro Lett.* 12, 111 (2020). <https://doi.org/10.1007/s40820-020-00448-8>
- 【40】 K. Nishimura, M. A. Kamarudin, D. Hirotani, K. Hamada, Q. Shen, S. Iikubo, T. Minemoto, K. Yoshino, S. Hayase, *Nano Energy* 2020, 74, 104858.
- 【41】 Zhang, F., Huang, Q., Song, J., Hayase, S., Qu, J. and Shen, Q. (2020), “A New Strategy for Increasing the Efficiency of Inverted Perovskite Solar Cells to More than 21%: High - Humidity Induced Self - Passivation of Perovskite Films. *Sol.* “ *RRL*, 4: 2000149. doi:10.1002/solr.202000149
- 【42】 Kengo Hamada, Ryo Tanaka, Muhammad Akmal Kamarudin, Qing Shen, Satoshi Iikubo, Takashi Minemoto, Kenji Yoshino, Taro Toyoda, Tingli Ma, Dong-won Kang, Shuzi Hayase. “Enhanced device performance with passivation of the TiO<sub>2</sub> surface using a carboxylic acid fullerene monolayer for a SnPb perovskite solar cell with a normal planar structure. “ *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 2020, DOI: 10.1021/acsami.0c01411.
- 【43】 Wentao Song, Yiming Wang, Bing Wang, Yingfang Yao, Wenguang Wang, Jinhui Wu, Qing Shen, Wenjun Luo, Zhigang Zou. “Super stable CsPbBr<sub>3</sub>@SiO<sub>2</sub> tumor imaging reagent by stress-response encapsulation. “ *Nano Research*, 2020, 1-7.
- 【44】 Feng Liu, Junke Jiang, Yaohong Zhang, Chao Ding, Taro Toyoda, Shuzi Hayase, Ruixiang Wang, Shuxia Tao, Qing Shen.

- “Near-Infrared Emission from Tin–Lead (Sn–Pb) Alloyed Perovskite Quantum Dots by Sodium Doping. *Angewandte Chemie*,”  
2020, DOI: 10.1002/anie.201916020
- 【45】 Takashi Minemoto, Yu Kawano, Takahito Nishimura, Qing Shen, Kenji Yoshino, Satoshi Iikubo, Shuzi Hayase, Jakapan Chantana.  
“Theoretical analysis of band alignment at back junction in Sn–Ge perovskite solar cells with inverted pin structure. “  
*Solar Energy Materials and Solar Cells*, 2020, 206, 110268.
- 【46】 Zhang, F. , Huang, Q. , Song, J. , Zhang, Y. , Ding, C. , Liu, F. , Liu, D. , Li, X. , Yasuda, H. , Yoshida, K. , Qu, J. , Hayase, S. , Toyoda, T. , Minemoto, T. and Shen, Q. \*.  
“Growth of Amorphous Passivation Layer Using Phenethylammonium Iodide for High”  
Performance Inverted Perovskite Solar Cells. *Sol. RRL*. 2020, 4 (2), 1900243.
- 【47】 Zhoujie Chen, Yangguang Hu, Jin Wang, Qing Shen, Yaohong Zhang, Chao Ding, Yu Bai, Guocan Jiang, Zhengquan Li, Nikolai Gaponik.  
“Boosting Photocatalytic CO<sub>2</sub> Reduction on CsPbBr<sub>3</sub> Perovskite Nanocrystals by Immobilizing Metal Complexes.”  
*Chemistry of Materials*, 2020, 32 (4), 1517-1525.
- 【48】 Feng Liu, Yaohong Zhang, Chao Ding, Kentaro Kawabata, Yasuha Yoshihara, Taro Toyoda, Shuzi Hayase, Takashi Minemoto, Ruixiang Wang, Qing Shen.  
“Triethylphosphine Oxide Acts as Alkahest for SnX<sub>2</sub>/PbX<sub>2</sub>: A General Synthetic Route to Perovskite AS<sub>n</sub>X<sub>3</sub> (A= Cs, FA, MA; X= Cl, Br, I) Quantum Dots.”  
*Chem. Mater.* 2020, 32, 3, 1089-1100.
- 【49】 Chi Huey Ng, Kengo Hamada, Gaurav Kapil, Muhammad Akmal Kamarudin, Zhen Wang, Satoshi Iikubo, Qing Shen, Kenji Yoshino, Takashi Minemoto, Shuzi Hayase.  
“Reducing Traps Density and Carriers Concentration by Ge Additive for An Efficient Quasi 2D/3D Perovskite Solar Cell. *J. Mater.*”  
*Chem. A*, 2020,8, 2962-2968.
- 【50】 Xing, M.; Zhang, Y.; Shen, Q.; Wang, R.,  
“Temperature dependent photovoltaic performance of TiO<sub>2</sub>/PbS heterojunction quantum dot solar cells. “  
*Solar Energy* 2020, 195, 1-5.
- 【51】 Zhang, Y.; Wu, G.; Liu, F.; Ding, C.; Zou, Z.; Shen, Q.,

- “Photoexcited carrier dynamics in colloidal quantum dot solar cells: insights into individual quantum dots, quantum dot solid films and devices.”  
Chemical Society Reviews 2020, 49 (1), 49-84.
- 【52】** Baranwal, A. K.; Saini, S.; Wang, Z.; Hamada, K.; Hirotsu, D.; Nishimura, K.; Kamarudin, M. A.; Kapil, G.; Yabuki, T.; Iikubo, S.; Shen, Q.; Miyazaki, K.; Hayase, S.,  
“Effect of Precursor Solution Aging on the Thermoelectric Performance of CsSnI<sub>3</sub> Thin Film.”  
Journal of Electronic Materials 2019. doi:10.1007/s11664-019-07846-8
- 【53】** Ding, C.; Liu, F.; Zhang, Y.; Hirotsu, D.; Rin, X.; Hayase, S.; Minemoto, T.; Masuda, T.; Wang, R.; Shen, Q.,  
“Photoexcited hot and cold electron and hole dynamics at FAPbI<sub>3</sub> perovskite quantum dots/metal oxide heterojunctions used for stable perovskite quantum dot solar cells. “  
Nano Energy 2020, 67, 104267.
- 【54】** K. Mochizuki, L. Matsukura, Y. Ito, N. Miyashita\*, M. Taki\*  
"Medium-firm drug-candidate library of cryptand-like structures on T7 phage: Design and selection of strong binder for Hsp90"  
Org. Biomol. Chem, 19, 146-150, 2021/1/7
- 【55】** Y. Tabuchi, J. Yang\*, M. Taki\*  
"Inhibition of thrombin activity by a covalent-binding aptamer and reversal by the complementary strand antidote"  
Chem. Commun., 57, 2483-2486, 2021/3/11
- 【56】** Kenji Ishibashi, Jo Hiraide, Junko Taniguchi, Tomoki Minoguchi, and Masaru Suzuki  
"Effects of <sup>3</sup>He impurities on the mass decoupling of <sup>4</sup>He films"  
Physical Review B, 102, 10, 104104-1-104104-7, 2020/9/14
- 【57】** Kitada, N.; Saito, R.; Obata, R.; Iwano, S.; Karube, K.; Miyawaki, A.; Hirano, T.; Maki, S. A.  
"Development of near-infrared firefly luciferin analogue reacted with wild type and mutant luciferases"  
Chirality, 32, 7, 922-931, 2020/6/15
- 【58】** Li, G.; Hirano, T.; Yamada, K.  
"Bright near-infrared chemiluminescent dyes: phthalhydrazides conjugated with fluorescent BODIPYs"  
Dyes Pigm., 178, 108339, 7 pages, 2020/7/1

- 【59】 Viviani, V.; Bevilaqua, V.; Souza, D. R.; Pelentir, G. F.; Kakiuchi, M.; Hirano, T.  
 "A very bright far-red bioluminescence emitting combination based on  
 engineered railroadworm luciferase and 6'-amino-analogs for bioimaging  
 purposes"  
 Int. J. Mol. Sci., 22, 1, 303, 13 pages, 2021/1/1
- 【60】 Tamaki, S.; Kitada, N.; Kiyama, M.; Fujii, R.; Hirano, T.; Kim, S. B.; Maki, S.  
 "Color-Tunable Bioluminescence Imaging Platform for Cell Imaging"  
 Sci. Rep., 11, 2219, 10 pages, 2021/1/26
- 【61】 Yuki Mitani, Yuki Fuseya  
 "Large longitudinal magnetoresistance of multivalley systems"  
 J. Phys.: Condens. Matter, 32, 345802-1-345801-7, 2020/5/27
- 【62】 Masayuki Matsushima, Shinji Miwa, Shoya Sakamoto, Teruya Shinjo, Ryo  
 Ohshima, Yuichiro Ando, Yuki Fuseya, and Masashi Shiraishi  
 "Sizable spin-transfer torque in the Bi/Ni<sub>80</sub>Fe<sub>20</sub> bilayer film"  
 Applied Physics Letters, 117, 042407-1-042407-4, 2020/7/30
- 【63】 Akiyoshi Yamada, Yuki Fuseya  
 "Angular dependence of magnetoresistance and planar Hall effect in semimetals  
 in strong magnetic fields"  
 Physical Review B, 103, 125148, 2021/3/23

### 3-2 国際会議 Proceedings

- 【1】 Takashi Kato, Hiroataka Ishii, Kazuhiro Terada, Tamaki Moritoh, Kaoru Minoshima  
 "Pico-second single-pulse three-dimensional imaging with an optical frequency  
 comb"  
 ALPS2020, 2020,/4/20
- 【2】 Yugo Kusumi, Yoshiaki Nakajima, Yuya Hata, Kaoru Minoshima  
 "Development of Highly Coherent All-Polarization-Maintaining Dual-Comb Fiber  
 Laser with Simple Mechanical Sharing"  
 ALPS2020, 2020/4/20
- 【3】 T. Adachi, A. Asahara, Y. Odagiri, M. Shirakawa, M. Ishibashi, S. Hatano, H.  
 Tokunaga, and K. Minoshima  
 "Dual-comb spectroscopy of dispersion properties in solid-state optical response"  
 ALPSp-32, 2020/4/21

- 【4】 Akifumi Asahara, Takuto Adachi, Seishiro Akiyama, Kaoru Minoshima  
 "Hyperspectral Spatial Phase Detection of Optical Vortices using Single-pixel  
 Imaging and Dual-comb Spectroscopy"  
 ALPS2020, ALPSp-35, 2020/4/21
- 【5】 Akifumi Asahara, Takuto Adachi, Seishiro Akiyama, Kaoru Minoshima  
 "Spatiotemporal Characterization of Optical Vortex Light-wave using  
 Hyperspectral Dual-comb Imaging"  
 CLEO:2020, STu4N.6 , 2020/5/12
- 【6】 Takashi Kato, Hiroataka Ishii, Kazuhiro Terada, Tamaki Moritoh, Kaoru Minoshima  
 "Pico-second single-pulse three-dimensional imaging with an optical frequency  
 comb"  
 CLEO:2020, SI, STu4N.7, 2020/5/12
- 【7】 Kenji Nishimoto, Kaoru Minoshima, Takeshi Yasui, Naoya Kuse  
 "Generation of a dissipative Kerr-microresonator soliton comb pumped by a MHz  
 linewidth DFB laser "  
 CLEO:2020, SI, SW3J.3, 2020/5/12
- 【8】 Yoshii, Kazumichi; Hong, Feng-Lei; Yasui, Takeshi; Minoshima, Kaoru; Kuse,  
 Naoya  
 "Ultra-Broadband Single-Branch Optical Frequency Comb Using a Periodically  
 Poled Lithium Niobate Waveguide "  
 CLEO:2020, SI, SF2G.6, 2020/5/12
- 【9】 Liu, W.; Ohae, C.; Zheng, J.; Tahara, S.; Suzuki, M.; Minoshima, K.; Katsuragawa,  
M.  
 "Engineered generation of a specific Stokes order in stimulated Raman scattering  
 process "  
 CLEO:2020, SI, SW3N.4, 2020/5/12
- 【10】 Yoshiaki Nakajima, Yuya Hata, Yugo Kusumi, Kazumichi Yoshii, Kaoru Minoshima  
 "Mid-Infrared Dual-Comb Fiber Laser from 3.2 to 4.4  $\mu\text{m}$ "  
 CLEO:2020, SI, JW2A.125, 2020/5/13
- 【11】 Yugo Kusumi, Yoshiaki Nakajima, Yuya Hata, Kaoru Minoshima  
 "All-polarization-maintaining dual-comb fiber laser system comprised of two free-  
 running mode-locked fiber lasers with a mechanical sharing scheme"  
 CLEO-PR 2020, C5B-1/2020/8/3
- 【12】 T. Adachi, A. Asahara, Y. Odagiri, M. Shirakawa, M. Ishibashi, S. Hatano, E.  
 Tokunaga, and K. Minoshima  
 "Complex optical response measurement of solid material to external fields by dual-

comb spectroscopy"

CLEO-PR:2020, C11F-2, 2020/8/5

- 【13】 A. Asahara, T. Adachi, S. Akiyama, and K. Minoshima  
"Detection of optical vortices with various topological charges using single-pixel dual-comb imaging"  
Frontiers in Optics / Laser Science, LM7F.4, 2020/9/14
- 【14】 Y. Tokizane, N. Kuse, K. Nishimoto, K. Minoshima, T. Yasui  
"560 GHz terahertz wave generation using a soliton comb"  
45th International Conference on Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves, IRMMW-THz 2020, 1, 2, 2020/11/8
- 【15】 Y. Miyamoto, C. T. Samlan, S. Gautam, D. N. Naik, and N. K. Viswanathan  
"Correction to spatial mode transformation in a modified interferometer"  
Optical Manipulation and Structured Materials Conference (OMC 2020), Proc. SPIE, 11522, 115220A-1-115220A-3, 2020/4
- 【16】 M. Ohta, S. Kodama, K. Ikeda, Y. Kano, Y. Miyamoto, W. Osten, M. Takeda, and E. Watanabe  
"Preliminary experimental evaluation of microscopic imaging through thick biological tissues based on in-line phase-shift digital holography using near-infrared light"  
Biomedical Imaging and Sensing Conference (BISC 2020), Proc. SPIE, 11521, 115210U-1-115210U-3, 2020/4

### 3-3 総説・解説

- 【1】 Hiroki Saito  
"Human-Machine Collaboration in Quantum Many-Body Problems"  
Journal of the Physical Society of Japan, 17, 2020/6/30
- 【2】 美濃島 薫  
「分野横断的議論を促進する超高速光エレクトロニクス (UFO) 研究会」  
電子情報通信学会エレクトロニクスソサエティ ニュースレター, 177, 4, 14, 2020/4/1
- 【3】 吉井 一倫, 久世 直也, 美濃島 薫  
「次世代光周波数コム - 中赤外光周波数コムと集積光周波数コム -」  
OPTRONICS, 9, 1-5, 2020/9

- 【4】 美濃島 薫  
「光周波数コムの開発の歴史と革新的応用への展開」  
電子情報通信学会誌, 103, 11, 1072-1081, 2020/11/1
- 【5】 加藤峰士, 美濃島 薫  
「チャープした光コムによる全光演算を用いた瞬時3次元計測」  
光学, 11, 1-45, 2020/11/1
- 【6】 小田切 雄介, 足立 拓斗, 浅原 彰文, 石橋 爾子, 波多野 智, 美濃島 薫  
「デュアルコム分光法による磁気特性の測定」  
電子情報通信学会誌, 11, 1-5, 2020/11/1
- 【7】 佐々木 成朗, 三浦 浩治  
「フラーレン C60 を利用した超潤滑薄膜のナノトライボロジー」  
粉体技術, 13, 1, 26-31, 2021/1/1
- 【8】 佐々木 成朗, 三浦 浩治  
「特集『微小エネルギーの観測と制御』 企画趣旨」  
表面と真空, 63, 5, 222, 2020/5
- 【9】 佐々木 成朗, 三宅 晃司  
「編集後記 特集「微小エネルギーの観測と制御」」  
表面と真空, 63, 5, 266, 2020/5

### 3-4 著書

- 【1】 金田 文寛, 清水 亮介  
「量子センシングハンドブック」  
NTS 出版, p135-148, 2021/3/28
- 【2】 M. Taki\*  
"Chemo-enzymatic Synthesis of biologics-fused hybrid molecules via NEXT-A reaction / Peptide Science 2019"  
The Japanese Peptide Society, p35-36, 2020
- 【3】 平野 誉 (日本化学会編 (執筆者の一人として参加) )  
「生体分子反応を制御するー化学的手法による機構と反応場の解明」  
化学同人, 101-106, 2020/3/30

### 3-5 特許

- 【1】 美濃島 薫  
「距離測定装置」  
特許第 6836048 号, 2021/2/9
- 【2】 美濃島 薫  
「形状測定方法及び形状測定装置」  
特許第 6820020 号, 2021/1/6
- 【3】 美濃島 薫  
「形状測定方法及び形状測定装置」  
US10,760,900, 2020/9/1
- 【4】 小川 尚史, 桂川 眞幸  
「マルチパス光学配置と相対位相操作を組み合わせた高効率非線形波長変換」  
出願番号：特願 2020-131456（出願日：2020/10/16）（出願国：日本、出願人：  
日亜化学工業株式会社）
- 【5】 増田 泰造、沈 青、丁 超、張 耀紅、劉 鋒  
「メチルアンモニウムハロゲン化鉛ペロブスカイト量子ドットの製造法」  
出願日：2020 年 4 月 8 日、出願番号：特願 2020-069816, (出願人： トヨタ自動車  
株式会社、 国立大学法人電気通信大学)

### 3-6 国際会議招待講演・基調講演

- 【1】 Ryosuke Shimizu  
"Quantum optical synthesis of time-frequency entangled photons"  
The 9th Advanced Lasers and Photon Sources (ALPS2020), 2020/4/20, *invited*
- 【2】 Kaoru Minoshima  
"Intelligent Optical Synthesizer: Versatile Control of Optical Waves with Frequency  
Combs Towards Innovative Applications"  
CLEO:2020, 2020/5/12, *Plenary*
- 【3】 Kaoru Minoshima, Takashi Kato  
"Fully scan-less three dimensional imaging using optical frequency comb"  
EOSAM, 2020/9/7, *invited*
- 【4】 Kaoru Minoshima, Akifumi Asahara  
"Optical coherence synthesizer with optical frequency comb [ME1.4]"  
IEEE IPC, 2020/9/28, *invited*

- 【5】 Kaoru Minoshima  
 "Fiber-based optical frequency comb applications beyond frequency metrology"  
 Advanced Fiber Laser Conference AFL 2020, 2020/11/7, *Keynote*
- 【6】 Kaoru Minoshima  
 "Precision measurements with optical frequency comb beyond frequency metrology"  
 IFMI & ISPEMI 2020, 2020/12/12, *Plenary*
- 【7】 C. Ohae, J. Zheng, and M. Katsuragawa  
 "Designing nonlinear optical processes, -attractive rout to high resolution laser spectroscopy in the vacuum ultraviolet region-",  
 50-th Winter Colloquium on the Physics of Quantum Electronics, PQE-2020 Snowbird, Salt Lake City, Utah, USA, 5 – 10, January (2020), *invited*
- 【8】 Y. Miyamoto  
 "Twisting Optical Modes"  
 2020 IEEE Photonics Society Summer Topical Meeting Series (SUM), 2020/7, *invited*
- 【9】 Qing Shen, Feng Liu, Chao, Ding and Yaohong Zhang:  
 "Phase Stable and Less-Defect Perovskite Quantum Dots: Optical Property, Photoexcited Carrier Dynamics, and Application to Solar Cells",  
 PRiME 2020, October 4-9, 2020, *invited*
- 【10】 Qing Shen: Phase Stable and Less-Defect Perovskite Quantum Dots:  
 "Optical Property, Photoexcited Carrier Dynamics, and Application to Solar Cells,  
 Qing Shen, the 30th International Photovoltaic Science and Engineering " Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference (GPVC 2020) (PVSEC-30 & GPVC 2020), Nov. 11, 2020, *invited*
- 【11】 Qing Shen:  
 "Phase Stable and Less-Defect Perovskite Quantum Dots—Optical Property, Photoexcited Carrier Dynamics and Application to Solar Cells",  
 2020 MRS Fall Meeting, November 28–December 4, 2020, *invited*
- 【12】 Feng Liu, Chao Ding, Yaohong Zhang, Qing Shen:  
 "Phase Stable and Less-Defect Perovskite Quantum Dots: Optical Property, Photoexcited Carrier Dynamics, and Photovoltaic Application, "  
 the 6th Conference on Science and Technology of Emerging Solar Energy Materials (Beijing, China, May 25-26, 2019), *invited*

- 【13】 Qing Shen:  
 “Phase stable and less-defect perovskite quantum dots: optical property,  
 photoexcited carrier dynamics and application to solar cells”,  
 Webinar on Materials Science, Engineering and Technology  
 (www.vebleo.com/mset), Dec. 10, 2020, *invited*
- 【14】 Yuki Fuseya  
 "Matrix mechanics in high magnetic fields"  
 Asia-Pacific Workshop on Research in High Magnetic Field (ARHMF2020), TQ6,  
 2020/12/1, *invited*

### 3-7 国内会議招待講演・基調講演

- 【1】 浅原 彰文, 美濃島 薫  
 「光コムの光渦研究への応用」  
 精密委員会, 2020/ 7/16
- 【2】 美濃島 薫  
 「光コムを用いた瞬時 3 次元形状計測技術」  
 第 2 回光センシング技術部会 Web 講演会, 2020/ 12/21
- 【3】 小田切 雄介, 足立 拓斗, 浅原 彰文, 石橋 爾子, 波多野 智, 美濃島 薫  
 「デュアルコム分光法を用いた磁気特性評価装置の試作機開発」  
 レーザー学会学術講演会第 41 回年次大会, 2021/ 1/18
- 【4】 中嶋 善晶, 美濃島 薫  
 「受賞記念：デュアルコムファイバレーザーの展開」  
 レーザー学会学術講演会第 41 回年次大会, 2021/ 1/20
- 【5】 大饗 千彰, 桂川 眞幸  
 「光位相の自在な操作が拓く線形・非線形光学過程の新たな道」  
 第 5 回超高速エレクトロニクス (UFO) 研究会、「次世代分野開拓のための光源  
 開発とその応用」, 2020/ 12/11, 招待講演
- 【6】 宮本 洋子  
 「不可分な光と偏光スペクトル」  
 研究会「光の軌道角運動量の発生機構と物質相互作用の理解」, 2021/ 3
- 【7】 佐々木 成朗  
 「ナノトライボロジーで有機、高分子、バイオとの接点を探索する」  
 順天堂大学・星薬科大学・電気通信大学 第 2 回 三大学合同フォーラム – 異分  
 野融合に向けた領域探索 – (オンライン開催), 2021/ 3/2

- 【8】 佐々木 成朗  
「二次元物質が形成する積層構造の摩擦・凝着機構」  
第 81 回応用物理学会秋季学術講演会 シンポジウム 「二次元物質科学 ～ 二次元物質と集積構造が拓く新しい科学と応用」, 2020/ 9/10
- 【9】 佐々木 成朗  
「二次元カーボン物質で設計する積層材料の摩擦・凝着特性」  
電気通信大学 新技術紹介フェア 2021 春 (オンライン開催), 2021/ 3/8
- 【10】 Masumi Taki  
"Turn-on/keep-on fluctuated fluorescent molecules as targeted binders"  
第 58 回日本生物物理学会年会, 2020

### 3-8 国際会議発表(一般講演)

- 【1】 Hiroya Seki, Yuta Uchibori, Jun Ishihara, Kensuke Miyajima, Ryosuke Shimizu  
"Fourier transform spectroscopy utilizing two-photon quantum interference"  
The 9th Advanced Lasers and Photon Sources (ALPS2020), ALPS6-05, 2020/4/20
- 【2】 Hiroya Seki, Donggeun Son, Yuta Uchibori, Jun Ishihara, Kensuke Miyajima and Ryosuke Shimizu  
"Angular dependence of photon-pair generation via biexciton"  
The 3rd International Forum on Quantum Metrology and Sensing (IFQMS), 4-1-B-5, 2020/12/17
- 【3】 Hiroya Seki, Yuta Uchibori, Jun Ishihara, Kensuke Miyajima, Ryosuke Shimizu  
"Fourier transform spectroscopy utilizing two-photon quantum interference"  
The 9th Advanced Lasers and Photon Sources (ALPS2020), ALPS6-05, 2020/4/20
- 【4】 Donggeun Son, Hiroya Seki, Yuta Uchibori, Jun Ishihara, Kensuke Miyajima, and Ryosuke Shimizu  
"Temperature dependence of photon-pair generation via biexciton"  
The 3rd International Forum on Quantum Metrology and Sensing (IFQMS), 4-1-B-6, 2020/12/17
- 【5】 Yugo Kusumi, Yoshiaki Nakajima, Yuya Hata, Kaoru Minoshima  
"Development of Highly Coherent All-Polarization-Maintaining Dual-Comb Fiber Laser with Simple Mechanical Sharing"  
ALPS2020, ALPSp-33, 2020/4/20

- 【6】 Takashi Kato, Hirotaka Ishii, Kazuhiro Terada, Tamaki Morito, Kaoru Minoshima  
"Pico-second single-pulse three-dimensional imaging with an optical frequency comb"  
ALPS2020, ALPSp-36, 2020/4/20
- 【7】 Takuto Adachi, Akifumi Asahara, Yusuke Odagiri, Masayuki Shirakawa, Chikako Ishibashi, Satoshi Hatano, Eiji Tokunaga, Kaoru Minoshima  
"Dual-comb spectroscopy of dispersion properties in solid-state optical response"  
ALPS2020, , ALPSp-32, 2020/4/21
- 【8】 Akifumi Asahara, Takuto Adachi, Seishiro Akiyama, Kaoru Minoshima  
"Hyperspectral Spatial Phase Detection of Optical Vortices using Single-pixel Imaging and Dual-comb Spectroscopy"  
ALPS2020, ALPSp-35, 2020/4/21
- 【9】 Akifumi Asahara, Takuto Adachi, Seishiro Akiyama, Kaoru Minoshima  
"Spatiotemporal Characterization of Optical Vortex Light-wave using Hyperspectral Dual-comb Imaging"  
CLEO:2020, STu4N.6, 2020/5/12
- 【10】 Yoshii, Kazumichi; Hong, Feng-Lei; Yasui, Takeshi; Minoshima, Kaoru; Kuse, Naoya  
"Ultra-Broadband Single-Branch Optical Frequency Comb Using a Periodically Poled Lithium Niobate Waveguide "  
CLEO:2020, SF2G.6, 2020/5/13
- 【11】 Kenji Nishimoto, Kaoru Minoshima, Takeshi Yasui, Naoya Kuse  
"Generation of a dissipative Kerr-microresonator soliton comb pumped by a MHz linewidth DFB laser "  
CLEO:2020, SW3J.3, 2020/5/13
- 【12】 Takashi Kato, Hirotaka Ishii, Kazuhiro Terada, Tamaki Morito, Kaoru Minoshima  
"Pico-second single-pulse three-dimensional imaging with an optical frequency comb"  
CLEO:2020, STu4N.7, 2020/5/12
- 【13】 Yoshiaki Nakajima, Yuya Hata, Yugo Kusumi, Kazumichi Yoshii, Kaoru Minoshima  
"Mid-Infrared Dual-Comb Fiber Laser from 3.2 to 4.4  $\mu\text{m}$ "  
CLEO:2020, JW2A.125, 2020/5/13
- 【14】 Liu, W.; Ohae, C.; Zheng, J.; Tahara, S.; Suzuki, M.; Minoshima, K.; Katsuragawa, M.  
"Engineered generation of a specific Stokes order in stimulated Raman scattering

- process "
- CLEO:2020, SW3N.4, 2020/5/13
- 【15】 Yugo Kusumi, Yoshiaki Nakajima, Yuya Hata, Kaoru Minoshima  
 "All-polarization-maintaining dual-comb fiber laser system comprised of two free-running mode-locked fiber lasers with a mechanical sharing scheme"  
 CLEO-PR 2020, C5B-1, 2020/8/4
- 【16】 T. Adachi, A. Asahara, Y. Odagiri, M. Shirakawa, M. Ishibashi, S. Hatano, E. Tokunaga, and K. Minoshima  
 "Complex optical response measurement of solid material to external fields by dual-comb spectroscopy"  
 CLEO-PR:2020, C11F-2, 2020/8/5
- 【17】 A. Asahara, T. Adachi, S. Akiyama, and K. Minoshima  
 "Detection of optical vortices with various topological charges using single-pixel dual-comb imaging"  
 FiO+LS 2020, LM7F.4, 2020/9/14
- 【18】 R. Zhu, T. Adachi, A. Asahara, and K. Minoshima  
 "High speed, high sensitivity, and high resolution methane gas analysis using dual-comb"  
 Irago 2020, P0042, 2020/12/11
- 【19】 C. Matsushashi, T. Ueno, H. Uekusa, A. Sato-Tomita, K. Ichianagi, J. Morikawa, M. Ryu, S. Maki, T. Hirano, "Isomeric difference in the crystalline-state chemiluminescence properties of 1,2-dioxetanes with a phthahlimide chromophore," Cooperative phenomena in framework materials: Faraday Discussion (On line, UK), Poster presentation, e-book p. 43 (2020, 10, 13).
- 【20】 Yudai Awashima, Yuki Fuseya  
 "Theoretical study on magnetoresistance with a single closed fermi surface"  
 ARHMF2020, PS12, 2020/12/1
- 【21】 Yuki Mitani, Yuki Fuseya  
 "Large longitudinal magnetoresistance in multi-valley systems"  
 ARHMF2020, TQ8, 2020/12/1
- 【22】 Akiyoshi Yamada, Yuki Fuseya  
 "Angular dependence of magnetoresistance and planar Hall effect in semimetals in strong magnetic fields"  
 ARHMF2020, AW8, 2020/12/2

- 【23】 Yuki Izaki, Yuki Fuseya  
"Nonperturbative Matrix Mechanics Approach to Spin-Split Landau Levels"  
ARHMF2020, AW37, 2020/12/3

### 3-9 国内会議発表(一般講演)

- 【1】 関 浩弥, 内堀 裕太, 石原 淳, 宮島 顕祐, 清水 亮介  
「量子もつれ光子対スペクトルの散乱角度依存性」  
日本物理学会 2020 年秋季大会, 10aE1-2, 2020/ 9/10
- 【2】 孫 東根, 関 浩弥, 内堀 裕太, 石原 淳, 宮島 顕祐, 清水 亮介  
「量子もつれ光子対スペクトルの温度依存性」  
日本物理学会 2020 年秋季大会, 10aE1-2, 2020/ 9/10
- 【3】 楠美 友悟, 長谷川 達也, 佐久間 茂喜, 中嶋 善晶, 清水 亮介, 美濃島 薫  
「機械共有による受動相互コヒーレントな全偏波保持ファイバコムシステムの開発」  
レーザー学会学術講演会第 4 1 回年次大会, B10-20p-II-04, 2021/ 1/20
- 【4】 関 浩弥, 孫 東根, 内堀 裕太, 石原 淳, 宮島 顕祐, 清水 亮介  
「量子もつれ光子対スペクトルの散乱角度依存性 II」  
日本物理学会第 7 6 回年次大会, 13aE1-1, 2021/ 3/13
- 【5】 浅原 彰文, 美濃島 薫  
「光コムの光渦研究への応用」  
精密計測を元に科学技術に変革をもたらす回路技術調査専門委員会, -, 2020/ 7/16
- 【6】 森藤 環, 加藤 峰士, 寺田 和博, 美濃島 薫  
「光コムのスペクトル干渉を用いたパルス位相差安定化法の高精度化の検討」  
第 81 回応用物理学会秋季学術講演会, 8p-Z19-4, 2020/ 9/8
- 【7】 加藤 峰士, 寺田 和博, 森藤 環, 美濃島 薫  
「干渉画像検出光学系の改良による瞬時 3 次元像の高画質化」  
第 81 回応用物理学会秋季学術講演会, 8p-Z19-3, 2020/ 9/8
- 【8】 麻植 凌, 南川 丈夫, 田上 周路, 楠美 友悟, 中嶋 善晶, 安井 武史, 美濃島 薫  
「デュアル屈折率センシング光コム」  
第 81 回応用物理学会秋季学術講演会, 8p-Z19-13, 2020/ 9/8
- 【9】 浅原 彰文, 足立 拓斗, 秋山 誠志郎, 美濃島 薫  
「デュアルコムイメージング分光による光渦のトポロジカルチャージ検出」  
第 81 回応用物理学会秋季学術講演会, 10p-Z19-7, 2020/ 9/10

- 【10】 長谷川 達也, 中嶋 善晶, 李 嘉傑, 清水 亮介, 美濃島 薫  
「2種のファイバコムを用いた波長帯の異なるパルスの高精度タイミング同期法の開発」  
第81回応用物理学会秋季学術講演会, 10p-Z19-8, 2020/ 9/10
- 【11】 秋山 誠志郎, 浅原 彰文, 足立 拓斗, 美濃島 薫  
「デュアルコム分光と光渦を組み合わせた角度測定における高度化」  
第81回応用物理学会秋季学術講演会, 8p-Z19-12, 2020/ 9/10
- 【12】 西本 健司, 美濃島 薫, 安井 武史, 久世 直也  
「マイクロ・ソリトンコムの位相雑音測定」  
第81回応用物理学会秋季学術講演会, 10p-Z19-1, 2020/ 9/10
- 【13】 時実 悠, 西本 健司, 久世 直也, 美濃島 薫, 安井 武史  
「マイクロソリトンコムを用いたテラヘルツ波発生(2)」  
第81回応用物理学会秋季学術講演会, 11p-Z24-6, 2020/ 9/11
- 【14】 森藤 環, 加藤 峰士, 寺田 和博, 藏田真太郎, 美濃島 薫  
「チャープしたスペクトル干渉縞による光コムパルスの広帯域位相差検出法の開発」  
OPJ2020, 17aA6, 2020/ 11/17
- 【15】 加藤 峰士, 森藤 環, 寺田 和博, 藏田真太郎, 美濃島 薫  
「光コムによる瞬時3次元計測手法を用いたピコ秒イメージング」  
OPJ2020, 17aA7, 2020/ 11/17
- 【16】 藏田真太郎, 寺田 和博, 森藤 環, 加藤 峰士, 美濃島 薫  
「高繰り返し Yb ファイバコムを用いた瞬時形状計測の範囲拡大」  
OPJ2020, 17aA8, 2020/ 11/17
- 【17】 楠美 友悟, 長谷川 達也, 佐久間 茂樹, 中嶋 善晶, 清水 亮介, 美濃島 薫  
「独立したファイバレーザーの機械的ノイズ共有による相対安定性向上」  
レーザー学会第548回研究会「ファイバレーザー技術」, P7, 2020/ 11/27
- 【18】 長谷川 達也, 楠美 友悟, 佐久間 茂樹, 浅原 彰文, 中嶋 善晶, 清水 亮介, 美濃島 薫  
「波長帯の異なる2種のファイバコムの高精度同期制御」  
レーザー学会第548回研究会「ファイバレーザー技術」, P8, 2020/ 11/27
- 【19】 足立 拓斗, 朱 瑞宸, 秋山 誠志郎, 浅原 彰文, 小田切 雄介, 石橋 爾子, 波多野 智, 美濃島 薫  
「デュアルコム分光法による電気光学効果測定の高高度化」  
レーザー学会第41回年次大会, E02-18p-V-06, 2021/ 1/18

- 【20】 楠美 友悟, 長谷川 達也, 佐久間 茂樹, 中嶋 善晶, 清水 亮介, 美濃島 薫  
「機械共有による受動相互コヒーレントな全偏波保持ファイバコムシステムの開発」  
レーザー学会年次大会, B10-20p-II-04, 2021/ 1/20
- 【21】 朱 瑞宸, 足立 拓斗, 浅原 彰文, 美濃島 薫  
「デュアルコム分光法における干渉位相制御による高感度化の検討」  
第 68 回応用物理学会春季学術講演会, 16p-Z08-9, 2021/ 3/16
- 【22】 加藤 峰士, 森藤 環, 美濃島 薫  
「全光ヒルベルト変換で瞬時計測された波面位相による瞬時 3 次元計測」  
応用物理学会春季学術講演会, 16p-Z08-7, 2021/ 3/16
- 【23】 森藤 環, 加藤 峰士, 寺田 和博, 藏田真太郎, 美濃島 薫  
「スペクトル干渉縞検出による光コムパルスのリアルタイム広帯域絶対位相差判定手法の構築」  
応用物理学会春季学術講演会, 16p-Z08-8, 2021/ 3/16
- 【24】 浅原 彰文, 足立 拓斗, 秋山 誠志郎, 美濃島 薫  
「シングルピクセルデュアルコム分光による多重光渦の位相検出」  
第 68 回応用物理学会春季学術講演会, 19p-Z06-10, 2021/ 3/19
- 【25】 戸村 暁廣, 大饗 千彰, 美濃島 薫, 桂川 眞幸  
「任意な位相・振幅操作による光波形生成とその再現性」  
応用物理学会春季学術講演会, 19p-Z06-2, 2021/ 3/19
- 【26】 永野 正統, 大饗 千彰, 大久保 直幸, 豊永 大貴, 桂川 眞幸  
「高効率・高品質な波長変換による深紫外光の生成」  
レーザー学会, A04-19p-I-04, 2021/ 1
- 【27】 音瀬 めぐみ, 渡邊 哲人, 大久保 直幸, 佐藤 昂大, 豊永 大貴, 大饗 千彰, 桂川 眞幸, 江尻 省, 中村 卓司  
「高層大気中の中性原子およびイオンの同時計測を可能にする二波長発振注入同期チタンサファイアレーザーの開発」  
一般社団法人レーザー学会学術講演会第 41 回年次大会, E01-18p-V-05, 2021/ 1/18
- 【28】 音瀬 めぐみ, 渡邊 哲人, 林 湧斗, 大饗 千彰, 桂川 眞幸, 江尻 省, 中村 卓司  
「Ca<sup>+</sup>と Ca の LiDAR 計測が可能な二波長注入同期ナノ秒パルスレーザーの開発」  
第 81 回応用物理学会秋季学術講演会, 8p-Z19-16, 2020/ 8/8

- 【29】 大田 愛美, 児玉 周太郎, 狩野 豊, 宮本 洋子, 武田 光夫, 渡邊 恵理子  
「インライン位相シフトデジタルホログラフィによる生体組織背後イメージング」  
第 26 回画像センシングシンポジウム (SSII 2020), IS3-31, SO3-31, 2020/ 6
- 【30】 新田 虎太郎, 関 奏太, 宮本 洋子  
「電子線描画による複屈折光学素子の作製」  
第 43 回量子情報技術研究会資料, 第 43 回量子情報技術研究会, 191-192  
(QIT2020-47), 2020/ 12
- 【31】 平尾 佳那絵, 岡本 遼路, 大向 秀弥, 佐々木 成朗  
「モアレパターンを指標とした接触界面とナノスケール摩擦の関係の解析」  
ナノ学会第 18 回大会(現地開催は中止だが、発表は成立) , O-16, 2020/ 5/27
- 【32】 平尾 佳那絵, 岡本 遼路, 佐々木 成朗  
「ナノスケール接触の数理的定義にもとづくナノスケール摩擦の異方性の解釈」  
第 81 回応用物理学会秋季学術講演会, 9a-Z06-3, 2020/ 9/9
- 【33】 平尾 佳那絵, 岡本 遼路, 大向 秀弥, 佐々木 成朗  
「ナノスケール摩擦制御の数值的・数理的研究」  
日本物理学会 2020 年秋季大会, 10PJ1-3, 2020/ 9/10
- 【34】 蓑和 怜央, 松山 倫太郎, 山崎 浩輝, 櫻井 英博, 佐々木 成朗  
「金基板吸着スマネン単層薄膜上の原子間力顕微鏡の分子動力学シミュレーション」  
第 81 回応用物理学会秋季学術講演会, 10P-Z06-19, 2020/ 9/10
- 【35】 蓑和 怜央, 松山 倫太郎, 山崎 浩輝, 櫻井 英博, 佐々木 成朗  
「金基板吸着スマネン単層薄膜の潤滑特性の分子動力学シミュレーション」  
トライボロジー会議 2020 秋, C17 , 2020/ 11/13
- 【36】 平尾 佳那絵, 岡本 遼路, 大向 秀弥, 佐々木 成朗  
「グラフェン積層構造のモアレパターンの数理にもとづくナノスケール摩擦の制御」  
トライボロジー会議 2020 秋, C21, 2020/ 11/13
- 【37】 平尾 佳那絵, 岡本 遼路, 大向 秀弥, 佐々木 成朗  
「ナノスケール真実接触と摩擦との相関の積層構造による解釈」  
2020 年日本表面真空学会学術講演会, 2Bp08, 2020/ 11/20
- 【38】 梶 皓彦, 岡本 遼路, 渡邊 章嗣, 三浦 浩治, 鈴木 勝, 佐々木 成朗  
「多層系 C60 分子ベアリング界面のアモン-ton-クーロン則」  
2020 年日本表面真空学会学術講演会, 2Bp09S, 2020/ 11/20

- 【39】 蓑和 怜央, 松山 倫太郎, 山崎 浩輝, 櫻井 英博, 佐々木 成朗  
「金基板吸着スマネン単層薄膜上の原子間力顕微鏡の分子動力学シミュレーション」  
2020 年日本表面真空学会学術講演会, 3Bp11S, 2020/ 11/21
- 【40】 谷口 淳子, 名古屋 亮人, 鈴木 勝, 檜枝 光憲 A, 山口 央 B, 渋谷 祐太 C,  
「配向性多孔質膜中 He の超流動の音叉型水晶振動子による観測」  
日本物理学会, 76, 10pF1-5, 2020/ 9/10
- 【41】 石橋 健次, 谷口 淳子, 鈴木 勝  
「4He 吸着膜スリップ現象の超流動前駆現象おける 3He 不純物の影響 II」  
日本物理学会, 76, 10pF1-6, 2020/ 9/10
- 【42】 金子 愛莉, 谷口 淳子, 鈴木 勝, 檜枝 光憲  
「配向性多孔質膜中 He の超流動の音叉型水晶振動子による観測 II」  
日本物理学会, 76, 13pF1-1, 2021/ 3/13
- 【43】 石橋 健次, 平出 丈, 谷口 淳子, 鈴木 勝  
「3He をドーピングしたグラファイト基盤上 4He 吸着膜の滑り摩擦 VI」  
日本物理学会, 76, 13pF1-2, 2021/ 3/13
- 【44】 山田 暉馨, 伏屋 雄紀  
「ランダウ量子化した半金属キャリアの電流磁気効果」  
第 25 回半導体におけるスピン工学の基礎と応用, 2021/03/18 00:00:00, 2020/  
11/19
- 【45】 猪崎 優喜, 伏屋 雄紀  
「Cd<sub>3</sub>As<sub>2</sub> におけるスピン分裂ランダウ準位の非摂動理論」  
日本物理学会 2020 年秋季大会, 8pD1-7, 2020/ 9/8
- 【46】 竹端 寛治, 今中 康貴, 山田 暉馨, 伏屋 雄紀, 木下 雄斗, 徳永 将史  
「量子極限下における Bi のサイクロトロン共鳴」  
日本物理学会 2020 年秋季大会, 11pD2-14, 2020/ 9/11
- 【47】 山田 暉馨, 伏屋 雄紀  
「精密決定されたランダウ準位に基づく Bi 磁気抵抗の異方性解析」  
日本物理学会 2020 年秋季大会, 11pD2-15, 2020/ 9/11
- 【48】 粟島 裕大, C. Collignon, B. Fauqué, 伏屋 雄紀  
「SrTiO<sub>3</sub> における磁気抵抗の線形性と温度依存性」  
日本物理学会 2020 年秋季大会, 8aH2-1, 2020/ 9/8

### 3-10 活動報告（メディア・受賞）

- 【1】 楠美友悟, (基盤理工学専攻博士前期2年)  
レーザー学会第548回研究会優秀ポスター発表賞  
2020/11 (楠美 友悟, 長谷川 達也, 佐久間 茂樹, 中嶋 善晶, 清水 亮介, 美濃島 薫, 「独立したファイバレーザーの機械的ノイズ共有による相対安定性向上」, レーザー学会第548回研究会, 2020/11)
- 【2】 中嶋 善晶 (特任助教)  
レーザー学会 第44回レーザー学会奨励賞  
2020/05 (中嶋 善晶, 秦 祐也, 美濃島 薫, 「高コヒーレントかつ広帯域なデュアルコムファイバレーザー」, レーザー学会 第525回研究会ファイバレーザー技術, 2018/11)
- 【3】 足立 拓斗 (基盤理工学専攻博士前期2年)  
ALPS2020 国際会議優秀学生口頭発表賞  
2020/4 (足立 拓斗, 浅原 彰文, 小田切 雄介, 白川 正之, 石橋 爾子, 波多野 智, 徳永 英司, 美濃島 薫, "Dual-comb spectroscopy of dispersion properties in solid-state optical response", ALPS 2020)
- 【4】 関 浩弥 (基盤理工学専攻博士後期1年), 清水 亮介  
“Fourier transform spectroscopy utilizing two-photon quantum interference”  
The Best Student Oral Paper Award, The 9th Advanced Lasers and Photon Sources (ALPS2020), 2020/4/20-22
- 【5】 平尾 佳那絵, Phil Alexander Lozen, 岡本 遼路, 大向 秀弥, 佐々木成朗  
「積層界面異方性を利用したグラフェンのナノスケール超潤滑の制御」  
2019年日本表面真空学会学術講演会 講演奨励賞(スチューデント部門),  
2020/5/1
- 【6】 佐々木 成朗  
ソレダメ! 出演 セーターの静電気を防ぐ方法についてコメントしたネタが、  
レギュラーが選ぶ2020年ソレマル新常識ベスト15に選ばれて再放送  
テレビ東京, 2020/12/23
- 【7】 佐々木 成朗  
天才てれびくん hello 出演 氷の上ですべりにくくなるウラ技として、靴底に  
ばんそうこうを貼るときの摩擦についてコメント  
NHK E テレ, 2021/1/13
- 【8】 佐々木 成朗  
WEB版「経営ひと言」欄 「共通の原理」  
日刊工業新聞 News ウェーブ 21, 2021/3/3

- 【9】 佐々木 成朗  
25 面 コラム枠「レーザー」欄 「共通の原理」  
日刊工業新聞, 2021/3/3
- 【10】 加藤 峰士 (特任助教), 美濃島 薫  
「FPGA 制御の高精度光ヒルベルト変換による高精度瞬時 3 次元計測装置の開発」  
小澤・吉川記念賞, 第 26 回公益信託 小澤・吉川記念エレクトロニクス研究助成基金助成金, 2020/4/1
- 【11】 平尾 佳那絵 (基盤理工学専攻博士前期 1 年), 佐々木 成朗  
「積層界面異方性を利用したグラフェンのナノスケール超潤滑の制御」  
講演奨励賞 (スチューデント部門), 2019 年日本表面真空学会学術講演会,  
2019/10/28-30
- 【12】 関 浩弥 (基盤理工学専攻博士後期 1 年), 清水 亮介  
Short Presentation Award, The 3rd International Forum on Quantum Metrology  
and Sensing (IFQMS), 2020/12/16-18

### 3-11 その他

- 【1】 斎藤 弘樹  
「強化学習を用いたボース・アインシュタイン凝縮体の制御」  
ディープラーニングと物理学 2020 オンライン, 2020/9/3
- 【2】 平野 誉  
「ソフトクリスタル化学発光系による可視化で捉えた結晶内反応の特徴」  
新学術領域研究ソフトクリスタル第 6 回公開シンポジウム資料集, 講演 3, 2021/  
1/22

## 4. 2020年度外部研究費

### 4-1 科学研究費（新規）

- 【1】 科学研究費基盤(C) (2020年度～2022年度)  
研究代表者 斎藤 弘樹  
「深層ニューラルネットワークを駆使した冷却原子系における量子多体計算手法の開拓」  
2020年度総額：1,690千円  
総額：4,290千円
- 【2】 科学研究費基盤(S) (2020年度～2024年度)  
分担 酒井 剛  
「重水素分子で探る星形成の極初期」  
2020年度総額：148,200千円  
総額：205,400千円
- 【3】 科学研究費基盤(C) (2020年度～2022年度)  
研究代表者 酒井 剛  
「ALMAで探る大質量星形成領域における窒素を含む複雑な有機分子の起源」  
2020年度総額：2,210千円  
総額：4,030千円
- 【4】 科学研究費基盤(S) (2020年度～2024年度)  
研究代表者 桂川 眞幸  
「真空紫外高分解能レーザー分光学の基盤の構築と反水素レーザー冷却への展開」  
2020年度総額：39,130千円  
総額：146,640千円
- 【5】 科学研究費基盤(B) (2020年度～2022年度)  
分担 桂川 眞幸  
「アト秒ナノスケール電子トンネリングの実証と応用」  
2020年度総額：6,630千円  
総額：17,680千円
- 【6】 科学研究費基盤(B) (2020年度～2022年度)  
研究代表者 大饗 千彰  
「位相の自在な操作を組込むことによる非線形光学過程の新しい可能性の開拓」  
2020年度総額：7,670千円  
総額：17,290千円

- 【7】 学術変革領域研究(A) (2020 年度～2024 年度)  
代表 渡邊 恵理子  
分担 宮本 洋子  
「大規模光データベースによる散乱・揺らぎ場モデリング」  
2020 年度総額：37,700 千円  
総額：124,930 千円
- 【8】 学術変革領域研究(A) (2020 年度～2024 年度)  
分担 渡邊 恵理子  
「散乱・揺らぎ場の包括的理解と透視の科学」  
2020 年度総額：3,770 千円  
総額：41,340 千円
- 【9】 科学研究費基盤(B) (2020 年度～2023 年度)  
研究代表者 沈 青  
「ヘテロ接合型量子ドット太陽電池のナノ界面の構築と多重励起子の電荷分離効率の向上」  
2020 年度総額：15,960 千円
- 【10】 挑戦的萌芽研究 (2020 年度～2022 年度)  
分担 瀧 真清  
「ウイルス可視化のためのプラズモニク半導体センサ」  
2020 年度総額：9,100 千円  
総額：26,000 千円

#### 4-2 科学研究費（継続）

- 【1】 "科学研究費基盤研究(A) (2019 年度～2021 年度)  
分担 森下 亨  
「レーザートンネル電子運動量計測に基づく電子ダイナミクス可視化法の開拓」  
2020 年度総額：4,810 千円  
総額：55,640 千円"
- 【2】 科研費研究基盤(A) (2019 年度から 2022 年度)  
分担 酒井 剛  
「テラヘルツ天文学を切り開く高感度電波分光観測用受信機の開発」  
2020 年度総額：18,850 千円  
総額：44,720 千円

- 【3】 科研費研究基盤(B) (2019 年度～2021 年度)  
分担 酒井 剛  
「超伝導素子と超伝導回路を融合した受信分光システム」  
2020 年度総額： 4,550 千円  
総額： 13,650 千円
- 【4】 科研費研究基盤(S) (2018 年度から 2022 年度)  
分担 酒井 剛  
「原始惑星系円盤形成領域の化学組成とその進化」  
2020 年度総額： 39,390 千円  
総額： 187,850 千円
- 【5】 科学研究費基盤(A) (2017 年度～2020 年度)  
分担 清水 亮介  
「電波や光など様々な周波数帯で利用可能な高秘匿移動通信ネットワーク技術の  
開発研究」  
2020 年度総額： 260 千円 (直接： 200 千円 間接： 60 千円)
- 【6】 科学研究費基盤(S) (2018 年度～2022 年度)  
分担 清水 亮介  
「超伝導シングルフォトンカメラによる革新的イメージング技術の創出」  
2020 年度総額： 52,000 千円 (直接： 4,000 千円 間接： 1,200 千円)
- 【7】 科研費基盤研究 (B) (2018 年度～2020 年度)  
分担 浅原 彰文  
「光コム顕微鏡を用いた非侵襲生体イメージング法の創出」  
2020 年度： 3,770 千円  
総額： 17,680 千円
- 【8】 新学術領域研究 (2016 年度～2020 年度)  
分担 庄司 暁  
「光圧によるナノ物質操作と秩序の創生 (光圧を創る：物質自由度を活用した操  
作の高度化) 」  
2020 年度総額： 38,220 千円  
総額： 225,810 千円
- 【9】 科研費基盤研究 (C) (2018 年度～2020 年度)  
研究代表者 渡邊 恵理子  
「相関映像法による 3 次元内部イメージング」  
2020 年度総額： 650 千円  
総額： 4,290 千円

- 【10】 科学研究費 基盤(B) (2017年度～2020年度)  
研究代表者 佐々木 成朗  
分担 鈴木 勝  
「分子ベアリング界面の圧縮による構造変化を用いる超潤滑制御」  
2020年度総額 : 500 千円  
総額 : 7,150 千円
- 【11】 科学研究費 基盤(C) (2017年度～2020年度)  
研究代表者 鈴木 勝  
分担 佐々木 成朗  
「摩擦制御を目指したナノ滑りでのエネルギー散逸の研究」  
2020年度総額 : 0 千円  
総額 : 4,680 千円
- 【12】 科学研究費基盤(C) (2018年度～2020年度)  
研究代表者 谷口 淳子  
「1次元ヘリウム系における超流動量子相転移の臨界現象」  
2020年度総額 : 1,040 千円  
総額 : 4,030 千円
- 【13】 科学研究費基盤(C) (2018年度～2020年度)  
研究代表者 平野 誉  
「生物発光における鍵反応過程の分子機構と高性能化要因の解明」  
2020年度総額 : 910 千円  
総額 : 4,420 千円
- 【14】 新学術領域研究(研究領域提案型) (2017年度～2021年度)  
研究代表者 平野 誉  
「ソフトクリスタル科学発光系の創製と刺激応答機能の時空間制御」  
2020年度総額 : 14,560 千円  
総額 : 74,230 千円
- 【15】 挑戦的萌芽研究 (2019年度～2021年度)  
研究代表者 伏屋 雄紀  
「量子チューリングパターンの理論」  
2020年度総額 : 1,820 千円  
総額 : 6,500 千円
- 【16】 基盤 B (2019年度～2021年度)  
研究代表者 伏屋 雄紀  
「強スピン軌道結合系における劇的スピン応答の制御」

2020 年度総額：3,510 千円

総額：17,810 千円

【17】 国際共同研究加速基金(国際共同研究強化) (2018 年度～2022 年度)

分担 伏屋 雄紀

「ビスマスナノワイヤーにおける特異な輸送現象の解明」

2020 年度総額：4,810 千円

総額：17,810 千円

#### 4-3 その他・外部資金

【1】 光・量子飛躍フラッグシッププログラム(Q-LEAP) (2018 年度～2027 年度)

代表 清水 亮介

「複雑分子系としての光合成機能の解明に向けた多次元量子もつれ分光技術の開発」

2020 年度総額：28,773 千円 (直接：22,133 千円 間接：6,640 千円)

【2】 共同研究 (2019 年度～2022 年度)

研究代表者 美濃島 薫

「赤外光コム創成」

2020 年度：25,500 千円

総額：102,000 千円

【3】 共同研究 (2010 年度～2022 年度)

研究代表者 美濃島 薫

「光コムを用いた 3 次元形状計測に関する研究開発」

2020 年度：2,500 千円

【4】 共同研究 (2018 年度～2020 年度)

研究代表者 美濃島 薫

「光コムを用いた応用計測に関する共同研究」

2020 年度：570 千円

【5】 受託研究 (2020 年度)

研究代表者 美濃島 薫

「光周波数コム技術の電気化学反応生成物定量への応用」

2020 年度：3,300 千円

【6】 学術相談 (2020 年度)

研究代表者 美濃島 薫

「光コム技術」

2020 年度：1,922 千円

【7】 光科学技術振興財団（2019年度から2020年度）

研究代表者 大饗 千彰

「人工位相制御による非線形光波長変換の自在操作と  
真空紫外レーザー技術への展開」

2020年度総額：540千円

総額：2,040千円

【8】 J S T重点公募テーマ：「地球規模課題である低炭素社会の実現」領域 ゲームチェンジングテクノロジーによる低炭素社会の実現(2017年度から2020年度)

研究代表者 早瀬 修二

電通大代表 沈 青

「SnGeからなるPbフリーペロブスカイト太陽電池の開発」

2020年度総額：37,440千円

総額：140,530千円