

# 2020年度 TIA 連携プログラム探索推進事業「かけはし」 調査研究報告書(公開版)

【研究題目】 有機無機スピノエレクトロニクス TIA 連携研究

【整理番号】 TK20-046

【代表機関】 筑波大学

【調査研究代表者】 丸本 一弘

【TIA 内連携機関:連携機関代表者】

産業技術総合研究所:近松 真之

物質・材料研究機構:中山 知信

【TIA 外連携機関】

住友化学株式会社

東芝エネルギーシステムズ株式会社

株式会社 JEOL RESONANCE

【報告書作成者】 丸本 一弘 【報告書作成年月日】 令和3年3月31日

【連携推進(具体的な連携推進活動内容とその活動の効果等)】

今年度はコロナ禍のため、緊密な連携が難しい状況にあった。その中で、少しでも TIA かけはし連携を推進するために行った活動内容、特に、外部資金獲得の活動及び実績、を以下に示す。これらの活動により連携推進が強化され、メンバー間の共同研究にも著しい進捗が有った。

1. TIA かけはし連携を強化するために、下記の外部資金を申請し、獲得した。

(1) 科学技術振興機構 未来社会創造事業「持続可能な社会の実現」領域 探索研究  
研究開発課題名:CFRP 複合材劣化のオペランドマイクロ計測分析法と余寿命推定モデル  
研究開発題目:ESR 分光を用いた CFRP 複合材料の劣化機構のマイクロ解明  
研究期間:2020-2022 (研究開発代表者:丸本一弘(筑波大学))

(2) 公益財団法人 岩谷直治記念財団 第 47 回(2020 年度)岩谷科学技術研究助成  
研究課題:有機イオントロニクスを利用した次世代高輝度有機発光デバイスの開発  
研究期間:2021-2022 (研究代表者:丸本一弘(筑波大学))

(3)筑波大学 つくば産学連携強化事業 つくば産学連携強化プロジェクト

研究課題:ペロブスカイト太陽電池の電荷状態のオペランド直接観測と素子構造制御による効率・耐久性の向上

研究期間:2020-2021 (研究代表者:丸本一弘(筑波大学)、近松真之(産総研))

(4)科学技術振興機構 研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP トライアウト)

研究課題:反応性官能基の導入を必要としない簡便な高分子半導体合成技術の開発

研究期間:2020-2021 年度(研究代表者:神原貴樹)

(5)筑波大学 つくば産学連携強化事業 つくば産学連携強化プロジェクト

研究課題:製造プロセスのゼロエミッション化に貢献する高分子半導体合成技術の開発

研究期間:2020 年度(研究代表者:神原貴樹)

(6)科研費 挑戦的研究(萌芽)

研究課題:半導体ドット中の単一磁性スピンの弾性波によるコヒーレント制御と応用

研究期間 2020-2021 (研究代表者:黒田真司)

2. 下記の研究セミナー、国際会議、国際シンポジウムを開催し、TIA かけはし連携を強化した。

(1)「第一回 有機無機スピンエレクトロニクスセミナー」

日時:2020 年 9 月 24 日(木)17:30-19:00

場所(オンライン):

<https://teams.microsoft.com/l/team/19%3a140bef449f174e219c6f8e37168e4e91%40thread.tacv2/conversations?groupId=1ba8d7c3-2120-41e6-b838-fc068c2b29f4&tenantId=9e5b5dfd-669d-4ef8-b240-4229cbf4a83d>

場所(オンサイト):筑波大学 第三エリア F 棟 3F600

プログラム

17:30 和歌山大学 システム工学部 秋元 郁子

「次世代半導体デバイスへ向けた真性半導体材料での光キャリアダイナミクス」

18:15 大阪市立大学 大学院理学研究科 松岡 秀人

「りん光性有機 EL 発光体の開発に向けた縮環化合物の励起状態研究」

主催:「有機無機スピンエレクトロニクス」リサーチユニット

共催:TIA かけはし

参加者 対面:12 名

オンライン:約 20 名

(2)MEMRISYS online mini-conference (2020 年 11 月 18-19 日)

オンラインとオンサイトのハイブリッド開催を実施し、欧米の研究者も交えて議論を行った。

### (3) MANA 国際シンポジウム(2021年3月2-3日)

米国の研究者も交えてニューロモルフィック機能に関する興味深い議論が行われ、TIA を中心とした連携推進に向けた可能性が広がった。

本調査研究では、従来のマクロ解析技術に加えて、オペランドスピン解析や理論解析による分子・原子レベルのミクロ解析技術も活用し、有機無機材料やそのデバイスの解析を深化させ、その知見に基づいて更なる現象解明やデバイス性能の向上を推進するための TIA 連携研究拠点を形成することを目指した。デバイスとしてトランジスタ、太陽電池、熱電、発光ダイオード(LED)、メモリスティブ素子等を研究し、これらの有機無機材料やデバイスにおける諸現象をマクロ及びミクロな観点から統一的に理解することを進めた。そして、これらのデバイスの機能と性能を支配する要因を解明し、高機能・高性能な有機無機デバイスの開発を行った。そのため、ミクロ解析技術、材料合成技術、マクロ解析技術・デバイス作製技術の、異分野融合による革新的技術を開発し、効率的に活用する研究拠点形成を進めた。

初めに、ミクロ解析技術、材料合成技術、およびマクロ解析技術・デバイス作製・システム構築技術の、異分野融合による革新的技術の開発を進め、有機無機材料やデバイスで生じる諸現象を統一的に分子・原子レベルで理解し、デバイスの機能と性能を支配する要因を解明するための研究拠点を形成することを行った。そのために本拠点内で新たな共同研究も進め、異分野融合研究によりブレークスルーをもたらすことを目指した。そして、得られた情報を基に有機無機材料・デバイスの構造・作製法の最適化指針を得て、その指針により有機無機デバイス開発を進め、マクロ及びミクロ解析技術によりこの最適化を検証するための拠点形成を進めた。得られた構造・作製法の最適化に基づいて高機能・高性能な有機無機デバイス開発を推進するための拠点形成を進めた。それにより世界最先端研究を行い、本拠点を通じて実用化に貢献することを実施した。

さらに、原子スイッチの開発に端を発して、シナプティック素子(履歴特性を有する可変抵抗素子、スイッチング素子)を世界に先駆けて開発した。筑波大学におけるミクロ解析技術によって、このシナプティック素子の特性制御とそのミクロな動作メカニズムの解明を目指す意見交換を行った。ここでは、シナプティック素子の活性化過程を精密に理解して素子材料、素子構造を決定していく事を目標とし、特に、抵抗可変現象を誘起するために必要な活性化エネルギーを熱揺らぎレベルまで低減することを目指した。そのような試みの成果を、NIMS と筑波大学の連携共著論文として、Advanced Functional Materials 誌、ACS Applied Materials & Interface 誌に発表した。なお、一般的にスイッチング素子は、スイッチのオンオフ状態を明確に区別するために、熱揺らぎの影響を受けない事が望ましく、多くの研究は高いオンオフ比の実現やオン状態、オフ状態間の障壁を十分に高くする事を目指している。しかし、本研究が目指すニューロモルフィック技術においては、多数の素子が相互に連携し、全体が自己組織化する現象が鍵となる。この方針に沿った将来的な展開を見据えたレビュー論文を Advances in Physics X 誌に発表した。

ナノスケールの熱電素子特性解析を行うために、NIMS において採用を予定していた研究者は、COVID-19 パンデミックの影響によって着任できず、残念ながらこの内容に関しての実験的進展はなかった。しかし、筑波大学と NIMS との連携を深めるために、行った研究交流を通じて、半導体ナノワイヤーを用いることで、熱電効果によるニューロモルフィックシステムの駆動というコンセプトを設定し、実験研究の準備を進めるに至っている。

連携推進に資する研究会として、MEMRISYS online mini-conference (2020年11月18,19日)を、オンラインとオンサイトのハイブリッド開催を実施し、欧米の研究者も交えて議論を行った。また、2021年3月2、3日には、MANA国際シンポジウムを開催し、米国の研究者も交えてニューロモルフィック機能に関する興味深い議論が行われ、TIAを中心とした連携推進に向けた可能性が広がった。

【調査研究内容(実験等中心に背景・課題と実行された課題解決の内容と結果)】

有機無機半導体材料を用いたデバイスは軽量・フレキシブルな次世代デバイスとして注目されており、現在盛んに研究されている。これまでの研究は、伝導・発電・発光等のマクロ解析技術とデバイス作製・システム構築技術(マイクロスケール)を用いて物質解析やデバイス構造の最適化を進め、研究・開発を進めて来た例が多い。それらの研究をミクロな観点(ナノスケール)から補完し、更に次世代有機無機デバイスの開発を強力に推進するためには、ミクロ解析技術も必要とされている。

本調査研究の内容は、従来のマクロ解析技術に加えて、オペランドスピン解析や理論解析による分子・原子レベルのミクロ解析技術も活用し、有機無機材料やそのデバイスの解析を深化させ、その知見に基づいて更なる現象解明やデバイス性能の向上を推進するための TIA 連携研究拠点を形成するものである。デバイスとしてトランジスタ、太陽電池、熱電、LED、メモリスティブ素子等を研究し、これらの有機無機材料やデバイスにおける諸現象をマクロ及びミクロな観点から統一的に理解する。そして、これらのデバイスの機能と性能を支配する要因を解明し、高機能・高性能な有機無機デバイスの開発を行う。そのため、高感度・高精度なミクロ解析技術、高純度・高品質な材料合成技術、およびマクロ解析技術・デバイス作製技術の、異分野融合による革新的技術を開発し、効率的に活用する研究拠点が必要である。このような研究拠点は世界的に見ても例がなく、その拠点形成を行った。

本調査研究の計画の概要図を下記に示す。本調査研究の各機関の役割として、筑波大では有機無機材料の合成、ミクロ解析および理論計算、産総研ではデバイス作製とマクロ解析、NIMS では理論計算とマクロ解析を担当した。企業とは共同研究を実施するほか、企業も本調査研究に参画し、実用化を担当する。筑波大では、本申請の調査研究代表者や調査研究員らの連携で、2018年度に筑波大学リサーチユニット「有機無機スピノエレクトロニクス」を立ち上げている。その後、2019年度に筑波大学リサーチユニット強化事業に採択され、2020年3月に第1回有機無機スピノエレクトロニクス研究会を実施し、大学内の連携を強化しており、今回、TIA 連携研究を推進した。



ペロブスカイト太陽電池は、ペロブスカイト発電層(PVK)を電子輸送層(ETL)とホール輸送層(HTL)で挟み込んだ構造をしており、セルの高性能化の為に、PVK/ETL および PVK/HTL 界面でのエネルギーロ

スを低減する技術開発が重要となる。またこれまで、HTLとして spiro-OMeTAD が一般的に用いられているが、材料コストが高い等の問題が指摘されている。本研究では、新規HTLとしてドナー-アクセプター(D-A)型コポリマーPPDT2FBT を使用した際に、PVK 表面を FABr 溶液によるパッシベーション処理を行った結果、界面再結合が抑制されエネルギー変換効率(PCE)は 18.4%を記録した。この値は、spiro-OMeTAD を用いたセルの PCE(18.5%)と同等である。これらの結果から、D-A 型コポリマーを HTL として用いた PSC を作製評価するに辺り、パッシベーション層の導入がセルの性能向上に重要な役割を示すことが期待される。

また、揺らぎに起因するニューロモルフィックシステムの動作に着目して、ナノワイヤーネットワーク中に多数のシナプティック素子を配した材料システムを構築した。このナノワイヤーネットワークはランダム構造を取っており、シナプティック素子を介してネットワーク中の導通パスが自己組織的に形成されるという特徴を持っている。現段階では、原子レベルの揺らぎを第一原理的に取り入れたミクロ解析が出来ていないが、そのような揺らぎに起因すると推定される  $1/f$  タイプの揺らぎが観測されている。興味深い事に、この揺らぎはネットワーク中に導通経路が形成される過程で変化し、また形成された導通経路は準安定状態にある事が分かった。準安定な状態は、揺らぎによって、別の準安定状態へと遷移することが確認された。その後の理論的解析によって、導通経路の効率的確立には、系が「カオスの縁」と呼ばれる状態にある方が有利であることが判明した(論文投稿中)。

(論文発表)

N. Tsunetomo, S. Iguchi, M. Wierzbowska, A. Ueda, Y. Won, S. Heo, Y. Jeong, Y. Wakayama & K. Marumoto "Spin-states in MoS<sub>2</sub> thin-film transistors distinguished by operando electron spin resonance", *Communications Materials* **2** (2021) 27-1-10.

T. Watanabe, T. Yamanari and K. Marumoto, "Deterioration mechanism of perovskite solar cells by operando observation of spin states", *Communications Materials* **1** (2020) 96-1-9.

M. Bharti, A. Singh, A. K. Debnath, A. K. Chauhan, K. P. Muthe, S. K. Gupta, K. Marumoto, T. Mori and D. K. Aswal, "Anionic Conduction Mediated Giant n-type Seebeck Coefficient in Doped Poly(3-hexylthiophene) Free-standing Films", *Materials Today Physics* **16** (2021) 100307-1-13.

F. Osawa and K. Marumoto, "Operando direct observation of spin-states and charge-trappings of blue light-emitting-diode materials in thin-film devices", *Scientific Reports* **10** (2020) 18800.

Y. Nishihara, N. Onozawa-Komatsuzaki, X. Zou, K. Marumoto, M. Chikamatsu, Y. Yoshida,

“Effect of Passivation on the Interface between Perovskite and Donor-Acceptor Copolymer-based Hole-transport Layer in Perovskite Solar Cells”,  
*Chemistry Letters* **49** (11) (2020) 1341–1344.

A. Nakayama, H. Kimata, K. Marumoto, Y. Yamamoto and H. Yamagishi,  
“Facile light-initiated radical generation from 4-substituted pyridine under ambient conditions”,  
*Chemical Communications* **56** (2020) 6937–6940.

D. Xue, S. Kamiya, M. Saito, I. Osaka and K. Marumoto,  
“Analyses of PTzNTz Polymer Solar Cells Using ESR Spectroscopy”,  
*Journal of Photopolymer Science and Technology* **33** (2020) 97–102.

S. Kimura, Y. Kaneko, K. Marumoto and Y. Suzuki,  
“Synthesis and color development mechanism of  $\text{Li}_2\text{CoTi}_3\text{O}_8$  cyan pigments: effect of synthetic temperature”,  
*Journal of the Ceramic Society of Japan* **128** (2020) 260–266.

Q. Li, A. Diaz-Alvarez, D. Tang, R. Higuchi, Y. Shingaya and T. Nakayama,  
“Sleep-Dependent Memory Consolidation in a Neuromorphic Nanowire Network”,  
*ACS Applied Materials & Interfaces* **12** (2020) 50573–50580.

Z. Kuncic and T. Nakayama,  
“Neuromorphic nanowire networks: principles, progress and future prospects for neuro-inspired information processing”,  
*Advances in Physics:X* **6** (2021) 1894234–1–23.

R. Sato, T. Kanbara, and J. Kuwabara,  
“Air-stable Pd (0) catalyst bearing dual phosphine ligands: a detailed evaluation of air stability and catalytic property in cross-coupling reactions”  
*Dalton Trans.* **49** (2020) 12814–12819.

X. Chen, A. Ichige, J. Chen, I. Fukushima, J. Kuwabara, and T. Kanbara,  
“Facile Access to Conjugated Polymers under Aerobic Conditions via Pd-Catalyzed Direct Arylation and Aryl Amination Polycondensation”  
*Polymer* **207** (2020) 122927.

J. Kuwabara, K. Oi, M. M. Watanabe, T. Fukuda and T. Kanbara,  
“Algae-inspired, Sulfur-based Polymer with Infrared Transmission and Elastic Function”  
*ACS Appl. Polym. Mater.* **2** (2020) 5173–5178.

V. Tiwari, K. Makita, M. Arino, M. Morita, T. Crozes, E. Bellet-Amalric, S. Kuroda, H. Boukari, L. Besombes, "Radio-frequency stress-induced modulation of CdTe/ZnTe quantum dots", *Journal of Applied Physics* **127** (2020) 234303.

I. Saha, Y. Tomohiro, K. Kanazawa, H. Nitani, S. Kuroda, "Structural and magnetic properties of nitrogen acceptor co-doped (Zn,Fe)Te thin films grown in Zn-rich condition by molecular beam epitaxy (MBE)", *Journal of Electronic Materials* **49** (2020) 5739–5749.

T. Hirahara, M. M. Otrokov, T. Sasaki, K. Sumida, Y. Tomohiro, S. Kusaka, Y. Okuyama, S. Ichinokura, M. Kobayashi, Y. Takeda, K. Amemiya, T. Shirasawa, S. Ideta, K. Miyamoto, K. Tanaka, S. Kuroda, T. Okuda, K. Hono, S. V. Eremeev, E. V. Chulkov, "Fabrication of a novel magnetic topological heterostructure and temperature evolution of its massive Dirac cone", *Nature Communications* **11** (2020) 4821.

H. Ito, Y. Otaki, Y. Tomohiro, Y. Ishida, R. Akiyama, A. Kimura, S. Shin, S. Kuroda, "Observation of unoccupied states of SnTe (111) using pump-probe ARPES measurement", *Physical Review Research* **2** (2020) 043120.

A. Kogo, M. Chikamatsu, "Cesium iodide post-treatment of organic-inorganic perovskite crystals to improve photovoltaic performance and thermal stability", *Nanoscale* **12** (2020) 21605–21609.

古郷敦史、近松真之、「産業技術総合研究所におけるペロブスカイト太陽電池研究開発の取り組み」、電気化学、**88** (2020) 184–185.

近松真之、「ペロブスカイト太陽電池の高性能化に向けた p 型半導体コポリマーを用いたホール輸送層の検討」、色材協会誌、**93** (2020) 389–392.

プレスリリースが幾つかの WEB メディア (Fabcross, Optronics 他) で紹介された。

(学会発表)

K. Marumoto, "Operation mechanisms and microscopic characterizations of organic and perovskite solar cells", One Week International Faculty Development Programme on Recent Advancements in Chemical Sciences and Environmental Engineering (RACSEE-2021), University of Rajasthan, Rambagh circle, Jaipur, India, On-line, February 18, February 15–19, 2021. <Invited as an eminent speaker>

D. Xue, M. Saito, I. Osaka and K. Marumoto,

“ELUCIDATION OF DETERIORATION MECHANISM OF TERNARY POLYMER SOLAR CELLS USING LIGHT-INDUCED ESR SPECTROSCOPY”,

The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC2020), P3-T6-105, Jeju, Korea, On-line, November 11, november 8-13, 2020.

K. Marumoto,

“Operando Direct Observation of Charge States and their Transfer in Inverted Perovskite Solar Cells”,

INTERNATIONAL VIRTUAL CONFERENCE ON GREEN CHEMISTRY FOR CLEAN ENVIRONMENT, PAHER University, Udaipur, India, On-line, October 4, October 3-4, 2020. <Invited>

K. Marumoto,

“Direct Observation of Charge State and Transfer in Inverted Perovskite Solar-Cell Materials”,

International E-Conference on Green Chemistry for Sustainable Development,

Faculty of Science, J. R. N. Rajasthan Vidyapeeth (Deemed to be University), Udaipur, India, June 26, June 25-26, 2020. <Invited>

T. Basu, R. Hayakawa, M. Kabdulov, T. Huhn, N. Tsunetomo, K. Marumoto and Y. Wakayama,

“Low-temperature carrier transport of purely organic radicals embedded in double tunnel junctions”,

APS March Meeting 2020, M71.00081, Colorado Convention Center, Denver, Colorado, USA, March 4, March 2-6, 2020.

D. Xue, S. Kamiya, M. Saito, I. Osaka and K. Marumoto,

“Direct Evidence of Less Charge Accumulation in Highly Durable Polymer Solar Cells Using Operando ESR Spectroscopy”,

Asia-Pacific International Conference on Perovskite, Organic Photovoltaics and Optoelectronics (IPEROP20), 091, EPOCHAL Tsukuba International Congress Center, Tsukuba, Japan, January 21, January 20-22, 2020.

稲井聡志、金子侑樹、山添昌人、丸本一弘、

「PEDOT:PSS 電気化学トランジスタの電荷・スピン状態と分子配向の観測」、

第 68 回応用物理学会春季学術講演会、19a-Z18-1、オンライン、3 月 19 日、2021 年 3 月 16 日-19 日

薛冬、中村友映、稲井聡志、金子侑樹、秋山陽久、三浦俊明、下位幸弘、今井祐介、島本太介、杉本慶喜、丸本一弘、

「電子スピン共鳴分光を用いた CFRP 複合材料の劣化状態のスピン状態観測と劣化機構研究」、

第 68 回応用物理学会春季学術講演会、19a-Z02-7、オンライン、3 月 19 日、2021 年 3 月 16 日-19 日<注目講演>



戸沢日馨、河村佳歩、勝俣潤哉、福島大介、木暮希望、板東晃徳、濱松浩、下位幸弘、丸本一弘、  
「三重項-三重項消滅を用いた青色発光電気化学セルの電荷・スピン状態のオペランド ESR 分光研究」、  
第 68 回応用物理学会春季学術講演会、16p-Z18-4、オンライン、3 月 16 日、2021 年 3 月 16 日-19 日

薛冬、斎藤慎彦、尾坂格、丸本一弘、  
「3元系 PTzBT 高分子太陽電池の光誘起 ESR 分光及び素子劣化機構の解明」、  
第 68 回応用物理学会春季学術講演会、16a-Z20-2、オンライン、3 月 16 日、2021 年 3 月 16 日-19 日

王 奕璜、本橋 真優、木全 晴、薛 冬、佐伯 昭紀、中村 智也、若宮 淳志、丸本 一弘、  
「逆構造スズペロブスカイト太陽電池の界面電荷移動の ESR 直接観測」、  
MRM Forum 2020、TS2-O4、パシフィコ横浜、横浜、オンライン、12 月 8 日、2020 年 12 月 7 日-9 日

戴 文超、鄒 湘濤、木全 晴、本橋 真優、薛 冬、中村 智也、若宮 淳志、丸本 一弘、  
「P3HT を用いた順構造ペロブスカイト太陽電池の電荷状態の光誘起 ESR 解明」、  
MRM Forum 2020、TS2-O3、パシフィコ横浜、横浜、オンライン、12 月 8 日、2020 年 12 月 7 日-9 日

鄒 湘濤、渡邊 孝弘、木全 晴、薛 冬、嶋崎 愛、Minh Anh Truong、若宮 淳志、丸本 一弘、  
「順構造ペロブスカイト太陽電池の正孔輸送層界面における電荷移動の光誘起 ESR 研究」、  
MRM Forum 2020、TS2-O1、パシフィコ横浜、横浜、オンライン、12 月 8 日、2020 年 12 月 7 日-9 日

稲井聡志、金子侑樹、山添昌人、丸本一弘、  
「導電性高分子 PEDOT:PSS を用いた有機電気化学トランジスタの ESR 研究」、  
第 59 回電子スピンサイエンス学会年会、C7、東北大学、仙台、オンライン、11 月 15 日、2020 年 11 月 13 日-15 日

戸沢日馨、河村佳歩、勝俣潤哉、福島大介、木暮希望、板東晃徳、濱松浩、下位幸弘、丸本一弘、  
「青色発光電気化学セルの電荷状態のオペランド ESR 分光研究」、  
第 59 回電子スピンサイエンス学会年会、C6、東北大学、仙台、オンライン、11 月 15 日、2020 年 11 月 13 日-15 日

中村友映、稲井聡志、金子侑樹、秋山陽久、三浦俊明、下位幸弘、今井祐介、島本太介、杉本慶喜、丸本一弘、  
「炭素繊維強化プラスチック(CFRP)複合材料の劣化状態の ESR 分光研究」、  
第 59 回電子スピンサイエンス学会年会、PS10、東北大学、仙台、オンライン、11 月 14 日、2020 年 11 月 13 日-15 日

薛冬、斎藤慎彦、尾坂格、丸本一弘、  
「光誘起 ESR を用いた三元系高分子太陽電池の劣化機構の解明」、

第 59 回電子スピンスイエンズ学会年会、Y2、東北大学、仙台、オンライン、11 月 13 日、2020 年 11 月 13 日-15 日

丸本一弘、

「オペランドマイクロ解析による高効率ペロブスカイト太陽電池の電荷状態の解明と素子性能の制御・向上」、JST 筑波大学新技術説明会、つくば、オンライン、2020 年 10 月 8 日<招待講演>

近松真之、小野澤伸子、西原佳彦、吉田郵司、「ドナー-アクセプター型コポリマーを正孔輸送層に用いたペロブスカイト太陽電池」、第 69 回高分子討論会、オンライン、2020/09/16.

近松真之、「界面制御によるペロブスカイト太陽電池の高性能化技術」、日本学術振興会「先端ナノデバイス・材料テクノロジー第 151 委員会」令和2年度 第1回研究会、オンライン、2020/09/25.

(広報活動)

近松真之、「宇賀なつみのそこ教えて！ 起こせ！イノベーション！目指せ！CO2 排出ゼロ！」、BS-TBS、2020/08/23.

近松真之、「Innovation Leading to a Green Future」、官邸国際広報室、YouTube、2021/01/21.

近松真之、「CHANGE YOUR LIFE ～あなたの暮らしを変えたもの～」、テレビ朝日、2021/02/27.

#### 【今後の活動予定】

本調査研究の今後の活動予定として、以下の研究活動を計画している。

新規高分子 p 型半導体とパッシベーション層の組み合わせをさらに発展させ、高効率化だけでなく大面積化や高耐久化を実現し、ペロブスカイト太陽電池モジュールの早期実用化に貢献したいと考えている。さらにこれらと並行して、シリコン太陽電池への積層プロセスの最適化を行い、超高効率なペロブスカイト/シリコン太陽電池の研究開発を行う。

また、ニューロモルフィックシステムの動作を熱揺らぎのみに頼らないよう、新たな材料システムを開拓していく必要がある。具体的には、本年度にコンセプトとして浮かび上がった、熱電効果を持つ半導体ナノワイヤーの導入が挙げられる。制御しうるかどうかは鍵となる。

また、以下の競争的外部資金の獲得を計画している。

1. 科学技術振興機構 未来社会創造事業「持続可能な社会の実現」領域 本格研究申請、「CFRP 複合材劣化のオペランドマイクロ計測分析法と余寿命推定モデル」、丸本一弘
2. 科研費基盤研究(A)申請、「有機デバイスのナノスケール電子挙動の解明と高性能化・高機能化」、丸本一弘
3. 科研費基盤研究(A)申請、「ハイエンド有機半導体設計システムとその応用」、小林伸彦

4. 科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業(CREST)申請、「ニューロモルフィックシステムによる動的情報処理技術の開拓」、中山知信

以上