

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

2022年度
年次報告書

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

近年、マイクロ3D プリンティング技術は、フォトニクス、マイクロマシン、医療など幅広く応用されている。本研究では、より高機能なデバイスの創製に向けて、複数の液滴材料を入れ替えながらマルチマテリアル3D構造体を一体造形するマイクロ光造形技術の開発に取り組んでいる。本年度は、エレクトロニクス応用に有用な材料として、光造形によって導電性 3D 構造体を形成できる高分子材料および作製プロセスを開発した。今後、この光造形可能な導電性高分子を 3Dプリンテッド・エレクトロニクスに応用する。また、微小液滴を用いて cm サイズの大面积造形を可能とする造形法を提案・開発し、無電解めっきを利用することで金属配線や微小金属構造体アレイの作製にも成功した。今後、メタマテリアルやマイクロマシンなどに応用する。

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、高導電性伸縮材料を用いたストレッチャブルバッテリーを作成し、50%伸長時でも容量変化なく充放電可能なことを実証した。また、液体金属による伸縮可能なガスバリアフィルムを開発し、これを外装材としたストレッチャブルバッテリーの空気中動作も実証した。

また、飯島グループとの共同研究では、光造形によって生体高分子・骨類似ヒドロキシアパタイト複合材料を作製し、これを用いた人工骨髄の構築に取り組んでいる。本年度は、マイクロ光造形によって成形した光硬化性ゼラチンハイドロゲルに交互浸漬法を用いて無機複合化を行う手法を開発するとともに、光硬化性ゼラチン/ヒドロキシアパタイト複合材料上での間葉系幹細胞との共培養が造血幹細胞の分化状態に与える影響を明らかにした。また、光分解性基導入ゼラチンからなるハイドロゲルを作製し、光による分解を実証した。

【代表的な原著論文情報】

- 1) “Fabrication of Flexible Wiring with Intrinsically Conducting Polymers Using Blue-Laser Microstereolithography”, *Polymers*. 2022, 14(22), 4949, 2022).
- 2) “Liquid metal–ionic liquid composite gels for soft, mixed electronic–ionic conductors”, *Macromolecular Chemistry and Physics*, vol. 223, No. 8, 2100319, 2022.
- 3) “Multifunctional 3D Printing of Heterogeneous Polymer Structures by Laser-Scanning Micro-Stereolithography Using Reversible Addition–Fragmentation Chain-Transfer Polymerization”, *ACS Appl. Polym. Mater.* 2022, 4(8), 5515 (2022).