

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 7 月 3 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H03105

研究課題名(和文)新規元素 - ハイブリッド系材料の開発

研究課題名(英文)Development of Element-pi Hybrid Materials

研究代表者

大下 浄治 (Ohshita, Joji)

広島大学・工学研究科・教授

研究者番号：90201376

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,600,000円

研究成果の概要(和文)：現在、有機電子デバイスの開発が世界的に注目されている。これらデバイスの開発においては、その中で機能する高性能な材料の創出が重要であり、新しいアイデアに基づく材料分子設計が求められている。本研究は、無機元素と電子系との電子的な相互作用を利用した高性能の有機電子デバイス材料を創出することを目的として、新規な元素 - ハイブリッド系材料の合成を検討した。特に、ケイ素、ゲルマニウム、スズ、アンチモン、ビスマスなどの元素と電子系のハイブリッドの新規な共役系骨格およびポリマーを合成するとともに、それらのOLED、OPV、センサー材料などへの応用も検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高い機能を有する材料の出現が求められている中で、無機元素と電子系の新しい組み合わせのハイブリッドによる新規な電子系を多く創出し、それらの構造、電子状態、および基本物性と機能の関連を明らかにすることで、新規な有機電子デバイス材料のライブラリーを構築することができた。これらの情報は、望みの機能を持つ新規材料の分子設計指針を与えるものとして、大変有意義なものである。また、本研究で合成した化合物のいくつかは、実際に、ペロブスカイト太陽電池、色素増感太陽電池、蛍光性センサー、有機発光ダイオードなどとして利用できることを見出し、無機元素 - 電子系ハイブリッドの有効性を示した。

研究成果の概要(英文)：Organic electronic devices have attracted global attention. For the development of high performance organic devices, creation of organic functional materials based on new ideas of molecular design is desired. In this study, we synthesized a variety of organic materials that have hybrid units of inorganic elements and pi-conjugated systems and investigated their electronic states and basic properties. In particular, silicon-, germanium-, tin-, antimony-, bismuth-, and boron-containing new pi-conjugated compounds and polymers were prepared. Their applications as OLED, OPV, and sensor materials were also examined.

研究分野：有機材料化学

キーワード：元素ブロック ハイブリッド材料 電子系

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

有機センサー、有機発光素子、有機太陽電池、有機薄膜トランジスタなどの有機電子デバイスは、有機材料の特性に起因する多様性、軽量、柔軟性、加工性などの理由から注目され、現在、世界的な激しい競争の中でその開発が進んでいる。しかしながら、無機材料をベースとした従来からのものと比べると、まだ性能・寿命などの面で改善の余地があり、新しいアイデアに基づくよりよい有機材料の創出が必要とされている。このような有機デバイスの中では、さまざまな機能を有する複数の材料が協働して性能を発揮するが、各材料がうまく機能するためには、他の材料との電子状態のバランス、材料間の親和性を精密に調整する必要があり、このために、望みの電子状態・物性を持った材料を自在に設計・合成することが求められている。従来から、基本的な有機電子材料としては、電子系が用いられてきたが、その電子状態・物性のチューニングには、有機の置換基効果や 共役系の拡張などを利用した電子状態制御が用いられてきた。しかし、新たな手法の一つとして、無機元素とのハイブリッド化による材料分子設計が最近のトレンドとして注目されている。

我々は、これまでに、高周期元素として、Si、Ge、Sn の 14 族元素、および Sb、Bi の 15 族元素と 電子系の電子的な相互作用に着目し、新しい有機電子デバイス材料に関する独創的な研究を進めてきた(図 1)。しかし、これまでは、どちらかと言うと単純な構造の化合物、ポリマー、オリゴマーを対象として研究を進めてきた。その結果、かなりの研究成果の蓄積を得ることができたが、まだ材料としてのとして大きな可能性があると感じられた。そこで、本研究では、これまでの成果を発展させて、14・15 族元素と 電子系のハイブリッドとも言える骨格をさらに検討し、新たな展開を提案すると共に、13 族も含めたその他の元素、これまで用いられてこなかった 電子系にも着目して、新しい元素 - ハイブリッド系の構築にも取り掛かる。

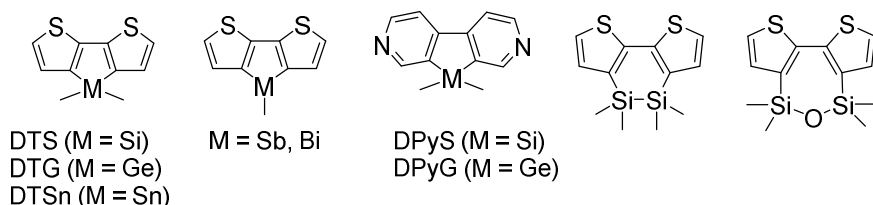


図 1. 架橋 電子系の例。キャリア輸送材料、発光材料などの骨格として用いられる。

2. 研究の目的

本研究は、有機電子デバイスへの社会的要求を念頭に、これまでの研究成果をベースとして計画されたもので、新規な有機電子材料の開発を目指して、様々な無機元素と 電子系の組み合わせによる元素 - ハイブリッド系を開発する。また、これまでに開発したものを新しい骨格と組み合わせ、ポリマー・オリゴマー化することで、材料開発に新しい指針を策定し、この分野に大きく貢献する。

この目的のため、高いレベルの量子化学計算、モノマー合成と物性測定を行い、無機元素架橋基と 電子系の軌道相互作用と機能発現との関係を詳細に解明するとともに、ポリマー・オリゴマー化して素子作成・評価を行う。さらに、素子評価の結果をフィードバックすることで、ポリマー・オリゴマー構造の最適化を行う。具体的には、光電変換、キャリア輸送、センシング、および発光機能を検討対象とする。

3. 研究の方法

新規な元素 - π ハイブリッド系として、ユニット内 D-A (ドナー - アクセプター) 型構造、カゴ型ゲルモキサンを導入した 3 次元型の元素 - π ハイブリッド系を構築する。また、これまで余り利用されてこなかった Sb や Bi といった高周期の無機元素を展開し、新しい材料へと結びつける。このように新たに合成した元素 - ハイブリッド系と既存のものも含めて、ポリマー化・オリゴマー化して、有機電子デバイスの活性材料として評価する。具体的には、有機発光ダイオード (OLED)、薄膜トランジスタ、有機太陽電池 (OPV)、化学センサーなどへの応用を試みる。

4. 研究成果

(1) 元素 - ハイブリッド系のポリマー・オリゴマー化による材料開発

これまで合成してきた、図 1 に示すような系を新しい方法でポリマー化、オリゴマー化して、材料開発を試みた。ジチエノシロール (DTS) およびジチエノゲルモール (DTG) は、発達した共役を有し、発光性材料やキャリア輸送材料の骨格として利用されてきた。今回、これらを含むものとして、図 2 に示す D-A 型分子 (TP-DTE-X) を新たに合成し、それらの色素増感太陽電池材料としての応用を検討した。興味深いことに、DTS に比べて DTG を含む分子がより性能の高い増感特性を示した。また、新しい DTS/DTG をドナーとして有する D-A ポリマーとして、電子受容性の高いホウ素ユニットと組み合わせることで、光電荷移動による長波長発光を示す材料を開発した (図 2、pDTE-B)。類似の構造を持つ大環状化合物の合成にも成功し、イオンセンシング特性を確認している。また、新しい D-A 骨格として、ドナーである DTG とアクセプター性の

強いジピリジノゲルモールをスピロ縮環してオリゴチオフェンに導入することで、一重項酸素発生を増感色素を合成することにも成功した(図2、sDPyDTG)。このようなスピロ架橋体と銅との錯形成によってポリマー錯体に変換することにも成功している。さらに、様々なポリマー合成に利用できるモノマーとして、DTGのジリチオ体(DTG-Li)の合成にも成功し、その反応挙動を明らかにした。

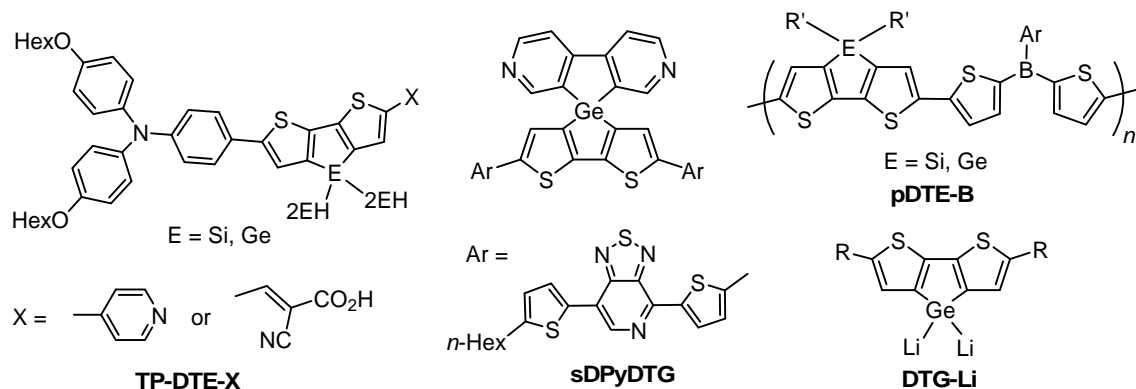
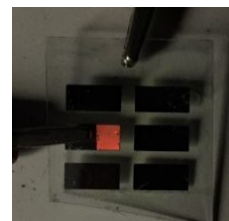


図2. 元素 - ハイブリッド系の新規ポリマー・オリゴマー

(2) 新規な元素 - ハイブリッド系の開発

以前、ケイ素、ゲルマニウム架橋ピリジル(DPyS、DPyG)の合成には成功していたが、これまでにない元素 - ハイブリッド系として、スズ、アンチモン、ビスマス架橋ピリジル(DPyE)の合成を行った(図3)。これらは、低温ではあるが、固体りん光発光性を示し、その波長は、元素に依存して変化した。最近、DPyGを銅と錯形成することで、固体・室温でのりん光を観測していたが、今回、DPySおよび新しく合成した架橋ピリジルの銅錯体の合成にも成功した。これらのりん光特性を以前合成したDPyG錯体のものと比較すると、架橋する元素に依存して発光波長が変化し、それが構造の違いによることが分かった。例えば、DPySbとDPyBiの錯体は、環状骨格を持つため、分子内で相互作用が生じ、発光が赤色移動を示した。また、これらの有機発光ダイオード(OLED)の材料として利用を明らかにした(右)。



そのほか、ジシラン、シロキサンで架橋したピリジルを合成し、銅と野作形成を行ったところ、効率の良いりん光が見られ、OLED材料として利用できることも見出した(図3、DSBPy-Cu、DSOBPy-Cu)。異種の電子系の接合として、D-A型のPyTGの合成にも成功し、そのクロミック特性も検討した(右、ソルバトクロミズム)。また、様々な置換基を有するPOGSを合成し、そのうち、トリフェニルアミン基を導入したものが光励起電荷移動を示し、この系でPOGSがアクセプターとして機能することを明らかにした(図3)。

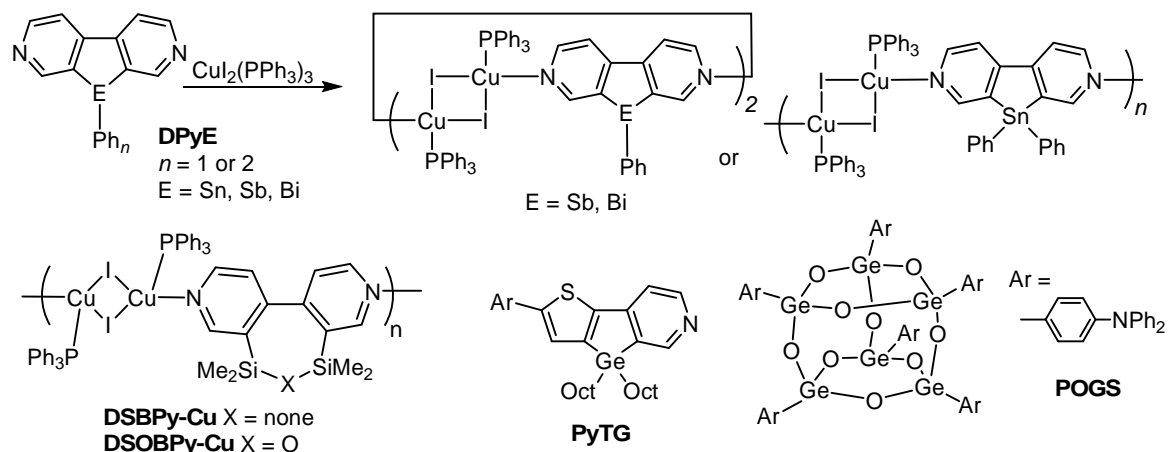
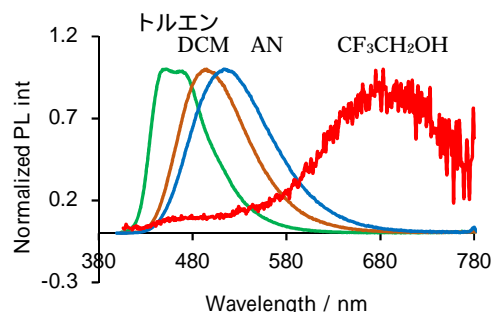


図3. 新規元素 - ハイブリッド系

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 1件/うちオープンアクセス 1件）

| | |
|---|---------------------------|
| 1. 著者名 J. Ohshita, T. Kai, Y. Adachi, K. Yamaji, M. Nakamura, S. Watase, S. Mori, N. Matsuyama | 4. 巻 34 |
| 2. 論文標題 Synthesis of non-planar bipyridyls bridged by disilane and disiloxane and their phosphorescent copper complexes | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Appl. Organomet. Chem. | 6. 最初と最後の頁 e5306 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/aoc.5306 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |
| 1. 著者名 Y. Adachi, T. Nabeya, T. Nomura, K. Kondo, K. Kawakami, Y. Ooyama, J. Ohshita | 4. 巻 48 |
| 2. 論文標題 Direct comparison of dithienosilole and dithienogermole as p-conjugated linkers in photosensitizers for dye-sensitized solar cells | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Dalton Trans. | 6. 最初と最後の頁 16671-16678 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1039/C9DT02600B | 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 J. Ohshita, K. Yamaji, Y. Adachi | 4. 巻 印刷中 |
| 2. 論文標題 Synthesis of spiro(dipyridinogermole)(dithienogermole)-copper complexes | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 J. Organomet. Chem. | 6. 最初と最後の頁 印刷中 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |
| 1. 著者名 安達洋平, 大下浄治 | 4. 巻 71 |
| 2. 論文標題 電子系元素ブロック高分子材料の創出 | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 化学と工業 | 6. 最初と最後の頁 323-325 |
| 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 J. Ohshita, Y. Hayashi, Y. Adachi, T. Enoki, K. Yamaji, Y. Ooyama | 4. 巻 3 |
| 2. 論文標題 Optical and Photosensitizing Properties of Spiro(dipyridinogermole)(dithienogermole)s with Electron-Donating Amino and Electron-Withdrawing Pyridinothiadiazole Substituents | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 ChemistrySelect | 6. 最初と最後の頁 8604 ~ 8609 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/slct.201801031 | 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 J. H. Song, T. Nabeya, Y. Adachi, Y. Ooyama, J. Ohshita | 4. 巻 883 |
| 2. 論文標題 Preparation and reactions of 4,4-dilithiodithienogermole | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 J. Organomet. Chem | 6. 最初と最後の頁 47-51 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jorganchem.2019.01.009 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名 Y. Adachi, T. Nomura, J. Ohshita | 4. 巻 25 |
| 2. 論文標題 Intramolecular Energy Transfer in Dithienogermole Derivatives | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Chem. Eur. J. | 6. 最初と最後の頁 4974-4983 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201900670 | 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 安達洋平, 大下浄治 | 4. 巻 58 |
| 2. 論文標題 元素架橋による 電子系の物性制御と元素ブロック材料への展開 | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 日本画像学会誌 | 6. 最初と最後の頁 100-110 |
| 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 J. Ohshita, K. Yamaji, Y. Ooyama, Y. Adachi, M. Nakamura, S. Watase | 4. 巻 38 |
| 2. 論文標題 Synthesis, Properties, and Complex Formation of Antimony- and Bismuth-Bridged Bipyridyls | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Organometallics | 6. 最初と最後の頁 1516-1523 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.organomet.8b00945 | 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 J. Ohshita, M. Sugino, Y. Ooyama, Y. Adachi | 4. 巻 38 |
| 2. 論文標題 Synthesis of Pyridinothienogermoles as Unsymmetrically Condensed Germoles | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Organometallics | 6. 最初と最後の頁 1606-1613 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.organomet.9b00036 | 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 J. Ohshita, Y. Matsumura, T. Nakayama, H. Yoshida, A. Kunai, Y. Hisaeda, T. Hayashi | 4. 巻 46 |
| 2. 論文標題 meso-Tetraaryl(porphyrinato)cobalt(III)-Catalyzed Oxygenation of Disilanes under Aerobic Conditions | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 Chem. Lett. | 6. 最初と最後の頁 1807-1809 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.170857 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|--------------------|
| 1. 著者名 Y. Adachi, D. Tanaka, Y. Ooyama, J. Ohshita | 4. 巻 6 |
| 2. 論文標題 Modification of TiO ₂ Surface by Disilanylene Polymers and Application to Dye-Sensitized Solar Cells | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Inorganics | 6. 最初と最後の頁 3-12 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/inorganics6010003 | 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 Y. Adachi, Y. Ooyama, Y. Ren, X. Yin, F. Jaekle, J. Ohshita | 4. 巻 9 |
| 2. 論文標題 Hybrid conjugated polymers with alternating dithienosilole or dithienogermole and tricoordinate boron units | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Polym. Chem. | 6. 最初と最後の頁 291-299 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C7PY01790A | 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 Y. Adachi, J. Ohshita | 4. 巻 37 |
| 2. 論文標題 Synthesis and Properties of Benzo[d]dithieno[b,f]borepins | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Organometallics | 6. 最初と最後の頁 869-881 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.organomet.7b00844 | 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38件 (うち招待講演 12件 / うち国際学会 9件)

| |
|---|
| 1. 発表者名 J. Ohshita |
| 2. 発表標題 Preparation of Silicon and Germanium-Bridged Bipyridyls and Their Polymeric Copper Complexes |
| 3. 学会等名 12th International Workshop on Silicon-Based Polymers (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 J. Ohshita, Y. Adachi |
| 2. 発表標題 Synthesis of Ge- and Sn-Bridged Biheteroaryls as Photoluminescent Materials |
| 3. 学会等名 The Sixteenth International Conference on the Coordination and Organometallic Chemistry of Germanium, Tin and Lead (ICCOG-GTL16) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 大下浄治 |
| 2. 発表標題 電子系の元素架橋による電子状態制御と高分子材料への応用 |
| 3. 学会等名 島根大学高分子講座（招待講演） |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 大下浄治, 安達洋平, 洞田勝博, 重岡健太, 服部達哉, 伊藤 司, 加川哲哉, 北 弘志, 石元孝佳 |
| 2. 発表標題 ジチエノゲルモールを含むゾルゲル膜の作製とニトロ芳香族化合物のセンサーとしての応用 |
| 3. 学会等名 第68回高分子討論会（招待講演） |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 太田 彰禎、大下浄治、安達 洋平 |
| 2. 発表標題 オリゴシロキサンをリンカーとするオリゴチオフェンポリマーの合成及び物性 |
| 3. 学会等名 第68回高分子討論会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|------------------------------------|
| 1. 発表者名 大下浄治 |
| 2. 発表標題 元素架橋ヘテロピアールの合成と機能 |
| 3. 学会等名 第23回ケイ素化学協会シンポジウム（招待講演） |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 近藤啓介、安達洋平、M. Song、A. Veeramurugan、S.-H. Jin、大下浄治 |
| 2. 発表標題 新規スピロ縮環ジチエノゲルモール誘導体の合成と高効率ペロブスカイト型太陽電池への応用 |
| 3. 学会等名 第23回ケイ素化学協会シンポジウム |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|------------------------------------|
| 1. 発表者名 大下浄治 |
| 2. 発表標題 ゲルマニウム架橋した新規ヘテロピアリールの合成 |
| 3. 学会等名 2019年日本化学会中国四国支部大会徳島大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 野村隆憲・安達洋平・大下浄治 |
| 2. 発表標題 ゲルマニウム上に 電子系を導入した新規ジチエノゲルモール誘導体の物性評価 |
| 3. 学会等名 2019年日本化学会中国四国支部大会徳島大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 近藤啓介、安達洋平、M. Song、A. Veeramurugan、S.-H. Jin、大下浄治 |
| 2. 発表標題 スピロ縮環ジチエノゲルモールの置換基効果とペロブスカイト太陽電池への応用 |
| 3. 学会等名 第4回フロンティア太陽電池セミナー |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 大下浄治 |
| 2. 発表標題 高周期14族元素による電子状態・物性制御を利用した新規ポリマー材料の創出 |
| 3. 学会等名 第67回高分子学会年次大会（招待講演） |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 山路孝輔、甲斐喬士、安達洋平、中村優志、渡瀬星児、大下浄治 |
| 2. 発表標題 14族元素架橋ピピリジル誘導体の合成と物性および銅錯体の形成 |
| 3. 学会等名 第65回有機金属化学討論会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 大下浄治 |
| 2. 発表標題 Si・Geの電子的な特徴を生かした機能材料へのアプローチ |
| 3. 学会等名 第10回無機高分子研究会（招待講演） |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名 野村隆憲、安達洋平、大下浄治 |
| 2. 発表標題 ジチエノゲルモール誘導体の分子内光エネルギー移動特性 |
| 3. 学会等名 第22回ケイ素化学協会シンポジウム |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|-----------------------------------|
| 1. 発表者名 杉野通誉、安達洋平、大下浄治 |
| 2. 発表標題 ゲルマニウム架橋型D-A分子の合成と物性評価 |
| 3. 学会等名 第22回ケイ素化学協会シンポジウム |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 重岡健太、大下浄治、安達洋平、中村優志 |
| 2. 発表標題 ジチエノゲルモールを導入したポリシルセスキオキサンによる芳香族ニトロ化合物へのセンシング特性 |
| 3. 学会等名 第37回無機高分子研究討論会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 鍋谷太志、安達洋平、大下浄治 |
| 2. 発表標題 ジチエノゲルモールのゲルマニウム上への直接的な置換基の導入 |
| 3. 学会等名 2018年 日本化学会中四国支部大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 近藤啓介、安達洋平、大下浄治 |
| 2. 発表標題 スピロジチエノゲルモールへの電子供与性基の導入とその光学的、電気化学的特性の評価 |
| 3. 学会等名 2018年 日本化学会中四国支部大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Joji Ohshita |
| 2. 発表標題 Element-Bridged Biaryls as Building Units of Conjugated Materials |
| 3. 学会等名 The 12th SPSJ International Polymer Conference (IPC2018) (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Yohei Adachi, Takanori Nomura, Fuka Arai, Joji Ohshita |
| 2. 発表標題 Synthesis and Properties of Benzo[d]dithieno[b,f]borepins and Their Polymers |
| 3. 学会等名 The 12th SPSJ International Polymer Conference (IPC2018) (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 近藤啓介、安達洋平、Myungkwan Song、Sung-Ho Jin、大下浄治 |
| 2. 発表標題 新規スピロ縮環ジチエノゲルモール誘導体の合成とホール輸送材料としての応用 |
| 3. 学会等名 日本化学会第99春季年会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Yohei Adachi |
| 2. 発表標題 Synthesis of New Photosensitizers with Ge-Bridged Bithiophene and Their Application to Dye-Sensitized Solar Cells |
| 3. 学会等名 ISOS-XVIII & ASiS-6 (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 重岡健太、大下浄治、大山陽介、中村優志 |
| 2. 発表標題 ジチエノゲルモールを導入したポリシルセスキオキサンの合成と芳香族ニトロ化合物のセンシング |
| 3. 学会等名 第66回高分子討論会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 安達洋平、大山陽介、Frieder Jaekle、大下浄治 |
| 2. 発表標題 ジチエノシロール/ゲルモールと三価ホウ素をビルディングユニットとする新規D-A 型共役系ポリマーの合成 |
| 3. 学会等名 第66回高分子討論会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 林 佑弥、榎 俊昭、大山 陽介、大下 浄治 |
| 2. 発表標題 新規スピロ型ゲルモール化合物の合成と一重項酸素発生特性 |
| 3. 学会等名 第66回高分子討論会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 鷺坂利澄、安達洋平、大下浄治、大山陽介、中島真実、功刀義人 |
| 2. 発表標題 ジチエノゲルモールを有するポリチオフェンの合成と半導体特性 |
| 3. 学会等名 第66回高分子討論会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 安達洋平、大山陽介、Frieder Jaekle、大下浄治 |
| 2. 発表標題 三価ホウ素とジチエノシロール/ゲルモールをビルディングユニットとする新規D-A型共役系ポリマー |
| 3. 学会等名 第21回ケイ素化学協会シンポジウム |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 鍋谷太志、安達洋平、大下浄治 |
| 2. 発表標題 ジチエノゲルモールを スペースーとするD- A型色素の合成と色素増感太陽電池への応用 |
| 3. 学会等名 第21回ケイ素化学協会シンポジウム |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 安達洋平、大山陽介、柴山直之、大下浄治 |
| 2. 発表標題 ジチエノゲルモールを スペースーとする新規D- A- A型有機色素のDSSC特性 |
| 3. 学会等名 第36回無機高分子研究討論会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 重岡健太、安達洋平、大下浄治 |
| 2. 発表標題 ジチエノゲルモールを導入したポリシルセスキオキサンの合成と発光特性 |
| 3. 学会等名 日本化学会第98春季年会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---------------------------------|
| 1. 発表者名 山路孝輔、安達洋平、大下浄治 |
| 2. 発表標題 ビスマス含有新規 共役化合物の合成と物性 |
| 3. 学会等名 日本化学会第98春季年会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---------------------------------|
| 1. 発表者名 大下浄治 |
| 2. 発表標題 カゴ型ゲルマセスキオキサン類の電子受容性 |
| 3. 学会等名 第66回高分子討論会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|-------------------------------------|
| 1. 発表者名 大下浄治 |
| 2. 発表標題 ジシランの光反応性を利用した無機酸化物の表面修飾 |
| 3. 学会等名 第66回高分子討論会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 J. Ohshita |
| 2. 発表標題 Si- and Ge-bridged Biaryls as Components of New Polymeric Materials |
| 3. 学会等名 American Chemical Society 254th National Meeting (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 J. Ohshita |
| 2. 発表標題 Si- and Ge-bridged Biaryls as Building Units of Conjugated Polymeric Materials |
| 3. 学会等名 ICAPST2018 (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 J. Ohshita |
| 2. 発表標題 Germanium-containing Conjugated Organic Materials |
| 3. 学会等名 EASPAT2017 (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 J. Ohshita |
| 2. 発表標題 Preparation of Group 14-Bridged Biaryls as Building Units of -Conjugated Materials |
| 3. 学会等名 The 7th annual meeting of Korean Silicon Society (招待講演) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 J. Ohshita |
| 2. 発表標題 Si and Ge in -Conjugated Materials |
| 3. 学会等名 International Symposium on Environmentally Friendly Smart Materials (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

〔図書〕 計1件

| | |
|---|-----------------|
| 1. 著者名 Y. Adachi, J. Ohshita | 4. 発行年 2018年 |
| 2. 出版社 John Wiley & Sons | 5. 総ページ数 28 |
| 3. 書名 "Germanium and Tin in Conjugated Organic Materials" in Main Group Strategies towards Functional Hybrid Materials (eds F. Jaekle, T. Baumgartner) | |

〔産業財産権〕

〔その他〕

| |
|---|
| <p>https://home.hiroshima-u.ac.jp/orgmtrls/Ohshita_Group/Ohshita_Group-Home.html 有機元素材料化学研究室 研究概要とトピックス http://home.hiroshima-u.ac.jp/orgmtrls/Ohshita_Group/Research.html</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 |
|---------------------------|-----------------------|----|
|---------------------------|-----------------------|----|