

2023 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	野々山貴行
研究機関名	北海道大学
所属部署名	大学院先端生命科学研究院
役職名	准教授
研究課題名	生物に習う高温でガラス化する高分子材料の創製とその学理解明
研究実施期間	2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日

研究成果の概要

高分子の特徴的なマクロスケールの熱物性としてガラス転移がある。この転移を示すガラス転移温度 (T_g) を調整するために、可塑剤が広く利用されている。対象の高分子の熱物性を最適化しつつ添加量を最小限に抑えるために、対象高分子との親和性が高い可塑剤が通常選ばれる。ここでは、一般的な可塑剤とは異なる使い方として、温度変化によって相溶/非相溶の状態が変化する「臨界相溶条件」を満たす高 T_g 高分子と可塑剤の組み合わせを考える。これにより温度変化によって相分離が誘起され、ガラス転移を引き起こす材料を創製した。この研究では、上限臨界共溶温度 (UCST) 付近で相分離誘起ガラス転移を示す材料を合成した。この現象は、相図の T_g 曲線と混合曲線の交差点である Berghmann 点から熱力学的に予想される。高 T_g 高分子として、純高分子状態の T_g が約 100°C のポリ (イソボルニル アクリレート) (PIBXA) を、可塑剤としてトリエチルリン酸塩 (TEP) をそれぞれ用いた。TEP の割合が比較的小さい場合 (約 10 wt%)、サンプルは相分離を示さず、元の PIBXA に比べて T_g が低下し、可塑剤が添加されたときの一般的な傾向を示した。一方、20 wt% 以上の割合では、サンプルは UCST 型相分離を示し、可塑剤の含有量が増加するにつれて T_g が上昇する異常性を示した。これは、PIBXA と TEP の組み合わせが臨界相溶条件を満たしており、臨界温度を境に低温で相分離するためである。この相分離によって高 T_g の PIBXA から可塑剤が失われることで、最終的にガラス化していると考えられる。さらに、この相溶/非相溶の転移は、温度補正ハンセン溶解度パラメータ (T-HSP) の解析によって予測できることがわかった。これによって、T_g の調整における可塑剤の新しい使い方を提案し、かつ臨界相溶条件を満たす組み合わせの予測方法を提案した。

