

グラフェンは“面白い”，“役に立つ”！ 基礎物理から応用まで

北海道大学 徳本洋志

豊田工業大学 吉村雅満

カーボンナノチューブ(CNT)は、高い電流密度耐性や熱伝導性、機械的強度を示し、配線材料や放熱材、強化剤や電子放出源として、幅広い応用が検討されているが、その物性を決める直径やカイラリティの制御は困難である。一方、グラフェン（図1にナノカーボン材料：グラフェン・フラーレン・カーボンナノチューブ・グラファイトの関連を示した）はカーボンナノチューブ(CNT)に匹敵する物性を有し、スコッチテープで剥がすなどして良質の材料が比較的簡単に得られるため、未来のデバイス材料や新しい物理現象の舞台として世界的にもきわめて注目されている。国内の応用物理学会・物理学会だけを取り挙げて、グラフェンあるいはCNW（カーボンナノウォール）がタイトルにある講演数が2006年以降急激に増加している（図2）。本シンポジウムでは、このような状況を踏まえこれまでのグラフェン研究の最先端を理解するとともに、将来のグラフェン応用に向けて日本が取り組むべき課題を議論することを目的として開催された。

本シンポジウムは、講演及び質疑を含めたパネルディスカッションという二部構成で行われた。最初に東京工業大学の安藤恒夫氏より、ゼロ磁場での伝導率など通常の2次元電子系とは異なるユニークな性質に関する、先駆的なグラフェンの理論研究が紹介されたのち、世界でブームとなっているグラフェンに関する実験及び理論研究の最先端についてレビューがなされた。続いて、グラフェンシートの種々の作成法に関する講演が4件行われた。名古屋大学の堀勝氏よりグラフェンシートが基板に直立するカーボンナノウォールの合成とデバイス・電極応用に関する研究が、東京大学の斉木幸一郎氏からは金属基板(Pt(111))上でのモノレイヤーグラフェンの作成とSTMによるエッジ状態の観察結果が、NITの永瀬雅夫氏からはSiC上のグラフェン成長と集積化名のギャッププローブを用いた電気特性に関する研究が、北海道大学の徳本洋志氏からはメッキ法を用いたナノグラフェンの低温成長とTEMやラマン分光法による構造解析結果が報告された。いずれもオリジナリティに富んだ内容であり、それぞれのターゲットを見据えたグラフェンの作成法が確立しつつある現況が理解された。

次に、応用研究として、4件の講演がなされた。最初に、大阪大学の白石誠司氏からスコッチテープにより作成されたグラフェンシート中へのスピン注入に関する研究が紹介された。続いて、理研（現、産業技術総合研究所）の塚越一仁氏より、同じく剥離法により作成した薄膜グラファイトの伝導とゲート効果に関する報告が、東北大の尾辻泰一氏からはシリコン上でのグラフェンの超高速・高周波デバイスへの応用（グラフェン・オン・シ

リコン)について講演がなされ、グラフェンの秘める画期的な電子物性が今後どのようにデバイスに利用されていくかが理解できた。最後の講演として、電通大の中村淳氏より、グラフェンの酸素吸着構造に関する理論的な解析が示され、酸素列間距離が構造双安定性の発言のどのように影響を及ぼすかが議論された。

その後第二部として、上記講演者をパネラーとするディスカッションが行われた。話題提供者から、「カーボンナノチューブとグラフェンの自己組織形成」や「有機デバイスの電極問題」に関するトピックスが紹介された後、全講演およびグラフェン電子デバイス実現に向けての要素技術課題に関して多くの質疑が交わされた。ディスカッションのポイントは図3のように多岐に渡ったが、中でも電気伝導とゲート効果に関しては今後の課題が山積していることが指摘された。聴衆は250人以上と会場(定員230名)に入りきれず、この分野の関心の高さを企画者ともども再認識したほどである。また、情報サイト“Tech-On”にも熱気溢れる議論があったことが報告された。世界的にもこの分野の進展は目を見張るものがあり、今後も同様のシンポジウム企画を行う必要があると確信した。

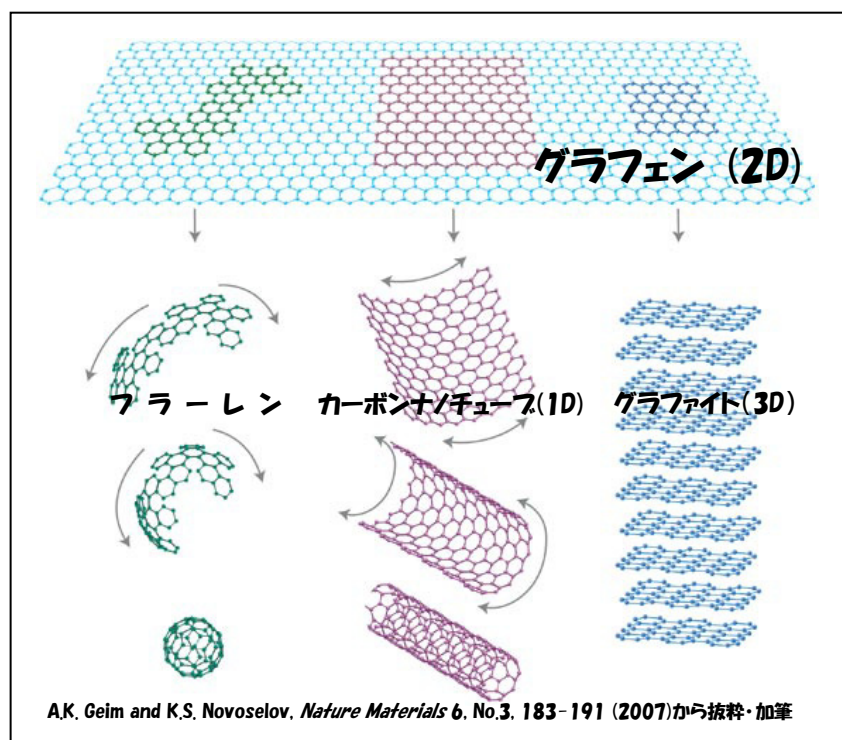


図1 . グラフェン・フラーレン・カーボンナノチューブ・グラファイトの相互関連

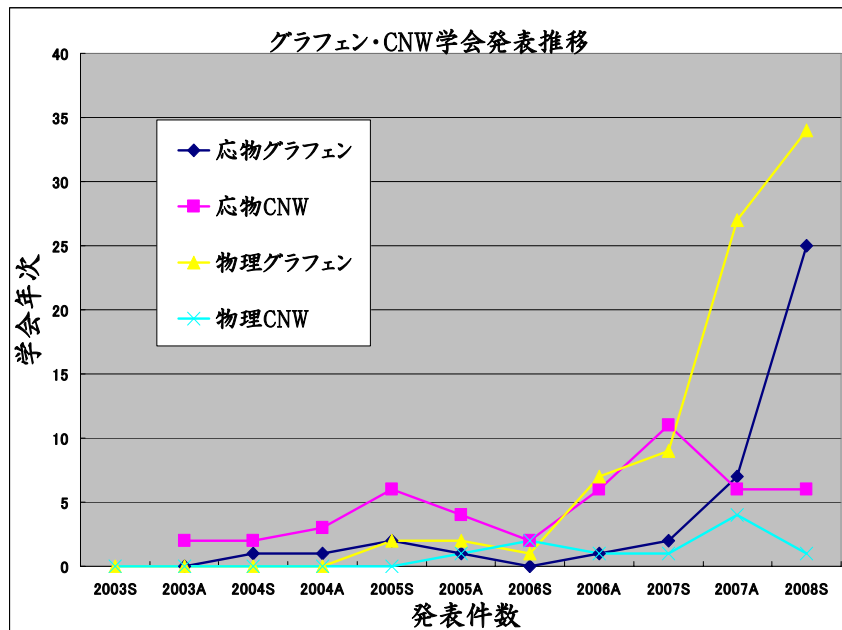


図2．応用物理学会，物理学会におけるグラフェン関連講演の推移。S，Aは春季，秋季講演会を示す。

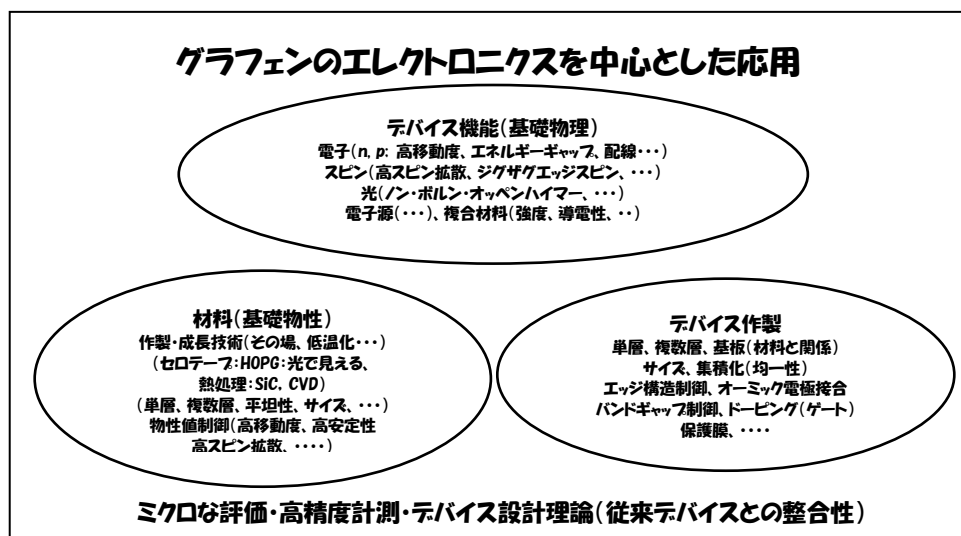


図3．パネルディスカッションにおける議論のポイント