

学位論文の要旨

専攻名	工学専攻	ふりがな氏名	なかがわ しょうご 中川 翔吾	
学位論文題目	非共有結合相互作用を用いた高分子系液晶の構築と構造制御 (Design and Structural Control of Polymer Liquid Crystals using Non-Covalent Interactions)			
<p>液晶物質は電場や磁場などの外部刺激に対して鋭敏に応答し、光・電子・電氣的に優れた機能性を利用した表示素子、調光素子、光電変換素子、イオン伝導性素子など応用展開は多岐にわたる。このような機能は液晶物質の配向構造に強く依存するため、液晶分子の分子設計や配向構造の制御が重要となる。液晶配向構造の制御には非共有結合相互作用の利用が有効であることが知られている。液晶系で利用される非共有結合相互作用としては水素結合や電荷移動相互作用、イオン相互作用などがあり、このうち水素結合を用いた液晶システムはこれまで多くのものが研究されてきた。非共有結合相互作用を用いた液晶物質の物性制御および構造制御は、一般に低分子系の液晶化合物について行われ、高分子系の液晶化合物についての研究は十分ではない。本研究では、電荷移動相互作用やイオン相互作用が機能する高分子系液晶システムを構築し、それらの熱的性質と配向挙動について調べた。これらの結果をまとめ、電荷移動相互作用あるいはイオン相互作用が高分子系液晶システムの構築に果たす役割および液晶秩序発現に対するこれらの非共有結合相互作用の効果を明らかにした。</p> <p>本論文は6章で構成される。第1章は緒言であり、液晶および高分子液晶の研究の現状について示し、研究の目的について述べている。第2章は実験で用いた物質の合成と測定手法についてまとめている。第3章では、低分子液晶および側鎖型高分子液晶の熱的性質と配向挙動について調べ、液晶形成能と極性基との関係をまとめている。液晶形成原子団であるメソゲン基末端に導入した極性基の極性の強さが転移温度や液晶配向構造に大きく影響した。特に、液晶形成が困難であると一般に考えられる分子形状をもつ化合物でも、メソゲン基末端にシアノ基などの極性基をもつ場合には、層状の構造をもつ液晶相であるスメクチック A 相 (配向秩序と位置秩序をもつ) を形成した。これらより、極性基はメソゲン側方間の相互作用を強め、液晶形成に有効に機能することが明らかになった。第4章では、2種類のメソゲン成分の混合による二成分液晶の構築と液晶形成能についてまとめ、電荷移動相互作用が液晶形成能にもたらす効果を議論している。混合成分物質単体では液晶相を形成しないが、ネマチック相 (配向秩序をもち位置秩序をもたない) のみを形成する場合でも、二成分液晶は電荷移動相互作用によってスメクチック A 相を誘起した。液晶相を形成しない非晶性高分子と強い極性基を有する低分子液晶との混合では、スメクチック A 相に加えて、高配向秩序をもつスメクチック B 相 (スメクチック A 相にはない層内秩序をもつ) の誘起も確認され、電荷移動相互作用が液晶形成能の向上に効果的であることを明らかにした。第5章ではイオン相互作用を利用した高分子系液晶 (イオン液晶システム) についてまとめている。非晶性分岐状ポリエチレンイミン (BPEI) と低分子カルボン酸とのプロトン移動反応で得られるイオン液晶システムは、層構造をもつ複数の液晶相を形成した。BPEI を結晶性直鎖状ポリエチレンイミンに置き換えたイオン液晶システムも、層内での長距離秩序をもつ高秩序液晶相のスメクチック F 相を形成した。この研究によって、強い非共有結合相互作用であるイオン相互作用を用いることは、異種化合物を複合化させるのに有効であり、配向構造の熱安定性および配向秩序の向上が可能となることを明らかにした。第6章は結言である。</p> <p>本研究では、新しい高分子系液晶システムを構築し、それらの熱的性質および配向構造を調べることによって、非共有結合相互作用である電荷移動相互作用およびイオン相互作用の利用が、液晶形成能および構造制御において有用であることを明らかにした。これらは、高分子系分子集合体における配向制御および配向に依存する機能の制御に重要な基礎科学的研究成果である。</p>				

【1594字 (語)】

(注) 和文 2,000 字又は英文 800 語以内

続紙 有 無

学位論文審査結果の要旨

専攻	工学専攻	氏名	中川翔吾
論文題目	非共有結合相互作用を用いた高分子系液晶の構築と構造制御		
主査	氏家 誠司		
審査委員	井上 高教		
審査委員	信岡かおる		
審査委員	檜垣 勇次		
審査委員	西口 宏泰		
審査結果の要旨 (1000字以内)			
<p>液晶物質は自己組織性と外部刺激応答性を有する有機機能材料であり、表示素子、調光素子、光電変換素子および熱伝導材料などの多岐に亘る応用展開が行われている。このような応用で用いる機能は液晶物質の配向構造に強く依存するため、液晶分子の配向構造の制御が重要となる。配向構造の制御には、液晶分子の化学構造を分子設計と合成技術によって調整することや非共有結合相互作用の利用が有効である。液晶系で利用される非共有結合相互作用としては水素結合や電荷移動相互作用、イオン相互作用などがある。これらの非共有結合相互作用を用いた液晶物質の物性制御および構造制御は、一般に低分子系の液晶化合物について行われており、高分子系の液晶化合物についての研究は十分ではない。本論文では、液晶形成能の向上および配向制御に有用と考えられる電荷移動相互作用やイオン相互作用が機能する高分子系液晶を構築し、それらの熱的性質と配向挙動について調べ、電荷移動相互作用およびイオン相互作用が高分子系液晶の構築および液晶秩序発現に有用であることを明らかにしている。</p> <p>本論文は6章より構成されている。第1章は緒言である。第2章は実験方法について述べ、第3章は合成した化合物についての熱的性質および配向挙動についてまとめている。第4章は電荷移動相互作用を利用した非晶性高分子と極性化合物との新規の二成分系を構築し、それらの熱的性質および配向挙動をまとめている。二成分系は熱的に安定な液晶相を複数形成し、層内長距離秩序をもつ高次の液晶相が誘起されることを明らかにした。また、電荷移動相互作用の利用は、一般には混和しない異なる高分子液晶どうしの均一混合を可能にすることも見出した。これらは、高秩序液晶構築における今までにない重要な知見である。第5章はイオン相互作用を利用したイオン液晶の合成と秩序形成に関してまとめている。この研究からイオン相互作用が、液晶形成能と液晶配向の熱安定性を向上させることを明らかにし、イオン相互作用が液晶構築に有用であることを明確にした。また、ポリイオンを対イオンとして用いる場合、ポリイオンの1次構造が液晶形成能に強く影響することも新たに見出した。第6章は結言である。</p> <p>本論文は、基礎科学分野だけではなく、高分子の改質などの応用につながる新しい重要な知見をまとめており、博士学位論文として十分な学術的価値があると認める。</p>			