

研究助成研究成果報告書

平成 30 年 6 月 6 日

公益財団法人江野科学振興財団
理事長 江野 眞一郎 殿

貴財団より助成のありました研究の成果について下記のとおり報告します。

申請者名
中林 千浩 _____ 印

記

1.研究課題名

和 文

架橋高分子構造に基づく高輝度フルカラー発光性ナノ粒子の開発

英 文

Development of full-color luminescent nanoparticles based on cross-linked macromolecular architecture

2.申請者名(代表研究者)

氏 名 中林 千浩	ローマ字表記 Kazuhiro Nakabayashi
所属大学・機関名 山形大学	英訳表記 Yamagata University
学部・部課名 大学院有機材料システム研究科	英訳表記 Graduate School of Organic Materials Science
役職名 助教	英訳表記 Assistant professor

3.共同研究者（下段 英訳表記）

氏 名	所属機関名・学部名・役職
(氏 名) ----- (英訳表記)	----- (英訳表記)

4.英文抄録（300 語以内）

Luminescent materials have been paid numerous attentions because they are key materials for organic electronics, sensors, biomedical applications, and so on. In typical luminescent materials, aggregation-induced quenching is a critical problem in solid state although they show the strong emission in solution state. Thus, it is strongly required to develop novel luminescent materials that can realize the strong fluorescence even in solid state.

In this work, novel luminescent core-shell nanoparticles (NPs) with cross-linked aggregation-induced emission (AIE) cores have been developed by a facile one-pot method based on self-assembly of an amphiphilic block copolymer. An AIE structure has an opposite fluorescent behavior as typical luminescent materials; that is, an AIE structure exhibit the fluorescence in an aggregated state. Core-shell NPs with an immobilized cross-linked AIE cores can give the fluorescence behavior independent of molecular state because of the cross-linked and aggregated AIE core. The obtained NPs with cross-linked tetraphenylethylene (TPE)-based AIE cores, NP(Th/TPE) and NP(Th/TPE/BTz), exhibited good fluorescent behaviors both in solution (THF, chloroform, toluene, methanol, etc) and thin film state. Even in good solvents for TPE-based AIE structure (e.g., THF, chloroform), the fluorescence was clearly observed in NP(Th/TPE) and NP(Th/TPE/BTz), which indicated the formation of cross-linked TPE-based AIE cores as expected. Furthermore, the color tuning was achieved by adjusting cross-linked TPE-based AIE core structure. Consequently, the obtained results demonstrated that the immobilization of AIE structure into NPs could be a promising method to realize high-performance luminescent materials.

5.研究目的

発光性材料は、ディスプレイや LED 照明などの我々の生活に密着した用途から、有機 ELや蛍光イメージングによる医療診断などの次世代産業に至る幅広い応用が期待されている。これらの高性能化や省エネルギー化を実現するためには、高輝度な発光性材料が必須である。しかし、従来の発光性材料は溶液状態(希薄状態)では高発光を示すが、固体状態(凝集状態)では濃度消光により発光性を失う。発光性材料の高性能化と多用途化は、分子状態に支配された発光特性によって妨げられている。したがって、現在の発光性材料の問題点を抜本的に解決し、分子状態に依らず高輝度に発光する材料を開発することは急務の課題である。

近年、新しい発光性材料として、凝集誘起発光性(Aggregation-Induced Emission: AIE)分子が注目を集めている。従来の発光性分子が凝集によって発光性を失うことに対し、AIE分子は凝集によって発光性を発現する。AIE構造を材料中に共有結合で強固に固定化し、AIE構造の凝集状態を常に維持することができれば、常に高発光可能な発光性材料を開発できると考えた。

本研究では、AIE構造の固定化という新概念に基づき、分子状態に依らず常に高発光できる発光性材料の創出に取り組む。

6.研究内容及び成果の本文

別紙に作成添付してください。(冒頭に所属、氏名、研究課題を記載ください)

7.今後の研究の見通し

本研究では、両親媒性ブロック共重合体の自己組織化を活用したone-pot手法によって、AIE架橋構造を内部に固定化した発光性ナノ粒子群の開発に成功した。得られた発光性ナノ粒子は、AIE架橋構造の固定化によって、申請者が期待した通りに分子状態(溶液状態や固体状態)を問わずに常に発光性を示した。さらに、固定化するAIE架橋構造によって、分子状態に依らない発光性を維持したまま、発光色のチューニングが可能であることを見出した。

以上、AIE架橋構造の固定化という新しいアプローチによって、新奇な発光性ナノ粒子群の開発に成功した。本成果は、新機軸からの有機発光性材料開発として当該の学術および産業分野への大きなインパクトが期待できる。発光性ナノ粒子のアプリケーション展開を考えた時、発光色のみならず粒径や溶解性といったパラメーターの制御も重要である。今後、本研究の成果を足掛かりとして、複数のパラメーターを同時かつ正確に制御できる魅力的な発光性ナノ粒子創製法の開発へと研究を発展させていきたい。

8.本助成金による主な発表論文、著書名

- [1] Kazuhiro Nakabayashi, Yu Watanabe, Mizuki Takata, Hideharu Mori. "SYNTHESIS OF FUNCTIONAL CORE-SHELL NANOPARTICLES BAED ON RAFT POLYMERIZATION" The 12th Advanced Polymer via Macromolecular Engineering (APME2017), Ghent, 2017年5月.
- [2] 高田みづき, 中林千浩, 森秀晴. "凝集誘起発光性構造を固定化した発光性ナノ粒子の合成と特性評価" 第66回高分子学会年次大会, 幕張, 2017年5月.
- [3] 高田みづき, 中林千浩, 森秀晴. "凝集誘起発光性架橋構造を有する発光性ナノ粒子の合成と特性評価" 第45回東北地区高分子若手研究会夏季ゼミナール, 仙台, 2017年7月.
- [4] 中林千浩, 渡邊優, 高田みづき, 森秀晴. "両親媒性ブロック共重合体の自己組織化を活用した機能性ナノ粒子のボトムアップ型創製" 第66回高分子討論会, 松山, 2017年9月.
- [5] Mizuki Takata, Kazuhiro Nakabayashi, Hideharu Mori. "Development of Luminescent Nanoparticles with Aggregation-Induced Emission Structure" International Conference on Smart Systems Engineering 2017 (Smasys2017), Yonezawa, 2017年10月.
- [6] Kazuhiro Nakabayashi, Yu Watanabe, Mizuki Takata, Hideharu Mori. "Development of functional nanoparticles based on RAFT polymerization" International Congress on Pure & Applied Chemistry 2017 (ICPAC2017), Siem Reap, 2018年3月.
- [7] Kazuhiro Nakabayashi, Yu Watanabe, Mizuki Takata, Hideharu Mori. "Development of functional nanoparticles with p- conjugated systems" World Polymer Congress macro2018, Cairns, 2018年7月 (決定済).

[注1] 本報告書は、助成金を受けた翌年9月末までに必ず提出してください。

[注2] (お願い)印刷物の郵送と電子媒体の添付ご提供をお願いします。インターネットメールでの送付を歓迎します。< E-Mail: enozaidan@kokoku-intech.com >

[注3] この報告書を当財団のホームページに掲載させていただきますので、予めご了承ください。

※当財団へのご意見・ご要望がございましたら、下記へご記入ください。
お寄せいただいたご意見・ご要望は今後の参考にさせていただきます。

アンケートへのご協力ありがとうございました。

以上