

ディビジョン番号	13
ディビジョン名	高分子

大項目	2. 高分子の構造と物性
中項目	2-5. 高分子液晶
小項目	2-5-2. リオトロピック液晶

概要（200字以内）

棒状高分子は分子の直径  $D$  と長さ  $L$  の比である軸比 ( $L/D$ ) が大きいときに溶液中で液晶状態が発現する。防弾チョッキに使われるケブラー繊維は剛直棒状ポリアミドをリオトロピック液晶状態から紡糸することで高配向させたもので、高強度・高弾性率、耐熱性にも優れる。一方、生体高分子の多くが剛直棒状であることは、生体の組織構造がリオトロピック液晶状態を経て形成されることを示唆しており、生命現象と関連した研究の展開が期待されている。

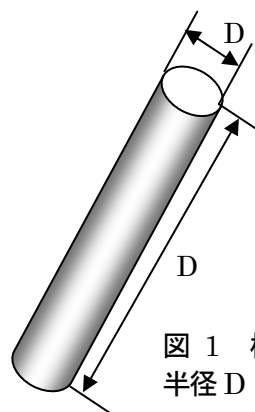
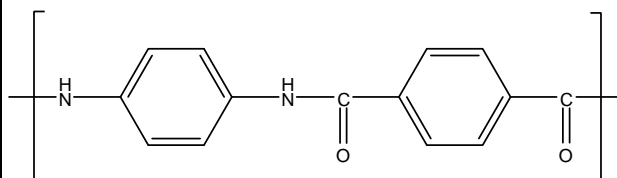


図1 棒状分子の半径  $D$  と長さ  $L$

現状と最前線

リオトロピック液晶高分子は、濃厚溶液状態で液晶状態を示す高分子である。その分子構造は、剛直棒状分子（合成高分子と生体高分子）と親水性-疎水性ジブロック共重合体とに大別される。

(1) 剛直棒状分子（合成高分子） 芳香族環とアミド基あるいはヘテロ環化合物が共有結合で連結されたものを主鎖の繰り返し単位とするポリマー（例えば図2）であり、有機溶剤や硫酸などの溶媒中でネマチック液晶を形成する。リオトロピック液晶にせん断流動させると粘性が急激に低下することを利用して、乾式ジェット湿式紡糸によって高強度・高弾性繊維を得る。



(図2) リオトロピック液晶を形成する剛直棒状合成高分子の一例

(2) 剛直棒状分子（生体高分子） セルロースや $\alpha$ -ヘリックス形態のポリペプチドの濃厚溶液は分子が光学活性であるために、ネマチック液晶にらせん構造が誘起され、コレステリック液晶を形成する。これらのコレステリック液晶のらせんピッチは強い温度依存性を示し、らせんの掌性までもが反転するという特異な現象が見られる。また最近、コレステリック液晶以

外にスメクチック相やカラムナー相が高濃度領域で発現することが見出され、生体組織形成メカニズムとの関連で議論されようとしている。

(3) 親水性-疎水性ジブロック共重合体 乳化剤や洗剤として広く用いられているポリオキシエチレンと直鎖アルキル鎖からなる両親媒性高分子（一般式： $C_nH_{2n+1}(OCH_2CH_2)_m$ ）の水溶液は臨界ミセル濃度以上でミセルを形成し、さらに濃度が高くなるとミセルが集合してヘキサゴナル相、立方晶相、ラメラ相などの液晶相を形成する。

(参考文献) 液晶便覧, 液晶便覧編集委員会編, 丸善 (2000)

#### 将来予測と方向性

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題  
生体高分子からの液晶素材の発掘  
液晶性生体適応材料への展開  
高濃度領域でのリオトロピック液晶相転移挙動の解明
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題  
生体高分子のリオトロピック液晶形成能と組織構造の構造形成との相関の解明  
リオトロピック液晶構造を生かした生体機能材料の開発

#### キーワード

液晶 高強度・高弾性繊維 生体高分子 生体組織構造

(執筆者：戸木田 雅利)