

時間依存密度汎関数法によるグラフェンリボンからの

レーザー刺激電界電子放射シミュレーション

Time-Dependent Density Functional Theory Calculations  
of Laser-Assisted Electron Field Emission from Graphene Nanoribbons

打木大介、春山潤、胡春平、渡辺一之

D. Utsugi, J. Haruyama, C. Hu, K. Watanabe

東京理科大学理学部物理学科

Department of Physics, Tokyo University of Science  
1-3 Kagurazaka, Shinjuku, Tokyo 162-8601

電界電子放射 (FE) 過程は細い金属針に強電界が印加されたときに電子がトンネル効果で真空に放出される現象で、多くの電子デバイス・機器に応用されている。最近、超短パルスフェムト秒レーザーをタングステン針に照射することによって FE 過程を制御し、時空間で局在した電流を発生させる方法が提案された。[1], [2] レーザー照射が駆動する FE には、光による電子励起と電界ポテンシャルを突き抜けるトンネル過程の二つの電子ダイナミクスが共存するために現象が複雑になるので、理論解析には非平衡励起状態を扱う手法が必要となる。

我々は、時間依存密度汎関数法 (TDDFT) を用いてフェムト秒レーザー照射電界電子放射機構の解明を目指している。[3] 今回計算対象とした電子源は、基底電子状態が明確でかつ応用研究も展開著しいグラフェンリボンである。[4] (図 1)

TDDFT 法による計算結果、照射するレーザーの振動が光双極子遷移を許容するある特徴的な電子状態間のエネルギーに相当するとき、放出電流量は著しく増大することが分かった。FE の通常のトンネル過程から光吸収励起を経由した放出へ変化した証拠である。この放射機構は、リボンの終端条件、レーザーパラメータ (強度と振動数)、静電界強度によって大きく異なることが期待される。発表では、各条件下でのシミュレーション結果の詳細を議論する。

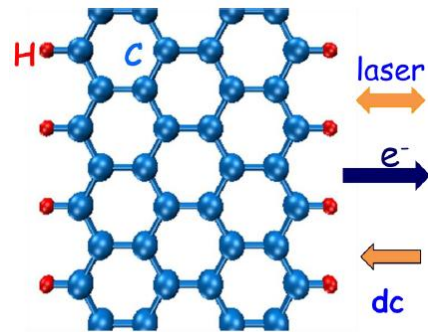


図 1 レーザー照射されたグラフェンリボンからの電界電子放射

- [1] P. Hommelhoff et al, Phys. Rev. Lett. **96**, 077401 (2006).
- [2] H. Yanagisawa et al, Phys. Rev. Lett. **107**, 087601 (2011).
- [3] J.A. Driscoll et al, Phys. Rev. B **83**, 233405 (2011).
- [4] K. Tada et al, Phys. Rev. Lett. **88**, 127601(2002).