

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	宇都 甲一郎
研究機関名	国立研究開発法人 物質・材料研究機構
所属部署名	高分子・バイオ材料研究センター
役職名	主幹研究員
研究課題名	形状記憶が拓く生命システム操作技術
研究実施期間	2024 年 10 月 1 日～2025 年 3 月 31 日

#### 研究成果の概要

2024 年度は、PCL（ポリカプロラクトン）を基盤とした新規印刷レジンの開発およびその 3D 造形に取り組み、大変形性と高い形状記憶特性を併せ持つ印刷体の作製に成功した。従来の印刷材料では困難であった大きな変形と形状の再現性を両立させることで、機能性材料としての応用可能性を大きく広げた。また、PCL 系とは異なり、生体組織と同様に高い水含量のハイドロゲルを基軸とした印刷レジンの開発も並行して実施し、熱駆動型の形状記憶挙動を示す印刷体の作製に成功した。これは、生体環境を模倣した細胞操作材料の構築及びそれを用いたバイオ応用において極めて有用であり、ソフトマテリアル分野における 4D 造形技術の進展に貢献する成果と考えられる。

さらに、光による形状制御や表面トポグラフィ操作の実現を目指し、光熱変換機能を有する窒化チタン（TiN）ナノ粒子を印刷レジんに均一に分散させることで、光照射に応答して形状記憶効果を誘起できる印刷体を得ることができた。TiN ナノ粒子と PCL のコンポジット材料に対して、フィブロネクチンをはじめとする細胞外マトリクス（ECM）タンパク質による表面コーティングを施すことで、線維芽細胞およびヒト間葉系幹細胞の良好な接着が可能であること、細胞が接着した状態を維持したまま基材表面の任意のトポグラフィ変化を誘起可能であることを確認した。これらの成果により、外部刺激として光を利用することにより、高い空間的操作性と遠隔的に形状変化を誘起することが可能となり、時空間操作性を有するスマートな細胞操作材料設計への道を拓いた。