

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

今任 景一

広島大学 大学院先進理工系科学研究科
准教授

熱安定な分子スイッチによる光可逆性接着剤の開発

研究成果の概要

本研究では、大きな構造変化と高い熱安定性を両立した分子スイッチのヒンダードスティッフ Stilbene (HSS) を用いて、高分子のバルク、室温でのガラス状態 $\leftrightarrow$ 液体の光変換と水素結合の形成 $\leftrightarrow$ 解離の光変換を実現し、その相乗効果で接着強度が大きく可逆的に変化して、接着 $\leftrightarrow$ 脱着を光制御できる高分子のみからなる接着剤の開発を目的としている。

2023 年度は、2022 年度に合成した HSS を側鎖に有し、HSS の光異性化によりガラス転移温度 (T_g) が室温を越えて変化する高分子を接着剤として、疎水性の単分子膜を表面修飾したガラス基板を被着材として用いたラップシユア試験を行い、ガラス状態 $\rightarrow$ 液体の光変換により接着強度が低下するというコンセプトの実証に成功した。一方、 T_g と接着強度の変化は小さく、後者は光不可逆であった。また、2022 年度に見出した HSS を側鎖に有する高分子の結晶性(固体) $\rightarrow$ アモルファス(液体)の光変換の不可逆性を改善するため、低分子 HSS において固体 $\leftrightarrow$ 液体の光転移現象の理解を深めた。具体的には、長さの異なるアルキル鎖を対称および非対称に修飾した低分子 HSS を 11 種 22 異性体合成し、示差走査熱量 (DSC) 測定から融点 (T_m) と T_g を算出した。中鎖を対称に修飾した場合、Z 体が固体、E 体が液体であったが、短鎖 $\sim$ 中鎖を非対称に修飾した場合、E 体が固体、Z 体が液体と逆の傾向が見られた。単結晶構造解析から、E 体よりも Z 体の方が結晶性は高い一方、Z 体は非対称修飾によりアルキル鎖の結晶性を阻害することがわかり、置換基により転移方向の制御が可能なことを見出した。また、一部の低分子 HSS において固体 $\leftrightarrow$ 液体の可逆的な光転移を確認した。

【代表的な原著論文情報】

- 1) **K. Imato***, A. Ishii, N. Kaneda, T. Hidaka, A. Sasaki, I. Imae, Y. Ooyama*, “Thermally stable photomechanical molecular hinge: sterically hindered stiff-stilbene photoswitch mechanically isomerizes”, *JACS Au* **2023**, 3, 2458–2466.
- 2) **K. Imato***, T. Hino, N. Kaneda, I. Imae, N. Shida, S. Inagi*, Y. Ooyama*, “Wireless electrochemical gel actuators”, *Small* **2024**, 20, 2305067.