

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

2021 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

§ 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、新たな適用材料として、シリカ微粒子を混合したスラリーを複数用いてマルチマテリアル造形を実証した。また、高い透明性を持つシリカ構造体を作製するためのスラリーの調整方法を検討し、分散性の高いスラリーを用いることで、緻密かつ透明なシリカ構造体が得られることを実証した。さらに、本技術のマイクロマシンへの応用として、トポロジー最適化によって設計したマイクロピンセットを作製し、力制御可能な制御システムを構築し、スフェロイドの把持・操作を実証した。

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、導電性フィラーと高分子マトリックスの最適化を行い、電子伝導性($\sim 10^3 \text{ S cm}^{-1}$)と伸縮性(破断歪み $> 800\%$)を実現し、高導電性伸縮材料の性能を著しく向上させた。また、ストレッチャブルバッテリー用ゲル電極/電解質複合体を作成し、繰り返し充放電可能なことを確認した。

また、飯島グループとの共同研究では、疑似体液から骨類似ヒドロキシアパタイト粒子を作製し、これ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。本年度は、pH の異なる疑似体液から、高結晶性マイクロ粒子と低結晶性ナノ粒子を合成し、いずれの粒子も細胞毒性が低いことを明らかにした。また、人工骨髄の足場となる多孔質体の形成に向けて、マイクロ光造形によって高精細な多孔質体を形成するための光硬化性ハイドロゲルを開発した。

§ 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

(3) 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) “Effects of suspension processing conditions on the multi-scale structural changes of photocured SiO₂ bodies during sintering process: An operando observation using optical coherence tomography.”, *Advanced Powder Technology*, vol. 33, No. 4, 103533, 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) “Hydroxyapatite particles from simulated body fluids with different pH and their effects on mesenchymal stem cells”, *Nanomaterials*, vol. 11, 2517, 2021.