

### 3次元ナノ多孔質グラフェンの電子状態と電気伝導特性

#### Electronic states and electrical transport properties of 3D nanoporous graphene

岡山理大理<sup>1</sup>, 筑波大数理物質<sup>2</sup>, 東北大理<sup>3</sup>, 東北大 AIMR<sup>4</sup>, 阪大理<sup>5</sup>, 東北大金研<sup>6</sup>, ジョンズ・ホプキンス大<sup>7</sup> °田邊洋一<sup>1</sup>, 伊藤良一<sup>2</sup>, 菅原克明<sup>3,4</sup>, 越野幹人<sup>5</sup>, 木村尚次郎<sup>6</sup>, 高橋隆<sup>4</sup>, 陳明偉<sup>4,7</sup> Dept of Applied Science, Okayama Univ. of Science<sup>1</sup>, Division of Applied Physics, University of Tsukuba<sup>2</sup>, Dept of Physics, Tohoku University<sup>3</sup>, AIMR, Tohoku University<sup>4</sup>, Department of Physics, Osaka University<sup>5</sup>, IMR, Tohoku University<sup>6</sup>, Dept of Material Science and Engineering, Johns Hopkins University<sup>7</sup>. °Yoichi Tanabe<sup>1</sup>, Yoshikazu Ito<sup>2</sup>, Katsuaki Sugawara<sup>3,4</sup>, Mikito Koshino<sup>5</sup>, Shojiro Kimura<sup>6</sup>, Takashi Takahashi<sup>4</sup>, Ming Wei Chen<sup>4,7</sup>

E-mail: Tanabe@das.ous.ac.jp

グラファイトの原子層であるグラフェンは、軽量で柔らかく、電気特性、熱特性、光特性、力学特性に優れた2次元シート材料である。近年、グラフェンが持つ様々な優れた特性を増幅するための手段として、グラフェンを立体的に貼り合わせた3次元構造体(3次元グラフェン)の作製に関する研究が盛んに行われている。3次元グラフェンについては、古くはグラファイトスポンジと呼ばれる物質を舞台として、周期構造下における電子状態と物性が理論から研究されており、最近の結果からは、周期構造下におけるバンドギャップの形成や量子化されたホール伝導度の出現などが示唆されている[1-4]。本講演では、Ni ナノポーラスをテンプレートとして、CVD法により作製した3次元ナノ多孔質グラフェン[5,6]という物質を舞台として、3次元グラフェンの実験から見た電子状態と電気伝導特性について報告する。本研究では、3次元曲面の曲率を表すパラメータとしてナノポーラス構造の曲率半径に着目し、曲率半径が25nmから1000nmの範囲で異なる試料を作製し、物性の比較を行った。光電子分光と電気2重層トランジスタの伝達特性からは、質量ゼロのディラック電子状態を示唆するエネルギーに対して線形なDOSの変化や両極性の電気伝導を観測した。磁場中電気伝導度の測定からは、グラフェンにおいて観測される弱局在効果が曲率半径の減少とともに強く現れることを観測し、さらに、曲率半径が最も小さい25nmの試料においては、磁場中電気伝導度の解析から、電子間相互作用の効果として理解することのできる振る舞いを見出した。講演では、実験から観測された電子状態と電気伝導特性について、3次元曲面によるグラフェンの電子状態と物性の制御という観点から議論を行う。

[1] M. Fujita, T. Umeda, M. Yoshida, *Phys. Rev. B* **1995**, 51, 13778.

[2] H. Aoki, M. Koshino, D. Takeda, H. Mori, K. Kuroki, *Physica E* **2004**, 22, 696.

[3] M. Koshino, H. Aoki, *Phys. Rev. B* **2016**, 93, 041412(R).

[4] T. Kiryu and M. Koshino, *Phys. Rev. B* **2019**, 99, 085443.

[5] Y. Ito, Y. Tanabe, H.-J. Qiu, K. Sugawara *et al.*, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2014**, 126, 4922–4926.

[6] Y. Tanabe, Y. Ito, K. Sugawara, D. Hojo *et al.*, *Adv. Mater.* **2016**, 28, 10304–10310.