

2024 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つつ、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、昨年度までに開発した新規な粒子間光架橋性 SiO_2 スラリーから得られる光硬化体を所定の条件に調整した水溶液中に浸漬することで、粒子間に生成した樹脂架橋の固形分を残存させることなく分解し、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させるプロセスを構築した。本プロセスを対象に、1 分子当たりの重合性官能基数の異なるモノマーを系統的に混合してスラリーに配合し、得られた光硬化体の解体挙動を評価することで、光硬化体の易解体化にむけた粒子間架橋の設計指針を明らかにした。また、これらの解体操作を経て回収した SiO_2 微粒子を、原料 SiO_2 微粒子を用いた場合と比較して遜色のない流動性と光硬化性を有する粒子間光架橋性スラリーに再生利用するための表面設計条件を明らかにした。再生された粒子間光架橋性スラリーを用いて、その場光固化法、光固化と切削加工を組み合わせたハイブリッド造形法や、積層光造形法などの各種造形プロセスによる複雑形状体の造形が可能であり、得られた造形体を高速な焼成条件で構造崩壊なく脱脂、焼結することにも成功した。さらに、本研究で提案する光造形と解体操作に基づいて、 SiO_2 微粒子を少なくとも 2 サイクル繰り返し利用できることを実証した。今後は、本プロセスを Al_2O_3 や ZrO_2 など他のセラミックス材料へ拡張する手法の構築に取り組む。