

様式 Z - 7

平成27年度科学研究費助成事業 実績報告書(研究実績報告書)

1. 機関番号

1	4	6	0	3
---	---	---	---	---

 2. 研究機関名 奈良先端科学技術大学院大学
3. 研究種目名 基盤研究(B)(一般) 4. 研究期間 平成25年度～平成27年度
5. 課題番号

2	5	2	8	8	0	9	2
---	---	---	---	---	---	---	---
6. 研究課題名 前駆体法を利用した 共役拡張芳香族化合物の機能開拓

7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
2 0 3 7 2 7 2 4	ヤマダ ヒロコ	物質創成科学研究科	教授
	山田 容子		

8. 研究分担者

研究者番号	研究分担者名	所属研究機関名・部局名	職名
0 0 5 8 3 7 1 7	クズハラ ダイキ	物質創成科学研究科	助教
	葛原 大軌		
6 0 3 7 2 5 6 2	アラタニ ナオキ	物質創成科学研究科	准教授
	荒谷 直樹		

9. 研究実績の概要

『前駆体法』とは熱や光などの外部刺激による構造変化を利用して、溶解度や不安定性の問題から合成が困難な化合物の合成や、化学構造の変化に伴う物理的性質の大きな変化を、材料の機能変化として利用することを目的とする。本研究はこのような『前駆体法』を駆使して、系が大きく酸化されやすいアセン系化合物の合成；溶解度が低いために合成が困難な複素環化合物の新規合成ルートの開拓；前駆体に光や熱の外部刺激を与えることで発光や半導体特性などの物理特性を発現する潜在性機能材料の開発；に関する合成研究を包括的に行い、機能性材料の開発へと展開することを目的とした。

最終年度である今年度は、p及びn型の有機半導体材料の光変換前駆体・熱変換前駆体の開発、ナノリボンボトムアップ合成のためのユニット開発、ヘテロ原子を含む共役拡張分子の開発、ベンゾボルフィリン類縁体の合成を行った。とくに、n型有機半導体はp型に比べて格段に種類が少ないがフラレン誘導体の光変換前駆体を合成し、その反応性・溶解度などを詳細に検討した。p型材料においては、光変換前駆体法と蒸着法で、同様の電荷移動度と薄膜構造を有する半導体薄膜が得られることを確認した。一方熱変換前駆体法を利用して、ドナーアクセプター構造により長波長に吸収を有する含窒素化合物の合成を試みたところ、想定外のカップリング反応による二量体を得ることに成功した。またベンゾトリフィリン(2.1.1)は、酸素の2電子還元触媒として働くことがわかった。

10. キーワード

- (1) 機能性有機材料 (2) ペンタセン (3) TTF (4) BODIPY
 (5) イソインドール (6) 有機半導体材料 (7) 発光材料 (8)

(注)・印刷に当たっては、A4判(縦長)・両面印刷すること。

(1 / 13)

11. 現在までの進捗状況

(区分)

(理由)

27年度が最終年度であるため、記入しない。

12. 今後の研究の推進方策 等

(今後の推進方策)

27年度が最終年度であるため、記入しない。

(次年度使用額が生じた理由と使用計画)

(理由)

27年度が最終年度であるため、記入しない。

(使用計画)

27年度が最終年度であるため、記入しない。

13. 研究発表(平成27年度の研究成果)

(雑誌論文) 計(18)件/うち査読付論文 計(18)件/うち国際共著論文 計(6)件/うちオープンアクセス 計(0)件

著者名		論文標題				
S. Masuo*, W. Sato, Y. Yamaguchi, M. Suzuki, K. Nakayama, H. Yamada		Evaluation of Charge Transfer Efficiency of Organic Thin-Film Photovoltaic Devices Fabricated Using Fluorescence Microspectroscopy				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Photochem. Photobiol. Sci.	有	14	2 0 1 5	883-889	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1039/c4pp00477a						
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						

著者名		論文標題				
C. Wang, J. Zhang, G. Long, N. Aratani, H. Yamada, Y. Zhao, Q. Zhang*		Synthesis, Structure, and Air-stable N-type Field-Effect Transistor Behaviors of Functionalized Octaazanonacene-8,19-dione				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Angew. Chem. Int. Ed.	有	54	2 0 1 5	6292-6296	該当する	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1002/anie.201500972						
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						

著者名		論文標題				
C. Wang, M. Yamashita, B. Hu, Y. Zhou, J. Wang, J. Wu, F. Huo, P. S. Lee, N. Aratani, H. Yamada, Q. Zhang*		Synthesis, Characterization and Memory Performance of Two Organic Small Molecules through Donor-acceptor Design				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Asian J. Org. Chem.	有	4	2 0 1 5	646-651	該当する	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1002/ajoc.201500087						
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						

(課題番号: 25288092)

(注)・印刷に当たっては、A4判(縦長)・両面印刷すること。

著者名		論文標題				
A. Matsumoto, M. Suzuki, D. Kuzuhara, H. Hayashi, N. Aratani*, H. Yamada*		A Tetrabenzoperipentacene Having Stable Five-electron Donating Ability and a Discrete Triple-Layered - Graphite Form in Crystal				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Angew, Chem. Int. Ed.	有	54	2 0 1 5	8175-8178	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1002/anie.201502466						
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						

著者名		論文標題				
M. Yamashita, H. Hayashi, N. Aratani*, H. Yamada*		An electron-deficient tetrathiafulvalene-conjugated bistetracene				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Tetrahedron Lett.	有	56	2 0 1 5	3804-3808	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1016/j.tetlet.2015.04.080						
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						

著者名		論文標題				
C. Quinton, M. Suzuki*, Y. Kaneshige, Y. Tatenaka, C. Katagiri, Y. Yamaguchi, D. Kuzuhara, N. Aratani, K. Nakayama, H. Yamada*		Evaluation of semiconducting molecular thin films solution-processed via the photoprecursor approach: the case of hexyl-substituted thinoanthracenes				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
J. Mater. Chem.C	有	3	2 0 1 5	5995-6005	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1039/c5tc00794a						
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						

著者名		論文標題				
C. Wang, T. Okabe, G. Long, D. Kuzuhara, Y. Zhao, N. Aratani*, H. Yamada,* Q. Zhang*		A Novel D-p-A Small Molecule with N-heteroacene as Acceptor Moiety for Photovoltaic Application				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Dyes and Pigments	有	122	2 0 1 5	231-237	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
http://dx.doi.org/10.1016/j.dyepig.2015.06.029						
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						

著者名		論文標題				
M. Kojima, H. Hayashi, T. Aotake, S. Ikeda, M. Suzuki, N. Aratani, D. Kuzuhara, H. Yamada*		Indolizino[5,6-b]quinoxaline Derivatives: Intramolecular Charge Transfer Characters and NIR Fluorescence				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Chem. Asian J.	有	10	2 0 1 5	2337-2341	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
dx.doi.org/10.1002/asia.201500597						
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						

著者名		論文標題				
K. Mase, K. Ohkubo, Z. Xue, H. Yamada*, S. Fukuzumi*		Catalytic two-electron reduction of dioxygen catalysed by metal-free [14]tripyrrin(2.1.1)				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Chem. Sci.	有	6	2 0 1 5	6496-6504	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1039/C5SC02465J						
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						

著者名		論文標題				
D. Kuzuhara,* S. Miyake, H. Moriyama, Y. Tamura, N. Aratani, H. Yamada*		Facile synthesis of indolizino[3,4,5-ab]isoindoles by an acid-induced cyclization of 1,2-di(1H-pyrrol-2-yl)benzenes				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Tetrahedron Lett.	有	56	2015	4464-5567	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
doi:10.1016/j.tetlet.2015.08.044						
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						

著者名		論文標題				
K. Ohta, S. Hiraoka, Y. Tamura, H. Yamada, K. Tominaga		Charge-Carrier Dynamics in Benzoporphyrin Films Investigated by Time-Resolved THz Spectroscopy				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Appl. Phys. Lett.	有	107	2015	183302/1-5	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1063/1.4934690						
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						

著者名		論文標題				
Z. Wang, J. Miao, G. Long, P. Gu, J. Li, N. Aratani, H. Yamada, B. Liu,* Q. Zhang*		Full Characterization and photoelectrochemical behaviors of Pyrene-fused Octaazadecacene and Tetrazaaocetacene				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Chem. Asian J.	有	11	2016	482-485	該当する	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1002/asia.201501276						
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						

著者名		論文標題				
J. Zhang, C. Wang, G. Long, N. Aratani, H. Yamada, Q. Zhang*		Fusing N-heteroacene Analogues into One "Kinked" Molecule with Slipped Two-dimensional Ladder-like Packing				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Chem. Sci.	有	7	2016	1309-1313	該当する	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1039/C5SC03604F						
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						

著者名		論文標題				
Gaole Dai, Jingjing Chang, Jie Luo, Shaoqiang Dong, Naoki Aratani, Bin Zheng, Kuo-Wei Huang, Hiroko Yamada, and Chunyan Chi		Z-Shaped Pentaleno- Acene Dimers with High Stability and Low Band Gap				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Angew, Chem. Int. Ed.	有	55	2016	2693-2696	該当する	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1002/anie.201508919						
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						

著者名		論文標題				
Pan Hu, Sangsu Lee, Tun Seng Herng, Naoki Aratani, Théo P. Gonçalves, Qingbiao Qi, Xueliang Shi, Hiroko Yamada, Kuo-Wei Huang, Jun Ding*, Dongho Kim*, and Jishan Wu*		Towards Tetraradicaloid: The Effect of Fusion Mode on Radical Character and Chemical Reactivity				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
J. Am. Chem. Soc.	有	138	2016	1065-1077	該当する	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1021/jacs.5b12532						
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						

著者名		論文標題				
Kyohei Sezukuri, Mitsuharu Suzuki, Hironobu Hayashi, Daiki Kuzuhara, Naoki Aratani*, Hiroko Yamada*		Laterally p-expanded fluorone dye as an efficient near infrared fluorophore				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Chem. Commun	有	52	2016	4872-4875	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1039/C6CC00237D						
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						

著者名		論文標題				
Mitsuharu Suzuki, Yuji Yamaguchi, Kohei Takahashi, Katsuya Takahira, Tomoyuki Koganezawa, Sadahiro Masuo, Ken-ichi Nakayama*, and Hiroko Yamada*		Photoprecursor Approach Enables Preparation of Well-Performing Bulk-Heterojunction Layers Comprising a Highly Aggregating Molecular Semiconductor				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
ACS Appl. Mater. Interfaces	有	8	2016	8644-8651	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1021/acsami.6b00345						
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						

著者名		論文標題				
林宏暢, 鈴木充朗, 葛原大軌, 荒谷直樹, 山田容子		拡張 共役有機材料の機能開拓と溶液塗布によるデバイス作製プロセスへの応用				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
有機合成化学協会誌	有	73	2015	1232-1244	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
なし						
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(12)件/うち招待講演 計(6)件/うち国際学会 計(9)件

発表者名		発表標題	
D. Kuzuhara, K. Takahashi, N. Yamada, Y. Yamaguchi, M. Suzuki, N. Aratani, K. Nakayama, H. Yamada		Synthesis of Benzoporphyrin-Diketopyrrolopyrrole Conjugates and Application for Organic Solar Cells	
学会等名		発表年月日	発表場所
227th ECS Meeting (国際学会)		2015年05月24日 ~ 2015年05月28日	Chicago (USA)

発表者名		発表標題	
D. Kuzuhara, T. Okabe, M. Suzuki, N.i Aratani, H. Yamada		Porphycene-Diketopyrrolopyrrole Conjugates As p-Type Organic Solar Cell Materials	
学会等名		発表年月日	発表場所
227th ECS Meeting (国際学会)		2015年05月24日 ~ 2015年05月28日	Chicago (USA)

発表者名		発表標題	
H. Yamada, M. Suzuki, Y. Yamaguchi, K. Nakayama		Photoprecursor approach as an effective means for preparing multilayer organic photovoltaic devices by solution processes	
学会等名		発表年月日	発表場所
ICMAT2015 (招待講演) (国際学会)		2015年06月28日 ~ 2015年07月03日	Singapore

発表者名		発表標題	
Hironobu Hayashi, Hiroko Yamada		Synthesis of Acene for Bandgap Modulated Graphene Nanoribbon	
学会等名		発表年月日	発表場所
ISNA16 2015 (国際学会)		2015年07月05日 ~ 2015年07月10日	Madrid (Spain)

発表者名	発表標題	
Akinobu Matsumoto, Mitsuharu Suzuki, Daiki Kuzuhara, Hironobu Hayashi, Naoki Aratani and Hiroko Yamada	Synthesis and Physical Properties of a Tetrabenzoperipentacene	
学会等名	発表年月日	発表場所
ISNA16 2015 (国際学会)	2015年07月05日 ~ 2015年07月10日	Madrid (Spain)

発表者名	発表標題	
Hiroko Yamada	Precursor Approach for the Preparation of Organic Semiconducting Materials	
学会等名	発表年月日	発表場所
第13回日本-ベルギー高分子科学シンポジウム(招待講演)(国際学会)	2015年11月15日 ~ 2015年11月18日	奈良女子大学(奈良県奈良市)

発表者名	発表標題	
Mitsuharu Suzuki, Yuji Yamaguchi, Ken-ichi Nakayama, Hiroko Yamada	Controlling Vertical Composition Profile in Organic Photovoltaic Active Layers through the Photoprecursor Approach	
学会等名	発表年月日	発表場所
2015 MRS Fall Meeting & Exhibit (国際学会)	2015年11月29日 ~ 2015年12月04日	Boston (USA)

発表者名	発表標題	
Kotaro Takahashi, Bowen Shan, Xiaomin Xu, Daiki Kuzuhara, Mitsuharu Suzuki, Naoki Aratani, Tomoyuki Koganezawa, Qian Miao, Hiroko Yamada	solution-processed organic field-effect transistors of soluble tetrabenzoporphyrins	
学会等名	発表年月日	発表場所
2015 MRS Fall Meeting & Exhibit (国際学会)	2015年11月29日 ~ 2015年12月04日	Boston (USA)

発表者名	発表標題	
Mitsuharu Suzuki, Yuji Yamaguchi, Ken-ichi Nakayama, Hiroko Yamada	Photoprecursor approach towards efficient solution-processed organic solar cells	
学会等名	発表年月日	発表場所
Pacificchem (招待講演) (国際学会)	2015年12月15日 ~ 2015年12月20日	Honolulu (USA)

発表者名	発表標題	
山田 容子	新しい導電性材料 電子系の科学	
学会等名	発表年月日	発表場所
ソースとニーズの会 (招待講演)	2015年09月02日	産業技術総合研究所臨海副都心センター (東京都江東区)

発表者名	発表標題	
山田容子、鈴木充朗、山口裕二、中山健一	"前駆体法"による低分子塗布型有機薄膜太陽電池の構築	
学会等名	発表年月日	発表場所
第64回高分子科学討論会 (招待講演)	2015年09月15日 ~ 2015年09月17日	東北大学 (宮城県仙台市)

発表者名	発表標題	
山田容子	溶液プロセスによる積層型有機薄膜太陽電池の開発	
学会等名	発表年月日	発表場所
2015年 日本化学会中国四国支部大会 (招待講演)	2015年11月14日 ~ 2015年11月15日	岡山大学 (岡山県岡山市)

(図書) 計(0)件

著者名	出版社		
書名	発行年	総ページ数	

14. 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	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	出願年月日	国内・外国の別
有機化合物及びその利用	荒谷直樹、山田容子、青竹達也、井内俊文、山本達也	同左	特許、特願2016-011879	2016年01月25日	国内

(取得) 計(0)件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	取得年月日	国内・外国の別
				出願年月日	

15. 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

国際研究集会名	開催年月日	開催場所

16.本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

(1)国際共同研究：国際共同研究である

共同研究相手国	相手方研究機関			
Singapore	National University of Singapore	Nanyang Technological University	-	-
USA	University of Massatusets	-	-	-
Hong Kong	the Chinese University of Hong Kong	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	/	/	/	/

17.備考