

2023 年度年次報告書
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

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

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ひずみエネルギー密度関数などの情報を得ることが可能であるとともに、より実用環境に近い応力場である。本研究では、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赤外吸収分光測定を用いたその場マルチスケール構造解析法を用いて、ガラス状高分子の一軸・二軸伸長過程における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。

2023 年度も、2022 年度に引き続いて、非晶性高分子の代表であるポリメチルメタクリレート (PMMA)を試料として用いた。PMMA のガラス転移温度は 120 °Cで、室温において通常脆性破壊を示す。熱プレス後の PMMA の内部構造を評価し、一軸・二軸伸長変形下における力学物性との相関を解明した。熱プレス後の試料について、一軸・二軸伸長変形により得られた応力-ひずみ曲線において、降伏点が観測され、さらに伸長が継続するといった、延性的な挙動が観測された。この傾向は、伸長変形を実施する温度を室温から 80 °Cまで上昇するとより顕著になった。

一軸伸長変形下において、偏光高速度カメラ観察および SAXS 測定をその場で行った結果、降伏前から、伸長方向に垂直方向に長軸を有するクレーズが形成されていることが明らかとなった。また、二軸伸長変形下においては、クレーズの長軸は多方向に形成された。したがって、均一な応力場である二軸変形を印加すると、一軸伸長時に形成されるクレーズが多方向に生成することで、均一な応力場を担うことが明らかとなった。さらに、WAXS からは種々のアモルファスハローが観測され、伸長に伴う各ハローピークの強度変化から、絡み合った非晶分子鎖は試料内部である程度伸長されていることが示された。