

力学機能のナノエンジニアリング
2020年度採択研究代表者

2022年度
年次報告書

楽 優鳳

産業技術総合研究所 電子光基礎技術研究部門
主任研究員

層構造を持つソフトマテリアルの力学特性と革新的機能創出

研究成果の概要

本研究では、これまで開発した層構造を持つソフトマテリアルに基づき、層構造、ナノ結晶構造、光誘起ナノ分子運動とマクロな力学特性の作用機構の解明を行い、新たな力学特性を持つ機能性材料の創出を目指す。

生体の筋肉組織は、効率よく巨大な筋肉の力学運動を引き起こすために、究極的な層構造を持っている。ポリマーの光に応答性を実現するため、次の二つ要素が必要だと考えられる。一つは光応答性分子をポリマーに導入することである。もう一つはポリマーが規則構造を有することである。昨年度ポリマー材料に関する実施項目では、層構造を持つ光応答性ポリマーフィルムを用いて、光刺激前後でのポリマー材料の粘弾性、表面自由エネルギー、粘着性の変化について詳しく評価した。

具体的には、層構造を作る分子と光応答性分子を分子配向・配列させた上、共重合によるポリマーフィルムを合成した。引張試験機にフィルムをセットし、力を0に設定する。次に、フィルムに紫外光を照射して、機械から読み取れる曲げ力を測定した。光刺激の強度を変えることで、材料の動く力の変化を測定した。また、合成されたポリマーフィルムをいくつかの小さな断片にカットして、フィルムの力学特性(粘弾性、ガラス転移温度等)をレオメーターによる測定した。特に、光照射を行いながら、ポリマーの貯蔵弾性率、損失弾性率、ガラス転移温度の変化を詳しく調べた。さらに、光照射前後のポリマーフィルムの粘着力などをプローブタック試験により測定した。

昨年度ゲル材料に関する実施項目では、異なる純度の層構造を持つゲルを使用して、ナノ層構造と力学特性の関係性を明らかにした。一連の異なる層構造を持つゲルを合成した後、ゲルの表面形態と力学特性(引張、エネルギー散逸、粘弾性、耐クラック性、引裂きエネルギー等)を詳しく評価及び解析した。¹⁾

【代表的な原著論文情報】

1)“Co-Self-Assembly of Amphiphiles into Nanocomposite Hydrogels with Tailored Morphological and Mechanical Properties”, ACS Appl. Mater. Interfaces, vol. 15, No. 17, pp.21507-21516, 2023