# 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 1 0 月 1 8 日現在

機関番号: 13901

研究種目: 基盤研究(C)(一般)

研究期間: 2018~2020

課題番号: 18K04925

研究課題名(和文)Self-healing antiaromatic batteries

研究課題名(英文)Self-healing anti aromatic batteries

#### 研究代表者

Shin Jiyoung (SHIN, JIYOUNG)

名古屋大学・工学研究科(国際)・教授

研究者番号:30622295

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): 有機電池の電極物に利用可能な有機分子を探索する目的として新し有機分子を合成し、その物理/化学的特性を研究、報告した(論文4編、研究発表4回)。 反芳香と芳香族間の相互変換能可能な拡張 共役分系を有機電池の電極物として投入し研究報告した(論文1編)。高い充放電性能、電池寿命の延長、急速充電率、有機電極の高い耐久性を持つ優れたナトリウム-有機電池を開発、研究し報告した(論文1編、論文表紙、リチウム-有機電池関連研究発表2回)。電極物質内の有効な空間と高濃度電解質の輸液イオン流動性が電池性能影響することを見出だした(論文1編)。

## 研究成果の学術的意義や社会的意義

Daily energy consumption is essential. Researchers have intended to devote to explore practically functioning energy devices. Organic rechargeable batteries thus have accumulated scientific attention. High-durable secondary organic batteries were invented through this project.

研究成果の概要(英文): The principal investigator attempted to explore efficient battery electrode materials where new organic molecules were published with their physical/chemical properties (RSC Adv. 2019, 9, 40031; RSC Adv. 2021, 2, 2263; JPP 2020, 24, 191; Org. Lett. 2020, 22, 4400). Organic batteries with elongated -conjugation molecules having interconversion capability between antiaromatic and aromatic conformations were investigated (Molecules 2019, 24, 2433). Also, high durable secondary organic batteries assembled with large composite (70%) NiNc electrodes and highly concentrated dual ion liquid provided high charge-discharge performances, enhanced working-life of batteries, fast charging rate, and high durability of organic electrodes (Mater. Adv. 2021, 2, 2263, front cover of the issue). Influential dual-ion mobilities of an ionic liquid through appropriate cavity spheres in electrodes furnished significantly improved battery performances were established (Batter. Supercaps 2021, 4, 1605).

研究分野: 有機二次電池

キーワード: Porphyrinoid electrochemistry Li-organic battery Na-organic battery

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。

### 1. 研究開始当初の背景

The exploration of efficient energy storage systems and the management of unworkable trash have been critical universal issues, with the increasing need for renewable energy and the rapid development of new electronic devices. Within the context, self-healing materials have attracted significant interest from scientists as well as engineers. Artificial self-healing materials developed for energy storage mainly were polymer-based. Furthermore, their healing mechanisms were not precise. Researchers have devoted their vital efforts to explore novel functional materials and nationally proposed structures to improve the capacity and efficiencies of practically functioning energy devices, and especially organic rechargeable batteries have accumulated scientific attention. Electrodes need to be fabricated with an increased volume to obtain high battery capacity. However, significant volume changes of electrodes for high-energy lithium-ion batteries often resulted in cracking the surface of electrodes and pulverizing the function of electrodes.

### 2. 研究の目的

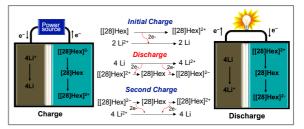
This research proposal aims to explore convenient self-healing organic batteries assembled with the electrodes having antiaromatic molecules. Researchers have intended to devote novel functional materials with rationally designed structures to improve the capacity and efficiencies toward practically functioning energy devices. Especially organic rechargeable batteries thus have accumulated scientific attention. As promoting an efficient battery system, the principal investigator and collaborators have produced efficient organic batteries involving an active electrode of antiaromatic porphyrinoid, namely norcorrole, which gave powerful battery performances. To advance to the next generation of organic batteries with active antiaromatic electrodes, the principal investigator considered inventing organic batteries capable of enhancing the durability of electrodes or self-healing the damages. Organic batteries with active antiaromatic molecular electrodes were the primary exploration for self-healable batteries. This research proposal aimed to comprise convenient self-healing organic batteries with efficient active electrode organic molecules. To improve the battery performances, the principal investigator attempted to achieve (a) high charge-discharge performances, (b) high safeties, (c) enhanced working life of batteries, (c) fast self-healing speed and (d) high durability of organic electrodes.

#### 3. 研究の方法

The principal investigator and collaborators attempted to prepare novel antiaromatic molecules capable of efficient organic batteries. Considerably suitable antiaromatic molecules were designed with sufficient synthetic methods. Furthermore, sufficient electrolytes were introduced in the assembly of organic batteries. Electrode materials showed efficient self-healing processes were polymer-based molecules. Hydrogel electrolytes were an applicable electrolyte of few examples reported. Antiaromatic nickel(II) nocorrole (NiNC) exhibiting significant charge/discharge behaviors in Li-NiNc batteries as an active battery electrode was examined for the advanced batteries, and then the structure of NiNC was modified to achieve additional functionality. Once organic batteries were prepared, the battery performances were compared with inefficient cases causing decomposition of organic electrodes, where the principal investigator fully comprehends the factors affecting the battery process. The research was progressed in collaboration with the Kyoto University research group (Profs. R. Hagiwara, K. Matsumoto, and J. Hwang at Fundamental Energy Science Department).

#### 4. 研究成果

1. There is no doubt that daily energy consumption is essential, associated with the quality of our lives. Li-organic batteries have been widely enquired by adopting distinct and suitable organic molecules. Elongated π-conjugation molecules with interconversion capability between antiaromatic and aromatic conformations were considered for organic

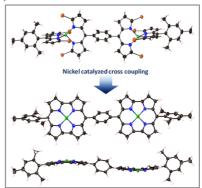


batteries. Li-collaborating organic battery (Li-[28]hex) was investigated in the use of [28]hexaphyrin (1.1.1.1.1), where each hexaphyrin of [28]Hex cathode involved four electrons per unit cycle. The battery performance was reasonably stable over 200 cycles with a fast charging rate. (*Molecules* **2019**, 24, 2433)

2. It is essential to characterize precise molecular structures and examine the chemical/photo-physical behaviors for investigating photo-responsible components toward functional battery materials. Since

the elongated  $\pi$ -conjugation molecules were produced in the metallation of a dipyrrin derivative, resembled reactions towards novel  $\pi$ -conjugation molecules were investigated. The principal investigator obtained diazepinopyrrolizine derivatives in reactions of a dicyanovinylene-dipyrrin derivative with BF<sub>3</sub>.OEt<sub>2</sub> and InBr<sub>3</sub>. The molecular structures were elucidated by Xray diffraction analysis. (RSC adv. 2019, 9, 40031)

- 3. Metallation of the dipyrrin derivative was attempted with a cobalt source, where the principal investigator obtained a low spin-state and diamagnetic Co(III) complex. The crystal structure and spectroscopic analysis have been published (RSC Adv. 2021, 2, 2263). The corresponding results were reported at an international conference (Synthesis and Characterization of Octahedral Co(III) Complex of Pyrrolopyrrolizine Derivative; ICPP-11, Jun. 28 ~ Jul. 3, 2021)
- 4. Since the principal investigator observed the probability of active battery electrodes using antiaromatic NiNc, dimerized molecular systems of NiNc were designed and newly prepared. IR and Raman vibrational behaviors of the NiNC-NiNC dimer were examined in consideration of the single-crystal structure. (J. Porphyrins Phthalocyanines, **2020**, 24, 191)
- 5. Reactivities of NiNc were investigated with carbene to provide novel NiNc molecules whose molecular structure was elucidated by X-ray diffraction analysis. (Org. Lett. 2020, 22,



**Materials** 

Advances

- 6. Ni(II) norcorrole (NiNC) has exhibited excellent interconversions between antiaromatic and aromatic conformations (Electrochemistry of Antiaromatic NiNC; NU-PKU Workshop, Jan. 28 ~ 29, **2019**). Since excellent battery behaviors of Li-NiNc have been obtained with the NiNc cathodes, inexpensive and large abundant Na complementary batteries have been investigated with the NiNc electrodes. High composite (70 wt%) NiNc electrode has compromised nicely with the high redox durability and precise ion insertion, resulting in high discharge capacity, high stability, and high efficiency of Na-NiNc battery with high current densities. The research achievement was published (*Mater. Adv.* **2021**, 2, 2263) and highlighted on the front cover of the journal issue.
- Dual-ion mobilities of Na organic batteries are investigated with *in-situ* XRD analysis and computational estimation considering molecular alignments in the solid-state, signifying the interactive variations of ionic pairs of an ionic liquid electrolyte and an antiaromatic molecule, nickel(II) norcorrole (NiNc). An appropriate cavity sphere in three-dimensional molecular alignments dispensed mobilities of dual-ion in an ionic liquid, resulting in high battery capacities, supplemented with the comparison of Mes-NiNc and Ph-NiNc molecular alignments. In-situ XRD experiment, computation, and simulation perspectives afforded prospective insertion and desertion behaviors of cations and anions



(Batteries & Supercaps, 2021, 4, 1605, cover feature). An oral presentation on NiNc batteries was provided at an international conference (Nickel(II) Norcorrole (NiNc) Batteries; ICPP-11, Jun. 28 ~ Jul. 3, 2021).

This research proposal aimed to comprise convenient self-healing organic batteries with efficient active electrode organic molecules. The principal investigator attempted to discover advanced secondary organic batteries providing (a) high charge-discharge performances, (b) enhanced working-life of batteries, (c) fast self-healing speed, and (d) high durability of organic electrodes.

Due to the COVID circumstance, the research progress was slower than the initial plan. However, the principal investigator precisely explored high durable secondary organic batteries assembled with large composite (70%) NiNc electrodes and highly concentrated dual ion liquid through a research project, which provided (a) high charge-discharge performances, (b) enhanced working-life of batteries, (c) fast charging rate, and (d) high durability of organic electrodes. Furthermore, the principal investigator established influential dual-ion mobilities of an ionic liquid through appropriate cavity spheres in three-dimensional molecular alignments of electrode organic molecules furnished significantly improved battery performances.

# 5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件(うち査読付論文 7件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件)

1. 著名名 Shin Ji-Young、Zhang Zhongyue、Asaga Kunio、Shinokubo Hiroshi 2. 論文階語 Exploration of Li-Organio Batteries Using Hexaphyrin as an Active Cathode Vaterial 2. 論文階語 Noticules 3. 確認名 Noticules 4. 意 2. 論文階語 Noticules 3. 確認名 Noticules 3. 理談名 Noticules 4. 意 3. 理談名 Noticules 3. 通談名 Noticules 3. 通談名 Noticules 3. 通談名 Noticules Noticules Noticules Noticules Noticules Noticules 24/32-2433-2433		
Shin Ji-Young Zhang Zhongyue, Awaga Kunio, Shinokubo Hiroshi   2		4
2 . 論文模型 Exploration of Li-Organic Batteries Using Hexaphyrin as an Active Cathode Waterial 3 . 創試を Molecules 4 . 意思と思慮の頁 2433 - 2433		
Exploration of Li-Organic Batteries Using Hexaphyrin as an Active Cathode Waterial 2019年   3. 種誌名		
Exploration of Li-Organic Batteries Using Hexaphyrin as an Active Cathode Waterial 2019年   3. 種誌名	2 論文種類	5 発行在
3. 輪談名 Molecules		
Molecules   2433 - 2433   2433 - 2433   2433 - 2433   2433   2433 - 2433   2433 - 2433   2433	exploration of Li-organic batteries using nexaphyrin as an Active Cathode Material	2019#
Molecules   2433 - 2433   2433 - 2433   2433 - 2433   2433   2433 - 2433   2433 - 2433   2433	2 http://dx	- 日知に見後の百
超議策文のDOI(デジタルオプジェクト識別子)		
1. 著名名 Shin Ji-Young 2 . 強文機能 Meso-1,4-phenylene bridged nickel norcorrole dimer 2020年 3 . 雑誌名 15 . 発行年 2020年 3 . 雑誌名 15 - 15 - 16 . 16 . 17 . 19 . 18 . 18 . 19 . 19 . 19 . 19 . 19	Molecules	2433 ~ 2433
1. 著名名 Shin Ji-Young 2 . 論文標題 Meso-1,4-phenylene bridged nickel norcorrole dimer 2020年 3 . 雑誌名 1817年 2020年 4 . 差 1817年 2020年 5 . 銀行年 2020年 7 . 2020年 9 . 2		
1. 著名名 Shin Ji-Young 2 . 論文標題 Meso-1,4-phenylene bridged nickel norcorrole dimer 2020年 3 . 雑誌名 1817年 2020年 4 . 差 1817年 2020年 5 . 銀行年 2020年 7 . 2020年 9 . 2		
1 - 著名名   1 - 第名名   2 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 -		査読の有無
1. 著者名   Shin Ji-Young	10.3390/molecules24132433	有
1 著名名   Shin Ji-Young		
1 . 著名名 Shin Ji-Young 2 . 論文標題 Meso-1,4-phenylene bridged nickel norcorrole dimer 3 . 雑誌名 Journal of Porphyrins and Phthalocyanines 3 . 雑誌名 Journal of Porphyrins and Phthalocyanines 4 . 最初と最後の頁 191-199 18数論文の001 (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/51088424619501074 2 . 一 コンアクセス オーブンアクセスではない、又はオーブンアクセスが困難 2 . 第一式		国際共著
Shin Ji-Young   24   2   論文相類   25   第行年   2020年	オープンアクセスとしている(また、その予定である)	-
Shin Ji-Young   24   2   論文相類   25   第行年   2020年		
Shin Ji-Young   24   2   論文相類   25   第行年   2020年	1.著者名	4.巻
2. 論文標題 Meso-1,4-phenylene bridged nickel norcorrole dimer  3. 雑誌名 Journal of Porphyrins and Phthalocyanines  4. 最初と最後の頁 191-199  18、報誌名 Journal of Porphyrins and Phthalocyanines  5. 発行年 2020年  6. 最初と最後の頁 191-199  10.1142/S1089424619501074  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  1. 著名名 Shin Ji-Young  2. 論文標題 Synthesis of pyrrolo[3 ,2 :4,5][1,3]diazepino[2,1,7-cd]pyrrolizine derivatives from dicyanovinylene-bis(meso-aryl)dipyrrin 3. 雑誌名 RSC Advances  6. 最初と最後の頁 40031-40036  18戦論文のDOI (デジタルオプジェクト識別子) 10.1039/c9ra08850d  1. 著名名 Liu Si-Yu, Fukuoka Takaki, Fukui Norihito, Shin Ji-Young, Shinokubo Hiroshi  2. 論文標題 Reactions of Antiaromatic Norcorrole Ni(II) Complex with Carbenes  5. 発行年 2019年 2019年  4. 巻 22  1. 著名名 Liu Si-Yu, Fukuoka Takaki, Fukui Norihito, Shin Ji-Young, Shinokubo Hiroshi 22  2. 論文標題 Reactions of Antiaromatic Norcorrole Ni(II) Complex with Carbenes  5. 発行年 2020年  3. 雑誌名 Organic Letters  4. 巻 22  4. 巻 23  4. 巻 24  25 発行年 2020年  3. 雑誌名 Organic Letters  4. 巻 27  28		
Meso-1, 4-phenylene bridged nickel norcorrole dimer   2020年   3. 雑誌名   5. 競行年   10.1142/S1088424619501074   方 10.1142/S10884504   5. 発行年 2019年	offin of Today	21
Meso-1, 4-phenylene bridged nickel norcorrole dimer   2020年   3. 雑誌名   5. 競行年   10.1142/S1088424619501074   方 10.1142/S10884504   5. 発行年 2019年	2 論文種類	5 発行任
3 . 雑誌名		
30urnal of Porphyrins and Phthalocyanines   191 - 199   191 -	weso-1,4-phenyrene bridged micker horcorrore dimer	ZUZU <del>T</del>
191 - 199   19	2. Mest 67	
掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1142/S1088424619S01074  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  1 . 著者名 Shin Ji-Young 2 . 論文標題 Synthesis of pyrrolo[3 ,2 :4,5][1,3]diazepino[2,1,7-cd]pyrrolizine derivatives from dicyanovinylene-bis(meso-aryl)dipyrrin 3 . 雑誌名 RSC Advances  掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1039/c9ra08850d  1 . 著者名 Liu Si-Yu、Fukuoka Takaki、Fukui Norihito、Shin Ji-Young、Shinokubo Hiroshi  2 . 論文標題 Reactions of Antiaromatic Norcorrole Ni(II) Complex with Carbenes  3 . 雑誌名 Organic Letters  4 . 巻 22 - 論文様題 Reactions of Antiaromatic Norcorrole Ni(III) Complex with Carbenes  3 . 雑誌名 Organic Letters  4 . 巻 22 - 描述を表している(また、その予定である)  4 . 巻 25 . 発行年 2020年 26 . 最初と最後の頁 4400 - 4403  掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.0c01402  有 オープンアクセス  国際共著		
10.1142/S1088424619501074 有	Journal of Porphyrins and Phthalocyanines	191 ~ 199
10.1142/S1088424619501074 有		
10.1142/S1088424619501074 有		
オープンアクセス	掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
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   -	10.1142/S1088424619501074	有
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   -		
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   -	オープンアクセス	国際共著
1 . 著者名 Shin Ji-Young  2 . 論文標題 Synthesis of pyrrolo[3 ,2 :4,5][1,3]diazepino[2,1,7-cd]pyrrolizine derivatives from dicyanovinylene-bis(meso-aryl)dipyrrin  3 . 雑誌名 RSC Advances  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c9ra08850d  1 . 著者名 Liu Si-Yu、Fukuoka Takaki、Fukui Norihito、Shin Ji-Young、Shinokubo Hiroshi  2 . 論文標題 Reactions of Antiaromatic Norcorrole Ni(II) Complex with Carbenes  3 . 雑誌名 Organic Letters  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.0c01402  a . 意読の有無 10.1021/acs.orglett.0c01402  a . 意読の有無 10.1021/acs.orglett.0c01402  a . 意読の有無 10.1021/acs.orglett.0c01402  国際共著	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	-
Shin Ji-Young       9         2. 論文標題		-
Shin Ji-Young       9         2. 論文標題	1 茅老名	4
2. 論文標題 Synthesis of pyrrolo[3 ,2 :4,5][1,3]diazepino[2,1,7-cd]pyrrolizine derivatives from dicyanovinylene-bis(meso-aryl)dipyrrin       5 . 発行年 2019年		
Synthesis of pyrrolo[3 ,2 :4,5][1,3]diazepino[2,1,7-cd]pyrrolizine derivatives from dicyanovinylene-bis(meso-aryl)dipyrrin       2019年         3 : 雑誌名 RSC Advances       6 : 最初と最後の頁 40031 - 40036         掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c9ra08850d       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 22         1 : 著者名 Liu Si-Yu, Fukuoka Takaki, Fukui Norihito, Shin Ji-Young, Shinokubo Hiroshi       22         2 : 論文標題 Reactions of Antiaromatic Norcorrole Ni(II) Complex with Carbenes       5 : 発行年 2020年         3 : 雑誌名 Organic Letters       6 : 最初と最後の頁 4400 ~ 4403         掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.0c01402       査読の有無 有         オープンアクセス       国際共著	om or roung	
Synthesis of pyrrolo[3 ,2 :4,5][1,3]diazepino[2,1,7-cd]pyrrolizine derivatives from dicyanovinylene-bis(meso-aryl)dipyrrin       2019年         3 : 雑誌名 RSC Advances       6 : 最初と最後の頁 40031 - 40036         掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c9ra08850d       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 22         1 : 著者名 Liu Si-Yu, Fukuoka Takaki, Fukui Norihito, Shin Ji-Young, Shinokubo Hiroshi       22         2 : 論文標題 Reactions of Antiaromatic Norcorrole Ni(II) Complex with Carbenes       5 : 発行年 2020年         3 : 雑誌名 Organic Letters       6 : 最初と最後の頁 4400 ~ 4403         掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.0c01402       査読の有無 有         オープンアクセス       国際共著	2 绘文極頃	5
dicyanovinylene-bis(meso-aryl)dipyrrin       6 . 最初と最後の頁         3 . 雑誌名       6 . 最初と最後の頁         RSC Advances       40031~40036         掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)       査読の有無         10.1039/c9ra08850d       有         オーブンアクセス       国際共著         1 . 著者名       よい Si-Yu、Fukuoka Takaki、Fukui Norihito、Shin Ji-Young、Shinokubo Hiroshi       2         2 . 論文標題 Reactions of Antiaromatic Norcorrole Ni(II) Complex with Carbenes       5 . 発行年 2020年         3 . 雑誌名 Organic Letters       6 . 最初と最後の頁 4400~4403         掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.0c01402       査読の有無 有         オープンアクセス       国際共著		
3 . 雑誌名 RSC Advances 6 . 最初と最後の頁 40031~40036  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c9ra08850d カーブンアクセス 国際共著 オーブンアクセスとしてNる(また、その予定である) - コープンアクセスとしてNる(また、その予定である) - ユーガンアクセスとしてNる(また、その予定である) - ションアクセスとしてNる(また、その予定である) - コープンアクセスとしてNる(また、その予定である) - コープンアクセスとしてNる(また、その予定である) - コープンアクセスとしてNる(また、その予定である) - コープンアクセス  はは Si-Yu、Fukuoka Takaki、Fukui Norihito、Shin Ji-Young、Shinokubo Hiroshi 22 2 . 論文標題 Reactions of Antiaromatic Norcorrole Ni(II) Complex with Carbenes - コープンアクセス - 音読の有無 10.1021/acs.orglett.0c01402 - 音読の有無 - 有 - オープンアクセス - 国際共著		2019年
RSC Advances 40031~40036 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)		6 RM R/ 8 T
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	3.維誌名	
10.1039/c9ra08850d 有 国際共著 オープンアクセスとしている(また、その予定である) - コンアクセスとしている(また、その予定である) - 1 . 著者名 Liu Si-Yu、Fukuoka Takaki、Fukui Norihito、Shin Ji-Young、Shinokubo Hiroshi 22 2 . 論文標題	** *** * *	10001 10000
10.1039/c9ra08850d 有 国際共著 オープンアクセスとしている(また、その予定である) - コンアクセスとしている(また、その予定である) - 1 . 著者名 Liu Si-Yu、Fukuoka Takaki、Fukui Norihito、Shin Ji-Young、Shinokubo Hiroshi 22 2 . 論文標題	** *** *	40031 ~ 40036
10.1039/c9ra08850d 有 国際共著 オープンアクセスとしている(また、その予定である) - コンアクセスとしている(また、その予定である) - 1 . 著者名 Liu Si-Yu、Fukuoka Takaki、Fukui Norihito、Shin Ji-Young、Shinokubo Hiroshi 22 2 . 論文標題	** *** * *	40031 ~ 40036
オープンアクセス 国際共著  オープンアクセスとしている(また、その予定である)  1 . 著者名 Liu Si-Yu、Fukuoka Takaki、Fukui Norihito、Shin Ji-Young、Shinokubo Hiroshi  2 . 論文標題 Reactions of Antiaromatic Norcorrole Ni(II) Complex with Carbenes  3 . 雑誌名 Organic Letters  4 . 巻 22  5 . 発行年 2020年  6 . 最初と最後の頁 4400~4403  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.0c01402  有  オープンアクセス  国際共著	RSC Advances	
オープンアクセス 国際共著  オープンアクセスとしている(また、その予定である)  1 . 著者名 Liu Si-Yu、Fukuoka Takaki、Fukui Norihito、Shin Ji-Young、Shinokubo Hiroshi  2 . 論文標題 Reactions of Antiaromatic Norcorrole Ni(II) Complex with Carbenes  3 . 雑誌名 Organic Letters  4 . 巻 22  5 . 発行年 2020年  6 . 最初と最後の頁 4400~4403  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.0c01402  有  オープンアクセス  国際共著	RSC Advances	
- オープンアクセスとしている(また、その予定である) - 1.著者名 Liu Si-Yu、Fukuoka Takaki、Fukui Norihito、Shin Ji-Young、Shinokubo Hiroshi 22 2.論文標題 Reactions of Antiaromatic Norcorrole Ni(II) Complex with Carbenes 5.発行年 2020年 6.最初と最後の頁 4400~4403 4400~4403 有 7.10.1021/acs.orglett.0c01402 有 1 国際共著	RSC Advances 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
コ・デンアクセスとしている(また、その予定である)  1 . 著者名 Liu Si-Yu、Fukuoka Takaki、Fukui Norihito、Shin Ji-Young、Shinokubo Hiroshi  2 . 論文標題 Reactions of Antiaromatic Norcorrole Ni(II) Complex with Carbenes  3 . 雑誌名 Organic Letters  おも、最初と最後の頁 4400~4403  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.0c01402  国際共著	RSC Advances 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
1 . 著者名 Liu Si-Yu、Fukuoka Takaki、Fukui Norihito、Shin Ji-Young、Shinokubo Hiroshi 2 . 論文標題 Reactions of Antiaromatic Norcorrole Ni(II) Complex with Carbenes 3 . 雑誌名 Organic Letters 6 . 最初と最後の頁 4400~4403 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.0c01402 有 オープンアクセス 国際共著	RSC Advances 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1039/c9ra08850d	査読の有無 有
Liu Si-Yu, Fukuoka Takaki、Fukui Norihito、Shin Ji-Young、Shinokubo Hiroshi222.論文標題 Reactions of Antiaromatic Norcorrole Ni(II) Complex with Carbenes5.発行年 2020年3.雑誌名 Organic Letters6.最初と最後の頁 4400~4403掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.0c01402査読の有無 有オープンアクセス国際共著	RSC Advances 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1039/c9ra08850d オープンアクセス	査読の有無 有
Liu Si-Yu、Fukuoka Takaki、Fukui Norihito、Shin Ji-Young、Shinokubo Hiroshi222.論文標題 Reactions of Antiaromatic Norcorrole Ni(II) Complex with Carbenes5.発行年 2020年3.雑誌名 Organic Letters6.最初と最後の頁 	RSC Advances 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1039/c9ra08850d オープンアクセス	査読の有無 有
2.論文標題 Reactions of Antiaromatic Norcorrole Ni(II) Complex with Carbenes5.発行年 2020年3.雑誌名 Organic Letters6.最初と最後の頁 	RSC Advances 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1039/c9ra08850d 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)	査読の有無 有 国際共著 -
Reactions of Antiaromatic Norcorrole Ni(II) Complex with Carbenes 2020年  3 . 雑誌名 Organic Letters 6 . 最初と最後の頁 4400~4403  掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.0c01402	RSC Advances 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1039/c9ra08850d 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)	査読の有無 有 国際共著 -
Reactions of Antiaromatic Norcorrole Ni(II) Complex with Carbenes 2020年  3 . 雑誌名 Organic Letters 6 . 最初と最後の頁 4400~4403  掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.0c01402	RSC Advances 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1039/c9ra08850d 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)	査読の有無 有 国際共著 -
3.雑誌名 Organic Letters       6.最初と最後の頁 4400~4403         掲載論文のDOI (デジタルオプジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.0c01402       査読の有無 有         オープンアクセス       国際共著	RSC Advances 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c9ra08850d 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)  1.著者名 Liu Si-Yu、Fukuoka Takaki、Fukui Norihito、Shin Ji-Young、Shinokubo Hiroshi	査読の有無 有 国際共著 - 4 . 巻 22
Organic Letters       4400~4403         掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.0c01402       査読の有無 有         オープンアクセス       国際共著	RSC Advances 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1039/c9ra08850d 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)  1 . 著者名 Liu Si-Yu、Fukuoka Takaki、Fukui Norihito、Shin Ji-Young、Shinokubo Hiroshi 2 . 論文標題	査読の有無 有 国際共著 - 4 . 巻 22 5 . 発行年
Organic Letters       4400~4403         掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.0c01402       査読の有無 有         オープンアクセス       国際共著	RSC Advances 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1039/c9ra08850d 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)  1 . 著者名 Liu Si-Yu、Fukuoka Takaki、Fukui Norihito、Shin Ji-Young、Shinokubo Hiroshi 2 . 論文標題	査読の有無 有 国際共著 - 4 . 巻 22 5 . 発行年
掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 査読の有無 10.1021/acs.orglett.0c01402 有 オープンアクセス 国際共著	RSC Advances 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c9ra08850d オープンアクセス	査読の有無 有 国際共著 - 4 . 巻 22 5 . 発行年 2020年
掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 査読の有無 10.1021/acs.orglett.0c01402 有 オープンアクセス 国際共著	RSC Advances  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c9ra08850d  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)  1 . 著者名 Liu Si-Yu、Fukuoka Takaki、Fukui Norihito、Shin Ji-Young、Shinokubo Hiroshi  2 . 論文標題 Reactions of Antiaromatic Norcorrole Ni(II) Complex with Carbenes  3 . 雑誌名	査読の有無 有 国際共著 - 4 . 巻 22 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁
10.1021/acs.orglett.0c01402       有         オープンアクセス       国際共著	RSC Advances  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c9ra08850d  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)  1 . 著者名 Liu Si-Yu、Fukuoka Takaki、Fukui Norihito、Shin Ji-Young、Shinokubo Hiroshi  2 . 論文標題 Reactions of Antiaromatic Norcorrole Ni(II) Complex with Carbenes  3 . 雑誌名	査読の有無 有 国際共著 - 4 . 巻 22 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁
10.1021/acs.orglett.0c01402       有         オープンアクセス       国際共著	RSC Advances  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c9ra08850d  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)  1 . 著者名 Liu Si-Yu、Fukuoka Takaki、Fukui Norihito、Shin Ji-Young、Shinokubo Hiroshi  2 . 論文標題 Reactions of Antiaromatic Norcorrole Ni(II) Complex with Carbenes  3 . 雑誌名	査読の有無 有 国際共著 - 4 . 巻 22 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁
10.1021/acs.orglett.0c01402       有         オープンアクセス       国際共著	RSC Advances  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c9ra08850d  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)  1 . 著者名 Liu Si-Yu、Fukuoka Takaki、Fukui Norihito、Shin Ji-Young、Shinokubo Hiroshi  2 . 論文標題 Reactions of Antiaromatic Norcorrole Ni(II) Complex with Carbenes  3 . 雑誌名	査読の有無 有 国際共著 - 4 . 巻 22 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁
オープンアクセス 国際共著	掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1039/c9ra08850d  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)  1 . 著者名 Liu Si-Yu、Fukuoka Takaki、Fukui Norihito、Shin Ji-Young、Shinokubo Hiroshi  2 . 論文標題 Reactions of Antiaromatic Norcorrole Ni(II) Complex with Carbenes  3 . 雑誌名 Organic Letters	査読の有無 有 国際共著 - 4 . 巻 22 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 4400~4403
	掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1039/c9ra08850d  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)  1.著者名 Liu Si-Yu、Fukuoka Takaki、Fukui Norihito、Shin Ji-Young、Shinokubo Hiroshi  2.論文標題 Reactions of Antiaromatic Norcorrole Ni(II) Complex with Carbenes  3.雑誌名 Organic Letters	査読の有無 国際共著 - 4 . 巻 22 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 4400~4403
	掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1039/c9ra08850d  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)  1.著者名 Liu Si-Yu、Fukuoka Takaki、Fukui Norihito、Shin Ji-Young、Shinokubo Hiroshi  2.論文標題 Reactions of Antiaromatic Norcorrole Ni(II) Complex with Carbenes  3.雑誌名 Organic Letters	査読の有無 国際共著 - 4 . 巻 22 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 4400~4403
	掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c9ra08850d  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)  1 . 著者名 Liu Si-Yu、Fukuoka Takaki、Fukui Norihito、Shin Ji-Young、Shinokubo Hiroshi  2 . 論文標題 Reactions of Antiaromatic Norcorrole Ni(II) Complex with Carbenes  3 . 雑誌名 Organic Letters  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.0c01402	査読の有無 国際共著 -  4.巻 22  5.発行年 2020年  6.最初と最後の頁 4400~4403  査読の有無 有

1 . 著者名	4 . 巻
Shin Ji-Young	11
2.論文標題	5 . 発行年
ু ৷ আন্সাক্ষর The synthesis and characterization of the octahedral CollI complex of a pyrrolopyrrolizine	2021年
derivative formed with dicyanovinylene-bis-(meso-aryl)dipyrrin	2021—
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
RSC Advances	2315 ~ 2319
掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子)	査読の有無
10.1039/d0ra09452h	有
   オープンアクセス	国際共著
オープンテラピス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	凹际共有 
オープンデクセスとしている(また、との「たとのる)	-
1.著者名	4 . 巻
Hwang Jinkwang、Hagiwara Rika、Shinokubo Hiroshi、Shin Ji-Young	2
mang criminang, nag mara mila, criminasa milasan, criminasa criminasa di mang	
2.論文標題	5 . 発行年
Dual-ion charge-discharge behaviors of Na-NiNc and NiNc-NiNc batteries	2021年
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
Materials Advances	2263 ~ 2266
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	<u></u> 査読の有無
10.1039/d1ma00007a	有
10.1039/41IIId000074	Ħ
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスとしている(また、その予定である)	-
1. 著者名	4 . 巻
Hwang Jinkwang、Matsumoto Kazuhiko、Hagiwara Rika、Ukai Shusaku、Shinokubo Hiroshi、Shin Ji	4
Young 2.論文標題	5 28/=/T
	5 . 発行年
Dual Ion NiNc Battery: A Sustainable Revolution for Sodium Organic Batteries	2021年
	6 最初と最後の百
3.雑誌名 Batteries & Supercaps	6.最初と最後の頁 1605~1610
3.雑誌名 Batteries & Supercaps	
Batteries & Supercaps	1605 ~ 1610
Batteries & Supercaps 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)	1605~1610 査読の有無
Batteries & Supercaps	1605 ~ 1610
Batteries & Supercaps 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/batt.202100193	1605~1610 査読の有無 有
Batteries & Supercaps 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/batt.202100193 オープンアクセス	1605~1610 査読の有無
Batteries & Supercaps 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/batt.202100193	1605~1610 査読の有無 有
Batteries & Supercaps 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/batt.202100193 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	1605~1610 査読の有無 有
Batteries & Supercaps  掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/batt.202100193  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  [学会発表] 計6件(うち招待講演 2件/うち国際学会 5件)	1605~1610 査読の有無 有
Batteries & Supercaps 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/batt.202100193 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	1605~1610 査読の有無 有
Batteries & Supercaps  掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/batt.202100193  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  【学会発表】 計6件(うち招待講演 2件/うち国際学会 5件) 1.発表者名	1605~1610 査読の有無 有
Batteries & Supercaps  掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/batt.202100193  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  【学会発表】 計6件(うち招待講演 2件/うち国際学会 5件) 1.発表者名	1605~1610 査読の有無 有
Batteries & Supercaps  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/batt.202100193  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  【学会発表】 計6件(うち招待講演 2件/うち国際学会 5件)  1 . 発表者名 Ji-Young Shin	1605~1610 査読の有無 有
Batteries & Supercaps  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/batt.202100193  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  〔学会発表〕 計6件(うち招待講演 2件/うち国際学会 5件)  1 . 発表者名 Ji-Young Shin	1605~1610 査読の有無 有
Batteries & Supercaps  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	1605~1610 査読の有無 有
Batteries & Supercaps  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/batt.202100193  オープンアクセス	1605~1610 査読の有無 有
Batteries & Supercaps  掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1002/batt.202100193  オープンアクセス	1605~1610 査読の有無 有
Batteries & Supercaps  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/batt.202100193  オープンアクセス	1605~1610 査読の有無 有
Batteries & Supercaps  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/batt.202100193  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  【学会発表】 計6件(うち招待講演 2件/うち国際学会 5件)  1.発表者名 Ji-Young Shin  2.発表標題 Contracted and Expanded Porphyrinoids from Dipyrrin Precursors	1605~1610 査読の有無 有

4 . 発表年 2019年

1.発表者名 Ji-Young Shin
2 . 発表標題 Electrochemistry of Antiaromatic NiNC
3 . 学会等名 NU-PKU Workshop "Solid-State Electrochemistry for Coordination Complexes"(招待講演)(国際学会)
4 . 発表年
2019年
1 . 発表者名 Ji-Young Shin, Nathan H. Faialaga, Hiroshi Shinokubo
2 . 発表標題 Synthesis of novel expanded porphyrinoids: Nill-induced nitrile cyclization of dicyanovinylene-bis(meso-aryl)dipyrrin
Synthesis of nover expanded porphyrinords. Nitr-induced intille cyclization of dicyanovinglene-ors(meso-aryl)dipyfrin
3 . 学会等名 10th International Conference on Porphyrins and Phthalocyanines (ICPP)(国際学会)
4 . 発表年
2018年
1.発表者名
辛 知映
2 . 発表標題
Some achievements on dipyrrin chemistry
3 . 学会等名
第2回集合有機分子機能研究会
4 . 発表年 2018年
1. 発表者名
Ji-Young Shin
2.発表標題
Synthesis and Characterization of Octahedral Colll Complex of Pyrrolopyrrolizine Derivative
3.学会等名
11th International Conference on Porphyrins and Phthalocyanines (ICPP)(国際学会) 4 . 発表年
4 . 完表年 2021年

1.発表者名
Ji-Young Shin
2.発表標題
Nickel(II) Norcorrole (NiNc) Batteries
11th International Conference on Porphyrins and Phthalocyanines (ICPP) (国際学会)
The international contentions on torphythic and thinarcoyalinios (1617) (EMFZ)
4.発表年
2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

6.研究組織

 0				
	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
---------	---------