

自己評価報告書

平成 23 年 5 月 2 日現在

機関番号：35504

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008 ~ 2011

課題番号：20510109

研究課題名(和文) 分子認識能を有する金属ナノ粒子の創製と三元錯体形成による高機能化

研究課題名(英文) Syntheses of Metal Nanoparticles Having the Ability of Molecular Recognition and Improvements of Functions by Ternary Complex Formation

研究代表者

白石 幸英 (SHIRAIISHI YUKIHIDE)

山口東京理科大学・工学部応用化学科・准教授

研究者番号：60289303

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：ナノ・マイクロ科学、ナノ材料・ナノバイオサイエンス

キーワード：ナノ機能材料、超分子化学、分子認識、包接化合物、ナノ粒子、シクロデキストリン、コロイド、液晶

1. 研究計画の概要

金属ナノ粒子は、ナノテクノロジーを支える材料として、近年とみに注目されている。特に最近では粒径が揃い、かつ安定なものが得られるようになり、IT革命の推進役とされている。本研究は、包接化合物を金属ナノ粒子の保護剤に用い、空洞内にゲスト分子を取り込むことで、金属ナノ粒子/包接化合物/ゲスト分子の三元錯体を形成することにより従来全く考えられていない、金属ナノ粒子/超分子複合体を創製することを目的とする。具体的には、種々のゲスト分子を包接させることで、(1)電気光学的性質(液晶表示素子)および、(2)生理学的性質(活性酸素消去)の高機能化を図る。

2. 研究の進捗状況

(1)ポリ(β-シクロデキストリン)(P-CyD)で安定化した新規酸化ナノ粒子を創製し、これを液晶に分散させることで、より高速に反応するLCDの開発に成功した。P-CyD-ZrO₂ナノ粒子の添加によって、実用液晶の応答時間($t_{on} + t_{off}$)は、25℃で11.23 msecから6.60 msecへ41%、0℃で23.74 msecから15.98 msecへ33%と大幅な短縮に成功した。これらの応答速度の向上は、ナノ粒子を液晶中に分散することで、液晶の配向状態への乱れの導入と、LCDの低粘度化によるものと思われる。また、駆動電圧を透過率が90%になるときの電圧 V_{th} で評価した結果、0℃において、ナノ粒子未添加の閾値電圧(1.77 V)と比較し、ナノ粒子添加系では1.03 Vと42%も駆動電圧の低減に成功した。

(2) 種々のCyD保護白金ナノ粒子を調製し、この活性酸素種消去能について検討

した。さらに、抗酸化活性を有するユビキノン-10(CoQ10)をCyDに包接させることにより活性酸素消去能の向上を検討した。その結果、CoQ10は水に不溶のため過酸化水素を分解できないが、CyD-Ptナノ粒子と包接錯体を形成することでCyD-Ptナノ粒子の1.8倍の高活性を示した。

3. 現在までの達成度

当初の計画以上に進展している。(理由)数種の新規ナノ粒子の合成に成功し、その一部は特許出願した。液晶への応用ではテストセルのレベルではあるが、ナノ粒子添加による液晶応答速度の高速化データが得られ、低温環境でも高速動作する液晶デバイスの構築を実現する上での1つのマイルストーンはクリアできたものと考えている。

4. 今後の研究の推進方策

生理学的性質に関する研究もおおむね順調に進捗しているが、液晶表示素子への応用ほどのインパクトが得られていない。ナノ粒子合成に関しては、共通する部分もあるので、液晶への応用で得られた成果をフィードバックし、より高活性な活性酸素消去能を示す材料開発を推進する。また、ビタミン類やフラベン誘導体との複合化を検討する。

5. 代表的な研究成果

〔雑誌論文〕(計14件)

白石幸英, 山口淳一, 戸嶋直樹, 自己組織化による高分子保護Ag/RhおよびAg/Pd二元金属ナノ粒子の生成と触媒機能, 高分子論文集, 68(5), in press (2011). 査

読有.

Y. Shiraishi, H. Nakamura, N. Okamura, N. Nishida, S. Kobayashi and N. Toshima, Construction and electro-optic properties of liquid-crystal display doped by rhodium nanoparticles, *J. Nanoscience Nanotechnology*, in press (2011). 査読有.

Y. Shiraishi, M. Hashimura, M. Nakao, T. Ishizu M. Kazita, Y. Miyamoto and N. Toshima, Syntheses of Poly (cyclodextrin)-Stabilized Metal Nanoparticles and Their Quenching Abilities of Active Oxygen Species, *Supramolecular Chemistry*, 23(3-4) 195-198 (2011). 査読有.

N. Nishida, Y. Shiraishi, S. Kobayashi, and N. Toshima, Fabrication of Liquid Crystal Sol Containing Capped Ag-Pd Bimetallic Nanoparticles and Their Electro-Optic Properties, *J. Phys. Chem. C*, 112, 20284-20290 (2008). 査読有.

Y. Shiraishi, D. Robinson, Y. Ge and J. D. Head, Low Energy Structures of Ligand Passivated Si Nanoclusters: Theoretical Investigation of Si_2L_4 and $Si_{10}L_{16}$ ($L=H, CH_3, OH$ and F), *J. Phys. Chem. C*, 112(6), 1819-1824 (2008). 査読有.

[学会発表](計 42 件)

Y. Shiraishi, M. Nakao, and N. Toshima, Syntheses of poly(-cyclodextrin) -stabilized AuPt bimetallic nano particles with a core-shell structure and their quenching abilities of reactive oxygen species, *The 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies*, 2010.12.18.

Y. Shiraishi, N. Okamura, H. Sawai, S. Kobayashi and N. Toshima, Construction and electro-optic properties of liquid-crystal display doped by cyclodextrin polymer-stabilized nanoparticles, *ASIA Nano*, 2010.11.3.

Y. Shiraishi, S. Mita, Y. Nakanishi, K. Kotani and N. Toshima, Catalyses for Visible-Light-Induced Hydrogen Generation of Poly(γ -cyclodextrin) -stabilized Platinum Nanoparticles, *The 14th International Cyclodextrin Symposium*, 2008.5.10.

[図書](計 3 件)

Y. Shiraishi, N. Nishida, and N. Toshima, Fabrication of Liquid Crystal Displays Containing Capped

Nanoparticles and Their Electro-Optic Properties, *Electrical Phenomena at Interfaces and Biointerfaces: Fundamentals and Applications in Nano-, Bio-, and Environmental Sciences*, Edited by H. Ohshima, in press (2010).

白石幸英, ナノ粒子触媒, ナノ粒子の創製と応用展開, フロンティア出版, 278-285 (2008).

[産業財産権]

出願状況(計 3 件)

名称: 添加剤を含む液晶及びその使用方法ならびに液晶表示素子

発明者: 戸嶋直樹, 白石幸英, 澤井寛哉, 西田直人, 小林駿介, 竹内清文

権利者: 学校法人東京理科大学, DIC(株)

種類: 特許

番号: 特許出願 2010-201092

出願年月日: 2010.09.08.

国内外の別: 国内

名称: 液晶添加剤及びその使用方法ならびに液晶表示素子

発明者: 戸嶋直樹, 白石幸英, 岡村伸明, 杉原澄洋, 西田直人

権利者: 学校法人東京理科大学

種類: 特許

番号: 特許出願 2009-59891

出願年月日: 2009.03.12.

国内外の別: 国内

名称: 液晶素子材料とそれを用いた液晶素子と液晶素子材料の製造方法

発明者: 戸嶋直樹, 西田直人, 久保田有紀, 白石幸英, 小林駿介

権利者: 学校法人東京理科大学

種類: 特許

番号: 特許出願 2008-120749

出願年月日: 2008.05.02.

国内外の別: 国内

取得状況(計 1 件)

名称: 液晶表示装置

発明者: 戸嶋直樹, 白石幸英, 佐野滋宣, 小林駿介, 馬場淳

権利者: 戸嶋直樹, 小林駿介, 大日本印刷株式会社

種類: 特許

番号: 特許第 4 1 0 4 8 9 2 号

取得年月日: 平成 2 0 年 6 月 1 8 日

国内外の別: 国内

[その他]

ホームページ <http://www.tus.ac.jp/ridai/>