

カーボン系物質及び強誘電体におけるコヒーレントフォノン実時間計測
Real-Time Observation of Coherent Phonons in Carbon-Related and Ferroelectric
Materials

武田 淳¹、片山郁文¹、南 康夫¹、北島正弘^{1,2,3}

J. Takeda¹, I. Katayama¹, Y. Minami¹ and M. Kitajima^{1,2,3}

¹横浜国立大学工学研究院、²防衛大学校、³ルクスレイ

¹Graduate School of Engineering, Yokohama National University, Yokohama 240-8501

²National Defense Academy, Yokosuka 239-8686

³LxRay Co. Ltd., Nishinomiya 663-8172

本公募研究では、(1) グラフェンやカーボンナノチューブ (CNT) の波長分解コヒーレントフォノンを高感度で計測し、その特異な電子構造を反映した電子・格子結合ダイナミクスを明らかにすることを目的としている[1-3]。また、それに関連して、(2) グラフェンと同様のディラック電子的バンド分散を持つ半金属Biの高強度テラヘルツ波による非線形光学応答、(3) 強誘電体フォノンポラリトン波束の量子制御と2次元相関ラマン分光の研究を行った。

本講演では、今年度得られた各成果を簡単に概観したい。(1) では、金属型CNTのコヒーレントフォノンのゲート電圧依存性を報告する。ゲート電圧によりフェルミレベルを制御することで、高周波コヒーレントフォノン信号強度が著しく変調することを見出した。また、プローブ波長分解により、van Hove特異点での共鳴効果を見出した。(2) では、高強度テラヘルツ波により、半金属Bi薄膜の透過率が非線形的に高くなることを報告する。これは、電子がBiのディラック電子的バンド分散上を加速され、有効質量が極端に重くなることで説明可能である。一方、(3) においては、誘導ラマン過程で生成した強誘電体フォノンポラリトン波束の量子制御の可視化について報告する。この可視化には、我々が独自に開発した時間・周波数2次元イメージング分光技術が用いられている[4, 5]。ダブル励起パルスを用いることで、生成したフォノンポラリトン波束を建設的 (constructive) 干渉あるいは破壊的 (destructive) 干渉により選択的に励振することができる。また、ポンプ・プローブ光間およびダブル励起パルス光間の2つの時間相関に対する2次元フーリエ変換を行うことにより、フォノンポラリトン間の非調和カップリングを評価可能な「2次元相関ラマン分光」を実行し、量子波束間の非調和性を検出した。

[1] S. Koga, I. Katayama, S. Abe, H. Fukidome, M. Suemitsu, M. Kitajima, and J. Takeda, *Appl. Phys. Exp.* **4**, 045101 (2011).

[2] I. Katayama, S. Koga, K. Shudo, J. Takeda, T. Shimada, A. Kubo, S. Hishita, D. Fujita, and M. Kitajima, *Nano Lett.* **11**, 2648 (2011).

[3] I. Katayama, K. Sato, S. Koga, J. Takeda, S. Hishita, H. Fukidome, M. Suemitsu, and M. Kitajima, *Phys. Rev. B* **88**, 245406 (2013).

[4] Y. Minami, Y. Hayashi, J. Takeda and I. Katayama, *Appl. Phys. Lett.* **103**, 051103 (2013).

[5] Y. Minami, M. Yamaki, I. Katayama and J. Takeda, *Appl. Phys. Exp.*, **7**, 022402 (2014).