

17. ナノカーボン

今回の応用物理学会から中分類を大幅な再編を行った。今までは、「成長技術」、「構造制御・プロセス」、「新機能探索・基礎物性評価」、「デバイス応用」といった目的に対する編成であったが、今回から、「カーボンナノチューブ、他のナノカーボン材料」、「グラフェン」、「層状物質」という材料別に変更した。「ナノカーボン」では、今回計 186 件の発表があった。内訳は「カーボンナノチューブ、他のナノカーボン材料」が 49 件、グラフェン関連が 98 件、層状物質 39 件であった。前回と比べると、層状物質の講演数が増加し、それ以外の分野では変化があまり無かった。

以下、ポスターセッション、及び各中分類分科の口頭発表に関し簡単にまとめる。

【ポスターセッション】

講演時間の 9:30 前からすでに多くの関係者が集まり、70 件以上の報告があり活発な議論や意見交換が行われていた。カーボンナノチューブやグラフェンの合成、その物性評価と制御に関する研究だけでなく、遷移金属カルコゲナイト系に関する発表も多くみられた。ポスター賞は、東北大らのナノ電気化学セル顕微鏡を用いたグラフェンエッジ領域の電気化学活性可視化に関する講演、および、東工大の SAM 膜を MoS_2 FET のゲート絶縁膜に使ったという講演、の 2 件に与えられた。

【17.1 カーボンナノチューブ、他のナノカーボン材料】

合成関連では、ナノチューブだけではなく、ナノファイバーや繊維状ナノホーン、中空コアシェル、チェーン状 C_{20} フラーレンなどの合成が報告された。基礎物性関連では、CNT-FET でノイズの差による吸着分子の識別や、霜柱状 CNT（垂直配向 CNT 上に炭素膜）の特異な赤外吸収特性の解析などに関するものがあつた。また、応用面では、FET を用いたバイオセンサ応用や太陽電池応用、またそれらに関連する技術開発に関するものであつた。これらはカーボンナノチューブの電気伝導性、フレキシビリティ、高い光透過性等の特異な物性を組み合わせたものが多く、既存の技術・材料では実現し得ないような、カーボンナノチューブ独自の応用研究が進展していることが印象的であつた。

【17.2 グラフェン】

合成関連では、SiC 上エピタキシャルグラフェン成長やグラフェンの直接成長などの報告が多数あり、中でも W キャップを用いた析出法や銅触媒と CH_4 プラズマの酸化グラフェンからの生成にて、D ピークのない高品質な多層グラフェンが形成できることを報告しておりグラフェンの産業応用に向けての技術が進展していた。構造制御関連では、酸化グラフェン・多結晶グラフェン・グラフェンナノリボンの物性や構造制御に関する

研究が報告された。特に、原子層であるグラフェン構造を利用した水分子吸着に関する研究が多く報告され、活発な議論がされた。会場もほぼ満席であるなど、当分野の高い注目度・重要性を強く感じた。基礎物性関連では、**h-BN** 上グラフェンでの量子伝導やグラフェンのゼーベック係数の欠陥依存性、電気化学的手法によるグラフェンのプロトン透過率の評価、酸化グラフェンの欠陥修復によるバンド伝導起源などグラフェンの物性について広く議論が行われた。応用面では、機械的歪みを加えた系や他物質との複合系など、**pristine** なグラフェンではない系の報告が多かった。特に、IoT 関連として水素検出を狙ったパラジウム微粒子担持や、生体関連物質検出を狙った糖鎖等による表面機能化など、グラフェンの高い表面積対体積比を利用したセンサーに関する報告が目立った。応用可能なレベルでの検出感度が手が届きつつあり、今後、安定性など他の要素に関する研究展開が期待される。また、**Au(788)** 面上の表面ポリマー化によって作製した高配向グラフェン・ナノリボン・アレイを基板に転写し電気特性を計測できるところまで進んできた。

【17.3 層状物質】

ここ数年、遷移金属ダイカルコゲナイド・窒化ホウ素等の層状物質の合成に関する報告が増加傾向であり、今回新たに **Si** と **Ca** が交互に積層した層状物質である **CaSi₂** 単結晶へのフッ素拡散により新規構造を有する 2 層シリセンの報告があった。また、**Au** ナノ粒子を起点として **WS₂** を所望の位置に成長させる技術が報告された。**h-BN** に関しても析出法、**CVD** 法等様々な手法による大面積合成が可能となっており、ヘテロ構造への進展が期待できる。また、単独の物質の性質に着目した講演以外にも、積層や面内接合といった異種物質の複合系において、特にその界面の性質に関する報告があった。今後、複合化による繊細な電子構造制御が期待される。