

令和 4 年 6 月 19 日現在

機関番号：13903

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19K05420

研究課題名（和文）有機薄膜太陽電池に最適化された非フラレン n 型半導体の新規モチーフ開発

研究課題名（英文）New non-fullerene motif optimized for n-type semiconductors in organic photovoltaics

研究代表者

小野 克彦 (ONO, Katsuhiko)

名古屋工業大学・工学（系）研究科（研究院）・准教授

研究者番号：20335079

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000 円

研究成果の概要（和文）：クリーンエネルギー生産技術の一つである有機薄膜太陽電池の研究分野において、フラレン化合物に替わる新たな n 型半導体の開発を行った。この分子モチーフとして、3次元構造をもつ有機ホウ素錯体化合物を合成し、その物性を研究した。この結果、フラレン化合物に匹敵する高い電子親和性とともに、良好な光吸収特性が観測された。一方、これらを光活性層に使用した有機薄膜太陽電池を作製したところ、現時点で太陽電池として十分なレベルに達していないことが分かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

有機薄膜太陽電池の n 型半導体としてフラレン化合物が使用されているが、これらは炭素ケージ化合物であるため構造修飾には限りがある。本研究では、n 型半導体モチーフの構成ユニットとして有機ホウ素錯体化合物に着目した。これらは、3次元構造を容易に形成する手段として有力であり、n 型半導体として求められる電子親和性や光吸収特性を兼ね備えている。現時点で n 型半導体のモチーフを確立できていないが、学術的課題を確認することができた。今後は、課題の解決により有機薄膜太陽電池の発展に貢献することを目指す。

研究成果の概要（英文）：This study was conducted to develop a new n-type semiconductor to replace fullerene compounds in organic photovoltaics (OPVs), one of the clean energy production technologies. Organoboron compounds with a three-dimensional structure have been synthesized as a new n-type semiconductor motif and their spectral and electrochemical properties have been studied. These new compounds exhibited long wavelength absorptions and high electron affinity comparable to those of fullerene compounds. However, when the active layers of OPVs were prepared using the new compounds, sufficient photocurrent was not observed in the OPVs. The reason for this may be that charge separation did not occur in the active layers. Future studies will reveal improvements to this problem.

研究分野：化学

キーワード：有機ホウ素錯体化合物 有機薄膜太陽電池 n 型半導体 電荷分離 電荷再結合

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 有機薄膜太陽電池（以下、太陽電池）は p 型半導体である導電性ポリマーと n 型半導体を光活性層に使った素子である。軽量でフレキシブルなことからモバイル用途への利用が期待されている。近年では、光活性層の p-n 接合面積を大きくするために、混合膜を使うバルクヘテロ接合型素子が使用されている。そこで、これに適した半導体の材料開発が行われている。特に n 型半導体は導電性ポリマーと比べて種類が少ないため、その研究開発が重要課題になっていた。

(2) 研究開始時点では、n 型半導体の主流はフラレン化合物であった。これは、さまざまな導電性ポリマーと良好なバルクヘテロ接合膜を形成するためである。2005 年には、フラレン化合物である PC<sub>61</sub>BM を使用した素子でエネルギー変換効率 (PCE) 4.9% が報告された<sup>[1]</sup>。その後、さまざまなフラレン化合物が開発され、それとともに PCE が上昇した<sup>[2-4]</sup>。しかし、これらの合成には原料としてフラレンを使用するため、コストの高止まりや PCE の限界が課題になっていた。そこで、いわゆる非フラレン n 型半導体の研究開発の重要性が高まっていた。

(3) 非フラレン n 型半導体の研究開発はさまざまな取り組みの中から、近年になり ITIC と呼ばれるスピロピフルオレン誘導体が注目されている。これを用いた素子で PCEs 11.2-14.7% が観測された<sup>[5-7]</sup>。この研究動向はさらに加速して、最近では Y6 という化合物で PCE 18.2% が達成されている<sup>[8]</sup>。

(4) 我々が注目した有機ホウ素錯体化合物（以下、ホウ素化合物）でも n 型半導体が開発されており、サブフタロシアニン<sup>[9-11]</sup>やポリマー<sup>[12-14]</sup>などの研究報告がある。しかし、研究例が少なく特性も高くないためブレイクには至っていない。このように、ホウ素化合物は n 型半導体として期待されるものの、そのポテンシャルが十分に発揮されていない状況にある。

(5) 現在活発に研究されている ITIC 誘導体も高性能化に伴い、高コスト化や環境適合性などの課題が生じるため、太陽電池の実用化には新たな設計による n 型半導体が必要である。そこで、3次元構造を簡便に合成できるホウ素化合物には n 型半導体の将来的ニーズがあると考え、以下に示す研究を実施した。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、バルクヘテロ接合膜の形成が期待される n 型半導体モチーフを設計し、これをホウ素化合物によって実現することである。また、そのモチーフとして海岸に設置されている消波ブロックに注目した。この理由として、一つ一つのブロックには集合して構造体をつくる情報がインプットされており、その情報を分子に導入すれば自己組織化によって 3次元集合体が形成されると考えたためである。もしそうなれば、導電性ポリマーに対して堤防をつくり、良好なバルクヘテロ接合膜が形成されると予想した。本研究では、こうした特徴をもつホウ素化合物群を合成し、n 型半導体としての有効性を実証することで新たなモチーフの創出を目指した。

## 3. 研究の方法

(1) フラレン化合物と同様な効果を与えるものとして、消波ブロックの構造工学に着目した。本研究では、テトラポッド模型と同様な効果や機能が期待されるテトラポッド様ホウ素化合物を合成し、その物性を研究した。当研究室で開発した合成法を駆使し、5種類のホウ素化合物を合成した。

(2) 上記で合成した化合物について、紫外可視吸収スペクトルから光吸収特性を調査した。また、最高被占軌道 (HOMO) と最低空軌道 (LUMO) の差エネルギーを求めた。

(3) 電気化学的性質を調査するため、サイクリックボルタンメトリー (CV) 法で還元電位と酸化電位を測定し、電子親和性と電子供与性を評価した。

(4) 上記 (3) の結果から太陽電池のエネルギーダイアグラムを作成し、PC<sub>61</sub>BM と比較した。また、導電性ポリマーを選定し、理論的な電池特性を検討した。

(5) 太陽電池を作製した。その素子構造には、逆型素子と呼ばれる近年主流になっている積層様式を採用した。また、光活性層として導電性ポリマーとホウ素化合物の重量比 1:1 の混合膜を使用した。太陽電池はグローブボックス内で作製し、作製から評価まで窒素雰囲気下で行った。

(6) 太陽電池の PCE を調べるため、ソーラーシミュレータを使用して電流電圧特性を測定した。電流応答の詳細を調べるため、外部量子効率 (EQE) 測定装置を用いて EQE スペクトルを

測定した。また、光照射によって生じる電荷の再結合過程を調査するため、電流と電圧の光強度依存性を測定した。

#### 4. 研究成果

(1) 5種類のホウ素化合物について、溶液と薄膜で紫外可視吸収スペクトルを測定した。スペクトルを図1、その極大値を表1に示す。溶液スペクトルにおいて、化合物**1-3**の極大値は500 nm付近に観測され、化合物**4**の値はわずかに短波長シフトした(図1a)。化合物**5**の極大値は600 nmに観測され、大きく長波長シフトした。また、極大値のモル吸光係数( $\epsilon$ )はおよそ $2 \times 10^5 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ となり、ホウ素化合物の高い集光能が明らかになった。薄膜スペクトルでは化合物**1-3**の極大波長が異なっており、最大で約70 nmシフトした(図1b)。薄膜と溶液の極大値を比較すると、化合物**1**と**2**の薄膜で短波長シフトが観測され、シフト幅は化合物**1**で最大になった。この結果から、化合物**1-3**の薄膜において分子間相互作用に違いがあることが分かった。化合物**4**はクロロホルムへの溶解度が低く、薄膜を作製できなかった。化合物**5**の薄膜スペクトルでは、極大値が621 nmに観測され、溶液の値(594 nm)から長波長シフトした。このため、化合物**5**の分子間相互作用は化合物**1-3**と大きく異なると考えられる。

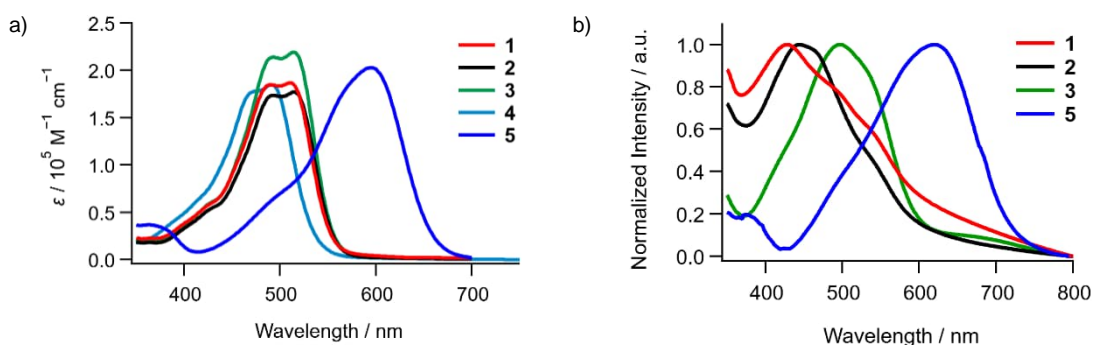


図1. ホウ素化合物の紫外可視吸収スペクトル: a)クロロホルム溶液、b)薄膜

表1. ホウ素化合物における紫外可視吸収スペクトルデータ

化合物	クロロホルム溶液		薄膜 <sup>[a]</sup>	
	$\lambda_{\text{max}}$ [nm] ( $\epsilon$ [ $\text{M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ ])	$E_{\text{gap}}$ [eV]	$\lambda_{\text{max}}$ [nm]	$E_{\text{gap}}$ [eV]
<b>1</b>	511 (187 000), 490 (185 000)	2.24	427	1.93
<b>2</b>	513 (177 000), 494 (174 000)	2.22	444	2.01
<b>3</b>	513 (219 000), 493 (214 000)	2.24	496	2.05
<b>4</b>	491 (185 000), 472 (178 000)	2.32	— <sup>[b]</sup>	— <sup>[b]</sup>
<b>5</b>	594 (203 000)	1.87	621	1.73

<sup>[a]</sup>クロロホルム溶液からスピコート法で作製、<sup>[b]</sup>難溶性のため成膜不可

(2) 上記スペクトルの吸収末端波長から HOMO と LUMO の差エネルギー ( $E_{\text{gap}}$ ) を求めた。その結果を表1に示す。化合物**1-4**では、溶液スペクトルの  $E_{\text{gap}}$  は2.2–2.3 eVの範囲にあり、薄膜スペクトルの  $E_{\text{gap}}$  は1.9–2.1 eVになった。また、化合物**5**の溶液と薄膜では、 $E_{\text{gap}}$  はそれぞれ1.9 eVと1.7 eVになり、化合物**5**は他のものと比較して小さな  $E_{\text{gap}}$  を示した。

(3) 電子親和性を調べる目的で CV 測定を行った。いずれも不可逆な還元波が観測され、そのピーク電位 ( $E_{\text{p}}^{\text{red}}$ ) はフェロセンを基準として-1.27 (**1**), -1.29 (**2**), -1.23 (**3**), -1.14 (**4**), -1.27 V (**5**)であった。これより、化合物**1-5**の電子親和性は PC<sub>61</sub>BM ( $E_{1/2}^{\text{red}} = -1.21 \text{ V}$ ) とほぼ等しいことが分かった。

(4) 上記の結果では、化合物**1-4**と化合物**5**の電子物性に大きな違いがみられた。そこで、グループを2つに分けて太陽電池評価を行った。CVデータから作成したエネルギーダイアグラムを図2に示す。化合物**1**と**5**のLUMO準位はPC<sub>61</sub>BMと等しかつ

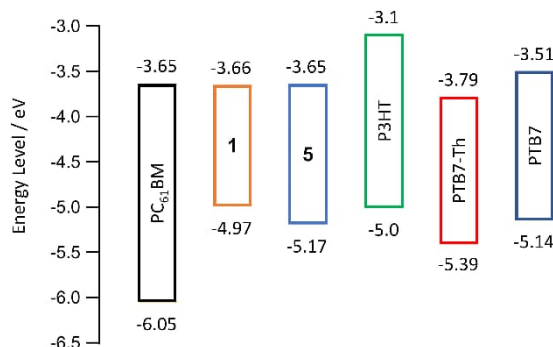


図2. 化合物**1**と**5**の太陽電池エネルギーダイアグラム

たが、HOMO 準位は大きく上昇した。また、化合物 **1** の HOMO-LUMO エネルギーは化合物 **5** と比べて小さく、スペクトルから見積もった値と大幅に異なっていた。このため、化合物 **1** のエネルギー準位についてさらなる検証が必要である。導電性ポリマーには、PC<sub>61</sub>BM で一般的に使用される PTB7, PTB7-Th, P3HT を選択した (図 2)。P3HT や PTB7 との組み合わせの場合、太陽電池として機能することが予想された。

(5) 太陽電池には ITO/PEIE/光活性層/MoO<sub>3</sub>/Ag の素子構造を採用し、光活性層には導電性ポリマーとホウ素化合物の重量比 1:1 の薄膜を用いた (図 3)。素子はグローブボックス内で作製し、作製から測定まで窒素雰囲気下で行った。各素子の太陽電池特性を表 2 に示す。化合物 **1** と **5** を n 型半導体として使用した素子 1 と 2 では、リファレンス (素子 5) と比較して同程度の開放電圧 ( $V_{oc}$ ) が観測された。しかし、短絡電流密度 ( $J_{sc}$ ) とフィルファクタ (FF) が低く、電流はほとんど観測されなかった。この結果、素子 1 と 2 の PCE は非常に低い値となった。そこで、化合物 **5** に対して P3HT を用いた素子 3 を作製したところ、 $V_{oc}$  が低下して PCE は素子 2 からさらに低下した。また、化合物 **5** に n 型半導体の PC<sub>61</sub>BM を組み合わせた素子 4 では、 $J_{sc}$  が上昇して PCE 0.14% が観測された。この結果は、化合物 **5** が p 型半導体として作用したことを示している。



図 3. 太陽電池 (素子 4)

表 2. 化合物 **1** と **5** を光活性層に用いた太陽電池の特性

素子	光活性層(p : n) <sup>[a]</sup>	$J_{sc}$ [mA cm <sup>-2</sup> ]	$V_{oc}$ [V]	FF	PCE [%]
1	PTB7 : 化合物 <b>1</b>	0.02	0.77	0.28	0.003
2	PTB7-Th : 化合物 <b>5</b>	0.16	0.79	0.28	0.03
3	P3HT : 化合物 <b>5</b>	0.07	0.32	0.26	0.006
4	化合物 <b>5</b> : PC <sub>61</sub> BM	0.76	0.64	0.30	0.14
5	PTB7 : PC <sub>61</sub> BM	11.27	0.74	0.58	4.8

<sup>[a]</sup>重量比 p : n = 1:1 の薄膜を作製

(6) 素子 2-4 の電流応答について詳細を調べるため、EQE スペクトルを測定した。図 4 では、EQE スペクトルを黒線で、薄膜吸収スペクトルを赤線で示した。素子 2 と 3 の EQE スペクトルは、化合物 **5** の薄膜吸収帯でほとんど観測されず、化合物 **5** が吸収した光は光電変換に使われていないことが分かった。一方、素子 4 では化合物 **5** の薄膜吸収帯で EQE が観測され、化合物 **5** が吸収した光エネルギーが光電変換に利用されたことが分かった。このため、わずかではあるが  $J_{sc}$  値が上昇した。

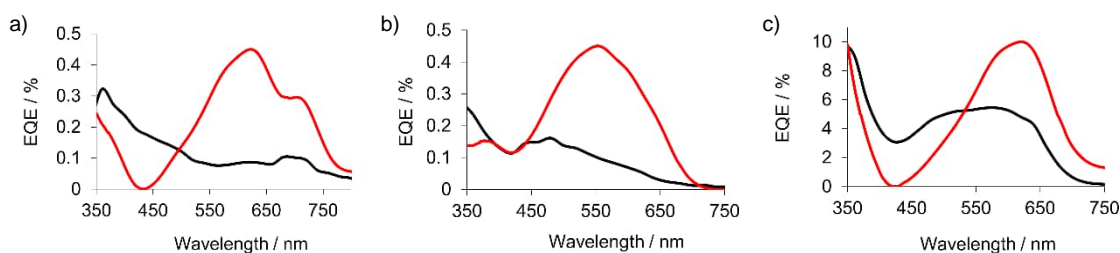


図 4. EQE スペクトル (黒線) と化合物 **5** の薄膜吸収スペクトル (赤線) : a) 素子 2, b) 素子 3, c) 素子 4

(7) 素子 2-4 について電流と電圧の光強度依存性を測定し、光照射によって生じる電荷の再結合過程を調査した。素子 2 と 3 では電流応答が得られず、必要な情報は得られなかったが、

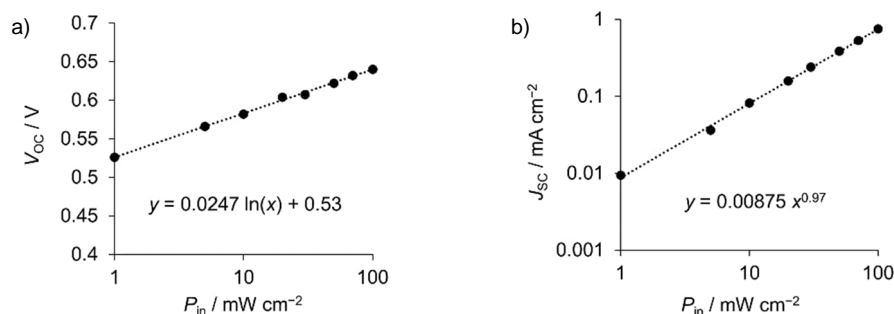


図 5. 素子 4 における光強度依存性 : a)  $V_{oc}$  値変化, b)  $J_{sc}$  値変化

素子 4 では電圧および電流に対する光強度依存性が観測された。光強度 ( $P_{in}$ ) に対する  $V_{oc} = (nkT/e) \ln(P_{in})$  の関係式 ( $n$ : 理想因子、 $k$ : ボルツマン定数、 $T$ : 温度、 $e$ : 電気素量) において、 $n = 1.00$  の直線関係が得られた (図 5a)。 $n$  値が 1 の場合には、再結合の中で二分子再結合が優勢であり、電荷移動状態での再結合やトラップによるものが抑えられている<sup>[15]</sup>。また、 $P_{in}$  に対する  $J_{sc} = (P_{in})^\alpha$  の関係式から、 $\alpha = 0.97$  の直線関係が得られた (図 5b)。 $\alpha$  値は 1 に近いので、この素子では二分子再結合が起こりにくい<sup>[15]</sup>。つまり、素子 4 の光強度依存性の調査では、電荷分離後の電流特性は理想的に行われており、電流密度の小さい原因は電荷分離にあることが示唆された。

(8) 総括として、テトラポッド様ホウ素化合物 **1-5** を n 型半導体として合成した。これらの光吸収特性と電気化学特性から、二つのグループに分類した。それぞれについて太陽電池評価を行ったところ、どちらのグループも良好な太陽電池特性は得られず、n 型半導体としての作用は観測できなかった。むしろ化合物 **5** では p 型特性が観測された。これらの原因として、エネルギー準位の不整合により、光照射後に電荷分離が起らないためと結論した。研究期間内でホウ素化合物による n 型半導体モチーフを確立できなかったが、本研究の有効性を信じて課題の解決に取り組む予定である。

#### <引用文献>

- [1] M. Reyes-Reyes, K. Kim, D. L. Carroll, *Appl. Phys. Lett.* **2005**, *87*, 083506.
- [2] Y. Matsuo, J. Kawai, H. Inada, T. Nakagawa, H. Ota, S. Otsubo, E. Nakamura, *Adv. Mater.* **2013**, *25*, 6266–6269.
- [3] J. W. Ryan, Y. Matsuo, *Sci. Rep.* **2015**, *5*, 8319.
- [4] I. Jeon, C. Delacou, T. Nakagawa, Y. Matsuo, *Chem. Asian J.* **2016**, *11*, 1268–1272.
- [5] W. Zhao, D. Qian, S. Zhang, S. Li, O. Inganäs, F. Gao, J. Hou, *Adv. Mater.* **2016**, *28*, 4734–4739.
- [6] W. Wang, B. Zhao, Z. Cong, Y. Xie, H. Wu, Q. Liang, S. Liu, F. Liu, C. Gao, H. Wu, Y. Cao, *ACS Energy Lett.* **2018**, *3*, 1499–1507.
- [7] H. Yao, Y. Cui, D. Qian, C. S. Ponce, Jr., A. Honarfar, Y. Xu, J. Xin, Z. Chen, L. Hong, B. Gao, R. Yu, Y. Zu, W. Ma, P. Chabera, T. Pullerits, A. Yartsev, F. Gao, J. Hou, *J. Am. Chem. Soc.* **2019**, *141*, 7743–7750.
- [8] Q. Liu, Y. Jiang, K. Jin, J. Qin, J. Xu, W. Li, J. Xiong, J. Liu, Z. Xiao, K. Sun, S. Yang, X. Zhang, L. Ding, *Sci. Bull.* **2020**, *65*, 272–275.
- [9] C. G. Claessens, D. González-Rodríguez, M. S. Rodríguez-Morgade, A. Medina, T. Torres, *Chem. Rev.* **2014**, *114*, 2192–2277.
- [10] T. A. Welsh, A. Laventure, A. F. Alahmadi, G. Zhang, T. Baumgartner, Y. Zou, F. Jäkle, G. C. Welch, *ACS Appl. Energy Mater.* **2019**, *2*, 1229–1240.
- [11] X. Huang, M. Hu, X. Zhao, C. Li, Z. Yuan, X. Liu, C. Cai, Y. Zhang, Y. Hu, Y. Chen, *Org. Lett.* **2019**, *21*, 3382–3386.
- [12] T. Wang, C. Dou, J. Liu, L. Wang, *Chem. Eur. J.* **2018**, *24*, 13043–13048.
- [13] R. Zhao, B. Lin, J. Feng, C. Dou, Z. Ding, W. Ma, J. Liu, L. Wang, *Macromolecules* **2019**, *52*, 7081–7088.
- [14] R. Zhao, J. Liu, L. Wang, *Acc. Chem. Res.* **2020**, *53*, 1557–1567.
- [15] J. Yang, C. H. Devillers, P. Fleurat-Lessard, H. Jiang, S. Wang, C. P. Gros, G. Gupta, G. D. Sharma, H. Xu, *Dalton Trans.* **2020**, *49*, 5606–5617.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Yohei Kojima, So Sugiura, Keiji Suzuki, Yilihamu Yisilamu, Katsuhiko Ono	4. 巻 17
2. 論文標題 Synthesis and n-Type Semiconducting Properties of Bis(dioxaborin) Compounds Containing a Extended 2,2 Bithiophene Structure	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemistry - An Asian Journal	6. 最初と最後の頁 e202101262
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/asia.202101262	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 Yuki Sakura, Fumina Yumioka, Takashi Funaki, Katsuhiko Ono	4. 巻 15
2. 論文標題 Synthesis and Photovoltaic Properties of Boron -Ketoiminate Dyes Forming a Linear Donor- - Acceptor Structure	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry - An Asian Journal	6. 最初と最後の頁 1982-1989
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/asia.202000448	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 Keigo Nishida, Katsuhiko Ono, Shin-ichiro Kato, Chitoshi Kitamura	4. 巻 61
2. 論文標題 Reductive methylation of triphthaloylbenzene: Isolation and characterization of hexamethoxytrinaphthylene and two unexpected trinaphthylene derivatives	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Tetrahedron Letters	6. 最初と最後の頁 152422-152425
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tetlet.2020.152422	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 Koichiro Moriya, Ryohei Shimada, Katsuhiko Ono	4. 巻 14
2. 論文標題 Difluoroboron Chelation to Quinacridonequinone: A Synthetic Method for Air-Sensitive 6,13-Dihydroxyquinacridone via Boron Complexes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemistry - An Asian Journal	6. 最初と最後の頁 1452-1456
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/asia.201900219	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7件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 小嶋洋平, 小野克彦
2. 発表標題 アルコール存在下でのキナクリドンキノンからジヒドロキシキナクリドンへの光還元反応
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 小野克彦, 佐倉裕規, 弓岡史奈
2. 発表標題 直線形ドナー- $\pi$ -アクセプタ構造を与えるポロン- $\pi$ -ケトイミネート色素の合成と太陽電池特性
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会(2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鄭少坤, 小野克彦
2. 発表標題 ポロン- $\pi$ -ケトイミネート化合物を用いた分子集合体の作製と物性
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会(2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小野克彦, 森谷晃一郎, 島田涼平
2. 発表標題 キナクリドンキノンへのホウ素キレート化による6,13-ジヒドロキシキナクリドンの合成
3. 学会等名 第30回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takuya Matsuoka, Yuya Makino, Katsuhiko Ono
2. 発表標題 Synthesis, Photoluminescence Properties, and Crystal Structures of 2,5-Diaryl-N-Boc-pyrroles
3. 学会等名 3rd FRIMS International Symposium on Frontier Materials
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshitaka Mori, Fumiyasu Ishikawa, Katsuhiko Ono
2. 発表標題 Solid-State Electronic Properties Based on Assembly of 4,4'-Bis[(6,6'-diphenyl)-2,2-difluoro-1,3,2-dioxaborine]
3. 学会等名 3rd FRIMS International Symposium on Frontier Materials
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masayuki Takeda, Koichiro Moriya, Katsuhiko Ono
2. 発表標題 Synthetic Method for 6,13-Dihydroxyquinacridone via Difluoroboron Chelation to Quinacridonequinone
3. 学会等名 3rd FRIMS International Symposium on Frontier Materials
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

名古屋工業大学 小野克彦研究室 <a href="https://ono.web.nitech.ac.jp/">https://ono.web.nitech.ac.jp/</a> 研究者データベース：小野克彦 <a href="http://researcher.nitech.ac.jp/html/84_ja.html">http://researcher.nitech.ac.jp/html/84_ja.html</a>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



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