

2021/10/6

17 ナノカーボン代表

富士電機(株) 藤井

報告書

大分類 17 ナノカーボンでは、通常の講演のほかにシンポジウム(T22 脱炭素社会に向けたカーボンナノチューブの開発と応用～発見 30 周年記念シンポジウム～)世話人:丸山 隆浩(名城大)、守谷頼(東大)、9月12日)を開催した。以下では、各中分類について報告する。

17.1 カーボンナノチューブ、他のナノカーボン材料

基礎物性分野では、カーボンナノチューブ(CNT)やカーボンナノカプセルの構造制御や成長過程を透過電子顕微鏡を用いて原子レベルで観察する技術の進展に関する発表が行われた。1～数 nm の直径のナノ材料の物性を原子レベルで評価し解析することができる技術の進捗には目を見張るものがあった。

成長分野では、CNT の垂直配向成長に関する研究が主であり、特に、従来の触媒金属とは異なる Os や Ir 微粒子を用いて細い CNT の合成に成功しており、注目すべき発表であった。

応用技術分野では、カーボンナノチューブ紡績糸・線材、カーボン量子ドット、スイッチング素子応用、テラヘルツ波検出器、熱電性能の応用、アクチュエーター、電磁波シールド、ガスセンサー、軽量空中浮遊材応用など非常に多岐に渡る分野への応用を目指した研究発表がなされ、改めて CNT やフラーレンのもつ優れた可能性を感じた。特にテラヘルツ波検出器への応用は、試作機による熱電カメラのデモンストレーションの発表もあり、実用化にかなり近づきつつあることを感じた。

17.2 グラフェン

基礎物性分野では、ツイスト 2 層グラフェン(TBG)の大面积化と ARPES によるフラットバンドの観測、TBG の構造緩和と基板からのドーピング効果など多岐にわたる発表がなされた。バンド構造を考慮することで明確に説明できる現象がある一方で、原因がはっきりしない現象もいくつか報告されており、今後の実験・理論面での発展が期待される。

成長技術分野では、グラフェンの成長や構造制御に関する発表が多くなされ、特に、Ni 触媒を用いた多層グラフェン成長が数件あり、オーソドックスかつシンプルな手法でのグラフェン成長に関する需要が依然として大きいと感じた。また、構造制御として、グラフェンの高機能化に向けたドーピング、化学修飾、ナノ構造制御及び関連評価技術の講演があった。特に、ナノリボン、ナノドットやメッシュ構造の作製と評価に関しては、サイズやエッジ構造の違いによる電子状態が変化することが報告され、今後の更なる物性の理解が期待される。

応用分野では、グラフェンを用いた多くのセンサーの報告があり、DNA アダプターを用いたインフルエンザセンシングと昨今のコロナ過に対応した新規応用の報告があった。また、赤外線検出デバイスの高感度化、実験的及び理論的に THz 領域での光学的評価など様々なデバイスで進展

の報告があり、今後の実用化に期待される。

17.3 層状物質

基礎物性分野では、種々の層状結晶の表面処理や複合化に関連する報告が多くあった。特に後者に関して、これまでは粘着テープを用いた機械的剥離による層状物の積層構造作製に関する報告が多かったが、今回は化学気相堆積法で合成した層状結晶を転写し積層構造を作製するという報告があり、層状物質が基板上へ強く吸着していることなど、従来状態が異なることが示された。積層構造作製の幅が広がったとも言え、今後の幅広い研究展開へつなげる成果だと考えられる。

成長分野では、遷移金属ダイカルコゲナイド(TMDC)の成膜技術と剥離結晶の製造プロセスを中心に報告された。特にこれまで直接的な合成事例がない1T'相 WS_2 大面積合成が成功するなど着実に合成技術が進展していることを実感した。いまだ詳細不明な部分が多い TMDC の成長メカニズムの解明に寄与する成果も得られつつあり、活発な議論がなされていた。

応用分野では、多種多様な層状物質を用いたデバイス、主に電界効果トランジスタ(FET)をベースにした技術が多く報告された。その中で、ゲルマナンという新規二次元物質の FET 特性に対する電極接合の影響に関する報告があった。また、次世代型の素子構造として、トンネル FET に関する報告が前回に引き続き見られた。通常の FET におけるスイッチングの急峻さの理論的限界を超えることが期待されるものであり、まだまだ理論的限界を超える例は限られるものの、今後も引き続き検討が進められるべき重要な技術であると考えられる。

ポスターセッション

ポスター件数は、17.1:15 件、17.2:14 件、17.3:18 件でありキーワードも広く分布している。カーボンナノチューブと BN ナノチューブの同軸複合構造、グラフェンと hBN の縦型複合構造など機能性を持つ複合構造の合成、半導体カーボンナノチューブの光熱起電力効果を用いた電磁波検出感度の劇的な向上の報告などが注目を集めた。