

グラフェンのステップ成長のその場 TEM 観察

In-situ TEM observation of step growth of graphene

筑波大数理¹, NIMS², ○狩野 絵美^{1,2}, 橋本 綾子^{1,2}, 竹口 雅樹^{1,2}

University of Tsukuba¹, National Institute for Materials Science²

○E. Kano^{1,2}, A. Hashimoto^{1,2}, M. Takeguchi^{1,2}

E-mail: KANOU.Emi@nims.go.jp

【背景】 グラフェンは炭素原子が六員環格子状に結合してできた単原子層のシートであり、燃料電池の電極材料として、金属サブナノ粒子/グラフェンの特異な触媒特性が注目されている。我々はこの金属粒子/グラフェン系における構造の TEM 構造解析や動的な振る舞いに関する研究を行っている。前回、我々は Cu 原子が単層グラフェンに空いた小さな穴のエッジを動き回り、穴を部分的に修復し、グラフェンが形成されるという現象を報告した^[1]。今回は、数種の金属や半導体原子による 2 層目のグラフェンの成長過程について調べた。

【実験】 化学気相成長 (CVD) 法によって Cu 上に合成されたグラフェンを支持膜付きの TEM グリッドに転写し、中空に保持したグラフェン試料を得た。試料の大部分は単層だが、一部に小さなグレインの複数層領域が存在する。グラフェンへのダメージ(ノックオン閾値:86 keV)を低減するため、電子線の加速電圧は 80 kV で観察を行った。

【結果】 図 1 は 490°C での加熱下における単層と 2 層の境界部分の観察結果である。2 層目のグラフェンは 1 層目のグラフェンと方位が異なるため、2 層部分はモアレ縞が表れている。図 1(a) は観察開始から約 10 分後、(b) は約 50 分後に撮影した静止画であり、エッジ付近(図中の点線が元の境界)で複数の不純物原子が黒いコントラストとして観察されている。グラフェンが形成されていく間、これらの原子は動き回っており、この不純物原子がグラフェン成長を促進していると考えられる。不純物として Cu, Mo, Si が存在しており、この成長を促進している原子の同定やメカニズムについて、現在エネルギー損失分光法 (EELS) などにより解析中である。

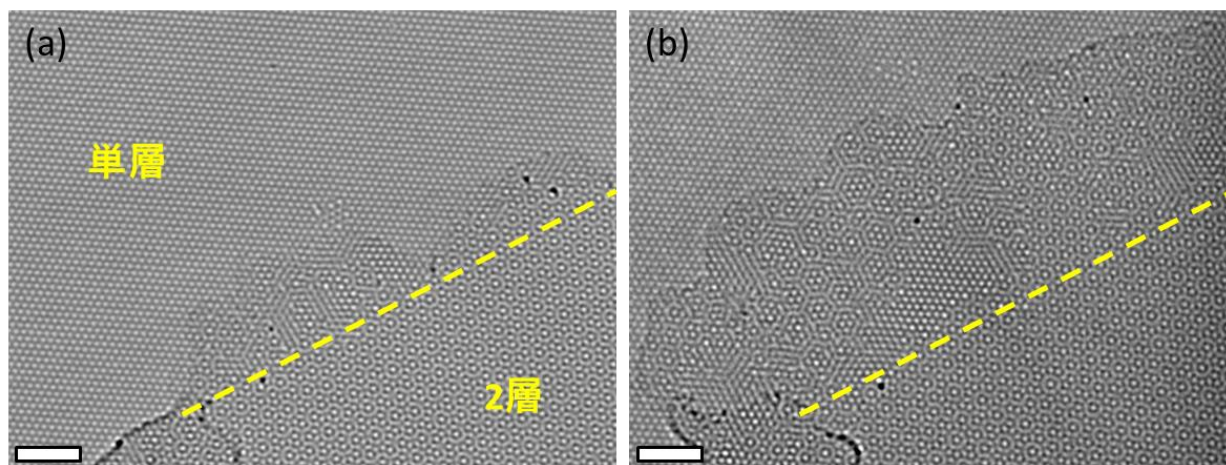


図 1 TEM 像 (a) 10 分後 (b) 50 分後 (スケールバー: 2 nm)

[1] 狩野他 第 75 回応用物理学会 秋季学術講演会 19a-A14-7

謝辞: 本研究の一部は、ナノ材料科学環境拠点 (GREEN) 及び文部科学省のナノテクノロジープラットフォームの支援を受けて実施されました。