

論文 / 著書情報
Article / Book Information

| | |
|-------------------|---|
| 題目(和文) | |
| Title(English) | Dispersion and Functionalization of Inorganic Nanotubes by Covalent or Noncovalent Methodologies |
| 著者(和文) | KIMDUKEUN |
| Author(English) | dukeun kim |
| 出典(和文) | 学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9437号, 授与年月日:2014年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:芹澤 武,高田 十志和,安藤 慎治,大塚 英幸,川内 進 |
| Citation(English) | Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9437号, Conferred date:2014/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,, |
| 学位種別(和文) | 博士論文 |
| Category(English) | Doctoral Thesis |
| 種別(和文) | 審査の要旨 |
| Type(English) | Exam Summary |

論文審査の要旨及び審査員

| 報告番号 | 甲第 | 号 | 学位申請者氏名 | 金 徳 恩 | | |
|-------------|-----|--------|---------|-------|------|-----|
| | | 氏 名 | 職 名 | | | |
| 論文審査 審査員 | 主査 | 芹澤 武 | 教授 | 審査員 | 川内 進 | 准教授 |
| | 審査員 | 高田 十志和 | 教授 | | | |
| | | 安藤 慎治 | 教授 | | | |
| | | 大塚 英幸 | 教授 | | | |

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Dispersion and Functionalization of Inorganic Nanotubes by Covalent or Noncovalent Methodologies」と題し、全7章から構成されている。

第一章「General Introduction」では、ナノマテリアル開発の重要性について解説した後に、代表的な無機ナノチューブであるカーボンナノチューブ (CNT) と窒化ホウ素ナノチューブ (BNNT) の研究動向を概観している。特に、これらのナノチューブが強い分子間相互作用により凝集するため、溶媒中に孤立分散することが難しく、応用の妨げとなっていると指摘している。そして、溶媒分散性を向上するこれまでの研究例を示した上で、さらなる基礎知見の収集と整理が重要であると述べている。

第二章「Dispersion of Nanotubes in Water by Simple Aromatic Molecules」では、単純な化学構造を有する芳香族化合物を用いた CNT あるいは BNNT の水中分散について検討している。ここでは、カルボキシ基、水酸基、アミノ基を有するナフタレン、アントラセン、ピレン誘導体を用いている。分散したナノチューブの吸収スペクトルおよび形態観察の結果、これらの化合物が π - π スタッキング相互作用を介してナノチューブを効果的に水中分散することを見出している。中でもベンゼン環の数が最も多く、またカルボキシ基を有する 1-ピレンカルボン酸が最も効果的にナノチューブを水中分散できることを明らかにしている。

第三章「Dispersion of Nanotubes in Water by Pyrene-conjugated Peptides」では、第二章で有効性を確認したピレン基を末端に有するペプチドを用いた CNT あるいは BNNT の水中分散について検討している。ここでは、分子間相互作用が強く凝集性が高い 12 残基のペプチドを選択している。このペプチドは水溶液としての安定性が低く、数分で凝集物を生じるため、分散剤として機能させることは難しい。そこで、ナノチューブとペプチドの粉末に水を直接添加し、直ちに超音波処理することにより、このような凝集性のペプチドがナノチューブの水中分散剤として効果的に機能することを見出している。また、 π - π スタッキング相互作用に有効なピレン基が水中分散に必須であることも明らかにしている。

第四章「Noncovalent Functionalization of CNTs with CdSe Nanoparticles」では、非共有結合を介した、CdSe ナノ粒子による CNT の機能化について検討している。酸化処理により表面にカルボキシ基を導入した CNT とアミン誘導体で保護された CdSe ナノ粒子を静電相互作用により複合化している。複合体の組成分析および形態観察の結果、両者が安定な複合体を形成し、CdSe ナノ粒子が CNT と均一に複合化していることを見出している。また、CNT との相互作用により CdSe ナノ粒子の吸収スペクトルが大きく変化することを明らかにしている。

第五章「Covalent Functionalization of CNTs with CdSe Nanoparticles」では、共有結合を介した、CdSe ナノ粒子による CNT の機能化について検討している。表面にカルボキシ基を導入した CNT とカルボン酸誘導体で保護された CdSe ナノ粒子をジアミン化合物とのアミド形成により複合化している。複合体の組成分析および形態観察の結果、両者が安定な複合体を形成し、CdSe ナノ粒子が CNT と均一に複合化していることを見出している。また、吸収および発光スペクトル解析の結果、CdSe ナノ粒子から CNT への電荷移動がおり、これがジアミン化合物のアルキレン鎖長に依存することを明らかにしている。

第六章「Chemical Peeling of BNNTs in Proper Alcohols via Sonication Treatment」では、アルコール中での超音波処理による BNNT の化学剥離について検討している。BNNT の粉末をアルコールに懸濁させ超音波処理すると、アルコールのアルキル鎖長とともに BNNT の分散量が増加することを見出している。分散体の形態観察の結果、ブタノールよりも長いアルキル鎖長の場合、BNNT 表面が部分的に剥離した構造体や、シートあるいはリボン状のナノ構造体が観察できている。構造解析の結果から、B-N 結合がアルコリスにより分解されることにより、BNNT 表面を化学剥離していると議論している。

第七章「Conclusions」では、各章で得られた結果や将来展望をまとめ、総括している。

これを要するに本論文は、無機ナノチューブを溶媒分散あるいは機能化するための基礎知見や得られた複合体あるいは構造体の諸特性を明らかにしており、工学上ならびに工業上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士 (工学) の学位論文として十分な価値があるものと認められる。