

様 式 Z - 7

平成 2 5 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) 4. 研究期間 平成 2 5 年度 ~ 平成 2 7 年度
5. 課題番号

2	5	2	8	6	0	4	2
---	---	---	---	---	---	---	---
6. 研究課題名 TPC0結晶の量子コヒーレンスがもたらす超放射現象

7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
0 0 2 2 0 1 7 9	ヤナギ ヒサオ	物質創成科学研究科	教授
	柳 久雄		

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
1 0 3 9 0 6 4 2	カツキ ヒロユキ	物質創成科学研究科	准教授
	香月 浩之		

9. 研究実績の概要

強発光性の 共役オリゴマーである(チオフェン/フェニレン)コオリゴマー (TPC0) の低次元結晶を短パルスレーザーで強励起したときに、結晶を自己共振器とする光励起レーザー発振が起こる励起密度閾値前後で観測される時間遅れを伴ったパルス型遅延発光の起源を解明するため、TPC0誘導体分子を用いた集合体設計を行い、結晶中における会合構造や分子配向と遅延特性の関係を調べた。

(1) シアノ基置換したTPC0分子の結晶成長と構造決定
 代表的なTPC0分子であるBP1Tの分子両末端にシアノ基を導入したBP1T-CN分子を用いて気相成長による結晶化を行い、BP1T-CNはこれまで報告されているTPC0分子とは異なる三斜晶系に属するロッド状や薄板状結晶を形成することを明らかにした。このBP1T-CN単結晶を用いて光励起発光測定を行った結果、結晶端面をファブリ-ペロー共振器とするレーザー発振が得られ、その発振励起密度前閾値領域で最大50 psのパルス型遅延発光を観測した。この遅延時間は、これまで斜方晶系のTPC0結晶で観測されたものより短いことから、結晶中における分子パッキングの違いによる分子間励起子相互作用が遅延時間に影響を及ぼしていることが明らかとなった。

(2) 量子コヒーレンスの観測
 (1)で観測されたBP1T-CN結晶のパルス型遅延発光に量子コヒーレンスが関与しているかどうかを調べるために、ロッド状結晶を用いたダブルスリット実験を行った。BP1T-CN結晶をフェムト秒パルスレーザーで強励起し、ロッド状結晶の両端から放射した発光をダブルスリットを通して干渉させた結果、離れた二点間の発光が空間的なコヒーレンスをもっていることがわかった。このコヒーレンスが、単にレーザー発振で生じたものか、量子コヒーレンスによるものか、今後の検証が必要である。

10. キーワード

- (1) 超放射 (2) 量子コヒーレンス (3) 有機レーザー (4) _____
 (5) _____ (6) _____ (7) _____ (8) _____

11. 現在までの達成度

(区分)(2) おおむね順調に進展している。

(理由)

今年度の実施計画に上げたTPCO誘導体分子の設計と合成およびTPCO集合体の構造設計と結晶成長に関しては、新しいBP1T-CN分子を用いた結晶化とその構造の決定に至ったので、当初の目的を達成した。もう一つ計画した量子コヒーレンスの実証については、BP1T-CN結晶からパルス型遅延発光を観測するとともに、ダブルスリット実験により発光の空間的コヒーレンスを確認できたことから、まだ量子コヒーレンスの実証までには至っていないものの、当初の計画がほぼ順調に計画が進展している。

12. 今後の研究の推進方策 等

(今後の推進方策)

今年度に行ったBP1T-CN結晶を用いたダブルスリット実験により得られた発光の空間的コヒーレンスに、励起分子間の量子コヒーレンスが関与しているかどうかを明らかにしていく。そのため、Ti:Sパルスレーザーを用いたポンプ-プローブ実験を行う。発光強度をポンプ光に対するプローブ光の遅延時間を変化させて測定することにより量子コヒーレンスの存在を明らかにし、その持続時間(位相緩和時間)を求める。また、2組のパルス対を用いたアンチストークスマン散乱(CARS)測定を行い、量子コヒーレンスに結晶中のコヒーレントな分子振動(コヒーレントフォノン)が関与しているかどうかを調べる。さらに、今年度行ったダブルスリット実験を継続して行い、コヒーレンスの空間的な広がりだけでなくその時間発展を調べる。

(次年度使用額が生じた理由と使用計画)

(理由)

今年度、基金分に未使用金が生じた。その主な理由は、当初予算計上していた機器修理費と謝金等を支出しなかったためである。

(使用計画)

未使用金は、平成26年度の物品費のうち、消耗品費(光学部品、基板類、薬品類)に充当して計画的に使用する。

13.研究発表(平成25年度の研究成果)

(雑誌論文) 計(3)件 うち査読付論文 計(3)件

著者名		論文標題			
Munetaka Maruyama, Takeshi Yamao, Shu Hotta, and Hisao Yanagi		Hybrid crystals based on thiophene/phenylene co-oligomers			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	
Displays	有	34	2 0 1 3	442-446	
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)					
10.1016/j.displa.2013.08.010					

著者名		論文標題			
Hisao Yanagi, Yusuke Marutani, Naoki Matsuoka, Toru Hiramatsu, Atsushi Ishizumi, Fumio Sasaki, and Shu Hotta		Resonant stimulation of Raman scattering from single-crystal thiophene/phenylene co-oligomers			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	
Applied Physics Letters	有	103	2 0 1 3	243301/1-4	
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)					
10.1063/1.4842216					

著者名		論文標題			
Fumio Sasaki, Hiroyuki Mochizuki, Satoshi Haraichi, Hisao Yanagi, Takeshi Yamao, and Shu Hotta		Processing condition dependence of time-resolved photoluminescence in thiophene/phenylene co-oligomers microcavities			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	
Japanese Journal of Applied Physics	有	53	2 0 1 4	01AD07/1-4	
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)					
10.7567/JJAP.53.01AD07					

(学会発表) 計(8)件 うち招待講演 計(0)件

発表者名	発表標題	
Hitoshi Mizuno, Hiroyuki Katsuki, Hisao Yanagi, Fumio Sasaki, Shu Hotta, K. Ohmori	Observation of interferometric structure in fluorescence from thiophene/phenylene co-oligomer crystal	
学会等名	発表年月日	発表場所
The 10th Conference on Laser and Electro-Optics Pacific Rim	2013年06月30日 ~ 2013年07月04日	Kyoto

発表者名	発表標題	
Frieder L. Muentze, Hisao Yanagi, and Derck Schlettwein	Epitaxial growth and crystallochromy of different -sexithiophene crystalline polymorphs	
学会等名	発表年月日	発表場所
The 12h European Conference on Molecular Electronics	2013年09月03日 ~ 2013年09月07日	London

発表者名	発表標題	
Frieder L. Muentze, Derck Schlettwein, and Hisao Yanagi	Epitaxially Grown Nanofibers of -Sexithiophene with Crystallochromic Polymorphs	
学会等名	発表年月日	発表場所
第74回応用物理学会学術講演会	2013年09月16日 ~ 2013年09月20日	同志社大学(京都)

発表者名	発表標題	
早川昂志、山下兼一、山雄健史、堀田収、柳久雄	(チオフェン/フェニレン)コオリゴマーを活性層に用いた微小共振器の作製	
学会等名	発表年月日	発表場所
第74回応用物理学会学術講演会	2013年09月16日 ~ 2013年09月20日	同志社大学(京都)

発表者名	発表標題	
水野 斎、香月 浩之、柳 久雄、佐々木 史雄、堀田 収、大森 賢治	(チオフェン/フェニレン)コオリゴマー単結晶のレーザー発振ダイナミクス	
学会等名	発表年月日	発表場所
応用物理学会関西支部平成25年度第2回講演会	2013年10月09日～2013年10月09日	奈良先端科学技術大学院大学(奈良)

発表者名	発表標題	
風間達、香月浩之、柳久雄	有機分子性結晶における空間コヒーレンス観測系の構築	
学会等名	発表年月日	発表場所
応用物理学会関西支部平成25年度第3回講演会	2014年02月28日～2014年02月28日	大阪大学(大阪)

発表者名	発表標題	
佐々木史雄、望月博孝、原市 聡、柳 久雄、山雄健史、堀田 収	有機結晶からなるマイクロディスク共振器のパーセル効果	
学会等名	発表年月日	発表場所
第61回応用物理学会春季学術講演会	2014年03月17日～2014年03月20日	青山学院大学(神奈川)

発表者名	発表標題	
田中庸介、水野 斎、柳 久雄、早川昂志、中畑拓也、山下兼一、山雄健史、堀田 収、佐々木史雄	面発光性TPCO結晶を用いたマイクロキャピティの作製	
学会等名	発表年月日	発表場所
第61回応用物理学会春季学術講演会	2014年03月17日～2014年03月20日	青山学院大学(神奈川)

