

研究助成研究成果報告書

令和 7 年 5 月 15 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 _____ 伊田 翔平 _____ 印

記

1.研究課題名

和 文 均一分散したゴム状ナノドメイン構造の機能により湿潤環境でも高い強度を保つゲル材料の創出
英 文 Design of Gel Materials with Homogeneously Dispersed Rubbery Nanodomain Structure Exhibiting High Toughness under Humid Condition

2.申請者名(代表研究者)

氏 名 伊田 翔平	ローマ字表記 Shohei Ida
所属大学・機関名 滋賀県立大学	英訳表記 The University of Shiga Prefecture
学部・部課名 工学部材料化学科	英訳表記 Department of Materials Chemistry, Faculty of Engineering
役職名 講師	英訳表記 Lecturer

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) ----- (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)
(氏 名) ----- (英訳表記)	----- (英訳表記)

4.英文抄録（300 語以内）

Energy dissipation through the construction of hydrophobic nanostructures is one of the useful methods for toughening hydrogels. In this study, we incorporated hydrophobic “rubber-like” nanodomain structures in hydrogels via polymerization-induced self-assembly process in polar organic solvents. First, a poly(*N*-dimethylacrylamide) (PDMAAm) bifunctional macro-chain transfer agent (macro-CTA) for reversible addition-fragmentation chain transfer (RAFT) polymerization was prepared. Then, this macro-CTA was employed for polymerization of hydrophobic *n*-butyl acrylate (BA) in the presence of a divinyl crosslinker in dimethylsulfoxide (DMSO) as a solvent. In this reaction condition, the PISA process underwent to afford homogeneously dispersed PBA crosslinked nanodomains in the product gel. The obtained gels exhibited high mechanical properties in an as-prepared state, and high elasticity and stretchability were also achieved even after the replacement of the internal solvent with water.

5.研究目的

網目状の高分子の内部に多量の水を保持した高分子ヒドロゲルは、医用材料やライフサイエンス分野をはじめ、多様な応用が期待される。一方、構成成分の大半が水であるため、力学的強度は低く、特に湿潤環境下ではさらに水を吸収してより弱くなる。つまり、ゲルの材料としての汎用性および信頼性を向上するためには、湿潤環境下でも十分に高い強度を発揮するように設計することが必要である。水中での膨潤の抑制には疎水性成分の導入が一般的に行われるが、単純に混ぜるだけでは往々にして内部での顕著な凝集が生じ、結果として脆くなりやすい。

このような背景の下、本研究では膨潤・力学特性を自在に制御し、水中などの湿潤環境下においても高い強度を維持可能なゲル材料の創出を目的として、疎水性ゴム成分がナノサイズで均一に分散した構造を持つゲルを合成する。具体的には、ナノ分散したゴムドメインと、これらを繋ぐ親水性ポリマー鎖から構成されるゲルを設計した。このゲルが応力を受けると、溶媒を含んだ親水性鎖がまず変形する。変形が大きくなって親水性鎖が力を受けきれなくなった際に、ゴム成分が柔軟に構造を変化させることで変形のエネルギーを散逸し、さらなる大変形が可能になると期待される。また、疎水性ドメインが均一に存在することで、水に浸け込んだときにも過剰な膨潤が抑制され、水中のような湿潤環境下でも強度を維持可能となることも期待した。

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

「6. 研究内容及び成果の本文」で述べたように、本研究ではこれまでに重合誘起自己組織化(PISA)法を利用してゴム状ナノドメインが均一分散したヒドロゲルを合成することができ、疎溶媒的な相互作用に基づく力学特性を示すことがわかった。この力学特性は、ナノドメインやそれらを繋ぐブリッジング鎖の親疎水性の制御に基づいて設計可能であると考えられる。一方、ゲルを静置すると顕著に離水する現象が観察されることから、現状の設計ではナノドメインの疎水性が強すぎるものが考えられ、ゲル設計の最適化に検討の余地がある。今後はまず、ブリッジング鎖およびナノドメイン中における疎水性成分の分率の影響を精査し、力学特性・膨潤特性に及ぼす影響を明らかにする。それとともに、引張サイクル試験、動的粘弾性試験などにより、溶媒の含有率および種類(DMSO もしくは水)、疎溶媒性相互作用がゲルの力学特性に及ぼす影響を明らかにする。

8.本助成金による主な発表論文、著書名

学会発表

○伊田翔平、原田佳歩、竹下宏樹、金岡鐘局

「重合誘起自己組織化法を用いた疎水性ナノ架橋ドメインを有するヒドロゲルの合成と力学特性」

第 73 回高分子討論会、3N10 新潟大学、2024 年 9 月

[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。

※当財団へのご意見・ご要望がございましたら、下記へご記入ください。

お寄せいただいたご意見・ご要望は今後の参考にさせていただきます。

1年間の研究助成をしていただき、誠にありがとうございました。また、財団賞もいただき、大変光栄です。お陰様で研究資金の心配をすることなく本研究を進めることができました。貴財団におかれましては、研究資金使途を柔軟に変更することができることが大変ありがたく、進捗や他の研究資金との兼ね合いを見ながら対応させていただくことができました。今後ともこの方式で進めて頂けると幸いです。また、再申請が可能ということもお聞きしており、またお世話になることになりましたらどうぞ宜しくお願い申し上げます。

アンケートへのご協力ありがとうございました。

以 上