不均一構造を利用した
高性能・高機能プラスチックの開発

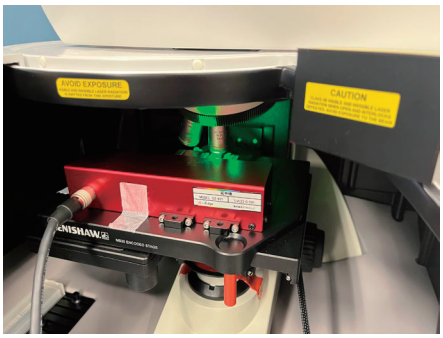
関連するSDGsの国際目標

工学部　ガラス工学研究センター（材料化学科　兼務）
講師　　木田　拓充
研究分野　：高分子物性、高分子構造、分光測定
研究室ＨＰ：http://polym-phys.com/kida/index.html

プラスチック材料が有する複雑な内部構造（結晶度・結晶サイズ・タイ分子率など）を正確に評価し，力学物性の発現メカニズム解明や高機能プラスチックの開発を行っている．特に，分光測定を用いた構造解析を得意としている．

■ラマン分光法を用いたプラスチックの構造解析

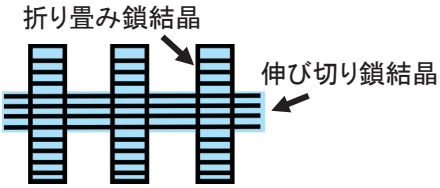
ポリエチレン（PE）などの結晶性プラスチックは内部に結晶と非晶が混在した非常に複雑な内部構造を有している．そのため，プラスチックの力学物性を制御するためには，材料の変形過程における内部構造変化を直接観察することが必要不可欠となる．我々は，ラマン分光装置内に小型の引張試験機や温度制御ステージを組み込むことで，プラスチックの変形過程・結晶化過程で生じる分子鎖レベルの構造変化（結晶度の変化，結晶の配向，結晶構造転移など）を直接観察することに成功した．この方法を用いることで，プラスチックの強度や延伸性を向上させるために必要な結晶構造の条件を解明することに成功しており，今後はより高靭化（高いタフネス）したプラスチックの開発に取り組む予定である．



顕微ラマン分光装置を用いた
引張試験過程のin situラマン分光測定．

■流動結晶化挙動の解析（成形加工過程の結晶化）

プラスチックは成形加工過程において，溶融状態で強い流動を印加された状態で結晶化するため，最終的に分子鎖が流動方向へと高度に配向・伸長した配向結晶が得られる（右図参照）．配向結晶が形成すると，流動方向への弾性率や強度が著しく向上することから，配向結晶を効率的に形成する手法の開発が求められている．我々の研究室では，顕微鏡や赤外・ラマン分光法，X線散乱測定などさまざまな測定手法を駆使して流動結晶化挙動を多角的に観察し，流動結晶化のメカニズム解明に取り組んでいる．将来的には，配向結晶の形成を自在に制御し，効率的に高弾性率・高強度な材料を得る指針が得られると期待される．



高弾性率・高強度の起源

■プラスチックの劣化挙動の解明

国立研究開発法人 科学技術振興機構 Japan Science and Technology Agency　さきがけ PRESTO

近年，プラスチックの劣化に伴う物性低下は社会的にも大きな問題となっており，プラスチックの劣化挙動を明らかにすることは重要な課題といえる．我々は近年，プラスチックの分子量分布を制御することで劣化による物性低下を抑えることが可能であることを見出し，分子量分布の最適化による劣化抑制技術の開発に取り組んでいる．本研究課題はJST さきがけに採択されて実施している．

紫外線による劣化の様子

＜特許・共同研究等の状況＞
・2023年度　共同研究 3件（いずれも企業）
・2024年度　共同研究 5件（予定，いずれも企業）*共同研究は随時お待ちしております．