

【序論】カーボンナノチューブ(CNTs)は 1991 年に飯島氏により発見された。この CNTs は機械的、熱的な強度に優れ、グラフェンシートの巻き方(カイラルベクトルの方向)により電子輸送特性が変化するというユニークな特徴を持つことから新世代の材料として興味深い。現在 CNTs は多岐にわたる分野での応用が期待されており、その物性の更なる研究解明が急がれている。本研究では低温真空において CNTs に紫外光を照射することにより起こる表面での光化学反応を分光学的に観測した。これにより CNTs 表面の光化学的な機能を考察した。真空低温の環境で実験することにより熱反応を無視した純粋な光化学反応を観測することが出来た。

【実験】サンプルとして用いた CNTs の規格を表 1 に示した。真空低温環境の実現にはクライオスタットおよび真空ポンプ、ガスヘリウムコンプレッサーを組み合わせたシステム(低温マトリクス用ミニスタットシステム)を実験装置として使用した。サンプルホルダーには CsI 基板を使用し、コールドヘッドにセットした。

Diameter	< 2 nm
Length	0.5-50 μ m
Purity of CNTs	\geq 90 %
Purity of SWCNTs	\geq 50 %
Ash	\leq 2 wt%
Special Surface Area	> 600 m ² /g
Amorphous carbon	< 5 %

表 1. 使用した CNTs の規格

サンプルをサンプルホルダー上に塗布し、チェンバー内を真空ポンプにより脱気して真空($\sim 10^{-6}$ Torr)にした。その後コンプレッサーによりコールドヘッドを冷却してサンプルホルダーを低温(6.3-6.5 K)にし、発光波長 184 nm および 254 nm の低圧水銀灯によりサンプルに紫外光照射した。サンプル表面の経時変化をフーリエ変換赤外分光光度計(SHIMADZU FTIR-8300)により測定し、得られた IR スペクトルを分析することによってサンプル表面での光化学反応について考察した。

CNTs サンプルの酸処理を行った。酸処理方法は、CNTs を 5 M の硝酸にて 24 時間加熱(約 363 K)しながら還流し、ろ過したものを超音波で水に分散させ、再びろ過するという方法を用いた。この処理を行ったサンプルを無処理の CNT に対し、A-CNTs と表記する。

【結果】図 1 は CNTs サンプルに紫外光を 360 分照射した IR スペクトルから紫外光照射時間 15 分の IR スペクトルを差し引いた差スペクトルである。このスペクトルにおいて、1040 cm^{-1} と 2230 cm^{-1} にそれぞれ O_3 と N_2O に由来するピークを確認することが出来た。このことから、CNTs には大気に触れることであらかじめ酸素および窒素が吸着しており、それらが紫外光照射により CNTs 表面で反応したと考えられる。 O_3 と N_2O のピーク強度を時間経

過に対してプロットしたグラフが図2である。このグラフから、紫外光照射直後は O_3 の発生量が N_2O の発生量を上回るが、時間経過と共に O_3 の増加は穏やかになり、代わって N_2O の生成が O_3 の発生量を上回り増加するという関係を見る事が出来た。このことから、 O_3 が中間体のような働きを示していることがわかった。A-CNTs サンプルで同様に実験を行ったとき、 O_3 と N_2O のピークは観測されなかった。これは酸処理により CNTs の表面が変化し、酸素と窒素があらかじめ吸着する能力が弱まったためと考えられる。

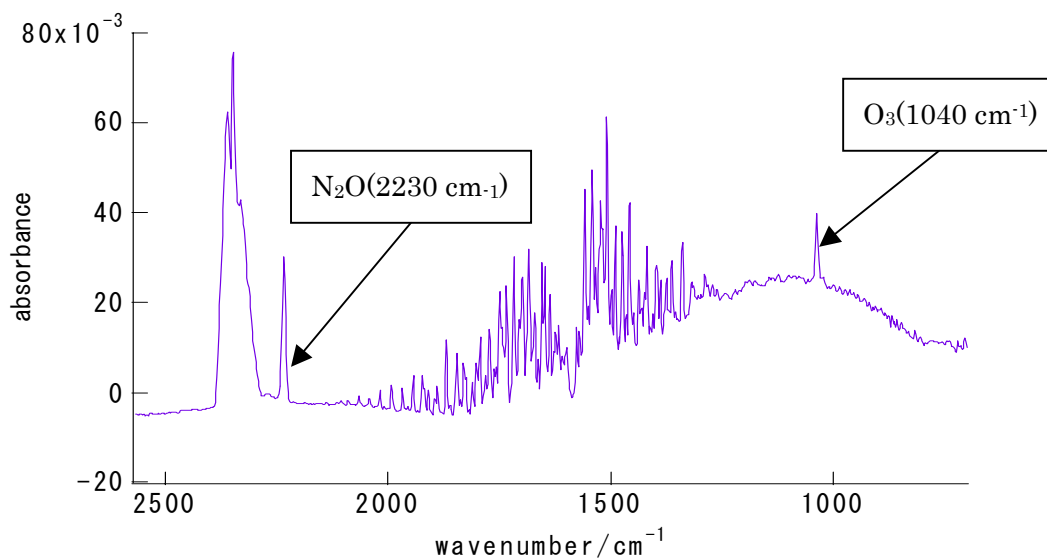


図1. CNTs に 360 分間紫外光照射した時の IR スペクトル

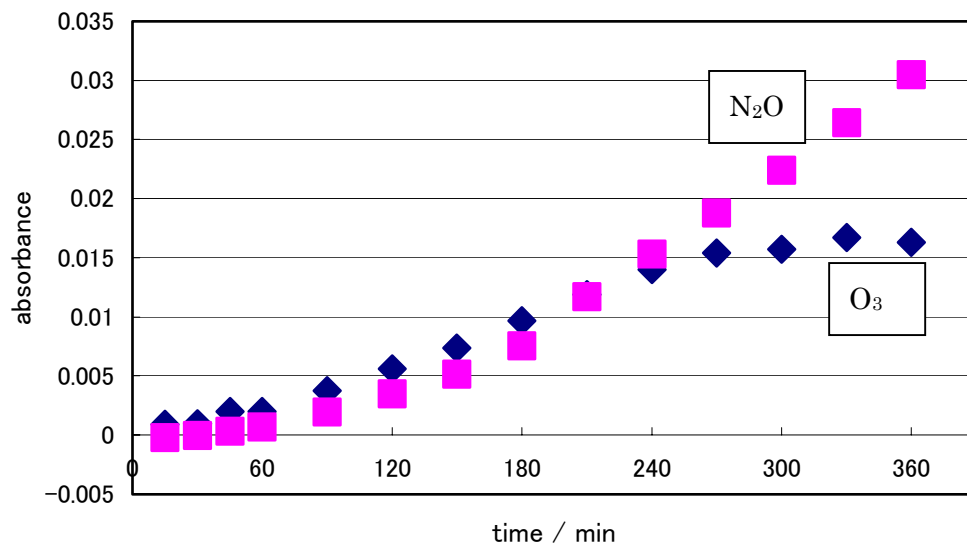


図2. N_2O と O_3 のピーク強度経時変化