

自転車等機械振興補助事業の状況に関する報告書

2024年10月16日

公益財団法人 J K A
会 長 木 戸 寛 様

〒700-8530

住 所 岡山県岡山市北区津島中3-1-1

氏 名 岡山大学・准教授・渡邊貴一 印

補助事業名「2024年度湿潤環境でも使用できる耐水性に優れた高分子イオン液体ゲル型
ウェアラブル歪みセンサーの開発補助事業」

上記補助事業の状況について、「自転車等機械振興事業に関する補助事業の選定の基準及
び補助の方法に関する規程」第14条の規定に基づき、下記のとおり報告します。

記

1 事業の実施状況 (別紙) のとおり

事業の実施状況

1 実施経過

① 空気中・水中でも、機械的性質に優れるPILゲルの開発に関する研究

2024年 4月～6月 基礎実験 (PILゲルの開発)
4月11日、18日、25日 PILゲルの作製
5月～10月 PILゲルの機械的性質の評価

② 開発した材料を用いた、空気中・水中における歪みセンサー機能および耐久性評価

2024年 5月23日 歪みセンサー測定機器のセットアップ
6月～10月 PILゲルの歪みセンサー試験
9月20日 PILゲルを身体に装着した状態での歪みセンサー試験
10月16日 PILゲルの歪みセンサーの耐久性評価

③ PILゲル型歪みセンサーのスケールアップ製造 (未実施：予定通り下半期に実施予定)

④ 学会で成果発表

2024年 8月1日 成果の一部を国際学会で発表(ISMC 2024)
2024年 9月13日 成果の一部を国内学会で発表(化学工学会第55回秋季大会)
2024年 9月26日 成果の一部を国内学会で発表(第73回高分子討論会)

2 実施内容

① 空气中・水中でも、機械的性質に優れるPILゲルの開発に関する研究

申請者が開発してきた疎水性高分子イオン液体の合成プロセスを基盤として、モノマー構造とイオン液体（溶媒）種、架橋剤の有無、フィラーの有無それらの濃度を変更したイオンゲルを作製した。

図1には、作製した自己修復性PILイオンゲルの機械的性質の評価結果（一例）を示す。まず、自己修復性に特化したイオンゲルは、空气中で破断応力約0.5 MPa、破断歪み約900%を示し、当初の目標値を概ね達成したことが確認された。また、このイオンゲルを切断し、25 °Cで破断面を接触しておくこと、10分以内にバルク界面の自己修復が完了し、24時間後には力学特性が8割以上回復することがわかった。さらに、このゲルの疎水性を向上させたところ、空气中での力学特性は少し低下し、破断応力が約0.14 MPaになったが、水中でも取り扱い可能なゲルが得られた。このゲルは水中でも自己修復性を示し、破断応力と破断歪みが約60%程度回復することが確認された。今後は、これらの結果を踏まえ、機械的性質と自己修復性を最大化できるゲルの開発を進めていく予定である。

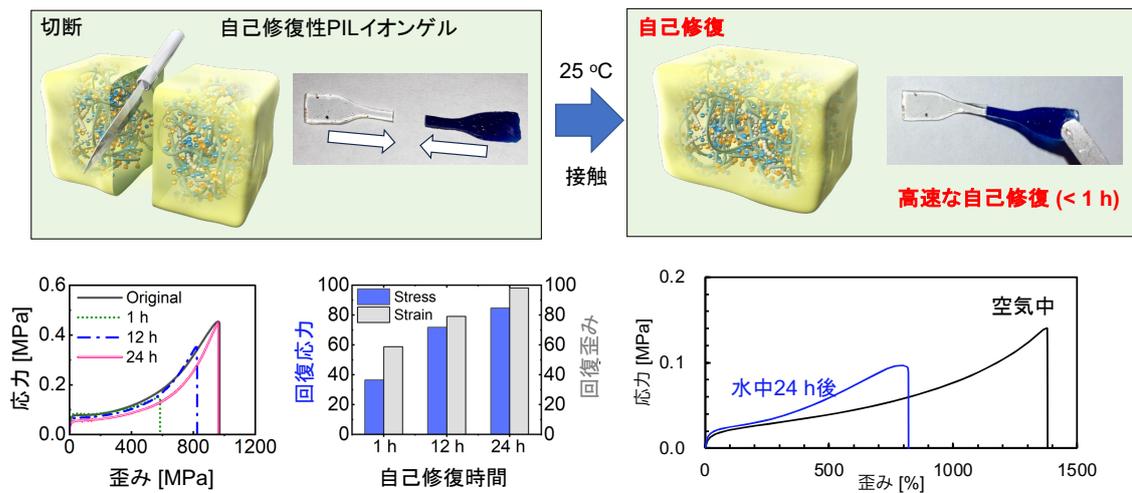


図1. 作製した自己修復性PILイオンゲルの機械的性質（一例）

② 開発した材料を用いた、空气中・水中における歪みセンサー機能および耐久性評価

イオンゲルに与える歪み（変形）と抵抗値の変化を測定し、機械的特性とセンサー性能の関係を評価した。まず、ゲル片を引張試験機と抵抗測定器に接続し、一軸引張試験において歪みに対する抵抗値変化（ $\Delta R/R_0$ ）を評価した(図2左)。図中のGFはゲージファクターを示しており、このゲルではGF値は1~2.5程度の値であることがわかった。次に、繰り返し引張試験をおこない、ゲルの歪みセンサー機能を評価した。図2右より、歪みに応じた抵抗値変化が観測され、この結果より作製したPILイオンゲルの歪みセンサーとしての応用可能性が示唆された。

さらに、イオンゲルを実験者が装着して、歪み応答性能を評価した。図3のように、イオンゲルを「指」、「手首」、「ひじ」に固定し、動的な挙動を抵抗値として検知した。各部位の動きに応じた抵抗値の変化が検出された。特に、可動域の広い「ひじ」装着した場合でもゲルが破断することなく、歪みセンサーとして機能することが確認された。

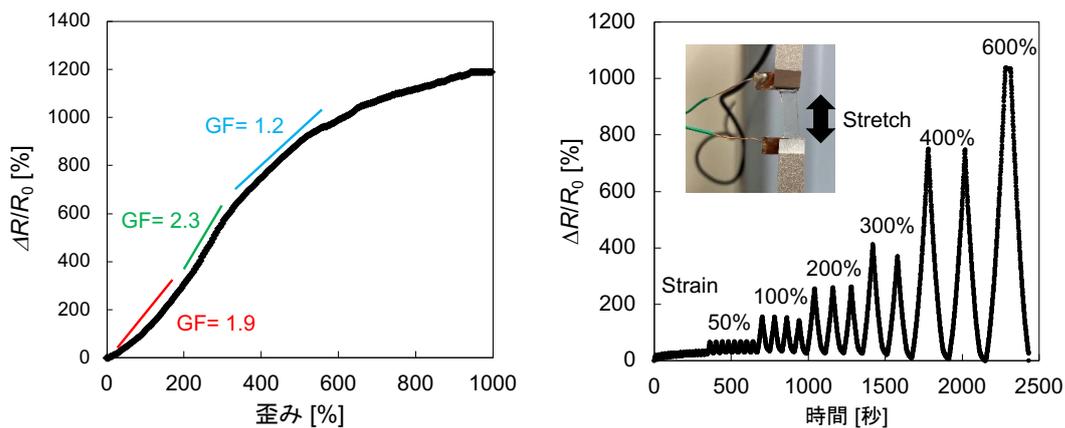


図2. 作製した自己修復性PILイオンゲルの歪みセンサー機能評価(一例)

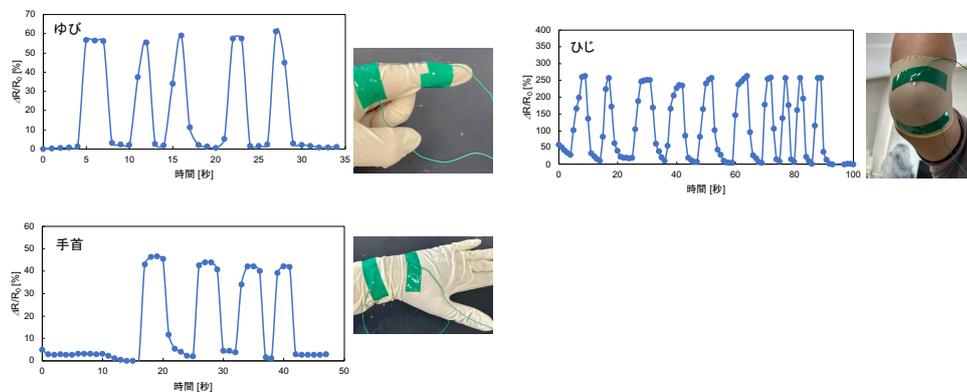


図3. 作製した自己修復性PILイオンゲルの歪みセンサー装着時の応答性評価（一例）

③ PILゲル型歪みセンサーのスケールアップ製造（未実施：予定通り下半期に実施予定）

当初の予定通り、2024年12月頃からPILゲルのスケールアップ製造の研究を開始する予定である。

④ 学会で成果発表

1) 2024年8月1日にアメリカ合衆国RaleighのConvention Centerで開催された8th International Soft Matter Conference (ISMC) 2024にて「Toughening of Poly(ionic liquid) Gels with Nanomaterials Having Different Shapes」という題目で成果発表をおこなった。

2) 2024年9月13日に北海道大学で開催された化学工学会第55回秋季大会にて「イオンゲルに添加するナノ材料形状が力学特性に与える影響」という題目で成果発表をおこなった。

3) 2024年9月25日に新潟大学で開催された第73回高分子討論会にて「高分子イオン液体を主骨格とするイオンゲルのアニオン種がゲル物性に与える影響」という題目で成果発表をおこなった。

3 事業の実施状況表

事業予定	上半期						下半期					
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
① 空气中・水中でも、機械的性質に優れるPILゲルの開発に関する研究												
② 開発した材料を用いた、空气中・水中における歪みセンサー機能および耐久性評価												
③ PILゲル型歪みセンサーのスケールアップ製造												
④ 学会で成果発表												