

## グラフェンにおけるコヒーレント D モードフォノン波束

### Coherent D-mode phonon wavepacket in graphene

片山郁文、古賀翔、武田淳、吹留博一<sup>A</sup>、末光眞希<sup>A</sup>、北島正弘<sup>B</sup>

I. Katayama, S. Koga, J. Taekda, H. Fukidome<sup>A</sup>, M. Suemitsu<sup>A</sup> and M. Kitajima<sup>B</sup>

横浜国立大学、東北大学<sup>A</sup>、防衛大学校<sup>B</sup>

Graduate School of Engineering, Yokohama National University, Yokohama 240-8501.  
Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University, Sendai 980-8577<sup>A</sup>.  
National Defense Academy, Yokosuka 239-8686<sup>B</sup>.

グラフェンはK点に円錐形のバンド分散を持ち、その接点にフェルミ面を持つことから、電子の易動度が非常に大きいなど特異なふるまいを示し、盛んに研究されている。このような線形分散はどんなに小さいエネルギーの励起であっても共鳴的に電子を光励起できることを示しており、このためにグラフェンの電子は低エネルギー励起であるフォノンなどと非常に強い相互作用をすることが知られている。我々はこのような強い相互作用を示すフォノンが電子とほぼ同じ波数を持つK点のフォノンであると予想されることから、そのようなフォノンにあたるDモードフォノンに注目し、そのダイナミクスから電子格子相互作用を明らかにすることを試みた。Dモードフォノンは欠陥における電子の弾性散乱を介して大きな波数のフォノンが励起される二重共鳴ラマン散乱と呼ばれる過程を介して検出できるフォノンであると考えられており[1]、通常のラマン散乱でも強く観測されるピークとして知られている。

実験にはパルス幅 7.5 fs の超短パルスレーザーを使用し、ポンププローブ分光法を用いて過渡反射率変化を測定した。グラフェンはSi基板に成長させたSiC薄膜から析出されることで作成し、1-10層程度の膜数のグラフェンを用いた。また、Dモードフォノンは励起する波長を変えることによって、異なる波数のフォノンが励起されることから、プローブ光をスペクトル分解することを試みた。実際に観測された過渡反射率変化から、高周波数で振動する成分を抜き出すと、47.4 THzで振動するGモードフォノンと、40 THzで振動するDモードフォノンが観測された。Dモードフォノンのダイナミクスを、時間分解フーリエ変換を用いて解析すると、その周波数が高周波シフトしていることが見出された。また、各プローブ波長で観測したDモードフォノンの周波数や強度は異なることが分かった。これらのことは、コヒーレントDモードフォノンはK点近傍の波数を持った多数のフォノンの重ねあわせによって生成されていることを示している。Dモードフォノンは非常に大きな波数をもっていることから、生成される波束はナノスケールであり、またK点近傍のフォノンのKohn異常による線形分散に起因して、試料内を伝播するものと考えられる。

[1] C. Thomsen and S. Reich, Phys. Rev. Lett. **85**, 5214 (2000).