

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

2021 年度採択研究代表者

正井 宏

東京大学 大学院総合文化研究科
助教

光安定材料への酸添加による協働的光分解技術の創成

研究成果の概要

本研究では、光と化学添加剤を用いた協働分解反応を開発し、高分子材料中に導入することで、高感度な光分解性に基づく低環境負荷材料や高機能材料でありながらも、自然光の下でも長期にわたって利用可能な安定材料を実現する。本年度は、酸・光協働分解材料を機能性材料として利用することを指向して、エラストマー材料・発光材料・光重合材料へと応用した。

まずジピレニルケイ素化合物を架橋点とするエラストマー材料は、白色光の照射や、加熱環境下に伏した場合でも、材料の力学物性はほぼ変化せず、高い熱・光耐久性を有することが確認された。一方で、この光の下でも長く使えるエラストマー材料が、酸の溶液下で UV 光を照射すると、協働的な反応によって分解可能であることが明らかとなった。

次に、光の下で使う機能の1つとして、ピレン誘導体におけるモノマー発光とエキサイプレックス発光の比率を制御し、様々な発光色を示す発光材料を得ることに成功した。一方で、この発光材料は、酸と光を作用させると速やかに分解することが可能であった。したがって、光励起に基づく機能性材料に対して、光と酸を用いた協働的な分解・加工という新しい材料制御法を付与できることが示された。

さらに、協働分解材料における光技術との融合として、光重合との両立を行った。光重合反応は、光造形技術にも応用される有用な材料成形技術であるものの、光重合と光分解は、結合の生成と切断という2つの反応性が競合するため、これまで両立は困難とされてきた。そこで、ジピレニルケイ素架橋剤を用いた光重合反応によって構築したネットワーク材料に対して、光重合と同一の波長光を用いた協働分解性に関して評価した。材料に塩酸を導入した場合は、光照射によって貯蔵弾性率が大きく低下した一方で、酸が存在しない条件では光照射下でも貯蔵弾性率が変化しなかったことから、光重合材料に対する光・酸協働分解性が実現した。

【代表的な原著論文情報】

- 1) "Luminescent Thermoresponse via Excimer/Exciplex Transition of Pyrene Derivative in Polymer Networks Containing [3]Rotaxane" T. Nakagawa, S. Ishino, D. Inamori, H. Masai, J. Terao, *ACS Macro Lett.*, 12, 751–758 (2023).
- 2) "Effects of Alkyl Ester Chain Length on the Toughness of PolyAcrylate-Based Network Materials" Y. Kawano, H. Masai, S. Nakagawa, N. Yoshie, J. Terao *Polymers*, 15, 2389 (2023).
- 3) "Fabrication of Photoprocessable Materials via Photopolymerization Using an Acid-Induced Photocleavable Platinum-Acetylide Crosslinker" T. Kaneko, G. M. Russell, Y. Kawano, H. Masai, J. Terao *Angew. Chem. Int. Ed.* 62, e202305374 (2023).