

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	1 4 6 0 3
研究 代表者	部局	先端科学技術研究科		
	職	准教授		
	氏名	香月 浩之		

1．研究種目名

基盤研究(B)(一般)

2．課題番号

18H01900

3．研究課題名

有機半導体薄膜を用いた室温動作光制御ポラリトンデバイスの作成

4．研究期間

平成 3 0 年度～令和 2 年度

5．領域番号・区分

-

6．研究実績の概要

昨年度に引き続き、2020年度はポラリトン凝縮を示すTDAFキャビティ試料を用いてフェムト秒ポンプ-プローブ実験を行った。励起光の条件を変えて過渡吸収スペクトルを観測し、励起状態のダイナミクスについて観測することに成功した。波長と入射角度を固定して入射強度を変更した場合、ポラリトン凝縮の閾値前後で明白な寿命の変化が観測された。励起波長を掃引し、上枝ポラリトン周辺から下枝ポラリトンの周辺まで変化させたところ、励起状態の緩和速度は、熱浴に相当するポラリトンを構成していない励起子帯の周辺を励起した際に最も速くなった。さらに、入射角度を最適化して下枝ポラリトンに直接励起した場合には、高入射角度で励起した際に緩和が速くなることが確認された。この結果は、熱浴励起子から下枝ポラリトンへの効率の良い緩和パスの存在を示しており、TDAFの振動モードへのエネルギーの散乱による緩和によると考えられる。

ブロッホ表面波(BSW)と有機半導体薄膜中の励起子が結合したBSWポラリトン状態についての理論計算では、表面電場の局在性および有機薄膜の厚さとラビ分裂パラメータの関係性を明らかにし、結果を論文誌に発表した。

可視光励起による有機半導体薄膜のキャリアダイナミクス計測実験では、励起波長をバンド端に近づけていくことで、自由キャリアの直接励起よりも励起子状態の生成がより主体的になり、それに応じてプローブとして用いたTHz光の透過率の変化が小さくなる様子が観測された。励起子からの熱励起による自由電子の生成が室温では効率的ではないことが立証され、論文誌に発表した。この結果は同じ励起子をキャビティ中で生成した場合でも、熱による励起は起こりにくく、室温でポラリトンとして安定に存在しうることを示しているため、今後のポラリトンダイナミクス実験にも応用できると期待される。

7．キーワード

励起子ポラリトン 有機半導体 超高速分光 強結合状態 マイクロキャビティ ブロッホ表面波

8．現在までの進捗状況

区分
理由
令和2年度が最終年度であるため、記入しない。

3 版

9. 今後の研究の推進方策

令和2年度が最終年度であるため、記入しない。

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 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Christian M. Laurio, Hiroyuki Katsuki, and Hisao Yanagi	4. 巻 32
2. 論文標題 Numerical simulations on strong coupling of Bloch surface waves and excitons in dielectric-organic multilayer structures	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Phys. Condens. Matter	6. 最初と最後の頁 415003
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1088/1361-648X/ab9d48	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 -

1. 著者名 Hiroto Okochi, Hiroyuki Katsuki, Masaaki Tsubouchi, Ryuji Itakura, and Hisao Yanagi	4. 巻 11
2. 論文標題 Photon Energy Dependent Ultrafast Photoinduced Terahertz Response in a Microcrystalline Film of CH ₃ NH ₃ PbBr ₃	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Phys. Chem. Lett.	6. 最初と最後の頁 6068-6076
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1021/acs.jpcllett.0c01393	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5件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 田中 誠人, 松尾 匠, 水野 斎, 香月 浩之, 柳 久雄
2. 発表標題 有機半導体におけるコヒーレント輻射光の時間空間コヒーレンス評価
3. 学会等名 分子科学会オンライン討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松内 秀直, Christian M. Laurio, 香月 浩之, 柳 久雄
2. 発表標題 有機半導体TDAFを用いた励起子ポラリトンにおける緩和過程の時間分解測定
3. 学会等名 分子科学会オンライン討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hiroyuki Katsuki, Hiroto Okochi, Hisao Yanagi, Masaaki Tsubouchi, Ryuji Itakura
2. 発表標題 Photon Energy Dependent Ultrafast Photoinduced Terahertz Response in a Thin Film of CH ₃ NH ₃ PbBr ₃
3. 学会等名 光・量子ビーム科学合同シンポジウム2020 (OPT02020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松内 秀直, Garrek Stemo, 香月 浩之, 柳 久雄
2. 発表標題 有機半導体TDAFを用いた励起子ポラリトンにおける緩和過程の時間分解測定
3. 学会等名 2021年 第68回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 香月 浩之
2. 発表標題 強結合ポラリトン状態を利用したコヒーレント光源への応用
3. 学会等名 レーザー学会第41回年次大会(招待講演)
4. 発表年 2021年

3 版

〔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

-

1 4 . 備考

所属機関のグループホームページ

<https://mswebs.naist.jp/LABs/optics/research/detail/85>