

イオン液体によりドーピングされた単層グラフェンの 超高速時間分解発光測定

Ultrafast time-resolved luminescence measurements of single-layer graphene doped with an ionic liquid

名大院工¹, 九大 GIC²

○犬飼 大樹¹, 斉藤 健輔¹, 小山 剛史¹, 河原 憲治², 吾郷 浩樹², 岸田 英夫¹

Nagoya Univ.¹, Kyushu Univ.²

○Daiki Inukai¹, Kensuke Saito¹, Takeshi Koyama¹, Kenji Kawahara², Hiroki Ago², Hideo Kishida¹

E-mail: inukai.daiki@h.mbox.nagoya-u.ac.jp

単層グラフェンを用いた発光デバイスの開発が近年盛んにおこなわれている[1,2]。これまでに単層グラフェンのフォトルミネッセンス (PL) の起源に関する研究が報告されており[3]、非熱的キャリアが光学フォノンを介して緩和し、自由電子正孔再結合を起こすことで発光することが明らかにされている。また、基板との相互作用が緩和速度に影響し、グラフェンからの PL の発光寿命が基板によって異なることも明らかにされている[4]。しかしながら、グラフェンの PL についてキャリアドーピング依存性は未だ観測されていない。我々はこれらグラフェンからの PL のドーピング依存性の基礎的理解が発光デバイス応用にとって必要不可欠であると考えた。

本研究ではキャリアドーピングした単層グラフェンの近赤外領域における PL の振舞いを調べた。サンプルは ITO/SiO₂ 基板上に転写された単層グラフェンであり、イオン液体 1-ethyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethylsulfonyl)imide ([EMIM][TFSI])を用いた平面型の電気化学セルにおいてキャリアドーピングを行った。セルの ITO 電極間に電圧を印加するとグラフェン表面にイオン液体分子が接近し、その極めて薄い界面層が高い静電容量をもったキャパシタとして働くため、高密度のキャリア注入によって低電圧印加でのドーピングが可能である。励起光源には近赤外領域(~1.55eV)のモードロックチタンサファイアパルスレーザー (繰り返し周波数: 82MHz, 時間幅: 100fs) を用いて実験を行った。また、発光測定には発光アップコンバージョン法を用い、0.9eV の発光強度の時間変化を観測した。本測定ではグラフェンからの発光とゲート光の和周波光を非線形光学結晶により発生させ、励起光とゲート光の時間遅延に対する和周波光強度の変化を観測することで発光の時間発展を得た。これらの実験から、電気化学セルに印加する電圧を変化させることで、グラフェンの発光減衰の振舞いに変化が生じることが分かった。発表では、セルの印加電圧に依存したグラフェンの発光減衰の振舞いから、グラフェンのキャリアドーピングと光励起キャリアの緩和の関係について議論する。

[1] Y. D. Kim *et al.*, Nano Lett. **18**, 934 (2018).

[2] Y. Miyoshi *et al.*, Nat. Commun. **9**, 1279 (2018).

[3] C. H. Lui *et al.*, Phys. Rev. Lett. **105**, 127404 (2010).

[4] H. Imaeda *et al.*, J. Phys. Chem. C **122**, 19273 (2018).