

2023 年度年次報告書

独創的原理に基づく革新的光科学技術の創成

2019 年度採択研究代表者

丸尾 昭二

横浜国立大学 大学院工学研究院

教授

光駆動ドロプレット・プリンティングの開発と応用

主たる共同研究者:

飯島 一智 (横浜国立大学 大学院工学研究院 准教授)

上野 和英 (横浜国立大学 大学院工学研究院 准教授)

研究成果の概要

本研究では、マルチマテリアル3D構造体を作製するマイクロ光造形技術を開発し、フォトニクス、マイクロマシン、エレクトロニクス、医療への応用に取り組んでいる。本年度、フォトニクス応用では光学特性の異なる種々の光硬化性樹脂を開発し、マイクロ色消しレンズや全反射レンズを設計・試作した。また、高速脱脂・焼結が可能な粒子間光架橋性シリカスラリーの開発では、原料粒子径によって造形物の粒子密度を調整することで焼結体の収縮率を制御できることを見いだした。今後、紫外域の微小光学素子などに応用する。マイクロマシン応用では、温度応答性ハイドロゲルを用いた光熱駆動型マイクロピンセットを試作し、細胞凝集体の把持・操作を実証した。さらに、複数のマイクロピンセットをアレイ化し、それらの同時駆動も実証した。今後、細胞刺激・培養プラットフォームに応用する。

また、本研究では、上野グループとの共同研究により、光造形によるフレキシブルな微小エレクトロニクス素子の実現を目指して、液体金属コロイドを用いた高導電性伸縮材料の開発に取り組んでいる。本年度は、液体金属電極インクを用いたプリンタブルリチウムイオン電池を作成し、絶縁体基板上、曲面上での電池動作を実証した。また、ストレッチャブルバッテリーの高電圧化のため、新たに液体金属の腐食抑制法を確立した。

また、飯島グループとの共同研究では、マイクロ光造形と交互浸漬法を組み合わせることで生体高分子・ヒドロキシアパタイト複合体を作製する独自プロセスを用いて 2D・3D 足場を作製し、造血幹細胞の培養と機能評価を行った。また、光分解性基導入ゼラチンを用いたハイドロゲル足場を作製し、光分解によって細胞接着性が変化することを確認した。腱などの配向組織や皮膚などの複雑な構造を有する組織の構築に向けては、マイクロ流れを用いてコラーゲン配向組織の作製を行い、組織中での細胞の配向を調査した。

【代表的な原著論文情報】

- 1) “Liquid Metal Electrode Ink for Printable Lithium-Ion Batteries,” Y. Ozawa, Y. Nishitai, N. Ochirkhuyag, N. Usami, M. Kanto, K. Ueno, H. Ota, *Advanced Engineering Materials*, 2400529, 2024.
- 2) “Self-assembling bilayer wiring with highly conductive liquid metal and insulative ion gel layers,” K. Murakami, Y. Isano, J. Asada, N. Usami, Y. Isoda, T. Takano, R. Matsuda, K. Ueno, O. Fuchiwaki, H. Ota, *Scientific Reports*, 13, 5929, 2023.
- 3) “Microfabrication of Gelatin Methacrylate/Hydroxyapatite Composites by Utilizing Alternate Soaking Process,” H. Miyajima, K. Kojima, H. Touji, K. Onodera, M. Mukai, S. Maruo, K. Iijima, *ACS Biomaterials Science & Engineering*, 10 (2), 762, 2024.