

力学機能のナノエンジニアリング
2019年度採択研究者

2021年度 年次報告書

三輪 洋平

岐阜大学 工学部
准教授

イオン架橋の動的特性制御によるポリマー材料の高機能化

§ 1. 研究成果の概要

例えばポリイソプレンやポリジメチルシロキサン (PDMS) などの柔軟なポリマーを少量のイオン基で修飾して得られる動的イオン架橋エラストマーでは、イオン基どうしの凝集によって動的なネットワーク構造が形成される。今年度は、延伸下における分子スケールでの内部構造の変化と、材料のマクロスケールでの力学物性との相関関係の解明を目的とし、PDMS を骨格とした動的イオン架橋エラストマーの引張試験下における放射光を利用した時間分解 X 線散乱測定をおこなった。まず、延伸過程においてイオン凝集体体積の減少が観察された。これは、延伸下で大きな張力が印加されたポリマー鎖に付加しているイオン基が、凝集体から脱離するためだと考えられる。このようなイオン基の脱離は、ポリマー鎖への応力集中を回避する効果があると考えられ、エラストマーの強靱化に寄与していると考えられる。さらに、延伸速度が異なったとしても、イオン凝集体の体積と、エラストマーの応力にはほぼ同一の相関関係が観察された。イオン凝集体の体積減少は、イオン基に印可されるミクロスケールでの応力に依存していると考えられることから、この結果は、マクロスケールの応力と、イオン基に印可されるミクロスケールの応力の間に関連関係があることを示唆していると考えられる。

さらに、PDMS を骨格とした動的イオン架橋エラストマーの、CO₂ 雰囲気下における可塑化を利用した粘着のスイッチング特性についても、プローブタック法によって調査した。その結果、N₂ から CO₂ への切り替えにともなうはく離強度の迅速な増加と、CO₂ から N₂ への切り替えにともなうはく離強度の減少が観察された。さらに、この粘着性の変化が、気体切替にともなう膜の粘弾性変化にともなうものであることを明らかにした。

【代表的な原著論文情報】

- 1) “Evaluation for the actuation performance of dielectric elastomer actuator using polyisoprene elastomer with dynamic ionic crosslinks”, *Sensors and Actuators A: Physical*, Elsevier, vol. 332, Part 1, 113143, 2021