

先端研究基盤共用促進事業（先端研究設備プラットフォームプログラム）

## 顕微イメージングソリューションプラットフォーム

### 利用報告書

報告日 2025/3/12

北海道大学総合イノベーション創発機構長 殿

下記の通り利用結果を報告します。

#### ●利用課題名

グラフェン／ダイヤモンド接合界面の TEM 分析

#### ●申請者情報

機関名：早稲田大学大学院

部署名：情報生産システム研究科

代表者：植田研二 教授

#### ●利用期間

2024/5/7 ～ 2025/3/31

#### ●利用装置

JEM2100、JEMARM200F、EM-10000BU 名古屋大学 委託分析

#### ●利用分野

ナノテクノロジー・物質・材料

#### ●利用目的

グラフェン／ダイヤモンド接合の界面構造、組成等に関して TEM 分析を行う

近年垂直配向グラフェン（カーボンナノウォール（CNW））／ダイヤモンド接合において、光照射＋バイアスによって接合の電気抵抗が大きく変化することが見いだされ、新たな光検出・記憶素子への応用可能性が示唆されている。本研究では、このスイッチング機構を解明する目的で、この CNW／ダイヤモンド接合界面のミクロ構造解析と電子状態分析を行う。

#### ●利用結果

CVD 法を用いて B ドープダイヤモンドの (001) にグラフェンを成長させた。試料の断面を FIB でピックアップし、Ar イオンミリングにより薄膜化した。このサンプルを走査透過型電子顕微鏡 JEMARM200F および EM-10000BU を用いて 80kV の加速電圧で観察、分析した。図 1 左は、ダイヤモンド／グラフェン界面の STEM 観察結果を示す。界面近傍で多くのグラフェンはダイヤモンド (111) と平行関係を持っていた。これは、図 1 右に示すように、ダイヤモンド (111) がグラフェンと似た六員環構造を持っており、スムーズに結合するためと考えられる。これらの構造がスイッチング特性の発現と関連があると考えられる。今後、EELS と 4D-STEM を用いた観察結果を詳細に解析し、特性発現

との相関を議論する予定である。

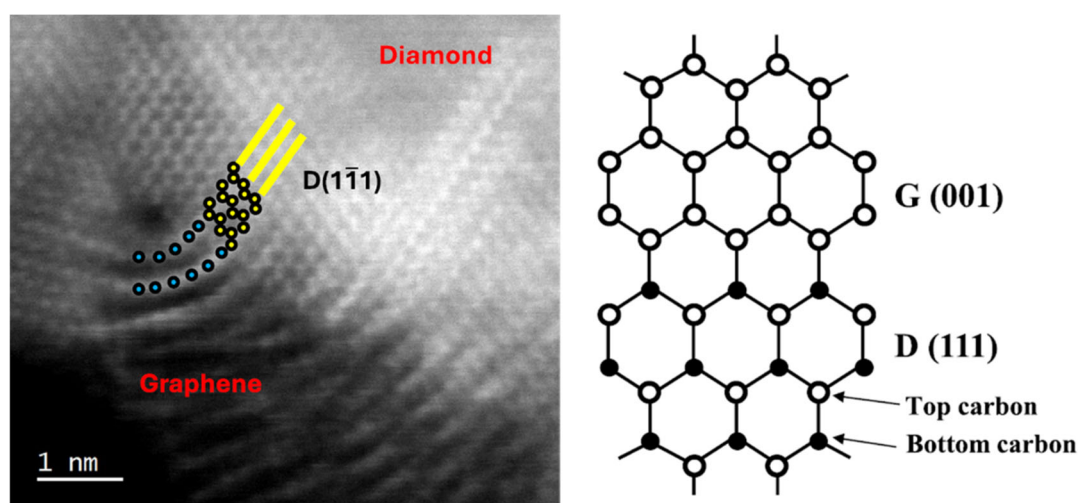


図1, Left: A high-resolution STEM image viewed along the  $[110]$  direction of the diamond substrate for the CNW/diamond interfaces. Right: A diagram showing the bonding relationship between a graphene (001) [G (001)] layer in CNW and a diamond (111) surface [D(111)]. (引用文献 1)

## ●成果公開について

本利用報告書を 2025 年 4 月に公開する

- ・ 確定している成果公開

投稿済みの論文

1) H. Iwane, G. Saito, S. Muto, K. Ueda : Diamond/graphene (carbon  $sp^3$ - $sp^2$ ) heterojunctions for neuromorphic device applications, Journal of Materials Research, 39 (2024) 2107-2114.

<https://doi.org/10.1557/s43578-024-01395-5>

- ・ 予定している成果公開

学会での発表予定

- 2) H. Iwane, G. Saito, S. Muto, and K. Ueda: High-precision recognition of hand-written digits by graphene/diamond heterojunctions, NDNC2025, 2025.5.11-15, Beppu, Oita, Japan.
- 3) G. Saito, H. Iwane, K. Ueda and S. Muto: Interfacial structure/chemical state analysis of graphene/diamond heterojunctions using scanning/transmission electron microscopy and electron energy-loss spectroscopy, NDNC2025, 2025.5.11-15, Beppu, Oita, Japan.
- 4) 齊藤元貴、岩根東輝、植田研二、武藤俊介: グラフェン/ダイヤモンド接合界面の 4D-STEM 解析, 日本顕微鏡学会第 81 回学術講演会, 2025.6.9-11, 福岡.
- 5) 齊藤元貴、岩根東輝、植田研二、武藤俊介: 走査/透過電子顕微鏡を用いたグラフェン/ダイヤモンド接合界面の構造解析, 日本顕微鏡学会第 81 回学術講演会, 2025.6.9-11, 福岡.

---

■ 受付番号 : C24P0012-H (名古屋大)

■ 受理日 : 2025 年 3 月 6 日

■ 受付担当者 : 武藤、阿部

