

4B10

選択的に分散された半導体カーボンナノチューブの光吸収スペクトル、および、ドーピングの影響

(産総研ナノテクノロジー¹,産総研ナノチューブ応用²)○二見 能資¹, KAZAOUI Said², 南 信次¹

【序】

単層カーボンナノチューブ (SWNTs) の UV-Vis-NIR 吸収スペクトルは、ブロードなバックグラウンドが観測されると共に、複数のカイラリティーの吸収ピークが重なり、非常に複雑である。最近、polyfluoren (PFO) を分散材に用いて、特定の semiconducting SWNTs (s-SWNTs) を Toluene 溶媒中に分散する方法が報告された[1, 2]。我々は、この分散方法を用いて、高純度の s-SWNTs を得ることに成功し、トランジスターの作成などを行ってきた[3]。

この分散方法によって得られる s-SWNTs の吸収スペクトルは非常にシンプルである。吸収ピークはシャープであり、バックグラウンドもほとんど無い。今回我々は、得られた s-SWNTs を用いて S_1 吸収スペクトルの強度とその重量の関係を調べた。さらに、この選択的に分散された s-SWNTs に有機分子をドーピングした場合のスペクトルの変化について報告する。

【実験】

超音波ホモジナイザーを用いて、s-SWNTs を PFO/Toluene 中に分散させた。この分散液中から s-SWNTs を効率よく分離するために、超遠心分離法を用いた。この超遠心分離は二段階で行った。まず、一段階目の超遠心分離では、上澄み液を採取する。この上澄みには、特定の s-SWNTs のみ分散されている。二段階目の超遠心分離では、沈殿を採取する。長時間の超遠心分離によって、液中の s-SWNTs は沈殿する。このようにして得られた s-SWNTs を用いて、その重量と吸収強度の関係を調べた。

また、PFO/Toluene 中に分散された s-SWNTs、に TCNQ や TCNQF₄ などの有機分子をドーピングして、そのドーピング量と吸収スペクトルの変化を調べた。

[1] Nish et al., Nature Nanotechnology 2, 640 (2007).

[2] Chen et al., Nano Lett. 7, 3013 (2007).

[3] K. Iakoubovskii et al, Appl. Phys. Lett. 92(24), 243112 (2008)

【結果】

図1は、HiPco を D₂O に分散させた溶液の UV-Vis-NIR 吸収スペクトルである。分散剤は SDBS である。複数のカイラリティーのピークが重なり合っており、また、非常にブロードなベースラインがあり、非常に複雑である。これに対して図2に示されたスペクトルは非常にシンプルである。このスペクトルは、超遠心分離によって分離された s-SWNTs の沈殿を Toluene 中に再分散した溶液の UV-Vis-NIR 吸収スペクトルである。5 つのカイラリティーの吸収がはっきりと観測されている。PFO は残っているが、吸収強度が測定できる程度まで減少している。

超遠心分離で得られた沈殿の重量とその吸収スペクトルから、s-SWNTs の単位重量あたりの吸収強度を求めた。

また、図3と4のそれぞれに、選択的に分散された s-SWNTs に TCNQF₄ をドーピングした際の吸収スペクトルと発光スペクトルの変化を示した。

この結果、より長波長側に観測された吸収ピークおよび発光ピークは、ドーピングによって強度の減少が大きかった。

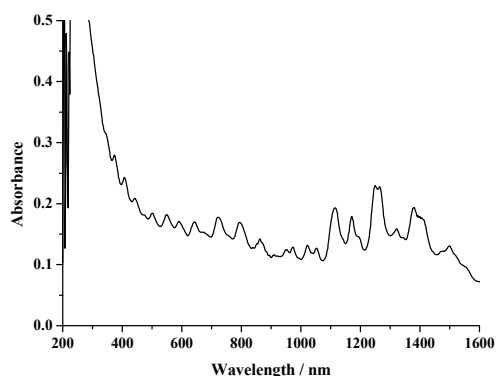


図1. D₂O 中に分散された CNT / SDBS / D₂O の UV-Vis-NIR 吸収スペクトル。

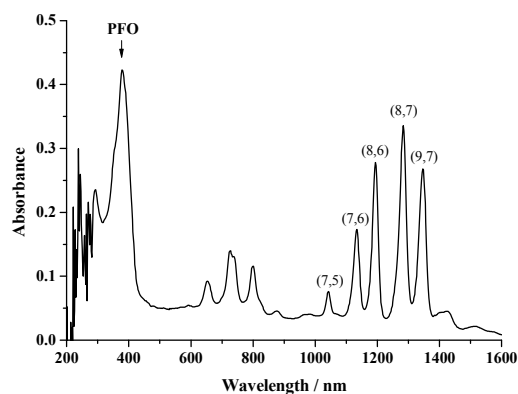


図2. Toluene 中に再分散された、s-SWNTs / PFO / Toluene の UV-Vis-NIR 吸収スペクトル。

1000-1500 nm に s-SWNTs の S1 吸収、600-900 nm に S2 吸収が観測されている。380 nm 付近の吸収は PFO に由来するものである。

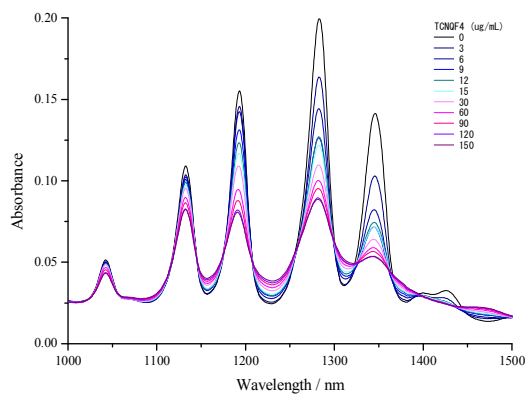


図3. TCNQF₄ の添加による、s-SWNTs / PFO / Toluene 溶液の UV-Vis-NIR 吸収スペクトルの変化。

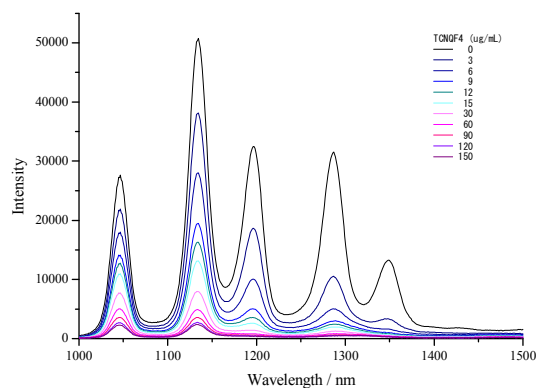


図4. TCNQF₄ の添加による、s-SWNTs / PFO / Toluene 溶液の発光スペクトルの変化。(励起光 : 660 nm)