

力学機能のナノエンジニアリング
2021年度採択研究代表者

2022年度
年次報告書

小椎尾 謙

九州大学 先導物質化学研究所
准教授

二軸伸長変形下におけるマルチスケール構造解析による非晶性高分子の分子鎖凝集構造と変形
メカニズム

研究成果の概要

金属材料、無機材料、有機・高分子材料などをはじめとする様々な材料の力学試験において、二軸伸長変形は、一軸伸長変形では得られない情報を取得することが可能であると共に、より実用環境に近い応力場である。ひものような分子鎖構造を有する高分子材料の場合、特に力学物性の発現機構を理解する上で、二軸伸長変形を使用することは極めて有用な知見をもたらすと期待される。本研究では、ガラス状高分子(非晶性高分子あるいは無定形高分子)の二軸伸長過程における広角 X 線散乱(WAXS)測定、小角 X 線散乱(SAXS)測定、偏光高速度カメラ観察およびフーリエ変換赤外吸収分光(FT-IR)測定などのその場マルチスケール構造解析に基づき、分子鎖構造変化と力学物性の関係を解明することを目的とする。

試料として種々の分子量のポリメチルメタクリレート(PMMA)を用い、熱プレスにより膜厚 0.2 mm 程度のフィルムを調製した。一軸、二軸伸長試験を 25~80 °C の条件で行った。また、伸長過程における分子鎖構造の変化を解析するため、大型放射光施設 SPring-8 にてその場 WAXS 測定および SAXS 測定を、実験室で FT-IR 測定を行った。

PMMA フィルムの力学試験より、一軸伸長では 26 °C において脆性破壊を示したが、昇温すると、80 °C において降伏を示し、延性的な挙動に変化した。また、PMMA の分子量が数百万と数万の試料と比較すると、数百万の試料の方が高い破断伸びと高い破断強度を示した。これは、PMMA 分子鎖の絡み合いの効果に由来すると考えられる。

一軸・二軸試験過程においてその場赤外吸収分光測定を実施するためのセットアップを構築した。FT-IR 装置から赤外光を外部に導出し、放射光 X 線回折・散乱測定用に試作した二軸試験機の試料部に赤外光が照射されるようにセットアップを構築した。