

令和 4 年 6 月 16 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18K05230

研究課題名(和文)ブルー相構造を有する機能性高分子材料の開発

研究課題名(英文)Development of Functional Polymer Materials Having Blue Phase Structures

研究代表者

坂本 健 (SAKAMOTO, Takeshi)

東京大学・大学院工学系研究科(工学部)・助教

研究者番号：50626223

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、キラル構造を有する液晶のなかでも特に強い誘起力によって形成するブルー相と呼ばれる特異な液晶構造を有する機能性高分子の開発を目的とした。まず、安定的にネマチック液晶を形成する重合性液晶を新たに開発した。これにキラル剤を複合化した上で温度を精密に制御することによりブルー相を発現させ、光重合することによりブルー相の構造を固定化・高分子化した。また水素結合性の超分子液晶系へと展開し、安定的にネマチック相を発現する重合性超分子液晶系を開発した。得られた重合性超分子液晶をベースにブルー相を発現させ、ブルー相構造を有する超分子液晶の高分子膜化にも成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ブルー相構造と高分子に関するこれまでの研究はディスプレイ材料を志向したものが多く、本研究で利用した強い分子間相互作用はディスプレイにおいては電場応答の障害となるため、研究例自体が少なかった。また超分子ブルー相の研究でもブルー相の温度範囲を広げることを主観としており、分子認識用として利用する本研究は、新規性が高い。

研究成果の概要(英文)：The objective of this study was to develop functional polymeric materials having a blue phase structure. A blue phase is one kind of liquid crystals structures that are formed by strong helical induction. In this study, new polymerizable liquid-crystalline mixtures showing stable nematic were developed and by adding chiral dopants into the mixtures, polymerizable liquid crystals showing a cubic blue phase were obtained. Photopolymerization of the blue phase mixture gave polymer films with fixed blue phase structures. Supramolecular liquid-crystalline mixtures containing polymerization groups and hydrogen bonding and showing stable nematic phase was also successfully developed. Polymer films with supramolecular blue phase structures were successfully obtained.

研究分野：高分子材料

キーワード：液晶 高分子 自己組織化 ブルー相

1. 研究開始当初の背景

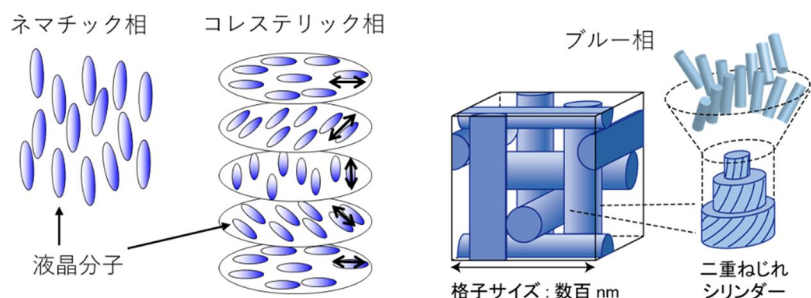
キラルならせん構造を有する高分子材料は、その構造に由来する選択反射や旋光性など特異な光学特性などの機能を示すことが知られている。また、生体で働く分子においてもキラリティの制御は重要であり、分離膜として機能するキラル構造を有する多孔質高分子膜が作製できれば、キラル分離に役立つことが期待されている。液晶は、分子が秩序性をあわせもって集合した状態であり、重合性を有する液晶分子を液晶状態で重合・高分子化することにより、秩序構造を有する欠陥のない高分子膜が作製できる。研究代表者は、一次元や三次元のチャンネル構造を形成する液晶分子を固定化した高分子膜を水処理膜として用いることにより、特異な分離特性を示すことを報告していた。そこで本研究では、キラル構造を有する液晶から高分子膜を作製することにより、新たな機能性材料を開発することを目指した。

2. 研究の目的

本研究ではキラル液晶、特にその中でも強いらせん誘起力によって形成されるブルー相の構造を固定化し、機能性高分子材料を開発することを目的とした。具体的な目標として、申請者が開発した重合性液晶および重合性超分子液晶からブルー相構造を有する高分子フィルムを作製し、これを基に強いねじれをもって集合した水素結合性官能基で構成される多孔質高分子膜材料を作製することを目指した。相互作用部位がキラルに並んだチャンネルを有する高分子膜は、その構造に由来する分子認識能や分離能が期待でき、また、様々な機能性材料のテンプレートになるため、それらの機能評価や応用を検討することを最終的な目的とした。

3. 研究の方法

研究では、申請者が開発した重合性液晶および重合性超分子液晶を活用して、ブルー相液晶を形成する複合体を開発した。分子の直線性が下がるように分子構造を改良し、さらに複合化することにより安定的にネマチック相を示す重合性液晶複合体を作製した。これにキラル添加剤を高濃度で導入することにより、ブルー相構造を形成する液晶複合体を得た。これを光重合で固定化することにより、ブルー相構造を有する高分子膜を作製した。また液晶分子末端の極性部位を末端に水素結合性のピリジン部位を有する構造へと展開し、これとキラル部位を有するカルボン酸と複合化させることにより、新たな重合性超分子液晶を作製した。これとキラル添加剤との複合化により、ブルー相を形成する超分子液晶を作製した。



4. 研究成果

(1) キュービックブルー相構造を形成する新たな重合性液晶と高分子膜の開発

分子末端に極性部位を有する棒状分子の側鎖方向に重合性部位を導入することにより、分子の結晶性を低下させた重合性液晶分子を複数開発した。それらを混合することにより、室温を含む広い温度範囲で結晶やスメクチック液晶に転移せず、安定的にネマチック相を示す重合性液晶を得ることができた。このネマチック液晶にキラル添加剤を高濃度で添加し、温度を精密に制御することにより、一般的なコレステリック相に加えて、重合性液晶での報告例が少ないアモルファスブルー相や

キュービックブルー相を形成させることに成功した。さらに、液晶状態での光重合により、ブルー相構造を固定化した高分子膜を作製することに成功した。また重合時のキュービックブルー相の格子構造の変化を測定した。

(2) 重合性超分子液晶の開発とブルー相構造を有する高分子膜の開発

ブルー相構造を有する多孔質膜作製のため、重合性超分子液晶によるブルー相発現を目指した分子開発を進めた。上記(1)で開発した結晶性を低下させた分子構造を元に、超分子となる分子間相互作用部位について様々な検討を行った。それらの中で、分子末端の極性基の位置にピリジン部位を導入し、これを安息香酸誘導体と複合化することにより、新たな重合性超分子ネマチック液晶を開発した。その際、多孔質構造を安定化させるために重合基を複数導入した。キラル部位を有する安息香酸誘導体との複合化、およびキラル剤との添加によりキラルネマチック相(コレステリック相)や、重合性超分子液晶では報告例が非常に少ないアモルファスブルー相を発現させることに成功した。光重合により、液晶構造を固定化した高分子膜を作製することに成功した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 市田啓明・坂本健・飯澤孝裕・奥村泰志・菊池裕嗣・加藤隆史
2. 発表標題 ブルー相構造を有する高分子膜材料の開発
3. 学会等名 第22回液晶化学シンポジウム
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------