

2023 年度年次報告書

持続可能な材料設計に向けた確実な結合とやさしい分解

2022 年度採択研究代表者

飯島 志行

横浜国立大学 大学院環境情報研究院

准教授

ガラス・セラミックス材料の光造形と完全解体技術の創成

研究成果の概要

本研究は、ごく微量の樹脂を用いて液中でセラミックス・ガラス原料微粒子間を確実に光架橋できてかつ、温和な条件で光硬化体を一次粒子に完全解体できる粒子間光架橋性スラリーの設計と、このスラリーを活用してガラスやセラミックス材料の「複雑形状体の光造形」、「プロセス(脱脂・焼成工程)の高速化」、「光硬化体の完全解体」と「原料粉体の繰り返し利用」を実現した、持続可能な材料設計に向けた革新的製造システムの構築を目的としている。

本年度は、光硬化体から解体された一次粒子の再利用操作を鑑み、より単純な組成と原料からなる新規な粒子間光架橋性スラリーを設計した。SiO₂ 微粒子を原料粉体とする系をモデルとし、微粒子の分散性と光硬化性を担保できる反応性高分子分散剤の添加条件を見出すとともに、DLP型積層光造形機を用いた複雑形状体の造形を実現するため、良好な層間接着性を得るための粒子間光架橋源モノマーの添加条件を明らかにした。最終的には、曲面や中空構造を有する複雑形状体が造形でき、高速な焼成操作によって光硬化体の割れや構造崩壊なく脱脂と焼結緻密化が可能なプロセスを構築した。さらに、本プロセスを援用して複雑形状多孔質体を造形できることも見出した。また、上記の粒子間光架橋性スラリーから得た光硬化体は、改良前のスラリーから得られた光硬化体と同様の操作条件で、光硬化体を構成する微粒子をその一次粒子サイズ近くまで液中に分散できることを実証した。本系を対象に、時間領域核磁気共鳴法および光コヒーレンストモグラフィー法を用いた光硬化体の評価により、浸漬液中における光硬化体の微構造変化をオペランドに観測できる可能性も見出した。今後は、引き続き解体性の高い粒子間架橋構造の設計を進めるとともに、解体された粒子の再スラリー化と再造形を実現するプロセスの構築に取り組む。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Y. Yamanoi, J. Tatami, M. Iijima, Effects of SiO₂ particle surface design on the photocuring properties of interparticle photo-cross-linkable Pickering emulsions, Adv. Powder Technol. 34(12) 104240 (2023).
- 2) S. Tsutaki, Y. Yamanoi, J. Tatami, M. Iijima, Digital light processing printing of porous ceramics using interparticle photo-cross-linkable Pickering emulsions, Adv. Powder Technol. 35(5) 104410 (2024).