

平成23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）

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)      4. 研究期間 平成22年度～平成24年度

5. 課題番号 

2	2	3	5	0	0	8	3
---	---	---	---	---	---	---	---

6. 研究課題名 光変換前駆体法を利用したバルクヘテロ層の薄膜構造制御と機能との相関の解明

7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
20372724	やまだ ひろこ 山田 容子	物質創成科学研究科	准教授

8. 研究分担者(所属研究機関名については、研究代表者の所属研究機関と異なる場合のみ記入すること。)

研究者番号	研究分担者名	所属研究機関名・部局名	職名
20324808	なかやま けんいち 中山 健一	山形大学大学院・理工学研究科	准教授

9. 研究実績の概要

下欄には、当該年度に実施した研究の成果について、その具体的内容、意義、重要性等を、交付申請書に記載した「研究の目的」、「研究実施計画」に照らし、600字～800字で、できるだけ分かりやすく記述すること。また、国立情報学研究所でデータベース化するため、図、グラフ等は記載しないこと。

本研究は有機薄膜太陽電池に代表されるバルクヘテロ型有機薄膜層の層分離構造と機能との相関の解明を目的とする。特に、前駆体からアセン類への定量的光変換反応を利用し、新規光変換型前駆体を設計・開発すること、高分子や可溶性低分子と組み合わせたバルクヘテロ薄膜中に、蒸着法では不可能な薄膜構造制御を行い、薄膜の結晶成長過程や薄膜の微細構造と光電変換特性との相関を検証することを目的としている。2年目にあたる本年度は実施計画に基づき以下のように研究を行った。

計画1. ペンタセンジケトンを用いたペンタセンの導電性薄膜の構造と機能の相関の解明  
本年度は、溶媒の種類、濃度、照射強度と時間、アニーリング温度、表面処理剤などを系統的に調査し、本手法により作成したFET特性を0.1cm<sup>2</sup>/Vsから0.86 cm<sup>2</sup>/Vsまで改善することに成功した。FET特性の向上と膜構造の相関をAFM, XRD, IRにより検討した。

計画2. 薄膜構造への構造異性体や置換基効果の検討  
6,13-ペンタセンジケトンと5,14-ペンタセンジケトンの光反応性、結晶性などを詳細に検討した。また薄膜構造制御を目的にアルキルペンタセンのジケトン前駆体の合成に着手し、いくつかのテトラアルキルペンタセンの合成に成功した。

計画3. n型半導体を含む新規のアセンジケトン化合物の開発と有機半導体への変換  
新規チオフエン縮環アセンジケトンの合成に成功し、光反応性、FET特性、薄膜構造に関して詳細に検討した。

計画4. 溶液塗布によるジケトン前駆体を含むバルクヘテロ層の構造制御  
本手法を用いた溶液塗布型有機薄膜太陽電池の作成に着手し、まずn型材料にフラーレンを用いてpn接合型太陽電池を作成した。その結果、蒸着法により作成されたものに匹敵する性能を得ることに成功した。

10. キーワード

- |           |         |              |              |
|-----------|---------|--------------|--------------|
| (1) ペンタセン | (2) 光反応 | (3) 有機薄膜太陽電池 | (4) バルクヘテロ構造 |
| (5) 有機半導体 | (6)     | (7)          | (8)          |

11. 現在までの達成度

下欄には、交付申請書に記載した「研究の目的」の達成度について、以下の区分により自己点検による評価を行い、その理由を簡潔に記述すること。また、国立情報学研究所でデータベース化するため、図、グラフ等は記載しないこと。  
 <区分>①当初の計画以上に進展している。 ②おおむね順調に進展している。 ③やや遅れている。 ④遅れている。

(区分) ②おおむね順調に進展している。
(理由) ペンタセングレイトン前駆体を利用した FET 特性において、蒸着膜に匹敵する値がえられたため、本手法は実用可能なレベルに到達している。また、薄膜構造制御のための置換ペンタセンの合成もほぼ目処がたっている。さらに pn 接合型太陽電池の作成も成功した。従って最終年度に塗布法によりバルクヘテロ型太陽電池を構築する準備は整ったと言える。

12. 今後の研究の推進方策

本研究課題の今後の推進方策について簡潔に記述すること。研究計画の変更あるいは研究を遂行する上での問題点があれば、その対応策なども記述すること。また、国立情報学研究所でデータベース化するため、図、グラフ等は記載しないこと。

今後は、n 型材料と混ぜ合わせたバルクヘテロ構造を、溶液塗布と光変換により作成すること、得られたバルクヘテロデバイスの薄膜構造を詳細に検討し、光電変換効率との相関を見いだすこと、置換ペンタセン誘導体を利用して、薄膜構造を制御を行い、効率向上への指針を得ることを目的に研究を進める。
--

13. 研究発表（平成 23 年度の研究成果）

※ 「13. 研究発表」欄及び「14. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況」欄において記入欄が不足する場合には、適宜記入欄を挿入し、それによりページ数が増加した場合は、左端を糊付けすること。

〔雑誌論文〕 計 (3) 件      うち査読付論文 計 (1) 件

著者名	論文標題				
Tatsuya Aotake, Shinya Ikeda, Daiki Kuzuhara, Shigeki Mori, Tetsuo Okujima, Hidemitsu Uno, Hiroko Yamada	Synthesis, Structure, and Photochemistry of 5,14-Diketopentacene				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年		最初と最後の頁
Eur. J. Org. Chem	有	-	2	012	1723-1729
掲載論文の DOI (デジタルオブジェクト識別子)					
10.1002/ejoc.201101736					

著者名	論文標題				
山田容子、葛原大軌、勝田修平、奥島鉄雄、宇野英満	前駆体法を利用した機能性 $\pi$ 共役拡張化合物の合成と物性				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年		最初と最後の頁
有機合成化学協会雑誌	無	69	2	011	802-813
掲載論文の DOI (デジタルオブジェクト識別子)					
-					

著者名	論文標題				
山田容子、葛原大軌	前駆体法を利用した p 共役拡張化合物の開発				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年		最初と最後の頁
未来材料	無	12	2	012	20-27
掲載論文の DOI (デジタルオブジェクト識別子)					
-					

〔学会発表〕計(15)件 うち招待講演 計(5)件

発表者名	発表標 題	
山田容子	塗布型有機半導体材料の開発	
学会等名	発表年月日	発表場所
SEMI Forum 2011 Japan (招待講演)	2011年5月31日	グランキューブ大阪 (大阪国際会議場)

発表者名	発表標 題	
山田容子	ペンタセン骨格を有する塗布型有機電子材料の開発	
学会等名	発表年月日	発表場所
応用物理学会 有機分子・バイオエレクトロニクス分科会 研究会	2011年6月25日	神戸大学

発表者名	発表標 題	
山田容子・及川悦誠・清田達郎・大橋知佳・青竹達也・勝田修平・中山健一	光変換前駆体法による塗布型低分子有機半導体材料の開発と評価	
学会等名	発表年月日	発表場所
日本学術振興会第175委員会主催の「第8回次世代の太陽光発電システムシンポジウム」	2011年6月30日	じゅうろくプラザ、岐阜

発表者名	発表標 題	
山田容子・大橋知佳・及川悦誠・青竹達也・勝田修平・中山健一	塗布型低分子有機半導体材料の開発	
学会等名	発表年月日	発表場所
CREST 有機太陽電池シンポジウム (招待講演)	2011年7月15日	京都大学 おうばくプラザ・きはだホール

発表者名	発表標 題	
中山健一, 及川悦誠, 大橋知佳, 城戸淳二, 山田容子	光変換型ペンタセンFETにおける溶媒添加効果	
学会等名	発表年月日	発表場所
第72回応用物理学会学術講演会	2011年9月2日	山形大学

発表者名	発表標 題	
伊藤穂積・朝日剛・青竹達也・山田容子	ペンタセンジケトン誘導体の結晶中における光反応	
学会等名	発表年月日	発表場所
2011年光化学討論会	2011年9月8日	宮崎観光ホテル

発表者名	発表標 題	
青竹達也・山下裕子・森重樹・奥島鉄雄・宇野英満・山田容子	5, 14-ペンタセンジケトンの合成と光物性	
学会等名	発表年月日	発表場所
2011年光化学討論会	2011年9月8日	宮崎観光ホテル

発表者名	発表標 題	
山田容子	Development of Small Molecular Organic Semiconductors for Printed Electronics	
学会等名	発表年月日	発表場所
錯体化学会第61回討論会 (招待講演)	2011年9月17日	岡山理科大学

発表者名	発表標題		
山田 容子	塗布型低分子有機電子材料の開発		
学会等名	発表年月日	発表場所	
電子情報通信学会 (招待講演)	2011年9月21日	中之島公会堂、大阪	

発表者名	発表標題		
山田容子、勝田修平、青竹達也、及川悦誠、大橋知佳、中山健一	ペンタセン系塗布型有機電子材料の開発		
学会等名	発表年月日	発表場所	
第60回高分子討論会 (依頼講演)	2011年9月28日	岡山大学	

発表者名	発表標題		
山田容子	低分子塗布型有機半導体材料の開発		
学会等名	発表年月日	発表場所	
太陽電池研究会 (招待講演)	2011年11月25日	和歌山大学	

発表者名	発表標題		
Ken-ichi Nakayama, Yoshisato Oikawa, Chika Ohashi, Junji Kido, Hiroko Yamada	Film structure and FET performance of pentacene from soluble photoprecursor		
学会等名	発表年月日	発表場所	
2011 MRS Fall Meeting	2011年11月28日	Boston, USA	

発表者名	発表標題		
大橋知佳, 山田容子, 中山健一	光変換型ペンタセンFETにおける光照射条件の検討		
学会等名	発表年月日	発表場所	
2012春季第59回応用物理学会	2012年3月16日	早稲田大学、東京	

発表者名	発表標題		
元山貴雄, 清田達郎, 山田容子, 中山健一	可溶性ペンタセン前駆体を用いた積層型有機太陽電池		
学会等名	発表年月日	発表場所	
2012春季第59回応用物理学会	2012年3月18日	早稲田大学、東京	

発表者名	発表標題		
青竹達也・大橋知佳・勝田修平・中山健一・山田容子	可溶性前駆体を用いた含チオフェンアセン誘導体の合成とOFET特性		
学会等名	発表年月日	発表場所	
日本化学会第92春季年会	2012年3月26日	慶応義塾大学・神奈川	

[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
化合物、これを含むインク及び薄膜、ヘテロアセン化合物の製造方法及び薄膜の製造方法、並びに、この薄膜の製造方法により得られた薄膜を備える有機半導体デバイス	山田容子、兼重吉孝、山手信一	住友化学株式会社、国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学	特願2012-033189	2012/2/17	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. 備考

※ 研究者又は所属研究機関が作成した研究内容又は研究成果に関するwebページがある場合は、URLを記載すること。

<a href="http://mswebs.naist.jp/courses/guidance/24.html">http://mswebs.naist.jp/courses/guidance/24.html</a>  <a href="http://nk.yz.yamagata-u.ac.jp/nk/index.html">http://nk.yz.yamagata-u.ac.jp/nk/index.html</a>
--