

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

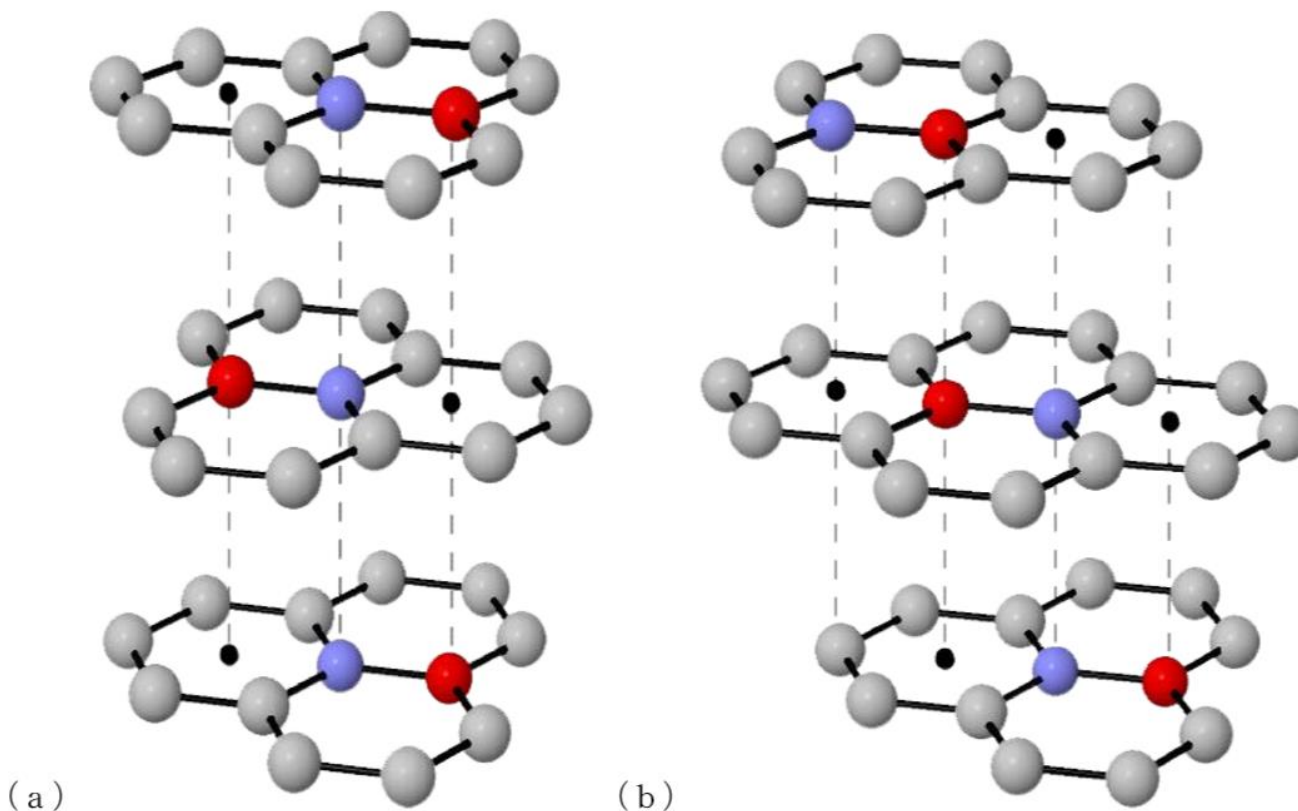
【ラマン・赤外分光法】

数層グラフェンの層数をラマンで求める方法を説明してください。

作成日： 2018 年 6 月 27 日

担当者： 石亀

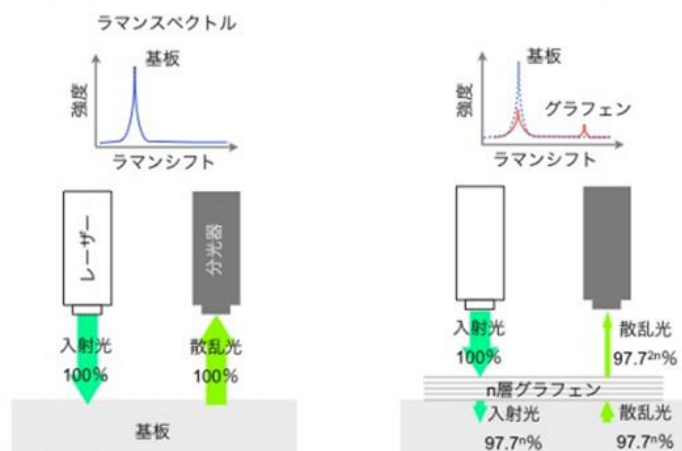
ラマン分光法により最もグラフェンの積層数を求める方法として、G バンドのラマン強度に着目する。同じ条件で強度を測定すると n 層では n 倍の G バンドの強度が得られこの比例関係はグラフェン 10 層程度であれば正確に反映される。しかし複数層のグラフェンは層と層の積層が必ずしも ABAB 積層であるとは限らない。(a)は最も安定なベルナル構造で(b)は ABCABC 構造である。天然黒鉛の中には 20%程度は ABC 構造が含まれている。この 2 種類に関してラマン分光を用いて区別するには 1800 cm^{-1} あたりの微弱な面外振動由来の二重ラマン共鳴ラマンスペクトルを調べることで区別することができる。



また、近年、グラフェンを支持する基板からのラマン散乱光がグラフェンによって遮蔽されることが分かりこれを用いることにより単層から 30 層までのグラフェンの積層数が測定可能という報告もある。グラフェンを基板に転写する際に基板に用いる材料としてラマン活性を占めすものを用いることでレーザー光によりグラフェンと基板の両方のラマンスペクトルを得ることができる。1 層のグラフェンは可視光に対してほぼ透明であり 99.7%の光を透過する。逆に 2.3%の光は通さないため積層数が増加するにつれ基板のラマンスペクトル強度が減少する。この際に強度は $0.997^n \times 0.997^n = 0.997^{2n}$ となるため基板のラマン散乱強度が I_0 基板上に n 層のグラフェンがあるときのラマン散乱強度 I_n をとしたときの各ラマン

強度とグラフェン積層数の関係は、 $I_n/I_0 = 0.997^{2n}$ で表すことができる。

グラフェンが基板上にない場合 n層グラフェンが基板上にある場



- [1] Atsuko Nakayama, Suguru Hoshino, Yuh Yamada, Ayako Ohmura, and Fumihiko Ishikawa, *Appl. Phys. Lett.* **107**, 231604 (2015)
- [2] D. Graf, F. Molitor, K. Ensslin, C. Stampfer, A. Jungen, C. Hierold, and L. Wirtz, *Nano Lett.*, 2007, **7** (2), pp 238–242
- [3] 「グラフェンの最先端技術と拓がる応用」尾辻 泰一、フロンティア出版
- [4] <https://www.niigata-u.ac.jp/information/2015/8764/>
- [5] Chunxiao Cong, Ting Yu, Kentaro Sato, Jingzhi Shang, Riichiro Saito, Gene F. Dresselhaus, and Mildred S. Dresselhaus, *ACS Nano*, 2011, **5** (11), pp 8760–8768