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

吉田 嘉晃

九州工業大学 大学院工学研究院

准教授

自己修復とケミカルリサイクルがともに可能な光学樹脂の開発

研究成果の概要

本研究では、「傷ついても修復し、壊れても再生できる機能性材料」をコンセプトとして、フィルム材や粘着剤に応用可能で、自己修復性やケミカルリサイクル性などのサステイナブルな性質を示す光学樹脂の開発を目指す。2023 年度では、ジイソシアネート、ジチオール、架橋剤の構造がネットワークポリジチオウレタン(NPDTU)の自己修復性およびケミカルリサイクル挙動を含む種々の物性に与える影響の体系化を目的として、鎖状エーテル構造、直鎖メチレン構造、脂環式構造を有する NPDTU を合成し、それらの物性について検討した。

まず、脂環式構造を有する NPDTU のガラス転移温度 (T_g) およびヤング率は鎖状エーテル構造あるいは直鎖メチレン構造を有する NPDTU よりも顕著に高い値を示すことが明らかとなった。また、 T_g は架橋剤の構造に依存しないが、ヤング率は架橋部位の鎖長が短くなるほど大きくなることが明らかとなった。さらに、鎖状エーテル構造を有する NPDTU は 24 時間で 90% 以上の自己修復率を示すが、直鎖メチレン構造あるいは脂環式構造を有する NPDTU の修復率は 40%~70%にとどまり、これらの傾向は架橋剤の種類に依存することなく同様であることが明らかとなった。したがって、NPDTU に優れた自己修復性を発現させるためには少なくとも主鎖の一部に鎖状エーテル構造が必要であり、架橋剤の構造によって自己修復性を維持したまま機械強度のみを制御できると考えられる。次に、NPDTU のケミカルリサイクルを目的とした熱分解を最適化するために、異なる長さのメチレン鎖を有する PDTU をモデル化合物として、それらの熱分解挙動を分析した。その結果、ジイソチオシアネートが有するメチレン鎖長が長くなるほどかつジチオールが有するメチレン鎖長が短くなるほど、PDTU の熱分解温度は低くなることが明らかとなった。