

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名:溶解カーボンナノチューブ高機能ナノシステムのデザイン

2. 研究代表者名及び主たる研究参加者名(研究機関名・職名は研究参加期間終了時点):

研究代表者

中嶋 直敏(九州大学大学院工学研究院 教授)

主たる共同研究者

中澤 浩二(北九州市立大学国際環境学部 教授)

川口 稔(福岡歯科大学口腔医学部 講師)

3. 事後評価結果

A+

研究代表者が世界に先駆けて提案、展開してきたカーボンナノチューブ(CNT)の可溶化・機能化研究を進展させ、次世代 CNT ハイブリッド材料の創成とその応用をめざした。その場フォトルミネセンス電気化学法を用いて単層カーボンナノチューブ(SWNT)のカイラリティ毎の電子準位を精密に測定することに成功した。さらに、アフィニティクロマトグラフィーの導入と熱力学的考察により、CNT と種々の分子との相互作用を定量的に評価する手法を開発した。応用分野としては、高耐久性の無加湿固体高分子形燃料電池の実現、CNT の近赤外パルスレーザー誘導加熱による単一細胞分離方法、がんの温熱療法などの成果を得ている。

ITO電極上にSWNTを孤立分散したフィルムを被覆し、その場フォトルミネセンス電気化学法を用いて18種のカイラリティの異なるSWNTの酸化還元電位を精密に測定することに成功した。さらに、発光スペクトルにより、SWNT中に正負のトリオンが室温で安定に存在することの確認を得ている。

フルオレンポリマー骨格を精密設計することにより、半導体性SWNTのカイラリティ抽出選択性の制御が可能になることを示した。また、ミセル可溶化SWNTに対する長さの異なるオリゴDNAの吸着平衡定数の温度変化から熱力学的溶解パラメーターを求め、SWNT径が大きいほど、オリゴDNAが長いほど吸着溶解しやすいことを見出している。CNTを固定相とするアフィニティクロマトグラフィーを用いて種々の芳香族分子とCNTとの相互作用を定量的に評価する手法を開発した。

応用研究としては、CNTにポリベンズイミダゾールを被覆し白金を担持した電極を用いた独自の固体高分子形燃料電池を開発した。プロトン伝導体として、浸出しやすいリン酸に代えてポリビニリン酸を用いることで無加湿・高温状態で現行の電池の100倍以上の耐久性を達成した。また、細胞の光分離法として、培養基板表面にCNT複合ゲルを固定化し、近赤外パルスレーザーにより誘導加熱する手法を開発した。さらに、DNAで可溶化したCNTに、がんの標的タンパク質に特異的に結合する抗体を結合した複合体を近赤外線誘導加熱するがんの温熱療法を提案している。

SWNTの電子準位の精密測定とアフィニティクロマトグラフィーによるCNT-分子間相互作用の定量化は、高く評価される。燃料電池、細胞の光分離など実用化に近い多くの成果が得られている。重要な成果は、国内外で特許化されており、企業との連携もすすめられており評価できる。