

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

2020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

光駆動ドロブレット・プリンティングの開発と応用

## § 1. 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が進められている。今後、より高機能なデバイスを創製するためには、複数材料を用いたマルチマテリアル 3D構造体を一体造形する技術の開発が期待されている。

そこで本研究では、複数の液滴材料を入換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おり、本年度は、色の異なる光硬化性樹脂の液滴を用いてマルチカラー3D構造体を作製できることを示した。また、屈折率の異なる光硬化性樹脂を用いて微小光学素子を作製し、その機能を検証した。

さらに、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、高い電気伝導性と熱伝導性を有し、人体に無害な液体金属である Ga-In と Ni 微粒子を混合した材料を用いて、高い電子伝導性( $>25 \text{ S cm}^{-1}$ )と伸縮性(破断歪み  $>50\%$ )を実証した。また、ストレッチャブルバッテリー用電極作製にも取り組み、繰り返し充放電可能なことを明らかにした。さらに、液体金属インクを用いたプリントドバッテリーを考案し、その機能を検証した。

また、飯島グループとの共同研究では、骨類似ヒドロキシアパタイトを用いた光造形によって人工骨髄を構築する研究を行っている。今年度は、擬似体液の pH を制御することで、骨類似ヒドロキシアパタイト粒子の直径をサブミクロンから数ミクロンの範囲で制御できることを実証した。また、ヒドロキシアパタイトやリン酸三カルシウムの微粒子を混合した光硬化性スラリーを材料として、さまざまな多孔質の足場を作製した。今後、作製した足場を用いて間葉系幹細胞と造血幹細胞との共培養の実験に取り組む、人工骨髄としての性能評価を行う。

## § 2. 研究実施体制

### (1) 丸尾グループ

① 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)

② 研究項目

- ・光駆動ドロプレット・プリンティング技術の開発
- ・光硬化性ナノコンポジットスラリーの開発と 3D造形への適用
- ・微小光学素子、メタマテリアル、マイクロメカニカル素子などの創製

### (2) 上野グループ

① 主たる共同研究者: 上野 和英 (横浜国立大学 大学院工学研究院、准教授)

② 研究項目

- ・液体金属を用いた高導電性伸縮材料の開発
- ・高性能フレキシブルバッテリーの開発
- ・液体金属を用いた電子素子の開発

(2) 飯島グループ

① 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)

② 研究項目

- ・ヒドロキシアパタイト粒子の合成と評価
- ・生体模倣骨髄の形成と機能検証
- ・骨-軟骨組織の形成と機能検証

【代表的な原著論文情報】

1) T. Maruyama, H. Hirata, T. Furukawa, and S. Maruo, “Multi-material microstereolithography using a palette with multicolor photocurable resins”, *Optical Materials Express*, 10(10), 2522-2532 (2020).

2) Y. Chen, T. Furukawa, T. Ibi, Y. Noda, and S. Maruo, “Multi-scale micro-stereolithography using optical fibers with a photocurable ceramic slurry”, *Optical Materials Express*, 11(1), 105-114 (2021).