

T.22 「脱炭素社会に向けたカーボンナノチューブの応用と開発～発見 30 周年記念シンポジウム」

ナノカーボン分科会世話人 丸山隆浩(名城大), 守谷頼(東京大)

本シンポジウムは、飯島澄男氏(現・名城大学終身教授)による 1991 年のカーボンナノチューブ(CNT)発見から、本年でちょうど 30 年であることを記念して開催された。発見以来 30 年が経過しているが、CNT のインパクトのある実用化はまだ見えていない。脱炭素社会において、CNT を用いたデバイスや産業がどのように貢献できるのか、また、そのためには何が必要か、CNT の研究開発の現在の立ち位置を共有することを目的として企画した。当日は、本分野で顕著な業績を挙げられている招待講演者 8 名の方にご講演いただいた。

冒頭に、世話人の丸山(名城大)より、本シンポジウム開催の趣旨説明がなされた。

最初に、飯島澄男先生(名城大)から「カーボンナノチューブと高分解能電子顕微鏡」と題して講演いただいた。1991 年に発表した CNT 発見の論文が現在も多数の引用が続いており、引用回数が 5 万回を超えていること、また、ご自身の研究活動を振り返りながら、専門である透過電子顕微鏡観察技術の発展と、CNT だけでなく、微粒子、鉱物、炭素材料など様々な物質を観察し、成果を挙げてきたことが紹介された。さらに、近年はリチウムイオン電池材料の電極材であるチタンニオブ系酸化物に興味をもっており、新しい技術を用いて、新しい材料の研究にチャレンジすることが楽しいと述べられた。

続いて、野田優先生(早稲田大)より、「カーボンナノチューブの用途に合わせた実用合成とエネルギーデバイス応用」と題して、単層 CNT の合成と電池の構成材への応用についての講演が行われた。CVD 法の主な合成手法の特徴を比較し、独自に開発した作製装置を用いて、原料の供給法などを最適化し、連続的に単層 CNT を高効率で合成することが可能になったことなどが紹介された。

片浦弘道先生(産総研)の講演では、「脱炭素社会を目指したカーボンナノチューブの構造分離技術」と題して、単層 CNT の半導体・金属分離およびカイラリティ分離技術の発展とその原理について、詳細な説明がなされた。界面活性剤を用いることで、CNT の構造分離はほぼ可能な段階に達しており、今後実用化を進めるために、欠陥の無い CNT の合成や欠陥の修復技術の重要性について指摘された。

泉田渉先生(東北大)からは、「トポロジカル物質としてのカーボンナノチューブ」と題して講演が行われ、ほぼ全ての単層CNTにおいて、トポロジカル端状態がエネルギーギャップ中に現れること、また、有限な長さの単層 CNT のカイラリティ・直径と端状態の数との関係や、磁場の印加によりギャップが変調して端状態の様子が変化すること、さらには、超伝導を近接させるとマヨラナ準粒子状態が現れることなどが報告された。

柳和宏先生(都立大)からは、「カーボンナノチューブの一次元性と熱電物性」として、CNT の 1 次元性を利用した熱電物性とその応用に関して、試作した熱電発電用デバイスを用いたデモを交えながら講演が行われた。熱電変換効率の向上には 1 次元ナノ構造体が有効であり、CNT を用いることで従来の熱電変換材料を上回る性能指数を達成できる可能性があることが説明された。

畠賢治先生(産総研)の講演では、「カーボンナノチューブ社会実装最前線～最新用途・商品開発、ディープレーニングを用いた MI 研究、フルプロセス CNT 半導体デバイス～」と題して、産総研のナノカーボン実用化センターの紹介のあと、CNT 複合材応用としてフッ素ゴムシーリング材やウェアラブルデバイスなど、企業と共同で新商品の開発を進めている様子が報告された。また、AI を用いて、人工的に CNT 膜の画像を作成して仮想実験を行うことで短時間でCNT膜の物性値を予測できることが紹介された。さらに、フルプロセスカーボンナノチューブ半導体デバイスの開発についても言及があった。

齋藤直人先生(信州大)からは、「人工関節摺動部のための多層カーボンナノチューブ複合超高分子量ポリエチレン」と題して、クロスリンクポリエチレンとCNTとの複合材を用いた人工関節の開発状況についての講演が行わ

れた。開発した CNT 複合材人工関節は機械的特性や耐久性は実用化に十分であり、アメリカのFDAの認可もクリアしたが、事業開発のところで苦労しているとのお話であった。

橋本剛先生(名城ナノカーボン)の講演では、「カーボンナノチューブの産業応用について～死の谷からダーウィンの海へ向けての航海～」と題して、CNT 製造販売のベンチャー企業としての発展の歴史や、ようやく“死の谷”を乗り越えて“ダーウィンの海”に乗り出している段階である、とのお話があった。

最後に世話人の守谷(東京大)より、今回のシンポジウムの総括があった。

今回は、ハイブリッド開催から急遽オンライン開催となり、現地での講演を予定していたご講演者の皆様にはご迷惑をおかけしたが、シンポジウム自体はスムーズに進行し、各講演に対して活発な質疑応答がなされた。また、日曜日の午後にも関わらず、オンラインでの聴講者数が最大で 114 名、全体を通して常に 100 名前後の聴講があり、カーボンナノチューブという材料に対する関心の高さを伺わせた。カーボンナノチューブという単一の物質にも関わらず、様々な分野への応用開発が進展しつつあり、改めてそのポテンシャルの高さと多様性を感じた。最後に本シンポジウムでご発表いただいた講演者の皆様と、聴講者の皆様に厚く御礼申し上げます。