

様 式 Z - 7

平成 2 7 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 2 6 年度 ~ 平成 2 8 年度
5. 課題番号

2	6	2	8	7	0	9	3
---	---	---	---	---	---	---	---
6. 研究課題名 有機分子性結晶における励起子ポラリトンのコヒーレント制御

7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	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		

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

9. 研究実績の概要

前年に引き続きキャビティフォトンと分子励起子の強結合状態を生成するため、まず 2 枚の DBR ミラーで構成した微小キャビティ中に溶液成長によりアントラセン結晶を作成し、その角度依存反射スペクトル及び角度依存蛍光スペクトルの測定を行った。得られた結果は標準的な二準位間の真空ラビ分裂モデルでフィットすることができ、解析の結果ラビ分裂の大きさとして ~ 300 meV 程度という値が得られた。二状態以上の複雑なスペクトルが観測されている原因は結晶厚さ方向の次数の異なる光子モードが共存しているためと考えられる。次に TDAF 分子でも同様の実験を行った。DBR ミラーの代わりにアルミ蒸着によって基板の上にキャビティを作成した。こちらのサンプルでも角度依存の反射スペクトルが観測され、ラビ分裂は ~ 400 meV と見積もられた。これらの値は過去の先行研究で報告された値とほぼ同程度であり、強結合状態が実現されていると考えられる。

これと並行して、二次元位相変調により空間位相分布を制御したパルスを用いて、固体パラ水素をターゲットに異なる位相を持った振動波動関数を書き込む実験を行った。集光面で 2x2 のスポット形状になるように波面を整形し、さらにそれぞれのスポットに任意の相対位相を付与するマスクを準備した。この変調パルスを用いて固体パラ水素結晶内に振動波動関数を書き込み、その状態を遅延時間経過後に量子干渉の手法により読み出した。読み取りは弱く集光したプローブ光を用いることにより、振動波動関数の空間分布を一括して読み取ることに成功した。

10. キーワード

- (1) コヒーレント制御 (2) 励起子ポラリトン (3) 二次元位相変調 (4) 固体パラ水素
- (5) _____ (6) _____ (7) _____ (8) _____

(注) ・印刷に当たっては、A 4 判 (縦長) ・両面印刷すること。

(1 / 5)

11. 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)

アントラセンおよび、TDAFの両サンプルにおいて強結合状態の生成に成功した。TDAFにおいて、角度異存の蛍光スペクトルの計測ができていないが、おそらく使用したキャビティが誘電体層ではなくアルミ積層であるため、Q値が低く、線幅が広がりすぎていることが要因である。今後DBRミラーを発注して、TDAFにおいても角度依存蛍光観測を行う。

空間位相変調素子を用いて任意位相状態を持った光パルスを生成する手法は、読み出しまで含めて立ち上げることに成功した。現在は固体パラ水素を対象とした実験を行っているが同様な技術はポラリトンに対しても有用であると考えている。

12. 今後の研究の推進方策 等

(今後の推進方策)

ポラリトン系の時間依存ダイナミクスの観測を進めていくためには励起光源として、よりパルスエネルギーの高い再生増幅器ベースのフェムト秒レーザーが必要である。現状では自研究室で光源を準備することができていないため、かねての計画に従い平成28年4月から関西光科学研究所の板倉博士らと共同研究を開始し、彼らが所持する再生増幅レーザー光源を使用して強励起条件下での凝縮などの現象を確認する。また、緩和のダイナミクスや時間スケールの確認のため、アップコンバージョン光学系を用いた時間分解蛍光観測実験を行う予定である。

(次年度使用額が生じた理由と使用計画)

(理由)

当初、平成27年度に処理予定であった納品が平成28年度にずれ込んだため、その分の予算が次年度に繰り越された。

(使用計画)

当該の品目は既に納品済みである。残りの金額については、ミラーなど光学部品の消耗品購入に充てる予定である。

13. 研究発表(平成27年度の研究成果)

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

著者名		論文標題				
H. Katsuki, K. Ohmori, T. Horie, H. Yanagi, and K. Ohmori		Manipulation and visualization of two-dimensional phase distribution of vibrational wavefunctions in solid para-hydrogen crystal				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Physical review B	有	92	2015	94511	-	
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)						
10.1103/PhysRevB.92.094511						
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(4)件/うち招待講演 計(1)件/うち国際学会 計(1)件

発表者名		発表標題	
香月 浩之, 大森 健三, 堀江 徹, 柳 久雄, 大森 賢治		二次元位相変調器を用いた固体パラ水素の振動波動関数の位相制御	
学会等名	発表年月日	発表場所	
分子科学討論会	2015年09月19日	東工大(東京都目黒区)	

発表者名		発表標題	
水野 英之, 香月 浩之, 柳 久雄		有機半導体キャビティポラリトンのコヒーレント制御に向けて	
学会等名	発表年月日	発表場所	
分子科学討論会	2015年09月18日	東工大(東京都目黒区)	

発表者名	発表標題	
香月 浩之	Manipulating vibrational wave function of solid parahydrogen using 2D spatial light modulator	
学会等名	発表年月日	発表場所
第16回光量子科学研究シンポジウム	2015年10月16日	関西光科学研究所(京都府木津川市)

発表者名	発表標題	
Hiroyuki Katsuki	Spatial manipulation of amplitude and phase distribution of vibrational excitations in solid parahydrogen	
学会等名	発表年月日	発表場所
Pacificchem2015(招待講演)(国際学会)	2015年12月17日	Honolulu, Hawaii, USA

〔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(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	出願年月日	国内・外国の別

(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: -

17. 備考

--