

## グラフェン/酸化物磁性体接合の磁気近接効果の直接観測

### Direct Observations of Magnetic Proximity Effect in Graphene/Magnetic Oxide

#### Junctions by Spin-polarized Metastable Deexcitation Spectroscopy

○境 誠司<sup>1,4</sup>、Sayani Majumdar<sup>2</sup>、圓谷 志郎<sup>1</sup>、Pavel Avramov<sup>1,3</sup>、深谷 有喜<sup>1</sup>、櫛本 洋<sup>1,4</sup>、山内 泰<sup>1,5</sup>

(1. 原子力機構先端基礎セ、2. Aalto 大学 (Finland)、3. 慶北大学 (韓国)、4. 筑波大学、5. 物材機構)

○Seiji Sakai<sup>1,4</sup>、Sayani Majumdar<sup>2</sup>、Shiro Entani<sup>1</sup>、Pavel Avramov<sup>1,3</sup>、Yuki Fukaya<sup>1</sup>

Hiroshi Naramoto<sup>1</sup>、Yasushi Yamauchi<sup>1,4</sup>

(1. ASRC JAEA, 2. Aalto Univ., Finland, 3. Kyungpook Univ., Korea, 4. Univ. Tsukuba, 5. NIMS)

E-mail: sakai.seiji@jaea.go.jp

グラフェンは、長距離・高速スピン輸送材料としてスピン論理デバイスや分子スピントロニクス素子への応用が期待されている。グラフェンを用いてスピントランジスタなどの高度なスピン機能を実現するためには、キャリアのスピン偏極状態を人為的に操作する手段が必要である。そのためのアプローチとして、酸化物磁性体からの磁気近接効果の利用が提案されている[1]。

本研究では、酸化物磁性体による磁気近接効果の検証を目的に、最表面原子層の電子スピン状態の選択的検出が可能なスピン偏極準安定原子脱励起分光 (SPMDS) 法によるグラフェン/ハーフメタル酸化物磁性体 LSMO ( $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$ ) 接合体の電子スピン状態の直接観測を試みた。

グラフェン/LSMO 接合体の試料は、パルスレーザー堆積法により STO ( $\text{SrTiO}_3$ ) 単結晶基板上にエピタキシャル成長させた LSMO (110) 薄膜 (厚さ: 150 nm) に、化学気相蒸着法により Cu 箔上に成長した単層グラフェンを転写して作製した。作製した試料は、残留不純物を除去するため超高真空中にて 500°C で焼鈍した後、焼鈍温度を変えながら SPMDS の測定を行った。

Fig.1 に、グラフェン/LSMO (110) について 700°C での焼鈍後に測定した、表面電子状態に関する MDS スペクトルと同状態のスピン偏極状態に関するスピン非対称率スペクトルを示す。700 °C 以下の焼鈍ではグラフェンの  $\pi$  バンド、 $\sigma$  バンドのみが観測され、スピン非対称性は観測されなかったが、700 °C での焼鈍により試料の状態に変化が生じた。

MDS スペクトルには、グラフェンの  $\pi$  バンド、 $\sigma$  バンドに加えて、新たに LSMO の O 2p 軌道由来の状態が観測された。X 線光電子分光等の結果を踏まえると、同変化は界面相互作用の増大によりグラフェンが部分的に分解したためと考えられる。スピン非対称率スペクトルには、 $\pi$  バンドのエネルギー領域に LSMO と同符合 (正) のスピン偏極を意味する負の非対称率が観測された。負の非対称率は LSMO 自体の寄与では説明できず、LSMO の近接効果によりグラフェンの  $\pi$  バンドに顕著なスピン偏極が生じることが明らかになった。

[1] H. Haugen *et al.*, Phys. Rev. B **77**, 115406 (2008).

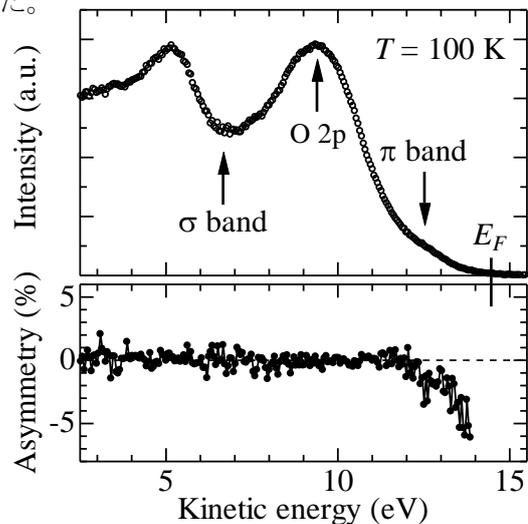


Fig.1 グラフェン/LSMO(110)のMDS, スピン非対称率スペクトル 焼鈍温度: 700 °C, 測定温度: -170 °C