

フェムト秒域時間分解光電子分光用による グラファイトの超高速キャリアダイナミクスの研究

Ultrafast carrier dynamics in graphite studied by femtosecond time-resolved
photoemission spectroscopy

染谷隆史¹、山本貴士¹、鈴木博人²、岡田大¹、金井輝人¹、山本達¹、
吹留博一³、板谷治郎¹、小森文夫¹、岡崎浩三¹、辛埴¹、松田巖¹
(¹東大物性研、²東大理、³東北大通研)

Takashi Someya¹, Takashi Yamamoto¹, Hakuto Suzuki², Masaru Okada¹, Teruto Kanai¹,
Susumu Yamamoto¹, Hirokazu Fukidome³, Jiro Itatani¹, Fumio Komori¹, Kozo Okazaki¹, Shik Shin¹
and Iwao Matsuda¹

(¹ISSP, The University of Tokyo, ²Department of Physics, The University of Tokyo,
³RIEC, Tohoku University)

グラファイトは炭素の二次元蜂の巣構造が積み重なった層状物質である。その電子構造はブリルアンゾーン境界にて円錐形のような分散を示し、フェルミ準位で価電子帯の頂点と伝導帯の底がわずかにずれて重なることで半金属的に振る舞う [1]。近年、超短パルス光照射により引き起こされるグラファイト、およびその単層物質であるグラフェンの特異な光学応答が注目され始め、オプトエレクトロニクス、プラズモニクス、ナノフォトニックデバイス等への応用が期待されている [2, 3]。しかし、超短パルス光照射による励起後の非平衡なキャリアダイナミクスに関しては、理論的な解釈や実験手法の困難さ故にまだ不明な点も多い。

そこで本研究では、高次高調波レーザーを利用した時間分解光電子分光法により、光励起後のグラファイト内の電子系の緩和過程をリアルタイムで観測することで、その超高速キャリアダイナミクスを調べた。時間分解光電子分光実験では、プローブ光として27.9 eVの高次高調波レーザーを、ポンプ光として3.1 eVのレーザー光を用いた。時間分解能、エネルギー分解能はそれぞれ120 fs、400 meVであり、ポンプ光強度は250 $\mu\text{J}/\text{cm}^2$ である。

Fig. 1に各遅延時間での差分ARPESスペクトルを示す。遅延時間 $t = 0$ fsでポンプ光照射による非占有準位側の光電子強度が増え始め、 $t = 200$ fsで非占有準位がはっきり見えるようになる。その後、数psの時間スケールで緩やかに緩和していく様子が観測された。ポスターセッションでは、これらのARPESスペクトルをより詳細に解析した結果得られた、電子温度の過渡変化、緩和の結合エネルギー依存性、光学フォノンの放出を介したバレー内・バレー間緩和モデルなどについて紹介する。

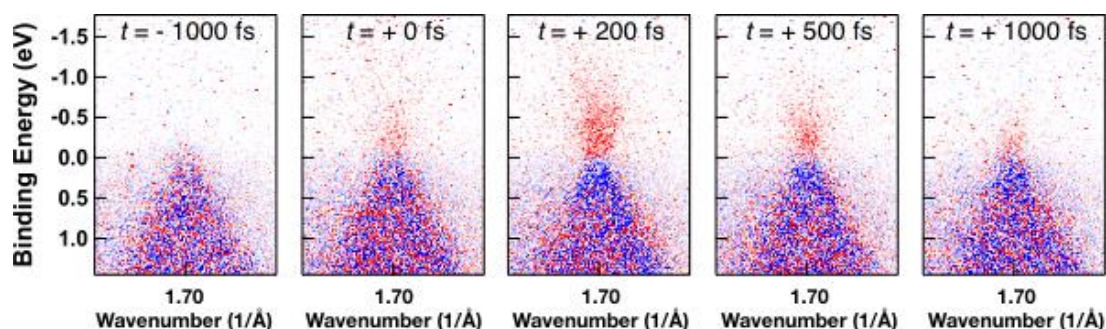


Fig. 1. ポンプ光照射前後での差分ARPESスペクトル

参考文献

- [1] A. B. Kuzmenko *et al.* Phys. Rev. Lett. **100**, 117401 (2008).
- [2] V. Ryzhii *et al.* J. Appl. Phys. **106**, 084507 (2009).
- [3] R. R. Nair *et al.* Science **320**, 1308 (2008).