

時空間分解偏光解析から明らかとなった 励起子コヒーレントダイナミクスにおける回転対称性破れ

Rotational symmetry breaking in coherent exciton dynamics
unveiled by spatio-temporally resolved polarization analysis

○重松 恭平、鈴木 雅人、山根 啓作、森田 隆二、戸田 泰則 (北大院工)

○Kyohhei Shigematsu, Masato Suzuki, Keisaku Yamane, Ryuji Morita and Yasunori Toda

(Dept. Appl. Phys., Hokkaido Univ.)

E-mail: k-shigematsu@eng.hokudai.ac.jp

径偏光ビームはビーム中心に偏光特異点を持ち、面内の偏光方向がその偏光特異点を原点として放射状に分布するビームである(図 1)。したがって、径偏光ビームの偏光分布は C_{∞} の回転対称性(軸対称性)を持つ。この径偏光ビームの強度や位相分布に回転対称性破れが生じると、その対称性に応じた特徴的な偏光分布変化を示すことが知られている。この性質により、物質との相互作用によってもたらされる回転対称性破れを、偏光分布解析を介して観測可能である。この考えに基づき、我々は励起子応答に顕著な偏光異方性を示す一軸歪 GaN 薄膜に対して、径偏光パルスを励起光に用いた四光波混合(FWM)分光を行った。励起子系に対するコヒーレント分光法としての FWM 分光は、励起子間相互作用に代表される励起子の非調和性(調和振動子からのずれ)を時間領域から検出する手法である。測定の結果、非調和性(励起子間相互作用)がもたらす回転対称性破れに起因する信号光偏光分布の時間変化を明らかにしたので報告する。

励起パルス光源にはモード同期 Ti: sapphire レーザーの第二高調波を用いた。パルスのスペクトル幅(11 meV)は GaN の A, B 励起子を同時励起可能である。励起パルスを二つに分け(波数ベクトル: k_1, k_2)、それぞれを偏光コンバータによって径偏光パルスに変換した(図 1)。二つの励起径偏光パルスは時間差(τ)を光学ステージによって制御した後、レンズにより試料に集光照射した。発生した信号光(波数ベクトル: $2k_2 - k_1$)の強度・偏光分布は、CCD カメラを用いた回転位相子法により得られた空間分解ストークスパラメーターから解析した。

図 2(a)は A, B 励起子同時励起の場合の信号光の強度および偏光分布($\tau = 0$ ps)である。信号光の偏光方向は中心の強度暗点(偏光特異点)を中心として放射状に分布していることが分かる。これは信号光がほぼ理想的な径偏光状態であることを意味している。これに対して、 $\tau \neq 0$ ps [図 2 (b)–(c)] の場合、信号光の偏光特異点がシフトしており、径偏光状態としての回転対称性が失われていることが分かる。なお、シフト方向は試料に印加されている一軸歪の方向に一致する。さらに、観測された偏光分布変化(偏光特異点シフト)は A, B 励起子同時励起で生じる量子ビートに同期しており、励起子エネルギー差に対応する $\tau = 0.42$ ps で再び理想的な径偏光分布に戻る[図 2 (d)]。講演ではこれらの信号光偏光分布の時間変化を、励起子相関によってもたらされる励起子分極の回転対称性破れの観点から議論する。

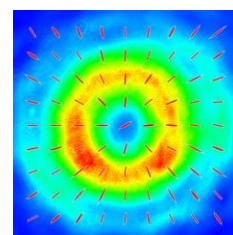


Fig. 1: The intensity and polarization distributions of the radially polarized pulse.

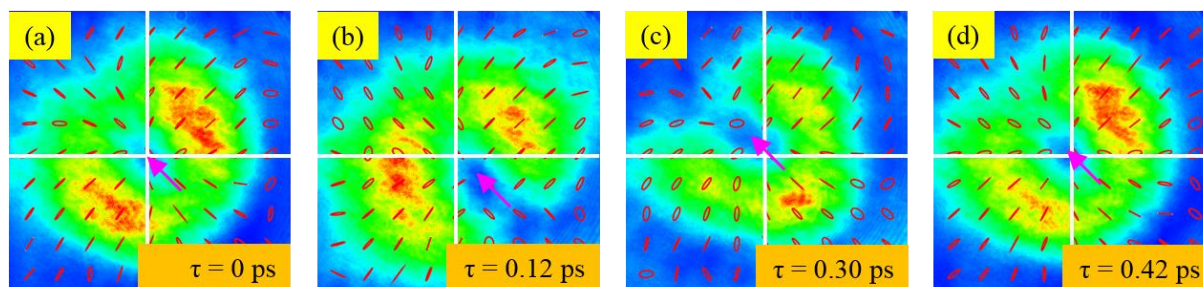


Fig. 2: The intensity and polarization distributions of the FWM signals at (a) 0, (b) 0.12, (c) 0.30, (d) 0.42 ps. The arrows indicate the positions of polarization singularities unveiled by the polarization distributions.

謝辞: 本研究は JSPS 特別研究員奨励費(14J11199)および JST, CREST の支援を受けたものである。