

2023 年度年次報告書

持続可能な材料設計に向けた確実な結合とやさしい分解

2023 年度採択研究代表者

木田 拓充

滋賀県立大学 工学部

講師

プラスチックの不均一分解の可視化技術開発と分解メカニズムの解明

研究成果の概要

本研究では、さまざまな要因で生じるプラスチック材料の分解メカニズムを解明することを目的としている。特に、高次構造に由来して生じる分解状態の空間的な不均一性に着目し、重水素化ラベル法を用いた特定分子量成分の観察技術、およびマッピング技術を用いた高次構造中の特定部位の観察技術を組み合わせることで、分解状態の不均一性を正確に評価する。

本年度は、まず重水素化試料の合成およびブレンドを実施した。エチレンのリビング重合が進行するフェノキシイミン錯体を触媒として利用し、分子量が4万から44万まで異なる4種類の重水素化ポリエチレン(dPE)を合成した。分子量分布が広い軽水素化ポリエチレン(hPE)にdPEを5 wt% 添加することにより、特定の分子量成分のみが重水素化された部分重水素化試料を得ることができた。得られた試料を用いて熱劣化試験を実施した結果、480時間経過した段階でも試験片の外観にほとんど変化は現れず、また、カルボニル基はほとんど形成されていないことから、分子鎖の切断はほぼ進行していないことがわかった。一方で、一軸引張試験を実施した結果、240時間経過した段階で破断ひずみが顕著に低下しており、分子鎖の切断が生じる前から力学物性が大幅に低下することが明らかになった。最後に、劣化後の試料を用いて顕微ラマン分光測定を行った。480時間経過した段階では、試料の一部で結晶度が90 wt%まで増加していることがわかった。結晶度が増大している箇所では、高分子量成分の長鎖トランス分率が大幅に増加しているが、低分子量成分の長鎖トランス分率は低い値を保っており、結晶度の増大には高分子量成分が寄与していることを明らかにした。上記の結果より、試料中における局所的な結晶度増大部が欠陥として作用し、脆性化したと考えられる。今後は、分子配向状態のマッピング技術を用いて球晶構造の可視化を行い、結晶度の増大にあたる高次構造の影響解明に挑む。