

二次元機能性原子・分子薄膜の創製と利用に資する基盤技術の創出
平成27年度採択研究代表者

H27 年度
実績報告書

佐藤 信太郎

富士通株式会社 アドバンスシステム開発本部
本部長付

革新的デバイス創製のためのグラフェンナリボンのテイラーメイド合成

§ 1. 研究実施体制

(1)「富士通」グループ

① 研究代表者:佐藤 信太郎 (富士通株式会社アドバンスシステム開発本部、本部長付)

② 研究項目

・グラフェンナリボン(GNR)の合成・評価とシミュレーション

[1] GNR 前駆体堆積・GNR 形成技術の開発

[2] デバイス化関連材料合成技術の開発

[3] GNR の電子状態・デバイス特性・合成メカニズムシミュレーション

[4] GNR の特性評価・デバイス化

(2)「奈良先端大」グループ

① 主たる共同研究者:山田 容子 (奈良先端科学技術大学院大学物質創成科学研究科、教授)

② 研究項目

・ナリボンユニット合成

[1]アームチェア型ナリボン合成のための各種ユニット合成

[2]エッジ修飾ナリボンユニットの合成

[3]ジグザグナリボンユニットの合成

§ 2. 研究実施の概要

本研究では、将来の革新的デバイス開発のため、特に形態制御によってその性質(バンドギャップ、電子親和力、磁性等)が制御可能で、優れた特性が予想されているグラフェンナノリボン(GNR; 図1)に着目し、そのボトムアップ形成技術確立を第一の目標としている。

初年度である今年度は、様々な形態の GNR 合成の鍵となる種々の前駆体の形成に注力し、10種類に及ぶ前駆体の合成に成功した。特に、GNR の電子状態を様々に変えるため、幅広の GNR を形成可能なやや分子量が大きな前駆体や、エッジに水素以外の原子・分子を導入可能な前駆体を設計・合成した。また、これら前駆体の合成に先立ち、GNR の幅やエッジを変化させたらどのように電子状態が変わるか、シミュレーションにより予測した(図2)。さらに、GNR 形成プロセスを分子動力学法などによりシミュレーションし(図3)、実際の形成プロセスを再現すると共に、前駆体に依存して生じ得る、形成のボトルネックについて知見を得ることができた。

GNR 形成についても実験を進めた。特に、幅が異なる GNR や、エッジ原子が異なる GNR の合成を試み、その形態を走査トンネル顕微鏡(STM)で(図4)、また組成を X 線光電子分光法(XPS)などで分析し、前駆体合成にフィードバックした。来年度中には、現在狙っている新たな電子状態を持つ世界初の GNR の合成を実現したい。

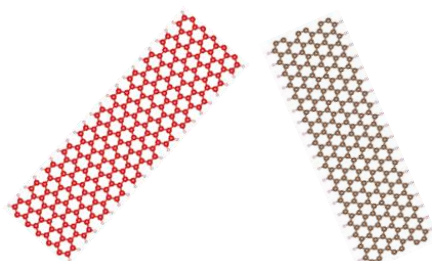


図 1. アームチェアエッジ(左)、ジグザグエッジ(右)グラフェンナノリボン

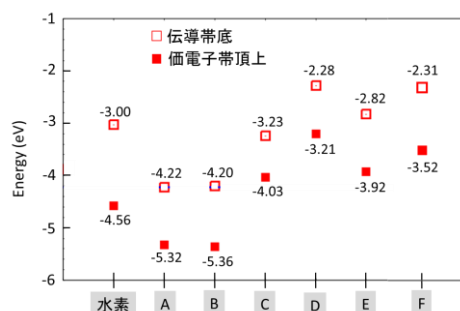


図 2. エッジ原子の違いによる電子状態変調の一例

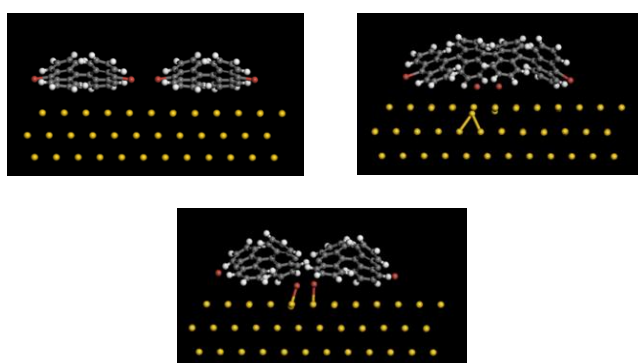


図 3. アントラセンダイマー前駆体がポリマー化する過程のシミュレーション

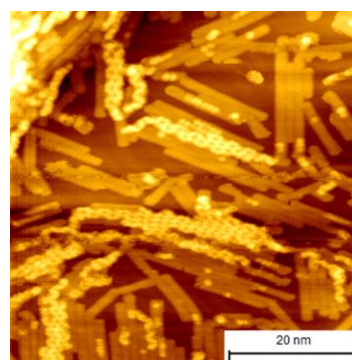


図 4. GNR 形成過程の STM 像。GNR とポリマー鎖(明るいところ)が混在。