



# 岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

ゼオライトFSM-16中への1次元半導体C60, C70の  
創生、そのナノ物性と応用

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2008-03-12 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 仁田, 昌二 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12099/462">http://hdl.handle.net/20.500.12099/462</a>

# ゼオライトFSM-16中への1次元半導体C<sub>60</sub>, C<sub>70</sub>の創生、 そのナノ物性と応用

## はしがき

ゼオライトFSM-16は一辺2.7 nmの六角形の形をした1次元的な細孔が三角格子を作り周期的に並んだ物質であり、より詳細にはメソポウラス物質とよばれるものである。FSM-16は自動車の排気ガスの吸収・処理などを念頭に触媒として作らせたものである。我々はFSM-16の細孔内に半導体C<sub>60</sub>またはC<sub>70</sub>を埋め込み、ナノ構造を作製すること、そして1次元ナノ構造による量子効果の観測を最初の目的にして研究を開始した。以下に研究概要を纏める。

## 研究概要

(1). ゼオライトFSM-16を宿主物質として、その中の1次元細孔内にゲスト物質としてC<sub>60</sub>を内包させることに成功した。(その物質をC<sub>60</sub>@FSM16と記述する)。方法としては最初にC<sub>60</sub>が400℃で気化することを用いて、真空にしたアンプル内にC<sub>60</sub>とFSM-16を封入し、温度勾配をつけた電気炉内で、気化させたC<sub>60</sub>を200℃に保ったFSM-16内に閉じ込めた。この試料をC<sub>60</sub>@FSM16:Vと呼ぶ。

(2). C<sub>60</sub>@FSM16:Vの10Kから室温の間での光ルミネッセンスを観測し、ナノ構造にもとずくと考えらるルミネッセンス・ピークのシフトを観測できた。電子スピン共鳴の実験から、FSM-16中にC<sub>60</sub>の閉じ込めが起こって無ければ説明できない共鳴を観察した。この共鳴のg-値シフトなどに関しても理論的な検討が必要である。

(3). C<sub>60</sub>@FSM16:VのX線小角散乱の実験では、FSM-16の周期構造の確認は出来たが、C<sub>60</sub>の閉じ込めによって起きると考えられるX線小角散乱の振幅の増加は観察できなかった。このことは閉じ込めの充填率が大きくないことを示していると考えている。

(4). C<sub>60</sub>が有機溶媒に溶ける事を使ってFSM-16の細孔に有機溶媒に溶かしたC<sub>60</sub>を入れては有機溶媒を蒸発させるという、溶液法を用いてC<sub>60</sub>@FSM16を作製した。有機溶媒としてトルエンを用いてC<sub>60</sub>の飽和溶液を作った。10<sup>-5</sup> Torrの真空中でFSM-16を500℃で8時間おいて細孔内部に吸収されている水分を除いた。ピペットを使って数滴の飽和溶液をFSM-16の細孔に吸収させた。その試料を真空中で200℃、30分加熱・脱トルエン処理を行った。この過程を10回繰り返すと茶色がかた試料が得られた。この試料をC<sub>60</sub>@FSM16:Lと記述する。FSM-16の外側にC<sub>60</sub>が析出すると試料が黒くなるので、試料がうまくできているかどうかがよく区別出来る。

(5). C<sub>60</sub>@FSM16:LもC<sub>60</sub>@FSM16:Vとほとんど同様な性質を示

す。C<sub>60</sub>@FSM16：Lも量子効果にもとずくと考えられる光ルミネッセンスのピークシフトが観察された。電子スピン共鳴についても同様である。充填率も改善するには細孔への飽和溶液吸収と有機溶媒の蒸発のサイクルを大幅に増加させることが必要である。この溶液法が有利な点は閉じ込められたC<sub>60</sub>と細孔の総体積の比、いわゆる充填率の平均値が気相法に比べて推測がよいである事である。

(6)．C<sub>70</sub>については、C<sub>60</sub>の結果にもとずいて溶液法を用いて試料を作製した。この試料をC<sub>70</sub>@FSM16：Lと記述する。

(7)．C<sub>70</sub>@FSM16：Lは有機溶媒にC<sub>70</sub>を溶かしたときによく似た紫色の試料になった。この色自体がC<sub>70</sub>がFSM-16中に閉じ込められた事を示している。

(8)．C<sub>70</sub>@FSM16：Lは、C<sub>60</sub>@FSM16：LおよびC<sub>60</sub>@FSM16：Vと同様に、光ルミネッセンスに量子効果として説明されるピークシフトが観測された。FSM-16の細孔体積と閉じ込められたC<sub>70</sub>体積の比、いわゆる充填率はX線小角散乱の散乱振幅の変化が少ない事から、やはり小さい事が分かる。

#### 今後の問題点等

C<sub>70</sub>@FSM16とC<sub>60</sub>@FSM16については目的はだいたい果たしたが、充填率をあげるには気相法は制御性が今ひとつであり、溶液法は莫大な時間と手間がかかる。したがって充填率が必要な実験には溶液法を根気よく回数を稼ぐか、新しい充填法を模索する事が必要である。

C<sub>60</sub>やC<sub>70</sub>の炭素原子数を無限に近く持っていった物にカーボン・ナノチューブがある。現在我々は今回の次の仕事としてFSM-16の細孔内にカーボン・ナノチューブを閉じ込める試みを行っている。方法は出来上がりのカーボン・ナノチューブを閉じ込めるのではなく、カーボン・ナノチューブを生成しながら閉じ込めようとしている。カーボン・ナノチューブは直径制御およびカイラリティーの制御がまだ行われていない。FSM-16内に量子回路を組み立てると言うことを考えると金属カーボン・ナノチューブおよび半導体カーボン・ナノチューブを制御しながら作ることが出来れば大きな成果になるものと考え、研究を進めている。