

合同セッション
カーボンナノチューブの基礎と応用

大阪府大院工 秋田 成司

本合同セッションは5分科の合同企画として2003年春季講演会から実施され、毎回100件前後の講演がある。最近ではナノチューブ以外のグラフェンに関する講演も増えてきたことが特徴である。今回も以下の様に非常に活発な議論や意見交換がなされ、ナノカーボン材料関連分野への関心の高さが改めてよくわかった。

ナノチューブ(CNT)の半導体、金属分離に関しては、CNTを含んだアガロースゲルの凍結と圧搾により容易に半導体・金属分離が実現できる(産総研)ことが報告された。さらなる純度向上を期待したい。また、半金分離に関する理論的な計算からのアプローチ(富士通研)もあり、今後の原理解明に期待したい。また、CNTの表面修飾による可溶化や機能化に関する報告がいくつかあり、それぞれの特徴を生かした応用に期待がもてた。さらに、CNTの電気伝導の環境敏感性を生かしたセンサーに関しても進展があった。

理論計算による構造変化の理解に関して、C60の融合(東工大)や電子線によるCNTの加工原理の提案(阪府大)など興味深かった。また、CNT中に内包されたナノカプセルの挙動についての詳細な検討がされ(阪大)、今後の人為的な位置制御や輸送機構の活用に期待がもてた。

SWNTの光学応答に関しては、励起子輻射寿命・量子効率やその温度依存性の測定、アラハノフ・ボーム効果によるダーク励起子の発光の観測、蛍光測定による分子吸着状態の観測など、非常に興味深い報告がなされた(東理大、京大)。CNTの機械的応答関連では、生体分子の質量計測を念頭においたCNT振動子の水中での特性の考察(阪府大)、CNTの圧力センサーやひずみセンサーへの応用の検討など(慶大、東北大)、実用を意識した研究が目をつけた。

グラフェン関連の報告は、今回も非常に多くの聴衆を集めた。グラフェンの合成においては、前回同様SiCの熱分解を利用した報告が多数あったが、今回は形成メカニズムや構造、物性に関するより詳細な報告がなされた。中でも、SiCとグラフェンの界面の構造により、グラフェンが金属的になったり、半導体的になったりする、との報告(名大)は今後の応用を考えると重要であると感じた。また、液体Ga触媒を利用したグラフェン形成の報告があり、独自の手法で非常に興味深かった(筑波大)。形成されたグラフェンの構造・特性の詳細な評価が待たれる。さらにグラフェンのCVD合成についての報告もいくつかあり、今後のさらなる進展が期待される。また、グラフェンの作製法として有

望視されている、酸化グラフェンを還元するプロセスに関して、構造、組成、電気的特性とプロセスパラメーターの相関に関する系統的な報告がなされた（東大、埼玉大）。

グラフェンを用いたデバイス応用に関する報告として、FET（東大、埼玉大）、量子ドット（阪大）、太陽電池（埼玉大、東大）が注目を集めた。さらに、グラフェンの加工に関して、鉄微粒子を用いて切断するという興味深い報告があった（横浜国大）。

グラフェンと同様に、二次元のナノカーボン材料であるカーボンナノウォールについては、成長形態の制御や電気特性評価など着実な進展がみられ（岐阜大、名大、名城大）今後の応用に期待がもてた。

CNT の量子伝導に関しては、弾道伝導から拡散伝導までを一つの理論で扱える新しい計算手法に関する報告（産総研）があり、CNT デバイスの設計に有用であると期待される。

SWNT の FET 応用に関しては、High-k ゲート絶縁膜を用いたトップゲート SWNT-FET において、n 型特性の高い安定性が示され、実用化へ向けて期待が大きく膨らんだ（名大）。また、半導体 SWNT と金属 SWNT の分離技術にもとづく、新しい SWNT-TFT 作製プロセスに関する報告があり、特性のばらつきが小さいなど、SWNT-TFT 作製プロセスの大きな前進がみられた（産総研）。

CNT の成長メカニズムの理解という点では、環境 TEM による成長のその場観察の結果（阪大）が興味深かった。また、これまでも貴金属触媒を用いた単層 CNT 成長に関する報告はあったが、今回は CNT と同じ炭素系であるナノダイヤを用いても成長することが報告された（NTT 物性基礎研・東理大）。成長条件の制御により、基板上に微小突起の存在が CNT 成長に重要であることが示された。CNT の成長方向制御は CNT デバイス実用化に向けて重要な技術であるが、トップダウン的な手法により、意図する方向に CNT を成長させた報告（九大、阪大）があり興味深かった。今後の展開に期待したい。

以上の様に、CNT やグラフェンなどのナノ炭素系の基礎物性の理解や実用化に関して着実な進展があり今後の展開が期待される。なお、冒頭でも述べたとおり、グラフェンに関する講演の占める割合が回を追うごとに増加しており、また、聴講者数も 350 名収容の会場で立ち見が出るほどで関心の高さがうかがえた。最後に、本報告では、佐藤信太郎（富士通研）、本多信一（阪大）各氏のご協力を得た。