

サイズ選別ナノ粒子クラスターの動的構造変化に関する研究

Static and dynamic structure analysis for size-selected nanoparticle clusters

応用化学専攻 篠原 太基

SHINOHARA Taiki

1. 緒言

気相生成した銀ナノ粒子は非常に表面活性が高い反面、自己凝集しやすいことで知られている。しかしフラーレン (C_{60}) ナノ粒子上に銀ナノ粒子を付着させることによって、個々の個性を保ったまま孤立したクラスターを形成出来ることが分かりつつある^[1]。そこで本研究では、銀ナノ粒子クラスターを一次元的な構造物質であるカーボンナノチューブ (CNT) と二次元的な構造物質であるグラフェンに付着させることで、ナノ粒子クラスターの動的な構造変化の解明を試みた。

2. 実験

気相凝集法にて 1040 °C で銀ナノ粒子を生成し、420 °C に加熱された C_{60} ナノ粒子中を通過させた。得られたナノ粒子クラスターを ^{241}Am によってイオン化し、微分型電気移動度測定装置 (DMA) を用いて 8 ~ 22 nm の範囲で粒径選別を行なった。こうして得られたナノ粒子クラスターを CNT を塗布した Cu グリッド上に静電捕集し、走査透過型電子顕微鏡 (STEM) にて構造解析を行なった。また、同様の方法でグラフェンを塗布した Cu グリッド上に捕集したものについても実験を行った。

3. 結果及び考察

3-1 CNT 上に捕集した銀ナノ粒子クラスターの STEM 像

図 1 に 20 nm に粒径選別した銀ナノ粒子クラスターを CNT 上に捕集した試料の STEM 像を示す。銀ナノ粒子クラスターは CNT 上に一部分だけ付

着することにより、三次元的な構造を持ちながら気相中の球形の構造から激しく構造変化している様子が見て取れる。また、長軸径と短軸径から割り出したクラスター粒径はおおよそ 20 nm となっており、DMA の選別径と良く一致していることから、気相生成したクラスターが CNT 上に沿って変形・付着したと考えられる。さらに、銀ナノ粒子間隔はおおよそ 1.4 nm 程度であった。CNT への付着により激しく変形しているにも関わらず、銀ナノ粒子が凝集することなく、孤立状態を保っていることから C_{60} ナノ粒子による隔離効果がクラスターの動的構造変化の過程においても有効に働いていると考えられる。

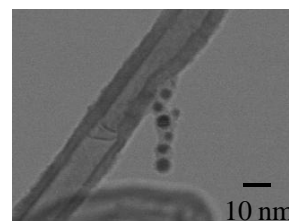


図 1 CNT 上に捕集した 20 nm 銀ナノ粒子クラスターの STEM 像

3-2 CNT 上に捕集した銀ナノ粒子クラスターの構成銀ナノ粒子間距離

図 2 に粒径選別した銀ナノ粒子クラスターを構成銀ナノ粒子間距離について解析した結果のグラフを示す。12 ~ 22 nm の範囲において、構成銀ナノ粒子間距離は約 2 nm で一定となっていた。この 2 nm というのは C_{60} ナノ粒子数個程度の大きさと等しいため、クラスターの構成銀ナノ粒子は C_{60} ナノ粒子によって一定の間隔を保ったまま孤

立していると考えられる。

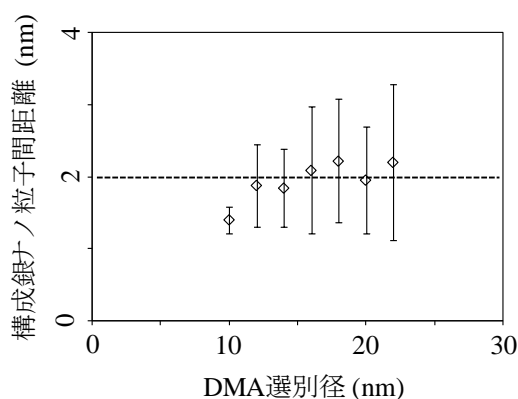


図2 各DMA選別径におけるCNT上の銀ナノ粒子クラスターの構成銀ナノ粒子間距離

3-3 グラフェン上に捕集した銀ナノ粒子クラスターのSTEM像

図3に20 nmに粒径選別した銀ナノ粒子クラスターをグラフェン上に捕集した試料のSTEM像を示す。CNTの時とは違い、銀ナノ粒子クラスターはグラフェン平面に2次的に付着している様子が見て取れる。しかし、クラスター粒径はDMA選別径にほぼ一致しており、また構成銀ナノ粒子は一定の間隔を保っていることから、CNTの時と同様に気相中で生成したクラスターがそのまま付着し、構成銀ナノ粒子を孤立した状態のまま付着していると考えられる。

3-3 グラフェン上に捕集した銀ナノ粒子クラスターのSTEM像

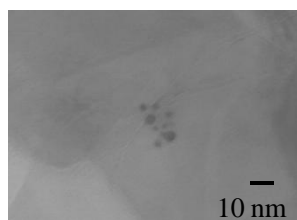


図3 グラフェン上に捕集した20 nm銀ナノ粒子クラスターのSTEM像

図4にCNTの時と同様にクラスターの構成銀ナノ粒子間距離について解析した結果のグラフを示す。こちらも構成銀ナノ粒子間距離は約2 nmで一定の値をとっていたことから、ク

ラスターはグラフェンのような2次的構造物質への付着の過程においても構成銀ナノ粒子を凝集させることなく存在していると考えられる。

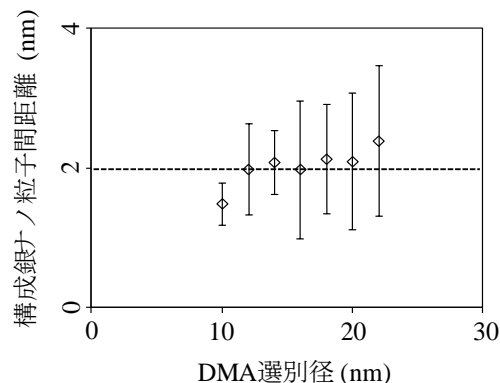


図4 各DMA選別径におけるグラフェン上の銀ナノ粒子クラスターの構成銀ナノ粒子間距離

4. 結言

銀ナノ粒子クラスターは一次元的な構造物質のCNTにおいても、二次元的な構造物質のグラフェンにおいても変形している様子が観察された。しかし、クラスターの構成銀ナノ粒子が凝集せず孤立した状態を保っていたことから、固体基板上への付着過程においても、C₆₀ナノ粒子の隔離効果が有効に働いていると考えられる。

4. 業績一覧

1. 篠原太基, 西田直樹, 田中秀樹: 日本化学会第91回春季年会, 神奈川, 2011年3月.
2. T. Shinohara, N. Nishida, H. Tanaka: EAC2011, Manchester, U.K., September, 2011.
3. 篠原太基, 西田直樹, 田中秀樹: 日本化学会第92回春季年会, 神奈川, 2012年3月.
4. T. Shinohara, N. Nishida, H. Tanaka: EAC2012, Granada, Spain, September, 2012.

参考文献

- [1] H. Tanaka, H. Maeda, *Chem. Phys. Lett.*, 484 (2009) 37.