

研究助成研究成果報告書

令和 5 年 9 月 2 0 日

公益財団法人江野科学振興財団
理事長 江野 眞 一 郎 殿

貴財団より助成のありました研究の成果について下記のとおり報告します。

申請者名

信川 省吾



記

1.研究課題名

和 文	“加熱不要”熱可塑性ポリウレタンの光溶融成形技術の確立
英 文	“Heat-free” light-induced melt processing technique of thermoplastic polyurethane

2.申請者名(代表研究者)

氏 名 信川 省吾	ローマ字表記 Shogo Nobukawa
所属大学・機関名 名古屋工業大学	英訳表記 Nagoya Institute of Technology
学部・部課名 大学院工学研究科	英訳表記 Graduate School of Engineering
役職名 准教授	英訳表記 Associate Professor

3.共同研究者（下段 英訳表記）

氏 名	所属機関名・学部名・役職
(氏 名) 高坂 泰弘	信州大学・繊維学部・准教授
(英訳表記) Yasuhiro Kohsaka	(英訳表記) Shinshu University, Faculty of Textile Science and Technology, Associate Professor
(氏 名)	
(英訳表記)	(英訳表記)
(氏 名)	
(英訳表記)	(英訳表記)
(氏 名)	
(英訳表記)	(英訳表記)

4.英文抄録（300 語以内）

本研究では、メチレンジフェニル 4,4'-ジイソシアナート (MDI) とポリテトラメチレンエーテルグリコール (PTMG)、鎖延長剤としてブタンジオール (1,4-BD) を重縮合させた熱可塑性ポリウレタン (TPU) を合成し、アゾベンゼン誘導体 (10 wt%) 添加による光溶融化を検討した。アゾベンゼン誘導体には、アゾベンゼン (AB)、ヒドロキシアゾベンゼン (HAB)、ジヒドロキシアゾベンゼン (DHAB) を用いた。紫外光を照射すると、いずれのアゾベンゼンの光異性化により、光溶融化温度（光接着温度）が低下し、特に HAB や DHAB ではひかり温度が 40 度以上低下させることに成功した。DHAB では室温での光接着を達成できており、光溶融化の可能性が示された。

5.研究目的

エラストマー材料の一つであるポリウレタン (PU) はシーリング材、スポーツ用品などの様々な用途に用いられている。特に化学架橋を持たない熱可塑性 PU (TPU) は加熱による再成形が可能であり、環境に配慮した循環型資源として注目されている。

TPU は物理架橋点を担うハードセグメント (HS) と、弾性を担うソフトセグメント (SS) からなり、ゴムのような性質を示す。一般的な TPU の物理架橋 (HS) は 200 °C 付近まで加熱すると崩壊し、冷却すると再形成される。このプロセスで TPU の溶融成形が行われるが、熱エネルギーを利用しているため、環境負荷がゼロとは言い切れない。そこで、加熱せずに物理架橋の崩壊と再形成を可能とする、新たな溶融成形技術が求められる。

我々はこれまでに、ポリカーボネート (PC) などガラス状高分子にアゾベンゼンを添加し、紫外 (UV) 光を照射することで、ガラス転移温度 (T_g) の低下に成功している [Maeda&Nobukawa et al., *Polymer J.* (2022)]。この T_g の低下は、UV 光によるアゾベンゼンの trans→cis 異性化に伴う膨張力 [Toshchevnikov, et al., *J. Phys. Chem. Lett.* (2017)] により、高分子鎖間の相互作用が弱まったためであることが明らかになっている。すなわち、アゾベンゼンの光異性化が TPU の HS の物理架橋構造を弱めることができれば、加熱なしで溶融する可能性がある。しかしながら、HS や SS にアゾベンゼンを化学導入する場合、実用化に向けて新たに試料を合成する必要がある。そこで本研究では、より試料調製が簡便になるように、種々のアゾベンゼン誘導体を TPU にブレンドし、UV 光による溶融化を検討した。なお本研究では、光溶融性の有無については、ガラスを用いた光接着実験により評価している。

6.研究内容及び成果の本文

別紙に作成添付してください。(冒頭に所属、氏名、研究課題を記載ください)

7.今後の研究の見通し

本研究で、DHAB 添加 TPU では室温での光接着を達成することができたため、今後は光溶融化実験につなげる。また、実験データがまとまった段階で論文にまとめ、発表を行う。

一方、本成果技術の実用化を見据えると、添加剤のブリードアウト現象や耐久性、耐候性なども調べる必要がある。そこで、長時間放置後の表面への析出や、耐候性加速度試験などを行い、実用化に向けた検討を行うとともに、学会や論文発表を通じて産業界への技術移転も検討する。

8.本助成金による主な発表論文、著書名

学会発表

1. 第 70 回レオロジー討論会 (2022/10-13-14)
池谷岳紀, 信川省吾, 猪股克弘, アゾベンゼン添加ポリウレアの光溶融成形性
2. 第 72 回高分子学会年次大会 (2023/5/24-26)
竹内真凜, 川谷諒, 信川省吾, 高坂泰弘, アゾベンゼンをコアに有するポリ (δ-デカノラクトン) の合成とポリウレタン化
3. 2023 年繊維学会年次大会 (2023/6/14-16)
竹内真凜, 川谷諒, 信川省吾, 高坂泰弘, アゾベンゼン骨格を主鎖に有するポリウレタンの合成と物性
※優秀ポスター賞

[注 1] 本報告書は、助成金を受けた翌年 9 月末までに必ず提出してください。

[注 2] (お願い)印刷物の郵送と電子媒体の添付ご提供をお願いします。インターネットメールでの送付を歓迎します。< E-Mail: enozaidan@kokoku-intech.com >

[注 3] この報告書を当財団のホームページに掲載させていただきますので、予めご了承ください。