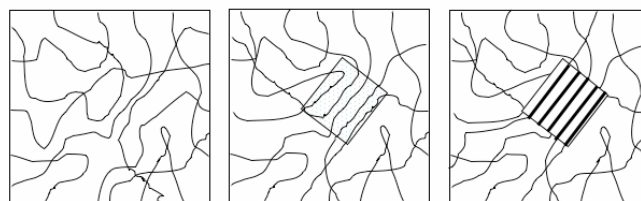


ディビジョン番号	13
ディビジョン名	高分子

大項目	2. 高分子の構造と物性
中項目	2-3. 固体物性
小項目	2-3-2. 結晶

概要（200字以内）

最近の高分子結晶研究の大きな進展は、高分子結晶核生成以前に中間相（結晶前駆体）が形成される新たな結晶化機構が見いだされたことである。図にスピノーダル分解機構により発現する配向構造結晶前駆体の



融体 → 配向結晶前駆体の生成 → 結晶への成長

模式図を示す。これにより、今までにない形での高分子結晶高次構造制御の道が開けた。また、物質サイドからは社会的な要請もあり、セルロースやポリ乳酸などの生分解性、植物由来高分子の結晶機構解明とその物性向上がこの分野の急務であろう。

現状と最前線

高分子においては、非常に特殊な状況以外では結晶化度が100%ということはありません、必ず非晶部分を含む。そのため、高分子結晶の研究においては結晶形の決定は重要な仕事ではあるが、それ以上に結晶相と非晶相が作り出す高次構造

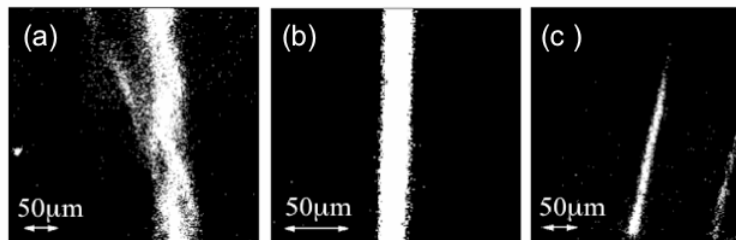


図1 流動に誘起されたアイソタクチックポリスチレンの中間相

とその形成機構の研究、さらにはその中で結晶が果たす役割の解明が重要になる。

従来、高分子の結晶化機構は、核生成・成長機構により説明され、大きな成果を挙げてきた。この路線の研究は現在でも盛んであるし、通常の融体からの結晶化過程は概ね、核形成・成長の機構で説明される。一方、結晶生成機構研究の最近の大きな進展は、核形成・成長機構に加え、結晶核生成以前に中間相（結晶前駆体）が形成される高分子結晶化の新たな機構が見いだされたことである。結晶核生成以前に現れるスピノーダル分解的な相分離構造、流動により絡み合を介した配向中間相(図1)、安定な中間相として取り出せるアイソタクチックポリプロピレンのメゾ相などがこれにあたる。この動きは、世界でも最近盛んになり、次世代の研究の1つの大きな流れになると考えられる。これらの中間相の生成機構

については、現時点では統一的なものはなく、その機構解明が待たれる。中間相発見の大きな意義の一つは、その生成を制御することにより新たな高次構造を持つ結晶相を作り出す可能性が開けたことである。もう一つの最近の大きな動きは、流動場、高圧場、磁場、電場などの外場による結晶高次構造の制御である。流動場下における結晶化は、繊維製造過程や成形加工過程等の場において重要であり、古くから研究されているが、最近の放射光 X 線や中性子散乱等の測定・解析技術の進歩により、研究は新たな局面を迎えている。この機構解明は、長年の夢である高強度・高弾性率繊維の実現につながり、期待される。その他、高圧による伸張鎖結晶の作成、磁場によるこれまでにない配向構造(例えば、疑似単結晶の構築)の作成などの新たな研究が立ち上がっている。

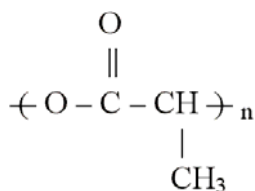


図2 PLA の化学構造

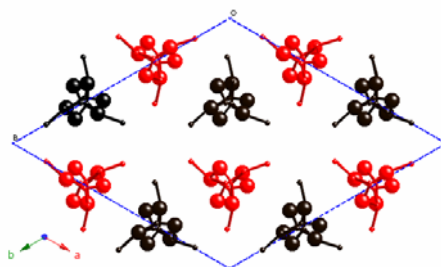


図3 PLA D体とL体の作るコンプレックスの結晶構造

一方、物質サイドから結晶を眺めると、一つはセルロースやポリ乳酸(図2)に代表される植物由来もしくは生分解性高分子の結晶構造・高次構造の解析とその知識をもとにした物性向上がこの分野の大きな方向である。D体とL体のコンプレックス形成(図3)も含めて、結晶化速度の向上や力学的強度をどのように向上させるかは差し迫った問題である。

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
 - 植物由来高分子の物性向上
 - 汎用高分子繊維における弾性率の向上
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
 - 中間相を経由する結晶化機構の解明
 - 外場下での結晶化機構の解明

キーワード

中間相、外場誘起結晶化、植物由来高分子、結晶化機構

(執筆者： 金谷利治)