19a-E18-8

お椀型構造分子スマネンへの電子線照射によるカーボンケージの生成

Beam Induced Graphitic Carbon Cage Transformation from Sumanene Aggregate

筑波大数理 [1]，筑波大学物質科学研究センター[2]，分子科学研究所 [3]，物質・材料研究機構 [4]

○舘 昌志 [1,2]，村上 勝久 [1,2]，森田 悠紀 [3]，東林 修平 [3]，竹口 雅樹 [4]，櫻井 英博 [3]，藤田 淳一 [1,2]

University of Tsukuba[1], Tsukuba Research Center for Interdisciplinary Materials Science(TIMS)[2], Institute for Molecular Science.[3], National Institute for Material Science.[4]　○M. Tachi[1,2], K. Murakami[1,2], Y. Morita[3], S. Higashibayashi[3], M. Takeguchi[4], H. Sakurai[3] and J. Fujita[1,2]

E-mail: bk201320366@s.bk.tsukuba.ac.jp

スマネン($C_{21}H_{12}$)とは、直径 0.6nm 程度のお椀型形状の分子であり（図 1）、カーボンナノチューブのキャップ構造を持つ[1]。この湾曲した分子を励起重合させることで、様々な形状の機能性立体構造分子を創出できる可能性がある。本研究では、スマネン分子集合体への電子線照射によって、直径 20nm 程度のカーボンケージが再現性よく形成されることを見いだしたので報告する。

【実験方法】スマネンナノ結晶[2]を THF (Tetrahydrofuran)に分散させ、DI（Deionized water）中に攪拌希釈させた分散液をカーボンメッシュ上に滴下してスマネン集合体を作製した。この試料に対して透過電子顕微鏡(TEM)、および走査型電子顕微鏡(SEM)中で電子線照射を行い、スマネン集合体の変化とカーボンナノケージへの変化をその場観察した。

【実験結果】図 2 に TEM 内におけるスマネンへの 200keV の電子線照射によるカーボンケージの変化過程を示す。メッシュ上のスマネンは明瞭なコントラストを示さないが、約 32mC/cm^2 の電子線照射によって凝集体を形成する。さらに電子線照射を継続すると凝集したスマネン分子は、(a)のような球状の集合体を形成し、球体としての明瞭なコントラストを示す。電子線照射に伴い、(b)に示す様に球状集合体の中心付近には空洞が出現し、周囲の輪郭が明瞭になってくる。球体内部の構造は、(c)の様に激しく動きながら消滅し、同時に空洞が広がって最終的には(d)の様に完全なカーボンケージが生成される。この(b)~(d)の変化に要したドーズ量は約 0.5 mC/cm^2 であった。また、走査型電子顕微鏡（SEM）内においても、5~20keV 低加速電子線をスマネン結晶に照射することによりカーボンケージの生成が確認できた。低加速・高加速の電子線を照射するいずれの場合でも、生成されるカーボンケージの直径は 5~40nm 程度であり、特に 25nm 程度のものが多く観察できた（図 3）。5keV の低加速電子線照射でもカーボンケージの合成が実現することから、スマネン分子の重合反応によるカーボンケージの生成では、電子線衝撃(Knock-on)による炭素原子移動ではなく、電子線励起による結合の切断と重合がその主要な生成要因と考えられる。

[1] H. Sakurai, et al.: Science. **301** (2003) 1878
[2] Y. Morita, et al.: Chem. Commun. **48** (2012) 9050

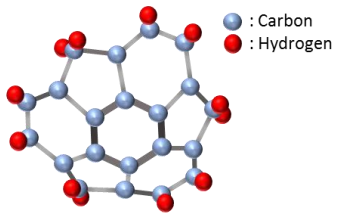

図 1 スマネンの分子構造

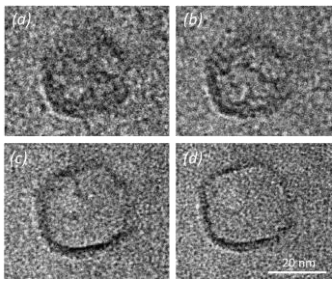

図 2 電子線照射によるカーボンケージの生成

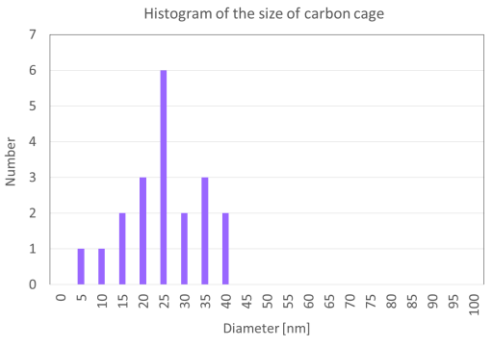

図 3 カーボンケージの直径における度数分布

© 2014 年　応用物理学会