

令和 6 年 6 月 25 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21H04699

研究課題名（和文）鉛フリー型ペロブスカイト太陽電池の高性能化のための基礎化学研究

研究課題名（英文）Fundamental Chemical Research for Efficient Lead Free Perovskite Solar Cells

研究代表者

若宮 淳志（Wakamiya, Atsushi）

京都大学・化学研究所・教授

研究者番号：60362224

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 33,500,000円

研究成果の概要（和文）：材料化学、界面化学の観点から、太陽電池の高性能化に取り組んだ。材料の高純度化技術とペロブスカイト表面構造修飾により、Snを含むペロブスカイト半導体でも7 μ sを超える蛍光寿命を示すことを見出した。また、電荷の取り出しに有利な双極子を発現するように、ペロブスカイト層の上下界面を構造修飾する手法を開発した。これにより、SQ理論限界に迫る高い開放電圧を実現するとともに、Snを含む太陽電池として世界最高値である23.6%の光電変換効率を得ることができた。また、独自の正孔回収単分子膜材料として基板上で分子の配向を制御したPATATを開発し、太陽電池の光電変換効率と耐久性が向上できることを実証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ペロブスカイト太陽電池はフレキシブル・軽量で発電効率が高い次世代太陽電池として注目を集めているが、その実用化に向けて、材料に用いるPbの代替技術開発が強く求められている。本研究では、Snを含むペロブスカイト半導体の高性能化に向けて、材料化学の観点から取り組んだ。本研究で得られた成果は、Snを用いたペロブスカイト太陽電池の高性能化に道を拓くものであり、本太陽電池の広範な用途での実用化に向けても、大きなインパクトを与えるものである。

研究成果の概要（英文）：In this study, we worked on improving the performance of solar cells from the viewpoints of material chemistry and interface chemistry. We found that even perovskite semiconductors containing Sn exhibit a fluorescence lifetime exceeding 7 μ s by means of material purification techniques and perovskite surface structure modification. In addition, we developed a method to structurally modify the upper and lower interfaces of the perovskite layers so that they express dipoles favorable for charge extraction. As a result, a high open-circuit voltage approaching the SQ theoretical limit was achieved, and a photoelectric conversion efficiency of 23.6%, the world's highest value for a Sn-containing solar cell, was obtained. In addition, PATAT with controlled molecular orientation on the ITO substrate was developed as an original hole-collecting monolayer material, and it was demonstrated that the photoelectric conversion efficiency and durability of the solar cell can be improved.

研究分野：材料化学

キーワード：Snペロブスカイト 太陽電池 双極子 界面修飾 有機半導体

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

ABX₃ (A = methylammonium (MA), formamidinium (FA), Cs など, B = Pb, Sn など, X =ハライド) 型のペロブスカイト半導体を光吸収材料に用いたペロブスカイト太陽電池が塗布で作製できる次世代太陽電池として注目を集めている (T. Miyasaka, ら, *Chem. Rev.* **2019**, *119*, 3036. など)。本太陽電池の光電変換効率はわずか数年で 20% を超え、2020 年には、その最高値は 25.2% まで向上している。しかし、その一方で、従来のデバイスではペロブスカイト半導体材料に鉛 (Pb) が用いられており、RoHs 指令による制限等、実用化にむけた環境負荷の低減の観点から、鉛フリーの代替材料の開発とそれを用いたデバイスの高性能化が強く求められている (M. Kanatzidis ら, *Nat. Commun.* **2019**, *10*, 965.)。Pb と同じ 14 族元素であるスズ (Sn) を B サイトに用いたペロブスカイト半導体が、鉛フリー型ペロブスカイトの有候補材料として国内外で活発に研究が進められているが、その光電変換効率は、ようやく 10% を超えてきたものの、依然、従来の Pb を含む材料のデバイスに比べて低いレベルに留まっており、その再現性も極めて悪いのが現状である (Y.-H. Lou, Z.-K. Wang ら, *Adv. Energy Mater.* **2020**, *10*, 1902584.)。この主な原因の一つは、Pb²⁺ の場合と異なり、Sn²⁺ が Sn⁴⁺ 種へと容易に酸化されてしまい、これが電子的・構造的欠陥をもたらしているものと考えられている。

このような背景のもと、材料化学の観点から鉛フリー型ペロブスカイト半導体として、Sn を含む材料の高性能化技術に関する学理を追求し、その可能性を実証することが強く求められていた。

2. 研究の目的

本研究では、これまでに開発してきた Sn ペロブスカイト半導体の高純度化法 (Sn⁴⁺スカベンジャー法, *Nat. Commun.* **2020**, *11*, 3008.) や HAT 法を用いた成膜法 (*Angew. Chem. Int. Ed.*, **2018**, *57*, 13221.) をもとに、ペロブスカイト半導体の界面構造修飾法や、新たな電荷回収材料の開発などにより、Sn を含むペロブスカイト半導体の高性能化と、それを用いた太陽電池の特性向上の実証を通して、Sn 系ペロブスカイト半導体の学理を構築することを目的とする。

3. 研究の方法

Sn を含むペロブスカイト半導体の成膜法として、独自の開発した Sn⁴⁺スカベンジャー法 (*Nat. Commun.* **2020**, *11*, 3008.) と HAT 法 (*Angew. Chem. Int. Ed.*, **2018**, *57*, 13221.) を用いた。特性を検討するペロブスカイト太陽電池は、基本的には ITO/正孔回収層/ペロブスカイト/電子回収層/電極の p-i-n 構造を用いることとした。得られたペロブスカイト半導体膜について、蛍光特性および蛍光寿命測定、および電気化学測定により、キャリア寿命やトラップ密度を算出した。作製した太陽電池については、J-V 特性の他、IPCE 測定やインピーダンス測定、温度・照度可変測定により、特性の詳細を検討した。

4. 研究成果

Sn を含むペロブスカイト半導体として、1000 nm 以上の近赤外にわたって広帯域で太陽光を光電変換できる Sn と Pb の混合型ペロブスカイト薄膜に着目し、その高品質化に取り組んだ。Sn⁴⁺スカベンジャー法を用いるとともに、新たに独自のペロブスカイト薄膜の表面修飾材料として、食品添加剤としても用いられているマルトールに着目した。マルトールを Sn 系ペロブスカイト薄膜の上部に薄く塗ることで、欠陥構造の形成や Sn²⁺種の酸化を抑制でき、7μs を超える非常に長いキャリア寿命が実現できることを発見した。この手法を用いることで、21.4%の光電変換効率を達成することができた (A. Wakamiya, et al. *Chem. Sci.* **2021**, *12*, 13513., プレス発表)。

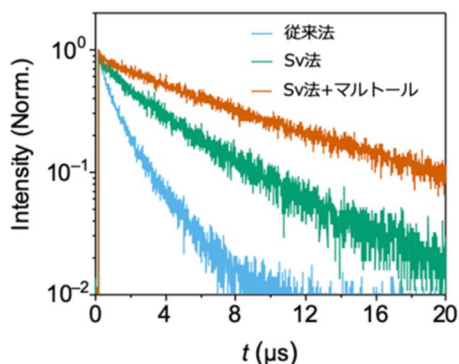


図 1. Sn-Pb ペロブスカイト半導体薄膜の蛍光寿命特性：従来法、Sv (スカベンジャー法)、マルトールでの表面処理の結果。

また、このペロブスカイト薄膜の上下にそれぞれ電子および正孔の取り出し効率が向上するように、双極子を発現するように設計した独自の表面処理材を開発し、これらを用いて選択的に表面処理する手法を開発した（双極子戦略、図 2）。上部の表面処理にはエチレンジアンモニウム（EDA₂⁺）をペロブスカイト膜に与えるダメージを低減して塗布する方法を開発した。また、特に、ペロブスカイト層の下側への表面修飾は難しいが、これに対しても、ペロブスカイト前駆体のインクにグリシン誘導体を組み込むことで、選択的に下側の表面を修飾できることを実現した。これらの表面修飾材のペロブスカイト薄膜内部での分布は、ToF-SIMS 法により確認した。

これらのペロブスカイト層の上下の表面パッシベーションにより、太陽電池の特性は大きく向上した。従来の手法で作製した太陽電池（19.6%）に比べて、上面をエチレンジアンモニウムでパッシベーションすることで 21.7%へと向上し、さらに下面をグリシンでパッシベーションすることで、23.6%（短絡電流密度 32.1 mAcm⁻²、開放電圧 0.89 V、曲線因子 0.82）にまで光電変換効率が向上することを見出した（図 3）。この光電変換効率は、Sn を含むペロブスカイト半導体材料を用いた太陽電池としても世界最高値である。また、開放電圧は最大で 0.91 V にまで向上した。これは、Sn-Pb 混合型ペロブスカイト半導体をもつ 1.25 eV のバンドギャップに対してわずか 0.34 V のロスであり、ほぼ熱力学的な理論限界値を達成していることになる。（A. Wakamiya, et al. *Energy Environ. Sci.* **2022**, *15*, 2096. 発表、プレス発表）

ペロブスカイト薄膜の上下パッシベーション法

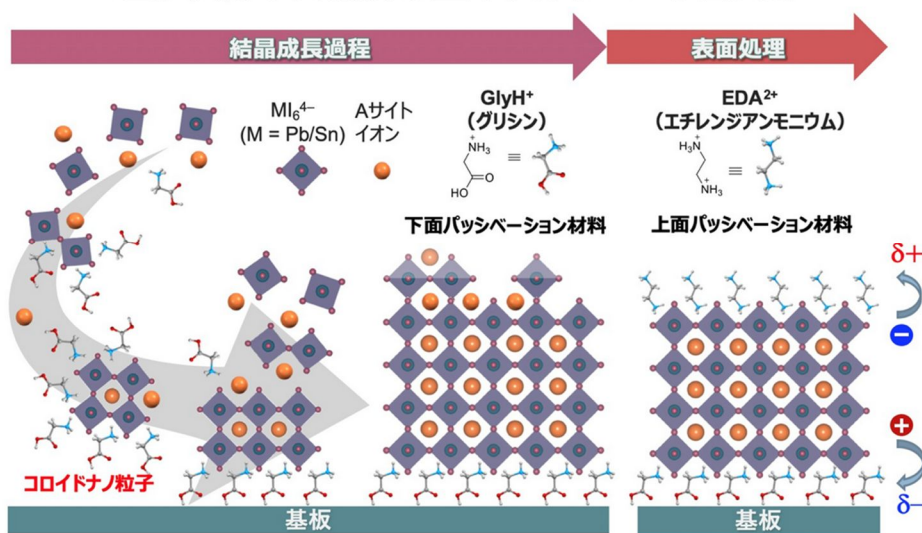


図 2. ペロブスカイト層の上下表面構造修飾法（双極子戦略）。

ペロブスカイト薄膜の上下表面パッシベーション法の開発

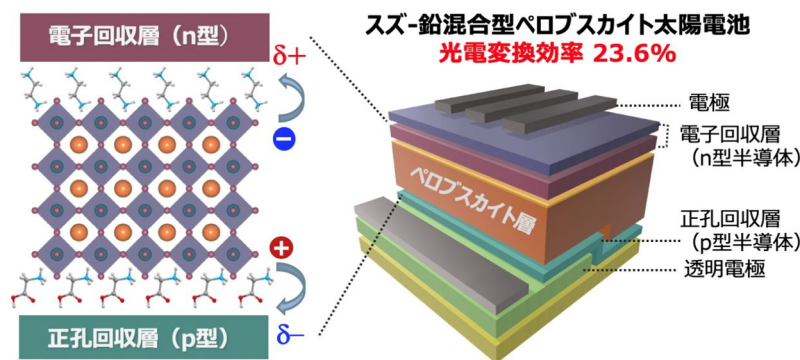


図 3. ペロブスカイト薄膜の上下表面構造修飾（パッシベーション）による電気双極子の発現と電荷の取り出し向上、およびペロブスカイト太陽電池のデバイス構造（断面図）。

さらに、本手法をピペラジンなどのジアミンを用いた手法へと発展させ、表面でのプロトン移動反応によりジアンモニウムで構造修飾することが可能であり、さらにフラーレンのトリカルボン酸誘導体（CPTA）を塗布することで、ペロブスカイト薄膜表面のスズ上に選択的に配位結合できることを見出した。これらを組み合わせた相乗的表面修飾法により、Sn を含むペロブスカイト太陽電池で再現性良く高い光電変換効率を得られることを実証するとともに、窒素ガス雰囲気下で>2000 時間、空気中でも>450 時間でも 90% 以上の出力を保つ高い耐久性を実現した（図 4、H. J. Snaith, A. Wakamiya, et al. *Adv. Mater.* **2023**, 35, 2208320. プレス発表）。

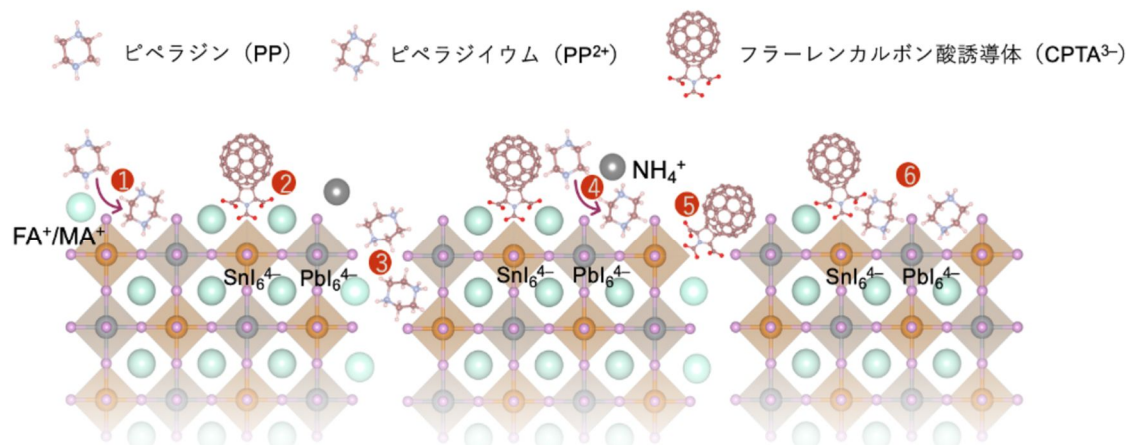


図 4. 本研究で開発した相乗的ペロブスカイト表面パッシベーション法の概要図：① FA⁺や MA⁺（ホルムアミジニウムやメチルアンモニウム）からピペラジン（PP）へのプロトン移動、② CPTA が Sn²⁺ に結合、③ PP²⁺ がペロブスカイトのグレイン界面に浸透、④ アンモニウムから PP へのプロトン移動、⑤ グレイン界面でも CPTA が Sn²⁺ に結合、⑥ CPTA と PP²⁺ が水素結合で隣り合ってペロブスカイト表面を構造修飾（パッシベーション）する。

また、Sn のみを含むペロブスカイトを用いた太陽電池の高性能化についても、電子回収材料の成膜法を改良することで、1 V を超える開放電圧が得られることを見出した。電子回収層材料として、フラーレン誘導体の ICBA を用いて、溶媒とアニール温度を工夫することで、density of state の広がりを抑制することができ、これにより電圧のロスを低減できることがわかった（図 5、A. Wakamiya, et al. *ACS Appl. Mater. Interfaces* **2023**, 15, 32487.）。

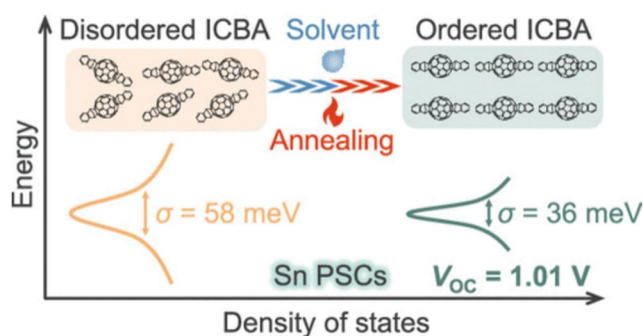


図 5. ICBA 層の成膜方の改良による、Sn ペロブスカイト太陽電池の高電圧化。

さらに、開口型フラーレンを電子回収層に用いて Sn ペロブスカイト太陽電池の作製し、9.6%の光電変換効率を得た(図6)。本材料は、高い熱安定性もち、真空蒸着法をもちいた場合でも高い光電変換効率が見出された(Y. Murat, A. Wakamiya, et al. *Chem. Commun.* **2024**, 60, 2172., プレス発表)。

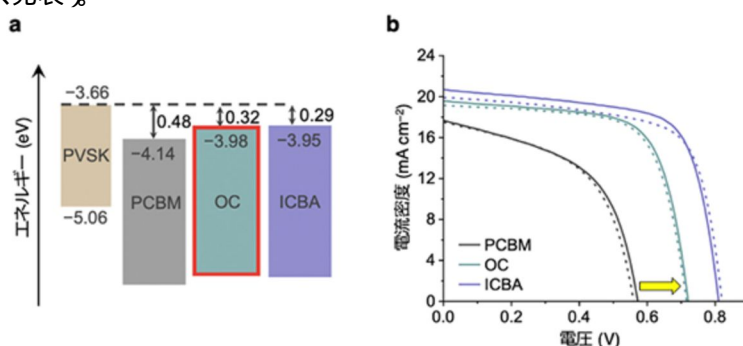


図 6. フラーレン誘導体のエネルギー準位およびこれらを電子回収材料として用いた Sn ペロブスカイト太陽電池の特性。

一方、ペロブスカイト太陽電池の高性能化を可能にする三脚型の正孔回収単分子材料 (Phosphonic acid functionalized triazatruxene, **PATAT**) を開発した(図7)。 π 共役骨格に基板への吸着基(アンカー基)を複数個導入した **PATAT** は、透明電極基板上に溶液として塗ることで、分子の π 共役骨格平面が水平方向に「パタッ」と寝た構造の単分子膜を形成することを、先端分光法による測定と理論計算結果により明らかにした。この水平配向した **PATAT** の単分子層はペロブスカイト層から効率的に正孔を取り出すことを可能にし、これを用いたペロブスカイト太陽電池で23%の光電変換効率を達成した。また、本デバイスは高い耐久性も発現し、窒素ガス雰囲気下での保管で >2000 時間、および 100 時間の連続光照射後でも安定に 95% 以上の出力を保持することも確認した(M. A. Truong, A. Wakamiya, et al. *J. Am. Chem. Soc.* **2023**, 145, 7528. プレス発表)。本分子設計は、Sn 系ペロブスカイト太陽電池の高性能化にも有効であり、今後、Sn ペロブスカイトの電子構造に合わせた材料開発を進めていく予定である。

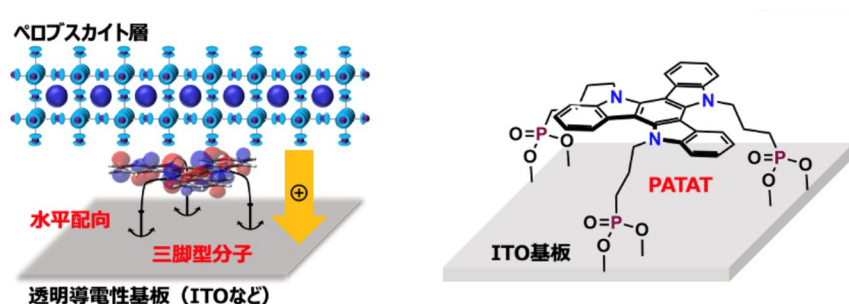


図 7. 本研究の単分子正孔回収材料の分子設計コンセプトと三脚型分子 PATAT の構造。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計32件（うち査読付論文 32件/うち国際共著 15件/うちオープンアクセス 32件）

1. 著者名 Shuaifeng Hu, Pei Zhao, Kyohei Nakano, Robert D. J. Oliver, Jorge Pascual, Joel A. Smith, Takumi Yamada, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Nobutaka Shioya, Takeshi Hasegawa, Masahiro Ehara, Michael B. Johnston, Keisuke Tajima, Yoshihiko Kanemitsu, Henry J. Snaith, Atsushi Wakamiya	4. 巻 35
2. 論文標題 Synergistic Surface Modification of Tin-Lead Perovskite Solar Cells	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Adv. Mater.	6. 最初と最後の頁 2208320
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adma.202208320	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 Minh Anh Truong, Tsukasa Funasaki, Lucas Ueberricke, Wataru Nojo, Hiroyuki Yoshida, Yuichi Shimakawa, Takeshi Hasegawa, Yoshihiko Kanemitsu, Takanori Suzuki, Atsushi Wakamiya, et al.	4. 巻 145
2. 論文標題 Tripodal Triazatruxene Derivative as a Face-On Oriented Hole-Collecting Monolayer for Efficient and Stable Inverted Perovskite Solar Cells	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 J. Am. Chem. Soc.	6. 最初と最後の頁 7528-7539
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.3c00805	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 Tiancheng Tan, Tomoya Nakamura, Richard Murdey, Shuaifeng Hu, Minh Anh Truong, Atsushi Wakamiya	4. 巻 29
2. 論文標題 BAR2-bridged Azafulvene Dimers with Tunable Energy Levels for Photostable Near-infrared Dyes	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Chem. Eur. J.	6. 最初と最後の頁 e202300529
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202300529	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 Ruito Hashimoto, Tomoya Nakamura, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Atsushi Wakamiya	4. 巻 215
2. 論文標題 Effects of electron-accepting substituents on the fluorescence of oxygen-bridged triarylamine	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Dyes Pigm.	6. 最初と最後の頁 111281
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.dyepig.2023.111281	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 Shuai Feng Hu, Joel A. Smith, Henry J. Snaith, Atsushi Wakamiya	4. 巻 1
2. 論文標題 Prospects for Tin-Containing Halide Perovskite Photovoltaics	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Precis. Chem.	6. 最初と最後の頁 69-82
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/prechem.3c00018	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 Noboru Ohashi, Ryuji Kaneko, Chikako Sakai, Yoko Wasai, Seiji Higuchi, Kenji Yazawa, Hirokazu Tahara, Taketo Handa, Tomoya Nakamura, Richard Murdey, Yoshihiko Kanemitsu, Atsushi Wakamiya	4. 巻 7
2. 論文標題 Bilayer Indium Tin Oxide Electrodes for Deformation-Free Ultrathin Flexible Perovskite Solar Cells	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Sol. RRL	6. 最初と最後の頁 2300221
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/solr.202300221	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 Wentao Liu, Shuai Feng Hu, Jorge Pascual, Kyohei Nakano, Richard Murdey, Keisuke Tajima, Atsushi Wakamiya	4. 巻 15
2. 論文標題 Tin Halide Perovskite Solar Cells with Open-Circuit Voltages Approaching the Shockley-Queisser Limit	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 ACS Appl. Mater. Interfaces	6. 最初と最後の頁 32487-32495
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsaami.3c06538	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 Haru Kimata, Seira Yamaguchi*, Takeshi Gotanda, Dong Xue, Haruka Asai, Ai Shimazaki, Atsushi Wakamiya, and Kazuhiro Marumoto	4. 巻 15
2. 論文標題 Open-Circuit-Voltage Improvement Mechanism of Perovskite Solar Cells Revealed by Operando Spin Observation	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 ACS Appl. Mater. Interfaces	6. 最初と最後の頁 58539-58547
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsaami.3c16361	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 Sarune Daskeviciute-Geguziene †, Minh Anh Truong †, Kasparas Rakstys, Maryte Daskeviciene, Ruito Hashimoto, Richard Murdey, Takumi Yamada, Yoshihiko Kanemitsu, Vygtintas Jankauskas, Atsushi Wakamiya*, and Vytautas Getautis	4. 巻 16
2. 論文標題 In Situ Thermal Cross-Linking of 9,9 -Spirobifluorene-Based Hole-Transporting Layer for Perovskite Solar Cells	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 ACS Appl. Mater. Interfaces	6. 最初と最後の頁 1206-1216
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acсами.3c13950	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 Tomoya Nakamura, Yoshio Kondo, Noboru Ohashi, Chihiro Sakamoto, Akio Hasegawa, Shuaifeng Hu, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Yoshihiko Kanemitsu, Atsushi Wakamiya	4. 巻 97
2. 論文標題 Materials Chemistry for Metal Halide Perovskite Photovoltaics	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Bull. Chem. Soc. Jpn.	6. 最初と最後の頁 uoad025
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/bulcsj/uoad025	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 Silver-Hamill Turren-Cruz, Jorge Pascual, Shuaifeng Hu, Jesus Sanchez-Diaz, Sergio Galve-Lahoz, Wentao Liu, Wolfram Hempel, Vladimir S. Chirvony, Juan P. Martinez-Pastor, Pablo P. Boix, Atsushi Wakamiya, Ivan Mora-Sero	4. 巻 9
2. 論文標題 Multicomponent Approach for Stable Methylammonium-Free Tin-Lead Perovskite Solar Cells	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 ACS Energy Lett.	6. 最初と最後の頁 432-441
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsenerylett.3c02426	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 Wentao Liu, Guanglin Huang, Chien-Yu Chen, Tiancheng Tan, Fuyuki Harata, Shuaifeng Hu, Tomoya Nakamura, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Yoshifumi Hashikawa, Yasujiro Murata, Atsushi Wakamiya	4. 巻 60
2. 論文標題 An open-cage bis[60]fulleroid as an electron transport material for tin halide perovskite solar cells	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Chem. Commun.	6. 最初と最後の頁 2172-2175
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D3CC05843C	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 Shuailfeng Hu, Jarla Thiesbrummel, Jorge Pascual, Martin Stolterfoht, Atsushi Wakamiya, Henry J. Snaith	4. 巻 124
2. 論文標題 Narrow Bandgap Metal Halide Perovskites for All-Perovskite Tandem Photovoltaics	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Chem. Rev	6. 最初と最後の頁 4079-4123
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.chemrev.3c00667	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 Aiste; Jegorove, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Maryte Daskeviciene, Tadas Malinauskas, Kristina Kantminiene, Vygtintas Jankauskas, Vytautas Getautis, Atsushi Wakamiya	4. 巻 6
2. 論文標題 Starburst Carbazole Derivatives as Efficient Hole Transporting Materials for Perovskite Solar Cells	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Sol. RRL	6. 最初と最後の頁 2100877
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/solr.202100877	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 Shuailfeng Hu, Kento Otsuka, Richard Murdey, Tomoya Nakamura, Minh Anh Truong, Takumi Yamada, Taketo Handa, Kazuhiro Matsuda, Kyohei Nakano, Atsushi Sato, Kazuhiro Marumoto, Keisuke Tajima, Yoshihiko Kanemitsu, Atsushi Wakamiya	4. 巻 15
2. 論文標題 Optimized Carrier Extraction at Interfaces for 23.6% Efficient Tin-Lead Perovskite Solar Cells	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Energy Environ. Sci.	6. 最初と最後の頁 2096-2107
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D2EE00288D	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 Richard Murdey, Yasuhisa Ishikura, Yuko Matsushige, Shuailfeng Hu, Jorge Pascual, Minh Anh Truong, Tomoya Nakamura, Atsushi Wakamiya	4. 巻 245
2. 論文標題 Operational stability, low light performance, and long-lived transients in mixed-halide perovskite solar cells with a monolayer-based hole extraction layer	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Sol. Energy Mater. Sol. Cells	6. 最初と最後の頁 111885
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.solmat.2022.111885	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 Deimante Vaitukaityte, † Minh Anh Truong, † Kasparas Rakstys, * Richard Murdey, Tsukasa Funasaki, Takumi Yamada, Yoshihiko Kanemitsu, Vygtintas Jankauskas, Vytautas Getautis, Atsushi Wakamiya	4. 巻 6
2. 論文標題 Molecular engineering of enamine-based hole-transporting materials for high-performing perovskite solar cells: influence of the central heteroatom	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Sol. RRL	6. 最初と最後の頁 2200590
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/solr.202200590	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 Lidon Gil-Escrig, Shuaifeng Hu, Kassio P. S. Zaroni, Abhyuday Paliwal, M. Angeles Hernandez-Fenollosa, Cristina Roldan-Carmona, Michele Sessolo, Atsushi Wakamiya, Henk J. Bolink	4. 巻 4
2. 論文標題 Perovskite/Perovskite Tandem Solar Cells in the Substrate Configuration with Potential for Bifacial Operation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ACS Materials Lett.	6. 最初と最後の頁 2638-2644
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsmaterialslett.2c01001	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 Shuaifeng Hu, Jorge Pascual, Wentao Liu, Tsukasa Funasaki, Minh Anh Truong, Shota Hira, Ruito Hashimoto, Taro Morishita, Kyohei Nakano, Keisuke Tajima, Richard Murdey, Tomoya Nakamura, Atsushi Wakamiya	4. 巻 14
2. 論文標題 A Universal Surface Treatment for p-i-n Perovskite Solar Cells	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ACS Appl. Mater. Interfaces	6. 最初と最後の頁 56290-56297
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acсами.2c15989	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 Tomoya Nakamura, Kento Otsuka, Shuaifeng Hu, Ruito Hashimoto, Taro Morishita, Taketo Handa, Takumi Yamada, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Yoshihiko Kanemitsu, Atsushi Wakamiya	4. 巻 5
2. 論文標題 Composition-Property Mapping in Bromide-Containing Tin Perovskite Using High-Purity Starting Materials	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ACS Appl. Energy Mater.	6. 最初と最後の頁 14789-14798
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsaem.2c02144	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 Ece Aktas, Nagalingam Rajamanickam, Jorge Pascual, Shuaifeng Hu, Mahmoud H. Aldamasy, Diego Di Girolamo, Wenhui Li, Giuseppe Nastì, Eugenia Martinez-Ferrero, Atsushi Wakamiya, Emilio Palomares, Antonio Abate	4. 巻 3
2. 論文標題 Challenges and strategies toward long-term stability of lead-free tin-based perovskite solar cells	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Commun. Mater.	6. 最初と最後の頁 104
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s43246-022-00327-2	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 Shuaifeng Hu, Pei Zhao, Kyohei Nakano, Robert D. J. Oliver, Jorge Pascual, Joel A. Smith, Takumi Yamada, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Nobutaka Shioya, Takeshi Hasegawa, Masahiro Ehara, Michael B. Johnston, Keisuke Tajima, Yoshihiko Kanemitsu, Henry J. Snaith, Atsushi Wakamiya	4. 巻 35
2. 論文標題 Synergistic Surface Modification of Tin-Lead Perovskite Solar Cells	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Adv. Mater.	6. 最初と最後の頁 2208320
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adma.202208320	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 M. A. Truong, T. Funasaki, L. Ueberricke, W. Nojo, R. Murdey, T. Yamada, S. Hu, A. Akatsuka, N. Sekiguchi, S. Hira, L. Xie, T. Nakamura, N. Shioya, D. Kan, Y. Tsuji, S. Iikubo, H. Yoshida, Y. Shimakawa, T. Hasegawa, Y. Kanemitsu, T. Suzuki, A. Wakamiya	4. 巻 145
2. 論文標題 Tripodal Triazatruxene Derivative as a Face-On Oriented Hole-Collecting Monolayer for Efficient and Stable Inverted Perovskite Solar Cells	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 J. Am. Chem. Soc.	6. 最初と最後の頁 7528-7539
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.3c00805	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 Tiancheng Tan, Tomoya Nakamura, Richard Murdey, Shuaifeng Hu, Minh Anh Truong, Atsushi Wakamiya	4. 巻 29
2. 論文標題 BAr2-bridged Azafulvene Dimers with Tunable Energy Levels for Photostable Near-infrared Dyes	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Chem. Eur. J.	6. 最初と最後の頁 e202300529
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202300529	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 Ruito Hashimoto, Tomoya Nakamura, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Atsushi Wakamiya*	4. 巻 215
2. 論文標題 Effects of electron-accepting substituents on the fluorescence of oxygen-bridged triarylamine	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Dyes Pigm.	6. 最初と最後の頁 111281
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.dyepig.2023.111281	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 Shuaifeng Hu*, Joel A. Smith*, Henry J. Snaithe*, Atsushi Wakamiya*	4. 巻 1
2. 論文標題 Prospects for Tin-Containing Halide Perovskite Photovoltaics	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Precis. Chem.	6. 最初と最後の頁 69-82
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/prechem.3c00018	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 Shuaifeng Hu, Minh Anh Truong, Kento Otsuka, Taketo Handa, Takumi Yamada, Ryosuke Nishikubo, Yasuko Iwasaki, Akinori Saeki, Richard Murdey, Yoshihiko Kanemitsu, Atsushi Wakamiya	4. 巻 12
2. 論文標題 Mixed lead-tin perovskite films with >7 μ s charge carrier lifetimes realized by maltol post-treatment	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chem. Sci.	6. 最初と最後の頁 13513-13519
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1SC04221A	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 Shuaifeng Hu, Kento Otsuka, Richard Murdey, Tomoya Nakamura, Minh Anh Truong, Takumi Yamada, Taketo Handa, Kazuhiro Matsuda, Kyohei Nakano, Atsushi Sato, Kazuhiro, Marumoto, Keisuke Tajima, Yoshihiko Kanemitsu, Atsushi Wakamiya	4. 巻 15
2. 論文標題 Optimized Carrier Extraction at Interfaces for 23.6% Efficient Tin-Lead Perovskite Solar Cells	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Energy Environ. Sci.	6. 最初と最後の頁 2096-2107
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D2EE00288D	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 Tomoya Nakamura, Yoshio Kondo, Noboru Ohashi, Chihiro Sakamoto, Akio Hasegawa, Shuaifeng Hu, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Yoshihiko Kanemitsu, Atsushi Wakamiya	4. 巻 97
2. 論文標題 Materials Chemistry for Metal Halide Perovskite Photovoltaics	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Bull. Chem. Soc. Jpn.	6. 最初と最後の頁 uoad025
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/bulcsj/uoad025	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 Silver-Hamill Turren-Cruz*, Jorge Pascual, Shuaifeng Hu, Jesus Sanchez-Diaz, Sergio Galve-Lahoz, Wentao Liu, Wolfram Hempel, Vladimir S. Chirvony, Juan P. Martinez-Pastor, Pablo P. Boix, Atsushi Wakamiya*, Ivan Mora-Sero*	4. 巻 9
2. 論文標題 Multicomponent Approach for Stable Methylammonium-Free Tin-Lead Perovskite Solar Cells	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 ACS Energy Lett.	6. 最初と最後の頁 432-441
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsenerylett.3c02426	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 Wentao Liu, Guanglin Huang, Chien-Yu Chen, Tiancheng Tan, Fuyuki Harata, Shuaifeng Hu, Tomoya Nakamura, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Yoshifumi Hashikawa, Yasujiro Murata, Atsushi Wakamiya	4. 巻 60
2. 論文標題 An open-cage bis[60]fulleroid as an electron transport material for tin halide perovskite solar cells	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Chem. Commun.	6. 最初と最後の頁 2172-2175
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D3CC05843C	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 Shuaifeng Hu, Jarla Thiesbrummel, Jorge Pascual, Martin Stolterfoht, Atsushi Wakamiya*, Henry J. Snaith*	4. 巻 124
2. 論文標題 Narrow Bandgap Metal Halide Perovskites for All-Perovskite Tandem Photovoltaics	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Chem. Rev.	6. 最初と最後の頁 4079-4123
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.chemrev.3c00667	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

〔学会発表〕 計109件（うち招待講演 70件 / うち国際学会 28件）

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 塗布型半導体材料の魅力-ペロブスカイト太陽電池の開発研究と今後の展望-
3. 学会等名 第11回CURIEセミナー（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 ペロブスカイト太陽電池：実用化に向けた開発研究の最前線
3. 学会等名 光協会 光産業技術マンスリーセミナー（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 塗って作るペロブスカイト太陽電池
3. 学会等名 トヨタ自動車講演会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Atsushi Wakamiya
2. 発表標題 Charge Collecting Materials and Surface Treatment for Efficient Perovskite Solar Cells
3. 学会等名 1st Kyoto-SKKU Workshop（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 Snを用いた鉛フリーペロブスカイト太陽電池の 成膜と高性能化
3. 学会等名 技術情報協会講演1ペロブスカイト太陽電池の鉛フリー化技術と劣化メカニズム (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 ペロブスカイト太陽電池： 実用化に向けた開発研究の最前線
3. 学会等名 「グリーンエネルギーファーム 産学共創パートナーシップ 2023年度 第1回研究会」 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 化学で人類に貢献する新型太陽電池でエネルギーの未来を変える！
3. 学会等名 東京聖心女子学院で講演 探究ウィーク 人生の先輩方の探究 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 有機化学からの ペロブスカイト太陽電池の高性能化
3. 学会等名 第95回マテリアルズテラリング研究会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Atsushi Wakamiya
2. 発表標題 Materials Chemistry for Efficient Sn and Pb Perovskite Solar Cells
3. 学会等名 ACS Fall "Division of Energy and Fuels" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Atsushi Wakamiya
2. 発表標題 Materials Chemistry for Efficient Sn and Pb Perovskite Solar Cells
3. 学会等名 IMRC 2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 ～ ペロブスカイト太陽電池の作製方法・特性・発電メカニズム、「どこでも電源」としての実用化展望、カーボンニュートラル社会とペロブスカイト太陽電池への期待 ～
3. 学会等名 ペロブスカイト太陽電池の基礎と実用化に向けた最新技術 <オンラインセミナー> 日本テクノセンター講演会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 化学でペロブスカイト太陽電池の 実用化に挑む
3. 学会等名 東京大学、応化談話会 -Charming Saturday Salon- エネルギー問題に挑む化学と物理 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 ペロブスカイト太陽電池の最前線 ~実用化に向けた開発動向~
3. 学会等名 情報機構セミナー (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中村 智也、若宮 淳志
2. 発表標題 材料化学アプローチによる鉛フリーペロブスカイト太陽電池の開発
3. 学会等名 第84回応用物理学会秋季学術講演会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Atsushi Wakamiya
2. 発表標題 Chemistry Approaches toward Efficient Pb- and Sn-based Perovskite Solar Cells
3. 学会等名 MAT-SUS Fall 2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 ペロブスカイト太陽電池：実用化に向けた研究開発
3. 学会等名 第10回電子デバイスフォーラム京都 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 次世代太陽電池の開発と普及：塗って作れるペロブスカイト太陽電池の開発
3. 学会等名 福島高専 カーボンニュートラル社会連携講座（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Atsushi Wakamiya
2. 発表標題 Organic Materials for Efficient Sn- and Pb- based Perovskite Solar Cells
3. 学会等名 SISF-11（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 実用化に向けたペロブスカイト太陽電池の開発研究
3. 学会等名 JPEA ソーラーウィーク2023（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 ペロブスカイト太陽電池のマテリアルサイエンス
3. 学会等名 第5回 近畿大学エネルギーフォーラム～持続可能な社会のエネルギー＆マテリアル～（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 ペロブスカイト太陽電池の開発研究-実用化に向けた取り組み
3. 学会等名 第76 回中国四国産学連携化学フォーラム 岡山大（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 ペロブスカイト太陽電池の研究開発：実用化に向けた最新動向
3. 学会等名 化学工業日報セミナー（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 ペロブスカイト太陽電池を高性能化する有機材料：分子設計の考え方
3. 学会等名 高分子online講演「ペロブスカイト太陽電池を高性能化する有機材料：分子設計の考え方」（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Atsushi Wakamiya
2. 発表標題 Materials Science for Efficient Perovskite Solar Cells
3. 学会等名 VISTEC-Kyoto University Joint Symposium Recent Advances in Chemistry and Smart Materials（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 化学でペロブスカイト太陽電池の 実用化に挑む
3. 学会等名 佐賀西高校講演 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 大学発未来創造ラボ
3. 学会等名 KSACスタートアップ創造交流会 in 京都 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 ペロブスカイト太陽電池の開発研究-実用化に向けた取り組み-
3. 学会等名 表面科学技術研究会 2024 カーボンニュートラルを目指して -太陽光発電と風力発電の現状と将来展望- (招待講演)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Atsushi Wakamiya
2. 発表標題 Interface Structure Design for Efficient Perovskite Solar Cells
3. 学会等名 IPEROP-24 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Atsushi Wakamiya
2. 発表標題 Perovskite Photovoltaics using Film Substrate
3. 学会等名 Australia-Japan Joint Conference on Perovskite Solar Cells (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 化学でペロブスカイト太陽電池の 実用化に挑む
3. 学会等名 近畿化学協会 第45期研修塾 2月 (招待講演)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 ペロブスカイト太陽電池とは
3. 学会等名 MDI講演 (招待講演)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 ペロブスカイト太陽電池で目指す グリーンエネルギー社会の実現
3. 学会等名 関西交流会 講演 (招待講演)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 実用化の加速に向けて：ペロブスカイト太陽電池の開発研究最前線
3. 学会等名 大阪公研協会 第116回ニューフロンティア材料部会例会「エネルギーを支える次世代型電池開発の最前線」(招待講演)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 ペロブスカイト太陽電池の 実用化に向けた研究開発
3. 学会等名 日本化学会第104春期年会 特別企画：ペロブスカイト太陽電池の研究開発動向(招待講演)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 ディープテック スタートアップのすゝめ：ペロブスカイト太陽電池の事例から
3. 学会等名 日本化学会春季年会 論説フォーラム(招待講演)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Tomoya Nakamura, Kento Otsuka, Shuaifeng Hu, Taro Morishita, Ruito Hashimoto, Taketo Handa, Yoshihiko Kanemitsu, Richard Murdey, Minh Anh Truong, Atsushi Wakamiya
2. 発表標題 Composition-Property Mapping In Bromide-Containing Tin Perovskite
3. 学会等名 8th Korea-Japan Joint Seminar on PV (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Richard Murdey, Yasuhisa Ishikura, Yuko Matsushige, Tomoya Nakamura, Minh Anh Truong, Atsushi Wakamiya
2. 発表標題 Low light performance evaluation of mixed-halide perovskite solar cells with monolayer hole extraction layers
3. 学会等名 8th Korea-Japan Joint Seminar on PV (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 ペロブスカイト太陽電池の基礎から 開発・市場動向・実用化展望まで
3. 学会等名 AndTech ペロブスカイト太陽電池セミナー (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 高性能ペロブスカイト太陽電池のための 材料化学
3. 学会等名 神奈川大学講演 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 舟崎 司, Lucas Ueberricke, 中村 智也, Richard Murdey, Minh Anh Truong, 若宮 淳志
2. 発表標題 シクロオクタテトラインドール骨格を用いたテトラポッド型正孔回収単分子膜材料の開発
3. 学会等名 第19回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム (第2回日本太陽光発電学会学術講演会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Atsushi Wakamiya
2. 発表標題 Charge Collection Materials for Efficient Perovskite Solar Cells
3. 学会等名 ICPST-39 (2022) ONLINE MEETING (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Atsushi Wakamiya, Shuaifeng Hu, Tomoya Nakamura, Taketo Handa, Takumi Yamada, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Yoshihiko Kanemitsu
2. 発表標題 Materials to Improve the Performance of Sn-Based Perovskite Solar Cells
3. 学会等名 The 29th International Workshop on Active-Matrix Flatpanel Displays and Devices (AM-FPD22) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tomoya Nakamura, Kento Otsuka, Shuaifeng Hu, Ruito Hashimoto, Tarou Morishita, Taketo Handa, Takumi Yamada, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Yoshihiko Kanemitsu, Atsushi Wakamiya
2. 発表標題 Systematic Investigations on Properties of Bromide-Containing Tin Perovskites
3. 学会等名 Global Photovoltaic Conference 2022 (GPVC 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 ペロブスカイト太陽電池の最前線：高効率セルの開発動向
3. 学会等名 R32講演会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 塗布型半導体材料を用いた高性能太陽電池： どこでも電源としての実用化を目指して
3. 学会等名 第4回使えるセンサ・シンポジウム2022（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 ペロブスカイト太陽電池： 「どこでも電源」としての実用化に向けて
3. 学会等名 日本ガインPM講演（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 分子集合体の構造、物性の制御と 有機エレクトロニクスデバイスの 高性能化
3. 学会等名 第92回マテリアルズラーニング研究会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Atsushi Sato, Mayu Motohashi, Yihuang Wang, Dong Xue, Tomoya Nakamura, Atsushi Wakamiya, Kazuhiro Marumoto
2. 発表標題 Study for PEA-containing tin perovskites by observation of charge transfer from PEDOT:PSS to perovskite using ESR spectroscopy
3. 学会等名 ISMAR-APNMR-NMRSJ-SEST2021（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Minh Anh Truong, Tsukasa Funasaki, Lucas Ueberricke, Wataru Nojo, Richard Murdey, Takumi Yamada, Shuaifeng Hu, Tomoya Nakamura, Nobutaka Shioya, Takeshi Hasegawa, Yoshihiko Kanemitsu, Takanori Suzuki, Atsushi Wakamiya
2. 発表標題 Development of Multipodal Hole-Collecting Monolayer Materials for Efficient Perovskite Solar Cell
3. 学会等名 第71回高分子討論会 (The 71st Annual Meeting of the Society of Polymer Science) (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 ペロブスカイト太陽電池の最前線 ~ 鉛フリーペロブスカイト太陽電池の開発動
3. 学会等名 情報機構講演 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 これからの産産学学連携研究：ペロブスカイト太陽電池の実用化に向けて
3. 学会等名 学際統合物質科学研究機構 設立記念シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 エネルギー問題に挑む材料化学：塗って作るペロブスカイト太陽電池
3. 学会等名 名古屋大学大学院理学研究科 集中講義 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 舟崎 司, Lucas Ueberricke, Shuaifeng Hu, 中村 智也, Richard Murdey, Minh Anh Truong, 若宮 淳志
2. 発表標題 高性能ペロブスカイト太陽電池のための新たなトリポッド型正孔回収性単分子膜材料の開発
3. 学会等名 第32回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Wentao Liu, Shuaifeng Hu, Jorge Pascual, Taro Morishita, Takumi Yamada, Richard Murdey, Minh Anh Truong, Tomoya Nakamura, Yoshihiko Kanemitsu, Atsushi Wakam
2. 発表標題 Morphology Control of Indene-C60 bisadduct Film for Efficient Tin Perovskite Solar Cells
3. 学会等名 第32回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 森下太郎・金子竜二・タン テンセイ・チョン ミンアン・マーディ リチャード・中村智也・若宮淳志
2. 発表標題 添加剤を用いたペロブスカイト半導体の結晶成長制御
3. 学会等名 第32回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shuaifeng Hu, Pei Zhao, Kyohei Nakano, Robert D. J. Oliver, Jorge Pascual, Joel A. Smith, Takumi Yamada, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Nobutaka Shioya, Takeshi Hasegawa, Masahiro Ehara, Michael B. Johnston, Keisuke Tajima, Yoshihiko Kanemitsu, Henry J. Snaith,* and Atsushi Wakamiya*
2. 発表標題 Understanding the Surface Characteristics of Tin-lead Perovskites
3. 学会等名 第32回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 森下太郎・金子竜二・タン テンセイ・チョン ミンアン・マーディ リチャード・中村智也・若宮淳志
2. 発表標題 添加剤を用いたペロブスカイト半導体の結晶成長制御
3. 学会等名 第32回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Wentao Liu, Shuaifeng Hu, Jorge Pascual, Taro Morishita, Takumi Yamada, Richard Murdey, Minh AnhTruong, Tomoya Nakamura Yoshihiko Kanemitsu and Atsushi Wakamiya
2. 発表標題 Morphology Control of Indene-C60 Bisadduct Film for Efficient Tin Perovskite Solar Cells
3. 学会等名 第32回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 舟崎 司, Lucas Ueberricke, Shuaifeng Hu, 中村 智也, Richard Murdey, Minh Anh Truong*, 若宮 淳志
2. 発表標題 高性能ペロブスカイト太陽電池のための新たなトリポッド型正孔回収性単分子膜材料の開発 (Development of Tripodal Hole Collecting Monolayer Materials for Efficient Perovskite Solar Cells)
3. 学会等名 第32回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 材料化学の視点から挑むペロブスカイト太陽電池の高性能化研究とその実用化
3. 学会等名 北陸セミナー (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 エネルギーの未来を変える：塗って作れる ペロブスカイト太陽電池の開発
3. 学会等名 第46回日本血液事業学会総会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Atsushi Wakamiya
2. 発表標題 Materials for Perovskite Solar Cells: HTM Monolayer & Sn-based Perovskite
3. 学会等名 2nd Wordshop: Australia~Japan Collaborative Development of Next Generation Solar Cells（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 材料化学でエネルギー問題に挑む：塗って作るペロブスカイト太陽電池
3. 学会等名 東工大集中講義（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Atsushi Wakamiya
2. 発表標題 Materials Chemistry for Highly Efficient Sn and Pb-based Perovskite Solar Cells
3. 学会等名 Sungkyun International Solar Forum (SISF 2022)（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 みらいを担う子供たちと共に学ぶ次世代太陽電池 体験型イベント &EARTH教室 「みらいをつくる授業」
3. 学会等名 &EARTH教室 「みらいをつくる授業」(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Atsushi Sato, Seira Yamaguchi, Mayu Motohashi, Yihuang Wang, Tomoya Nakamura, Atsushi Wakamiya, Kazuhiro Marumoto
2. 発表標題 Efficient inverted perovskite solar cells enabled by multipodal hole-collecting monolayers based on triazatruxene skeleton
3. 学会等名 33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shuaifeng Hu, Pei Zhao, Kyohei Nakano, Jorge Pascual, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Nobutaka Shioya, Takeshi Hasegawa, Masahiro Ehara, Keisuke Tajima, Yoshihiko Kanemitsu, Atsushi Wakamiya
2. 発表標題 Interfacial Modifications for Efficient Tin-lead Perovskite Solar Cells
3. 学会等名 33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tomoya Nakamura, Kento Otsuka, Shuaifeng Hu, Ruito Hashimoto, Tarou Morishita, Taketo Handa, Takumi Yamada, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Yoshihiko Kanemitsu, Atsushi Wakamiya
2. 発表標題 Composition-property mapping in bromide-containing tin perovskite using high purity starting materials
3. 学会等名 33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Richard Murdey, Minh Anh Truong, Ai Shimazaki, Ryuji Kaneko, Tomoya Nakamura, Atsushi Wakamiya
2. 発表標題 Operational stability and low light performance of wide-bandgap perovskite solar cells
3. 学会等名 33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Noboru Ohashi, Ryuji Kaneko, Chikako Sakai, Kenji Yazawa, Hirokazu Tahara, Taketo Handa, Tomoya Nakamura, Richard Murdey, Yoshihiko Kanemitsu, Atsushi Wakamiya
2. 発表標題 Ultrathin flexible perovskite solar cells using internal stress-controlled bilayer indium tin oxide electrode
3. 学会等名 33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Atsushi Wakamiya
2. 発表標題 Materials Chemistry for Commercialization of Perovskite Photovoltaics
3. 学会等名 33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 TU Thi Cam Huynh, Ai Shimazaki, Ryuji Kaneko, Atsushi Wakamiya, Keisuke Ohdaira
2. 発表標題 Cat-CVD SiNx for film encapsulation of mixed cation-halide CsFAMAPbI ₃ perovskite cell structures
3. 学会等名 33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Atsushi Sato, Seira Yamaguchi, Mayu Motohashi, Yihuang Wang, Tomoya Nakamura, Atsushi Wakamiya, Kazuhiro Marumoto
2. 発表標題 Analysis of charge states and device degradation mechanisms in PEA-containing tin perovskite solar cells
3. 学会等名 33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 次世代太陽電池の開発と普及：塗って作れるペロブスカイト太陽電池の開発
3. 学会等名 福島高専オンライン講演（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 森下 太郎・金子 竜二・Minh Anh Truong・Richard Murdey・中村 智也・若宮 淳志
2. 発表標題 ペロブスカイト太陽電池の大面積塗工に向けたインク組成 および添加剤の探索
3. 学会等名 第49回有機典型元素化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Atsushi Sato, Seira Yamaguchi, Mayu Motohashi, Yihuang Wang, Kazuhiro Marumoto, Tomoya Nakamura, Atsushi Wakamiya
2. 発表標題 ESR study on charge states and device degradation mechanisms in PEA-containing tin perovskite solar cells
3. 学会等名 13th International Conference on Nano-Molecular Electronics (ICNME2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 塗って作れるフィルム型 ペロブスカイト太陽電池の開発
3. 学会等名 講演会「エネルギーハーベスティングに寄与する新素材と応用技術」 日本繊維機械学会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Richard Murdey, Yasuhisa Ishikura, Yuko Matsushige, Shuaifeng Hu, Jorge Pascual, Minh Anh Truong, Tomoya Nakamura, Atsushi Wakamiya
2. 発表標題 Halide segregation and the operational stability of monolayer-based p-i-n perovskite solar cells
3. 学会等名 Asia-Pacific International Conference on Perovskite, Organic Photovoltaics and Optoelectronics (IPEROP23) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 ペロブスカイト太陽電池の高性能化 に向けた材料化学
3. 学会等名 第21回高分子ナノテクノロジー研究会講座 「再生可能エネルギーを支える有機・高分子材料」（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中村 智也・若宮 淳志
2. 発表標題 高純度材料を用いたスズ系ペロブスカイト太陽電池の開発
3. 学会等名 日本太陽光発電学会 ペロブスカイト太陽電池分科会2022年度研究会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 ペロブスカイト太陽電池の高性能化 に向けた材料化学
3. 学会等名 JACI 講演 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 ペロブスカイト太陽電池の研究開発最新動向
3. 学会等名 信越化学セミナー (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中村 智也・若宮 淳志
2. 発表標題 材料化学アプローチによる高性能ペロブスカイト太陽電池の開発
3. 学会等名 応用物理学会 有機バイオエレクトロニクス分科会3月研究会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中村 智也・若宮 淳志
2. 発表標題 スピンコータを用いたフィルム型ペロブスカイト太陽電池の作製
3. 学会等名 技術情報協会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 ペロブスカイト太陽電池の化学とその実用化： エネルギーの未来を変える！
3. 学会等名 第120回 ファインケミカルズ研究会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中村 智也, 原田 布由樹, 山田 琢允, 金光 義彦, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 若宮 淳志
2. 発表標題 イオン混合型スズペロブスカイト単結晶の合成と物性
3. 学会等名 第70回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Richard Murdey*, Ai Shimazaki, Ryuji Kaneko, Minh Anh Truong, Tomoya Nakamura, Atsushi Wakamiya
2. 発表標題 Minimizing voltage losses
3. 学会等名 第70回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 ペロブスカイト太陽電池の主力電源化に向けた材料科学アプローチ
3. 学会等名 「Sustainable Energy Societyのための物質科学からのアプローチ」（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 三宅 悠季・中村 智也・Minh Anh Truong・Richard Murdey・若宮 淳志
2. 発表標題 ロダニン骨格を用いたペロブスカイト太陽電池の単分子電子回収材料の開発
3. 学会等名 日本化学会第103春季年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 平 翔太・舟崎 司・Richard Murdey・中村 智也・Minh Anh Truong・若宮 淳志
2. 発表標題 スクアリン骨格を用いたペロブスカイト太陽電池の正孔回収単分子膜材料の開発
3. 学会等名 日本化学会第103春季年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 原田 布由樹・中村 智也・Minh Anh Truong・Richard Murdey・若宮 淳志
2. 発表標題 溶液法を用いたスズ系ペロブスカイト半導体膜の表面処理法の開発
3. 学会等名 日本化学会第103春季年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 カーボンニュートラル社会を実現する ペロブスカイト太陽電池
3. 学会等名 市民公開講座：かがくの挑戦（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 ペロブスカイト太陽電池の材料化学
3. 学会等名 アモルファス・ナノ材料と応用 第147委員会 第152回研究会 「太陽電池の現状と新展開」(招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Atsushi Wakamiya
2. 発表標題 Approaches of Materials Chemistry for Efficient Perovskite Solar Cells
3. 学会等名 EM-NANO 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 若宮淳志
2. 発表標題 Materials Chemistry Approaches for Tin-based Perovskite Solar Cells (スズペロブスカイト太陽電池への材料化学アプローチ)
3. 学会等名 2nd PVTEC webinar (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Minh Anh Truong・能條航・Lucas Veith Ueberricke・舟崎司・中村智也・Richard Murdey・鈴木孝紀・若宮淳志
2. 発表標題 トリアザトルキセン骨格を用いたペロブスカイト太陽電池の正孔回収材料の開発
3. 学会等名 第31回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 チョン ミンアン , 能條 航, ユーバリッケ ルーカスバイト, 舟崎 司, 堀内 保, 中村 智也, マーディー リチャード, 鈴木 孝紀, 若宮 淳志
2. 発表標題 高性能ペロブスカイト太陽電池のためのマルチポッド型正孔回収材料の開発
3. 学会等名 第18回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shuaifeng Hu, Kento Otsuka, Richard Murdey, Tomoya Nakamura, Minh Anh Truong, Takumi Yamada, Taketo Handa, Kazuhiro Matsuda, Kyohei Nakano, Atsushi Sato, Kazuhiro Marumoto, Keisuke Tajima, Yoshihiko Kanemitsu, Atsushi Wakamiya
2. 発表標題 Interface Modification Strategies Using Surfactants for 23.6% Efficient Tin Lead Perovskite Solar Cells
3. 学会等名 第18回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 再生可能エネルギーで未来を拓く：高性能フィルム型太陽電池の開発
3. 学会等名 カーボンニュートラル推進連続セミナー第1回「太陽光発電・蓄電システム」（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shuaifeng Hu, Kento Otsuka, Richard Murdey, Tomoya Nakamura, Minh Anh Truong, Takumi Yamada, Taketo Handa, Kazuhiro Matsuda, Kyohei Nakano, Atsushi Sato, Kazuhiro Marumoto, Keisuke Tajima, Yoshihiko Kanemitsu, Atsushi Wakamiya
2. 発表標題 23.6%-高効率スズ - 鉛混合型ペロブスカイト太陽電池：アンモニウム基をもつ表面添加剤の効果 23.6%-Efficient Mixed Tin Lead Perovskite Solar Cells: Effects of Ammonium-Headed Surfactant
3. 学会等名 第48回有機典型元素化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Lucas Ueberricke, 能條 航, 舟崎 司, 中村 智也, Richard Murdey, Minh Anh Truong, 鈴木 孝紀, 若宮 淳志
2. 発表標題 ペロブスカイト太陽電池の効率的な正孔取り出しを実現するマルチポット型単分子膜材料 Multipodal Monolayer Materials for Efficient Hole Extraction in Perovskite Solar Cells
3. 学会等名 第48回有機典型元素化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 橋本 聖人, Wentao Liu, 森下 太郎, Shuaifeng Hu, Towhid Hossain Chowdhury, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 中村智也, 若宮淳志
2. 発表標題 エチレンジアンモニウム塩を用いた表面処理によるスズ系ペロブスカイト太陽電池の高性能化
3. 学会等名 第48回有機典型元素化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Atsushi Wakamiya, Tomoya Nakamura, Shuaifeng Hu, Kento Otsuka, Ruito Hashimoto, Minh Anh Truong, Richard Murdey
2. 発表標題 Sn-and Pb-Based Perovskite Solar Cells Using Highly Purified Materials
3. 学会等名 Pacifichem2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中村 智也, 大塚 健斗, Shuaifeng Hu, 森下 太郎, 橋本 聖人, 半田 岳人, 金光 義彦, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 若宮 淳志
2. 発表標題 ASnI3Brx型スズペロブスカイト材料の系統的物性評価
3. 学会等名 第69回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Wentao Liu, Shuaifeng Hu, Minh Anh Truong, Tomoya Nakamura, Richard Murdey, Atsushi Wakamiya
2. 発表標題 Solution-Processed Electron Extraction Contacts for Efficient Tin Perovskite Solar Cells
3. 学会等名 第69回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 橋本 望人、Wentao Liu、森下 太郎、Shuaifeng Hu、Minh Anh Truong、Richard Murdey、中村 智也、若宮 淳志
2. 発表標題 スズペロブスカイト太陽電池の高性能化のためのエチレンジアンモニウム塩を用いた表面処理手法の開発
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 舟崎 司・ユーベリック ルーカス・能條 航・チョン ミンアン・マーデー リチャード・山田 琢允・中村 智也・フ シュアイフェン・金光 義彦・鈴木 孝紀・若宮 淳志
2. 発表標題 トリアザトリキセン骨格を用いた高性能ペロブスカイト太陽電池の正孔回収単分子膜材料の開発
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 ユーバリック ルーカス、船崎 司、中村 智也、リチャード マーデー、ミンアン チョン、若宮 淳志
2. 発表標題 シクロオクタテトラインドール骨格を用いたテトラポッド型正孔回収単分子膜材料の開発
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 若宮 淳志
2. 発表標題 ペロブスカイト太陽電池：どこでも電源としての実用化に向けて
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会（招待講演）
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 若宮 淳志	4. 発行年 2024年
2. 出版社 化学同人	5. 総ページ数 180
3. 書名 ペロブスカイト太陽電池の学理と技術：カーボンニュートラルを担う国産グリーンテクノロジー	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>研究成果 https://www.scl.kyoto-u.ac.jp/~wakamiya/results.html 京都大学化学研究所 若宮研究室 https://www.scl.kyoto-u.ac.jp/~wakamiya/index.html 京都大学化学研究所 https://www.kuicr.kyoto-u.ac.jp/sites/</p>
--

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

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

英国	Oxford University			
リトアニア	Kaunas University of Technology			
オーストラリア	RMIT	The University of Sydney		
ドイツ	Helmholtz-Zentrum Berlin	Technische University Berlin		
スペイン	Universidad de Valencia			