

様式 C-7-1

令和2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	助教		
	氏名	林 宏暢		

1. 研究種目名 基盤研究(B)(一般) 2. 課題番号 20H02816

3. 研究課題名 高次アセンの構造物性相関理解の深化と基板上ナノカーボン合成への展開

4. 研究期間 令和2年度～令和4年度 5. 領域番号・区分 -

6. 研究実績の概要

ベンゼン環が直線状に縮合された高次アセンは、高い電荷輸送特性や基底状態でのピラジカル性など興味深い物性を示すことに加え、基板上合成によるナノカーボン材料作製の前駆体として利用されている。したがって、高次アセンの構造・物性・反応性相関の本質的理解は、所望の物性を有するナノカーボン材料の革新的合成法開拓に結びつく。本研究では、革新的ナノカーボン合成の実現を目指し、次の目的に沿って研究を推進している。

1) 高次アセンの構造・物性相関理解の深化
 2) 光反応を利用した基板上ナノカーボン合成の実現
 3) 制約の多い従来型の基板上合成手法からの脱却

これまで、主に1)に関する研究を推進した。まず、ベンゼン環が7つ直線上に縮環した高次アセンであるヘプタセンに関して、光変換型ヘプタセン前駆体単結晶中へのレーザー照射により、結晶内部でヘプタセンへの変換反応を達成した。吸収スペクトルの経時変化を観測したところ、ヘプタセンの生成に由来する吸収ピークが照射時間の増加に伴い上昇していることから、生成したヘプタセンは単結晶内部で分解（酸化）していないことが示唆される結果となった。したがって、本手法は単結晶内部が外部環境から隔離された空間であることを示しており、不安定分子の精製・単離手法として本手法を適用できる可能性があることがわかった。また、ベンゼン環が9つ直線上に縮環した高次アセンであるノナセンの光変換反応（超高真空下）を、Au(111)基板上ではなくgraphene/Ru(111)上で行うと効率良く変換反応が進行することを確認した。2)に関しては、高次アセン前駆体への光照射によって興味深い現象が得られており、そのメカニズム解析を行っている。3)に関しては、ナノカーボン材料としてグラフェンナノリボン（GNR）に着目し、GNR作製に必要となるGNR前駆体ポリマーの合成を行っている。

7. キーワード

表面合成 グラフェンナノリボン アセン ナノカーボン 光反応

8. 現在までの進捗状況

区分 (2) おおむね順調に進展している。

理由
 (1) 高次アセンの構造・物性相関理解の深化、(2) 光反応を利用した基板上ナノカーボン合成の実現、(3) 制約の多い従来型の基板上合成手法からの脱却、の3点に関して研究を推進中であるが、1)に関して多くの成果を得ることができている。実際、すでに論文として1報を報告した。さらに、これまでの研究で得られた中間体から、系統的に窒素を導入した高次アセンを合成できることが明らかになり、これを展開するべく集中して実験を行なっている。2および3に関しては、予備的な実験データが得られつつあるため、概ね順調に進展していると考えている。

2 版

9. 今後の研究の推進方策

上記で示した1については、これまでの研究において合成ルートの検討は終了したと言って良い。従って令和3年度は、さらに合成を進めるだけでなく、合成した化合物の構造・物性相関の解明に焦点を当て研究を推進する。2に関しては、光照射による高次アセンの変換反応メカニズム解析に関して引き続き検討を行う。3に関しては、超高真空下という厳しい環境や昇華の必要性という、従来のon-surface合成で必須であった条件を取り払った簡便な表面合成手法の開発に取り組んでいる。その検討に必要な化合物(グラフェンナノリボン前駆体)の合成は完了しつつある。今後は、グラフェンナノリボン前駆体の縮環反応に関して、独自に考案した表面合成法の適用を推進する。

10. 研究発表(令和2年度の研究成果)

〔雑誌論文〕 計2件(うち査読付論文 2件/うち国際共著論文 1件/うちオープンアクセス 0件)

1. 著者名 Zhu Juanjuan, Hayashi Hironobu, Chen Meng, Xiao Chengyi, Matsuo Kyohei, Aratani Naoki, Zhang Lei, Yamada Hiroko	4. 巻 -
2. 論文標題 Synthesis and Evaluation of Charge Transport Property of Ethynylene Bridged Anthracene Oligomers	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Macromolecular Chemistry and Physics	6. 最初と最後の頁 2100024 ~ 2100024
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/macp.202100024	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 Hayashi Hironobu, Hieda Nao, Yamauchi Mitsuaki, Chan Yee Seng, Aratani Naoki, Masuo Sadahiro, Yamada Hiroko	4. 巻 26
2. 論文標題 Visible Light Induced Heptacene Generation under Ambient Conditions: Utilization of Single crystal Interior as an Isolated Reaction Site	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 15079 ~ 15083
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202002155	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2件(うち招待講演 1件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 林宏暢
2. 発表標題 前駆体法を用いた高次アセン合成と機能性材料創出への展開
3. 学会等名 ACE Meeting Online II(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 林 宏暢, 山口 淳一, 實宝 秀幸, 塩足 亮隼, 大伴 真名歩, 荒谷 直樹, 大淵 真里, 杉本 宜昭, 佐藤 信太郎, 山田 容子
2. 発表標題 炭素原子17個分の幅を有するアームチェア型グラフェンナノリボンの基板上合成
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

1 1. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

計0件（うち出願0件 / うち取得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

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			
スペイン	Universidad Autonoma de Madrid	IMDEA-Nanociencia	-	-
中国	北京化工大学	-	-	-
スイス	Empa	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

1 4. 備考

-