

課題番号: GR075  
助成額: 165百万円

グリーン・イノベーション

理工系

平成 23年 2月 10日  
～平成 26年 3月 31日

# グラフェンの成長制御と加工プロセスを通じたカーボンエレクトロニクスへの展開

吾郷 浩樹 九州大学先端物質化学研究所 准教授  
Hiroki Ago



専門分野  
ナノテクノロジー

キーワード  
グラフェン/ナノチューブ・フラーレン/先端機能デバイス/  
低消費電力・高エネルギー密度/自己組織化/二次元原子膜

WEBページ  
<http://ago.cm.kyushu-u.ac.jp/index.html>

## 研究背景

グラフェンは、炭素原子1層分の厚みをもつ究極的な二次元原子膜であり、物質中で最高のキャリア移動度や光透過性・柔軟性をもつことから、次世代のエレクトロニクス材料として期待を集めている。しかし、高結晶性のグラフェンの大面積化やバンドギャップの導入など、グラフェンの応用には多くの課題が残されている。

## 研究目的

高結晶性の金属触媒を用い、エピタキシャルに高品質の単層グラフェンを合成する方法を開発するとともに、その物性や電気特性について理解を深める。さらにバンドギャップ制御に有効なグラフェンナリボンを合成・加工する新たな方法の開発を目指す。

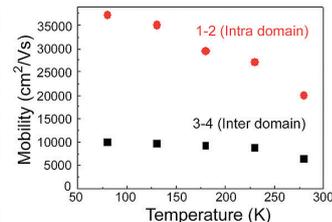
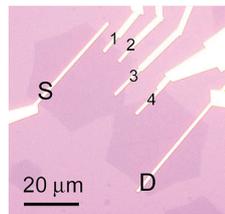
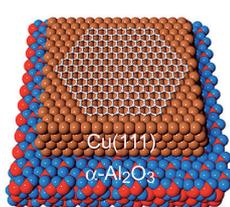
## 実績

代表論文: Adv. Mater., 25(45), 6562-6568, (2013)  
受賞: 応用物理学学会優秀論文賞 (2014年9月)、応用物理学学会 Poster Award (2013年3月)  
一般雑誌: 日経エレクトロニクス特集「炭素から新産業」(2014年2月)

## 研究成果

### エピタキシャルCVD法の発展とトランジスタ応用

グラフェンの方位が揃ったドメインをCu(111)上に成長させ、高結晶性グラフェンを得ることに成功した。さらにドメイン構造に依存したキャリア輸送特性も明らかにし、グラフェンのドメイン内で20,000cm<sup>2</sup>/Vsと非常に高いキャリア移動度を得た。この他にもグラフェンの歪み印加による化学反応性の著しい増加など、新たな現象を見出した。



図左 Cu(111)上に成長したグラフェン単結晶のドメインのイメージ。図中: 2個のドメインが融合したグラフェンに多数の電極を取り付けたもの。図右: 異なる電極間で測定したキャリア移動度の温度依存性。ドメイン内部の方が高い移動度を示す。

### グラフェンナリボンの創製

触媒金属の結晶面を利用してグラフェンナリボンをボトムアップ的に成長させる方法の開発に成功するとともにユニークなエッジ選択性も見出した。また、一枚のグラフェンシートを加工してグラフェンナリボンを得るトップダウン的な新手法も開発し、高いオン/オフ比を示す高性能の半導体デバイスの可能性を示した。

## 2030年の 応用展開

世界トップクラスの超高品質なグラフェンの製造法の確立を通じ、低消費電力の半導体デバイスやフレキシブルなタッチパネルなど新たなカーボンエレクトロニクスの産業の発展

が見込まれる。さらにヒューマンインターフェースデバイスなど、炭素ならではの特徴を活かした新たな応用も期待される。