

令和 5 年 6 月 27 日現在

機関番号：52201
研究種目：基盤研究(B)（一般）
研究期間：2019～2021
課題番号：19H02662
研究課題名（和文）超キャリアパフォーマンスを実現する塗布型3成分バルクヘテロ薄膜太陽電池の創製

研究課題名（英文）The three-composition bulk hetero junction thin film solar cell with super-career performance

研究代表者
加藤 岳仁（Kato, Takehito）

小山工業高等専門学校・機械工学科・教授

研究者番号：90590125
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は高効率で安価な有機無機ハイブリッド薄膜太陽電池の創製を目指すことを主たる目的とし、光吸収、励起子生成と輸送、電荷分離、電荷輸送を一括して担う、有機無機ハイブリッド発電層の相分離構造に着眼。高い発電特性を得るためには電子ドナー相と電子アクセプター相の微細化と共連続性を有する相分離構造形成が必要であり、且つ、それぞれの界面での電荷再結合を抑制する必要があった。本研究ではキャリアマネージメント層の導入を行い、効率的なキャリアマネージメントの実現による高い発電特性を得るための素子構造を提案し、簡便で精度の高いミクロ-ナノ相分離構造手法による、有機太陽電池における高機能化の可能性を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、ナノ相分離構造制御技術を駆使した「革新的電荷マネージメント層」の創製により、電子デバイスの超高効率化の実現に資するものである。昨今、様々な電子素子やモジュール開発が世界中で行われる中、本研究で確立する簡便で精度の高いキャリアマネージメント技術は様々なフィールドでの活躍が期待できる。特に、2050年のカーボンニュートラルの実現に際し、世界中で注目を浴びている有機系太陽電池の理論限界効率の実現にアプローチする。一方、本研究はNEDOから提示されている2030年の太陽電池の発電コスト目標「7円/kWh」の到達を目指したものであり、当該分野の世界規模の研究をリードする。

研究成果の概要（英文）：The aim of the present study was to create a highly efficient, yet inexpensive, hybrid organic-inorganic thin-film solar cell. To achieve this, we focused on the phase-separated structure of the hybrid organic-inorganic power generation layer, which is involved in light absorption, exciton generation and transport, and charge separation and transport. Achieving these high power generation properties required the formation of a phase-separated structure in which the electron donor and acceptor phases were both refined and co-continuous. Furthermore, we needed to suppress charge recombination at each interface. Therefore, in this study, we introduced a carrier management layer, proposed a device structure for achieving high power generation characteristics through efficient carrier management, and demonstrated the potential of high functionality in bulk heterojunction organic solar cells via a simple yet highly accurate micro/nano phase separation structure.

研究分野：地球資源工学およびエネルギー学関連

キーワード：電子素子 有機無機ハイブリッド太陽電池 有機太陽電池 薄膜太陽電池 相分離構造 電荷分離効率
有機薄膜太陽電池 ナノ相分離構造

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

超軽量で設置場所に制約が無い、劇的な低コストで導入可能な本提案の新型有機薄膜太陽電池は人々の生活と未来を激変させ、世界のエネルギー事情に明るい未来を創る。発電特性を大きく左右する発電層の内部に形成されるナノ相分離構造の簡便で汎用的な制御手法を構築するとともに、その有用性を電荷生成及び残存効率の観点から明らかにする。

2. 研究の目的

電子ドナーと電子アクセプターからなるバルクヘテロ発電層中(光吸収と励起子生成及び電荷分離と電荷輸送を一括して担う)に無数に存在するナノヘテロ界面に着眼する。この領域で発生する電荷再結合状態の定量的評価を行うため、フォトルミネッセンス(PL)法による発光-消光効率の変化と熱分析の複合的観点から評価手法を確立する。更に、ソルビリティパラメータ(SP値)の概念と分子立体障害性の活用により既に確立してきたナノ相分離構造制御技術を用いて、電荷再結合を完全防止する電荷マネジメント層をナノヘテロ界面に導入する。シンプルな一括塗布による汎用性が極めて高い手法の構築において、超キャリアパフォーマンスを実現させる。これにより、有機系太陽電池の変換効率向上を目指す。

3. 研究の方法

(1)ヘテロ界面における電荷損失見積もり

PL測定による蛍光消光率と熱励起電流測定からアプローチを行う。蛍光強度は電荷分離前の励起子の量に比例し、消光は励起子の失活と電荷分離により発現する。即ち、モルフォロジーがナノ構造レベルで類似していれば、見かけの電荷分離界面の量はほぼ同等であるため、再結合防止層の有無に関わらず、蛍光消光率は概ね近い値を示すと推測できる。更に電荷分離後のキャリア量を評価するため、熱挙動分析と発生電流密度よりキャリア残存率を見積もる。素子の極低温状態から昇温時に発生する電流を計測、比較することにより、再結合により損失している割合を見積もる。この一連の評価と検証によりヘテロ界面での再結合の発生を定量的に見積もることが可能となる。

(2)電荷マネジメント層の形成

再結合防止効果を有する電荷マネジメント層を無数に存在するバルクヘテロ界面に導入することを目的とし、SP値の概念による相分離構造制御手法を活用する。溶媒のSP値の選定により、材料の溶解性と析出性を自在にコントロールする。一方、再結合防止効果を有する電荷マネジメント層は電子ドナーと電子アクセプターによる電荷輸送のための共連続な相形成を阻害することなく、相形成を発現させる必要があることに加え、誘電率や電子アクセプター性を考慮する必要がある。これらの観点から、既に実績のある金属アルコキッド類から適切な化合物の選定を行う。化合物選定の後、初年度に確立した評価手法の活用し、電荷分離効力の保持と再結合防止機能が両立した電荷マネジメント層のヘテロ界面への導入を行う。

(3)電荷捕獲アシスト層の導入

再結合防止効果により、従来系に比べて各段に多く流入してくる電極近傍へのキャリアを効率よく捕獲する電荷捕獲アシスト層の導入を行うため、エネルギーレベルの制御に関する検討を仕事関数測定から実施する。具体的には既に実績のある酸化亜鉛系材料や導電性高分子材料をベースとして、発電層との親和性を考慮し、適正な電荷捕獲アシスト層の選定を実施する。

4. 研究成果

バルクヘテロ構造発電層を有する有機無機薄膜太陽電池におけるヘテロ界面での電荷再結合割合の定量的評価手法を検証した。具体的にはPL測定による蛍光消光率と発電電流及び熱分析により検証を実施。蛍光強度は電荷分離前の励起子の量に比例し、消光は励起子の失活と電荷分離により発現する。発電層の内部モルフォロジーをナノ構造レベルで類似させ、見かけの電荷分離界面の量はほぼ一定とし、消光率を測定。その結果、バルクヘテロ界面における再結合防止層の有無に関わらず、蛍光消光率は概ね近い値を得た。更に再結合防止効果が期待できる化合物の添加を行い、熱挙動解析及び相分離構造の検証と発生する光電流や限界電流を対比させ、再結合により損失している割合を調査し、一定の相関を得た。これらの一連の評価と検証によりヘテロ界面でのキャリア残存率の定量的評価手法としての有用性を見出した。

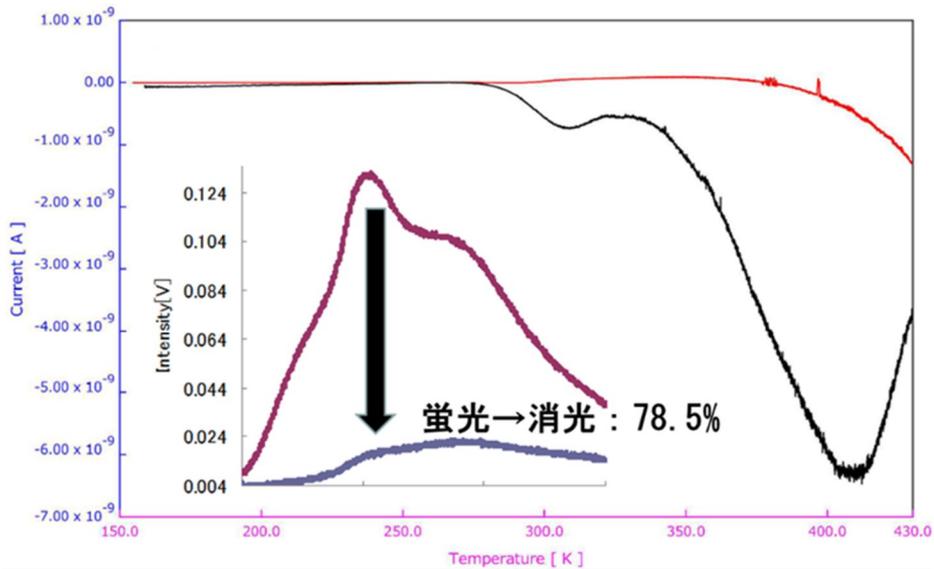


図1 機能層の熱挙動解析及び蛍光消光率測定

一方、電荷マネージメント層は電子ドナーと電子アクセプターによる電荷輸送のための連続的な相形成を阻害することなく、相形成を発現させる必要がある。この観点より、SP 値、誘電率、電子アクセプター性の検証を行い、チタンアルコキッド類を主成分とした。更にチタンアルコキッドは加水分解の制御により、絶縁性と電子輸送性を自由に制御することが可能であり、ヘテロ界面での電荷分離効力を減少させることなく、再結合防止能力の制御が可能であることが示された。

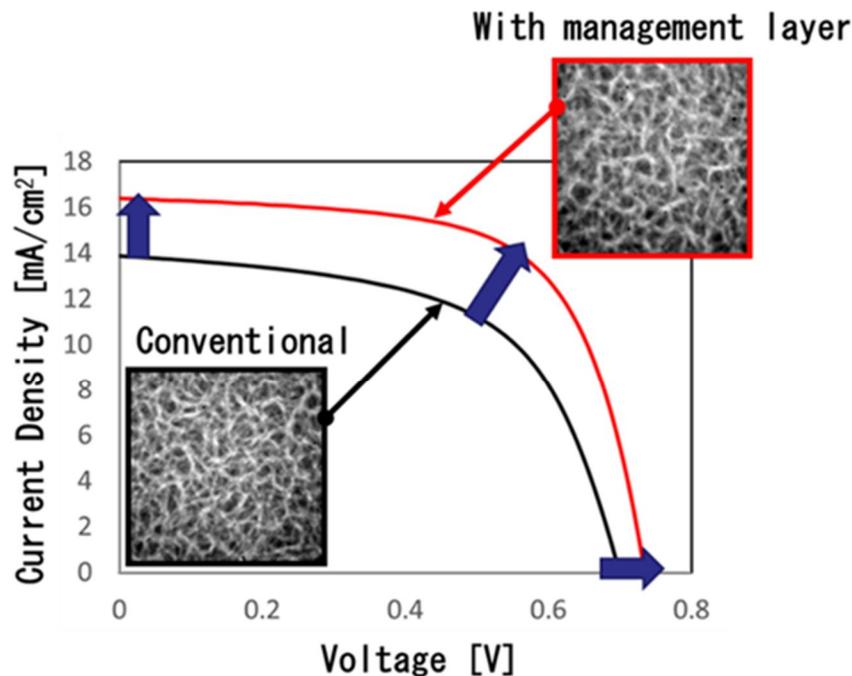


図2 IV特性の比較～キャリアマネージメント層の効果～

また、電極近傍へのキャリアを効率よく捕獲する電荷捕獲アシスト層の導入を目指し、エネルギーレベルの観点から既に実績のある酸化亜鉛系材料や導電性高分子材料をベースとして、発電層との親和性を考慮し、エネルギーレベル(WF)の制御に関する検討を仕事関数測定から実施した。その結果、陽極である有機電極材料のWF との差が 0.25eV 以内である電荷捕獲アシスト材料が本系において有効な発電特性を示すこと明らかとなり、有機電極へのキャリアの注入の観点からエネルギーレベルの適正化が重要な要素であることが改めて示唆された。

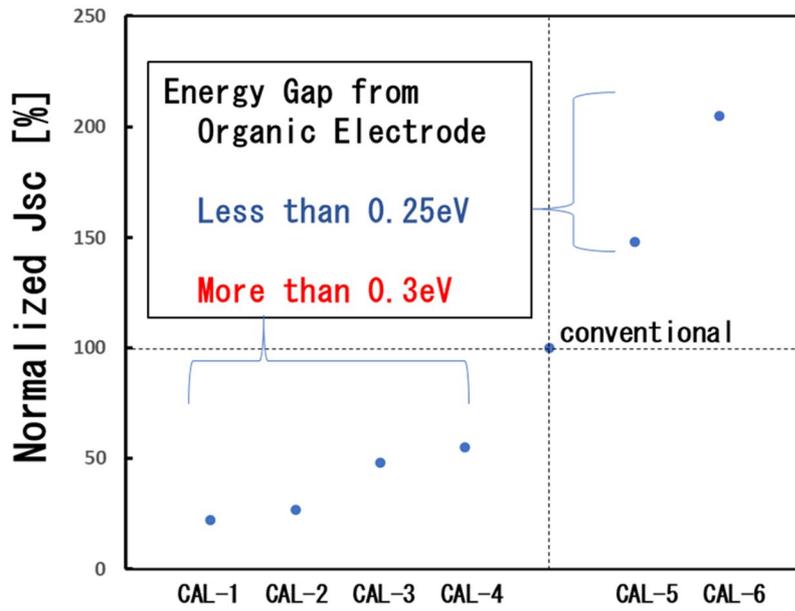


図3 各種電荷捕獲アシスト層におけるJscの比較

以上の検討により、シンプルな一括塗布におけるマイクロ-ナノ相分離構造制御手法の構築が可能となり、キャリアパフォーマンスの大幅な向上が実現した。本技術の活用例として相分離型発電層を有する有機系太陽電池において、その発電効率向上が実現し、本技術の有用性を確認した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 13件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Yuki Kurokawa, Takehito Kato, Shyam S. Pandey	4. 巻 296
2. 論文標題 Controlling the electrocatalytic activities of conducting polymer thin films toward suitability as cost-effective counter electrodes of dye-sensitized solar cells	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Synthetic Metals	6. 最初と最後の頁 117362, 117362
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.synthmet.2023.11	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 Ryuto Kamimura, Hideyuki Kanematsu, Akiko Ogawa, Takeshi Kogo, Hidekazu Miura, Risa Kawai, Nobumitsu Hirai, Takehito Kato, Michiko Yoshitake, Dana M. Barry	4. 巻 15
2. 論文標題 Quantitative Analyses of Biofilm by Using Crystal Violet Staining and Optical Reflection	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Materials	6. 最初と最後の頁 6727, 6727
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ma15196727	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 Takeshi Kogo, Kazufumi Sugi, Hideyuki Kanematsu, Hotaka Kai, Akiko Ogawa, Nobumitsu Hirai, Toshiyuki Takahashi, Takehito Kato	4. 巻 12
2. 論文標題 Detection of Biofilm Formation on Material Surfaces by Ag+ Coating	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Coatings	6. 最初と最後の頁 1031, 1031
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/coatings12071031	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 M. Takayanagi, H. Kanematsu, H. Miura, T. Kogo, R. Kawai, A. Ogawa, N. Hirai, T. Kato, M. Yoshitake, T. Tanaka, D. M. Barry	4. 巻 100
2. 論文標題 Biofilms formed on metallic materials by E. coli and S. epidermidis and their evaluation by crystal violet staining and its reflection	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Transactions of the IMF	6. 最初と最後の頁 1, 8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/00202967.2022.20	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 Yasuyuki Ueda, Yuki Kurokawa, Kei Nishii, Hideyuki Kanematsu, Tadashi Fukumoto, Takehito Kato	4. 巻 15
2. 論文標題 Morphology Control of Monomer–Polymer Hybrid Electron Acceptor for Bulk-Heterojunction Solar Cell Based on P3HT and Ti-Alkoxide with Ladder Polymer	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Materials	6. 最初と最後の頁 1195, 1195
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ma15031195	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 Yuki Kurokawa, Ajendra Kumar Vats, Takehito Kato, Suhaidi Shafie, Shyam S. Pandey, Japanese Journal of, Applied Physics	4. 巻 61
2. 論文標題 Charge transfer and catalytic properties of various PEDOTs as Pt-free counter electrodes for dye-sensitized solar cells	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Jpn. J. Appl. Phys.	6. 最初と最後の頁 SB1010-1, 6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/ac2cf8	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 Hideyuki Kanematsu, Dana M. Barry, Nobuyuki Ogawa, Shin-nosuke Suzuki, Kuniaki Yajima, Katsuko T. Nakahira, Tatsuya Shirai, Masashi Kawaguchi, Takehito, Kato, Michiko Yoshitake	4. 巻 192
2. 論文標題 Research Activities in Materials Science and Engineering with Academic-Industrial Alliances during the COVID-19 Pandemic	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Procedia Computer Science	6. 最初と最後の頁 3722, 3728
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.procs.2021.09.14	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 Shin-nosuke SUZUKI, Ryohei KAMEYAMA, Masaya YAMAGUCHI, Akira OKADA, Katsumi HIRATA, Takehito KATO, Yutaro AKIMOTO, Kuniaki YAJIMA, Nobuyuki OGAWA, Hideyuki KANEMATSU, Tadashi FUKUMOTO	4. 巻 192
2. 論文標題 Improvement of Active Textbook System (A-txt) on Unity Version and Examination of Usage in Consideration of Copyright	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Procedia Computer Science	6. 最初と最後の頁 1795, 1804
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.procs.2021.08.184	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 H. HAMADA, K. YAJIMA, T. KATO, S. TARAQ, S. TAGAWA, S. KAWABE, H. OKANO, S. URUSHIHARA, Y. KOBAYASHI, N. TAKAGI, K. NOGUCHI, M. MORIMOTO	4. 巻 69
2. 論文標題 Education for Future Innovators Driven by KOSEN: Cmmunity Formation of Competency Education	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of JSEE	6. 最初と最後の頁 86, 93
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.procs.2020.09.167	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 Shin-nosuke Suzuki, Yutaro AKIMOTO, Kengo SUZUKI, Akira OKADA, Katsumi HIRATA, Takehito KATO, Kuniaki YAJIMA, Hideyuki KANEMATSU, Tadashi FUKUMOTO, Fusao YOSHIKAWA	4. 巻 176
2. 論文標題 Development of A-txt system compatible introductory teaching materials for Electric Power Engineering using gaming simulation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Procedia Computer Science	6. 最初と最後の頁 1557, 1566
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.procs.2020.09.167	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 Munehika Otsuka, Yuki Kurokawa, Yi Ding, Firman Bagja Juangsa, Shogo Shibata, Takehito Kato, Tomohiro Nozaki	4. 巻 21
2. 論文標題 Silicon nanocrystal hybrid photovoltaic devices for indoor light energy harvesting	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 RSC Advances	6. 最初と最後の頁 12618
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d0ra00804d	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 Otsuka Munehika, Kurokawa Yuki, Ding Yi, Juangsa Firman Bagja, Shibata Shogo, Kato Takehito, Nozaki Tomohiro	4. 巻 10
2. 論文標題 Silicon nanocrystal hybrid photovoltaic devices for indoor light energy harvesting	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 RSC Advances	6. 最初と最後の頁 12611 ~ 12618
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d0ra00804d	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 Takehito Kato et al.	4. 巻 11
2. 論文標題 Highly efficient and fully printable bulk heterojunction thin-film solar cells based on dispersed nano-C60 and a semiconducting polymer	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceeding of The 2019 International Conference on Graphene and Novel Nanomaterials, 11 (2019)	6. 最初と最後の頁 6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takehito Kato et al.	4. 巻 23
2. 論文標題 Morphology control for nanophase separation structures in functional layers and application to electronic devices	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Adv. Biochem. Biotechnol.	6. 最初と最後の頁 6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計41件 (うち招待講演 13件 / うち国際学会 9件)

1. 発表者名 Y. Kurokawa, T. Kato, S.S. Pandey
2. 発表標題 Investigation of lumped coating of multiple layers for organic thin-film solar cells
3. 学会等名 KRIS2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 K. Iwakami, N. Hatsugai, T. Kato, Y. Ueda, K. Nishii, K. Tokumaru, K. Ogata, H. Kanematsu, Y. Asai, T. Fukumoto
2. 発表標題 Morphology Control of Organic-Inorganic Hybrid Materials for Thin Film Bulk-Heterojunction Solar Cell based on Metal-alkoxide
3. 学会等名 KRIS2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 加藤岳仁
2. 発表標題 塗布型薄膜太陽電池について～環境エネルギー発電と環境保全の啓蒙に関する取組～
3. 学会等名 時代を刷新する会：講話会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 加藤岳仁
2. 発表標題 2050（22）年カーボンニュートラル実現に向けた 産官学による教育・研究・社会実装連携
3. 学会等名 カーボンニュートラルを考えるシンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 初谷直春，加藤岳仁，西井圭，植田泰之，今泉文伸，浅井靖史，福本正
2. 発表標題 有機無機ハイブリッド太陽電池に関する研究 ～TiO _x -ZnO複合電子アクセプターの利用～
3. 学会等名 2022年日本機械学会関東支部栃木ブロック研究交流会術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 黒川 侑暉，加藤 岳仁，パンディ シャム スティル
2. 発表標題 色素増感太陽電池用の電解重合高分子対極の最適化
3. 学会等名 2022年第83回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 加藤 岳仁
2. 発表標題 高専発ベンチャー企業が出陣～塗布による発電技術で世界を救う～
3. 学会等名 とちぎテックブランングランプリ2021 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 塚原 翔, 植田 泰之, 加藤 岳仁, 戸田 智之, 太田 俊, 西井 圭
2. 発表標題 ビス(ベンゾイミダゾール)配位ニッケルジクロリド錯体触媒系によ共役ジエン類の重合
3. 学会等名 日本化学会第103春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Toshiaki IIZUKA, Yuya IKEDA, Takeru YUZAWA, Takehito KATO, Ryusei HAYATOMO, Kazuki HIRAYAMA, Hiroyoshi YASUHIRA, Haruki SASHIDA, Kohdai ONO, Takuto IIJIMA, Hironori SAHARA
2. 発表標題 Fundamental Study on Pt/TiO ₂ Catalyst to Aim Extension of Catalyst Life for Microsatellite-Friendly Multi-Purpose Propulsion System (MFMP-PROP)
3. 学会等名 33rd International Symposium on Space Technology and Science (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 加藤 岳仁, 植田 泰之, 西井 圭, 福本 正, 兼松秀行
2. 発表標題 有機無機ハイブリッド機能性材料のモルフォロジー制御とそのエネルギー変換デバイスへの展開
3. 学会等名 第31回MRS-J年次大会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 加藤 岳仁
2. 発表標題 高専発：教育NPO&ベンチャー企業がいざ連合出陣！？～2050年世界的カーボンニュートラルの実現に向けて～
3. 学会等名 「全国高専リモート交流会 in 豊橋2021」～第26回HNK交流会～（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 加藤 岳仁
2. 発表標題 世界中の全ての人々に電気のある生活を！！どこにでも塗ることが可能な”塗布型太陽電池”
3. 学会等名 令和3年度第1回環境・新素材技術創出交流会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 加藤 岳仁, 西井 圭, 植田 泰之
2. 発表標題 従来比コスト90%減を目指した塗布型環境エネルギー発電体～電気の地産地消で世界を変える！！～
3. 学会等名 KOSEN EXPO
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 黒川 侑暉, Suhaidi Shaffie, 加藤 岳仁, パンディ シャム
2. 発表標題 色素増感太陽電池用のPEDOT対極の最適化
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 加藤岳仁, 黒川侑暉, 初谷直春, 落合三二, 浅尾淳一, パンデイ シヤムス デイル
2. 発表標題 4 塩化チタン水溶液を用いた有機薄膜太陽電池の高効率化検討
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 T. Kato, Y. Kurokawa, K. Nishii, Y. Ueda, F. Imaizumi, S. Suzuki, D. Kawagoe, H. Kanematsu, T. Fukumoto
2. 発表標題 Morphology control of monomer-polymer hybrid electron acceptor for bulk-heterojunction solar cell based on P3HT and Ti-alkoxide with ladder polymer
3. 学会等名 14th International Symposium on Advances in Technology Education (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuki Kurokawa, Ajendra Kumar Vats, Takehito Kato, Shyam S. Pandey
2. 発表標題 Optimization of Pt free counter electrodes for dye sensitized solar cells
3. 学会等名 The Eighth International Symposium on Organic and Inorganic Electronic Materials and Related Nanotechnologies (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 加藤 岳仁、豊田 涼平、初谷 直春、滝川 侑弥、中村 重之、舩山 智信、石川 剛
2. 発表標題 モルフォロジー制御による塗布型熱電変換素子の高効率化に関する研究
3. 学会等名 2021年第68回応用物理春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 加藤 岳仁
2. 発表標題 社会実装を目指した有機系太陽電池の高機能化と相分離構造制御
3. 学会等名 第10回高専-TUT太陽電池合同シンポジウム&半導体材料・デバイス研究ネットワークセミナー（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 加藤 岳仁
2. 発表標題 環境エネルギー発電技術とエナジーハーベスティング
3. 学会等名 サイエンスキャッスル2020関東・関西大会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 加藤 岳仁
2. 発表標題 従来比コスト90%減を目指した塗布型環境エネルギー変換素子の創製
3. 学会等名 JST新技術説明会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 T. Kato, T. Fukumoto
2. 発表標題 Morphology Control of Highly Functional Electronic Devices for Future Social Implementation
3. 学会等名 第30回日本MRS年次大会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 T. Kato, K. Nishii, K. Hirata, R. Oshima, T. Fukumoto
2. 発表標題 Carrier Management by Organic-Inorganic Hybrid Materials for Thin Film Bulk-Heterojunction Solar Cell on Ti-alkoxide
3. 学会等名 第30回日本MRS年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 初谷 直春、滝川 侑弥、加藤 岳仁、福本 正
2. 発表標題 モノマーポリマー複合電子アクセプターを用いた有機無機ハイブリッド薄膜太陽電池
3. 学会等名 2020年日本機械学会関東支部栃木ブロック研究交流会術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 滝川 侑弥、豊田 涼平、加藤 岳仁
2. 発表標題 モルフォロジー制御による塗布型熱電変換素子の高効率化に関する研究
3. 学会等名 2020年日本機械学会関東支部栃木ブロック研究交流会術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 黒川 侑暉、加藤 岳仁、船山 智信、石井 利博、石川 剛
2. 発表標題 ナノ高分散C60を用いたバルクヘテロ薄膜太陽電池の高効率化と室内光下における発電特性の検証
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 黒川 侑暉、加藤 岳仁、今泉文伸、船山 智信、石井 利博、石川 剛
2. 発表標題 ナノ高分散C60を用いたバルクヘテロ薄膜太陽電池の高効率化
3. 学会等名 第9回高専-TUT太陽電池合同シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 第9回高専-TUT太陽電池合同シンポジウム
2. 発表標題 硫化物・ヨウ化物薄膜の作製と太陽電池応用
3. 学会等名 荒木 秀明、加藤 岳仁、中村 重之、赤木 洋二
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 第9回高専-TUT太陽電池合同シンポジウム
2. 発表標題 未来の環境エネルギー発電技術を創る教育と研究
3. 学会等名 加藤 岳仁
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M. Otsuka, Y. Ding, S. Shibata, F. B. Juangsa, Y. Kurokawa, T. Kato, T. Nozaki
2. 発表標題 Printable Organic-Inorganic Hybrid Solar Cell via Silicon Inks
3. 学会等名 Materials Research Meeting 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 K. Hirata, T. Kato, R. Oshima
2 . 発表標題 Classification of Environmenta Sounds Using Convolutional Neural Network with Bispectral AnalysisI
3 . 学会等名 2019 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 T. Kato, Y. Kurokawa, K. Hirata, R. Oshima, M. Otsuka, T. Nozaki
2 . 発表標題 Morphology Control for Nano-Phase Separation Structure of Functional Layer
3 . 学会等名 第29回日本MRS年次大会
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Y. Kurokawa, T. Kato, T. Funayama, T. Ishii, T. Ishikawa
2 . 発表標題 Highly efficient and fully printable bulk heterojunction thin film solar cells based on dispersed nano C60 and a semiconducting polymer
3 . 学会等名 第29回日本MRS年次大会
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 M. Otsuka, Y. Ding, S. Shibata, F. B. Juangsa, Y. Kurokawa, T. Kato and T. Nozaki
2 . 発表標題 Characteristic of Silicon Nanocrystals and Their Application in Photovoltaics
3 . 学会等名 第29回日本MRS年次大会
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 塚田 賢一、加藤 岳仁
2. 発表標題 スマートウィンドウの開発に向けたエレクトロクロミックデバイスの作製 ~ Development of Electrochromic-Photovoltaic devices for Smart windows ~
3. 学会等名 平成30年度日本機械学会栃木ブロック研究交流会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三室 龍也、加藤 岳仁、伊澤 悟
2. 発表標題 有機無機ハイブリッド熱電変換素子の高性能化に関する研究 ~ Highly Efficient for Organic-Inorganic Hybrid Thermoelectric Conversion Devices ~
3. 学会等名 平成30年度日本機械学会栃木ブロック研究交流会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 加藤岳仁、黒川 侑暉、今泉文伸、船山 智信、石井 利博、石川 剛
2. 発表標題 ナノ高分散C60を用いたバルクヘテロ薄膜太陽電池の高効率化 ~ Highly efficient and fully printable bulk heterojunction thin-film solar cells based on dispersed nano-C60
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 加藤岳仁
2. 発表標題 環境とエネルギーと持続可能な社会とを結ぶ教育と技術開発、そして産学連携
3. 学会等名 令和元年度小山高専地域連携協力会総会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 加藤岳仁
2. 発表標題 教育と研究から見た高専 - 大学連携の未来
3. 学会等名 令和元年度全国高等専門学校・長岡技術科学大学電気電子情報工学専攻教職員交流会「電気電子情報工学分野における技大・高専とのシームレスな教育研究連携で共に目指す未来」(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takehito Kato et al.
2. 発表標題 Highly efficient and fully printable bulk heterojunction thin-film solar cells based on dispersed nano-C60 and a semiconducting polymer
3. 学会等名 2019 International Conference on Graphene and Novel Nanomaterials (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takehito Kato
2. 発表標題 Morphology control for nanophase separation structures in functional layers and application to electronic devices
3. 学会等名 2019 3rd International Conference on Advances in Biotechnology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 加藤 岳仁	4. 発行年 2020年
2. 出版社 化学工業社	5. 総ページ数 8
3. 書名 従来比コスト90%減を目指した塗布型環境エネルギー変換素子の創製	

1. 著者名 加藤岳仁、他	4. 発行年 2019年
2. 出版社 日本工業出版	5. 総ページ数 78
3. 書名 クリーンテクノロジー 特集 : 産業を切り拓く可能性を秘めた新技術	

〔出願〕 計2件

産業財産権の名称 光電変換素子	発明者 加藤岳仁、他	権利者 国立高等専門学校機構、他
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-233174	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 発電ユニット	発明者 加藤岳仁、他	権利者 国立高等専門学校機構、他
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-046111	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

国立高等専門学校機構 小山工業高等専門学校 加藤岳仁研究室 http://www.oyama-ct.ac.jp/M/kato/index.html
--

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	加藤 有行 (Kato Ariyuki) (10303190)	長岡技術科学大学・工学研究科・教授 (13102)	
研究分担者	荒木 秀明 (Araki Hideaki) (40342480)	長岡工業高等専門学校・物質工学科・教授 (53101)	

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
---------	---------