

### 3P052

ナノカーボン材料およびポリマーナノコンポジットの電子状態の研究  
(関西学院大学<sup>1</sup>、大阪大学<sup>2</sup>、近畿大学<sup>3</sup>、神戸大学<sup>4</sup>)

○小橋健太<sup>1</sup>、田邊一朗<sup>2</sup>、森澤勇介<sup>3</sup>、佐藤春実<sup>4</sup>、後藤剛喜<sup>1</sup>、尾崎幸洋<sup>1</sup>

Investigation of electronic state of nano carbon and polymer  
nanocomposites

(Kwansei Gakuin Univ<sup>1</sup>, Osaka Univ<sup>2</sup>, Kindai Univ<sup>3</sup>, Kobe Univ<sup>4</sup>)

○Kenta Kobashi<sup>1</sup>, Ichiro Tanabe<sup>2</sup>, Yusuke Morisawa<sup>3</sup>, Harumi Sato<sup>4</sup>,  
Takeyoshi Goto<sup>1</sup>, Yukihiro Ozaki<sup>1</sup>

**【序論】** グラフェンやカーボンナノチューブ (CNT) といったナノカーボン材料は優れた電子的な特性を持っており、電子状態に関する研究が盛んに行われている。またポリマー材料にナノカーボン材料をフィラーとして添加したポリマーナノコンポジットが新しい機能性材料として近年注目を集めている。ナノカーボン材料の電子的な特性が、ポリマーナノコンポジットの機能発現に寄与することが予想される。そこで、本研究ではカーボン材料に加え、カーボン材料/ポリマーナノコンポジットの電子状態、およびそれがもたらす機能を解明するべく、減衰全反射法を採用した紫外分光システム (ATR-UV 法) を用いてカーボン材料/ポリマーナノコンポジットの紫外領域 (140~450 nm ; 8.5~2.8 eV) のスペクトル測定を行った。近紫外領域 (200~450 nm) にはナノカーボン材料の電子状態が、遠紫外領域 (145~200 nm) ではナノカーボン材料と相互作用するポリマーの電子状態が観測される。ナノコンポジットの紫外領域スペクトルをフィラー未添加の純ポリマーの紫外領域スペクトルと比較し、フィラーの影響によるポリマーの電子状態変化を考察した。

**【実験】** 厚み (層数) の異なる 2 種類のグラフェン微小板 (1~2 nm と 6~8 nm) の ATR-UV スペクトルを測定した。単層 (直径 1~2 nm)、多層 (直径 3~20 nm、10~30 nm の 2 種類) CNT のスペクトル測定を行った。次に波長域 145~300 nm (8.55~4.13 eV) において、CNT 未添加の純 Poly(dimethylsiloxane) (PDMS) のスペクトルを測定した。CNT 添加量 0.02、0.04、0.06 phr (phr = parts by weight per hundred parts of rubber; フィラー添加前のゴムの重量を 100 とした時のフィラーの重量部) の CNT/PDMS ナノコンポジットの測定を行った。

#### **【結果】**

(カーボン材料)

約 4.5 eV に観測されるグラフェンの  $\pi \rightarrow \pi^*$  電子遷移を確認した。層数が少なくなると、 $\pi \rightarrow \pi^*$  電子遷移の吸収ピークの傾きの形状がより下に凸になることが分かった (図 1、2)。

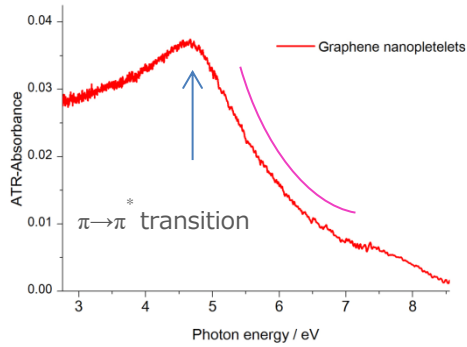


図 1. グラフェン微小板（厚み 1~2 nm）のスペクトル

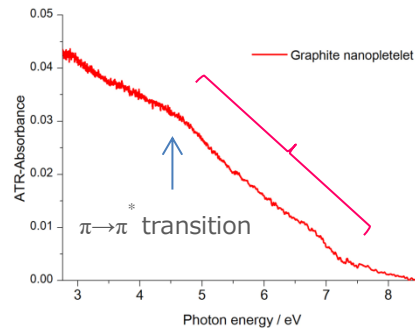


図 2. グラフェン微小板（厚み 6~8 nm）のスペクトル

単層 CNT、多層 CNT においても、約 4.5 eV に  $\pi \rightarrow \pi^*$  遷移を確認した。グラフェン微小板と同様に、層数が少なくなるにつれ、吸収ピークの高エネルギー側の傾きが下に凸になる傾向が観測された。これらのことから、 $\pi \rightarrow \pi^*$  遷移の傾きの形状はグラフェン層数を反映するものと考えられる。

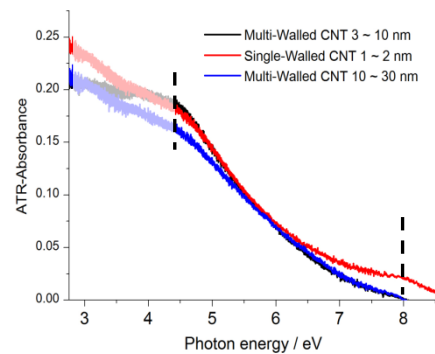


図 3. カーボンナノチューブのスペクトル

(ポリマーナノコンポジット)

シリコンゴム(poly(dimethylsiloxane); PDMS)の吸収バンドを 6.4, 7.1, 8.3 eV 付近に観測した (図 4)。PDMS に 0.02 phr (phr = parts by weight per hundred parts of rubber;未添加のゴムの重量を 100 とした時の添加物の重量部) の多層カーボンナノチューブ(multi-walled carbon nanotubes; MWNTs)を添加することで、6.4 eV 付近の PDMS 由来のバンド強度が減少した。さらに添加量を 0.06 phr まで増やすと、7.1, 8.3 eV 付近のバンド強度が増強した (図 5)。PDMS 中に分散した MWNTs の影響により、遠紫外スペクトルが変化したと考えられる。

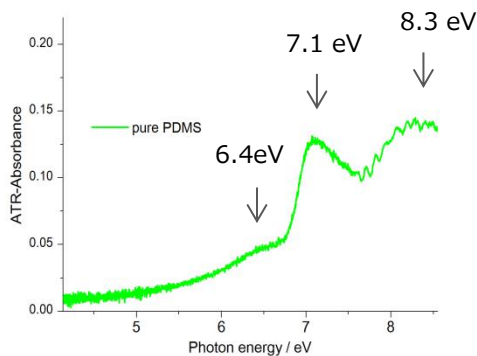


図 4. PDMS のスペクトル

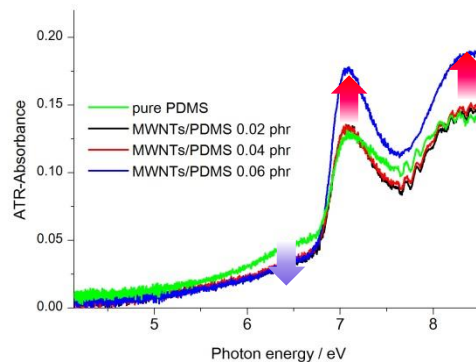


図 5. MWNTs 添加による PDMS のスペクトル変化