

様 式 C-7-1

平成30年度科学研究費助成事業（科学研究費補助金）実績報告書（研究実績報告書）

所属研究機関名称		奈良先端科学技術大学院大学	機関番号	14603
研究 代表者	部局	先端科学技術研究科		
	職	教授		
	氏名	山田 容子		

1. 研究種目名

基盤研究(A)(一般)

2. 課題番号

16H02286

3. 研究課題名

『前駆体法』による芳香族機能性材料の開発・薄膜構造制御と有機デバイスへの展開

4. 研究期間

平成28年度～平成30年度

5. 領域番号・区分

—

6. 研究実績の概要

塗布型有機半導体や近赤外吸収発光材料をターゲットに、独自に展開してきた『前駆体法』により、材料開発を行った。『前駆体法』とは、光、熱、酸などの刺激により、溶液・薄膜・固体・結晶状態で化合物の構造変化を引き起こし、それに伴いin-situで物理的性質の発現やナノ構造制御を行う手法である。具体的には次の3点に焦点を絞り研究を展開した。

1)有機薄膜トランジスタ・太陽電池を志向した塗布型低分子有機半導体材料や近赤外吸収発光色素の開発：有機薄膜太陽電池の短絡電流(Jsc)、開放電圧(Voc)、フィルファクター(FF)それぞれの値を向上させるための因子を明らかにすることで、光電変換効率(PCE)向上に取り組んだ。

2)溶液プロセスによる有機薄膜ナノ構造制御と、高性能有機薄膜電子デバイス作製法の確立：簡便な溶液プロセスであるディップコート法に適した、ベンゾポルフィリン誘導体の合成を行い、成膜法の確立と有機薄膜トランジスタの作製を行い、置換基構造やポルフィリンの中心金属と薄膜構造、電荷移動度の相関について明らかにした。

3)分子性ナノグラフェン合成・ナノリボンボトムアップ合成・ナノ構造体の構築などを志向した新しい前駆体法の開発：ノナセンまでの高次アセンの基板上合成と、HOMO-LUMOエネルギーの見積もりから、ノナセンが金基板上では開殻ピラジカル構造であることを明らかにした。また、ポルフィリン類縁体をユニット構造に用いたポルフィリンナノベルトの合成に成功するなど、分子性ナノベルトの合成に取り組んだ。

7. キーワード

機能材料 有機半導体 薄膜構造制御 光反応 アセン ポルフィリン

8. 現在までの進捗状況

区分

理由

平成30年度が最終年度であるため、記入しない。

3 版

9. 今後の研究の推進方策

平成30年度が最終年度であるため、記入しない。

10. 研究発表（平成30年度の研究成果）

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 13件／うち国際共著論文 2件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Akira Tamoto, Naoki Aratani,* Hiroko Yamada*	4. 巻 358
2. 論文標題 Photophysical Properties and Structural Analysis of Modified Methylene Blues as Near Infrared Dyes	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Photochem. Photobiol. A: Chemistry.	6. 最初と最後の頁 441～446
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） doi.org/10.1016/j.jphotochem.2017.10.031	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 Kudo Naoki, Uchida Ken, Ikoma Tadaaki, Takahashi Kohtaro, Kuzuhara Daiki, Suzuki Mitsuharu, Yamada Hiroko, Kumagai Daichi, Yamaguchi Yuji, Nakayama Ken-Ichi	4. 巻 2
2. 論文標題 Transient Photocurrent Elucidating Carrier Dynamics and Potential of Bulk Heterojunction Solar Cells Fabricated by Thermal Precursor Approach	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Solar RRL	6. 最初と最後の頁 1700234～1700234
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/solr.201700234	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 Uehara Keiji, Mei Peifeng, Murayama Tomohisa, Tani Fumito, Hayashi Hironobu, Suzuki Mitsuharu, Aratani Naoki, Yamada Hiroko	4. 巻 -
2. 論文標題 An Anomalous Antiaromaticity That Arises from the Cycloheptatrienyl Anion Equivalent	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 European Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 4508～4511
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） doi.org/10.1002/ejoc.201800769	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 Mei Peifeng, Matsumoto Akinobu, Hayashi Hironobu, Suzuki Mitsuharu, Aratani Naoki, Yamada Hiroko	4. 巻 8
2. 論文標題 1,3-Phenylene-bridged naphthalene wheels synthesized by one-pot Suzuki-Miyaura coupling and the complex of the hexamer with C60	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 RSC Advances	6. 最初と最後の頁 20872~20876
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C8RA03601B	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 Suzuki Mitsuharu, Yamaguchi Yuji, Uchinaga Kensuke, Takahira Katsuya, Quinton Cassandre, Yamamoto Shinpei, Nagami Naoto, Furukawa Mari, Nakayama Ken-ichi, Yamada Hiroko	4. 巻 9
2. 論文標題 A photochemical layer-by-layer solution process for preparing organic semiconducting thin films having the right material at the right place	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chemical Science	6. 最初と最後の頁 6614~6621
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C8SC01799A	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 Xue Songlin, Kuzuhara Daiki, Aratani Naoki, Yamada Hiroko	4. 巻 57
2. 論文標題 [30]Hexaphyrin(2.1.2.1.2.1) as Aromatic Planar Ligand and Its Trinuclear Rhodium(I) Complex	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 9902~9906
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.8b00977	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 Koki Kawano, Hironobu Hayashi*, Shinya Yoshimoto, Naoki Aratani, Mitsuharu Suzuki, Jun Yoshinobu*, Hiroko Yamada*	4. 巻 24
2. 論文標題 An ethynylene-bridged pentacene dimer: two-step synthesis and charge transport property	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chemistry -A European Journal	6. 最初と最後の頁 14916~14920
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201803002	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 —

3 版

1. 著者名 Yuto Tamura, Mitsuharu Suzuki, Takaki Nakagawa, Tomoyuki Koganezawa, Sadahiro Masuo, Hironobu Hayashi, Naoki Aratani, Hiroko Yamada*	4. 巻 8
2. 論文標題 Improvement in Interlayer Structure of p_i_n-Type Organic Solar Cells with Use of Fullerene-Linked Tetrabenzoporphyrin as Additive	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 RSC Advances	6. 最初と最後の頁 35237~35245
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C8RA07398H	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 Manabu Ohtomo,* Hideyuki Jippo, Hironobu Hayashi, Jun-ichi Yamaguchi,	4. 巻 10
2. 論文標題 Interpolymer self-assembly of bottom-up graphene nanoribbons fabricated from fluorinated precursors.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ACS Applied Materials & Interfaces	6. 最初と最後の頁 31623~31630
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsami.8b11017	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 Mitsuaki Yamauchi, Yuya Miyamoto, Mitsuharu Suzuki, Hiroko Yamada, Sadahiro Masuo*	4. 巻 21
2. 論文標題 Photoconversion of 6, 13- α -Diketopentacene Single Crystals Exhibiting Light Intensity-Dependent Morphological Change	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Chemistry Chemical Physics	6. 最初と最後の頁 6348~6355
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c8cp06594b	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 Jos_ I. Urgel, Shantanu Mishra, Hironobu Hayashi, Jan Wilhelm, Carlo A. Pignedoli, Marco Di Giovannantonio, Masataka Yamashita, Nao Hieda, Pascal Ruffieux, Hiroko Yamada,* and Roman Fasel*	4. 巻 10
2. 論文標題 On-surface light-induced generation of higher acenes and elucidation of their open-shell character	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 861/1~9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-019-08650-y	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 Songlin Xue, Daiki Kuzuhara,* Naoki Aratani, Hiroko Yamada*	4. 巻 21
2. 論文標題 Synthesis of a Porphyrin(2.1.2.1) Nanobelt and its Ability to Bind Fullerene	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 2069~2072
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.9b00329	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 Hiroko Yamada,* Masataka Yamashita, Hironobu Hayashi, Mitsuharu Suzuki, Naoki Aratani	4. 巻 12
2. 論文標題 Semiconducting pi-Extended Tetrathiafulvalene Derivatives	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 18601~18612
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1002/chem.201802744	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8件（うち招待講演 8件／うち国際学会 5件）

1. 発表者名 山田 容子
2. 発表標題 前駆体法による機能性材料開発
3. 学会等名 ハリス理化学研究所イブニングセミナー（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山田 容子
2. 発表標題 グラフェンナノリボンの基板上合成
3. 学会等名 産研テクノサロン（招待講演）
4. 発表年 2018年

3 版

1. 発表者名 山田 容子
2. 発表標題 Development of pi-Extended Aromatic Materials Using Precursor Approach
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroko Yamada, Songlin Xue, Naoki Aratani, Daiki Kuzuhara
2. 発表標題 Hexaphyrin(2.1.2.1.2.1): Synthesis, Metal Complexes, and Substituent Effect
3. 学会等名 10th International Symposium on porphyrins and Phthalocianines (ICPP10)（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Daiki Kuzuhara,a Songlin Xue,b Naoki Aratani,b Hiroko Yamada
2. 発表標題 Constructions of Dimeric Triphyrin(2.1.1) and Porphyrin(2.1.2.1) Nanobelt
3. 学会等名 10th International Symposium on porphyrins and Phthalocianines(ICPP10)（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Naoki Aratani, Keiji Uehara, Peifeng Mei, Kohtaro Takahashi, Mitsuharu Suzuki, and Hiroko Yamada
2. 発表標題 Benzoporphyrin-conjugated Dyes with Near-Infrared Absorption
3. 学会等名 10th International Symposium on porphyrins and Phthalocianines(ICPP10)（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroko Yamada
2. 発表標題 Synthesis and Characterization of Large Acenes and Porphyrin(2.1.2.1) Nanobelt
3. 学会等名 The third international symposium on the synthesis and applications of curved organic pi-molecules & materials (Curo-pi3) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hironobu Hayashi, Hiroko Yamada
2. 発表標題 On-Surface Synthesis of Self-Assembled Graphene Nanoribbon from Partially Fluorinated Precursors
3. 学会等名 International workshop On-Surface Synthesis (OSS18) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Hiroko Yamada, Shiki Yagai	4. 発行年 2019年
2. 出版社 Pan Stanford Publishing.	5. 総ページ数 224
3. 書名 Light - Active Functional Organic Materials	

1 1. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 シクラセン前駆体およびその製造方法、並びに、ヘテロシクラセン前駆体およびその製造方法	発明者 林 宏暢、山田 容子、大友 悟、佐藤 静香	権利者 奈良先端科学技術大学院大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-037006	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

1 2. 科研費を使用して開催した国際研究集会

計0件

3 版

1 3. 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			
スイス	EMPA	—	—	—
米国	UCSB	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—

1 4. 備考

奈良先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科有機光分子科学研究室
http://mswebs.naist.jp/LABs/env_photo_greenmat/