

## カーボン系物質のスペクトル分解コヒーレントフォノン分光

### Spectrally Resolved Coherent Phonon Spectroscopy for Carbon-Related Materials

武田 淳<sup>1</sup>、片山郁文<sup>1</sup>、末光眞希<sup>2</sup>、北島正弘<sup>1,3,4</sup>

J. Takeda<sup>1</sup>, I. Katayama<sup>1</sup>, M. Suemitsu<sup>2</sup> and M. Kitajima<sup>1,3,4</sup>

<sup>1</sup>横浜国立大学工学研究院、<sup>2</sup>東北大学電気通信研究所、<sup>3</sup>防衛大学校、<sup>4</sup>ルクスレイ

<sup>1</sup>Graduate School of Engineering, Yokohama National University, Yokohama 240-8501

<sup>2</sup>Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University, Sendai 980-8577

<sup>3</sup>National Defense Academy, Yokosuka 239-8686

<sup>4</sup>LxRay Co. Ltd., Osaka 663-8172

グラフェン、カーボンナノチューブ (CNT) などのカーボン系ナノ物質は、次元性・高い対称性に由来した特異なバンド構造により様々な興味深い物性を示す。これらの諸特性はカーボン系ナノ物質特有の電子状態と格子との相互作用から生じているため、その電子・格子結合ダイナミクスを明らかにすることは基礎的にも応用的にも極めて重要である。我々はこれまで、7.5 fsのパルス幅の超短パルスレーザーを用いて、グラフェンの高周波コヒーレントフォノン (D及びGモード) の計測に成功した[1]。また、金ナノ構造を担持したグラファイトにおいて、金微粒子間の電場増強によりこれら高周波フォノンの振幅が飛躍的に増強することを見出した[2]。一方、最近、波長分解ポンプ・プローブ分光法により、実励起を伴うコヒーレントフォノン生成のメカニズムが明らかにされた [3]。

そこで本研究では、金属ナノ構造の表面電場増強効果を利用することにより、グラフェンやCNTの波長分解コヒーレントフォノンを高感度で計測することを目指す。波長分解を高感度で行うことで、例えば、Dirac点近傍のバンド分散に由来した電子・格子相互作用のダイナミクスやvan-Hove特異点に対する共鳴効果を詳細に調べられる。また、ゲート電圧・光強度・温度を変えてフェルミエネルギーを変調することにより、系統的にカーボン系ナノ物質の電子・格子結合ダイナミクスを明らかにしたい。

本講演では、上記の目的を踏まえ、グラフェン及びグラファイトを例にとり、金属ナノ構造の表面電場増強効果により、高周波コヒーレントフォノン (Dモード) の振幅が大きく増強することを示す。また、7.5 fsの超短パルスレーザーは広いスペクトル幅を持つため、Dirac点において異なる波数を持つ広帯域のDモードフォノンをインパルスの励振し「波束」を生成する。この波束はナノスケールのフォノン波束として、グラフェン表面をLOフォノンとしては極めて高速で伝播することを報告する[4]。更に、ごく最近我々は、グラファイトの低周波の $E_{2g}$ モードの強度が、高周波フォノンモードとは異なり金の蒸着量に対して減少すること、その要因がストークス・ラマン信号とアンチストークス・ラマン信号の位相変調によることを見出した。この新しい実験結果についても当日報告したい。

[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] K. Mizoguchi, R. Morishita, and G. Oohata, Phys. Rev. Lett. **110**, 077402 (2012).

[4] I. Katayama, K. Sato, S. Koga, J. Takeda, S. Hishita, H. Fukidome, M. Suemitsu, and M. Kitajima, Phys. Rev. Lett., *submitted*.