

(1110-3)

【材料・ナノテクノロジー分野（革新的材料・ナノテクノロジー）】

【新エネルギー分野（太陽光発電）】

仮訳

夢の実現：プラスチックからグラフェンを製造？(韓国)

2014年7月2日

グラフェンは、優れた導電性、柔軟性、耐久性を持つ「奇跡の材料」として高い関心を集めている。しかし、グラフェンの製造プロセスは複雑で量産ができず、入手が困難である。最近、韓国国内の研究チームが、グラフェンの元来の特性を維持しながらもグラフェン製造プロセスでよくみられる人工欠陥を伴わない炭素材料を開発した。新たに開発されたこの材料は、太陽電池や半導体チップ内のグラフェンの代替として利用できる。さらに、製造プロセスはカーボンファイバーの連続大量生産プロセスをベースとしているため、本格的な量産化が容易となる。こうした革新的なアプローチが認められ、同研究内容がナノ科学分野で高い影響力を持つピア・レビュー誌 *Nanoscale* の表紙で紹介された。

KIST（韓国科学技術研究所）の Han-Ik Joh 博士が率いる研究チームは、全北大学の Seok-In Na 博士、KRICT（韓国化学研究所）の Byoung Gak Kim 博士と共に、高分子を用いてグラフェンに似たカーボンナノシートを合成し、有機太陽電池の透明電極としてそのまま使用した。この研究成果は英国王立化学協会誌 *Nanoscale* に”One-step Synthesis of Carbon Nanosheets Converted from a Polycyclic Compound and Their Direct Use as Transparent Electrodes of ITO-free Organic Solar Cells”という論文で紹介され、その革新的で素晴らしい結果が評価され、1月21日発行版のカバーストーリーに選ばれている。

高品質グラフェンの大量製造には CVD(chemical vapor deposition：化学蒸着)*法が広く用いられている。しかし、この方法には製造プロセス後に使用した金属を除去し、生成したグラフェンを太陽電池基板等の別の基板に移すための集中的な後処理（転移プロセス）が必要となる。このプロセスで、すぐにしわや割れ等の品質低下が発生する。
* CVD(Chemical Vapor Deposition)：触媒として機能する金属フィルム板上にグラフェンを製造する方法。基板上に原料ガスと呼ばれるガスを吹きつけることで材料を製造する。製造後は、金属フィルムを除去し、グラフェンを別の基板に移す必要がある。

研究チームは、高分子溶液を使った基板のコーティングおよび過熱という 2 ステッププロセスで「カーボンナノシート」を製造した。グラフェン製造に 8 ステップを要する既存プロセスと比べ、非常にシンプルである。また、この新しい方法は一切の追加プロセス無しで、そのまま太陽電池に利用することができる。

研究チームは強固なはしご型構造を有する高分子、つまり PIM-1(Polymer of intrinsic microporosity-1: 固有微多孔性ポリマー-1)を合成し、クォーツ(石英)基板上において PIM-1 溶液を使ってライトグリーン色にスピニングし、1,200°Cで加熱処理するというシンプルなプロセスを用いて、透明で導電性のある CNS を形成した。

新プロセスでは、例えば金属基板の除去や別の基板へのグラフェン転移など、欠陥が発生しやすいステップを回避しているため、高品質なカーボンナノシートを、よりシンプルなプロセスを使って量産することができる。最終生成物はグラフェンと同じくらい効果的である。

KIST の Han Ik 博士は「このプロセスはカーボンファイバーの連続量産プロセスをベースとしていることから、透明で導電性のある 2D 炭素材料の商業化への応用が容易であると期待されています。」と言う。

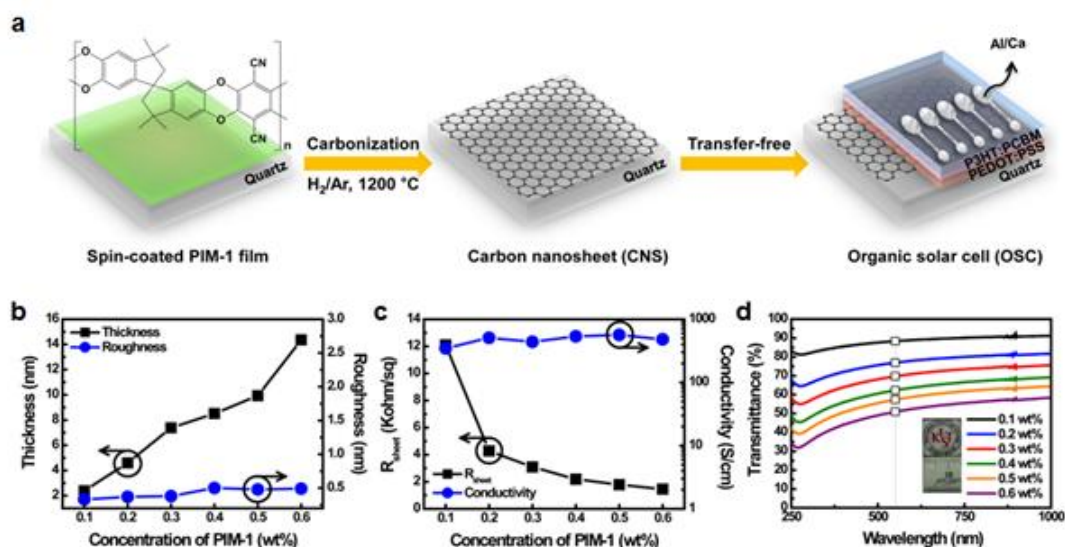
これは、研究チームが最近発表したポリアクリロニトリルをベースとしたカーボンナノシート製造に関する研究成果 (2013 年に Carbon 誌 Vol. 55 と Applied Physics Letters 誌 Vol. 102 で発表) のフォローアップ研究にあたる。今回の新たな研究成果は、カーボンナノシートの成長メカニズムや、よりシンプルな製造プロセスに関する理解を深める意義深いものである。

当該研究は KIST の Proprietary Research Project 及び韓国研究財団からの資金提供を受けて行われた。



KIST の Joh Hanil 博士

＜図 1＞2014 年 1 月 21 日発行 Nanoscale 誌の表紙にスピコーティングするグリーン高分子溶液が描かれている。カーボンナノシートはグラフェンに似た特性を持つ材料を生成する一方で、白黒で描かれている欠陥部分を最小化することができる。



＜図 2＞PIM-1 高分子溶液を用いた、透明で導電性のあるカーボンナノシートの製造方法：(a) クォーツ基板は、はしご型構造を有する PIM-1 高分子溶液でコーティングされ、カーボンナノシートを製造する高温下で熱を伝導する。追加プロセスを一切必要とせず、OSC(organic solar cell：有機太陽電池)をシート上に直接製造することができる。(b)、(c)、(d)はカーボンナノシートの厚さ、表面抵抗率、透明度それぞれの PIM-1 濃度との関係を表している。また、新しい方法によって、高分子溶液が濃縮される際に生成されるカーボンナノシートの電気的および光学的特性がもたらす望ましくない効果を容易にコントロールできる。(b)と(c)のX軸が示す高分子溶液の濃度が高くなるほど、図(b)に見られるように厚みは増すが、図(c)に見られるように抵抗は下がり、電流がより多く流れる。



＜図 3＞透明なカーボンナノシート(15mm)

翻訳：NEDO（担当 技術戦略研究センター 望月 麻衣）

出典：本資料は、韓国科学技術研究所(KIST)の以下の記事を翻訳したものである。

“Making Dreams Come True : Making Graphene from Plastic?”

http://eng.kist.re.kr/kist_eng/?state=view&sub_num=417&searchKind=&searchWord=&v_pagesize=10&v_page=1&idx=899&seqNo=1&reportMedia