

研究種目：学術創成研究費

研究期間：2006～2010

課題番号：18GS0205

研究課題名（和文） 生物の構造色を生み出すナノ周期構造の解明とその創成技術の確立

研究課題名（英文） Clarification of nanoscaled structures in biological systems resulting in beautiful colors and their artificial production for application to optical devices

研究代表者

渡辺 順次 (WATANABE JUNJI)

東京工業大学・大学院理工学研究科・教授

研究者番号：90111666

研究分野：化学

科研ひの分科・細目：材料化学／高分子・繊維材料

キーワード：ナノ構造・生物・ナノプロセッシング・液晶・構造色

1. 研究計画の概要

本研究は、現在非常な進展を見せているナノ解析技術を駆使して、構造色を生み出す仕組み、すなわちナノ構造の完全な解明を行い、生物がかねらの生活環境に適するために大いに利用したであろう構造機能を明らかにし、その構造がいかんして自発的に創成されてきたのかを整然とした論理でまとめることである。そして、これら基本的なデータを基に、絶対的にボトムアップ的手法、すなわち高分子が低エネルギーで自発的にかつ歩留まり高くナノ構造を創成するという生物ナノプロセッシングを用いて、構造色材料（ナノ構造材料）を創成する手法を確立し、最後に産業材料へとポリッシュアップするものである。

2. 研究の進捗状況

本研究は、高分子科学、強いてはその重要な一翼を担うソフトマテリアル科学の新たな展開、新規な学問フィールドを立ち上げるという科学的インパクト、そして精緻なナノ構造を有し、高機能、高性能である一方、安

価な高分子製品を作り出すという社会的インパクト、の双方のインパクトを与えることができるかと期待されている。この3年間は、研究の中心を、前者の立場に置き、液晶、相分離、コロイド結晶場などを利用したナノ構造創成技術を確立するとともに、70報を超える論文報告、10件を超える国際会議での招待講演を通してその情報活動を行い、この分野での科学の進展に寄与して来たことを確信している。具体的には、生物会における興味ある周期構造の解明を図るとともに、

(1) キラルネマチック、あるいはキラルスメクチック液晶を用い、その螺旋構造を思いのままの周期で固定化し光学材料となす。

(2) 棒状高分子のスメクチック相により、分子長に相応した周期の層構造をモノドメイン状態として作成する。

(3) キラルスメクチック相では、高分子は螺旋形態をとり、そのためホモジニアス配向試料では表面に見事な谷山のアンジュレーション周期構造が発生する。

(4) ヒドロキシプロピルセルロースは、有機溶剤を取り込んだ後、その両親媒的性質を利用して、特異的に構造変質を起こし、膜内に数ミクロンのサイズで相分離させるという興味ある挙動をとる。また、そのため、クリスチャンセンフィルター効果として、美しく色づく。

(5) ブロック共重合体の相分離構造の完全配向制御、液晶・液晶高分子の相分離によりマイクロカプセル化を行った。など、興味ある結果を得てきている。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

研究環境等の不備に大いに不満があるが、それを除けば、ほぼ100%の達成感がある。

4. 今後の研究の推進方策

更なるナノ構造作成技術の解明を行うとともに、今までのナノ創生技術の確立を受け、今後の2年間は特に応用に向けた展開研究を中心に行う予定である。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 80 件)

①Characteristic Shear-Flow Orientation in LC Block Copolymer Resulting from Compromise between Orientations of Microcylinder and LC Mesogen (査読有)
Masatoshi Tokita, Mitsu-aki Adachi, Satoshi Masuyama, Fumihiro Takazawa, and Junji Watanabe
Macromolecules, 40, 7276-7282(2007)

② Regular undulation morphology observed in fracture surface of glassy chiral SC* solid (査読有)
Chun Ying Zhang, Susumu Edo, Ryouhei Ishige, Masatoshi Tokita and Junji Watanabe
Macromolecules, 41, 5361-5364 (2008)

③ Structural Characteristics of thermotropic SmA layer phase formed from rigid-rod polysilanes (査読有)

Hideki Oka, Goro Suzuki, Susumu Edo, Suzuki Akiko, Masatoshi Tokita and Junji Watanabe
Macromolecules, 4, 7783-7786 (2008).

[学会発表] (計10 件)

① Interesting features on electric field-induced transformation of dark chiral phase to highly birefringent B2 phase with SmCAPA,
S. K. Lee, L. Shi, M. Tokita, H. Takezoe and J. Watanabe, in International Symposium on Banana Liquid Crystals-Polarity, Chirality, Biaxiality and Frustration, September 10-12, 2007, Tokyo, Japan

② Unusual nematic liquid crystal with polar Cs symmetry formed from aromatic polyesters with head-tail character
Junji Watanabe (as plenary lecturer)
Polycondensation, September 8-11, Tokyo Institute of Technology, Tokyo (2008)

[図書] (計 4 件)

① LCDカラーフィルターとケミカルス、渡辺順次 (監修)、シーエムシー出版 (2006).

② ナノファイバーテクノロジー、渡辺順次 (分担) CMC、構造色 177-184、2008.

[産業財産権]

○出願状況 (計 4 件)

① ナノインプリント用モールド、渡辺順次他、特願2008-246101
権利者・東京工業大学、出願年月日・平成20年9月25日、国内

○取得状況 (計 2 件)

② 光発色部材、光発色樹脂シート及びその用途、渡辺順次他、特許4223731
権利者・綜研化学株式会社、取得年月日・平成20年11月28日、国内