

## 17. ナノカーボン

本分科は、2003年春季から実施された合同セッション「カーボンナノチューブの基礎と応用」を発展的に解消し、2010年春季より正式な分科「ナノカーボン」となったものである。今回は計187件の発表があった。合同セッション時の件数が100件程度であったことを考えると、「ナノカーボン」としてグラフェンを積極的に取り込むことにより大きく伸びている。発表の内訳は、カーボンナノチューブ(CNT)関連が72件、グラフェン関連が94件、その他が21件と、グラフェン関連がCNT関連を上回った。各中分類、及びポスターの件数の内訳を図1に示す。それぞれの研究フェイズを反映し、成長など基礎的な内容はグラフェンの件数が多く、応用に近いほどCNTの件数が多いことがわかる。今回はさらに、二次元材料である六方晶窒化ホウ素や二硫化モリブデンに関する発表もあった。これらは「ナノカーボン」とは言えないが、世界的に見ても今後増えていくことが期待され、グラフェンとの融合という観点から取りこんでいくべきと考えている。以下、中分類ごとに講演会の概要をまとめるが、全講演にわたって、聴講者数、質問数が多く、注目の高さが感じられた。

### 【17.1 成長技術】

CNT合成の発表は減少傾向で、今回は触媒微粒子の組成・構造とCNT成長との関係を詳細に分析したものや、金属内包CNTの成長メカニズムに関わる研究が中心であった。特に、CNT成長中における金属組成・構造の変化のTEMその場観察や、ダイヤモンドなど特殊な触媒を用いた合成、低温での合成技術の講演が目をつけた。

グラフェンの合成技術としては、SiCをアニールする手法、化学気相合成(CVD)法に関する発表が主であったが、酸化グラフェン(GO)を還元する手法についても何件か講演があった。SiC表面のエピグラフェンに関しては、表面物理の見地からのものが多く、原子レベルまで還元した理解が得られるようになってきた。CVD成長によるグラフェンは、SiC単結晶上エピグラフェンと同等の品質を持つようになってきており、実デバイス応用に耐えうるまでの品質に達しつつある。それに伴い、単なるベタ膜だけではなく、双晶などの微視的構造を利用したグラフェンナノリボンの形成についての報告があった。金属触媒フリーのグラフェン合成の試みも何件か報告された。今後の品質向上に期待したい。最終日の最後2件がロール・ツー・ロールによるグラフェン合成に関するものであった。通常、最終日は徐々に聴衆が減っていくが、今回は逆に増える傾向にあり、注目の高さを感じた。

### 【17.2 構造制御・プロセス】

CNTやナノウォール、グラフェンなどナノカーボン材料の合成後の分離、精製、化学処理、光照射処理など多岐に渡る発表が行われた。特に、単層CNTのカイラリティや電気伝導性(金属性or半導体性)による分離技術に関する分析や大量生産に向けた進捗が印象に残った。グラフェン関連では剥離技術、金属との相互作用や、銀微粒子を用いた細孔形成の発表などがあった。

### 【17.3 新機能探索・基礎物性評価】

CNT関連では、CNTの扁平-円筒間の状態遷移のメカニズム解明に関する講演があり、今後、回転式アクチュエーターなどの新規デバイスへの応用が期待される。また解説論文受賞講演で、

近年の高純度精製技術の進展と高純度半導体 CNT を用いた高性能トランジスタ応用が紹介された。実用化に向けては、単一カイラリティの半導体 CNT を用いたエレクトロクロミック素子の固体化に関する講演が目をつけた。

グラフェン関連では、種々の手法を用いたバンドギャップの形成に関する理論計算、実験結果に関する多くの発表が見受けられ、活発に議論がなされた。また、デバイス作製に向けたトップゲート絶縁膜の探索や、グラフェン抵抗変化を利用した新しいメモリ、酸化グラフェンの発光機構等の発表が興味深かった。

#### 【17.4 デバイス応用】

CNT 関連では、印刷技術を用いたトランジスタの作製に関する講演があり、実用化を目指した技術に進展がみられた。また、半導体、金属分離や単一カイラリティ分離などの高純度精製技術により得られた CNT によるトランジスタに関する講演があった。超高感度ガスセンサや圧力センサなどについても、着実な感度向上が報告された。CNT メモリや CNT 透明導電膜といった報告に加え、CNT バンプを用いたマイクロストリップ線路など、新たな応用が期待できる報告もあった。

一方グラフェンでは、電界効果、移動度、バンドギャップなど基礎物性の向上に関する研究が主であり、それぞれ独創的な工夫がみられた。電子デバイス応用を目指した局所歪み導入によるギャップ形成や、グラフェンの透明性と 2 次元性・銀ナノワイヤーの導電性を組み合わせた透明導電膜応用が報告された。また、グラフェンの高移動度を利用した抗原の高感度検出の報告があり、その実用化を目指した大面積酸化グラフェンの還元手法の検討が報告された。

最後になったが、初日のポスターでは全ての中分類を含めた発表がされ、会場は非常に暑かったものの多岐に渡る内容で多くの聴衆でにぎわった。ポスターアワードの新設をにらみ、次回はより美しいポスターの作成を期待したい。

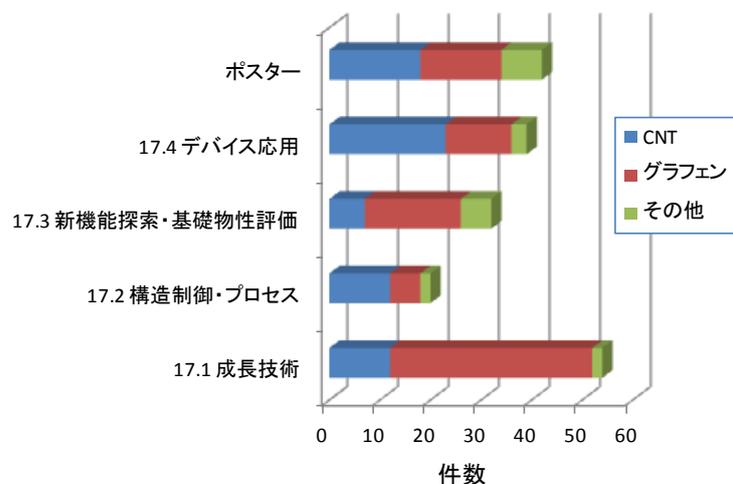


図 1. 発表件数の内訳