

2024 年度
創発的研究支援事業 年次報告書【公開版】

研究担当者	中島 祐
研究機関名	北海道大学
所属部署名	大学院先端生命科学研究院
役職名	准教授
研究課題名	力と化学反応のカップリングによるゴム様材料の力学機能創発
研究実施期間	2024 年 4 月 1 日～2025 年 3 月 31 日

研究成果の概要

本課題では、高分子網目材料に著しい大変形を加えることで内部の網目鎖を効果的に伸長させ、当該網目鎖に係る化学反応を引き起こし、材料を機能化させることを目的とする。

本年は、高分子網目の伸長・膨潤に伴う大変形と化学反応の誘起を試みた。一般に高分子網目を一軸伸長したとき、その網目鎖が変形限界に達する前に材料が破断するため、内部の網目鎖を化学反応が引き起こせるほどに伸長することは困難である。私はこれに対し、測定したい高分子網目内部に柔軟なサポート網目を複合化させることで応力集中を抑制し、高分子網目をその伸長限界まで引張することに成功した。実際にジスルフィドで架橋された高分子網目に大きな力を加えると、内部のジスルフィド結合に力が加わり、そのチオール＝ジスルフィド交換反応が大きく加速されることを確認した。さらに本現象を用いることで、延伸すると力誘起分解するような材料を作成することも出来た。次いで膨潤とは、高分子網目をその良溶媒に浸すと、溶媒を吸収して体積が増大する現象であり、網目の等三軸伸長に相当する。一般に高分子網目の膨潤能はそれほど大きくなく、網目鎖を極度に伸張させて化学反応を引き起こすことは困難である。一方で本研究では、高分子網目内に浸透圧を生み出す直鎖高分子を繰り返し導入することで、溶媒に浸漬させた際に高浸透圧によって高分子網目を構造限界寸前まで膨潤させることに成功した。さらに、高分子濃度をより高めることで、膨潤によって網目構造を崩壊させることにも成功した。高分子網目の膨潤理論に基づく新規モデルにより、網目構造の崩壊は、各網目鎖に生じる力がその破断力を上回った時に起こることが分かった。本結果は、膨潤によって網目鎖に（その化学反応を引き起こすのに十分な）極めて大きな力を加えることが出来ることを示すものであり、今後は本知見を活かして膨潤誘起化学反応の開発を行う。