

はじめにお読みください

この文章は、研究室に所属する学生が研究活動の一環として作成してくれたものです。研究室セミナーの時間に輪番で発表してもらい、研究に関連した事項の基礎知識の向上をはかりました。内容・文章ともに未だ不完全なものもありますが、2018 年度に調査してくれたものを公開いたします。

※学生の作成してくれたファイルをそのまま公開しております。ところどころ誤った記述もあるため、内容については保証いたしかねます。ご注意ください。
(2019 年度以降、少しずつ改訂していく予定です。)

2018 年 3 月 名古屋工業大学 川崎・石井研究室
<http://kawasaki.web.nitech.ac.jp/jp/tips/index.shtml>

【執筆者一覧】

・卒研究生

伊達 怜実、堀之内 理紗、山田 えみり、吉谷 駿、渡邊 裕介

・ M1

浅井 七海、亀岡 真祐子、近藤 航平、長谷川 毅、横井 和真、高橋 実夏子

・ M2

石亀 弘基、久野 潤也、中村 元海、林 遼治、松下 一樹、眞鍋 駿

・ D3

李 蒼昊

【炭素材料】

SWCNT に 7 員環が導入されるとどうなる？

作成日： 2019 年 2 月 21 日

担当者： 石亀

炭素ネットワーク中の六員環以外の構造、すなわち五員環や七員環などは、トポロジカル欠陥と呼ばれる。炭素六員環構造からなるグラフェン平面に五員環を 1 個導入すると、五員環を中心として正の曲率を持つ曲面が形成される。また、七員環を 1 個導入すると、負の曲率平面が形成される。理論的には炭素ネットワーク中の C-C 結合の一つを 90 度回転することで五員環・七員環の対欠陥が発生するといわれている。Fig.1 より、SWCNT を真空中にて 2000 K の高温で熱処理したものの高分解能電子顕微鏡の観察結果から五員環・七員環の対欠陥が存在しており高温での CNT の変形機構がトポロジカル欠陥の生成に起因することがわかる。

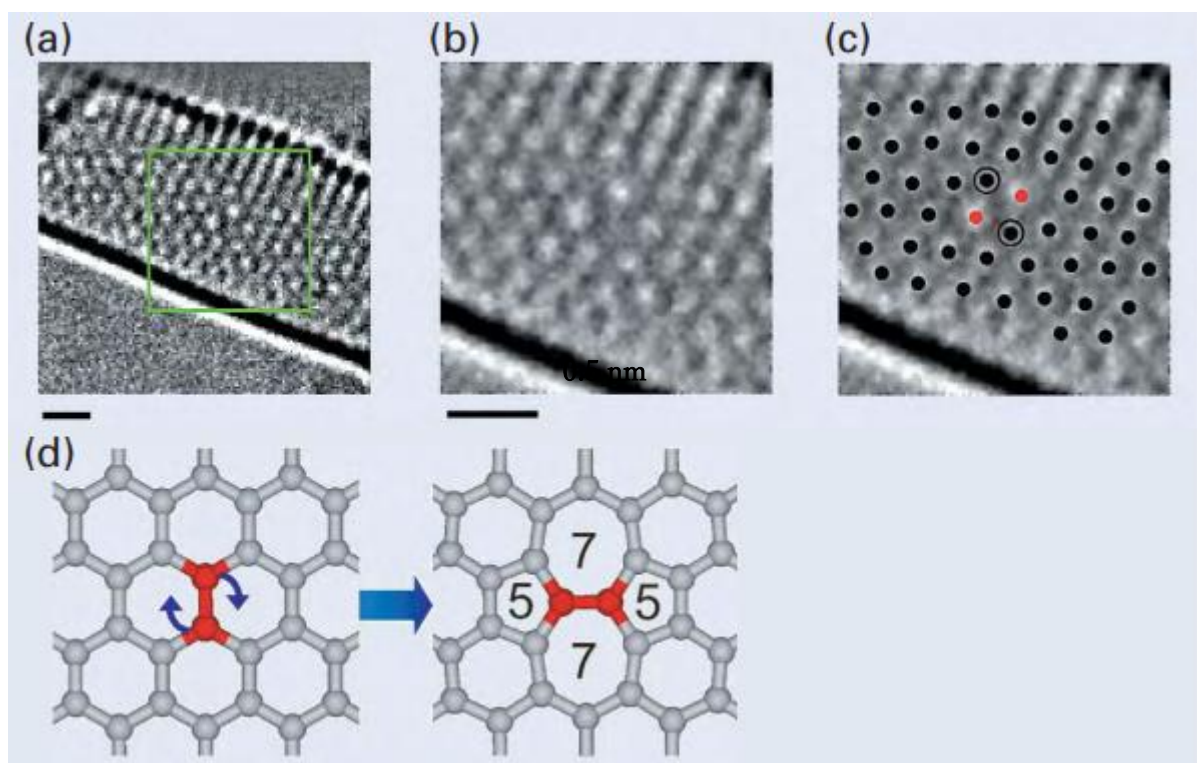


Fig.1 (a), (b), (c) 五員環・七員環対欠陥の例。この対欠陥は C-C 結合の回転に起因

またこの五員環・七員環対欠陥は上述のように C-C 結合を 90 度回転して生成されるが、転移することができる。Fig. 2 の左上から右上の転移がそれにあたり、4 個の六員環から 5-7-7-5 型の欠陥が形成されている。さらに同様の転移を繰り返すと、5-7 欠陥が 1 ステップずつ移動していくモデルを考えることができる。

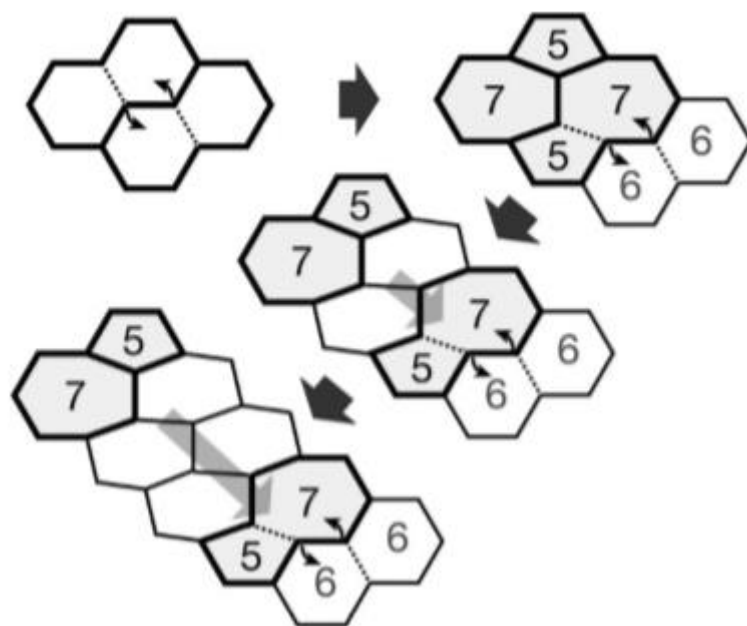


Fig.2 Stone-Wales 変換に基づくグラフェン格子中の 5-7 欠陥の移動の模式モデル

五員環や七員環の導入個数や配置によって様々な形状の曲面を作り出すことができ、ナノチューブ中にこれらのトポロジカルな欠陥を導入すると、1 本のナノチューブを自在な形状に折り曲げた構造が幾何学的にデザインできる。実際のところ、CNT は柔軟性に富み、大きく変形させても弾性的な挙動を示すが、任意の角度に曲げてその形を保持するためには、単に曲げ応力を負荷するだけでなく、このようなトポロジカルな欠陥を導入する必要がある。

[1] 日本電子 News Vol.41, 2009, pp22-27
<https://m.jeol.co.jp/asset/176/download>

[2] 表面科学 Vol. 34, No. 1, pp. 33-37, 2013
「カーボンナノチューブの変形加工」 平原 佳織・中山 喜萬