

## グラフェン量子輸送特性を通じた h-BN 結晶評価

### Evaluation of h-BN crystals in terms of its influence on adjacent graphene

東京大学生産技術研究所<sup>1</sup>, 物質・材料研究機構<sup>2</sup>, 東京工業大学<sup>3</sup>, CREST-JST<sup>4</sup>

○小野寺桃子<sup>1</sup>, 渡邊賢司<sup>2</sup>, 諫山都子<sup>1</sup>, 増淵寛<sup>1</sup>, 守谷頼<sup>1</sup>, 芳賀太史<sup>3</sup>, 谷口尚<sup>2</sup>, 斎藤晋<sup>3</sup>,  
町田友樹<sup>1,4</sup> Institute of Industrial Science, University of Tokyo<sup>1</sup>, National Institute of Materials  
Science<sup>2</sup>, Tokyo Institute of Technology<sup>3</sup>, CREST-JST<sup>4</sup>, °Momoko Onodera<sup>1</sup>, Kenji Watanabe<sup>2</sup>,  
Miyako Isayama<sup>1</sup>, Satoru Masubuchi<sup>1</sup>, Rai Moriya<sup>1</sup>, Taishi Haga<sup>3</sup>, Takashi Taniguchi<sup>2</sup>,  
Susumu Saito<sup>3</sup>, Tomoki Machida<sup>1,4</sup> E-mail: monodera@iis.u-tokyo.ac.jp

六方晶窒化ホウ素 (h-BN) 結晶は~6 eV のバンドギャップを持ち、二次元材料として唯一の絶縁体である。h-BN はあらゆる他の二次元材料の基板、キャップ層、絶縁層としてファンデルワールス接合に組み込まれ、二次元材料科学において必要不可欠の材料となっている。二次元材料研究において h-BN 結晶の品質評価が極めて重要であるが、従来の h-BN 結晶評価は結晶そのものの発光スペクトルによるものがほとんどであり、ファンデルワールス接合への応用の観点から結晶を評価した例はなかった。そこで我々は劈開法によって剥離した h-BN にグラフェンを接合し、グラフェンの量子輸送特性を通して h-BN 結晶品質を評価する実験を行った。評価した結晶は①高温高压合成 (HPHT) h-BN 結晶、②炭素ドーブ HPHT h-BN 結晶、③金属触媒を用いた常圧高温合成 (APHT) h-BN、の3種類である。①の HPHT h-BN 結晶は極めて高い結晶品質をもち全世界で 200 を超える研究機関で用いられているが、中心部に炭素不純物濃度の高い領域 (ドメイン) が形成される。ドメイン境界部を正確に跨ぐように h-BN 上にグラフェンを転写し量子輸送特性評価を行った結果、ドメイン内においてはグラフェンの移動度が低下し、縦抵抗のランダウファンダイアグラムの電子ドーブ側において特徴的な曲がりが見られた[1]。同様の傾向は②の炭素ドーブ HPHT h-BN 結晶においても見られた[2]。さらに我々は③の APHT h-BN が不純物ドメインをもたないことを発見し、APHT h-BN 上グラフェンの輸送特性評価を行うことで APHT h-BN をドメインフリーな高品質 h-BN 基板として用いることができることを実証した[3]。

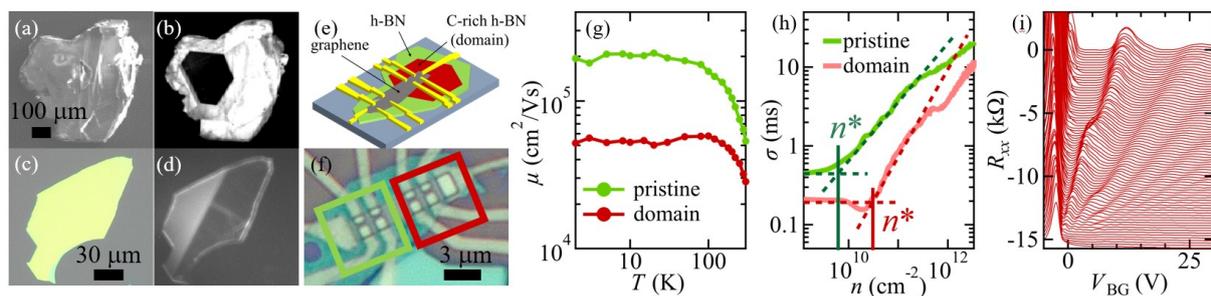


Fig. 1: (a) SEM and (b) CL (320 nm) images of an HPHT h-BN crystal. (c) Optical microscope and (d) PL (340 nm) images of an exfoliated HPHT h-BN flake. (e) Schematic and (f) photographic image of the device. (g) Temperature dependence of carrier mobility. (h) Extraction of carrier inhomogeneity  $n^*$  at  $T = 2$  K. (i)  $R_{xx}$  vs.  $V_{BG}$  at  $B = 0-9$  T obtained in graphene on the C-rich domain. Data are offset in proportional to  $B$  for clarity.

- [1] M. Onodera, K. Watanabe, M. Isayama, M. Arai, S. Masubuchi, R. Moriya, T. Taniguchi, and T. Machida, *Nano Lett.* **19**, 7282 (2019).
- [2] M. Onodera, M. Isayama, T. Taniguchi, K. Watanabe, S. Masubuchi, R. Moriya, Y. Hoshi, T. Haga, Y. Fujimoto, S. Saito, and T. Machida, *Carbon* **167**, 785 (2020).
- [3] M. Onodera, T. Taniguchi, K. Watanabe, M. Isayama, S. Masubuchi, R. Moriya, and T. Machida, *Nano Lett.* **20**, 735 (2020).