

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	2-3-1. 非晶

概要（200字以内）

非晶性高分子には、ゴム・エラストマー、ガラス状高分子などがある。なかでもゴム・エラストマーは硫黄架橋の発見以来、多くの新規合成法の発見とゴム弾性理論の発展を両輪として高分子科学の発展を支えてきた物質群である。他の材料に比較して、超低弾性率、可逆的大変形、粘弾性など顕著な物性を持つため、我々の身近なところから始まって、自動車、ロボット、情報通信、宇宙航空関連などあらゆる分野で利用されている。

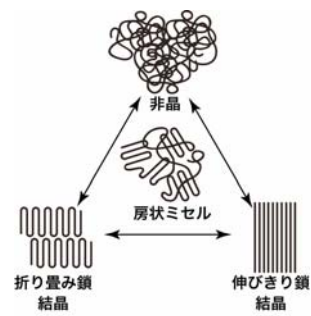


図1. 高分子の代表的な固体構造

現状と最前線

○ 現状

非晶とは、無定型、アモルファスとも呼ばれる長距離の規則構造をもたない相（図1）をいう。非晶性高分子としては、ゴム、ガラス状高分子、熱可塑性エラストマー、熱硬化性高分子、などがある。高分子の特性がさまざまな力学特性に表れており、身近な材料から最先端材料まで広く使われている。特に最近では、精密合成法の発展により一次構造を精密に制御することでテイラーメイド的な高次構造や物性をもつ材料が開発されてきている。たとえば、熱可塑性エラストマーは成形加工工程の合理化と加工製品のリサイクル性に特色があり、時代の求める省エネルギーや環境問題に関するニーズに合致した機能性材料として期待されている。一方、天然ゴムもその優れた力学的性質、低い環境負荷などの点が評価され、いまなお重要な材料として位置づけられている。非晶性高分子の用途としては、自動車部品、各種工業用部品、電気機器部品材料、土木・建築関連材料、スポーツ用品、医療機器用品、包装材料、はきもの、接着剤、樹脂改質剤などがあり、エラストマー分野に加えて、特に樹脂分野への進出、例えば耐衝撃剤としての展開が益々深化している。

○ 最前線

合成面：

ジエン系高分子の硫黄架橋、過酸化物架橋に始まり、化学架橋を伴わない熱可塑性高分子の発見、ウレタン系エラストマー、シリコン系エラストマーへと発展してきている。さらに最近では、新規モノマーの合成やメタロセン触媒等の開発による1次構造の精密制御、官能基や、

ハードセグメントを導入することによる高次構造の制御、生分解性を賦与したポリウレタン、耐熱性向上を目的としたポリ（ウレタン-イミド）、ゾルーゲル法の応用によるナノコンポジットの調製、遷移金属錯体を用いたリビングラジカル重合によるABA型ブロックコポリマー構造をもつエラストマーの精密合成が行われている。

構造・物性：

非晶性高分子の特徴として、明確な融点を持たないこと、成形性に優れている、高延伸性などがある。特殊環境下でゴム弾性を発現・維持できる材料への期待がますます高まっている。耐熱性、耐薬品性、耐摩耗性のほか、耐震性、除振性、耐放射線性など、その性能要求は多岐にわたる。こうした物性をさらに高性能化するためには、新しい構造解析・物性評価法の開発が不可欠であり、放射光や中性子などの散乱法を用いた構造解析、走査型プローブ顕微鏡、電子顕微鏡トモグラフィ、力学と散乱の同時測定、熱測定と散乱の同時測定、ナノレオロジー等、次々と新しい構造解析法が開発されてきている。たとえば最近、小角中性子散乱実験により天然ゴム固有の不均質構造と架橋由来による不均一性の関係、力学物性への影響などについての研究成果も出つつあり、天然ゴムの精密構造解析が進んでいる。

寿命評価・予測：

近年、ゴム・エラストマーの性能と寿命は飛躍的に向上し、新規な用途も拡がりつつあるが、物性で特に重要な要素として性能の長期にわたる維持・保証が重要課題となっている。種々の分野で金属や無機ガラス、セラミックが次々と高分子材料に置き換わりつつあるが、高分子材料でもっとも難しいのがその寿命評価・予測である。非晶性高分子の長寿命化と劣化予測法の確立が期待されている。

（参考文献）ゴム・エラストマーの界面と機能 西敏夫監修 シーエムシー出版（2003）。

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

非晶性高分子の長寿命化と劣化予測法の確立

非晶オレフィンの高性能化

・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

天然ゴム構造の完全解明、全合成。

高分子アポトーシス（造語；細胞死に倣い高分子に時限的自己分解機能を付与）の実現

キーワード

アモルファス、ゴム状態、ガラス状態、天然ゴム、熱可塑性エラストマー

（執筆者： 柴山 充弘）